

第一章 簡介

- 1.1 國家溫室氣體清冊背景資訊
- 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 (QUALITY ASSURANCE, QA) 及品質控制 (QUALITY CONTROL, QC) 計畫資訊
- 1.7 一般不確定性
- 1.8 完整性概要評估
- 1.9 溫室氣體關鍵排放源與趨勢分析

第一章 簡介

1.1 國家溫室氣體清冊背景資訊

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 7 條規範，締約方有義務提交有關因應氣候變化相關進展之資訊，供 UNFCCC 締約方會議檢視，中華民國（臺灣，以下簡稱臺灣）雖然不是 UNFCCC 締約方，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清冊，估算溫室氣體排放量與吸收量，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。臺灣依據聯合國氣候變化政府間專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）於 1997 年出版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）^[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）編製國家溫室氣體清冊。清冊編製係基於臺灣的實際情況，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清冊統計，臺灣溫室氣體排放趨勢，將有利於溫室氣體統計工作的持續進行，並能藉此向國際或臺灣各界介紹我國溫室氣體統計工作，期能獲得各方建議，不斷提昇我國溫室氣體清冊的品質。

1.2 清冊準備之組織制度安排

臺灣溫室氣體清冊準備工作之負責部會為行政院環境保護署，由其溫室氣體減量管理室執行各部門溫室氣體排放與吸收統計彙整、更新、維護、及管理溫室氣體清冊資料庫；而負責相關活動數據的權責部會，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. 經濟部能源局：能源部門溫室氣體排放統計。
2. 經濟部工業局：工業製程部門溫室氣體排放統計。
3. 行政院農業委員會：農業部門及土地利用與林業部門溫室氣體排放源及吸收匯統計。
4. 行政院環境保護署：廢棄物部門溫室氣體排放統計，彙整整體國家溫室氣體清冊。

1 IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories.

2 IPCC (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories.

3 IPCC (2003). Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry.

此外，行政院環境保護署於 2012 年底成立「國家溫室氣體清冊審議會」，作為臺灣推動國家溫室氣體清冊統計任務，及進行審議的單位。

1.3 清冊準備流程

臺灣國家溫室氣體清冊準備流程，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，資料來源包括行政院環境保護署、農業委員會，與經濟部能源局等相關部會，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排放數據。

權責部會統計各部門溫室氣體清冊後，邀集各部會專家學者所建置的溫室氣體清冊審議小組，審視數據的正確性，並提供改善建議，經由部會修改後，再提送至國家溫室氣體清冊審議會進行審議，最終由行政院環境保護署提報至行政院國家永續發展委員會，進行最後確認通過後，即為臺灣正式之溫室氣體清冊；其中行政院國家永續發展委員會為目前我國因應 UNFCCC 最高指導機關。

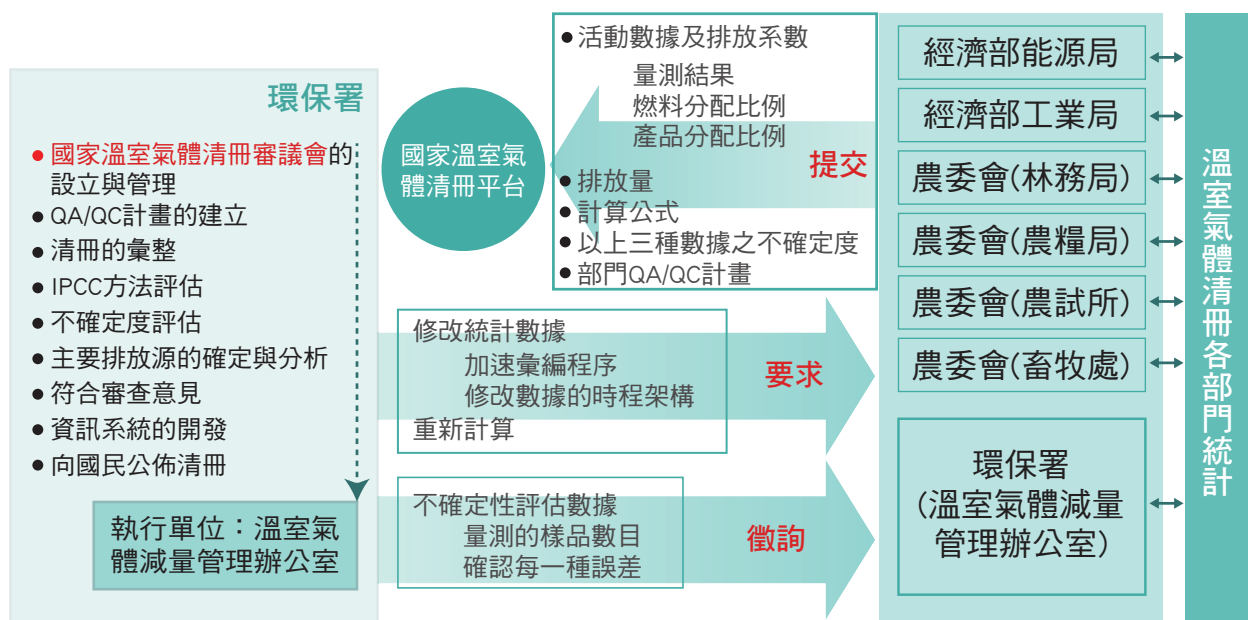


圖 1.3.1 臺灣國家溫室氣體清冊準備程序

目前臺灣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，完備各相關部會執行相關官方數據的統計與更新流程，期能持續改善溫室氣體清的統計數據品質。

1.4 方法與資料來源

臺灣溫室氣體清冊主要是依照 UNFCCC 委託 IPCC 所制定的 1996 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 IPCC 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，即成為臺灣溫室氣體清冊資料庫。以下簡述溫室氣體清冊之資料來源。

1. 能源部門

能源部門分類及燃料分類係與 1996 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，方法一（Tier 1）為利用國家燃料燃燒活動數據為基礎，依 IPCC 建議排放係數，計算該國之二氧化碳排放量；方法二（Tier 2）為利用國家燃料燃燒活動數據為基礎，以各國本土排放係數，計算該國之二氧化碳排放量；方法三（Tier 3）則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排放量，以；二氧化碳的計算方式係依據 1996 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，因此並未列於第一級方法中。臺灣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局公布之能源平衡表。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 1996 IPCC 指南之預設值（Default Value）。

2. 工業製程部門

臺灣工業製程部門中各行業 / 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；若無政府公告資料，則以產業公會統計資料替代，或採用向業者進行實際調查統計結果。2000 年至 2012 年半導體業、薄膜電晶體液晶顯示器業及冷凍冷藏空調設備等排放係數主要參考 2006 IPCC 指南提供之預設係數，或由產業以量測方法所建立的排放係數進行計算。此外，電力事業與鎂合金產業的含氟氣體排放量自 2005 年後才有完整數據得以列入統計。

3. 農業部門

臺灣農業部門之統計數據於 1990 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，改引用行政院農業委員會編印的農業統計年報。至於排放係數以有研究報告之本土值為主，缺乏者則使用 1996 IPCC 指南之建議值。

4. 土地利用變化及林業部門

在估算林業部門溫室氣體時，由於臺灣森林資源及土地利用調查與林業統計資料不盡完整，因此僅依據 1996 IPCC 指南原則，以目前臺灣可取得及歸納之資料進行分類計算。相關係數則以臺灣的研究數值為主，如果臺灣無此數值，就使用 1996 IPCC 指南預設值。土壤部分則因為臺灣尚在進行土壤分類及估算過程，目前資料不足而無法完成統計工作。

5. 廢棄物部門

廢棄物部門統計溫室氣體排放時，所引用的固體廢棄物掩埋處理、廢水、廢棄物焚化及其他廢棄物管理之活動數據，係來自政府官方統計的環境統計年報、沼氣回收資料焚化爐資料、水污染源管制資料管理系統、事業廢棄物管制資訊網、下水道普及率及糧食平衡表所產生之排放。

1.5 主要排放源

臺灣溫室氣體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，以下說明臺灣溫室氣體排放主要排放源。

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、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航運排放。

2. 工業製程部門

工業製程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。臺灣工業製程部門涉及範圍相當廣泛，包括非金屬製程、化學工業製程、金屬製程、其他製程、鹵烴（包括全氟碳化物與氫氟碳化物）及六氟化硫製造與使用，共計五大類、四十八個行業/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，包括人類所飼養的牲畜類在腸胃發酵作用與糞尿的管理部分，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，與作物殘體燃燒等產生之溫室氣體。而有關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. 土地利用變化及林業部門

由於土地利用變化及林業活動所排放與移除的溫室氣體，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、廢耕地、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、土壤內的有機碳等。

「枯有機質」假設為 0，即投入與損失相抵。土壤部分則因為臺灣尚在進行土壤分類及估算過程，目前資料不足而無法完成統計工作，亦不予以計算。

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。

1.6 品質保證 (Quality Assurance, QA) 及品質控制 (Quality Control, QC) 計畫資訊

品質保證 (Quality Assurance, QA) 及品質控制 (Quality Control, QC) 是國家溫室氣體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 3~7 章中個別陳述。臺灣國家溫室氣體清冊現行的 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理屬性，請參見表 1.6.1。

1.7 一般不確定性

臺灣國家溫室氣體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

表 1.6.1 臺灣國家溫室氣體清冊現行 QA/QC 作法

程序	任務	QA/QC
各權責部會統計階段	<ul style="list-style-type: none"> 按照修訂版 1996 年 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
	<ul style="list-style-type: none"> 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，方由各部會呈送給行政院環境保護署 	QA
國家溫室氣體清冊彙整階段	<ul style="list-style-type: none"> 各部會數據及清冊報告由行政院環境保護署 (溫室氣體減量管理室) 進行核校與檢查，必要時，再由各部會逕行修改 	QC
	<ul style="list-style-type: none"> 國家溫室氣體清冊審議會第一季審議：前一年國家清冊報告 	QA
	<ul style="list-style-type: none"> 國家溫室氣體清冊審議會第二季審議：改善計畫檢討 	QC
	<ul style="list-style-type: none"> 國家溫室氣體清冊審議會第三季審議：國家清冊數據審議 	QC
定稿與公布階段	<ul style="list-style-type: none"> 行政院環境保護署為確保 NIR 內文的正確與一致性，特別規劃國家清冊校稿程序，用以執行 NIR 文字校稿工作 	QC
	<ul style="list-style-type: none"> 行政院環境保護署將國家溫室氣體清冊審議會定稿之國家溫室氣體清冊及其報告，上呈行政院永續會核定，並向國民公布 	QA

部門仍無法整合評估部門排放量及吸收匯的不確定性量化估計值，因此目前亦無法提供整體國家溫室氣體清冊之不確定性量化推估值亦無法提供。

部分部會已經將不確定性管理列為其後續清冊改善計畫的重點，例如能源部門；各部會清冊不確定性評估情況，請參見後續章節的介紹與說明。

1.8 完整性概要評估

臺灣 2014 年國家溫室氣體清冊統計的範疇涵蓋 1996 IPCC 指南部門分類，包括能源部門、工業製程部門、農業部門、土地利用及林業部門、及廢棄物部門等，時間序列涵蓋 1990 至 2012 年，其中僅 1.B.「燃料逸散性排放」、4.E.「草原燃燒」及 5.D.「土壤對二氧化碳的釋放與吸收」等三項應統計而未統計之次部門分

類，估計此部分排放量或吸收量極低，不會對整體國家溫室氣體排放量統計有超過重大性原則之影響；臺灣國家溫室氣體清冊完整性已經相當高，相關概要評估請參見表 1.8.1 所示。

1.9 溫室氣體關鍵排放源與趨勢分析

本排放清冊乃根據 IPCC 清冊良好作法指南之第一級方法以水準評估（Level Assessment）及趨勢評估（Trend Assessment）確定關鍵排放源（關鍵影響因子）。利用第一級方法分析 1990 年和 2012 年臺灣溫室氣體關鍵排放源，瞭解各種排放源對整體國家溫室氣體排放量的影響，結果如表 1.8.2 所示。2012 年的十七個排放源中，包括 1.A.1「能源工業」、1.A.2「製造工業與營建」、1.A.3「運輸」、2.A「礦業（非金屬製程）」、2.C「金屬製程」、1.A.4.b「住宅」等六項排放

表 1.8.1 臺灣國家溫室氣體清冊完整性概要

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 至 2012 年	僅 1.B. 燃料逸散性排放未進行統計
2. 工業製程部門	1990 至 2012 年 (其中含氟氣體統計 1993 至 2012 年) / 含氟氣體基準年自 1995 年起，因此臺灣此部分數據仍屬完整。	僅 2.E. 鹵烴及六氟化硫的生產 (1990 至 1992 年、2005 年至 2012 年) 及 2.F. 鹵烴及六氟化硫的使用未進行統計 (1990 至 2000 年)
4. 農業部門	1990 至 2012 年	僅 4.E. 草原燃燒未進行統計
5. 土地利用變化及林業部門	1990 至 2012 年	僅 5.D. 土壤對二氧化碳的釋放與吸收未進行統計
6. 廢棄物部門	1990 至 2012 年	無未統計之次部門

源累計排放量達 2012 年溫室氣體總排放量的 96.26%，其中四個排放源屬於能源部門燃料燃燒，而 2.A「礦業（非金屬製程）」、2.C「金屬製程」則屬於工業製程部門。由以上分析得知，臺灣前三大排放源皆是使用燃料燃燒所致，排放之溫室氣體種類以二氧化碳為主。

依據 1990 年及 2012 年溫室氣體排放量趨勢估計分析，影響此期間排放量變化的排放源依趨勢估計值百分比排序分別為：1.A.1「能源

工業」、1.A.2「製造工業與營建」、2.A「礦業（非金屬製程）」、1.A.4.c「農林漁牧」、1.A.3「運輸」、4.D「農業土壤」、1.A.4.a「商業（服務業）」、1.A.4.b「住宅」、2.F「鹵烴及 SF6 的使用」、6.B「廢水處理」、4.C「水稻種植」、4.A「牲畜腸胃道發酵」、2.B「化學工業」、2.C「金屬製程」。其中 4.D「農業土壤」、1.A.4.c「農林漁牧」、4.A「牲畜腸胃道發酵」、4.C「水稻種植」、2.B「化學工業」屬於排放量減

表 1.8.2 臺灣 2012 年溫室氣體清冊關鍵排放源分析

溫室氣體排放源匯類別	1990 年	2012 年	2012 年排放貢獻			關鍵源	
	GHG 排放量 (Gg CO ₂ eq.)		水平估計 (%)	累計水平估計 (%)	趨勢估計 (%)	水平估計	趨勢估計
1.A.1 能源工業	48,710	160,185	59.18	59.18	47.58	v	v
1.A.2 製造工業與營建	29,186	40,261	14.87	74.05	13.10	v	v
1.A.3 運輸	19,582	34,397	12.71	86.76	3.27	v	v
2.A 礦業 (非金屬製程)	8,644	9,110	3.37	90.13	5.98	v	v
2.C 金屬製程	3,933	7,890	2.91	93.04	0.08	v	v
1.A.4.b 住宅	4,004	4,768	1.76	94.80	2.36	v	v
1.A.4.a 商業 (服務業)	3,599	3,941	1.46	96.26	2.38		v
2.F 鹵烴及 SF6 的使用	NE	3,118	1.15	97.41	2.33		v
4.D 農業土壤	3,113	2,584	0.95	98.36	2.67		v
6.B 廢水處理	1,603	1,725	0.64	99.00	1.08		v
1.A.4.c 農林漁牧	2,927	1,034	0.38	99.38	3.56		v
4.A 牲畜腸胃道發酵	576	501	0.19	99.57	0.48		v
4.C 水稻種植	806	453	0.17	99.74	0.85		v
2.B 化學工業	268	256	0.09	99.83	0.20		v
4.B 畜牧糞尿處理	223	218	0.08	99.91	0.17		
6.A 垃圾掩埋場	9,456	143	0.05	99.96	13.88		
6.C 廢棄物焚化	14	43	0.02	99.98	0.01		
6.D 其他	20	43	0.02	100.00	0.00		
4.F 作物殘體燃燒	16	7	0.00	100.00	0.02		
2.D 其他工業生產	2	2	0.00	100.00	0.00		

說明：NE（未估計），指對現有源排放量和匯清除量沒有估計

少之排放源；而 1.A.1「能源工業」、1.A.2「製造工業與營建」、2.A「礦業（非金屬製程）」、1.A.3「運輸」、1.A.4.a「商業（服務業）」、1.A.4.b「住宅」、2.F「鹵烴及SF₆的使用」、6.B「廢水處理」、2.C「金屬製程」則為「增量」貢獻。

綜合水準評估分析及趨勢評估分析可知，臺灣最主要的關鍵排放源為 1.A.1「能源工業」、1.A.2「製造工業與營建」二項，均為燃料燃燒所導致的溫室氣體排放。

參考文獻

1. IPCC（1997）. Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volumes 2: Greenhouse Gas Inventory Workbook. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A.（Eds）. IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
2. IPCC（2000）. Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. In Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Enmanuel, S., Buendia, L., Hoppaus, R., Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K. and Tanabe, K.（Eds）. IPCC/OECD/IEA/IGES, Hayama, Japan.
3. IPCC（2003）. Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry. In Penman, J., Gytarsky, M., Hiraishi, T., Kruger, D., Pipatti, R., Buendia, L., Miwa, K., Ngara, T., Tanabe, K. and Wagner, F.（Eds）. IPCC/IGES, Hayama, Japan.

