

第四章 工業製程部門 (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 金屬工業
- 4.5 其他製程
- 4.6 鹵烴及六氟化硫生產
- 4.7 鹵烴及六氟化硫使用

第四章

工業製程部門 (CRF SECTOR 2)

4.1 部門概述

本章節介紹工業製程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.「金屬工業」、2.D.「其他製程」、2.E.「鹵烴及六氟化硫生產」、2.F.「鹵烴及六氟化硫使用」等六項分類，估算二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫等六類溫室氣體種類。

2012 年排放量約 20,376 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 83.0%，其次為六氟化硫 (SF₆) 占 7.3%、氫氟碳化物 (Hydrofluorocarbons, HFCs) 占 4.9%、全氟碳化物 (Perfluorocarbons, PFCs) 占 3.6% 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 44.7%、金屬工業占 38.7%，如圖 4.1.2 所示。

臺灣 1990 至 2012 年工業製程部門排放量如表 4.1.2 及圖 4.1.3 所示，其中 2012 年溫室氣體排放量計 20,376 千公噸二氧化碳當量，相較 2011 年排放量 (21,279 千公噸二氧化碳當量) 減少 903 千公噸二氧化碳當量，約下降 4.3%。

4.2 礦業（非金屬製程）（2.A）

2.A.「礦業（非金屬製程）」為工業製程部門中排放量最高之分類，包括 2.A.1「水泥生產」、2.A.2「石灰生產」、2.A.3「石灰石與白雲石使用」、2.A.4「純鹼生產與使用」等共計四項，其中又以 2.A.1「水泥生產」為排放量最高之項目，主要排放溫室氣體種類為二氧化碳。礦業（非金屬製程）2012 年排放量約 9,110 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程部門 45.0%，1990 至 2012 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

參照 1996 IPCC 指南建議方法二，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：

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

表 4.1.1 工業製程部門次分類

分類	製成生產/使用	產品	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFC	PFC	SF ₆	
2.A. 礦業（非金屬製程）	2.A.1 水泥生產		○						
	2.A.2 石灰生產	生石灰生產	○						
		白雲石灰生產	NO						
	2.A.3 石灰石與白雲石使用	石灰石使用	○						
		白雲石使用	○						
2.A.4 純鹼生產與使用	純鹼生產	○,NO							
	純鹼使用	○							
2.B. 化學工業	2.B.1 氮化學生產		NO						
	2.B.2 硝酸生產				○				
	2.B.3 己二酸生產				NO				
	2.B.4 碳化物生產	碳化矽生產	NO						
		碳化鈣生產	○,NO						
		碳化鈣使用	○						
	2.B.5 其他	碳煙生產			○				
		乙烯生產			○				
		苯乙烯生產			○				
		甲醇生產			○,NO				
2.C. 金屬工業	2.C.1 鋼鐵生產	高爐鋼胚	○	○	○				
		電爐鋼胚	○						
	2.C.2. 鐵合金生產		○						
	2.C.3. 原鋁生產		NO				NO		
	2.C.4. 鋁鎂鑄造	鋁鑄造						NO	
鎂鑄造							NE, ○		
2.D. 其他製程	2.D.1 食品和飲料		○						
2.E. 鹵烴及 SF ₆ 生產	2.E.1 副產品排放					○,NO	NO	NO	
	2.E.2 逸散排放					IE,NO	NO	NO	
2.F. 鹵烴及 SF ₆ 使用	2.F.1 冷凍空調使用					NE, ○			
	2.F.2 發泡劑					NE			
	2.F.3 滅火劑					NE, ○			
	2.F.4 噴霧劑					NE			
	2.F.5 清洗溶劑					NE			
	2.F.6 其他	積體電路或半導體					NE, ○	NE, ○	NE, ○
		TFT 平面顯示器						NE, ○	NE, ○
高壓斷路器及其他開關絕緣氣體							NE, ○		

說明：

- a. 本表僅針對聯合國氣候變化政府間專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）於 1996 年出版修訂版國家溫室氣體排放清冊指南（Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 1996 IPCC 指南）建議統計分類中，其溫室氣體排放種類屬規範之六類氣體進行呈現，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，如氯乙烯、丙烯腈等二十三項，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）、一氧化碳、二氧化硫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。
- b. 表格內容標示說明：
- ：已納入統計該氣體；
 - NO：臺灣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。
- c. 部分項目標註兩項，表示 1990 至 2012 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”。

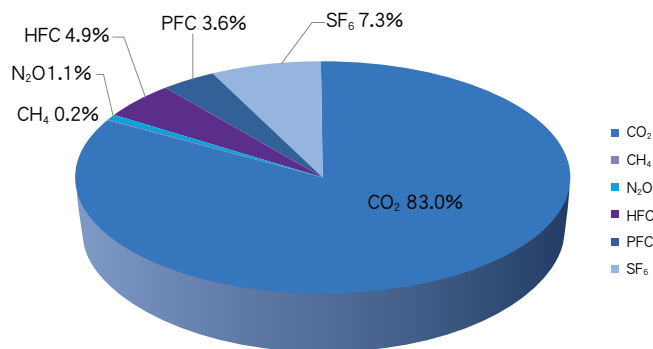


圖 4.1.1 臺灣 2012 年工業製程部門各類溫室氣體排放量占比

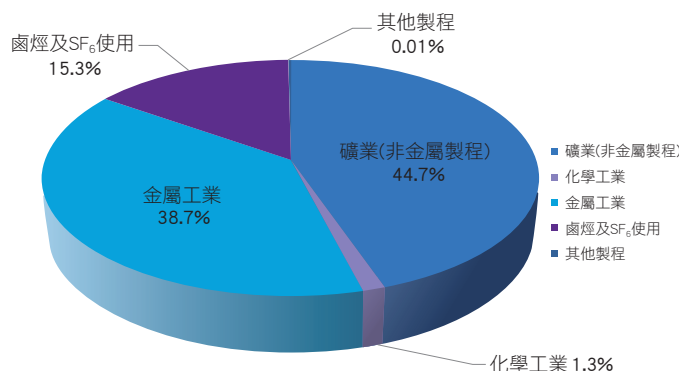


圖 4.1.2 臺灣 2012 年工業製程部門溫室氣體各排放源占比

表 4.1.2 臺灣 1990 至 2012 年工業製程部門溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年份	礦業(非金屬製程)	化學工業	金屬工業	其他製程	鹵煙及 SF ₆ 生產	鹵煙及 SF ₆ 使用	總計
1990	8,644	268	3,933	2	NO	NE	12,847
1991	8,545	273	4,098	2	NO	NE	12,918
1992	9,491	253	3,789	2	NO	NE	13,535
1993	10,717	266	4,265	2	597	NE	15,847
1994	13,240	262	4,151	2	676	NE	18,331
1995	12,638	283	4,273	2	634	NE	17,829
1996	12,642	292	4,404	2	1,032	NE	18,373
1997	13,383	321	5,945	2	1,168	NE	20,818
1998	11,548	302	6,483	2	1,647	NE	19,982
1999	10,727	242	5,983	2	1,272	NE	18,226
2000	9,540	180	6,630	2	1,833	NE	18,185
2001	7,805	244	7,048	2	2,030	3,736	20,865
2002	10,709	268	8,508	2	1,705	7,499	28,692
2003	10,519	256	8,568	2	1,531	8,016	28,892
2004	10,963	248	8,711	2	1,352	8,918	30,193
2005	11,577	273	7,593	2	NO	7,760	27,204
2006	11,270	248	8,302	2	NO	7,071	26,893
2007	10,210	285	8,228	2	NO	6,700	25,424
2008	9,209	258	7,693	2	NO	5,228	22,389
2009	8,317	249	6,526	2	NO	4,065	19,161
2010	8,340	270	8,567	2	NO	3,997	21,176
2011	9,528	268	7,721	2	NO	3,758	21,279
2012	9,110	256	7,890	2	NO	3,118	20,376

說明：NE (未估計)，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 (未發生)，表示臺灣無生產或使用，如停產。

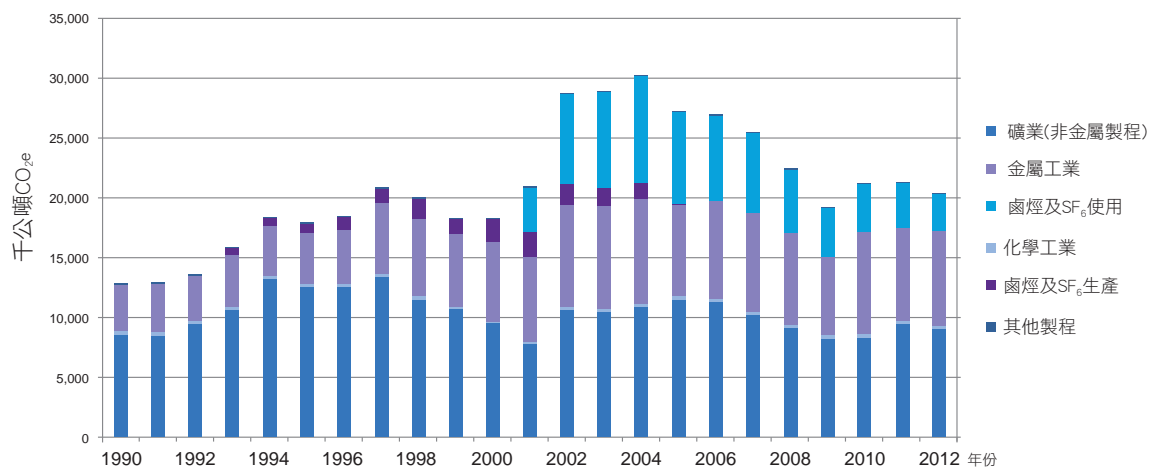


圖 4.1.3 臺灣 1990 至 2012 年工業製程部門溫室氣體排放趨勢

表 4.2.1 礦業（非金屬製程）1990 至 2012 年排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2.A.1 水泥生產	7,055	7,383	7,979	8,527	11,127	10,823	10,629	10,662	9,992	9,278	7,920	6,968
2.A.2 石灰生產	286	317	362	350	346	337	413	422	430	359	364	323
2.A.3 石灰石與白雲石使用	1,192	735	1,038	1,728	1,636	1,350	1,474	2,170	1,004	964	1,127	394
2.A.4 純鹼生產與使用	111	109	112	112	131	129	127	128	123	126	129	119
總計	8,644	8,545	9,491	10,717	13,240	12,638	12,642	13,383	11,548	10,727	9,540	7,805
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
2.A.1 水泥生產	9,889	9,548	9,877	10,356	10,131	9,392	8,485	7,761	7,885	8,526	7,834	
2.A.2 石灰生產	356	367	348	314	300	267	166	184	227	225	202	
2.A.3 石灰石與白雲石使用	361	533	625	793	724	438	445	281	117	663	966	
2.A.4 純鹼生產與使用	104	71	112	114	115	113	113	91	111	114	108	
總計	10,709	10,519	10,963	11,577	11,270	10,210	9,209	8,317	8,340	9,528	9,110	

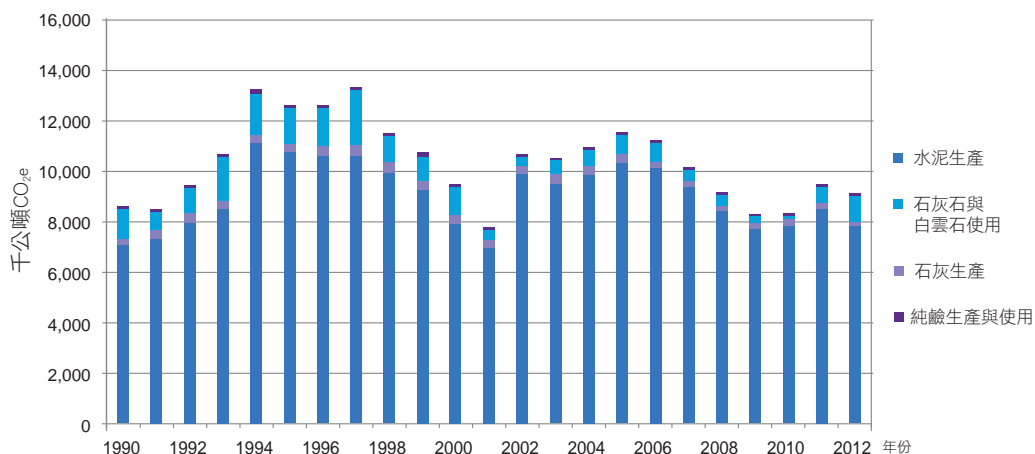


圖 4.2.1 礦業（非金屬製程）1990 至 2012 年溫室氣體排放趨勢

(2) 排放係數

採用「臺灣區水泥工業同業公會」以會員廠熟料成分及排放量等相關數據推估所得之排放係數，即0.521 公噸二氧化碳/公噸熟料生產。

(3) 活動數據

由臺灣區水泥工業同業公會提供會員廠活動數據，為臺灣主要廠商之水泥熟料產量，如表 4.2.1.1 所示。

(4) 排放量

水泥製程二氧化碳排放量與熟料產量有關，而熟料產量受到經濟發展的影響，因此排放量在 1997 年後因亞洲金融風暴而逐漸下降，2002 年出現第 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 4.2.1.2 及圖 4.2.1.1 所示。

表 4.2.1.1 臺灣 1990 至 2012 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	
產量	18,974	18,320	18,952	19,871	19,438	18,020	16,281	14,891	15,130	16,360	15,031	

表 4.2.1.2 臺灣 1990 至 2012 年水泥生產溫室氣體排放量

(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	
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	

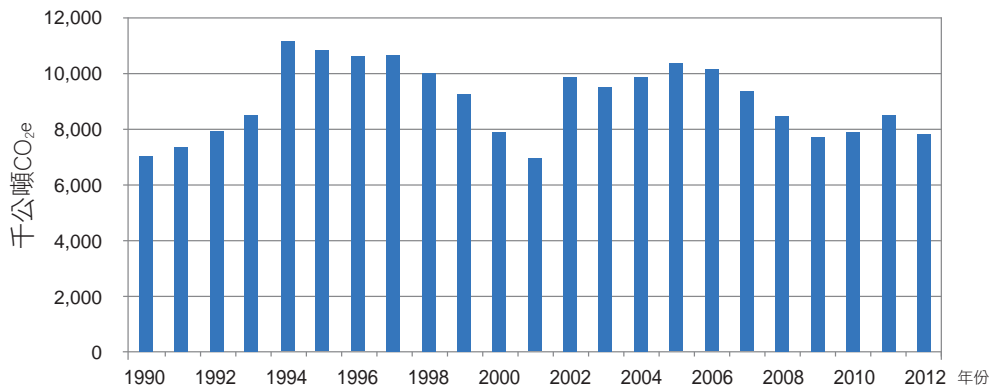


圖 4.2.1.1 臺灣 1990 至 2012 年水泥生產溫室氣體排放趨勢

(5) 完整性

水泥熟料產量為臺灣區水泥工業同業公會提供，計算結果為臺灣主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表臺灣水泥生產製程溫室氣體排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2000 年 IPCC 「良好作法指南及不確定性管理」^[10] (Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories，以下簡稱 2000

GPG)，水泥生產活動數據不確定性為 10%，排放係數為 1.6%，合併不確定性則為 10%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2012 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

4. 特定排放源的品質保證 (Quality Assurance, QA) 及品質控制 (Quality Control, QC) 及查證

活動數據屬於民間提供，QA/QC 工作係參照 2000 GPG 原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.2.1.2 所示。

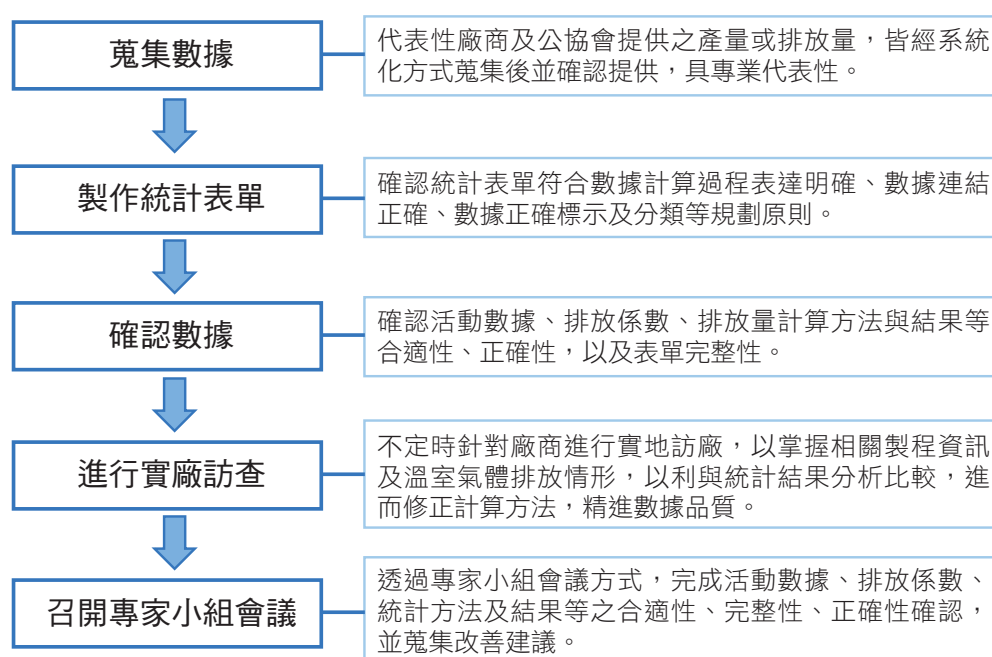


圖 4.2.1.2 工業製程部門溫室氣體排放統計 QA/QC 流程 (活動數據 - 民間來源)

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

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

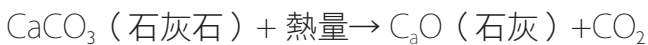
無改善計畫。

4.2.2 石灰生產 (2.A.2)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項統計生產生石灰 (C_aO) 及白雲石灰 (C_aO · M_gO) 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 (C_aCO₃) 於石灰窯中，高溫煅燒過程中排放，其生成反應式如下：



2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 IPCC 1996 指南建議方法一，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：

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

(2) 排放係數

係採用 2000 年行政院環境保護署^[11]所建置之排放係數 0.706 公噸二氧化碳 / 公噸生石灰，該排放係數係根據臺灣生石灰產量、製程實況及原料石灰石純度 90% 等實際情況推估求得。

(3) 活動數據

臺灣生石灰產量引用自經濟部統計處工業生產統計年報，如表 4.2.2.1 所示。

表 4.2.2.1 臺灣 1990 至 2012 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	
產量	504	520	493	445	425	378	356	260	322	318	287	

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

(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 300~400 千噸二氧化碳當量，2008 至 2009 年受金融海嘯影響，排放量降至 200 千噸二氧化碳當量以下，2010 年後逐年約維持排放 200 千噸二氧化碳當量。如表 4.2.2.2 及圖 4.2.2.1 所示。

(5) 完整性

經濟部統計處工業生產統計年報調查對象為臺灣全國廠商，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

(1) 不確定性

參照 2000 GPG，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 2012 年排放係數、活動數據來源及計算方法一致。

表 4.2.2.2 臺灣 1990 至 2012 年石灰生產溫室氣體排放量

(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	
排放量	356	367	348	314	300	267	166	184	227	225	202	

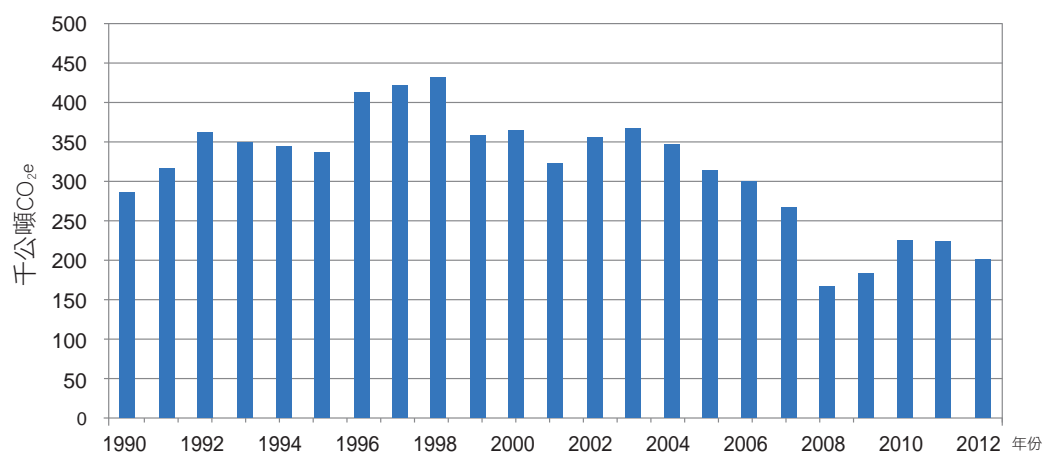


圖 4.2.2.1 臺灣 1990 至 2012 年石灰生產排放趨勢

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 2000 GPG 原則執行以掌握數據品質，其執行流程圖 4.2.2.2 所示。

5. 特定排放源的重新計算

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

4.2.3 石灰石與白雲石使用 (2.A.3)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項統計使用石灰石 (C_aCO_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 IPCC 1996 指南建議方法一，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。

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{石灰石使用量 (公噸)} \times \text{石灰石使用排放係數 (公噸二氧化碳 / 公噸產量)}$$

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{白雲石使用量 (公噸)} \times \text{白雲石使用排放係數 (公噸二氧化碳 / 公噸產量)}$$

(2) 排放係數

係採用 2000 年行政院環境保護署所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

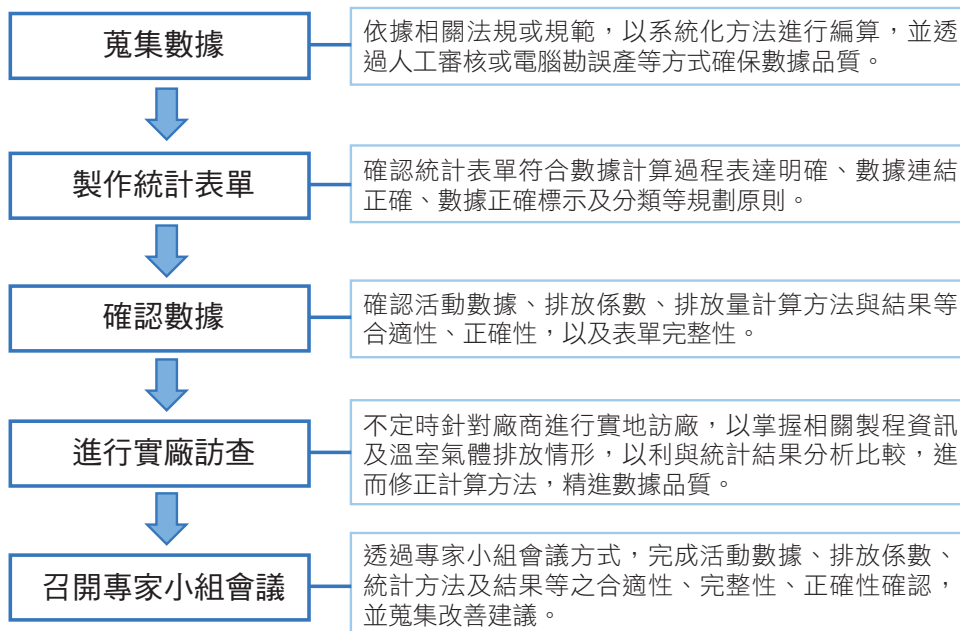


圖 4.2.2.2 臺灣工業製程部門溫室氣體排放統計 QA/QC 流程 (活動數據 - 官方數據)

置，分別為 0.396 公噸二氧化碳 / 公噸石灰石使用、0.429 公噸二氧化碳 / 公噸白雲石使用。

(3) 活動數據

石灰石與白雲石 1990 至 2012 年使用量如表 4.2.3.1 所示；其中，2003 及 2004 年白雲石因鋼鐵公司使用量大於產銷量及進口量，計算結果為負值，故該年度使用量修正為 0 千公噸。

A.2001 至 2012 年

2001 至 2012 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際貿易局進出口統計，鋼鐵製程使用量則引用鋼鐵公司排放清冊。

B.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。

(4) 排放量

石灰石與白雲石使用之 1990 至 2012 年排放量如表 4.2.3.2 及圖 4.2.3.1 所示。

A.2001 至 2012 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。

表 4.2.3.1 臺灣 1990 至 2012 年石灰石與白雲石年使用量

(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	
石灰石	825	1,345	1,579	1,917	1,792	1,028	976	701	116	1,219	1,657	
白雲石	80	0	0	79	32	72	136	8	165	421	722	

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 2012 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 2012 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臺灣為調查對象，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 2012 年，對調查結果已造成影響。

表 4.2.3.2 臺灣 1990 至 2012 年石灰石與白雲石使用溫室氣體排放量

(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	
石灰石	327	533	619	759	710	407	387	278	46	483	656	
白雲石	34	NO	NO	34	14	31	58	3	71	181	310	
總計	361	533	619	793	724	438	445	281	117	663	966	

說明：NO（未發生），表示臺灣無生產或使用，如停產。

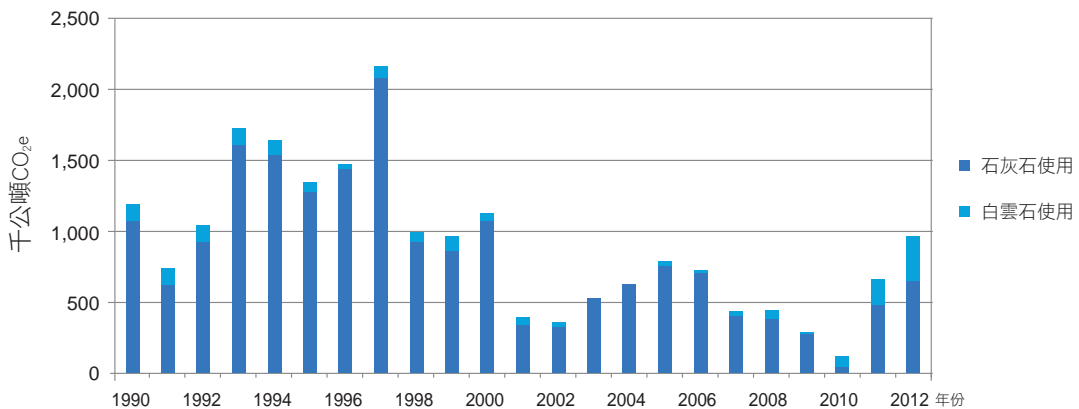


圖 4.2.3.1 臺灣 1990 至 2012 年石灰石與白雲石使用溫室氣體排放趨勢

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 1996 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，暫未納入計算，故整體合併不確定性為 5%。經濟部工業局已規劃於 2014 年參考日本工業製程與產品部門本項之不確定數據並斟酌引用。

(2) 時間序列的一致性

因無法依 2001 至 2012 年方法取得 1990 至 2000 年活動數據，兩段時間區間活動數據來源不同，故時間序列無一致性。

4. 特定排放源的 QA/QC 及查證

同 4.2.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

4.2.4 純鹼生產與使用 (2.A.4)

4.2.4.1 純鹼生產

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；東南鹼業為過去臺灣唯一純鹼生產廠商，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 1996 IPCC 指南建議方法 I，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：

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

(2) 排放係數

係根據 2000 年行政院環境保護署所建置之資料，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 1996 版建議排放係數 0.097 公噸二氧化碳 / 公噸純鹼生產。

(3) 活動數據

純鹼產量引用自經濟部統計處工業生產統計年報，如表 4.2.4.1.1 所示，臺灣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 年起統計即呈逐漸下降趨勢，至 2000 年後完全停產後無排放量，如表 4.2.4.1.2 及圖 4.2.4.1.1 所示。

(5) 完整性

經濟部統計處工業生產統計年報調查對象

為臺灣廠商，屬於國家級統計數據，經計算之結果可代表臺灣純鹼生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3.(1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2012 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。

表 4.2.4.1.1 臺灣 1990 至 2012 年純鹼生產產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	128	119	100	83	84	82	82	60	44	39	44	0
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
產量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 4.2.4.1.2 臺灣 1990 至 2012 年純鹼生產溫室氣體排放量

(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	
排放量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

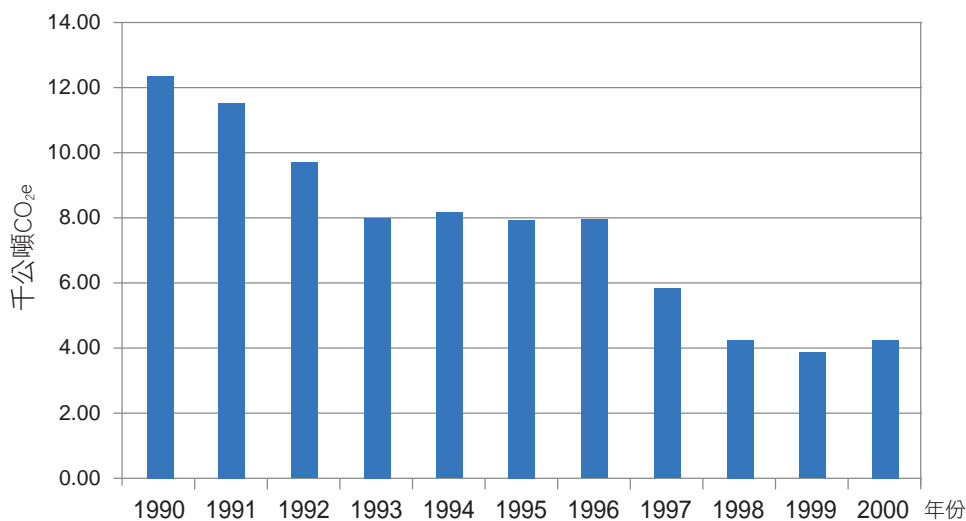


圖 4.2.4.1.1 臺灣 1990 至 2000 年純鹼生產排放趨勢

5. 特定排放源的重新計算
同 4.2.1-5。
6. 特定排放源的改善計畫
同 4.2.1-6。

4.2.4.2 純鹼使用

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 1996 IPCC 指南建議方法 I，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。

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

(2) 排放係數

係引用 2000 年行政院環境保護署所建置資料，以質量平衡推估之排放係數 0.415 公噸二氧化碳 / 公噸純鹼使用。

(3) 活動數據

純鹼使用量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（臺灣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際貿易局進出口統計，如表 4.2.4.2.1。

(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，2004 年後進口量增加，排放量再度上升，如表 4.2.4.2.2 及圖 4.2.4.2.1 所示。

(5) 完整性

經濟部統計處工業生產統計年報、經濟部國際貿易局進出口統計調查對象皆為臺灣全國

表 4.2.4.2.1 臺灣 1990 至 2012 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	
產量	251	172	270	274	278	271	113	219	268	275	259	

為對象，屬於國家級統計數據，經計算之結果可代表臺灣純鹼使用排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3.(1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2012 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

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

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 2.B.1.「氨化學生產」、2.B.2.「硝酸生產」、2.B.3.「己二酸生產」、2.B.4.「碳化物生產」、2.B.5.「其他」等共計五項，排放溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷及氧化亞氮等三

表 4.2.4.2.2 臺灣 1990 至 2012 年純鹼使用溫室氣體排放量

(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	
排放量	104	71	112	114	115	113	113	91	111	114	108	

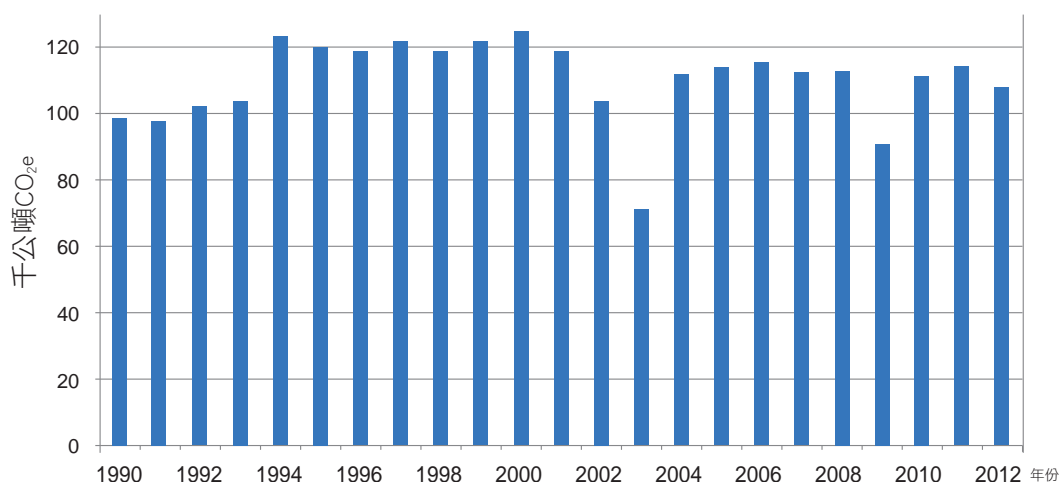


圖 4.2.4.2.1 臺灣 1990 至 2012 年純鹼使用溫室氣體排放趨勢

項。2012 年總排放量約 256 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程部門 1.3%；1990 至 2012 年排放量如表 4.3.1 及圖 4.3.1 所示。

4.3.1 氮化學生產 (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」，經酸鹼工業同業公會回覆臺灣無廠商製造生產液氮，故本項目無二氧化碳排放。

表 4.3.1 臺灣 1990 至 2012 年化學工業溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2.B.1 氮化學生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.2 硝酸生產	183	195	175	183	168	194	205	229	220	163	115	183
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.B.4 碳化物生產	66	61	61	65	70	62	58	62	54	49	34	26
2.B.5 其他	19	17	17	18	24	27	29	30	28	30	31	35
總計	268	273	253	266	262	283	292	321	302	242	180	244
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
2.B.1 氮化學生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
2.B.2 硝酸生產	207	207	212	232	208	239	217	210	227	224	214	
2.B.3 己二酸生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
2.B.4 碳化物生產	26	14	NO	3	4	5	4	4	4	4	4	
2.B.5 其他	35	35	36	38	36	41	37	35	39	40	38	
總計	268	256	248	273	245	285	258	249	270	268	256	

說明：NO (未發生)，表示臺灣該分類項目無生產或使用，即國內無廠商製造生產氮化學與己二酸。

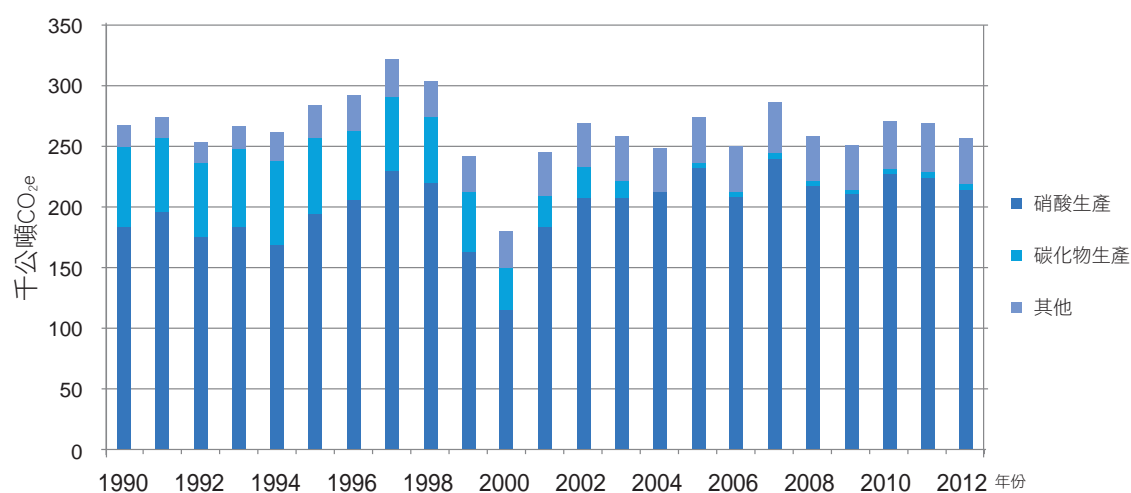


圖 4.3.1 臺灣 1990 至 2012 年化學工業溫室氣體排放趨勢

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，臺灣採氨氧化法製程，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 1996 IPCC 指南建議方法 I，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：

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

(2) 排放係數

係根據 2000 年行政院環境保護署所建置資料，臺灣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 / 公噸硝酸生產。

(3) 活動數據

酸鹼工業同業公會僅可提供 2001 至 2012 年硝酸產量，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 2012 年產量如表 4.3.2.1 所示：

(4) 排放量

硝酸生產排放量自 1994 年排放 168 千公噸二氧化碳當量逐步上升至 1997 年 229 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 210 至 230 千公噸二氧化碳當量，如表 4.3.2.2 及圖 4.3.2.1 所示。

表 4.3.2.1 臺灣 1990 至 2012 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	
產量	126	126	128	141	126	145	132	128	138	136	130	

表 4.3.2.2 臺灣 1990 至 2012 年硝酸生產溫室氣體排放量

(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	183	195	175	183	168	194	205	229	220	163	115	183
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
排放量	207	207	212	232	208	239	217	210	227	224	214	

(5) 完整性

經濟部統計處工業生產統計年報以臺灣全國為調查對象，酸鹼工業同業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。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2000 GPG，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 2012 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 2012 年則屬民間提供，QA/QC 工作係參照 2000 GPG 原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.3.2.2 所示。

5. 特定排放源的重新計算

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

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，經酸鹼工業同業公會回覆臺灣無生產己二酸，故本項目無氧化亞氮排放。

4.3.4 碳化物生產 (2.B.4)

4.3.4.1 碳化矽生產

本項目為統計碳化矽生產製程二氧化碳排放量，經詢問臺灣製程使用碳化矽之廠商，確

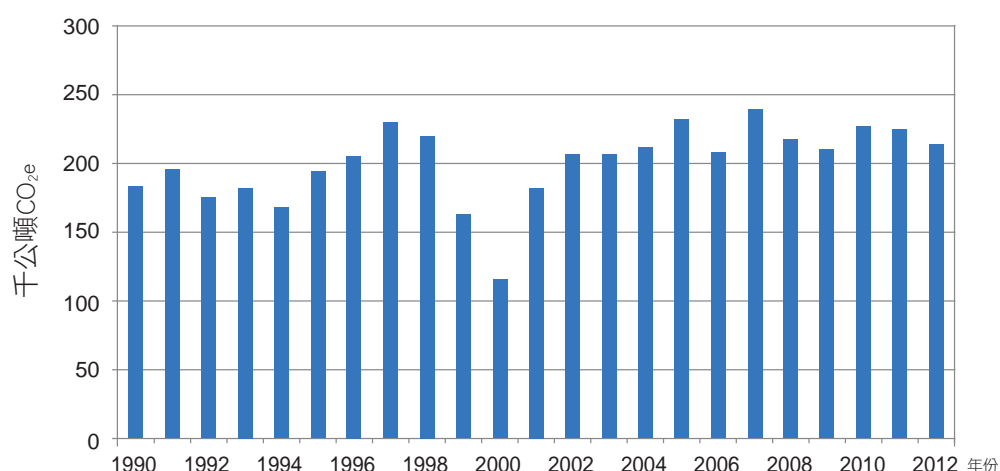


圖 4.3.2.1 臺灣 1990 至 2012 年硝酸生產溫室氣體排放趨勢

認臺灣無廠商製造生產碳化矽，故本項目無二氧化碳排放。

4.3.4.2 碳化鈣生產

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查碳化鈣製程所產生之二氧化碳，臺灣唯一生產廠商臺灣塑膠工業股份有限公司已於 2003 年停產。製程主要原料為氧化鈣和焦炭，與石灰石加熱生成氧化鈣，經處理後再與煤焦高溫反應成碳化鈣，此過程將生成一氧化碳尾氣，進而燃燒產生二氧化碳排放。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 1996 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

公式如下：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{碳化鈣產量 (公噸)} \times \text{碳化鈣排放係數 (公噸二氧化碳 / 公噸產量)}$$

(2) 排放係數

2000 年行政院環境保護署所建置之資料係以質量平衡推估排放係數為 0.6856 公噸二氧化碳 / 公噸碳化鈣生產，但由於碳化鈣製程中，過量的碳將被氧化成二氧化碳，為避免低估排放量，採用 1996 IPCC 指南建議係數：1.1 公噸二氧化碳 / 公噸碳化鈣生產。

(3) 活動數據

由臺灣唯一生產廠商臺灣塑膠工業股份有限公司提供碳化鈣產量，如表 4.3.4.2.1 所示，但該公司已於 2003 年停產。

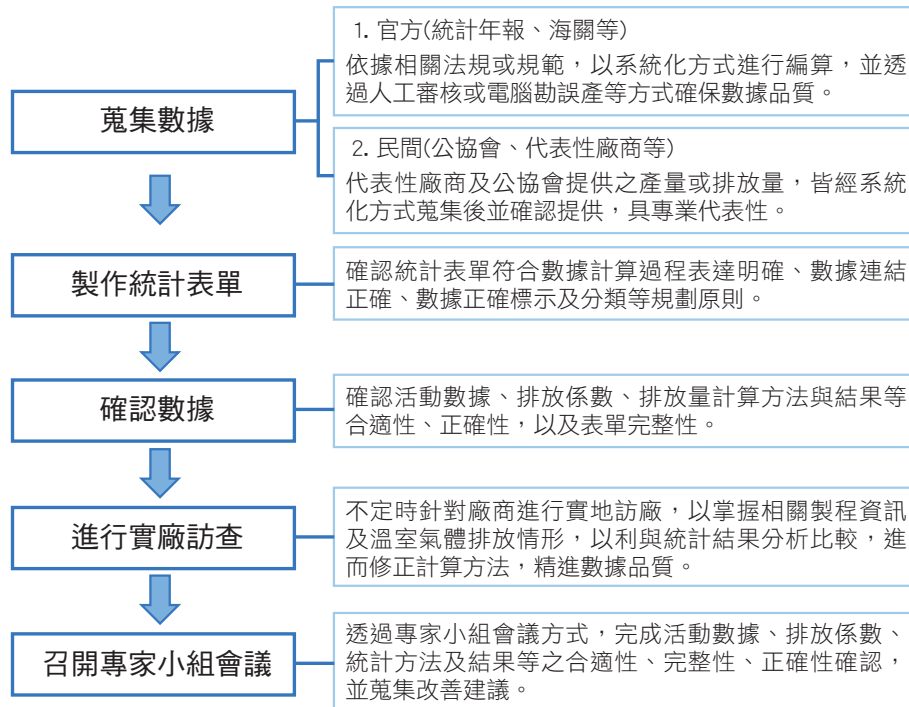


圖 4.3.2.2 工業製程部門溫室氣體排放統計 QA/QC 流程 (活動數據 - 官方數據、民間來源)

(4) 排放量

碳化鈣生產排放量自 1990 年起維持穩定趨勢，約排放 42 千公噸二氧化碳當量，臺灣塑膠工業股份有限公司自 1998 年起減產，排放量即為下降趨勢，2003 年停產後便不再排放，如表 4.3.4.2.2 及圖 4.3.4.2.1 所示。

(5) 完整性

臺灣僅臺灣塑膠工業股份有限公司生產碳化鈣，經計算之結果可代表臺灣碳化鈣生產製程排放量。

表 4.3.4.2.1 臺灣 1990 至 2012 年碳化鈣產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	39.1	38.7	38.7	39.2	39.5	38.6	38.6	38.8	36.9	31.1	20.9	17.5
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
產量	16.2	11.4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

表 4.3.4.2.2 臺灣 1990 至 2012 年碳化鈣使用溫室氣體排放量

(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	42.6	42.2	42.2	42.7	43.1	42.0	42.1	42.3	40.2	33.9	22.8	19.0
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
排放量	17.7	12.4	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

說明：NO（未發生），碳化鈣於 2003 年停產，故之後無排放源發生。

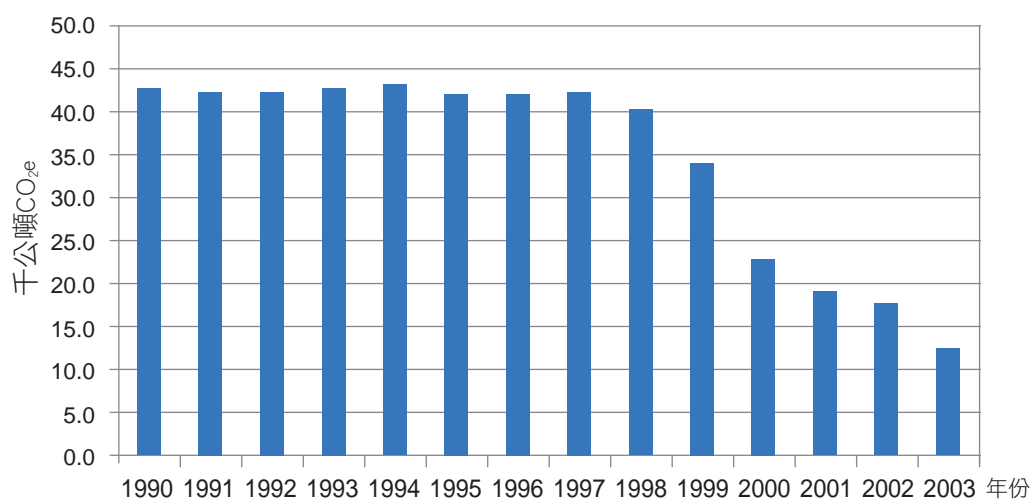


圖 4.3.4.2.1 臺灣 1990 至 2003 年碳化鈣生產溫室氣體排放趨勢

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 2012 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

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

4.3.4.3 碳化鈣使用

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查碳化鈣的使用過程中所產生之二氧化碳，根據 1996 IPCC 指南，67% 二氧化碳隨碳化鈣產品使用過程排放，臺灣碳化鈣大多應用於乙炔製造。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 1996 IPCC 指南建議方法 I，以碳化鈣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，使用量計算說明詳見活動數據。

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{碳化鈣使用量 (公噸)} \times \text{碳化鈣使用排放係數 (公噸二氧化碳 / 公噸使用量)}$$

(2) 排放係數

係採用 2000 年行政院環境保護署所建置資料，以質量平衡方式推估所得係數 1.1 公噸二氧化碳 / 公噸碳化鈣使用。

(3) 活動數據

使用量係以生產量加上進口量並扣除出口量計算，其中，生產量由臺灣塑膠工業股份有限公司提供，進出口量則來自經濟國際貿易局進出口統計。臺灣塑膠工業股份有限公司 2003 年停產碳化鈣後，即以進口量扣除出口量作為當年使用量。如表 4.3.4.3.1 所示：

表 4.3.4.3.1 碳化鈣 1990 至 2012 年使用量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
產量	21.38	16.97	16.88	20.05	24.59	18.09	14.59	17.86	12.38	13.56	9.80	6.66
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
產量	7.65	1.26	0	3.01	3.45	4.18	3.35	3.35	3.28	3.31	3.84	

註：2004 年因碳化鈣出口量大於進口量，計算結果為負值，故該年度使用量修正為 0。

(4) 排放量

碳化鈣使用排放量自 1994 年 27 千公噸二氧化碳當量逐漸下降至 2003 年 1.39 千公噸二氧化碳當量，2003 年後臺灣塑膠工業股份有限公司停產碳化鈣後，排放量維持約 3.69 至 4.60 千公噸二氧化碳當量，如表 4.3.4.3.2 及圖 4.3.4.3.1 所示。

(5) 完整性

臺灣塑膠工業股份有限公司為臺灣唯一生產碳化鈣廠商，經濟部國際貿易局進出口統計則係以臺灣為調查對象，經計算之結果可代表臺灣碳化鈣使用排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3.(1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2012 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 4.3.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

表 4.3.4.3.2 臺灣 1990 至 2012 年碳化鈣使用溫室氣體排放量

(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	23.52	18.66	18.57	22.06	27.05	19.90	16.05	19.64	13.62	14.91	10.78	7.32
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
排放量	8.41	1.39	NO	3.32	3.80	4.60	3.69	3.69	3.61	3.64	4.22	

說明：NO (未發生)，表示臺灣無生產或使用，如停產。

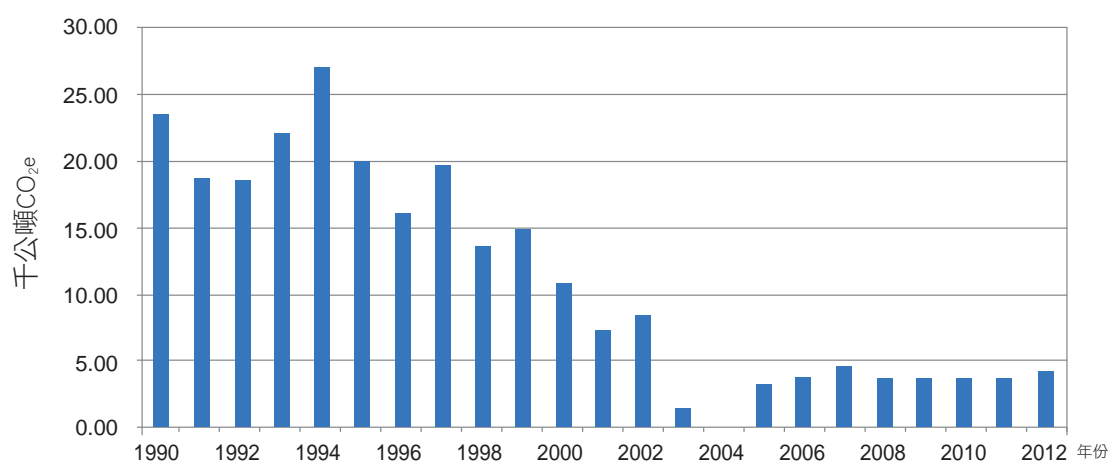


圖 4.3.4.3.1 臺灣 1990 至 2012 年碳化鈣使用溫室氣體排放趨勢

4.3.5 其他 (2.B.5)

4.3.5.1 碳煙生產

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，製程主要以乙炔、天然氣等原料經高溫熱裂解製造碳煙，而甲烷主要來自於製程尾氣排放。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 1996 IPCC 指南建議方法 I，以碳煙產量及排放係數計算甲烷排放量。計算公式如下：

$$\text{甲烷排放量} = \text{碳煙產量 (公噸)} \times \text{碳煙排放係數 (公噸甲烷 / 公噸產量)}$$

(2) 排放係數

係根據 2000 年行政院環境保護署所建置之資料，甲烷在製程中回收後再送入鍋爐燃燒，理論上為完全燃燒，排放係數應為 0 公噸甲烷 / 公噸碳煙生產，但為避免低估排放量，仍採用 IPCC 1996 版建議係數 0.011 公噸甲烷 / 公噸碳煙生產。

(3) 活動數據

由臺灣區石油化學同業公會提供碳煙產量，碳煙 1990 至 2012 年產量如表 4.3.5.1.1 所示：

(4) 排放量

碳煙生產排放量自 1994 年起逐漸上升，至 1996 年後排放量均在 23.0 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 22.4 千公噸二氧化碳當量，如表 4.3.5.1.2 及圖 4.3.5.1.1 所示。

(5) 完整性

碳煙產量由臺灣區石油化學同業公會提供，計算結果為臺灣主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表臺灣碳煙生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 2000 GPG，碳煙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%。

表 4.3.5.1.1 臺灣 1990 至 2012 年碳煙產量

(單位：千公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
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	
產量	106	104	106	114	109	112	94	82	97	108	94	

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2012 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

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

4.3.5.2 乙烯生產

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 1996 IPCC 指南建議方法 1，以乙烯產量及排放係數計算甲烷排放量。計算公式如下：

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

表 4.3.5.1.2 臺灣 1990 至 2012 年碳煙生產溫室氣體排放量

(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	13.6	13.3	13.5	14.5	18.6	20.9	23.2	23.9	24.0	23.9	23.1	24.4
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
排放量	24.6	24.0	24.4	26.4	25.1	25.8	21.7	18.9	22.4	25.0	21.8	

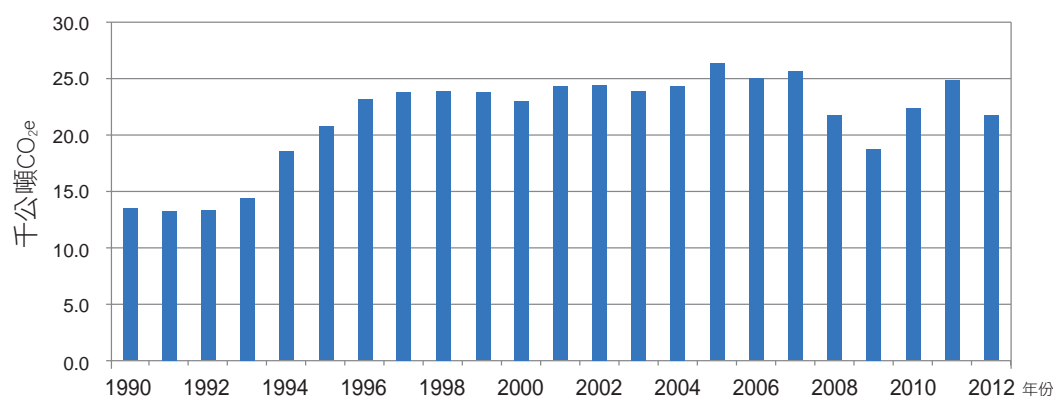


圖 4.3.5.1.1 臺灣 1990 至 2012 年碳煙生產溫室氣體排放趨勢

(2) 排放係數

係採用 2000 年行政院環境保護署所建置之資料，建置係數 0.108 公斤甲烷 / 公噸乙烯生產；此係數係以全廠排放量及乙烯產量求得全廠排放係數後，依據甲烷所占比例進行 speciate 系統區分甲烷排放量後求得。

(3) 活動數據

由臺灣區石油化學同業公會提供乙烯產量，如表 4.3.5.2.1 所示：

(4) 排放量

臺灣乙烯產量雖大，但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 年間介於 1.66 至 2.18 千公噸二氧化碳當量，1999 年臺灣塑膠工業股份有限公司第六套輕油裂解廠（台塑六輕）投入生產，2001 年上升至 5.86 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 8.31 千公噸二氧化碳當量；此外，由於乙烯為石化業基礎產品，2008 至 2009 年排放量較不受金融海嘯影響，如表 4.3.5.2.2 及圖 4.3.5.2.1 所示。

(5) 完整性

乙烯產量由臺灣區石油化學同業公會提供，計算結果為臺灣主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表臺灣乙烯生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

參照 IPCC 2000 GPG，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整體工業製程部門不到 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 2012 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 4.2.1-6。

5. 特定排放源的重新計算

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

表 4.3.5.2.1 臺灣 1990 至 2012 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	
產量	2,393	2,900	2,864	2,900	2,888	3,666	3,623	3,852	3,929	3,522	3,748	

4.3.5.3 苯乙烯生產

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 1996 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：

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

(2) 排放係數

係採用 2000 年行政院環境保護署所建置之資料，建置係數 0.198 公斤甲烷 / 公噸苯乙烯生產；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。

(3) 活動數據

由臺灣區石油化學同業公會提供苯乙烯產量，如表 4.3.5.3.1 所示。

表 4.3.5.2.2 臺灣 1990 至 2012 年乙烯生產溫室氣體排放量

(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	1.77	1.61	1.66	1.68	2.02	1.98	2.06	2.18	2.12	2.94	3.61	5.86
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
排放量	5.43	6.58	6.49	6.58	6.55	8.31	8.22	8.74	8.91	7.99	8.50	

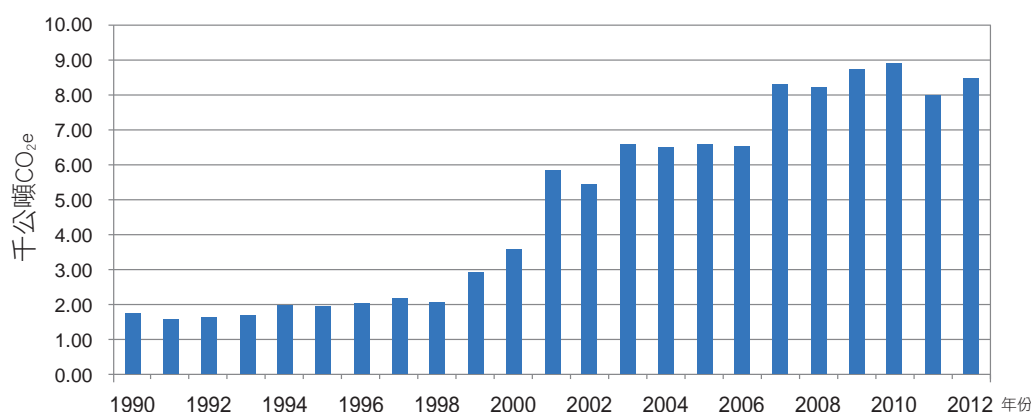


圖 4.3.5.2.1 臺灣 1990 至 2012 年乙烯生產溫室氣體排放趨勢

(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 年排放量維持 1.38 至 1.77 千公噸二氧化碳當量之間，1999 年臺灣塑膠工業股份有限公司第

六套輕油裂解廠（台塑六輕）投入增產，2001 至 2006 年間排放量上升至 4.77 至 5.19 千公噸二氧化碳當量，2007 年六輕四期完工後，2007 至 2012 年排放量則維持 6.98 至 7.99 千公噸二氧化碳當量，如表 4.3.5.3.2 及圖 4.3.5.3.1 所示。

表 4.3.5.3.1 臺灣 1990 至 2012 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	357	362	332	370	386	425	411	411	386	806	1,051	1,146
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
產量	1,249	1,247	1,247	1,248	1,222	1,824	1,679	1,906	1,922	1,693	1,790	

表 4.3.5.3.2 臺灣 1990 至 2012 年苯乙烯生產溫室氣體排放量

(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	1.48	1.51	1.38	1.54	1.61	1.77	1.71	1.71	1.61	3.35	4.37	4.77
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
排放量	5.19	5.19	5.19	5.19	5.08	7.59	6.98	7.93	7.99	7.04	7.44	

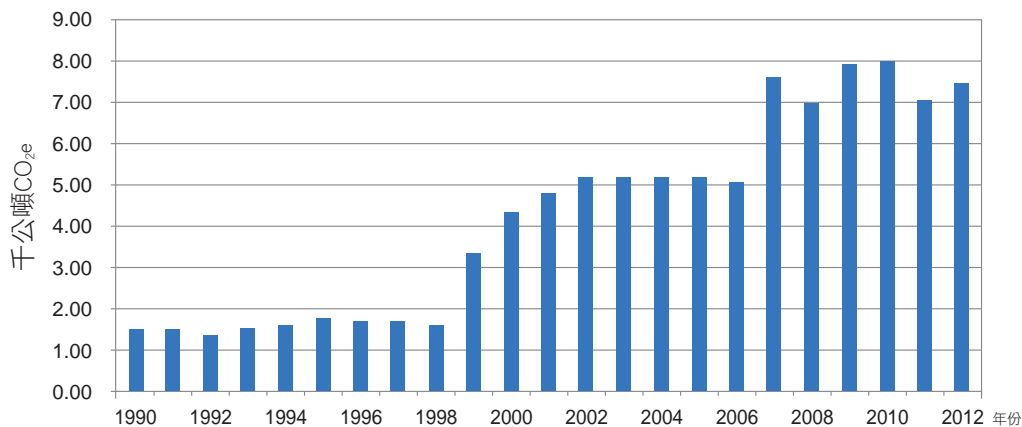


圖 4.3.5.3.1 臺灣 1990 至 2012 年苯乙烯生產溫室氣體排放趨勢

(5) 完整性

苯乙烯產量由臺灣區石油化學同業公會提供，計算結果為臺灣主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表臺灣苯乙烯生產排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3.(1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2012 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

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

4.3.5.4 甲醇生產

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 1996 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：

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

(2) 排放係數

參照 2000 年行政院環境保護署所建置之資料，建議之排放係數 2.0 公斤甲烷 / 公噸甲醇生產，即高雄市環保局根據甲醇廠生產實況推估建置。

(3) 活動數據

甲醇產量由臺灣區石油化學同業公會提供，相關廠商已於 1998 年起停產，如表 4.3.5.4.1 所示。

表 4.3.5.4.1 臺灣 1990 至 2012 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	37.69	5.25	0	12.98	24.64	49.23	45.68	46.80	22.10	0	0	0
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
產量	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

(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，1998 年因廠商停產後便無排放量，如表 4.3.5.4.2 及圖 4.3.5.4.1 所示。

(5) 完整性

甲醇產量由臺灣區石油化學同業公會提供，計算結果為臺灣主要廠商製程排放量，經計算之結果可代表臺灣甲醇生產排放量。

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 至 2012 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同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫同 4.2.1-6。

4.4 金屬工業 (2.C)

「金屬工業」為工業製程部門中僅次於「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

表 4.3.5.4.2 臺灣 1990 至 2012 年甲醇生產溫室氣體排放量

(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	
排放量	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

說明：“NO”(未發生)，甲醇於 1998 年後停產，故無排放源發生。

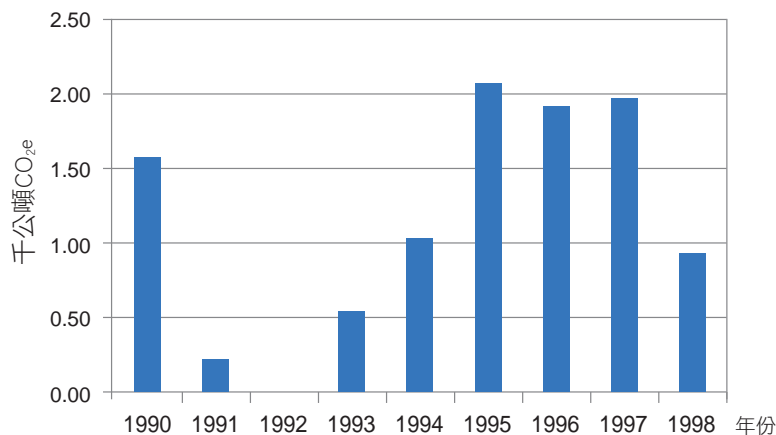


圖 4.3.5.4.1 臺灣 1990 至 2012 年甲醇生產溫室氣體排放趨勢

生產」、2.C.3.「原鋁生產」、2.C.4.「鋁鎂鑄造」等共計四項，統計溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟碳化物及六氟化硫等共計五項。2012年總排放量7,890千公噸二氧化碳當量，占工業製程部門39.0%，1990至2012年排放量如表4.4.1及圖4.4.1所示。

4.4.1 鋼鐵生產（2.C.1）

4.4.1.1 高爐鋼胚

1. 排放源及匯分類的描述：

高爐鋼胚製程包含燒結、煉焦、煉鐵及煉鋼等過程，1996 IPCC 指南建議本項高爐鋼胚

表 4.4.1 臺灣 1990 至 2012 年金屬工業溫室氣體排放量

（單位：千公噸二氧化碳當量）

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2.C.1 鋼鐵生產	3,622	3,812	3,576	4,095	4,008	4,079	4,229	5,765	6,309	5,920	6,597	7,028
2.C.2 鐵合金生產	311	285	213	170	143	194	176	180	174	63	33	21
2.C.3 原鋁生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO
2.C.4 鋁鎂鑄造	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
總計	3,933	4,097	3,789	4,265	4,151	4,273	4,405	5,945	6,483	5,983	6,630	7,049
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
2.C.1 鋼鐵生產	7,457	7,512	7,355	6,529	7,532	7,788	7,548	6,326	8,328	7,584	7,788	
2.C.2 鐵合金生產	25	30	NO	NO	NO	NO	NO	NO	26	3	10	
2.C.3 原鋁生產	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
2.C.4 鋁鎂鑄造	1,027	1,027	1,357	1,063	770	440	144	200	212	134	92	
總計	8,509	8,569	8,712	7,592	8,302	8,228	7,692	6,526	8,566	7,721	7,890	

說明：NE（未估計），表未調查估計該分類項目；鎂鑄造無統計1990至2001年排放量；NO（未發生），代表臺灣無生產或使用；臺灣無廠商製造生產原鋁，鐵合金製造廠商則於2004至2009年停產。

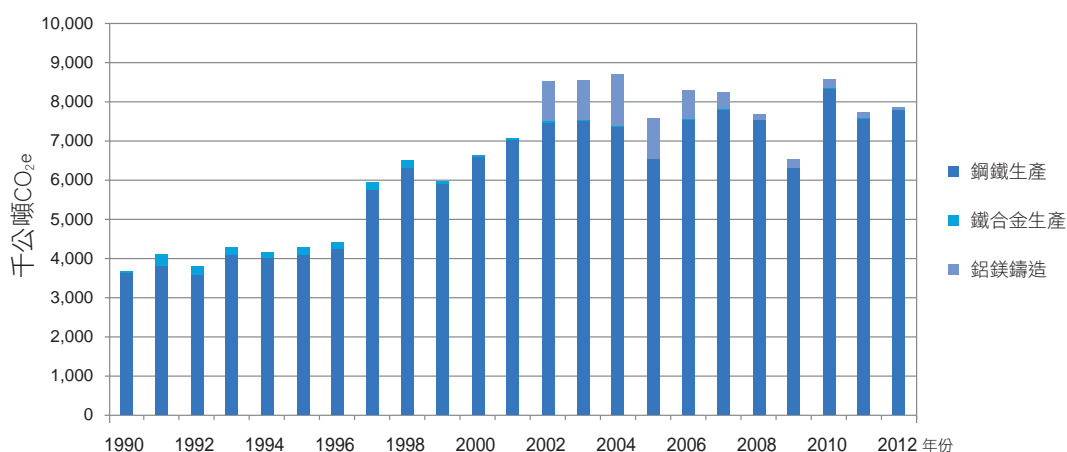


圖 4.4.1 臺灣 1990 至 2012 年金屬工業溫室氣體排放趨勢

僅調查製程產生之二氧化碳，但考量計算排放量完整性，甲烷及氧化亞氮等溫室氣體亦納入調查。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

A.2001 至 2012 年

參照 1996 IPCC 指南建議方法 3，彙整臺灣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，但考量臺灣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，本項高爐鋼胚之製程溫室氣體排放量未包含爐氣部分。

B.1990 至 2000 年

參照 1996 IPCC 指南建議方法 1，以高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：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{高爐鋼胚產量 (公噸)} \times \text{高爐鋼胚排放係數 (公噸二氧化碳當量 / 公噸產量)}$$

(2) 排放係數

A.2001 至 2012 年

彙整臺灣鋼鐵公司排放清冊取得排放量，故無排放係數。

B.1990 至 2000 年

採用 2001 至 2012 年臺灣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 0.594 公噸二氧化碳當量 / 公噸高爐鋼胚生產，此係數已包含二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放的部分。

(3) 活動數據

A.2001 至 2012 年

彙整臺灣鋼鐵公司排放清冊取得排放量，故無活動數據。

B.1990 至 2000 年

1990 至 2000 年由臺灣鋼鐵公司提供高爐鋼胚產量，1990 至 2000 年產量如表 4.4.1.1.1 所示。

(4) 排放量

高爐鋼胚製程因早期鋼鐵業為起步階段，故排放量為上升趨勢，至 2000 年起每年約介

表 4.4.1.1.1 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	6,244	6,123	6,242	6,444	8,944	9,811	9,267	9,971	5,627

於 6,000 至 7,000 千噸二氧化碳當量之間，2008 至 2009 年間排放量受金融風暴影響降低，而 2010 年後由於經濟復甦，且臺灣第二家高爐鋼胚廠商投產，故排放量略為上升。如表 4.4.1.1.2 及圖 4.4.1.1.1 所示。

(5) 完整性

活動數據、排放量等相關數據皆由臺灣鋼鐵公司提供，排放量計算結果可代表臺灣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

1990 至 2012 年不確定性如表 4.4.1.1.3 所示。

A.2001 至 2012 年

2006 至 2012 排放量之不確定性彙整自鋼鐵公司排放清冊，2001 至 2005 因該公司清冊未進行不確定性計算，故改採用 1996 IPCC 指南建議，即排放量自廠商處獲得，不確定性為 5%。

表 4.4.1.1.2 臺灣 1990 至 2012 年高爐鋼胚生產溫室氣體排放量

(單位：千公噸)

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	
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	

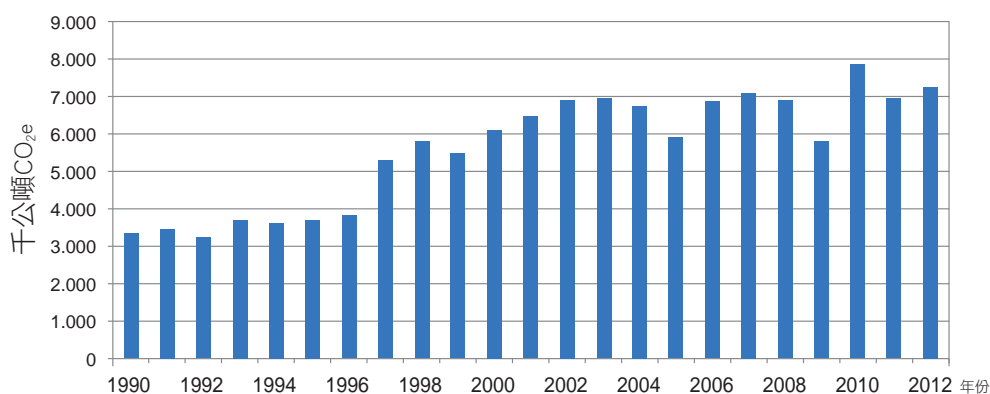


圖 4.4.1.1.1 臺灣 1990 至 2012 年高爐鋼胚生產溫室氣體排放趨勢

表 4.4.1.1.3 臺灣 1990 至 2012 年高爐鋼胚生產排放量不確定性

(單位：%)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
排放量不確定性	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	27	5
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
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	

B.1990 至 2000 年

參照 IPCC 2000 GPG，活動數據不確定性為 10%，排放係數為 27%，合併不確定性則為 27%。

(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 係採產量及排放係數計算排放量；2001 至 2012 年排放量則彙整自臺灣鋼鐵公司排放清冊。

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

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

4.4.1.2 電爐鋼胚

1. 排放源及匯分類的描述：

本項調查電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，加入增碳劑冶鍊成各式碳鋼或合金鋼，冶鍊過

程並分為熔解、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

參照 1996 IPCC 指南建議方法 I，以電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：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{電爐鋼胚產量 (公噸)} \times \text{電爐鋼胚排放係數 (公噸二氧化碳 / 公噸產量)}$$

(2) 排放係數

採用 2000 年行政院環境保護署所建置之資料推估係數 0.068 公噸二氧化碳 / 公噸電爐鋼胚生產，係根據臺灣電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 2012 年產量如表 4.4.1.2.1 所示，其中 2001 至 2012 年電爐鋼胚產量由臺灣鋼鐵工業同業公會提供，該公會因無法提供 2000 年前數據，故改採臺灣國內鋼鐵公司產量數據，經比對後確認兩方來源數據一致。

表 4.4.1.2.1 臺灣 1990 至 2012 年電爐鋼胚產量

(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	
產量	7,706	8,076	8,656	8,713	9,410	10,024	9,795	7,661	6,505	8,927	7,322	

(4) 排放量

電爐鋼胚排放量自 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 年金融海嘯期間下降，而 2011 年雖略為上升，但 2012 年再度下降，如表 4.4.1.2.2 及圖 4.4.1.2.1 所示。

(5) 完整性

臺灣鋼鐵工業同業公會及鋼鐵公司所提供之電爐鋼胚產量，皆屬臺灣電爐鋼胚產量，故計算結果可代表臺灣電爐鋼胚製程排放量。

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)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2000 及 2001 至 2012 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
同 4.3.2-4。

5. 特定排放源的重新計算
同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫
同 4.2.1-6。

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

表 4.4.1.2.2 臺灣 1990 至 2012 年電爐鋼胚生產溫室氣體排放量

(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	
排放量	524	549	589	592	640	682	621	521	442	607	498	

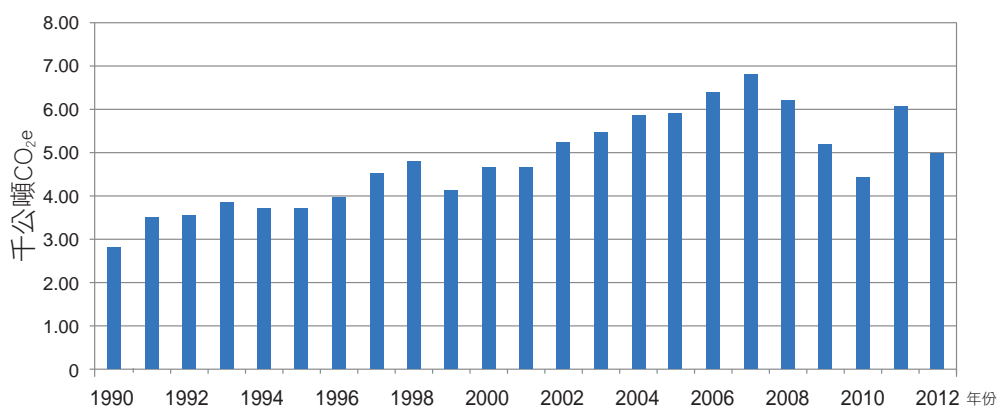


圖 4.4.1.2.1 臺灣 1990 至 2012 年電爐鋼胚生產溫室氣體排放量

化碳，製程以礦石、焦炭及渣化物質於電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 1996 IPCC 指南建議方法 I，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：

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

(2) 排放係數

根據 2000 年行政院環境保護署所建置之資料調查，國內鐵合金工廠二氧化碳製程排放

量約占全廠 0.06%，因未進一步詳細調查，故採用 1996 IPCC 指南建議係數 3.9 公噸二氧化碳 / 公噸鐵合金生產。

(3) 活動數據

1990 至 2012 年產量如表 4.4.2.1 所示，2001 至 2012 年鐵合金產量由臺灣鋼鐵工業同業公會提供，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，經比對後確認兩方數據來源一致；其中鐵合金曾於 2003 至 2009 年停產。

(4) 排放量

鐵合金生產排放量自 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 2009 年間停產，2010 年起再度生產，如表 4.4.2.2 及圖 4.4.2.1 所示。

表 4.4.2.1 臺灣 1990 至 2012 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	79.72	73.20	54.69	43.57	36.75	49.71	45.09	46.19	44.65	16.03	8.36	5.28
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
產量	6.35	7.69	NO	NO	NO	NO	NO	NO	6.70	0.67	2.51	

說明：“NO”代表無生產或使用，臺灣鐵合金生產廠商曾於 2004~2009 年停產。

表 4.4.2.2 臺灣 1990 至 2012 年鐵合金生產溫室氣體排放量

(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	310.9	285.5	213.3	169.9	143.3	193.9	175.8	180.1	174.2	62.5	32.6	20.6
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
排放量	24.8	30.0	NO	NO	NO	NO	NO	NO	26.1	2.6	9.8	

說明：“NO”代表無生產或使用，臺灣鐵合金生產廠商曾於 2004~2009 年停產。

(5) 完整性

臺灣鋼鐵工業同業公會及經濟部統計處工業生產統計年報調查鐵合金產量，皆係以臺灣為調查對象，排放量計算結果可代表臺灣排放量。

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 2000 及 2001 至 2012 年數據來源不同，但已確認兩方數據來源一致，無影響時間序列一致性。

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

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

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，因臺灣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 鋁鎂鑄造 (2.C.4)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項調查鋁鎂鑄造使用六氟化硫排放量，因臺灣無鋁鑄造，故本項僅統計鎂鑄造使用六氟化硫之排放量。

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。

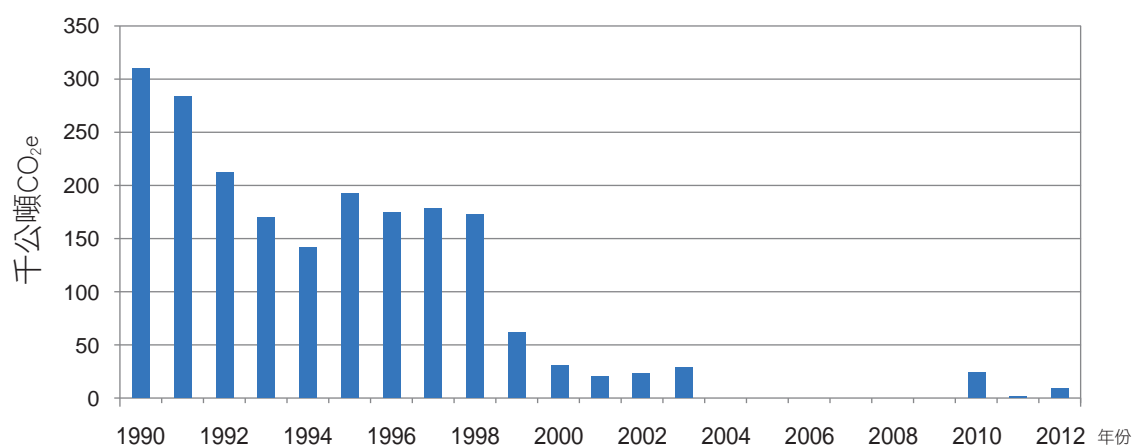


圖 4.4.2.1 臺灣 1990 至 2012 年鐵合金生產溫室氣體排放趨勢

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

依據 2012 年行政院環境保護署^[7] 調查所得排放量，係參照 1996 IPCC 指南建議方法 2，以鎂鑄造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

係根據 2012 年行政院環境保護署調查資料提供排放量，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

原鎂鑄造之六氟化硫使用量等於排放量，即使用排放量為 100%，但因近幾年環保署推動六氟化硫自願減量，並與鎂鑄造業產業合作，降低六氟化硫使用排放量，因此六氟化硫使用量無法反應排放量，故未進一步統計。1990 至 2012 年使用量如表 4.4.4.1。

(4) 排放量

以六氟化硫之全球暖化潛勢 (GWP) 值 23,900，將鎂鑄造六氟化硫使用量轉換為排放量，1990 至 2012 年排放量如表 4.4.4.2 及圖 4.4.4.1 所示。

表 4.4.4.1 臺灣 1990 至 2012 年鎂鑄造六氟化硫使用量

(單位：公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
使用量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
使用量	42.87	42.70	57.23	44.47	32.22	18.41	6.03	8.37	8.87	5.61	3.85	

說明：NE (未估計)，表未調查估計該分類項目。早期鎂鑄造未大量使用六氟化硫，故未進行調查。

表 4.4.4.2 臺灣 1990 至 2012 年鎂鑄造溫室氣體排放量

(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	
排放量	1,027	1,027	1,357	1,063	770	440	144	200	212	134	92	

說明：NE (未估計)，表未調查估計該分類項目。早期鎂鑄造為大量使用六氟化硫，故為進行調查。

7 行政院環境保護署 (2012)。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。臺北市：行政院環境保護署。

A.2002 至 2012 年

由於臺灣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；自 2004 年排放 1,357 千公噸二氧化碳當量，下降至 2012 年 92 千公噸二氧化碳當量。

B.1990 至 2001 年

依據 2012 年行政院環境保護署調查資料顯示，鎂鑄造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。

(5) 完整性

行政院環境保護署提供之排放量係由臺灣鎂合金協會調查，為會員廠排放量，排放量調查結果可代表臺灣鎂鑄造六氟化硫排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 1996 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，排放量不確定性為 30%。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2002 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

鎂鑄造排放量係由 2012 年行政院環境保護署調查資料所提供，QA/QC 工作係參照 IPCC 2000 GPG 原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.4.4.2 所示。

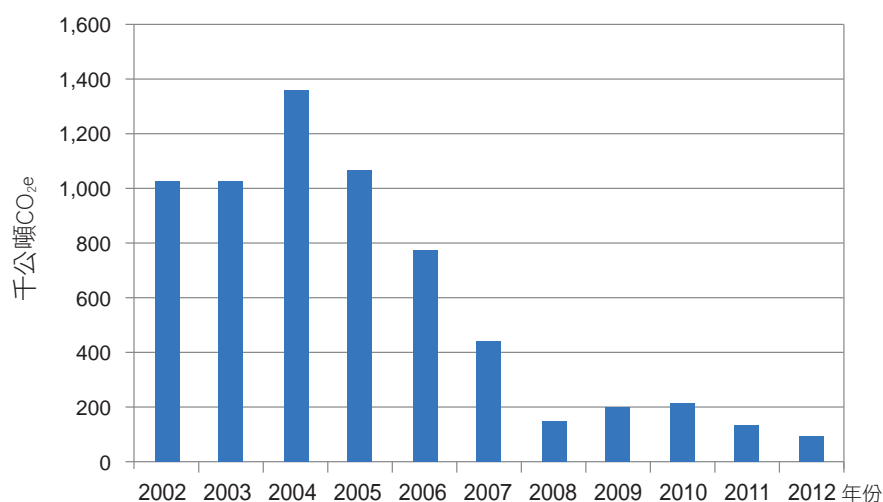
5. 特定排放源的重新計算
同 4.2.1-5。6. 特定排放源的改善計畫
同 4.2.1-6。

圖 4.4.4.1 臺灣 2002 至 2012 年鎂鑄造溫室氣體排放趨勢

4.5 其他製程 (2.D)

「其他製程」為工業製程部門中排放趨勢最穩定之分類，分類項目僅一項 2.D.1「食品和飲料」，主要排放溫室氣體種類為二氧化碳。2012 年總排放量約 2 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程部門 0.01%，1990 至 2012 年排放量如表 4.5.1 及圖 4.5.1 所示。

4.5.1 食品和飲料 (2.D.1)

1. 排放源及匯分類的描述：

本分類調查項目產品包含酒類及食物生產等，但主要統計氣體種類為非甲烷揮發性有機物，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。

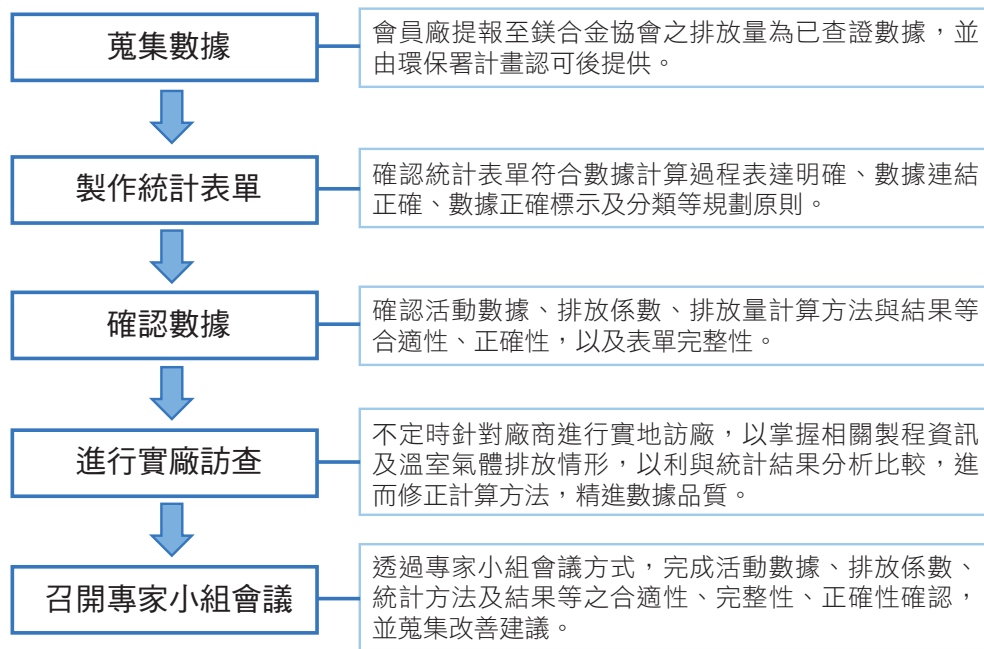


圖 4.4.4.2 鎂鑄造排放統計 QA/QC 流程

表 4.5.1 臺灣 1990 至 2012 年其他製程溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2.D.1 食品和飲料	2.05	2.03	1.99	2.08	2.05	1.87	1.75	1.66	1.91	1.83	1.78	1.75
總計	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	
2.D.1 食品和飲料	1.46	1.53	1.70	1.74	1.85	1.77	1.73	1.83	1.74	1.69	1.82	
總計	1.46	1.53	1.70	1.74	1.85	1.77	1.73	1.83	1.74	1.69	1.82	

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，非甲烷揮發性有機物即來自此過程中排放。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 1996 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：

$$\text{二氧化碳排放量} = \text{啤酒產量 (公石)} \times \text{啤酒排放係數 (公斤二氧化碳 / 公石產量)}$$

(2) 排放係數

引用李占雙等人 (2004)^[13] 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 2012 年產量如表 4.5.1.1 所示。

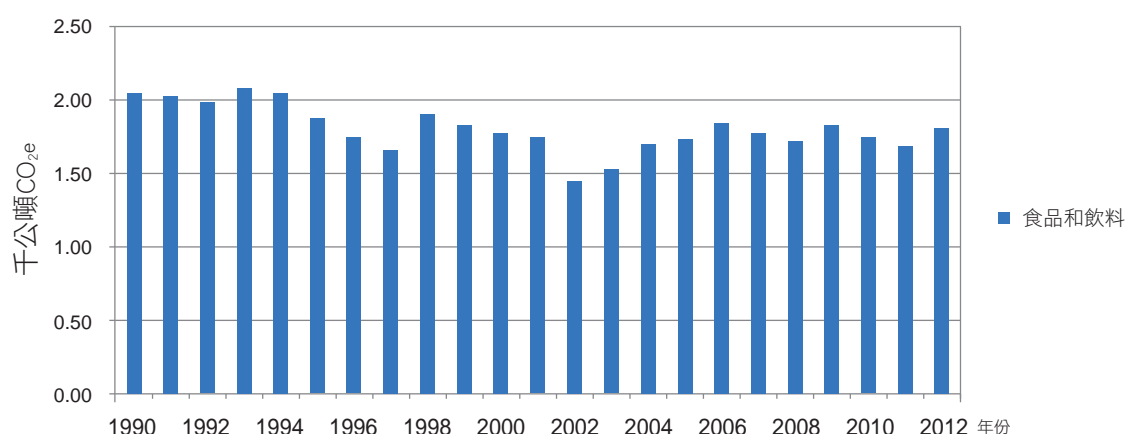


圖 4.5.1 臺灣 1990 至 2012 年其他製程溫室氣體排放趨勢

表 4.5.1.1 臺灣 1990 至 2012 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	
產量	3,235	3,404	3,784	3,865	4,100	3,944	3,838	4,064	3,877	3,759	4,035	

13 李占雙、陳濤、朱禮全 (2004)。啤酒生產過程中 CO₂ 管理探討。啤酒科技，第 2 期，第 26-27 頁。中國北京：中國釀酒工業協會。

(4) 排放量

啤酒產量如表 4.5.1.2 及圖 4.5.1.1 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

經濟部統計處工業生產統計年報調查對象為臺灣廠商，屬於國家級統計數據，計算結果可代表臺灣啤酒生產排放量。

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 2012 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

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

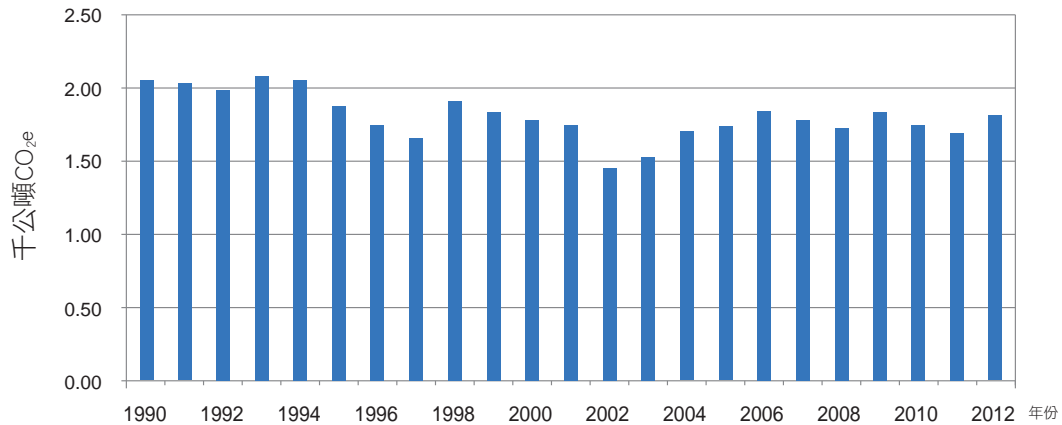


圖 4.5.1.1 臺灣 1990 至 2012 年啤酒生產溫室氣體排放趨勢

表 4.5.1.2 臺灣 1990 至 2012 年啤酒生產溫室氣體排放量

(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	
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	

4.6 鹵烴及六氟化硫生產 (2.E)

「鹵烴及六氟化硫生產」分類項目僅二項，2.E.1.「副產品排放」及 2.E.2.「逸散排放」，主要排放溫室氣體種類為氫氟碳化物。由於臺灣唯一生產氟氯烴廠商臺灣塑膠工業股份有限公司仁武廠已在 2004 年關閉，故自 2005 年起無排放量，1990 至 2012 年排放量如表 4.6.1 及圖 4.6.1 所示。

4.6.1 副產品排放 (2.E.1)

1. 排放源及匯分類的描述：

本項主要調查鹵烴及六氟化硫生產製程中氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫等副產品排放量。國內僅臺灣塑膠工業股份有限公司仁武廠生產氯二氟甲烷 (HCFC-22)，排放副產品則為三氟甲烷 (HCFC-23)，但該廠已於 2004 年停產，本項僅針對二氟甲烷 (HCFC-22) 副產品排放進行說明。

表 4.6.1 臺灣 1990 至 2012 年鹵烴及六氟化硫生產溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2.E.1 副產品排放	NO	NO	NO	597	676	634	1,032	1,168	1,647	1,272	1,833	2,030
2.E.2 逸散排放	NO	NO	NO	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE	IE
總計	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	
2.E.1 副產品排放	1,705	1,531	1,352	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
2.E.2 逸散排放	IE	IE	IE	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	
總計	1,705	1,531	1,352	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

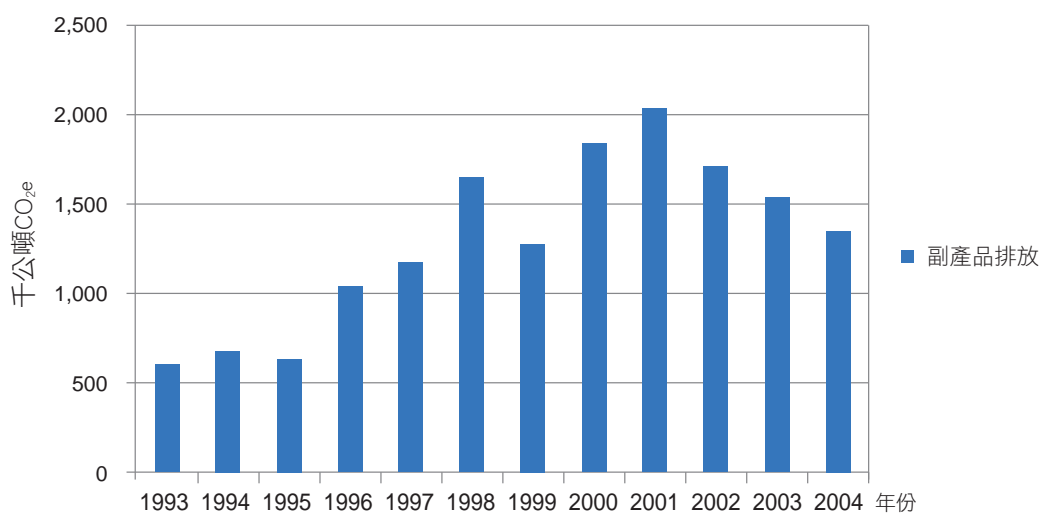


圖 4.6.1 臺灣 1990 至 2012 年鹵烴及六氟化硫生產溫室氣體排放趨勢

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

參照 1996 IPCC 指南建議方法 I，以二氟甲烷 (HCFC-22) 產量及副產品三氟甲烷 (HCFC-23) 產生率 (排放係數) 計算氫氟碳化物排放量。計算公式如下：

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

(2) 排放係數

本項排放係數為二氟甲烷 (HCFC-22) 副產品三氟甲烷 (HCFC-23) 之產生率，引用 2004 年行政院環境保護署資料^[14]，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 2012 年二氟甲烷 (HCFC-22) 產量如表 4.6.1.1 所示，由臺灣塑膠工業股份有限公司提供產量，二氟甲烷 (HCFC-22) 自 1993 年投產，並於 2004 年停產。

(4) 排放量

二氟甲烷 (HCFC-22) 副產品排放量如表 4.6.1.2 及圖 4.6.1.1 所示。二氟甲烷 (HCFC-22) 於 1993 至 2004 年生產期間，副產品三氟甲烷 (HCFC-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。

表 4.6.1.1 臺灣 1990 至 2012 年二氟甲烷 (HCFC-22) 產量

(單位：公噸)

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	
產量	9,716	8,724	7,702	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

表 4.6.1.2 臺灣 1990 至 2012 年二氟甲烷 (HCFC-22) 及副產品三氟甲烷 (HCFC-23) 溫室氣體排放量

(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	
排放量	1,705	1,531	1,352	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	NO	

說明：NO (未發生)，代表臺灣該分類項目無生產或使用；臺灣唯一二氟甲烷 (HCFC-22) 生產廠商臺灣塑膠工業股份有限公司仁武廠僅於 1993 至 2004 年生產。

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

(5) 完整性

臺灣過去僅臺灣塑膠工業股份有限公司生產二氟甲烷 (HCFC-22)，計算結果可代表臺灣二氟甲烷 (HCFC-22) 副產品排放量。

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

同 4.2.3-3.(1)。

(2) 時間序列的一致性

1990 至 2012 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

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

4.6.2 逸散排放 (2.E.2)

本項主要調查鹵烴及六氟化硫生產製程中氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫等逸散排放量。臺灣僅臺灣塑膠工業股份有限公司仁武廠生產二氟甲烷 (HCFC-22)，調查其副產品三氟甲烷 (HCFC-23) 排放量時已將逸散排放納入統計，故本項氫氟碳化物排放已列入 2.E.1. 副產品排放項目之排放量統計中。

4.7 鹵烴及六氟化硫使用 (2.F)

「鹵烴及六氟化硫使用」分類項目包含 2.F.1.「冷凍空調使用」、2.F.2「發泡劑」、2.F.3「滅火劑」、2.F.4「噴霧劑」、2.F.5.「清洗溶劑」、2.F.6.「其他」等共計六項，統計溫室氣體種類為氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫) 等三

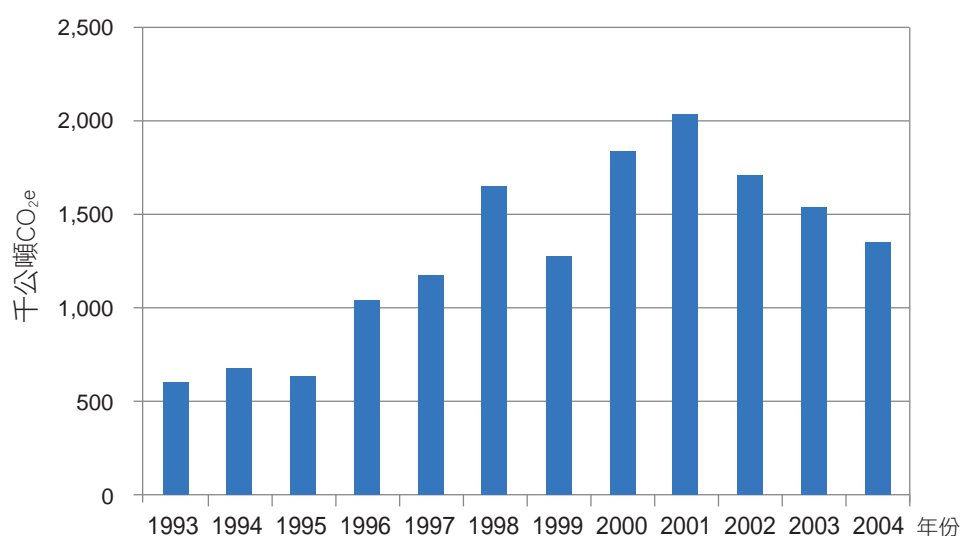


圖 4.6.1.1 臺灣 1990 至 2012 年二氟甲烷 (HCFC-22) 及副產品三氟甲烷 (HCFC-23) 溫室氣體排放趨勢

項。2012 年共排放 3,118 千公噸二氧化碳當量，約占工業製程部門 15.3%，1990 至 2012 年排放量如表 4.7.1 及圖 4.7.1 所示。

4.7.1 冷凍空調使用 (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

表 4.7.1 臺灣 1990 至 2012 年鹵烴及六氟化硫使用溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
2.E.1 副產品排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.2 逸散排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.2 逸散排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.2 逸散排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.2 逸散排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
2.E.2 逸散排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	3,736
總計	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	3,736
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
2.E.1 副產品排放	329	569	660	332	670	670	670	670	680	827	725	
2.E.2 逸散排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
2.E.2 逸散排放	78	73	113	336	226	252	258	142	90	165	186	
2.E.2 逸散排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
2.E.2 逸散排放	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	
2.E.2 逸散排放	7,089	7,615	8,236	6,763	6,174	5,778	4,300	3,255	3,227	2,766	2,208	
總計	7,499	8,016	8,918	7,760	7,071	6,700	5,228	4,065	3,997	3,758	3,118	

說明：NE (未估計)，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。

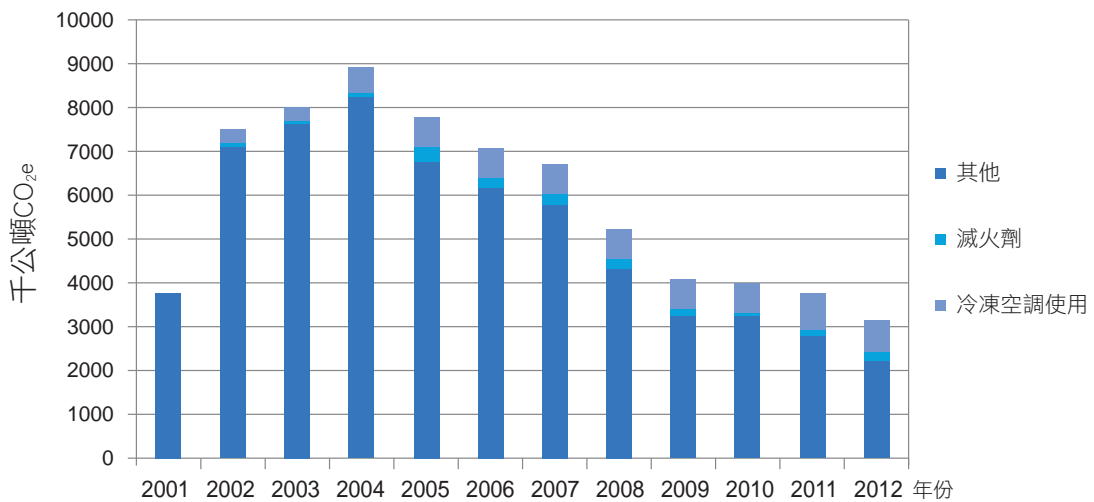


圖 4.7.1 臺灣 1990 至 2012 年鹵烴及六氟化硫使用溫室氣體排放趨勢

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 2012 年行政院環境保護署調查資料計算排放量，係參照 1996 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 1996 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 2012 年行政院環境保護署調查資料提供，係參照 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 2012 年行政院環境保護署調查資料提供，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 4.7.1.1 所示。

(4) 排放量

以全球暖化潛勢 (GWP) 值將氫氟碳化物使用量轉換為排放量，其中，HFC-134a 為 1,300、HFC-32 為 650，HFC-125 則為 2,800。1990 至 2012 年排放量如表 4.7.1.2 及圖 4.7.1.1 所示。

A.2002 至 2012 年

2002 至 2010 年僅統計 HFC-134a 排放量，2011 年因 HFC-32、HFC-125 使用量增加，故新增為統計項目。

表 4.7.1.1 臺灣 1990 至 2012 年冷凍空調使用氫氟碳化物使用量

(單位：公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
空調	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
冰箱	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
空調	2,330	2,300	4,000	4,630	4,688	4,701	4,673	4,703	4,778	13,734	8,500	
冰箱	NE	NE	NE	1,457	1,438	1,735	1,364	1,495	1,463	1,438	1,457	

1. 空調包含機動車 (貨車及客車) 及國內冷氣機，其中統計內容包含 2002-2012 年機動車使用量，及 2011-2012 年國內冷氣機使用量。
2. 2011 年空調使用量，分別為：機動車 (HFC-134a) 4,688 公噸、國內冷氣機 (HFC-32) 4,523 公噸、國內冷氣機 (HFC-125) 4,523 公噸。
3. 2012 年空調使用量，分別為：機動車 (HFC-134a) 5,002 公噸、國內冷氣機 (HFC-32) 1,749 公噸、國內冷氣機 (HFC-125) 1,749 公噸。
4. NE (未估計)，代表未調查估計該分類項目。早期 HFC 冷媒使用量少，故未進行調查。

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 IPCC 指南建議估算溫室氣體種類），業者逐步改以 HFC-32、HFC-125（IPCC 指南建議估算溫室氣體種類）取代，故排放量自 2002 年 332 千公噸二氧化碳當量逐步上升至 2012 年 725 千公噸二氧化碳當量。

B.1990 至 2001 年

2012 年行政院環境保護署調查資料顯示，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。

(5) 完整性

2012 年行政院環境保護署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

表 4.7.1.2 臺灣 1990 至 2012 年冷凍空調使用溫室氣體排放量

(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	
排放量	332	329	569	660	670	670	670	672	680	827	725	
2011 個別排放量 (千公噸二氧化碳當量)：HFC-134a：639；HFC-32：29；HFC-125：158												
2012 個別排放量 (千公噸二氧化碳當量)：HFC-134a：652；HFC-32：11；HFC-125：61												

1. 2011 年個別排放量，分別為：機動車和電冰箱 (HFC-134a) 639 公噸、國內冷氣機 (HFC-32) 29 公噸、國內冷氣機 (HFC-125) 158 公噸。
2. 2012 年個別排放量，分別為：機動車和電冰箱 (HFC-134a) 652 公噸、國內冷氣機 (HFC-32) 11 公噸、國內冷氣機 (HFC-125) 61 公噸。
3. NE (未估計)，代表未調查估計該分類項目。早期 HFC 冷媒使用量少，故未進行調查。

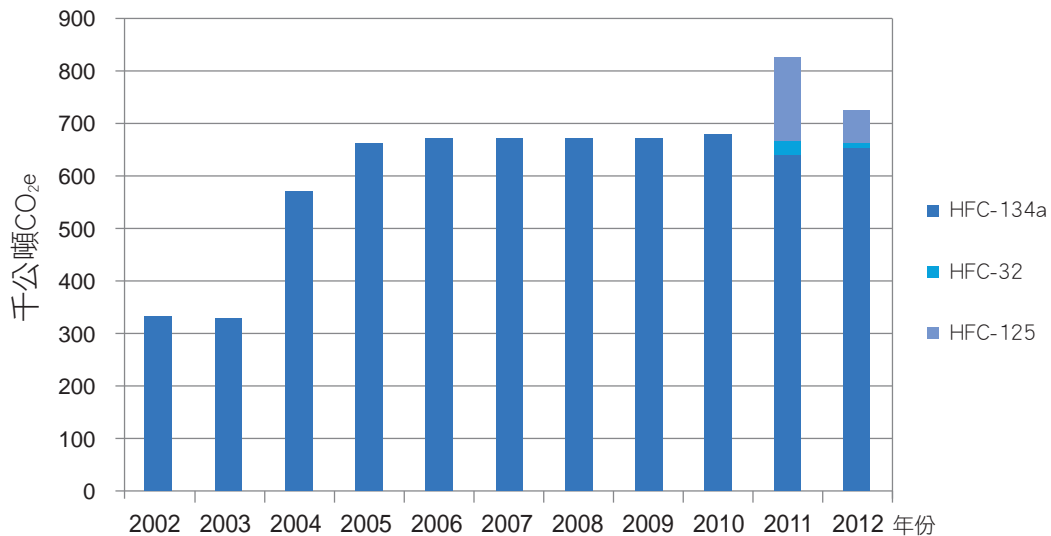


圖 4.7.1.1 臺灣 1990 至 2012 年冷凍空調使用溫室氣體排放趨勢

以全國為調查對象，經計算調查之結果可代表臺灣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

根據 IPCC 1996 版指南，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提供之資料係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為 5%。

(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 4.2.1-4。

5. 特定排放源的重新計算

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

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 2012 年行政院環境保護署資料顯示，因臺灣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 130I 滅火劑之 HFC-227ea 使用量。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

由 2012 年行政院環境保護署調查資料提供排放量，係參照 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 2012 年行政院環境保護署調查資料提供排放量，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 2012 年行政院環境保護署調查資料提供，由於 HFC-227ea 僅用於滅火藥劑填充，且臺灣無生產滅火器氫氟碳化物藥劑，皆由國外進口，故填充量係依據關稅總局進口量統計，如表 4.7.3.1。

(4) 排放量

以 HFC-227ea 之全球暖化潛勢 (GWP) 值 2,900，將填充量轉換為排放量，1990 至 2012 年排放量如表 4.7.3.2 及圖 4.7.3.1 所示。

A.2002 至 2012 年

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 90 千公噸二氧化碳當量，2011 年後為上升趨勢，2012 年排放量上升至 186 千公噸二氧化碳當量。

B.1990 至 2001 年

2012 年行政院環境保護署調查資料顯示，早期氫氟碳化物滅火藥劑為推廣用途，使用量較少，故未進行調查。

(5) 完整性

2012 年行政院環境保護署調查排放量過程中所引用氫氟碳化物海關進出口資料，係以臺灣為調查對象，調查結果可代表臺灣滅火劑使用排放量。

表 4.7.3.1 臺灣 1990 至 2012 年滅火劑使用進口量

(單位：公噸)

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	
排放量	27	25	39	116	78	87	89	49	31	57	64	

說明：NE（未估計），代表未調查估計該分類項目。早期 HFC 滅火藥劑使用量少，故未進行調查。

表 4.7.3.2 臺灣 1990 至 2012 年滅火劑使用溫室氣體排放量

(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	
排放量	78	73	113	336	226	252	258	142	90	165	186	

說明：NE（未估計），代表未調查估計該分類項目。早期 HFC 滅火藥劑使用量少，故未進行調查。

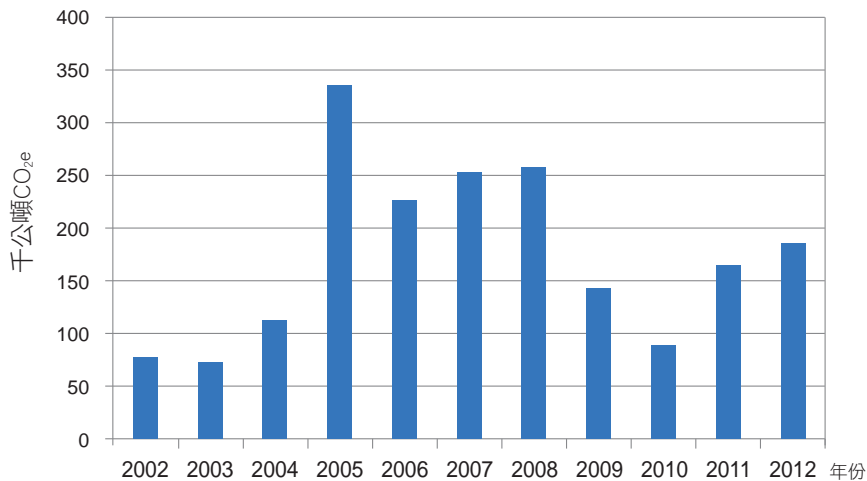


圖 4.7.3.1 臺灣 1990 至 2012 年滅火劑使用溫室氣體排放趨勢

3. 不確定性與時間序列的一致性

(1) 不確定性

根據 IPCC 1996 版指南，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 4.3.2-4。

5. 特定排放源的重新計算

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

4.7.4 噴霧劑 (2.F.4)

本項主要調查發泡劑使用氫氟碳化物所造成的排放量。2012 年行政院環境保護署資料顯示，因臺灣氫氟碳化物較少應用於噴霧劑，故未進一步調查相關氫氟碳化物排放，即無噴霧劑使用之氫氟碳化物排放。

4.7.5 清洗溶劑 (2.F.5)

本項主要調查清洗溶劑使用氫氟碳化物、全氟碳化物所造成的排放量。2012 年行政院環境保護署資料顯示，因臺灣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 (2.F.6)

4.7.6.1 積體電路或半導體

1. 排放源及匯分類的描述：

本項為依臺灣製造業特性，參照 2006 IPCC 指南新增之項目，主要調查積體電路或半導體使用氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫所造成的排放量，調查氫氟碳化物種類為三氟甲烷 (HCFC-23)，全氟碳化物種類則為 CF_4 、 C_2F_6 、 C_3F_8 、 C_4F_8 等。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

由 2012 年行政院環境保護署資料提供排放量，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) 會員廠氫氟碳化物、全氟碳化物、六氟化硫使用量；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 IPCC 規範進行推算求得。

(2) 排放係數

由 2012 年行政院環境保護署資料提供，各項排放係數參採 2006 IPCC 指南方法 2b 之表 6.3 及第四次評估報告的全球暖化潛勢 (GWP) 值計算。

(3) 活動數據

由 2012 年行政院環境保護署資料提供，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。

(4) 排放量

1990 至 2012 年排放量如表 4.7.6.1.1 及圖 4.7.6.1.1 所示。

表 4.7.6.1.1 臺灣 1990 至 2012 年積體電路或半導體溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	
HFC-23	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	51
PFC-CF ₄	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	913
PFC-C ₂ F ₆	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	1,976
PFC-C ₃ F ₈	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	22
PFC-C ₄ F ₈	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	22
SF ₆	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	524
總計	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	3,509
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012		
HFC-23	59	59	59	73	91	171	118	168	164	134	86		
PFC-CF ₄	704	752	917	733	875	1,084	723	398	597	408	266		
PFC-C ₂ F ₆	3,289	3,348	3,263	1,980	1,974	1,308	417	189	198	177	84		
PFC-C ₃ F ₈	37	37	110	293	321	464	460	476	441	483	141		
PFC-C ₄ F ₈	48	37	37	37	41	77	57	63	86	134	201		
SF ₆	499	513	587	587	695	292	229	198	239	261	181		
總計	4,635	4,745	4,972	3,703	3,997	3,396	2,004	1,492	1,724	1,597	959		

說明：NE (未估計)，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。

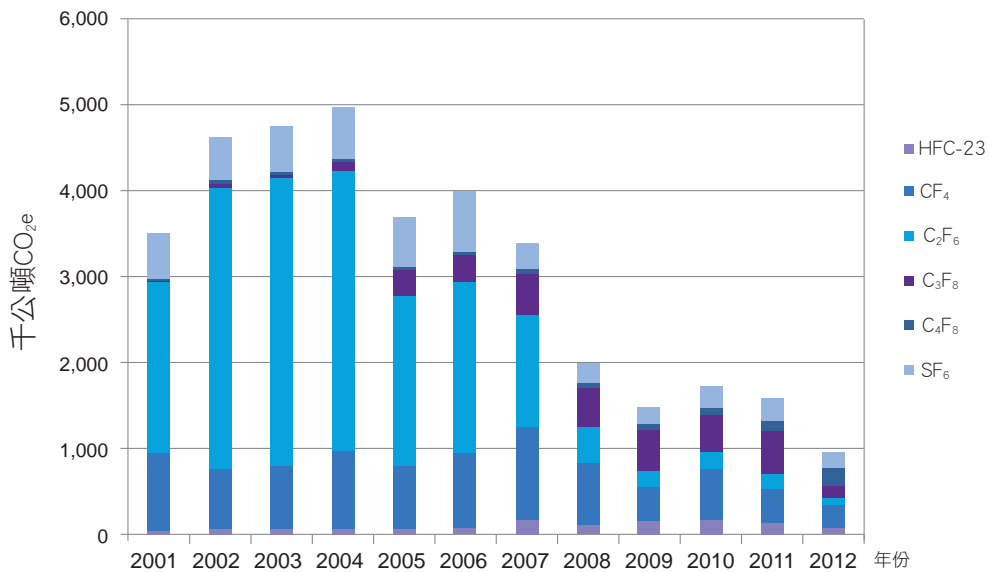


圖 4.7.6.1.1 臺灣 1990 至 2012 年積體電路或半導體溫室氣體排放趨勢

A.2001 至 2012 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，由於臺灣半導體產業協會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，2012年約排放959千公噸二氧化碳當量。

B.1990 至 2000 年

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。

(5) 完整性

行政院環境保護署調查資料提供之排放量係由臺灣半導體產業協會調查，為臺灣主要廠商排放量，產能約占95%以上。調查結果可代表臺灣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

排放量係彙整自臺灣半導體產業協會會員廠，各廠皆依2006 IPCC指南方法2b計算排放量，行政院環境保護署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2000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

排放量係彙整自臺灣半導體產業協會會員廠，QA/QC工作係參照2000 GPG原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖4.7.6.1.2所示。

5. 特定排放源的重新計算

同4.2.1-5。

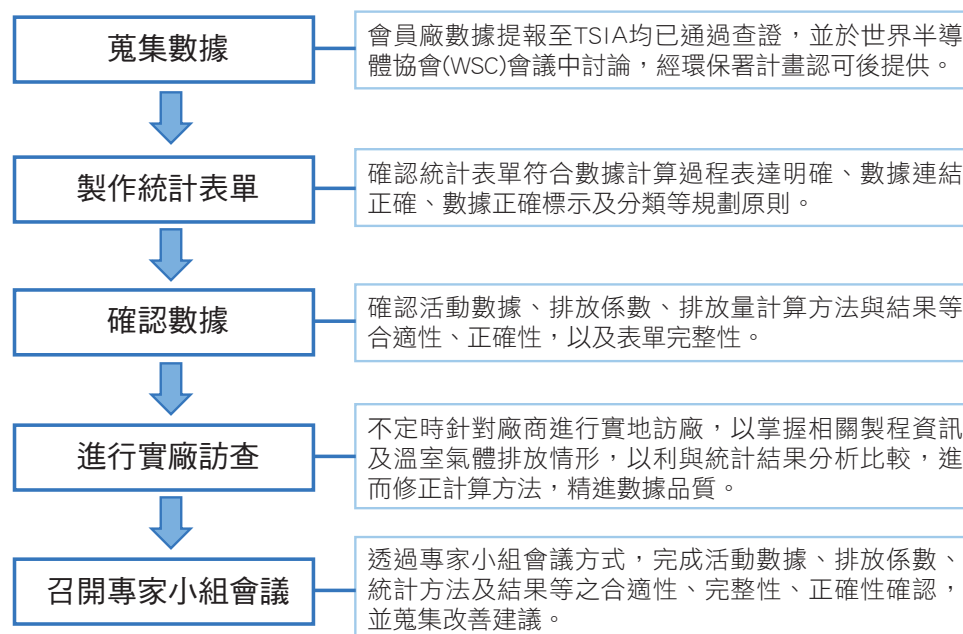


圖 4.7.6.1.2 積體電路或半導體排放統計 QA/QC 流程

6. 特定排放源的改善計畫
同 4.2.1-6。

4.7.6.2 TFT 平面顯示器

1. 排放源及匯分類的描述：

本項為依臺灣製造業特性，參照 2006 IPCC 指南新增之項目，主要調查薄膜電晶體 (Thin-Film Transistor, TFT) 平面顯示器使用全氟碳化物、六氟化硫所造成的排放量；其中，全氟碳化物主要調查種類為 CF₄。

2. 方法論議題：

(1) 計算方法

由 2012 年行政院環境保護署資料提供排放量，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產業協會 (Taiwan TFT-LCD Association, TTLA) 會員廠全氟碳化物、六氟化硫使用量計算所得；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 IPCC 規範進行推算求得。

(2) 排放係數

由 2012 年行政院環境保護署資料提供，各項排放係數參採 2006 IPCC 指南方法 2b 之表 6.4 及 IPCC 第四次評估報告的全球暖化潛勢 (GWP) 值計算。

(3) 活動數據

由 2012 年行政院環境保護署資料提供，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

1990 至 2012 年排放量如表 4.7.6.2.1 及圖 4.7.6.2.1 所示。

A.2001 至 2012 年

TFT 平面顯示器主要排放溫室氣體種類為六氟化硫，臺灣半導體產業協會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 1,557 千公噸二氧化碳當量下降至 2012 年

表 4.7.6.2.1 臺灣 1990 至 2012 年 TFT 平面顯示器溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
PFC-CF ₄	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	6
SF ₆	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	221
總計	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	227
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
PFC-CF ₄	65	25	14	27	53	NO	25	17	32	39	33	
SF ₆	446	901	1,197	1,530	1,355	1,429	1,376	1,040	1,409	1,078	1,171	
總計	511	927	1,211	1,557	1,408	1,429	1,401	1,058	1,441	1,117	1,204	

說明：NE (未估計)，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 1990 至 2000 年排放量。

年 1,204 千公噸二氧化碳當量。

B.1990 至 2000 年

2000 年前因 TFT 平面顯示器廠商產業家數少，全氟碳化物、六氟化硫使用量低，故未進行統計。

(5) 完整性

2012 年行政院環境保護署資料提供之排放量係由中華民國臺灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會調查，為臺灣主要廠商排放量，產能約占 98% 以上，調查結果可代表臺灣 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

排放量係彙整自中華民國臺灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會會員廠，各廠皆依 2006 IPCC 指南方法 2b 計算排放量，2012 年行政院環境保護署資料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 2000 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

排放量係彙整自中華民國臺灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會會員廠，QA/QC 工作係參照 2000 GPG 原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.7.6.2.2 所示。

5. 特定排放源的重新計算
同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫
同 4.2.1-6。

4.7.6.3 高壓斷路器及其他開關絕緣氣體

1. 排放源及匯分類的描述：

本項為依臺灣製造業特性，參照 2006 IPCC 指南新增之項目，主要調查高壓斷路器及

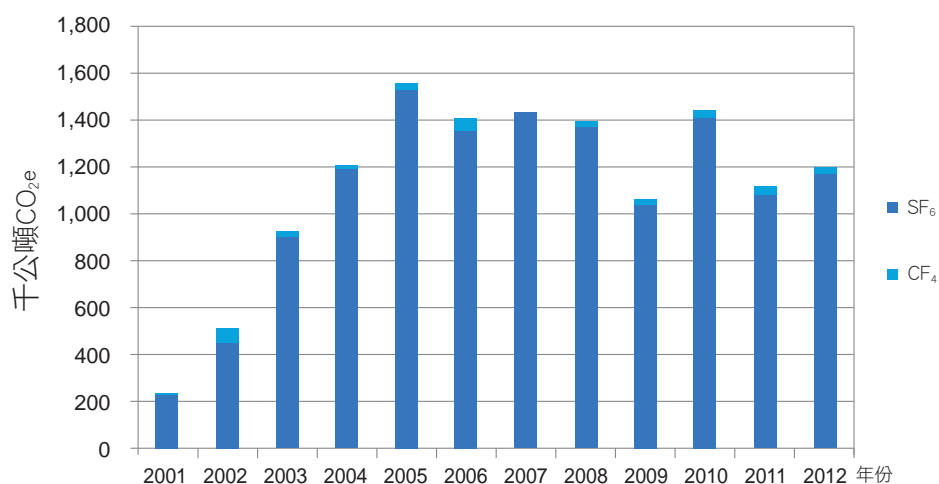


圖 4.7.6.2.1 臺灣 1990 至 2012 年 TFT 平面顯示器溫室氣體排放趨勢

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，分別為臺灣電力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 2012 年行政院環境保護署資料提供排放量，係參照 IPCC 2006 指南建議方法 2，以六氟化硫實際使用情形求得排放量，來源為臺灣電力公司建立之「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 IPCC 建議洩漏率進行估算。

(2) 排放係數

由 2012 年行政院環境保護署資料提供排放量，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 2012 年行政院環境保護署資料提供排放量，係依實際使用量進行統計活動數據。如表 4.7.6.3.1 所示。

(4) 排放量

以六氟化硫之全球暖化潛勢 (GWP) 值 23,900，將六氟化硫使用量轉換為排放量，1990 至 2012 年排放量如表 4.7.6.3.2 及圖 4.7.6.3.1 所示。

A.2002 至 2012 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 2012 年 45 千公噸二氧化碳當量。

B.1990 至 2001 年

早期高壓斷路器使用多氯聯苯作為絕緣氣

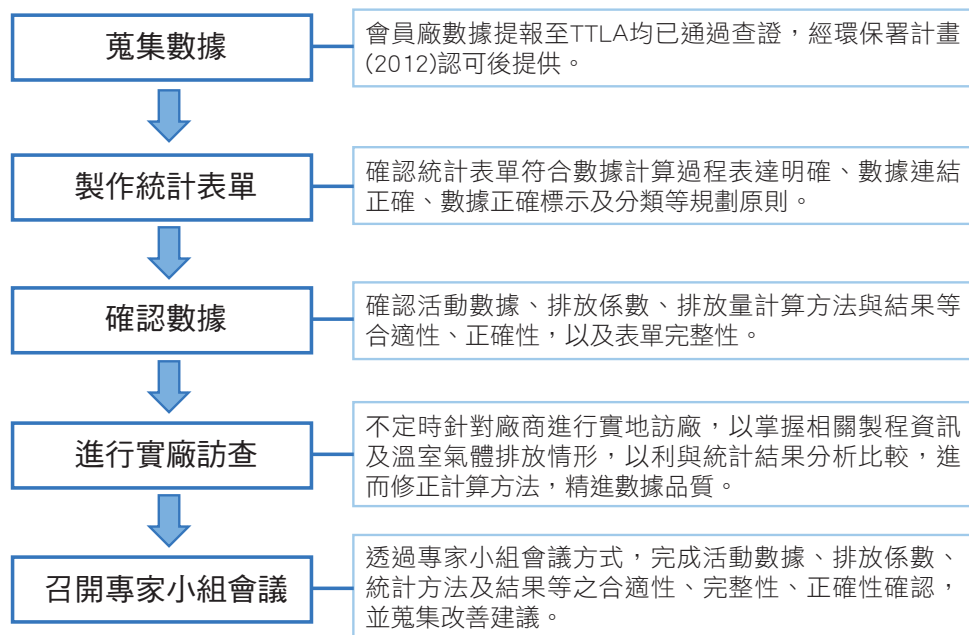


圖 4.7.6.2.2 積體電路或半導體排放統計 QA/QC 流程

體，六氟化硫僅為推廣用途，使用量少，故未調查使用量。

(5) 完整性

由 2012 年行政院環境保護署資料提供之排放量，係以臺灣電力公司及臺灣民營電廠調查為調查對象，調查結果可代表臺灣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 1996 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 2012 年行政院環境保護署資料係透過系統性調查方式建置相關數據，故設定本項排放量不確定性為 5%。

表 4.7.6.3.1 臺灣 1990 至 2012 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體六氟化硫使用量

(單位：公噸)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
SF ₆	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
SF ₆	281.2	280.4	296.2	216.9	111.1	137.5	129.1	101.4	8.9	7.5	6.5	

說明：NE（未估計），代表未調查估計該分類項目。早期高壓斷路器未大量使用 SF₆，故未進行調查。

表 4.7.6.3.2 臺灣 1990 至 2012 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體溫室氣體排放量

(單位：千公噸二氧化碳當量)

年	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
SF ₆	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
年	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	
SF ₆	1,943	1,943	2,053	1,503	770	953	895	703	62	52	45	

說明：NE（未估計），代表未調查估計該分類項目。早期高壓斷路器未大量使用 SF₆，故未進行調查。

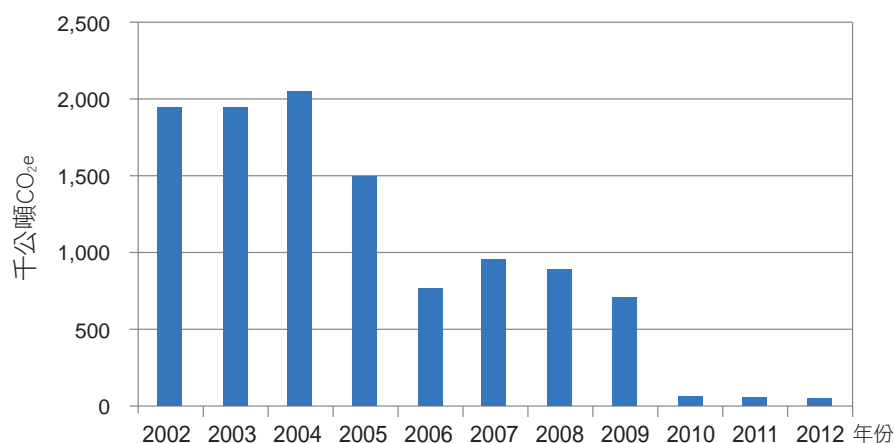


圖 4.7.6.3.1 臺灣 1990 至 2012 年高壓斷路器及其他開關絕緣氣體溫室氣體排放趨勢

(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

2012 年行政院環境保護署提供之排放量，QA/QC 工作係參照 IPCC 2000 GPG 原則執行以掌握數據品質，執行流程如圖 4.7.6.3.2 所示。

5. 特定排放源的重新計算

同 4.2.1-5。

6. 特定排放源的改善計畫

同 4.2.1-6。

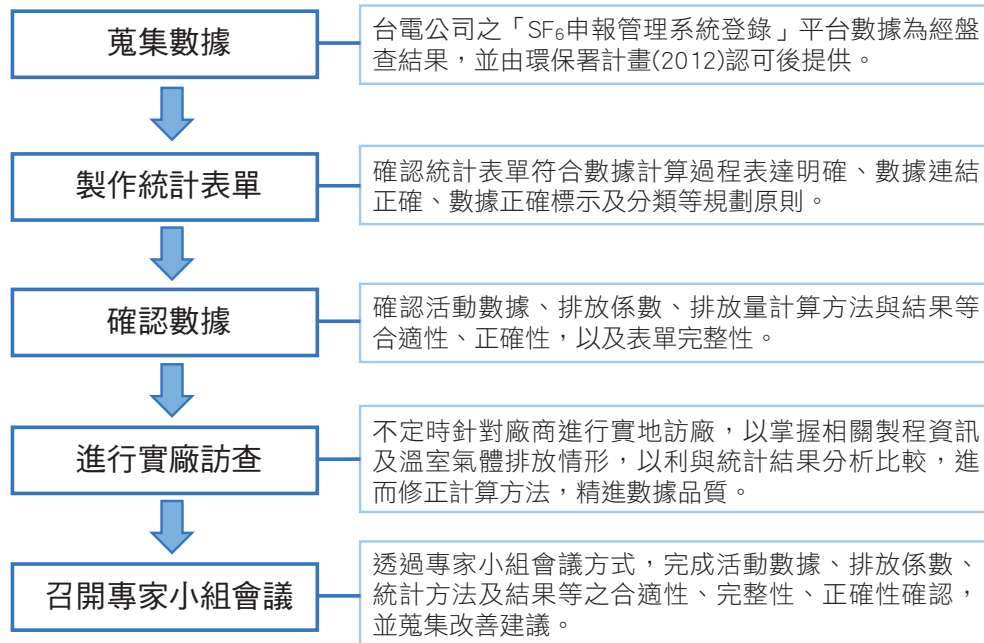


圖 4.7.6.3.2 積體電路或半導體排放統計 QA/QC 流程

參考文獻

- IPCC (1997). Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volumes 2: Greenhouse Gas Inventory Workbook. Houghton, J.T., Meira Filho, L.G., Lim, B., Tréanton, K., Mamaty, I., Bonduki, Y., Griggs, D.J. and Callander, B.A. (Eds). IPCC/OECD/IEA, Paris, France.
- IPCC (2000). Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories. Penman, J., Kruger, D., Galbally, I., Hiraishi, T., Nyenzi, B., Enmanuel, S., Buendia, L., Hoppaus, R., Martinsen, T., Meijer, J., Miwa, K. and Tanabe, K. (Eds). IPCC/OECD/IEA, Hayama, Japan.
- 經濟部統計處 (1991~2013)。工業生產統計年報。臺北市：經濟部統計處。
- 財政部關務署 (1991~2013)。進出口統計資料庫。取自財政部關務署統計資料庫網頁，<https://portal.sw.nat.gov.tw/APGA/GA01>。
- 臺灣區石油化學同業公會 (1991~2013)。臺灣區石化公會年報。臺北市：臺灣區石油化學同業公會。

6. 臺灣區鋼鐵工業同業公會（1991~2013）。鋼鐵資訊。臺北市：臺灣區鋼鐵工業同業公會。
7. 行政院環境保護署（2012）。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。臺北市：行政院環境保護署。
8. 行政院環境保護署（2011）。建立非二氧化碳溫室氣體管理制度與減量技術專案計畫。臺北市：行政院環境保護署。
9. 行政院環境保護署（2009）。推動產業非二氧化碳溫室氣體排放減量。臺北市：行政院環境保護署。
10. 行政院環境保護署（2008）。推動含氟溫室氣體產業排放減量。臺北市：行政院環境保護署。
11. 行政院環境保護署（2006）。破壞臭氧層物質與含氟溫室氣體管理策略規劃專案。臺北市：行政院環境保護署。
12. 行政院環境保護署（2000）。臺灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫。臺北市：行政院環境保護署。
13. 李占雙、陳濤、朱禮全（2004）。啤酒生產過程中 CO₂ 管理探討。啤酒科技，第 2 期，第 26-27 頁。中國北京：中國釀酒工業協會。
14. 行政院環境保護署（2004）。推動含氟溫室氣體產業排放減量計畫期末報告。臺北市：行政院環境保護署。

