



全球CO₂減量計劃對 我國產業之影響

華南永昌投顧 謝瑞瑜

一、前言

全球經濟持續發展，相對CO₂排放量逐年提高，對全球環境影響，已由近十年來天氣變化可知，專家預測如再不實施CO₂減量，全球溫度100年後將再提升2C°，海面將高出25cm，地球在一萬年後，將不再適合人類居住，大部份CO₂排放量，早期由歐、美先進國家所造成，美國及澳洲居前一、二名，目前國際間已有188個國家簽署京都協議書，希望在2008-2012將CO₂排放量降低，從目前年排放量256億噸減少5.2%為128億噸(較1990年135億噸減少5.2%)，國際間已開始實施CO₂減量收集運藏(CCS, Carbon Capture Storage)，及由美國等政府單位展開天氣緩和作用計劃，稱為(IPCC)，並與加拿大、歐州各國開過多次會議，目前已有些成果，但排放量居全球第一的美國及新興中國並沒有簽署京都會議書，本報告即就該計

畫書對我國產業之影響，逐一說明，以供投資者參考。

二、溫室效應的形成

地球表面由大氣層所包圍，就像溫室的透明玻璃，在陽光照射地球時，有防止地面溫度、濕度散失的功能，使地面溫度不會下降太快，地表年均溫因此能保持15℃左右，此現象即稱為「溫室效應」。若無溫室效應，來自陽光的能量會很快的由地表釋放回去，地球的溫度也將降至-16℃左右，而成為寂冷的世界。適度的溫室效應適宜地球生物存活，使人類悠游於四季的交替。造成溫室效應的氣體中，最主要的是二氧化碳，其次是氧化亞氮、甲烷、氟氯碳化物及臭氧，這些污染物主要是燃燒石化原料(例如：煤、石油)所產生的。原本可藉由熱帶雨林來吸收大量的二氧化碳，但是人類過度砍伐雨林，卻破壞了森林吸收二氧化碳的這道防禦工事，使



溫室效應日漸嚴重。溫室效應會使全球氣溫節節上升，其所造成的氣候改變，將使我們付出極大的代價。例如氣溫上升會使冰山融化、海面上升、陸地面積減少；若加上氣候帶位移，可能引發動物大遷徙，屆時也有可能促使腦炎、狂犬病、登革熱、黃熱病及一些找不出發病病源新病毒Sars、禽流感等疾病的蔓延。

三、 溫室效應氣體

現將造成溫室效應的主要氣體，簡介如下(參見表一)：

1. 二氧化碳 (CO₂)：由於大量使用煤、石油、天然氣等石化燃料，全球的二氧化碳正以每年約六十億噸的量增加中，是造

成溫室效應的主要氣體。

2. 氟氯碳化物 (CFCs)：目前以CFC-11, CFC-12, CFC-113 為主。使用於冷氣機、電冰箱的冷媒、電子零件清潔劑，是造成溫室效應的氣體。
3. 甲烷 (CH₄)：有機體發酵與氫化合物質不完全燃燒的過程中會產生甲烷，主要來自牲畜、水田、掩埋場及汽機車的排放。
4. 氧化亞氮 (N₂O)：係由燃燒石化燃料、微生物及化學肥料分解所排放。
5. 臭氧 (O₃)：來自汽機車等所排放的氮氧化物及碳氫化合物，經光化學作用而產生的氣體。

表一、不同的氣體對於溫室效應增溫效果的比較

產出氣體	人類活動
二氧化碳 (CO ₂)	石油、煤等石化原料的燃燒
甲烷 (CH ₄)、氮氧化物 (N ₂ O)	農業活動
氟氯碳化物 (CFC)	工業製成品
氮氧化物 (N ₂ O)	物質燃燒
臭氧 (O ₃)	工廠、汽車排放之氮氧化物及碳水化合物經過光所合成

註：水蒸氣也具有部份的增溫效應，人類還有許多活動也產生許多溫室效應影響。



全球CO₂排放量，主要來源來自工業，以原油佔整體34.9%，燃煤佔23.5%，天然氣佔21.1%，三者佔整體排放量79.5%。如目前全球電力發電廠有4942座，水泥廠1175座，煉油廠638座，鋼鐵廠269座，石化廠470座，汽油及天然氣裂解廠862座，其他90座，汽機車及天然氣使用等排放量、加上日常廢氣排放量，2005年總排放量為256億噸。

四、天氣及海洋變化

自1880年至1990年，全球溫度由於溫室效應已上升0.6度為15.7度，由2005年美國卡翠納風災已明顯得知，全球天候異常災變連連發生，海洋每年呈0.02-0.03mm上升，至今已上漲14cm，目前冰山溶化，加速水面上升，此外PH值每年降0.1，由8.4下降至7.8，如CO₂排放量持續增加，在100年後，海洋生態改變，將祇適合殼類生存。在萬年後，地球將變成一顆陌生的星球。

五、大自然氧氣及CO₂作用

樹林所造成呼吸作用、蒸散作用

而消耗熱能，所以樹下會覺得比較涼快。當空氣中負離子含量達到每立方公分700個，就會覺得空氣清新。森林中有很多負離子，所以會感覺空氣特別好。如果在瀑布邊的話，飄散在空中的水滴也含有負離子，空氣就更清新了。當負離子在空氣中的濃度到達每立方公分20,000到30,000個，就有淨化血液、恢復疲勞、強化身體機能、降低血壓、迅速消除緊張和壓力的功效。所以多接近森林，有助身心健康。林務局於九十三年進行瀑布評選活動時，發現內洞森林遊樂區的信賢瀑布，負離子含量居全台溪瀑布之冠，每立方公分最高可達50,000個以上。

六、CCS(Carbon Capture And Storage)主要特質及最適合儲放CO₂的地方

CCS主要意義為將所排放出的二氧化碳，加以收集加工至液態，然後以各種技術儲藏在五公里處海底，其作業方式如下：(參考圖一)

1. 在近海處設立平台，以固定管線延伸至海底，將液態CO₂注入。



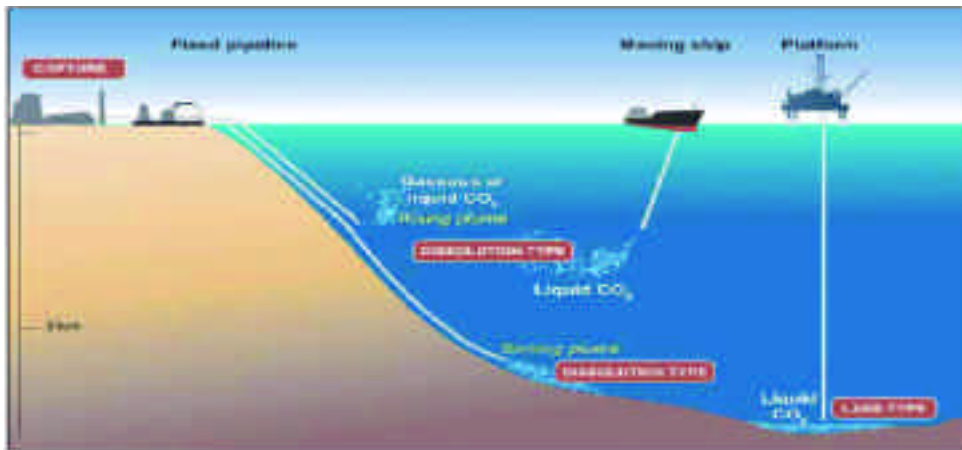
2. 以船運送至海邊，以管線注入海底。
3. 在廠區直接收集CO₂，再以管線注入海底。

儲放CO₂最適合地帶為英國北海，英國北海一帶，擁有多處空置不用的

原油層，約可儲藏53億噸CO₂，.第二個較佳儲放地點為在海底極深處，1996年專家預估可儲放71,600億噸CO₂，目前全球所排放CO₂為256億噸/年，且逐年增加中，預估至下一世紀達到高峰。

圖一、CO₂儲藏方式及在海底作業方式

備註：G=10億



資料來源：國際能源署

七、CO₂注入原油層增加原油生產率

CO₂吞吐技術將液態CO₂注入地底蘊藏油層中，在溫度變化下，將快速汽化混合入油層，可促使原油原本黏稠度降低85%，油體積膨脹28%，使蘊藏油層原油孔隙壓力增加，提升採收率

及油相驅動效率7.5%，以目前年消耗量計算，比原油在本世紀將耗盡的預測，可再多用40年。利用該技術提高原油生產率，目前在孤島採收油田，11口油井中試驗，累積油量15,140公噸，顯示在礦區試驗效果，前景亮麗。

利用管線儲藏在已開採後之煤、油、天然氣層中，像在英國北海，CO₂



補獲存放，每噸以目前技術成本在英國約為20英磅(38美元)，成本過高是未能積極實施因素之一。

八、京都議定書意義及功用—CO₂ 排放減量

京都議定書自87年3月於聯合國紐約總部開放簽署，日本經團聯(Keidanren)於1997年擬定針對環境保護的自願行動計畫(Keidanren Voluntary Action Plan on the Environment, KVAPE)，此計畫希望在2010年，能源轉換部門的CO₂排放量能夠低於1990年排放目標。要求在2008

年至2012年間，將CO₂、甲烷、氧化亞氮、全氟化碳、氫氟碳化物及六氟化硫等六種溫室氣體排放量，平均應減少到比1990年排放量減少5.2%之水準。自1990年—2003年，全球實施CO₂減量，已有些成果，至2003年已實際下降5.9%，主要是因為東歐經濟衰退所致，而新興國家則仍呈逐年上升趨勢，在京都協議書中全球排放量最高的美國，則以經濟發展為由，未加入京都協議書的一員，中國、印度亦不是成員國，下表為前五大排放量國家CO₂增減量情況。在CO₂減量實施中，以歐洲國家成果較顯著，美、日則逐年增加中。(參考表二)

表二、1990—2005 年全球前五大最高CO₂排放量國家減量成果

單位：百萬噸

	美國	英國	俄羅斯	日本	德國
1990	5056	621	2483	1065	1044
2005	5729	540	1527	1201	854
增減量	+673	-81	-956	+136	-190
增減量%	+13.3%	-13.0%	-38.5%	+12.8%	-18.2%

九、CO₂排放減量對我國產業影響

(一) 我國CO₂排放概況

1. 2005年台灣CO₂的總排放量為25,598萬公噸，占全球總量的1%，全球排名為第22位。若以

人均排放量排名，我國則高居第三名，達到11.9公噸，僅次於美國的19.9公噸和澳洲的19.4公噸，遠超過全世界3.9公噸之人均排放量。過去10年間(1995—2005)，我國CO₂排放量以8%逐年成長，而國內生產毛



額(GDP)則僅有4%之成長率，這種成長趨勢，違反京都議定書對CO₂之減量規範，CO₂排放量不僅沒有減少情勢，反而大幅增加。我國若未能及時採取減量措施，未來(2020年前)將付出極大代價。

2. 我國在1998年能源會議中，就提出節能及CO₂減量目標，1993-1998年與1999-2002年之溫室氣體排放量平均年增率比較，CO₂由5.6%降為4.9%，CH₄卻由0.5%大幅上升至32%。比較值得注意的是，含氟溫室氣體在過去四、五年間成長相當顯著，1999-2002年間，PFCs、SF₆等含氟溫室氣體，平均年增率分別達22.6%及12.7%，雖然這些氣體目前的比重仍相當低，但其主要是來自國內半導體業及液晶面板產業持續成長，未來很可能成為世界最大排放國。
3. 國內五大耗能產業，包括鋼鐵、石化、水泥、人纖、造紙產業。工業局曾經輔導五大產業進行溫室氣體減量，1998年相關公會提出「自發性節約能源行動計畫」，節能總目標為中期(2010年)107.6萬公秉油當

量、長期(2020年)190.5萬公秉油當量。五大產業的CO₂排放量，約占全國CO₂總排放量的三成，主要來源是鋼鐵與石化業，約各占三成的三分之一，其次是人纖業。觀察過去四、五年間，五大產業CO₂排放量成長，造紙與水泥業已經微幅地減量，但是石化業仍快速成長，平均每年約上升23%。

4. 若依京都議定書規範，將要求38個已開發國家及歐盟在2008-2012年間，將溫室氣體排放，降至1990年的排放水準，再減5.2%。相對而言，我國2002年CO₂排放總量(352.8百萬公噸)是1990年(132.5百萬公噸)的2.7倍。

(二) 產業影響評估

1. 實施CO₂減量對耗能產業，尤其是石化、鋼鐵、人纖、造紙及水泥等五大耗能產業影響最大。
2. 國內目前尚有石化園區及大煉鋼廠之擴建計畫，若被國際上要求減量，勢必影響該等計畫推動，以國內排放量最高之台灣電力公司為例，在2012年後，CO₂排放量減量後，成本增



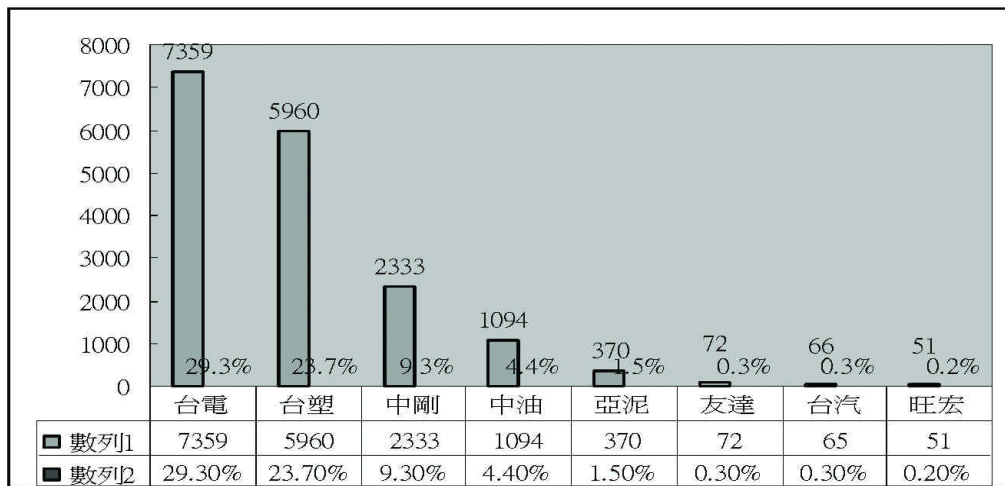
加，屆時電費將逐年高漲。95年製造業排放已實施CO₂配額，如中鋼95年預計要建新廠，因CO₂配額限制在1200公噸/年，每年僅能生產577萬噸鋼液。以生產一萬噸鋼液排放2噸CO₂，以目前CO₂交易配額每噸16美元，中鋼新廠年產577萬噸鋼液，CO₂排放量配額1200萬噸計算，CO₂配額市值約60億台幣，全球預計在2006年CO₂配額交易達18億美元，將來對傳統產業將多少造成衝擊，我國雖不是京都協議國成員，但WTO設有例外條款，對CO₂未實施減量國家，出口將課徵極高關稅。

3. 總體經濟影響評估，以我國單

獨採取減量，預估自2011年到2020年對CO₂排放量的限制，使CO₂於2020年回歸至2000年排放水準，GDP平均每年約減少0.4至0.6個百分點。

4. 95年6月前，中油八輕、台塑大煉鋼廠、友達7.5代面板廠等投資案，均因CO₂排放過大，未能通過環評審議，而後續力晶12吋晶圓廠和華映5代及7.5代面板廠投資案，95年總投資金額可創造1.3兆產值，我國CO₂排放量，最高為台電7358萬噸，佔整體29.3%，其次為台塑5960萬噸，佔23.7%，中鋼位居第三，年產1500萬噸鋼鐵，年排放CO₂量2333萬噸。(參考圖二)。

圖二、我國CO₂排放量情況 單位：仟噸/h、噸、%





(三) CO₂減量成本之估算

目前技術以光純粹補獲CO₂，不同產業成本有所不同，燃煤、天然氣發電廠每噸約15~75美元，以氫及天然氣所產出CO₂成本5~55美元，每噸收集儲藏成本約在25~115美元，此外還需運送費用，視距離有所不同，利用管線儲藏在已開採後之煤、油、天然氣

層中，像英國北海，補獲CO₂存放，每噸成本約為20英磅(38美元)，以英國每年約五億噸CO₂排放量，每年所需成本約為年GDP的2%，我國排放量最高的台電，總發電量為7359仟瓩排放量，及水泥、鋼鐵、石化等工廠所產出CO₂，因成本過高而未能積極實施，至目前為止，各產業還未訂出合理價格。

表三、國際計算收集CO₂成本估算

單位：美元/噸

產業別	Net Capture CO ₂ (us\$/tCO ₂)	註
發電廠(以煤及天然氣發電)	15~75	發電廠排放CO ₂ 最多
以氫及天然氣產業	5~55	CO ₂ 壓縮及乾燥
一般工業天然氣及以鍋爐油燃燒產業	25~115	石化、鋼鐵、水泥、紡織，技術
運輸費用耐侵蝕管線	1~8	有冰山、沼氣、岩層，成本增加、程序法律費用。
地質下表岩層注入	5~30 CO ₂ 注入	離岸運輸費100~500km、不含注入監測
海洋儲藏	20~50 礦化過程處理	含礦化過程能源處理

十、 結論

全球由於CO₂減量計畫，產業將受到衝擊，2012年，我國CO₂排放減量將面臨投資風險，2012年，全球CO₂排放將比1990年總排放量135億噸減少5.2%為127.5億噸，雖然我國不是京都議定書簽約國，但根據WTO有關貿易障礙的規定，對環保有例外條款，台灣產業以發電廠排放量佔第一，石化佔整體

CO₂排放量4%、鋼鐵、水泥居第三，在2012始實施計畫，新擴廠將面臨配額互相交易問題，以我國CO₂排放量名列前茅，實沒有多餘配額給新興產業，配額交易以2006年每噸以16美元計算，預計95年全球交易值約在18億美元，以後將逐年增加，成本增加，獲利將不如往年，以95年台塑鋼未能成立，亦是因CO₂排放量因素，未來將以未排放CO₂產業居上風。