產業溫室氣體管理減量現況與展望

專一部 林坤讓 資深協理
王登楷 副理
江國瑛 副理
李佩玲 工程師

一、前 言

面臨全球暖化與氣候變遷的衝擊，降低能源耗用與加強溫室氣體排放管理已成為當前各國追求永續發展的必要策略。去（2014）年底所召開的秘魯利馬（Lima）氣候會議 COP20/CMP10 結論中說明，未來各國將需提出「國家自主決定預期貢獻」（Intended Nationally Determined Contributions, INDCs），作為 2020 年後新減量協議的基礎。近年來，我國政府與業界持續致力於溫室氣體減量與節能減碳工作，本會亦積極參與協助政府研擬產業溫室氣體減量與管理等相關推動策略，提升產業能源使用效率與減少溫室氣體排放，進而強化產業競爭力。

本會自民國 95 年即參與經濟部工業局溫室氣體減量相關推動工作，包括協助國內產業進行溫室氣體盤查、產品碳足跡與碳中和等輔導，建構其溫室氣體管理能力。此外，在協助製造業推動溫室氣體自願減量方面，經由產學研各界的努力，促成參與自願減量廠商自民國 95 年到 103 年間共計執行 6,736 件減量措施，總投入減量金額新台幣 361 億元，溫室氣體減量達 940 萬公噸 CO_2e，減少能源耗用約 268 萬公秉油當量。

展望未來，在全球推動綠色經濟的潮流下，碳權成為有價產品，且 COP20 會議亦討論制訂碳排放價格，作為達到具成本效益減量的關鍵措施。因此，產業的碳管理優劣將成為衡量企業競爭力的重要指標之一。本會將持續掌握此一國際發展趨勢，更樂於持續與政府單位、產業界及學研界等共同攜手合作，為提升產業能源使用效率與減少溫室氣體排放做出具體貢獻。

二、因應全球氣候變遷之溫室氣體減量管理趨勢

為因應氣候變遷問題，1994 年聯合國通過氣候變化綱要公約，並於 1997 年通過京都議定書，有關溫室氣體減量管理如國家溫室氣體排放清冊提報、減量目標訂定、京都減緩機制（CDM、JI、ET）等陸續被提出。隨後在 COP18 卡達多哈會議中，通過延續京都議定書第二承諾期之正式修正案，並確認將在 2015 年前採認一個新的全球氣候協議以取代京都議定書，全球將邁入下一階段減量承諾。

隨著中國與美國於去（2014）年 11 月 12 日正式宣布兩國達成氣候協議，一同致力於溫室氣體減量[1]，使得全球新氣候協議訂定的可能性大大的提升。目前，因應 COP20 秘魯利馬會議決議，各國必須在今（2015）年陸續提出「國家自主決定預期貢獻」（INDCs），即各國依自己的減碳目標與策略，規劃調適政策，資金投入等進行規劃後提出，以接受國際之檢視。

1. 美國將於2025年前較2005年溫室氣體排放量減少26%至28%；而中國則是第一次公開承諾溫室氣體排放量減量目標（之前乃針對密集度）為於2030年達到溫室氣體排放量的最高值。

我國為因應國際減量趨勢及在減量管理工作上與國際接軌，近年已陸續推動相關減量管理工作，如建置溫室氣體排放清冊、制訂溫室氣體減量法（草案）、推動先期／抵換專案、進行排放源盤查輔導、推動產業溫室氣體自願減量、公布「國家節能減碳總計畫（2010）」、及研議各項政策工具等。同時，隨著國際減碳責任談判停滯不前，及幾次巨大災害，調適推動工作逐漸成了各國討論重點，我國亦通過國家氣候變遷調適政策綱領（2012）。目前更為了回應 COP20 國家自主決定預期貢獻之決議，將深入研議各部門減量責任，以對該議題進行各項準備工作。

於今（2015）年 1 月 26 ～ 27 日所召開的全國能源會議，對「需求有效節流」、「供給穩定開源」、「環境低碳永續」等核心議題進行廣泛討論，就產業節能減碳相關結論有 29 項共識，包括鼓勵產業汰換低能效設備，能源密集產業以國際標竿推動自主減量等。因此，未來如何在減碳與產業競爭力中取得平衡，將是後續推動溫室氣體減量之重要工作。

三、執行溫室氣體相關計畫重要成果

為因應國內外溫室氣體管理趨勢，本會自民國 95 年起即參與國內溫室氣體減量相關工作，其中最重要工作為執行經濟部工業局所委託的產業溫室氣體管理計畫，該計畫前期工作重點包括「溫室氣體盤查輔導」、「推動產業自願減量」、「研議減量管理政策」等，於民國 101 年再將「氣候變遷調適」納入工作主軸。以下茲就該計畫歷年重點工作執行成果摘述如下：

（一）輔導產業溫室氣體盤查

國際間各主要國家皆已陸續規劃與執行各項溫室氣體減量政策，以達成承諾之減量目標。其中，相較於總量管制、課徵碳稅等影響層面較大之政策，藉由推動個案式之溫室氣體盤查及減量活動或計畫，則具有較容易被產業接受之可行性。舉凡鄰近國家如日本、韓國，乃至於英國、美國等，皆已完成其國內盤查登錄之能力建構。因此，溫室氣體盤查登錄工作已成為各國執行溫室氣體減量初期工作時之首要政策及技術工具，亦是減量前所必須完成的基礎工作。由盤查過程可以瞭解機構或設施的排放源、排放性質與排放量，確認業者目前的溫室氣體排放狀況及減量機會，並據以擬訂減量計畫。

本會自民國 94 年起，即針對製造業能源大用戶進行溫室氣體盤查、查證及填報排放量輔導，同時依循 IPCC 計算指引與 ISO/CNS 14064-1 等國際標準，完成相關盤查方法、技術、軟體之建立。至民國 99 年止，共計協助 380 餘家工廠完成溫室氣體排放量盤查，其中屬前 300 大能源用戶計有 172 家，占總家數約 57. 3%。

在溫室氣體填報管理方面，本會協助國內製造業在工業局所建置之「工業溫室氣體資訊中心」填報其溫室氣體排放量。從填報資料可瞭解，計有 400 餘家工廠完成溫室氣體排放量之填報，填報總量逾 9, 000 萬公噸 CO_2e 以上。唯隨後因環保署於民國 100 年正式運作「國家溫室氣體登錄平台」，原工業局「工業溫室氣體資訊中心」即完成階段性任務，並協助工廠將排放量轉移至國家登錄平台。

（二）協助推動產業溫室氣體自願減量

溫室氣體排放減量因涉及國家產業競爭力，各國多不願貿然實施行政管

制措施，自願性減量協議因屬較具彈性之政策工具，故被廣為採用成為主要的減量對策之一。經濟部自民國 94 年起推動產業溫室氣體自願減量，並與全國工業總會及鋼鐵、石化、水泥、造紙、人造纖維、棉布印染、絲綢印染、複合材料、其他（含食品、電子及塑膠等）、半導體及液晶顯示器等 11 大產業公（協）會共計 245 家工廠簽署自願減量協議，以推動產業自主性減量。在產業公（協）會及業者的共同努力下，民國 95 年～ 103 年共執行 6,736 件減量措施，總投入減量金額計新台幣 361 億元，節省能源成本 433 億元，減少能源耗用 268 萬公秉油當量，溫室氣體減量 940 萬公噸 CO_2e（相當於台北市與基隆市 1 年總用電量的排碳量），如圖 1 所示。

由圖 1 統計顯示，歷年各行業減量績效貢獻主要以鋼鐵業（20.1%）、石化業（57.7%）及水泥業（7.1%）為最大，占總減量達 84.9%。從年度減量績效觀察，自 99 年起每年約有 11% 之減量成長，至 103 年因減量有邊際效益遞減現象，使績效略微下滑。

由歷年節能類別之減量貢獻顯示，

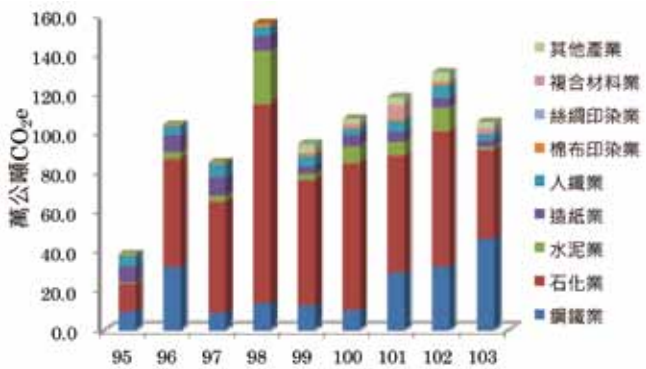

圖1　95～103年度各行業自願減量績效統計

以製程改善（67.2%）、馬達（9.6%）、蒸氣系統（7.7%）為前三大主要減量貢獻節能類別，其占比達 84.5%，約促成 794 萬公噸 CO_2e。再進一步討論製程改善項目中之節能方法，則以能源管理（43.3%）、設備改善（18.4%）及汰舊換新（15.1%）為前三大主要節能方法（如圖 2 所示）。

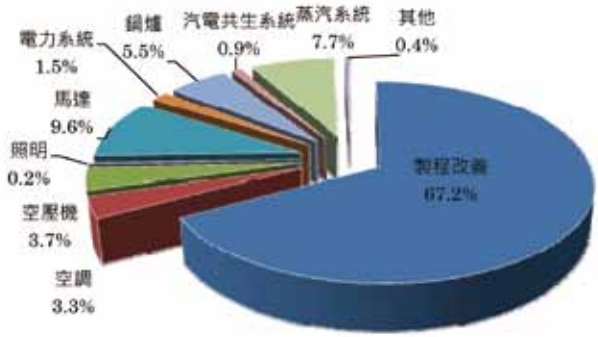

圖2　95～103年減量措施節能類別之減量貢獻比例

分析歷年各類型能源類別貢獻之減量績效（如圖 3 所示），以燃料煤（42.5%）、燃料油（25.4%）及電力（17.3%）為前三大主要減量貢獻之能源類別。其中就電力部分，雖 95 ～ 103 年占整體減量績效達 17.3%，但就近 3 年觀察，其減量貢獻比例已大幅下滑。從 103 年資料顯示，電力減量貢獻僅占當年度 9.1%，其背後意涵係為多數節電措施已逐步完成，後續透過節電方式來進行減量將愈困難。

圖3　歷年廠商執行自願減量能源類別之減量貢獻比例

由歷年各行業投入於減量措施之金額來看（如圖 4 所示），自 100 年度起每年投資成長約 37%，至 103 年投資成長趨緩，但仍高於歷年投資平均 40 億元。再進一步觀察，103 年廠商投資成本達 70 億元，但其減量績效未完全反應成本效益，顯示未來減量成本將逐漸墊高。

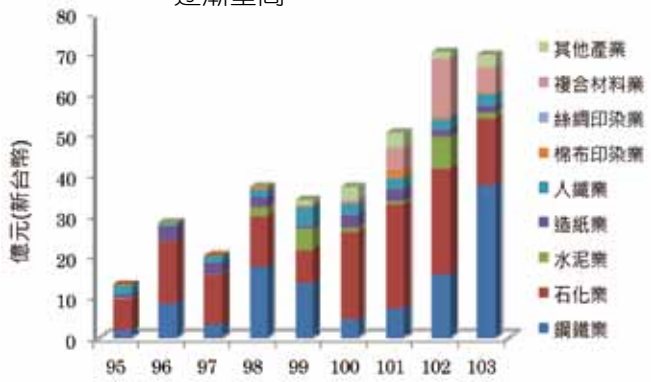

圖4　歷年各行業執行自願減量之投資成本統計

為使自願減量績效可被信賴與公信力，減量績效均由本會符合資格之查訪人員依經濟部工業局「產業溫室氣體自願減量查核指引」，針對廠商所建立之操作紀錄與減量措施佐證資料進行現場查訪核對。查訪結果彙整後再提送專家諮詢委員會確認當年度減量績效。自願減量績效查訪執行流程如圖 5 所示。

由於本會長期致力協助產業溫室氣體自願減量工作，其執行成效逐漸獲得各界支持與肯定。依據行政院國發會民國 103 年 6 月公布之「國家節能減碳總行動方案檢討報告」中揭示，本會所執行之「推動產業溫室氣體自願減量」工作，因 CO_2 減量全年達成率分別達到 168.6%、164%，其優異之表現獲選為「國家節能減碳總行動方案」民國 101 與 102 年度亮點成果。

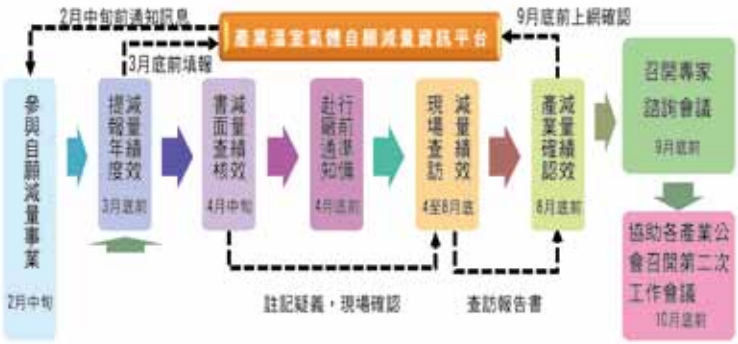

圖5　自願減量績效查核執行時程與流程

（三）工業製程部門溫室氣體排放量調查

聯合國氣候變化綱要公約（United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）規範，所有締約方應提供溫室氣體各種排放源和吸收匯（Sink）之國家溫室氣體清冊。為配合環保署編製國家溫室氣體清冊需求，並協助工業局掌握工業製程溫室氣體排放情形，即非經由燃料燃燒所造成之溫室氣體排放（如半導體業 PFC 的使用），已參照聯合國跨政府氣候變遷專家委員會發布之「國家溫室氣體排放清冊指南」（IPCC 2006）進行統計調查，完成 1990 ～ 2013 年我國工業製程部門溫室氣體排放量調查，如圖 6 所示。

依據 2013 年統計結果，工業製程溫室氣體排放共 26.4 百萬公噸 CO_2e，分類以礦業（非金屬製品）占比最高（37.4%），另溫室氣體種類以 CO_2 占比最高（79.7%）。2013 年工業製程不確定度約 ±3.0%，符合溫室氣體盤查議定書「精準」（High）等級。未來推動工作除持續更新建置數據外，亦將依據 IPCC 2006 指南建議，持續降低不確定度，提升數據品質。

由於本會長期致力協助產業溫室氣體管理能力建構與實質減量，其計畫

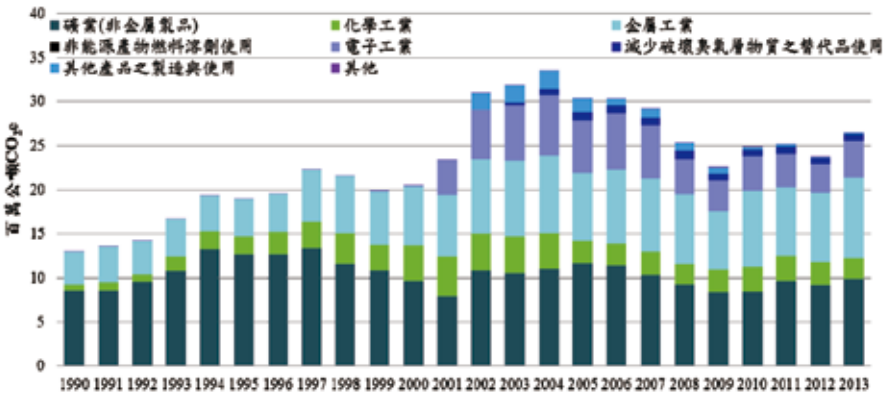

圖6　1990～2013年工業製程溫室氣體排放統計結果

執行成效逐漸獲得各界支持與肯定。依據國科會在民國 102 年 2 月公告之「101 年度能源國家型計畫總績效評等」結果，本會所執行之「產業溫室氣體管理與調適計畫」在能源科技政策類 20 個計畫評比中，獲得第 2 名之殊榮。另於民國 101 年 6 月亦榮獲工業局 100 年度科技計畫類之績優計畫。

四、溫室氣體工作未來展望

溫室效應是個長期問題，且同時涉及經濟與環保兩大領域，故不宜以短期操作來解決長期問題。未來在溫室氣體工作上，將有以下的方向：

（一）持續關注國家自主決定預期貢獻（INDCs）及全球新氣候協議發展趨勢，並研析評估國內重大政策，如全國能源會議結論、電力政策、部門減碳責任分配等。

（二）持續調查及建立工業製程部門溫室氣體排放量（IPCC 2006 指南），並分析製造業溫室氣體排放相關指標，作為溫室氣體管理工作執行參考。

（三）協助製造業提出先期專案與抵換專案額度申請，且擴大廠商申請減量額度途徑，積極促成減碳有價化，以鼓勵廠商持續推動實質減碳。

（四）協助推動產業溫室氣體自願減量，促使降低產品或製程溫室氣體排放強度。

（五）整合與系統化製造業調適輔導程序文件、評估工具及作業指引，對指標企業進行調適試行輔導，建立製造業調適亮點案例，辦理典範案例觀摩推廣。

五、後　記

依據聯合國跨政府氣候變遷小組（IPCC）在 2014 年發布之第五次評估報告（AR5）中指出，CO_2 的累積排放量將決定 21 世紀後期及之後全球平均地表暖化的程度。即使 CO_2 排放停止，氣候變遷的許多現象依然會持續好幾個世紀。這代表過去、現在及未來的二氧化碳排放對未來數個世紀的氣候變遷有不可抹滅的顯著影響。報告中亦提出工業部門應透過大規模升級更新，並使用最佳可行技術替代、改善溫室氣體排放效率及促成材料使用效率，可將工業部門溫室氣體排放量降至基準以下。COP18 杜哈會議共識亦提及，應加強落實「減排」、「調適」、「科技移轉」、「能力建構」四大氣候變遷對策。近年本會所參與推動之產業溫室氣體減量工作，均朝上述方向執行，同時亦持續輔導產業執行各項溫室氣體減量能力建置與實質減碳相關工作，期使國內製造業因應全球減碳趨勢，以提升能源使用效率與減少溫室氣體排放，進而強化產業競爭力。