

我國產業溫室氣體盤查工具之建置 - 以鋼鐵業為例

▶ 環境資源中心 李婉諦

一、前言

隨著 94年2月16日京都議定書之生效，全球氣候變遷問題之解決，向前邁進一大步，而碳排放限制的時代即將來臨，面對這個全球經營環境的巨大改變，我國企業實不能以台灣不是聯合國氣候變化綱要公約與京都議定書的締約國為由，而忽視溫室氣體議題所造成的營運風險。同時，透過供應鏈管理之國際趨勢，身為全球重要生產與供應基地的台灣，自是無法規避。因此，台灣企業唯有及早瞭解溫室氣體議題、體悟企業自身所處位置，才能在嚴苛的碳排放限制經營環境中，找到企業永續發展的新出路。

行政院環境保護署為順應國際潮流趨勢，同時協助產業界及早因應溫室氣體管制之衝擊，於93年度編列經費成立「產業溫室氣體盤查試行輔導計畫」，並委託財團法人中技社環境技術發展中心執行。94年度選定國內六大耗能產業進行溫室氣體盤查工作，包括鋼鐵、水泥、半導體、造紙、石化、電力等六行業，協助業者進行排放源清查、排放量計算並協助產業建置溫室氣體盤查工

具。盤查工具之建置主要是由中技社環境技術發展中心參考相關國際組織所制定之標準、草案與盤查議定書等內容，所開發出之5種相關工具表單，以協助行業進行溫室氣體盤查之邊界設定，排放源清查、排放量計算、排放數據管理、盤查作業文件化與盤查報告書製作等工作，期能藉由本盤查工具之建置，作為國內業界建置溫室氣體盤查行動之參考。

本計畫之盤查內容係依據京都議定書附件A明列管制之六類溫室氣體進行盤查，包括二氧化碳（CO₂）、甲烷（CH₄）、氧化亞氮（N₂O）、氫氟碳化物（HFCs）、全氟碳化物（PFCs）與六氟化硫（SF₆）等六類氣體，協助工廠進行盤查，並協助建置行業盤查標準作業程序。本文係以本會協助執行之鋼鐵業為例，說明溫室氣體盤查工具及程序之建置，提供同業參考應用。

二、產業溫室氣體盤查工具與案例說明

為配合盤查工具建置工作之推動，本年度遴選東和鋼鐵企業公司苗栗廠為示範輔導



廠商，目前已完成溫室氣體盤查工作，以下針對示範廠之執行過程簡要說明：

1. 鋼鐵業排放特性說明

台灣地區之煉鋼業，目前僅中鋼公司為以鐵礦砂為原料之一貫作業煉鋼廠，其餘均以廢鐵為原料，採用電弧爐煉鋼。電弧爐因設備成本低、施工期短、且操作成本亦較傳統高爐、轉爐低，故已普遍獲得業者喜愛。本計畫示範輔導廠東和鋼鐵公司苗栗廠屬電弧爐煉鋼製程。

電弧爐煉鋼製程係採用廢鐵及生石灰投入直流電爐先進行熔煉、吹氧除渣，再將電爐之鋼液倒入盛鋼桶，於精煉爐添加矽鐵、錳鐵等副料進行精煉，經此程序後生產所需之鋼液，經分鋼槽以連續鑄造機澆鑄，生產所需尺寸之鋼胚。軋鋼製程則為將鋼胚投入加熱爐進行再熱至1,150~1,250℃後，將此鋼胚進行粗軋、中軋、精軋等製成成品。製程中溫室氣體排放可能來源主要為電力及煉鋼製程中使用之含碳渣劑或還原劑所產生。而所排放之溫室氣體種類仍以二氧化碳(CO₂)為主，甲烷(CH₄)及氧化亞氮(N₂O)居次；而全氟碳化物(PFCs)、氫氟碳化物(HFCs)及六氟化硫(SF₆)等三種溫室氣體則完全不會在煉鋼製程中產生。但PFCs及HFCs可能來自廠區之冷媒或冷凍系統逸散，而電力系統所使用之絕緣保護裝置則為SF₆逸散之來源。雖然其排放量極其微小，但為確保盤查工作進行之完整性，故廠商於排放源鑑別時仍需列入盤查。

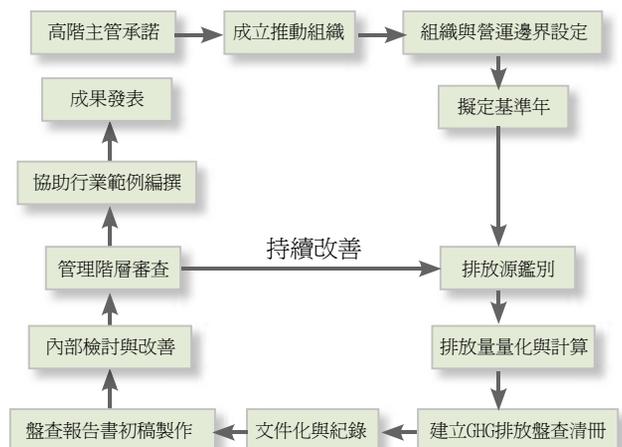
2. 鋼鐵業溫室氣體盤查案例說明

由於我國在溫室氣體盤查方面尚屬起步階段，故國內多數業者尚未建立溫室氣體盤查觀念，且無相關盤查模式可資遵循。有鑑於此，本次盤查主要參考國際標準化組織(ISO)所制定之ISO/CD 14064系列標準草案

版為主要架構，同時參考由世界永續發展協會(WBCSD)與世界資源研究院(WRI)所倡議的「溫室氣體盤查議定書(GHG Protocol)－公司會計與報告標準」作為輔助指導工具。在計算方法方面，則參考國外現有之溫室氣體盤查計算工具，如WBCSD與WRI所提出的溫室氣體盤查議定書計算工具及經濟部工業局所編印的工業溫室氣體盤查減量宣導手冊等相關資料。此外，相關係數的引用亦參考溫室氣體盤查議定書、跨政府氣候變遷小組(Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC)、加拿大國家排放清冊或經濟部能源局網站等。

(1) 溫室氣體盤查工作執行流程

溫室氣體盤查工作執行流程如圖1，主要依循ISO 14001持續改善之精神，自高階主管承諾開始啟動，最後再以管理階層審查形成循環，以達成持續改善之目的。盤查過程中所有相關程序均需文件化，以確保數據品質與盤查結果之正確性。



圖一 東和鋼鐵公司苗栗廠廠溫室氣體盤查輔導程序

(2) 組織及營運邊界設定

組織邊界之設定原則係參考ISO/CD



14064標準與WBCSD/WRI溫室氣體盤查議定書之要求建議訂定組織邊界，在設定溫室氣體盤查的組織邊界上，公司可先選擇一種方式來彙整溫室氣體排放資訊，然後一致性地應用選用之方式來定義構成公司的事業體與營運，以滿足溫室氣體排放會計與報告之目的，因此公司可選擇以股權比例或依其控制權比例分配其溫室氣體排放數據，只要符合依其商業活動及財務報告之目的所劃定之邊界一致即可。示範輔導廠完全屬於該公司獨立擁有，故該公司之廠區範圍即為其組織及營運邊界。

對於組織排放邊界的設定，主要針對廠內的直接排放源與間接排放源進行鑑別；而在營運邊界設定上，除篩選廠內主要之溫室氣體排放源外，並考量ISO國際標準規範，將排放源區分為直接排放源、能源間接排放源與其他間接排放源三種，此定義與溫室氣體盤查議定書之範疇1、範疇2與範疇3相似，並採用議定書之名稱來進行廠內排放源分類。

(3) 選定基準年

基於相關數據建立之完整性考量，本輔導計畫示範廠之基準年選定為民國92年，至於日後全國性溫室氣體盤查、登錄工作推動時，基準年之選定將由環保署整體考量工業、運輸與住商等相關部門之情形後，將再另行選定。

(4) 溫室氣體排放源鑑別

此步驟是由營運邊界延伸作更詳細的定性工作，將營運邊界所調查之溫室氣體排放活動/設施在此處明確列出，並予以編號，註明排放源物質、排放來源型式及可能產生之溫室氣體種類，以便利溫室氣體之排放驗證與後續盤查工作之

進行。

以示範廠為例，其溫室氣體排放範疇1中排放源包括廠內所有經常性或週期性使用能源之活動或設施，可利用工廠各類燃料使用紀錄或單據一一盤查，以避免可能之疏漏。工廠經逐項盤查後，排放源包括煉鋼及軋鋼製程、緊急發電設備及廚房宿舍使用之燃料；煉鋼製程使用含碳之原物料；擁有控制權之運輸工具使用之燃料；其他逸散性排放源如空調設施及化糞池等可能之溫室氣體產生源，但若逸散氣體之組成成分未包含京都議定書中所規範的六種溫室氣體，則毋需納入盤查範圍。此外其中須注意煉鋼製程使用之原物料之含量須扣除鋼胚中之含碳量，才是實際產生二氧化碳之排放量。

範疇2全部來自於外購的電力使用所產生之溫室氣體；範疇3由於範圍十分廣泛，詳盡列舉有其困難，故依國際通則，建議在範疇3部分僅須定性列舉，且範圍僅至與盤查組織第一層合對象之合約內容規範活動即可，以簡化盤查工作。

(5) 溫室氣體活動強度數據蒐集及彙整

活動強度數據之取得方式包括自動連續監測、定期量測、自行推估及其他四種；其來源可能包括燃料用量紀錄、電費/瓦斯單據、原物料領用/庫存紀錄、採購/出貨紀錄、冷媒/滅火器充填紀錄等，視盤查部門取得數據之難易而定，但若無實際單據或紀錄者，則必須採用推估方式算活動強度。然而為便於日後追溯資料來源，同時判定量化資料之可信賴度，於活動強度數據建立時應一併註明數據來源與出處，同時將數據資料



表一 東和鋼鐵公司苗栗廠活動強度選用原則

活動設施種類	活動強度數據選用原則	備註
電力	每月各部門電錶紀錄	
化糞池逸散之溫室氣體	依據廠區人數乘以每日產生廢水BOD總量作推估	
電極棒氧化	依電極棒耗用量乘以含碳率	
廢鋼含碳量	依廢鋼使用量乘以0.4%	參考GHG Protocol含碳量建議值
合金鐵含碳量	依合金鐵使用量乘以分析值	例：矽鐵含碳量約 0.1%、 錳鐵含碳量約6.6%、 矽錳鐵含碳量約1.5%
電弧爐其他添加料(包括 碳線、焦碳、無水焦粉、 瀝青膠、銑鐵等)之含碳量	依各主副原料使用量乘以分析值或請購規範值	
廢鋼中含廢塑膠量	依廢鋼中平均廢塑膠比率推估	廢塑膠以PE材質代表
鋼胚成品含碳量	依合金鐵使用量乘以分析值	本項為扣除項
運輸工具、發電機、泵、 燃燒器、炊具、切割等使 用之燃料	依請購量或領用量統計	
高壓開關之使用SF6量	依請購量、領用量或填充紀錄統計	
冷煤使用量	依請購量、領用量或填充紀錄統計	

區分為自動連續量測、定期量測、自行推估與其他方式等4類，排列在前之數據來源，其可信賴度愈高。示範廠之各排放源之活動強度選用之說明如表1所示。且為因應未來稽核、認證使用上之要求，此相關活動強度數據、紀錄或推估佐證文件等在引用時均必須確實註明其來源或出處，且依ISO文件管理系統妥善保存於相關權責單位以備查驗。

由表1可知，以鋼鐵業而言，由於煉鋼製程所添加之原物料本身即含有碳成分，包括原料廢鋼、電極棒氧化、合金鐵、其他添加料(如碳線、焦碳、無水焦粉、瀝青膠、銑鐵等)以及廢鋼中所含之廢塑膠等，在煉鋼過程將因氧化而產生二氧化碳，因這些碳含量均須分別計算，以東和鋼鐵公司苗栗廠為例，合金鐵中碳含量有定期檢驗分析，電極棒碳含量有供應商提供數據、部分添加料之含碳量有請購規範值外，其他項則參考相關文獻提供之數據進行假設及推估。

因此若須提升活動強度數據之信賴度，未來建議工廠仍須進行成分分析以建立本身之實際強度。

(6) 溫室氣體排放係數蒐集及彙整

溫室氣體的實際排放量計算係由活動強度數據乘上排放係數所得到的。因此，排放係數選用之正確性是不容輕忽的。若廠商有自行研究之能力，建議優先使用自我發展或採用質量平衡方法作為相關係數之來源，若無相關之能力或方法，可參考我國政府及相關單位公告之區域性係數，若再無資料可尋時，則可採用國際間所公告的國際係數。在引用相關係數時，業者常犯的錯誤是換算單位與活動強度單位不一致，而導致盤查結果出現錯誤。故為確保盤查數據的正確性，需多蒐集相關係數作為比對，以確保所引用係數之完整性及適用性。東和鋼鐵公司苗栗廠之排放數據選用原則如表2所示。(待續)



表二 東和鋼鐵公司苗栗廠各溫室氣體引用之排放係數及來源

	各溫室氣體引用之排放係數			排放係數依據來源
	氣體種類	排放係數	單位	
外購電力	CO ₂	0.594	公斤/度	API(美國石油協會)
	CH ₄	9.78E-06	公斤/度	API(美國石油協會)
	N ₂ O	7.87E-05	公斤/度	API(美國石油協會)
加熱爐燃燒(燃料)	CO ₂	3.12	公斤/公升	WBCSD/WRI(世界企業永續發展委員會/ 世界資源研究所)
	CH ₄	0.00012	公斤/公升	WBCSD/WRI
	N ₂ O	0.000013	公斤/公升	WBCSD/WRI
電弧爐氧化反應(原物料含碳)	CO ₂	3.67	公斤/公斤	質量平衡
製程加熱及切割(燃料)	CO ₂	3.16332	公斤/公斤	經濟部能源委員會因應氣候公約能源策略模 擬與能源供需預測之研究計畫90年度期末報 告(柴油、天然氣、LPG、LNG、汽油)
	CH ₄	4.65E-05	公斤/公斤	WBCSD/WRI
	N ₂ O	1.4E-06	公斤/公斤	WBCSD/WRI
公務車輛(柴油)	CO ₂	2.7	公斤/公升	經濟部能源委員會因應氣候公約能源策略模 擬與能源供需預測之研究計畫90年度期末報 告(柴油、天然氣、LPG、LNG、汽油)
	CH ₄	0.00026	公斤/公升	WBCSD/WRI
	N ₂ O	0.0004	公斤/公升	WBCSD/WRI
海龍滅火器(CF ₃ Br)	HFC _s	1	公斤/公斤	質量平衡
空調(HCFC)	HFC _s	1	公斤/公斤	質量平衡
廢鋼雜質塑膠(PE)	CO ₂	2.85	公斤/公斤	GHG Protocol
化糞池(CH ₄)	CH ₄	0.6	公斤/公斤	經濟部能源委員會因應氣候公約能源策略模 擬與能源供需預測之研究計畫90年度期末報 告(柴油、天然氣、LPG、LNG、汽油)
			BOD	
公務車輛(汽油)	CO ₂	2.24	公斤/公升	經濟部能源委員會因應氣候公約能源策略模 擬與能源供需預測之研究計畫90年度期末報 告(柴油、天然氣、LPG、LNG、汽油)
	CH ₄	0.000343	公斤/公升	加州氣候登錄行動
	N ₂ O	2.64E-05	公斤/公升	加州氣候登錄行動
冷作切割(乙炔)	CO ₂	3.385	公斤/公斤	質量平衡
高壓開關絕緣油(SF ₆)	SF ₆	1	公斤/公斤	質量平衡
空調及冰箱(CFC)	HFC _s	1	公斤/公斤	質量平衡
公務車空調(HFC)	HFC _s	1	公斤/公斤	質量平衡
焊接及滅火器用(CO ₂)	CO ₂	1	公斤/公斤	質量平衡