



第四章 工業製程及產品使用部門 (CRF SECTOR 2)

- 4.1 部門概述
- 4.2 礦業（非金屬製程）
- 4.3 化學工業
- 4.4 金屬製程
- 4.5 燃料及溶劑使用的非能源產品
- 4.6 電子工業
- 4.7 破壞臭氧層物質之替代品使用
- 4.8 其他產品之製造與使用
- 4.9 其他

第四章 工業製程及產品使用部門 (CRF SECTOR 2)

4.1 部門概述

有關臺灣工業製程及產品使用部門之溫室氣體排放情形，其排放源類別如表 4.1.1 所示，計 2.A「礦業（非金屬製程）」、2.B「化學工業」、2.C「金屬製程」、2.D「燃料及溶劑使用的非能源產品」、2.E「電子工業」、2.F「破壞臭氧層物質之替代品使用」、2.G「其他產品之製造與使用」、2.H「其他」等八項分類，估算二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物（Hydrofluorocarbons, HFCs）、全氟碳化物（Perfluorocarbons, PFCs）、六氟化硫（Sulfur

Hexafluoride, SF₆）、三氟化氮（Nitrogen Trifluoride, NF₃）等七項溫室氣體種類。

臺灣 2013 年工業製程及產品使用部門排放量約 26,411 千公噸二氧化碳當量，以溫室氣體種類區分，主要排放為二氧化碳占 79.7%，其次為六氟化硫占 6.5%、氧化亞氮占 5.8%、氫氟碳化物占 3.7%、全氟碳化物占 3.5% 等含氟氣體，如圖 4.1.1 所示；以排放源類別區分，主要排放源為礦業（非金屬製程）占 37.4%、金屬工業占 34.3%，如圖 4.1.2 所示。

臺灣 1990 至 2013 年工業製程部門排放量如表 4.1.2 及圖 4.1.3 所示，其中 2013 年溫室氣體排放量 26,411 千公噸二氧化碳當量，相較 2012 年 23,823 千公噸二氧化碳當量，增加 2,588 千公噸二氧化碳當量，約上升 10.9%。

表 4.1.1 工業製程及產品使用部門次分類

排放源分類		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	
2A 礦業 (非金屬製程)	2A.1 水泥生產	○							
	2A.2 石灰(氧化鈣)生產	生石灰生產	○						
		白雲石灰生產	NO						
	2A.3 玻璃生產	○							
	2A.4 其他使用碳酸鹽製程	製陶	NA						
		其他蘇打粉(純鹼)使用	○						
		非冶鐵之氧化鎂生產	石灰石	○					
			白雲石	○					
	2A.5 其他	○							
	玻璃纖維製品生產	○							
2B 化學工業	2B.1 氮生產	NO							
	2B.2 硝酸生產			○					
	2B.3 己二酸生產			NO					
	2B.4 己內醯胺、乙二酸、乙醛酸生產			○,NO					
	2B.5 電石生產	NO,○	NO						
	2B.6 二氧化鈦生產	NO,○							
	2B.7 碳酸鈉(純鹼)(蘇打)生產	NO,○							
	2B.8 石化及碳黑生產	甲醇	NO,○						
		乙烯		○					
		氯乙烯	○	○					
		環氧乙烷	○	○					
		丙烯腈	○	○					
		碳煙	○	○					
	其他								
2B.9 含氟化物生產				IE,NO,○					
2B.10 其他		○							

表 4.1.1 工業製程及產品使用部門次分類

排放源分類		CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	NF ₃	
2.C 金屬製程	2.C.1 鋼鐵生產	高爐鋼胚	○	○	○				
		電弧爐鋼胚	○						
	2.C.2 鐵合金生產	○	○						
	2.C.3 原鋁生產	NO							
	2.C.4 鎂生產						NE, ○		
	2.C.5 鉛生產	NE, ○							
2.D 燃料及溶劑使用的非能源產品	2.D.1 合成潤滑油使用	○							
	2.D.2 石蠟使用	○							
	2.D.3 溶劑使用								
	2.D.4 其他	印刷油墨化學原料製造							
		塗料化學製造程序							
		製鞋業							
		纖維織物印染業使用							
印刷電路板製造程序									
2.E 電子工業	2.E.1 積體電路或半導體			NE, ○	NE, ○	NE, ○	NE, ○	NE, ○	
	2.E.2 TFT 平面顯示器			NE, ○		○	○	○	
	2.E.3 光電 (太陽能板)				IE	IE	IE		
	2.E.4 熱傳流體	NA							
	2.E.5 其他	NA							
2.F 破壞臭氧層物質之替代品使用	2.F.1 冷凍及空調	冷凍及固定式空調			NE, ○				
		移動式空調			NE, ○				
	2.F.2 發泡劑				NE				
	2.F.3 滅火藥劑				○				
	2.F.4 空氣微粒				NE				
	2.F.5 溶劑				NE				
2.F.6 其他應用									
2.G 其他產品之製造與使用	2.G.1 電子設備					IE	IE		
	2.G.2 其他產品使用 SF ₆ 及 PFCs					IE, ○	IE, ○		
	2.G.3 使用 N ₂ O 之產品	NE				NE	NE		
	2.G.4 其他					NE	NE		
2.H 其他	紙漿及造紙工業								
	食品及飲料工業	啤酒	○						
		肉、魚及家禽							
		砂糖							
		植物油及動物油							
		動物飼料							

說明：

- 本表僅針對聯合國政府間氣候變化專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC) 於 2006 年出版 2006 IPCC 國家溫室氣體清冊指南 (2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 以下簡稱 2006 IPCC 指南) 建議統計分類中, 其溫室氣體排放種類屬規範之七類氣體進行呈現, 並於各小節中詳細說明該分類製程、計算方法、及採用係數等; 其他雖屬指南建議統計分類, 如硫酸、溶劑使用等 12 項, 其排放溫室氣體種類因屬非甲烷揮發性有機物 (Non-Methane Volatile Organic Compounds, NMVOCs)、二氧化硫 (Sulphur Dioxide, SO₂) 等無法轉換或未受規範之溫室氣體, 無法納入溫室氣體排放統計結果, 故暫不進行呈現及說明。
- 表格內容標示說明：
 - 灰底：指南未建議納入統計該氣體；
 - ○：已納入統計該氣體；
 - NO：我國該分類項目無生產或使用，如停產；
 - IE：該分類項目排放量已作估計，但列在清冊中其他分類項目；
 - NE：未調查估計該分類項目。
- 部分項目標註兩項，表示 1990 至 2013 年期間分類統計項目狀態改變，如因純鹼生產所產生之二氧化碳，於 2000 年停產後便無排放量，故標註為“○,NO”。

4.2 礦業（非金屬製程）（2.A）

2.A「礦業（非金屬製程）」為工業製程及產品使用部門中排放量最高分類，其中又以2.A.1「水泥生產」為排放量最高排放項目，與2.A.2「石灰（氧化鈣）生產」、2.A.3「玻璃生產」、2.A.4「其他使用碳酸鹽製程」及2.A.5「其他」等共計五項，主要排放溫室氣體種類為二氧化碳。2013年礦業（非金屬製程）排放量約9,880千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門45.0%，1990至2013年排放量如表4.2.1及圖4.2.1所示。

4.2.1 水泥生產（2.A.1）

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查水泥生產過程中所產生之二氧化碳，製程係以石灰石加入黏土、矽砂、鐵渣等副原料混合製成生料，並將生料送入旋窯煅燒及燒結再生成熟料，加入石膏研磨後製成水泥，其中二氧化碳主要來自煅燒過程排放。

2. 方法論議題：

（1）計算方法

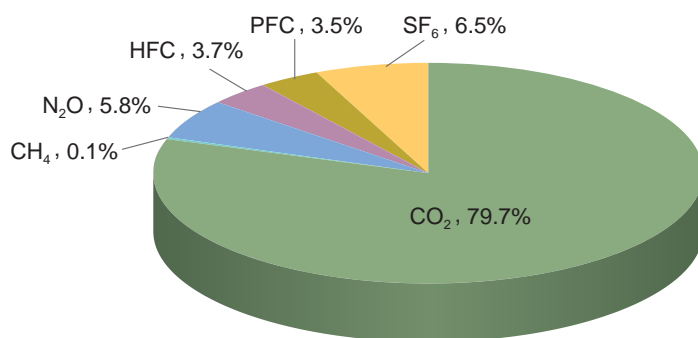


圖 4.1.1 臺灣 2013 年工業製程及產品使用部門溫室氣體種類排放占比

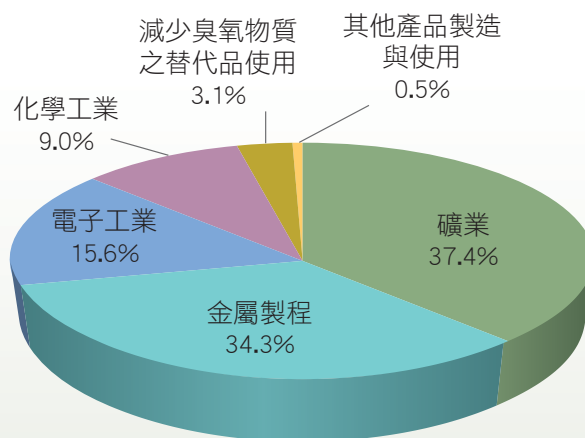


圖 4.1.2 臺灣 2013 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放占比

表 4.1.2 臺灣 1990 至 2013 年工業製程及產品使用部門溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

部門 年份	礦業(非金屬製程)	化學工業	金屬製程	燃料及溶劑使用的 非能源產品	電子工業	破壞臭氧層物質 之替代品使用	其他產品之 製造與使用	其他
1990	8,546	563	3,655	0.00006	NE	NE	IE	2
1991	8,547	539	4,099	0.00006	NE	NE	IE	2
1992	9,500	565	3,791	0.00006	NE	NE	IE	2
1993	10,729	609	4,266	0.00007	NE	NE	IE	2
1994	13,257	762	4,152	0.00009	NE	NE	IE	2
1995	12,659	850	4,274	0.00008	NE	NE	IE	2
1996	12,663	992	4,405	0.00008	NE	NE	IE	2
1997	13,412	1,020	5,946	0.00008	NE	NE	IE	2
1998	11,581	1,003	6,484	0.00009	NE	NE	IE	2
1999	10,762	1,075	5,983	0.00009	129	NE	IE	2
2000	9,582	1,143	6,628	0.00008	143	NE	IE	2
2001	7,856	1,232	7,048	0.00007	3,971	NE	IE	2
2002	10,762	1,313	8,508	0.00008	5,544	NE	1,943	2
2003	10,505	1,384	8,585	0.00009	6,212	401	1,943	2
2004	11,023	1,485	8,769	0.00011	6,841	682	2,053	2
2005	11,637	1,552	7,659	0.00010	5,986	996	1,503	2
2006	11,332	1,530	8,360	0.00007	6,423	896	770	2
2007	10,276	1,654	8,300	0.00007	6,024	922	953	2
2008	9,271	1,457	7,922	0.00007	3,987	928	895	2
2009	8,363	1,514	6,616	0.00006	3,463	812	703	2
2010	8,396	1,599	8,642	0.00005	3,929	770	295	2
2011	9,591	1,637	7,775	0.00004	3,787	881	282	2
2012	9,170	1,503	7,960	0.00004	3,169	783	186	2
2013	9,880	1,572	9,071	0.00005	4,115	812	142	2

備註：NE，代表未調查估計該分類項目；如考量該項目使用量小，故未進行調查；NO，代表我國無生產或使用，如停產；IE，代表該分類項目排放量已作估計，但列在清冊中其他分類項目。

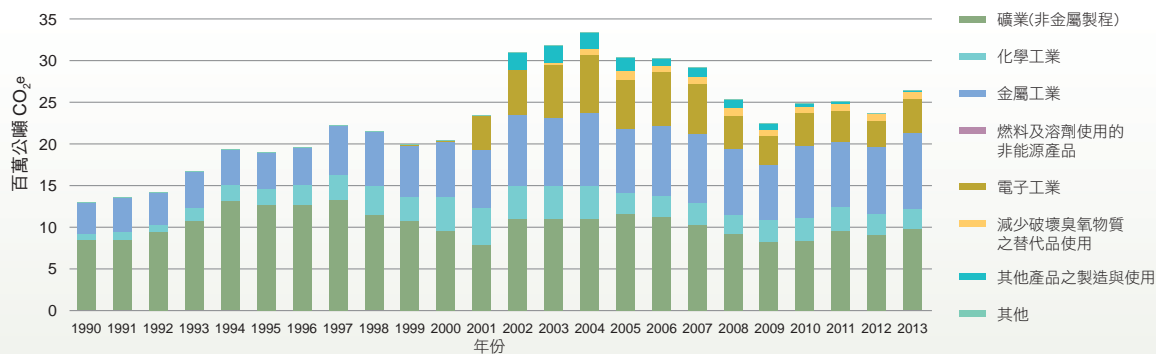


圖 4.1.3 臺灣 1990 至 2013 年工業製程及產品使用部門排放量趨勢

表 4.2.1 臺灣 1990 至 2013 年礦業（非金屬製程）排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
2.A.1 水泥生產	7,055	7,383	7,979	8,527	11,127	10,823	10,629	10,662
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	286	317	362	350	346	337	413	422
2.A.3 玻璃生產	9	9	11	11	13	13	12	12
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	1,192	833	1,141	1,832	1,759	1,471	1,592	2,292
2.A.5 其他	4	4	7	9	12	15	17	23
總計	8,546	8,547	9,500	10,729	13,257	12,659	12,663	13,412
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2.A.1 水泥生產	9,992	9,278	7,920	6,968	9,889	9,548	9,877	10,356
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	430	359	364	323	356	367	348	314
2.A.3 玻璃生產	12	11	12	10	11	11	12	13
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	1,122	1,086	1,252	513	465	533	737	906
2.A.5 其他	26	27	34	42	43	46	48	47
總計	11,581	10,762	9,582	7,856	10,762	10,505	11,023	11,637
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.A.1 水泥生產	10,131	9,392	8,485	7,761	7,885	8,526	7,834	8,043
2.A.2 石灰（氧化鈣）生產	300	267	166	184	227	225	202	286
2.A.3 玻璃生產	13	17	15	10	13	13	11	11
2.A.4 其他使用碳酸鹽製程	839	550	557	372	228	777	1,074	1,493
2.A.5 其他	49	51	47	37	43	50	50	47
總計	11,332	10,276	9,271	8,363	8,396	9,591	9,170	9,880

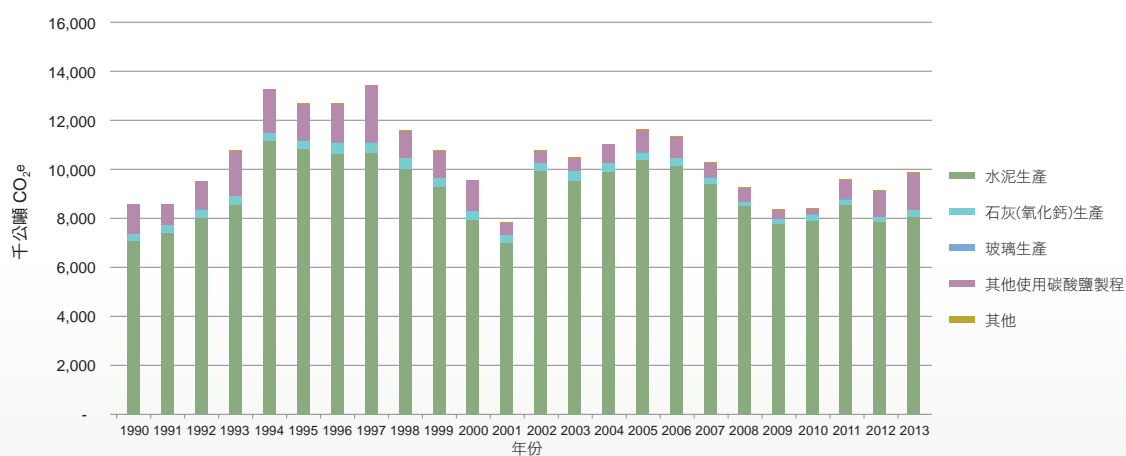


圖 4.2.1 臺灣 1990 至 2013 年礦業（非金屬製程）排放量趨勢

A.1990 至 1993 年

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，因部分工廠已歇業無法調查取得熟料數據，以水泥產量及熟料進出口量推算熟料產量，再透過排放係數計算二氧化碳排放量。1990 至 1993 年國內生產水泥類型多為卜特蘭 I 型，水泥中熟料含量約 95%，計算公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = [\sum_i (\text{生產 I 類水泥重量} \times \text{I 類水泥的熟料比率}) - \text{熟料進口量} + \text{熟料出口量}] \times \text{I 類水泥中熟料的排放係數}$$

B.1994 至 2013 年

參照 2006 IPCC 指南建議方法 2，活動數據採較水泥產量精準之熟料產量，並透過排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{水泥熟料產量 (噸)} \times \text{水泥熟料排放係數 (噸二氧化碳 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

透過水泥專家諮詢會決議，2006 IPCC 指南

建議之排放係數 (0.521176 噸二氧化碳 / 噸熟料生產) 符合臺灣水泥生產情況，以其作為我國水泥熟料之排放係數。

(3) 活動數據

由水泥公會提供會員廠活動數據，為國內全部廠商之水泥熟料產量，進出口量則來自國貿局進出口統計，如表 4.2.2 所示。

(4) 排放量

水泥製程二氧化碳排放量與熟料產量 (經濟發展及產業政策) 有關，排放量 1997 年後因亞洲金融風暴而逐漸下降，2002 年因第 11 家水泥廠投產，故排放量增加，2006 年後因各廠減產而再度下降，並於 2009 年金融風暴後排放量降至最低，2010 年後排放量維持約 8,000 千公噸二氧化碳當量，如表 4.2.3 及圖 4.2.2 所示。

(5) 完整性

水泥熟料產量為水泥公會提供，包含國內全部生產熟料之水泥廠商，計算結果為完整國內

表 4.2.2 臺灣 1990 至 2013 年水泥熟料產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	13,542	14,172	15,315	16,366	21,350	20,767	20,393	20,457	19,172	17,802	15,197	13,371
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	18,974	18,320	18,952	19,871	19,438	18,020	16,281	14,891	15,130	16,360	15,031	15,433

表 4.2.3 臺灣 1990 至 2013 年水泥生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	7,055	7,383	7,979	8,527	11,127	10,823	10,629	10,662	9,992	9,278	7,920	6,968
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	9,889	9,548	9,877	10,356	10,131	9,392	8,485	7,761	7,885	8,526	7,834	8,043

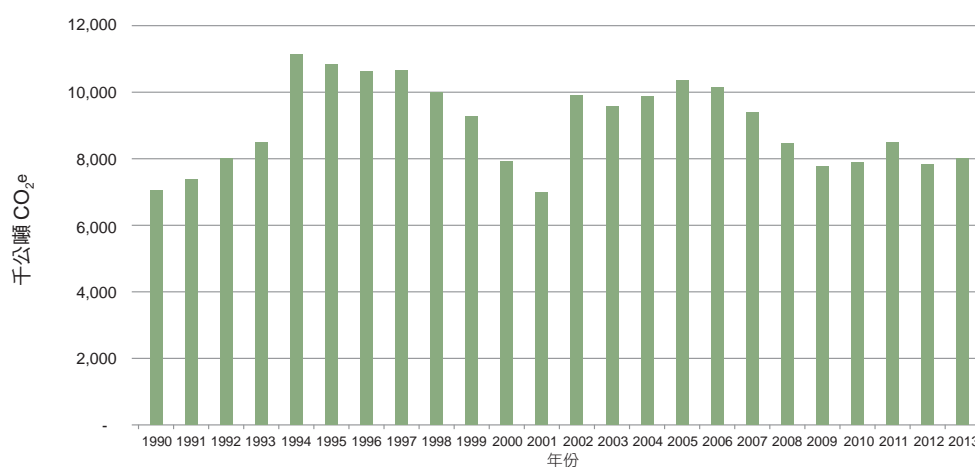


圖 4.2.2 臺灣 1990 至 2013 年水泥生產排放量趨勢

廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國水泥生產製程排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

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

A. 1990 至 1993 年：因活動數據來源為僅能得到「水泥」項目，無法得知精確水泥「類型」比例；故假定國內所有的水泥產品都是卜特蘭水泥，不確定性為 35%；熟料的貿易數據不確定性為 10%，排放係數與 1994 至 2013 年相同，不確定性為 8.5%，合併不確定性約 43%。

B. 1994 至 2013 年：因水泥生產活動數據各廠均有利用生熟比及質量平衡，精密的調整過最適之熟料量，且有經第三方認證，故可取不確定性為 2%；另外，各廠有進行石灰（CaO）的熟

料化學分析且合理假設 CaO 全部來源石灰石（CaCO₃），排放係數之不確定性為 3.6%，合併不確定性為 4.2%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 1993 年因部分工廠已歇業無法調查取得熟料數據，依據方法一採水泥產品計算二氧化碳排放量，1994 至 2013 年使用方法二，時間序列未一致，但資料來源及排放係數皆一致，並經時間序列檢核，方法一和方法二兩者趨勢一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

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

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程部門溫室氣體排放量調查專家諮詢會 - 水泥生產檢視」，無重新計算之建議，故無修正。

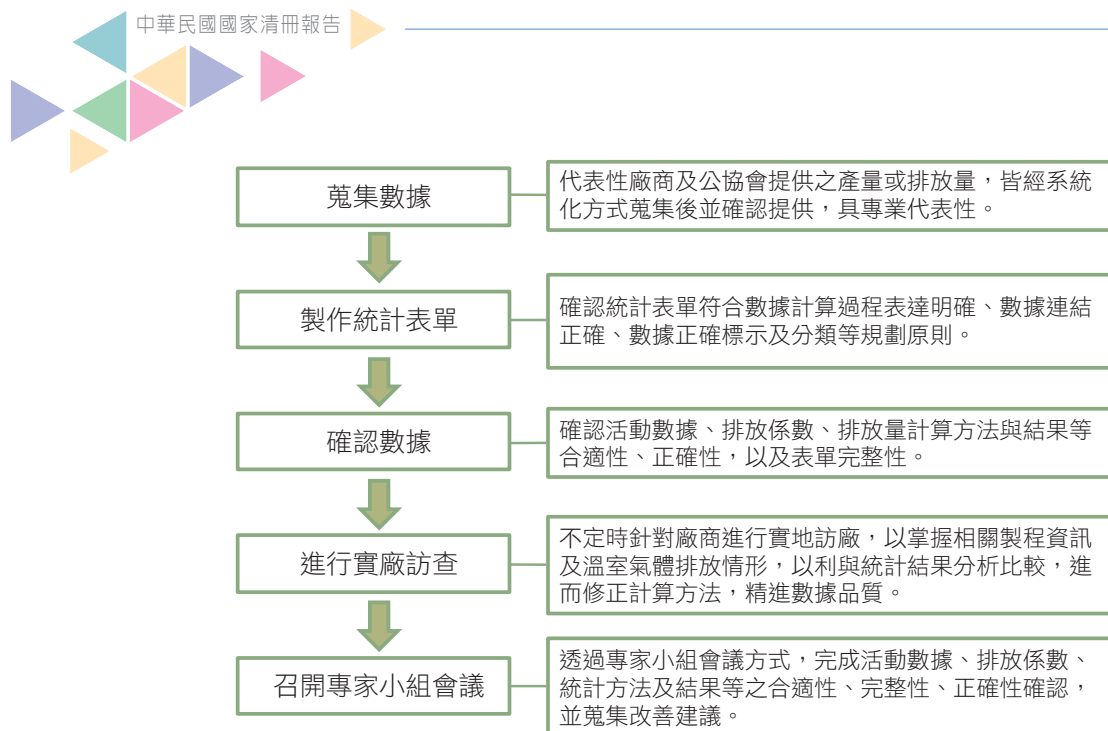


圖 4.2.3 工業製程及產品使用部門溫室氣體排放統計 QA/QC 流程（活動數據 - 民間來源）

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以生石灰產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{生石灰產量 (噸)} \times \text{生石灰排放係數 (噸二氧化碳 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

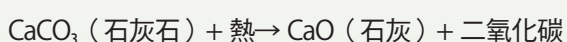
採用行政院環境保護署計畫 (2000)¹ 建置之排放係數 0.706 噸二氧化碳 / 噸生石灰生產，該排放係數係根據國內生石灰產量、製程實況及原料石灰石純度 90% 等實際情況推估求得。

4.2.2 石灰（氧化鈣）生產（2.A.2）

1. 排放源及匯分類的描述：

本項統計生產生石灰（CaO）及白雲石灰（CaO·MgO）製程所產生的二氧化碳氣體；其中，因我國無白雲石灰製程，故本項僅統計生石灰生產之二氧化碳排放量。

二氧化碳主要來自原料石灰石（CaCO₃）於石灰窯中，高溫煅燒形成氧化鈣的過程中排放，其生成反應式如下：



¹ 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

(3) 活動數據

國內生石灰產量引用自經濟部統計處工業生產統計年報，如表 4.2.4 所示。

(4) 排放量

石灰生產製程二氧化碳排放量與產量有關，1990 至 2007 年排放量約介於 300 至 400 千公噸二氧化碳當量，2008 至 2009 年受金融海嘯影響，排放量降至 200 千公噸二氧化碳當量以下，2010

年後逐年約維持排放約 200 千公噸二氧化碳當量，2013 年排放量為 286 千公噸二氧化碳當量，占總部門排放量 1.1%。如表 4.2.5 及圖 4.2.4 所示。

(5) 完整性

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

3. 不確定性與時間序列的一致性

表 4.2.4 臺灣 1990 至 2013 年生石灰產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	405	449	512	496	490	477	585	598	609	509	516	458
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	504	520	493	445	425	378	356	260	322	318	287	405

表 4.2.5 臺灣 1990 至 2013 年石灰生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	286	317	362	350	346	337	413	422	430	359	364	323
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	356	367	348	314	300	267	166	184	227	225	202	286



圖 4.2.4 臺灣 1990 至 2013 年石灰生產排放量趨勢

(1) 不確定性

參照 2006 IPCC 指南，石灰生產活動數據不確定性為 15%，排放係數為 15%，合併不確定性則為 21%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據屬於官方數據，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.2.5 所示。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放

統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.2.3 玻璃生產 (2.A.3)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查玻璃生產過程中所產生之二氧化碳。二氧化碳主要來自玻璃原料石灰石 (CaCO_3)、白雲石 ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)、與純鹼 (Na_2CO_3) 之採掘過程及高溫化學反應。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，活動數據

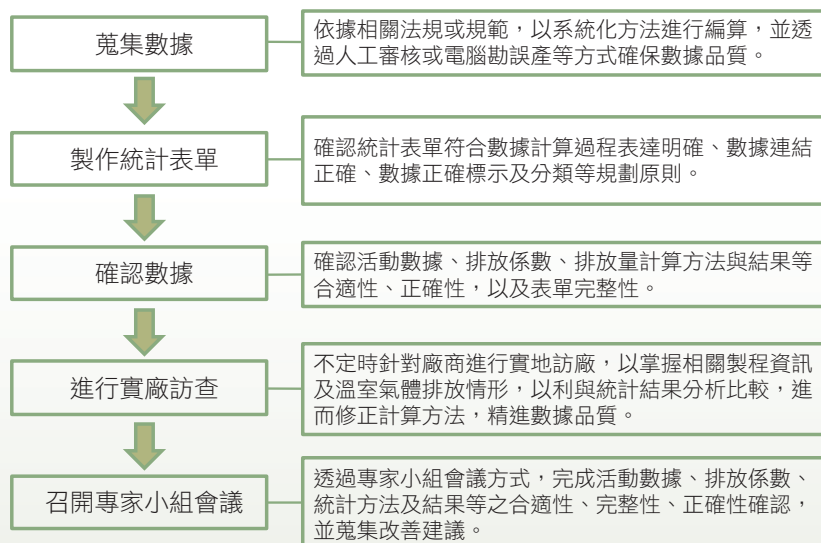


圖 4.2.5 工業製程及產品使用部門溫室氣體排放統計 QA/QC 流程 (活動數據 - 官方數據)

採經濟部統計處工業生產統計年報平板玻璃產量，並透過排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

二氧化碳排放量 = 玻璃產量（噸）× 玻璃排放係數（噸二氧化碳 / 噸產量）

（2）排放係數

採 2006 IPCC 指南建議之排放係數，即 0.2 噸二氧化碳 / 噸玻璃生產。

（3）活動數據

活動數據為經濟部統計處工業生產統計年報平板玻璃產量，如表 4.2.6 所示。

玻璃製程二氧化碳排放量與玻璃產量有關，排放量 1995 年後因亞洲金融風暴而逐漸下降，2001 年降至最低後逐漸上升至 2007 年最高點 17 千公噸二氧化碳當量，並於 2009 年金融風暴後排放量再度降至最低，近兩年排放量維持約 11 千公噸二氧化碳當量，約占總部門排放量 0.04%，如表 4.2.7 及圖 4.2.6 所示。

表 4.2.6 臺灣 1990 至 2013 年平板玻璃產量

（單位：千公噸）

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
玻璃產量	47	47	56	56	65	67	59	58	58	57	60	50
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
玻璃產量	53	55	61	64	67	84	77	50	63	63	53	54

表 4.2.7 臺灣 1990 至 2013 年玻璃生產排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	9	9	11	11	13	13	12	12	12	11	12	10
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	11	11	12	13	13	17	15	10	13	13	11	11

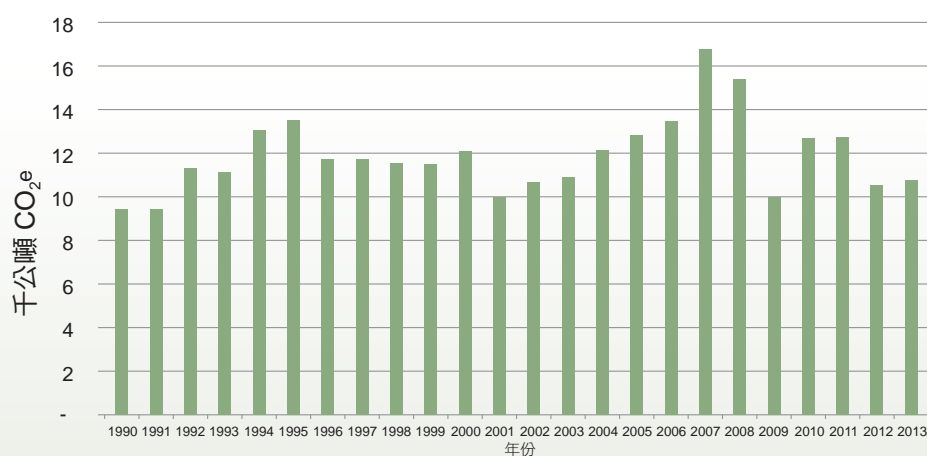


圖 4.2.6 臺灣 1990 至 2013 年玻璃生產排放量趨勢

(5) 完整性

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

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2006 IPCC 指南，估算排放量採方法 1，以玻璃產量質量計算活動數據，並無使用其他單位估算（例如：片），故活動數據不確定性為 5%，排放係數不確定性可能受碎玻璃影響，故設定為 60%，合併不確定性則為 60%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經工業製程部門溫室氣體排放量調查專家小組會議檢視，無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.2.4 其他使用碳酸鹽製程 (2.A.4)

4.2.4.1 製陶 (2.A.4.a)

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

4.2.4.2 其他蘇打粉 (純鹼) 使用 (2.A.4.b)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項統計純鹼使用產生的二氧化碳氣體，純鹼用途廣泛，工業常使用於玻璃、肥皂、造紙及水處理等製程。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

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

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{純鹼使用量 (噸)} \times \text{純鹼使用排放係數 (噸二氧化碳 / 噸使用量)}$$

(2) 排放係數

引用行政院環境保護署計畫 (2005)² 以質量平衡推估之排放係數 0.415 噸二氧化碳 / 噸純鹼使用。

² 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

(3) 活動數據

純鹼使用量計算方法為生產量加上進口量，並扣除出口量；其中，生產量係引用自經濟部統計處工業生產統計年報（國內唯一生產廠商東南鹼業於 2000 年停止生產），進出口量則來自經濟部國貿局進出口統計，如表 4.2.8。

(4) 排放量

純鹼使用 1990 至 1993 年排放量約維持 100 千公噸二氧化碳當量，1994 至 2000 年上升，約維持 120 千公噸二氧化碳當量，2000 年因純鹼

停產，排放量逐漸下降，2003 年因進口量少，排放量也隨之降低，2004 年後進口量增加，排放量再度上升，如表 4.2.9 及圖 4.2.7 所示。

(5) 完整性

經濟部統計處工業統計年報、國貿局進出口統計調查對象皆為全國為對象，屬於國家級統計數據，經計算之結果可代表我國純鹼使用排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

表 4.2.8 臺灣 1990 至 2013 年純鹼使用量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	238	236	246	250	297	291	286	294	286	293	301	286
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	251	172	270	274	278	271	113	219	268	275	259	248

表 4.2.9 臺灣 1990 至 2013 年純鹼使用排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	99	98	102	104	123	121	119	122	119	122	125	119
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	104	71	112	114	115	113	113	91	111	114	108	103

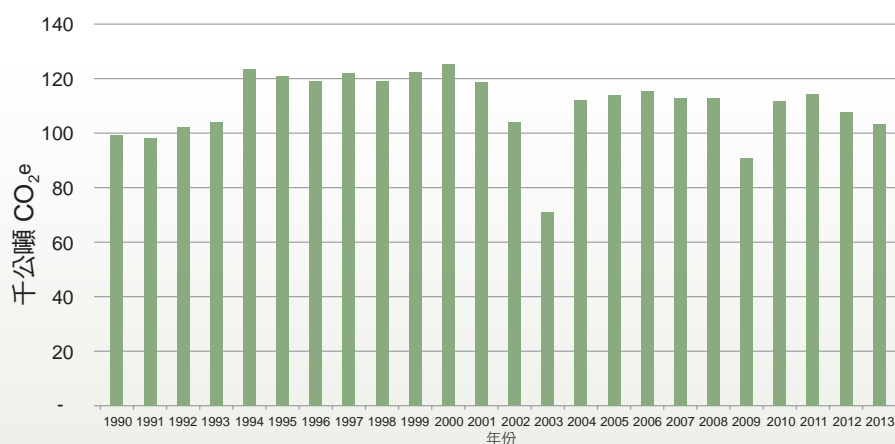


圖 4.2.7 臺灣 1990 至 2013 年純鹼使用排放量趨勢

根據 IPCC 2006 版指南，活動數據來自系統化之調查結果，不確定性建議值為 5%，排放係數不確定性建議值因指南未提供，暫無法納入計算，故參考日本工業製程與產品部門本項之不確定性，活動數據不確定性為 7.1%，排放係數不確定性為 15%，合併不確定性為 17%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.2.4.3 非冶鐵之氧化鎂生產 (2.A.4.c)

依據經濟部工業局 (民生化工組) 提供資料，國內已無生產氧化鎂。

4.2.4.4 其他 (2.A.4.d)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項統計使用石灰石 (CaCO_3) 與白雲石 (MgCO_3) 所產生的二氧化碳氣體，石灰石與白雲石主要應用於工業製程，如煉鋼製程中燒結程序及造紙製程中皆會加入石灰石或白雲石作為熔劑，以去除雜質。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以石灰石與白雲石使用量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式分別如下，其中，使用量計算說明詳見活動數據。

二氧化碳排放量 = 石灰石使用量 (噸) × 石灰石使用排放係數 (噸二氧化碳 / 噸使用量)

二氧化碳排放量 = 白雲石使用量 (噸) × 白雲石使用排放係數 (噸二氧化碳 / 噸使用量)

(2) 排放係數

採用行政院環境保護署計畫 (2000)³ 建置之二氧化碳排放係數，該係數係根據質量平衡、石灰石及白雲石純度 90% 等實際情況建置，分別為 0.396 噸二氧化碳 / 噸石灰石使用、0.429 噸二氧化碳 / 噸白雲石使用。

(3) 活動數據

石灰石與白雲石 1990 至 2013 年使用量如表 4.2.10 所示；其中，2003 及 2004 年白雲石因鋼

³ 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

鐵公司使用量大於產銷量及進口量，計算結果為負值，故該年度使用量修正為 0 千公噸。

A.1990 至 2000 年

(A) 石灰石

1990 至 2000 年因鋼鐵公司未建立排放清冊，無法依原方法計算使用量，故改引用行政院環境保護署「固定空氣污染源資料庫」中石灰石銷售量；其中，於資料庫系統中之石灰石銷售量包含「大理石」銷售量，故石灰石使用量恐為高估值。

(B) 白雲石

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

B.2001 至 2013 年

2001 至 2013 年石灰石與白雲石使用量計算方法相同，皆以銷售量加上進口量扣除出口量及鋼鐵製程使用量，以避免重複計算；其中，銷售量引用經濟部統計處工業生產統計年報，進出口量來自經濟部國貿局進出口統計，鋼鐵製程使用量則引用鋼鐵公司排放清冊。

(4) 排放量

石灰石與白雲石使用之 1990 至 2013 年排放量如表 4.2.11 及圖 4.2.8 所示。

A.2001 至 2013 年

石灰石使用之二氧化碳排放量遠高於白雲石使用，其中石灰石排放量 2002 至 2005 年為上升趨勢，2006 年後下降，2008 至 2009 年金融海嘯

表 4.2.10 臺灣 1990 至 2013 年石灰石與白雲石使用量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
石灰石	2,725	1,570	2,346	4,075	3,871	3,232	3,633	5,267	2,350	2,187	2,725	866
白雲石	262	265	255	267	239	164	82	197	170	229	110	120
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
石灰石	825	1,345	1,579	1,917	1,792	1,028	976	701	116	1,219	1,657	2,500
白雲石	80	0	0	79	32	72	136	8	165	421	722	931

表 4.2.11 臺灣 1990 至 2013 年石灰石與白雲石使用排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
石灰石	1,079	622	929	1,614	1,533	1,280	1,439	2,086	931	866	1,079	343
白雲石	112	114	109	115	103	70	35	85	73	98	47	52
總計	1,192	735	1,038	1,728	1,636	1,350	1,474	2,170	1,004	964	1,127	394
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
石灰石	327	533	619	759	710	407	387	278	46	483	656	990
白雲石	34	NO	NO	34	14	31	58	3	71	181	310	400
總計	361	533	619	793	724	438	445	281	117	663	966	1390

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用。

期間降至最低，而近年排放量又再度上升。而白雲石使用歷年排放趨勢較無一致性，排放量整體低於 50 千公噸二氧化碳當量，但於金融風暴後大幅上升。

B.1990 至 2000 年

(A) 石灰石

由於活動數據來源差異，造成石灰石使用 1990 至 2000 年排放量整體高於 2001 至 2013 年，而 1990 至 2000 年排放趨勢無一致性，僅 1993 至 1996 年間約介於 1,500 千公噸二氧化碳當量。

(B) 白雲石

1990 至 2000 年白雲石使用因未扣除鋼鐵製程使用量，整體二氧化碳排放量略高於 2001 至 2013 年，1990 至 1993 年間排放量約介於 110 千公噸二氧化碳當量，並於 1994 年後下降，1997 年後排放量上升維持約 70 至 100 千公噸二氧化碳當量。

(5) 完整性

本項目活動數據皆係以全國為調查對象，但因活動數據來源變更，石灰石使用 1990 至 2000 年二氧化碳排放量整體高於 2001 至 2013 年，對調查結果已造成影響。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 2006 IPCC 指南，活動數據來自系統化之調查結果，不確定性建議值為 5%，排放係數不確定性建議值因指南未提供，暫無法納入計算，故參考日本工業製程與產品部門本項之不確定性，石灰石使用之活動數據不確定性為 9.2%，排放係數不確定性為 16.5%，合併不確定性為 19%；白雲石使用之活動數據不確定性為 9.2%，排放係數不確定性為 3.4%，合併不確定性為 10%。

(2) 時間序列的一致性

因無法依 2001 至 2013 年方法取得 1990 至



圖 4.2.8 臺灣 1990 至 2013 年石灰石與白雲石使用排放量趨勢

2000 年活動數據，兩段時間區間活動數據來源不同，故時間序列無一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.2.5 其他 (2.A.5)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項統計使用玻璃纖維製品 (含棉、紗、紗束、切股、切股氈) 生產所產生的二氧化碳氣體，二氧化碳主要來自玻璃原料石灰石 (CaCO_3)、白雲石 ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$)、與純鹼 (Na_2CO_3) 之採掘過程及高溫化學反應。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以玻璃纖維製品生產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{玻璃纖維製品生產量 (噸)} \times \text{玻璃纖維製品生產排放係數 (噸二氧化碳/噸產量)}$$

(2) 排放係數

採用行政院環境保護署計畫 (2000)⁴ 建置之二氧化碳排放係數，為 0.19 噸二氧化碳 / 噸玻璃纖維製品生產。

(3) 活動數據

由經濟部統計處工業生產統計年報提供玻璃纖維製品生產量，玻璃纖維製品 1990 至 2013 年生產量如表 4.2.12 所示。

(4) 排放量

玻璃纖維製品二氧化碳排放量與產量有關，排放量由 1990 年逐年上升至 2007 年後因金融風

表 4.2.12 臺灣 1990 至 2013 年玻璃纖維製品生產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
玻璃纖維製品生產量	18	18	39	45	61	78	90	123	136	143	179	220
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
玻璃纖維製品生產量	225	242	252	250	259	270	248	195	226	264	262	248

4 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

暴而逐漸下降，近3年約維持在50千公噸二氧化碳當量，約占總部門排放量0.2%，玻璃纖維製品生產之1990至2013年排放量如表4.2.13及圖4.2.9所示。

(5) 完整性

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

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同4.2.3.1-3(1)。

(2) 時間序列的一致性

1990至2013年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的QA/QC及查證

同4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

表 4.2.13 臺灣 1990 至 2013 年玻璃纖維製品生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
玻璃纖維製品生產量	4	4	7	9	12	15	17	23	26	27	34	42
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
玻璃纖維製品生產量	43	46	48	47	49	51	47	37	43	50	50	47

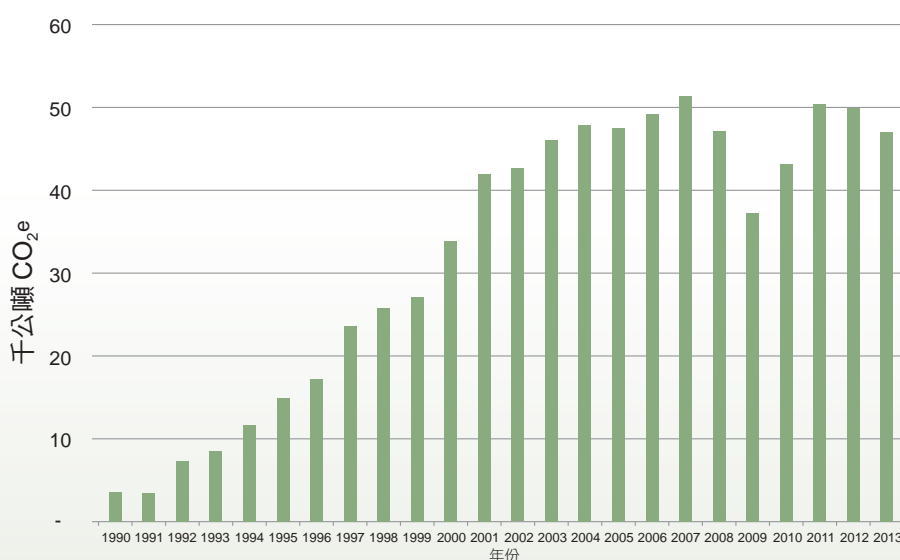


圖 4.2.9 臺灣 1990 至 2013 年玻璃纖維製品生產排放量趨勢

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3 化學工業 (2.B)

「化學工業」排放量較其他分類低，分類項目包括「氨生產」(2.B.1)、「硝酸生產」(2.B.2)、「己二酸生產」(2.B.3)、「己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產」(2.B.4)、「電石生產」

(2.B.5)、「二氧化鈦生產」(2.B.6)、「碳酸鈉(純鹼)(蘇打)生產」(2.B.7)、「石化及碳黑生產」(2.B.8)、「含氟化物生產」(2.B.9)、「其他」(2.B.10)等共計10項，排放溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮及全氟碳化物等共計四項。2013年總部門排放量約2,389千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門9.0%，1990至2013年排放量如表4.3.1及圖4.3.1所示。

表 4.3.1 臺灣 1990 至 2013 年化學工業排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
2.B.1 氨生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.2 硝酸生產	166	177	159	165	152	175	186	207
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產	NO	175	167	136	165	170	0	167
2.B.5 電石生產	43	42	43	43	43	42	42	42
2.B.6 二氧化鈦生產	NO	NO	NO	NO	36	80	103	126
2.B.7 碳酸鈉(純鹼)(蘇打)生產	12	12	10	8	8	8	8	6
2.B.8 石化及碳黑生產	523	500	525	571	688	735	855	860
2.B.9 含氟化物生產	NO	NO	NO	755	855	801	1,305	1,477
2.B.10 其他	2	2	2	2	2	2	2	2
總計	734	734	734	1,672	1,942	2,005	2,493	2,882
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2.B.1 氨生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.2 硝酸生產	199	148	104	165	187	187	191	210
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產	184	164	521	548	556	644	643	750
2.B.5 電石生產	40	34	23	0	18	12	0	0
2.B.6 二氧化鈦生產	113	128	139	139	146	165	170	177
2.B.7 碳酸鈉(純鹼)(蘇打)生產	4	4	4	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.8 石化及碳黑生產	857	921	989	1106	1162	1222	1338	1397
2.B.9 含氟化物生產	2083	1609	2319	2567	2157	1937	1710	NO
2.B.10 其他	2	4	5	6	6	6	6	6
總計	3,478	3,008	4,100	4,531	4,232	4,174	4,057	2,541
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.B.1 氨生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.2 硝酸生產	188	216	196	190	206	203	194	154
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產	781	780	587	816	964	992	822	626
2.B.5 電石生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.6 二氧化鈦生產	191	206	200	211	233	216	134	181
2.B.7 碳酸鈉(純鹼)(蘇打)生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.8 石化及碳黑生產	1361	1473	1281	1323	1386	1440	1394	1418
2.B.9 含氟化物生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.10 其他	6	9	8	9	10	8	9	10
總計	2,527	2,685	2,273	2,550	2,798	2,858	2,553	2,389

備註：1.NO，代表我國該分類項目無生產或使用，如停產；

2.NE，代表未調查估計該分類項目。

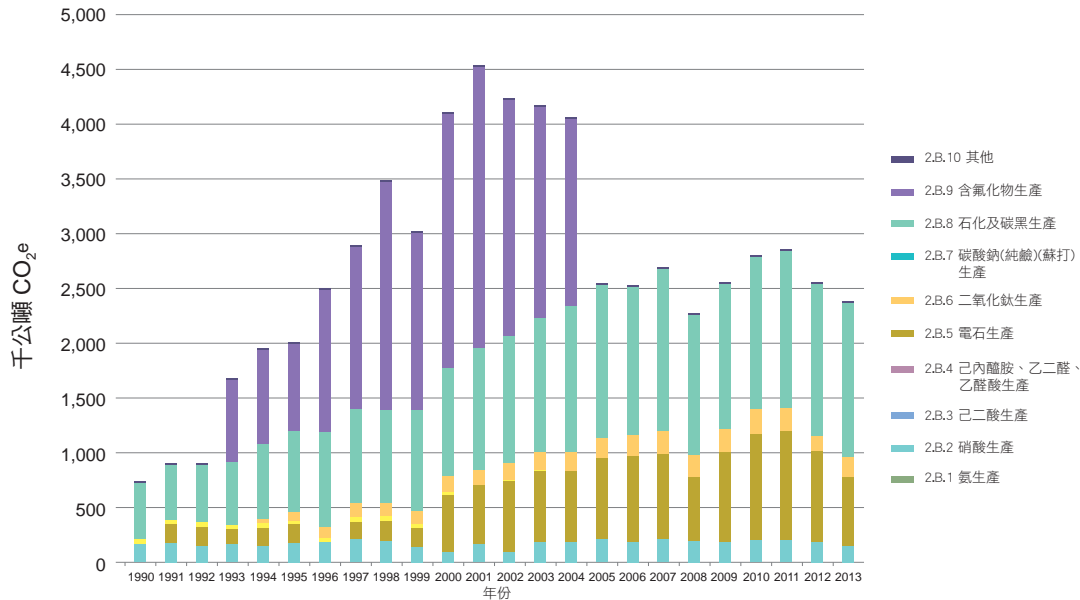


圖 4.3.1 臺灣 1990 至 2013 年化學工業排放量趨勢

4.3.1 氮生產 (2.B.1)

本項目為統計氮化學生產製程二氧化碳排放量，調查活動數據為「液氮產量」，經詢問酸鹼工業同業公會（以下簡稱「酸鹼公會」），國內無廠商製造生產液氮，故本項目無溫室氣體排放。

4.3.2 硝酸生產 (2.B.2)

1. 排放源及匯分類的描述：

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以硝酸產量及排放係數計算氧化亞氮排放量。計算公式如下：

$$\text{氧化亞氮排放量} = \text{硝酸產量 (噸)} \times \text{硝酸排放係數 (噸氧化亞氮 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

根據行政院環境保護署計畫 (2000)⁵，國內硝酸廠無針對氧化亞氮進行分析，計畫建議採用 AP-42 係數，為 5.31 公斤氧化亞氮 / 噸硝酸生產。

(3) 活動數據

酸鹼公會僅可提供 2001 至 2013 年硝酸產

⁵ 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

量，故 1990 至 2000 年活動數據改引用經濟部統計處工業生產統計年報，經比對後確認兩方來源產量數據一致，硝酸 1990 至 2013 年產量如表 4.3.2 所示。

(4) 排放量

硝酸生產排放量自 1990 年排放 166 千公噸二氧化碳當量逐步上升至 1997 年 207 千公噸二氧化碳當量，1998 年受亞洲金融海嘯影響而逐漸下降，2001 年起排放量回升後維持穩定趨勢，

約介於 180 至 210 千公噸二氧化碳當量，近三年有下降趨勢，如表 4.3.3 及圖 4.3.2 所示。

(5) 完整性

經濟部統計處工業生產統計年報以全國為調查對象，酸鹼公會則係提供會員廠資料，但已確認兩方數據來源數據一致，經計算之結果完整性無缺失問題。

表 4.3.2 臺灣 1990 至 2013 年硝酸產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	111	119	107	111	102	118	125	139	134	99	70	111
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	126	126	128	141	126	145	132	128	138	136	130	103

表 4.3.3 臺灣 1990 至 2013 年硝酸生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	166	177	159	165	152	175	186	207	199	148	104	165
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	187	187	191	210	188	216	196	190	206	203	194	154

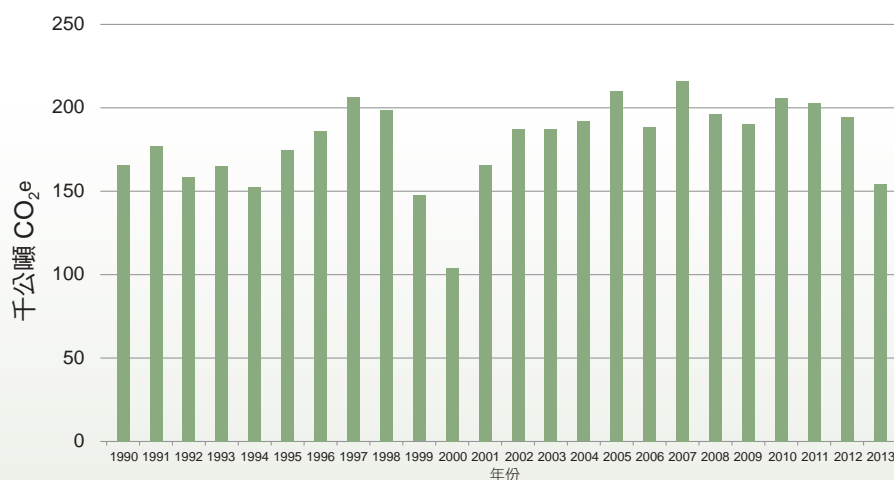


圖 4.3.2 臺灣 1990 至 2013 年硝酸生產排放量趨勢

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2006 IPCC 指南，硝酸生產活動數據不確定性為 5%，排放係數為 10%，合併不確定性則為 11%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2000 及 2001 至 2013 年數據來源不同，但已確認兩方數據一致，無影響時間序列一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

活動數據 1990 至 2000 年屬於官方數據，2001 至 2013 年則屬民間提供，QA/QC 工作係參

照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.3.3 所示。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.3 己二酸生產 (2.B.3)

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

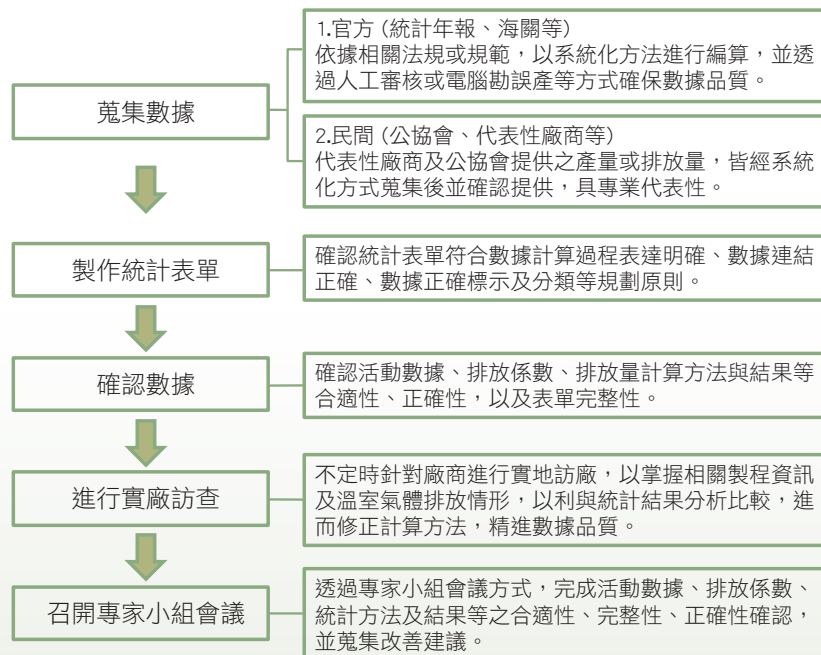


圖 4.3.3 工業製程及產品使用部門溫室氣體排放統計 QA/QC 流程 (活動數據 - 官方數據、民間來源)

4.3.4 己內醯胺、乙二醛、乙醛酸生產 (2.B.4)

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

1. 排放源及匯分類的描述：

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

1990 至 2007 年排放量採 2006 IPCC 指南建議方法 1，以活動數據乘排放係數計算。

2008 至 2013 年因國內廠商提供清冊，則參照方法 3，直接量測氧化亞氮排放，故無計算公式。

(2) 排放係數

1990 至 2007 年排放量採本土排放係數 0.0102 噸氧化亞氮 / 噸產量計算。2008 至 2013 年參照 2006 IPCC 指南建議方法 3，直接量測氧化亞氮排放，故無排放係數。

(3) 活動數據

1990 至 2007 年活動數據為國內廠商提供己內醯胺生產量。2008 至 2013 年參照 2006 IPCC 指南建議方法 3，直接量測氧化亞氮排放，故無活動數據。

(4) 排放量

己內醯胺生產排放量由 1990 減少至 2013 年 626 千公噸二氧化碳當量，約占總部門排放量 0.1%，己內醯胺生產之 1990 至 2013 年排放量如表 4.3.4 及圖 4.3.4 所示。

(5) 完整性

本項目活動數據皆係以國內唯一兩家己內醯胺生產廠商提供，統計之排放量可代表國內己內醯胺生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

表 4.3.4 臺灣 1990 至 2013 年己內醯胺生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	NO	175	167	136	165	170	0	167	184	164	521	548
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	556	644	643	750	781	780	587	816	964	992	822	626

備註：NO，代表我國該分類項目無生產或使用。

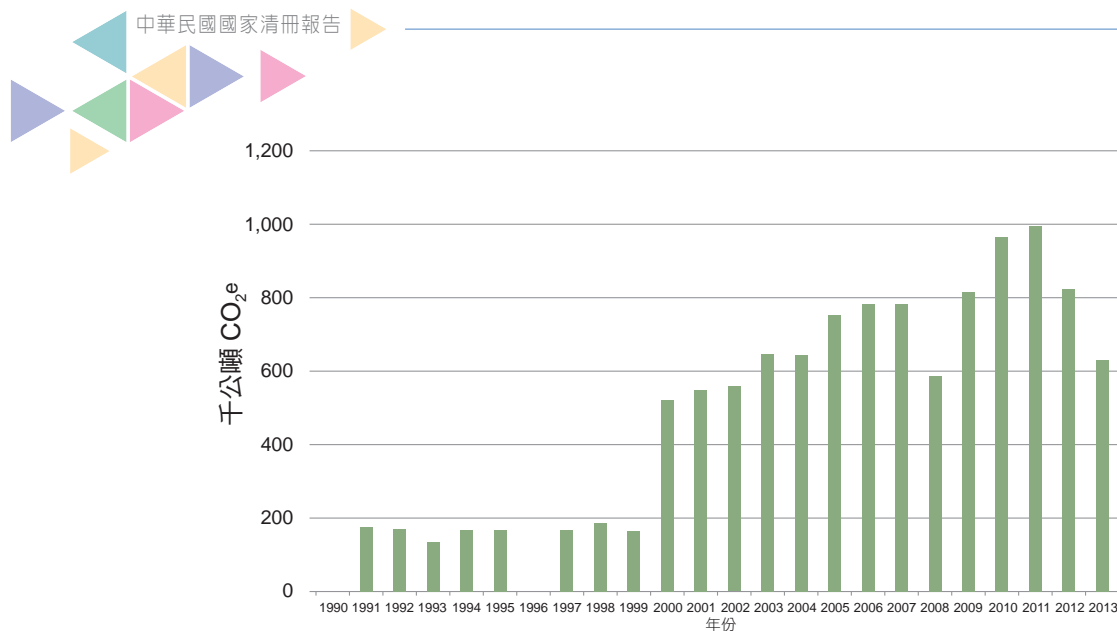


圖 4.3.4 臺灣 1990 至 2013 年己內醯胺生產排放量趨勢

根據 2006 IPCC 指南，排放量彙整自國內生產廠商清冊，整體合併不確定性為 10.77%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2007 年與 2008 至 2013 年統計方法不同，但兩段時間區間活動數據來源相同，故時間序列呈一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.5 電石生產 (2.B.5)

1. 排放源及匯分類的描述：

電石包含碳化矽 (SiC) 及碳化鈣 (CaC₂)，原料為用於矽砂、石英及石油焦，其生產過程中會產生二氧化碳、甲烷、一氧化碳、二氧化硫等氣體排放，本項僅統計二氧化碳及甲烷。碳化矽為重要人造研磨劑，碳化鈣用於乙炔生產、氨脲製造及電弧爐煉鋼中之還原劑。國內碳化矽已停產，原生產碳化鈣之台塑公司也於 2004 年停產，故以下僅描述碳化鈣生產。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以碳化鈣產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式分別如下：

氧化亞氮排放量 = 碳化鈣產量 (噸) × 碳化鈣排放係數 (噸二氧化碳 / 噸生產量)

(2) 排放係數

依據行政院環境保護署計畫(2000)⁶，碳化鈣排放係數為 1.09 噸二氧化碳 / 噸碳化鈣生產。

(3) 活動數據

國內碳化鈣已停產，原生產碳化鈣之臺灣塑膠工業股份有限公司(以下簡稱台塑)也於

2001 年停產，碳化鈣生產量由台塑提供，如表 4.3.5。

(4) 排放量

碳化鈣使用 1990 至 1998 年排放量約維持 42 千公噸二氧化碳當量，1999 年後逐漸下降，2001 年後停產，如表 4.3.6 及圖 4.3.5 所示。

表 4.3.5 臺灣 1990 至 2013 年碳化鈣產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
碳化鈣產量	39	39	40	39	40	39	39	39	37	31	21	NO
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
碳化鈣產量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

備註：NO，代表碳化鈣於 2001 年起停產，故無排放源發生。

表 4.3.6 臺灣 1990 至 2013 年碳化鈣使用排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
碳化鈣排放量	43	42	43	43	43	42	42	42	40	34	23	NO
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
碳化鈣排放量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

備註：NO，代表碳化鈣於 2001 年起停產，故無排放源發生。

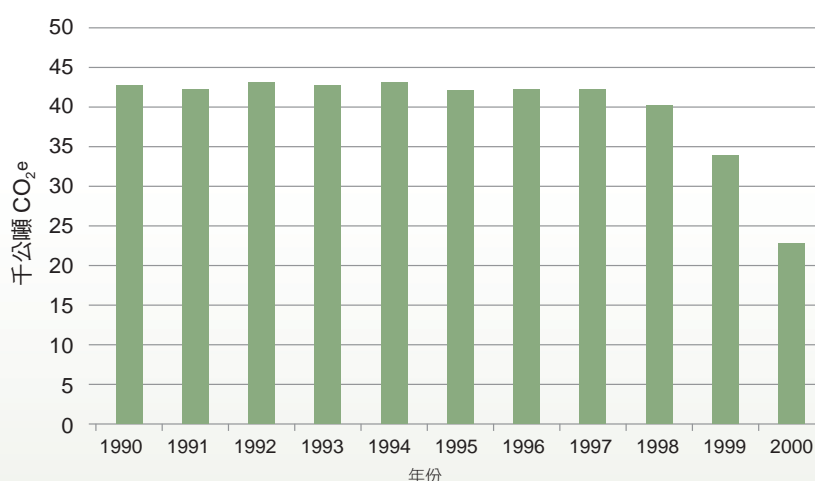


圖 4.3.5 臺灣 1990 至 2000 年碳化鈣使用排放量趨勢

6 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

(5) 完整性

數據來自國內唯一生產碳化鈣廠商，經計算之結果可代表我國碳化鈣使用排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 2006 IPCC 指南，活動數據為工廠級數據，其不確定性為 5%；排放係數之不確定性因考量製程中石油焦揮發，IPCC 建議不確定性為 10%，合併總不確定性為 11%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.6 二氧化鈦生產 (2.B.6)

1. 排放源及匯分類的描述：

二氧化鈦 (TiO_2) 是常見白色色素之一。主要用途是油漆製造，其次是造紙、塑膠、墨水等，二氧化鈦產品通常指二氧化鈦類，範圍適用鈦礦渣、合成金紅石 (>90 % 二氧化鈦)、金紅石型二氧化鈦。本項統計國內以氯化金紅石方法生產二氧化鈦所造成之二氧化碳排放。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以活動數據乘排放係數計算，計算公式如下所示。

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{二氧化鈦產量 (噸)} \times \text{二氧化鈦排放係數 (噸二氧化碳 / 噸生產量)}$$

(2) 排放係數

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

(3) 活動數據

1990 至 2013 年二氧化鈦產量由國內唯一一家廠商提供，二氧化鈦 1990 至 1993 年未生產，如表 4.3.7。

(4) 排放量

二氧化鈦生產由 1993 年持續上升至 2010 年 233 千公噸二氧化碳當量，2013 年排放量為 181 公噸二氧化碳當量，約占總部門排放量 0.7%，如表 4.3.8 及圖 4.3.6 所示。

表 4.3.7 臺灣 1990 至 2013 年二氧化鈦產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
二氧化鈦產量	NO	NO	NO	NO	27	59	77	94	84	95	104	103
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
二氧化鈦產量	109	123	127	132	143	154	149	157	174	161	100	135

備註：NO，代表二氧化鈦於 1990 至 1993 年未生產，故無排放源發生。

表 4.3.8 臺灣 1990 至 2013 年二氧化鈦生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
二氧化鈦排放量	NO	NO	NO	NO	36	80	103	126	113	128	139	139
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
二氧化鈦排放量	146	165	170	177	191	206	200	211	233	216	134	181

備註：NO，代表碳化鈣於 2001 年起停產，故無排放源發生。

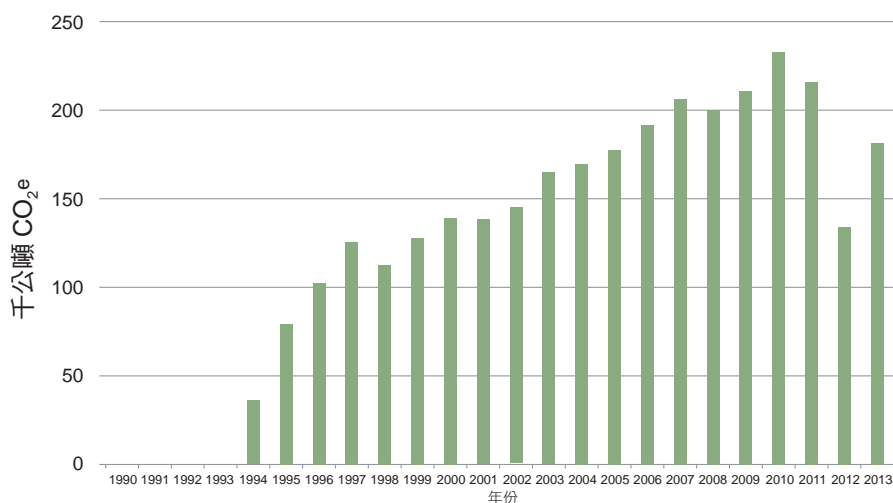


圖 4.3.6 臺灣 1990 至 2013 年二氧化鈦生產排放量趨勢

(5) 完整性

二氧化鈦產量數據由國內唯一一家廠商提供，經計算之結果可代表我國二氧化鈦生產排放量。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

3. 不確定性與時間序列的一致性

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

(1) 不確定性

同 4.2.2-4。

同 4.2.3-3. (1)。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.7 碳酸鈉（純鹼）（蘇打）生產（2.B.7）

1. 排放源及匯分類的描述：

本項統計純鹼製程產生的二氧化碳氣體，製程依原料不同區分為天然礦物製造及人工合成兩種；東南鹼業為過去國內唯一純鹼生產廠商，使用製程為人工合成方式，係以二氧化碳、鹽水、石灰石、焦炭及氨水等原料經一連串化學反應生成純鹼。

2. 方法論議題：

（1）計算方法

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

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{純鹼產量（噸）} \times \text{純鹼料排放係數（噸二氧化碳 / 噸產量）}$$

（2）排放係數

根據行政院環境保護署計畫（2000）⁷，由於二氧化碳為純鹼製程原料之一，且東南鹼業工廠另外生產碳酸氫鈉（ NaHCO_3 ）吸收過量二氧化碳，排放係數理論為 0 噸二氧化碳 / 噸純鹼生產，但為避免低估純鹼生產排放量，仍引用 IPCC 2006 版建議排放係數 0.097 噸二氧化碳 / 噸純鹼生產。

（3）活動數據

純鹼產量引用自經濟部統計處工業生產統計年報，如表 4.3.9 所示，國內唯一生產廠商東南鹼業已於 2000 年停止生產。

（4）排放量

由於純鹼製程中二氧化碳為原料之一，可回流再利用於製程中，故二氧化碳排放量較其他項目低，其排放量自 1990 年起統計即為逐漸下降趨勢，至 2000 年後完全停產後無排放量，如表 4.3.10 及圖 4.3.7 所示。

表 4.3.9 臺灣 1990 至 2013 年純鹼產量

（單位：千公噸）

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	128	119	100	83	84	82	82	60	44	39	44	NO
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

備註：NO：純鹼於 2001 年起停產，故無排放源發生。

⁷ 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

表 4.3.10 臺灣 1990 至 2013 年純鹼生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	12.39	11.51	9.72	8.01	8.17	7.95	7.94	5.83	4.23	3.80	4.22	NO
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

備註：NO，代表純鹼於 2001 年起停產，故無排放源發生。

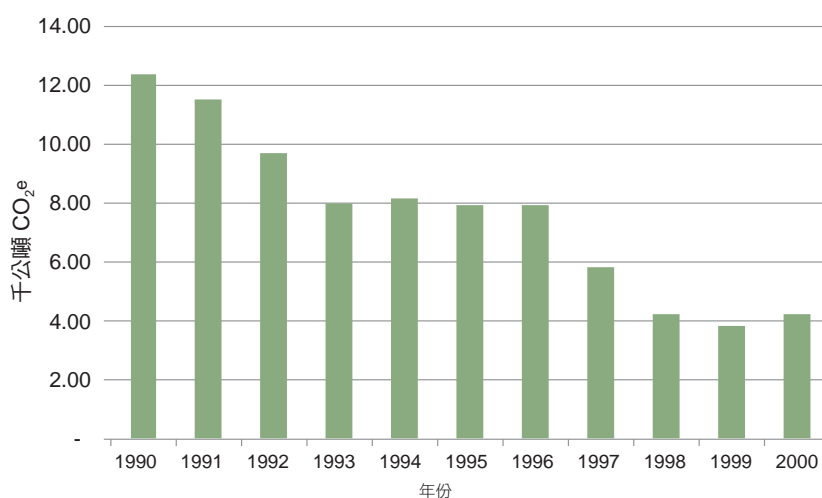


圖 4.3.7 臺灣 1990 至 2000 年純鹼生產排放量

(5) 完整性

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

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 2006 IPCC 版指南，活動數據來自系統化之調查結果，不確定性建議值為 5%，排放係數不確定性建議值因指南未提供，暫無法納入計算，故總部門排放量不確定性為 5%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.8 石化及碳黑生產 (2.B.8)

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

4.3.8.1 甲醇 (2.B.8.a)

1. 排放源及匯分類的描述：

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 IPCC 指南建議方法 1，以甲醇產量及

排放係數計算甲烷排放量。計算公式如下：

$$\text{甲烷排放量} = \text{甲醇產量 (噸)} \times \text{甲醇排放係數 (公噸甲烷 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

參照行政院環境保護署計畫 (2000)⁸ 建議之排放係數 2.0 公斤甲烷 / 噸甲醇生產，即我國高雄市環保局根據甲醇廠生產實況推估建置。

(3) 活動數據

甲醇產量由石化公會提供，相關廠商已於 1999 年起停產，如表 4.3.11 所示。

(4) 排放量

甲醇排放量較其他石化產品項目低，且無一致性趨勢，1999 年因廠商停產後便無排放量，如表 4.3.12 及圖 4.3.8 所示。

表 4.3.11 臺灣 1990 至 2013 年甲醇產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	38	5	NO	13	25	49	46	47	22	NO	NO	NO
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

備註：NO，代表甲醇於 1999 年起停產，故無排放源發生。

表 4.3.12 臺灣 1990 至 2013 年甲醇生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	1.58	0.22	NO	0.55	1.03	2.07	1.92	1.97	0.93	NO	NO	NO
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

備註：NO，代表甲醇於 1999 年起停產，故無排放源發生。

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

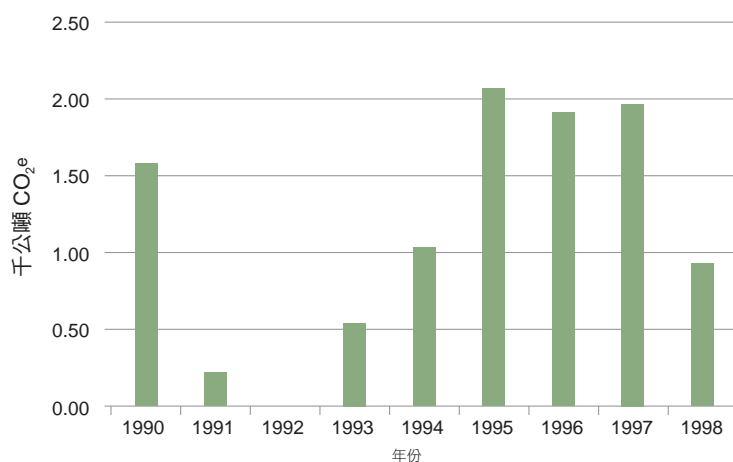


圖 4.3.8 臺灣 1990 至 1998 年甲醇生產排放量趨勢

(5) 完整性

甲醇產量由石化公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國甲醇生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3. (1)。

(2) 時間序列的一致性

1990~2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.8.2 乙烯 (2. B.8.b)

1. 排放源及匯分類的描述：

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 IPCC 指南建議方法 I，以乙烯產量及排放係數計算甲烷排放量。計算公式如下：

$$\text{甲烷排放量} = \text{乙烯產量 (噸)} \times \text{乙烯排放係數 (公斤甲烷 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

採用行政院環境保護署計畫(2000)⁹建置係數 0.01078 公斤甲烷 / 噸乙烯生產；此係數係以全廠排放量及乙烯產量求得全廠排放係數後，依據甲烷所占比率進行 speciate 系統區分甲烷排放量後求得。

(3) 活動數據

由石化公會提供乙烯產量，如表 4.3.13 所示。

(4) 排放量

我國乙烯產量雖大，但其排放量相較其他項目仍屬較低，其排放趨勢為階段成長；1990 至 1998 年介於 33 至 40 千公噸二氧化碳當量，1999 年台塑六輕投入生產，2001 年上升至 111 千公噸二氧化碳當量，2007 年六輕四期完工，2007 年排放量再上升至 158 千公噸二氧化碳當量，2010 受到金融海嘯影響下降至 134 千公噸二氧化碳當量，約占總部門排放量 0.05%，如表 4.3.14 及圖 4.3.9 所示。

(5) 完整性

乙烯產量由石化公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國乙烯生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 IPCC 「良好作法指南 (Good Practice Guidance)」及不確定性管理 (Uncertainty Management)¹⁰ (以下簡稱 2000 GPG)，乙烯生產活動數據不確定性為 5%，排放係數為 77%，合併不確定性則為 77%；因乙烯生產造成之溫室氣體排放量占總部門不到 0.1%，故對整體不確定性影響極低。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

表 4.3.13 臺灣 1990 至 2013 年乙烯產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	779	709	734	742	889	874	910	959	935	1,296	1,592	2,584
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	2,393	2,900	2,864	2,900	2,888	3,666	3,623	3,852	3,929	3,522	3,748	3,925

9 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

10 IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.

表 4.3.14 臺灣 1990 至 2013 年乙烯生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	33	30	32	32	38	38	39	41	40	56	68	111
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	103	125	123	125	124	158	156	181	134	175	161	169

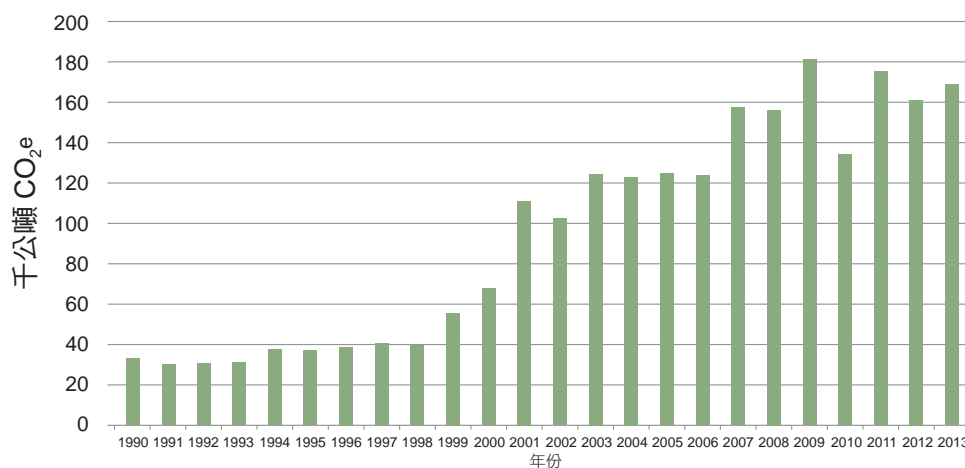


圖 4.3.9 臺灣 1990 至 2013 年乙烯生產排放量趨勢

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

算公式如下：

二氧化碳排放量 = 氯乙烯產量 (噸) × 氯乙烯
排放係數 (噸二氧化碳 / 噸產量)

4.3.8.3 氯乙烯 (2.B.8.c)

1. 排放源及匯分類的描述：

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

甲烷排放量 = 氯乙烯產量 (噸) × 氯乙烯排放
係數 (噸甲烷 / 噸產量)

(2) 排放係數

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 I，以氯乙烯產量及排放係數計算二氧化碳及甲烷排放量。計

(3) 活動數據

由石化公會提供氯乙烯產量，如表 4.3.15 所示。

(4) 排放量

氯乙烯生產排放量與產量有關，氯乙烯由 1990 年 149 千公噸二氧化碳當量逐年上升至 2005 年 397 千公噸二氧化碳當量後約維持 300 千公噸二氧化碳當量排放量，約占總部門排放量 1.3%，如表 4.3.16 及圖 4.3.10 所示。

(5) 完整性

氯乙烯產量由石化公會提供，計算結果為國

內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國氯乙烯生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2006 IPCC 指南建議，活動數據若為「產量」，建議不確定性為 20%；考量氯乙烯生產中氧氯化及直接氧化之特性，IPCC 建議二氧化碳排放係數不確定性為 20%、甲烷排放係數不確定

表 4.3.15 臺灣 1990 至 2013 年氯乙烯產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
氯乙烯產量	599	534	577	688	766	722	912	835	916	1,160	1,274	1,307
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
氯乙烯產量	1,401	1,547	1,587	1,605	1,449	1,630	1,470	1,596	1,583	1,517	1,636	1,711

表 4.3.16 臺灣 1990 至 2013 年氯乙烯生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
氯乙烯產量	149	133	144	171	191	180	227	208	228	289	317	325
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
氯乙烯產量	349	385	395	399	360	406	366	397	394	377	407	426



圖 4.3.10 臺灣 1990 至 2013 年氯乙烯生產排放量趨勢

性為 10%，故氯乙烯二氧化碳排放總不確定性為 28%，甲烷排放總不確定性為 22%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.8.4 環氧乙烷 (2. B.8.d)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查環氧乙烷 (C₂H₄O) 製程所產生之二氧化碳及甲烷，製程主要為乙烯經催化與氧氣反應產生環氧乙烷，二氧化碳主要來自於製

造過程的副產物。環氧乙烷主要用途為製造乙二醇、乙二醇醚、酒精及胺的原料。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以環氧乙烷產量及排放係數計算二氧化碳及甲烷排放量。計算公式如下：

二氧化碳排放量 = 環氧乙烷產量 (噸) × 環氧乙烷排放係數 (噸二氧化碳 / 噸產量)

甲烷排放量 = 環氧乙烷產量 (噸) × 環氧乙烷排放係數 (噸甲烷 / 噸產量)

(2) 排放係數

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

(3) 活動數據

由經濟部工業局廢棄物管制中心提供環氧乙烷產量，環氧乙烷生產量 1995 年之前因資料年代久遠無法追溯，1996 至 2013 年國內環氧乙烷產量如表 4.3.17 所示。

表 4.3.17 臺灣 1990 至 2013 年環氧乙烷產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
環氧乙烷產量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	28	33	31	36	33	45
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
環氧乙烷產量	60	79	206	221	219	226	211	229	243	246	231	246

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。

(4) 排放量

環氧乙烷排放量與產量有關，環氧乙烷排放量由 1996 年 18 千公噸二氧化碳當量逐年上升至 2011 年 157 千公噸二氧化碳當量後約維持 150 千公噸二氧化碳當量，約占總部門排放量 0.6%，如表 4.3.18 及圖 4.3.11 所示。

(5) 完整性

環氧乙烷產量由經濟部工業局廢棄物管制中心提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國環氧乙烷生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2006 IPCC 指南建議，活動數據若為「產量」，建議不確定性為 10%；考量環氧乙烷生產中氧氯化及直接氧化之特性，IPCC 建議二氧化碳排放係數不確定性為 10%、甲烷排放係數不確定性為 60%，故環氧乙烷二氧化碳排放總不確定性為 14%，甲烷排放總不確定性為 61%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

如 4.2.2-4。

表 4.3.18 臺灣 1990 至 2013 年環氧乙烷生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
環氧乙烷排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	18	21	20	23	21	29
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
環氧乙烷排放量	39	51	132	141	140	145	135	147	155	157	148	158

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。

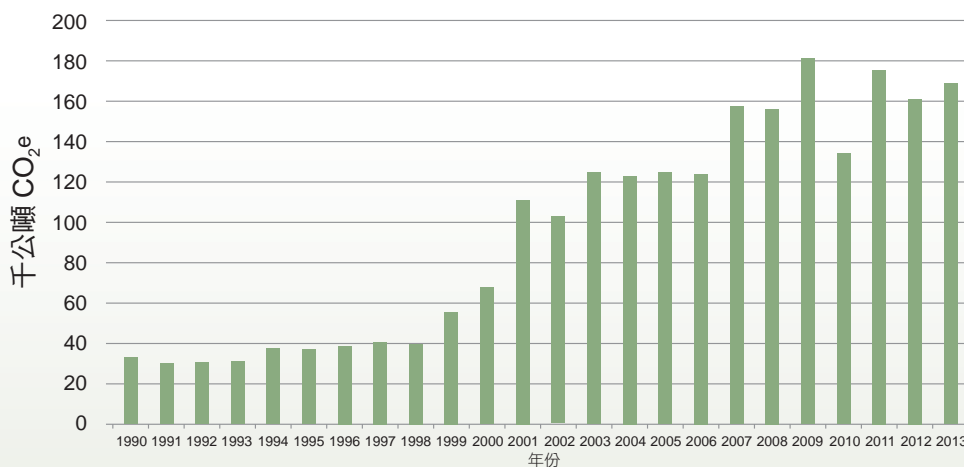


圖 4.3.11 臺灣 1990 至 2013 年環氧乙烷生產排放量趨勢

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.8.5 丙烯腈 (2. B.8.e)

1. 排放源及匯分類的描述：

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以丙烯腈產量及排放係數計算甲烷排放量。計算公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{丙烯腈產量 (噸)} \times \text{丙烯腈排放係數 (公噸二氧化碳 / 噸產量)}$$

$$\text{甲烷排放量} = \text{丙烯腈產量 (噸)} \times \text{丙烯腈排放係數 (公噸甲烷 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

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

(3) 活動數據

由石化公會提供丙烯腈產量，如表 4.3.19 所示。

(4) 排放量

我國丙烯腈排放趨勢為階段成長；1990 至 1998 約 100 千公噸二氧化碳當量，1999 年台塑六輕投入生產，2001 年後逐漸上升至 209 千公噸二氧化碳當量，2007 年六輕四期完工，2007 年排放量再上升至 299 千公噸二氧化碳當量，2008 受到金融海嘯影響下降至 257 千公噸二氧化碳當量，約占總部門排放量 0.97%，如表 4.3.20 及圖 4.3.12 所示。

表 4.3.19 臺灣 1990 至 2013 年丙烯腈產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
丙烯腈產量	118	116	131	129	138	141	163	162	150	157	168	263
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
丙烯腈產量	305	317	341	348	376	407	324	371	413	375	399	413

表 4.3.20 臺灣 1990 至 2013 年丙烯腈生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
丙烯腈排放量	94	92	104	103	109	112	129	129	119	125	133	209
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
丙烯腈排放量	243	252	271	276	299	323	257	294	328	298	317	328

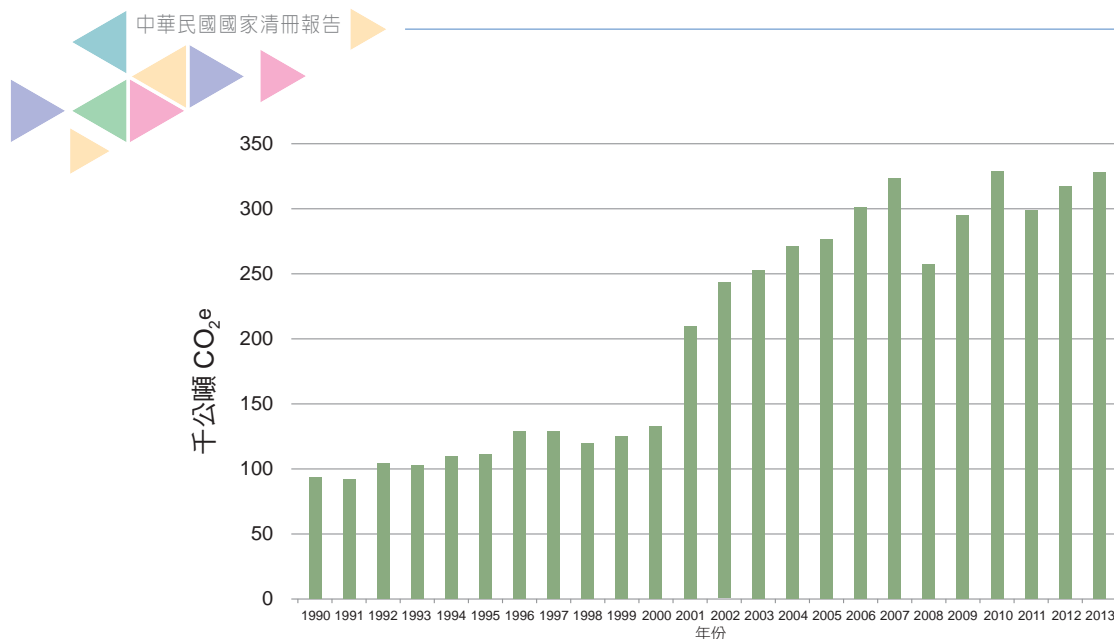


圖 4.3.12 臺灣 1990 至 2013 年丙烯腈生產排放量趨勢

(5) 完整性

丙烯腈產量由石化公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國丙烯腈生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2006 IPCC 指南建議，活動數據若為「產量」，建議不確定性為 60%；考量丙烯腈排放係數會製程中原料（丙烯）回收影響，IPCC 2006 建議二氧化碳排放係數不確定性為 60%、甲烷排放係數不確定性為 10%，故丙烯腈二氧化碳排放總不確定性為 85%，甲烷排放總不確定性為 61%，因其占總排放量比例低，影響總不確定性低。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.8.6 碳煙 (2. B.8.f)

1. 排放源及匯分類的描述：

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 I，以碳煙產量及排放係數計算二氧化碳及甲烷排放量。計算公式如下：

二氧化碳排放量 = 碳煙產量 (噸) × 碳煙排放係數 (公噸二氧化碳 / 噸產量)

甲烷排放量 = 碳煙產量 (噸) × 碳煙排放係數 (公噸甲烷 / 噸產量)

(2) 排放係數

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

(3) 活動數據

由石化公會提供碳煙產量，碳煙 1990 至 2013 年產量如表 4.3.21 所示：

(4) 排放量

碳煙生產排放量自 1994 年起逐漸上升，至 1996 年後排放量維持約 500 千公噸二氧化碳當量以上，唯 2008 至 2009 年受金融海嘯影響略下降，2010 年後又再度提升至 458 千公噸二氧化碳當量，如表 4.3.22 及圖 4.3.13 所示。

(5) 完整性

碳煙產量由石化公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國碳煙生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2006 IPCC 指南，碳煙生產活動數據不確定性為 5%，排放係數為 55%，合併不確定性則為 55%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

表 4.3.21 臺灣 1990 至 2013 年碳煙產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
碳煙生產產量	59	58	58	63	81	90	100	103	104	104	100	106
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
碳煙生產產量	106	104	106	114	109	112	94	82	97	108	94	90

表 4.3.22 臺灣 1990 至 2013 年碳煙生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
碳煙生產排放量	278	273	276	296	381	427	474	489	491	490	516	500
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
碳煙生產排放量	503	491	499	540	514	528	444	387	458	511	446	427

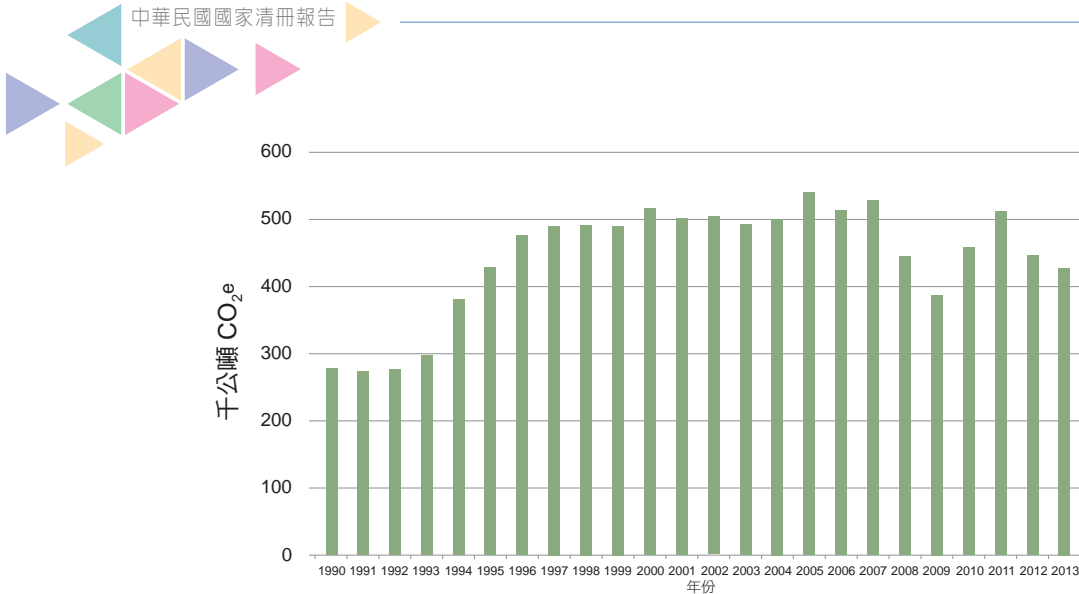


圖 4.3.13 臺灣 1990 至 2013 年碳煙生產排放量趨勢

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.9 含氟化物生產 (2.B.9)

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

4.3.9.1 副產品排放 (2.B.9.a)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查生產一氯二氟甲烷 (HCFC-22 或 CHClF_2) 時 HFC-23 或 CHF 等副產品排放量。其中，國內僅台塑仁武廠生產 HCFC-22，排放副產品則為 HFC (HFC-23)，但已於 2004 年停產，本項僅針對 HCFC-22 副產品排放進行說明。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以 HCFC-22 產量及副產品 HFC-23 產生率 (排放係數) 計算 HFC 排放量。計算公式如下：

$$\text{HFC 排放量} = \text{HCFC-22 產量 (噸)} \times \text{HCFC-23 產生率 (\%)}$$

(2) 排放係數

本項排放係數為 HCFC-22 副產品 HFC-23 之產生率，引用行政院環境保護署計畫 (2004)¹¹，

¹¹ 行政院環境保護署，推動含氟溫室氣體產業排放減量計畫期末報告，2004。

根據實廠排放情形推估之產生率 1.4%，該係數排放已包含副產品及逸散排放的部分。

(3) 活動數據

1990 至 2013 年 HCFC-22 產量如表 4.3.23 所示，由台塑公司提供產量，HCFC-22 自 1993 年投產，並於 2004 年停產。

(4) 排放量

HCFC-22 副產品排放量如表 4.3.24 及圖

4.3.14 所示。HCFC-22 於 1993 至 2004 年生產期間，副產品 HFC-23 排放量趨勢為先升後降，自 1993 年排放 597 千公噸二氧化碳當量逐步成長至 2001 年 2,030 千公噸二氧化碳當量；2001 年起因中國大陸經濟崛起，而逐漸減產，最終於 2004 年停產，之後便不再排放。

(5) 完整性

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

表 4.3.23 臺灣 1990 至 2013 年 HCFC-22 產量

(單位：噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	NO	NO	NO	3,401	3,850	3,610	5,880	6,655	9,382	7,248	10,444	11,565
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	9,716	8,724	7,702	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

表 4.3.24 臺灣 1990 至 2013 年 HCFC-22 副產品 (HFC-23) 排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	NO	NO	NO	597	676	634	1,032	1,168	1,647	1,272	1,833	2,030
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	1,705	1,531	1,352	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO

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

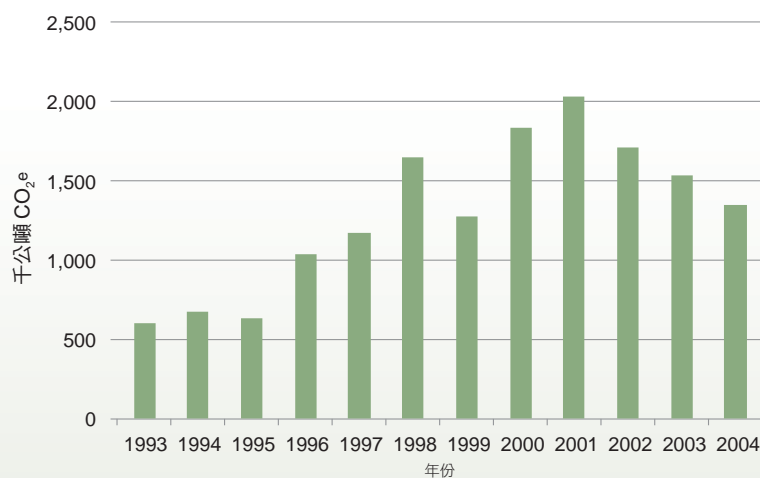


圖 4.3.14 臺灣 1993 至 2004 年 HCFC-22 副產品 (HFC-23) 排放量趨勢

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3. (1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.3.9.2 逸散排放 (2.B.9.b)

本項主要調查含氟化物生產製程中 HFC、PFC、SF₆ 等逸散排放量。其中，國內僅台塑仁武廠生產 HCFC-22，調查其副產品 (HFC-23) 排放量時已將逸散排放納入統計，故本項 HFC 排放已列入「破壞臭氧層物質之替代品使用」項目之排放量統計中。

4.3.10 其他 (2.B.10)

以「苯乙烯生產」為其他類別之項目，以下對此項目做詳述。

1. 排放源及匯分類的描述：

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 I，以苯乙烯產量及排放係數計算甲烷排放量。計算公式如下：

$$\text{甲烷排放量} = \text{苯乙烯產量 (噸)} \times \text{苯乙烯排放係數 (公噸甲烷 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

採用行政院環境保護署計畫 (2000)¹² 建置係數 0.1975 公斤甲烷 / 噸苯乙烯生產；此係數係以全廠排放量及苯乙烯產量求得全廠排放係數，並以甲烷所占比例進行 speciate 系統區分甲烷排放量後求得。

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

(3) 活動數據

由石化公會提供苯乙烯產量，如表 4.3.25 所示。

(4) 排放量

苯乙烯為乙烯下游產品之一，故兩者排放趨勢類似，皆呈現階段成長；1990 至 1998 年約維持 1.9 千公噸二氧化碳當量，1999 年六輕完工後增產，2001 至 2006 年排放量上升至 6.0 千公噸，2007 年六輕四期完工後，2007 至 2012 年

排放量則維持約 8.9 千公噸二氧化碳當量，2013 年排放量上升 10.1 千公噸，約占總部門排放量 0.04%，如表 4.3.26 及圖 4.3.15 所示。

(5) 完整性

苯乙烯產量由石化公會提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國苯乙烯生產排放量。

表 4.3.25 臺灣 1990 至 2013 年苯乙烯產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	0.8	1.1	1.1
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.8	1.7	1.9	1.9	1.7	1.8	2.0

表 4.3.26 臺灣 1990 至 2013 年苯乙烯生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	1.8	1.8	1.6	1.8	1.9	2.1	2.0	2.0	1.9	4.0	5.2	5.7
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	6.2	6.2	6.2	6.2	6.0	9.0	8.3	9.4	9.5	8.4	8.9	10.1

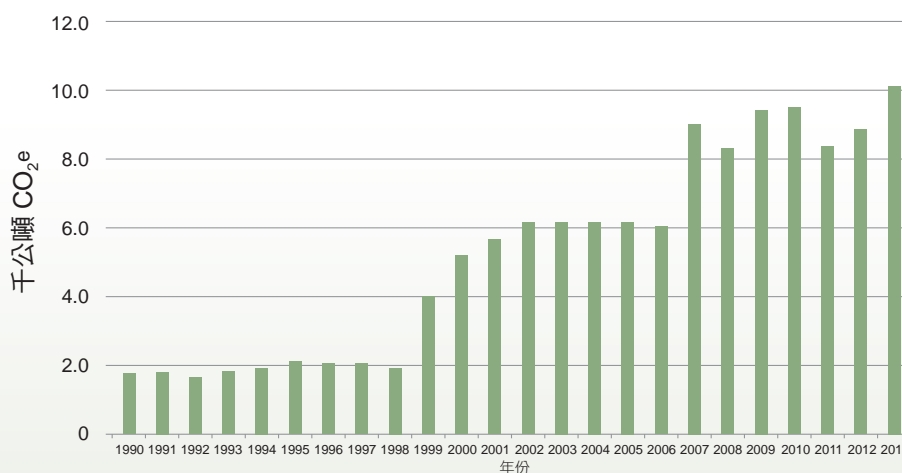


圖 4.3.15 臺灣 1990 至 2013 年苯乙烯生產排放量趨勢

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3. (1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.4 金屬製程 (2.C)

2.C「金屬製程」為工業製程及產品部門中僅次於「礦業(非金屬製程)」之高排放分類，分類項目包括 2.C.1「鋼鐵生產」、2.C.2「鐵合金生產」、2.C.3「原鋁生產」、2.C.4「鎂生產」、2.C.5「鉛生產」、2.C.6「鋅生產」等共計六項，統計溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、PFC、及 SF6 等共計五項。2013 年總部門排放量 9,071 千公噸二氧化碳當量，占工業製程及產品使用部門 34.3%，1990 至 2013 年排放量如表 4.4.1 及圖 4.4.1 所示。

表 4.4.1 臺灣 1990 至 2013 年金屬製程排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
2.C.1. 鐵及鋼生產	3,623	3,812	3,576	4,095	4,008	4,079	4,229	5,765
2.C.2. 鐵合金生產	33	287	215	171	144	195	177	181
2.C.3. 原鋁生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.4. 鎂生產	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C.5. 鉛生產	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.C.6. 鋅生產	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
總計	3,655	4,099	3,791	4,266	4,152	4,274	4,405	5,946
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2.C.1. 鐵及鋼生產	6,309	5,920	6,595	7,028	7,457	7,512	7,355	6,529
2.C.2. 鐵合金生產	175	63	33	21	25	30	0	0
2.C.3. 原鋁生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.4. 鎂生產	NE	NE	NE	NE	1,027	1,027	1,357	1,063
2.C.5. 鉛生產	NE	NE	NE	NE	NE	3	8	8
2.C.6. 鋅生產	NE	NE	NE	NE	NE	14	50	58
總計	6,484	5,983	6,628	7,048	8,508	8,585	8,769	7,659
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.C.1. 鐵及鋼生產	7,532	7,788	7,548	6,326	8,328	7,584	7,788	8,973
2.C.2. 鐵合金生產	NO	NO	173	0	26	3	10	20
2.C.3. 原鋁生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.4. 鎂生產	770	440	144	235	212	134	109	55
2.C.5. 鉛生產	9	9	8	6	7	7	6	5
2.C.6. 鋅生產	49	62	48	49	42	47	47	18
總計	8,360	8,300	7,922	6,616	8,642	7,775	7,960	9,071

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

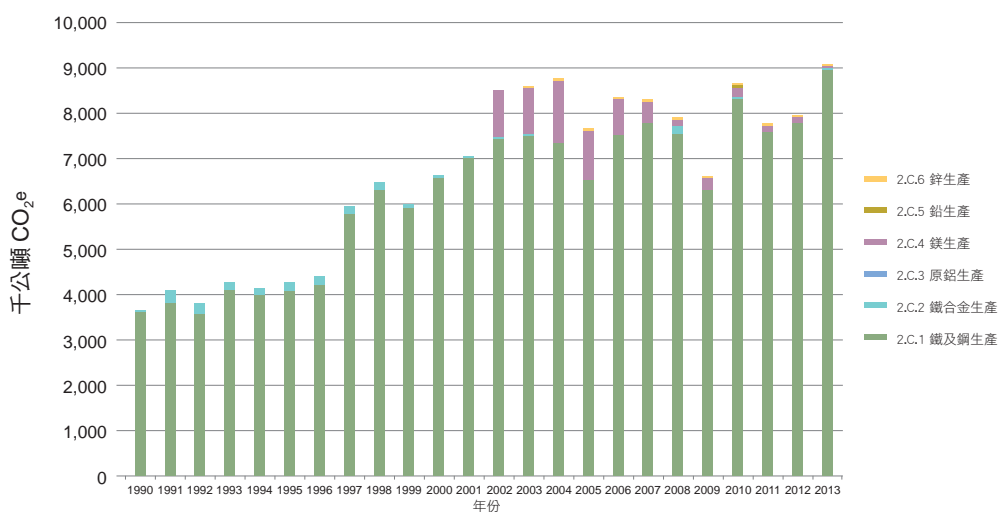


圖 4.4.1 臺灣 1990 至 2013 年金屬製程排放量趨勢

4.4.1 鐵鋼生產 (2.C.1)

4.4.1.1 一貫煉鋼

1. 排放源及匯分類的描述：

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

A.1990 至 2000 年

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以一貫煉鋼之高爐鋼胚產量及排放係數計算二氧化碳當量排放量。計算公式如下：

二氧化碳排放量 = 高爐鋼胚產量 (噸) × 高爐鋼胚排放係數 (公噸二氧化碳當量 / 噸產量)

B.2001 至 2013 年

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

(2) 排放係數

1990 至 2000 年採用 2001 至 2009 年國內鋼鐵公司之高爐鋼胚製程排放量及產量推估所得排放係數 0.596 噸二氧化碳當量 / 噸高爐鋼胚生產，此係數已包含二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放的部分。2001 至 2013 年彙整國內鋼鐵公司排放清冊取得排放量，故無排放係數。

(3) 活動數據

1990 至 2000 年由國內鋼鐵公司提供高爐鋼胚產量，2001 至 2013 年為彙整國內鋼鐵公司排放清冊取得排放量，故無活動數據。1990 至 2000 年產量如表 4.4.2 所示：

(4) 排放量

一貫煉鋼製程因早期為起步階段，故排放量自 1990~2003 年為上升趨勢，2004~2009 年間則受景氣影響呈現上下振盪，2010 年後由於經濟復甦，及國內第 2 家一貫煉鋼廠商投產，故排放量略為上升，2013 年排放量為 8,973 千公噸 CO₂e。如表 4.4.3 及圖 4.4.2 所示。

表 4.4.2 臺灣 1990 至 2000 年高爐鋼胚產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
產量	5,627	5,829	5,421	6,244	6,123	6,242	6,444	8,944	9,811	9,267	9,971

表 4.4.3 臺灣 1990 至 2013 年高爐鋼胚生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	3,342	3,462	3,220	3,709	3,637	3,708	3,828	5,313	5,828	5,505	6,128	6,559
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	6,933	6,963	6,766	5,937	6,892	7,107	6,927	5,805	7,886	6,977	7,290	8,393

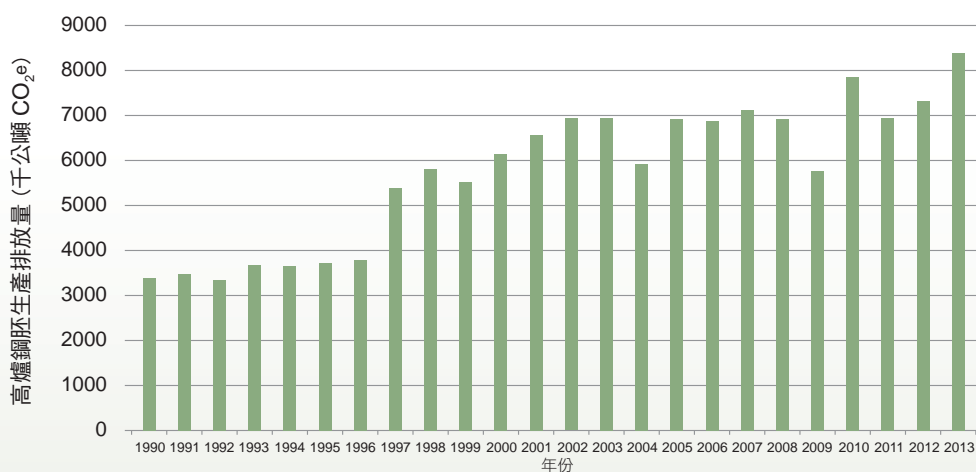


圖 4.4.2 臺灣 1990 至 2013 年高爐鋼胚生產排放量趨勢

(5) 完整性

活動數據、排放量等相關數據皆由鋼鐵公會提供，排放量計算結果可代表我國高爐鋼胚製程排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

2001 至 2005 年因該公司清冊未進行不確定性計算，故改採用 2006 IPCC 指南建議，活動數據為國家生產數據，其不確定性為 10%，排放係數為參考國內特定工廠值，其不確定性為 5%，合併不確定性則為 11%。2006 至 2013 年排放量之不確定性彙整自國內鋼鐵公司各年排放清冊，約為 5%，符合 2006 IPCC 指南建議之方法三不確定性範圍，1990 至 2013 年高爐鋼胚總排放不確定性如表 4.4.4 所示。

(2) 時間序列的一致性

計算方法則隨年代區間不同變更，1990 至 2000 年採方法一，即以產量及排放係數計算排放量；2001 至 2013 年採方法三，即排放量則彙整自國內鋼鐵公司排放清冊。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.4.1.2 電弧爐鋼胚

1. 排放源及匯分類的描述：

本項調查電弧爐鋼胚製程中所產生之二氧化碳，製程主要以生鐵及廢棄鋼鐵製品為原料，加入增碳劑冶煉成各式碳鋼或合金鋼，冶煉過程並分為溶解、氧化及還原等；其中，二氧化碳排放主要來自生鐵、廢鐵及增碳劑等原料中碳成分釋出。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

表 4.4.4 臺灣 1990 至 2013 年高爐鋼胚生產排放量不確定性

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量不確定性	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	11%	5%
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量不確定性	5%	5%	5%	5%	5.23%	3.90%	3.98%	4.24%	4.12%	4.03%	6.18%	5.17%

參照 2006 IPCC 指南建議方法 I，以電弧爐鋼胚產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

二氧化碳排放量 = 電弧爐鋼胚產量 (噸) × 電弧爐鋼胚排放係數 (公噸二氧化碳 / 噸產量)

(2) 排放係數

採用行政院環境保護署計畫 (2000)¹³ 推估係數 0.068 噸二氧化碳 / 噸電弧爐鋼胚生產，係根據國內電弧爐廠生鐵及廢鐵使用比例、增碳劑使用量及原物料含碳率等推估求得。

(3) 活動數據

1990 至 2013 年產量如表 4.4.5 所示，其中 1990 至 2013 年電弧爐鋼胚產量由臺灣鋼鐵公業同業公會 (以下簡稱鋼鐵公會) 提供，2010 年後因原生產電弧爐廠商投入國內第 2 家一貫煉鋼生產，其一貫煉鋼及電弧爐製程無法切割，經鐵與鋼專諮會討論後決議參考國際鋼鐵協會分類方

法，於電弧爐鋼胚統計中扣除其生產之電弧爐鋼胚量。

(4) 排放量

電弧爐鋼胚排放量自 1990 年起呈成長趨勢，自 280 千公噸二氧化碳當量成長至 2007 年 682 千公噸二氧化碳當量，於 2008 至 2009 年金融海嘯下降，2010 年後扣除第 2 家一貫煉鋼廠商所生產之電弧爐排放量，故 2011 年後電弧爐鋼胚排放量約維持在 500 千公噸二氧化碳當量，如表 4.4.6 及圖 4.4.3 所示。

(5) 完整性

鋼鐵公會提供之電弧爐鋼胚產量，屬全國電弧爐鋼胚產量，故計算結果可代表國內電弧爐鋼胚製程排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3. (1)。

表 4.4.5 臺灣 1990 至 2013 年電弧爐鋼胚產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	4,120	5,143	5,236	5,684	5,454	5,461	5,894	6,648	7,072	6,110	6,869	6,897
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	7,706	8,076	8,656	8,713	9,410	10,024	9,795	7,661	6,505	8,927	7,322	8,532

表 4.4.6 臺灣 1990 至 2013 年電弧爐鋼胚生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	280	350	356	387	371	371	401	452	481	415	467	469
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	524	549	589	592	640	682	621	521	442	607	498	580

¹³ 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。

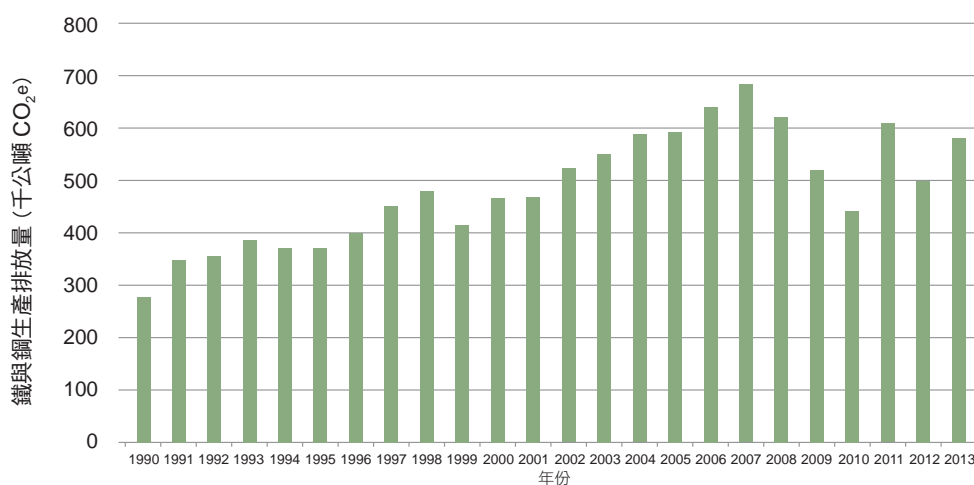


圖 4.4.3 臺灣 1990 至 2013 年電弧爐鋼胚生產排放量趨勢

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.4.2 鐵合金生產 (2.C.2)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項調查鐵合金生產製程中所產生之二氧

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

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以鐵合金產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{鐵合金產量 (噸)} \times \text{鐵合金排放係數 (噸二氧化碳 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

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

(3) 活動數據

1990 至 2013 年產量如表 4.4.7 所示，2001 至 2013 年鐵合金產量由鋼鐵公會提供，但其無法提供 2000 年前數據，故改引用經濟部統計處工業生產統計年報，其中，鐵合金曾於 2003 至 2007 年停產。

(4) 排放量

鐵合金排放量自 1990 年 310.9 千公噸二氧化碳當量下降至 2003 年 30.0 千公噸二氧化碳當

量，並於 2004 至 2007 年間停產，2008 年起再度生產，如表 4.4.8 及圖 4.4.4 所示。

(5) 完整性

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

3. 不確定性與時間序列的一致性

表 4.4.7 臺灣 1990 至 2013 年鐵合金產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	80	73	55	44	37	50	45	46	45	16	8	5
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	6	8	NO	NO	NO	NO	44	0.003	7	1	3	5

備註：NO，代表無生產或使用，臺灣鐵合金生產廠商曾於 2004 至 2007 年停產。

表 4.4.8 臺灣 1990 至 2013 年鐵合金生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	32.8	287.3	214.7	171.0	144.2	195.1	177.0	181.3	175.3	62.9	32.8	20.7
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	24.9	30.1	NO	NO	NO	NO	173.5	0.012	26.3	2.6	9.9	19.9

備註：NO，代表無生產或使用，臺灣鐵合金生產廠商曾於 2004 至 2007 年停產，故無排放量。

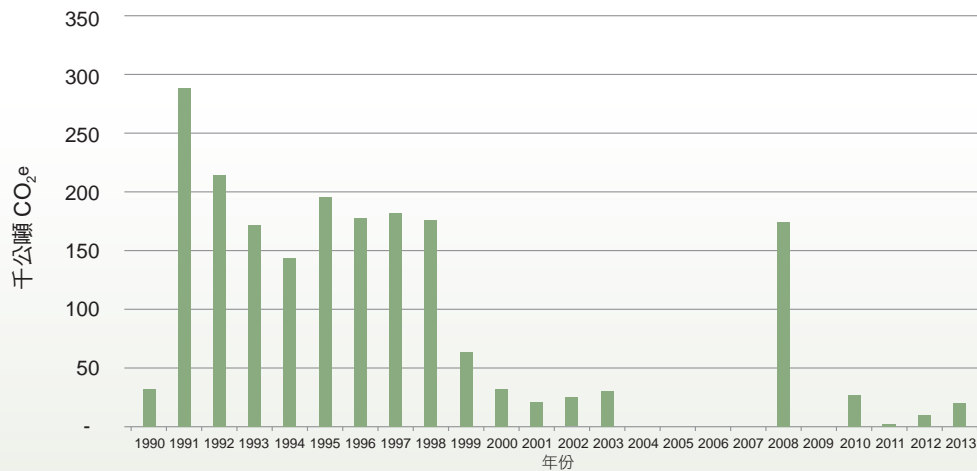


圖 4.4.4 臺灣 1990 至 2013 年鐵合金生產排放量趨勢

(1) 不確定性

同 4.2.3-3. (1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2000 及 2001 至 2013 年數據來源不同，無時間序列一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.3.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.4.3 原鋁生產 (2.C.3)

本項目為統計原鋁生產排放二氧化碳及使用全氟碳化物之排放量，因國內鋁製造非自鋁礦提煉，故本項目無二氧化碳及全氟碳化物排放。

4.4.4 鎂生產 (2.C.4)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項調查鎂生產使用六氟化硫排放量，鎂合

金為高活性材料，熔解時需以保護氣體防止燃燒，目前產業界使用乾燥空氣、二氧化碳、六氟化硫混合為保護氣體，其中，六氟化硫為惰性氣體，使用過程將全部排放，故使用量即為其排放量。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

依據行政院環境保護署計畫 (2012)¹⁴⁻¹⁵、調查所得排放量，係參照 2006 IPCC 指南建議方法 2，以鎂生產六氟化硫使用量為排放量，即臺灣鎂合金協會 (Taiwan Magnesium Association, TMA) 會員廠調查數據。

(2) 排放係數

由行政院環境保護署計畫 (2012) 提供排放量，係彙整自臺灣鎂合金協會取得使用量，為一實際值，故無排放係數需求。

(3) 活動數據

由行政院環境保護署計畫 (2012) 提供，係依會員廠經查證之實際使用量統計活動數據。

(4) 排放量

行政院環境保護署計畫 (2012) 表示，鎂生產於新製程普及後才大量使用六氟化硫，早期使用六氟化硫為實驗推廣，使用量非常少，故無進行調查，鎂生產排放量自 2004 年排放 1,357 千公噸二氧化碳當量，下降至 2013 年 55 千公噸二氧

¹⁴ 行政院環境保護署，碳捕集及封存技術與溫室氣體減量相關技術推動工作專案工作計畫，2012。

¹⁵ 計畫名稱隨年度不同，此為 2012 年計畫名稱

化碳當量，原因主要為鎂合金產業外移嚴重，加上廠商配合行政院環境保護署計畫推動進行減量工作，故排放量呈現明顯下降趨勢。以六氟化硫之全球暖化潛勢值（Global Warming Potential, 以下簡稱 GWP）23,900 將鎂生產六氟化硫使用量轉換為排放量，2002 至 2013 年排放量如表 4.4.9 及圖 4.4.5 所示。

(5) 完整性

行政院環境保護署計畫提供之排放量係由鎂合金協會調查，為會員廠排放量，排放量調查結果可代表全國鎂生產六氟化硫排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量若由廠商提供，屬於經系統性調查結果，建議排放量不確定性為 5%，但為避免低估不確定性，假設其製程較不穩定，排放量總不確定性為 30%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2002 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

表 4.4.9 臺灣 1990 至 2013 年鎂生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	1,027	1,027	1,357	1,063	770	440	144	235	212	134	109	55

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

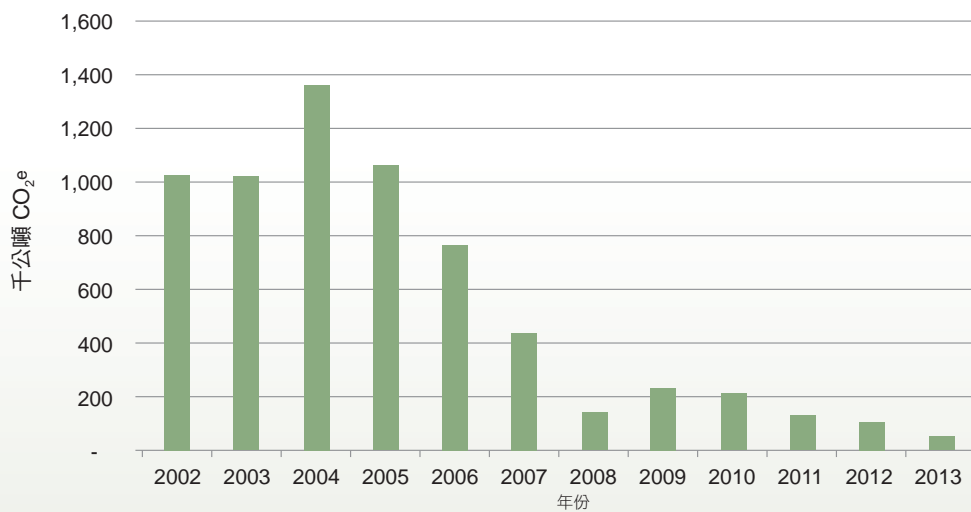


圖 4.4.5 臺灣 2002 至 2013 年鎂生產排放量趨勢

鎂生產排放量由行政院環境保護署計畫（2012）提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.4.6 所示。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.4.5 鉛生產（2.C.5）

1. 排放源及匯分類的描述：

本項調查鉛生產二氧化碳排放量，國內鉛生產屬次級生產，其中，提煉鉛的次級產量為回收鉛的處理量，大部分來自廢鉛蓄電池，二氧化碳來自於廢鉛蓄電池及其他回收廢鉛經過粉碎、脫硫等熔煉過程中產生。

2. 方法論議題：

（1）計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 I，以鉛錠產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{鉛錠產量（噸）} \times \text{鉛錠排放係數（公噸二氧化碳 / 噸產量）}$$

（2）排放係數

依據 2006 IPCC 指南建議，源自次級原材料處理之排放係數為 0.2 噸二氧化碳 / 噸次級鉛生產。

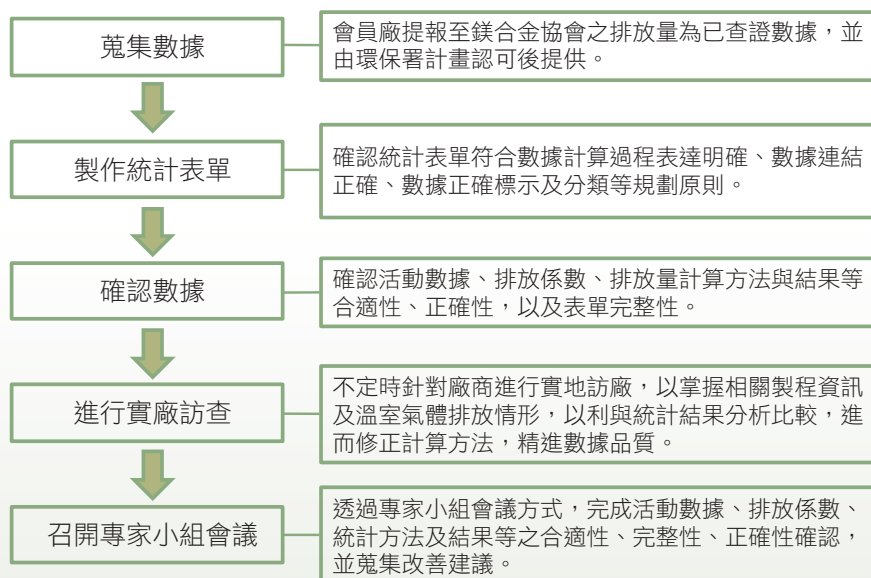


圖 4.4.6 鎂生產排放統計 QA/QC 流程

(3) 活動數據

由經濟部工業局廢棄物管制中心提供國內鉛錠產量，2003 年前未進行調查，2003 至 2013 年排放量如表 4.4.10 所示。

(4) 排放量

國內鉛生產 2003 至 2013 年排放量如表 4.4.11 及圖 4.4.7 所示，鉛生產排放量與鉛產品使用及回收率有關，由 2003 年 3 千公噸二氧化碳當量

上升至 2007 年 9 千公噸二氧化碳當量後下降，2013 年排放量為 5 千公噸二氧化碳當量，占總部門排放量約 0.02%。

(5) 完整性

鉛錠產量由經濟部工業局廢棄物管制中心提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國鉛生產排放量。

表 4.4.10 臺灣 2003 至 2013 年鉛錠產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	NE	14	40	40	44	45	41	32	33	35	28	25

表 4.4.11 臺灣 2003 至 2013 年鉛生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	NE	3	8	8	9	9	8	6	7	7	6	5

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期鉛生產未進行調查。

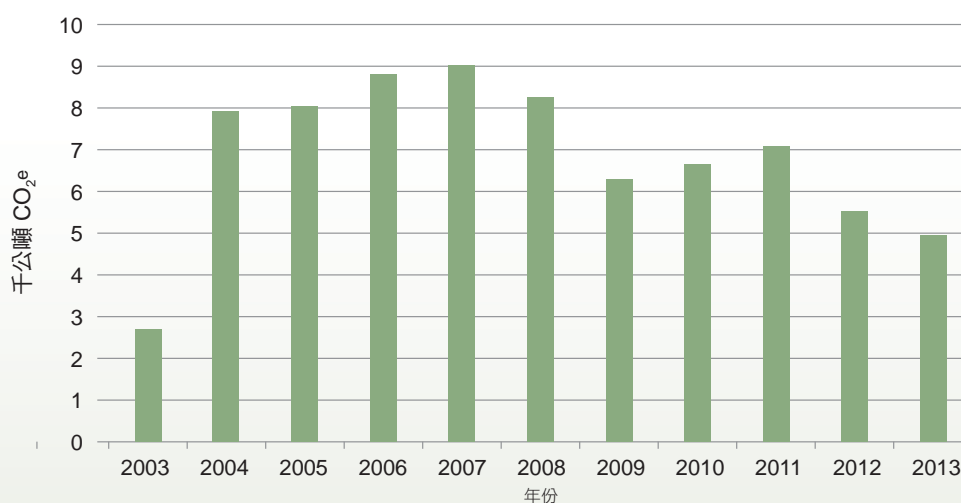


圖 4.4.7 臺灣 2003 至 2013 年鉛生產排放量趨勢

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量若由廠商提供，屬於經系統性調查結果，建議排放量不確定性為 5%，但為避免低估不確定性，假設其製程較不穩定，排放量總不確定性為 30%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2002 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.4.6 鋅生產 (2.C.6)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項調查鋅生產二氧化碳排放量，國內鋅生產屬次級生產，由各種材料中經過分離、燒結、熔煉及提煉過程中回收金屬鋅，二氧化碳來自於過程中需使用含碳還原劑及產生高溫揮發性煙霧。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以鋅錠產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{鋅錠產量 (噸)} \times \text{鋅錠排放係數 (公噸二氧化碳 / 噸產量)}$$

(2) 排放係數

依據 2006 IPCC 指南建議，源自次級原材料處理之排放係數為 1.72 噸二氧化碳 / 噸次級鋅生產。

(3) 活動數據

由經濟部工業局廢棄物管制中心提供國內鋅錠產量，2003 年前未進行調查，2003 至 2013 年排放量如表 4.4.12 所示。

表 4.4.12 臺灣 1990 至 2013 年鋅錠產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	NE	8	29	34	28	36	28	28	24	27	27	11

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期鋅錠生產未進行調查。

(4) 排放量

國內鋅生產 2003 至 2013 年排放量如表 4.4.13 及圖 4.4.8 所示，鋅生產排放量與鋅產品使用及回收率有關，由 2003 年 14 千公噸二氧化碳當量上升至 2007 年 62 千公噸二氧化碳當量後下降，2013 年排放量為 18 千公噸二氧化碳當量，占總部門排放量約 0.07%。

(5) 完整性

鋅錠產量由經濟部工業局廢棄物管制中心提供，計算結果為國內主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表我國鋅生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量若由廠商提供，屬於經系統性調查結果，建議排放量不確定性為 5%，但為避免低估不確定性，假設其製程較不穩定，排放量總不確定性為 30%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2002 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

表 4.4.13 臺灣 2003 至 2013 年鋅生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	NE	14	50	58	49	62	48	49	42	47	47	18

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期鋅生產未進行調查。

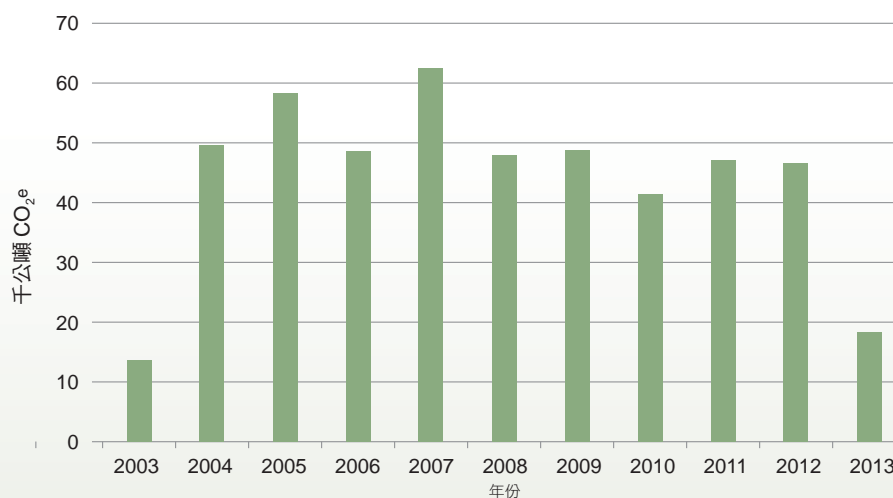


圖 4.4.8 臺灣 2003 至 2013 年鋅生產排放量趨勢

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.5 燃料及溶劑使用的非能源產品 (2D)

2.D「燃料及溶劑使用的非能源產品」排放量趨近於零，分類項目包括 2.D.1「合成潤滑油使用」、2.D.2「石蠟使用」、2.D.3「溶劑使用」及 2.D.4「其他」等共計四項，排放溫室氣體種類為二氧化碳及 MNVOC 等共計 2 項，但

因 2006 IPCC 指南未提供 MNVOC 之 GWP 值，僅統計二氧化碳排放量。2013 年總部門排放量約 0.0465 噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門 0.0%，1990 至 2013 年排放量如表 4.5.1 及圖 4.5.1 所示。因排放量趨近於零，故僅列整體排放量。

4.6 電子工業 (2.E)

「電子工業」為工業製程及產品部門中第三大之排放分類，分類項目包括 2.E.1「積體電路或半導體」、2.E.2「TFT 平面顯示器」、2.E.3「光電(太陽能板)」及 2.E.4「熱傳流體」等共計四項，統計溫室氣體種類包含 N₂O、HFC、PFC、NF₃ 及 SF₆ 等共計四項。2013 年總部門排放量約 4,115 千公噸二氧化碳當量，占工業製程及產品

表 4.5.1 臺灣 1990 至 2013 年燃料及溶劑使用的非能源產品排放量

(單位：公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
2.D.1 合成潤滑劑使用	0.048	0.047	0.051	0.060	0.073	0.067	0.071	0.075
2.D.2 石蠟使用	0.011	0.010	0.011	0.012	0.013	0.013	0.012	0.010
2.D.3 溶劑使用	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D.4 其他	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
總計	0.059	0.057	0.062	0.072	0.086	0.080	0.083	0.084
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2.D.1 合成潤滑劑使用	0.077	0.075	0.061	0.057	0.065	0.080	0.097	0.095
2.D.2 石蠟使用	0.015	0.017	0.015	0.011	0.010	0.012	0.012	0.009
2.D.3 溶劑使用	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D.4 其他	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
總計	0.09	0.09	0.08	0.07	0.08	0.09	0.11	0.10
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.D.1 合成潤滑劑使用	0.069	0.069	0.069	0.054	0.042	0.039	0.036	0.041
2.D.2 石蠟使用	0.002	0.001	0.001	0.004	0.004	0.001	0.002	0.006
2.D.3 溶劑使用	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
2.D.4 其他	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
總計	0.07	0.07	0.07	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05

備註：NA，代表不產生具體氣體的排放或吸收，故為不適用

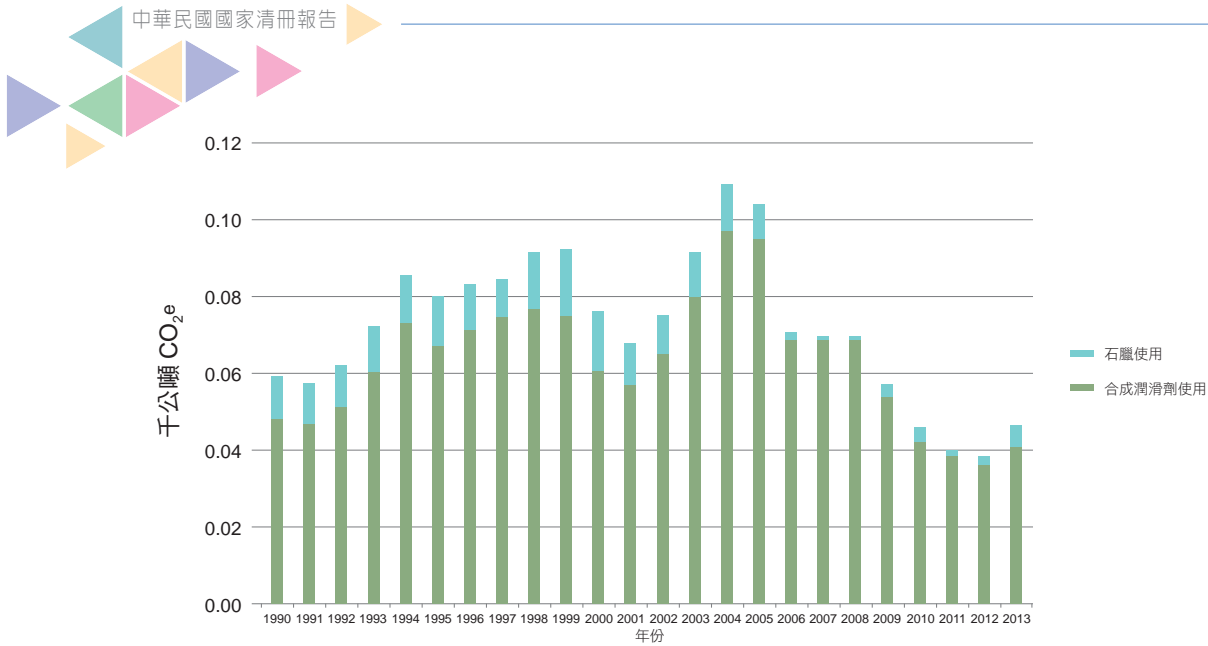


圖 4.5.1 臺灣 1990 至 2013 年燃料及溶劑使用的非能源產品排放量趨勢

使用部門 15.9%，1998 年前因電子產業未大量生產，未統計其溫室氣體使用量，僅呈現 1999 至 2013 年排放量如表 4.6.1 及圖 4.6.1 所示。

本項為參照 2006 IPCC 指南及我國製造業特性新增之項目，主要調查積體電路及半導體使用氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫、三氟化氮、氧化亞氮所造成的排放量，調查氫氟硫化物種類為 HFC-23，全氟碳化物種類則為 CF₄、C₂F₆、C₃F₈、C₄F₈ 等。

4.6.1 積體電路或半導體 (2.E.1)

1. 排放源及匯分類的描述：

表 4.6.1 臺灣 1998 至 2013 年電子工業排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2.E.1. 積體電路或半導體	NE	NE	NE	3.7	5.0	5.2	5.6	4.3
2.E.2.TFT 平面顯示器	NE	NE	NE	0.3	0.5	1.0	1.3	1.7
2.E.3 光電 (太陽能板)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.4 熱傳流體	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
總計	-	0.1	0.1	4.0	5.5	6.2	6.8	6.0
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.E.1. 積體電路或半導體	4.8	4.4	2.5	2.3	2.4	2.5	1.8	2.6
2.E.2.TFT 平面顯示器	1.6	1.6	1.5	1.2	1.6	1.3	1.4	1.5
2.E.3 光電 (太陽能板)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.4 熱傳流體	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
總計	6.4	6.0	4.0	3.5	3.9	3.8	3.2	4.1

備註：NE，代表未調查估計該分類項目，其中，2000 年前因積體電路或半導體、TFT 平面顯示器使用量及光電 (太陽能板) 產量極少，未進行調查，因此不計算排放量；熱傳流體未調查統計。因 2006 IPCC 尚無正式公告之 GWP 值與半導體製程排放係數，世界半導體協會 (World Semiconductor Council, WSC) 亦未整合蒐集使用量與排放量。未來將 IPCC 與世界半導體協會之要求蒐集並提供數據。

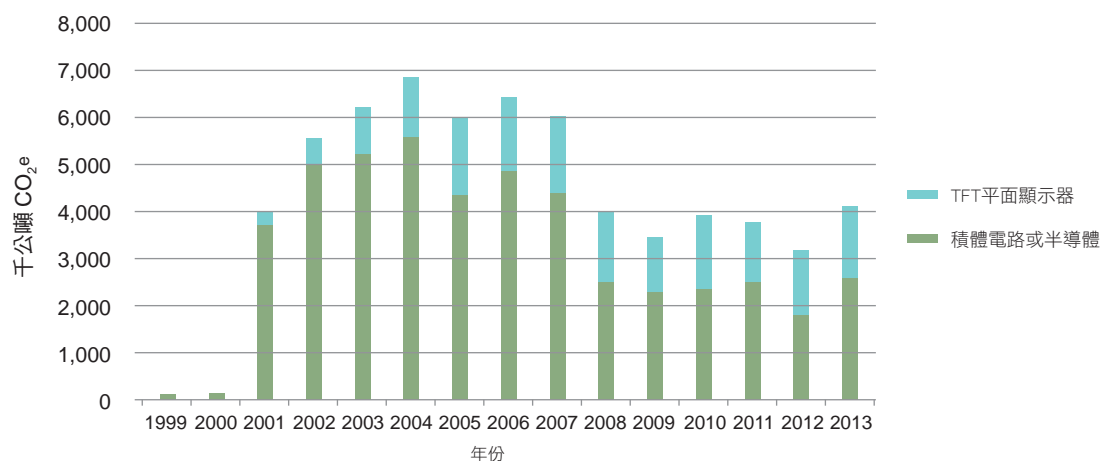


圖 4.6.1 臺灣 1999 至 2013 年電子工業排放量趨勢

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

由行政院環境保護署計畫(2014)¹⁶提供排放量，係參照 2006 IPCC 指南建議方法 2b，依據氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫、氧化亞氮及三氟化氮等氣體使用情形調查排放量，其採用臺灣半導體產業協會(Taiwan Semiconductor Industrial Association, TSIA)會員廠之氣體使用量；會員廠排放量計算方法為原物料化學品使用量扣除回收與處理量，再參酌 2006 IPCC 指南規範進行推算求得。

(2) 排放係數

由行政院環境保護署計畫(2014)提供，各項排放係數參採 2006 IPCC 指南方法 2b 之表 6.3 及 IPCC 第四次評估報告的 GWP 計算。

(3) 活動數據

由行政院環境保護署計畫(2014)提供，係依採購量配合 2006 IPCC 指南係數得到活動數據，且各項數據均委由第三者進行查證，並於世界半導體協會(World Semiconductor Council, WSC)會議中討論並予揭露。

(4) 排放量

2000 年前因積體電路或半導體產業廠商家數少，氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫使用量低，亦無進口之關稅號列，故未進行統計。2001 至 2013 年積體電路或半導體主要排放溫室氣體種類為全氟碳化物，由於 TSIA 配合政府推動自願減量，導入安裝尾氣處理設施，亦同時以量測程序進行製程改善，以減少全氟碳化物的使用排放，使全氟碳化物排放量逐年降低，2013 年約排放 899 千公噸二氧化碳當量，佔總部門排放量約 9.8%，2001 至 2013 年排放量如表 4.6.2 及圖 4.6.2 所示。

¹⁶ 行政院環境保護署，溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫，2014。

表 4.6.2 臺灣 2001 至 2013 年積體電路或半導體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
HFC-23	51	59	59	59	73	91	171
PFC-CF ₄	913	704	752	917	733	875	1,084
PFC-C ₂ F ₆	1,976	3,289	3,348	3,263	1,980	1,974	1,308
PFC-C ₃ F ₈	22	37	37	110	293	321	464
PFC-C ₄ F ₈	22	48	37	37	37	41	77
SF ₆	524	499	513	587	587	695	292
N ₂ O	NE	NE	NE	NE	NE		342
NF ₃	202	359	455	587	623	512	590
總計	3,711	4,994	5,199	5,559	4,237	4,850	4,375
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
HFC-23	118	168	164	134	86	169	
PFC-CF ₄	723	398	597	408	266	361	
PFC-C ₂ F ₆	417	189	198	177	84	102	
PFC-C ₃ F ₈	460	476	441	483	141	301	
PFC-C ₄ F ₈	57	63	86	134	201	135	
SF ₆	229	198	239	261	181	213	
N ₂ O	360	333	482	466	558	626	
NF ₃	136	198	156	306	295	687	
總計	2,500	2,298	2,363	2,502	1,812	2,595	

備註：NE，代表未調查估計該分類項目。早期積體電路或半導體未大量生產，故無追溯調查 1990 至 2000 年排放量。另，N₂O 尚無 IPCC 公告之製程耗用率以及管末處理削減率，故迄今 TSIA 採用保守原則使用量 100% 全部排放申報，世界半導體協會已經開始討論其合宜性，將待其有結論之後配合之。

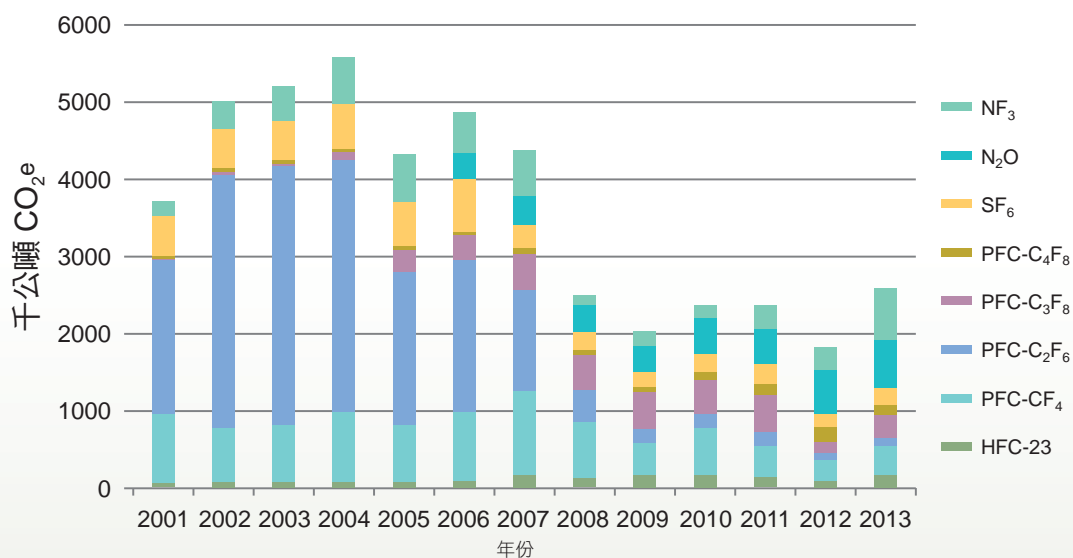


圖 4.6.2 臺灣 2001 至 2013 年積體電路或半導體排放量趨勢

(5) 完整性

行政院環境保護署計畫提供之排放量係由 TSIA 調查，為國內主要廠商排放量，產能約占 95% 以上。調查結果可代表全國積體電路或半導體排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

排放量係彙整自 TSIA 會員廠，各廠皆依 2006 IPCC 指南之方法 2b 計算排放量，行政院環境保護署計畫建議排放量之總不確定性為 12%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2000 年尚未調查，故無法取得排放量。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

排放量係彙整自 TSIA 會員廠，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.6.3 所示。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.6.2 TFT 平面顯示器 (2.E.2)

1. 排放源及匯分類的描述：

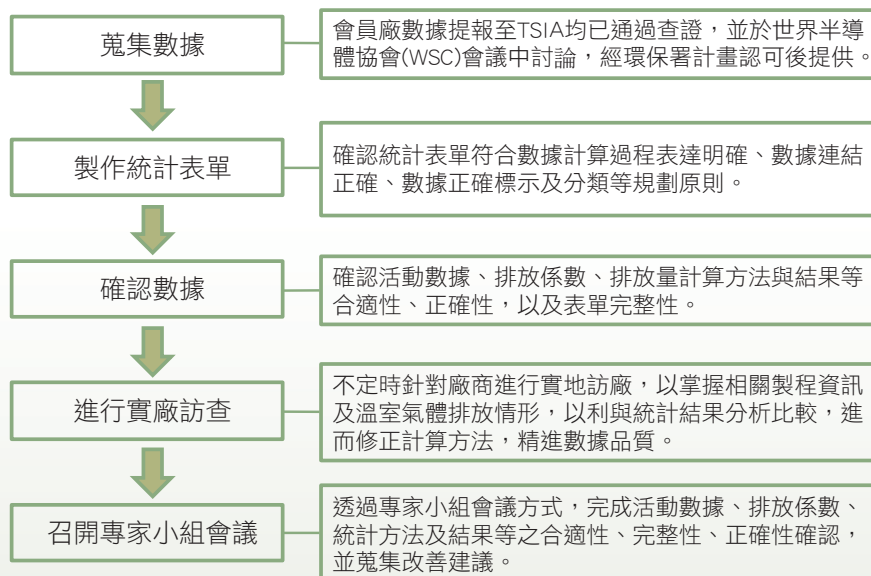


圖 4.6.3 積體電路或半導體排放統計 QA/QC 流程

本項為依臺灣製造業特性，參照 2006 IPCC 指南新增之項目，主要調查 TFT 平面顯示器使用全氟碳化物、六氟化硫、氧化亞氮及三氟化氮所造成的排放量；其中，全氟碳化物主要調查種類為四氟化碳（CF₄）。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

由行政院環境保護署計畫（2014）¹⁷ 提供排放量，係參照 2006 IPCC 指南建議方法 2b，依據全氟碳化物、六氟化硫、氧化亞氮及三氟化氮等氣體使用情形調查排放量，其係採中華民國臺灣薄膜電晶體液晶顯示器（Thin Film Transistor Liquid Crystal Display, TFT-LCD）產業協會（TTLA）會員廠全氟碳化物、六氟化硫、氧化亞氮及三氟化氮等氣體使用量計算所得；會員廠排放量計算方法為原物料化學品使用量扣除回收與處理量，再參酌 2006 IPCC 指南規範進行推算求得。

(2) 排放係數

由行政院環境保護署計畫（2014）提供，各項排放係數參採 2006 IPCC 指南之方法 2b 之表 6.4 及 IPCC 第四次評估報告的 GWP 計算。

(3) 活動數據

由行政院環境保護署計畫（2014）提供，係依採購量配合 2006 IPCC 指南係數得到活動數據，且各項數據均委由第三者進行查證。

(4) 排放量

1999 年前因 TFT 平面顯示器廠商產業家數少，全氟碳化物及六氟化硫使用量低，故未進行統計。

TFT 平面顯示器主要排放溫室氣體種類為六氟化硫，TSIA 已配合政府推動自願減量，並推動製程調整、替代氣體等多項減量措施，但由於平面顯示器廠商近年來擴廠，致使六氟化硫下降趨勢較不明顯，自 2005 年排放 1,660 千公噸二氧化碳當量下降至 2013 年 1,519 千公噸二氧化碳當量，占總部門排放量約 5.8%，1999 至 2013 年排放量如表 4.6.3 及圖 4.6.4 所示。

(5) 完整性

行政院環境保護署計畫提供之排放量係由 TTLA 調查，為國內主要廠商排放量，產能約占 98% 以上，調查結果可代表全國 TFT 平面顯示器排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

排放量係彙整自 TTLA 會員廠，各廠皆依 2006 IPCC 指南之方法 2b 計算排放量，該計畫建議排放量之整合不確定性為 12%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 1998 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

¹⁷ 行政院環境保護署，溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫，2014。

表 4.6.3 臺灣 1999 至 2013 年 TFT 平面顯示器排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
2.E.1. 積體電路或半導體	3	13	6	65	25	14	27	53
2.E.2.TFT 平面顯示器	116	120	221	446	901	1,197	1,530	1,355
2.E.3 光電 (太陽能板)	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	28
2.E.4 熱傳流體	11	9	33	39	86	72	103	138
總計	129	143	260	550	1,012	1,283	1,660	1,573
年	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	
2.E.1. 積體電路或半導體	0	25	17	32	30	33	30	
2.E.2.TFT 平面顯示器	1,429	1,376	1,040	1,409	1,078	1,171	1,311	
2.E.3 光電 (太陽能板)	50	56	42	63	101	99	133	
2.E.4 熱傳流體	170	30	65	62	75	54	46	
總計	1,688	1,486	1,164	1,567	1,285	1,357	1,519	

備註：NE，代表未調查估計該分類項目，早期 TFT 平面顯示器未大量生產，故無追溯調查 2005 年前氧化亞碳排放量。

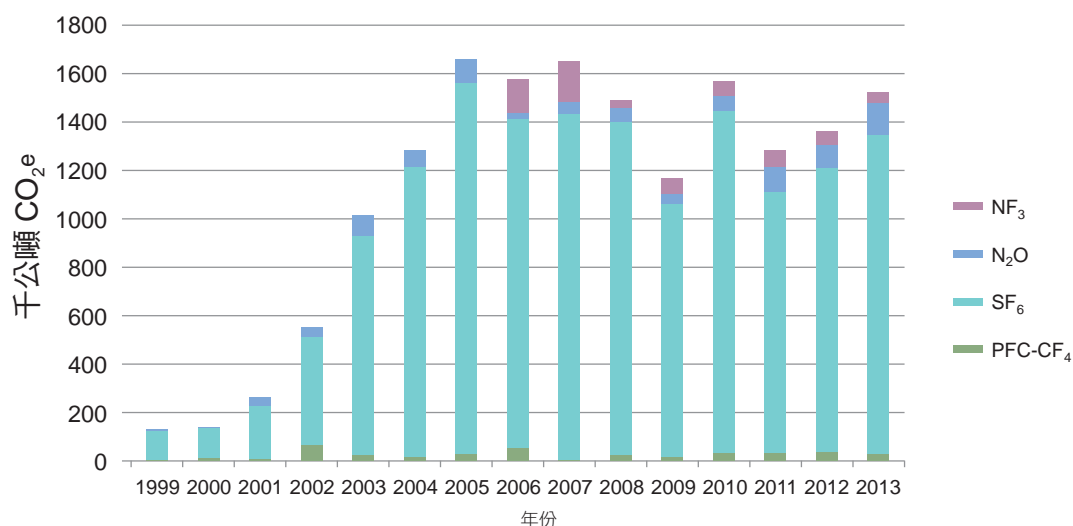


圖 4.6.4 臺灣 1999 至 2013 年 TFT 平面顯示器排放量趨勢

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

排放量係彙整自 TTLA 會員廠，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.6.5 所示。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排

放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

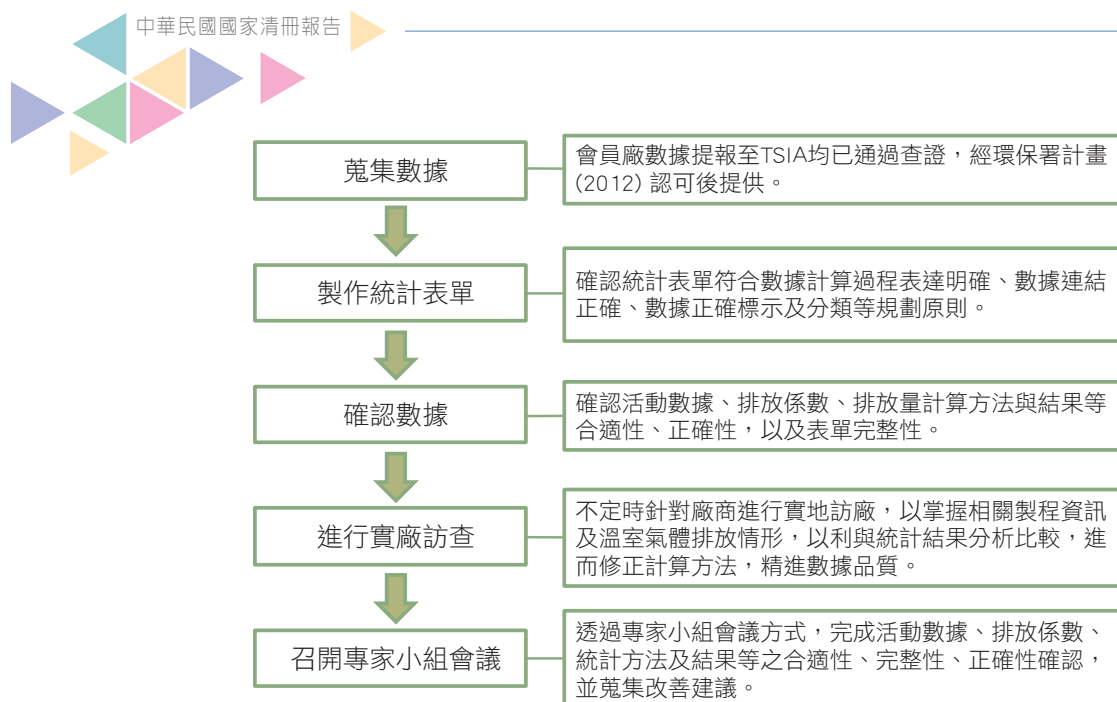


圖 4.6.5 TFT 平面顯示器排放統計 QA/QC 流程

4.7 破壞臭氧層物質之替代品使用 (2.F)

2.F「破壞臭氧層物質之替代品使用」分類項目包含 2.F.1「冷凍及空調使用」、2.F.2「發泡劑」、2.F.3「滅火劑」、2.F.4「空氣微粒」、2.F.5「溶劑」、2.F.6「其他應用」等共計六項，統計溫室氣體種類為氫氟碳化物、全氟碳化物及六氟化硫等共計三項，2013 年共排放 812 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門 3.1%，因早期使用量較小，無統計調查紀錄，故僅呈現 2003 至 2013 年排放量，如表 4.7.1 及圖 4.7.1 所示。

4.7.1 冷凍及空調 (2.F.1)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查冷凍空調使用氫氟碳化物冷媒所造成的排放量，國內主要應用於汽車冷媒、冷

凍空調設備，主要調查氫氟碳化物種類為 HFC-134a，及 2011 年新增之 HFC-32、HFC-125 等項目使用量。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

由破壞臭氧層物質之替代品使用¹⁸提供排放量，係參照 2006 IPCC 指南建議方法 2，以氫氟碳化物實際使用情形估算排放量；由於氫氟碳化物冷媒用途多，係依據機動車統計、冰箱生產及進口數量等設備資料，推估氫氟碳化物實際使用情形，並參考 2006 IPCC 指南所列汽車空調及電冰箱運轉時之洩漏率進行估算排放量。

(2) 排放係數

由行政院環境保護署計畫(2014)提供，

¹⁸ 行政院環境保護署，溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫，2014。

表 4.7.1 臺灣 2003 至 2013 年破壞臭氧層物質之替代品使用排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008
2.F.1 冷凍及空調	329	569	660	670	670	670
2.F.2 發泡劑	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.3 滅火劑	73	113	336	226	252	258
2.F.4 空氣微粒	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.5 溶劑	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.F.6 其他應用	NE	NE	NE	NE	NE	NE
總計	401	682	996	896	922	928
年	2009	2010	2011	2012	2013	
2.F.1 冷凍及空調	670	680	827	725	799	
2.F.2 發泡劑	NE	NE	NE	NE	NE	
2.F.3 滅火劑	142	90	54	58	13	
2.F.4 空氣微粒	NE	NE	NE	NE	NE	
2.F.5 溶劑	NE	NE	NE	NE	NE	
2.F.6 其他應用	NE	NE	NE	NE	NE	
總計	812	770	881	783	812	

備註：NE，代表未調查估計該分類項目，國內「發泡劑」、「溶劑」、「空氣微粒」及「其他應用」因使用量少，未調查估計。

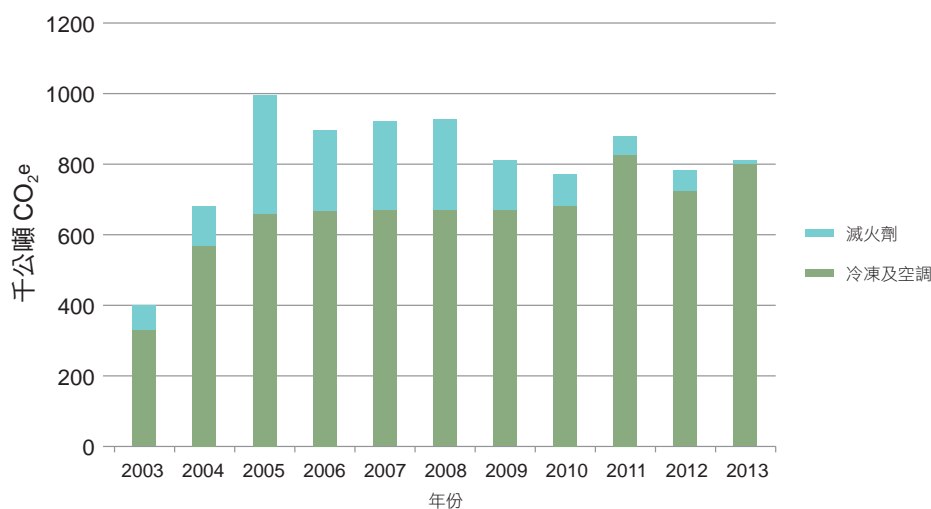


圖 4.7.1 臺灣 2003 至 2013 年破壞臭氧層物質之替代品使用排放量趨勢

係參照 2006 IPCC 指南，排放係數為氫氟碳化物使用時洩漏率；機動車、冰箱使用 HFC-134a 冷媒洩漏率分別為 10.0% 及 0.1%，HFC-32、HFC-125 則皆為 1.0%。

(3) 活動數據

由行政院環境保護署計畫（2014）提供，

係依據機動車、冰箱數量及平均填充量推估氫氟碳化物冷媒使用量。如表 4.7.2 所示。

(4) 排放量

以 GWP 值將氫氟碳化物使用量轉換為排放量，其中，HFC-134a 為 1,430、HFC-32 為 675，HFC-125 則為 3,500。

行政院環境保護署計畫(2014)表示,早期氫氟碳化物冷媒為推廣用途,使用量較少,故未進行調查。2003至2010年僅統計HFC-134a排放量,2011年HFC-32、HFC-125因使用量增加,故新增為統計項目。另外,因應蒙特婁議定書之管制時程,臺灣自1996年逐步凍結HCFC的消費量(非2006 IPCC指南建議估算溫室氣體種類),業者逐步改以(2006 IPCC指南建議估算溫室氣體種類)取代,故排放量自2003年329千公噸二氧化碳當量逐步上升至2013年799千公噸二氧化碳當量,成長143%。2003至2013

年排放量如表4.7.3及圖4.7.2所示。

(5) 完整性

行政院環境保護署計畫(2014)調查排放量過程中所引用資料,如氫氟碳化物海關進口、機動車統計資料、冰箱生產及進口數量等,皆係以全國為調查對象,經計算調查之結果可代表我國冷凍空調使用排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

表 4.7.2 臺灣 2003 至 2013 年冷凍空調使用氫氟碳化物使用量

(單位:千公噸)

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
使用量	2.3	4.0	6.1	6.1	6.4	6.0	6.2	6.2	15.2	10.0	11.0

備註:NE,代表未調查估計該分類項目。早期氫氟碳化物冷媒使用量少,故未進行調查。

表 4.7.3 臺灣 2003 至 2013 年冷凍空調使用排放量

(單位:千公噸二氧化碳當量)

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	329	569	660	670	670	670	672	680	827	725	799

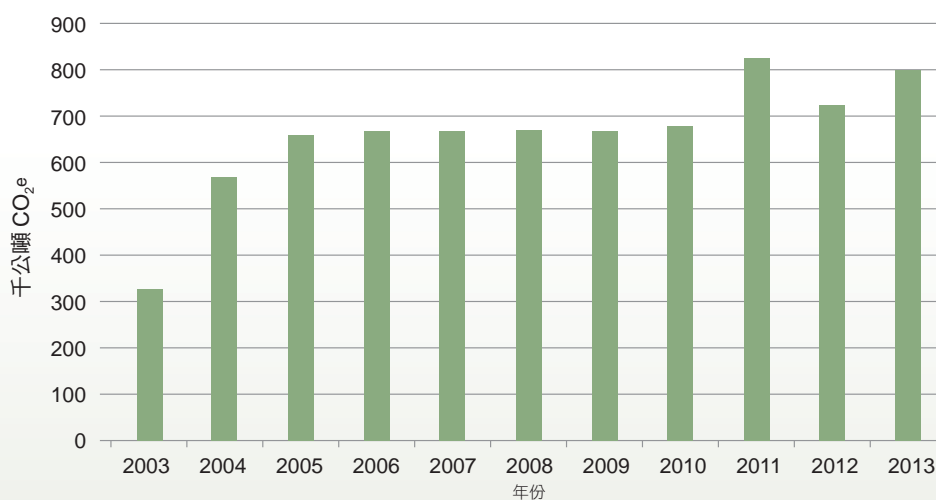


圖 4.7.2 臺灣 2003 至 2013 年冷凍空調使用排放量趨勢

根據 2006 IPCC 指南，排放量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為 5%；經判定行政院環境保護署計畫係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為 5%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2002 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.7.2 發泡劑 (2.F.2)

本項主要調查發泡劑使用氫氟碳化物所造成的排放量。經行政院環境保護署計畫 (2012) 表示，因國內氫氟碳化物較少應用於發泡劑，故未進一步調查相關氫氟碳化物排放，即無發泡劑使用之氫氟碳化物排放。

4.7.3 滅火藥劑 (2.F.3)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查滅火劑填充使用氫氟碳化物所造成的排放量，即用於替代海龍 1301 滅火劑之 HFC-227ea 使用量。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

由行政院環境保護署計畫 (2014)¹⁹ 提供排放量，係參照 2006 IPCC 指南建議方法 2，以氫氟碳化物實際使用情形估算排放量；國內 HFC-227ea 僅使用於滅火藥劑，故依據 HFC-227ea 進口量進行估算排放量。

(2) 排放係數

由行政院環境保護署計畫 (2014) 提供排放量，依實際使用量進行統計，為一實際值，無排放係數需求。

(3) 活動數據

由行政院環境保護署計畫 (2014) 提供，由於 HFC-227ea 僅用於滅火藥劑填充，且國內無生產滅火器氫氟碳化物藥劑，皆係由國外進口，故填充量係依據關稅總局進口量統計。

(4) 排放量

以 HFC-227ea 之 GWP 值 3,220 將填充量轉換為排放量，1990 至 2013 年排放量如表 4.7.4 及圖 4.7.3 所示。早期氫氟碳化物滅火藥劑為推廣

¹⁹ 行政院環境保護署，碳捕集及封存技術與溫室氣體減量相關技術推動工作專案工作計畫，2012。

表 4.7.4 臺灣 2003 至 2013 年滅火劑使用排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	73	113	336	226	252	258	142	90	54	58	13

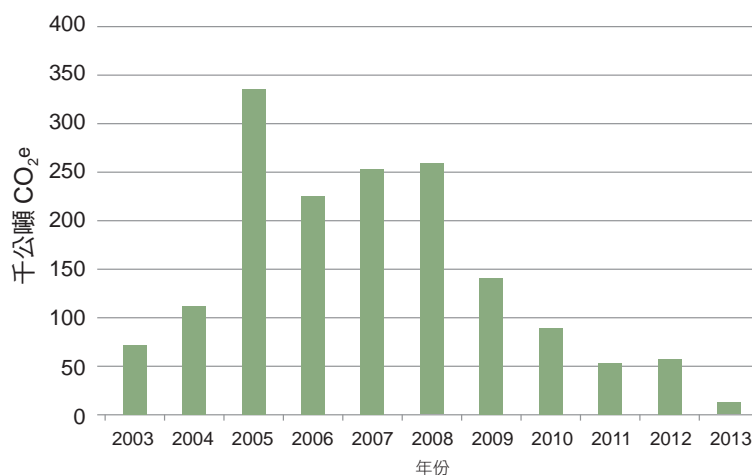


圖 4.7.3 臺灣 2003 至 2013 年滅火劑使用排放量趨勢

用途，使用量較少，故未進行調查。滅火藥劑使用氫氟碳化物排放量與進口量有關，2008 至 2010 年為下降趨勢，自 258 千公噸二氧化碳當量降至 2013 年 13 千公噸二氧化碳當量，約占總排放量 0.05%。

(5) 完整性

行政院環境保護署計畫 (2014) 調查排放量過程中所引用氫氟碳化物海關進出口資料，係以全國為調查對象，調查結果可代表我國滅火劑使用排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為 5%；經判定行政院環境保護署計畫係透過系統性調查方式建置相

關數據，故設定本項排放量不確定性為 5%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2002 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.7.4 氣膠 (2.F.4)

本項主要調查發泡劑使用行政院環境保護署計畫(2014)調查排放量過程中所引用氫氟碳化物所造成的排放量。行政院環境保護署計畫(2014)²⁰表示,因國內行政院環境保護署計畫(2014)調查排放量過程中所引用氫氟碳化物較少應用於噴霧劑,故未進一步調查相關行政院環境保護署計畫(2014)調查排放量過程中所引用氫氟碳化物排放,即無噴霧劑使用之行政院環境保護署計畫(2014)調查排放量過程中所引用氫氟碳化物排放。

4.7.5 溶劑 (2.F.5)

本項主要調查清洗溶劑使用行政院環境保護署計畫(2014)調查排放量過程中所引用氫氟碳化物、全氟碳化物所造成的排放量。該計畫表示,因國內氫氟碳化物較少應用於清洗溶劑,故未進一步調查相關氫氟碳化物排放,即無清洗溶劑使用之氫氟碳化物排放。

4.7.6 其他應用 (2.F.6)

無。

4.8 其他產品之製造與使用 (2.G)

本章概述製造和使用電器設備和其他產品所產生六氟化硫和全氟碳化物排放估算統計,包含 2.G.1「電子設備」、2.G.2「電力設備中六氟化硫及全氟碳化物」、2.G.3「其他產品使用六

氟化硫及全氟碳化物」及 2.G.4「使用氧化亞氮之產品」等共計四項,統計溫室氣體種類為全氟碳化物、六氟化硫及氧化亞氮等共計 3 項,2013 年共排放 142 千公噸二氧化碳當量,約占工業製程及產品使用部門 0.5%。其中,「電力設備中六氟化硫及全氟碳化物」因早期使用量較小,無統計調查紀錄,故僅呈現 2002 至 2013 年排放量,如表 4.8.1 所示。

4.8.1 電子設備 (2.G.1)

無法依 2006 IPCC 指南之方法別取得所需數據,故合併於「積體電路或半導體」、「TFT 平面顯示器」計算。

4.8.2 電力設備中的六氟化硫及全氟碳化物 (2.G.2)

1. 排放源及匯分類的描述：

依據臺灣製造業特性,參照 2006 IPCC 指南新增之項目,主要調高壓斷路器及其他開關絕緣氣體使用六氟化硫所造成的排放量,主要調查對象為電力事業,分別為台電公司電力設備自然洩漏或維修測試,以及民營電廠於製造電力設備時為確保絕緣效果於測試時使用所排放的六氟化硫。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

由行政院環境保護署計畫(2014)²¹提供排

20 行政院環境保護署,溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫,2014。

21 行政院環境保護署,溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫,2014。

表 4.8.1 臺灣 2002 至 2013 年其他產品之製造與使用排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007
2.G.1. 電子設備	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.G.2. 電力設備中的 SF ₆ 和 PFC 排放	1,943	1,943	2,053	1,503	770	953
2.G.3. 其他產品使用 SF ₆ 及 PFC	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G.4. 使用 N ₂ O 之產品	NE	NE	NE	NE	NE	NE
總計	1,943	1,943	2,053	1,503	770	953
年	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.G.1. 電子設備	IE	IE	IE	IE	IE	IE
2.G.2. 電力設備中的 SF ₆ 和 PFC 排放	895	703	295	282	186	142
2.G.3. 其他產品使用 SF ₆ 及 PFC	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.G.4. 使用 N ₂ O 之產品	NE	NE	NE	NE	NE	NE
總計	895	703	295	282	186	142

備註：IE，代表該分類項目排放量已作估計，但列在清冊中其他分類項目，「電子設備」併入「積體電路或半導體」、「TFT 平面顯示器」計算。
NE，代表未調查估計該分類項目，因「其他產品使用六氟化硫及全氟碳化物」及「使用氧化亞氮之產品」項目排放量低，故未進一步調查相關排放。

放量，係參照 2006 IPCC 指南建議方法 2，以六氟化硫實際使用情形求得排放量，來源為台電公司建立之「六氟化硫申報管理系統」登錄平台，民營電廠排放量則係依據六氟化硫採購量以及 2006 IPCC 指南建議洩漏率進行估算。

(2) 排放係數

由行政院環境保護署計畫 (2014) 提供排放量，依實際補充量進行統計，為一實際值，無排放係數需求。

(3) 活動數據

由行政院環境保護署計畫 (2014) 提供排放量，係依實際使用量進行統計活動數據。

(4) 排放量

以六氟化硫之 GWP 值 22,800 將六氟化硫使用量轉換為排放量，1990 至 2013 年排放量如表 4.8.2 所示。

早期高壓斷路器使用多氯聯苯作為絕緣氣體，六氟化硫僅為推廣用途，使用量少，故未調查使用量。2002 至 2013 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體六氟化硫排放量呈現明顯下降趨勢，自 2002 年排放 1,943 千公噸二氧化碳當量下降至 2013 年 142 千公噸二氧化碳當量。

(5) 完整性

行政院環境保護署計畫提供之排放量係以台電公司及全國民營電廠調查為調查對象，調查結果可代表全國高壓斷路器及其他開關絕緣氣體排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 2006 IPCC 指南，排放量屬系統化之調查結果，則建議其不確定性為 5%；經判定行政院環境保護署計畫係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為 5%。

表 4.8.2 臺灣 1990 至 2013 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
SF ₆	1,943	1,943	2,053	1,503	770	953	895	702	295	282	186	142

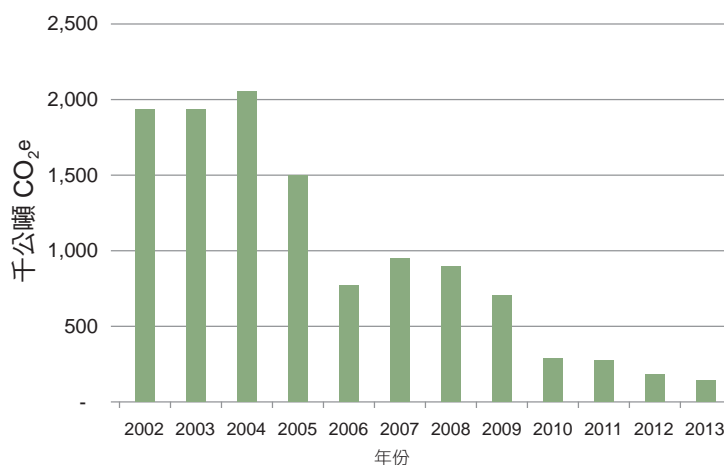


圖 4.8.1 臺灣 1990 至 2013 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體排放量趨勢

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2001 年無法取得排放量，已影響時間序列一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

排放量行政院環境保護署計畫提供，QA/QC 工作係參照 2006 IPCC 指南原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.8.2 所示。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

4.8.3 其他產品使用六氟化硫及全氟碳化物 (2.G.3)

本項主要調查軍事應用、加速裝置、隔音窗戶、醫藥應用等等使用全氟碳化物及六氟化硫所造成的排放量。行政院環境保護署計畫 (2014)²² 表示，因國內此項目使用較少，故未進一步調查相關排放，即無其他產品使用全氟碳化物及六氟化硫之排放。

4.8.4 使用氧化亞氮產品 (2.G.4)

本項主要調查軍醫藥應用、壓力噴劑、氧化劑、氣囊膨脹使用之疊氮化鈉生產等使用氧化亞氮所造成的排放量。行政院環境保護署計畫 (2014)²³ 表示，因國內此項目使用較少，故未進一步調查相關排放，即使用氧化亞氮產品之排放。

22 行政院環境保護署，溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫，2014。

23 行政院環境保護署，溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫，2014。

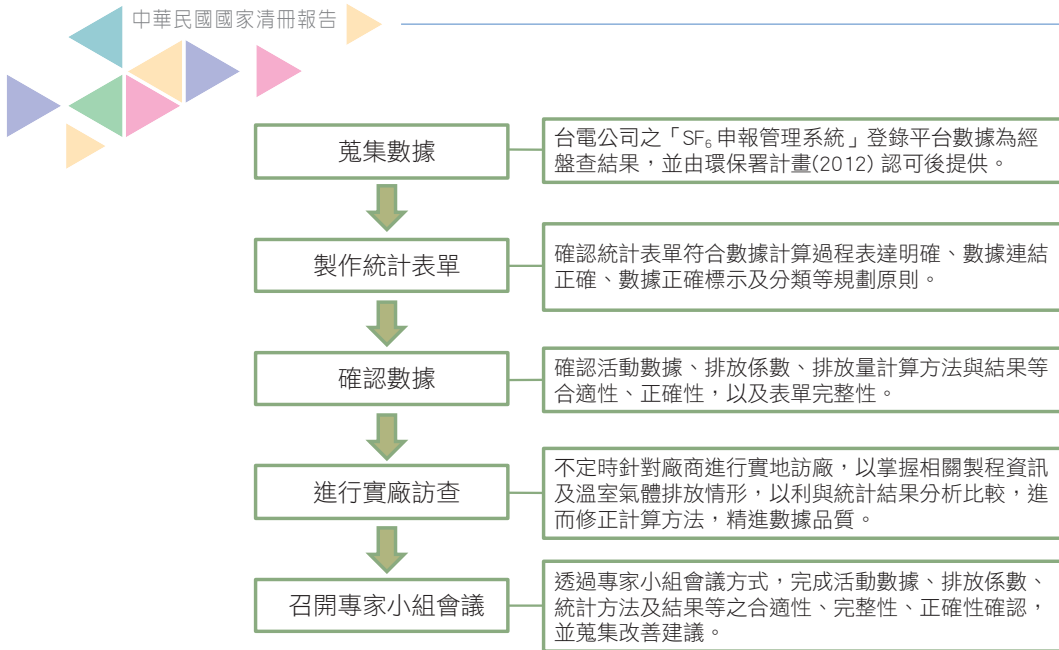


圖 4.8.2 高壓斷路器及其他開關絕緣氣體排放統計 QA/QC 流程

4.9 其他 (2.H)

2.H「其他製程」為工業製程及產品部門中排放趨勢最穩定之分類，分類項目僅 1 項 2.H.1「食品和飲料」，主要排放溫室氣體種類為二氧化碳。2013 年總部門排放量約 2 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程及產品使用部門 0.01%，1990 至 2013 年排放量如表 4.9.1 所示。

4.9.1 食品及飲料工業 (2.H.1)

本分類調查項目產品包含酒類及食物生產等，「肉、魚及家禽」、「砂糖」、「植物

油及動物油」、「動物飼料」統計氣體種類為 NMVOC，故這些項目僅統計活動數據，未納入統計，僅「啤酒生產」項目排放二氧化碳，故以下僅針對此項目進行說明。

4.9.1.1 啤酒 (2.H.1.a)

I. 排放源及匯分類的描述：

啤酒生產係以麥芽、白米及啤酒花等原料，經糖化、發酵、貯酒、過濾及包裝等，其中，過濾階段需添加二氧化碳以符合產品標準，二氧化碳即來自此過程中排放。

表 4.9.1 臺灣 1990 至 2013 年其他製程排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997
2.H.1 食品和飲料	2.05	2.03	1.99	2.08	2.05	1.87	1.75	1.66
總計	2.05	2.03	1.99	2.08	2.05	1.87	1.75	1.66
年	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005
2.H.1 食品和飲料	1.91	1.83	1.78	1.75	1.46	1.53	1.70	1.74
總計	1.91	1.83	1.78	1.75	1.46	1.53	1.70	1.74
年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
2.H.1 食品和飲料	1.85	1.77	1.73	1.83	1.74	1.69	1.82	1.70
總計	1.85	1.77	1.73	1.83	1.74	1.69	1.82	1.70

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 2006 IPCC 指南建議方法 1，以啤酒產量及排放係數計算二氧化碳排放量。計算公式如下：

二氧化碳排放量 = 啤酒產量 (噸) × 啤酒排放係數 (公斤二氧化碳 / 公石產量)

(2) 排放係數

引用李占雙 (2003)²⁴ 根據工廠實況推估之排放係數 0.45 公斤二氧化碳 / 公石啤酒生產。

(3) 活動數據

啤酒產量引用自經濟部統計處工業生產統計年報，1990 至 2013 年產量如表 4.9.2 所示。

(4) 排放量

啤酒產量如表 4.9.3 及圖 4.9.1 所示，因歷年產量穩定，排放量亦維持穩定趨勢，每年約排放 2 千公噸二氧化碳當量。

(5) 完整性

經濟部統計處工業統計年報調查對象為全

國廠商，屬於國家級統計數據，計算結果可代表我國啤酒生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3. (1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2013 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

經「工業製程與產品使用部門溫室氣體排放統計專家諮詢會」檢視無重新計算之建議，故無修正。

6. 特定排放源的改善計畫

無改善計畫。

表 4.9.2 臺灣 1990 至 2013 年啤酒產量

(單位：千公石)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	4,557	4,507	4,416	4,633	4,553	4,163	3,882	3,680	4,234	4,073	3,964	3,881
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
產量	3,235	3,404	3,784	3,865	4,100	3,944	3,838	4,064	3,877	3,759	4,035	3,780

24 李占雙，啤酒生產過程中 CO₂ 管理探討，拓璞科技開發責任有限公司，中國大陸，2003

表 4.9.3 臺灣 1990 至 2013 年啤酒生產排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量	2.05	2.03	1.99	2.08	2.05	1.87	1.75	1.66	1.91	1.83	1.78	1.75
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
排放量	1.46	1.53	1.70	1.74	1.85	1.77	1.73	1.83	1.74	1.69	1.82	1.70

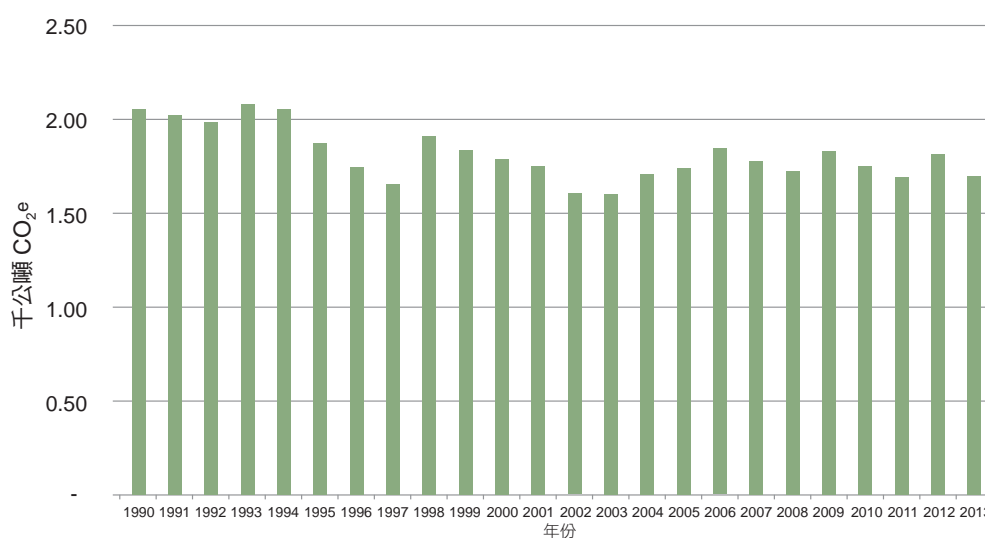


圖 4.9.1 臺灣 1990 至 2013 年啤酒生產排放量趨勢

參考文獻

1. IPCC, Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 2006。
2. Center for Global Environmental Research, National Greenhouse Gas Inventory report of Japan, 2014。
3. 經濟部統計處，2014 年工業生產統計年報，2015 年 3 月。
4. 財政部關稅總局，進出口統計資料庫。
5. 台灣區石油化學同業公會，台灣區石化公會年報，2015。
6. 台灣區鋼鐵工業同業公會，鋼鐵資訊，2015。
7. 行政院環境保護署，溫室氣體創新減量技術先期評估與政策建置工作計畫，2014。
8. 行政院環境保護署，碳捕集及封存技術與溫室氣體減量相關技術推動工作專案工作計畫，2012。
9. 行政院環境保護署，建立非二氧化碳溫室氣體管理制度與減量技術專案計畫，2011。
10. 行政院環境保護署，推動產業非二氧化碳溫室氣體排放減量，2009。
11. 行政院環境保護署，推動含氟溫室氣體產業排放減量，2008。
12. 行政院環境保護署，破壞臭氧層物質與含氟溫室氣體管理策略規劃專案，2006。
13. 行政院環境保護署，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，2000。
14. 李占雙，啤酒生產過程中二氧化碳管理探討，拓璞科技開發責任有限公司，中國大陸，2003。

