

製造業 1990~2013 年溫室氣體排放趨勢

李佩玲¹、朱宣嫻¹、江國瑛²

摘 要

結合「工業製程與產品使用部門」溫室氣體排放量與能源局「燃料燃燒 CO₂ 排放統計」結果，完成 1990~2013 年製造業溫室氣體排放量統計分析。

製造業溫室氣體排放量於 2007 年達高點 149.1 百萬公噸 CO₂e，2013 年降至 147.2 百萬噸 CO₂e。以 2013 年數據分析，燃料燃燒之 CO₂ 排放占整體比為 82.1%，而電力使用則占燃料燃燒部分 77.8%；以溫室氣體種類分析，CO₂ 占整體製造業排放 95.6%。工業製程與產品使用之溫室氣體排放量於 2004 年達高點 33.4 百萬公噸 CO₂e，2013 年降至 25.8 百萬公噸 CO₂e。以 2013 年數據分析，分類中以礦業(非金屬製品)占比 38.2%最高、金屬工業占比 32.9%次之；以溫室氣體種類分類，CO₂ 占比 77.0%最高，SF₆ 占比 6.7%次之。

【關鍵字】製造業、溫室氣體排放量

- 1.財團法人台灣綠色生產力基金會 工程師
- 2.財團法人台灣綠色生產力基金會 副理

一、前言

經濟部工業局「產業溫室氣體管理與調適計畫」，自 2010 年起逐步依據聯合國政府間氣候變遷委員會(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)提供之國家溫室氣體清冊指南 2006 年版建置我國工業製程溫室氣體排放量之調查、估算、及審議程序等，意即統計在工業製程或產品使用中非經由燃料燃燒所造成之溫室氣體排放，如水泥生產經化學反應($\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$)所釋放之 CO_2 ，迄今已完成 1990~2013 年數據統計及分析。

有鑑於我國過去國家減碳目標的討論，係以燃料燃燒所造成之 CO_2 排放為主，與國際上考量 7 種溫室氣體(CO_2e)設定國家目標不一致，如歐盟、澳洲、韓國等。為依循國際作法，特採取能源局「燃料燃燒 CO_2 排放統計」之製造業排放量，即工業部門排除礦業及土石採取業(不含煤、油及氣)、用水供應業、營造業等 3 個項目，再納入「工業製程與產品使用部門」溫室氣體排放量統計結果，作為我國製造業溫室氣體排放量全貌。

二、統計說明

(一)溫室氣體

計包含 CO_2 、 CH_4 、 N_2O 、HFCs、PFCs、 SF_6 、 NF_3 等七種

(二)工業製程與產品使用溫室氣體排放量統計

工業製程與產品使用溫室氣體排放量統計係依據 IPCC 2006 指南分類架構(如圖 1 所示)，及各次分類建議之溫室氣體排放調查方法，包括蒐集並建立活動數據、選擇方法別(TIER)、選擇排放係數、估算溫室氣體排放量、不確定性分析及 QA/QC 等 6 個步驟完成統計；其中，GWP 值依據環保署意見，採 IPCC 第四次評估報告(2007)建議值。

分類	次分類	項目
1.能源部門	A.礦業(非金屬製程)	水泥生產、玻璃生產、石灰生產、其他使用碳酸鹽製程等
2.工業製程與產品使用部門	B.化學工業	氨生產、硝酸生產、己二酸生產、碳化物(電石)生產、二氧化鈦生產、純鹼生產、石化碳黑生產、含氟化物生產及其它(苯乙烯、硫酸)等
3.農業、林業和其他土地利用部門	C.金屬工業	鋼鐵生產(一貫煉鋼、電弧爐)、鐵合金生產、鋁鎂、鉛等金屬生產
4.廢棄物處理部門	D.非能源產品之燃料使用	潤滑油使用、石臘使用、溶劑使用、其它(印刷油墨製造、塗料化學製造、製鞋業使用、纖維織物印染業使用、印刷電路板製造使用等)
總計8類 65項	E.電子工業	積體電路或半導體、TFT平面顯示器、光電、熱傳流體、其它
	F.減少臭氧物質之替代品使用	冷凍及空調、發泡劑、滅火器、氣膠、溶劑與蝕刻使用、其他應用等
	G.其它產品之製造與使用	電子設備製造、軍事應用使用、加速裝置使用、醫學應用、高壓斷路器及其它開關絕緣氣體等
	H.其它	紙漿及造紙工業、食品及飲料工業、其它

圖 1、IPCC 2006 指南統計架構

工業製程與產品使用溫室氣體排放量統計結果包含部分非製造業產品使用，如滅火器氫氟碳化物之逸散，但該類分類項目排放量小，對總排放量之影響可忽略。另外，因電子工業、減少破壞臭氧層物質之替代品使用、其他產品之製造與使用部門及部分化學工業部門無法取得其 1999 年前含氟氣體及部分 N₂O 數據，故未列入統計。

(三)燃料燃燒 CO₂ 排放統計

燃料燃燒 CO₂ 排放統計係能源局參照 IPCC 2006 版計算方法及排放係數等相關規範，根據能源平衡表中全國各部門能源使用量計算之各部門燃料燃燒 CO₂ 排放量，本研究之製造業範疇，係採其工業部門排除礦業及土石採取業(不含煤、油及氣)、用水供應業、營造業等 3 個項目。

三、統計結果

(一)工業製程與產品使用溫室氣體排放量統計

工業製程與產品使用溫室氣體排放量部分，以 2004 年達高點 33.4 百萬公噸 CO₂e，於 2013 年降至 25.8 百萬公噸 CO₂e(如圖 2 所示)，應與產品減產、產品替代、金融風暴等因素相關，另近年產業配合政府推動自願減量，亦對排放量下降作出貢獻。

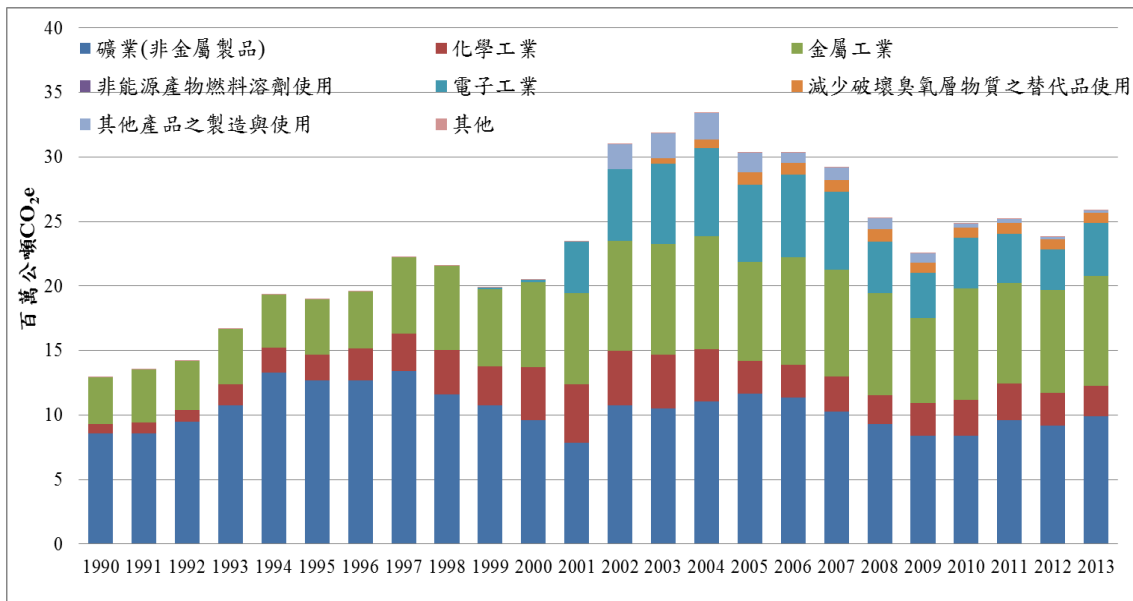


圖 2、1990~2013 年工業製程與產品使用溫室氣體排放量趨勢-依分類

分析歷年分類排放量變化(如圖 2 所示)，係以「礦業(非金屬製品)」及「金屬工業」2 項分類占比最高。其中，「礦業(非金屬製品)」受次分類「水泥生產」影響為主，水泥生產分別於 1997 年及 2009 年因金融風暴而下降，2002 年因第台泥和平廠投產而排放量短暫上升，2010 年後排放量約維持約 8 百萬噸 CO₂e；「金屬工業」以次分類「鐵與鋼生產」影響為主，主要於 2009 年受金融風暴影響降低，2010 年後由於經濟復甦及中龍高爐投產，故排放量略為上升，近 3 年約為 7.4 百萬噸 CO₂e。

分析歷年工業製程溫室氣體排放種類變化，CO₂ 為主要排放氣體，其總排放量占比從 1990 年 98.7% 降至 2000 年 84.8%；2001 年後，隨著電子產業含氟氣體使用及自願減量，CO₂ 占比有所變動，至 2013 年 CO₂ 排放量占比為 77.0%。

以 2013 年數據分析，分類中以礦業(非金屬製品)占比 38.2% 最高、金屬工業占比 32.9% 次之；溫室氣體種類則以 CO₂ 占比 79.3% 最高，SF₆ 占比 6.7% 次之(如圖 4 所示)。

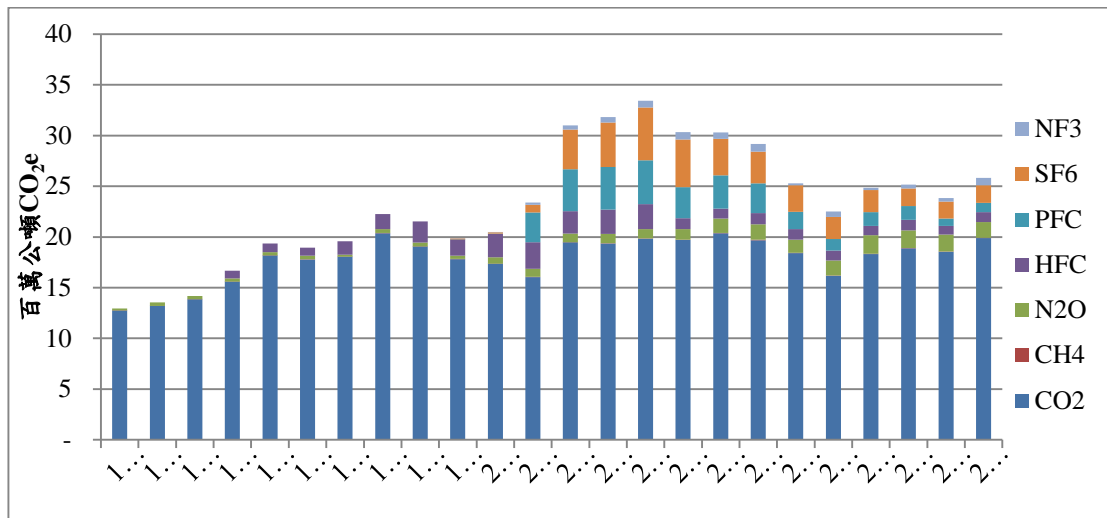


圖 3、1990~2013 年工業製程與產品使用溫室氣體排放量趨勢-依氣體種類

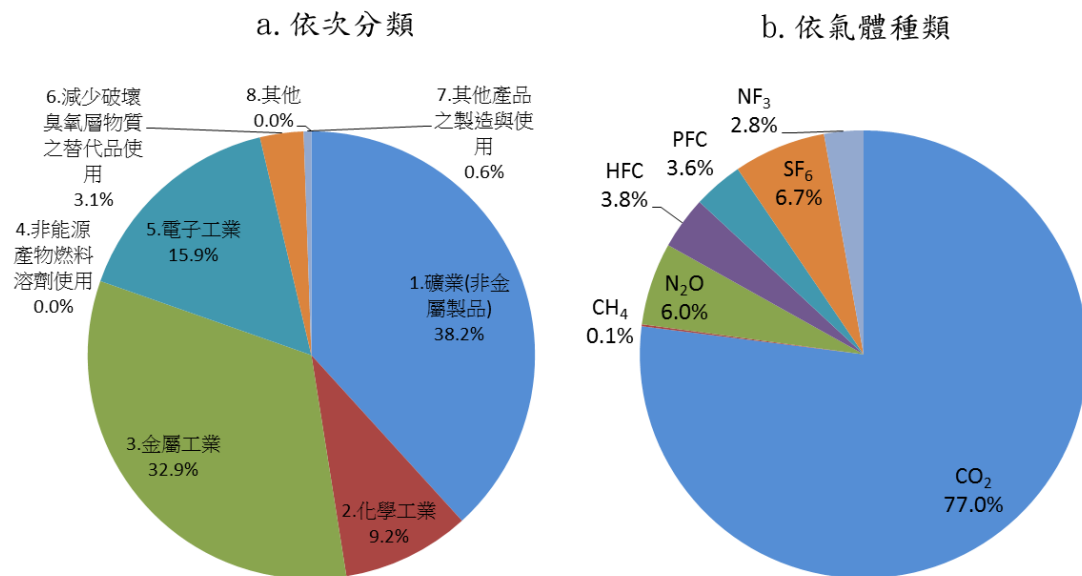


圖 4、2013 年工業製程與產品使用溫室氣體排放量占比

(二)製造業溫室氣體排放量統計

1. 1990~2013 年製造業溫室氣體排放總量，由 1990 年 62.6 百萬公噸 CO₂e 提高到 2013 年 147.2 百萬公噸 CO₂e；其中，僅 2009 年因金融海嘯影響，使排放量下降至 127.7 百萬公噸 CO₂e，近 3 年約維持在 145.5 百萬公噸 CO₂e。

2. 分析製造業溫室氣體排放來源，歷年燃料燃燒 CO₂ 排放與工業製程與產品使用溫室氣體排放之占比變化不大，燃料燃燒 CO₂ 排放占比由 1990 年 79.3% 微幅增加至 2013 年 82.1%(如圖 5 所示)。

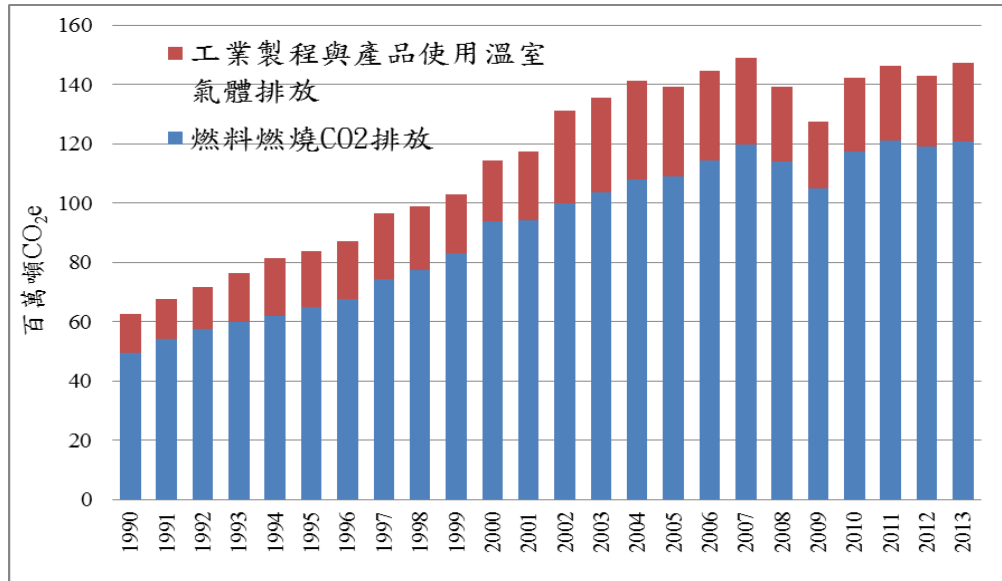


圖 5、製造業溫室氣體排放趨勢

1. 分析製造業燃料燃燒 CO₂ 排放，排放量由 1990 年 49.6 百萬公噸 CO₂e 上升到 2013 年 120.8 百萬公噸 CO₂e，增加部分主要來自於電力使用所造成 CO₂e 排放，其占比由 1990 年 20.1% 提高至 2013 年 77.8%，近 3 年約 77.6 百萬噸 CO₂e(如圖 6 所示)。

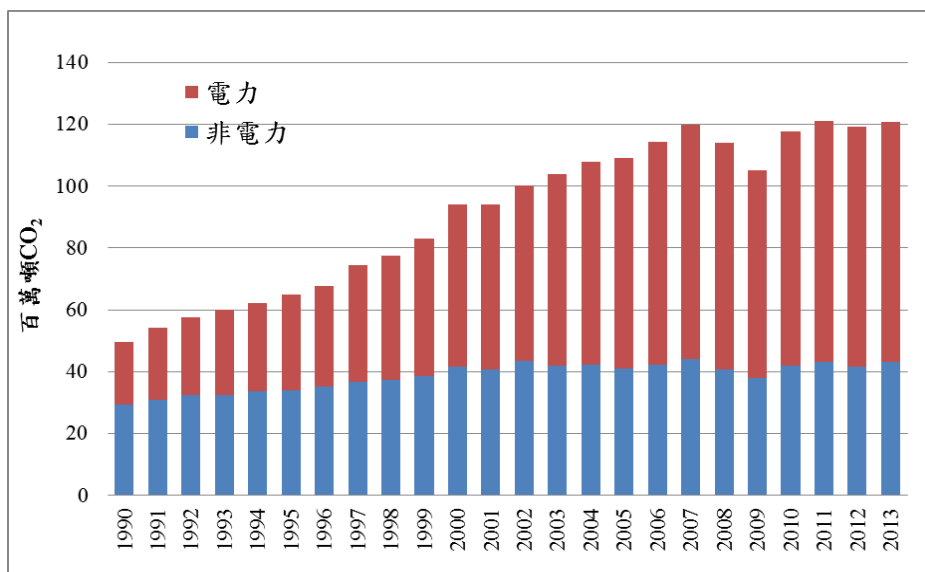


圖 6、製造業燃料燃燒 CO₂ 排放趨勢

2. 分析製造業溫室氣體種類占比，以 CO₂ 占比 95.6% 最大，其他氣體僅占 4.4% (如圖 7 所示)；進一步分析 CO₂ 來源，以燃料燃燒排放占比 82% 最大。

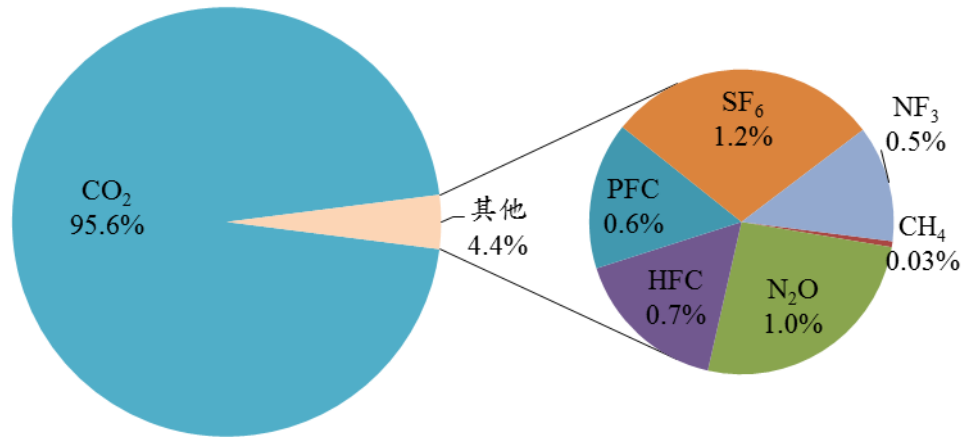


圖 7、製造業 2013 年溫室氣體排放種類占比

四、結語

未來本計畫仍將持續依據 IPCC 2006 指南提升工業製程與產品使用溫室氣體排放量統計品質，並藉由歷年製造業溫室氣體排放量趨勢分析，為重要政策研議及跨部會協商之基礎。

參考資料

1. 財團法人台灣綠色生產力基金會，產業溫室氣體管理與調適計畫，經濟部工業局，2014。
2. 「燃料燃燒 CO₂ 排放統計」-各行業別，經濟部能源局提供，2014。