

# 第三章

## 能源部門 (CRF 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 (CRF Sector 1)

## 3.1 部門概述

能源部門包括來自固定性與移動性能源活動，包括燃料燃燒及燃料逸散性排放之所有溫室氣體總排放。自產煤炭已於 2000 年間停產，自產天然氣產量少，以 2021 年而言，其占初級能源供給的比例為 0.08%，逸散性排放量相對燃料燃燒排放占比較低。

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，如表 3.1.1，2021 年能源部門溫室氣體排放總量為 268,940 千公噸二氧化碳當量，排放量相較 1990 年成長 143.31%，年均成長 2.87%；其中，燃料燃燒、燃料逸散排放量分別為 268,649 千公噸二氧化碳當量、291 千公噸二氧化碳當量。能源部門溫室氣體排放不確定性為 3.04%。

## 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包括所有燃料燃燒活動溫室氣體之總排放，其計算方法係依據 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 2021 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、甲烷與氧化亞氮排放量等溫室氣體排放當量。
- (2) 參考方法統計：1990 年至 2021 年初級能源總供給之二氧化碳、甲烷與氧化亞氮排放量等溫室氣體排放當量。

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不包括在本部門排放總量，然仍會於能源部門「燃料燃燒二氧化碳統計與分析」公告文件進行數據揭露。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，應該分開予以計算。

## 2. 方法論議題

### (1) 燃料燃燒二氧化碳排放計算方法與程序

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排放量；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排放量；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排放量，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。

現階段燃料燃燒二氧化碳排放統計係依據 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) × 各燃料燃燒排放係數 (公斤二氧化碳 / 兆焦耳)

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
<b>1.A. 燃料燃燒</b>						
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
<b>1.B. 燃料逸散</b>						
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. T1(IPCC Tier1)；T3(IPCC Tier3)；D(IPCC default)；NE(未調查估計該分類項目)；灰底(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 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1. 能源部門	排放量	110,532	119,527	127,208	136,421	144,371	152,121	159,923	172,215	182,970	191,975	210,747
	不確定性 (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)		110,255	119,291	127,005	136,221	144,176	151,937	159,769	172,076	182,829	191,830	210,608
1.A.1 能源產業		49,287	55,312	58,740	66,201	71,029	76,681	81,566	91,752	100,796	106,202	121,636
1.A.2 製造業與營造業		30,259	32,106	33,541	33,770	34,747	35,929	36,956	39,257	39,496	41,500	44,053
1.A.3 運輸		20,089	21,361	24,573	26,687	28,158	29,468	30,469	31,219	32,557	33,507	33,953
1.A.4 其他部門		10,619	10,512	10,151	9,563	10,243	9,860	10,778	9,848	9,979	10,621	10,966
1.A.4.a. 服務業		3,641	3,549	3,006	2,503	3,034	2,458	3,192	2,495	2,962	3,145	3,222
1.A.4.b. 住宅		4,015	4,248	4,457	4,370	4,472	4,609	4,766	4,863	4,964	5,424	5,368
1.A.4.c. 農林漁牧		2,963	2,715	2,688	2,690	2,737	2,793	2,821	2,490	2,053	2,052	2,375
1.A.5 其他		NE										
1.B. 燃料逸散		277	237	203	200	195	184	154	138	142	145	139
1.B.1 固體燃料		162	138	115	113	98	81	51	34	27	31	28
1.B.2 石油和天然氣		115	98	88	87	97	103	103	104	115	113	111
1.B.3 來自能源產品之其他排放		NE										
1.C. 二氧化碳運輸與儲存		NE										
溫室氣體排放源和吸收匯類別		2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. 能源部門	排放量	214,604	222,262	232,423	241,818	249,855	257,255	261,138	249,380	237,676	253,588	259,018
	不確定性 (%)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)		214,482	222,130	232,264	241,642	249,719	257,123	261,000	249,238	237,535	253,426	258,842
1.A.1 能源產業		126,670	131,012	142,345	149,313	157,019	164,315	170,859	165,136	155,841	166,211	170,578
1.A.2 製造業與營造業		42,600	44,704	42,773	43,380	42,886	44,217	43,514	39,305	36,889	41,569	42,520
1.A.3 運輸		33,993	35,316	35,290	36,667	37,676	37,596	36,216	33,969	34,302	35,434	35,899
1.A.4 其他部門		11,219	11,097	11,855	12,281	12,138	10,996	10,411	10,828	10,504	10,213	9,845
1.A.4.a. 服務業		3,556	3,505	3,973	4,141	4,248	4,294	4,254	4,247	4,285	4,224	3,917
1.A.4.b. 住宅		5,194	5,120	5,055	5,146	5,248	5,046	5,060	5,029	5,043	4,870	4,799
1.A.4.c. 農林漁牧		2,469	2,473	2,828	2,994	2,642	1,656	1,097	1,552	1,175	1,119	1,130
1.A.5 其他		NE										
1.B. 燃料逸散		122	132	159	176	137	133	138	142	141	161	176
1.B.1 固體燃料		NO										
1.B.2 石油和天然氣		122	132	159	176	137	133	138	142	141	161	176
1.B.3 來自能源產品之其他排放		NE										
1.C. 二氧化碳運輸與儲存		NE										
溫室氣體排放源和吸收匯類別		2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1. 能源部門	排放量	255,075	255,987	260,413	260,428	264,977	271,475	269,186	260,764	259,331	268,940	
	不確定性 (%)	-	-	-	-	-	-	3.29	3.16	3.04	3.04	
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)		254,882	255,782	260,199	260,200	264,737	271,221	268,927	260,506	259,061	268,649	
1.A.1 能源產業		169,022	168,951	175,867	175,875	179,255	187,850	189,938	182,030	181,188	190,160	
1.A.2 製造業與營造業		41,195	42,236	39,161	38,279	38,501	36,933	33,641	32,885	31,877	34,496	
1.A.3 運輸		35,062	34,986	35,452	36,311	37,411	37,017	36,003	36,238	36,530	34,673	
1.A.4 其他部門		9,604	9,608	9,719	9,736	9,570	9,420	9,345	9,353	9,466	9,320	
1.A.4.a. 服務業		3,653	3,831	3,947	3,961	3,737	3,797	3,333	3,352	3,516	3,485	
1.A.4.b. 住宅		4,684	4,496	4,422	4,480	4,549	4,413	4,491	4,478	4,617	4,513	
1.A.4.c. 農林漁牧		1,267	1,281	1,351	1,295	1,284	1,210	1,521	1,523	1,333	1,323	
1.A.5 其他		NE										
1.B. 燃料逸散		193	205	214	228	239	255	258	258	270	291	
1.B.1 固體燃料		NO										
1.B.2 石油和天然氣		193	205	214	228	239	255	258	258	270	291	
1.B.3 來自能源產品之其他排放		NE										
1.C. 二氧化碳運輸與儲存		NE										

備註：1. 能源部門歷年皆依能源平衡表資料進行排放量計算，並配合環保署國家溫室氣體排放清冊報告編製需求，僅計算 n-1 年及 n-2 年之不確定性。  
 2.NO，代表我國該分類項目無生產或使用，如停產；  
 3.NE，代表未調查估計該分類項目。



表 3.2.1 能源部門燃料燃燒排放源分類

排放源	範疇定義	排放氣體
1. 能源部門 (Energy)	本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，兩者應該分開計算。	
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。	二氧化碳、 甲烷、氧化 亞氮
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 241 and Class 2431)	
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	(ISIC Group 242 and Class 2432)	
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	(ISIC Division 20)	
1.A.2.d. 紙漿、紙及印刷業	(ISIC Division 17 and 18)	
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	(ISIC Division 10 and 11)	
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。	
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、逸散之排放，在公路行駛的農用交通工具亦包括在內。	二氧化碳、 甲烷、氧化 亞氮
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。	
1.A.4.a. 服務業	服務業及機構建築的燃料燃燒排放。(ISIC categories 4103,42,6,7,19,72,8, and 91-96)	二氧化碳、 甲烷、氧化 亞氮
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	所有剩餘的未歸類之燃料燃燒排放，包括軍隊的燃料使用排放。	無

**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) × 各燃料燃燒排放係數 (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) × 各燃料燃燒排放係數 (公斤氧化亞氮 / 兆焦耳)

**(B) 各類一般廢棄物每單位重量二氧化碳排放量計算公式說明如下：**

各類廢棄物單位重量二氧化碳排放量 (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) 各類一般廢棄物單位重量甲烷及氧化亞氮排放量計算公式說明如下：**

各類廢棄物原始單位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之二氧化碳排放量。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** = 能源產業能源淨排放量 + 製造業與營造業能源淨排放量 + 運輸燃料燃燒排放量 + 農林漁牧燃料燃燒排放量 + 服務業燃料燃燒排放量 + 住宅燃料燃燒排放量

**(B) 各部門能源淨排放量** = 各部門固體燃料燃燒淨排放量 + 各部門液體燃料燃燒淨排放量 + 各部門氣體燃料燃燒淨排放量 + 各部門廢棄物燃燒淨排放量

**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) 參考法排放總量** = 固體燃料燃燒淨排放 + 液體燃料燃燒淨排放 + 氣體燃料燃燒淨排放 + 廢棄物燃燒淨排放

**(B) 固體 (煤及煤產品) 燃料燃燒淨排放** = 初級能源總供給之固體燃料燃燒排放量 - 固體扣除量

**(C) 液體 (原油及石油產品) 燃料燃燒淨排放** = 初級能源總供給之液體燃料燃燒排放量 - 液體扣除量

**(D) 氣體 (天然氣產品) 燃料燃燒淨排放** = 初級能源總供給之氣體燃料燃燒排放量 - 氣體扣除量

**(E) 廢棄物燃燒淨排放** = 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行政院環境保護署統計進行類別分攤，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，未明列之能源排放係數，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保署公告係數，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 2007 年 IPCC 出版之「第四次評估報告」，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局出版統計刊物之「能源產品單位熱值表」；一般廢棄物熱值係依據行政院環境保



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

能源產業類別				
項目	燃料燃燒二氧化碳排放係數與燃燒率及固定率		甲烷	氧化亞氮
	排放係數	燃燒率	排放係數	排放係數
單位	(kgCO <sub>2</sub> /TJ)	(1.0 = 100%)	(kgCH <sub>4</sub> /TJ)	(kgN <sub>2</sub> O/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	1.5
煙煤 – 燃料煤 (Bituminous Steam Coal)	94,600	1	1	1.5
無煙煤 (Anthracite)	98,300	1	1	1.5
亞煙煤 (Sub-bituminous Coal)	96,100	1	1	1.5
褐煤 (Lignite)	101,000	1	1	1.5
泥煤 (Peat)	106,000	1	1	1.5
焦炭 (Coke Oven Coke)	107,000	1	1	1.5
煤球 (Patent Fuel)	97,500	1	1	1.5
焦爐氣 (Coke Oven Gas)	44,400	1	1	0.1
高爐氣 (Blast Furnace Gas)	260,000	1	1	0.1
轉爐氣 (Oxygen Steel Furnace Gas)	182,000	1	1	0.1
液體 (原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products Total)				
原油 (Crude Oil)	73,300	1	3	0.6
煉油廠進料 (Refinery Feed stocks)	73,300	1	3	0.6
添加劑 / 含氧化合物 (Additives/Oxygenates)	73,300	1	3	0.6
煉油氣 (Refinery Gas)	57,600	1	1	0.1
液化石油氣 (LPG)	63,100	1	1	0.1
天然汽油 (Natural Gasoline)	63,100	1	1	0.1
石油腦 (Naphthas)	73,300	1	3	0.6
車用汽油 (Motor Gasoline)	69,300	1	3	0.6
航空汽油 (Aviation Gasoline)	70,000	1	3	0.6
航空燃油 – 汽油 (Jet Fuel–Gasoline Type)	70,000	1	3	0.6
航空燃油 – 煤油 (Jet Fuel–Kerosene Type)	71,500	1	3	0.6
煤油 (Kerosene)	71,900	1	3	0.6
柴油 (Diesel Oil)	74,100	1	3	0.6
燃料油 (Fuel Oil)	77,400	1	3	0.6
白精油 (White Spirits)	73,300	1	3	0.6
潤滑油 (Lubricants)	73,300	1	3	0.6
柏油 (Asphalts)	80,700	1	3	0.6
溶劑油 (Solvents)	73,300	1	3	0.6
石蠟 (Paraffin Waxes)	73,300	1	3	0.6
石油焦 (Petroleum Coke)	97,500	1	3	0.6
其他石油產品 (Other Petroleum Products)	73,300	1	3	0.6
氣體 (天然氣 Natural Gas)				
(自產) 天然氣 (Indigenous– Natural Gas)	56,100	1	1	0.1
(進口) 液化天然氣 (Imported– LNG)	56,100	1	1	0.1
廢棄物				
事業廢棄物之廢輪胎 (Industry waste–scrape tyre)	81,480	1	30.33	3.98
一般廢棄物 (Municipal Wastes non–biomass fraction)	91,700	1	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：美國環保署 (2013), Greenhouse Gas Inventory Protocol Core Module Guidance, US EPA Greenhouse Gas Reporting Rule and Regulation, Table C–2 to Subpart C。

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)

製造業與營造業類別				
項目	燃料燃燒二氧化碳排放係數與燃燒率及固定率		甲烷	氧化亞氮
	排放係數	燃燒率	排放係數	排放係數
單位	(kgCO <sub>2</sub> /TJ)	(1.0 = 100%)	(kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(kg N <sub>2</sub> O/TJ)
固體 (煤及煤產品 Coal and Coal Products)				
煙煤 – 煉焦煤 (Bituminous Coal–Coking Coal)	94,600	1	10	1.5
煙煤 – 燃料煤 (Bituminous Steam Coal)	94,600	1	10	1.5
無煙煤 (Anthracite)	98,300	1	10	1.5
亞煙煤 (Sub-bituminous Coal)	96,100	1	10	1.5
褐煤 (Lignite)	101,000	1	10	1.5
泥煤 (Peat)	106,000	1	2	1.5
焦炭 (Coke Oven Coke)	107,000	1	10	1.5
煤球 (Patent Fuel)	97,500	1	10	1.5
焦爐氣 (Coke Oven Gas)	44,400	1	1	0.1
高爐氣 (Blast Furnace Gas)	260,000	1	1	0.1
轉爐氣 (Oxygen Steel Furnace Gas)	182,000	1	1	0.1
液體 (原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products Total)				
原油 (Crude Oil)	73,300	1	3	0.6
煉油廠進料 (Refinery Feed stocks)	73,300	1	3	0.6
添加劑 / 含氧化合物 (Additives/Oxygenates)	73,300	1	3	0.6
煉油氣 (Refinery Gas)	57,600	1	1	0.1
液化石油氣 (LPG)	63,100	1	1	0.1
天然汽油 (Natural Gasoline)	63,100	1	1	0.1
石油腦 (Naphthas)	73,300	1	3	0.6
車用汽油 (Motor Gasoline)	69,300	1	3	0.6
航空汽油 (Aviation Gasoline)	70,000	1	3	0.6
航空燃油 – 汽油 (Jet Fuel–Gasoline Type)	70,000	1	3	0.6
航空燃油 – 煤油 (Jet Fuel–Kerosene Type)	71,500	1	3	0.6
煤油 (Kerosene)	71,900	1	3	0.6
柴油 (Diesel Oil)	74,100	1	3	0.6
燃料油 (Fuel Oil)	77,400	1	3	0.6
白精油 (White Spirits)	73,300	1	3	0.6
潤滑油 (Lubricants)	73,300	1	3	0.6
柏油 (Asphalts)	80,700	1	3	0.6
溶劑油 (Solvents)	73,300	1	3	0.6
石蠟 (Paraffin Waxes)	73,300	1	3	0.6
石油焦 (Petroleum Coke)	97,500	1	3	0.6
其他石油產品 (Other Petroleum Products)	73,300	1	3	0.6
氣體 (天然氣 Natural Gas)				
(自產) 天然氣 (Indigenous– Natural Gas)	56,100	1	1	0.1
(進口) 液化天然氣 (Imported– LNG)	56,100	1	1	0.1
廢棄物				
事業廢棄物之廢輪胎 (Industry waste–scrape tyre)	81,480	1	30.33	3.98
一般廢棄物 (Municipal Wastes non–biomass fraction)	91,700	1	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：美國環保署 (2013), Greenhouse Gas Inventory Protocol Core Module Guidance, US EPA Greenhouse Gas Reporting Rule and Regulation, Table C–2 to Subpart C。



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)

服務業類別				
項目	燃料燃燒二氧化碳排放係數與燃燒率及固定率		甲烷	氧化亞氮
	排放係數	燃燒率	排放係數	排放係數
單位	(kgCO <sub>2</sub> /TJ)	(1.0 = 100%)	(kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(kg N <sub>2</sub> O/TJ)
<b>固體 (煤及煤產品 Coal and Coal Products)</b>				
煙煤 – 煉焦煤 (Bituminous Coal–Coking Coal)	94,600	1	10	1.5
煙煤 – 燃料煤 (Bituminous Steam Coal)	94,600	1	10	1.5
無煙煤 (Anthracite)	98,300	1	10	1.5
亞煙煤 (Sub-bituminous Coal)	96,100	1	10	1.5
褐煤 (Lignite)	101,000	1	10	1.5
泥煤 (Peat)	106,000	1	10	1.4
焦炭 (Coke Oven Coke)	107,000	1	10	1.5
煤球 (Patent Fuel)	97,500	1	10	1.5
焦爐氣 (Coke Oven Gas)	44,400	1	5	0.1
高爐氣 (Blast Furnace Gas)	260,000	1	5	0.1
轉爐氣 (Oxygen Steel Furnace Gas)	182,000	1	5	0.1
<b>液體 (原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products Total)</b>				
原油 (Crude Oil)	73,300	1	10	0.6
煉油廠進料 (Refinery Feed stocks)	73,300	1	10	0.6
添加劑 / 含氧化合物 (Additives/Oxygenates)	73,300	1	10	0.6
煉油氣 (Refinery Gas)	57,600	1	5	0.1
液化石油氣 (LPG)	63,100	1	5	0.1
天然汽油 (Natural Gasoline)	63,100	1	5	0.1
石油腦 (Naphthas)	73,300	1	10	0.6
車用汽油 (Motor Gasoline)	69,300	1	10	0.6
航空汽油 (Aviation Gasoline)	70,000	1	10	0.6
航空燃油 – 汽油 (Jet Fuel–Gasoline Type)	70,000	1	10	0.6
航空燃油 – 煤油 (Jet Fuel–Kerosene Type)	71,500	1	10	0.6
煤油 (Kerosene)	71,900	1	10	0.6
柴油 (Diesel Oil)	74,100	1	10	0.6
燃料油 (Fuel Oil)	77,400	1	10	0.6
白精油 (White Spirits)	73,300	1	10	0.6
潤滑油 (Lubricants)	73,300	1	10	0.6
柏油 (Asphalts)	80,700	1	10	0.6
溶劑油 (Solvents)	73,300	1	10	0.6
石蠟 (Paraffin Waxes)	73,300	1	10	0.6
石油焦 (Petroleum Coke)	97,500	1	10	0.6
其他石油產品 (Other Petroleum Products)	73,300	1	10	0.6
<b>氣體 (天然氣 Natural Gas)</b>				
(自產) 天然氣 (Indigenous– Natural Gas)	56,100	1	5	0.1
(進口) 液化天然氣 (Imported– LNG)	56,100	1	5	0.1
<b>廢棄物</b>				
事業廢棄物之廢輪胎 (Industry waste–scrape tyre)	81,480	1	30.33	3.98
一般廢棄物 (Municipal Wastes non–biomass fraction)	91,700	1	300	4

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

2. 廢輪胎：美國環保署 (2013), Greenhouse Gas Inventory Protocol Core Module Guidance, US EPA Greenhouse Gas Reporting Rule and Regulation, Table C–2 to Subpart C。

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)

住宅及農林漁牧類別				
項目	燃料燃燒二氧化碳排放係數與燃燒率及固定率		甲烷	氧化亞氮
	排放係數	燃燒率	排放係數	排放係數
單位	(kgCO <sub>2</sub> /TJ)	(1.0 = 100%)	(kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(kg N <sub>2</sub> O/TJ)
固體 (煤及煤產品 Coal and Coal Products)				
煙煤 – 煉焦煤 (Bituminous Coal–Coking Coal)	94,600	1	300	1.5
煙煤 – 燃料煤 (Bituminous Steam Coal)	94,600	1	300	1.5
無煙煤 (Anthracite)	98,300	1	300	1.5
亞煙煤 (Sub-bituminous Coal)	96,100	1	300	1.5
褐煤 (Lignite)	101,000	1	300	1.5
泥煤 (Peat)	106,000	1	300	1.4
焦炭 (Coke Oven Coke)	107,000	1	300	1.5
煤球 (Patent Fuel)	97,500	1	300	1.5
焦爐氣 (Coke Oven Gas)	44,400	1	5	0.1
高爐氣 (Blast Furnace Gas)	260,000	1	5	0.1
轉爐氣 (Oxygen Steel Furnace Gas)	182,000	1	5	0.1
液體 (原油及石油產品 Crude Oil and Petroleum Products Total)				
原油 (Crude Oil)	73,300	1	10	0.6
煉油廠進料 (Refinery Feed stocks)	73,300	1	10	0.6
添加劑 / 含氧化合物 (Additives/Oxygenates)	73,300	1	10	0.6
煉油氣 (Refinery Gas)	57,600	1	5	0.1
液化石油氣 (LPG)	63,100	1	5	0.1
天然汽油 (Natural Gasoline)	63,100	1	5	0.1
石油腦 (Naphthas)	73,300	1	10	0.6
車用汽油 (Motor Gasoline)	69,300	1	10	0.6
航空汽油 (Aviation Gasoline)	70,000	1	10	0.6
航空燃油 – 汽油 (Jet Fuel–Gasoline Type)	70,000	1	10	0.6
航空燃油 – 煤油 (Jet Fuel–Kerosene Type)	71,500	1	10	0.6
煤油 (Kerosene)	71,900	1	10	0.6
柴油 (Diesel Oil)	74,100	1	10	0.6
燃料油 (Fuel Oil)	77,400	1	10	0.6
白精油 (White Spirits)	73,300	1	10	0.6
潤滑油 (Lubricants)	73,300	1	10	0.6
柏油 (Asphalts)	80,700	1	10	0.6
溶劑油 (Solvents)	73,300	1	10	0.6
石蠟 (Paraffin Waxes)	73,300	1	10	0.6
石油焦 (Petroleum Coke)	97,500	1	10	0.6
其他石油產品 (Other Petroleum Products)	73,300	1	10	0.6
氣體 (天然氣 Natural Gas)				
(自產) 天然氣 (Indigenous– Natural Gas)	56,100	1	5	0.1
(進口) 液化天然氣 (Imported– LNG)	56,100	1	5	0.1
廢棄物				
事業廢棄物之廢輪胎 (Industry waste–scrape tyre)	81,480	1	30.33	3.98
一般廢棄物 (Municipal Wastes non–biomass fraction)	91,700	1	300	4

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

2. 廢輪胎：美國環保署 (2013), Greenhouse Gas Inventory Protocol Core Module Guidance · US EPA Greenhouse Gas Reporting Rule and Regulation, Table C–2 to Subpart C。



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)

運輸類別				
項目	燃燃料燃燒二氧化碳排放係數與燃燒率及固定率		甲烷	氧化亞氮
	排放係數	燃燒率	排放係數	排放係數
單位	(kgCO <sub>2</sub> /TJ)	(1.0 = 100%)	(kg CH <sub>4</sub> /TJ)	(kg N <sub>2</sub> O/TJ)
航空運輸				
航空汽油 (Aviation Gasoline)	70,000	1	0.5	2
航空煤油 (Jet Fuel-Kerosene Type)	71,500	1	0.5	2
公路運輸				
液化石油氣 (LPG)	63,100	1	62	0.2
車用汽油 (Motor Gasoline)	69,300	1	33	3.2
煤油 (Kerosene)	71,900	1		
柴油 (Diesel Oil)	74,100	1	3.9	3.9
潤滑油 (Lubricants)	73,300	1		
天然氣 (Natural Gas)	56,100	1	92	3
鐵路運輸				
柴油 (Diesel Oil)	74,100	1	4.15	28.6
亞煙煤 (Sub-bituminous Coal)	96,100	1	2	1.5
非道路運輸				
柴油 (Diesel Oil)	74,100	1	4.15	28.6
水路運輸				
煉油氣 (Refinery Feed stocks)	57,600	1		
液化石油氣 (LPG)	63,100	1		
汽油 (Motor Gasoline)	69,300	1		
煤油 (Kerosene)	71,900	1		
柴油 (Diesel Oil)	74,100	1	7	2
燃料油 (Fuel Oil)	77,400	1	7	2
白精油 (White Spirits)	73,300	1		
石蠟 (Paraffin Waxes)	73,300	1		
其他石油產品 (Other Petroleum Products)	73,300	1		
天然氣 (Natural Gas)	56,100	1		

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二氧化碳排放係數

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, Table 2.4, 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	25	298

資料來源：IPCC(2007), Climate Change, the Fourth Assessment Report。

護署公布之「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局公布之能源平衡表（熱值單位）。

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 <sup>3</sup> )	4,200
高爐氣		立方公尺 (m <sup>3</sup> )	777
轉爐氣		立方公尺 (m <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	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 <sup>3</sup> )	8,000
液化天然氣		立方公尺 (m <sup>3</sup> )	9,000
一般廢棄物		公斤 (kg)	見表 3.2.6
廢輪胎		公斤 (kg)	7,685

資料來源：1. 經濟部，能源局能源統計手冊，2020 年 9 月。  
2. 廢輪胎：US EPA, Climate Leaders GHG Inventory Protocol, Table B-1, 2013。

表 3.2.6 一般廢棄物歷年熱值

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

資料來源：1. 1991 年至 1997 年無熱值統計數據，故沿用 1998 年數值。  
2. 1998 年資料取自行政院環境保護署之中華民國環境保護統計年報 (2010)。  
3. 1999 年至 2021 年資料取自行政院環境保護署之中華民國環境保護統計年報 (2022)。



#### (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2021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209,122千公噸二氧化碳當量，2005年成長至247,956千公噸二氧化碳當量，2010年成長至251,708千公噸二氧化碳當量，2020年成長至257,381千公噸二氧化碳當量，2021年則成長至266,991千公噸二氧化碳當量，較2020年增加3.73%，詳見表3.2.7。

溫室氣體排放占比方面，2021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70.96%，其次為製造業與營造業，占比為12.86%，再次為運輸排放12.70%，占比較低者為住宅、服務業、與農林漁牧，分別為1.69%、1.30%與0.49%，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213,348千公噸二氧化碳當量，2005年為248,329千公噸二氧化碳當量，2010年增加至254,715千公噸二氧化碳當量，2020年為255,802千公噸二氧化碳當量，2021年則增加至265,704千公噸二氧化碳當量，較2020年增加3.87%。

##### 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253千公噸二氧化碳當量，逐年持續成長至2000年435千公噸二氧化碳當量，2005年成長至494千公噸二氧化碳當量，至2010年微幅減少至470千公噸二氧化碳當量，2020年則減少至460千公噸二氧化碳當量，2021年進一步減少至444千公噸二氧化碳當量，較2020年減少3.48%，詳見表3.2.8。

表 3.2.7 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1. 能源部門	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103	150,810	158,579	170,835	181,518	190,446	209,122
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	109,465	118,443	126,058	135,206	143,103	150,810	158,579	170,835	181,518	190,446	209,122
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	109,328	118,873	126,131	138,301	144,758	152,161	160,279	173,644	186,939	194,180	213,348
1.A.1. 能源產業	49,123	55,126	58,529	65,962	70,771	76,400	81,254	91,407	100,414	105,782	121,143
1.A.2. 製造業與營造業	30,124	31,963	33,389	33,618	34,592	35,769	36,791	39,084	39,321	41,314	43,850
1.A.3. 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844	32,772	33,207
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	10,579	10,922
1.A.4.a. 服務業	3,621	3,529	2,989	2,490	3,018	2,445	3,175	2,482	2,946	3,128	3,205
1.A.4.b. 住宅	4,005	4,238	4,446	4,359	4,461	4,597	4,754	4,851	4,952	5,410	5,354
1.A.4.c. 農林漁牧	2,946	2,700	2,672	2,675	2,721	2,777	2,805	2,475	2,041	2,040	2,362
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. 能源部門	212,957	220,546	230,607	239,929	247,956	255,331	259,214	247,536	235,868	251,708	257,096
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	212,957	220,546	230,607	239,929	247,956	255,331	259,214	247,536	235,868	251,708	257,096
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	215,720	225,860	233,224	244,762	248,329	257,072	261,715	248,511	237,250	254,715	261,794
1.A.1. 能源產業	126,142	130,463	141,730	148,677	156,351	163,615	170,131	164,432	155,166	165,522	169,884
1.A.2. 製造業與營造業	42,395	44,489	42,563	43,163	42,671	43,994	43,293	39,104	36,698	41,360	42,298
1.A.3. 運輸	33,246	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771	35,419	33,216	33,541	34,652	35,107
1.A.4. 其他部門	11,174	11,052	11,806	12,230	12,089	10,952	10,370	10,785	10,463	10,174	9,807
1.A.4.a. 服務業	3,538	3,487	3,952	4,120	4,227	4,272	4,232	4,226	4,264	4,204	3,898
1.A.4.b. 住宅	5,181	5,107	5,042	5,133	5,235	5,033	5,047	5,017	5,030	4,857	4,786
1.A.4.c. 農林漁牧	2,455	2,459	2,811	2,977	2,627	1,647	1,091	1,543	1,169	1,113	1,123
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1. 能源部門	253,166	254,070	258,481	258,476	262,982	269,462	267,208	258,821	257,381	266,991	
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	253,166	254,070	258,481	258,476	262,982	269,462	267,208	258,821	257,381	266,991	
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	255,788	256,854	261,385	258,493	264,384	270,233	267,226	260,185	255,802	265,704	
1.A.1. 能源產業	168,333	168,271	175,180	175,198	178,569	187,135	189,212	181,334	180,502	189,455	
1.A.2. 製造業與營造業	40,983	42,019	38,953	38,074	38,296	36,741	33,480	32,726	31,722	34,334	
1.A.3. 運輸	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584	36,202	35,207	35,443	35,727	33,917	
1.A.4. 其他部門	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533	9,384	9,310	9,318	9,430	9,285	
1.A.4.a. 服務業	3,635	3,812	3,928	3,941	3,720	3,779	3,317	3,337	3,499	3,469	
1.A.4.b. 住宅	4,672	4,484	4,411	4,469	4,537	4,402	4,480	4,467	4,605	4,501	
1.A.4.c. 農林漁牧	1,259	1,274	1,343	1,287	1,276	1,203	1,512	1,514	1,326	1,315	

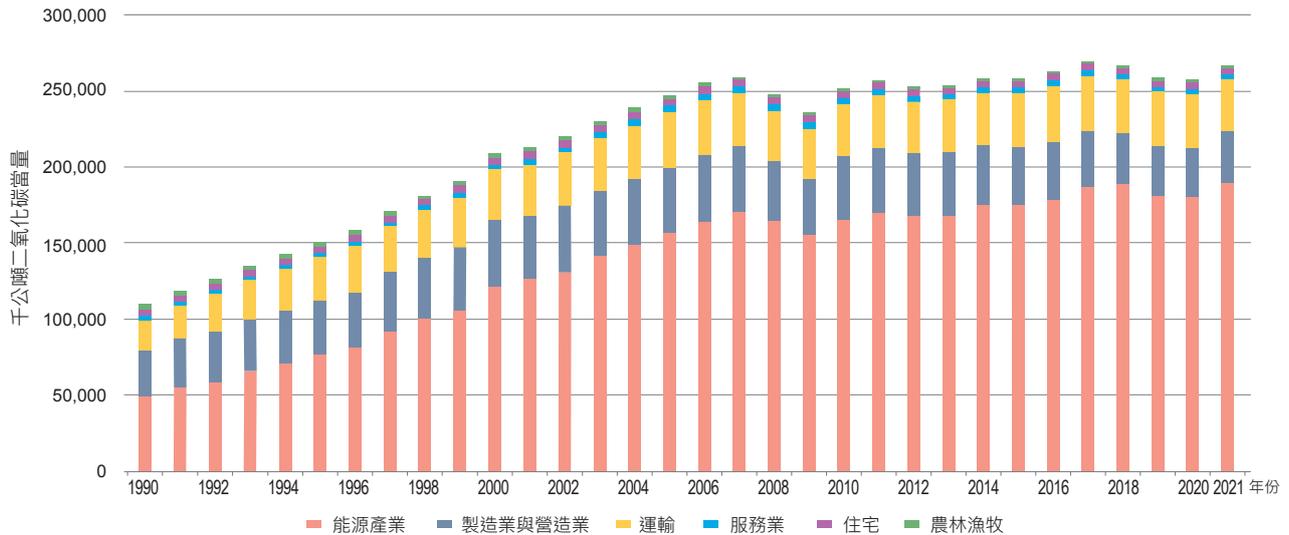


圖 3.2.1 1990 年至 2021 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

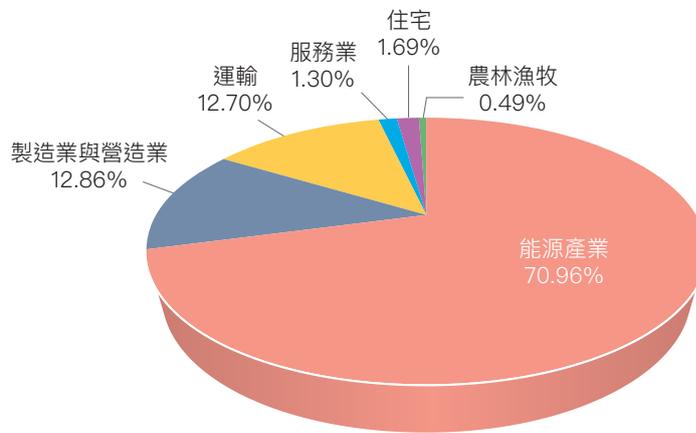


圖 3.2.2 2021 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放占比

溫室氣體占比方面，2021 年甲烷以運輸為最高，達總排放量之 60.50%，其次為能源產業，占比為 20.79%，再次為製造業與營造業排放，達 13.29%，占比較低者為服務業、住宅、與農林漁牧，分別為 2.31%、2.11% 與 1.00%，詳見圖 3.2.3 及圖 3.2.4。

### (B) 參考方法統計結果

以參考方法計算燃料燃燒之甲烷排放，由表 3.2.8 可知，1990 年之甲烷排放量為 76 千公噸二氧化碳當量，逐年成長至 2000 年為 144 千公噸二氧化碳當量，2005 年達 167 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年減少為 161 千公噸二氧化碳當量，2020 年排放量減少為 152.7 千公噸二氧化碳當量，2021 年排放量則微幅減少至 152.5 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年減少 0.13%。

### 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 537 千公噸二氧化碳當量，逐年持續成長至 2000 年為 1,052 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 1,269 千公噸二氧化碳當量，2010

年則減少至 1,248 千公噸二氧化碳當量，至 2020 年減少為 1,220 千公噸二氧化碳當量，2021 年則減少至 1,214 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年減少 0.49%，詳見表 3.2.9。

溫室氣體占比方面，2021 年氧化亞氮以能源產業為最高，達總排放量 50.46%，其次為運輸，占比為 40.16%，再次為製造業與營造業排放，達 8.43%，占比較低者為服務業、農林漁牧與住宅，分別為 0.50%、0.26% 與 0.18%，詳見圖 3.2.5 及圖 3.2.6。

### (B) 參考方法統計結果

以參考方法計算燃料燃燒之氧化亞氮排放，由表 3.2.9 可知，1990 年排放量為 351 千公噸二氧化碳當量，逐年增加至 2000 年達 768 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 932 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年成長為 954 千公噸二氧化碳當量，2020 年減少為 925 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加為 960 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 3.78%。

表 3.2.8 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1. 能源部門	253	270	294	311	331	349	366	376	393	416	435
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	253	270	294	311	331	349	366	376	393	416	435
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	76	81	84	91	96	104	108	115	124	134	144
1.A.1. 能源產業	26	29	28	32	35	40	41	46	50	58	66
1.A.2. 製造業與營造業	46	48	52	51	52	54	56	58	59	63	69
1.A.3. 運輸	152	163	187	202	216	228	239	245	257	266	270
1.A.4. 其他部門	30	29	28	26	28	27	29	26	27	28	29
1.A.4.a. 服務業	12	12	10	8	10	8	10	8	10	10	10
1.A.4.b. 住宅	8	9	9	9	9	9	10	10	10	11	11
1.A.4.c. 農林漁牧	10	9	9	9	9	9	9	8	7	7	8
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. 能源部門	443	451	470	485	494	492	483	462	457	470	478
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	443	451	470	485	494	492	483	462	457	470	478
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	148	150	158	166	167	171	169	162	155	161	163
1.A.1. 能源產業	70	69	78	81	84	88	90	88	81	86	86
1.A.2. 製造業與營造業	71	74	73	75	75	78	77	71	67	74	79
1.A.3. 運輸	272	278	287	295	303	298	289	275	281	284	287
1.A.4. 其他部門	30	30	32	33	33	29	27	28	27	26	25
1.A.4.a. 服務業	11	11	12	13	13	13	13	13	13	13	12
1.A.4.b. 住宅	11	10	10	11	11	10	10	10	10	10	10
1.A.4.c. 農林漁牧	8	8	9	10	9	6	4	5	4	4	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1. 能源部門	470	471	473	482	491	483	463	459	460	444	
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	470	471	473	482	491	483	463	459	460	444	
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	159	158	159	160	163	163	160	157	153	153	
1.A.1. 能源產業	86	85	88	91	92	94	94	90	89	92	
1.A.2. 製造業與營造業	76	78	74	74	74	69	59	58	57	59	
1.A.3. 運輸	283	284	285	292	301	295	286	287	290	269	
1.A.4. 其他部門	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24	
1.A.4.a. 服務業	11	12	12	12	11	11	10	10	10	10	
1.A.4.b. 住宅	10	9	9	9	9	9	9	9	10	9	
1.A.4.c. 農林漁牧	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	

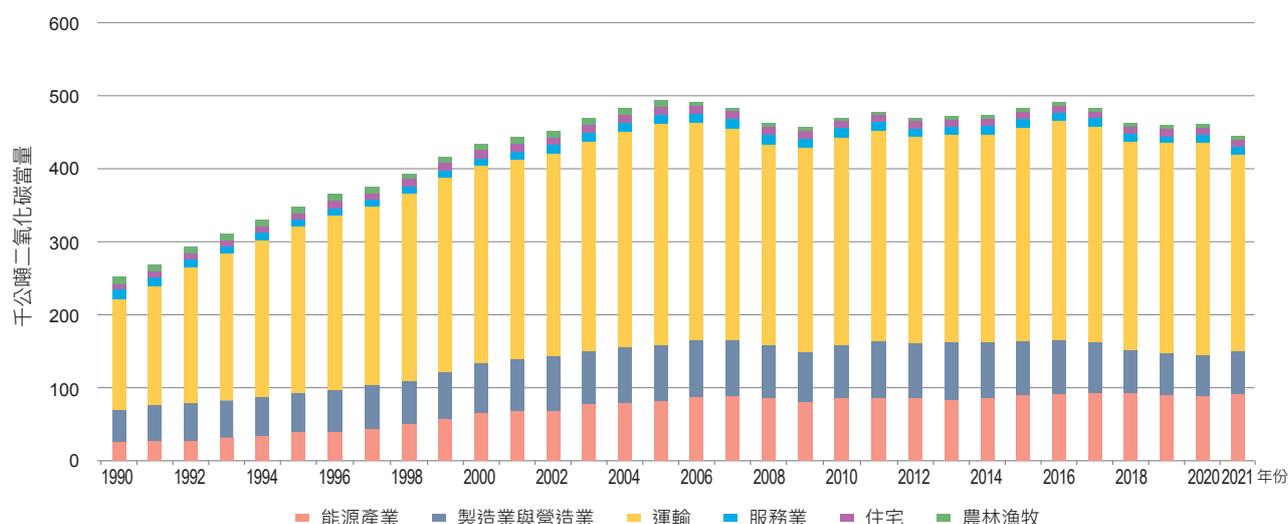
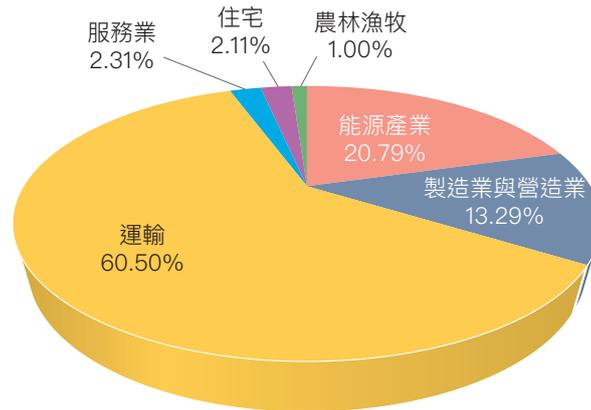


圖 3.2.3 1990 年至 2021 年能源部門燃料燃燒甲烷排放量趨勢



■ 能源產業 ■ 製造業與營造業 ■ 運輸 ■ 服務業 ■ 住宅 ■ 農林漁牧  
圖 3.2.4 2021 年能源部門燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.9 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1. 能源部門	537	578	653	703	742	778	825	866	917	968	1,052
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	537	578	653	703	742	778	825	866	917	968	1,052
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	351	379	413	458	477	502	544	601	647	680	768
1.A.1. 能源產業	138	157	183	207	223	240	271	300	331	361	428
1.A.2. 製造業與營造業	90	95	101	100	103	105	109	114	115	123	133
1.A.3. 運輸	291	309	353	382	402	418	428	438	456	469	475
1.A.4. 其他部門	17	17	15	14	15	14	16	14	14	14	15
1.A.4.a. 服務業	8	8	7	5	7	5	7	5	6	7	7
1.A.4.b. 住宅	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3
1.A.4.c. 農林漁牧	7	6	6	6	7	7	7	6	5	5	6
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1. 能源部門	1,083	1,132	1,187	1,228	1,269	1,299	1,303	1,239	1,211	1,248	1,268
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	1,083	1,132	1,187	1,228	1,269	1,299	1,303	1,239	1,211	1,248	1,268
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	793	835	881	919	932	967	991	944	901	954	979
1.A.1. 能源產業	458	480	537	556	584	612	638	616	593	603	607
1.A.2. 製造業與營造業	134	141	137	141	140	145	143	131	124	135	144
1.A.3. 運輸	475	496	495	513	527	527	508	478	480	497	505
1.A.4. 其他部門	16	16	17	18	17	15	13	14	13	13	12
1.A.4.a. 服務業	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7
1.A.4.b. 住宅	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
1.A.4.c. 農林漁牧	6	6	7	7	6	4	3	4	3	3	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1. 能源部門	1,247	1,241	1,246	1,242	1,264	1,276	1,257	1,226	1,220	1,214	
1.A. 燃料燃燒 (部門方法)	1,247	1,241	1,246	1,242	1,264	1,276	1,257	1,226	1,220	1,214	
1.A. 燃料燃燒 (參考方法)	955	964	973	952	968	977	972	950	925	960	
1.A.1. 能源產業	603	595	599	585	595	621	633	605	597	613	
1.A.2. 製造業與營造業	137	140	133	131	131	123	103	101	99	102	
1.A.3. 運輸	495	494	500	513	526	521	510	508	513	488	
1.A.4. 其他部門	12	12	13	13	12	12	11	11	12	11	
1.A.4.a. 服務業	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	
1.A.4.b. 住宅	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1.A.4.c. 農林漁牧	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	

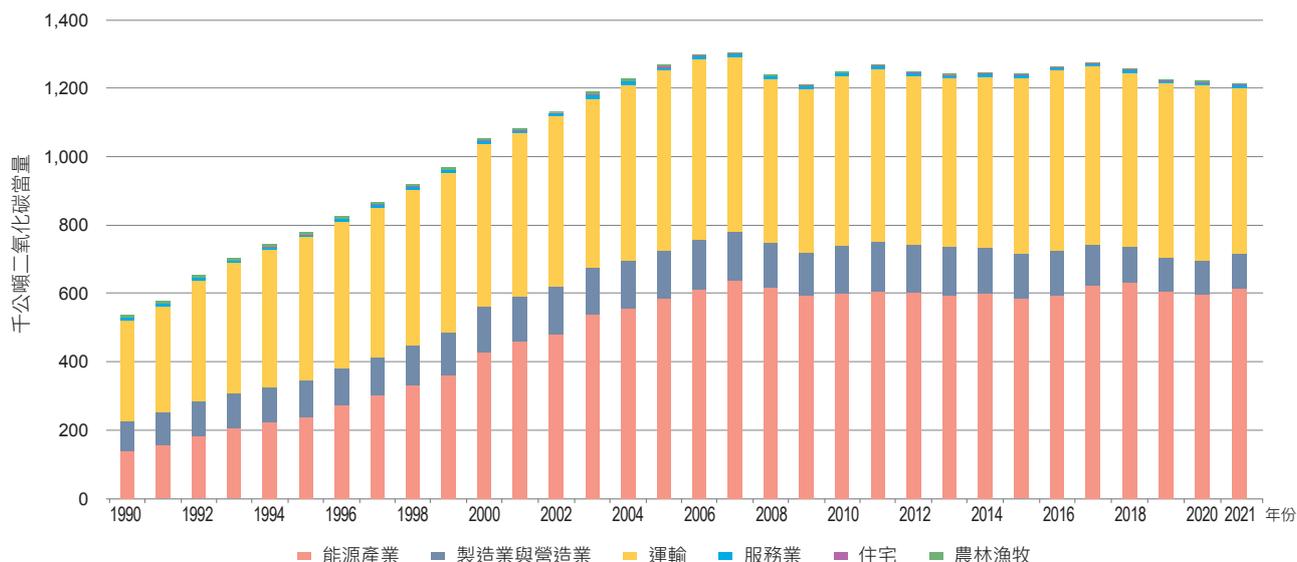


圖 3.2.5 1990 年至 2021 年能源部門燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

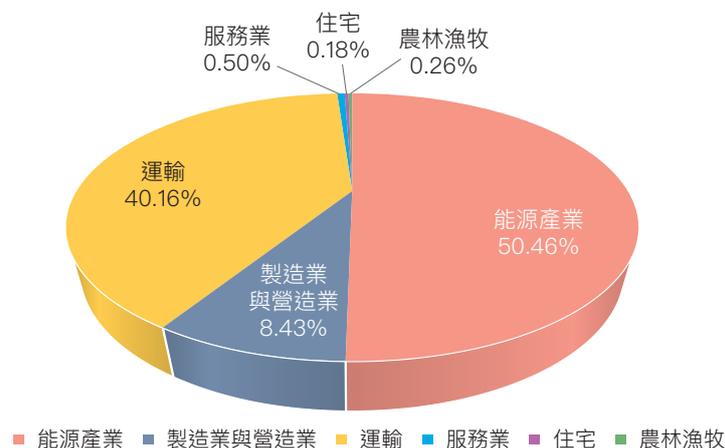


圖 3.2.6 2021 年能源部門燃料燃燒氧化亞氮排放占比

### (5) 完整性

自 1993 年起，即每年更新我國能源有關二氧化碳排放量，依循 IPCC 2006 指南建議之計算方法及排放係數等相關規範，並考量我國能源平衡表資料特性進行修正，且逐年隨我國能源統計資料更新而作調整。

配合 2018 年度能源平衡表修訂作業，新增農機用油、廢油甲酯等統計項目，並調整石油焦、天然氣等能源之行業別歸類。

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，惟其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，我國能源部門參考 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統計資料掌握情形，完成不確定性分析結果，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「能源產業類別」、「製造業與營造業類別」、「服務業類別」、「住宅及農林漁牧類別」及「運輸類別」建議之不確定性。

(C) 能源熱值不確定性：利用 2021 年各能源業者申報或檢測加權平均數與經濟部能源局「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) 各料燃燒溫室氣體排放統計不確定性，

$$U_c = \sqrt{\sum_x \left( \frac{E_x \times U_x}{\sum U_x} \right)^2}$$

a. 行業別排放量不確定性， $U_x = \sqrt{\sum_{x,y} \left( \frac{E_{x,y} \times U_{x,y}}{\sum E_{x,y}} \right)^2}$

$$b. \text{ 行業燃料別不確定性， } U_{x,y} = \sqrt{\sum_{x,y,i} (U_{x,y,i})^2}$$

- U<sub>c</sub>：燃料燃燒排放量不確定性 (%)
- U<sub>x</sub>：行業別排放量不確定性 (%)
- U<sub>x,y</sub>：行業燃料別不確定性 (%)
- U<sub>x,y,i</sub>：排放源不確定性 (%)
- E<sub>x</sub>：行業別排放量 (公斤二氧化碳當量)
- E<sub>x,y</sub>：行業燃料別排放量 (公斤二氧化碳當量)
- x：行業別包括能源產業、製造業及營造業、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

2021 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 3.04%。

#### (2) 時間序列的一致性

我國燃料燃燒溫室氣體排放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，故資料涵蓋範圍與資料品質具相當一致性。

表 3.2.10 2021 年燃料燃燒溫室氣體排放量不確定性分析

部門別	2021 年溫室氣體排放量 (千公噸 CO <sub>2</sub> e)	部門別排放量不確定性 (%)
能源產業	190,160	4.14
製造業與營造業	34,496	3.73
運輸	34,673	4.75
服務業	3,485	1.85
住宅	4,513	6.73
農林漁牧	1,323	3.16
排放量總計	268,649	-
燃料燃燒溫室氣體排放統計不確定性 (%)		3.04

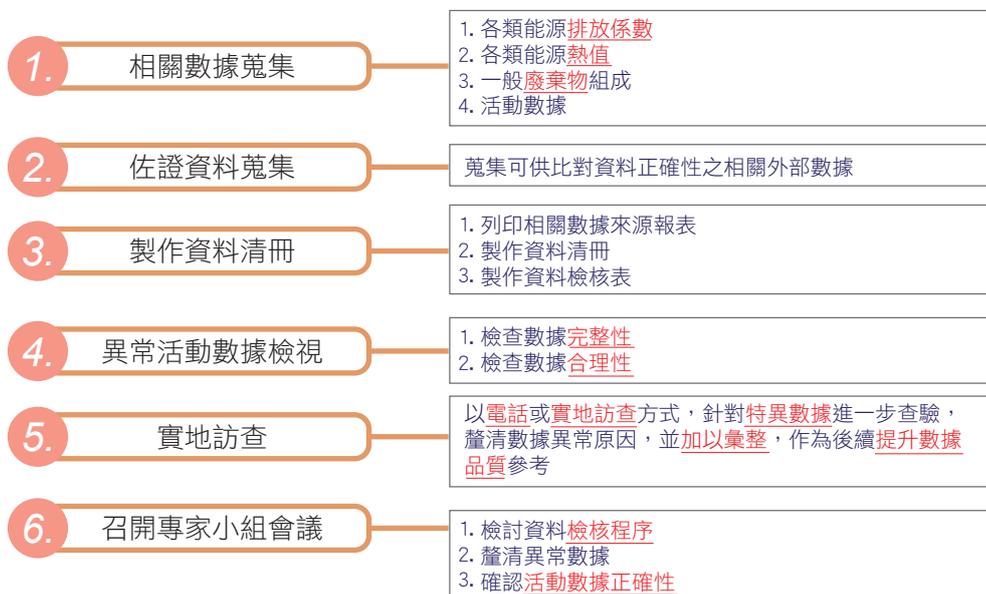


圖 3.2.7 燃料燃燒溫室氣體排放統計活動數據品質管理程序



#### 4. QA/QC 及查證

依據 2012 年建立之燃燒溫室氣體排放統計活動數據品質管理程序，召開專家諮詢會議、審查會議，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，爰由能源統計端每月進行活動數據檢視，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。

### 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 121,143 千公噸二氧化碳當量，至 2005 年增加為 156,351 千公噸二氧化碳當量，2010 年增加至 165,522 千公噸二氧化碳當量，2020 年增加至 189,455 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 4.96%，排放占比以公用與自用電能及熱能製造業 89.91% 為最高，詳見圖 3.2.8、3.2.9 與表 3.2.12。

#### B. 甲烷

能源產業 1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 26 千公噸二氧化碳當量，至 2000 年增加為 66 千公噸二氧化碳當量，至

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為次級、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。

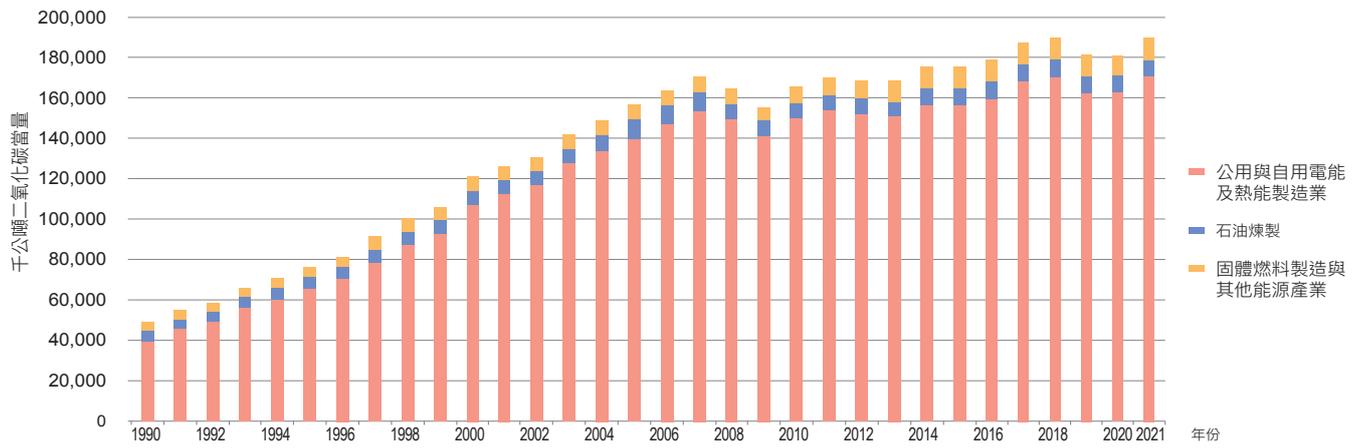


圖 3.2.8 1990 年至 2021 年能源產業燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

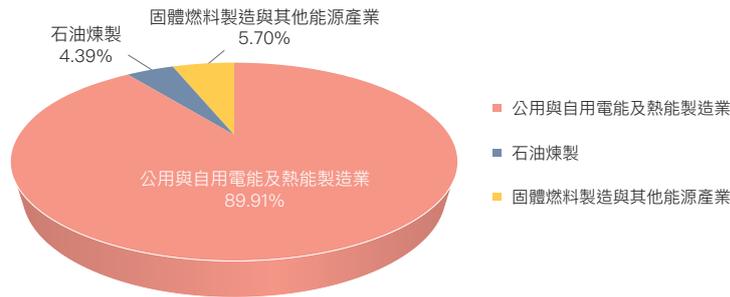


圖 3.2.9 2021 年能源產業燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.12 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.1 能源產業	49,123	55,126	58,529	65,962	70,771	76,400	81,254	91,407	100,414	105,782	121,143
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	39,370	45,682	49,425	56,339	60,351	65,618	70,448	78,683	87,336	93,000	107,110
1.A.1.a.i. 發電廠	34,282	39,807	41,805	46,988	50,598	54,937	57,947	64,483	71,780	75,230	81,363
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	5,088	5,876	7,620	9,351	9,754	10,681	12,501	14,200	15,556	17,769	25,746
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1.b. 石油煉製	5,348	4,920	4,825	5,140	5,936	6,197	6,272	6,132	6,093	6,453	7,026
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	4,586	4,534	6,593	6,985	6,329	7,007
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	4,387	4,506	4,269	4,482	4,482	4,584	4,533	6,591	6,984	6,316	6,829
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	19	18	10	1	1	1	1	1	1	14	177
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.1 能源產業	126,142	130,463	141,730	148,677	156,351	163,615	170,131	164,432	155,166	165,522	169,884
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	112,384	117,108	127,723	133,493	139,670	146,822	153,344	149,396	141,026	149,649	153,872
1.A.1.a.i. 發電廠	83,527	87,115	91,864	93,526	99,432	105,892	107,374	107,131	99,334	106,823	109,878
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	28,857	29,993	35,860	39,967	40,238	40,930	45,970	42,266	41,692	42,826	43,994
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1.b. 石油煉製	7,044	6,527	6,776	7,732	9,663	9,392	9,217	7,778	7,889	7,827	7,160
1.A.1.c. 固體燃料製造與其他能源產業	6,714	6,828	7,230	7,452	7,017	7,400	7,570	7,257	6,251	8,046	8,852
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	6,705	6,815	6,983	7,170	6,966	7,362	7,530	7,216	6,210	8,005	8,811
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	9	12	247	282	51	39	41	41	41	41	41
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.1 能源產業	168,333	168,271	175,180	175,198	178,569	187,135	189,212	181,334	180,502	189,455	
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	152,020	150,468	155,904	156,067	159,430	168,588	170,121	161,887	162,634	170,344	
1.A.1.a.i. 發電廠	109,702	106,174	109,360	111,491	116,742	126,754	123,519	117,196	119,407	124,776	
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	42,318	44,294	46,544	44,576	42,688	41,834	46,603	44,692	43,227	45,569	
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.A.1.b. 石油煉製	7,825	7,541	8,658	8,697	8,516	8,303	8,849	8,931	7,989	8,319	
1.A.1.c. 固體燃料製造與其他能源產業	8,489	10,261	10,618	10,434	10,623	10,244	10,242	10,516	9,879	10,792	
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	8,448	10,224	10,583	10,399	10,589	10,197	10,229	10,506	9,874	10,786	
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	41	37	35	35	34	47	13	10	6	6	

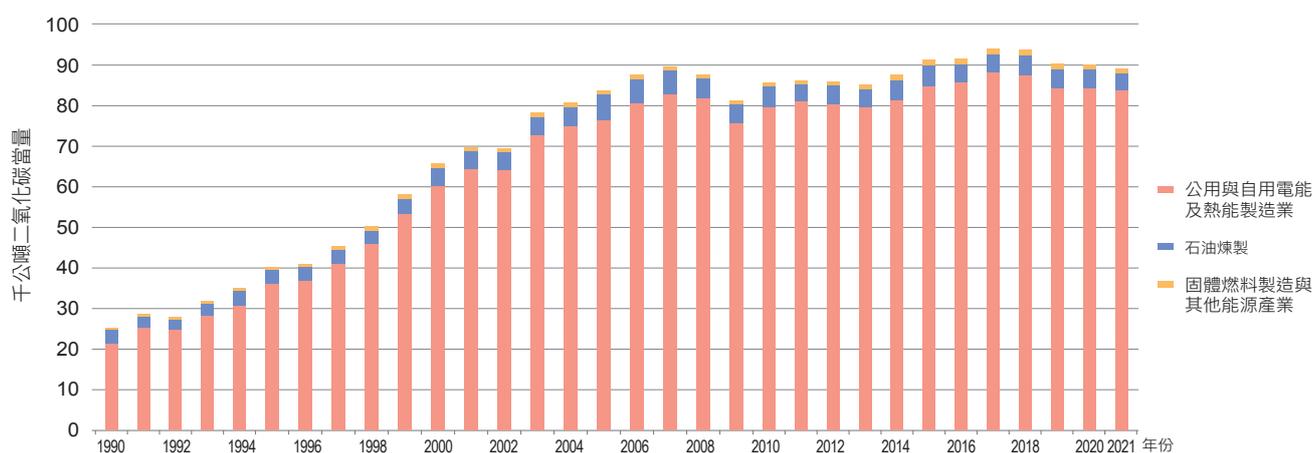


圖 3.2.10 1990 年至 2021 年能源產業燃料燃燒甲烷排放量趨勢

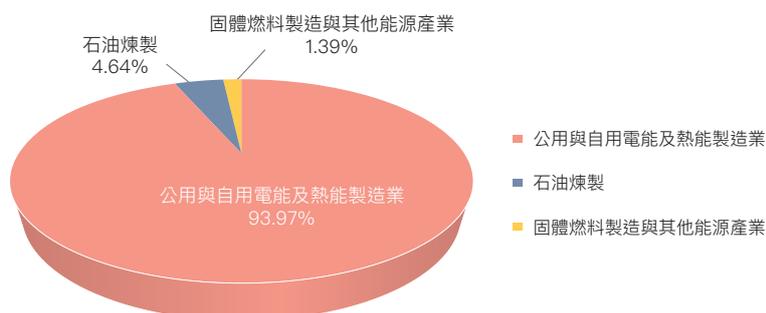


圖 3.2.11 2021 年能源產業燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.13 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.1 能源產業	26	29	28	32	35	40	41	46	50	58	66
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	21	25	25	28	31	36	37	41	46	53	60
1.A.1.a.i. 發電廠	20	24	22	25	26	30	28	31	33	35	36
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	1	2	3	3	5	6	8	11	13	19	24
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1.b. 石油煉製	3	3	3	3	3	4	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	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.1 能源產業	70	69	78	81	84	88	90	88	81	86	86
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	64	64	73	75	77	81	83	82	76	80	81
1.A.1.a.i. 發電廠	34	33	34	33	35	38	38	38	33	37	38
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	30	31	39	42	42	42	45	44	43	43	44
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1.b. 石油煉製	4	4	4	5	6	6	6	5	5	5	4
1.A.1.c. 固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.1 能源產業	86	85	88	91	92	94	94	90	89	92	
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	80	80	82	85	86	88	88	84	84	87	
1.A.1.a.i. 發電廠	37	36	38	41	43	46	43	40	40	43	
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	43	44	44	44	43	42	45	44	43	44	
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.A.1.b. 石油煉製	5	4	5	5	5	4	5	5	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	1	1	1	1	
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

2005 年增加為 84 千公噸二氧化碳當量，2010 年增為 86 千公噸二氧化碳當量，2020 年增加至 89 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加至 92 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 3.37%，排放占比以公用與自用電能及熱能製造業 93.97% 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 138 千公噸二氧化碳當量，至 2000 年增加為 428 千公噸二氧化碳當量，至 2005 年增加為 584 千公噸二氧化碳當量，2010 年增為 603 千公噸二氧化碳當量，2020 年則減少至 597 千公噸二氧化碳當量，2021 年增加至 613 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 2.68%，排放占比以公用與自用電能及熱能製造業 98.60% 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。

#### 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、紙與印刷業、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

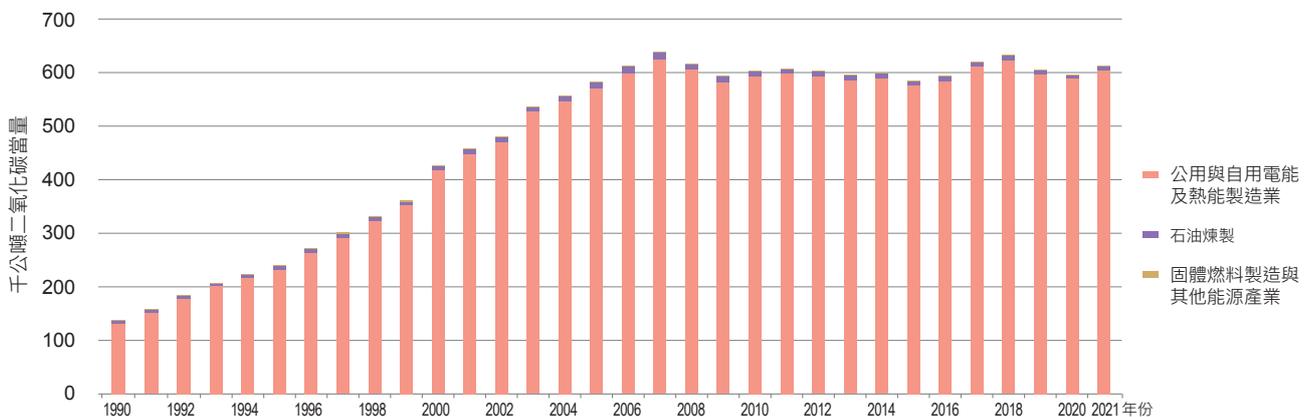


圖 3.2.12 1990 年至 2021 年能源產業燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

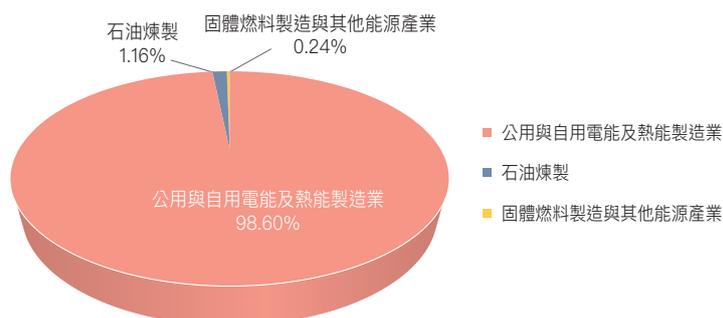


圖 3.2.13 2021 年能源產業燃料燃燒氧化亞氮排放占比

表 3.2.14 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.1 能源產業	138	157	183	207	223	240	271	300	331	361	428
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	131	152	177	201	216	233	264	293	324	353	418
1.A.1.a.i. 發電廠	122	138	156	175	186	197	219	243	267	281	308
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	9	14	22	26	30	36	46	50	57	72	110
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1.b. 石油煉製	7	5	5	5	6	7	6	6	6	7	8
1.A.1.c. 固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.1 能源產業	458	480	537	556	584	612	638	616	593	603	607
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	448	471	527	545	571	600	625	606	583	593	599
1.A.1.a.i. 發電廠	320	337	360	360	384	406	409	401	378	386	393
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	129	134	167	185	188	193	216	205	205	206	205
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.1.b. 石油煉製	8	8	9	9	12	11	11	9	10	9	7
1.A.1.c. 固體燃料製造與其他能源產業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.1 能源產業	603	595	599	585	595	621	633	605	597	613	
1.A.1.a. 公用與自用電能及熱能製造業	593	586	590	576	585	612	623	596	589	604	
1.A.1.a.i. 發電廠	392	372	378	370	388	419	413	392	390	401	
1.A.1.a.ii. 汽電共生廠	202	214	212	205	197	193	210	204	198	203	
1.A.1.a.iii. 熱能工廠	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.A.1.b. 石油煉製	8	8	8	8	8	7	8	8	7	7	
1.A.1.c. 固體燃料製造與其他能源產業	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
1.A.1.c.i. 固體燃料製造業	1	2	2	2	2	2	1	1	1	1	
1.A.1.c.ii. 其他能源產業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

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、紙與印刷業	(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。

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、紙與印刷業」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 年成長至 43,850 千公噸二氧化碳當量，至 2005 年減少至 42,671 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年減少至 41,360 千公噸二氧化碳當量，2020 年減少為 31,722 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加至 34,334 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 8.23%；排放占比以化學材料與化學製品製造業 30.72% 為最高，鋼鐵基本工業占 26.74%，非金屬礦物製品製造業占 15.13%，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 6.81%、2.57% 與 1.06%，詳見圖 3.2.14、圖 3.2.15 與表 3.2.16。

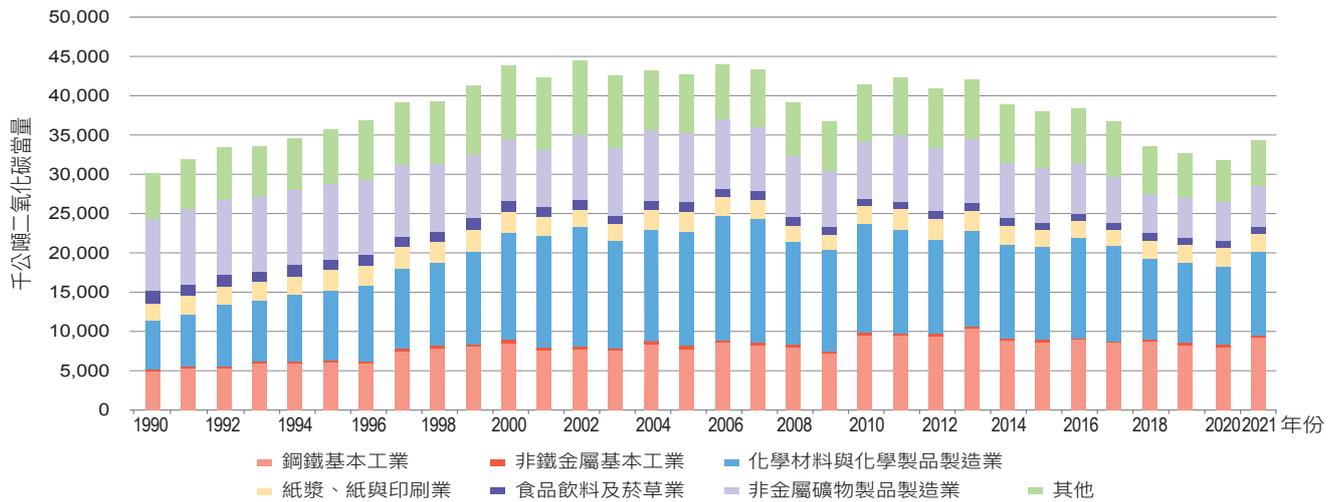


圖 3.2.14 1990 年至 2021 年製造業與營造業燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

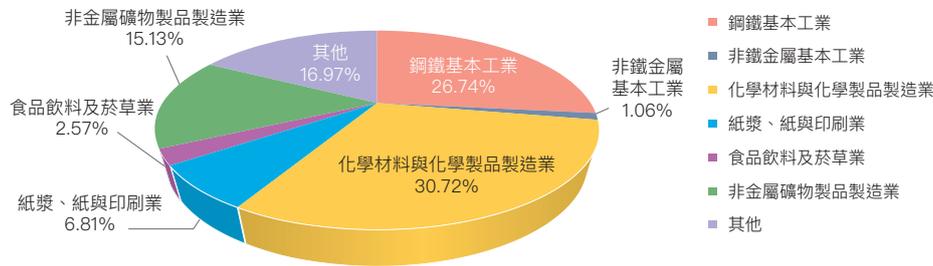


圖 3.2.15 2021 年製造業與營造業燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.16 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.2 製造業與營造業	30,124	31,963	33,389	33,618	34,592	35,769	36,791	39,084	39,321	41,314	43,850
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	4,883	5,288	5,295	5,843	5,862	5,932	5,826	7,464	7,793	8,006	8,524
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	193	209	209	233	254	286	347	403	365	349	348
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	6,325	6,645	7,796	7,865	8,464	9,004	9,528	10,062	10,583	11,770	13,690
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	2,169	2,329	2,437	2,320	2,437	2,543	2,604	2,770	2,625	2,829	2,640
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	1,522	1,450	1,480	1,423	1,395	1,368	1,382	1,375	1,339	1,544	1,460
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	9,261	9,680	9,485	9,528	9,622	9,681	9,586	9,109	8,593	7,876	7,741
1.A.2.g. 其他	5,769	6,362	6,687	6,405	6,559	6,955	7,518	7,900	8,024	8,940	9,447
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.2 製造業與營造業	42,395	44,489	42,563	43,163	42,671	43,994	43,293	39,104	36,698	41,360	42,298
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	7,531	7,671	7,515	8,298	7,759	8,474	8,168	7,929	7,127	9,523	9,427
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	344	343	320	411	377	363	367	331	252	295	299
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	14,277	15,337	13,687	14,309	14,594	15,883	15,855	13,176	12,991	13,902	13,252
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	2,359	2,198	2,155	2,431	2,523	2,345	2,345	2,074	1,964	2,161	2,527
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	1,291	1,181	1,090	1,158	1,137	1,093	1,079	992	1,006	1,059	1,054
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	7,355	8,368	8,568	8,946	8,766	8,819	8,268	7,858	6,990	7,176	8,413
1.A.2.g. 其他	9,238	9,392	9,226	7,609	7,515	7,017	7,212	6,743	6,369	7,245	7,326
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.2 製造業與營造業	40,983	42,019	38,953	38,074	38,296	36,741	33,480	32,726	31,722	34,334	
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	9,432	10,421	8,785	8,636	8,859	8,533	8,677	8,184	7,962	9,182	
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	278	287	294	276	259	219	290	312	321	365	
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	11,968	12,085	11,975	11,919	12,891	12,155	10,223	10,251	9,971	10,547	
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	2,608	2,513	2,380	2,082	2,030	1,937	2,269	2,215	2,322	2,337	
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	1,066	1,001	1,011	990	981	943	994	954	890	881	
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	8,061	8,183	6,971	6,924	6,386	5,885	4,963	5,082	4,960	5,195	
1.A.2.g. 其他	7,570	7,529	7,537	7,247	6,890	7,068	6,064	5,728	5,296	5,827	



### B. 甲烷

製造業與營造業 1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 46 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續成長至 2000 年達 69 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 75 千公噸二氧化碳當量，2010 年則減少至 74 千公噸二氧化碳當量，至 2020 年減少為 57 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加至 59 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 3.51%；排放占比以化學材料與化學製品製造業 32.88% 為最高，非金屬礦物製品製造業占 19.16%，鋼鐵基本工業占 15.00%，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 10.30%、1.20% 與 0.38%，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 90 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續成長至 2000 年達 133 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 140 千公噸二氧化碳當量，2010 年則減少至 135 千公噸二氧化碳當量，至 2020 年減少為 99 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加

至 102 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 3.03%；排放占比以化學材料與化學製品製造業 33.63% 為最高，非金屬礦物製品製造業占 19.95%，鋼鐵基本工業占 14.63%，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 10.53%、1.19% 與 0.39%，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

請參照 3.2 節特定排放源的重新計算規劃。

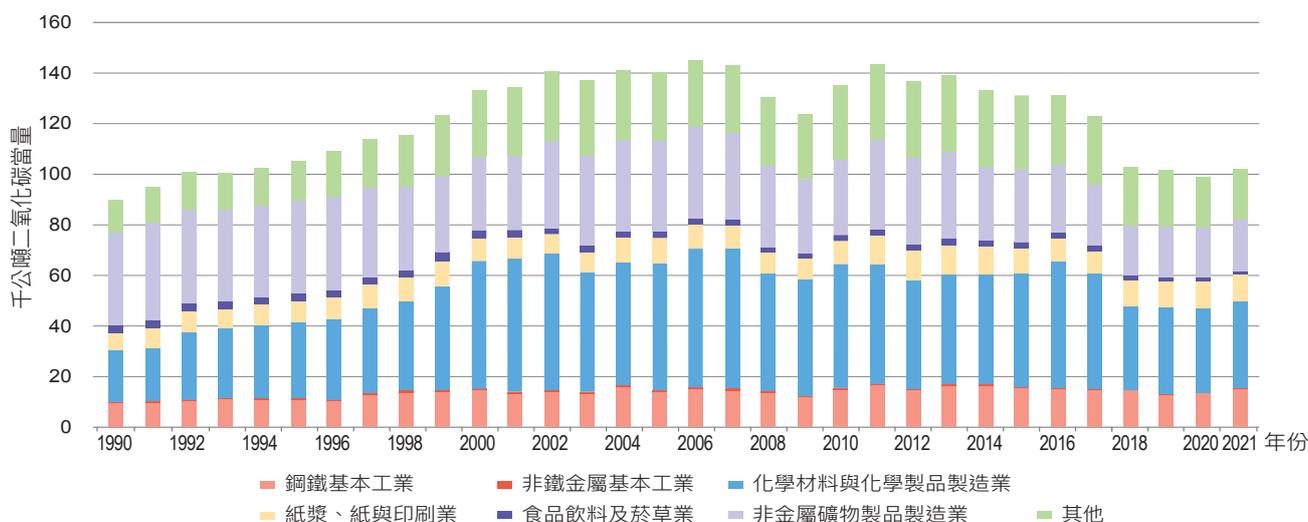


圖 3.2.16 1990 年至 2021 年製造業與營造業燃料燃燒甲烷排放量趨勢

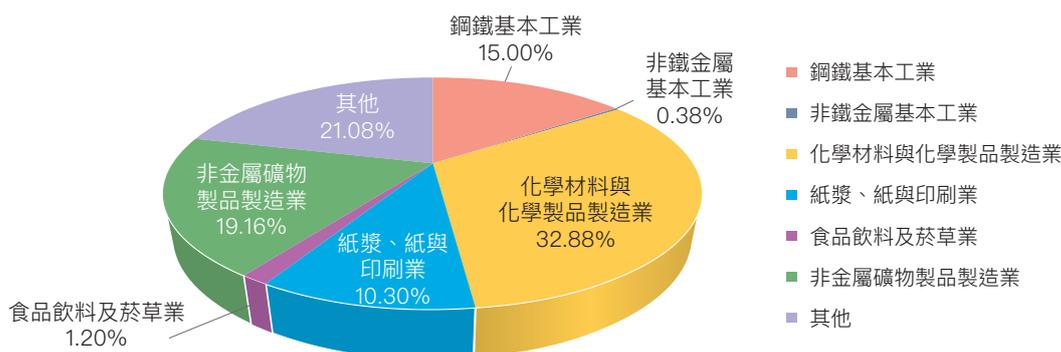


圖 3.2.17 2021 年製造業與營造業燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.17 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.2 製造業與營造業	46	48	52	51	52	54	56	58	59	63	69
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	5	5	5	6	5	6	5	7	7	7	8
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	10	11	14	14	15	15	16	17	18	21	27
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	3	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	20	21	20	20	20	20	20	19	18	16	16
1.A.2.g. 其他	6	6	7	6	7	7	8	9	10	12	13
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.2 製造業與營造業	71	74	73	75	75	78	77	71	67	74	79
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	7	8	7	9	8	8	8	8	7	8	9
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	28	28	25	26	26	29	29	25	25	26	26
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	4	4	4	5	6	5	5	4	4	5	6
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	16	19	19	20	20	20	19	18	16	16	20
1.A.2.g. 其他	14	14	15	15	14	14	15	15	14	16	17
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.2 製造業與營造業	76	78	74	74	74	69	59	58	57	59	
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	8	9	9	9	9	9	8	8	8	9	
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	23	24	24	25	28	25	19	19	19	19	
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	7	6	6	5	5	5	6	6	6	6	
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	19	19	16	16	15	13	11	11	11	11	
1.A.2.g. 其他	17	17	17	17	16	16	14	13	12	12	

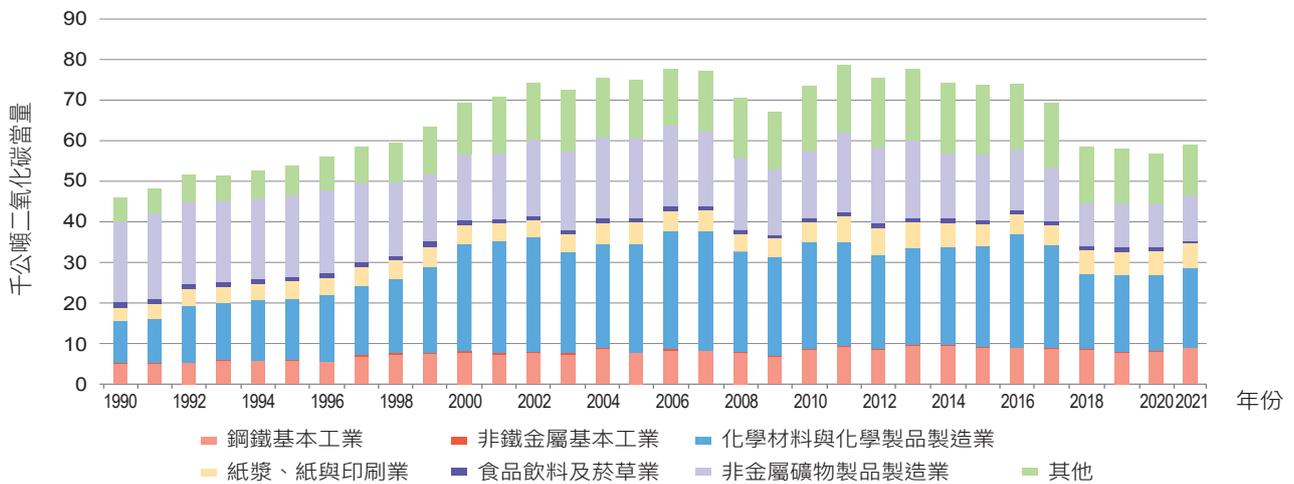


圖 3.2.18 1990 年至 2021 年製造業與營造業燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

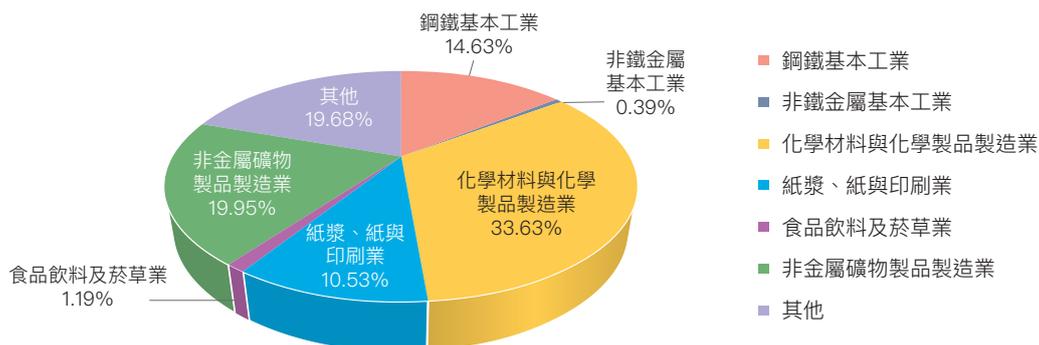


圖 3.2.19 2021 年製造業與營造業燃料燃燒氧化亞氮排放占比



表 3.2.18 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.2 製造業與營造業	90	95	101	100	103	105	109	114	115	123	133
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	10	10	10	11	11	11	10	13	14	14	14
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	21	21	27	27	29	30	32	33	36	41	51
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	7	7	8	8	8	8	9	9	9	10	9
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	37	39	37	36	36	37	37	35	33	30	30
1.A.2.g. 其他	13	14	15	14	15	16	18	19	20	24	26
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.2 製造業與營造業	134	141	137	141	140	145	143	131	124	135	144
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	13	14	13	16	14	15	15	14	12	15	16
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	53	54	47	49	50	55	55	47	46	49	48
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	8	8	8	10	10	10	9	8	8	9	11
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	3	3	2	3	3	2	2	2	2	2	2
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	29	34	35	37	36	36	34	33	29	30	35
1.A.2.g. 其他	27	27	30	27	27	26	27	27	26	29	30
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.2 製造業與營造業	137	140	133	131	131	123	103	101	99	102	
1.A.2.a. 鋼鐵基本工業	15	16	16	15	15	15	14	13	13	15	
1.A.2.b. 非鐵金屬基本工業	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.A.2.c. 化學材料與化學製品製造業	43	44	44	45	50	46	33	34	34	34	
1.A.2.d. 紙漿、紙與印刷業	12	11	11	10	9	9	10	10	11	11	
1.A.2.e. 食品飲料及菸草業	3	3	3	2	2	2	2	2	1	1	
1.A.2.f. 非金屬礦物製品製造業	34	34	29	29	27	24	19	20	20	20	
1.A.2.g. 其他	30	31	30	30	27	27	23	22	20	20	

## 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。

### 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。

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、逸散之排放，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。

(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 年成長至 33,207 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 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，2020 年增加至 35,727 千公噸二氧化碳當量，2021 年則減少至 33,917 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年減少 5.07%；排放占比以公路運輸 98.65% 為最高，國內水運占 0.90%，國內航空占 0.45%，詳見圖 3.2.20、圖 3.2.21 與表 3.2.20。

B. 甲烷

運輸部門 1990 年燃料燃燒甲烷總排放量為 152 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續成長至 2000 年達 270 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 303 千公噸二氧化碳當量，其後排放量互有增減，至 2010 年減少至 284 千公噸二氧化碳當量，2020 年增加至 290 千公噸二氧化碳當量，2021 年則減少至 269 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年減少 7.24%；排放占比以公路運輸 99.73% 為最高，國內水運

占 0.26%，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 291 千公噸二氧化碳當量，2000 年成長至 475 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 527 千公噸二氧化碳當量，其後漸減再增，2010 年減少至 497 千公噸二氧化碳當量，2020 年增加至 513 千公噸二氧化碳當量，2021 年則減少至 488 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年減少 4.87%；排放占比以公路運輸 99.24% 為最高，其次為國內水運占 0.49%，國內航空占 0.26%、鐵路占 0.01%，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。

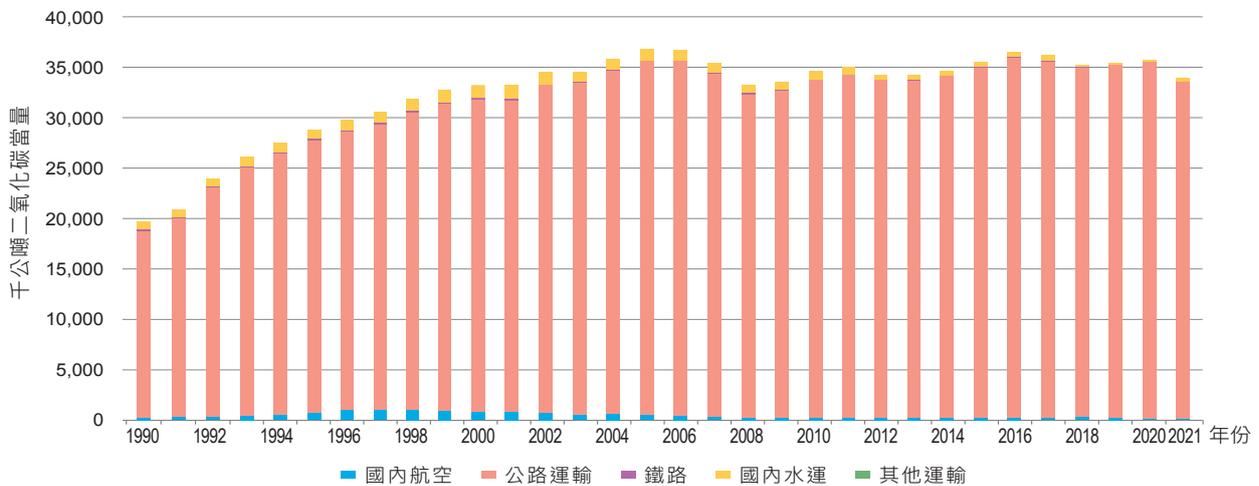


圖 3.2.20 1990 年至 2021 年運輸燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

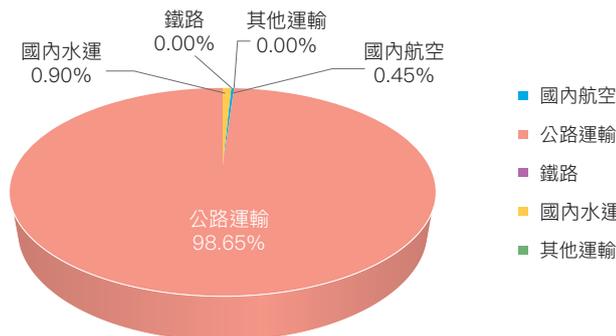


圖 3.2.21 2021 年運輸燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.20 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.3 運輸	19,646	20,888	24,033	26,103	27,540	28,822	29,801	30,536	31,844	32,772	33,207
1.A.3.a. 空運	280	300	368	527	641	853	1,072	1,075	1,025	1,052	903
1.A.3.a.ii. 國內航空	280	300	368	527	641	853	1,072	1,075	1,025	1,052	903
1.A.3.b. 公路運輸	18,547	19,762	22,693	24,515	25,866	26,936	27,615	28,290	29,570	30,370	30,956
1.A.3.c. 鐵路	130	139	138	144	140	140	132	129	126	133	123
1.A.3.d. 水運	690	687	833	916	893	893	982	1,042	1,124	1,217	1,226
1.A.3.d.ii. 國內水運	690	687	833	916	893	893	982	1,042	1,124	1,217	1,226
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.3 運輸	33,246	34,542	34,509	35,859	36,846	36,771	35,419	33,216	33,541	34,652	35,107
1.A.3.a. 空運	828	755	630	646	592	516	390	259	228	231	257
1.A.3.a.ii. 國內航空	828	755	630	646	592	516	390	259	228	231	257
1.A.3.b. 公路運輸	30,942	32,459	32,790	34,035	35,022	35,091	33,976	32,089	32,449	33,475	33,962
1.A.3.c. 鐵路	118	117	106	95	96	94	91	90	74	82	83
1.A.3.d. 水運	1,360	1,211	982	1,083	1,135	1,069	961	778	790	863	804
1.A.3.d.ii. 國內水運	1,360	1,211	982	1,083	1,135	1,069	961	778	790	863	804
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.3 運輸	34,284	34,209	34,666	35,506	36,584	36,202	35,207	35,443	35,727	33,917	
1.A.3.a. 空運	259	237	266	258	287	293	292	281	215	153	
1.A.3.a.ii. 國內航空	259	237	266	258	287	293	292	281	215	153	
1.A.3.b. 公路運輸	33,460	33,422	33,865	34,773	35,725	35,307	34,696	34,989	35,327	33,458	
1.A.3.c. 鐵路	83	83	77	69	57	53	55	0	0	0	
1.A.3.d. 水運	483	467	458	405	516	550	163	173	185	306	
1.A.3.d.ii. 國內水運	483	467	458	405	516	550	163	173	185	306	
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

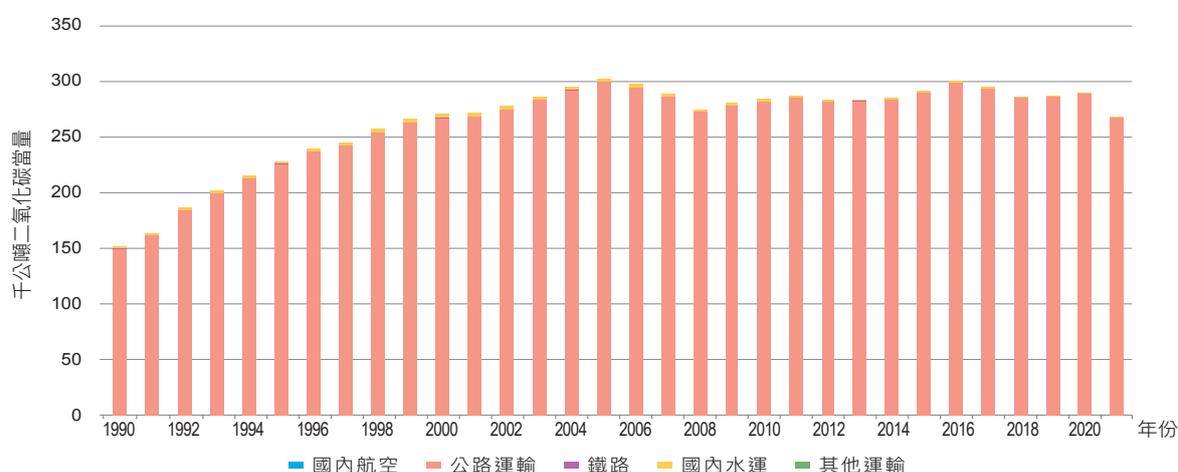


圖 3.2.22 1990 年至 2021 年運輸燃料燃燒甲烷排放量趨勢

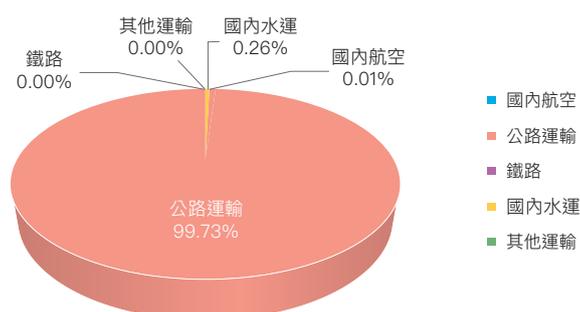


圖 3.2.23 2021 年運輸燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.21 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.3 運輸	152	163	187	202	216	228	239	245	257	266	270
1.A.3.a. 空運	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.a.ii. 國內航空	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.b. 公路運輸	150	162	184	200	213	226	237	243	254	263	267
1.A.3.c. 鐵路	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.d. 水運	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
1.A.3.d.ii. 國內水運	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.3 運輸	272	278	287	295	303	298	289	275	281	284	287
1.A.3.a. 空運	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.a.ii. 國內航空	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.b. 公路運輸	269	275	284	292	300	295	287	273	279	282	285
1.A.3.c. 鐵路	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.A.3.d. 水運	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2
1.A.3.d.ii. 國內水運	3	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.3 運輸	283	284	285	292	301	295	286	287	290	269	
1.A.3.a. 空運	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.A.3.a.ii. 國內航空	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.A.3.b. 公路運輸	282	282	284	291	299	294	286	286	289	268	
1.A.3.c. 鐵路	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.A.3.d. 水運	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	
1.A.3.d.ii. 國內水運	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

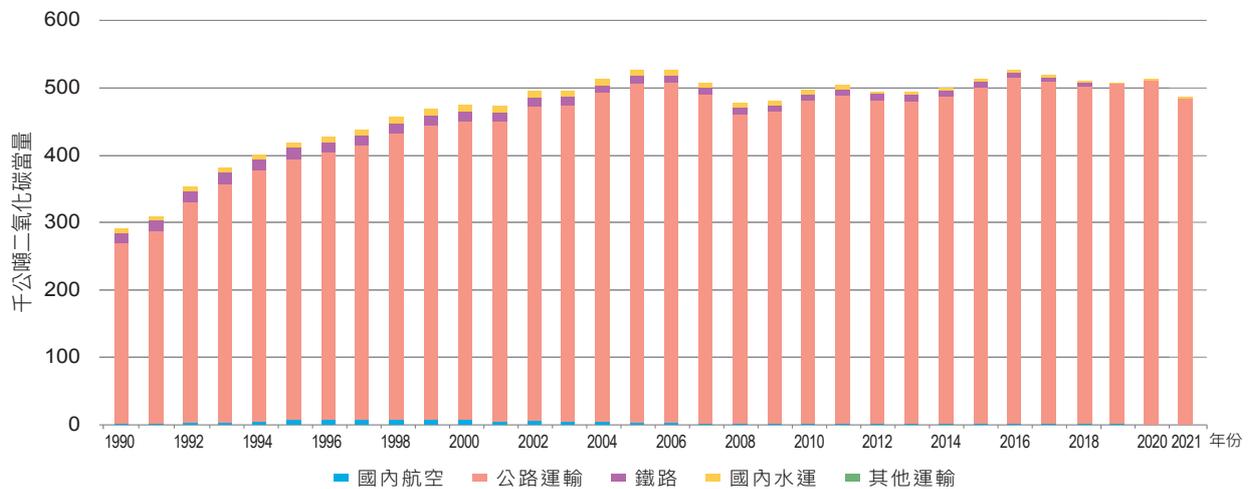


圖 3.2.24 1990 年至 2021 年運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

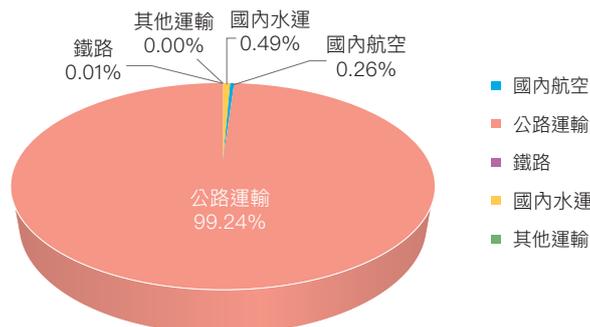


圖 3.2.25 2021 年運輸燃料燃燒氧化亞氮排放占比



表 3.2.22 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.3 運輸	291	309	353	382	402	418	428	438	456	469	475
1.A.3.a. 空運	2	3	3	4	5	7	9	9	9	9	8
1.A.3.a.ii. 國內航空	2	3	3	4	5	7	9	9	9	9	8
1.A.3.b. 公路運輸	268	285	328	354	373	388	396	406	424	436	444
1.A.3.c. 鐵路	15	16	16	17	16	16	15	15	14	15	14
1.A.3.d. 水運	5	5	6	7	7	7	8	8	9	10	10
1.A.3.d.ii. 國內水運	5	5	6	7	7	7	8	8	9	10	10
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.3 運輸	475	496	495	513	527	527	508	478	480	497	505
1.A.3.a. 空運	7	6	5	5	5	4	3	2	2	2	2
1.A.3.a.ii. 國內航空	7	6	5	5	5	4	3	2	2	2	2
1.A.3.b. 公路運輸	443	466	470	488	502	504	487	459	464	479	487
1.A.3.c. 鐵路	14	13	12	11	11	11	10	10	9	9	10
1.A.3.d. 水運	11	10	8	8	9	8	8	6	6	7	6
1.A.3.d.ii. 國內水運	11	10	8	8	9	8	8	6	6	7	6
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.3 運輸	495	494	500	513	526	521	510	508	513	488	
1.A.3.a. 空運	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
1.A.3.a.ii. 國內航空	2	2	2	2	2	2	2	2	2	1	
1.A.3.b. 公路運輸	479	479	486	499	513	508	500	504	510	484	
1.A.3.c. 鐵路	9	9	9	8	7	6	6	0	0	0	
1.A.3.d. 水運	4	4	4	3	4	4	1	1	1	2	
1.A.3.d.ii. 國內水運	4	4	4	3	4	4	1	1	1	2	
1.A.3.e. 其他運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

## 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。

## 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，至 2000 年增加為 10,922 千公噸二氧化碳當量，至 2005 年達 12,089 千公

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

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。

噸二氧化碳當量，至 2010 年減少為 10,174 千公噸二氧化碳當量，2020 年減少至 9,430 千公噸二氧化碳當量，2021 年則減少至 9,285 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年減少 1.54%；排放占比部分，最高者為住宅 48.48%、其次為服務業 37.36%，農林漁牧為 14.16%，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 30 千公噸二氧化碳當量，2000 年減少為 29 千公噸二

氧化碳當量，至 2005 年增加為 33 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少為 26 千公噸二氧化碳當量，至 2020 年減少為 24.3 千公噸二氧化碳當量，2021 年持續微幅下降，較 2020 年減少 1.23%；排放占比部分以服務業 42.72% 最高，其次為住宅 38.89%、農林漁牧 18.39%，詳見圖 3.2.28、圖 3.2.29 與表 3.2.25。

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 17 千公噸二氧化碳當量，2000 年減少為 15 千

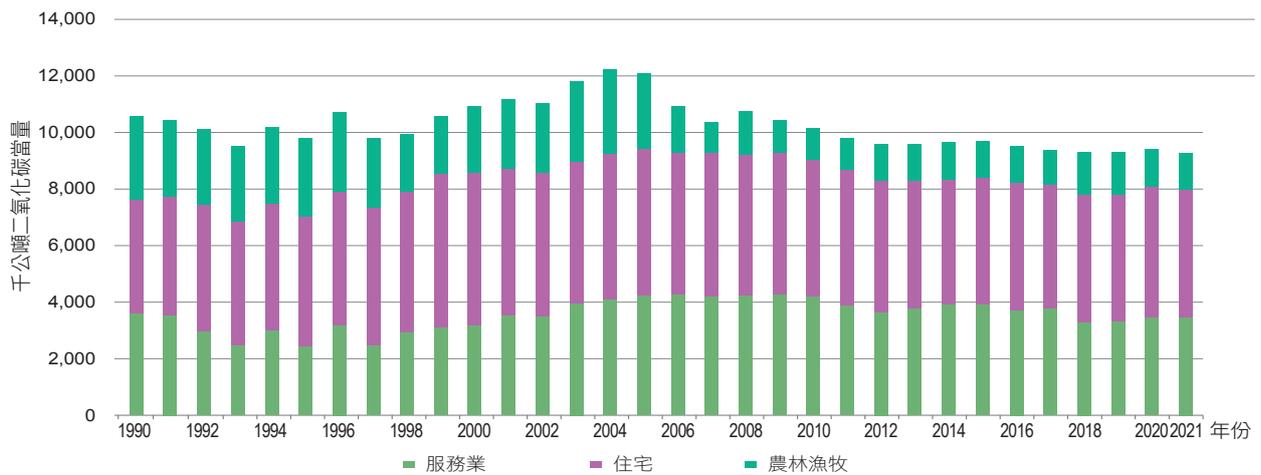


圖 3.2.26 1990 年至 2021 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

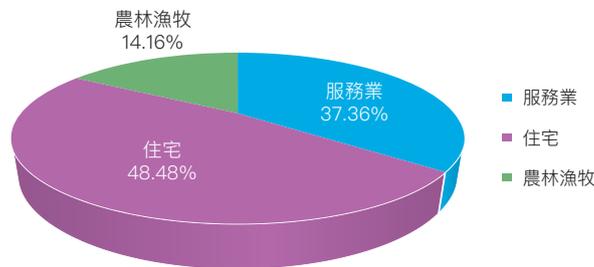


圖 3.2.27 2021 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.24 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
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	10,579	10,922
1.A.4.a. 服務業	3,621	3,529	2,989	2,490	3,018	2,445	3,175	2,482	2,946	3,128	3,205
1.A.4.b. 住宅	4,005	4,238	4,446	4,359	4,461	4,597	4,754	4,851	4,952	5,410	5,354
1.A.4.c. 農林漁牧	2,946	2,700	2,672	2,675	2,721	2,777	2,805	2,475	2,041	2,040	2,362
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.4 其他部門	11,174	11,052	11,806	12,230	12,089	10,952	10,370	10,785	10,463	10,174	9,807
1.A.4.a. 服務業	3,538	3,487	3,952	4,120	4,227	4,272	4,232	4,226	4,264	4,204	3,898
1.A.4.b. 住宅	5,181	5,107	5,042	5,133	5,235	5,033	5,047	5,017	5,030	4,857	4,786
1.A.4.c. 農林漁牧	2,455	2,459	2,811	2,977	2,627	1,647	1,091	1,543	1,169	1,113	1,123
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.4 其他部門	9,566	9,571	9,681	9,698	9,533	9,384	9,310	9,318	9,430	9,285	
1.A.4.a. 服務業	3,635	3,812	3,928	3,941	3,720	3,779	3,317	3,337	3,499	3,469	
1.A.4.b. 住宅	4,672	4,484	4,411	4,469	4,537	4,402	4,480	4,467	4,605	4,501	
1.A.4.c. 農林漁牧	1,259	1,274	1,343	1,287	1,276	1,203	1,512	1,514	1,326	1,315	

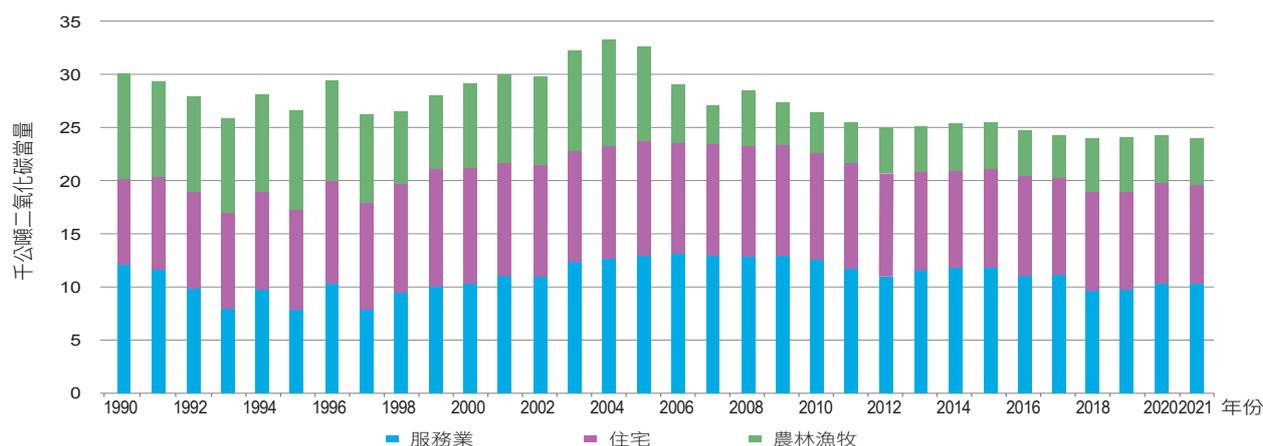


圖 3.2.28 1990 年至 2021 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放量趨勢

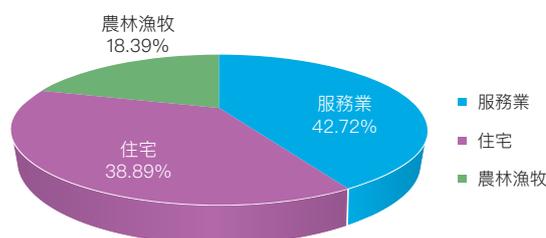


圖 3.2.29 2021 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.25 1990 年至 2021 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒甲烷排放量

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.4 其他部門	30	29	28	26	28	27	29	26	27	28	29
1.A.4.a. 服務業	12	12	10	8	10	8	10	8	10	10	10
1.A.4.b. 住宅	8	9	9	9	9	9	10	10	10	11	11
1.A.4.c. 農林漁牧	10	9	9	9	9	9	9	8	7	7	8
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.4 其他部門	30	30	32	33	33	29	27	28	27	26	25
1.A.4.a. 服務業	11	11	12	13	13	13	13	13	13	13	12
1.A.4.b. 住宅	11	10	10	11	11	10	10	10	10	10	10
1.A.4.c. 農林漁牧	8	8	9	10	9	6	4	5	4	4	4
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.4 其他部門	25	25	25	25	25	24	24	24	24	24	
1.A.4.a. 服務業	11	12	12	12	11	11	10	10	10	10	
1.A.4.b. 住宅	10	9	9	9	9	9	9	9	10	9	
1.A.4.c. 農林漁牧	4	4	5	4	4	4	5	5	4	4	

(單位：千公噸二氧化碳當量)

公噸二氧化碳當量，2005 年增加為 17 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少至 13 千公噸二氧化碳當量，至 2020 年減少至 12 千公噸二氧化碳當量，2021 年則進一步減少至 11 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年減少 0.29%；排放占比部分，2021 年占比較高者為服務業 53.16%、其次為農林漁牧 27.43%，住宅為 19.40%，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

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。

### 3.2.5 其他

#### 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

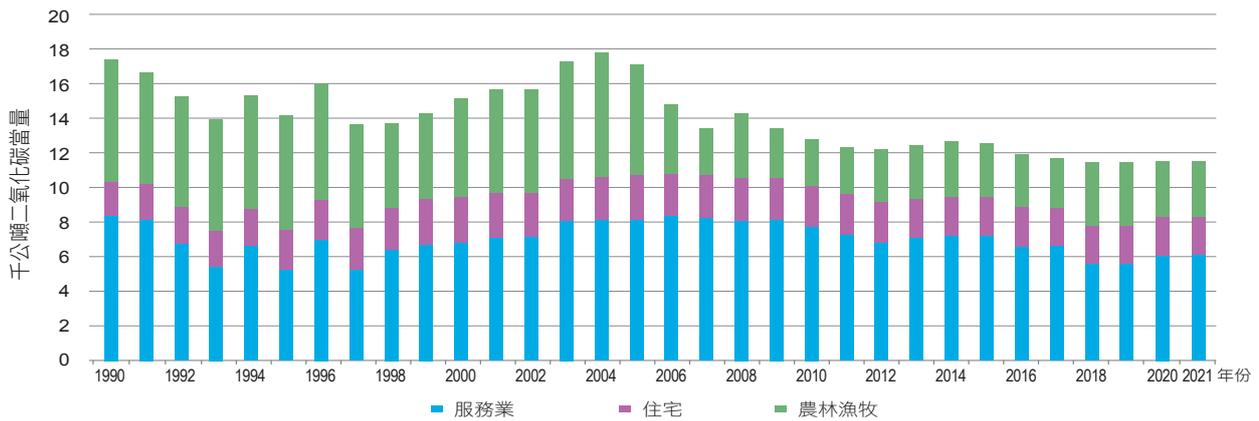


圖 3.2.30 1990 年至 2021 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

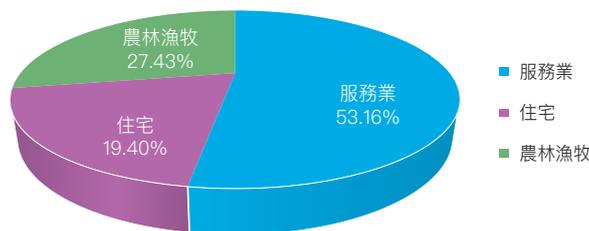


圖 3.2.31 2021 年服務業、住宅、農林漁牧燃料燃燒氧化亞氮排放占比

表 3.2.26 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.4 其他部門	17	17	15	14	15	14	16	14	14	14	15
1.A.4.a. 服務業	8	8	7	5	7	5	7	5	6	7	7
1.A.4.b. 住宅	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3
1.A.4.c. 農林漁牧	7	6	6	6	7	7	7	6	5	5	6
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.4 其他部門	16	16	17	18	17	15	13	14	13	13	12
1.A.4.a. 服務業	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8	7
1.A.4.b. 住宅	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2
1.A.4.c. 農林漁牧	6	6	7	7	6	4	3	4	3	3	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.4 其他部門	12	12	13	13	12	12	11	11	12	11	
1.A.4.a. 服務業	7	7	7	7	7	7	6	6	6	6	
1.A.4.b. 住宅	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
1.A.4.c. 農林漁牧	3	3	3	3	3	3	4	4	3	3	

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。2021 年我國燃料燃燒計算部門方法與參考方法之差距為 -0.48%，低於 2006 IPCC 指南建議的 5.0% 差異值，詳見表 3.2.27。

### 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。



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	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	213,348	209,122	2.02%
2001	215,720	212,957	1.30%
2002	225,860	220,546	2.41%
2003	233,224	230,607	1.13%
2004	244,762	239,929	2.01%
2005	248,329	247,956	0.15%
2006	257,072	255,331	0.68%
2007	261,715	259,214	0.97%
2008	248,511	247,536	0.39%
2009	237,250	235,868	0.59%
2010	254,715	251,708	1.19%
2011	261,794	257,096	1.83%
2012	255,788	253,166	1.04%
2013	256,854	254,070	1.10%
2014	261,385	258,481	1.12%
2015	258,493	258,476	0.01%
2016	264,384	262,982	0.53%
2017	270,233	269,462	0.29%
2018	267,226	267,208	0.01%
2019	260,185	258,821	0.53%
2020	255,802	257,381	-0.61%
2021	265,704	266,991	-0.48%

備註：此表不包含甲烷及氧化亞氮之排放量。

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。

### (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 年成長至 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 2020 年減少為 9,444 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加為 10,255 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 8.59%；排放占比以國際

航空 53.23% 為高，國際海運則占 46.77%，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 12 千公噸二氧化碳當量，2000 年成長至 27 千公噸二氧化碳當量，2005 年則減少至 19 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少至 14 千公噸二氧化碳當量，至 2020 年減少為 10 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加至 12 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 20.00%；排放占比以國際海運 91.95% 為最高，國際航空則占 8.05%，詳見圖 3.2.34、圖 3.2.35 與表 3.2.30。

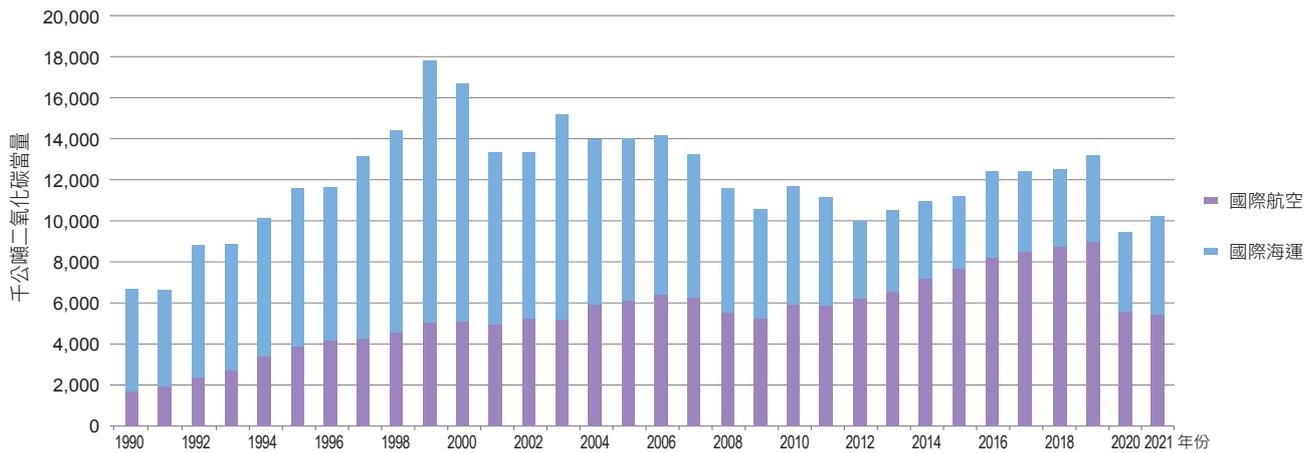


圖 3.2.32 1990 年至 2021 年國際運輸燃料燃燒二氧化碳排放量趨勢

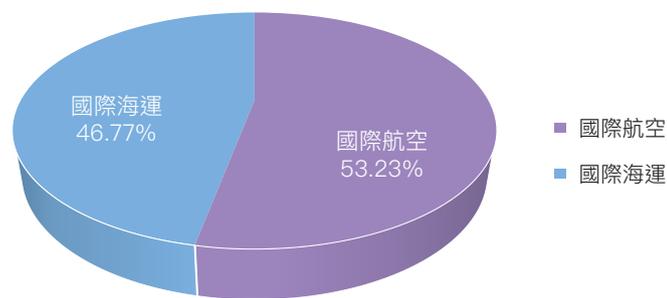


圖 3.2.33 2021 年國際運輸燃料燃燒二氧化碳排放占比

表 3.2.29 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.3 運輸 (國際運輸)	6,645	6,604	8,802	8,877	10,113	11,574	11,619	13,179	14,392	17,819	16,709
1.A.3.a.i. 國際航空	1,701	1,927	2,376	2,749	3,375	3,879	4,146	4,289	4,558	5,035	5,094
1.A.3.d.i. 國際海運	4,944	4,678	6,426	6,128	6,739	7,695	7,473	8,890	9,835	12,784	11,615
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.3 運輸 (國際運輸)	13,354	13,361	15,155	13,965	14,027	14,169	13,272	11,565	10,564	11,673	11,168
1.A.3.a.i. 國際航空	4,982	5,249	5,177	5,909	6,120	6,372	6,295	5,556	5,251	5,925	5,910
1.A.3.d.i. 國際海運	8,372	8,112	9,979	8,056	7,906	7,798	6,977	6,009	5,313	5,748	5,258
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.3 運輸 (國際運輸)	10,025	10,536	10,972	11,198	12,411	12,437	12,507	13,190	9,444	10,255	
1.A.3.a.i. 國際航空	6,212	6,586	7,184	7,652	8,225	8,526	8,713	9,006	5,588	5,459	
1.A.3.d.i. 國際海運	3,813	3,950	3,788	3,545	4,187	3,911	3,794	4,183	3,855	4,796	

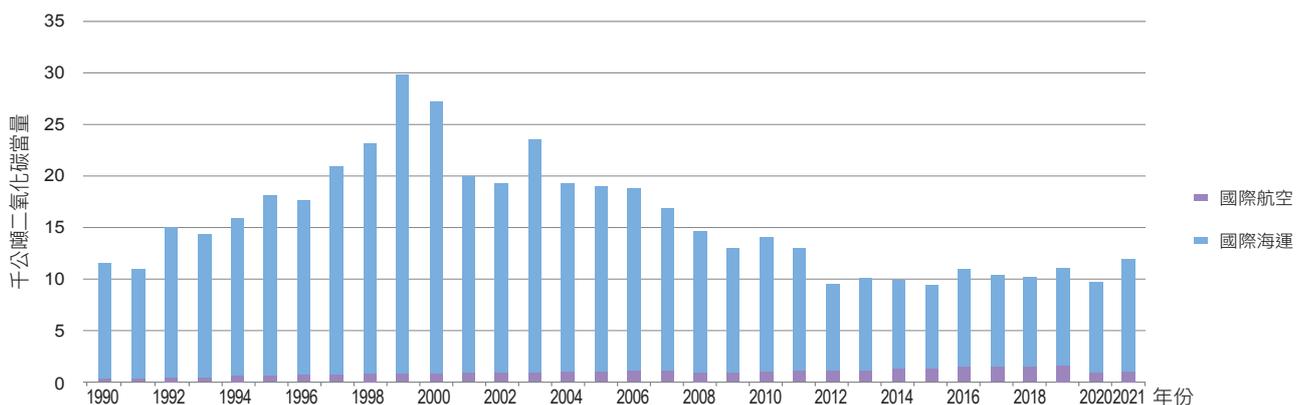


圖 3.2.34 1990 年至 2021 年國際運輸燃料燃燒甲烷排放量趨勢

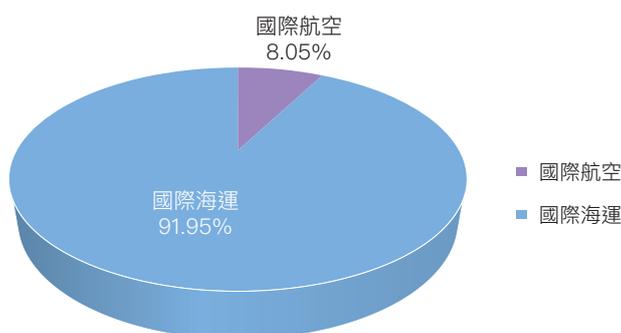


圖 3.2.35 2021 年國際運輸燃料燃燒甲烷排放占比

表 3.2.30 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.3 運輸 (國際運輸)	12	11	15	14	16	18	18	21	23	30	27
1.A.3.a.i. 國際航空	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1
1.A.3.d.i. 國際海運	11	11	15	14	15	17	17	20	22	29	26
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.3 運輸 (國際運輸)	20	19	24	19	19	19	17	15	13	14	13
1.A.3.a.i. 國際航空	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.A.3.d.i. 國際海運	19	18	23	18	18	18	16	14	12	13	12
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.3 運輸 (國際運輸)	10	10	10	9	11	10	10	11	10	12	
1.A.3.a.i. 國際航空	1	1	1	1	1	1	2	2	1	1	
1.A.3.d.i. 國際海運	9	9	9	8	9	9	9	10	9	11	

### C. 氧化亞氮

國際運輸 1990 年燃料燃燒氧化亞氮總排放量為 52 千公噸二氧化碳當量，2000 年成長至 132 千公噸二氧化碳當量，2005 年則減少至 112 千公噸二氧化碳當量，2010 年減少至 94 千公噸二氧化碳當量，2020 年減少至 76 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加至 83 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 9.21%；排放占比以國際航空 55.08% 最高，國際海運則為 44.92%，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

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。

### 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二氧化碳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) 燃料燃燒溫室氣體排放統計結果

##### 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 13,873 千公噸二氧化碳當量，其後逐年增加至 2005 年達 48,888 千公噸二氧化碳當量，其後逐年互有增減，2020 年增加為 67,586 千公噸二氧化碳當量，2021 年增加至 74,393 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 10.07%，詳見圖 3.2.38 與表 3.2.32。

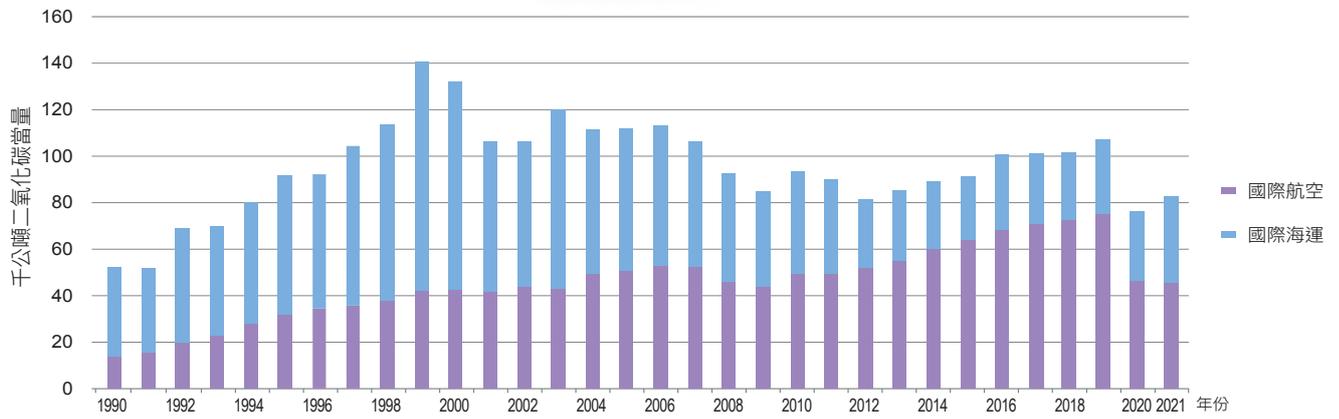


圖 3.2.36 1990 年至 2021 年國際運輸燃料燃燒氧化亞氮排放量趨勢

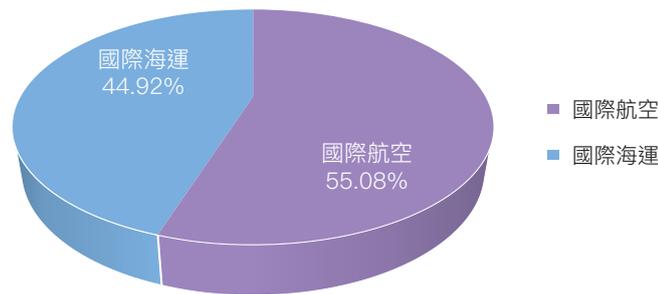


圖 3.2.37 2021 年國際運輸燃料燃燒氧化亞氮排放占比

表 3.2.31 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.A.3 運輸 (國際運輸)	52	52	69	70	80	92	92	104	114	141	132
1.A.3.a.i. 國際航空	14	16	20	23	28	32	35	36	38	42	42
1.A.3.d.i. 國際海運	38	36	50	47	52	59	58	69	76	99	90
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.A.3 運輸 (國際運輸)	106	106	120	111	112	113	106	93	85	94	90
1.A.3.a.i. 國際航空	42	44	43	49	51	53	52	46	44	49	49
1.A.3.d.i. 國際海運	65	63	77	62	61	60	54	46	41	44	41
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.A.3 運輸 (國際運輸)	81	85	89	91	101	101	102	107	76	83	
1.A.3.a.i. 國際航空	52	55	60	64	69	71	73	75	47	46	
1.A.3.d.i. 國際海運	29	31	29	27	32	30	29	32	30	37	

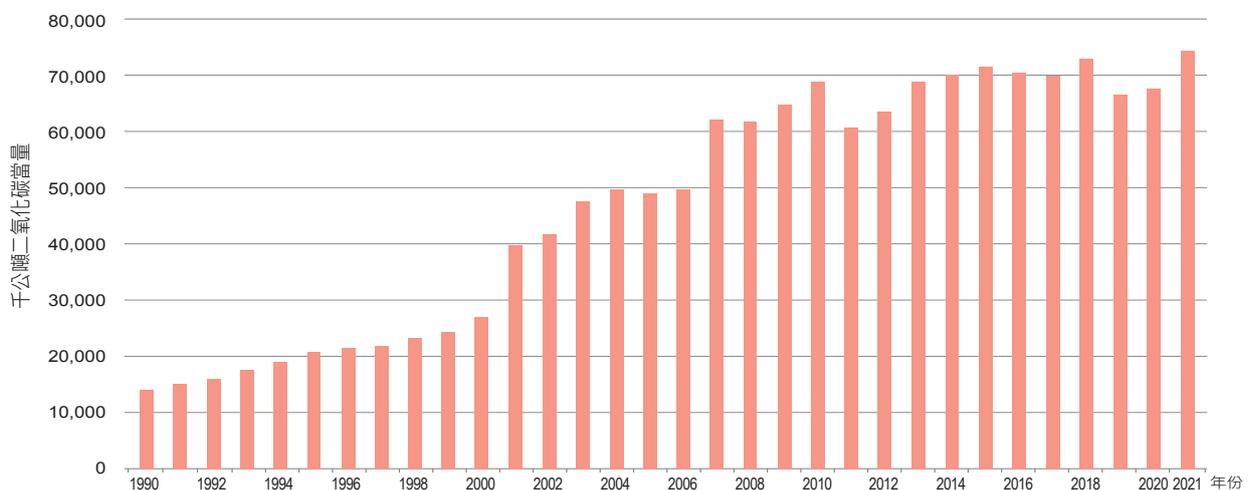


圖 3.2.38 1990 年至 2021 年非能源使用燃料燃燒二氧化碳扣減量趨勢

表 3.2.32 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
非能源消費	13,873	15,078	15,925	17,589	18,974	20,822	21,426	21,741	23,248	24,319	26,962
工業、轉變及能源部門 (石化原料用)	13,873	15,078	15,925	17,589	18,974	20,822	21,426	21,741	23,248	24,319	26,962
運輸部門	6,346	6,388	6,635	7,541	10,969	12,166	12,400	13,366	12,344	12,961	15,136
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
非能源消費	39,796	41,798	47,507	49,717	48,888	49,693	62,091	61,667	64,816	68,758	60,742
工業、轉變及能源部門 (石化原料用)	39,796	41,798	47,507	49,717	48,888	49,693	62,091	61,667	64,816	68,758	60,742
運輸部門	31,448	31,319	35,212	38,501	37,332	38,402	49,295	50,555	53,448	56,345	48,730
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
非能源消費	63,588	68,850	70,174	71,622	70,494	69,895	72,880	66,495	67,586	74,393	
工業、轉變及能源部門 (石化原料用)	63,588	68,850	70,174	71,622	70,494	69,895	72,880	66,495	67,586	74,393	
運輸部門	52,120	56,868	58,078	59,946	58,760	58,268	60,231	54,720	55,251	62,627	
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

### B. 甲烷

非能源使用燃料燃燒甲烷排放扣減量，1990 年為 15 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年增加至 2005 年為 51 千公噸二氧化碳當量，2020 年增加為 69 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加為 77 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 11.59%，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 34 千公噸二氧化碳當量，其後大致呈現增加趨勢，至 2005 年為 120 千公噸二氧化碳當量，2020 年增加為 161 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加至 182 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 13.04%，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。

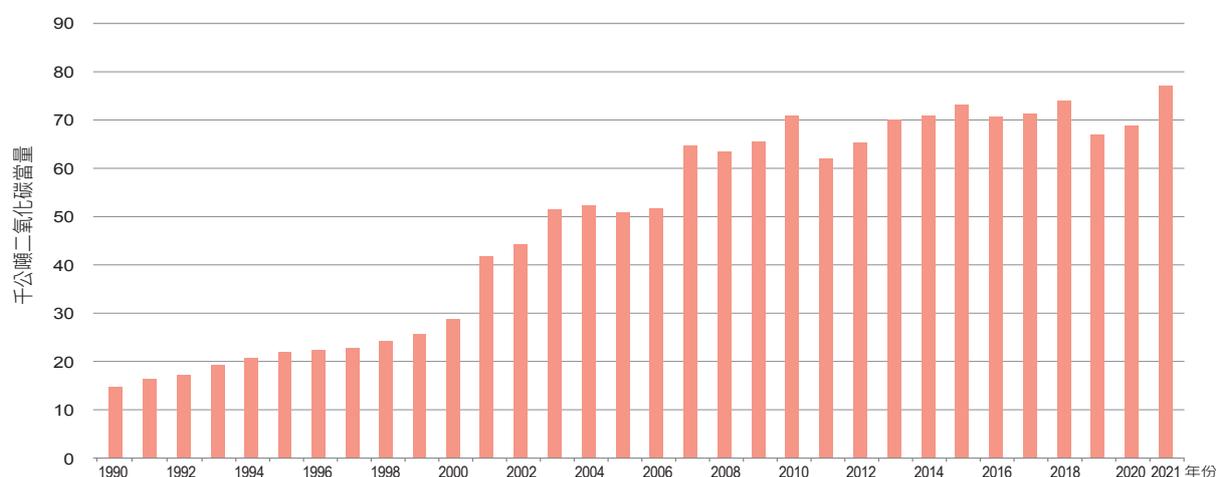


圖 3.2.39 1990 年至 2021 年非能源使用燃料燃燒甲烷扣減量趨勢

表 3.2.33 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
非能源消費	15	16	17	19	21	22	22	23	24	26	29
工業、轉變及能源部門	15	16	17	19	21	22	22	23	24	26	29
(石化原料用)	6	7	7	8	11	12	13	14	13	13	15
運輸部門	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
非能源消費	42	44	51	52	51	52	65	63	66	71	62
工業、轉變及能源部門	42	44	51	52	51	52	65	63	66	71	62
(石化原料用)	32	32	36	39	38	39	49	50	53	56	48
運輸部門	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
非能源消費	65	70	71	73	71	71	74	67	69	77	
工業、轉變及能源部門	65	70	71	73	71	71	74	67	69	77	
(石化原料用)	52	56	57	59	57	58	59	53	55	64	
運輸部門	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

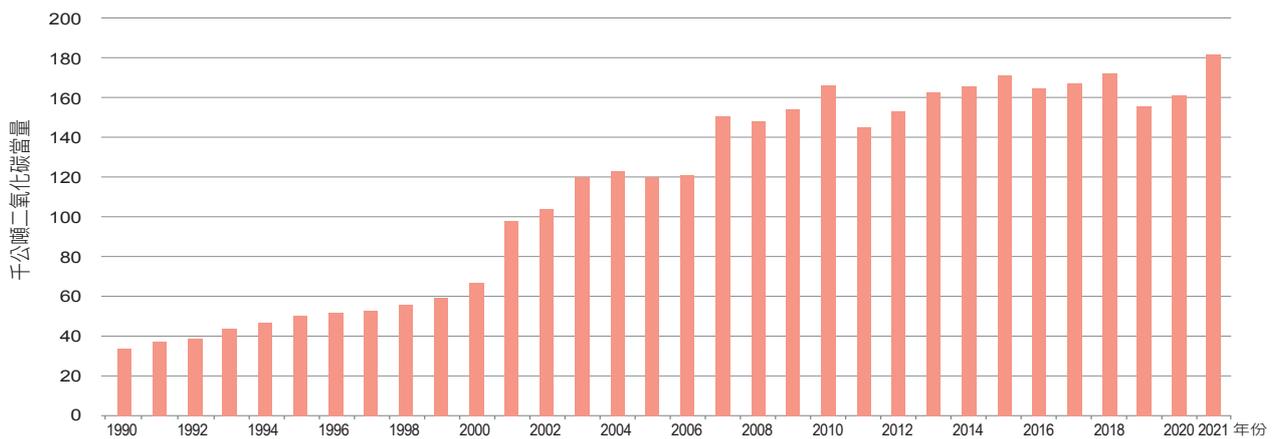


圖 3.2.40 1990 年至 2021 年非能源使用燃料燃燒氧化亞氮扣減量趨勢

表 3.2.34 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
非能源消費	34	37	39	43	47	50	52	52	56	59	67
工業、轉變及能源部門	34	37	39	43	47	50	52	52	56	59	67
(石化原料用)	15	16	16	18	27	30	30	33	30	32	37
運輸部門	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
非能源消費	98	104	120	123	120	121	151	148	154	166	145
工業、轉變及能源部門	98	104	120	123	120	121	151	148	154	166	145
(石化原料用)	77	76	86	94	91	92	117	119	125	134	114
運輸部門	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
非能源消費	153	163	165	171	165	167	172	155	161	182	
工業、轉變及能源部門	153	163	165	171	165	167	172	155	161	182	
(石化原料用)	124	131	134	140	134	137	139	125	129	151	
運輸部門	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

### 3.3 燃料逸散性排放 (1.B)

#### 2. 方法論議題

#### 1. 統計範疇

依據國家清冊分類，燃料逸散性排放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。

#### (1) 燃料燃燒二氧化碳排放計算方法與程序

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，區分方法 1、方法 2 與方法 3<sup>1</sup>。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。

表 3.3.1 能源部門燃料逸散排放源分類

排放源	範疇定義	排放氣體	
<b>1.B 燃料逸散排放</b>	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	
<b>1.B.1 固體燃料</b>	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。		
<b>1.B.1.a. 煤炭開採與處理</b>	所有煤炭活動產生的逸散排放。		
<b>1.B.1.a.i. 地下煤礦</b>	開採、開採後、廢棄礦坑和排水甲烷廢氣燃燒塔產生的逸散。		
<b>1.B.1.a.i.1. 開採</b>	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。		
<b>1.B.1.a.i.2. 開採後煤層氣排放</b>	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。		
<b>1.B.1.a.i.3. 廢棄地下煤礦</b>	廢棄地下礦坑產生之甲烷逸散。		
<b>1.B.1.a.i.4. 甲烷燃燒或甲烷轉換成二氧化碳</b>	廢氣燃燒塔燃燒甲烷，或經氧化過程轉換成二氧化碳。		
<b>1.B.1.a.ii. 露天煤礦</b>	露天煤礦開採產生之煤層氣逸散。		
<b>1.B.1.a.ii.1. 開採</b>	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。		
<b>1.B.1.a.ii.2. 開採後煤層氣排放</b>	煤炭開採、加工、儲存和運輸之甲烷和二氧化碳逸散。		
<b>1.B.1.b. 自燃與煤堆燃燒</b>	煤炭開採過程中自燃之二氧化碳排放。		
<b>1.B.2 石油和天然氣</b>	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
<b>1.B.2.a. 石油</b>	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。		
<b>1.B.2.a.i. 排氣</b>	石油設備中伴生氣、廢氣及廢熱之逸散排放。		
<b>1.B.2.a.ii. 噴焰燃燒</b>	石油設備中燃燒天然氣、廢氣及廢熱之逸散排放。		
<b>1.B.2.a.iii. 所有其他</b>	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。		
<b>1.B.2.a.iii.1. 探勘</b>	石油鑽井、地層測試器試井和完井產生的逸散排放。		
<b>1.B.2.a.iii.2. 生產和改質</b>	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。		
<b>1.B.2.a.iii.3. 運輸</b>	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。		
<b>1.B.2.a.iii.4. 精煉</b>	原油煉製為石油產品整體過程之逸散排放。		
<b>1.B.2.a.iii.5. 石油產品配送</b>	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。		
<b>1.B.2.a.iii.6. 其他</b>	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。		
<b>1.B.2.b. 天然氣</b>	包括源自洩放、噴焰燃燒排放，以及與天然氣勘探、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。		
<b>1.B.2.b.i. 排氣</b>	天然氣設備中天然氣、廢氣及廢熱之逸散排放。		
<b>1.B.2.b.ii. 噴焰燃燒</b>	天然氣設備中燃燒天然氣、廢氣及廢熱之逸散排放。		
<b>1.B.2.b.iii. 所有其他</b>	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。		

續下表

1 方法 3 指能取得實際量測值或足夠估計數據；方法 2 指取得國家層級排放係數；方法 1 指皆無法取得上述數據，爰參採 IPCC 排放係數進行計算。

續上表

排放源	範疇定義	排放氣體
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。	甲烷
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。	甲烷

#### 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 年逸散排放參採 IPCC 建議之方法 1 進行統計; 另我國煤炭自 2000 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 (m<sup>3</sup> / 公噸) × 地下煤炭產量 (公噸 / 年) × 轉換因子 (0.67 × 10<sup>-6</sup> Ggm<sup>-3</sup>) × 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 (m<sup>3</sup> / 公噸) × 地下煤炭產量 (公噸 / 年) × 轉換因子 (0.67 × 10<sup>-6</sup> Ggm<sup>-3</sup>) × 溫暖化潛勢。

#### B. 石油

按 IPCC 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, 自 2005 年起援引溫室氣體盤查報告書屬逸散排放資料, 即以方法 3 進行補充統計, 而 1990 年至 2004 年則依循 IPCC 建議之方法 1 進行統計; 其餘統計範疇皆依循 IPCC 建議之方法 1 進行統計。

(A) 方法 1: 活動數據 × 排放係數 × 溫暖化潛勢。

(B) 方法 3: 引用「國家溫室氣體登錄平台」之溫室氣體排放量盤查報告書數據進行統計「精煉」範疇之逸散排放量。

有關引用廠家「溫室氣體清冊」報告書之「表五: 定量盤查」資料, 基本篩選原則為。

(A) 「排放源資料: 屬逸散型式 (排除外購電力、固定、移動與製程等型式)」

(B) 「原燃物料或產品: 原油、製程氣、廢氣 – 其他、廢氣 – 有機廢氣、製程氣、地塔逸散、高塔逸散、酸塔逸散與各種管線閥件等 (排除天然氣)」

(C) 「設備: 管路設施、燃燒塔、管線閥件與燃氣管線等 (排除化糞池、各用途之冷凍與冷藏設備、消防設施、空冷設施與其他公用設施等)」

(D) 「製程: 排除維修保養、化糞池、消防活動與冷媒補充等 (排除鍋爐發電程序等)」, 但仍需視各廠申報內涵進行調整。

#### C. 天然氣

按 IPCC 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<sup>3</sup> / 公噸; 開採後平均甲烷排放因子為 2.5m<sup>3</sup> / 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局公布之能源平衡表 (原始單位)、天然氣業者申報之公用天然氣事業統計月報表、以及環保署「國家溫室氣體登錄平台」之溫室氣體排放量盤查報告書。

#### (4) 燃料逸散溫室氣體排放統計結果

1990 年燃料逸散溫室氣體總排放量為 277 千公噸二氧化碳當量, 2000 年減少至 139 千公噸二氧化碳當量, 2005 年微幅減少至 137 千公噸二氧化碳當量, 至 2010 年增加為 161 千公噸二氧化碳當量, 2020 年增加為 270 千公噸二氧化碳當量, 2021 年則增加至 291 千公噸二氧化碳當量, 較 2020 年增加 7.77%; 占比方面, 2021 年石油、天然氣逸散排放占比分別為 2.61%、97.39%, 詳見表 3.3.4、圖 3.3.1、圖 3.3.2。



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	$9.5 \times 10^{-5}$	$7.2 \times 10^{-4}$	NA
噴燄燃燒	原油：自產量	方法 1	$4.1 \times 10^{-2}$	$2.5 \times 10^{-5}$	$6.4 \times 10^{-7}$
探勘	-	方法 1	-	-	-
生產和改質	原油：自產量	方法 1	$1.8 \times 10^{-3}$	$1.801 \times 10^{-3}$ ( $1.5 \times 10^{-6} \sim 3.6 \times 10^{-3}$ )	NA
運輸	原油：自產量	方法 1	$4.9 \times 10^{-7}$	$5.4 \times 10^{-6}$	NA
精煉	原油：自產量	方法 1	ND	$2.18 \times 10^{-5}$ ( $2.6 \times 10^{-6} \sim 41.0 \times 10^{-6}$ )	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 (2006) , Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories CH 4: Fugitive Emissions , Table 4.2.4.

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	-	-	-
噴燄燃燒	(自產)天然氣+(進口)液化天然氣：自產量		$1.2 \times 10^{-3}$	$7.6 \times 10^{-7}$	$2.1 \times 10^{-8}$
探勘	-	-	-	-	-
生產	(自產)天然氣+(進口)液化天然氣：自產量	方法 1	$4.8 \times 10^{-5}$ ( $1.4 \times 10^{-5} \sim 8.2 \times 10^{-5}$ )	$1.34 \times 10^{-3}$ ( $3.8 \times 10^{-4} \sim 2.3 \times 10^{-3}$ )	NA
處理	(自產)天然氣+(進口)液化天然氣：自產量		$2.35 \times 10^{-4}$ ( $1.5 \times 10^{-4} \sim 3.2 \times 10^{-4}$ )	$7.55 \times 10^{-4}$ ( $4.8 \times 10^{-4} \sim 10.3 \times 10^{-4}$ )	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		$8.8 \times 10^{-7}$	$2.73 \times 10^{-4}$ ( $6.6 \times 10^{-5} \sim 4.8 \times 10^{-4}$ )	NA
配送	民營公司向中油公司購入 NG1 與 NG2 數量		$5.1 \times 10^{-5}$	$1.1 \times 10^{-3}$	ND

資料來源：IPCC (2006) , Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories CH 4: Fugitive Emissions , Table 4.2.4.

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 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.B. 燃料逸散	277	237	203	200	195	184	154	138	142	145	139
1.B.1 固體燃料	162	138	115	113	98	81	51	34	27	31	28
1.B.2 石油和天然氣	115	98	88	87	97	103	103	104	115	113	111
1.B.2.a. 石油	32	26	22	23	22	25	26	25	27	27	27
1.B.2.b. 天然氣	82	72	66	64	75	78	77	79	88	86	84
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.B. 燃料逸散	122	132	159	176	137	132	138	142	140	161	176
1.B.1 固體燃料	NO										
1.B.2 石油和天然氣	122	132	159	176	137	133	138	142	141	161	176
1.B.2.a. 石油	28	30	33	36	4	2	2	2	3	2	1
1.B.2.b. 天然氣	94	102	126	140	133	130	136	140	138	159	174
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.B. 燃料逸散	193	204	213	227	239	254	258	258	270	291	
1.B.1 固體燃料	NO										
1.B.2 石油和天然氣	193	205	214	228	239	255	258	258	270	291	
1.B.2.a. 石油	2	11	9	10	10	10	10	9	8	8	
1.B.2.b. 天然氣	191	193	204	218	229	244	248	249	263	284	

備註：我國煤炭自 2001 年起停產，爰以「NO」註記。

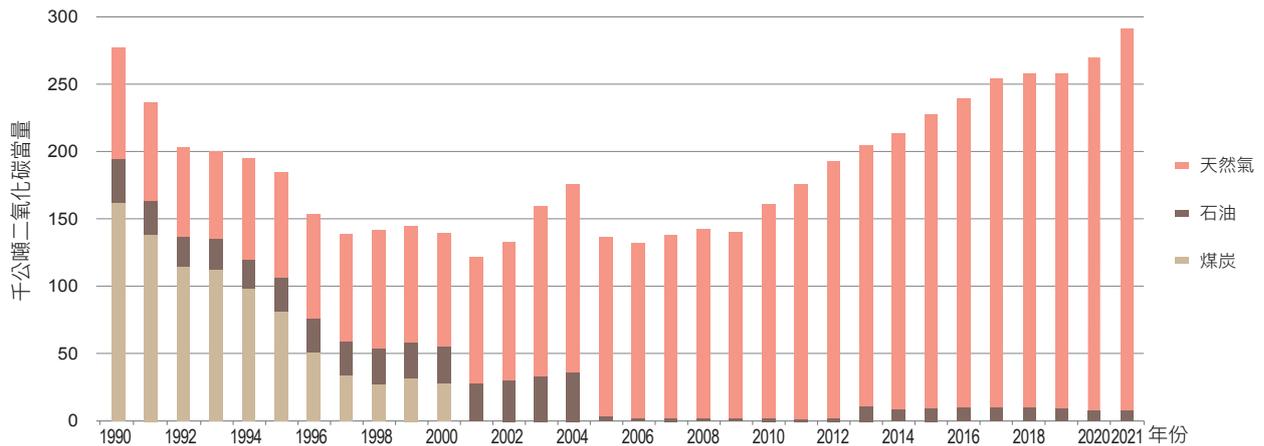


圖 3.3.1 1990 年至 2021 年能源部門燃料逸散溫室氣體排放量趨勢

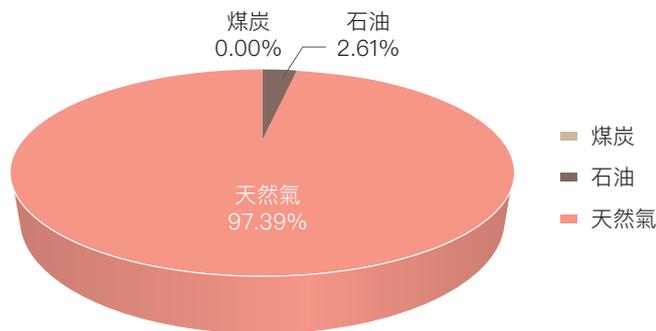


圖 3.3.2 2021 年能源部門燃料逸散溫室氣體排放占比

### A. 固體燃料

1990 年固體燃料逸散溫室氣體總排放量為 162 千公噸二氧化碳當量，其後呈現逐年持續減少至 2000 年 28 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 89.29%、開採後 10.71%，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 32 千公噸二氧化碳當量，2000 年減少至 27 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 年微幅減少至 2 千公噸二氧化碳當量，2020 年增加為 7.55 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加至 7.62 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加 0.89%；排放占比以精煉 96.60% 最高，其次依序為生產和改質 1.46%、噴燄燃燒 1.35%、排氣 0.58% 及運輸 0.004%，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 82 千公噸二氧化碳當量，2000 年成長至 84 千公噸二氧化碳當量，2005 年成長至 133 千公噸二氧化碳當量，至 2010 年增加為 159 千公噸二氧化碳當量，2020 年增加為 262 千公噸二氧化碳當量，2021 年則增加至 284 千公噸二氧化碳當量，較 2020 年增加

8.40%；排放占比以運輸與儲存 63.16% 最高，其次依序為配送 34.75%、生產 1.30%、處理 0.74% 及噴燄燃燒 0.05%，詳見圖 3.3.7、圖 3.3.8 與表 3.3.7。

### (5) 排放係數

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。

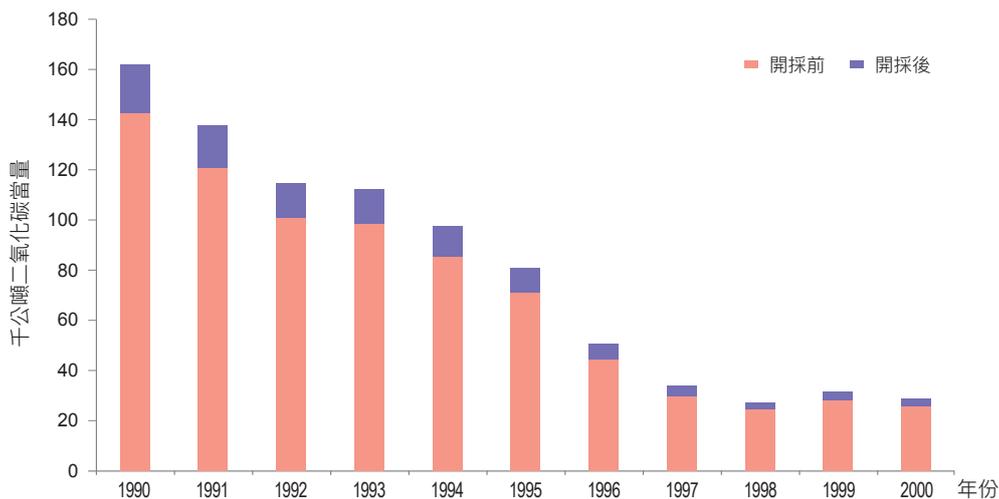


圖 3.3.3 1990 年至 2000 年固體燃料逸散溫室氣體排放量趨勢

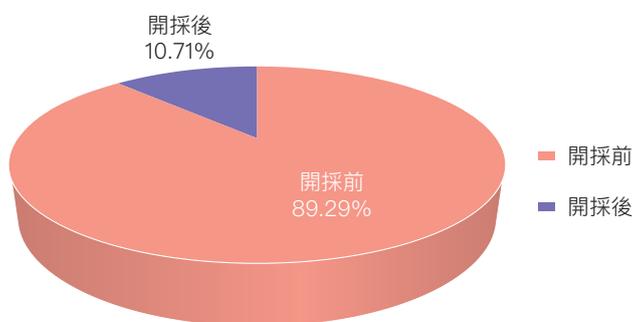


圖 3.3.4 2000 年固體燃料逸散溫室氣體排放占比

表 3.3.5 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.B.1. 固體燃料	162	138	115	113	98	81	51	34	27	31	28
1.B.1.a.i. 地下煤礦	162	138	115	113	98	81	51	34	27	31	28
1.B.1.a.i.1. 開採	142	121	101	99	86	71	44	30	24	28	25
1.B.1.a.i.2. 開採後煤層氣排放	20	17	14	14	12	10	6	4	3	4	3
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.B.1. 固體燃料	NO										
1.B.1.a.i. 地下煤礦	NO										
1.B.1.a.i.1. 開採	NO										
1.B.1.a.i.2. 開採後煤層氣排放	NO										
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.B.1. 固體燃料	NO										
1.B.1.a.i. 地下煤礦	NO										
1.B.1.a.i.1. 開採	NO										
1.B.1.a.i.2. 開採後煤層氣排放	NO										

備註：我國煤炭自 2001 年起停產，爰以「NO」註記。

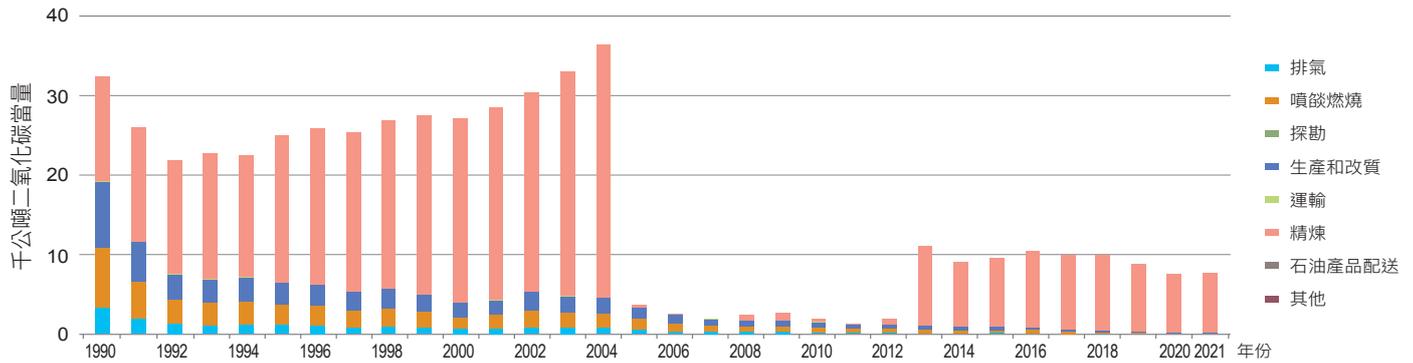


圖 3.3.5 1990 年至 2021 年石油逸散溫室氣體排放量趨勢

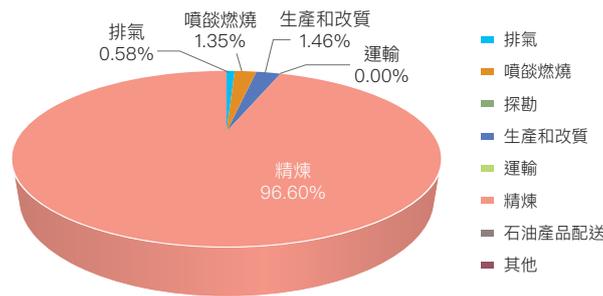


圖 3.3.6 2021 年石油逸散溫室氣體排放占比

表 3.3.6 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.B.2.a. 石油	32	26	22	23	22	25	26	25	27	27	27
1.B.2.a.i. 排氣	3	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.B.2.a.ii. 噴焰燃燒	8	5	3	3	3	3	2	2	2	2	2
1.B.2.a.iii. 所有其他	21	19	17	19	18	21	22	22	24	25	25
1.B.2.a.iii.1. 探勘	NO										
1.B.2.a.iii.2. 生產和改質	8	5	3	3	3	3	3	2	2	2	2
1.B.2.a.iii.3. 運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.B.2.a.iii.4. 精煉	13	14	14	16	15	18	20	20	21	22	23
1.B.2.a.iii.5. 石油產品配送	NO										
1.B.2.a.iii.6. 其他	NO										
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.B.2.a. 石油	28	30	33	36	4	2	2	2	3	2	1
1.B.2.a.i. 排氣	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
1.B.2.a.ii. 噴焰燃燒	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	0
1.B.2.a.iii. 所有其他	26	27	30	34	2	1	1	1	2	1	1
1.B.2.a.iii.1. 探勘	NO										
1.B.2.a.iii.2. 生產和改質	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
1.B.2.a.iii.3. 運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1.B.2.a.iii.4. 精煉	24	25	28	32	0	0	0	1	1	0	0
1.B.2.a.iii.5. 石油產品配送	NO										
1.B.2.a.iii.6. 其他	NO										
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.B.2.a. 石油	2	11	9	10	10	10	10	9	8	8	
1.B.2.a.i. 排氣	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.B.2.a.ii. 噴焰燃燒	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.B.2.a.iii. 所有其他	1	10	8	9	10	10	10	9	7	7	
1.B.2.a.iii.1. 探勘	NO										
1.B.2.a.iii.2. 生產和改質	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.B.2.a.iii.3. 運輸	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.B.2.a.iii.4. 精煉	1	10	8	9	10	9	9	8	7	7	
1.B.2.a.iii.5. 石油產品配送	NO										
1.B.2.a.iii.6. 其他	NO										

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

2. NO：我國該分類項目無使用。

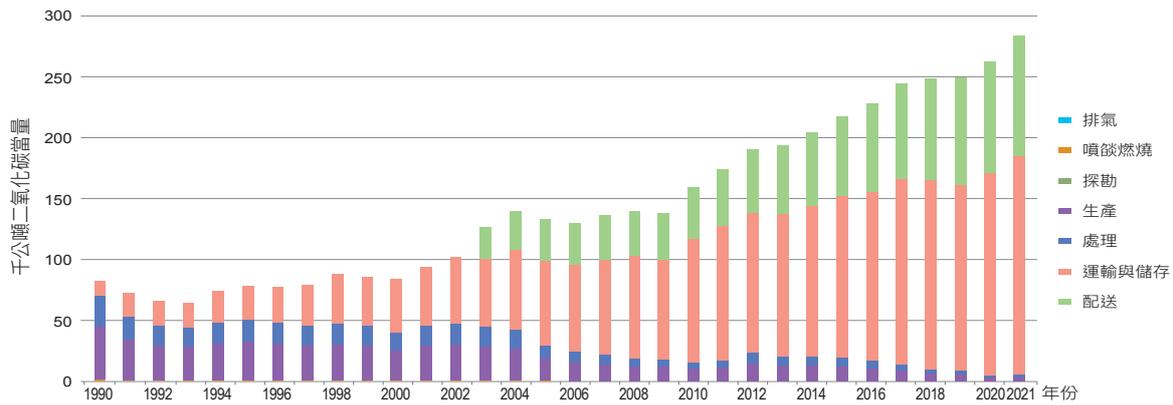


圖 3.3.7 1990 年至 2021 年天然氣逸散溫室氣體排放量趨勢

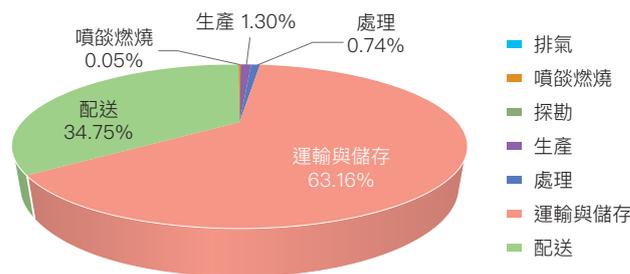


圖 3.3.8 2021 年天然氣逸散溫室氣體排放占比

表 3.3.7 1990 年至 2021 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	1995	1996	1997	1998	1999	2000
1.B.2.b. 天然氣	82	72	66	64	75	78	77	79	88	86	84
1.B.2.b.i. 排氣	NO										
1.B.2.b.ii. 噴發燃燒	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
1.B.2.b.iii. 所有其他	81	71	65	63	74	77	76	78	87	85	83
1.B.2.b.iii.1. 探勘	NO										
1.B.2.b.iii.2. 生產	44	33	29	28	30	32	30	29	29	29	25
1.B.2.b.iii.3. 加工	25	19	16	16	17	18	17	16	17	16	14
1.B.2.b.iii.4. 運輸與儲存	12	19	20	20	26	28	29	33	40	40	43
1.B.2.b.iii.5. 配送	NO										
1.B.2.b.iii.6. 其他	NO										
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011
1.B.2.b. 天然氣	94	102	126	140	133	130	136	140	138	159	174
1.B.2.b.i. 排氣	NO										
1.B.2.b.ii. 噴發燃燒	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
1.B.2.b.iii. 所有其他	93	101	125	139	132	130	136	139	137	159	174
1.B.2.b.iii.1. 探勘	NO	NO	NO	NO	0	0	0	0	0	0	0
1.B.2.b.iii.2. 生產	28	30	28	27	18	16	14	12	12	10	11
1.B.2.b.iii.3. 加工	16	17	16	15	10	9	8	7	7	6	6
1.B.2.b.iii.4. 運輸與儲存	48	54	55	66	69	71	77	84	81	101	110
1.B.2.b.iii.5. 配送	NO	NO	26	31	34	34	36	36	38	42	46
1.B.2.b.iii.6. 其他	NO										
溫室氣體排放源和吸收匯類別	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	
1.B.2.b. 天然氣	191	193	204	217	228	244	248	249	262	284	
1.B.2.b.i. 排氣	NO										
1.B.2.b.ii. 噴發燃燒	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
1.B.2.b.iii. 所有其他	190	193	204	218	228	244	248	249	262	284	
1.B.2.b.iii.1. 探勘	0	0	0	0	0	0	0	0	NO	NO	
1.B.2.b.iii.2. 生產	15	13	13	13	11	9	7	6	4	4	
1.B.2.b.iii.3. 加工	8	7	7	7	6	5	4	3	2	2	
1.B.2.b.iii.4. 運輸與儲存	115	117	123	132	139	152	154	152	165	179	
1.B.2.b.iii.5. 配送	52	55	61	65	73	78	83	88	92	99	
1.B.2.b.iii.6. 其他	NO										

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

2. NO：我國該分類項目無使用。

(B). 燃料逸散溫室氣體排放統計不確定性，

$$U_f = \sqrt{\sum \left( \frac{F_m \times U_m}{\sum F_m} \right)^2}$$

a. 燃料別逸散排放量不確定性， $U_m = \sqrt{\sum \left( \frac{F_{m,n} \times U_{m,n}}{\sum F_{m,n}} \right)^2}$

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<sub>2</sub>e)

$F_{m,n}$ ：燃料別逸散源排放量 (kg CO<sub>2</sub>e)

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

l：分別為各燃料別各範疇的活動數據與排放係數

## B. 分析結果

2021 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 140.85%。

### (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 IPCC 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 年氣候變遷因應法等），爰自 2005 年起直接引用盤查報告資料，即方法 3。

表 3.3.8 2021 年燃料逸散溫室氣體排放量不確定性分析

燃料別	2021 年溫室氣體逸散排放量 (千公噸二氧化碳當量)	燃料別逸散排放量不確定性 (%)
固體燃料	-	-
石油	7.62	3.69
天然氣	283.76	140.80
逸散排放量總計	291.38	-
燃料逸散溫室氣體排放統計不確定性 (%)		140.85

## 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。

## 3.4 參考文獻

- IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, 2006.
- 行政院環境保護署，中華民國環境保護統計年報，2022。
- 行政院環境保護署國家溫室氣體登錄平臺。
- 經濟部能源局，能源平衡表，2022。

