

溫室氣體排放計算及查證國際標準之發展

顧 洋*

摘要

綜觀歐、美、亞洲等國際組織或跨國企業熱絡進行的溫室氣體減量模式與工具發展趨勢，以二氧化碳為主之溫室氣體計算及查證本質之標準化，為執行減量管理上之核心關鍵技術，國際標準組織(ISO)已提出溫室氣體相關計算與查證標準草案，而國際標準化的查證程序，可提昇減量數據可信度，為評估國家、產業和企業等溫室氣體減量績效之重要工具。國內產業於國際規範、排放計算、清冊編撰、減量技術、查驗方式等溫室氣體管理相關資訊需求殷切，亟需要政府單位的輔導與協助；而為避免因認知不足致影響未來執行減量意願，應加速建立合宜的管制作法與推動機制。

【關鍵字】：1.溫室氣體 2.計算 3.查證 4.標準化 5.ISO/WD 14064

*國立台灣科技大學化學工程系教授

一、前　　言

氣候變遷問題經過 1997 年於日本京都簽定議訂書之後，確認人為溫室氣體排放引發的全球氣候溫暖化，是全球共同面臨的重要環境問題，因此溫室氣體排放管制的實施，應該具體落實在國家、產業和企業等不同層次；以採取符合經濟效益的排放減量方式，降低其對全球氣候變遷的影響。但是因為受制於技術瓶頸，一個國家的溫室氣體排放減量活動，可能無法以經濟可行的方式推行，因此透過國際間的合作，由減量成本高的國家，藉由技術和資金轉移，協助減量成本低的國家推動減量活動，得以有效降低全球溫室氣體的排放量。依照京都議訂書以及氣候變化綱要公約後續締約國大會的討論內容說明，國家、產業和企業之間，可以執行的國際合作排放減量彈性機制(flexible mechanisms)，包括清潔發展機制(Clean Development Mechanism, CDM)、共同減量(Joint Implementation, JI)、以及排放交易(Emissions Trading, ET)三種方式。

但是在推動國際間合作減量試行計劃的過程，也逐漸發現「國際標準化」的溫室氣體量測和監測方式，是國際間溫室氣體排放量稽核管理及數據比較的基礎，可以避免相關數據報告的誤差，並可作為排放減量交易、以及選擇不同排放減量策略時的依據。尤其是有關所謂「被認證」的溫室氣體排放減量，更須要建立透明、有效、而且可信賴的獨立認證/驗證系統，以確認溫室氣體排放量。

UNFCCC 為了溫室氣體減量彈性機制之運作管理，自從 1996 年開始，即積極的與國際標準組織(ISO)溝通，希望 ISO 能積極協助建立並維持溫室氣體減量相關之國際標準化規範，確保溫室氣體減量機制的實施，未來能往落實建立有效管理系統的方向努力，以符合預期的減量目標。依據 ISO 所提出的相關資料顯示，未來國際間溫室氣體減量機制的管理架構，將會由 UNFCCC 持續在國際政治層面，進行相關議題的溝通討論；而 ISO 則將負責配合推動溫室氣體減量相關管理及技術標準規範的制定和落實。其中 ISO 14000 系列國際環境管理標準，未來將在國際間溫室氣體減量機制的管理，扮演相當吃重的角色。為了瞭解 ISO 14000 系列標準在溫室氣體減量管理的適用情行，ISO 在國際間推動了幾項示範應用案例，包括在墨西哥實施的 Illuex 計劃、在荷蘭及哥斯大黎加共同實施的 SUSCOF 計劃、在德國實施的

A H Marks 計劃，以及在巴西實施的 Pecom Forestal 計劃等。示範應用案例之結果顯示，針對不同產業的特質，可以參考運用相關的 ISO 14000 系列環境管理標準，選擇適當的溫室氣體減量管理方案，並稽核/認證/驗證其執行績效。而在未來幾年 ISO 將會持續推動及收集相關示範應用案例的執行狀況，作為適當調整 ISO 14000 系列標準，以因應溫室氣體減量機制的管理需求。

ISO/TC 207 於 2002 年成立第五工作小組(Working Group 5)，WG5 工作小組之召集國為馬來西亞及加拿大，期望在 2005 年中完成一份可用以量測、報告及查證溫室氣體排放的國際標準。目前以溫室氣體為主題所發展出的 ISO 標準之編號為 ISO 14064，其暫訂之子標準及其名稱如表 1。

表 1 國際標準組織(ISO)溫室氣體管理系列標準發展現況

標準編號	標準名稱
ISO/WD 14064-1	Greenhouse gases -- Part 1 : Specification for the quantification, monitoring and reporting of entity emissions and removals
ISO/WD 14064-2	Greenhouse gases -- Part 2 : Specification for the quantification, monitoring and reporting of project emissions and removals
ISO/WD 14064-3	Greenhouse gases -- Part 3 : Specification and guidance for validation, registration, verification and certification

以下本文即以 ISO/WD 14064 說明實體溫室氣體計算及查證標準之發展，以提供作為我國未來可據以進行二氧化碳計算與查證程序標準化之參酌。

二、排放實體溫室氣體排放量之計算

ISO/WD 14064 提供了盤查計畫之計算架構，完整的溫室氣體排放清冊，係由下至上針對特定設備或計畫所排放及/或削減之溫室氣體的計算結果。目前關於 GHG 排放及/或削減量之定量、監測與報告推動之工作包括企業風險管理、自發性倡議行動、GHG 市場及法規要求/政府報告、溫室氣體排放及削減之定量、監督及報告等規範內容，皆涵蓋於 ISO/WD 14064 標準草案中。該標準在開宗明義說明了包括完整性(Completeness)、一致性(Consistency)、準確性(Accuracy)及透明度(Transparency)等四個原則，這些原則指出標準的目的與遵循方向，亦為歐盟或其他交易體系在發展相關程序中所共同引用的要求。

溫室氣體排放量之計算為 ISO/WD 14064 標準草案的核心議題，為了因應溫室氣體排放實體未來形成跨國減量計畫及交易之可能性，而釐清設施、實體及計畫間形成之互相依存性，並清楚說明實體進行溫室氣體盤查、實體界限設定、避免重複計算之要求。由圖 1 指出，本標準所涵蓋各溫室氣體產生源之排放量可歸納成為該設施排放源之排放量，定義為實體層級(Entity level)之關係，該排放實體可自行依預設目的進行溫室氣體管理，並以排放實體內部之基線排放作為未來削減量之計量基礎；然該排放實體亦可自發形成或被動接納各項內、外部計畫，形成不同排放源間依基線排放量為基礎所行之共同削減、合併計量之行為，此部分則顯示實體關係與計畫關係之流動，亦為 ISO/WD 14064 標準草案針對減量計畫別溫室氣體定量、量測與報告標準規範之標準化範疇。

ISO/WD 14064 標準草案也說明溫室氣體相關之設施資料定義、營運邊界、基線量化、基線調整等實質內涵。以下則分析及討論標準化過程中，各個重要參數之考量要項。

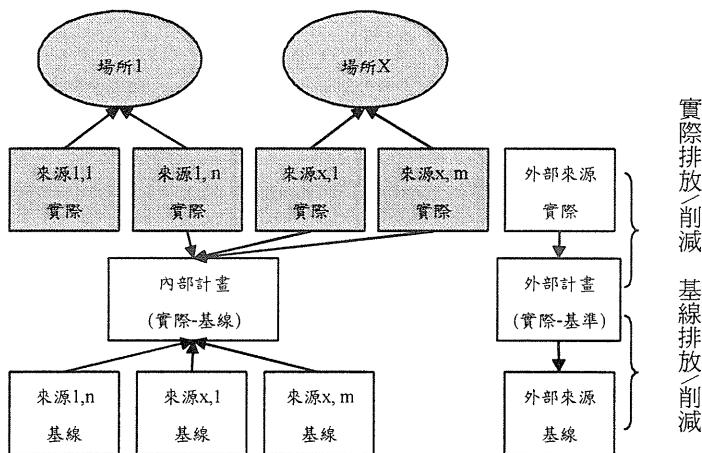


圖 1 ISO 溫室氣體標準草案中設施、實體、計畫關係

2.1 實體邊界(Entity boundaries)

參考由 WBCSD(World Business Council for Sustainable Development)/WRI (World Resources Institute)於 2002 年推動之「The GHG Protocol (溫室氣體議定書)」之內容，是以財務觀點所謂「控制」與「影響」之概念基礎來解釋實體邊界，機構/設施計算溫室氣體排放之實體邊界應與會計財務報告主體之邊界一致，基於公開報告或內部管理之目的，溫室氣體排放量資料應該顯示出該排放實體的完整狀況，且因溫室氣體排放減量計畫、交易等經常會將焦點放在控制權而非所有權，因此區分以「營運執照」為基礎的控制權，及以「過半數投票股權」等為基礎控制權的差別變得相當重要。

ISO/WD 14064 溫室氣體標準草案條文中，以「控制」、「股權」、「財務邊界」三者任擇其一之方式，要求實體必須劃定溫室氣體排放/削減行動之界線。然由於此三者彼此相關，因此未來於標準中亦應明確定義，且釐清各方式所對應之後續計量及品質管理、數據查證事項。

2.2 營運邊界(Operational boundaries)

WBCSD/WRI 溫室氣體議定書中於實體進行溫室氣體盤查時指出，營運邊界之設定及重複計算問題所引起的風險因預設目的的不同而有鬆緊程度不一的要求。不同於排放實體邊界涉及實體架構變化之考量，營運邊界一般界分為直接與間接兩類排放源、三種範疇定義，其將排放實體因進口或外購電力、熱能、蒸氣作業所排放之溫室氣體視為間接排放源的一種，而 ISO/WD 14064 標準草案中亦有相同的規定，同時，亦對排放實體營運邊界發生排除部分排放源之現象時，均要求合理證據之提出與說明。

2.3 重複計算(Double counting)

重複計算問題之重要性因實體減量目的亦有彈性考量，然各界對於 ISO/WD 14064 標準可視為未來減量信用額度計算與查證進而交易之遵循標準，已建立高度共識，故為避免重複計算引起的風險，ISO/WD 14064-1 標準草案規範排放實體應分別依直接與間接排放源的種類與型式，個別量化、計算由設施至排放實體層級之排放或削減量。

2.4 基準年建立及調整(Establishment and adjustment of base years)

任一排放實體一旦採取溫室氣體減量行動，其「基準年之建立」應為用以客觀衡量溫室氣體削減績效之首要基礎。基準年的選擇除了必須提出可驗證性的數據資料之外，由於其係可以表現出實體之溫室氣體排放變化趨勢，因而必須因應排放實體架構之變更而進行一致性調整，故建立調整原則及政策是標準草案中不可或缺的要項。WBCSD/WRI 及 ISO/WD 14064 均提出相同的六項必須遵守的原則，以供參酌與遵循，此部分已達高度共識。

2.5 量化(Quantification)

WBCSD/WRI 溫室氣體議定書以排放源確認、選擇量化方法、蒐集數據、選擇排放係數、應用工具及資訊彙整等步驟說明溫室氣體排放之量化過程，ISO/WD 14064 亦同，除了 WBCSD/WRI 由於積極推動企業溫室氣體減量工作之需已發展計算相關工具外，兩者在溫室氣體排放量化應標準化的項目上已建立相當的互動。ISO/WD 14064 標準草案條文對確認溫室氣體排放量之「量化方法」的引用，提供使用者相當寬鬆的彈性，並無限制性之要求，但也因為量化方法是影響溫室氣體排

放量計算正確性與透明度之關鍵性議題，因此 ISO/WD 14064 標準草案是以附錄之方式，說明對於溫室氣體排放量化過程中諸多影響因子的實務建議。

由於溫室氣體排放量化方法中以排放係數法為最被廣泛應用，因此上述相同的考量也發生在「排放係數」之選用上。相對於 WBCSD/WRI 在溫室氣體議定書中以盤查品質、對數據要求及成本等三項指標進行評估後，建議企業界優先採用政府或相關實體團體針對特定排放源/設施所公開、公告之特定溫室氣體排放係數，ISO/WD 14064 標準草案條文中除了規範四項選用適當排放係數的基準外，亦要求排放實體必須以書面敘明所選用之溫室氣體排放係數的合理原因，並得依序選擇標準草案條文中所列之六類溫室氣體排放係數(其準確性依次遞減)，包括：

1. 經驗證據
2. 類似或可比較之經驗證據
3. 生產者規格
4. 外界提供之特定地點使用排放係數
5. 外界提供之區域排放係數
6. 外界提供作為內部使用之平均排放係數

三、排放實體溫室氣體之查證

排放實體執行溫室氣體查證之動機，無非是藉由查證確認數據的產生、彙集/加總、報告等各階段所呈現客觀事實，能確實符合減量目的所追求之準確性與完整性，以作為未來持續採行公開報告、政府申報要求、交易準備等行動基礎。ISO/WD 14064 標準草案設定的查證內容主體包括實體內部查證之範圍、活動、程序及查證者能力之確保；同時為因應 ISO 標準制定「廣泛適用性」之原則與需求，標準草案中也將敘述實體如何準備外部查證之做法，然目前為止之進度尚在發展中。本研究以下則將以 ISO/WD 14064 標準草案目前研擬之第三者公正團體(或稱驗證機構)之查證規範提出內容說明。

3.1 確證/查證之原則與基礎

為了達成實體進行溫室氣體減量之績效，研擬 ISO/WD 14064 標準草案中亦規

範溫室氣體排放之查證標準，以針對實體相關盤查資訊進行查證。草案中關於計畫確證、查證之原則，包括查證方式之一致性(Consistency)、透明度(Transparency)、獨立性(Independence)，以及確證/查證者必須具備的道德觀(Ethical conduct)、客觀呈現(Fair presentation)，以及合適專業考量(Due professional care)等技巧與能力。

依 ISO/WD 14064 標準草案之名詞定義，對於溫室氣體減量執行第三者驗證之外部稽核行為包括確證、查證及驗證，說明如下：

1. 確證(Validation)：以計畫為基礎所設計之文件中，依適合的確證準則下對一提案溫室氣體計畫中所作系統性、公正及文件化程序的評估。
2. 查證(Verification)：查證機構對溫室氣體排放、削減及/或去除的改善量測所進行系統性、公正與文件化定期審查及/或決定。
3. 驗證(Certification)：由驗證機構提出，聲明受驗證者排放、削減或去除的改善目的已經達成之正式書面文件。

以下將說明以確證、查證方式來描述驗證機構對於排放實體或減量計畫之稽核行為。

3.2 確證/查證之品質控制

一般而言，查證活動規劃及執行之合理性，係依查證範圍、特定確證或查證程序之複雜度，以及預期獲得之查證聲明而定。而為確保查證結果之可信任度，ISO/WD 14064-3 提出外部確證/查證機構必須建立品質管制政策及程序來維持，此一政策或程序之建立亦應經過相關人員之充分溝通，以促使其確實理解、執行與遵守。另一方面，更需要指定適合的確證/查證團隊，尤其是主導查證者來協助掌控及落實確證/查證程序。對於查證團隊與主導查證者執行查證責任時之相關技巧、能力要求，已另列專章於附錄中說明。

3.3 確證/查證程序

3.3.1 稽核準則與範圍

溫室氣體之稽核準則是以受稽核實體執行稽核的目的為依據，以及其參與減量機制的類別，衍生出不同的準則。以某驗證機構為例，其必須稽核的準則係包括京都議定書準則、特定計畫準則及主辦國家之準則(如當地法令規章等)；假設 ISO/WD 14064 標準草案在 2005 年中正式成為國際標準後，該驗證機構在公佈之日起必須

遵循的準則即增加 ISO 14064 : 2005。

3.3.2 策略審查與風險評估

ISO/WD 14064 標準草案規定驗證機構必須在簽約後，針對排放實體或減量計畫之溫室氣體排放數據查核的執行策略進行審查，評估其數據本質、規模與複雜度，且應包括相關數據之初步分析，以協助主導確證/查證者決定是否有足夠的資訊繼續進行稽核。因此策略審查的文件項目應依確證/查證之目的而決定，其內容則應該涵蓋排放或去除之必要資訊。驗證機構則應針對策略分析、製程分析、稽核團隊測試與報告、年終(Year End)審查等完整稽核流程考量其風險管理，並以之作為持續改善的基礎，任何可能潛在的錯誤的溫室氣體相關報導資料（如排放來源錯誤、誤解排放目的及方法、誤用影響因子及計算錯誤等）均被定義為風險，透過以風險基礎之稽核，可以有效地管理溫室氣體相關的數據與報告文件系統。

3.3.3 採樣設計

採樣設計之考量乃基於溫室氣體之數據及其控制風險的需求，ISO/WD 14064 標準草案規定驗證機構針對排放實體或減量計畫提出之採樣與分析程序，其內容應考量包括取得數據之風險考量、選擇測試項目、樣品之設計與選擇等。

3.3.4 內部控管評估

溫室氣體之內部控管為查證程序中關鍵工作項目之一，端賴其充分執行，方能確實將受稽核實體績效目標上所發生不符合、偏差的風險降至最低。相對於驗證機構資料中另對於策略審查及風險評估之專章描述，ISO 將以風險最小化為主要目的之內控獨立規範，並依數據管理系統、溫室氣體數據及控制環境等三部分詳細闡述。

四、結論

近年以來全球各國已經建立了溫室氣體排放管制的共識，未來將逐漸落實建立有效管理系統，以確保溫室氣體減量機制的實施能符合預期的減量目標。我國雖然不是聯合國氣候變遷綱要公約的締約國，但基於善盡地球村的一份子，對於溫室氣體減量方面的討論及策略規劃，一直相當積極，1998 年之全國能源會議，針對 CO₂ 減量所衍生的相關課題，設定每人每年平均排放值 10 噸為我國的減量目標，據此

做出公元 2000 年為我國排放總量之基準年的重要結論。可是對於運用國際間各種溫室氣體減量彈性機制的實施，無論政府和產業界都相當陌生；以我國近年來部分產業的技術及管理的發展，已經得到國際間相當高得評價，若能以共同減量的彈性機制，在不影響國內產業發展的前提下，協助鄰近國家改善其相關產業技術，以達到溫室氣體排放減量的實質績效。如此不但可以紓緩我國在溫室氣體排放減量上的壓力，也可以提高我國在相關議題的國際能見度，展現我國願意積極參與國際環保活動的誠意。

同時近年來我國在 ISO 14000 環境管理系統的實施推動，已有相當具體的成果，也經常得到國際間的認同，為了因應未來國際間環境管理的發展狀況，我國應可針對環境管理系統在溫室氣體減量機制管理應用的可能性，進行廣泛的意見討論，對於發展相關的管理工具，也應有更深入完整的規劃，以期能將溫室氣體減量機制的實施，納為推動環境管理系統運作的重要部分，再配合參與各種符合彈性機制要求的相關國際排放減量計劃，以達成環境管理系統持續改善，溫室氣體排放持續減量的目標。

參考資料

1. Barthel, M., "ISO's Role in Finding Solutions to Global Climate Change," paper present at ISO General Assembly, Sydney, Australia (2001).
2. ISO/TC207, Repot on the 1st Meeting of Working Group 5 on Climate Change (2002).
3. ISO/TC207/WG5 N89, Greenhouse Gases –Part 1: Specification for the Quantification, Monitoring, and Reporting of Entity Emissions and Removals (2003).
4. ISO/TC207/WG5 N89, Greenhouse Gases –Part 2: Specification for the Quantification, Monitoring, and Reporting of Project Emissions and Removals (2003).

5.ISO/TC207/WG5 N89, Greenhouse Gases –Part 1: Specification and Guidance for Validation, Registration, Verification and Certification (2003).