

# 國際間排放交易制度發展現況 與執行成效

羅時芳

中華經濟研究院國際經濟所助研究員

## 摘要

京都議定書的生效，代表人類對抗全球暖化的問題，得以落實，其中，排放交易已成為各國政府為達成低碳經濟的重要政策工具之一，目前，由於全球碳排放交易制度時間尚短，且多在累積經驗及學習階段。排放交易制度的基礎理論雖容易為一般人士所瞭解，但在實際政策執行上，卻因涉及領域廣泛使得制度甚為複雜，因此，以排放交易制度解決全球暖化問題並非一蹴可及，政策制訂者必須從過去的經驗中快速學習，才能從中獲益。由於近年來排放交易之演進甚為快速，本文將對各國排放交易制度與發展概況進行簡單的介紹，並進行初步成效分析，以釐清未來我國建置排放交易制度時，應注意的事項。

關鍵字：碳市場、碳權、京都機制

## 一、前言

京都議定書的生效，代表人類對抗全球暖化的問題，得以落實，其中，排放交易已成為各國政府為達成低碳經濟的重要政策工具之一。由企業在市場機制下，進行總量管制排放交易所衍生之全球碳市場已由 2005 年的 1 百多億美元，快速成長至 2008 年的 1 千 2 百多億美元，此外，藉由國際間交易體系彼此間之連結，可預期碳市場在未來 10 至 15 年間，亦將快速發展。根據 Paltsev (2007) 年的估計，若在未來 50 年內將大氣中 CO<sub>2</sub> 濃度限制在 550 ppm，每噸 CO<sub>2</sub> 將需維持在一個較高的價格，以維持排放權的稀有性 (scarcity)，這也隱含在歐盟或美國的碳市場每年高達千億美元的價值，無怪乎各國在設計碳交易制度過程中，皆引起各種利益團體之競逐，因此，排放交易制度在政策推行上最主要的挑戰來



自於：(1) 確保環境目標之達成；(2) 在抗暖化的過程中，不扭曲廠商減量行為與產業間競爭。本文之目的即簡介國際間排放交易制度之發展現況，包括英國排放交易制度、歐盟排放交易制度、澳洲新南威爾斯溫室氣體減量制度、及美國芝加哥氣候交易所，並簡單比較其執行成效。

## 二、京都機制 (Kyoto Mechanism)

排放交易 (emissions trading) 為一市場導向 (market-based) 環境政策工具，其理論基礎為寇斯定理 (Coase Theorem)。寇斯定理主張，當交易成本近乎零時，原本財產權定義不明的共有資源 (common resources，例如空氣、氣候等)，藉由產權的界定與自由交易，可以有效解決外部性問題。排放交易必須建立在總量管制的基準下，即所謂的「總量管制與排放交易 (cap and trade)」<sup>1</sup>。除了排放交易之外，另一大類具有彈性的總量管制制度是「信用額度交易 (credit trading)」<sup>2</sup> 制度，信用額度交易制度也可以提供排放者自動減量的誘因，允許參與者將所達成的減量賣給其他需要減量的排放者，可讓受排放管制的企業取得另一種達成減量目標的方式。在此市場的交易商品是減量信用額度 (credit)，而非排放權配額 (emission allowance)，減量信用額度是採行特定減量計畫所獲得認證的排放減量，因此信用額度交易制度亦稱為基於特定減量計畫之交易制度 (project-based trading)。

基於以上「總量管制與排放交易」與「信用額度交易制度」兩種交易機制的精神，京都議定書中訂有聯合減量 (JI)、清潔發展機制 (CDM)、排放交易 (ET) 等三種彈性機制，協助締約國透過國際合作方式，降低達到溫室氣體排放目標之執行成本，並希望藉此以最小成本的方式來達成減量目標。三種京都機制簡述如下：

### (一) 排放交易 (Emissions Trading, ET)

「排放交易」的規範列於京都議定書第 17 條，該條文規定：一個附件一國家可將其超額完成減排義務的多餘排放量，以貿易的方式轉讓給另外一個未能完成減排義務的附件一國家，並同時從轉讓方的允許排放限額上扣減相應的轉讓額度。嚴格來說，此種貿易型態，應該僅僅侷限在國家與國家之間，但目前的規則亦允許附件一國家政府授權其法律實體，如企業，進行這類交易，此類排放減量權稱作「分配總量單位」 (Assigned

Amount Units, AAUs ) 。

目前已實際運作之排放交易制度 (Emissions Trading System, ETS) 除了最大的歐盟排放交易制度 (EU ETS) 之外，還包括英國排放交易制度 (UK ETS)、美國芝加哥交易所 (Chicago Climate Exchange)、及澳洲新南威爾斯溫室氣體減量制度 (New South Wales Greenhouse Gas Abatement Scheme)；英國排放交易體系已於 2007 年納入歐盟排放交易制度。

## (二) 聯合減量 (Joint Implementation, JI)

「聯合減量」規範於京都議定書第 6 條，為附件一國家之間的合作機制。在該機制下，一個附件一國家以技術和資金投入的方式，與另外一個附件一國家合作實施溫室氣體減排、或溫室氣體吸收的計畫。例如，將原有的燃煤機組改成較具效率的熱電力結合機組 (combined heat and power plants)；而「土地使用、土地使用之變更、植林 (land use, land-use change, and forestry, LULUCF)」此類「碳匯」(carbon sinks) 活動也被認可為廣義的聯合減量計畫。自 2000 年開始，唯有符合規定並通過 UNFCCC 審核的計畫，才可列為共同減量計畫；該計畫所產生的排放減量權稱作「排放減量單位 (Emission Reduction Units, ERUs)」。截至目前為止，與清潔發展機制 (CDM) 與排放交易相較，聯合減量 (JI) 的活動規模較小。

## (三) 清潔發展機制 (Clean Development Mechanism, CDM)

「清潔發展機制」規範於京都議定書的第 12 條，該條規定：附件一國家可以資金援助或技術移轉的方式，在非附件一國家推動排放減量計畫，以協助開發中國家進行溫室氣體減量行動。此一機制與共同減量的不同點在於：清潔發展機制之減量活動在開發中國家，由於這些國家的減量成本較低，附件一國家因此可以較低的成本來取得排放額度，以達成本身的減量目標，而開發中國家也可獲得額外的資金支援以及技術移轉。附件一國家可藉此取得「經認證的排放減量額度 (Certified Emissions Reductions, CERs)」，並在 2008 至 2012 年之間，將所取得之額度抵銷國內的排放量，納入其減量績效。

由於京都議定書僅針對附件一國家進行規範，開發中國家並無減量責任及目標，也不必設立排放權登錄體系，因此，從非附件一國家轉到附件一國家的 CDM 減量額度，必須經過嚴格的驗證程序，以確保其計畫減量是正確的。CDM 執行理事會透過訂定 CDM 計畫的相關規則，包括：計



畫書撰寫之規格、計畫的額外性（**additionality**）評估、基線（**baseline**）與減量成效的計算方法之認可、排放監測方法之認可、CDM 計畫之認可與登記、CER 之驗證、CER 之分發與登記等規則，進行管理。

表 1 京都機制比較

項目	聯合減量 (JI)	清潔發展機制 (CDM)	排放交易 (ET)
規範條文	第 6 條	第 12 條	第 17 條
規範對象	附件一國家	附件一國家 非附件一國家	附件一國家
排放權類型	排減量單位 (ERUs)	經認證的排放減量額度 (CERs)	分配總量單位 (AAUs)
排放權性質	計畫型	計畫型	配額型

資料來源：本文整理。

### 三、各國制度簡介

#### （一）英國排放交易制度

英國是對抗全球暖化最積極的倡議者及執行者，其於京都議定書的減量目標為在 2010 年溫室氣體排放量較 1990 年減少 20%，為實現此目標，英國自 1997 年以來，其減量行動搭配採用稅與排放交易之政策工具，並採行一系列綜合性之政策配套，包括；氣候變遷稅（Climate Change Levy, CCL）、氣候變遷協定（Climate Change Agreement, CCA）、與排放交易制度。英國溫室氣體排放交易制度（UK Emission Trading Scheme, UK ETS）於 2002 年 4 月正式啓動，為全球第一個溫室氣體排放交易制度，計劃運行 5 年，結束於 2006 年，至 2007 年起正式與歐盟排放交易制度連結，完成階段性任務。UK ETS 之制度設計之目標有三：

1. 為使境內溫室氣體減量活動保持成本有效（**cost-effective**）。
2. 提供英國企業一個早期累積排放交易經驗的機會，為未來加入歐盟排放交易制度作準備。
3. 促使倫敦成為歐陸的排放交易中心（**emissions trading center**）。

英國溫室氣體排放權交易制度係由環境、食品暨鄉村事務部

(Department for Environment, Food and Rural Affairs, DEFRA) 所推動，下設專職機構：排放交易主管機關 (Emissions Trading Authority, ETA)。UK ETS 以自願參與及彈性的市場機制為特徵，通過政府提供獎勵金或稅金抵減，吸引企業和機構參與，雖然 UK ETS 之自願參與性質，使得市場規模無法擴大，加上其複雜的制度設計，增加許多交易成本，但 UK ETS 已為全球碳排放交易制度，提供寶貴的經驗與教訓。

## (二) 歐盟排放交易制度

歐盟交易制度 (European Emissions Trading Scheme, EU ETS) 從 2005 年開始施行，為目前全球最大的排放交易制度，也是有史以來最大的國際環保政策試驗，因為最早污染排放交易制度實施經驗，皆來自美國。在京都議定書中，歐盟國家承諾於 2008 至 2012 年中進行溫室氣體減量努力，以達到低於 1990 年排放量再減的 8% 之目標，為因應此承諾，歐盟於 2003 年通過歐盟排放交易指令 (Directive 2003/87/EC)，為總量管制與排放交易主要之法源依據，成立歐盟排放交易制度 (EU ETS)，由 EU-15 國及前蘇聯解體後之 10 國，總計於歐盟 25 個國家中進行強制性的總量管制與排放交易運作。

在歐盟指令 (EU directive) 規範下，由各歐盟國家對廠商發放歐盟排放配額 (EU allowances, 以下簡稱 EUAs)，EUAs 可使用於第一階段 (2005-2007) 及第二階段 (2008-2012) 之減量承諾，或於歐盟會員國間進行移轉。第一、二階段的商品以二氧化碳為主，到第三階段 (2012 後) 則可能擴及京都議定書規範的六種溫室氣體，而其市場的規模則可以在國內或遍及歐盟，其規範的排放源主要為：

1. 高耗能產業包含能源業：擁有耗能 20MW 以上內燃機之設施、煉油設施、焦煤爐設施；
2. 鋼鐵業：包含鑄鐵製程、冶煉、生產以及每小時鋼鐵產量達 2.5 噸以上之設施；
3. 礦業：迴轉窯每日生產水泥爐渣達 500 噸以上、石灰 50 噸以上或於熔爐產能每日 50 噸、玻璃纖維融製產能每日 20 噸以上以及陶瓷、磚產量每日達 75 噸以上之設施；
4. 造紙業：紙漿與造紙業日產量達 20 公噸以上設施者。

此外，歐盟執委會 2006 年 12 月 20 日針對民航業溫室氣體排放的管制進行立法提案，計劃將民航業納入歐盟排放交易機制的範圍之內。此項立法議案自 2011 年起，將適用於歐盟內部所有班機氣體之排放；次年，





所有起降歐盟機場的航運服務皆須符合此法案之規定。

### （三）澳洲新南威爾斯溫室氣體減量制度

由於澳洲政府遲至 2007 年底才正式批准京都議定書，因此，境內初期多以自願性減量活動為主。而澳洲新南威爾斯省（New South Wales, NSW）透過 1995 年電力供應法（Electricity Supply Act）及 2001 年電力供應條例（Electricity Supply Regulation）之修改，於 2003 年 1 月率先管制其電力業之溫室氣體排放，目標為在 2007 年將該省的總體人均排放量降至 7.27 公噸二氧化碳當量，較京都議定書之 1990 年基準減少 5%。澳大利亞首都特區（Australian Capital Territory, ACT）並於 2005 年 1 月加入 NSW。該制度原名為溫室氣體去除制度（Greenhouse Gas Abatement Scheme, GGAS），於 2007 年更名為溫室氣體減量制度（Greenhouse Gas Reduction Scheme），但官方正式簡稱仍保持為 GGAS。

GGAS 規範的主要排放源為所有新南威爾斯省內之電力提供者、部分發電業者、及所有從國家電力市場之購電者，稱為基準參與者。基準參與者為達成其減量目標，需於期末繳交由其他碳抵換活動所產生之減量權證（GGAS certificates），或在聯邦政府強制性再生能源目標（Commonwealth's Mandatory Renewable Energy Target, MRET）下所產生之再生能源權證（Renewable Energy Certificates, RECs）。基準參與者為 GGAS 主要減量的貢獻者，至 2007 年底為止，共有 40 個基準參與者，共釋出 1,700 萬噸之排放權證。新南威爾斯政府在 2006 年時將 GGAS 之時程延至 2021 年，直到澳洲正式啟動國家排放交易制度為止，在這之前 GGAS 將持續運作，電力業者亦將持續受到 GGAS 規範。

### （四）美國芝加哥氣候交易所

基於維護經濟發展與開發中國家未具體訂立減量目標等理由，美國小布希政府於 2001 年宣布不批准京都議定書，此舉曾一度動搖歷經十年的氣候公約談判架構。雖然身為全球第一大溫室氣體排放國的美國，至今仍未批准京都議定書，但美國企業仍積極從事碳減量，並首度提出由企業發起之自願性碳排放權交易組織。芝加哥氣候交易所（Chicago Climate Exchange, 以下簡稱 CCX）成立於 2003 年，為全球首度由企業自願性發起之溫室氣體排放權交易組織，參與者來自美國、加拿大及墨西哥的企業及機構，交易商品含括 6 種溫室氣體，目前有 300 位會員。

由於美國未簽署京都議定書，CCX 必須先為各參與會員訂立總量管制的目標，以進行後續的排放交易程序。基於逐年減量的調適原則，會員根據 CCX 規定之排放減量時程（Emission Reduction Schedule），進行減量工作，基線（baseline）設定在各會員於 1998 至 2001 年排放水準之平均值。早期參與者（Phase I 及 Phase II 會員）須於 2003 年較基線減少 1%、2004 年較基線減少 2%、…、至 2010 年較基線減少 6%；而晚期參與者（Phase II 會員）之減量標準則較為嚴格，須於 2007 年較基線減少 1%、2008 年較基線減 3%、…、至 2010 年較基線減少 6%，也就是於 4 年內達成與早期參與者同樣之減量水準。

芝加哥氣候交易所為全球首度由企業自動發起之自願性排放權交易組織，雖然美國未簽署京都議定書，企業亦無減量的義務，但這些參與 CCX 之企業仍基於企業環境責任及早期累積排放交易經驗等理由，積極參與自願性的排放交易制度，在無政府強力之支持的情況下，2008 成為目前全球交易量第二大的排放交易系統。

#### 四、各國成效檢討

碳交易制度是否成功，主要關鍵在於在追求環境目標時，同時在市場上可維持穩定的成交量與成交值，吸引各方參與者加入，以達到成本最小的減量目標。以下就各國碳交易市場之運作狀況進行初步的檢討分析。

##### （一）交易量及交易值

無論就其市場價值或是成交量來說，截至 2008 年為止，歐盟排放交易市場是全球最大的碳市場，其交易量遠高於澳洲新南威爾斯制度、美國芝加哥氣候交易所和英國排放交易市場。同時，歐盟排放交易市場交易量亦顯著超過包括 CDM 與 JI 等碳市場。此現象可歸因於歐盟排放交易制度屬一強制性且含括數個國家之減量體系；第二大市場為芝加哥氣候交易所，為自願性排放交易制度；第三大市場為澳洲新南威爾斯減量制度，為強制規範對電力事業參與之排放交易制度。另外，在計畫型交易方面，以 CDM 所占比例最高，且半數以上交易量為中國衍生之 CDM 所創造。其細項詳見整理之下表。



表 2 各國碳市場交易量

單位：百萬公噸碳當量

	2005	2006	2007	2008
<b>配額型交易</b>				
歐盟排放交易制度	321	1,104	2,061	3,093
澳洲新南威爾斯減量制度	6	20	25	31
芝加哥氣候交易所	1	10	23	69
英國減量制度	0	n.a.	--	--
小計	328	1,131	2,109	3,193
<b>計畫型交易</b>				
CDM（初級市場）	341	537	551	389
CDM（次級市場）	10	25	240	1,072
J1	11	16	41	20
其他自願性減量計畫	20	33	42	54
小計	382	611	874	1,535
<b>總計</b>	<b>710</b>	<b>1,745</b>	<b>2,983</b>	<b>4,728</b>

資料來源：World Bank (2006) (2007) (2008) (2009)

附註：英國減量制度自 2007 年納入歐盟排放交易制度。

## （二）政策有效性

本文以下述 5 項績效指標，檢討各國排放交易制度之優缺點，此 5 項指標為：（1）環境有效性、（2）經濟效率性、（3）公平性、（4）行政可行性、（5）產業接受性等，分述如下：

### 1. 環境有效性

就環境效益而言，由於碳交易須事先決定一個總量管制的目標（cap），所以此政策可達到管理當局預設的環境目標，例如：京都議定書規定各國在 2012 年的排放量，須回到 1990 年之量再減 5.2% 的水準。要注意的是，過於寬鬆的減量目標，可能無法達到環境目標。

此外，造成溫室效應的氣體，除了二氧化碳外，尚含數量少但暖化潛力高的氣體，如：含氟氣體 PFCs。因此，排放交易的運作方式是否納入其他溫室氣體管制，值得重視。



## 2. 經濟效率性

就經濟效率及產業效益而言，一個運作良好且參與者眾多的排放交易體系，可以確保整體廠商的減量成本最低，相當符合經濟效益：其一為廠商可經由減量的努力，獲取出售多餘排放配額的利益，其二為資源在產業部門間移轉，對廠商而言，較直接以碳稅的方式移轉給政府，反彈感受較不強烈。

但是，鼓勵產業參與之獎勵金制度是否扭曲市場機能、制度的設計是否忽略溫室氣體減量之成本差異等問題，均為效率指標必須考量的重點。此外，碳交易價格的波動亦影響經濟效率。依國際經驗，碳交易市場的價格波動度大，不易預期，如在經濟成長、高能源價格、嚴寒氣候、或基線訂定較嚴的狀況下，將使碳價格走高。相反地，在經濟衰退、能源價格下降、溫暖氣候、或基線訂定較寬鬆的狀況下，將使碳價格走貶。

## 3. 公平性

排放權的核配容易引起利益團體的逐利行為，運作不當的碳交易機制容易受人為操控影響，如：刻意地規避某產業、操縱及行賄等。另外，排放權分配原則之商榷、監測與制裁措施對中小企業之影響、壟斷問題之克服，均須納入考量。

## 4. 行政可行性

排放交易之制度設計涵蓋面向廣，包括分配、交易、儲存、借用，甚至後續之排放監測、交易申報與追蹤、排放之查核等。此一指標的考量因素為：制度設計是否過於複雜，以致產生高額之行政成本，傷害總體的經濟效率。

## 5. 產業接受性

相較於碳稅，目前依各國經驗發現，產業對碳交易政策的接受度較高，但其制度設計是否可吸引較多業者參與，亦為重要的問題。一個產業接受度高的交易制度，可擴大交易規模，增加流動性，並促成邊際成本最小。另外，產業是否願意配合培育相關人才，亦為制度誘因之考量。

他山之石可以攻錯，本文根據以上幾項評比指標，將各國排放交易機制之成效，簡單整理於下表：



表 3 各國碳排放交易制度成效比較簡表

	優點	缺點
英國排放交易制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 最早之溫室氣體交易制度，為各交易制度之典範</li> <li>• 建立政府與企業之良性溝通機制</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自願性、產業選擇性加入</li> <li>• 制度複雜，行政及交易成本高</li> </ul>
歐盟排放交易制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 強制性、全球規模最大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 實施時程過於緊迫，多有延遲及無法有效配合問題</li> <li>• 初期核配量無法儲存，以致價格崩跌</li> </ul>
新南威爾斯溫室氣體減量制度	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全球規模第三大</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 僅規範電業</li> <li>• 與國家排放交易制度接軌存在不確定性</li> </ul>
芝加哥氣候交易所	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 全球規模第二大</li> <li>• 管制多項氣體</li> <li>• 兼顧早期減量努力</li> <li>• 企業遵守效果佳</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 自願性市場，價格偏低</li> </ul>

資料來源：本文整理。

## 五、結論與建議

目前我國正積極進行《溫室氣體減量法》立法工作，作為我國溫室氣體減量的法源依據，其中，排放交易相關規範亦涵蓋其中。但由於排放交易制度將影響國內人民的一般財富與環境財富的分配，所以，政府有關單位必須審慎評估各類排放交易政策工具及環境產權之分配的公平性、效率性、及其對環境之貢獻。除各國經驗及法規層面之探討外，未來建置我國碳交易制度應深入研析包含交易機制中之各項組成因素，如：交易標的內容、總量設定、排放權之核配方式、管制對象、交易平台之建置、獎懲機制，及技術性的盤查、查證等相關作法。

展望未來，由於我國非屬京都議定書締約國，國內之碳排放交易制度如何與京都機制之排放交易、聯合減量、清潔發展機制，或其他可能之機制進行連結，其可行性分析與應有作法，亦為政府相關單位應積極探討之課題，以為後京都時代來臨前，預作相關準備工作。

## 參考文獻

1. European Environment Agency, Application of Emissions Trading Directive by EU Member States, Publications Office, 2006.
2. Greenhouse Gas Reduction Scheme (GGAS), Compliance and Operation of the NSW Greenhouse Gas Reduction Scheme During 2007, Independent Pricing and Regulatory Tribunal, New South Wales, 2008.
3. Paltsev, Sergey, John M. Reilly, Henry D. Jacoby, Angelo C. Gurgel, Gilbert E. Metcalf, Andrei P. Sokolov, and Jennifer F. Holak, An Assessment of U.S. Cap-and-Trade Proposals, MIT Joint Program on the Science and Policy of Global Change, Report No. 146, April, 2007.  
([http://web.mit.edu/globalchange/www/MITJPSPGC\\_Rpt146.pdf](http://web.mit.edu/globalchange/www/MITJPSPGC_Rpt146.pdf))
4. Pew Center, The European Union's Emissions Trading System in Practice, Pew Center on Global Climate Change, Massachusetts Institute of Technology, 2008.
5. Tietenberg, T., M. Grubb, A. Michaelowa, B. Swift, and Z.X. Zhang, International Rule for Greenhouse Gas Emissions Trading, United Nations Conference on Trade and Development, 1999.
6. World Bank, State and Trends of the Carbon Market 2006, World Bank Institute, 2006.
7. World Bank, State and Trends of the Carbon Market 2007, World Bank Institute, 2007.
8. World Bank, State and Trends of the Carbon Market 2008, World Bank Institute, 2008.
9. World Bank, State and Trends of the Carbon Market 2009, World Bank Institute, 2009.
10. United Nations Conference on Trade and Development, International Rules for Greenhouse Gas Emissions Trading, 1998.
11. 羅時芳,「碳交易市場淺析」,中華環安衛科技協會會刊,第27期,第15-22頁,2008。

參考網址：

1. 行政院環境保護署：<http://www.epa.gov.tw>
2. Chicago Climate Exchange: <http://www.chicagoclimatex.com/>