

產業溫室氣體盤查 輔導工作推動心得

► 環境資源中心 洪文雅

(三) GHG盤查工作執行成果

1. 排放源鑑別結果

排放源鑑別雖應力求詳盡，以便能真實反映企業之GHG排放情形，但因GHG種類限定為CO₂等6類氣體，故如能確認該活動/設施不會產生前述氣體，則可將其排除不計，以節省盤查資源。此外，由於不同製程部門可能擁有相同設施（如鍋爐、堆高機、滅火器等），為便於後續資料彙整，建議於排放源鑑別前先行統一共通設備之名稱。

本年度輔導示範廠之GHG排放源鑑別結果顯示，半導體業因製程複雜，故所鑑別之排放源數目最多（180個/廠），且以化學製程排放、冷媒/特殊氣體之逸散等排放類型較多。至於所排放之GHG種類主要為CO₂、CH₄與N₂O等三類，由於其多數來自能源使用過程，故如何有效提高燃料使用與燃燒效率，將是能否有效降低GHG排放之關鍵。

2. 排放量計算結果

(1) 量化原則

依據ISO 14064（DIS版）中有關組織於量化、監督及報告GHG排放及削減時，應符合完整性、一致性、準確性與透明度等原則，可知

GHG之盤查應具體完整，量化數據必須具歷史延續性，儘可能真實反映實際排放情形，且可被第一團體（內部）、第二團體（GHG體系管理者與客戶）或第三團體（獨立公正的外部）進行查證。

(2) 計量方法

最準確之排放量資訊來自GHG氣體之連續監測，然而多數工廠基於經濟效益與實際需求之考量，並未進行連續監測，通常採用排放係數法進行GHG排放量估算。排放係數法主要利用GHG排放源之活動強度數據（如燃料用量、用電量、原物料用量、產品產量等），乘以該活動之GHG排放係數，再將計算結果分別乘以個別GHG之全球暖化潛勢（Global Warming Potential, GWP），即可求得其CO₂排放當量，經加總後即可獲知工廠之GHG排放總量。

部分行業製程較為特殊，不易取得適用之排放係數，可採用質量平衡法。以本次盤查輔導為例，水泥業之熟料燒成製程因石灰石原料、煤炭與其他添加料（如廢輪胎、廢溶劑）中均含有碳成分，並無適用之排放係數可供引用，故可以總投入及總產出物之含碳量，推估製程



產生之CO₂。

(3) 計算結果

彙整三行業主要GHG排放活動/設施列於表1之中，水泥業之GHG排放主要來自熟料燒成製程，排放量所占比可高達50%以上；其次則為製程使用之燃料（煤炭）或輔助燃料（廢輪胎、廢溶劑），使用富含熱值之廢棄物作為輔助燃料，可免除廢棄物處理處置與煤炭開採煉製過程產生之GHG，故整體而言對GHG之排放減量具有正面意義。

鋼鐵業之GHG排放主要來自範疇2—外購電力，排放量占總排放量之60%以上；鋼胚加熱爐因大量使用重油而使GHG排放量居次，約佔

15-20%；至於煉鋼原料、燃料或添加料因所含碳成分氧化導致之CO₂排放，其合計排放量亦占10%左右。

半導體業之GHG排放以外購電力所占比最高，達53%，其次則為製程（化學製程、氣相沈積、蝕刻製程等）使用之HFCs、PFCs與SF₆等氣體，合計排放比例超過35%。與前述二行業較為不同者為半導體業使用天然氣之機會較多，因天然氣產生之CO₂、CH₄與N₂O氣體排放，其合計排放比例可達8%以上。

3. 排放源鑑別結果

溫室氣體報告書為GHG盤查結果之具體產出，除可彙整相關資訊作為日後排放減量與交易之依據外，

表一 產業溫室氣體盤查輔導工作執行流程

示範廠	活動/設施	排放源	占總排放量比例(%)	總排放量(TCO ₂ -e/yr)	合計比例(%)
水泥A廠	熟料燒成製程	石灰石及其他原料	59.4	3,612,909	99.7
	熟料燒成製程	煤炭	35.7		
	外購電力	電力	4.6		
水泥B廠	熟料燒成製程	石灰石及其他原料	53.8	713,279	98.1
	熟料燒成製程	廢溶劑	33.4		
	外購電力	電力	8.3		
	熟料燒成製程	廢輪胎	2.5		
鋼鐵A廠	外購電力	電力	71.4	447,384	97.3
	鋼胚加熱爐	重油	14.9		
	電弧爐熔煉	焦炭	4.2		
	電弧爐熔煉	銑鐵/廢鐵	4.0		
	電弧爐熔煉	廢鋼/合金鐵	2.8		
鋼鐵B廠	外購電力	電力	59.7	662,427	98.7
	鋼胚加熱爐	重油	20.5		
	電弧爐熔煉	增碳劑	6.8		
	電弧爐熔煉	銑鐵/廢鐵	6.1		
	電弧爐熔煉	焦炭	5.6		
半導體廠	外購電力	電力	44.3	474,402	95.6
	化學製程-CF ₄	PFCs	16.6		
	中油減壓站	天然氣	8.7		
	沸石轉輪系統操作維護	天然氣	7.3		
	廠區SF ₆ 使用	SF ₆	4.4		
	化學製程-SF ₆	PFCs	3.7		
	熱水鍋爐	天然氣	4.8		
	廠區C2F ₆ 使用	PFCs	3.6		
	廠區NF ₃ 使用	PFCs	2.2		

亦同時展現企業關懷人類與自然環境之決心，對企業綠色形象之提升助益極大。當組織發生變動（如合併、併購、脫售等）或排放計量方法改變時，建議應針對GHG報告書進行調整，以提供報告書使用者最新、完整之企業GHG排放資訊。

（四）廠商遭遇困難與問題反映

國內業者普遍對於我國溫室氣體管制策略與其影響感到憂心，由於政策方向未定，廠商無法及早研擬因應對策，故希望主管機關能儘速公告，且提供必要之輔導協助，以降低可能造成之衝擊。至於排放管制方式，業者期望能朝單位產品或產量之GHG排放限值方向制定，而非採總量限制方式，如此方能避免於景氣暢旺時，工廠之生產營運不受影響。

基於各行業盤查結果之公平性，業者希望共通性能源（如燃油、電力與天然氣等）之排放係數與原物料（廢鋼、煤炭）或輔助燃料（廢輪胎、廢溶劑、泥燃劑）中之含碳量能統一公告，以避免業者彼此間排放量計算結果之差異過大。

四、排放減量機制與歐盟第二階段管制策略

由於溫室效應與其導致之氣候變遷屬全球性議題，故針對GHG之排放與削減亦可由國際角度切入。換言之，只要符合經濟效益之減量方案或措施，不論其在何處進行，均可視為對減緩全球暖化與氣候變遷之貢獻。基於此一理念，京都議定書中提出了三項具市場導向之「彈性機制」（flexibility mechanisms），即排放交易（Emissions Trading, ET）、共同減量（Joint Implementation, JI）與清潔發展機制（Clean Development Mechanism, CDM），以期能降低達成排放減量目標所需之費用。

（一）京都議定書之排放減量機制

1. 彈性機制適用資格

彈性機制之建立使附件一國家能在符合經濟效益前提下，達成被指定之GHG排放減量目標。然而彈性機制之參與必須符合包括已批准京都議定書、完成其指定額度之計算、建置完成國家級之區域GHG排放與削減估算系統、建置完成記錄與追蹤排放減量單位（Emission Reduction Unit, ERU）、驗證排放減量（Certified Emission Reduction, CER）、指定額度單位（Assigned Amount Unit, AAU）與削減單位（Removal Unit, RMU）產生及移除之國家登錄系統，以及每年向秘書處提出有關GHG排放與削減資訊之報告等資格條件。

2. 排放交易（ET）

依據京都議定書第17條內容建置之排放交易體系，提供附件一國家彼此間進行排放量交易之平台，以符合個別排放減量目標。排放交易使用之基本單位為 1 公噸CO₂當量排放量，並可分為AAU、RMU、ERU與CER等四類。

歐盟自2005年1月1日開始，於其25個會員國內同步啟動排放交易機制，提供一個公司層級之CO₂交易系統。除提供轄區內企業符合經濟效益之減量措施外，亦開創另一極具誘因之排放減量投資計畫。據估計，在排放交易系統運作下，歐盟達成京都議定書減量目標之花費每年約29～37億歐元；當排放交易系統不存在時，所需費用將急速竄升至68億歐元。



歐盟之排放交易系統現階段仍以大型企業之CO₂交易為主，其範圍涵蓋電力、石化、煉焦、鋼鐵、水泥、玻璃、磚瓦、陶瓷及造紙等行業之12,000餘家工廠，合計約占歐盟45% CO₂排放量（30% GHG排放量），未來將逐漸擴及其他5種溫室氣體之排放交易。

3. 共同減量（JI）

依據京都議定書第六條內容，允許附件一國家彼此合作進行排放削減或自大氣中移除碳之減量計畫，並可因此獲得ERUs減量額度。多數JI計畫由附件一中經濟轉型區域（東歐）國家提出，以汽電共生廠代替傳統燃煤電廠即為一例，但須注意者為核能設施衍生之ERUs，無法被用於作為符合減量目標之用途。

4. 清潔發展機制（CDM）

依據京都議定書第十二條內容規劃之清潔發展機制，提供附件一國家在非附件一國家內進行排放減量活動計畫之依據，同時於驗證後將給予CERs減量額度。此一機制除可使附件一國家符合減量目標外，亦協助開發中國家朝永續發展方向邁進，同時達成氣候變化綱要公約之最終目標—有效控制全球氣候變遷。

CDM計畫活動之提出、審核、執行與量測須經過設計（design）、確證/登錄（validation/registration）、量測（monitoring）、查證/驗證（verification/certification）與核發（issuance）等5階段，至2005年5月26日止通過確認而完成登

錄之CDM計畫計有7個，其中3個屬水力發電計畫，2個為HFCs破壞計畫，其餘為掩埋沼氣（發電用途）與穀物殘渣（生質燃料）之再利用計畫。

（二）京都議定書符合程度檢視

當締約方之年度排放清冊經專家審查小組審閱後，如無法符合減量目標時，其可於100天內透過排放交易體系取得AAUs、CERs、ERUs或RMUs，以補足其差額；如規定期限已至而仍無法達成減量目標時，締約方必須於第二承諾減量階段補足差額，同時附加30%之懲罰性排放減量。此外，違約方應於3個月內研擬完成第二階段之法規符合方案，詳述達成減量目標之方法，同時被禁止於交易市場上販售其排放量。

（三）歐盟第二階段GHG管制策略

歐盟對於京都議定書減量機制之推動不遺餘力，其污染交易體系亦自2005年1月1日正式啟動，會員國內之GHG排放機構每年必須呈報符合其排放量所需之排放額度（allowance），針對無法取得足夠額度之機構，則課以警惕性質之罰金，初期設定每公噸超額排放量之罰金為40歐元，但自2008年開始將提高至100歐元。



歐洲議會 (European Commission) 於 2005 年 2 月 9 日在 Brussels 通過「後 2012 時期歐盟氣候變遷管制策略」，提出與 EU 以外之全球夥伴針對氣候變遷議題進行協商之策略架構。前述提案除希望將更多 GHG 排放者納入協商外，並指出轉型成為「氣候友善型社會」(climate-friendly society) 對 EU 而言，將可發展出新的經濟誘因與商機。

扼要摘錄「後 2012 時期歐盟氣候變遷管制策略」重點如下：

1. 擴大排放減量之國際參與：歐盟應持續、全方位領導全球氣候變遷之相關議題，同時協助其他主要 GHG 排放國家（包括開發中國家）尋求經濟誘因，使其願意加入 GHG 排放管理體系。
2. 擴大參與部門：建議將航空、海運與森林管理納入 GHG 排放管制體系，尤其是部分地區之濫墾、濫伐常是導致大氣溫室氣體濃度升高之主因，故應有效管理。
3. 加速推動歐盟氣候友善新技術之研發：加速推動新技術之研發，以確保能源、運輸與住商等部門長期投資之正確方向。
4. 持續推動彈性減量機制：持續推動 EU 內部與全球之排放減量彈性機制，藉由自由市場機制，有效達成符合經濟效益之 GHG 排放減量。
5. 研擬相關管制策略：針對 EU 與全球之環境脆弱性鑑別與其復原對策，研擬相關管理策略，以減緩全球氣候變遷趨勢，降低對人類造成之危害

五、結語

自京都議定書正式生效以後，國際氣候變化管理工作邁入新的里程碑，各國亦須面對 2008-2012 年第一階段承諾減量之壓力，積極展開各項排放減量或削減提升措施之規劃與推動，以達成議定書中所列減量目標。我國環保署為順應世界潮流，於 93 年度針對國內六大耗能產業展開 GHG 盤查輔導工作，其中鋼鐵、水泥與半導體三行業由本會負責

執行，除協助示範廠建立 GHG 排放清冊外，並完成溫室氣體報告書之編撰，對企業整體綠色形象之提升助益極大。本次輔導所培訓之人力與累積之經驗，則有助於日後國內 GHG 盤查工作之全面展開。

審視京都議定書所制定之彈性機制發現，CDM 仍為多數國家熱衷而積極投入者，主要因為由附件一國家與其餘國家（特別是開發中國家）合作進行之減量計畫，較符合成本效益而具經濟誘因。在眾多 CDM 申請案件中，能源效率提升與再生能源之開發占極大多數，此可提供我國 GHG 減量技術研發與輔導方向之參考，亦為本會節約能源中心之專長，相信在本會全力投入 GHG 減量輔導工作下，必能為國內業者尋求最經濟有效之減量措施，對全球氣候變遷管理工作貢獻心力。

誠如歐盟環境總理事會主席 Stavros Dimas 所說，「對抗全球氣候變遷並非一個選項，而是人類存亡關鍵的一個必要措施」。溫室氣體之排放管制已在國際間掀起風潮，我國雖非京都議定書之締約方，但基於總體經濟以外銷為導向，如未及早因應，日後不免成為非貿易障礙下之犧牲品；而急速成長之溫室氣體減量需求則帶來新的市場商機，此可由近來可再生能源相關產品（如太陽能板、油電混合車）大受歡迎與股價狂飆現象顯現，亦直接印證京都議定書中排放減量應兼顧經濟發展之精神，可被具體實現。GO

參考文獻

1. 社團法人中華民國企業永續發展協會，溫室氣體盤查報告書-企業會計與報告標準（第二版），2005 年 5 月。
2. 經濟部工業局，工業溫室氣體盤查減量宣導手冊，93 年 6 月。
3. 經濟部工業局，溫室氣體行業減量彙編，92 年 12 月。
4. 中華民國環境工程學會，溫室氣體管制之發展與因應專題，94 年 4 月。
5. European Commission, Winning the Battle Against Global Climate Change, 9 February 2005.
6. European Commission, EU Emissions Trading-an open scheme promoting global innovation to combat climate change, January 2005.
7. European Commission, Questions & Answers on Emissions Trading and National Allocation Plans, updated version as of 6 January 2005.