中華民國2025年
國家溫室氣體排放
——清冊報告










中華民國 114 年 5 月

前言

因應氣候變遷加劇之全球挑戰，聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)自 2007 年峇里島行動計畫(Bali Action Plan)以來，即推動資訊透明化與強化行動機制，並於 2015 年「巴黎協定」正式建構資訊透明架構(Enhanced Transparency Framework, ETF)。2024 年，首次全球盤點(Global Stocktake, GST)完成，盤點結果要求各締約方依據結論，更新與強化國家自定貢獻(Nationally Determined Contributions, NDC)目標，並提升資訊透明度，以推動全球溫室氣體減緩與永續發展。在此架構下，國家溫室氣體排放清冊(National Greenhouse Gas Inventory)扮演關鍵角色，不僅提供掌握各國溫室氣體排放現況及趨勢的重要數據，也是檢視減量目標達成進度、支援全球透明度制度(ETF)及全球盤點(GST)運作的核心基礎，對國際信任建立及國內政策擬定均具重要意義。

為回應全球行動趨勢，我國依據「氣候變遷因應法」（以下簡稱氣候法）規範，明定 2050 年達成淨零排放目標，並以五年為一期設定溫室氣體階段管制目標，作為推動減量行動之法定依據。我國於今年（2025 年）1 月提出「臺灣總體減碳行動計畫」及國家減碳新目標，呼應全球盤點要求，展現強化氣候行動的決心。國家溫室氣體排放清冊為檢視各階段減量目標達成情形之重要依據。

環境部基於氣候法第 13 條要求，依循聯合國氣候變化綱要公約(UNFCCC)及「巴黎協定」相關規範，根據 2006 年版聯合國政府間氣候變化專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)國家溫室氣體排放清冊指南的統計方法（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南）編製而成，逐年更新我國自 1990 年以來的溫室氣體排放與移除趨勢，並主動對外公開，今年發布之「中華民國溫室氣體排放清冊報告（2025 年版）」（以下簡稱本報告），為我國持續精進透明度及連結國際社會之具體作為。

國家溫室氣體排放清冊由相關權責部會進行所轄部門溫室氣體排放數據之調查及統計作業，並邀集領域專家學者就統計方法、數據品質及改善計畫等事項加以審議與修正。經各部會定期彙整後，由環境部統籌編撰、校稿及對外公布。參與本報告編輯相關部會包括：環境部、經濟部、農業部等，智庫團隊包括：財團法人工業技術研究院、財團法人台灣綜合研究院及財團法人臺灣綠色生產力基金會。

本報告內容參照「巴黎協定」第 13 條所提及的透明架構模式、程序及指南（CMA.3 第 5 號決議附件），共分為八大章節。前兩章說明國家清冊統計範圍、概況及整體溫室氣體排放趨勢；第三至七章依 2006 IPCC 指南中之部門分類，分別揭露各部門不同溫室氣體排放源與吸收匯的統計方法、數據、結果等，第八章則新增重新計算結果及改善規劃，以持續提升資料品質與透明度。

未來，我國將依據「巴黎協定」相關運作規則持續滾動修正，精進清冊資料之品質與透明度，透過穩健資訊揭露，展現我國對全球氣候行動及減緩地球暖化之積極貢獻。

目錄

前言 1
目錄 3
表目錄 7
圖目錄 13
執行摘要
ES.1 國家溫室氣體排放清冊背景資訊 ES-1
ES.2 國家排放量與移除量趨勢摘要 ES-2
ES.3 排放源及吸收匯分類之排放估算與趨勢總覽 ES-13
ES.4 其他資訊 ES-24
第一章 簡介
1.1 國家溫室氣體排放清冊背景資訊 1-1
1.2 清冊準備之組織制度安排 1-2
1.3 清冊準備流程 1-3
1.4 方法與資料來源 1-4
1.5 主要排放源 1-6
1.6 品質保證及品質控制計畫資訊 1-9
1.7 一般不確定性 1-10
1.8 完整性概要評估 1-12
1.9 參考文獻 1-13
第二章 溫室氣體排放趨勢
2.1 總溫室氣體排放趨勢的描述與解釋 2-1
2.1.1 溫室氣體排放及移除 2-1
2.1.2 人均二氧化碳排放 2-3
2.1.3 二氧化碳密集度 2-4
2.2 各種溫室氣體排放趨勢的描述與解釋 2-5
2.2.1 二氧化碳 2-5
2.2.2 甲烷 2-8
2.2.3 氧化亞氮 2-10
2.2.4 氫氟碳化物 2-12
2.2.5 全氟碳化物 2-14
2.2.6 六氟化硫 2-15
2.2.7 三氟化氮 2-16
2.3 各排放源溫室氣體排放趨勢的描述與解釋 2-17
2.3.1 能源部門 2-19
2.3.2 工業製程及產品使用部門 2-22
2.3.3 農業部門 2-25
2.3.4 土地利用、土地利用變化及林業部門 2-27
2.3.5 廢棄物部門 2-29
第三章 能源部門（CRT Sector 1）
3.1 部門概述 3-1
3.2 燃料燃燒（1.A） 3-4
3.2.1 能源產業（1.A.1） 3-26
3.2.2 製造業與營造業（1.A.2） 3-34
3.2.3 運輸（1.A.3） 3-42
3.2.4 其他部門（服務業、住宅、農林漁牧)（1.A.4） 3-50
3.2.5 其他 3-57

3.2.6 部門方法與參考方法的比較.....3-57
3.2.7 國際運輸燃料.....3-58
3.2.8 燃料的原料與非能源使用.....3-64
3.3 燃料逸散性排放（1.B）.....3-70
3.4 參考文獻.....3-83
第四章 工業製程及產品使用部門（CRT Sector 2）
4.1 部門概述.....4-1
4.2 礦業（非金屬製程)（2.A）.....4-8
4.2.1 水泥生產（2.A.1）.....4-10
4.2.2 石灰（氧化鈣）生產（2.A.2）.....4-14
4.2.3 玻璃生產（2.A.3）.....4-16
4.2.4 其他使用碳酸鹽製程（2.A.4）.....4-18
4.2.5 其他（2.A.5）.....4-23
4.3 化學工業（2.B）.....4-25
4.3.1 氨生產（2.B.1）.....4-27
4.3.2 硝酸生產（2.B.2）.....4-27
4.3.3 己二酸生產（2.B.3）.....4-28
4.3.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產（2.B.4）.....4-29
4.3.5 電石生產（2.B.5）.....4-31
4.3.6 二氧化鈦生產（2.B.6）.....4-33
4.3.7 碳酸鈉（純鹼/蘇打）生產（2.B.7）.....4-35
4.3.8 石化及碳黑生產（2.B.8）.....4-37
4.3.9 含氟化物生產（2.B.9）.....4-50
4.4 金屬製程（2.C）.....4-54
4.4.1 鋼鐵生產（2.C.1）.....4-56
4.4.2 鐵合金生產（2.C.2）.....4-61
4.4.3 原鋁生產（2.C.3）.....4-63
4.4.4 鎂生產（2.C.4）.....4-63
4.4.5 鉛生產（2.C.5）.....4-65
4.4.6 鋅生產（2.C.6）.....4-67
4.5 非能源產物燃料溶劑使用（2.D）.....4-69
4.6 電子工業（2.E）.....4-71
4.6.1 積體電路或半導體（2.E.1）.....4-72
4.6.2TFT 平面顯示器（2.E.2）.....4-75
4.7 破壞臭氧層物質之替代品使用（2.F）.....4-78
4.7.1 冷凍及空調（2.F.1）.....4-80
4.7.2 發泡（2.F.2）.....4-88
4.7.3 滅火藥劑（2.F.3）.....4-88
4.7.4 氣膠產品（推進劑及溶劑)（2.F.4）.....4-89
4.7.5 溶劑（非氣膠)（2.F.5）.....4-89
4.7.6 其他應用（2.F.6）.....4-89
4.8 其他產品之製造與使用（2.G）.....4-90
4.8.1 電子設備（2.G.1）.....4-91
4.8.2 其它產品使用六氟化硫及全氟碳化物(2.G.2).....4-91
4.8.3 使用氧化亞氮產品（2.G.3）.....4-92
4.9 其他（2.H）.....4-94
4.9.1 食品及飲料工業（2.H.1）.....4-94
4.10 參考文獻.....4-97

第五章 農業部門（CRT Sector 3）
5.1 部門概述.....5-1
5.2 畜禽腸胃發酵（3.A）.....5-5
5.3 畜禽糞尿管理（3.B）.....5-12
5.3.1 畜禽糞尿管理-甲烷.....5-12
5.3.2 畜禽糞尿管理-氧化亞氮.....5-18
5.4 水稻種植（3.C）.....5-23
5.5 農業土壤（3.D）.....5-32
5.5.1 管理土壤之氧化亞氮直接排放（3.D.1）.....5-34
5.5.2 管理土壤之氧化亞氮間接排放（3.D.2）.....5-55
5.6 草原的焚燒（3.E）.....5-60
5.7 農作物殘體燃燒（3.F）.....5-63
5.8 石灰處理（3.G）.....5-64
5.9 尿素使用（3.H）.....5-67
5.10 其他含碳肥料（3.I）.....5-68
5.11 其他（3.J）.....5-68
5.12 參考文獻）.....5-70
第六章 土地利用、土地利用變化及林業部門（CRT Sector 4）
6.1 部門概述.....6-1
6.2 林地（4.A）.....6-3
6.2.1 林地維持林地（4.A.1）.....6-5
6.2.2 其他土地轉變為森林（4.A.2）.....6-20
6.3 參考文獻.....6-24
第七章 廢棄物部門（CRT Sector 5）
7.1 部門概述.....7-1
7.2 固體廢棄物處理（5.A）.....7-7
7.2.1 妥善管理之廢棄物掩埋場（5.A.1）.....7-8
7.2.2 無管理之廢棄物掩埋場（5.A.2）.....7-19
7.2.3 未分類之廢棄物處理廠址（5.A.3）.....7-23
7.3 固體廢棄物之生物處理（5.B）.....7-26
7.4 廢棄物之焚化與露天燃燒（5.C）.....7-30
7.4.1 廢棄物焚化（5.C.1）.....7-30
7.4.2 廢棄物露天燃燒（5.C.2）.....7-35
7.5 廢水處理與放流（5.D）.....7-42
7.5.1 生活污水處理與放流（5.D.1）.....7-44
7.5.2 事業廢水處理與放流（5.D.2）.....7-67
7.6 參考文獻.....7-85
第八章 重新計算與改善規劃.....8-1
8.1 重新計算說明與緣由.....8-1
8.2 對排放與移除量的影響.....8-2
8.2.1 能源部門.....8-2
8.2.2 工業製程及產品使用部門.....8-2
8.2.3 農業部門.....8-2
8.2.4 土地利用、土地利用變化及林業部門.....8-2
8.2.5 廢棄物部門.....8-2
8.3 對排放與移除量的影響，包括時間序列的一致性.....8-33
8.3.1 能源部門.....8-33
8.3.2 工業製程及產品使用部門.....8-34

8.3.3 農業部門.....8-34
8.3.4 土地利用、土地利用變化及林業部門.....8-34
8.3.5 廢棄物部門.....8-35
8.4 改進計劃.....8-36
名詞、縮寫與單位索引
附件一、IPCC 第五次評估報告溫暖化潛勢值
附件二、2022 年能源平衡表－OECD 能源統計格式（熱值單位）
附件三、能源部門燃料燃燒二氧化碳排放指標
附件四、能源部門燃料燃燒排放量（間接排放）

表目錄

表 ES2.1 1990 年至 2023 年各類溫室氣體排放量和移除量 ES-4
表 ES2.2 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量和移除量 ES-5
表 ES2.3 1990 年至 2023 年甲烷排放量 ES-8
表 ES2.4 1990 年至 2023 年氧化亞氮排放量 ES-10
表 ES2.5 1990 年至 2023 年含氟氣體排放量 ES-12
表 ES3.1 1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量 ES-15
表 ES3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量 ES-16
表 ES3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量 ES-19
表 ES3.4 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量 ES-22
表 ES3.5 1990 年至 2023 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量變化 ES-24
表 ES3.6 1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量 ES-25
表 1.5.1 各部門排放源類別 1-7
表 1.6.1 國家溫室氣體排放清冊現行 QA/QC 作法 1-9
表 1.7.1 國家溫室氣體清冊一般不確定性 1-10
表 1.8.1 國家溫室氣體排放清冊完整性概要 1-13
表 2.1.1 1990 年至 2023 年各類溫室氣體排放量和移除量 2-2
表 2.2.1 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量 2-6
表 2.2.2 1990 年至 2023 年甲烷排放量 2-9
表 2.2.3 1990 年至 2023 年氧化亞氮排放量 2-12
表 2.2.4 1990 年至 2023 年氫氟碳化物排放量 2-15
表 2.2.5 1990 年至 2023 年全氟碳化物排放量 2-16
表 2.2.6 1990 年至 2023 年六氟化硫排放量 2-17
表 2.2.7 1990 年至 2023 年三氟化氮排放量 2-18
表 2.3.1 1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量 2-20
表 2.3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量 2-22
表 2.3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量 2-25
表 2.3.4 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量 2-27
表 2.3.5 1990 年至 2023 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量變化 2-30
表 2.3.6 1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量 2-32
表 3.1.1 能源部門所使用方法學 3-1
表 3.1.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量 3-1
表 3.2.1 能源部門燃料燃燒排放源分類 3-6
表 3.2.2 2006 IPCC 指南燃料燃燒二氧化碳、甲烷與氧化亞氮排放係數 3-8
表 3.2.3 一般廢棄物各分類之二氧化碳排放係數 3-12
表 3.2.4 各類溫室氣體溫暖化潛勢 3-12
表 3.2.5 能源熱值表 3-13
表 3.2.6 一般廢棄物歷年熱值 3-13
表 3.2.7 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放量 3-15
表 3.2.8 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒甲烷排放量 3-18
表 3.2.9 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒氧化亞氮排放量 3-21
表 3.2.10 2023 年燃料燃燒溫室氣體排放量不確定性分析 3-25
表 3.2.11 燃料燃燒排放源分類統計範疇-能源產業 3-26
表 3.2.12 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒二氧化碳排放量 3-28
表 3.2.13 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒甲烷排放量 3-30
表 3.2.14 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒氧化亞氮排放量 3-32
表 3.2.15 燃料燃燒排放源分類統計範疇-製造業與營造業 3-34
表 3.2.16 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒二氧化碳排放量 3-35

表 3.2.17 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒甲烷排放量.....3-38
表 3.2.18 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒氧化亞氮排放量.....3-40
表 3.2.19 燃料燃燒排放源分類統計範疇-運輸.....3-42
表 3.2.20 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒二氧化碳排放量.....3-43
表 3.2.21 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒甲烷排放量.....3-46
表 3.2.22 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量.....3-48
表 3.2.23 燃料燃燒排放源分類統計範疇- 服務、住宅、農林漁牧.....3-50
表 3.2.24 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒二氧化碳排放量.....3-52
表 3.2.25 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放量.....3-54
表 3.2.26 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒氧化亞氮排放量.....3-56
表 3.2.27 燃料燃燒二氧化碳排放量計算結果比較.....3-57
表 3.2.28 燃料燃燒排放源分類統計範疇- 國際運輸燃料.....3-58
表 3.2.29 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒二氧化碳排放量.....3-60
表 3.2.30 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒甲烷排放量.....3-61
表 3.2.31 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量.....3-63
表 3.2.32 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒二氧化碳扣減量.....3-65
表 3.2.33 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒甲烷扣減量.....3-67
表 3.2.34 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒氧化亞氮扣減量.....3-68
表 3.3.1 能源部門燃料逸散排放源分類.....3-71
表 3.3.2 2006 IPCC 指南石油逸散排放係數.....3-73
表 3.3.3 2006 IPCC 指南天然氣逸散排放係數.....3-73
表 3.3.4 1990 年至 2023 年燃料逸散溫室氣體排放量.....3-74
表 3.3.5 1990 年至 2023 年固體燃料逸散溫室氣體排放量.....3-78
表 3.3.6 1990 年至 2023 年石油逸散溫室氣體排放量.....3-80
表 3.3.7 1990 年至 2023 年天然氣逸散溫室氣體排放量.....3-82
表 3.3.8 2023 年燃料逸散溫室氣體排放量不確定性分析.....3-83
表 4.1.1 工業製程及產品使用部門排放源分類.....4-2
表 4.1.2 工業部門所使用方法學.....4-4
表 4.1.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量.....4-6
表 4.2.1 1990 年至 2023 年礦業（非金屬製程）排放量.....4-8
表 4.2.2 1990 年至 2023 年水泥熟料產量.....4-12
表 4.2.3 1990 年至 2023 年水泥生產製程排放量.....4-12
表 4.2.4 1990 年至 2023 年生石灰產量.....4-15
表 4.2.5 1990 年至 2023 年石灰生產製程排放量.....4-15
表 4.2.6 1990 年至 2023 年平板玻璃產量.....4-17
表 4.2.7 1990 年至 2023 年玻璃生產製程排放量.....4-17
表 4.2.8 1990 年至 2023 年純鹼使用量.....4-19
表 4.2.9 1990 年至 2023 年純鹼使用排放量.....4-19
表 4.2.10 1990 年至 2023 年石灰石與白雲石使用量.....4-22
表 4.2.11 1990 年至 2023 年石灰石與白雲石使用排放量.....4-22
表 4.2.12 1990 年至 2023 年玻璃纖維製品生產量.....4-24
表 4.2.13 1990 年至 2023 年玻璃纖維製品生產製程排放量.....4-24
表 4.3.1 1990 年至 2023 年化學工業排放量.....4-25
表 4.3.2 1990 年至 2023 年硝酸產量.....4-28
表 4.3.3 1990 年至 2023 年硝酸生產製程排放量.....4-28
表 4.3.4 1990 年至 2023 年己內醯胺生產製程排放量.....4-30
表 4.3.5 1990 年至 2023 年碳化鈣產量.....4-32
表 4.3.6 1990 年至 2023 年碳化鈣生產製程排放量.....4-32
表 4.3.7 1990 年至 2023 年二氧化鈦產量.....4-34

表 4.3.8 1990 年至 2023 年二氧化鈦生產製程排放量.....4-34
表 4.3.9 1990 年至 2023 年純鹼產量.....4-36
表 4.3.10 1990 年至 2023 年純鹼生產製程排放量.....4-36
表 4.3.11 1990 年至 2023 年甲醇產量.....4-38
表 4.3.12 1990 年至 2023 年甲醇生產製程排放量.....4-38
表 4.3.13 1990 年至 2023 年乙烯產量.....4-40
表 4.3.14 1990 年至 2023 年乙烯生產製程排放量.....4-40
表 4.3.15 1990 年至 2023 年氯乙烯產量.....4-42
表 4.3.16 1990 年至 2023 年氯乙烯生產製程排放量.....4-42
表 4.3.17 1990 年至 2023 年環氧乙烷產量.....4-45
表 4.3.18 1990 至 2023 年環氧乙烷/乙二醇生產製程排放量.....4-45
表 4.3.19 1990 年至 2023 年丙烯腈產量.....4-47
表 4.3.20 1990 年至 2023 年丙烯腈生產製程排放量.....4-47
表 4.3.21 1990 年至 2023 年碳黑產量.....4-49
表 4.3.22 1990 年至 2023 年碳黑生產製程排放量.....4-49
表 4.3.23 1990 年至 2023 年 HCFC-22 產量.....4-51
表 4.3.24 1990 年至 2023 年 HCFC-22 副產品(HFC-23) 排放量.....4-51
表 4.3.25 1990 年至 2023 年苯乙烯產量.....4-53
表 4.3.26 1990 年至 2023 年苯乙烯生產製程排放量.....4-53
表 4.4.1 1990 年至 2023 年金屬製程排放量.....4-54
表 4.4.2 1990 至 2000 年高轉爐鋼胚產量.....4-57
表 4.4.3 1990 年至 2023 年高轉爐鋼胚生產製程排放量.....4-58
表 4.4.4 1990 至 2023 年高轉爐鋼胚生產排放量不確定性.....4-58
表 4.4.5 1990 至 2012 年電弧爐鋼胚產量.....4-59
表 4.4.6 1990 年至 2023 年電弧爐鋼胚生產製程排放量.....4-60
表 4.4.7 1990 年至 2023 年鐵合金產量.....4-62
表 4.4.8 1990 年至 2023 年鐵合金生產製程排放量.....4-62
表 4.4.9 1990 年至 2023 年鎂生產製程排放量.....4-64
表 4.4.10 1990 年至 2023 年鉛錠產量.....4-66
表 4.4.11 1990 年至 2023 年鉛生產製程排放量.....4-66
表 4.4.12 1990 年至 2023 年鋅錠產量.....4-68
表 4.4.13 1990 年至 2023 年鋅生產製程排放量.....4-68
表 4.5.1 1990 年至 2023 年非能源產物燃料溶劑使用排放量.....4-69
表 4.6.1 1999 年至 2023 年電子工業製程排放量.....4-71
表 4.6.2 2001 年至 2023 年積體電路或半導體製程排放量.....4-73
表 4.6.3 1999 年至 2023 年 TFT 平面顯示器製程排放量.....4-76
表 4.7.1 1994 年 2023 年破壞臭氧層物質之替代品使用排放量.....4-78
表 4.7.2 1994 年至 2023 年家用冰箱之 HFCs 使用量.....4-81
表 4.7.3 1994 年至 2023 年家用冰箱之 HFCs 排放量.....4-81
表 4.7.4 1994 年至 2023 年車用空調之 HFCs 使用量.....4-84
表 4.7.5 1994 年至 2023 年車用空調之 HFCs 排放量.....4-84
表 4.7.6 1994 年至 2023 年固定式空調之 HFCs 使用量.....4-87
表 4.7.7 1994 年至 2023 年固定式空調之 HFCs 排放量.....4-87
表 4.7.8 1994 年至 2023 年滅火藥劑使用排放量.....4-89
表 4.8.1 2002 年至 2023 年其他產品之製造與使用排放量.....4-90
表 4.8.2 2002 年至 2023 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體之排放量.....4-92
表 4.9.1 1990 年至 2023 年其他製程排放量.....4-94
表 4.9.2 1990 年至 2023 年啤酒產量.....4-96
表 4.9.3 1990 年至 2023 年啤酒生產製程排放量.....4-96
表 5.1.1 農業部門排放源分類.....5-2
表 5.1.2 農業部門所使用方法學.....5-2

表 5.1.3 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量.....5-3
表 5.2.1 畜禽腸胃發酵排放甲烷之係數表.....5-7
表 5.2.2 1990 年至 2023 年畜禽活動數據.....5-8
表 5.2.3 1990 年至 2023 年畜禽腸胃發酵之甲烷排放量.....5-10
表 5.3.1 畜禽糞尿處理排放甲烷之係數表.....5-14
表 5.3.2 1990 年至 2023 年畜禽糞尿處理之甲烷排放量.....5-18
表 5.3.3 畜禽糞尿處理排放氧化亞氮之係數表.....5-20
表 5.3.4 1990 年至 2023 年畜禽糞尿處理之氧化亞氮排放量.....5-21
表 5.4.1 水稻種植各期作甲烷排放係數.....5-25
表 5.4.2 歷年各區水稻耕作面積.....5-26
表 5.4.3 歷年各區水稻田甲烷排放量.....5-30
表 5.4.4 甲烷通量與排放量比較.....5-30
表 5.4.5 各區水稻田甲烷排放係數參數與蒙地卡羅法之不確定性結果.....5-31
表 5.5.1 歷年農業土壤氧化亞氮排放總量.....5-33
表 5.5.2 農業土壤氧化亞氮排放量不確定性.....5-33
表 5.5.3 農業土壤氧化亞氮直接排放相關係數.....5-37
表 5.5.4 歷年化學肥料施用量與施氮含量.....5-39
表 5.5.5 歷年水稻田單位面積施氮量.....5-40
表 5.5.6 歷年水稻田耕作面積與施肥量估算.....5-41
表 5.5.7 歷年禽畜糞肥料施用量與施氮含量.....5-42
表 5.5.8 估算作物殘體投入土壤氮量之設定係數.....5-43
表 5.5.9 各類作物產量.....5-44
表 5.5.10 各類作物殘體量.....5-46
表 5.5.11 各類作物殘體氮量.....5-48
表 5.5.12 歷年農業土壤的氧化亞氮直接排放.....5-51
表 5.5.13 農業土壤直接氧化亞氮排放係數、活動數據及不確定性.....5-53
表 5.5.14 農業土壤直接氧化亞氮之本土與預設排放係數.....5-54
表 5.5.15 農業土壤氧化亞氮間接排放的預設排放、揮散和淋洗係數.....5-56
表 5.5.16 歷年農業土壤間接氧化亞氮- 揮散之排放量 5-58
表 5.5.17 歷年農業土壤間接氧化亞氮- 淋洗/ 逕流之排放量 5-59
表 5.5.18 農業土壤間接氧化亞氮排放- 揮散之揮散係數、排放係數、活動數據及不確定性 5-61
表 5.5.19 農業土壤間接氧化亞氮排放- 淋洗/ 逕流之排放係數、活動數據及不確定性 5-61
表 5.7.1 植被類型焚燒相關的焚燒係數值(焚燒量與原生質量比例) 5-64
表 5.7.2 農業殘體排放係數(公斤/ 公噸乾物質焚燒量) 5-64
表 5.7.3 歷年作物殘體焚燒量.....5-65
表 5.7.4 作物殘體焚燒產生之甲烷與氧化亞氮排放量.....5-66
表 5.9.1 歷年尿素施用量與施用產生之二氧化碳排放量.....5-68
表 6.1.1 土地利用、土地利用變化及林業部門排放源分類.....6-1
表 6.1.2 土地利用、土地利用變化及林業部門所使用方法學.....6-2
表 6.1.3 1990 年至 2023 年林業部門溫室氣體移除量與不確定性.....6-2
表 6.2.1 1990 至 2023 年林地碳移除量變化.....6-3
表 6.2.2 碳庫定義.....6-6
表 6.2.3 相關轉換係數及年生長量.....6-12
表 6.2.4 2010 年至 2023 年因崩塌或風災減少森林覆蓋面積.....6-12
表 6.2.5 1990 年至 2023 年林地維持林地面積.....6-13
表 6.2.6 森林主產物伐採量.....6-14
表 6.2.7 受干擾影響的森林面積與損失材積.....6-15
表 6.2.8 1990 年至 2023 年林地維持林地碳移除量變化.....6-16
表 6.2.9 林業活動數據與轉換係數各項不確定性分析結果.....6-17
表 6.2.10 1990 年至 2023 年林地維持林地不確定性.....6-19

表 6.2.11 1990 年至 2023 年土地轉變為林地面積.....6-21
表 6.2.12 1990 年至 2023 年土地轉變為森林碳移除量變化.....6-22
表 6.2.13 1990 年至 2023 年土地轉變為林地碳移除量不確定性.....6-23
表 7.1.1 廢棄物部門排放源分類.....7-3
表 7.1.2 廢棄物部門所使用方法學.....7-3
表 7.1.3 1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量.....7-5
表 7.1.4 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量不確定性.....7-6
表 7.2.1 1990 年至 2023 年固體廢棄物處理總溫室氣體排放量.....7-7
表 7.2.2 2006 IPCC 指南掩埋場型式與對應之甲烷修正係數(MCF) 7-10
表 7.2.3 2006 IPCC 指南廢棄物之可分解有機碳比例(DOC).....7-11
表 7.2.4 2019 IPCC 精進指南廢棄物之 DOC 可被分解之比例(DOC_F).....7-11
表 7.2.5 2006 IPCC 指南掩埋場之氧化係數.....7-11
表 7.2.6 2006 IPCC 指南掩埋場甲烷生成率(k)值.....7-11
表 7.2.7 IPCC 指南掩埋處理甲烷排放計算一覽表.....7-12
表 7.2.8 1990 年至 2023 年妥善管理掩埋場活動數據統計.....7-13
表 7.2.9 1990 年至 2023 年妥善管理掩埋場甲烷排放量.....7-16
表 7.2.10 妥善管理掩埋場甲烷排放之不確定性.....7-17
表 7.2.11 2023 年廢棄物部門掩埋甲烷排放之不確定性.....7-17
表 7.2.12 妥善管理掩埋場一般清冊品質控制程序檢核表.....7-18
表 7.2.13 1990 年至 2023 年未妥善管理掩埋場活動數據統計.....7-21
表 7.2.14 1990 年至 2023 年未妥善管理掩埋場甲烷排放量.....7-22
表 7.2.15 未妥善管理掩埋場甲烷排放之不確定性.....7-24
表 7.2.16 未妥善管理掩埋場一般清冊品質控制程序檢核表.....7-25
表 7.3.1 2006 IPCC 指南生物處理甲烷和氧化亞氮排放係數預設值.....7-27
表 7.3.2 2006 IPCC 指南估算生物處理溫室氣體排放計算一覽表.....7-28
表 7.3.3 1990 年至 2023 年生物處理各類溫室氣體排放量.....7-28
表 7.3.4 2023 年廢棄物部門廢棄物生物處理之排放不確定性.....7-29
表 7.3.5 堆肥品質控制程序檢核表.....7-29
表 7.4.1 1990 年至 2023 年廢棄物之焚化與露天燃燒總溫室氣體排放量.....7-31
表 7.4.2 事業廢棄物組成份相關參數之 2006 IPCC 指南預設值（濕基）.....7-32
表 7.4.3 有害及醫療廢棄物組成份相關參數之 IPCC 預設值（濕基）.....7-32
表 7.4.4 2006 IPCC 指南焚化處理氧化亞氮排放係數.....7-33
表 7.4.5 2006 IPCC 指南焚化處理二氧化碳排放計算一覽表.....7-33
表 7.4.6 2006 IPCC 指南焚化處理氧化亞氮排放計算一覽表.....7-33
表 7.4.7 1990 年至 2023 年廢棄物焚化處理之活動數據.....7-36
表 7.4.8 1990 年至 2023 年一般廢棄物焚化處理之二氧化碳與氧化亞氮排放量.....
.....7-37
表 7.4.9 1990 年至 2023 年一般事業廢棄物焚化處理之二氧化碳與氧化亞氮排放量.....7-38
表 7.4.10 1990 年至 2023 年醫療廢棄物與有害廢棄物焚化處理之二氧化碳與氧化亞氮排放量
.....7-39
表 7.4.11 2023 年焚化處理溫室氣體排放不確定性.....7-40
表 7.4.12 廢棄物焚化一般清冊品質控制程序檢核表.....7-41
表 7.5.1 廢水處理系統甲烷及氧化亞氮排放潛勢.....7-42
表 7.5.2 1990 年至 2023 年廢水處理與放流總溫室氣體排放量.....7-43
表 7.5.3 生活污水處理系統 2019 IPCC 精進指南預設之 MCF 值與甲烷排放係數 7-51
表 7.5.4 生活污水處理系統 2019 IPCC 精進指南預設之 TOW_{REM} 值 7-52
表 7.5.5 生活污水處理系統 2019 IPCC 精進指南預設之氧化亞氮排放係數.....7-52
表 7.5.6 生活污水處理系統 2019 IPCC 精進指南預設之 N_{REM} 值 7-52
表 7.5.7 2019 IPCC 精進指南生活污水未納管處理甲烷排放計算一覽表.....7-53
表 7.5.8 2019 IPCC 精進指南生活污水納管處理甲烷排放計算一覽表.....7-53
表 7.5.9 2019 IPCC 精進指南生活污水未納管處理氧化亞氮排放計算一覽表.....7-54

表 7.5.10 2019 IPCC 精進指南生活污水納管處理氧化亞氮排放計算一覽表.....7-54
表 7.5.11 1990 年至 2023 年生活污水未納管處理甲烷排放活動數據.....7-55
表 7.5.12 1990 年至 2023 年生活污水未納管處理甲烷排放量.....7-56
表 7.5.13 1990 年至 2023 年生活污水納管處理甲烷排放之活動數據與排放量.....7-57
表 7.5.14 1990 年至 2023 年生活污水未納管處理氧化亞氮排放之活動數據.....7-58
表 7.5.15 1990 年至 2023 年生活污水未納管處理氧化亞氮排放量.....7-59
表 7.5.16 1990 年至 2023 年生活污水納管處理氧化亞氮排放之活動數據與排放量.....7-60
表 7.5.17 生活污水甲烷排放相關參數預設值之不確定性範圍.....7-63
表 7.5.18 2023 年生活污水未納管處理甲烷排放不確定性.....7-63
表 7.5.19 2023 年生活污水納管處理甲烷排放不確定性.....7-64
表 7.5.20 2021 年生活污水甲烷排放之總不確定性.....7-64
表 7.5.21 生活污水氧化亞氮排放相關參數預設值之不確定性範圍.....7-64
表 7.5.22 2023 年生活污水未納管處理氧化亞氮排放之不確定性.....7-65
表 7.5.23 2023 年生活污水納管處理氧化亞氮排放之不確定性.....7-65
表 7.5.24 2023 年生活污水氧化亞氮排放之總不確定性.....7-65
表 7.5.25 生活污水一般清冊品質控制程序檢核表.....7-66
表 7.5.26 事業廢水 2019 IPCC 精進指南預設 MCF 值與甲烷排放係數 7-71
表 7.5.27 事業廢水 2019 IPCC 精進指南預設氧化亞氮排放係數.....7-71
表 7.5.28 事業廢水處理甲烷排放參數採用一覽表.....7-71
表 7.5.29 事業廢水處理後排入開放水體甲烷排放參數採用一覽表.....7-72
表 7.5.30 事業廢水處理氧化亞氮排放參數採用一覽表.....7-72
表 7.5.31 事業廢水處理後排入開放水體氧化亞氮排放參數採用一覽表.....7-72
表 7.5.32 1990 年至 2023 年事業廢水處理甲烷活動數據.....7-73
表 7.5.33 1990 年至 2023 年事業廢水處理甲烷活動數據及排放量.....7-75
表 7.5.34 1990 年至 2023 年事業廢水氧化亞氮活動數據及排放量.....7-77
表 7.5.35 事業廢水甲烷排放相關參數預設值之不確定性範圍.....7-81
表 7.5.36 2023 年事業廢水處理甲烷排放之不確定性.....7-81
表 7.5.37 2023 年事業廢水處理後排入開放水體甲烷排放之不確定性.....7-81
表 7.5.38 2023 年事業廢水氧化亞氮排放相關參數預設值之不確定性範圍.....7-82
表 7.5.39 2023 年事業廢水氧化亞氮排放之不確定性.....7-82
表 7.5.39 2023 年事業廢水處理後排入開放水體氧化亞氮排放之不確定性.....7-82
表 7.5.41 2023 年事業廢水總不確定性.....7-82
表 7.5.42 事業廢水一般清冊品質控制程序檢核表.....7-83
表 8.2.1 重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本.....8-3
表 8.2.2 能源部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本.....8-6
表 8.2.3 工業製程及產品使用部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本.....8-14
表 8.2.4 農業部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本.....8-24
表 8.2.5 土地利用、土地利用變化及林業部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本.....8-28
表 8.2.6 廢棄物部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本.....8-29
表 8.3.1 1990 年與 2022 年排放量的變動差異.....8-33
表 8.3.2 1990 年與 2022 年能源部門排放量的變動差異.....8-33
表 8.3.3 1990 年與 2022 年工業製程及產品使用部門排放量的變動差異.....8-34
表 8.3.4 1990 年與 2022 年農業部門排放量的變動差異.....8-34
表 8.3.5 1990 年與 2022 年土地利用、土地利用變化及林業部門排放量的變動差異.....8-34
表 8.3.6 1990 年與 2022 年廢棄物部門排放量的變動差異.....8-35
表 8.4.1 各部門排放源之改善計畫規劃.....8-36

圖目錄

圖 ES2.1 1990 年至 2023 年溫室氣體排放量趨勢：(a)溫室氣體排放量(不包括 LULUCF)；(b)溫室氣體排放量(包 LULUCF) ES-2
圖 ES2.2 2005 年和 2023 年各類溫室氣體排放量占比：(a)2005 年(不包括 LULUCF)；(b)2023 年(不包括 LULUCF) ；(c)2005 年(包括 LULUCF)；(d)2023 年(包括 LULUCF) ES-3
圖 ES2.3 1990 年至 2023 年各類溫室氣體排放量和移除量趨勢 ES-3
圖 ES3.1 2005 年和 2023 年各部門溫室氣體排放量 (不包括 LULUCF) 占比 ES-14
圖 ES3.2 1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量趨勢 ES-14
圖 ES3.3 2005 至 2023 年各部門溫室氣體排放量和移除量變化 ES-15
圖 ES3.4 2005 年和 2023 年能源部門溫室氣體排放量占比 ES-18
圖 ES3.5 2005 年和 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量占比 ES-21
圖 ES3.6 2005 年和 2023 年農業部門溫室氣體排放量占比 ES-23
圖 ES3.7 2005 年和 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量占比 ES-26
圖 1.3.1 國家溫室氣體排放清冊準備程序 1-3
圖 2.1.1 1990 年至 2023 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢 2-1
圖 2.1.2 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒二氧化碳和人均排放趨勢 2-3
圖 2.1.3 1990 年至 2023 年二氧化碳排放密集度趨勢 2-4
圖 2.2.1 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量趨勢 2-5
圖 2.2.2 1990 年至 2023 年甲烷排放量趨勢 2-8
圖 2.2.3 1990 年至 2023 年氧化亞氮排放量趨勢 2-11
圖 2.2.4 1993 年至 2023 年氫氟碳化物排放量趨勢 2-14
圖 2.2.5 1990 年至 2023 年全氟碳化物排放量 2-16
圖 2.2.6 1999 年至 2023 年六氟化硫排放量趨勢 2-17
圖 2.2.7 1999 年至 2023 年三氟化氮排放量趨勢 2-18
圖 2.3.1 1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量趨勢 2-19
圖 2.3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量趨勢 2-21
圖 2.3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量趨勢 2-24
圖 2.3.4 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量趨勢 2-27
圖 2.3.5 1990 年至 2023 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量趨勢 2-29
圖 2.3.6 1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量趨勢 2-31
圖 3.2.1 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢 3-14
圖 3.2.2 2023 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放占比 3-15
圖 3.2.3 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒甲烷排放量趨勢 3-17
圖 3.2.4 2023 年能源部門燃料燃燒甲烷排放占比 3-18
圖 3.2.5 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢 3-20
圖 3.2.6 2023 年能源部門燃料燃燒氧化亞氮排放占比 3-21
圖 3.2.7 燃料燃燒溫室氣體排放統計活動數據品質管理程序 3-25
圖 3.2.8 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢 3-27
圖 3.2.9 2023 年能源產業燃料燃燒二氧化碳排放占比 3-27
圖 3.2.10 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒甲烷排放量趨勢 3-30
圖 3.2.11 2023 年能源產業燃料燃燒甲烷排放占比 3-30
圖 3.2.12 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢 3-32
圖 3.2.13 2023 年能源產業燃料燃燒氧化亞氮排放占比 3-32
圖 3.2.14 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒二氧化碳排放趨勢 3-35
圖 3.2.15 2023 年製造業與營造業燃料燃燒二氧化碳排放占比 3-35
圖 3.2.16 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒甲烷排放量趨勢 3-38
圖 3.2.17 2023 年製造業與營造業燃料燃燒甲烷排放占比 3-38
圖 3.2.18 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢 3-40
圖 3.2.19 2023 年製造業與營造業燃料燃燒氧化亞氮排放占比 3-40

圖 3.2.20 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢.....3-43
圖 3.2.21 2023 年運輸燃料燃燒二氧化碳排放占比.....3-43
圖 3.2.22 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒甲烷排放量趨勢.....3-46
圖 3.2.23 2023 年運輸燃料燃燒甲烷排放占比.....3-46
圖 3.2.24 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢.....3-48
圖 3.2.25 2023 年運輸燃料燃燒氧化亞氮排放占比.....3-48
圖 3.2.26 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢.....3-51
圖 3.2.27 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒二氧化碳排放占比.....3-51
圖 3.2.28 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放量趨勢.....3-53
圖 3.2.29 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放占比.....3-53
圖 3.2.30 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢.....3-55
圖 3.2.31 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒氧化亞氮排放占比.....3-56
圖 3.2.32 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢.....3-59
圖 3.2.33 2023 年國際運輸燃料燃燒二氧化碳排放占比.....3-59
圖 3.2.34 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒甲烷排放量趨勢.....3-60
圖 3.2.35 2023 年國際運輸燃料燃燒甲烷排放占比.....3-61
圖 3.2.36 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢.....3-62
圖 3.2.37 2023 年國際運輸燃料燃燒氧化亞氮排放占比.....3-63
圖 3.2.38 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒二氧化碳扣減量趨勢.....3-65
圖 3.2.39 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒甲烷扣減量趨勢.....3-66
圖 3.2.40 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒氧化亞氮扣減量趨勢.....3-68
圖 3.3.1 1990 年至 2023 年能源部門燃料逸散溫室氣體排放量趨勢.....3-75
圖 3.3.2 2023 年能源部門燃料逸散溫室氣體排放占比.....3-75
圖 3.3.3 1990 年至 2000 年固體燃料逸散溫室氣體排放量趨勢.....3-77
圖 3.3.4 2000 年年固體燃料逸散溫室氣體排放占比.....3-78
圖 3.3.5 1990 年至 2023 年石油逸散溫室氣體排放量趨勢.....3-79
圖 3.3.6 2023 年石油逸散溫室氣體排放占比.....3-79
圖 3.3.7 1990 年至 2023 年天然氣逸散溫室氣體排放量趨勢.....3-81
圖 3.3.8 2023 年天然氣逸散溫室氣體排放占比.....3-82
圖 4.1.1 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體種類排放占比.....4-5
圖 4.1.2 2020 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放占比.....4-5
圖 4.1.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門排放量趨勢（依類別）.....4-7
圖 4.1.4 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門排放量趨勢（依氣體）.....4-7
圖 4.2.1 1990 年至 2023 年礦業（非金屬製程）排放量趨勢.....4-9
圖 4.2.2 1990 年至 2023 年水泥生產製程排放量趨勢.....4-12
圖 4.2.3 工業製程及產品使用部門溫室氣體排放統計 QA/QC 流程.....4-13
圖 4.2.4 1990 年至 2023 年石灰生產排放量趨勢.....4-15
圖 4.2.5 1990 年至 2023 年玻璃生產排放量趨勢.....4-17
圖 4.2.6 1990 年至 2023 年純鹼使用排放量趨勢.....4-19
圖 4.2.7 1990 年至 2023 年石灰石與白雲石使用排放量趨勢.....4-22
圖 4.2.8 1990 年至 2023 年玻璃纖維製品生產製程排放量趨勢.....4-24
圖 4.3.1 1990 年至 2023 年化學工業排放量趨勢.....4-27
圖 4.3.2 1990 年至 2023 年硝酸生產製程排放量趨勢.....4-29
圖 4.3.3 1990 年至 2023 年己內醯胺生產製程排放量趨勢.....4-30
圖 4.3.4 1990 年至 2023 年碳化鈣生產製程排放量趨勢.....4-32
圖 4.3.5 1990 年至 2023 年二氧化鈦生產製程排放量趨勢.....4-34
圖 4.3.6 1990 年至 2023 年純鹼生產製程排放量趨勢.....4-36
圖 4.3.7 1990 年至 2023 年甲醇生產製程排放量趨勢.....4-38
圖 4.3.8 1990 年至 2023 年乙烯生產製程排放量趨勢.....4-40
圖 4.3.9 1990 年至 2023 年氯乙烯生產製程排放量趨勢.....4-42
圖 4.3.10 1996 年至 2023 年環氧乙烷生產製程排放量趨勢.....4-45
圖 4.3.11 1990 年至 2023 年丙烯腈生產製程排放量趨勢.....4-47

圖 4.3.12 1990 年至 2023 年碳黑生產製程排放量趨勢.....4-49
圖 4.3.13 1990 年至 2023 年 HCFC-22 副產品(HFC-23) 排放量趨勢.....4-51
圖 4.3.14 1990 年至 2023 年苯乙烯生產製程排放量趨勢.....4-53
圖 4.4.1 1990 年至 2023 年金屬製程排放量趨勢.....4-55
圖 4.4.2 1990 年至 2023 年高轉爐鋼胚生產製程排放量趨勢.....4-58
圖 4.4.3 1990 年至 2023 年電弧爐鋼胚生產製程排放量趨勢.....4-60
圖 4.4.4 1990 年至 2023 年鐵合金生產製程排放量趨勢.....4-62
圖 4.4.5 1990 年至 2023 年鎂生產製程排放量趨勢.....4-64
圖 4.4.6 1990 年至 2023 年鉛生產製程排放量趨勢.....4-66
圖 4.4.7 1990 年至 2023 年鋅生產製程排放量趨勢.....4-68
圖 4.5.1 1990 年至 2023 年非能源產物燃料溶劑使用排放量趨勢.....4-70
圖 4.6.1 1999 年至 2020 年電子工業製程排放量趨勢.....4-72
圖 4.6.2 2001 年至 2023 年積體電路或半導體製程排放量趨勢.....4-74
圖 4.6.3 1999 年至 2023 年 TFT 平面顯示器製程排放量趨勢.....4-77
圖 4.7.1 1994 年至 2023 年破壞臭氧層物質之替代品使用排放量趨勢.....4-79
圖 4.7.2 1994 年至 2023 年家用冰箱之 HFCs 排放量趨勢.....4-82
圖 4.7.3 1994 年至 2023 年車用空調之 HFCs 排放量趨勢.....4-84
圖 4.7.4 1994 年至 2023 年固定式空調之 HFCs 排放量趨勢.....4-87
圖 4.7.5 1994 年至 2023 年滅火藥劑使用排放量趨勢.....4-89
圖 4.8.1 1990 年至 2023 年電力設備中之六氟化硫排放趨勢.....4-93
圖 4.8.2 高壓斷路器及其他開關絕緣氣體排放統計 QA/QC 流程.....4-93
圖 4.9.1 1990 年至 2023 年啤酒製程排放量及歷年排放係數.....4-95
圖 5.1.1 1990 年至 2023 年農業部門排放量趨勢.....5-4
圖 5.1.2 2023 年農業部門溫室氣體各排放源占比.....5-4
圖 5.1.3 2023 年農業部門各類排放源溫室氣體排放占比.....5-5
圖 5.1.4 2023 年農業部門各類溫室氣體排放量占比.....5-5
圖 5.2.1 1990 年至 2023 年畜禽腸胃發酵之甲烷排放量.....5-9
圖 5.3.1 1990 年至 2023 年畜禽糞尿處理之甲烷排放量.....5-17
圖 5.3.2 1990 年至 2023 年畜禽糞尿處理之氧化亞氮排放量.....5-21
圖 5.4.1 1990 年至 2023 年水稻種植甲烷排放量.....5-29
圖 5.5.1 1990 年至 2023 年農業土壤氧化亞氮排放量趨勢.....5-32
圖 5.5.2 1990 年至 2023 年農業土壤直接氧化亞氮排放量趨勢.....5-50
圖 5.5.3 1990 年至 2023 年農業土壤間接氧化亞氮-揮散之排放量.....5-57
圖 5.5.4 1990 年至 2023 年農業土壤間接氧化亞氮-淋洗/逕流之排放量.....5-57
圖 5.7.1 1990 年至 2023 年作物殘體燃燒之甲烷與氧化亞氮排放量趨勢.....5-66
圖 5.9.1 1990 年至 2023 年尿素施用產生二氧化碳排放量趨勢.....5-69
圖 6.2.1 1990 年至 2023 年林地碳移除量變化趨勢.....6-4
圖 6.2.2 2023 年林地中各類別之碳移除量占比.....6-5
圖 7.1.1 2023 年廢棄物部門各類排放源溫室氣體排放占比.....7-4
圖 7.1.2 2023 年廢棄物部門各類溫室氣體排放量占比.....7-4
圖 7.1.3 1990 年至 2023 年廢棄物部門各類排放源溫室氣體排放量趨勢.....7-6
圖 7.1.4 1990 年至 2023 年廢棄物部門各類溫室氣體排放量趨勢.....7-6

執行摘要

ES.1 國家溫室氣體排放清冊背景資訊
ES.2 國家排放量與移除量趨勢摘要
ES.3 排放源及吸收匯分類之排放估算與趨勢總覽
ES.4 其他資訊

執行摘要

ES.1 國家溫室氣體排放清冊背景資訊

依據聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）第 4 條[1]及巴黎協定第 13 條[2]與京都議定書第 5 條規範，締約方有義務提交有關因應氣候變遷相關進展之資訊，決議各國須編制國家清冊報告（National Inventory Report, NIR）供 UNFCCC 締約方會議檢視[3]。我國雖然不是 UNFCCC 締約方，但是向來恪盡地球村的責任，積極為減緩地球暖化貢獻心力，而建置國家溫室氣體排放清冊，估算溫室氣體排放量與移除量是國家因應 UNFCCC 的基本義務，也是減緩地球暖化的基本工作之一。

2018 年頒布第 18/CMA.1 決議文[4]，說明為了履行增強透明度架構（Enhanced Transparency Framework, ETF），UNFCCC 附件一締約方所提交之相關報告須符合模式、程序及指南（Modalities, Procedures and Guidelines, MPGs）規範，國家清冊報告（NIR）每年以共同報告表格（Common Reporting Tables, CRT）電子報告國家溫室氣體排放清冊，加以說明該國溫室氣體排放清冊準備程序、排放趨勢說明、各部門統計情況、重新計算情況等的國家報告。此外，要求 2024 年起，採用 IPCC 第五次評估報告（Fifth Assessment Report, AR5）之 GWP。

我國自 1998 年以來便積極準備溫室氣體排放清冊，根據 2011 年在南非德班召開 UNFCCC 第 17 次締約方大會（COP 17），通過第 15/CP.17 號決議文[5]，要求已開發國家遵循 2006 年版政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）國家溫室氣體排放清冊指南的統計方法（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南），於 2015 年起採用 2006 IPCC 指南統計方法遞交年度國家清冊報告（Annual National Inventory Report）。

然而，IPCC 考慮自 2006 年以來科學和其他技術進步及成熟，為了支持編制及持續改進國家溫室氣體源排放量及匯移除量，以提供最新及科學依據，及巴黎協定 2020 年後適用於所有締約方的統一國家清冊方法學指南等因素，故發布 2019 年對 2006 年 IPCC 國家溫室氣體排放清冊指南之精進版（2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2019 IPCC 精進指南）。2019 IPCC 精進指南係至今最為精細及專業的溫室氣體排放清冊指南，需要和 2006 IPCC 指南共同使用。

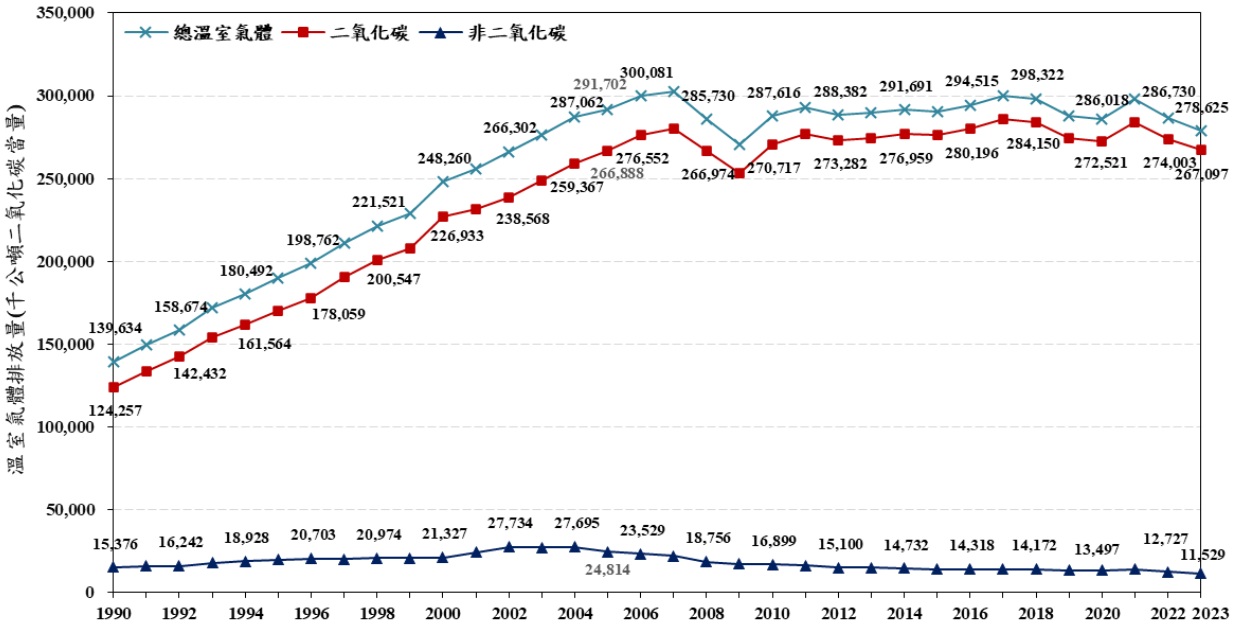
本報告同步依循 2006 IPCC 指南以及視本土化需求採納 2019 IPCC 精進指南之統計方法進行統計與彙編，展現我國積極遵約的努力與決心，迄今已經完成 1990 年至 2023 年溫室氣體排放清冊資料庫之建置，主要的目的在於彙整溫室氣體排放清冊統計概況，說明我國溫室氣體排放趨勢，除了有利於未來溫室氣體統計工作的持續進行外，並能藉此向國內外各界介紹我國溫室氣體統計工作概況，期能獲得各方建議，不斷提昇國家溫室氣體排放清冊的品質。

[1] UNFCCC, ST/AI/189/ADD.9/REV.2, 1987.
[2] UNFCCC, FCCC/CP/2015/10/Add.1, 2015.
[3] UNFCCC, FCCC/CP/2002/8, 2002.
[4] UNFCCC, FCCC/PA/CMA/2018/3/Add.2, 2018.
[5] UNFCCC, FCCC/CP/2011/9/Add.2, 2011.

ES.2 國家排放量與移除量趨勢摘要

我國總溫室氣體排放量（Total Greenhouse Gas Emissions），不包括土地利用、土地利用變化及林業（Land Use, Land-Use Change, and Forestry，簡稱 LULUCF），自 2005 年 291,702 千公噸二氧化碳當量，降至 2023 年 278,625 千公噸二氧化碳當量，排放量減少 4.48%，年平均負成長率為 0.25%。另分析 2023 年總溫室氣體排放組成，二氧化碳排放占比為 95.86%，較 2022 年減少 2.52%，非二氧化碳為 4.14%，較 2022 年則減少 9.41%，資料如圖 ES2.1 所示。

（a）總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）



（b）淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）

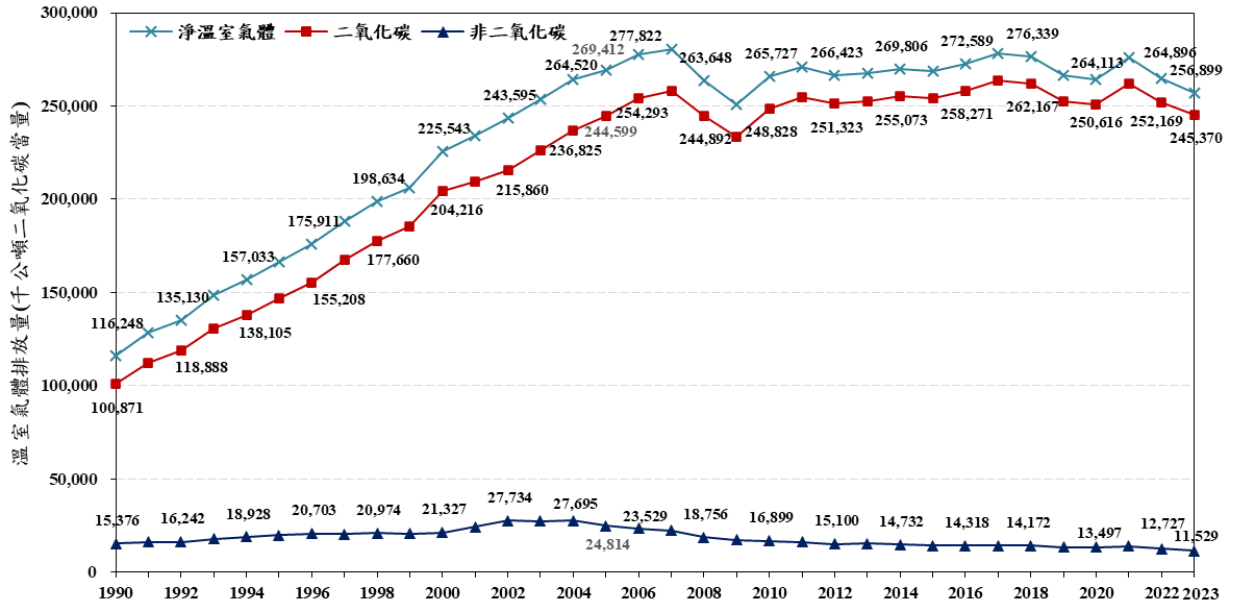


圖 ES2.1 1990 年至 2023 年溫室氣體排放量趨勢：（a）總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）；（b）淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）

進一步比較各類溫室氣體排放量資料可知，2005 年二氧化碳為我國所排放溫室氣體（不包括 LULUCF）中最大宗，占比為 91.49%，其次為甲烷 3.92%，及氧化亞氮 1.42%與含氟氣體 3.17%；

2023 年二氧化碳仍為占比最大 95.86%，其次為甲烷 1.60%，再其次為氧化亞氮 1.31%及含氟氣體 1.23%，如圖 ES2.2。

在 2005 至 2023 年間，二氧化碳排放量成長 0.08%，年平均成長率為 0.004%；二氧化碳移除量減少 2.53%，年平均負成長率為 0.14%；甲烷排放量減少 61.09%，年平均負成長率為 5.11%；氧化亞氮排放量減少 11.77%，年平均負成長率為 0.69%；含氟氣體排放量減少 62.89%，年平均負成長率為 5.36%，資料如圖 ES2.3 及表 ES2.1 所示。

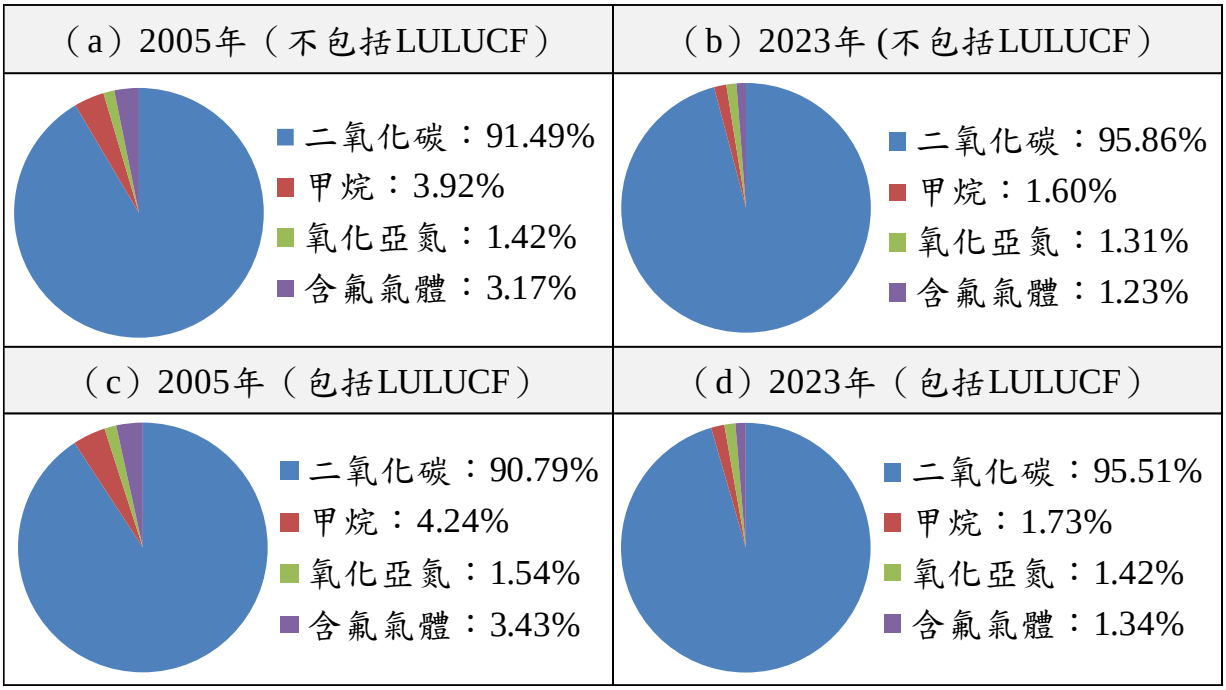


圖 ES2.2 2005 年和 2023 年各類溫室氣體排放量占比：(a) 2005 年（不包括 LULUCF）；(b) 2023 年（不包括 LULUCF）；(c) 2005 年（包括 LULUCF）；(d) 2023 年（包括 LULUCF）

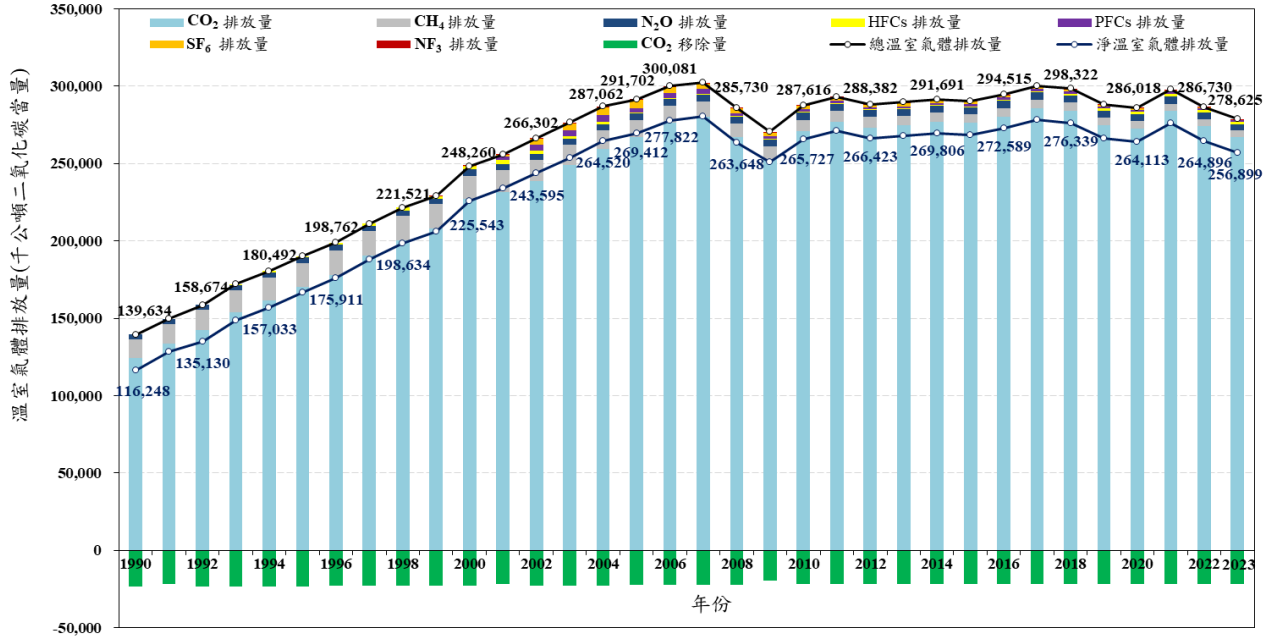


圖 ES2.3 1990 年至 2023 年各類溫室氣體排放量和移除量趨勢

表 ES2.1 1990 年至 2023 年各類溫室氣體排放量和移除量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體	全球暖化潛勢	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳	1	124,257	133,631	142,432	154,046	161,564	170,065	178,059	190,782	200,547
甲烷	28	12,272	12,690	12,862	13,914	14,706	15,694	15,890	15,664	15,804
氧化亞氮	265	3,105	3,406	3,380	3,449	3,506	3,595	3,694	3,432	3,358
氫氟碳化物	HFC-134a（1,300）等	NE	NE	NE	633	716	680	1,120	1,284	1,812
全氟碳化物	PFC-14（6,630）等	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
六氟化硫	23,500	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
三氟化氮	16,100	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
二氧化碳移除量	1	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）		**116,248**	**128,236**	**135,130**	**148,495**	**157,033**	**166,694**	**175,911**	**188,101**	**198,634**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）		**139,634**	**149,727**	**158,674**	**172,041**	**180,492**	**190,034**	**198,762**	**211,161**	**221,521**
溫室氣體	**全球暖化潛勢**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
二氧化碳	1	208,024	226,933	231,431	238,568	249,129	259,367	266,888	276,552	280,079
甲烷	28	15,870	15,216	14,399	13,615	12,790	12,045	11,428	10,666	9,875
氧化亞氮	265	3,403	3,911	3,918	3,981	3,930	4,111	4,136	4,593	4,649
氫氟碳化物	HFC-134a（1,300）等	1,437	2,054	2,329	2,016	1,857	1,685	303	331	402
全氟碳化物	PFC-14（6,630）等	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355	3,102
六氟化硫	23,500	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940	3,485
三氟化氮	16,100	10	9	220	373	506	617	716	644	747
二氧化碳移除量	1	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259	-22,074
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）		**206,102**	**225,543**	**233,881**	**243,595**	**253,873**	**264,520**	**269,412**	**277,822**	**280,265**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）		**228,866**	**248,260**	**255,731**	**266,302**	**276,497**	**287,062**	**291,702**	**300,081**	**302,339**
溫室氣體	**全球暖化潛勢**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
二氧化碳	1	266,974	253,028	270,717	276,770	273,282	274,577	276,959	276,264	280,196
甲烷	28	9,024	8,102	7,570	7,219	6,727	6,256	5,832	5,715	5,770
氧化亞氮	265	4,250	4,407	4,758	4,642	4,565	4,367	4,323	4,286	4,477
氫氟碳化物	HFC-134a（1,300）等	356	404	393	372	482	610	697	726	836
全氟碳化物	PFC-14（6,630）等	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336
六氟化硫	23,500	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458
三氟化氮	16,100	191	540	241	393	363	723	624	626	442
二氧化碳移除量	1	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）		**263,648**	**251,085**	**265,727**	**271,091**	**266,423**	**267,871**	**269,806**	**268,535**	**272,589**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）		**285,730**	**270,473**	**287,616**	**293,038**	**288,382**	**289,845**	**291,691**	**290,436**	**294,515**
溫室氣體	**全球暖化潛勢**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
二氧化碳	1	285,736	284,150	274,704	272,521	283,887	274,003	267,097		
甲烷	28	5,538	5,155	5,017	4,900	4,819	4,610	4,447		
氧化亞氮	265	4,599	4,652	4,462	4,476	4,894	4,103	3,649		
氫氟碳化物	HFC-134a（1,300）等	971	1,125	1,252	1,390	1,515	1,649	1,725		
全氟碳化物	PFC-14（6,630）等	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250	878		
六氟化硫	23,500	1,459	1,342	963	867	882	660	481		
三氟化氮	16,100	412	477	443	528	556	455	348		
二氧化碳移除量	1	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834	-21,726		
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）		**278,059**	**276,339**	**266,240**	**264,113**	**276,056**	**264,896**	**256,899**		
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）		**300,021**	**298,322**	**288,157**	**286,018**	**297,906**	**286,730**	**278,625**		

備註：1.溫暖化潛勢（Global Warming Potential,以下簡稱 GWP）引用 IPCC 第五次評估報告。

2.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

1.二氧化碳

我國二氧化碳排放源係來自於能源部門、工業製程及產品使用部門、農業部門和廢棄物部門，如表 ES2.2 所示。2005 年二氧化碳排放量為 266,888 千公噸二氧化碳當量，2023 年為 267,097 千公噸二氧化碳當量，增加 0.08%，平均成長率為 0.004%，其中以能源部門增加 1.13%、工業製程及產品使用部門減少 14.73%、農業部門減少 68.43%、土地利用、土地利用變化及林業部門（移除量）減少 2.53%以及廢棄物部門增加 15.08%；

2023 年二氧化碳排放量占總溫室氣體排放量 95.86%，其中，以能源部門占 93.88%、工業製程及產品使用部門占 5.78%、農業部門占 0.01%與廢棄物部門占 0.33%。

2023 年排放較 2022 年減少 2.52%，其中以能源部門減少 2.91%、工業製程及產品使用部門增加 4.41%、農業部門減少 12.11%、土地利用、土地利用變化及林業部門（移除量）減少 0.49%以及廢棄物部門減少 4.22%。

表 ES2.2 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量和移除量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.能源部門	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103	150,810	158,579	170,835	181,518
1.A.1 能源產業	49,123	55,126	57,508	64,745	69,487	75,214	80,103	90,168	99,375
1.A.2 製造業與營造業	30,124	31,963	34,410	34,835	35,876	36,956	37,942	40,323	40,360
1.A.3 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844
1.A.4 其他部門	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200	9,819	10,733	9,808	9,939
1.A.4.a 服務業	3,621	3,529	2,989	2,490	3,018	2,446	3,175	2,482	2,948
1.A.4.b 住宅	4,005	4,238	4,446	4,359	4,461	4,596	4,754	4,851	4,950
1.A.4.c 農林漁牧業	2,946	2,700	2,672	2,675	2,721	2,777	2,805	2,475	2,041
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	14,557	15,007	15,926	18,408	17,826	17,528	17,677	19,483	18,410
2.A 礦業（非金屬製品）	10,683	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564
2.B 化學工業	575	551	575	617	770	858	999	1,026	1,007
2.C 金屬工業	3,275	3,735	3,474	3,888	3,774	3,884	4,013	5,045	5,817
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008	0.00009
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	23	23	23	24	23	21	20	19	22
3.農業部門	142	146	139	131	135	151	151	134	127
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887
5.廢棄物部門	94	35	309	301	500	1,575	1,652	330	491
淨二氧化碳排放量（包括 LULUCF）	**100,871**	**112,141**	**118,888**	**130,500**	**138,105**	**146,725**	**155,208**	**167,722**	**177,660**
總二氧化碳排放量（不包括 LULUCF）	**124,257**	**133,631**	**142,432**	**154,046**	**161,564**	**170,065**	**178,059**	**190,782**	**200,547**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

表 ES2.2 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量和移除量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
1.能源部門	190,446	208,724	212,554	220,123	229,841	239,929	247,956	255,330	259,215
1.A.1 能源產業	104,827	119,268	123,880	128,157	139,316	147,288	155,014	162,298	168,580
1.A.2 製造業與營造業	42,269	45,284	44,234	46,373	44,211	44,551	44,008	45,309	44,845
1.A.3 運輸	32,772	33,207	33,267	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771	35,419
1.A.4 其他部門	10,579	10,965	11,174	11,052	11,806	12,230	12,089	10,952	10,371
1.A.4.a 服務業	3,128	3,205	3,538	3,487	3,952	4,120	4,227	4,272	4,232
1.A.4.b 住宅	5,410	5,398	5,181	5,107	5,042	5,133	5,235	5,033	5,047
1.A.4.c 農林漁牧業	2,040	2,362	2,455	2,459	2,811	2,977	2,627	1,647	1,091
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	17,179	17,388	16,186	16,075	17,141	17,358	18,094	20,315	19,971
2.A 礦業（非金屬製品）	10,746	10,486	9,974	10,648	10,341	10,691	11,257	11,029	10,373
2.B 化學工業	1,079	1,148	1,232	1,313	1,384	1,485	1,751	1,721	1,845
2.C 金屬工業	5,333	5,734	4,960	4,096	5,397	5,162	5,066	7,544	7,733
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00009	0.00008	0.00007	0.00008	0.00009	0.00011	0.00010	0.00007	0.00007
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	21	20	20	18	18	19	20	21	20
3.農業部門	118	131	94	93	82	84	62	59	57
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259	-22,074
5.廢棄物部門	280	691	2,597	2,276	2,065	1,996	776	848	837
淨二氧化碳排放量（包括 LULUCF）	**185,260**	**204,216**	**209,582**	**215,860**	**226,505**	**236,825**	**244,599**	**254,293**	**258,006**
總二氧化碳排放量（不包括 LULUCF）	**208,024**	**226,933**	**231,431**	**238,568**	**249,129**	**259,367**	**266,888**	**276,552**	**280,079**
溫室氣體排放源和吸收匯	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
1.能源部門	247,537	235,868	251,708	257,097	253,201	254,109	258,480	258,475	262,982
1.A.1 能源產業	162,125	153,989	164,270	168,491	166,837	167,023	173,749	173,697	177,211
1.A.2 製造業與營造業	41,410	37,874	42,612	43,691	42,515	43,307	40,384	39,575	39,653
1.A.3 運輸	33,216	33,541	34,652	35,107	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584
1.A.4 其他部門	10,785	10,463	10,174	9,808	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533
1.A.4.a 服務業	4,226	4,264	4,203	3,898	3,635	3,812	3,928	3,941	3,720
1.A.4.b 住宅	5,017	5,030	4,857	4,786	4,672	4,484	4,411	4,469	4,537
1.A.4.c 農林漁牧業	1,543	1,169	1,113	1,123	1,259	1,274	1,343	1,287	1,276
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	18,648	16,402	18,209	18,951	19,369	19,605	17,703	17,253	16,592
2.A 礦業（非金屬製品）	9,380	8,462	8,618	9,574	9,333	9,866	8,728	8,347	7,117
2.B 化學工業	1,601	1,601	1,778	1,737	1,714	1,749	1,884	1,842	1,760
2.C 金屬工業	7,648	6,317	7,792	7,620	8,301	7,970	7,072	7,044	7,696
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00005	0.00004	0.00004	0.00005	0.00006	0.00010	0.00008
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	20	21	20	20	21	19	19	20	19
3.農業部門	57	55	54	53	55	45	40	38	34
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926
5.廢棄物部門	733	703	747	670	657	817	736	498	589
淨二氧化碳排放量（包括 LULUCF）	**244,892**	**233,640**	**248,828**	**254,823**	**251,323**	**252,603**	**255,073**	**254,364**	**258,271**
總二氧化碳排放量（不包括 LULUCF）	**266,974**	**253,028**	**270,717**	**276,770**	**273,282**	**274,577**	**276,959**	**276,264**	**280,196**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

表 ES2.2 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量和移除量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.能源部門	269,461	267,458	259,083	257,693	267,281	258,271	250,755		
1.A.1 能源產業	185,763	187,957	180,289	179,510	188,460	181,773	176,827		
1.A.2 製造業與營造業	38,112	35,045	34,079	33,078	35,687	32,422	29,748		
1.A.3 運輸	36,202	35,202	35,438	35,715	33,905	34,696	34,616		
1.A.4 其他部門	9,384	9,254	9,277	9,389	9,229	9,380	9,564		
1.A.4.a 服務業	3,779	3,593	3,622	3,792	3,741	3,746	3,928		
1.A.4.b 住宅	4,402	4,145	4,137	4,269	4,170	4,266	4,104		
1.A.4.c 農林漁牧業	1,203	1,515	1,518	1,328	1,318	1,368	1,532		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
2.工業製程及產品使用部門	15,631	16,024	14,889	14,001	15,670	14,778	15,430		
2.A 礦業（非金屬製品）	6,269	6,408	6,500	6,563	6,835	6,473	5,982		
2.B 化學工業	1,709	1,684	1,666	1,550	1,730	1,270	1,192		
2.C 金屬工業	7,634	7,913	6,706	5,870	7,090	7,020	8,242		
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00006	0.00006		
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
2.H 其他	20	19	17	18	15	15	15		
3.農業部門	31	30	29	29	27	22	20		
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834	-21,726		
5.廢棄物部門	613	639	703	798	909	932	893		
淨二氧化碳排放量（包括 LULUCF）	**263,775**	**262,167**	**252,788**	**250,616**	**262,037**	**252,169**	**245,370**		
總二氧化碳排放量（不包括 LULUCF）	**285,736**	**284,150**	**274,704**	**272,521**	**283,887**	**274,003**	**267,097**		

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

2.甲烷

甲烷排放源則來自於農業部門、廢棄物部門與能源部門，如表 ES2.3 所示。2005 年甲烷排放量 11,428 千公噸二氧化碳當量，2023 年為 4,447 千公噸二氧化碳當量，減少 61.09%，平均負成長率為 5.11%，其中能源部門增加 16.67%、工業製程及產品使用部門增加 13.23%、農業部門減少 19.66%及廢棄物部門減少 81.06%。

2023 年甲烷排放量占總溫室氣體排放量 1.60%，其中，以農業部門占 45.08%最多，其餘依次為廢棄物部門占 34.76%、能源部門占 19.65%、及工業製程及產品使用部門占 0.51%。

2023 年排放較 2022 年減少 3.54%，並以能源部門減少 0.64%、工業製程及產品使用部門減少 6.95%、農業部門減少 2.33%及廢棄物部門減少 6.52%。

表 ES2.3 1990 年至 2023 年甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.能源部門	592	567	558	573	592	602	589	585	611
2.工業製程及產品使用部門	6	8	7	8	9	11	13	13	11
3.農業部門	3,264	3,472	3,381	3,388	3,374	3,449	3,455	2,993	2,703
3.A 畜禽腸胃發酵	750	819	826	868	883	921	921	820	755
3.B 畜禽糞尿處理	1,246	1,460	1,418	1,436	1,470	1,535	1,565	1,190	990
3.C 水稻種植	1,226	1,166	1,084	1,059	998	984	961	976	953
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	42	28	53	24	23	8	8	8	6
5.廢棄物部門	8,410	8,643	8,917	9,945	10,731	11,632	11,833	12,073	12,479
5.A 固體廢棄物處理	7,102	7,206	7,431	8,492	9,252	10,112	10,231	10,496	10,962
5.B 固體廢棄物之生物處理	13	0.6	0.9	0.5	0.2	0.7	0.3	1.6	0.06
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,295	1,436	1,485	1,452	1,479	1,520	1,602	1,575	1,517
5.D.1 生活污水處理與放流	935	945	953	962	970	977	983	990	982
5.D.2 事業廢水處理與放流	360	492	531	490	509	542	619	586	534
甲烷總排放量	**12,272**	**12,690**	**12,862**	**13,914**	**14,706**	**15,694**	**15,890**	**15,664**	**15,804**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
1.能源部門	646	667	665	689	746	782	749	743	741
2.工業製程及產品使用部門	13	15	20	21	24	31	20	25	31
3.農業部門	2,820	2,813	2,717	2,565	2,451	2,363	2,495	2,461	2,371
3.A 畜禽腸胃發酵	778	775	739	712	701	688	698	688	682
3.B 畜禽糞尿處理	1,088	1,123	1,074	1,022	1,019	1,024	1,071	1,058	994
3.C 水稻種植	947	899	887	816	721	643	717	706	690
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	8	15	17	14	10	9	9	9	5
5.廢棄物部門	12,391	11,722	10,996	10,339	9,569	8,868	8,164	7,437	6,732
5.A 固體廢棄物處理	10,958	10,310	9,655	8,976	8,192	7,482	6,786	6,066	5,349
5.B 固體廢棄物之生物處理	2.2	0.3	0.02	0.4	3	7	11	13	16
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,431	1,411	1,341	1,363	1,375	1,379	1,367	1,359	1,367
5.D.1 生活污水處理與放流	935	894	883	868	860	833	808	783	752
5.D.2 事業廢水處理與放流	497	517	458	495	515	546	559	576	615
甲烷總排放量	**15,870**	**15,216**	**14,399**	**13,615**	**12,790**	**12,045**	**11,428**	**10,666**	**9,875**

備註：NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

表 ES2.3 1990 年至 2023 年甲烷排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1.能源部門	724	713	753	779	789	804	815	843	864
2.工業製程及產品使用部門	30	31	32	25	26	28	29	29	30
3.農業部門	2,303	2,247	2,244	2,278	2,252	2,237	2,180	2,157	2,166
3.A 畜禽腸胃發酵	655	640	648	660	653	649	634	641	628
3.B 畜禽糞尿處理	965	924	931	944	904	874	840	834	829
3.C 水稻種植	676	678	659	668	688	710	702	678	705
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	7	6	6	6	6	4	4	5	4
5.廢棄物部門	5,968	5,111	4,542	4,137	3,660	3,187	2,808	2,686	2,710
5.A 固體廢棄物處理	4,644	3,942	3,347	2,862	2,432	2,054	1,736	1,469	1,252
5.B 固體廢棄物之生物處理	18	20	23	29	27	25	23	22	22
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,306	1,149	1,171	1,246	1,201	1,108	1,049	1,195	1,436
5.D.1 生活污水處理與放流	728	700	689	661	631	609	593	572	537
5.D.2 事業廢水處理與放流	578	449	482	584	570	499	456	623	899
甲烷總排放量	**9,024**	**8,102**	**7,570**	**7,219**	**6,727**	**6,256**	**5,832**	**5,715**	**5,770**

溫室氣體排放源	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.能源部門	871	855	851	865	870	880	874		
2.工業製程及產品使用部門	27	30	29	28	29	24	23		
3.農業部門	2,166	2,165	2,174	2,172	2,115	2,052	2,004		
3.A 畜禽腸胃發酵	632	640	643	650	665	655	643		
3.B 畜禽糞尿處理	827	832	844	845	842	821	819		
3.C 水稻種植	704	689	684	677	608	576	542		
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.F 作物殘體燃燒	4	3	2	1	1	1	1		
5.廢棄物部門	2,474	2,106	1,963	1,834	1,805	1,654	1,546		
5.A 固體廢棄物處理	1,080	937	837	769	694	663	612		
5.B 固體廢棄物之生物處理	23	26	28	29	30	28	26		
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
5.D 廢水處理與放流	1,371	1,142	1,098	1,036	1,081	963	908		
5.D.1 生活污水處理與放流	512	491	445	423	395	373	355		
5.D.2 事業廢水處理與放流	859	651	653	612	686	590	553		
甲烷總排放量	**5,538**	**5,155**	**5,017**	**4,900**	**4,819**	**4,610**	**4,447**		

備註：NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

3.氧化亞氮

氧化亞氮排放源為工業製程及產品使用部門、農業部門、與能源部門，廢棄物部門也有少量排放，如表 ES2.4 所示。2005 年氧化亞氮排放量為 4,136 千公噸二氧化碳當量，2023 年減少為 3,649 千公噸二氧化碳當量，減少 11.77%，平均負成長率 0.69%，其中能源部門減少 6.94%、工業製程及產品使用部門增加 27.17%、農業部門減少 30.92%及廢棄物部門減少 36.81%。

2023 年氧化亞氮排放量占總溫室氣體排放量 1.31%，其中，以農業部門占最高（35.80%），其餘依次為工業製程及產品使用部門占 31.06%、能源部門占 30.20%，廢棄物部門占 2.93%。

2023 年排放較 2022 年減少 11.05%，其中能源部門減少 1.31%、工業製程及產品使用部門減少 25.70%、農業部門減少 2.95%及廢棄物部門減少 6.23%。

表 ES2.4 1990 年至 2023 年氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.能源部門	478	516	583	628	664	698	743	785	834
1.A.1 能源產業	124	141	164	185	200	218	248	276	307
1.A.2 製造業與營造業	80	84	91	91	93	96	100	107	109
1.A.3 運輸	259	275	314	340	357	372	381	389	406
1.A.4 其他部門	15	15	14	12	14	13	14	12	12
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	147	313	289	268	283	307	305	333	340
3.農業部門	2,289	2,397	2,318	2,355	2,360	2,374	2,429	2,101	1,984
3.B 畜禽糞尿處理	129	146	145	147	154	160	167	143	129
3.D 農業土壤	2,150	2,244	2,160	2,202	2,200	2,212	2,259	1,957	1,853
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	10	7	13	6	6	2	2	2	2
5.廢棄物部門	190	181	190	198	200	216	218	213	200
氧化亞氮總排放量	**3,105**	**3,406**	**3,380**	**3,449**	**3,506**	**3,595**	**3,694**	**3,432**	**3,358**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
1.能源部門	888	966	1,004	1,051	1,107	1,147	1,184	1,213	1,218
1.A.1 能源產業	340	401	435	456	513	534	560	586	610
1.A.2 製造業與營造業	118	129	133	141	138	141	141	145	144
1.A.3 運輸	417	423	422	441	440	456	469	469	452
1.A.4 其他部門	13	14	14	14	15	16	15	13	12
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	277	556	635	661	741	742	891	1,311	1,399
3.農業部門	2,044	2,203	2,083	2,074	1,887	2,037	1,891	1,920	1,882
3.B 畜禽糞尿處理	137	140	135	131	131	130	136	136	130
3.D 農業土壤	1,905	2,059	1,944	1,939	1,754	1,904	1,753	1,782	1,751
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	2	4	4	4	2	2	2	2	1
5.廢棄物部門	194	186	196	195	195	185	169	149	149
氧化亞氮總排放量	**3,403**	**3,911**	**3,918**	**3,981**	**3,930**	**4,111**	**4,136**	**4,593**	**4,649**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

表 ES2.4 1990 年至 2023 年氧化亞氮排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1.能源部門	1,164	1,136	1,172	1,190	1,172	1,168	1,170	1,168	1,185
1.A.1 能源產業	592	570	579	584	580	574	577	566	574
1.A.2 製造業與營造業	134	126	137	144	139	141	136	134	133
1.A.3 運輸	425	428	444	450	442	442	446	457	468
1.A.4 其他部門	13	12	11	11	11	11	11	11	11
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	1,185	1,334	1,670	1,605	1,527	1,407	1,384	1,378	1,550
3.農業部門	1,765	1,803	1,784	1,711	1,737	1,670	1,648	1,615	1,621
3.B 畜禽糞尿處理	129	125	125	126	123	122	121	121	122
3.D 農業土壤	1,634	1,676	1,657	1,583	1,612	1,548	1,526	1,493	1,497
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	2	1	1	1	1.5	0.9	1.0	1.2	0.9
5.廢棄物部門	136	134	133	136	129	122	121	124	121
氧化亞氮總排放量	**4,250**	**4,407**	**4,758**	**4,642**	**4,565**	**4,367**	**4,323**	**4,286**	**4,477**

溫室氣體排放源	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.能源部門	1,194	1,181	1,159	1,152	1,145	1,117	1,102		
1.A.1 能源產業	595	609	586	577	591	566	562		
1.A.2 製造業與營造業	125	108	106	104	107	95	85		
1.A.3 運輸	463	453	457	461	437	446	444		
1.A.4 其他部門	10	10	10	10	10	10	11		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
2.工業製程及產品使用部門	1,729	1,838	1,743	1,709	2,227	1,526	1,134		
3.農業部門	1,555	1,508	1,440	1,494	1,401	1,346	1,307		
3.B 畜禽糞尿處理	123	125	129	130	130	130	131		
3.D 農業土壤	1,431	1,382	1,311	1,364	1,271	1,216	1,175		
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.F 作物殘體燃燒	1.0	0.7	0.6	0.2	0.2	0.2	0.3		
5.廢棄物部門	122	125	120	121	121	114	107		
氧化亞氮總排放量	**4,599**	**4,652**	**4,462**	**4,476**	**4,894**	**4,103**	**3,649**		

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

4.含氟氣體

我國含氟氣體多使用於經濟發展重點產業，包括半導體、光電、電力設施及鎂合金等產業，屬於較集中排放產業。如表 ES2.5 所示。其中，氫氟碳化物(Hydrofluorocarbons, HFCs)自 1993 年的 633 千公噸二氧化碳當量，增加至 2023 年 1,725 千公噸二氧化碳當量；全氟碳化物(Perfluorocarbons, PFCs)自 1999 年的 2 千公噸二氧化碳當量，增加至 2023 年 878 千公噸二氧化碳當量；六氟化硫(Sulphur Hexafluoride, SF_6)則自 1999 年 120 千公噸二氧化碳當量，於 2023 年增加至 481 千公噸二氧化碳當量；而三氟化氮(Nitrogen trifluoride, NF_3)則自 1999 年 10 千公噸二氧化碳當量，於 2023 年增加至 348 千公噸二氧化碳當量。

就整體含氟氣體排放量而言，自 2005 年 9,250 千公噸二氧化碳當量（約占當年總溫室氣體排放量的 3.17%），減少至 2023 年的 3,433 千公噸二氧化碳當量（約占當年總溫室氣體排放量的 1.23%），排放量減少 62.89%，年平均負成長率 5.36%。

2023 年含氟氣體排放量較 2022 年減少 14.49%，其中氫氟碳化物(HFCs)增加 4.62%，全氟碳化物(PFCs)減少 29.71%，六氟化硫(SF_6)減少 27.14%，三氟化氮(NF_3)減少 23.56%。

表 ES2.5 1990 年至 2023 年含氟氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
HFCs 總排放量	NE	NE	NE	633	716	680	1,120	1,284	1,812
2.B 化學工業	NE	NE	NE	633	716	671	1,094	1,238	1,745
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	NE	NE	8	26	46	66
PFCs 總排放量（2.E 電子工業）	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
SF_6 總排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
NF_3 總排放量（2.E 電子工業）	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
含氟氣體總排放量	**NE**	**NE**	**NE**	**633**	**716**	**680**	**1,120**	**1,284**	**1,812**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
HFCs 總排放量	1,437	2,054	2,329	2,016	1,857	1,685	303	331	402
2.B 化學工業	1,348	1,943	2,151	1,807	1,623	1,433	NO	NO	NO
2.E 電子工業	NE	NE	43	49	49	49	85	100	167
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	89	111	135	160	185	204	218	232	235
PFCs 總排放量（2.E 電子工業）	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355	3,102
SF_6 總排放量	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940	3,485
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	1,009	1,009	1,334	1,046	757	454
2.E 電子工業	120	124	769	973	1,458	1,838	2,457	2,389	2,049
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	2,003	2,003	2,116	1,549	794	982
NF_3 總排放量（2.E 電子工業）	10	9	220	373	506	617	716	644	747
含氟氣體總排放量	**1,569**	**2,199**	**5,983**	**10,138**	**10,647**	**11,539**	**9,250**	**8,270**	**7,736**

備註：1.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，即國內唯一氟氯烴廠僅於 1993 年至 2004 年生產。
2.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

表 ES2.5 1990 年至 2023 年含氟氣體排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
HFCs 總排放量	356	404	393	372	482	610	697	726	836
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	123	172	169	144	104	173	184	142	160
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	234	232	225	228	378	437	513	584	676
PFCs 總排放量（2.E 電子工業）	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336
SF_6 總排放量	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458
2.C 金屬工業	149	242	59	52	31	39	58	44	39
2.E 電子工業	1,930	1,561	1,983	1,665	1,678	1,855	1,600	1,393	1,334
2.G 其他產品之製造與使用	923	724	245	260	201	165	150	132	85
NF_3 總排放量（2.E 電子工業）	191	540	241	393	363	723	624	626	442
含氟氣體總排放量	**5,481**	**4,936**	**4,571**	**4,407**	**3,808**	**4,645**	**4,578**	**4,170**	**4,071**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
HFCs 總排放量	971	1,125	1,252	1,390	1,515	1,649	1,725		
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
2.E 電子工業	169	169	152	161	156	151	110		
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	802	957	1,101	1,229	1,359	1,498	1,615		
PFCs 總排放量（2.E 電子工業）	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250	878		
SF_6 總排放量	1,459	1,342	963	867	882	660	481		
2.C 金屬工業	61	84	45	37	62	27	22		
2.E 電子工業	1,317	1,105	805	693	716	507	374		
2.G 其他產品之製造與使用	81	154	113	137	103	127	85		
NF_3 總排放量（2.E 電子工業）	412	477	443	528	556	455	348		
含氟氣體總排放量	**4,147**	**4,365**	**3,974**	**4,120**	**4,306**	**4,014**	**3,433**		

備註：1.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，即國內唯一氟氯烴廠僅於 1993 年至 2004 年生產。

2.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

ES.3 排放源及吸收匯分類之排放估算與趨勢總覽

就部門別而言，能源部門歷年皆為我國溫室氣體總排放量最大之部門，2005 年和 2023 年能源部門溫室氣體排放量分別約占總排放量（不包括 LULUCF）的 85.67%和 90.71%，工業製程及產品使用部門占 9.69%和 7.18%，農業部門占 1.52%和 1.20%，廢棄物部門占 3.12%和 0.91%，如圖 ES3.1 所示。

1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放趨勢如圖 ES3.2 與表 ES3.1 所示。2023 年排放量較 2022 年減少 2.83%，並以能源部門減少 2.90%、工業製程及產品使用部門減少 1.59%、農業部門減少 2.64%、廢棄物部門減少 5.71%；另土地利用、土地利用變化及林業部門的碳移除量減少 0.49%。

2023 年排放量較 2005 年減少 4.48%，其中能源部門增加 1.14%、工業製程及產品使用部門減少 29.15%、農業部門減少 25.13%、廢棄物部門減少 72.05%；另土地利用、土地利用變化及林業部門的碳移除量減少 2.53%，如圖 ES3.3 所示。

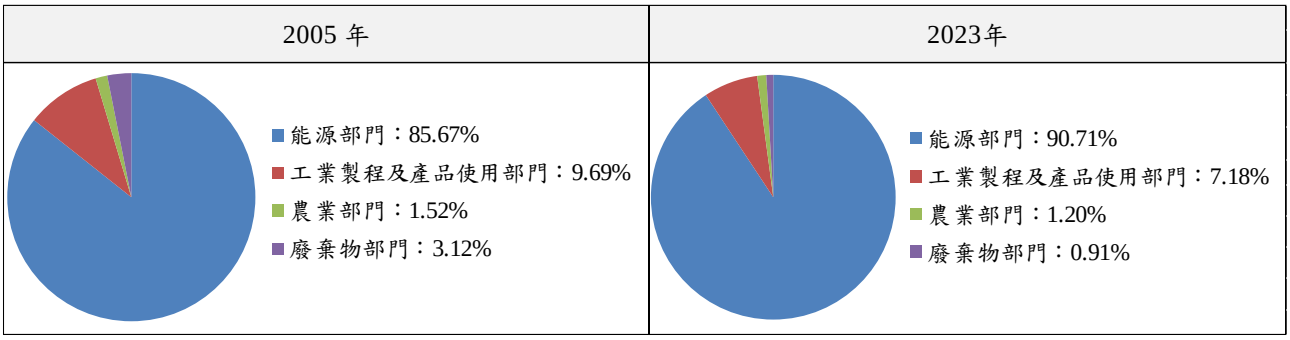


圖 ES3.1 2005 年和 2023 年各部門溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）占比

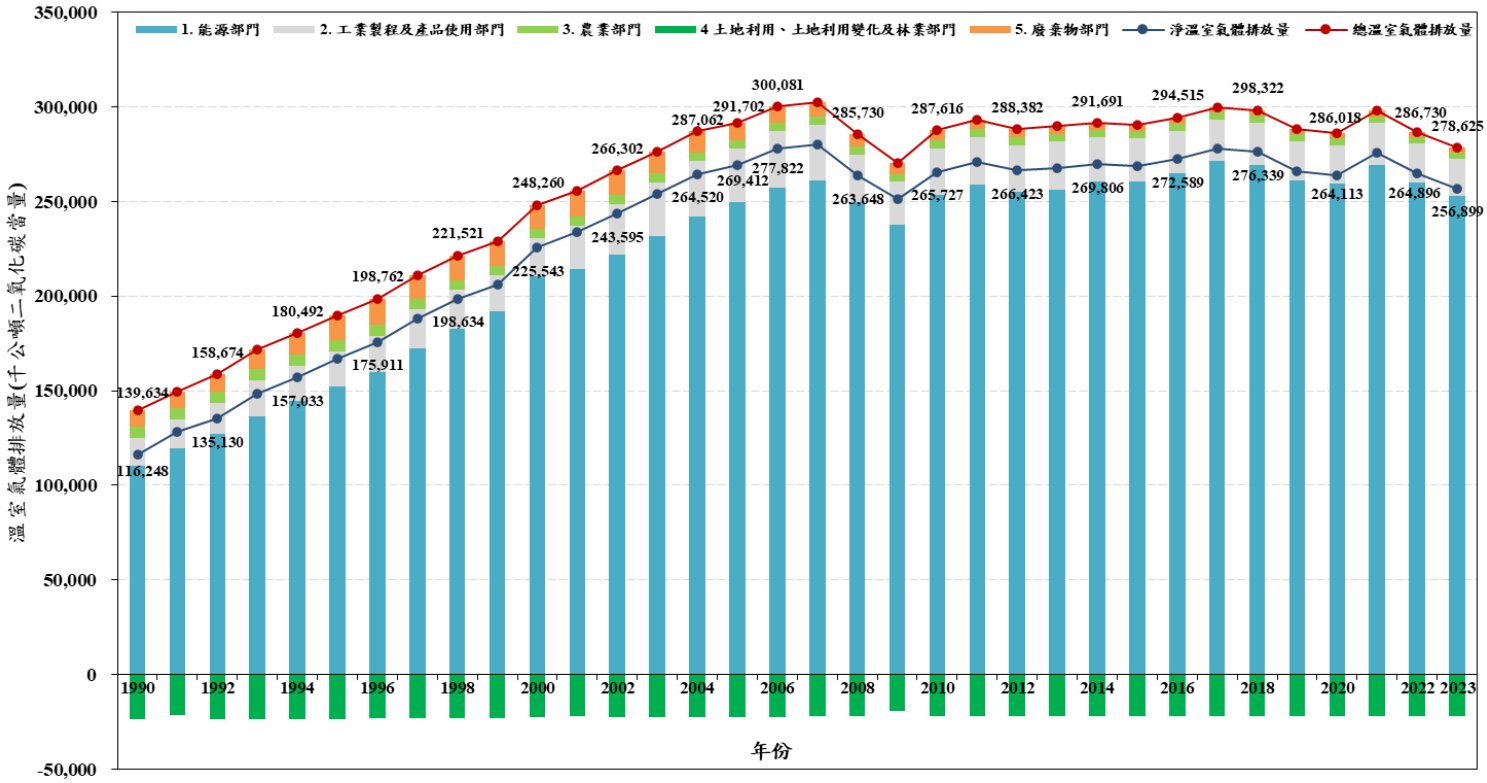


圖 ES3.2 1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量趨勢

表 ES3.1 1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.能源部門	110,536	119,525	127,198	136,407	144,359	152,110	159,910	172,204	182,963
2.工業製程及產品使用部門	14,710	15,328	16,222	19,316	18,834	18,526	19,114	21,113	20,573
3.農業部門	5,694	6,015	5,838	5,873	5,869	5,974	6,034	5,228	4,814
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887
5.廢棄物部門	8,694	8,858	9,415	10,444	11,430	13,424	13,703	12,616	13,170
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	**116,248**	**128,236**	**135,130**	**148,495**	**157,033**	**166,694**	**175,911**	**188,101**	**198,634**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	**139,634**	**149,727**	**158,674**	**172,041**	**180,492**	**190,034**	**198,762**	**211,161**	**221,521**
溫室氣體排放源和吸收匯	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
1.能源部門	191,980	210,357	214,224	221,864	231,695	241,859	249,889	257,285	261,174
2.工業製程及產品使用部門	19,038	20,158	22,823	26,897	28,554	29,670	28,255	29,921	29,137
3.農業部門	4,982	5,147	4,894	4,732	4,420	4,484	4,449	4,441	4,310
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259	-22,074
5.廢棄物部門	12,865	12,599	13,789	12,810	11,829	11,050	9,109	8,434	7,719
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	**206,102**	**225,543**	**233,881**	**243,595**	**253,873**	**264,520**	**269,412**	**277,822**	**280,265**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	**228,866**	**248,260**	**255,731**	**266,302**	**276,497**	**287,062**	**291,702**	**300,081**	**302,339**
溫室氣體排放源和吸收匯	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
1.能源部門	249,425	237,717	253,632	259,066	255,163	256,081	260,465	260,486	265,031
2.工業製程及產品使用部門	25,345	22,703	24,482	24,987	24,729	25,685	23,694	22,831	22,243
3.農業部門	4,124	4,105	4,081	4,042	4,043	3,952	3,868	3,810	3,820
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926
5.廢棄物部門	6,836	5,948	5,421	4,943	4,447	4,127	3,664	3,308	3,420
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	**263,648**	**251,085**	**265,727**	**271,091**	**266,423**	**267,871**	**269,806**	**268,535**	**272,589**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	**285,730**	**270,473**	**287,616**	**293,038**	**288,382**	**289,845**	**291,691**	**290,436**	**294,515**
溫室氣體排放源和吸收匯	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
1.能源部門	271,526	269,493	261,092	259,710	269,295	260,267	252,730		
2.工業製程及產品使用部門	21,534	22,258	20,635	19,859	22,234	20,342	20,019		
3.農業部門	3,753	3,702	3,644	3,696	3,543	3,421	3,331		
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834	-21,726		
5.廢棄物部門	3,208	2,869	2,785	2,753	2,835	2,700	2,546		
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	**278,059**	**276,339**	**266,240**	**264,113**	**276,056**	**264,896**	**256,899**		
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	**300,021**	**298,322**	**288,157**	**286,018**	**297,906**	**286,730**	**278,625**		

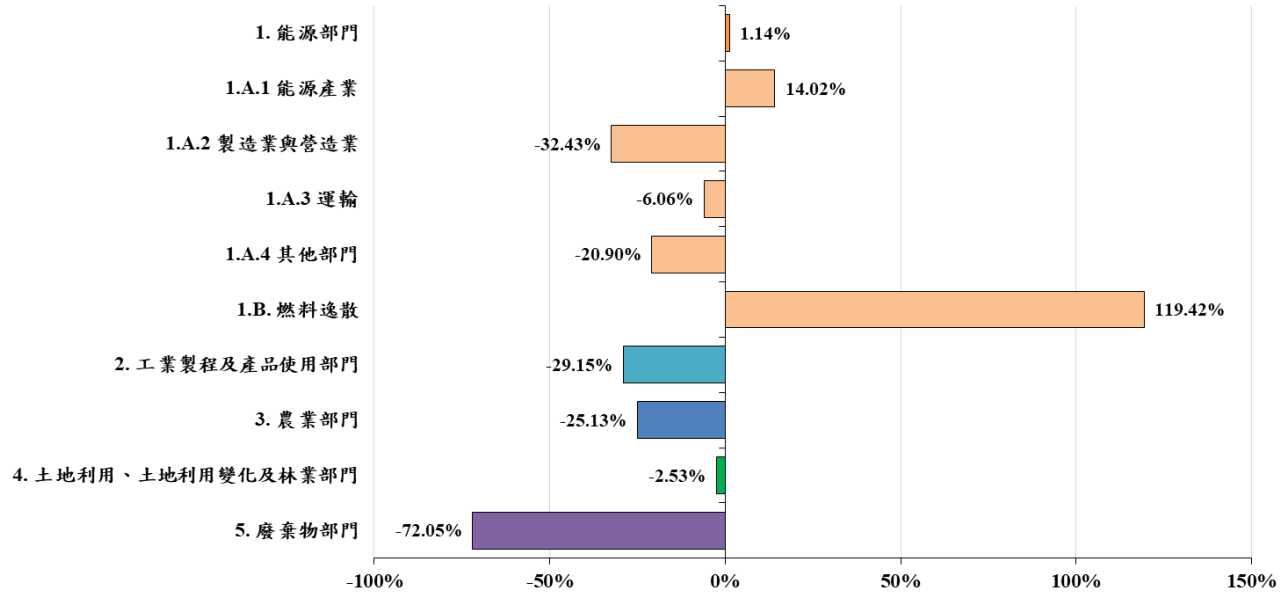


圖 ES3.3 2005 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量和移除量變化

1.能源部門

2005 年能源部門溫室氣體排放量為 249,889 千公噸二氧化碳當量，至 2023 年增加為 252,730 千公噸二氧化碳當量，微幅成長 1.14%，年平均成長率為 0.06%，其中 1.A.1「能源產業」增加 14.02%，1.A.2「製造業與營造業」減少 32.43%，1.A.3「運輸」減少 6.06%，1.A.4「其他部門（包括服務業、住宅及農林漁牧業）」減少 20.90%，1.B.2「石油及天然氣」增加 4.46%，如表 ES3.2 所示。在此期間能源部門溫室氣體排放量至 2008 年首度呈現下降趨勢，2009 年、2012 年以及 2018 年至 2020 年間逐年下降。2023 年排放量較 2022 年減少 2.90%。

2023 年能源部門溫室氣體總排放量占我國溫室氣體總排放量的 90.71%，其中 1.A.1「能源產業」為 177,526 千公噸二氧化碳當量，占能源部門之總溫室氣體排放量 70.24%，1.A.2「製造業與營造業」為 29,896 千公噸二氧化碳當量（占 11.83%），1.A.3「運輸」為 35,370 千公噸二氧化碳當量（占 14.00%），1.A.4「其他部門（包括服務業、住宅及農林漁牧業）」為 9,603 千公噸二氧化碳當量（占 3.80%），1.B.2「石油及天然氣」為 335 千公噸二氧化碳當量（占 0.13%），如圖 ES3.4 所示。

表 ES3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103	150,810	158,579	170,835	181,518
1.A.1 能源產業	49,123	55,126	57,508	64,745	69,487	75,214	80,103	90,168	99,375
1.A.2 製造業與營造業	30,124	31,963	34,410	34,835	35,876	36,956	37,942	40,323	40,360
1.A.3 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844
1.A.4 其他部門	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200	9,819	10,733	9,808	9,939
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	592	567	558	573	592	602	589	585	611
1.A.1 能源產業	29	33	32	36	41	49	51	58	66
1.A.2 製造業與營造業	51	54	58	58	60	62	65	68	70
1.A.3 運輸	170	183	209	226	241	256	268	275	288
1.A.4 其他部門	34	33	31	29	31	30	33	29	30
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	182	155	129	126	110	90	57	38	30
1.B.2 石油及天然氣	127	109	98	97	108	115	115	117	128
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
氧化亞氮總排放量	478	516	583	628	664	698	743	785	834
1.A.1 能源產業	124	141	164	185	200	218	248	276	307
1.A.2 製造業與營造業	80	84	91	91	93	96	100	107	109
1.A.3 運輸	259	275	314	340	357	372	381	389	406
1.A.4 其他部門	15	15	14	12	14	13	14	12	12
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
能源部門總排放量	**110,536**	**119,525**	**127,198**	**136,407**	**144,359**	**152,110**	**159,910**	**172,204**	**182,963**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如我國煤炭 2001 年起停產。

表 ES3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二氧化碳總排放量	190,446	208,724	212,554	220,123	229,841	239,929	247,956	255,330	259,215
1.A.1 能源產業	104,827	119,268	123,880	128,157	139,316	147,288	155,014	162,298	168,580
1.A.2 製造業與營造業	42,269	45,284	44,234	46,373	44,211	44,551	44,008	45,309	44,845
1.A.3 運輸	32,772	33,207	33,267	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771	35,419
1.A.4 其他部門	10,579	10,965	11,174	11,052	11,806	12,230	12,089	10,952	10,371
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	646	667	665	689	746	782	749	743	741
1.A.1 能源產業	80	92	103	103	119	123	126	131	135
1.A.2 製造業與營造業	75	84	88	94	92	95	95	97	97
1.A.3 運輸	298	303	305	311	321	330	339	333	324
1.A.4 其他部門	31	33	34	33	36	37	37	33	30
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	35	32	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	126	124	136	148	178	197	153	148	155
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
氧化亞氮總排放量	888	966	1,004	1,051	1,107	1,147	1,184	1,213	1,218
1.A.1 能源產業	340	401	435	456	513	534	560	586	610
1.A.2 製造業與營造業	118	129	133	141	138	141	141	145	144
1.A.3 運輸	417	423	422	441	440	456	469	469	452
1.A.4 其他部門	13	14	14	14	15	16	15	13	12
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
能源部門總排放量	**191,980**	**210,357**	**214,224**	**221,864**	**231,695**	**241,859**	**249,889**	**257,285**	**261,174**
溫室氣體排放源和吸收匯	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
二氧化碳總排放量	247,537	235,868	251,708	257,097	253,201	254,109	258,480	258,475	262,982
1.A.1 能源產業	162,125	153,989	164,270	168,491	166,837	167,023	173,749	173,697	177,211
1.A.2 製造業與營造業	41,410	37,874	42,612	43,691	42,515	43,307	40,384	39,575	39,653
1.A.3 運輸	33,216	33,541	34,652	35,107	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584
1.A.4 其他部門	10,785	10,463	10,174	9,808	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	724	713	753	779	789	804	815	843	864
1.A.1 能源產業	134	125	131	132	132	131	134	139	139
1.A.2 製造業與營造業	91	86	93	99	96	98	95	94	94
1.A.3 運輸	308	314	319	322	318	318	320	327	337
1.A.4 其他部門	32	31	30	29	28	28	29	28	28
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	159	157	180	197	216	228	238	254	267
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
氧化亞氮總排放量	1,164	1,136	1,172	1,190	1,172	1,168	1,170	1,168	1,185
1.A.1 能源產業	592	570	579	584	580	574	577	566	574
1.A.2 製造業與營造業	134	126	137	144	139	141	136	134	133
1.A.3 運輸	425	428	444	450	442	442	446	457	468
1.A.4 其他部門	13	12	11	11	11	11	11	11	11
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
能源部門總排放量	**249,425**	**237,717**	**253,632**	**259,066**	**255,163**	**256,081**	**260,465**	**260,486**	**265,031**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如我國煤炭 2001 年起停產。

表 ES3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
二氧化碳總排放量	269,461	267,458	259,083	257,693	267,281	258,271	250,755		
1.A.1 能源產業	185,763	187,957	180,289	179,510	188,460	181,773	176,827		
1.A.2 製造業與營造業	38,112	35,045	34,079	33,078	35,687	32,422	29,748		
1.A.3 運輸	36,202	35,202	35,438	35,715	33,905	34,696	34,616		
1.A.4 其他部門	9,384	9,254	9,277	9,389	9,229	9,380	9,564		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
甲烷總排放量	871	855	851	865	870	880	874		
1.A.1 能源產業	140	142	139	137	140	137	137		
1.A.2 製造業與營造業	89	77	76	75	77	69	63		
1.A.3 運輸	331	321	321	325	301	309	311		
1.A.4 其他部門	27	27	27	27	27	27	28		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油及天然氣	284	288	288	302	325	337	335		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
氧化亞氮總排放量	1,194	1,181	1,159	1,152	1,145	1,117	1,102		
1.A.1 能源產業	595	609	586	577	591	566	562		
1.A.2 製造業與營造業	125	108	106	104	107	95	85		
1.A.3 運輸	463	453	457	461	437	446	444		
1.A.4 其他部門	10	10	10	10	10	10	11		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
能源部門總排放量	**271,526**	**269,493**	**261,092**	**259,710**	**269,295**	**260,267**	**252,730**		

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）該排放源無生產或使用，如我國煤炭 2001 年起停產。

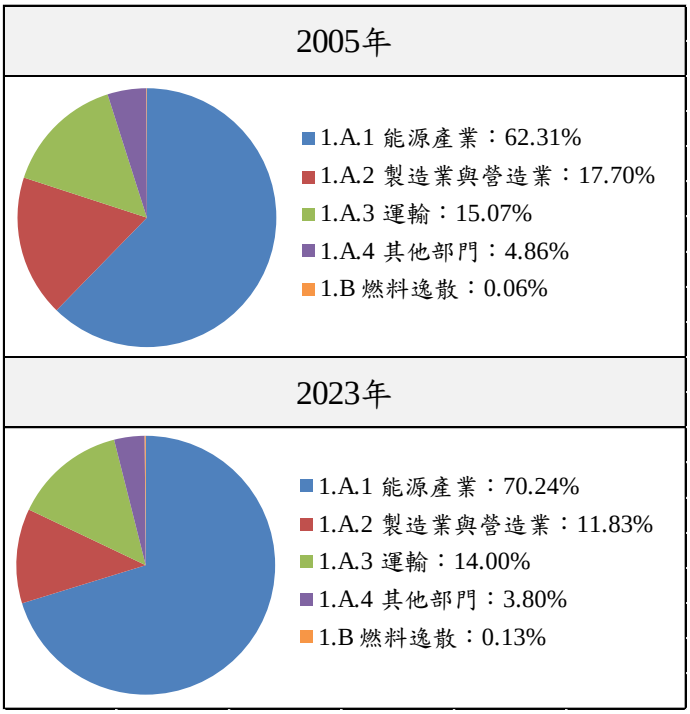


圖 ES3.4 2005 年和 2023 年能源部門溫室氣體排放量占比

2.工業製程及產品使用部門

2005 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量為 28,255 千公噸二氧化碳當量，至 2023 年減少為 20,019 千公噸二氧化碳當量，減少 19.15%，年平均負成長率為 1.90%，其中 2.A「礦業（非金屬製品）」減少 46.86%、2.B「化學工業」減少 33.50%，2.C「金屬工業」增加 35.22%，2.D「燃料及溶劑使用的非能源產品」減少 42.00%，2.E「電子工業」減少 64.27%，2.F「破壞臭氧層物質之替代品使用」增加 641.93%，2.G「其他產品之製造與使用」減少 94.53%，2.H「其他」減少 26.90%，如表 ES3.3 所示。2023 年排放量較 2022 年減少 1.59%。

2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量占我國溫室氣體總排放量的 7.18%，其中，以 2.C「金屬工業」8,264 千公噸二氧化碳當量占工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量的 41.28%（比例最大），其次為 2.A「礦業（非金屬製品）」5,982 千公噸二氧化碳當量（占 29.88%）、2.E「電子工業」2,313 千公噸二氧化碳當量（占 11.56%）、2.B「化學工業」1,745 千公噸二氧化碳當量（占 8.72%）、2.F「破壞臭氧層物質之替代品使用」1,615 千公噸二氧化碳當量（占 8.07%）、2.G「其他產品之製造與使用」85 千公噸二氧化碳當量（占 0.42%）、2.H「其他」15 千公噸二氧化碳當量（占 0.07%）以及 2.D「燃料及溶劑使用的非能源產品」0.00006 千公噸二氧化碳當量（占 0.0000003%），如圖 ES3.5 所示。

表 ES3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	14,557	15,007	15,926	18,408	17,826	17,528	17,677	19,483	18,410
2.A 礦業（非金屬製品）	10,683	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564
2.B 化學工業	575	551	575	617	770	858	999	1,026	1,007
2.C 金屬工業	3,275	3,735	3,474	3,888	3,774	3,884	4,013	5,045	5,817
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008	0.00009
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	23	23	23	24	23	21	20	19	22
甲烷總排放量	6	8	7	8	9	11	13	13	11
2.B 化學工業	6	6	6	7	8	10	12	12	10
2.C 金屬工業	0.2	2.0	1.5	1.2	1.0	1.4	1.3	1.3	1.3
氧化亞氮總排放量	147	313	289	268	283	307	305	333	340
2.B 化學工業	147	313	289	268	283	307	305	333	340
2.C 金屬工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
氫氟碳化物總排放量	NE	NE	NE	633	716	680	1,120	1,284	1,812
2.B 化學工業	NE	NE	NE	633	716	671	1,094	1,238	1,745
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	NE	NE	8	26	46	66
全氟碳化物總排放量（2.E 電子工業）	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
六氟化硫總排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
三氟化氮總排放量（2.E 電子工業）	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
工業製程及產品使用部門總排放量	**14,710**	**15,328**	**16,222**	**19,316**	**18,834**	**18,526**	**19,114**	**21,113**	**20,573**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如 HCFC-22 自 1993 年投產，並於 2005 年停產。

表 ES3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二氧化碳總排放量	17,179	17,388	16,186	16,075	17,141	17,358	18,094	20,315	19,971
2.A 礦業（非金屬製品）	10,746	10,486	9,974	10,648	10,341	10,691	11,257	11,029	10,373
2.B 化學工業	1,079	1,148	1,232	1,313	1,384	1,485	1,751	1,721	1,845
2.C 金屬工業	5,333	5,734	4,960	4,096	5,397	5,162	5,066	7,544	7,733
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00009	0.00008	0.00007	0.00008	0.00009	0.00011	0.00010	0.00007	0.00007
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	21	20	20	18	18	19	20	21	20
甲烷總排放量	13	15	20	21	24	31	20	25	31
2.B 化學工業	13	15	20	21	24	31	20	20	26
2.C 金屬工業	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	NO	NO	4.8	4.8
氧化亞氮總排放量	277	556	635	661	741	742	891	1,311	1,399
2.B 化學工業	277	556	635	661	739	742	854	861	886
2.C 金屬工業	NO	NO	NO	0.4	1.5	NO	NO	84	85
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	37	365	428
氫氟碳化物總排放量	1,437	2,054	2,329	2,016	1,857	1,685	303	331	402
2.B 化學工業	1,348	1,943	2,151	1,807	1,623	1,433	NO	NO	NO
2.E 電子工業	NE	NE	43	49	49	49	85	100	167
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	89	111	135	160	185	204	218	232	235
全氟碳化物總排放量（2.E 電子工業）	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355	3,102
六氟化硫總排放量	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940	3,485
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	1,009	1,009	1,334	1,046	757	454
2.E 電子工業	120	124	769	973	1,458	1,838	2,457	2,389	2,049
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	2,003	2,003	2,116	1,549	794	982
三氟化氮總排放量（2.E 電子工業）	10	9	220	373	506	617	716	644	747
工業製程及產品使用部門總排放量	**19,038**	**20,158**	**22,823**	**26,897**	**28,554**	**29,670**	**28,255**	**29,921**	**29,137**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
二氧化碳總排放量	18,562	16,402	18,209	18,951	19,369	19,605	17,703	17,253	16,592
2.A 礦業（非金屬製品）	9,294	8,462	8,618	9,574	9,333	9,866	8,728	8,347	7,117
2.B 化學工業	1,601	1,601	1,778	1,737	1,714	1,749	1,884	1,842	1,760
2.C 金屬工業	7,648	6,317	7,792	7,620	8,301	7,970	7,072	7,044	7,696
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00005	0.00004	0.00004	0.00005	0.00006	0.00010	0.00008
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	20	21	20	20	21	19	19	20	19
甲烷總排放量	30	31	32	25	26	28	29	29	30
2.B 化學工業	24	27	26	25	26	28	29	29	30
2.C 金屬工業	5.5	3.9	6.2	0.02	0.07	0.1	0.2	0.2	0.2
氧化亞氮總排放量	1,185	1,334	1,670	1,605	1,527	1,407	1,384	1,378	1,550
2.B 化學工業	697	895	1,040	1,062	904	694	647	614	854
2.C 金屬工業	81	68	107	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	407	371	523	543	623	713	737	764	696
氫氟碳化物總排放量	356	404	393	372	482	610	697	726	836
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	123	172	169	144	104	173	184	142	160
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	234	232	225	228	378	437	513	584	676
全氟碳化物總排放量（2.E 電子工業）	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336
六氟化硫總排放量	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458
2.C 金屬工業	149	242	59	52	31	39	58	44	39
2.E 電子工業	1,930	1,561	1,983	1,665	1,678	1,855	1,600	1,393	1,334
2.G 其他產品之製造與使用	923	724	245	260	201	165	150	132	85
三氟化氮總排放量（2.E 電子工業）	191	540	241	393	363	723	624	626	442
工業製程及產品使用部門總排放量	**25,259**	**22,703**	**24,482**	**24,987**	**24,729**	**25,685**	**23,694**	**22,831**	**22,243**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如 HCFC-22 自 1993 年投產，並於 2005 年停產。

表 ES3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
二氧化碳總排放量	15,631	16,024	14,889	14,001	15,670	14,778	15,430		
2.A 礦業（非金屬製品）	6,269	6,408	6,500	6,563	6,835	6,473	5,982		
2.B 化學工業	1,709	1,684	1,666	1,550	1,730	1,270	1,192		
2.C 金屬工業	7,634	7,913	6,706	5,870	7,090	7,020	8,242		
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00006	0.00006		
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
2.H 其他	20	19	17	18	15	15	15		
甲烷總排放量	27	30	29	28	29	24	23		
2.B 化學工業	27	30	29	28	29	24	23		
2.C 金屬工業	NO	0.01	0.01	0.0001	NO	NO	0.0003		
氧化亞氮總排放量	1,729	1,838	1,743	1,709	2,227	1,526	1,134		
2.B 化學工業	991	987	828	541	1,053	679	531		
2.C 金屬工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
2.E 電子工業	738	851	916	1,168	1,174	847	602		
氫氟碳化物總排放量	971	1,125	1,252	1,390	1,515	1,649	1,725		
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
2.E 電子工業	169	169	152	161	156	151	110		
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	802	957	1,101	1,229	1,359	1,498	1,615		
全氟碳化物總排放量（2.E 電子工業）	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250	878		
六氟化硫總排放量	1,459	1,342	963	867	882	660	481		
2.C 金屬工業	61	84	45	37	62	27	22		
2.E 電子工業	1,317	1,105	805	693	716	507	374		
2.G 其他產品之製造與使用	81	154	113	137	103	127	85		
三氟化氮總排放量（2.E 電子工業）	412	477	443	528	556	455	348		
工業製程及產品使用部門總排放量	**21,534**	**22,258**	**20,635**	**19,859**	**22,234**	**20,342**	**20,019**		

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如 HCFC-22 自 1993 年投產，並於 2005 年停產。

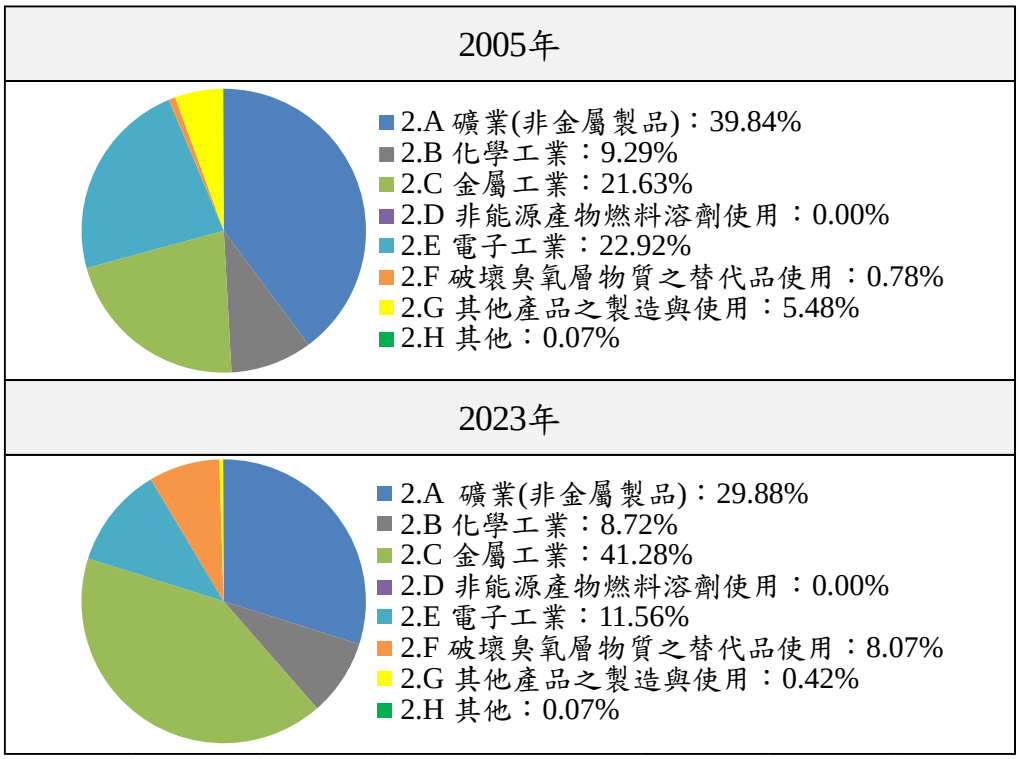


圖 ES3.5 2005 年和 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量占比

3.農業部門

2005 年農業部門溫室氣體排放量為 4,449 千公噸二氧化碳當量，至 2023 年減少為 3,331 千公噸二氧化碳當量，減少 25.13%，年平均負成長率為 1.59%，其中 3.A「畜禽腸胃發酵」減少 7.88%，3.B「畜禽糞尿處理」減少 21.30%，3.C「水稻種植」減少 24.48%，3.D「農業土壤」減少 32.98%，3.F「作物殘體燃燒」減少 84.98%，3.H「尿素施用」減少 68.43%，如表 ES3.4 所示。2023 年較 2022 年微幅減少 2.64%。

2023 年農業部門溫室氣體排放量約占我國溫室氣體總排放量的 1.20%，其中以 3.D「農業土壤」排放量占比最高（35.28%），3.B「畜禽糞尿處理」占 28.52%，3.A「畜禽腸胃發酵」占 19.29%，3.C「水稻種植」占 16.27%，3.H「尿素施用」排放量占 0.59%及 3.F「作物殘體燃燒」排放量占 0.05%，如圖 ES3.6 所示。

表 ES3.4 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	142	146	139	131	135	151	151	134	127
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素施用	142	146	139	131	135	151	151	134	127
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	3,264	3,472	3,381	3,388	3,374	3,449	3,455	2,993	2,703
3.A 畜禽腸胃發酵	750	819	826	868	883	921	921	820	755
3.B 畜禽糞尿處理	1,246	1,460	1,418	1,436	1,470	1,535	1,565	1,190	990
3.C 水稻種植	1,226	1,166	1,084	1,059	998	984	961	976	953
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	42	28	53	24	23	8	8	8	6
氧化亞氮總排放量	2,289	2,397	2,318	2,355	2,360	2,374	2,429	2,101	1,984
3.B 畜禽糞尿處理	129	146	145	147	154	160	167	143	129
3.D 農業土壤	2,150	2,244	2,160	2,202	2,200	2,212	2,259	1,957	1,853
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	10	7	13	6	6	2	2	2	2
農業部門總排放量	**5,694**	**6,015**	**5,838**	**5,873**	**5,869**	**5,974**	**6,034**	**5,228**	**4,814**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
二氧化碳總排放量	118	131	94	93	82	84	62	59	57
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素施用	118	131	94	93	82	84	62	59	57
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	2,820	2,813	2,717	2,565	2,451	2,363	2,495	2,461	2,371
3.A 畜禽腸胃發酵	778	775	739	712	701	688	698	688	682
3.B 畜禽糞尿處理	1,088	1,123	1,074	1,022	1,019	1,024	1,071	1,058	994
3.C 水稻種植	947	899	887	816	721	643	717	706	690
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	8	15	17	14	10	9	9	9	5
氧化亞氮總排放量	2,044	2,203	2,083	2,074	1,887	2,037	1,891	1,920	1,882
3.B 畜禽糞尿處理	137	140	135	131	131	130	136	136	130
3.D 農業土壤	1,905	2,059	1,944	1,939	1,754	1,904	1,753	1,782	1,751
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	2	4	4	4	2	2	2	2	1
農業部門總排放量	**4,982**	**5,147**	**4,894**	**4,732**	**4,420**	**4,484**	**4,449**	**4,441**	**4,310**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未發生）該排放源無生產或使用，如使用量極少且無統計資料。

表 ES3.4 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳總排放量	57	55	54	53	55	45	40	38	34
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素施用	57	55	54	53	55	45	40	38	34
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	2,303	2,247	2,244	2,278	2,252	2,237	2,180	2,157	2,166
3.A 畜禽腸胃發酵	655	640	648	660	653	649	634	641	628
3.B 畜禽糞尿處理	965	924	931	944	904	874	840	834	829
3.C 水稻種植	676	678	659	668	688	710	702	678	705
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	7	6	6	6	6	4	4	5	4
氧化亞氮總排放量	1,765	1,803	1,784	1,711	1,737	1,670	1,648	1,615	1,621
3.B 畜禽糞尿處理	129	125	125	126	123	122	121	121	122
3.D 農業土壤	1,634	1,676	1,657	1,583	1,612	1,548	1,526	1,493	1,497
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 作物殘體燃燒	2	1	1	1	1	1	1	1	1
農業部門總排放量	**4,124**	**4,105**	**4,081**	**4,042**	**4,043**	**3,952**	**3,868**	**3,810**	**3,820**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
二氧化碳總排放量	31	30	29	29	27	22	20		
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
3.H 尿素施用	31	30	29	29	27	22	20		
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
甲烷總排放量	2,166	2,165	2,174	2,172	2,115	2,052	2,004		
3.A 畜禽腸胃發酵	632	640	643	650	665	655	643		
3.B 畜禽糞尿處理	827	832	844	845	842	821	819		
3.C 水稻種植	704	689	684	677	608	576	542		
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.F 作物殘體燃燒	4	3	2	1	1	1	1		
氧化亞氮總排放量	1,555	1,508	1,440	1,494	1,401	1,346	1,307		
3.B 畜禽糞尿處理	123	125	129	130	130	130	131		
3.D 農業土壤	1,431	1,382	1,311	1,364	1,271	1,216	1,175		
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.F 作物殘體燃燒	1.0	0.7	0.6	0.2	0.2	0.2	0.3		
農業部門總排放量	**3,753**	**3,702**	**3,644**	**3,696**	**3,543**	**3,421**	**3,331**		

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未發生）該排放源無生產或使用，如使用量極少且無統計資料。

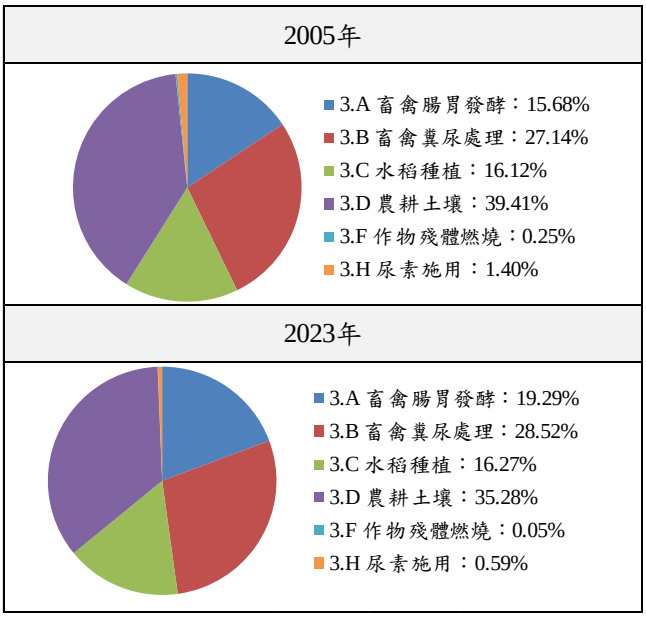


圖 ES3.6 2005 年和 2023 年農業部門溫室氣體排放量占比

4.土地利用、土地利用變化及林業部門

土地利用與林業部門移除之溫室氣體以二氧化碳為主，歷年之移除量呈現略有起伏增減的趨勢，每年的移除量變化並不大，主要係由森林資源年生長所增加的移除量為主，造林所增加的移除量及因森林干擾所減少的移除量較少。1990 年至 2023 年土地利用與林業部門溫室氣體排放量（主要為森林資源之二氧化碳移除量）如表 ES3.5 所示，2005 年移除量為 22,290 千公噸二氧化碳當量，至 2023 年減少為 21,726 千公噸二氧化碳當量，減少 2.53%，年平均負成長率為 0.14%。2023 年移除量較 2022 年減少 0.49%。

表 ES3.5 1990 年至 2023 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量變化

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
4.A.1 林地維持林地	碳移除量（$\triangle CO_{2G}$）	-23,902	-23,902	-23,741	-23,580	-23,418	-23,257	-23,095	-22,934	-22,772
	碳排放量（$\triangle CO_{2L}$）	607	2,503[1]	333	216	190	202	559	266	326
4.A.2 其他土地轉變為林地	碳移除量（$\triangle CO_{2B}$）	-91	-91	-136	-182	-230	-285	-315	-392	-440
土地利用、土地利用變化及林業部門總碳移除量（$\triangle CO_2$）		**-23,386**	**-21,490**	**-23,544**	**-23,546**	**-23,459**	**-23,340**	**-22,851**	**-23,060**	**-22,887**
溫室氣體排放源和吸收匯		**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
4.A.1 林地維持林地	碳移除量（$\triangle CO_{2G}$）	-22,611	-22,449	-22,288	-22,127	-21,965	-21,804	-21,642	-21,481	-21,319
	碳排放量（$\triangle CO_{2L}$）	401	389	1,112[2]	167	227	243	369	251	308
4.A.2 其他土地轉變為林地	碳移除量（$\triangle CO_{2B}$）	-553	-656	-673	-747	-886	-981	-1,016	-1,029	-1,062
土地利用、土地利用變化及林業部門總碳移除量（$\triangle CO_2$）		**-22,764**	**-22,717**	**-21,850**	**-22,707**	**-22,624**	**-22,542**	**-22,290**	**-22,259**	**-22,074**
溫室氣體排放源和吸收匯		**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
4.A.1 林地維持林地	碳移除量（$\triangle CO_{2G}$）	-21,158	-20,997	-20,889	-20,907	-20,932	-20,970	-21,004	-21,040	-21,068
	碳排放量（$\triangle CO_{2L}$）	199	2,753[3]	218	140	145	135	197	189	153
4.A.2 其他土地轉變為林地	碳移除量（$\triangle CO_{2B}$）	-1,123	-1,145	-1,218	-1,181	-1,173	-1,139	-1,079	-1,049	-1,011
土地利用、土地利用變化及林業部門總碳移除量（$\triangle CO_2$）		**-22,082**	**-19,388**	**-21,889**	**-21,947**	**-21,960**	**-21,974**	**-21,886**	**-21,900**	**-21,926**
溫室氣體排放源和吸收匯		**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
4.A.1 林地維持林地	碳移除量（$\triangle CO_{2G}$）	-21,105	-21,148	-21,202	-21,271	-21,318	-21,359	-21,421		
	碳排放量（$\triangle CO_{2L}$）	107	83	116	90	121	114	187		
4.A.2 其他土地轉變為林地	碳移除量（$\triangle CO_{2B}$）	-963	-918	-831	-724	-654	-589	-493		
土地利用、土地利用變化及林業部門總碳移除量（$\triangle CO_2$）		**-21,961**	**-21,984**	**-21,917**	**-21,905**	**-21,850**	**-21,834**	**-21,726**		

備註：1.1991 年其他災害包括颱風災害次數共 7 次，面積共 295.74 公頃，被害材積 1,348,998.61m^3，損失材積 1,348,992.06 m^3。

2.2001 年除丹大、梨山、雪山東峰及陽明山國家公園所發生之五次森林大火外，尚發生 59 次小火警，火災受損面積廣達 395 公頃，森林資源損失慘重。

3.2009 年莫拉克風災對我國中、南部造成嚴重災害，尤其在高雄、屏東部分地區 3 天內降下超過 2,500 毫米的雨量，產生約 125 萬噸漂流木，致林木損失材積量大。

5.廢棄物部門

2005 年廢棄物部門溫室氣體排放量為 9,109 千公噸二氧化碳當量，至 2023 年減少為 2,546 千公噸二氧化碳當量，減少 72.05%，年平均負成長率為 6.84%，其中 5.A「固體廢棄物處理」減少 90.98%，5.B「廢棄物生物處理」增加 138.69%，5.C「廢棄物之焚化與露天燃燒」增加 15.11%，5.D 「廢水處理與放流」減少 35.08%，如表 ES3.6 所示。2023 年排放量較 2022 年減少 5.71%。

2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量約占我國溫室氣體總排放量的 0.91%（如表 ES3.6 所示），其中，以 5.D「廢水處理與放流」占 38.78%最大，其次為 5.C「廢棄物之焚化與露天燃燒」占 35.44%，其餘為 5.A「固體廢棄物處理」占 24.03%及 5.B「廢棄物生物處理」占 1.75%，如圖 ES3.7 所示。

ES.4 其他資訊

依據《氣候變遷因應法》相關規範，我國已建置完成符合國情、部門分工、資料庫分層管理之國家申報管理體系，由相關權責部會進行所轄部門溫室氣體排放數據之調查及統計作業，邀集相關領域專家學者就統計數據、方法及改善計畫等加以審議修正，每年定期提送環境部彙整，經跨部會研商討論及編撰校稿後，建立國家溫室氣體排放清冊並對外公開。此外，我國於 2013 年建置國家溫室氣體排放清冊電子化之登錄平台，同時由相關權責部會線上提交統計資料，並配合 UNFCCC 規範，於 2015 年起即與締約方同步依 2006 IPCC 指南，每年完成更新編撰國家溫室氣體排放清冊報告。

表 ES3.6 1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量（5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒）	94	35	309	301	500	1,575	1,652	330	491
甲烷總排放量	8,410	8,643	8,917	9,945	10,731	11,632	11,833	12,073	12,479
5.A 固體廢棄物處理	7,102	7,206	7,431	8,492	9,252	10,112	10,231	10,496	10,962
5.B 固體廢棄物之生物處理	13	0.6	0.9	0.5	0.2	0.7	0.3	2	0.06
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,295	1,436	1,485	1,452	1,479	1,520	1,602	1,575	1,517
氧化亞氮總排放量	190	181	190	198	200	216	218	213	200
5.B 固體廢棄物之生物處理	9	0.4	0.6	0.4	0.1	0.5	0.2	1.1	0.04
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	1.0	0.4	3	3	5	16	17	3	5
5.D 廢水處理與放流	180	180	186	194	194	199	201	209	195
廢棄物部門總排放量	**8,694**	**8,858**	**9,415**	**10,444**	**11,430**	**13,424**	**13,703**	**12,616**	**13,170**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
二氧化碳總排放量（5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒）	280	691	2,597	2,276	2,065	1,996	776	848	837
甲烷總排放量	12,391	11,722	10,996	10,339	9,569	8,868	8,164	7,437	6,732
5.A 固體廢棄物處理	10,958	10,310	9,655	8,976	8,192	7,482	6,786	6,066	5,349
5.B 固體廢棄物之生物處理	2	0.3	0.02	0.4	3	7	11	13	16
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,431	1,411	1,341	1,363	1,375	1,379	1,367	1,359	1,367
氧化亞氮總排放量	194	186	196	195	195	185	169	149	149
5.B 固體廢棄物之生物處理	1.5	0.2	0.02	0.3	2	5	8	9	11
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	3	7	27	23	21	21	8	9	9
5.D 廢水處理與放流	189	179	169	171	172	159	154	131	129
廢棄物部門總排放量	**12,865**	**12,599**	**13,789**	**12,810**	**11,829**	**11,050**	**9,109**	**8,434**	**7,719**

備註：NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

表 ES3.6 1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳總排放量（5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒）	733	703	747	670	657	817	736	498	589
甲烷總排放量	5,968	5,111	4,542	4,137	3,660	3,187	2,808	2,686	2,710
5.A 固體廢棄物處理	4,644	3,942	3,347	2,862	2,432	2,054	1,736	1,469	1,252
5.B 固體廢棄物之生物處理	18	20	23	29	27	25	23	22	22
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,306	1,149	1,171	1,246	1,201	1,108	1,049	1,195	1,436
氧化亞氮總排放量	136	134	133	136	129	122	121	124	121
5.B 固體廢棄物之生物處理	13	14	17	21	19	18	16	16	16
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	8	7	8	8	8	8	8	5	6
5.D 廢水處理與放流	115	112	109	107	102	96	97	103	99
廢棄物部門總排放量	**6,836**	**5,948**	**5,421**	**4,943**	**4,447**	**4,127**	**3,664**	**3,308**	**3,420**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
二氧化碳總排放量（5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒）	613	639	703	798	909	932	893		
甲烷總排放量	2,474	2,106	1,963	1,834	1,805	1,654	1,546		
5.A 固體廢棄物處理	1,080	937	837	769	694	663	612		
5.B 固體廢棄物之生物處理	23	26	28	29	30	28	26		
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
5.D 廢水處理與放流	1,371	1,142	1,098	1,036	1,081	963	908		
氧化亞氮總排放量	122	125	120	121	121	114	107		
5.B 固體廢棄物之生物處理	16	18	20	21	21	20	19		
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	6	6	7	8	9	9	9		
5.D 廢水處理與放流	100	101	93	92	91	86	79		
廢棄物部門總排放量	**3,208**	**2,869**	**2,785**	**2,753**	**2,835**	**2,700**	**2,546**		

備註：NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

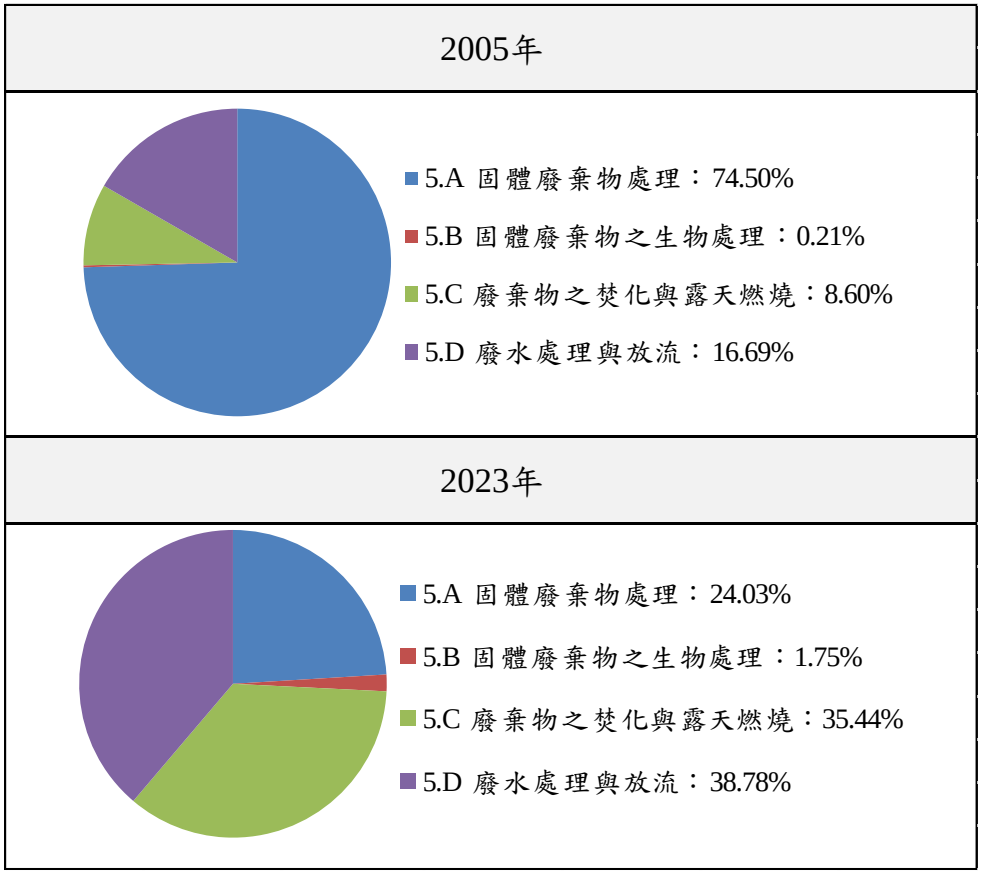


圖 ES3.7 2005 年和 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量占比

第一章 簡介

1.1 國家溫室氣體排放清冊背景資訊
1.2 清冊準備之組織制度安排
1.3 清冊準備流程
1.4 方法與資料來源
1.5 主要排放源
1.6 品質保證及品質管制計畫資訊
1.7 一般不確定性
1.8 完整性評估
1.9 參考文獻

第一章 簡介

1.1 國家溫室氣體排放清冊背景資訊

依據聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）第 4 條及第 12 條與京都議定書第 5 條規範，締約國有義務提交有關因應氣候變遷相關進展之資訊，供 UNFCCC 締約國會議檢視，我國雖然不是 UNFCCC 締約國，但是向來恪盡地球村一份子的責任，積極為減緩地球暖化貢獻心力，而建置一份國家的溫室氣體排放清冊，估算溫室氣體排放量與移除量，是一個國家因應 UNFCCC 的基本義務，也是減緩地球暖化的基本工作之一。我國依據聯合國氣候變化政府間專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)於 2006 年出版 2006 IPCC 國家溫室氣體排放清冊指南（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南）[1]，並參考 IPCC 於 2000 年提出更新補充之「良好作法指南(Good Practice Guidance)」及不確定性管理(Uncertainty Management)」[2]（以下簡稱 2000 GPG），與 2003 年「土地利用、土地利用變遷與林業良好作法指南」[3]（以下簡稱 2003 LULUCF-GPG）以及依照 IPCC 為了支持編制及持續改進國家溫室氣體源排放量及匯移除量，以提供最新科學依據，適用於所有締約方的統一國家清冊方法學指南等因素所發布 2019 年對 2006 年 IPCC 國家溫室氣體排放清冊指南之精進版（2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，簡稱 2019 IPCC 精進指南）[4]共同編製國家溫室氣體排放清冊。

清冊編製係基於我國的實際情況，包括排放源的界定、關鍵排放源的確定、活動數據和排放係數的可獲得性，其主要目的在於彙整溫室氣體排放清冊統計概況，說明我國溫室氣體排放趨勢，除了有利於未來溫室氣體統計工作的持續進行外，並能藉此向國際或我國各界介紹我國溫室氣體統計工作概況，期能獲得各方建議，不斷提昇我國溫室氣體排放清冊的品質。

[1] IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006.
[2] IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.
[3] IPCC, Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003.
[4] IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2019.

1.2 清冊準備之組織制度安排

我國溫室氣體排放清冊準備工作之負責部會為環境部，由其環境部氣候變遷署執行各部門溫室氣體排放與吸收統計彙整、更新、維護、及管理溫室氣體排放清冊資料庫；負責相關活動數據的權責部會，則分別進行清冊各部門的溫室氣體排放源及吸收匯的統計，部會分工如下：

1. 經濟部能源署：能源部門溫室氣體排放統計。
2. 經濟部產業發展署：工業製程及產品使用部門溫室氣體排放統計及彙整，冷凍空調使用及滅火劑使用之氫氟碳化物排放統計則由環境部逕行提供。
3. 農業部資源永續利用司：農業部門及土地利用、土地利用變化及林業部門溫室氣體排放源及吸收匯統計。
4. 環境部氣候變遷署：廢棄物部門溫室氣體排放統計，並彙整整體國家溫室氣體排放清冊。

環境部作為我國推動國家溫室氣體排放清冊統計任務，並擔任編撰彙整國家溫室氣體排放清冊之中央主管機關，於每年彙編發布國家溫室氣體排放清冊報告，以召開國家溫室氣體排放清冊研商會議，邀集專家學者及各部門確立溫室氣體排放清冊數據、清冊報告內容及改善計畫檢討等，以及利用兩階段專家校稿方式完成。

1.3 清冊準備流程

我國國家溫室氣體排放清冊準備流程，如圖 1.3.1 所示。在活動數據統計部分主要由負責相關活動數據的權責部會，先進行清冊各部門的溫室氣體排放源及吸收匯的統計；執行溫室氣體排放清冊統計時，由各部門主動蒐集可靠的官方數據，資料來源包括環境部氣候變遷署、農業部資源永續利用司、農業部畜牧司、農業部農業試驗所、農業部農糧署、農業部林業保育署、經濟部能源署及經濟部產業發展署等相關部會，部分資料無法由官方數據提供者，例如工業製程及產品使用部門含氟溫室氣體排放，則進行產業調查，以獲得產業界各項製程的活動數據。

權責部會統計各部門溫室氣體排放清冊後，邀集部會專家學者校閱部門溫室氣體排放清冊，審視數據的正確性並提供改善建議。各權責部會經部門內審議修改後，提報各部門清冊給環境部並上傳電子化數據至國家溫室氣體排放清冊平臺。接著，由環境部召開國家溫室氣體排放清冊研商會進行研議，彙整並確認國家溫室氣體排放清冊報告內容，其後利用兩階段專家校稿，定稿後依「氣候變遷因應法」每年提交與公布。

目前我國已積極規劃溫室氣體國家體系(National System)，以求能更精確掌握溫室氣體統計作業，優化各相關部會執行相關官方數據的統計與更新流程，期能持續並進一步改善溫室氣體排放清冊。

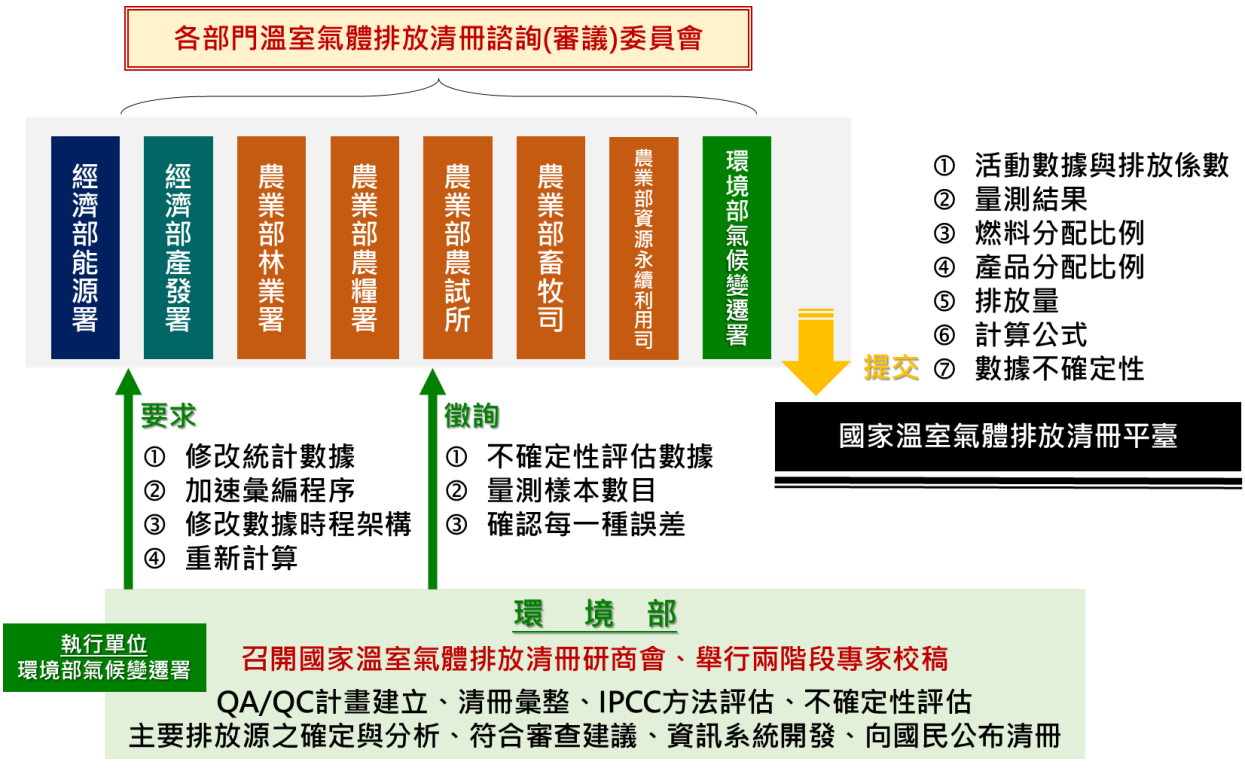


圖 1.3.1 國家溫室氣體排放清冊準備流程

1.4 方法與資料來源

我國溫室氣體排放清冊主要是依照UNFCCC 委託 IPCC 所制定的 2006 IPCC 指南而統計建置，研究人員蒐集各部門的活動數據 (Active Data) 及排放係數 (Emission Factor)後，輸入依據 IPCC 指南所建置之溫室氣體統計電腦系統(IPCC GHG Software)進行計算，再將資料輸出至 UNFCCC 共同報告格式 (UNFCCC Common Reporting Format, UNFCCC CRF)中，即成為我國溫室氣體排放清冊資料庫。以下簡述溫室氣體排放清冊之資料來源。

1.能源部門

能源部門分類及燃料分類係與 2006 IPCC 指南的分類原則相同，其溫室氣體排放量計算方法，則按照數據分類方式有不同的計算級別，2006 IPCC 方法 1(Tier 1)的算法涉及能源的供需，2006 IPCC 方法 2(Tier 2)、方法 3(Tier 3)則以技術別數據為基礎進行計算；二氧化碳的計算方式係依據 2006 IPCC 指南的參考方法和部門方法，其他非二氧化碳的溫室氣體，則運用排放係數概估排放值。由於氣體的排放量取決於燃料類別、燃燒技術、操作情況、控制技術、維修及機具新舊等因素，需要詳細的技術別數據，因此並未列於 2006 IPCC 方法 1(Tier 1)中。我國能源部門溫室氣體排放清冊統計資料之活動數據來源係依據經濟部能源署公布之能源平衡表（新版）。此外，該部門計算之碳排放因子 (Carbon Emission Factors, CEF)、碳氧化分率 (Fraction of Carbon Oxidised)與碳積存分率 (Fraction of Carbon Stored)則主要引用 2006 IPCC 指南之預設值(Default Value)。

2.工業製程及產品使用部門

我國工業製程及產品使用部門中各行業/生產之活動數據來源，係以政府統計公告資料為主，其活動數據具公信力、誤差率小並為延續性資料，如經濟部國際貿易署進出口資料、經濟部統計處工業生產統計年報或工業產銷存動態調查系統等；若無政府公告資料，則以產業公會統計資料替代，如台灣區酸鹼工業同業公會、石油化學工業同業公會及台灣區鋼鐵工業同業公會，或採用向業者進行實際調查統計結果，如產業盤查清冊。

排放係數主要參考 2006 IPCC 指南提供之預設係數及參考環境部計畫中本土排放係數[5,6,7]，此外，也有部分產業採以量測方法所建立的排放係數進行計算。

3.農業部門

我國農業部門之統計數據於 1990 年至 1999 年間乃是引用自臺灣省政府農林廳的「臺灣農業年報」；自 2000 年至今，因主管機關受精省異動而更名，改引用農業部編印的農業統計年報。除農業統計年報之外，也採用行政院主計總處綠色國民所得帳編製報告、農糧署農糧統計臺灣地區肥料產銷量值以及農糧署稻穀生產成本調查報告等相關統計資料。

[5] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000
[6] 行政院環境保護署（現為環境部），推動含氟溫室氣體產業排放減量計畫，2004。
[7] 行政院環境保護署（現為環境部），溫室氣體關鍵減量技術環境管理政策推動與研析專案工作計畫，2015。

排放係數主要以我國農業相關研究報告之本土轉換係數或本土排放係數為主，缺乏者則採用 2006 IPCC 指南預設值。惟農業土壤相關統計精進採用 2019 IPCC 精進指南之排放係數，若 2019 IPCC 精進指南中尚未更新則維持採用 2006 IPCC 指南預設值。

4.土地利用、土地利用變化及林業部門

森林所儲存之碳庫區分為生物量、死有機、土壤等三大類。活動數據主要引用林業及自然保育署每年估算維持覆蓋之林型面積，以及林業統計每年新植造林、伐採、薪材收穫及干擾等，依據 2006 IPCC 指南原則，以目前我國可取得及歸納之資料進行分類計算。「生物量」相關係數則以我國研究數值為主，如果無此數值，則使用 2006 IPCC 指南預設值。而「死有機質」在 2006 IPCC 指南中認為碳貯存量變化並不明顯，因此可假設為 0，即投入與損失相抵；以及「土壤」部分則因報告年間沒有經歷森林類型、林地擾動或經營體制的重大轉變，假設為 0。

5.廢棄物部門

廢棄物部門統計固體廢棄物處理與生物處理之活動數據，係來自環境部環境統計年報。而廢棄物焚化與露天燃燒最新活動數據係採用環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」統計中小型焚化爐廢棄物焚化量數據，並且參考環境部資源循環署「事業廢棄物申報及管理資訊系統」申報數據細分焚化種類。於生活污水之活動數據係參考內政部國土管理署「全國公共污水處理廠資料管理系統」、內政部營建署下水道系統污水處理率以及農業部糧食平衡表，事業廢水則參考環境部「水污染源管制資料管理系統」以及配合大型厭氧廢水處理廠之盤查申報數據。

排放係數則採用 2006 IPCC 指南預設值，於固體廢棄物處理與廢水處理與放流則進一步採用 2019 IPCC 精進指南中更新之統計參數或排放係數。此外，於生活污水中納管污水處理則採用本土污水處理係數與日本污泥處理係數做整合，做為我國採用的排放係數。

1.5 主要排放源

我國溫室氣體排放清冊主要係針對能源活動、工業生產過程、農業活動、土地利用變化和林業、廢棄物處理的溫室氣體排放量進行估算，以下說明我國溫室氣體排放主要排放源，詳如表 1.5.1。

1.能源部門

有關使用能源排放溫室氣體的總量估算，包括燃料使用、燃料逸散性、能源生產、運輸、儲存及傳送過程所產生的溫室氣體，此部份包含生質能，但不包括國際空運及海運使用。

2.工業製程及產品使用部門

工業製程及產品使用部門中產生之溫室氣體總排放量，需按國際工業標準分類詳細報告各製程排放的溫室氣體，但不包括能源使用的排放量。我國工業製程及產品使用部門涉及範圍相當廣泛，包括礦業（非金屬製品）、化學工業、金屬工業、非能源產物燃料溶劑使用、電子工業、破壞臭氧層物質之替代品使用、電器設備及其他產品（包括六氟化硫和全氟碳化物）、食品及飲料工業，共計 8 大類、48 個行業/製程，大部份製程產生溫室氣體，少部份製程則是因使用含一氧化碳及其他溫室氣體之原物料，高溫製造過程中產生二氧化碳及其他溫室氣體。

3.農業部門

農業部門之排放，包括人類所飼養的畜禽類在腸胃發酵作用與糞尿的處理部分，以及因種植農作物所牽涉之排放，例如水稻田與其它農業土壤，與農作物殘體燃燒等產生之溫室氣體。而有關用於燃料使用及廢水的溫室氣體排放，則在能源部門與廢棄物部門中計算。

4.土地利用、土地利用變化及林業部門

由於土地利用變化及林業活動所排放與吸收的溫室氣體，其統計項目包括森林及其他木質生物量的改變、森林及草原的變更、棄置的經營用地、土壤對二氧化碳的釋放與吸收及其他等五大類，內容涵蓋地上部生物量、地下部生物量、枯倒木、土壤有機碳等。

5.廢棄物部門

廢棄物部門之溫室氣體排放包括固體廢棄物掩埋處理、廢水、廢棄物焚化及任何其他廢棄物管理之活動所產生之排放。任何石化產品焚化或分解所產生之二氧化碳排放應列入計算，但必須避免重複。此外，有機廢棄物處理及腐壞所產生之二氧化碳排放將不列入計算。對於廢棄物掩埋場及廢棄物焚化排放二氧化碳的部分，則包括固態廢棄物掩埋場甲烷排放、廢水處理甲烷排放與人類污水氧化亞氮之排放統計。

表 1.5.1 各部門排放源類別

排放源類別 / 部門別	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮	其他含氟氣體
1.能源部門	○	○	○	
1.A 燃料燃燒	○	○	○	
1.A.1 能源產業	○	○	○	
1.A.2 製造業與營造業	○	○	○	
1.A.3 運輸	○	○	○	
1.A.4 其他部門	○	○	○	
1.A.4.a 服務業	○	○	○	
1.A.4.b 住宅	○	○	○	
1.A.4.c 農林漁牧	○	○	○	
1.A.5 其他	NE	NE	NE	
1.B 燃料逸散	○	○	○	
1.B.1 固體燃料	NO	○	NO	
1.B.2 石油和天然氣	NO	○	NO	
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	
1.C.二氧化碳運輸與儲存	NE	NE	NE	
2.工業製程及產品使用部門	○	○	○	HFCs, PFCs, SF_6,NF_3
2.A 礦業（非金屬製品）	○			
2.A.1 水泥生產	○			
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	○,NO			
2.A.3 玻璃生產	○			
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	○			
2.A.5 其他	○			
2.B 化學工業	○	○	○	HFCs
2.B.1 氨生產	NO			
2.B.2 硝酸生產			○	
2.B.3 己二酸生產			NO	
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產			○,NO	
2.B.5 電石生產	NO, ○			
2.B.6 二氧化鈦生產	○, NO			
2.B.7 碳酸鈉（純鹼）（蘇打）生產	○, NO			
2.B.8 石化及碳黑生產	NO,○	○		
2.B.9 含氟化物生產				IE,NO,HFCs
2.B.10 其他		○		
2.C 金屬工業	○	○	○	SF_6
2.C.1 鋼鐵生產	○	○	○	
2.C.2 鐵合金生產	○	○		
2.C.3 原鋁生產	NO			
2.C.4 鎂生產				SF_6
2.C.5 鉛生產	NE,○			
2.C.6 鋅生產	NE,○			
2.C.7 其他	NO	NO		NO
2.D.非能源產物燃料溶劑使用	○			
2.D.1 合成潤滑油使用	○,NO			
2.D.2 石蠟使用	○			
2.D.3 溶劑使用				
2.D.4 其他				
2.E 電子工業			○	HFCs, PFCs, SF_6,NF_3
2.E.1 積體電路或半導體			○	HFCs, PFCs,

排放源類別 / 部門別	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮	其他含氟氣體
				SF_6,NF_3
2.E.2 TFT 平面顯示器			○	PFCs, SF_6, NF_3
2.E.3 光電（太陽能板）				NE
2.E.4 熱傳流體	NA			
2.E.5 其他	NA			
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用				HFCs
2.F.1 冷凍冷藏及空調				HFCs
2.F.2 發泡				NE
2.F.3 滅火劑				HFCs
2.F.4 氣膠				NE
2.F.5 溶劑				NE
2.F.6 其他應用				
2.G 其他產品之製造與使用	○	○	○	HFCs, PFCs, SF_6,NF_3
2.G.1 電子設備				IE
2.G.2 其他產品使用 SF_6 及 PFCs				PFCs,SF_6
2.G.3 使用 N_2O 產品	NE			NE
2.G.4 其他				NE
2.H 其他	○			
2.H.1 食品及飲料工業	○			
3.農業部門	○	○	○	
3.A 畜禽腸胃發酵		○		
3.B 畜禽糞尿處理		○	○	
3.C 水稻種植		○		
3.D 農耕土壤		NO	○	
3.E 草原焚燒		NO	NO	
3.F 作物殘體燃燒		○	○	
3.G 石灰處理	NE			
3.H 尿素施用	○			
3.I 其他含碳肥料	NE			
3.J 其他	NO	NO	NO	
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	○	○	○	
4.A 林地	○	NE	NE	
4.B 農地	NE	NE	NE	
4.C 牧草地	NE	NE	NE	
4.D 濕地	NE	NE	NE	
4.E 聚居地	NE	NE	NE	
4.F 其他土地	NE	NE	NE	
4.G 收穫林產品	NE			
5.廢棄物部門	○	○	○	
5.A 固體廢棄物處理		○		
5.B 固體廢棄物之生物處理		○	○	
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	○	NO	○	
5.D 廢水處理與放流		○	○	
5.E 其他	NO	NO	NO	

備註：1.○指我國該分類已納入統計該氣體。

2.灰底指 2006 IPCC 指南未建議納入統計該氣體。

3.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

4. IE（已估計）指該分類項目排放量已作估計，但列在清冊中其他分類項目。

1.6 品質保證及品質管制計畫資訊

品質保證(Quality Assurance, QA)及品質管制(Quality Control, QC)是國家溫室氣體排放清冊準備工作極為重要的一環，如 1.3 節所述，各部會在其準備清冊程序過程，皆安排專家諮詢及同行專家審議之機制，而各部會之 QA/QC 計畫資訊，將在第 3 至 7 章中個別陳述。我國國家溫室氣體排放清冊現行的 QA/QC 作法，茲分成三個階段：各權責部會統計階段、國家清冊彙整階段、定稿與公布階段，其主要任務與品質管制屬性，請參見表 1.6.1。

表 1.6.1 國家溫室氣體排放清冊現行 QA/QC 作法

程序	任務	QA/QC
各權責部會統計階段	• 按照 2006 IPCC 指南方法與表格統計。 • 活動數據引用自政府官方統計數據，遵循官方流程。 • 部會專家諮詢，確認相關方法與數據。	QC
	• 部會審議機制：執行同行專家審議。 • 部門清冊需經過政府程序後，方由各部會提報給環境部。	QA
國家清冊彙整階段	• 各部會數據及清冊報告由環境部氣候變遷署進行核校與檢查，必要時，再由各部會逕行修改。	QC
	• 國家溫室氣體排放清冊研商會議：各部門溫室氣體排放清冊數據、改善計畫檢討及清冊報告內容。	QC
	• 兩階段專家校稿：由各部會推薦各領域專長之學者，共同組成校稿委員會，專家校稿分成 第一階段（分章節）與第二階段（不分章節）。	QA
定稿與公布階段	• 環境部將國家溫室氣體排放清冊研商會議定稿之國家溫室氣體排放清冊及其報告於網路上公布。	QA

1.7 一般不確定性

我國國家溫室氣體排放清冊統計關於估計不確定性(Uncertainty)的內容，僅參照IPCC 2000 GPG及2003 LULUCF-GPG指南中，預設評估方法與數據，進行說明與評估；目前，各部門已完成主要排放源與吸收匯之不確定性評估，並持續檢視與精進相關估算內容。整體國家層級不確定性分析作業，尚須就各部門評估結果進行技術統整與一致性確認，俟前述作業完成後，將適時辦理彙總與對外說明。各部會清冊不確定性評估情形，詳列於表 1.7.1。

表 1.7.1 國家溫室氣體排放清冊一般不確定性

部門別	2023 年溫室氣體排放量（千公噸二氧化碳當量）	不確定性
1 能源部門	**252,730**	**2.89**
1.A 燃料燃燒	252,395	2.89
1.A.1 能源產業	177,526	3.95
1.A.2 製造業與營造業	29,896	3.64
1.A.3 運輸	35,370	2.78
1.A.4 其他部門	9,603	–
1.A.4.a 服務業	3,947	2.32
1.A.4.b 住宅	4,116	4.96
1.A.4.c 農林漁牧	1,541	3.27
1.A.5 其他	NE	–
1.B 燃料逸散	335	155.22
1.B.1固體燃料	NO	–
1.B.2石油和天然氣	335	155.22
1.B.3來自能源產品之其他排放	NE	–
2 工業製程及產品使用部門	**20,019**	**4.01**
2.A 礦業（非金屬製品）	5,982	–
2.A.1 水泥生產	4,953	4.12
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	223	21.21
2.A.3 玻璃生產	13	60.21
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	759	13.79
2.A.5 其他	33	60.21
2.B 化學工業	1,745	–
2.B.1 氨生產	NO	–
2.B.2 硝酸生產	210	5.39
2.B.3 己二酸生產	NO	–
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產	322	6.90
2.B.5 電石生產	NO	–
2.B.6 二氧化鈦生產	NO	–
2.B.7 碳酸鈉（純鹼）（蘇打）生產	NO	–
2.B.8 石化及碳黑生產	1,204	24.09
2.B.9 含氟化物生產	NO	–
2.B.10 其他	10	113.11
2.C 金屬工業	8,264	–

部門別	2023 年溫室氣體排放量（千公噸二氧化碳當量）	不確定性
2.C.1 鋼鐵生產	8,219	4.28
2.C.2 鐵合金生產	NO	25.50
2.C.3 原鋁生產	NO	–
2.C.4 鎂生產	22	30.00
2.C.5 鉛生產	4.0	30.00
2.C.6 鋅生產	19	30.00
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.000060	–
2.D.1 合成潤滑油使用	0.000058	–
2.D.2 石蠟使用	0.000003	–
2.D.3 溶劑使用	NA	–
2.D.4 其他	NA	–
2.E 電子工業	2,313	–
2.E.1 積體電路或半導體	2,030	12.00
2.E.2 TFT 平面顯示器	283	12.00
2.E.3 光電（太陽能板）	NE	–
2.E.4 熱傳流體	NE	–
2.E.5 其他	NE	–
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	1,615	–
2.F.1 冷凍冷藏及空調	1,607	5.00
2.F.2 發泡	NE	–
2.F.3 滅火劑	7	5.00
2.F.4 氣膠	NE	–
2.F.5 溶劑	NE	–
2.F.6 其他應用	NE	–
2.G 其他產品之製造與使用	85	–
2.G.1 電子設備	IE	–
2.G.2 其他產品使用 SF_6 及 PFCs	85	5.00
2.G.3 使用 N_2O 產品	NE	–
2.G.4 其他	NE	–
2.H 其他	15	–
2.H.1 食品及飲料工業	15	5.00
3 農業部門	**3,331**	
3.A 畜禽腸胃發酵	643	16.73
3.B 畜禽糞尿處理	950	27.67/25.02
3.C 水稻種植	542	-20.95~19.26%
3.D 農耕土壤	1,175	-16.28%~58.22%
3.E 草原焚燒	NE	–
3.F 作物殘體燃燒	2	5.00
3.G 石灰處理	NE	–
3.H 尿素施用	20	-50.00~5.00
3.I 其他含碳肥料	NE	–
4 土地利用、土地利用變化及林業部門	**-21,726**	**8.79**
4.A 林地	-21,726	8.79
4.A.1 林地維持林地	-21,234	8.99
4.A.2 其他土地轉變為林地	-493	17.31

部門別	2023 年溫室氣體排放量（千公噸二氧化碳當量）	不確定性
5 廢棄物部門	**2,546**	**13.05**
5.A 固體廢棄物處理	612	27.13
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	469	33.34
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	143	39.05
5.B 固體廢棄物之生物處理	45	16.04
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	902	20.08
5.C.1 廢棄物焚化	902	
5.C.2 廢棄物露天燃燒	NE	–
5.D 廢水處理與放流	987	22.65
5.D.1 生活污水處理與放流	432	33.65
5.D.2 事業廢水處理與放流	555	30.60

備註：1.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

2.NA（不適用）指我國該分類被認定為從未發生相關排放。

3.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

1.8 完整性評估

我國 2024 年國家溫室氣體排放清冊統計的範疇涵蓋 2006 IPCC 指南部門分類，包括能源部門、工業製程及產品使用部門、農業部門、土地利用、土地利用變化及林業部門、及廢棄物部門等，時間序列涵蓋 1990 年至 2023 年，其中僅 1.C「二氧化碳運輸與儲存」、3.G「石灰處理」、及 3.E「草原焚燒」等三項應統計而未統計之次部門分類，部份估計排放量或移除量極低，不會對整體國家溫室體排放量統計有超過重大性原則之影響；我國國家溫室氣體排放清冊完整性已經相當高，相關完整性說明請參見表 1.8.1。

表 1.8.1 國家溫室氣體排放清冊完整性說明

IPCC 部門分類	時間序列完整性	次部門分類完整性
1.能源部門	1990 年至 2023 年	• 1.A.1.c.ii 其他能源產業 • 1.A.3.b.i 汽車~1.A.3.b.vi 尿素機觸媒 • 1.A.3.e 其他運輸 • 1.A.5 其他 • 1.C 二氧化碳運輸及儲存 以上排放源，無調查數據，而未統計。
2.工業製程及產品使用部門	1990 年至 2023 年（其中含氟氣體統計 1993 年至 2023 年）/含氟氣體基準年自 1995 年起，因此我國此部分數據仍屬完整。	• 2.A.4.a 製陶生產之二氧化碳排放，因此部分活動數據尚無法分類出碳酸鹽使用量，故暫時無法估算。 • 2.A.4.c 非冶鐵之氧化鎂生產之二氧化碳，因依據經濟部產業發展署（民生化工組）提供資料，國內已無生產氧化鎂，故無法估算。 • 2.B.1 氨生產之二氧化碳排放，因國內無廠商製造生產液氨，故無溫室氣體排放。 • 2.B.3 己二酸生產之二氧化碳排放，因國內無生產己二酸，故無溫室氣體排放。 • 2.B.5 電石生產之二氧化碳，因於 2001 年起停產，故 2002 年至 2023 年無溫室氣體排放。 • 2.B.6 二氧化鈦生產之二氧化碳，因早期未生產，故 1990 年至 1993 年無溫室氣體排放，其後於 2022 年停產，故 2022 年至 2023 年無溫室氣體排放。 • 2.B.7 碳酸鈉（純鹼）（蘇打）生產之二氧化碳，因於 2001 年起停產，故 2002 年至 2023 年無溫室氣體排放。 • 2.B.8.a 甲醇生產之二氧化碳，因於 1999 年起停產，故 1999 年至 2023 年無溫室氣體排放。 • 2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇生產之二氧化碳，因早期(1990 年至 1995 年）生產未進行調查，而未統計，其後 2005 年至 2013 年採用產量統計，2014 年後採用溫室氣體盤查清冊統計排放量。 • 2.B.9.a HCFC-22 生產之二氧化碳，因自 1993 年投產，並於 2004 年停產，故僅有 1993 年至 2004 年之溫室氣體排放。 • 2.C.2 鐵合金生產之二氧化碳排放，因曾停產，故 2004 年至 2007 年間無溫室氣體排放。 • 2.C.3 原鋁生產之二氧化碳排放，因無生產而無溫室氣體排放。 • 2.C.4 鎂生產之二氧化碳排放，因早期（1990 年至 2001 年）生產未進行調查，而未統計。 • 2.C.5 鉛生產之二氧化碳排放，因早期（1990 年至 2002 年）生產未進行調查，而未統計。

IPCC 部門分類	時間序列完整性	次部門分類完整性
		• 2.C.6 鋅生產之二氧化碳排放，因早期（1990 年至 2002 年）生產未進行調查，而未統計。 • 2.D.3 石蠟使用與 2.D.4 其他，因國內無使用而無溫室氣體排放。 • 2.E.1 積體電路或半導體之氧化亞氮（1990 年至 2005 年）及含氟氣體排放（1990 年至 2000 年）未進行調查，而未統計。 • 2.E.2 TFT 平面顯示器之氧化亞氮（1990 年至 2005 年）及含氟氣體排放（1990 年至 1998 年），在我國很少廠房，故不予計算。 • 2.F.1 冷凍冷藏及空調之氫氟碳化物排放，因早期(1990 年至 1994 年）使用量少，故不予計算。 • 2.F.2 發泡之氫氟碳化物排放，因未進行調查，而未統計。 • 2.F.3 滅火劑之氫氟碳化物排放，因早期（1990 年至 2008 年）使用量少，故不予計算。 • 2.F.4 氣膠、2.F.5 溶劑及 2.F.6 其他應用之氫氟碳化物排放，因未進行調查，而未統計。 • 2.G.1 電子設備，因無法依 2006 IPCC 指南之方法別取得所需數據，整併於 2.E.1 積體電路或半導體與 2.E.2 TFT 平面顯示器中。 • 2.G.2 其他產品使用 SF_6 及 PFC**s** 因早期未進行調查，故 1990 年至 2001 年未統計。 • 2.G.3 使用 N_2O 之產品及 2.G.4 其他，因未進行調查，而未統計。
3.農業部門	1990 年至 2023 年	• 3.E.草原焚燒因我國鮮有此系統，亦無統計資料，故不予計算。 • 3.F 作物殘體燃燒之二氧化碳排放，主要是以水稻稻藁為主，其他如豆類、玉米、甘蔗等量少且無統計資料，未列入計算。 • 3G 石灰處理之二氧化碳排放，缺乏直接統計資料，故未統計。 • 3.I 其他含碳肥料之二氧化碳排放，因其使用量少且無確切統計數據，故暫未估算。
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	1990 年至 2023 年	• 4.B 農地 • 4.C 牧草地 • 4.D 濕地 • 4.E 聚居地 • 4.F 其他土地 • 4.G 收穫林產品 以上排放源無調查數據，而未統計。
5.廢棄物部門	1990 年至 2023 年	• 5.A.3 未分類之廢棄物處理廠址 • 5.C.2 廢棄物露天燃燒 • 5.E 其他 以上排放源無調查數據，而未統計。

1.9 參考文獻

1. IPCC , 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventory, 2006.
2. IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.
3. IPCC, Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003.
4. IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2019.

第二章

溫室氣體排放趨勢

2.1 總溫室氣體排放趨勢的描述與解釋

2.2 各種溫室氣體排放趨勢的描述與解釋

2.3 各排放源溫室氣體排放趨勢的描述與解釋

第二章 溫室氣體排放趨勢

2.1 總溫室氣體排放趨勢的描述與解釋

2.1.1 溫室氣體排放及移除

我國總溫室氣體排放量（不包括LULUCF）自 2005 年 291,702 千公噸二氧化碳當量，降至 2023 年 278,625 千公噸二氧化碳當量，較 2005 年降低 4.48%，年平均負成長率為 0.25%，較 2022 年減少 2.83%。

同樣地，淨溫室氣體排放量（包括LULUCF）自 2005 年 269,412 千公噸二氧化碳當量，降至 2023 年 256,899 千公噸二氧化碳當量，排放量減少 4.64%，年平均負成長率為 0.26%，較 2022 年減少 3.02%，詳如圖 2.1.1 及表 2.1.1 所示。

2023 年二氧化碳為我國所排放溫室氣體中最大宗，其次為甲烷，再其次為氧化亞氮及含氟溫室氣體。2023 年二氧化碳排放量為 267,097 千公噸二氧化碳當量（不包括LULUCF），占總溫室氣體排放量 95.86%，在 2005 至 2023 年間，二氧化碳排放量成長 0.08%，年平均成長率為 0.004%；2023 年二氧化碳移除量為 21,726 千公噸二氧化碳當量，約為總溫室氣體排放量 7.80%，2005 至 2023 年間移除量減少 2.53%，年平均負成長率為 0.14%。2023 年甲烷排放量為 4,447 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放量 1.60%，2005 至 2023 年間排放量減少 61.09%，年平均負成長率為 5.11%。2023 年氧化亞氮排放量為 3,649 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放量 1.31%，2005 至 2023 年間排放量減少 11.77%，年平均負成長率為 0.69%。2023 年含氟溫室氣體排放量為 3,433 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放量 1.23%，自 2005 至 2023 年間減少 62.89%，年平均負成長率為 5.36%。

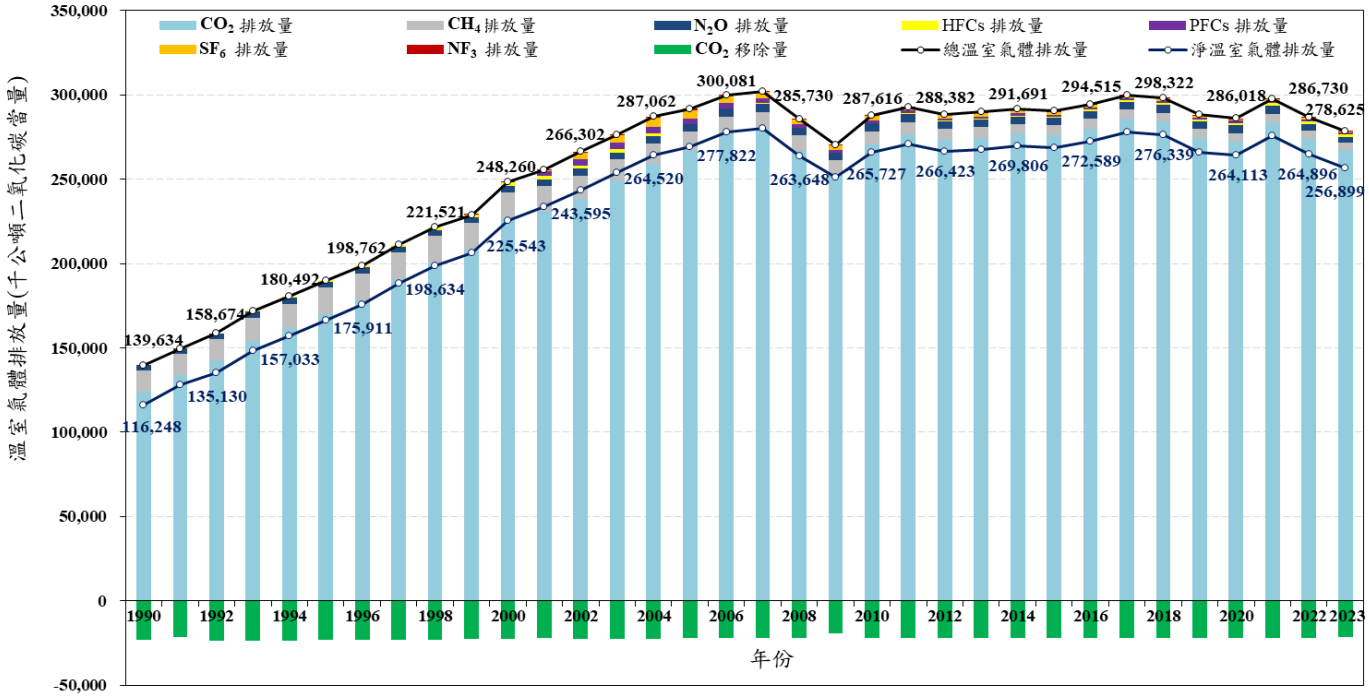


圖 2.1.1 1990 年至 2023 年總溫室氣體排放量和移除量趨勢

表 2.1.1 1990 年至 2023 年各類溫室氣體排放量和移除量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

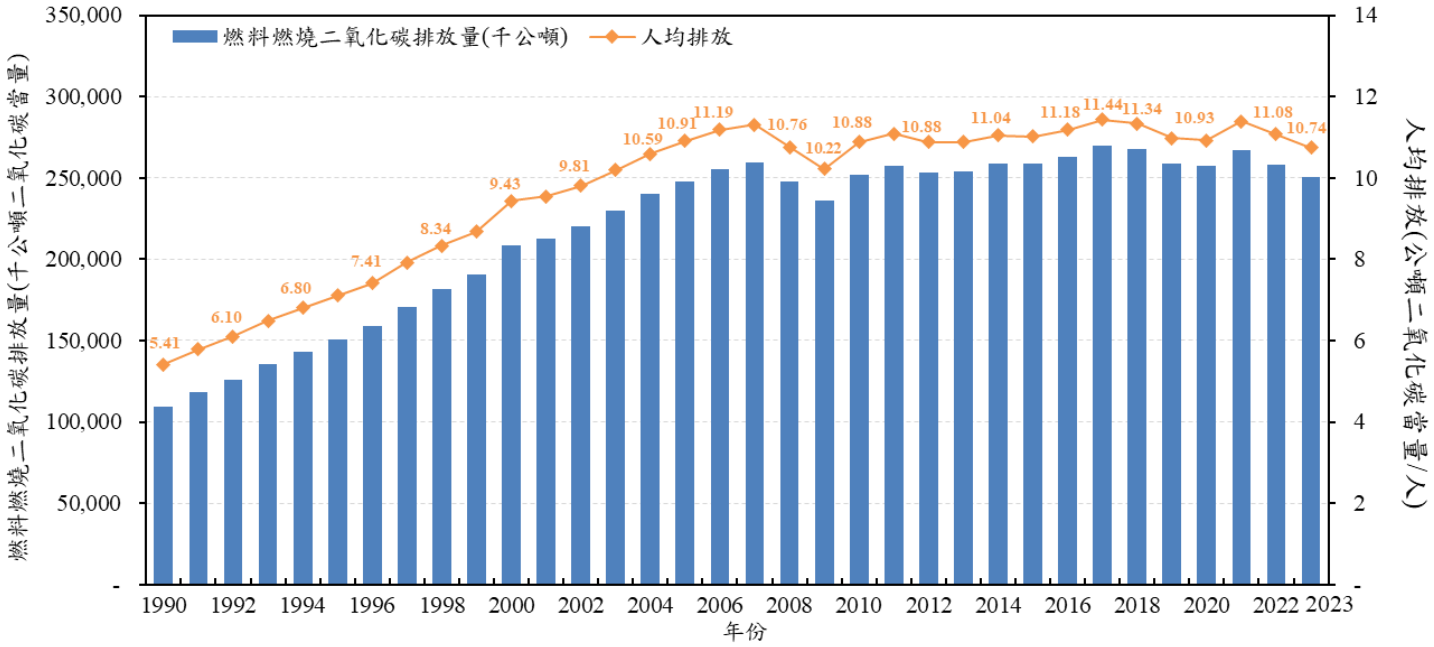
溫室氣體	全球暖化潛勢	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳	1	124,257	133,631	142,432	154,046	161,564	170,065	178,059	190,782	200,547
甲烷	28	12,272	12,690	12,862	13,914	14,706	15,694	15,890	15,664	15,804
氧化亞氮	265	3,105	3,406	3,380	3,449	3,506	3,595	3,694	3,432	3,358
氫氟碳化物	HFC-134a（1,300）等	NE	NE	NE	633	716	680	1,120	1,284	1,812
全氟碳化物	PFC-14（6,630）等	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
六氟化硫	23,500	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
三氟化氮	16,100	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
二氧化碳移除量	1	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）		**116,248**	**128,236**	**135,130**	**148,495**	**157,033**	**166,694**	**175,911**	**188,101**	**198,634**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）		**139,634**	**149,727**	**158,674**	**172,041**	**180,492**	**190,034**	**198,762**	**211,161**	**221,521**
溫室氣體	**全球暖化潛勢**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
二氧化碳	1	208,024	226,933	231,431	238,568	249,129	259,367	266,888	276,552	280,079
甲烷	28	15,870	15,216	14,399	13,615	12,790	12,045	11,428	10,666	9,875
氧化亞氮	265	3,403	3,911	3,918	3,981	3,930	4,111	4,136	4,593	4,649
氫氟碳化物	HFC-134a（1,300）等	1,437	2,054	2,329	2,016	1,857	1,685	303	331	402
全氟碳化物	PFC-14（6,630）等	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355	3,102
六氟化硫	23,500	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940	3,485
三氟化氮	16,100	10	9	220	373	506	617	716	644	747
二氧化碳移除量	1	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259	-22,074
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）		**206,102**	**225,543**	**233,881**	**243,595**	**253,873**	**264,520**	**269,412**	**277,822**	**280,265**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）		**228,866**	**248,260**	**255,731**	**266,302**	**276,497**	**287,062**	**291,702**	**300,081**	**302,339**
溫室氣體	**全球暖化潛勢**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
二氧化碳	1	266,974	253,028	270,717	276,770	273,282	274,577	276,959	276,264	280,196
甲烷	28	9,024	8,102	7,570	7,219	6,727	6,256	5,832	5,715	5,770
氧化亞氮	265	4,250	4,407	4,758	4,642	4,565	4,367	4,323	4,286	4,477
氫氟碳化物	HFC-134a（1,300）等	356	404	393	372	482	610	697	726	836
全氟碳化物	PFC-14（6,630）等	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336
六氟化硫	23,500	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458
三氟化氮	16,100	191	540	241	393	363	723	624	626	442
二氧化碳移除量	1	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）		**263,648**	**251,085**	**265,727**	**271,091**	**266,423**	**267,871**	**269,806**	**268,535**	**272,589**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）		**285,730**	**270,473**	**287,616**	**293,038**	**288,382**	**289,845**	**291,691**	**290,436**	**294,515**
溫室氣體	**全球暖化潛勢**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
二氧化碳	1	285,736	284,150	274,704	272,521	283,887	274,003	267,097		
甲烷	28	5,538	5,155	5,017	4,900	4,819	4,610	4,447		
氧化亞氮	265	4,599	4,652	4,462	4,476	4,894	4,103	3,649		
氫氟碳化物	HFC-134a（1,300）等	971	1,125	1,252	1,390	1,515	1,649	1,725		
全氟碳化物	PFC-14（6,630）等	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250	878		
六氟化硫	23,500	1,459	1,342	963	867	882	660	481		
三氟化氮	16,100	412	477	443	528	556	455	348		
二氧化碳移除量	1	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834	-21,726		
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）		**278,059**	**276,339**	**266,240**	**264,113**	**276,056**	**264,896**	**256,899**		
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）		**300,021**	**298,322**	**288,157**	**286,018**	**297,906**	**286,730**	**278,625**		

備註：1.溫暖化潛勢（Global Warming Potential,以下簡稱 GWP）引用 IPCC 第五次評估報告。

2.NE（未估計），指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.1.2 人均二氧化碳排放

我國 2023 年燃料燃燒二氧化碳排放量為 250,755 千公噸二氧化碳當量（不包括二氧化碳移除量），占總溫室氣體排放量 90.00%。1990 年人均排放量約 5.41 公噸二氧化碳當量/人，逐年持續揚升，至 2000 年為 9.43 公噸二氧化碳當量/人，2005 年上升至 10.91 公噸二氧化碳當量/人，2009 年微幅下降至 10.22 公噸二氧化碳當量/人，2017 年上升至 11.44 公噸二氧化碳當量/人，為歷史高點，因 2019 年嚴重特殊傳染性肺炎（COVID-19）疫情，2020 年降低至 10.93 公噸二氧化碳當量/人，隨後 2021 年至 2022 年微幅上升後，2023 年下降至 10.74 公噸二氧化碳當量/人，詳如圖 2.1.2 所示。1990 年至 2023 年期間人均排放量年均成長率約為 2.10%。



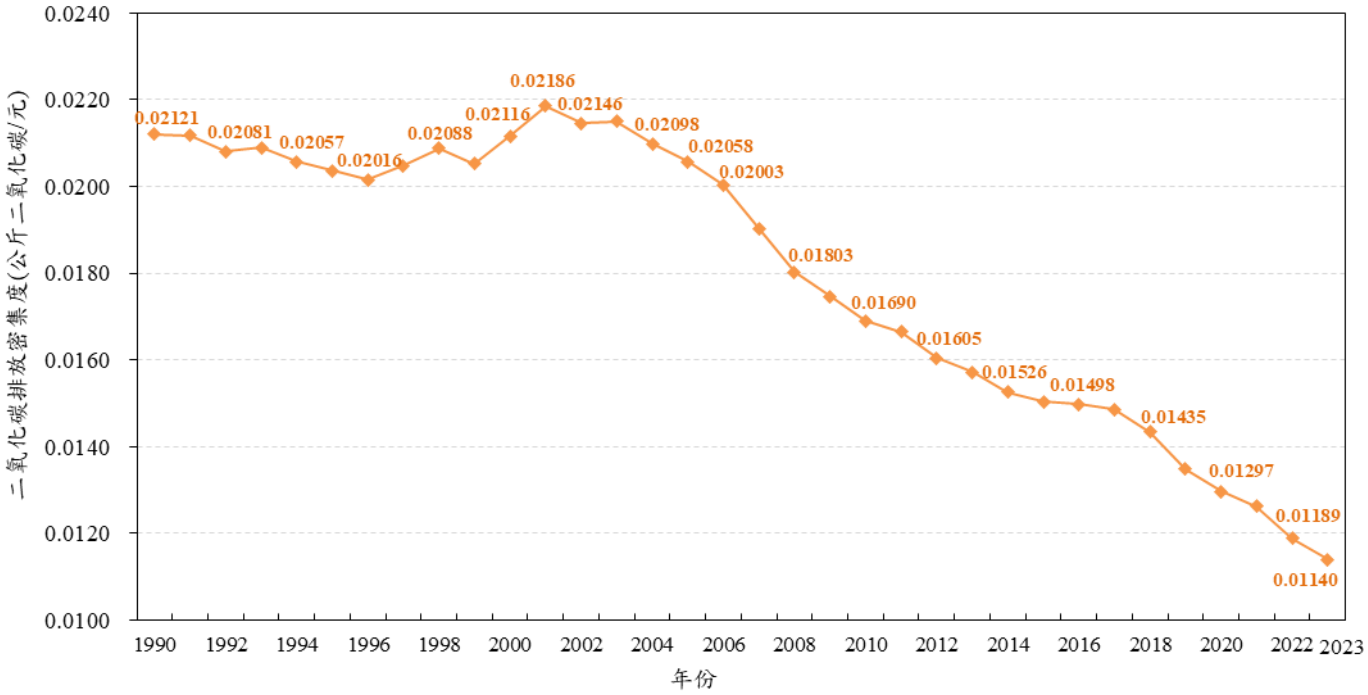
資料來源：人口資料來自行政院主計總處[1]

圖 2.1.2 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒二氧化碳和人均排放趨勢

[1] 行政院主計總處網站。http://www.dgbas.gov.tw

2.1.3 二氧化碳密集度

我國 1990 年二氧化碳排放密集度（即每單位 GDP 之二氧化碳排放）為 0.02121 公斤二氧化碳/元，於 2001 年達最高（0.02186 公斤二氧化碳/元）後逐漸下降，2023 年為 0.01140 公斤二氧化碳/元，相較 1990 年減少 46.28%，其中相較 2005 年減少 44.62%，相較 2022 年減少 4.14%，反映我國能源效率逐年改善之趨勢。詳如圖 2.1.3 所示。



資料來源：GDP 資料來自行政院主計總處

圖 2.1.3 1990 年至 2023 年二氧化碳排放密集度趨勢

2.2 各種溫室氣體排放趨勢的描述與解釋

2.2.1 二氧化碳

能源部門、工業製程及產品使用部門、農業部門和廢棄物部門係我國二氧化碳的主要排放源，表 2.2.1 列有各部門 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量與移除量清單，排放趨勢則如圖 2.2.1 所示。我國 2005 年二氧化碳排放量為 266,888 千公噸二氧化碳當量，2023 年為 267,097 千公噸二氧化碳當量（占總溫室氣體排放的 95.86%），增加 0.08%，平均成長率為 0.004%；其中 2023 年能源部門占 93.88%，包括能源產業為 66.20%、製造業與營造業為 11.14%、運輸為 12.96%及其他部門（包括服務業、住宅及農林漁牧業）為 3.58%，另工業製程及產品使用部門占 5.78%、農業部門占 0.01%及廢棄物部門占 0.33%。2023 年較 2022 年排放量減少 2.52%，主要為能源部門減少；土地利用、土地利用變化及林業部門係二氧化碳的移除量。2005 年我國二氧化碳移除量為 22,290 千公噸二氧化碳當量，2023 年為 21,726 千公噸二氧化碳當量，移除量減少 2.53%。

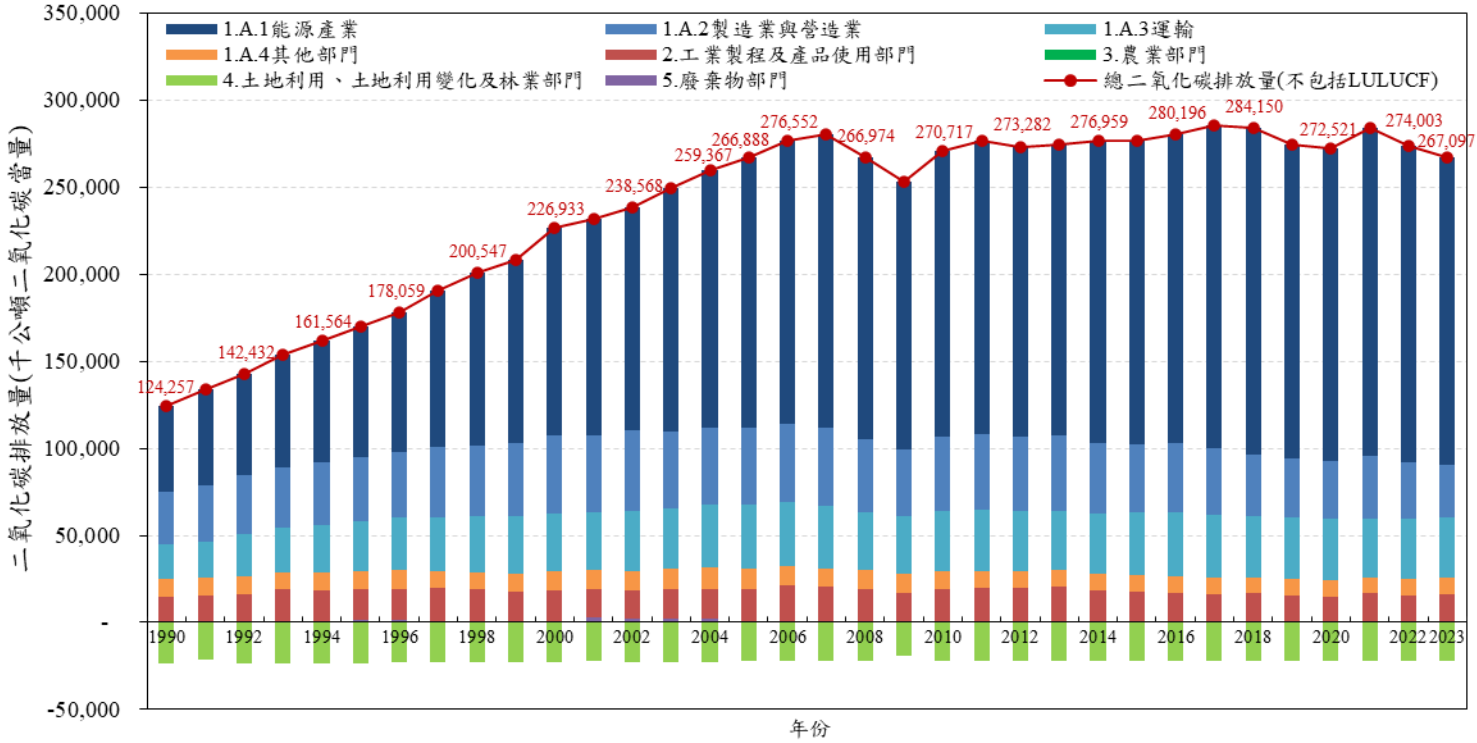


圖 2.2.1 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量趨勢

表 2.2.1 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.能源部門	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103	150,810	158,579	170,835	181,518
1.A.1 能源產業	49,123	55,126	57,508	64,745	69,487	75,214	80,103	90,168	99,375
1.A.2 製造業與營造業	30,124	31,963	34,410	34,835	35,876	36,956	37,942	40,323	40,360
1.A.3 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844
1.A.4 其他部門	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200	9,819	10,733	9,808	9,939
1.A.4.a 服務業	3,621	3,529	2,989	2,490	3,018	2,446	3,175	2,482	2,948
1.A.4.b 住宅	4,005	4,238	4,446	4,359	4,461	4,596	4,754	4,851	4,950
1.A.4.c 農林漁牧業	2,946	2,700	2,672	2,675	2,721	2,777	2,805	2,475	2,041
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	14,557	15,007	15,926	18,408	17,826	17,528	17,677	19,483	18,410
2.A 礦業（非金屬製品）	10,683	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564
2.B 化學工業	575	551	575	617	770	858	999	1,026	1,007
2.C 金屬工業	3,275	3,735	3,474	3,888	3,774	3,884	4,013	5,045	5,817
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008	0.00009
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	23	23	23	24	23	21	20	19	22
3.農業部門	142	146	139	131	135	151	151	134	127
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887
5.廢棄物部門	94	35	309	301	500	1575	1652	330	491
淨二氧化碳排放量（包括 LULUCF）	**100,871**	**112,141**	**118,888**	**130,500**	**138,105**	**146,725**	**155,208**	**167,722**	**177,660**
總二氧化碳排放量（不包括 LULUCF）	**124,257**	**133,631**	**142,432**	**154,046**	**161,564**	**170,065**	**178,059**	**190,782**	**200,547**
溫室氣體排放源和吸收匯	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
1.能源部門	190,446	208,724	212,554	220,123	229,841	239,929	247,956	255,330	259,215
1.A.1 能源產業	104,827	119,268	123,880	128,157	139,316	147,288	155,014	162,298	168,580
1.A.2 製造業與營造業	42,269	45,284	44,234	46,373	44,211	44,551	44,008	45,309	44,845
1.A.3 運輸	32,772	33,207	33,267	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771	35,419
1.A.4 其他部門	10,579	10,965	11,174	11,052	11,806	12,230	12,089	10,952	10,371
1.A.4.a 服務業	3,128	3,205	3,538	3,487	3,952	4,120	4,227	4,272	4,232
1.A.4.b 住宅	5,410	5,398	5,181	5,107	5,042	5,133	5,235	5,033	5,047
1.A.4.c 農林漁牧業	2,040	2,362	2,455	2,459	2,811	2,977	2,627	1,647	1,091
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	17,179	17,388	16,186	16,075	17,141	17,358	18,094	20,315	19,971
2.A 礦業（非金屬製品）	10,746	10,486	9,974	10,648	10,341	10,691	11,257	11,029	10,373
2.B 化學工業	1,079	1,148	1,232	1,313	1,384	1,485	1,751	1,721	1,845
2.C 金屬工業	5,333	5,734	4,960	4,096	5,397	5,162	5,066	7,544	7,733
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00009	0.00008	0.00007	0.00008	0.00009	0.00011	0.00010	0.00007	0.00007
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	21	20	20	18	18	19	20	21	20
3.農業部門	118	131	94	93	82	84	62	59	57
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259	-22,074
5.廢棄物部門	280	691	2597	2276	2065	1996	776	848	837
淨二氧化碳排放量（包括 LULUCF）	**185,260**	**204,216**	**209,582**	**215,860**	**226,505**	**236,825**	**244,599**	**254,293**	**258,006**
總二氧化碳排放量（不包括 LULUCF）	**208,024**	**226,933**	**231,431**	**238,568**	**249,129**	**259,367**	**266,888**	**276,552**	**280,079**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

表 2.2.1 1990 年至 2023 年二氧化碳排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1.能源部門	247,537	235,868	251,708	257,097	253,201	254,109	258,480	258,475	262,982
1.A.1 能源產業	162,125	153,989	164,270	168,491	166,837	167,023	173,749	173,697	177,211
1.A.2 製造業與營造業	41,410	37,874	42,612	43,691	42,515	43,307	40,384	39,575	39,653
1.A.3 運輸	33,216	33,541	34,652	35,107	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584
1.A.4 其他部門	10,785	10,463	10,174	9,808	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533
1.A.4.a 服務業	4,226	4,264	4,203	3,898	3,635	3,812	3,928	3,941	3,720
1.A.4.b 住宅	5,017	5,030	4,857	4,786	4,672	4,484	4,411	4,469	4,537
1.A.4.c 農林漁牧業	1,543	1,169	1,113	1,123	1,259	1,274	1,343	1,287	1,276
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	18,648	16,402	18,209	18,951	19,369	19,605	17,703	17,253	16,592
2.A 礦業（非金屬製品）	9,380	8,462	8,618	9,574	9,333	9,866	8,728	8,347	7,117
2.B 化學工業	1,601	1,601	1,778	1,737	1,714	1,749	1,884	1,842	1,760
2.C 金屬工業	7,648	6,317	7,792	7,620	8,301	7,970	7,072	7,044	7,696
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00005	0.00004	0.00004	0.00005	0.00006	0.00010	0.00008
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	20	21	20	20	21	19	19	20	19
3.農業部門	57	55	54	53	55	45	40	38	34
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926
5.廢棄物部門	733	703	747	670	657	817	736	498	589
淨二氧化碳排放量（包括 LULUCF）	**244,892**	**233,640**	**248,828**	**254,823**	**251,323**	**252,603**	**255,073**	**254,364**	**258,271**
總二氧化碳排放量（不包括 LULUCF）	**266,974**	**253,028**	**270,717**	**276,770**	**273,282**	**274,577**	**276,959**	**276,264**	**280,196**
溫室氣體排放源和吸收匯	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
1.能源部門	269,461	267,458	259,083	257,693	267,281	258,271	250,755		
1.A.1 能源產業	185,763	187,957	180,289	179,510	188,460	181,773	176,827		
1.A.2 製造業與營造業	38,112	35,045	34,079	33,078	35,687	32,422	29,748		
1.A.3 運輸	36,202	35,202	35,438	35,715	33,905	34,696	34,616		
1.A.4 其他部門	9,384	9,254	9,277	9,389	9,229	9,380	9,564		
1.A.4.a 服務業	3,779	3,593	3,622	3,792	3,741	3,746	3,928		
1.A.4.b 住宅	4,402	4,145	4,137	4,269	4,170	4,266	4,104		
1.A.4.c 農林漁牧業	1,203	1,515	1,518	1,328	1,318	1,368	1,532		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
2.工業製程及產品使用部門	15,631	16,024	14,889	14,001	15,670	14,778	15,430		
2.A 礦業（非金屬製品）	6,269	6,408	6,500	6,563	6,835	6,473	5,982		
2.B 化學工業	1,709	1,684	1,666	1,550	1,730	1,270	1,192		
2.C 金屬工業	7,634	7,913	6,706	5,870	7,090	7,020	8,242		
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00006	0.00006		
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
2.H 其他	20	19	17	18	15	15	15		
3.農業部門	31	30	29	29	27	22	20		
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834	-21,726		
5.廢棄物部門	613	639	703	798	909	932	893		
淨二氧化碳排放量（包括 LULUCF）	**263,775**	**262,167**	**252,788**	**250,616**	**262,037**	**252,169**	**245,370**		
總二氧化碳排放量（不包括 LULUCF）	**285,736**	**284,150**	**274,704**	**272,521**	**283,887**	**274,003**	**267,097**		

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

2.2.2 甲烷

我國主要甲烷排放來源係來自於廢棄物部門、農業部門、能源部門與工業製程及產品使用部門。表 2.2.2 列有各部門 1990 年至 2023 年甲烷排放量清單，排放趨勢則如圖 2.2.2 所示。我國 2005 年甲烷排放量為 11,428 千公噸二氧化碳當量，2023 年為 4,447 千公噸二氧化碳當量（占總溫室氣體排放的 1.60%），減少 61.09%，年平均負成長率為 5.11%。2023 年較 2022 年排放量減少 3.54%。其中，2023 年甲烷排放量以農業部門占 45.08%最多、其餘依次為廢棄物部門占 34.76%、能源部門占 19.65%，以及工業製程及產品使用部門占 0.51%。其中，2005 至 2023 年間廢棄物部門減少 81.06%，為比例最大者，農業部門則減少 19.66%；其中廢棄物部門於 2000 年間甲烷排放量開始逐年減少，主要是廢棄物處理改以資源回收與焚化，導致垃圾掩埋量大幅下降所致，使得 2005 年至 2023 年垃圾掩埋場甲烷排放量年平均負成長率為 12.51%，其主因與推動垃圾減量，以及推動廢棄物零掩埋、沼氣處理與鼓勵沼氣回收發電等政策有關，另外，生活污水處理與放流則由於生活污水接管率逐年增加，而使得甲烷排放量從 2005 年至 2023 年減少 56.02%。農業部門溫室氣體從 2005 年起呈逐年下降，主要係作物轉作政策及農業活動衰減有關。

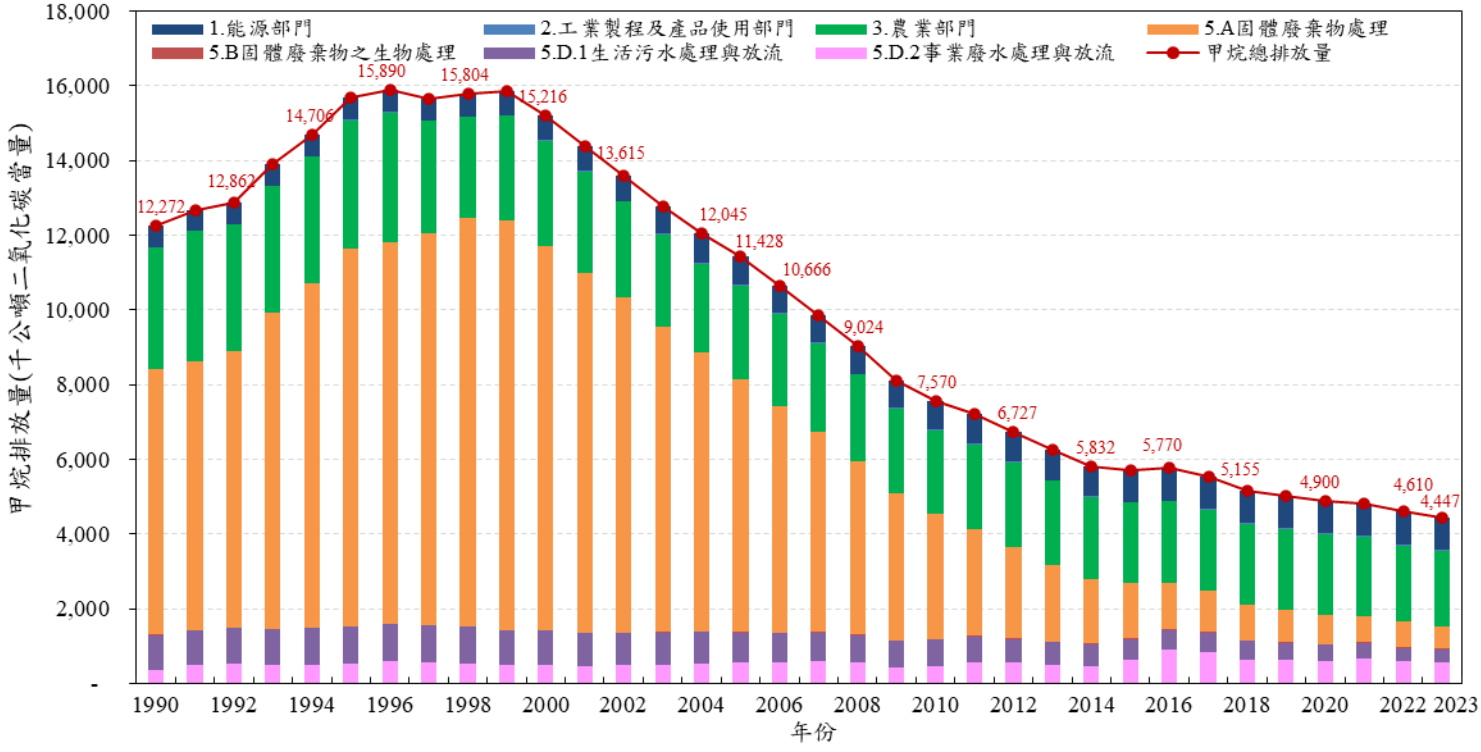


圖 2.2.2 1990 年至 2023 年甲烷排放量趨勢

表 2.2.2 1990 年至 2023 年甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.能源部門	592	567	558	573	592	602	589	585	611
2.工業製程及產品使用部門	6	8	7	8	9	11	13	13	11
3.農業部門	3,264	3,472	3,381	3,388	3,374	3,449	3,455	2,993	2,703
3.A 畜禽腸胃發酵	750	819	826	868	883	921	921	820	755
3.B 畜禽糞尿處理	1,246	1,460	1,418	1,436	1,470	1,535	1,565	1,190	990
3.C 水稻種植	1,226	1,166	1,084	1,059	998	984	961	976	953
3.D 農耕土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	42	28	53	24	23	8	8	8	6
5.廢棄物部門	8,410	8,643	8,917	9,945	10,731	11,632	11,833	12,073	12,479
5.A 固體廢棄物處理	7,102	7,206	7,431	8,492	9,252	10,112	10,231	10,496	10,962
5.B 固體廢棄物之生物處理	13	0.6	0.9	0.5	0.2	0.7	0.3	1.6	0.06
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,295	1,436	1,485	1,452	1,479	1,520	1,602	1,575	1,517
5.D.1 生活污水處理與放流	935	945	953	962	970	977	983	990	982
5.D.2 事業廢水處理與放流	360	492	531	490	509	542	619	586	534
甲烷總排放量	**12,272**	**12,690**	**12,862**	**13,914**	**14,706**	**15,694**	**15,890**	**15,664**	**15,804**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
1.能源部門	646	667	665	689	746	782	749	743	741
2.工業製程及產品使用部門	13	15	20	21	24	31	20	25	31
3.農業部門	2,820	2,813	2,717	2,565	2,451	2,363	2,495	2,461	2,371
3.A 畜禽腸胃發酵	778	775	739	712	701	688	698	688	682
3.B 畜禽糞尿處理	1,088	1,123	1,074	1,022	1,019	1,024	1,071	1,058	994
3.C 水稻種植	947	899	887	816	721	643	717	706	690
3.D 農耕土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	8	15	17	14	10	9	9	9	5
5.廢棄物部門	12,391	11,722	10,996	10,339	9,569	8,868	8,164	7,437	6,732
5.A 固體廢棄物處理	10,958	10,310	9,655	8,976	8,192	7,482	6,786	6,066	5,349
5.B 固體廢棄物之生物處理	2.2	0.3	0.02	0.4	3	7	11	13	16
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,431	1,411	1,341	1,363	1,375	1,379	1,367	1,359	1,367
5.D.1 生活污水處理與放流	935	894	883	868	860	833	808	783	752
5.D.2 事業廢水處理與放流	497	517	458	495	515	546	559	576	615
甲烷總排放量	**15,870**	**15,216**	**14,399**	**13,615**	**12,790**	**12,045**	**11,428**	**10,666**	**9,875**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
1.能源部門	724	713	753	779	789	804	815	843	864
2.工業製程及產品使用部門	30	31	32	25	26	28	29	29	30
3.農業部門	2,303	2,247	2,244	2,278	2,252	2,237	2,180	2,157	2,166
3.A 畜禽腸胃發酵	655	640	648	660	653	649	634	641	628
3.B 畜禽糞尿處理	965	924	931	944	904	874	840	834	829
3.C 水稻種植	676	678	659	668	688	710	702	678	705
3.D 農耕土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	7	6	6	6	6	4	4	5	4
5.廢棄物部門	5,968	5,111	4,542	4,137	3,660	3,187	2,808	2,686	2,710
5.A 固體廢棄物處理	4,644	3,942	3,347	2,862	2,432	2,054	1,736	1,469	1,252
5.B 固體廢棄物之生物處理	18	20	23	29	27	25	23	22	22
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,306	1,149	1,171	1,246	1,201	1,108	1,049	1,195	1,436
5.D.1 生活污水處理與放流	728	700	689	661	631	609	593	572	537
5.D.2 事業廢水處理與放流	578	449	482	584	570	499	456	623	899
甲烷總排放量	**9,024**	**8,102**	**7,570**	**7,219**	**6,727**	**6,256**	**5,832**	**5,715**	**5,770**

備註：NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

表 2.2.2 1990 年至 2023 年甲烷排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.能源部門	871	855	851	865	870	880	874		
2.工業製程及產品使用部門	27	30	29	28	29	24	23		
3.農業部門	2,166	2,165	2,174	2,172	2,115	2,052	2,004		
3.A 畜禽腸胃發酵	632	640	643	650	665	655	643		
3.B 畜禽糞尿處理	827	832	844	845	842	821	819		
3.C 水稻種植	704	689	684	677	608	576	542		
3.D 農耕土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.F 農作物殘體燃燒	4	3	2	1	1	1	1		
5.廢棄物部門	2,474	2,106	1,963	1,834	1,805	1,654	1,546		
5.A 固體廢棄物處理	1,080	937	837	769	694	663	612		
5.B 固體廢棄物之生物處理	23	26	28	29	30	28	26		
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
5.D 廢水處理與放流	1,371	1,142	1,098	1,036	1,081	963	908		
5.D.1 生活污水處理與放流	512	491	445	423	395	373	355		
5.D.2 事業廢水處理與放流	859	651	653	612	686	590	553		
甲烷總排放量	**5,538**	**5,155**	**5,017**	**4,900**	**4,819**	**4,610**	**4,447**		

備註：NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

2.2.3 氧化亞氮

氧化亞氮排放來源為農業部門、工業製程及產品使用部門與能源部門，廢棄物部門也有少量排放。農業部門氧化亞氮排放係以農業土壤排放為主，排放來源包括農地化學肥料使用、動物排泄物、固氮作物、農作物殘體等。而工業製程及產品使用部門近年氧化亞氮排放逐年增加，係以化學工業及電子工業為主，排放來源包括己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產、硝酸生產、積體電路或半導體及TFT平面顯示器等。我國2005年氧化亞氮排放量為4,136千公噸二氧化碳當量，2023年為3,649千公噸二氧化碳當量（占總溫室氣體排放1.31%），其中農業部門排放約1,307千公噸二氧化碳當量（占35.80%）、工業製程及產品使用部門排放約1,134千公噸二氧化碳當量(占31.06%)、能源部門排放約1,102千公噸二氧化碳當量（占30.20%）、廢棄物部門排放約107千公噸二氧化碳當量（占2.93%），詳如表2.2.3所示。

1990年至2023年各部門氧化亞氮的排放趨勢如圖2.2.3所示，就氧化亞氮總排放量而言，2005至2023年排放量減少11.77%，平均負成長率0.69%，相同期間下，以農業土壤排放量減少最多達32.98%，年平均負成長率為2.20%，係與農業部推廣合理化施肥有關。

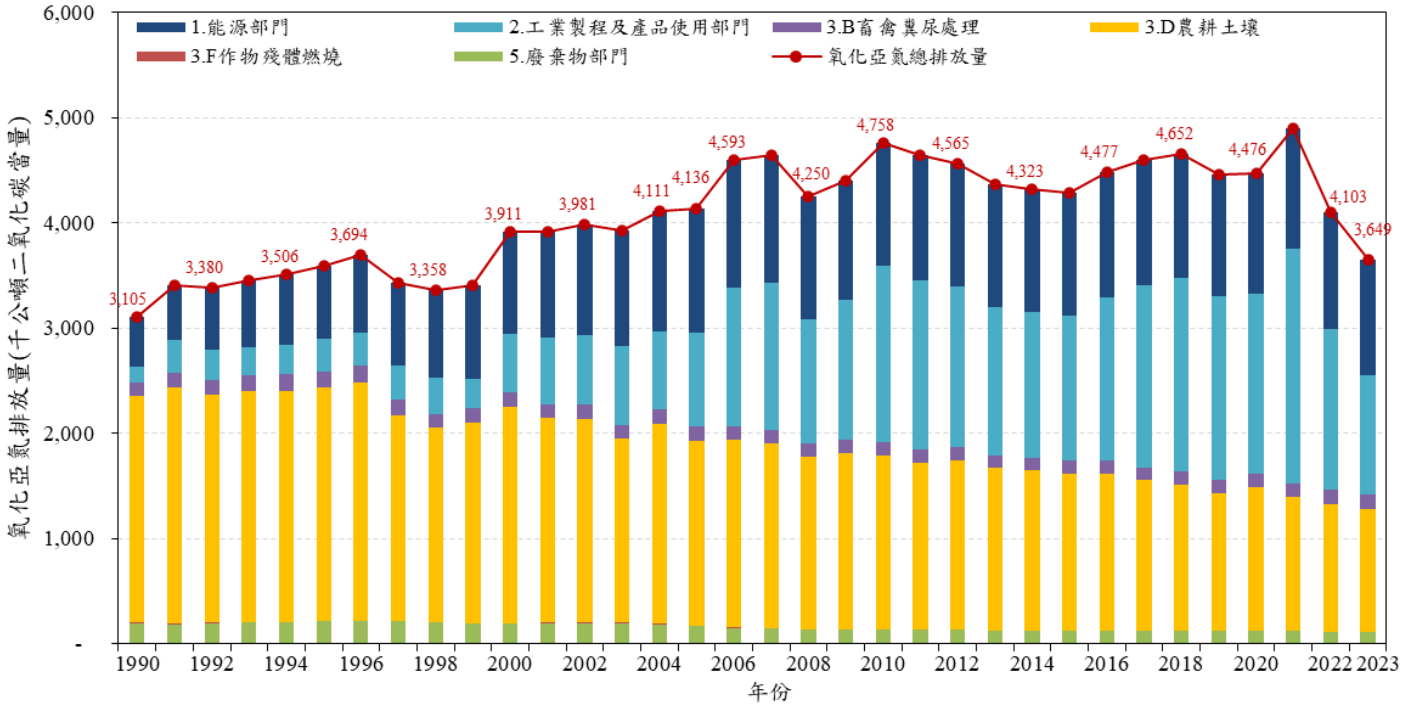


圖 2.2.3 1990 年至 2023 年氧化亞氮排放量趨勢

表 2.2.3 1990 年至 2023 年氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.能源部門	478	516	583	628	664	698	743	785	834
1.A.1 能源產業	124	141	164	185	200	218	248	276	307
1.A.2 製造業與營造業	80	84	91	91	93	96	100	107	109
1.A.3 運輸	259	275	314	340	357	372	381	389	406
1.A.4 其他部門	15	15	14	12	14	13	14	12	12
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	147	313	289	268	283	307	305	333	340
3.農業部門	2,289	2,397	2,318	2,355	2,360	2,374	2,429	2,101	1,984
3.B 畜禽糞尿處理	129	146	145	147	154	160	167	143	129
3.D 農業土壤	2,150	2,244	2,160	2,202	2,200	2,212	2,259	1,957	1,853
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	10	7	13	6	6	2	2	2	2
5.廢棄物部門	190	181	190	198	200	216	218	213	200
氧化亞氮總排放量	**3,105**	**3,406**	**3,380**	**3,449**	**3,506**	**3,595**	**3,694**	**3,432**	**3,358**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
1.能源部門	888	966	1,004	1,051	1,107	1,147	1,184	1,213	1,218
1.A.1 能源產業	340	401	435	456	513	534	560	586	610
1.A.2 製造業與營造業	118	129	133	141	138	141	141	145	144
1.A.3 運輸	417	423	422	441	440	456	469	469	452
1.A.4 其他部門	13	14	14	14	15	16	15	13	12
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	277	556	635	661	741	742	891	1,311	1,399
3.農業部門	2,044	2,203	2,083	2,074	1,887	2,037	1,891	1,920	1,882
3.B 畜禽糞尿處理	137	140	135	131	131	130	136	136	130
3.D 農業土壤	1,905	2,059	1,944	1,939	1,754	1,904	1,753	1,782	1,751
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	2	4	4	4	2	2	2	2	1
5.廢棄物部門	194	186	196	195	195	185	169	149	149
氧化亞氮總排放量	**3,403**	**3,911**	**3,918**	**3,981**	**3,930**	**4,111**	**4,136**	**4,593**	**4,649**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
1.能源部門	1,164	1,136	1,172	1,190	1,172	1,168	1,170	1,168	1,185
1.A.1 能源產業	592	570	579	584	580	574	577	566	574
1.A.2 製造業與營造業	134	126	137	144	139	141	136	134	133
1.A.3 運輸	425	428	444	450	442	442	446	457	468
1.A.4 其他部門	13	12	11	11	11	11	11	11	11
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.工業製程及產品使用部門	1,185	1,334	1,670	1,605	1,527	1,407	1,384	1,378	1,550
3.農業部門	1,765	1,803	1,784	1,711	1,737	1,670	1,648	1,615	1,621
3.B 畜禽糞尿處理	129	125	125	126	123	122	121	121	122
3.D 農業土壤	1,634	1,676	1,657	1,583	1,612	1,548	1,526	1,493	1,497
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	2	1	1	1	1.5	0.9	1.0	1.2	0.9
5.廢棄物部門	136	134	133	136	129	122	121	124	121
氧化亞氮總排放量	**4,250**	**4,407**	**4,758**	**4,642**	**4,565**	**4,367**	**4,323**	**4,286**	**4,477**

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

表 2.2.3 1990 年至 2023 年氧化亞氮排放（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

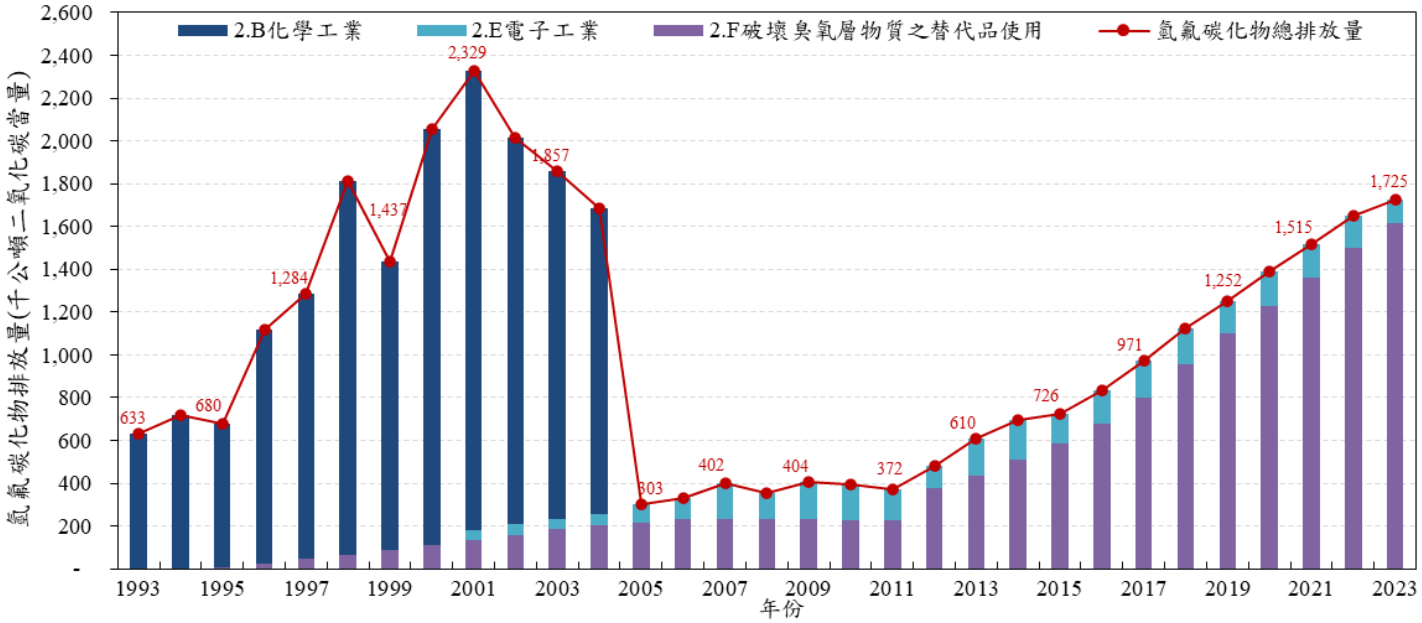
溫室氣體排放源	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023		
1.能源部門	1,194	1,181	1,159	1,152	1,145	1,117	1,102		
1.A.1 能源產業	595	609	586	577	591	566	562		
1.A.2 製造業與營造業	125	108	106	104	107	95	85		
1.A.3 運輸	463	453	457	461	437	446	444		
1.A.4 其他部門	10	10	10	10	10	10	11		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油和天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
2.工業製程及產品使用部門	1,729	1,838	1,743	1,709	2,227	1,526	1,134		
3.農業部門	1,555	1,508	1,440	1,494	1,401	1,346	1,307		
3.B 畜禽糞尿處理	123	125	129	130	130	130	131		
3.D 農業土壤	1,431	1,382	1,311	1,364	1,271	1,216	1,175		
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.F 農作物殘體燃燒	1.0	0.7	0.6	0.2	0.2	0.2	0.3		
5.廢棄物部門	122	125	120	121	121	114	107		
氧化亞氮總排放量	**4,599**	**4,652**	**4,462**	**4,476**	**4,894**	**4,103**	**3,649**		

備註：1.NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

2.NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

2.2.4 氫氟碳化物

我國氫氟碳化物排放來源係為工業製程及產品使用部門，包括早期以化學工業之含氟化合物生產為主要來源、後期為冷凍空調、半導體及滅火器。氫氟碳化物排放量 2023 年為 1,725 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的 0.62%，2023 年較 2005 增加 469.55%，年平均成長率為 10.15%，2023 年較 2022 年增加 4.62%，如圖 2.2.4 及表 2.2.4 所示。我國唯一生產氟氯烴（Hydrochlorofluorocarbons, HFCFs）廠商台灣塑膠工業股份有限公司仁武廠在 2004 年關閉後，使得化學工業的氫氟碳化物排放量由 1,433 千公噸二氧化碳當量（占氫氟碳化物排放量約 85.01%），自 2005 年下降為零。我國依循蒙特婁議定書的管制規範逐步削減 CFCs 與 HCFCs，自 2011 年起國內冷凍空調新設備陸續轉為使用 HFCs 冷媒，包含 HFC-32、HFC-410A、HFC-404A，隨著我國 HFCs 冷媒使用量增加，可預期未來 HFCs 排放量成上升趨勢；唯隨著冷凍空調技術轉變與冷媒替代，現今 HFCs 設備種類繁多尚未完整列入統計範疇。



備註：1. 2.B 化學工業：1990 年至 1992 年未調查估計氫氟碳化物排放量，並且我國於 2005 年起停止生產。
2. 2.E 電子工業：1990 年至 2000 年未調查估計氫氟碳化物排放量。
3. 2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用：1990 年至 1994 年未調查估計氫氟碳化物排放量。

圖 2.2.4 1993 年至 2023 年氫氟碳化物排放量趨勢

表 2.2.4 1990 年至 2023 年氫氟碳化物生產排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

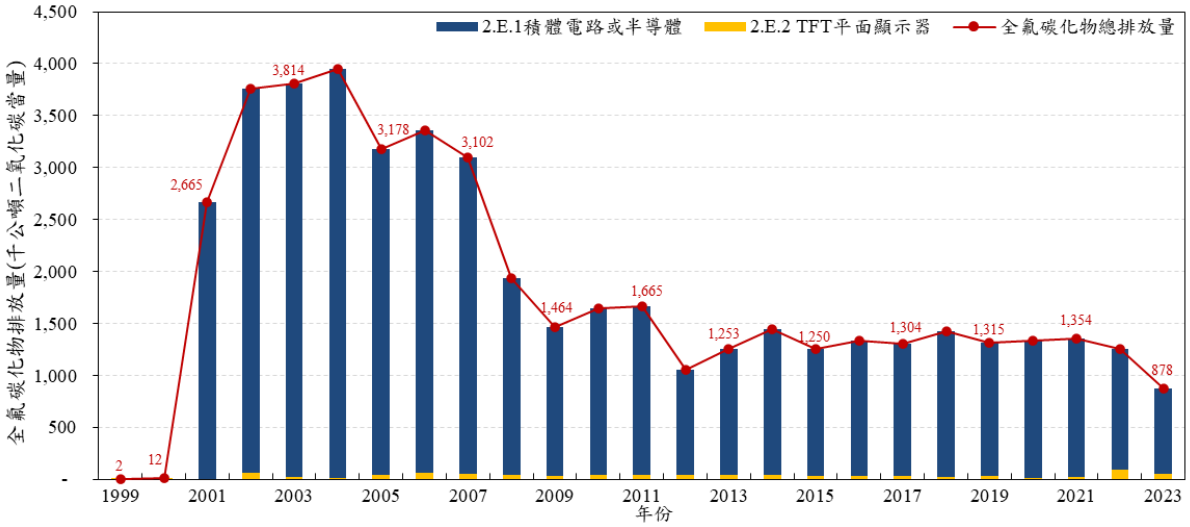
溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.B 化學工業	NE	NE	NE	633	716	671	1,094	1,238	1,745
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	NE	NE	8	26	46	66
氫氟碳化物總排放量	**NE**	**NE**	**NE**	**633**	**716**	**680**	**1,120**	**1,284**	**1,812**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
2.B 化學工業	1,348	1,943	2,151	1,807	1,623	1,433	NO	NO	NO
2.E 電子工業	NE	NE	43	49	49	49	85	100	167
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	89	111	135	160	185	204	218	232	235
氫氟碳化物總排放量	**1,437**	**2,054**	**2,329**	**2,016**	**1,857**	**1,685**	**303**	**331**	**402**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	123	172	169	144	104	173	184	142	160
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	234	232	225	228	378	437	513	584	676
氫氟碳化物總排放量	**356**	**404**	**393**	**372**	**482**	**610**	**697**	**726**	**836**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
2.E 電子工業	169	169	152	161	156	151	110		
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	802	957	1101	1229	1359	1,498	1,615		
氫氟碳化物總排放量	**971**	**1,125**	**1,252**	**1,390**	**1,515**	**1,649**	**1,725**		

備註：1.NO（未發生），代表我國該分類項目無生產或使用，如國內唯一氟氯烴廠僅於 1993 至 2004 年生產。

2.NE（未估計），指對現有排放源未調查估計。

2.2.5 全氟碳化物

2023 年我國全氟碳化物排放量為 878 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的 0.32%，2023 年較 2022 年減少 29.71%，如圖 2.2.5 及表 2.2.5 所示。早期積體電路或半導體尚未大量生產，有關全氟碳化物排放量相關資料不齊全，故無法估算其排放量。至 2004 年後由於台灣半導體產業協會（Taiwan Semiconductor Industrial Association, TSIA）配合政府推動自願減量，包括半導體業、光電等產業導入安裝尾氣處理設施，同時以量測程序進行製程改善，使得全氟碳化物排放量逐年下降。



備註：1. 2.E.1 積體電路或半導體於 1990 年至 2000 年未調查估計全氟碳化物排放。
2. 2.E.2 TFT 平面顯示器於 1990 年至 1998 年未調查估計全氟碳化物排放。

圖 2.2.5 1999 年至 2023 年全氟碳化物排放量趨勢

表 2.2.5 1990 年至 2023 年全氟碳化物排放量

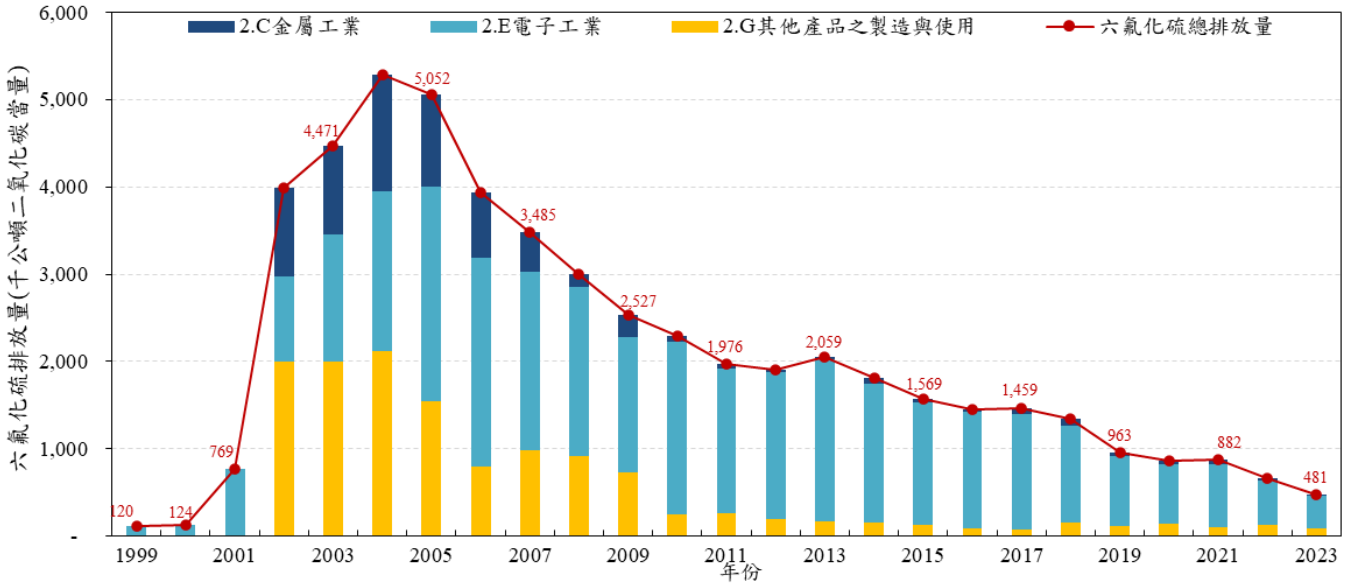
（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.1 積體電路或半導體	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.2 TFT 平面顯示器	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
全氟碳化物總排放量	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
2.E 電子工業	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355	3,102
2.E.1 積體電路或半導體	NE	NE	2,660	3,705	3,791	3,936	3,139	3,293	3,052
2.E.2 TFT 平面顯示器	2	12	5	59	23	12	39	62	50
全氟碳化物總排放量	**2**	**12**	**2,665**	**3,764**	**3,814**	**3,949**	**3,178**	**3,355**	**3,102**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
2.E 電子工業	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336
2.E.1 積體電路或半導體	1,895	1,434	1,606	1,623	1,009	1,211	1,411	1,222	1,304
2.E.2 TFT 平面顯示器	38	31	44	42	45	42	38	28	32
全氟碳化物總排放量	**1,932**	**1,464**	**1,650**	**1,665**	**1,054**	**1,253**	**1,449**	**1,250**	**1,336**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
2.E 電子工業	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250	878		
2.E.1 積體電路或半導體	1,271	1,396	1,287	1,320	1,334	1,156	822		
2.E.2 TFT 平面顯示器	33	25	28	16	20	93	57		
全氟碳化物總排放量	**1,304**	**1,421**	**1,315**	**1,336**	**1,354**	**1,250**	**878**		

備註：NE（未估計），對現有排放源未調查估計。

2.2.6 六氟化硫

2023 年我國六氟化硫排放量為 481 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的 0.17%，2023 年較 2022 年減少 27.14%，如圖 2.2.6 及表 2.2.6 所示。六氟化硫排放量自 2002 年起逐年上升，其原因為 TFT 平面顯示器、電力設備及鎂生產使用量增加，以 2004 年 5,288 千公噸二氧化碳當量為最高排放量，而後因六氟化硫使用量減少，導致其排放量逐年減少，約減少 90.90%。



備註：1.2.C 金屬工業於 1990 年至 2001 年未調查估計六氟化硫排放量。
2. 2.E 電子工業於 1990 年至 1998 年未調查估計六氟化硫排放量。
3. 2.G 其他產品之製造與使用於 1990 年至 2001 年未調查估計六氟化硫排放量。

圖 2.2.6 1999 年至 2023 年六氟化硫排放量趨勢

表 2.2.6 1990 年至 2023 年六氟化硫排放量

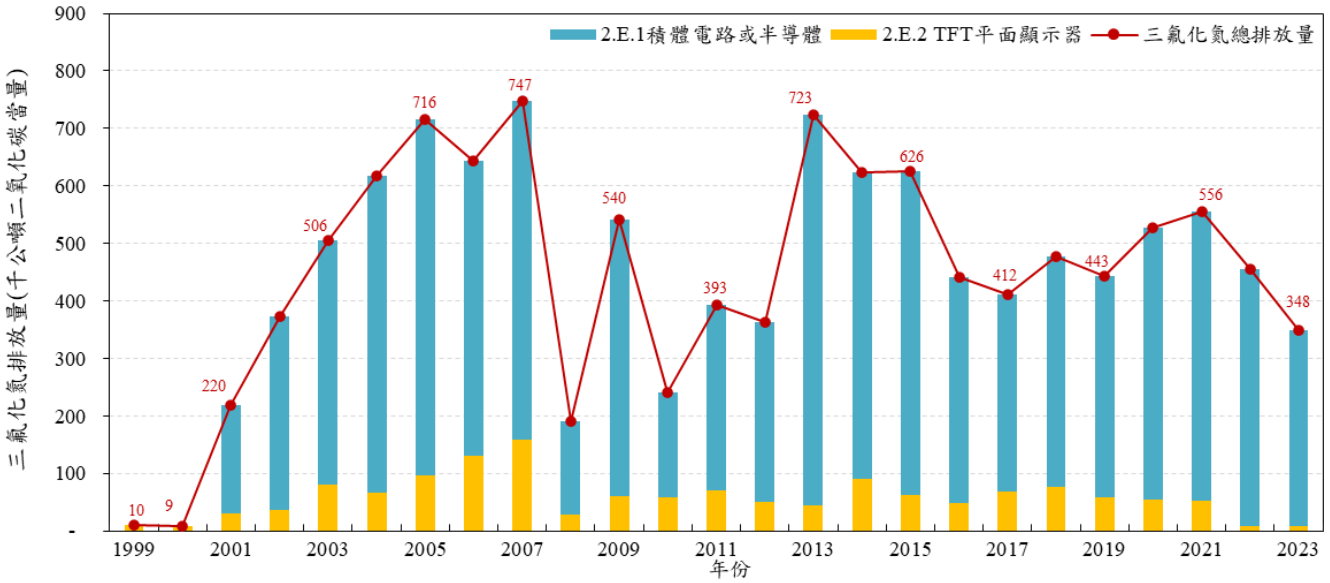
（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
六氟化硫總排放量	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	1,009	1,009	1,334	1,046	757	454
2.E 電子工業	120	124	769	973	1,458	1,838	2,457	2,389	2,049
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	2,003	2,003	2,116	1,549	794	982
六氟化硫總排放量	**120**	**124**	**769**	**3,986**	**4,471**	**5,288**	**5,052**	**3,940**	**3,485**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
2.C 金屬工業	149	242	59	52	31	39	58	44	39
2.E 電子工業	1,930	1,561	1,983	1,665	1,678	1,855	1,600	1,393	1,334
2.G 其他產品之製造與使用	923	724	245	260	201	165	150	132	85
六氟化硫總排放量	**3,001**	**2,527**	**2,286**	**1,976**	**1,909**	**2,059**	**1,807**	**1,569**	**1,458**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
2.C 金屬工業	61	84	45	37	62	27	22		
2.E 電子工業	1,317	1,105	805	693	716	507	374		
2.G 其他產品之製造與使用	81	154	113	137	103	127	85		
六氟化硫總排放量	**1,459**	**1,342**	**963**	**867**	**882**	**660**	**481**		

備註：NE（未估計），對現有排放源未調查估計。

2.2.7 三氟化氮

2023 年我國三氟化氮排放量為 348 千公噸二氧化碳當量，占總溫室氣體排放的 0.12%，2023 年較 2022 年減少 23.56%，如圖 2.2.7 及表 2.2.7 所示。三氟化氮排放量自 2001 年起逐年上升，其原因為半導體使用量增加。2008 年因全球經濟面臨衰退，導致其排放量自 2007 年 747 千公噸二氧化碳當量，大幅下降自 2008 年 191 千公噸二氧化碳當量，而後因半導體使用量增加，使得三氟化氮排放量自 2012 年 363 千公噸二氧化碳當量上升至 2013 年 723 千公噸二氧化碳當量，2014 年後逐年微幅下降。



備註：1. 2.E.1 積體電路或半導體於 1990 年至 2000 年未調查估計三氟化氮排放量。
2. 2.E.2 TFT 平面顯示器於 1990 年至 1998 年未調查估計三氟化氮排放量。

圖 2.2.7 1999 年至 2023 年三氟化氮排放量趨勢

表 2.2.7 1990 年至 2023 年三氟化氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.1 積體電路或半導體	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.2TFT 平面顯示器	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
三氟化氮總排放量	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**	**NE**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
2.E 電子工業	10	9	220	373	506	617	716	644	747
2.E.1 積體電路或半導體	NE	NE	189	336	426	549	619	514	588
2.E.2TFT 平面顯示器	10	9	31	36	80	67	97	130	160
三氟化氮總排放量	**10**	**9**	**220**	**373**	**506**	**617**	**716**	**644**	**747**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
2.E 電子工業	191	540	241	393	363	723	624	626	442
2.E.1 積體電路或半導體	163	479	182	322	312	680	533	562	392
2.E.2TFT 平面顯示器	29	62	59	71	51	44	91	63	50
三氟化氮總排放量	**191**	**540**	**241**	**393**	**363**	**723**	**624**	**626**	**442**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
2.E 電子工業	412	477	443	528	556	455	348		
2.E.1 積體電路或半導體	343	400	385	473	504	448	339		
2.E.2TFT 平面顯示器	69	77	58	54	52	8	9		
三氟化氮總排放量	**412**	**477**	**443**	**528**	**556**	**455**	**348**		

備註：NE（未估計），對現有排放源未調查估計。

2.3 各排放源溫室氣體排放趨勢的描述與解釋

就部門別而言，2023 年溫室氣體排放量（不包括 LULUCF），能源部門為 252,730 千公噸二氧化碳當量，占我國溫室氣體總排放量的 90.71%，工業製程及產品使用部門為 20,019 千公噸二氧化碳當量，占 7.18%，農業部門為 3,331 千公噸二氧化碳當量，占 1.20%，廢棄物部門為 2,546 千公噸二氧化碳當量，占 0.91%。2023 年土地利用、土地利用變化及林業部門之移除量則為 21,726 千公噸二氧化碳當量，占總排放量 7.80%。1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放趨勢如圖 2.3.1 及表 2.3.1 所示。

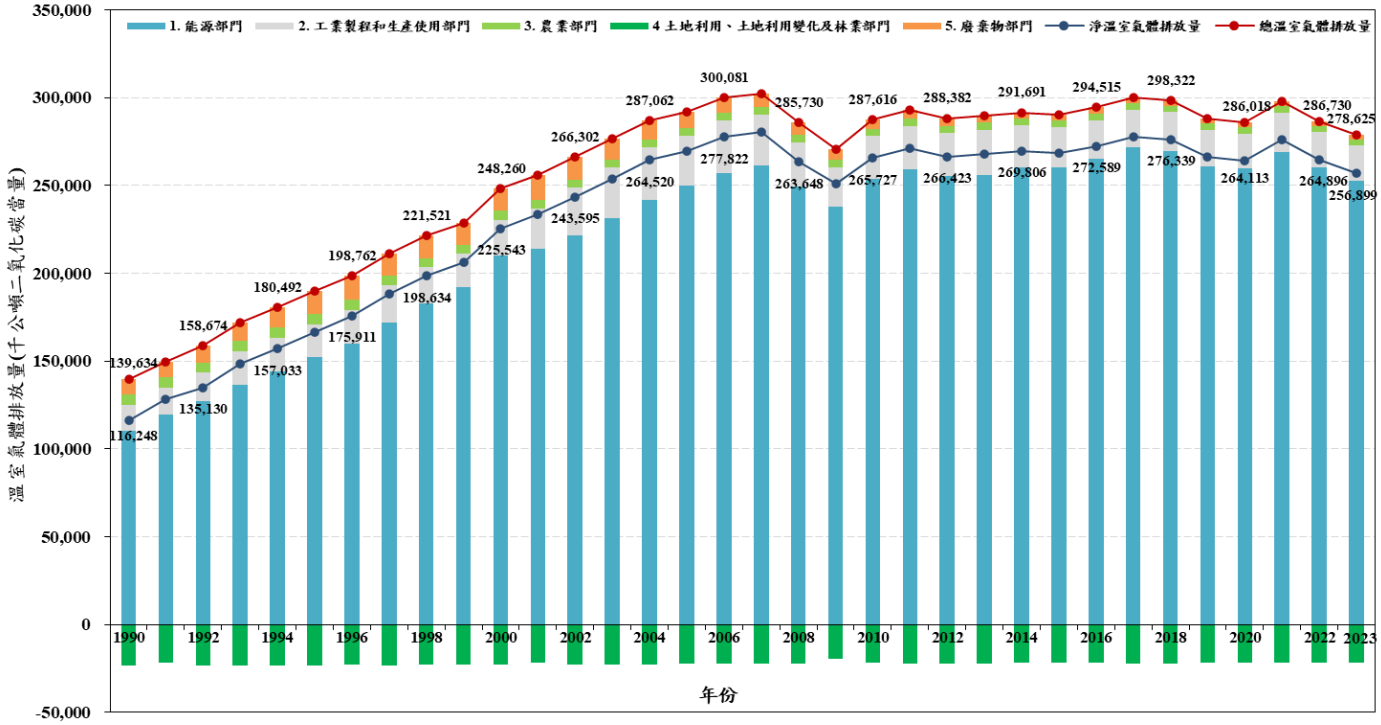


圖 2.3.1 1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量趨勢

表 2.3.1 1990 年至 2023 年各部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
1.能源部門	110,536	119,525	127,198	136,407	144,359	152,110	159,910	172,204	182,963
2.工業製程及產品使用部門	14,710	15,328	16,222	19,316	18,834	18,526	19,114	21,113	20,573
3.農業部門	5,694	6,015	5,838	5,873	5,869	5,974	6,034	5,228	4,814
4.土地利用及林業部門	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887
5.廢棄物部門	8,694	8,858	9,415	10,444	11,430	13,424	13,703	12,616	13,170
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	**116,248**	**128,236**	**135,130**	**148,495**	**157,033**	**166,694**	**175,911**	**188,101**	**198,634**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	**139,634**	**149,727**	**158,674**	**172,041**	**180,492**	**190,034**	**198,762**	**211,161**	**221,521**
溫室氣體排放源和吸收匯	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
1.能源部門	191,980	210,357	214,224	221,864	231,695	241,859	249,889	257,285	261,174
2.工業製程及產品使用部門	19,038	20,158	22,823	26,897	28,554	29,670	28,255	29,921	29,137
3.農業部門	4,982	5,147	4,894	4,732	4,420	4,484	4,449	4,441	4,310
4.土地利用及林業部門	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259	-22,074
5.廢棄物部門	12,865	12,599	13,789	12,810	11,829	11,050	9,109	8,434	7,719
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	**206,102**	**225,543**	**233,881**	**243,595**	**253,873**	**264,520**	**269,412**	**277,822**	**280,265**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	**228,866**	**248,260**	**255,731**	**266,302**	**276,497**	**287,062**	**291,702**	**300,081**	**302,339**
溫室氣體排放源和吸收匯	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
1.能源部門	249,425	237,717	253,632	259,066	255,163	256,081	260,465	260,486	265,031
2.工業製程及產品使用部門	25,345	22,703	24,482	24,987	24,729	25,685	23,694	22,831	22,243
3.農業部門	4,124	4,105	4,081	4,042	4,043	3,952	3,868	3,810	3,820
4.土地利用及林業部門	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926
5.廢棄物部門	6,836	5,948	5,421	4,943	4,447	4,127	3,664	3,308	3,420
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	**263,648**	**251,085**	**265,727**	**271,091**	**266,423**	**267,871**	**269,806**	**268,535**	**272,589**
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	**285,730**	**270,473**	**287,616**	**293,038**	**288,382**	**289,845**	**291,691**	**290,436**	**294,515**
溫室氣體排放源和吸收匯	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
1.能源部門	271,526	269,493	261,092	259,710	269,295	260,267	252,730		
2.工業製程及產品使用部門	21,534	22,258	20,635	19,859	22,234	20,342	20,019		
3.農業部門	3,753	3,702	3,644	3,696	3,543	3,421	3,331		
4.土地利用及林業部門	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834	-21,726		
5.廢棄物部門	3,208	2,869	2,785	2,753	2,835	2,700	2,546		
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	**278,059**	**276,339**	**266,240**	**264,113**	**276,056**	**264,896**	**256,899**		
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	**300,021**	**298,322**	**288,157**	**286,018**	**297,906**	**286,730**	**278,625**		

2.3.1 能源部門

能源部門排放之溫室氣體種類包括二氧化碳、甲烷及氧化亞氮，該部門溫室氣體排放總量歷年來呈現上升趨勢，至 2008 年首度呈現下降趨勢，2009 年及 2012 年又再度下降，2018 年至 2020 年間逐年下降，2023 年較 2022 年減少 2.90%，詳如表 2.3.2 和圖 2.3.2 所示。2023 年能源部門之溫室氣體總排放為 252,730 千公噸二氧化碳當量，約占我國溫室氣體總排放量的 90.71%，以 1.A「燃料燃燒」為 252,395 千公噸二氧化碳當量，占能源部門之總溫室氣體之大宗，約 99.87%，1.B「燃料逸散性排放」為 335 千公噸二氧化碳當量，占 0.13%。其中，1.A.1「能源產業」為 177,526 公噸二氧化碳當量，占能源部門溫室氣體排放量 70.24%，1.A.2「製造業與營造業」為 29,896 千公噸二氧化碳當量（占 11.83%），1.A.3「運輸」為 35,370 千公噸二氧化碳當量（占 14.00%），1.A.4「其他部門（包括服務業、住宅及農林漁牧業）」為 9,603 千公噸二氧化碳當量（占 3.80%），1.B.2「石油及天然氣」為 335 千公噸二氧化碳當量(占 0.13%)。2005 至 2023 年間，能源部門之成長率為 1.14%，年平均成長率為 0.06%，其中 1.A.1「能源產業」溫室氣體排放量增加 14.02%，年平均成長率為 0.73%；1.A.2「製造業與營造業」減少 32.43%，年平均負成長率為 2.15%；1.A.3「運輸」減少 6.06%，年平均負成長率為 0.35%；1.A.4「其他部門」減少 20.90%，年平均負成長率為 1.29%；1.B.2「石油及天然氣」增加 119.42%，年平均成長率為 4.46%。

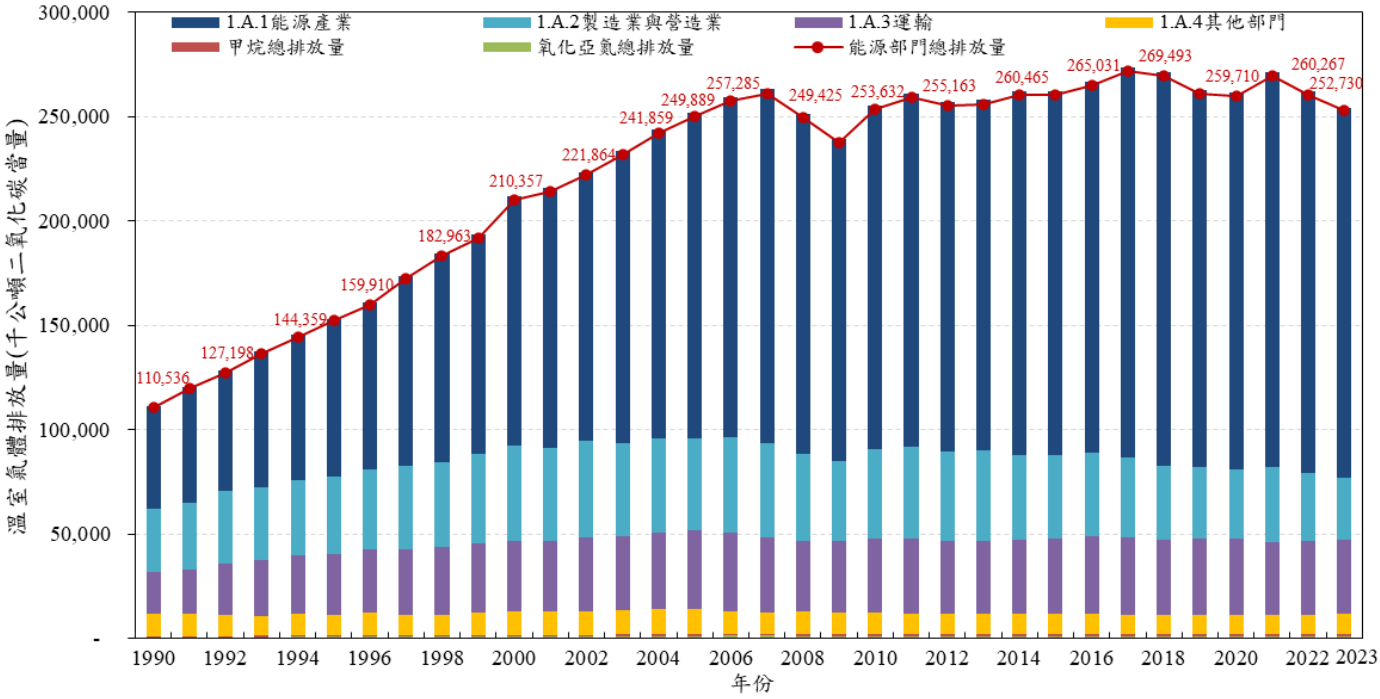


圖 2.3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量趨勢

表 2.3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103	150,810	158,579	170,835	181,518
1.A.1 能源產業	49,123	55,126	57,508	64,745	69,487	75,214	80,103	90,168	99,375
1.A.2 製造業與營造業	30,124	31,963	34,410	34,835	35,876	36,956	37,942	40,323	40,360
1.A.3 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844
1.A.4 其他部門	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200	9,819	10,733	9,808	9,939
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	592	567	558	573	592	602	589	585	611
1.A.1 能源產業	29	33	32	36	41	49	51	58	66
1.A.2 製造業與營造業	51	54	58	58	60	62	65	68	70
1.A.3 運輸	170	183	209	226	241	256	268	275	288
1.A.4 其他部門	34	33	31	29	31	30	33	29	30
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	182	155	129	126	110	90	57	38	30
1.B.2 石油及天然氣	127	109	98	97	108	115	115	117	128
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
氧化亞氮總排放量	478	516	583	628	664	698	743	785	834
1.A.1 能源產業	124	141	164	185	200	218	248	276	307
1.A.2 製造業與營造業	80	84	91	91	93	96	100	107	109
1.A.3 運輸	259	275	314	340	357	372	381	389	406
1.A.4 其他部門	15	15	14	12	14	13	14	12	12
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
能源部門總排放量	**110,536**	**119,525**	**127,198**	**136,407**	**144,359**	**152,110**	**159,910**	**172,204**	**182,963**
溫室氣體排放源和吸收匯	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
二氧化碳總排放量	190,446	208,724	212,554	220,123	229,841	239,929	247,956	255,330	259,215
1.A.1 能源產業	104,827	119,268	123,880	128,157	139,316	147,288	155,014	162,298	168,580
1.A.2 製造業與營造業	42,269	45,284	44,234	46,373	44,211	44,551	44,008	45,309	44,845
1.A.3 運輸	32,772	33,207	33,267	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771	35,419
1.A.4 其他部門	10,579	10,965	11,174	11,052	11,806	12,230	12,089	10,952	10,371
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	646	667	665	689	746	782	749	743	741
1.A.1 能源產業	80	92	103	103	119	123	126	131	135
1.A.2 製造業與營造業	75	84	88	94	92	95	95	97	97
1.A.3 運輸	298	303	305	311	321	330	339	333	324
1.A.4 其他部門	31	33	34	33	36	37	37	33	30
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	35	32	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	126	124	136	148	178	197	153	148	155
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
氧化亞氮總排放量	888	966	1,004	1,051	1,107	1,147	1,184	1,213	1,218
1.A.1 能源產業	340	401	435	456	513	534	560	586	610
1.A.2 製造業與營造業	118	129	133	141	138	141	141	145	144
1.A.3 運輸	417	423	422	441	440	456	469	469	452
1.A.4 其他部門	13	14	14	14	15	16	15	13	12
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
能源部門總排放量	**191,980**	**210,357**	**214,224**	**221,864**	**231,695**	**241,859**	**249,889**	**257,285**	**261,174**

備註：1.NE（未估計），指對現有源排放量和匯清除量沒有估計。

2.NO（未發生）該排放源無生產或使用，如我國煤炭 2001 年起停產。

表 2.3.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳總排放量	247,537	235,868	251,708	257,097	253,201	254,109	258,480	258,475	262,982
1.A.1 能源產業	162,125	153,989	164,270	168,491	166,837	167,023	173,749	173,697	177,211
1.A.2 製造業與營造業	41,410	37,874	42,612	43,691	42,515	43,307	40,384	39,575	39,653
1.A.3 運輸	33,216	33,541	34,652	35,107	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584
1.A.4 其他部門	10,785	10,463	10,174	9,808	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	724	713	753	779	789	804	815	843	864
1.A.1 能源產業	134	125	131	132	132	131	134	139	139
1.A.2 製造業與營造業	91	86	93	99	96	98	95	94	94
1.A.3 運輸	308	314	319	322	318	318	320	327	337
1.A.4 其他部門	32	31	30	29	28	28	29	28	28
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	159	157	180	197	216	228	238	254	267
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
氧化亞氮總排放量	1,164	1,136	1,172	1,190	1,172	1,168	1,170	1,168	1,185
1.A.1 能源產業	592	570	579	584	580	574	577	566	574
1.A.2 製造業與營造業	134	126	137	144	139	141	136	134	133
1.A.3 運輸	425	428	444	450	442	442	446	457	468
1.A.4 其他部門	13	12	11	11	11	11	11	11	11
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
能源部門總排放量	**249,425**	**237,717**	**253,632**	**259,066**	**255,163**	**256,081**	**260,465**	**260,486**	**265,031**
溫室氣體排放源和吸收匯	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
二氧化碳總排放量	269,461	267,458	259,083	257,693	267,281	258,271	250,755		
1.A.1 能源產業	185,763	187,957	180,289	179,510	188,460	181,773	176,827		
1.A.2 製造業與營造業	38,112	35,045	34,079	33,078	35,687	32,422	29,748		
1.A.3 運輸	36,202	35,202	35,438	35,715	33,905	34,696	34,616		
1.A.4 其他部門	9,384	9,254	9,277	9,389	9,229	9,380	9,564		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
甲烷總排放量	871	855	851	865	870	880	874		
1.A.1 能源產業	140	142	139	137	140	137	137		
1.A.2 製造業與營造業	89	77	76	75	77	69	63		
1.A.3 運輸	331	321	321	325	301	309	311		
1.A.4 其他部門	27	27	27	27	27	27	28		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油及天然氣	284	288	288	302	325	337	335		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
氧化亞氮總排放量	1,194	1,181	1,159	1,152	1,145	1,117	1,102		
1.A.1 能源產業	595	609	586	577	591	566	562		
1.A.2 製造業與營造業	125	108	106	104	107	95	85		
1.A.3 運輸	463	453	457	461	437	446	444		
1.A.4 其他部門	10	10	10	10	10	10	11		
1.A.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
1.B.1 固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.2 石油及天然氣	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
1.B.3 來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
能源部門總排放量	**271,526**	**269,493**	**261,092**	**259,710**	**269,295**	**260,267**	**252,730**		

備註：1.NE（未估計），指對現有源排放量和匯清除量沒有估計。

2.NO（未發生）該排放源無生產或使用，如我國煤炭 2001 年起停產。

2.3.2 工業製程及產品使用部門

工業製程及產品使用部門排放之溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟碳化物、氫氟碳化物、六氟化硫及三氟化氮等七種，該部門歷年溫室氣體排放量詳如表 2.3.3 和圖 2.3.3。以 2006 年 29,921 千公噸二氧化碳當量，成為歷年排放量最多的一年，約占我國溫室氣體總排放量的 9.97%，2006 年後溫室氣體排放量即逐年下降，2010 年因金屬工業之鋼鐵生產二氧化碳排放、TFT 平面顯示器六氟化硫排放及半導體全氟碳化物排放等使得工業製程及產品使用部門溫室氣體排放又有上升趨勢，至 2014 年起，因礦業二氧化碳（主要為水泥生產）及金屬工業二氧化碳（主要為鐵及鋼生產）減少，使得工業製程及產品使用排放量減少。

2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體總排放量 20,019 千公噸二氧化碳當量，約占我國溫室氣體總排放量的 7.18%，其中 2.C「金屬工業」占工業製程部門溫室氣體排放的 41.28%，所占比例最大，其次為 2.A「礦業（非金屬製品）」占 29.88%、2.E「電子工業」占 11.55%、2.B「化學工業」占 8.72%、2.F「破壞臭氧層物質之替代品使用」占 8.07%、2.G「其他產品之製造與使用」占 0.42%、2.H「其他」占 0.07%以及 2.D「燃料及溶劑使用的非能源產品」占 0.0000003%。相較 1990 年工業製程及產品使用部門增加 36.09%，年平均成長率為 0.94%。2005 至 2023 年間，工業製程及產品使用排放量減少 29.15%，年平均負成長率為 1.90%，而相較 2022 年排放量減少 1.59%，

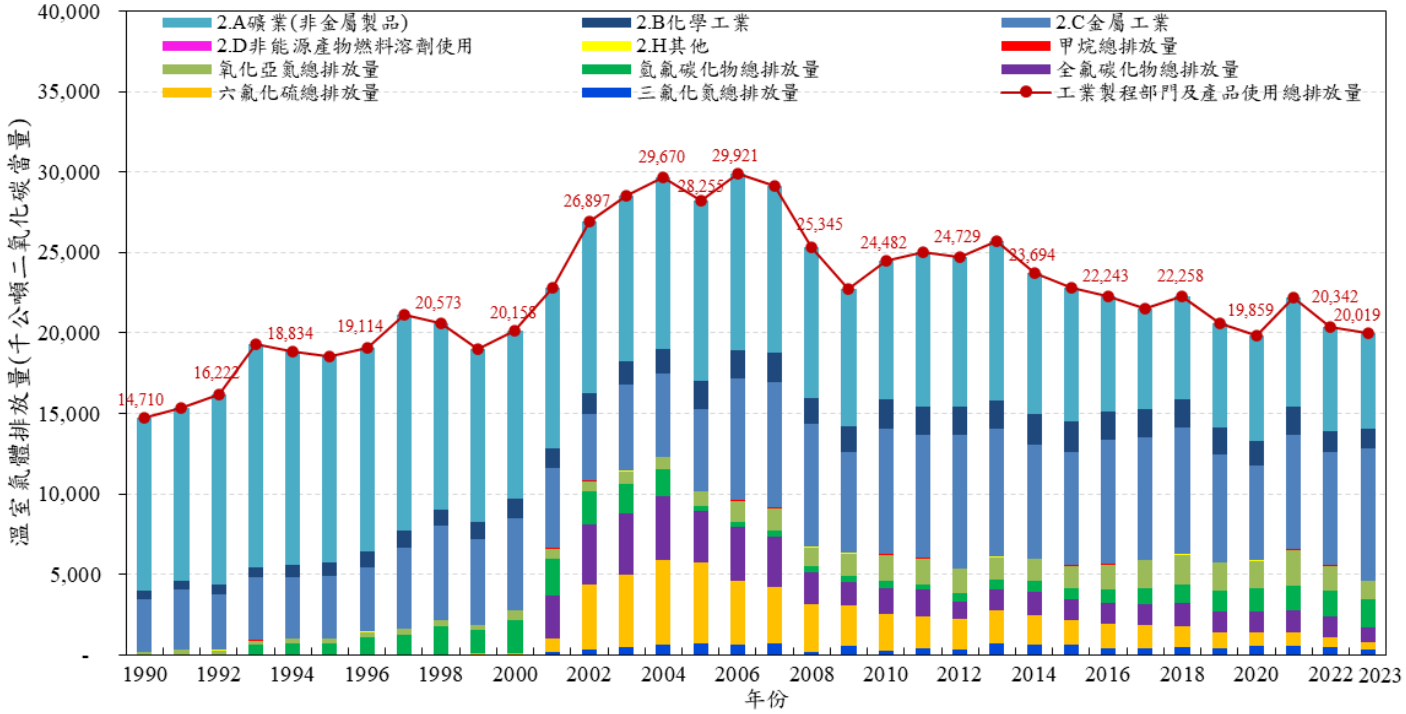


圖 2.3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量趨勢

表 2.3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	14,557	15,007	15,926	18,408	17,826	17,528	17,677	19,483	18,410
2.A 礦業（非金屬製品）	10,683	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564
2.B 化學工業	575	551	575	617	770	858	999	1,026	1,007
2.C 金屬工業	3,275	3,735	3,474	3,888	3,774	3,884	4,013	5,045	5,817
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008	0.00009
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	23	23	23	24	23	21	20	19	22
甲烷總排放量	6	8	7	8	9	11	13	13	11
2.B 化學工業	6	6	6	7	8	10	12	12	10
2.C 金屬工業	0.2	2.0	1.5	1.2	1.0	1.4	1.3	1.3	1.3
氧化亞氮總排放量	147	313	289	268	283	307	305	333	340
2.B 化學工業	147	313	289	268	283	307	305	333	340
2.C 金屬工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
氫氟碳化物總排放量	NE	NE	NE	633	716	680	1,120	1,284	1,812
2.B 化學工業	NE	NE	NE	633	716	671	1,094	1,238	1,745
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	NE	NE	8	26	46	66
全氟碳化物總排放量（2.E 電子工業）	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
六氟化硫總排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
三氟化氮總排放量（2.E 電子工業）	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
工業製程部門及產品使用總排放量	**14,710**	**15,328**	**16,222**	**19,316**	**18,834**	**18,526**	**19,114**	**21,113**	**20,573**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
二氧化碳總排放量	17,179	17,388	16,186	16,075	17,141	17,358	18,094	20,315	19,971
2.A 礦業（非金屬製品）	10,746	10,486	9,974	10,648	10,341	10,691	11,257	11,029	10,373
2.B 化學工業	1,079	1,148	1,232	1,313	1,384	1,485	1,751	1,721	1,845
2.C 金屬工業	5,333	5,734	4,960	4,096	5,397	5,162	5,066	7,544	7,733
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00009	0.00008	0.00007	0.00008	0.00009	0.00011	0.00010	0.00007	0.00007
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	21	20	20	18	18	19	20	21	20
甲烷總排放量	13	15	20	21	24	31	20	25	31
2.B 化學工業	13	15	20	21	24	31	20	20	26
2.C 金屬工業	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	NO	NO	4.8	4.8
氧化亞氮總排放量	277	556	635	661	741	742	891	1,311	1,399
2.B 化學工業	277	556	635	661	739	742	854	861	886
2.C 金屬工業	NO	NO	NO	0.4	1.5	NO	NO	84	85
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	37	365	428
氫氟碳化物總排放量	1,437	2,054	2,329	2,016	1,857	1,685	303	331	402
2.B 化學工業	1,348	1,943	2,151	1,807	1,623	1,433	NO	NO	NO
2.E 電子工業	NE	NE	43	49	49	49	85	100	167
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	89	111	135	160	185	204	218	232	235
全氟碳化物總排放量（2.E 電子工業）	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355	3,102
六氟化硫總排放量	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940	3,485
2.C 金屬工業	NE	NE	NE	1,009	1,009	1,334	1,046	757	454
2.E 電子工業	120	124	769	973	1,458	1,838	2,457	2,389	2,049
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	2,003	2,003	2,116	1,549	794	982
三氟化氮總排放量（2.E 電子工業）	10	9	220	373	506	617	716	644	747
工業製程部門及產品使用總排放量	**19,038**	**20,158**	**22,823**	**26,897**	**28,554**	**29,670**	**28,255**	**29,921**	**29,137**

備註：1.NE（未估計），指對現有源排放量和匯清除量沒有估計。

2.NO（未發生）該排放源無生產或使用，如 HCFC-22 自 1993 年投產，並於 2005 年停產。

表 2.3.3 1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
二氧化碳總排放量	18,648	16,402	18,209	18,951	19,369	19,605	17,703	17,253	16,592
2.A 礦業（非金屬製品）	9,380	8,462	8,618	9,574	9,333	9,866	8,728	8,347	7,117
2.B 化學工業	1,601	1,601	1,778	1,737	1,714	1,749	1,884	1,842	1,760
2.C 金屬工業	7,648	6,317	7,792	7,620	8,301	7,970	7,072	7,044	7,696
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00005	0.00004	0.00004	0.00005	0.00006	0.00010	0.00008
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.H 其他	20	21	20	20	21	19	19	20	19
甲烷總排放量	30	31	32	25	26	28	29	29	30
2.B 化學工業	24	27	26	25	26	28	29	29	30
2.C 金屬工業	5.5	3.9	6.2	0.02	0.07	0.1	0.2	0.2	0.2
氧化亞氮總排放量	1,185	1,334	1,670	1,605	1,527	1,407	1,384	1,378	1,550
2.B 化學工業	697	895	1,040	1,062	904	694	647	614	854
2.C 金屬工業	81	68	107	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	407	371	523	543	623	713	737	764	696
氫氟碳化物總排放量	356	404	393	372	482	610	697	726	836
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.E 電子工業	123	172	169	144	104	173	184	142	160
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	234	232	225	228	378	437	513	584	676
全氟碳化物總排放量（2.E 電子工業）	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336
六氟化硫總排放量	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458
2.C 金屬工業	149	242	59	52	31	39	58	44	39
2.E 電子工業	1,930	1,561	1,983	1,665	1,678	1,855	1,600	1,393	1,334
2.G 其他產品之製造與使用	923	724	245	260	201	165	150	132	85
三氟化氮總排放量（2.E 電子工業）	191	540	241	393	363	723	624	626	442
工業製程部門及產品使用總排放量	**25,345**	**22,703**	**24,482**	**24,987**	**24,729**	**25,685**	**23,694**	**22,831**	**22,243**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
二氧化碳總排放量	15,631	16,024	14,889	14,001	15,670	14,778	15,430		
2.A 礦業（非金屬製品）	6,269	6,408	6,500	6,563	6,835	6,473	5,982		
2.B 化學工業	1,709	1,684	1,666	1,550	1,730	1,270	1,192		
2.C 金屬工業	7,634	7,913	6,706	5,870	7,090	7,020	8,242		
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00006	0.00006		
2.G 其他產品之製造與使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
2.H 其他	20	19	17	18	15	15	15		
甲烷總排放量	27	30	29	28	29	24	23		
2.B 化學工業	27	30	29	28	29	24	23		
2.C 金屬工業	NO	0.01	0.01	0.0001	NO	NO	0.0003		
氧化亞氮總排放量	1,729	1,838	1,743	1,709	2,227	1,526	1,134		
2.B 化學工業	991	987	828	541	1,053	679	531		
2.C 金屬工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
2.E 電子工業	738	851	916	1,168	1,174	847	602		
氫氟碳化物總排放量	971	1,125	1,252	1,390	1,515	1,649	1,725		
2.B 化學工業	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
2.E 電子工業	169	169	152	161	156	151	110		
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	802	957	1,101	1,229	1,359	1,498	1,615		
全氟碳化物總排放量（2.E 電子工業）	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250	878		
六氟化硫總排放量	1,459	1,342	963	867	882	660	481		
2.C 金屬工業	61	84	45	37	62	27	22		
2.E 電子工業	1,317	1,105	805	693	716	507	374		
2.G 其他產品之製造與使用	81	154	113	137	103	127	85		
三氟化氮總排放量（2.E 電子工業）	412	477	443	528	556	455	348		
工業製程部門及產品使用總排放量	**21,534**	**22,258**	**20,635**	**19,859**	**22,234**	**20,342**	**20,019**		

備註：1.NE（未估計），指對現有源排放量和匯清除量沒有估計。

2.NO（未發生）該排放源無生產或使用，如 HCFC-22 自 1993 年投產，並於 2005 年停產。

2.3.3 農業部門

農業部門排放之溫室氣體種類包含甲烷、氧化亞氮及少量二氧化碳。該部門溫室氣體排放量逐年呈現遞減的趨勢，2023 年的 3,331 千公噸二氧化碳當量，約占我國溫室氣體總排放量的 1.20%，相較 1990 年減少約 41.51%，年平均負成長率為 1.61%，與 2005 年相比較減少約 25.13%，年平均負成長率為 1.59%，較 2022 年減少 2.64%，詳如圖 2.3.4 和表 2.3.4 所示。2023 年排放以 3.D「農業土壤」排放占 35.28%，3.B「畜禽糞尿處理」占 28.52%，3.A「畜禽腸胃發酵」占 19.29%，3.C「水稻種植」占 16.27%，3.H「尿素使用」排放占 0.59%及 3.F「農作物殘體燃燒」排放占 0.05%。

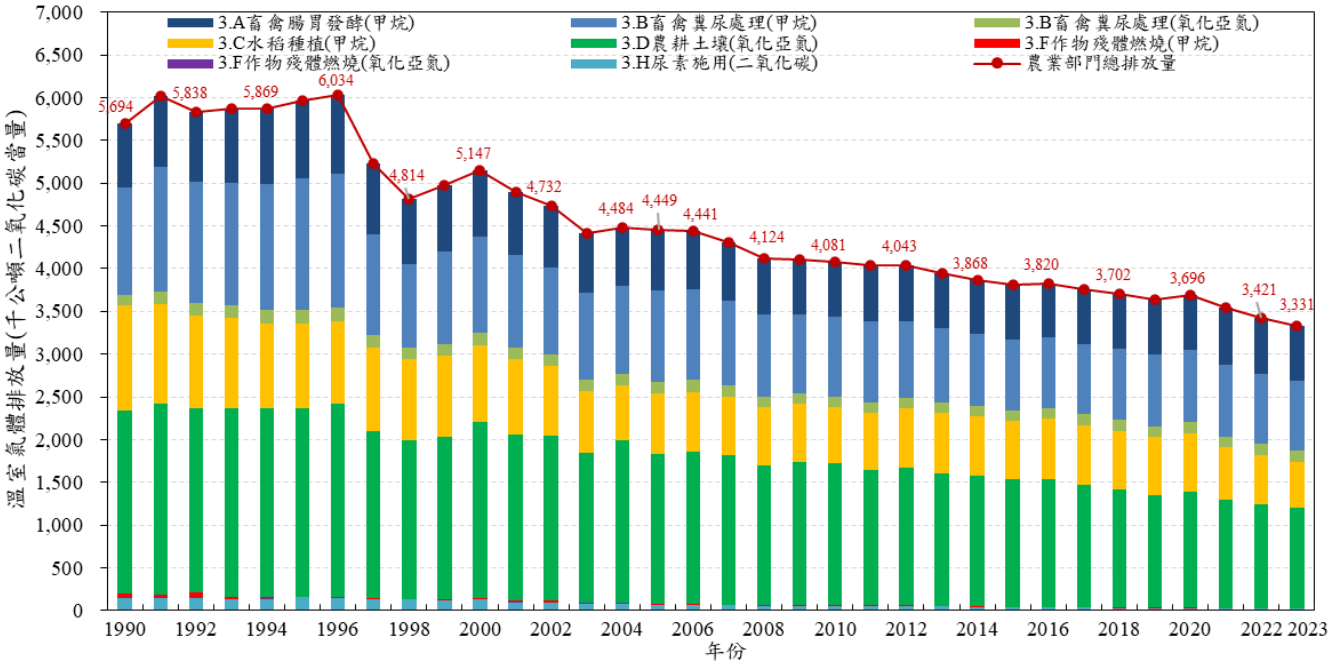


圖 2.3.4 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量趨勢

表 2.3.4 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量	142	146	139	131	135	151	151	134	127
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素使用	142	146	139	131	135	151	151	134	127
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	3,264	3,472	3,381	3,388	3,374	3,449	3,455	2,993	2,703
3.A 畜禽腸胃發酵	750	819	826	868	883	921	921	820	755
3.B 畜禽糞尿處理	1,246	1,460	1,418	1,436	1,470	1,535	1,565	1,190	990
3.C 水稻種植	1,226	1,166	1,084	1,059	998	984	961	976	953
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	42	28	53	24	23	8	8	8	6
氧化亞氮總排放量	2,289	2,397	2,318	2,355	2,360	2,374	2,429	2,101	1,984
3.B 畜禽糞尿處理	129	146	145	147	154	160	167	143	129
3.D 農業土壤	2,150	2,244	2,160	2,202	2,200	2,212	2,259	1,957	1,853
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	10	7	13	6	6	2	2	2	2
農業部門總排放量	**5,694**	**6,015**	**5,838**	**5,873**	**5,869**	**5,974**	**6,034**	**5,228**	**4,814**

表 2.3.4 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
二氧化碳總排放量	118	131	94	93	82	84	62	59	57
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素使用	118	131	94	93	82	84	62	59	57
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	2,820	2,813	2,717	2,565	2,451	2,363	2,495	2,461	2,371
3.A 畜禽腸胃發酵	778	775	739	712	701	688	698	688	682
3.B 畜禽糞尿處理	1,088	1,123	1,074	1,022	1,019	1,024	1,071	1,058	994
3.C 水稻種植	947	899	887	816	721	643	717	706	690
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	8	15	17	14	10	9	9	9	5
氧化亞氮總排放量	2,044	2,203	2,083	2,074	1,887	2,037	1,891	1,920	1,882
3.B 畜禽糞尿處理	137	140	135	131	131	130	136	136	130
3.D 農業土壤	1,905	2,059	1,944	1,939	1,754	1,904	1,753	1,782	1,751
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	2	4	4	4	2	2	2	2	1
農業部門總排放量	**4,982**	**5,147**	**4,894**	**4,732**	**4,420**	**4,484**	**4,449**	**4,441**	**4,310**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
二氧化碳總排放量	57	55	54	53	55	45	40	38	34
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素使用	57	55	54	53	55	45	40	38	34
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
甲烷總排放量	2,303	2,247	2,244	2,278	2,252	2,237	2,180	2,157	2,166
3.A 畜禽腸胃發酵	655	640	648	660	653	649	634	641	628
3.B 畜禽糞尿處理	965	924	931	944	904	874	840	834	829
3.C 水稻種植	676	678	659	668	688	710	702	678	705
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	7	6	6	6	6	4	4	5	4
氧化亞氮總排放量	1,765	1,803	1,784	1,711	1,737	1,670	1,648	1,615	1,621
3.B 畜禽糞尿處理	129	125	125	126	123	122	121	121	122
3.D 農業土壤	1,634	1,676	1,657	1,583	1,612	1,548	1,526	1,493	1,497
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
3.F 農作物殘體燃燒	2	1	1	1	1	1	1	1	1
農業部門總排放量	**4,124**	**4,105**	**4,081**	**4,042**	**4,043**	**3,952**	**3,868**	**3,810**	**3,820**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
二氧化碳總排放量	31	30	29	29	27	22	20		
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
3.H 尿素使用	31	30	29	29	27	22	20		
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
甲烷總排放量	2,166	2,165	2,174	2,172	2,115	2,052	2,004		
3.A 畜禽腸胃發酵	632	640	643	650	665	655	643		
3.B 畜禽糞尿處理	827	832	844	845	842	821	819		
3.C 水稻種植	704	689	684	677	608	576	542		
3.D 農業土壤	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.F 農作物殘體燃燒	4	3	2	1	1	1	1		
氧化亞氮總排放量	1,555	1,508	1,440	1,494	1,401	1,346	1,307		
3.B 畜禽糞尿處理	123	125	129	130	130	130	131		
3.D 農業土壤	1,431	1,382	1,311	1,364	1,271	1,216	1,175		
3.E 草原焚燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
3.F 農作物殘體燃燒	1.0	0.7	0.6	0.2	0.2	0.2	0.3		
農業部門總排放量	**3,753**	**3,702**	**3,644**	**3,696**	**3,543**	**3,421**	**3,331**		

備註：1.NE（未估計），指對現有源排放量和匯清除量沒有估計。

2.NO（未發生）該排放源無生產或使用，如使用量極少且無統計資料。

2.3.4 土地利用、土地利用變化及林業部門

土地利用與林業部門移除之溫室氣體以二氧化碳為主，歷年之移除量呈現略有起伏增減的趨勢，每年的移除量變化並不大，主要係由森林資源年生長所增加的移除量為主，造林所增加的移除量及因森林干擾所減少的移除量較少。1990 年至 2023 年間森林資源整體之年移除量變化，其中 1991 年及 2001 年係因森林火災及颱風等災害造成碳損失量高，其年移除量分別為 21,490 及 21,850 千公噸二氧化碳當量，其餘各年均維持穩定之狀態。直至 2009 年莫拉克風災對我國造成嚴重災害，致林木損失材積量大，其年移除量為 19,388 千公噸二氧化碳當量為最低，如圖 2.3.5 與表 2.3.5 所示。2023 年土地利用與林業部門溫室氣體的移除量為 21,726 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.49%，2005 至 2023 年碳移除量減少約 2.53%，年平均負成長率為 0.14%，而 1990 至 2023 年碳移除量減少約 7.10%，年平均負成長率為 0.22%。

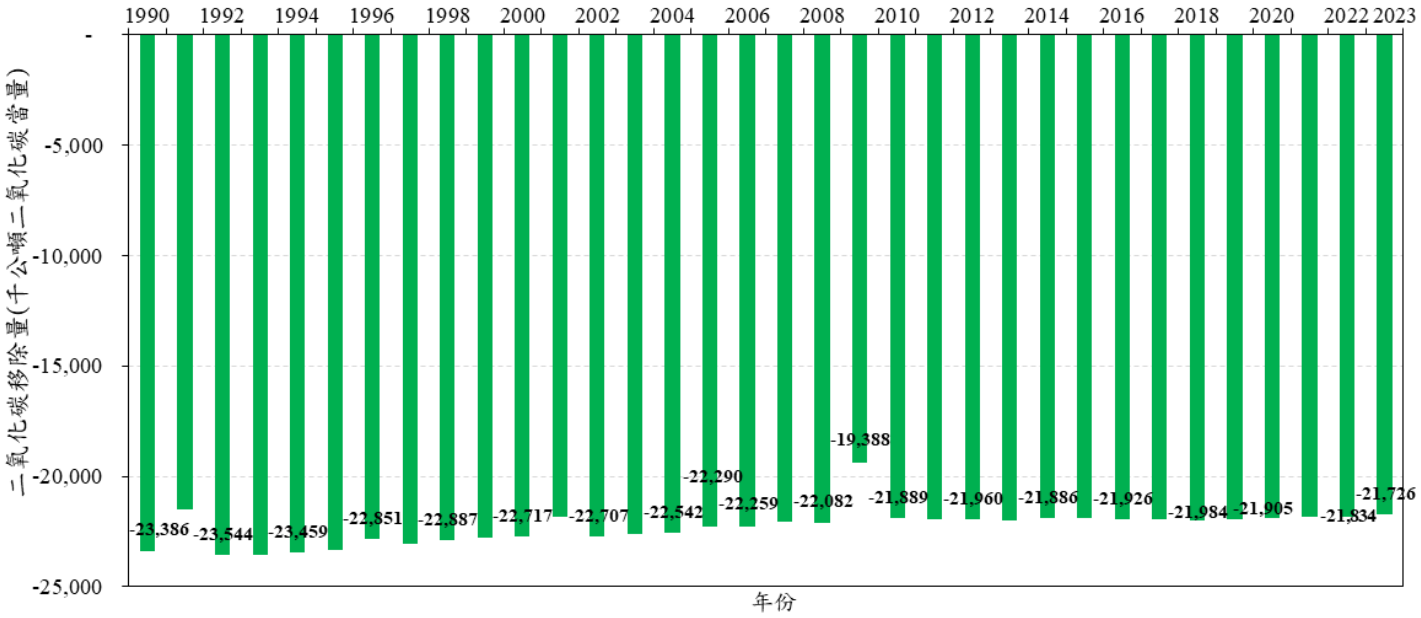


圖 2.3.5 1990 年至 2023 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量趨勢

表 2.3.5 1990 年至 2023 年土地利用、土地利用變化及林業部門碳移除量變化

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯		1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
4.A.1 林地維持林地	碳移除量（$\triangle CO_{2G}$）	-23,902	-23,902	-23,741	-23,580	-23,418	-23,257	-23,095	-22,934	-22,772
	碳排放量（$\triangle CO_{2L}$）	607	2,503[1]	333	216	190	202	559	266	326
	總碳移除量（$\triangle CO_2$）	-23,295	-21,399	-23,408	-23,364	-23,228	-23,055	-22,536	-22,668	-22,446
4.A.2 其他土地轉變為林地	碳移除量（$\triangle CO_{2B}$）	-91	-91	-136	-182	-230	-285	-315	-392	-440
土地利用、土地利用變化及林業部門總碳移除量（$\triangle CO_2$）		**-23,386**	**-21,490**	**-23,544**	**-23,546**	**-23,459**	**-23,340**	**-22,851**	**-23,060**	**-22,887**
溫室氣體排放源和吸收匯		**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
4.A.1 林地維持林地	碳移除量（$\triangle CO_{2G}$）	-22,611	-22,449	-22,288	-22,127	-21,965	-21,804	-21,642	-21,481	-21,319
	碳排放量（$\triangle CO_{2L}$）	401	389	1,112[2]	167	227	243	369	251	308
	總碳移除量（$\triangle CO_2$）	-22,210	-22,061	-21,176	-21,960	-21,738	-21,560	-21,274	-21,230	-21,012
4.A.2 其他土地轉變為林地	碳移除量（$\triangle CO_{2B}$）	-553	-656	-673	-747	-886	-981	-1,016	-1,029	-1,062
土地利用、土地利用變化及林業部門總碳移除量（$\triangle CO_2$）		**-22,764**	**-22,717**	**-21,850**	**-22,707**	**-22,624**	**-22,542**	**-22,290**	**-22,259**	**-22,074**
溫室氣體排放源和吸收匯		**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
4.A.1 林地維持林地	碳移除量（$\triangle CO_{2G}$）	-21,158	-20,997	-20,889	-20,907	-20,932	-20,970	-21,004	-21,040	-21,068
	碳排放量（$\triangle CO_{2L}$）	199	2,753[3]	218	140	145	135	197	189	153
	總碳移除量（$\triangle CO_2$）	-20,959	-18,243	-20,671	-20,766	-20,787	-20,834	-20,807	-20,851	-20,915
4.A.2 其他土地轉變為林地	量碳移除量（$\triangle CO_{2B}$）	-1,123	-1,145	-1,218	-1,181	-1,173	-1,139	-1,079	-1,049	-1,011
土地利用、土地利用變化及林業部門總碳移除量（$\triangle CO_2$）		**-22,082**	**-19,388**	**-21,889**	**-21,947**	**-21,960**	**-21,974**	**-21,886**	**-21,900**	**-21,926**
溫室氣體排放源和吸收匯		**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
4.A.1 林地維持林地	碳移除量（$\triangle CO_{2G}$）	-21,105	-21,148	-21,202	-21,271	-21,318	-21,359	-21,421		
	碳排放量（$\triangle CO_{2L}$）	107	83	116	90	121	114	187		
	總碳移除量（$\triangle CO_2$）	-20,998	-21,065	-21,086	-21,181	-21,197	-21,245	-21,234		
4.A.2 其他土地轉變為林地	碳移除量（$\triangle CO_{2B}$）	-963	-918	-831	-724	-654	-589	-493		
土地利用、土地利用變化及林業部門總碳移除量（$\triangle CO_2$）		**-21,961**	**-21,984**	**-21,917**	**-21,905**	**-21,850**	**-21,834**	**-21,726**		

備註：1.1991 年其他災害包括颱風災害次數共 7 次，面積共 295.74 公頃，被害材積 1,348,998.61m^3，損失材積 1,348,992.06 m^3。

2.2001 年除丹大、梨山、雪山東峰及陽明山國家公園所發生之五次森林大火外，尚發生 59 次小火警，火災受損面積廣達 395 公頃，森林資源損失慘重。

3.2009 年莫拉克風災對我國中、南部造成嚴重災害，尤其在高雄、屏東部分地區 3 天內降下超過 2,500 毫米的雨量，產生約 125 萬噸漂流木，致林木損失材積量大。

2.3.5 廢棄物部門

廢棄物部門排放之溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷及氧化亞氮三種。該部門溫室氣體排放量近年來逐漸遞減的趨勢，詳如圖 2.3.6 與表 2.3.6 所示，2023 年排放量為 2,546 千公噸二氧化碳當量，約占我國溫室氣體總排放量的 0.91%，2023 年排放量較 2022 年減少 5.71，與 2005 年相比較減少約 72.05%，年平均負成長率為 6.84%。2000 年後甲烷排放量大幅下降，主要是實行垃圾減量，導致衛生掩埋量和一般掩埋量大量減少，同時推行沼氣（甲烷）回收措施。2023 年廢棄物部門排放中，以 5.D「廢水處理與放流」占 38.78%，比例最大，其次為 5.C「廢棄物之焚化與露天燃燒」占 35.44%，其餘為 5.A「固體廢棄物處理」占 24.03%及 5.B「廢棄物生物處理」占 1.75%。

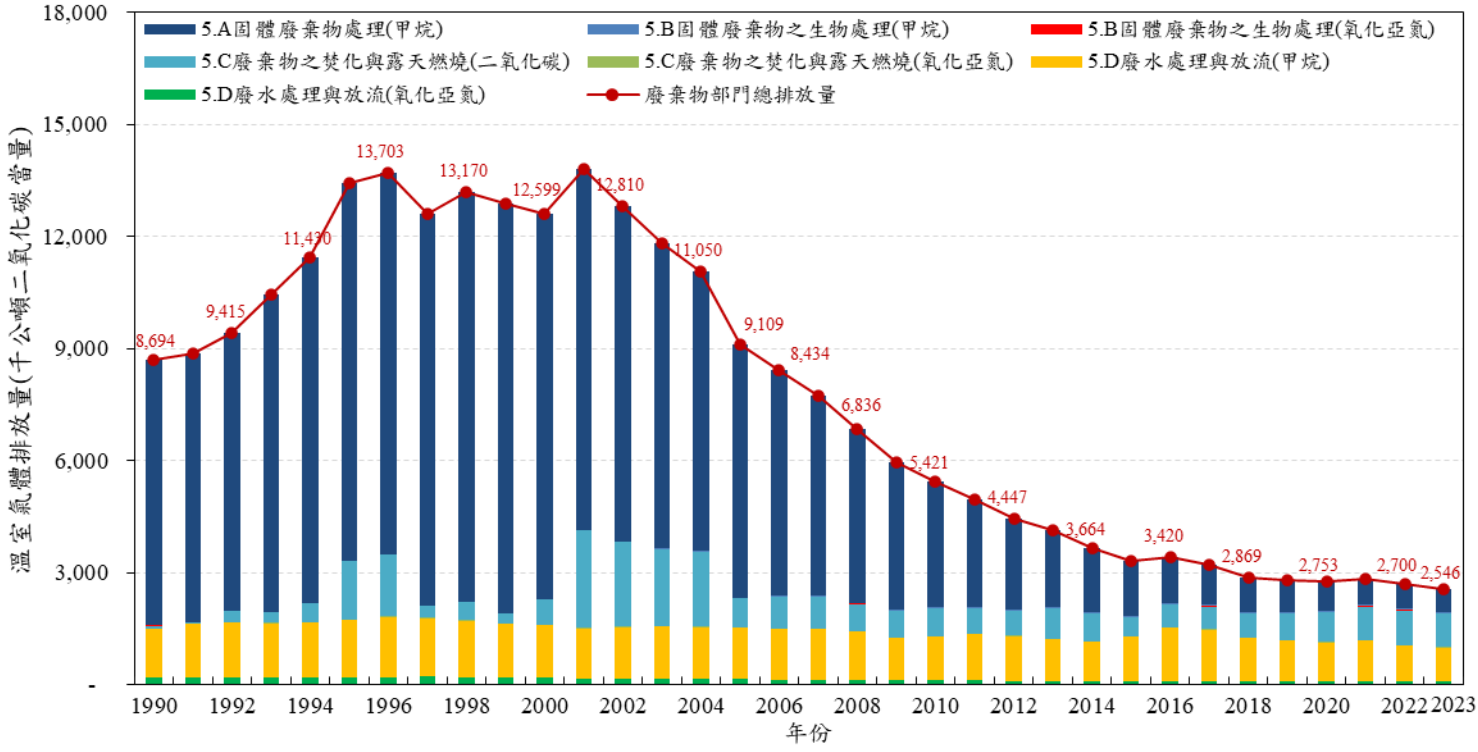


圖 2.3.6 1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量趨勢

表 2.3.6 1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
二氧化碳總排放量（5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒）	94	35	309	301	500	1,575	1,652	330	491
甲烷總排放量	8,410	8,643	8,917	9,945	10,731	11,632	11,833	12,073	12,479
5.A 固體廢棄物處理	7,102	7,206	7,431	8,492	9,252	10,112	10,231	10,496	10,962
5.B 固體廢棄物之生物處理	13	0.6	0.9	0.5	0.2	0.7	0.3	2	0.06
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,295	1,436	1,485	1,452	1,479	1,520	1,602	1,575	1,517
氧化亞氮總排放量	190	181	190	198	200	216	218	213	200
5.B 固體廢棄物之生物處理	9	0.4	0.6	0.4	0.1	0.5	0.2	1.1	0.04
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	1.0	0.4	3	3	5	16	17	3	5
5.D 廢水處理與放流	180	180	186	194	194	199	201	209	195
廢棄物部門總排放量	**8,694**	**8,858**	**9,415**	**10,444**	**11,430**	**13,424**	**13,703**	**12,616**	**13,170**
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
二氧化碳總排放量（5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒）	280	691	2,597	2,276	2,065	1,996	776	848	837
甲烷總排放量	12,391	11,722	10,996	10,339	9,569	8,868	8,164	7,437	6,732
5.A 固體廢棄物處理	10,958	10,310	9,655	8,976	8,192	7,482	6,786	6,066	5,349
5.B 固體廢棄物之生物處理	2	0.3	0.02	0.4	3	7	11	13	16
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,431	1,411	1,341	1,363	1,375	1,379	1,367	1,359	1,367
氧化亞氮總排放量	194	186	196	195	195	185	169	149	149
5.B 固體廢棄物之生物處理	1.5	0.2	0.02	0.3	2	5	8	9	11
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	3	7	27	23	21	21	8	9	9
5.D 廢水處理與放流	189	179	169	171	172	159	154	131	129
廢棄物部門總排放量	**12,865**	**12,599**	**13,789**	**12,810**	**11,829**	**11,050**	**9,109**	**8,434**	**7,719**
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
二氧化碳總排放量（5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒）	733	703	747	670	657	817	736	498	589
甲烷總排放量	5,968	5,111	4,542	4,137	3,660	3,187	2,808	2,686	2,710
5.A 固體廢棄物處理	4,644	3,942	3,347	2,862	2,432	2,054	1,736	1,469	1,252
5.B 固體廢棄物之生物處理	18	20	23	29	27	25	23	22	22
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
5.D 廢水處理與放流	1,306	1,149	1,171	1,246	1,201	1,108	1,049	1,195	1,436
氧化亞氮總排放量	136	134	133	136	129	122	121	124	121
5.B 固體廢棄物之生物處理	13	14	17	21	19	18	16	16	16
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	8	7	8	8	8	8	8	5	6
5.D 廢水處理與放流	115	112	109	107	102	96	97	103	99
廢棄物部門總排放量	**6,836**	**5,948**	**5,421**	**4,943**	**4,447**	**4,127**	**3,664**	**3,308**	**3,420**
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
二氧化碳總排放量（5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒）	613	639	703	798	909	932	893		
甲烷總排放量	2,474	2,106	1,963	1,834	1,805	1,654	1,546		
5.A 固體廢棄物處理	1,080	937	837	769	694	663	612		
5.B 固體廢棄物之生物處理	23	26	28	29	30	28	26		
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO		
5.D 廢水處理與放流	1,371	1,142	1,098	1,036	1,081	963	908		
氧化亞氮總排放量	122	125	120	121	121	114	107		
5.B 固體廢棄物之生物處理	16	18	20	21	21	20	19		
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	6	6	7	8	9	9	9		
5.D 廢水處理與放流	100	101	93	92	91	86	79		
廢棄物部門總排放量	**3,208**	**2,869**	**2,785**	**2,753**	**2,835**	**2,700**	**2,546**		

備註：NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產。

第三章

能源部門 (CRT Sector 1)

3.1 部門概述

3.2 燃料燃燒 (1.A)

3.3 燃料逸散性排放 (1.B)

3.4 參考文獻

第三章 能源部門（CRT Sector 1）

3.1 部門概述

能源部門排放包括來自固定性與移動性能源使用活動，包括燃料燃燒及燃料逸散排放之所有溫室氣體總量。我國自產煤炭已於2000年間停產，自產天然氣產量少，以2023年而言，其占初級能源供給比例不及1%，因此燃料逸散排放量占整體排放量比重較低。

能源部門統計溫室氣體包含：二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等三類，所使用的方法學如表3.1.1，2023年能源部門溫室氣體排放總量為252,730千公噸二氧化碳當量，排放量相較1990年成長128.64%，年均成長2.54%；其中，燃料燃燒、燃料逸散排放量分別為252,395千公噸二氧化碳當量、335千公噸二氧化碳當量。能源部門溫室氣體排放量不確定性為2.89%，如表3.1.2。

表 3.1.1 能源部門所使用方法學

溫室氣體排放源分類	二氧化碳		甲烷		氧化亞氮	
	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數
1.A.燃料燃燒						
1.A.1能源產業	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.2製造業與營造業	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.3運輸	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.4其他部門	T1	D	T1	D	T1	D
1.A.5其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.B.燃料逸散						
1.B.1固體燃料	NE	NE	T1	D	NE	NE
1.B.2石油和天然氣	T1, T3	D	T1, T3	D	T1	D
1.B.3來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE
1.C.二氧化碳運輸與儲存	NE	NE				

備註：1.各式符號係指我國該分類採用 2006 IPCC 指南方法 1(Tier 1, T1)；2006 IPCC 指南方法 3(Tier 3, T3)；IPCC 指南預設方法(IPCC default, D)；NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計；灰底為 2006 IPCC 指南未建議納入統計該氣體。

2.石油精煉逸散排放 1990 年至 2004 年係以 T1 方法統計，自 2005 年起則改引用溫室氣體盤查報告書資料，即以 T3 方法進行統計。

表 3.1.2 1990 年至 2023 年能源部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別		1990	1991	1992	1993	1994
1.能源部門	排放量	110,536	119,525	127,198	136,407	144,359
	不確定性（%）	2.259	2.264	2.468	2.690	2.670
1.A.燃料燃燒（部門方法）		110,227	119,261	126,971	136,184	144,141
1.A.1能源產業		49,276	55,300	57,705	64,966	69,728
1.A.2製造業與營造業		30,255	32,101	34,559	34,984	36,029
1.A.3運輸		20,075	21,346	24,556	26,669	28,139
1.A.4其他部門		10,621	10,514	10,152	9,565	10,245
1.A.4.a.服務業		3,642	3,549	3,006	2,504	3,034
1.A.4.b.住宅		4,016	4,249	4,458	4,371	4,473
1.A.4.c.農林漁牧		2,964	2,716	2,688	2,690	2,737
1.A.5其他		NE	NE	NE	NE	NE
1.B.燃料逸散		309	264	227	223	218
1.B.1固體燃料		182	155	129	126	110
1.B.2石油和天然氣		127	109	98	97	108
1.B.3來自能源產品之其他排放		NE	NE	NE	NE	NE
1.C.二氧化碳運輸與儲存		NE	NE	NE	NE	NE

溫室氣體排放源和吸收匯類別		1995	1996	1997	1998	1999
1.能源部門	排放量	152,110	159,910	172,204	182,963	191,980
	不確定性（%）	2.593	2.776	2.838	2.870	2.599
1.A.燃料燃燒（部門方法）		151,904	159,738	172,050	182,805	191,819
1.A.1能源產業		75,480	80,402	90,502	99,748	105,247
1.A.2製造業與營造業		37,113	38,106	40,498	40,538	42,462
1.A.3運輸		29,449	30,450	31,200	32,537	33,487
1.A.4其他部門		9,862	10,780	9,850	9,981	10,623
1.A.4.a.服務業		2,460	3,193	2,496	2,964	3,145
1.A.4.b.住宅		4,609	4,767	4,864	4,963	5,425
1.A.4.c.農林漁牧		2,793	2,821	2,490	2,053	2,052
1.A.5其他		NE	NE	NE	NE	NE
1.B.燃料逸散		206	172	155	158	162
1.B.1固體燃料		90	57	38	30	35
1.B.2石油和天然氣		115	115	117	128	126
1.B.3來自能源產品之其他排放		NE	NE	NE	NE	NE
1.C.二氧化碳運輸與儲存		NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別		**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.能源部門	排放量	210,357	214,224	221,864	231,695	241,859
	不確定性（%）	2.940	2.929	3.209	3.294	3.381
1.A.燃料燃燒（部門方法）		210,201	214,088	221,716	231,517	241,662
1.A.1能源產業		119,760	124,418	128,715	139,948	147,945
1.A.2製造業與營造業		45,497	44,455	46,607	44,442	44,787
1.A.3運輸		33,933	33,994	35,294	35,270	36,646
1.A.4其他部門		11,011	11,221	11,099	11,857	12,283
1.A.4.a.服務業		3,223	3,556	3,505	3,973	4,142
1.A.4.b.住宅		5,412	5,195	5,121	5,056	5,147
1.A.4.c.農林漁牧		2,376	2,470	2,473	2,828	2,995
1.A.5其他		NE	NE	NE	NE	NE
1.B.燃料逸散		155	136	148	178	197
1.B.1固體燃料		32	NO	NO	NO	NO
1.B.2石油和天然氣		124	136	148	178	197
1.B.3來自能源產品之其他排放		NE	NE	NE	NE	NE
1.C.二氧化碳運輸與儲存		NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別		**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.能源部門	排放量	249,889	257,285	261,174	249,424	237,716
	不確定性（%）	3.382	3.413	3.505	3.463	3.514
1.A.燃料燃燒（部門方法）		249,736	257,137	261,019	249,265	237,559
1.A.1能源產業		155,699	163,015	169,326	162,851	154,685
1.A.2製造業與營造業		44,243	45,551	45,086	41,635	38,086
1.A.3運輸		37,654	37,573	36,195	33,950	34,283
1.A.4其他部門		12,140	10,998	10,413	10,830	10,505
1.A.4.a.服務業		4,249	4,294	4,254	4,248	4,286
1.A.4.b.住宅		5,249	5,047	5,061	5,030	5,044
1.A.4.c.農林漁牧		2,642	1,656	1,097	1,552	1,175
1.A.5其他		NE	NE	NE	NE	NE
1.B.燃料逸散		153	148	155	159	157
1.B.1固體燃料		NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2石油和天然氣		153	148	155	159	157
1.B.3來自能源產品之其他排放		NE	NE	NE	NE	NE
1.C.二氧化碳運輸與儲存		NE	NE	NE	NE	NE

溫室氣體排放源和吸收匯類別		2010	2011	2012	2013	2014
1.能源部門	排放量	253,631	259,064	255,161	256,078	260,464
	不確定性（%）	3.462	3.110	2.963	3.088	3.168
1.A.燃料燃燒（部門方法）		253,451	258,867	254,945	255,851	260,226
1.A.1能源產業		164,980	169,208	167,549	167,728	174,460
1.A.2製造業與營造業		42,842	43,935	42,750	43,546	40,614
1.A.3運輸		35,415	35,879	35,043	34,969	35,432
1.A.4其他部門		10,215	9,847	9,605	9,610	9,721
1.A.4.a.服務業		4,224	3,918	3,654	3,832	3,947
1.A.4.b.住宅		4,871	4,800	4,685	4,497	4,423
1.A.4.c.農林漁牧		1,119	1,130	1,267	1,282	1,351
1.A.5其他		NE	NE	NE	NE	NE
1.B.燃料逸散		180	197	216	228	238
1.B.1固體燃料		NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2石油和天然氣		180	197	216	228	238
1.B.3來自能源產品之其他排放		NE	NE	NE	NE	NE
1.C.二氧化碳運輸與儲存		NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別		**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.能源部門	排放量	260,486	265,031	271,526	269,493	261,093
	不確定性（%）	3.137	3.1233	3.1231	3.274	3.156
1.A.燃料燃燒（部門方法）		260,232	264,764	271,242	269,205	260,805
1.A.1能源產業		174,402	177,924	186,498	188,709	181,014
1.A.2製造業與營造業		39,804	39,880	38,326	35,230	34,262
1.A.3運輸		36,290	37,390	36,995	35,977	36,216
1.A.4其他部門		9,737	9,571	9,422	9,290	9,314
1.A.4.a.服務業		3,961	3,738	3,797	3,609	3,639
1.A.4.b.住宅		4,481	4,549	4,414	4,157	4,148
1.A.4.c.農林漁牧		1,295	1,284	1,210	1,524	1,527
1.A.5其他		NE	NE	NE	NE	NE
1.B.燃料逸散		254	267	284	288	288
1.B.1固體燃料		NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2石油和天然氣		254	267	284	288	288
1.B.3來自能源產品之其他排放		NE	NE	NE	NE	NE
1.C.二氧化碳運輸與儲存		NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別		**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.能源部門	排放量	259,710	269,296	260,267	252,730	
	不確定性（%）	2.987	3.032	3.039	2.893	
1.A.燃料燃燒（部門方法）		259,408	268,970	259,930	252,395	
1.A.1能源產業		180,224	189,191	182,476	177,526	
1.A.2製造業與營造業		33,257	35,871	32,586	29,896	
1.A.3運輸		36,500	34,643	35,451	35,370	
1.A.4其他部門		9,426	9,265	9,417	9,603	
1.A.4.a.服務業		3,810	3,758	3,763	3,947	
1.A.4.b.住宅		4,280	4,182	4,278	4,116	
1.A.4.c.農林漁牧		1,336	1,325	1,376	1,541	
1.A.5其他		NE	NE	NE	NE	
1.B.燃料逸散		302	325	337	335	
1.B.1固體燃料		NO	NO	NO	NO	
1.B.2石油和天然氣		302	325	337	335	
1.B.3來自能源產品之其他排放		NE	NE	NE	NE	
1.C.二氧化碳運輸與儲存		NE	NE	NE	NE	

備註：1.NO，代表我國該分類項目無生產或使用，如停產。

2.NE，代表未調查估計該分類項目。

3.2 燃料燃燒（1.A）

1.統計範疇

能源部門燃料燃燒溫室氣體排放量來自於所有燃料燃燒活動，其計算方法係依據聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）於 2006 年出版國家溫室氣體排放清冊指南（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南）Tier 1 方法，使用我國能源平衡表與 IPCC 建議排放係數，進行溫室氣體排放量統計，範疇如表 3.2.1。本部門統計資料包括：

(1)部門方法統計：1990 年至 2023 年能源消費部門別，包括能源產業、製造業與營造業、運輸，以及服務業、住宅、農林漁牧等其他部門之二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等溫室氣體排放量。

(2)參考方法統計：1990 年至 2023 年初級能源總供給之二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等溫室氣體排放量。

生質能部分，考量生物固碳效果，生質燃料燃燒溫室氣體排放量不包括在本部門排放總量，然仍會於經濟部能源署發布之「燃料燃燒之二氧化碳排放量統計與分析」文件進行揭露。至於廢棄物燃燒作為能源使用之排放，則須計算在本分類中；另依據 2006 IPCC 指南分類，用於國際航空與國際海運燃料的排放不應計算在國內排放總量內，須予以分開計算。

2.方法論議題

(1)燃料燃燒溫室氣體排放量計算方法與程序

各方法簡述如下：「參考方法（Reference Approach）」為利用國家燃料燃燒能源供給數據計算之溫室氣體排放量；「部門方法（Sectoral Approach）」之方法 1（Tier 1）為利用國家燃料燃燒活動數據為基礎，以 2006 IPCC 指南建議排放係數，計算該國之二氧化碳當量；方法 2（Tier 2）為利用國家燃料燃燒活動數據為基礎，以各國本土化排放係數，計算該國之二氧化碳當量；方法 3（Tier 3）為依排放型態別或個別排放源之細部數據，估計國家之二氧化碳當量，以運輸部門為例，其排放量係依不同運輸方式之運具別、運量、油耗率及排放係數等數據進行估計。

現階段燃料燃燒溫室氣體排放量統計係依據 2006 IPCC 方法 1（Tier 1），統計參考方法及部門方法排放量。前述方法適用於本節各排放源溫室氣體排放量之計算，爰在此一併敘明，茲說明如下：

A.各類能源活動之排放量計算：

(A)各類能源排放量計算公式說明如下：

a.二氧化碳排放量：

排放量（公斤二氧化碳）=各活動所使用之能源數據（兆焦耳）×各燃料別排放係數（公斤二氧化碳/兆焦耳）

b.甲烷排放量：

排放量（公斤甲烷）=各活動所使用之能源數據（兆焦耳）×各燃料別排放係數（公斤甲烷/兆焦耳）

c.氧化亞氮排放量：

排放量（公斤氧化亞氮）=各活動所使用之能源數據（兆焦耳）×各燃料別排放係數（公斤氧化亞氮/兆焦耳）

(B)各類一般廢棄物二氧化碳排放量計算公式說明如下：

各類一般廢棄物二氧化碳排放量（公斤）=各類一般廢棄物重量（公斤）×各類廢棄物乾基重量占濕基重量比（%）×碳成分占乾基總重量比（%）×化石能源成分占比（%）×44/12（二氧化碳與碳之重量比）

(C)各類一般廢棄物甲烷及氧化亞氮排放量計算公式說明如下：

各類廢棄物甲烷或氧化亞氮排放量（公斤）=各類一般廢棄物重量（公斤）×熱值（千卡/公斤）×4.1868（焦耳/卡）×一般廢棄物排放係數（公斤甲烷或氧化亞氮/兆焦耳）×10^{-9}×各類廢棄物化石能源成分占比（%）

B.部門方法

聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）鼓勵有詳細能源使用資料的國家，依據「部門方法」分類方式計算，並按 2006 IPCC 指南中的報告格式提報該項計算結果。「部門方法」由「最終消費部門」計算其能源消費所產生溫室氣體排放量。為確保各國排放統計之一致性、透明性及可比較性，避免各部門之間重複計算，並顧及既有國際通用的部門分類方式，UNFCCC 要求各成員國共同採行 2006 IPCC 指南之「部門方法」。

所有經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）國家及部門數據完整之開發中國家目前皆採用部門方法作為 OECD 國家二氧化碳排放指標跨國比較基礎，我國亦採用此法作為各項指標基準。部門方法計算步驟如下：

(A)部門方法排放總量=能源產業排放量+製造業與營造業排放量+運輸排放量+服務業排放量+住宅排放量+農林漁牧排放量

(B)各產業能源排放量=各產業固體燃料燃燒排放量+各產業液體燃料燃燒排放量+各產業氣體燃料燃燒排放量+各產業廢棄物燃燒排放量

C.參考方法

由於並非所有國家均擁有詳細且精確的各部門最終能源使用資料；而能源供應資料相對易於掌握，爰 2006 IPCC 指南為使各國均能應用其方法，遂採行由能源供應面計算二氧化碳排放量，且可經由國際能源交易紀錄複核，由供應面計算全球資料既公平且實際可行。

參考方法一般使用於已建立能源供給統計的國家，目前所有 OECD 國家或開發中國家皆以此法計算，我國亦運用此法進行統計。參考方法計算步驟如下：

(A)參考方法排放總量=固體燃料燃燒排放量+液體燃料燃燒排放量+氣體燃料燃燒排放量+廢棄物燃燒排放量

(B)固體（煤及煤產品）燃料燃燒排放量=初級能源總供給之固體燃料燃燒排放量-固體非能源消費排放量

(C)液體（原油及石油產品）燃料燃燒排放量=初級能源總供給之液體燃料燃燒排放量-液體非能源消費排放量

(D)氣體(天然氣產品)燃料燃燒排放量

=初級能源總供給之氣體燃料燃燒排放量-氣體非能源消費排放量

(E)廢棄物燃燒排放量=以廢棄物為初級能源總供給之排放量

(2)排放係數

A.燃料別排放係數

溫室氣體排放量計算引用之排放係數，係以 2006 IPCC 指南所公布係數為主，其內涵以淨熱值為基準，計算其排放量，各燃料別排放係數詳如表 3.2.2。

由於我國一般廢棄物可依環境部統計進行類別歸類，而一般廢棄物之二氧化碳排放係數，係依據 2006 IPCC 指南中各類廢棄物中來自化石能源碳含量占比進行計算，詳如表 3.2.3。

而針對 2006 IPCC 指南中，未明列之燃料別排放係數，則引用其他國家公告之排放係數，如廢輪胎之排放係數係引用美國環境部公告係數，其內涵為以毛熱值為基準，並適用於該國之汽電共生廠，詳如表 3.2.2 與 3.2.3。

B.溫室氣體溫暖化潛勢

各類溫室氣體溫暖化潛勢係依據 2014 年 IPCC 出版之「第五次評估報告」，詳如表 3.2.4，針對溫暖化潛勢數據，若因資料來源公布更新，得重新檢討數據之引用。

(3)活動數據

A.各類能源熱值標準

溫室氣體排放量統計引用之各類能源熱值詳如表 3.2.5，其中化石燃料熱值係依據經濟部能源署出版統計刊物之「能源產品單位熱值表」；一般廢棄物熱值係依據環境部公布之「中華民國環境保護統計年報」之垃圾發熱量定期進行更新，詳如表 3.2.6。針對上述各類能源熱值之引用來源，若因資料來源單位更新公布，應配合其調整，重新檢討各類能源熱值。

B.溫室氣體排放活動數據資料來源

各活動燃料燃燒使用數據係依據經濟部能源署公布之能源平衡表(熱值單位)。

表 3.2.1 能源部門燃料燃燒排放源分類

排放源	範疇定義	納入排放計算之溫室氣體
1.能源部門	包括來自固定性與移動性能源活動（燃料燃燒及逸散性燃料排放）所有溫室氣體排放。	二氧化碳、甲烷、氧化亞氮
1.A 燃料燃燒活動	1.包括所有燃料燃燒活動所有溫室氣體之總排放。 2.生質燃料燃燒排放之二氧化碳不包括在本部門，假如生物量是永續地產生，生質燃料燃燒排放之二氧化碳則可能不是淨排放；假如生物量的獲取是處於不穩定的速率下（高於年平均成長率），淨二氧化碳排放將顯現於土地利用變化及林業部門生物量積蓄的損失；生質燃料燃燒所排放的其他溫室氣體，則計算於本部門。 3.廢棄物燃燒當成能源使用的排放，則計算在本分類中。 4.用於國際空運與海運燃料的排放不應計算在國內排放總量內，須分開計算。	二氧化碳、甲烷、氧化亞氮

排放源	範疇定義	納入排放計算之溫室氣體
1.A.1 能源產業	包括因燃料萃取或能源生產的燃料燃燒排放。	
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造	包括公用與自用發電廠、公用與自用熱能工廠及發電廠、公用與自用熱能工廠的燃料燃燒排放。	
1.A.1.a.i.發電廠	公用與自用發電廠燃料燃燒排放。	
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	公用與自用汽電共生廠燃料燃燒排放。	
1.A.1.a.iii.熱能工廠	公用與自用熱能工廠的燃料燃燒排放。	
1.A.1.b.石油煉製	關於石油產品煉製的所有燃燒活動。	
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	包括從固體燃料轉變成次級、三級產品製程之能源使用的燃燒排放，包括木炭的生產過程。	
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	包括焦炭、褐煤、煤球生產之燃料燃燒的排放。	
1.A.1.c.ii.其他能源產業	其他能源產業能源使用之燃燒排放，本分類亦包括於煤礦開採、油氣萃取過程能源使用之排放。	
1.A.2.製造業與營造業	包括工業中電力、熱能產生燃料燃燒排放。鋼鐵基本工業焦爐燃燒排放應被估算於 1A1c 分類中。	
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	（ISIC Group 271 and Class 2731）	
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	（ISIC Group 272 and Class 2732）	
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	（ISIC Division 24）	
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	（ISIC Division 21 and 22）	
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	（ISIC Division 15 and 16）	
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	（ISIC Division 23）	
1.A.2.g.其他	其他工業的燃料燃燒排放，此部分亦可包含來自營造業的排放。但請盡可能以 ISIC 分類標明清楚所計算的分類。	
1.A.3.運輸	所有運輸活動燃料燃燒之排放。	二氧化碳、甲烷、氧化亞氮
1.A.3.a.空運	包括起飛與著陸國際空運與國內空運（服務業、私人、農業等）的排放，不包括 1A3e 機場陸地運輸之排放，而且也不包括機場固定燃燒源的排放。	
1.A.3.a.i.國際航空	國際航空燃料使用的排放。	
1.A.3.a.ii.國內航空	在一個國家內，所有國內客運、貨運起飛與著陸的各種機型燃料使用之排放。	
1.A.3.b.公路運輸	包括所有因公路交通工具燃料使用之燃燒、逸散排放，在公路行駛的農用交通工具亦包括在內。	
1.A.3.c.鐵路	包括貨運、客運路線的鐵路運輸排放。	
1.A.3.d.水運	包括螺旋槳水上工具，如水翼船等的排放。	
1.A.3.d.i.國際海運	包括懸掛所有旗幟用於國際運輸之航海船隻。	
1.A.3.d.ii.國內水運	除了魚釣及國際海運外，所有國內水上交通工具的排放。	
1.A.3.e.其他運輸	包括管線運輸、機場及港口的地面活動、及除 1A4c、1A2 以外之道路外活動等之所有剩餘運輸活動的燃燒排放。軍事運輸應屬於 1A5。	
1.A.3.e.i.管線運輸		
1.A.4.其他部門	所有敘述於 1A4 項次下，以區分 1A5 的燃燒活動之排放。	二氧化碳、甲烷、氧化亞氮
1.A.4.a.服務業	服務業及機構建築的燃料燃燒排放。（ISIC categories 4103,42,6,719,72,8, and 91-96）	
1.A.4.b.住宅	所有住宅燃料燃燒之排放。	
1.A.4.c.農林漁牧	農、林、內陸、沿海、深海魚釣、牧業之燃料燃燒排放，包括接駁工具、幫浦燃料使用、穀物乾燥、園藝溫室、及其他農林漁牧之燃料使用。	
1.A.5 其他	所有其他未歸類之燃料燃燒排放，包括軍隊的燃料使用排放。	無

表 3.2.2 2006 IPCC 指南燃料燃燒二氧化碳、甲烷與氧化亞氮排放係數

能源產業			
項目	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
單位	($kgCO_2/TJ$)	($kgCH_4/TJ$)	(kgN_2O/TJ)
固體(煤及煤產品 Coal and Coal Products)			
煙煤-煉焦煤(Bituminous Coal-Coking Coal	94,600	1	1.5
煙煤-燃料煤(Bituminous Coal-Steam Coal)	94,600	1	1.5
無煙煤(Anthracite)	98,300	1	1.5
亞煙煤(Sub-bituminous Coal)	96,100	1	1.5
褐煤(Lignite)	101,000	1	1.5
泥煤(Peat)	106,000	1	1.5
焦炭(Coke Oven Coke)	107,000	1	1.5
煤球(Patent Fuel)	97,500	1	1.5
焦爐氣(Coke Oven Gas)	44,400	1	0.1
高爐氣(Blast Furnace Gas)	260,000	1	0.1
轉爐氣(Oxygen Steel Furnace Gas)	182,000	1	0.1
液體(原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products)			
原油(Crude Oil)	73,300	3	0.6
煉油廠進料(Refinery Feedstocks)	73,300	3	0.6
添加劑/含氧化合物(Additives/Oxygenates)	73,300	3	0.6
煉油氣(Refinery Gas)	57,600	1	0.1
液化石油氣(LPG)	63,100	1	0.1
天然汽油(Natural Gasoline)	63,100	1	0.1
石油腦(Naphthas)	73,300	3	0.6
車用汽油(Motor Gasoline)	69,300	3	0.6
航空汽油(Aviation Gasoline)	70,000	3	0.6
航空燃油-汽油(Jet Fuel-Gasoline Type)	70,000	3	0.6
航空燃油-煤油(Jet Fuel-Kerosene Type)	71,500	3	0.6
煤油(Kerosene)	71,900	3	0.6
柴油(Diesel Oil)	74,100	3	0.6
燃料油(Fuel Oil)	77,400	3	0.6
白精油(White Spirits)	73,300	3	0.6
潤滑油(Lubricants)	73,300	3	0.6
柏油(Asphalts)	80,700	3	0.6
溶劑油(Solvents)	73,300	3	0.6
石蠟(Paraffin Waxes)	73,300	3	0.6
石油焦(Petroleum Coke)	97,500	3	0.6
其他石油產品(Other Petroleum Products)	73,300	3	0.6
氣體(天然氣 Natural Gas)			
(自產)天然氣(Indigenous- Natural Gas)	56,100	1	0.1
(進口)液化天然氣(Imported- LNG)	56,100	1	0.1
廢棄物(Waste)			
事業廢棄物之廢輪胎(Industry Waste-Scrape Tyre)	81,480	30.33	3.98
一般廢棄物(Muncipal Wastes Non-Biomass Fraction)	91,700	30	4

資料來源：1.IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, Table 2.2, 2006.

2.廢輪胎：US EPA, Greenhouse Gas Inventory Guidance: Direct Emissions from Stationary Combustion Sources, Table A-3, 2020。

表 3.2.2 2006 IPCC 指南燃料燃燒二氧化碳、甲烷與氧化亞氮排放係數（續）

製造業及營造業			
項目	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
單位	($kgCO_2/TJ$)	($kgCH_4/TJ$)	(kgN_2O/TJ)
固體(煤及煤產品 Coal and Coal Products)			
煙煤-煉焦煤(Bituminous Coal-Coking Coal	94,600	10	1.5
煙煤-燃料煤(Bituminous Coal-Steam Coal)	94,600	10	1.5
無煙煤(Anthracite)	98,300	10	1.5
亞煙煤(Sub-bituminous Coal)	96,100	10	1.5
褐煤(Lignite)	101,000	10	1.5
泥煤(Peat)	106,000	2	1.5
焦炭(Coke Oven Coke)	107,000	10	1.5
煤球(Patent Fuel)	97,500	10	1.5
焦爐氣(Coke Oven Gas)	44,400	1	0.1
高爐氣(Blast Furnace Gas)	260,000	1	0.1
轉爐氣(Oxygen Steel Furnace Gas)	182,000	1	0.1
液體(原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products)			
原油(Crude Oil)	73,300	3	0.6
煉油廠進料(Refinery Feedstocks)	73,300	3	0.6
添加劑/含氧化合物(Additives/Oxygenates)	73,300	3	0.6
煉油氣(Refinery Gas)	57,600	1	0.1
液化石油氣(LPG)	63,100	1	0.1
天然汽油(Natural Gasoline)	63,100	1	0.1
石油腦(Naphthas)	73,300	3	0.6
車用汽油(Motor Gasoline)	69,300	3	0.6
航空汽油(Aviation Gasoline)	70,000	3	0.6
航空燃油-汽油(Jet Fuel-Gasoline Type)	70,000	3	0.6
航空燃油-煤油(Jet Fuel-Kerosene Type)	71,500	3	0.6
煤油(Kerosene)	71,900	3	0.6
柴油(Diesel Oil)	74,100	3	0.6
燃料油(Fuel Oil)	77,400	3	0.6
白精油(White Spirits)	73,300	3	0.6
潤滑油(Lubricants)	73,300	3	0.6
柏油(Asphalts)	80,700	3	0.6
溶劑油(Solvents)	73,300	3	0.6
石蠟(Paraffin Waxes)	73,300	3	0.6
石油焦(Petroleum Coke)	97,500	3	0.6
其他石油產品(Other Petroleum Products)	73,300	3	0.6
氣體(天然氣 Natural Gas)			
(自產)天然氣(Indigenous- Natural Gas)	56,100	1	0.1
(進口)液化天然氣(Imported- LNG)	56,100	1	0.1
廢棄物(Waste)			
事業廢棄物之廢輪胎(Industry Waste-Scrape Tyre)	81,480	30.33	3.98
一般廢棄物(Muncipal Wastes Non-Biomass Fraction)	91,700	30	4

資料來源: 1.IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, Table 2.3, 2006.

2.廢輪胎：US EPA, Greenhouse Gas Inventory Guidance: Direct Emissions from Stationary Combustion Sources, Table A-3, 2020。

表 3.2.2 2006 IPCC 指南燃料燃燒二氧化碳、甲烷與氧化亞氮排放係數（續）

服務業			
項目	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
單位	($kgCO_2/TJ$)	($kgCH_4/TJ$)	(kgN_2O/TJ)
固體(煤及煤產品 Coal and Coal Products)			
煙煤-煉焦煤(Bituminous Coal-Coking Coal	94,600	10	1.5
煙煤-燃料煤(Bituminous Coal-Steam Coal)	94,600	10	1.5
無煙煤(Anthracite)	98,300	10	1.5
亞煙煤(Sub-bituminous Coal)	96,100	10	1.5
褐煤(Lignite)	101,000	10	1.5
泥煤(Peat)	106,000	10	1.4
焦炭(Coke Oven Coke)	107,000	10	1.5
煤球(Patent Fuel)	97,500	10	1.5
焦爐氣(Coke Oven Gas)	44,400	5	0.1
高爐氣(Blast Furnace Gas)	260,000	5	0.1
轉爐氣(Oxygen Steel Furnace Gas)	182,000	5	0.1
液體(原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products)			
原油(Crude Oil)	73,300	10	0.6
煉油廠進料(Refinery Feedstocks)	73,300	10	0.6
添加劑/含氧化合物(Additives/Oxygenates)	73,300	10	0.6
煉油氣(Refinery Gas)	57,600	5	0.1
液化石油氣(LPG)	63,100	5	0.1
天然汽油(Natural Gasoline)	63,100	5	0.1
石油腦(Naphthas)	73,300	10	0.6
車用汽油(Motor Gasoline)	69,300	10	0.6
航空汽油(Aviation Gasoline)	70,000	10	0.6
航空燃油-汽油(Jet Fuel-Gasoline Type)	70,000	10	0.6
航空燃油-煤油(Jet Fuel-Kerosene Type)	71,500	10	0.6
煤油(Kerosene)	71,900	10	0.6
柴油(Diesel Oil)	74,100	10	0.6
燃料油(Fuel Oil)	77,400	10	0.6
白精油(White Spirits)	73,300	10	0.6
潤滑油(Lubricants)	73,300	10	0.6
柏油(Asphalts)	80,700	10	0.6
溶劑油(Solvents)	73,300	10	0.6
石蠟(Paraffin Waxes)	73,300	10	0.6
石油焦(Petroleum Coke)	97,500	10	0.6
其他石油產品(Other Petroleum Products)	73,300	10	0.6
氣體(天然氣 Natural Gas)			
(自產)天然氣(Indigenous- Natural Gas)	56,100	1	0.1
(進口)液化天然氣(Imported- LNG)	56,100	1	0.1
廢棄物(Waste)			
事業廢棄物之廢輪胎(Industry Waste-Scrape Tyre)	81,480	30.33	3.98
一般廢棄物(Muncipal Wastes Non-Biomass Fraction)	91,700	30	4

資料來源：1.IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, Table 2.4, 2006.

2.廢輪胎：US EPA, Greenhouse Gas Inventory Guidance: Direct Emissions from Stationary Combustion Sources, Table A-3, 2020。

表 3.2.2 2006 IPCC 指南燃料燃燒二氧化碳、甲烷與氧化亞氮排放係數（續）

住宅及農林漁牧			
項目	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
單位	($kgCO_2/TJ$)	($kgCH_4/TJ$)	(kgN_2O/TJ)
固體(煤及煤產品 Coal and Coal Products)			
煙煤-煉焦煤(Bituminous Coal-Coking Coal)	94,600	300	1.5
煙煤-燃料煤(Bituminous Coal-Steam Coal)	94,600	300	1.5
無煙煤(Anthracite)	98,300	300	1.5
亞煙煤(Sub-bituminous Coal)	96,100	300	1.5
褐煤(Lignite)	101,000	300	1.5
泥煤(Peat)	106,000	300	1.4
焦炭(Coke Oven Coke)	107,000	300	1.5
煤球(Patent Fuel)	97,500	300	1.5
焦爐氣(Coke Oven Gas)	44,400	5	0.1
高爐氣(Blast Furnace Gas)	260,000	5	0.1
轉爐氣(Oxygen Steel Furnace Gas)	182,000	5	0.1
液體(原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products)			
原油(Crude Oil)	73,300	10	0.6
煉油廠進料(Refinery Feedstocks)	73,300	10	0.6
添加劑/含氧化合物(Additives/Oxygenates)	73,300	10	0.6
煉油氣(Refinery Gas)	57,600	5	0.1
液化石油氣(LPG)	63,100	5	0.1
天然汽油(Natural Gasoline)	63,100	5	0.1
石油腦(Naphthas)	73,300	10	0.6
車用汽油(Motor Gasoline)	69,300	10	0.6
航空汽油(Aviation Gasoline)	70,000	10	0.6
航空燃油-汽油(Jet Fuel-Gasoline Type)	70,000	10	0.6
航空燃油-煤油(Jet Fuel-Kerosene Type)	71,500	10	0.6
煤油(Kerosene)	71,900	10	0.6
柴油(Diesel Oil)	74,100	10	0.6
燃料油(Fuel Oil)	77,400	10	0.6
白精油(White Spirits)	73,300	10	0.6
潤滑油(Lubricants)	73,300	10	0.6
柏油(Asphalts)	80,700	10	0.6
溶劑油(Solvents)	73,300	10	0.6
石蠟(Paraffin Waxes)	73,300	10	0.6
石油焦(Petroleum Coke)	97,500	10	0.6
其他石油產品(Other Petroleum Products)	73,300	10	0.6
氣體(天然氣 Natural Gas)			
(自產)天然氣(Indigenous- Natural Gas)	56,100	5	0.1
(進口)液化天然氣(Imported- LNG)	56,100	5	0.1
廢棄物(Waste)			
事業廢棄物之廢輪胎(Industry Waste-Scrape Tyre)	81,480	30.33	3.98
一般廢棄物(Muncipal Wastes Non-Biomass Fraction)	91,700	30	4

資料來源：1. IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, Table 2.5, 2006.

2.廢輪胎：US EPA, Greenhouse Gas Inventory Guidance: Direct Emissions from Stationary Combustion Sources, Table A-3, 2020。

表 3.2.2 2006 IPCC 指南燃料燃燒二氧化碳、甲烷與氧化亞氮排放係數（續）

運輸業			
項目	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
單位	($kgCO_2/TJ$)	($kgCH_4/TJ$)	(kgN_2O/TJ)
航空運輸			
航空汽油(Aviation Gasoline)	70,000	0.5	2
航空煤油(Jet Fuel-Kerosene Type)	71,500	0.5	2
公路運輸			
液化石油氣(LPG)	63,100	62	0.2
車用汽油(Motor Gasoline)	69,300	33	3.2
煤油(Kerosene)	71,900	-	-
柴油(Diesel Oil)	74,100	3.9	3.9
潤滑油(Lubricants)	73,300	-	-
天然氣(Natural Gas)	56,100	92	3
鐵路運輸			
柴油(Diesel Oil)	74,100	4.15	28.6
水路運輸			
煉油氣(Refinery Feed stocks)	57,600	-	-
液化石油氣(LPG)	63,100	-	-
汽油(Motor Gasoline)	69,300	-	-
煤油(Kerosene)	71,900	-	-
柴油(Diesel Oil)	74,100	7	2
燃料油(Fuel Oil)	77,400	7	2
白精油(White Spirits)	73,300	-	-
石蠟(Paraffin Waxes)	73,300	-	-
其他石油產品(Other Petroleum Products)	73,300	-	-
天然氣(Natural Gas)	56,100	-	-

資料來源：IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 2: Energy, Table 3.2.1 & Table 3.2.2 & Table 3.4.1 & Table 3.5.2 & Table 3.5.3 & Table 3.6.4 & Table 3.6.5, 2006.

表 3.2.3 一般廢棄物各分類之成分占比

項目	乾基占濕基重量比（%）	碳成分占乾基重量比（%）	化石能源成分占比（%）
紙類	90	46	1
纖維布類	80	50	20
木竹稻草落葉類	40	49	0
廚餘類	40	38	0
塑膠類	100	75	100
皮革橡膠類	84	67	20
其他	90	3	100

資料來源：IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories Volume 5: Waste, Table2.4, 2006.
備註：本表排放係數係以濕基重量基準下之排放係數。

表 3.2.4 各類溫室氣體溫暖化潛勢

項目	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
溫暖化潛勢	1	28	265

資料來源：IPCC, Climate Change, the Fifth Assessment Report, 2014。

表 3.2.5 能源熱值表

燃料別		原始單位	淨熱值（千卡）
煙煤-燃料煤	發電業	公斤（kg）	5,700
	鋼鐵業		6,830
	其他		6,080
煙煤-煉焦煤	至 1991 年止	公斤（kg）	6,840
	自 1992 年起		7,010
亞煙煤	發電業	公斤（kg）	4,900
	其他		5,600
無煙煤		公斤（kg）	7,100
焦炭		公斤（kg）	7,000
煤球		公斤（kg）	3,800
焦爐氣		立方公尺（m^3）	4,200
高爐氣		立方公尺（m^3）	777
轉爐氣		立方公尺（m^3）	1,869
原油		公升（liter）	9,000
添加劑		公升（liter）	9,000
液化油		公升（liter）	8,900
煉油氣		立方公尺（m^3）	9,000
液化石油氣		公升（liter）	6,635
石油腦		公升（liter）	7,800
車用汽油		公升（liter）	7,800
航空汽油		公升（liter）	7,500
航空燃油		公升（liter）	8,000
煤油		公升（liter）	8,500
柴油		公升（liter）	8,400
燃料油		公升（liter）	9,600
白精油		公升（liter）	9,000
潤滑油		公升（liter）	9,600
柏油		公升（liter）	10,000
溶劑油		公升（liter）	8,300
石蠟		公升（liter）	9,000
石油焦		公升（liter）	8,200
其他石油產品		公升（liter）	9,000
天然氣		立方公尺（m^3）	8,000
液化天然氣		立方公尺（m^3）	9,000
NG1(消費面)		立方公尺（m^3）	8,107
NG2(消費面)		立方公尺（m^3）	8,755
一般廢棄物		公斤（kg）	見表 3.2.6
廢輪胎		公斤（kg）	7,778（毛熱值）

資料來源：1.經濟部，能源署能源統計手冊，2024 年 5 月。
2.廢輪胎：US EPA, Greenhouse Gas Inventory Guidance: Direct Emissions from Stationary Combustion Sources, Table A-1, 2020。

表 3.2.6 一般廢棄物歷年熱值

年份	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
熱值（千卡/公斤）	1,738								1,651	1,889
年份	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
熱值（千卡/公斤）	1,541	1,712	1,618	1,785	1,689	1,788	2,022	2,098	1,914	1,896
年份	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
熱值（千卡/公斤）	1,854	1,941	2,012	1,862	1,972	2,071	2,030	2,036	2,137	2,023
年份	2021	2022	2023							
熱值（千卡/公斤）	2,363	2,561	2,643							

資料來源：1.1991 年至 1997 年無熱值統計數據，故採用 1998 年數值。
2.1998 年資料取自環境部之中華民國環境保護統計年報（2010）。
3.1999 年至 2023 年資料取自環境部之中華民國環境保護統計年報（2024）。

(4)燃料燃燒溫室氣體排放統計結果

A.二氧化碳

(A)部門方法統計結果

1990 年至 2023 年燃料燃燒排放之二氧化碳總量趨勢如圖 3.2.1 所示，其中 1990 年按部門方法計算之燃料燃燒二氧化碳總排放量為 109,465 千公噸二氧化碳當量，逐年持續成長，至 2000 年為 208,724 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 247,956 千公噸二氧化碳當量，2010 年增加至 251,708 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加至 258,271 千公噸二氧化碳當量，2023 年為 250,755 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 2.91 %，詳見表 3.2.7。

各排放源占比方面，2023 年燃料燃燒排放二氧化碳以能源產業為最高，達總排放量之 70.52%，其次為運輸排放，占比為 13.80%，再次為製造業與營造業 11.86%，占比較低者為住宅、服務業、與農林漁牧，分別為 1.64%、1.57%與 0.61%，各排放源歷年排放趨勢與 2023 年占比分別詳見圖 3.2.1 及圖 3.2.2。

(B)參考方法統計結果

以參考方法計算燃料燃燒之二氧化碳當量排放，由表 3.2.7 可知，1990 年二氧化碳排放量為 109,328 千公噸二氧化碳當量，2000 年為 213,392 千公噸二氧化碳當量，2005 年為 248,295 千公噸二氧化碳當量，2010 年增加至 254,715 千公噸二氧化碳當量，2022 年為 259,514 千公噸二氧化碳當量，2023 年為 251,214 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 3.20%。

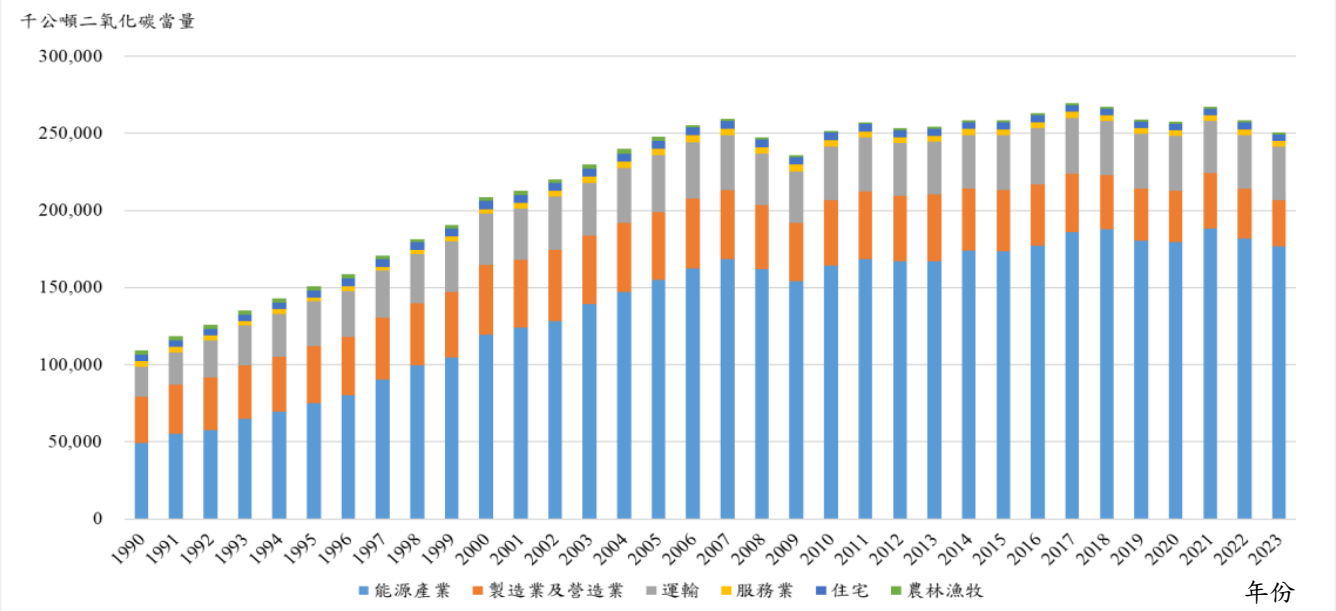


圖 3.2.1 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

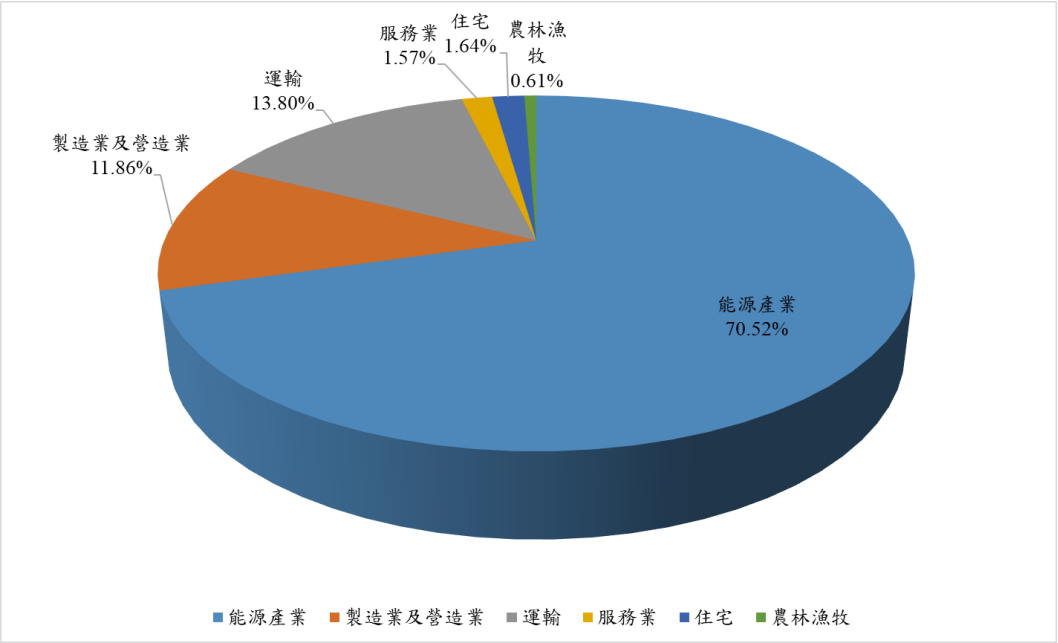


圖 3.2.2 2023 年能源部門各排放源燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.7 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.能源部門	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103
1.A.燃料燃燒（部門方法）	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103
1.A.燃料燃燒（參考方法）	109,328	118,873	126,131	138,301	144,758
1.A.1.能源產業	49,123	55,126	57,508	64,745	69,487
1.A.2.製造業與營造業	30,124	31,963	34,410	34,835	35,876
1.A.3.運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540
1.A.4.其他部門	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200
1.A.4.a.服務業	3,621	3,529	2,989	2,490	3,018
1.A.4.b.住宅	4,005	4,238	4,446	4,359	4,461
1.A.4.c.農林漁牧	2,946	2,700	2,672	2,675	2,721
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.能源部門	150,810	158,579	170,835	181,518	190,446
1.A.燃料燃燒（部門方法）	150,810	158,579	170,835	181,518	190,446
1.A.燃料燃燒（參考方法）	152,161	160,279	173,644	186,939	194,180
1.A.1.能源產業	75,214	80,103	90,168	99,375	104,827
1.A.2.製造業與營造業	36,956	37,942	40,323	40,360	42,269
1.A.3.運輸	28,822	29,801	30,536	31,844	32,772
1.A.4.其他部門	9,819	10,733	9,808	9,939	10,579
1.A.4.a.服務業	2,446	3,175	2,482	2,948	3,128
1.A.4.b.住宅	4,596	4,754	4,851	4,950	5,410
1.A.4.c.農林漁牧	2,777	2,805	2,475	2,041	2,040
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.能源部門	208,724	212,554	220,123	229,841	239,929
1.A.燃料燃燒（部門方法）	208,724	212,554	220,123	229,841	239,929
1.A.燃料燃燒（參考方法）	213,392	215,740	225,858	233,169	244,699
1.A.1.能源產業	119,268	123,880	128,157	139,316	147,288
1.A.2.製造業與營造業	45,284	44,234	46,373	44,211	44,551
1.A.3.運輸	33,207	33,267	34,542	34,509	35,859
1.A.4.其他部門	10,965	11,174	11,052	11,806	12,230
1.A.4.a.服務業	3,205	3,538	3,487	3,952	4,120
1.A.4.b.住宅	5,398	5,181	5,107	5,042	5,133
1.A.4.c.農林漁牧	2,362	2,455	2,459	2,811	2,977

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2005	2006	2007	2008	2009
1.能源部門	247,956	255,330	259,215	247,537	235,868
1.A.燃料燃燒（部門方法）	247,956	255,330	259,215	247,537	235,868
1.A.燃料燃燒（參考方法）	248,295	257,042	261,687	248,494	237,250
1.A.1.能源產業	155,014	162,298	168,580	162,125	153,989
1.A.2.製造業與營造業	44,008	45,309	44,845	41,410	37,874
1.A.3.運輸	36,846	36,771	35,419	33,216	33,541
1.A.4.其他部門	12,089	10,952	10,371	10,785	10,463
1.A.4.a.服務業	4,227	4,272	4,232	4,226	4,264
1.A.4.b.住宅	5,235	5,033	5,047	5,017	5,030
1.A.4.c.農林漁牧	2,627	1,647	1,091	1,543	1,169
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.能源部門	251,708	257,097	253,201	254,109	258,480
1.A.燃料燃燒（部門方法）	251,708	257,097	253,201	254,109	258,480
1.A.燃料燃燒（參考方法）	254,715	260,953	255,792	257,114	261,582
1.A.1.能源產業	164,270	168,491	166,837	167,023	173,749
1.A.2.製造業與營造業	42,612	43,691	42,515	43,307	40,384
1.A.3.運輸	34,652	35,107	34,284	34,209	34,666
1.A.4.其他部門	10,174	9,808	9,566	9,571	9,681
1.A.4.a.服務業	4,203	3,898	3,635	3,812	3,928
1.A.4.b.住宅	4,857	4,786	4,672	4,484	4,411
1.A.4.c.農林漁牧	1,113	1,123	1,259	1,274	1,343
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.能源部門	258,475	262,982	269,461	267,458	259,083
1.A.燃料燃燒（部門方法）	258,475	262,982	269,461	267,458	259,083
1.A.燃料燃燒（參考方法）	258,621	264,583	270,498	268,327	261,184
1.A.1.能源產業	173,697	177,211	185,763	187,957	180,289
1.A.2.製造業與營造業	39,575	39,653	38,112	35,045	34,079
1.A.3.運輸	35,506	36,584	36,202	35,202	35,438
1.A.4.其他部門	9,698	9,533	9,384	9,254	9,277
1.A.4.a.服務業	3,941	3,720	3,779	3,593	3,622
1.A.4.b.住宅	4,469	4,537	4,402	4,145	4,137
1.A.4.c.農林漁牧	1,287	1,276	1,203	1,515	1,518
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.能源部門	257,693	267,281	258,271	250,755	
1.A.燃料燃燒（部門方法）	257,693	267,281	258,271	250,755	
1.A.燃料燃燒（參考方法）	257,875	267,808	259,514	251,214	
1.A.1.能源產業	179,510	188,460	181,773	176,827	
1.A.2.製造業與營造業	33,078	35,688	32,422	29,748	
1.A.3.運輸	35,715	33,905	34,696	34,616	
1.A.4.其他部門	9,389	9,229	9,380	9,564	
1.A.4.a.服務業	3,792	3,741	3,746	3,928	
1.A.4.b.住宅	4,269	4,170	4,266	4,104	
1.A.4.c.農林漁牧	1,328	1,318	1,368	1,532	

B.甲烷

(A)部門方法統計結果

1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 284 千公噸二氧化碳當量，逐年持續增加至 2000 年 511 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 596 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年減少至 572 千公噸二氧化碳當量，2022 年則減少至 542 千公噸二氧化碳當量，2023 年微幅減少至 539 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.55%，詳見表 3.2.8。

各排放源占比方面，2023 年以運輸為最高，達總排放量之 57.65%，其次為能源產業，占比為 25.39%，再次為製造業與營造業排放，達 11.75%，占比較低者為服務業、住宅與農林漁牧，分別為 2.36%、1.78%與 1.07%，各排放源歷年排放趨勢與 2023 年占比分別詳見圖 3.2.3 及圖 3.2.4。

(B)參考方法統計結果

由表 3.2.8 可知，以參考方法計算燃料燃燒之甲烷排放， 1990 年之甲烷排放量為 85 千公噸二氧化碳當量，逐年增加至 2000 年為 185 千公噸二氧化碳當量，2005 年達 229 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年減少為 225 千公噸二氧化碳當量，2022 年排放量減少為 219 千公噸二氧化碳當量，2023 年排放量則微幅減少至 218 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.46%。

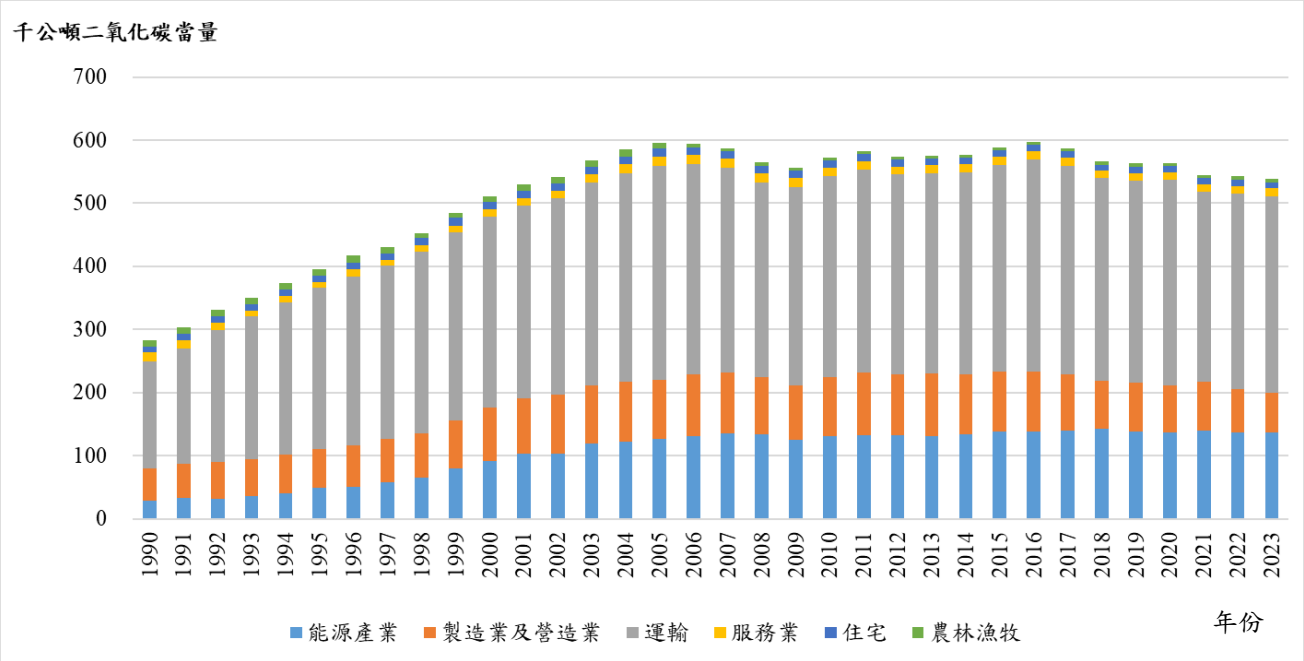


圖 3.2.3 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒甲烷排放量趨勢

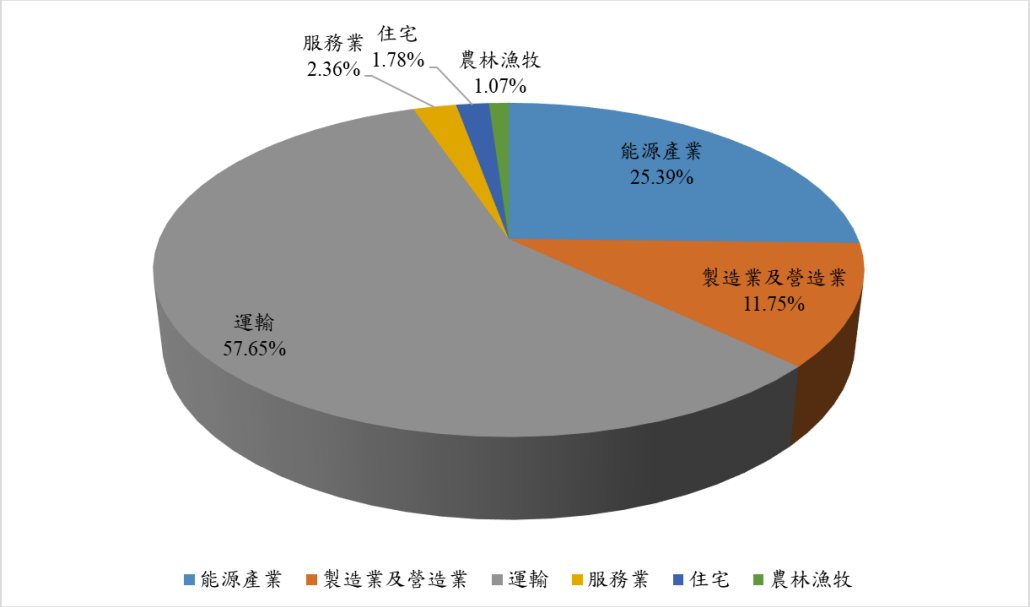


圖 3.2.4 2023 年能源部門各排放源燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.8 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.能源部門	284	303	331	350	374
1.A.燃料燃燒（部門方法）	284	303	331	350	374
1.A.燃料燃燒（參考方法）	85	91	95	103	110
1.A.1.能源產業	29	33	32	36	41
1.A.2.製造業與營造業	51	54	58	58	60
1.A.3.運輸	170	183	209	226	241
1.A.4.其他部門	34	33	31	29	31
1.A.4.a.服務業	13	13	11	9	11
1.A.4.b.住宅	9	10	10	10	10
1.A.4.c.農林漁牧	11	10	10	10	10
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.能源部門	396	417	430	453	485
1.A.燃料燃燒（部門方法）	396	417	430	453	485
1.A.燃料燃燒（參考方法）	120	128	138	150	169
1.A.1.能源產業	49	51	58	66	80
1.A.2.製造業與營造業	62	65	68	70	75
1.A.3.運輸	256	268	275	288	298
1.A.4.其他部門	30	33	29	30	31
1.A.4.a.服務業	9	12	9	11	11
1.A.4.b.住宅	11	11	11	11	12
1.A.4.c.農林漁牧	10	11	9	8	8
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.能源部門	511	529	541	568	585
1.A.燃料燃燒（部門方法）	511	529	541	568	585
1.A.燃料燃燒（參考方法）	185	198	202	217	227
1.A.1.能源產業	92	103	103	119	123
1.A.2.製造業與營造業	84	88	94	92	95
1.A.3.運輸	303	305	311	321	330
1.A.4.其他部門	33	34	33	36	37
1.A.4.a.服務業	11	12	12	14	14
1.A.4.b.住宅	12	12	12	12	12
1.A.4.c.農林漁牧	9	9	9	11	11

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2005	2006	2007	2008	2009
1.能源部門	596	594	587	565	556
1.A.燃料燃燒（部門方法）	596	594	587	565	556
1.A.燃料燃燒（參考方法）	229	234	234	227	218
1.A.1.能源產業	126	131	135	134	125
1.A.2.製造業與營造業	95	97	97	91	86
1.A.3.運輸	339	333	324	308	314
1.A.4.其他部門	37	33	30	32	31
1.A.4.a.服務業	14	15	15	14	15
1.A.4.b.住宅	12	12	12	12	12
1.A.4.c.農林漁牧	10	6	4	6	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.能源部門	572	582	574	576	577
1.A.燃料燃燒（部門方法）	572	582	574	576	577
1.A.燃料燃燒（參考方法）	225	228	224	224	225
1.A.1.能源產業	131	132	132	131	134
1.A.2.製造業與營造業	93	99	96	98	95
1.A.3.運輸	319	322	318	318	320
1.A.4.其他部門	30	29	28	28	29
1.A.4.a.服務業	14	13	12	13	13
1.A.4.b.住宅	11	11	11	10	10
1.A.4.c.農林漁牧	4	4	5	5	5
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.能源部門	589	597	587	567	563
1.A.燃料燃燒（部門方法）	589	597	587	567	563
1.A.燃料燃燒（參考方法）	227	230	229	229	225
1.A.1.能源產業	139	139	140	142	139
1.A.2.製造業與營造業	94	94	89	77	76
1.A.3.運輸	327	337	331	321	321
1.A.4.其他部門	28	28	27	27	27
1.A.4.a.服務業	13	12	13	11	11
1.A.4.b.住宅	10	10	10	10	10
1.A.4.c.農林漁牧	5	5	5	6	6
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.能源部門	564	544	542	539	
1.A.燃料燃燒（部門方法）	564	544	542	539	
1.A.燃料燃燒（參考方法）	220	219	219	218	
1.A.1.能源產業	137	140	137	137	
1.A.2.製造業與營造業	75	77	69	63	
1.A.3.運輸	325	301	309	311	
1.A.4.其他部門	27	27	27	28	
1.A.4.a.服務業	12	12	12	13	
1.A.4.b.住宅	10	10	10	10	
1.A.4.c.農林漁牧	5	5	5	6	

C.氧化亞氮

(A)部門方法統計結果

1990 年燃料燃燒氧化亞氮總排放量為 478 千公噸二氧化碳當量，逐年持續成長，至 2000 年為 966 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 1,184 千公噸二氧化碳當量，2010 年則減少至 1,170 千公噸二氧化碳當量，至 2022 年減少為 1,117 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 1,102 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 1.34%，詳見表 3.2.9。

各排放源占比方面，2023 年氧化亞氮以能源產業為最高，達總排放量 50.99%，其次為運輸，占比為 40.30%，再次為製造業與營造業排放，達 7.72%，占比較低者為服務業、農林漁牧與住宅，分別為 0.53%、0.30%與 0.16%，各排放源歷年排放趨勢與 2023 年占比分別詳見圖 3.2.5 及圖 3.2.6。

(B)參考方法統計結果

由表 3.2.9 可知，以參考方法計算燃料燃燒之氧化亞氮排放，1990 年排放量為 493 千公噸二氧化碳當量，逐年增加至 2000 年達 917 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 930 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年增加為 923 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加為 715 千公噸二氧化碳當量，2023 年則增加至 748 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年增加 4.62%。

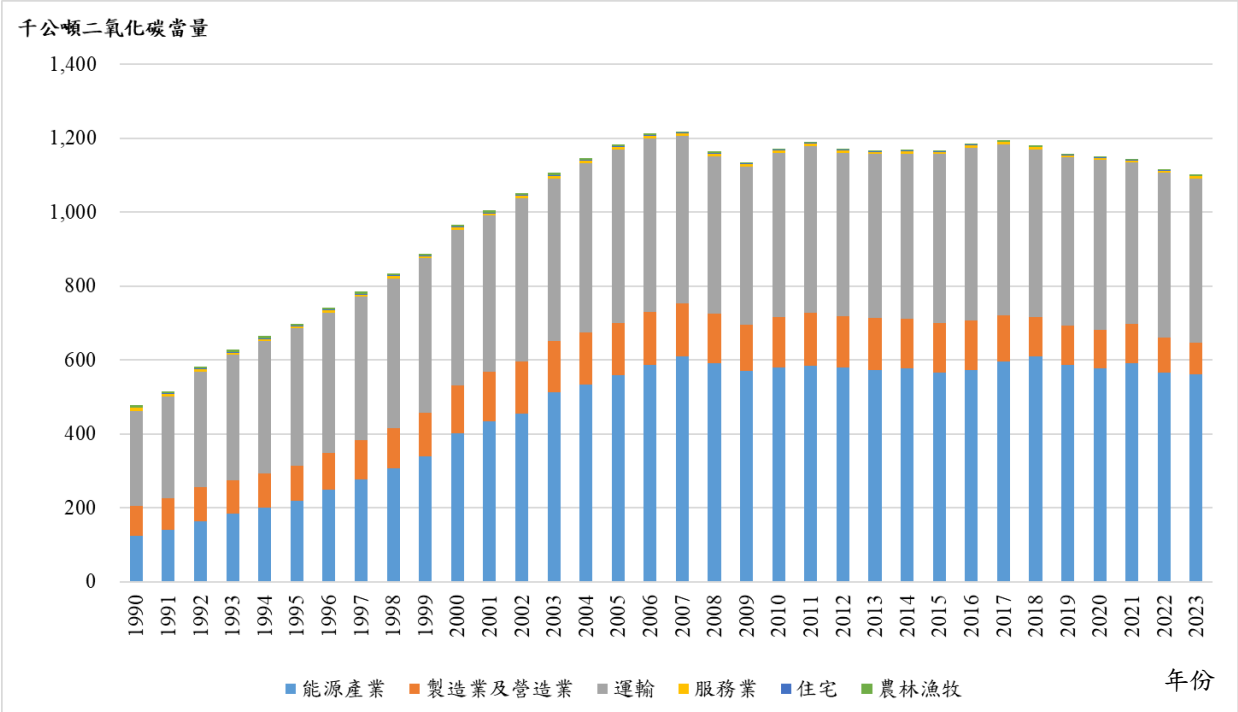


圖 3.2.5 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

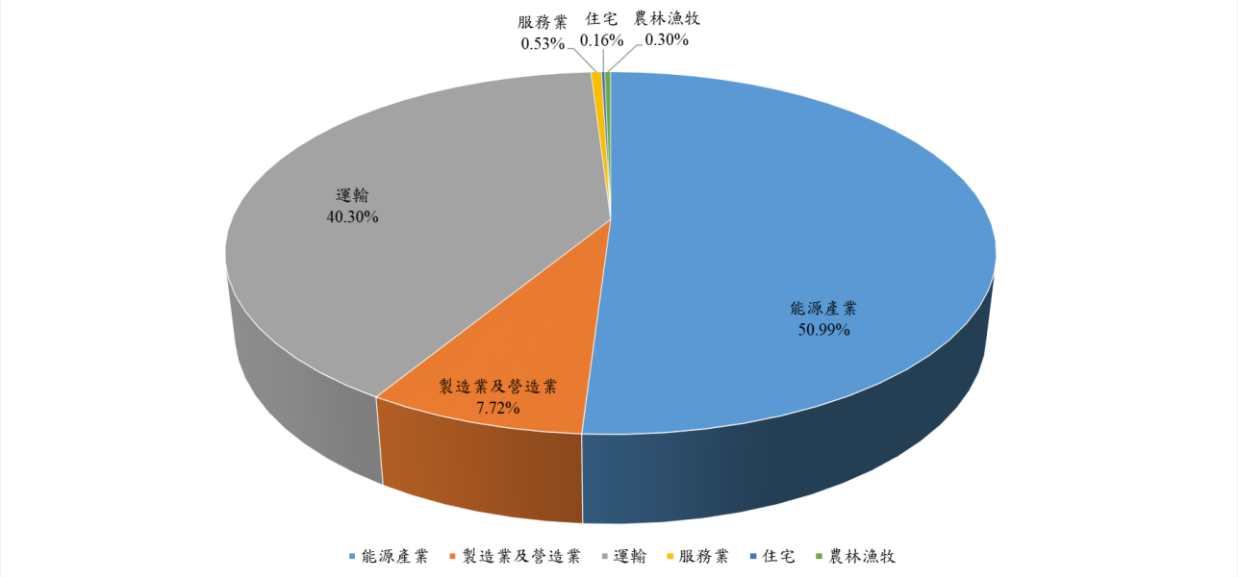


圖 3.2.6 2023 年能源部門各排放源燃料燃燒氧化亞氮排放占比

表 3.2.9 1990 年至 2023 年能源部門燃料燃燒氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.能源部門	478	516	583	628	664
1.A.燃料燃燒（部門方法）	478	516	583	628	664
1.A.燃料燃燒（參考方法）	493	549	594	631	715
1.A.1.能源產業	124	141	164	185	200
1.A.2.製造業與營造業	80	84	91	91	93
1.A.3.運輸	259	275	314	340	357
1.A.4.其他部門	15	15	14	12	14
1.A.4.a.服務業	7	7	6	5	6
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	6	6	6	6	6
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.能源部門	698	743	785	834	888
1.A.燃料燃燒（部門方法）	698	743	785	834	888
1.A.燃料燃燒（參考方法）	748	789	839	873	885
1.A.1.能源產業	218	248	276	307	340
1.A.2.製造業與營造業	96	100	107	109	118
1.A.3.運輸	372	381	389	406	417
1.A.4.其他部門	13	14	12	12	13
1.A.4.a.服務業	5	6	5	6	6
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	6	6	5	4	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.能源部門	966	1,004	1,051	1,107	1,147
1.A.燃料燃燒（部門方法）	966	1,004	1,051	1,107	1,147
1.A.燃料燃燒（參考方法）	917	941	901	860	909
1.A.1.能源產業	401	435	456	513	534
1.A.2.製造業與營造業	129	133	141	138	141
1.A.3.運輸	423	422	441	440	456
1.A.4.其他部門	14	14	14	15	16
1.A.4.a.服務業	6	6	6	7	7
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	5	5	5	6	6

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2005	2006	2007	2008	2009
1.能源部門	1,184	1,213	1,218	1,164	1,135
1.A.燃料燃燒（部門方法）	1,184	1,213	1,218	1,164	1,135
1.A.燃料燃燒（參考方法）	930	910	920	927	910
1.A.1.能源產業	560	586	610	592	570
1.A.2.製造業與營造業	141	145	144	134	126
1.A.3.運輸	469	469	452	425	428
1.A.4.其他部門	15	13	12	13	12
1.A.4.a.服務業	7	7	7	7	7
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	6	4	2	3	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.能源部門	1,170	1,189	1,170	1,166	1,169
1.A.燃料燃燒（部門方法）	1,170	1,189	1,170	1,166	1,169
1.A.燃料燃燒（參考方法）	923	929	929	909	890
1.A.1.能源產業	579	584	580	574	577
1.A.2.製造業與營造業	137	144	139	141	136
1.A.3.運輸	444	450	442	442	446
1.A.4.其他部門	11	11	11	11	11
1.A.4.a.服務業	7	7	6	6	6
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	2	2	3	3	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.能源部門	1,168	1,185	1,194	1,181	1,159
1.A.燃料燃燒（部門方法）	1,168	1,185	1,194	1,181	1,159
1.A.燃料燃燒（參考方法）	921	868	837	493	549
1.A.1.能源產業	566	574	595	609	586
1.A.2.製造業與營造業	134	133	125	108	106
1.A.3.運輸	457	468	463	453	457
1.A.4.其他部門	11	11	10	10	10
1.A.4.a.服務業	6	6	6	5	5
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	3	3	3	3	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.能源部門	1,152	1,145	1,117	1,102	
1.A.燃料燃燒（部門方法）	1,152	1,145	1,117	1,102	
1.A.燃料燃燒（參考方法）	594	631	715	748	
1.A.1.能源產業	577	591	566	562	
1.A.2.製造業與營造業	104	107	95	85	
1.A.3.運輸	461	437	446	444	
1.A.4.其他部門	10	10	10	11	
1.A.4.a.服務業	5	6	5	6	
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	
1.A.4.c.農林漁牧	3	3	3	3	

(5)完整性

我國自 1993 年起,即每年更新能源相關之溫室氣體排放量，依循 IPCC 2006 指南建議之計算方法及排放係數等相關規範進行排放量統計。

為持續精進我國能源統計數據品質，除配合行政院主計總處第 11 次行業統計分類,以及能源供應業者及用戶修正歷史申報資料，並配合國際能源總署(International Energy Agency,IEA)建議,調整油品供需資料統計方法,執行相關之數據校正及統計作業。

有關生質能與廢棄物資料追溯年度，固態生質能與生質廢棄物用於汽電共生設備資料僅可追溯至 1990 年；液態生質能中，再生燃料油可追溯至 2002 年，生質柴油可追溯至 2005 年，酒精汽油則可追溯至 2007 年；氣態生質能則可追溯至 1999 年。

而廢棄物統計範疇包含一般廢棄物與事業廢棄物之能源使用,其中一般廢棄物部分，我國自 1990 年即已設置垃圾焚化汽電共生設備,惟一般廢棄物用量僅可追溯至 1991 年；另事業廢棄物之廢輪胎用量則僅可追溯至 2002 年。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

A.分析方法

為完善我國溫室氣體排放清冊編製作業及確保能源統計資料之數據品質，能源部門參考 IPCC 對於溫室氣體排放統計中有關不確定性分析相關規範，以及主要國家（如日本、澳洲、英國及紐西蘭等）不確定性分析做法及相關規範，並依我國現有燃料燃燒溫室氣體排放量統計資料掌握情形,完成不確定性分析,以確保計算結果之數據品質。

依據 2006 IPCC 指南規範，燃料燃燒溫室氣體排放量統計不確定性主要來源包括活動數據、排放係數與能源熱值等參數，茲說明如下：

(A)活動數據不確定性：參考日本及英國做法,以我國能源平衡表「煤及煤產品合計」、「原油及石油產品合計」、「天然氣合計」及「生質能及廢棄物合計」項目之「統計誤差」與「初級能源總供給」之比值,作為該能源別之不確定性百分比。

(B)排放係數不確定性：引用 2006 IPCC 指南「能源產業」、「製造業與營造業」、「服務業」、「住宅及農林漁牧」及「運輸」建議之不確定性。

(C)能源熱值不確定性：利用 2023 年各能源業者申報或檢測加權平均數與經濟部能源署「能源產品單位熱值表」公告數值之差異所計算不確定性之結果為基礎。

(D)燃料燃燒溫室氣體排放統計不確定性，$U_c = \frac{\sqrt{\sum(E_x \times U_x)^2}}{\sum E_x}$

U_c：燃料燃燒排放統計不確定性（%）。

E_x：行業別排放量（公斤二氧化碳當量）。

U_x：行業別排放量不確定性（%）。

x：行業別，包括能源產業、製造業與營造業、運輸、農林漁牧、服務業及住宅。

a.行業別排放量不確定性，

$$U_x = \frac{\sqrt{\sum(E_{x,y} \times U_{x,y})^2}}{\sum E_{x,y}}$$。

U_x：行業別排放量不確定性（%）。

$E_{x,y}$：行業燃料別排放量（公斤二氧化碳當量）。

$U_{x,y}$：行業燃料別不確定性（%）。

x：行業別，包括能源產業、製造業與營造業、運輸、農林漁牧、服務業及住宅。

y：燃料別，包括煤炭、石油、天然氣及廢棄物等類別。

b.行業燃料別不確定性，

$$U_{x,y} = \sqrt{\sum_{x,y,i}(U_{x,y,i})^2}$$。

$U_{x,y}$：行業燃料別不確定性（%）。

$U_{x,y,i}$：排放源不確定性（%）。

x：行業別，包括能源產業、製造業與營造業、運輸、農林漁牧、服務業及住宅。

y：燃料別，包括煤炭、石油、天然氣及廢棄物等類別。

i：分別為各行業燃料別活動數據、能源熱值與排放係數。

B.分析結果

2023 年燃料燃燒溫室氣體排放量不確定性分析結果如表 3.2.10，不確定性為 2.89%。

(2)時間序列的一致性

我國燃料燃燒溫室氣體排放量係依據國家能源統計數據進行計算，除廢棄物排放資料外，各類能源統計可追溯至 1990 年，故資料涵蓋範疇與資料品質具相當一致性。

4.QA/QC 及查證

依據 2024 年修正之燃料燃燒及逸散溫室氣體排放量標準作業程序，召開專家諮詢會議檢核活動數據之「完整性」與「合理性」，以確保我國燃料燃燒溫室氣體排放統計活動數據品質，詳見圖 3.2.7。

(1)「完整性」檢視方法

鑑於能源統計為第一手資料，無可對照之原始統計數據，爰由能源統計端參照 IPCC 規範，每月進行活動數據檢視，其檢視程序及結果則作為後續燃料燃燒溫室氣體排放統計作業依據。

(2)「合理性」檢視方法

A.活動數據檢核之「合理性」檢視方法，由能源統計端進行逐月檢視，且能源消費之統計分析，應著重統計數據變動的忠實呈現，深入之變動因素由另案研析。

B.「合理性」檢視訂定明確之一致性檢視標準，以變動範圍 5%以上為合理檢視標準。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

表 3.2.10 2023 年燃料燃燒溫室氣體排放量不確定性分析

部門別	溫室氣體排放量（千公噸二氧化碳當量）	排放量不確定性（%）
能源產業	177,526	3.95
製造業與營造業	29,896	3.64
運輸	35,370	4.78
服務業	3,947	2.32
住宅	4,116	4.96
農林漁牧	1,541	3.27
排放量總計	252,395	2.89

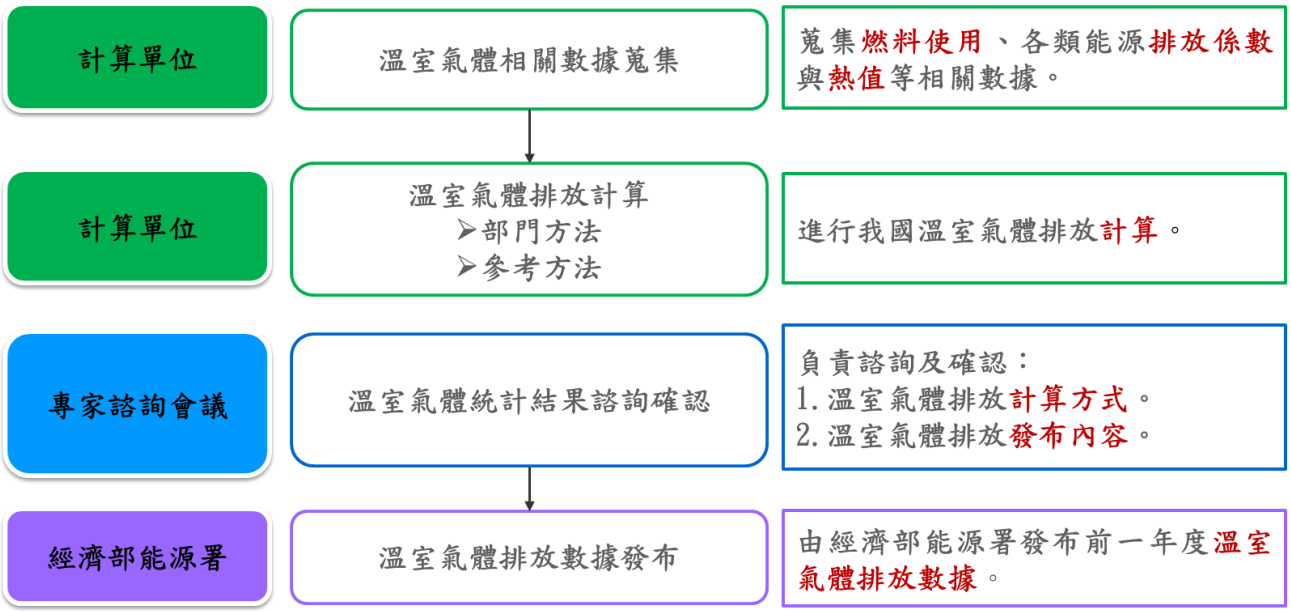


圖 3.2.7 燃料燃燒溫室氣體排放統計活動數據品質管理程序

3.2.1 能源產業（1.A.1）

1.統計範疇

能源產業燃料燃燒溫室氣體排放，依據國家清冊分類，可分為公用與自用電能及熱能製造業、石油煉製業，以及固體燃料製造與其他能源產業。而電能及熱能製造業可再細分公用與自用發電廠、公用與自用汽電共生廠及公用與自用熱能工廠，固體燃料製造與其他能源產業亦可區分為固體燃料製造業與其他能源產業兩類，如表 3.2.11。

2.方法論議題

(1)燃料燃燒二氧化碳排放計算方法與程序

請參照 3.2 節計算方法。

(2)排放係數

請參照 3.2 節使用排放係數。

(3)活動數據

請參考附件二能源平衡表統計數據，其中「電能及熱能製造業」為轉變投入—公用發電廠、自用發電廠、公用汽電共生廠與自用汽電共生廠之加總；「發電廠」參考轉變投入—公用發電廠；「汽電共生廠」參考轉變投入—公用與自用汽電共生廠；另我國目前無「公用熱能工廠」。

「石油煉製」活動數據請參考能源平衡表之能源部門自用—煉油廠。「固體燃料製造與其他能源產業」則為能源部門自用—煤礦業、油氣礦業、發電廠、煉焦工場/煤製品業、高爐工場與氣體燃料供應業之加總；其中，「固體燃料製造業」為能源部門自用—煉焦工場/煤製品業與高爐工場之加總；「其他能源產業」則僅包含能源部門自用—煤礦業、油氣礦業、發電廠與氣體燃料供應業之加總。

(4)燃料燃燒溫室氣體排放統計結果

A.二氧化碳

能源產業 1990 年燃料燃燒二氧化碳總排放量為 49,123 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續成長至 2000 年 119,268 千公噸二氧化碳當量，至 2005 年增加為 155,014 千公噸二氧化碳當量，2010 年增加至 164,270 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加至 181,773 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 176,827 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 2.72%，排放占比以公用與自用電能及熱能製造業 90.10%為最高，詳見圖 3.2.8、3.2.9 與表 3.2.12。

表 3.2.11 燃料燃燒排放源分類統計範疇-能源產業

排放源	範疇定義
1.A.1 能源產業	包括因燃料萃取或能源生產的燃料燃燒排放。
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	包括公用與自用發電廠、公用與自用熱能工廠及發電廠、公用與自用熱能工廠的燃料燃燒排放。
1.A.1.a.i.發電廠	公用與自用發電廠燃料燃燒排放。
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	公用與自用汽電共生廠燃料燃燒排放。
1.A.1.a.iii.熱能工廠	公用與自用熱能工廠的燃料燃燒排放。
1.A.1.b.石油煉製	關於石油產品煉製的所有燃燒活動，但不包括蒸散排放，蒸散排放應該計算於 1A3bv 或 1B2a 中。
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	包括從固體燃料轉變成次級、三級產品製程之能源使用的燃燒排放，包括木炭的生產過程。
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	包括焦炭、褐煤、煤球生產之燃料燃燒的排放。
1.A.1.c.ii.其他能源產業	其他能源產業能源使用之燃燒排放，本分類亦包括於煤礦開採、油氣萃取過程能源使用之排放。

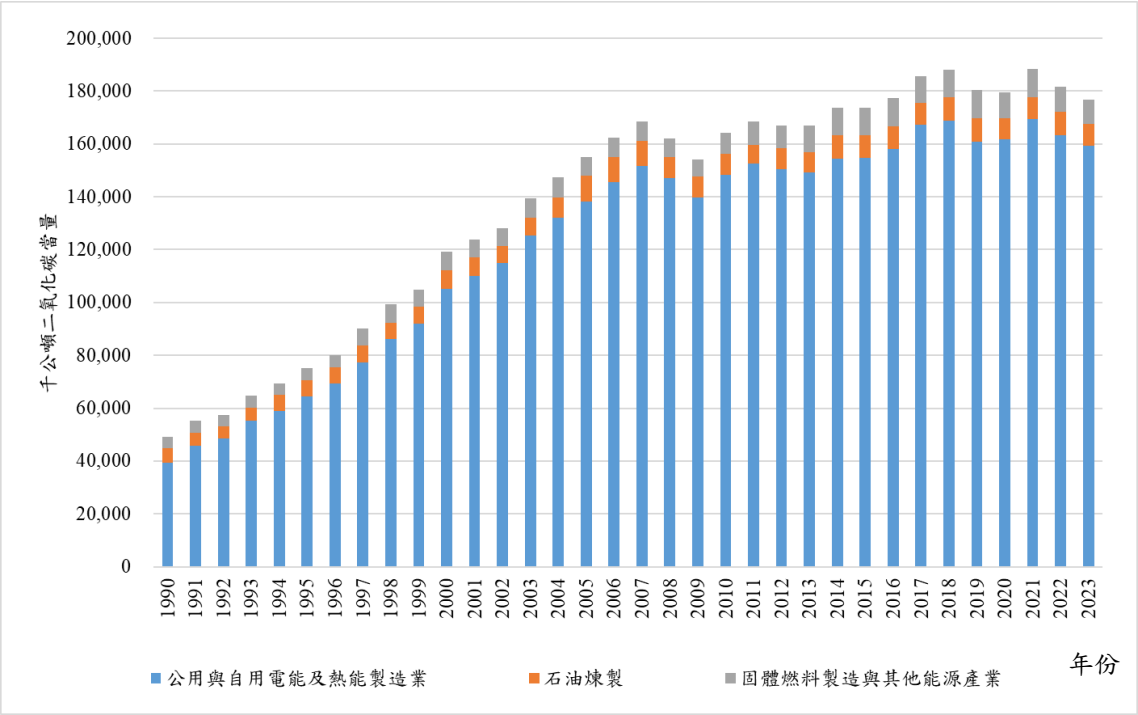


圖 3.2.8 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

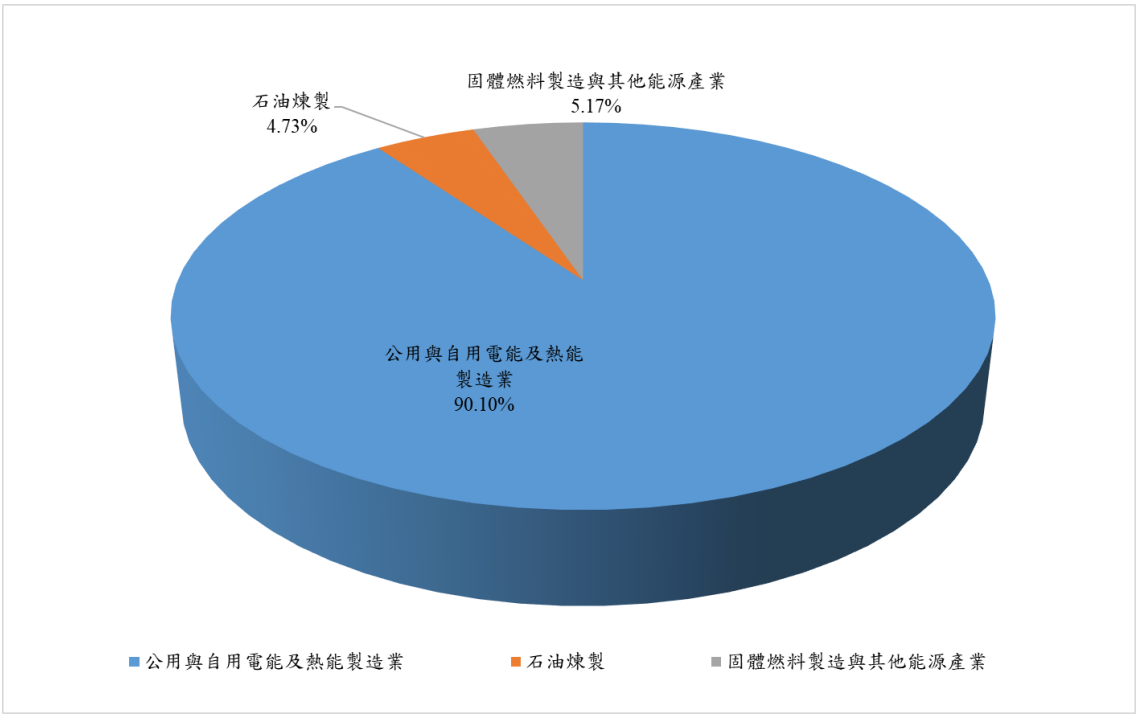


圖 3.2.9 2023 年能源產業各排放源燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.12 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒二氧化碳排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.1能源產業	49,123	55,126	57,508	64,745	69,487
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	39,370	45,682	48,404	55,122	59,067
1.A.1.a.i.發電廠	34,282	39,807	41,805	46,988	50,598
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	5,088	5,876	6,599	8,134	8,469
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	5,348	4,920	4,825	5,140	5,936
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	4,406	4,524	4,279	4,483	4,483
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	4,387	4,506	4,269	4,482	4,482
1.A.1.c.ii.其他能源產業	19	18	10	1	1
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.A.1能源產業	75,214	80,103	90,168	99,375	104,827
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	64,431	69,297	77,444	86,297	92,044
1.A.1.a.i.發電廠	54,937	57,947	64,483	71,780	75,230
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	9,494	11,350	12,961	14,517	16,814
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	6,197	6,272	6,132	6,094	6,453
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	4,586	4,534	6,593	6,985	6,329
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	4,584	4,533	6,591	6,984	6,316
1.A.1.c.ii.其他能源產業	1	1	1	1	14
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.1能源產業	119,268	123,880	128,157	139,316	147,288
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	105,235	110,122	114,803	125,310	132,104
1.A.1.a.i.發電廠	81,363	83,527	87,115	91,864	93,526
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	23,871	26,595	27,687	33,446	38,578
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	7,033	7,045	6,527	6,776	7,732
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	6,999	6,713	6,828	7,230	7,452
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	6,829	6,705	6,815	6,983	7,170
1.A.1.c.ii.其他能源產業	170	8	12	247	282
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.1能源產業	155,014	162,298	168,580	162,125	153,989
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	138,334	145,505	151,793	147,090	139,849
1.A.1.a.i.發電廠	99,432	105,892	107,374	107,131	99,334
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	38,901	39,614	44,419	39,960	40,516
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	9,663	9,392	9,217	7,778	7,889
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	7,017	7,400	7,570	7,257	6,251
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	6,973	7,362	7,530	7,216	6,210
1.A.1.c.ii.其他能源產業	44	39	41	41	41
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.1能源產業	164,270	168,491	166,837	167,023	173,749
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	148,397	152,478	150,523	149,220	154,473
1.A.1.a.i.發電廠	106,823	109,878	109,702	106,174	109,360
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	41,574	42,601	40,821	43,046	45,113
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	7,827	7,160	7,825	7,541	8,658
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	8,046	8,852	8,489	10,261	10,618
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	8,005	8,811	8,448	10,225	10,583
1.A.1.c.ii.其他能源產業	41	41	41	37	35

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2015	2016	2017	2018	2019
1.A.1能源產業	173,697	177,211	185,763	187,957	180,289
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	154,566	158,072	167,216	168,851	160,832
1.A.1.a.i.發電廠	111,491	116,742	126,754	123,519	117,196
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	43,075	41,331	40,462	45,333	43,635
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	1
1.A.1.b.石油煉製	8,697	8,516	8,303	8,867	8,940
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	10,434	10,623	10,244	10,239	10,518
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	10,399	10,589	10,197	10,229	10,506
1.A.1.c.ii.其他能源產業	35	34	47	10	12
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.1能源產業	179,510	188,460	181,773	176,827	
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	161,629	169,335	163,200	159,328	
1.A.1.a.i.發電廠	119,407	124,776	125,120	121,806	
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	42,222	44,560	38,080	37,522	
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	
1.A.1.b.石油煉製	7,999	8,329	8,813	8,359	
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	9,883	10,795	9,760	9,140	
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	9,874	10,786	9,743	9,132	
1.A.1.c.ii.其他能源產業	9	9	18	8	

B.甲烷

能源產業 1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 29 千公噸二氧化碳當量，至 2000 年增加為 92 千公噸二氧化碳當量，至 2005 年增加為 126 千公噸二氧化碳當量，2010 年增為 131 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加至 136.9 千公噸二氧化碳當量，2023 年則微幅減少至 136.8 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.06%，排放占比以公用與自用電能及熱能製造業 95.63%為最高，詳見圖 3.2.10、圖 3.2.11 與表 3.2.13。

C.氧化亞氮

能源產業 1990 年燃料燃燒氧化亞氮總排放量為 124 千公噸二氧化碳當量，至 2000 年增加為 401 千公噸二氧化碳當量，至 2005 年增加為 560 千公噸二氧化碳當量，2010 年增為 579 千公噸二氧化碳當量，2022 年減少至 566 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 562 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.64%，排放占比以公用與自用電能及熱能製造業 98.64%為最高，詳見圖 3.2.12、圖 3.2.13 與表 3.2.14。

(5)完整性

請參照 3.2 節完整性論述。

3.不確定性與時間序列的一致性

請參照 3.2 節不確定性與時間序列的一致性。

4.QA/QC 及查證

請參照 3.2 節 QA/QC 及查證方法。

5.特定排放源的重新計算

請參照 3.2 節特定排放源的重新計算規劃。

6.特定排放源的改善計畫

請參照 3.2 節特定排放源改善計畫。

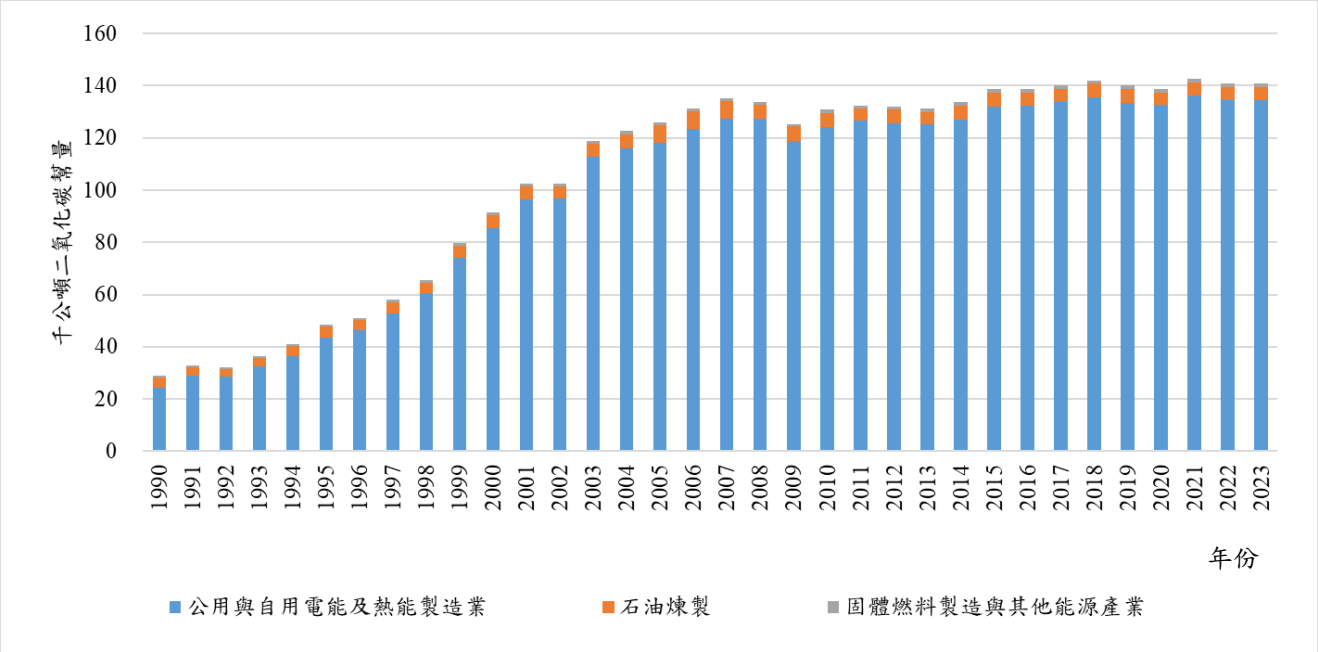


圖 3.2.10 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒甲烷排放量趨勢

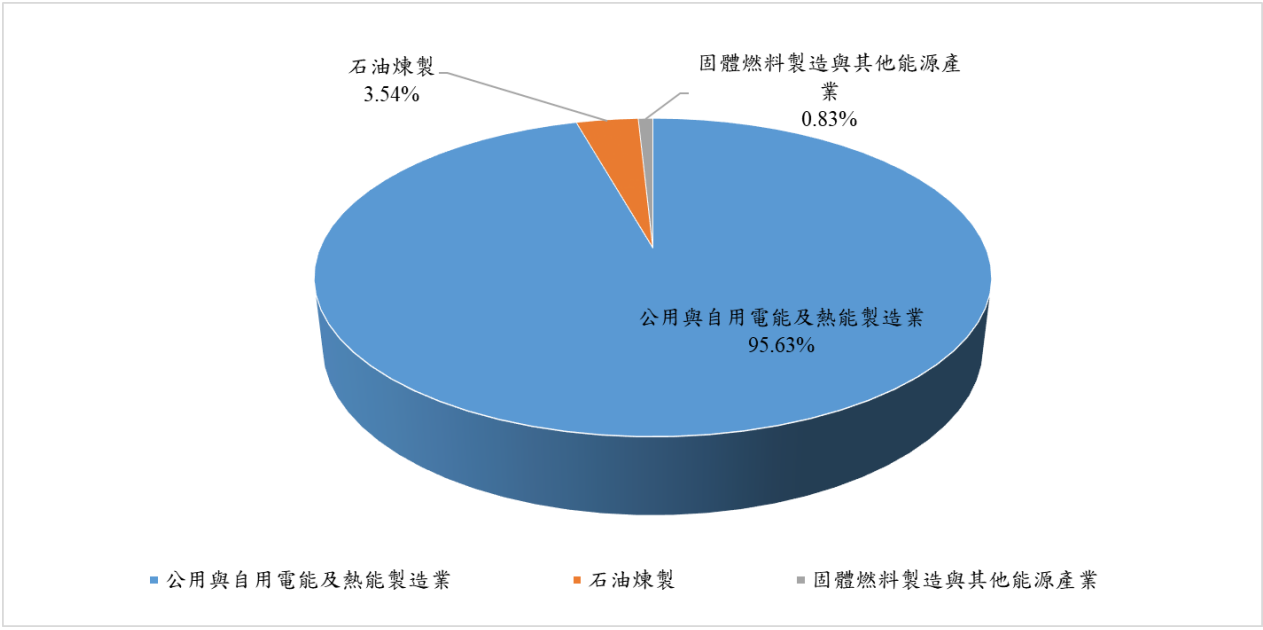


圖 3.2.11 2023 年能源產業各排放源燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.13 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.1能源產業	29	33	32	36	41
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	24	29	28	32	36
1.A.1.a.i.發電廠	23	26	24	28	29
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	2	2	4	5	7
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	4	3	3	3	4
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.02	0.02	0.004	0.001	0.001

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.1能源產業	49	51	58	66	80
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	44	46	53	60	74
1.A.1.a.i.發電廠	33	32	34	37	39
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	10	15	19	23	35
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	4	4	4	4	4
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.001	0.001	0.0004	0.001	0.01
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.1能源產業	92	103	103	119	123
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	85	96	97	113	116
1.A.1.a.i.發電廠	40	38	37	38	37
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	45	58	60	75	79
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	5	5	5	5	5
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.08	0.01	0.01	0.13	0.15
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.1能源產業	126	131	135	134	125
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	118	123	127	127	119
1.A.1.a.i.發電廠	39	43	43	42	37
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	79	80	85	85	82
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	7	7	7	5	6
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.1能源產業	131	132	132	131	134
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	124	127	126	125	127
1.A.1.a.i.發電廠	42	42	41	40	42
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	83	84	84	85	85
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	5	5	5	5	5
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.1能源產業	139	139	140	142	139
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	132	132	134	135	132
1.A.1.a.i.發電廠	46	48	52	48	45
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	86	85	82	87	87
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	5	5	5	5	5
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.1能源產業	137	140	136.9	136.8	
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	131	133	130	131	
1.A.1.a.i.發電廠	45	48	48	49	
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	85	85	82	82	
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	
1.A.1.b.石油煉製	5	5	5	5	
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.01	0.01	0.02	0.01	

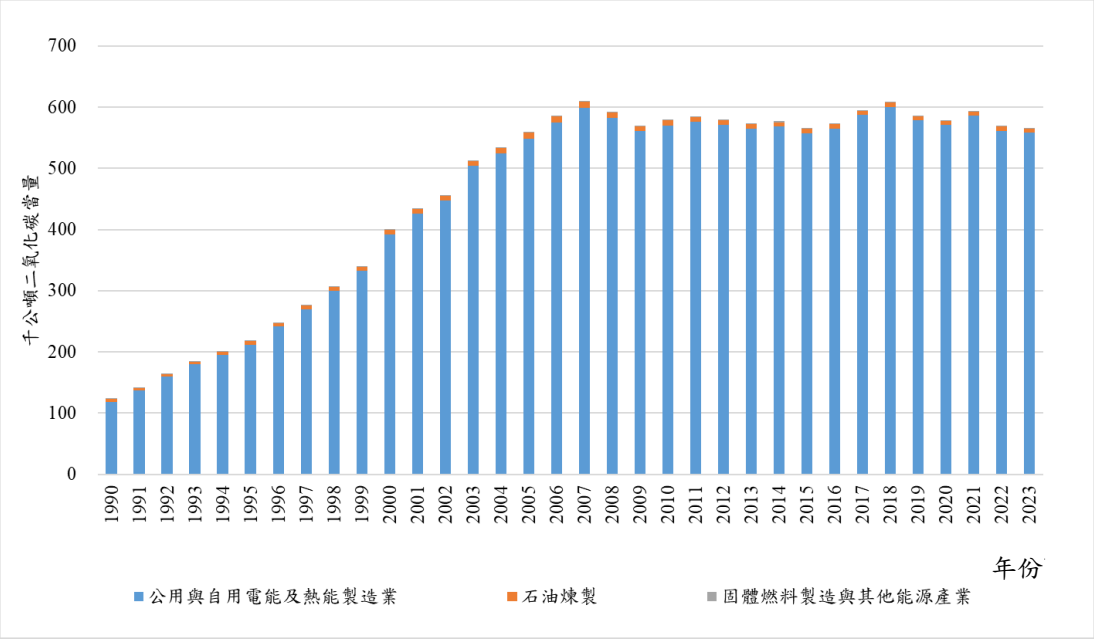


圖 3.2.12 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

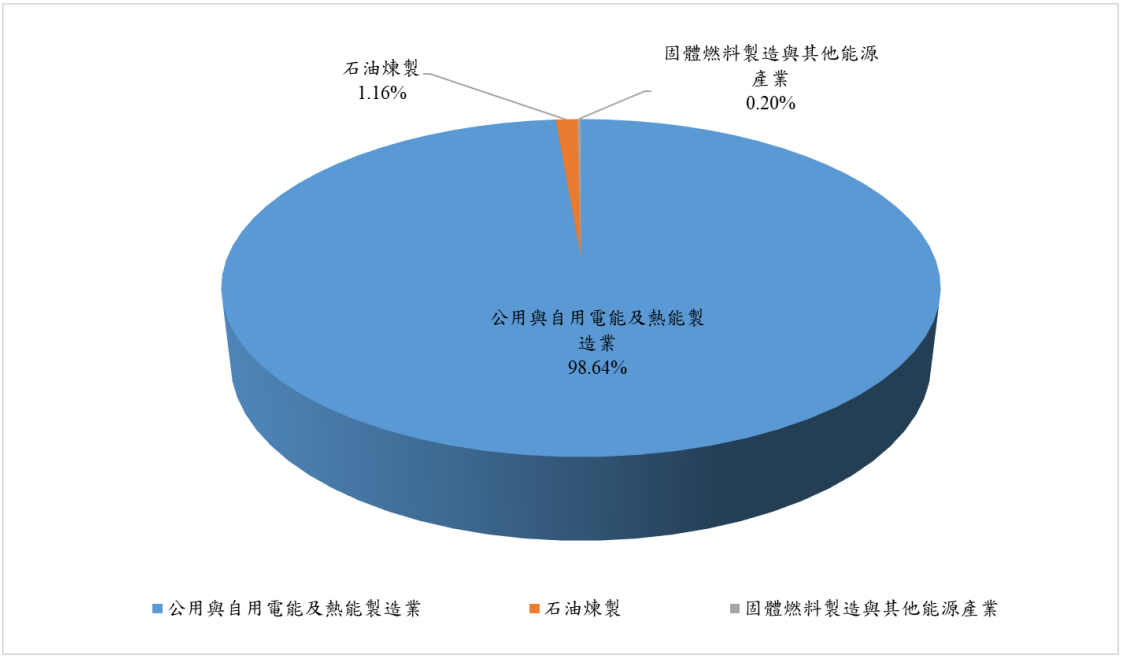


圖 3.2.13 2023 年能源產業各排放源燃料燃燒氧化亞氮排放占比

表 3.2.14 1990 年至 2023 年能源產業燃料燃燒氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.1能源產業	124	141	164	185	200
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	118	137	159	180	195
1.A.1.a.i.發電廠	108	123	138	156	166
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	9	14	21	24	29
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	6	4	4	4	5
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.05	0.04	0.01	0.002	0.001

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.1能源產業	218	248	276	307	340
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	212	242	270	300	333
1.A.1.a.i.發電廠	175	194	216	238	250
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	36	47	54	63	83
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	6	6	6	5	6
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.001	0.001	0.001	0.001	0.01
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.1能源產業	401	435	456	513	534
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	392	426	448	504	525
1.A.1.a.i.發電廠	273	284	299	320	321
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	119	142	148	184	205
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	8	7	7	8	8
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.08	0.01	0.02	0.13	0.15
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.1能源產業	560	586	610	592	570
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	548	575	599	583	561
1.A.1.a.i.發電廠	341	361	364	357	336
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	207	213	235	226	225
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	11	10	10	8	9
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.1能源產業	579	584	580	574	577
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	570	577	572	565	568
1.A.1.a.i.發電廠	344	350	348	331	336
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	227	227	224	234	233
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	8	7	7	7	7
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.1能源產業	566	574	595	609	586
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	557	565	587	601	578
1.A.1.a.i.發電廠	329	345	373	367	349
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	228	221	214	234	229
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	0
1.A.1.b.石油煉製	7	7	7	7	7
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.1能源產業	577	591	566	562	
1.A.1.a.公用與自用電能及熱能製造業	570	583	558	554	
1.A.1.a.i.發電廠	347	357	354	349	
1.A.1.a.ii.汽電共生廠	223	226	204	205	
1.A.1.a.iii.熱能工廠	0	0	0	0	
1.A.1.b.石油煉製	6	6	7	7	
1.A.1.c.固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	
1.A.1.c.i.固體燃料製造業	1	1	1	1	
1.A.1.c.ii.其他能源產業	0.01	0.01	0.03	0.01	

3.2.2 製造業與營造業（1.A.2）

1.統計範疇

製造業與營造業燃料燃燒溫室氣體排放，依據國家清冊分類，分為：鋼鐵基本工業、非鐵金屬基本工業、化學材料與化學製品製造業、紙漿、紙及印刷業、食品飲料及菸草業、非金屬礦物製品製造業及其他等項目。

2.方法論議題

(1)燃料燃燒二氧化碳排放計算方法與程序

請參照 3.2 節計算方法。

(2)排放係數

請參照 3.2 節使用排放係數。

(3)活動數據

請參考附件二能源平衡表統計數據，其中「鋼鐵基本工業」為工業部門—鋼鐵基本工業；「非鐵金屬基本工業」為工業部門—非鐵金屬基本工業；「化學材料製造業」為工業部門—化學材料製造業與化學製品製造業之加總；「紙漿、紙及印刷業」為工業部門—紙漿、紙及紙製品業與印刷業之加總；「食品飲料及菸草業」為工業部門—食品飲料及菸草業；「非金屬礦物製品製造業」為工業部門—非金屬礦物製品製造業；「其他」則為工業部門扣除上述行業別之統計結果。

(4)燃料燃燒溫室氣體排放統計結果

A.二氧化碳

製造業與營造業 1990 年燃料燃燒二氧化碳總排放量為 30,124 千公噸二氧化碳當量，2000 年增加至 45,284 千公噸二氧化碳當量，2005 年減少至 44,008 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少至 42,612 千公噸二氧化碳當量，2022 年減少為 32,422 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 29,748 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 8.25%；排放占比以鋼鐵基本工業 28.96%為最高，化學材料與化學製品製造業占 28.24%，非金屬礦物製品製造業占 13.93%，紙漿、紙及印刷業、食品飲料及菸草業與非鐵金屬基本工業則分別占 6.88%、2.85%與 0.91%，詳見圖 3.2.14、圖 3.2.15 與表 3.2.16。

表 3.2.15 燃料燃燒排放源分類統計範疇-製造業與營造業

排放源	範疇定義
1.A.2 製造業與營造業	包括工業中電力、熱能產生燃料燃燒排放。鋼鐵基本工業焦爐燃燒排放應被估算於 1A1c 分類中。
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	（ISIC Group 271 and Class 2731）
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	（ISIC Group 272 and Class 2732）
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	（ISIC Division 24）
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	（ISIC Division 21 and 22）
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	（ISIC Division 15 and 16）
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	（ISIC Division 23）
1.A.2.g.其他	其他工業的燃料燃燒排放，此部分亦可包含來自營造業的排放。但請盡可能以 ISIC 分類標明清楚所計算的分類。

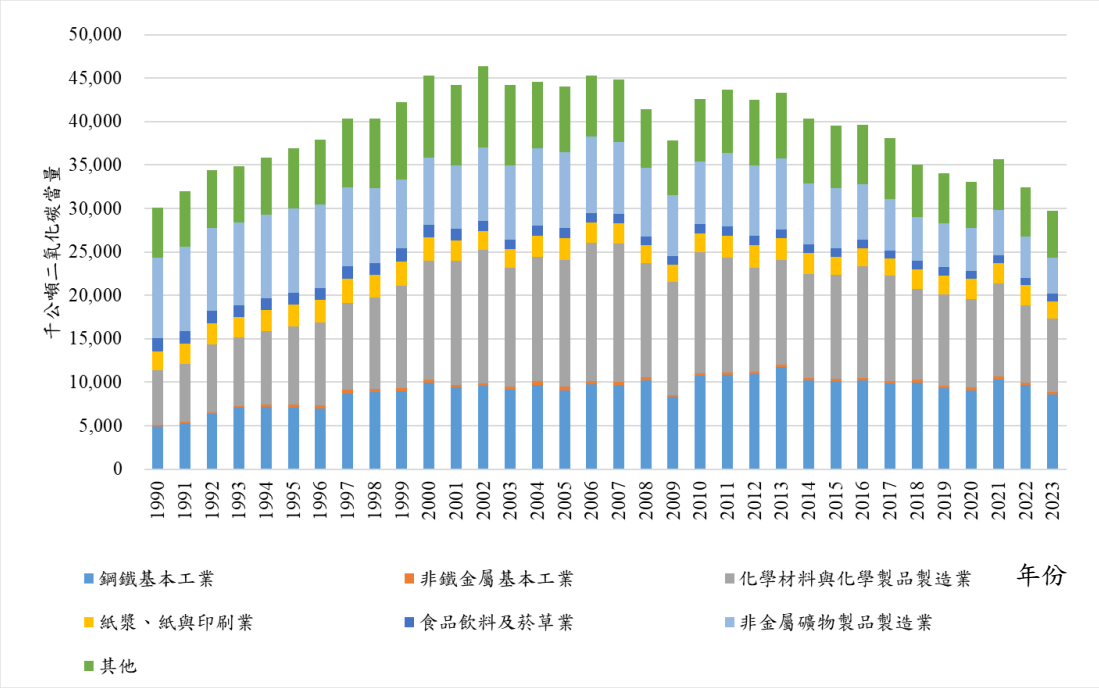


圖 3.2.14 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

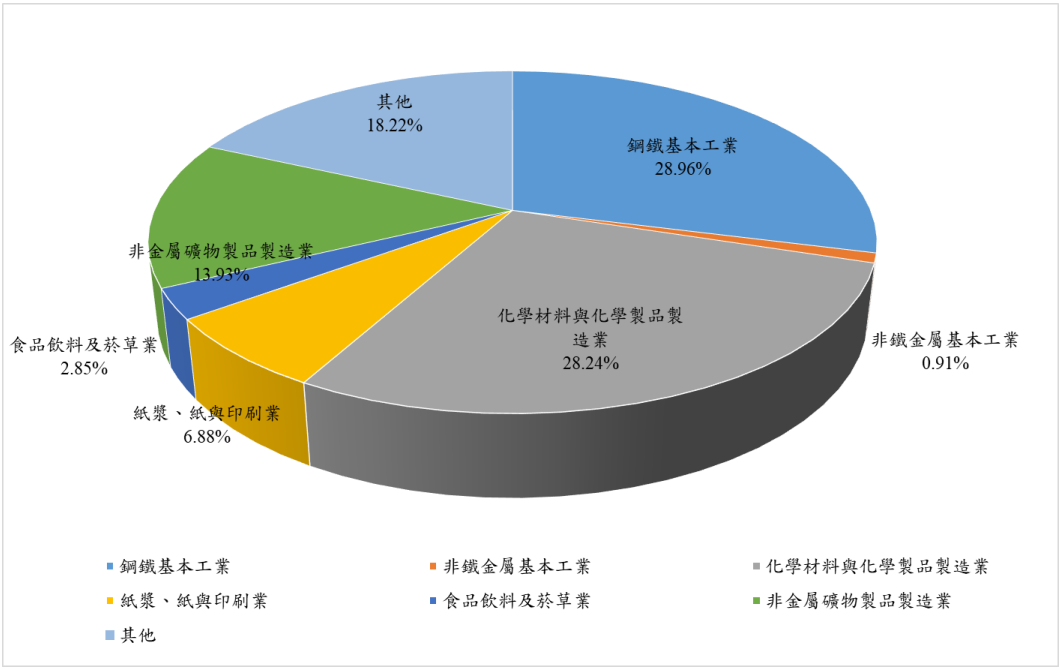


圖 3.2.15 2023 年製造業與營造業各排放源燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.16 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒二氧化碳排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.2 製造業與營造業	30,124	31,963	34,410	34,835	35,876
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	4,883	5,288	6,316	7,060	7,146
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	193	209	209	233	254
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	6,321	6,645	7,796	7,865	8,464
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	2,169	2,329	2,437	2,320	2,437
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	1,522	1,450	1,480	1,423	1,395
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	9,261	9,680	9,485	9,528	9,622
1.A.2.g.其他	5,773	6,362	6,687	6,405	6,559

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.2 製造業與營造業	36,956	37,942	40,323	40,360	42,269
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	7,118	6,977	8,703	8,832	8,962
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	286	347	403	365	349
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	9,004	9,528	10,062	10,583	11,770
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	2,543	2,604	2,770	2,625	2,829
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	1,368	1,383	1,375	1,339	1,544
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	9,681	9,586	9,109	8,593	7,876
1.A.2.g.其他	6,955	7,518	7,900	8,024	8,940
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.2 製造業與營造業	45,284	44,234	46,373	44,211	44,551
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	9,964	9,370	9,555	9,164	9,687
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	342	344	343	320	411
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	13,690	14,277	15,337	13,687	14,309
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	2,640	2,359	2,198	2,155	2,431
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	1,460	1,291	1,181	1,090	1,158
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	7,741	7,355	8,368	8,568	8,946
1.A.2.g.其他	9,447	9,238	9,392	9,226	7,609
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.2 製造業與營造業	44,008	45,309	44,845	41,410	37,874
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	9,096	9,790	9,718	10,235	8,303
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	377	363	367	331	252
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	14,595	15,882	15,856	13,176	12,991
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	2,523	2,345	2,345	2,074	1,964
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	1,137	1,093	1,079	992	1,006
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	8,766	8,819	8,268	7,858	6,990
1.A.2.g.其他	7,515	7,017	7,212	6,743	6,369
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.2 製造業與營造業	42,612	43,691	42,515	43,307	40,384
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	10,774	10,820	10,964	11,712	10,218
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	295	299	278	287	294
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	13,902	13,252	11,968	12,085	11,975
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	2,161	2,527	2,607	2,511	2,378
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	1,059	1,054	1,066	1,001	1,011
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	7,176	8,413	8,061	8,183	6,971
1.A.2.g.其他	7,245	7,326	7,570	7,528	7,537
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.2 製造業與營造業	39,575	39,653	38,112	35,045	34,079
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	10,140	10,219	9,908	9,993	9,316
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	276	259	219	292	314
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	11,919	12,891	12,155	10,441	10,445
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	2,080	2,028	1,935	2,271	2,213
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	990	981	943	1,007	967
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	6,924	6,386	5,885	4,972	5,090
1.A.2.g.其他	7,246	6,889	7,068	6,069	5,734
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.2 製造業與營造業	33,078	35,688	32,422	29,748	
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	9,083	10,286	9,658	8,614	
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	323	366	312	271	
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	10,173	10,732	8,883	8,402	
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	2,319	2,334	2,307	2,048	
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	898	888	855	849	
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	4,971	5,219	4,741	4,144	
1.A.2.g.其他	5,312	5,863	5,666	5,421	

B.甲烷

製造業與營造業 1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 51 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續成長，至 2000 年達 84 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 95 千公噸二氧化碳當量，2010 年則減少至 93 千公噸二氧化碳當量，至 2022 年減少為 69 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 63 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 8.70%；排放占比以化學材料與化學製品製造業 25.43%為最高，非金屬礦物製品製造業占 15.38%，鋼鐵基本工業占 13.79%，紙漿、紙及印刷業、食品飲料及菸草業與非鐵金屬基本工業則分別占 10.06%、1.80%與 0.28%，詳見圖 3.2.16、圖 3.2.17 與表 3.2.17。

C.氧化亞氮

製造業與營造業 1990 年燃料燃燒氧化亞氮總排放量為 80 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續增加至 2000 年達 129 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 141 千公噸二氧化碳當量，2010 年則減少至 137 千公噸二氧化碳當量，至 2022 年減少為 95 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 85 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 10.53%；排放占比以化學材料與化學製品製造業 26.71%為最高，非金屬礦物製品製造業占 16.26%，鋼鐵基本工業占 13.70%，紙漿、紙及印刷業、食品飲料及菸草業與非鐵金屬基本工業則分別占 10.16%、1.64%與 0.28%，詳見圖 3.2.18、圖 3.2.19 與表 3.2.18。

(5)完整性

請參照 3.2 節完整性論述。

3.不確定性與時間序列的一致性

請參照 3.2 節不確定性與時間序列的一致性。

4.QA/QC 及查證

請參照 3.2 節 QA/QC 及查證方法。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

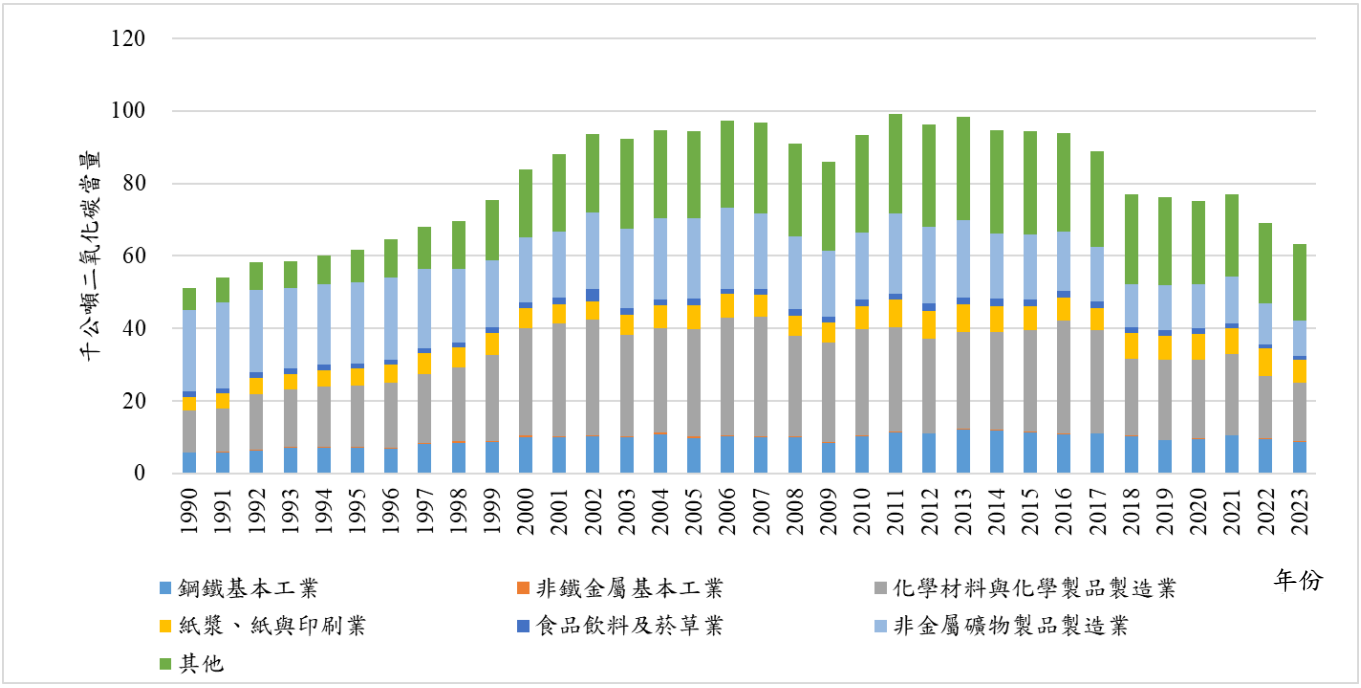


圖 3.2.16 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒甲烷排放量趨勢

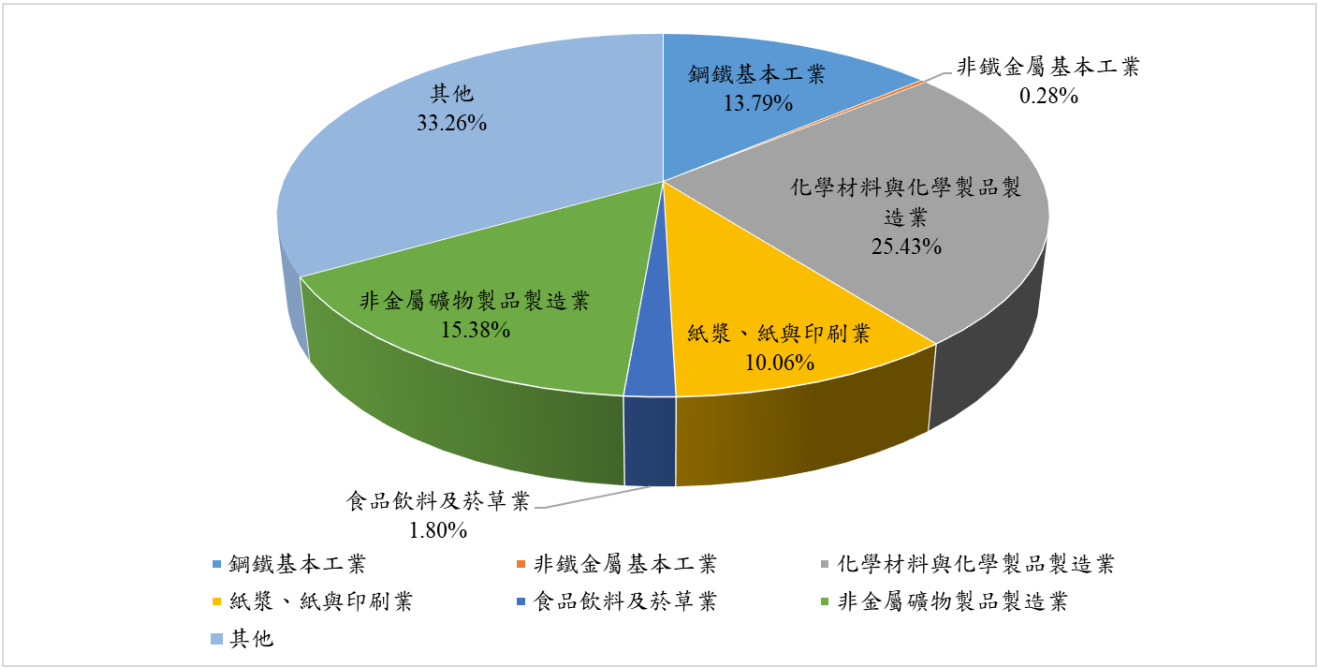


圖 3.2.17 2023 年製造業與營造業各排放源燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.17 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.2 製造業與營造業	51	54	58	58	60
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	6	6	6	7	7
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	11	12	15	16	17
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	4	4	5	4	5
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	2	2	2	2	1
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	22	24	23	22	22
1.A.2.g.其他	6	7	8	7	8

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.2 製造業與營造業	62	65	68	70	75
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	7	7	8	8	9
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	17	18	19	20	24
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	5	5	6	6	6
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	1	1	1	1	2
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	22	23	22	20	18
1.A.2.g.其他	9	11	12	13	17
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.2 製造業與營造業	84	88	94	92	95
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	10	10	10	10	11
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.4	0.3	0.3	0.3	0.4
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	30	31	32	28	29
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	6	5	5	5	6
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	2	2	3	2	2
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	18	18	21	22	22
1.A.2.g.其他	19	21	22	25	24
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.2 製造業與營造業	95	97	97	91	86
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	10	10	10	10	8
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.4	0.4	0.4	0.3	0.2
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	30	33	33	28	27
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	7	6	6	5	6
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	2	1	2	2	2
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	22	22	21	20	18
1.A.2.g.其他	24	24	25	25	24
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.2 製造業與營造業	93	99	96	98	95
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	10	11	11	12	12
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	29	29	26	27	27
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	6	8	8	8	7
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	2	2	2	2	2
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	18	22	21	21	18
1.A.2.g.其他	27	28	28	29	28
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.2 製造業與營造業	94	94	89	77	76
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	11	11	11	10	9
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	28	31	29	21	22
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	7	6	6	7	7
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	2	2	2	2	2
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	18	17	15	12	12
1.A.2.g.其他	28	27	26	25	24
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.2 製造業與營造業	75	77	69	63	
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	10	10	9	9	
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.2	0.2	0.2	0.2	
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	22	22	17	16	
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	7	7	8	6	
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	2	1	1	1	
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	12	13	11	10	
1.A.2.g.其他	23	23	22	21	

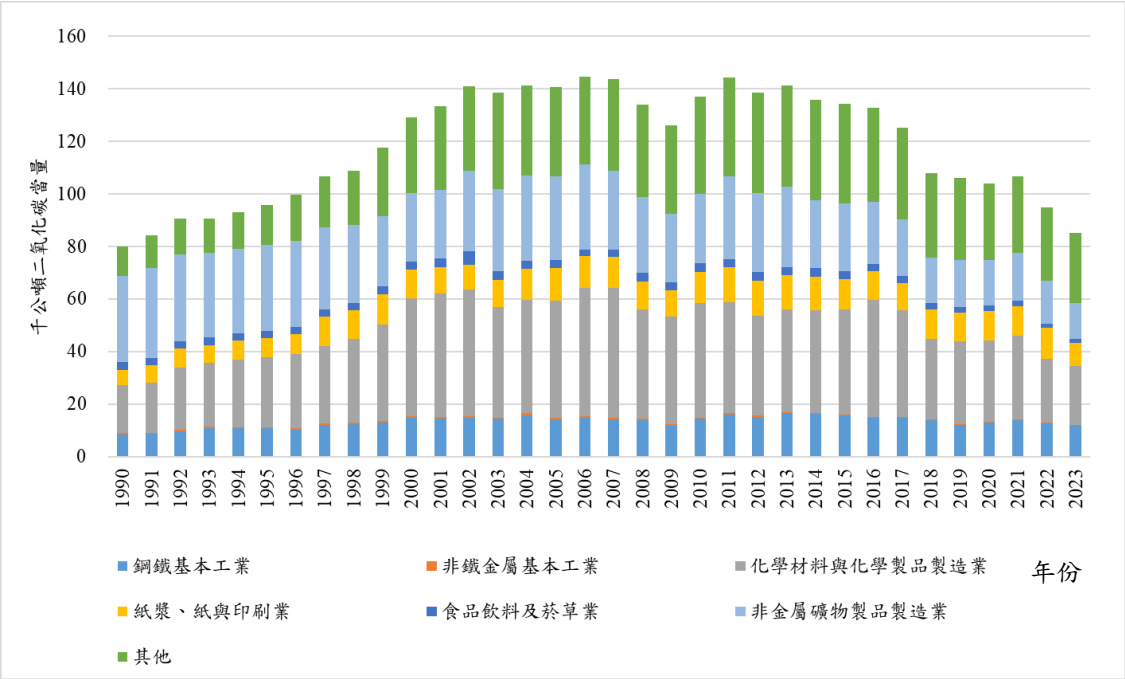


圖 3.2.18 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

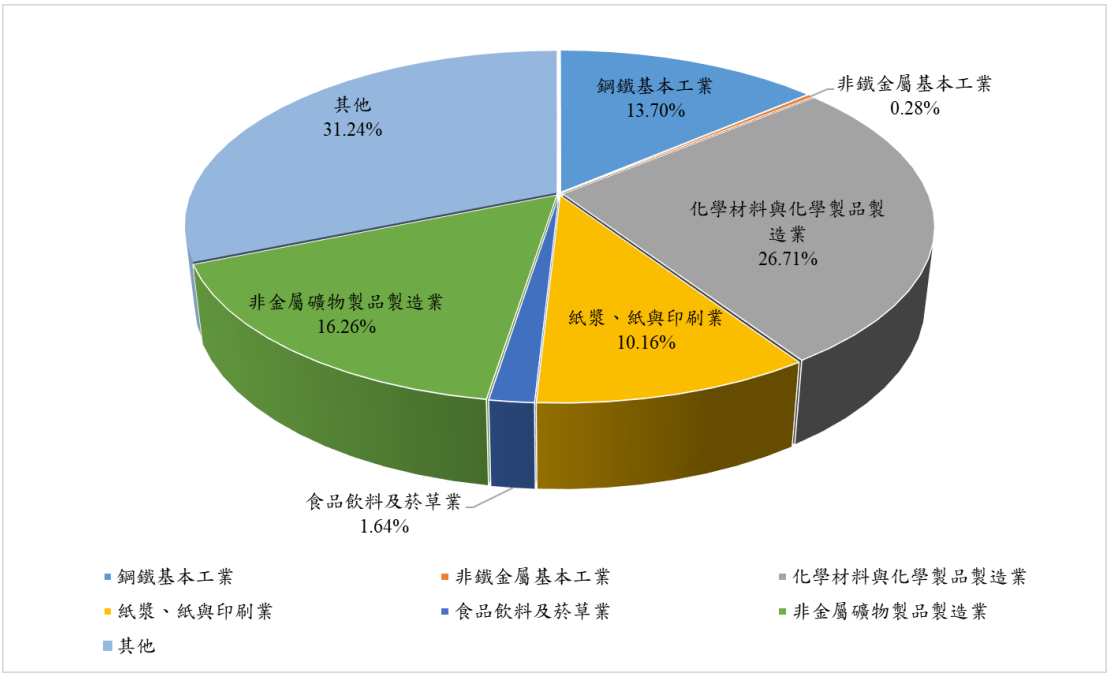


圖 3.2.19 2023 年製造業與營造業各排放源燃料燃燒氧化亞氮排放占比

表 3.2.18 1990 年至 2023 年製造業與營造業燃料燃燒氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.2 製造業與營造業	80	84	91	91	93
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	8	9	10	11	11
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	18	19	24	24	26
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	6	7	7	7	7
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	3	3	3	3	3
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	33	34	33	32	32
1.A.2.g.其他	11	12	14	13	14

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.2 製造業與營造業	96	100	107	109	118
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	11	10	12	12	13
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.5	0.6	0.7	0.7	0.7
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	27	28	30	32	37
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	7	8	11	11	12
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	3	3	3	3	3
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	33	33	32	30	27
1.A.2.g.其他	15	17	19	21	26
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.2 製造業與營造業	129	133	141	138	141
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	15	14	15	14	16
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.7	0.6	0.6	0.6	0.7
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	45	47	48	42	43
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	11	10	10	10	12
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	3	3	5	3	3
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	26	26	31	31	32
1.A.2.g.其他	29	32	32	36	34
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.2 製造業與營造業	141	145	144	134	126
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	14	15	14	14	12
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.6	0.6	0.7	0.6	0.4
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	45	49	49	41	41
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	12	12	12	11	10
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	3	3	3	3	3
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	32	32	30	29	26
1.A.2.g.其他	34	34	35	35	34
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.2 製造業與營造業	137	144	139	141	136
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	14	16	15	17	16
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.5	0.5	0.4	0.4	0.3
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	44	42	38	39	39
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	12	13	13	13	13
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	3	3	3	3	3
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	27	32	30	31	26
1.A.2.g.其他	37	38	38	39	38
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.2 製造業與營造業	134	133	125	108	106
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	16	15	15	14	12
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	40	45	41	31	31
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	12	11	10	11	11
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	3	3	3	3	2
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	26	24	22	17	18
1.A.2.g.其他	38	36	35	32	31
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.2 製造業與營造業	104	107	95	85	
1.A.2.a.鋼鐵基本工業	13	14	13	12	
1.A.2.b.非鐵金屬基本工業	0.3	0.4	0.3	0.2	
1.A.2.c.化學材料與化學製品製造業	31	32	24	23	
1.A.2.d.紙漿、紙及印刷業	11	12	12	9	
1.A.2.e.食品飲料及菸草業	2	2	1	1	
1.A.2.f.非金屬礦物製品製造業	17	18	16	14	
1.A.2.g.其他	29	29	28	27	

3.2.3 運輸（1.A.3）

1.統計範疇

運輸部門燃料燃燒溫室氣體排放，依據國家清冊分類分為空運、公路運輸、鐵路、水運與其他等大項；本節空運部分僅包含國內航空，水運部分則僅包含國內水運，至於國際航空及國際海運數據則於 3.2.7 節進行說明。

2.方法論議題

(1)燃料燃燒二氧化碳排放計算方法與程序

請參照 3.2 節計算方法。

(2)排放係數

請參照 3.2 節使用排放係數。

(3)活動數據

請參考附件二能源平衡表統計數據，其中「國內航空」為運輸部門—國內航空；「公路運輸」為運輸部門—公路;「鐵路」為運輸部門—鐵路；「國內水運」為運輸部門—國內水運；「其他運輸」為運輸部門—管線運輸與其他之加總。

(4)燃料燃燒溫室氣體排放統計結果

A.二氧化碳

運輸部門 1990 年燃料燃燒二氧化碳總排放量為 19,646 千公噸二氧化碳當量，2000 年增加至 33,207 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 36,846 千公噸二氧化碳當量，其後互有增減，至 2010 年排放量減少至 34,652 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加至 34,696 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 34,616 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.23%；排放占比以公路運輸 98.54%為最高，國內水運占 0.78%，國內航空占 0.61%，詳見圖 3.2.20、圖 3.2.21 與表 3.2.20。

表 3.2.19 燃料燃燒排放源分類統計範疇-運輸

排放源	範疇定義
1.A.3 運輸	所有運輸活動燃料燃燒之排放。
1.A.3.a.空運	包括起飛與著陸國內空運（服務業、私人、農業等）的排放，不包括 1.A.3.e 機場陸地運輸之排放，而且也不包括機場固定燃燒源的排放。
1.A.3.a.ii.國內航空	在一個國家內，所有國內客運、貨運起飛與著陸的各種機型燃料使用之排放。
1.A.3.b.公路運輸	包括所有因公路交通工具燃料使用之燃燒、逸散排放，在公路行駛的農用交通工具亦包括在內。
1.A.3.c.鐵路	包括貨運、客運路線的鐵路運輸排放。
1.A.3.d.水運	包括螺旋槳水上工具，如水翼船等的排放。
1.A.3.d.ii.國內水運	除了魚釣及國際海運外，所有國內水上交通工具的排放。
1.A.3.e.其他運輸	包括管線運輸、機場及港口的地面活動、及除 1.A.4.c、1.A.2 以外之道路外活動等之所有剩餘運輸活動的燃燒排放。軍事運輸應屬於 1.A.5。

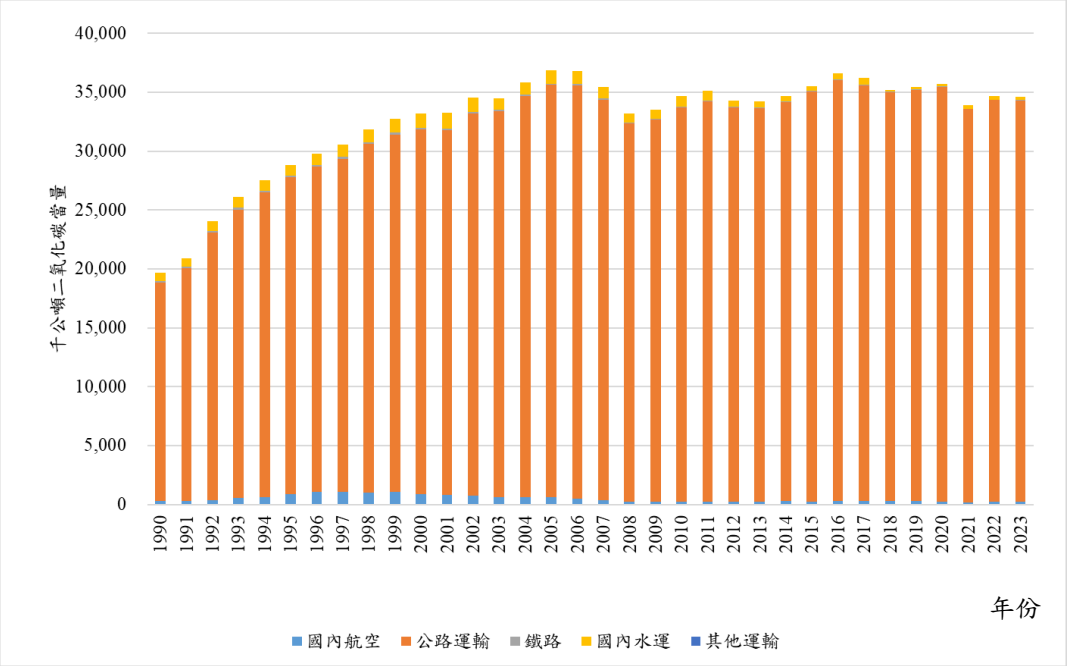


圖 3.2.20 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

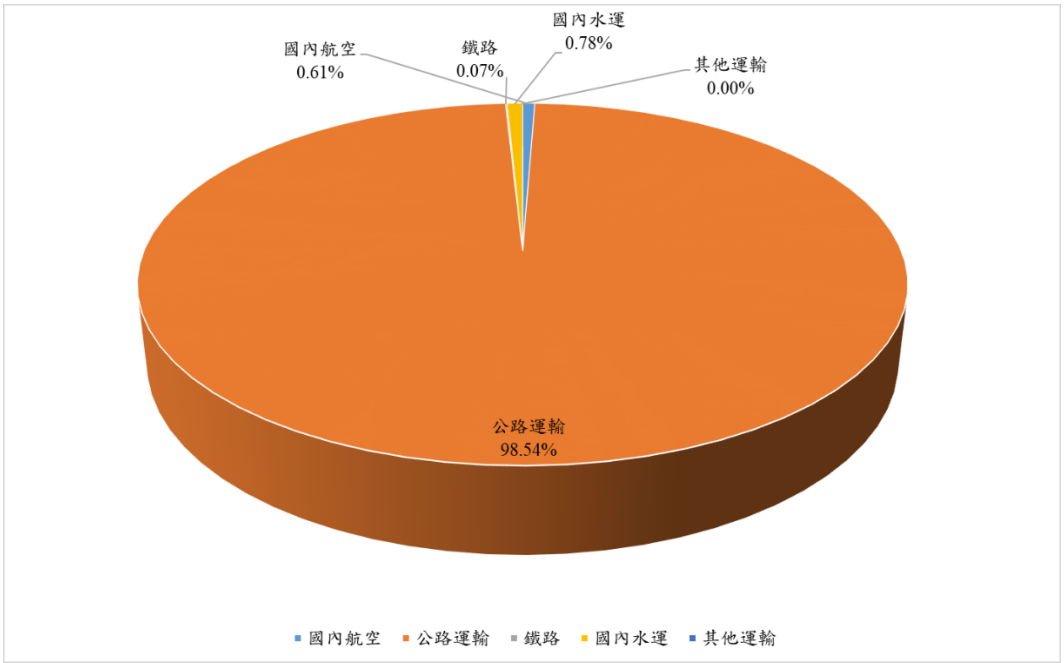


圖 3.2.21 2023 年運輸燃料燃燒各排放源二氧化碳排放占比

表 3.2.20 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒二氧化碳排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.3 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540
1.A.3.a.空運	280	300	368	527	641
1.A.3.a.ii.國內航空	280	300	368	527	641
1.A.3.b.公路運輸	18,547	19,762	22,693	24,515	25,866
1.A.3.c.鐵路	130	139	138	144	140
1.A.3.d.水運	690	687	833	916	893
1.A.3.d.ii.國內水運	690	687	833	916	893
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.3 運輸	28,822	29,801	30,536	31,844	32,772
1.A.3.a.空運	853	1,072	1,075	1,025	1,052
1.A.3.a.ii.國內航空	853	1,072	1,075	1,025	1,052
1.A.3.b.公路運輸	26,936	27,615	28,290	29,570	30,370
1.A.3.c.鐵路	140	132	129	126	133
1.A.3.d.水運	893	982	1,042	1,124	1,217
1.A.3.d.ii.國內水運	893	982	1,042	1,124	1,217
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.3 運輸	33,207	33,267	34,542	34,509	35,859
1.A.3.a.空運	903	828	755	630	646
1.A.3.a.ii.國內航空	903	828	755	630	646
1.A.3.b.公路運輸	30,956	30,942	32,459	32,790	34,035
1.A.3.c.鐵路	123	118	117	106	95
1.A.3.d.水運	1,226	1,380	1,211	982	1,083
1.A.3.d.ii.國內水運	1,226	1,380	1,211	982	1,083
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.3 運輸	36,846	36,771	35,419	33,216	33,541
1.A.3.a.空運	592	516	390	259	228
1.A.3.a.ii.國內航空	592	516	390	259	228
1.A.3.b.公路運輸	35,022	35,091	33,976	32,089	32,449
1.A.3.c.鐵路	96	94	91	90	74
1.A.3.d.水運	1,135	1,069	961	778	790
1.A.3.d.ii.國內水運	1,135	1,069	961	778	790
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.3 運輸	34,652	35,107	34,284	34,209	34,666
1.A.3.a.空運	231	257	259	237	266
1.A.3.a.ii.國內航空	231	257	259	237	266
1.A.3.b.公路運輸	33,475	33,962	33,460	33,422	33,865
1.A.3.c.鐵路	82	83	83	83	77
1.A.3.d.水運	864	804	483	467	458
1.A.3.d.ii.國內水運	864	804	483	467	458
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.3 運輸	35,506	36,584	36,202	35,202	35,438
1.A.3.a.空運	258	287	293	289	276
1.A.3.a.ii.國內航空	258	287	293	289	276
1.A.3.b.公路運輸	34,773	35,725	35,307	34,695	34,935
1.A.3.c.鐵路	69	57	53	56	54
1.A.3.d.水運	405	516	550	163	173
1.A.3.d.ii.國內水運	405	516	550	163	173
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.3 運輸	35,715	33,905	34,696	34,616	
1.A.3.a.空運	204	144	206	211	
1.A.3.a.ii.國內航空	204	144	206	211	
1.A.3.b.公路運輸	35,271	33,414	34,117	34,109	
1.A.3.c.鐵路	55	42	37	25	
1.A.3.d.水運	185	306	336	271	
1.A.3.d.ii.國內水運	185	306	336	271	
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	

B.甲烷

運輸部門 1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 170 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續成長，至 2000 年達 303 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 339 千公噸二氧化碳當量，其後排放量互有增減，2010 年減少至 319 千公噸二氧化碳當量，2022 年則減少至 309 千公噸二氧化碳當量，2023 年增加至 311 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年增加 0.39%；排放占比以公路運輸 99.75%為最高，國內水運占 0.23%，國內航空占 0.01%，詳見圖 3.2.22、圖 3.2.23 與表 3.2.21。

C.氧化亞氮

運輸部門 1990 年燃料燃燒氧化亞氮總排放量為 259 千公噸二氧化碳當量，2000 年增加至 423 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加至 469 千公噸二氧化碳當量，其後漸減再增，2010 年減少至 444 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加至 446 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 444 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.43%；排放占比以公路運輸 98.65%為最高，鐵路占 0.58%、國內水運占 0.43%、國內航空占 0.35%，詳見圖 3.2.24、圖 3.2.25 與表 3.2.22。

(5)完整性

請參照 3.2 節完整性論述。

3.不確定性與時間序列的一致性

請參照 3.2 節不確定性與時間序列的一致性。

4.QA/QC 及查證

請參照 3.2 節 QA/QC 及查證方法。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

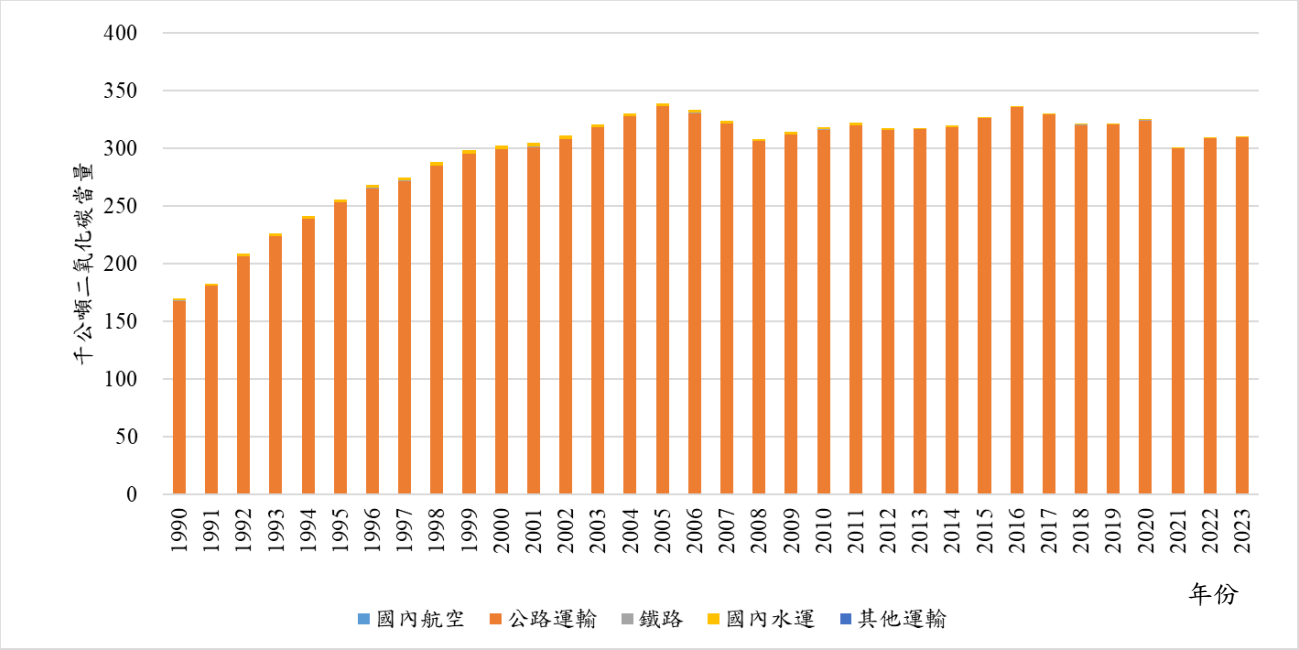


圖 3.2.22 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒甲烷排放量趨勢

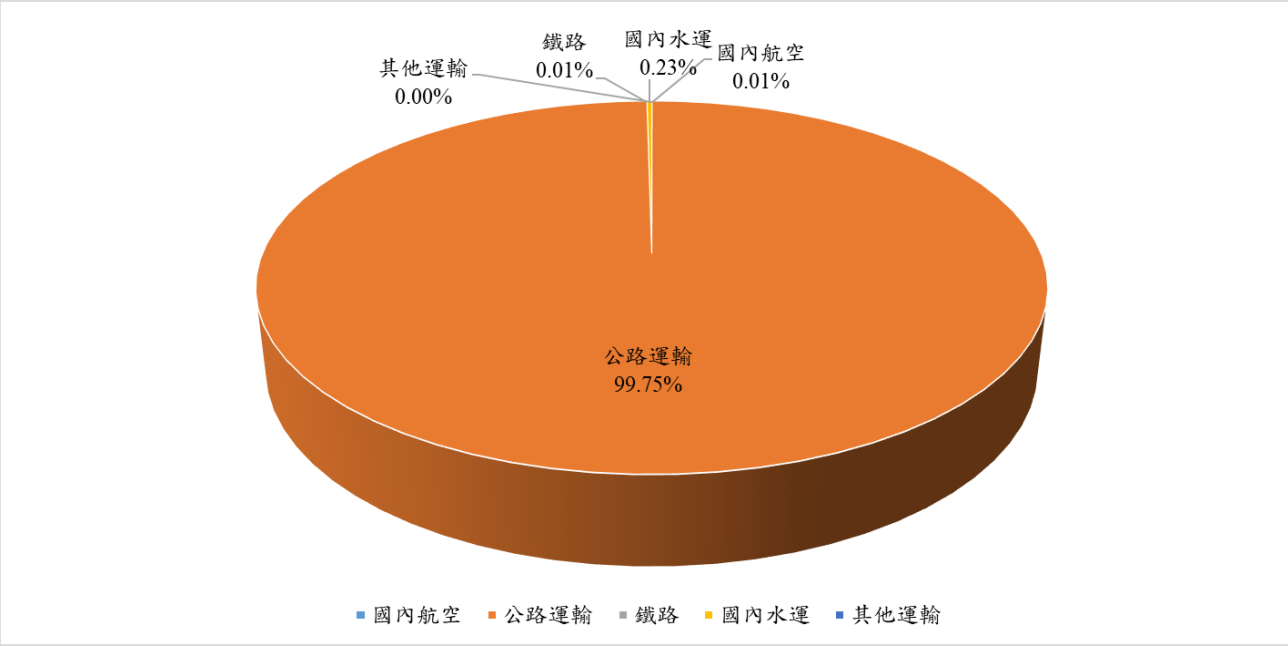


圖 3.2.23 2023 年運輸燃料燃燒各排放源甲烷排放占比

表 3.2.21 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.3 運輸	170	183	209	226	241
1.A.3.a.空運	0.05	0.06	0.07	0.10	0.13
1.A.3.a.ii.國內航空	0.05	0.06	0.07	0.10	0.13
1.A.3.b.公路運輸	168	181	207	224	239
1.A.3.c.鐵路	0.20	0.22	0.22	0.23	0.22
1.A.3.d.水運	2	2	2	2	2
1.A.3.d.ii.國內水運	2	2	2	2	2
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.3 運輸	256	268	275	288	298
1.A.3.a.空運	0.17	0.21	0.21	0.20	0.21
1.A.3.a.ii.國內航空	0.17	0.21	0.21	0.20	0.21
1.A.3.b.公路運輸	253	265	272	285	295
1.A.3.c.鐵路	0.22	0.21	0.20	0.20	0.21
1.A.3.d.水運	2	3	3	3	3
1.A.3.d.ii.國內水運	2	3	3	3	3
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.3 運輸	303	305	311	321	330
1.A.3.a.空運	0.18	0.16	0.15	0.12	0.13
1.A.3.a.ii.國內航空	0.18	0.16	0.15	0.12	0.13
1.A.3.b.公路運輸	299	301	308	318	327
1.A.3.c.鐵路	0.19	0.18	0.18	0.17	0.15
1.A.3.d.水運	3	4	3	3	3
1.A.3.d.ii.國內水運	3	4	3	3	3
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.3 運輸	339	333	324	308	314
1.A.3.a.空運	0.12	0.10	0.08	0.05	0.04
1.A.3.a.ii.國內航空	0.12	0.10	0.08	0.05	0.04
1.A.3.b.公路運輸	336	330	322	306	312
1.A.3.c.鐵路	0.15	0.15	0.14	0.14	0.12
1.A.3.d.水運	3	3	2	2	2
1.A.3.d.ii.國內水運	3	3	2	2	2
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.3 運輸	319	322	318	318	320
1.A.3.a.空運	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1.A.3.a.ii.國內航空	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05
1.A.3.b.公路運輸	316	320	316	316	318
1.A.3.c.鐵路	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12
1.A.3.d.水運	2	2	1	1	1
1.A.3.d.ii.國內水運	2	2	1	1	1
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.3 運輸	327	337	331	321	321
1.A.3.a.空運	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05
1.A.3.a.ii.國內航空	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05
1.A.3.b.公路運輸	326	335	329	320	321
1.A.3.c.鐵路	0.11	0.09	0.08	0.09	0.09
1.A.3.d.水運	1	1	1	0.42	0.44
1.A.3.d.ii.國內水運	1	1	1	0.42	0.44
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.3 運輸	325	301	309	311	
1.A.3.a.空運	0.04	0.03	0.04	0.04	
1.A.3.a.ii.國內航空	0.04	0.03	0.04	0.04	
1.A.3.b.公路運輸	324	300	308	310	
1.A.3.c.鐵路	0.09	0.07	0.06	0.04	
1.A.3.d.水運	0.48	1	1	1	
1.A.3.d.ii.國內水運	0.48	1	1	1	
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	

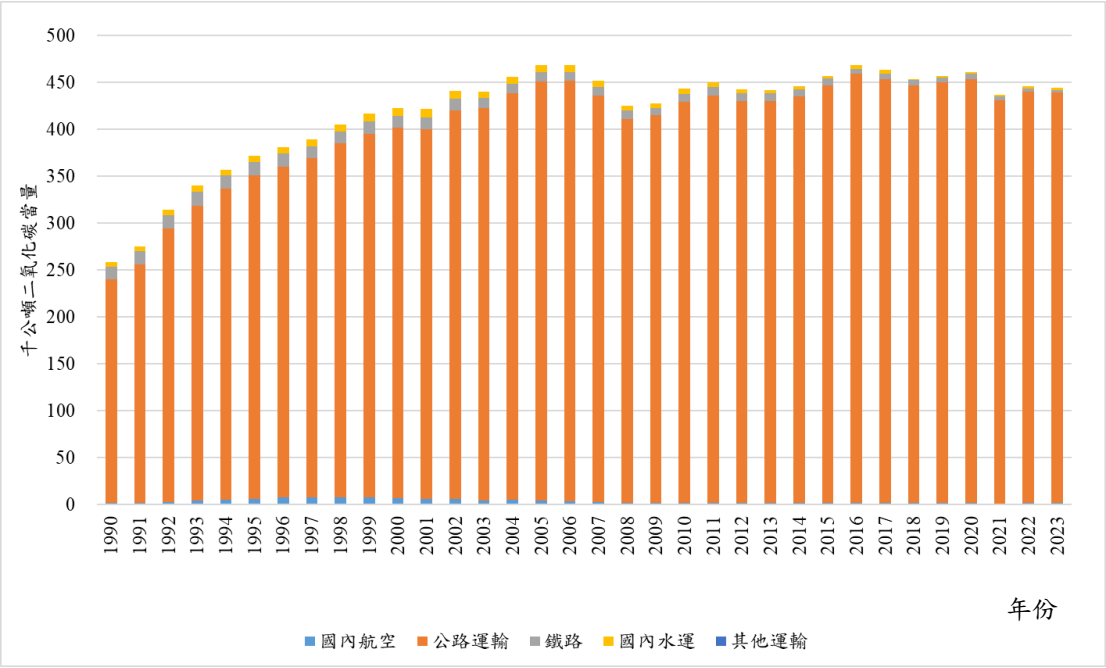


圖 3.2.24 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

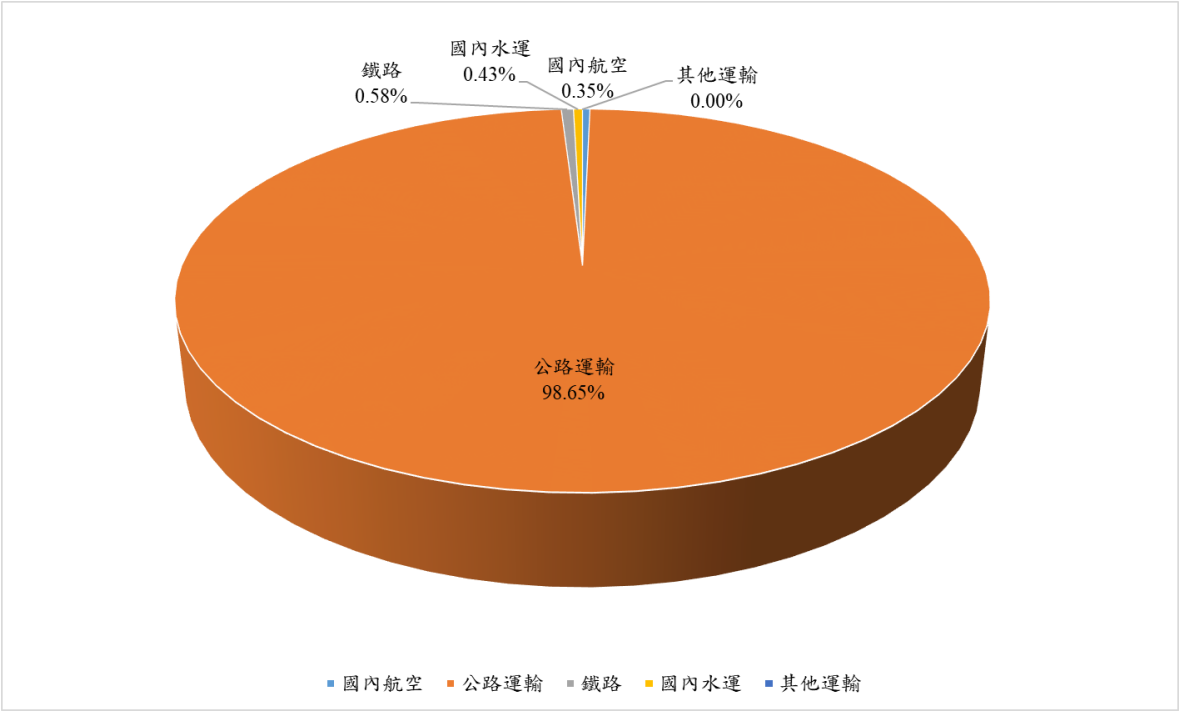


圖 3.2.25 2023 年運輸燃料燃燒各排放源氧化亞氮排放占比

表 3.2.22 1990 年至 2023 年運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.3 運輸	259	275	314	340	357
1.A.3.a.空運	2	2	3	4	5
1.A.3.a.ii.國內航空	2	2	3	4	5
1.A.3.b.公路運輸	238	254	292	315	332
1.A.3.c.鐵路	13	14	14	15	14
1.A.3.d.水運	5	5	6	6	6
1.A.3.d.ii.國內水運	5	5	6	6	6
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1995	1996	1997	1998	1999
1.A.3 運輸	372	381	389	406	417
1.A.3.a.空運	6	8	8	8	8
1.A.3.a.ii.國內航空	6	8	8	8	8
1.A.3.b.公路運輸	345	353	361	377	387
1.A.3.c.鐵路	14	14	13	13	14
1.A.3.d.水運	6	7	7	8	8
1.A.3.d.ii.國內水運	6	7	7	8	8
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.3 運輸	423	422	441	440	456
1.A.3.a.空運	7	6	6	5	5
1.A.3.a.ii.國內航空	7	6	6	5	5
1.A.3.b.公路運輸	395	394	415	418	434
1.A.3.c.鐵路	13	12	12	11	10
1.A.3.d.水運	9	10	8	7	8
1.A.3.d.ii.國內水運	9	10	8	7	8
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.3 運輸	469	469	452	425	428
1.A.3.a.空運	4	4	3	2	2
1.A.3.a.ii.國內航空	4	4	3	2	2
1.A.3.b.公路運輸	446	448	433	409	413
1.A.3.c.鐵路	10	10	9	9	8
1.A.3.d.水運	8	7	7	5	6
1.A.3.d.ii.國內水運	8	7	7	5	6
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.3 運輸	444	450	442	442	446
1.A.3.a.空運	2	2	2	2	2
1.A.3.a.ii.國內航空	2	2	2	2	2
1.A.3.b.公路運輸	427	434	429	428	433
1.A.3.c.鐵路	8	9	8	8	8
1.A.3.d.水運	6	6	3	3	3
1.A.3.d.ii.國內水運	6	6	3	3	3
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.3 運輸	457	468	463	453	457
1.A.3.a.空運	2	2	2	2	2
1.A.3.a.ii.國內航空	2	2	2	2	2
1.A.3.b.公路運輸	445	457	452	444	448
1.A.3.c.鐵路	7	6	5	6	6
1.A.3.d.水運	3	4	4	1	1
1.A.3.d.ii.國內水運	3	4	4	1	1
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.3 運輸	461	437	446	444	
1.A.3.a.空運	2	1	2	2	
1.A.3.a.ii.國內航空	2	1	2	2	
1.A.3.b.公路運輸	452	430	438	438	
1.A.3.c.鐵路	6	4	4	3	
1.A.3.d.水運	1	2	2	2	
1.A.3.d.ii.國內水運	1	2	2	2	
1.A.3.e.其他運輸	NE	NE	NE	NE	

3.2.4 其他部門（服務業、住宅、農林漁牧）(1.A.4)

1.統計範疇

依據國家清冊分類，其他部門統計範疇包含服務業、住宅，以及農林漁牧之燃料燃燒排放，其中，農林漁牧包括農、林、內陸、沿海、深海魚釣、牧業之接駁工具、幫浦燃料使用、穀物乾燥、園藝溫室及其他農林漁牧之燃料使用排放。

2.方法論議題

(1)燃料燃燒二氧化碳排放計算方法與程序

請參照 3.2 節計算方法。

(2)排放係數

請參照 3.2 節使用排放係數。

(3)活動數據

請參考附件二能源平衡表統計數據，其中「服務業」為服務業部門;「住宅」為住宅部門;「農林漁牧」為農業部門。

(4)燃料燃燒溫室氣體排放統計結果

A.二氧化碳

服務業、住宅、農林漁牧 1990 年燃料燃燒二氧化碳總排放量為 10,572 千公噸二氧化碳當量，2000 年增加為 10,965 千公噸二氧化碳當量，2005 年達 12,089 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少為 10,174 千公噸二氧化碳當量，2022 年減少至 9,380 千公噸二氧化碳當量，2023 年則增加至 9,564 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年增加 1.96%；排放占比部分，最高者為住宅 42.91%、其次為服務業 41.08%，農林漁牧為 16.01%，詳見圖 3.2.26、圖 3.2.27 與表 3.2.24。

B.甲烷

服務業、住宅、農林漁牧 1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 34 千公噸二氧化碳當量，2000 年減少為 33 千公噸二氧化碳當量，至 2005 年增加為 37 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少為 30 千公噸二氧化碳當量,至 2022 年減少為 27 千公噸二氧化碳當量,2023 年增加至 28 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年增加 3.34%；排放占比部分以服務業 45.28% 最高、其次為住宅 34.16%、農林漁牧 20.56%，詳見圖 3.2.28、圖 3.2.29 與表 3.2.25。

表 3.2.23 燃料燃燒排放源分類統計範疇-服務業、住宅、農林漁牧

排放源	範疇定義
1.A.4 其他部門	所有敘述於下的燃燒活動之排放。
1.A.4.a.服務業	服務業及機構建築的燃料燃燒排放。 （ISIC categories 4103,42,6,719,72,8,and 91-96）
1.A.4.b.住宅	所有住宅燃料燃燒之排放。
1.A.4.c.農林漁牧	農、林、內陸、沿海、深海魚釣、牧業之燃料燃燒之排放，包括接駁工具、幫浦燃料使用、穀物乾燥、園藝溫室、及其他農林漁牧之燃料使用。

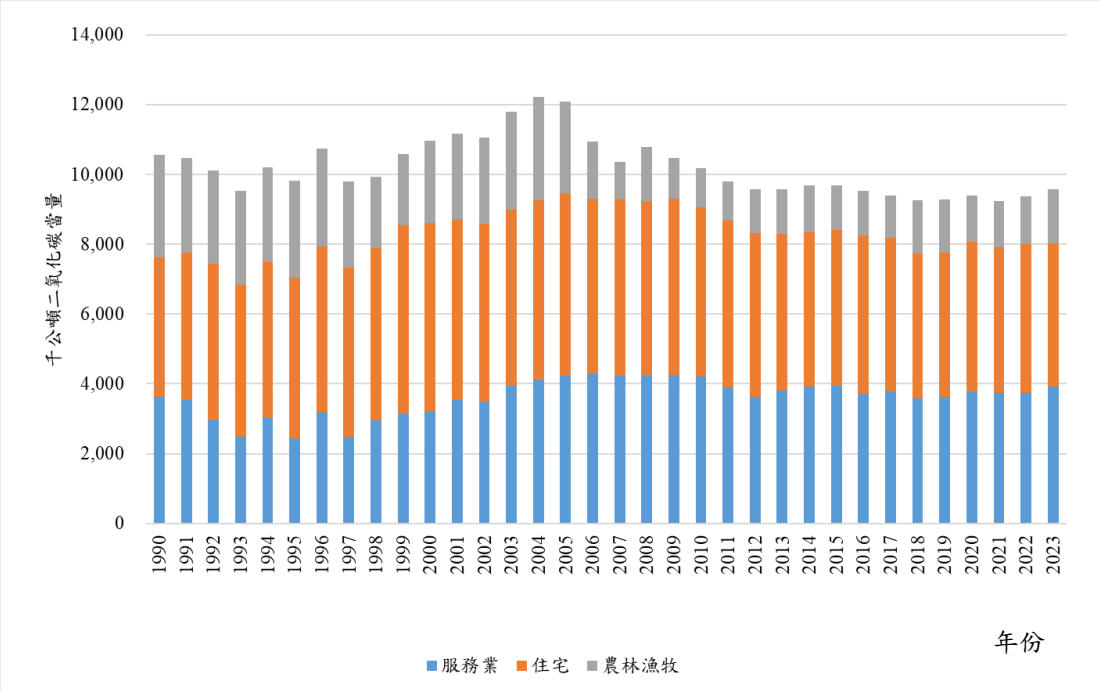


圖 3.2.26 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

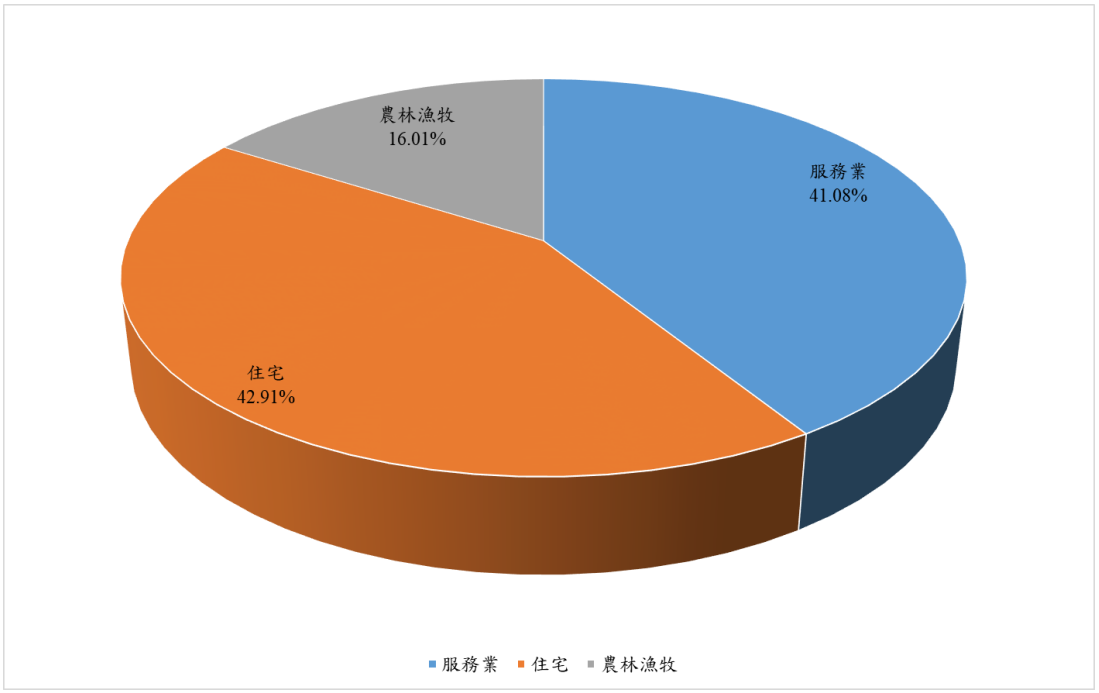


圖 3.2.27 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.24 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒二氧化碳排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.4 其他部門	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200
1.A.4.a.服務業	3,621	3,529	2,989	2,490	3,018
1.A.4.b.住宅	4,005	4,238	4,446	4,359	4,461
1.A.4.c.農林漁牧	2,946	2,700	2,672	2,675	2,721
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.A.4 其他部門	9,819	10,733	9,808	9,939	10,579
1.A.4.a.服務業	2,446	3,175	2,482	2,948	3,128
1.A.4.b.住宅	4,596	4,754	4,851	4,950	5,410
1.A.4.c.農林漁牧	2,777	2,805	2,475	2,041	2,040
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.4 其他部門	10,965	11,174	11,052	11,806	12,230
1.A.4.a.服務業	3,205	3,538	3,487	3,952	4,120
1.A.4.b.住宅	5,398	5,181	5,107	5,042	5,133
1.A.4.c.農林漁牧	2,362	2,455	2,459	2,811	2,977
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.4 其他部門	12,089	10,952	10,371	10,785	10,463
1.A.4.a.服務業	4,227	4,272	4,232	4,226	4,264
1.A.4.b.住宅	5,235	5,033	5,047	5,017	5,030
1.A.4.c.農林漁牧	2,627	1,647	1,091	1,543	1,169
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.4 其他部門	10,174	9,808	9,566	9,571	9,681
1.A.4.a.服務業	4,203	3,898	3,635	3,812	3,928
1.A.4.b.住宅	4,857	4,786	4,672	4,484	4,411
1.A.4.c.農林漁牧	1,113	1,123	1,259	1,274	1,343
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.4 其他部門	9,698	9,533	9,384	9,254	9,277
1.A.4.a.服務業	3,941	3,720	3,779	3,593	3,622
1.A.4.b.住宅	4,469	4,537	4,402	4,145	4,137
1.A.4.c.農林漁牧	1,287	1,276	1,203	1,515	1,518
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.4 其他部門	9,389	9,229	9,380	9,564	
1.A.4.a.服務業	3,792	3,741	3,746	3,928	
1.A.4.b.住宅	4,269	4,170	4,266	4,104	
1.A.4.c.農林漁牧	1,328	1,318	1,368	1,532	

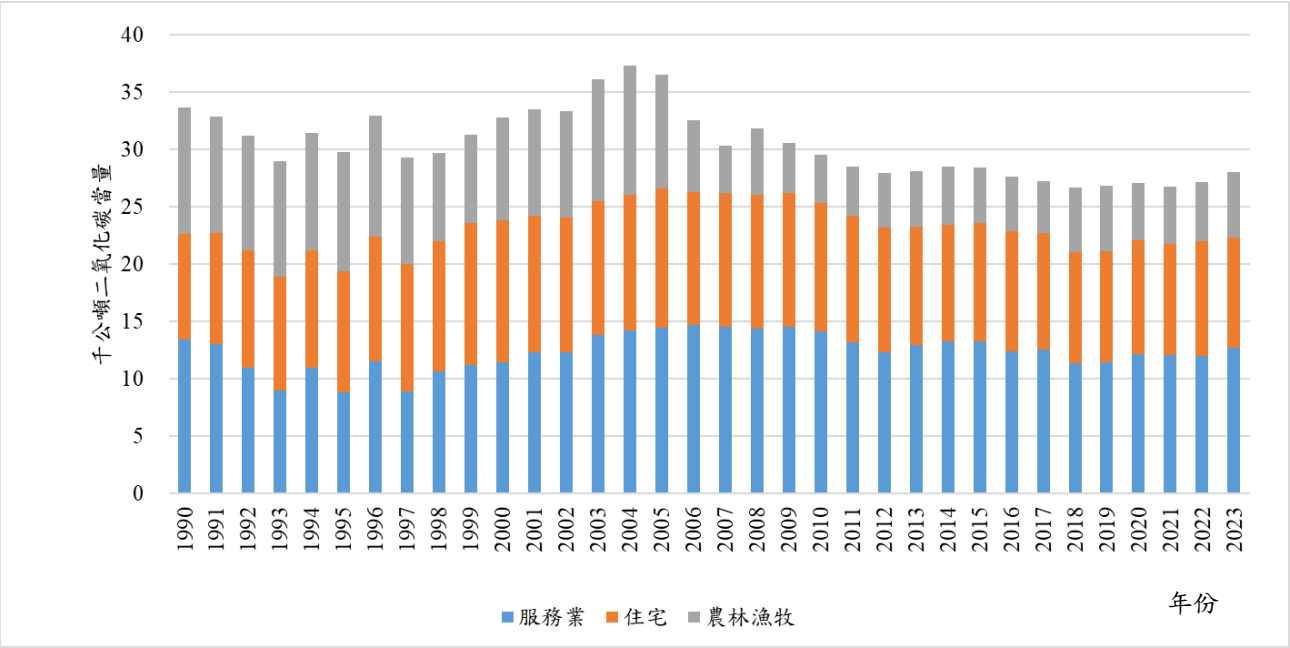


圖 3.2.28 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放量趨勢

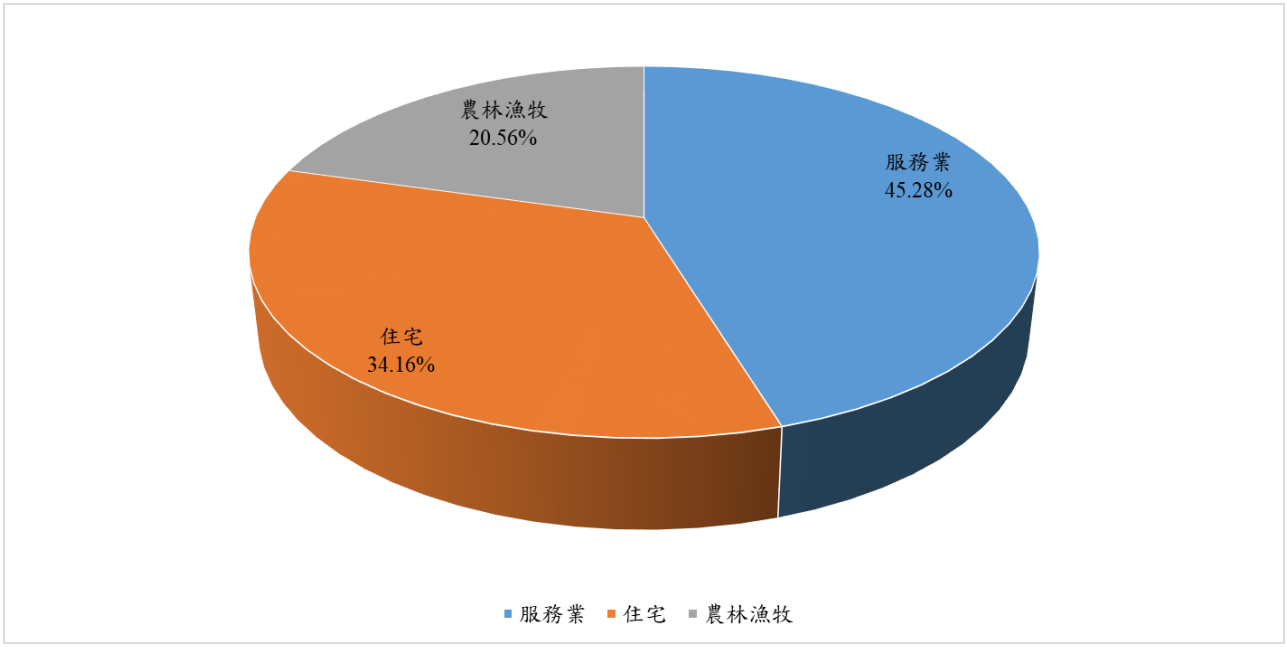


圖 3.2.29 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.25 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.4 其他部門	34	33	31	29	31
1.A.4.a.服務業	13	13	11	9	11
1.A.4.b.住宅	9	10	10	10	10
1.A.4.c.農林漁牧	11	10	10	10	10
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.A.4 其他部門	30	33	29	30	31
1.A.4.a.服務業	9	12	9	11	11
1.A.4.b.住宅	11	11	11	11	12
1.A.4.c.農林漁牧	10	11	9	8	8
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.4 其他部門	33	34	33	36	37
1.A.4.a.服務業	11	12	12	14	14
1.A.4.b.住宅	12	12	12	12	12
1.A.4.c.農林漁牧	9	9	9	11	11
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.4 其他部門	37	33	30	32	31
1.A.4.a.服務業	14	15	15	14	15
1.A.4.b.住宅	12	12	12	12	12
1.A.4.c.農林漁牧	10	6	4	6	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.4 其他部門	30	29	28	28	29
1.A.4.a.服務業	14	13	12	13	13
1.A.4.b.住宅	11	11	11	10	10
1.A.4.c.農林漁牧	4	4	5	5	5
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.4 其他部門	28	28	27	27	27
1.A.4.a.服務業	13	12	13	11	11
1.A.4.b.住宅	10	10	10	10	10
1.A.4.c.農林漁牧	5	5	5	6	6
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.4 其他部門	27	27	27	28	
1.A.4.a.服務業	12	12	12	13	
1.A.4.b.住宅	10	10	10	10	
1.A.4.c.農林漁牧	5	5	5	6	

C.氧化亞氮

服務業、住宅、農林漁牧 1990 年燃料燃燒氧化亞氮總排放量為 15 千公噸二氧化碳當量，2000 年減少為 14 千公噸二氧化碳當量，2005 年增加為 15 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少至 11 千公噸二氧化碳當量，2022 年減少至 10 千公噸二氧化碳當量，2023 年則增加至 11 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年增加 6.34%；排放占比部分，2023 年占比較高者為服務業 53.27%、其次為農林漁牧 30.05%，住宅為 16.69%，詳見圖 3.2.30、圖 3.2.31 與表 3.2.26。

(5)完整性

請參照 3.2 節完整性論述。

3.不確定性與時間序列的一致性

請參照 3.2 節不確定性與時間序列的一致性。

4.QA/QC 及查證

請參照 3.2 節 QA/QC 及查證方法。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

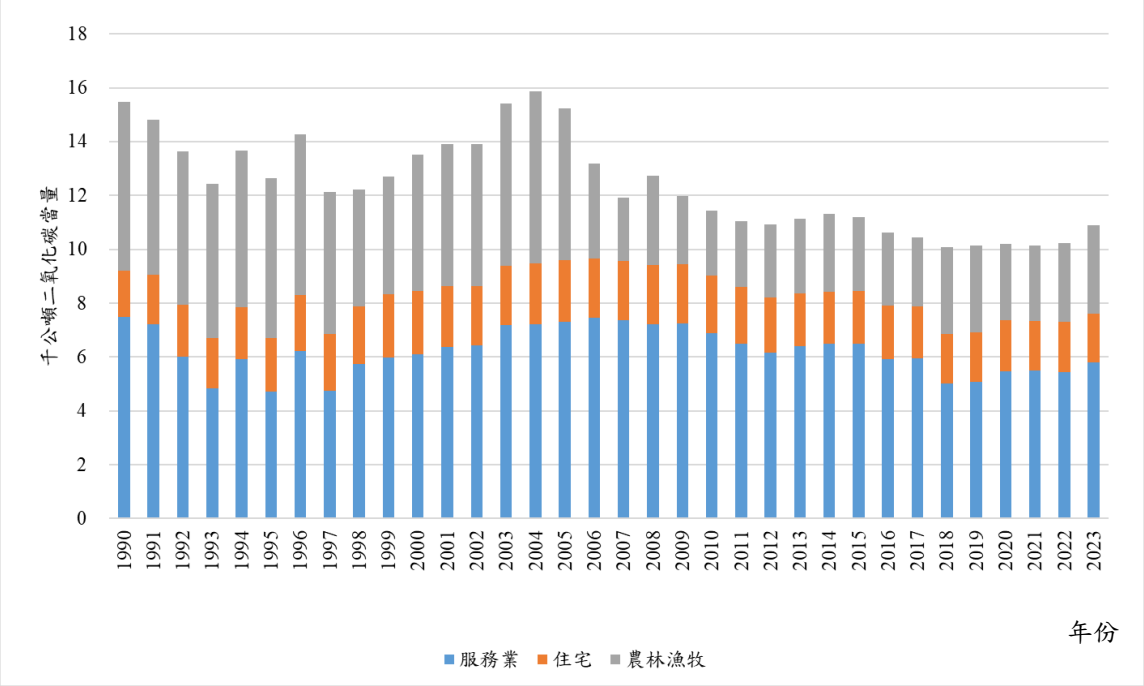


圖 3.2.30 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

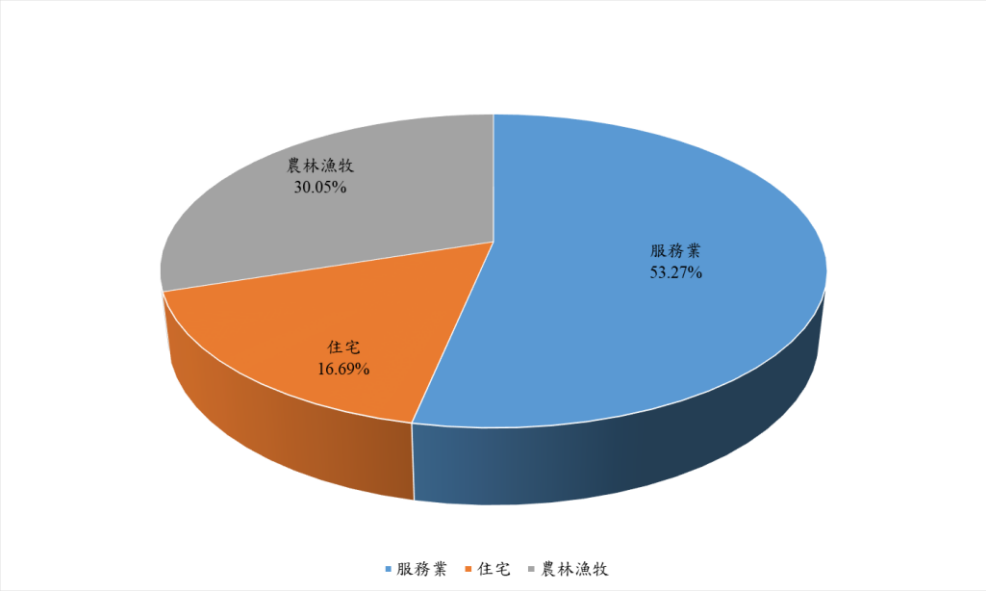


圖 3.2.31 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒氧化亞氮排放占比

表 3.2.26 1990 年至 2023 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.4 其他部門	15	15	14	12	14
1.A.4.a.服務業	7	7	6	5	6
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	6	6	6	6	6
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.A.4 其他部門	13	14	12	12	13
1.A.4.a.服務業	5	6	5	6	6
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	6	6	5	4	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.4 其他部門	14	14	14	15	16
1.A.4.a.服務業	6	6	6	7	7
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	5	5	5	6	6
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.4 其他部門	15	13	12	13	12
1.A.4.a.服務業	7	7	7	7	7
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	6	4	2	3	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.4 其他部門	11	11	11	11	11
1.A.4.a.服務業	7	7	6	6	6
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	2	2	3	3	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.4 其他部門	11	11	10	10	10
1.A.4.a.服務業	6	6	6	5	5
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	2
1.A.4.c.農林漁牧	3	3	3	3	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.4 其他部門	10	10	10	11	
1.A.4.a.服務業	5	6	5	6	
1.A.4.b.住宅	2	2	2	2	
1.A.4.c.農林漁牧	3	3	3	3	

3.2.5 其他（1.A.5）

1.統計範疇

依據國家清冊分類，我國其他部門統計範疇為能源平衡表其他項目，依據我國能源平衡表特性，並無其他項目統計數據。

3.2.6 部門方法與參考方法的比較

國際間燃料燃燒二氧化碳排放之統計，以參考方法作為檢核部門方法正確性之輔助做法，並以兩種方法之統計結果差異於 5%以內作為評估基準。2023 年我國燃料燃燒計算部門方法與參考方法之差距為 0.18%，低於 2006 IPCC 指南建議的 5.0%差異值，詳見表 3.2.27。

表 3.2.27 燃料燃燒二氧化碳排放量計算結果比較

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年份	參考方法統計結果（千公噸） (A)	部門方法統計結果（千公噸） (B)	計算方法差異（%） C=（A/B） *100-100
1990	109,328	109,465	-0.13%
1991	118,873	118,443	0.36%
1992	126,131	126,058	0.06%
1993	138,301	135,206	2.29%
1994	144,758	143,103	1.16%
1995	152,161	150,810	0.90%
1996	160,279	158,579	1.07%
1997	173,644	170,835	1.64%
1998	186,939	181,518	2.99%
1999	194,180	190,446	1.96%
2000	213,392	208,724	2.24%
2001	215,740	212,554	1.50%
2002	225,858	220,123	2.61%
2003	233,169	229,841	1.45%
2004	244,699	239,929	1.99%
2005	248,295	247,956	0.14%
2006	257,042	255,330	0.67%
2007	261,687	259,215	0.95%
2008	248,494	247,537	0.39%
2009	237,250	235,868	0.59%
2010	254,715	251,708	1.19%
2011	260,953	257,097	1.50%
2012	255,792	253,201	1.02%
2013	257,114	254,109	1.18%
2014	261,582	258,480	1.20%
2015	258,621	258,475	0.06%
2016	264,583	262,982	0.61%
2017	270,498	269,461	0.38%
2018	268,327	267,458	0.32%
2019	261,184	259,083	0.81%
2020	257,875	257,693	0.07%
2021	267,808	267,281	0.20%
2022	259,514	258,271	0.48%
2023	251,214	250,755	0.18%

備註：此表不包含甲烷及氧化亞氮之排放量。

3.2.7 國際運輸燃料

1.統計範疇

依據國家清冊分類，國際運輸燃料部分統計範疇包括國際航空與國際海運燃料使用的排放。

2.方法論議題

(1)燃料燃燒二氧化碳排放計算方法與程序

請參照 3.2 節計算方法。

(2)排放係數

請參照 3.2 節使用排放係數。

(3)活動數據

請參考附件二能源平衡表統計數據，其中「國際航空」為國際航空；「國際海運」為國際海運。

(4)燃料燃燒溫室氣體排放統計結果

A.二氧化碳

國際運輸 1990 年燃料燃燒二氧化碳總排放量為 6,645 千公噸二氧化碳當量，2000 年增加至 16,709 千公噸二氧化碳當量，2005 年減少至 14,027 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少至 11,673 千公噸二氧化碳當量，至 2022 年減少為 9,935 千公噸二氧化碳當量，2023 年則增加為 11,736 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年增加 18.13%；排放占比以國際航空 65.99%為高，國際海運則占 34.01%，詳見圖 3.2.32、圖 3.2.33 與表 3.2.29。

B.甲烷

國際運輸 1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 13 千公噸二氧化碳當量，2000 年增加至 30 千公噸二氧化碳當量，2005 年則減少至 21 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少至 16 千公噸二氧化碳當量，至 2022 年減少為 13 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 12 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 7.69%；排放占比以國際海運 87.00%為最高，國際航空則占 13.00%，詳見圖 3.2.34、圖 3.2.35 與表 3.2.30。

表 3.2.28 燃料燃燒排放源分類統計範疇-國際運輸燃料

排放源	範疇定義
1.A.3 運輸	所有運輸活動燃料燃燒之排放。
1.A.3.a.空運	包括起飛與著陸國際空運（服務業、私人、農業等）的排放，不包括 1.A.3.e 機場陸地運輸之排放，而且也不包括機場固定燃燒源的排放。
1.A.3.a.i.國際航空	關於國際航空燃料使用的排放。
1.A.3.d.水運	包括螺旋槳水上工具，如水翼船等的排放。
1.A.3.d.i.國際海運	包括懸掛所有旗幟用於國際運輸之航海船隻。

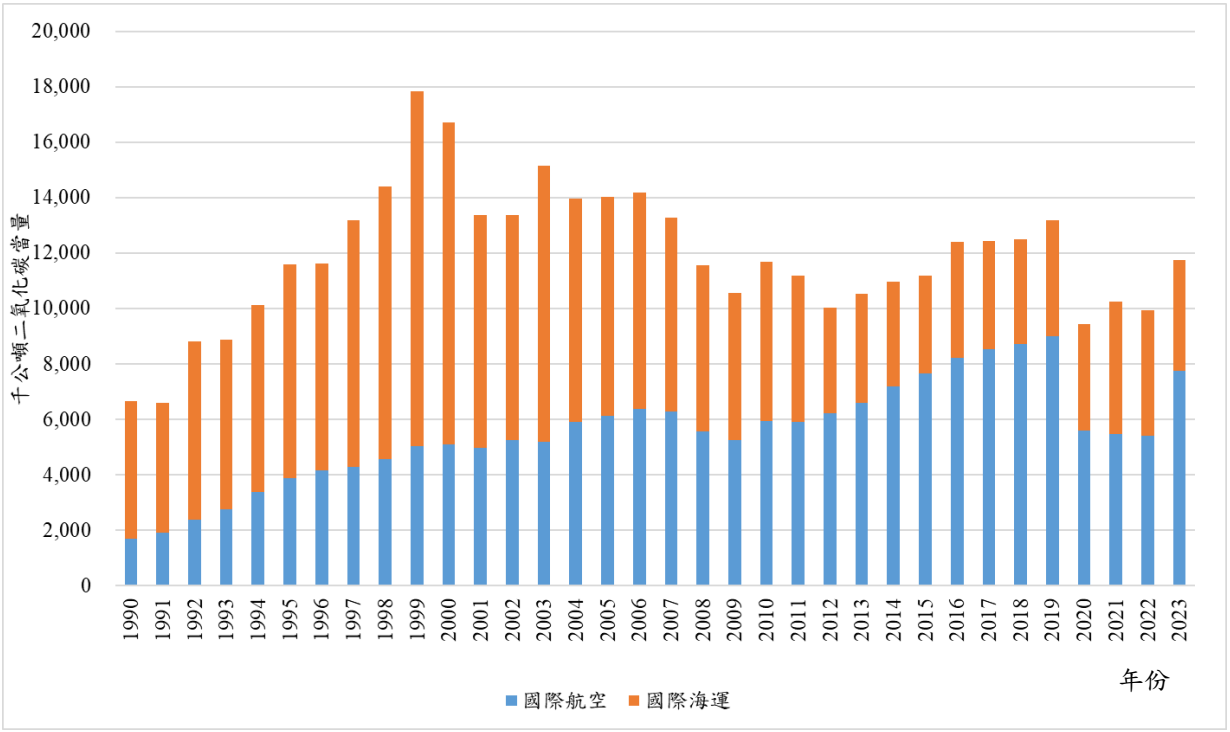


圖 3.2.32 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

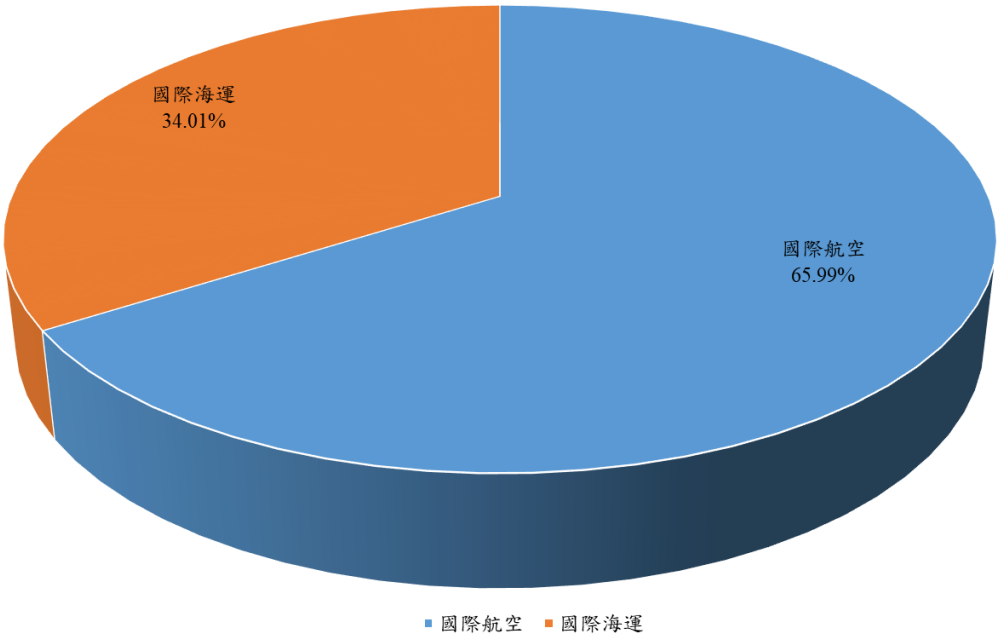


圖 3.2.33 2023 年國際運輸燃料燃燒各排放源二氧化碳排放占比

表 3.2.29 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒二氧化碳排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.3 運輸（國際運輸）	6,645	6,604	8,802	8,877	10,113
1.A.3.a.i. 國際航空	1,701	1,927	2,376	2,749	3,375
1.A.3.d.i. 國際海運	4,944	4,678	6,426	6,128	6,739
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.A.3 運輸（國際運輸）	11,574	11,619	13,179	14,392	17,819
1.A.3.a.i. 國際航空	3,879	4,146	4,289	4,558	5,035
1.A.3.d.i. 國際海運	7,695	7,473	8,890	9,835	12,784
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.3 運輸（國際運輸）	16,709	13,354	13,361	15,155	13,965
1.A.3.a.i. 國際航空	5,094	4,982	5,249	5,177	5,909
1.A.3.d.i. 國際海運	11,615	8,372	8,112	9,979	8,056
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.3 運輸（國際運輸）	14,027	14,169	13,272	11,565	10,564
1.A.3.a.i. 國際航空	6,120	6,372	6,295	5,556	5,251
1.A.3.d.i. 國際海運	7,906	7,798	6,977	6,009	5,313
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.3 運輸（國際運輸）	11,673	11,168	10,025	10,536	10,972
1.A.3.a.i. 國際航空	5,925	5,910	6,212	6,586	7,184
1.A.3.d.i. 國際海運	5,748	5,258	3,813	3,950	3,788
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.3 運輸（國際運輸）	11,198	12,411	12,437	12,507	13,190
1.A.3.a.i. 國際航空	7,652	8,225	8,526	8,713	9,006
1.A.3.d.i. 國際海運	3,545	4,187	3,911	3,794	4,183
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.3 運輸（國際運輸）	9,444	10,255	9,935	11,736	
1.A.3.a.i. 國際航空	5,588	5,459	5,415	7,745	
1.A.3.d.i. 國際海運	3,855	4,796	4,521	3,991	

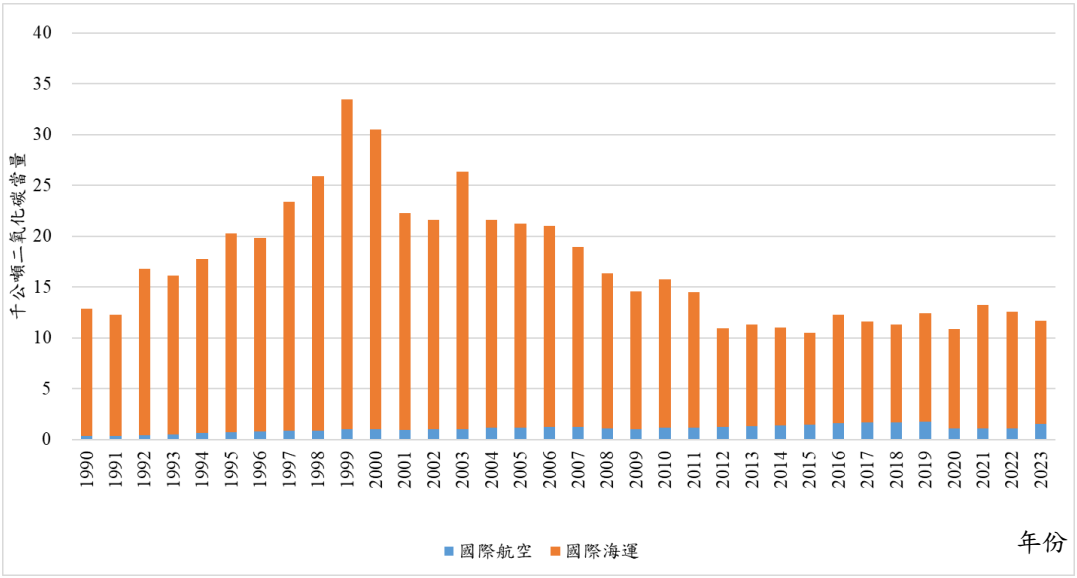


圖 3.2.34 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒甲烷排放量趨勢

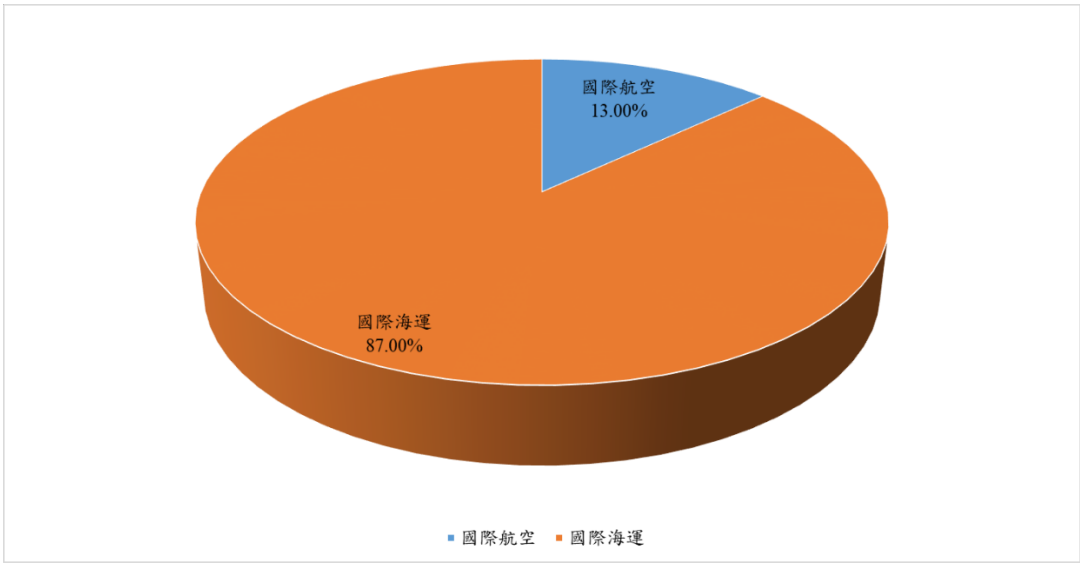


圖 3.2.35 2023 年國際運輸燃料燃燒各排放源甲烷排放占比

表 3.2.30 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.3 運輸（國際運輸）	13	12	17	16	18
1.A.3.a.i. 國際航空	0	0	0	1	1
1.A.3.d.i. 國際海運	13	12	16	16	17
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.A.3 運輸（國際運輸）	20	20	23	26	33
1.A.3.a.i. 國際航空	1	1	1	1	1
1.A.3.d.i. 國際海運	20	19	23	25	32
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.3 運輸（國際運輸）	30	22	22	26	22
1.A.3.a.i. 國際航空	1	1	1	1	1
1.A.3.d.i. 國際海運	29	21	21	25	20
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.3 運輸（國際運輸）	21	21	19	16	15
1.A.3.a.i. 國際航空	1	1	1	1	1
1.A.3.d.i. 國際海運	20	20	18	15	14
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.3 運輸（國際運輸）	16	15	11	11	11
1.A.3.a.i. 國際航空	1	1	1	1	1
1.A.3.d.i. 國際海運	15	13	10	10	10
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.3 運輸（國際運輸）	11	12	12	13	12
1.A.3.a.i. 國際航空	1	2	2	2	2
1.A.3.d.i. 國際海運	9	11	10	10	11
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.3 運輸（國際運輸）	11	13	13	12	
1.A.3.a.i. 國際航空	1	1	1	2	
1.A.3.d.i. 國際海運	10	12	11	10	

C.氧化亞氮

國際運輸 1990 年燃料燃燒氧化亞氮總排放量為 47 千公噸二氧化碳當量，2000 年增加至 118 千公噸二氧化碳當量，2005 年則減少至 100 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少至 83 千公噸二氧化碳當量，2022 年減少至 71 千公噸二氧化碳當量，2023 年則增加至 85 公噸二氧化碳當量，較 2022 年增加 19.72%；排放占比以國際航空 67.66%最高，國際海運則為 32.34%，詳見圖 3.2.36、圖 3.2.37 與表 3.2.31。

(5)完整性

請參照 3.2 節完整性論述。

3.不確定性與時間序列的一致性

請參照 3.2 節不確定性與時間序列的一致性。

4.QA/QC 及查證

請參照 3.2 節 QA/QC 及查證方法。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

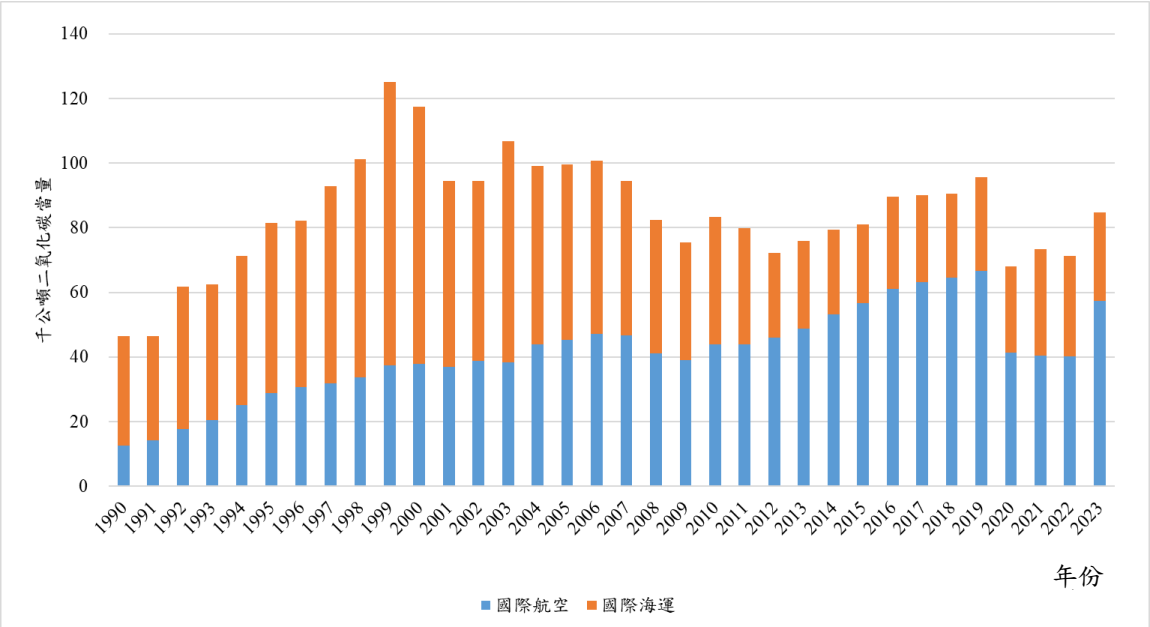


圖 3.2.36 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

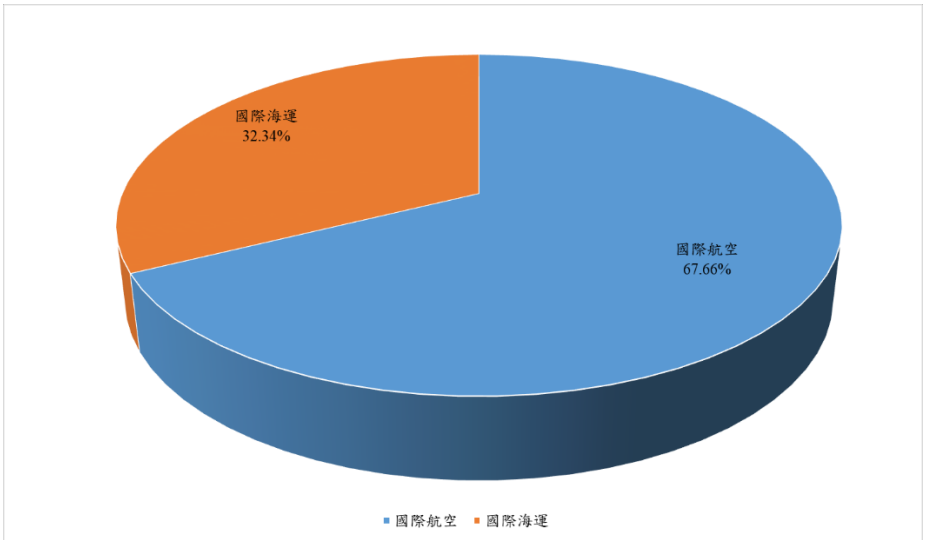


圖 3.2.37 2023 年國際運輸料燃燒各排放源氧化亞氮排放占比

表 3.2.31 1990 年至 2023 年國際運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.A.3 運輸（國際運輸）	47	46	62	62	71
1.A.3.a.i. 國際航空	13	14	18	20	25
1.A.3.d.i. 國際海運	34	32	44	42	46
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.A.3 運輸（國際運輸）	82	82	93	101	125
1.A.3.a.i. 國際航空	29	31	32	34	37
1.A.3.d.i. 國際海運	53	51	61	68	88
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.A.3 運輸（國際運輸）	118	95	95	107	99
1.A.3.a.i. 國際航空	38	37	39	38	44
1.A.3.d.i. 國際海運	80	58	56	68	55
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.A.3 運輸（國際運輸）	100	101	95	82	75
1.A.3.a.i. 國際航空	45	47	47	41	39
1.A.3.d.i. 國際海運	54	54	48	41	37
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.A.3 運輸（國際運輸）	83	80	72	76	79
1.A.3.a.i. 國際航空	44	44	46	49	53
1.A.3.d.i. 國際海運	39	36	26	27	26
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.A.3 運輸（國際運輸）	81	90	90	91	96
1.A.3.a.i. 國際航空	57	61	63	65	67
1.A.3.d.i. 國際海運	24	29	27	26	29
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.A.3 運輸（國際運輸）	68	73	71	85	
1.A.3.a.i. 國際航空	41	40	40	57	
1.A.3.d.i. 國際海運	27	33	31	27	

3.2.8 燃料的原料與非能源使用

1.統計範疇

依據國家清冊分類，非能源消費統計範疇包括工業、轉變及能源部門、運輸部門石化原料與其他等，現行燃料部分則包含固態、液態燃料為主。

2.方法論議題

(1)非能源使用燃料燃燒溫室氣體排放扣減量計算方法與程序

請參照 3.2 節計算方法。

(2)排放係數

請參照 3.2 節使用排放係數。

(3)活動數據

請參考附件二能源平衡表之非能源消費統計數據。

(4)非能源使用燃料燃燒溫室氣體排放扣減量統計結果

A.二氧化碳

非能源使用燃料燃燒二氧化碳排放扣減量，1990 年為 13,766 千公噸二氧化碳當量，其後逐年增加至 2000 年 26,535 千公噸二氧化碳當量，2005 年 48,427 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年達 65,138 千公噸二氧化碳當量，其後逐年互有增減，2022 年為 60,056 千公噸二氧化碳當量，2023 年減少至 51,774 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 13.79%，詳見圖 3.2.38 與表 3.2.32。

B.甲烷

非能源使用燃料燃燒甲烷排放扣減量，1990 年為 16 千公噸二氧化碳當量，其後逐年增加至 2000 年 32 千公噸二氧化碳當量，2005 年 56 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年達 75 千公噸二氧化碳當量，2022 年為 70 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少為 59 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 15.47%，詳見圖 3.2.39 與表 3.2.33。

C.氧化亞氮

非能源使用燃料燃燒氧化亞氮排放扣減量，1990 年為 30 千公噸二氧化碳當量，其後大致呈現增加趨勢，2000 年 58 千公噸二氧化碳當量，2005 年 106 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年達 140 千公噸二氧化碳當量，2022 年為 130 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 110 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 15.38%，詳見圖 3.2.40 與表 3.2.34。

(5)完整性

請參照 3.2 節完整性論述。

3.不確定性與時間序列的一致性

請參照 3.2 節不確定性與時間序列的一致性。

4.QA/QC 及查證

請參照 3.2 節 QA/QC 及查證方法。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

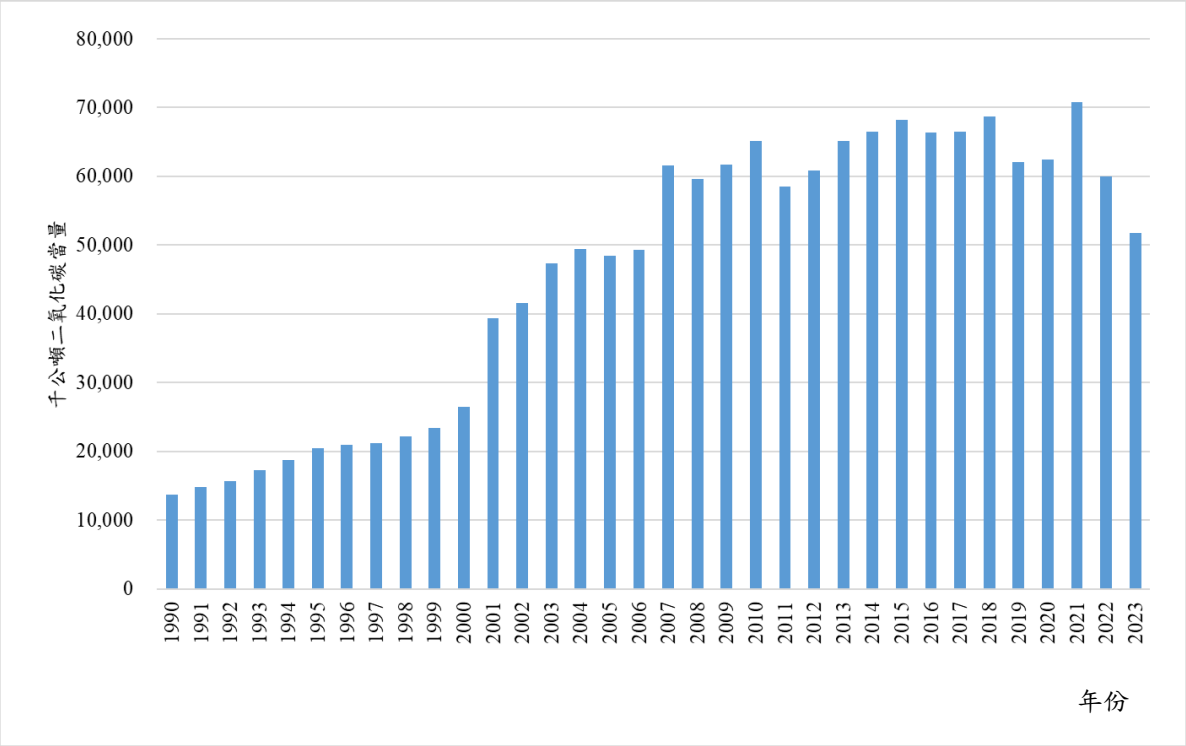


圖 3.2.38 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒二氧化碳扣減量趨勢

表 3.2.32 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒二氧化碳扣減量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
非能源消費	13,766	14,821	15,642	17,337	18,726
工業、轉變及能源部門	13,766	14,821	15,642	17,337	18,726
（石化原料用）	6,346	6,388	6,635	7,541	10,969
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
非能源消費	20,486	20,999	21,183	22,232	23,381
工業、轉變及能源部門	20,486	20,999	21,183	22,232	23,381
（石化原料用）	12,166	12,400	13,366	12,344	12,961
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
非能源消費	26,535	39,405	41,535	47,303	49,380
工業、轉變及能源部門	26,535	39,405	41,535	47,303	49,380
（石化原料用）	15,136	31,448	31,319	35,212	38,501
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
非能源消費	48,427	49,351	61,628	59,613	61,704
工業、轉變及能源部門	48,427	49,351	61,628	59,613	61,704
（石化原料用）	37,332	38,402	49,295	50,555	53,448
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2010	2011	2012	2013	2014
非能源消費	65,138	58,548	60,891	65,186	66,558
工業、轉變及能源部門	65,138	58,548	60,891	65,186	66,558
（石化原料用）	56,345	49,572	52,120	56,868	58,078
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
非能源消費	68,170	66,419	66,544	68,727	62,022
工業、轉變及能源部門	68,170	66,419	66,544	68,727	62,022
（石化原料用）	59,946	58,760	58,268	60,231	54,720
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
非能源消費	62,510	70,786	60,056	51,774	
工業、轉變及能源部門	62,510	70,786	60,056	51,774	
（石化原料用）	55,251	62,627	52,374	45,696	
運輸部門	0	0	0	0	
其他	0	0	0	0	

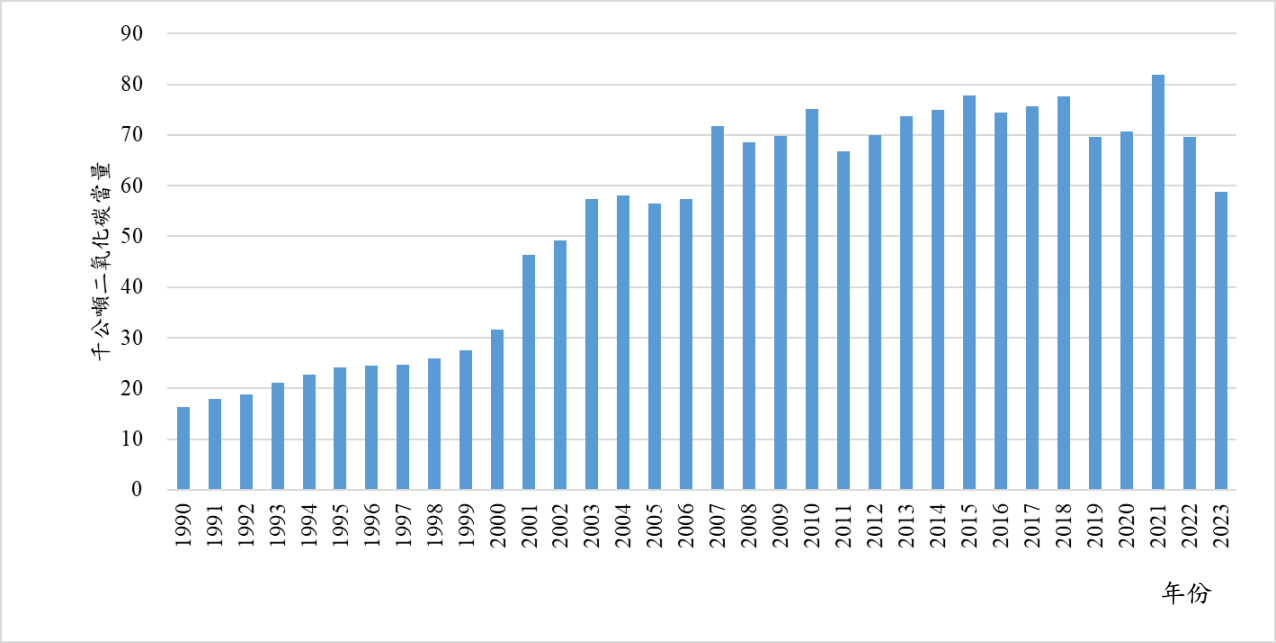


圖 3.2.39 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒甲烷扣減量趨勢

表 3.2.33 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒甲烷扣減量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
非能源消費	16	18	19	21	23
工業、轉變及能源部門	16	18	19	21	23
（石化原料用）	7	7	8	9	13
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
非能源消費	24	24	25	26	27
工業、轉變及能源部門	24	24	25	26	27
（石化原料用）	14	14	15	14	15
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
非能源消費	32	46	49	57	58
工業、轉變及能源部門	32	46	49	57	58
（石化原料用）	17	36	36	40	44
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
非能源消費	56	57	72	69	70
工業、轉變及能源部門	56	57	72	69	70
（石化原料用）	43	44	55	57	59
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
非能源消費	75	67	70	74	75
工業、轉變及能源部門	75	67	70	74	75
（石化原料用）	63	55	58	63	64
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
非能源消費	78	74	76	78	70
工業、轉變及能源部門	78	74	76	78	70
（石化原料用）	67	64	65	66	60
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
非能源消費	71	82	70	59	
工業、轉變及能源部門	71	82	70	59	
（石化原料用）	61	71	59	51	
運輸部門	0	0	0	0	
其他	0	0	0	0	

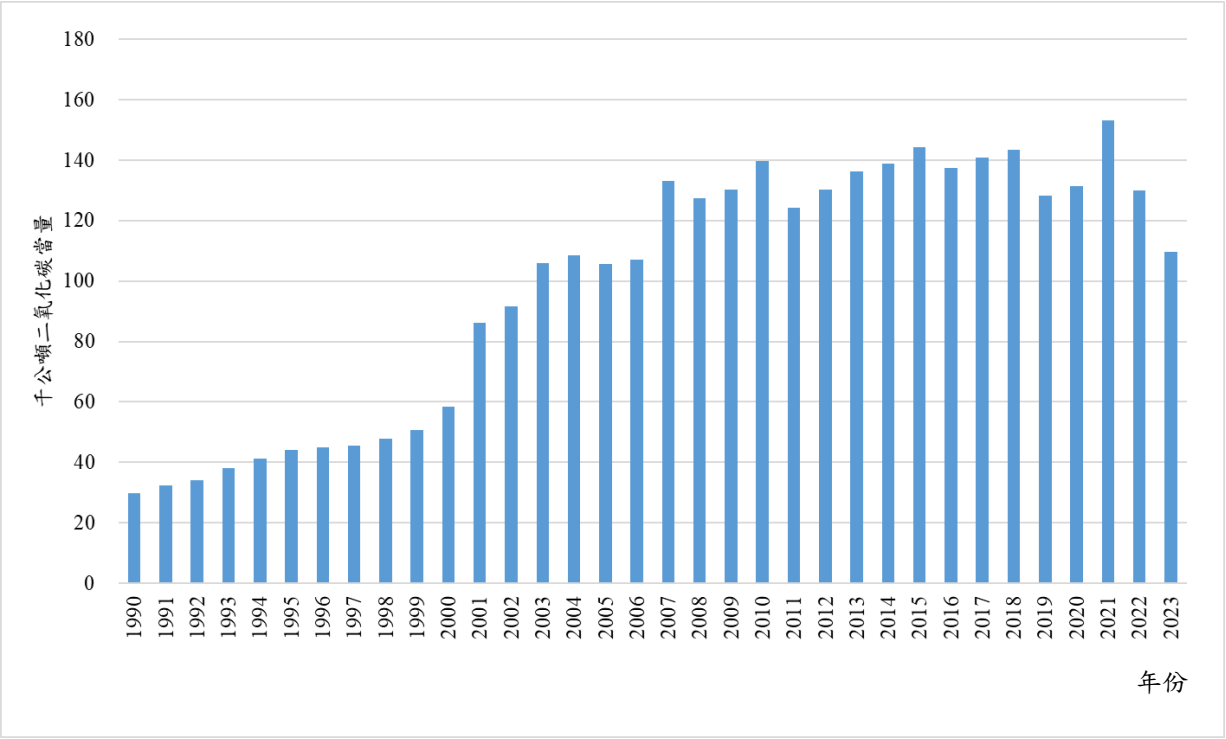


圖 3.2.40 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒氧化亞氮扣減量趨勢

表 3.2.34 1990 年至 2023 年非能源使用燃料燃燒氧化亞氮扣減量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
非能源消費	30	33	34	38	41
工業、轉變及能源部門	30	33	34	38	41
（石化原料用）	14	14	14	16	24
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
非能源消費	44	45	45	48	51
工業、轉變及能源部門	44	45	45	48	51
（石化原料用）	26	27	29	27	28
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
非能源消費	58	86	92	106	108
工業、轉變及能源部門	58	86	92	106	108
（石化原料用）	33	68	68	76	84
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
非能源消費	106	107	133	127	130
工業、轉變及能源部門	106	107	133	127	130
（石化原料用）	80	82	104	106	112
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2010	2011	2012	2013	2014
非能源消費	140	124	130	136	139
工業、轉變及能源部門	140	124	130	136	139
（石化原料用）	119	103	110	117	119
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
非能源消費	144	137	141	143	128
工業、轉變及能源部門	144	137	141	143	128
（石化原料用）	125	119	121	123	111
運輸部門	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
非能源消費	131	153	130	110	
工業、轉變及能源部門	131	153	130	110	
（石化原料用）	115	134	112	96	
運輸部門	0	0	0	0	
其他	0	0	0	0	

3.3 燃料逸散性排放（1.B）

1.統計範疇

依據國家清冊分類，燃料逸散性排放量指的是有意或無意的人為氣體排放，特別是來自於生產、製程、傳輸、儲存、及燃料的使用，亦包括非生產活動的燃燒排放，其排放源分類如表 3.3.1 所示。

2.方法論議題

(1)燃料逸散溫室氣體排放量計算方法與程序

依循 2006 IPCC 指南進行統計固體燃料、石油與天然氣於開採、處理、儲存、運輸等過程之逸散排放，並視資料可及性，區分 2006 IPCC 指南方法 1、方法 2 及方法 3。惟有關使用端之燃料逸散，因已納入燃料燃燒排放統計，為避免重複計算，爰不予統計。

A.固體燃料

鑑於我國煤炭皆為地下煤礦，且受限無個別礦坑別排放係數與甲烷燃燒等資訊，爰 1990 年至 2000 年逸散排放量參採 2006 IPCC 指南方法 1 進行統計；另我國煤炭自 2001 年起即停止生產，爰 2001 年迄今無需進行統計。

(A)開採前逸散排放量（公噸二氧化碳當量/年）=平均甲烷排放因子（立方公尺/公噸）×地下煤炭產量（公噸/年）×轉換因子（0.67×10^{-3} 公噸/立方公尺）×溫暖化潛勢

(B)開採後逸散排放量（公噸二氧化碳當量/年）=平均甲烷排放因子（立方公尺/公噸）×地下煤炭產量（公噸/年）×轉換因子（0.67×10^{-3} 公噸/立方公尺）×溫暖化潛勢

B.石油

按 2006 IPCC 指南建議，區分為排氣、噴焰燃燒、探勘、生產和改質、運輸、精煉、以及石油產品配送等範疇，其中「精煉」係指原油煉製至石油產品整個過程中之逸散排放量，自 2005 年起援引溫室氣體盤查報告書屬逸散排放量資料，即以方法 3 進行補充統計，而 1990 年至 2004 年則依循 2006 IPCC 指南方法 1 進行統計；其餘統計範疇皆依循 2006 IPCC 指南方法 1 進行統計。

(A) 2006 IPCC 指南方法 1：活動數據×排放係數×溫暖化潛勢。

(B) 2006 IPCC 指南方法 3：引用環境部「事業溫室氣體排放量資訊平臺」之事業溫室氣體盤查清冊數據進行統計「精煉」範疇之逸散排放量。

C.天然氣

按 2006 IPCC 指南建議，區分為排氣、噴焰燃燒、探勘、生產、處理、運輸和儲存，以及配送等範疇，並依循 IPCC 建議之方法 1 進行統計，即活動數據×排放係數×溫暖化潛勢。

(2)排放係數

燃料逸散排放量計算引用之排放係數，係以 2006 IPCC 指南所公布係數為主，其中，固體燃料開採前平均甲烷排放因子為 $18m^3$/公噸；開採後平均甲烷排放因子為 $2.5m^3$/公噸。石油與天然氣逸散排放計算所引用排放係數如表 3.3.2、表 3.3.3 所示。

(3)活動數據

活動數據引用來源包括經濟部能源署公布之能源平衡表（原始單位）、天然氣業者申報之公用天然氣事業統計月報表、以及環境部「事業溫室氣體排放量資訊平台」之事業溫室氣體盤查清冊。

(4)燃料逸散溫室氣體排放量統計結果

1990 年燃料逸散溫室氣體總排放量為 309 千公噸二氧化碳當量，2000 年減少至 155 千公噸二氧化碳當量，2005 年微幅減少至 153 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年增加為 180 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加為 337 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 335 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.59%；占比方面，2023 年天然氣、石油逸散排放占比分別為 97.86%、2.14%，詳見表 3.3.4、圖 3.3.1、圖 3.3.2。

表 3.3.1 能源部門燃料逸散排放源分類

排放源	範疇定義	納入排放計算之溫室氣體
1.B 燃料逸散排放	包括燃料開採、加工、儲存和運輸至最終消費前之直接和間接逸散。	甲烷
1.B.1固體燃料	固體燃料開採、加工、儲存與運輸至最終消費前之直接和間接逸散。	
1.B.1.a.煤炭開採與處理	所有煤炭活動產生的逸散排放。	
1.B.1.a.i.地下煤礦	開採、開採後、廢棄礦坑和排水甲烷廢氣燃燒塔產生的逸散。	
1.B.1.a.i.1.開採	自礦坑通風管和排氣系統排氣至大氣之煤層氣體（seam gas）逸散。	
1.B.1.a.i.2.開採後煤層氣排放	煤炭開採後、運送至地表、加工、存儲與運輸產生之甲烷及二氧化碳逸散。	
1.B.1.a.i.3.廢棄地下煤礦	廢棄地下礦坑產生之甲烷逸散。	
1.B.1.a.i.4.甲烷燃燒或甲烷轉換成二氧化碳	廢氣燃燒塔燃燒甲烷，或經氧化過程轉換成二氧化碳。	
1.B.1.a.ii.露天煤礦	露天煤礦開採產生之煤層氣逸散。	
1.B.1.a.ii.1.開採	開採期間煤層破管、礦井地面和未開採露天礦脈之甲烷和二氧化碳逸散。	
1.B.1.a.ii.2.開採後煤層氣排放	煤炭開採、加工、儲存和運輸之甲烷和二氧化碳逸散。	
1.B.1.b.自燃與煤堆燃燒	煤炭開採過程中自燃之二氧化碳排放。	
1.B.2石油和天然氣	石油和天然氣開採、加工、儲存和運輸至最終消費前之直接和間接逸散。	甲烷
1.B.2.a.石油	所有石油和天然氣活動產生的逸散排放，主要排放來源包括設備逸散洩漏、蒸發損失、排氣、噴焰燃燒與意外釋放等。	
1.B.2.a.i.排氣	石油設備中伴生氣、廢氣及廢熱之逸散排放。	
1.B.2.a.ii.噴焰燃燒	石油設備中燃燒天然氣、廢氣及廢熱之逸散排放。	
1.B.2.a.iii.所有其他	石油設備中，洩漏、儲存損失、管線破裂、石井噴發、氣體移至井口排氣管、以及其他無法明確定義之任何其他氣體或蒸汽釋放等。	
1.B.2.a.iii.1.探勘	石油鑽井、地層測試器試井和完井產生的逸散排放。	
1.B.2.a.iii.2.生產和改質	石油生產過程之逸散排放，主要來自石油井口、油砂或頁岩油礦至石油運輸系統的起始處。	

排放源	範疇定義	納入排放計算之溫室氣體
1.B.2.a.iii.3.運輸	包括煉油廠整體運輸系統（如管線、海洋油輪、油罐車和軌道車等）之相關逸散排放，主要來自儲存、補充、卸油及設備洩漏之蒸發逸散。	
1.B.2.a.iii.4.精煉	原油煉製為石油產品整體過程之逸散排放。	
1.B.2.a.iii.5.石油產品配送	來自煉製為石油產品過程中運輸和配送之逸散排放，包括儲存、補充、卸載，以及設備洩漏之蒸發逸散。	
1.B.2.a.iii.6.其他	未列入上述類別之石油系統（不含洩漏、噴焰燃燒）逸散排放，包括意外洩漏、廢油處理設備及油田廢棄物處理設備產生之逸散排放。	
1.B.2.b.天然氣	包括源自洩放、噴焰燃燒排放，以及與天然氣探勘、生產、加工、傳輸、存儲和配送的所有其他逸散來源產生的排放。	
1.B.2.b.i.排氣	天然氣設備中天然氣、廢氣及廢熱之逸散排放。	
1.B.2.b.ii.噴焰燃燒	天然氣設備中燃燒天然氣、廢氣及廢熱之逸散排放。	
1.B.2.b.iii.所有其他	天然氣設備中，洩漏、儲存損失、管線破裂、石井噴發、氣體移至井口排氣管、以及其他無法明確定義之任何其他氣體或蒸汽釋放等。	
1.B.2.b.iii.1.探勘	石油鑽井、地層測試器試井和完井產生的逸散排放。	
1.B.2.b.iii.2.生產	氣井口輸送至氣體加工廠入口產生(不包括洩漏、噴焰燃燒)，以及不需加工及輸送至氣體傳輸系統的連接點之逸散排放。包括氣井維修、氣體採集、處理、廢水及酸氣處理相關活動等逸散排放。	
1.B.2.b.iii.3.加工	氣體加工設備之逸散排放（不包括洩漏、噴焰燃燒）。	
1.B.2.b.iii.4.運輸和儲存	來自天然氣輸送分配系統（輸送至用戶端及天然氣分配系統），以及儲存之逸散排放。	
1.B.2.b.iii.5.配送	天然氣配送至用戶端產生之逸散排放（不包括洩漏、噴焰燃燒）。	
1.B.2.b.iii.6.其他	未列入上述類別之天然氣系統（不含洩漏、噴焰燃燒）逸散排放，包括氣井噴發或管線破裂產生之逸散排放。	
1.B.3來自能源產品之其他排放	其他的溢散排放，例如地熱能生產、泥炭或其他不屬於1.B.2統計範疇之能源生產。	無

表 3.3.2 2006 IPCC 指南石油逸散排放係數

（單位：公噸/千立方公尺）

範疇	活動數據	方法選用	排放係數		
			二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
排氣	原油：自產量	方法1	9.5×10^{-5}	7.2×10^{-4}	NA
噴焰燃燒	原油：自產量	方法1	4.1×10^{-2}	2.5×10^{-5}	6.4×10^{-7}
探勘	-	方法1	-	-	-
生產和改質	原油：自產量	方法1	1.3×10^{-4} (1.1×10^{-7}~2.6×10^{-4})	1.8×10^{-3} (1.5×10^{-6}~3.6×10^{-3})	NA
運輸	原油：自產量	方法1	4.9×10^{-7}	5.4×10^{-6}	NA
精煉	原油：自產量	方法1	ND	2.18×10^{-5} (2.6×10^{-6}~41.0×10^{-6})	ND
	盤查資料	方法3	-	-	-
石油產品配送					
汽油	汽油：最終消費	方法1	NA	NA	NA
柴油	柴油：最終消費	方法1	NA	NA	NA
航空燃油-汽油型	航空燃油-汽油型：最終消費	方法1	NA	NA	NA
航空燃油-煤油型	航空燃油-煤油型：最終消費	方法1	NA	NA	NA
其他	-	方法1	-	-	-

資料來源：IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories CH 4: Fugitive Emissions，Table4.2.4, 2006.

備註：1.括號內為 IPCC 建議排放係數計算區間，本統計參採其計算區間之均值。

2.精煉的 2006 IPCC 指南方法 3 直接引用廠家計算的年排放量。

3.「-」：無資料；NA：Not Applicable；ND：Not Determined。

表 3.3.3 2006 IPCC 指南天然氣逸散排放係數

（單位：公噸/千立方公尺）

範疇	活動數據	方法選用	排放係數		
			二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
排氣	（自產）天然氣+（進口）液化天然氣：自產量	方法1	-	-	-
噴焰燃燒	（自產）天然氣+（進口）液化天然氣：自產量		1.2×10^{-3}	7.6×10^{-7}	2.1×10^{-8}
探勘	-	-	-	-	-
生產	（自產）天然氣+（進口）液化天然氣：自產量	方法1	4.8×10^{-5} (1.4×10^{-5}~8.2×10^{-5})	1.34×10^{-3} (3.8×10^{-4}~2.3×10^{-3})	NA
處理	（自產）天然氣+（進口）液化天然氣：自產量		2.35×10^{-4} (1.5×10^{-4}~3.2×10^{-4})	7.55×10^{-4} (4.8×10^{-4}~10.3×10^{-4})	NA
運輸與儲存	（自產）天然氣+（進口）液化天然氣：轉變投入+能源部門自用+最終消費		8.8×10^{-7}	2.73×10^{-4} (6.6×10^{-5}~4.8×10^{-4})	NA
配送	民營公司向中油公司購入NG1與NG2數量		5.1×10^{-5}	1.1×10^{-3}	ND

資料來源：IPCC （2006），Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories CH 4: Fugitive Emissions，Table4.2.4.

備註：1.括號內為 IPCC 建議排放係數計算區間，本統計參採其計算區間之均值。

2.「-」：無資料；NA：Not Applicable；ND：Not Determined。

表 3.3.4 1990 年至 2023 年燃料逸散溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.B.燃料逸散	309	264	227	223	218
1.B.1固體燃料	182	155	129	126	110
1.B.2石油和天然氣	127	109	98	97	108
1.B.2.a.石油	35	28	24	25	25
1.B.2.b.天然氣	92	81	74	72	83
1.B.3來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.B.燃料逸散	206	172	155	158	162
1.B.1固體燃料	90	57	38	30	35
1.B.2石油和天然氣	115	115	117	128	126
1.B.2.a.石油	28	29	28	30	30
1.B.2.b.天然氣	88	86	88	98	96
1.B.3來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.B.燃料逸散	155	136	148	178	197
1.B.1固體燃料	32	NO	NO	NO	NO
1.B.2石油和天然氣	124	136	148	178	197
1.B.2.a.石油	30	32	34	37	40
1.B.2.b.天然氣	94	105	114	141	156
1.B.3來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.B.燃料逸散	153	148	155	159	157
1.B.1固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2石油和天然氣	153	148	155	159	157
1.B.2.a.石油	4	3	2	3	3
1.B.2.b.天然氣	149	146	153	156	154
1.B.3來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.B.燃料逸散	180	197	216	228	238
1.B.1固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2石油和天然氣	180	197	216	228	238
1.B.2.a.石油	2	1	2	11	9
1.B.2.b.天然氣	178	196	214	217	229
1.B.3來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.B.燃料逸散	254	267	284	288	288
1.B.1固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2石油和天然氣	254	267	284	288	288
1.B.2.a.石油	10	11	10	10	9
1.B.2.b.天然氣	244	256	274	278	279
1.B.3來自能源產品之其他排放					
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.B.燃料逸散	302	325	337	335	
1.B.1固體燃料	NO	NO	NO	NO	
1.B.2石油和天然氣	302	325	337	335	
1.B.2.a.石油	8	8	7	7	
1.B.2.b.天然氣	294	318	330	328	
1.B.3來自能源產品之其他排放	NE	NE	NE	NE	

備註：我國煤炭自 2001 年起停產，爰以「NO」註記。

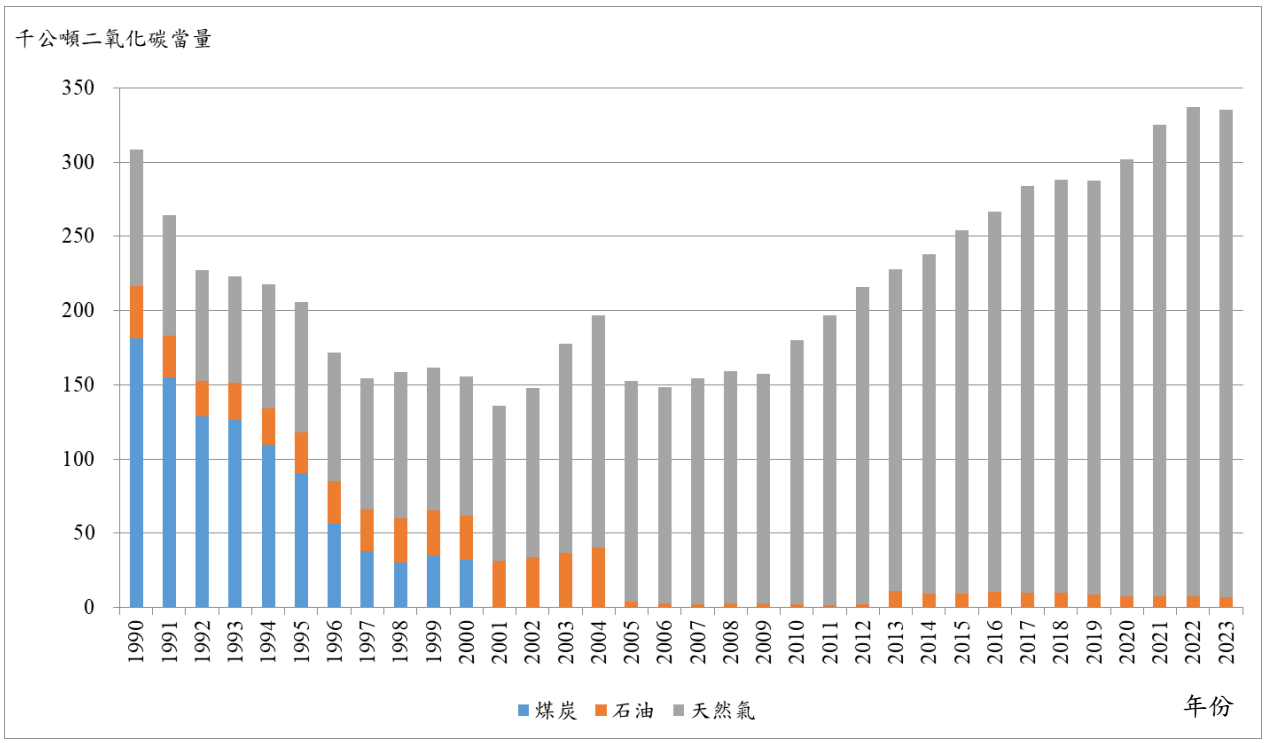


圖 3.3.1 1990 年至 2023 年能源部門燃料逸散溫室氣體排放量趨勢

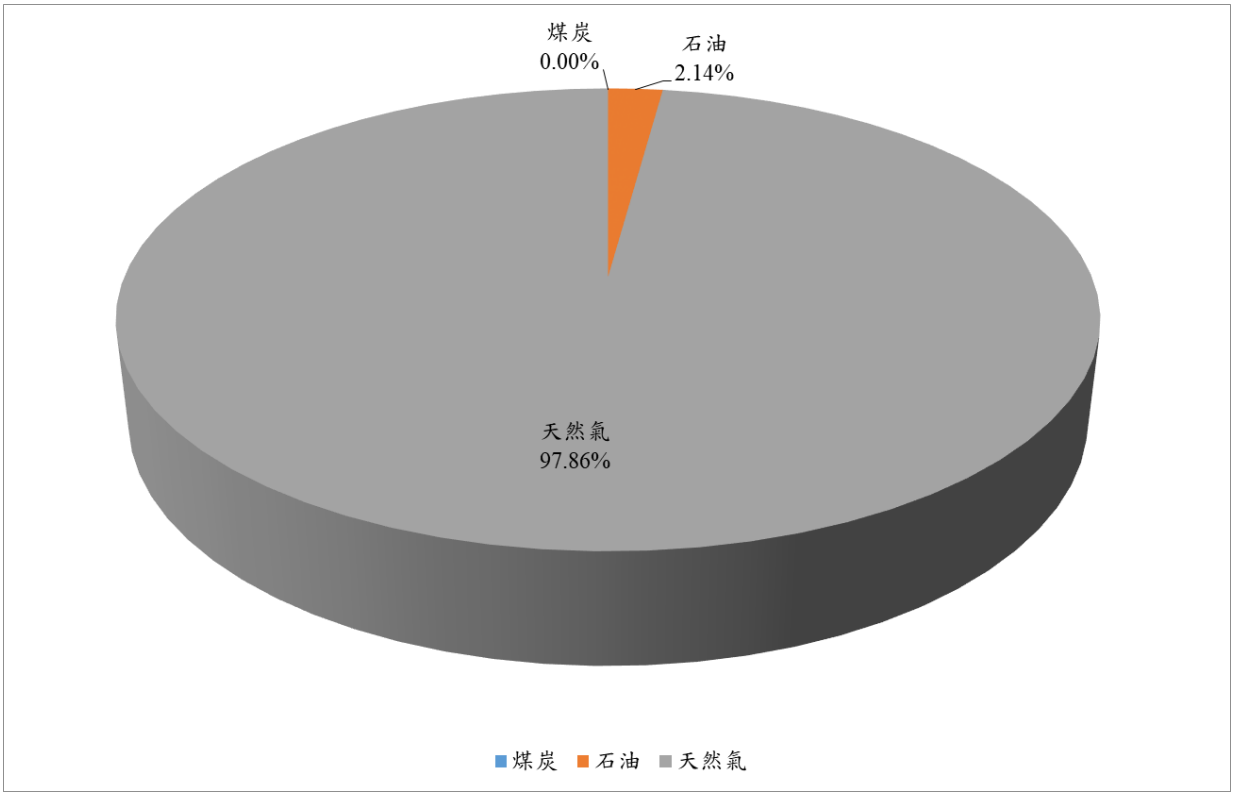


圖 3.3.2 2023 年能源部門燃料逸散溫室氣體排放占比

A.固體燃料

1990 年固體燃料逸散溫室氣體總排放量為 182 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續減少至 2000 年 32 千公噸二氧化碳當量，並自 2001 年起停產，2000 年排放占比分別為開採前 87.80%、開採後 12.20%，詳見圖 3.3.3、圖 3.3.4 與表 3.3.5。

B.石油

1990 年石油逸散溫室氣體總排放量為 35 千公噸二氧化碳當量，2000 年減少至 30 千公噸二氧化碳當量，2005 年減少至 4 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年則減少至 2 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加為 7.5 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 7.2 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 3.64%；排放占比以精煉 97.42%最高，其次依序為生產和改質 1.15%、噴焰燃燒 0.95%、排氣 0.46%及運輸 0.003%，詳見圖 3.3.5、圖 3.3.6 與表 3.3.6。

C.天然氣：

1990 年天然氣逸散溫室氣體總排放量為 92 千公噸二氧化碳當量，2000 年成長至 94 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 149 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年增加為 178 千公噸二氧化碳當量，2022 年增加為 330 千公噸二氧化碳當量，2023 年則減少至 328 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 0.50%；排放占比以運輸與儲存 62.53%最高，其次依序為配送 35.80%、生產 1.04%、處理 0.59%及噴焰燃燒 0.03%，詳見圖 3.3.7、圖 3.3.8 與表 3.3.7。

(5)完整性

請參照 3.2 節完整性論述。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

A.分析方法

燃料逸散排放量不確定性分析係依循 2006 IPCC 指南規範進行統計，其不確定性主要來源包括活動數據、排放係數等參數，茲說明如下：

(A)活動數據與排放係數不確定性：引用 2006 IPCC 指南建議之不確定性。

(B)燃料逸散溫室氣體排放量統計不確定性，$U_f = \frac{\sqrt{\sum(F_m \times U_m)^2}}{\sum F_m}$。

a.燃料別逸散排放量不確定性，

$U_m = \frac{\sqrt{\sum(F_{m,n} \times U_{m,n})^2}}{\sum F_{m,n}}$。

b.燃料別逸散源不確定性，

$U_{m,n} = \sqrt{\sum(U_{m,n,l})^2}$。

U_f：燃料逸散排放量不確定性（%）；

U_m：燃料別逸散排放量不確定性(%)；

$U_{m,n}$：燃料別逸散源不確定性（%）；

$U_{m,n,l}$：逸散源各範疇不確定性（%）；

F_m：燃料別逸散排放量（kg CO_2e）；

$F_{m,n}$：燃料別逸散源排放量(kg CO_2e)；

m：燃料別包含固體燃料、石油與天然氣；

n：為逸散源各範疇，包括固體燃料為地下煤礦、採掘後煤層氣排放；石油為排氣、噴焰燃燒、探勘、

生產和濃縮、精煉、運輸、石油產品配送；天然氣為排氣、噴焰燃燒、探勘、生產、運輸與儲存、配送。

l：分別為各燃料別各範疇之活動數據與排放係數。

B.分析結果

2023 年燃料逸散溫室氣體排放量不確定性分析結果如表 3.3.8，整體不確定性為 155.22%。

(2)時間序列的一致性

石油統計範疇之「精煉」逸散排放統計係以 2005 年為分界點，前後時間採用統計方法不同，考量 1990 年起至 2004 年，因無法取得細部資料，參採 2006 IPCC 指南方法 1 進行計算；另配合我國溫室氣體盤查推動時程（如 2005 年推動溫室氣體自願性盤查登錄，2012 年強制溫室氣體排放量申報法規與 2015 年《溫室氣體減量及管理法》(已更名為《氣候變遷因應法》)等），爰自 2005 年起直接引用盤查報告資料，即 2006 IPCC 指南方法 3。

4.QA/QC 及查證

請參照 3.2 節 QA/QC 及查證方法。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

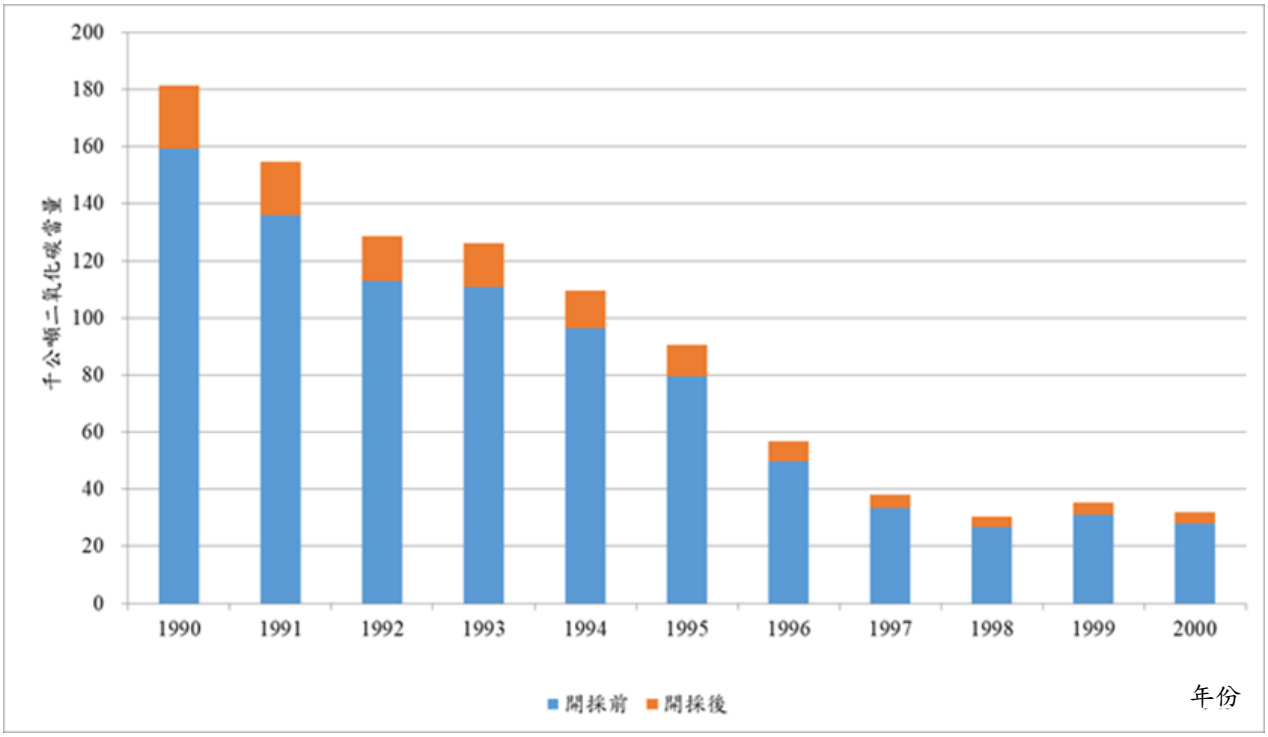


圖 3.3.3 1990 年至 2000 年固體燃料逸散溫室氣體排放量趨勢

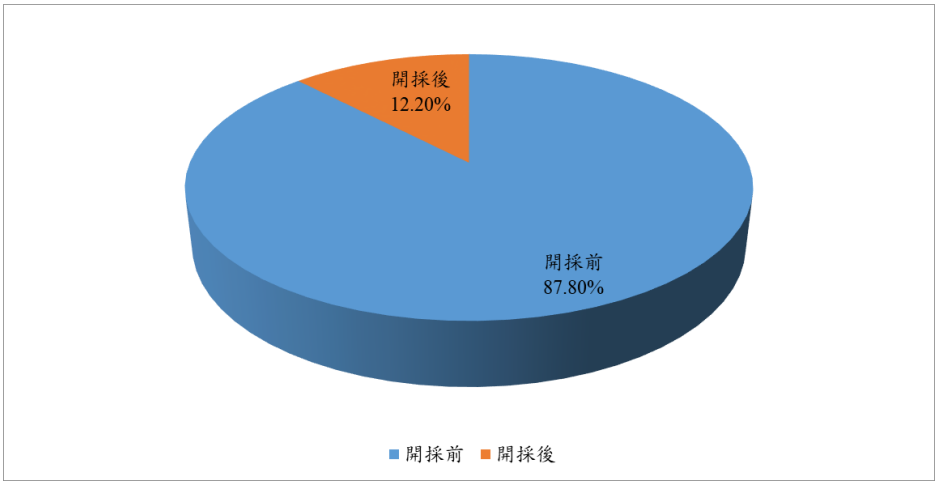


圖 3.3.4 2000 年固體燃料逸散溫室氣體排放占比

表 3.3.5 1990 年至 2022 年固體燃料逸散溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.B.1.固體燃料	182	155	129	126	110
1.B.1.a.i.地下煤礦	182	155	129	126	110
1.B.1.a.i.1.開採	159	136	113	111	96
1.B.1.a.i.2.開採後煤層氣排放	22	19	16	15	13
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.B.1.固體燃料	90	57	38	30	35
1.B.1.a.i.地下煤礦	90	57	38	30	35
1.B.1.a.i.1.開採	79	50	33	27	31
1.B.1.a.i.2.開採後煤層氣排放	11	7	5	4	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.B.1.固體燃料	32	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.地下煤礦	32	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.1.開採	28	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.2.開採後煤層氣排放	4	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.B.1.固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.地下煤礦	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.1.開採	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.2.開採後煤層氣排放	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.B.1.固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.地下煤礦	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.1.開採	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.2.開採後煤層氣排放	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.B.1.固體燃料	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.地下煤礦	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.1.開採	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.1.a.i.2.開採後煤層氣排放	NO	NO	NO	NO	NO

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2020	2021	2022	2023	
1.B.1.固體燃料	NO	NO	NO	NO	
1.B.1.a.i.地下煤礦	NO	NO	NO	NO	
1.B.1.a.i.1.開採	NO	NO	NO	NO	
1.B.1.a.i.2.開採後煤層氣排放	NO	NO	NO	NO	

備註：我國煤炭自 2001 年起停產，爰以「NO」註記。

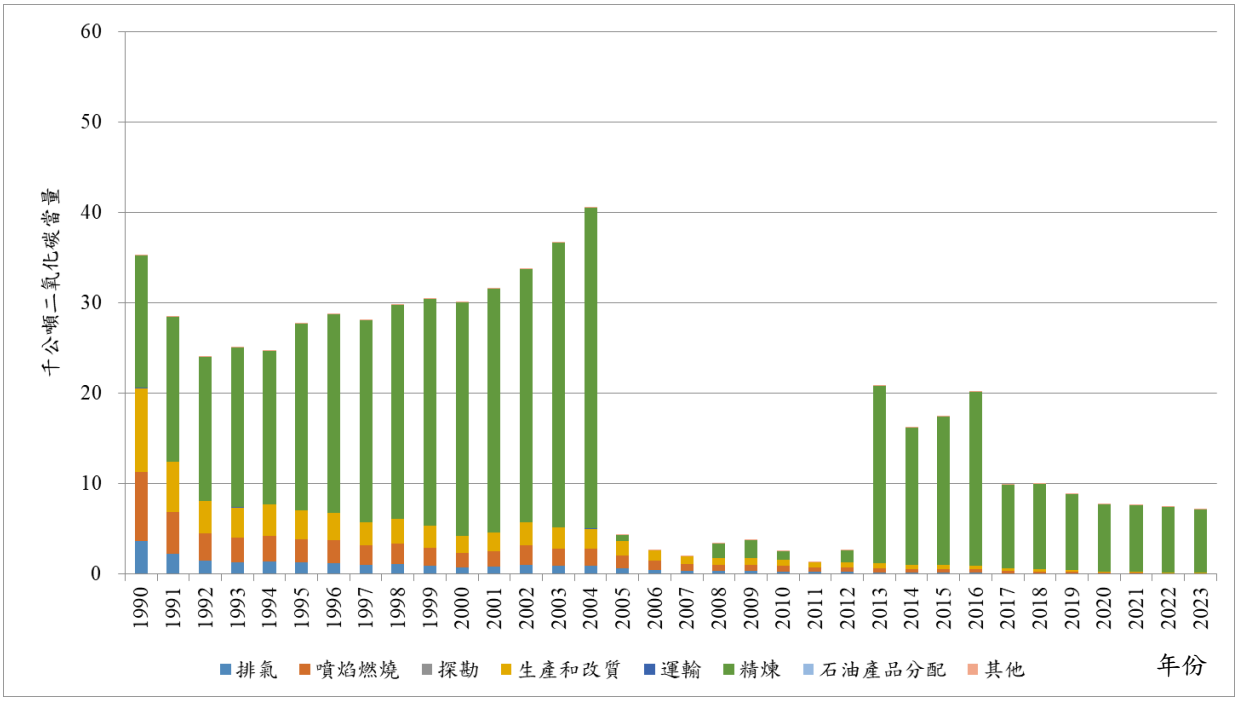


圖 3.3.5 1990 年至 2023 年石油逸散溫室氣體排放量趨勢

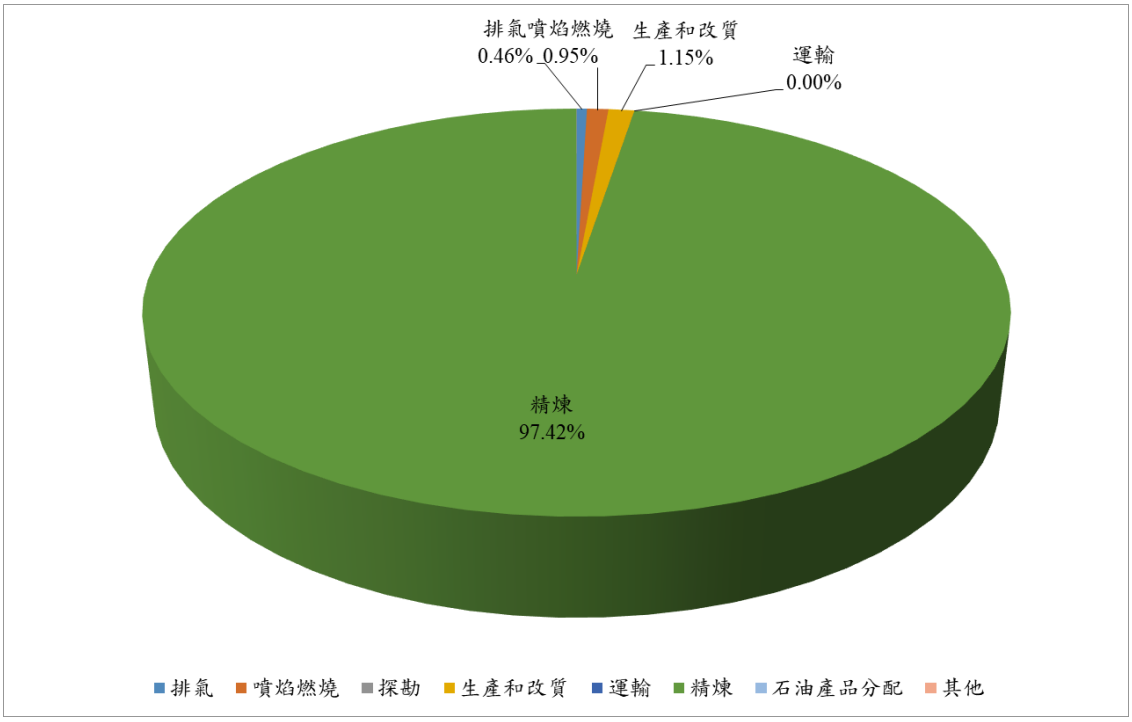


圖 3.3.6 2023 年石油逸散各排放源溫室氣體排放占比

表 3.3.6 1990 年至 2023 年石油逸散溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.B.2.a.石油	35	28	24	25	25
1.B.2.a.i.排氣	4	2	1	1	1
1.B.2.a.ii.噴焰燃燒	8	5	3	3	3
1.B.2.a.iii.所有其他	24	22	20	21	20
1.B.2.a.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.2.生產和改質	9	6	4	3	3
1.B.2.a.iii.3.運輸	0	0	0	0	0
1.B.2.a.iii.4.精煉	15	16	16	18	17
1.B.2.a.iii.5.石油產品配送	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.B.2.a.石油	28	29	28	30	30
1.B.2.a.i.排氣	1	1	1	1	1
1.B.2.a.ii.噴焰燃燒	3	3	2	2	2
1.B.2.a.iii.所有其他	24	25	25	26	27
1.B.2.a.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.2.生產和改質	3	3	3	3	2
1.B.2.a.iii.3.運輸	0	0	0	0	0
1.B.2.a.iii.4.精煉	21	22	22	24	25
1.B.2.a.iii.5.石油產品配送	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.B.2.a.石油	30	32	34	37	40
1.B.2.a.i.排氣	1	1	1	1	1
1.B.2.a.ii.噴焰燃燒	2	2	2	2	2
1.B.2.a.iii.所有其他	28	29	31	34	38
1.B.2.a.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.2.生產和改質	2	2	3	2	2
1.B.2.a.iii.3.運輸	0	0	0	0	0
1.B.2.a.iii.4.精煉	26	27	28	31	35
1.B.2.a.iii.5.石油產品配送	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
1.B.2.a.石油	4	3	2	3	3
1.B.2.a.i.排氣	1	0.5	0.4	0.3	0.3
1.B.2.a.ii.噴焰燃燒	1	1	1	1	1
1.B.2.a.iii.所有其他	2	1	1	2	3
1.B.2.a.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.2.生產和改質	2	1	1	1	1
1.B.2.a.iii.3.運輸	0	0	0	0	0
1.B.2.a.iii.4.精煉	1	0.004	0	2	2
1.B.2.a.iii.5.石油產品配送	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.B.2.a.石油	2	1	2	11	9
1.B.2.a.i.排氣	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2
1.B.2.a.ii.噴焰燃燒	1	0.5	0.5	0.4	0.4
1.B.2.a.iii.所有其他	2	1	2	20	16
1.B.2.a.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.2.生產和改質	1	1	1	1	0.5
1.B.2.a.iii.3.運輸	0	0	0	0	0
1.B.2.a.iii.4.精煉	1	0.004	1	20	15
1.B.2.a.iii.5.石油產品配送	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2015	2016	2017	2018	2019
1.B.2.a.石油	10	11	10	10	9
1.B.2.a.i.排氣	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1
1.B.2.a.ii.噴焰燃燒	0.4	0.4	0.2	0.2	0.2
1.B.2.a.iii.所有其他	17	20	10	10	9
1.B.2.a.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.2.生產和改質	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
1.B.2.a.iii.3.運輸	0	0	0	0	0
1.B.2.a.iii.4.精煉	16	19	9	9	8
1.B.2.a.iii.5.石油產品配送	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.a.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.B.2.a.石油	8	8	7.5	7.2	
1.B.2.a.i.排氣	0.04	0.05	0.04	0.03	
1.B.2.a.ii.噴焰燃燒	0.1	0.1	0.1	0.1	
1.B.2.a.iii.所有其他	8	7	7	7	
1.B.2.a.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	
1.B.2.a.iii.2.生產和改質	0.1	0.1	0.1	0.1	
1.B.2.a.iii.3.運輸	0	0	0	0	
1.B.2.a.iii.4.精煉	7	7	7	7	
1.B.2.a.iii.5.石油產品配送	NO	NO	NO	NO	
1.B.2.a.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	

備註：1.考量 1990 年起至 2004 年，因無法取得細部資料，參採 2006 IPCC 指南方法 1 進行計算；另配合我國盤查推動時程，自 2005 年起直接引用盤查報告資料，即 2006 IPCC 指南方法 3。

2.NO：我國該分類項目無使用。

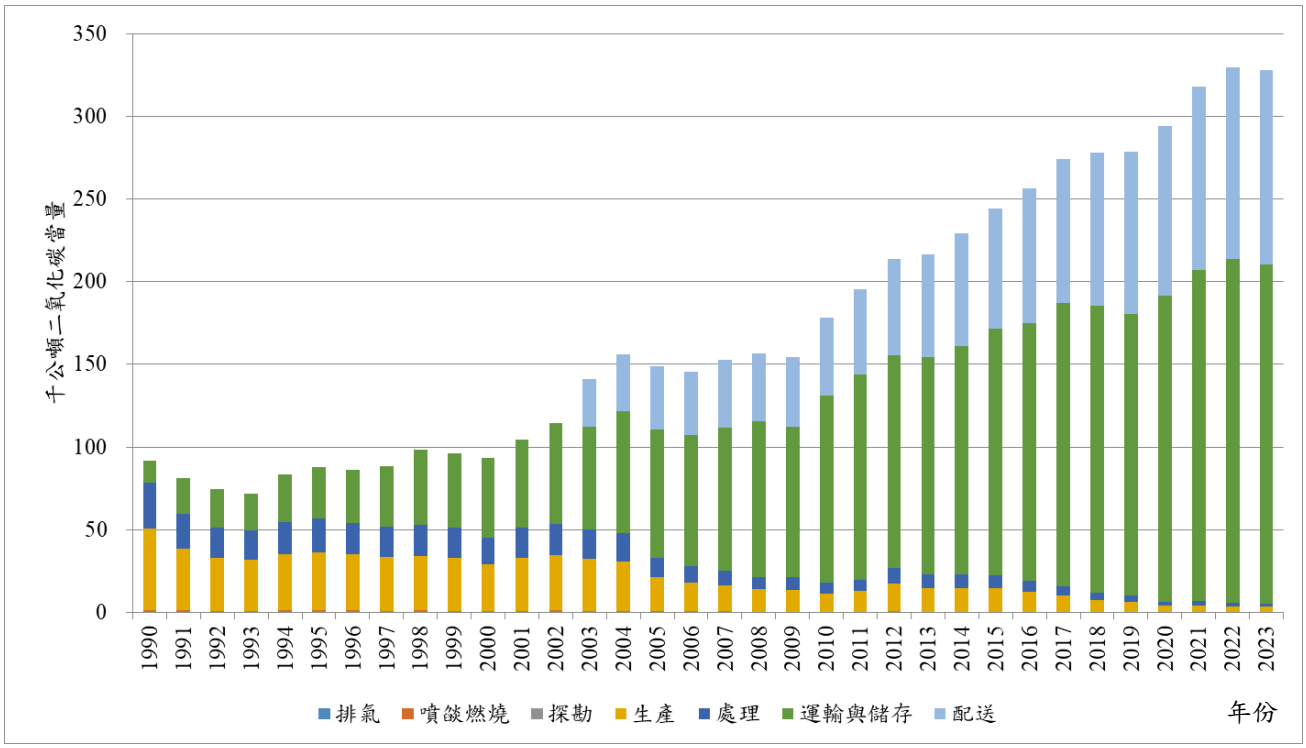


圖 3.3.7 1990 年至 2023 年天然氣逸散溫室氣體排放量趨勢

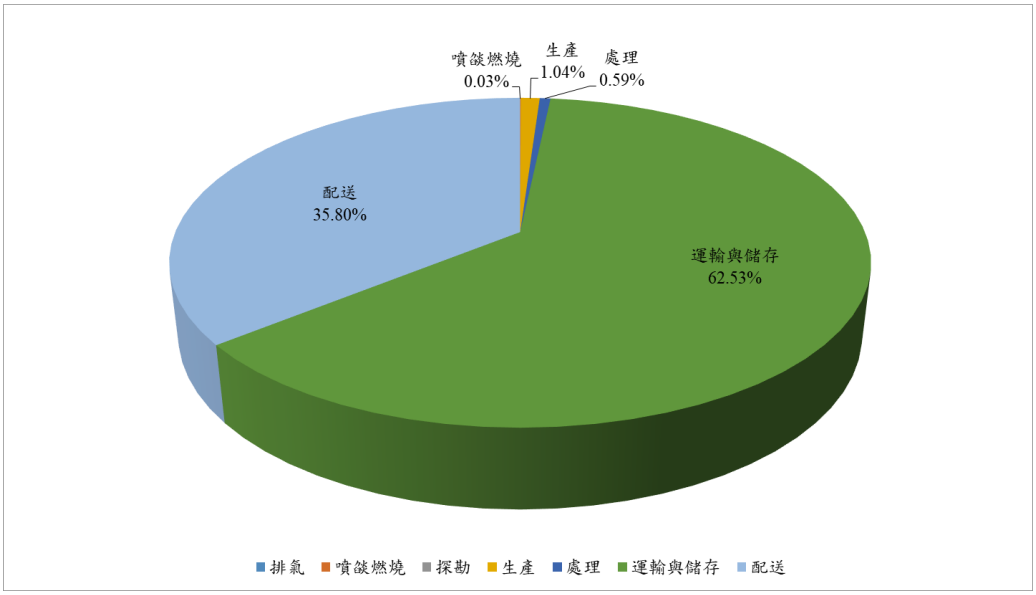


圖 3.3.8 2023 年天然氣逸散各排放源溫室氣體排放占比

表 3.3.7 1990 年至 2023 年天然氣逸散溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994
1.B.2.b.天然氣	92	81	74	72	83
1.B.2.b.i.排氣	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii.噴焰燃燒	2	1	1	1	1
1.B.2.b.iii.所有其他	90	80	73	71	82
1.B.2.b.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii.2.生產	49	37	32	31	34
1.B.2.b.iii.3.加工	28	21	18	18	19
1.B.2.b.iii.4.運輸與儲存	14	22	23	22	29
1.B.2.b.iii.5.配送	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1995**	**1996**	**1997**	**1998**	**1999**
1.B.2.b.天然氣	88	86	88	98	96
1.B.2.b.i.排氣	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii.噴焰燃燒	1	1	1	1	1
1.B.2.b.iii.所有其他	86	85	87	97	95
1.B.2.b.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii.2.生產	35	34	32	33	32
1.B.2.b.iii.3.加工	20	19	18	19	18
1.B.2.b.iii.4.運輸與儲存	31	32	37	45	45
1.B.2.b.iii.5.配送	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**
1.B.2.b.天然氣	94	105	114	141	156
1.B.2.b.i.排氣	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii.噴焰燃燒	1	1	1	1	1
1.B.2.b.iii.所有其他	93	104	113	140	155
1.B.2.b.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii.2.生產	28	32	33	31	30
1.B.2.b.iii.3.加工	16	18	19	18	17
1.B.2.b.iii.4.運輸與儲存	49	54	61	62	74
1.B.2.b.iii.5.配送	NO	NO	NO	29	35
1.B.2.b.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2005	2006	2007	2008	2009
1.B.2.b.天然氣	149	146	153	156	154
1.B.2.b.i.排氣	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii.噴焰燃燒	1	1	1	0.4	0.4
1.B.2.b.iii.所有其他	148	145	152	156	154
1.B.2.b.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii.2.生產	21	17	16	13	13
1.B.2.b.iii.3.加工	12	10	9	8	7
1.B.2.b.iii.4.運輸與儲存	78	80	87	94	91
1.B.2.b.iii.5.配送	38	38	41	41	42
1.B.2.b.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**
1.B.2.b.天然氣	178	196	214	217	229
1.B.2.b.i.排氣	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii.噴焰燃燒	0.4	0.4	1	0.5	0.5
1.B.2.b.iii.所有其他	178	195	213	216	229
1.B.2.b.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii.2.生產	11	12	17	14	14
1.B.2.b.iii.3.加工	6	7	9	8	8
1.B.2.b.iii.4.運輸與儲存	114	124	129	132	138
1.B.2.b.iii.5.配送	47	52	58	62	68
1.B.2.b.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
1.B.2.b.天然氣	244	256	274	278	279
1.B.2.b.i.排氣	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.ii.噴焰燃燒	0.5	0.4	0.3	0.2	0.2
1.B.2.b.iii.所有其他	244	256	274	278	278
1.B.2.b.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	NO
1.B.2.b.iii.2.生產	14	12	10	7	6
1.B.2.b.iii.3.加工	8	7	6	4	4
1.B.2.b.iii.4.運輸與儲存	149	156	171	174	170
1.B.2.b.iii.5.配送	73	81	87	93	98
1.B.2.b.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
1.B.2.b.天然氣	294	318	330	328	
1.B.2.b.i.排氣	NO	NO	NO	NO	
1.B.2.b.ii.噴焰燃燒	0.1	0.1	0.1	0.1	
1.B.2.b.iii.所有其他	294	318	329	328	
1.B.2.b.iii.1.探勘	NO	NO	NO	NO	
1.B.2.b.iii.2.生產	4	4	4	3	
1.B.2.b.iii.3.加工	2	2	2	2	
1.B.2.b.iii.4.運輸與儲存	185	201	208	205	
1.B.2.b.iii.5.配送	102	110	116	117	
1.B.2.b.iii.6.其他	NO	NO	NO	NO	

備註：1.考量 1990 年起至 2004 年，因無法取得細部資料，參採 2006 IPCC 指南方法 1 進行計算；另配合我國盤查推動時程，自 2005 年起直接引用盤查報告資料，即 2006 IPCC 指南方法 3。

2.NO：我國該分類項目無使用。

表 3.3.8 2023 年燃料逸散溫室氣體排放量不確定性分析

燃料別	溫室氣體排放量（千公噸二氧化碳當量）	排放量不確定性（%）
固體燃料	–	–
石油	7	2.09
天然氣	328	155.21
逸散排放量總計	337	155.22

3.4 參考文獻

1.IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, 2006.

2.環境部，中華民國環境保護統計年報，2024。

3. 環境部「事業溫室氣體排放量資訊平台」。

4.經濟部能源署，能源統計年報（平衡表），2024。

第四章

工業製程及產品使用部門 (CRT Sector 2)

4.1 部門概述

4.2 礦業 (非金屬製程)(2.A)

4.3 化學工業 (2.B)

4.4 金屬工業 (2.C)

4.5 非能源產物燃料溶劑使用 (2.D)

4.6 電子工業 (2.E)

4.7 破壞臭氧層物質之替代品使用 (2.F)

4.8 其他產品之製造與使用 (2.G)

4.9 其他 (2.H)

4.10 參考文獻

第四章 工業製程及產品使用部門（CRT Sector 2）

4.1 部門概述

有關我國工業製程及產品使用部門之溫室氣體排放，各排放源產生之溫室氣體及排放源分類如表 4.1.1 所示，計 2.A「礦業（非金屬礦物製品）」、2.B「化學工業」、2.C「金屬工業」、2.D「非能源產物燃料溶劑使用」、2.E「電子工業」、2.F「破壞臭氧層物質之替代品使用」、2.G「其他產品之製造與使用」、2.H.「其他」等八項分類，估算二氧化碳(CO_2)、甲烷(CH_4)、氧化亞氮(N_2O)、氫氟碳化物(Hydrofluorocarbons, HFCs)、全氟碳化物(Perfluorocarbons, PFCs)、六氟化硫(Sulfur Hexafluoride, SF_6)、三氟化氮(Nitrogen Trifluoride, NF_3)等七項溫室氣體種類，方法學採用如表 4.1.2 所示。

本(2025)年度精進計畫針對我國工業製程與產品使用部門溫室氣體排放主要項目「玻璃生產」及「冷凍冷藏及空調」之製程排放精進：

玻璃生產製程排放統計方法學為方法一，計算方法參考 2006 IPCC 指南建議為生產量乘以排放係數，其中排放係數需再考量國內玻璃回收比例進行調整，計算式 IPCC 建議排放係數乘上 1-回收率以利計算出實際上生產玻璃時投入的原料（石灰石、白雲石等）使用量，並以實際投入原料計算製程排放，過去玻璃回收率統一以 2013 年的 86.75%進行計算，考量每年回收情形會有所波動，將各年度回收率調整為該年度實際值，並追溯至 2006 年。

另本年度針對 2.F.1 冷凍冷藏及空調之統計亦有執行精進計畫，依 2024 年 11 月 28 日召開之家用冰箱 HFCs 排放清冊統計專諮會，家用冰箱自 2013 年起新設備已由 HFC-134a 轉為 HC-600a（碳氫冷媒，非溫室氣體種類），即 2013 年起製造的冰箱不需納入清冊計算範疇。依重新計算後的結果顯示，2.F.1 冷凍冷藏及空調排放量為 1,165 千公噸二氧化碳當量。

我國 2023 年工業製程及產品使用部門排放量約 20,019 千公噸二氧化碳當量，若以溫室氣體種類區分，主要排放為二氧化碳占 77.08%，其次為氫氟碳化物占 8.62%、氧化亞氮占 5.66%、全氟碳化物占 4.39%、六氟化硫占 2.40%以及三氟化氮占 1.74%，如圖 4.1.1 所示；若以排放源類別區分，主要排放源為金屬工業占 41.28%、礦業（非金屬礦物製品）占 29.88%，如圖 4.1.2 所示。

1990 年至 2023 年工業製程部門排放量如表 4.1.3、圖 4.1.3 及圖 4.1.4 所示，2023 年溫室氣體排放量相較 2022 年的 20,342 千公噸二氧化碳當量，減少約 323 千公噸二氧化碳當量，約減少 1.59%，其中電子工業較去年約減少 27.92%，化學工業約減少 11.56%。

表 4.1.1　工業製程及產品使用部門排放源分類

排放源分類				CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
2.A 礦業（非金屬礦物製品)	2.A.1 水泥生產			○						
	2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	石灰生產		○						
		白雲石灰生產		NO						
	2.A.3 玻璃生產			○						
	2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	製陶		NE						
		其他蘇打粉（純鹼）使用		○						
		非冶鐵之氧化鎂生產		NO						
		其他	石灰石	○						
			白雲石	○						
	2.A.5 其他	玻璃纖維製品生產		○						
2.B 化學工業	2.B.1 氨生產			NO						
	2.B.2 硝酸生產					○				
	2.B.3 己二酸生產					NO				
	2.B.4 己內醯胺、乙二酸、乙醛酸生產					○,NO				
	2.B.5 電石生產			NO,○						
	2.B.6 二氧化鈦生產			○,NO						
	2.B.7 碳酸鈉（純鹼）(蘇打）生產			○,NO						
	2.B.8 石化及碳黑生產	甲醇		NO						
		乙烯		○	○					
		氯乙烯		○	○					
		環氧乙烷		○	○					
		丙烯腈		○	○					
		碳煙		○	○					
		其他								
	2.B.9 含氟化物生產						IE,NO,○			
	2.B.10 其他				○					
2.C 金屬工業	2.C.1 鋼胚生產	鋼胚（高爐）		○	○	○				
		鋼胚（電弧爐）		○						
	2.C.2.鐵合金生產			○	○					
	2.C.3.原鋁生產			NO						
	2.C.4.鎂生產								NO,○	
	2.C.5.鉛生產			NE,○						
	2.C.6.鋅生產			NE,○						
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	2.D.1 合成潤滑油使用			○,NO						
	2.D.2 石臘使用			○						
	2.D.3 溶劑使用									

排放源分類			CO_2	CH_4	N_2O	HFCs	PFCs	SF_6	NF_3
	2.D.4 其他	印刷油墨化學原料製造							
		塗料化學製造程序							
		製鞋業							
		纖維織物印染業使用							
		印刷電路板製造程序							
2.E 電子工業	2.E.1 積體電路或半導體				NE,○	NE,○	NE,○	NE,○	NE,○
	2.E.2 TFT 平面顯示器				NE,○		○	○	○
	2.E.3 光電（太陽能板）					NE	NE	NE	
	2.E.4 熱傳流體		NA						
	2.E.5 其他		NA						
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	2.F.1 冷凍及空調	冷凍及固定式空調				NE,○			
		移動式空調				NE,○			
	2.F.2 發泡劑					NE			
	2.F.3 滅火劑					○			
	2.F.4 空氣微粒					NE			
	2.F.5 溶劑					NE			
	2.F.6 其他應用								
2.G 其他產品之製造與使用	2.G.1 電子設備						IE	IE	
	2.G.2 其他產品使用 SF_6 及 PFCs						IE,○	IE,○	
	2.G.3 使用 N_2O 之產品		NE				NE	NE	
	2.G.4 其他						NE	NE	
2.H 其他	2.H.1 食品及飲料工業	啤酒	○						
		肉、魚及家禽							
		砂糖							
		植物油及動物油							
		動物飼料							

備註：1.本表僅針對聯合國政府間氣候變遷專門委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)於 2006 年出版 2006 IPCC 國家溫室氣體清冊指南（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南）建議統計分類中，其溫室氣體排放種類屬規範之七類氣體進行呈現，並於各小節中詳細說明該分類製程、計算方法、及採用係數等；其他雖屬指南建議統計分類，如硫酸、溶劑使用等 12 項，其排放溫室氣體種類因屬非甲烷揮發性有機物(Non-Methane Volatile Organic Compounds, NMVOCs)、二氧化硫(Sulphur Dioxide, SO_2)等無法轉換或未受規範之溫室氣體，無法納入溫室氣體排放統計結果，故暫不進行呈現及說明。

2.各式符號係指我國該分類：○指該分類項目已納入統計該氣體；灰底指 2006 IPCC 指南未建議納入統計該氣體；NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產；IE：該分類項目排放量已作估計，但列在清冊中其他分類項目；NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計；NA（不適用）指我國該分類被認定為從未發生相關排放。

3.部分項目標註兩項，表示 1990 年至 2022 年期間分類統計項目狀態改變，如因純鹼生產所產生之二氧化碳，於 2000 年停產後便無排放量，故標註為“○,NO”。

表 4.1.2　工業部門所使用方法學

溫室氣體排放源分類		CO_2		CH_4		N_2O		HFCs		PFCs		SF_6		NF_3	
中分類	細分類	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數
2.A 礦業（非金屬礦物製品）	水泥生產	T2	D,CS												
	石灰（氧化鈣）生產	T1	CS												
	玻璃生產	T1	D												
	純鹼使用	T1	CS												
	石灰石使用	T1	CS												
	白雲石使用	T1	CS												
	玻璃纖維	T1	D												
2.B 化學工業	硝酸生產					T1	CS								
	己內醯胺生產	T3	NE												
	二氧化鈦生產	T1	D												
	乙烯生產	T1	CS	T1	CS										
	氯乙烯生產	T1	D	T1	D										
	環氧乙烷生產	T3	NE												
	丙烯腈	T1	D	T1	D										
	碳煙生產	T1	D	T1	D										
	苯乙烯生產			T1	CS										
2.C 金屬工業	鋼胚（高爐）	T3	NE												
	鋼胚（電弧爐）	T3	NE												
	鐵合金生產	T1	CS	T1	D										
	鎂生產	NO	NO									T2	CS		
	鉛生產	T1	D												
	鋅生產	T1	D												
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	合成潤滑劑使用	T1	D												
	石蠟使用	T1	D												
2.E 電子工業	積體電路或半導體					T2C	D	T2C	D	T2C	D	T2C	D	T2C	D
	TFT 平面顯示器					T2C	D	T2C	D	T2C	D	T2C	D	T2C	D
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	冷凍及固定式空調							T3	NE						
	移動式空調							T3	NE						
	滅火藥劑							T3	NE						
2.G 其他產品之製造與使用	電力設備中的 SF_6 和 PFCs 排放											T3	NE		
2.H 其他	啤酒生產	T1	CS												

備註：各式符號係指我國該分類採用 2006 IPCC 指南方法 1(Tier 1, T1)；2006 IPCC 指南方法 2(Tier 2, T2)；2006 IPCC 指南方法 3(Tier 3, T3)；IPCC 指南預設方法(IPCC default, D), 國家特定方法(country specific, CS)；NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計；NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產；灰底為 IPCC 指南未建議納入統計該氣體。

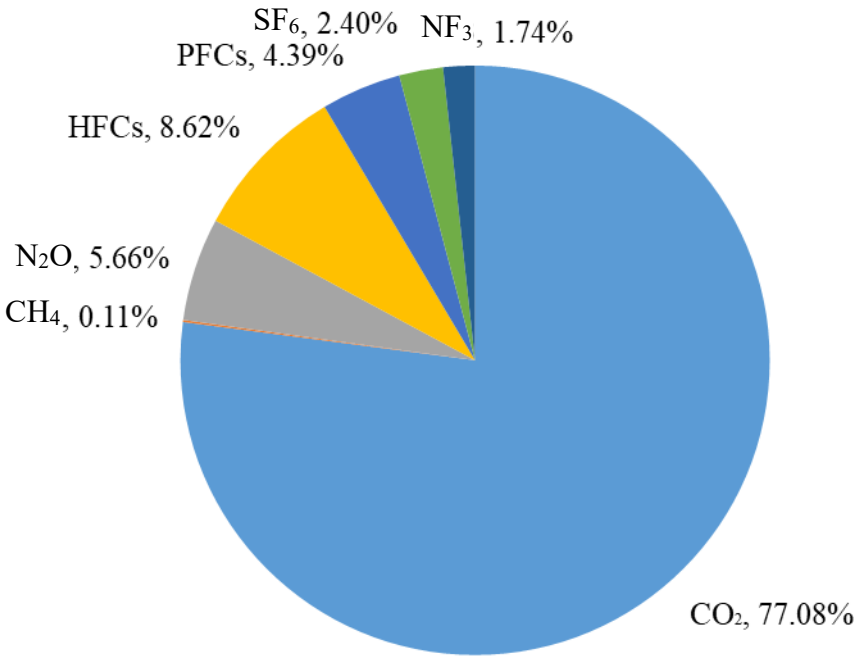


圖 4.1.1　2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體種類排放占比

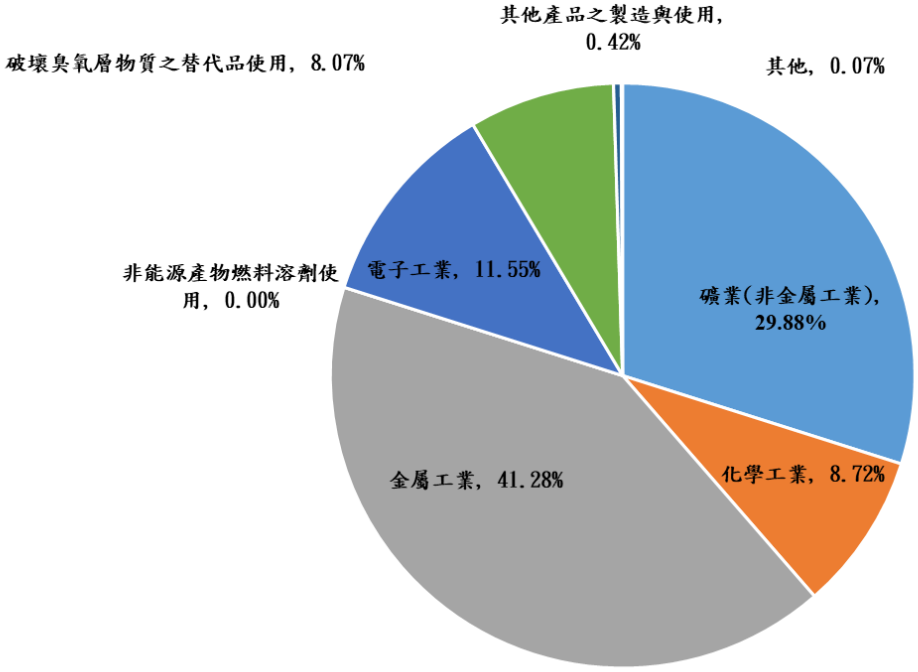


圖 4.1.2　2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放占比

表 4.1.3　1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
2.A 礦業(非金屬礦物製品)	10,683	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564
2.B 化學工業	728	869	870	1,525	1,777	1,846	2,409	2,608	3,103
2.C 金屬工業	3,276	3,737	3,476	3,889	3,775	3,885	4,014	5,046	5,818
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00009	0.00008	0.00008	0.00008	0.00009
2.E 電子工業	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	NE	NE	NE	NE	NE	8	26	45	66
2.G 其他產品之製造與使用	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.H 其他	23	23	23	24	23	21	20	19	22
工業製程及產品使用部門總排放量	**14,710**	**15,328**	**16,222**	**19,316**	**18,834**	**18,526**	**19,114**	**21,112**	**20,573**
工業製程及產品使用部門不確定性	**8.36**	**8.26**	**8.04**	**7.74**	**7.66**	**7.71**	**7.53**	**7.76**	**8.37**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
2.A 礦業(非金屬礦物製品)	10,746	10,486	9,974	10,648	10,341	10,691	11,257	11,029	10,373
2.B 化學工業	2,717	3,661	4,038	3,802	3,770	3,691	2,625	2,602	2,756
2.C 金屬工業	5,333	5,734	4,960	5,106	6,409	6,496	6,112	8,390	8,276
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00009	0.00008	0.00007	0.00008	0.00009	0.00011	0.0001	0.00007	0.00007
2.E 電子工業	132	145	3696	5159	5827	6453	6474	6853	6494
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	89	111	135	160	185	204	218	232	235
2.G 其他產品之製造與使用	IE	IE	IE	2003	2003	2116	1549	794	982
2.H 其他	21	20	20	18	18	19	20	21	20
工業製程及產品使用部門總排放量	**19,038**	**20,158**	**22,823**	**26,897**	**28,554**	**29,670**	**28,255**	**29,921**	**29,137**
工業製程及產品使用部門不確定性	**8.44**	**8.42**	**5.18**	**4.79**	**4.45**	**4.39**	**4.43**	**4.17**	**4.06**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
2.A 礦業(非金屬礦物製品)	9,380	8,462	8,618	9,574	9,333	9,866	8,728	8,347	7,117
2.B 化學工業	2,322	2,522	2,843	2,823	2,643	2,471	2,560	2,486	2,644
2.C 金屬工業	7,883	6,631	7,964	7,672	8,332	8,009	7,130	7,089	7,734
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00005	0.00004	0.00004	0.00005	0.00006	0.0001	0.00008
2.E 電子工業	4,584	4,109	4,565	4,410	3,821	4,718	4,594	4,174	3,968
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	234	232	225	228	378	437	513	584	676
2.G 其他產品之製造與使用	923	724	245	260	201	165	150	132	85
2.H 其他	20	21	20	20	21	19	19	20	19
工業製程及產品使用部門總排放量	**25,345**	**22,703**	**24,482**	**24,987**	**24,729**	**25,658**	**23,694**	**22,831**	**22,243**
工業製程及產品使用部門不確定性	**3.95**	**4.03**	**3.95**	**3.97**	**4.1**	**2.94**	**3.02**	**5.69**	**5.77**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
2.A 礦業(非金屬礦物製品)	6,269	6,408	6,500	6,563	6,835	6,473	5,982		
2.B 化學工業	2,728	2,701	2,523	2,119	2,812	1,974	1,745		
2.C 金屬工業	7,694	7,997	6,751	5,907	7,153	7,047	8,264		
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	0.00007	0.00006	0.00006	0.00006	0.00007	0.00006	0.00006		
2.E 電子工業	3,941	4,022	3,630	3,886	3,956	3,209	2,313		
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	802	957	1,101	1,229	1,359	1,498	1,615		
2.G 其他產品之製造與使用	81	154	113	137	103	127	85		
2.H 其他	20	19	17	18	15	15	15		
工業製程及產品使用部門總排放量	**21,534**	**22,258**	**20,635**	**19,859**	**22,234**	**20,342**	**20,019**		
工業製程及產品使用部門不確定性	**5.53**	**5.25**	**5.39**	**5.44**	**4.88**	**4.58**	**4.01**		

備註：NE，代表未調查估計該分類項目；如考量該項目使用量小，故未進行調查；IE，代表該分類項目排放量已作估計，但列在清冊中其他分類項目。

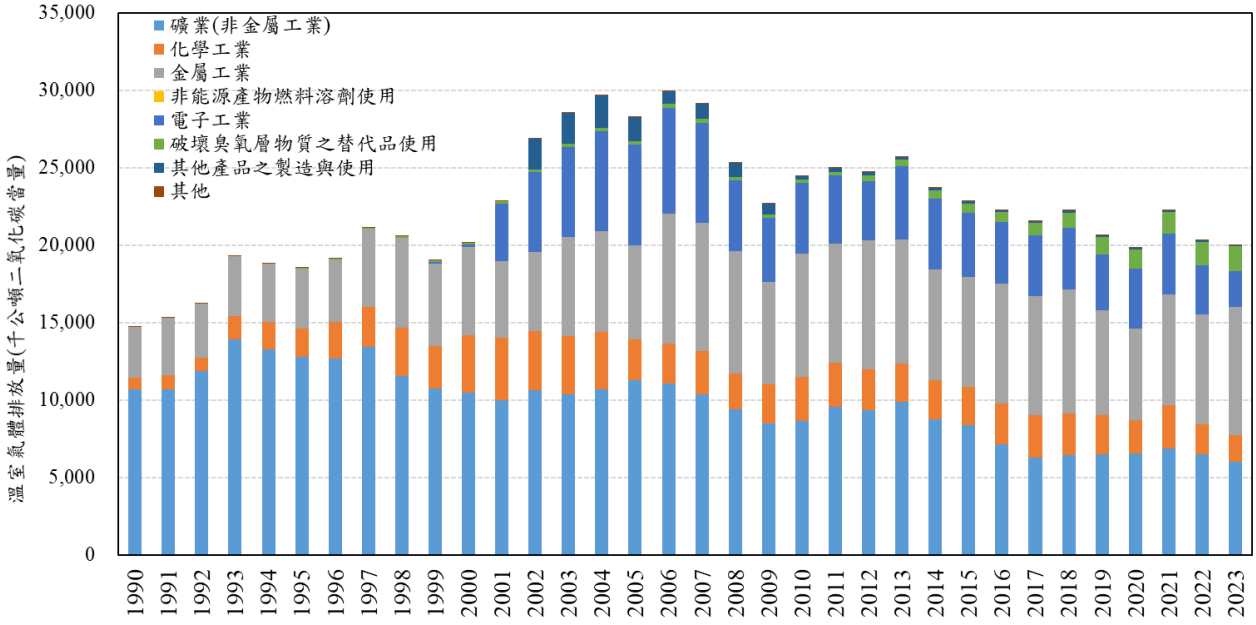


圖 4.1.3　1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門排放量趨勢（依類別）

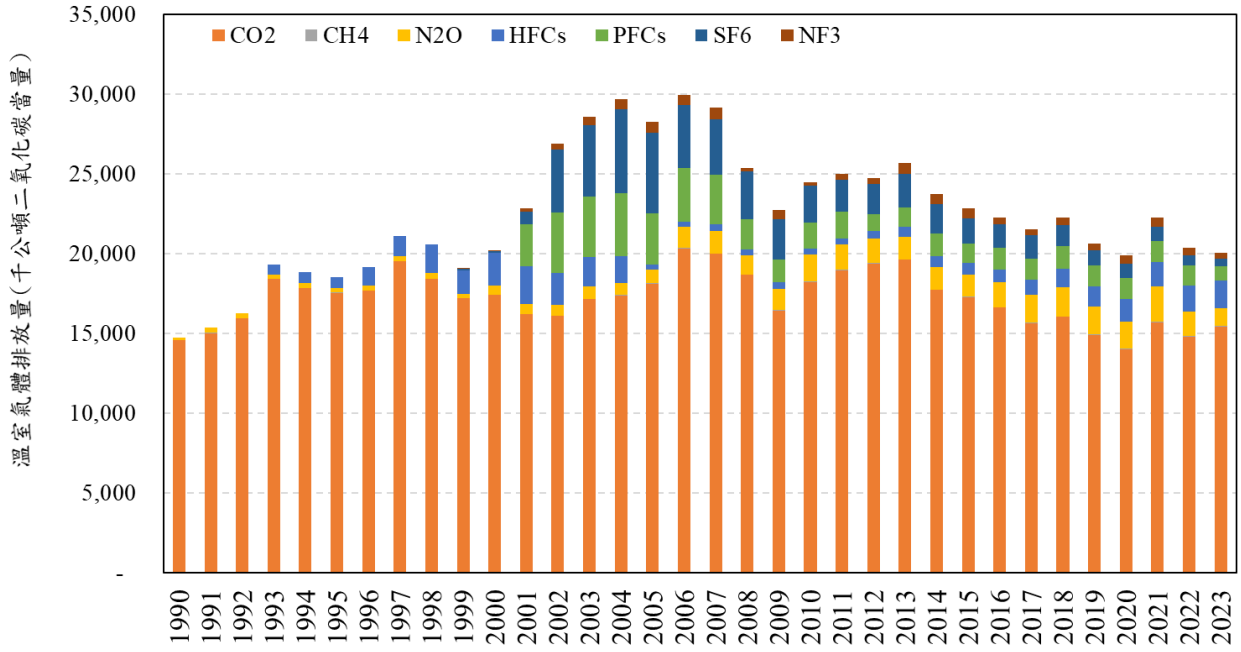


圖 4.1.4　1990 年至 2023 年工業製程及產品使用部門排放量趨勢（依氣體）

4.2 礦業（非金屬礦物製品）(2.A)

2.A「礦業（非金屬礦物製品）」為工業製程及產品部門之高排放源（約三成），其中又以 2.A.1「水泥生產」排放量最高，主要排放溫室氣體種類為二氧化碳。2023 年礦業（非金屬礦物製品）排放量約 5,982 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門 29.88%，較 2022 年減少約 491 千公噸二氧化碳當量，1990 年至 2023 年排放量如表 4.2.1 及圖 4.2.1 所示。

表 4.2.1　1990 年至 2023 年礦業（非金屬礦物製品）排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.A.1 水泥生產	9,093	9,535	10,333	11,676	11,129	10,930	10,611	10,644	9,975	9,262
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	286	317	362	350	346	337	413	422	430	359
2.A.3 玻璃生產	9	9	11	11	13	13	12	12	12	11
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	1,290	833	1,141	1,832	1,759	1,471	1,592	2,292	1,122	1,086
2.A.4.a 製陶	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.A.4.b 其他蘇打粉（純鹼）使用	99	98	102	104	123	121	119	122	119	122
2.A.4.c 非冶鐵之氧化鎂生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.A.4.d 其他	1,192	735	1,038	1,728	1,636	1,350	1,474	2,170	1,004	964
2.A.5 其他	4	4	7	9	12	15	17	23	26	27
2.A 總計	10,683	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564	10,746
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.A.1 水泥生產	8,824	9,086	9,774	9,313	9,546	9,977	9,812	9,484	8,504	7,865
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	364	323	356	367	348	314	300	267	252	184
2.A.3 玻璃生產	12	10	11	11	12	13	29	20	20	5
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	1,252	513	465	604	737	906	839	550	557	372
2.A.4.a 製陶	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.A.4.b 其他蘇打粉（純鹼）使用	125	119	104	71	112	114	115	113	113	91
2.A.4.c 非冶鐵之氧化鎂生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.A.4.d 其他	1,127	394	361	533	625	793	724	438	445	281
2.A.5 其他	34	42	43	46	48	47	49	51	47	37
2.A 總計	10,486	9,974	10,648	10,341	10,691	11,257	11,029	10,372	9,380	8,462
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.A.1 水泥生產	8,105	8,512	7,996	8,030	7,088	6,313	5,395	5,357	5,378	5,508
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	227	225	202	286	184	149	153	175	186	208
2.A.3 玻璃生產	15	10	10	11	10	13	19	16	13	7
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	228	777	1,074	1,493	1,399	1,823	1,500	670	775	730
2.A.4.a 製陶	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.A.4.b 其他蘇打粉（純鹼）使用	111	114	108	103	98	110	96	100	111	107
2.A.4.c 非冶鐵之氧化鎂生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.A.4.d 其他	117	663	966	1,390	1,301	1,712	1,404	570	664	623
2.A.5 其他	43	50	50	47	47	49	50	51	56	47
2.A 總計	8,618	9,573	9,333	9,866	8,728	8,347	7,117	6,269	6,408	6,500

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2020	2021	2022	2023						
2.A.1 水泥生產	5,730	5,886	5,471	4,953						
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	198	230	274	223						
2.A.3 玻璃生產	8	17	18	13						
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	584	650	665	759						
2.A.4.a 製陶	NA	NA	NA	NA						
2.A.4.b 其他蘇打粉（純鹼）使用	94	91	101	82						
2.A.4.c 非冶鐵之氧化鎂生產	NO	NO	NO	NO						
2.A.4.d 其他	490	559	565	677						
2.A.5 其他	43	52	45	33						
2.A 總計	6,563	6,835	6,472	5,982						

備註：1.NO，代表我國該分類項目無生產或使用，如停產；

2.NA，代表不適用，該分類被認定為從未發生相關排放。

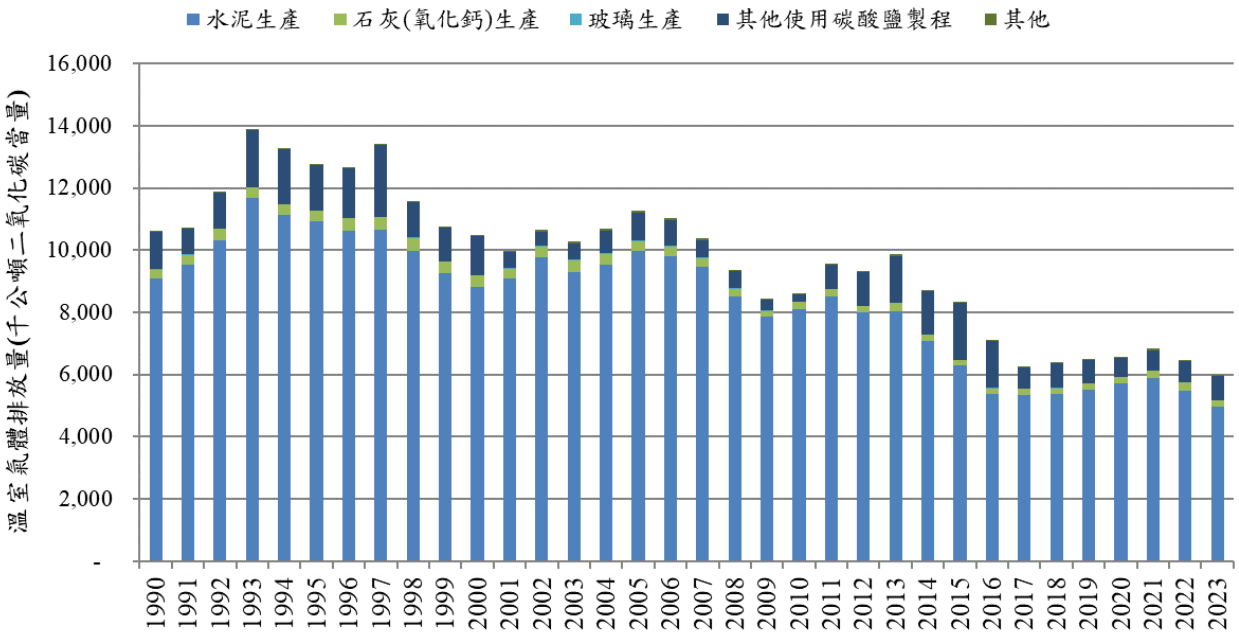


圖 4.2.1　1990 年至 2023 年礦業（非金屬礦物製品）排放量趨勢

4.2.1 水泥生產（2.A.1）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查水泥生產過程所產生之二氧化碳，製程係以石灰石為主要原料，加入黏土、矽砂、鐵渣等副原料混合研磨製成生料，再將生料送入旋窯煅燒及燒結生成熟料，熟料與適量石膏、礦物摻料研磨後製成水泥成品,其中二氧化碳的排放主要來自煅燒過程的石灰石分解。

2.方法論議題：

(1)計算方法

A.1990 年至 1993 年

此段期間因部分工廠歇業無法取得熟料數據，參照 2006 IPCC 指南方法 1，以水泥生產量及熟料進出口量推算熟料生產量，再透過排放係數計算二氧化碳排放量。1990 年至 1993 年國內生產水泥類型多為卜特蘭 I 型，水泥中熟料含量約占 95%。

計算公式如下：

公式 4.2.1：

二氧化碳排放量

=活動數據× 排放係數

$$= \left\{ \sum_i \left(\text{國內業者生產i型水泥重量} \times \text{i型水泥的熟料比例} \right) \right\} \times \text{i類水泥中熟料的排放係數}$$

B.1994 年至 2023 年

參照 2006 IPCC 指南方法 2，活動數據採較水泥生產量精準之熟料生產量，並透過排放係數計算二氧化碳排放量。

計算公式如下：

公式 4.2.2：

二氧化碳排放量=水泥熟料生產量（公噸）×水泥熟料排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

經由專家諮詢會決議[1]，2020 年至 2023 年改由業者清冊中自廠發展排放係數作為水泥熟料之主要使用排放係數，如該業者尚未採用自廠發展排放係數，則保持沿用 2006 IPCC 指南建議之排放係數 0.52029 公噸二氧化碳/公噸熟料生產作為排放係數。

(3)活動數據

1990 年至 1993 年由水泥工業同業公會提供會員廠活動數據，進出口量來自國貿署進出口統計。1994 年至 2013 年資料來源為水泥工業同業公會，2014 年至 2023 年則由環境部事業溫室氣體排放量資訊平臺取得排放清冊，如表 4.2.2 所示。

(4)排放量

水泥製程二氧化碳排放量與熟料生產量有關，排放量於 1997 年後因亞洲金融風暴而逐漸下降，2002 年因第 11 家水泥廠投產，故排放量增加，2006 年後因各廠減產及 2008 年受金融風暴影響，隔年（2009 年）二氧化碳排放量減少，由於我國水泥產業以供應國內需求為主，因此製程排放量仍隨著市場需求有所波動，如表 4.2.3 及圖 4.2.2 所示。

[1] 因業者近年開始進行製程原料替代，故水泥工業同業公會建議使用業者經查驗機構查證的自廠發展排放係數；內容摘自經濟部產發署召開之工業製程部門溫室氣體排放量專家諮詢會議（2023 年 5 月 25 日）會議記錄。

(5)完整性

1990 年至 2013 年由水泥工業同業公會提供會員廠活動數據，進出口量來自國貿署進出口統計，2014 年起則由環境部事業溫室氣體排放量資訊平臺取得排放清冊，期間排放係數皆參照 IPCC 或由產業自行量測並經第三方查證，雖數據來源不同，但仍可完整顯示我國水泥生產製程排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照2006 IPCC指南及經過水泥專家諮詢會邀請國內主要廠商代表檢視比對國內情況，結論如下：

A.1990 年至 1993 年：因活動數據僅能得到「水泥」項目，無法確知不同水泥類型的精確比例；經專家諮詢會議[2]確認並參考 IPCC 指南不確定性為 35.00%；熟料的貿易數據不確定性為 10.00%，排放係數與 1994 年至 2023 年相同，不確定性為 1.60%，合併不確定性約 36.44%。

B.1994 年至 2023 年：針對水泥生產活動數據，因各廠均有利用生熟比、質量平衡調整至最適之熟料量，且經第三方認證，參考 IPCC 指南並依保守性原則不確定性為 2.00%；另外，各廠已進行熟料的氧化鈣(CaO)化學分析且合理假設 CaO 全部來自石灰石($CaCO_3$)，排放係數之不確定性為 3.60%，合併不確定性為 4.12%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 1993 年間，因部分工廠已歇業無法調查取得熟料數據，依據 2006 IPCC 指南方法 1 採水泥產品計算二氧化碳排放量，1994 年至 2023 年改使用 2006 IPCC 指南方法 2，時間序列、資料來源及排放係數未一致，但經時間序列檢核，2006 IPCC 指南方法 1 和方法 2 兩者趨勢一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.2.3 所示。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則（圖 4.2.3）執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[3]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

[2] 1990 年至 1993 年僅能得到「水泥」項目，無法確知水泥「類型」；故假定國內所有的水泥產品都是卜特蘭水泥，對照 IPCC 指南之不確定性為 35.00%。(IPCC 2006 指南 p.2.17 表 2.3 水泥生產不確定性值)。前述結果業經「工業製程部門溫室氣體排放量專家小組會議-水泥生產」確認（2014 年 11 月 13 日）。

[3]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.2.2　1990 年至 2023 年水泥熟料生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
水泥熟料生產量	17,478	18,325	19,861	22,442	21,391	21,007	20,393	20,457	19,172	17,802
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
水泥熟料生產量	16,961	17,464	18,787	17,900	18,347	19,175	18,858	18,229	16,344	15,116
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
水泥熟料生產量	15,578	16,360	15,369	15,433	13,623	12,134	10,370	10,297	10,336	10,587
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
水泥熟料生產量	10,904	11,186	10,498	9,520						

備註：1990 年至 1993 年參照 2006 IPCC 指南方法 1，以水泥生產量及熟料進出口量推算熟料生產量；1994 年至 2023 年參照 2006 IPCC 指南方法 2，採用熟料生產量，1994 年至 2013 年資料來源為水泥工業同業公會，2014 年至 2023 年為環境部國家溫室氣體登錄平臺取得排放清冊。

表 4.2.3　1990 年至 2023 年水泥生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.A.1 水泥生產	9,093	9,535	10,333	11,676	11,129	10,930	10,611	10,644	9,975	9,262
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.A.1 水泥生產	8,824	9,086	9,774	9,313	9,546	9,977	9,812	9,484	8,504	7,865
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.A.1 水泥生產	8,105	8,512	7,996	8,030	7,088	6,313	5,395	5,357	5,378	5,508
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.A.1 水泥生產	5,730	5,886	5,471	4,953						

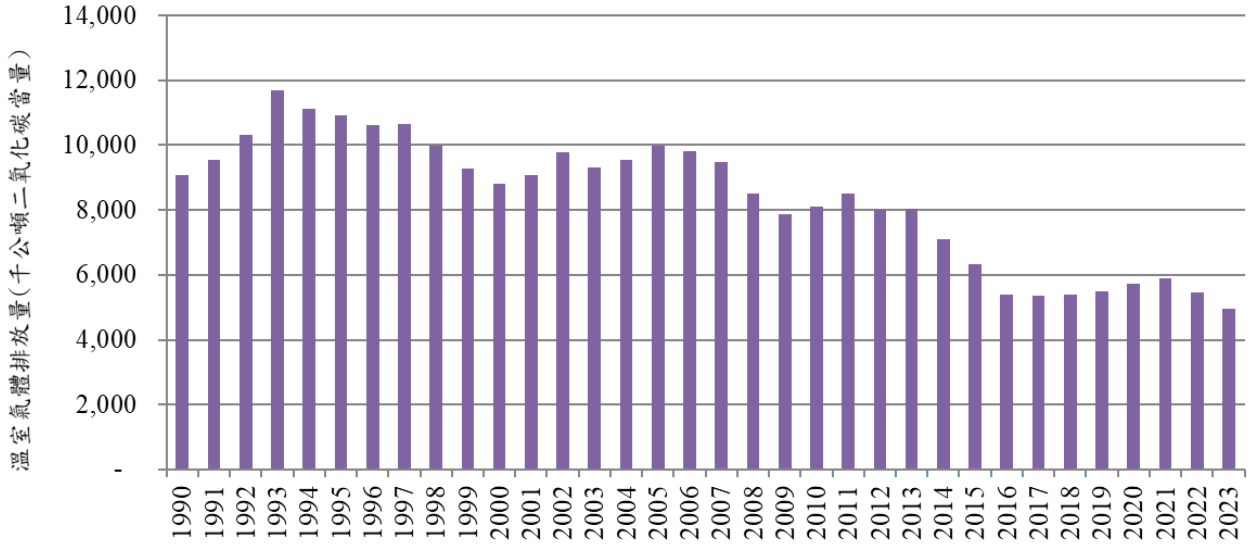


圖 4.2.2　1990 年至 2023 年水泥生產製程排放量趨勢

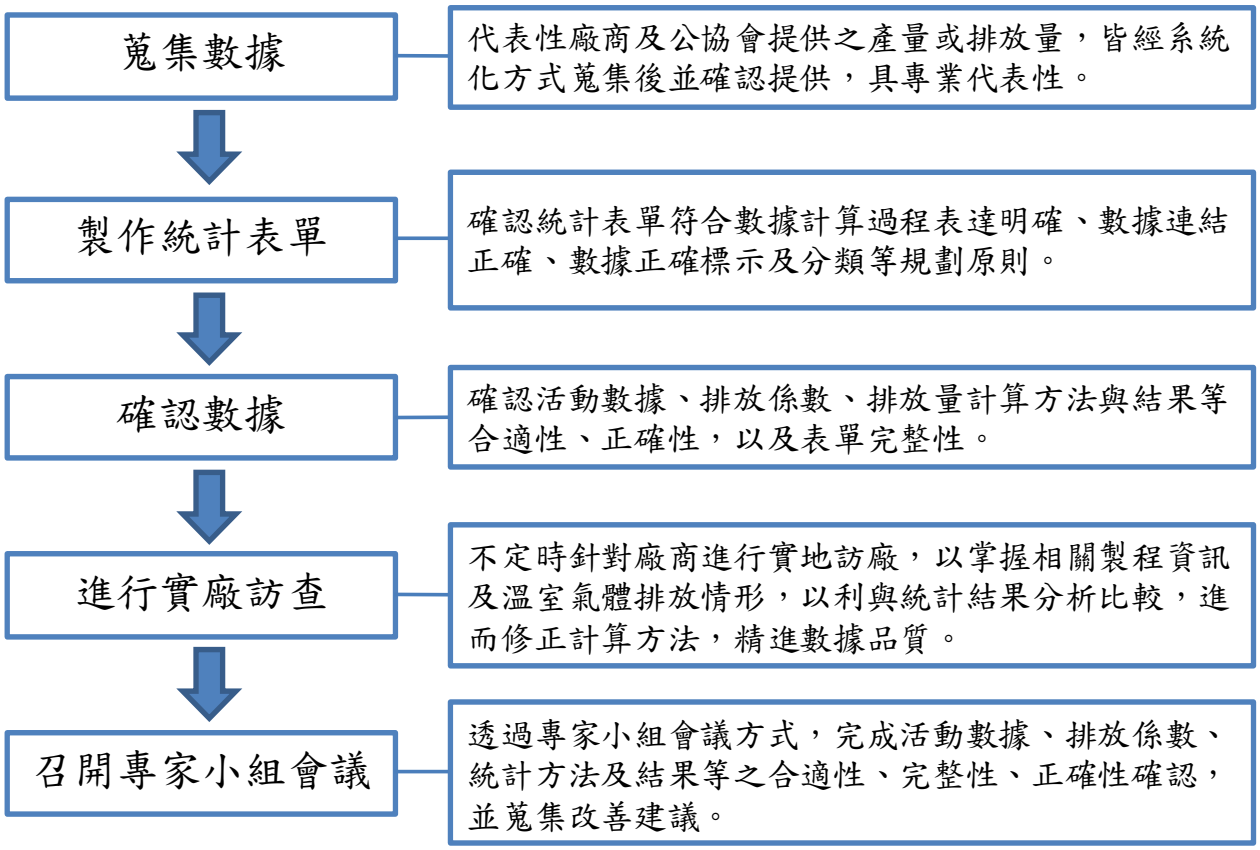


圖 4.2.3　工業製程及產品使用部門溫室氣體排放統計 QA/QC 流程

4.2.2 石灰（氧化鈣）生產（2.A.2）

1.排放源及匯分類的描述：

本項目統計生產石灰(CaO)及白雲石灰(CaO·MgO)製程所產生的二氧化碳；但國內無白雲石灰製程[4]，故本項僅統計石灰生產之二氧化碳排放量。

二氧化碳主要來自原料石灰石($CaCO_3$)於石灰窯中，高溫煅燒形成氧化鈣的過程中排放，其生成反應式如下：

$CaCO_3$(石灰石)+熱
→CaO(石灰)+二氧化碳

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以石灰生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

公式 4.2.3：

二氧化碳排放量=石灰生產量（公噸）×石灰排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

採用環境部計畫(2000)[5]建置之排放係數 0.706 公噸二氧化碳/公噸石灰生產，該排放係數係根據國內石灰生產量、製程實況及原料石灰石純度 90%等實際情況推估求得。

(3)活動數據

國內石灰生產量引用自經濟部統計處工業生產統計年報，如表 4.2.4 所示。

(4)排放量

石灰生產製程排放量與生產量有關，自 1998 年達 430 千公噸二氧化碳當量高點後，整體有下降趨勢，2023 年排放量為 223 千公噸二氧化碳當量，如表 4.2.5 及圖 4.2.4 所示。

(5)完整性

經濟部工業統計年報調查對象為全國廠商，屬於國家級統計數據，經計算之結果可代表我國石灰生產製程排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照 2006 IPCC 指南，石灰生產活動數據不確定性為 15.00%，排放係數為 15.00%，合併不確定性則為 21.21%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年期間的排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於官方數據，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.2.3 所示。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[6]檢視無重新計算之建議，故無修正。

[4] 於 2017 年 7 月藉由專家外審機制再次請教、確認。
[5] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。
[6] 「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.2.4　1990 年至 2023 年石灰生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
石灰生產量	405	449	512	496	490	477	585	598	609	509
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
石灰生產量	516	458	504	520	493	445	425	378	356	260
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
石灰生產量	322	318	287	405	261	211	216	247	263	294
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
石灰生產量	280	326	388	316						

表 4.2.5　1990 年至 2023 年石灰生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.A.2 石灰(氧化鈣)生產	286	317	362	350	346	337	413	422	430	359
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.A.2 石灰(氧化鈣)生產	364	323	356	367	348	314	300	267	251	184
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.A.2 石灰(氧化鈣)生產	227	225	202	286	184	149	153	175	186	208
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.A.2 石灰(氧化鈣)生產	198	230	274	223						

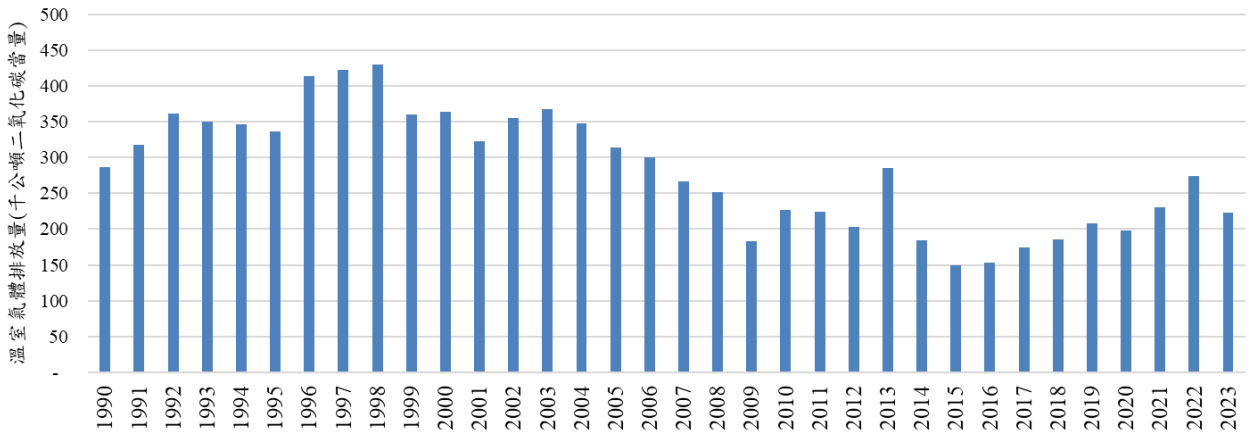


圖 4.2.4　1990 年至 2023 年石灰生產排放量趨勢

4.2.3 玻璃生產（2.A.3）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查玻璃生產過程中所產生之二氧化碳。二氧化碳主要來自玻璃原料石灰石($CaCO_3$)、白雲石($CaMg(CO_3)_2$)、與純鹼(Na_2CO_3)之採掘過程及高溫化學反應。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，活動數據採經濟部統計處工業生產統計年報平板玻璃生產量，並透過排放係數計算二氧化碳排放量。

計算公式如下：

公式 4.2.4：

二氧化碳排放量=玻璃生產量（公噸）×玻璃排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

採 2006 IPCC 指南建議之排放係數 0.2 公噸二氧化碳/公噸玻璃生產，並考慮回收玻璃使用率，故採用之排放係數為 0.2×（1－分年回收率）。其中，回收玻璃使用率係使用環境部資源回收網玻璃回收量及政府資料公開平臺-公告應回收項目之責任業者申報營業量或進口量總量資料計算，依可追溯性 2006 年至 2023 年回收率如表 4.2.6。

(3)活動數據

活動數據為經濟部統計處工業生產統計年報平板玻璃生產量，如表 4.2.7 所示。

(4)排放量

玻璃製程之二氧化碳排放量與玻璃生產量有關，排放量自 1995 年後因 1998 年亞洲金融風暴影響而逐漸下降，2001 年降至最低後逐漸上升至 2006 年最高點（29 千公噸二氧化碳當量），2023 年排放量約為 13 千公噸二氧化碳當量，如表 4.2.8 及圖 4.2.5 所示。

(5)完整性

玻璃生產量為經濟部統計處工業生產統計年報公布數值，為我國主要廠商製程生產量，故計算結果可代表我國玻璃生產製程排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

估算排放量參照 2006 IPCC 指南方法 1，以玻璃質量計算活動數據，並無使用其他單位估算（例如:片），故活動數據不確定性為 5.00%，排放係數不確定性可能受碎玻璃影響，故設定為 60.00%，合併不確定性則為 60.21%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於政府統計資料，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[7]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.2.6　2006 年至 2023 年我國玻璃回收率

（單位：%）

年份	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
玻璃回收率	71.20	83.99	82.77	92.82	84.20	89.78	86.86	86.75	87.16
年份	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**
玻璃回收率	83.63	75.10	77.13	78.56	88.61	82.65	76.01	75.09	80.06

表 4.2.7　1990 年至 2023 年平板玻璃生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
平板玻璃生產量	355	355	426	421	491	509	442	441	437	432
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
平板玻璃生產量	457	376	403	412	458	484	509	632	580	379
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
平板玻璃生產量	479	479	399	405	391	391	379	342	312	306
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
平板玻璃生產量	241	352	353	336						

表 4.2.8　1990 年至 2023 年玻璃生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.A.3 玻璃生產	9	9	11	11	13	13	12	12	12	11
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.A.3 玻璃生產	12	10	11	11	12	13	29	20	20	5
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.A.3 玻璃生產	15	10	10	11	10	13	19	16	13	7
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.A.3 玻璃生產	8	17	18	13						

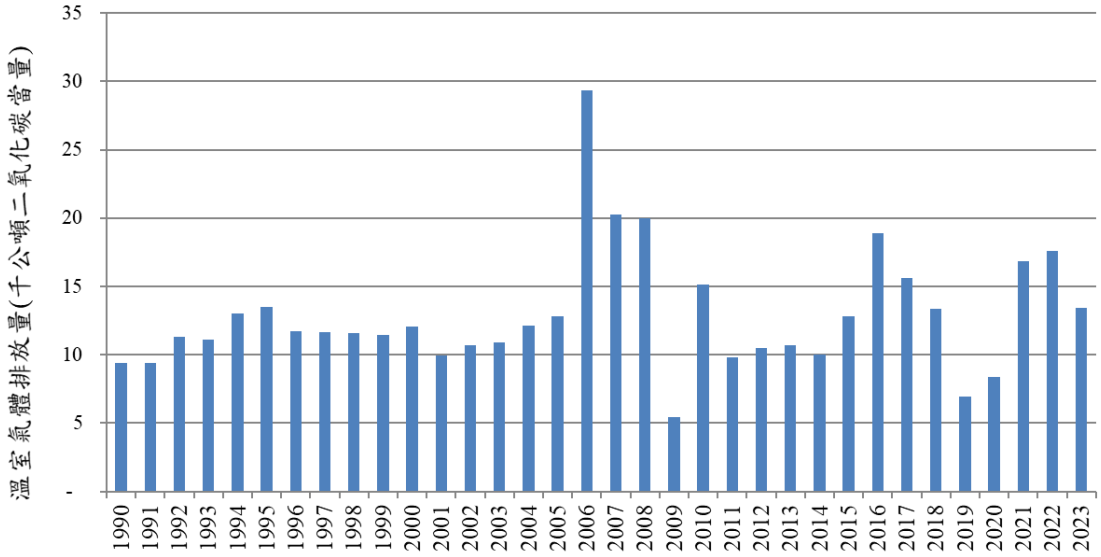


圖 4.2.5　1990 年至 2023 年玻璃生產排放量趨勢

[7]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.2.4 其他使用碳酸鹽製程（2.A.4）

4.2.4.1 製陶（2.A.4.a）

二氧化碳產生於製陶材料的碳酸鹽煅燒，以及將石灰石用作熔劑，此部分活動數據尚無法分類出碳酸鹽使用量，故暫時無法估算。

4.2.4.2 其他蘇打粉（純鹼）使用（2.A.4.b）

1.排放源及匯分類的描述：

本項統計使用純鹼產生的二氧化碳，純鹼用途廣泛，工業上常用於玻璃、肥皂、造紙及水處理等製程。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以純鹼使用量及排放係數計算二氧化碳排放量，使用量計算方法詳見活動數據敘述。

計算公式如下：

公式 4.2.5：

二氧化碳排放量=純鹼使用量（公噸）×純鹼使用排放係數（公噸二氧化碳/公噸使用量）

(2)排放係數

引用環境部計畫(2000)[8]以質量平衡推估之排放係數 0.415 公噸二氧化碳/公噸純鹼使用。

(3)活動數據

純鹼使用量的計算方法為生產量加上進口量，並扣除出口量；其中，生產量係引用自經濟部統計處工業生產統計年報（國內唯一生產廠商東南鹼業於 2000 年停止生產），進出口量則來自國貿署進出口統計，如表 4.2.9。

(4)排放量

純鹼使用的排放量從 1990 年至 1993 年約維持 100 千公噸二氧化碳當量，1994 年至 2000 年上升（約維持 120 千公噸二氧化碳當量），2000 年因純鹼停產，排放量逐漸下降，2003 年因進口量減少，排放量也隨之降低，2004 年後進口量增加，排放量再度上升，如表 4.2.10 及圖 4.2.6 所示。

(5)完整性

經濟部統計處工業生產統計年報、國貿署進出口統計調查對象皆以全國為對象，屬於國家級統計數據，因此計算結果可代表我國純鹼使用排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 IPCC 2006 版指南，活動數據來自系統化之調查結果，不確定性建議值為 5.00%；排放係數的不確定性因指南未提供建議值，暫無法納入計算，故參考日本工業製程與產品部門本項之不確定性，活動數據不確定性為 7.10%，排放係數不確定性為 15.00%，合併不確定性為 16.60%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年期間的排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

[8] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[9]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.2.9　1990 年至 2023 年純鹼使用量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
純鹼使用量	238	236	246	250	297	291	286	294	286	293
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
純鹼使用量	301	286	251	172	270	274	278	271	272	219
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
純鹼使用量	268	275	259	248	236	266	231	242	268	258
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
純鹼使用量	226	220	243	197						

表 4.2.10　1990 年至 2023 年純鹼使用排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.A.4.b 其他蘇打粉（純鹼）使用	99	98	102	104	123	121	119	122	119	122
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.A.4.b 其他蘇打粉（純鹼）使用	125	119	104	71	112	114	115	113	113	91
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.A.4.b 其他蘇打粉（純鹼）使用	111	114	108	103	98	110	96	100	111	107
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.A.4.b 其他蘇打粉（純鹼）使用	94	91	101	82						

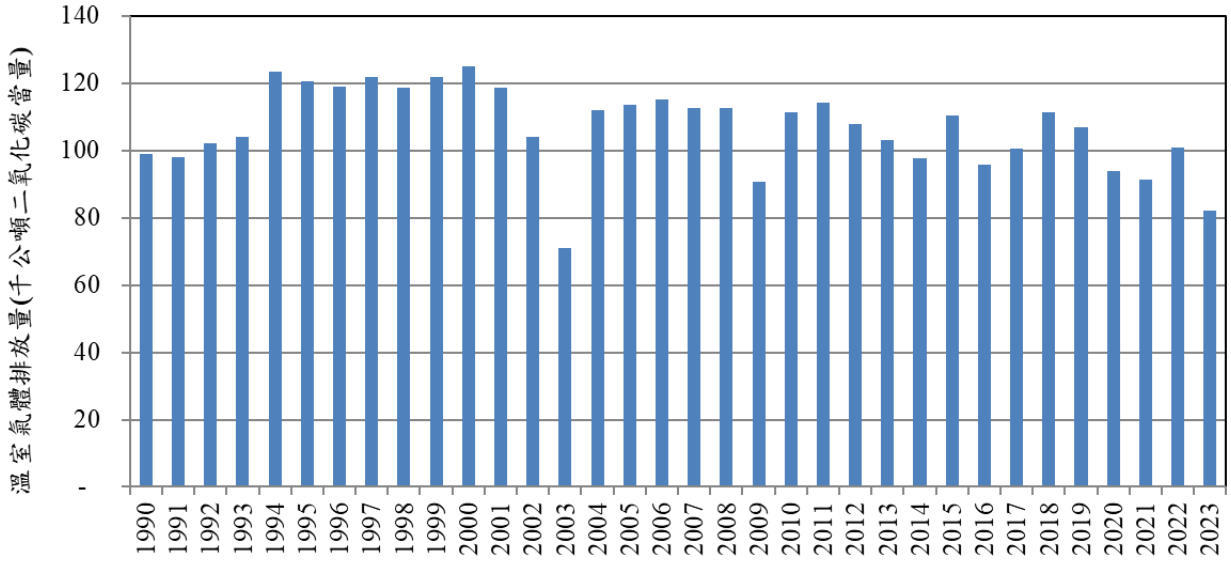


圖 4.2.6　1990 年至 2023 年純鹼使用排放量趨勢

[9] 2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.2.4.3 非冶鐵之氧化鎂生產（2.A.4.c）

依據經濟部產發署（民生化工組）提供資料，國內已無生產氧化鎂。

4.2.4.4 其他（2.A.4.d）

1.排放源及匯分類的描述：

本項統計使用石灰石($CaCO_3$)與白雲石($MgCO_3$)所產生的二氧化碳，石灰石與白雲石主要應用於工業製程，如造紙製程中皆會加入石灰石或白雲石作為溶劑，以去除雜質。而煉鋼製程中所使用之造渣劑已計算於鐵與鋼生產項中，故於本項中予以扣除。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以石灰石與白雲石使用量及排放係數計算二氧化碳排放量，使用量計算說明詳見活動數據。

計算公式分別如下：

公式 4.2.6：

二氧化碳排放量=石灰石使用量（公噸）×石灰石排放係數（公噸二氧化碳/公噸）

公式 4.2.7：

二氧化碳排放量=白雲石使用量（公噸）×白雲石排放係數（公噸二氧化碳/公噸）

(2)排放係數

採用環境部計畫(2000)[10]建置之二氧化碳排放係數，該係數係根據質量平衡、石灰石及白雲石純度 90.00%等實際情況建置，分別為 0.396 公噸二氧化碳/公噸石灰石使用、0.429 公噸二氧化碳/公噸白雲石使用。

(3)活動數據

石灰石與白雲石從 1990 年至 2023 年的使用量如表 4.2.11 所示；其中，2003 年及 2004 年白雲石因鋼鐵公司使用量大於產銷量及進口量，計算結果為負值，故該年度使用量修正為 0 千公噸。

A.1990 年至 2000 年

石灰石在 1990 年至 2000 年因鋼鐵公司未建立排放清冊，無法依原方法計算使用量，故改引用環境部「固定空氣污染源資料庫」中石灰石銷售量；其中，於資料庫系統中之石灰石銷售量包含「大理石」銷售量。

白雲石在 1990 年至 2000 年未修正活動數據計算方法，僅忽略扣除鋼鐵公司使用量。

B.2001 年至 2023 年

2001 年至 2023 年石灰石與白雲石使用量計算方法相同，皆以銷售量加上進口量扣除出口量及鋼鐵製程使用量，以避免重複計算；其中，銷售量引用經濟部統計處工業生產統計年報，進出口量來自國貿署進出口統計，鋼鐵製程使用量則引用鋼鐵公司排放清冊。

(4)排放量

石灰石與白雲石使用之 1990 年至 2023 年排放量如表 4.2.12 及圖 4.2.7 所示。

A.1990 年至 2000 年

由於活動數據來源差異，造成石灰

[10] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

石使用 1990 年至 2000 年排放量整體高於 2001 年至 2022 年，而 1990 年至 2000 年排放趨勢無一致性，僅 1993 年至 1996 年間約介於 1,350 至 1,728 千公噸二氧化碳當量之間。

1990 年至 2000 年白雲石使用因未扣除鋼鐵製程使用量，整體二氧化碳排放量略高於 2001 年至 2023 年，1990 年至 1993 年間排放量約介於 110 千公噸二氧化碳當量，並於 1994 年後下降，1997 年後排放量上升維持約 70 至 100 千公噸二氧化碳當量。

B.2001 年至 2023 年

石灰石使用之二氧化碳排放量遠高於白雲石使用，其中石灰石排放量 2002 年至 2005 年為上升趨勢，2006 年後下降，2008 年至 2009 年金融海嘯期間降至最低，而近年排放量又再度上升。而白雲石使用歷年排放趨勢較無一致性，排放量整體低於 50 千公噸二氧化碳當量，但於金融風暴後大幅上升至 2013 年達歷史高點，之後又逐年下降。

(5)完整性

本項目活動數據皆以全國為調查對象，但因活動數據來源變更，石灰石使用 1990 年至 2000 年二氧化碳排放量整體高於 2001 年至 2023 年，對調查結果已造成影響。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 指南，活動數據來自系統化之調查結果，不確定性建議值為 5.00%，排放係數不確定性建議值因指南未提供，暫無法納入計算，故參考日本工業製程與產品部門本項之不確定性，石灰石使用之活動數據不確定性為 9.20%，排放係數不確定性為 16.50%，合併不確定性為 18.89%；白雲石使用之活動數據不確定性為 9.20%，排放係數不確定性為 3.40%，合併不確定性為 9.81%。

(2)時間序列的一致性

因無法依 2001 年至 2023 年方法取得 1990 年至 2000 年活動數據，兩段時間區間活動數據來源不同，故時間序列無一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[11]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

[11]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.2.11　1990 年至 2023 年石灰石與白雲石使用量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
石灰石使用量	2,725	1,570	2,346	4,075	3,871	3,232	3,633	5,267	2,350	2,187
白雲石使用量	262	265	255	267	239	164	82	197	170	229
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
石灰石使用量	2,725	866	825	1,345	1,579	1,917	1,792	1,028	976	701
白雲石使用量	110	120	80	0	0	79	32	72	136	8
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
石灰石使用量	116	1,219	1,657	2,500	2,819	4,004	3,422	1,217	1,327	1,078
白雲石使用量	165	421	722	931	430	295	114	204	323	457
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
石灰石使用量	861	1,031	1,049	1,376						
白雲石使用量	348	351	345	307						

表 4.2.12　1990 年至 2023 年石灰石與白雲石使用排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
石灰石使用	1,079	622	929	1,614	1,533	1,280	1,439	2,086	931	866
白雲石使用	112	114	109	115	103	70	35	85	73	98
2.A.4.d 其他	1,192	735	1,038	1,728	1,636	1,350	1,474	2,170	1,004	964
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
石灰石使用	1,079	343	327	533	625	759	710	407	387	278
白雲石使用	47	52	34	0	0	34	14	31	58	3
2.A.4.d 其他	1,127	394	361	533	625	793	724	438	445	281
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
石灰石使用	46	483	656	990	1,116	1,586	1,355	482	525	427
白雲石使用	71	181	310	400	185	127	49	88	139	196
2.A.4.d 其他	117	663	966	1,390	1,301	1,712	1,404	570	664	623
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
石灰石使用	341	408	416	545						
白雲石使用	149	151	149	132						
2.A.4.d 其他	490	559	565	677						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用。

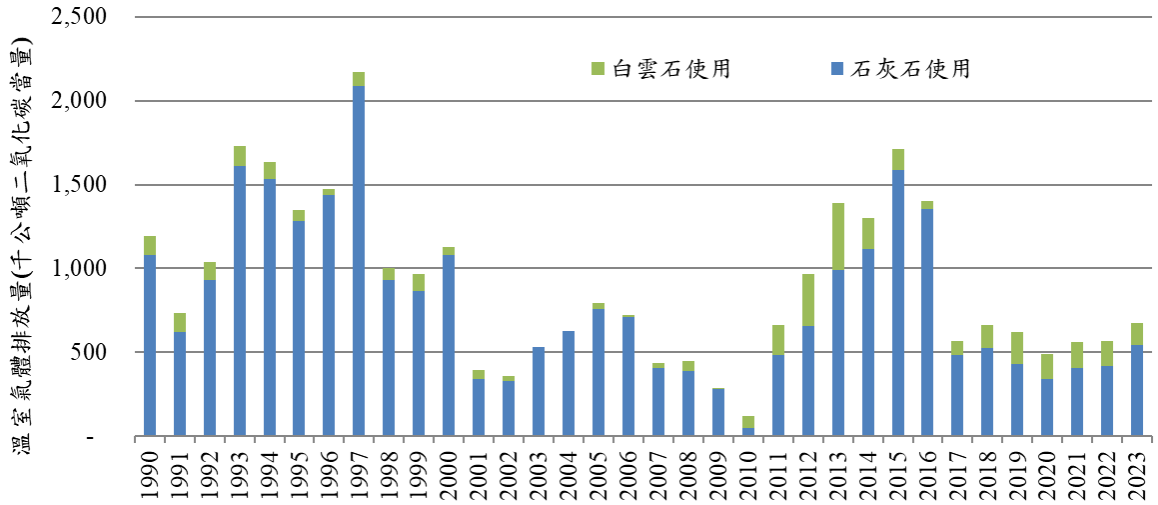


圖 4.2.7　1990 年至 2023 年石灰石與白雲石使用排放量趨勢

4.2.5 其他（2.A.5）

1.排放源及匯分類的描述：

本項統計使用玻璃纖維製品（含棉、紗、紗束、切股、切股氈）生產所產生的二氧化碳，二氧化碳主要來自玻璃原料石灰石($CaCO_3$)、白雲石($CaMg(CO_3)_2$)、與純鹼(Na_2CO_3)之採掘過程及高溫化學反應。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以玻璃纖維製品生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。

計算公式如下：

公式 4.2.8：

二氧化碳排放量=玻璃纖維製品生產量（公噸）×玻璃纖維製品排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

採用環境部計畫(2000)12建置之二氧化碳排放係數，為 0.19 公噸二氧化碳/公噸玻璃纖維製品生產。

(3)活動數據

由經濟部統計處工業生產統計年報提供玻璃纖維製品生產量，玻璃纖維製品 1990 年至 2023 年生產量如表 4.2.13 所示。

(4)排放量

玻璃纖維製品二氧化碳排放量與生產量有關，排放量由 1990 年逐年上升至 2007 年後因金融風暴而逐漸下降，至 2023 年排放當量為 33 千公噸二氧化碳當量，玻璃纖維製品生產之 1990 年至 2023 年排放量如表 4.2.14 及圖 4.2.8 所示。

(5)完整性

經濟部統計處工業統計年報調查對象為全國廠商，屬於國家級統計數據，因此計算之結果可代表我國玻璃纖維製品生產二氧化碳排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

估算排放量參照 2006 IPCC 指南方法 1，以玻璃質量計算活動數據，並無使用其他單位估算（例如:片），故活動數據不確定性為 5.00%，排放係數不確定性可能受碎玻璃影響，故設定為 60.00%，合併不確定性則為 60.21%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則(圖 4.2.3)執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[13]檢視無重新計算之建議，故無修正。

[12] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

[13]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.2.13　1990 年至 2023 年玻璃纖維製品生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
玻璃纖維製品生產量	18	18	39	45	61	78	90	123	136	143
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
玻璃纖維製品生產量	179	220	225	242	252	250	259	270	248	195
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
玻璃纖維製品生產量	226	264	262	248	250	260	266	268	295	248
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
玻璃纖維製品生產量	225	275	238	174						

表 4.2.14　1990 年至 2023 年玻璃纖維製品生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.A.5 其他（玻璃纖維製品）	4	4	7	9	12	15	17	23	26	27
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.A.5 其他（玻璃纖維製品）	34	42	43	46	48	47	49	51	47	37
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.A.5 其他（玻璃纖維製品）	43	50	50	47	47	49	50	51	56	47
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.A.5 其他（玻璃纖維製品）	43	52	45	33						

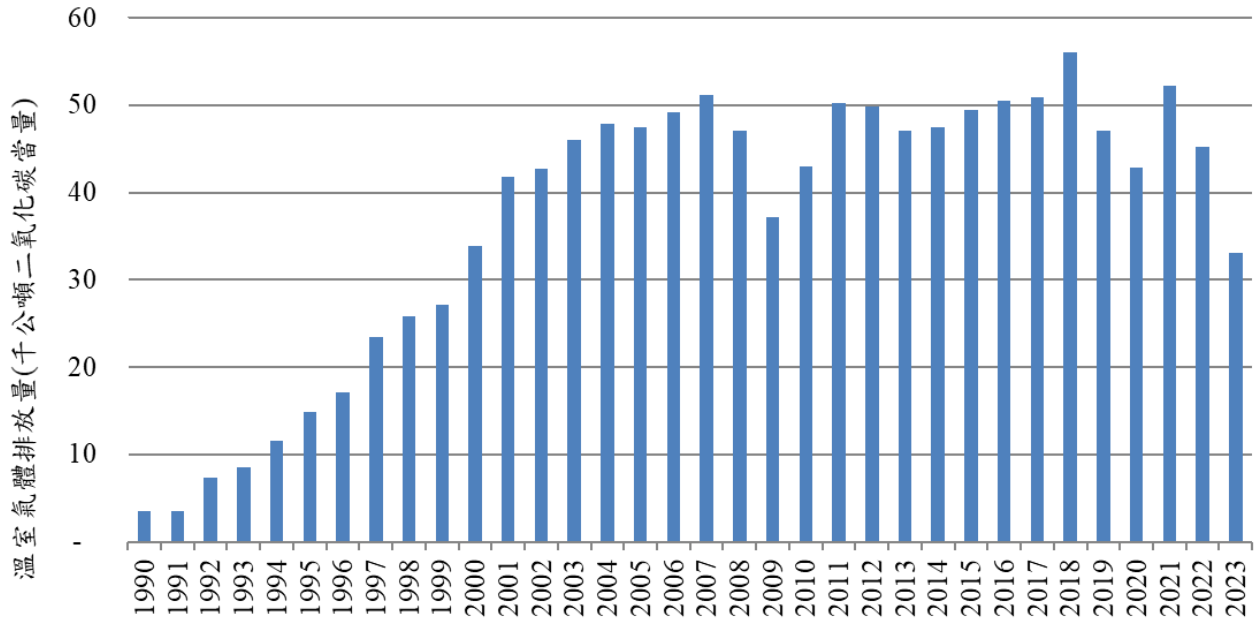


圖 4.2.8　1990 年至 2023 年玻璃纖維製品生產製程排放量趨勢

4.3 化學工業（2.B）

「化學工業」分類項目包括「氨生產」(2.B.1)、「硝酸生產」(2.B.2)、「己二酸生產」(2.B.3)、「己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產」(2.B.4)、「電石生產」(2.B.5)、「二氧化鈦生產」(2.B.6)、「碳酸鈉（純鹼/蘇打）生產」(2.B.7)、「石化及碳黑生產」(2.B.8)、「含氟化物生產」(2.B.9)、「其他」(2.B.10)等共計 10 項，排放溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷、及氧化亞氮等共計三項，其中排放量最大的分類項目是「石化及碳黑生產」(2.B.8)，近五年占「化學工業」排放量超過 50%。2023 年「化學工業」排放量約 1,745 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門 8.72%，較 2022 年減少約 229 千公噸二氧化碳當量，1990 年至 2023 年排放量如表 4.3.1 及圖 4.3.1 所示。

表 4.3.1 1990 年至 2023 年化學工業排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.1 氨生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.2 硝酸生產	147	157	141	147	135	156	165	184	177	132
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產	NO	156	148	121	147	151	139	148	163	146
2.B.5 電石生產	43	42	43	43	43	42	42	42	40	34
2.B.6 二氧化鈦生產	NO	NO	NO	NO	36	80	103	126	113	128
2.B.7 碳酸鈉（純鹼）(蘇打）生產	12	12	10	8	8	8	8	6	4	4
2.B.8 石化及碳黑生產	524	501	526	571	688	736	856	861	858	922
2.B.8.a 甲醇	NO	NO	NO	4	8	17	16	16	8	NO
2.B.8.b 乙烯	34	31	32	32	39	38	39	42	41	56
2.B.8.c 氯乙烯	118	105	114	135	151	142	179	164	180	228
2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇	NE	NE	NE	NE	NE	NE	18	21	20	23
2.B.8.e 丙烯腈	94	92	104	103	110	112	129	129	119	125
2.B.8.f 碳煙	278	273	276	296	381	427	474	489	491	490
2.B.9 含氟化物生產	NO	NO	NO	633	716	671	1,094	1,238	1,745	1,348
2.B.9.a 副產品排放	NO	NO	NO	633	716	671	1,094	1,238	1,745	1,348
2.B.9.b 逸散排放	NO	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.B.10 其他	2	2	2	2	2	2	2	2	2	4
2.B 總計	728	869	870	1,525	1,777	1,846	2,409	2,608	3,103	2,717
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.1 氨生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.2 硝酸生產	93	147	167	166	170	187	167	192	175	169
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產	463	488	494	573	572	667	694	694	522	726
2.B.5 電石生產	23	NO	18	12	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.6 二氧化鈦生產	139	139	146	165	170	177	191	206	200	211
2.B.7 碳酸鈉（純鹼）(蘇打）生產	4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.8 石化及碳黑生產	990	1,107	1,164	1,224	1,340	1,587	1,542	1,654	1,416	1,407
2.B.8.a 甲醇	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.8.b 乙烯	69	112	104	126	124	126	125	159	157	167
2.B.8.c 氯乙烯	250	257	276	304	312	316	285	320	289	314
2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇	21	29	39	51	133	329	319	324	268	245
2.B.8.e 丙烯腈	133	209	243	252	271	276	299	323	257	295
2.B.8.f 碳煙	516	500	503	491	499	540	514	528	444	387
2.B.9 含氟化物生產	1,943	2,151	1,807	1,623	1,433	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.9.a 副產品排放	1943	2151	1807	1623	1433	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.9.b 逸散排放	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.B.10 其他	6	6	7	7	7	6	6	9	8	9
2.B 總計	3,661	4,038	3,802	3,770	3,691	2,624	2,601	2,755	2,321	2,522

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.B.1 氨生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.2 硝酸生產	183	180	172	137	184	187	199	199	193	196
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產	857	882	731	557	463	427	655	792	795	632
2.B.5 電石生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.6 二氧化鈦生產	233	216	134	181	206	208	189	212	175	124
2.B.7 碳酸鈉（純鹼）(蘇打）生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.8 石化及碳黑生產	1,561	1,537	1,596	1,585	1,696	1,653	1,588	1,515	1,527	1,560
2.B.8.a 甲醇	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.8.b 乙烯	169	153	163	170	181	183	182	174	183	178
2.B.8.c 氯乙烯	311	298	322	336	323	345	342	345	362	362
2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇	295	276	348	323	419	391	309	245	213	223
2.B.8.e 丙烯腈	328	298	317	328	333	336	336	345	356	346
2.B.8.f 碳煙	458	511	446	427	440	397	419	406	413	450
2.B.9 含氟化物生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.9.a 副產品排放	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.9.b 逸散排放	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.B.10 其他	10	8	9	10	10	10	10	9	10	10
2.B 總計	2,843	2,823	2,642	2,470	2,559	2,484	2,642	2,727	2,700	2,522
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.1 氨生產	NO	NO	NO	NO						
2.B.2 硝酸生產	211	224	233	210						
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO						
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產	329	830	446	322						
2.B.5 電石生產	NO	NO	NO	NO						
2.B.6 二氧化鈦生產	132	199	NO	NO						
2.B.7 碳酸鈉（純鹼）(蘇打）生產	NO	NO	NO	NO						
2.B.8 石化及碳黑生產	1,435	1,549	1,285	1,204						
2.B.8.a 甲醇	NO	NO	NO	NO						
2.B.8.b 乙烯	172	184	144	116						
2.B.8.c 氯乙烯	350	366	355	359						
2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇	125	150	71	40						
2.B.8.e 丙烯腈	338	355	258	305						
2.B.8.f 碳煙	451	494	458	384						
2.B.9 含氟化物生產	NO	NO	NO	NO						
2.B.9.a 副產品排放	NO	NO	NO	NO						
2.B.9.b 逸散排放	IE	IE	IE	IE						
2.B.10 其他	10	10	10	10						
2.B 總計	2,117	2,811	1,974	1,745						

備註：1.NO，代表我國該分類項目無生產或使用，如停產；

2.NE，代表未調查估計該分類項目。

3.IE，代表該分類項目排放量已作估計，但列在清冊中其他分類項目。

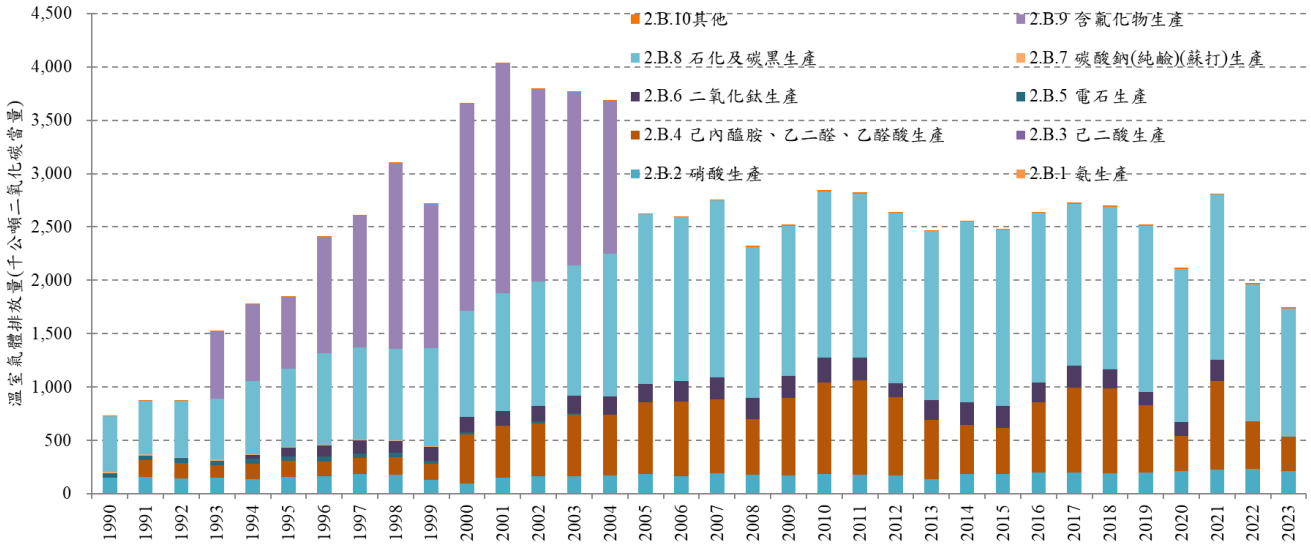


圖 4.3.1　1990 年至 2023 年化學工業排放量趨勢

4.3.1 氨生產（2.B.1）

本項目為統計氨化學生產製程的二氧化碳排放量，調查活動數據為「液氨生產量」，經詢問台灣區酸鹼工業同業公會（以下簡稱酸鹼公會），國內無廠商製造生產液氨，故本項目無溫室氣體排放。

4.3.2 硝酸生產（2.B.2）

1.排放源及匯分類的描述：

本項調查硝酸製程所產生之氧化亞氮，國內採氨氧化法製程，以無水氨為原料，經觸媒氧化、冷凝後再以水吸收成硝酸，其中，氧化亞氮主要來自於吸收塔產生之尾氣。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以硝酸生產量及排放係數計算氧化亞氮排放量。

計算公式如下：

公式 4.3.1：

氧化亞氮排放量=硝酸生產量（公噸）×硝酸排放係數（公噸氧化亞氮/公噸生產量）

(2)排放係數

根據環境部計畫(2000)[14]，國內硝酸廠並無針對氧化亞氮進行分析，計畫建議採用 AP-42 係數，為 5.00 公斤氧化亞氮/公噸硝酸生產。

(3)活動數據

酸鹼公會僅可提供 2001 年至 2022 年的硝酸生產量，故 1990 年至 2000 年活動數據改引用經濟部統計處工業生產統計年報，經比對後確認前述二者之生產量數據一致，硝酸從 1990 年至 2023 年生產量如表 4.3.2 所示。

(4)排放量

硝酸生產排放量自 1990 年排放 147 千公噸二氧化碳當量逐步上升至 1997 年的 184 千公噸二氧化碳當量，1998 年受

[14] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000

亞洲金融海嘯影響而逐漸下降，2001 年起排放量回升後約介於 147 至 240 千公噸二氧化碳當量，如表 4.3.3 及圖 4.3.2 所示。

(5)完整性

經濟部統計處工業生產統計年報以全國為調查對象，酸鹼公會則係提供會員廠資料，但已確認兩者來源生產量數據一致，經計算之結果完整性無缺失問題。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照 2006 IPCC 指南，硝酸生產活動數據不確定性為 2.00%，排放係數為 5.00%，合併不確定性則為 5.39%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2000 年及 2001 年至 2023 年雖數據來源不同，但已確認兩者數據一致，不影響時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據 1990 年至 2000 年採用官方數據，2001 年至 2023 年則由業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.2.3 所示。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[15]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.3 己二酸生產（2.B.3）

本項目為統計己二酸生產製程氧化亞氮排放量，經詢問酸鹼公會，國內無生產己二酸，故本項目無氧化亞氮排放。

表 4.3.2　1990 年至 2023 年硝酸生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
硝酸生產量	111	119	107	111	102	118	125	139	134	99
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
硝酸生產量	70	111	126	126	128	141	126	145	132	128
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
硝酸生產量	138	136	130	103	139	141	150	150	145	148
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
硝酸生產量	160	169	176	158						

表 4.3.3　1990 年至 2023 年硝酸生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.2 硝酸生產	147	157	141	147	135	156	165	184	177	132
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.2 硝酸生產	93	147	167	166	170	187	167	192	175	169
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.2 硝酸生產	183	180	172	137	184	187	199	199	193	196
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.2 硝酸生產	211	224	233	210						

[15]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

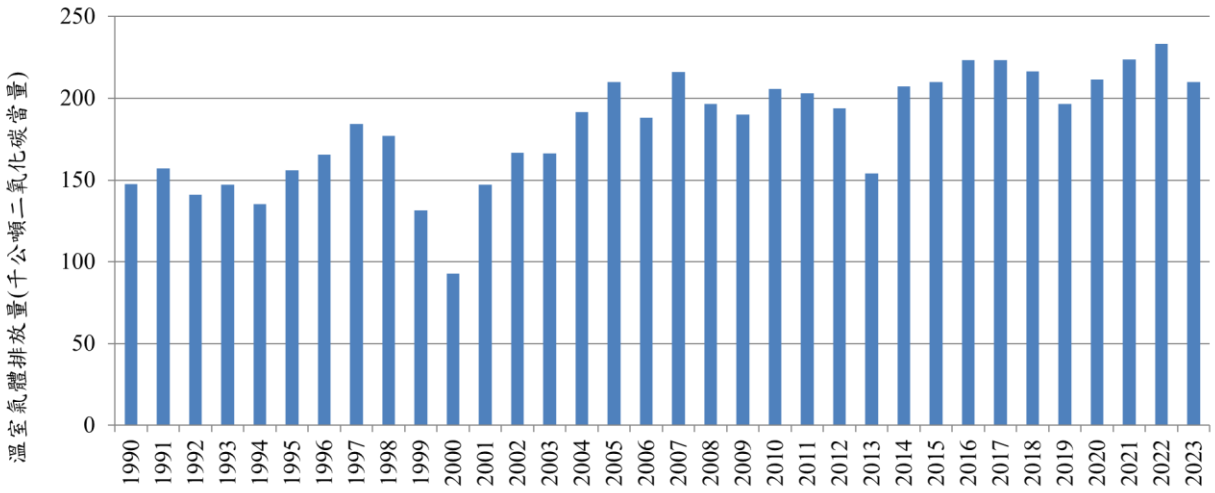


圖 4.3.2　1990 年至 2023 年硝酸生產製程排放量趨勢

4.3.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產（2.B.4）

經詢問台灣區石油化學同業公會（以下簡稱石油化學工業同業公會），國內僅生產己內醯胺，無乙二醛及乙醛酸之相關生產資料，故本項目僅針對「己內醯胺生產」進行詳述。

1.排放源及匯分類的描述：

己內醯胺的所有製程均以甲苯或苯為基礎，主要用於生產尼龍-6 纖維和塑膠單體。例如 DSM/HPO 製程係以苯為原料，再以硫酸為催化劑進行貝克曼重組，是目前應用最廣泛的製程。在管理良好工廠中，製程二氧化碳、二氧化硫和非甲烷揮發性有機物 (Non-Methane Volatile Organic Compounds, NMVOC)排放量不大，主要排放溫室氣體是氧化亞氮。

2.方法論議題：

(1)計算方法

1990 年至 2007 年排放量採 2006 IPCC 指南方法 1，以活動數據乘排放係數計算。

2008 年至 2023 年因國內廠商提供清冊，則參照 2006 IPCC 指南方法 3，直接量測氧化亞氮排放，故無計算公式。

(2)排放係數

1990 年至 2007 年排放量採本土排放係數 0.0102 公噸氧化亞氮/公噸生產量計算。2008 年至 2023 年參照 2006 IPCC 指南方法 3，直接量測氧化亞氮排放，故無排放係數。

(3)活動數據

1990 年至 2007 年活動數據為國內廠商提供己內醯胺生產量。2008 年至 2023 年參照 2006 IPCC 指南方法 3，直接量測氧化亞氮排放，故無活動數據。

(4)排放量

己內醯胺生產排放量從 1990 年的無生產或使用增加至 2023 年 322 千公噸二氧化碳當量如表 4.3.4 及圖 4.3.3 所示，受到通膨、俄烏戰爭、疫情復甦因素影響，國際己內醯胺需求在 2021 年後持續下降。

(5)完整性

本項目活動數據皆由國內生產己內醯胺廠商提供，統計之排放量可代表國內己內醯胺生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量彙整自國內生產廠商清冊，整體合併不確定性為 6.90%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2007 年與 2008 年至 2023 年統計方法不同，但兩段時間區間活動數據來源相同，故時間序列呈一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[16]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.4　1990 年至 2023 年己內醯胺生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.4 己內醯胺生產	NO	156	148	121	147	151	139	148	163	146
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.4 己內醯胺生產	463	488	494	573	572	667	694	694	522	726
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.4 己內醯胺生產	857	882	731	557	463	427	655	792	795	632
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.4 己內醯胺生產	329	830	446	322						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用。

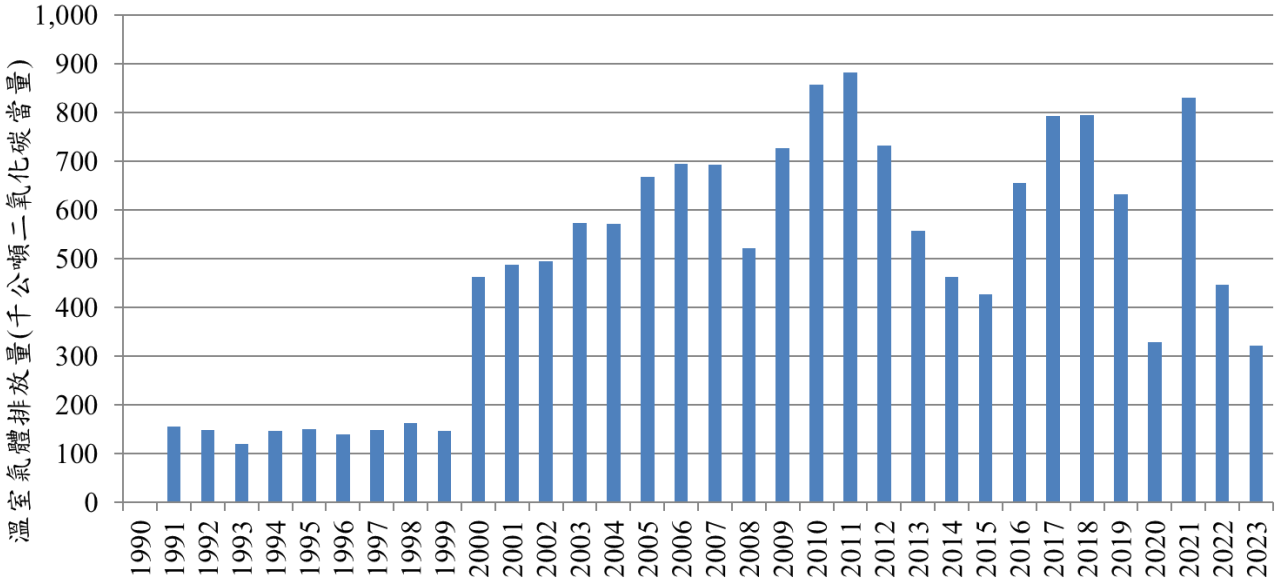


圖 4.3.3　1990 年至 2023 年己內醯胺生產製程排放量趨勢

[16]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.3.5 電石生產（2.B.5）

1.排放源及匯分類的描述：

電石包含碳化矽(SiC)及碳化鈣(CaC_2)，原料為矽砂、石英及石油焦，其生產過程中會產生二氧化碳、甲烷、一氧化碳、二氧化硫等氣體排放，本項僅統計二氧化碳及甲烷。碳化矽為重要人造研磨劑，碳化鈣則用於乙炔生產、氨腈製造及電弧爐煉鋼中之還原劑。由於國內碳化矽已停產，原生產碳化鈣之台灣塑膠工業股份有限公司（以下簡稱台塑）也於 2001 年停產，故以下僅描述碳化鈣生產。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以碳化鈣生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。

計算公式如下：

公式 4.3.2：

二氧化碳排放量=碳化鈣生產量（公噸）×碳化鈣排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

依據環境部計畫(2000)[17]，碳化鈣排放係數為 1.09 公噸二氧化碳/公噸碳化鈣生產。

(3)活動數據

國內碳化矽已停產，另生產碳化鈣之台塑也於 2003 年後停產，生產量仍由台塑提供，如表 4.3.5。

(4)排放量

碳化鈣生產製程 1990 年至 1998 年排放量約平均維持 39 千公噸二氧化碳當量，1999 年後逐漸下降，2003 年後停產，如表 4.3.6 及圖 4.3.4 所示。

(5)完整性

數據來自國內生產碳化鈣廠商，經計算之結果可代表我國碳化鈣使用排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 指南，活動數據為工廠級數據，其不確定性為 5.00%；排放係數不確定性因考量製程中石油焦揮發，IPCC 建議不確定性為 10.00%，合併總不確定性為 11.18%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2003 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[18]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

[17] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

[18]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.3.5　1990 年至 2023 年碳化鈣生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
碳化鈣生產量	39	39	40	39	40	39	39	39	37	31
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
碳化鈣生產量	21	NO	16	11	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
碳化鈣生產量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
碳化鈣生產量	NO	NO	NO	NO						

備註：NO，代表碳化鈣於 2001 年起停產，故無排放源發生。

表 4.3.6　1990 年至 2023 年碳化鈣生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.5 電石生產	43	42	43	43	43	42	42	42	40	34
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.5 電石生產	23	NO	18	12	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.5 電石生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.5 電石生產	NO	NO	NO	NO						

備註：NO，代表碳化鈣於 2001 年起停產，故無排放源發生。

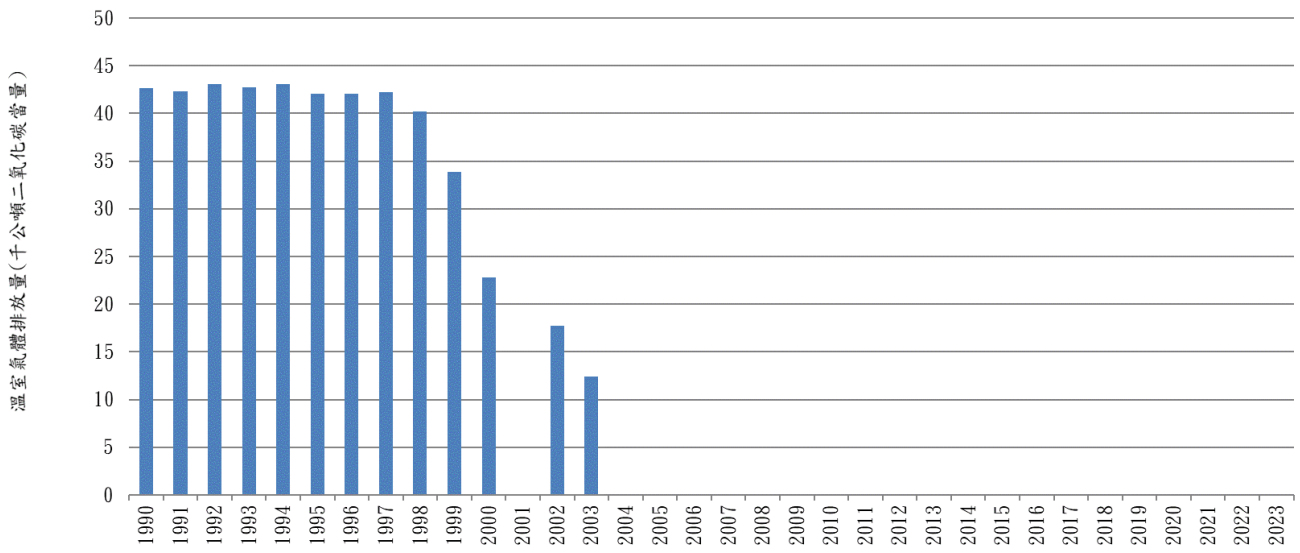


圖 4.3.4　1990 年至 2023 年碳化鈣生產製程排放量趨勢

4.3.6 二氧化鈦生產（2.B.6）

1.排放源及匯分類的描述：

二氧化鈦(TiO_2)是常見白色色素之一。主要用途是油漆製造，其次是造紙、塑膠、墨水等，二氧化鈦產品通常指二氧化鈦類，範圍適用鈦礦渣、合成金紅石（>90.00%二氧化鈦）、金紅石型二氧化鈦。本項統計國內以氯化金紅石方法生產二氧化鈦所造成之二氧化碳排放，國內唯一生產二氧化鈦之業者已於 2023 年停止生產。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以活動數據乘排放係數計算。

計算公式如下：

公式 4.3.3：

二氧化碳排放量=二氧化鈦生產量（公噸）×二氧化鈦排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

採用 2006 IPCC 指南建議係數 1.34 公噸二氧化碳/公噸二氧化鈦生產。

(3)活動數據

1990 年至 2021 年二氧化鈦生產量由國內唯一一家廠商提供，二氧化鈦 1990 年至 1993 年未生產，1994 年起由 27 千公噸逐年增加至 2010 年的 174 千公噸後呈現波動狀態，國內唯一生產廠商於 2022 年起未生產，2023 年 8 月關廠，故 2022 年起無生產量，如表 4.3.7。

(4)排放量

二氧化鈦生產由 1994 年持續上升至 2010 年 233 千公噸二氧化碳當量如表 4.3.8 及圖 4.3.5 所示。

(5)完整性

二氧化鈦生產量數據由國內生產廠商提供，經計算之結果可代表我國二氧化鈦生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

估算排放量參照 2006 IPCC 指南方法 1，以玻璃質量計算活動數據，並無使用其他單位估算（例如:片），故活動數據不確定性為 5.00%，排放係數引用 2006 IPCC 指南所建議，其中不確定性設定為 15.00%，合併不確定性則為 15.81%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2021 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[19]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

[19]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.3.7　1990 年至 2023 年二氧化鈦生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
二氧化鈦生產量	NO	NO	NO	NO	27	59	77	94	84	95
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
二氧化鈦生產量	104	103	109	123	127	132	143	154	149	157
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
二氧化鈦生產量	174	161	100	135	154	155	141	158	131	93
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
二氧化鈦生產量	99	148	NO	NO						

備註：NO，代表二氧化鈦於 1990 年至 1993 年與 2022 年起未生產，故無排放源發生。

表 4.3.8　1990 年至 2023 年二氧化鈦生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.6 二氧化鈦生產	NO	NO	NO	NO	36	80	103	126	113	128
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.6 二氧化鈦生產	139	139	146	165	170	177	191	206	200	211
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.6 二氧化鈦生產	233	216	134	181	206	208	189	212	175	124
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.6 二氧化鈦生產	132	199	NO	NO						

備註：NO，代表二氧化鈦於 1990 年至 1993 年與 2022 年起未生產，故無排放源發生。

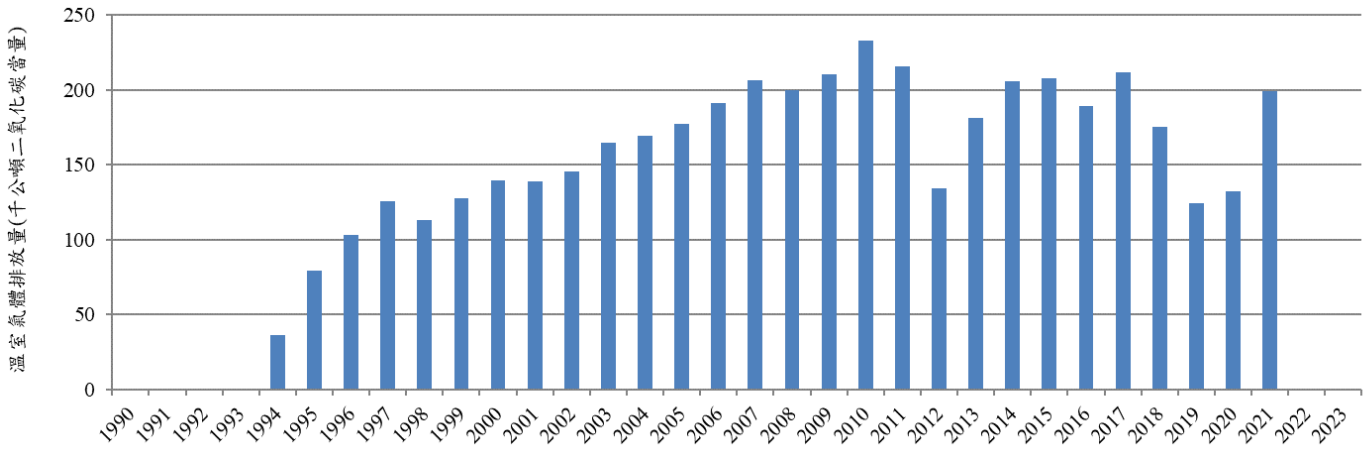


圖 4.3.5　1990 年至 2023 年二氧化鈦生產製程排放量趨勢

4.3.7 碳酸鈉（純鹼/蘇打）生產（2.B.7）

1.排放源及匯分類的描述：

本項統計純鹼製程產生的二氧化碳，製程依原料不同區分為天然礦物製造及人工合成兩種；國內純鹼生產廠商，使用製程為人工合成方式，係以二氧化碳、鹽水、石灰石、焦炭及氨水等原料經一連串化學反應生成純鹼。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以純鹼生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

公式 4.3.4：

二氧化碳排放量=純鹼生產量（公噸）×純鹼料排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

根據環境部計畫(2000)[20]，由於二氧化碳為純鹼製程原料之一，且國內廠商另外生產碳酸氫鈉($NaHCO_3$)來吸收過量二氧化碳，排放係數理論為 0 公噸二氧化碳/公噸純鹼生產，但為避免低估純鹼生產排放量，仍引用 IPCC 2006 版建議排放係數 0.097 公噸二氧化碳/公噸純鹼生產。

(3)活動數據

純鹼生產量引用自經濟部統計處工業生產統計年報，如表 4.3.9 所示，且國內唯一生產廠商已於 2001 年起停止生產。

(4)排放量

由於純鹼製程中二氧化碳為原料之一，可回流再利用於製程中，故二氧化碳排放量較其他項目低，其排放量自 1990 年起統計即為逐漸下降趨勢，至 2000 年後完全停產後無排放量，如表 4.3.10 及圖 4.3.6 所示。

(5)完整性

經濟部統計處工業統計年報調查對象為全國廠商，屬於國家級統計數據，經計算之結果可代表我國純鹼生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 版指南，活動數據來自系統化之調查結果，不確定性建議值為 5.00%，排放係數不確定性建議值因指南未提供，暫無法納入計算，故排放量不確定性為 5.00%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2000 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據引用自經濟部統計處工業生產統計年報，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[21]檢視無重新計算之建議，故無修正。

[20] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

[21]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.9　1990 年至 2023 年純鹼生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
純鹼生產量	128	119	100	83	84	82	82	60	44	39
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
純鹼生產量	44	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
純鹼生產量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
純鹼生產量	NO	NO	NO	NO						

備註：NO：代表純鹼於 2001 年起停產，故無排放源發生。

表 4.3.10　1990 年至 2023 年純鹼生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.7 碳酸鈉（純鹼/蘇打）生產	12	12	10	8	8	8	8	6	4	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.7 碳酸鈉（純鹼/蘇打）生產	4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.7 碳酸鈉（純鹼/蘇打）生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2022**						
2.B.7 碳酸鈉（純鹼/蘇打）生產	NO	NO	NO	NO						

備註：NO，代表純鹼於 2001 年起停產，故無排放源發生。

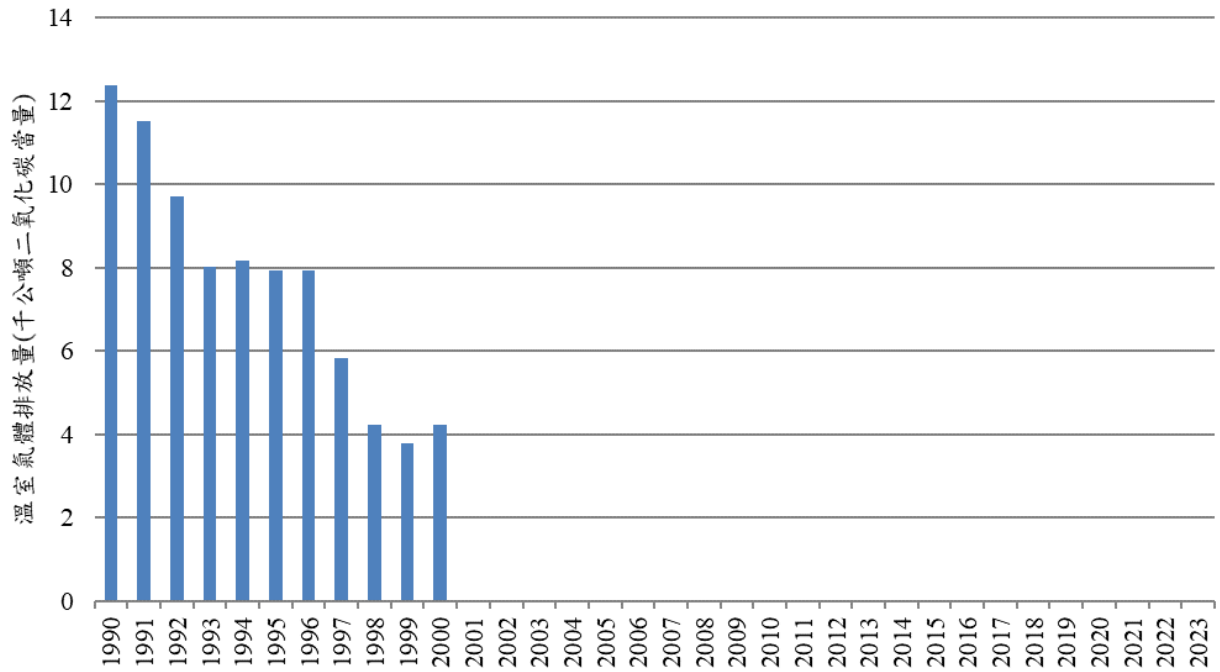


圖 4.3.6　1990 年至 2023 年純鹼生產製程排放量趨勢

4.3.8 石化及碳黑生產（2.B.8）

石油化工以化石燃料或石油提煉產品做為原料，本節包含甲醇、乙烯、氯乙烯、環氧乙烷和丙烯腈生產估算排放說明。另外，碳黑為非石化產品，但因碳黑生產過程中使用化石原料，故納入此節說明。

4.3.8.1 甲醇（2.B.8.a）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查甲醇製程產生之甲烷，其來源與其他石化產品製程類似，主要來自於設備元件逸散及製程尾氣，但尾氣會回流作為燃料，因此排放量較低，故甲烷主要排放源仍為製程逸散。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照IPCC指南方法1，以甲醇生產量及排放係數計算二氧化碳與甲烷排放量。

計算公式如下：

公式 4.3.5：

二氧化碳排放量=甲醇生產量（公噸）×甲醇排放係數（公斤二氧化碳量）

公式 4.3.6：

甲烷排放量=甲醇生產量（公噸）×甲醇排放係數（公斤甲烷/公噸生產量）

(2)排放係數

參照環境部計畫(2000)[22]建議之排放係數分別為 310 公斤二氧化碳/公噸甲醇生產與 2.0 公斤甲烷/公噸甲醇生產，即高雄市環保局根據甲醇廠生產實況推估建置。

(3)活動數據

甲醇生產量由石油化學工業同業公會提供，由於相關廠商已於 1999 年起停產，如表 4.3.11 所示。

(4)排放量

甲醇排放量較其他石化產品項目低，且無一致性趨勢，1999 年因廠商停產後便無排放量，如表 4.3.12 及圖 4.3.7 所示。

(5)完整性

甲醇生產量由石油化學工業同業公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國甲醇生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照2006 IPCC指南，活動數據若為「生產量」，建議不確定性為 20.00%，排放係數考量天然氣的使用，IPCC 建議 CO_2 及 CH_4 之排放係數不確定性 30.00%，合併不確定性則為 36.00%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 1998 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

[22]行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[23]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.11　1990 年至 2023 年甲醇生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
甲醇生產量	NO	NO	NO	13	25	49	46	47	22	NO
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
甲醇生產量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
甲醇生產量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
甲醇生產量	NO	NO	NO	NO						

備註：NO，代表甲醇於 1999 年起停產，故無排放源發生。

表 4.3.12　1990 年至 2023 年甲醇生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.8.a 甲醇	NO	NO	NO	4	8	17	16	16	8	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.8.a 甲醇	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.8.a 甲醇	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.8.a 甲醇	NO	NO	NO	NO						

備註：NO，代表甲醇於 1999 年起停產，故無排放源發生。

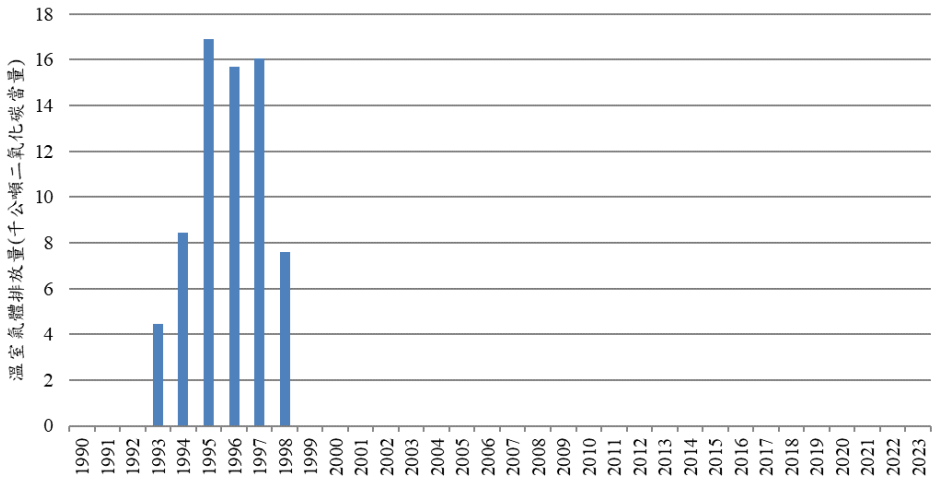


圖 4.3.7　1990 年至 2023 年甲醇生產製程排放量趨勢

[23]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.3.8.2 乙烯（2.B.8.b）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查乙烯製程所產生之甲烷，製程主要為輕油（石油腦）經裂解、蒸餾、壓縮、去乙烷及精餾後得到乙烯，甲烷主要來自設備元件逸散及製程尾氣，但尾氣一般會經壓縮後導回作為燃料，因此排放量較低，甲烷主要排放源來自於製程逸散。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 IPCC 指南方法 1，以乙烯生產量及排放係數計算二氧化碳與甲烷排放量。

計算公式如下：

公式 4.3.7：

二氧化碳排放量=乙烯生產量（公噸）×乙烯排放係數（公斤二氧化碳/公噸生產量）

公式 4.3.8：

甲烷排放量=乙烯生產量（公噸）×乙烯排放係數（公斤甲烷/公噸生產量）

(2)排放係數

採用環境部(2000)[24]建置係數分別為 40 公斤二氧化碳/公噸乙烯生產與 0.12 公斤甲烷/公噸乙烯生產。

(3)活動數據

由石油化學工業同業公會提供乙烯生產量，如表 4.3.13 所示。

(4)排放量

我國乙烯生產量雖大，但其排放量相較其他項目仍屬較低，其排放趨勢為階段成長：1990 年至 1998 年介於 31 至 42 千公噸二氧化碳當量，1999 年起台塑六輕投入生產，2001 年上升至 112 千公噸二氧化碳當量，2007 年六輕四期完工，2007 年排放量再上升至 159 千公噸二氧化碳當量， 2011 年後於 100 至 185 千公噸間變化，2021 年後我國石化業受全球通膨趨勢及產能過剩影響減產，導致排放量持續下降，如表 4.3.14 及圖 4.3.8 所示。

(5)完整性

乙烯生產量由石油化學工業同業公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國乙烯生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照 2006 IPCC 指南建議，活動數據若為「生產量」，建議不確定性為 5.00%；考量乙烯生產中氧氯化及直接氧化之特性，IPCC 建議二氧化碳排放係數不確定性為 30.00%、甲烷排放係數不確定性為 77.00%，故乙烯的二氧化碳排放總不確定性為 30.41%，甲烷排放總不確定性為 77.16%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

[24] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[25]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.13　1990 年至 2023 年乙烯生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
乙烯生產量	779	709	734	742	889	874	910	959	935	1,296
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
乙烯生產量	1,592	2,584	2,393	2,900	2,864	2,900	2,888	3,666	3,623	3,852
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
乙烯生產量	3,929	3,522	3,748	3,925	4,182	4,229	4,187	4,013	4,218	4,113
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
乙烯生產量	3,965	4,244	3,318	2,679						

表 4.3.14　1990 年至 2023 年乙烯生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.8.b 乙烯	34	31	32	32	39	38	39	42	41	56
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.8.b 乙烯	69	112	104	126	124	126	125	159	157	167
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.8.b 乙烯	167	153	163	170	181	183	182	174	183	178
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.8.b 乙烯	172	184	144	116						

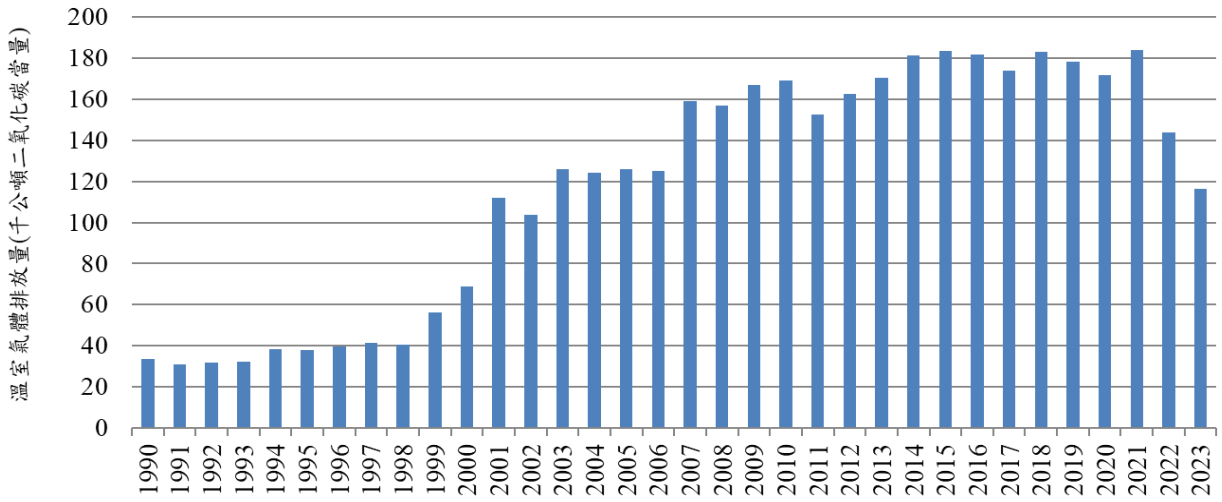


圖 4.3.8　1990 年至 2023 年乙烯生產製程排放量趨勢

[25]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.3.8.3 氯乙烯（2.B.8.c）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查氯乙烯製程所產生之二氧化碳及甲烷，製程主要在乙烯與氯產生二氯乙烷後，二氯乙烷裂解產生氯乙烯單體，二氧化碳主要來自於氧氯化過程中產生的副產物。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以氯乙烯生產量、排放係數及地理調整因子計算二氧化碳及甲烷排放量，其中地理調整因子係比照日本與韓國建議值並依據 IPCC 建議僅於計算二氧化碳時使用。

計算公式如下：

公式 4.3.9：

二氧化碳排放量=氯乙烯生產量（公噸）×氯乙烯排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）×地理調整因子 90%

公式 4.3.10：

甲烷排放量=氯乙烯生產量（公噸）×氯乙烯排放係數（公噸甲烷/公噸生產量）

(2)排放係數

採用 2006 IPCC 指南建議係數 0.196 公噸二氧化碳/公噸氯乙烯生產及 0.0000226 公噸甲烷/公噸氯乙烯生產。

(3)活動數據

由石油化學工業同業公會提供氯乙烯生產量，如表 4.3.15 所示。

(4)排放量

氯乙烯生產排放量與生產量有關，氯乙烯由 1990 年的 118 千公噸二氧化碳當量逐年上升至 2005 年的 316 千公噸二氧化碳當量，之後介於 280 至 370 千公噸二氧化碳當量排放量間震盪，如表 4.3.16 及圖 4.3.9 所示。

(5)完整性

氯乙烯生產量由石油化學工業同業公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國氯乙烯生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照 2006 IPCC 指南建議，活動數據若為「生產量」，建議不確定性為 20.00%；考量氯乙烯生產中氧氯化及直接氧化之特性，IPCC 建議二氧化碳排放係數不確定性為 20.00%、甲烷排放係數不確定性為 10.00%，故氯乙烯的二氧化碳排放總不確定性為 28.28%，甲烷排放總不確定性為 22.36%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[26]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.15　1990 年至 2023 年氯乙烯生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
氯乙烯生產量	665	593	641	764	851	802	1,013	927	1,018	1,288
年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
氯乙烯生產量	1,415	1,452	1,557	1,718	1,763	1,783	1,609	1,810	1,633	1,773
年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
氯乙烯生產量	1,758	1,685	1,817	1,900	1,822	1,949	1,932	1,946	2,045	2,044
年份	2020	2021	2022	2023						
氯乙烯生產量	1,974	2,067	2,003	2,028						

表 4.3.16　1990 年至 2023 年氯乙烯生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.8.c 氯乙烯	118	105	114	135	151	142	179	164	180	228
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2.B.8.c 氯乙烯	250	257	276	304	312	316	285	320	289	314
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
2.B.8.c 氯乙烯	311	298	322	336	323	345	342	345	362	362
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2020	2021	2022	2023						
2.B.8.c 氯乙烯	350	366	355	359						

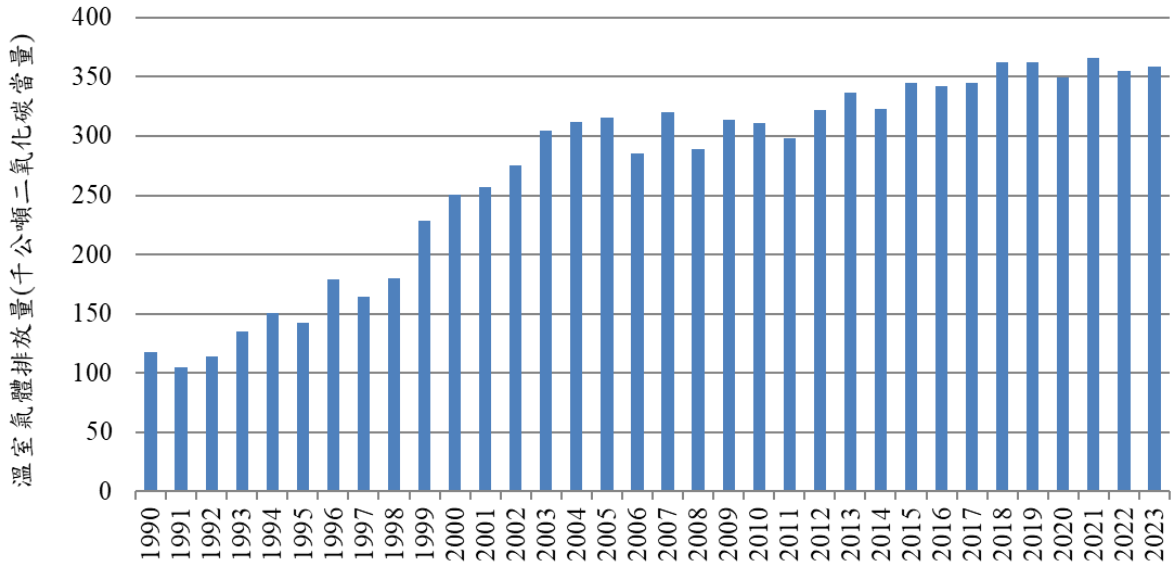


圖 4.3.9　1990 年至 2023 年氯乙烯生產製程排放量趨勢

[26]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.3.8.4 環氧乙烷/乙二醇（2.B.8.d）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查環氧乙烷(C_2H_4O)及乙二醇製程所產生之二氧化碳及甲烷，製程主要為乙烯經催化與氧氣反應產生環氧乙烷，環氧乙烷再與氧氣反應生產乙二醇，並經多次反應可生成二乙二醇、三乙二醇及聚乙二醇，二氧化碳主要來自於製造過程的副產物。環氧乙烷主要用途為製造乙二醇、乙二醇醚、酒精及胺的原料。

2.方法論議題：

(1)計算方法

1996 年至 2004 年參照 2006 IPCC 指南方法 1，以環氧乙烷生產量及排放係數計算二氧化碳及甲烷排放量。

計算公式如下：

公式 4.3.11：

二氧化碳排放量=環氧乙烷生產量（公噸）×環氧乙烷排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

公式 4.3.12：

甲烷排放量=環氧乙烷生產量（公噸）×環氧乙烷排放係數（公噸甲烷/公噸生產量）

2005 年至 2013 年使用各廠商 1996 年至 2013 年年報所列之環氧乙烷與乙二醇相關產品生產量及 2014 年各廠之單位產品排放係數。

計算公式如下：

二氧化碳排放量=環氧乙烷與乙二醇相關產品生產量（公噸）×單位產品排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

2014 年起參照 2006 IPCC 指南方法 3，依國內生產廠商經第三者查證之盤查清冊數據進行彙算。

(2)排放係數

1996 年至 2004 年採用 2006 IPCC 指南建議係數 0.59 公噸二氧化碳/公噸環氧乙烷生產及 0.002 公噸甲烷/公噸環氧乙烷生產。

2005 年至 2013 年採用各廠 2014 年清冊製程排放量與年報產品生產量相除之單位產品製程排放係數二氧化碳當量/公噸環氧乙烷生產。

2014 年起統計自各廠經第三者查証之盤查清冊，由範疇一製程排放進行直接加總，故不需要使用排放係數。

(3)活動數據

1996 年至 2013 年由環境部事業廢棄物申報及管理資訊系統提供環氧乙烷生產量，2014 年起係透過調查業者經第三方查驗之溫室氣體盤查清冊統計排放量，因此無調查活動數據，如表 4.3.17 所示。

(4)排放量

1996 年至 2013 年環氧乙烷排放量與生產量有關，環氧乙烷排放量由 1996 年的 18 千公噸二氧化碳當量逐年上升，2005 年起因修正統計方法，以納入乙二醇製程部分一併統計，故排放量陡增，2014 年後因應生產量及業者蒐集製程 CO_2 並製為產品轉售(CCUS)而逐漸減少排放。歷年排放量如表 4.3.18 及圖 4.3.10 所示。

(5)完整性

1996 年至 2004 年環氧乙烷生產量由環境部事業廢棄物申報及管理資訊系統提供，計算結果為國內主要環氧乙烷廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國環氧乙烷生產排放量，惟早年無蒐集乙二醇生產量，並各廠生產比例差異大，若以現有資料換算排放係數則難以確認其精準度，已影響完整性。

2005 年至 2013 年使用各廠商年報之環氧乙烷與乙二醇產品之生產量並乘以 2014 年各廠盤查清冊與年報計算之單位產品製程排放係數以計算 2005 年至 2013 年製程排放量，針對乙二醇製程排放量進行追溯，以確保其完整性。

2014 年起彙算自國內環氧乙烷與乙二醇生產廠商盤查清冊，以確保其完整性。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

1996 年至 2004 年參照 2006 IPCC 指南建議，活動數據若為「生產量」，建議不確定性為 10.00%；考量環氧乙烷生產中氧氯化及直接氧化之特性，IPCC 建議二氧化碳排放係數不確定性為 10.00%、甲烷排放係數不確定性為 60.00%，故環氧乙烷二氧化碳排放總不確定性為 14.14%，甲烷排放總不確定性為 60.83%。

2005 年至 2013 年採用各年度「生產量」，建議不確定性為 10.00%，以 2014 年之單位產品排放係數，不確定性為 100.00%。

2014 年起彙整自生產廠商盤查清冊，則依盤查清冊提供之不確定性計算加總不確定性。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2004 年採用 IPCC 2006 指南建議之方法 1，而 2005 年至 2013 年與 2014 年起分別改以不同方法執行，前後方法學不一致，已影響時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於官方數據，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[27]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

[27]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.3.17　1990 年至 2013 年環氧乙烷生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
環氧乙烷生產量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	31	37	34	40
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
環氧乙烷生產量	36	50	67	88	230	221	219	226	211	229
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
環氧乙烷生產量	243	246	231	246	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
環氧乙烷生產量	NE	NE	NE	NE						

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。

表 4.3.18　1990 年至 2023 年環氧乙烷/乙二醇生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇	NE	NE	NE	NE	NE	NE	18	21	20	23
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇	21	29	39	51	132	329	319	324	268	245
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇	295	276	348	323	419	391	309	245	213	223
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.8.d 環氧乙烷/乙二醇	125	150	71	40						

備註：NE：代表未調查估計該分類項目。

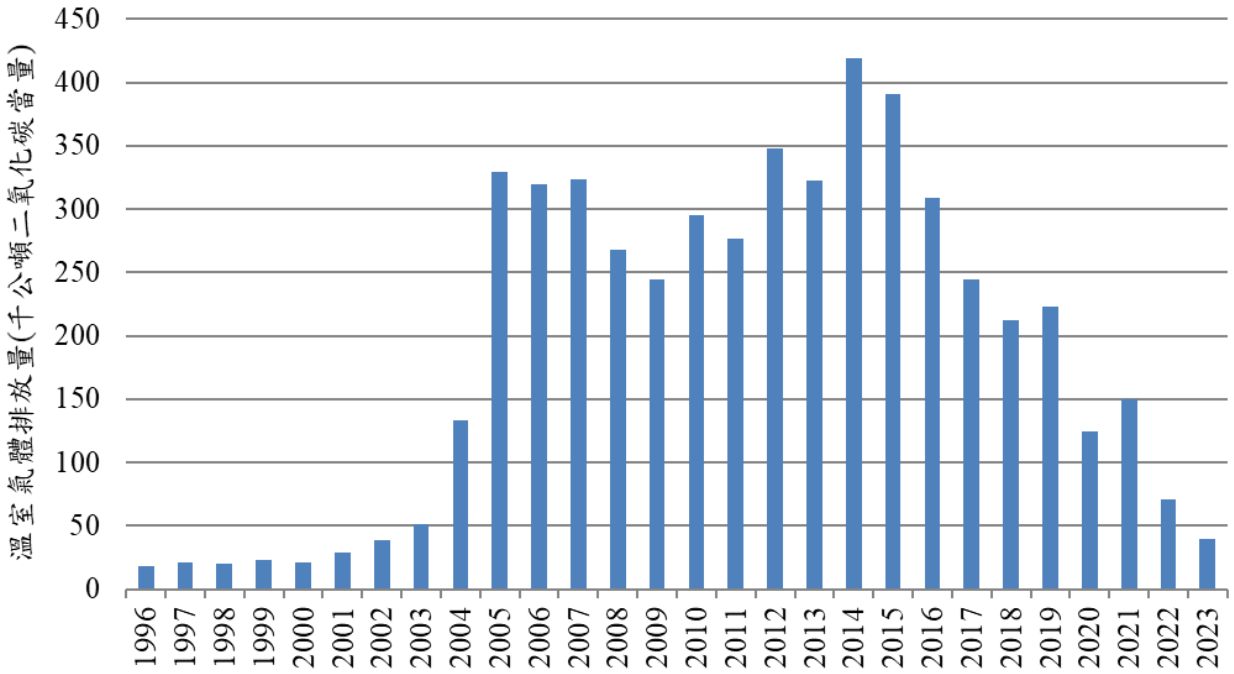


圖 4.3.10　1996 年至 2023 年環氧乙烷生產製程排放量趨勢

4.3.8.5 丙烯腈（2.B.8.e）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查丙烯腈製程所產生之二氧化碳及甲烷，製程主要為氨氣、氧氣與丙烯直接氨氧化後得到丙烯腈，二氧化碳主要來自於製造過程的副產物。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以丙烯腈生產量、排放係數及地理調整因子計算二氧化碳及甲烷排放量，其中地理調整因子係比照日本與韓國建議值並依據 IPCC 建議僅於計算二氧化碳時使用。

計算公式如下：

公式 4.3.13：

二氧化碳排放量=丙烯腈生產量（公噸）×丙烯腈排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）× 地理調整因子 90.00%

公式 4.3.14：

甲烷排放量=丙烯腈生產量(公噸)×丙烯腈排放係數（公噸甲烷/公噸生產量）

(2)排放係數

採用 2006 IPCC 指南建議係數 0.79 公噸二氧化碳/公噸丙烯腈生產及 0.00018 公噸甲烷/公噸丙烯腈生產。

(3)活動數據

由石油化學工業同業公會提供丙烯腈生產量，如表 4.3.19 所示。

(4)排放量

我國丙烯腈排放趨勢為階段成長；1990 年至 1998 年約 100~129 千公噸二氧化碳當量，1999 年台塑六輕投入生產，2001 年後逐漸上升至 209 千公噸二氧化碳當量，2007 年六輕四期完工後，2007 年排放量再上升至 323 千公噸二氧化碳當量，2008 年受到金融海嘯影響下降至 257 千公噸二氧化碳當量，2011 年後逐年上升，至 2021 年達 355 千公噸二氧化碳當量，而後則受國際經濟波動影響下降至 2023 年的 305 千公噸二氧化碳當量，如表 4.3.20 及圖 4.3.11 所示。

(5)完整性

丙烯腈生產量由石油化學工業同業公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國丙烯腈生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照 2006 IPCC 指南建議，活動數據若為「生產量」，建議不確定性為 60.00%；考量丙烯腈排放係數受到製程原料（丙烯）回收影響，IPCC 2006 建議二氧化碳排放係數不確定性為 60.00%、甲烷排放係數不確定性為 10.00%，故丙烯腈二氧化碳排放總不確定性為 84.85%，甲烷排放總不確定性為 60.81%，因其占總排放量比例低，影響總不確定性低。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[28]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.19　1990 年至 2023 年丙烯腈生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
丙烯腈生產量	131	129	146	144	153	156	180	180	167	175
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
丙烯腈生產量	186	292	339	352	379	386	418	451	360	412
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
丙烯腈生產量	458	416	443	458	465	470	470	482	498	484
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
丙烯腈生產量	471	496	360	426						

表 4.3.20　1990 年至 2023 年丙烯腈生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.8.e 丙烯腈	94	92	104	103	110	112	129	129	119	125
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.8.e 丙烯腈	133	209	243	252	271	276	299	323	257	295
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.8.e 丙烯腈	328	298	317	328	333	336	336	345	356	346
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.8.e 丙烯腈	338	355	258	305						

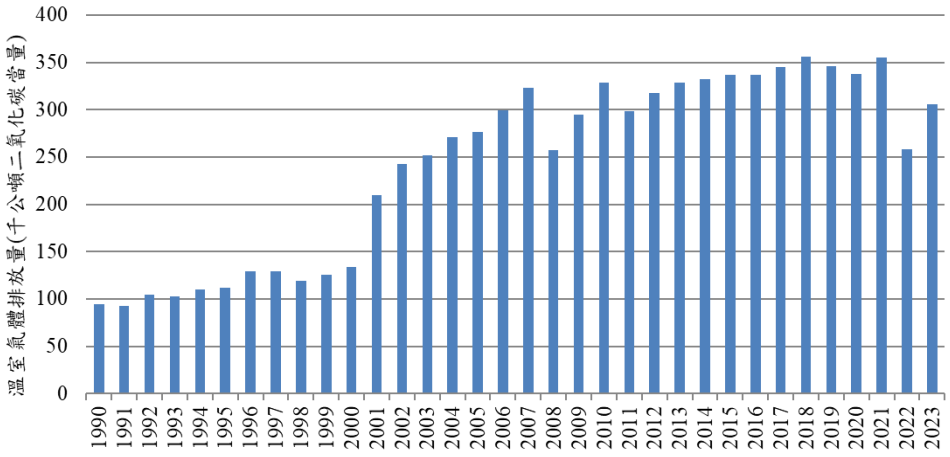


圖 4.3.11　1990 年至 2023 年丙烯腈生產製程排放量趨勢

[28]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.3.8.6 碳黑（2.B.8.f）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查碳黑（又稱碳煙）製程所產生甲烷及二氧化碳，製程主要以乙炔、天然氣等原料經高溫熱裂解製造碳黑，其中，甲烷主要來自於製程尾氣排放。碳黑主要用於輪胎和橡膠產業。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以碳黑生產量、排放係數及地理調整因子計算二氧化碳及甲烷排放量，其中地理調整因子係比照日本與韓國建議值並依據 IPCC 建議僅於計算二氧化碳時使用。

計算公式如下：

公式 4.3.15：

二氧化碳排放量=碳黑生產量（公噸）×碳黑排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）× 地理調整因子 90.00%

公式 4.3.16：

甲烷排放量=碳黑生產量（公噸）×碳黑排放係數（公噸甲烷/公噸生產量）

(2)排放係數

採用 2006 IPCC 指南建議係數 5.25 公噸二氧化碳/公噸碳黑生產及 0.00006 公噸甲烷/公噸碳黑生產。

(3)活動數據

由石油化學工業同業公會提供碳黑生產量，碳黑 1990 年至 2023 年生產量如表 4.3.21 所示：

(4)排放量

碳黑生產排放量自 1994 年起逐漸上升，1996 年後排放量維持約 500 千公噸二氧化碳當量，唯 2008 年至 2009 年受金融海嘯影響略下降，2011 年後又再度提升至 511 千公噸二氧化碳當量，2012 年後平均維持約 428 千公噸二氧化碳當量，2021 年因受疫情趨緩經濟復甦影響排放量達 494 千公噸二氧化碳當量，後因國際產能過剩持續下降至 2023 年 384 千公噸二氧化碳當量，如表 4.3.22 及圖 4.3.12 所示。

(5)完整性

碳黑生產量由石油化學工業同業公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國碳黑生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照 2006 IPCC 指南建議，活動數據若為「生產量」，建議不確定性為 15.00%，二氧化碳排放係數不確定性為 15.00%、甲烷排放係數不確定性為 85.00%，故碳黑二氧化碳排放總不確定性為 21.21%，甲烷排放總不確定性為 86.31%，因其占總排放量比例低，影響總不確定性低。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[29]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.21　1990 年至 2023 年碳黑生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
碳黑生產量	59	58	58	63	81	90	100	103	104	104
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
碳黑生產量	100	106	106	104	106	114	109	112	94	82
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
碳黑生產量	97	108	94	90	93	84	89	86	87	95
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
碳黑生產量	95	105	97	81						

表 4.3.22　1990 年至 2023 年碳黑生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.8.f 碳黑	278	273	276	296	381	427	474	489	491	490
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.8.f 碳黑	516	500	503	491	499	540	514	528	444	387
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.8.f 碳黑	458	511	446	427	440	396	419	406	413	450
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.8.f 碳黑	451	494	458	384						

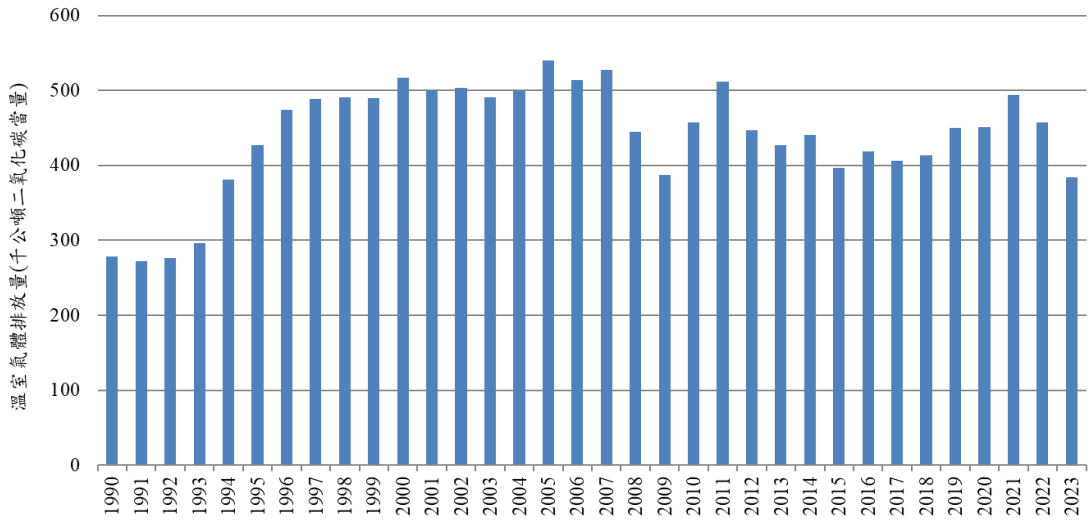


圖 4.3.12　1990 年至 2023 年碳黑生產製程排放量趨勢

[29]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.3.9 含氟化物生產（2.B.9）

含氟化物生產包含副產品排放及逸散排放，主要排放氣體為氫氟碳化物、全氟碳化物及六氟化硫，分別詳述如下所示。

4.3.9.1 副產品排放（2.B.9.a）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查生產一氯二氟甲烷(HCFC-22 或 $CHClF_2$)時 HFC-23 或 CHF 等副產品排放量。其中，國內僅台塑仁武廠生產 HCFC-22，排放副產品則為 HFCs (HFC-23)，但已於 2005 年停產，本項僅針對 HCFC-22 副產品排放進行說明。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以 HCFC-22 生產量及副產品 HFC-23 產生率(排放係數)計算 HFCs 排放量。

計算公式如下：

公式 4.3.17：

HFCs 排放量

=HCFC-22 生產量（公噸）

× HFC-23 產生率（%）

(2)排放係數

本項排放係數為 HCFC-22 副產品 HFC-23 之產生率，引用環境部計畫(2004)[30]，依實廠排放情形推估之產生率 1.5%，該係數排放已包含副產品及逸散排放的部分。

(3)活動數據

1990 年至 2004 年 HCFC-22 生產量如表 4.3.23 所示，由國內生產廠商提供生產量，HCFC-22 自 1993 年投產，並於 2005 年停產。

(4)排放量

HCFC-22 副產品排放量如表 4.3.24 及圖 4.3.13 所示。HCFC-22 於 1993 年至 2004 年生產期間，副產品 HFC-23 排放量趨勢為先升後降，自 1993 年排放 633 千公噸二氧化碳當量逐步成長至 2001 年 2,151 千公噸二氧化碳當量；2001 年起因中國大陸經濟崛起，而逐漸減產，最終於 2005 年停產，之後便不再排放。

(5)完整性

國內過去僅台塑公司生產 HCFC-22，計算結果可代表國內 HCFC-22 副產品排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

估算排放量參照 2006 IPCC 指南方法 1，故合併不確定性為 50.00%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2004 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[31]檢視無重新計算之建議，

[30] 行政院環境保護署（現為環境部），推動含氟溫室氣體產業排放減量計畫，2004。

[31]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.23　1990 年至 2023 年 HCFC-22 生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
HCFC-22 生產量	NO	NO	NO	3	4	4	6	7	9	7
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
HCFC-22 生產量	10	12	10	9	8	NO	NO	NO	NO	NO
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
HCFC-22 生產量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
HCFC-22 生產量	NO	NO	NO	NO						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用；國內唯一 HCFC-22 生產廠商台塑仁武廠僅於 1993 年至 2004 年生產。

表 4.3.24　1990 年至 2023 年 HCFC-22 副產品(HFC-23)排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.9.a 副產品排放(HFCs)	NO	NO	NO	633	716	671	1094	1238	1745	1348
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.9.a 副產品排放(HFCs)	1943	2151	1807	1623	1433	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.9.a 副產品排放(HFCs)	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2022**						
2.B.9.a 副產品排放(HFCs)	NO	NO	NO	NO						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用；國內唯一 HCFC-22 生產廠商台塑仁武廠僅於 1993 年至 2004 年生產。

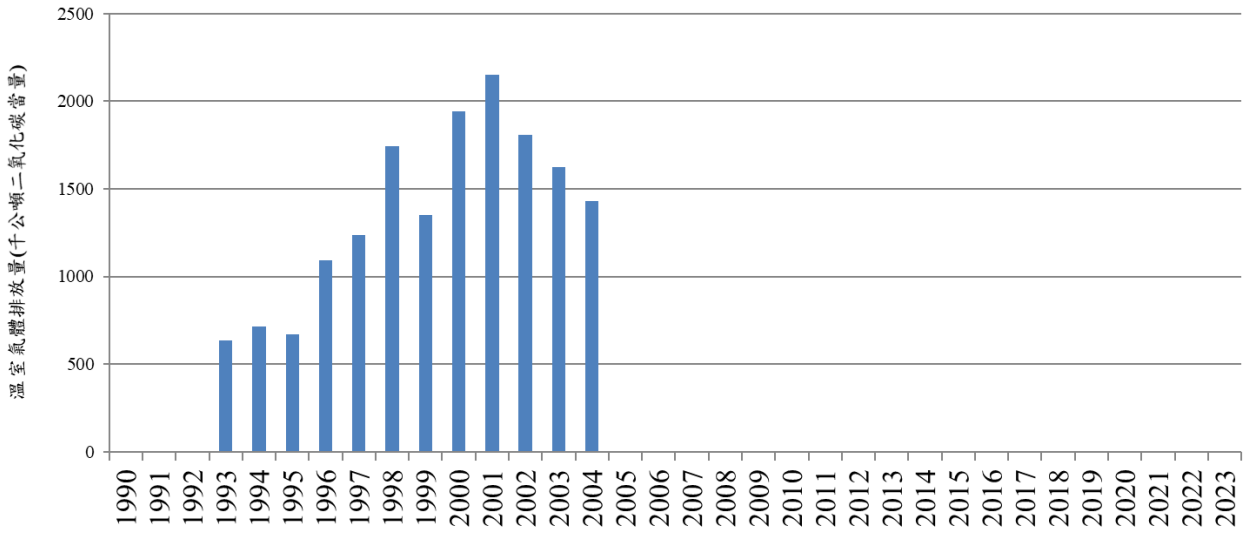


圖 4.3.13　1990 年至 2023 年 HCFC-22 副產品(HFC-23)排放量趨勢

4.3.9.2 逸散排放（2.B.9.b）

本項主要調查含氟化物生產製程中HFCs、PFCs、SF_6等逸散排放量。其中，國內僅台塑仁武廠生產HCFC-22，調查其副產品(HFC-23)排放量時已將逸散排放納入統計，故本項HFCs排放已列入「破壞臭氧層物質之替代品使用」項目之排放量統計中。

4.3.10 其他（2.B.10）

以「苯乙烯生產」為其他類別之項目，以下對此項目做詳述。

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查苯乙烯製程所產生之甲烷，製程主要係以乙苯與蒸汽混合，經脫氫與精製後得苯乙烯單體，其中，苯乙烯甲烷來源主要來自於設備元件逸散及製程尾氣，但尾氣會導回做為燃料，因此排放量較低，甲烷主要排放源仍為製程逸散。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照2006 IPCC指南方法1，以苯乙烯生產量及排放係數計算甲烷排放量。

計算公式如下：

公式 4.3.18：

甲烷排放量=苯乙烯生產量（公噸）×苯乙烯排放係數（公噸甲烷/公噸生產量）

(2)排放係數

採用環境部計畫(2000)[32]建置係數0.1975公斤甲烷/公噸苯乙烯生產。

(3)活動數據

由石油化學工業同業公會提供苯乙烯生產量，如表4.3.25所示：

(4)排放量

苯乙烯1990年至1998年平均維持2.1公噸二氧化碳當量，1999年六輕完工後增產，2001年至2006年排放量上升至6.8千公噸二氧化碳當量，2007年六輕四期完工後，2007年至2012年排放量則維持平均約10.6千公噸二氧化碳當量左右，2023年排放量下降至10.0千公噸二氧化碳當量，如表4.3.26及圖4.3.14所示。

(5)完整性

苯乙烯生產量由石油化學工業同業公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國苯乙烯生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照IPCC 2000 GPG建議，活動數據若為「生產量」，活動數據不確定性為5.00%，排放係數不確定性則參考日本國家溫室氣體排放清冊中，工業製程與產品使用部門苯乙烯排放係數不確定性，設定為113.00%，合併不確定性則為113.11%。

(2)時間序列的一致性

1990年至2023年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的QA/QC及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC工作係參照2006 IPCC指南原則執行以掌握數據品質。

[32] 行政院環境保護署（現為環境部），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[33]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.3.25　1990 年至 2023 年苯乙烯生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
苯乙烯生產量	357	362	332	370	386	425	411	411	386	806
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
苯乙烯生產量	1,051	1,146	1,249	1,247	1,247	1,248	1,222	1,824	1,679	1,906
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
苯乙烯生產量	1,922	1,693	1,790	2,044	1,974	2,020	2,118	1,823	2,111	2,005
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
苯乙烯生產量	1,959	1,993	1,778	1,803						

表 4.3.26　1990 年至 2023 年苯乙烯生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.B.10 其他（苯乙烯）	2.0	2.0	1.8	2.1	2.1	2.4	2.3	2.3	2.1	4.5
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.B.10 其他（苯乙烯）	5.8	6.4	6.9	6.9	6.9	6.9	6.8	10.1	9.3	10.6
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.B.10 其他（苯乙烯）	10.7	9.4	9.9	11.3	10.9	11.2	11.7	10.1	11.7	11.1
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.B.10 其他（苯乙烯）	10.9	11.0	9.9	10.0						

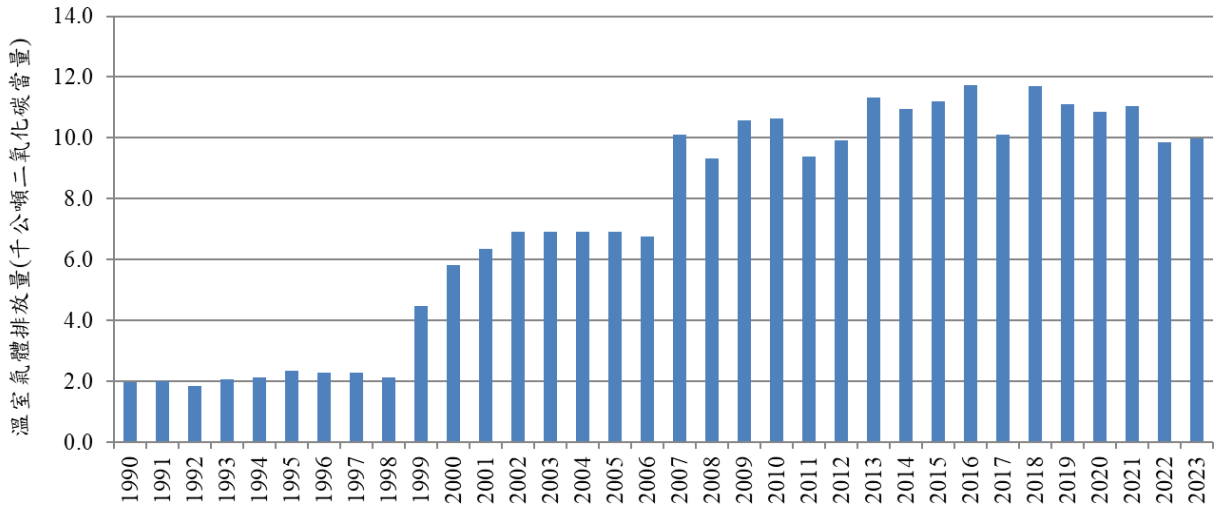


圖 4.3.14　1990 年至 2023 年苯乙烯生產製程排放量趨勢

[33]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.4 金屬工業（2.C）

2.C「金屬工業」為工業製程及產品使用部門中排放量最高分類，項目包括 2.C.1「鋼胚生產」、2.C.2「鐵合金生產」、2.C.3「原鋁生產」、2.C.4「鎂生產」、2.C.5「鉛生產」、2.C.6「鋅生產」等共計六項，統計溫室氣體種類包含 CO_2、CH_4、N_2O、PFCs 及 SF_6。2023 年總部門排放量 8,264 千公噸二氧化碳當量，占工業製程及產品使用部門 41.28%。2023 年金屬工業排放量較 2022 年增加約 1,217 千公噸二氧化碳當量，1990 年至 2023 年排放量如表 4.4.1 及圖 4.4.1 所示。

表 4.4.1　1990 年至 2023 年金屬工業排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.C.1.鋼胚生產	3,243	3,450	3,261	3,718	3,631	3,690	3,837	4,865	5,642	5,270
2.C.1.a 一貫作業煉鋼	2,815	2,916	2,712	3,123	3,063	3,122	3,223	4,174	4,907	4,635
2.C.1.b 電弧爐	428	534	549	595	568	568	613	691	735	635
2.C.2.鐵合金生產	33	288	215	171	144	195	177	181	175	63
2.C.3.原鋁生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.4.鎂生產	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C.5.鉛生產	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C.6.鋅生產	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C 總計	3,276	3,737	3,476	3,889	3,775	3,885	4,014	5,046	5,818	5,333
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.C.1.鋼胚生產	5,701	4,939	4,072	5,353	5,105	5,000	7,575	7,751	7,505	6,334
2.C.1.a 一貫作業煉鋼	4,987	4,223	3,271	4,513	4,205	4,095	6,597	6,712	6,491	5,534
2.C.1.b 電弧爐	714	717	801	840	900	905	979	1,040	1,013	800
2.C.2.鐵合金生產	33	21	25	30	NO	NO	NO	NO	173	0.01
2.C.3.原鋁生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.4.鎂生產	NE	NE	1,009	1,009	1,334	1,046	757	454	149	242
2.C.5.鉛生產	NE	NE	NE	3	8	8	9	9	8	6
2.C.6.鋅生產	NE	NE	NE	14	50	58	49	62	48	49
2.C 總計	5,734	4,960	5,106	6,409	6,496	6,112	8,390	8,276	7,883	6,631
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.C.1.鋼胚生產	7,862	7,563	8,239	7,927	7,025	6,993	7,640	7,605	7,886	6,685
2.C.1.a 一貫作業煉鋼	7,175	6,639	7,482	7,045	6,147	6,231	6,888	6,818	7,073	5,973
2.C.1.b 電弧爐	687	924	757	882	878	762	752	787	813	713
2.C.2.鐵合金生產	26	3	10	20	24	29	32	0	2	2
2.C.3.原鋁生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.4.鎂生產	59	52	31	39	58	44	39	61	84	45
2.C.5.鉛生產	7	7	6	5	6	5	6	5	5	5
2.C.6.鋅生產	11	47	47	18	18	17	19	23	20	14
2.C 總計	7,964	7,672	8,332	8,009	7,130	7,089	7,734	7,694	7,997	6,751

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2020	2021	2022	2023						
2.C.1.鐵及鋼生產	5,859	7,082	6,997	8,219						
2.C.1.a 一貫作業煉鋼	5,125	6,283	6,303	7,590						
2.C.1.b 電弧爐	734	798	694	629						
2.C.2.鐵合金生產	0.02	NO	NO	NO						
2.C.3.原鋁生產	NO	NO	NO	NO						
2.C.4.鎂生產	37	62	27	22						
2.C.5.鉛生產	5	3.9	4.5	4.0						
2.C.6.鋅生產	5	5	19	19						
2.C 總計	5,907	7,153	7,047	8,264						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用；NE，代表未調查估計該分類項目。如考量該項目使用量小，故未進行調查。

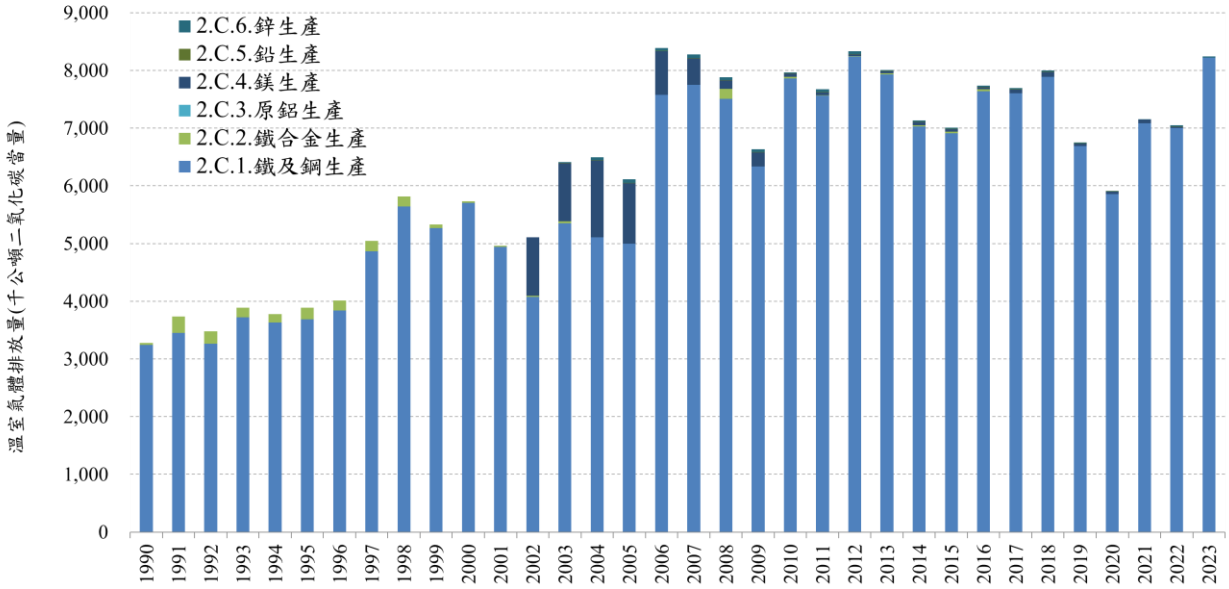


圖 4.4.1　1990 年至 2023 年金屬工業排放量趨勢

4.4.1 鋼胚生產（2.C.1）

4.4.1.1 一貫作業煉鋼（2.C.1.a）

1.排放源及匯分類的描述：

2006 IPCC 指南建議統計一貫作業煉鋼製程，包含燒結工廠、煉鐵高爐工廠及煉鋼轉爐工廠等三項製程中所產生之二氧化碳及甲烷，其中二氧化碳[34]排放主要來自各項投入原料（包含焦炭、各類副產品、石灰石等）的碳成分釋出，另外，考量計算排放量完整性，氧化亞氮亦納入統計。

2.方法論議題：

(1)計算方法[35]

A.1990 年至 2000 年

2000 年以前，國內廠商尚未建立排放清冊，故參照 2006 IPCC 指南方法 1，以一貫作業煉鋼之高爐鋼胚生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。

計算公式如下：

公式 4.4.1：

二氧化碳排放量=高爐鋼胚生產量（公噸）×高爐鋼胚排放係數（公噸二氧化碳當量/公噸鋼胚生產量）

B.2001 年至 2023 年

參照 2006 IPCC 指南方法 3，彙整國內鋼鐵公司溫室氣體排放清冊取得製程排放量；原統計方式應為原物料使用產生溫室氣體排放量（含作為氧化作用之爐氣）扣除產品、副產物及燃料用途爐氣部分，但考量我國鋼鐵業者已將爐氣使用量提報納入能源部門統計中，為避免重複計算，本項一貫作業煉鋼製程溫室氣體排放量不包含爐氣。

(2)排放係數

1990 年至 2000 年採用 2001 年至 2009 年國內鋼鐵公司之高爐鋼胚製程排放量及生產量推估所得排放係數 0.5002 公噸二氧化碳當量/公噸高爐鋼胚生產，此係數已包含二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放。2001 年至 2023 年彙整國內鋼鐵公司排放清冊取得排放量，故不需排放係數。

(3)活動數據

1990 年至 2023 年由國內鋼鐵公司提供高爐鋼胚生產量，其中 2001 年至 2023 年則改從國內鋼鐵公司排放清冊直接取得排放量，故不需透過活動數據計算排放量，1990 年至 2023 年生產量如表 4.4.2 所示。

(4)排放量

一貫作業煉鋼製程在 2000 年以前為成長擴張階段，故排放量呈上升趨勢，之後轉為穩定成長，2004 年至 2009 年間則受景氣影響呈現上下振盪，2010 年後由於經濟復甦，及國內第 2 家一貫作業煉鋼廠商投產，故排放量略為上升，2011 年後受景氣及中國鋼鐵產能過剩及去化影響而呈現波動，2023 年排放量為 7,590 千公噸二氧化碳當量，較 2022 增加 1,287 千公噸二氧化碳當量。如表 4.4.3 及圖 4.4.2 所示。

[34] 本章僅納入屬於製程排放者之二氧化碳、甲烷與氧化亞氮排放。

[35] 計算方法依經濟部產發署召開「工業製程溫室氣體關鍵排放源-鐵與鋼生產專家諮詢會」（2015 年 6 月 24 日）結果辦理。

(5)完整性

1990 年至 2000 年活動數據由台灣區鋼鐵工業同業公會提供，排放係數則由 2001 年至 2009 年國內唯一使用高爐製程鋼鐵公司之生產量與排放量推算，排放量計算結果可代表我國高爐鋼胚製程排放量。

2001 年至 2023 年排放量彙整自國內所有採用高爐製程之鋼鐵公司排放清冊，其排放量可代表我國高爐鋼胚製程排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

2001 年至 2005 年因該公司清冊未進行不確定性計算，故改採用 2006 IPCC 指南建議，活動數據為國家生產數據，其不確定性為 10.00%，排放係數為參考國內特定工廠值，其不確定性為 5.00%，合併不確定性則為 11.18%。2006 年至 2023 年排放量之不確定性彙整自國內鋼鐵公司各年排放清冊，約為 4.62%，符合 2006 IPCC 指南方法 3 不確定性範圍，1990 年至 2022 年高爐鋼胚總排放不確定性如表 4.4.4 所示。

(2)時間序列的一致性

計算方法則隨各時期資料來源不同而有所不同，1990 年至 2000 年採 2006 IPCC 指南方法 1，即以生產量及排放係數計算排放量；2001 年至 2023 年採 2006 IPCC 指南方法 3，排放量則彙整自國內鋼鐵公司排放清冊。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據為業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[36]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.4.2　1990 年至 2023 年高爐鋼胚生產量

（單位：千公噸）

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
高爐鋼胚生產量	5,627	5,829	5,421	6,244	6,123	6,242	6,444	8,944	9,811	9,267
年	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
高爐鋼胚生產量	9,971	10,317	10,524	10,779	10,939	9,854	10,683	10,884	10,088	8,150
年	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
高爐鋼胚生產量	10,396	11,935	11,092	12,602	13,603	13,721	11,546	13,690	14,053	13,587
年	2020	2021	2022	2023						
高爐鋼胚生產量	12,481	14,061	12,248	11,333						

[36]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.4.3　1990 年至 2023 年高爐鋼胚生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.C.1.a 一貫作業煉鋼	2,815	2,916	2,712	3,123	3,063	3,122	3,223	4,174	4,907	4,635
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.C.1.a 一貫作業煉鋼	4,987	4,223	3,271	4,513	4,205	4,095	6,597	6,712	6,491	5,534
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.C.1.a 一貫作業煉鋼	7,175	6,638	7,482	7,045	6,147	6,231	6,888	6,818	7,073	5,973
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.C.1.a 一貫作業煉鋼	5,125	6,283	6,303	7,590						

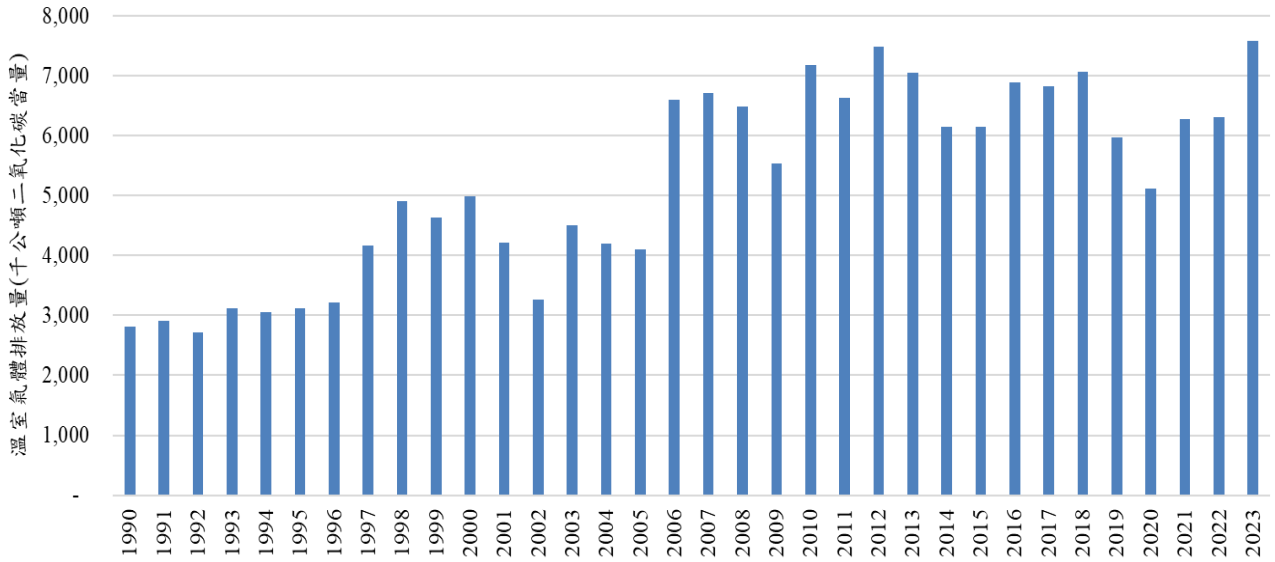


圖 4.4.2　1990 年至 2023 年高爐鋼胚生產製程排放量趨勢

表 4.4.4　1990 年至 2023 年高爐鋼胚生產排放量不確定性

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
排放量不確定性(%)	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00	10.00
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
排放量不確定性(%)	10.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.23	3.90	3.98	4.24
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
排放量不確定性(%)	4.12	4.03	6.18	5.17	5.66	5.29	5.24	4.97	4.51	5.17
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
排放量不確定性(%)	5.41	5.51	5.20	4.62						

4.4.1.2 電弧爐鋼胚（2.C.1.b）

1.排放源及匯分類的描述：

2006 IPCC 指南建議統計電弧爐鋼胚製程中所產生之二氧化碳，二氧化碳排放主要來自生鐵、廢鐵及增碳劑等原料中碳成分釋出。電弧爐鋼胚製程主要以生鐵及廢棄回收之鋼鐵製品為原料，加入增碳劑冶煉成各式碳鋼或合金鋼，冶煉過程並分為熔解、氧化及還原等。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以電弧爐鋼胚生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。

計算公式如下：

公式 4.4.2：

二氧化碳排放量=電弧爐鋼胚生產量（公噸）×電弧爐鋼胚排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

1990 年至 2012 年國內電弧爐廠商排放清冊尚不完整，故使用 2006 IPCC 指南方法 1 計算，碳鋼採用 0.104 公噸二氧化碳/公噸碳鋼胚生產，不銹鋼為 0.110 公噸二氧化碳/公噸不銹鋼胚生產，合金鋼則為 0.037 公噸二氧化碳/公噸合金鋼胚生產。

2013 年起直接採用廠商排放清冊，故不需排放係數。

(3)活動數據

1990 年至 2012 年生產量如表 4.4.5 所示，其中 1990 年至 2012 年電弧爐鋼胚生產量由鋼鐵工業同業公會提供，2010 年後因中 O 鋼鐵公司投入一貫作業煉鋼生產，其一貫作業煉鋼及電弧爐煉鋼製程無法切割，經鐵與鋼生產專家諮詢會議[37]討論，決議參考世界鋼鐵協會分類方法，將中 O 之電弧爐鋼胚歸類在高爐製程，並於我國電弧爐鋼胚總量中扣除中 O 鋼鐵生產之電弧爐鋼胚生產量，做為 2010 年至 2012 年我國電弧爐製程活動數據。

2013 年至 2023 年使用 2006 IPCC 指南方法 3，係直接彙整自國內電弧爐廠商之排放清冊，故不需活動數據。

(4)排放量

電弧爐鋼胚排放量自 1990 年起呈成長趨勢，自 428 千公噸二氧化碳當量成長至 2007 年 1,040 千公噸二氧化碳當量，於 2008 年至 2009 年金融海嘯下降，2010 年後扣除中 O 鋼鐵所生產之電弧爐排放量，故 2013 年後電弧爐鋼胚排放量約維持在 700 至 900 千公噸二氧化碳當量，2023 年排放量下降至 629 千公噸二氧化碳當量，如表 4.4.6 及圖 4.4.3 所示。

表 4.4.5　1990 至 2012 年電弧爐鋼胚生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
電弧爐鋼胚生產量	4,120	5,143	5,286	5,726	5,467	5,463	5,905	6,653	7,075	6,110	6,869	6,898
年份	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	
電弧爐鋼胚生產量	7,706	8,075	8,658	8,713	9,410	10,024	9,795	7,661	6,590	8,927	7,323	

備註：2013 年至 2023 年使用 2006 IPCC 指南方法 3，係直接彙整自國內電弧爐廠商之排放清冊，故不需活動數據。

[37] 經濟部工業局（現為經濟部產業發展署），「工業製程溫室氣體關鍵排放源-鐵與鋼生產專家諮詢會」，2015 年 6 月 24 日。

(5)完整性

1990 年至 2012 年係由鋼鐵工業同業公會提供之電弧爐鋼胚生產量，屬全國電弧爐鋼胚總量，僅中 O 鋼鐵公司電弧爐鋼胚生產量併入一貫作業煉鋼製程計算，故計算結果可代表國內電弧爐鋼胚製程排放量。

2013 年及 2023 年係彙整國內主要電弧爐製程鋼鐵公司排放清冊，其彙整排放量可代表國內電弧爐鋼胚製程排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照 2006 IPCC 指南，估算排放量採 2006 IPCC 指南方法 3，以國內電弧爐煉鋼業者經第三者查證之溫室氣體排放數據，合併不確定性為 5.00%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[38]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.4.6　1990 年至 2023 年電弧爐鋼胚生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.C.1.b 電弧爐	428	534	549	595	568	568	613	691	735	635
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.C.1.b 電弧爐	714	717	801	840	900	905	979	1,040	1,013	800
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.C.1.b 電弧爐	687	924	757	882	878	762	752	787	813	713
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.C.1.b 電弧爐	734	798	694	629						

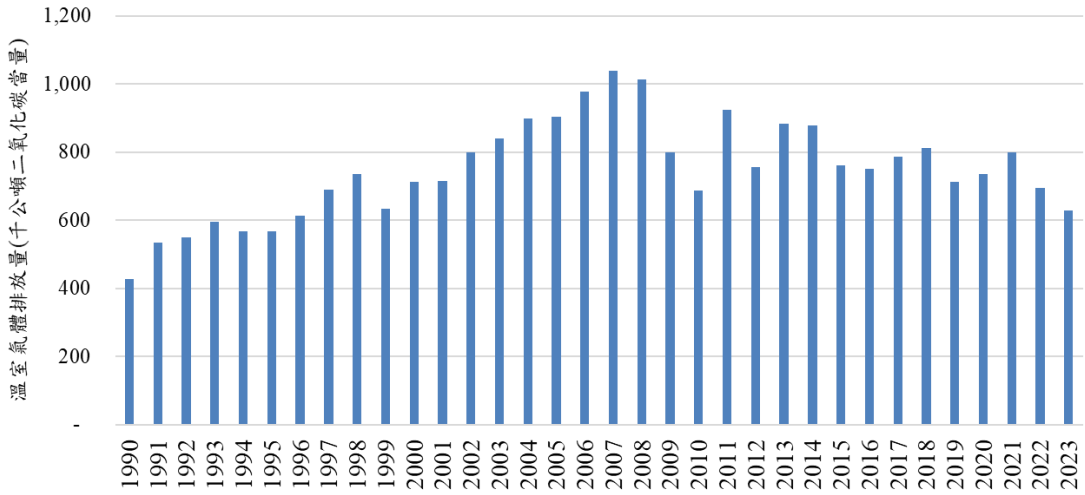


圖 4.4.3　1990 年至 2023 年電弧爐鋼胚生產製程排放量趨勢

[38]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.4.2 鐵合金生產（2.C.2）

1.排放源及匯分類的描述：

本項調查鐵合金生產製程中所產生之二氧化碳，製程以礦石、焦炭及渣化物質於電弧爐高溫熔煉生產鐵合金，其中，當金屬氧化造成焦炭及電極棒之碳消耗減少，熔煉過程將產生一氧化碳，並經由轉化槽轉化為二氧化碳排放。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以鐵合金生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。

計算公式如下：

公式 4.4.3：

二氧化碳排放量=鐵合金生產量（公噸）×鐵合金排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

採用 2006 IPCC 指南建議係數 3.9 公噸二氧化碳/公噸鐵合金生產。

(3)活動數據

1990 年至 2023 年生產量如表 4.4.7 所示，2001 年至 2023 年鐵合金生產量係透過台灣鋼鐵工業同業公會出版之《鋼鐵資訊年報》統計及更新，但無法提供 2000 年前數據，故這部分採用經濟部統計處工業生產統計年報。其中，鐵合金曾於 2004 年至 2007 年停產。

(4)排放量

鐵合金排放量自 1991 年 287.5 千公噸二氧化碳當量下降至 2003 年 30.2 千公噸二氧化碳當量，並於 2004 年至 2007 年間停產，2008 年起再度生產，排放量達 173.5 千公噸二氧化碳當量，2008 年至 2022 年排放量起伏劇烈，於 2021 年至 2022 年再度停產，1990 年至 2023 年排放量如表 4.4.8 及圖 4.4.4 所示。

(5)完整性

台灣鋼鐵工業同業公會及經濟部統計處工業生產統計年報調查鐵合金生產量，皆係以全國為調查對象，排放量計算結果可代表全國排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

參照 2006 IPCC 指南，估算排放量採方法 1，以生產量計算活動數據，故活動數據不確定性為 5.00%，排放係數不確定性為 25.00%，合併不確定性則為 25.50%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2000 年及 2001 年至 2023 年數據來源不同，無時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[39]檢視無重新計算之建議，故無修正。

[39]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.4.7　1990 年至 2023 年鐵合金生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
鐵合金生產量	8	73	55	44	37	50	45	46	45	16
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
鐵合金生產量	8	5	6	8	NO	NO	NO	NO	44	0.003
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
鐵合金生產量	7	1	3	5	6	7	8	0.004	0.4	0.4
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
鐵合金生產量	0.005	NO	NO	11						

備註：NO，代表無生產或使用，國內鐵合金生產廠商曾於 2004 年至 2022 年間多次停產。

表 4.4.8　1990 年至 2023 年鐵合金生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.C.2 鐵合金生產	33	288	215	171	144	195	177	181	175	63
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.C.2 鐵合金生產	33	21	25	30	NO	NO	NO	NO	174	0.01
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.C.2 鐵合金生產	26	3	10	20	24	29	32	0.02	2	2
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.C.2 鐵合金生產	0.02	NO	NO	0.04						

備註：NO，代表無生產或使用，國內鐵合金生產廠商曾於 2004 年至 2022 年間多次停產。

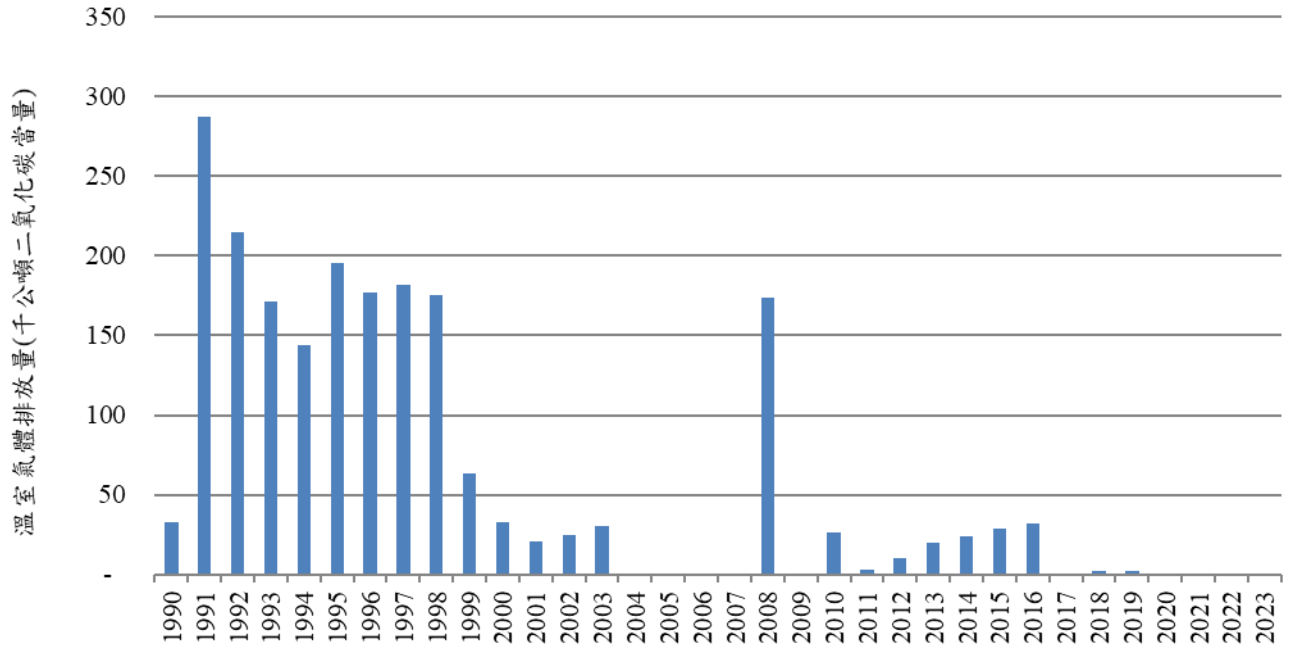


圖 4.4.4　1990 年至 2023 年鐵合金生產製程排放量趨勢

4.4.3 原鋁生產（2.C.3）

本項目為統計原鋁生產排放二氧化碳及使用全氟碳化物之排放量，因國內鋁製造非自鋁礦提煉，換言之國內並無生產原鋁。

4.4.4 鎂生產（2.C.4）

1.排放源及匯分類的描述：

本項調查鎂生產使用六氟化硫排放量，鎂合金為高活性材料，熔解時需以氣體保護防止燃燒，目前產業界使用乾燥空氣、二氧化碳、六氟化硫混合為保護氣體，其中，六氟化硫為惰性氣體，使用過程將全部排放，故使用量即為其排放量。

2.方法論議題：

(1)計算方法

2003 年至 2009 年依據環境部歷年委辦計畫(2016)[40]調查所得排放量，2010 年起改由產發署向生產廠商調查，均係參照 2006 IPCC 指南方法 2，以鎂生產六氟化硫採購量為排放量，即台灣輕金屬協會[41]會員廠調查數據。

(2)排放係數

由環境部歷年計畫或廠商提供排放量，係彙整自台灣輕金屬協會取得使用量，為一實際值，故無排放係數需求。

(3)活動數據

由環境部計畫(2016)或輕金屬協會會員廠提供，係依會員廠經查證之實際使用量統計活動數據。惟因鎂生產廠商逐漸外移或改生產其他輕金屬，且部分廠商以乾燥沙取代 SF_6 之使用，或修改壓鑄製程為射出製程，以減少保護氣體之使用，本項活動數據已逐年降低。

(4)排放量

依環境部計畫(2016)資訊得知，鎂生產於新製程普及後才大量使用六氟化硫，早期使用六氟化硫為實驗推廣，使用量非常少，故無進行調查，鎂生產排放量自 2004 年排放 1,334 千公噸二氧化碳當量，下降至 2023 年 22 千公噸二氧化碳當量，原因主要為鎂合金產業外移，加上廠商配合環境部計畫推動進行減量工作，故排放量呈現明顯下降趨勢。以六氟化硫之全球暖化潛勢值(Global Warming Potential,以下簡稱 GWP)23,500 將鎂生產六氟化硫使用量轉換為排放量，2002 年至 2023 年排放量如表 4.4.9 及圖 4.4.5 所示。

(5)完整性

2002 年至 2009 年由環境部計畫提供之排放量係由台灣輕金屬協會調查，為會員廠排放量，排放量調查結果可代表全國鎂生產六氟化硫排放量，2010 年起由生產廠商提供，亦向台灣輕金屬協會提供之名單進行調查，排放量調查結果可代表全國鎂生產六氟化硫排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量若由廠商提供，屬於經系統性調查結果，建議排放量不確定性為 5.00%，但由於 2006 IPCC 指南方法 2 尚存有假設（即使用之

[40]行政院環境保護署（現為環境部），我國溫室氣體減量最佳可行技術先期評估與建置專案工作計畫，2016。每年計畫名稱不同，此處僅列出最新一年計畫名稱。

[41]台灣輕金屬協會（Taiwan Light Metals Association，簡稱 TWLMA）於 2012 年 3 月 1 日由既有之台灣鈦金屬協會和台灣鎂合金協會，協同國內鋁合金相關的產學研機構正式合併擴展成立。

SF_6 全部排放），建議假設導致之不確定性為 30.00%，故排放量總不確定性經遞誤法匯算為 30.00%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2002 年無法取得排放量，2003 年至 2009 年與 2010 年起亦由不同來源提供數據，已影響時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

鎂生產排放量由環境部計畫(2016)[42]提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程參照圖 4.2.3 所示。

5.特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視建議至資料可及年分進行重新計算，故追溯至調查廠商可提供資料最早之 2010 年進行重新計算。

6.特定排放源的改善計畫

原由環境部計畫提供調查數據，但考量產業外移，且國內已減少使用保護氣體，洽詢台灣輕金屬協會後，改由產發署向其提供名單之會員廠發放問卷調查採購量並統計，並追溯至調查廠商可提供資料最早之 2010 年。

表 4.4.9　1990 年至 2023 年鎂生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.C.4 鎂生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.C.4 鎂生產	NO	NO	1,009	1,009	1,334	1,046	757	454	149	242
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.C.4 鎂生產	59	52	31	39	58	44	39	61	84	45
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.C.4 鎂生產	37	62	27	22						

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期鎂生產未大量使用六氟化硫，故未進行調查。

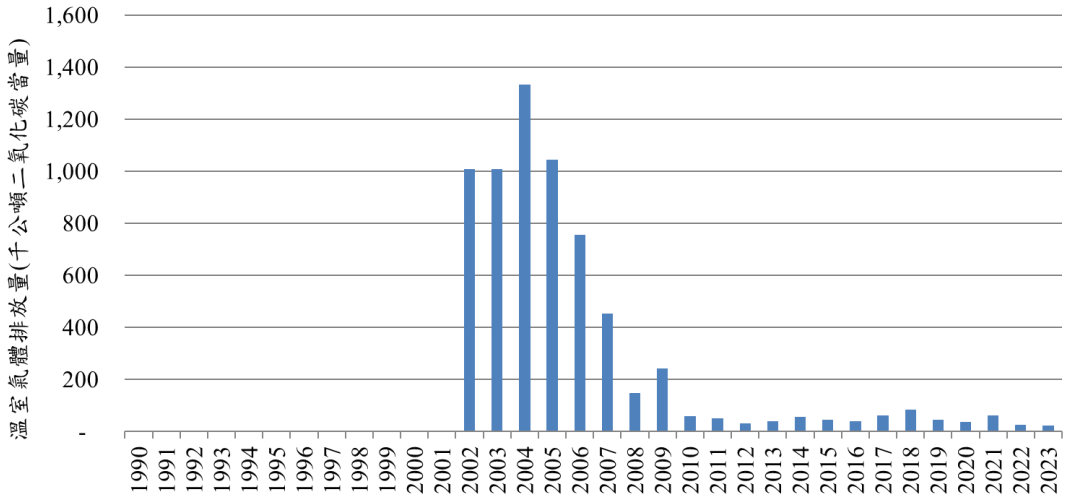


圖 4.4.5　1990 年至 2023 年鎂生產製程排放量趨勢

[42]行政院環境保護署（現為環境部），我國溫室氣體減量最佳可行技術先期評估與建置專案工作計畫，2016

4.4.5 鉛生產（2.C.5）

1.排放源及匯分類的描述：

本項調查鉛生產的二氧化碳排放量，國內鉛生產屬次級生產；其中，提煉鉛的次級生產量為回收鉛的處理量，大部分來自廢鉛蓄電池，二氧化碳來自於廢鉛蓄電池及其他回收廢鉛經過粉粹、脫硫等熔煉過程中產生。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以鉛錠生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

公式 4.4.4：

二氧化碳排放量=鉛錠生產量（公噸）×鉛錠排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

依據 2006 IPCC 指南建議，源自次級原材料處理之排放係數為 0.2 公噸二氧化碳/公噸次級鉛生產。

(3)活動數據

由環境部事業廢棄物申報及管理資訊系統提供國內鉛錠生產量，2003 年前未進行調查，1990 年至 2023 年生產量如表 4.4.10 所示。

(4)排放量

國內鉛生產 1990 年至 2023 年排放量如表 4.4.11 及圖 4.4.6 所示，鉛生產排放量與鉛產品使用及回收率有關，由 2003 年 2.7 千公噸二氧化碳當量上升至 2007 年 9.0 千公噸二氧化碳當量後下降，2023 年排放量為 4.0 千公噸二氧化碳當量。

(5)完整性

鉛錠生產量由環境部事業廢棄物申報及管理資訊系統提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國鉛生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量若由廠商提供，屬於經系統性調查結果，建議排放量不確定性為 5.00%，但為避免低估不確定性，假設其製程較不穩定，排放量總不確定性為 30.00%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2002 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[43]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

[43]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.4.10　1990 年至 2023 年鉛錠生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
鉛錠生產量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
鉛錠生產量	NE	NE	NE	14	40	40	44	45	41	32
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
鉛錠生產量	33	35	28	25	28	27	28	26	26	26
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
鉛錠生產量	27	19	22	20						

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期鉛生產未進行調查。

表 4.4.11　1990 年至 2023 年鉛生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.C.5 鉛生產	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.C.5 鉛生產	NE	NE	NE	2.7	7.9	8.0	8.8	9.0	8.2	6.3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.C.5 鉛生產	6.6	7.1	5.5	5.0	5.5	5.5	5.6	5.1	5.1	5.3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.C.5 鉛生產	5.3	3.9	4.5	4.0						

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期鉛生產未進行調查。

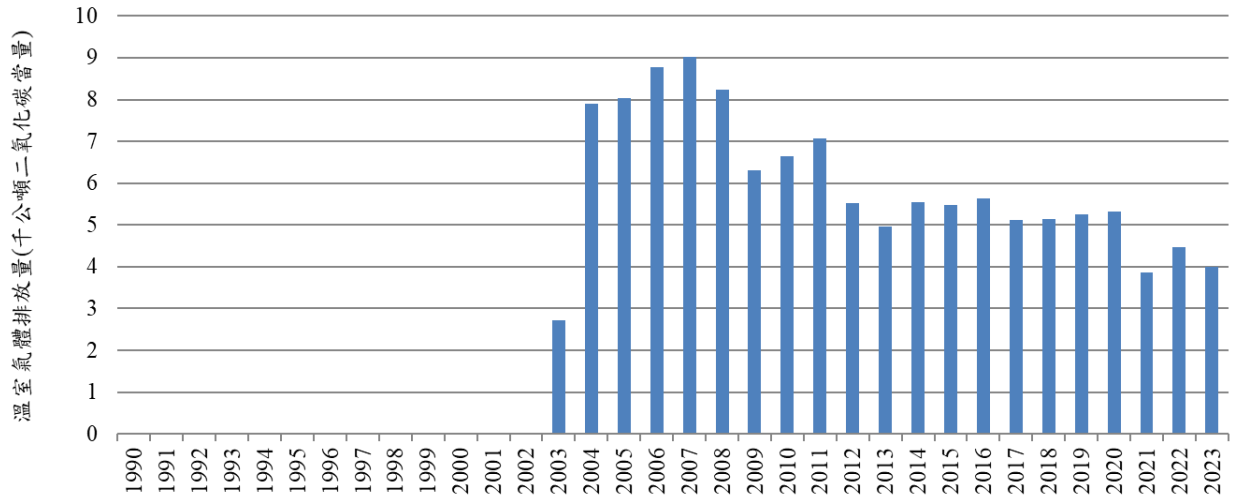


圖 4.4.6　1990 年至 2023 年鉛生產製程排放量趨勢

4.4.6 鋅生產（2.C.6）

1.排放源及匯分類的描述：

本項調查鋅生產二氧化碳排放量，國內鋅生產屬次級生產，由各種材料中經過分離、燒結、熔煉及提煉過程中回收金屬鋅，二氧化碳來自於過程中需使用含碳還原劑及產生高溫揮發性煙霧。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以鋅錠生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。

計算公式如下：

公式 4.4.5：

二氧化碳排放量=鋅錠生產量（公噸）×鋅錠排放係數（公噸二氧化碳/公噸生產量）

(2)排放係數

依據 2006 IPCC 指南建議，源自次級原材料處理之排放係數為 1.72 公噸二氧化碳/公噸次級鋅生產。

(3)活動數據

由環境部事業廢棄物申報及管理資訊系統提供國內鋅錠生產量，2003 年前未進行調查，2003 年至 2023 年生產量如表 4.4.12 所示。

(4)排放量

國內鋅生產 1990 年至 2023 年排放量如表 4.4.13 及圖 4.4.7 所示，鋅生產排放量與鋅產品使用及回收率有關，由 2003 年 14 千公噸二氧化碳當量上升至 2007 年 62 千公噸二氧化碳當量後下降，至 2023 年排放量為 19 千公噸二氧化碳當量。

(5)完整性

鋅錠生產量由環境部事業廢棄物申報及管理資訊系統提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國鋅生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量若由廠商提供，屬於經系統性調查結果，建議排放量不確定性為 5.00%，但為避免低估不確定性，假設其製程較不穩定，排放量總不確定性為 30.00%。

(2)時間序列的一致性

由於 1990 年至 2002 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[44]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

[44]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.4.12　1990 年至 2023 年鋅錠生產量

（單位：千公噸）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
鋅錠生產量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
鋅錠生產量	NE	NE	NE	8	29	34	28	36	28	28
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
鋅錠生產量	6	27	27	11	10	10	11	13	12	8
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
鋅錠生產量	3	3	11	11						

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期鋅生產未進行調查。

表 4.4.13　1990 年至 2022 年鋅生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.C.6 鋅生產	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.C.6 鋅生產	NE	NE	NE	14	50	58	49	62	48	49
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.C.6 鋅生產	11	47	47	18	18	17	19	23	20	14
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.C.6 鋅生產	5	5	19	19						

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期鋅生產未進行調查。

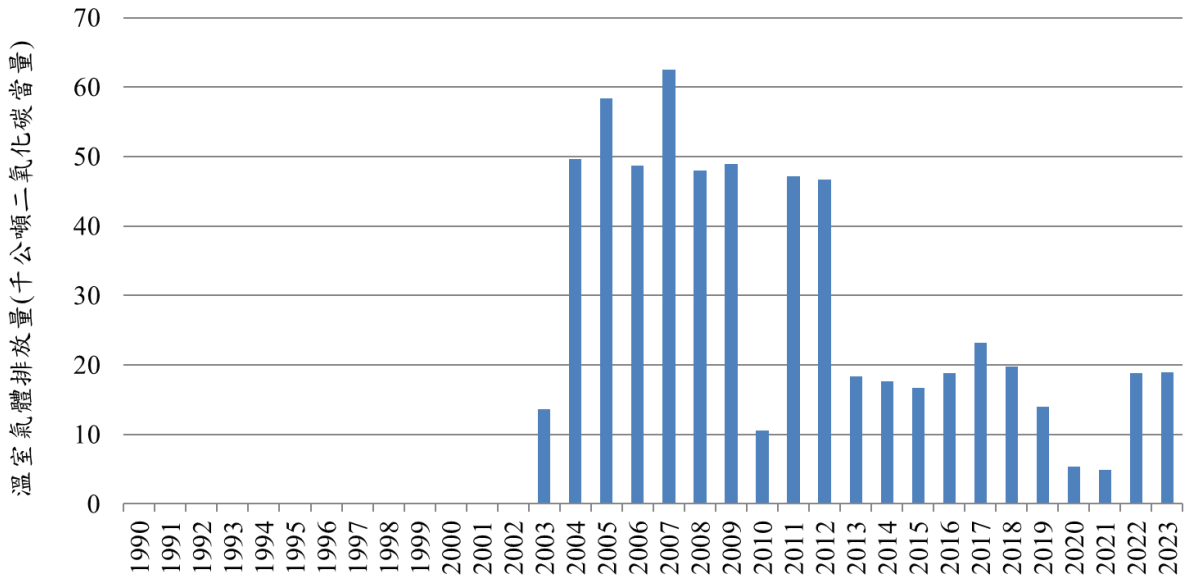


圖 4.4.76　1990 年至 2023 年鋅生產製程排放量趨勢

4.5 非能源產物燃料溶劑使用（2.D）

2.D「非能源產物燃料溶劑使用」排放量趨近於零，分類項目包括 2.D.1「合成潤滑油使用」、2.D.2「石臘使用」、2.D.3「溶劑使用」及 2.D.4「其他」等四項，排放溫室氣體種類為二氧化碳及 MNVOC 共計 2 項，但因 2006 IPCC 指南未提供 MNVOC 之 GWP 值，故僅統計二氧化碳排放量。

非能源產物燃料溶劑使用中，2.D.1「合成潤滑油使用」及 2.D.2「石蠟使用」皆係參考 2006 IPCC 指南方法 1 進行計算，活動數據為透過經濟部統計處工業產銷存動態調查系統及國貿署進出口資料進行統計，排放係數則使用 IPCC2006 指南建議，2.D.1「合成潤滑油使用」為 0.073(公噸 CO_2/GJ 潤滑油)，2.D.2「石臘使用」為 0.073(公噸 CO_2/GJ 石蠟)。

2023 年非能源產物燃料溶劑使用排放量約 0.06 公噸二氧化碳當量，1990 年至 2023 年排放量如表 4.5.1 及圖 4.5.1 所示。

表 4.5.1　1990 年至 2023 年非能源產物燃料溶劑使用排放量

（單位：公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.D.1 合成潤滑油使用	0.048	0.047	0.051	0.060	0.073	0.067	0.071	0.075	0.077	0.075
2.D.2 石臘使用	0.011	0.010	0.011	0.012	0.013	0.013	0.012	0.010	0.015	0.017
2.D.3 溶劑使用	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D.4 其他	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D 總計	0.059	0.057	0.062	0.072	0.086	0.080	0.083	0.084	0.091	0.092
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.D.1 合成潤滑油使用	0.061	0.057	0.065	0.080	0.097	0.095	0.069	0.069	0.069	0.054
2.D.2 石臘使用	0.015	0.011	0.010	0.012	0.012	0.009	0.002	0.001	0.001	0.004
2.D.3 溶劑使用	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D.4 其他	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D 總計	0.076	0.068	0.075	0.092	0.109	0.104	0.071	0.070	0.070	0.057
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.D.1 合成潤滑油使用	0.042	0.039	0.036	0.041	0.053	0.081	0.072	0.062	0.062	0.058
2.D.2 石臘使用	0.004	0.001	0.002	0.006	0.002	0.020	0.012	0.011	NO	0.004
2.D.3 溶劑使用	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D.4 其他	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D 總計	0.046	0.040	0.039	0.047	0.055	0.100	0.084	0.072	0.062	0.062
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.D.1 合成潤滑油使用	0.062	0.063	0.062	0.058						
2.D.2 石臘使用	NO	0.004	0.003	0.003						
2.D.3 溶劑使用	NA	NA	NA	NA						
2.D.4 其他	NA	NA	NA	NA						
2.D 總計	0.062	0.067	0.064	0.060						

備註：NO：石蠟於 2020 年停產，故無排放源發生；NA，代表不產生具體氣體的排放或吸收，故為不適用。

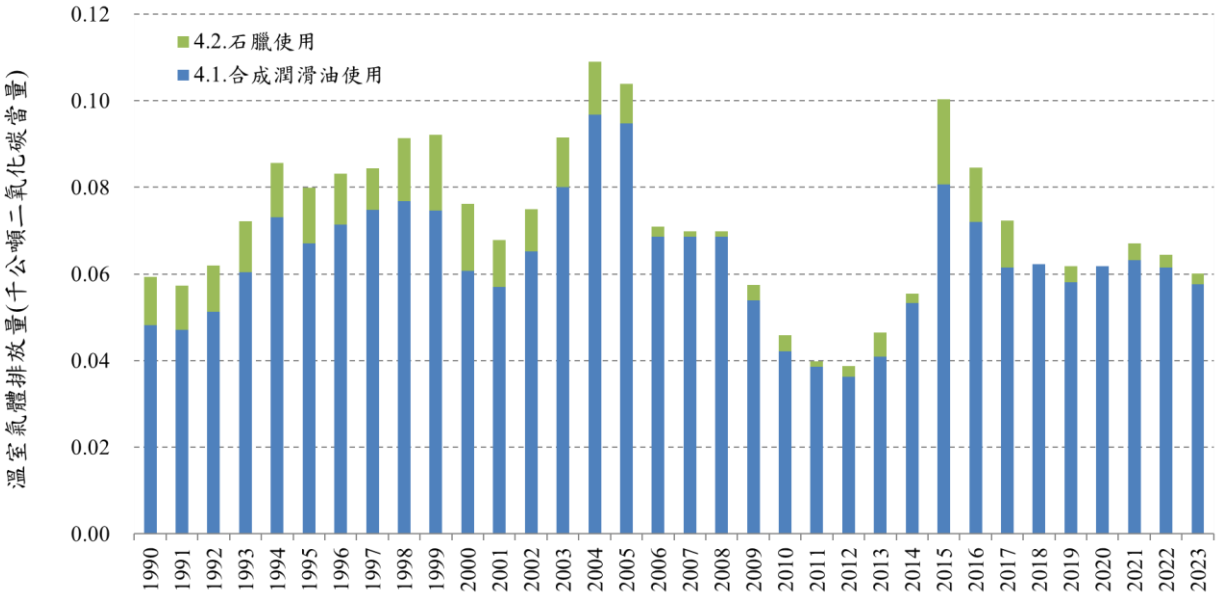


圖 4.5.1　1990 年至 2023 年非能源產物燃料溶劑使用排放量趨勢

4.6 電子工業（2.E）

「電子工業」為工業製程及產品部門中第三大之排放分類，分類項目包括 2.E.1「積體電路或半導體」、2.E.2「TFT 平面顯示器」、2.E.3「光電（太陽能板）」及 2.E.4「熱傳流體」等共計四項，統計溫室氣體種類包含 N_2O、HFCs、PFCs、NF_3 及 SF_6 等共計五項。2023 年總排放量約 2,313 千公噸二氧化碳當量，占工業製程及產品使用部門 11.55%，各溫室氣體氣體影響程度依序為 PFCs(37.97%)、N_2O(26.04%)、SF_6(16.17%)。1998 年前因電子產業未大量生產，未統計其溫室氣體使用量，僅呈現 1999 年至 2023 年排放量如表 4.6.1 及圖 4.6.1 所示。

表 4.6.1　1999 至 2023 年電子工業製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2.E.1.積體電路或半導體	NE	NE	3,432	4,605	4,795	5,139	4,585	5,064	4,590	2,873	2,732
2.E.2.TFT 平面顯示器	132	145	264	554	1,032	1,313	1,890	1,790	1,904	1,710	1,377
2.E.3 光電(太陽能板)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.4 熱傳流體	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 總計	132	145	3,696	5,159	5,827	6,453	6,474	6,853	6,494	4,584	4,109
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
2.E.1.積體電路或半導體	2,778	2,919	2,254	2,987	3,205	2,938	2,844	2,787	3,072	3,004	3,388
2.E.2.TFT 平面顯示器	1,787	1,491	1,567	1,731	1,389	1,236	1,124	1,153	950	627	497
2.E.3 光電（太陽能板）	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.4 熱傳流體	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.5 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E 總計	4,565	4,410	3,821	4,718	4,594	4,174	3,968	3,941	4,022	3,630	3,886
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2021**	**2022**	**2023**								
2.E.1.積體電路或半導體	3,432	2,835	2,030								
2.E.2.TFT 平面顯示器	524	375	283								
2.E.3 光電（太陽能板）	NE	NE	NE								
2.E.4 熱傳流體	NE	NE	NE								
2.E.5 其他	NE	NE	NE								
2.E 總計	3,956	3,209	2,313								

備註：1.NE，代表未調查估計該分類項目。

2.2000 年前因積體電路或半導體、TFT 平面顯示器使用量及光電（太陽能板）生產量極少，未進行調查，因此無法計算排放量；

3.熱傳流體未調查統計，因 2006 IPCC 尚無正式公告之 GWP 值與半導體製程排放係數。

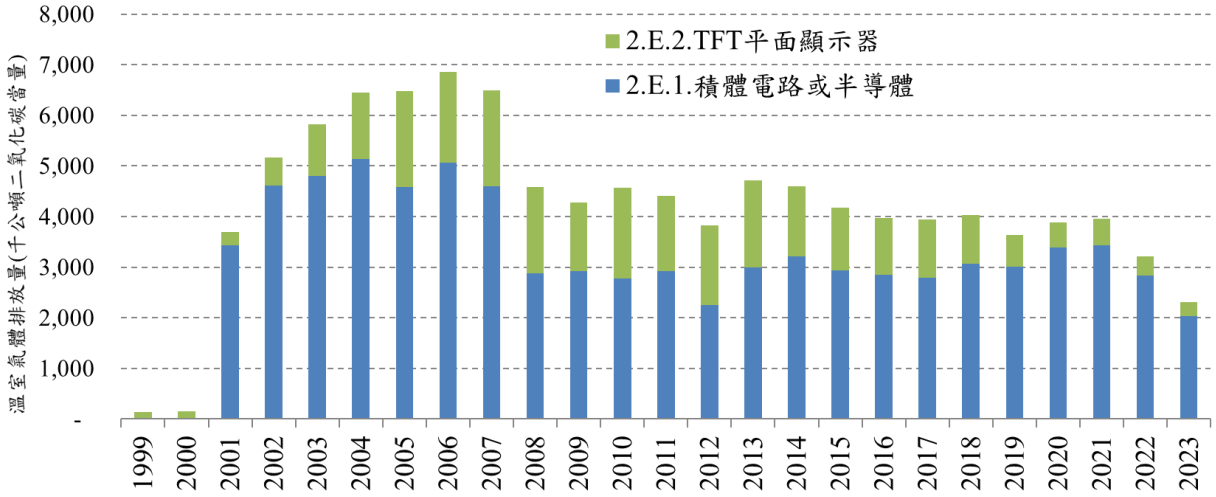


圖 4.6.1　1999 年至 2023 年電子工業製程排放量趨勢

4.6.1 積體電路或半導體（2.E.1）

1.排放源及匯分類的描述：

本項為參照 2006 IPCC 指南及我國製造業特性新增之項目，主要調查積體電路及半導體使用氫氟碳化物(HFCs)、全氟碳化物(PFCs)、六氟化硫(SF_6)、三氟化氮(NF_3)、氧化亞氮(N_2O)所造成的排放量，調查氫氟碳化物(HFCs)種類為 CHF_3、CH_2F_2、CH_3F，全氟碳化物(PFCs)種類則為 CF_4、C_2F_6、C_3F_8、C_4F_8 等。

2.方法論議題：

(1)計算方法

2001 至 2004 年依據環境部計畫(2015)[45]計算。係參照 2006 IPCC 指南方法 2b，依據氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫、氧化亞氮及三氟化氮等氣體使用情形調查排放量，其採用台灣半導體產業協會(The Taiwan Semiconductor Industry Association，簡稱 TSIA)會員廠之氣體使用量；會員廠排放量計算方法為原物料化學品使用量扣除回收與處理量，再參酌 2006 IPCC 指南規範進行推算求得，氧化亞氮由於 IPCC 指南尚無同等規定，使用量全數轉為排放量。

2005 年至 2015 年因統計範疇修正，依據環境部計畫(2015)提供之 TSIA 會員廠之氣體使用量，並納入 2016 年至 2018 年非 TSIA 會員廠環境部國家溫室氣體登錄平臺之盤查清冊平均排放量。

自 2016 年起則自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之第一批應登錄之半導體產業盤查清冊統計，亦參照 2006 IPCC 指南方法 2b 進行計算。

(2)排放係數

依環境部計畫(2015)數據，各項排放係數參採 2006 IPCC 指南方法 2b 之表 6.3 及 IPCC 第五次評估報告的 GWP 計算。

(3)活動數據

2001 年至 2015 年由環境部計畫(2015)提供，係依採購量配合 2006 IPCC 指南係數得到活動數據，且各項數據均委由第三者進行查證，並於世界半導體協會

[45] 行政院環境保護署（現為環境部），溫室氣體關鍵減量技術環境管理政策推動與研析專案工作計畫，2015。

(World Semiconductor Council, WSC)會議中討論並予揭露。2016 年起則自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之盤查清冊統計，各廠於提交至平臺前亦經第三者查證。

(4)排放量

2000 年前因積體電路或半導體產業廠商家數少，氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫使用量低，亦無進口之關稅號列，故未進行統計。2001 年至 2023 年積體電路或半導體主要排放溫室氣體種類為全氟碳化物，2001 年排放量為 3,432 千公噸二氧化碳當量，並逐年成長至 2004 年達到 5,139 千公噸二氧化碳當量。由於 TSIA 配合政府推動自願減量，導入安裝尾氣處理設施，與使用較低溫室氣體潛勢氣體取代，並同時以量測程序進行製程改善，以減少全氟碳化物的使用排放，使全氟碳化物排放量逐年降低，再加上 2008 年的經濟蕭條，故 2009 年呈現出最低值。隨著景氣復甦與新產能的增建，排放量開始回升。世界半導體協會 WSC 在 2012 年推出 PFCs 減量最佳可行技術規範（氣體取代與削減設備安裝）並推行第二階段 PFCs 自願減量，因此近年產能雖有大幅成長，但在新產能必須執行此規範下，排放量能有效控制。至 2023 年約排放 2,030 千公噸二氧化碳當量，占總部門排放量約 10.14%，2001 年至 2023 年排放量如表 4.6.2 及圖 4.6.2 所示。

表 4.6.2　2001 年至 2023 年積體電路或半導體製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
HFCs	43	49	49	49	85	100	167	123	172	169
PFCs	2,660	3,705	3,791	3,936	3,139	3,293	3,052	1,895	1,434	1,606
SF_6	540	514	529	605	704	816	400	335	313	354
N_2O	NE	NE	NE	NE	37	341	383	358	334	467
NF_3	189	336	426	549	619	514	588	163	479	182
2.E.1 積體電路或半導體	3,432	4,605	4,795	5,139	4,585	5,064	4,590	2,873	2,732	2,778
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
HFCs	144	104	173	184	142	160	169	169	152	161
PFCs	1,623	1,009	1,211	1,411	1,222	1,304	1,271	1,396	1287	1,320
SF_6	377	295	328	430	339	349	313	291	270	278
N_2O	453	535	595	647	673	640	690	817	910	1,156
NF_3	322	312	680	533	562	392	343	400	385	473
2.E.1 積體電路或半導體	2,919	2,254	2,987	3,205	2,938	2,844	2,787	3,072	3,004	3,388
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2021**	**2022**	**2023**							
HFCs	156	148	108							
PFCs	1,334	1,156	1822							
SF_6	277	251	172							
N_2O	1,162	832	590							
NF_3	504	448	339							
2.E.1 積體電路或半導體	3,432	2,835	2,030							

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期積體電路或半導體未大量生產，故無追溯調查 1990 年至 2000 年排放量。另，N_2O 尚無 IPCC 公告之製程耗用率及管末處理削減率，故迄今 TSIA 採用保守原則使用量 100%全部排放申報，世界半導體協會已經開始討論其合宜性，將待其有結論之後配合之。

(5)完整性

2001 年至 2015 年間環境部計畫提供之排放量係由 TSIA 調查，為國內主要廠商排放量，產能約占 95.00%以上。調查結果可代表全國積體電路或半導體排放量。

2016 年後自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之盤查清冊，包含具積體電路製程並使用含氟氣體之各廠資料，可代表全國積體電路或半導體排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

排放量係彙整自 TSIA 會員廠，各廠皆依 2006 IPCC 指南方法 2b 計算排放量，環境部計畫建議排放量之總不確定性為 12.00%。

2016 年起彙整自廠商盤查清冊，則依盤查清冊提供之不確定性計算加總不確定性。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2000 年產業規模小，且該時期製程尾氣破壞處理做法尚未建立國際標準，因此 IPCC 對此段時間亦無相關排放量估算公式與參數可供參考。我國在此期間相關溫室氣體使用量極小，氣體種類使用與尾氣處理情境已無法回溯以評估排放量，會影響時間序列一致性。

2016 年後自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之盤查清冊，包含具備積體電路製程並使用含氟氣體之各廠，與 2001 年至 2015 年間以 TSIA 會員廠之範疇存有差異，會影響時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

排放量係彙整自 TSIA 會員廠，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程參照圖 4.2.3 所示。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[46]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

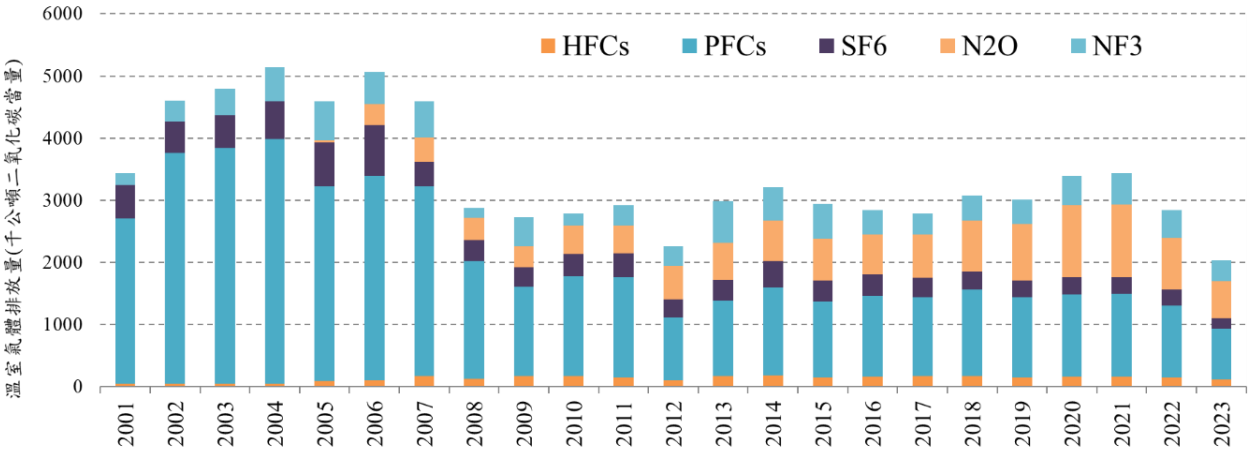


圖 4.6.2　2001 年至 2023 年積體電路及半導體製程排放量趨勢

[46]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.6.2TFT 平面顯示器（2.E.2）

1.排放源及匯分類的描述：

本項為依國內製造業特性，參照 2006 IPCC 指南新增之項目，主要調查 TFT 平面顯示器使用全氟碳化物、六氟化硫、氧化亞氮及三氟化氮所造成的排放量；其中，全氟碳化物主要調查種類為四氟化碳(CF_4)。

2.方法論議題：

(1)計算方法

1999 年至 2004 年由環境部計畫(2015)[47]提供排放量，係參照 2006 IPCC 指南方法 2b，依據全氟碳化物、六氟化硫、氧化亞氮及三氟化氮等氣體使用情形調查排放量，其係採台灣顯示器暨應用產業協會（Taiwan Panel & Solution Association，簡稱 TPSA）會員廠全氟碳化物、六氟化硫、氧化亞氮及三氟化氮等氣體使用量計算所得；會員廠排放量計算方法為原物料化學品使用量扣除回收與處理量，再參酌 2006 IPCC 指南規範進行推算求得。自 2016 年起則自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之盤查清冊統計，亦參照 2006 IPCC 指南方法 2b 進行計算。

2005 年至 2015 年因統計範疇修正，依據環境部計畫(2015)提供之 TPSA 會員廠之氣體使用量，並納入 2016 年至 2018 年非 TPSA 會員廠環境部國家溫室氣體登錄平臺之盤查清冊平均排放量。

自 2016 年起則自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之盤查清冊統計，亦參照 2006 IPCC 指南方法 2b 進行計算。

(2)排放係數

由環境部計畫(2015)提供，各項排放係數參採 2006 IPCC 指南方法 2b 之表 6.4 及 IPCC 第五次評估報告的 GWP 計算。

(3)活動數據

1999 年至 2015 年由環境部計畫(2015)提供，係依採購量配合 2006 IPCC 指南係數得到活動數據，且各項數據均委由第三者進行查證，於世界顯示器產業合作委員會（World Display Device Industry Cooperation Committee；簡稱 WDICC）會議中，討論並揭露溫室排放量。2016 年起則自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之盤查清冊統計，各廠於提交至平臺前亦經第三者查證。

(4)排放量

1999 年前因 TFT 平面顯示器廠商產業家數少，全氟碳化物及六氟化硫使用量低，故未進行統計。

TFT 平面顯示器主要排放溫室氣體種類為六氟化硫，TPSA 已配合政府推動自願減量，並推動製程調整、替代氣體等多項減量措施，但由於平面顯示器廠商近年來擴廠，致使六氟化硫下降趨勢較不明顯，自 2005 年排放 1,890 千公噸二氧化碳當量下降至 2023 年 283 千公噸二氧化碳當量，占總部門排放量約 1.1%，1999 年至 2023 年排放量如表 4.6.3 及圖 4.6.3 所示。

[47] 行政院環境保護署（現為環境部），溫室氣體關鍵減量技術環境管理政策推動與研析專案工作計畫，2015。

(5)完整性

環境部計畫提供之排放量係由 TPSA 調查，為國內主要廠商排放量，產能約占 98.00%以上，調查結果可代表全國 TFT 平面顯示器排放量。

2016 年後自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之盤查清冊，包含具 TFT 平面顯示器製程並使用含氟氣體之各廠資料，可代表全國 TFT 平面顯示器排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

排放量係彙整自 TPSA 會員廠，各廠皆依 2006 IPCC 指南方法 2b 計算排放量，該計畫建議排放量之整合不確定性為 12.00%。

2016 年起彙整自廠商盤查清冊，則依盤查清冊提供之不確定性計算加總不確定性。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 1998 年無法取得排放量，且 2016 年後自環境部國家溫室氣體登錄平臺取得之盤查清冊，包含具備積體電路製程並使用含氟氣體之各廠，與 1999 年至 2015 年間以 TPSA 會員廠之範疇存有差異，會影響時間序列一致性。

表 4.6.3　1999 年至 2023 年 TFT 平面顯示器製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
HFCs	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
PFCs	2	12	5	59	23	12	39	62	50	38	31
SF_6	120	124	228	459	929	1,233	1,754	1,573	1,649	1,595	1,248
N_2O	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	24	45	49	37
NF_3	10	9	31	36	80	67	97	130	160	29	62
2.E.2.TFT 平面顯示器	132	145	264	554	1,032	1,313	1,890	1,790	1,904	1,710	1,377
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
HFCs	NE	NE	NE	NE	NE	NE	0.001	0.011	0.051	NO	0.032
PFCs	44	42	45	42	38	28	32	33	25	28	16
SF_6	1,628	1,287	1,383	1,527	1,170	1,054	986	1,004	813	535	415
N_2O	59	90	88	118	90	91	57	48	34	6	12
NF_3	56	71	51	44	91	63	50	69	77	58	54
2.E.2.TFT 平面顯示器	1,787	1,491	1,567	1,731	1,389	1,236	1,124	1,153	950	627	497
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2021**	**2022**	**2023**								
HFCs	0.075	2.942	2.335								
PFCs	20	93	57								
SF_6	439	256	202								
N_2O	12	15	13								
NF_3	52	8	9								
2.E.2.TFT 平面顯示器	524	375	283								

備註：NE，代表未調查估計該分類項目，早期 TFT 平面顯示器未大量生產，故無追溯調查 2005 年前氧化亞氮排放量。

4.特定排放源的 QA/QC 查證

排放量係彙整自 TPSA 會員廠，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程參照圖 4.2.3 所示。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[48]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

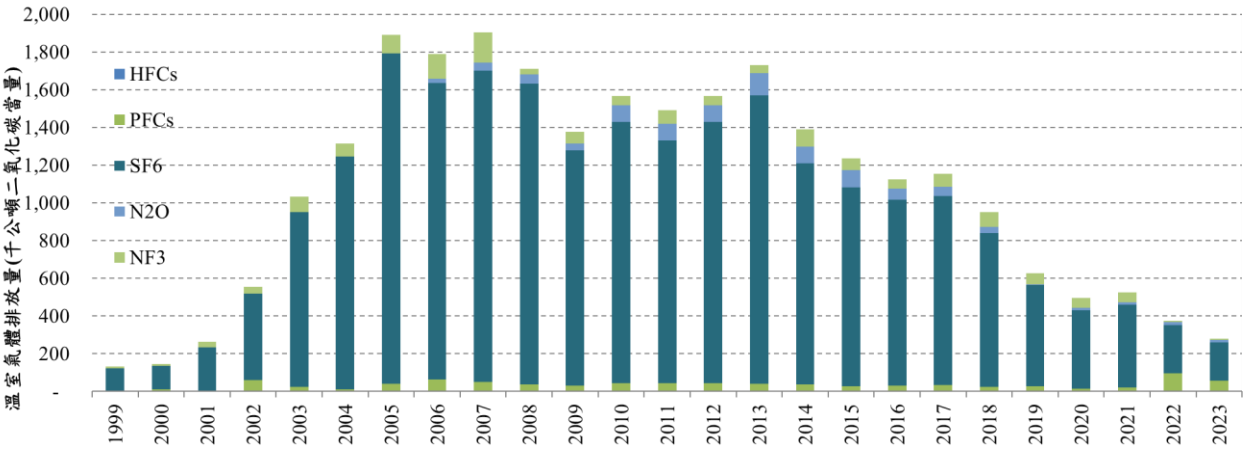


圖 4.6.3　1999 年至 2023 年 TFT 平面顯示器製程排放量趨勢

[48]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.7 破壞臭氧層物質之替代品使用（2.F）

2.F「破壞臭氧層物質之替代品使用」分類項目包含 2.F.1「冷凍冷藏及空調」、2.F.2「發泡」、2.F.3「滅火劑」、2.F.4「氣膠」、2.F.5「溶劑」、2.F.6「其他應用」等共計六項，然而考量國內「發泡」、「溶劑」、「氣膠」及「其他應用」因使用量少，未調查估計；統計溫室氣體種類僅為氫氟碳化物(HFCs)，2023 年共排放 1,615 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門 8.07%，1994 年至 2023 年排放量，如表 4.7.1 及圖 4.7.1 所示。

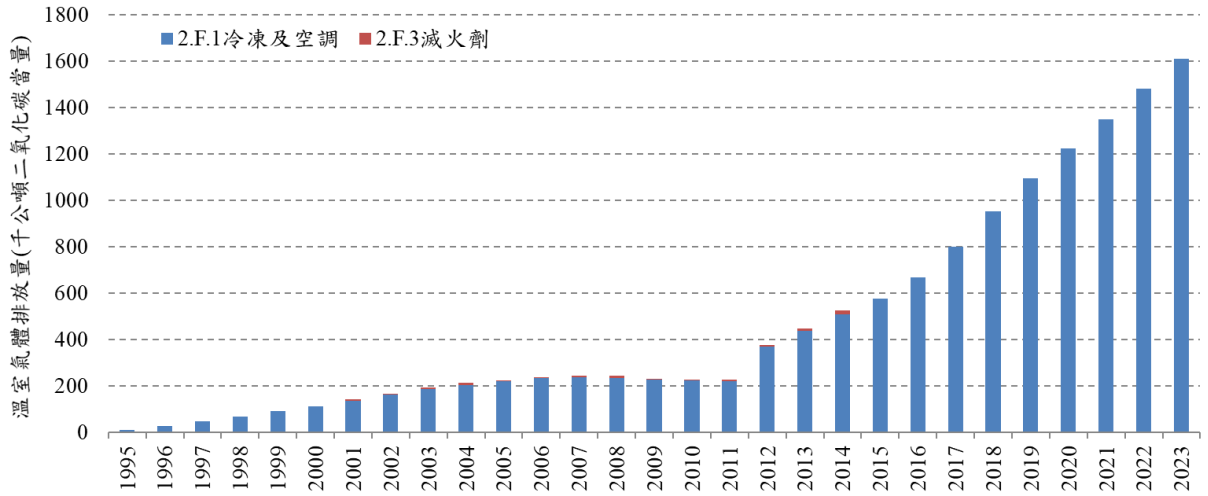
表 4.7.1　1994 年至 2023 年破壞臭氧層物質之替代品使用排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2.F.1 冷凍冷藏及空調	NO	8	26	46	67	89	112	136	160
2.F.1.a 商用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.b 家用冰箱	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.1.c 工業用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.d 運輸用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.e 車用空調	NO	8	26	45	66	89	111	135	160
2.F.1.f 固定式空調	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.2 發泡	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.3 滅火劑	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.4 氣膠	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.5 溶劑	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.6 其他應用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F 總計	0	8	26	45	66	89	111	135	160
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
2.F.1 冷凍冷藏及空調	187	205	219	233	236	235	227	222	221
2.F.1.a 商用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.b 家用冰箱	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.F.1.c 工業用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.d 運輸用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.e 車用空調	185	204	218	232	235	234	225	221	216
2.F.1.f 固定式空調	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	4
2.F.2 發泡	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.3 滅火劑	NO	NO	NO	NO	NO	NO	7	4	8
2.F.4 氣膠	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.5 溶劑	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.6 其他應用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F 總計	185	204	218	232	235	234	232	225	228

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2.F.1 冷凍冷藏及空調	286	358	426	499	588	721	868	1,006	1,136
2.F.1.a 商用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.b 家用冰箱	85	78	83	77	80	79	84	91	89
2.F.1.c 工業用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.d 運輸用冷凍冷藏	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.1.e 車用空調	214	221	223	228	242	261	286	306	326
2.F.1.f 固定式空調	70	136	202	270	345	459	581	698	809
2.F.2 發泡	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.3 滅火劑	9	3	5	9	9	4	6	6	7
2.F.4 氣膠	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.5 溶劑	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.6 其他應用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F 總計	378	437	513	584	676	802	957	1,101	1,229
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2021**	**2022**	**2023**						
2.F.1 冷凍冷藏及空調	1,261	1,387	1,607						
2.F.1.a 商用冷凍冷藏	NE	NE	NE						
2.F.1.b 家用冰箱	87	87	87						
2.F.1.c 工業用冷凍冷藏	NE	NE	NE						
2.F.1.d 運輸用冷凍冷藏	NE	NE	NE						
2.F.1.e 車用空調	343	351	356						
2.F.1.f 固定式空調	917	1,043	1,165						
2.F.2 發泡	NE	NE	NE						
2.F.3 滅火劑	12	17	7						
2.F.4 氣膠	NE	NE	NE						
2.F.5 溶劑	NE	NE	NE						
2.F.6 其他應用	NE	NE	NE						
2.F 總計	1,273	1,405	1,615						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用；NE，代表未調查估計該分類項目，國內「發泡」、「溶劑」、「氣膠」及「其他應用」因使用量少，未調查估計。



備註：國內「發泡」、「溶劑」、「氣膠」及「其他應用」因使用量少，未調查估計。

圖 4.7.1　1994 年至 2023 年破壞臭氧層物質之替代品使用排放量趨勢

4.7.1 冷凍冷藏及空調（2.F.1）

2.F.1 冷凍冷藏及空調設備分類項目包含 2.F.1.a 商用冷凍冷藏、2.F.1.b 家用冰箱、2.F.1.c 工業用冷凍冷藏、2.F.1.d 運輸用冷凍冷藏、2.F.1.e 車用空調及 2.F.1.f 固定式空調，本節係說明前述設備之 HFCs 排放量。

4.7.1.1 商用冷凍冷藏（2.F.1.a）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查商用冷凍冷藏設備產生之 HFCs，主要來自設備於製造階段充填冷媒、運轉階段及棄置階段等過程中逸散之 HFCs 排放量。惟我國商用冷凍冷藏設備態樣眾多，在無法通盤掌握整體冷凍冷藏設備的狀況下，暫不納入計算。

4.7.1.2 家用冰箱（2.F.1.b）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查家用冰箱產生之 HFCs，主要來自設備於製造階段充填冷媒、運轉階段及棄置階段等過程中逸散之 HFCs 排放量；經專諮會[49]檢視，家用冰箱製造與使用階段之冷媒洩漏率極低，故家用冰箱僅計算棄置階段的排放量。

2.方法論議題：

(1)計算方法

計算公式如下：

公式 4.7.1：

HFCs 排放量
=棄置階段 HFCs 排放量
=當年度廢棄台數×冷媒回收量/台
×（1－處理回收率）×GWP 值

(2)排放係數

經專諮會[50]檢視，棄置階段之處理回收率為 0%。

(3)活動數據

棄置階段的活動數據採用經濟部統計處工業產銷存動態調查之電冰箱內銷台數及財政部關務署統計資料庫之電冰箱進出口台數，乘上平均冷媒填充量後即可推估家用冰箱之 HFCs 使用量，如表 4.7.2 所示。

(4)排放量

以 GWP 值將家用冰箱 HFCs 使用量轉換為排放量，其中 HFC-134a 之 GWP 為 1,300。

我國早期家用冰箱使用 CFCs 作為冷媒，因應蒙特婁議定書之管制時程，我國自 1996 年起禁止生產與進口 CFCs（非 2006 IPCC 指南建議估算溫室氣體種類），因此家用冰箱新設備自 1996 年 1 月 1 日起轉為使用 HFC-134a，故我國自 1996 年起即有此項 HFCs 排放量；家用冰箱排放量近 10 年平均每年上升約 1.2%，2023 年為 87 千公噸二氧化碳當量，1994 年至 2023 年排放量如表 4.7.3 及圖 4.7.2 所示。

(5)完整性

活動數據來自經濟部統計處工業產銷存動態調查及關務署統計資料庫，皆

[49]「2024 年國家溫室氣體清冊報告編輯、研析精進及應用專案計畫-我國家用冰箱 HFCs 排放清冊統計與精進專諮會」，2024 年 11 月 28 日。

[50]考量冰箱設備棄置進入回收場後，未有後續完善處理管道（即回收之 HFCs 純化再利用後直接供應市場設備使用或銷毀），故棄置階段之處理回收率為 0%。

以全國為調查對象，故計算結果可代表我國家用冰箱之 HFCs 排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據2006 IPCC指南，排放量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為5.00%；經判定國家統計資料庫係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為 5.00%。

(2)時間序列的一致性

1994 年至 2023 年排放係數、活動數據及計算方法皆一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於國家統計資料，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

依專諮會[51]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無。

表 4.7.2　1994 年至 2023 年家用冰箱之 HFCs 使用量

（單位：千公噸）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
HFCs 使用量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
HFCs 使用量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
HFCs 使用量	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
年	**2021**	**2022**	**2023**						
HFCs 使用量	0.07	0.07	0.07						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用

表 4.7.3　1994 年至 2023 年家用冰箱之 HFCs 排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2.F.1.b 家用冰箱	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
2.F.1.b 家用冰箱	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
2.F.1.b 家用冰箱	85	78	83	77	80	79	84	91	89
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2021**	**2022**	**2023**						
2.F.1.b 家用冰箱	87	87	87						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用

[51]「113 年國家溫室氣體清冊報告編輯、研析精進及應用專案計畫-我國家用冰箱 HFCs 排放清冊統計與精進專諮會」，2024 年 11 月 28 日。

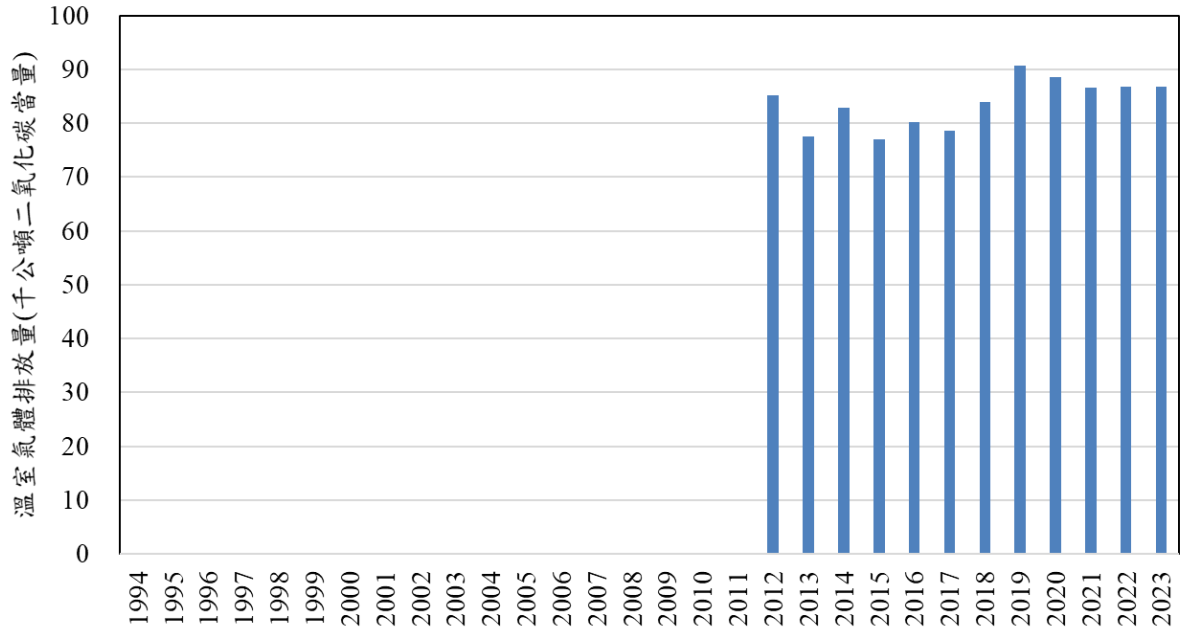


圖 4.7.2　1994 年至 2023 年家用冰箱之 HFCs 排放量趨勢

4.7.1.3 工業用冷凍冷藏（2.F.1.c）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查工業用冷凍冷藏設備產生之 HFCs，主要來自設備於製造階段充填冷媒、運轉階段及棄置階段等過程中逸散之 HFCs 排放量。惟我國工業用冷凍冷藏設備態樣眾多，在無法通盤掌握整體冷凍冷藏設備的狀況下，暫不納入計算。

4.7.1.4 運輸用冷凍冷藏（2.F.1.d）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查運輸用冷凍冷藏設備產生之 HFCs，主要來自設備於製造階段充填冷媒、運轉階段及棄置階段等過程中逸散之 HFCs 排放量。惟我國運輸用冷凍冷藏設備態樣眾多，在無法通盤掌握整體冷凍冷藏設備的狀況下，暫不納入計算。

4.7.1.5 車用空調（2.F.1.e）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查車用空調產生之 HFCs，主要來自設備於製造階段充填冷媒、運轉階段及棄置階段等過程中逸散之 HFCs 排放量。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 2，計算車用空調於製造、使用與棄置等各階段之 HFCs 排放總量，惟現階段僅考量使用階段的排放量，此項納入未來改善項目。

計算公式如下：

公式 4.7.2：

運轉階段之 HFCs 排放量=市面上運轉台數(累積 10 年)×冷媒充填量/台×使用階段洩漏率×GWP 值

(2)排放係數

參照2006 IPCC指南，車用空調運轉階段之洩漏率為10.00%。

(3)活動數據

運轉階段的活動數據採用交通部公路局資料庫之機動車輛新車領牌數資料，乘上平均冷媒填充量後即可推估車用空調設備之 HFCs 使用量，如表 4.7.4 所示。

(4)排放量

以 GWP 值將車用空調 HFCs 使用量轉換為排放量，其中 HFC-134a 之 GWP 為 1,300。

我國早期車用空調使用 CFCs 作為冷媒，因應蒙特婁議定書之管制時程，我國自1996年起禁止生產與進口CFCs（非2006 IPCC 指南建議估算溫室氣體種類），因此車用空調新設備自 1994 年 7 月 1 日起轉為使用 HFC-134a，此項為我國最早轉換使用 HFCs 之設備，故我國自 1994 年起即有HFCs排放量；車用空調排放量近10 年平均每年上升約 5.00%，2023 年已達 356 千公噸二氧化碳當量，1994 年至2023年排放量如表4.7.5及圖4.7.3所示。

(5)完整性

活動數據來自交通部公路局資料庫，皆以全國為調查對象，故計算結果可代表我國車用空調之HFCs排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據2006 IPCC指南，排放量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為5.00%，經判定國家統計資料庫係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為5.00%。

(2)時間序列的一致性

1994 年至 2023 年排放係數、活動數據及計算方法皆一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於國家統計資料，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

現階段僅考量使用階段的排放量，而參照 2006 IPCC 指南方法 2 應計算車用空調於製造、使用與棄置等各階段之 HFCs 排放總量，故此項納入未來改善項目。

表 4.7.4　1994 年至 2023 年車用空調之 HFCs 使用量

（單位：千公噸）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
HFCs 使用量	NO	0.1	0.2	0.3	0.5	0.7	0.9	1.0	1.2
年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
HFCs 使用量	1.4	1.6	1.7	1.8	1.8	1.8	1.7	1.7	1.7
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
HFCs 使用量	1.6	1.7	1.7	1.8	1.9	2.0	2.2	2.4	2.5
年	2021	2022	2023						
HFCs 使用量	2.6	2.7	2.7						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用

表 4.7.5　1994 年至 2023 年車用空調之 HFCs 排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2.F.1.e 車用空調	NO	8	26	45	67	89	112	135	160
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2.F.1.e 車用空調	185	204	218	232	235	234	225	221	216
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2.F.1.e 車用空調	214	221	223	228	242	261	286	306	326
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2021	2022	2023						
2.F.1.e 車用空調	343	351	356						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用

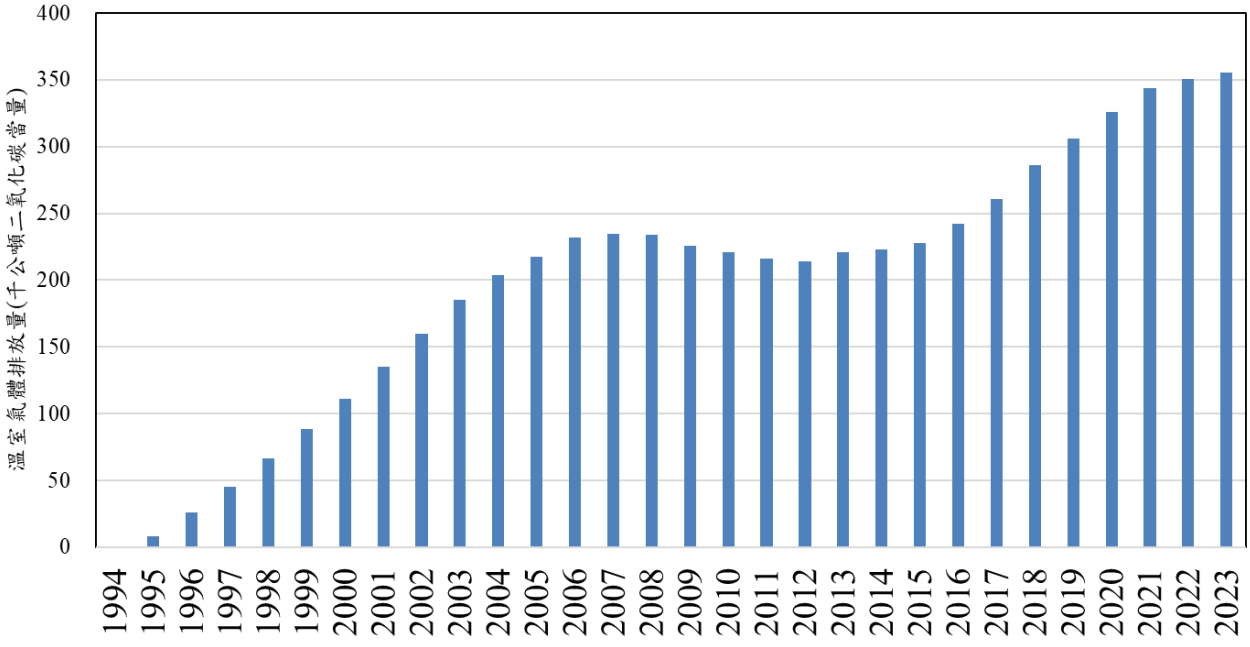


圖 4.7.3　1994 年至 2023 年車用空調之 HFCs 排放量趨勢

4.7.1.6 固定式空調（2.F.1.f）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查固定式空調（包含分離式、窗型、箱型及冰水機）產生之 HFCs，主要來自設備於製造階段充填冷媒、運轉階段及棄置階段等過程中逸散之 HFCs 排放量。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 2，計算固定式空調（包含分離式、窗型、箱型及冰水機）於製造、使用與棄置等各階段之 HFCs 排放總量。

計算公式如下：

公式 4.7.3：

HFCs 總排放量
=製造階段 HFCs 排放量+運轉階段 HFCs 排放量+棄置階段 HFCs 排放量

公式 4.7.4：

製造階段之 HFCs 排放量
=設備製造台數×冷媒充填量/台×製造階段洩漏率×GWP 值

公式 4.7.5：

運轉階段之 HFCs 排放量
=市面上運轉台數（壽齡 15 年）×冷媒充填量/台×使用階段洩漏率×GWP 值

公式 4.7.6：

棄置階段之 HFCs 排放量
=當年度廢棄台數×冷媒回收量/台×（1－處理回收率）×GWP 值

(2)排放係數

參照 2006 IPCC 指南，排放係數區分為設備製造時充填冷媒的洩漏率及設備使用運轉時的洩漏率；經專諮會[52][53]檢視，分離式空調與窗型空調製造階段充填 HFCs 之洩漏率為 0.20%、運轉階段之洩漏率為 2.00%、棄置階段[54]之處理回收率[55]為 0.00%；箱型空調製造與運轉階段之 HFCs 洩漏率依序為 0.20%、5.00%，棄置階段[56]之處理回收率[57]為 0.00%；冰水機製造與運轉階段之 HFCs 洩漏率依序為 0.20%、2.00%，棄置階段[58]之處理回收率[59]為 90.00%。

---

[52]「111 年國家溫室氣體排放清冊與統計系統計畫-我國分離式/窗型/箱型空調 HFCs 排放清冊統計與精進專諮會」，2023 年 09 月 13 日。

[53]「111 年國家溫室氣體排放清冊與統計系統計畫-我國中央空調 HFCs 排放清冊統計專諮會」，2023 年 09 月 13 日。

[54] 因應我國 HCFCs 管制，分離式空調與窗型空調自 2011 年起逐步由 HCFC-22 轉為 HFCs 冷媒，設備壽齡為 15 年，即 2026 年起才需統計棄置階段的排放量。

[55] 考量分離式與窗型空調設備棄置進入回收場後，未有後續完善處理管道（即回收之 HFCs 純化再利用後直接供應市場設備使用或銷毀），故棄置階段之處理回收率為 0%。

[56] 因應我國 HCFCs 管制，箱型空調自 2016 年起逐步由 HCFC-22 轉為 HFCs 冷媒，設備壽齡為 15 年，即 2031 年起才需統計棄置階段的排放量。

[57] 考量箱型空調設備棄置進入回收場後，未有後續完善處理管道（即回收之 HFCs 純化再利用後直接供應市場設備使用或銷毀），故棄置階段之處理回收率為 0%。

[58] 因應我國 HCFCs 管制，冰水機自 2016 年起逐步由 HCFC-22 轉為 HFCs 冷媒，設備壽齡為 20 年，即 2036 年起才需統計棄置階段的排放量。

[59] 冰水機屬於大型機組，設備達壽齡時，業者會儘量抽取冷媒回收再利用，回收率約有 90%（剩餘 10%氣態冷媒無法抽出。

(3)活動數據

固定式空調（包含分離式、窗型、箱型及冰水機）製造階段的活動數據採用經濟部統計處工業產銷存動態調查之各類設備生產台數；運轉階段的活動數據採用經濟部統計處工業產銷存動態調查之各類設備內銷台數及財政部關務署統計資料庫之各類設備進出口台數，乘上各種設備平均冷媒填充量後即可推估固定式空調設備HFCs使用量，如表4.7.6所示。

(4)排放量

以 GWP 值將各類設備之 HFCs 使用量轉換為排放量，其中 HFC-134a 為 1,300、HFC-32 為 677，HFC-125 則為 3,170。

我國早期固定式空調設備（包含分離式、窗型、箱型及冰水機）使用 CFCs 或 HCFCs 作為冷媒，因應蒙特婁議定書之管制時程，我國自 1996 年起禁止生產與進口 CFCs（非 2006 IPCC 指南建議估算溫室氣體種類），亦自 1996 年起凍結 HCFCs 消費量（非 2006 IPCC 指南建議估算溫室氣體種類），並分階段禁止生產與進口後，國內固定式空調設備新設備自2011年起逐步轉為使用HFCs（2006 IPCC 指南建議估算溫室氣體種類），故 2011 年起新增空調設備使用 R-410A（含 HFC-32、HFC-125）與 HFC-32 為統計項目；我國HFCs排放量逐年上升，2011年為 4 千公噸二氧化碳當量，2023 年已達1,165千公噸二氧化碳當量，近10年平均每年上升約25.00%，1994年至2023年排放量如表4.7.7及圖4.7.4所示。

(5)完整性

活動數據來自經濟部統計處工業產銷存動態調查及關務署統計資料庫，皆以全國為調查對象，故計算結果可代表我國家用冰箱之HFCs排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據2006 IPCC指南，排放量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為5.00%，經判定國家統計資料庫係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為5.00%。

(2)時間序列的一致性

1994 年至 2023 年排放係數、活動數據及計算方法皆一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於國家統計資料，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[60]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無。

[60]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

表 4.7.6　1994 年至 2023 年固定式空調之 HFCs 使用量

（單位：千公噸）

年	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
HFCs 使用量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
HFCs 使用量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	1
年	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
HFCs 使用量	3	5	6	8	10	12	15	17	19
年	2021	2022	2023						
HFCs 使用量	22	25	28						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用

表 4.7.7　1994 年至 2023 年固定式空調之 HFCs 排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2.F.1.f 固定式空調	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
2.F.1.f 固定式空調	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
2.F.1.f 固定式空調	70	136	202	270	345	459	581	698	807
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2021	2022	2023						
2.F.1.f 固定式空調	917	1,043	1,165						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用

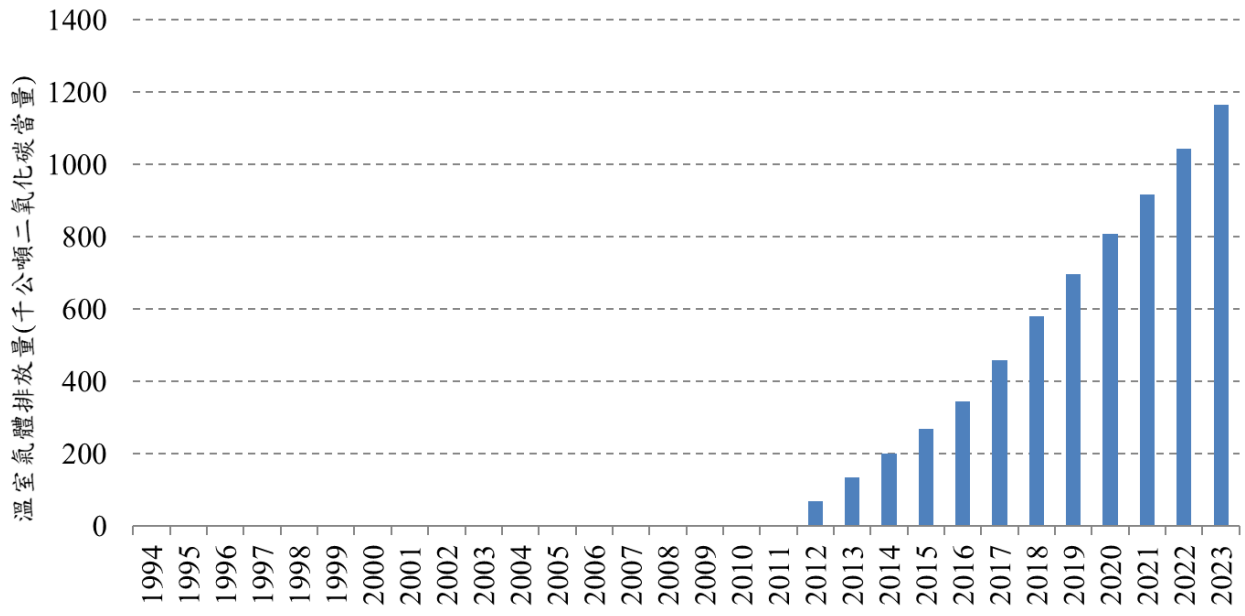


圖 4.7.4　1994 年至 2023 年固定式空調之 HFCs 排放量趨勢

4.7.2 發泡（2.F.2）

本項主要調查以 HFCs 作為發泡所造成的排放量。經環境部計畫(2012)[61]表示，因國內少量應用 HFCs 於發泡，故未進一步調查相關 HFCs 排放，即無發泡用途產生之 HFCs 排放。

4.7.3 滅火劑（2.F.3）

1.排放源及匯分類的描述：

本項主要調查滅火劑填充使用 HFCs 所造成的排放量，即用於替代海龍 1301 滅火劑之 HFC-227ea 使用量。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以 HFCs 作為滅火劑用途之實際使用情形估算排放量；國內 HFC-227ea 僅使用於滅火藥劑，故依據 HFC-227ea 進出口量進行估算排放量。

(2)排放係數

排放係數係參照 2006 IPCC 指南建議為 4%。

(3)活動數據

國內無生產 HFCs，皆係由國外進出口，故 HFC-227ea 活動數據係財政部關務署進出口數量統計。

(4)排放量

以 HFC-227ea 之 GWP 值 3,350 將填充量轉換為排放量，1994 年至 2023 年排放量如表 4.7.8 及圖 4.7.6 所示。滅火藥劑產生之 HFCs 排放量與進出口量有關，2013 年至 2023 年間（2013 年和 2017 年除外）呈逐年上升趨勢，2023 年為 7 千公噸二氧化碳當量，約占總排放量 0.04%。

(5)完整性

活動數據來自關務署統計資料庫，係以全國為調查對象，調查結果可代表我國滅火劑使用排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為 5.00%；經判定國家統計資料庫係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為 5.00%。

(2)時間序列的一致性

2009 年至 2023 年排放係數、活動數據及計算方法皆一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於國家統計資料，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[62]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

---

[61] 行政院環境保護署（現為環境部），碳捕集及封存技術與溫室氣體減量相關技術推動工作專案工作計畫，2012。

[62]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」，2024 年 11 月 08 日。

4.7.4 氣膠（噴霧罐推進劑）(2.F.4)

本項主要調查以 HFCs 作為噴霧罐推進劑用途所造成的排放量，因國內少量使用 HFCs 於噴霧罐推進劑，故未進一步調查。

4.7.5 溶劑（2.F.5）

本項主要調查以 HFCs 作為清洗溶劑用途所造成的排放量，因國內未有 HFCs 作為清洗溶劑之數據，故暫不列入計算。

4.7.6 其他應用（2.F.6）

無。

表 4.7.8　1994 至 2023 年滅火劑使用排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002
2.F.3 滅火劑	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**
2.F.3 滅火劑	NO	NO	NO	NO	NO	NO	7	4	8
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**
2.F.3 滅火劑	9	3	5	9	9	4	6	6	7
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2021**	**2022**	**2023**						
2.F.3 滅火劑	12	17	7						

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用

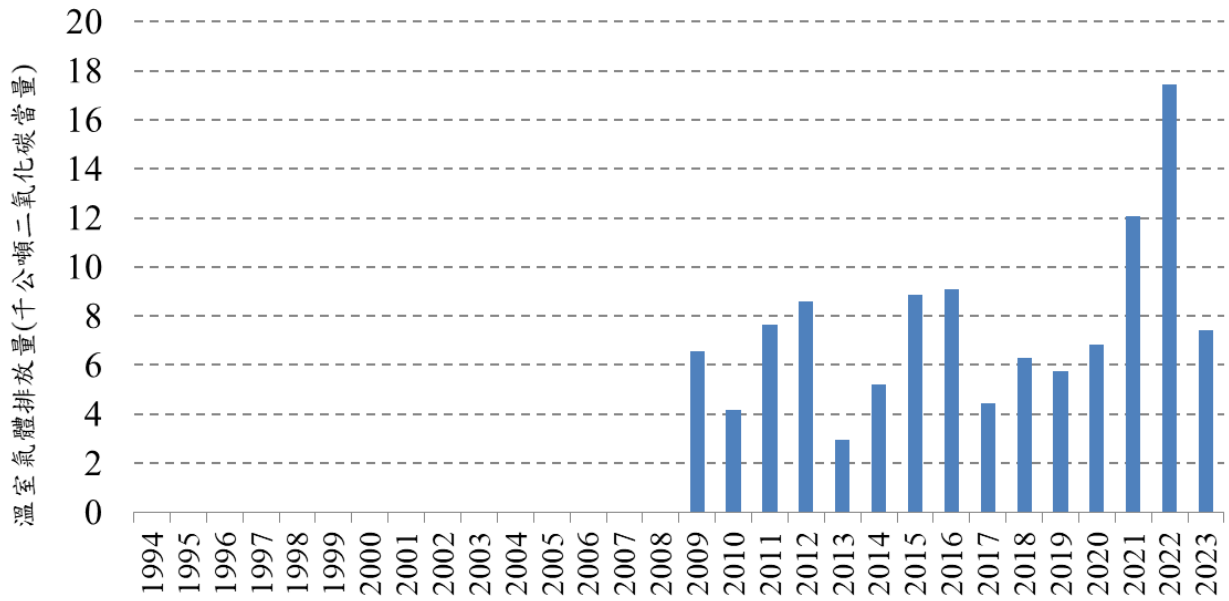


圖 4.7.5　1994 至 2023 年滅火劑使用排放量趨勢

4.8 其他產品之製造與使用（2.G）

本節概述製造和使用電器設備和其他產品所產生六氟化硫和全氟碳化物排放估算統計，包含 2.G.1「電子設備」、2.G.2「其他產品使用六氟化硫及全氟碳化物」、2.G.3「使用氧化亞氮之產品」及 2.G.4「其他」等共計四項，統計溫室氣體種類為全氟碳化物、六氟化硫及氧化亞氮等共計 3 項，2023 年共排放 85 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門 0.42%，本部門溫室氣體排放較去年減少約 42 千公噸二氧化碳當量，皆係因 SF_6 影響。「電力設備中六氟化硫及全氟碳化物」因早期使用量較小，無統計調查記錄，故僅呈現 2002 年至 2023 年排放量，如表 4.8.1 所示。

表 4.8.1　2002 年至 2023 年其他產品之製造與使用排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2.G.1.電子設備	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.G.2.其他產品使用 SF_6 及 PFCs	2,003	2,003	2,116	1,549	794	982	923	724	245
2.G.3.使用 N_2O 之產品	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G.4.其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G 總計	2,003	2,003	2,116	1,549	794	982	923	724	245
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.G.1.電子設備	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.G.2.其他產品使用 SF_6 及 PFCs	260	201	165	150	132	85	81	154	113
2.G.3.使用 N_2O 之產品	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G.4.其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G 總計	260	201	165	150	132	85	81	154	113
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**					
2.G.1.電子設備	IE	IE	IE	IE					
2.G.2.其他產品使用 SF_6 及 PFCs	137	103	127	85					
2.G.3.使用 N_2O 之產品	NE	NE	NE	NE					
2.G.4.其他	NE	NE	NE	NE					
2.G 總計	137	103	127	85					

備註：1.IE，代表該分類項目排放量已估計，但列在清冊中其他分類項目，「電子設備」併入「積體電路或半導體」、「TFT 平面顯示器」計算。

2.NE，代表未調查估計該分類項目，因「其他產品使用六氟化硫及全氟碳化物」及「使用氧化亞氮之產品」項目排放量低，故未進一步調查相關排放。

4.8.1 電子設備（2.G.1）

無法依 2006 IPCC 指南之方法別取得所需數據，故合併於「4.6.1 積體電路或半導體」及「4.6.2TFT 平面顯示器」計算。

4.8.2 其他產品使用六氟化硫及全氟碳化物（2.G.2）

1.排放源及匯分類的描述：

目前我國電力業多以六氟化硫(SF_6)作為電力設備之絕緣氣體，並常使用於開關場、變電所及配電線路之各類型變電開關等，當電力設備於維修測試或突發爆裂時，往往造成六氟化硫(SF_6)直接逸散於大氣中，為其主要排放源因素；本計畫調查對象主要為電力業，包括台電公司及民營發電廠所屬變電設備，其六氟化硫(SF_6)排放主要來自於電力設備自然洩漏或維修測試之逸散，為降低六氟化硫(SF_6)逸散量，其中台電公司藉由變電設備的操作及維護管理上，積極推動六氟化硫(SF_6)回收再利用機制，並針對六氟化硫(SF_6)進行匯的管控。另 IPCC2006 建議調查之軍事應用、加速裝置等 SF_6 及 PFCs 之排放，環境部計畫(2015)[63]表示，因國內此項目使用較少，故未進一步調查相關排放，即無其他產品使用 SF_6 及 PFCs 之排放。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參考台電及民營電廠六氟化硫(SF_6)補充量，並參照 2006 IPCC 指南方法 2，以六氟化硫(SF_6)實際使用情形求得排放當量，其來源包括為台電公司 SF_6 排放量以及民營電廠之六氟化硫填充量進行估算。

(2)排放係數

由台電公司提供及環境部蒐集國家溫室氣體登錄平臺民營電廠之盤查清冊提供六氟化硫(SF_6)補充量；補充量為一實際值，無需透過排放係數間接計算補充量。

(3)活動數據

由台電公司提供及環境部蒐集國家溫室氣體登錄平臺民營電廠之盤查清冊提供六氟化硫(SF_6)補充量，並依實際補充量進行統計活動數據，其中台電公司活動數據統計自該公司經國內確信機構確信完成之永續報告書；民營電廠數據則由環境部蒐集國家溫室氣體登錄平臺民營電廠之盤查清冊提供，盤查清冊資料皆經過我國環境部認定之合格查驗證機構進行查證。

(4)排放量

六氟化硫排放係依據 IPCC 第五次評估報告(2013)之 GWP 值 23,500，將六氟化硫補充量轉換為二氧化碳當量，2002 年至 2023 年排放當量如表 4.8.2 與圖 4.8.1 所示。

早期高壓斷路器使用多氯聯苯作為絕緣氣體，六氟化硫僅為推廣用途，使用量少，故未調查使用情形，台電資料可追溯至 2007 年，而民營電廠資料可分別追溯至 2002 年及 2005 年。2002 年至 2006 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體六氟化硫排放量僅民營電廠資料可追溯，

[63] 行政院環境保護署（現為環境部），溫室氣體關鍵減量技術環境管理政策推動與研析專案工作計畫，2015。

故排放量較低，自 2007 年具完整資料開始，隨著電力業大力推動六氟化硫回收再利用，排放量於 2007 年為最高 982 千公噸二氧化碳當量，下降至 2023 年 85 千公噸二氧化碳當量。

(5)完整性

六氟化硫(SF_6)補充量係以台電公司及全國民營電廠為調查對象，調查結果可代表全國電力設備之高壓斷路器及其他開關絕緣氣體排放情形。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放當量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為 5.00%；鑒於透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放當量不確定性為 5.00%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2001 年無法取得排放當量，且 2002 年至 2006 年缺乏台電資料，已影響時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

依環境部排放量專案工作計畫提供六氟化硫(SF_6)補充，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.8.2 所示。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[64]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.8.3 使用氧化亞氮產品（2.G.3）

本項主要調查醫藥應用、壓力噴劑、氧化劑、氣囊膨脹使用之疊氮化鈉（NaN_3）生產等使用氧化亞氮的排放量，環境部計畫(2015)[65]表示，因國內此項目使用較少，故未進一步調查相關排放，即無其他產品使用氧化亞氮產品之排放。

表 4.8.2　2002 年至 2023 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體之排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010
2.G.2 其他產品使用 SF_6 及 PFCs	2,003	2,003	2,116	1,549	794	982	923	724	245
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.G.2 其他產品使用 SF_6 及 PFCs	260	201	165	150	132	85	81	154	113
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**					
2.G.2 其他產品使用 SF_6 及 PFCs	137	103	127	85					

[64]「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」2024 年 11 月 08 日。

[65] 行政院環境保護署（現為環境部），溫室氣體關鍵減量技術環境管理政策推動與研析專案工作計畫，2015。

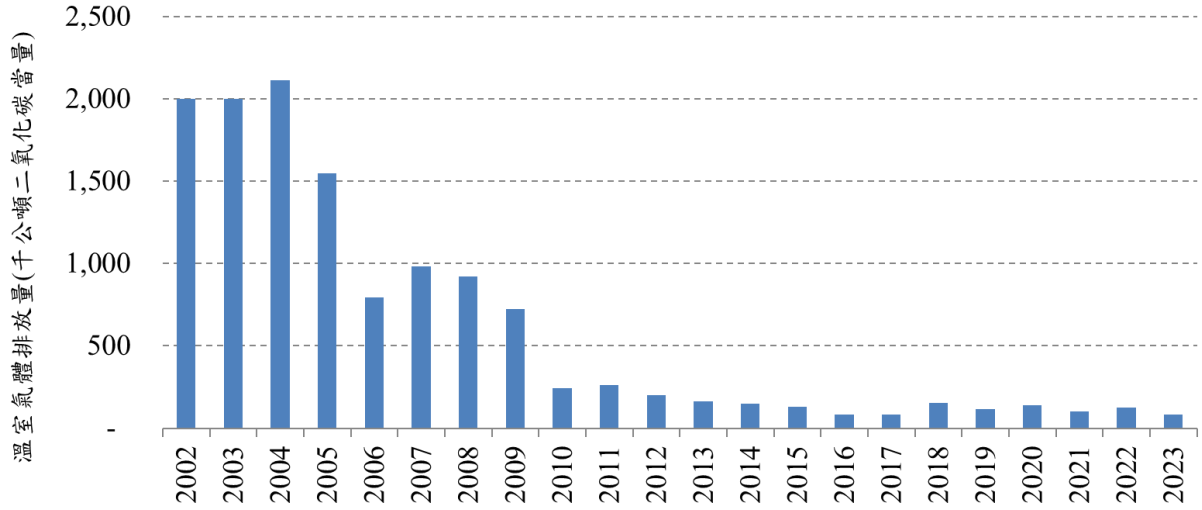


圖 4.8.1 2002 至 2023 年電力設備中之六氟化硫排放趨勢

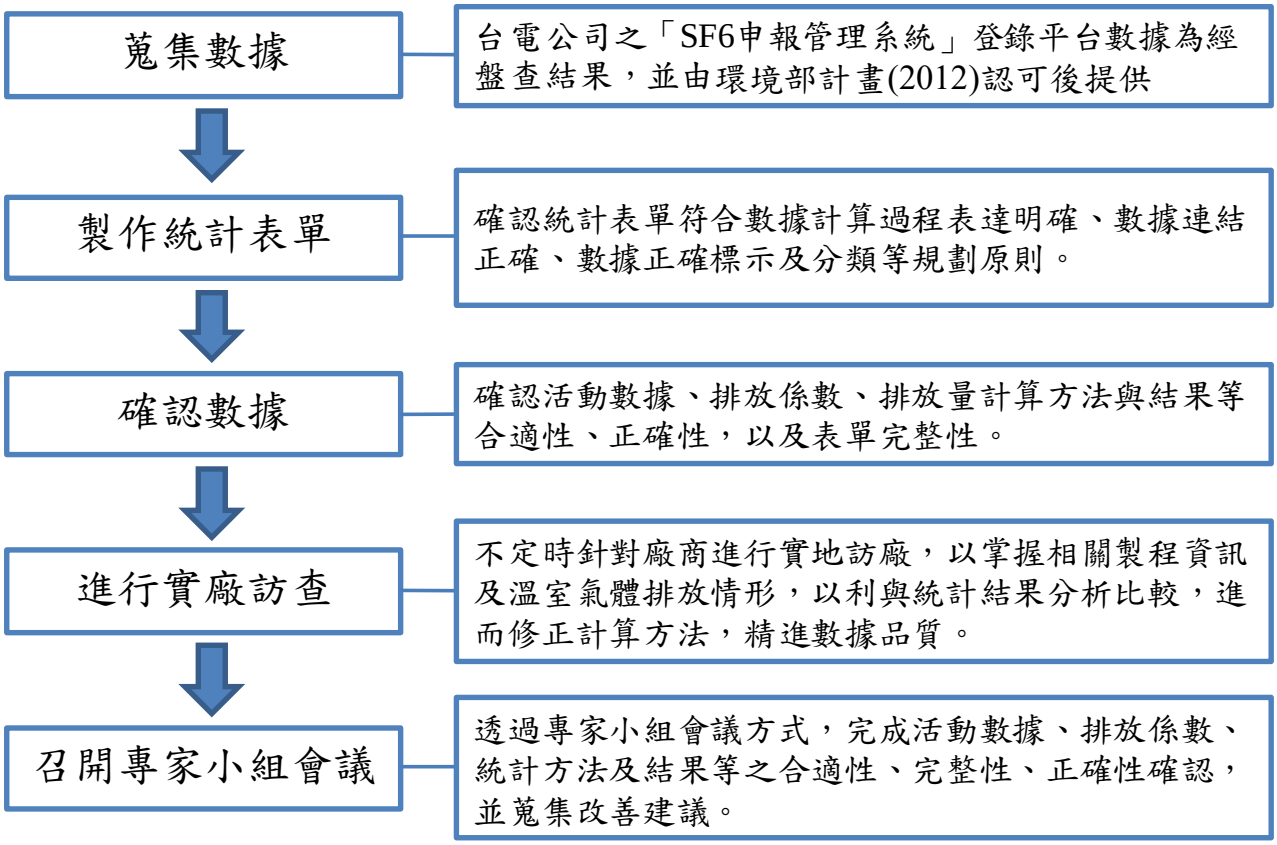


圖 4.8.2 高壓斷路器及其他開關絕緣氣體排放統計 QA/QC 流程

4.9 其他（2.H）

2.H「其他製程」為工業製程及產品部門中排放趨勢最穩定之分類，分類項目僅2.H.1「食品及飲料工業」一項，主要排放溫室氣體種類為二氧化碳。2023 年總部門排放量約 15 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門 0.07%，1990 年至 2023 年排放量如表 4.9.1 所示。

4.9.1 食品及飲料工業（2.H.1）

本分類調查項目產品包含酒類及食物生產等；其中「肉、魚及家禽」、「砂糖」、「植物油及動物油」及「動物飼料」項目的氣體統計種類為 NMVOC，故這些項目僅統計活動數據，未納入排放量統計，僅「啤酒生產」項目排放二氧化碳，故以下僅針對啤酒生產進行說明。

4.9.1.1 啤酒（2.H.1.a）

1.排放源及匯分類的描述：

啤酒生產係以麥芽、白米及啤酒花等原料，經糖化、發酵、貯酒、過濾及包裝等製程；其中，過濾階段需添加二氧化碳以符合產品標準，二氧化碳即來自此過程中排放。

2.方法論議題：

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1，以啤酒生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

公式 4.9.1：

二氧化碳排放量

=啤酒生產量（公石）×啤酒排放係數（公斤二氧化碳/公石生產量）

(2)排放係數

引用國內主要生產廠商盤查清冊之製程排放量與財務年報之生產量計算排放係數，2010 年至 2023 年使用該年度之排放係數，1990 年至 2009 年因生產廠商盤查清冊與財務年報未能追溯，則以 2010 年至 2017 年平均排放係數 0.00514 公噸二氧化碳/公石啤酒生產計算。歷年排放係數如圖 4.9.1 所示。

表 4.9.1　1990 年至 2023 年其他製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.H.1 食品及飲料工業	23	23	23	24	23	21	20	19	22	21
2.H 總計	23	23	23	24	23	21	20	19	22	21
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.H.1 食品及飲料工業	20	20	18	18	19	20	21	20	20	21
2.H 總計	20	20	18	18	19	20	21	20	20	21
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.H.1 食品及飲料工業	20	20	21	19	19	20	19	20	19	17
2.H 總計	20	20	21	19	19	20	19	20	19	17
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.H.1 食品及飲料工業	18	15	15	15						
2.H 總計	18	15	15	15						

(3)活動數據

啤酒生產量引用自經濟部統計處工業生產統計年報，1990 年至 2023 年生產量如表 4.9.2 所示。

(4)排放量

啤酒排放量如表 4.9.3 及圖 4.9.2 所示，因歷年生產量穩定，排放量亦維持穩定趨勢，每年約排放 15 至 24 千公噸二氧化碳當量。

(5)完整性

經濟部統計處工業統計年報調查對象為全國廠商，屬於國家級統計數據，計算結果可代表我國啤酒生產排放量。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

活動數據來源為國家及系統性統計資料取得，根據 2006 IPCC 指南，排放量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為 5.00%；經判定經濟部統計處工業產銷存資料係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為 5.00%。

(2)時間序列的一致性

1990 年至 2023 年活動數據來源及計算方法一致，排放係數 2010 年至 2023 年各年度依該年度數據推估，1990 年至 2009 則取 2010 年至 2017 年平均，已影響時間序列一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於業者提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質。

5.特定排放源的重新計算

經專諮會[66]檢視無重新計算之建議，故無修正。

6.特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

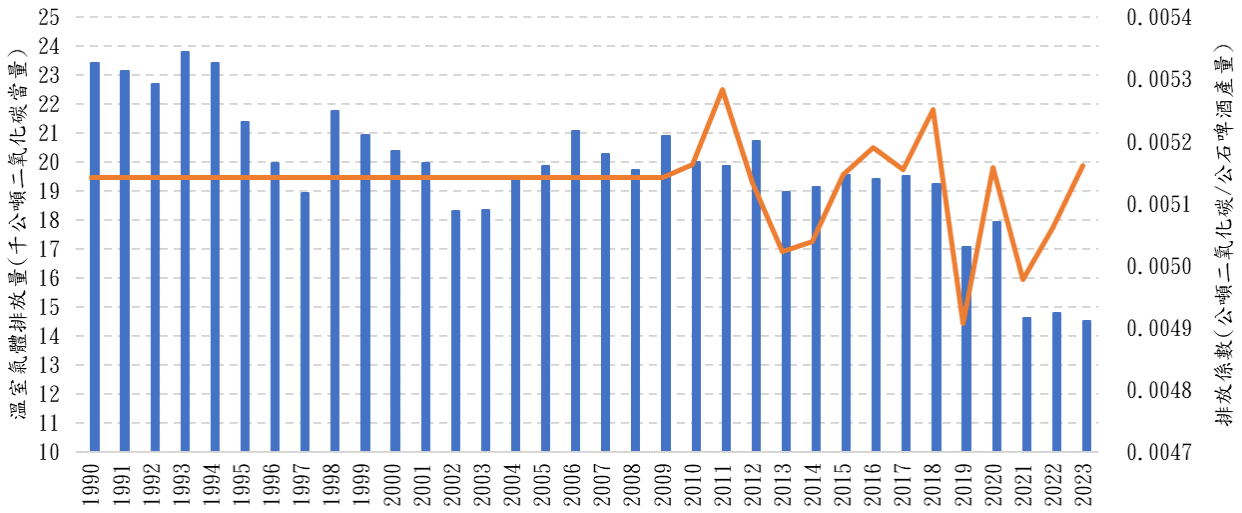


圖 4.9.1　1990 年至 2023 年啤酒製程排放量及歷年排放係數

[66] 「2024 年國家溫室氣體排放清冊-工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會議」2024.11.08。

表 4.9.2　1990 年至 2023 年啤酒生產量

(單位：千公石)

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
啤酒生產量	4,557	4,507	4,416	4,633	4,553	4,163	3,882	3,680	4,234	4,073
年份	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
啤酒生產量	3,964	3,881	3,235	3,404	3,784	3,865	4,100	3,944	3,838	4,064
年份	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
啤酒生產量	3,877	3,759	4,035	3,780	3,701	3,800	3,744	3,788	3,665	3,481
年份	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
啤酒生產量	3,476	2938	2,922	2,813						

表 4.9.3　1990 年至 2023 年啤酒生產製程排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
2.9.1.a 啤酒	23.4	23.1	22.7	23.8	23.4	21.4	20.0	18.9	21.8	20.9
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
2.9.1.a 啤酒	20.4	20.0	18.3	18.3	19.5	19.9	21.1	20.3	19.7	20.9
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
2.9.1.a 啤酒	20.0	19.9	20.7	19.0	19.2	19.6	19.4	19.5	19.2	17.1
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
2.9.1.a 啤酒 3	18.3	14.6	14.8	14.5						

4.10 參考文獻

1.IPCC, Guide lines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006。

2.經濟部統計處，工業產銷存動態調查資料庫，2023。

3.財政部關務署，進出口統計資料庫，2023。

4.國內水泥熟料生產業者排放清冊，2023。

5.台灣區鋼鐵工業同業公會，鋼鐵資訊，2024。

6.國內一貫作業煉鋼業者排放清冊，2023。

7. 行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

8.IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Managementin National Greenhouse Gas Inventories, 2000.

9.行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），推動含氟溫室氣體產業排放減量計畫，2004。

10.環境部氣候變遷署，事業廢棄物申報及管理資訊系統，2023。

11.行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），我國溫室氣體減量最佳可行技術先期評估與建置專案工作計畫，2016。

12.Center for Global Environmental Research, National Greenhouse Gas Inventory report of Japan, 2014。

13.行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），溫室氣體關鍵減量技術環境管理政策推動與研析專案工作計畫，2015

14.臺灣區石油化學同業公會，臺灣區石油化學工業同業公會年報，2024。

15. 行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫，2014。

16. 行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），碳捕集及封存技術與溫室氣體減量相關技術推動工作專案工作計畫，2012。

17. 行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），建立非二氧化碳溫室氣體管理制度與減量技術專案計畫，2011。

18. 行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），推動產業非二氧化碳溫室氣體排放減量，2009。

19. 行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），推動含氟溫室氣體產業排放減量，2008。

20.行政院環境保護署（現為環境部氣候變遷署），破壞臭氧層物質與含氟溫室氣體管理策略規劃專案，2006

21.環境部氣候變遷署，事業應盤查登錄及查驗溫室氣體排放量之排放源排放清冊，2023。

22.國內輕金屬生產業者，2023。

23.國內啤酒生產業者，2023。

24.國內環氧乙烷生產業者，2023。

25.國內一貫作業煉鋼生產業者，2023。

第五章
農業部門 (CRT Sector 3)

5.1 部門概述
5.2 畜禽腸胃發酵 (3.A)
5.3 畜禽糞尿處理 (3.B)
5.4 水稻種植 (3.C)
5.5 農耕土壤 (3.D)
5.6 草原焚燒 (3.E)
5.7 作物殘渣燃燒 (3.F)
5.8 石灰處理 (3.G)
5.9 尿素施用 (3.H)
5.10 其他含碳肥料 (3.I)
5.11 其他 (3.J)
5.12 參考文獻

第五章 農業部門(CRT Sector 3)

5.1 部門概述

有關農業部門溫室氣體排放清冊之統計工作，係依據聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, 以下簡稱 IPCC）於 2006 年出版國家溫室氣體排放清冊指南[1]（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gases Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南）第四卷所述，農業部門溫室氣體排放共分為：3.A「畜禽腸胃發酵」、3.B「畜禽糞尿處理」、3.C「水稻種植」、3.D「農業土壤」、3.E「草原焚燒」、3.F「作物殘體燃燒」、3.G「石灰處理」、3.H「尿素施用」。本文計算二氧化碳當量所使用之甲烷與氧化亞氮之全球暖化潛勢[2]（Global Warming Potential，以下簡稱 GWP）分別為 28 與 265。

農業部門各排放源分類及計算方法學如表 5.1.1 與表 5.1.2 所示。其中，畜牧業相關排放源包括「畜禽腸胃發酵」（甲烷）及「畜禽糞尿處理」（甲烷及氧化亞氮），統計範圍僅涵蓋人工飼養之家畜家禽，野生動物則因生態複雜且排放難以估算，故未列入統計。農糧產業之排放源主要有來自農地的「水稻種植」（甲烷）、「作物殘體燃燒」（甲烷及氧化亞氮）及來自土壤施肥的「農業土壤」（氧化亞氮）與「尿素施用」（二氧化碳），至於「草原焚燒」我國因氣候環境因素，無大規模草原焚燒現象，且缺乏相關統計數據，故不納入計算，另因我國農業生產中石灰與其他含碳肥料施用量低，且缺乏明確統計數據，因此「石灰處理」與「其他含碳肥料」兩項排放源暫未估算。上述農糧與畜牧產業於生產活動中使用燃料部分則在能源部門計算。

我國 1990 至 2023 年農業部門溫室氣體排放量及其趨勢如表 5.1.1 及圖 5.1.1 所示，自 1990 年起整體呈現下降趨勢，主要因我國加入世界貿易組織（World Trade Organization，以下簡稱 WTO）及經貿自由化、衝擊國內農業生產造成耕地面積及畜禽飼養減少等因素，另合理化施肥推廣落實亦有助溫室氣體之減量。其中禽畜部門排放量在 1996 年後連續 2 年較大幅度下降，係口蹄疫致豬隻飼養頭數銳減之故。我國 2023 年農業部門溫室氣體排放源占比如圖 5.1.3，農業土壤 35.28%為最大占比，其他如畜禽糞尿處理占 28.52%、畜禽腸胃發酵占 19.29%、水稻種植占 16.26%、尿素施用占 0.59%、作物殘體燃燒占 0.05%。

[1] IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006.

[2] IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013.

表 5.1.1 農業部門排放源分類

排放源	範疇定義	納入排放計算之溫室氣體
3.A 畜禽腸胃發酵	畜禽腸胃發酵是指人類飼養的家畜及家禽，消化過程中腸胃發酵所產生的甲烷量。	甲烷
3.B 畜禽糞尿處理	人類飼養的家畜及家禽，除了消化過程中因腸胃發酵產生甲烷外，其排泄作用所產生的糞尿的處理亦會產生甲烷及氧化亞氮之溫室氣體。	甲烷、氧化亞氮
3.C 水稻種植	有機物在浸水的稻田中會因厭氧環境，被微生物分解而產生甲烷，產生之甲烷主要經由水稻植株擴散至大氣中。	甲烷
3.D 農業土壤	農業活動，包括農地施用化學氮肥、有機氮肥、作物殘體的埋入或改變土地利用管理等，這些農業活動使氮素進入土壤，造成土壤有效性氮的增加、脫氮量增加，而造成氧化亞氮的直接與間接排放。	氧化亞氮
3.E 草原焚燒	熱帶與亞熱帶地區之草原燃燒時所產生的非二氧化碳溫室氣體，包含一氧化碳、甲烷、氧化亞氮與氮氧化物，因我國農業鮮有此種經營管理模式且無相關統計資料，暫未估算。	無
3.F 作物殘體燃燒	現地焚燒農作物殘體時所產生的非二氧化碳溫室氣體，包含一氧化碳、甲烷、氧化亞氮與氮氧化物。	甲烷、氧化亞氮
3.G 石灰處理	於土壤中使用石灰的目的係以改善土壤酸鹼度，使土壤性質適於植物生長，而施用碳酸鹽類石灰，包括含鈣性石灰($CaCO_3$)或白雲岩($CaMg(CO_3)_2$)等，隨著碳酸鹽石灰溶解和釋放碳酸氫鹽(HCO_3^-)，而轉變為二氧化碳和水，導致二氧化碳排放，因我國國內使用量少且缺乏確切統計資料，暫未估算。	無
3.H 尿素施用	尿素施用於土壤後，其水解過程，使工業生產過程所固定的二氧化碳又再排放。	二氧化碳
3.I 其他含碳肥料	IPCC 並未對此項目進行定義或指導，我國國內使用量少且缺乏確切統計資料，暫未估算。	無
3.J 其他	無	無

表 5.1.2 農業部門所使用方法學

溫室氣體排放源分類	二氧化碳		甲烷		氧化亞氮	
	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數
3.A 畜禽腸胃發酵			T1, T3	D, CS		
產乳牛、其他牛			T3	CS		
豬、水牛、山羊			T1	D		
家禽			T3	CS		
3.B 畜禽糞尿處理			T1, T3	D, CS	T1, T3	D, CS
產乳牛			T3	CS	T3	CS
豬、水牛、山羊、其他牛			T1	D	T1	D
家禽			T3	CS	T3	CS
3.C 水稻種植			T2	CS		
3.D 農業土壤					T1	D
3.E 草原焚燒			NE	NE	NE	NE
3.F 作物殘體燃燒			T1	D	T1	D
3.G 石灰處理	NE	NE				
3.H 尿素施用	T1	D				
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J 其他	NO	NO	NO	NO	NO	NO

備註：各式符號係指我國該分類採用 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1, T1)；2006 IPCC 指南方法 2 (Tier 2, T2)；2006 IPCC 指南方法 3 (Tier 3, T3)；IPCC 指南預設方法 (IPCC default, D), 國家特定方法 (country specific, CS)；NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計；NO（未生產）指我國該分類項目無生產或使用，如停產；灰底為指南未建議納入統計該氣體。

表 5.1.3 1990 年至 2023 年農業部門溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
3.A 畜禽腸胃發酵	750	819	826	868	883	921	921	820	755
3.B 畜禽糞尿處理	1,375	1,606	1,562	1,583	1,624	1,695	1,733	1,332	1,119
3.C 水稻種植	1,226	1,166	1,084	1,059	998	984	961	976	953
3.D 農業土壤	2,150	2,244	2,160	2,202	2,200	2,212	2,259	1,957	1,853
3.E 草原焚燒	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3F 作物殘體燃燒	52	35	66	30	29	10	10	10	8
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素施用	142	146	139	131	135	151	151	134	127
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
農業部門總排放量	5,694	6,015	5,838	5,873	5,869	5,974	6,034	5,228	4,814
溫室氣體排放源	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
3.A 畜禽腸胃發酵	778	775	739	712	701	688	698	688	682
3.B 畜禽糞尿處理	1,225	1,263	1,209	1,153	1,150	1,155	1,207	1,194	1,124
3.C 水稻種植	947	899	887	816	721	643	717	706	690
3.D 農業土壤	1,905	2,059	1,944	1,939	1,754	1,904	1,753	1,782	1,751
3.E 草原焚燒	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3F 作物殘體燃燒	10	19	21	18	12	11	11	12	6
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素施用	118	131	94	93	82	84	62	59	57
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
農業部門總排放量	4,982	5,147	4,894	4,732	4,420	4,484	4,449	4,441	4,310
溫室氣體排放源	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
3.A 畜禽腸胃發酵	655	640	648	660	653	649	634	641	628
3.B 畜禽糞尿處理	1,093	1,049	1,056	1,070	1,028	996	961	954	951
3.C 水稻種植	676	678	659	668	688	710	702	678	705
3.D 農業土壤	1,634	1,676	1,657	1,583	1,612	1,548	1,526	1,493	1,497
3.E 草原焚燒	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3F 作物殘體燃燒	9	7	7	7	8	5	5	6	5
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.H 尿素施用	57	55	54	53	55	45	40	38	34
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.J 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
農業部門總排放量	4,124	4,105	4,081	4,042	4,043	3,952	3,868	3,810	3,820
溫室氣體排放源	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
3.A 畜禽腸胃發酵	632	640	643	650	665	655	643		
3.B 畜禽糞尿處理	951	957	973	975	972	951	950		
3.C 水稻種植	704	689	684	677	608	576	542		
3.D 農業土壤	1,431	1,382	1,311	1,364	1,271	1,216	1,175		
3.E 草原焚燒	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
3F 作物殘體燃燒	5	3	3	1	1	1	2		
3.G 石灰處理	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
3.H 尿素施用	31	30	29	29	27	22	20		
3.I 其他含碳肥料	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
3.J 其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE		
農業部門總排放量	3,753	3,702	3,644	3,696	3,543	3,421	3,331		

備註：1. 2005 年前之統計資料未包含金門縣及連江縣（因其自行統計未併入臺閩地區）。

2. NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計。

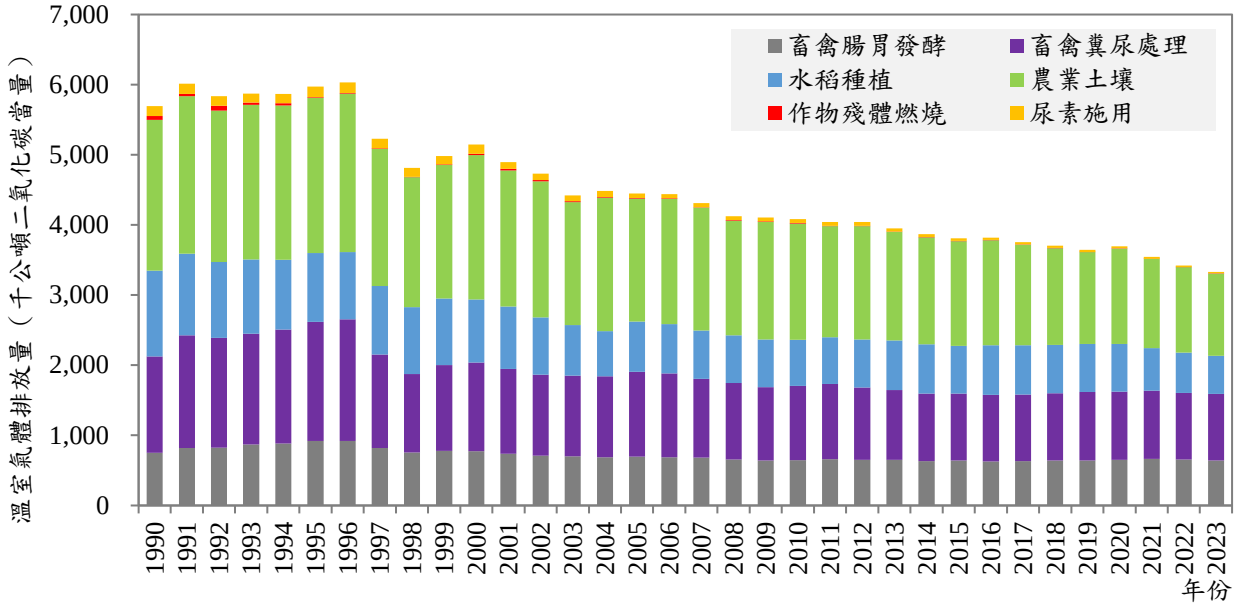


圖 5.1.1 1990 年至 2023 年農業部門排放量趨勢（依類別）

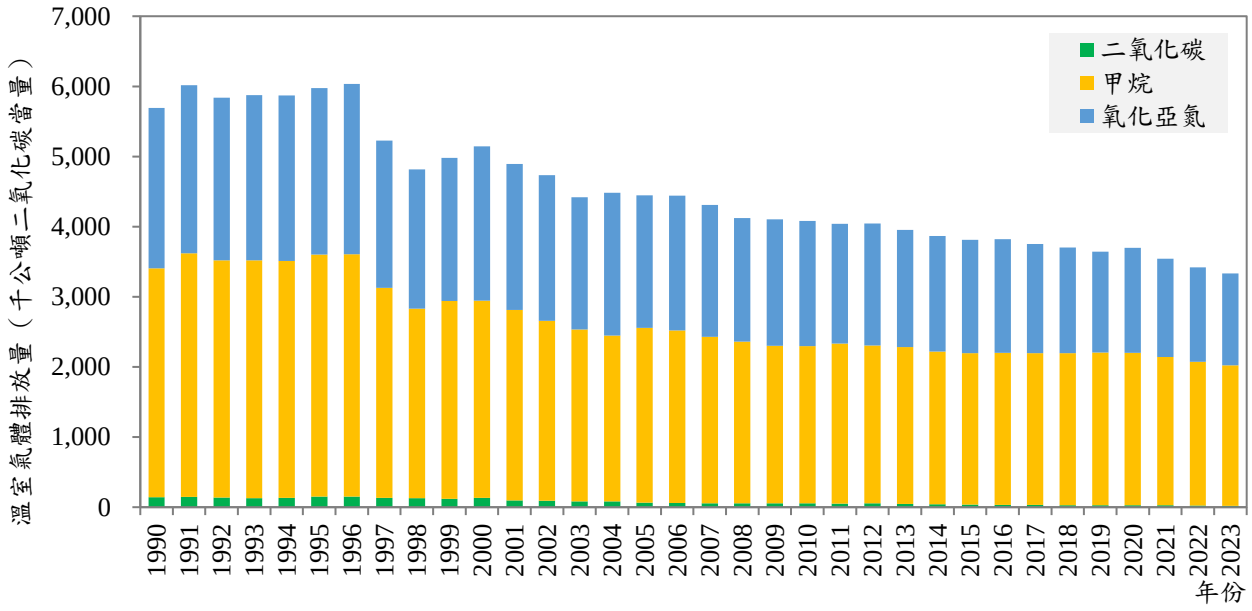


圖 5.1.2 1990 年至 2023 年農業部門排放量（依氣體）

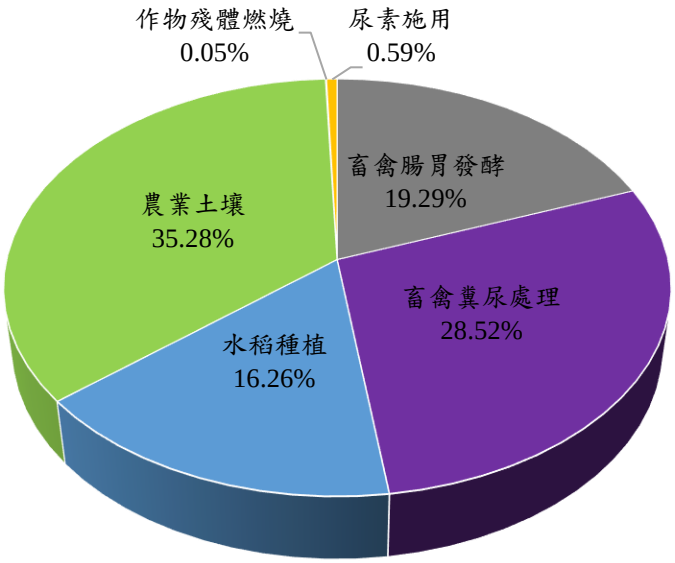


圖 5.1.3 2023 年農業部門各類排放源溫室氣體排放占比

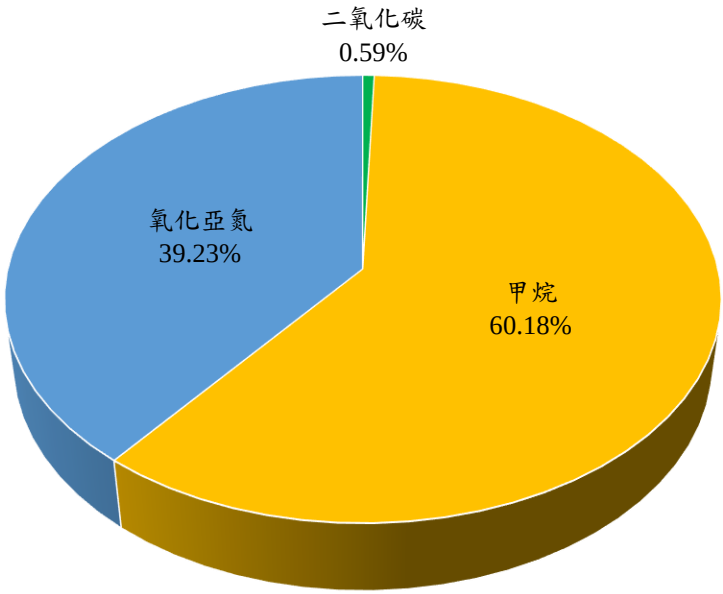


圖 5.1.4 2023 年農業部門各類溫室氣體排放量占比

5.2 畜禽腸胃發酵(3.A)

畜禽腸胃發酵係指家畜及家禽在消化過程中，經腸胃微生物發酵所產生的甲烷排放量。其中草食動物的甲烷排放量高於雜食動物，而草食動物中又以反芻類為最高。

1.排放源及匯分類的描述

甲烷係動物腸胃發酵產生。在消化的過程中透過微生物將碳水化合物分解成較小的分子，然後由血液運送，以提供動物體所需的養分；惟微生物分解作用時會釋出大量的氫，進一步合成為甲烷氣體後排出。甲烷的生成以反芻動物瘤胃中產生之最多。雖反芻動物腸胃發酵之甲烷產量較高，但因我國地處亞熱帶，且豬及家禽飼養比例高，因此豬、雞類排放量占比高。

在腸胃發酵生成甲烷之研究方面，家禽之研究為我國特色，因此 2006 IPCC 指南雖未估算家禽類，我國仍將自 1998 年起之研究成果計入，其研究並細分為家禽-白色肉雞、家禽-有色肉雞、家禽-蛋雞、家禽-鵝及家禽-肉鴨；另產乳牛亦採取本土研究之係數，該係數雖較 IPCC 對亞洲的預設值為高，但反而與北美洲等畜牧大國使用之係數較為相近，因此我國畜禽類腸胃發酵甲烷排放量之估算方法，亦大致依據 2006 IPCC 指南之原則如表 5.2.1，係統計國內飼養量大或有研究者，如牛、山羊、豬、雞、鵝及鴨，至於鹿及馬之排放量分別未達總排放量之 5%，而我國並無商業飼養綿羊、駱駝、駱馬及騾，故均不計入。

2.方法論議題

(1)計算方法

依據 2006 IPCC 指南，計算我國畜禽腸胃發酵甲烷排放量，計算方式係為各畜禽排放係數乘上年度活動數據之加總（公式 5.2.1）。產乳牛及其他牛之排放係數計算方法經農業部門溫室氣體排放清冊專家諮詢會通過後，採用 2006 IPCC 指南方法 3 (Tier 3)；家禽之排放係數計算方法經農業部門溫室氣體排放清冊專家諮詢會通過後，採用 2006 IPCC 指南方法 3；其他畜種排放係數則採用 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1)。

公式5.2.1：

畜禽腸胃發酵甲烷之排放量（千公噸二氧化碳當量/年）

$$=\Sigma_i (EF_i \times N_i \times 28 \times 10^{-6})$$

EF_i：畜禽種類 i 之腸胃發酵甲烷排放係數（公斤甲烷/頭（隻）/年）

N_i：畜禽種類 i 年度活動數據（頭（隻））

28：甲烷排放量換算為二氧化碳當量所使用之甲烷全球暖化潛勢(GWP)

i：畜禽種類，分別為產乳牛、其他牛、水牛、山羊、豬（所有豬）、白色肉雞、有色肉雞、蛋雞、肉鴨及鵝。

(2)排放係數

我國自 1998 年起陸續進行一系列畜禽溫室氣體排放相關研究，並於 2001 年召集專家進行研究成果審查，確立乳牛、雞、鴨及鵝腸胃發酵的甲烷排放係數本土值，至於豬隻因係高度經濟動物，與其他國家豬隻品種與性能表現均大致相同，因此直接採用 2006 IPCC 指南的預設值；另山羊部分因無國內研究，亦採用 IPCC 的預設值；而鹿及馬飼養頭數非常少，不予計入。排放係數的單位則與活動數據的估

算方式一致，生命週期大於 1 年或全年飼養量均一者，其排放係數的單位為每年每頭（隻）腸胃發酵的甲烷排放量。至於家禽如白色肉雞、有色肉雞、鵝及鴨等生命週期未達一年或全年期間飼養量較不一致者，其排放係數單位則為每個生命週期每隻家禽腸胃發酵的甲烷排放量。有關我國畜禽腸胃發酵排放甲烷之係數詳如表 5.2.1。

產乳牛之甲烷排放係數於 2013 年進行調整，係因應近年國內乳牛飼養環境及飼料使用型態變化所致。調整後之係數為 125.1 公斤/頭/年，而其他牛種則維持原係數 64.3 公斤/頭/年不變。

(3)活動數據

依據 2006 IPCC 指南，畜禽活動數據一般為當年底的在養頭隻數，惟對於生命週期未達一年的禽種，如白色肉雞、有色肉雞、鵝及鴨，則以當年度總生產隻數為其活動數據，我國估算畜禽腸胃發酵溫室氣體排放量中所採用的活動數據亦遵循此法，如產乳牛、其他牛、豬、水牛、山羊、蛋雞的活動數據即為該畜禽種當年底的在養量，至於白色肉雞、有色肉雞、鵝及鴨，因飼養期未達一年，以年屠宰隻數為該家禽的活動數據（如表 5.2.2）。

表 5.2.1 畜禽腸胃發酵排放甲烷之係數表

	細分類		甲烷排放係數(CH_4 EF)			
			係數	單位	參考文獻來源	不確定性
畜禽腸胃發酵	牛(Cattle)	產乳牛(Dairy Cows)	125.1	公斤/頭/年	（農業部，2014）	±30.0%
		其他牛(Other Cattle)	64.3	公斤/頭/年	（農業部，2014）	±30.0%
	水牛(Buffalo)		55.0	公斤/頭/年	2006 IPCC	±30.0%
	山羊(Goats)		5.0	公斤/頭/年	2006 IPCC	±30.0%
	豬(Swine)		1.5	公斤/頭/年	2006 IPCC	±30.0%
	家禽(Poultry)	白色肉雞	1.587×10^{-5}	公斤/隻/生命週期	(Wang & Huang, 2005)	±12.1%
		有色肉雞	8.482×10^{-5}	公斤/隻/生命週期	(Wang & Huang, 2005)	±12.0%
		蛋雞	1.061×10^{-2}	公斤/隻/年	（王淑音等人，2002）	±37.3%
		鵝	1.500×10^{-3}	公斤/隻/生命週期	（王淑音等人，2003）	±27.7%
		肉鴨	2.071×10^{-3}	公斤/隻/生命週期	（蔡明宏等人，2003）	±21.7%

備註：1.產乳牛：包括泌乳牛、乾乳牛

2.其他牛：包括黃牛、雜種牛、肉用乳牛及未產女牛。

3.水牛、山羊及豬採用 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1)所建議排放量之計算。

4.牛與家禽類採用 2006 IPCC 指南方法 3 (Tier 3)所建議排放量之計算。

5.IPCC 預設排放係數之選用，以年均溫攝氏 23 度之資料為主。

資料來源：1.行政院農業委員會（現為農業部），2014 年「畜牧業溫室氣體排放清冊彙整及國外畜牧業清潔發展機制(CDM)之探討計畫」（103 農科-2.1.4-牧-U2(3)）之第一次專家諮詢會會議紀錄，2014。

2.Wang, S.Y. and D.J. Huang, Assessment of greenhouse gas emissions from poultry enteric fermentation, Asian-Australian Journal of Animal Science, 18(6):873-878, 2005.

3.王淑音、馬維君、黃大駿，臺灣地區蛋雞產業之腸內發酵溫室氣體排放估測，中國畜牧學會會誌，31(3)：221-230，2002。

4.王淑音、謝憲蔚、王思涵、陳盈豪，應用呼吸室測定鵝之腸內發酵溫室氣體排放係數，中國畜牧學會會誌，32(1)：43-50，2003。

5.蔡明宏、陳筱薇、黃楷翔、林政緯、王淑音，肉鴨腸內發酵溫室氣體排放之評估，中國畜牧學會會誌，32(4)：151，2003。

表 5.2.2 1990 年至 2023 年畜禽活動數據

（單位：頭（家畜）/千隻（家禽））

細分類 / 年份	產乳牛 [a]	其他牛 [a]	水牛 [a]	山羊 [a]	豬 [a]	白色肉雞 [b]	有色肉雞 [b]	蛋雞 [a]	鵝 [b]	鴨 [b]
1990	46,342	86,020	21,876	206,366	8,565,250	74,415	135,664	25,875	4,777	38,269
1991	49,433	84,805	18,618	214,946	10,089,137	91,504	126,692	26,484	4,628	34,739
1992	53,295	87,955	16,623	247,293	9,754,460	104,247	136,831	27,821	5,683	38,794
1993	57,652	91,460	16,489	365,632	9,844,920	123,161	147,906	28,716	6,397	43,540
1994	58,812	90,549	14,909	400,674	10,065,552	133,495	149,933	31,970	8,521	38,904
1995	66,377	85,565	12,883	430,238	10,508,502	149,451	150,756	32,987	7,744	40,510
1996	62,846	89,055	11,213	428,175	10,698,366	159,983	164,084	36,470	7,078	39,628
1997	65,284	91,508	9,601	442,552	7,966,887	185,280	180,072	39,275	7,503	39,010
1998	66,514	90,329	8,556	402,544	6,538,596	189,535	175,215	40,386	7,955	33,603
1999	66,175	89,884	9,189	363,135	7,243,194	185,077	175,328	40,874	7,464	33,159
2000	66,140	87,793	7,767	315,045	7,494,954	191,202	173,627	41,086	6,503	32,075
2001	65,125	80,851	6,531	284,105	7,164,605	189,288	161,987	39,941	6,330	30,158
2002	64,517	79,572	5,370	249,729	6,793,941	188,667	164,406	39,976	6,178	29,065
2003	59,467	84,491	4,912	241,027	6,778,799	190,127	156,508	40,224	6,402	29,084
2004	54,615	85,216	4,962	249,362	6,818,970	207,440	145,809	39,343	6,540	30,546
2005	53,198	83,725	4,101	267,753	7,194,768	167,032	143,492	40,366	6,450	31,821
2006	52,313	82,145	3,538	272,038	7,091,822	181,848	138,954	41,048	6,723	36,039
2007	53,171	89,382	3,452	254,715	6,640,047	177,413	135,530	40,315	5,873	35,024
2008	52,628	81,461	3,599	235,062	6,443,311	178,676	122,974	40,955	5,149	29,982
2009	53,230	80,546	3,862	212,766	6,145,950	190,498	121,136	40,610	4,593	27,634
2010	55,296	80,862	3,844	204,854	6,185,952	191,993	123,849	40,269	4,700	28,546
2011	57,196	83,489	3,627	190,440	6,265,546	200,707	130,838	40,371	5,130	28,808
2012	59,145	83,864	3,177	167,103	6,004,717	186,994	118,759	40,452	4,929	27,253
2013	60,500	84,387	2,511	160,850	5,806,237	183,586	102,974	40,937	5,160	32,460
2014	60,103	83,199	2,437	157,778	5,545,010	196,131	109,010	42,079	5,549	36,786
2015	61,859	85,209	2,311	156,045	5,496,216	196,539	105,696	42,547	1,383	33,519
2016	59,601	84,392	2,037	146,000	5,442,381	209,170	112,066	43,966	1,557	34,748
2017	60,523	84,572	2,057	144,733	5,432,676	211,111	106,505	44,726	2,384	36,339
2018	61,967	86,275	2,104	141,533	5,447,283	226,540	108,939	45,935	2,755	35,596
2019	61,813	87,006	1,972	134,789	5,514,211	240,167	114,356	47,690	2,985	37,002
2020	62,916	88,598	2,116	130,595	5,512,274	250,557	109,053	48,391	3,829	34,827
2021	64,974	94,148	2,002	126,067	5,471,588	266,376	109,909	48,617	3,644	33,348
2022	64,516	93,719	1,915	116,496	5,316,431	263,074	111,750	50,250	4,410	35,453
2023	61,681	92,513	1,827	115,974	5,319,203	251,734	109,564	50,757	3,894	32,727

備註：1.a 為年底在養頭（隻）數，b 為當年總生產量。

2.2005 年以前之統計資料未包含金門縣及連江縣（因其自行統計未併入臺閩地區）。

3.其他牛頭數計算為：[黃牛及雜種牛頭數 a+乳牛（含肉用）頭數 a-產乳牛頭數 a]；

4.山羊頭數計算為：[肉羊頭數 a]+[乳羊頭數 a]；

5.蛋雞隻數計算為：[蛋雞隻數 a]+[蛋種雞隻數 a]+[肉種雞隻數 a]；

6.鴨及鵝為肉鴨隻數及肉鵝隻數。

資料來源：1.農業部，農業統計年報，2024。

2.農業部，畜禽統計調查結果，2024。

(4)排放量

2023 年排放量我國畜禽腸胃發酵的甲烷排放量為 643 千公噸二氧化碳當量，其他各年如圖 5.2.1 及表 5.2.3。我國畜禽腸胃發酵的甲烷排放量，為包含產乳牛、其他牛、水牛、山羊、豬、白色肉雞、有色肉雞、蛋雞、鵝及鴨等 10 種主要畜禽種，先分別計算其腸胃發酵甲烷排放係數乘以該畜種年度活動數據，得到該畜禽種當年度的腸胃發酵甲烷排放總量、並換算為二氧化碳當量後，再予以加總所得。

2023 年我國畜禽腸胃發酵的甲烷排放量相較於 1990 年（750 千公噸二氧化碳當量）及 2005 年（698 千公噸二氧化碳當量）排放量分別為減少 14.32%及 7.88%，同時也低於 2022 年排放量（655 千公噸二氧化碳當量）。分析我國 1990 年至 2023 年畜牧產業之畜禽腸胃發酵甲烷排放量趨勢與畜禽養殖數有密不可分的關係。1990 年適逢國內畜牧業蓬勃發展，因此畜禽飼養量逐年攀升，畜禽腸胃發酵甲烷排放量隨之增加，至 1996 年達到高峰；1997 年國內養豬產業受口蹄疫疫情影響，豬隻飼養量陡然驟降，雖家禽飼養量有所提升，惟禽類並非腸胃發酵甲烷主要排放源，因此整體排放量隨之下降；又 2001 年起我國為加入世界貿易組織(WTO)提前開放國外畜禽產品進口，畜產市場國際化後，使國內畜禽飼養量降低，期間各類畜禽間飼養量雖略有消長，惟排放量整體而言仍為遞減趨勢，直至 2008 年後趨於穩定，隨短暫市場現象稍有波動。

(5)完整性

已將我國目前主要且穩定飼養之畜禽種類均包括在內。

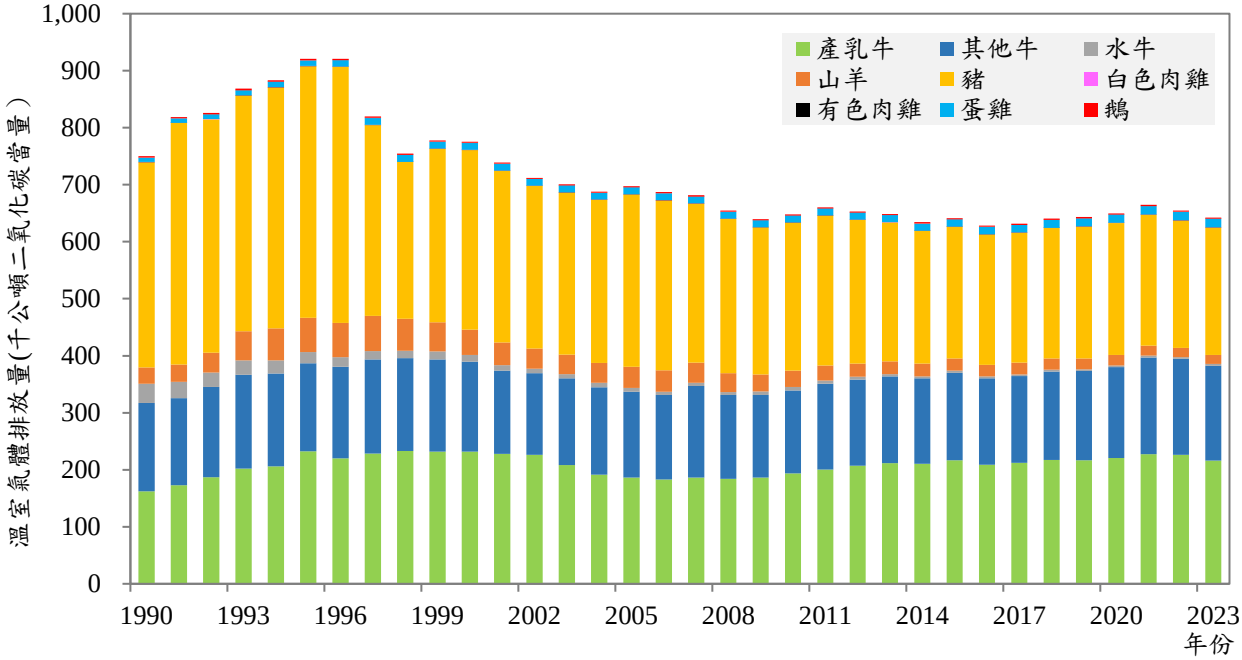


圖 5.2.1 1990 年至 2023 年畜禽腸胃發酵之甲烷排放量

表 5.2.3 1990 年至 2023 年畜禽腸胃發酵之甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

細分類 / 年份	產乳牛	其他牛	水牛	山羊	豬	白色肉雞	有色肉雞	蛋雞	鵝	鴨	合計
1990	162	155	34	29	360	0.03	0.3	8	0.2	2	750
1991	173	153	29	30	424	0.04	0.3	8	0.2	2	819
1992	187	158	26	35	410	0.05	0.3	8	0.2	2	826
1993	202	165	25	51	413	0.05	0.4	9	0.3	3	868
1994	206	163	23	56	423	0.06	0.4	9	0.4	2	883
1995	233	154	20	60	441	0.07	0.4	10	0.3	2	921
1996	220	160	17	60	449	0.07	0.4	11	0.3	2	921
1997	229	165	15	62	335	0.08	0.4	12	0.3	2	820
1998	233	163	13	56	275	0.08	0.4	12	0.3	2	755
1999	232	162	14	51	304	0.08	0.4	12	0.3	2	778
2000	232	158	12	44	315	0.08	0.4	12	0.3	2	775
2001	228	146	10	40	301	0.08	0.4	12	0.3	2	739
2002	226	143	8	35	285	0.08	0.4	12	0.3	2	712
2003	208	152	8	34	285	0.08	0.4	12	0.3	2	701
2004	191	153	8	35	286	0.09	0.3	12	0.3	2	688
2005	186	151	6	37	302	0.07	0.3	12	0.3	2	698
2006	183	148	5	38	298	0.08	0.3	12	0.3	2	688
2007	186	161	5	36	279	0.08	0.3	12	0.2	2	682
2008	184	147	6	33	271	0.08	0.3	12	0.2	2	655
2009	186	145	6	30	258	0.08	0.3	12	0.2	2	640
2010	194	146	6	29	260	0.09	0.3	12	0.2	2	648
2011	200	150	6	27	263	0.09	0.3	12	0.2	2	660
2012	207	151	5	23	252	0.08	0.3	12	0.2	2	653
2013	212	152	4	23	244	0.08	0.2	12	0.2	2	649
2014	211	150	4	22	233	0.09	0.3	13	0.2	2	634
2015	217	153	4	22	231	0.09	0.3	13	0.1	2	641
2016	209	152	3	20	229	0.09	0.3	13	0.1	2	628
2017	212	152	3	20	228	0.09	0.3	13	0.1	2	632
2018	217	155	3	20	229	0.10	0.3	14	0.1	2	640
2019	217	157	3	19	232	0.11	0.3	14	0.1	2	643
2020	220	160	3	18	232	0.11	0.3	14	0.2	2	650
2021	228	170	3	18	230	0.12	0.3	14	0.2	2	665
2022	226	169	3	16	223	0.12	0.3	15	0.2	2	655
2023	216	167	3	16	223	0.11	0.3	15	0.2	2	643

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

有關畜禽腸胃發酵甲烷排放量之估算，其中活動數據部分係引用農業部出版之農業統計年報，依 2006 IPCC 指南設定不確定性為±5%；排放係數方面，若使用本土係數，則以試驗結果之變異係數(CV%)為其不確定性之偏差值，惟如本土係數無法計算 CV%者，就引用 IPCC 不確定性之參考值；至直接使用 IPCC 之排放係數，則逕行引用 IPCC 不確定性數值。

依據 2006 IPCC 指南，畜牧業之溫室氣體排放量不確定性之計算，主要採用 IPCC 建議之誤差傳播法演算。各類畜禽種類分項之不確定性，則以誤差傳播法中之乘法規則計算，即以排放係數不確定性平方加上活動係數不確定性平方後、再開根號之所得（公式 5.2.2）。至畜禽腸胃發酵甲烷排放總量之不確定性則以誤差傳播法中之加法規則計算（公式 5.2.3），即各畜禽排放量與相乘不確定性相乘數平方之總和開根號，再除以總排放量之所得。經計算後 2023 年腸胃發酵甲烷排放量之不確定性為±16.73%。

公式 5.2.2：

$$\mathbf{U}_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \cdots + U_n^2}$$

U_{total}：不確定性之總和（乘法規則）

U_1,U_2,U_n：不同變量的不確定性

公式 5.2.3：

$$\mathbf{U}_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 \times E_1)^2 + \cdots + (U_n \times E_n)^2}}{E_1 + E_2 + \cdots + E_n}$$

U_{total}：不確定性之總和（加法規則）

U_1,U_2,U_n：不同變量的不確定性

E_1,E_2,E_n：不同變量的排放量

(2)時間序列的一致性

產乳牛之排放係數曾於 2013 年進行修正、水牛之排放係數曾於 2015 年進行修正，皆有回溯更新過往排放量，故 1990 年至 2023 年排放係數皆維持一致；此外，所有項目之活動數據來源及計算方法由 1990 年至 2023 年亦皆維持一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據主要來自農業部之農業統計調查資料，而農業部依據統計法、統計法施行細則及其他有關法令之規定特別制定「農情調查工作評鑑要點」，已建立完善之農情調查制度。QA/QC 及查證流程為在準備農業部門畜牧部分（含 3.A 畜禽腸胃發酵及 3.B 畜禽糞尿處理）溫室氣體排放清冊過程中，先安排專家諮詢及同行審議機制；畜牧業部分清冊初稿完成後，再邀請專家學者所組成之諮詢小組，審議數據之正確性，並提供改善建議，經修正後再提送農業部所成立之農業部門溫室氣體專家審議會，經審查修正定稿後，完成農業部門溫室氣體排放清冊階段之 QA/QC 及查證。最後送環境部併同其他部門之清冊，辦理國家溫室氣體排放清冊之 QA/QC 及查證程序。

5.特定排放源的重新計算

以往產乳牛及其他牛腸胃發酵甲烷排放係數本土值分別為 134.7 公斤/頭/年及 64.3 公斤/頭/年，均係農業部畜產試驗所於 1998 年至 2001 年間參與前行政院國家科學委員會計畫團隊及農業部科技計畫團隊

之研究結果，並依 1996 年 IPCC 指南修正版重新估算所得，惟鑑於近年來國內餵飼乳牛芻料之品項不同於 20 年前，在小地主大專業農政策推動下，青割玉米餵飼乳牛量大幅提高，致使腸胃發酵之甲烷排放量不同於 90 年代所提排放係數之計算基準。

農業部參考近年來之國內泌乳牛及乾乳牛族群數比例，並於 2014 年下半年密集召開畜禽溫室氣體專家諮詢會研商，依 2014 年 12 月 19 日「畜牧業溫室氣體排放清冊更新專家諮詢會」決議，自 2013 年起，產乳牛之腸胃發酵甲烷排放係數本土值調整為 125.1 公斤/頭/年，並回溯更新歷年排放量，其他牛則皆維持 64.3 公斤/頭/年[3]不變。

另查我國水牛飼養量極少，檢視國內研究資料並無水牛溫室氣體排放之相關研究，農業部業依 2014 年 12 月 19 日「畜牧業溫室氣體排放清冊更新專家諮詢會」決議，自 2015 年起水牛腸胃發酵甲烷排放係數修正為 2006 IPCC 指南設定值之 55 公斤/頭/年，並回溯更新歷年排放量。

6.特定排放源的改善計畫

有關豬腸胃發酵甲烷排放之研究，以往雖因故研究中斷致一直引用 2006 IPCC 指南預設係數，惟養豬為我國主要畜牧經濟活動之一，而農業部畜產試驗所（以下簡稱畜試所）李春芳研究員等人進行之國內豬隻活體溫室氣體排放量調查，其成果摘要已發表於 2015 年 12 月份中國畜牧學會會誌增刊，顯示國內豬隻腸胃發酵甲烷排放係數為 3.15 公克/頭/日或 1.15 公斤/頭/年，惟該研究報告資料未臻完備，俟有完整資料發表後再予以採用[4]。2022 年中國畜牧學會會誌增刊中顯示，國內乳山羊腸胃甲烷排放量為 12.03 公斤/頭/年，該部分資料尚待專家委員會討論是否進行山羊排放係數修正[5]。此外，農業部歷年來持續推動精準營養及飼養管理等「降低腸胃發酵排放量」相關工作，畜禽的腸胃發酵排放之甲烷，也會隨之變化。後續將針對該部分溫室氣體排放之研究成果，建立、修正或更新本土排放係數。另一方面，專家委員會議建議，國內家禽雖然飼養量大，但是其腸胃道排放量較低，國際間並未將其納入腸胃道發酵甲烷排放計算之中，是否持續納入計算則需要進一步討論。

[3] 行政院農業委員會（現為農業部），2014 年「畜牧業溫室氣體排放清冊彙整及國外畜牧業清潔發展機制(CDM)之探討計畫」（103 農科-2.1.4-牧-U2(3)）之第一次專家諮詢會會議紀錄，2014。

[4] 李春芳、王嘉惠、吳啟瑞、范耕榛、洪鈴柱、程梅萍、蕭宗法，國內豬活體溫室氣體排放量調查，中國畜牧學會會誌，44(suppl.):259，2015。

[5] 李春芳、王嘉惠、蕭宗法、范耕榛，臺灣乳山羊活體溫室氣體排放係數建立，中國畜牧學會會誌，51(suppl.):189，2022。

5.3 畜禽糞尿處理(3.B)

人類飼養的家畜及家禽，除了消化過程中因腸胃發酵產生甲烷外，其經排泄作用所產生的糞尿也會產生甲烷及氧化亞氮之溫室氣體，尤以在人類將畜禽飼養視為國家重要經濟生產時，飼養之畜禽均已經育種改進為快速生長或生產之品種，日常代謝量大，致使糞尿量亦大，因此其產生之甲烷及氧化亞氮量亦不容忽視。

5.3.1 畜禽糞尿處理-甲烷

1.排放源及匯分類的描述

由於我國地狹人稠且位處亞熱帶地區，畜牧場（特別是養豬場及牛場）常需使用大量清水進行畜舍清潔，並為畜舍及牲畜進行降溫散熱，導致畜牧場排出的糞尿通常已與大量沖洗水混合。因此，我國環境保護相關法規對於畜牧場的管理，多以廢水處理為核心，要求業者須將畜牧廢水處理至符合法規規定的放流水標準後，始得排放至場外。反觀美加紐澳或歐盟等畜牧大國將動物糞尿視為再生資源，又因多處溫帶或採放牧，鮮少用水，故糞尿得以儲存或堆置方式暫處理，待種植作物時，再施用於農地充當液肥。所以我國與其他國家在畜牧糞尿處理上，雖然過程中亦會產出溫室氣體甲烷及氧化亞氮，惟其產生量及排放方式截然不同。

我國自 2000 年起，飼養豬 200 頭以上、牛 50 頭以上之畜牧場均設置廢水處理設施，處理方式雖多，仍以三段式廢水處理系統（固液分離→厭氧發酵→好氣處理）為主。因此在畜禽糞尿處理上，豬及產乳牛糞尿之排放係數原係依 2003 年發表三段式廢水處理各處理階段實測值彙總所得之本土值計算；惟豬隻部分因與 2019 年發表之重測值差距過大，經農業部門溫室氣體排放清冊專家諮詢會議決議，清冊報告自 2021 年起，採用 2006 IPCC 指南預設之排放係數、並追溯更新自 1990 年起之歷年數據；而產乳牛糞尿處理部分，則維持仍採用本土排放係數。另外，山羊及水牛部分，我國飼養量較少，相關研究亦少，則使用 2006 IPCC 指南預設之排放係數。

至於家禽之糞便處理部分，多經不同程度之堆肥後施用於田間，研究顯示此等管理方式較其他畜牧大國逕自堆放田野、僅乾燥或粗放之堆肥管理，在溫室氣體排放上減量許多；另我國自 1998 年投入研究以來，研究人員在禽糞堆肥處理方面，發表多篇白色肉雞、有色肉雞及蛋雞之報告，並經農業部召開農業部門清冊專家諮詢會議決議通過，因此我國仍以國內研究人員研究禽糞堆肥處理實測所得之本土係數估算。

2.方法論議題

(1)計算方法

依據 2006 IPCC 指南，計算我國畜禽糞尿處理甲烷排放量，為各畜種排放係數乘上年度活動數據之加總（公式 5.3.1）。產乳牛及家禽之排放係數計算方法經農業部門溫室氣體排放清冊專家諮詢會通過後，採用 2006 IPCC 指南方法 3 (Tier 3)；其他畜種則採用 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1)計算。

公式 5.3.1：

畜禽糞尿處理之甲烷總排放量（千公噸二氧化碳當量/年）

$$=\Sigma_i \ (EF_i \times N_i \times 28 \times 10^{-6})$$

EF_i：畜禽種類 i 糞尿處理甲烷的排放係數（公斤甲烷/頭（隻）/年）

Ni：畜禽種類 i 年度活動數據（頭（隻））

28：甲烷排放量換算為二氧化碳當量所使用之甲烷全球暖化潛勢(GWP)

i：畜禽種類，分別為產乳牛、其他牛、水牛、山羊、豬（所有豬）、白色肉雞、有色肉雞及蛋雞。

(2)排放係數

我國自 1998 年起，進行一系列畜禽溫室氣體排放的研究，並於 2001 年經由相關專家召開研究結果的審查，確立乳牛、肉雞及蛋雞糞尿處理過程中的甲烷排放係數本土值；另水牛及山羊部分因尚無國內研究，則採用 2006 IPCC 指南的預設值。而排放係數的單位則與活動數據的估算方式一致，生命週期大於 1 年或全年飼養量均一者，其排放係數的單位為每年每頭（隻）糞尿處理過程中的甲烷排放量；至於白色肉雞及有色肉雞等生命週期未達一年或全年期間飼養量較不一致者，其排放係數單位則為每個生命週期每隻糞尿處理中的甲烷排放量。有關我國畜禽糞尿處理排放甲烷之係數及引用說明詳如表 5.3.1。

排放係數異動部分，2019 年主要修正豬隻部分。有關豬隻糞尿處理甲烷之排放係數，因 2003 年發表之本土值與 2019 年發表之重測值差距過大，經 2020 年 2 月 7 日及 10 月 26 日召開 2 次農業部門清冊專家諮詢會議討論決議，清冊報告自 2021 年起，採用 2006 IPCC 指南預設之排放係數、並追溯更新自 1990 年起之歷年數據，未來仍將加強豬隻糞尿處理之甲烷本土排放係數之研究，並俟取得相關專家共識後再據以修正為本土值。

(3)活動數據

同表 5.2.2。

表 5.3.1 畜禽糞尿處理排放甲烷之係數表

	細分類		甲烷排放係數(CH_4 EF)			
			係數	單位	參考文獻來源	不確定性
畜禽糞尿處理	牛(Cattle)	產乳牛(Dairy Cows)	4.898	公斤/頭/年	(Su et al.,2003)	±4.7%
		其他牛(Other Cattle)	1.0	公斤/頭/年	2006 IPCC	±30.0%
	水牛(Buffalo)		2.0	公斤/頭/年	2006 IPCC	±30.0%
	山羊(Goats)		0.2	公斤/頭/年	2006 IPCC	±30.0%
	豬(Swine)		5	公斤/頭/年	2006 IPCC	±30.0%
	家禽 (Poultry)	a.白色肉雞	4.76×10^{-3}	公斤/隻/生命週期	（王淑音等人，2001）	±13.9%
		b.有色肉雞	4.76×10^{-3}	公斤/隻/生命週期	（王淑音等人，2001）	±13.9%
		c.蛋雞	9.99×10^{-3}	公斤/隻/年	（王淑音與馬維君，2002）	±30.4%

備註：1.產乳牛：包括泌乳牛、乾乳牛。
2.其他牛：包括黃牛、雜種牛、肉用乳牛及未產女牛。
3.其他牛、水牛、山羊及豬採用 2006 IPCC 指南方法 1(Tier 1)之計算。
4.產乳牛、白色肉雞、有色肉雞及蛋雞採用 2006 IPCC 指南方法 3(Tier 3)之計算。
5.IPCC 預設排放係數之選用，以年均溫攝氏 23 度之資料為主。

資料來源：1.Su, J.J., Liu, B.Y. and Chang, Y. C., Emission of greenhouse gas from livestock waste and wastewater treatment in Taiwan, Agriculture Ecosystem & Environment 95, 253-263, 2003.
2.王淑音、黃大駿、許皓豐，肉雞糞尿處理溫室氣體排放之推估，臺灣農業化學與食品科學，39（6）：415-422，2001。
3.王淑音、馬維君，蛋雞糞尿處理之溫室氣體排放，華岡農科學報，10：1-14，2002。

(4)排放量

2023 年我國畜禽糞尿處理的甲烷排放量為 819 千公噸二氧化碳當量，其他各年如圖 5.3.1 及表 5.3.2。我國畜禽糞尿處理中甲烷排放量，包含產乳牛、其他牛、水牛、山羊、豬、白色肉雞、有色肉雞及蛋雞等 8 種主要畜種，先分別計算其糞尿處理過程中甲烷排放係數乘以該畜種年度活動數據，得到該畜種當年度的糞尿處理甲烷排放量，並換算為二氧化碳當量後再予以加總所得。

2023 年我國畜禽糞尿處理的甲烷排放量為 819 千公噸二氧化碳當量，相較於 1990 年（1,246 千公噸二氧化碳當量）、2005 年（1,071 千公噸二氧化碳當量）及 2022 年（821 千公噸二氧化碳當量）排放量減少。自 1990 年起農業部門整體溫室氣體排放呈逐年下降趨勢，主要受到加入 WTO 後農業生產結構調整及施肥管理改善影響，另 1996 至 1997 年間口蹄疫疫情亦顯著降低畜牧排放量，直至 2013 年後趨於穩定，隨短暫市場現象稍有波動。

(5)完整性

我國豬、牛糞尿處理多以提升畜牧糞尿水處理及再利用三段式廢水處理方式管理，惟目前清冊僅產乳牛完整呈現各處理階段所排放之溫室氣體量，及固液分離後所產出畜糞渣另行堆肥化之溫室氣體排放量；至於主要畜種—豬，其糞尿之溫室氣體反因近期與早期研究所得之排放係數差距過大、有待後續研究查驗，因此以 IPCC 預設排放係數計算排放量，致無法呈現我國豬隻糞尿處理甲烷排放之本土特性。另對於我國飼養量相對較少之山羊及水牛，除非未來飼養畜種類或數量有重大轉變，否則預期仍不會有相關研究。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

有關畜禽糞尿處理甲烷排放清冊之估算，其中活動數據係依據農業部出版之農業統計年報，依 2006 IPCC 指南設定不確定性為 ±5%；排放係數方面，若使用本土係數，則以試驗結果之變異係數(CV%)為其不確定性之偏差值，惟如本土係數無法計算 CV%者，就引用 2006 IPCC 不確定性預設值；至於直接使用 2006 IPCC 排放係數，則逕行引用 2006 IPCC 不確定性數值。

依據 2006 IPCC 指南，畜牧業溫室氣體排放量不確定性之計算，主要採用 IPCC 建議之誤差傳播法演算。各類畜禽種類分項之不確定性，則以誤差傳播法中之乘法規則計算，即以排放係數不確定性平方加上活動係數不確定性平方後、再開根號之所得（公式 5.3.2）。至於畜禽糞尿處理甲烷排放總量之不確定性，則以誤差傳播法中之加法規則計算（公式 5.3.3），即各畜禽排放量與相乘不確定性相乘數平方之總和開根號、再除以總排放量之所得。經計算後，2023 年糞尿處理甲烷排放量之不確定性為±27.67%。

公式5.3.2：

$$\mathbf{U}_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \cdots + U_n^2}$$

U_{total}：不確定性之總和（乘法規則）

U_1, U_2, U_n：不同變量的不確定性

公式 5.3.3：

$$\mathbf{U}_{total} = \frac{\sqrt{(\boldsymbol{U_1} \times \boldsymbol{E_1})^2 + \cdots + (\boldsymbol{U_n} \times \boldsymbol{E_n})^2}}{\boldsymbol{E_1} + \boldsymbol{E_2} + \cdots + \boldsymbol{E_n}}$$

U_{toal}：不確定性之總和（加法規則）

U_1,U_2,U_n：不同變量的不確定性

E_1,E_2,E_n：不同變量

(2)時間序列的一致性

豬隻糞尿處理甲烷之排放係數於2019年資料計算進行修正，修正係數回溯更新歷年排放量，故1990年至2023年排放係數皆維持一致；此外，所有項目之活動數據來源及計算方法由1990年至2023年亦皆維持一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

同章節 5.2「畜禽腸胃發酵」(3.A)之說明。

5.特定排放源的重新計算

蘇忠楨教授於2018年發表論文指出，國內豬隻糞尿處理甲烷排放係數為 14.38（公斤/頭/年）[6]。周明顯教授及張筱瑜助理教授提供「豬牛糞尿處理溫室氣體排放係數本土值之建立-112 年豬牛糞尿處理」資料，豬隻糞尿處理甲烷排放係數約落於9~16(kg/head/yr)區間。經2023年11月7日及2024年11月12日專家諮詢會議中委員亦均認為豬隻糞尿處理部分現行清冊有低估情形[7,8]。爰經討論，為強化豬隻糞尿處理甲烷排放係數的本土代表性，委員會建議，待周與張之豬隻糞尿處理溫室氣體排放係數論文發表後將討論係數修正。此外，20 年來畜牧管理方式已經有極大的變化，「家禽糞尿處理溫室氣體排放係數本土值之更新」計畫成果，目前白色肉雞糞尿處理甲烷排放係數為 2,531.1(mg/head/life cycle)，與以往有很大的差異[9]。因此，為了精進並掌握畜牧部門碳排放數據，以利後續可明確計算並掌握各項減碳效益之基礎數據，亦將於論文發表後討論進行係數修正。

6.特定排放源的改善計畫

目前在豬糞尿處理部分，依2006 IPCC指南計算方式，僅計算糞尿於廢水處理過程排放之溫室氣體量，並未將我國大部分養豬場在廢水處理前先將豬糞尿水固液分離後產出之糞渣、另行堆肥化之溫室氣體排放量計入，未來將朝建立此部分本土係數及資料之方向努力。此外，農業部針對歷年來持續推動畜禽糞堆肥改善及畜牧糞尿水施灌農作等相關工作，各畜禽糞尿處理產生之甲烷，也會隨之變化。後續將針對該部分其溫室氣體排放之研究成果，建立、修正或更新本土排放係數。

有關糞尿處理部分之減量方案有豬隻糞尿處理之沼氣利用及豬糞渣堆肥減碳等方向。養豬場廢水處理所產生之沼氣（甲烷）進行仔豬保溫或發電等再利用措施，有助於畜牧產業部分溫室氣體之減量。依

[6] Su, J.J. and Chen, Y.J., Monitoring of greenhouse gas emissions from farm-scale anaerobic piggery waste-water digesters, The Journal of Agricultural Science 156, 739–747, 2018.

[7] 農業部，2023 年「畜牧業溫室氣體排放清冊及趨勢探討」(112 農科-2.4.2-牧-U1(1))之第 2 次專家諮詢會會議紀錄，2023。

[8] 農業部，2024 年「畜牧業溫室氣體排放清冊及趨勢探討」(113 農科-2.3.2-牧-U1(1))之第 2 次專家諮詢會會議紀錄，2024。

[9]農業部，2024 年「家禽糞尿處理溫室氣體排放係數本土值之更新」(113 農科-12.1.1-牧-01)之農業部 113 年度科技計畫研究報告，臺北，2024。

2006 IPCC 指南計算方式顯示，如每頭豬隻糞尿處理所產沼氣投入再利用時可減排 0.027 公噸二氧化碳當量，若以 1 場 10,000 頭豬隻計算時，其沼氣再利用減碳量可達 0.30 千公噸二氧化碳當量，若將沼氣利用推廣至 2,500,000 頭豬隻計算時，其沼氣再利用減碳量可達 74.66 千公噸二氧化碳當量[10]。畜牧糞尿水施灌農作之再利用亦為後續減碳的重點項目之一，依據環境部全國畜牧糞尿資源化網站顯示，2023 年畜牧糞尿施灌農作共減碳 217.2 千公噸二氧化碳當量。然而，畜牧糞尿施灌農作計算方法學尚需與 IPCC 計算糞尿處理排放量之方法學差異進行釐清。因此，畜牧糞尿處理減量部份將俟與相關部門確認後再進行農業部門之抵扣計算。

此外，農業部歷年來持續推動減少畜禽糞量等飼養改善作等相關工作。畜禽糞尿處理產生的甲烷，也會隨之變化。後續將針對該部分溫室氣體排放之研究成果，建立、修正或更新本土排放係數。

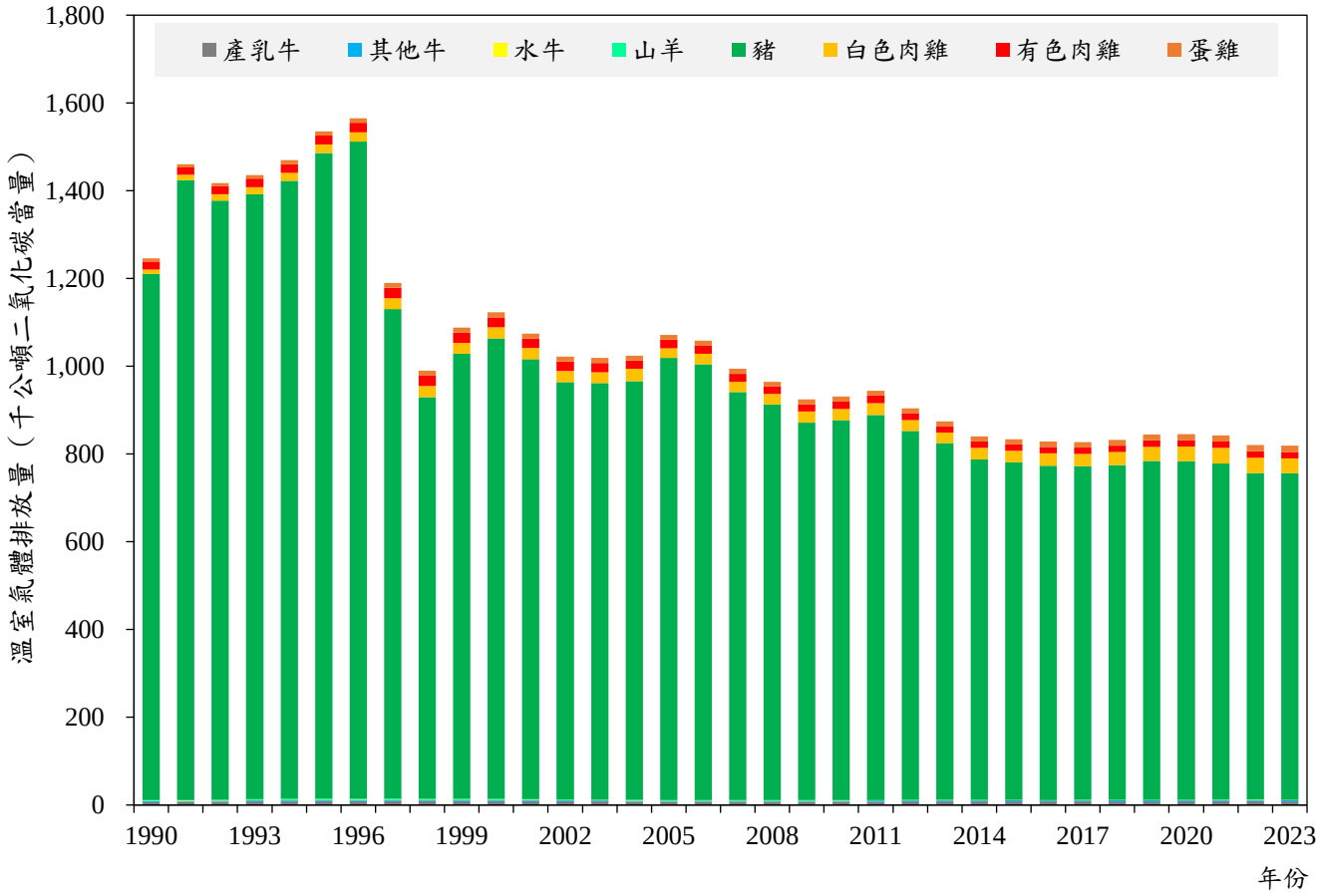


圖 5.3.1 1990 年至 2023 年畜禽糞尿處理之甲烷排放量

[10] 設定沼氣甲烷濃度為 63%，沼氣再利用百分比 21%，甲烷密度 0.656 kg/m^3 (gas, 25°C, 1 atm)，甲烷熱值 8,000 kcal/m^3，沼氣密度 1.092 kg/m^3 (gas, 25°C, 1 atm)進行計算。

表 5.3.2 1990 年至 2023 年畜禽糞尿處理之甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

細分類 / 年份	產乳牛	其他牛	水牛	山羊	豬	白色肉雞	有色肉雞	蛋雞	合計
1990	6	2	1	1	1,199	10	18	7	1,246
1991	7	2	1	1	1,412	12	17	7	1,460
1992	7	2	0.9	1	1,366	14	18	8	1,418
1993	8	3	0.9	2	1,378	16	20	8	1,436
1994	8	3	0.8	2	1,409	18	20	9	1,470
1995	9	2	0.7	2	1,471	20	20	9	1,535
1996	9	2	0.6	2	1,498	21	22	10	1,565
1997	9	3	0.5	2	1,115	25	24	11	1,190
1998	9	3	0.5	2	915	25	23	11	990
1999	9	3	0.5	2	1,014	25	23	11	1,088
2000	9	2	0.4	2	1,049	25	23	11	1,123
2001	9	2	0.4	2	1,003	25	22	11	1,074
2002	9	2	0.3	1	951	25	22	11	1,022
2003	8	2	0.3	1	949	25	21	11	1,019
2004	7	2	0.3	1	955	28	19	11	1,024
2005	7	2	0.2	1	1,007	22	19	11	1,071
2006	7	2	0.2	2	993	24	19	11	1,058
2007	7	3	0.2	1	930	24	18	11	994
2008	7	2	0.2	1	902	24	16	11	965
2009	7	2	0.2	1	860	25	16	11	924
2010	8	2	0.2	1	866	26	17	11	931
2011	8	2	0.2	1	877	27	17	11	944
2012	8	2	0.2	1	841	25	16	11	904
2013	8	2	0.1	1	813	24	14	11	874
2014	8	2	0.1	1	776	26	15	12	840
2015	8	2	0.1	1	769	26	14	12	834
2016	8	2	0.1	1	762	28	15	12	829
2017	8	2	0.1	1	761	28	14	13	827
2018	8	2	0.1	1	763	30	15	13	832
2019	8	2	0.1	1	772	32	15	13	844
2020	9	2	0.1	1	772	33	15	14	845
2021	9	3	0.1	1	766	36	15	14	842
2022	9	3	0.1	1	744	35	15	14	821
2023	8	3	0.1	1	745	34	15	14	819

5.3.2 畜禽糞尿處理-氧化亞氮

1.排放源及匯分類的描述

大致與章節 5.3.1「畜禽糞尿處理-甲烷」之排放源相同。我國在畜牧糞尿處理上與其他國家不同，因此溫室氣體之排放計算儘量以本土投入研究之產乳牛、豬及雞為主。至於對山羊及水牛因我國飼養量少、且無相關研究，惟因甲烷部分 2006 IPCC 指南有相對應之係數可採用，尚能納入上一節中合併採計；但有關本節氧化亞氮部分，2006 IPCC 指南之運算係透過一連串之預設糞尿處理方式並計算糞尿中氮含量，才能演算出氧化亞氮之排放係數。惟我國山羊及水牛因飼養量少，缺乏相關先期研究，致無法演算氧化亞氮排放係數，故現階段暫不採計。

2.方法論議題

(1)計算方法

依據 2006 IPCC 指南，我國畜禽糞尿處理過程中氧化亞氮排放量的計算方法，係個別畜種的糞尿處理氧化亞氮排放係數乘以該畜種年度活動數據的加總（公式 5.3.4）。

公式 5.3.4：

畜禽糞尿處理之氧化亞氮總排放量
（千公噸二氧化碳當量/年）

$$=\Sigma_i (EF_i \times N_i \times 265 \times 10^{-6})$$

EF_i：畜禽種類 i 糞尿處理氧化亞氮的排放係數（公斤氧化亞氮/頭（隻）/年）

Ni：畜禽種類 i 年度活動數據（頭（隻））

265：氧化亞氮排放量換算為二氧化碳當量所使用之氧化亞氮全球暖化潛勢 (GWP)

i：畜禽種類，分別為產乳牛、豬、白色肉雞、有色肉雞及蛋雞。

(2)排放係數

我國自 1998 年起，進行一系列畜禽溫室氣體排放的研究，並於 2001 年經由相關專家召開研究結果的審查，產乳牛及家禽之排放係數計算經農業部門溫室氣體排放清冊專家諮詢會通過後，採用 2006 IPCC 指南方法 3 (Tier 3)；豬排放係數計算則採用 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1)。至於山羊、鵝及鴨部分因無國內研究，尚未計入。排放係數的單位則與活動數據的估算方式一致，生命週期大於 1 年或全年飼養量均一者，其排放係數的單位為每年每頭（隻）糞尿處理過程中的氧化亞氮排放量；至於如白色肉雞及有色肉雞生命週期未達一年且全年飼養量較不一致，其排放係數單位則為每個生命週期每隻糞尿處理中的氧化亞氮排放量，如表 5.3.3 所示。

排放係數異動部分，2019 年主要修正豬隻部分。有關豬隻糞尿處理排放氧化亞氮之排放係數，因 2003 年發表之本土值與 2019 年發表之重測值差距過大，經 2020 年 2 月 7 日及 10 月 26 日召開 2 次農業部門清冊專家諮詢會議討論決議，清冊報告自 2021 年起，採用 2006 IPCC 指南預設之排放係數、並追溯更新自 1990 年起之歷年數據，未來仍將加強豬隻糞尿處理之氧化亞氮本土排放係數之研究，並俟取得相關專家共識後再據以修正為本土值。

(3)活動數據

同表 5.2.2。

(4)排放量

2023 年我國畜禽糞尿處理的氧化亞氮排放量為 131 千公噸二氧化碳當量，其他各年如圖 5.3.2 及表 5.3.4。我國畜禽糞尿處理過程中氧化亞氮排放量之計算，包含產乳牛、豬、白色肉雞、有色肉雞及蛋雞等 5 種主要畜種，先分別計算其糞尿處理過程中氧化亞氮排放係數乘以該畜種年度活動數據，得到該畜種當年度的糞尿處理氧化亞氮排放量、並換算為二氧化碳當量後，再予以加總所得。

2023 年我國畜禽糞尿處理的氧化亞氮排放量以相較 2005 年（136 千公噸二氧化碳當量）排放量略減，但是卻略高於 1990 年（129 千公噸二氧化碳當量）及 2022 年（130 千公噸二氧化碳當量）排放量。我國畜禽糞尿處理中氧化亞氮主要來源為家禽飼養。分析我國 1990 年至 2023 年畜牧產業之畜禽糞尿處理中氧化亞氮排放趨勢，1990 年適逢國內畜牧業蓬勃發展，因此畜禽飼養量逐年攀升，畜禽糞尿處理中氧化亞氮排放量隨之增加。1997 年國內養豬產業受口蹄疫疫情影響，雖國內豬隻畜養量陡降，然家禽飼養量持續增加，畜禽糞尿處理之氧化亞氮排放量仍呈增加趨勢，至 1999 年趨於穩定；2015 年後又隨家禽飼養量增加而提升。

(5)完整性

我國豬、牛糞尿處理多以提升畜牧糞尿水處理及再利用三段式廢水處理方式處理，惟目前清冊僅產乳牛完整呈現各處理階段所排放之溫室氣體量，以及固液分離後所產出畜糞渣另行堆肥化之溫室氣體排放量；至主要畜種—豬，其糞尿之溫室氣體反因近期與早期研究所得之排放係數差距過大、有待後續研究查驗，因此仍以 IPCC 預設排放係數計算排放量，致無法呈現我國豬隻糞尿處理氧化亞氮排放之本土特性。另對我國飼養量相對較少之山羊及水牛，除非未來飼養畜種有重大轉變，否則預期仍不會有相關研究。

表 5.3.3 畜禽糞尿處理排放氧化亞氮之係數表

	細分類		氧化亞氮排放係數(N_2O EF)			
			係數	單位	參考文獻來源	不確定性
糞尿處理	牛(Cattle)	產乳牛(Dairy Cows)	1.10×10^{-2}	公斤/頭/年	（Su et al., 2003）	±58.3%
	豬(Swine)		0.04	公斤/頭/年	（2006 IPCC）	±50.0%
	家禽(Poultry)	白色肉雞	6.43×10^{-6}	公斤/隻/生命週期	（王淑音等人，2001）	±13.1%
		有色肉雞	6.43×10^{-6}	公斤/隻/生命週期	（王淑音等人，2001）	±13.1%
		蛋雞	5.50×10^{-3}	公斤/隻/年	（王淑音與馬維君，2002）	±21.8%

備註：1.產乳牛：包括泌乳牛、乾乳牛。

2.豬採用 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1)之計算。

3.產乳牛、白色肉雞、有色肉雞及蛋雞採用 2006 IPCC 指南方法 3 (Tier 3)之計算。

4.IPCC 預設排放係數之選用，以年均溫攝氏 23 度之資料為主。

資料來源：1.Su, J.J., Liu, B.Y. and Chang, Y. C., Emission of greenhouse gas from livestock waste and wastewater treatment in Taiwan, Agriculture Ecosystem & Environment 95, 253-263, 2003.

2.王淑音、黃大駿、許皓豐，肉雞糞尿處理溫室氣體排放之推估，臺灣農業化學與食品科學，39（6）：415-422，2001。

3.王淑音、馬維君，蛋雞糞尿處理之溫室氣體排放，華岡農科學報，10：1-14，2002。

表 5.3.4 1990 年至 2023 年畜禽糞尿處理之氧化亞氮排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

細分類 / 年份	產乳牛	豬	白色肉雞	有色肉雞	蛋雞	合計
1990	0.1	91	0.1	0.2	38	129
1991	0.1	107	0.2	0.2	39	146
1992	0.2	103	0.2	0.2	41	145
1993	0.2	104	0.2	0.3	42	147
1994	0.2	107	0.2	0.3	47	154
1995	0.2	111	0.3	0.3	48	160
1996	0.2	113	0.3	0.3	53	167
1997	0.2	84	0.3	0.3	57	143
1998	0.2	69	0.3	0.3	59	129
1999	0.2	77	0.3	0.3	60	137
2000	0.2	79	0.3	0.3	60	140
2001	0.2	76	0.3	0.3	58	135
2002	0.2	72	0.3	0.3	58	131
2003	0.2	72	0.3	0.3	59	131
2004	0.2	72	0.4	0.2	57	130
2005	0.2	76	0.3	0.2	59	136
2006	0.2	75	0.3	0.2	60	136
2007	0.2	70	0.3	0.2	59	130
2008	0.2	68	0.3	0.2	60	129
2009	0.2	65	0.3	0.2	59	125
2010	0.2	66	0.3	0.2	59	125
2011	0.2	66	0.3	0.2	59	126
2012	0.2	64	0.3	0.2	59	123
2013	0.2	62	0.3	0.2	60	122
2014	0.2	59	0.3	0.2	61	121
2015	0.2	58	0.3	0.2	62	121
2016	0.2	58	0.4	0.2	64	122
2017	0.2	58	0.4	0.2	65	123
2018	0.2	58	0.4	0.2	67	125
2019	0.2	58	0.4	0.2	70	129
2020	0.2	58	0.4	0.2	71	130
2021	0.2	58	0.5	0.2	71	130
2022	0.2	56	0.4	0.2	73	130
2023	0.2	56	0.4	0.2	74	131

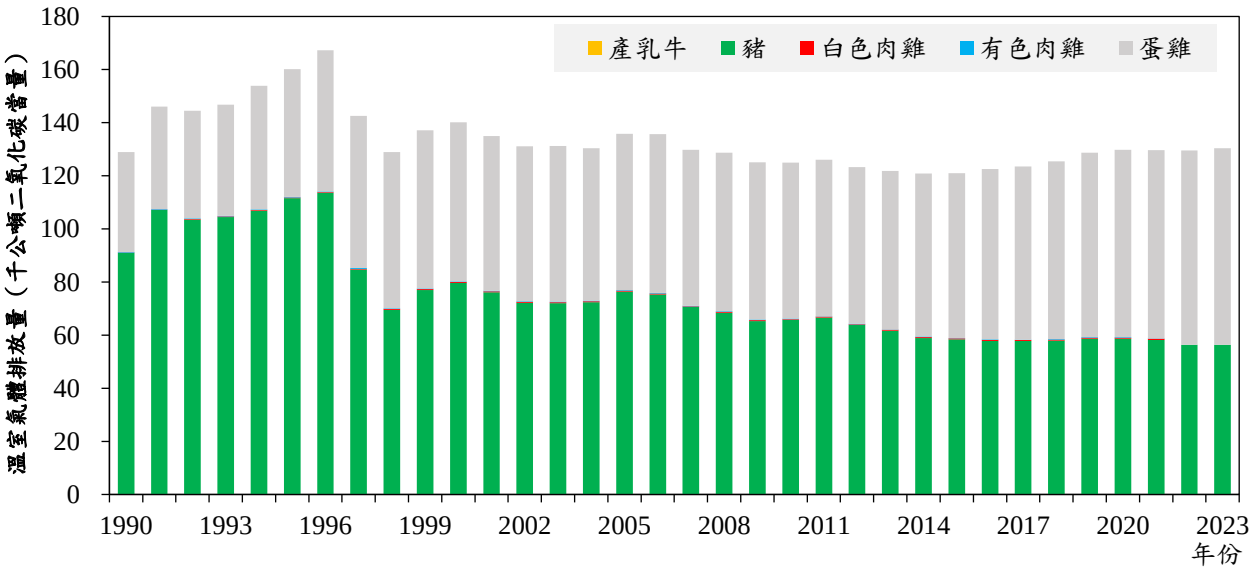


圖 5.3.2 1990 年至 2023 年畜禽糞尿處理之氧化亞氮排放量

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

有關畜禽糞尿處理氧化亞氮排放清冊之估算，其中活動數據係依據農業部出版之農業統計年報，依 2006 IPCC 指南設定不確定性為 ±5%；排放係數方面，若使用本土係數，則以試驗結果之 CV%為其不確定性之偏差值，惟如本土係數無法計算 CV%者，就引用 2006 IPCC 指南不確定性之參考值；至直接使用 2006 IPCC 指南之排放係數，則逕行引用 2006 IPCC 指南不確定性數值。

依據 2006 IPCC 指南，畜牧產業之溫室氣體排放量不確定性建議以誤差傳播法演算。各畜禽種類分項之不確定性，則以乘法規則計算（公式 5.3.5），即以排放係數不確定性平方加上活動係數不確定性平方後、再開根號之所得。至畜禽糞尿處理氧化亞氮排放總量之不確定性，則以加法規則計算（公式 5.3.6），即各類畜禽排放量與相乘不確定性相乘數平方之總和開根號、再除以總排放量之所得。經計算後 2023 年糞尿處理氧化亞氮排放量之不確定性為±25.02%。

公式 5.3.5：

$$\mathbf{U}_{total} = \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \cdots + U_n^2}$$

U_{total}：不確定性之總和（乘法規則）

U_1,U_2,U_n：不同變量的不確定性

公式 5.3.6：

$$\mathbf{U}_{total} = \frac{\sqrt{(U_1 \times E_1)^2 + \cdots + (U_n \times E_n)^2}}{E_1 + E_2 + \cdots + E_n}$$

U_{total}：不確定性之總和（加法規則）

U_1,U_2,U_n：不同變量的不確定性

E_1,E_2,E_n：不同變量

(2)時間序列的一致性

豬隻糞尿處理氧化亞氮之排放係數於 2019 年資料計算進行修正，修正係數回溯更新歷年排放量，故 1990 年至 2023 年排放係數皆維持一致；此外，所有項目之活動數據來源及計算方法由 1990 年至 2023 年亦皆維持一致。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

同章節 5.2 3.A「畜禽腸胃發酵」之說明。

5.特定排放源的重新計算

蘇忠楨教授於 2018 年發表論文指出，國內豬隻糞尿處理氧化亞氮排放係數為 0.055（公斤/頭/年）。周明顯教授及張筱瑜助理教授提供「豬牛糞尿處理溫室氣體排放係數本土值之建立-112 年豬牛糞尿處理」先期估算資料，豬隻糞尿處理氧化亞氮排放係數約為 0.162kg/head/yr。經 2023 年 11 月專家諮詢會議中委員亦均認為豬隻糞尿處理部分現行清冊有低估情形。爰經討論，為強化豬隻糞尿處理氧化亞氮排放係數的本土代表性，委員會建議，待周與張之豬隻糞尿處理溫室氣體排放係數論文發表後將討論係數修正。此外，20 年來畜牧管理方式已經有極大的變化，「家禽糞尿處理溫室氣體排放係數本土值之更新」計畫成果，目前白色肉雞糞尿處理氧化亞氮排放係數為 106.0 (mg/head/life cycle)，與以往有很大的差異。因此，為了精進並掌握畜牧部門碳排放數據，以利後續可明確計算

並掌握各項減碳效益之基礎數據，亦將於論文發表後討論進行係數修正。

6.特定排放源的改善計畫

畜禽糞尿處理氧化亞氮的蛋雞排放量與白色肉雞及有色肉雞有較多的差異，為了精進並掌握畜牧部門碳排放數據，以利後續可明確計算，該部分的係數將逐步確認與修正。目前依 2006 IPCC 指南計算方式，豬僅計算糞尿處理階段所排放之溫室氣體量，尚未將後段堆肥化之溫室氣體排放量計入，未來將朝建立此部分本土係數及資料之方向努力。此外，農業部歷年來持續精進畜禽糞處理，以及透過精準營養減少畜禽糞量及降低畜禽糞尿含氮量，等改善作等相關工作。畜禽糞尿處理產生的氧化亞氮，也會隨之變化。後續將針對該部分溫室氣體排放之研究成果，建立、修正或更新本土排放係數。

5.4 水稻種植(3.C)

種植水稻在湛水的狀態下會形成厭氧環境，使有機物被微生物分解而產生甲烷，主要經由水稻植株擴散至大氣中。影響水稻田中的甲烷排放量的主要因素包含氣候、土壤特性、水稻品種、灌溉管理、農耕操作、有機物質添加量、肥料型態與施用量等。陸稻種植因無湛水，土壤通氣較佳，不易形成厭氧條件故無明顯甲烷釋出，2006 IPCC 指南對於陸稻排放係數亦設為零。

1.排放源及匯分類的描述

因我國地處亞熱帶至熱帶間，水稻一年可兩收，因此估算水稻甲烷排放時，在排放係數與活動數據皆分為兩期作進行估算。我國水稻種植方式主要為耕作前 30 日內將田間開始浸水，以插秧移植為主，灌溉採間歇灌溉管理，種植期間土壤乾燥排水一次以上，水稻稻桿多於聯合收穫機採收時一併切碎於田間，再以耕耘機將殘體翻入。我國種植水稻因各地氣候、土壤、肥料和農業操作皆有其區域特性（農業部，1995[11]；Yang et al., 1994[12]），甲烷排放量也因上述因子有所變異。因此本項排放源之估算，採用本土排放係數並參考相關文獻（Yang et al., 2003[13]、陳琦玲等人，2019[14]），將我國依地理特性，分為八個區域。

2.方法論議題

(1)計算方法

我國已有多篇關於水稻田甲烷排放之研究，在考慮符合當地狀況的因素下，以 2006 IPCC 指南方法 2 (Tier 2)，引用本土排放係數進行計算，水稻田之甲烷排放量計算方式如公式 5.4.1，由活動數據-水稻田耕作面積乘以排放係數，排放係數如表 5.4.1。

公式 5.4.1：

水稻種植每年產生的甲烷排放量（$CH_{4水稻}$，千公噸/年）

$$= \sum_{i,j,k} \left(EF_{i,j,k} \times A_{i,j,k} \times t_{i,j,k} \times 10^{-6} \right)$$

$EF_{i,j,k}$：在 i,j,k 條件下各區各期水稻田排放係數（公斤/公頃/期）

$A_{i,j,k}$：在 i,j,k 條件下各區各期水稻種植面積（公頃/年）

$t_{i,j,k}$：在 i,j,k 條件下各區各期水稻種植時間（日）

$_{i,j,k}$：表示不同的生態系統、水分管理與有機添加物的種類與數量及其他排放因子

(2)排放係數

排放係數引用本土水稻之排放係數，如表 5.4.1 所示，因其彙整國內多筆代表性研究調查資料，作為估算農地溫室氣體排放量研究，文中將排放係數以各代表性地區各期作生長日數之中位數值作為代表，一期作 136 天（約 110 至 140 天），二期作 124 天（約 90 至 130 天）

[11] 行政院農業委員會（現為農業部），台灣農家要覽，1995。

[12] Yang, S. S., Lin, C. C., Chang, E. H., Chung, R. S., and Huang, S. N., Effect of fertilizer, soil type, growth season on methane production and emission in the paddy soils of Taiwan, Journal of the Biomass Energy Sources of China, n.13 p.68-87, 1994.

[13] Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M., and Liu, Y. L., Estimation of methane and nitrous oxide emission from paddy fields and uplands during 1990–2000 in Taiwan, Chemosphere, 52, 1295-1305, 2003.

[14] 陳琦玲、廖崇億、胡正宏、陳孟妘、林旻頡、蔡徵霖、莊秉潔、廖大經、王瑞章、張錦興，臺灣中部水稻田甲烷排放量測與估算，亞熱帶生態學學會、臺灣長期生態研究網、臺灣通量研究網聯合年會，2019。

將文獻中排放係數單位毫克/平方公尺/時換為期作排放係數公斤/公頃/期。惟宜蘭、苗栗地區之二期作排放係數偏高，依農業部門專家委員意見，以其他地區平均值 3.89 毫克/平方公尺/時計算，換算期作排放係數為 115.7 公斤/公頃/期。另依據陳琦玲等人（2019）[15]以渦流協變方法連續量測臺中霧峰與嘉義溪口甲烷排放量更新臺中、彰化、南投與雲林、嘉義、臺南地區原來引用密閉罩法(Yang et al., 2003)[16]量測的排放係數。

(3)活動數據

歷年種植面積係依據農業部出版之「農業統計年報」之水稻收穫面積，依前述八分區，並分為兩期作，彙整如表 5.4.2。

表 5.4.1 水稻種植各期作甲烷排放係數

地區	各期作甲烷排放係數			
	期作	排放係數[1]（毫克/平方公尺/時）	日排放係數（公斤/公頃/天）	期作排放係數[2]（公斤/公頃/期）
臺北、基隆	一期稻	2.12	0.5088	69.1968
	二期稻	4.85	1.1640	144.3360
宜蘭	一期稻	0.69	0.1656	22.5216
	二期稻	3.89	0.9331	115.7069
桃園、新竹	一期稻	0.89	0.2136	29.0496
	二期稻	4.15	0.9960	123.5040
苗栗	一期稻	2.92	0.7008	95.3088
	二期稻	3.89	0.9331	115.7069
臺中、彰化、南投	一期稻		0.2713	36.9000
	二期稻		1.4565	180.6000
雲林、嘉義、臺南	一期稻		0.4419	60.1000
	二期稻		1.4113	175.0000
高雄、屏東	一期稻	0.82	0.1968	26.7648
	二期稻	2.94	0.7056	87.4944
花蓮、臺東	一期稻	2.11	0.5064	68.8704
	二期稻	4.21	1.0104	125.2896

備註：1.排放係數為引用自 Yang 等人(2003)，期作排放係數經面積、日數換算而得，臺中、彰化、南投及雲林、嘉義、臺南兩區除外。

2.臺中、彰化、南投及雲林、嘉義、臺南兩區之期作排放係數，直接引用自陳等人(2019)，而此兩區日排放係數為期作排放係數回推。

3.宜蘭、苗栗兩區之二期作排放係經農業部門內部審議改以 Yang 等人(2003)之平均值取代。

資料來源：1.陳琦玲、廖崇億、胡正宏、陳孟妘、林旻頡、蔡徵霖、莊秉潔、廖大經、王瑞章、張錦興，臺灣中部水稻田甲烷排放量測與估算，亞熱帶生態學學會、臺灣長期生態研究網、臺灣通量研究網聯合年會，2019。

2. Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M., and Liu, Y. L., Estimation of methane and nitrous oxide emission from paddy fields and uplands during 1990–2000 in Taiwan, Chemosphere, 52, 1295-1305, 2003.

[15] 陳琦玲、廖崇億、胡正宏、陳孟妘、林旻頡、蔡徵霖、莊秉潔、廖大經、王瑞章、張錦興，臺灣中部水稻田甲烷排放量測與估算，亞熱帶生態學學會、臺灣長期生態研究網、臺灣通量研究網聯合年會，2019。

[16] Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M., and Liu, Y. L., Estimation of Methane and Nitrous Oxide Emission from Animal Production Sector in Taiwan during 1990-2000, Chemosphere, 2003.

表 5.4.2 歷年各區水稻耕作面積

（單位：公頃）

年份	臺北、基隆		宜蘭		桃園、新竹		苗栗		臺中、彰化、南投		雲林、嘉義、臺南		高雄、屏東		花蓮、臺東	
	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻
1990	3,857	1,672	14,224	5,183	34,184	31,080	13,983	13,230	66,717	62,129	77,490	66,066	18,601	19,537	13,242	13,071
1991	2,989	1,383	12,746	4,806	32,273	30,721	12,837	11,890	62,800	61,017	74,855	62,084	16,338	17,243	12,579	12,241
1992	2,423	912	12,858	3,097	31,436	29,165	11,966	11,602	61,156	58,199	62,564	58,556	14,657	14,151	12,414	11,994
1993	2,061	674	12,329	2,852	29,806	28,201	11,370	10,807	57,791	55,872	73,391	57,015	13,401	12,084	11,641	11,632
1994	1,445	587	12,402	1,815	24,986	25,898	11,114	10,516	54,978	53,199	65,420	54,483	14,074	11,346	11,898	11,676
1995	1,540	534	12,043	1,139	27,035	26,339	10,348	10,500	53,314	51,121	69,293	53,622	12,354	10,280	11,644	12,372
1996	1,102	500	11,921	1,000	22,662	25,328	10,018	9,838	51,725	49,994	60,829	54,585	11,868	10,624	12,682	13,086
1997	1,254	448	12,594	783	27,055	26,271	10,111	10,102	53,307	49,096	72,252	52,319	11,389	9,334	14,048	13,849
1998	1,045	422	12,265	110	27,383	25,268	10,067	9,571	51,780	47,421	73,189	51,760	11,457	8,265	14,239	13,446
1999	973	370	12,153	289	25,813	22,939	9,454	9,301	50,684	47,574	72,515	52,424	11,381	9,057	14,150	13,989
2000	910	354	11,942	161	24,544	20,009	9,520	7,992	48,920	45,633	73,045	48,840	11,913	7,986	14,262	13,570
2001	824	346	11,538	32	23,066	18,906	8,984	7,116	48,718	45,997	70,061	49,759	11,525	7,534	13,837	13,377
2002	738	304	10,531	27	18,609	13,940	7,615	6,873	47,974	43,657	67,764	45,485	10,867	5,947	13,786	12,723
2003	608	279	10,430	1	9,310	9,244	7,832	5,677	46,658	39,411	62,482	39,618	10,744	4,882	13,121	11,828
2004	574	302	9,623	3	4,625	7,674	5,754	5,022	44,800	38,558	46,958	34,296	10,158	3,713	12,822	12,133
2005	555	272	9,592	1	11,846	8,970	6,894	5,678	45,504	39,649	61,158	40,230	10,082	3,395	12,821	12,376
2006	479	234	9,587	2	9,735	7,790	6,537	5,258	44,882	38,251	61,690	41,214	9,130	2,513	13,208	12,679
2007	471	280	9,375	0	10,903	7,935	6,618	5,155	45,359	37,318	60,586	39,028	8,816	2,223	13,332	12,717
2008	451	269	9,186	0	10,328	7,514	6,099	5,085	43,244	36,634	56,998	39,313	8,710	2,093	13,316	13,051
2009	463	260	9,124	0	11,258	7,920	6,204	4,909	42,714	36,477	58,931	38,757	9,245	1,704	13,400	13,224
2010	438	264	9,376	6	11,370	8,087	4,985	4,621	42,702	37,142	47,371	37,998	9,430	1,837	14,269	13,967
2011	418	254	9,446	8	11,425	7,811	5,691	4,610	42,540	35,627	59,582	36,836	9,728	1,522	14,576	14,181
2012	396	254	9,993	1	11,144	7,767	5,694	4,822	42,754	36,078	61,408	39,509	10,420	1,335	14,853	14,336
2013	406	249	10,862	1	14,174	8,060	6,349	5,066	42,975	37,076	61,914	40,831	10,842	1,421	15,347	14,592
2014	394	243	10,943	0	15,632	7,912	6,570	4,974	43,025	35,784	64,184	39,468	10,251	1,549	15,604	14,519

年份	臺北、基隆		宜蘭		桃園、新竹		苗栗		臺中、彰化、南投		雲林、嘉義、臺南		高雄、屏東		花蓮、臺東	
	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻	一期稻	二期稻
2015	350	243	11,112	10	6,023	7,333	3,723	4,869	42,205	35,846	57,077	40,507	10,448	1,743	15,659	14,712
2016	389	247	11,242	0	17,440	7,446	6,669	5,241	43,318	35,689	63,616	39,703	10,580	1,748	15,618	14,893
2017	383	243	11,218	0	18,062	8,131	5,633	5,109	43,666	35,098	64,871	39,667	10,403	1,658	15,582	14,952
2018	387	249	11,188	0	18,878	6,963	5,515	5,030	43,410	34,497	64,042	38,343	10,517	1,576	15,852	15,059
2019	387	242	11,192	0	18,168	7,147	6,192	5,055	43,480	34,030	63,987	37,649	10,441	1,339	15,895	14,864
2020	380	232	11,121	0	14,463	7,909	5,435	5,129	42,346	33,889	60,315	37,858	10,240	1,281	15,592	15,595
2021	330	234	11,277	0	6,525	6,824	3,456	4,917	34,952	32,429	44,506	35,799	10,631	1,454	15,698	14,990
2022	367	225	11,170	0	16,407	4,310	4,725	4,011	42,397	26,254	55,619	30,671	10,956	1,230	15,485	14,873
2023	361	212	11,128	0	15,152	6,360	6,004	4,703	41,240	30,942	43,497	21,528	10,909	1,249	14,965	14,160

資料來源：農業部，農業統計年報，2024。

(4)排放量

將各區之排放係數分別乘上各區各期作之水稻收穫面積，計算得到各區水稻田之甲烷排放量值，相加後為全年甲烷排放總量，二氧化碳當量係以甲烷轉換為二氧化碳當量之全球暖化潛勢轉換係數 28，進行計算。歷年水稻種植甲烷排放量如圖 5.4.1 與表 5.4.3 所示。因作物轉作政策、農業活動衰減等因素下，水稻田耕作面積逐年減少，水稻田甲烷排放量漸減。與 1990、2005 及 2022 年相比，2023 年甲烷排放量減少約 51.04%、17.33%及 6.82%。2004、2010、2015 及 2021 年恰逢國內缺水情形，部分地區一期作水稻停耕導致水稻耕種面積減少，2022 年因推動基期年農地「稻作四選三」措施及鼓勵轉作飼料用玉米等政策影響，使稻作種植面積亦較往年減少，進而降低甲烷排放量。2023 年雲嘉南地區因水庫總蓄水量偏低而有休耕情況及小犬颱風影響造成收穫面積減少，故使甲烷排放量與 2022 年相比略減。

(5)完整性

本項排放源所引用之活動數據農業統計年報中水稻收穫面積已將我國種植水稻所涉面積完整記錄。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

依據文獻中各分區排放係數之標準差或範圍，及其引用之相關文獻，評估水稻田甲烷排放係數之不確定性，各區排放係數之不確定性彙整如表 5.4.5 所示。

因期作排放係數（公斤/公頃/期）在計算過程中係將排放係數（毫克/平方公尺/時）乘以不同期作之種植日數期換算，種植日期以一期作 136 天，二期作 124 天設定，而實際田間耕作期因氣候、人為因素、區域與品種等而有變異，一期約為 110 至 140 天；二期約 90 至 130 天。活動數據為水稻收穫面積，為農業部統計資料，但未記錄不確定性，依 2006 IPCC 指南設定不確定性為 5%。全球暖化潛勢(GWP)實際具有很大的不確定性，然在 2006 IPCC 指南中已將其設定為固定值，不另考慮不確定性。

因多筆排放係數不確定性大於 60%，部分參數非常態分佈，依據 2006 IPCC 指南建議，以蒙地卡羅方法進行評估，估算甲烷排放量不確定性，各基本參數數值模擬次數為 1,000 次。相關參與結果數如表 5.4.5 所示。由蒙地卡羅模擬方法估算水稻田甲烷排放量之不確定性為約 -20.95~19.26%。

(2)時間序列的一致性

清冊所需自 1990 年開始之水稻面積皆透過農業統計年報取得，活動數據來源於時間序列上具一致性，臺中、彰化、南投與雲林、嘉義、臺南兩地區之排放係數曾於 2020 年進行修正，皆有回溯更新過往排放量，故排放係數皆維持一致；計算方法亦維持一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據主要來自農業部之農業統計調查資料，而農業部依據統計法、統計法施行細則及其他有關法令之規定特別訂頒「農情調查工作評鑑要點」，已建立完善之農情

調查制度 QA/QC 及查證流程準備。農業部門農糧產業部分（含 3.C、3.D、3.E、3.F、3.G、3.H）溫室氣體排放清冊過程中，先安排專家諮詢及同行審議機制；農糧部門清冊初稿完成後，再邀請專家學者進行部門內審議，審議數據之正確性，並提供改善建議，經修正審查定稿後，完成農業部門溫室氣體排放清冊階段之 QA/QC 及查證。最後送環境部併同其他部門之清冊，辦理國家溫室氣體排放清冊之 QA/QC 及查證程序。

由於甲烷使用本土排放係數，為了解本土調查係數之準確性，故列出與國外水稻田甲烷排放係數比較，如表 5.4.4 所示，排放係數雖略低於其他國家，但仍於差異範圍內，應與各國農業耕作方式差異有關。

5.特定排放源的重新計算

2020 年依據（陳琦玲等人，2019）[17]以渦流協變方法連續量測臺中霧峰與嘉義溪口甲烷排放量更新臺中、彰化、南投與雲林、嘉義、臺南地區原來引用密閉罩法(Yang et al., 2003)[18]量測的排放係數，並重新計算臺中、彰化、南投與雲林、嘉義、臺南兩地區水稻甲烷排放量，並依國家溫室氣體排放清冊審議會 2016 年第 2 次委員會議專家會議將排放量回朔更新至 1990 年。

6.特定排放源的改善計畫

目前計算引用之水稻田甲烷排放係數為 20 多年前以密閉罩法進行調查資料(Yang et al., 2003)，雖此方法在量測過程可能破壞自然狀態，造成量測誤差，但由於調查廣泛且資料多，仍具一定代表性，而為本清冊計算引用。2020 年農業部農業試驗所（以下簡稱農試所）已利用開放式甲烷分析儀量測臺中霧峰與嘉義溪口 2 處試驗田水稻種植期中產生之甲烷（陳琦玲等人，2019），已針對「臺中、彰化、南投」與「雲林、嘉義、臺南」兩地區之甲烷排放係數作修正，後續將持續調查其它地區水稻甲烷排放係數。

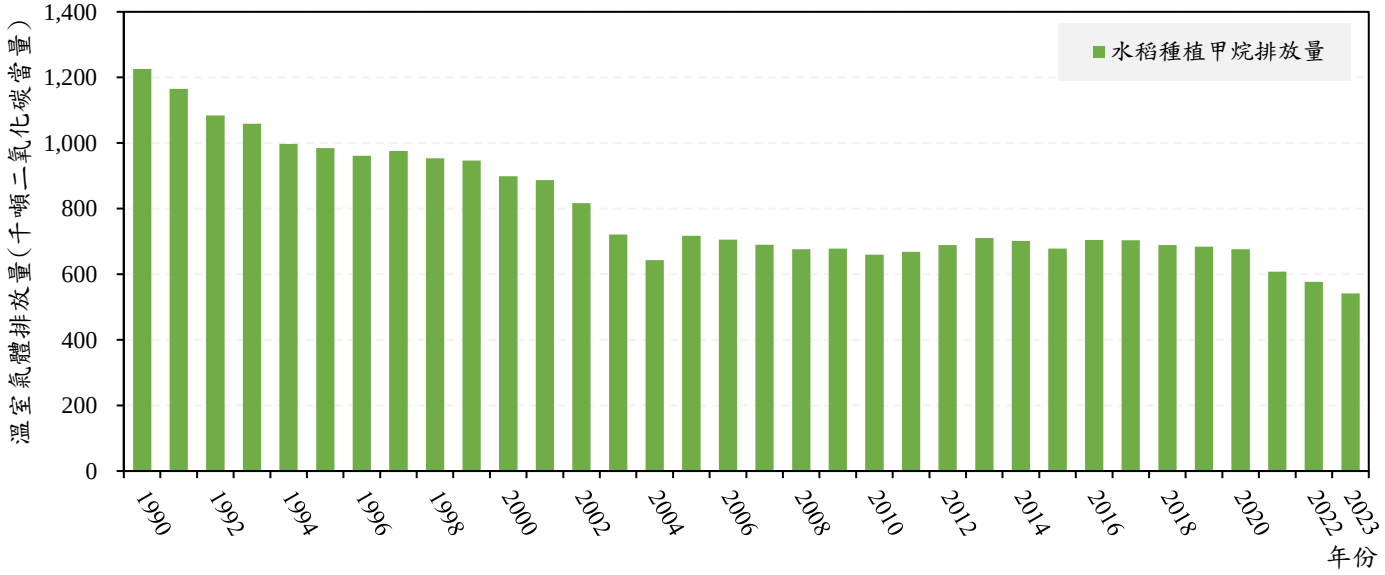


圖 5.4.1 1990 年至 2023 年水稻種植甲烷排放量

[17] 陳琦玲、廖崇億、胡正宏、陳孟妘、林旻頡、蔡徵霖、莊秉潔、廖大經、王瑞章、張錦興，臺灣中部水稻田甲烷排放量測與估算，亞熱帶生態學學會、臺灣長期生態研究網、臺灣通量研究網聯合年會，2019。

[18] Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M., and Liu, Y. L., Estimation of methane and nitrous oxide emission from paddy fields and uplands during 1990–2000 in Taiwan, Chemosphere, 52, 1295-1305, 2003.

表 5.4.3 歷年各區水稻田甲烷排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年份	臺北、基隆	宜蘭	桃園、新竹	苗栗	臺中、彰化、南投	雲林、嘉義、臺南	高雄、屏東	花蓮、臺東	總排放量
1990	14	26	135	80	383	454	62	71	1,226
1991	11	24	132	73	373	430	54	67	1,166
1992	8	18	126	70	357	392	46	66	1,084
1993	7	17	122	65	342	403	40	63	1,059
1994	5	14	110	64	326	377	38	64	998
1995	5	11	113	62	314	379	34	66	984
1996	4	11	106	59	306	370	35	70	961
1997	4	10	113	60	303	378	31	76	976
1998	4	8	110	58	293	377	29	75	953
1999	3	9	100	55	293	379	31	76	947
2000	3	8	89	51	281	362	28	75	899
2001	3	7	84	47	283	362	27	74	887
2002	3	7	63	43	270	337	23	71	816
2003	2	7	40	39	248	299	20	67	721
2004	2	6	30	32	241	247	17	67	643
2005	2	6	41	37	248	300	16	68	717
2006	2	6	35	34	240	306	13	70	706
2007	2	6	36	34	236	293	12	70	690
2008	2	6	34	33	230	289	12	71	676
2009	2	6	37	32	229	289	11	72	678
2010	2	6	37	28	232	266	12	77	659
2011	2	6	36	30	224	281	11	78	668
2012	2	6	36	31	227	297	11	79	688
2013	2	7	39	33	232	304	12	81	710
2014	2	7	40	34	225	301	11	81	702
2015	2	7	30	26	225	295	12	82	678
2016	2	7	40	35	225	302	12	82	705
2017	2	7	43	32	223	304	12	83	704
2018	2	7	39	31	219	296	12	83	689
2019	2	7	39	33	217	292	11	83	684
2020	2	7	39	31	215	287	11	85	677
2021	2	7	29	25	200	250	12	83	608
2022	2	7	28	26	177	244	11	82	576
2023	2	7	34	31	199	179	11	79	542

表 5.4.4 甲烷通量與排放量比較

國家	期作	排放係數(kg CH_4/ha)	灌溉管理	係數分類
日本 [1]	單期	49 ~ 247	單次排水	土壤類型
義大利 [2]	單期	250~330	單次或多次排水	灌溉類型、播種方式
臺灣 [3]	1 期作	64 (23 ~ 95)	多次排水	地區
	2 期作	116 (88 ~ 144)		地區
2019 IPCC 指南預設值	單期	134.47 (59.2 ~ 267.52)	單次或多次排水	全球

備註：排放係數為範圍或中位數（範圍）

資料來源：1.Ministry of the Environment of Japan, National Greenhouse Gas Inventory Report of Japan, Japan, 2018.

2.Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA), Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2016 National Inventory Report, Italian, 2018.

3.Yang, S. S., Lai, C. M., Chang, H. L., Chang, E. H., and Wei, C. B., Estimation of methane and nitrous oxide emissions from paddy fields in Taiwan, Renewable Energy, 34, 1916-1922, 2009.

表 5.4.5 各區水稻田甲烷排放係數參數與蒙地卡羅法之不確定性結果

地區	期作	活動數據不確定性	甲烷排放係數不確定性來源與值					排放量與不確定性	
			甲烷排放係數			耕作期差異	期作排放係數不確定性	排放量（2023 年）	不確定性
			平均值	標準差	範圍				
		%	毫克/平方公尺/時			天	%	千公噸二氧化碳當量	%
臺北基隆	一期稻	5.00	2.12	1.38	0.76 ~ 2.74	110 ~ 140	-55.90% ~ 16.61%	0.70	-56.40% ~ 17.11%
	二期稻	5.00	4.85	1.70	-	90 ~ 130	-73.52% ~ 51.93%	0.86	-73.33% ~ 52.38%
宜蘭	一期稻	5.00	0.69	0.11	-	110 ~ 140	-35.27% ~ 26.70%	7.02	-35.03% ~ 27.91%
	二期稻	5.00	3.89	0.94	-	90 ~ 130	-54.09% ~ 41.44%	0.00	-
桃園新竹	一期稻	5.00	0.89	0.05	-	110 ~ 140	-19.18% ~ 7.05%	12.32	-20.89% ~ 8.68%
	二期稻	5.00	4.15	1.32	-	90 ~ 130	-67.32% ~ 49.15%	21.99	-67.07% ~ 50.31%
苗栗	一期稻	5.00	2.92	0.83	-	110 ~ 140	-55.32% ~ 51.03%	16.02	-55.94% ~ 50.77%
	二期稻	5.00	3.89	0.94	-	90 ~ 130	-48.38% ~ 38.17%	15.24	-48.60% ~ 38.45%
臺中彰化南投	一期稻	5.00	1.13	6.08	0.92 ~ 1.26	110 ~ 140	-22.53% ~ 6.63%	42.61	-23.83% ~ 8.06%
	二期稻	5.00	6.07	24.04	5.86 ~ 6.15	90 ~ 130	-23.09% ~ 2.37%	156.47	-23.26% ~ 3.90%
雲林嘉義臺南	一期稻	5.00	1.84	5.97	1.32 ~ 2.36	110 ~ 140	-27.31% ~ 18.67%	73.20	-27.66% ~ 18.60%
	二期稻	5.00	5.88	1.00	-	90 ~ 130	-39.26% ~ 28.87%	105.49	-39.50% ~ 27.84%
高雄屏東	一期稻	5.00	0.82	-	0.02 ~ 13.16	101 ~ 135	-53.61% ~ 486.29%	11.24	-54.47% ~ 495.42%
	二期稻	5.00	2.94	-					
花蓮臺東	一期稻	5.00	2.11	1.46	–	110 ~ 140	-100.00% ~ 129.84%	28.86	-100.00% ~ 131.80%
	二期稻	5.00	4.21	2.64	–	90 ~ 130	-100.00% ~ 111.49%	49.67	-100.00% ~ 111.91%
總和								541.68	-20.95% ~ 19.26%

備註：「宜蘭」、「苗栗」排放係數之計算值，依部會內審議建議，調整為其它地區之二期作平均值。「臺中、彰化、南投」、「雲林、嘉義、臺南」計算值、標準差、範圍等資料來源如陳琦玲(2019)。其餘計算值、標準差、範圍等資料來源如 Yang(2003)。

資料來源：1.陳琦玲、廖崇億、胡正宏、陳孟妘、林旻頡、蔡徵霖、莊秉潔、廖大經、王瑞章、張錦興，臺灣中部水稻田甲烷排放量測與估算，亞熱帶生態學學會、臺灣長期生態研究網、臺灣通量研究網聯合年會，2019。

2. Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M., and Liu, Y. L., Estimation of methane and nitrous oxide emission from paddy fields and uplands during 1990–2000 in Taiwan, Chemosphere, 52, 1295-1305, 2003.

5.5 農業土壤(3.D)

農業土壤的氧化亞氮排放分為直接排放與間接排放，直接排放主要是因農業活動，如:農地施用化學氮肥、有機氮肥、作物殘體的埋入或改變土地利用管理等，使氮素進入土壤，造成土壤有效性氮的增加、脫氮量增加，而造成氧化亞氮的排放。間接性氧化亞氮排放共兩個途徑：其一為農業土壤施用之肥料以氨(NH_3)和氮氧化物(NO_X)揮散；另一途徑為土壤中的氮素經淋洗和逕流移出。上述氮源，最終以銨離子(NH_4^+)和硝酸離子(NO_3^-)型態再進入土壤和水中後，再產生氧化亞氮排放。

歷年之農業土壤氧化亞氮排放總量，估算結果如圖 5.5.1、表 5.5.1 所示。氧化亞氮排放總量，因農業活動衰減、作物轉作政策、合理化施肥推廣、加強推動有機及友善農業等各項肥料資材補助措施等因素下，排放量逐年降低，近年已達平緩趨勢，2023 年產生之氧化亞氮排放量，相較於 1990、2005 及 2022 年年減少 45.32%、30.01%及 4.08%。

不確定性由前述直接氧化亞氮排放、間接氧化亞氮排放-揮散、間接氧化亞氮排放-淋洗再以蒙地卡羅法估算時一同估算。估算結果，農業土壤總氧化亞氮排放之不確定性為-16.28%~58.22%，如表 5.5.2 所示。

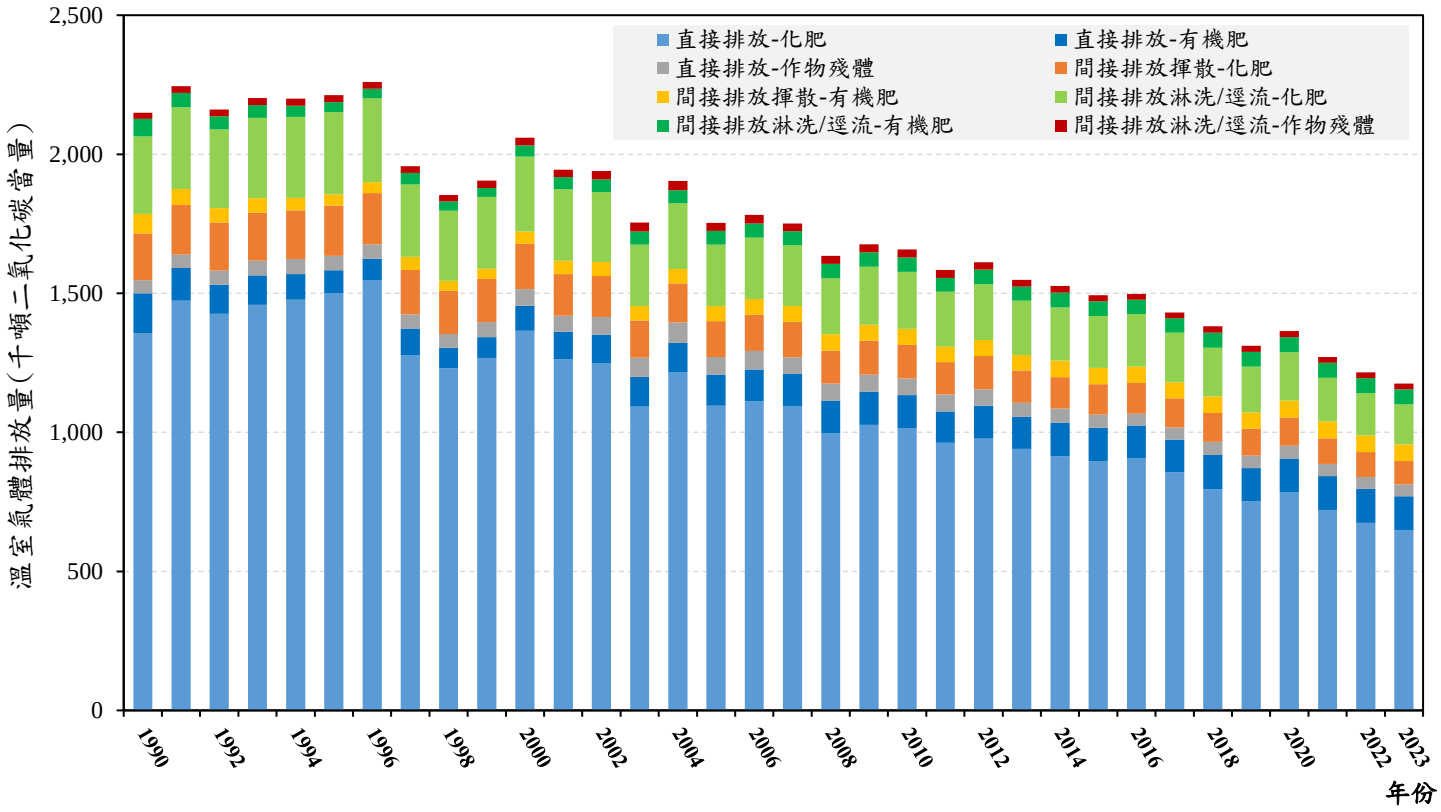


圖 5.5.1 1990 年至 2023 年農業土壤氧化亞氮排放量趨勢

表 5.5.1 歷年農業土壤氧化亞氮排放總量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年份	直接排放				間接排放-揮散			間接排放-淋洗/逕流				農業土壤排放總量
	化學氮肥	有機氮肥	作物殘體	合計	化學氮肥	有機氮肥	合計	化學氮肥	有機氮肥	作物殘體	合計	
1990	1,357	144	46	1,547	168	70	239	278	63	23	364	2,150
1991	1,474	117	49	1,639	178	57	235	294	51	24	370	2,244
1992	1,426	105	50	1,581	173	52	224	284	46	24	355	2,161
1993	1,459	106	53	1,617	173	52	225	288	47	25	360	2,203
1994	1,477	92	54	1,623	175	45	221	290	41	26	357	2,200
1995	1,502	81	52	1,634	181	40	221	296	36	25	357	2,212
1996	1,546	78	51	1,676	185	38	223	302	34	25	361	2,260
1997	1,278	96	50	1,424	160	47	207	260	42	24	326	1,957
1998	1,230	74	49	1,353	156	36	192	252	33	24	308	1,854
1999	1,268	75	54	1,397	156	37	192	258	33	26	316	1,905
2000	1,366	90	60	1,515	163	44	207	270	39	28	338	2,060
2001	1,263	99	57	1,419	150	49	198	256	44	27	327	1,944
2002	1,247	105	63	1,415	147	51	198	250	46	30	326	1,939
2003	1,093	107	69	1,269	133	53	186	220	47	32	299	1,754
2004	1,215	106	73	1,395	141	52	193	236	47	34	316	1,904
2005	1,096	111	64	1,271	129	54	183	221	49	30	299	1,754
2006	1,112	114	67	1,293	130	56	186	222	50	31	304	1,782
2007	1,095	115	60	1,270	127	56	184	219	51	28	297	1,751
2008	996	119	61	1,175	119	58	177	202	52	28	282	1,635
2009	1,027	118	63	1,208	122	58	180	208	52	29	289	1,677
2010	1,016	118	60	1,194	121	58	179	205	52	28	285	1,657
2011	962	113	61	1,136	117	55	172	197	50	28	276	1,584
2012	977	118	59	1,154	120	58	178	201	52	27	280	1,612
2013	941	114	51	1,106	116	56	172	195	50	24	270	1,548
2014	914	121	50	1,086	113	59	172	191	53	24	269	1,526
2015	897	119	47	1,064	110	59	169	186	53	22	261	1,493
2016	906	118	43	1,067	111	58	169	189	52	20	261	1,498
2017	857	118	43	1,018	104	58	162	178	52	21	251	1,431
2018	796	123	47	966	103	60	163	175	54	23	252	1,382
2019	752	120	45	916	97	59	156	165	53	22	239	1,311
2020	783	123	45	952	102	60	162	174	54	22	250	1,364
2021	719	124	43	886	92	61	153	157	55	21	232	1,271
2022	674	122	43	840	89	60	149	152	54	21	227	1,215
2023	648	123	42	812	84	60	144	144	54	20	218	1,175

表 5.5.2 農業土壤氧化亞氮排放量不確定性

農業土壤氧化亞氮排放源	2023 年排放量（千公噸二氧化碳當量）	不確定性(%)
直接氧化亞氮排放	812	-56.40% ~ 17.11%
間接氧化亞氮排放-揮散	144	-73.33% ~ 52.38%
間接氧化亞氮排放-淋洗/逕流	218	-35.03% ~ 27.91%
農業土壤總氧化亞氮排放量	1,175	-16.28% ~ 58.22%

5.5.1 管理土壤之氧化亞氮直接排放(3.D.1)

1.排放源及匯分類的描述

直接性氧化亞氮排放係為人為肥料施用、土地利用與管理，使氮素進入土壤，增加土壤有效性氮，提升硝化和脫氮量，進而增加氧化亞氮之排放量。

農業土壤中氧化亞氮之直接排放估算，包括以下氮源：(1)化學氮肥(F_{SN})；(2)有機氮肥(F_{ON})，如動物糞肥、堆肥、廢水污泥等；(3)放牧動物之含氮排泄物(F_{PRP})；(4)作物殘體(F_{CR})，含地上和地下部之固氮作物與牧草等；(5)礦質土壤因改變土地利用與管理，土壤有機質礦化之氮損失(F_{SOM})；(6)有機土壤(F_{OS})之排水和管理。

2. 方法論議題

(1)計算方法

農業土壤的氧化亞氮直接排放計算，係參照 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1)，並依我國農業耕作國情之活動數據不同進行調整。估算方式如公式 5.5.1 所示：

公式 5.5.1：

農業土壤中氧化亞氮之年直接排放量（$N_2O_{直接}$–N，公噸/年）

$$= N_2O - N_{N施用量} + N_2O - N_{OS} + N_2O - N_{PRP}$$

$N_2O–N_{N\,施用量}$：農業土壤中施用氮素之年直接排放量（公噸/年）

$N_2O–N_{OS}$：農業有機土壤中氮素之年直接排放量（公噸/年）

$N_2O–N_{PRP}$：放牧畜禽糞尿堆積在草原上之年直接排放量（公噸/年）

$$N_2O–N_{N施用量} = \left\{ \begin{matrix} [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM}) \times EF_1] + \\ [(F_{SN} + F_{ON} + F_{CR} + F_{SOM})_{FR} \times EF_{1FR}] \end{matrix} \right\}$$

F_{SN}：每年施用於土壤的化肥氮含量（公噸/年）

F_{ON}：每年施用於土壤的有機肥氮量（公噸/年）

F_{CR}：每年作物殘體氮量（公噸/年）

F_{SOM}：土地利用變化或管理作法引起的礦質土壤有機碳損失所導致的氮礦化量（公噸/年）

EF_1：氮投入到旱田引起的 N_2O-N 排放的排放係數（公斤/公斤氮投入）

EF_{1FR}：氮投入到水稻田引起的 N_2O-N 排放的排放係數（公斤/公斤氮投入）

$$N_2O–N_{OS} = \left[\begin{matrix} (F_{OS,CG,Temp} \times EF_{2CG,Temp}) \\ +(F_{OS,CG,Trop} \times EF_{2CG,Trop}) \\ +(F_{OS,F,Temp,NR} \times EF_{2F,Temp,NR}) \\ +(F_{OS,F,Trop} \times EF_{2F,Trop}) \end{matrix} \right]$$

F_{OS}：管理/排水有機土壤的年度面積（公頃/年）（下標 CG, F, Temp, Trop, NR 和 NP 分別指農田及草地、林地、溫帶、熱帶、肥沃和貧脊）

EF_2：排水/管理有機土壤中 N_2O-N 排放的排放係數（公斤/公頃/年）

$$N_2O–N_{PRP} = \left[\begin{matrix} (F_{PRP,CPP} \times EF_{3PRP,CPP}) \\ +(F_{PRP,SO} \times EF_{3PRP,SO}) \end{matrix} \right]$$

F_{PRP}：放牧畜禽糞尿堆積在草原上之氮量（公斤/年）

EF_{3PRP}：放牧畜禽糞尿堆積在草原上所引起的 N_2O-N 排放的排放係數（公斤/公斤氮）

考量我國放牧活動佔比極小，且並無調查相關活動數據，及農地土壤有機質含

量達 3%以上僅占 8%（譚增偉等人,2005）[19]，一般耕地土壤有機質未達有機土壤基準(>20%),故放牧動物排泄物及農業有機土壤兩項不未計入。

N_2O-N 排放換算為氧化亞氮(N_2O)排放的計算公式如公式 5.5.2。

公式 5.5.2：

N_2O-N 排放換算為氧化亞氮(N_2O)排放量 = N_2O-N × 44/28

我國農業土壤中施用氮素，包括化學肥料的施用氮含量、來自動物糞肥或堆肥之有機氮含量、作物殘體量所施用的氮含量等。以下進一步說明各項來源排放氮含量之計算。

A.每年施用於土壤的化肥氮含量(F_{SN})

即計算農地化學氮肥的施用量，化學氮肥總用量引用農業統計年報。因 2006 IPCC 指南中,在氮肥施用產生之氧化亞氮排放區分水旱田，故需區分水旱田氮肥施用量。農業部農糧署執行稻穀生產成本調查有紀錄水田平均施肥量，當中記載我國各縣市水稻生產之化學與有機肥料施用量，故引用其中各期作平均氮肥施用量作為水田施氮含量估算（本項所引用水田施氮含量資料由農業部農糧署直接提供），因此水田總施氮肥施用量為 1、2 期作單位面積施氮含量乘以水稻種植面積而得。旱作氮肥施用量則由全國總化肥施氮含量扣除水稻氮肥施用量而得。

B.每年施用於土壤的有機肥氮含量(F_{ON})

施用的有機氮肥(F_{ON})係指土壤有機氮投入的量，使用公式 5.5.3 進行計算，包括施用到土壤中的禽畜糞、廢水污泥、堆肥與農產加工產生之廢棄物與粕類肥等。有關農業有機廢棄物，我國一般製成堆肥或直接施用於田間；而污泥、廢水部分，目前農、畜牧等相關產業的污泥或廢水多經處理後，直接排放於地面水體或以廢棄物處理。但自 2011 年農業部依據「廢棄物清理法」推動畜牧廢水農地再利用；環境部 2016 年修改「水污染防治措施及檢測申報管理辦法」，推廣沼液沼渣農地肥分使用等，減少化學肥料使用、降低廢水處理成本、減緩地面水體優養化等效益，但其活動數量僅佔全國農耕土地面積 0.64%，故尚未計入，未來將陸續列入農業統計年報中，並計算其溫室氣體排放量。

公式 5.5.3：

每年施用到土壤中的有機肥氮總量（不含放牧牲畜）（F_{ON}，公噸/年）

=(F_{AM}+F_{SEW}+F_{COMP}+F_{OOA}) × 0.78× 2.4%

F_{AM}：每年施用到土壤中的禽畜糞肥量（公噸/年）

F_{SEW}：每年施用到土壤中的污泥、廢水總量（公噸/年）

F_{COMP}：每年施用到土壤中的堆肥總量（公噸/年）

F_{OOA}：每年施用到土壤中的其它有機添加物的量（公噸/年）

0.78[20]=乾物比

[19] 譚增偉、劉禎祺、陳桂暖，土壤肥力與合理化施肥，合理化施肥專刊，行政院農業委員會農業試驗所（現為農業部農業試驗所），121:43-62，2005。

[20] 陳仁炫，有機質肥料的檢測與成分分析結果之解析，有機質肥料之特性與管理研習會專刊，p. 58-67，國立中興大學土壤調查試驗中心編印，2003。

2.4%[21,22]=有機氮肥之氮含量

在 1990 年至 2000 年，F_{ON} 計算為農業統計年報中「堆肥」(F_{COMP})與「禽畜糞」(F_{AM})之總和，分別指菇類堆肥、廄肥與禽畜糞等；2001 年後農業統計年報則不再記錄禽畜糞與堆肥等有機肥施用量，轉記錄於綠色國民所得帳中。F_{ON} 引用綠色國民所得帳之農業廢棄物排放帳的「堆肥」(F_{COMP})與「禽畜舍墊料」(F_{OOA})之總和，分別包含菇包、禽畜糞、蔬果殘渣等項目與稻殼等項目。各項目加總後，乘乾物比 0.78 再乘以氮量 2.4%（0.4%至 4%），代表施用的有機氮肥(F_{ON})。

C.每年作物殘體氮含量(F_{CR})

本項計算回歸土壤的作物殘體中的氮含量，係從地上或地下部殘體的作物產量統計資料和預設係數進行估算。因不同作物類型的殘體占產量比例、更新時間和氮含量均不同，應分別計算主要作物類型的殘體氮含量，然後總和所有作物類型的氮含量。2006 IPCC 指南建議至少將作物分為：(1)非固氮穀物作物（例如玉米，水稻，小麥，大麥等）；(2)固氮穀物和豆類（例如大豆，乾豆，鷹嘴豆，扁豆等）；(3)根莖作物（例如，馬鈴薯，甜薯，木薯等）；(4)固氮牧草作物（苜蓿，三葉草等）及(5)其它牧草。依 2006 IPCC 指南建議，作物的產量統計資料需按實地乾重或鮮重進行報告，根據實際農業操作情形可採用修正係數估算乾物質產量。各作物換算的合適性與修正方式取決於各國報告中採用的標準與耕作型式不同而異。

我國的農業殘體稻藁使用流向，在綠色國民所得帳皆有估算之統計資料，包含作為堆肥或墊料等，故對於本項作物殘體投入於水田之估算量，以綠色國民所得帳-稻藁就地掩埋量計算。投入於旱田之其餘作物殘體（包含非固氮穀物作物、固氮作物、根莖類作物、非固氮綠肥與固氮綠肥）係參考農業統計年報中各作物產量，並透過殘體比、含氮量等估算氮素投入量，且我國農業操作習慣是直接耕入田中，故假設未進行焚燒等須扣除方式。牧草部分，因農業部對農地牧草之補助基準，有規定三年以上更新一次可申領補助，故假定我國牧草之農地更新頻率為三年一次。我國田間綠肥皆有直接之活動數據，不再做殘體比例換算。各作物殘體量計算式如公式 5.5.4。

公式 5.5.4：

本土作物殘體氮含量

$$\mathbf{F_{CR-rice} = (Rice_{res} \times N_{rice})}$$

$$\mathbf{F_{CR-i} = (Crop_i \times Dry_i \times R_{AGi} \times N_{AGi})}$$

$$\mathbf{F_{CR-GFi} = (GF_i \times N_{GFi})}$$

$$\mathbf{F_{CR-grass} = (Crop_i \times Dry_i \times R_{AGi} \times N_{AGi}) \times 1/3}$$

$F_{CR\text{-}rice}$：水稻殘體掩埋氮量（公噸/年）

$Rice_{res}$：水稻殘體掩埋量（公噸/年）

N_{rice}：水稻殘體氮量（公噸/公噸）

i：表式不同的作物類別

F_{CR-i}：作物類別 i 殘體氮量（公噸/年）

$Crop_i$：作物類別 i 總產量（公噸/年）

Dry_i：作物類別 i 乾物比

R_{AGi}：作物類別 i 殘體比

[21] 行政院農業委員會（現為農業部），肥料要覽，2001。

[22] 行政院農業委員會農糧署（現為農業部農糧署），作物施肥手冊，2005。

N_{AGi}：作物類別 i 氮量（公噸/公噸）

F_{CR-GFi}：綠肥殘體氮量（公噸 N/年）

GF_i：綠肥總產量（公噸/年）

N_{GFi}：綠肥殘體含氮量（公噸/公噸）

$F_{CR-grass}$：牧草殘體氮量（公噸/年）

D.土地利用變化或管理作法(F_{SOM})引起的礦質土壤有機碳損失所導致的氮礦化量

F_{SOM} 係指土地利用變化或管理作法引起的礦質土壤中土壤有機碳的損失所導致氮的礦化量，土地利用變化和管理皆會對土壤有機碳儲量造成重要影響。當土壤碳因氧化而損失時，同時會有氮的礦化，而礦化的氮為氧化亞氮的氮源之一。

我國農地在現行農業操作下，土壤有機質含量呈現增加或維持平衡狀況（郭鴻裕等人，1995[23]；譚增偉等人，2005[24]；譚增偉與陳桂暖，2011[25]），在無特定土地利用變化或管理作法改變下，假設農業土壤中的氮礦化量變化為零，未估計其排放量。

(2)排放係數

排放係數主要引用 2019 IPCC 指南氧化亞氮排放相關預設值，部分活動數據轉換係數則使用本土係數，如表 5.5.3。

表 5.5.3 農業土壤氧化亞氮直接排放相關係數

排放係數	預設值	本土值	不確定性範圍	排放係數	預設值	不確定性範圍
施用化學氮肥、有機肥和作物殘體以及土壤碳損失引起的礦質土壤中 N_2O-N 排放的排放係數[1]（EF_1,公斤/公斤）	0.01		0.002 ~ 0.018	潮濕氣候下的合成肥料投入	0.016	0.013 ~ 0.019
				潮濕氣候下的其他氮輸入	0.006	0.001 ~ 0.011
				乾燥氣候下的所有氮輸入	0.005	0 ~ 0.011
水稻田 N_2O-N 排放的排放係數[1]（EF_{1FR},公斤/公斤）	0.004		0.000 ~ 0.029	持續性淹水	0.003	0 ~ 0.01
				單一排水和多重排水	0.005	0 ~ 0.016
放牧畜禽糞尿堆積在草原上所引起的 N_2O-N 排放的排放係數[1]（EF_{3PRP},公斤/公斤）	0.003		0 ~ 0.01			
水稻田施氮量（公斤/公頃）	參照表 5.5.5					
有機肥（堆肥、禽畜糞肥）乾物比[2]		0.78	0.702 ~ 0.858			
有機肥（堆肥、禽畜糞肥）中氮量(%)[3,4]		2.4%	0.5 ~ 4.0			
植物殘體比率與氮量	參照表 5.5.8					

資料來源：1.IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 11, 2006.

2.陳仁炫，有機質肥料的檢測與成分分析結果之解析，有機質肥料之特性與管理研習會專刊，p. 58-67，國立中興大學土壤調查試驗中心編印，2003。

3.行政院農業委員會（現為農業部），肥料要覽，2001。

4.行政院農業委員會農糧署（現為農業部農糧署），作物施肥手冊，2005。

[23] 郭鴻裕、朱戡良、江志峰、吳懷國，臺灣地區土壤有機質含量及有機資材之施用狀況，有機質肥料合理施用技術研討會專刊，p.72-83，行政院農業委員會農業試驗所（現為農業部農業試驗所），1995。

[24] 譚增偉、劉禎祺、陳桂暖，土壤肥力與合理化施肥，合理化施肥專刊，行政院農業委員會農業試驗所（現為農業部農業試驗所），121:43-62，2005。

[25] 譚增偉、陳桂暖，長期不同耕作制度及作物殘體管理對土壤有機質含量的影響，臺灣農業研究 60 (2)：115-124，2011。

(3)活動數據

A.施用的化學肥料氮含量(Synthetic Fertilizers, F_{SN})

本項活動數據是引用自農業統計年報，化學肥料的項目包括硫酸銨、尿素、硝酸銨鈣、複合肥料，再各自依據其含氮比例換算後，加總而得化學肥料總氮用量。如表 5.5.4。

(a)水、旱田施氮含量

本項計算係為區分水田及旱田各自之化學氮肥施用量，化學氮肥總用量引用農業統計年報。水、旱田氮肥施用量之計算方式是將總化學氮肥用量扣除水田化學氮肥用量得出旱田化學氮肥用量。水田化學氮肥用量引用農業部農糧署執行稻穀生產成本調查中所紀錄各縣市水稻生產之化學與有機肥料施用量，以各期作平均氮肥施用量作為水稻田單位面積施氮量估算（如表 5.5.5），水稻田總施氮量為 1、2 期作耕作面積乘以各期水稻單位面積施氮量而得；旱田氮肥施用量則由全國總化肥氮量扣除水稻氮肥施用量而得（如表 5.5.6）。

B.施用的有機肥氮含量

我國施用有機氮肥之活動數據引自農業統計年報與綠色國民所得帳活動數據，如表 5.5.7，區分水、旱之方式比照化學氮肥。

C.農作物殘體氮量(Crop Residue, F_{CR})

依我國主要作物型態與統計資料將作物殘體分類為：(1)水稻；(2)非固氮穀物作物（包含玉米、高粱、其他-雜糧等）；(3)固氮作物（包含落花生、紅豆、大豆、菜豆、豌豆等）；(4)根莖類作物（包含馬鈴薯、甘藷、蘿蔔、胡蘿蔔、其他根菜類、蔥、蒜等）；(5)非固氮綠肥（油菜、其他單播、混播）；(6)固氮綠肥（包含田菁、大豆、富貴豆、太陽麻、鐵虎豆、埃及三葉草、青皮豆等）；(7)非固氮牧草（牧草）等七大類別。

因作物統計資料產量調查差異，部分作物進一步區分乾物與鮮物，乾物為作物成熟收穫，收穫物水分含量 20%以下，鮮物為作物未完熟時收穫或水分含量 70%以上。以本土相關研究與預設係數，修正或選擇適當乾物比、作物殘體比和氮含量，來估算作物殘體氮量，如表 5.5.8 所示。

我國田間綠肥皆有其產量統計，且多為直接翻耕入田中，不再做殘體比例換算。2001 年後水稻掩埋殘體之活動數據引自綠色國民所得帳值，1990 年至 2000 年利用水稻總產量推估水稻「就地翻耕掩埋」之值。作物殘體掩埋量如表 5.5.9 至表 5.5.11。

D.農業有機土壤直接排放

我國農地土壤有機質含量 3%以上僅占全國農地面積約 8%（郭鴻裕等人，1995[26]；譚增偉等人，2005[27]），且我國一般耕地之土壤未達聯合國農糧組織(FAO)定義有機質土標準，故不列入計算。

[26] 郭鴻裕、朱戡良、江志峰、吳懷國，臺灣地區土壤有機質含量及有機資材之施用狀況，有機質肥料合理施用技術研討會專刊，p.72-83，行政院農業委員會農業試驗所（現為農業部農業試驗所），1995。

[27] 譚增偉、劉禎祺、陳桂暖，土壤肥力與合理化施肥，合理化施肥專刊，行政院農業委員會農業試驗所（現為農業部農業試驗所），121:43-62，2005。

表 5.5.4 歷年化學肥料施用量與施用氮含量

（單位：公噸）

年份	硫酸銨	尿素	硝酸銨鈣	複合肥料	施用氮含量
1990	367,112	193,121	16,845	483,839	253,002
1991	376,766	198,997	15,400	543,933	267,840
1992	336,214	189,649	16,351	562,900	258,495
1993	361,734	178,109	16,525	584,112	262,251
1994	343,602	183,914	15,585	601,407	263,917
1995	342,137	205,923	16,469	575,883	269,495
1996	324,612	205,577	16,425	625,980	274,313
1997	272,703	182,367	15,037	534,509	236,634
1998	257,658	173,169	10,514	540,741	229,417
1999	299,556	161,544	15,577	543,246	234,314
2000	334,657	178,367	17,197	518,813	245,521
2001	341,877	128,509	17,300	570,688	233,097
2002	323,116	127,158	17,684	565,892	227,783
2003	186,731	112,438	6,630	624,439	200,289
2004	232,652	113,914	6,836	646,088	214,398
2005	240,192	84,968	6,360	636,019	200,829
2006	218,215	81,093	8,606	677,338	202,029
2007	226,243	78,358	6,691	659,178	198,932
2008	185,123	77,478	2,591	627,140	183,529
2009	195,301	75,636	1,019	652,013	188,808
2010	180,802	73,420	523	661,124	186,221
2011	158,733	71,966	438	653,388	179,562
2012	144,802	74,931	264	679,091	182,412
2013	122,277	61,856	166	713,367	177,578
2014	126,619	54,399	176	707,584	174,061
2015	108,013	51,211	252	710,494	169,206
2016	102,071	45,995	365	746,995	171,896
2017	108,317	42,861	728	690,054	161,988
2018	102,598	40,524	1,053	688,326	159,478
2019	94,645	39,917	1,076	644,175	149,895
2020	102,497	40,196	541	683,330	158,339
2021	99,520	36,293	878	607,216	142,818
2022	84,235	30,513	750	616,190	138,476
2023	79,077	26,822	250	590,835	131,208

備註：各肥料氮含量：硫酸銨：21%；尿素：46%；硝酸銨鈣：20%；複合肥料：17.3%，引自農業部農糧署統計資料。

資料來源：農業部，農業統計年報，2024。

表 5.5.5 歷年水稻田單位面積施氮量

期作 / 年份	化學氮肥施用量			
	一期作		二期作	
	施用量	範圍	施用量	範圍
	公斤/公頃			
1990	154.71	127.72 ~ 173.17	162.13	140.15 ~ 188.90
1991	154.71	127.72 ~ 173.17	162.13	140.15 ~ 188.90
1992	163.81	130.51 ~ 183.84	162.17	134.64 ~ 187.14
1993	160.33	141.78 ~ 450.82	162.17	126.33 ~ 184.57
1994	163.95	128.12 ~ 190.81	173.19	127.59 ~ 202.65
1995	173.72	136.67 ~ 751.68	180.02	142.53 ~ 198.99
1996	173.81	128.31 ~ 190.62	179.98	131.91 ~ 203.21
1997	175.75	146.84 ~ 195.93	183.61	142.22 ~ 200.72
1998	179.24	135.73 ~ 214.71	185.98	150.87 ~ 209.65
1999	176.53	131.72 ~ 193.82	187.73	138.50 ~ 218.71
2000	188.59	138.25 ~ 219.76	153.83	61.00 ~ 202.94
2001	186.38	137.79 ~ 227.63	197.37	136.42 ~ 224.82
2002	188.89	144.96 ~ 218.00	197.19	156.48 ~ 230.94
2003	189.66	143.35 ~ 220.98	200.46	146.61 ~ 244.63
2004	189.41	135.10 ~ 238.49	206.10	141.19 ~ 238.71
2005	191.17	132.43 ~ 235.15	203.38	159.08 ~ 250.60
2006	191.63	136.11 ~ 240.40	198.43	148.81 ~ 246.58
2007	190.03	130.40 ~ 240.32	198.14	155.88 ~ 239.44
2008	193.85	132.88 ~ 236.67	200.42	145.01 ~ 244.54
2009	190.66	132.41 ~ 240.05	209.98	156.61 ~ 259.78
2010	202.33	131.64 ~ 255.44	200.54	127.09 ~ 243.13
2011	200.38	123.14 ~ 254.79	202.78	130.65 ~ 247.42
2012	199.52	123.61 ~ 257.33	199.31	122.59 ~ 239.74
2013	192.93	123.52 ~ 246.95	200.06	130.61 ~ 255.02
2014	194.88	117.08 ~ 259.75	202.78	119.03 ~ 256.99
2015	196.46	113.00 ~ 265.65	204.91	118.30 ~ 272.14
2016	190.22	109.57 ~ 264.23	191.85	127.62 ~ 253.88
2017	174.72	86.72 ~ 249.28	180.14	101.21 ~ 272.90
2018	209.34	80.14 ~ 293.90	222.80	151.79 ~ 248.62
2019	195.07	91.08 ~ 272.16	207.89	121.41 ~ 243.18
2020	213.61	101.80 ~ 294.95	246.56	20.66 ~ 286.50
2021	217.12	78.19 ~ 405.66	239.44	6.84 ~ 360.38
2022	214.60	64.30 ~ 371.13	251.28	6.28 ~ 316.64
2023	217.17	70.62 ~364.34	230.94	6.59 ~ 311.00

表 5.5.6 歷年水稻田耕作面積與施肥量估算

年份	水稻 1 期作		水稻 2 期作		水稻田施氮量	旱田施氮量
	面積	施氮總量	面積	施氮總量		
	公頃	公噸	公頃	公噸	公噸	
1990	242,298	37,486.41	211,968	34,365.52	71,851.93	181,150.39
1991	227,417	35,184.14	201,385	32,649.74	67,833.88	200,006.01
1992	209,474	34,313.94	187,676	30,435.98	64,749.92	193,745.46
1993	211,790	33,955.23	179,137	29,050.29	63,005.52	199,245.14
1994	196,317	32,186.37	169,520	29,358.49	61,544.86	202,372.41
1995	197,571	34,321.64	165,908	29,866.59	64,188.23	205,306.68
1996	182,807	31,774.05	164,955	29,688.60	61,462.65	212,850.83
1997	202,010	35,503.06	162,202	29,782.40	65,285.45	171,348.46
1998	201,424	36,102.59	156,263	29,062.23	65,164.82	164,252.09
1999	197,123	34,798.65	155,942	29,275.68	64,074.33	170,239.63
2000	195,055	36,784.45	144,546	22,235.37	59,019.81	186,501.03
2001	188,553	35,141.65	143,066	28,237.05	63,378.70	169,718.64
2002	177,884	33,600.51	128,956	25,428.64	59,029.15	168,754.01
2003	161,184	30,569.61	110,940	22,239.35	52,808.95	147,479.98
2004	135,314	25,629.77	101,701	20,960.51	46,590.28	167,807.50
2005	158,452	30,290.48	110,571	22,487.60	52,778.07	148,050.81
2006	155,248	29,750.33	107,940	21,418.75	51,169.08	150,859.52
2007	155,459	29,542.34	104,657	20,736.53	50,278.87	148,652.84
2008	148,333	28,753.61	103,959	20,835.05	49,588.66	133,940.47
2009	151,338	28,854.37	103,252	21,680.73	50,535.10	138,272.71
2010	139,941	28,314.36	103,922	20,840.63	49,154.98	137,065.69
2011	153,405	30,738.92	100,849	20,450.65	51,189.57	128,372.44
2012	156,662	31,256.48	104,101	20,748.10	52,004.57	130,407.65
2013	162,869	31,421.84	107,296	21,465.19	52,887.03	124,690.60
2014	166,602	32,467.52	104,449	21,179.81	53,647.33	120,413.43
2015	146,597	28,800.65	105,264	21,569.68	50,370.33	118,835.32
2016	168,872	32,123.31	104,965	20,137.17	52,260.48	119,635.27
2017	169,819	29,670.86	104,859	18,889.63	48,560.48	113,427.09
2018	169,789	35,543.68	101,716	22,662.80	58,206.48	101,271.14
2019	169,740	33,111.73	100,326	20,856.49	53,968.22	95,926.52
2020	159,891	34,153.95	101,893	25,123.01	59,276.96	99,061.86
2021	127,375	27,655.27	96,647	23,141.31	50,796.58	92,021.37
2022	157,126	33,718.81	81,575	20,498.14	54,216.95	84,259.25
2023	143,256	31,110.99	79,154	18,280.09	49,391.08	81,816.92

表 5.5.7 歷年禽畜糞肥料施用量與施氮量

（單位：公噸）

年份	農業統計年報		綠色國民所得帳		乾物比	有機氮肥氮含量	有機氮肥總施氮量	有機水田施氮量		有機氮肥總施氮量（水田）	有機氮肥總施氮量（旱田）
	堆肥	禽畜糞	禽畜舍墊料	堆肥				一期作	二期作		
1990	1,313,766	1,760,166	-	-			57,544.01	10.21	-	10.21	57,533.80
1991	1,072,602	1,421,175	-	-			46,683.51	9.58	-	9.58	46,673.93
1992	921,678	1,332,571	-	-			42,199.54	22.06	19.76	41.82	42,157.72
1993	892,081	1,371,916	-	-			42,382.02	26.76	15.09	41.85	42,340.17
1994	661,707	1,315,837	-	-			37,019.62	4.13	21.42	25.55	36,994.07
1995	716,149	1,014,988	-	-			32,406.88	108.18	31.45	139.63	32,267.26
1996	643,926	1,030,476	-	-			31,344.81	19.25	6.95	26.20	31,318.61
1997	582,307	1,463,448	-	-			38,296.53	4.25	99.06	103.32	38,193.22
1998	484,676	1,098,550	-	-			29,637.99	59.39	9.87	69.26	29,568.73
1999	460,038	1,135,045	-	-			29,859.95	91.33	29.56	120.89	29,739.07
2000	737,897	1,181,344	-	-			35,928.19	32.86	6.09	38.95	35,889.24
2001	532,671	1,025,764	90,000	2,031,489			39,714.26	19.85	84.36	104.22	39,610.05
2002	526,209	584,855	85,000	2,152,062			41,877.81	112.39	78.76	191.15	41,686.66
2003	479,046	547,218	81,000	2,212,500			42,934.32	118.81	140.18	258.99	42,675.33
2004	-	-	71,680	2,205,188			42,622.97	131.09	55.69	186.77	42,436.19
2005	-	-	73,357	2,302,694			44,479.67	190.21	81.50	271.71	44,207.96
2006	-	-	77,902	2,366,029			45,750.39	183.09	113.66	296.75	45,453.63
2007	-	-	68,173	2,393,084	0.78	2.4%	46,074.73	189.89	149.88	339.77	45,734.96
2008	-	-	72,858	2,465,486			47,517.80	199.93	126.98	326.91	47,190.89
2009	-	-	78,909	2,453,827			47,412.82	184.86	143.52	328.37	47,084.45
2010	-	-	72,551	2,455,770			47,330.17	271.14	105.05	376.19	46,953.98
2011	-	-	83,313	2,329,480			45,167.48	271.38	95.57	366.96	44,800.53
2012	-	-	85,011	2,449,779			47,451.27	214.45	109.62	324.07	47,127.20
2013	-	-	74,498	2,369,100			45,744.15	233.24	140.10	373.34	45,370.81
2014	-	-	86,611	2,506,422			48,541.58	164.91	108.17	273.07	48,268.50
2015	-	-	79,087	2,478,153			47,871.52	163.63	113.06	276.69	47,594.83
2016	-	-	79,389	2,447,638			47,305.95	200.71	125.09	325.80	46,980.15
2017	-	-	87,702	2,427,809			47,090.37	224.32	114.17	338.49	46,751.87
2018	-	-	97,490	2,533,719			49,256.23	85.82	19.28	105.10	49,151.13
2019	-	-	89,561	2,473,089			47,972.81	256.19	23.96	280.15	47,692.66
2020	-	-	87,536	2,542,679			49,237.62	265.14	36.22	301.36	48,936.27
2021	-	-	124,642	2,529,270			49,681.23	168.65	43.50	212.14	49,469.09
2022	-	-	129,214	2,488,441			49,002.50	168.64	36.49	205.13	48,797.37
2023			116,830	2,507,527			49,127.96	125.85	43.59	169.43	48,958.53

備註：1.1990–2000 年引用農業統計年報中的堆肥與禽畜糞。2001 年後引用綠色國民所得帳報告中的堆肥與禽畜舍墊料。

2.水田施氮量由農業部農糧署提供。

3.有機氮肥總施氮量（水田）為一期稻米與二期稻米之水稻田施氮量加總。

4.有機氮肥總施氮量（旱田）為有機氮肥總施氮量扣除有機氮肥總施氮量（水田）所求得。

資料來源：1.農業部，農業統計年報，2024。

2.行政院主計總處，綠色國民所得帳編製報告，2024。

表 5.5.8 估算作物殘體投入土壤氮量之設定係數

分類	細項	乾物比	收穫指數	殘體比	氮量	係數來源
非固氮作物	水稻（乾物）	0.89	50	1.65	0.007	IPCC, 2006 農試所自行研究
	玉米（乾物）		53	0.89		Wang et al., 1986
	玉米（乾物）	0.88	41	1.38	0.006	IPCC, 2006
	玉米（鮮物）	0.22	36	1.74		
	高粱（乾物）	0.89	43	1.35	0.007	
	穀物（乾物）	0.88	39	1.53	0.006	
	設定值（乾物）	0.88		1.53	0.007	
	設定值（鮮物）	0.22		1.53	0.008	
固氮作物	紅豆（乾物）		60 ~ 65	0.66 ~ 0.54		李銘全等人，1999
	大豆（乾物）		39	1.56		林順福等人，1991
	花生（乾物）		47±5	1.12		黃勝忠與宋勳，1995
	花生（乾物）	0.94	37	1.68	0.016	IPCC, 2006
	大豆（乾物）	0.91	33	1.99	0.008	
	豆類（乾物）	0.91	35	1.83	0.008	
	設定值（乾物）	0.91		1.83	0.008	
	設定值（鮮物）	0.22		1.83	0.016	
根莖類	水芋（鮮物）		70±20	0.43		呂秀英等人，1999
	甘藷（鮮物）		80±30	0.25		賴永昌等人，1996
	塊莖類（鮮物）	0.22	71	0.41	0.019	IPCC, 2006
	塊根（鮮物）	0.22	38	1.67	0.016	
	馬鈴薯（鮮物）	0.22	73	0.36	0.014	
	設定值（鮮物）	0.22		0.41	0.016	
綠肥	固氮綠肥（鮮物）				0.0048	農業部，2001
	非固氮綠肥（鮮物）				0.0021	
牧草	非固氮牧草（鮮物）	0.22	65	0.46	0.015	IPCC, 2006

備註：1. 鮮物：未達完熟期即收穫作物或收穫物水分含量 70%以上，如根莖類作物。

2. 乾物：完熟期才收穫之作物或收穫物水分含量 20%以下。

3. 因 2006 IPCC 指南預設部分作物乾物比不符合我國實際作物型態，乾物比以 0.22 取代。對於乾物之乾物比、鮮物之乾物比、殘體比和殘體氮濃度之不確定性，分別設為 10%、20%、50%和 50%。

資料來源：1.IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 11, 2006.

2.Wang, C. S., Tsao, S. H. and Liu, D. J., Effects of N fertilization on the growth and yield of two maize hybrids, Jour. Agric. Res. China, 35(4), 437-448, 1986.

3.李銘全、許秋玫、林順臺、洪阿田，不同氮施用量對紅豆接種根瘤菌 生長與產量之影響，農業部高雄區農業改良場研究彙報，10(2)：22-31，1999。

4.林順福、詹國連、魏趨開，每穴種植株數對同質與異質大豆族群生育之影響，中華農業研究，40(3): 305-314，1991。

5.黃勝忠、宋勳，臺中地區落花生地方品種之純化與生產力評估。臺中區農業改良場研究彙報，46:27-35，1995。

6.呂秀英、呂椿棠、陳烈夫，水芋收穫指數的動態模式，中華農業研究，48(2)：86-99，1999。

7.賴永昌、廖嘉信、陳一心，金山地區春夏作甘藷不同種期對塊根產量之影響，中華農業研究，45(1): 26-34，1996。

8.行政院農業委員會（現為農業部），肥料要覽，2001。

表 5.5.9 各類作物產量

（單位：公噸）

作物	水稻	非固氮穀物作物（不含水稻）	其他非固氮穀物作物	固氮作物		根莖作物	固氮綠肥	非固氮綠肥	非固氮牧草
產量類別	乾物	乾物	鮮物	乾物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物
1990	2,283,670	391,734	110,891	87,890	118,121	749,570	103,742	50,224	767,559
1991	2,311,638	384,372	107,002	102,822	120,206	803,868	234,976	64,614	735,584
1992	2,069,880	402,851	102,131	93,422	124,514	835,480	536,647	127,131	717,858
1993	2,232,933	405,914	119,605	97,896	120,634	766,306	571,524	152,033	701,374
1994	2,061,403	406,194	103,669	102,115	106,562	743,487	824,816	239,460	736,672
1995	2,071,968	368,919	111,228	110,824	116,005	822,151	641,590	264,105	711,539
1996	1,930,897	342,670	122,890	100,911	107,258	922,848	770,255	294,043	695,690
1997	2,041,843	280,121	118,242	99,320	126,588	870,313	643,611	433,462	626,016
1998	1,859,157	166,593	123,460	79,054	110,289	766,680	1,045,798	494,606	600,649
1999	1,916,305	124,874	112,201	75,750	103,834	928,702	1,402,521	632,189	640,543
2000	1,906,057	102,076	105,643	86,368	114,090	874,767	1,886,716	520,736	1,016,120
2001	1,723,895	83,795	106,772	60,650	112,936	791,882	2,101,026	524,603	946,400
2002	1,803,187	80,808	128,685	85,093	106,719	858,133	2,314,157	518,055	964,017
2003	1,648,275	73,679	114,775	81,192	107,003	795,486	2,941,530	519,672	910,941
2004	1,433,611	60,946	98,666	75,040	108,411	792,657	3,639,272	440,694	934,921
2005	1,467,138	52,610	91,653	59,012	83,619	804,854	2,971,343	278,669	843,162
2006	1,558,048	44,680	91,075	79,579	83,995	798,889	3,104,918	307,805	913,929
2007	1,363,458	41,041	84,985	58,089	66,062	760,419	2,868,136	298,286	769,152
2008	1,457,175	42,367	80,807	62,229	63,238	805,803	2,930,537	300,816	758,441
2009	1,578,169	49,624	87,579	65,710	71,113	799,867	2,941,525	310,196	834,041
2010	1,451,011	46,882	81,237	73,933	70,941	804,492	2,820,769	323,560	792,321
2011	1,666,273	44,889	88,135	79,833	88,263	820,707	2,646,966	336,126	780,373
2012	1,700,229	42,471	75,359	67,702	87,783	744,100	2,516,421	241,156	769,735
2013	1,589,564	50,219	93,465	59,546	84,280	776,787	1,923,807	163,751	904,750
2014	1,732,210	75,166	103,608	81,455	77,934	841,809	1,579,000	218,181	940,785

作物	水稻	非固氮穀物作物（不含水稻）	其他非固氮穀物作物	固氮作物		根莖作物	固氮綠肥	非固氮綠肥	非固氮牧草
產量類別	乾物	乾物	鮮物	乾物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物
2015	1,581,732	82,787	96,613	77,573	76,347	791,409	1,513,280	185,848	893,341
2016	1,587,776	73,910	99,750	76,885	76,091	774,342	1,120,240	149,561	894,605
2017	1,754,049	88,345	110,347	79,602	93,358	803,393	969,415	143,246	941,343
2018	1,949,796	81,621	106,091	77,020	99,139	837,406	1,026,504	158,630	862,664
2019	1,791,211	84,723	105,222	70,111	83,359	744,947	999,577	139,913	863,833
2020	1,750,729	88,759	129,588	70,996	89,703	740,062	1,009,322	125,139	927,385
2021	1,560,870	83,718	135,166	66,418	85,966	741,908	1,130,113	129,868	905,943
2022	1,575,777	109,508	130,561	64,891	89,974	720,932	998,986	124,947	980,032
2023	1,460,374	107,786	126,357	60,263	88,869	688,688	1,054,139	107,831	946,918

備註：資料由農業統計年報彙整而來，各項分類作物所含作物種類如下：

1. 非固氮穀物作物（不含水稻-乾物）：飼料玉米、高粱、其他-雜糧、芝麻等。
2. 其他非固氮穀物作物（鮮物）：食用玉米。
3. 固氮作物（乾物）：落花生、紅豆、大豆等。
4. 固氮作物（鮮物）：菜豆、豌豆、毛豆等。
5. 根莖作物（鮮物）：甘藷、蘿蔔、胡蘿蔔、其他根菜類、薑、芋、蔥、馬鈴薯、洋蔥、青蒜、蒜頭等。
6. 固氮綠肥（鮮物）：田菁、大豆、富貴豆、太陽麻、鐵虎豆、埃及三葉草、青皮豆等。
7. 非固氮綠肥（鮮物）：油菜、其他單播（大菜約占半數）、混播等。
8. 非固氮牧草（鮮物） ：盤固拉草、狼尾草、其他牧草等。

資料來源：農業部，農業統計年報，2024。

表 5.5.10 各類作物殘體量

（單位：公噸）

作物	水稻殘體	非固氮穀物作物（不含水稻）	非固氮穀物作物	固氮作物		根莖作物	固氮綠肥	非固氮綠肥	非固氮牧草
產量類別	乾物	乾物	鮮物	乾物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物
1990	1,818,426	527,431	37,326	146,363	47,556	67,611	103,742	50,224	25,892
1991	1,841,201	517,518	36,017	171,229	48,395	72,509	234,976	64,614	24,814
1992	1,644,337	542,399	34,377	155,576	50,129	75,360	536,647	127,131	24,216
1993	1,777,111	546,523	40,259	163,026	48,567	69,121	571,524	152,033	23,660
1994	1,637,434	546,900	34,895	170,052	42,902	67,063	824,816	239,460	24,850
1995	1,646,038	496,713	37,439	184,555	46,704	74,158	641,590	264,105	24,003
1996	1,531,163	461,371	41,365	168,047	43,182	83,241	770,255	294,043	23,468
1997	1,621,507	377,155	39,800	165,398	50,964	78,502	643,611	433,462	21,118
1998	1,472,746	224,301	41,557	131,649	44,402	69,155	1,045,798	494,606	20,262
1999	1,519,281	168,130	37,767	126,146	41,804	83,769	1,402,521	632,189	21,608
2000	1,510,936	137,435	35,559	143,829	45,933	78,904	1,886,716	520,736	34,277
2001	1,300,000	112,821	35,940	101,000	45,468	71,428	2,101,026	524,603	31,925
2002	1,460,000	108,800	43,315	141,705	42,965	77,404	2,314,157	518,055	32,520
2003	1,369,000	99,202	38,633	135,209	43,080	71,753	2,941,530	519,672	30,729
2004	1,175,561	82,058	33,211	124,964	43,646	71,498	3,639,272	440,694	31,538
2005	1,203,054	70,834	30,850	98,272	33,665	72,598	2,971,343	278,669	28,443
2006	1,277,599	60,157	30,656	132,523	33,816	72,060	3,104,918	307,805	30,830
2007	1,094,856	55,258	28,606	96,735	26,596	68,590	2,868,136	298,286	25,946
2008	1,078,224	57,043	27,200	103,631	25,460	72,683	2,930,537	300,816	25,585
2009	1,161,635	66,814	29,479	109,427	28,630	72,148	2,941,525	310,196	28,135
2010	1,077,472	63,122	27,345	123,121	28,561	72,565	2,820,769	323,560	26,728
2011	1,229,070	60,438	29,666	132,946	35,535	74,028	2,646,966	336,126	26,325
2012	1,259,736	57,183	25,366	112,745	35,341	67,118	2,516,421	241,156	25,966
2013	1,240,134	67,615	31,460	99,162	33,931	70,066	1,923,807	163,751	30,520
2014	1,351,423	101,204	34,875	135,647	31,376	75,931	1,579,000	218,181	31,736

作物	水稻殘體	非固氮穀物作物（不含水稻）	非固氮穀物作物	固氮作物		根莖作物	固氮綠肥	非固氮綠肥	非固氮牧草
產量類別	乾物	乾物	鮮物	乾物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物
2015	1,228,058	111,464	32,520	129,182	30,737	71,385	1,513,280	185,848	30,135
2016	1,266,132	99,512	33,576	128,037	30,634	69,846	1,120,240	149,561	30,178
2017	1,375,037	118,948	37,143	132,561	37,586	72,466	969,415	143,246	31,755
2018	1,601,636	109,895	35,710	128,261	39,913	75,534	1,026,504	158,630	29,101
2019	1,506,232	114,071	35,418	116,755	33,561	67,194	999,577	139,913	29,140
2020	1,497,085	119,505	43,619	118,230	36,115	66,754	1,009,322	125,139	31,284
2021	1,298,368	112,718	45,497	110,607	34,610	66,920	1,130,113	129,868	30,560
2022	1,332,430	147,442	43,947	108,063	36,224	65,028	998,986	124,947	33,060
2023	1,234,558	145,123	42,532	100,356	35,779	62,120	1,054,139	107,831	31,943

備註：資料由農業統計年報彙整而來，各項分類作物所含作物種類如下：

1. 水稻殘體量，2001 年後引自綠色國民所得帳，1990 年至 2000 年利用水稻總產量推估水稻「就地翻耕掩埋」之值。
2. 除水稻殘體外，資料引自農業統計年報。
3. 非固氮穀物作物（不含水稻-乾物）：飼料玉米、高粱、其他-雜糧、芝麻等。
4. 其他非固氮穀物作物（鮮物）：食用玉米。
5. 固氮作物（乾物）：落花生、紅豆、大豆等。
6. 固氮作物（鮮物）：菜豆、豌豆、毛豆等。
7. 根莖作物（鮮物）：甘藷、蘿蔔、胡蘿蔔、其他根菜類、薑、芋、蔥、馬鈴薯、洋蔥、青蒜、蒜頭等。
8. 固氮綠肥（鮮物）：田菁、大豆、富貴豆、太陽麻、鐵虎豆、埃及三葉草、青皮豆等。
9. 非固氮綠肥（鮮物）：油菜、其他單播（大菜約占半數）、混播等。
10. 非固氮牧草（鮮物）：盤固拉草、狼尾草、其他牧草等。

資料來源：1.農業部，農業統計年報，2024。

2.行政院主計總處，綠色國民所得帳編製報告，2024。

表 5.5.11 各類作物殘體氮量

（單位：公噸氮）

作物類別 年	水稻掩埋殘體	非固氮穀物作物（不含水稻）	非固氮穀物作物	固氮作物		根莖作物	固氮綠肥	非固氮綠肥	非固氮牧草	作物總殘體氮量
		乾物	鮮物	乾物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物	
1990	12,729	3,692	299	1,171	761	1,082	498	105	388	20,725
1991	12,888	3,623	288	1,370	774	1,160	1,128	136	372	21,739
1992	11,510	3,797	275	1,245	802	1,206	2,576	267	363	22,041
1993	12,440	3,826	322	1,304	777	1,106	2,743	319	355	23,192
1994	11,462	3,828	279	1,360	686	1,073	3,959	503	373	23,524
1995	11,522	3,477	300	1,476	747	1,187	3,080	555	360	22,703
1996	10,718	3,230	331	1,344	691	1,332	3,697	617	352	22,313
1997	11,351	2,640	318	1,323	815	1,256	3,089	910	317	22,020
1998	10,309	1,570	332	1,053	710	1,106	5,020	1,039	304	21,444
1999	10,635	1,177	302	1,009	669	1,340	6,732	1,328	324	23,516
2000	10,577	962	284	1,151	735	1,262	9,056	1,094	514	25,635
2001	9,100	790	288	808	727	1,143	10,085	1,102	479	24,521
2002	10,220	762	347	1,134	687	1,238	11,108	1,088	488	27,071
2003	9,583	694	309	1,082	689	1,148	14,119	1,091	461	29,177
2004	8,229	574	266	1,000	698	1,144	17,469	925	473	30,778
2005	8,421	496	247	786	539	1,162	14,262	585	427	26,925
2006	8,943	421	245	1,060	541	1,153	14,904	646	462	28,376
2007	7,664	387	229	774	426	1,097	13,767	626	389	25,359
2008	7,548	399	218	829	407	1,163	14,067	632	384	25,646
2009	8,131	468	236	875	458	1,154	14,119	651	422	26,516
2010	7,542	442	219	985	457	1,161	13,540	679	401	25,426
2011	8,603	423	237	1,064	569	1,184	12,705	706	395	25,887
2012	8,818	400	203	902	565	1,074	12,079	506	389	25,475
2013	8,681	473	252	793	543	1,121	9,234	344	458	22,421
2014	9,460	708	279	1,085	502	1,215	7,579	458	476	21,762
2015	8,596	780	260	1,033	492	1,142	7,264	390	452	20,409

作物類別 年	水稻掩埋殘體	非固氮穀物作物（不含水稻）	非固氮穀物作物	固氮作物		根莖作物	固氮綠肥	非固氮綠肥	非固氮牧草	作物總殘體氮量
		乾物	鮮物	乾物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物	鮮物	
2016	8,863	697	269	1,024	490	1,118	5,377	314	453	18,605
2017	9,625	833	297	1,060	601	1,159	4,653	301	476	18,586
2018	11,211	769	286	1,026	639	1,209	4,927	333	437	20,837
2019	10,544	798	283	934	537	1,075	4,798	294	437	19,700
2020	10,480	837	349	946	578	1,068	4,845	263	469	19,835
2021	9,089	789	364	885	554	1,071	5,425	273	458	18,908
2022	9,327	1,032	352	865	580	1,040	4,795	262	496	18,746
2023	8,642	1,016	340	803	572	994	5,060	226	479	18,132

備註：資料由農業統計年報彙整而來，各項分類作物所含作物種類如下：

1. 非固氮穀物作物（不含水稻-乾物）：飼料玉米、高粱、其他-雜糧、芝麻等。
2. 其他非固氮穀物作物（鮮物）：食用玉米。
3. 固氮作物（乾物）：落花生、紅豆、大豆等。
4. 固氮作物（鮮物）：菜豆、豌豆、毛豆等。
5. 根莖作物（鮮物）：甘藷、蘿蔔、胡蘿蔔、其他根菜類、薑、芋、蔥、馬鈴薯、洋蔥、青蒜、蒜頭等。
6. 固氮綠肥（鮮物）：田菁、大豆、富貴豆、太陽麻、鐵虎豆、埃及三葉草、青皮豆等。
7. 非固氮綠肥（鮮物）：油菜、其他單播（大菜約占半數）、混播等。
8. 非固氮牧草（鮮物） ：盤固拉草、狼尾草、其他牧草等。

資料來源：農業部，農業統計年報，2024。

(4)排放量

歷年之農業土壤直接氧化亞氮排放總量，估算結果如圖 5.5.2 與表 5.5.12。農業土壤的氧化亞氮直接排放主要反應農地氮肥施用量、作物殘體氮含量等影響，2023 年與 1990、2005 及 2022 年相比，農業土壤的氧化亞氮直接排放約減少 47.51%、36.11%及 4.13%。主要因農業活動衰減、合理化施肥推廣、加強推動有機及友善農業等各項肥料資材補助措施等，施氮總量逐年減少情況下，農業土壤直接氧化亞氮排放總量近年已達平緩趨勢。

(5)完整性

對於化學肥料施用之活動數據，依據農業部農糧署統計[28]資料部分年度有施用氰氮化鈣，比例低於總施氮含量之 0.1%，且非各年度有施用資料，故略過未計算，「其他化學肥料」項目因無法確認氮素比例，亦略過未計算。此外，目前未計算進口的動植物有機質肥料及本土動植物渣粕肥料（不包括國內堆肥場產製禽畜堆肥及其他有機質肥料），統計來源為農業部農糧署，但目前可取得公佈資料僅追溯自 2005 年，又無法以其它統計資料推估，且估計約占總農地施氮含量 0.1%以下，故未計入。

根據國內資料（有機農業全球資訊網）[29]，國內有機水稻耕作面積，至 2023 年底 3,407 公頃，以每年每公頃 20 公噸有機肥施用量（農業部農糧署，2003）[28] 估算，估計水稻田有機氮肥施用量約 23 至 1,259 公噸氮，僅占總有機氮肥施用量比例 5％以下，故未另將有機水稻有機氮肥投入單獨計算。我國近年推廣畜牧糞尿農地再利用及沼液沼渣農地肥分使用等計畫，但截至 2023 年，申請施灌農地為 5,045 公頃，僅佔全國農耕土地面積 0.64%，故尚未計入，未來將陸續列入農業統計年報中，並計算其溫室氣體排放量。

部分作物因收穫指數高，殘體比例低，而忽略計算，如甘蔗、葉菜類、花卉類等；茶類與果品等多年生作物則假設收穫量等於作物生質量而無殘體。

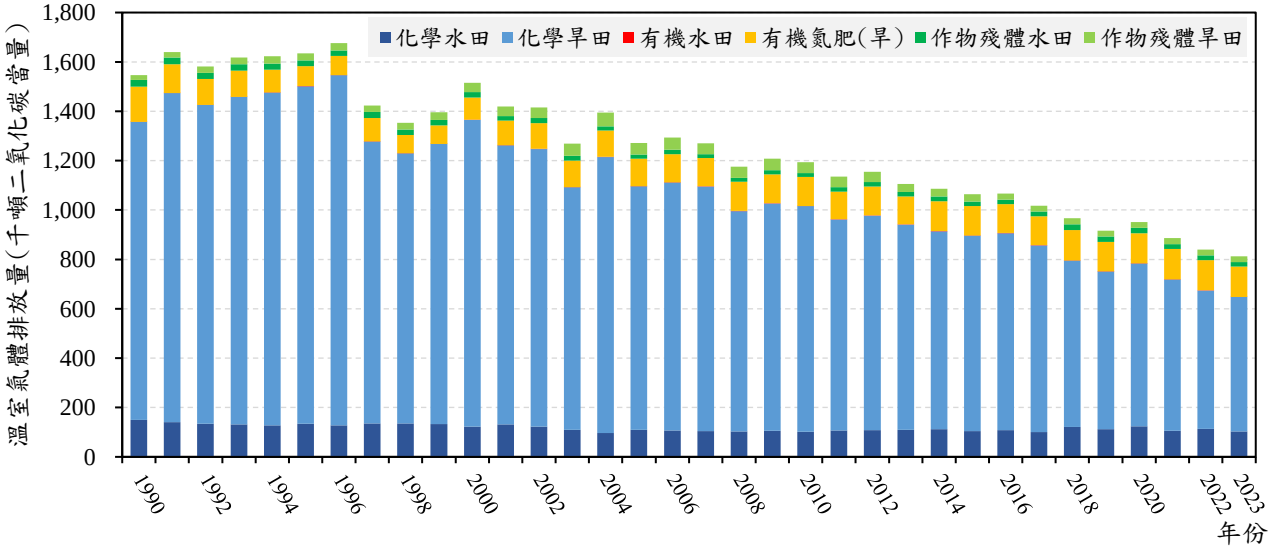


圖 5.5.2 1990 年至 2023 年農業土壤直接氧化亞氮排放量趨勢

[28]農業部農糧署，農糧統計\公務統計\臺灣地區肥料產銷量值，http://www.afa.gov.tw/。
[29]有機農業全球資訊網，http://info.organic.org.tw/supergood/front/bin/home.phtml。

表 5.5.12 歷年農業土壤的氧化亞氮直接排放

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年	化肥		有機氮肥		作物殘體		合計排放量
	水稻田	旱田	水稻田	旱田	水稻田	旱田	
1990	149.61	1,206.98	0.02	143.75	26.50	19.98	1,546.84
1991	141.24	1,332.61	0.02	116.62	26.83	22.11	1,639.44
1992	134.82	1,290.90	0.09	105.33	23.97	26.31	1,581.42
1993	131.19	1,327.54	0.09	105.79	25.90	26.86	1,617.37
1994	128.15	1,348.38	0.05	92.43	23.87	30.14	1,623.01
1995	133.65	1,367.93	0.29	80.62	23.99	27.94	1,634.42
1996	127.97	1,418.19	0.05	78.25	22.32	28.97	1,675.76
1997	135.93	1,141.67	0.22	95.43	23.63	26.65	1,423.54
1998	135.68	1,094.39	0.14	73.88	21.46	27.82	1,353.38
1999	133.41	1,134.28	0.25	74.31	22.14	32.18	1,396.58
2000	122.89	1,242.63	0.08	89.67	22.02	37.62	1,514.92
2001	131.96	1,130.81	0.22	98.97	18.95	38.53	1,419.44
2002	122.91	1,124.38	0.40	104.16	21.28	42.11	1,415.23
2003	109.96	982.64	0.54	106.63	19.95	48.95	1,268.67
2004	97.01	1,118.08	0.39	106.03	17.13	56.34	1,394.98
2005	109.89	986.44	0.57	110.46	17.53	46.23	1,271.12
2006	106.54	1,005.16	0.62	113.57	18.62	48.55	1,293.06
2007	104.69	990.45	0.71	114.27	15.96	44.21	1,270.29
2008	103.25	892.43	0.68	117.91	15.72	45.22	1,175.21
2009	105.22	921.29	0.68	117.64	16.93	45.93	1,207.70
2010	102.35	913.25	0.78	117.32	15.70	44.68	1,194.09
2011	106.58	855.33	0.76	111.94	17.91	43.18	1,135.71
2012	108.28	868.89	0.67	117.75	18.36	40.27	1,154.23
2013	110.12	830.80	0.78	113.36	18.08	33.03	1,106.15
2014	111.70	802.30	0.57	120.60	19.70	30.74	1,085.60
2015	104.88	791.78	0.58	118.92	17.90	29.52	1,063.57
2016	108.81	797.11	0.68	117.38	18.45	24.34	1,066.78
2017	101.11	755.75	0.70	116.81	20.04	23.44	1,017.85
2018	121.19	674.76	0.22	122.81	23.34	24.05	966.37
2019	112.37	639.14	0.58	119.16	21.95	22.88	916.09
2020	123.42	660.04	0.63	122.27	21.82	23.37	951.55
2021	105.77	613.13	0.44	123.60	18.92	24.53	886.39
2022	112.89	561.41	0.43	121.92	19.42	23.53	839.60
2023	102.84	545.13	0.35	122.33	17.99	23.71	812.36

備註：作物殘體之旱田所含作物種類如下：非固氮穀物作物（乾物）、非固氮穀物作物（鮮物）、固氮作物（乾物）、固氮作物（鮮物）、根莖作物（鮮物）、固氮綠肥（鮮物）、非固氮綠肥（鮮物）、.非固氮牧草（鮮物）。作物殘體各項分類作物所含作物種類如下：

1.非固氮穀物作物（乾物）：飼料玉米、高粱、其他-雜糧、芝麻等。

2.非固氮穀物作物（鮮物）：食用玉米。

3.固氮作物（乾物）：落花生、紅豆、大豆等。

4.固氮作物（鮮物）：菜豆、豌豆、毛豆等。

5.根莖作物（鮮物）：甘藷、蘿蔔、胡蘿蔔、其他根菜類、薑、芋、蔥、馬鈴薯、洋蔥、青蒜、蒜頭等。

6.固氮綠肥（鮮物）：田菁、大豆、富貴豆、太陽麻、鐵虎豆、埃及三葉草、青皮豆等。

7.非固氮綠肥（鮮物）：油菜、其他單播（大菜約占半數）、混播等。

8.非固氮牧草（鮮物）：盤固拉草、狼尾草、其他牧草等。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

農業土壤氧化亞氮直接排放之計算由於涵蓋多筆活動數據，且排放係數為非常態分佈，依據 2006 IPCC 指南建議[30]以蒙地卡羅方法進行不確定性評估。因此農地氧化亞氮直接排放不確定性，活動數據使用 2023 年數值，其不確定性範圍如表 5.5.13 所示。N_2O-N 換算為氧化亞氮之 44/28 值為固定值。全球暖化潛勢(GWP)實際具有很大的不確定性，然在 2006 IPCC 指南中亦將其設定為固定值，各參數數值模擬次數為 1,000 次，評估結果如表 5.5.13 所示，農業土壤的氧化亞氮直接排放之不確定性為-19.08%~31.73%。

(2)時間序列的一致性：

在禽畜糞肥料用量、就地翻耕掩埋量之活動數據中為不連續資料。禽畜糞肥料用量 1990 年至 2000 年為農業統計年報中堆肥加禽畜糞之合計用量，2001 年後為綠色國民所得帳堆肥加禽畜舍墊料之合計用量，兩項活動數據來源在 2001 年到 2003 年間有重疊，但差異大，禽畜糞等為主要有機氮肥來源，2001 年到 2003 年間禽畜總頭數量未有較大變化，以綠色國民所得帳「禽畜舍墊料」與「堆肥」總和之期間變化較符合實際畜牧變化狀況而使用。作物殘體之水稻就地翻耕掩埋量中，2001 年後引自綠色國民所得帳值，1990 年至 2000 年則利用 2001 年至 2010 年水稻產量線性迴歸(R^2= 0.78)，推估水稻「就地翻耕掩埋」值。其餘項目引自農業統計年報之活動數據，在時間序列上具一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

同章節 5.4 水稻種植(3.C)之說明。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

過去國內有相關研究文獻調查，但建立之排放係數主要以面積為排放量之單位（公斤/公頃）與 2006 IPCC 指南估算方法之氮肥使用排放係數（公斤/公斤）有別；單位面積排放量雖可反應不同作物之氧化亞氮排放量，但無法反應田間管理變化產生之氧化亞氮排放量，如施肥量等，兩者並不適合直接進行換算，故未予引用；初步整理比較如表 5.5.14，本土係數均高於預設係數，但因調查基礎與估算方式不同，僅彙整做為參考。目前農業部所屬試驗改良場所正進行以密閉罩法(Closed Chamber Method)量測水田及重要旱作品項的氧化亞氮排放，以提高農地氧化亞氮排放估算之準確性與精確性。

[30] IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, Volume 1, Chapter 3, 2006.

表 5.5.13 農業土壤直接氧化亞氮排放係數、活動數據及不確定性

項目		2023 年活動數據	轉換係數			氮投入量（公噸氮）	N_2O-N 排放係數（公斤/公斤）	N_2O-N 排放量（千公噸二氧化碳當量）
化學氮肥	水稻田	49,391 公噸氮 (-26.54% ~ 25.47%)	-			131,208 (-3.78% ~ 3.75%)	0.005 (0 ~ 0.011)	102.84 (-77.16% ~ 109.41%)
	旱田	81,837 公噸氮 (-17.16% ~ 17.15%)	-				0.016 (0.013 ~ 0.019)	545.13 (-22.22% ~ 24.07%)
有機氮肥	水稻田	169.43 公噸氮 (-1.78% ~ 2,595.55%)	乾物比 0.78 (-10.29% ~ 10.33%) 氮量 2.4% (0.50% ~ 4.00%)			49,128 (-81.09% ~84.34%)	0.005 (0 ~ 0.011)	0.35 公噸 (-1.78%~2,595.55%)
	旱田	48,958.53 公噸氮 (-88.65% ~ 131.16%)					0.006 (0.001 ~ 0.011)	122.33 公噸 (-88.65% ~ 131.16%)
作物殘體	作物殘體分類	殘體量（公噸）	乾物比	殘體比 (±50.00%)	氮量 (±50.00%)	殘體氮量（公噸氮）		
	水稻	1,234,558 (31.58% ~ 44.91%)	1 (±10.00%)	1	0.007	8,642 (-54.20% ~ 143.65%)	0.005 (0 ~ 0.011)	17.99 (-75.58% ~ 247.24%)
	非固氮穀物作物（乾物）	107,787 (-4.73% ~ 4.46%)	0.88 (-8.61% ~ 8.47%)	1.53	0.007	1,016 (-64.63% ~ 79.13%)	0.006 (0.001 ~ 0.011)	23.71 (-35.38% ~ 386.55%)
	非固氮穀物作物（鮮物）	126,357 (-4.94% ~ 4.99%)	0.22 (-16.64% ~ 19.45%)	1.53	0.008	340 (-59.92% ~ 84.06%)		
	固氮作物（乾物）	60,262 (-3.72% ~ 3.43%)	0.91 (-11.19% ~ 10.85%)	1.83	0.008	803 (-62.55% ~ 72.49%)		
	固氮作物（鮮物）	88,869 (-4.36% ~ 4.38%)	0.22 (-17.97% ~ 16.74%)	1.83	0.016	572 (-61.46% ~ 81.26%)		
	根莖類（鮮物）	688,688 (18.47% ~ 22.09%)	0.22 (-18.98% ~ 18.87%)	0.41	0.016	994 (-54.51% ~ 116.71%)		
	固氮綠肥（鮮物）	1,054,139 (-2.72% ~ 2.50%)	1 (±10.00%)	1	0.0048	5,060 (-55.61% ~ 65.66%)		
	非固氮綠肥（鮮物）	107,831 (-3.66% ~ 3.39%)	1 (±10.00%)	1	0.0021	226 (-92.74% ~ 130.67%)		
	非固氮牧草（鮮物）	946,918 (-4.80% ~ 4.68%)	0.22 (-19.03% ~ 17.68%)	0.46	0.015	479 (-60.77% ~ 93.03%)		
	小計					198,300 (-20.09% ~ 22.94%)		812.36 (-19.08% ~ 31.73%)

資料來源：農業部，農業統計年報，2024。

表 5.5.14 農業土壤直接氧化亞氮之本土與預設排放係數

排放源	N_2O-N 排放係數或平均排放係數（不確定性或範圍）			來源
	毫克/平方公尺/時	克/平方公尺	公斤/公斤氮	
水稻田 （多重排水）			0.005 (0 ~ 0.016)	IPCC, 2006
旱田 （潮濕氣候下的其他氮輸入）			0.006 (0.001 ~ 0.011)	
旱田 （潮濕氣候下的合成肥料投入）			0.016 (0.013 ~ 0.019)	
水稻田 一期作	0.121 (0.020 ~ 0.174)		0.020 [a] (0.0003 ~ 0.028)	Yang et al., 2003
水稻田 二期作	0.048 (0.001 ~ 0.105)		0.007 [a] (0.0001 ~ 0.016)	
旱田		0.7 (0.11 ~ 17.61)	0.017 (0.003 ~ 0.431)	
蔬菜		1.04 (0.36 ~ 2.81)	0.019 [b] (0.007 ~ 0.051)	
水果		1.14 (0.56 ~ 2.23)	0.012 [b] (0.006 ~ 0.024)	
花卉		0.49 (0.21 ~ 0.77)	0.008 [b] (0.003 ~ 0.012)	

備註：1.因排放係數差異，透過估計施肥量轉換為氮投入之排放量。

2.[a] 對於單位面積排放係數換算為投入量排放係數，水稻田施氮含量是以 200kg-N/ha，耕作期一期作 136 天、二期作 124 天估算。

3.[b] 對於單位面積排放係數換算為投入量排放係數，旱田、蔬菜、水果和花卉之施氮含量分別以：260、350、600 和 400 公斤/公頃估算。

資料來源：1. IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 4, Chapter 11, 2006.

2. Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M., and Liu, Y. L., Estimation of methane and nitrous oxide emission from paddy fields and uplands during 1990–2000 in Taiwan, Chemosphere, 52, 1295-1305, 2003.

5.5.2 管理土壤之氧化亞氮間接排放(3.D.2)

1.排放源及匯分類的描述

農業活動所投入之氮素除了直接途徑的產生的氧化亞氮（即土壤中的氮直接轉成氧化亞氮而排放），還包括兩種間接途徑。第一種為化學氮肥和有機氮肥以氨和氮氧化物形式的氮揮散，經沉降後進入土壤和水體表面，再轉成氧化亞氮而排放。第二種途徑為土壤的氮經淋洗和逕流，其來源包含化學氮肥和有機氮肥、作物殘體、礦質和有機質土壤中土地利用變化或管理作法引起的土壤碳損失相關的氮礦化。而上述 NH_3 和 NO_x 型態之氮在土壤、地下水中或表面水體中轉成氧化亞氮而排放。

2.方法論議題

(1)計算方法

土壤氧化亞氮間接排放，因缺乏本土係數，故參考 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1)進行估算，並依我國農業耕作國情不同進行調整。

A.揮散($N_2O_{(ATD)}$)

用公式 5.5.5 估算農業土壤中揮散氮經大氣沉降後再轉化的氧化亞氮排放。

公式 5.5.5：

農業土壤中氮揮散產生的氧化亞氮排放（$N_2O_{(ATD)}$-N，公噸/年）

$$N_2O_{(ATD)}\text{-}N = \{(F_{SN} \times Frac_{GASF}) + [(F_{ON}+F_{PRP}) \times Frac_{GASM}]\} \times EF_4$$

F_{SN}=每年施用於土壤的化肥氮量（公噸/年）

$Frac_{GASF}$=以 NH_3 和 NO_x 形式揮散的化肥氮量比例（公斤/公斤）

F_{ON}=每年施用於土壤的有機肥氮量（公噸/年）

F_{PRP}=每年放牧畜禽糞尿在草原上的氮量（公噸/年）

$Frac_{GASM}$=以 NH_3 和 NO_x 形式揮散的氮與施用的有機肥氮量(F_{ON})和放牧畜禽糞尿的尿液和糞便氮量比例(F_{PRP})（公斤/公斤）

EF_4=氮揮散和再沉降後氮的 N_2O-N 排放係數（公斤/公斤）

B.淋洗/逕流($N_2O_{(L)}$)

以公式 5.5.6 估算淋洗和逕流中產生的間接氧化亞氮排放。

公式 5.5.6：

每年因土壤中氮淋洗和逕流產生的氧化亞氮的排放量（$N_2O_{(L)}$-N，公噸/年）

$$N_2O_{(L)}\text{-}N = (F_{SN}+F_{ON}+F_{PRP}+F_{CR}+F_{SOM}) \times Frac_{LEACH\text{-}(H)} \times EF_5$$

F_{SN}：每年施用於土壤的化肥氮量（公噸/年）

F_{ON}：每年施用於土壤的有機肥氮量（公噸/年）

F_{PRP}：每年放牧畜禽糞尿堆積在草原上之氮量（公噸/年）

F_{CR}：每年作物殘體氮量（公噸/年）

F_{SOM}：每年礦質土壤中因土地利用或管理引起的土壤有機質中土壤碳損失相關聯的氮礦化量（公噸/年）

$Frac_{LEACH\text{-}(H)}$：農業土壤中通過淋洗和逕流所流失的氮量占總施

用氮量的比例（公斤/公斤）

EF_5：氮淋洗和逕流引起的 N_2O-N 排放的排放係數（公斤/公斤）

分別依據公式 5.5.5 及公式 5.5.6 計算農業土壤間接排放（揮散、淋洗/逕流）產生之 $N_2O_{(ATD)}$-N、$N_2O_{(L)}$-N 排放量，最後再用公式 5.5.2 換算成氧化亞氮排放量。

(2)排放係數

土壤氧化亞氮間接排放的預設排放、揮散和淋洗係數參照 2019 IPCC 精進指南預設值，如表 5.5.15 所示。

(3)活動數據

數據來源與施用的化肥氮含量(F_{SN})、施用的有機氮肥氮含量(F_{ON})、作物殘體氮含量(F_{CR})與氧化亞氮直接排放計算相同，其數據於章節 5.5.1 農業土壤的氧化亞氮直接排放所引用數據的來源相同。

(4)排放量

歷年之農業土壤間接氧化亞氮排放總量，估算結果如圖 5.5.3、圖 5.5.4、表 5.5.16 與表 5.5.17 所示。氧化亞氮間接排放總量，因農業活動衰減、合理化施肥推廣等因素下，氮投入量逐年降低。2023 年揮散產生之氧化亞氮間接排放量，相較於 1990、2005 及 2022 年分別約減少 39.75%、21.31%及 3.36%。淋洗/逕流產生之間接氧化亞氮排放量，相較於 1990、2005 及 2022 年則分別約減少 40.11%、27.09%及 5.22%。

(5)完整性

農業土壤氧化亞氮間接排放完整性，同氧化亞氮直接排放之說明。

表 5.5.15 農業土壤氧化亞氮間接排放的預設排放、揮散和淋洗係數

因子	IPCC 預設值（範圍）	類別	預設值	不確定性範圍
氮揮散和再沉降後氮的 N_2O-N 排放係數（EF_4，公斤/公斤）	0.010 (0.002 ~ 0.018)	潮濕氣候	0.014	0.011 ~ 0.017
		乾燥氣候	0.005	0 ~ 0.011
氮淋洗和逕流引起的 N_2O-N 排放的排放係數（EF_5，公斤/公斤）	0.011 (0.000 ~ 0.020)			
以 NH_3 和 NOx 形式揮散的化肥氮量比例（$Frac_{GASF}$，公斤/公斤）	0.11 (0.02 ~ 0.33)	尿素	0.15	0.03 ~ 0.43
		銨	0.08	0.02 ~ 0.30
		硝酸鹽	0.01	0.00 ~ 0.02
		硝酸銨	0.05	0.00 ~ 0.20
以 NH_3 和 NOx 形式揮散的氮與施用的有機肥氮量(F_{ON})和放牧畜禽糞尿的尿液和糞便氮量比例(F_{PRP})（$Frac_{GASM}$，公斤/公斤）	0.21 (0.00 ~ 0.31)			
農業土壤中通過淋洗和逕流所流失的氮量佔總施用氮量的比例（$Frac_{LEACH-(H)}$，公斤/公斤）	0.24 (0.01 ~ 0.73)			

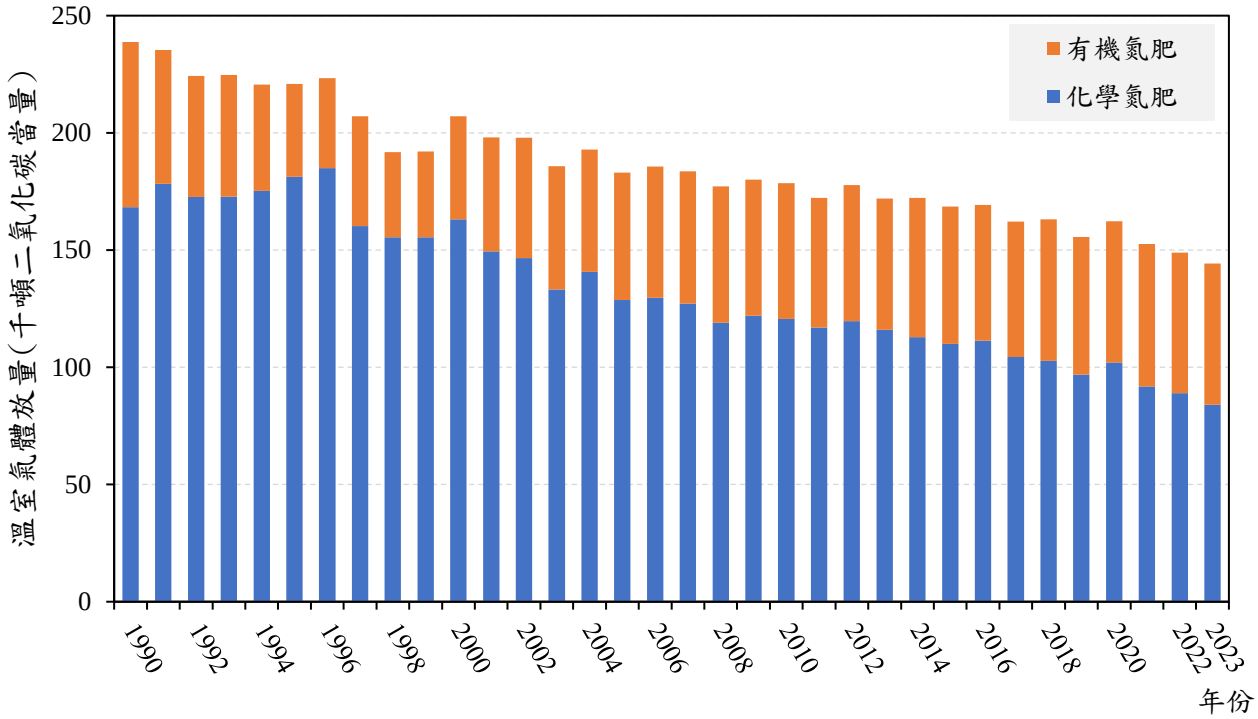


圖 5.5.3 1990 年至 2023 年農業土壤間接氧化亞氮-揮散之排放量

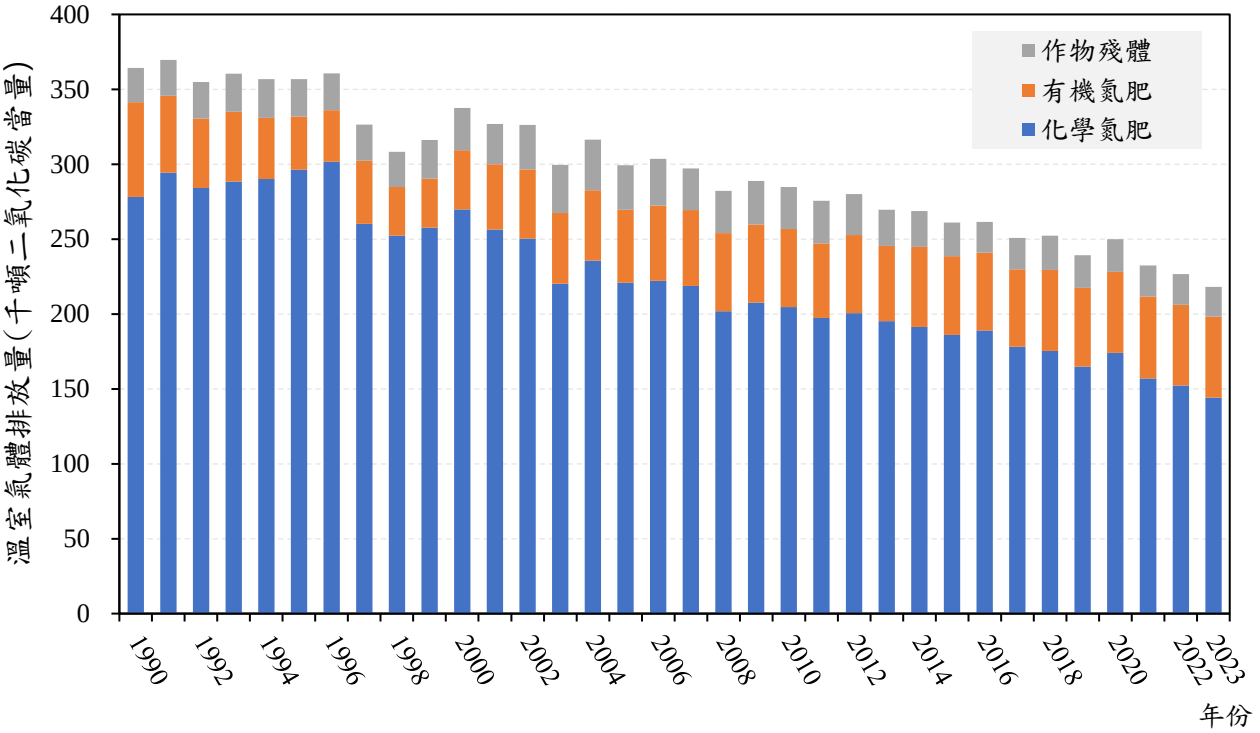


圖 5.5.4 1990 年至 2023 年農業土壤間接氧化亞氮-淋洗/逕流之排放量

表 5.5.16 歷年農業土壤間接氧化亞氮-揮散之排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年	化學氮肥	有機氮肥	合計排放量
1990	168.30	70.45	238.76
1991	178.20	57.15	235.35
1992	172.62	51.66	224.29
1993	172.85	51.89	224.73
1994	175.27	45.32	220.59
1995	181.20	39.68	220.87
1996	184.90	38.38	223.27
1997	160.25	46.89	207.13
1998	155.50	36.29	191.79
1999	155.50	36.56	192.06
2000	163.09	43.99	207.08
2001	149.50	48.62	198.13
2002	146.61	51.27	197.88
2003	133.18	52.56	185.75
2004	140.69	52.18	192.87
2005	128.64	54.46	183.10
2006	129.64	56.01	185.66
2007	127.20	56.41	183.61
2008	119.03	58.18	177.20
2009	121.95	58.05	180.00
2010	120.62	57.95	178.57
2011	117.01	55.30	172.31
2012	119.68	58.09	177.78
2013	116.01	56.00	172.02
2014	112.80	59.43	172.23
2015	110.02	58.61	168.63
2016	111.40	57.92	169.31
2017	104.45	57.65	162.10
2018	102.78	60.30	163.08
2019	96.86	58.73	155.59
2020	102.05	60.28	162.33
2021	91.77	60.82	152.59
2022	88.93	59.99	148.93
2023	84.10	60.15	144.25

表 5.5.17 歷年農業土壤間接氧化亞氮-淋洗/逕流之排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年	化學氮肥	有機氮肥	作物殘體	合計排放量
1990	278.14	63.26	22.78	364.19
1991	294.46	51.32	23.90	369.68
1992	284.18	46.39	24.23	354.81
1993	288.31	46.59	25.50	360.40
1994	290.14	40.70	25.86	356.70
1995	296.28	35.63	24.96	356.86
1996	301.57	34.46	24.53	360.56
1997	260.15	42.10	24.21	326.46
1998	252.21	32.58	23.57	308.37
1999	257.60	32.83	25.85	316.28
2000	269.92	39.50	28.18	337.60
2001	256.26	43.66	26.96	326.88
2002	250.42	46.04	29.76	326.22
2003	220.19	47.20	32.08	299.47
2004	235.70	46.86	33.84	316.40
2005	220.79	48.90	29.60	299.29
2006	222.10	50.30	31.19	303.60
2007	218.70	50.65	27.88	297.23
2008	201.77	52.24	28.20	282.20
2009	207.57	52.12	29.15	288.84
2010	204.73	52.03	27.95	284.71
2011	197.41	49.66	28.46	275.52
2012	200.54	52.17	27.41	280.12
2013	195.22	50.29	24.08	269.59
2014	191.36	53.37	23.92	268.65
2015	186.02	52.63	22.44	261.09
2016	188.98	52.01	20.45	261.44
2017	178.08	51.77	20.89	250.75
2018	175.33	54.15	22.91	252.38
2019	164.79	52.74	21.66	239.19
2020	174.07	54.13	21.81	250.01
2021	157.01	54.62	20.79	232.42
2022	152.24	53.87	20.61	226.72
2023	144.25	54.01	19.93	218.19

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

A.揮散

農業土壤氧化亞氮間接排放-揮散之計算由於涵蓋多筆活動數據，且排放係數為非常態分佈，依據 2006 IPCC 指南建議以蒙地卡羅方法進行不確定性評估。農業土壤氧化亞氮間接排放-揮散不確定性以蒙地卡羅方法進行，活動數據使用 2023 年數值，其不確定性範圍如表 5.5.18 所示。全球暖化潛勢(GWP)實際具有很大的不確定性，然在 2006 IPCC 指南中已將其設定為固定值。各基本參數數值模擬次數為 1,000 次，評估結果如表 5.5.18 所示，農業土壤氧化亞氮間接排放-揮散之不確定性為-34.63%~35.48%。

B.淋洗/逕流

農業土壤氧化亞氮間接排放-淋洗/逕流之計算由於涵蓋多筆活動數據，且排放係數為非常態分佈，以蒙地卡羅方法進行不確定性評估。因此農業土壤氧化亞氮間接排放-淋洗/逕流之不確定性以蒙地卡羅方法進行，活動數據使用 2023 年數值，其不確定性範圍如表 5.5.19 所示。全球暖化潛勢(GWP)實際具有很大的不確定性，然在 2006 IPCC 指南中已將其設定為固定值。各基本參數數值模擬次數為 1,000 次。估算結果如表 5.5.19 所示，農業土壤氧化亞氮間接排放-淋洗/逕流之不確定性為-48.01%~233.94%。

(2)時間序列的一致性

農業土壤氧化亞氮間接排放時間序列的一致性，同章節 5.5.1 農業土壤直接氧化亞氮排放之說明。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

同章節 5.4 水稻種植(3.C)之說明。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

5.6 草原焚燒(3.E)

本項估算草原焚燒相關的非二氧化碳排放，我國鮮有此系統，亦無統計資料，故此處不計算。

表 5.5.18 農業土壤氧化亞氮間接排放-揮散之揮散係數、排放係數、活動數據及不確定性

項目		2023 年活動數據	轉換係數	氮投入量（公噸氮）	揮散係數（公斤/公斤）	N_2O-N 排放係數（公斤/公斤）	N_2O-N 排放量（千公噸二氧化碳當量）
化學肥料	硫酸銨	79,077 (-4.90% ~ 4.92%)	含氮量(%)： 硫酸銨：21%； 尿素：46%； 硝酸銨鈣：20%； 複合肥料：17.3%	131,208 (-3.78% ~ 3.75%)	0.15 (0.03 ~ 0.43)	0.014 (0.011 ~ 0.017)	84.1 (-3.69% ~ 3.77%)
	尿素	26,822 (-4.54% ~ 5.04%)			0.08 (0.02 ~ 0.30)		
	硝酸銨鈣	250 (-4.91% ~ 4.69%)			0.01 (0.00 ~ 0.02)		
	複合肥料	590,835 (-4.73% ~ 4.72%)			0.05 (0.00 ~ 0.20)		
有機氮肥	水稻田	169.43 公噸氮 (-1.78%~2595.55%)	乾物比 0.78 (-9.79% ~ 9.72%) 氮量 2.4% (0.50% ~ 4.00%)	49,128 (-81.09% ~ 84.34%)	0.2 (0.05 ~ 0.50)		60.15 (-81.09% ~ 84.34%)
	旱田	48,958.53 公噸氮 (-88.65% ~ 131.16%)					
小計							144.25 (-34.63% ~ 35.48%)

表 5.5.19 農業土壤氧化亞氮間接排放-淋洗/逕流之排放係數、活動數據及不確定性

項目			2023 年活動數據	轉換係數		氮投入量（公噸氮）		淋洗/逕流係數（公斤/公斤）	N_2O-N 排放係數（公斤/公斤）	排放量（千公噸二氧化碳當量）
化學氮肥			131,208 (-3.78% ~ 3.75%)	-		131,208 (-3.78% ~ 3.75%)		0.24 (0.01 ~ 0.73)	0.011 (0.000 ~ 0.020)	144.25 (-68.74% ~ 313.47%)
有機氮肥	水稻田		169.43 公噸氮 (-1.78% ~ 2595.55%)	乾物比 0.78 (-9.79% ~ 9.72%) 氮量 2.4% (0.50% ~ 4.00%)		49,128 (-81.09% ~ 84.34%)				53.82 (-83.50% ~ 405.58%)
	旱田		48,958.53 公噸氮 (-88.65% ~ 131.16%)							
作物殘體	作物殘體分類		作物殘體量（公噸）	乾物比	殘體比 (±50.00%)	氮量 (±50.00%)	殘體氮量（公噸氮）			
	水稻		1,234,558 (31.58% ~ 44.91%)	1 (±10.00%)	1	0.007	8,642 (-54.20% ~ 143.65%)			19.93 (30.80% ~ 75.32%)
	非固氮穀物作物	乾物	107,787 (-4.73% ~ 4.46%)	0.88 (-8.61% ~ 8.47%)	1.53	0.007	1,016 (-64.63% ~ 79.13%)			
		鮮物	126,357 (-4.94% ~ 4.99%)	0.22 (-16.64% ~ 19.45%)	1.53	0.008	340 (-59.92% ~ 84.06%)			

項目			2023 年活動數據	轉換係數		氮投入量（公噸氮）		淋洗/逕流係數（公斤/公斤）	N_2O-N 排放係數（公斤/公斤）	排放量（千公噸二氧化碳當量）
	固氮作物	乾物	60,262 (-3.72% ~ 3.43%)	0.91 (-11.19% ~ 10.85%)	1.83	0.008	803 (-62.55% ~ 72.49%)			
		鮮物	88,869 (-4.36% ~ 4.38%)	0.22 (-17.97% ~ 16.74%)	1.83	0.016	572 (-61.46% ~ 81.26%)			
	根莖類作物（鮮物）		688,688 (18.47% ~ 22.09%)	0.22 (-18.98% ~ 18.87%)	0.41	0.016	994 (-54.51% ~ 116.71%)			
	固氮綠肥（鮮物）		1,054,139 (-2.72% ~ 2.50%)	1 (±10.00%)	1	0.0048	5,060 (-55.61% ~ 65.66%)			
	非固氮綠肥（鮮物）		107,831 (-3.66% ~ 3.39%)	1 (±10.00%)	1	0.0021	226 (-92.74% ~ 130.67%)			
	非固氮牧草（鮮物）		946,918 (-4.80% ~ 4.68%)	0.22 (-19.03% ~ 17.68%)	0.46	0.015	479 (-60.77% ~ 93.03%)			
小計										218 (-48.01% ~ 233.94%)

備註：資料由農業統計年報彙整而來，各項分類作物所含作物種類如下：

1.非固氮穀物作物（乾物）：飼料玉米、高粱、其他-雜糧、芝麻等。

2.非固氮穀物作物（鮮物）：食用玉米。

3.固氮作物（乾物）：落花生、紅豆、大豆等。

4.固氮作物（鮮物）：菜豆、豌豆、毛豆等。

5.根莖作物（鮮物）：甘藷、蘿蔔、胡蘿蔔、其他根菜類、薑、芋、蔥、馬鈴薯、洋蔥、青蒜、蒜頭等。

6.固氮綠肥（鮮物）：田菁、大豆、富貴豆、太陽麻、鐵虎豆、埃及三葉草、青皮豆等。

7.非固氮綠肥（鮮物）：油菜、其他單播（大菜約占半數）、混播等。

8.非固氮牧草（鮮物）：盤固拉草、狼尾草、其他牧草等。

資料來源：農業部，農業統計年報，2024。

5.7 作物殘體燃燒(3.F)

本項估算農作物殘體因焚燒而產生之非二氧化碳溫室氣體排放量。依據 2006 IPCC 指南建議，因假設焚燒過程中釋放的碳會在次一生長期被作物或植物再吸收，故不需估算生質量焚燒產生的二氧化碳排放。

1.排放源及匯分類的描述

此部分是計算現地焚燒農作物殘體時所產生的非二氧化碳溫室氣體，包含甲烷、一氧化碳、氧化亞氮、氮氧化物。因假設焚燒農作物殘體時所產生的二氧化碳會被再生長出來植物所吸收，故不予計算，因此在本項只計算焚燒產生的甲烷及氧化亞氮。我國的農業殘體焚燒主要是以水稻稻藁為主，其他 2006 IPCC 指南所列各作物殘體焚燒資料，如豆類、塊根植物、甘蔗等則少有，因此本項以稻藁之焚燒量來計算。

2.方法論議題

(1)計算方法

本項計有關作物殘體焚燒之估算方法與係數，係參考 2006 IPCC 指南方法 1(Tier 1)與係數計算，公式 5.7.1 所示。

公式 5.7.1：

作物殘體焚燒產生的溫室氣體排放量(L，公噸甲烷及公噸氧化亞氮)

$$=M_B \times C_f \times G_{ef} \times 10^{-3}$$

M_B：焚燒物的單位面積重量，稻藁的重量（公噸）

C_f：焚燒係數（無單位，表 5.7.1）

G_{ef}：排放係數（公斤/公噸乾物質焚燒，表 5.7.2）

(2)排放係數

表 5.7.1、表 5.7.2 為 2006 IPCC 指南提供之乾物百分比、排放係數比例的建議值，由於已有直接統計資料，故主要引用係數為稻米殘體之焚燒係數值與排放係數。

(3)活動數據

作物殘體焚燒之活動數據，1990 年至 2000 年引自農業統計年報：自給肥料-草木灰（稻草經焚燒後之灰燼），以焚燒殘餘量為 20%推算被焚燒稻藁之量，2001 年後引自綠色國民所得帳之稻藁焚燒量，彙整如表 5.7.3 所示。

(4)排放量

歷年作物殘體焚燒產生之甲烷與氧化亞氮排放總量，估算結果如表 5.7.4、圖 5.7.1 所示。我國於 1990 年 3 月立法禁止焚燒稻草、農業部自 1996 年起推行現地切斷掩埋法等政策，使 1995 年後稻藁焚燒量驟降，相對溫室氣體排放量亦降低，2023 年甲烷排放量相較於 1990 年、2005 年減少約 96.84%、85.01%，但相較於 2022 年增加 75.00%；而氧化亞氮相較於 1990 年、2005 年減少約 96.81%、84.86%，但相較於 2022 年增加 73.86%，主要係因部分地區防治害蟲考量焚燒稻草所致，但整體而言以較 1990 年大幅降低。

(5)完整性

因我國的農業殘體焚燒主要是以水稻稻藁為主，其他如豆類、玉米、甘蔗等僅能視為鮮少發生，且在無統計資料下，並未列入計算。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

活動數據係農業部統計數據,依2006 IPCC 指南設定不確定性為 5.00%；預設排放係數因未提供不確定性；暫無法估算。

(2)時間序列的一致性

殘體焚燒排放溫室氣體之活動數據為不連續，1990 年至 2000 年焚燒量作物殘體焚燒之活動數據引自農業統計年報：自給肥料-草木灰（稻草經焚燒後之灰燼），以焚燒殘餘量為 20%推算被焚燒稻藁之量，而 2001 年後為直接引用自綠色國民所得帳之稻藁焚燒量。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據主要來官方之綠色國民所得帳，同依照國內統計法、統計法施行細則及其他有關法令執行，其餘同章節 5.4 水稻種植(3.C)之說明。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

5.8 石灰處理(3.G)

於土壤中使用石灰的目的係以改善土壤酸鹼度，使土壤性質適於植物生長，而施用碳酸鹽類石灰，包括含鈣性石灰($CaCO_3$)或白雲岩($CaMg(CO_3)_2$)等，隨著碳酸鹽石灰溶解和釋放碳酸氫鹽(HCO_3^-)，而轉變為二氧化碳和水，導致二氧化碳排放。依據國內研究估算（連深等人，1992）[31]，評估石灰資材用量每年僅約 1 萬公噸，以此估計在農業溫室氣體排放量比例 0.5%以下，且缺乏直接統計資料，暫不估算。

表 5.7.1 植被類型焚燒相關的焚燒係數值（焚燒量與原生質量比例）

植被類型	亞類	焚燒係數均值(C_f)
作物殘體	小麥殘體	0.90
	玉米殘體	0.80
	稻米殘體	0.80
	甘蔗	0.80

表 5.7.2 作物殘體排放係數（公斤/公噸乾物質焚燒量）

項目	甲烷	氧化亞氮
排放係數	2.70	0.07

[31] 連深、王鐘和，黃維廷，石灰資材之品質及評估，酸性土壤之特性及其改良研討會論文集，中華土壤肥料學會，pp. 8-1~8-12.，1992。

表 5.7.3 歷年作物殘體焚燒量

（單位：公噸）

年	自給肥料-草木灰	估算稻藁焚燒量	稻藁焚燒量
1990	139,331	696,655	
1991	91,705	458,525	
1992	176,126	880,630	
1993	80,517	402,585	
1994	77,325	386,625	
1995	27,496	137,480	
1996	25,717	128,585	
1997	26,331	131,655	
1998	20,911	104,555	
1999	25,535	127,675	
2000	50,999	254,993	
2001	53,065	265,327	279,000
2002	49,407	247,037	238,000
2003	39,878	199,392	164,000
2004			143,362
2005			146,714
2006			155,805
2007			84,474
2008			113,123
2009			93,418
2010			98,214
2011			99,188
2012			100,061
2013			61,080
2014			66,561
2015			81,766
2016			61,255
2017			65,817
2018			46,197
2019			39,789
2020			13,741
2021			12,056
2022			12,552
2023			22,013

備註：1990 年至 2000 年引自農業統計年報：自給肥料-草木灰，以焚燒殘餘量 20%推算焚燒稻藁量。2001 年後引自綠色國民所得帳：稻藁焚燒量。

資料來源：1.農業部，農業統計年報，2024。

2.行政院主計總處，綠色國民所得帳編製報告，2024。

表 5.7.4 作物殘體焚燒產生之甲烷與氧化亞氮 3.F 總排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年	甲烷排放量	氧化亞氮排放量
1990	42.13	10.34
1991	27.73	6.80
1992	53.26	13.07
1993	24.35	5.97
1994	23.38	5.74
1995	8.31	2.04
1996	7.78	1.91
1997	7.96	1.95
1998	6.32	1.55
1999	7.72	1.89
2000	15.42	3.78
2001	16.87	4.14
2002	14.39	3.53
2003	9.92	2.43
2004	8.67	2.13
2005	8.87	2.18
2006	9.42	2.31
2007	5.11	1.25
2008	6.84	1.68
2009	5.65	1.39
2010	5.94	1.46
2011	6.00	1.47
2012	6.05	1.48
2013	3.69	0.91
2014	4.03	0.99
2015	4.53	1.21
2016	3.70	0.91
2017	3.98	0.98
2018	2.79	0.69
2019	2.41	0.59
2020	0.83	0.20
2021	0.73	0.18
2022	0.76	0.19
2023	1.33	0.33

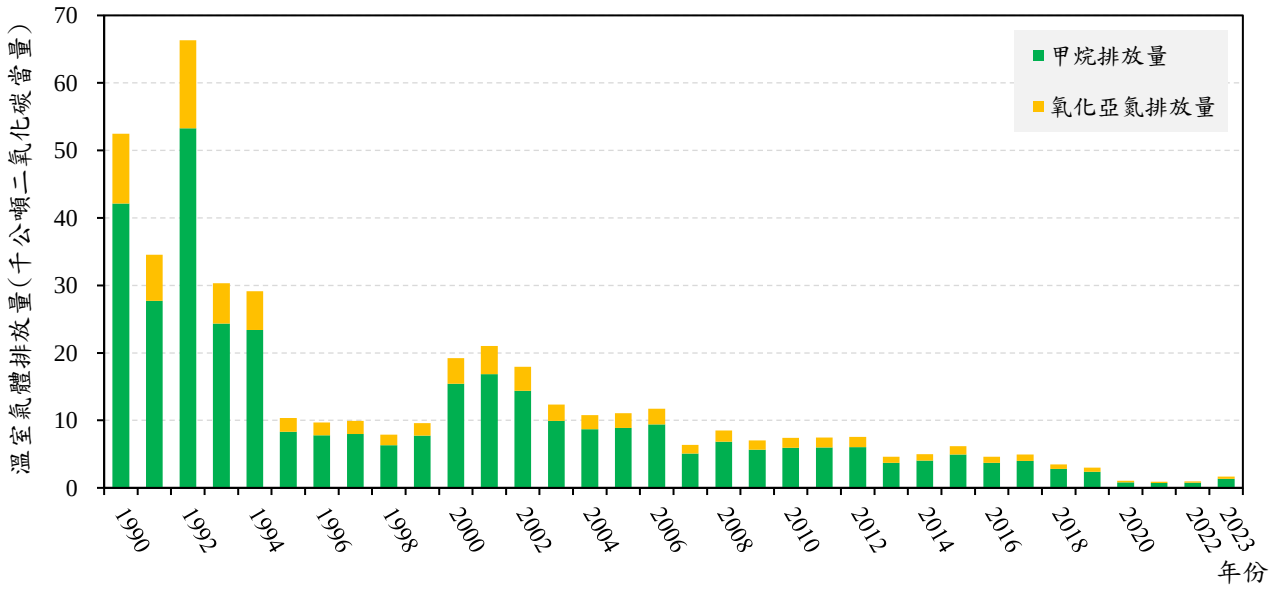


圖 5.7.1 1990 年至 2023 年作物殘體焚燒之甲烷與氧化亞氮排放量

5.9 尿素施用(3.H)

1.排放源及匯分類的描述

尿素施用於土壤後，其水解過程，使工業生產過程所固定的二氧化碳又再排放。尿素($CO(NH_2)_2$)在水分和尿素酶作用下轉化為銨離子(NH_4^+)、氫氧離子(OH^-)和碳酸氫離子(HCO_3^-)，而碳酸氫根最後轉變為二氧化碳和水。

施用尿素亦會造成氧化亞氮排放，但已於農業土壤排放源計算，本項排放源僅考慮施用尿素後造成之二氧化碳排放。

2.方法論議題

(1)計算方法

參照 2006 IPCC 指南方法 1(Tier 1)，以活動數據和排放係數相乘，即公式 5.9.1 估算尿素水解過程中之二氧化碳排放；最後乘以 44/12 將 CO_2-C 排放量換算成二氧化碳排放量。

公式 5.9.1：

施用尿素產生的年二氧化碳排放量（CO_2-$C_{Emission}$，公噸碳/年）

=M × EF

M：每年施用的尿素量（公噸尿素/年）

EF：排放係數（公噸碳/公噸尿素）

(2)排放係數

尿素的排放係數採用 2006 IPCC 指南的預設值 0.20，係因尿素($CO(NH_2)_2$)原子量的碳含量佔 20%。

(3)活動數據

活動數據引用自農業統計年報中台灣地區肥料產銷量(值)統計表中之尿素用量，如表 5.9.1 所示。

(4)排放量

尿素施用產生之二氧化碳排放量如圖 5.9.1、表 5.9.1 所示。因尿素成本價格上漲與政府肥料補貼調整下，使尿素施用量在近 10 年間逐年下滑，排放量因尿素施用量減少而整體呈現下降趨勢，2023 年排放量較 1990、2005 及 2022 年減少 86.11%、68.43%、12.11%。

(5)完整性

農業統計年報針對尿素施用量已有完整紀錄，無缺漏。

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

排放係數不確定性採用 2006 IPCC 指南預設值為-50.00%~0.00%，排放量已表示尿素相關之施用的最大絕對排放量，不可能超過預設排放係數。活動數據引自農業統計年報，依 2006 IPCC 指南設定其不確定性 5.00%。利用誤差傳播法組合不確定性，其不確定性為-50.00%~5.00%，計算方式如下：

上限：

$$\mathbf{U_{urea\ apply\ CO_2}} = \sqrt{\mathbf{0^2 + 5^2}} = \mathbf{5.00}\%$$

下限：

$$\mathbf{U_{urea\ apply\ CO_2}} = -\sqrt{\mathbf{50^2 + 5^2}} = \mathbf{-50.00}\%$$

(2)時間序列的一致性

活動數據於 1990 年至 2023 年均引用自農業統計年報，排放係數皆為 IPCC 預設值，故具時間序列之一致性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

同章節 5.4 水稻種植(3.C)之說明。

5.特定排放源的重新計算

無。

6.特定排放源的改善計畫

無。

5.10 其他含碳肥料(3.I)

依據農業統計年報，其他含碳肥料以及氰氨化鈣(calcium cyanamide, $CaCN_2$)，但因其使用量少且無確切統計數據，故本項暫未估算。

5.11 其他(3.J)

本項未統計估算。

表 5.9.1 歷年尿素施用量與施用產生之二氧化碳排放

年度	尿素施用量	二氧化碳排放量
	公噸	千公噸二氧化碳當量
1990	193,121	141.62
1991	198,997	145.93
1992	189,649	139.08
1993	178,109	130.61
1994	183,914	134.87
1995	205,923	151.01
1996	205,577	150.76
1997	182,367	133.74
1998	173,169	126.99
1999	161,544	118.47
2000	178,367	130.80
2001	128,509	94.24
2002	127,158	93.25
2003	112,438	82.45
2004	113,914	83.54
2005	84,968	62.31
2006	81,093	59.47
2007	78,358	57.46
2008	77,478	56.82
2009	75,636	55.47
2010	73,420	53.84
2011	71,966	52.78
2012	74,931	54.95
2013	61,856	45.36
2014	54,399	39.89
2015	51,211	37.55
2016	45,995	33.73
2017	42,861	31.43
2018	40,524	29.72
2019	39,917	29.27
2020	40,196	29.48
2021	36,293	26.61
2022	30,513	22.38
2023	26,822	19.67

資料來源：農業部，農業統計年報，2024。

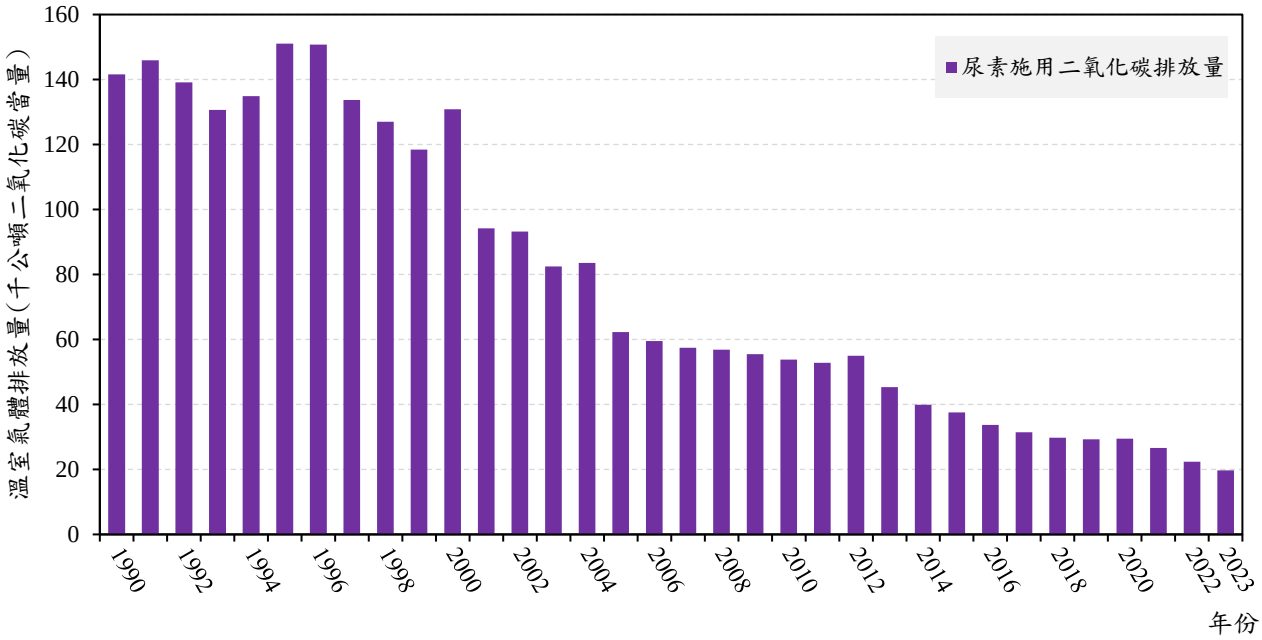


圖 5.9.1 1990 年至 2023 年尿素施用二氧化碳排放趨勢

5.12 參考文獻

1. IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006.
2. IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report (AR5) of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2013.
3. IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, Volume 1, Chapter 3, 2006.
4. IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Switzerland, 2019.
5. Wang, S.Y. and Huang, D.J., Assessment of greenhouse gas emissions from poultry enteric fermentation, Asian-Australian Journal of Animal Science, 18(6), 873-878, 2005
6. Su, J.J., Liu, B.Y. and Chang, Y. C., Emission of greenhouse gas from livestock waste and wastewater treatment in Taiwan, Agriculture Ecosystem & Environment 95, 253-263, 2003.
7. Yang, S.S., Lin, C.C., Chang, E.H., Chung, R.S., and Huang, S.N., Effect of fertilizer, soil type, growth season on methane production and emission in the paddy soils of Taiwan. J. Biomass Energy Soc. China 13, 68–87, 1994.
8. Institute for Environmental Protection and Research (ISPRA), Italian Greenhouse Gas Inventory 1990-2016 National Inventory Report, Italian, 2018.
9. Ministry of the Environmentof Japan, National Greenhouse Gas Inventory Report of Japan, Japan, 2018.
10. Wang, C. S., Tsao, S. H. and Liu, D. J., Effects of N fertilization on the growth and yield of two maize hybrids, Jour. Agric. Res. China, 35(4), 437-448, 1986.
11. Yang, S. S., Liu, C. M., Lai, C. M., and Liu, Y. L., Estimation of methane and nitrous oxide emission from paddy fields and uplands during 1990–2000 in Taiwan, Chemosphere, 52, 1295-1305, 2003.
12. Yang, S. S., Lai, C. M., Chang, H. L., Chang, E. H. and Wei, C. B., Estimation of methane and nitrous oxide emissions from paddy fields in Taiwan, Renewable Energy, 34, 1916-1922, 2009.
13. 黃大駿、王淑音，臺灣地區白色肉雞產業之溫室氣排放，中國畜牧學會會誌，29(1)，65-75，2000。
14. 王淑音、馬維君、黃大駿，臺灣地區蛋雞產業之腸內發酵溫室氣體排放估測，中國畜牧學會會誌，31(3)，221-230，2002。
15. 王淑音、謝憲蔚、王思涵、陳盈豪，應用呼吸室測定鵝之腸內發酵溫室氣體排放係數，中國畜牧學會會誌，32(1)，43-50，2003。
16. 蔡明宏、陳筱薇、黃楷翔、林政緯、王淑音，肉鴨腸內發酵溫室氣體排放之評估，中國畜牧學會會誌，32(4)，151，2003。
17. 行政院農業委員會（現為農業部），畜禽統計調查結果，2021。
18. 黃大駿，臺灣地區肉雞產業溫室氣體排放之探討，中國文化大學碩士論文，2000。
19. 王淑音、黃大駿、許皓豐，肉雞糞尿處理溫室氣體排放之推估，臺灣農業化學與食品科學，39(6)，415-422，2001。
20. 王淑音，臺灣家禽溫室氣體糞尿處理策略，2010。
21. 王淑音、馬維君，蛋雞糞尿處理之溫室氣體排放，華岡農科學報，10：1-14，2002。
22. 行政院農業委員會畜牧司（現為農業部畜牧司），2014 年「畜牧業溫室氣體排放清冊彙整及國外畜牧業清潔發展機制(CDM)之探討計畫」（103 農科-2.1.4-牧-U2(3)）之第一次專家諮詢會會議紀錄，2014。

23. 行政院農業委員會畜牧司（現為農業部畜牧司），2020 年「畜牧業溫室氣體排放清冊及趨勢探討」（109 農科-2.4.2-牧-U1(1)）-第 1 次專家諮詢會議紀錄，2020。

24. 行政院農業委員會畜牧司（現為農業部畜牧司），2020 年「畜牧業溫室氣體排放清冊及趨勢探討」（109 農科-2.4.2-牧-U1(1)）-第 2 次專家諮詢會議紀錄，臺北，2020。

25. 丁文彥，陸稻-東陸 1、2、3 號品種介紹，臺東區農業專訊，79:8-11，2012。

26. 行政院農業委員會（現為農業部），臺灣農家要覽，1995。

27. 行政院主計總處，綠色國民所得帳編製報告，2024。

28. 行政院農業委員會（現為農業部），肥料要覽，2001。

29. 農業部，中華民國 112 年農業統計年報，2024。

30. 行政院農業委員會農糧署（現為農業部農糧署），作物施肥手冊，2005。

31. 農業部農糧署，農糧統計\公務統計\臺灣地區肥料產銷量值，http://www.afa.gov.tw/，2024。

32. 農業部，農業情報 112 年 1 月農業產銷概況，農政與農情第 369 期，2023。

33. 有機農業全球資訊網，http://info.organic.org.tw/supergood/front/bin/home.phtml。

34. 呂秀英、呂椿棠、陳烈夫，水芋收穫指數的動態模式，中華農業研究，48(2)，86-99，1999。

35. 李銘全、許秋玫、林順臺、洪阿田，不同氮施用量對紅豆接種根瘤菌生長與產量之影響，行政院農業委員會（現為農業部）高雄區農業改良場研究彙報，10(2)，22-31，1999。

36. 林順福、詹國連、魏趨開，每穴種植株數對同質與異質大豆族群生育之影響，中華農業研究，40(3)，305-314，1991。

37. 連深、王鐘和、黃維廷，石灰資材之品質及評估，中華土壤肥料學會，酸性土壤之特性及其改良研討會論文集，8-1-8-12，1992。

38. 郭鴻裕，臺灣地區酸性土壤之分佈及其利用現況，中華土壤肥料學會，酸性土壤之特性及其改良研討會論文集，3-1-3-7，1992。

39. 郭鴻裕、朱戩良、江志峰、吳懷國，臺灣地區土壤有機質含量及有機資材之施用狀況，行政院農業委員會農業試驗所（現為農業部農業試驗所），有機質肥料合理施用技術研討會專刊，72-83，1995。

40. 陳仁炫，有機質肥料的檢測與成分分析結果之解析，國立中興大學土壤調查試驗中心，有機質肥料之特性與管理研習會專刊，58-67，2003。

41. 陳琦玲、廖崇億、胡正宏、陳孟妘、林旻頡、蔡徵霖、莊秉潔、廖大經、王瑞章、張錦興，臺灣中部水稻田甲烷排放量測與估算，亞熱帶生態學學會、臺灣長期生態研究網、臺灣通量研究網聯合年會，2019。

42. 黃勝忠、宋勳，臺中地區落花生地方品種之純化與生產力評估，臺中區農業改良場研究彙報，46，27-35，1995。

43. 賴永昌、廖嘉信、陳一心，金山地區春夏作甘藷不同種期對塊根產量之影響，中華農業研究，45(1)，26-34，1996。

44. 譚增偉、劉禎祺、陳桂暖，土壤肥力與合理化施肥，行政院農業委員會農業試驗所（現為農業部農業試驗所），合理化施肥專刊，43-62，2005。

45. 譚增偉、陳桂暖，長期不同耕作制度及作物殘體管理對土壤有機質含量的影響，臺灣農業研究，60(2)，115-124，2011。

46. 李春芳、王嘉惠、吳啟瑞、范耕榛、洪鈴柱、程梅萍、蕭宗法，國內豬活體溫室氣體排放量調查，中國畜牧學會會誌，44(suppl.):259，2015。

47. 李春芳、王嘉惠、蕭宗法、范耕榛，臺灣乳山羊活體溫室氣體排放係數建立，中國畜牧學會會誌，51(suppl.):189， 2022。

第六章

土地利用、土地利用變化及林業部門 (CRT Sector 4)

6.1 部門概述

6.2 林地 (4.A)

6.3 參考文獻

第六章 土地利用、土地利用變化及林業部門(CRT Sector 4)

6.1 部門概述

聯合國政府間氣候變化專門委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change，以下簡稱 IPCC）於 1997 年將土地利用、土地利用變化及林業（Land Use, Land Use Change and Forestry，以下簡稱 LULUCF）納入國家溫室氣體清冊指南（Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories；1996 IPCC Guidelines，以下簡稱 1996 IPCC 指南修正版），對於土地利用變化造成的碳排放量（Carbon emission），以及林業部門碳移除量（Carbon removal）等估算方法提出具體建議，之後 IPCC 於 2003 年再公布 LULUCF 的良好作法指南（Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry，以下簡稱 LULUCF GPG）。

目前最新的版本為 IPCC 於 2006 年所公布國家溫室氣體清冊指南（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南），其內容係結合 1996 IPCC 指南修正版及 2003 年 LULUCF GPG 的主要精神與內容。在 2006 IPCC 指南架構下共區分為五大部門，其中與森林有關的部門為「農業、林業和其他土地使用(Agriculture, Forestry and Other Land Use, AFOLU)」部分之 3.B.1 林地（含林地維持為林地及林地與其他土地使用類型的轉換）及 3.D.1「收穫林產品(Harvested Wood Products，以下簡稱 HWP)」等部分。

我國土地利用、土地利用變化及林業部門（以下簡稱林業部門）溫室氣體排放源範疇，如表 6.1.1 所示，統計 4.A「林地」，另依據 IPCC 就 LULUCF 所提出之方法學，各項估算可依使用之精細程度區分為三個層級，分別為 2006 IPCC 指南方法 1 (Tier 1)、方法 2（Tier 2）及方法 3（Tier 3），相關採用結果如表 6.1.2 所示。

有關 1990 年至 2023 年林業部門碳移除量及其不確定性如表 6.1.3 所列，碳移除變化量範圍介於 19,388 至 23,546 千公噸二氧化碳當量，不確定性介於 7.50%至 8.80%之間。

表 6.1.1 土地利用、土地利用變化及林業部門排放源分類

土地類型	範疇定義	納入移除/排放計算之溫室氣體
4.A 林地	符合國家溫室氣體清冊林地閾值（如面積大於 0.5 公頃）的木本植被的所有土地，其植被結構當前在減少，但在原地可能達到國家定義林地類別的閾值之土地。	二氧化碳
4.B 農地	農業用地，含稻田和植被結構低於林地類閾值的農林系統。	無
4.C 草地	不被視為農田的牧場和草地。閾值低於林地類閾值的木本植被和其他無草植被系統，諸如草本和灌木。所有由荒地改造成用於消遣的草地以及符合國家定義的農業和森林牧場系統。	無
4.D 濕地	泥炭採掘地區和全年或部分時間被水覆蓋或充滿水的土地（如泥炭地），但不屬於林地、農田、草地或聚居地類別。作為管理子類的水庫和作為未管理子類的天然河流和湖泊。	無
4.E 聚居地	所有已開發的土地，如交通基礎設施和任何規模的人類聚居地，除非它們已經列入其他類別。這應當與國家定義一致。	無
4.F 其他土地	裸土、岩石、冰川和不屬於其他五個類別任意一種的所有土地面積。這一類別在可以獲得資料時，允許經過確定的土地總面積與國家面積相一致。如果能夠獲得資料，應按上文所述的土地利用類別對未管理土地進行分類（如分為未管理林地、未管理草地和未管理濕地）；這將提高透明性和加強追蹤土地利用從特定未管理土地類別轉化為上述類別的能力。	無
4.G 收穫林產品	收穫林產品包含所有搬離自林地之木質材料，其中亦包含樹皮；其所儲存的碳量，會隨林產品的使用在人類社會中流動、延遲其釋放至大氣中的時間。	無

表 6.1.2 土地利用、土地利用變化及林業部門所使用方法學

溫室氣體排放源與移除源分類	二氧化碳		甲烷		氧化亞氮	
	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數
4.A林地	T2	CS	NE	NE	NE	NE
4.B農地	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.C草地	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.D濕地	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.E聚居地	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.F其他土地	NE	NE	NE	NE	NE	NE
4.G收穫林產品	NE	NE				

備註：2006 IPCC 指南方法 2(Tier2, T2)；國家特定方法(Country Specific, CS)；NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計；灰底為指南未建議納入統計該氣體。

表 6.1.3 1990 年至 2023 年土地利用、土地利用變化及林業部門溫室氣體移除量與不確定性

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
4.A 林地	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851
4.A.1 林地維持林地	-23,295	-21,400	-23,408	-23,364	-23,228	-23,055	-22,536
4.A.2 其他土地轉變為林地	-91	-91	-136	-183	-231	-285	-315
土地利用、土地利用變化及林業部門總排放量	**-23,386**	**-21,490**	**-23,544**	**-23,546**	**-23,459**	**-23,340**	**-22,851**
土地利用、土地利用變化及林業部門不確定性	**7.92**	**7.50**	**8.00**	**8.03**	**8.04**	**8.04**	**7.94**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**
4.A 林地	-23,060	-22,887	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624
4.A.1 林地維持林地	-22,668	-22,446	-22,210	-22,061	-21,176	-21,960	-21,738
4.A.2 其他土地轉變為林地	-392	-440	-553	-656	-673	-747	-886
土地利用、土地利用變化及林業部門總排放量	**-23,060**	**-22,887**	**-22,764**	**-22,717**	**-21,850**	**-22,707**	**-22,624**
土地利用、土地利用變化及林業部門不確定性	**8.04**	**8.05**	**8.03**	**8.05**	**7.88**	**8.22**	**8.23**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**
4.A 林地	-22,542	-22,290	-22,259	-22,074	-22,082	-19,388	-21,889
4.A.1 林地維持林地	-21,560	-21,274	-21,230	-21,012	-20,959	-18,243	-20,671
4.A.2 其他土地轉變為林地	-981	-1,016	-1,029	-1,062	-1,123	-1,145	-1,218
土地利用、土地利用變化及林業部門總排放量	**-22,542**	**-22,290**	**-22,259**	**-22,074**	**-22,082**	**-19,388**	**-21,889**
土地利用、土地利用變化及林業部門不確定性	**8.27**	**8.29**	**8.42**	**8.48**	**8.61**	**7.96**	**8.67**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**
4.A 林地	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926	-21,961
4.A.1 林地維持林地	-20,766	-20,787	-20,835	-20,807	-20,851	-20,915	-20,998
4.A.2 其他土地轉變為林地	-1,181	-1,173	-1,139	-1,079	-1,049	-1,011	-963
土地利用、土地利用變化及林業部門總排放量	**-21,947**	**-21,960**	**-21,974**	**-21,886**	**-21,900**	**-21,926**	**-21,961**
土地利用、土地利用變化及林業部門不確定性	**8.71**	**8.69**	**8.69**	**8.67**	**8.68**	**8.70**	**8.72**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
4.A 林地	-21,984	-21,917	-21,905	-21,851	-21,834	-21,726	
4.A.1 林地維持林地	-21,065	-21,086	-21,181	-21,197	-21,245	-21,234	
4.A.2 其他土地轉變為林地	-918	-831	-724	-654	-589	-493	
土地利用、土地利用變化及林業部門總排放量	**-21,984**	**-21,917**	**-21,905**	**-21,851**	**-21,834**	**-21,726**	
土地利用、土地利用變化及林業部門不確定性	**8.74**	**8.74**	**8.78**	**8.78**	**8.80**	**8.79**	

6.2 林地(4.A)

由於我國《區域計畫法》、《森林法》對於林業用地變更以及森林伐採均已訂有相關規範，且根據臺灣森林經營管理方案第八條，1990 年代起即實施禁伐天然林政策，同時林地變更為其他使用之情形極少，因此依據農業部林業及自然保育署（以下簡稱林業保育署）第三次與第四次全國森林資源調查成果之林型面積為基礎，配合林業保育署每年估算維持覆蓋之林型面積以及林業統計每年新植造林、伐採、薪材收穫及干擾等相關活動數據，據以估算我國林業部門年碳移除量。

各年度碳移除量估算結果詳如表 6.2.1，相關趨勢顯示於圖 6.2.1，1990 年、2005 年及 2022 年林業部門碳移除量分別為 23,386、22,290 及 21,834 千公噸二氧化碳當量，2023 年林業部門碳移除量為 21,726 千公噸二氧化碳當量，其不確定性為 8.79%，其中「林地維持林地」碳移除量占 97.73%，「其他土地轉變為林地」碳移除量占 2.27%，如圖 6.2.2。近年無大規模之森林擾動，因此林業部門碳移除變動量趨近穩定，惟呈現些微下降趨勢，經評估，主因為全民造林及平地造林政策停止受理新植案件後，造林面積降低，相對影響為整體碳移除量之微幅下降，致使其他土地轉變為林地之碳移除量逐年降低。

表 6.2.1 1990 年至 2023 年林地碳移除量變化

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
4.A.1 林地維持林地	-23,295	-21,400	-23,408	-23,364	-23,228	-23,055	-22,536
碳移除量△CO_{2G}	-23,902	-23,902	-23,741	-23,580	-23,418	-23,257	-23,095
碳排放量△CO_{2L}	607	2,503	333	216	190	202	559
4.A.2 其他土地轉變為林地	-91	-91	-136	-183	-231	-285	-315
碳移除量△CO_{2B}	-91	-91	-136	-183	-231	-285	-315
4.A 林地總排放量	**-23,386**	**-21,490**	**-23,544**	**-23,546**	**-23,459**	**-23,340**	**-22,851**
4.A 林地不確定性	**7.92**	**7.50**	**8.00**	**8.03**	**8.04**	**8.04**	**7.94**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**1997**	**1998**	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**
4.A.1 林地維持林地	-22,668	-22,446	-22,210	-22,061	-21,176	-21,960	-21,738
碳移除量△CO_{2G}	-22,934	-22,772	-22,611	-22,450	-22,288	-22,127	-21,965
碳排放量△CO_{2L}	266	326	401	389	1,112	167	227
4.A.2 其他土地轉變為林地	-392	-440	-553	-656	-673	-747	-886
碳移除量△CO_{2B}	-392	-440	-553	-656	-673	-747	-886
4.A 林地總排放量	**-23,060**	**-22,887**	**-22,764**	**-22,717**	**-21,850**	**-22,707**	**-22,624**
4.A 林地不確定性	**8.04**	**8.05**	**8.03**	**8.05**	**7.88**	**8.22**	**8.23**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**	**2010**
4.A.1 林地維持林地	-21,560	-21,274	-21,230	-21,012	-20,959	-18,243	-20,671
碳移除量△CO_{2G}	-21,804	-21,642	-21,481	-21,319	-21,158	-20,997	-20,889
碳排放量△CO_{2L}	243	369	251	308	199	2,753	218
4.A.2 其他土地轉變為林地	-981	-1,016	-1,029	-1,062	-1,123	-1,145	-1,218
碳移除量△CO_{2B}	-981	-1,016	-1,029	-1,062	-1,123	-1,145	-1,218
4.A 林地總排放量	**-22,542**	**-22,290**	**-22,259**	**-22,074**	**-22,082**	**-19,388**	**-21,889**
4.A 林地不確定性	**8.27**	**8.29**	**8.42**	**8.48**	**8.61**	**7.96**	**8.67**

溫室氣體排放源和吸收匯類別	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
4.A.1 林地維持林地	-20,766	-20,787	-20,835	-20,807	-20,851	-20,915	-20,998
碳移除量△CO_{2G}	-20,907	-20,932	-20,970	-21,004	-21,040	-21,068	-21,105
碳排放量△CO_{2L}	140	145	135	197	189	153	107
4.A.2 其他土地轉變為林地	-1,181	-1,173	-1,139	-1,079	-1,049	-1,011	-963
碳移除量△CO_{2B}	-1,181	-1,173	-1,139	-1,079	-1,049	-1,011	-963
4.A 林地總排放量	**-21,947**	**-21,960**	**-21,974**	**-21,886**	**-21,900**	**-21,926**	**-21,961**
4.A 林地不確定性	**8.71**	**8.69**	**8.69**	**8.67**	**8.68**	**8.70**	**8.72**
溫室氣體排放源和吸收匯類別	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**	
4.A.1 林地維持林地	-21,065	-21,086	-21,181	-21,197	-21,245	-21,234	
碳移除量△CO_{2G}	-21,148	-21,202	-21,271	-21,318	-21,359	-21,421	
碳排放量△CO_{2L}	83	116	90	121	114	187	
4.A.2 其他土地轉變為林地	-918	-831	-724	-654	-589	-493	
碳移除量△CO_{2B}	-918	-831	-724	-654	-589	-493	
4.A 林地總移除量	**-21,984**	**-21,917**	**-21,905**	**-21,851**	**-21,834**	**-21,726**	
4.A 林地不確定性	**8.74**	**8.74**	**8.78**	**8.78**	**8.80**	**8.79**	

備註：1. 1991 年其他災害包括颱風災害次數共 7 次，面積共 295.74 公頃，被害材積 1,348,998.61m^3，損失材積 1,348,992.06 m^3。

2. 2001 年除丹大、梨山、雪山東峰及陽明山國家公園所發生之五次森林大火外，尚發生 59 次小火警，火災受損面積廣達 395 公頃，森林資源損失慘重。

3. 2009 年莫拉克風災對我國中、南部造成嚴重災害，尤其在高雄、屏東部分地區 3 天內降下超過 2,500 毫米的雨量，產生約 125 萬公噸漂流木，致林木損失材積量大。

4. 林地碳移除量係顯示全國森林年度碳移除貢獻，估算過程中已扣除因天災、人為干擾因素之碳損失量。前揭災害導致當年度林地碳移除量顯著下降，主要原因為材積損失造成碳排放量大增（4.A.1 碳排放量），但災害損失林地面積相較全臺林地面積（約 210 萬公頃）占比極低（以 2010 年扣除災害面積 12,110 公頃為例，僅占 0.58%），雖風災發生後續年度林地移除量下降（4.A.1 碳移除量），惟整體林地碳移除量下降趨勢不明顯。

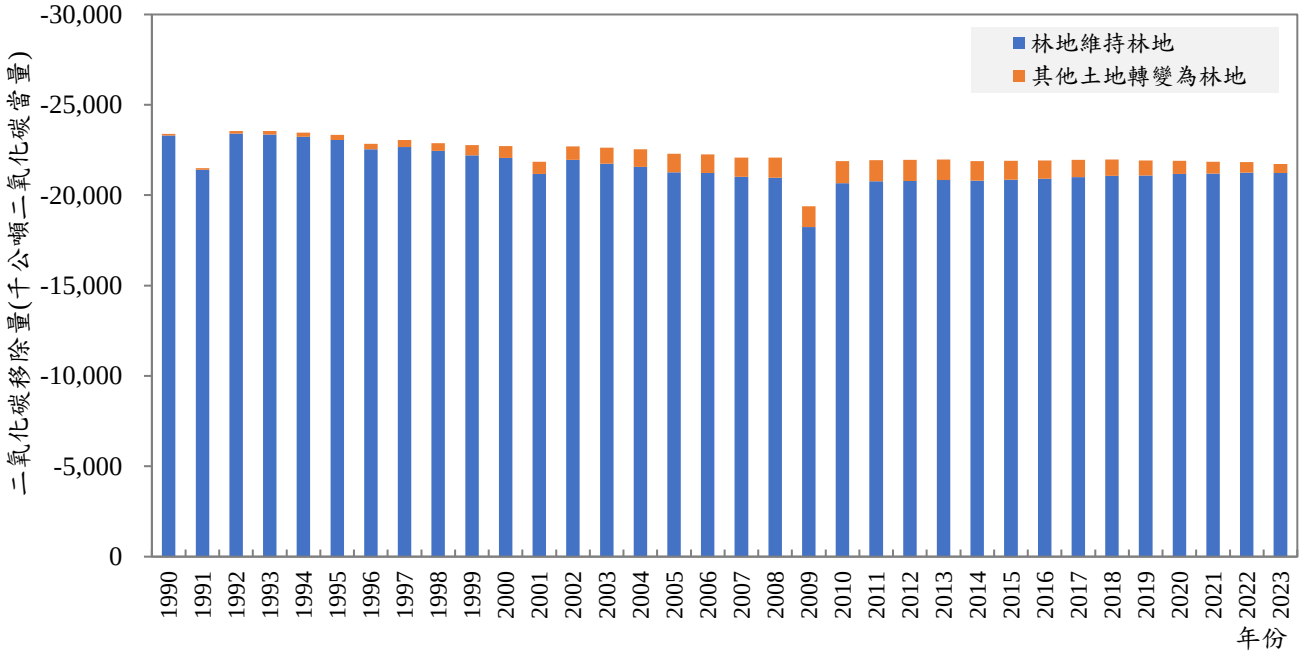


圖 6.2.1 1990 年至 2023 年林地碳移除量變化趨勢（依類別）

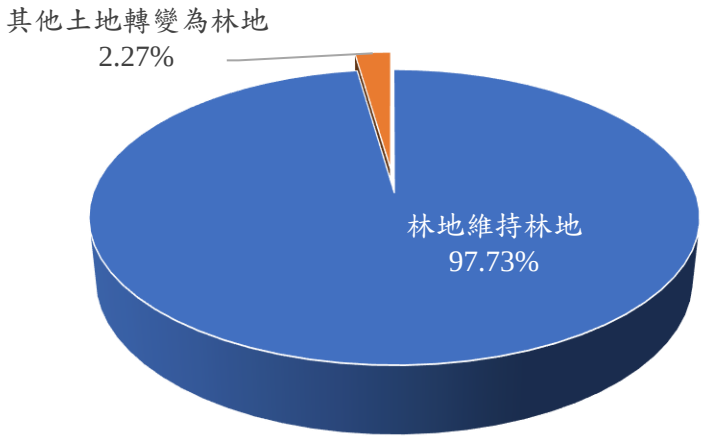


圖 6.2.2 2023 年林地中各類別之碳移除量占比

6.2.1 林地維持林地(4.A.1)

1. 排放源及匯分類的描述

森林所儲存之碳庫(Carbon Pool)可區分為生物量(Biomass)（包含地上部及地下部生物量）、死有機質(Dead Organic Matter)（包含枯死木與枯落物）、土壤(Soils)（包含土壤有機質）等三大類。各類碳庫說明如表 6.2.2 所示。

2. 方法論議題

(1)計算方法

在林地碳儲存量變化，主要為各碳庫變化的總和（公式 6.2.1）。

公式6.2.1：

$$\Delta C_{FL} = \Delta C_B + \Delta C_{DOM} + \Delta C_{Soils}$$

ΔC_{FL}：林地中之碳儲存年變化量（單位：公噸碳/年）

ΔC_B：生物量的碳儲存年變化量（單位：公噸碳/年）

ΔC_{DOM}：死有機物質（包括枯死木和枯落物）的碳儲存年變化量（單位：公噸碳/年）

ΔC_{Soils}：土壤碳儲存年變化量（單位：公噸碳/年）

公式 6.2.1 中 ΔC_B、ΔC_{DOM}、ΔC_{Soils} 之估算分述如下：

A. ΔC_B 生物量碳儲存量的變化

在每年生物量所增加的碳儲存量，主要為生物量每年因生長所增加的碳儲存量扣除因生物量損失所減少的碳儲存量，即為碳移除量（公式 6.2.2）。

公式6.2.2：

$$\Delta C_B = \Delta C_G - \Delta C_L$$

ΔC_B：生物量的碳儲存年變化量（單位：公噸碳/年）

ΔC_G：生物量生長之碳儲存年增加量（單位：公噸碳/年）

ΔC_L：生物量損失之碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

表 6.2.2 碳庫定義

碳庫		說明
生物量 (Biomass)	地上部生物量 (Aboveground Biomass)	土壤以上所有活的木本和草本之生物量，包括莖、殘幹(Stump)、枝、樹皮、種子和葉。 註：如果森林下層植被占地上部生物量碳庫的比例較小時，可不列入計算，但在整個調查期間中應有一致性的處理。
	地下部生物量 (Belowground Biomass)	活根的全部生物量。由於僅憑經驗要將直徑低於 2 公釐的細根與土壤有機質或枯落物加以區分是相當困難的，因此建議直徑低於 2 公釐的細根不列入計算。
死有機質 (Dead Organic Matter)	枯死木 (Dead Wood)	除枯落物外的所有非活的木質生物量，枯死木包括:直立的、橫躺在地面上的或者在土壤中直徑大於或等於 10 公分的枯倒木、死根和殘幹。
	枯落物 (Litter)	所有直徑大於 2 公釐（因要與土壤有機物區分）的非活的生物量及直徑小於枯死木所定義的最小直徑（10 公分)、在礦質或有機質土壤上已經死亡的及各種程度的腐朽狀況的所有非活的生物量，包括:土壤類型所定義的枯落物層及在礦質或有機質土壤中的活細根（最小直徑應低於地下部生物量所規定)。
土壤(Soils)	土壤有機質(Soil Organic Matter)	係指達到所選擇深度之礦質土壤的有機碳，包括:土壤中之活和死的細根與有機質、不能憑經驗區分而直徑小於 2 公釐（建議值）的根及死有機質。土壤深度預設值為 30 公分。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guideline for National Greenhouse Gas Inventories, 2006。

公式 6.2.3：

$$\Delta C_G = \sum_{i,j} \left(A_{i,j} \times G_{Total_{i,j}} \times CF_{i,j} \right)$$

ΔC_G：生物量生長之碳儲存年增加量（單位：公噸碳/年）

A_{ij}：i 生態區，j 氣候型之面積（單位：公頃）

G_{Total}：平均年生物量生長量（單位：公噸乾物質/公頃/年）

i：生態區（i = 1 至 n）

j：氣候型（j = 1 至 m）

CF_{ij}：i 生態區，j 氣候型之乾物質碳含量比例（單位：公噸碳/公噸乾物質）

平均年生物量生長量，在 2006 IPCC 指南方法 1（Tier 1）的情況時，可依林分地上部的平均年生物量增加量乘上根莖比可得出（公式 6.2.4）。在 2006 IPCC 指南方法 2 及 3（Tier 2 及 3），林分地上部的平均年生物量增加量可由特定林分（植被）的年平均材積生長量乘上其轉換生物量和擴展係數可得出（公式 6.2.5）。

公式 6.2.4：

$$G_{Total} = \Sigma[G_W \times (1+R)]$$

（2006 IPCC 指南方法 1）

G_{Total}：平均年生物量累積量（單位：公噸乾物質/公頃/年）

G_W：在特定林分（植被）類型地上部生物量的平均年生長量（單位：公噸乾物質/公頃/年）

R：根莖比

公式 6.2.5：

$$G_{Total} = \Sigma[I_V \times BCEF_I \times (1+R)]$$

（2006 IPCC 指南方法 2、3）

I_V：特定林分（植被）類型的年平均材積生長量（單位：立方公尺/公頃/年）

$BCEF_I$：特定林分（植被）類型之轉換生物量和擴展係數，將材積（包括樹皮）轉換為地上部生物量

如 $BCEF_I$ 無法直接得知，則可使用生物量擴展係數(BEF_I)與基本比重(D)值相乘得出（公式 6.2.6）。

公式 6.2.6：

$$\mathbf{BCEF_I = BEF_I \times D}$$

生物量損失之年碳儲存減少量為木材伐採、薪材收穫與干擾等因素所引起的年碳儲存減少量（公式 6.2.7）。

公式 6.2.7：

$$\mathbf{\Delta C_L = L_{Wood\text{-}Removals} + L_{Fuelwood} + L_{Disturbance}}$$

ΔC_L：生物量損失之碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

$L_{Wood\text{-}Removals}$：木材伐採所引起的碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

$L_{Fuelwood}$：薪材收穫所引起的碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

$L_{Disturbance}$：干擾等其他因素所引起的碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

木材伐採所引起的年碳儲存減少量，主要受每年伐採量所影響（公式 6.2.8）。

公式 6.2.8：

$$\mathbf{L_{Wood\text{-}Removals} = [H \times BCEF_R \times (1+R) \times CF]}$$

$L_{Wood\text{-}Removals}$：木材伐採所引起的碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

H：每年伐採量（單位：立方公尺/年）

R：根莖比

CF：乾物質碳含量比例（單位：公噸碳/公噸乾物質）

$BCEF_R$：將木材伐採材積換算為地上部總生物量（含樹皮）的生物量擴展係數

如 $BCEF_R$ 無法直接得知，則可使用伐採生物量擴展係數（BEF_R）與基本比重（D）值相乘得出（公式 6.2.9）。

公式 6.2.9：

$$\mathbf{BCEF_R = BEF_R \times D}$$

薪材收穫所引起的碳儲存年減少量，取決於每年收穫薪材的全株與林木材積（公式 6.2.10）。

公式 6.2.10：

$$\mathbf{L_{Fuelwood} = [FG \times BCEF_R \times (1+R)] \times CF}$$

$L_{Fuelwood}$：薪材收穫所引起的碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

FG：每年收穫薪材材積（單位：立方公尺/年）

R ：根莖比

CF：乾物質碳含量比例（單位：公噸碳/公噸乾物質）

$BCEF_R$：將木材伐採材積換算為地上部總生物量（含樹皮）的生物量擴展係數

干擾等其他因素所引起的碳儲存年減少量，依干擾面積、生物量及損失程度而定（公式 6.2.11）。

公式 6.2.11：

$$\mathbf{L_{Disturbance} = [A_{Disturbance} \times B_W \times (1+R) \times CF \times fd]}$$

$L_{Disturbance}$：干擾等其他因素所引起的碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

$A_{Disturbance}$：受干擾影響的森林面積（單位：公頃/年）

B_W：受干擾影響地區的平均地上部生物量（單位：公噸/公頃）

R：根莖比

CF：乾物質碳含量比例（單位：公噸碳/公噸乾物質）

fd ：干擾造成該地生物量損失程度（如由於干擾造成林分生物量全部損失，則 fd=1，如因病蟲害干擾而僅造成部分生物量的損失，則 0<fd<1）

如因干擾所損失的生物量可以計算，則可將上式加以修正為公式 6.2.12。

公式 6.2.12：

$$L_{Disturbance} = [DV \times BCEF_I \times (1+R) \times CF \times fd]$$

$L_{Disturbance}$：干擾等其他因素所引起的碳儲存年減少量（單位：公噸碳/年）

DV：受干擾所損失的材積量（單位：立方公尺）

$BCEF_I$：特定林分（植被）類型之轉換生物量和擴展係數，將材積（包括樹皮）轉換為地上部生物量

R：根莖比

CF：乾物質碳含量比例（單位：公噸碳/公噸乾物質）

fd ：干擾造成該地生物量損失程度（如由於干擾造成林分生物量全部損失，則 fd=1，如因病蟲害干擾而僅造成部分生物量的損失，則 0<fd<1）

B. ΔC_{DOM} 死有機質碳儲存量變化

採用 Tier 1 進行估算時，若碳庫中碳儲存量的年變化不明顯，則可採用 IPCC 指南之預設值，認為該碳庫的年增加量與損失量互相抵消，致使死有機質的年碳儲存量變化量為零。當國家在報告期間內未經歷森林類型、林地擾動或經營制度上的重大轉變時，此假設即符合 IPCC 方法學的保守性原則。

C. ΔC_{Soils} 土壤碳儲存量變化

國內目前較全面的森林土壤調查資料為林業保育署與林業試驗所合作執行之「臺灣高山林地土壤調查計畫」。此計畫成果雖已針對森林土壤碳庫進行初步推估，但尚未深入探討土壤碳儲存的年變化量。此外，由於報告期間內未發生森林類型、林地擾動或經營制度的重大變化，因此本次推估設定森林土壤碳庫的年碳儲存量變化為零，此項假設符合 IPCC 方法學的保守性原則。

(2)排放係數

基本比重(D)：針葉樹林型採用王兆桓（2008）[1]對 6 種針葉樹種研究數據，依各樹種第四次森林資源調查之面積加權計算平均，其值為 0.41。闊葉樹則將林裕仁等（2002）[2]對 15 種闊葉樹種研究之結果進行平均，為 0.56。針闊葉混淆林為針葉樹與闊葉樹之平均值為 0.49。

生物量擴展係數(BEF_I、BEF_R)：相關係數係依據專家諮詢會議，決議相關係數以文獻係數平均值為原則，但若相關文獻數量不多且文獻係數差異過大時，建議採

[1] 王兆桓，《森林蓄積量與生物量轉換模式之建立（3/3）》，臺北，臺灣：農業部林業及自然保育署，2008。
[2] 林裕仁、劉瓊霰、林俊成，「臺灣地區主要用材比重與碳含量測定」，《臺灣林業科學》，17（3），291-299，2002。

取中位數為宜。針葉樹數值取自王兆桓（2008）各針葉樹種之平均值為 1.27。闊葉樹採用各文獻之中位數為 1.40，所採用之文獻共五篇：王兆桓與劉知妤（2006）[3]、王兆桓（2008）、李宣德與馮豐隆（2010）[4]、林國銓等（1994）[5]與林國銓與何淑玲（2005）[6]。針闊葉混淆林為針葉樹與闊葉樹之平均值為 1.34。

生物量轉換與擴展係數($BCEF_I$、$BCEF_R$)：於針葉樹部分同樣採用王兆桓（2008），取其平均值為 0.51。闊葉樹則取王兆桓（2008）、林國銓等（2007）[7]、林國銓等（2008）[8]、林國銓等（2009）[9]、林國銓與何淑玲（2005）、許原瑞等（2006）[10]與許原瑞（2008）[11]等七篇文獻之中位數 0.92 為代表。針闊葉混淆林為針葉樹與闊葉樹之平均值為 0.72。

根莖比(R)：因國內針葉樹研究報告缺乏，故採用 2006 IPCC 指南對亞熱帶濕潤林的預設值 0.22，作為針葉樹的 R 值。闊葉樹則採用李宣德與馮豐隆（2008）[12]、林國銓等（2006）[13]、林國銓等（2007）、林國銓等（2008）、林國銓等（2009）、林國銓等（2010）[14]、林國銓與何淑玲（2005）、柯淑惠（2006）[15]、陳財輝等（1998）[16]及陳財輝與呂錦明（1988）[17]共十篇文獻，7 種樹種，取其之中位數 0.24 為代表。針闊葉混淆林為針葉樹與闊葉樹之平均值為 0.23。

乾物質碳含量比例(CF)：根據林裕仁等（2002）對臺灣 24 種主要用材的研究，分別使用針葉樹種與闊葉樹種進行實驗，結果顯示針葉樹與闊葉樹碳含量平均比例值分別為 0.4821 與 0.4691；針闊葉混淆林為針葉樹與闊葉樹之平均值為 0.4756。

---

[3] 王兆桓、劉知妤，「森林蓄積量與生物量轉換模式之建立」，《2006 森林碳吸存研討會論文集》，200-215，臺北，臺灣：行政院農業委員會林業試驗所，2006。

[4] 李宣德、馮豐隆，「臺灣地區樟樹生物量擴展係數之建立」，《林業研究季刊》，32（3），45-54，2010。

[5] 林國銓、洪富文、游漢明與馬復京 1994，「福山試驗林闊葉林生態系生物量與葉面積指數的累積與分布」，《林業試驗所研究報告季刊》，9（4），299-315，。

[6] 林國銓、何淑玲，「由生物量推估臺灣不同林分之碳儲存量」，《森林經營對二氧化碳吸存之貢獻研討會論文集》，97-108，臺北，臺灣：行政院農業委員會林業試驗所，2005。

[7] 林國銓、杜清澤、黃菊美，「苗栗地區相思樹和木油桐人工林碳和氮累積量及生產量之估算」，《中華林學季刊》，40（2），201-218，2007。

[8] 林國銓、黃菊美、杜清澤，「櫸木人工林造林木碳儲存量和吸存量之估算」，《國家公園學報》，18（2），45-58，2008。

[9] 林國銓、杜清澤、黃菊美，「臺東地區相思樹與楓香兩人工林碳累積量」，《林業研究季刊》，31（3），55-68，2009。

[10] 許原瑞等人，「海岸林分生物量調查規劃」，《2006 年森林碳吸存研討會論文集》，217-235，臺北，臺灣：行政院農業委員會林業試驗所，2006。

[11] 許原瑞，「桉樹類的生物量與碳蓄積量」，《97 年度森林碳管理研討會論文集》，17-29，臺北，臺灣：行政院農業委員會林業試驗所，2008。

[12] 李宣德、馮豐隆，「森林碳吸存資源調查推估模式系統－以臺灣樟樹為例」，《臺灣林業科學》，23（Supplement），11-22，2008。

[13] 林國銓等人，「亞熱帶闊葉林林木粗根生物量和養分含量之估算」，《臺灣林業科學》，21（2），155-166，2006。

[14] 林國銓、杜清澤、黃菊美，「光蠟樹人工林碳儲存量和吸存量之估算」，《中華林學季刊》，43（2），261-276，2010。

[15] 柯淑惠，「臺灣櫸人工林生物量及碳儲存量之研究」，《國立中興大學森林學系碩士論文》，臺中，臺灣：國立中興大學，2006。

[16] 陳財輝、許博行、張峻德，「四湖木麻黃林分生物量及養分量聚集」，《臺灣林業科學》，13（4），325-349，1998。

[17] 陳財輝、呂錦明，「苗栗海岸砂丘木麻黃人工林之生長及林分生物量」，《林業試驗所研究報告季刊》，3（1），333-343，1988。

竹林之基本比重採用王義仲與陳周宏（1995）[18]、王義仲（2006）[19]及林裕仁等（2011）[20]等三篇研究，共六種竹種，取其中位數為 0.62。生物量擴展係數與根莖比皆以呂錦明與陳財輝（1992）[21]對桂竹林分生物量的研究結果，其數值分別為 1.40 與 0.46。乾物質碳含量比例則以林裕仁等（2011）對孟宗竹、桂竹、麻竹及刺竹之碳轉換係數的研究，以四種竹材的平均值為 0.4732。

年生長量：採用第三次及第四次全國森林資源調查成果之各林型單位面積材積差值，除上二次調查之間隔年數，推算各林型年生長量。

惟因森林資源調查針對竹林僅估算單位面積支數，爰竹林生長量則依王義仲（2006）研究結果，每公頃、竹齡五年之孟宗竹的竹稈生物量為 105.1 公噸，每公頃、竹齡五年之桂竹的竹稈生物量為 33.3 公噸，將兩種竹類所得結果加以平均再除以 5 年，求得竹稈年平均生長量為 13.84 公噸/公頃。

各項轉換係數及年生長量羅列如表 6.2.3。

(3)活動數據

以目前國內可取得及歸納之資料進行分類計算。

A. 林地維持林地面積

林地面積以全國森林資源調查之成果為主，林業保育署已完成四次全國性森林資源調查。第三次全國森林資源調查之成果顯示全臺林地面積為 2,102,400 公頃，其調查時間為 1990 年 3 月至 1993 年 9 月，爰以其中間年份 1991 年作為基準年；第四次全國森林資源調查面積為 2,185,425 公頃，扣除待成林地後的面積為 2,155,140 公頃，航照影像主要取自 2008 年至 2010 年，故採用 2009 年為基準年。

而 1991 年至 2009 年間的各林型面積利用二次調查成果、採內插法推得。第四次全國森林資源調查與第三次全國森林資源調查比較，森林面積增加約 5 萬多公頃，主要增加地區在國有林事業區外之山坡地與平地。

考量崩塌及風災為改變林地覆蓋之主因，2009 年後以歷年因崩塌或風災減少森林覆蓋面積推算「林地維持林地」之面積。所使用數據包含林業保育署委託國立成功大學執行「運用衛星影像於全島崩塌地判釋與災害分析」研究成果（2010 年至 2016 年），以及林業保育署執行「森林資源調查暨國有林事業區檢訂土地覆蓋型及航照樣點圖資更新作業」之成果（2013 年至 2023 年）。

估算方法係將前開二計畫成果之各年度崩塌地圖層以聯集的方式累加，用以運算天然針葉林、天然針闊葉混淆林、天然闊葉林、人工針葉林、人工針闊葉混淆林、人工闊葉林、木竹混淆林和竹林等 8 種林型之崩塌或風災面積（如表

[18] 王義仲、陳周宏，「臺灣產竹種工藝利用價值之評估（I）」，《林產工業》，14（1），82-94，1995。
[19] 王義仲，「竹林生物量調查回顧與展望」，《2006 森林碳吸存研討會論文集》，167-188，臺北，臺灣：行政院農業委員會林業試驗所，2006。
[20] 林裕仁、王秋娟、Sara Wu，「四種臺灣竹材碳轉換係數之分析」，《臺灣林業科學》，26（4），341-355，2011。
[21] 呂錦明、陳財輝，「桂竹之林分構造及生物量－桶頭－桂竹林分之例」，《林業試驗所研究報告季刊》，7（1），1-13，1992。

6.2.4)。2009 年以後各年度「林地維持林地」面積已扣除表中崩塌或風災面積。

此外,「其他土地轉變為林地」經過 20 年之過渡期後，計算時改納入林地維持林地的面積估算，如 1990 年之造林面積，至 2011 年時加總至林地維持林地之面積中。

綜整前述資料後得出，各年度林地維持林地之面積如下表 6.2.5。

B. 每年伐採量(H)、每年收穫薪材材積(FG)

根據歷年林業保育署之林業統計加以整理（如表 6.2.6）。

C. 受干擾影響的森林面積($A_{Disturbance}$)與損失材積量(DV)

根據歷年林業保育署之林業統計加以整理(表 6.2.7)，其中受干擾影響之來源包括盜伐、火災、火警、濫墾及其他；幼齡木、幼苗、竹叢、副產物之損失未列入。

(4)移除量

1990 年至 2023 年「林地維持林地」碳移除量變化估算結果如表 6.2.8 所示。1990 年、2005 年及 2022 年碳移除量分別為 23,295、21,274 及 21,245 千公噸二氧化碳當量，2023 年林業部門碳移除量為 21,234 千公噸二氧化碳當量。整體而言，各年度數值大致穩定，主要歸因於我國《區域計畫法》與《森林法》對林業用地變更及伐採行為設有限制，且自 1992 年起即實施天然林禁伐政策，導致林地變更為其他用途之情形相對稀少，故碳移除量波動幅度較小。然而，1991 年、2001 年及 2009 年因發生森林火災與颱風等重大自然災害，造成當年度碳排放量($\triangle CO_{2L}$)顯著上升，進而使該年之淨碳移除量明顯下降；其餘各年則大致維持穩定。

(5)完整性

利用林業保育署四次全國森林資源調查之成果，並考量因崩塌或風災減少森林覆蓋面積，綜整後得出各年度林地維持林地之面積，據以完整統計整個時間序列之「林地維持林地」碳移除量變化。

表 6.2.3 相關轉換係數及年生長量

林型\係數	基本比重 (D)	生物量擴展係數 (BEF)	生物量轉換與擴展係數 (BCEF)	根莖比 (R)	碳含量比例 (CF)	年生長量（立方公尺/公頃）
天然針葉林	0.41	1.27	0.51	0.22	0.4821	4.14
天然針闊葉混淆林	0.49	1.34	0.72	0.23	0.4756	10.05
天然闊葉林	0.56	1.40	0.92	0.24	0.4691	3.58
人工針葉林	0.41	1.27	0.51	0.22	0.4821	8.11
人工針闊葉混淆林	0.49	1.34	0.72	0.23	0.4756	10.37
人工闊葉林	0.56	1.40	0.92	0.24	0.4691	4.34
木竹混淆林	0.49	1.34	0.72	0.23	0.4756	3.31
竹林 [1]	0.62	1.40	-	0.46	0.4732	13.84

備註：竹林年生長量為 13.84 公噸/公頃。

表 6.2.4 2010 年至 2023 年因崩塌或風災減少森林覆蓋面積

（單位：公頃）

林型	天然針葉林	天然針闊葉混淆林	天然闊葉林	人工針葉林	人工針闊葉混淆林	人工闊葉林	木竹混淆林	竹林	總計
2010	1,184	835	7,775	253	232	913	561	357	12,110
2011	447	207	1,755	74	49	150	87	53	2,822
2012	545	263	2,041	83	48	157	37	24	3,198
2013	192	148	1,496	60	47	75	41	45	2,104
2014	341	241	1,578	50	45	97	35	21	2,408
2015	127	94	757	18	13	39	22	10	1,080
2016	94	62	574	19	20	34	15	17	835
2017	162	144	1,002	79	27	60	13	11	1,500
2018	66	93	604	5	12	21	1	2	804
2019	128	57	682	374	172	109	0	0	1,521
2020	62	55	708	2	2	40	9	11	890
2021	7	10	89	1	3	6	3	0	120
2022	34	37	358	6	63	15	8	5	524
2023	106	61	387	18	12	29	3	4	620
累計減少面積	3,495	2,306	19,805	1,042	744	1,746	834	560	30,533
累計減少比例	11.45%	7.55%	64.87%	3.41%	2.44%	5.72%	2.73%	1.83%	100.00%

備註：1. 2010 年至 2016 年資料參考林業保育署委託國立成功大學辦理「運用衛星影像於全島崩塌地判釋與災害分析」計畫之崩塌地資料。

2. 2017 年至 2023 年資料取自林業保育署「森林資源調查暨國有林事業區檢訂土地覆蓋型及航照樣點圖資更新作業」計畫成果坡地崩塌區域。

表 6.2.5 1990 年至 2023 年林地維持林地面積

（單位：公頃）

林型 / 年份	天然針葉林	天然針闊葉混淆林	天然闊葉林	人工針葉林	人工針闊葉混淆林	人工闊葉林	木竹混淆林	竹林	總計
1990	220,100	286,376	975,800	218,400	37,287	144,600	67,537	152,300	2,102,400
1991	220,100	286,376	975,800	218,400	37,287	144,600	67,537	152,300	2,102,400
1992	219,324	277,044	995,550	211,415	38,155	143,578	70,171	150,093	2,105,330
1993	218,548	267,713	1,015,300	204,430	39,023	142,556	72,805	147,886	2,108,261
1994	217,772	258,381	1,035,050	197,445	39,891	141,534	75,438	145,679	2,111,190
1995	216,996	249,050	1,054,800	190,460	40,759	140,512	78,072	143,472	2,114,121
1996	216,220	239,718	1,074,550	183,475	41,627	139,490	80,706	141,264	2,117,050
1997	215,445	230,386	1,094,300	176,490	42,495	138,467	83,339	139,057	2,119,979
1998	214,669	221,055	1,114,050	169,505	43,364	137,445	85,973	136,850	2,122,911
1999	213,893	211,723	1,133,800	162,520	44,232	136,423	88,607	134,643	2,125,841
2000	213,117	202,392	1,153,550	155,535	45,100	135,401	91,240	132,436	2,128,771
2001	212,341	193,060	1,173,299	148,550	45,968	134,379	93,874	130,229	2,131,700
2002	211,565	183,729	1,193,049	141,565	46,836	133,357	96,508	128,022	2,134,631
2003	210,789	174,397	1,212,799	134,580	47,704	132,335	99,141	125,815	2,137,560
2004	210,013	165,066	1,232,549	127,595	48,572	131,313	101,775	123,608	2,140,491
2005	209,237	155,734	1,252,299	120,610	49,440	130,291	104,409	121,400	2,143,420
2006	208,461	146,403	1,272,049	113,625	50,308	129,269	107,042	119,193	2,146,350
2007	207,685	137,071	1,291,799	106,640	51,176	128,246	109,676	116,986	2,149,279
2008	206,909	127,740	1,311,549	99,655	52,044	127,224	112,310	114,779	2,152,210
2009	206,134	118,408	1,331,299	92,670	52,913	126,202	114,943	112,572	2,155,141
2010	204,950	117,573	1,323,524	92,417	52,681	125,289	114,382	112,215	2,143,031
2011	204,503	117,366	1,321,770	93,302	52,699	127,835	114,296	112,323	2,144,094
2012	203,957	117,103	1,319,728	94,569	52,703	130,681	114,259	112,551	2,145,551
2013	203,765	116,955	1,318,232	96,289	52,703	133,580	114,218	112,785	2,148,527
2014	203,424	116,714	1,316,654	97,720	52,659	136,482	114,183	113,067	2,150,903
2015	203,297	116,620	1,315,897	98,707	52,645	139,931	114,161	113,187	2,154,445
2016	203,203	116,559	1,315,323	99,301	52,626	142,729	114,146	113,282	2,157,169
2017	203,041	116,415	1,314,321	100,443	52,598	146,569	114,133	113,378	2,160,898
2018	202,975	116,322	1,313,717	102,148	52,586	149,986	114,132	113,476	2,165,342
2019	202,848	116,265	1,313,035	103,215	52,414	155,855	114,132	113,546	2,171,310
2020	202,785	116,210	1,312,327	104,729	52,414	162,467	114,122	113,664	2,178,718
2021	202,778	116,199	1,312,239	105,759	52,411	166,586	114,119	113,734	2,183,825
2022	202,745	116,162	1,311,881	106,549	52,348	170,639	114,112	113,800	2,188,236
2023	202,638	116,102	1,311,494	107,385	52,340	177,166	114,110	113,866	2,195,101

備註：2010 年起扣除崩塌或風災面積；2011 年起納入「其他土地轉變為林地」轉為林地已滿 20 年者之面積。

表 6.2.6 臺灣地區森林主產物伐採量

年份	面積（ha）			林木材積（m^3）						竹類（支）
	林地	竹林	總計	天然針葉林	天然闊葉林	人工針葉林	人工闊葉林	薪材	總計	
1990	1,917	1,479	3,396	6,292	54,207	85,517	17,481	39,715	203,212	5,795,941
1991	1,046	1,683	2,729	4,191	26,244	64,436	7,885	23,303	126,059	4,318,917
1992	1,036	781	1,817	5,428	13,662	69,813	7,361	22,059	118,323	3,312,710
1993	575	675	1,250	4,457	2,724	50,683	5,245	8,625	71,734	2,176,352
1994	439	532	971	3,182	3,735	36,679	6,396	6,136	56,128	1,907,854
1995	625	587	1,212	5,536	349	35,440	4,876	16,976	63,177	2,161,413
1996	500	293	793	4,515	328	38,665	3,154	9,700	56,362	2,323,761
1997	448	184	632	4,597	309	32,831	3,071	11,365	52,173	1,232,119
1998	458	260	718	5,679	197	27,349	3,262	13,042	49,529	1,508,053
1999	393	493	886	3,177	964	22,267	6,540	9,997	42,945	1,841,708
2000	632	383	1,015	0	3,507	22,500	4,039	5,134	35,180	1,716,292
2001	405	124	529	0	7,414	21,171	11,741	7,533	47,859	558,927
2002	624	390	1,014	0	3,642	26,019	24,010	7,388	61,059	1,268,416
2003	739	455	1,194	128	771	56,764	9,597	18,282	85,542	2,174,351
2004	705	333	1,038	0	128	37,968	20,616	12,089	70,801	1,572,353
2005	500	342	842	2	533	35,393	16,649	7,481	60,058	1,694,291
2006	587	622	1,209	72	252	35,214	17,127	10,931	63,596	3,046,946
2007	326	339	665	1	145	40,253	15,182	11,638	67,219	2,864,482
2008	180	465	645	2	30	36,596	7,140	7,340	51,108	2,509,139
2009	158	438	596	0	760	32,058	7,774	3,690	44,282	3,266,805
2010	159	562	721	6	1,432	19,115	11,933	313	32,799	3,326,833
2011	142	370	512	117	131	27,674	8,217	774	36,913	1,875,466
2012	151	378	529	70	194	37,189	5,971	2,808	46,232	1,772,876
2013	170	285	455	25	400	26,461	7,516	7,817	42,219	1,532,111
2014	155	394	549	11	337	51,350	6,325	4,247	62,270	2,427,516
2015	189	488	677	3	314	37,399	5,822	8,071	51,609	2,431,258
2016	124	287	411	64	495	26,124	7,488	7,873	42,044	1,803,786
2017	87	181	268	34	213	23,308	6,030	4,379	33,964	1,229,043
2018	101	131	232	1	129	26,549	6,064	5,562	38,305	609,969
2019	93	192	285	4	191	34,347	7,109	5,264	46,915	1,067,344
2020	104	250	354	52	155	29,008	4,167	6,561	39,943	737,486
2021	102	136	238	10	63	35,361	3,717	6,110	45,261	730,163
2022	107	146	253	114	327	33,501	6,295	4,615	44,852	526,817
2023	99	215	314	0	34	32,699	11,671	2,297	46,701	874,148

備註：1. 表列林木採伐面積，均係皆伐面積；竹之採伐面積，係含皆、擇伐面積。

2. 天然林之林木材積係統計天然林地倒木之材積。

資料來源：林業保育署之林業統計。

表 6.2.7 受干擾影響的森林面積與損失材積

年份	次數	面積（公頃）	林木材積（立方公尺）	竹類（支）
1990	352	4,031	3,395	0
1991	362	1,125	1,357,423[1]	163,220
1992	292	401	2,235	20,154
1993	359	1,251	9,944	24,196
1994	441	3,860	5,246	264,490
1995	336	546	1,873	105,600
1996	511	7,519	43,984	6,255,093
1997	305	2,969	14,572	2,330,329
1998	252	1,642	20,233	3,131,407
1999	429	2,440	75,991	2,692,378
2000	272	4,353	103,385	1,966,948
2001	263	1,621	645,328[2]	252,545
2002	347	742	3,670	35,657
2003	491	800	624	27,448
2004	251	1,006	26,764	394,651
2005	219	3,133	65,112	2,013,673
2006	210	158	2,017	99,200
2007	231	1,049	37,751	257,027
2008	317	284	4,182	26,962
2009	455	5,834	1,563,005[3]	2,486,573
2010	419	97	5,202	1,608
2011	476	33	297	731
2012	445	10	109	0
2013	413	15	411	750
2014	380	30	494	0
2015	435	64	842	180
2016	381	6,160	2,269[4]	34,869
2017	391	25	458	625
2018	338	42	401	1,699
2019	390	29	592	7,540
2020	342	47	404	7,200
2021	341	100	16,998[5]	21,554
2022	269	45	18,618	1,134
2023	292	106	52,107	3,050

備註：1. 1991 年其他災害包括颱風災害次數共 7 次，面積共 295.74 公頃，被害材積 1,348,998.61m^3，損失材積 1,348,992.06 m^3。

2. 2001 年除丹大、梨山、雪山東峰及陽明山國家公園所發生之五次森林火災外，尚發生 59 次小火警，火災受損面積廣達 395 公頃，森林資源損失慘重。

3. 2009 年莫拉克風災對我國中、南部造成嚴重災害，尤其在高雄、屏東部分地區 3 天內降下超過 2,500 毫米的雨量，產生約 125 萬公噸漂流木，致林木損失材積量大。

4. 2016 年莫蘭蒂風災對金門造成 5,996.98 公頃之受損面積，惟依林業統計報表未具材積數據，然「金門森林風損評估之研究-以莫蘭蒂颱風為例」[22]報告顯示風倒材積量達 289,600 m^3，依京都議定書決議文，LULUCF 部門各國應提交之每年天然干擾訊息可排除森林干擾釋放量超過背景值者，故該次風災損失材積不計入估算。

5. 2021 年 5 月玉山國家公園森林火災，林木材積損失達 16,724m^3，致使年度林木材積損失達 16,998m^3。

資料來源：林業保育署之林業統計。

[22] 邱祈榮、王楷勛，「金門森林風損評估之研究-以莫蘭蒂颱風為例」，《第十二屆環境保護林經營管理研討會論文集》，91-98，行政院農業委員會林業試驗所（現為農業部林業試驗所），2017。

表 6.2.8 1990 年至 2023 年林地維持林地碳移除量變化

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年份	林木生長碳移除量 $\triangle CO_{2G}$	年碳排放量$\triangle CO_{2L}$			總碳移除量 $\triangle CO_2$
		木材伐採碳排放量 $L_{Wood\text{-}Removals}$	薪材收穫碳排放量 $L_{Fuelwood}$	干擾等其他因素碳排放量 $L_{Disturbance}$	
1990	-23,902.4	524	78	5	-23,295.2
1991	-23,902.4	353	46	2,104	-21,399.5
1992	-23,741.0	285	43	4	-23,407.9
1993	-23,579.6	182	17	17	-23,363.8
1994	-23,418.1	157	12	21	-23,228.4
1995	-23,256.7	161	33	8	-23,054.7
1996	-23,095.2	168	19	373	-22,535.9
1997	-22,933.8	108	22	136	-22,667.6
1998	-22,772.4	117	26	184	-22,446.3
1999	-22,610.9	132	20	249	-22,210.3
2000	-22,449.5	123	10	256	-22,060.7
2001	-22,288.1	88	15	1,009	-21,176.2
2002	-22,126.6	145	15	7	-21,960.0
2003	-21,965.2	189	36	2	-21,738.1
2004	-21,803.7	159	24	61	-21,560.4
2005	-21,642.3	155	15	199	-21,273.8
2006	-21,480.9	221	21	8	-21,230.1
2007	-21,319.4	214	23	71	-21,011.8
2008	-21,158.0	177	14	8	-20,959.2
2009	-20,996.6	211	7	2,535	-18,243.1
2010	-20,889.4	209	1	8	-20,671.4
2011	-20,906.6	138	2	0	-20,766.2
2012	-20,932.2	139	6	0	-20,787.1
2013	-20,969.8	119	15	1	-20,834.5
2014	-21,003.8	188	8	1	-20,806.9
2015	-21,040.1	172	16	1	-20,851.3
2016	-21,068.1	132	15	5	-20,915.1
2017	-21,105.2	98	9	1	-20,998.0
2018	-21,148.0	71	11	1	-21,065.4
2019	-21,201.9	104	10	1	-21,086.2
2020	-21,271.3	76	13	1	-21,181.1
2021	-21,318.1	82	12	27	-21,196.9
2022	-21,358.5	76	9	29	-21,245.0
2023	-21,420.5	102	5	81	-21,233.8

備註：$\triangle CO_2 = \triangle CO_{2\,G} +$ （$L_{Wood\text{-}Removals} + L_{Fuelwood} + L_{Disturbance}$）

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

考量蒙地卡羅法於應用上較為複雜，且需搭配統計軟體輔助，為符合我國現階段資料處理能力，故本報告採用誤差傳播法(Error Propagation Method)推估「林地維持林地」之碳移除量不確定性。

林地碳移除量的不確定性討論對象包含林業活動數據（如土地使用面積）與轉換係數(如各種碳轉換係數)二大項目。其中林業活動數據來源為全國森林資源調查。由於第四次調查係以航照圖判釋繪製土地利用類型圖，非以抽樣設計進行統計估算，故無法以統計方法評估其不確定性，因此採用 2006 IPCC 指南之建議值，設定其不確定性為 5%。

進行不確定性分析有四個主要步驟。首先，整理碳轉換係數文獻中的研究成果與標準差或標準誤差，不確定性是由平均值和標準差所推估(95%信賴區間)，以下列公式 6.2.13 與公式 6.2.14 計算每篇文獻各樹種之不確定性；第二步則視取平均與中位數的過程為不同變量相加，採用誤差傳播法的加法規則（公式 6.2.15）計算出各係數之不確定性；因估算林地碳量時，活動數據與各個轉換係數為相乘的關係，依據誤差傳播法乘法規則（公式 6.2.16）來合併其不確定性。第三步將各林型碳排放/碳移除的數量相加，並以加法規則合併各林型不確定性，第四步合併林地維持林地與土地轉變為林地兩部分之不確定性，詳如表 6.2.9。

公式 6.2.13：

標準差（SD）

$$= \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

x_i：第 i 筆數據

$\bar{x}$：文獻收集之數據平均值

n：數據筆數

公式 6.2.14：

不確定性（U）

$$= \frac{SD \times 1.96}{\bar{x}} \times 100\%$$

SD：標準差

$\bar{x}$：文獻收集之數據平均值

表 6.2.9 林業活動數據與轉換係數不確定性分析結果

係數 / 林型	活動數據不確定性 (%)	基本比重 (D)	不確定性 (%)	生物量轉換與擴展係數 (BCEF)	不確定性 (%)	根莖比 (R)	不確定性 (%)	碳含量比例 (CF)	不確定性 (%)	年生長量（立方公尺/公頃）	不確定性 (%)	合併之不確定性 (%)
天然針葉林	5.00	0.41	9.30	0.51	2.18	0.22	32.30	0.4821	2.89	4.14	12.19	35.07
天然針闊葉混淆林	5.00	0.49	9.30	0.72	7.62	0.23	16.88	0.4756	1.80	10.05	15.83	24.92
天然闊葉林	5.00	0.56	-	0.92	11.79	0.24	13.06	0.4691	2.13	3.58	15.80	18.84
人工針葉林	5.00	0.41	9.30	0.51	2.18	0.22	32.30	0.4821	2.89	8.11	13.13	34.82
人工針闊葉混淆林	5.00	0.49	9.30	0.72	7.62	0.23	16.88	0.4756	1.80	10.37	4.01	25.97
人工闊葉林	5.00	0.56	-	0.92	11.79	0.24	13.06	0.4691	2.13	4.34	24.93	27.93
木竹混淆林	5.00	0.49	-	0.72	7.62	0.23	16.88	0.4756	1.80	3.31	11.45	22.83
竹林	5.00	0.62	15.68	-	-	0.46	-	0.4732	2.15	13.84[a]	-	5.44

備註：[a] 竹林年生長量之單位為公噸/公頃。

公式 6.2.15：

不確定性之總和（U_{total}，加法規則）

$$= \frac{\sqrt{(U_1 \times E_1)^2 + \cdots + (U_n \times E_n)^2}}{E_1 + E_2 + \cdots + E_n}$$

U_1, U_2, U_n：不同變量的不確定性

E_1, E_2, E_n：不同變量

公式 6.2.16：

不確定性之總和（U_{total}，乘法規則）

$$= \sqrt{U_1^2 + U_2^2 + \cdots + U_n^2}$$

U_1, U_2, U_n：不同變量的不確定性

各林型中，天然針葉林與人工針葉林之合併不確定性較高，主要係因其根莖比（R 值）採用 IPCC 預設值，相關不確定性偏高；相較之下，天然闊葉林因參數具本地研究依據，其合併不確定性為最低。至於竹林因文獻缺乏標準差或標準誤資訊，多數係數無法量化不確定性，故暫未納入不確定性計算。

計算林地維持林地碳量變化時，是將各林型之碳量相加，因此計算不確定性分析時，先以誤差傳播法之加法規則，合併各林型係數之不確定性，再合併碳移除量、伐採碳排放量、薪材收穫碳排放量與干擾損失碳排放量之不確定性。

結果如表 6.2.10 所示，1990 年至 2023 年間「林地維持林地」碳移除量之不確定性範圍介於 7.54%至 9.15%之間。

(2)時間序列的一致性

森林面積活動數據主要採自全國森林資源調查數據，然全國森林資源調查並非每年進行調查，為符合時間序列一致性原則，依據 2006 IPCC 指南，於無直接調查資料之年度中，採用內插法推估各林型資料；惟因第三次與第四次調查間隔約 18 年，考量調查方法改變，第四次調查（2009 年）後改以崩塌圖層資料為補充依據，以避免外推誤差。崩塌地圖資來源分別為「運用衛星影像於全島崩塌地判釋與災害分析」計畫 2010 年至 2016 年成果、「森林資源調查暨國有林事業區檢訂土地覆蓋型及航照樣點圖資更新作業」計畫所產出 2013 年至 2023 年坡地崩塌區域，以兩者聯集做為 2023 年排除生長量區域面積。

4.特定排放源及匯的 QA/QC 及查證

查證（Verification）係清冊開發完成後，對活動數據與程序進行審查，以提升清冊之可信度與透明度。查證過程應做為品質保證(Quality Assurance, QA)和品質控制(Quality Control, QC)程序的一部分，以促進發展國家溫室氣體清冊的透明度、一致性、可比較性、完整性和準確性。

有關林業部門 QA/QC 機制之執行，係於統計資料分析階段，針對調查數據進行檢核，釐清或排除不合理的數據，本年度已導入現場稽核作業，由林業保育署實地抽查量測結果，並執行資料檢核程序，以強化森林資源調查數據之品質。

5.特定排放源及匯的重新計算

估算方式與相關轉換係數沿用以往計算方式及引用原則，本年度之清冊報告係依據以往計算方法與參數原則進行，未進行方法修正，僅更新至 2023 年度之資料。

6.特定排放源及匯的改善計畫

(1) 為提升林業部門活動數據之完整性，後續將依據 LULUCF 部門活動數據整合規劃，採用內政部國土測繪中心所

產製之「國土利用現況調查成果」作為林地面積之基礎資料來源。

(2)有關碳轉換係數及各林型年生長量參數，將參酌自然碳匯相關學術研究計畫成果，並結合最新一輪森林資源調查結果，研擬辦理參數更新與方法學精進，以提升國家清冊估算數據之準確性與一致性。

(3)為強化 QA/QC 制度，將建立並持續推動樣區調查、林型判釋與年度森林面積產製等活動數據之作業流程機制，以系統化方式確保資料品質與流程的一致性。

表 6.2.10 1990 年至 2023 年林地維持林地不確定性

（單位：%）

年份	碳移除量 ΔC_G	年碳排放量 ΔC_L			合計
		木材伐採碳排放量 $L_{Wood\text{-}Removals}$	薪材收穫碳排放量 $L_{Fuelwood}$	干擾等其他因素碳排放量 $L_{Disturbanc}$	
1990	8.15	7.68	18.41	19.27	7.95
1991	8.15	7.89	18.41	19.20	7.54
1992	8.16	9.60	18.41	15.05	8.04
1993	8.17	10.64	18.41	17.90	8.10
1994	8.19	9.25	18.41	8.15	8.12
1995	8.21	8.90	18.41	7.76	8.14
1996	8.24	9.20	18.41	5.67	8.05
1997	8.27	11.57	18.41	5.55	8.18
1998	8.32	9.37	18.41	5.58	8.20
1999	8.36	7.39	18.41	9.54	8.22
2000	8.42	7.73	18.41	12.21	8.28
2001	8.48	10.53	18.41	19.03	8.12
2002	8.55	9.19	18.41	14.80	8.49
2003	8.63	11.44	18.41	8.67	8.54
2004	8.71	10.16	18.41	13.26	8.61
2005	8.80	9.56	18.41	10.12	8.65
2006	8.90	7.36	18.41	8.25	8.79
2007	9.00	8.09	18.41	15.89	8.87
2008	9.11	8.52	18.41	16.04	9.03
2009	9.23	6.98	18.41	18.35	8.40
2010	9.23	5.74	18.41	19.08	9.13
2011	9.21	8.36	18.41	17.88	9.15
2012	9.20	10.33	18.41	19.27	9.14
2013	9.18	9.01	18.41	18.22	9.12
2014	9.17	10.53	18.41	19.27	9.08
2015	9.15	8.82	18.41	19.14	9.07
2016	9.15	8.26	18.41	13.10	9.08
2017	9.13	9.51	18.41	18.47	9.09
2018	9.12	14.03	18.41	17.01	9.09
2019	9.11	12.48	18.41	13.83	9.06
2020	9.09	14.11	18.41	12.49	9.06
2021	9.09	15.88	18.41	18.53	9.03
2022	9.08	16.40	18.41	19.23	9.03
2023	9.07	12.58	18.41	19.23	8.99

備註：各年度「薪材收穫」之統計值均源自人工闊葉林，故其不確定性以人工闊葉樹林型之 18.41 為值。

6.2.2 其他土地轉變為林地(4.A.2)

1.排放源及匯分類的敘述

其他土地轉變為林地所涉及之碳庫類型，與「林地維持林地」一致，區分為三大類：生物量（包括地上部與地下部）、死有機質（包括枯死木與枯落物）及土壤碳庫（包括土壤有機質），各類碳庫說明如表 6.2.2 所示。

2.方法論議題

(1)計算方法

A. ΔC_B 生物量碳儲存量的變化

有關生物量碳貯量變化，採用 6.2.1 章節整理公式 6.2.1 至公式 6.2.12 計算。

B. ΔC_{DOM} 死有機質碳儲存量變化

採用 2006 IPCC 指南方法 1，對於這些碳庫中的碳儲存量變化並不明顯，因此其預設值可假設為零，即增加與損失相抵，因此死有機質年碳儲存量變化為零。當國家於報告年間沒有經歷森林類型、擾動或經營制度的重大轉變，這是個安全的假設。

C. ΔC_{Soils} 土壤碳儲存量變化

上述假設可同樣應用於土壤碳庫，淨碳儲存變化量為零。

(2)排放係數

本節所採用之碳轉換係數，包括基本比重(D)、生物量擴展係數(BEF_I、BEF_R)、生物量轉換與擴展係數(BCEF)、根莖比(R)與碳含量比例(CF)，均沿用「林地維持林地」所使用數值，詳如表 6.2.3 所列。

關於材積年生長量之設定，參考林俊成等人（2002）[23]之全民造林運動研究結果，針對闊葉林部分，取樟樹、臺灣櫸、相思樹與光臘樹等四種樹種平均生長量為代表；針葉林則採用肖楠、柳杉與杉木等三樹種之平均值；針闊葉混淆林以前述兩類均值計算；竹林部分則參考王義仲（2006）研究，每公頃竹稈平均年生長量為 13.84 公噸。

(3)活動數據

各年度土地轉變為林地之面積採用林業統計的造林面積，如表 6.2.11 所示。

(4)移除量

1990 年至 2023 年間，「其他土地轉變為林地」之碳移除量估算結果如表 6.2.12 所示。1990 年、2005 年及 2022 年碳移除量分別為 91、1,016 及 589 千公噸二氧化碳當量，2023 年林業部門碳移除量為 493 千公噸二氧化碳當量。碳移除量呈逐年增加趨勢，主要係因新植造林面積持續累積。然而，自 2017 年起造林面積由 938 公頃減少為 565 公頃（表 6.2.11），導致生物量碳吸存速率減緩。

(5)完整性

利用林業保育署之林業統計，綜整後得出各年度土地轉變為林地之面積，據以完整統計整個時間序列之「其他土地轉變為林地」碳移除量變化。

[23] 林俊成等人，「全民造林運動二氧化碳吸存潛力之經濟效益評估」，《臺灣林業科學》，17（3），311-321，2002。

表 6.2.11 1990 年至 2023 年土地轉變為林地面積

（單位：公頃）

年份	針葉林	針闊葉混淆林	闊葉林	竹林	合計
1990	959	67	2,696	161	3,883
1991	1,350	52	3,002	252	4,656
1992	1,780	48	2,975	279	5,082
1993	1,481	0	2,999	303	4,783
1994	1,005	0	3,487	129	4,621
1995	614	0	2,832	112	3,558
1996	1,222	0	3,901	108	5,231
1997	1,709	0	3,438	100	5,247
1998	1,441	0	5,978	70	7,489
1999	1,516	2	6,653	129	8,300
2000	1,032	0	4,125	70	5,227
2001	796	0	4,068	70	4,934
2002	853	4	6,556	71	7,484
2003	492	31	6,717	45	7,285
2004	638	4	4,092	134	4,868
2005	62	0	1,477[1]	57	1,596
2006	59	0	345	5	409
2007	313	0	818	5	1,136
2008	87	0	426	5	518
2009	671	0	2,595	1	3,267
2010	250	0	2,580	0	2,830
2011[2]	144	0	3,399	1	3,544
2012	150	0	3,044	0	3,194
2013	226	0	1,179	0	1,405
2014	155	0	1,098	0	1,253
2015	139	0	993	0	1,132
2016	112	0	826	0	938
2017	68	0	497	0	565
2018	73	0	492	0	565
2019	102	0	406	0	508
2020	140	0	354	0	494
2021	128	0	363	0	491
2022	87	0	214	0	301
2023	50	0	197	0	247

備註：1. 因 2005 年起停止全民造林政策致造林面積減少。

2. 林業統計面積取自林業保育署林業統計表之造林面積表、一般造林面積表（按樹種分）；2011 年後相關造林計畫造林面積依新增之相關造林計畫造林面積表（按機關分）扣除營造複層林及其他造林部分。

資料來源：林業保育署之林業統計。

表 6.2.12 1990 年至 2023 年土地轉變為林地碳移除量變化

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年份	碳移除量$\triangle CO_{2\,B}$				總碳移除量
	針葉林	針闊葉混淆林	闊葉林	竹林	$\triangle CO_2$
1990	-13.1	-1.3	-68.4	-7.9	-90.8
1991	-13.1	-1.3	-68.4	-7.9	-90.8
1992	-21.1	-1.3	-93.2	-20.3	-136.0
1993	-31.6	-1.5	-115.4	-34.0	-182.5
1994	-34.0	-1.0	-146.7	-48.8	-230.5
1995	-33.9	-1.2	-194.8	-55.2	-285.1
1996	-34.2	-1.4	-226.8	-52.8	-315.1
1997	-46.9	-1.5	-298.3	-45.7	-392.4
1998	-63.7	-1.8	-337.8	-36.9	-440.2
1999	-73.5	-1.9	-452.4	-25.5	-553.4
2000	-89.4	-2.1	-539.1	-25.5	-656.0
2001	-96.4	-2.1	-551.4	-23.4	-673.3
2002	-103.4	-2.1	-620.3	-21.5	-747.4
2003	-111.6	-2.2	-752.3	-20.1	-886.2
2004	-116.4	-2.7	-843.4	-18.9	-981.3
2005	-128.8	-2.3	-865.9	-19.2	-1,016.1
2006	-129.4	-2.3	-879.0	-18.5	-1,029.2
2007	-136.5	-2.3	-907.8	-15.3	-1,062.0
2008	-144.0	-2.3	-964.1	-12.1	-1,122.5
2009	-144.3	-2.3	-988.1	-10.2	-1,144.8
2010	-155.1	-2.2	-1,056.8	-3.6	-1,217.7
2011	-144.2	-1.6	-1,034.0	-0.8	-1,180.6
2012	-134.2	-1.0	-1,036.8	-0.6	-1,172.6
2013	-119.5	-0.5	-1,019.1	-0.4	-1,139.4
2014	-108.4	-0.5	-969.8	-0.1	-1,078.8
2015	-100.3	-0.5	-948.2	0	-1,049.0
2016	-95.1	-0.5	-915.2	0	-1,010.8
2017	-87.4	-0.5	-875.3	0	-963.3
2018	-74.0	-0.5	-843.7	0	-918.2
2019	-62.9	-0.5	-767.2	0	-830.7
2020	-51.8	-0.5	-671.7	0	-723.9
2021	-45.2	-0.4	-607.9	0	-653.6
2022	-39.5	-0.4	-549.1	0	-589.0
2023	-32.9	-0.4	-459.2	0	-492.5

3.不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

有關土地轉變為林地之不確定性分析，採用 6.2.1 章節之公式 6.2.13 至公式 6.2.16 計算。

以誤差傳播法之加法原則，將各林型轉換係數之不確定性依排放量進行合併，估算各年度土地轉變為林地之不確定性如表 6.2.13，介於 12.74%至 17.31%之間。

(2)時間序列的一致性

活動數據主要來自林業統計中之年度造林面積，作為土地轉變為林地之主要依據。2023 年度造林面積維持前期基準，未有變更，故可確保時間序列一致性。

4.特定排放源及匯的 QA/QC 及查證

查證（Verification）係指在清冊規劃、編製與完成後，對於資料與程序進行系統性審查，蒐集可提升清冊可信度之佐證資料與程序記錄，作為後續查證程序之依據。查證作業應納入 QA/ QC 程序中，以提升溫室氣體清冊之透明度(Transparency)、一致性(Consistency)、可比較性(Comparability)、完整性(Completeness)與準確性（Accuracy ）之 TCCCA 原則。

有關林業部門 QA/QC 機制之執行，係於統計資料分析階段，針對調查數據進行檢核，釐清或排除不合理的數據，本年度亦導入現場稽核作業，由林業保育署赴現場抽查量測結果、落實推動，以提升森林資源調查品質。

5.特定排放源及匯的改善計畫

為精進林業部門活動數據之完整性與一致性，後續將依據 LULUCF 部門活動數據整體規劃，採用內政部國土測繪中心「國土利用現況調查成果」作為林地面積估算之基礎。

表 6.2.13 1990 年至 2023 年土地轉變為林地碳移除量不確定性

（單位：%）

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
碳移除量$\triangle CO_{2B}$	14.68	14.68	13.64	13.00	12.74	13.22	13.75	14.55	14.92	15.68
年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
碳移除量$\triangle CO_{2B}$	15.78	15.80	15.95	16.17	16.30	16.23	16.26	16.30	16.37	16.42
年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
碳移除量$\triangle CO_{2B}$	16.52	16.62	16.71	16.82	16.88	16.94	16.96	17.00	17.13	17.19
年份	2020	2021	2022	2023						
碳移除量$\triangle CO_{2B}$	17.24	17.28	17.30	17.31						

6.3 參考文獻

1. IPCC, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996.
2. IPCC, Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry, 2003.
3. IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006.
4. 呂錦明、陳財輝，桂竹之林分構造及生物量－桶頭－桂竹林分之例，林業試驗所研究報告季刊，7(1)，1-13，1992。
5. 林國銓等人，福山試驗林闊葉林生態系生物量與葉面積指數的累積與分布，林業試驗所研究報告季刊，9(4)，299-315，1994。
6. 王義仲、陳周宏，臺灣產竹種工藝利用價值之評估(I)，林產工業，14(1)，82-94，1995。
7. 行政院農業委員會林務局（現為農業部林業及自然保育署），第三次臺灣森林資源及土地利用調查，1995。
8. 陳財輝、呂錦明，苗栗海岸砂丘木麻黃人工林之生長及林分生物量，林業試驗所研究報告季刊，3(1)，333-343，1988。
9. 陳財輝、許博行、張峻德，四湖木麻黃林分生物量及養分量聚集，臺灣林業科學，13(4)，325-349，1998。
10. 林俊成等人，全民造林運動二氧化碳吸存潛力之經濟效益評估，臺灣林業科學，17(3)，311-321，2002。
11. 林裕仁、劉瓊霰、林俊成，臺灣地區主要用材比重與碳含量測定，臺灣林業科學，17(3)，291-299，2002。
12. 林國銓、何淑玲，由生物量推估臺灣不同林分之碳儲存量，森林經營對二氧化碳吸存之貢獻研討會論文集，行政院農業委員會林業試驗所（現為農業部林業試驗所），97-108，2005。
13. 林國銓等人，亞熱帶闊葉林林木粗根生物量和養分含量之估算，臺灣林業科學，21(2)，155-166，2006。
14. 王義仲，竹林生物量調查回顧與展望，2006 森林碳吸存研討會論文集，167-188，行政院農業委員會林業試驗所（現為農業部林業試驗所），2006。
15. 王兆桓、劉知妤，森林蓄積量與生物量轉換模式之建立，2006 森林碳吸存研討會論文集，200-215，行政院農業委員會林業試驗所(現為農業部林業試驗所)，2006。
16. 柯淑惠，臺灣櫸人工林生物量及碳儲存量之研究，國立中興大學森林學系碩士論文，國立中興大學，2006。
17. 許原瑞等人，海岸林分生物量調查規劃，2006 年森林碳吸存研討會論文集，217-235，行政院農業委員會林業試驗所（現為農業部林業試驗所），2006。
18. 林國銓、杜清澤、黃菊美，苗栗地區相思樹和木油桐人工林碳和氮累積量及生產量之估算，中華林學季刊，40(2)，201-218，2007。
19. 林國銓、黃菊美、杜清澤，櫸木人工林造林木碳儲存量和吸存量之估算，國家公園學報，18(2)，45-58，2008。
20. 王兆桓，森林蓄積量與生物量轉換模式之建立(3/3)，行政院農業委員會林務局（現為農業部林業及自然保育署），2008。
21. 李宣德、馮豐隆，森林碳吸存資源調查推估模式系統以臺灣樟樹為例，臺灣林業科學，23(Supplement)，11-22，2008。
22. 許原瑞，桉樹類的生物量與碳蓄積量，97 年度森林碳管理研討會論文集，17-29，行政院農業委員會林業試驗所（現為農業部林業試驗所），2008。
23. 林國銓、杜清澤、黃菊美，臺東地區相思樹與楓香兩人工林碳累積量，林業研究季刊，31(3)，55-68，2009。
24. 林國銓、杜清澤、黃菊美，光蠟樹人工林碳儲存量和吸存量之估算，中華林學季刊，43(2)，261-276，2010。
25. 李宣德、馮豐隆，臺灣地區樟樹生物量擴展係數之建立，林業研究季刊，32(3)，45-54，2010。
26. 林裕仁、王秋嫻、Sara Wu，四種臺灣竹材碳轉換係數之分析，臺灣林業科學，26(4)，341-355，2011。
27. 邱祈榮、王楷勛，金門森林風損評估之研究-以莫蘭蒂颱風為例，第十二屆環境保護林經營管理研討會論文集，91-98，行政院農業委員會林業試驗所（現為農業部林業試驗所），2017。

第七章

廢棄物部門 (CRT Sector 5)

7.1 部門概述

7.2 固體廢棄物處理 (5.A)

7.3 固體廢棄物之生物處理 (5.B)

7.4 廢棄物之焚化與露天燃燒 (5.C)

7.5 廢水處理與放流 (5.D)

7.6 參考文獻

第七章 廢棄物部門（CRT Sector 5）

7.1 部門概述

依據 2006 IPCC 國家溫室氣體排放清冊指南（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 以下簡稱 2006 IPCC 指南），我國廢棄物部門溫室氣體排放源範疇，包括 5.A「固體廢棄物處理」、5.B「固體廢棄物之生物處理」、5.C「廢棄物之焚化與露天燃燒」、5.D「廢水處理與放流」及 5.E「其他」，為廢棄物管理衍生之溫室氣體排放，如表 7.1.1 所示。主要計算規定如下：

1. 屬生物成因(Biogenic Origin)之二氧化碳不納入計算，因廢棄物在生物界中本身會被細菌分解成二氧化碳，如：掩埋場廢棄物分解及廢水處理廠好氧處理所產生之二氧化碳。
2. 依據 2006 IPCC 指南規範，凡涉及能源部門之內容，如掩埋場回收沼氣進行發電及大型焚化爐焚化發電，此部分屬燃料燃燒能源利用，其溫室氣體排放應列於能源部門，避免重複計算。
3. 依據 2019 年對 2006 年 IPCC 國家溫室氣體清冊指南之精進版（2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2019 IPCC 精進指南），污水處理必須考量移除污泥量、更新開放水體排放係數及新增排入開放水體排放之計算方式。
4. 溫室氣體當量換算，依據 UNFCCC 締約方第 27 次會議之決議，於 2024 年起修正改為參採 IPCC 第 5 次評估報告(AR5)之溫暖化潛勢值（Global Warming Potential, 以下簡稱 GWP）計算，即甲烷為 28 倍二氧化碳，氧化亞氮為 265 倍二氧化碳。

另依據 IPCC 針對各方法學所提出之方法學使用層級，可分為 2006 IPCC 指南方法 1(Tier 1)、方法 2(Tier 2)及方法 3(Tier 3)等三類，相關採用原則如表 7.1.2 所示。另根據每年排放量統計結果，按 2006 IPCC 指南建議，進行定量與定性之不確定性分析，以提升清冊的正確度。

今年廢棄物部門依照 2006 IPCC 指南以及 2019 IPCC 精進指南，事業廢水中有機碳，主要來自生物成因，這些生物成因的二氧化碳，被視為短期生物循環(Biogenic Carbon Cycle)，其不涉及從地質圈轉移至大氣，這些中性碳(carbon-neutral)對氣候變遷沒有直接影響，故不計入國家溫室氣體排放清冊。規範「事業廢水處理與放流」不產生二氧化碳排放，因此於 2025 年廢棄物部門清冊精進刪除事業盤查資料中所產生的二氧化碳排放。

1990 年至 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量與不確定性分析結果，如表 7.1.3 與表 7.1.4 所示。根據歷年排放量趨勢顯示，以 2001 年 13,789 千公噸二氧化碳當量為最高，主要係廢棄物掩埋處理排放量自 1990 年起逐漸成長趨勢以及焚化處理排放量遽增。隨著廢棄物處理政策轉變，由掩埋處理逐漸轉以資源回收再利用及焚化為主之策略，掩埋排放量自 1999 年起逐年遞減，帶動部門整體排放降低，廢棄物部門排放源自 2016 年起轉以廢水處理與放流為大宗。

2023 年廢棄物部門排放量為 2,546 千公噸二氧化碳當量，較 1990 年與 2005 年分別減少 70.72%與 72.05%，相較 2022 年則減少 5.71%。2023 年廢棄物部門各排放源之溫室氣體排放（如圖 7.1.1），以廢水處理與放流排放量 987 千公噸二氧化碳當量最高（占 38.78%）；其次依序為廢棄物焚化排放量 902 千公噸二氧化碳當量（占 35.44%）、固體廢棄物處理排放量 612 千公噸二氧化碳當量（占 24.03%），以及堆肥處理排放量 45 千公噸二氧化碳當量（占 1.75%）。而廢水處理與放流可分為事業廢水與生活污水，其中事業廢水處理與放流排放量 555 千公噸二氧化碳當量（占 21.81%），生活污水處理與放流排放量 432 千公噸二氧化碳當量（占 16.97%），各類排放源溫室氣體排放量變化趨勢如所示。

廢棄物部門排放之溫室氣體，主要以甲烷為最大宗（如圖 7.1.2），2023 年之排放量為 1,546 千公噸二氧化碳當量(60.72%)，其次為二氧化碳 893 千公噸二氧化碳當量(35.07%)及氧化亞氮 107 千公噸二氧化碳當量(4.21%)，有關各種溫室氣體排放量趨勢如圖 7.1.4 所示。

依據 2006 IPCC 指南之不確定性採用原則，以及運用誤差傳播法（高斯法），來獲得各排放源活動數據與排放係數的不確定性，以計算各排放源的不確定性數值，並依排放源不確定性整合方法，評估整體廢棄物部門的不確定性。

廢棄物部門清冊係參考 2013 年至 2014 年各排放源計算參數資料，並依據實地訪查各類處理廠/場（掩埋場、堆肥場、焚化廠及污廢水處理廠）處理量等活動數據量測記錄操作、管理執行過程與紀錄，及環境部於 2015 年 11 月 30 日舉辦之廢棄物部門溫室氣體排放不確定性專家諮詢會議之結論，計算各排放源之排放量與不確定性，再依公式 7.2.1.4 得廢棄物部門整體之溫室氣體排放量不確定性，結果如表 7.1.4 所示。

綜合評估掩埋處理、生物處理、焚化處理及污廢水處理等各排放源的溫室氣體排放不確定性，估算結果顯示 2023 年廢棄物部門整體不確定性從 2022 年 14.28%下降至 2023 年之 14.15%。

表 7.1.1 廢棄物部門排放源分類

排放源			範疇定義	排放氣體
5.A	固體廢棄物處理		固體廢棄物掩埋場中之有機物質於厭氧狀態下經微生物分解而產生甲烷。	甲烷
	5.A.1	妥善管理之廢棄物掩埋場	妥善管理之廢棄物掩埋場必須具備受控制的廢棄物放置地點，且包含以下其中一種：覆蓋材料、機械壓實、或廢棄物整平等措施。	甲烷
	5.A.2	未妥善管理之廢棄物掩埋場	不屬於以上妥善管理之廢棄物掩埋場之其他形式廢棄物掩埋場。	甲烷
	5.A.3	未分類之廢棄物處理廠址	其他廢棄物掩埋場。	無
5.B	固體廢棄物之生物處理		廢棄物堆肥與其他生物處理；沼氣發電設施的排放，應列於能源部門(1.A.4)下。	甲烷、氧化亞氮
5.C	廢棄物之焚化與露天燃燒		1. 廢棄物焚化，但不包括廢棄物發電設備。 2. 廢棄物燃燒發電所產生之排放應列於能源部門(1.A)。 3. 而農作物、森林與草地等燃燒，所產生的排放應列於農業部門(3.C)。	二氧化碳、氧化亞氮
	5.C.1	廢棄物焚化	於可控制之焚化設施中燃燒的固體廢棄物。	二氧化碳、氧化亞氮
	5.C.2	廢棄物露天燃燒	露天或露天垃圾場中的廢棄物燃燒。	無
5.D	廢水處理與放流		1. 污（廢）水處理過程中，有機物及總氮等經細菌厭氧分解而產生甲烷與氧化亞氮。 2. 氧化亞氮亦可能由污水處理與人類的排泄物所釋出。	甲烷、氧化亞氮
	5.D.1	生活污水處理與放流	1. 住宅與商業來源之污水與污泥處理（包括人體排泄物）透過污水收集與處理、露天廁所、污水池或逕流釋放。 2. 由人體排泄物排放至環境水體過程中產生之氧化亞氮亦包含於此類別。	甲烷、氧化亞氮
	5.D.2	事業廢水處理與放流	1. 來自於工業製程之廢水及污泥處理，因經厭氧處理及好氧硝化作用產生甲烷及氧化亞氮。 2. 此類別可能包括廢水收集與處理、廢水池或未處理直接排放出去的廢水。 3. 排放到市鎮污水系統的事業廢水，應納入 5.D.1 下。	甲烷、氧化亞氮
5.E	其他		其他廢棄物處理活動所釋放出之溫室氣體；如生物醫療廢棄物、有害事業廢棄物與農業廢棄物等。	無

表 7.1.2 廢棄物部門所使用方法學

溫室氣體排放源分類	二氧化碳		甲烷		氧化亞氮	
	方法學	排放係數	方法學	排放係數	方法學	排放係數
5.A固體廢棄物處理	NE	NE	T2	T2	NE	NE
5.A.1妥善管理之廢棄物掩埋場	NE	NE	T2	T2	NE	NE
5.A.2未妥善管理之廢棄物掩埋場	NE	NE	T2	T2	NE	NE
5.B固體廢棄物之生物處理	NE	NE	T1	T1	T1	T1
5.C廢棄物之焚化與露天燃燒	T1	T2	NE	NE	T1	T1
5.C.1廢棄物焚化	T1	T2	NE	NE	T1	T1
5.C.2廢棄物露天燃燒	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.D廢水處理與放流	NE	NE	T3/T2/T1	T3/T2/T1	T3/T1	T3/T1
5.D.1生活污水處理與放流	NE	NE	T3/T2	T3/T2/T1	T1	T1
5.D.2事業廢水處理與放流	NE	NE	T1	T1	T3	T3

備註：各式符號係指我國該分類採用 2006 IPCC 指南方法 1(Tier 1, T1)；2006 IPCC 指南方法 2(Tier2, T2)；2006 IPCC 指南方法 3(Tier3, T3)；NE（未估計）指對現有排放量和移除量未調查估計；灰底為指南未建議納入統計該氣體。

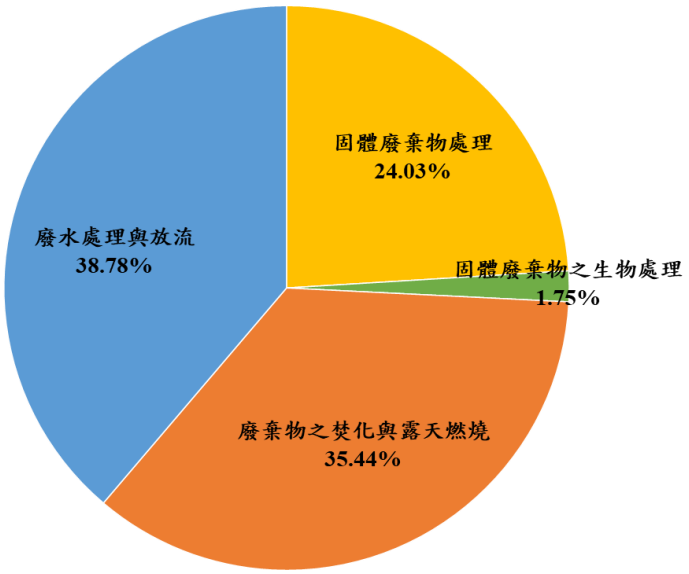


圖 7.1.1 2023 年廢棄物部門各類排放源溫室氣體排放占比

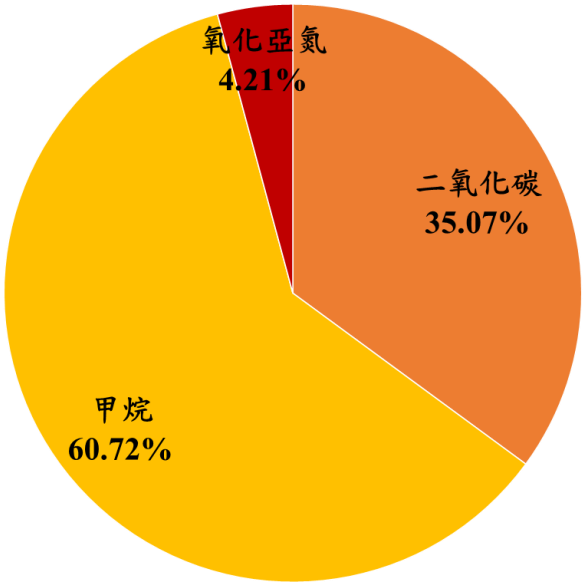


圖 7.1.2 2023 年廢棄物部門各類溫室氣體排放量占比

表 7.1.3 1990 年至 2023 年廢棄物部門各類排放源溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
5 廢棄物部門	8,694	8,858	9,415	10,444	11,430	13,424	13,703	12,616	13,170	12,865
5.A 固體廢棄物處理	7,102	7,206	7,431	8,492	9,252	10,112	10,231	10,496	10,962	10,958
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	5,171	5,247	5,413	6,281	6,882	7,642	7,670	7,906	8,385	8,538
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	1,931	1,959	2,018	2,211	2,370	2,470	2,561	2,590	2,577	2,420
5.B 固體廢棄物之生物處理	22	1.0	1.5	0.9	0.3	1.2	0.5	3	0.1	4
5.B.1 堆肥處理	22	1.0	1.5	0.9	0.3	1.2	0.5	3	0.1	4
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	95	35	312	305	505	1,591	1,669	333	496	283
5.C.1 廢棄物焚化	95	35	312	305	505	1,591	1,669	333	496	283
5.D 廢水處理與放流	1,476	1,616	1,671	1,647	1,673	1,719	1,803	1,784	1,712	1,621
5.D.1 生活污水處理與放流	1,116	1,124	1,139	1,156	1,164	1,177	1,184	1,198	1,177	1,124
5.D.2 事業廢水處理與放流	360	492	531	490	509	542	619	586	534	497
溫室氣體排放源	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
5 廢棄物部門	12,599	13,789	12,810	11,829	11,050	9,109	8,434	7,719	6,836	5,948
5.A 固體廢棄物處理	10,310	9,655	8,976	8,192	7,482	6,786	6,066	5,349	4,644	3,942
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	8,197	7,722	7,250	6,686	6,187	5,678	5,124	4,552	3,965	3,370
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	2,113	1,934	1,726	1,506	1,295	1,108	942	797	678	572
5.B 固體廢棄物之生物處理	0.5	0.04	0.7	4	13	19	22	28	32	34
5.B.1 堆肥處理	0.5	0.04	0.7	4	13	19	22	28	32	34
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	698	2,624	2,299	2,086	2,017	784	857	845	740	710
5.C.1 廢棄物焚化	698	2,624	2,299	2,086	2,017	784	857	845	740	710
5.D 廢水處理與放流	1,590	1,510	1,534	1,546	1,538	1,521	1,490	1,496	1,421	1,262
5.D.1 生活污水處理與放流	1,073	1,052	1,039	1,032	993	962	914	882	843	813
5.D.2 事業廢水處理與放流	517	458	495	515	546	559	576	615	578	449
溫室氣體排放源	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
5 廢棄物部門	5,421	4,943	4,447	4,127	3,664	3,308	3,420	3,208	2,869	2,785
5.A 固體廢棄物處理	3,347	2,862	2,432	2,054	1,736	1,469	1,252	1,080	937	837
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	2,866	2,455	2,089	1,766	1,493	1,264	1,079	920	783	680
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	482	407	343	289	243	205	173	160	155	157
5.B 固體廢棄物之生物處理	40	50	47	43	39	38	38	39	44	47
5.B.1 堆肥處理	40	50	47	43	39	38	38	39	44	47
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	754	678	665	825	743	503	595	619	645	710
5.C.1 廢棄物焚化	754	678	665	825	743	503	595	619	645	710
5.D 廢水處理與放流	1,280	1,353	1,303	1,204	1,145	1,298	1,535	1,470	1,243	1,191
5.D.1 生活污水處理與放流	798	768	733	705	688	674	636	611	589	535
5.D.2 事業廢水處理與放流	482	584	570	499	458	624	899	859	654	656
溫室氣體排放源	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
5 廢棄物部門	2,753	2,835	2,700	2,546						
5.A 固體廢棄物處理	769	694	663	612						
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	605	529	503	469						
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	165	165	160	143						
5.B 固體廢棄物之生物處理	50	51	47	45						
5.B.1 堆肥處理	50	51	47	45						
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	806	918	941	902						
5.C.1 廢棄物焚化	806	918	941	902						
5.D 廢水處理與放流	1,128	1,172	1,048	987						
5.D.1 生活污水處理與放流	513	482	455	432						
5.D.2 事業廢水處理與放流	615	690	593	555						

表 7.1.4 2023 年廢棄物部門溫室氣體排放量不確定性

IPCC 分類		溫室氣體	排放量（千公噸二氧化碳當量）	不確定性 (%)
5.A.固體廢棄物處理	5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	甲烷	469	33.34
	5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	甲烷	143	39.05
5.B.固體廢棄物之生物處理	5.B.1 堆肥處理	甲烷	26	22.36
		氧化亞氮	19	22.36
5.C.廢棄物之焚化與露天燃燒	5.C.1 廢棄物焚化	二氧化碳	893	20.28
		氧化亞氮	9	17.18
5.D.廢水處理與放流	5.D.1 生活污水處理與放流	甲烷	355	43.51
		氧化亞氮	77	35.89
	5.D.2 事業廢水處理與放流	甲烷	553	38.28
		氧化亞氮	3	21.16
廢棄物部門			**2,546**	**14.15**

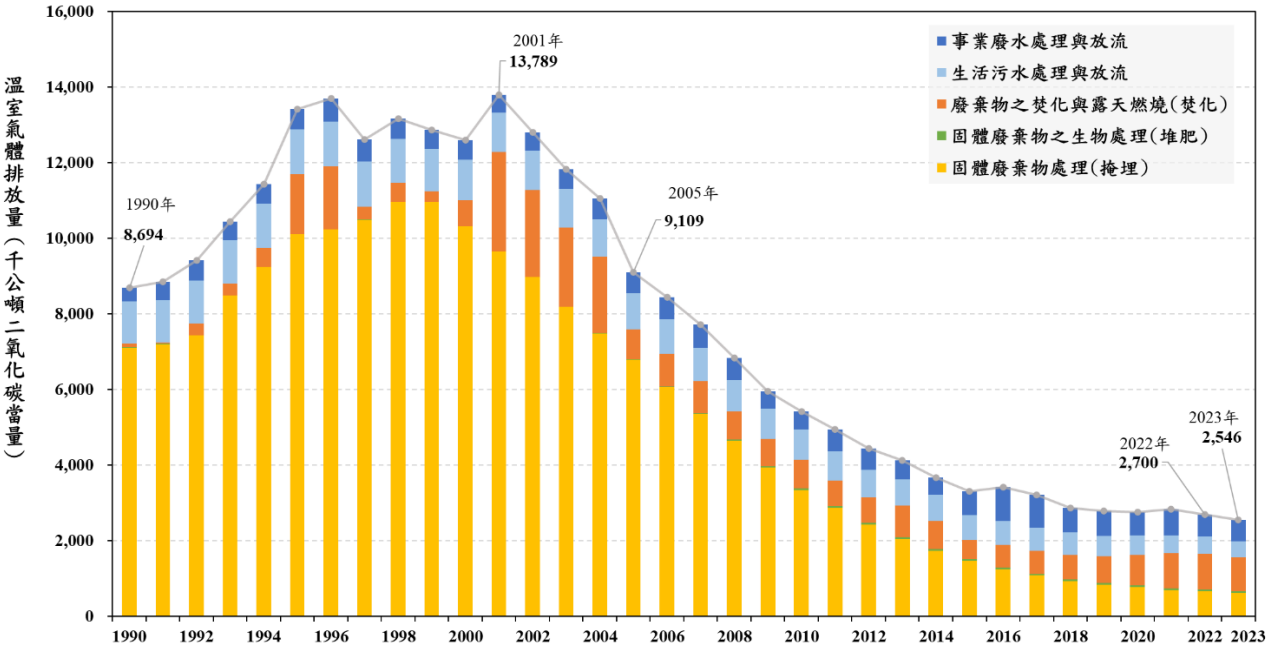


圖 7.1.3 1990 年至 2023 年廢棄物部門各類排放源溫室氣體排放量趨勢

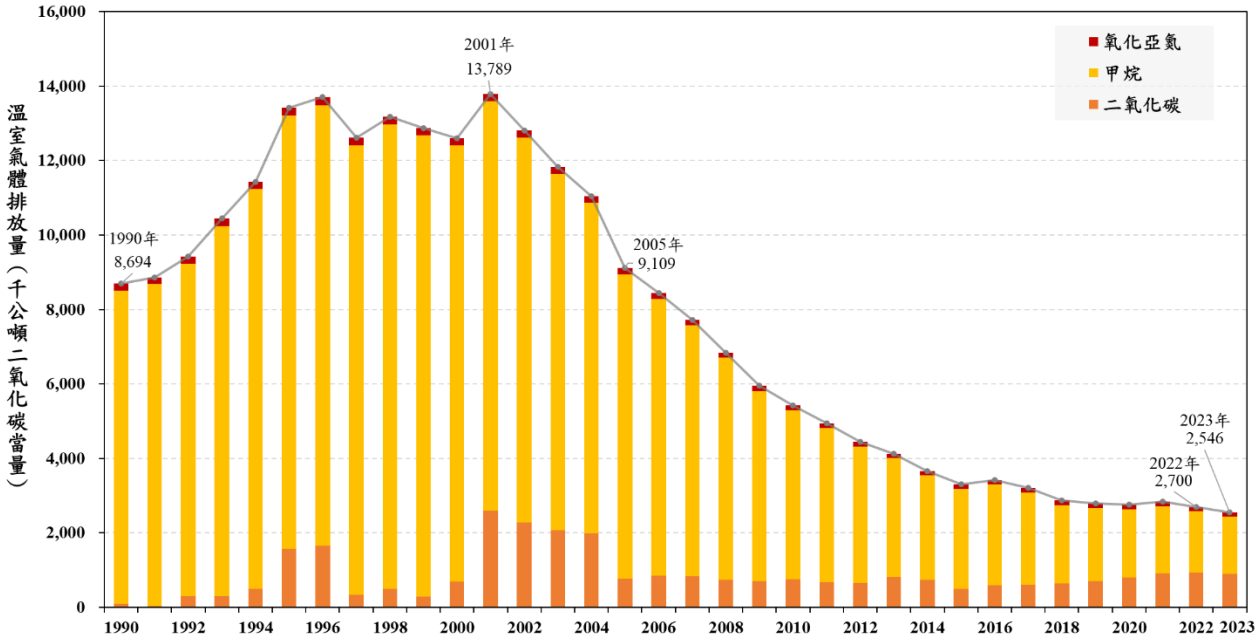


圖 7.1.4 1990 年至 2023 年廢棄物部門各類溫室氣體排放量趨勢

7.2 固體廢棄物處理(5.A)

依據 2006 IPCC 指南定義，廢棄物掩埋場可分為「妥善管理」、「未妥善管理」及「未分類」等三類。我國的衛生掩埋場屬於「妥善管理（即有管理）」之掩埋場；而一般掩埋場則屬於「未妥善管理(即未管理)」之掩埋場，可包含一般掩埋、堆置及其他之陸上垃圾處理場。此外，2006 IPCC 指南定義「未分類」為其他廢棄物掩埋場，我國並無符合此定義之廢棄物掩埋場，故無此部分排放。以下分別就 5.A.1「妥善管理之廢棄物掩埋場」及 5.A.2「未妥善管理之廢棄物掩埋場」的溫室氣體排放分述其內容。1990 年至 2023 年固體廢棄物處理溫室氣體排放量如表 7.2.1。

2023 年妥善管理排放占比為 76.61%，未妥善管理排放占比為 23.39%，2023 年固體廢棄物處理溫室氣體排放量相較 2022 年減少 7.74%，相較 2005 年減少 90.98%，相較 1990 年減少 91.38%。

表 7.2.1 1990 年至 2023 年固體廢棄物處理總溫室氣體排放量

單位：(千公噸二氧化碳當量)

溫室氣體排放源與吸收匯	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998
5.A 固體廢棄物處理	7,102	7,206	7,431	8,492	9,252	10,112	10,231	10,496	10,962
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	5,171	5,247	5,413	6,281	6,882	7,642	7,670	7,906	8,385
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	1,931	1,959	2,018	2,211	2,370	2,470	2,561	2,590	2,577
溫室氣體排放源與吸收匯	**1999**	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**
5.A 固體廢棄物處理	10,958	10,310	9,655	8,976	8,192	7,482	6,786	6,066	5,349
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	8,538	8,197	7,722	7,250	6,686	6,187	5,678	5,124	4,552
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	2,420	2,113	1,934	1,726	1,506	1,295	1,108	942	797
溫室氣體排放源與吸收匯	**2008**	**2009**	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**
5.A 固體廢棄物處理	4,644	3,942	3,347	2,862	2,432	2,054	1,736	1,469	1,252
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	3,965	3,370	2,866	2,455	2,089	1,766	1,493	1,264	1,079
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	678	572	482	407	343	289	243	205	173
溫室氣體排放源與吸收匯	**2017**	**2018**	**2019**	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**		
5.A 固體廢棄物處理	1,080	937	837	769	694	663	612		
5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	920	783	680	605	529	503	469		
5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	160	155	157	165	165	160	143		

備註：妥善管理之固體廢棄物處理採用環境部中華民國環境統計年報之衛生掩埋量，未妥善管理之固體廢棄物處理採用環境部中華民國環境統計年報之一般掩埋量與期末一般廢棄物暫存量進行統計。

7.2.1 妥善管理之廢棄物掩埋場(5.A.1)

1. 排放源及匯分類的描述

妥善管理之廢棄物掩埋場必須具備受處理控制的廢棄物放置地點，其中處理方法包括覆蓋材料、機械壓實、或廢棄物整平等。

妥善管理之廢棄物掩埋場可能產生的溫室氣體包括二氧化碳、氧化亞氮及甲烷。2006 IPCC 指南說明二氧化碳排放為生物自然產生，且氧化亞氮在此排放源排放量微乎其微，故不計算此二種溫室氣體，僅計算掩埋所產生之甲烷排放。

2. 方法論議題

(1)計算方法

根據 2006 IPCC 指南統計方法，掩埋場甲烷產生量應採用一階衰減法計算，並須延長 50 年統計年限，亦即計算回溯至 1950 年來進行統計分析。由於我國並未統計 1990 年前之掩埋量資料，故根據 2006 IPCC 指南統計方法，可依人口量與垃圾量之比例換算。有關計算程序說明如下：

A. 1950 年至 1989 年之人口量以 1%成長率推估，據此人口數量推估掩埋量，並以 1990 年之垃圾組成成分做為 1950 年至 1989 年之垃圾組成。

B. 依據一階衰減法計算 1950 年至 1990 年之累積可分解有機碳含量(Degradable Organic Carbon, DOC)。

C. 以 1990 年計算累積 DOC 量結果，做為 1990 年後之累積 DOC 量計算基準，再依據環境部中華民國環境統計年報實際掩埋垃圾量與組成，以一階衰減法計算 1990 年至 2023 年甲烷排放量。

廢棄物掩埋產生甲烷的計算公式，如公式 7.2.1.1 所示，主要定義「每年分解的 DOC 量(DDOCm decomp$_T$)」參數，此參數則以一階衰減法估算，詳如公式 7.2.1.2 所示。在使用一階衰減法計算分解之 DDOCm 時，2006 IPCC 指南表示至少需計算 50 年的處置資料，該計算時限為大部分通用處置作法和條件，提供一個可接受的精確結果，如果選擇更短的時限，則應證明沒有明顯低估排放。計算公式如下：

公式 7.2.1.1：

甲烷排放量(Gg/yr)

$$=(DDOCm\ decomp_T \times F \times 16/12 - R) \times (1 - OX)$$

DDOCm decomp$_T$ = 第 T 年分解之 DDOCm(Gg/yr)

F：掩埋場產氣中甲烷之比例(預設為 0.5、體積比)

16/12：分子量比例(CH_4/C)

R：甲烷回收量(Gg/yr)

OX：氧化係數(預設值為 0.1)

垃圾可分解 DOC 量(DDOCm)

$$=W \times MCF \times DOC \times DOC_F$$

W：廢棄物掩埋量(mass of waste deposited) (Gg/yr)

MCF：甲烷修正係數(CH_4 correction factor for aerobic decomposition)

DOC：可分解有機碳含量(比例) (Degradable Organic Carbon)

DOC$_F$：DOC 可被分解之比例(Fraction of DOC that can decompose)

公式 7.2.1.2：

$$DDOCma_T = DDOCmd_T + (DDOCma_{T-1} \times e^{-k})$$

$$DDOCm\ decomp_T = DDOCma_{T-1} \times (1- e^{-k})$$

T：年份

$DDOCma_T$：第 T 年末累積之 DDOCm(Gg/yr)

$DDOCma_{T-1}$：第 (T-1) 年末累積之 DDOCm(Gg/yr)

$DDOCmd_T$ = 第 T 當年沉積之 DDOCm(Gg/yr)

DDOCm $decomp_T$ = 第 T 年分解之 DDOCm(Gg/yr)

k =反應常數

$$= \frac{\left\{\begin{matrix}\frac{(\sum \text{各成分預設}k\text{值} \times \text{該年度垃圾成分占比})}{(\text{各類成分組成})} \times \text{處置DOC量} \\ +(\mathbf{t-1})\text{年k值} \times (\mathbf{t-1})\text{年累積DOC量}\end{matrix}\right\}^{k}}{(\text{處置DOC量} + (\mathbf{t-1})\text{年累積DOC量})}$$

t =計算該年(yr)

(2)排放係數

公式 7.2.1.1 與公式 7.2.1.2 的各項計算參數說明如下：

A. F：掩埋場產氣中甲烷之比例 (Fraction of methane in generated landfill gas)

多數掩埋場沼氣中甲烷的比例接近 50%，2006 IPCC 指南預設值為 0.5。1999 年以前採用 IPCC 預設值 0.5，2000 年以後根據國內山豬窟、福德坑、文山、西青埔四處沼氣發電掩埋場，其歷年沼氣組成分析結果，採用本土係數調查結果 0.471。

B. R：甲烷回收量 (Methane recovery)

本參數係依據「國內一般廢棄物掩埋場降低溫室氣體排放獎勵金暨環境效益統計」之實際甲烷回收量。

C. MCF：甲烷修正係數 (Methane Correction Factor)

如表 7.2.2 所示，2006 IPCC 指南列出掩埋場型式與其對應之 MCF，並說明各種掩埋場型式之處理情形，及定義未分類者之 MCF 引用條件。依據 2006 IPCC 指南，預設妥善管理廢棄物掩埋場之甲烷修正係數值(MCF)為 1.0。

D. DOC：可分解有機碳含量(比例) (Degradable Organic Carbon)

表 7.2.3 為 2006 IPCC 指南提供之各種廢棄物可分解有機碳含量及礦物碳占總碳之比例，可分解有機碳含量可做為生物處理（如掩埋及堆肥）等計算甲烷排放之參數，礦物碳則可做為焚化處理計算二氧化碳排放之參數。由本國之垃圾組成並引用 2006 IPCC 指南所列各類垃圾的建議 DOC 值（表 7.2.3），以計算各年度廢棄物的 DOC 值。

E. DOC_F：DOC 可被分解之比例 (Fraction of DOC that can decomposes)

依據 2019 IPCC 精進指南所提供之各類垃圾建議的 DOC_F 值，如表 7.2.4，並利用環境部中華民國環境統計年報之垃圾組成，如表 7.2.8，以計算各年度整體廢棄物的 DOC_F 值。

F. OX：氧化係數 (Oxidation factor)

氧化係數反映廢棄物在土壤或覆蓋層材料裡，甲烷被氧化的比例。2006 IPCC 指南建議有覆蓋甲烷氧化材料且管理完善的掩埋場，使用氧化係數值 0.1（表 7.2.5）。由於衛生掩埋規定皆須進行覆土，因此會有部分甲烷氧化成二氧化碳，故採用氧化係數 0.1 計算。

G. k：甲烷生成率 (Methane generation rate)

表 7.2.6 為 2006 IPCC 指南中不同廢棄物種類之反應常數(k)值，包括紙張/紡織品係數、木材係數及廚餘。依據我國地理位置與氣候環境，選擇熱帶、潮濕氣候帶之預設參數值，加上每年之廢棄物組成與剩餘未分解的 DOC 量（即累積 DOC 量）之反應常數進行加權平均計算，求得每年度之反應常數值，再據以計算每年分解之 DDOC 量。由於我國並未統計 1990 年前之掩埋量資料，1950 年至 1990 年之反應常數(k)皆依據 1990 年之廢棄物組成加權計算。

有關廢棄物妥善管理掩埋場甲烷排放量係依據公式 7.2.1.1 及公式 7.2.1.2 計算，相關參數的計算方法及採用數據與國內數據來源，如表 7.2.7 所示。

(3)活動數據

依據環境部中華民國環境統計年報，彙整 1990 年至 2023 年垃圾清運之「衛生掩埋」數據，並按廢棄物一般垃圾組成分析計算，包含「紙類」、「纖維布類」、「皮革橡膠類」、「廚餘類」、「木竹稻草落葉類」、「塑膠」、「其他」、「水分」及「化學分析可燃碳」百分比數據，如表 7.2.8 所示。

表 7.2.2 2006 IPCC 指南掩埋場型式與對應之甲烷修正係數(MCF)

掩埋場型式	甲烷修正係數預設值
管理-厭氧 [1]	1.0
管理-準好氧 [2]	0.5
未管理-深（深層掩埋≥5 公尺）和（或）地下水位高 [3]	0.8
未管理-淺（淺層掩埋＜5 公尺） [4]	0.4
未分類之掩埋場 [5]	0.6

備註：1.厭氧管理固體廢棄物處置場所：這些必須已控制廢棄物放置（即，將廢棄物指定到特定處置區域，一定程度的淨化控制和一定程度的火災控制），並至少要包括如下其中一個：(i)覆蓋材料；(ii)機械壓實；或(iii)廢棄物平整。

2.準好氧管理固體廢棄物處置場所：這些必須已控制廢棄物放置，並包括如下所有將空氣引入廢棄物層的以下結構：(i)可滲透覆蓋材料；(ii)濾液排放系統；(iii)控制貯水量；和(iv)氣體通風系統。

3.未妥善管理固體廢棄物處置場所：深層掩埋或地下水位高，所有不符合固體廢棄物處理場 (Solid Waste Disposal Sites, SWDS)管理標準的 SWDS，其深度大於或等於 5 米或高地下水位近似地平面。後者情形相當於廢棄物充填內陸水域，如池塘、河流或濕地。

4.未妥善管理淺固體廢棄物處置場所：所有不符合管理 SWDS 標準的 SWDS，其深度不足 5 米。

5.未分類固體廢棄物處置場所：只有當各國不能將其 SWDS 歸類為上述四種類別的管理和未妥善管理 SWDS 時，才可使用此類別的 MCF。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.3-14, Table 3.1, 2006.

表 7.2.3 2006 IPCC 指南廢棄物之可分解有機碳比例(DOC)

城市固體廢棄物(MSW)成分（單位：%）	乾基占濕基之百分比	DOC 占濕基之百分比		DOC 量占乾基之百分比		總碳含量占乾基之百分比		礦物碳比例占總碳之百分比	
	預設值	預設值	範圍	預設值	範圍	預設值	範圍	預設值	範圍
紙張/紙板	90	40	36-45	44	40-50	46	42-50	1	0-5
紡織品	80	24	20-40	30	25-50	50	25-50	20	0-50
廚餘	40	15	8-20	38	20-50	38	20-50	-	-
木材	85	43	39-46	50	46-54	50	46-54	-	-
庭園和公園廢棄物	40	20	18-22	49	45-55	49	45-55	0	0
尿布	40	24	18-32	60	44-80	70	54-90	10	10
橡膠和皮革	84	(39)[1]	(39)[1]	(47)[1]	(47)[1]	67	67	20	20
塑膠	100	-	-	-	-	75	67-85	100	95-100
金屬	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
玻璃	100	-	-	-	-	NA	NA	NA	NA
其他，惰性廢棄物	90	-	-	-	-	3	0-5	100	50-100

備註：橡膠和皮革在掩埋場厭氧條件下可能不會降解，以「－」表示。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.2-14, Table 2.4, 2006.

表 7.2.4 2019 IPCC 精進指南廢棄物之 DOC 可被分解之比例(DOC_F)

廢棄物類型	DOC_F 預設值
輕度分解廢棄物，如木材、木製品、樹枝等。	0.1
中度分解廢棄物，如紙類、紡織品、尿布等	0.5
高度分解廢棄物，如廚餘、花草、公園垃圾等。	0.7
散裝廢棄物	0.5

備註：當固體廢棄物中輕度分解、中度分解和高度分解廢棄物的比例未知時，採用散裝廢棄物之假設。

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.3-12, Table 3.0, 2019.

表 7.2.5 2006 IPCC 指南掩埋場之氧化係數

掩埋場型式	氧化係數(OX)預設值
妥善管理[1]、未妥善管理和未分類掩埋場	0.0
覆蓋有甲烷氧化材料[2]的妥善管理掩埋場	0.1

1 妥善管理但未覆蓋通風材料。

2 例如土壤、堆肥。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.3-15, Table 3.2, 2006.

表 7.2.6 2006 IPCC 指南掩埋場甲烷生成率(k)值

廢棄物類型		氣候帶							
		北溫帶(MAT≦20°C)				熱帶(MAT>20°C)			
		乾 (MAP/PET<1)		濕 (MAP/PET>1)		乾 (MAP<1000mm)		濕潤和濕 (MAP≧1000mm)	
		預設值	範圍	預設值	範圍	預設值	範圍	預設值	範圍
緩慢降解的廢棄物	紙張/紡織品廢棄物	0.04	0.03-0.05	0.06	0.05-0.07	0.045	0.04-0.06	0.07	0.06-0.085
	木材/秸稈廢棄物	0.02	0.01-0.03	0.03	0.02-0.04	0.025	0.02-0.04	0.035	0.03-0.05
輕度降解的廢棄物	其他（非食品）有機易腐/庭園和公園廢棄物	0.05	0.04-0.06	0.10	0.06-0.10	0.065	0.05-0.08	0.17	0.15-0.20
快速降解的廢棄物	廚餘/污水污泥	0.06	0.05-0.08	0.185	0.10-0.20	0.085	0.07-0.10	0.40	0.17-0.70
大型廢棄物		0.05	0.04-0.06	0.09	0.08-0.10	0.065	0.05-0.08	0.17	0.15-0.20

備註：MAT 表示年均溫度；MAP 表示年均降水量；PET 表示可能蒸發量。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.3-17, Table 3.3, 2006.

表 7.2.7 2006 IPCC 指南掩埋處理甲烷排放計算一覽表

參數	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
累積 DOC 量 (W×DOC)	● 依據人口數回推掩埋廢棄物量 ● 1950 年至 1990 年各年之 DOC 含量，依據 1990 年之分析結果計算 ● 參考 2006 IPCC 指南，以一階衰減法估算累積量並至少追溯 50 年	● 人口數取內政部內政統計年報資料 ● 環境部中華民國環境統計年報
反應常數 (k)	● 依據 2006 IPCC 指南提供之反應常數值計算。 ● 根據交通部中央氣象署資料，全國 1971 年至 2009 年平均溫度為 21℃，年平均降水量大於 1,000mm，引用之反應常數如下： ➢ 紙張/紡織品係數 0.07 ➢ 木材係數 0.035 ➢ 廚餘係數 0.4 ● 根據每年之成分組成加權計算反應常數值	● 環境部中華民國環境統計年報 ● 2006 IPCC 指南預設值
甲烷修正係數 (MCF)	● 依據 2006 IPCC 指南針對不同型態之固態廢棄物掩埋場所提供之甲烷修正係數 ● 衛生掩埋採妥善管理 1.0 及一般掩埋採未分類 0.5 計算	● 2006 IPCC 指南預設值
可分解有機碳含量(DOC)	● 依據 2006 IPCC 指南之各種廢棄物可分解有機碳含量的預設值，以及我國一般垃圾廢棄物組成占比，計算每年可分解有機碳比例。 ● 由於我國垃圾性質分析含碳量含有有機碳與礦物碳成分，因此取垃圾性質分析含碳量計算與國內研究資料兩者較低者做為計算值	● 2006 IPCC 指南預設值 ● 環境部中華民國環境統計年報 ● 國內研究資料
有機物可被分解比例 (DOC_F)	● 依據 2019 IPCC 精進指南之各種廢棄物之有機物可被分解比例的預設值，以及搭配我國一般垃圾廢棄物組成占比，以計算每年有機物可被分解比例。 ➢ 廚餘類、木竹稻草落葉類：0.7 ➢ 紙類、纖維布類：0.5 ➢ 其他類：0.5 ● 根據每年之成分組成加權計算有機物可被分解比例。	● 2019 IPCC 精進指南預設值 ● 環境部中華民國環境統計年報
掩埋場產氣中甲烷比例(F)	● 1999 年以前採用 2006 IPCC 指南預設值 0.5 ● 2000 年以後採用本土調查結果 0.471	● 2006 IPCC 指南預設值 ● 本土調查值
甲烷回收量 (R)	● 依據國內福德坑、山豬窟、台中文山與高雄西青埔掩埋場之發電量回推回收量	● 國內掩埋場實際發電量
氧化係數(OX)	● 參考 2006 IPCC 指南針對蓋有甲烷氧化材料者，氧化係數值為 0.1，其餘為 0。 ● 國內衛生掩埋場皆有進行土壤覆蓋作業，因此採用 0.1 計算；而一般掩埋場則採用 0 計算	● 2006 IPCC 指南預設值

表 7.2.8 1990 年至 2023 年妥善管理掩埋場活動數據統計

年份	衛生掩埋（千公噸）	廢棄物組成(%)							水分 (%)	可分解有機碳比例 (%)
		紙類	纖維布類	皮革橡膠類	廚餘類	木竹稻草落葉類	塑膠	其他		
1990	3,979.6	29.44	2.72	1.31	9.67	4.66	19.14	2.45	51.97	15.88
1991	4,323.5	22.80	1.82	0.37	11.79	5.09	19.14	2.45	51.97	13.51
1992	5,087.5	24.86	3.97	1.73	25.73	5.06	19.14	2.45	51.97	16.50
1993	5,090.8	27.84	5.13	1.55	23.47	5.79	18.01	1.15	51.06	17.04
1994	5,574.4	29.98	4.81	0.80	23.50	4.69	18.90	4.31	53.21	18.69
1995	4,362.8	32.17	6.21	0.88	17.94	5.82	18.27	3.34	48.14	18.60
1996	4,824.0	30.95	5.05	1.08	18.97	5.89	17.83	4.72	50.60	18.97
1997	5,129.7	29.13	5.80	1.13	24.90	4.86	19.57	2.11	46.03	18.87
1998	5,598.0	32.77	5.27	0.83	18.29	4.81	20.14	4.54	51.06	18.47
1999	5,366.9	35.83	5.20	0.60	21.83	4.89	19.85	1.97	50.76	18.87
2000	3,822.1	26.37	6.06	1.35	27.76	3.36	22.00	0.44	45.02	17.61
2001	2,996.8	26.55	4.81	0.48	27.32	4.06	21.10	5.06	55.80	17.62
2002	2,116.4	30.01	3.65	0.60	23.34	4.43	20.23	8.17	51.24	18.29
2003	1,700.4	32.97	3.78	0.22	27.19	3.88	21.36	3.58	55.69	18.71
2004	1,474.2	31.56	4.90	0.87	29.76	4.91	20.60	0.98	51.19	20.38
2005	1,184.6	38.64	2.38	0.43	38.15	1.93	13.78	0.67	54.03	17.98
2006	851.0	44.30	1.84	0.19	34.57	1.74	14.63	0.36	52.41	20.58
2007	504.9	41.75	3.20	0.51	32.86	1.83	17.13	0.33	51.55	21.44
2008	236.1	44.54	2.63	0.36	30.56	1.99	17.28	0.48	50.94	23.89
2009	185.8	38.87	2.29	0.41	37.42	1.76	16.74	0.44	54.19	22.47
2010	181.8	39.57	2.52	0.51	35.68	1.74	16.57	0.52	52.66	22.53
2011	142.2	38.31	2.04	0.23	39.21	1.39	15.66	0.61	55.06	21.70
2012	102.1	38.85	2.52	0.20	38.33	1.46	15.61	0.49	53.97	22.36
2013	91.4	41.71	2.35	0.36	35.07	1.32	16.57	0.52	54.08	22.26
2014	83.1	39.42	2.34	0.14	37.64	1.31	16.56	0.60	55.17	22.03
2015	91.7	34.69	4.67	0.54	40.39	1.61	15.55	0.50	54.79	21.75
2016	77.9	36.76	3.55	0.63	37.98	1.28	16.61	0.61	52.91	21.80
2017	70.4	36.12	4.63	0.43	38.14	1.55	16.00	0.64	52.60	21.95
2018	87.3	35.64	4.93	0.84	34.48	3.27	17.79	0.57	50.77	22.02
2019	86.4	38.83	5.10	0.55	31.12	2.42	18.67	0.43	48.49	22.46
2020	106.7	34.61	8.55	1.05	21.78	5.22	20.20	5.84	45.34	21.41
2021	247.1	37.26	7.63	0.86	17.63	3.19	26.28	3.78	40.33	20.75
2022	200.1	36.60	9.74	0.80	15.80	3.45	28.40	2.82	41.45	20.83
2023	162.4	39.74	9.79	0.53	17.41	3.80	25.86	1.19	40.07	22.49

備註：廢棄物組成皆為一般垃圾組成。其中參閱環境部中華民國環境統計年報表 4-10 垃圾性質中，按物理組成（濕基）分「紙類」、「纖維布類」、「皮革橡膠類」、「廚餘類」、「木竹稻草落葉類」、「塑膠」、「其他」及按化學分析分「水分」之數據，而可分解有機碳比例係為「化學分析可燃碳」及依照 2006 IPCC 指南所統計之 DOC，取最小值。

資料來源：環境部，中華民國環境統計年報 113 年，2024 年 9 月。

(4)排放量

妥善管理廢棄物掩埋場產生之甲烷排放量係依據公式 7.2.1.1 及公式 7.2.1.2 計算，如表 7.2.9 所示。我國積極推動資源回收與垃圾焚化處理等政策，1993 年後大型焚化爐陸續完工，焚化處理量自 1994 年至 1995 年間由 412.5 千公噸明顯上升至 1,301.0 千公噸，使衛生掩埋量自 5,574.4 千公噸降至 4,362.8 千公噸；1995 年至 1998 年衛生掩埋量些微上升，則推測與一般掩埋量逐年下降有關；1998 年後垃圾掩埋處理量即大幅下降，並於近幾年趨於平緩。2023 年較 1990 年衛生掩埋量減少 95.92%，排放量也從 1990 年的 5,171 千公噸二氧化碳當量降至 2023 年的 469 千公噸二氧化碳當量（減少 90.94%），2023 年衛生掩埋排放量亦較 2022 年減少 34 千公噸二氧化碳當量（減少 6.80%）。

(5)完整性

有關活動數據之廢棄物組成成份，1992 年至 2023 年採用環境部中華民國環境統計年報，缺少之 1990 年及 1991 年數據則採用環境部 2009 年「國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用」報告。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

依據 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理，評估整體排放量之不確定性可採用誤差傳播法及蒙地卡羅分析兩種方法。誤差傳播法與蒙地卡羅法略有不同，其假設相關參數都為常態分布型態，惟因無法得知常態機率密度函數分布值，因此須先確認（或合理假設）各參數不確定性，再依以下公式計算各來源排放量不確定性及合併計算整體部門排放量不確定性。

A.依不確定量相乘規則計算公式

溫室氣體來源排放量不確定性，為該來源排放係數之不確定性平方與活動數據不確定性平方之總和開根號，其公式如下。

公式 7.2.1.3：

$$\mathbf{U} = \sqrt{\boldsymbol{U_{EF}}^2 + \boldsymbol{U_A}^2}$$

U：排放源的不確定性[%]

U_{EF}：排放係數的不確定性[%]

U_A：活動係數的不確定性[%]

B.依不確定量相加規則計算公式

計算各排放源之不確定性加總方式，如公式 7.2.1.4 所示。其方法為各來源溫室氣體排放量之不確定性與排放量相乘後平方之總和再開根號，除以各來源溫室氣體排放量之總和。

公式 7.2.1.4：

$$\boldsymbol{U_{Total}} = \frac{\sqrt{(\boldsymbol{U_1} \times \boldsymbol{E_1})^2 + \ldots + (\boldsymbol{U_n} \times \boldsymbol{E_n})^2}}{\boldsymbol{E_1} + \boldsymbol{E_2} + \ldots + \boldsymbol{E_n}}$$

U_{Total}：部門總排放量不確定性[%]

U_i：各來源溫室氣體排放量不確定性[%]

E_i：各來源溫室氣體排放量[Gg]

在評估廢棄物部門不確定性上，依前述計算參數（活動數據、排放係數）、排放量之機率密度函數分布，取其 95%信賴區間之上下限，與採用數值之偏差計算不確定度(%)，再透過上述不確定性之計算公式，以估算各排放源排放量的不確定性

數值，最後依公式 7.2.1.4 計算部門總排放量之不確定性數值。

2006 IPCC 指南提供妥善管理掩埋場甲烷估算各參數引用之不確定性範圍，如表 7.2.10 所示。表 7.2.11 為不確定參數計算掩埋場甲烷排放量計算公式中之各項活動資料與排放係數不確定性結果，依前述不確定量相乘與相加規則計算公式，可得妥善掩埋甲烷排放活動數據、排放係數及排放量之不確定性，分別為 26.46%、22.91%及 33.34%。

(2)時間序列的一致性

妥善管理掩埋場甲烷排放估算，係採用 IPCC 2006 指南建議之「一階衰減法」公式進行計算。活動數據蒐集係依據環境部中華民國環境統計年報，完整彙整 1990 年至 2023 年一般廢棄物清運之「衛生掩埋」數據，及 1992 年至 2023 年可燃分之「紙類」、「纖維布類」、「皮革橡膠類」、「廚餘類」、「木竹稻草落葉類」、「塑膠」、「其他」及「化學分析含碳量」百分比數據，其中缺少 1990 年與 1991 年之數據，則採用環境部 2009 年「國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用」報告。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

利用國家妥善管理廢棄物掩埋場活動數據為基礎，以 2006 IPCC 指南建議排放係數，並參考 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理，計算溫室氣體排放量。

針對本範疇之計算方式、引用參數及計算結果，環境部已於 2015 年 5 月、10 月、2016 年 7 月、2023 年 11 月與 2024 年 3 月召開廢棄物部門清冊專家諮詢會議，確認計算方式、引用參數與活動數據合理性。另參考 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理中「一般清冊品質控制程序」，如表 7.2.12 所示，檢核數據與引用數據來源內容是否一致。

5. 特定排放源的重新計算

本年度此排放源無重新計算。

6. 特定排放源的改善計畫

我國掩埋廢棄物之組成，目前採用環境部中華民國環境統計年報之一般廢棄物組成，為使數據較接近實際情形，建議後續調查各掩埋場的垃圾組成。

表 7.2.9 1990 年至 2023 年妥善管理掩埋場甲烷排放量

年份	衛生掩埋量	甲烷修正係數 (MCF)	可分解有機碳 (DOC)	有機物分解比例 (DOC_F)	處置 DOC 量	累積 DOC 量	分解 DOC 量	反應常數 (K)	甲烷生成比例 (F)	甲烷回收量 (R)	氧化係數 (OX)	甲烷排放量
	千公噸	比率	比率	比率	千公噸	千公噸	千公噸	比率	比率	kt CO_2e	比率	kt CO_2e
1990	3,979.6	1.0	15.88	0.562	355.0	2,470.9	307.8	0.135	0.500	NO	0.1	5,171
1991	4,323.5	1.0	13.51	0.581	339.7	2,498.2	312.3	0.138	0.500	NO	0.1	5,247
1992	5,087.5	1.0	16.50	0.603	506.4	2,682.4	322.2	0.150	0.500	NO	0.1	5,413
1993	5,090.8	1.0	17.04	0.594	515.3	2,823.9	373.9	0.157	0.500	NO	0.1	6,281
1994	5,574.4	1.0	18.69	0.590	614.1	3,028.4	409.6	0.163	0.500	NO	0.1	6,882
1995	4,362.8	1.0	18.60	0.576	467.8	3,041.3	454.9	0.163	0.500	NO	0.1	7,642
1996	4,824.0	1.0	18.97	0.582	532.3	3,117.0	456.6	0.164	0.500	NO	0.1	7,670
1997	5,129.7	1.0	18.87	0.592	573.0	3,219.4	470.6	0.168	0.500	NO	0.1	7,906
1998	5,598.0	1.0	18.47	0.576	595.1	3,315.5	499.1	0.168	0.500	NO	0.1	8,385
1999	5,366.9	1.0	18.87	0.579	586.3	3,388.8	512.9	0.169	0.500	87.6	0.1	8,538
2000	3,822.1	1.0	17.61	0.598	402.5	3,264.6	526.7	0.174	0.471	153.5	0.1	8,197
2001	3,015.1	1.0	17.62	0.600	318.7	3,063.3	520.1	0.177	0.471	565.2	0.1	7,722
2002	2,130.2	1.0	18.29	0.590	230.0	2,796.6	496.7	0.178	0.471	678.1	0.1	7,250
2003	1,712.9	1.0	18.71	0.592	189.6	2,530.2	456.0	0.179	0.471	589.8	0.1	6,686
2004	1,474.2	1.0	20.38	0.597	179.5	2,294.0	415.6	0.181	0.471	433.3	0.1	6,187
2005	1,184.6	1.0	17.98	0.599	127.5	2,041.5	380.1	0.183	0.471	374.9	0.1	5,678
2006	851.0	1.0	20.58	0.588	103.0	1,802.3	342.1	0.185	0.471	322.5	0.1	5,124
2007	504.9	1.0	21.44	0.587	63.6	1,562.1	303.8	0.185	0.471	284.2	0.1	4,552
2008	236.1	1.0	23.89	0.582	32.8	1,330.6	264.2	0.186	0.471	240.1	0.1	3,965
2009	185.8	1.0	22.47	0.598	24.9	1,130.3	225.3	0.186	0.471	217.5	0.1	3,370
2010	181.8	1.0	22.53	0.594	24.3	962.6	192.0	0.187	0.471	192.8	0.1	2,866
2011	142.2	1.0	21.70	0.600	18.5	817.0	164.1	0.188	0.471	156.7	0.1	2,455
2012	102.1	1.0	22.36	0.598	13.6	690.9	139.8	0.188	0.471	136.9	0.1	2,089
2013	91.4	1.0	22.26	0.590	12.0	584.3	118.6	0.189	0.471	123.0	0.1	1,766
2014	83.1	1.0	22.03	0.597	10.9	494.7	100.5	0.189	0.471	108.2	0.1	1,493
2015	91.7	1.0	21.75	0.603	12.0	421.4	85.3	0.190	0.471	96.1	0.1	1,264
2016	77.9	1.0	21.80	0.599	10.2	358.5	73.1	0.191	0.471	85.6	0.1	1,079
2017	70.4	1.0	21.95	0.599	9.2	305.4	62.4	0.192	0.471	75.1	0.1	920
2018	87.3	1.0	22.02	0.596	11.5	263.5	53.4	0.193	0.471	69.0	0.1	783
2019	86.4	1.0	22.46	0.587	11.4	228.6	46.2	0.193	0.471	57.1	0.1	680
2020	106.7	1.0	21.41	0.577	13.2	201.6	40.2	0.192	0.471	34.5	0.1	605
2021	247.1	1.0	20.75	0.563	28.9	195.3	35.2	0.188	0.471	31.4	0.1	529
2022	200.1	1.0	20.83	0.559	23.3	185.2	33.4	0.183	0.471	28.6	0.1	503
2023	162.4	1.0	22.49	0.560	20.4	174.6	31.0	0.183	0.471	24.6	0.1	469

備註：1. NO（未發生），代表我國該分類項目無生產或使用。

2.甲烷回收量、甲烷排放量單位為千公噸二氧化碳當量。

3.轉換係數 16/12 = 1.333

表 7.2.10 妥善管理掩埋場甲烷排放之不確定性

活動資料/排放係數之不確定性	不確定性範圍
固體廢棄物總量（Total Municipal Solid Waste, MSW_T)	特定國家值： 30%：定期收集廢棄物資料 ±10%：具有高品質資料(如在所有掩埋場和其他處理設施處進行稱重) 200%：低品質資料
廢棄物組成	±10%：具有高品質資料（如對代表性掩埋場進行定期取樣） ±30%：是具有基於研究（包括週期性取樣） 200%：低品質資料
可降解有機碳(DOC)	±20%：使用 IPCC 指南預設值 特定國家值： ±10%：基於代表性的取樣和分析
經過分解的可降解有機碳的比例 (DOC_F)	±20%：使用 IPCC 指南預設值 特定國家值： ±10%：基於長期以來試驗性資料
甲烷修正係數(MCF) **=1.0** **=0.8** **=0.5** **=0.4** **=0.6**	使用 IPCC 指南預設值： –10%, 0% ±20% ±20% ±30% –50%, 60%
產生的垃圾掩埋氣體中的甲烷比例 (F)=0.5	±5%：使用 2006 IPCC 指南預設值
甲烷回收量(R)	不確定性範圍取決於計量回收、燃燒或利用的甲烷量。 ±10%：如果現地量測。 ±50%：如果未現地量測。
氧化係數(OX)	當 OX 使用非零值時，則 OX 須納入不確定性分析，應當說明非零值之各不確定性。
半衰期($t_{1/2}$)	2006 IPCC 指南提供各種廢棄物的半衰期範圍值，使用者應納入不確定性說明。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P3-27, Table 3.5, 2006.

表 7.2.11 2023 年廢棄物部門掩埋甲烷排放之不確定性

活動資料和排放係數	不確定性 (%)		說明
	妥善管理掩埋	未妥善管理掩埋	
城市固體廢棄物總量 (MSW_T)	10.00	10.00	具有高品質資料，引用 2006 IPCC 指南預設值 10%。
廢棄物組成	10.00	10.00	根據 2006 IPCC 指南建議，具有基於研究不確定預設值 30%。國內數據掌握十分清楚，不確定性 10%計算。
可降解有機碳 (DOC)	20.00	20.00	以 2006 IPCC 指南預設值計算可降解有機碳，不確定性引用 2006 IPCC 指南預設值 20%。
甲烷修正係數 (MCF)	0.00	20.00	採 2006 IPCC 指南預設係數（衛生 1.0，一般 0.5），及不確定性建議（衛生 0%，一般 20%）。
經過分解的可降解有機碳的比例 (DOC_F)	20.00	20.00	DOC_F 使用 2006 IPCC 指南預設值 0.5，不確定性引用 IPCC 指南預設值 20%。
產生的垃圾掩埋氣體中的甲烷比例 (F)	5.00	5.00	甲烷比例使用 2006 IPCC 指南預設值 0.5 及本土係數，不確定性引用 2006 IPCC 指南預設值 5%。
甲烷回收量 (R)	20.00	N/A	以實際發電量換算甲烷回收量，2006 IPCC 指南建議現地量測值 10%，預設 20%。一般掩埋場無此數據，因此不適用。

活動資料和排放係數	不確定性 (%)		說明
	妥善管理掩埋	未妥善管理掩埋	
氧化係數 (OX)	10.00	0.00	設定衛生掩埋場以 10%計算；一般掩埋場以 0%計算。
半衰期 ($t_{1/2}$)	10.00	10.00	依 2006 IPCC 指南係數及本土組成加權計算，預設 10%。
活動強度不確定性計算結果	**26.46**	**26.46**	
排放係數不確定性計算結果	**22.91**	**28.72**	
排放量不確定性計算結果	**33.34**	**39.05**	

表 7.2.12 妥善管理掩埋場一般清冊品質控制程序檢核表

品質控制活動	確認程序
檢查被記載的所選活動數據資料和排放因數的假設和標準	· 交叉檢查排放源類別資訊活動數據資料（垃圾衛生掩埋、垃圾組成）和排放係數（2006 IPCC 指南預設值）的種類，並確保其正確記錄並歸檔
檢查資料登錄和參考文獻的轉錄誤差	· 確認正確引用環境部中華民國環境統計年報結果
檢查排放計算的準確性	· 條列各項參數與活動數據，簡化運算規則，複查計算結果準確性
檢查被正確記錄的參數和排放單位及被採用的適當的轉換因數	· 確認各欄位單位標記的準確性 · 確認整個計算過程中單位使用的準確性 · 確認轉換因數的準確性 · 無時間和空間校正因數應用
檢查資料庫檔的完整性	· 簡明條列明確欄位與計算欄位
檢查排放源類別間資料的一致性	· 確認引用適用多種排放源類別的活動數據資料相關常數與參數之一致性與複檢結果
檢查處理過程中清冊資料轉移的正確性	· 避免有轉錄情事，並加強複查檢核 · 無計算轉錄計算情事
檢查排放不確定性和轉換的正確估算和計算	· 檢查提供不確定性估算之專家判斷值與其獨立資格 · 檢查所記錄的資格假定和專家判斷值，以檢查不確定性計算的完整性與準確性 · 相關參數引用 2006 IPCC 指南預設值
展開內部檔的審評	· 詳細登錄資料來源引用與版本差異 · 檢查歸檔並存儲的清冊資料、佐證資料和清冊記錄以有利於展開詳盡的審評
檢查導致重新計算的方法和資料變化	· 確認每個排放源類別輸入資料的時間序列一致性 · 確認於整個時間序列所計算之運算法則/方法一致性 · 無時間序列一致性缺漏情事
展開完全檢查	· 確認提交的評估報告涵蓋從指定基準年到當前清冊時段內所有年份排放源別
比較現有估算和原始估算	· 對於每個排放源類別，應將當前的清冊估算和以前的估算進行比較，如果與設想情況有重大的變化或差距，應重新檢查估算並分析不同之處。 · 本年度此排放源有重新計算。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P3-27, Table 3.5, 2006.

7.2.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場(5.A.2)

1. 排放源及匯分類的描述

未妥善管理之廢棄物掩埋場即為不符合妥善管理之廢棄物掩埋場條件之廢棄物掩埋場，其掩埋溫室氣體包括二氧化碳、氧化亞氮及甲烷。由於大部分的二氧化碳排放為生物自然產生，且氧化亞氮在此排放源排放量微乎其微，故此二種溫室氣體不納入計算，僅計算掩埋所產生之甲烷排放。

2. 方法論議題

(1)計算方法

根據 2006 IPCC 指南統計方法，廢棄物掩埋產生甲烷產生量應該以一階衰減法計算，並須延長 50 年統計年限，亦即計算需回溯至 1950 年來進行統計分析。由於缺少 1990 年前之掩埋資料，依 2006 IPCC 指南統計方法，利用人口量與垃圾量之比例換算。有關計算順序說明如下：

A. 1950 年至 1989 年之人口量以 1%成長率推估，據此人口數量推估掩埋量，並以 1990 年之垃圾組成成分做為 1950 年至 1989 年之垃圾組成。

B. 依據一階衰減法計算 1950 年至 1989 年之累積可分解有機碳含量(累積 DOC)。

C. 以 1990 年計算之累積 DOC 結果，做為 1990 年後累積 DOC 計算基準，再依據環境部中華民國環境統計年報實際垃圾量與組成，根據一階衰減法計算 1990 年至 2023 年甲烷排放量。

廢棄物掩埋產生甲烷的計算公式，如公式 7.2.1.1 所示，主要定義「每年分解的 DOC 量($DDOCm\ decomp_T$)」參數，此參數則以一階衰減法估算，詳如公式 7.2.1.2 所示。在使用一階衰減法計算分解之 DDOCm 時，2006 IPCC 指南表示至少需計算 50 年的處置資料，該計算時限為大部分通用處置作法和條件提供一個可接受的精確結果，如果選擇更短的時限，則應證明沒有明顯低估排放。

(2)排放係數

有關公式 7.2.1.1 與公式 7.2.1.2 的各項參數，說明如下：

A. F：掩埋場產氣中甲烷之比例 (Fraction of methane in generated landfill gas)

多數掩埋場沼氣中甲烷的比例接近 50%，2006 IPCC 指南預設值為 0.5。1999 年以前採用 IPCC 指南預設值 0.5，2000 年以後根據國內山豬窟、福德坑、文山及西青埔四處沼氣發電掩埋場，其歷年沼氣組成分析結果，採用本土係數調查結果 0.471。

B. R：甲烷回收量 (Methane recovery)

我國未妥善管理掩埋場無進行沼氣回收，故設為 0。

C. MCF：甲烷修正係數 (Methane correction factor)

表 7.2.2 列出 2006 IPCC 指南掩埋場型式與對應之甲烷修正係數，主要詳細說明各種掩埋場型式之處理情形，及定義未分類者之 MCF 引用條件。依據 2006 IPCC 指南，除了非屬於其表格所列之處理方式才可以引用未分類掩埋場 MCF

預設值，故預設未妥善管理之廢棄物掩埋場之甲烷修正係數值(MCF)為 0.5。

D. DOC：可分解有機碳含量(比例) (Degradable Organic Carbon)

表 7.2.3 為 2006 IPCC 指南提供之各種廢棄物可分解有機碳含量以及礦物碳占總碳之比例。可分解有機碳含量可做為生物處理（如掩埋、堆肥）等計算甲烷排放之參數；礦物碳則可做為焚化處理之計算二氧化碳排放之參數。由本國之垃圾組成並引用表 7.2.3 所列各類垃圾的建議 DOC 值，以計算各年度廢棄物的 DOC 值。

E. DOC_F：DOC 可被分解之比例 (Fraction of DOC that can decomposes)

依據 2019 IPCC 精進指南所提供之各類垃圾建議的 DOC_F 值，如表 7.2.4，並利用環境部中華民國環境統計年報之垃圾組成，以計算各年度整體廢棄物的 DOC_F。

F. OX：氧化係數 (Oxidation factor)

氧化係數反映廢棄物在土壤或覆蓋層材料裡，被氧化的甲烷量。2006 IPCC 指南建議的氧化係數，如表 7.2.5 所示。由於一般掩埋場管理較不完善，覆土亦不完整，甲烷易直接逸散，故氧化係數以 0 計算。

G. k：甲烷生成率 (Methane generation rate)

表 7.2.6 為 2006 IPCC 指南廢棄物之反應常數(k)值，據以計算每年累積之 DOC 量。依據我國地理位置與氣候環境，選擇熱帶、潮濕氣候帶之預設參數值，再比照妥善管理之廢棄物掩埋場甲烷生成率常數(k)的計算公式，得一般掩埋場之 k 值。

(3)活動數據

依據環境部中華民國環境統計年報，彙整 1990 年至 2023 年垃圾清運之「一般掩埋」、「堆置」、「其他」及「期末一般廢棄物暫存量」數據。2017 年以前未妥善管理之廢棄物掩埋場之廢棄物量包括「一般掩埋」、「堆置」、「其他」等三項類別，2018 年後一般掩埋廢棄物量改列於「期末一般廢棄物暫存量」，累計未處理之垃圾量，為避免重複計算，需扣除前一年之垃圾暫存量，以計算當年度一般垃圾掩埋量。

另廢棄物組成則採用大型焚化爐之一般垃圾組成分析，包括「紙類」、「纖維布類」、「皮革橡膠類」、「廚餘類」、「木竹稻草落葉類」、「塑膠」、「其他」、「水分」及「化學分析含碳量」百分比數據，如表 7.2.13 所示。

(4)排放量

由於廢棄物處理政策由掩埋處理逐漸轉以資源回收再利用及焚化為主，1993 年起大型焚化爐陸續完工，再加上垃圾妥善率逐年提升，一般掩埋量自 1995 年後即逐年下降，自 2004 年後垃圾妥善率已高達 99%以上。2023 年排放量為 143 千公噸二氧化碳當量，較 2022 年減少 17 千公噸二氧化碳當量（如表 7.2.14 所示），減少 10.71%，惟相較 2005 年減少 87.08%，相較 1990 年 90.59%。

表 7.2.13 1990 年至 2023 年未妥善管理掩埋場活動數據統計

年份	一般掩埋（千公噸）	廢棄物組成(%)							水分(%)	可分解有機碳(%)
		紙類	纖維布類	皮革橡膠類	廚餘類	木竹稻草落葉類	塑膠	其他		
1990	2,674.4	29.44	2.72	1.31	9.67	4.66	19.14	2.45	51.97	15.88
1991	2,881.3	22.80	1.82	0.37	11.79	5.09	19.14	2.45	51.97	13.51
1992	2,650.5	24.86	3.97	1.73	25.73	5.06	19.14	2.45	51.97	16.50
1993	2,877.5	27.84	5.13	1.55	23.47	5.79	18.01	1.15	51.06	17.04
1994	2,504.5	29.98	4.81	0.80	23.50	4.69	18.90	4.31	53.21	18.69
1995	3,037.6	32.17	6.21	0.88	17.94	5.82	18.27	3.34	48.14	18.60
1996	2,547.8	30.95	5.05	1.08	18.97	5.89	17.83	4.72	50.60	18.97
1997	2,059.5	29.13	5.80	1.13	24.90	4.86	19.57	2.11	46.03	18.87
1998	1,541.4	32.77	5.27	0.83	18.29	4.81	20.14	4.54	51.06	18.47
1999	1,178.1	35.83	5.20	0.60	21.83	4.89	19.85	1.97	50.76	18.87
2000	823.6	26.37	6.06	1.35	27.76	3.36	22.00	0.44	45.02	17.61
2001	525.1	26.55	4.81	0.48	27.32	4.06	21.10	5.06	55.80	17.62
2002	296.6	30.01	3.65	0.60	23.34	4.43	20.23	8.17	51.24	18.29
2003	141.3	32.97	3.78	0.22	27.19	3.88	21.36	3.58	55.69	18.71
2004	81.0	31.56	4.90	0.87	29.76	4.91	20.60	0.98	51.19	20.38
2005	40.3	38.64	2.38	0.43	38.15	1.93	13.78	0.67	54.03	17.98
2006	17.7	44.30	1.84	0.19	34.57	1.74	14.63	0.36	52.41	20.58
2007	32.5	41.75	3.20	0.51	32.86	1.83	17.13	0.33	51.55	21.44
2008	0.7	44.54	2.63	0.36	30.56	1.99	17.28	0.48	50.94	23.89
2009	1.3	38.87	2.29	0.41	37.42	1.76	16.74	0.44	54.19	22.47
2010	2.2	39.57	2.52	0.51	35.68	1.74	16.57	0.52	52.66	22.53
2011	0.1	38.31	2.04	0.23	39.21	1.39	15.66	0.61	55.06	21.70
2012	0.1	38.85	2.52	0.20	38.33	1.46	15.61	0.49	53.97	22.36
2013	0.1	41.71	2.35	0.36	35.07	1.32	16.57	0.52	54.08	22.26
2014	0.1	39.42	2.34	0.14	37.64	1.31	16.56	0.60	55.17	22.03
2015	1.7	34.69	4.67	0.54	40.39	1.61	15.55	0.50	54.79	21.75
2016	62.2	36.76	3.55	0.63	37.98	1.28	16.61	0.61	52.91	21.80
2017	90.7	36.12	4.63	0.43	38.14	1.55	16.00	0.64	52.60	21.95
2018	126.7	35.64	4.93	0.84	34.48	3.27	17.79	0.57	50.77	22.02
2019	162.3	38.83	5.10	0.55	31.12	2.42	18.67	0.43	48.49	22.46
2020	166.0	34.61	8.55	1.05	21.78	5.22	20.20	5.84	45.34	21.41
2021	151.0	37.26	7.63	0.86	17.63	3.19	26.28	3.78	40.33	20.75
2022	64.3	36.60	9.74	0.80	15.80	3.45	28.40	2.82	41.45	20.83
2023	84.3	39.74	9.79	0.53	17.41	3.80	25.86	1.19	40.07	22.49

備註：廢棄物組成皆為一般垃圾組成。

資料來源：環境部，中華民國環境統計年報 113 年，2024 年 9 月。

表 7.2.14 1990 年至 2023 年未妥善管理掩埋場甲烷排放量

年份	一般掩埋量 千公噸	甲烷修正係數 (MCF) 比率	可分解有機碳 (DOC) 比率	有機物分解比例 (DOC_F) 比率	處置 DOC 量 千公噸	累積 DOC 量 千公噸	分解 DOC 量 千公噸	反應常數 (K) 比率	甲烷生成比例 (F) 比率	甲烷回收量 (R) kt CO_2e	氧化係數 (OX) 比率	甲烷排放量 kt CO_2e
1990	2,674.4	0.5	15.88	0.562	119.3	830.2	103.4	0.135	0.500	NO	0.0	1,931
1991	2,881.3	0.5	13.51	0.581	113.2	838.5	104.9	0.138	0.500	NO	0.0	1,959
1992	2,650.5	0.5	16.50	0.603	131.9	862.3	108.1	0.148	0.500	NO	0.0	2,018
1993	2,877.5	0.5	17.04	0.594	145.6	889.5	118.4	0.154	0.500	NO	0.0	2,211
1994	2,504.5	0.5	19.08	0.590	138.0	900.5	127.0	0.159	0.500	NO	0.0	2,370
1995	3,037.6	0.5	18.60	0.576	162.9	931.0	132.3	0.159	0.500	NO	0.0	2,470
1996	2,547.8	0.5	18.99	0.582	140.6	934.4	137.2	0.161	0.500	NO	0.0	2,561
1997	2,059.5	0.5	20.44	0.592	115.0	910.7	138.7	0.164	0.500	NO	0.0	2,590
1998	1,541.4	0.5	18.47	0.576	81.9	854.5	138.1	0.165	0.500	NO	0.0	2,577
1999	1,178.1	0.5	18.87	0.579	64.3	789.2	129.6	0.165	0.500	NO	0.0	2,420
2000	823.6	0.5	21.12	0.598	43.4	712.4	120.2	0.168	0.471	NO	0.0	2,113
2001	525.1	0.5	18.24	0.600	27.8	630.2	110.0	0.169	0.471	NO	0.0	1,934
2002	296.6	0.5	20.45	0.590	16.0	548.1	98.1	0.170	0.471	NO	0.0	1,726
2003	141.3	0.5	18.71	0.592	7.8	470.3	85.6	0.170	0.471	NO	0.0	1,506
2004	81.0	0.5	20.60	0.597	4.9	401.6	73.6	0.171	0.471	NO	0.0	1,295
2005	40.3	0.5	17.98	0.599	2.2	340.7	63.0	0.171	0.471	NO	0.0	1,108
2006	17.7	0.5	20.58	0.588	1.1	288.3	53.5	0.171	0.471	NO	0.0	942
2007	32.5	0.5	21.44	0.587	2.0	245.0	45.3	0.171	0.471	NO	0.0	797
2008	0.7	0.5	24.14	0.582	0.1	206.5	38.6	0.171	0.471	NO	0.0	678
2009	1.3	0.5	22.53	0.598	0.1	174.0	32.5	0.171	0.471	NO	0.0	572
2010	2.2	0.5	22.90	0.594	0.1	146.8	27.4	0.171	0.471	NO	0.0	482
2011	0.1	0.5	21.70	0.600	0.0	123.7	23.1	0.171	0.471	NO	0.0	407
2012	0.1	0.5	22.36	0.598	0.0	104.2	19.5	0.171	0.471	NO	0.0	343
2013	0.1	0.5	22.26	0.590	0.0	87.8	16.4	0.171	0.471	NO	0.0	289
2014	0.1	0.5	22.03	0.597	0.0	74.0	13.8	0.171	0.471	NO	0.0	243
2015	1.7	0.5	21.75	0.603	0.1	62.4	11.7	0.171	0.471	NO	0.0	205
2016	62.2	0.5	21.80	0.599	4.1	56.7	9.8	0.175	0.471	NO	0.0	173
2017	90.7	0.5	21.95	0.599	6.0	53.5	9.1	0.180	0.471	NO	0.0	160
2018	126.7	0.5	22.02	0.596	8.3	53.0	8.8	0.184	0.471	NO	0.0	155
2019	162.3	0.5	22.46	0.587	10.7	54.8	8.9	0.187	0.471	NO	0.0	157
2020	166.0	0.5	21.41	0.577	10.3	55.7	9.4	0.184	0.471	NO	0.0	165
2021	151.0	0.5	20.75	0.563	8.8	55.1	9.4	0.181	0.471	NO	0.0	165
2022	64.3	0.5	20.83	0.559	3.7	49.8	9.1	0.179	0.471	NO	0.0	160
2023	84.3	0.5	22.49	0.560	5.3	46.9	8.1	0.176	0.471	NO	0.0	143

備註：1.NO（未發生），代表我國該分類項目無生產或使用。

2.甲烷回收量、甲烷排放量單位為千公噸二氧化碳當量。

3.轉換係數 16/12 = 1.333

(5)完整性

有關活動數據之廢棄物組成成份，1992 年至 2023 年採用環境部中華民國環境統計年報，1990 年及 1991 年則採用環境部 2009 年「國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用」報告。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

有關廢棄物部門各來源排放量不確定性之評估方法，參閱 7.2.1 節不確定性分析。

2006 IPCC 指南提供未妥善管理掩埋場甲烷排放各參數引用之不確定性說明，如表 7.2.15。表 7.2.11 所提供之不確定參數計算掩埋場甲烷排放量，計算公式中之各項活動資料與排放係數不確定性結果，依前述不確定量相乘與相加規則計算公式，可得未妥善管理掩埋場甲烷排放活動數據、排放係數及排放量之不確定性，分別為 26.46%、28.72%及 39.05%。

(2)時間序列的一致性

未妥善管理掩埋場甲烷排放估算，採用 2006 IPCC 指南建議之「一階衰減法」公式進行計算，依據環境部中華民國環境統計年報，彙整 1990 年至 2023 年垃圾清運之「一般掩埋」、「堆置」、「其他」及「期末一般廢棄物暫存量」數據，及 1992 年至 2023 年可燃分之「紙類」、「纖維布類」、「皮革橡膠類」、「廚餘類」、「木竹稻草落葉類」、「塑膠」、「其他」及「化學分析含碳量」百分比數據。其中，缺少之 1990 年與 1991 年數據，則引用環境部 2009 年「國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用」報告中該兩年期數據，以建立各年期排放估算之完整性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

利用國家未妥善管理廢棄物掩埋場活動數據為基礎，採 2006 IPCC 指南建議排放係數，與 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理，計算溫室氣體排放量。

針對本範疇之計算方式、引用參數及計算結果，環境部已於 2015 年 5 月、10 月及 2016 年 7 月、2023 年 11 月與 2024 年 3 月召開廢棄物部門清冊專家諮詢會議，確認計算方式、引用參數與活動數據其合理性。另參考 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理中「一般清冊水準品質控制程序」（表 7.2.16），檢核數據與引用數據來源內容是否一致。

5. 特定排放源的重新計算

參閱 2024 年環境部中華民國環境統計年報修正 2018 年起活動數據「期末一般廢棄物暫存量」，重新計算未妥善管理掩埋場甲烷排放量，惟 2018 年至 2022 年排放量變化皆小於 0.1%，符合 2006 IPCC 指南對重新計算影響可忽略之說明原則。

6.特定排放源的改善計畫

另我國掩埋廢棄物之組成，目前採用環境部中華民國環境統計年報之一般廢棄物組成，為使數據較接近實際情形，建議後續調查各掩埋場的垃圾組成。

7.2.3 未分類之廢棄物處理廠址(5.A.3)

依據環境部中華民國環境統計年報，針對垃圾處理方式之分類說明，摒除回收資源、事業廢棄物及遷移舊垃圾外，大致可分焚化、衛生掩埋、一般處理、堆置、其他、巨大垃圾回收再利用、廚餘回收與資源回收等八類，依據 2006 IPCC 指南廢棄物部門分類指南，除了資源回收與再利用外，均已包括在其規範內，並已依 2006 IPCC 指南進行估算。因此，無其他陸地廢棄物掩埋處理排放範疇。

表 7.2.15 未妥善管理掩埋場甲烷排放之不確定性

活動資料/排放係數之不確定性	不確定性範圍
固體廢棄物總量(MSW_T)	特定國家值： 30%：定期收集廢棄物資料 ±10%：具有高品質資料（如在所有掩埋場和其他處理設施處進行稱重） 200%：低品質資料
廢棄物組成	±10%：具有高品質資料（如對代表性掩埋場進行定期取樣） ±30%：是具有基於研究（包括週期性取樣） 200%：低品質資料
可降解有機碳(DOC)	±20%：使用 2006 IPCC 指南預設值 特定國家值： ±10%：基於代表性的取樣和分析
經過分解的可降解有機碳的比例(DOC_F)	±20%：使用 2006 IPCC 指南預設值 特定國家值： ±10%：基於長期以來試驗性資料
甲烷修正係數(MCF) **=1.0** **=0.8** **=0.5** **=0.4** **=0.6**	使用 2006 IPCC 指南預設值： –10%, 0% ±20% ±20% ±30% –50%, 60%
產生的垃圾掩埋氣體中的甲烷比例(F)=0.5	±5%：使用 2006 IPCC 指南預設值
甲烷回收量(R)	不確定性範圍取決於計量回收、燃燒或利用的甲烷量。 ±10%：如果現地量測。 ±50%：如果未現地量測。
氧化係數(OX)	當 OX 使用非零值時，則 OX 須納入不確定性分析，應當說明非零值之各不確定性。
半衰期($t_{1/2}$)	2006 IPCC 指南提供各種廢棄物的半衰期範圍值，使用者應納入不確定性說明。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P3-27, Table 3.5, 2006.

表 7.2.16 未妥善管理掩埋場一般清冊品質控制程序檢核表

品質控制活動	確認程序
檢查被記載的所選活動數據資料和排放因數的假設和標準	● 交叉檢查排放源類別資訊活動數據資料（垃圾一般掩埋、堆置、其他、垃圾組成）和排放因數（2006 IPCC 指南預設值）的種類並確保其正確記錄並歸檔
檢查資料登錄和參考文獻的轉錄誤差	● 確認正確引用環境部中華民國環境統計年報結果
檢查排放計算的準確性	● 條列各項參數與活動數據，簡化運算規則，複查計算結果準確性
檢查被正確記錄的參數和排放單位及被採用的適當的轉換因數	● 確認各欄位單位標記的準確性 ● 確認整個計算過程中單位使用的準確性 ● 確認轉換因數的準確性 ● 無時間和空間校正因數應用
檢查資料庫檔的完整性	● 簡明條列明確欄位與計算欄位
檢查排放源類別間資料的一致性	● 確認引用適用多種排放源類別的活動數據資料相關常數與參數之一致性與複檢結果
檢查處理過程中清冊資料轉移的正確性	● 避免有轉錄情事，並加強複查檢核 ● 無計算轉錄計算情事
檢查排放不確定性和轉換的正確估算和計算	● 檢查提供不確定性估算之專家判斷值與其獨立資格 ● 檢查所記錄的資格假定和專家判斷值，以檢查不確定性計算的完整性與準確性 ● 相關參數引用 2006 IPCC 指南預設值
展開內部檔的審評	● 詳細登錄資料來源引用與版本差異 ● 檢查歸檔並存儲的清冊資料、佐證資料和清冊記錄以有利於展開詳盡的審評
檢查導致重新計算的方法和資料變化	● 確認每個排放源類別輸入資料的時間序列一致性 ● 確認於整個時間序列所計算之運算法則/方法一致性 ● 無時間序列一致性缺漏情事
展開完全檢查	● 確認提交的評估報告涵蓋從指定基準年到當前清冊時段內所有年份排放源別
比較現有估算和原始估算	● 對於每個排放源類別應將當前的清冊估算和以前的估算進行比較，如果與設想情況有重大的變化或差距，應重新檢查估算並分析不同之處。 ● 更新 2018 至 2022 年未妥善管理掩埋場之活動數據，並據以修正排放量。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, 2006.

7.3 固體廢棄物之生物處理(5.B)

1. 排放源及匯分類的描述

依據 2006 IPCC 指南，將堆肥與有機廢棄物之厭氧消化，歸屬固體廢棄物之生物處理。生物處理之優點為減少廢棄物體積、消除廢棄物中的病原體，及產生沼氣回收發電等，對已開發國家與開發中國家而言，常將有機廢棄物（如廚餘、花圃庭園之落葉等）回收再利用為堆肥和土地改良劑。

堆肥處理過程中會發生有機物厭氧分解，因而產生甲烷與氧化亞氮，目前未將過程中產生之甲烷進一步回收再利用，未來若將廚餘進行厭氧消化，並將甲烷進行回收，可產生熱能或用於發電，而此類能源再利用之溫室氣體排放，將歸屬於能源部門。

2. 方法論議題

(1)計算方法

根據 2006 IPCC 指南，堆肥產生之溫室氣體（甲烷與氧化亞氮）排放量計算公式如下：

公式 7.3.1：

$$\text{甲烷(Gg /yr)} = \Sigma_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3} - R$$

M_i：生物處理之有機廢棄物量(Gg/yr)

EF_i：有機廢棄物厭氧反應下甲烷排放係數（g CH_4/kg 廢棄物）

i：堆肥處理或厭氧處理

R：甲烷回收量(Gg CH_4/yr)

公式 7.3.2：

$$\text{氧化亞氮(Gg / yr)} = \Sigma_i (M_i \times EF_i) \times 10^{-3}$$

M_i：生物處理之有機廢棄物量(Gg/yr)

EF_i：有機廢棄物厭氧反應下氧化亞氮排放係數（g N_2O/kg 廢棄物）

i：堆肥處理或厭氧處理

(2)排放係數

依據公式 7.3.1 與公式 7.3.2，其 2006 IPCC 指南建議排放係數如表 7.3.1 所示，而我國採用排放係數值詳列於表 7.3.2，其中甲烷排放係數為 4.0 g CH_4/kg 廢棄物，氧化亞氮為 0.3 g N_2O/kg 廢棄物。

(3)活動數據

依據環境部中華民國環境統計年報，彙整 1990 年至 2023 年廚餘回收之「堆肥」數據，如表 7.3.3 堆肥數據欄位所示。

由於 1990 年起臺灣省政府農林廳推動「有機農業先驅計畫」，設置簡易堆肥舍並試行有機栽培，且我國亦於 1990 年立法禁止露天焚燒稻草，鼓勵直接掩埋可改善土壤物理、化學及生物性之效果，可於水稻收割時直接用收稻機將稻稈切割成小段當作基肥，使 1991 年起堆肥數量大幅下降。

而自 2003 年起堆肥量增加，主要與廢棄物處理政策之施行有關，其中 2001 年起推動「廚餘回收與建置」影響堆肥處理量較大。然而，堆肥處理量於 2011 年達到近年最高值之後，開始逐年下降，推測與環境部自 2012 年起不再補助經費協助地方政府處理，回歸地方自治事項有關，並且民間堆肥處理場因運輸及處理過程的臭味，經常有地方民眾抗爭問題，而造成運輸困難、遭關場或不再收受處理，造成堆肥量自 2011 年以後逐年下降。2015 年起堆肥量再度上升，係因非洲豬瘟疫情嚴峻，為阻絕其藉由廚餘傳播，禁止未經處理的生廚餘養豬，導致養豬廚餘量下降而堆肥量上升。

(4)排放量

堆肥處理產生之溫室氣體排放量，依公式 7.3.1 及公式 7.3.2 計算，其主要計算參數為堆肥處理量、甲烷和氧化亞氮排放係數，如表 7.3.3 所示。2023 年堆肥量為 233 千公噸，較 2022 年減少 14 千公噸；溫室氣體排放總量 45 千公噸二氧化碳當量，其中甲烷排放量 26 千公噸二氧化碳當量，氧化亞氮排放量 19 千公噸二氧化碳當量，惟堆肥總溫室氣體排放量相較 2022 年減少 5.62%，較 2005 年增加 138.69%，較 1990 年增加 105.75%。

(5)完整性

有關活動數據，係採用環境部中華民國環境統計年報記載 1990 年至 2023 年廚餘回收之「堆肥」數據。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

由於 2006 IPCC 指南並未針對生物處理有預設不確定性數據，係參考我國掩埋場之不確定性計算，則有關廢棄物部門各來源排放量不確定性之評估方法參閱 7.2.1 節不確定性分析。生物處理排放之各項參數詳細資料列於表 7.3.4，所計算之活動強度、排放係數及排放量不確定性，分別為 10.00%、20.00%和 22.36%。

(2)時間序列的一致性

生物處理產生甲烷與氧化亞氮排放量，係依據環境部中華民國環境統計年報，彙整 1990 年至 2023 年廚餘回收之「堆肥」數據，且各年期估算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

參考 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理中「一般清冊品質控制程序」（表 7.3.5），檢核數據與引用數據來源內容是否一致。

5.特定排放源的重新計算

本年度此排放源無重新計算。

6. 特定排放源的改善計畫

本年度無排放源的改善計畫。

表 7.3.1 2006 IPCC 指南生物處理甲烷和氧化亞氮排放係數預設值

生物處理類型	甲烷排放係數（g CH_4/kg 廢棄物）		氧化亞氮排放係數（g N_2O/kg 廢棄物）		備註
	乾重	濕重	乾重	濕重	
堆肥處理	10 (0.08 - 20)	4 (0.03 - 8)	0.6 (0.2 - 1.6)	0.3 (0.06 - 0.6)	關於廢棄物處理的假設：乾物質中的 DOC 為 25%-50%，乾物質中的氮 2%，含水量 60%。假設濕廢棄物的含水量為 60%，可根據濕廢棄物的排放係數來估算乾廢棄物的排放係數。
厭氧分解	2 (0 - 20)	1 (0 - 8)	假設可忽略不計	假設可忽略不計	

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.4-6, Table 4.1, 2006.

表 7.3.2 2006 IPCC 指南估算生物處理溫室氣體排放計算一覽表

參數	2006 IPCC 指南計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
生物處理之有機廢棄物量(M_i)	依照國內資料進行統計	・依據國內堆肥量進行計算	・環境部中華民國環境統計年報
排放係數(EF)	公布堆肥處理與厭氧處理之預設值	・採用 2006 IPCC 指南排放係數之預設值計算，其中甲烷排放係數為 4.0g CH_4/kg 廢棄物，氧化亞氮為 0.3g N_2O/kg 廢棄物。	・2006 IPCC 指南預設值
甲烷回收量(R)	預設值 0	・採 2006 IPCC 指南預設值計算	・2006 IPCC 指南預設值

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.4-6, Table 4.1, 2006.

表 7.3.3 1990 年至 2023 年生物處理各類溫室氣體排放量

年份	堆肥 (千公噸)	甲烷排放係數 (g CH_4/kg 廢棄物)	氧化亞氮排放係數 (g N_2O/kg 廢棄物)	甲烷排放量 (千公噸二氧化碳當量)	氧化亞氮排放量 (千公噸二氧化碳當量)	總溫室氣體排放量 (千公噸二氧化碳當量)
1990	113.2	4.0	0.3	12.67	9.00	21.67
1991	5.5	4.0	0.3	0.61	0.44	1.05
1992	7.9	4.0	0.3	0.88	0.62	1.50
1993	4.6	4.0	0.3	0.52	0.37	0.88
1994	1.4	4.0	0.3	0.15	0.11	0.26
1995	6.3	4.0	0.3	0.70	0.50	1.20
1996	2.5	4.0	0.3	0.28	0.20	0.48
1997	14.2	4.0	0.3	1.59	1.13	2.71
1998	0.5	4.0	0.3	0.06	0.04	0.10
1999	19.5	4.0	0.3	2.18	1.55	3.73
2000	2.8	4.0	0.3	0.31	0.22	0.53
2001	0.2	4.0	0.3	0.02	0.02	0.04
2002	3.7	4.0	0.3	0.42	0.29	0.71
2003	23.1	4.0	0.3	2.59	1.84	4.42
2004	66.8	4.0	0.3	7.49	5.31	12.80
2005	97.5	4.0	0.3	10.92	7.75	18.68
2006	112.7	4.0	0.3	12.62	8.96	21.58
2007	144.6	4.0	0.3	16.20	11.50	27.70
2008	164.6	4.0	0.3	18.43	13.08	31.52
2009	179.3	4.0	0.3	20.08	14.25	34.34
2010	208.9	4.0	0.3	23.39	16.61	40.00
2011	261.5	4.0	0.3	29.29	20.79	50.08
2012	243.8	4.0	0.3	27.31	19.39	46.70
2013	226.1	4.0	0.3	25.32	17.97	43.29
2014	204.5	4.0	0.3	22.90	16.26	39.16
2015	197.1	4.0	0.3	22.08	15.67	37.75
2016	197.3	4.0	0.3	22.10	15.69	37.78
2017	204.6	4.0	0.3	22.91	16.27	39.18
2018	231.7	4.0	0.3	25.95	18.42	44.37
2019	246.4	4.0	0.3	27.59	19.59	47.18
2020	261.5	4.0	0.3	29.29	20.79	50.07
2021	263.8	4.0	0.3	29.55	20.97	50.52
2022	246.7	4.0	0.3	27.63	19.61	47.24
2023	232.8	4.0	0.3	26.07	18.51	44.58

資料來源：環境部，中華民國環境統計年報 113 年，2024 年 9 月。

表 7.3.4 2023 年廢棄物部門廢棄物生物處理之排放不確定性

活動資料和排放係數	不確定性(%)	說明
城市固體廢棄物總量(MSW_T)	10.00	年報來源具有高品質資料，參考掩埋場不確性數據，以「廢棄物總量-以具有高品質資料」之不確定性 10%計算。
排放係數	20.00	參考掩埋場不確定性判斷原則，以「可降解有機碳(DOC)」採 2006 IPCC 指南預設係數，不確定性 20%。
活動強度不確定性計算結果	**10.00**	
排放係數不確定性計算結果	**20.00**	
排放量不確定性計算結果	**22.36**	

表 7.3.5 堆肥品質控制程序檢核表

品質控制活動	確認程序
檢查被記載的所選活動數據資料和排放因數的假設和標準	● 交叉檢查排放源類別資訊活動數據資料（廚餘回收之「堆肥」數據）和排放因數（2006 IPCC 指南預設值）的種類並確保其正確記錄並歸檔
檢查資料登錄和參考文獻的轉錄誤差	● 確認正確引用環境部中華民國環境統計年報結果
檢查排放計算的準確性	● 條列各項參數與活動數據，簡化運算規則，複查計算結果準確性
檢查被正確記錄的參數和排放單位及被採用的適當的轉換因數	● 確認各欄位單位標記的準確性 ● 確認整個計算過程中單位使用的準確性 ● 確認轉換因數的準確性 ● 無時間和空間校正因數應用
檢查資料庫檔的完整性	● 簡明條列明確欄位與計算欄位
檢查排放源類別間資料的一致性	● 無引用適用多種排放源類別的資料
檢查處理過程中清冊資料轉移的正確性	● 避免有轉錄情事，並加強複查檢核 ● 無計算轉錄計算情事
檢查排放不確定性和轉換的正確估算和計算	● 檢查提供不確定性估算之專家判斷值與其獨立資格 ● 檢查所記錄的資格假定和專家判斷值，以檢查不確定性計算的完整性與準確性 ● 相關參數引用 2006 IPCC 指南預設值
展開內部檔的審評	● 詳細登錄資料來源引用與版本差異 ● 檢查歸檔並存儲的清冊資料、佐證資料和清冊記錄以有利於展開詳盡的審評
檢查導致重新計算的方法和資料變化	● 確認每個排放源類別輸入資料的時間序列一致性 ● 確認於整個時間序列所計算之運算法則/方法一致性 ● 無時間序列一致性缺漏情事
展開完全檢查	● 確認提交的評估報告涵蓋從指定基準年到當前清冊時段內所有年份排放源別
比較現有估算和原始估算	● 對於每個排放源類別應將當前的清冊估算和以前的估算進行比較，如果與設想情況有重大的變化或差距，應重新檢查估算並分析不同之處。 ● 本年度該排放源無重新計算。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P3-27, Table 3.5, 2006.

7.4 廢棄物之焚化與露天燃燒(5.C)

廢棄物焚燒可分為 5.C.1「廢棄物焚化」及 5.C.2「露天燃燒」二類。依據 2006 IPCC 指南，有能源回收之廢棄物焚化所產生的排放量，應歸屬於能源部門，而無能源回收之廢棄物焚化產生的排放量，屬廢棄物部門，因此我國統計 5.C.1「廢棄物焚化」為無能源回收之廢棄物焚化廠。此外，我國僅農業廢棄物有露天燃燒，排放量歸屬農業部門，廢棄物部門則無露天燃燒處理，因而無計算 5.C.2「露天燃燒」項目。

1990 年至 2023 年廢棄物焚化溫室氣體排放量如表 7.4.1。2023 年廢棄物焚化總溫室氣體排放量 902 千公噸二氧化碳當量，其中二氧化碳排放量 893 千公噸二氧化碳當量，氧化亞氮排放量 9 千公噸二氧化碳當量，惟總溫室氣體排放量相較 2022 年減少 4.15%，較 2005 年提升 15.11%，相較 1990 則增幅 9.5 倍。

由於我國有多座新設之中小型焚化爐，以致中小型焚化處理量持續增加，最近 5 年之中小型焚化廠焚化處理量[1]逐年小幅提升（2019 年至 2023 年平均增加 9.11%），近五年增加 263 千公噸焚化量，約成長 53.70%。值得注意的是焚化之部門排放占比也同樣逐年增加，自 2019 年起超越事業廢水排放占比成為排放大宗並持續擴大（2019 年焚化占 25.49%，事業廢水占 23.55%）。

2023 年焚化處理量仍較 2022 年增加 26 千公噸，惟排放量變化呈現下降趨勢（減少 39 千公噸二氧化碳當量），主要係因「一般事業廢棄物」小幅減量且碳排係數較大，使減量幅度大於其餘增量焚化類型，以致呈現活動數據增加但排放下降的情形。

7.4.1 廢棄物焚化(5.C.1)

1.排放源及匯分類的描述

廢棄物燃燒可能產生的溫室氣體包括二氧化碳、氧化亞氮及甲烷。由於焚化爐內燃燒高溫與長停留時間，甲烷排放量甚少，因此僅估算廢棄物燃燒過程中產生之二氧化碳及氧化亞氮排放量，並僅需計算礦物碳產生之溫室氣體排放量。

另外，依據 2006 IPCC 指南，有能源回收之廢棄物焚化所產生的排放量，應歸屬於能源部門，而無能源回收之廢棄物焚化產生的排放量，屬廢棄物部門。我國設計處理量小於 10 噸/時之中小型焚化爐無燃燒發電，因此排放量計入廢棄物部門。

2. 方法論議題

(1)計算方法

A.二氧化碳排放量

依據 2006 IPCC 指南計算方式（公式 7.4.1.1），化石燃料及其產品（例如塑膠、某些織物、橡膠、液體溶劑、廢油）列入廢棄物焚化排放計算，而來自生物質（紙張、廚餘和木料）的排放則不計入，另外廢棄物焚化具能源回收利用之排放，則歸屬能源部門。計算公式說明如下：

公式 7.4.1.：

二氧化碳(Gg/yr)

$$=\Sigma_i(SW_i\times(1\text{-水分比例})\times FCF_i\times OF_i\times 44/12)$$

SW_i：廢棄物總燃燒量（濕重）(Gg/yr)

[1] 環境部，固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量，資料日期 2024 年 10 月。

FCF_i：廢棄物乾物質的礦物碳比例(%)

OF_i：氧化比例（燃燒效率） (%)

44/12：從 C 到二氧化碳的轉換係數

i：焚化/露天燃燒廢棄物類型，如一般廢棄物、事業、醫療及有害廢棄物

$FCF_i=\Sigma_i(CF_i\times$礦物碳比例占總碳的%)

CF_i：廢棄物乾物質之總碳比例（總碳含量）(%)

$CF_i=\Sigma_i$（各垃圾組成%×乾物質含量占濕重的%×總碳含量占乾重）

表 7.4.1 1990 年至 2023 年廢棄物之焚化與露天燃燒總溫室氣體排放量

溫室氣體排放源與吸收匯	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	95	35	312	305	505	1,591	1,669	333	496	283
5.C.1 廢棄物焚化	95	35	312	305	505	1,591	1,669	333	496	283
一般廢棄物	0.2	0.08	0.6	0.6	1.1	3.4	3.6	0.8	1.1	0.6
一般事業廢棄物	87	32	284	277	459	1,449	1,520	303	452	258
醫療廢棄物	3	1	11	10	17	54	57	11	17	10
有害事業廢棄物	5	2	17	16	27	85	89	18	26	15
5.C.2 廢棄物露天燃燒	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源與吸收匯	**2000**	**2001**	**2002**	**2003**	**2004**	**2005**	**2006**	**2007**	**2008**	**2009**
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	698	2,624	2,299	2,086	2,017	784	857	845	740	710
5.C.1 廢棄物焚化	698	2,624	2,299	2,086	2,017	784	857	845	740	710
一般廢棄物	1.9	6.2	5.8	4.8	4. 9	1.2	1.5	1.8	1.7	1.6
一般事業廢棄物	635	2,388	2,093	1,899	1,836	714	780	770	674	647
醫療廢棄物	24	90	79	71	69	27	29	29	25	24
有害事業廢棄物	37	139	122	111	107	42	46	45	39	38
5.C.2 廢棄物露天燃燒	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源與吸收匯	**2010**	**2011**	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	754	678	665	825	743	503	595	619	645	710
5.C.1 廢棄物焚化	754	678	665	825	743	503	595	619	645	710
一般廢棄物	1.7	1.1	1.3	1.7	1.9	1.6	1.5	1.7	0.9	2.1
一般事業廢棄物	687	621	608	765	710	447	557	564	588	640
醫療廢棄物	26	25	23	24	0	23	9	25	24	28
有害事業廢棄物	40	31	33	34	31	31	28	28	32	39
5.C.2 廢棄物露天燃燒	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
溫室氣體排放源與吸收匯	**2020**	**2021**	**2022**	**2023**						
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	806	918	941	902						
5.C.1 廢棄物焚化	806	918	941	902						
一般廢棄物	2.2	2.5	2.7	7.9						
一般事業廢棄物	709	810	795	721						
醫療廢棄物	32	41	43	49						
有害事業廢棄物	63	64	101	125						
5.C.2 廢棄物露天燃燒	NE	NE	NE	NE						

備註：NE（未估計），指對現有排放量和移除量未調查估計。

B.氧化亞氮排放量

依據 2006 IPCC 指南，氧化亞氮排放量計算，如公式 7.4.1.2 所示。

公式 7.4.1.2：

氧化亞氮(Gg / yr)＝Σ_i ($IW_i \times EF_i$) × 10^{-6}

IW_i：廢棄物總燃燒量(Gg/yr)

EF_i：N_2O 排放係數(kg N_2O/Gg 廢棄物)

(2)排放係數

有關各類廢棄物溫室氣體排放計算參採公式 7.4.1.1 及公式 7.4.1.2 及採用國內數據與來源如表 7.4.2 至表 7.4.6 所所示。

二氧化碳排放係數依據垃圾成分組成換算含碳量與礦物碳比例；氧化亞氮排放係數由於焚化爐多屬於連續式鍋爐，故採用日本連續式爐體排放係數 47g N_2O/公噸計算。2006 IPCC 指南提供之各國焚化爐氧化亞氮排放係數如表 7.4.4 與表 7.4.6 所示。

(3)活動數據

1990 年至 2004 年活動數據引用環境部中華民國環境統計年報中「一般廢棄物焚化處理量」、「一般廢棄物焚化量」及「一般事業廢棄物處理量」加總並扣除「大型焚化爐焚化量」，據以計算中小型焚化爐活動數據。

2005 年至 2010 年間，廢棄物焚化處理量改參採環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」中焚化處理聯單申報之一般事業廢棄物送至中小型焚化爐處理量並乘上 1.1 進行修正；後期因 2011 年至 2013 年焚化處理量呈現劇降情形，導致溫室氣體排放量變動過大。為降低廢棄物焚化處理量不確定與提升品質，2011 年起改採用環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」之中小型焚化爐廢棄物焚化量。

另外，依據 2022 年 1 月廢棄物部門清冊專家諮詢會議之決議，依廢棄物種類分別計算排放量，則種類可分為「一般廢棄物」、「一般事業廢棄物」、「醫療廢棄物」以及「有害事業廢棄物」等。其中，1990 年至 2010 年各式廢棄物種類採用 2011 年至 2020 年平均占比計算，2011 年後採用原始資料中廢棄物代碼進行分類。各式廢棄物種類之活動數據如表 7.4.7 所示。

表 7.4.2 事業廢棄物組成份相關參數之 2006 IPCC 指南預設值（濕基）

事業廢棄物種類	DOC (%)	礦物碳比例(%)	總碳比例(%)	含水率(%)
食品	15	-	15	60
纖維布	24	16	40	20
木頭	43	-	43	15
紙	40	1	41	10
石油化學產品、溶劑、塑膠	-	80	80	0
橡膠	39	17	56	16
營造（建）及拆除業	4	20	24	0
其他	1	3	4	10

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,Volume 5 Waste, P.2-16, Table2.5, 2006.

表 7.4.3 有害及醫療廢棄物組成份相關參數之 2006 IPCC 指南預設值（濕基）

廢棄物種類	DOC(%)	礦物碳比例(%)	總碳比例(%)	含水率(%)
有害事業廢棄物	NA	5-50	NA	10-90
醫療廢棄物	15	25	40	35

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories,Volume 5 Waste, P.2-16, Table2.6, 2006.

表 7.4.4 2006 IPCC 指南焚化處理氧化亞氮排放係數

國家	焚化/技術類型		MSW 排放係係數 ($g\ N_2O$/公噸廢棄物焚化量)	計算基準
日本	連續焚化	階梯式爐床	47	濕重
		流體化床	67	濕重
	半連續焚化	階梯式爐床	41	濕重
		流體化床	68	濕重
	分批類焚化	階梯式爐床	56	濕重
		流體化床	221	濕重
德國	–		8	濕重
荷蘭	–		20	濕重
奧地利	–		12	濕重

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.5-21, Table 5.4, 2006.

表 7.4.5 2006 IPCC 指南焚化處理二氧化碳排放計算一覽表

參數	2006 IPCC 指南計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
廢棄物總燃燒量 (SW_i)	依照國內資料進行統計	• 2010 年以前依據國內生活垃圾燃燒量與一般事業垃圾處理量，做為全國燃燒廢棄物量。 • 由於大型焚化爐會產生能源發電須扣除其垃圾量，其餘垃圾量燃燒計入廢棄物部門。 • 2011 年以後採用無能源回收中小型焚化爐廢棄物焚化量，做為全國燃燒廢棄物量。	• 環境部中華民國環境統計年報 • 環境部固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統
乾物質比例 (dm_i)	依照國內資料進行統計	• 依據國內垃圾分析含水量計算乾物質含量。	• 環境部中華民國環境統計年報
乾物質之總碳比例(CF_i)	提供各種物質之總碳比例預設值	• 依據我國垃圾組成與 2006 IPCC 指南公布含碳量計算。	• 環境部中華民國環境統計年報
乾物質總碳中礦物碳比例 (FCF_i)	提供各種物質之礦物碳比例預設值	• 一般廢棄物：依據國內研究資料與 2006 IPCC 指南公布各種物質之礦物碳比例計算。 • 一般事業廢棄物：參考 2006 IPCC 指南之各事業廢棄物種類並彙整環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」資料，以估算一般事業廢棄物之礦物碳比例。 • 醫療與有害廢棄物:依據 2006 IPCC 指南礦物碳比例預設值，分別採用 25%及 27.5%。	• 2006 IPCC 指南 • 環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」
氧化比例 (OF_i)	未公布	• 依據 2006 IPCC 指南預設值 100%計算。	• 2006 IPCC 指南預設值

表 7.4.6 2006 IPCC 指南焚化處理氧化亞氮排放計算一覽表

參數	2006 IPCC 指南計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
廢棄物總燃燒量 (IW_i)	依照國內資料進行統計	• 2010 年以前依據國內一般廢棄物焚化量及一般事業垃圾處理量，扣除大型焚化爐處理量，做為廢棄物部門燃燒廢棄物量。 • 2011 年以後採用無能源回收中小型焚化爐廢棄物焚化量，做為全國燃燒廢棄物量。	• 環境部中華民國環境統計年報 • 環境部固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統
氧化亞氮排放係數 (EF_j)	公布相關焚化設施之氧化亞氮排放係數範圍值	• 依據國內現況多數屬於連續式鍋爐，因此引用 2006 IPCC 指南提供設施中，日本連續式爐體排放係數 47g N_2O/公噸焚化廢棄物計算。	• 2006 IPCC 指南預設值

(4)排放量

依據公式 7.4.1.1、公式 7.4.1.2 及焚化相關活動數據與參數等，估算廢棄物焚化處理所產生溫室氣體排放量，如表 7.4.7 至表 7.4.10 所示。

近幾年由於大型焚化爐整改，大型焚化量能部份轉移到中小型焚化爐，再加上有多座新設之中小型焚化爐，導致 2019 年起焚化處理量逐年小幅提升，至 2023 年中小型焚化爐焚化處理量達 752 千公噸，較 2022 年增加 26 千公噸。

2023 年焚化處理排放量為 902 千公噸二氧化碳當量，在焚化廢棄物種類中，焚化排放占比最高為「一般事業廢棄物」，占比高達 79.92%，其餘依次為「有害事業廢棄物」占 13.81%、「醫療廢棄物」占 5.40%以及「一般廢棄物」占 0.87%。2023 年相較 2005 年增加 15.11%，相較 1990 年增加 9.5 倍，主要係因一般事業廢棄物大幅增加，而相較 2022 年減少 4.15%，主要係因「一般事業廢棄物」小幅減量且碳排係數較大，使減量幅度大於其餘增量焚化類型，以致呈現活動數據增加但排放下降的情形。

(5)完整性

1990 年至 2004 年活動數據參採環境部中華民國環境統計年報關於一般廢棄物焚化處理量與事業廢棄物處理量以及大型焚化爐焚化量等資訊來估算； 2005 年至 2010 年活動數據改為環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」中焚化處理聯單申報之一般事業廢棄物送至中小型焚化爐處理量並乘上 1.1 進行修正估算；2011 年以後的活動數據，則改為引用環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中小型焚化爐廢棄物焚化量。因此，1990 年至 2023 年焚化處理量均具有完整的時序統計。

另引用之垃圾性質百分比數據，估算「含碳量比例」及「礦物碳比例」，僅有 1992 年至 2021 年，缺少 1990 年及 1991 年活動數據，處理方式詳時間序列的一致性。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

由於 2006 IPCC 指南並未針對焚化處理有預設之不確定性，係參考我國掩埋場之不確定性計算。有關廢棄物部門各來源排放量不確定性之評估方法參閱 7.2.1 節不確定性分析。廢棄物焚化處理總溫室氣體排放量之不確定性為 20.08%，以下進一步說明二氧化碳與氧化亞氮排放之不確定性。

有關廢棄物焚化處理所產生之二氧化碳排放之各項參數詳細資料列於表 7.4.11，廢棄物焚化處理二氧化碳排放之總不確定性為 20.28%。研析不同焚化類型之各項活動資料與排放係數不確定性結果，一般廢棄物依活動數據、排放係數、排放量分別計算不確定性，分別為 10.00%、55.90%和 56.79%；一般事業廢棄物依活動數據、排放係數、排放量分別計算不確定性，分別為 10.00%、22.91%和 25.00%；而醫療廢棄物與有害廢棄物依活動強度、排放係數、排放量分別計算不確定性，分別為 10.00%、20.62%和 22.91%。

有關廢棄物焚化處理所產生之氧化亞氮排放之各項參數詳細資料列於表 7.4.11，廢棄物焚化處理氧化亞氮排放之總不確定性為 17.18%。研析以焚化類型之各項活動資料與排放係數不確定性結果，一般廢棄物、一般事業廢棄物、醫療廢棄物及有害廢棄物不確定性結果均相同，依活動數據、排放係

數、排放量分別計算不確定性，分別為10.00%、20.00%和 20.36%。

(2)時間序列的一致性

在估算廢棄物焚化處理二氧化碳與氧化亞氮排放量之相關計算參數與引用活動數據來源，係引用環境部中華民國環境統計年報登載 1990 年至 2010 年垃圾清運之「焚化」數據、事業廢棄物申報統計之「委託或共同處理」及「自行處理」數據、大型垃圾焚化廠操作營運情形之「焚化（處理）量」以及環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」中焚化處理聯單申報之一般事業廢棄物送至中小型焚化爐處理量，2011 年後則引用環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」之中小型焚化爐廢棄物焚化量。然而，環境部中華民國環境統計年報登載數據缺少 1990 年與 1991 年垃圾性質百分比數據，故假設這兩年數據與 1992 年垃圾性質百分比數據相同，以進一步估算該兩年「含碳量比例」及「礦物碳比例」，完整建立各年期排放估算所需之相關活動數據及排放參數之一致性與完整性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

引用環境部中華民國環境統計年報之一般廢棄物清理概況中焚化處理量、環境部事業廢棄物申報統計之「委託或共同處理」及「自行處理」數據、大型垃圾焚化廠操作營運情形之「焚化（處理）量」、環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」中焚化處理聯單申報之一般事業廢棄物送至中小型焚化爐處理量、環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」的中小型焚化爐廢棄物焚化量與垃圾性質百分比等活動數據為基礎，參採 2006 IPCC 指南建議排放係數與 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理，計算溫室氣體排放量。

針對本範疇之計算方式、引用參數及計算結果，環境部已於 2015 年 5 月及 10 月召開廢棄物部門清冊專家諮詢會議，確認計算方式、引用參數與活動數據合理性。另參考 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理中「一般清冊品質控制程序」（表 7.4.12），檢核數據與引用數據來源內容是否一致。

5. 特定排放源的重新計算

本年度此排放源無重新計算。

6. 特定排放源的改善計畫

本年度無排放源的改善計畫

7.4.2 廢棄物露天燃燒(5.C.2)

我國現僅農業廢棄物有露天燃燒情形，歸屬於農業部門，廢棄物部門並無其他廢棄物以露天燃燒處理情形。

表 7.4.7 1990 年至 2023 年廢棄物焚化處理之活動數據

（單位：千公噸）

年份	環境統計年報[1]				事業廢棄物申報管理系統[2]		空污申報管理系統[3]	焚化處理量	分類			
	一般廢棄物焚化量	一般事業廢棄物處理量	大型焚化爐焚化量	中小型焚化爐焚化量	原始中小型焚化爐處理量	修正後中小型焚化爐處理量	中小型焚化爐廢棄物焚化量		一般廢棄物	一般事業廢棄物	醫療廢棄物	有害廢棄物
1990	77.7	NE	NE	77.7	NE	NE	NE	77.7	0.7	68.6	3.5	5.0
1991	28.8	NE	NE	28.8	NE	NE	NE	28.8	0.3	25.4	1.3	1.8
1992	255.4	NE	NE	255.4	NE	NE	NE	255.4	2.3	225.4	11.5	16.3
1993	249.0	NE	NE	249.0	NE	NE	NE	249.0	2.2	219.8	11.2	15.9
1994	412.5	NE	NE	412.5	NE	NE	NE	412.5	3.6	364.0	18.6	26.3
1995	1,301.0	NE	NE	1,301.0	NE	NE	NE	1,301.0	11.5	1148.1	58.6	82.9
1996	1,364.6	NE	NE	1,364.6	NE	NE	NE	1,364.6	12.1	1204.2	61.4	86.9
1997	1,691.6	NE	1,419.3	272.3	NE	NE	NE	272.3	2.4	240.3	12.3	17.3
1998	1,741.1	NE	1,335.4	405.7	NE	NE	NE	405.7	3.6	358.0	18.3	25.8
1999	2,020.6	NE	1,789.1	231.5	NE	NE	NE	231.5	2.0	204.3	10.4	14.7
2000	3,229.7	NE	2,659.7	570.1	NE	NE	NE	570.1	5.0	503.1	25.7	36.3
2001	3,736.9	2,330.1	3,922.4	2,144.6	NE	NE	NE	2,144.6	18.9	1892.5	96.5	136.6
2002	4,316.0	2,873.9	5,311.0	1,878.9	NE	NE	NE	1,879.0	16.6	1658.1	84.6	119.7
2003	4,304.6	2,869.8	5,470.7	1,703.6	NE	NE	NE	1,705.1	15.1	1504.6	76.8	108.6
2004	4,307.7	2,952.1	5,611.5	1,648.3	NE	NE	NE	1,648.3	14.6	1454.5	74.2	105.0
2005					582.9	641.1	NE	641.1	5.7	565.8	28.9	40.8
2006					637.0	700.6	NE	700.6	6.2	618.3	31.5	44.6
2007					628.4	691.3	NE	691.3	6.1	610.0	31.1	44.0
2008					550.0	605.0	NE	605.0	5.3	533.9	27.2	38.5
2009					527.9	580.7	NE	580.7	5.1	512.5	26.1	37.0
2010					560.5	616.6	NE	616.6	5.4	544.1	27.8	39.3
2011					536.1	589.7	660.2	660.2	3.9	599.1	26.7	30.6
2012					494.2	543.6	616.9	616.9	4.6	555.3	25.0	32.0
2013					528.0	580.8	629.4	629.4	5.6	564.1	25.9	33.8
2014					521.4	573.6	624.1	624.1	6.3	577.7	0.4	30.8
2015					483.3	531.6	434.1	434.1	5.3	373.1	25.0	30.8
2016					481.7	529.9	480.3	480.3	4.9	438.6	10.0	26.9
2017					489.3	538.2	471.9	471.9	5.3	412.5	26.9	27.2
2018					516.7	568.4	488.9	488.9	2.5	429.5	26.0	30.9
2019					528.0	580.8	570.4	570.4	5.9	495.4	30.4	38.7
2020					533.2	586.5	654.1	654.1	5.7	552.8	34.3	61.3
2021					540.0	594.0	696.2	696.2	5.0	583.9	44.6	62.8
2022							725.5	725.5	5.1	575.6	46.2	98.6
2023							751.5	751.5	15.3	561.8	52.4	122.1

備註：NE（未估計），指對現有排放量和移除量未調查估計。因申報資料僅無法追朔至 1990 年，故未進行調查。

資料來源：1.1990 年至 2004 年活動數據採用統計年報計算而得（一般廢棄物＋一般事業業廢棄物－大型焚化爐焚化量），環境部中華民國環境統計年報。

2.2005 年至 2010 年活動數據採用環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」中，焚化處理聯單申報之一般事業廢棄物送至中小型焚化爐處理量並參考 2011 年至 2023 年環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量平均調整 1.1 倍。

3.2011 年後則直接採用環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量作為活動數據。

表 7.4.8 1990 年至 2023 年一般廢棄物焚化處理之二氧化碳與氧化亞氮排放量

年份	一般廢棄物焚化量 千公噸	含水率 (1-dm) %	含碳比例 (CF) %	礦物碳比例 (FCF) %	焚化爐燃燒效率 (OF) %	二氧化碳排放量 kt CO_2e	氧化亞氮排放係數 g N_2O/T	氧化亞氮排放量 kt CO_2e
1990	0.7	51.97%	34.35%	46.76%	100%	0.19	47	0.01
1991	0.3	51.97%	34.35%	51.14%	100%	0.08	47	0.00
1992	2.3	51.97%	34.35%	45.11%	100%	0.62	47	0.03
1993	2.2	51.06%	34.82%	41.86%	100%	0.58	47	0.03
1994	3.6	53.21%	40.78%	42.98%	100%	1.10	47	0.05
1995	11.5	48.14%	35.87%	41.15%	100%	3.23	47	0.14
1996	12.1	50.60%	38.44%	41.23%	100%	3.46	47	0.15
1997	2.4	46.03%	37.87%	43.39%	100%	0.78	47	0.03
1998	3.6	51.06%	37.74%	43.87%	100%	1.06	47	0.04
1999	2.0	50.76%	38.32%	41.43%	100%	0.59	47	0.03
2000	5.0	45.02%	38.41%	47.59%	100%	1.86	47	0.06
2001	18.9	55.80%	41.27%	47.14%	100%	5.97	47	0.24
2002	16.6	51.24%	41.94%	45.30%	100%	5.64	47	0.21
2003	15.1	55.69%	42.23%	44.59%	100%	4.61	47	0.19
2004	14.6	51.19%	42.20%	42.81%	100%	4.71	47	0.18
2005	5.7	54.03%	39.11%	31.47%	100%	1.18	47	0.07
2006	6.2	52.41%	43.24%	31.35%	100%	1.46	47	0.08
2007	6.1	51.55%	44.25%	35.60%	100%	1.71	47	0.08
2008	5.3	50.94%	49.21%	35.14%	100%	1.66	47	0.07
2009	5.1	54.19%	49.18%	35.75%	100%	1.52	47	0.06
2010	5.4	52.66%	48.37%	35.46%	100%	1.62	47	0.07
2011	3.9	55.06%	48.29%	34.48%	100%	1.08	47	0.05
2012	4.6	53.97%	48.58%	34.22%	100%	1.29	47	0.06
2013	5.6	54.08%	48.48%	34.95%	100%	1.61	47	0.07
2014	6.3	55.17%	49.14%	35.51%	100%	1.81	47	0.08
2015	5.3	54.79%	48.88%	34.98%	100%	1.49	47	0.07
2016	4.9	52.91%	48.95%	36.28%	100%	1.49	47	0.06
2017	5.3	52.60%	48.84%	35.43%	100%	1.59	47	0.07
2018	2.5	50.77%	48.93%	37.63%	100%	0.84	47	0.03
2019	5.9	48.49%	48.30%	38.34%	100%	2.06	47	0.07
2020	5.7	45.34%	44.69%	41.49%	100%	2.10	47	0.07
2021	5.0	40.33%	45.42%	48.29%	100%	2.39	47	0.06
2022	5.1	41.45%	48.03%	50.06%	100%	2.61	47	0.06
2023	15.3	40.07	49.67%	46.07%	100%	7.68	47	0.19

資料來源：1.1990 年至 2004 年活動數據採用統計年報計算而得（一般廢棄物＋一般事業業廢棄物－大型焚化爐焚化量），環境部中華民國環境統計年報。

2.2005 年至 2010 年活動數據採用環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」中，焚化處理聯單申報之一般事業廢棄物送至中小型焚化爐處理量並參考 2011 年至 2023 年環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量平均調整 1.1 倍。

3.2011 年後則直接採用環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量作為活動數據。

表 7.4.9 1990 年至 2023 年一般事業廢棄物焚化處理之二氧化碳與氧化亞氮排放量

年份	一般事業廢棄物焚化量	分類								礦物碳比例 (FCF)	焚化爐燃燒效率 (OF)	二氧化碳排放量	氧化亞氮排放係數	氧化亞氮排放量
		食品	纖維布	木頭	紙	石油化學	橡膠	營造拆除	其他					
	千公噸	%								%	%	kt CO_2e	g N_2O/T	kt CO_2e
1990	77.7	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	85.73	47	0.85
1991	28.8	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	31.80	47	0.32
1992	255.4	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	281.62	47	2.81
1993	249.0	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	274.62	47	2.74
1994	412.5	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	454.90	47	4.53
1995	1,301.0	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	1,434.64	47	14.30
1996	1,364.6	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	1,504.77	47	15.00
1997	272.3	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	300.29	47	2.99
1998	405.7	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	447.40	47	4.46
1999	231.5	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	255.29	47	2.54
2000	570.1	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	628.64	47	6.27
2001	2,144.6	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	2,364.84	47	23.57
2002	1,878.9	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	2,071.98	47	20.65
2003	1,703.6	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	1,880.16	47	18.74
2004	1,648.3	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	1,817.54	47	18.12
2005	1,956.1	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	706.99	47	7.05
2006	2,174.6	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	772.60	47	7.70
2007	2,121.7	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	762.24	47	7.60
2008	1,470.6	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	667.13	47	6.65
2009	614.5	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	640.37	47	6.38
2010	773.0	0.00%	0.55%	0.74%	15.68%	40.66%	0.16%	0.07%	42.13%	34.08%	100%	679.92	47	6.78
2011	660.2	0.00%	0.54%	0.48%	16.96%	32.58%	0.92%	0.04%	48.48%	27.94%	100%	613.71	47	7.46
2012	616.9	0.00%	0.54%	0.69%	17.77%	34.78%	0.22%	0.05%	45.94%	29.52%	100%	601.00	47	6.92
2013	629.4	0.00%	0.39%	0.91%	17.26%	44.11%	0.03%	0.01%	37.29%	36.65%	100%	758.02	47	7.03
2014	624.1	0.00%	0.47%	0.91%	18.32%	39.58%	0.10%	0.02%	40.61%	33.16%	100%	702.33	47	7.19
2015	434.1	0.00%	0.52%	0.84%	19.52%	38.53%	0.08%	0.01%	40.50%	32.33%	100%	442.29	47	4.65
2016	480.3	0.00%	0.49%	0.79%	15.34%	40.95%	0.06%	0.05%	42.32%	34.28%	100%	551.31	47	5.46
2017	471.9	0.00%	0.56%	0.68%	13.50%	44.36%	0.07%	0.00%	40.81%	36.95%	100%	558.94	47	5.14
2018	488.9	0.00%	0.63%	0.80%	14.85%	44.45%	0.07%	0.01%	39.19%	37.00%	100%	582.72	47	5.35
2019	570.4	0.00%	0.56%	0.64%	14.08%	41.65%	0.05%	0.29%	42.74%	34.90%	100%	633.88	47	6.17
2020	654.1	0.00%	0.68%	0.68%	14.63%	41.35%	0.11%	0.14%	42.42%	34.65%	100%	702.46	47	6.89
2021	696.2	0.00%	0.69%	0.70%	10.27%	44.93%	0.09%	0.18%	43.14%	37.50%	100%	802.81	47	7.27
2022	575.6	0.00%	0.69%	0.70%	10.48%	44.71%	0.09%	0.18%	43.15%	37.33%	100%	787.79	47	7.17
2023	561.8	0.00%	1.90%	0.83%	12.64%	41.04%	0.62%	0.04%	42.92%	34.66%	100%	714.03	47	7.00

資料來源：1.1990 年至 2004 年活動數據採用統計年報計算而得（一般廢棄物＋一般事業業廢棄物－大型焚化爐焚化量），環境部中華民國環境統計年報。

2.2005 年至 2010 年活動數據採用環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」中，焚化處理聯單申報之一般事業廢棄物送至中小型焚化爐處理量並參考 2011 年至 2023 年環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量平均調整 1.1 倍。

3.2011 年後則直接採用環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量作為活動數據。

表 7.4.10 1990 年至 2023 年醫療廢棄物與有害廢棄物焚化處理之二氧化碳與氧化亞氮排放量

年份	活動數據		礦物碳比例 (FCF)		焚化爐燃燒效率 (OF)	二氧化碳排放量		氧化亞氮排放係數	氧化亞氮排放量	
	醫療廢棄物焚化量	有害廢棄物焚化量	醫療廢棄物	有害廢棄物		醫療廢棄物	有害廢棄物		醫療廢棄物	有害廢棄物
	千公噸	千公噸	%	%	%	kt CO_2e	kt CO_2e	g N_2O/T	kt CO_2e	kt CO_2e
1990	3.5	5.0	25%	25%	100%	3.21	4.99	47	0.04	0.06
1991	1.3	1.8	25%	25%	100%	1.19	1.85	47	0.02	0.02
1992	11.5	16.3	25%	25%	100%	10.54	16.41	47	0.14	0.20
1993	11.2	15.9	25%	25%	100%	10.28	16.00	47	0.14	0.20
1994	18.6	26.3	25%	25%	100%	17.02	26.50	47	0.23	0.33
1995	58.6	82.9	25%	25%	100%	53.69	83.58	47	0.73	1.03
1996	61.4	86.9	25%	25%	100%	56.31	87.67	47	0.77	1.08
1997	12.3	17.3	25%	25%	100%	11.24	17.49	47	0.15	0.22
1998	18.3	25.8	25%	25%	100%	16.74	26.06	47	0.23	0.32
1999	10.4	14.7	25%	25%	100%	9.55	14.87	47	0.13	0.18
2000	25.7	36.3	25%	25%	100%	23.52	36.62	47	0.32	0.45
2001	96.5	136.6	25%	25%	100%	88.50	137.77	47	1.20	1.70
2002	84.6	119.7	25%	25%	100%	77.54	120.71	47	1.05	1.49
2003	76.8	108.6	25%	25%	100%	70.36	109.53	47	0.96	1.35
2004	74.2	105.0	25%	25%	100%	68.02	105.89	47	0.92	1.31
2005	28.9	40.8	25%	25%	100%	26.46	41.19	47	0.36	0.51
2006	31.5	44.6	25%	25%	100%	28.91	45.01	47	0.39	0.56
2007	31.1	44.0	25%	25%	100%	28.52	44.41	47	0.39	0.55
2008	27.2	38.5	25%	25%	100%	24.97	38.87	47	0.34	0.48
2009	26.1	37.0	25%	25%	100%	23.96	37.31	47	0.33	0.46
2010	27.8	39.3	25%	25%	100%	25.44	39.61	47	0.35	0.49
2011	26.7	30.6	25%	25%	100%	24.46	30.82	47	0.33	0.38
2012	25.0	32.0	25%	25%	100%	22.96	32.24	47	0.31	0.40
2013	25.9	33.8	25%	25%	100%	23.70	34.06	47	0.32	0.42
2014	0.4	30.8	25%	25%	100%	0.37	31.07	47	0.01	0.38
2015	25.0	30.8	25%	25%	100%	22.87	31.08	47	0.31	0.38
2016	10.0	26.9	25%	25%	100%	9.12	27.16	47	0.12	0.34
2017	26.9	27.2	25%	25%	100%	24.65	27.48	47	0.33	0.34
2018	26.0	30.9	25%	25%	100%	23.84	31.12	47	0.32	0.38
2019	30.4	38.7	25%	25%	100%	27.89	39.00	47	0.38	0.48
2020	34.3	61.3	25%	25%	100%	31.46	61.81	47	0.43	0.76
2021	44.6	62.8	25%	25%	100%	40.84	63.31	47	0.55	0.78
2022	46.2	98.6	25%	25%	100%	42.38	99.41	47	0.58	1.23
2023	52.4	122.1	25%	25%	100%	48.03	123.10	47	0.65	1.52

資料來源：1.1990 年至 2004 年活動數據採用統計年報計算而得（一般廢棄物＋一般事業業廢棄物－大型焚化爐焚化量），環境部中華民國環境統計年報。

2.2005 年至 2010 年活動數據採用環境部「事業廢棄物申報及管理資訊系統」中，焚化處理聯單申報之一般事業廢棄物送至中小型焚化爐處理量並參考 2011 年至 2023 年環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量平均調整 1.1 倍。

3.2011 年後則直接採用環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量作為活動數據。

表 7.4.11 2023 年焚化處理溫室氣體排放不確定性

項目	不確定性	說明
焚化處理		
二氧化碳排放量	**20.28%**	
氧化亞氮排放量	**17.18%**	
總溫室氣體排放量	**20.08%**	
一般廢棄物		
焚化固體廢棄物類型的總量(MSW)(Gg/yr)	10.00%	依據環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量，其申報量具高品質計量來源，故不確定性以 10%計算。
含水分(%)	30.00%	參考「掩埋場廢棄物組成之不確定性是具有基於研究」的原則，其不確定性以 30%計算
總碳比例(CF)	30.00%	參考「掩埋場廢棄物組成之不確定性是具有基於研究」的原則，其不確定性以 30%計算。
礦物碳比例(FCF)	36.06%	1.參考「掩埋場廢棄物組成之不確定性是具有基於研究」的原則，其不確定性以 30%計算。 2.比例則引用 2006 IPCC 指南預設值，故係參考掩埋場不確定性數據，以「可降解有機碳(DOC)使用 2006 IPCC 指南預設值」之不確定 20%計算。 3.兩者不確定加總為 36.06%。
焚化爐燃燒效率(OF)	5.00%	燃燒效率 100%與接近國內實際情形，參考掩埋場不確定性數據，以「垃圾掩埋氣體中的甲烷比例(F)」之不確定性 5%計算。
氧化亞氮排放係數	20.00%	排放係數引用 2006 IPCC 指南建議日本焚化爐預設值，參考掩埋場引用 2006 IPCC 指南 DOC 預設值，不確定性以 20%計算。
活動強度	**10.00%**	
二氧化碳排放係數	**55.90%**	
二氧化碳排放量	**56.79%**	
氧化亞氮排放係數	**20.00%**	
氧化亞氮排放量	**22.36%**	
一般事業廢棄物		
焚化固體廢棄物類型的總量(MSW)(Gg/yr)	10.00%	依據環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量，其申報量具高品質計量來源，故不確定性以 10%計算。
礦物碳比例(FCF)	20.36%	1.依據環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，採用原始資料中廢棄物代碼進行分類，分為「食品」、「纖維布」、「木頭」、「紙」、「石油化學」、「橡膠」、「營造拆除」以及「其他」，其申報量具高品質計量來源，故不確定性以 10%計算。 2.比例引用 2006 IPCC 指南預設值，故係參考掩埋場不確定性數據，以「可降解有機碳(DOC)使用 2006 IPCC 指南預設值」之不確定 20%計算。 3.兩者不確定加總為 22.36%。
焚化爐燃燒效率(OF)	5.00%	燃燒效率 100%與接近國內實際情形，參考掩埋場不確定性數據，以「垃圾掩埋氣體中的甲烷比例(F)」之不確定性 5%計算。
氧化亞氮排放係數	20.00%	排放係數引用 2006 IPCC 指南建議日本焚化爐預設值，參考掩埋場引用 2006 IPCC 指南 DOC 預設值，不確定性以 20%計算。
活動強度不確定性	**10.00%**	
二氧化碳排放係數不確定性	**22.91%**	
二氧化碳排放量不確定性計	**25.00%**	
氧化亞氮排放係數不確定性	**20.00%**	
氧化亞氮排放量不確定性計	**22.36%**	

項目	不確定性	說明
醫療廢棄物/有害廢棄物		
焚化固體廢棄物類型的總量(MSW)(Gg/yr)	10.00%	依據環境部「固定污染源空污費暨排放量申報整合管理系統」中，無能源回收之中小型焚化爐廢棄物焚化量，其申報量具高品質計量來源，故不確定性以 10%計算。
礦物碳比例(FCF)	20.00%	比例引用 2006 IPCC 指南預設值，故係參考掩埋場不確定性數據，以「可降解有機碳(DOC)使用 2006 IPCC 指南預設值」之不確定 20%計算。
焚化爐燃燒效率(OF)	5.00%	燃燒效率 100%與接近國內實際情形，參考掩埋場不確定性數據，以「垃圾掩埋氣體中的甲烷比例(F)」之不確定性 5%計算。
氧化亞氮排放係數	20.00%	排放係數引用 2006 IPCC 指南建議日本焚化爐預設值，參考掩埋場引用 2006 IPCC 指南 DOC 預設值，不確定性以 20%計算。
活動強度不確定性	**10.00%**	
二氧化碳排放係數不確定性	**20.62%**	
二氧化碳排放量不確定性計	**22.91%**	
氧化亞氮排放係數不確定性	**20.00%**	
氧化亞氮排放量不確定性計	**22.36%**	

表 7.4.12 廢棄物焚化一般清冊品質控制程序檢核表

品質控制活動	確認程序
檢查被記載的所選活動數據資料和排放因數的假設和標準	・交叉檢查排放源類別資訊活動數據資料（垃圾清運之「焚化」數據、事業廢棄物申報統計之「委託或共同處理」及「自行處理」數據、大型垃圾焚化廠操作營運情形之「焚化（處理）量」、垃圾組成）和排放因數（2006 IPCC 指南預設值）的種類並確保其正確記錄並歸檔
檢查資料登錄和參考文獻的轉錄誤差	・確認正確引用環境部中華民國環境統計年報結果
檢查排放計算的準確性	・條列各項參數與活動數據，簡化運算規則，複查計算結果
檢查被正確記錄的參數和排放單位及被採用的適當的轉換因數	・確認各欄位單位標記的準確性 ・確認整個計算過程中單位使用的準確性 ・確認轉換因數的準確性 ・檢核 1990 年與 1991 年垃圾性質百分比數據，確認假設數據與 1992 年垃圾性質百分比數據相同
檢查資料庫檔的完整性	・簡明條列明確欄位與計算欄位
檢查排放源類別間資料的一致性	・確認引用適用多種排放源類別的活動數據資料常數與參數之一致性與複檢結果
檢查處理過程中清冊冊資料轉移的正確性	・複查檢核「含碳量比例」及「礦物碳比例」，確認轉錄結果無誤
檢查排放不確定性和轉換的正確估算和計算	・檢查提供不確定性估算之專家判斷值與其獨立資格 ・檢查所記錄的資格假定和專家判斷值，以檢查不確定性計算的完整性與準確性 ・相關參數引用 2006 IPCC 指南預設值
展開內部檔的審評	・詳細登錄資料來源引用與版本差異 ・檢查歸檔並存儲的清冊資料、佐證資料和清冊記錄以有利於展開詳盡的審評
檢查導致重新計算的方法和資料變化	・確認每個排放源類別輸入資料的時間序列一致性 ・確認於整個時間序列所計算之運算法則/方法一致性 ・無時間序列一致性缺漏情事
展開完全檢查	・確認提交的評估報告，涵蓋從指定基準年到當前清冊時段內，所有年份排放源類別
比較現有估算和原始估算	・對於每個排放源類別應將當前的清冊估算和以前的估算進行比較，如果與設想情況有重大的變化或差距，應重新檢查估算並分析不同之處 ・本年度此排放源無重新計算。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5, Waste, 2006.

7.5 廢水處理與放流(5.D)

污（廢）水處理產生溫室氣體排放量可分為 5.D.1「生活污水處理與放流」與 5.D.2「事業廢水處理與放流」。生活污水及事業廢水處理系統的活動數據和排放係數來源並不相同，故分別計算溫室氣體排放量。

污（廢）水處理過程中會產生甲烷及氧化亞氮排放，而污(廢)水處理產生的二氧化碳在 2006 IPCC 指南認定為生物成因，不須計算納入國家排放總量（如植物光合作用減少二氧化碳亦未納入）。

2006 IPCC 指南針對污(廢)水處理可能造成之甲烷和氧化亞氮排放潛勢，如表 7.5.1 所示。相較於 1996 IPCC 指南，主要增加估算未收集廢水的甲烷排放、高級廢水處理廠（三級處理）的氧化亞氮排放，並簡化事業廢水排放量計算，針對事業廢水甲烷與氧化亞氮排放提供建議盤點的產業類別。

甲烷生成量主要取決於污（廢）水中的可降解有機物、溫度及處理系統的類型。當溫度增加時，甲烷產生的速率增大，這在無控制系統和溫暖氣候中尤其重要。然而，溫度較低時，甲烷生成量可能會受影響，緣自甲烷微生物活性不大。另外，在生活與住商污水中，以生化需氧量(Biochemical Oxygen Demand, BOD)為指標，在事業廢水中則以化學需氧量(Chemical Oxygen Demand, COD)為指標，包含生物可分解及不可分解的碳含量。

氧化亞氮與廢水中的氮成分（如尿素、硝酸鹽和蛋白質）之硝化與脫硝作用有關，意即將氨和其他氮化合物轉化成硝酸鹽(NO_3^-)和硝酸鹽轉化成氮氣(N_2)的生物化學轉化。氧化亞氮可能成為這兩個過程的中間產物，通常與脫硝作用關聯較大。生活污水與事業廢水處理系統為去除氮化合物可能包括各種處理流程，從化糞池處理技術到高級處理技術均可能產生氧化亞氮直接排放。

1990 年至 2023 年廢水處理與放流溫室氣體排放量如表 7.5.2。2023 年生活污水排放占比為 42.89%，事業廢水排放占比為 57.11%，2023 年廢水處理與放流溫室氣體排放量相較 2022 年減少 5.72%，相較 2005 年減少 36.06%，相較 1990 減少 34.11%。

表 7.5.1 廢水處理系統甲烷及氧化亞氮排放潛勢

處理及排放類型				甲烷及氧化亞氮排放潛勢
納管	未處理	河流排放		· 不流動且溶氧不足的河流和湖泊，水中有機污染物可能厭氧分解，產生甲烷。 · 河流、湖泊和港灣，可能成為氧化亞氮排放源。
		下水道(封閉、地下的)		· 不是甲烷/氧化亞氮排放來源。
		下水道（露天）		· 滯流、超負荷的露天收集下水道或溝渠/水道，可能成為甲烷排放的重要來源。
	已處理	好氧處理	集中式好氧廢水處理廠	· 可能由好氧槽之厭氧區域，產生些微甲烷。 · 設計或操作管理不良之好氧處理系統，會產生甲烷。 · 具去除營養鹽之三級污水處理廠（硝化、脫硝反應），雖規模小，但也是氧化亞氮排放來源之一。
			集中式好氧廢水處理廠的污泥厭氧處理	· 污泥厭氧處理排放之甲烷，若未採取回收或燃燒處理，可能成為甲烷重要排放來源。
			好氧淺污水塘	· 一般而言，不太可能成為甲烷/氧化亞氮主要排放來源。 · 設計或管理不良之好氧處理系統，會產生甲烷。
		厭氧處理	厭氧化糞池	· 可能是甲烷的排放來源。 · 不是氧化亞氮的排放源。
			厭氧反應槽	· 如果排放的甲烷未被回收或燃燒處理，可能成為甲烷重要排放來源。
未納管	化糞池			· 經常清除沉澱污泥，可降低甲烷產生量。
	露天坑/廁所			· 當溫度和停留時間適當，則可能產生甲烷。

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-8, Table 6.1, 2006.

表 7.5.2 1990 年至 2023 年廢水處理與放流總溫室氣體排放量

年份	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
5.D 廢水處理與放流	1,476	1,616	1,671	1,647	1,673	1,719	1,803	1,784	1,712	1,621
5.D.1 生活污水處理與放流	1,116	1,124	1,139	1,156	1,164	1,177	1,184	1,198	1,177	1,124
直接排入開放水體	373	377	380	383	387	390	392	395	392	373
化糞池	495	500	505	509	513	517	521	524	520	495
化糞池處理後排入開放水體	248	248	255	264	264	270	272	280	266	257
污水處理廠	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
污水處理廠處理後排入開放水體	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
5.D.2 事業廢水處理與放流	360	492	531	490	509	542	619	586	534	497
厭氧處理	358	489	529	488	507	539	615	582	531	494
厭氧處理後排入開放水體	2	3	3	3	3	3	3	3	3	3
盤查申報	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年份	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
5.D 廢水處理與放流	1,590	1,510	1,534	1,546	1,538	1,521	1,490	1,496	1,421	1,262
5.D.1 生活污水處理與放流	1,073	1,052	1,039	1,032	993	962	914	882	843	813
直接排入開放水體	357	352	346	343	332	322	312	300	290	278
化糞池	473	467	460	455	441	428	414	398	385	369
化糞池處理後排入開放水體	243	232	234	234	219	212	188	183	168	162
污水處理廠	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	1
污水處理廠處理後排入開放水體	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	3
5.D.2 事業廢水處理與放流	517	458	495	515	546	559	576	615	578	449
厭氧處理	514	456	492	512	543	556	573	611	570	441
厭氧處理後排入開放水體	3	2	3	3	3	3	3	3	8	8
盤查申報	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年份	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019
5.D 廢水處理與放流	1,280	1,353	1,303	1,204	1,145	1,291	1,527	1,459	1,230	1,178
5.D.1 生活污水處理與放流	798	768	733	705	688	667	627	599	577	522
直接排入開放水體	266	254	241	233	225	215	206	195	185	168
化糞池	354	337	320	309	298	286	261	247	233	209
化糞池處理後排入開放水體	157	153	145	138	136	135	127	123	119	107
污水處理廠	7	10	9	7	8	8	8	9	11	11
污水處理廠處理後排入開放水體	14	15	17	19	21	30	32	37	41	40
5.D.2 事業廢水處理與放流	482	584	570	499	458	624	899	859	654	656
厭氧處理	474	577	562	492	451	555	825	811	601	609
厭氧處理後排入開放水體	8	8	8	6	7	6	6	7	5	5
盤查申報	NE	NE	NE	NE	NE	62	68	40	46	39
年份	2020	2021	2022	2023						
5.D 廢水處理與放流	1,112	1,153	1,031	972						
5.D.1 生活污水處理與放流	497	463	438	417						
直接排入開放水體	157	145	137	132						
化糞池	196	181	170	162						
化糞池處理後排入開放水體	102	94	90	85						
污水處理廠	12	14	17	14						
污水處理廠處理後排入開放水體	45	47	42	39						
5.D.2 事業廢水處理與放流	615	690	593	555						
厭氧處理	580	669	580	546						
厭氧處理後排入開放水體	4	5	4	3						
盤查申報	29	13	7	3						

備註：NE（未估計），指對現有排放量和移除量未調查估計。因申報資料僅無法追朔至 1990 年，故未進行調查。

7.5.1 生活污水處理與放流(5.D.1)

1. 排放源及匯分類的描述

生活及住商污水(以下簡稱生活污水)主要產生的溫室氣體為甲烷與氧化亞氮。其中，一般生活污水之糞尿經化糞池厭氧反應處理後，產生甲烷排放；生活污水中之蛋白質等有機物質，在水體環境中發生硝化脫硝反應而產生氧化亞氮。生活污水之處理方式可分為未納管處理與納管後送至污水處理廠處理兩大類，而在未納管處理中，又分為直接排入開放水體、化糞池以及化糞池處理後排入開放水體等類別。

2. 方法論議題

(1)計算方法

依據我國污水處理情況，將未納管處理之生活污水分為直接排入開放水體、化糞池以及化糞池處理後排入開放水體等類別，而納管處理之生活污水分為污水處理廠與污水處理廠之處理後排入開放水體。

根據 2019 IPCC 精進指南，針對生活污水處理單位排放量計算，除計算本身污水處理排放量，需進一步計算處理後排入開放水體的排放量。

依照 2019 IPCC 精進指南，生活污水甲烷排放的計算，應分為未納管污水處理（直接排入開放水體、化糞池及化糞池處理後排入開放水體)以及納管污水處理(污水處理廠與污水處理廠之處理後排入開放水體)；氧化亞氮排放計算也應分為未納管污水處理（化糞池與化糞池處理後排入開放水體）以及納管污水處理（污水處理廠與污水處理廠處理後排入開放水體)。生活污水之各排放源的排放量相關計算公式說明如下：

A.未納管污水處理（直接排入開放水體）

2006 IPCC 指南針對生活污水甲烷排放計算，主要以不同收入級距之人口比例及其採用之污水處理系統類型，加總各類處理系統甲烷排放量。直接排入開放水體之甲烷排放量計算方法如公式 7.5.1.1 所示。

公式 7.5.1.1 甲烷排放量(kg CH_4/yr)

$$= [(P \times BOD \times (1-T) \times 10^{-6}) \times EF \times I] - R$$

P：全國人口數

BOD：每人每年產生之可分解有機物量 (kg BOD/ persons/ yr)

I：與事業廢水共排之修正係數，我國因未含事業廢水之預設值則為 1.0。

EF：甲烷排放係數(kg CH_4/kg BOD)，2019 IPCC 精進指南預設值修正為 0.068 kg CH_4/kg BOD，參如表 7.5.3

T：污水處理率(%)

R：甲烷回收量(kg CH_4/yr)

B.未納管污水處理（化糞池）

化糞池處理之甲烷排放量，參考 2006 IPCC 指南計算主要以不同收入級距之人口比例及其採用之污水處理系統類型，加總各類處理系統甲烷排放量，計算公式方法如公式 7.5.1.2 所示。

公式 7.5.1.2 甲烷排放量(kg CH_4/yr)

$$= \{[(P \times BOD \times (1-T) \times 10^{-6} \times TOW_{RWM}) - S] \times EF \times I\} - R$$

P：全國人口數

BOD：每人每年產生之可分解有機物量 (kg BOD/ persons/ yr)

T：污水處理率(%)

I：與事業廢水共排之修正係數，我國因未含事業廢水之預設值為 1.0。

TOW_{RWM}：處理設施之 BOD 移除率，2019 IPCC 精進指南預設化糞池 BOD 移除率為 0.625，參如表 7.5.4

S：污泥移除量，指污（廢）水處理過程中移除污泥所含之有機物量(kg BOD/yr)。

EF：甲烷排放係數(kg CH_4/kg BOD)，2019 IPCC 精進指南預設值修正為 0.068 kg CH_4/kg BOD，參如表 7.5.3

R：甲烷回收量(kg CH_4/yr)

化糞池處理之氧化亞氮排放量，係依據 2006 IPCC 指南，參照農業部糧食平衡表之每人每日蛋白質供給量，並配合歷年國內人口數進行計算。考量廢水中非消耗之蛋白質，以及是否與事業廢水共排等參數，計算氧化亞氮排放量方法如公式 7.5.1.3 所示。

公式 7.5.1.3 氧化亞氮排放量(kg N_2O/yr)

$$= [P \times Protein \times Frac_{NPR} \times FRC \times F_{NPR} \times N_{HH} \times F_{NON\text{-}CON} \times F_{IND\text{-}COM} \times N_{REM}] \times EF_{effluent} \times 44/28$$

P：國內人口數（人）。

Protein：每人每年蛋白質攝取量(kg/person/yr)。

$Frac_{NPR}$：蛋白質中氮的比例（預設值為 0.16 kg N/kg protein）。

FRC：蛋白質消耗比率，預設為 0.86。

N_{HH}：家用產品排入於污水中額外產生的氮，預設值為 1.1。

$F_{NON\text{-}CON}$：廚餘排入下水道之氮修正係數，因我國廚餘不排入污水下水道，以固體廢棄物處理，預設值為 1.0。

$F_{IND\text{-}COM}$：下水道系統含有事業廢水共排之修正係數，我國無與事業廢水共排，預設值為 1.0。

N_{REM}：污水處理過程中廢水除去的總氮比例，化糞池預設值為 0.15。

$EF_{EFFLUENT}$：排放係數(kg N_2O-N/kg N)依 2019 IPCC 精進指南，由於排放量不顯著，預設為 0.00 kg N_2O-N/kg N，參如表 7.5.3

44/28：kg N_2O-N 換算成 kg N_2O 轉換係數

C.未納管污水處理（化糞池處理後排入開放水體）

2019 IPCC 精進指南針對生活污水處理單位排放量計算，除計算本身污水處理排放量，需進一步計算處理後排入開放水體之溫室氣體排放量。

在化糞池處理後排入開放水體的甲烷排放量評估上，活動數據統計方式與化糞池相同，利用處理設施之 BOD 移除率(TOW_{RWM})計算化糞池處理未移除之 BOD 以及處理後排入開放水體之排放係數來估算排放量，計算公式方法如公式 7.5.1.4 所示。

公式 7.5.1.4 甲烷排放量(kg CH_4/yr)

$$= [P \times BOD \times (1-T) \times 10^{-6} \times (1-TOW_{RWM}) \times EF \times I]$$

P：全國人口數

BOD：每人每年產生之可分解有機物量(kg BOD/ persons/ yr)

T：污水處理率(%)

TOW_{RWM}：處理設施之 BOD 移除率，2019 IPCC 精進指南預設化糞池 BOD 移除率為 0.625，參如表 7.5.4

EF：甲烷排放係數(kg CH_4/kg BOD)，2019 IPCC 精進指南預設處理後排入開放水體為 0.068 kg CH_4/kg BOD，參如表 7.5.3

I：與事業廢水共排之修正係數，我國因未含事業廢水之預設值則為 1.0。

在化糞池處理後排入開放水體的氧化亞氮排放量評估上，活動數據統計方式與化糞池相同，利用污水處理過程中廢水除去的總氮比例(N_{REM})計算化糞池未去除之總氮量，以及利用處理後排入開放水體的排放係數來估算，排放量計算方法如公式 7.5.1.5 所示。

公式 7.5.1.5 氧化亞氮排放量(kg N_2O/yr)

$$= [P \times Protein \times Frac_{NPR} \times FRC \times F_{NPR} \times N_{HH} \times F_{NON\text{-}CON} \times F_{IND\text{-}COM} \times (1-N_{REM})] \times EF_{effluent} \times 44/28$$

P：國內人口數(人)

Protein：每人每年蛋白質攝取量(kg/person/yr)

$Frac_{NPR}$：蛋白質中氮的比例（預設值為 0.16 kg N/kg protein）

FRC：蛋白質消耗比率，預設為 0.86。

N_{HH}：家用產品排入於污水中額外產生的氮，預設值為 1.1。

$F_{NON\text{-}CON}$：廚餘排入下水道之氮修正係數，因我國廚餘不排入污水下水道，以固體廢棄物處理，預設值為 1。

$F_{IND\text{-}COM}$：下水道系統含有事業廢水共排之修正係數，我國無與事業廢水共排，預設值為 1.0。

N_{REM}：污水處理過程中廢水除去的總氮比例，化糞池預設值為 0.15，參考如表 7.5.6

$EF_{EFFLUENT}$：氧化亞氮排放係數(kg N_2O-N/kg N) 依 2019 IPCC 精進指南，處理後排入開放水體的預設為 0.005 kg N_2O-N/kg N，參如表 7.5.5

44/28：kg N_2O-N 轉換 kg N_2O 之係數

D.納管污水處理（污水處理廠）

有鑑於污水處理廠處理單元可能有甲烷逸散排放，2009 年後統計範疇增列公共污水處理廠甲烷排放，納入污水處理廠水質及污泥處理程序中之甲烷排放，以提升廢棄物部門排放量之完整性。

根據 2019 IPCC 精進指南，活動數據依國內公共污水處理廠之進放流水量及 BOD 濃度計算，除新增排入開放水體之溫室氣體排放外，亦將公共污水處理廠內之排放係數更新為我國 4 座公共污水處理廠溫室氣體採樣之排放係數（參採環境部 2021 年廢棄物部門清冊專家諮詢會結論），並將引用之日本污泥處理流程排放係數，估算甲烷排放量計算方法如公式 7.5.1.6 所示。

公式 7.5.1.6 甲烷排放量(kg CH_4/yr)

$$= A_i \times EF$$

A_i：每年全國公共污水處理廠污水處理量(kg BOD/ yr)

EF：污水處理廠處理每噸污水甲烷排放係數(kg CH_4/kg BOD)，利用本土污

水處理係數[2](5.161×10^{-3} kg CH_4/kg BOD) 與日本污泥處理係數(1.933×10^{-3} kg CH_4/kg BOD)，設定為7.094×10^{-3} kg CH_4/kg BOD。

根據 2019 IPCC 精進指南，生活污水妥善處理氧化亞氮排放量估算上，採用我國公共污水處理廠出流 BOD 量，並且以國內 4 座公共污水處理廠之採樣結果作為水質處理係數，以及引用日本清冊的污泥處理排放係數估算氧化亞氮排放量，計算方法如公式 7.5.1.7 所示。

公式 7.5.1.7

氧化亞氮排放量(kg N_2O/yr)＝A_i ×EF

A_i：每年全國公共污水處理廠污水處理量(kg N/ yr)

EF：污水處理廠處理每噸污水氧化亞氮排放係數(kg N_2O/kg N)，利用本土污水處理係數(3.262×10^{-5} kg N_2O/kg N)[2]與日本污泥處理係數(1.613×10^{-5} kg N_2O/kg N)，設定為 4.875×10^{-5} kg N_2O/kg N。

E.納管污水處理(污水處理後排入開放水體)

在污水處理廠處理後排入開放水體之甲烷排放量評估上，利用污水處理廠未移除之 BOD，以及排入開放水體之排放係數來估算排放量，計算方法如公式 7.5.1.8 所示。

公式 7.5.1.8 甲烷排放量(kg CH_4/yr)

＝A_i ×EF

A_i：每年全國公共污水處理廠污水排入開放水體的 BOD 量(kg BOD/yr)

EF：處理後排入開放水體每噸污水甲烷排放係數(kg CH_4/kg BOD)，採用排入水庫、湖泊、河口以外之 IPCC 預設值 0.021 kg CH_4/kg BOD，參如表 7.5.3

在污水處理廠處理後排入開放水體之氧化亞氮排放量評估上，利用污水處理廠污水處理過程中未去除之總氮量，以放流總氮量作為活動數據，並利用處理後排入開放水體的排放係數來估算排放量，計算方法如公式 7.5.1.9 所示。

公式 7.5.1.9

氧化亞氮排放量(kg N_2O/yr)＝A_i ×EF

A_i：每年全國公共污水處理廠污水出流總氮量(kg N/ yr)

EF：氧化亞氮排放係數(kg N_2O/kg N)，依 2019 IPCC 精進指南，處理後排入開放水體的預設為 0.005 kg N_2O/kg N，參如表 7.5.5

(2)排放係數

A.未納管污水處理之甲烷排放

每人每年之 BOD 產生量，各國多數參採 2006 IPCC 指南之預設值，依各國生活水準高低而有差異，愈先進國家其每人每天產生之 BOD 量愈高。依據 IPCC 預設值，亞洲地區每人每天產生 BOD 量為 40(g BOD/persons/day)。

為貼近我國國人生活型態，每人每年之 BOD 產生量數據採用環境部「污水源頭減量手冊」，並分為直接排入開放水體與化糞池以及糞池處理後排入開放水體等排放源，則各排放源說明如下。

[2] 污水處理廠溫室氣體排放係數建置之研究，行政院環境保護署（現為環境部），2020。

(a)直接排入開放水體

依據環境部之「污水源頭減量手冊」，未納管排放(即開放水體)為 27g BOD/persons/day。根據 2019 IPCC 精進指南公布各種污水處理系統之 MCF 值，採納未處理系統直接排放至海洋、河、湖之 MCF 值 0.11，如表 7.5.3 所示。

此外，生活污水如和事業廢水共同處理，則須將下水道含額外事業廢水 BOD 排放之修正係數(I)納入考量，以及考量處理設施如有甲烷回收者(R)，可以扣除排放量等。其中，最大甲烷產生量 Bo，依 2019 IPCC 精進指南建議以 0.60 kg CH_4/kg BOD 計算，其它依據 2006 IPCC 指南建議公式 7.5.1.1 計算未納管處理之生活污水甲烷排放量。

(b)化糞池

依據環境部之「污水源頭減量手冊」，未納管排放至化糞池之 BOD 產生量為約 13g BOD/persons/day，並根據 2006 IPCC 指南公布各種污水處理系統之 MCF 值，參採化糞池系統之 MCF 值 0.5，如表 7.5.3 所示。

(c)化糞池處理後排入開放水體

依據環境部之「污水源頭減量手冊」，未納管排放至化糞池之 BOD 產生量為約 13g BOD/persons/day，並根據 IPCC 公布各種污水處理系統之 MCF 值，參採化糞池系統之 MCF 值 0.5，如表 7.5.3 所示。

B.納管污水處理之甲烷排放

(a)污水處理廠

全國公共污水處理廠污水處理之甲烷排放係依公式 7.5.1.6 計算，污水處理廠處理每噸污水的甲烷排放係數(EF)，為水質處理流程及污泥處理流程兩者排放係數的總和，即 7.094×10^{-3} kg CH_4/kg BOD，其中水質處理流程排放係數，採用國內研究結果為 5.161×10^{-3} kg CH_4/kg BOD，污泥處理流程排放係數，則引用日本公共污水處理廠污泥處理排放係數 1.933×10^{-3} kg CH_4/kg BOD。

(b)污水處理後排入開放水體

依照 2019 IPCC 精進指南，採用排放到水庫、湖泊和河口以外的水生環境(2006 IPCC 指南方法 2)之預設值 0.021 kg CH_4/kg BOD，如表 7.5.3 所示。

C.未納管污水處理之氧化亞氮排放

(a)化糞池

化糞池之氧化亞氮排放依公式 7.5.1.3 計算，排放係數以 2019 IPCC 精進指南的預設參數 0.0 (kg N_2O-N/kg N)計算(參考如表 7.5.5)，亦即不排放氧化亞氮。

(b)化糞池處理後排入開放水體

化糞池處理後排入開放水體氧化亞氮排放依公式 7.5.1.5 計算，氧化亞氮排放係數以 2019 IPCC 精進指南的預設參數 0.005 (kg N_2O-N/kg N)計算，參考如表 7.5.5。

關於蛋白質含氮比例($Frac_{NPR}$) 使用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.16 kg N/ kg protein 計算；蛋白質消耗比例(FRC)使用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.86 計算；家用產品排入於污水額外產生的氮(N_{HH})使用 2019 IPCC 精進指南預設值 1.1 計算；廚餘排入下水道之氮修正係數($F_{NON-CON}$)使用 2019 IPCC 精進指南預設值 1.0 計算；我國生活污水處理系統未與事業廢

水共排，事業廢水共排之修正係數($F_{IND-CIN}$)採用未共排之排放係數值 1；廢水去除總氮比例(N_{REM})採用化糞池係數 0.15 計算，相關參數選用詳列於表 7.5.9。

D. 納管污水處理之氧化亞氮排放

(a)污水處理廠

全國公共污水處理廠污水處理之氧化亞氮排放係依公式 7.5.1.7 計算。污水處理廠處理每噸污水的氧化亞氮排放係數(EF)，為水質處理流程及污泥處理流程兩者排放係數的總和，即 4.875×10^{-5} kg N_2O/kg BOD，其中水質處理流程排放係數，採用國內研究結果[3]為 3.262×10^{-5} kg N_2O/kg BOD，污泥處理流程排放係數，則引用日本公共污水處理廠污泥處理排放係數 1.613×10^{-5} kg N_2O/kg BOD。

(b)污水處理後排入開放水體

全國公共污水處理廠污水處理之氧化亞氮排放係依公式 7.5.1.9 計算。依照 2019 IPCC 精進指南，採用排放到海洋、河、湖排放之預設值 0.005 kg N_2O-N/ kg N，參考如表 7.5.5。

(3)活動數據

A.未納管污水處理之甲烷排放

依內政部國土管理署下水道系統污水處理率做為生活污水經污水處理廠處理之比例，其餘皆屬於未納管處理之生活污水。

(a)直接排入開放水體

運用內政部統計處內政統計年報中的國內人口數，乘上污水未處理率(1-T)以及排放至開放水體之 BOD 量(27 g BOD/persons/day)等參數，計算直接排放至開放水體 BOD 量，相關參數選用詳列於表 7.5.7，計算如表 7.5.11 所示。

(b)化糞池

運用內政部內政統計年報中的國內人口數，乘上污水未處理率(1-T)、排放至化糞池 BOD 量(13g BOD/persons/day)以及化糞池 BOD 移除率(TOW_{RWM})等參數，最後扣除水肥移除量，來估算化糞池 BOD 處理量，相關參數選用詳列於表 7.5.7，計算如表 7.5.11 所示。

(c)化糞池處理後排入開放水體

運用內政部內政統計年報中的國內人口數，乘上污水未處理率(1-T)、排放至化糞池(13g BOD/persons/day)以及化糞池 BOD 未移除率($1\text{-}TOW_{RWM}$)等參數（參考如表 7.5.4），來計算化糞池處理後排入開放水體的 BOD 量，相關參數選用詳列於表 7.5.7，計算如表 7.5.11 所示。

B.納管污水處理之甲烷排放

(a)污水處理廠

依據內政部國土管理署全國公共污水處理廠資料管理系統的申報數據，統計歷年污水處理廠污水 BOD 處理量。該管理系統的資料統計期間為 2009 年至 2023 年，因此從 2009 年起計算生活污水妥善處理之污水處理廠甲烷排放量。相關參數選用詳列於表 7.5.8，計算說明如表 7.5.13 所示。

(b) 污水處理後排入開放水體

依據內政部國土管理署全國公共污水處理廠資料管理系統的申報數據，統計歷年污水處理廠污水 BOD 放流量。該管理系統的資料統計期間為 2009 年至 2023 年，因此從 2009 年起計算生活污

[3] 污水處理廠溫室氣體排放係數建置之研究，行政院環境保護署（現為環境部），2020。

水妥善處理後排入開放水體的甲烷排放量。相關參數選用詳列於表 7.5.8，計算說明如表 7.5.13 所示。

C. 未納管污水處理之氧化亞氮排放

(a)化糞池

依據歷年農業部糧食平衡表之每人每日蛋白質供給量，並配合國內歷年人口數、污水處理率、蛋白質含氮比例($Frac_{NPR}$)、蛋白質消耗比例(FRC)、家用產品排入於污水額外產生的氮(N_{HH})、廚餘排入下水道之氮修正係數($F_{NON-CON}$)以及下水道含事業蛋白共排之修正係數($F_{IND-CIN}$)進行計算化糞池處理總氮量，相關參數選用詳列於表 7.5.9，計算說明如表 7.5.14 所示。

(b)化糞池處理後排入開放水體

利用化糞池處理總氮量乘上化糞池處理過程中廢水未除去的總氮比例(1-N_{REM})，廢水去除總氮比例(N_{REM})採用化糞池係數（參考如表 7.5.6），以計算化糞池處理後排入開放水體總氮量，相關參數選用詳列於表 7.5.9，計算說明如表 7.5.14 所示。

D. 納管污水處理之氧化亞氮排放

(a)污水處理廠

依據內政部國土管理署全國公共污水處理廠資料管理系統的申報數據，統計歷年污水處理廠污水進流總氮量與放流總氮量，相扣除求得污水處理總氮量。該管理系統的資料統計期間為 2015 年至 2023 年，因此從 2015 年起計算生活污水妥善處理之污水處理廠氧化亞氮排放量，計算說明如表 7.5.10 與表 7.5.16 所示。

(b)污水處理後排入開放水體

依據內政部國土管理署全國公共污水處理廠資料管理系統的申報數據，統計歷年污水處理廠污水放流總氮量。該管理系統的資料統計期間為 2015 年至 2023 年，因此從 2015 年起計算生活污水妥善處理之污水處理後排入開放水體的氧化亞氮排放量，計算說明如表 7.5.10 與表 7.5.16 所示。

(4)排放量

A. 未納管污水處理之甲烷排放量

未納管污水處理之甲烷排放量計算結果如表 7.5.12 所示，分析我國生活污水未納管處理之甲烷排放趨勢，由於污水處理率自 1999 年起明顯增加，由 10.10%上升至 2023 年之 70.02%，使甲烷排放逐年降低。儘管我國人口數成長，但 2023 年未納管處理之甲烷排放量仍較 1990 年、2005 年及 2022 年分別減少 66.02%、60.67%及 4.06%。

B.納管污水處理之甲烷排放量

納管污水處理之甲烷排放量計算結果如表 7.5.13 所示。隨著污水下水道各期建設計畫的逐步完成，各縣市用戶接管普及率及整體污水處理率逐年提升，使全國污水廠污水處理量漸增，甲烷排放量呈現逐年緩步增加之趨勢。

綜整生活污水處理甲烷排放量結果，隨著污水處理率的逐年增加，占比較大的未納管污水處理甲烷排放量呈逐年下降的趨勢，加上緩慢增加的污水處理廠甲烷排放量，2023 年納管處理之甲烷排放量，較 2009 年（統計起始年）增加 787.98%，較 2022 年減少 9.70%。

C. 未納管污水處理之氧化亞氮排放量

未納管污水處理之氧化亞氮排放量計算結果如表 7.5.15 所示。歷年氧化亞氮排放趨勢會隨人口及國人蛋白質攝取量的變化而影響，以及隨著污水下水道各期建設計畫的逐步完成，污水處理率提高，直接排入開放水體的總氮量逐漸減少。2023 年生活污水未納管處理氧化亞氮排放量較 1990 年減少 65.77%，較 2005 年減少 59.88%，較 2022 年排放量減少 5.49%。

D. 納管污水處理之氧化亞氮排放量

納管污水處理之氧化亞氮排放量計算結果如表 7.5.16 所示。隨著污水處理率的逐年增加，使全國污水廠污水處理總氮量漸增，2023 年生活污水納管處理之氧化亞氮排放較 2015 年（統計起始年）增加 119.52%，較 2022 年減少 12.76%。

表 7.5.3 生活污水處理系統 2019 IPCC 精進指南預設之 MCF 值與甲烷排放係數

處理系統	註釋	甲烷修正係數 (MCF)	排放係數 (kg CH_4/ kg BOD)	排放係數 (kg CH_4/ kg COD)
未經處理的系統				
排放到水生環境 (2006 IPCC 指南方法 1)	大多數水生環境（包括河流）的甲烷都處於過飽和狀態。養分供給過剩會增加甲烷排放量。碳在沉積物中累積的環境更有可能產生甲烷。	0.11 (0.004-0.27)	0.068	0.028
排放到水庫、湖泊和河口以外的水生環境(2006 IPCC 指南方法 2)	大多數水生環境（包括河流）的甲烷都處於過飽和狀態。養分供給過剩會增加甲烷排放量。	0.035 (0.004-0.06)	0.021	0.009
排放到水庫、湖泊和河口 (2006 IPCC 指南方法 2)	碳在沉積物中累積的環境更有可能產生甲烷。	0.19 (0.08-0.27)	0.114	0.048
流動順暢的下水道	空曠且溫暖。	0.5 (0.4-0.8)	0.3	0.125
不流動的下水道	乾淨且快速流動(甲烷總量微小且來自泵站)。	0	0	0
經處理的系統				
集中式好氧處理廠	甲烷可從沉澱池和其他厭氧池中排放。也可能排放自湍流和/或需氧處理過程中上游下水道中所產生的甲烷。對於接收超出設計容量的污水處理廠，清冊編撰者應相應判斷污泥中去除的有機物質的量。	0.03 (0.003-0.09)	0.018	0.0075
厭氧反應器(如上流式厭氧污泥床 UASB)	不考慮甲烷回收。	0.8 (0.8-1.0)	0.48	0.2
淺厭氧塘	深度小於兩公尺，使用專家的判斷。	0.2 (0-0.3)	0.12	0.05
深厭氧塘	深度大於兩公尺。	0.8 (0.8-1.0)	0.48	0.2
化糞池	化糞池排放甲烷。	0.5 (0.4-0.72)	0.3	0.125
化糞池+土壤灌溉廠	化糞池排放甲烷；而土壤灌溉廠的排放可忽略不計	0.5 (0.4-0.72)	0.3	0.125
公共廁所	乾燥的氣候，地表水面低於公廁(3 至 5 人小家庭)。	0.1 (0.05-0.15)	0.06	0.025
公共廁所	乾燥的氣候，地表水面低於公廁（多人使用）。	0.5 (0.4-0.6)	0.3	0.125
公共廁所	潮濕的氣候，地表水面高於公廁。	0.7 (0.7-1.0)	0.42	0.175

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-20, Table 6.3, 2019.

表 7.5.4 生活污水處理系統 2019 IPCC 精進指南預設之 TOW_{REM} 值

處理系統	TOW_{REM} 值	範圍
未經處理的系統	0	0-0.1
初級（機械處理廠）	0.40	0.25-0.50
初級+二級（生物處理廠）	0.85	0.80-0.90
初級+次級+三級（先進生物處理廠）	0.90	0.50-0.60
化糞池/化糞池系統	0.625	0.05-0.60
公共廁所–乾燥的氣候，地表水面低於公廁（3 至 5 人小家庭）。	0.1	0.05-0.15
公共廁所–乾燥的氣候，地表水面低於公廁（多人使用）。	0.5	0.4-0.6
公共廁所–潮濕的氣候，地表水面高於公廁。	0.7	0.7-1.0

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-28, Table 6.6B, 2019.

表 7.5.5 生活污水處理系統 2019 IPCC 精進指南預設之氧化亞氮排放係數

處理系統	註釋	排放係數 (kg N_2O-N/kg N)	範圍
未經處理的系統 $EF_{effluent}$			
海洋、河、湖排放	基於有限的現場數據以及關於河流和河口硝化和反硝化發生的具體假設。	0.005	0.0005–0.075
受優養化影響和/或缺氧的淡水、河口和海洋環境	較高的排放量與受優養化影響/缺氧的水有關，例如優養化湖泊、河口和河流，或出現缺氧條件的地方。	0.5	0.0041 – 0.091
經處理的系統 EF_{plants}			
集中式好氧處理廠	氧化亞氮排放是多變的並具有顯著性。	0.016	0.00016-0.045
厭氧反應器	氧化亞氮排放不顯著。	0	0-0.001
厭氧塘	氧化亞氮排放不顯著。	0	0-0.001
化糞池	氧化亞氮排放不顯著。	0	0-0.001
化糞池+土壤灌溉廠	氧化亞氮由土壤灌溉廠排放。	0.0045	0-0.005
公共廁所	氧化亞氮排放不顯著。	0	0-0.001
污泥處理系統			
污泥厭氧消化	氧化亞氮排放不顯著。	0	0

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-39, Table 6.8A, 2019.

表 7.5.6 生活污水處理系統 2019 IPCC 精進指南預設之 N_{REM} 值

處理系統	N_{REM} 值	範圍
未經處理的系統	0	0
初級（機械處理廠）	0.10	0.05-0.20
二級（生物處理廠）	0.40	0.35-0.55
三級（先進生物處理廠）	0.80	0.45-0.85
化糞池/化糞池系統	0.15	0.10-0.25
化糞池+土壤灌溉廠	0.68	0.62-0.73
公共廁所	0.12	0.07-0.21

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-43, Table 6.10C, 2019.

表 7.5.7 2019 IPCC 精進指南生活污水未納管處理甲烷排放計算一覽表

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
人口數(P)	依照國內資料進行統計	內政部內政統計報的人口統計資訊。	人口數取內政統計年報統的資料
污水處理程度(T)	依據鄉村、城市高低收入分類計算	內政部營建署用戶接管普及率及污水處理率，並利用戶籍數換算處理效率	內政部國土管理署統計資料與內政部內政統計年報之戶籍數
每人每年產生之可分解有機物量(BOD)	14.6(kg BOD/persons/yr)	排放至化糞池系統 13g BOD/persons/day。 排放至開放水體 27g BOD/persons/day。	環境部-源頭減量手冊
處理設施 BOD 移除率(TOW_{RWM})	化糞池預設值 0.625	採用 2019 IPCC 精進指南化糞池預設值 0.625	2019 IPCC 精進指南預設值
污泥移除量(S)	以污泥移除量 S_{mass} 與污泥係數 K_{rem} 計算。	環境部公告之水肥清運總量，以比重 1.2 與水肥 BOD 為 4,000 mg/L 假設計算	清運量取環境部統計資料
甲烷排放係數(EF)	化糞池預設值 0.3 CH_4/kg BOD 排入開放水體預設值 0.068 CH_4/kg BOD	採用 2019 IPCC 精進指南化糞池預設值 0.3 kg CH_4/kg BOD 採用 2019 IPCC 精進指南排入開放水體預設值 0.068 CH_4/kg BOD	2019 IPCC 精進指南預設值
下水道含額外事業廢水 BOD 之修正係數(I)	有合併事業廢水者預設值為 1.25，其餘為 1。	生活污水主要計算為化糞池產生之甲烷量，不會有事業廢水共同排放，採取 2019 IPCC 精進指南公布值 1 計算	2019 IPCC 精進指南預設值
甲烷回收量(R)	預設值 0	因國內化糞池並無回收甲烷氣，採 2019 IPCC 精進指南預設值 0 計算。	2019 IPCC 精進指南預設值

表 7.5.8 2019 IPCC 精進指南生活污水納管處理甲烷排放計算一覽表

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
污水處理廠			
全國公共污水處理廠污水 BOD 處理量(A)	依照國內資料進行統計	內政部營建署統計資料	全國公共污水處理廠資料管理系統
甲烷排放係數(EF)	依照國內資料進行統計	1. 為水質處理流程及污泥處理流程排放係數的總和 7.094× 10^{-3} kg CH_4/kg BOD。 2. 水質處理流程排放係數採用國內研究結果為 5.161×10^{-3} kg CH_4/kg BOD。 3. 污泥處理流程排放係數係引用日本公共污水處理廠污泥處理排放係數 1.933×10^{-3} kg CH_4/kg BOD。	環境部(2020)及他國清冊採用值
污水處理廠處理後排入開放水體			
全國公共污水處理廠污水放流 BOD 量(A)	依照國內資料進行統計	內政部營建署統計資料	全國公共污水處理廠資料管理系統
甲烷排放係數(EF)	排入開放水體預設值 0.068 CH_4/kg BOD	採用 2019 IPCC 精進指南排入開放水體預設值 0.068 CH_4/kg BOD	2019 IPCC 精進指南預設值

表 7.5.9 2019 IPCC 精進指南生活污水未納管處理氧化亞氮排放計算一覽表

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
人口數(P)	依照國內資料進行統計	內政部統計資料	人口數取內政部內政統計年報資料
每人每年蛋白質攝取量 (Protein)	依照國內資料進行統計	取自糧食平衡表內所提供之每人蛋白質供應量	農業部糧食平衡表
蛋白質含氮比例 ($Frac_{NPR}$)	0.16 kg N/ kg protein	採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.16 kg N/kg protein	2019 IPCC 精進指南預設值
蛋白質消耗比例 (FRC)	0.86	採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.86	
家用產品排入於污水額外產生的氮 (N_{HH})	1.1	採用 2019 IPCC 精進指南預設值 1.1	
廚餘排入下水道之氮修正係數 ($F_{NON-CON}$)	廚餘排入預設值 1.1 廚餘不排入預設值 1.0	採用 2019 IPCC 精進指南廚餘不排入預設值 1.0	
事業廢水共排之修正係數 ($F_{IND-CIN}$)	共排預設值 1.25， 未共排預設為 1.0	採用 2019 IPCC 精進指南未共排之係數 1.0	
廢水去除總氮比例 (N_{REM})	化糞池預設值 0.15 開放水體預設值 0.0	採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.15 計算	
氧化亞氮排放係數 (EF)	化糞池預設值 0.0 開放水體預設值 0.005 kg N_2O-N/ kg N （須再計算 N_2O/N 比例）	化糞池採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.0 kg N_2O-N/ kg N 開放水體採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.005 kg N_2O-N/ kg N	

表 7.5.10 2019 IPCC 精進指南生活污水納管處理氧化亞氮排放計算一覽表

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
全國公共污水處理廠污水處理量(A)	依照國內資料進行統計	內政部國土管理署統計資料	內政部國土管理署全國公共污水處理廠資料管理系統
污水處理廠排放係數(EF)	依照國內資料進行統計	1. 為水質處理流程及污泥處理流程排放係數的總和 4.875×10^{-5} kg N_2O/kg N。 2. 水質處理流程排放係數採用國內研究結果為 3.262×10^{-5} kg N_2O/kg N。 3. 污泥處理流程排放係數係引用日本公共污水處理廠污泥處理排放係數 1.613×10^{-5} kg N_2O/kg N。	環境部(2020)及日本清冊採用值
開放水體排放係數(EF)	開放水體預設值 0.005 kg N_2O-N/ kg N （須再計算 N_2O/N 比例）	開放水體採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.005 kg N_2O-N/ kg N	2019 IPCC 精進指南預設值

表 7.5.11 1990 年至 2023 年生活污水未納管處理甲烷排放活動數據

年份	人口數	污水處理率	每人每日產生 BOD (g/POP/day)		化糞池 BOD 產生量	水肥移除量	化糞池 BOD 處理量	化糞池 BOD 移除率	化糞池處理後排入開放水體 BOD 量	開放水體 BOD 量
	仟人	%	化糞池	開放水體	kt BOD	kt BOD	kt BOD	比率	kt BOD	kt BOD
1990	20,401	2.6	13	27	94.3	NE	58.9	0.625	35.4	195.9
1991	20,606	2.6	13	27	95.3	NE	59.5	0.625	35.7	197.8
1992	20,803	2.6	13	27	96.1	NE	60.1	0.625	36.0	199.6
1993	20,995	2.7	13	27	97.0	NE	60.6	0.625	36.4	201.4
1994	21,178	2.7	13	27	97.8	NE	61.1	0.625	36.7	203.0
1995	21,357	2.8	13	27	98.5	NE	61.6	0.625	37.0	204.7
1996	21,525	2.9	13	27	99.1	NE	62.0	0.625	37.2	205.9
1997	21,743	3.3	13	27	99.8	NE	62.4	0.625	37.4	207.3
1998	21,929	4.8	13	27	99.0	NE	61.9	0.625	37.1	205.7
1999	22,092	10.1	13	27	94.2	NE	58.9	0.625	35.3	195.7
2000	22,277	14.7	13	27	90.2	NE	56.4	0.625	33.8	187.3
2001	22,406	16.2	13	27	89.0	NE	55.7	0.625	33.4	184.9
2002	22,521	18.1	13	27	87.5	NE	54.7	0.625	32.8	181.8
2003	22,605	19.2	13	27	86.7	NE	54.2	0.625	32.5	180.1
2004	22,689	22.0	13	27	84.0	NE	52.5	0.625	31.5	174.5
2005	22,770	24.6	13	27	81.5	NE	50.9	0.625	30.5	169.2
2006	22,877	27.3	13	27	78.9	NE	49.3	0.625	29.6	163.9
2007	22,958	30.4	13	27	75.9	NE	47.4	0.625	28.4	157.6
2008	23,037	32.9	13	27	73.4	NE	45.9	0.625	27.5	152.4
2009	23,120	36.0	13	27	70.2	NE	43.9	0.625	26.3	145.8
2010	23,162	38.7	13	27	67.4	NE	42.1	0.625	25.3	139.9
2011	23,225	41.8	13	27	64.2	NE	40.1	0.625	24.1	133.3
2012	23,316	44.9	13	27	61.0	NE	38.1	0.625	22.9	126.7
2013	23,374	47.0	13	27	58.8	NE	36.8	0.625	22.1	122.2
2014	23,434	48.9	13	27	56.8	NE	35.5	0.625	21.3	118.0
2015	23,492	51.2	13	27	54.5	NE	34.0	0.625	20.4	113.1
2016	23,540	53.4	13	27	52.1	1.5	31.1	0.625	19.5	108.2
2017	23,571	55.9	13	27	49.4	1.5	29.4	0.625	18.5	102.5
2018	23,589	58.1	13	27	46.9	1.5	27.8	0.625	17.6	97.4
2019	23,603	62.1	13	27	42.4	1.6	24.9	0.625	15.9	88.2
2020	23,561	64.5	13	27	39.7	1.4	23.4	0.625	14.9	82.5
2021	23,375	66.9	13	27	36.7	1.4	21.5	0.625	13.8	76.2
2022	23,265	68.6	13	27	34.6	1.4	20.2	0.625	13.0	71.9
2023	23,420	70.0	13	27	33.3	1.5	19.3	0.625	12.5	69.2

備註：NE（未估計），指對現有排放量和移除量未調查估計。因申報資料僅無法追朔至 1990 年，故未進行調查。

資料來源：1.內政部下水道系統污水處理率。

2.內政部內政統計年報中的國內人口數。

3.環境部水肥清運總量 https://data.moenv.gov.tw/dataset/detail/STAT_P_43。

表 7.5.12 1990 年至 2023 年生活污水未納管處理甲烷排放量

年份	化糞池 BOD 處理量	事業共排修正係數 I	甲烷排放係數	化糞池甲烷排放量	化糞池處理後排入開放水體 BOD 量	開放水體 BOD 量	甲烷排放係數	化糞池處理後排入開放水體甲烷排放量	開放水體甲烷排放量	未納管處理甲烷排放量
	kt BOD	比率	kg CH_4/ kg BOD	kt CO_2e	kt BOD	kt BOD	kg CH_4/ kg BOD	kt CO_2e	kt CO_2e	kt CO_2e
1990	58.9	1.0	0.3	495	35.4	195.9	0.068	67	373	935
1991	59.5	1.0	0.3	500	35.7	197.8	0.068	68	377	945
1992	60.1	1.0	0.3	505	36.0	199.6	0.068	69	380	953
1993	60.6	1.0	0.3	509	36.4	201.4	0.068	69	383	962
1994	61.1	1.0	0.3	513	36.7	203.0	0.068	70	387	970
1995	61.6	1.0	0.3	517	37.0	204.7	0.068	70	390	977
1996	62.0	1.0	0.3	521	37.2	205.9	0.068	71	392	983
1997	62.4	1.0	0.3	524	37.4	207.3	0.068	71	395	990
1998	61.9	1.0	0.3	520	37.1	205.7	0.068	71	392	982
1999	58.9	1.0	0.3	495	35.3	195.7	0.068	67	373	935
2000	56.4	1.0	0.3	473	33.8	187.3	0.068	64	357	894
2001	55.7	1.0	0.3	467	33.4	184.9	0.068	64	352	883
2002	54.7	1.0	0.3	460	32.8	181.8	0.068	63	346	868
2003	54.2	1.0	0.3	455	32.5	180.1	0.068	62	343	860
2004	52.5	1.0	0.3	441	31.5	174.5	0.068	60	332	833
2005	50.9	1.0	0.3	428	30.5	169.2	0.068	58	322	808
2006	49.3	1.0	0.3	414	29.6	163.9	0.068	56	312	783
2007	47.4	1.0	0.3	398	28.4	157.6	0.068	54	300	752
2008	45.9	1.0	0.3	385	27.5	152.4	0.068	52	290	728
2009	43.9	1.0	0.3	369	26.3	145.8	0.068	50	278	696
2010	42.1	1.0	0.3	354	25.3	139.9	0.068	48	266	668
2011	40.1	1.0	0.3	337	24.1	133.3	0.068	46	254	637
2012	38.1	1.0	0.3	320	22.9	126.7	0.068	44	241	605
2013	36.8	1.0	0.3	309	22.1	122.2	0.068	42	233	583
2014	35.5	1.0	0.3	298	21.3	118.0	0.068	41	225	563
2015	34.0	1.0	0.3	286	20.4	113.1	0.068	39	215	540
2016	31.1	1.0	0.3	261	19.5	108.2	0.068	37	206	505
2017	29.4	1.0	0.3	247	18.5	102.5	0.068	35	195	477
2018	27.8	1.0	0.3	233	17.6	97.4	0.068	33	185	452
2019	24.9	1.0	0.3	209	15.9	88.2	0.068	30	168	408
2020	23.4	1.0	0.3	196	14.9	82.5	0.068	28	157	382
2021	21.5	1.0	0.3	181	13.8	76.2	0.068	26	145	352
2022	20.2	1.0	0.3	170	13.0	71.9	0.068	25	137	331
2023	19.3	1.0	0.3	162	12.5	69.2	0.068	24	132	318

表 7.5.13 1990 年至 2023 年生活污水納管處理甲烷排放之活動數據與排放量

年份	全國污水廠 BOD 處理量	污水處理廠甲烷排放係數	污水處理廠 CH_4 排放量	全國污水廠 BOD 放流量	開放水體甲烷排放數	污水廠處理後排入開放水體的甲烷排放量	納管處理甲烷排放量
	kt BOD	kg CH_4/kt BOD	kt CO_2e	kt BOD	kg CH_4/kt BOD	kt CO_2e	kt CO_2e
1990	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1991	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1992	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1993	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1994	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1995	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1996	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1997	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1998	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
1999	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2000	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2001	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2002	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2003	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2004	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2005	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2006	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2007	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2008	NE	7.0939×10^{-3}	NE	NE	0.021	NE	NE
2009	3.7	7.0939×10^{-3}	0.7	6.0	0.021	3	4
2010	35.5	7.0939×10^{-3}	7.1	23.0	0.021	14	21
2011	48.3	7.0939×10^{-3}	9.6	25.3	0.021	15	24
2012	43.6	7.0939×10^{-3}	8.7	29.3	0.021	17	26
2013	34.4	7.0939×10^{-3}	6.8	31.7	0.021	19	26
2014	38.7	7.0939×10^{-3}	7.7	36.4	0.021	21	29
2015	39.1	7.0939×10^{-3}	7.8	40.3	0.021	24	31
2016	42.4	7.0939×10^{-3}	8.4	41.4	0.021	24	33
2017	43.0	7.0939×10^{-3}	8.5	43.7	0.021	26	34
2018	55.2	7.0939×10^{-3}	11.0	47.6	0.021	28	39
2019	54.9	7.0939×10^{-3}	10.9	45.8	0.021	27	38
2020	59.2	7.0939×10^{-3}	11.8	50.5	0.021	30	41
2021	70.9	7.0939×10^{-3}	14.1	48.4	0.021	28	43
2022	83.3	7.0939×10^{-3}	16.5	42.6	0.021	25	42
2023	69.0	7.0939×10^{-3}	13.71	40.6	0.021	24	38

備註：NE（未估計），指對現有排放量和移除量未調查估計。因申報資料僅無法追朔至 1990 年，故未進行調查。

資料來源：內政部全國公共污水處理廠資料管理系統。

表 7.5.14 1990 年至 2023 年生活污水未納管處理氧化亞氮排放之活動數據

年份	人口數	污水處理率	每人每日蛋白質供給量	蛋白質消耗比例	蛋白質含氮比	家用產品共排修正係	對非蛋白質飽和廢水之添加係數	事業廢水共排修正係數	化糞池處理去除總氮比例	化糞池處理總氮量	化糞池處理後排入開放水體總氮量
	千人	%	公克	FPC	$Frac_{NPR}$	N_{HH}	$F_{NON-CON}$	$F_{IND-COM}$	N_{REM}	kt N	kt N
1990	20,401	2.6	92.72	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	101.8	86.5
1991	20,606	2.6	91.56	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	101.5	86.3
1992	20,803	2.6	93.90	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	105.1	89.3
1993	20,995	2.7	97.34	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	109.9	93.4
1994	21,178	2.7	96.51	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	109.9	93.4
1995	21,357	2.8	98.22	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	112.7	95.8
1996	21,525	2.9	98.25	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	113.4	96.4
1997	21,743	3.3	101.41	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	117.8	100.2
1998	21,929	4.8	95.55	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	110.2	93.7
1999	22,092	10.1	97.55	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	107.0	91.0
2000	22,277	14.7	96.23	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	101.0	85.9
2001	22,406	16.2	92.00	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	95.4	81.1
2002	22,521	18.1	94.85	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	96.7	82.2
2003	22,605	19.2	96.13	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	97.0	82.5
2004	22,689	22.0	91.94	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	89.9	76.4
2005	22,770	24.6	91.57	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	86.9	73.8
2006	22,877	27.3	80.66	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	74.1	63.0
2007	22,958	30.4	82.64	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	73.0	62.0
2008	23,037	32.9	76.34	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	65.2	55.4
2009	23,120	36.0	77.68	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	63.5	54.0
2010	23,162	38.7	78.42	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	61.5	52.3
2011	23,225	41.8	80.97	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	60.5	51.4
2012	23,316	44.9	81.06	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	57.6	48.9
2013	23,374	47.0	79.34	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	54.3	46.2
2014	23,434	48.9	81.28	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	53.8	45.7
2015	23,492	51.2	85.39	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	54.1	46.0
2016	23,540	53.4	83.95	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	50.9	43.3
2017	23,571	55.9	86.12	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	49.5	42.1
2018	23,589	58.1	88.45	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	48.3	41.1
2019	23,603	62.1	87.41	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	43.2	36.7
2020	23,561	64.5	90.53	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	41.8	35.6
2021	23,375	66.9	90.18	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	38.5	32.7
2022	23,265	68.6	91.49	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	36.9	31.3
2023	23,420	70.0	89.83	0.86	0.16	1.1	1.0	1.0	0.15	34.8	29.6

資料來源：1.內政部下水道系統污水處理率。

2.內政部內政統計年報中的國內人口數。

3.農業部糧食平衡表之每人每日蛋白質供給量。

表 7.5.15 1990 年至 2023 年生活污水未納管處理氧化亞氮排放量

年份	化糞池處理總氮量	化糞池氧化亞氮排放係數	化糞池氧化亞氮排放量	化糞池處理後排入開放水體總氮量	化糞池處理後排入開放水體氧化亞氮排放係數	氧化亞氮轉換係數	化糞池處理後排入開放水體氧化亞氮排放量	生活污水未納管處理氧化亞氮排放量
	kt N	kg N_2O-N/kg N	kt CO_2e	kt N	kg N_2O-N/kg N		kt CO_2e	kt CO_2e
1990	101.8	0.00	0	86.5	0.005	44/28	180	180
1991	101.5	0.00	0	86.3	0.005	44/28	180	180
1992	105.1	0.00	0	89.3	0.005	44/28	186	186
1993	109.9	0.00	0	93.4	0.005	44/28	194	194
1994	109.9	0.00	0	93.4	0.005	44/28	194	194
1995	112.7	0.00	0	95.8	0.005	44/28	199	199
1996	113.4	0.00	0	96.4	0.005	44/28	201	201
1997	117.8	0.00	0	100.2	0.005	44/28	209	209
1998	110.2	0.00	0	93.7	0.005	44/28	195	195
1999	107.0	0.00	0	91.0	0.005	44/28	189	189
2000	101.0	0.00	0	85.9	0.005	44/28	179	179
2001	95.4	0.00	0	81.1	0.005	44/28	169	169
2002	96.7	0.00	0	82.2	0.005	44/28	171	171
2003	97.0	0.00	0	82.5	0.005	44/28	172	172
2004	89.9	0.00	0	76.4	0.005	44/28	159	159
2005	86.9	0.00	0	73.8	0.005	44/28	154	154
2006	74.1	0.00	0	63.0	0.005	44/28	131	131
2007	73.0	0.00	0	62.0	0.005	44/28	129	129
2008	65.2	0.00	0	55.4	0.005	44/28	115	115
2009	63.5	0.00	0	54.0	0.005	44/28	112	112
2010	61.5	0.00	0	52.3	0.005	44/28	109	109
2011	60.5	0.00	0	51.4	0.005	44/28	107	107
2012	57.6	0.00	0	48.9	0.005	44/28	102	102
2013	54.3	0.00	0	46.2	0.005	44/28	96	96
2014	53.8	0.00	0	45.7	0.005	44/28	95	95
2015	54.1	0.00	0	46.0	0.005	44/28	96	96
2016	50.9	0.00	0	43.3	0.005	44/28	90	90
2017	49.5	0.00	0	42.1	0.005	44/28	88	88
2018	48.3	0.00	0	41.1	0.005	44/28	85	85
2019	43.2	0.00	0	36.7	0.005	44/28	76	76
2020	41.8	0.00	0	35.6	0.005	44/28	74	74
2021	38.5	0.00	0	32.7	0.005	44/28	68	68
2022	36.9	0.00	0	31.3	0.005	44/28	65	65
2023	34.8	0.00	0	29.6	0.005	44/28	62	62

表 7.5.16 1990 年至 2023 年生活污水納管處理氧化亞氮排放之活動數據與排放量

年份	污水處理廠		污水處理廠	污水處理廠	污水處理後	污水處理後	生活污水
	進流	放流	氧化亞氮	氧化亞氮	排入開放水體	排入開放水體	納管處理
	總氮量	總氮量	排放係數	排放量	氧化亞氮排放係數	氧化亞氮排放量	氧化亞氮排放量
	kt N	kt N	kg N_2O-N/kg N	kt CO_2e	kg N_2O-N/kg N	kt CO_2e	kt CO_2e
1990	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1991	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1992	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1993	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1994	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1995	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1996	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1997	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1998	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
1999	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2000	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2001	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2002	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2003	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2004	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2005	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2006	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2007	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2008	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2009	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2010	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2011	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2012	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2013	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2014	NE	NE	4.8746×10^{-5}	NE	0.005	NE	NE
2015	5.3	3.3	4.8746×10^{-5}	0.03	0.005	7	7
2016	6.2	3.9	4.8746×10^{-5}	0.03	0.005	8	8
2017	11.7	5.6	4.8746×10^{-5}	0.08	0.005	12	12
2018	12.5	6.1	4.8746×10^{-5}	0.08	0.005	13	13
2019	13.4	6.3	4.8746×10^{-5}	0.09	0.005	13	13
2020	14.9	7.5	4.8746×10^{-5}	0.10	0.005	16	16
2021	18.3	9.0	4.8746×10^{-5}	0.12	0.005	19	19
2022	19.5	8.2	4.8746×10^{-5}	0.15	0.005	17	17
2023	19.1	7.1	4.8746×10^{-5}	0.16	0.005	15	15

備註：NE（未估計），指對現有排放量和移除量未調查估計。因申報資料僅無法追朔至 1990 年，故未進行調查。

資料來源：內政部全國公共污水處理廠資料管理系統。

(5)完整性

A.生活污水未納管處理之甲烷排放量計算

內政部內政統計年報僅登載 2000 年至 2022 年之公共污水下水道系統普及率(%)、專用污水下水道系統普及率(%)、建築物污水處理設施統普及率(%)及三者合計之污水處理率(%)。1990 年至 1999 年之數據則參閱內政部相關會議之資料。另 1990 年至 2022 年國內人口數，已登載於內政部內政統計年報。

B.生活污水納管處理產生甲烷排放量計算（污水處理廠）

此活動數據引用自內政部國土管理署全國公共污水處理廠資料管理系統的申報數據，該管理系統的資料統計期間為 2009 年至 2022 年，缺少 1990 年至 2008 年之數據，此期間的污水處理廠污水處理量仍待研究。

C.生活污水放流氧化亞氮排放

氧化亞氮之排放量估算係參照農業部糧食平衡表 1990 年至 2023 年每人每日蛋白質供給量，及內政部內政統計年報登載 1990 年至 2023 年之國內人口數。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

有關廢棄物部門各排放源排放量不確定性之評估方法參閱 7.2.1 節不確定性分析。2006 IPCC 指南提供生活污水甲烷排放係數和活動資料不確定性預設值，如表 7.5.17 所示。

未納管處理生活污水甲烷排放之各項參數不確定性計算結果如表 7.5.18 所示，未納管處理甲烷排放所計算的活動強度、排放係數及排放量不確定性為 43.30%、51.96%和 67.64%（開放水體、化糞池以及化糞池處理後排入開放水體）。

由於 2006 IPCC 指南並未針對污水處理廠甲烷排放有預設不確定性數值，此範疇的不確定性判斷原則係統一參考掩埋場之不確定性 10%計算。

全國公共污水處理廠污水處理甲烷排放之各項參數詳細資料，如表 7.5.19 所示，依各項活動資料與排放係數不確定性結果，納管處理甲烷排放所計算活動強度、排放係數及排放量不確定性分別為 20.00%、20.00%和 28.28%(污水處理廠)，以及 14.14%、42.43%和 44.72%（污水處理排入開放水體）。

以不確定相加規則公式，以上述未納管處理、納管處理之污水處理廠不確定性及其排放量作為計算基礎，得 2023 年生活污水甲烷排放量之總不確定性為 43.51%，如表 7.5.20。

有關生活污水氧化亞氮排放之各項參數詳細資料列於表 7.5.21，依各項活動資料與排放係數不確定性結果。計算生活污水未納管處理（化糞池、化糞池處理後排入開放水體）所計算活動強度、排放係數及排放量不確定性分別為 12.25%、42.13%和 43.87%。

而生活污水納管處理（污水處理廠與污水處理後排入開放水體）所計算活動強度、排放係數及排放量不確定性分別為，20.00%、20.00%和 28.28%(污水處理廠）以及 43.87%、28.28%和 33.17%（污水處理後排入開放水體），如表 7.5.22 與表 7.5.23。

以不確定相加規則公式，以上述未納管處理、納管處理之污水處理廠不確定性及其排放量作為計算基礎，得 2023 年生活污水氧化亞氮排放之總不確定性為 35.89%，如表 7.5.24。

(2)時間序列的一致性

生活污水未納管甲烷（全國人口）排放資料來源為依據內政部內政統計年報登載資料，均已包含 1990 年至 2022 年公共污水下水道系統普及率(%)、專用污水下水道系統普及率(%)、建築物污水處理設施普及率(%)、污水處理率(%)及國內人口數。

生活污水納管甲烷（污水處理廠）排放資料來源為內政部之全國公共污水處理廠資料管理系統的申報數據，目前仍缺少 1990 年至 2008 年之數據，此期間的污水處理廠污水處理量仍待研究。

生活污水氧化亞氮排放量之活動數據引用內政部內政統計年報登載 1990 年至 2022 年國內人口數，及 1990 年至 2022 年農業部糧食平衡表之每人每日蛋白質供給量，活動數據已符合時間序列之一致性及完整性。

4.特定排放源的 QA/QC 及查證

生活污水甲烷排放利用國家公共污水下水道系統普及率(%)、專用污水下水道系統普及率(%)、建築物污水處理設施普及率(%)、污水處理率(%)、國內人口數與全國公共污水處理廠污水處理量等活動數據為基礎，氧化亞氮排放則利用全國人口數及糧食平衡表之每人每日蛋白質供給量活動數據為基礎，參考 2006 IPCC 指南所建議排放係數，計算溫室氣體排放量。

針對本範疇之計算方式、引用參數及計算結果，環境部已於 2015 年 5 月及 10 月召開廢棄物部門清冊專家諮詢會議，另針對未納管處理之生活污水已於 2016 年至 2019 年期間針對數據來源、引用參數研析其合理性召開廢棄物部門清冊專家諮詢會進行確認，並於 2019 年 4 月同意以未納管處理之生活污水排放至化糞池 13 g BOD/ persons/ day 與排放至開放水體 27 g BOD/ persons/ day 精進排放量之計算。另參考 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理中「一般清冊品質控制程序」（如表 7.5.25），檢核數據與引用數據來源內容是否一致。

5.特定排放源的重新計算

生活污水 N_2O 排放計算已依照 2019 IPCC 精進指南可分為未妥善處理和妥善處理兩大類。未妥善處理統計中，更新農業部糧食平衡表 2006 年至 2023 年每人每日蛋白質供給量，另於妥善處理統計中更新 2015 年至 2022 年全國污水處理廠之總氮處理量，生活污水氧化亞氮排放經重新計算後，2006 年變化量最大，由原先 146.5 千公噸二氧化碳當量減少至 131.2 千公噸二氧化碳當量，而 2022 年排放量由原先 82.0 千公噸二氧化碳當量微幅增加至 82.4 千公噸二氧化碳當量。

6.特定排放源的改善計畫

本年度無排放源之改善計畫。

表 7.5.17 生活污水甲烷排放相關參數預設值之不確定性範圍

參數	不確定性範圍
排放係數	
最大甲烷生成量(Bo)	±30%
甲烷修正係數(MCF)	±50%：未處理系統 ±30%：化糞池、管理不完善的處理廠 ±10%：集中管理完善的處理廠
活動資料	
人口數(P)	±5%
BOD/persons	±30%
人口收入族群比例(U)	±15%：城市高收入和城市低收入之間的區別可能必須基於專家判斷
各個收入群體(Ti,j)的處理/排放途徑或系統的利用程度	±3%：記錄優良且僅有一個或兩個系統 ±50%：個別方法驗證 100%：驗證總 $T_{i,j}$
與事業廢水共排之 BOD 修正係數(I)	0%：未收集 ±20%：共同收集

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-29, Table 6.7, 2006.

表 7.5.18 2023 年生活污水未納管處理甲烷排放不確定性

活動資料和排放係數	不確定性(%)	說明
開放水體		
P：人口數	5.00	採國家人口統計資料，依 2006 IPCC 指南建議不確定性 5%。
BOD：住商部門污水處理中可分解有機物量	5.00	BOD 採 2006 IPCC 指南預設值 40g/p/d，預設不確定性 30%。經專家會議，確認 2006 IPCC 指南 BOD 預設值，接近國內及日本實際數據不確定性，以 5%計。
T：污水處理率	5.00	依主管機關統計污水接管戶數及處理人數，屬高品質數據，不確定性以 5%計。
Bo：最大甲烷產生量	30.00	以 2006 IPCC 指南預設值 30%計算。
MCF：甲烷修正係數	30.00	以 2006 IPCC 指南預設值 30%計算。
I：與事業廢水共排之修正係數	20.00	以 2019 IPCC 精進指南預設 20%計算。
活動強度不確定性計算結果	**8.66**	
排放係數不確定性計算結果	**67.08**	
排放量不確定性計算結果	**67.64**	
化糞池、化糞池處理後排入開放水體		
P：人口數	5.00	採國家人口統計資料，依 2006 IPCC 指南建議不確定性 5%。
BOD：住商部門污水處理中可分解有機物量	5.00	BOD 採 2006 IPCC 指南預設值 40g/p/d，預設不確定性 30%。經專家會議，確認 2006 IPCC 指南 BOD 預設值，接近國內及日本實際數據不確定性，以 5%計。
T：污水處理率	5.00	依主管機關統計污水接管戶數及處理人數，屬高品質數據，不確定性以 5%計。
TOW_{RWM}：處理設施 BOD 移除率	30.00	以 2019 IPCC 精進指南預設 30%計算。
S：污泥移除量	30.00	以 2019 IPCC 精進指南預設 30%計算。
Bo：最大甲烷產生量	30.00	以 2006 IPCC 指南預設值 30%計算。
MCF：甲烷修正係數	30.00	以 2006 IPCC 指南預設值 30%計算。
I：與事業廢水共排之修正係數	20.00	以 2019 IPCC 精進指南預設 20%計算。
活動強度不確定性計算結果	**43.30**	
排放係數不確定性計算結果	**51.96**	
排放量不確定性計算結果	**67.64**	

表 7.5.19 2023 年生活污水納管處理甲烷排放不確定性

活動資料和排放係數	不確定性(%)	說明
污水處理廠		
A_i：全國公共污水處理廠污水進流 BOD 量	10.00	引用國家層級資訊系統的統計資料設定資料，依 2006 IPCC 指南建議不確定性 10%。
A_i：全國公共污水處理廠污水放流 BOD 量		
進流水 BOD 濃度		
放流水 BOD 濃度		
EF：甲烷排放係數	20.00	引用環境部(2020)及日本清冊採用值設定 20%。
活動強度不確定性計算結果	**20.00**	
排放係數不確定性計算結果	**20.00**	
排放量不確定性計算結果	**28.28**	
污水處理後排入開放水體		
A_i：全國公共污水處理廠污水放流 BOD 量	10.00	引用國家層級資訊系統的統計資料設定資料，依 2006 IPCC 指南建議不確定性 10%。
排入開放水體 BOD 濃度		
Bo：最大甲烷產生量	30.00	以 2006 IPCC 指南預設值 30%計算。
MCF：甲烷修正係數	30.00	以 2006 IPCC 指南預設值 30%計算。
活動強度不確定性計算結果	**14.14**	
排放係數不確定性計算結果	**42.43**	
排放量不確定性計算結果	**44.72**	

表 7.5.20 2023 年生活污水甲烷排放之總不確定性

活動資料和排放係數		未納管處理			納管處理	
		開放水體	化糞池	化糞池處理排入開放水體	污水處理廠	污水處理後排入開放水體
不確定性	活動數據	8.66%	43.30%	43.30%	20.00%	14.14%
	排放係數	67.08%	51.96%	51.96%	20.00%	42.43%
	排放量	67.64%	67.64%	67.64%	28.28%	44.72%
甲烷排放量		132 kt CO_2e	162 kt CO_2e	24 kt CO_2e	14 kt CO_2e	24 kt CO_2e
生活污水總不確定性		43.51%				

表 7.5.21 生活污水氧化亞氮排放相關參數預設值之不確定性範圍

參數	不確定性範圍
排放係數	
氧化亞氮排放係數	±30%
活動資料	
工業生產(P)	±25%。利用專家對資料來源品質的判斷來分配更準確的不確定性範圍。
廢水/單位產量(W)	這些數據可能非常不確定，因為同一部門可能在不同工廠和不同國家使用不同的廢棄物處理程序。參數的乘積(W·TN)具有較小的不確定性。不確定性直接歸因於 TN 濃度。建議–50 %或+100%。
TN/單位廢水(TN)	

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-49, Table 6.13, 2019.

表 7.5.22 2023 年生活污水未納管處理氧化亞氮排放之不確定性

活動資料和排放係數	不確定性(%)	說明
化糞池、化糞池處理後排入開放水體		
P：國內人口數	5.00	引用國家層級資訊系統的統計資料，依 2006 IPCC 指南建議不確定性 5%。
Protein：每人每年蛋白質攝取量	10.00	依據農業部糧食平衡表每人每日蛋白質供給量，具有高品質數據，不確定性以 10%計算。
$Frac_{NPR}$：蛋白質中氮的比例	20.00	採 2006 IPCC 指南預設係數 0.16，不確定性以 20%計算。
FRC：蛋白質消耗比率	5.00	採 2006 IPCC 指南預設係數 0.86。不確定性 5%計算。
N_{HH}：家用產品共排修正係數	20.00	採 2006 IPCC 指南預設係數 1.1。不確定性 5%計算。
$F_{NON-CON}$： 廚餘共排氮修正係數	5.00	採 2006 IPCC 指南預設係數 1.0。不確定性 5%計算。
$F_{IND-COM}$：事業廢水共排修正係數	5.00	採 2006 IPCC 指南預設係數 1.0。不確定性 5%計算。
N_{REM}：化糞池去除總氮比例	5.00	採 2006 IPCC 指南預設係數 0.15。不確定性 5%計算。
EF：氧化亞氮排放係數	30.00	採 2006 IPCC 指南預設係數 0.005，不確定性以 30%計算。
活動強度不確定性計算結果	**12.25**	
排放係數不確定性計算結果	**42.13**	
排放量不確定性計算結果	**43.87**	

表 7.5.23 2023 年生活污水納管處理氧化亞氮排放之不確定性

活動資料和排放係數	不確定性(%)	說明
污水處理廠		
A_i：全國公共污水處理廠污水進流總氮量	10.00	引用國家層級資訊系統的統計資料，依 2006 IPCC 指南建議不確定性 5%。
A_i：全國公共污水處理廠污水放流總氮量		
進流水總氮濃度		
放流水總氮濃度		
EF：氧化亞氮排放係數	20.00	引用環境部(2020)及日本清冊採用值設定 20%。
活動強度不確定性計算結果	**20.00**	
排放係數不確定性計算結果	**20.00**	
排放量不確定性計算結果	**28.28**	
污水處理後排入開放水體		
A_i：全國公共污水處理廠污水放流總氮量	10.00	引用國家層級資訊系統的統計資料，依 2006 IPCC 指南建議不確定性 5%。
排入開放水體總氮濃度		
EF：氧化亞氮排放係數	30.00	採 2006 IPCC 指南預設係數 0.005，不確定性以 30%計算。
活動強度不確定性計算結果	**14.14**	
排放係數不確定性計算結果	**30.00**	
排放量不確定性計算結果	**33.17**	

表 7.5.24 2023 年生活污水氧化亞氮排放之總不確定性

活動資料和排放係數		未納管處理		納管處理	
		化糞池	化糞池處理後排入開放水體	污水處理廠	污水處理廠處理後排入開放水體
不確定性	活動數據	12.25%	12.25%	20.00%	14.14%
	排放係數	42.13%	42.13%	20.00%	30.00%
	排放量	43.87%	43.87%	28.28%	33.17%
氧化亞氮排放量		0 kt CO_2e	62 kt CO_2e	0.2 kt CO_2e	15 kt CO_2e
生活污水總不確定性		35.89%			

表 7.5.25 生活污水一般清冊品質控制程序檢核表

品質控制活動	確認程序
檢查被記載的所選活動數據資料和排放因數的假設和標準	・交叉檢查排放源類別資訊活動數據資料（內政部內政統計年報登載公共污水下水道系統普及率、專用污水下水道系統普及率、建築物污水處理設施普及率及污水好氧處理率及國內人口數、農業委員會糧食平衡表之每人每日蛋白質供給量）和排放因數（2006 IPCC 指南預設值）的種類並確保其正確記錄並歸檔
檢查資料登錄和參考文獻的轉錄誤差	・確認正確引用「內政部內政統計年報登載資料」及「農業部糧食平衡表」結果
檢查排放計算的準確性	・條列各項參數與活動數據，簡化運算規則，複查計算結果準確性
檢查被正確記錄的參數和排放單位及被採用的適當的轉換因數	・確認各欄位單位標記的準確性 ・確認整個計算過程中單位使用的準確性 ・確認轉換因數的準確性 ・無時間和空間校正因數應用
檢查資料庫檔的完整性	・簡明條列明確欄位與計算欄位
檢查排放源類別間資料的一致性	・無引用適用多種排放源類別的資料
檢查處理過程中清冊資料轉移的正確性	・避免有轉錄情事，並加強複查檢核 ・無計算轉錄計算情事
檢查排放不確定性和轉換的正確估算和計算	・檢查提供不確定性估算之專家判斷值與其獨立資格 ・檢查所記錄的資格假定和專家判斷值，以檢查不確定性計算的完整性與準確性 ・相關參數引用 2006 IPCC 指南與 2019 IPCC 精進指南預設值
展開內部檔的審評	・詳細登錄資料來源引用與版本差異 ・檢查歸檔並存儲的清冊資料、佐證資料和清冊記錄以有利於展開詳盡的審評
檢查導致重新計算的方法和資料變化	・確認每個排放源類別輸入資料的時間序列一致性 ・確認於整個時間序列所計算之運算法則/方法一致性 ・無時間序列一致性缺漏情事
展開完全檢查	・確認提交的評估報告涵蓋從指定基準年到當前清冊時段內所有年份排放源別
比較現有估算和原始估算	・對於每個排放源類別應將當前的清冊估算和以前的估算進行比較，如果與設想情況有重大的變化或差距，應重新檢查估算並分析不同之處 ・依據糧食平衡表修正 1990 年至 2022 年每人每日蛋白質攝取數據，據此更新生活污水氧化亞氮排放，亦將 2007 年至 2019 年每人每日蛋白質攝取數據小數點更新至第十位。

資料來源：1.IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006.
2.IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2019.

7.5.2事業廢水處理與放流(5.D.2)

1.排放源及匯分類的描述

(1)事業廢水甲烷排放

依據 2019 IPCC 精進指南，甲烷排放僅需考量廠內厭氧處理設施單元之排放，且具高甲烷排放潛勢之業別，如紙漿和造紙業、肉類和家禽處理業、醇，啤酒，澱粉製造業、有機化工原料的生產、其他食品和飲料加工等。

依據環境部提供之事業廢水申報資料，篩選我國具廢水厭氧處理設施之業別，共計 16 類如下：

A. 紙漿和造紙業，包括紙漿製造業與造紙業。

B. 肉類和家禽處理業，包括肉品市場、魚市場及屠宰業

C. 酒精、啤酒及澱粉製造業，僅涵蓋醱酵業。

D. 有機化學品製造，包括印染整理業、製革業、石油化學業、毛滌業、化工業、藥品製造及紡織業。

E. 其他食品和飲料製造(乳製品，植物油，水果和蔬菜，罐頭，果汁製作等)，包括食品製造業、製糖業及製粉業。

除納入2019 IPCC精進指南建議之業別，有鑑於事業廢水經厭氧處理即會產生甲烷排放，依 2023 年 11 月廢棄物部門清冊專諮會[4]結論納入特定行業包括，鋼鐵製造業（金屬基本工業）、電鍍業、玻璃業、印刷電路板製造業、晶圓製造及半導體製造業、光電材料及元件製造業等 6 大行業之厭氧處理的大型工廠。

依據 2023 年 5 月廢棄物部門清冊專諮會結論，納入工業區廢水處理排放，其中包括工業區未納管、工業區納管以及工業區污水處理廠，並且依據 2019 IPCC 精進指南，針對廢水處理單位排放量計算，除計算本身污水處理排放量，需進一步計算廠外排入開放水體的排放量。

此外，環境部於 2023 年 11 月廢棄物部門清冊專家諮詢會議決議，每年更新非工業區廢水處理之厭氧比例，以及工業區及特定行業排放以盤查管制對象登錄之數據優先，其餘參照 2006 IPCC 指南的公式計算。

(2)事業廢水氧化亞氮排放

依據 2019 IPCC 精進指南，氧化亞氮排放需考量廠內具有生物處理之產業別，如酒精煉製業、啤酒製造業、魚類處理業、鋼鐵製造業、肉類和家禽處理業、氮肥產業、塑膠與樹脂生產業、澱粉製造業等。

依據環境部所提供之事業廢水申報資料，篩選我國具有生物處理之產業別，共計 9 類如下：

A. 酒精煉製業，僅涵蓋醱酵業

B. 啤酒製造業，僅涵蓋食品製造業

C. 魚類處理業，僅涵蓋魚市場

D. 鋼鐵製造業，僅涵蓋鋼鐵製造業（金屬基本工業）

E. 肉類和家禽處理業，僅涵蓋肉品市場

F. 氮肥產業，包括農藥衛生用藥製造業與肥料製造。塑膠與樹脂生產業，包括合成樹脂與塑膠及橡膠製造業

G. 澱粉製造業，僅涵蓋製粉業

[4] 2023 年 5 月廢棄物部門清冊清冊專諮會結論，事業廢水納入工業區事業廢水廠處理排放，以及特定行業廢水處理甲烷排放僅納入厭氧大廠。

2. 方法論議題

(1)計算方法

A.事業廢水處理（甲烷）

依據 2019 IPCC 精進指南，針對事業廢水處理產生甲烷排放計算方法如公式 7.5.2.1 所示。

公式 7.5.2.1

甲烷排放量(kg CH_4/yr)

＝$(TOW_i–S_i)\times(Bo\times MCF)–R$

TOW_i：每年事業廢水之 COD 處理量(kg COD/yr)

Si：每年事業廢水之污泥移除量(kg COD/yr)

Bo：最大甲烷產生量(maximum CH_4 producing capacity)(kg CH_4/kg COD)

MCF：甲烷修正係數(methane correction factor)，Bo × MCF=EF（甲烷排放係數），參考如表 7.5.26

R：甲烷回收量(kg CH_4/yr)，預設值為 0

B.事業廢水處理後排入開放水體（甲烷）

污水處理後排入開放水體的甲烷排放量，是利用污水處理廠未移除之 BOD，亦即事業廢水排入開放水體 COD 總量，以及排入水庫、湖泊和河口以外的水生環境甲烷排放係數，計算方法如公式 7.5.2.2 所示。

公式 7.5.2.2

甲烷排放量(kg CH_4/yr)

＝TOW×EF

TOW：每年事業廢水出流之 COD 處理量(kg COD/ yr)

EF：排入水庫、湖泊和河口以外的水生環境甲烷排放係數，2019 IPCC 精進指南預設值 0.009 kg CH_4/kg COD，參考如表 7.5.26

C.事業廢水處理（氧化亞氮）

參考日本計算氧化亞氮之方法，採用排放係數法（排放係數為水質處理流程及污泥處理流程之氧化亞氮排放係數合計值）計算排放量，活動數據為事業廢水處理總氮量，再乘上日本氧化亞氮排放係數得排放量，計算方法如公式 7.5.2.3 所示。

公式 7.5.2.3：

氧化亞氮排放量(kg N_2O/yr)

＝$TN_{IND}\times EF\times 44/28$

TN_{IND}：事業廢水處理總氮量(kg N/yr)

EF：廢水處理廠處理氧化亞氮排放係數(kg N_2O-N/kg N)，引用日本事業廢水處理氧化亞氮排放係數 0.0043 kg N_2O/kg N

D.事業廢水處理後排入開放水體（氧化亞氮）

事業廢水處理後排入開放水體的氧化亞氮排放量，利用污水處理廠污水處理過程中未去除之總氮量，以放流總氮量作為活動數據，並利用排入開放水體之排放係數統計，計算方法如公式 7.5.2.4。

公式 7.5.2.4：

氧化亞氮排放量(kg N_2O/yr)

＝$N_{Effluent}\times EF_{Effluent}\times 44/28$

$N_{Effluent}$：事業廢水排放到水生環境中的氮，事業廢水處理出流水總氮量(kg N/yr)

$EF_{Effluent}$：事業廢水排放到水生環境中氧化亞氮排放係數，2019 IPCC 精進指南預設值 0.005 kg N_2O-N/kg N，參考如表 7.5.27

(2)排放係數

A. 事業廢水處理（甲烷）

在事業單位申報的資料中，實際操作情形仍按該廠處理單元之好、厭氧處理單元篩選，將各行業別廢水資料再區分為好氧與厭氧。

依據2019 IPCC精進指南的預設值，分別選用好氧處理系統之MCF=0.0與厭氧處理系統之 MCF=0.8 計算，另最大甲烷產生量(Bo)參採 2019 IPCC 精進指南公布預設值0.25 kg CH_4/kg COD 來計算，如表 7.5.26。

依 2006 IPCC 指南之公式 7.5.2.1 來計算事業廢水厭氧處理產生之甲烷排放量，相關參數選用詳列於表 7.5.28。

B.事業廢水處理後排入開放水體（甲烷）

處理後排放開放水體之甲烷排放係數，參考排入水庫、湖泊和河口以外的水生環境預設值 0.009 kg CH_4/kg COD，如表 7.5.26。

依 2006 IPCC 指南公式 7.5.2.2 計算事業廢水處理處理後排入開放水體甲烷排放量，相關參數選用詳列於表 7.5.29。

C.事業廢水處理（氧化亞氮）

事業廢水處理廠氧化亞氮排放係數係引用日本事業廢水處理使用之排放係數 0.0043 kg N_2O/kg N（為水質處理流程及污泥處理流程兩者排放係數的總和）。

依公式 7.5.2.3 計算，事業廢水氧化亞氮排放的相關參數，如表 7.5.30 所示。

D.事業廢水處理後排入開放水體（氧化亞氮）

處理後排入開放水體之氧化亞氮排放係數，參考排入海洋、河、湖排放預設值 0.005 kg N_2O-N/kg TN，如表 7.5.27。

依公式 7.5.2.4 計算，統計事業廢水處理處理後排入開放水體之氧化亞氮排放的相關參數，如表 7.5.31 所示。

(3)活動數據

A.事業廢水處理產生甲烷排放

有關事業廢水甲烷排放活動數據，係直接引用環境部「水污染源管制資料管理系統」申報資料，取得產業廢水處理設施之水量與水質進行估算，計算方式如下：

(a)篩選 2019 IPCC 精進指南建議行業別中我國具有廢水厭氧處理設施行業別共 16 類。

(b)依據資料分為非工業區與工業區，工業區中，進一步納管、非納管以及工業區內廢水處理廠。

(b)依據進流水量、進流 COD 濃度、放流水量以及放流 COD 濃度計算 COD 處理量、放流水 COD 量。

(c) COD 總處理量依據厭氧（或兼氧）處理設施，區分為厭氧處理及好氧處理類別，以厭氧處理類別占比計算厭氧處理之 COD 處理量。

由於環境部「水污染源管制資料管理系統」申報資料僅可追朔至 2007 年，針對 1990 年至 2006 年 COD 總處理量、厭氧處理 COD 處理量以及放流 COD 量，以每年全國列管家數比例推估，其中列管家數，係參閱環境部中華民國環境統計年報資料，引用（三）水質監測及污染防治表 3-5 中關於「列管家數」之數據。此外，環境部依據廢棄物部門清冊專家諮詢會議決議，納入工業區廠家之溫室氣體盤查資料，於 COD 處理量總量處扣除採用溫室氣體盤查資料之廠家其廢水處理申報 COD 處理量。

而特定行業別範疇係考量電鍍業、玻璃業、印刷電路板製造業、晶圓製造及半導體製造業、光電材料及元件製造業、鋼鐵製造業等六大行業，均不屬於 2019 IPCC 精進指南建議納入行業別，加上廢水處理過程中除具生物處理，亦具不會產生甲烷排放之化學處理，如將該行業全納入計算恐有高估排放量之結果，因此經廢棄物部門清冊專諮會[5]結論，改以僅納入具厭氧處理之廠家。彙總 2019 IPCC 精進指南建議行業別與特定行業別的相關活動數據如表 7.5.32，進一步排放量計算結果，如表 7.5.33 所示。

B.事業廢水處理產生氧化亞氮排放

依據歷年環境部「水污染源管制資料管理系統」申報資料，篩選 2019 IPCC 精進指南建議行業別，即我國具有廢水生物處理設施行業別，共計 9 類，依據進流水量、進流總氮濃度、放流水量以及放流總氮濃度，統計事業廢水的總氮處理量。該管理系統現僅有 2013 年後之總氮濃度申報資料，1990 年至 2012 年期間事業廢水廠總氮數據仍待研究。歷年活動數據如表 7.5.34 所示。

(4)排放量

A.事業廢水處理產生甲烷排放量

事業廢水處理甲烷排放量活動數據來自廢水申報處理量，其估算結果隨 COD 處理量而變化。2023 年甲烷排放量為 553 千公噸二氧化碳當量，為 1990 年排放量的 1.53 倍，與 2022 年相比，排放量則下降 6.34%（2022 年排放量為 590.0 千公噸二氧化碳當量），係因工業區中未納管廠家 COD 處理量減少，甲烷排放計算結果如表 7.5.33 所示。

B.事業廢水處理產生氧化亞氮排放量

事業廢水氧化亞氮排放量隨行業申報的處理水量、氨氮及硝酸鹽氮濃度而變化。2023 年排放量相較 2013 年增加 2 千公噸二氧化碳當量，推測可能與 2017 年底增訂氨氮和總氮管制規定，事業廢水含氨氮與硝酸鹽氮之申報家數增加有關。2023 年排放量為 2.6 千公噸二氧化碳當量，相較 2022 年減少 0.6 千公噸二氧化碳當量，相當於減少 18.14%，主要係受石油化學業及半導體製造業近年廢水總氮處理量趨於平緩所致，氧化亞氮排放計算結果如表 7.5.34 所示。

[5] 行政院環境保護署（現為環境部），環境部門廢水處理計算精進，2023 年 5 月 16 日。

表 7.5.26 事業廢水 2019 IPCC 精進指南預設 MCF 值與甲烷排放係數

處理系統	註釋	甲烷修正係數 (MCF)	排放係數 (kg CH_4/ kg BOD)	排放係數 (kg CH_4/ kg COD)
未經處理的系統				
排放到水生環境 (2006 IPCC 指南方法 1)	大多數水生環境（包括河流）的甲烷都處於過飽和狀態。養分供給過剩會增加甲烷排放量。碳在沉積物中累積的環境更有可能產生甲烷。	0.11 (0.004-0.27)	0.068	0.028
排放到水庫、湖泊和河口以外的水生環境(2006 IPCC 指南方法 2)	大多數水生環境（包括河流）的甲烷都處於過飽和狀態。養分供給過剩會增加甲烷排放量。	0.035 (0.004-0.06)	0.021	0.009
排放到水庫、湖泊和河口(2006 IPCC 指南方法 2)	碳在沉積物中累積的環境更有可能產生甲烷。	0.19 (0.08-0.27)	0.114	0.048
經處理的系統				
集中式好氧處理廠	甲烷可從沉澱池和其他厭氧池中排放。也可能排放自滿流和/或需氧處理過程中上游下水道中所產生的甲烷。對於接收超出設計容量的污水處理廠，清冊編撰者應相應判斷污泥中去除的有機物質的量。	0 (0-0.1)	0	0
厭氧反應器(如上流式厭氧污泥床 UASB)	此處不考慮甲烷回收。	0.8 (0.8-1.0)	0.48	0.2
淺厭氧塘	深度不足 2 米，採用專家判斷。	0.2 (0-0.3)	0.12	0.05
深厭氧塘	深度超過 2 米	0.8 (0.8-1.0)	0.48	0.2

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-34, Table 6.8, 2019.

表 7.5.27 事業廢水 2019 IPCC 精進指南預設氧化亞氮排放係數

處理系統	註釋	排放係數 (kg N_2O-N/kg N)	範圍
經處理或未經處理的系統，$EF_{Effluent}$			
排放到水生環境 (2006 IPCC 指南方法 1)	基於有限的現地數據以及關於河流和河口硝化和反硝化發生的具體假設	0.005	0.0005-0.75
排放到受營養鹽影響和/或缺氧的水生環境（2006 IPCC 指南方法 3）	較高的排放量與受營養鹽影響或缺氧的水生環境有關，例如優養化湖泊、河口和河流，或不流動且污濁的環境地區。	0.019	0.0041-0.091

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-39, Table 6.8A, 2019.

表 7.5.28 事業廢水處理甲烷排放參數採用一覽表

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
事業廢水 COD 處理量(TOW)	依照國內資料進行統計	由於列管事業廢水資料庫中已具有各列管單位廢水處理之進排放水量與進排放口之 COD 值，因此可直接計算各列管事業廢水廠商廢水處理所移除之可分解有機物 COD（公斤）。	列管事業廢水資料，其取自於環境部「列管事業廢水資料庫」中篩選具有厭氧處理設施之業別。
污泥移除量(S)	預設值 0	考量目前沒有轉變為污泥之 COD 資料，故暫設為 0。	2019 IPCC 精進指南預設值

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
最大甲烷生成量(Bo)	0.25 kg CH_4/kg COD	採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.25 kg CH_4/kg COD。	
甲烷修正係數(MCF)	提供各種處理系統預設值	好氧：採用 2019 IPCC 精進指南好氧系統 MCF 值 0.0 計算。	
		厭氧：採用 2019 IPCC 精進指南厭氧系統 MCF 值 0.8 計算。	
甲烷移除量(R)	預設值 0	採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0。	

表 7.5.29 事業廢水處理後排入開放水體甲烷排放參數採用一覽表

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
事業廢水 COD 處理量(TOW)	依照國內資料進行統計	計算各列管事業廢水廠商廢水處理排入開放水體以及放流水 COD 濃度，以取得放流水 COD 量（公斤），作為廢水處理完成後排入開放水體之 COD 總量。	列管事業廢水資料，其取自於環境部「列管事業廢水資料庫」中篩選具有厭氧處理設施之業別。
甲烷排放係數(EF)	0.009 kg CH_4/kg COD	採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.009 kg CH_4/kg COD。	2019 IPCC 精進指南

表 7.5.30 事業廢水處理氧化亞氮排放參數採用一覽表

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
事業廢水處理總氮量(TN_{IND})	依照國內資料進行統計	列管事業廢水資料庫申報資料 採用進流水量與進流口氨氣濃度(mg/L)、進流口硝酸鹽氮(mg/L)、放流水量與放流口氨氣濃度(mg/L)、放流口硝酸鹽氮(mg/L)，以取得進流總氮量與放流總氮量，並進一步計算廢水處理總氮量(kg N)	環境部之事業廢水申報資料中有申報總氮資料之業別
排放係數(EF)	依照國內資料進行統計	引用日本事業廢水處理氧化亞氮排放係數 0.0043 kg N_2O/kg N	日本清冊採用值

表 7.5.31 事業廢水處理後排入開放水體氧化亞氮排放參數採用一覽表

參數	IPCC 計算方法或預設值	我國計算方法及採用數據	國內數據來源
事業廢水處理出流水總氮量事業廢水排放到水生環境中的氮($N_{Effluent}$)	依照國內資料進行統計	列管事業廢水資料庫申報資料，採用放流水量(mg/L)與放流口氨氣濃度(mg/L)、放流口硝酸鹽氮(mg/L)，以計算放流總氮量	環境部水質保護司提供之事業廢水申報資料中有申報總氮資料之業別
事業廢水排放到水生環境中氧化亞氮排放係數($EF_{Effluent}$)	0.005 kg N_2O/kg N	採用 2019 IPCC 精進指南預設值 0.005 kg N_2O/kg N。	2019 IPCC 精進指南預設值

表 7.5.32 1990 年至 2023 年事業廢水處理甲烷活動數據

單位：公噸 COD

年度	列管家數	非工業區（2019 IPCC 精進指南建議行業）		工業區（2019 IPCC 精進指南建議行業）						特定行業別				厭氧處理 COD 總處理量總計	處理後排入開放水體 COD 總處理量總計
				非納管		納管	盤查申報	污水處理廠		非納管		納管	盤查申報		
		厭氧處理 COD 總處理量	處理後排入開放水體 COD 總處理量	厭氧處理 COD 總處理量	處理後排入開放水體 COD 總處理量	厭氧處理 COD 總處理量	厭氧處理 COD 總處理量	厭氧處理 COD 總處理量	處理後排入開放水體 COD 總處理量	厭氧處理 COD 總處理量	處理後排入開放水體 COD 總處理量	厭氧處理 COD 總處理量	厭氧處理 COD 總處理量		
1990	10,394	32,213	3,832	29,205	1,735	132	NE	NO	1,967	2,382	88	35	NE	63,966	7,622
1991	14,188	43,971	5,231	39,865	2,368	180	NE	NO	2,685	3,251	120	48	NE	87,315	10,404
1992	15,339	47,538	5,655	43,099	2,560	194	NE	NO	2,903	3,515	130	52	NE	94,399	11,248
1993	14,154	43,866	5,218	39,769	2,362	179	NE	NO	2,679	3,243	120	48	NE	87,106	10,379
1994	14,699	45,555	5,419	41,301	2,453	186	NE	NO	2,782	3,368	124	50	NE	90,460	10,778
1995	15,650	48,502	5,770	43,973	2,612	198	NE	NO	2,962	3,586	132	53	NE	96,313	11,476
1996	17,853	55,330	6,582	50,163	2,980	226	NE	NO	3,379	4,091	151	61	NE	109,870	13,091
1997	16,901	52,379	6,231	47,488	2,821	214	NE	NO	3,198	3,873	143	58	NE	104,011	12,393
1998	15,421	47,793	5,685	43,329	2,574	195	NE	NO	2,918	3,534	130	53	NE	94,903	11,308
1999	14,330	44,411	5,283	40,264	2,392	181	NE	NO	2,712	3,284	121	49	NE	88,189	10,508
2000	14,908	46,203	5,496	41,888	2,488	189	NE	NO	2,821	3,416	126	51	NE	91,746	10,932
2001	13,217	40,962	4,873	37,137	2,206	167	NE	NO	2,501	3,029	112	45	NE	81,340	9,692
2002	14,279	44,253	5,264	40,121	2,383	181	NE	NO	2,702	3,272	121	49	NE	87,875	10,470
2003	14,860	46,054	5,478	41,753	2,480	188	NE	NO	2,812	3,405	126	51	NE	91,451	10,896
2004	15,754	48,825	5,808	44,265	2,629	199	NE	NO	2,981	3,610	133	54	NE	96,953	11,552
2005	16,130	49,990	5,947	45,321	2,692	204	NE	NO	3,053	3,696	136	55	NE	99,267	11,828
2006	16,624	51,521	6,129	46,709	2,775	210	NE	NO	3,146	3,809	141	57	NE	102,307	12,190
2007	17,739	54,976	6,540	49,842	2,961	225	NE	NO	3,357	4,065	150	60	NE	109,169	13,008
2008	18,694	52,789	11,780	45,045	5,969	–	NE	NO	12,634	3,885	230	43	NE	101,763	30,612
2009	18,837	42,204	11,130	31,619	5,359	54	NE	NO	14,812	4,795	299	38	NE	78,710	31,600
2010	19,315	38,126	11,570	35,772	5,693	30	NE	NO	15,401	9,180	475	1,457	NE	84,565	33,139
2011	20,259	62,807	11,196	34,078	4,707	148	NE	NO	14,843	2,042	552	3,875	NE	102,950	31,298
2012	20,570	57,583	10,526	27,441	4,795	22	NE	NO	16,954	10,156	390	5,178	NE	100,379	32,665

年度	列管家數	非工業區（2019 IPCC 精進指南建議行業）		工業區（2019 IPCC 精進指南建議行業）						特定行業別				厭氧處理COD總處理量總計	處理後排入開放水體COD總處理量總計
				非納管		納管	盤查申報	污水處理廠		非納管		納管	盤查申報		
		厭氧處理COD總處理量	處理後排入開放水體COD總處理量	厭氧處理COD總處理量	處理後排入開放水體COD總處理量	厭氧處理COD總處理量	厭氧處理COD總處理量	厭氧處理COD總處理量	處理後排入開放水體COD總處理量	厭氧處理COD總處理量	處理後排入開放水體COD總處理量	厭氧處理COD總處理量	厭氧處理COD總處理量		
2013	20,693	40,478	15,218	23,850	5,463	250	NE	26.9	3,515	13,716	624	9,618	NE	87,939	24,820
2014	20,521	37,215	11,079	25,171	5,761	288	NE	NO	2,598	9,507	742	8,367	NE	80,548	20,180
2015	20,968	62,317	14,404	84,310	5,805	168	55,727	NO	1,821	7,555	350	37,221	36,706	99,137	22,381
2016	21,338	81,807	7,498	62,567	5,569	12,991	20,503	262.8	8,226	8,894	188	35,063	33,773	147,309	21,481
2017	21,899	70,947	10,210	60,291	5,813	17,483	29,653	0.8	12,955	21,825	284	45,272	41,309	144,856	29,262
2018	24,941	54,577	9,735	48,736	5,621	24,915	31,277	371.7	1,929	2,638	53	48,242	40,841	107,362	17,337
2019	27,100	49,248	9,135	68,901	5,252	23,536	44,539	150.8	3,185	1,296	39	69,177	59,037	108,733	17,612
2020	29,281	45,048	7,878	68,752	5,021	19,712	42,481	5.6	1,482	422	26	37,526	25,366	103,618	14,407
2021	31,950	41,905	8,577	83,229	5,248	34,322	64,208	84.1	2,512	2,892	69	56,948	35,670	119,503	16,406
2022	31,770	40,005	8,192	86,729	4,074	25,129	79,601	65.1	317	2,794	41	48,318	19,807	103,632	12,624
2023	33,634	62,512	7,584	47,071	3,363	12,863	47,411	NO	749	4,693	133	26,133	8,324	97,537	11,830

備註：1.2019 IPCC 精進指南建議行業之 COD 總處理量（公噸 COD）=非工業區厭氧處理 COD 總處理量＋工業區（非納管厭氧處理 COD 總處理量＋納管厭氧處理 COD 總處理量＋污水處理廠厭氧處理 COD 總處理量–盤查申報厭氧處理 COD 總處理量）。

2.特定行業別之 COD 總處理量=非納管厭氧處理 COD 總處理量＋納管厭氧處理 COD 總處理量–盤查申報厭氧處理 COD 總處理量。

3.厭氧處理後放流之 COD 總處理量=非工業區厭氧處理後放流 COD 總處理量＋工業區（非納管厭氧處理後放流 COD 總處理量＋污水處理廠厭氧處理後放流 COD 總處理量）＋特定行業別非納管厭氧處理後放流 COD 總處理量。

4.NO 代表我國該分類項目無生產或使用。

5.NE 代表未調查估計該分類項目。因申報資料僅無法追朔至 1990 年，故未進行調查。

資料來源：1. 環境部中華民國環境統計年報資料引用（三）水質監測及污染防治表 3-5「列管家數」。

2. 環境部水污染源管制資料管理系統。

表 7.5.33 1990 年至 2023 年事業廢水處理甲烷活動數據及排放量

年份	厭氧處理 COD 總處理量	Bo 最大甲烷產生量	MCF 甲烷轉換係數		事業廢水厭氧處理甲烷排放	事業廢水盤查申報甲烷排放量	事業廢水厭氧處理(含盤查申報)甲烷排放量	處理後排入開放水體 COD 總處理量	處理後排入開放水體甲烷排放係數	事業廢水處理後放流甲烷排放量	事業廢水甲烷總排放量
			好氧	厭氧							
	ton COD	kg CH_4/kg COD	-	-	kt CO_2e	kt CO_2e	kt CO_2e	ton COD	kg CH_4/kg COD	kt CO_2e	kt CO_2e
1990	63,966	0.25	0.0	0.8	358	NE	358	7,622	0.009	2	360
1991	87,315	0.25	0.0	0.8	489	NE	489	10,404	0.009	3	492
1992	94,399	0.25	0.0	0.8	529	NE	529	11,248	0.009	3	531
1993	87,106	0.25	0.0	0.8	488	NE	488	10,379	0.009	3	490
1994	90,460	0.25	0.0	0.8	507	NE	507	10,778	0.009	3	509
1995	96,313	0.25	0.0	0.8	539	NE	539	11,476	0.009	3	542
1996	109,870	0.25	0.0	0.8	615	NE	615	13,091	0.009	3	619
1997	104,011	0.25	0.0	0.8	582	NE	582	12,393	0.009	3	586
1998	94,903	0.25	0.0	0.8	531	NE	531	11,308	0.009	3	534
1999	88,189	0.25	0.0	0.8	494	NE	494	10,508	0.009	3	497
2000	91,746	0.25	0.0	0.8	514	NE	514	10,932	0.009	3	517
2001	81,340	0.25	0.0	0.8	456	NE	456	9,692	0.009	2	458
2002	87,875	0.25	0.0	0.8	492	NE	492	10,470	0.009	3	495
2003	91,451	0.25	0.0	0.8	512	NE	512	10,896	0.009	3	515
2004	96,953	0.25	0.0	0.8	543	NE	543	11,552	0.009	3	546
2005	99,267	0.25	0.0	0.8	556	NE	556	11,828	0.009	3	559
2006	102,307	0.25	0.0	0.8	573	NE	573	12,190	0.009	3	576
2007	109,169	0.25	0.0	0.8	611	NE	611	13,008	0.009	3	615
2008	101,763	0.25	0.0	0.8	570	NE	570	30,612	0.009	8	578
2009	78,710	0.25	0.0	0.8	441	NE	441	31,600	0.009	8	449
2010	84,565	0.25	0.0	0.8	474	NE	474	33,139	0.009	8	482
2011	102,950	0.25	0.0	0.8	577	NE	577	31,298	0.009	8	584
2012	100,379	0.25	0.0	0.8	562	NE	562	32,665	0.009	8	570
2013	87,939	0.25	0.0	0.8	492	NE	492	24,820	0.009	6	499

年份	厭氧處理 COD 總處理量	Bo 最大甲烷產生量	MCF 甲烷轉換係數		事業廢水厭氧處理甲烷排放	事業廢水盤查申報甲烷排放量	事業廢水厭氧處理(含盤查申報)甲烷排放量	處理後排入開放水體 COD 總處理量	處理後排入開放水體甲烷排放係數	事業廢水處理後放流甲烷排放量	事業廢水甲烷總排放量
			好氧	厭氧							
	ton COD	kg CH_4/kg COD	-	-	kt CO_2e	kt CO_2e	kt CO_2e	ton COD	kg CH_4/kg COD	kt CO_2e	kt CO_2e
2014	80,548	0.25	0.0	0.8	451	NE	451	20,180	0.009	5	456
2015	99,137	0.25	0.0	0.8	555	62	619	22,381	0.009	6	625
2016	147,309	0.25	0.0	0.8	825	68	894	21,481	0.009	5	899
2017	144,856	0.25	0.0	0.8	811	40	852	29,262	0.009	7	859
2018	107,362	0.25	0.0	0.8	601	46	647	17,337	0.009	4	652
2019	108,733	0.25	0.0	0.8	609	39	648	17,612	0.009	4	653
2020	103,618	0.25	0.0	0.8	580	29	609	14,407	0.009	4	613
2021	119,503	0.25	0.0	0.8	669	13	683	16,406	0.009	4	687
2022	103,632	0.25	0.0	0.8	580	7	587	12,624	0.009	3	590
2023	97,537	0.25	0.0	0.8	546	3	550	11,830	0.009	3	553

備註：1.2019 IPCC 精進指南建議行業之 COD 總處理量（公噸 COD）=非工業區厭氧處理 COD 總處理量＋工業區（非納管厭氧處理 COD 總處理量＋納管厭氧處理 COD 總處理量＋污水處理廠厭氧處理 COD 總處理量–盤查申報厭氧處理 COD 總處理量）。

2.特定行業別之 COD 總處理量=非納管厭氧處理 COD 總處理量＋納管厭氧處理 COD 總處理量–盤查申報厭氧處理 COD 總處理量。

3.厭氧處理後放流之 COD 總處理量=非工業區厭氧處理後放流 COD 總處理量＋工業區（非納管厭氧處理後放流 COD 總處理量＋污水處理廠厭氧處理後放流 COD 總處理量）＋特定行業別非納管厭氧處理後放流 COD 總處理量。

4.NE，代表未調查估計該分類項目。因申報資料僅無法追朔至 1990 年，故未進行調查。

資料來源：1. 環境部中華民國環境統計年報資料引用（三）水質監測及污染防治表 3-5「列管家數」。

2. 環境部水污染源管制資料管理系統。

表 7.5.34 1990 年至 2023 年事業廢水氧化亞氮活動數據及排放量

年份	廢水處理 總氮處理量 公噸/年	廢水處理 氧化亞氮排放係數 kg N_2O/kg N	廢水處理 氧化亞氮排放量 kt CO_2e	廢水處理 總氮放流量 公噸/年	廢水處理後排入開放水體 氧化亞氮排放係數 kg N_2O/kg N	廢水處理後排入開放水體 氧化亞氮排放量 kt CO_2e	事業廢水 氧化亞氮排放量 kt CO_2e
1990	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1991	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1992	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1993	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1994	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1995	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1996	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1997	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1998	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
1999	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2000	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2001	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2002	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2003	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2004	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2005	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2006	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2007	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2008	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2009	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2010	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2011	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2012	NE	0.0043	NE	NE	0.005	NE	NE
2013	NE	0.0043	NE	52.2	0.005	0.1	0.1
2014	NE	0.0043	NE	727.3	0.005	1.5	1.5
2015	NE	0.0043	NE	325.5	0.005	0.7	0.7

年份	廢水處理 總氮處理量 公噸/年	廢水處理 氧化亞氮排放係數 kg N_2O/kg N	廢水處理 氧化亞氮排放量 kt CO_2e	廢水處理 總氮放流量 公噸/年	廢水處理後排入開放水體 氧化亞氮排放係數 kg N_2O/kg N	廢水處理後排入開放水體 氧化亞氮排放量 kt CO_2e	事業廢水 氧化亞氮排放量 kt CO_2e
2016	421.7	0.0043	0.5	89.4	0.005	0.2	0.7
2017	88.9	0.0043	0.1	52.4	0.005	0.1	0.2
2018	1,656.3	0.0043	1.9	234.5	0.005	0.5	2.4
2019	2,044.1	0.0043	2.3	433.9	0.005	0.9	3.2
2020	1,940.7	0.0043	2.2	206.5	0.005	0.4	2.6
2021	3,276.0	0.0043	3.7	228.2	0.005	0.5	4.2
2022	2,239.0	0.0043	2.6	292.1	0.005	0.6	3.2
2023	1,839.8	0.0043	2.2	205.7	0.005	0.4	2.6

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。因申報資料僅無法追朔至 1990 年，故未進行調查。

資料來源：環境部水污染源管制資料管理系統。

(5)完整性

A.事業廢水處理產生甲烷排放

事業列管家數係參閱 2003 年至 2023 年環境部中華民國環境統計年報，因僅登載 1998 年後的活動數據，故依據工廠登記家數回推至 1990 年至 1998 年期間各年度的列管家數。

環境部水質保護司所提供之事業廢水申報資料，於 2007 年後較為齊全，故針對不齊備年期之列管單位申報資料，以其 2007 年之後完整申報資料之年平均值進行概估，進而以列管家數外推方式，計算各年期事業廢水中去除之有機物，以符合各年期時間序列之完整性及一致性。

B.事業廢水處理產生氧化亞氮排放

環境部事業廢水申報資料，目前僅取得上述資料庫中 2013 年後申報資料的總氮濃度，1990 年至 2012 年期間事業廢水廠的總氮數據仍待研究。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1)不確定性

有關廢棄物部門各排放源排放量不確定性之評估方法參閱 7.2.1 節不確定性分析。2019 IPCC 精進指南列出事業廢水甲烷排放之排放係數和活動資料的預設值不確定性範圍，如表 7.5.35 所示。不同類型事業廢水的甲烷排放潛勢差異很大，因此應盡可能收集資料，以確定最大甲烷產生量(Bo)和厭氧處理的廢水比例。

表 7.5.36 為事業廢水之廢水處理甲烷排放量計算公式中，各項活動資料與排放係數不確定性結果，所計算出之活動強度、排放係數及排放量不確定性分別為 14.14%、36.06%和 38.73%。

表 7.5.37 為事業廢水之廢水處理後排入開放水體甲烷排放量計算公式中，各項活動資料與排放係數不確定性結果，所計算出之活動強度、排放係數及排放量不確定性分別為 14.14%、42.43%和 44.72%。

2019 IPCC 精進指南列出事業廢水氧化亞氮排放之排放係數和活動資料的預設值不確定性範圍，如表 7.5.38 所示。不同類型事業廢水的氧化亞氮排放潛勢差異很大，不確定性值大多歸因於總氮濃度數據。

事業廢水之廢水處理氧化亞氮排放之各項參數詳細資料列於表 7.5.39，依各項活動資料與排放係數不確定性結果，所計算出之活動強度、排放係數及排放量不確定性分別為 14.14%、20.00%和 24.49%。

表 7.5.40 為事業廢水之廢水處理後排入開放水體氧化亞氮排放量計算公式中，各項活動資料與排放係數不確定性結果，所計算出之活動強度、排放係數及排放量不確定性分別為 14.14%、30.00%和 33.17%。

總整事業廢水之不確定性如表 7.5.41，甲烷不確定性為 38.28%，氧化亞氮不確定性為 21.16%。

(2)時間序列的一致性

同事業廢水處理產生甲烷排放之完整性說明。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

利用環境部之事業廢水定檢申報活動數據為基礎，以 2019 IPCC 精進指南建議排放係數，並參考 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理，計算溫室氣體排放量。

針對本範疇之計算方式、引用參數及計算結果，業已於 2015 年 5 月及 10 月召開專家會議，確認計算方式、引用參數與活動數據合理性。另針對事業廢水好厭氧占比，已於 2016 年至 2019 年期間針對數據來源、引用參數研析其合理性召開廢棄物部門清冊專家諮詢會進行確認，並同意事業廢水有機物移除量以好、厭氧區分為計算方式。

依據 2021 年 9 月廢棄物部門清冊專家諮詢會結論，由於發電業廢水之總氮量非以生物方式進行處理且未列入 2019 IPCC 精進指南建議行業別，因此將發電業從事業廢水氧化亞氮行業別範疇排除。

另參考 2000 IPCC 國家溫室氣體清冊優良作法指南和不確定性管理中「一般清冊品質控制程序」（表 7.5.42），檢核數據與引用數據來源內容是否一致。

5. 特定排放源的重新計算

參考 2006 年 IPCC 指南 說明事業廢水中有機碳，主要來自生物成因，如人類排泄物或食物廢棄物等，這些生物成因的二氧化碳，被視為短期生物循環（Biogenic Carbon Cycle），其不涉及從地質圈轉移至大氣，對氣候變遷沒有直接影響，故不計入國家溫室氣體清冊。然而 2019 年 IPCC 精進指南 再次強調不計入二氧化碳，說明二氧化碳多來自於人類排泄物或食物廢棄物中的有機物，這些源自於生物的二氧化碳被視為中性碳（carbon-neutral），因此於移除事業盤查資料中所產生的二氧化碳排放。

重新計算後，因移除 2015 年至 2023 年事業盤查資料中所產生的二氧化碳排放使排放量下降，其中僅 2015 年排放量變化大於 0.1%(0.27%)，減少 1.68 千公噸二氧化碳當量，2016 年至 2023 年排放量變化率小於 0.1%，符合 2006 IPCC 指南對重新計算影響可忽略之說明原則。

6.特定排放源的改善計畫

因應 2019 IPCC 精進指南，後續將持續調整事業廢水甲烷及氧化亞氮排放計算之行業別範疇，並更新相關排放係數。

廢水處理廠設置厭氧處理及沼氣回收屬有效能資源再利用方式，將持續調查我國廢水處理廠沼氣回收情形，以掌握減量潛力。

表 7.5.35 事業廢水甲烷排放相關參數預設值之不確定性範圍

參數	不確定性範圍
排放係數	
最大甲烷生成量(Bo)	±30%
甲烷修正係數(MCF)	不確定性範圍應當由專家判斷來確定
活動資料	
工業產量(P)	± 25%，利用專家來評判資料來源品質，以獲得更精確的不確定性範圍。
單位產品之廢水產生量(W)	這些資料有較高不確定。因為不同國家、不同工廠的同一個部門可能採用不同的廢水處理步驟。產品參數(W×COD)不確定性較小。不確定性值可以直接歸因於公斤 COD/公噸產品。建議假設–50 %、100%等數值。
單位產品之化學需氧量(COD)	

資料來源：IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-23, Table 6.10, 2006.

表 7.5.36 2023 年事業廢水處理甲烷排放之不確定性

活動資料和排放係數		不確定性(%)	說明
事業廢水 COD 處理量(TOW)	**W：廢水處理水量[ton]**	10.00	引用處理廠連續計量設施之申報處理量，具高品質數據來源，不確定性 10%。
	COD：COD 值[mg/L]	10.00	為進出流廢水定期檢測數據，計算 COD 移除量，具高品質數據來源，不確定性以 10%計算。
S：廢水處理後產生有機污泥之 COD 總量[kg COD/yr]		N/A	未納入計算。
Bo：最大甲烷產生量[kg CH_4/kg COD]		30.00	Bo 採 2019 IPCC 精進指南預設係數值(0.25)，不確定性引用 2019 IPCC 精進指南預設值 30%計算。
MCF_j：甲烷修正係數		20.00	參考 2019 IPCC 精進指南建議集中管理完善的處理廠不確定性 10%，管理不完善者 30%。保守以不確定性 20%計算。
R：甲烷移除量[kg CH_4/yr]		N/A	未納入計算。
活動強度不確定性計算結果		**14.14**	
排放係數不確定性計算結果		**36.06**	
排放量不確定性計算結果		**38.73**	

表 7.5.37 2023 年事業廢水處理後排入開放水體甲烷排放之不確定性

活動資料和排放係數		不確定性(%)	說明
事業廢水 COD 處理量(TOW)	**廢水處理排入開放水體量[ton]**	10.00	引用處理廠連續計量設施之申報處理量，具高品質數據來源，不確定性 10%。
	放流口 COD 值[mg/L]	10.00	為進出流廢水定期檢測數據，計算 COD 移除量，具高品質數據來源，不確定性以 10%計算。
EF：甲烷排放係數[kg CH_4/kg COD]		30.00	參考 2019 IPCC 精進指南建議集中管理完善的處理廠不確定性 10%，管理不完善者 30%。
活動強度不確定性計算結果		**14.14**	
排放係數不確定性計算結果		**42.43**	
排放量不確定性計算結果		**44.72**	

表 7.5.38 事業廢水氧化亞氮排放相關參數預設值之不確定性範圍

參數	不確定性範圍
排放係數	
氧化亞氮排放係數(EF)	±30%
活動資料	
工業產量(P)	± 25%，利用專家來評判資料來源品質，以獲得更精確的不確定性範圍。
單位產品之廢水產生量(W)	這些資料有較高不確定。因為不同國家、不同工廠的同一個部門可能採用不同的廢水處理步驟。產品參數(W×TN)不確定性較小。不確定性值可直接歸因於總氮濃度。建議假設–50 %、100%等數值。
單位廢水之總氮濃度(TN)	

資料來源：IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 5 Waste, P.6-49, Table 6.13(New), 2019.

表 7.5.39 2023 年事業廢水氧化亞氮排放之不確定性

活動資料和排放係數		不確定性(%)	說明
事業廢水處理總氮量(TN_{IND})	**事業廢水廠處理水量[mg/L]**	10.00	引用處理廠連續計量設施之申報水量資料，具高品質數據來源，不確定性以 10%計算。
	事業處理水中總氮濃度[mg/L]	10.00	為放流廢水定期檢測數據，具高品質數據來源，不確定性以 10%計算。
EF：氧化亞氮排放係數[kg N_2O/kg N]		20.00	引用他國清冊採用值，設定 20%。
活動強度不確定性計算結果		**14.14**	
排放係數不確定性計算結果		**20.00**	
排放量不確定性計算結果		**24.49**	

表 7.5.40 2023 年事業廢水處理後排入開放水體氧化亞氮排放之不確定性

活動資料和排放係數		不確定性(%)	說明
事業廢水處理出流水總氮量事業廢水排放到水生環境中的氮($N_{Effluent}$)	**事業廢水廠處理水量[mg/L]**	10.00	引用處理廠連續計量設施之申報水量資料，具高品質數據來源，不確定性以 10%計算。
	事業處理水中總氮濃度[mg/L]	10.00	為放流廢水定期檢測數據，具高品質數據來源，不確定性以 10%計算。
$EF_{Effluent}$：事業廢水排放到水生環境中氧化亞氮排放係數[kg N_2O/kg N]		30.00	參考 2019 IPCC 精進指南建議集中管理完善的處理廠不確定性 10%，管理不完善者 30%。
活動強度不確定性計算結果		**14.14**	
排放係數不確定性計算結果		**30.00**	
排放量不確定性計算結果		**33.17**	

表 7.5.41 2023 年事業廢水總不確定性

活動資料和排放係數		甲烷			氧化亞氮	
		廢水處理	排入開放水體	盤查申報	廢水處理	排入開放水體
不確定性	活動數據	14.14%	14.14%	5.00%	14.14%	14.14%
	排放係數	36.06%	42.43%	5.00%	20.00%	20.00%
	排放量	38.73%	44.72%	5.00%	24.49%	33.73%
溫室氣體排放量		546 kt CO_2e	3 kt CO_2e	3 kt CO_2e	2 kt CO_2e	0.4 kt CO_2e
事業廢水水總不確定性(%)		38.28%			21.16%	

表 7.5.42 事業廢水一般清冊品質控制程序檢核表

品質控制活動	確認程序
檢查被記載的所選活動數據資料和排放因數的假設和標準	・交叉檢查排放源類別資訊活動數據資料（事業廢水污染管制資料）和排放因數（2019 IPCC 精進指南預設值）的種類並確保其正確記錄並歸檔
檢查資料登錄和參考文獻的轉錄誤差	・確認正確引用環境部中華民國環境統計年報及環境部水質保護司所提供之事業廢水申報資料中，篩選出資料庫中定檢資料結果
檢查排放計算的準確性	・條列各項參數與活動數據，簡化運算規則，複查計算結果準確性
檢查被正確記錄的參數和排放單位及被採用的適當的轉換因數	・確認各欄位單位標記的準確性 ・確認整個計算過程中單位使用的準確性 ・確認轉換因數的準確性 ・確認時間校正因數應用
檢查資料庫檔的完整性	・簡明條列明確欄位與計算欄位
檢查排放源類別間資料的一致性	・無引用適用多種排放源類別的資料
檢查處理過程中清冊資料轉移的正確性	・避免有轉錄情事，並加強複查檢核 ・無計算轉錄計算情事
檢查排放不確定性和轉換的正確估算和計算	・檢查提供不確定性估算之專家判斷值與其獨立資格 ・檢查所記錄的資格假定和專家判斷值，以檢查不確定性計算的完整性與準確性 ・相關參數引用 2006 IPCC 指南與 2019 IPCC 精進指南預設值
展開內部檔的審評	・詳細登錄資料來源引用與版本差異 ・檢查歸檔並存儲的清冊資料、佐證資料和清冊記錄以有利於展開詳盡的審評
檢查導致重新計算的方法和資料變化	・確認每個排放源類別輸入資料的時間序列一致性 ・確認於整個時間序列所計算之運算法則/方法一致性 ・無時間序列一致性缺漏情事
展開完全檢查	・確認提交的評估報告涵蓋了從指定基準年到當前清冊時段內所有年份排放源別
比較現有估算和原始估算	・對於每個排放源類別應將當前的清冊估算和以前的估算進行比較，如果與設想情況有重大的變化或差距，應重新檢查估算並分析不同之處 ・移除 2015 年至 2023 年事業盤查資料中所產生的二氧化碳排放使排放量下降。

資料來源：1.IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006.
2.IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2019.

7.6 參考文獻

1. IPCC, Good Practice Guidance and Uncertianty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.
2. IPCC, 2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2019.
3. IPCC, 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006.
4. National Greenhouse Gas Inventory Report of Japan, 2016.
5. 內政部，內政部統計查詢網-污水下水道系統執行概況，瀏覽日期2023年03月。
6. 內政部，內政部統計查詢網-土地面積、戶數與人口數，瀏覽日期2023年03月。
7. 農業部，糧食平衡表-每人每日蛋白質供給量，瀏覽日期2023年03月。
8. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報91年，2002年08月。
9. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報92年，2003年08月。
10. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報93年，2004年08月。
11. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報94年，2005年08月。
12. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報95年，2006年08月。
13. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報96年，2007年08月。
14. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報97年，2008年08月。
15. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報98年，2009年08月。
16. 行政院環境保護署(現為環境部)，國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用，EPA-98-FA11-03-A060，2010年02月。
17. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報99年，2010年08月。
18. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報100年，2011年08月。
19. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報101年，2012年08月。
20. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報102年，2013年08月。
21. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報103年，2014年08月。
22. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報104年，2015年08月。
23. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報105年，2016年08月。
24. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報106年，2017年08月。
25. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報107年，2018年08月。
26. 行政院環境保護署（現為環境部），中華民國環境統計年報 108 年，2019 年 11 月。
27. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報109年，2020年09月。.
28. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報110年，2021年08月。
29. 行政院環境保護署(現為環境部)，中華民國環境統計年報111年，2022年11月。
30. 環境部，中華民國環境統計年報112年，2023年11月。
31. 環境部，中華民國環境統計年報113年，2024年9月。
32. 環境部，水污染源管制資料管理系統-事業廢水檢測申報許可管理資料，2024年10月。
33. 環境部，中小型焚化爐空污費申報系統資料，2024年10月。

第八章

重新計算與改善規劃

8.1 重新計算說明與緣由

8.2 對排放與移除量的影響

8.3 對排放與移除量的影響，包括時間序列的一致性

8.4 改進計劃

第八章 重新計算與改善規劃

8.1 重新計算說明與緣由

巴黎協定規範締約方需提交「二年期透明度報告」（Biennial Transparency Reports, BTR）及「國家清冊報告」（National Inventory Report）、朝向增強透明度架構（Enhanced Transparency Framework, ETF）。而原先後京都德班協議之附件一締約方仍需提交「國家清冊報告」（National Inventory Report）、「國家通訊」（National Communication）。這些國家報告中，均涉及國家溫室氣體排放清冊之內容。我國已積極建置符合國情、部門分工、資料庫分層管理、確實可行之溫室氣體排放統計，並隨著聯合國氣候變化政府間專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）出版的國家溫室氣體排放清冊指南及各部門統計資料的更新，每年皆重新統計國家歷年溫室氣體排放資料，其目的為建立溫室氣體統計資料，提送政府相關部門參考，以進一步瞭解溫室氣體排放與吸收的現況，作為我國減量措施討論、評估減量措施的效果，及排放趨勢預估的基本資料。目前已按照溫室氣體排放清冊部門分項工作計畫，由各部會完成 1990 年至 2022 年能源、工業製程及產品使用、農業、土地利用、土地利用變化及林業、廢棄物等各部門排放清冊統計。

我國依循聯合國氣候變化綱要公約（The United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）對國家溫室氣體排放清冊的要求，依據 IPCC 指南及各部門官方統計資料，建立我國溫室氣體排放統計，以建立符合公約要求的「國家溫室氣體統計」。我國自 2014 年起，為提升國家溫室氣體統計系統，擬定國家溫室氣體排放清冊審議規範及成立審議委員會，審議溫室氣體排放清冊，健全管理體系以符合可測量、可報告及可查證（Measurement Reporting and Verification, MRV）機制。近年，相關部會已建置部門溫室氣體排放統計及專家審議作業程序，即由部門審議作業後，提送環境部氣候變遷署後召開國家溫室氣體排放清冊研商會議，並邀集各部門確立溫室氣體排放清冊數據、清冊報告審議及改善計畫檢討等，以完成彙編國家溫室氣體排放清冊報告。

2014 年更首度由各部會依據修訂版國家溫室氣體排放清冊指南（Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 1996 IPCC 指南）共同編撰 2014 年國家溫室氣體排放清冊報告。2015 年，亦配合 UNFCCC 2015 年起使用 2006 IPCC 國家溫室氣體清冊指南（2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2006 IPCC 指南）統計國家溫室氣體排放清冊。於 2013 年即以 2006 IPCC 指南為基礎，建置國家溫室氣體排放清冊電子化之登錄平台，同時由相關部會登錄該平台，線上提交國家溫室氣體排放統計資料。

後續將持續配合 UNFCCC 履行增強透明度架構（ETF）之模式、程序及指南（Modalities, Procedures and Guidelines, MPGs）相關規範，以共同報告表格（Common Reporting Tables, CRT）呈報其國家溫室氣體清冊，以及適當地參考 2019 年 IPCC 公布之 2019 年對 2006 年 IPCC 國家溫室氣體清冊指南之精進版（2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2019 IPCC 精進指南）精進我國溫室氣體排放統計。

2024 年已依據 2022 年 UNFCCC COP 27 決議，更新採用 IPCC 第五次評估報告（AR5）

第一工作小組報告附錄 8.A 表 8.A.1 所列之百年 GWP。

提供重算的解釋資訊和正當理由，如 2024 年清冊值採用 IPCC AR5 中 GWP 值，由於 GWP 變動而進行重新計算。然而，原則上不會描述由 GWP 變更所引起的重算，將進一步說明其他導致重新計算之緣由。

許多活動數據採用最新年報資料，年報資料會於新發布時修訂，因數續修正而進行重新計算。於此小節歸納審議意見。

8.2 對排放與移除量的影響

重新計算後，我國變動的溫室氣體為二氧化碳、甲烷、氧化亞氮以及 HFCs 等，其中 2022 年變化貢獻最大的溫室氣體為二氧化碳，其次為氧化亞氮、HFCs 及甲烷，其中氧化亞氮主要係因農業部門農業土壤更新 2019 IPCC 精進指南係數。二氧化碳於 1990 年至 2017 年變動量低，而特別在 2018 年至 2022 年變動量增加係因能源部門能源產業與製造業與營造業修正歷史資料。HFCs 係因工業部門家用空調調整其活動數據來源、排放係數及統計方法。進一步檢視 1990 年至 2022 年之部門排放量差異表，如表 8.2.1。

8.2.1 能源部門

能源部門排放量主要引用最新發布之能源平衡表進行統計，由於能源業者修正歷史資料，故最新版統計結果與前一版存在部分差異，檢視能源部門排放量差異如表 8.2.2。

8.2.2 工業製程及產品使用部門

工業製程及產品使用部門本年度較前一年度統計差異分別為二氧化碳(CO_2)及氫氟碳化物(HFCs)，其中 CO_2 產生變動之年份區間為 2006 年至 2023 年，係因 2.A 礦業中玻璃生產之排放係數精進導致；另 HFCs 因 2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用中家用冰箱於 1996 年至 2023 年針對活動數據、排放係數及統計方法皆有所精進導致，檢視工業製程及產品使用部門排放量差異如表 8.2.3。

8.2.3 農業部門

考量 2019 IPCC 精進指南在農業土壤類別之化學肥料項目提出更細緻的排放係數說明，此部分的預設值更能符合臺灣化學肥料施用量與氮含量統計類別。因此，農業土壤類別自 2025 年起採用 2019 IPCC 精進指南的預設排放係數進行估算。重新計算結果顯示，最新版相較於前一版的排放量有所增加，此變動原因來自引用 2019 IPCC 精進指南的預設排放係數，並非是計算方法或活動數據的改變。然而，氧化亞氮整體排放量仍維持逐年下降的趨勢。此外，其他農業部門類別的排放量與前一版相比並無顯著變動。檢視農業部門排放量差異如表 8.2.4。

8.2.4 土地利用、土地利用變化及林業部門

無重新計算差異，檢視土地利用、土地利用變化及林業部門排放量差異如表 8.2.5。

8.2.5 廢棄物部門

廢棄物部門係因更新活動數據參考資料版本，以及經由 2025 年廢棄物部門專諮會決議移除事業廢水盤查資料中二氧化碳數據資料（2015 年開始），使得排放量有變動。

各排放源修正過去活動數據說明如：固體廢棄物處理係因參考 113 年環境統計年報更新 2018 年至 2022 年期末一般廢棄物暫存量，以及參考 112 年版糧食供需年報更新 2006 年至 2022 年蛋白質供給量(公克/人日)。進一步檢視廢棄物部門 1990 年至 2022 年之排放量差異表，如表 8.2.6。

表 8.2.1、重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本

（單位：千公噸二氧化碳當量）

氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
CO_2 包括 LULUCF	最新版	100,871	112,141	118,888	130,500	138,105	146,725	155,208	167,722	177,660	185,260	204,216	209,582	215,860	226,505	236,825	244,599	254,293
	前一版	100,871	112,141	118,888	130,500	138,105	146,725	155,208	167,722	177,660	185,260	204,216	209,582	215,860	226,505	236,825	244,599	254,277
	差異	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	15.9
CO_2 不包括 LULUCF	最新版	124,257	133,631	142,432	154,046	161,564	170,065	178,059	190,782	200,547	208,024	226,933	231,431	238,568	249,129	259,367	266,888	276,552
	前一版	124,257	133,631	142,432	154,046	161,564	170,065	178,059	190,782	200,547	208,024	226,933	231,431	238,568	249,129	259,367	266,888	276,536
	差異	-0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	0.0	15.9
CH_4 包括 LULUCF	最新版	12,272	12,690	12,862	13,914	14,706	15,694	15,890	15,664	15,804	15,870	15,216	14,399	13,615	12,790	12,045	11,428	10,666
	前一版	12,271	12,689	12,861	13,913	14,704	15,690	15,883	15,654	15,793	15,852	15,193	14,367	13,580	12,750	12,004	11,386	10,623
	差異	0.2	0.5	1.1	1.1	2.6	4.3	6.6	9.2	12.0	18.7	23.4	31.9	34.1	40.9	41.4	41.7	42.5
CH_4 不包括 LULUCF	最新版	12,272	12,690	12,862	13,914	14,706	15,694	15,890	15,664	15,804	15,870	15,216	14,399	13,615	12,790	12,045	11,428	10,666
	前一版	12,271	12,689	12,861	13,913	14,704	15,690	15,883	15,654	15,793	15,852	15,193	14,367	13,580	12,750	12,004	11,386	10,623
	差異	0.2	0.5	1.1	1.1	2.6	4.3	6.6	9.2	12.0	18.7	23.4	31.9	34.1	40.9	41.4	41.7	42.5
N_2O 包括 LULUCF	最新版	3,105	3,406	3,380	3,449	3,506	3,595	3,694	3,432	3,358	3,403	3,911	3,918	3,981	3,930	4,111	4,136	4,593
	前一版	2,551	2,791	2,784	2,841	2,885	2,951	3,028	2,882	2,817	2,843	3,315	3,366	3,437	3,447	3,584	3,657	4,124
	差異	553.9	615.3	595.9	607.7	621.1	644.3	665.7	550.1	540.9	559.7	596.6	552.2	544.3	482.5	527.1	479.1	469.1
N_2O 不包括 LULUCF	最新版	3,105	3,406	3,380	3,449	3,506	3,595	3,694	3,432	3,358	3,403	3,911	3,918	3,981	3,930	4,111	4,136	4,593
	前一版	2,551	2,791	2,784	2,841	2,885	2,951	3,028	2,882	2,817	2,843	3,315	3,366	3,437	3,447	3,584	3,657	4,124
	差異	553.9	615.3	595.9	607.7	621.1	644.3	665.7	550.1	540.9	559.7	596.6	552.2	544.3	482.5	527.1	479.1	469.1
HFCs	最新版	-	-	-	633	716	680	1,120	1,284	1,812	1,437	2,054	2,329	2,016	1,857	1,685	303	331
	前一版	-	-	-	633	716	680	1,120	1,284	1,812	1,437	2,054	2,330	2,017	1,859	1,687	304	333
	差異	-	-	-	-	-	-	-0.2	-	-0.3	-0.4	-0.4	-0.5	-0.6	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5
PFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355
	前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355
	差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SF_6	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940
	前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940
	差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
NF_3	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	220	373	506	617	716	644
	前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	220	373	506	617	716	644
	差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	最新版	139,634	149,727	158,674	172,041	180,492	190,034	198,762	211,161	221,521	228,866	248,260	255,731	266,302	276,497	287,062	291,702	300,081
	前一版	139,080	149,111	158,077	171,432	179,868	189,385	198,090	210,601	220,968	228,288	247,640	255,147	265,724	275,975	286,495	291,183	299,555
	差異	554.1	615.8	597.1	608.8	623.7	648.6	672.0	559.3	552.5	578.1	619.5	583.7	577.8	521.9	567.0	519.2	526.0
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	最新版	116,248	128,236	135,130	148,495	157,033	166,694	175,911	188,101	198,634	206,102	225,543	233,881	243,595	253,873	264,520	269,412	277,822
	前一版	115,694	127,621	134,533	147,886	156,409	166,045	175,239	187,541	198,082	205,524	224,924	233,297	243,017	253,351	263,953	268,893	277,296
	差異	554.1	615.8	597.1	608.8	623.7	648.6	672.0	559.3	552.5	578.1	619.5	583.7	577.8	521.9	567.0	519.2	526.0

表 8.2.1、重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
CO_2 包括 LULUCF（不包括 Indirect CO_2）	最新版	258,006	244,807	233,640	248,828	254,823	251,323	252,603	255,073	254,364	258,271	263,775	262,167	252,788	250,616	262,037	252,169
	前一版	258,002	244,802	233,645	248,826	254,826	251,323	252,603	255,074	254,363	258,262	263,769	261,914	252,529	250,355	261,786	251,849
	差異	3.5	4.6	-4.6	2.5	-2.9	-0.1	-0.0	-0.3	0.8	8.7	6.1	253.1	258.5	260.9	250.6	320.9
CO_2 不包括 LULUCF（不包括 Indirect CO_2）	最新版	280,079	266,888	253,028	270,717	276,770	273,282	274,577	276,959	276,264	280,196	285,736	284,150	274,704	272,521	283,887	274,003
	前一版	280,076	266,884	253,033	270,715	276,773	273,282	274,577	276,959	276,263	280,188	285,730	283,897	274,446	272,260	283,636	273,683
	差異	3.5	4.6	-4.6	2.5	-2.9	-0.1	-0.0	-0.3	0.8	8.7	6.1	253.1	258.5	260.9	250.6	320.9
CH_4 包括 LULUCF	最新版	9,875	9,024	8,102	7,570	7,219	6,727	6,256	5,832	5,715	5,770	5,538	5,155	5,017	4,900	4,819	4,610
	前一版	9,831	8,978	8,058	7,525	7,173	6,681	6,209	5,785	5,668	5,723	5,493	5,107	4,968	4,853	4,772	4,564
	差異	44.6	46.4	44.2	45.2	46.1	46.2	46.5	46.1	47.1	46.5	44.9	47.9	48.5	47.5	46.9	45.5
CH_4 不包括 LULUCF	最新版	9,875	9,024	8,102	7,570	7,219	6,727	6,256	5,832	5,715	5,770	5,538	5,155	5,017	4,900	4,819	4,610
	前一版	9,831	8,978	8,058	7,525	7,173	6,681	6,209	5,785	5,668	5,723	5,493	5,107	4,968	4,853	4,772	4,564
	差異	44.6	46.4	44.2	45.2	46.1	46.2	46.5	46.1	47.1	46.5	44.9	47.9	48.5	47.5	46.9	45.5
N_2O 包括 LULUCF	最新版	4,649	4,250	4,407	4,758	4,642	4,565	4,367	4,323	4,286	4,477	4,599	4,652	4,462	4,476	4,894	4,103
	前一版	4,168	3,811	3,957	4,311	4,211	4,127	3,938	3,910	3,879	4,064	4,210	4,282	4,112	4,120	4,573	3,800
	差異	480.2	438.8	449.3	447.1	431.0	438.0	428.7	413.5	407.2	413.3	389.5	369.5	350.3	356.3	321.7	303.0
N_2O 不包括 LULUCF	最新版	4,649	4,250	4,407	4,758	4,642	4,565	4,367	4,323	4,286	4,477	4,599	4,652	4,462	4,476	4,894	4,103
	前一版	4,168	3,811	3,957	4,311	4,211	4,127	3,938	3,910	3,879	4,064	4,210	4,282	4,112	4,120	4,573	3,800

氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	差異	480.2	438.8	449.3	447.1	431.0	438.0	428.7	413.5	407.2	413.3	389.5	369.5	350.3	356.3	321.7	303.0
HFCs	最新版	402	356	404	393	372	482	610	697	726	836	971	1,125	1,252	1,390	1,515	1,649
	前一版	403	358	406	395	373	398	534	616	650	757	895	1,043	1,163	1,304	1,429	1,555
	差異	-1.5	-1.5	-1.5	-1.5	-1.4	83.7	76.2	81.5	75.6	78.7	76.3	81.9	89.2	85.5	86.3	93.7
PFCs	最新版	3,102	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250
	前一版	3,102	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250
	差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
SF_6	最新版	3,485	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458	1,459	1,342	963	867	882	660
	前一版	3,485	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458	1,459	1,342	963	867	882	660
	差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NF_3	最新版	747	191	540	241	393	363	723	624	626	442	412	477	443	528	556	455
	前一版	747	191	540	241	393	363	723	624	626	442	412	477	443	528	556	455
	差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
總溫室氣體排放量（不包括 LULUCF）	最新版	302,339	285,644	270,473	287,616	293,038	288,382	289,845	291,691	290,436	294,515	300,021	298,322	288,157	286,018	297,906	286,730
	前一版	301,813	285,156	269,986	287,123	292,565	287,814	289,294	291,150	289,905	293,967	299,504	297,570	287,410	285,267	297,201	285,967
	差異	526.8	488.4	487.4	493.3	472.8	567.9	551.5	540.8	530.7	547.3	516.9	752.4	746.5	750.2	705.5	763.1
淨溫室氣體排放量（包括 LULUCF）	最新版	280,265	263,562	251,085	265,727	271,091	266,423	267,871	269,806	268,535	272,589	278,059	276,339	266,240	264,113	276,056	264,896
	前一版	279,739	263,074	250,598	265,234	270,618	265,855	267,320	269,265	268,005	272,041	277,542	275,586	265,493	263,362	275,350	264,133
	差異	526.8	488.4	487.4	493.3	472.8	567.9	551.5	540.8	530.7	547.3	516.9	752.4	746.5	750.2	705.5	763.1
	前一版	279,739	263,074	250,598	265,234	270,618	265,855	267,320	269,265	268,005	272,041	277,542	275,586	265,493	263,362	275,350	264,133
	差異	526.8	488.4	487.4	493.3	472.8	567.9	551.5	540.8	530.7	547.3	516.9	752.4	746.5	750.2	705.5	763.1

表 8.2.2、能源部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1.A.1 能源產業	CO_2	最新版	49,123	55,126	57,508	64,745	69,487	75,214	80,103	90,168	99,375	104,827	119,268	123,880	128,157	139,316	147,288	155,014	162,298
		前一版	49,123	55,126	57,508	64,745	69,487	75,214	80,103	90,168	99,375	104,827	119,268	123,880	128,157	139,316	147,288	155,014	162,298
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	29	33	32	36	41	49	51	58	66	80	92	103	103	119	123	126	131
		前一版	29	32	31	36	39	45	46	51	56	65	73	78	77	87	90	93	98
		差異	0	0	1	1	2	3	5	7	9	15	18	25	25	32	32	32	33
		差異原因	-	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	N_2O	最新版	124	141	164	185	200	218	248	276	307	340	401	435	456	513	534	560	586
		前一版	123	140	162	183	197	213	240	266	294	321	377	403	423	472	492	518	543
		差異	1	1	2	2	3	5	8	10	13	19	24	32	33	41	42	42	43
		差異原因	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
1.A.2 製造業與營造業	CO_2	最新版	30,124	31,963	34,410	34,835	35,876	36,956	37,942	40,323	40,360	42,269	45,284	44,234	46,373	44,211	44,551	44,008	45,309
		前一版	30,124	31,963	34,410	34,835	35,876	36,956	37,942	40,323	40,360	42,269	45,284	44,234	46,373	44,211	44,551	44,008	45,309
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	51	54	58	58	60	62	65	68	70	75	84	88	94	92	95	95	97
		前一版	51	54	58	58	60	61	63	66	67	71	79	81	85	83	86	85	88
		差異	0	0	0	0	0	1	1	2	3	4	5	7	9	9	9	9	9
		差異原因	-	-	-	-	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	N_2O	最新版	80	84	91	91	93	96	100	107	109	118	129	133	141	138	141	141	145
		前一版	80	84	90	90	92	95	98	102	103	110	121	122	128	125	127	127	130
		差異	0	0	0	0	1	1	2	5	6	7	9	11	13	14	14	14	15
		差異原因	-	-	-	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
1.A.3 運輸	CO_2	最新版	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844	32,772	33,207	33,267	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771
		前一版	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844	32,772	33,207	33,267	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	170	183	209	226	241	256	268	275	288	298	303	305	311	321	330	339	333
		前一版	170	183	209	226	241	256	268	275	288	298	303	305	311	321	330	339	333
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	259	275	314	340	357	372	381	389	406	417	423	422	441	440	456	469	469
		前一版	259	275	314	340	357	372	381	389	406	417	423	422	441	440	456	469	469
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.4 其他部門	CO_2	最新版	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200	9,819	10,733	9,808	9,939	10,579	10,965	11,174	11,052	11,806	12,230	12,089	10,952
		前一版	10,572	10,466	10,107	9,523	10,200	9,819	10,733	9,808	9,939	10,579	10,965	11,174	11,052	11,806	12,230	12,089	10,952
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	34	33	31	29	31	30	33	29	30	31	33	34	33	36	37	37	33
		前一版	34	33	31	29	31	30	33	29	30	31	33	34	33	36	37	37	33
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	15	15	14	12	14	13	14	12	12	13	14	14	14	15	16	15	13
		前一版	15	15	14	12	14	13	14	12	12	13	14	14	14	15	16	15	13
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5 其他	CO_2	最新版																	
		前一版																	
		差異																	

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
		差異原因																	
	CH_4	最新版																	
		前一版																	
		差異																	
		差異原因																	
	N_2O	最新版																	
		前一版																	
		差異																	
		差異原因																	
1.B.1 固體燃料	CO_2	最新版																	
		前一版																	
		差異																	
		差異原因																	
	CH_4	最新版	182	155	129	126	110	90	57	38	30	35	32	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		前一版	182	155	129	126	110	90	57	38	30	35	32	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0						
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版																	
		前一版																	
		差異																	
		差異原因																	
1.B.2 石油和天然氣	CO_2	最新版																	
		前一版																	
		差異																	
		差異原因																	
	CH_4	最新版	127	109	98	97	108	115	115	117	128	126	124	136	148	178	197	153	148
		前一版	127	109	98	97	108	115	115	117	128	126	124	136	148	178	197	153	148

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版																	
		前一版																	
		差異																	
		差異原因																	
1.能源部門	CO_2	最新版	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103	150,810	158,579	170,835	181,518	190,446	208,724	212,554	220,123	229,841	239,929	247,956	255,330
		前一版	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103	150,810	158,579	170,835	181,518	190,446	208,724	212,554	220,123	229,841	239,929	247,956	255,330
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	592	567	558	573	592	602	589	585	611	646	667	665	689	746	782	749	743
		前一版	592	567	557	572	589	597	582	575	599	628	643	633	655	705	740	707	700
		差異	0	0	1	1	3	4	7	9	12	19	23	32	34	41	41	42	42
		差異原因	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	N_2O	最新版	478	516	583	628	664	698	743	785	834	888	966	1,004	1,051	1,107	1,147	1,184	1,213
		前一版	477	514	580	626	660	692	734	770	815	861	933	961	1,005	1,052	1,092	1,128	1,155
		差異	1	2	2	2	4	6	9	15	18	27	33	43	46	55	56	56	57
		差異原因	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

表 8.2.2、能源部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.1 能源產業	CO_2	最新版	168,580	162,125	153,989	164,270	168,491	166,837	167,023	173,749	173,697	177,211	185,763	187,957	180,289	179,510	188,460	181,773
		前一版	168,580	162,125	153,989	164,270	168,491	166,836	167,021	173,747	173,695	177,209	185,761	187,895	180,206	179,435	188,383	181,621
		差異	0	0	0	0	0	0	2	2	2	2	3	62	83	76	77	152
		差異原因	-	-	-	-	-	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	CH_4	最新版	135	134	125	131	132	132	131	134	139	139	140	142	139	137	140	137
		前一版	100	98	91	96	97	96	95	98	102	103	105	105	101	100	103	102
		差異	35	36	34	35	36	36	36	36	37	36	35	37	38	37	36	35
		差異原因	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	N_2O	最新版	610	592	570	579	584	580	574	577	566	574	595	609	586	577	591	566
		前一版	566	546	526	535	539	534	528	531	519	527	550	561	537	530	544	520
		差異	45	46	44	44	46	46	46	46	47	46	45	48	49	47	47	45
		差異原因	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
1.A.2 製造業與營造業	CO_2	最新版	44,845	41,410	37,874	42,612	43,691	42,515	43,307	40,384	39,575	39,653	38,112	35,045	34,079	33,078	35,688	32,422
		前一版	44,845	41,410	37,874	42,612	43,691	42,515	43,309	40,386	39,577	39,656	38,115	34,858	33,902	32,895	35,520	32,261
		差異	0	0	0	0	0	0	-2	-2	-2	-2	-3	186	177	184	167	161
		差異原因	-	-	-	-	-	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	CH_4	最新版	97	91	86	93	99	96	98	95	94	94	89	77	76	75	77	69
		前一版	87	80	76	83	89	86	88	85	84	84	79	67	66	65	67	59
		差異	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	11	10	10
		差異原因	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	N_2O	最新版	144	134	126	137	144	139	141	136	134	133	125	108	106	104	107	95
		前一版	129	118	111	121	129	124	126	120	119	118	111	93	91	89	92	80
		差異	15	16	15	16	15	15	15	15	16	15	14	15	15	15	15	15
		差異原因	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
1.A.3 運輸	CO_2	最新版	35,419	33,216	33,541	34,652	35,107	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584	36,202	35,202	35,438	35,715	33,905	34,696
		前一版	35,419	33,216	33,541	34,652	35,107	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584	36,202	35,202	35,438	35,715	33,905	34,696
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	324	308	314	319	322	318	318	320	327	337	331	321	321	325	301	309
		前一版	324	308	314	319	322	317	318	320	327	337	331	321	321	325	301	309
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	452	425	428	444	450	442	442	446	457	468	463	453	457	461	437	446
		前一版	452	425	427	442	449	440	439	445	456	468	463	453	457	461	437	446
		差異	0	1	1	1	2	2	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	-	-	-	-	-	-	-
1.A.4 其他部門	CO_2	最新版	10,371	10,785	10,463	10,174	9,808	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533	9,384	9,254	9,277	9,389	9,229	9,380
		前一版	10,371	10,785	10,463	10,174	9,808	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533	9,384	9,254	9,277	9,389	9,229	9,380
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	30	32	31	30	29	28	28	29	28	28	27	27	27	27	27	27
		前一版	30	32	31	30	28	28	28	29	28	28	27	27	27	27	27	27
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	A-2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	12	13	12	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10
		前一版	12	13	12	11	11	11	11	11	11	11	10	10	10	10	10	10
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A.5 其他	CO_2	最新版																
		前一版																
		差異																

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		差異原因																
	CH_4	最新版																
		前一版																
		差異																
		差異原因																
	N_2O	最新版																
		前一版																
		差異																
		差異原因																
1.B.1 固體燃料	CO_2	最新版																
		前一版																
		差異																
		差異原因																
	CH_4	最新版	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		前一版	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
		差異																
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版																
		前一版																
		差異																
		差異原因																
1.B.2 石油和天然氣	CO_2	最新版																
		前一版																
		差異																
		差異原因																
	CH_4	最新版	155	159	157	180	197	216	228	238	254	267	284	288	288	302	325	337
		前一版	155	159	157	180	197	216	228	238	254	267	284	288	288	302	325	337

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版																
		前一版																
		差異																
		差異原因																
1.能源部門	CO_2	最新版	259,215	247,537	235,868	251,708	257,097	253,201	254,109	258,480	258,475	262,982	269,461	267,458	259,083	257,693	267,281	258,271
		前一版	259,215	247,537	235,868	251,708	257,097	253,201	254,109	258,480	258,475	262,982	269,461	267,209	258,823	257,433	267,037	257,958
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	249	260	259	244	313
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	CH_4	最新版	741	724	713	753	779	789	804	815	843	864	871	855	851	865	870	880
		前一版	697	677	669	707	733	743	757	769	795	818	826	807	802	818	823	834
		差異	45	46	44	45	46	46	47	46	48	47	45	48	49	48	47	46
		差異原因	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
	N_2O	最新版	1,218	1,164	1,136	1,172	1,190	1,172	1,168	1,170	1,168	1,185	1,194	1,181	1,159	1,152	1,145	1,117
		前一版	1,158	1,102	1,077	1,110	1,127	1,109	1,104	1,108	1,104	1,124	1,135	1,118	1,095	1,090	1,083	1,057
		差異	60	62	59	62	63	64	64	62	64	61	59	63	64	62	62	60
		差異原因	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

表 8.2.3、工業製程及產品使用部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2.A 礦業（非金屬工業)	CO_2	最新版	10,683	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564	10,746	10,486	9,974	10,648	10,341	10,691	11,257	11,029
		前一版	10,683	10,698	11,854	13,879	13,259	12,766	12,645	13,394	11,564	10,746	10,486	9,974	10,648	10,341	10,691	11,257	11,014
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+15
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E-3
2.B 化學工業	CO_2	最新版	575	551	575	617	770	858	999	1,026	1,007	1,079	1,148	1,232	1,313	1,384	1,485	1,751	1,721
		前一版	575	551	575	617	770	858	999	1,026	1,007	1,079	1,148	1,232	1,313	1,384	1,485	1,751	1,721
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	6	6	6	7	8	10	12	12	10	13	15	20	21	24	31	20	20
		前一版	6	6	6	7	8	10	12	12	10	13	15	20	21	24	31	20	20
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	147	313	289	268	283	307	305	333	340	277	556	635	661	739	742	854	861
		前一版	147	313	289	268	283	307	305	333	340	277	556	635	661	739	742	854	861
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HFCs	最新版	-	-	-	633	716	671	1,094	1,238	1,745	1,348	1,943	2,151	1,807	1,623	1,433	-	-
		前一版	-	-	-	633	716	671	1,094	1,238	1,745	1,348	1,943	2,151	1,807	1,623	1,433	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF_3	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C 金屬工業	CO_2	最新版	3,275	3,735	3,474	3,888	3,774	3,884	4,013	5,045	5,817	5,333	5,734	4,960	4,096	5,397	5,162	5,066	7,544
		前一版	3,275	3,735	3,474	3,888	3,774	3,884	4,013	5,045	5,817	5,333	5,734	4,960	4,096	5,397	5,162	5,066	7,544
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	0.2	2.0	1.5	1.2	1.0	1.4	1.3	1.3	1.3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	-	-	4.8
		前一版	0.2	2.0	1.5	1.2	1.0	1.4	1.3	1.3	1.3	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	-	-	4.8
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	1.5	-	-	84
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.4	1.5	-	-	84
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,009	1,009	1,334	1,046	757
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,009	1,009	1,334	1,046	757
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.D 非能源產物燃料溶劑使用	CO_2	最新版	6E-05	6E-05	6E-05	7E-05	9E-05	8E-05	8E-05	8E-05	9E-05	9E-05	8E-05	7E-05	8E-05	9E-05	1E-04	1E-04	7E-05
		前一版	6E-05	6E-05	6E-05	7E-05	9E-05	8E-05	8E-05	8E-05	9E-05	9E-05	8E-05	7E-05	8E-05	9E-05	1E-04	1E-04	7E-05
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E	CO_2	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
電子工業		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	365
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	37	365
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	49	49	49	85	100
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	43	49	49	49	85	100
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	124	769	973	1,458	1,838	2,457	2,389
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	124	769	973	1,458	1,838	2,457	2,389
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF_3	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	220	373	506	617	716	644
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	220	373	506	617	716	644
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.F **破壞臭氧層物質之替代品使用**	HFCs	最新版	-	-	-	-	-	8	26	45	66	89	111	135	160	185	204	218	232
		前一版	-	-	-	-	-	8	26	46	67	89	112	136	160	187	205	219	233
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-1	-1	-	-1	-1	-	-2	-1	-1	-1
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	A-1、E-1、M-1									
2.G	CO_2	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
其他產品之製造與使用		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,003	2,003	2,116	1,549	794
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2,003	2,003	2,116	1,549	794
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H 其他	CO_2	最新版	23	23	23	24	23	21	20	19	22	21	20	20	18	18	19	20	21
		前一版	23	23	23	24	23	21	20	19	22	21	20	20	18	18	19	20	21
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.工業製程及產品使用部門	CO_2	最新版	14,557	15,007	15,926	18,408	17,826	17,528	17,677	19,483	18,410	17,179	17,388	16,186	16,075	17,141	17,358	18,094	20,315
		前一版	14,557	15,007	15,926	18,408	17,826	17,528	17,677	19,483	18,410	17,179	17,388	16,186	16,075	17,141	17,358	18,094	20,299
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+16
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	E-3
	CH_4	最新版	6	8	7	8	9	11	13	13	11	13	15	20	21	24	31	20	25
		前一版	6	8	7	8	9	11	13	13	11	13	15	20	21	24	31	20	25
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	147	313	289	268	283	307	305	333	340	277	556	635	661	741	742	891	1,311
		前一版	147	313	289	268	283	307	305	333	340	277	556	635	661	741	742	891	1,311
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HFCs	最新版	-	-	-	633	716	680	1,120	1,283	1,812	1,437	2,054	2,329	2,016	1,857	1,685	303	331

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
		前一版	-	-	-	633	716	680	1,120	1,284	1,812	1,437	2,054	2,330	2,017	1,859	1,687	304	333
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-1	-	-	-	-1	-1	-2	-2	-1	-2
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	A-1、E-1、M-1									
	PFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	2,665	3,764	3,814	3,949	3,178	3,355
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	120	124	769	3,986	4,471	5,288	5,052	3,940
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF_3	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	220	373	506	617	716	644
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	10	9	220	373	506	617	716	644
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

表 8.2.3、工業製程及產品使用部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2.A 礦業（非金屬工業)	CO_2	最新版	10,373	9,294	8,462	8,618	9,574	9,333	9,866	8,728	8,347	7,117	6,269	6,408	6,500	6,563	6,835	6,473
		前一版	10,369	9,289	8,467	8,616	9,577	9,333	9,866	8,728	8,345	7,108	6,262	6,403	6,501	6,561	6,828	6,464
		差異	+4	+5	-5	+2	-3	-	-	-	+2	+9	+7	+5	-1	+2	+7	+9
		差異原因	E-3															
2.B 化學工業	CO_2	最新版	1,845	1,601	1,601	1,778	1,737	1,714	1,749	1,884	1,842	1,760	1,709	1,684	1,666	1,550	1,730	1,270
		前一版	1,845	1,601	1,601	1,778	1,737	1,714	1,749	1,884	1,842	1,760	1,709	1,684	1,666	1,550	1,730	1,270
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	26	24	27	26	25	26	28	29	29	30	27	30	29	28	29	24
		前一版	26	24	27	26	25	26	28	29	29	30	27	30	29	28	29	24
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	886	697	895	1,040	1,062	904	694	647	614	854	991	987	828	541	1,053	679
		前一版	886	697	895	1,040	1,062	904	694	647	614	854	991	987	828	541	1,053	679
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF_3	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.C 金屬工業	CO_2	最新版	7,733	7,648	6,317	7,792	7,620	8,301	7,970	7,072	7,044	7,696	7,634	7,913	6,706	5,870	7,090	7,020
		前一版	7,733	7,648	6,317	7,792	7,620	8,301	7,970	7,072	7,044	7,696	7,634	7,913	6,706	5,870	7,090	7,020
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	5	5	4	6	1.5E-02	7.0E-02	1.4E-01	1.7E-01	2.0E-01	2.3E-01	1.1E-04	1.2E-02	1.2E-02	1.4E-04	-	-
		前一版	5	5	4	6	1.5E-02	7.0E-02	1.4E-01	1.7E-01	2.0E-01	2.3E-01	1.1E-04	1.2E-02	1.2E-02	1.4E-04	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	85	81	68	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	85	81	68	107	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	454	149	242	59	52	31	39	58	44	39	61	84	45	37	62	27
		前一版	454	149	242	59	52	31	39	58	44	39	61	84	45	37	62	27
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.D	CO_2	最新版	7.0E-05	7.0E-05	5.7E-05	4.6E-05	4.0E-05	3.9E-05	4.7E-05	6.2E-05	1.0E-04	8.4E-05	7.2E-05	6.2E-05	6.2E-05	6.2E-05	6.7E-05	6.4E-05

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
非能源產物燃料溶劑使用		前一版	7.0E-05	7.0E-05	5.7E-05	4.6E-05	4.0E-05	3.9E-05	4.7E-05	6.2E-05	1.0E-04	8.4E-05	7.2E-05	6.2E-05	6.2E-05	6.2E-05	6.7E-05	6.4E-05
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.E 電子工業	CO_2	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	428	407	371	523	543	623	713	737	764	696	738	851	916	1,168	1,174	847
		前一版	428	407	371	523	543	623	713	737	764	696	738	851	916	1,168	1,174	847
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HFCs	最新版	167	123	172	169	144	104	173	184	142	160	169	169	152	160	156	151
		前一版	167	123	172	169	144	104	173	184	142	160	169	169	152	160	156	151
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PFCs	最新版	3,102	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250
		前一版	3,102	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	2,049	1,930	1,561	1,983	1,665	1,678	1,855	1,600	1,393	1,334	1,317	1,105	805	693	716	507
		前一版	2,049	1,930	1,561	1,983	1,665	1,678	1,855	1,600	1,393	1,334	1,317	1,105	805	693	716	507
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF_3	最新版	747	191	540	241	393	363	723	624	626	442	412	477	443	528	556	455
		前一版	747	191	540	241	393	363	723	624	626	442	412	477	443	528	556	455
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	HFCs	最新版	235	234	232	225	228	378	437	513	584	836	803	957	1,101	836	1,359	1,649
		前一版	236	235	233	226	229	294	361	431	508	757	725	875	1,012	757	1,273	1,555
		差異	-1	-1	-1	-1	-1	+84	+76	+82	+76	+79	+78	+82	+89	+79	+86	+94
		差異原因	A-1、E-1、M-1															
2.G 其他產品之製造與使用	CO_2	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	PFCs	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	982	923	724	245	260	201	165	150	132	85	81	154	113	137	103	127
		前一版	982	923	724	245	260	201	165	150	132	85	81	154	113	137	103	127
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.H 其他	CO_2	最新版	20	20	21	20	20	21	19	19	20	19	20	19	17	18	15	15
		前一版	20	20	21	20	20	21	19	19	20	19	20	19	17	18	15	15
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.工業製程及產品使用部門	CO_2	最新版	19,971	18,562	16,402	18,209	18,951	19,369	19,605	17,703	17,253	16,592	15,631	16,024	14,889	14,001	15,670	14,778
		前一版	19,967	18,558	16,407	18,206	18,954	19,369	19,605	17,704	17,251	16,583	15,625	16,019	14,890	13,999	15,663	14,770
		差異	+4	+4	-5	+3	-3	-	-	-1	+2	+9	+6	+5	-1	+2	+7	+8
		差異原因	E-3															
	CH_4	最新版	31	30	31	32	25	26	28	29	29	30	27	30	29	28	29	24
		前一版	31	30	31	32	25	26	28	29	29	30	27	30	29	28	29	24
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
	N_2O	最新版	1,399	1,185	1,334	1,670	1,605	1,527	1,407	1,384	1,378	1,550	1,729	1,838	1,743	1,709	2,227	1,526
		前一版	1,399	1,185	1,334	1,670	1,605	1,527	1,407	1,384	1,378	1,550	1,729	1,838	1,743	1,709	2,227	1,526
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	HFCs	最新版	402	356	404	393	372	482	610	697	726	836	972	1,126	1,252	1,391	1,515	1,649
		前一版	403	358	406	395	373	398	534	616	650	757	895	1,043	1,163	1,304	1,429	1,555
		差異	-1	-2	-2	-2	-1	+84	+76	+81	+76	+79	+77	+83	+89	+87	+86	+94
		差異原因	A-1、E-1、M-1															
	PFCs	最新版	3,102	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250
		前一版	3,102	1,932	1,464	1,650	1,665	1,054	1,253	1,449	1,250	1,336	1,304	1,421	1,315	1,336	1,354	1,250
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	SF_6	最新版	3,485	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458	1,459	1,342	963	867	882	660
		前一版	3,485	3,001	2,527	2,286	1,976	1,909	2,059	1,807	1,569	1,458	1,459	1,342	963	867	882	660
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	NF_3	最新版	747	191	540	241	393	363	723	624	626	442	412	477	443	528	556	455
		前一版	747	191	540	241	393	363	723	624	626	442	412	477	443	528	556	455
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

表 8.2.4、農業部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
3.A 畜禽腸胃發酵	CH_4	最新版	750	819	826	868	883	921	921	820	755	778	775	739	712	701	688	698	688
		前一版	750	819	826	868	883	921	921	820	755	778	775	739	712	701	688	698	688
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																
3.B 畜禽糞尿管理	CH_4	最新版	1246	1460	1418	1436	1470	1535	1565	1190	990	1088	1123	1074	1022	1019	1024	1071	1058
		前一版	1246	1460	1418	1436	1470	1535	1565	1190	990	1088	1123	1074	1022	1019	1024	1071	1058
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																
	N_2O	最新版	129	146	145	147	154	160	167	143	129	137	140	135	131	131	130	136	136
		前一版	129	146	145	147	154	160	167	143	129	137	140	135	131	131	130	136	136
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																
3.C 水稻種植	CH_4	最新版	1,226	1,166	1,084	1,059	998	984	961	976	953	947	899	887	816	721	643	717	706
		前一版	1,226	1,166	1,084	1,059	998	984	961	976	953	947	899	887	816	721	643	717	706
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																
3.D 農業土壤	N_2O	最新版	2,150	2,244	2,160	2,202	2,200	2,212	2,259	1,957	1,853	1,905	2,059	1,944	1,939	1,754	1,904	1,753	1,782
		前一版	1,597	1,630	1,567	1,597	1,583	1,574	1,603	1,422	1,331	1,372	1,496	1,435	1,441	1,326	1,433	1,330	1,355
		差異	553	614	593	605	617	638	656	535	522	533	563	509	498	428	471	423	427
		差異原因	採用 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)																
3.F 作物殘體燃燒	CH_4	最新版	42	28	53	24	23	8	8	8	6	8	15	17	14	10	9	9	9
		前一版	42	28	53	24	23	8	8	8	6	8	15	17	14	10	9	9	9
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																
	N_2O	最新版	10	7	13	6	6	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	2
		前一版	10	7	13	6	6	2	2	2	2	2	4	4	4	2	2	2	2
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
3.H 尿素施用	CO_2	最新版	142	146	139	131	135	151	151	134	127	118	131	94	93	82	84	62	59
		前一版	142	146	139	131	135	151	151	134	127	118	131	94	93	82	84	62	59
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																
3.農業部門	CO_2	最新版	142	146	139	131	135	151	151	134	127	118	131	94	93	82	84	62	59
		前一版	142	146	139	131	135	151	151	134	127	118	131	94	93	82	84	62	59
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																
	CH_4	最新版	3,264	3,472	3,381	3,388	3,374	3,449	3,455	2,993	2,703	2,820	2,813	2,717	2,565	2,451	2,363	2,495	2,461
		前一版	3,264	3,472	3,381	3,388	3,374	3,449	3,455	2,993	2,703	2,820	2,813	2,717	2,565	2,451	2,363	2,495	2,461
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異																
	N_2O	最新版	2,289	2,397	2,318	2,355	2,360	2,374	2,429	2,101	1,984	2,044	2,203	2,083	2,074	1,887	2,037	1,891	1,920
		前一版	1,736	1,783	1,725	1,750	1,743	1,736	1,772	1,567	1,462	1,511	1,640	1,574	1,576	1,459	1,565	1,468	1,493
		差異	553	614	593	605	617	638	657	534	522	533	563	509	498	428	471	423	427
		差異原因	採用 2019 IPCC 精進指南排放係數																

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

表 8.2.4、農業部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
3.A 畜禽腸胃發酵	CH_4	最新版	682	655	640	648	660	653	649	634	641	628	632	640	643	650	665	655
		前一版	682	655	640	648	660	653	649	634	641	628	632	640	643	650	665	655
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
3.B 畜禽糞尿管理	CH_4	最新版	994	965	924	931	944	904	874	840	834	829	827	832	844	845	842	821
		前一版	994	965	924	931	944	904	874	840	834	829	827	832	844	845	842	821
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
	N_2O	最新版	130	129	125	125	126	123	122	121	121	122	123	125	129	130	130	130
		前一版	130	129	125	125	126	123	122	121	121	122	123	125	129	130	130	130
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
3.C 水稻種植	CH_4	最新版	690	676	678	659	668	688	710	702	678	705	704	689	684	677	608	576
		前一版	690	676	678	659	668	688	710	702	678	705	704	689	684	677	608	576
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
3.D 農業土壤	N_2O	最新版	1,751	1,634	1,676	1,657	1,583	1,612	1,548	1,526	1,493	1,497	1,431	1,382	1,311	1,364	1,271	1,216
		前一版	1,331	1,258	1,286	1,272	1,215	1,238	1,184	1,176	1,150	1,146	1,101	1,077	1,025	1,071	1,011	973
		差異	420	376	390	385	368	374	364	350	343	351	330	305	286	293	260	243
		差異原因	採用 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)															
3.F 作物殘體燃燒	CH_4	最新版	5	7	6	6	6	6	4	4	5	4	4	3	2	1	1	1
		前一版	5	7	6	6	6	6	4	4	5	4	4	3	2	1	1	1
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
	N_2O	最新版	1	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
		前一版	1	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
3.H	CO_2	最新版	57	57	55	54	53	55	45	40	38	34	31	30	29	29	27	22

溫室氣體 排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
尿素施用		前一版	57	57	55	54	53	55	45	40	38	34	31	30	29	29	27	22
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
3.農業部門	CO_2	最新版	57	57	55	54	53	55	45	40	38	34	31	30	29	29	27	22
		前一版	57	57	55	54	53	55	45	40	38	34	31	30	29	29	27	22
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
	CH_4	最新版	2,371	2,303	2,247	2,244	2,278	2,252	2,237	2,180	2,157	2,166	2,166	2,165	2,174	2,172	2,115	2,052
		前一版	2,371	2,303	2,247	2,244	2,278	2,252	2,237	2,180	2,157	2,166	2,166	2,165	2,174	2,172	2,115	2,052
		差異	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		差異原因	無差異															
	N_2O	最新版	1,882	1,765	1,803	1,784	1,711	1,737	1,670	1,648	1,615	1,621	1,555	1,508	1,440	1,494	1,401	1,346
		前一版	1,462	1,389	1,412	1,399	1,343	1,363	1,307	1,298	1,272	1,269	1,225	1,203	1,155	1,201	1,141	1,103
		差異	420	376	390	385	368	374	363	350	343	352	330	305	285	292	260	243
		差異原因	採用 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)															

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

表 8.2.5、土地利用、土地利用變化及林業部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
4.A 林地	CO_2	最新版	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259
		前一版	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	無差異																
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	CO_2	最新版	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259
		前一版	-23,386	-21,490	-23,544	-23,546	-23,459	-23,340	-22,851	-23,060	-22,887	-22,764	-22,717	-21,850	-22,707	-22,624	-22,542	-22,290	-22,259
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	無差異																

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
4.A 林地	CO_2	最新版	-22,074	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834
		前一版	-22,074	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	無差異															
4.土地利用、土地利用變化及林業部門	CO_2	最新版	-22,074	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834
		前一版	-22,074	-22,082	-19,388	-21,889	-21,947	-21,960	-21,974	-21,886	-21,900	-21,926	-21,961	-21,984	-21,917	-21,905	-21,850	-21,834
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	無差異															

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

表 8.2.6、廢棄物部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
5.A 固體廢棄物處理	CH_4	最新版	7,102	7,206	7,431	8,492	9,252	10,112	10,231	10,496	10,962	10,958	10,310	9,655	8,976	8,192	7,482	6,786	6,066
		前一版	7,102	7,206	7,431	8,492	9,252	10,112	10,231	10,496	10,962	10,958	10,310	9,655	8,976	8,192	7,482	6,786	6,066
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.B 固體廢棄物之生物處理	CH_4	最新版	13	1	1	1	0.2	1	0.3	2	0.06	2	0.3	0.02	0.4	3	7	11	13
		前一版	13	1	1	1	0.2	1	0.3	2	0.06	2	0.3	0.02	0.4	3	7	11	13
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	9	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	5	8	9
		前一版	9	0	1	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	2	5	8	9
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	CO_2	最新版	94	35	309	301	500	1,575	1,652	330	491	280	691	2,597	2,276	2,065	1,996	776	848
		前一版	94	35	309	301	500	1,575	1,652	330	491	280	691	2,597	2,276	2,065	1,996	776	848
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	1	0.4	3	3	5	16	17	3	5	3	7	27	23	21	21	8	9
		前一版	1	0.4	3	3	5	16	17	3	5	3	7	27	23	21	21	8	9
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.D 廢水處理與放流	CH_4	最新版	1,295	1,436	1,485	1,452	1,479	1,520	1,602	1,575	1,517	1,431	1,411	1,341	1,363	1,375	1,379	1,367	1,359
		前一版	1,295	1,436	1,485	1,452	1,479	1,520	1,602	1,575	1,517	1,431	1,411	1,341	1,363	1,375	1,379	1,367	1,359
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
	N_2O	最新版	180	180	186	194	194	199	201	209	195	189	179	169	171	172	159	154	131
		前一版	180	180	186	194	194	199	201	209	195	189	179	169	171	172	159	154	147
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-15
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A-2
5.廢棄物部門	CO_2	最新版	94	35	309	301	500	1,575	1,652	330	491	280	691	2,597	2,276	2,065	1,996	776	848
		前一版	94	35	309	301	500	1,575	1,652	330	491	280	691	2,597	2,276	2,065	1,996	776	848
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	CH_4	最新版	8,410	8,643	8,917	9,945	10,731	11,632	11,833	12,073	12,479	12,391	11,722	10,996	10,339	9,569	8,868	8,164	7,437
		前一版	8,410	8,643	8,917	9,945	10,731	11,632	11,833	12,073	12,479	12,391	11,722	10,996	10,339	9,569	8,868	8,164	7,437
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	190	181	190	198	200	216	218	213	200	194	186	196	195	195	185	169	149
		前一版	190	181	190	198	200	216	218	213	200	194	186	196	195	195	185	169	164
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-15
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A-2

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

表 8.2.6、廢棄物部門重新計算後排放量差異—2024 年與 2025 年版本（續）

（單位：千公噸二氧化碳當量）

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
5.A 固體廢棄物處理	CH_4	最新版	5,349	4,644	3,942	3,347	2,862	2,432	2,054	1,736	1,469	1,252	1,080	937	837	769	694	663
		前一版	5,349	4,644	3,942	3,347	2,862	2,432	2,054	1,736	1,469	1,252	1,080	937	837	769	694	663
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	-0	-0	0
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	A-2	A-2	A-2	A-2
5.B 固體廢棄物之生物處理	CH_4	最新版	16	18	20	23	29	27	25	23	22	22	23	26	28	29	30	28
		前一版	16	18	20	23	29	27	25	23	22	22	23	26	28	29	30	28
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	11	13	14	17	21	19	18	16	16	16	16	18	20	21	21	20
		前一版	11	13	14	17	21	19	18	16	16	16	16	18	20	21	21	20
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.C 廢棄物之焚化與露天燃燒	CO_2	最新版	837	733	703	747	670	657	817	736	498	589	613	639	703	798	909	932
		前一版	837	733	703	747	670	657	817	736	498	589	613	639	703	798	909	932
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	9	8	7	8	8	8	8	8	5	6	6	6	7	8	9	9
		前一版	9	8	7	8	8	8	8	8	5	6	6	6	7	8	9	9
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.D 廢水處理與放流	CO_2	最新版	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		前一版	-	-	-	-	-	-	-	-	1.7	0.2	0.5	0.6	0.3	0.3	0.4	0.4
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.7	-0.2	-0.5	-0.6	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3
	CH_4	最新版	1,367	1,306	1,149	1,171	1,246	1,201	1,108	1,049	1,195	1,436	1,371	1,142	1,098	1,036	1,081	963

溫室氣體排放源分類	氣體別	版本	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
		前一版	1,367	1,306	1,149	1,171	1,246	1,201	1,108	1,049	1,195	1,436	1,371	1,142	1,098	1,036	1,081	963
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	129	115	112	109	107	102	96	97	103	99	100	101	93	92	91	86
		前一版	129	115	112	109	107	101	96	96	103	98	99	99	92	92	91	85
		差異	-	-0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0
		差異原因	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2
5.廢棄物部門	CO_2	最新版	837	733	703	747	670	657	817	736	498	589	613	639	703	798	909	932
		前一版	837	733	703	747	670	657	817	736	499	589	613	639	703	798	910	933
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-1.7	-0.2	-0.5	-0.6	-0.3	-0.3	-0.4	-0.4
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3	A-3
	CH_4	最新版	6,732	5,968	5,111	4,542	4,137	3,660	3,187	2,808	2,686	2,710	2,474	2,106	1,963	1,834	1,805	1,654
		前一版	6,732	5,968	5,111	4,542	4,137	3,660	3,187	2,808	2,686	2,710	2,474	2,106	1,963	1,834	1,805	1,654
		差異	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		差異原因	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	N_2O	最新版	149	136	134	133	136	129	122	121	124	121	122	125	120	121	121	114
		前一版	149	136	134	133	136	128	121	120	124	120	121	123	119	121	121	114
		差異	-	-0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	1	1	0	0
		差異原因	-	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2	A-2

備註：差異原因請填入代碼，分為活動數據、排放係數以及統計方法。於活動數據差異說明，分為數據來源改變(A-1)、年報版本差異(A-2)及其他修正活動數據原因(A-3)。於排放係數差異說明，分為精進本土係數(E-1)、精進 2019 IPCC 精進指南排放係數(E-2)及精進其他參考資料排放係數(E-3)。於統計方法差異說明，分為精進本土統計方法(M-1)、精進 2019 IPCC 精進指南統計方法(M-2)及精進其他參考統計方法(M-3)。

8.3 對排放與移除量的影響，包括時間序列的一致性

溫室氣體排放清冊於 2025 年版重新計算，各別溫室氣體分析中二氧化碳差異主要來自於能源部門、工業及廢棄物部門，1990 年至 2022 年排放量變動為增加 321 千公噸二氧化碳當量（+0.26%）；甲烷差異主要來自於能源部門，1990 年至 2022 年排放量變動為增加45千公噸二氧化碳當量(+0.37%)；氧化亞氮的差異主要來自於能源部門、農業部門及廢棄物部門，1990 年至 2022 年排放量變動為減少 251 千公噸二氧化碳當量（-16.82%），HFCs 差異主要來自於工業部門，1990 年至 2022 年排放量變動為增加 94 千公噸二氧化碳當量。相較 2024 年版本，1990-2022 年總溫室氣體排放量變動為增加 209 千公噸二氧化碳當量，排放變化為減少 0.27%，如表 8.3.1。

8.3.1 能源部門

能源部門總排放量因能源業者修正歷史資料，使得近兩年所計算之 1990-2022 年排放量變動約 418 千公噸二氧化碳當量（約 0.4%）；若依不同氣體別來看，二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等排放量變動率分別為 0.2%、7.8%與 12.1%，如表 8.3.2。

表 8.3.1、1990 年與 2022 年排放量的變動差異

氣體別	Emissions (2022) - Emissions (1990)			Emissions (2022) / Emissions (1990) - 1		
	1990-2022 排放量差異（千公噸二氧化碳當量）			1990-2022 排放變化 (%)		
	前一版 (2024 NIR)	最新版 (2025 NIR)	差異	前一版 (2024 NIR)	最新版 (2025 NIR)	差異
CO_2	149,425	149,746	+321	120.25%	120.51%	+0.26%
CH_4	-7,707	-7,662	+45	-62.81%	-62.44%	+0.37%
N_2O	1,249	998	-251	48.96%	32.14%	-16.82%
HFCs	1,555	1,649	+94	-	-	-
PFCs	1,250	1,250	-	-	-	-
SF_6	660	660	-	-	-	-
NF_3	455	455	-	-	-	-
總計	146,888	147,097	+209	105.61%	105.34%	-0.27%

表 8.3.2、1990 年與 2022 年能源部門排放量的變動差異

氣體別	Emissions (2022) - Emissions (1990)			Emissions (2022) / Emissions (1990) - 1		
	1990-2022 排放量差異（千公噸二氧化碳當量）			1990-2022 排放變化(%)		
	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異
CO_2	148,493	148,806	+313	135.7	135.9	+0.2
CH_4	242	288	+46	40.9	48.6	+7.8
N_2O	580	639	+60	121.6	133.7	+12.1
總計	149,315	149,733	+418	135.1	135.5	+0.4

8.3.2 工業製程及產品使用部門

工業製程及產品使用部門因本年度針對玻璃生產及家用空調進行數據資料的精進調整，故於 CO2 及 HFCs 的 1990 年與 2022 年排放量變動產生差異，其中 CO2 差異較去年版本 NIR 增加 8 千公噸 CO2e，係由於玻璃生產係數調整所導致，HFCs 新版則較舊版增加約 94 千公噸 CO2e，其原因為家用空調調整其活動數據來源、排放係數及統計方法。此外，因 1990 年統計項目中無 HFCs、PFCs、SF6、NF3 之排放量，因此無法呈現變動率，如表 8.3.3。

8.3.3 農業部門

最新版農業部門的二氧化碳及甲烷排放量在 1990 年 2022 年變動幅度與前一版並無差異。在氧化亞氮部分，雖然農業土壤類別採用 2019 IPCC 精進指南的預設排放係數而導致該類別排放的變動量存有些微差異，但農業部門的整體排放趨勢仍維持逐年下降，顯示清冊計算結果的穩定性與一致性，詳見表 8.3.4。

8.3.4 土地利用、土地利用變化及林業部門

最新版土地利用、土地利用變化及林業部門的二氧化碳放量在 1990 年 2022 年變動幅度與前一版並無差異，如表 8.3.5。

表 8.3.3、1990 年與 2022 年工業製程及產品使用部門排放量的變動差異

氣體別	Emissions (2022) - Emissions (1990)			Emissions (2022) / Emissions (1990) - 1		
	1990-2022 排放量差異（千公噸二氧化碳當量）			1990-2022 排放變化(%)		
	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異
CO_2	+213	+221	+8	+1%	+2%	+1%
CH_4	+18	+18	-	+304%	+304%	-
N_2O	+1,378	+1,378	-	+935%	+935%	-
HFCs	+1,555	+1,649	+94	-	-	-
PFCs	+1,250	+1,250	-	-	-	-
SF_6	+660	+660	-	-	-	-
NF_3	+455	+455	-	-	-	-
總計	+5,530	+5,632	+102	+38%	+38%	-

表 8.3.4、1990 年與 2022 年農業部門排放量的變動差異

氣體別	Emissions (2022) - Emissions (1990)			Emissions (2022) / Emissions (1990) - 1		
	1990-2022 排放量差異（千公噸二氧化碳當量）			1990-2022 排放變化(%)		
	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異
CO_2	-119	-119	0	-84.20%	-84.20%	0.00%
CH_4	-1,211	-1,211	0	-37.11%	-37.11%	0.00%
N_2O	-633	-943	-310	-36.46%	-41.19%	-4.72%
總計	-1,963	-2,273	-310	-157.77%	-162.49%	-4.72%

表 8.3.5、1990 年與 2022 年土地利用、土地利用變化及林業部門排放量的變動差異

氣體別	Emissions (2022) - Emissions (1990)			Emissions (2022) / Emissions (1990) - 1		
	1990-2022 排放量差異（千公噸二氧化碳當量）			1990-2022 排放變化(%)		
	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異
CO_2	1,660	1,660	0	-7.10%	-7.10%	0
總計	1,660	1,660	0	-7.10%	-7.10%	0

8.3.5 廢棄物部門

廢棄物部門總排放量更新活動數據參考資料版本，如 113 年環境統計年報、112 年版糧食供需年報中修正過去數據，以及經由 2025 年廢棄物部門專諮會決議移除事業廢水盤查資料中二氧化碳數據資料，使得 1990 年至 2022 年排放量有變動，增加 0.06 千公噸二氧化碳當量(0.001%)。檢視 1990 年至 2022 年各氣體別之排放量變化，二氧化碳、甲烷與氧化亞氮等排放量變動率分別為-0.40%、0.00%（無差異）、+0.23%，如表 8.3.6。

表 8.3.6、1990 年與 2022 年廢棄物部門排放量的變動差異

氣體別	Emissions (2022) - Emissions (1990)			Emissions (2022) / Emissions (1990) - 1		
	1990-2022 排放量差異（千公噸二氧化碳當量）			1990-2022 排放變化 (%)		
	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異	前一版(2024 NIR)	最新版(2025 NIR)	差異
CO_2	+838.06	+838.06	-0.4	+890.37%	+890.37%	-0.40%
CH_4	-6,756.09	-6,756.09	-	-80.34%	-80.34%	-
N_2O	-76.37	-75.93	+0.4	-40.17%	-39.94%	+0.23%
總計	-5,994.02	-5,993.96	+0.06	-68.94%	-68.94%	+0.001%

8.4 改進計劃

各部門之短期改善計畫（2025 年至 2026 年）以及中長期改善計畫如表 8.4.1。

表 8.4.1 各部門排放源之改善計畫規劃

部門	次部門	短期改善計畫（2025 年-2026 年）	中長期改善計畫
1.能源部門（第三章）	1.A 燃料燃燒	• 能源熱值修正：113 年 12 月 24 日於能源統計專區揭露修正後之「能源產品單位熱值表」，並說明將適用於能源統計 2024 至 2028 年資料。	• 無改善計畫。
	1.B 燃料逸散	• 為有效降低不確定性，擬規劃國內業者瞭解實務現況，掌握相關逸散資料統計可及性。	• 視與國內業者協調結果，評估可行作法。
	1.C 二氧化碳運輸與儲存	• 無改善計畫。	• 無改善計畫。
2.工業製程及產品使用部門（第四章）	2.A 礦業（非金屬製品）	• 無改善計畫。	• 無改善計畫。
	2.B 化學工業	• 無改善計畫。	• 持續評估精進化學工業中統計方法目前仍為 2006 IPCC 方法 1(Tier 1)的生產項目精進數據品質之可行性。
	2.C 金屬工業	• 無改善計畫。	• 無改善計畫。
	2.D 非能源產物燃料溶劑使用	• 無改善計畫。	• 無改善計畫。
	2.E 電子工業	• 無改善計畫。	• 無改善計畫。
	2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	• 車用空調精進。	• 無改善計畫。
	2.G 其他產品之製造與使用	• 無改善計畫。	• 無改善計畫。
	2.H 其他	• 無改善計畫。	• 無改善計畫。
3.農業部門（第五章）	3.A 畜禽腸胃發酵	• 建立豬隻不同期別腸胃道發酵排放係數(T2) • 更新畜禽腸胃道發酵排放係數(T3)。	• 完善畜禽腸胃道發酵甲烷及氧化亞氮排放係數，精準掌握溫室氣體排放數據。
	3.B 畜禽糞尿處理	• 建立糞尿廢水固液分離前糞渣及堆肥化處理所產生的甲烷及氧化亞氮本土排放係數。 • 建立畜禽糞堆肥及家畜糞尿水施用於農地所產生的甲烷及氧化亞氮之本土係數。	• 完善畜禽糞尿處理甲烷及氧化亞氮排放係數，精準掌握溫室氣體排放數據。
	3.C 水稻種植	• 我國水稻本土排放係數共分 8 區，為多年前之調查數據，考量耕作模式、氣候及品種演替等原因，將更新水稻田甲烷排放係數(T2)，以精準掌握排放數據。目前農業部正執行科技計畫，各改良場所正以密閉罩法(Closed Chamber Method)方式重新量測並更新本土水田甲烷排係數，以提高水稻種植甲烷排放估算之準確性。	• 持續累積多處試驗資料，並且建立長期監測機制，持續更新排放係數以精確掌握溫室氣體排放數據。
	3.D 農耕土壤	• 目前農業部正執行科技計畫，針對大宗作物，以密閉罩法(Closed Chamber Method)方式，量測農田氧化亞氮排	• 氧化亞氮直接排放： 持續累積多年度試驗資料，建立 Tier2 之排放量估算。

部門	次部門	短期改善計畫 （2025 年-2026 年）	中長期改善計畫
		放，以提出本土氧化亞氮排放係數，提高農地氧化亞氮排放估算之準確性。 • 研析農業統計資料中活動數據，作為精進至方法二之基礎。	氧化亞氮間接排放：無
	3.F 農作物殘體燃燒	• 由於 2006 IPCC 指南及 2019 IPCC 精進指南僅針對排放係數提供預設值，故目前無法評估不確定性，未來將參考各國主流作法進行不確定性分析	無
4.土地利用、土地利用變化及林業部門（第六章）	4.A 林地	• 依 LULUCF 部門活動數據規劃，以內政部國土測繪中心國土利用現況調查成果產製林地面積活動數據。 • 針對碳轉換係數及各林型年生長量，將參酌自然碳匯科研計畫成果及最新森林資源調查成果，研議辦理精進及更新，以提升清冊數據品質。 • 進行森林土壤碳庫推估模式及調查技術。	• 評估導入光達(Lidar)技術於森林資源調查，降低林型樹高量測及蓄積之不確定性。 • 研議將森林土壤納入碳庫估算類別，建立資料調查及數據產製方式。
	4G 收穫林產品	• 研析國際上收獲林產品(HWP)之碳匯估算方法學 • 調查國內 HWP 活動數據及相關係數。	• 研議林業部門統計項目增加收獲林產品(HWP)次部門，建立資料調查及數據產製方式。
5.廢棄物部門（第七章）	5.A.1 妥善管理之廢棄物掩埋場	• 依照 2019 IPCC 精進指南修正 1950 年至 1990 年處置 DOC 量、累計 DOC 量及分解 DOC 量。	• 我國掩埋廢棄物之組成目前採用中華民國環境保護統計年報之一般廢棄物組成，為使數據較接近實際情形，建議後續調查掩埋場垃圾組成。
	5.A.2 未妥善管理之廢棄物掩埋場	• 依照 2019 IPCC 精進指南修正 1950 年至 1990 年處置 DOC 量、累計 DOC 量及分解 DOC 量。	• 我國掩埋廢棄物之組成目前採用中華民國環境保護統計年報之一般廢棄物組成，為使數據較接近實際情形，建議後續調查掩埋場垃圾組成。
	5.B 固體廢棄物之生物處理	• 無改善計畫。	• 建立統計方法，如台中外埔及桃園生質能源廠。
	5.C.1 廢棄物焚化	• 依照 2006 IPCC 指南修正一般事業廢棄物化石碳比例。	• 無改善計畫。
	5.D.1 生活污水處理與放流	• 無改善計畫。	• 我國現已有 10 幾座污水處理廠設置污泥厭氧消化，並將過程中產生之沼氣回收再利用。後續將調查沼氣回收情形，納入污水處理廠甲烷排放計算，增加清冊數據完整性。
	5.D.2 事業廢水處理與放流	• 無改善計畫。	• 調查廢水處理廠沼氣回收情形，以掌握減量潛力。 • 特定行業別採用本土溫室氣體排放係數。如廢水處理廠造紙業、食品製造業以及印刷電路板業等。

名詞、縮寫與單位索引

英文縮寫	英文名詞	中文名詞
AD	Active data	活動數據
BAU	Business as usual	一往如常（基線排放量）
CO_2	Carbon dioxide	二氧化碳
CO_2e	Carbon dioxide equivalent	二氧化碳當量
CH_4	Methane	甲烷
CRT	Common Reporting Tables	共同報告表格
EF	Emission factor	排放係數
ETF	Enhanced transparency framework	增強透明度架構
Gg	Giga gram;（1 gigagram=10^9 g=1 kilotonne （kt））	十億克；千公噸
GHG	Greenhouse gas	溫室氣體
GWP	Global Warming Potential	全球暖化潛勢
HFCs	Hydrofluorocarbons	氫氟碳化物
IE	included elsewhere	列於其他處
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change	政府間氣候變化專家委員會
KP	Kyoto Protocol	京都議定書
LUCF	Land use change and forest	土地利用變化及林業
LULUCF	Land use, land use change and forest	土地利用、土地利用變化及林業
MPGs	Modalities, Procedures and Guidelines	模式、程序及指南
Mt	Megatonne;10^6 tonne	百萬公噸
NA	Not applicable	不適用
NCV	Net calorific value	淨熱值
NE	Not estimated	未估計
NF_3	Nitrogen trifluoride	三氟化氮
NIR	National Inventory Report	國家清冊報告
NO	Not occurring	未發生
N_2O	Nitrous oxide	氧化亞氮
PFCs	Perfluorocarbons	全氟碳化物
QA	Quality assurance	品質保證
QC	Quality control	品質控制
RA	Reference approach	參考方法
SA	Sectoral approach	部門方法
SF_6	Sulfur hexafluoride	六氟化硫
t	Tonne	公噸
TJ	Terajoule;10^{12}joule	兆焦耳;萬億焦耳
TOE	Tonne of oil equivalent	公噸油當量
	Uncertainty	不確定性
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Chang	聯合國氣候變化綱要公約

附件一

IPCC 第五次評估報告溫暖化潛勢值

化學名稱（縮寫或通稱）	化學式	生命週期（年）	GWP（20年平均）	GWP（100年平均）
Carbon dioxide	CO_2	>500（Ber model, 與大氣中CO_2濃度相關）	1	**1**
Methane	CH_4	12	84	**28**
Nitrous Oxide	N_2O	114	264	**265**
Hydrofluorocarbons				
HFC-23	CHF_3	222.0	10,800	**12,400**
HFC-32	CH_2F_2	5.2	2,430	**677**
HFC-125	CHF_2CF_3	28.2	6,090	**3,170**
HFC-134a	CH_2FCF_3	13.4	3,710	**1,300**
HFC-143a	CH_3CF_3	47.1	6,940	**4,800**
HFC-152a	CH_3CHF_2	1.5	506	**138**
HFC-227ea	CF_3CHFCF_3	38.9	5,360	**3,350**
HFC-236fa	CF_3CHFCF_3	242.0	6,940	**8,060**
HFC-245fa	$CHF_2CH_2CF_3$	7.7	2,920	**858**
HFC-365mfc	$CH_3CF_2CH_2CF_3$	8.7	2,660	**804**
HFC-43-10mee	$CF_3CHFCHFCF_2CF_3$	16.1	4,310	**1,650**
Fully Fluorinated Species				
Nitrogen trifluoride	NF_3	500.0	12,800	**161,00**
Sulphur hexafluoride	SF_6	3,200.0	17,500	**23,500**
Sulphur pentafluoride	SF_5CF_3	800.0	13,500	**17,400**
PFC-14	CF_4	50,000.0	4,880	**6,630**
PFC-116	C_2F_6	10,000.0	8,210	**11,100**
PFC-218	C_3F_8	2,600.0	6,640	**8,900**
PFC-318	c-C_4F_8	3,200.0	7,110	**9,540**
PFC-31-10	C_4F_{10}	2600.0	6,870	**9,200**
PFC-41-12	n-C_5F_{12}	4,100.0	6,350	**8,550**
PFC-51-14	n-C_6F_{14}	3,100	5,890	**7,910**
PFC-91-18	$C_{10}F_{18}$	2,000.0	5,390	**7,190**

說明：

1.現行UNFCCC規範，使用IPCC AR5中GWP百年平均值，作為計算溫室氣體當量之基礎。

2.詳細資料請參考IPCC AR5，如下網址：

https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf

3.UNFCCC規範，請參閱第決議文decision 18/CMA.1附件。，如下網址：

https://unfccc.int/sites/default/files/resource/cma2018_3_add2_new_advance.pdf#page=25

3.年能源平衡表（公噸油當量單位）_Yearly Energy Balance (Calorific Unit)

111年(2022)

單位：公噸油當量;10^7千卡(tonne of oil equivalent;10^7kilocalorie)

	項　　目	1 煤及煤產品 Coal and Coal Products C2 ~ C12	2 煙煤-煉焦煤 Bituminous Coal-Coking Coal	3 煙煤-燃料煤 Bituminous Coal-Steam Coal	4 無煙煤 Anthracite	5 亞煙煤 Sub-bituminous Coal	6 褐煤 Lignite	7 泥煤 Peat	8 焦炭 Coke Oven Coke	9 煤球 Patent Fuel	10 焦爐氣 Coke Oven Gas	11 高爐氣 Blast Furnace Gas	12 轉爐氣 Oxygen Steel Furnace Gas	13 原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products C14 ~ C36
1	自產													95,338
2	+ 進口	37,459,431	4,805,082	26,627,215	59,191	5,821,616			146,327					55,059,636
3	- 出口	36,520			818				35,702					16,675,825
4	- 國際海運													1,400,852
5	- 國際航空													1,808,782
6	- 存貨變動	445,093	-9,705	228,914	-7,799	254,257			-20,575					-222,331
7	= 初級能源總供給	36,977,818	4,814,787	26,398,300	66,171	5,567,359			131,200					35,491,845
8	- 產品間轉換(轉出)													2,647,716
9	- 統計差異	1,102,428	564,596	187,344	-1,156	326,065			25,578			-0	-0	-362,729
10	- 轉變投入	36,956,190	4,250,192	23,399,875		5,241,293			3,240,382		306,992	420,595	96,861	44,129,306
11	煉焦工場/煤製品業	5,415,083	4,250,192	1,164,891										
12	高爐工場	4,485,802		1,245,420					3,240,382					
13	煉油廠													42,966,995
14	石化工廠													
15	公用發電廠	19,462,169		14,220,875		5,241,293								890,011
16	自用發電廠	186,459		186,459										3,046
17	公用汽電共生廠	424,454		424,454										1,793
18	自用汽電共生廠	6,982,224		6,157,776							306,992	420,595	96,861	267,460
19	+ 轉變產出合計	7,063,150							4,011,652		1,237,097	1,569,336	245,064	47,987,345
20	轉變產出	7,063,150							4,011,652		1,237,097	1,569,336	245,064	45,629,843
21	產品間轉換(轉入)													2,357,501
22	- 能源部門自用	1,071,983									189,185	815,766	67,033	2,812,343
23	煤礦業													
24	煉焦工場/煤製品業	513,689									165,290	281,366	67,033	
25	高爐工場	558,294									23,895	534,400		
26	油氣礦業													
27	煉油廠													2,807,601
28	發電廠													1,285
29	抽水用電													
30	汽電共生廠													3,435
31	氣體燃料供應業													23
32	- 損耗	93,241							80,815		8	10,161	2,256	
33	= 最終消費	4,817,126		2,811,081	67,327	1			796,077		740,912	322,815	78,914	34,252,554
34	能源消費	4,570,426		2,811,081	27,956	1			588,748		740,912	322,815	78,914	15,032,199
35	工業部門	4,570,426		2,811,081	27,956	1			588,748		740,912	322,815	78,914	1,049,686
36	礦業及土石採取業(不含煤、油及氣)													6,483
37	食品飲料及菸草業	6,780		6,780										51,715
38	紡織成衣及服飾業	209,600		209,600										56,098
39	皮革及毛皮業													3,698
40	木竹及家具業													1,349
41	紙漿、紙及紙製品業	454,256		454,256										36,684
42	印刷業													2,513
43	化學材料製造業	1,223,563		1,223,563										477,829
44	基本化學材料製造業	1,066,828		1,066,828										302,795
45	(基本化學工業)	(39,977)		(39,977)										(28,230)
46	(石油化工原料製造業)	(1,026,851)		(1,026,851)										(274,474)
47	(肥料製造業)													(91)
48	人造纖維製造業	128,973		128,973										32,673
49	樹脂塑膠及橡膠製造業	27,763		27,763										29,482
50	其他化學材料製造業													112,878
51	化學製品製造業	12,955		12,955										18,600
52	橡膠製品製造業													4,109
53	塑膠製品製造業	1,818		1,818										21,183
54	非金屬礦物製品製造業	892,012		892,012										162,094
55	水泥及水泥製品業	865,135		865,135										29,889
56	其他	26,877		26,877										132,204
57	(陶瓷製品製造業)													(17,864)
58	(玻璃及玻璃製品製造業)													(89,742)
59	金屬基本工業	1,759,345			27,956	1			588,748		740,912	322,815	78,914	113,842
60	鋼鐵基本工業	1,759,345			27,956	1			588,748		740,912	322,815	78,914	77,638
61	非鐵金屬基本工業													36,205
62	(鋁業)													(31,080)
63	金屬製品製造業													27,409
64	機械設備製造業													8,448
65	電腦通信及視聽電子產品製造業	10,098		10,098										11,823
66	(電子零組件製造業)													(8,934)
67	運輸工具製造業													18,487
68	精密光學醫療器材及鐘錶製造業													33
69	其他工業製品製造工業													912
70	用水供應及污染整治業													11,940
71	營造業													14,437
72	其他													
73	運輸部門													11,669,888
74	國內航空													68,735
75	公路													11,483,270
76	鐵路													11,818
77	管線運輸													
78	國內水運													106,065
79	其他													
80	農業部門													437,735
81	農牧及林業													67,652
82	漁業													370,083
83	服務業部門													945,270
84	批發及零售業													169,497
85	住宿及餐飲業													235,629
86	運輸服務業													32,408
87	倉儲業													153
88	通信業													7,527
89	金融保險及不動產業													686
90	工商服務業													18,731
91	社會服務及個人服務業													7,267
92	公共行政業													376,055
93	其他													97,317
94	住宅部門													929,619
95	非能源消費	246,700			39,371				207,329					19,220,355
96	工業、轉變及能源部門	246,700			39,371				207,329					19,220,355
97	(石化原料用)													(17,119,722)
98	運輸部門													
99	其他													
	電能與熱能產出													
1	發電量 (千度)	121,036,557		92,247,837		24,987,415					1,408,910	1,942,769	449,626	4,449,497
2	公用發電廠	92,767,238		67,779,822		24,987,415								3,586,105
3	自用發電廠	1,360,521		1,360,521										27,147
4	公用汽電共生廠	1,518,039		1,518,039										5,982
5	自用汽電共生廠	25,390,759		21,589,455							1,408,910	1,942,769	449,626	830,264
6	熱能(公噸)	24,982,263		23,727,086							441,773	651,605	161,798	2,130,512
7	汽電共生廠	24,982,263		23,727,086							441,773	651,605	161,798	2,130,512

14 原油 Crude Oil	15 煉油廠進料 Refinery Feedstocks	16 添加劑/含氧化合物 Additives/ Oxygenates	17 煉油氣 Refinery Gas	18 液化石油氣 LPG	19 (丙烷混合氣) (Propane Air)	20 天然汽油 Natural Gasoline	21 石油腦 Naphthas	22 車用汽油 Motor Gasoline	23 (無鉛汽油) (Unleaded Gasoline)	24 航空汽油 Aviation Gasoline	25 航空燃油-汽油型 Jet Fuel-Gasoline Type	26 航空燃油-煤油型 Jet Fuel-Kerosene Type	27 煤油 Kerosene	28 柴油 Diesel Oil
1,681	93,657													
42,492,492		290,213		920,437			9,658,114	158,887	(158,887)			73,060		39,905
		686,439					161,971	3,392,992	(3,392,992)			888,898		8,533,299
														136,403
												1,808,782		
-3,853	-2,000	-155,467	-0	1,207			-58,207	3,222	(3,222)			-43,469	-354	-104,478
42,498,026	95,657	-240,759	0	919,229			9,554,350	-3,237,327	(-3,237,327)			-2,581,152	354	-8,525,319
				146,088			1,938,473	125,702	(125,702)			13,053		115,737
-83,100	0			5,300			67,258	-75,803	(-75,803)			525,514	1	-312,980
42,581,125	95,657	290,213	195,248	4,087										62,086
42,581,125	95,657	290,213												
														60,260
														215
														273
			195,248	4,087										1,338
		573,999	2,427,467	1,258,287			9,184,269	10,820,065	(10,820,065)			3,362,272	4,306	13,377,050
		573,999	2,427,467	1,153,101			9,184,269	8,667,044	(8,667,044)			3,362,272	4,306	13,327,822
				105,187				2,153,021	(2,153,021)					49,228
			2,097,615	187,946				2,992	(2,992)				3	29,000
			2,097,615	187,946				1,693	(1,693)				3	28,840
								1,285	(1,285)					
								0						151
								14	(14)					9
		43,027	134,604	1,834,094			16,732,888	7,529,848	(7,529,848)			242,554	4,656	4,957,886
			134,604	1,447,261				7,529,848	(7,529,848)			242,554	4,656	4,957,886
			134,604	272,607				4,259	(4,259)			3,075		100,912
				2,132										2,112
				19,219				59	(59)					12,428
				9,527				4	(4)					459
				2,025										
				304				6	(6)					12
				2,043				36	(36)					468
				2,300				6	(6)					83
			134,604	151,273				6	(6)			55		46,069
			134,478	37,238										44,495
				(21,193)										
			(134,478)	(16,044)										(44,495)
			126											69
				1,158				6	(6)			55		1,505
				112,878										
				8,635				5	(5)			60		1,501
				2,277				9	(9)					24
				9,495				16	(16)			1		487
				7,843				19	(19)					11,380
				109				14	(14)					10,217
				7,734				5	(5)					1,164
				(5,958)										(309)
				(1,776)				(5)	(5)					(789)
				17,703				228	(228)			6		4,929
				9,851				228	(228)			6		4,929
				7,852										
				(7,844)										
				20,382				1	(1)			20		480
				3,936				131	(131)			2,374		168
				3,421				209	(209)					4,911
				(1,740)				(27)	(27)					(4,893)
				9,704				3,012	(3,012)			556		1,958
				33										
				11				23	(23)					13
								348	(348)					1,911
				345				139	(139)			3		11,521
				9,530				7,483,248	(7,483,248)			68,735		4,059,453
												68,735		
				9,530				7,483,248	(7,483,248)					3,990,491
														11,818
														57,144
								8,115	(8,115)			160		410,222
								8,115	(8,115)					58,032
												160		352,190
				235,505				34,226	(34,226)			170,584	4,656	387,298
				7										108,361
				231,723				117	(117)				1,590	547
				765				505	(505)				3,065	24,094
														153
								5,821	(5,821)					1,706
								532	(532)					151
				76				7,634	(7,634)					10,792
				259				633	(633)					4,853
				2				18,728	(18,728)			170,584		186,229
				2,673				257	(257)					50,413
				929,619										
		43,027		386,833			16,732,888							
		43,027		386,833			16,732,888							
				(386,833)			(16,732,888)							
			677,942											263,618
														241,971
														16,673
														840
			677,942											4,134
			1,293,934	244,426										3,659
			1,293,934	244,426										3,659

29 燃料油 Fuel Oil	30 白精油 White Spirits	31 潤滑油 Lubricants	32 柏油 Asphalts	33 溶劑油 Solvents	34 石蠟 Paraffin Waxes	35 石油焦 Petroleum Coke	36 其他石油產品 Other Petroleum Products	37 天然氣 Natural Gas C38 ~ C39	38 (自產)天然氣 (Indigenous) Natural Gas	39 (進口)液化天然氣 (Imported) LNG	40 生質能及廢棄物 Biomass and Waste C41 + C45	41 生質能 Biomasss C42 ~ C44	42 固態生質能 Solid Biomass	43 液態生質能 Liquid Biomass
								76,641	76,641		1,532,073	169,678	154,132	6
833,888		284,289	101,654	88,926	30,167	27,208	60,397	24,056,078		24,056,078	38	38		38
1,562,795	38	585,239	221,421	42,888	1,810	505,683	92,351							
1,264,450														
32,363	-383	-5,753	2,501	1,494	-0	1,019	109,824	54,058	144,132	-90,074	-0	-0		-0
-2,025,719	345	-295,198	-122,268	44,544	28,357	-479,495	-141,778	24,078,660	-67,492	24,146,152	1,532,111	169,716	154,132	44
306,700	57	811		544			551	25,892,918		25,892,918	42	42		42
-488,919								54,427	575	53,851	0	0	0	0
900,015							874	19,016,787	1,269	19,015,518	1,108,389	41,782	26,678	
								54,684		54,684				
829,750								18,768,145		18,768,145				
2,831											15,104	15,104		
1,520								31,046		31,046	50,921	396	396	
65,913							874	162,913	1,269	161,644	1,042,363	26,281	26,281	
3,547,815	340	789,400	535,977	48,528		888,461	1,169,107	26,155,479	1,747,774	24,407,705				
3,547,815	340	789,400	535,977	48,528		888,461	1,119,042							
							50,066	26,155,479	1,747,774	24,407,705				
98,832						393,384	2,570	521,674	17,557	504,116				
95,549						393,384	2,570	520,547	17,427	503,120				
								48	48					
3,283								996		996				
								83	83	0				
705,468	628	493,391	413,709	92,528	28,357	15,582	1,023,334	4,748,334	1,660,881	3,087,453	423,680	127,892	127,454	2
705,468							9,923	4,748,334	1,660,881	3,087,453	423,680	127,892	127,454	2
524,307							9,923	3,577,024	667,542	2,909,482	423,678	127,890	127,454	
2,239														
20,010								287,291	59,334	227,957	19,054	19,054	19,054	
46,108								193,252	72,708	120,544				
1,673								9,064	1,262	7,802				
1,027								4,558	1,839	2,719				
34,137								53,438	14,176	39,262	157,344	108,390	108,390	
125								5,850	2,245	3,605				
145,822								953,517	97,207	856,310	495	446	10	
86,584								611,511	16,087	595,425	436	436		
(7,036)								(195,492)	(8,314)	(187,178)				
(79,456)								(411,224)	(4,826)	(406,399)	(436)	(436)		
(91)								(4,794)	(2,947)	(1,848)				
32,478								61,366	31,379	29,987	10	10	10	
26,759								264,393	45,179	219,214	50			
								16,247	4,564	11,683				
8,399								86,457	31,433	55,025				
1,800								68,856	10,175	58,681				
11,185								189,703	29,888	159,815				
142,851								298,453	144,513	153,940				
19,550								12,867	5,034	7,833				
123,301								285,586	139,479	146,106				
(11,597)								(133,662)	(104,915)	(28,747)				
(87,171)								(115,106)	(28,537)	(86,569)				
81,053							9,923	582,860	31,800	551,061				
52,699							9,923	498,095	20,081	478,014				
28,353								84,766	11,719	73,047				
(23,236)								(59,453)	(4,763)	(54,690)				
6,526								260,558	21,993	238,565				
1,839								11,485	7,192	4,293				
3,281								338,071	116,910	221,161				
(2,274)								(258,302)	(114,095)	(144,207)				
3,256								39,114	17,975	21,139				
								63	32	31				
865								180,598	5,751	174,847				
9,681								10,342		10,342	246,785			
2,429								129	55	74				
								3,365	1,054	2,311				
48,921											2	2		2
-0											2	2		2
48,921														
19,238								3,932		3,932				
1,505								3,932		3,932				
17,733														
113,002								396,809	289,432	107,377				
61,129								27,207	24,965	2,242				
1,652								235,436	168,129	67,307				
3,979								1,323	1,228	95				
								72	72					
								104	104					
3								1,530	1,515	15				
229								8,229	7,576	652				
1,522								54,710	38,891	15,819				
514								14,139	9,184	4,956				
43,974								54,058	37,768	16,291				
								770,569	703,906	66,663				
	628	493,391	413,709	92,528	28,357	15,582	1,013,411							
	628	493,391	413,709	92,528	28,357	15,582	1,013,411							
3,504,573							3,364	112,005,936	19,254	111,986,681	3,763,340	158,212	118,278	
3,344,134								111,060,029		111,060,029				
10,474											66,759	39,169		
5,142								100,472		100,472	148,115	1,199	1,199	
144,823							3,364	845,435	19,254	826,180	3,548,467	117,844	117,080	
586,298							2,193	427,351		427,351	788,215	25,582	25,582	
586,298							2,193	427,351		427,351	788,215	25,582	25,582	

44 氣態生質能 Biogas	45 廢棄物 Waste	46 核能 Nuclear	47 水力 Hydro	48 地熱 Geothermal	49 太陽光電 Solar PV	50 風力 Wind	51 電力 Electricity	52 太陽熱能 Solar Thermal	53 熱能 Heat	54 總計 Total C1+C13+C37+C40 +C46 ~ C53		Item
15,540	1,362,395		501,939	21,507	918,221	304,703				3,450,422	1	Indigenous Production
		6,190,507								122,765,690	2 +	Import
										16,712,345	3 -	Exports
										1,400,852	4 -	International Marine Bunkers
										1,808,782	5 -	International Civil Aviation
										276,820	6 -	Stock Changes
15,540	1,362,395	6,190,507	501,939	21,507	918,221	304,703				106,017,313	7 =	Total Primary Energy Supply
										28,540,676	8 -	Transfers(Intput)
	-0						-78,552			715,574	9 -	Statistical Differences
15,104	1,066,607	6,190,507	765,288	21,507	918,221	304,703				109,410,898	10 -	Transformation Input
										5,415,083	11	Coke Ovens
										4,485,802	12	Blast Furnaces
										43,021,679	13	Petroleum Refineries
											14	Petrochemical Industry
		6,190,507	764,773	19,625	196,976	304,146				46,596,351	15	Public Electricity Plants
15,104			515	1,882	721,245	557				928,808	16	Autoproducer Electricity Plants
	50,525									508,214	17	Public Cogeneration Plants
0	1,016,082									8,454,960	18	Autoproducer Cogeneration Plants
			263,349				24,781,236		2,136,275	108,386,834	19 +	Transformation Output Total
			263,349				24,781,236		2,136,275	79,873,853	20	Transformation Output
										28,512,980	21	Transfers(Output)
							1,632,983		496,370	6,535,353	22 -	Energy Sector Own Use
											23	Coal Mines
										513,689	24	Coke Ovens
										558,294	25	Blast Furnaces
							4,000			4,000	26	Oil and Gas Extraction
							264,274		437,457	4,029,878	27	Petroleum Refineries
							862,633			863,966	28	Electricity Plants
							315,821			315,821	29	Electricity to Pump Up
							143,281		58,913	206,625	30	Cogeneration Plants
							42,975			43,080	31	Gas Companies
							826,882			920,122	32 -	Losses
436	295,789						22,399,923		1,639,905	68,281,523	33 =	Total Final Consumption
436	295,789						22,399,923		1,639,905	48,814,468	34	Energy Consumption
436	295,789						13,492,409		1,639,809	24,753,032	35	Industrial Sector
							23,672			30,155	36	Mining and Quarrying(excluding coal,oil and gas)
							407,628		10,402	782,869	37	Food, Beverage and Tobacco
							405,567		48,840	913,358	38	Textile,Wearing Apparel and Accessories
							12,611			25,373	39	Leather and Fur
							32,866			38,773	40	Wood, Bamboo and Furniture
	48,954						303,170		7,193	1,012,085	41	Pulp, Paper and Paper Products
							45,012			53,375	42	Printing
436	50						2,596,839		1,461,811	6,714,054	43	Chemical Materials
436							1,922,950		1,361,074	5,265,594	44	Basic Chemical Materials
							(586,241)		(281,993)	(1,131,933)	45	(Basic Industrial Chemicals)
(436)							(1,322,114)		(1,079,081)	(4,114,180)	46	(Petrochemical Materials)
							(14,595)			(19,481)	47	(Chemical Fertilizers)
							260,736		73,239	556,997	48	Artificial Fibers
	50						291,494		485	613,667	49	Resin, Plastics and Rubber
							121,659		27,012	277,796	50	Other Chemical Materials
							114,486		13,306	245,805	51	Chemical Products
							85,816			158,782	52	Rubber Products
							462,385		56,957	732,046	53	Plastic Products
							478,663			1,831,221	54	Non-metallic Mineral Products
							163,324			1,071,215	55	Cement and Cement Products
							315,339			760,006	56	Others
							(35,629)			(187,155)	57	(Pottery, China and Earthware)
							(230,910)			(435,759)	58	(Glass and Glass Products)
							1,561,133		8,479	4,025,659	59	Basic Metal Industries
							1,371,441		4,517	3,711,035	60	Iron and Steel
							189,692		3,962	314,624	61	Others
							(71,369)		(3,962)	(165,863)	62	(Aluminum)
							606,409		1,185	895,561	63	Fabricated Metal Products
							244,798			264,732	64	Machinery and Equipments
							5,340,847		31,454	5,732,291	65	Electrical and Electronic Machinery
							(4,954,112)		(31,454)	(5,252,802)	66	(Electronic Parts)
							242,354			299,955	67	Transport Equipments
							99,732			99,828	68	Precision Instruments
							104,261		183	285,955	69	Miscellaneous Industries
	246,785						224,982			494,049	70	Water Supply and Remediation Activities
							99,175			113,742	71	Construction
										3,365	72	Non-Specified
							144,343			11,814,234	73	Transport Sector
										68,735	74	Domestic Air
							16,140			11,499,412	75	Road
							125,979			137,797	76	Rail
							2,225			2,225	77	Pipeline Transport
										106,065	78	Internal Navigation
											79	Non-Specified
							280,571			722,238	80	Agriculture Sector
							193,274			264,858	81	Agriculture, Animal Husbandry and Forestry
							87,297			457,379	82	Fishing and Aquaculture
							4,098,186		96	5,440,361	83	Service Sector
							986,838			1,183,543	84	Wholesale and Retail
							645,267		96	1,116,428	85	Hotels and Restaurants
							170,750			204,481	86	Transport Services
							110,502			110,727	87	Storage and Warehousing
							226,266			233,898	88	Communication
							188,750			190,965	89	Finance, Insurance and Real Estate
							152,668			179,628	90	Business Services
							818,116			880,093	91	Social and Personal Services
							391,151			781,345	92	Public Administration
							407,877			559,252	93	Activities Not Adequately Defined
							4,384,414			6,084,603	94	Residential Sector
										19,467,055	95	Non-Energy Use
										19,467,055	96	in Industry/Transf./Energy
										(17,119,722)	97	(Feedstocks)
											98	in Transport
											99	in Other Sectors
												Electricity and Heat Output
39,933	3,605,128	23,754,824	8,898,696	25,008	10,676,988	3,543,061				288,153,906	1	Electricity Generated (MWh)
		23,754,824	8,892,710	22,819	2,290,413	3,536,583				245,910,721	2	Public Electricity Plants
39,169	27,589		5,986	2,188	8,386,575	6,478				9,855,653	3	Autoproducer Electricity Plants
	146,916									1,772,607	4	Public Cogeneration Plants
764	3,430,623									30,614,925	5	Autoproducer Cogeneration Plants
	762,633									28,328,341	6	Heat Generated (MT)
	762,633									28,328,341	7	Cogeneration Plants

附件 3

我國能源部門燃料燃燒二氧化碳排放指標

年度	CO_2 排放量		碳排放密集度		人均排放	
	萬公噸	成長率(%)	公斤 CO_2/元	成長率(%)	公噸 CO_2/人	成長率(%)
1990	10,947	-	0.02121	-	5.41	-
1991	11,844	8.20	0.02118	-0.16	5.79	7.01
1992	12,606	6.43	0.02081	-1.74	6.10	5.41
1993	13,521	7.26	0.02090	0.41	6.49	6.26
1994	14,310	5.84	0.02057	-1.55	6.80	4.90
1995	15,081	5.39	0.02036	-1.04	7.11	4.49
1996	15,858	5.15	0.02016	-0.97	7.41	4.30
1997	17,084	7.73	0.02048	1.58	7.92	6.78
1998	18,152	6.25	0.02088	1.97	8.34	5.28
1999	19,045	4.92	0.02053	-1.70	8.68	4.08
2000	20,872	9.60	0.02116	3.09	9.43	8.74
2001	21,255	1.84	0.02186	3.28	9.54	1.14
2002	22,012	3.56	0.02146	-1.82	9.81	2.86
2003	22,984	4.41	0.02150	0.18	10.19	3.80
2004	23,993	4.39	0.02098	-2.40	10.59	4.00
2005	24,796	3.35	0.02058	-1.93	10.91	2.97
2006	25,533	2.97	0.02003	-2.64	11.19	2.55
2007	25,921	1.52	0.01903	-4.99	11.31	1.11
2008	24,754	-4.51	0.01803	-5.26	10.76	-4.84
2009	23,587	-4.71	0.01746	-3.15	10.22	-5.05
2010	25,171	6.72	0.01690	-3.20	10.88	6.43
2011	25,710	2.14	0.01665	-1.48	11.08	1.91
2012	25,320	-1.52	0.01605	-3.66	10.88	-1.84
2013	25,411	0.36	0.01571	-2.07	10.89	0.04
2014	25,848	1.72	0.01526	-2.86	11.04	1.46
2015	25,848	0.00	0.01504	-1.45	11.02	-0.25
2016	26,298	1.74	0.01498	-0.41	11.18	1.51
2017	26,946	2.46	0.01486	-0.82	11.44	2.29
2018	26,746	-0.74	0.01435	-3.43	11.34	-0.85
2019	25,908	-3.13	0.01348	-6.01	10.98	-3.20
2020	25,769	-0.54	0.01297	-3.79	10.93	-0.48
2021	26,728	3.72	0.01262	-2.72	11.39	4.22
2022	25,827	-3.37	0.01189	-5.81	11.08	-2.76
2023	25,065	-2.95	0.01139	-4.18	10.74	-3.04
年均成長率(%)						
2023 相較 2005	**1.09**		**-44.64**		**-1.57**	
2023 相較 2017	**-6.28**		**-20.61**		**-5.33**	
2023 相較 2022	**-2.95**		**-4.18**		**-3.04**	

註：本表排放指標係依據燃料燃燒二氧化碳排放量計算，未包括其他溫室氣體。

資料來源：經濟部能源署，2023 年燃料燃燒之二氧化碳排放量統計與分析，2024 年 8 月。

附件 4

歷年各部門燃料燃燒二氧化碳排放量（含間接排放）

單位：千公噸二氧化碳當量

年度	能源部門	工業部門	運輸部門	農業部門	服務業部門	住宅部門	總排放量
1990	15,569	50,485	19,729	3,601	9,414	10,667	109,465
1991	16,025	55,082	20,975	3,465	10,733	12,163	118,443
1992	15,742	58,902	24,138	3,405	10,966	12,906	126,058
1993	17,213	61,829	26,212	3,533	12,062	14,357	135,206
1994	19,122	64,214	27,645	3,586	13,509	15,028	143,103
1995	20,194	67,413	28,929	3,730	14,128	16,416	150,810
1996	21,152	70,273	29,920	3,843	15,749	17,641	158,579
1997	23,959	77,213	30,703	3,589	16,824	18,548	170,835
1998	25,615	80,660	32,035	3,079	18,624	21,507	181,518
1999	26,055	86,612	32,982	3,138	19,604	22,055	190,446
2000	28,541	97,283	33,452	3,576	21,935	23,936	208,724
2001	29,659	98,215	33,509	3,661	23,031	24,478	212,554
2002	29,296	102,966	34,799	3,718	24,112	25,234	220,123
2003	30,969	106,769	34,768	4,169	26,275	26,891	229,841
2004	32,735	112,782	36,144	4,355	27,055	26,859	239,929
2005	35,233	114,369	37,157	4,003	28,577	28,618	247,956
2006	36,815	119,780	37,103	3,102	29,750	28,781	255,330
2007	37,617	124,555	35,904	2,546	29,600	28,994	259,215
2008	34,128	118,534	33,847	2,980	29,429	28,619	247,537
2009	32,871	109,860	34,162	2,563	28,115	28,295	235,868
2010	34,734	122,639	35,288	2,503	28,601	27,943	251,708
2011	35,081	127,001	35,770	2,574	28,251	28,420	257,097
2012	34,627	125,706	34,956	2,687	27,754	27,471	253,201
2013	34,372	127,630	34,893	2,696	27,513	27,005	254,109
2014	37,286	127,370	35,375	2,805	27,910	27,734	258,480
2015	37,149	125,756	36,241	2,812	28,581	27,936	258,475
2016	37,282	127,008	37,336	2,817	29,022	29,518	262,982
2017	37,866	130,626	37,026	2,876	30,410	30,657	269,461
2018	37,963	132,865	36,008	3,085	28,544	28,994	267,458
2019	37,525	127,041	36,239	3,061	27,214	28,004	259,083
2020	36,197	125,933	36,506	2,966	26,785	29,307	257,693
2021	37,045	135,192	34,682	2,993	26,612	30,755	267,281
2022	36,641	126,752	35,514	2,977	27,076	29,311	258,271
2023	33,845	120,779	35,535	3,154	27,726	29,610	250,651

註：本表僅為燃料燃燒二氧化碳排放統計結果，不包含燃料燃燒甲烷、氧化亞氮排放與生質能燃燒溫室氣體排放。

資料來源：經濟部能源署，2023年燃料燃燒之二氧化碳排放量統計與分析，2024年8月。

歷年各部門燃料燃燒甲烷排放量（含間接排放）

單位：千公噸二氧化碳當量

年度	能源部門	工業部門	運輸部門	農業部門	服務業部門	住宅部門	總排放量
1990	8	63	170	11	17	14	284
1991	8	68	183	11	18	15	303
1992	8	72	209	10	16	15	331
1993	9	74	226	11	15	16	350
1994	10	77	242	11	18	17	374
1995	11	82	256	11	17	19	396
1996	11	86	268	11	20	20	417
1997	12	93	275	10	19	21	430
1998	13	98	288	8	22	23	453
1999	15	113	298	9	24	25	485
2000	17	128	303	10	26	27	511
2001	18	140	305	10	28	28	529
2002	18	143	312	10	30	29	541
2003	20	149	321	12	34	32	568
2004	21	155	331	12	35	31	585
2005	22	156	340	11	35	32	596
2006	22	162	334	7	37	32	594
2007	22	164	325	5	37	33	587
2008	20	158	309	7	38	33	565
2009	19	149	315	6	36	32	556
2010	19	162	319	5	36	32	572
2011	18	170	323	6	34	32	582
2012	18	167	318	6	34	31	574
2013	17	169	318	6	34	31	576
2014	19	167	320	6	34	31	577
2015	19	168	328	6	36	32	589
2016	18	167	338	6	35	33	597
2017	19	163	331	6	35	33	587
2018	18	155	321	7	33	32	567
2019	18	151	322	7	33	31	563
2020	17	150	325	6	32	32	564
2021	17	155	302	6	32	32	544
2022	16	157	310	6	27	26	542
2023	14	153	311	7	28	26	539

資料來源：經濟部能源署，2023年燃料燃燒之二氧化碳排放量統計與分析，2024年8月。

歷年各部門燃料燃燒氧化亞氮排放量（含間接排放）

單位：千公噸二氧化碳當量

年度	能源部門	工業部門	運輸部門	農業部門	服務業部門	住宅部門	總排放量
1990	25	138	259	8	26	23	478
1991	25	151	275	8	30	26	516
1992	27	170	315	8	33	30	583
1993	31	176	340	9	37	35	628
1994	35	18	357	9	41	37	664
1995	38	194	372	9	43	41	698
1996	43	211	381	10	51	48	743
1997	46	232	390	9	56	51	785
1998	51	247	406	8	61	61	834
1999	57	275	418	8	66	63	888
2000	69	316	424	10	76	72	966
2001	74	339	423	10	81	77	1,004
2002	76	354	442	10	88	82	1,051
2003	85	380	441	12	98	91	1,107
2004	87	402	457	12	99	89	1,147
2005	82	422	470	11	104	95	1,184
2006	88	441	470	9	108	96	1,213
2007	91	459	454	8	108	98	1,218
2008	82	443	428	9	107	95	1,164
2009	82	418	430	8	102	95	1,135
2010	80	448	446	8	99	90	1,170
2011	79	461	453	8	98	91	1,168
2012	77	457	445	8	97	88	1,170
2013	71	463	444	8	95	86	1,166
2014	76	456	449	8	94	87	1,169
2015	75	446	459	8	94	86	1,168
2016	74	445	471	8	96	91	1,185
2017	78	451	466	8	98	93	1,194
2018	78	456	456	9	93	89	1,181
2019	75	439	460	9	89	87	1,159
2020	74	432	463	9	85	89	1,152
2021	72	450	440	8	83	92	1,145
2022	69	434	449	8	78	80	1,117
2023	64	420	447	8	81	82	1,102

資料來源：經濟部能源署，2023年燃料燃燒之二氧化碳排放量統計與分析，2024年8月。

歷年各部門生質能燃燒二氧化碳排放量（含間接排放）

單位：千公噸二氧化碳當量

年度	能源部門	工業部門	運輸部門	農業部門	服務業部門	住宅部門	總排放量
1990	17	93	0	3	30	35	179
1991	21	120	0	4	40	44	229
1992	32	215	1	6	64	68	386
1993	32	205	1	6	64	67	375
1994	51	312	1	8	94	95	561
1995	78	486	1	12	148	150	876
1996	94	582	2	15	177	182	1,051
1997	122	1,279	3	19	243	233	1,899
1998	132	1,433	3	17	264	279	2,129
1999	194	1,934	5	27	400	405	2,965
2000	190	1,996	5	26	103	399	3,020
2001	258	2,410	6	32	514	509	3,729
2002	237	2,538	6	30	499	487	3,797
2003	326	3,109	8	41	677	663	4,824
2004	341	3,421	9	45	753	713	5,283
2005	346	3,525	10	44	780	749	5,454
2006	359	3,684	13	46	805	750	5,658
2007	361	3,729	19	46	789	745	5,689
2008	328	3,633	57	48	764	712	5,542
2009	305	3,237	83	48	714	690	5,078
2010	291	3,548	112	48	707	661	5,367
2011	282	3,411	140	51	685	654	5,222
2012	304	3,620	196	61	757	702	5,641
2013	305	3,744	223	65	769	714	5,820
2014	303	3,767	116	54	737	708	5,685
2015	314	3,871	88	54	784	741	5,852
2016	328	4,003	46	52	831	819	6,078
2017	318	3,781	34	49	775	763	5,721
2018	306	3,781	25	47	750	746	5,655
2019	322	3,836	26	50	767	775	5,776
2020	310	3,855	25	53	741	804	5,788
2021	277	3,804	23	49	669	774	5,597
2022	268	3,610	24	46	673	719	5,340
2023	294	3,461	30	52	770	820	5,427

資料來源：經濟部能源署，2023年燃料燃燒之二氧化碳排放量統計與分析，2024年8月。

中華民國2025年

國家溫室氣體排放

清冊報告

環境部
Ministry of Environment

廣告