
聯合國氣候變化綱要公約

國家通訊

**UNFCCC National Communication
of the Republic of China (Taiwan)**

中華民國九十一年七月

目 錄

目錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	IV
執行摘要.....	1
第一章 基本資料.....	1-1
1.1 人口.....	1-1
1.2 地理.....	1-1
1.3 氣候.....	1-3
1.4 經濟.....	1-3
1.5 土地利用.....	1-6
1.6 交通.....	1-10
1.7 能源.....	1-13
1.8 政府組織及立法.....	1-18
1.9 我國因應氣候變化綱要公約組織架構.....	1-19
第二章 溫室氣體排放統計.....	2-1
2.1 IPCC 估算溫室氣體排放量之方法與其不確定性.....	2-1
2.2 二氧化碳排放統計.....	2-9
2.3 甲烷排放統計.....	2-14
2.4 氧化亞氮排放統計.....	2-16
2.5 吸收源及監測.....	2-16
2.6 其他溫室氣體.....	2-18
2.7 結論與建議.....	2-20
第三章 衝擊.....	3-1
3.1 海平面上升.....	3-1
3.2 水資源.....	3-3

3.3 產業.....	3-3
3.4 公共衛生.....	3-5
3.5 生態系統.....	3-7
第四章 調適.....	4-1
4.1 海平面上升.....	4-1
4.2 水資源.....	4-2
4.3 產業.....	4-4
4.4 公共衛生.....	4-5
4.5 生態系統.....	4-5
第五章 政策與措施.....	5-1
5.1 我國因應立場.....	5-1
5.2 我國政策.....	5-1
5.3 因應措施.....	5-2
第六章 研究發展、國際合作與交流、教育宣導.....	6-1
6.1 研究發展.....	6-1
6.2 國際合作與交流.....	6-7
6.3 教育宣導.....	6-9

表 目 錄

表 1.1 台灣地區主要經濟指標.....	1-5
表 1.2 台灣地區社會指標.....	1-5
表 1.3 台灣地區畜牧統計.....	1-7
表 1.4 台灣地區漁業資源統計.....	1-8
表 1.5 台灣鐵路客貨運運輸概況.....	1-10
表 1.6 台灣地區公路汽車運輸業客貨運量.....	1-11
表 1.7 國內能源供給結構.....	1-13
表 1.8 能源消費結構.....	1-17
表 1.9 世界主要國家能源生產力比較表.....	1-17
表 2.1 我國 1990 年二氧化碳 甲烷及氧化亞氮排放清單.....	2-4
表 2.2 我國 1994 年二氧化碳 甲烷及氧化亞氮排放清單.....	2-5
表 2.3 我國 1996 年二氧化碳 甲烷及氧化亞氮排放清單.....	2-6
表 2.4 我國 1999 年二氧化碳 甲烷及氧化亞氮排放清單.....	2-7
表 2.5 我國 2000 年二氧化碳 甲烷及氧化亞氮排放清單.....	2-8
表 2.6 我國 1990 2000 年各部門二氧化碳排放量.....	2-10
表 2.7 我國 1990 2000 年各部門甲烷排放量.....	2-15
表 2.8 我國 1990 2000 年各部門氧化亞氮排放量.....	2-17
表 2.9 1954 1977 與 1994 年台灣地區森林變化與依 IPCC 方法 估算之二氧化碳吸收量變化.....	2-18
表 2.10 溫室氣體排放源和吸收匯類別，及其估計值的精確度	2-19
表 2.11 我國 1990~2000 年鹵烴及 SF ₆ 排放清單.....	2-21
表 2.12 我國 1990~2000 年各種溫室氣體排放量 (不含 LUCF 吸收 CO ₂).....	2-22
表 2.13 我國 1990~2000 年各部門溫室氣體排放量(不含 LUCF 吸收 CO ₂).....	2-23

圖 目 錄

圖 1.1 台灣地區現住人口統計.....	1-2
圖 1.2 1991~2000 年我國經濟成長率趨勢圖.....	1-4
圖 1.3 台灣地區耕地面積.....	1-7
圖 1.4 台灣地區港埠營運狀況圖.....	1-12
圖 1.5 我國發電裝置容量統計.....	1-15
圖 2.1 我國 1990~2000 年各部門二氧化碳排放趨勢圖.....	2-10
圖 2.2 1970~2000 年台灣地區燃料消耗排放之二氧化碳總量...	2-11
圖 2.3 台灣地區燃料燃燒 CO ₂ 排放趨勢.....	2-11
圖 2.4 台灣地區燃料使用主要部門 CO ₂ 排放趨勢.....	2-12
圖 2.5 1990 及 2000 年我國能源使用排放二氧化碳結構.....	2-12
圖 2.6 我國 1990~2000 年各部門甲烷排放趨勢圖.....	2-15
圖 2.7 我國 1990~2000 年各部門氧化亞氮排放趨勢圖.....	2-17
圖 2.8 我國 1990~2000 年各溫室氣體排放趨勢圖 (不含 LUCF 吸收 CO ₂)	2-22
圖 2.9 我國 1990~2000 年各部門溫室氣體排放趨勢圖 (不含 LUCF 吸收 CO ₂).....	2-23

執行摘要

引言

我國雖非聯合國會員國，然而身為地球村之一員，為善盡保護地球環境之責任及防範國際政治或貿易之不利影響，向來均恪遵國際環境公約之規範。1992年5月我國為因應聯合國「氣候變化綱要公約」(UNFCCC)及其他國際協定，行政院成立跨部會之「全球環境變遷工作小組」，此為部長層級 (minister level) 推動之事務工作；1994年8月行政院進一步將此小組擴編、提升為「全球環境變遷政策指導小組」，其下所設之工作分組即包括「氣候變化綱要公約工作分組」。近年來全球永續發展進展快速，我國為掌握國際契機、統合國內永續發展相關事務，1997年8月更進一步將原政策指導小組擴升為「國家永續發展委員會」(Council for Sustainable Development)，該委員會下設有「大氣保護與能源工作分組」，負責「蒙特婁議定書」及「氣候變化綱要公約」之推動事務，1999年更將該委員會提升為由副院長層級 (vice premier level) 擔任主任委員。由上述發展可顯見我國政府因應聯合國「氣候變化綱要公約」之重視及推動之決心。

溫室氣體排放與能源使用息息相關，我國自產能源少，絕大多數能源需仰賴進口，1998年我國能源供應中進口之石油及煤炭即佔了80%。在既有產業之能源使用架構下，面臨二氧化碳排放減量及保有產業生存競爭力之雙重壓力，此為我國溫室氣體減量困境之一。

估算我國台灣地區二氧化碳人均排放量，1990年約5.57公噸，1995年約7.59公噸，2000年約9.83公噸，年平均成長率約7.5%，我國經濟明顯仍在新興發展階段。若我國要仿效附件一國家在2010年將二氧化碳減量至

1990 年水準，則減量幅度將高達 227%，如此將對我國穩定發展之經濟產生莫大之衝擊，且亦違反公約之公平原則，此為我國面臨溫室氣體減量困境之二。加上我國地窄人稠，高山及山坡地佔 74%，多數人口及工廠位居僅佔 26%之平原區，各項「環境負荷」高居世界前幾名，此為我國面臨溫室氣體減量困境之三。

儘管如此，我國為因應 1997 年 12 月氣候變化綱要公約「京都議定書」之發展，並謀求兼顧經濟發展、能源穩定及環境保護之政策，於 1998 年 5 月召開「全國能源會議」，探討氣候變化綱要公約發展趨勢及因應對策、能源政策與能源結構調整、產業政策與產業結構調整、能源效率提升與能源科技發展、能源策略工具等議題。並達成我國因應氣候變化綱要公約之立場及規劃減量目標之策略。

第一章 基本資料

台灣地區位於東亞及東南亞交會處，東臨太平洋，西為台灣海峽。台灣地區幅員由東經 119 度至 124 度，北緯 21 度至 25 度，面積約 36,006 平方公里。台灣本島縱長約 377 公里，東西寬約 142 公里。海岸線長約 1,140 公里，土地在海拔 100 公尺以上者，佔全島面積三分之二，可供耕作面積僅佔四分之一。台灣本島平地地區年均溫約為 22~25℃，夏季均溫在 27~29℃，冬季均溫約為 15~20℃；年平均雨量平均約為 1,500~2,500 公釐，山區則高達 4,000 公釐以上；相對濕度一般在 78~85%間。台灣土地 36,006 平方公里中，森林面積有 210 萬公頃，約佔全部面積 58%，其次為農耕用地，約佔 25%。1998 年底台灣地區人口數量為 2,193 萬人，2000 年達 2,228 萬人，預估 2010 年時達 2,392 萬人。我國國家情況簡要如表 1。

台灣的經濟發展從二次大戰以來，歷經農業、輕工業、重工業、科技工業四個階段，創造了台灣地區經濟奇蹟；1966 年至 2000 共 35 年間我國

經濟成長率，除 1974、1975、1982、1985、1998 等 5 年低於 5%外，其餘均介於 5.39~13.59%。近年來工業發展趨緩，服務業產值則逐年增加，2000 年時已占 GDP 之 65.6%，顯示我國即將逐步走向已開發國家之產業型態。

表 1. 我國國家情況簡要表

標 準	2000 年
人 口 (人)	22,276,672
有關區域(平方公里)	36,006.0
國內生產毛額 GDP(以億美元計)	3,026.9
人均國內生產毛額 GDP Per Capita (1998 年，以美元計)	13,587.6
估計非正規部門在國內生產毛額中所占百分比	NE
工業在國內生產毛額中所占百分比	32.4
服務部門在國內生產毛額中所占百分比	65.6
農業在國內生產毛額中所占百分比	2.1
用於農業目的的土地面積(平方公里)	8,514.8
城市人口占總人口的百分比	NE
牲畜總數(千隻，屠宰數)	牛：25；豬：9990 羊：202；雞：389,770 鴨：34,099；鵝：6,503
森林面積(平方公里，酌情加以界定)	針葉林：4,393；闊葉林：11,174 竹林：1,495；闊針葉混合林 3,954 合計：21,017
赤貧人口	NE
初生預期壽命(年)	男性：72.6 女性：78.2
識字率	六歲以上人口：95.7%

註：1998 年國內生產毛額(GDP)係以台幣 32 元兌換 1 美元估算。

NE：Not Estimated

2000 年台灣能源供應量約為 10,623 萬公秉油當量，其中石油能源佔 51.4%，煤炭佔 30.8%，核能佔 9.0%，天然氣（含液化天然氣）佔 6.7%，水力佔 2.1%，其中進口能源佔總能源 96%以上；能源消耗量則約為 9,091 萬公秉油當量，其中工業部門佔 48.5%最多，運輸部門佔 17.0%，住宅部門佔 12.5%，商業部門佔 5.7%，農業部門佔 1.5%。我國能源供應及能源消費之結構如圖 1 及圖 2。

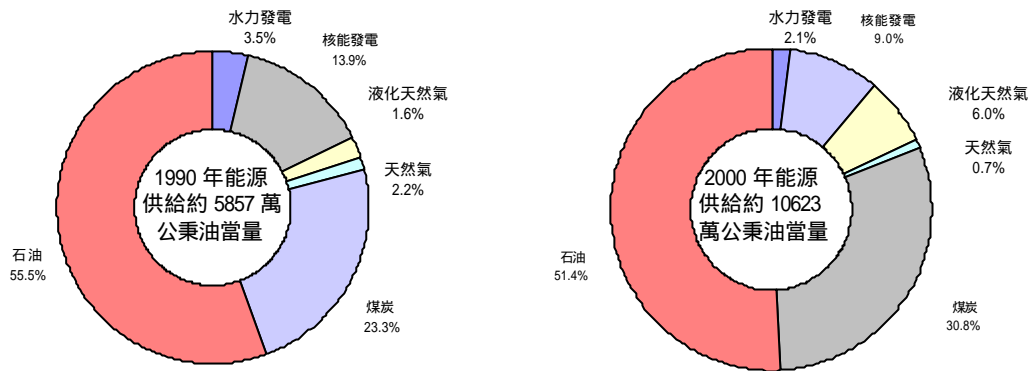


圖 1. 我國 1990 及 2000 年能源供應結構

資料來源：經濟部能源委員會，台灣能源統計年報（2001）

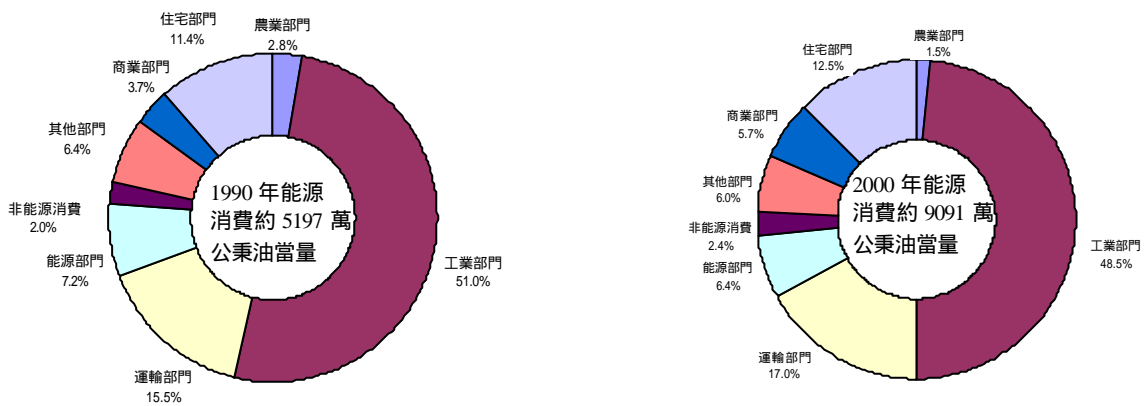


圖 2. 我國 1990 年及 2000 年能源消費結構

資料來源：經濟部能源委員會，台灣能源統計年報（2001）

我國政府組織採中央及地方均權制度，以國民大會行使政權，總統及中央政府之五院(行政、立法、司法、考試、監察)行使治權，地方政府為直轄市、縣及省轄市。立法需經立法院三讀通過，總統公布。我國由行政院副院長帶領跨部會之「國家永續發展委員會」負責推動因應氣候變化綱要公約之國內外事務，此為我政府因應 UNFCCC 之最高單位。

第二章 溫室氣體排放統計

我國近年來溫室氣體排放統計資料，二氧化碳(CO₂)排放估算主要依IPCC方法(能源部門採部門方法)估算；而甲烷(CH₄)及氧化亞氮(N₂O)氣體之排放估算方面，除IPCC方法估算外，亦參考本地排放通量之實測資料。在估算排放量之可信及準確度上，二氧化碳較高，甲烷及氧化亞氮差距仍大，尚需進一步研究確認。我國1990年溫室氣體排放清單如表2所示。

表 2. 我國 1990 年二氧化碳、甲烷及氧化亞氮清單 (單位：千公噸)

溫室氣體排放源和吸收匯類別	二氧化碳	甲 烷	氧化亞氮
全國總(淨)排放量	114,620	663.3	45.2
1.所有能源(部門方法)	120,969	80.8	1.4
A.燃料燃燒	120,969	9.6	1.4
B.不確定的燃料排放	NE	71.2	0.0
2.工業製程	11,547	0.2	0.6
3.溶劑及其他產品使用	NA	NA	NA
4.農業	NA	119.5	41.6
5.土地利用變更和森林	-17,896	0.0	0.0
6.廢棄物	NE	462.8	1.6
7.其他	NE	NE	NE

資料來源：本報告第二章統計。

另依IPCC的參考方法(Reference Approach)計算得知，台灣地區於1990年燃料燃燒所排放之溫室氣體CO₂約為121.0百萬公噸，佔全球CO₂排放量的0.5%，人均排放量為5.57公噸，排名全球第24位。其中工業部門CO₂排放佔總排放量之55%，運輸部門佔16%，住商部門佔13%。工業排放中，金屬基本工業約佔30.2%，化工業約佔23.5%，非金屬礦業約佔16.9%，紡織業約佔9.3%，木紙業約佔6.3%，食品業約佔4.1%，其他9.7%。2000年燃料燃燒CO₂排放量增加至229.8百萬公噸，相當於每年平均增率5.5%，人均排放量為9.83公噸。

在甲烷排放方面，台灣地區於1990年約排放663千公噸，其中來自垃

圾掩埋場之排放最大(占 67%)，其次為稻米耕作 (占 9%)，動物排泄物處理之排放為 6%。台灣地區甲烷排放總量逐年增加，1994 年達 954 千公噸以上，之後甲烷排放逐年減少，2000 年甲烷排放總量降為 595 千公噸，其中來自垃圾掩埋場之排放最大(占 59%)，其次為燃料燃燒(占 13%)，稻米耕作 (占 6.7%)，廢水處理占 6.1%。

在氧化亞氮排放方面，台灣地區於 1990 年約排放 45.2 千公噸，其中來自農業活動排放最多 (占 92%)，次為廢棄物部門之排放 (占 3.5%)。2000 年氧化亞氮排放總量減少為 37.87 千公噸，農業活動占 87%，燃料燃燒約占 7.1%，廢棄物部門約占 4.8%。由於農業活動持續萎縮，排放氧化亞氮也逐年減少。然最近研究顯示農業活動及交通運輸源之排放有低估數倍之虞，且未計入化糞池釋放，將再研究調查。

在其他溫室氣體排放方面，我國遵行「蒙特婁議定書」國際規範，於 1996 年起全面停止進口及生產氟氯碳化物(CFCs)，亦逐年管制氫氟碳化物(HCFCs)，更大力推動 CFCs 回收再利用及管制非法進口等行動方案。其他溫室氣體如氫氟碳化物(HFCs)、六氟化硫(SF₆)、全氟化碳物(PFCs)等溫室氣體則以工業製程排放為主。台灣 1998、1999、及 2000 年 HFCs 排放量分別為 17442、16726、及 5612 千公噸碳當量；PFCs 排放量則分別為 53、1310、及 2721 千公噸碳當量；而 SF₆排放量則分別為 61、99 及 114 千公噸碳當量。

第三章 衝擊

台灣是屬亞熱帶的海島型自然環境，對於氣候變化的影響是非常脆弱的，特別易受衝擊的部份包括海平面的上升、水資源的不足、初級產業、公共衛生、生態系統等。海平面上升後，直接影響是海岸土地淹沒、海岸侵蝕、及海岸線的後退，沿海村落必須面臨遷移及接續的社會調適問題。

而在水資源的衝擊方面，旱澇次數與程度的增加、水資源的不足，影響民生與產業發展。此外，由於 CO₂ 等溫室氣體濃度上升，植物光合作用增強，有利森林與農作物成長；但氣溫上升，亦有利於病蟲害的發展與疾病媒蚊之傳播。

根據國內相關研究關於海平面上升對台灣地區之影響，我國學者曾模擬海平面上升 0.5 公尺、1 公尺及 1.5 公尺對曾文溪口三角洲及宜蘭沖積平原之淹水情形，發現台南市安平區土地被淹沒面積百分比分別高達 30.6%、50.0%、72.5%；在宜蘭的五結鄉被淹沒面積百分比也分別達到 13.0%、27.2%、及 40.2%。另外，以嘉南平原為個案研究海平面上升 1 公尺、2 公尺、3 公尺及 4 公尺後，對嘉南平原沿海各鄉鎮各種不同土地利用之土地淹沒面積情形，發現在台南沿海地區被淹沒之土地面積分別達到 119.1、162.7、207.4、253.1 平方公里，在嘉義沿海地區被淹沒之土地面積分別達到 51.9、75.8、99.8、121.4 平方公里。

在水資源衝擊方面，依據我國學者研究統計發現 1953~1990 年間，台灣北部及東部年雨量有增多的趨勢，中部和南部年雨量則有減少趨勢，且台灣南部不降雨的最長日數有增加的趨勢。1995 年經濟部水資源局預估 2050 年時，台灣地區的年逕流量將減少 4%，若再逢最枯年，年逕流量可能減少 4.4%。

在農、林產業衝擊方面，依據我國研究報告，如果 CO₂ 濃度上升，造成氣溫上升、降雨量減少，玉米減產量將達 10~20%、小麥減產 7~8%，此外，當台灣陸域溫度升高 1~4 時，高海拔之高山植群帶、冷杉帶，分布面積很快縮小，甚至消失；鐵杉、雲杉、櫟林、楠儲林帶的分布海拔將變高。台灣的日本鰻(*Anguilla japonica*)近年漁獲量有普遍減少現象，這可能也與全球氣候變遷有關。此外，環境溫度上升到 27 時，乳牛的動情週期變長，發情徵候減弱，動情期會縮短，並且受孕率降低及胚胎死亡率增高。若溫度超過肉豬最適宜生長溫度一度則採食量會減 5%，活體重降低 7.5%。

在公共衛生衝擊方面，由於氣候暖化之結果使台灣地區可能攜帶漢他病毒之鼠類繁殖加速，因而影響到人體健康。此外，氣候暖化可能使得環境過敏原(如真菌和花粉)的濃度上升，造成氣喘和乾草熱患者的盛行率和嚴重性增加。台灣地區孩童患氣喘的比率已由 1974 年的 1.3% 上升至 1985 年的 5.08%，1991 年的 5.8%，以及 1994 年的 10.79%，而室塵 和真菌被發現是最重要的過敏原。台灣中南部夏季之登革熱以往皆發生於夏秋二季，由於氣候暖化之結果，目前，不但發病地區擴張到北部地區，而時間性之分佈，更有於 12 月發生之病例。

在生態系統方面，台灣地區隨著全球暖化及海水面之增高，對淺海養殖業造成直接與間接影響。此外，夏季高水溫期，臺灣西海岸牡蠣大量死亡現象發生之機率亦大為增加。我國研究發現若水溫增加 10℃，則魚類內的生化反應會增加 6~10 倍；若溫度改變 2℃，則會改變魚類生殖產卵季節，高溫會導致提前產卵。未來如氣候變遷而使地球等溫線北移，也可能會改變本省魚種組成之地理分佈類型。

第四章 調適

海平面上升衝擊之調適策略包括：完成台灣全區海平面上升影響評估；沿岸地區海岸保護及防潮、排水系統之重新制定降低海面上升所帶來之衝擊；降低海面上升所帶來之衝擊；沿岸濕地及生態環境之維持；大型海岸地區開發之管制；國際合作吸取經驗；無法復育產業之轉型輔導規劃；洪氾區之劃定與洪災保險制度之實行；建立監測系統等。

水資源衝擊之調適策略，在水資源開發、利用、管理及保育方面包括：水源開發以地面水為主，以地下水開發為輔；積極開發、聯合運用調配水資源；健全水權管理，徵收水權費；加強用水管理、提高用水效率及統籌調配水資源；加強集水區治理、保育，涵養水源；推動水文觀測現代化，

建立地下水觀測網；推動水資源科技研發。在加強洪災防救方面包括：興辦防洪工程；加強維護管理；建立災害防救體系；加強防災科技研究；建立非工程防洪措施與防洪工程技術措施。在旱災防範與緊急應變方面包括：建立旱災防救體系；推動防救相關工作；旱災防災未來發展遠景與因應措施。

產業衝擊之調適，在農牧方面包括：及早對變遷後的氣候版圖確實估計描繪，規劃並保護農業生產區；改變灌溉觀念、提倡合理施肥法、採用緩效性肥料；加速育成適應新環境之品種；及早預防可能產生之新病蟲害；農牧生產對災害性天氣及新氣象環境因應措施研擬；改善禽畜飼料的配方，減少排放廢棄物；改善畜舍及飼養管理，禽畜排泄物處理之技術研發。

公共衛生之調適策略包括：針對由空氣、飲水、食物，及病媒傳染的疾病進行監測及有系統的調查分析；進行病媒調查與監測以了解病媒在時空的分佈；針對因空氣污染引起的呼吸道及心臟血管疾病進行有系統的調查分析；針對病媒孳生源，進行有系統的清除計畫；繼續改善空氣污染的問題；加強有害化學物質的管理；積極興建衛生環保工程；針對因環境變遷而引起或加劇的疾病，加強研究與衛生環保教育；因應環境變遷衝擊之公共衛生準備。

在生態系統之調適策略，在森林方面包括：調查資料收集整合且建立森林環境與土地利用資料的監測系統；建立具時間、空間性質的森林生態系經營資訊系統,做為決策支援工具；確實建立國土資訊系統；建立林地分類系統；加速造林；伐採利用經濟林之林木，並隨後造林、撫育，加速森林碳固定；鼓勵使用木質再生資源。

第五章 政策與措施

在整體政策目標下，政府對溫室氣體減量的因應對策依全國能源會議所設定之排放量參考值，就其排放特性及減量成本等原則，分配於各部門；而各部門主管機關將依其配額，擬定明確具體之減量時程及立即可行措施，據以推動。此外，須完整考量經濟、環境及能源之關係，求得溫室氣體排放基線資料及推估未來變化，並建立經濟成長與減量成本分析模型。另對於重大開發案，也須將二氧化碳排放增量納入環境影響評估，並探討溫室氣體排放權交易制度。政府對於溫室氣體減量的因應對策包含能源政策與能源結構的調整、產業政策與產業結構的調整、及環保政策的配合措施等三部分。

在以上的政策與措施下，就不同的溫室氣體種類分別說明我國溫室氣體減緩之措施，首先，在二氧化碳減緩方面，具體之措施可從能源轉換、工業、交通、農業及住商等五項部門分別說明之：

1. 能源轉換部門：

台灣地區能源政策目標在兼顧當前環境、本土特性、前瞻性、大眾接受性與具體可行性的原則下，建立一個自由、秩序、效率與潔淨的能源供需體系，並加速推動能源事業的自由化與民營化，以建構一個能源、環境與經濟兼籌並顧之完整能源政策體系。主要配合的單位為電力與石油事業部門之二氧化碳減緩措施。

2. 工業部門：

工業部門採行減緩措施如下：產業自發性節約能源、實施能源查核制度、推動節約能源行動計畫，工業減廢輔導，擴大獎勵優惠、節約能源技術服務、清潔生產技術輔導、加強教育宣導、推動跨國共同減量計畫、推動 ISO-14001 環境管理系統。

3.交通部門：

本部門可行的減緩措施如下：提升及增訂汽機車輛耗能標準，推動採用省能運具，健全軌道大眾運輸系統，推動汽燃費改隨油徵收，實施運輸系統管理策略，發展智慧型運輸系統。

4.農業部門：

農業部門主要的工作重點包括森林經營與管理、都市或社區之綠化計畫、鼓勵及資助私人造林、推動漁船節能計畫、及輔導漁船汰舊換新等。

5.住商部門：

住商部門採行的措施包括以下四項：提高用電器具效率標準、強化建築外殼耗能指標、建立建築師節能檢測體系、建立建築能源總量管制制度

我國甲烷減緩具體措施為：

1.農漁牧業方面：

調節灌概水量與方式，如間歇式灌排水分；調整有機肥的用量與方法；育成需水量低的耐/抗旱品種；繼續宣導嚴禁殘留農作物的焚燒；輔導正確殘留農作物處理或加工利用技術；加強畜牧污染源的輔導改善、管制與取締工作，輔導禽畜排泄物的有效收集處理及再利用。以減少排泄物生成量；提升甲烷之收集與使用率提升畜養動物排泄物分解處理技術，以降低甲烷排放量。

2.濕地、海洋、河川及湖泊方面：

加強廢水污染源的管制與取締工作；減少養殖排放水之有機污染及養殖生物排泄量；加速公共下水道系統的建設；進行海洋、河川及湖泊的污染整治工作。

3.垃圾掩埋處理方面：

管制衛生掩埋場甲烷排放；推動掩埋場甲烷回收利用；推動興建焚化爐計畫。

我國氧化亞氮減緩具體措施為：

1.農作物部份：

控制土壤(水田及旱田)含水量，調整非必要滲水；正確肥料用法及用量；開發緩效性肥料；育成高氮素利用效率品種；繼續宣導嚴禁殘留農作物的焚燒；輔導正確殘留農作物處理或加工利用技術。

2.畜牧業部份：

規劃調整畜牧業的適當發展規模；畜養動物排泄物的有效收集處理；改進畜養動物排泄物分解處理技術；增加甲烷使用率；改進飼料配方。

3.環保部份：

固定污染源的加強稽查管制與空污費的徵收；移動污染源的加強稽查定檢調修與空污費的徵收。

至於其他溫室氣體減量具體措施方面，我國於 1989 年 7 月 1 日起即配合「蒙特婁議定書」逐年列管破壞臭氧層之化學品，至 1996 年 1 月 1 日止已完全禁止氟氯碳化物、四氯化碳、三氯乙烷、不完全鹵化氟溴碳化物，故有關溫室氣體之氟氯碳化物，我國已全面停用。至於六氟化碳、全氟碳化物及氫氟碳化物等，未來仍需加強相關的排放量調查，相關的減緩因應對策包括：配合蒙特婁議定書第二階段管制之時程、推動 CFCs 回收再利用、引進及開發 HCFCs 替代品及相關替代技術。

第六章 研究發展、國際合作與交流、教育宣導

我國政府十分重視科學與技術之研究與發展，1984 年起科技研發佔 GDP 比例逾 1%，1997 年更達到 1.9%，金額為 1,563 億元(約 50 億美元)。我國政府部門負責推動溫室氣體、氣候變遷之研究，主要為國家科學委員會及其他部會(環境保護署、農業委員會、交通部中央氣象局、經濟部能源委員會、經濟部工業局、經濟部水資源局及其他相關部會)。國科會主要推動大型(整合型)及基礎性之研究，而其他部會則推動與該部會有關之行政業務及決策研究。

我國為掌握國內外有關氣候變化綱要公約及氣候變遷之即時資訊，分別由國科會、環保署及經濟部工業局負責相關資訊之即時報導。

我國系統監測主要由國科會負責推動，最早為 1990 年「國際地圈生物圈計畫(IGBP)」項下有關大氣方面之研究「全球大氣化學計畫(IGAC)」，主要研究台灣背景大氣化學。1998 年國科會大型計畫「台灣及鄰近地區區域大氣化學場之監測、分析與模擬」，即針對區域溫室氣體排放與吸收、背景大氣化學與輻射場監測、國際觀測合作、資料交換及數值模擬等進行研究，已初步建立我國及臨近區域之大氣化學場監測系統及監測結果。

在參與溫室氣體減量技術及氣候變遷研究方面，我國目前僅在「全球變遷」國際研究組織中為正式會員，例如：中央研究院代表之「國際地圈生物圈計畫(IGBP)科學委員會中華民國委員會」及國科會為「國際全球變遷研究政府間基金聯合會(IGFA)」會員。

國科會會同能源會，於 1999 年 12 月完成「能源科技長程發展計畫」，此長程計畫重點為：

一、研發方向

1. 節約能源及提高能源效率，包括節約能源技術及提高能源效率

2. 新能源開發及利用，包括再生性能源、能源新利用及廢棄物能源；
3. 能源管理技術，包括法規標準的研擬、能源價格結構合理化、誘因機制的設計、省能源生活模式、成本有效性研究、社會福利的考量；

二、推動策略

包括擴大研發組織人力、編列充足研發經費、協調整合與管考、加強推廣應用與推動國際合作。期能積極由能源之節約、淨潔能源、使用效率及管理等方面，調整我國能源結構及減少二氧化碳之排放。

台灣地區為海島型國家，對於氣候變化所造成的環境適應相當脆弱。而台灣 30 年來為求提昇生活品質致力於經濟發展，對於環境整治、公共衛生及保持生態方面的應用研究稍嫌落後。因此，目前十分需要地層下陷、開發水資源、公共衛生防護以及生態修護等方面之技術支援。另外，我國因進口能源依存度過高，擬逐步提昇新及淨潔能源技術之開發應用；惟此類技術成本太高，在目標達成上之困難度相當高。所以也非常需求先進國家在新及淨潔能源技術上的支援。

在「氣候變化綱要公約」國際參與方面，1991 年公約尚未簽署前，我國即以 NGOs 之觀察員身份參與政府間談判委員會第三次及第四次會議。其後，1992 年參加地球高峰會議，1993 年起 FCCC 附屬機構會議(SBSTA、SBI) 及 1995 年起之氣候變化綱要公約締約國大會，我國均與會，唯無法參與意見討論，充分表達我方意見。

我國氣候變遷的議題不只研究人員關心及投入，也十分注重學校與社會之全面教育。環保署負責環境保護政策及法令宣導、環保措施宣傳，並透過學校及社教管道加強環境教育等。1997 年環保署提出「國家環境保護計畫」，其中即包括規劃我國環保教育與宣導之三階段目標。國科會科學教育處負責推動環境教育之研究，與基礎理論教學與課程方面的研究，並針對環境概念及環境行為進行探討。教育部「環境保護小組」負責推動「學

校環境教育」與「社會環境教育」。此外，大專院校紛紛開設有關於氣候變遷課程，散播環境教育之種子。而我國民間逾 50 個環保團體及組織更是重要的社會教育提供者，均為協助政府進行氣候變遷教育宣導不可或之缺一環。

第一章 基本資料

1.1 人口

台灣地區於 1946 年二次大戰後人口總數僅約為 609 萬人，於 1971 年時增為 1,500 萬人，1990 年突破 2,000 萬人，1994 年人口數為 2,118 萬人，截至 2000 年底，台灣地區人口已約 2,228 萬人，如圖 1.1 所示。另外，推估 2010 年台灣地區人口將達 2,392 萬人，較 2000 年增加約 164 萬人。

2000 年台灣地區人口增加率為 0.834%，人口密度每平方公里約 617 人，而北、高兩市人口密度更已超過 9,700 人。依年齡結構，至 2000 年底，幼年人口(0~14 歲)約佔 21.1%，且逐年減少；青壯年人口(15~64 歲)約佔 70.3%，老年人口(65 歲以上)約佔 8.6%，且逐年增加，已逐漸呈現高齡社會雛型。2000 年台閩地區國民兩性平均壽命為 75.10 歲，男性為 72.54 歲，女性為 78.21 歲，一般都市化程度愈高之地區，呈現平均壽命較高之現象，若以區域來區分，北部地區壽命最高，東部區域則最低。

2000 年台灣地區六歲以上人口受教育程度依普查資料顯示，不識字與自修者約 5.1%，初等教育(國小畢業及肄業)約 21.4%，中等教育(國中、高中、高職畢業及肄業)約 52.1%，高等教育(大學以上畢業及肄業)約 10.0%。

1.2 地理

台灣位於亞洲大陸棚的東南邊緣，距中國大陸東南外海約 160 公里處，由台灣本島與澎湖群島及其他 86 個大小島嶼所組成，東邊為太平洋，西隔台灣海峽與福建省相望，南邊為巴士海峽，東北接近琉球群島。幅員自東經 119~124 度，北緯 21~25 度。台灣本島南北縱長約 377 公里，東西最大寬度約 142 公里，面積約 36,006 平方公里(包括海埔新生地 39 平方公里)。

台灣本島地勢呈山高陡峻之特徵，中央山脈縱列於中央偏東，平原分布

於西部；東部則山脈陡立，平地面積狹小。海拔 100 公尺以上之土地，約佔全島面積三分之二，中央山脈多數主峰海拔均逾 3,000 公尺，全島森林資源豐富，唯可耕面積僅佔四分之一。

台灣本島海岸線長約 1,140 公里。全島河川共 151 條，中央山脈為主要的分水嶺，多為東西流向，分別注入台灣海峽及太平洋。各河川流程甚短，100 公里以上者僅有 6 條，其中以濁水溪 186 公里最長。因地形陡峭，且乾雨季雨量差異甚大，加上過度開發的結果，暴雨時河川水位急速暴漲，容易造成災害。

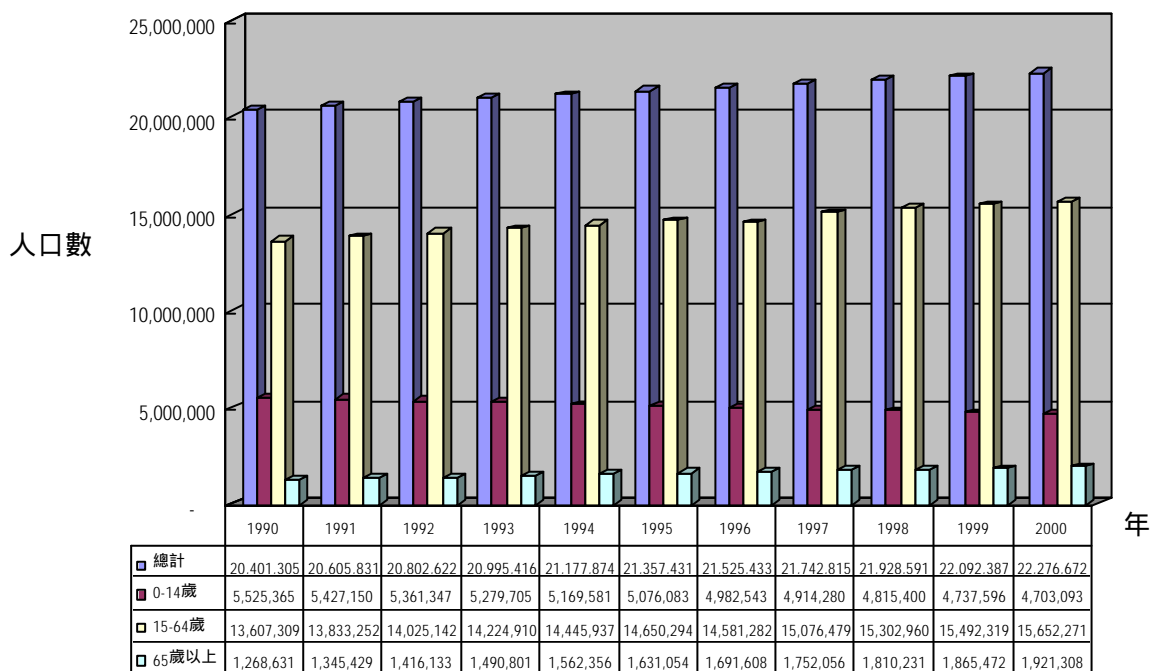


圖 1.1 台灣地區現住人口統計
資料來源：中華民國統計年鑑（2001）

1.3 氣候

台灣地區位處全世界最大陸地和海洋之間，北迴歸線通過本島中部地區，因此屬於副熱帶和熱帶海洋性氣候區。台灣地區氣候具高溫、多雨和強風之特徵，且因地屬亞洲季風區，加上地形複雜，所以氣候受季風及地形影響甚鉅。以平地地區而言，年平均溫度約為 22~25℃，四月份以後平均溫度達 20℃ 以上者長達九個月；一年中 6~9 月為高溫季，均溫約 27~29℃ 間，平均最高溫度則在 30℃ 以上。從 11 月到翌年 3 月溫度較低，各地最冷月均溫多在 15℃ 以上，平均最低溫亦在 12℃ 以上，氣候屬於涼而不冷，偶有寒流來襲時，溫度才會遽降。過去百年來，台灣經歷了全島性的暖化現象，與全球暖化趨勢一致，氣溫上升速率在 1.0~1.4°C/百年之間。台灣的暖化現象不只發生在都會區，玉山等無明顯開發地區也有顯著的暖化現象。

台灣地區年平均降雨量，平地約在 1,500~2,500 公釐間，因受地形及季風影響，不同地區及季節雨量差異十分顯著，山區更可高達 4,000 公釐以上，雨量十分充沛。一般而言，山區降雨多於平地，東部多於西部，迎風坡多於背風坡。在季節方面，冬季時東北季風盛行，北部為雨季，但降雨強度不大，南部地區同一時期則為乾季；夏季時盛行西南季風，易生對流性雷雨，造成強度大且雨量集中之降雨，再加上颱風帶來的豪雨，此一時期中南部的降雨量約為全年的 80% 以上，常為中南部地區帶來災害。台灣本島因係海島，所以相對濕度高，一般在 78~85% 間，北部地區冬季相對濕度高於夏季，南部則正好相反。整體而言，台灣雨量在過去百年來，雖然有北增南減的趨勢，但與氣溫相比則顯得較無一致性的趨勢變化。

1.4 經濟

1945 年二次大戰結束後，台灣地區在 50 年間創造了全球矚目的「經濟奇蹟」，並且朝已開發國家之林邁進。在此 50 年間，台灣經濟發展大致可分成農業、輕工業、重工業及科技工業四個時期。1946 年至 1952 年間，台灣光復初期，由於戰火摧殘，造成生產低落，百業待興，政府為促進經濟發展，採取「以農業培養工業，以工業發展農業」的策略，積極進行農業生產力的恢復，在此期間實施了「三七五減租」、「公地放領」、「耕者有其田」等

行動策略，促成農業蓬勃發展及農產加工業之萌芽，奠定了經濟發展之良好基礎。

1953 年起，政府在農業發展的基礎下，實施一連串的經濟建設計劃，致力工業發展。1953 年至 1971 年間，我國經濟發展以建立輕工業技術為重點：先期（1953~1960 年）以進口替代的工業發展為主，以提升我國工業生產技術；後期（1961~1971 年）則逐漸改採出口導向工業，開拓海外市場。其後 1972 年至 1978 年，我國重工業的發展十分迅速，工業發展之技術及條件已漸趨成熟，然而亦因工業快速發展，加上台灣地狹人稠之不利因素，對環境造成極大的負荷。在 1979 年以後，部分屬於勞力密集的產業，如食品加工業、皮革製品業、成衣服飾業及雜項工業等，產生萎縮的現象；在 1986 年以後，工業結構比逐年下降，服務業結構比則呈現逐年上升的趨勢，而農業結構比雖略有波動，但大體上仍維持逐漸降低的趨勢，由此可見，我國產業結構已經轉變成以服務業為主。因此，政府以「加速經濟升級，積極發展策略性工業」政策為指導方針，選擇低耗能、附加價值大、技術密集、低污染且外銷潛力大之策略性工業，進行產業結構之調整。由於我國工業快速發展，促使整體經濟亦不斷成長，1992 年平均每人國民生產毛額突破 10,000 美元，至 1995 年更逾 12,000 美元。觀察我國 1966 年至 2000 共 35 年間經濟成長率，除 1974 1975 1982 1985 1998 等 5 年低於 5% 外，其餘均介於 5.39~13.59%。1991-2000 年我國經濟成長率趨勢圖見圖 1.2；我國各項主要經濟指標如表 1.1。

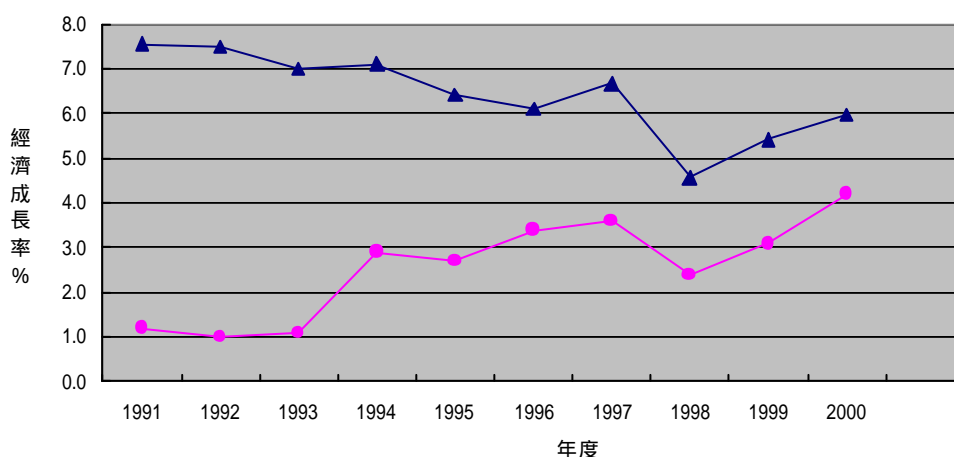


圖 1.2 1991~2000 年我國經濟成長率趨勢圖

資料來源：台灣地區經濟統計年報(2001)

表 1.1 台灣地區主要經濟指標

年別	經濟 成長率	各業生產毛額及結構			
		合計(GDP)	農業	工業	服務業
	百分率 %	新台幣 (百萬元)	結構比 %		結構比 %
1990	5.39	4,307,043	4.18	41.22	54.60
1991	7.55	4,810,705	3.79	41.07	55.14
1992	7.49	5,338,952	3.60	40.08	56.33
1993	7.01	5,918,376	3.64	39.35	57.01
1994	7.11	6,463,600	3.51	37.71	58.77
1995	6.42	7,017,933	3.48	36.38	60.14
1996	6.10	7,678,126	3.19	35.71	61.09
1997	6.68	8,328,780	2.55	35.32	62.13
1998	4.57	8,938,967	2.47	34.57	62.96
1999	5.42	9,289,929	2.56	33.19	64.25
2000	5.98	9,685,939	2.06	32.37	65.57

資料來源：中華民國統計年鑑（2001）。中華民國．台灣地區經濟統計年報（2001）。

由於國民所得逐年提高，自 1987 年後第三級產業(服務業)之生產毛額所佔比例亦逐年增加，在 1989 年時已超過 50%，到 2000 年已達 65.6%，同時期工業生產佔 32.4%，農業生產僅佔 2.1%，均為歷年來之新低。另外，統計 1989 年以來的社會指標，如機動車輛數量及密度、工廠數及密度、每人每日垃圾量、用水量等項目如表 1.2，由表可知此等與經濟發展相關的數據都呈逐漸增加之現象，亦顯示我國經濟成長造成之環境負荷亦不斷增加。

表 1.2 台灣地區社會指標

年度	機動車輛 登記數 (萬輛)	機動車 輛密度 (輛/Km ²)	工廠 登記 (家)	工廠 密度 (家/Km ²)	垃圾量 (萬公噸)	每人每日 垃圾量 (公斤)	每人每月 用水量 (立方公尺)
1990	1,005	279	92,978	2.58	684	0.96	6.77
1991	1,061	295	95,327	2.65	724	1.00	6.93
1992	1,127	313	94,673	2.63	798	1.09	6.93
1993	1,186	329	96,631	2.68	822	1.10	7.21
1994	1,238	344	95,582	2.66	849	1.12	7.15
1995	1,320	367	97,013	2.69	871	1.14	7.10
1996	1,427	396	96,820	2.69	871	1.14	7.28
1997	1,531	425	99,845	2.77	888	1.14	7.21
1998	1,592	442	98,836	2.74	888	1.14	7.07
1999	1,628	452	100,682	2.80	857	1.08	7.21
2000	1,702	470	98,861	2.73	786	0.98	7.25

資料來源：中華民國台灣地區環境保護年鑑（2001）

1.5 土地利用

台灣地區面積共 36,006 平方公里，土地利用主要係以森林資源為主，約佔全部面積之 58%；其次為農耕用地，約佔 25%；其他則為都市建築及交通水利用地等。土地利用依其分類分述如後：

1.5.1 森林

在森林資源部分，1954 年間台灣全島林地面積約 178 萬公頃，1977 年至 1994 年間則維持 186 萬公頃左右。2000 年統計資料顯示：台灣全島林地面積為 210 萬 1719 公頃，佔全島 58.35%，林地當中闊葉林 1,117,448 公頃，佔全島 31.02%；針葉林 439,328 公頃，佔全島 12.20%；針闊葉混合林 395,427 公頃，佔全島 10.98%；竹林 149,516 公頃，佔全島 4.15%。基於自然保育、環境保護及維護稀有動植物生存環境之觀念，政府自 1974 年起迄今已劃定 6 處「國家公園」、35 處「國有林自然保護區（留）區」及 13 處「野生動物保護區」，以區域劃定及具體行動落實我國保育工作。

1.5.2 農業

台灣農耕用地主要可分為水田及旱田兩部分，水田又可分為單期作及兩期作田。早期農業生產強調提高生產力，農地多被密集利用，1946 年政府播遷來臺前水田面積約 50.7 萬公頃，之後水田面積隨著水利設施擴建而增加，1950 及 60 年代大約維持 53 萬公頃左右，然而因工商經濟不斷發展，致使農耕地改為非農業用地或轉作其他作物而日漸減少，1984 年後已減至 50 萬公頃以下，且仍在逐年減少中。2000 年水田已減少為 44.2 萬公頃，約佔總耕地面積的 51.91%，其中部分單期作田因農耕生產技術的進步，已改為兩期作田；而旱田耕地面積為 40.95 萬公頃，約佔總耕地面積的 48.09%。台灣地區耕地面積統計如圖 1.3。

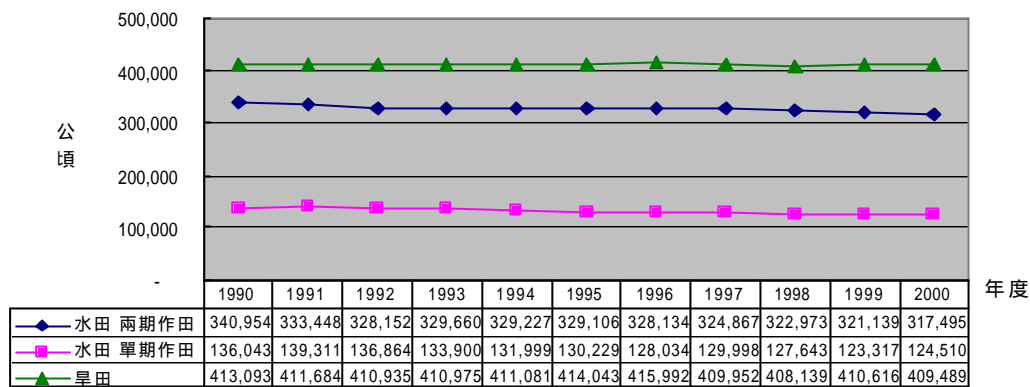


圖 1.3 台灣地區耕地面積
資料來源：台灣農業年報(2001 年)

1.5.3 畜牧業

臺灣地區的畜牧事業在近二十年間成長快速，經營方式由農村副業轉型為資本、技術密集的農企業經營體，其中又以豬、雞為主，飼養量逐年增加，而草食動物雖以乳牛為主，其實數量極小，鴨為本土性產業，飼養量亦少。惟自 1997 年起，受挫於豬隻的口蹄疫，再加上即將加入 WTO 的衝擊除雞以外，豬、牛均已減養，預期我國加入 WTO 後，數年內各項畜產均將持續減少，其後再趨於穩定。2000 年全年屠宰數量，豬隻為 9,990 千頭，雞 389,770 千隻，牛 24,505 千頭，鴨 34,099 千隻。台灣地區豬、牛、雞及鴨、鵝數目統計如表 1.3 所示。

表 1.3 台灣地區畜牧統計

年度	豬 屠宰頭數 (千隻)	牛 屠宰頭數 (千隻)	雞 屠宰頭數 (千隻)	鴨 屠宰頭數 (千隻)	鵝 屠宰頭數 (千隻)
1990	12,121.873	27.328	226,556	39,900	4,777
1991	13,525.987	27.229	233,971	36,295	4,628
1992	13,310.000	29.573	257,666	40,558	5,683
1993	13,225.000	26.412	288,243	45,483	6,397
1994	13,860.000	28.829	301,914	40,886	8,521
1995	14,180.000	33.961	319,820	42,580	7,744
1996	14,310.000	33.168	345,509	41,759	7,078
1997	11,400.000	32.770	389,966	41,156	7,503
1998	9,800.000	29.377	389,524	35,719	7,955
1999	8,980.000	25.840	385,563	35,208	7,464
2000	9,990.000	24.505	389,770	34,099	6,503

資料來源：臺灣農業年報(2001 年)

1.5.4 漁業

台灣地區漁業資源依經營方式可分為漁撈業及養殖業兩大類，漁撈業又可分成內陸、沿岸、近海及遠洋漁業；養殖業則可分成內陸及海面養殖漁業。2000年漁撈業總產量約為110萬公噸，養殖業總產量則約為26萬公噸，漁業資源統計如表1.4。

表 1.4 台灣地區漁業資源統計

年度	漁撈業產量					養殖業面積			養殖產量 (千公噸)
	小計 (千公噸)	遠洋 (千公噸)	近海 (千公噸)	沿岸 (千公噸)	內陸 (千公噸)	小計 (千公頃)	海面 (千公頃)	內陸 (千公頃)	
1951	79	16	23	39	1.1				
1956	151	44	60	45	1.5	37.4		37.4	42.4
1961	256	106	113	35	1.5	38.9		38.9	57.4
1966	367	169	168	29	1.2	38.1		38.1	58.5
1971	572	293	247	31	1.4	43.3	11.9	31.5	77.8
1976	675	325	314	33	2.6	54.0	14.1	39.9	135.5
1981	710	322	346	39	2.7	60.8	16.2	44.6	201.9
1986	828	463	306	57	2.2	65.4	15.0	50.4	266.1
1989	1122	734	334	50	3.9	71.1	16.1	55.0	249.8
1990	1111	767	292	48	3.5	76.4	18.1	58.3	344.3
1991	1022	714	267	41	2.3	74.1	15.6	58.5	291.9
1992	1064	738	281	45	1.8	72.3	13.9	58.4	261.6
1993	1137	835	259	43	1.7	70.9	14.3	56.6	285.3
1994	966	684	242	40	1.5	69.6	14.3	55.3	288.0
1995	1010	710	256	44	1.2	70.1	14.2	55.9	286.6
1996	967	669	257	41	0.4	67.6	15.4	52.2	272.5
1997	1037	748	248	41	0.4	63.1	14.6	48.5	270.2
1998	1093	839	210	44	0.5	63.2	14.1	49.1	255.2
1999	1101	855	206	40	0.6	63.2	14.0	49.2	263.1
2000	1100	886	170	44	0.6	62.6	13.6	49.0	256.4

資料來源：臺灣農業年報(2001年)

1.5.5 礦業

台灣地區礦業資源並不豐富，具經濟價值的資源可概分為：能源礦物、金屬礦物、工業原料礦物及土石等四大類，分述如後。

1. 能源礦物

主要包括煤、石油及天然氣，台灣的煤田分佈主要分布在北部及中部地區，自東北濱海之金包里起，向西南延伸至大安溪流域，南北長 120 公里，東西寬約 20 公里。石油及天然氣主要分佈在西部山麓丘陵及平原地區。

2. 金屬礦物

台灣地區金屬礦物以金、銀、銅、硫化鐵、重砂等礦物為主，主要分佈在北部及東部地區，包括金瓜石、宜蘭東澳及南澳地區、花蓮木瓜溪等地區。

3. 工業原料礦物

台灣地區工業原料礦物以非金屬礦物為主，包括石灰石、大理石、白雲石、瓷土、火粘土及鹽等礦物，其中鹽產於西南部沿海，石灰石、瓷土、火粘土產於西部及南部地區、其他礦物多產於東部。台灣石灰石主要分布在南部高雄縣市及東部台東縣，其消費市場仍以水泥業佔 9 成以上為最大宗。大理石礦分布在宜蘭、花蓮、台東地區，範圍長約 150 公里，寬約 10 公里。

4. 砂石

砂石可分為河川、陸地及海域砂石，其中河川砂石分布於 21 條水系，由於陸砂蘊藏量在經過大量開採後已不敷使用，未來海砂可能成為砂石供應的主要來源。

1.6 交通

台灣交通建設在二次大戰時期幾乎遭破壞殆盡，運輸系統瀕臨癱瘓，光復後政府將交通建設列為首要工作，擬定整建計畫，在「先求暢通、再求發展」之策略下，投入大量金錢及人力，才有今日之交通建設成就。

1.6.1 鐵路

鐵路客運人數 1952 年約為 8,153 萬人次，1956 年達 1 億人次後，成長速率趨緩，1961 年至 1990 年間約維持 1 億 2 千萬到 1 億 4 千萬人次間，之後又逐漸增加，2000 年更增至 4 億 6 千萬人次。歷年鐵路客貨運運輸狀況如表 1.5 所示。

表 1.5 台灣鐵路客貨運運輸概況

年 度	客 運		貨 運	
	客運人數 (千人)	延人公里 (千人公里)	貨運噸數 (千噸)	延噸公里 (千噸公里)
1990	132,389	8,322,565	28,052	1,877,264
1991	137,784	8,621,006	26,255	1,961,142
1992	149,877	9,361,405	28,194	2,139,956
1993	158,031	9,552,265	30,582	2,017,778
1994	160,992	9,515,174	31,233	2,006,711
1995	160,925	9,499,386	30,120	1,899,539
1996	171,263	9,032,420	27,410	1,584,857
1997	197,111	9,506,929	26,571	1,513,848
1998	233,339	10,305,456	26,560	1,404,335
1999	309,815	11,020,369	25,993	1,314,912
2000	460,311	12,623,814	22,261	1,179,056

資料來源：中華民國交通統計月報（2001 年 2 月）

1.6.2 公路

目前國內運輸系統依行政管理可分為國道、省道、縣道、市區道路、專用道路等系統，若依運輸系統功能則分為高速公路、快速道路、主要幹道、次要幹道、街廓道路等系統。1945 年台灣光復時，因公路遭二次大戰之破壞，實際可通行僅約 7 千餘公里，目前台灣地區公路總長度約 2 萬餘公里。由於

公路系統建設迅速發展，路網遍佈全省，因此公路運輸長久以來均為民眾日常的主要交通工具。統計歷年來公路汽車運輸客貨運量如表 1.6。

表 1.6 台灣地區公路汽車運輸業客貨運量

年 度	客 運		貨 運	
	客運人數 (千人)	延人公里 (千人公里)	貨運噸數 (千噸)	延噸公里 (千噸公里)
1990	1,565,621	25,493,177	245,798	11,543,120
1991	1,502,478	25,329,460	254,297	11,813,756
1992	1,420,891	24,227,475	267,955	12,219,892
1993	1,355,556	23,275,043	301,669	12,866,835
1994	1,289,213	21,515,916	313,436	13,091,360
1995	1,203,451	19,388,680	291,176	12,491,503
1996	1,167,159	18,502,254	289,446	11,990,977
1997	1,162,800	17,509,260	276,980	12,165,071
1998	1,154,823	17,411,807	359,967	17,426,493
1999	1,149,146	17,518,392	349,661	18,469,537
2000	1,103,822	17,568,838	343,581	18,182,007

資料來源：中華民國交通統計月報（2001年2月）

1.6.3 海運

我國因屬海島型經濟國，進出口貿易依存度頗高，因進出口貨物絕大多數賴船舶運輸，故港埠建設影響國計民生甚鉅。台灣地區現有基隆、高雄、台中、花蓮四個國際商港及蘇澳輔助國際商港。台灣地區各港埠之營運狀況，1952年進口貨物量為 1,097 千公噸，出口貨物量為 762 千公噸，之後逐漸增加，2000年時進口貨物量已達 152,041 千公噸，出口貨物量達 29,652 千公噸；1952年時進港及出港船舶噸數分別為 5,410 及 5,424 千公噸，2000年進港及出港船舶噸數分別增為 525,689 及 524,710 千公噸。統計歷年來台灣地區港埠營運狀況如圖 1.4。

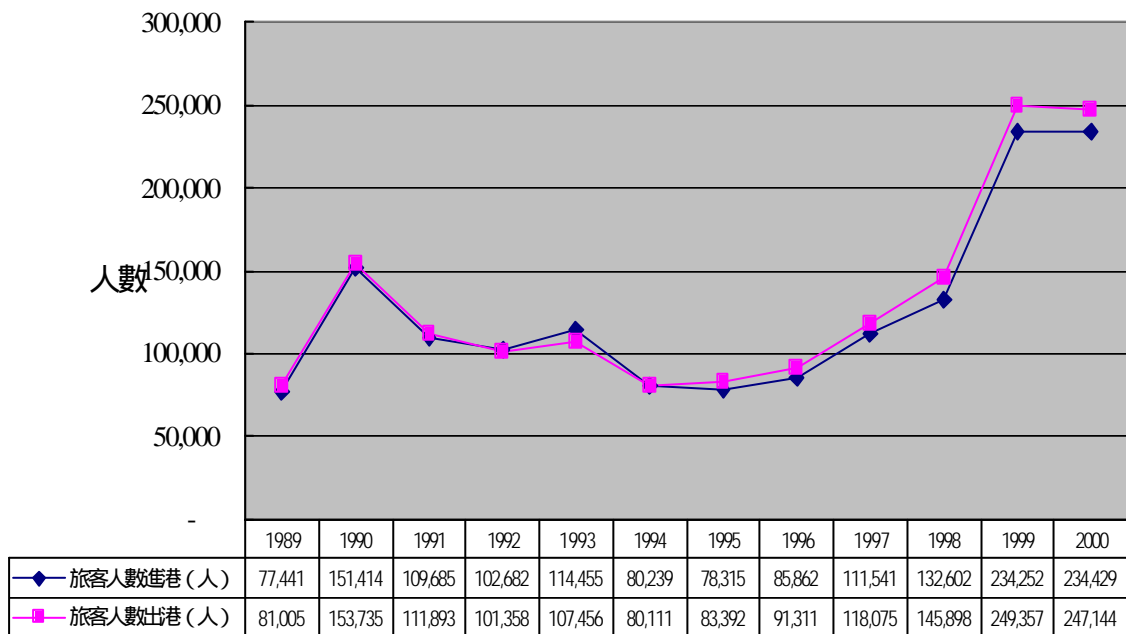
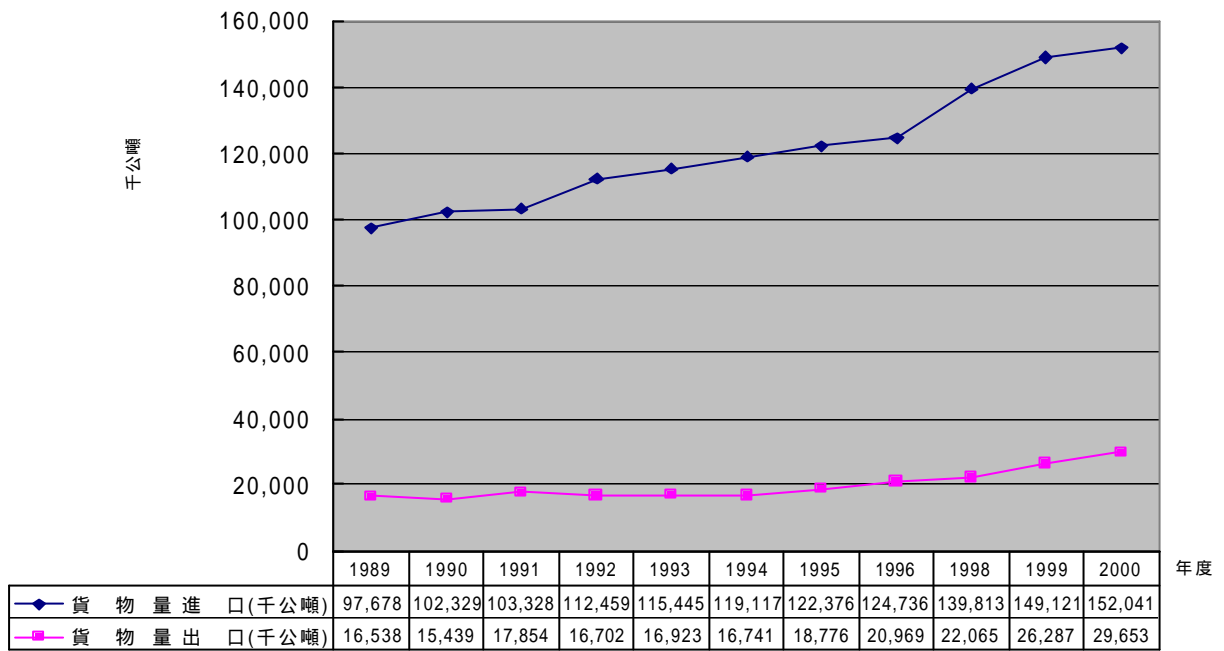


圖 1.4 台灣地區港埠營運狀況圖
資料來源：中華民國交通統計月報（2001）

1.7 能源

由於台灣地區能源蘊藏貧乏，故隨經濟發展與國民生活水準提高，增加之能源需求仰賴進口能源供應。我國進口能源依存度從 1977 年之 77.3% 上升至 2000 年之 97.1%。而石油依存度則因推行能源多元化措施奏效，已從 1977 年 76.9% 的歷史高點下降到 2000 年之 51.4%；惟石油幾乎全賴進口，進口石油依存度多在 99% 以上。不過，自第一次石油危機以後，政府積極分散石油進口來源，因此對中東原油進口依存度已自 1977 年高達 91.7% 下降為 2000 年之 60.3%。

1.7.1 能源供應

1956 年台灣地區能源供應量約為 300 萬公秉油當量，此後即持續增加，1970 年增為 1,189 萬公秉油當量，1980 年為 3,429 萬公秉油當量，2000 年則增至 10,623 萬公秉油當量。以能源別佔總能源供應量之比例分析，2000 年以石油 51.4% 居首位，煤炭 30.8% 居次，其餘依次為核能發電 9.0%，天然氣(含液化天然氣) 6.7%，水力發電 2.1%。在能源供給來源部分，1969 年起進口能源已超過自產能源，並逐年擴大差距，2000 年進口能源已逾總能源供應量 97%，歷年能源供應量見表 1.7。

表 1.7 國內能源供給結構

單位：千公秉油當量

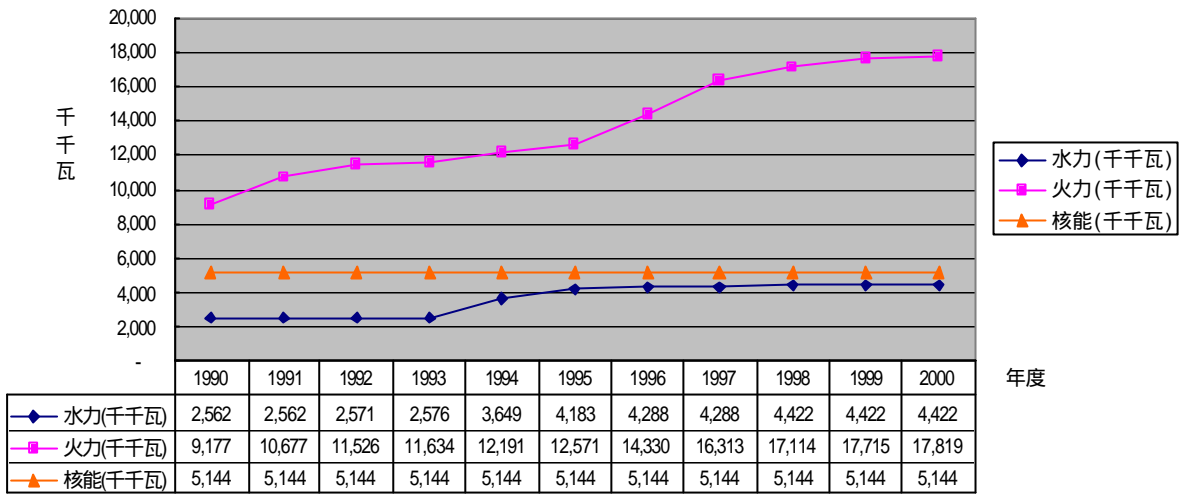
年度	合計	自產 能源				進口 能源			
		煤炭	原油	天然氣	水力	煤及其產品	原油及其產品	液化天然氣	核能
1990	58,605	325	182	1,304	2,034	13,357	32,297	941	8,164
1991	58,494	277	110	976	1,368	13,318	31,400	2,278	8,766
1992	64,124	231	72	846	2,074	15,986	34,129	2,379	8,407
1993	68,387	226	66	819	1,669	18,265	36,255	2,555	8,534
1994	73,034	196	69	898	2,207	19,292	38,512	3,199	8,662
1995	79,677	162	62	931	2,206	20,708	43,188	3,646	8,772
1996	83,298	102	60	891	2,247	22,376	44,458	3,779	9,387
1997	88,283	68	51	850	2,376	26,098	45,204	4,627	9,009
1998	92,458	55	54	869	2,635	26,650	47,429	5,619	9,147
1999	98,876	63	47	846	2,221	29,523	50,876	5,756	9,543
2000	106,227	57	37	739	2,203	32,644	54,601	6,382	9,564

資料來源：台灣能源統計年報（2001）

在供應的能源中，有相當部分係供作為發電使用，台灣歷年來發電裝置容量狀況如圖 1.5 所示。在總發電中，燃煤發電量由 1980 年 5,950 百萬度增加到 2000 年 65,243 百萬度，所占比例從 14% 增至 35%。燃油發電量除 1985 年較低（5,240 百萬度）外，其餘大多維持在 25,000 百萬度左右，所佔總發電量比例則漸趨下降，自 1990 年的 24% 降至 2000 年的 14%。液化天然氣發電量由 1990 年 1,035 百萬度增加到 2000 年 16,580 百萬度，佔總發電量比例由 1% 增加到約 9%。核能發電量在 1980 年時約 8,199 百萬度，到 2000 年增為 38,503 百萬度，所佔總發電量比例以 1985 年時 52% 為最高，其後逐漸下降，至 2000 年則佔約 21%。水力發電量由 1980 年 2,926 百萬度增加至 2000 年之 8,870 百萬度，但近年來所佔比例多維持在 5~7% 之間。另汽電共生由 1989 年 3,873 百萬度增為 2000 年 30,222 百萬度，占總發電比例亦由 5% 增至 16%。綜觀我國發電狀況結構，煤炭發電量有愈來愈高之趨勢，此與我國能源消耗逐年增加，而核能發電已趨飽和有關，為抑制 CO₂ 排放，政府近來已積極推動使用天然氣等潔淨能源及汽電共生，並由節約能源著手，減少不當之能源消耗。

電力供給除考量安全、環保與經濟因素外，其電源結構應充分運用民間經營電業之彈性，規劃電力適當配比，同時更應擬定合理之系統備用容量，加強電力調度、運轉穩定及輸配電設施，以提高供電品質。具體措施如擴大天然氣發電，推廣汽電共生，開發油煤雙燃料，燃氣及核能發電機組，加強中小型水力發電之評估與開發，在輸、配電工程及電力調度方面，更加速自動化、以減少事故與輸電損失，提昇供電品質的穩定性。

台電



汽電共生與民營電廠

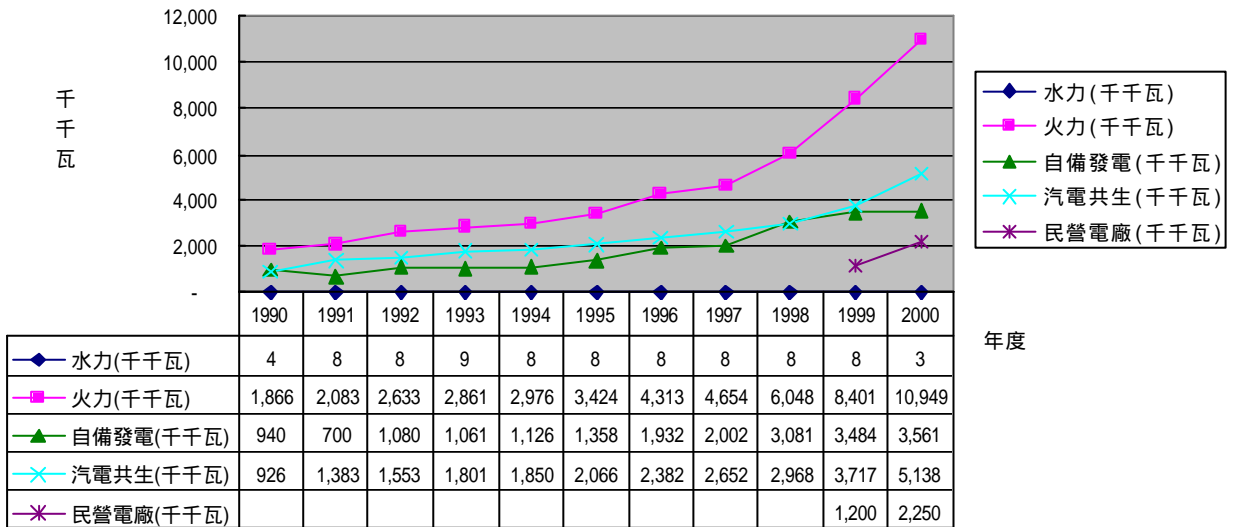


圖 1.5 我國發電裝置容量統計
資料來源：經濟部 台灣能源統計年報(2001)

1.7.2 能源消費

1956 年我國能源消費約為 259 萬公秉油當量，1970 年增為 987 萬公秉油當量，1980 年為 2,957 萬公秉油當量，至 2000 年已增為 9,091 萬公秉油當量。平均每人能源消費量亦由 1970 年 678 公升油當量，增加至 2000 年 4,109 公升油當量。在各部門能源消費結構中以工業部門所佔比例最高，1956 年為 53.0%，逐漸增至 1972 年 61.7%，其後開始下降，1980 年為 55.3%，2000 年則降至 48.5%。運輸部門由於機動車輛增加及運輸需求擴大，其能源需求呈現持續成長現象，由 1956 年之 9.8% 增加到 2000 年之 16.3%，住宅部門由 9.4% 增至 12.3%，商業部門由 3.6% 增為 5.8%，農業部門由 4.2% 降至 1.6%，其他部門則由 20.0% 降至 6.1%。在工業部門能源消費方面，又以石化、鋼鐵、水泥及造紙等能源密集產業之能源耗用佔該部門約 64% 為最高，唯這些高耗能產業消耗全國最終能源約 1/3，然而其所產生之 GDP 卻僅約 7%，亦顯見我國在既有產業之能源使用架構下，面臨二氧化碳排放減量及保有產業生存競爭力之雙重壓力，此為我國溫室氣體減量困境之一。歷年能源消費量如表 1.8。

1.7.3 能源生產力

以各國相對美國購買力平價衡量世界各主要國家之能源生產力，如表 1.9 所示。我國 1990 年能源生產力為每公斤油當量 5.06 美元（以 1990 年 PPP 幣值計），至 1999 年則提升至每公斤油當量 6.05 美元；就 1999 年而言，我國的能源生產力僅次於義大利的每公斤油當量 7.28 美元，略高於日本的每公斤油當量 5.75 美元，遠高於法國、德國、英國、韓國、美國、及加拿大諸國，可見我國節能水平優於上述國家，我國「經濟有效」節能空間相對於其他國家是較低的，可見政府推行之節能策略已收若干成效，惟仍有進一步提升空間。

因此，要減低 CO₂ 排放，能源部門除繼續執行節能、提高能源使用效率外，必須考量我國能源結構相關層面的減量措施。

表 1.8 能源消費結構

單位：千公秉油當量

年度	合計	能源用(按部門分)							非能源用
		能源	工業	運輸	農業	住宅	商業	其他	
1990	52,010	3,719	26,484	8,074	1,453	5,931	1,951	3,331	1,067
1991	55,187	3,803	27,820	8,630	1,405	6,513	2,271	3,586	1,160
1992	58,248	3,786	28,974	9,967	1,371	6,853	2,572	3,530	1,193
1993	61,575	4,030	30,133	10,877	1,412	7,315	2,888	3,627	1,293
1994	66,055	4,455	32,156	11,654	1,438	7,732	3,184	4,126	1,310
1995	68,964	4,651	33,361	12,330	1,491	8,279	3,437	4,137	1,279
1996	72,259	4,833	34,407	12,834	1,544	8,894	3,604	4,649	1,495
1997	76,845	4,962	37,952	13,166	1,443	9,116	3,908	4,772	1,528
1998	80,798	5,274	39,369	13,809	1,245	9,567	4,586	4,963	1,985
1999	85,261	5,617	40,883	14,522	1,305	10,721	4,914	5,057	2,244
2000	90,911	6,104	44,134	14,822	1,461	11,216	5,300	5,523	2,352

資料來源：中華民國台灣地區能源指標季報(民國九十年第二季)

表1.9 世界主要國家能源生產力比較表(以各國相對美國購買力平價衡量)

單位：美元(1990年PPP幣值)/公斤油當量

國別 年別	中華民國	日本	法國	德國	英國	美國	韓國	義大利	加拿大
1980	4.08	4.53	4.28	2.89	3.58	2.37	3.60	5.48	2.06
1981	4.61	4.79	4.40	3.00	3.67	2.48	3.87	5.63	2.18
1982	4.76	4.91	4.62	3.09	3.74	2.53	3.93	5.82	2.19
1983	4.50	5.02	4.56	3.15	3.88	2.62	4.06	5.91	2.27
1984	4.62	4.84	4.46	3.13	3.98	2.66	4.06	5.95	2.29
1985	4.76	5.04	4.34	3.10	3.90	2.72	4.11	6.04	2.36
1986	4.77	5.13	4.36	3.18	4.00	2.80	3.99	6.11	2.38
1987	5.19	5.28	4.36	3.21	4.14	2.75	4.11	6.08	2.40
1988	5.13	5.25	4.54	3.30	4.32	2.75	4.07	6.16	2.41
1989	5.06	5.30	4.41	3.47	4.40	2.80	4.08	6.08	2.40
1990	5.06	5.29	4.43	3.63	4.39	2.88	3.87	6.17	2.51
1991	5.01	5.37	4.23	3.82	4.19	2.84	3.88	6.08	2.46
1992	5.12	5.32	4.36	3.98	4.18	2.86	3.60	6.13	2.43
1993	5.11	5.29	4.22	3.97	4.22	2.86	3.40	6.13	2.41
1994	5.17	5.08	4.48	4.09	4.37	2.92	3.45	6.33	2.42
1995	5.16	5.01	4.41	4.10	4.44	2.96	3.42	6.20	2.44
1996	5.17	5.13	4.24	4.02	4.38	3.01	3.31	6.26	2.41
1997	5.22	5.13	4.46	4.16	4.64	3.11	3.24	6.26	2.47
1998	5.18	5.06	4.45	4.30	4.36	3.23	3.30	6.18	2.60
1999*	6.05	5.75	5.14	5.49	5.28	3.78	3.91	7.28	3.18

資料來源：能源會(2000年)；*IEA(2001)單位：美元(1995年PPP幣值)/公斤油當量

1.8 政府組織及立法

中華民國肇建於 1912 年，為亞洲最早之民主共和國，中華民國憲法之政治制度具四項特點：「主權在民」、「權能區分」、「五權分立」、「均權制度」。其內容包括中華民國主權屬國民全體，由國民大會代表全國國民行使政權，總統及中央政府之五院共同行使治權，中央與地方的權力劃分採均權制度。

依我國憲法規定，總統為國家元首，依憲法行使職權，對外代表國家，統帥陸、海、空軍，依法公佈法律，發布命令，宣布戒嚴，任免文武官員，授與榮典，行使大赦、特赦、減刑及復權之權，及依憲法行使締結條約及宣戰、媾和之權。

行政院為國家最高行政機關，設院長及副院長各一人，院長由總統任命之，副院長、各部會首長及不管部會之政務委員由行政院院長提請總統任命之。現行行政院組織依組織法第三條設八部二會，即：內政部、外交部、國防部、財政部、教育部、法務部、經濟部、交通部、蒙藏委員會、僑務委員會；又依同法第五條設主計處、新聞局；依同法第六條設衛生署、環境保護署、故宮博物院、大陸委員會、經濟建設委員會、國軍退除役官兵輔導委員會、青年輔導委員會、國家科學委員會、研究發展考核委員會、農業委員會、文化建設委員會、勞工委員會、公共工程委員會、原住民委員會、體育委員會，依同法第 14 條設北美事務協調委員會；另依法設人事行政局、中央銀行、原子能委員會、公平交易委員會、消費者保護委員會及中央選舉委員會等。

立法院為國家最高立法機關，由立法委員組成之，立法委員為人民於各選區依法投票產生，代表人民行使立法權。立法院有議決法律案、預算案、戒嚴案、大赦案、宣戰案、媾和案、條約案及其他重要事項之權。立法院通過之法律復經總統公布，成為正式之法律。

司法院為國家最高司法機關，掌理民事、刑事、行政訴訟之審判及公務員之懲戒。考試院為國家最高考試機關，掌理考試、任用、銓敘、考績、級俸、陞遷、保障、褒獎、撫卹、退休、養老等事項。

1.9 我國因應氣候變化綱要公約組織架構

政府為積極因應氣候變化綱要公約之國內外事務，由行政院副院長帶領跨部會之「國家永續發展委員會」負責推動相關事務，此為我政府因應 UNFCCC 之最高層級單位。其次，由行政院各相關部門負責推動有關氣候變化綱要公約之因應事務，主要部門及負責推動工作為：

1. 環保署：負責推動有關氣候變遷之溫室氣體減量、國際參與、策略及立法，並負責國家永續發展委員會「大氣保護與能源工作分組」
2. 國科會：負責推動有關氣候變遷之研究及溫室氣體減量回收技術開發
3. 經濟部：分別由所屬之能源委員會負責推動調整能源結構、節約能源、開發新能源及淨潔能源；另由所屬之工業局推動各項節約能源及提升能源使用效率措施。
4. 農委會：負責推動造林及減緩農業部門甲烷、氧化亞氮排放。

為因應氣候變化綱要公約對二氧化碳減量之規範，我國積極研訂兼顧經濟發展、能源供應及環境保護之產業策略，以利國家永續發展。由於台灣為面積狹小之島國，自然資源稟賦相當有限，因此過去我國產業發展軌跡主要採取「逆向發展」之經濟模式，即先發展下游初級消費品，再經中上游發展高附加價值之中間性投入，由於產業發展具有相互支援之關聯性，產業結構之整調仍應著重整體性之均衡發展，而我國目前正以全面促進產業升級、推動高附加價值、高科技產業發展為主要核心，職是之故，我國因應溫室氣體減量所面臨之產業結構整調、改變能源供給型態及提昇能源效率等之困難度，均遠超過已開發先進國家，我國將以非附件一「新興工業國(newly industrialized country)自居。

我國為因應 1997 年 12 月氣候變化綱要公約「京都議定書」之議定發展，並謀求兼顧經濟發展、能源穩定及環境保護之政策，於 1998 年 5 月召開「全國能源會議」。探討五大議題：(1)氣候變化綱要公約發展趨勢及因應對策；(2)能源政策與能源結構調整；(3)產業政策與產業結構調整；(4)能源效率提升與能源科技發展；(5)能源政策工具。

我國因應氣候變化綱要公約之策略原則為：

1. 聯合國已簽訂氣候變化綱要公約並制定京都議定書，我國雖非聯合國會員國，但身為地球村成員，為善盡環境保護責任及追求永續發展，應積極回應並推動各項無悔措施，進一步提升國家競爭力。
2. 目前我國經濟發展階段屬於產業結構快速轉變期，我國應爭取定位為新興工業國，依據公約四項原則，在不影響我國經濟發展願景前提下，承擔相當之責任。
 - (1) 成員承擔共同但程度不同的責任。
 - (2) 應考慮特別需求或面臨特殊狀況成員之負擔與能力。
 - (3) 以「經濟有效」、「最低成本」防制氣候變遷。
 - (4) 成員有權促進永續性經濟發展。
3. 溫室氣體排放基線資料及推估情景，應完整考量經濟、環境及能源之關係，並建立經濟成長與減量成本分析模型。
4. 對於重大開發案，應將二氧化碳排放增量納入環境影響評估。
5. 我國以無悔策略，積極推動節約能源計畫。

《參考文獻》

1. 行政院主計處，2001，中華民國統計年鑑。
2. 周昌弘，1999，台灣氣候變遷與全球氣候變遷衝擊之評析-氣候，行政院國家科學委員會專題研究計畫成果報告。
3. 經濟部統計處，2001，中華民國台灣地區經濟統計年報。
4. 行政院環境保護署，2001，中華民國台灣地區環境資訊。
5. 行政院環境保護署，2001，中華民國台灣地區環境保護年鑑。
6. 交通部統計處，2002，中華民國交通統計月報。
7. 行政院研究發展考核委員會，1995，中華民國政府組織與工作簡介。
8. 中央氣象局，1994，中華民國台灣地區氣候變化之分析與評估。
9. 經濟部，1998，全國能源會議會議資料。
10. 行政院經建會，1998，國家永續發展論壇。
11. 臺灣農業年報(2001年)。
12. IEA, Key World Energy Statistics from the IEA, 2001 edition.

第二章 溫室氣體排放統計

2.1 IPCC 估算溫室氣體排放量之方法與其不確定性

國際間統計及估算溫室氣體排放，係以政府間氣候變化專家委員會（IPCC）推出之「溫室氣體統計初步準則」（IPCC Draft Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories）（以下稱 IPCC 方法）為參考基準。我國近年來溫室氣體排放統計資料，主要亦是依據 IPCC 方法估算，部分並包括本地實測之排放通量資料。其中估算二氧化碳（CO₂）氣體之排放量方面，可信及準確度較高；而甲烷（CH₄）及氧化亞氮（N₂O）氣體之排放量估算可信及準確度較低；至於其他溫室氣體則統計量尚未完整；此外，我國近年來亦監測溫室氣體排放通量及估算森林與近海吸收二氧化碳之涵容能力。

IPCC 方法在 1993 年間歷經數次 IPCC 及國際能源署（IEA）之專家討論後，於 1994 年審查通過，並於 1995 年召開專家會議修訂，1996 年公布修訂方法，修訂版除增加及修正原有評估方法外，並規範對各項評估數據準確度之定性描述，以掌握數據之不確定性。

該方法建議各國按六個部門計算重要溫室氣體排放與吸收：

1. 能源(Energy): 有關使用能源排放溫室氣體的總量估算, 包括燃料使用、能源生產、運輸、儲存及傳送過程所產生的溫室氣體(含生質能), 但不包括國際航運使用之部份。
2. 工業製程(Industrial Processes): 工業製程中產生之溫室氣體總量, 不包括能源使用的排放量, 須按國際工業標準分類詳細報告各製程排放的溫室氣體。
3. 農業(Agriculture): 計算農業部門活動產生之溫室氣體排放量, 不包括生質能燃料燃燒。

4. 土地使用變化及林業 (Land Use Change and Forest): 因土地使用變化及林業排放與移除的溫室氣體。
5. 廢棄物 (Waste): 垃圾掩埋、廢水處理所排放的溫室氣體。
6. 溶劑使用 (Solvent Use): 使用溶劑及其他揮發性含碳化合物所排放的非甲烷揮發性有機物 (NMVOC) 等, IPCC 尚未提供排放計算方法。

以 IPCC 方法估算溫室氣體排放量所需資料包括:活動數據(activity data) 與排放係數 (emission factor) 兩類。如統計化石能源燃燒所排放 CO₂ 時, 活動數據即為該年各類化石能源使用量之統計, 排放係數為各種能源使用方式所排出溫室氣體量。活動數據可用本國該年度統計資料, 若無數據則各國應進行調查統計; 若無本國排放係數則可選用 IPCC 建議值, 然 IPCC 建議排放係數值乃為共通值, 往往無法顧及某些國家或地區的排放特性, 故 IPCC 鼓勵各國進行研究並使用本地排放係數, 以改善資料的準確度。此外, IPCC 並要求各國檢附所有活動數據與排放係數的參考文獻, 以便其專家檢核。

IPCC 於 1996 年修正之溫室氣體估算方法主要部份如下:

1. 能源部份: 提供非 CO₂ 及 SO₂ 的一級 (Tier 1) 簡易計算方法及部門排放 CO₂ 之一級計算, 整合航空器之二級 (Tier 2) 計算方法, 並將車輛製造商納入源頭計算, 以及建議生質能源燃燒及移動源的新排放係數。
2. 工業程序: 增加新的溫室氣體, 包括 HFC_s、SF₆、PFC_s、臭氧及前趨物等。
3. 農業部門: 修改 N₂O 計算單元, 增加土壤及畜牧之 N₂O 排放源, 以及修正稻米種植排放甲烷係數與數量等。
4. 土地使用改變及森林: 改進活動數據之資料內容, 包含地面生物質量、森林轉換率, 增加土壤含碳量計算等。
5. 廢棄物: 修定處理定義 (衛生掩埋、棄置等), 提供更多垃圾中可分解有機碳比例之數據, 修正廢水處理分類, 如工業、商業、住宅廢水等。

環保署於 2001 年使用 IPCC GHG Software version 1.1 與 UNFCCC CRF V1.01, 統計我國 1990~2000 年溫室氣體排放清冊, 並成功彙整成聯合國氣候

變化綱要公約共同報告格式 (UNFCCC Common Reporting Format , UNFCCC CRF), 以為未來呈遞我國溫室氣體排放清冊給 UNFCCC 秘書處做準備 ; 以下表 2.1~2.5 即是 IPCC GHG Software version 1.1 彙整我國 1990、1994、1996、1999、及 2000 年溫室氣體排放清冊的結果 , 包括二氧化碳、甲烷及氧化亞氮各種氣體人為排放量與匯的吸收量。我國在行政院環保署、經濟部能源會、行政院農委會之研究補助下 , 曾以 IPCC 方法估算台灣地區二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放量並實測通量。估算之二氧化碳排放量大致在 IPCC 所述不確定值範圍內 , 而甲烷及氧化亞氮排放量估算值則差距較大 , 尚待進一步研究。請注意表單中 , NA 表不適用 (Not Applicable), 該部門未排放該氣體 , NE 表未估算 (Not Estimated), 資料不足或統計工作尚未完成 , NO 表未發生 (Not Occurring), 該部門無排放活動 , IE 表計算於其他欄位 (Included Elsewhere), 灰色表該部門無須估算該氣體。

表 2.1 我國 1990 年二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放清單

(單位：千公噸)

溫室氣體排放源和吸收匯類別	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
全國總(淨)排放量	114,620.19	663.27	45.16
1.能源	120,969.06	80.75	1.43
A.燃料燃燒(參考方法)	113,539.83		
(部門方法)	120,969.06	9.59	1.43
1.能源工業	46,185.55	1.21	0.64
2.製造工業及建築業	43,740.31	3.22	0.54
3.運輸	22,329.07	4.12	0.19
4.其他部門	4,654.65	0.17	0.01
5.其他	4,059.48	0.87	0.05
B.燃料逸散性排放	0.00	71.16	0.00
1.固體燃料	NE	37.32	0.00
2.石油及天然氣系統	NE	33.84	0.00
2.工業製程	11,547.19	0.23	0.59
A.非金屬製程	10,445.42	0.00	0.00
B.化學工業	461.82	0.23	0.59
C.金屬製程	639.95	0.00	0.00
D.其他工業生產	0.00	NA	NA
E.鹵烴及SF ₆ 的製造	NA	NA	NA
F.鹵烴及SF ₆ 的使用	NA	NA	NA
G.其他	0.00	0.00	0.00
3.溶劑及其他產品使用	0.00	NA	0.00
4.農業	0.00	119.45	41.58
A.牲畜腸胃道發酵	NA	21.72	NA
B.畜牧排泄物處理	NA	38.28	2.67
C.水稻種植	NA	57.64	NA
D.農耕土壤	NO	0.00	38.87
E.草原燃燒	NA	0.00	0.00
F.農業殘渣的燃燒(稻作燃燒)	NA	1.81	0.04
G.其他	NA	0.00	0.00
5.土地使用變化及林業	-17,896.06	0.01	0.00
6.廢棄物	NE	462.83	1.56
A.垃圾掩埋場	NE	445.33	NA
B.廢水處理	NA	17.50	1.56
C.廢棄物焚化	NE	0.00	0.00
D.其他	NE	0.00	0.00
7.其他	0.00	0.00	0.00
附註：			
國際航運	6,612.86	0.00	0.00
航空	1,723.61	0.00	0.00
海運	4,889.25	0.00	0.00
多邊運作	NE	NE	NE
為獲能源而燃燒的生物質量	NE	NA	NA

溫室氣體排放源和吸收匯類別	CO ₂ 排放	CO ₂ 吸收	CO ₂ 淨吸收	CH ₄	N ₂ O
土地使用變化及林業總計	2,753	-20,649	-17,896	0.0	0.0
A.森林和其他木本生物量儲量變化	501	-20,570	-20,070		
B.森林及草地的轉用	2,252			0.0	0.0
C.遺棄的受管理土地	NE	-78	-78		
D.土壤所釋放及吸存之CO ₂	NE	NE	NE		
E.其他(請說明)					

資料來源：行政院環保署(2001)

表 2.2 我國 1994 年二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放清單

(單位：千公噸)

溫室氣體排放源和吸收匯類別	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
全國總(淨)排放量	152,988.84	954.47	50.14
1.能源	158,842.81	103.94	1.78
A.燃料燃燒(參考方法)	151,242.69		
(部門方法)	158,842.81	12.42	1.78
1.能源工業	69,865.42	1.45	0.81
2.製造工業及建築業	50,268.07	3.77	0.63
3.運輸	29,959.72	5.74	0.27
4.其他部門	5,286.58	0.58	0.02
5.其他	3,463.02	0.88	0.05
B.燃料逸散性排放	0.00	91.52	0.00
1.固體燃料	NE	48.63	0.00
2.石油及天然氣系統	NE	42.89	0.00
2.工業製程	14,493.70	0.22	0.54
A.非金屬製程	13,485.94	0.00	0.00
B.化學工業	458.14	0.22	0.54
C.金屬製程	549.62	0.00	0.00
D.其他工業生產	0.00	NA	NA
E.鹵烴及SF ₆ 的製造	NA	NA	NA
F.鹵烴及SF ₆ 的使用	NA	NA	NA
G.其他	0.00	0.00	0.00
3.溶劑及其他產品使用	0.00	NA	0.00
4.農業	0.00	118.53	46.11
A.牲畜腸胃道發酵	NA	25.35	NA
B.畜牧排泄物處理	NA	45.60	3.32
C.水稻種植	NA	45.94	NA
D.農耕土壤	NO	0.00	42.75
E.草原燃燒	NA	0.00	0.00
F.農業殘渣的燃燒(稻作燃燒)	NA	1.64	0.04
G.其他	NA	0.00	0.00
5.土地使用變化及林業	-20,347.67	0.01	0.00
6.廢棄物	NE	731.77	1.71
A.垃圾掩埋場	NE	713.18	NA
B.廢水處理	NA	18.59	1.71
C.廢棄物焚化	NE	0.00	0.00
D.其他	NE	0.00	0.00
7.其他	0.00	0.00	0.00
附註：			
國際航運	10,006.55	0.00	0.00
航空	3,340.87	0.00	0.00
海運	6,665.68	0.00	0.00
多邊運作	NE	NE	NE
為獲能源而燃燒的生物質量	NE	NA	NA

溫室氣體排放源和吸收匯類別	CO ₂ 排放	CO ₂ 吸收	CO ₂ 淨吸收	CH ₄	N ₂ O
土地使用變化及林業總計	2,488	-22,836	-20,348	0.0	0.0
A.森林和其他木本生物量儲量變化	155	-22,742	-22,587		
B.森林及草地的轉用	2,333			0.0	0.0
C.遺棄的受管理土地	NE	-93	-93		
D.土壤所釋放及吸存之CO ₂	NE	NE	NE		
E.其他(請說明)					

資料來源：行政院環保署(2001)

表 2.3 我國 1996 年二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放清單

(單位：千公噸)

溫室氣體排放源和吸收匯類別	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
全國總（淨）排放量	169,349.37	871.08	51.38
1.能源	175,426.10	117.90	1.95
A.燃料燃燒（參考方法）	170,676.21		
（部門方法）	175,426.10	13.33	1.95
1.能源工業	83,480.68	1.61	0.97
2.製造工業及建築業	50,313.05	3.66	0.58
3.運輸	32,325.35	6.31	0.30
4.其他部門	5,748.82	0.78	0.04
5.其他	3,558.20	0.97	0.06
B.燃料逸散性排放	0.00	104.57	0.00
1.固體燃料	NE	54.17	0.00
2.石油及天然氣系統	NE	50.40	0.00
2.工業製程	14,130.42	0.27	0.66
A.非金屬製程	13,040.10	0.00	0.00
B.化學工業	516.09	0.27	0.66
C.金屬製程	574.23	0.00	0.00
D.其他工業生產	0.00	NA	NA
E.鹵烴及SF ₆ 的製造	NA	NA	NA
F.鹵烴及SF ₆ 的使用	NA	NA	NA
G.其他	0.00	0.00	0.00
3.溶劑及其他產品使用	0.00	NA	0.00
4.農業	0.00	121.21	47.03
A.牲畜腸胃道發酵	NA	26.26	NA
B.畜牧排泄物處理	NA	48.76	3.62
C.水稻種植	NA	44.65	NA
D.農耕土壤	NO	0.00	43.37
E.草原燃燒	NA	0.00	0.00
F.農業殘渣的燃燒（稻作燃燒）	NA	1.54	0.04
G.其他	NA	0.00	0.00
5.土地使用變化及林業	-20,207.15	0.15	0.00
6.廢棄物	NE	631.55	1.74
A.垃圾掩埋場	NE	608.94	NA
B.廢水處理	NA	22.61	1.74
C.廢棄物焚化	NE	0.00	0.00
D.其他	NE	0.00	0.00
7.其他	0.00	0.00	0.00
附註：			
國際航運	11,497.69	0.00	0.00
航空	4,104.13	0.00	0.00
海運	7,393.56	0.00	0.00
多邊運作	NE	NE	NE
為獲能源而燃燒的生物質量	NE	NA	NA

溫室氣體排放源和吸收匯類別	CO ₂ 排放	CO ₂ 吸收	CO ₂ 淨吸收	CH ₄	N ₂ O
土地使用變化及林業總計	2,523	-22,730	-20,207	0.0	0.0
A.森林和其他木本生物量儲量變化	170	-22,625	-22,455		
B.森林及草地的轉用	2,353			0.0	0.0
C.遺棄的受管理土地	NE	-105	-105		
D.土壤所釋放及吸存之CO ₂	NE	NE	NE		
E.其他（請說明）					

資料來源：行政院環保署（2001）

表 2.4 我國 1999 年二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放清單

(單位：千公噸)

溫室氣體排放源和吸收匯類別	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
全國總(淨)排放量	206,385.60	960.01	43.64
1.能源	206,385.60	151.70	2.41
A.燃料燃燒(參考方法)	204,456.15		
(部門方法)	206,385.60	15.30	2.41
1.能源工業	106,583.37	1.99	1.27
2.製造工業及建築業	57,739.13	4.24	0.67
3.運輸	34,993.28	6.97	0.32
4.其他部門	6,729.83	0.91	0.05
5.其他	339.99	1.19	0.10
B.燃料逸散性排放	0.00	136.40	0.00
1.固體燃料	NE	70.07	0.00
2.石油及天然氣系統	NE	66.33	0.00
2.工業製程	11,746.10	0.30	0.53
A.非金屬製程	10,911.46	0.00	0.00
B.化學工業	312.47	0.30	0.53
C.金屬製程	522.17	0.00	0.00
D.其他工業生產	0.00	NA	NA
E.鹵烴及SF ₆ 的製造	NA	NA	NA
F.鹵烴及SF ₆ 的使用	NA	NA	NA
G.其他	0.00	0.00	0.00
3.溶劑及其他產品使用	0.00	NA	0.00
4.農業	0.00	97.40	38.91
A.牲畜腸胃道發酵	NA	18.28	NA
B.畜牧排泄物處理	NA	34.80	3.41
C.水稻種植	NA	42.83	NA
D.農耕土壤	NO	0.00	35.46
E.草原燃燒	NA	0.00	0.00
F.農業殘渣的燃燒(稻作燃燒)	NA	1.49	0.04
G.其他	NA	0.00	0.00
5.土地使用變化及林業	-20,437.23	0.01	0.00
6.廢棄物	NE	710.60	1.79
A.垃圾掩埋場	NE	684.18	NA
B.廢水處理	NA	26.42	1.79
C.廢棄物焚化	NE	0.00	0.00
D.其他	NE	0.00	0.00
7.其他	0.00	0.00	0.00
附註：			
國際航運	17,176.29	0.00	0.00
航空	4,984.73	0.00	0.00
海運	12,191.56	0.00	0.00
多邊運作	NE	NE	NE
為獲能源而燃燒的生物質量	NE	NA	NA

溫室氣體排放源和吸收匯類別	CO ₂ 排放	CO ₂ 吸收	CO ₂ 淨吸收	CH ₄	N ₂ O
土地使用變化及林業總計	2,471	-22,908	-20,437	0.0	0.0
A.森林和其他木本生物量儲量變化	141	-22,741	-22,599		
B.森林及草地的轉用	2,329			0.0	0.0
C.遺棄的受管理土地	NE	-167	-167		
D.土壤所釋放及吸存之CO ₂	NE	NE	NE		
E.其他(請說明)					

資料來源：行政院環保署(2001)

表 2.5 我國 2000 年二氧化碳、甲烷及氧化亞氮排放清單

(單位：千公噸)

溫室氣體排放源和吸收匯類別	二氧化碳	甲烷	氧化亞氮
全國總(淨)排放量	218,488.86	595.20	37.87
1.能源	229,764.14	111.72	2.70
A.燃料燃燒(參考方法)	218,551.46		
(部門方法)	229,764.14	16.80	2.70
1.能源工業	120,172.94	2.14	1.47
2.製造工業及建築業	63,544.92	4.79	0.78
3.運輸	35,601.04	7.08	0.32
4.其他部門	6,662.06	0.90	0.05
5.其他	3,783.18	1.89	0.08
B.燃料逸散性排放	0.00	94.92	0.00
1.固體燃料	NE	77.15	0.00
2.石油及天然氣系統	NE	17.77	0.00
2.工業製程	9,171.83	0.38	0.37
A.非金屬製程	8,589.14	0.00	0.00
B.化學工業	51.59	0.38	0.37
C.金屬製程	531.10	0.00	0.00
D.其他工業生產	0.00	NA	NA
E.鹵烴及SF ₆ 的製造	NA	NA	NA
F.鹵烴及SF ₆ 的使用	NA	NA	NA
G.其他	0.00	0.00	0.00
3.溶劑及其他產品使用	0.00	NA	0.00
4.農業	0.00	93.62	33.00
A.牲畜腸胃道發酵	NA	20.16	NA
B.畜牧排泄物處理	NA	31.97	0.91
C.水稻種植	NA	40.01	NA
D.農耕土壤	NO	0.00	32.06
E.草原燃燒	NA	0.00	0.00
F.農業殘渣的燃燒(稻作燃燒)	NA	1.48	0.03
G.其他	NA	0.00	0.00
5.土地使用變化及林業	-20,447.11	0.00	0.00
6.廢棄物	NE	389.48	1.80
A.垃圾掩埋場	NE	353.11	NA
B.廢水處理	NA	36.37	1.80
C.廢棄物焚化	NE	0.00	0.00
D.其他	NE	0.00	0.00
7.其他	0.00	0.00	0.00
附註：			
國際航運	16,445.22	0.00	0.00
航空	5,360.05	0.00	0.00
海運	11,085.17	0.00	0.00
多邊運作	NE	NE	NE
為獲能源而燃燒的生物質量	NE	NA	NA

溫室氣體排放源和吸收匯類別	CO ₂ 排放	CO ₂ 吸收	CO ₂ 淨吸收	CH ₄	N ₂ O
土地使用變化及林業總計	2,461	-22,908	-20,447	0.0	0.0
A.森林和其他木本生物量儲量變化	133	-22,740	-22,607		
B.森林及草地的轉用	2,327			0.0	0.0
C.遺棄的受管理土地	NE	-167	-167		
D.土壤所釋放及吸存之CO ₂	NE	NE	NE		
E.其他(請說明)					

資料來源：行政院環保署(2000)

2.2 二氧化碳排放統計

化石能源燃燒產生之二氧化碳是全球各工業國排放人為溫室氣體之主要來源，台灣亦不例外。化石能源燃燒時，碳原子氧化成二氧化碳排放至大氣中，不同化石燃料因其含碳量不同，排放之二氧化碳量亦異，其中煤所含純碳最高，石油為煤之 78%，天然氣為煤之 59%。

表 2.6 列有我國 1990~2000 年二氧化碳各種源的人為排放量和匯的吸收量之國家溫室氣體清單，1990~2000 年 CO₂ 排放趨勢則如圖 2.1 所示。就不包括 LUCF 的二氧化碳總排放量而言，1990 年排放量為 132.5 百萬公噸，2000 年增加為 238.9 百萬公噸，增加 80.3%；相同期間下，能源部門增加 89.9%，工業製程部門減少 20.6%。

有關能源部門的排放乃依據 IPCC 的部門方法 (Sectoral Approach) 及「經濟部能源委員會」出版之「台灣地區能源平衡表」計算而得。另依 IPCC 的參考方法 (Reference Approach) 計算得知，1970 至 1980 年燃料燃燒 CO₂ 排放量由 27.5 百萬公噸增加至 73.1 百萬公噸，每年平均增加 9.2%。1981 至 1990 年燃料燃燒 CO₂ 排放量由 67.8 百萬公噸增加至 111.5 百萬公噸，每年平均增加 5.3%。1991 至 2000 年燃料燃燒之排放 CO₂ 量由 113.5 百萬公噸增加至 204.8 百萬公噸，每年平均增加 6.8% (見圖 2.2)。分析我國 CO₂ 人均排放量，1990 年 CO₂ 人均排放量約 5.58 公噸，1995 年人均排放量約 7.60 公噸，1998 年人均排放量約 8.99 公噸，2000 年人均排放量約 9.8 公噸，1990 至 2000 年平均年成長率約 5.3%。

圖 2.3 為 1954~1999 年台灣地區燃料燃燒二氧化碳排放量-依氣體燃料、液體燃料及固體燃料分類。1990 (1999) 年氣體燃料、液體燃料及固體燃料燃燒排放之二氧化碳排放量依次為 4.4 (13.4)、66.4 (95.1) 及 42.8 (96.2) 百萬公噸。

依據 IPCC 之部門分類準則，火力發電所產生之二氧化碳排放均列於能源工業，因此使用能源產生的二氧化碳排放量以能源工業最多 (主要為煉油及發電業)。然而火力發電廠雖為二氧化碳之主要排放源，所產生的電力卻大多是在其他部門使用，若依各部門用電量將火力發電排放之二氧化碳分配至各部門 (此分配方式並非 IPCC 方法，但較能真實反映各部門對二氧化碳排放量之貢獻度)，重新分配後的各部門二氧化碳排放量如圖 2.4 及圖 2.5。

圖 2.4 為 1970~1990 年台灣地區燃料使用主要部門二氧化碳排放量。圖 2.5 為 1990 及 1999 年我國能源使用排放二氧化碳結構（按部門別）

表 2.6 我國 1990~2000 年各部門二氧化碳排放量

單位：Gg

	Energy	Industrial Processes	Land-Use Change and Forestry	Total Emissions / Removals with LUCF	Total Emissions without LUCF
1990	120,969.06	11,547.19	-17,896.06	114,620.19	132,516.25
1991	130,500.97	10,467.35	-18,037.73	122,930.59	140,968.32
1992	138,232.78	13,039.26	-18,130.67	133,141.37	151,272.04
1993	149,136.03	15,099.41	-18,430.58	145,804.86	164,235.44
1994	158,842.81	14,493.70	-20,347.67	152,988.84	173,336.51
1995	165,277.69	14,132.34	-20,302.25	159,107.78	179,410.03
1996	175,426.10	14,130.42	-20,207.15	169,349.37	189,556.52
1997	188,508.48	14,927.19	-20,295.55	183,140.12	203,435.67
1998	203,149.14	12,937.30	-20,333.93	195,752.51	216,086.44
1999	206,385.60	11,746.10	-20,437.23	197,694.47	218,131.70
2000	229,764.14	9,171.83	-20,447.11	218,488.86	238,935.97

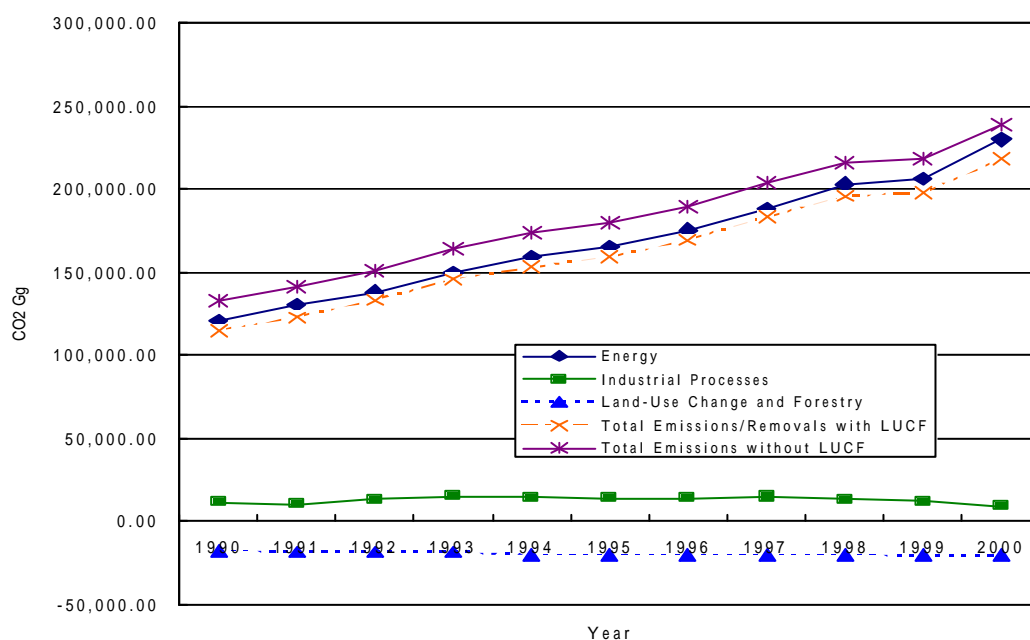


圖 2.1 我國 1990 2000 年各部門二氧化碳排放趨勢圖

資料來源：行政院環保署（2001）

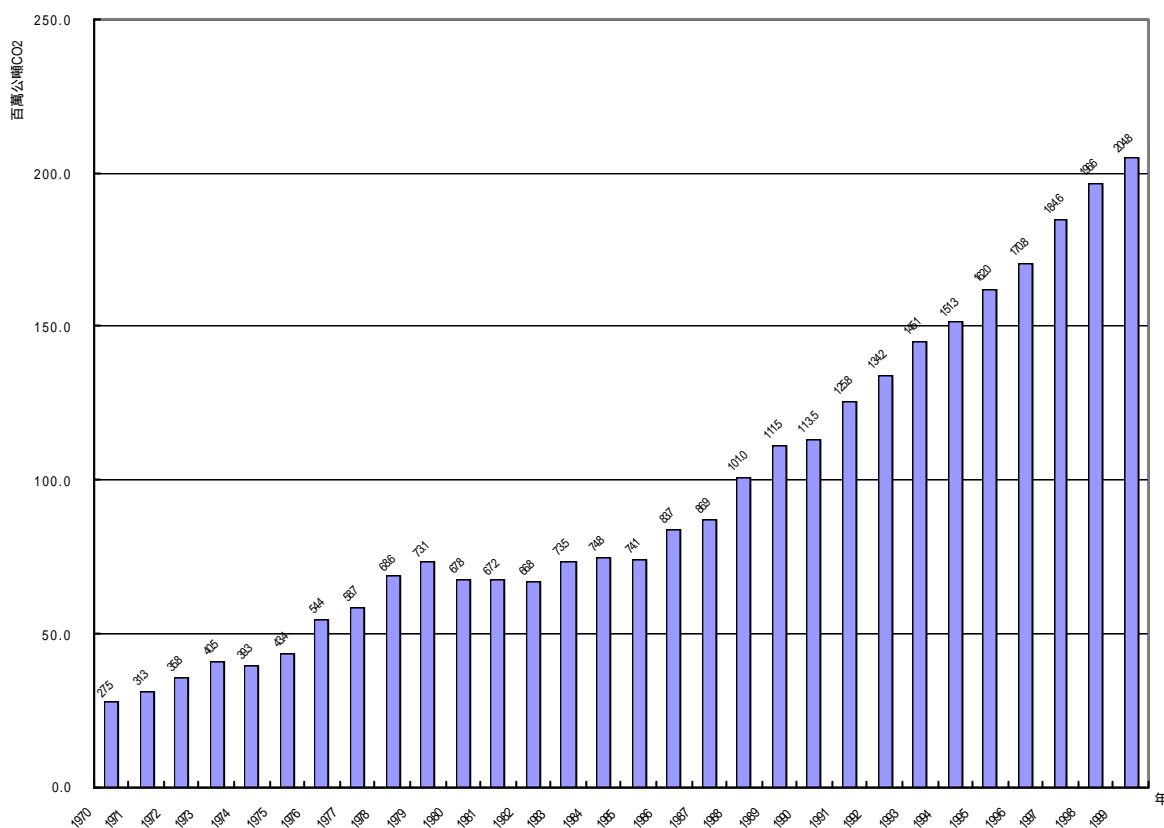


圖 2.2 1970~2000 年台灣地區燃料消耗排放之二氧化碳總量(百萬公噸)
資料來源：經濟部能源委員會(2001)，本圖使用「參考方法」計算所得之排放量繪製。

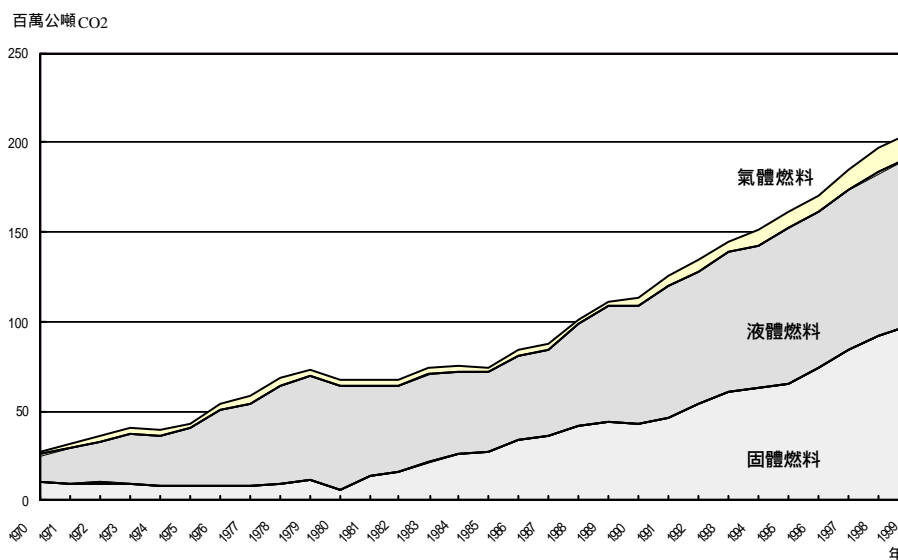


圖 2.3 台灣地區燃料燃燒 CO₂ 排放趨勢
資料來源：經濟部能源委員會(2000)

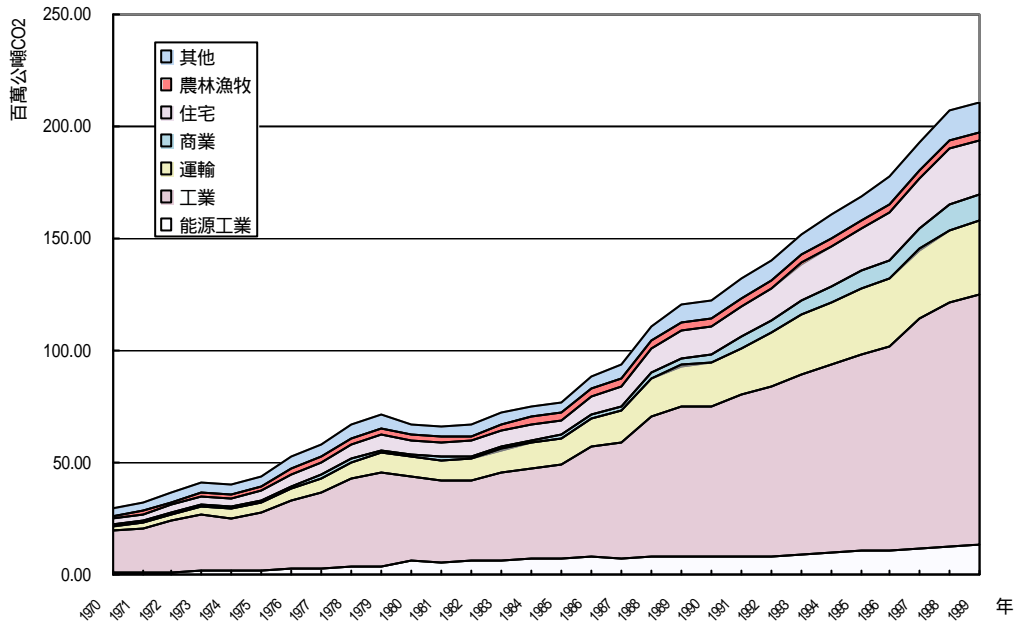


圖 2.4 台灣地區燃料使用主要部門 CO₂ 排放趨勢
資料來源：經濟部能源委員會(2000)

1990年能源使用排放CO₂結構

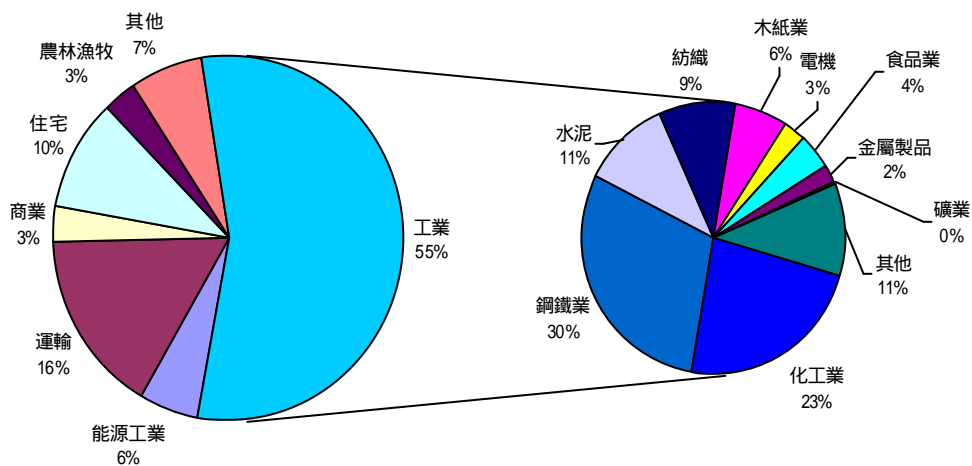


圖 2.5 1990 及 2000 年我國能源使用排放二氧化碳結構 (按部門別)

2000年能源使用排放CO₂結構

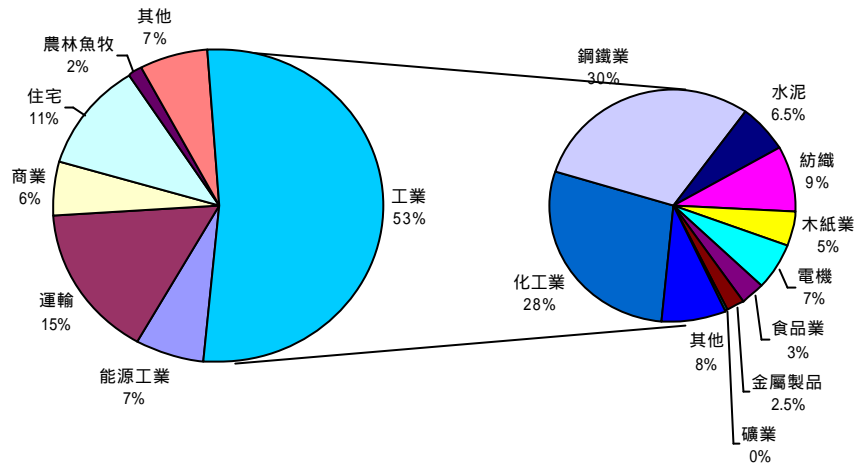


圖 2.5 1990 及 2000 年我國能源使用排放二氧化碳結構（按部門別）(續)

1990 年燃料燃燒之工業部門 CO₂ 排放量 66.0 百萬公噸，佔全國排放之 55%，其中 74% 為直接燃燒（產生蒸汽與製程熱），26% 為用電（驅動馬達、電爐及照明）。此外，運輸部門佔總排放量之 16%，其中汽油使用佔 60%，其餘為柴油及航空燃油之使用所排放。住商部門佔總排放量之 13%，以用電排放（67%）為主，餘為使用天然氣、液化石油氣及燃料油所排放。農林漁牧部門 CO₂ 排放約 3.7 百萬公噸，佔總排放 3%。

1990 年各項工業之二氧化碳排放中，鋼鐵業即約佔 30%，化工業約佔 23%，水泥業約佔 11%，紡織業約佔 9%，木紙業約佔 6%，食品業約佔 4%。2000 年各項工業中各不同行業二氧化碳排放，仍以鋼鐵業約佔 30% 及化工業佔 28% 為最多，紡織業佔 9%，水泥業約佔 6.5%。

2.3 甲烷排放統計

甲烷之排放主要來自垃圾掩埋場及農牧業活動，甲烷之產生係由生物厭氧發酵作用而來，生物作用受地域特性影響極大，因此除使用 IPCC 方法，亦需佐以本土參數。台灣地區農漁牧業活動的甲烷排放，由於過去缺乏全面性之實測資料，僅有零星測量數據以供參考，因此多為推估值。

表 2.7 列有我國 1990-2000 年各部門甲烷氣體的排放量，CH₄ 排放趨勢則如圖 2.6 所示。1990 年台灣地區甲烷排放總量約 663.27 千公噸。其中來自垃圾掩埋場之排放最大（67%），次為稻米耕作排放約 9%及畜牧排泄物處理之排放（6%）。由表 2.7 可知台灣地區甲烷排放總量逐年增加，1994 年達 954.47 千公噸，其中垃圾掩埋場之排放占 75%，其次為固體燃料（占 5%）稻米耕作排放（占 4.8%），及動物排泄物處理之排放（占 4.77%），乃因水稻田耕作面積逐年減少，甲烷排放量也因而減少，至於礦業排放之甲烷來源非本地採礦，而是進口煤炭所逸散者。2000 年甲烷排放總量降為 595.2 千公噸，其中垃圾掩埋場占 59%，固體燃料占 13%，稻米耕作占 6.7%，廢水處理占 6.1%。

就甲烷總排放量而言，1990 年排放量為 663.27Gg，2000 年遞減為 595.20Gg，減少 10.2%；相同期間下，廢棄物部門減少 15.8%，農業部門增加 21.4%，能源部門增加 38.4%。垃圾掩埋場之甲烷排放量自 1994 年後即大略即呈下降趨勢，應與我國垃圾處理漸漸轉以焚化為主有關。畜牧排泄物處理排放之甲烷量自 1994 年的 45.6 千公噸，1996 年的 48.8 千公噸銳減至 1999 年的 34.8 千公噸，2000 年的 32.0 千公噸，主要原因是豬隻爆發口蹄疫所致。

綜觀 1990~2000 年間台灣地區農業活動的甲烷排放量，除養豬、雞業在前期因產業持續暢旺，使飼養量及甲烷排放量均相對達到最高點外，其餘農漁牧產均因從業人口縮減，產量緩慢下滑，使農漁牧甲烷排放量亦趨減少；自 1997 年起，由於我國積極佈署加入 WTO，推動相關配套措施，如鼓勵離牧、休耕，調整農地利用、產業結構及經營型態等，再加上豬隻受口蹄疫影響無法外銷等衝擊，農漁牧各項產業均已減產，甲烷排放量亦均減少，預期我國加入 WTO 後，數年內各項農漁牧產均將持續減少，其後再趨於穩定，因此台灣地區農業活動之甲烷排放預估亦將朝同一趨勢先均減量再趨穩定。

表 2.7 我國 1990~2000 年各部門甲烷排放量

單位：Gg

	Energy	Industrial Processes	Agriculture	Land-Use Change and Forestry	Waste	Total Emissions
1990	80.75	0.23	119.45	0.01	462.83	663.27
1991	84.94	0.16	125.07	0.05	509.61	719.83
1992	91.30	0.15	119.77	0.01	625.69	836.92
1993	96.34	0.18	119.68	0.06	680.02	896.28
1994	103.94	0.22	118.53	0.01	731.77	854.47
1995	114.55	0.28	120.08	0.01	622.03	856.95
1996	117.90	0.27	121.21	0.15	631.55	871.08
1997	132.21	0.29	106.20	0.00	675.28	913.98
1998	145.36	0.22	96.51	0.01	677.54	919.64
1999	151.70	0.30	97.4	0.01	710.60	960.01
2000	111.72	0.38	93.62	0.00	389.48	595.2

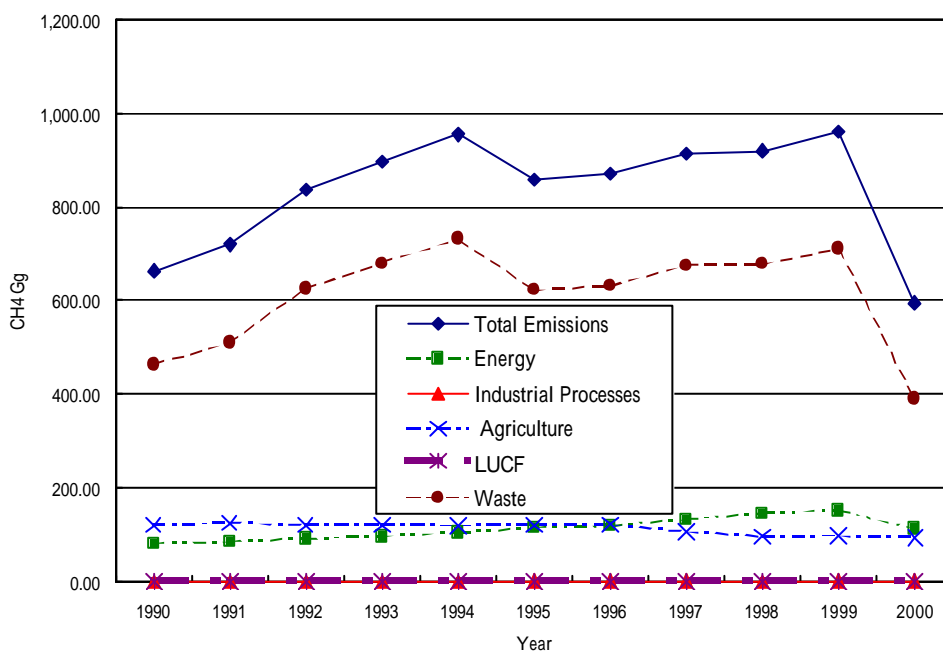


圖 2.6 我國 1990~2000 年各部門甲烷排放趨勢圖

資料來源：行政院環保署（2001）

2.4 氧化亞氮排放統計

以 IPCC 方法估算氧化亞氮排放數值誤差較大，故應同時參考 IPCC 方法與本地實測排放通量資料，以獲得較可信之結果。表 2.8 列有我國 1990~2000 年各部門氧化亞氮氣體的排放量，排放趨勢如圖 2.7 所示。就氧化亞氮總排放量而言，1990 年排放量為 45.16Gg，2000 年遞減為 37.87Gg，減少 16.1%；相同期間下，農業部門減少 25.7%，廢棄物部門增加 15.4%。

綜合台灣地區 1990 年氧化亞氮排放總量約為 45.16 千公噸，其中來自農業活動最多（占 92%），次為廢棄物部門（占 3.5%），再其次為燃料燃燒（占 3.2%）。1994 年氧化亞氮排放總量約為 50.14 千公噸，農業活動占 92%，燃料燃燒約占 3.6%，廢棄物部門約占 3.4%。1999 年氧化亞氮排放總量約為 43.64 千公噸，農業活動占 89%，燃料燃燒約占 5.6%，廢棄物部門約占 4.1%。2000 年氧化亞氮排放總量減少為 37.87 千公噸，農業活動占 87%，燃料燃燒約占 7.1%，廢棄物部門約占 4.8%。由於農業活動持續萎縮，所以農業之氧化亞氮釋出量亦逐年減少。此外，我國家庭一般以化糞池方式處理糞尿，亦會產生氧化亞氮，此部分排放量雖有統計，但仍需進一步調查評估。

2.5 吸收源及監測

採 IPCC 方法計算台灣地區森林之二氧化碳吸收量，為每年植株增加量減去森林砍伐或收穫木材消耗量，即可計算淨碳吸收。表 2.9 為我國在 1954、1977 與 1994 作過三次森林資源調查資料，1994 年台灣地區林地面積共 2,102,400 公頃，其中闊葉樹林 1,120,400 公頃，針闊葉混淆林 391,200 公頃，針葉樹林 438,500 公頃和竹林 152,300 公頃。其蓄積量共計 358,744 千立方公尺，其中闊葉樹林 132,973 千立方公尺，針闊葉混生林 99,401 千立方公尺，針葉樹林 125,835 千立方公尺，和竹林 535 立方公尺，竹株 1,127,831 千支。依 IPCC 方法估算台灣地區森林吸收二氧化碳，1954 年森林吸收二氧化碳量為 26.4 百萬公噸，1977 年為 19.8 百萬公噸，1994 年為 22.6 百萬公噸，歷年變動不大（行政院環保署，2000）。在此，請注意森林面積與各林型面積，乃依不同之調查方法所得，因此，林型面積之變動並不一定代表實際面積有變動。最近不同研究依 IPCC 方法估算 1996 年台灣地區森林之二氧化碳吸收量

約為 21.9 百萬公噸，較先前估計為低（行政院環保署，1998b）。此外，估算我國領海及專屬經濟區海域二氧化碳涵容量，大陸棚區可吸收 22.4 百萬公噸，東海及菲律賓海深水區為 41.4 百萬公噸，南海深水區為 42.9 百萬公噸，二氧化碳總吸收量為 106.7 百萬公噸，誤差約為 20%。

表 2.8 我國 1990~2000 年各部門氧化亞氮排放量

單位：Gg

	Energy	Industrial Processes	Agriculture	Waste	Total Emissions
1990	1.43	0.59	41.58	1.56	45.16
1991	1.42	0.63	44.39	1.58	48.02
1992	1.55	0.57	44.11	1.60	47.83
1993	1.69	0.59	45.11	1.61	49.00
1994	1.78	0.54	46.11	1.71	50.14
1995	1.81	0.63	45.83	1.73	50.00
1996	1.95	0.66	47.03	1.74	51.38
1997	2.11	0.74	40.76	1.76	45.37
1998	2.29	0.71	39.25	1.78	44.03
1999	2.41	0.53	38.91	1.79	43.64
2000	2.70	0.37	33.00	1.80	37.87

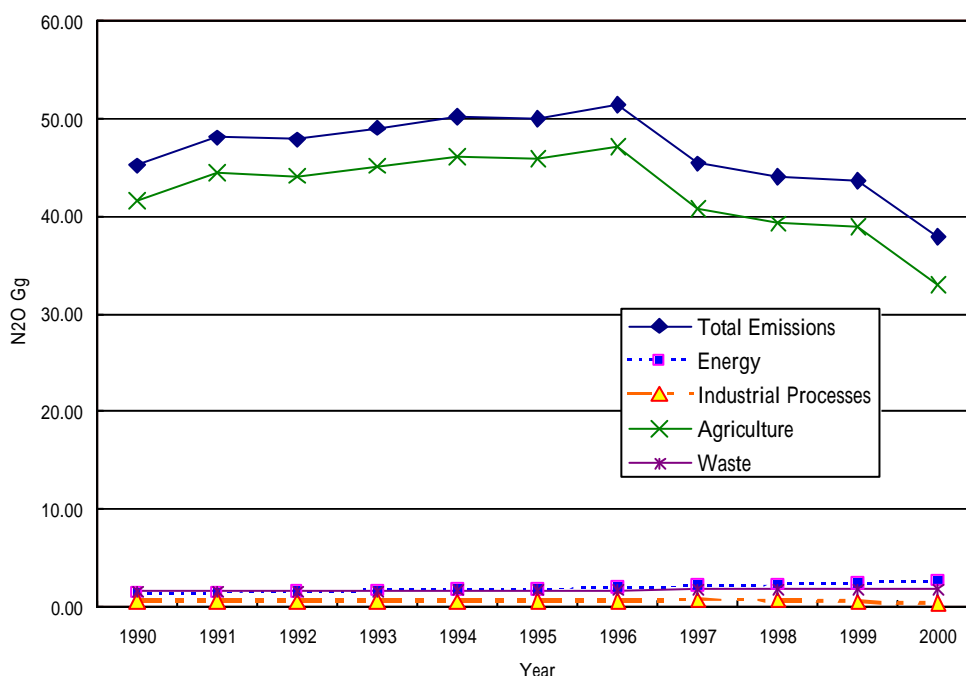


圖 2.7 我國 1990~2000 年各部門氧化亞氮排放趨勢圖

資料來源：行政院環保署（2001）

表 2.9 1954、1977 與 1994 年台灣地區森林變化
與依 IPCC 方法估算之二氧化碳吸收量變化

年	闊葉樹林 (千公頃)	針闊葉 混生林 (千公頃)	針葉樹林 (千公頃)	竹林 (千公頃)	森林吸收 二氧化碳量 (百萬公噸)
1954	1,668	55.3	449.1	152.1	26.4
1977	1,158	157.5	416.7	133.5	19.8
1994	1,120	391.2	438.5	152.3	22.6

資料來源：行政院環保署（2000）

我國溫室氣體監測研究以行政院國科會所補助之研究為主，現階段集中於研究濕地、河川、湖泊、養殖池、旱作、水稻田及垃圾掩埋場所排放甲烷及氧化亞氮之通量(行政院國科會，1999)。而 NO_x、CO、NMVOC 及 SO₂ 等空氣污染物之排放量與監測則以行政院環保署為主。評估我國溫室氣體排放統計資料之可信及準確度，依資料之相對統計量(未估算、部分或全部)及相對精確性(低、中、高)進行評估，結果如表 2.10，其中以能源部門二氧化碳排放量之資料最完全且詳細，甲烷及氧化亞氮之排放量，則由於資料較不充分，誤差可能較大，尚需進一步研究確認。

2.6 其他溫室氣體

氟氯碳化物(CFCs)為破壞臭氧層之物質，也是造成地球增溫之溫室氣體，我國遵行「維也納公約」及「蒙特婁議定書」國際規範，逐年管制氟氯碳化物及推動回收再利用，並於 1996 年達到 100%之削減率，全面停止進口及生產氟氯碳化物，現亦逐年開始管制氫氟碳化物。

而 1996 年 IPCC 方法與 1997 年「氣候變化綱要公約」京都議定書新增之溫室氣體 HFCs、SF₆、PFCs 等，以工業製程使用所排放者為主，我國 1990-2000 年鹵烴及 SF₆ 的排放清單列於表 2.11。HFCs 及 PFCs 在我國主要作為氟氯碳化物之替代品，應用於冷凍空調系統、半導體製程、高壓斷路器及其他開關裝置的絕緣氣體、發泡劑及滅火劑等。表 2.11 中顯示，經利用 IPCC 方法估算，我國在 1998、1999、2000 年 HFCs 排放量分別為 17442、16726、5612 千公噸二氧化碳當量，在 1998、1999、2000 年 PFCs 排放量分別為 536、1310、2721 千公噸二氧化碳當量，而 SF₆ 排放量則分別為 61、99、114 千公噸二氧化碳當量。

表 2.10 溫室氣體排放源和吸收匯類別，及其估計值的精確度

溫室氣體排放源和吸收匯類別	CO ₂		CH ₄		N ₂ O	
	估計	精確度	估計	精確度	估計	精確度
全國總(淨)排放量						
1.能源	ALL	H	ALL	M	ALL	M
A.燃料燃燒(部門方法)						
1.能源工業	ALL	H				
2.製造工業及建築業	ALL	H	ALL	M	ALL	M
3.運輸	ALL	H	ALL	M	ALL	M
4.其他部門	ALL	H	ALL	M	ALL	M
5.其他						
B.不確定的燃料排放	ALL	H	ALL	M	ALL	M
1.固體燃料	ALL	H	ALL	M	ALL	M
2.石油和天然氣系統	ALL	H	ALL	M	ALL	M
2.工業製程	NE	NE	ALL	M	NE	NE
A.非金屬製程	NE	NE	ALL	M	NE	NE
B.化學工業	NE	NE	ALL	M	NE	NE
C.金屬製造						
D.其他工業生產	ALL	H	NA		NA	
E.鹵烴及 SF ₆ 的製造						
F.鹵烴及 SF ₆ 的使用						
G.其他						
3.溶劑及其他產品使用	NA	NA			NA	NA
4.農業	NE	NE				
A.牲畜胃腸道發酵			ALL	H		
B.畜牧排泄物處理			ALL	H	ALL	H
C.水稻種植			ALL	H		
D.農耕土壤	NE	NE	NE	NE	ALL	H
E.草原燃燒			NA	NA	NA	NA
F.農業殘渣的燃燒(稻作燃燒)			ALL	H	ALL	H
G.其他						
5.土地利用變動及森林	PART	M	PART	L		
6.廢棄物						
A.垃圾掩埋場	NE	NE	PART	M		
B.廢水處理			PART	M	PART	M
C.廢棄物焚化	NE	NE				
D.其他						
7.其他						
附註：						
國際航運	ALL	H	ALL	M	ALL	M
航空						
海運						
多邊運作	NE	NE	NE	NE	NE	NE
為獲能源而燃燒的生物質量	NE	NE	NA	NA	NA	NA

註：相對估計量：(1)全部：ALL(資料>90%)，(2)部分：PART，(3)未統計：空白。

相對精確度：(1)高：H(誤差<10%)，(2)中：M(10-50%)，(3)低：L(>50%)。

資料來源：行政院環保署(2001)

2.7 結論與建議

將我國各種溫室氣體排放量轉換成二氧化碳當量千公噸 (CO₂ equivalent Gg), 各種溫室氣體歷年的排放量如表 2.12 所示, 排放趨勢則如圖 2.8 所示。我國自 1992 年起統計 HFCs 排放量, 至 1998 年起加入 PFCs 及 SF₆。若不計 LUCF 吸收 CO₂ 量, 我國總溫室氣體排放量, 自 1990 年起呈現上升的趨勢, 至 2000 年達 271622.24 CO₂ equivalent Gg, 其中 CO₂ 佔大部分, 約所有排放量的 88.0%, 其次是 CH₄, 佔 4.6%, 再其次是 N₂O, 佔 4.3%。

若依部門分類, 各部門總溫室氣體排放量如表 2.13 所示, 歷年排放趨勢如圖 2.9 所示。不計 LUCF 吸收 CO₂ 量, 我國 2000 年各部門總溫室氣體排放量能源部門佔大部分, 約所有排放量的 85.8%, 其次是工業製程部門, 佔 6.5%, 再其次是農業部門, 佔 4.5%。

我國之溫室氣體排放以二氧化碳為最大宗, 二氧化碳之排放源又以能源部門燃料燃燒為最主要來源, 顯示我國未來溫室氣體減量工作仍應以節約能源及推展再生能源為首要工作。森林及土地使用部門為吸收 CO₂ 之部門, 由於我國森林面積並無明顯變動趨勢, 森林部門之 CO₂ 吸收量亦呈現穩定趨勢。

我國甲烷排放以廢棄物掩埋場為最大來源, 隨著我國廢棄物逐漸改以焚化為主要處理方式, 甲烷排放量未來將逐漸降低。氧化亞氮之排放主要來自農業部門, 隨著我國農業生產持續萎縮, 氧化亞氮之排放量預期亦將逐漸降低。

由於我國半導體工業近年來快速成長, 氫氟碳化物(HFCs)、全氟化物(PFCs)及六氟化硫(SF₆)之排放量也隨之快速成長, 此類物質溫暖化潛勢甚高(約為 CO₂ 之數百倍至數萬倍), 半導體工業之溫室氣體排放問題應值得重視。

彙整溫室氣體排放清冊需要各部會、產業工會、中油、及產業調查, 以收集各項活動數據, 目前因我國在法規或行政程序上並無規範或要求各私人企業得提供相關數據, 而僅以執行計畫名義做相關調查, 並無約束力, 因此收集活動數據相當困難; 另一方面, UNFCCC 對於溫室氣體排放清冊之活動數據或本國之排放係數, 均要求要有精確性、可考察性, 能進行 QA/QC, 且對相關數據能持續更新維護。基於上述原因, 建議我國未來能參考 UNFCCC 對締約國彙整溫室氣體排放清冊的要求, 規劃建立我國溫室氣體排放清冊統計架構組織, 以利資料持續更新。

表 2.11 我國 1990-2000 年鹵煙及 SF₆ 排放清單

(單位：千公噸二氧化碳當量)

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
總HFCs (淨) 排放量	NE	NE	702	1,638	1,521	1,755	2,808	3,276	17,442	16,726	5,612
1.能源											
2.工業製程	NE	NE	702	1,638	1,521	1,755	2,808	3,276	17,442	16,726	5,612
A.非金屬製程	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B.化學工業	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
C.金屬製程											
D.其他工業生產											
E.鹵煙及SF ₆ 的製造	NO	NO	702	1,638	1,521	1,755	2,808	3,276	17,442	16,726	5,612
F.鹵煙及SF ₆ 的使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE			
G其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.溶劑及其他產品使用											
4.農業											
5.土地使用變化及林業											
6.廢棄物											
總PFCs (淨) 排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	536	1,310	2,721
1.能源											
2.工業製程	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	536	1,310	2,721
A.非金屬製程	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B.化學工業	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
C.金屬製程	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
D.其他工業生產											
E.鹵煙及SF ₆ 的製造	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
F.鹵煙及SF ₆ 的使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	536	1,310	2,721
G其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NA
3.溶劑及其他產品使用											
4.農業											
5.土地使用變化及林業											
6.廢棄物											
總SF ₆ (淨) 排放量	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	61	99	114
1.能源											
2.工業製程	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	61	99	114
A.非金屬製程	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
B.化學工業	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
C.金屬製程	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA
D.其他工業生產											
E.鹵煙及SF ₆ 的製造	NO	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	NA	
F.鹵煙及SF ₆ 的使用	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	61	99	114
G其他	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE	NE
3.溶劑及其他產品使用											
4.農業											
5.土地使用變化及林業											
6.廢棄物											

NA：不適用 (Not Applicable)，該部門未排放該氣體

NE：未估算 (Not Estimated)，資料不足或統計工作尚未完成

NO：未發生 (Not Occurring)，該部門無排放活動

IE：計算於其他欄位 (Included Elsewhere)

灰色：該部門無須估算該氣體

資料來源：行政院環保署 (2001)

表 2.12 我國 1990~2000 年各種溫室氣體排放量 (不含 LUCF 吸收 CO₂)

單位：CO₂ equivalent Gg

	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	Total*
1990	132516.25	13928.67	13999.60	--	--	--	160444.52
1991	140968.32	15116.43	14886.20	--	--	--	170970.95
1992	151272.04	17575.32	14827.30	702.00	--	--	184376.66
1993	164235.44	18821.88	15190.00	1638.00	--	--	199885.32
1994	173336.51	20043.87	15543.40	1521.00	--	--	210444.78
1995	179410.03	17995.95	15500.00	1755.00	--	--	214660.98
1996	189556.52	18292.68	15927.80	2808.00	--	--	226585.00
1997	203435.67	19193.58	14064.70	3276.00	--	--	239969.95
1998	216086.44	19312.44	13649.30	17442.00	536.00	61.38	267087.56
1999	218131.70	20160.21	13528.40	16726.00	1310.00	98.91	269955.22
2000	238935.97	12499.20	11739.70	5612.00	2721.00	114.37	271622.24

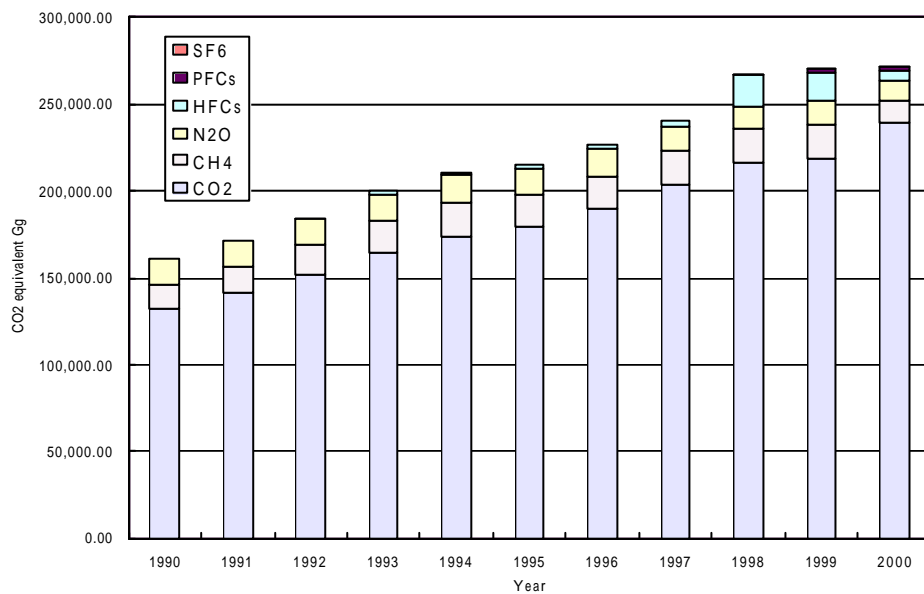


圖 2.8 我國 1990~2000 年各溫室氣體排放趨勢圖 (不含 LUCF 吸收 CO₂)

資料來源：行政院環保署 (2001)

表 2.13 我國 1990~2000 年各部門溫室氣體排放量 (不含 LUCF 吸收 CO₂)

單位：CO₂ equivalent Gg

	Energy	Industrial Processes	Agriculture	Waste	Total
1990	123108.11	11734.92	15398.25	10203.03	160444.52
1991	132724.91	10666.01	16387.37	11191.61	170970.95
1992	140630.58	13921.11	16189.27	13635.49	184376.66
1993	151683.07	16924.09	16497.38	14779.52	199885.32
1994	161577.35	16186.72	16783.23	15897.27	210444.78
1995	168244.34	16088.52	16728.98	13598.93	214660.98
1996	178506.50	17148.69	17124.71	13801.95	226585.00
1997	191938.99	18438.68	14865.80	14726.48	239969.95
1998	206911.60	31201.40	14194.21	14780.14	267087.56
1999	210318.40	30051.61	14107.50	15477.50	269955.22
2000	232947.26	17741.88	12196.02	8737.08	271622.24

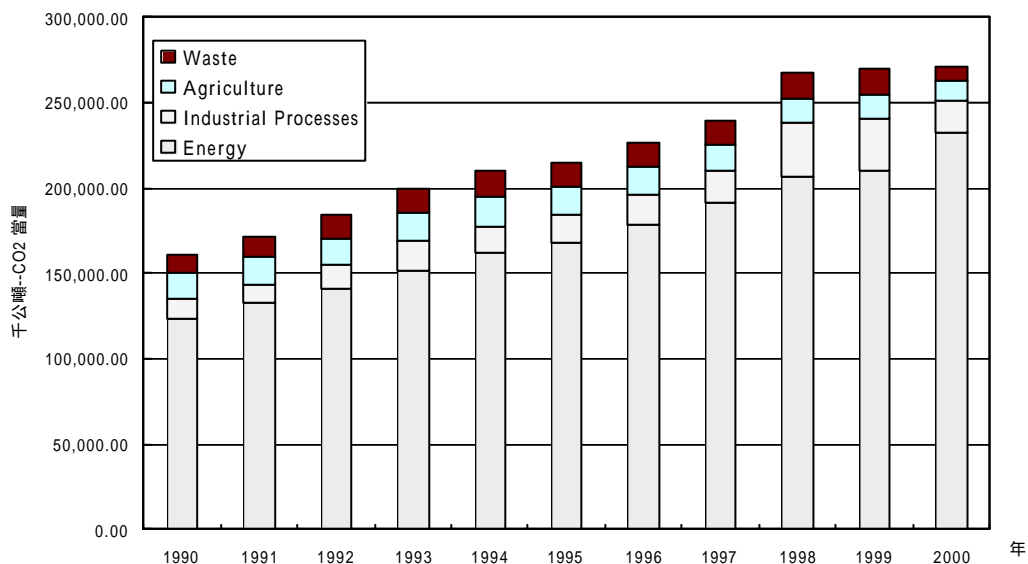


圖 2.9 我國 1990~2000 年各部門溫室氣體排放趨勢圖(不含 LUCF 吸收 CO₂)
資料來源：行政院環保署 (2001)

《參考文獻》

1. 行政院環保署，2001，國家溫室氣體排放清冊研討會，九十年二月十五至十六日，台北。
2. 行政院環保署，2001，2000 國家通訊編撰計畫，九十年度期末報告。
3. 經濟部，1998，全國能源會議會議資料。
4. 經濟部能源委員會，2000，因應氣候變化公約能源策略模擬與能源供需預測研究計畫，八十八年下半年及八十九年度期末報告。
5. 行政院環保署，2000，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，八十九年度期末報告。
6. 行政院環保署，2000，台灣地區廢棄物、廢水部門溫室氣體排放推估，八十九年度期末報告。
7. 行政院環保署，2000，台灣地區農牧業溫室氣體排放推估，八十九年度期末報告。
8. 行政院環保署，2000，森林生態系統吸存模式之建立與應用，八十九年度期末報告。
9. 王銀波、謝學武，1995，台灣中部及南部水田土壤甲烷氣體釋放及其影響因子。國家科學委員會專題研究計畫成果報告，國立中興大學土壤環境科學系。
10. 王樹倫、陳鎮東、張哲明、呂世宗，1995，南台灣河、湖、淺海及濕地之甲烷釋出量研究，國家科學委員會專題研究報告。
11. 陳鎮東，1996，溫室效應機制及預測 - 因應『氣候變化綱要公約』之整合計畫：(3) 我國專屬經濟海域內海洋吸收二氧化碳之涵容估算，行政院環保署。
12. 楊任徵、余敦琪，1999，我國能源有關溫室氣體排放統計，經濟部能源委員會。
13. 楊盛行，1996，溫室效應機制及預測 - 因應『氣候變化綱要公約』之整合計畫：(2) 我國森林吸收二氧化碳之涵容估算和我國溫室氣體甲烷與氧化亞氮排放與 IPCC 估算之差距。行政院環保署。

14. IPCC, 1994a , IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories. Vol. 1,2 and 3, November, 1994.
15. IPCC, 1996, Revised IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996.
16. IPCC, 2000, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.
17. UNFCCC, 2000, FCCC/CP/1999/7, Review of The Implementation of Commitments and of Other Provisions of The Convention – UNFCCC guidelines on reporting and review.
18. UNFCCC, 2000, Reporting Manual – Software Application for submitting greenhouse gas inventory data in the common reporting format.
19. IPCC, 1998, Greenhouse Gas Inventory Software for the Workbook – Instruction Manual.

第三章 衝擊

台灣是屬亞熱帶的海島型自然環境，對於氣候變化的影響是非常脆弱的，特別易受衝擊的部份包括海平面的上升、水資源的不足、初級產業、公共衛生、生態系統等。海平面上升後，直接影響是海岸土地淹沒、海岸侵蝕、及海岸線的後退，沿海村落必須面臨遷移及接續的社會調適問題。而在水資源的衝擊方面，旱澇次數與程度的增加、水資源的不足，影響民生與產業發展。此外，由於 CO₂ 等溫室氣體濃度上升，植物光合作用增強，有利森林與農作物成長；但氣溫上升，亦有利於病蟲害的發展與疾病媒蚊之傳播。

3.1 海平面上升

1. 海平面上升造成的損害

台灣地區海平面上升對海岸土地利用均會造成影響，包括農業、牧業、林業、鹽田、水產養殖、採礦及採土石、風景區觀光遊憩設、商港及漁港、住宅、墓地、工業區、核能及火力發電廠、機場、濱海陸地運輸設施、生態保護區、排水路及禦潮設施、石油及天然氣探採等。由於海平面上升造成之經濟衝擊主要來自於社會成本所造成的損失，包括：

- (1) 海岸線後退及暴潮災害對土地與資金所造成的直接損失；
- (2) 為減少前述損失，所有保護、紓緩等因應措施的成本費用；
- (3) 海水位上升導致建設與開發機會之損失。此外，海平面上升還會增加洪水危害及海水倒灌等，使沿海地區災害更為嚴重。甚至海平面上升也將破壞現有的魚塢、鹽田、沼澤地及濕地等，影響人民生計及改變沿海生態系統。

2. 相關的研究

關於海平面上升對台灣地區之影響，我國學者曾模擬海平面上升 0.5 公尺、1 公尺及 1.5 公尺對曾文溪口三角洲及宜蘭沖積平原之淹水情形，發現台南市安平區土地被淹沒面積百分比分別高達 30.6%、50.0%、72.5%；在宜蘭的五結鄉被淹沒面積百分比也分別達到 13.0%、27.2%、及 40.2%。另外，以嘉南平原為個案研究海平面上升 1 公尺、2 公尺、3 公尺及 4 公尺後，對嘉南平原沿海各鄉鎮各種不同土地利用之土地淹沒面積情形，發現在台南沿海地區被淹沒之土地面積分別達到 119.1、162.7、207.4、253.1 平方公里，在嘉義沿海地區被淹沒之土地面積分別達到 51.9、75.8、99.8、121.4 平方公里。在台南和嘉義被淹沒之土地中，主要是水產養殖用地、鹽田和耕地。雖然僅單就海平面上升 1 公尺而言，是超過百年的效應，但是若再考慮台灣目前的地層下陷問題，則問題就更加嚴重。根據經濟部水資局之調查，台南和宜蘭兩地沿海地區的地層下陷速率每年均在 1 公分以上，再加上海平面上升因子，則兩地之綜合海平面上升效應將達每年 1.5 公分以上。

根據國內 14 座驗潮站長期海平面變動分析結果顯示，近九十年來，基隆、高雄兩地之海平面有上升之趨勢，由氣象局測站紀錄分析上升速率分別為每年 0.035 公分和每年 0.061 公分，但台中港每年下降 0.364 公分。總體而言，由驗潮站的資料顯示基隆、竹圍、塭港、將軍、安平、高雄、梗訪海平面有上升趨勢；台中富岡蘇澳海平面則有下降趨勢。

而由長期海線變遷分析台灣地區海岸線變動，可發現桃園海岸目前大致尚屬安定海岸，但大園、觀音侵蝕較嚴重。台東縣信義至富岡二十年來海岸線侵蝕後已退 20~50 公尺。此外，彰化、雲林、嘉義及高雄，近年來海岸均有侵蝕現象，且外傘頂洲與台南縣外側沙洲皆有面積縮小與變遷之情形。

3.2 水資源

經由台灣地區 1953-1990 年間各月及年平均雨量的資料分析發現，台灣北部及東部年雨量有增多的趨勢，台灣中部和南部年雨量則有減少趨勢，且台灣南部缺雨的最長日數有增加的趨勢。1995 年經濟部水資局亦預估 2050 年時，台灣地區的年逕流量將減少 4%，若再逢最枯年，年逕流量可能減少 4.1%。

在台灣的降雨量中，主要是以梅雨和颱風雨為主，其中又以颱風季節中的雨量最重要。1994 年研究分析台灣各地的颱風季節降雨量，得到台灣各地區颱風降雨量占全年降雨量之百分比係由南向北遞減：南部地區超過 50%，中部地區超過 40%，北部地區約 30%。因此颱風季節雨量多寡對台灣水資源的影響極大。

根據 1997 年利用水文模式 WatBal 與 GWLF 模擬河川流量變化之結果顯示，豐水期流量增加、枯水期流量減少，即洪災與旱災情勢可能加劇，更增加防災之困難度，在水資源管理上，可能發生調配不易及需開發較大調蓄容積等問題。

3.3 產業

1. 農業

在農產品方面，根據我國 1995 年研究報告，若大氣中二氧化碳濃度增加 1 倍，對黃瓜、稻米等作物將造成影響。此外，伴隨氣溫上升、降雨量減少與分佈不同等氣候條件之變化，玉米將減產 10~20%、小麥減產 7~8%，雖然全球增溫會促使生長季增長，可能會使作物產量增加，但若考慮國際管制能源措施，勢必因能源價格上升，直接衝擊台灣各地區農作物生產面積，研究發現甘蔗、玉米、稻米和高粱等作物面積會大幅減少，反之茶卻會增加。然而總體而言，台灣地區農作物面積仍將呈現下降趨勢。

2. 漁業

在漁業方面，台灣的天氣會隨聖嬰(El Niño)現象變動，黑潮主流、支流及大陸沿岸流也隨之消長，漁業生產量也因之產生巨大變動，以屏東、枋寮之鰲科稚魚而言，聖嬰現象產生 11 個月後，台灣南部海域表面水溫即增高 0.5~2℃，而枋寮鰲科稚魚產量即降低一半以上，而且主要漁獲魚種由日本鰻 (*Encraulis japonica* 暖水種) 更替為公鰻屬 (*Encracicholina heteroba* and *E. punctifera*)，另外台灣的鰻苗 (*Anguilla japonica*) 是在太平洋馬里亞納島西側產卵，孵化後以柳葉鰻順著北赤道流向東向北漂流，接近台灣附近之大陸棚而成為鰻線，1997 年鰻線因聖嬰年赤道減弱而大量減產，1998 年又恢復。另外烏魚每年於冬至前後隨大陸沿岸流南下到嘉義以南之台灣西部沿海產卵，為我國重要沿近海漁業之一，然而當氣候變遷引起黑潮支流所帶來的暖水阻止大陸沿岸流南下時，烏魚即無法南下產卵，而造成烏魚欠收，1998 年僅年獲 16 萬尾，相較於平常年之 150 萬尾至 300 萬尾，可謂天差地別，這是因為近年來台灣週邊水域之水溫持續增高，造成烏魚無法南下產卵，甚而改變生態迴游至宜蘭灣產卵。此外，我國是世界上第二大鮪魚業國，聖嬰/反聖嬰的發生對西太平洋之鮪漁場及漁獲量均造成影響，聖嬰發生年，熱帶西太平洋溫暖海水降溫，使我國在西太平洋之鮪漁場向東偏移達 5.6 千公里之多，造成產量減少，反聖嬰發生時，鮪漁場更朝西太平洋集中，使產量增加，以我國鰹鮪圍網為例，1999 年之產量大為提高，魚價大跌。

3. 水產養殖

在水產養殖方面，直接影響為海水面之上昇對以潮間帶及海蝕平台為養殖場之蛤蜊及九孔，其生產地及生產面積受到直接之衝擊，而這些貝類之成長、成熟、產卵生態也會產生變化，產卵期可能會變動，且成長期縮短。至於間接之影響則較難預測，由於地下水過量使用造成沿岸地層下陷，確定將使鄰近海岸受海面上升的衝擊加劇。水溫對魚類及海域生態的影響十分明顯，水溫對魚類生理、新陳代謝及行為、分佈等皆會產生影響。若水溫增加 10℃，則魚類內的生化反應會增加 6~10 倍；

若溫度改變 2℃，則會改變魚類生殖產卵季節，高溫會導致提前產卵。未來如氣候變遷而使地球等溫線北移，也可能會改變本省魚種組成之地理分佈類型。

4. 畜產

在畜產方面，台灣畜牧業是以豬和家禽為主，牛為次要，在豬隻方面，若溫度超過肉豬最適宜生長溫度一度則採食量會減 5%，活動量降低 7.5%。牲畜之生長和繁殖能力與溫度有密切關係，當環境溫度上升到 27℃ 時，乳牛的動情週期較不明顯，發情徵候減弱，動情期會縮短，並且受胎率降低及胚胎死亡率增高。另一研究亦證實台灣地區乳牛之受胎率(conception rate)與溫度有密切關係。在家禽方面，若溫度上升，則性成熟延遲，肉雞體重下降，蛋雞產蛋率降低，蛋重降低(如產生軟殼蛋)，蛋白質品質下降，飼料吸收率降低。以致糞便中氮與磷含量增加。

5. 整體經濟

在整體經濟方面，1996 年 Mendelsohn 曾以溫度上升 2.5℃，平均降雨量增加 8%，大氣中二氧化碳含量達 550ppm，海平面上升 44 公分為基礎，評估該種氣候變遷對太平洋四周包括台灣之 20 餘國家的影響，其估算之衝擊損失高達每年 370 億美金。其衝擊包括市場與非市場兩大類：在市場項目中，包括農業、海岸、能源、林業、和旅遊五項；在非市場項目中，則包含美學、生態、和健康三項。發現氣候變遷造成的市場損失較小，平均約 0.1% 的 GDP。氣候變遷造成較大的影響主要是非市場衝擊，但其衝擊程度卻是非常不確定，對已開發國家而言，其損失在可忍受範圍內；但對開發中國家而言，其損失所佔的 GDP 百分比就相當高了。根據 Mendelsohn 的估算，台灣的損失約達 13 億美金，佔 0.6% 的 GDP。

3.4 公共衛生

溫室效應造成全球暖化的氣候變遷，使得地球表面溫度上升，對不同地區的影響不盡相同，就公共衛生而言，對熱帶及海岸地區的負面衝擊較

大。氣候暖化或氣候變異而引起水資源的匱乏，從而導致居民的遷徙，並經由此類移民將原居地傳染病帶到遷入地區而造成的公共衛生問題也是一種間接的衝擊。間接衝擊的程度並不亞於直接衝擊的程度，因此在探討全球氣候變遷對公共衛生的衝擊時，必須包括直接衝擊和間接衝擊。此外，若干屬於地區性的環境污染與破壞，例如懸浮微粒、表土流失、地層下陷及水藻滋生，若與氣候變遷同時作用，則其產生之衝擊，往往有增效的現象。

氣候暖化可能使得環境過敏原(如真菌和花粉)的濃度上升，造成氣喘和乾草熱患者的盛行率和嚴重性增加。調查發現台灣地區孩童患氣喘的比率已由 1974 年的 1.3% 上升至 1985 年的 5.08%，1991 年的 5.8%，以及 1994 年的 10.79%，而室塵 和真菌是最重要的過敏原。研究顯示，台北市大約有 45% 的氣喘孩童對真菌過敏。氣候變遷可能影響室塵 和真菌的生長，而間接導致過敏性疾病的發生。此外，根據國內 1995 年研究發現，台灣地區漢他病毒之六種鼠類宿主，由於氣候暖化之結果使得這些鼠類繁殖加速，因而增加其媒病潛能。

台灣中南部夏季之登革熱以往皆發生於夏秋二季，由氣候暖化之結果，不但發病地區擴張到北部地區，且時間性之分佈延長，更有於 12 月發生之病例。此種現象，乃因氣候暖化，造成病媒蚊生長期加長，繁殖容易，因而使得病情蔓延更嚴重。根據調查，1988 年台灣地區登革熱於 10 月份達高峰，11 月下降，12 月登革熱病例即告歇止；而 1991 年本土性登革熱大抵亦集中發生於 9~10 月，11 月下降，在 12 月不再有病例。惟 1994~1995 年，受到氣候暖化的影響，1995 年 12 月屏東縣仍有 4 位本土性確定病例發現。1998 年底台南市登革熱整個冬天流行延到 1999 年 1 月。如由氣候溫暖化趨勢觀之，未來台灣地區登革熱流行將無假期，而成為全年均有可能傳播威脅性。

根據我國學者 1998 年研究，氣候變遷對公共衛生有直接的衝擊，也有間接的衝擊。因氣溫遽增而引起死亡率增加是一種直接的衝擊，因氣候暖化而引起的病媒繁殖區域的變異，從而引發傳染病的增加，則是一種間接的衝擊。全球暖化和氣候變異對人體健康可能帶來之直接衝擊包括：熱中

暑、熱衰竭。而對人體之間接衝擊則是改變病媒之生態進而間接危害到人體之健康。

3.5 生態系統

1. 森林

台灣地區因受到氣候、土壤、地形及生物地理位置的影響，陸域生態系以森林生態系為主體。但又因全島環境複雜，因而形成各種林型，適應了長期的環境條件，尤其是氣候的降水與氣溫特性。如今全球氣候發生非自然因素的變遷，森林生態系的現象與過程會直接受到不同程度的影響，可能導致生產力下降，生物多樣性喪失，間接導致影響其對人的各項服務。例如高海拔的天然林無法適應而衰退，中低海拔的物種（尤其是植物組成）多樣性可能會喪失。

依據 1995 年林務局完成之「第三次台灣森林資源及土地利用調查」結果，台灣全島森林覆蓋面積約 210 萬公頃，佔土地總面積 58.5%。我國地理條件特殊，地質脆弱，天然災害頻傳，亟需維持廣大而健全之森林，以保障平原地區之建設成果。另一方面，隨著經濟快速發展，我國對林產品及森林自然旅遊之需求亦與日俱增，但國內木材需求量卻 99% 以上仰賴進口，必須儘速研訂對策，提高國產木材之自給能力；加上森林中之生物資源豐富，天然森林之多樣性資源，是一項潛力無窮的寶藏，尚待研究發展。因此檢討台灣地區森林管理現況，順應世界林業經營與環境保育之發展，適度修正森林資源經營管理方向，實屬國家現代化發展之重要一環。

2. 海洋生態

氣候變遷會影響海洋水溫與海洋流動，因而也會影響水域中魚類及其他生物的生態。我國 1995 年研究報告指出，水溫對魚類生理、新陳代謝及行為、分布洄游等均會產生影響。若水溫增加 10℃，則魚類體內的生化反應會增加 6~10 倍；若溫度改變 1~2℃，則會改變魚類生殖產卵季節，通常是低溫延後產卵，高溫提前產卵。

《參考文獻》

1. 行政院國科會，1999，87年度國科會永續會計畫成果發表會。
2. 楊榮啟、馮豐隆，1998，林業對溫室氣體減量策略規劃及衝擊評估(二)，行政院環保署。
3. 台灣經濟研究院，1994，抑制二氧化碳排放課徵碳稅之可行性研究，經濟部能源委員會。
4. 童慶斌、洪念民、陳主惠，1999，氣候變遷對水資源評估與適應策略研擬，環境變遷趨勢對我國之衝擊與適應策略評估研討會。
5. 馮豐隆，1999，森林碳吸收之效益評估與林業經營策略，環境變遷趨勢對我國之衝擊與適應策略評估研討會。
6. 王秋森，1998，全球環境變遷對公共衛生的衝擊，台灣大學公共衛生學院。
7. 陳保基、吳雨新，1995，規劃未來全球氣候變遷對台灣畜牧業之影響與因應之研究，全球氣候變遷對台灣之影響與因應研究規劃研討會。
8. 葉俊榮，1999，我國因應氣候變遷的立法策略，環境變遷趨勢對我國之衝擊與適應策略評估研討會。
9. 薛曙生，1996，海水位上昇對於台灣西部海岸地區之影響 - 探討對物理環境、海洋濕地以及濱海工業區開發之影響，氣候變遷衝擊評估與因應策略建議研討會。
10. 金權，楊文琴，1995，漢他病毒與腎出血熱，國防醫學第 21 卷第 5 期。
11. 林鼎翔，1994，台灣登革熱流行地區之病媒監視與防治，高雄醫學院科學雜誌第十卷，第六屆病媒防治技術研討會專刊。
12. 王正雄，陳秀玲 1997，氣候溫暖化對台灣登革熱流行之影響。
13. 陳家榮，1995，二氧化碳排放限制對國內經濟之可能影響，因應溫室效應之經濟工具及經濟影響研討會。
14. 王塗發，許哲強，1997，台灣結構變動對二氧化碳排放之影響，因應溫室效應之經濟工具及經濟影響研討會論文集。

15. 張四立, 1995, 我國能源、環境、與經濟發展互動關係之研究, 經濟部能源委員會。
16. 施學銘, 1995, 相對海水面上昇的衝擊模擬 - 評估模式之初步分析, 全球氣候變遷的衝擊 - 制度與人文面向研討會。
17. 姜善鑫, 1992, 氣候變遷對作物之影響, 台灣地區農業氣象災害預防及農業氣象資源應用講習會, 中央氣象局。
18. 郭振泰, 1995, 未來全球氣候變遷對台灣水資源之影響與因應策略。氣候變遷適應策略之初步整合研討會。
19. 曾萬年, 1995, 鰻線漁獲量的變動及其推測原因, 氣候變遷與農業生產, 中國農業化學會。
20. 經濟部水資源局, 1995a, 氣候變遷對台灣水文環境影響之研究。
21. 經濟部水資源局, 1995b, 氣候變遷水資源影響評估及適應策略研究。
22. Ausubel, J. and A.K. Biswas, 1980, Climatic Constrains and Human Activities. IIASA Proceeding Series, Vol.10, Pergarmon Press, New York.
23. Bruun, P., 1962, Sea-level rise as a cause of shore erosion, J. Waterways and Harbors, ASCE, 88, 117 -130.
24. Chiang, S. H, A. Lo, and M. C. Wu, 1989, Reversing the temperature warming in Taiwan. Proceeding of Responding to the Threat of Global Warming: Options for the Pacific and Asia, 6, 81-98, Argonne National Lab.
25. Chiang, S.H. and A. Lo, 1989, Temperature warming trends in Taiwan. Proceedings of Workshop on Long-Term Air Changes & Their Climatic Impact, p6-12.
26. Fairbridge, R.W., 1961, Eustatic changes in sea level. Physics and Chemistry of the Earth, 4, 99-185.
27. Gutenberg, B., 1941, Change in sea level, postglacial uplift and mobility of the Earth interior. Bull. Geol. Soc. Amer., 52, 721-772.
28. Mendelsohn, R., 1996, The Impact of Global Warming on Pacific Rim Countries. In The Economics of Pollution Control in the Asia Pacific. R. Mendelsohn and D. Shaw (ed.), Edward Elgar Publishing Co., England.

29. Milliman, J.D. et al., 1988 , Environmental and Economic Impact of Rising Sea Level and Subsiding Deltas : The Nile and Bengal Examples. Woods Hole Oceanographic Institution, Massachusetts, USA.
30. Pimentel, D. and M. Pimentel, 1978 , Dimensions of the world food problem and losses to pests. World Food, Pest Losses, and the Environment. D. Pimentel(ed.), Westview Press, Boulder, Colorado.
31. Jepma C. J., and M. Munasinghe, 1998, Climate Change Policy - Facts, Issues, and Analysis, Cambridge University Press, Cambridge.

第四章 調適

我國為因應氣候變遷所帶來之衝擊，除了針對各種溫室氣體進行相關研究外，並研擬相關調適策略，減少氣候變遷對我國之衝擊程度。氣候變遷適應策略應對需長期工作時程者（如防洪設計規範）立即檢討。至於只需短時程者（如管理及調配），則要增加彈性，隨著環境改變，逐漸予以修正調適。政府相關部門依相關研究結果及政策之考量，所作之調適策略如下：

4.1 海平面上升

在海平面上升方面，台灣與其他海洋國家一樣，面臨日益嚴重的海岸侵蝕，未來的採取的調適策略如下：

1. 完成台灣全區海平面上升影響評估：將全國各地海岸依當地沿岸地勢及週邊產業、人口及文化等分別劃定可能之土地淹沒範圍、受影響之人口、可能之社經及文化衝擊等，以做為制定對策及防治之參考。
2. 沿岸地區海岸保護及防潮、排水系統之重新制定：重新制定及規劃沿岸週邊海岸堤防、防潮、防洪及排水設施之設計規範並研擬新式防治工法及進行淹水模式分析，以因應未來可能發生之狀況，確保沿岸週邊人、物之安全。
3. 降低海面上升所帶來之衝擊：沿岸週邊土地管制利用、低地建物管制、產業轉型輔導、濕地保育、溢淹保護及海岸沙丘保護等。
4. 沿岸濕地及生態環境之維持：以移植、圍堤或其他人為方式加以保護，讓稀有海岸生態圈得以永續存在。
5. 大型海岸地區開發之管制：重新檢討濱海工業區之規劃，爾後海岸大

型計劃之環評，增列海平面可能上升之因素。

6. 參與國際合作吸取經驗：積極參與國際合作方案吸取經驗。
7. 無法復育產業之轉型輔導規劃：對於可能溢淹且防護策略無法恢復之區域，輔導民眾遷移或轉業等，以減輕對社會經濟與人文之影響。
8. 洪泛區之劃定與洪災保險制度之實行：劃定不同等級之洪泛區，避免民眾肆意開發利用，並實行洪災保險制度。
9. 建立監測系統：包括海平面監測系統、海岸及海岸結構監測系統及擴大地層下陷監測系統，並加強海岸帶資料庫之建立。

4.2 水資源

為了減輕氣候變遷對我國水資源的影響程度，宜採納之調適策略包括水資源保育、開發、利用及管理；加強洪災防救；旱災防範與緊急應變等三大項。

1. 水資源保育、開發、利用及管理

- (1) 水源開發以地面水為主，兼顧河川生態之基流量，以地下水開發為輔，增闢其他水資源。
- (2) 積極開發、聯合運用調配水資源。
- (3) 健全水權管理，徵收水權費及研訂量水設備規範及其度量衡標準，以落實用水者付費原則。
- (4) 加強用水管理、提高用水效率及統籌調配水資源。
- (5) 加強集水區治理、保育，涵養水源，維護水系自然生態機能。
- (6) 推動水文觀測現代化，建立地下水觀測網，訂定地下水資源利用保育原則。

- (7) 推動水資源科技研發以加強支援水資源供應、節約用水技術、攔河堰系統研究、水患防治、海岸保護、地下水保育及聯合運用技術開發、地層下陷防治之技術需求。

2. 加強洪災防救

- (1) 興辦防洪工程：辦理河海堤及區域排水工程計畫。
- (2) 加強維護管理：加強河川管理方案、建立水利建造物安全檢查制度、中小型水庫保育整體計畫。
- (3) 建立災害防救體系。
- (4) 防災科技研究：針對「水災防救資料庫建立」、「颱風災害潛勢分析」、「防洪預報網規劃」等防災科技進行研究。
- (5) 非工程防洪措施：加強洪水平原空間利用規劃之檢討、洪災保險制度之推動，建立洪水預警系統。
- (6) 集水區綜合防洪措施：強化水源涵養、增加地表入滲、減少洪峰流量及兼顧維護生態保育與環境景觀之綜合考量。

3. 旱災防範與緊急應變

- (1) 建立旱災防救體系。
- (2) 推動防救相關工作：加強水庫集水區保育工作及地下水管制與監測，研究產業用水節水技術，研擬各種替代水源技術，加強開發新水源，保護水源水質，定期發佈水資源供需情勢，辦理水資源保育及節約用水宣導。特殊枯旱之緊急應變措施包括：定期發布缺水旱訊，辦理休耕停灌，實施人造雨等。
- (3) 旱災防災未來發展遠景與因應措施：建立中央至地方完備之旱災防救系統，加強旱災預警系統之研究，加強水資源與集水區保育之宣導與教育，檢討現行政策與相關法規之配合問題。

4.3 產業

氣候變遷最直接影響我國的產業主要包括農牧、漁業等，其調適策略分述如下；

1. 農牧之調適策略包括：

- (1) 及早確實描繪變遷後之氣候版圖，規劃並保護農業生產區。
- (2) 提倡合理施肥法、採用緩效性肥料。
- (3) 培育成適應新環境之品種。
- (4) 及早預防可能產生之新病蟲害及雜草相變遷。
- (5) 災害性天氣及新氣象環境對農牧生產之因應措施研擬。
- (6) 改善畜舍及飼養管理，研發禽畜排泄物處理之技術。

2. 漁業之調適策略包括：

- (1) 收集分析漁船主副機排放量，以推動漁船廢氣排放量限制並獎勵漁船裝置省能源符合環保規定之主、副機，同時收購老舊漁船，實施減船政策。
- (2) 探討氣候變遷對迴游性魚類生態之影響，並建立資料庫，以便資訊及資源國際共享。
- (3) 分析氣候變遷對養殖漁業之影響，以採取產業輔導措施。
- (4) 輔導業者從事海面箱網養殖，以減少內陸漁塭面積，降低對水土資源利用之依賴度，以減緩地層下陷。

4.4 公共衛生

氣候變遷對病媒生態可能造成加速繁殖、蔓延及提升密度之趨勢，為防制無窮之後患，應及早研訂病媒管制之調適策略。此策略應包括：

1. 全面調查各種病媒之種類，並進行各地病媒密度及消長之監測，以瞭解氣候變遷結果，並可進一步瞭解病媒在時空的分布。
2. 加強病媒傳染之檢疫、病例報告、病媒體內病原體之檢測，強化病媒分布研析，以提供傳染病防治、病媒管制之因應對策。
3. 適時發布病媒密度監測之結果，以提供區域內公共衛生人員、開業醫生及民眾之預警，及早撲滅病媒，並防範境外移入病原體，徹底撲滅病媒，以防範傳染。
4. 及早偵測對境外移入病例及無症狀感染者，遏阻病原體入侵，造成爆發流行及蔓延。
5. 加強衛生教育、組織民眾，加強環境衛生改善，以減少病媒之孳生繁殖。
6. 在各級政府組成病媒孳生源調查小組，不定期無預警抽查，並將結果公諸社會，喚起民眾自動自發清除病媒孳生源。
7. 致力國際病媒資訊與管制技術交流。

4.5 生態系統

森林是台灣陸域最大的生態系統，對整個生態系統影響最大，未來森林生態之調適策略包括：

1. 國家森林主管機關及管理機關，分別成立森林生態系經營策劃及行小組，推動森林生態系經營計畫，以集水區或有林事業區為經營單位，就經營區內土地潛力作規劃，發展具生態學基礎的森林永續經營體

系。

2. 營造混合林以增加物種層級的生物多樣性，容納演替早期的物種種類，並在林內維持適量枯立木與倒木，提高生態系層級的生物多樣性，維持生態系的能量與物質正常循環。
3. 設置全島森林之永久樣區及長期生態監測調查區，以獲得景觀、林分變遷及生長變化的連續調查資料。
4. 將森林區劃分方式予以適當調整，建立林地分級體系，依不同目標分區經營，確保森林生態系的永續發展。
5. 對於森林區域之溪流、水庫等濱水地帶，加強注意水岸生態系之保育及水生生態系經營，以確保生物多樣性。
6. 確保森林生產功能，規劃不少於 40 萬公頃之永續林業經營區。
7. 建立公眾參與森林經營決策管道，廣徵公眾意見並獲得各類型土地所有者之認同，使社會需求納入國家森林計畫中。

除此之外，針對氣候變遷進行相關領域之研究，並加強區域氣候之監測、評估與模擬，以及相關研究人員之配合，期能由氣候變遷調適策略之研擬與推動，使衝擊影響程度降至最低。

將來整合性研究應再加強，如森林林種變遷對流量之影響、農業用水變遷對水資源調配之影響及適應對策。各項研究應比照國際研究流程加速推動。

《參考文獻》

1. 陳文俊、郭金棟，1999，海平面及海岸線變動分析與適應策略研擬，環境變遷趨勢對我國之衝擊與適應策略評估研討會。
2. 童慶斌、洪念民、陳主惠，1999，氣候變遷對水資源評估與適應策略研擬，環境變遷趨勢對我國之衝擊與適應策略評估研討會。
3. 馮豐隆，1999，森林碳吸收之效益評估與林業經營策略，環境變遷趨勢對我國之衝擊與適應策略評估研討會。
4. 王秋森，1999，公共衛生適應策略建議，環境變遷趨勢對我國之衝擊與適應策略評估研討會。
5. 行政院環保署，1997，國家環境保護計畫。
6. 經濟部，1998，全國能源會議會議資料。
7. 行政院經建會，1998，國家永續發展論壇。
8. 趙耀東、蔣本基、張長義、馬小康、鄭欽龍、顧洋，1993，面對全球性環境變遷的因應策略。台大慶齡工業研究中心。

第五章 政策與措施

5.1 我國因應立場

我國雖非聯合國會員國，目前也無法簽署氣候變化綱要公約，但身為地球村成員，為善盡地球環境保護責任及追求永續發展，我國將依據公約「承擔共同但程度不同責任」，以及「成本有效」、「最低成本」措施等精神防制氣候變遷，積極回應及推動各項無悔政策。

此外，亦將積極參加氣候變化綱要公約締約國大會及相關工作小組會議，透過雙邊諮商途徑及亞太經濟合作會議等管道，促進國際間對我國在減緩溫室氣體排放努力之瞭解，並爭取國際間對我之認同與支持。

5.2 我國政策

我國因應氣候變化綱要公約之各項政策，由能源、工業、農業、林業及廢棄物(廢水)部門分別執行，其中優先考量各種「無悔」的措施。相關因應對策為：

1. 能源政策與能源結構調整^[26]：推動節約能源、提升能源效率、研發新能源科技以及開發淨潔能源。
2. 產業政策與產業結構調整^[27]：促進產業結構均衡發展、產業自發性節能、環境污染管制、清潔生產、環境管理、綠色產品。
3. 農業發展政策^[12,13,14]：永續農業經營、維護生態平衡、農地釋出合理分配至其他部門。
4. 林業經營政策^[12]：永續經營、資源多目標利用、擴大森林面積。
5. 廢棄物(廢水)防治政策：加強污染源管制、清潔生產、廢棄物能源。

5.3 因應措施

依據各部會所訂定之政策，將能源、工業製程、溶劑及其他產品使用、農業、土地利用變化與林業、廢棄物等六大溫室氣體排放部門所採行之減量措施如下。

5.3.1 能源部門

1. 全力推動節約能源及提升能源效率^[25,26]

在能源轉換部門、工業、運輸及住商等部門大力推動節約能源措施，預估至 2010 年累積節約能源 16%，至 2020 年累積節約能源 28%。累積節約量為 2010 年 1,973 萬公秉油當量、2020 年 4,187 萬公秉油當量。

(1) 能源轉換部門

台灣地區能源政策目標在兼顧當前環境、本土特性、前瞻性、大眾接受性與具體可行性的原則下，建立一個自由、秩序、效率與潔淨的能源供需體系，並加速推動能源事業的自由化與民營化，以建構一個能源、環境與經濟兼籌並顧之完整能源政策體系。其具體措施如下：

a. 電力事業部門

(a) 提升電廠發電機組熱效率

提高新設機組熱效率，並維護既有機組熱效率，建立各型火力發電機組熱效率指標；提升輸配電效率，改善輸配電線路損失；其次為改善電網結構、控制無效電力減少電壓變動率、妥善規劃運用靜電電容器，控制無效率電力減少電壓變動率，以提高功率因數。

(b) 繼續執行汽電共生系統推廣辦法及鼓勵設立燃氣發電廠與推廣再生能源

截至 2001 年 4 月全國汽電共生裝置容量達 482 萬瓩，預估未來將以每年增加 20 萬瓩的速度，至 2005 年裝置容量達 550 萬瓩。

並且，開放民間設立發電廠，以天然氣為燃料，提高天然氣發電之配比，預估至 2007 年將提高至全系統之 35%。另推廣再生能源之利用，成立「新能源及淨潔能源研究開發規劃小組」，進行發展潛力評估，以訂定確實可行之計畫，並以至 2020 年占能源總供給 3% 為目標。

(c)積極推動電力需求面管理(DSM)^[29]

目前實施負載管理及節約用電措施中，負載管理過去五年平均每年抑制尖峰用電 17 萬千瓦，預估未來五年，每年可抑低用電需求 12 萬千瓦；另外，透過節約用電宣導措施，每年可降低 5 萬千瓦。未來應針對電力需求面管理制度進行全面之規劃研究，妥善建立我國電力需求面管理制度之基礎與架構，以達到配合全面節約能源措施之規劃，並健全我國電力市場節能機制，促進電業合理經營、擴大抑低電力尖峰負載、減緩新建電廠壓力及達到降低溫室氣體排放之目的。

b.石油事業部門

推動石油事業部門自由化，第一階段於 1999 年 1 月先行開放燃料油、航空燃油及液化石油氣進口；第二階段將於「石油管理法」完成立法後三個月內全面開放油品進口。「石油管理法」草案俟立法院審議通過後，即可作為油品市場之管理準據。中油公司民營化規劃將於 2004 年完成，而節約能源為中國石油公司的主要政策，目前已訂定「中國石油公司節約能源實施要點」，以提高能源管理的效率，降低能源的耗用。

c.大力推廣天然氣之使用

由 1997 年 348 萬公噸增至 2010 年 1,300 萬公噸 2020 年 1,600 萬公噸。

d.訂定未來能源結構與電源結構配比

規劃 2020 年能源結構為煤 27~30%、油 37~40%、天然氣

14~16%、水力 1~3%、核能 13~15%、新能源 1~3%。

e.推動低硫油政策，未來各項油品含硫量將進一步降低。

(2)工業部門

2000 年工業部門能源使用量占總能源消費之 48.5% ，其中能源密集工業(含紙漿、紙及紙製品製造業、化學材料製造業、非金屬礦物製品製造業及金屬基本工業)之能源耗用量即占工業部門能源消費之 65.5%。因此減緩二氧化碳排放最有效之方法，即為調整我國的工業發展政策，鼓勵發展高附加價值 低耗能及高產業關聯效果之新興產業，並鼓勵國內傳統產業升級，利用高科技技術提升產品附加價值，其相關因應減緩二氧化碳排放對策如下：

a.未來產業結構調整著重整體性之均衡發展

規劃 2020 年之產業結構為技術密集工業占製造業國內生產毛額之 55%、傳統工業占 20%、基礎工業占 25%。

b.新設廠能源效率指標

分期訂定新設能源密集產業主要產品之能源指標、引進可應用之高效率技術並建立新設廠能源效率審核許可制度，預期至 2020 年累計可節約能源 437 萬公秉油當量。

c.實施能源查核制度

查核國內前一百大能源用戶能源效率，對效率偏低用戶限期改善，同時輔導能源大用戶訂定節約能源目標及執行計畫，預期至 2020 年累計可提高產業能源使用效率 445 萬公秉油當量。

d.推動產業自發性節約能源行動計畫

輔導鋼鐵業、石化業、水泥業、造紙業及人纖業加強推動節約能源計畫，以提高能源效率並降低生產成本，預期至 2020 年累計可節約能源 190 萬公秉油當量。已於 1999 年 6 月完成五大產業各廠能

源使用、能源效率、二氧化碳排放資料庫架構及基期資料之建構。

e.提升能源設備效率標準

提高電動機、鍋爐、產業冷凍空調等能源設備或器具之耗用能源效率標準，並建立檢測與執行體系。於 1999 年 12 月完成修訂三項電動機效率國家標準提高 5% 以上，2002 年 1 月實施新標準檢驗，效率提高至美加標準，其間兩年緩衝期輔導業者改善生產技術；2001 年增(修)訂鍋爐、產業冷凍空調能源效率標準、2003 年實施新能源效率標準檢驗。

f.擴大實施節約能源獎勵優惠

對「公司購置節約能源設備或技術適用投資抵減辦法」所規定之抵減率由 5~15% 提高為 10~20%；將節約能源設備或提供節約能源工程及技術之投資計畫，納入「重要科技事業屬於製造業及技術服務業部分適用範圍標準」；運用中長期融資輔導既有產業更新汰換設備；將能源效率納入重要產業租稅金融優惠及獎勵輔導審查項目；節省能源機器設備適用兩年加速折舊之租稅減免。

g.節約能源技術服務

提供中小企業節約能源技術諮詢、診斷、檢測、評估、規劃設計、改善工程協助及技術引進等輔導，建立節約能源服務業(ESCO)，以逐步改善工廠操作效率與能源使用效率，預期至 2020 年累計可節約能源 250 萬公秉油當量。每年對 100 家以上的中小企業提供節約能源技術輔導並協助辦理融資貸款與技術引進；完成規劃國內節能服務業之市場與制度，配合能源查核限期改善工作，協助民間建立節約能源服務業。

(3)運輸部門

a.提升及增訂汽機車輛耗能標準

分期修訂提高汽機車輛耗能標準，小客車、機車耗能標準自 2003

年起依車輛等級提高 5~10%，至 2020 年可提升機車燃油效率 30% 及汽車燃油效率 20%，另於 2001 年訂定客貨車耗能標準，同時加強省油汽機車油耗宣導，預期至 2020 年累計可節約能源 179 萬公秉油當量。

b.推動採用省能運具

推廣電動機車，研發關鍵技術，建立周邊使用環境及研訂相關法規，另加速老舊車輛之汰換。於 2003 年 6 月完成電動機車相關技術開發；並推動電動機車使用。此外，視替代能源技術成熟程度推廣替代能源公車，逐步推動使用天然氣公車、混燃式公車、電動公車。預期至 2020 年累計可節約能源 83 萬公秉油當量。

c.開發電動機車燃料電池^[18]

我國電動機車已有自行設計製造能力，為解決目前電動機車續航力不足等問題，推動「燃料電池研究發展與應用計畫」執行下列工作：於行政院成立「燃料電池推動小組」擬定我國發展策略；輔導民間成立「燃料電池夥伴聯盟」，發展燃料電池機車；辦理推動燃料電池發展及應用科技計畫；辦理推動燃料電池電動機車商業化發展方案。

d.健全軌道大眾運輸系統：

推動高速鐵路建設，興建都會區大眾捷運系統，提升臺鐵服務品質，至 2020 年達每年 18.9 億人次，預期至 2020 年累計可節約能源 74 萬公秉油當量。其中預定於 2005 年 12 月完成高速鐵路建設，2017 年完成高雄都會區大眾捷運系統興建。

e.實施運輸系統管理策略：

推行高速公路匝道儀控及高承載管制策略，降低全年高速公路小型車旅次；推動建置電腦化號誌系統，減少行車能源消耗量；預期至 2020 年累計可節約能源 30 萬公秉油當量。於 1999 年至 2003 年陸續完成中山高全線儀控系統；自 2001 年起陸續建置電腦化號誌

系統。

f.發展智慧型運輸系統：

發展電子自動收費系統，以減少車輛繳費延滯，減低每車通過收費站之汽油消耗；發展公車優先號誌系統，提高公車行駛速率及營運效率，促進公車旅次成長，預期至 2020 年累計可節約能源 126 萬公秉油當量。其中自 2002 年開始全面建置電子自動收費系統，至 2016 年 12 月完成；2003 年起擴大實施公車優先號誌系統。

g.降低運輸活動所衍生之環境衝擊^[8]

(a) 推動台鐵、高鐵、捷運三鐵整合運輸，辦理「台灣西部走廊軌道運轉系統整合規劃」，包括「高速鐵路站區聯外軌道系改善工程」、「都會區增設通勤站」及「整合三鐵都會區車站」等計畫，整合土地使用交通運輸之規劃，減少或重新分佈旅次發生的空間與時間。

(b) 應用通訊科技，減少交通需求。海運方面，已完成海運資訊通信網路中心網站的建置；大眾運輸方面，積極推大眾運輸系統、都會運輸系統、城際運輸系統及商用運輸系統的智慧化工作，並規劃推動發展先進交通管理系統、先進旅行者資訊系統、先進大眾運輸系統及建置電子收(付)費系統，以改善交通運輸問題，使有限的運輸資源發揮最大的效能與效率。

(c) 降低港區、海上運輸活動所衍生之環境污染。如推動漁船節能計畫及輔導漁船汰舊換新，降低漁船二氧化碳排放。

(d) 發展「綠色運輸」，兼顧人性化與景觀美化。以「價值工程」與「環境保育」的角度，檢討各項工程的規劃設計、辦理方式。未來任何新的計畫將加強工程建築與景觀結合的設計。各項工程施工時，除考量施工技術，也應兼顧人與自然的和諧。

(3)住商部門

a.提高用電器具效率標準

提高用電器具效率標準：分階段提高冷氣機、電冰箱、螢光燈、乾衣機與電動機等之能源效率標準 5~25%，預期至 2020 年累計可節約能源 336 萬公秉油當量。

b.推動綠建築與居住環境科技計畫^[4]

本計畫之預期目標，係為促進建築與環境共生共利，永續經營居住環境，以提高生活品質。其執行措施包括：

- (a) 提昇建築節約能源效益。
- (b) 協助培訓建築節能查核人員師資，編訂符合本土建築節能使用之訓練教材。
- (c) 配合「水污染防治法」研擬建築技術規則增修訂條文，並研訂污水處理設施設計技術規範。
- (d) 教育部參照世界先進國家教室照明照度基準，修正學校一般教室照明標準，並輔導各級學校採用高效率、省能源之燈具，以節省能源並改善照明品質。
- (e) 配合我國能源政策，研擬全面節約能源及提升能源效率住商部門執行計畫，預計於 2020 年達到節約能源 28%之目標。

c.研發完成具本土化之綠建築七項評估指標^[5]

整合發展綠建築技術，研發完成具本土化之綠建築七項評估指標，包括：綠化指標、基地保水指標、水資源指標、溫室氣體減量指標、日常節能指標、廢棄物減量指標、污水及垃圾改善指標等。

d.實施綠建築推動方案

配合綠色矽島建設目標，積極推動維護生態環境之「綠建築推動方案」，由政府部門公有建築率先做起，並配合鼓勵民間企業跟進，自然形成綠建築產業之市場機制及環境，以達到有效利用資源、

節約能源、及減少二氧化碳排放之目標。

e. 舉辦綠建築標章徵選活動^[5]

與大眾傳播媒體共同舉辦綠建築標章徵選活動，除宣導傳播綠建築之觀念外，並擴大民眾參與率。

f. 強化建築外殼耗能指標

執行節能法規對六類建築物的節約能源設計規範之調查評估；研究修訂建築外殼耗能指標（ENVLOAD）。

g. 建立建築節能檢測體系^[16]

規劃建材性能測試機制之試驗方法與實驗設施，逐步建立建材性能檢測認證機制，預訂自 2003 年起由目的事業主管機關開始對建築材料實施檢測，據以擴大推動建築節約能源政策。完成建築外殼耗能材料標準，建置「建築構造體熱取得率量測實驗室」，規劃建材隔熱性能檢測分析方法及未來實施檢測之機制，以擴大新建建築物推動節約能源設計之成效。

h. 建立建築能源總量管制制度

逐年對各類型建築耗能資料調查與分析，完成商業與住宅、百貨公司、飯店、醫院類與其他建築用電耗能資料之調查分析，以擬訂各類建築物之用電耗能基準與相關改善對策。依據用電耗能調查之研究成果，評估將時間差別電價制度擴及住宅與商業部門，以達成有效管制建築物使用階段的合理用電耗能量之可行性。

i. 執行「能源之星」建築物方案^[18]

透過中美環保科技合作計畫「能源之星計畫」，引進建築物節能之相關具體改善技術與經驗，推動大樓內照明、空調、機電設備、辦公室設備等能源效率改善方案，作為我國推動商業大樓節約能源示範大樓。

2.掌握氣候變化綱要公約發展趨勢，積極研擬我國因應策略^[25]

- (1) 建立經濟成長與溫室氣體減量成本分析模型：建構經濟成長與溫室氣體減量成本分析模型，以加強決策分析，並評估外來環境政策對我國經濟成長及減量成本之影響。
- (2) 修撰我國國家通訊報告，爭取國際支持我國自願減量行動。
- (3) 推動跨國共同減量計畫與及研究建立溫室氣體排放權交易制度。
- (4) 研訂我國溫室氣體減量基準

3.加強能源科技發展^[10,25]

- (1) 於五年內在能源基金中籌撥 100 億元，作為推動節約能源、提昇能源效率及研發推廣清潔能源之用。
- (2) 規劃並推動跨部會能源科技長程發展計畫，以 2020 年新能源及淨潔能源之樂觀盤點潛力可達總能源配比 10%（不含能源新利用時為 7.8%；不含前者及大水力則 5.2%）為參考，進一步規劃較實際可行之能源配比以 3%（不含能源新利用及大水力）為目標。從綠色環保與永續發展觀點制定政策與建立制度，並以 3E 評估原則，即工程 (Engineering)、經濟與法規 (Economy and Regulation) 和環境 (Environment) 三因子評估技術發展之可行性。目前長程研究發展計畫之發展方向與推動策略為：

a.研究方向

- (a) 節約能源及提高能源效率：包括節約能源技術；提高能源效率(設備)；提高資源回收效率。
- (b) 新能源開發與利用：包括再生性能源；能源新利用；廢棄物能源。
- (c) 能源管理技術：包括法規標準的研擬；能源價格結構合理化；誘因機制的設計；省能源生活模式；成本有效性研究；社會福利的考量。

b.推動策略

擴大研發組織人力；編列充足研發經費；由行政院國家永續會成立跨部會能源指導委員會負責協調 整合與管考；加強推廣應用；推動國際合作。

4.善用能源政策工具^[25]

- (1) 檢討能源價格與稅費制度，以合理反映產業成本與社會成本。
- (2) 修制定電業法、石油管理法、溫室氣體排放管制法，以配合電業、石油業自由化方案，並掌控溫室氣體排放確實符合法令要求。
- (3) 透過補助、租稅獎勵及收購電力等措施，加強再生能源之開發利用。已積極研訂並公告施行「太陽能熱水系統推廣獎勵辦法」、「風力發電示範系統設置補助辦法」、「太陽光電發電示範系統設置補助辦法」、「促進產業升條例」租稅抵減與加速折舊、「公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法」、「一般廢棄物掩埋場沼氣發電獎勵執行要點」、及以汽電共生購電費率收購再生能源電力等法令。
- (4) 降低天然氣相關稅負，擴大天然氣之使用。採取租稅優惠措施包括：液化天然氣與氣態天然氣之關稅由現行 3%調降為零，貨物稅已減半徵收；已取消肥料用天然氣優惠價格；工業用戶改用天然氣為燃料者給予免繳空污費之優惠。
- (5) 推動學校能源教育、加強產業能源技術訓練與推廣，加強大眾能源教育宣導，鼓勵植樹造林計畫。

5.加強氣候監測與善用氣候資源

發展短期氣候預測技術；並推廣天氣預報與氣候預測之應用。

5.3.2 工業製程、溶劑及其他產品使用

工業製程排放之溫室氣體來自許多不同工業活動，其主要排放源為工業

製程中之化學或物理變化所產生，經過這些過程會有不同種類的溫室氣體排放。溶劑及其他產品使用會因蒸發而使 NMVOC 溢散至大氣中。依據我國 1990~1999 年六部門溫室氣體排放資料顯示，工業製程排放二氧化碳、鹵烴與六氟化硫(SF₆)、NMVOC 等溫室氣體量較大；其餘甲烷與氧化亞氮之排放量皆低於總排放量 1%以下。二氧化碳是由製程產生，鹵烴類來自使用含該類物質產品之故。因此工業製程、溶劑與其他產品使用等二部門之減量措施，分由生產面與消費面共同執行。

1. 固定污染源管理^[16]

- (1) 重大開發行為之環境影響評估審查作業中增列二氧化碳增量項目。
- (2) 管制揮發性有機物，加強各行業別製程有機廢棄減量技術開發及低揮發性有機料之研究，並加強紅外線遙測與監督，以進行石化廠揮發性有機污染物減量之列管，及追蹤查核 PU 合成皮 DMF 回收改善成效。
- (3) 獎勵固定污染源減少揮發性有機物及氮氧化物排放。
- (4) 獎勵加油站設置油槍油氣回收設備。
- (5) 推動燃料管制及鼓勵使用清潔燃料。執行之措施為都會區限用含硫份 0.5% 以下燃料油。

2. 環境管理^[9]

- (1) 配合環境管理標準之發展，制定對應之環境管理國家標準。
- (2) 建立與國際相容之認證與驗證體系，健全發展國內環境管理制度。
- (3) 檢討現行環境保護政策與法規，促進環境管理工作。
- (4) 建立評估技術與資料庫，以協助產業落實環境管理工作。
- (5) 宣導綠色消費理念，推動環保標章制度。

3. 清潔生產與綠色產品^[9,16]

- (1) 清潔生產：建立污染預防推廣計畫，並協助發展清潔生產技術；宣導

清潔生產理念，加強訓練相關人員；輔導產業降低溫室氣體排放，協助開發溫室氣體排放減量技術；輔導產業落實工業減廢，提昇製程效率；以「中衛系統」鼓勵中小型企業實施清潔生產。

- (2) 綠色生產：建立「生命週期評估」技術與資料庫，以協助產業推動為環境而設計的產品開發工作；獎勵與輔導產業生產環境友善的綠色產品；檢討與發展綠色產品要求規格標準；持續推動環保標章制度，並加強追蹤考核工作；持續推動環保標章產品國際交互認證；推動政府綠色採購，再全面推廣至各大企業及獲得 ISO 驗證之廠商，以擴大綠色產品之需求面。

4. 鹵烴與六氟化硫減量措施

- (1) 台灣半導體業 PFCs 自願減量計畫^[31]

台灣半導協會(TSIA)與國際半導體協會(WSC)於 1999 年 4 月簽訂 PFCs 減量協議，TSIA 同意以 1998 年排放量為基準，至 2010 年降低基準年 10% PFCs 排放量。

- (2) 破壞臭氧層之化學品管制措施^[16]

配合蒙特婁議定書第二階段管制之時程，自 1996 年 1 月 1 日禁止 CFCs 進口及生產，CFCs 消費量已降至零；而對於 HCFCs 的使用廠商及供應，則實施配額核配作業，預定至 2030 年，HCFCs 之消費者將降為零；持續執行 CFCs 回收再利用，除可達減少排放之目的，亦可降低冷媒原料不足所造成的衝擊；引進及開發 HCFCs 替代品及相關技術；定期向聯合國環境規劃署臭氧秘書處，申報我國全年蒙特婁議定書列管化學品消費量；加強各部會查緝蒙特婁議定書列管化學品走私；公告國內生產主機板、個人電腦、滑鼠該等貨品，自 2000 年 1 月 1 日起其製程停止使用 HCFC 列管化學品；公告含有海龍藥劑滅火器自 2000 年 1 月 1 日起禁止輸入；國內產、官、學界每年舉辦「大氣層保護獎」，獎勵對減量使用破壞臭氧層物質或開發替代技術、防制溫室效應及改善空氣品質等績效卓著單位。

5.3.3 農業部門

依據我國 1990~1999 年溫室氣體排放資料顯示，人為排放源中，10% 甲烷及 92% 氧化亞氮來自農業。有關農業部門甲烷與氧化亞氮因應措施臚列如下。

1. 甲烷排放減緩措施^[6,12,13,14]

雖然溫室效應氣體大約有三分之二係來自化石燃料燃燒，但如僅考慮甲烷之排放，其量僅佔總排放量之 16~25%，如以其平均數 20% 計算，則大氣中甲烷有 80% 係來自能源以外之天然排放源及人為排放源。天然排放源來自濕地、河川、海洋與湖泊，而天然排放源排放量之變化又與人為活動息息相關。

(1) 農業政策

推動「水旱田利用調整後續計畫」，辦理規劃性休耕及稻田輪休，減少稻田及稻草燃燒的甲烷釋出量；繼續推動粗放果園廢園造林或轉作；蔬菜部份輔導裡作期休耕、轉作綠肥；推展土壤診斷技術，正確施用肥料及控制適當之用量；調整有機肥及化學肥料的用量與方法；推廣生物性肥料，鼓勵利用農畜廢棄物製作堆肥，循環利用農業廢棄物，減少對河川與地下水污染，降低對能源需求；育成需水量低的耐/抗旱品種；執行「肥料政策調整方案」，推廣施用有機質肥料、生物肥料，推動合理施用化學肥料，培育土壤永續生產力。

(2) 畜牧業政策

a. 推動畜牧場減廢與資源再利用工作，追求產業零污染之目標。

未來畜牧產業將以內銷為主，兼顧環保及生產，朝向高效率、高品質、環境容許之現代化產業發展。

b. 調整畜牧產業結構

鼓勵飼養規模小、無力、無意願採取改善畜舍或飼養管理等因應措施的畜牧場離牧轉業，並加強輔導專業畜牧業者進行各項因應

溫室氣體排放的減量方式。

c.加強畜牧業污染防治

輔導畜牧業有機廢棄物利用，提高畜牧場設置污染防治設施率，並加強污染監測與查核，提昇畜禽排泄物處理效率；實施牧場減廢，鼓勵農民善用生質能源，輔導農民團體或產銷班設立農牧廢棄物處理中心，使廢棄資源再生利用。

d.推動畜牧場減廢及污染防治，落實環境美化

積極輔導畜牧場改進廢水處理設施，鼓勵禽畜排泄物清除機具或以廄肥畜舍等方式，執行污染減量；推廣廢水回收再利用，減少畜舍用水；輔導禽畜糞等固體廢棄物回收利用，製成堆肥施用於農地，俾增進地力；輔導業者調整飼料配方，研發除臭技術及採用水簾式畜禽舍或設置抽風設等方式，減少臭味濃度及產生量；鼓勵在畜牧場內廣植林木綠帶，落實環境綠美化，建立畜牧場形象。

(3)漁業政策

設置養殖漁業生產區，輔導純海水養殖發展，促進產業發展與水土環境之和諧；進行各類型循環水養殖設施之研究、發展和推廣工作。

(4)濕地、海洋、河川及湖泊甲烷排放^[6]

濕地、海洋、河川及湖泊甲烷釋出量受潮汐變化、浸水情形、植物生長情形和其土壤有機質含量等之影響，政府已著手降低河川污染量，則可以降低上述濕地等自然環境有機質含量，有助於抑制甲烷釋出量。

2.氧化亞氮排放減緩措施^[12,13,14]

濕地、水稻田、旱田、畜產廢棄物處理、垃圾掩埋場滲出水、交通運輸為氧化亞氮排放源，而臺灣地區地面交通運輸氧化亞氮的釋出量僅次於濕地與旱作，且因交通量逐年增加氧化亞氮釋出亦逐漸增加。其減

緩措施如下：

(1) 農業政策

控制土壤(水田及早田)含水量，調整非必要滲水；調節灌溉水量與方式，如間歇式灌排水分；開發緩效性肥料；育成高氮素利用效率之品種；繼續宣導嚴禁殘留農作物的焚燒，輔導正確殘留農作物處理或加工利用技術；加強灌溉水質管理維護；推動水田生態環境保護及地下水涵養補注。

(2) 畜牧業

改進飼料配方，如：低、粗蛋白質含量的飼料可降低氮的排放；輔導禽畜排泄物的有效收集處理及再利用；改善畜舍及飼養管理，研發禽畜排泄物處理之技術。

(3) 漁業

- a. 配合「地層下陷防治執行方案」(1996~2000年)及「第二期地層下陷防治執行方案」(2001~2004年)，輔導養殖漁業合理使用水土資源，降低淡水養殖漁產量比例，減少抽用地下水。
- b. 推動漁船廢氣排放限量措施與加強漁船廢氣排放稽查管制。

(4) 空氣污染源管制

固定污染源的加強稽查管制與空污費的徵收；移動污染源的加強稽查定檢調修與空污費的徵收。

5.3.4 土地利用變化及林業

森林可吸收二氧化碳，土地利用變化則因用途改變而使其溫室氣體排放量有所增減。有關林業、土地利用變化等二部門之措施詳述如下。

1. 林業^[12,13,14]

- (1) 加強造林、保林及林相改良：推動「全民造林運動綱領

暨實施計畫」，執行全民造林運動實施計畫；加強造林與森林撫育；公私有林經營發展及優質材培育推廣；加強森林保護及森林災害防救；加速保安林檢訂管理；原住民保留地森林保育。

- (2) 強化水土保持監督與管理：落實水土保持專業技師簽證，加強山坡地違規開發使用之查報與取締，辦理特定水土保持區之劃定，落實水土保持督導管理，加強水土保持教育與宣導，推動兼顧生產、生活與環保之坡地保育利用。
- (3) 推動治山防災與集水區整體規劃治理：推動第二期治山防災計畫，以集水區為保育單元，採總量管制原則限制開發，並規劃河川集水區中長期整體治理計畫，分期分區實施。執行之工作項目包括推動第二期治山防災計畫；建立坡地防災技術體系及辦理河川集水區野溪之界定；山坡地重大災害緊急處理；中小集水區水土資源保育；梨山地區地層滑動整治計畫；德基水庫集水區整體治理計畫。
- (4) 推動平地造林綠美化方案

針對低產農地輔導農民農企業法人造林，以直接給付或對地補貼方式予以獎勵與補助，改善城鄉生態景觀，建構綠色廊道，美化台灣海岸景觀，建造海岸景觀環境林，建構全國綠資源資訊系統及綠化教育訓練網路。

2. 土地利用變化^[12,13,14]

為加入 WTO 組織並提昇我國農產品國際競爭力，政府依據國土綜合規劃之指導原則，推動農地釋出方案。農地釋出數量按各部門用地需求調整，使農地資源合理分配至各部門，以利國家整體建設，又可降低地上農業活動所產生之溫室氣體。

5.3.5 廢棄物部門

廢棄物部門包括垃圾掩埋場、廢水排放及廢棄物焚化產生二氧化碳、甲烷及氧化亞氮等三種溫室氣體。其中垃圾掩埋場為甲烷最大排放源(64%以上)，其餘二種溫室氣體占總排放量之比率不高。

1. 垃圾掩埋處理方面^[16]

(1) 管制衛生掩埋場甲烷排放

依廢棄物處理法中「一般廢棄物衛生掩埋場設施規範」，控制掩埋場甲烷的排放。

(2) 推動掩埋場甲烷回收利用

公告「行政院環境保護署一般廢棄物掩埋場沼氣發電獎勵執行要點」給予沼電發電業獎勵金，產生之電力可回售台電公司。目前已有台北市山豬窟與高雄市西青埔掩埋場設置沼氣發電設備。

2. 推動興建焚化爐計畫^[16]

政府正積極推動以焚化爐為主的垃圾處理方式，第一階段預計 2002 年興建完成 21 座焚化爐，目前已完成 8 座；並繼續推動第二階段 15 座焚化爐的興設計畫，全部完工後垃圾焚化率將達 90%，而焚化爐的興建有助於甲烷之減量。

3. 廢水排放^[16]

(1) 河川綠美化

目前進行之河川綠美化工作，包括淡水河污染整治計畫、二重疏洪道美化計畫及河川高灘地綠美化計畫等，減少此部門的甲烷釋放量。

(2) 廢水污染源管制

加強廢水污染源管制及排放削減工作；減少養殖排放水之有機污

染及養殖生物排泄量；推動非點源污染管制；加強公共下水道系統的建設；進行海洋、河川及湖泊的污染整治工作。

(3)研發清潔生產技術

推動污染預防及工業減廢技術 引進清潔生產技術及高效率不占空間之廢污水處理技術。

《參考文獻》

1. 工研院能資所，因應氣候變化綱要公約決策及行政支援，行政院環境保護署計畫編號EPA-89-FA11-03-013，民國89年12月。
2. 中興工程顧問股份有限公司，台灣地區廢棄物、廢水部門溫室氣體排放推估，行政院環境保護署計畫編號 EPA-89-FA11-03-139，民國 89 年 12 月。
3. 內政部，九十至九十三年度中程施政計畫。
4. 內政部建築研究所，綠建築與居住環境科技計畫。
5. 內政部建築研究所，綠建築標章制度。
6. 王樹倫、陳鎮東、張哲明、呂世宗，南台灣河、湖、淺海及濕地之甲烷釋出量研究，行政院國科會，民國 84 年。
7. 台灣大學全球變遷研究中心，台灣地區農牧業溫室氣體排放推估，行政院環境保護署計畫編號 EPA-89-FA11-03-145，民國 89 年 12 月。
8. 交通部，交通部業務報告，立法院第四屆第四會期交通委員會，民國89年10月。
9. 行政院永續發展委員會，「二十一世紀議程」中華民國永續發展策略綱領，民國89年5月。
10. 行政院國家科學委員會，能源科技長程發展計畫，民國88年12月。
11. 行政院經濟建設委員會，「全國能源會議結論具體行動方案」執行情形檢討報告，民國89年6月。
12. 行政院農業委員會，二十一世紀農業新方案(草案)，民國89年。
13. 行政院農業委員會，行政院農業委員會中程施政計畫(九十至九三年度)。
14. 行政院農業委員會，跨世紀農業建設方案，民國86年。
15. 行政院環境保護署，國家環境保護計畫，民國 89 年。
16. 行政院環境保護署，環境白皮書(八十九年版)，民國90年3月。

17. 行政院環境保護署，環境經濟及政策研討教材，民國88年6月。
18. 行政院環境保護署，「在非核家園原則，如何有效推動再生、清潔及節約能源」，行政院永續發展委員會大氣分組會議資料，民國90年3月。
19. 財團法人中技社，台灣地區工業製程、溶劑及其他產品使用之溫室氣體排放推估計畫，行政院環境保護署計畫編號 EPA-89-FA11-03-237，民國89年12月。
20. 國立中興大學森林系，森林生態系統吸存模式之建立與應用，行政院環境保護署計畫編號 EPA-89-FA11-03-108，民國90年1月。
21. 郭振泰，未來全球氣候變遷對台灣水資源之影響與因應策略，氣候變遷適應策略之初步整合研討會，民國84年。
22. 陳保基、吳雨新，規劃未來全球氣候變遷對台灣畜牧業之影響與因應之研究，全球氣候變遷對台灣之影響與因應研究規劃研討會，民國84年。
23. 楊任徵 余敦琪，我國能源有關溫室氣體排放統計，經濟部能源委員會，民國88年。
24. 楊榮啟、馮豐隆，林業對溫室氣體減量策略規劃及衝擊評估(二)，行政院環境保護署，民國87年。
25. 經濟部，「全國能源會議會議結論具體行動方案」，民國88年8月。
26. 經濟部，「能源政策白皮書」，民國87年。
27. 經濟部，「製造業白皮書」，民國88年。
28. 經濟部，五大產業自發性節約能源行動計畫，民國88年11月。
29. 經濟部，「如何有效推動再生能源、清潔及節約能源」，行政院永續發展委員會大氣分組會議會前會討論資料，民國90年4月。
30. 經濟部水資會，氣候變遷水資源影響評估及適應策略研究，民國84年。
31. 劉君毅，世界半導體論壇，台灣半導體產業協會專題報導，民國89年4月。

第六章 研究發展、國際合作與交流、 教育宣導

6.1 研究發展

我國政府十分重視科學與技術之研究與發展，1984年起科技研發佔GDP比例逾1%，1999年（最新資料）更達到2.05%，金額為1,905億元（約55億美元），我國在推動氣候變遷溫室氣體方面之研究，主要為(1)行政院國家科學委員會（簡稱國科會，NSC）及(2)行政院環境保護署（簡稱環保署，EPA），除此之外，尚包括經濟部工業局、水資源局、能源委員會、交通部路政司、運輸研究所、中央氣象局、內政部營建署、建築研究所、行政院農業委員會、農委會林務局、林業試驗所、農業試驗所、水土保持局、行政院經濟建設委員會、教育部等其他政府機構；國科會主要推動基礎科學性之研究，而環保署等其他部會則推動與該部會有關之行政業務及決策等應用導向性研究，政府部門所推動之研究大都委託學術/研究機構執行。以下謹就兩類研究性質之計畫、相關學術研究機構之研究及研究資訊之流通等之推動情形分述如下：

6.1.1 基礎科學研究

由於氣候變遷現象較早引起科學家注意，故國際及我國之相關研究起步亦較早，國際間較大型有關氣候變遷之研究計畫包括國際科學聯合總會（ICSU）推動之「國際地圈生物圈計畫(IGBP)」、世界氣象組織（WMO）推動之「世界氣候研究計畫（WCRP）」及國際社會科學協會推動之「全球環境變遷人文面向研究（IHDP）」等三大體系，我國科學界自1989年推動全球變遷學術研究以來，均有參與上述三大體系之計畫，「國際地圈生物圈計畫(IGBP)」即為國科會推動之第一件氣候變遷研究計畫，為配合推動該計畫，中央研究院於1988年9月成立「國際地圈生物圈計畫科學委員會中華民國委員會（IGBP-ROC）」，目前該委員會已是IGBP會員。1994年六月更在

國科會「環境與發展委員會」下成立「全球變遷小組」，並於同年 11 月完成五年中程計畫規劃，1997 年改組為「永續發展研究推動委員會」，近來陸續推動跨領域之全球變遷研究，更使得經濟、環工等人文科學與工程科學的學者進入合作交流之林。該中程計畫目標為：

1. 了解全球變遷對我國自然環境之影響；
2. 獲取地區性資料以幫助了解地球系統的運作及全球變遷的過程；
3. 建立地區性氣候及環境模式，以預測未來的變化；
4. 配合預防全球變遷之國際公約，提供所需環境資料，並建議達到條約要求的可行方案；
5. 針對氣候及自然環境之變遷，評估對我國經濟與社會體系之衝擊，提出因應之策略，包括預防措施和調適措施，並規劃我國永續發展之藍圖。

在全球變遷研究五年規劃架構積極推動下，國科會自 1994 至 2000 年七年間所補助之全球變遷研究大型計畫件數共計 902 件，近年來每年約 14 群計畫，總計七年研究經費已逾 11 億元，推動全球變遷研究計畫之主持人已逾百人，研究人員更多達數百人，所包含之學門跨越自然、生物、工程、人文之界線，為我國政府推動全球環境變遷研究最具規模之重要部門，由此顯見我國政府對全球變遷科技研究之重視。該計畫可劃分為下列七項主題：

1. 大氣化學與輻射
2. 海洋環流
3. 海洋通量
4. 氣候變遷與預測
5. 古環境變遷
6. 水文循環與全球變遷
7. 全球環境變遷人文社會科學研究

上述七項主題與所因應規劃出之相關子計畫，原則上乃與「國際地圈生物圈計畫」所規劃之重點主題相配合，因此幾乎每一研究群均有相對應之國際學術組織，部份研究群成員更在國際組織中扮演重要決策角色，未來規劃乃以氣候、環境變遷所形成之衝擊為重點，並尋求降低衝擊之策略與我國應有之調適，因此，建立觀察監測系統、探討過程原因、應用模式預測、衝擊

評估與因應、積極參與國際合作研究等均在未來規劃之列，亦顯見我國對全球氣候變遷研究之積極投入與貢獻。

至於未來發展方向則以「永續發展中程研究計畫」為主軸，以「綠色科技島（矽島）之永續因應策略研究」為總主題，時程規劃自 90 學年度至 93 學年度共 4 年，共分五項主題進行規劃：總量管制、產業共生、永續社會、生物多樣性及國際合作與參與，並再區分為環境保護、人文社經、全球變遷領域三個小組分別主導。

自 1989 年推動諸多全球變遷研究相關計畫以來，已累積許多成果，初步建立起我國及臨近區域之大氣化學場監測系統及監測結果並進行全球氣候變遷對台灣環境評析，充分探討全球變遷對台灣環境及生態的影響，以及探討全球變遷的人文面向等，對氣候系統已有所掌握，近年來國科會更以「全球變遷國際參與」服務計畫，推動國內學者積極參與國際性學術組織及活動，提昇國際間我國地位及學術研究水準，「全球變遷通訊、論壇與全球資訊網」服務計畫，則提供國內學者了解不同學門的研究進展，促進跨學門交流，並透過國際網路與國內外學者進行資訊交換，激發進一步之研究，並進一步提供非專業領域的決策人員參考。

6.1.2 應用導向性研究

1. 溫室氣體調查及減量策略研究

環保署自 1987 年成立以來對於國際性環保事務不遺餘力，為配合聯合國「蒙特婁議定書」管制破壞臭氧層物質，環保署於 1991 年 8 月成立「蒙特婁議定書專案小組」，為達成國家未來環境品質目標及順應國際環保潮流，於 1997 年 8 月提出「國家環境保護計畫」，其中即包括溫室氣體減量之近、中、長程行動方案規劃。此外，為追求廿一世紀永續發展之國際潮流，環保署更已擬定我國「廿一世紀議程」。由上述可知我國因應氣候變化已由基本之應變，提升至永續發展之層次。

環保署推動氣候變遷研究主要以施政決策之角度，進行溫室氣體減量評估、環境衝擊、調適、因應及管制策略等。1991~1995 年間著重於溫室

氣體調查、衝擊評估、相關科技資料庫建立以及行動方案規劃為主；1995~1998 年間則側重於適應策略研究、減緩溫室氣體排放之策略與經濟衝擊評估以及各項管制機制之成本效益評估等計畫。

自 1998 年起國科會與環保署共同成立跨部會學術合作推動小組，由空污費項下經費，撥交由國科會辦理空污費科技計畫，1998 至 2000 年三年來共投入逾 3.3 億元經費，補助 283 件計畫，其中有關在因應氣候變化綱要公約組中共規劃四大主題，「能源政策與產業結構之調整」、「森林儲存溫室氣體之功能評估」、「二氧化碳固化利用技術之研發」及「溫室氣體通量測定及減量對策」，共核定 69 件計畫，總經費逾 7 千萬元。

透過上述計畫之推動，已建立我國相關氣候變遷之基本資料，獲致國家通訊報告所需之溫室氣體推估、減量衝擊分析、因應策略等基本資料，另並建議政府應推廣節約能源、提高能源使用效率、檢討能源結構配比、調整產業結構之策略，同時初步發展出利用化學及生物技術固定二氧化碳之方法，未來亦將針對我國溫室氣體減量情境、未來可能之減量機制、淨潔能源等進行規劃，期能由研究成果進行合理、有效、節省成本之因應及管制決策。

2. 能源與溫室氣體減量策略研究

經濟部能源委員會（簡稱能源會）為擬訂我國能源政策之機構，現行台灣地區之能源政策為 1996 年 7 月行政院所修正，其中明白揭示六大方針：「穩定能源供應」、「提高能源效率」、「開放能源事業」、「重視環保安全」、「加強研究發展」及「推動教育宣導」，以進一步達到自由、秩序、效率、潔淨之能源供需體系。除此之外，為因應「氣候變化綱要公約」對我國能源使用之衝擊，自 1992 年起能源會持續進行「抑制二氧化碳排放之能源策略研究計畫」，其中即包括能源與產業發展對策、能源結構調整、對經濟影響評估等，另外，亦進行「台灣地區人為溫室氣體統計」、「氣候公約會後分析」等研究。由於能源涉及層面甚多且廣，故能源會繼續推動能源市場自由化、提升能源效率、推廣汽電共生、節約能源、開發新能源、再生能源及淨潔能源、評估經濟誘因等方面之研究，以達到減緩二氧化碳排放及穩定我國能源使用之目的。

為落實 1998 年 5 月我國「全國能源會議」之決議，國科會會同能源會，於 1999 年 12 月完成「能源科技長程發展計畫」，此長程計畫重點為：
a. 節約能源及提高能源效率，包括節約能源技術、提高能源效率（設備）、提高資源回收效率；b. 新能源開發及利用，包括再生性能源、能源新利用、廢棄物能源；c. 能源管理技術，包括法規標準的研擬、能源價格結構合理化、誘因機制的設計、省能源生活模式、成本有效性研究、社會福利的考量；d. 推動策略與措施，包括擴大研發組織人力、編列充足研發經費。期能積極由能源之節約、淨潔能源、使用效率及管理等方面，調整我國能源結構及減少二氧化碳之排放。

經濟部工業局主要負責工業發展政策與措施之擬定。其為瞭解「氣候變化綱要公約」對我國工業之衝擊，1992 年起即先對二氧化碳排放量較大的產業 - 化工業推動「減少化工製程排放溫室效應氣體之規劃」五年研究計畫，執行成果包括化工業製程中二氧化碳排放推估模式之建立，估算化學相關工業（包括：石化、鋼鐵、水泥、塑膠、橡膠、肥料、農藥、基礎化學及化學纖等）排放二氧化碳占全部工業排放量之比例，提出產業因應策略之建議，並對國外二氧化碳回收、儲存及再利用技術之文獻進行研究。至於在推動產業永續發展方面，已規劃針對清潔生產與環保產業發展業務設立推動小組，將以五年時間來進行訓練、推廣、資訊交流、宣導、應用及與各部會協同配合等工作，以推動產業界的永續發展工作。

3. 氣候變化預測研究

交通部中央氣象局（簡稱中央氣象局）1994 年 1 月針對我國氣候變遷研究成立「氣候變化工作小組」，分別就海水面上升對暴潮特性的影響、臺灣氣候資料之分析（含一般氣象要素及二氧化碳等溫室效應氣體資料）、天氣型態之演變、氣象災害及數值模式模擬等五方面，進行資料蒐集及分析等研究工作。1998 年進行「全球氣候轉變對台灣水資源利用及農業生產的影響」研究計畫，未來將持續建立區域性氣候資料庫，加強氣候監測、引進並發展全球及區域性數值模式、追蹤氣候變化、探討台灣地區與其它地區變化之關聯性、研究氣候變遷發生之原因及發展之過程與趨勢等。

4. 氣候變遷與水資源影響研究

有鑑於氣候變遷對我國水資源之衝擊，1995 年水資會進行「氣候變遷對台灣水文環境影響之研究」及「氣候變遷水資源影響評估及適應策略研究」，水利司亦於同年進行「長期水資源及海岸變遷預警設置整體規劃及實驗」及「全球氣候變遷對台灣地區水資源影響之探討」。1996 年則探討「氣候變遷對台灣逕流變化之影響評估」、「流域水資源與生態環境變遷之調查分析 - 以後龍溪為案例」、「全球氣候變遷之樹木年輪指標」。1997 年水資源局針對海岸地區之永續發展進行「海岸地區水資源永續發展與海洋資源管理」及「海岸災害防治暨永續利用整體規劃」等研究。

5. 氣候變遷與農業影響研究

行政院農業委員會（簡稱農委會）為因應全球氣候變遷，目前除加強經營既有森林，並積極推行全民造林運動、輔導業界海外造林等。2000 年單年造林面積為 5,227 公頃，預計至 2001 年累計造林面積可達 6 萬 1 千公頃，減少二氧化碳 827 萬噸，森林覆蓋率將由目前 58.5% 增為 60.2%，由世界排名第八位提升為第五位。

「加強森林生態系經營」計畫，分別由林務局、林業試驗所、退輔會森保處、台灣大學、中興大學及文化大學等六個單位執行試驗研究，探討研擬地區性森林生態系經營計畫，進行「森林生態系經營」研究，就現有林況提出適應性經營策略，以達成符合生態健康及滿足人類需求的永續林業經營目標。

1998 年推動「氣候變遷之影響研究」計畫，分別就林業、畜牧業、農作物、漁業四方面加以探討，研擬我國農業部門因應策略。

有關氣候變遷對台灣林業產生的衝擊，計有：1. 森林生產力的改變；2. 森林植群帶的遷移；3. 干擾頻度增加；4. 森林產業發展的改變。因此在因應社會發展與人類活動的森林經營與資源規劃上，應朝下列方向進行研究與發展：

- (1) 建立永續林業發展及森林多目標經營之理念，推廣保林與自然保育觀念。

- (2) 加強現有森林經營管理，以增加現有林地每公頃蓄積量，增進森林碳吸沉。
- (3) 進行森林生態系經營之長期性研究，研究適合台灣森林環境的生態系經營機制與策略。
- (4) 提高木材自給率與永續林業，進行林地分級分區，加強人工林後續撫育，規劃木材生產林區且採保育性經營。
- (5) 推廣造林、工業區綠化、都市化推廣等，以增加我國林木吸收二氧化碳行光合作用之功能。
- (6) 實施能源替代方案，包括拓展林產製的利用及以生質(biomass)燃料取代化石燃料，以大幅降低 CO₂ 釋放，鼓勵森林面積增加，加強森林土壤的碳含量，促進碳能源的再生與利用。

6.2 國際合作與交流

由於溫室效應及氣候變遷為跨國境之環境問題，不僅研究學門十分廣泛，且需國際間通力合作才能減緩環境變遷之衝擊。是故，國際合作研究、減量技術轉移、溫室氣體排放交易、聯合減量、資金援助、政治溝通等均需透過國際交流始能完成。我國由於政治因素無法加入聯合國成為會員國，故在既有溫室氣體減量技術及氣候變遷研究基礎下，仍無法如氣候變化綱要公約簽署國克盡一己之務，目前僅能透過非政府組織或民間企業進行與他國相關事務之交流合作。

6.2.1 原則與政策

我國雖非聯合國成員，但均以積極主動之態度進行國際間之合作，如派員參與國際性會議：聯合國氣候變化綱要公約、生物多樣性公約、蒙特婁議定書、巴塞爾公約等締約國大會及相關會議，以掌握國際環保趨勢，研擬相關政策措施，善盡作為地球村一分子的責任。在「二十一世紀議程」中亦明白指出，我國除尋求與更多國家建立實質關係外，並以擔任「全球事務積極參與者」為對外政策走向，鼓勵政府機關、民間社團、及有關人士積極推展國際性合作。在永續發展與國際合作議題上，將透過雙邊合作、多邊合作、

參與國際性組織及鼓勵非政府組織等方式，積極推動國際間永續發展事務。環保署中程施政計畫草案中亦納入國際環保合作議題，希望透過國際環保事務的參與，建立國際合作關係並促進經驗交流。

6.2.2 參與國際組織與活動

參與國際組織為國際交流必需且重要之一環，透過組織經常性之活動，可促進國家間彼此合作及互助。我國目前僅在「全球變遷」國際研究組織中為正式會員，例如：中央研究院代表之「國際地圈生物圈計畫(IGBP)科學委員會中華民國委員會」；IGBP 其下有多項核心計畫，包括：GCTE、DIS、LOICZ、IGAC、JGOFS、PAGES 等，均設有工作委員會，目前我國多已成為 IGBP 各核心計畫之會員國；此外，國科會亦為「國際全球變遷研究政府間基金聯合會 (IGFA)」會員；台大全球變遷研究中心已成為 IGBP 核心研究計畫 IGAC/ARARE 的國際資料中心，參與此計畫的研究人員包括來自中國大陸、香港、日本、南韓、及美國等地的科學家。

在「氣候變化綱要公約」國際參與方面，1991 年公約尚未簽署前，我國即以「工業技術研究院」非政府組織 NGO 之觀察員身份參與政府間談判委員會第三次及第四次會議。其後，1992 年參加地球高峰會議，1995 年起之氣候變遷化綱要公約締約國大會及其附屬機構會議，我國均持續以 NGO 身分與會迄今。

在「全球氣候變遷」國際參與方面，由於全球變遷國際合作研究計畫須經常協調配合，故 1992 年起我國參加全球變遷相關規劃性會議已逾 30 次，包括 IGBP 及其核心計畫會議、WCRP、IGFA 等會議，亦在參與國際研究組織及會議中，漸顯見重要地位。尤其近年來我國積極參與區域性組織活動，其中尤以參與「全球變遷分析、研究與訓練系統 (START)」下所屬 14 個區域委員會之「START 東南亞區域委員會 (SARCS)」最為重要，亦為我國推動地區性之環境及生態變遷研究提供具體貢獻。

1990 年工研院在環保署的協助下，成為國際排放交易協會 (International Emissions Trading Association, IETA) 會員。IETA 為 UNCTAD 與 Earth Council 協助成立的非官方、非營利之機構，目的為推動國際企業間對京都機制之資

訊與經驗交流。目前 IETA 會員有近 40 個國際知名組織及企業。該協會所提供的資訊及管道將有助於我國因應氣候變化綱要公約之策略規劃，並增加我國參與國際合作的機會。

我國環保署與美國 EPA 合作進行的「能源之星」計畫，乃國際合作的優良實例。而能源會也已開始推動雙邊科技合作，目前有荷蘭、美國、日本、丹麥等國為目標，可擴大我國因應全球氣候變化之國際合作機會。亞太經濟合作（APEC）能源組預計於 2001 年完成清潔發展機制在亞太地區的個案評估。我國以 APEC 成員的身份，已積極瞭解相關內容並爭取參與此計畫。

6.3 教育宣導

地球暖化所涉及之溫室氣體排放、氣候及環境變遷等因素，不僅屬於科學研究層面，且由於氣候變遷形成的原因跨越國度，因此亦牽動每一國家之經濟及政治層面。若要防止地球持續暖化之趨勢，除須從科學上去探討、從技術上去預防外，更重要的是要「政策的配合」及「全民的參與」。因此，氣候變遷的議題不只需要研究人員關心及投入外，也需要全國國民環保意識的覺醒，因此，如何納入學校與社會教育，加強對全體國民灌輸環境保護議題亦為我國政府重要之施政課題。目前我國在行政院統籌規劃下，權責各政府機關推行相關環境保護政策措施，而教育、宣導氣候變遷相關議題亦被納入多項計畫中。

6.3.1 教育、宣導與公眾意識之一般性政策

目前以依照我國現階段環境保護政策訂定本要領而制定，行政院所頒佈的『環境教育要項』，作為全面推行環境教育之圭臬。包含如下目標：

1. 藉由教育過程，使全民獲得保護及改善環境所需倫理、知識、態度、技能及價值觀。
2. 以人文理念和科學方法，致力於生態保育及環境資源合理經營，以保障人類社會之永續發展。
3. 確立經濟發展與環境保護互益互存之理念、倡導珍惜資源，使全民崇尚自

然，實施節約能源、惜福、愛物及減廢之生活方式。

1994年國科會規劃全球變遷五年中程計畫時，亦針對教育與宣導提出下列推廣措施：

1. 中小學教師研習：中小學教師之研習可與各師範院校環教中心合作，並在舉辦之各類教師、行政人員之研習會中將全球變遷之資訊納入。
2. 定期舉辦成果發表會或推廣研討會或觀念介紹溝通會，將研究成果或新觀念介紹給大眾及媒體。
3. 編印介紹叢書及製作相關影片：將全球變遷研究之重要性及其與本土之關聯編寫為科學推廣叢書，並可製作電視影片生動地說明全球變遷的各種面向。此外，並可將永續發展之概念編寫於教科書之中。

為提升我國環境品質及順應國際環保潮流，1997年環保署提出「國家環境保護計畫」，其中有關我國環保教育與宣導之三階段目標規劃如下：

1. 近程目標(民國九十年)：以環保署正推行的各項政策及個人在生活中容易做的環保事務之推動為主。
2. 中程目標(民國九十五年)：逐漸培養民眾自發性之環保行動，進而形成集體式之解決問題行動。
3. 長程目標(民國一百年)：環保蔚為社會文化與習慣之一環，並建立環境倫理觀念。

目前環保署已進行有關溫室氣體減量之教育宣導事項包括：汽機車排氣定期檢測之宣導；固定污染源之低污染控制技術及清潔燃料之宣導；鼓勵企業節約能源、提升能源效率、推動汽電共生、再生能源；研究課徵碳稅或能源稅、排放權交易等制度，以誘導產業發展低耗能及清潔生產；加強環境教育研究諮詢人員、種子教師、義工等人力培植；統一窗口推動教育宣導工作；製作適合各社群、各主題、各場域及各年齡層的教材；加強標的團體之教育、宣導、溝通與訓練；參與國際交流活動及國際合作計畫。

環保署綜合計畫處之下設有「環境教育宣導科」，負責環境保護政策及法令宣導、環保措施宣傳、透過學校及社教管道加強環境教育等。

6.3.2 各級學校環境教育

『環境教育要項』中明白指示應加強各級學校環境教育：

1. 中小學：以培養認識鄉土環境、熱愛環境和歷史文化，並直接接觸自然環境及歷史文物為教育重點。
2. 中學生：介紹較深入之社會、政治、經濟和全球性之生態體系等概念，以培養其具備初步分析和評估能力，使其行為合乎環保原則。
3. 技術職業學校：應於各相關課程中加強環境保護之內含。
4. 大專學生：應接受一般環境通識課程，以增加環境知識。
5. 環境相關研究所：以培養綜合性跨學科之高級人才為主，除專業課程外，應兼修社會、經濟、法律和文化等與環境有關之內涵。
6. 師範院校生：除應修讀一般環境通識課程外，應在各學科相關課程內加強環境教育內容。
7. 為配合不同教育程度層次及學門之需，應全面發展各類環境教育教材及環境教育讀物。
8. 為充實相關科學教育設施，得設置自然教育中心（教室）或環境保護展示中心，以充實環境教育內涵。
9. 舉辦環境教育研討會，以促進學術交流、交換教學心得、提昇環境教育品質。

目前我國中等學校已將溫室效應議題納入教材，而大專院校開設有氣候變遷課程已漸多，顯見我國已逐漸推廣氣候變遷之教育。

另由行政院環境保護署及教育部主辦，以『環境教育要項』為依據，所規劃之『加強學校環境教育三年實施計劃』中，推行「環境教學」、「環境教育工作」等項目，可落實在大專院校、高中（職）與國民中、小學環境教育教材的編製及推廣活動中。

1990年教育部成立「環境保護小組」，推動各級學校環境教育及污染防治工作，此外，並負責整合及評估各級教育機構及行政院各單位環保教育工作。教育部環境保護小組體認教育在國家永續發展中所應扮演的角色，提出「邁向二十一世紀-教育部永續發展環境行動策略」，其中擬定三個目標：(1)

遵行我國憲法基本國策，並進行環境保護、生物保育及資源利用等永續發展觀念之教育工作；(2)使全民認識環境問題，瞭解並關切資源與生活環境間的關係，進而成為維護生態平衡及環境品質的實踐者；(3)藉由教育過程培育具有環境素養之公民，使全民獲得保護及改善環境所需之倫理、知識、態度、技能及價值觀。

6.3.3 專業人才之培訓

目前在環境保護及環境教育專業人才的培養上，『環境教育要項』中明白指示：

1. 規劃中長期所需環境保護及環境教育所需人力，有計畫的設置及調整科系培養人才。
2. 在專業及職業學校中，增設環境科技及生態課程，以培育環境保護基層人力。
3. 充實環境保護相關科系及研究所教學與研究設備以培育環境科技人才。
4. 辦理環境保護專業人員在職訓練，以充實其知識與技能。
5. 結合產業、行政、學術及研究界，共同提昇各種專業人員之實務及技能。
6. 師範院校得成立環境教育中心，辦理教師及教育行政人員在職教育，並加強環境教育人才之培養。

6.3.4 公眾與非政府組織之參與

行政院環保署依據志願服務法推行『環境教育志工團服務計畫』，目的在結合社會人力資源，進行環境教育之推廣，只要符合招募條件之本國國民，均可向各地所在之縣市政府環保局報名加入志工行列，而在『環境教育要項』中也提及將輔導、獎助推動環境教育之個人或社團。我國民間環保團體及組織已超過50個，由於民間環保團體及組織具有共同的意識，並擁有相當多的人脈，可形成環保教育的核心，是故其所推動社會環境教育會將更深入且有效。目前我國大部份民間環保團體著重於地區性之環境污染問題或生態保育工作，其活動包括出版刊物、召開座談會、演講會、製作傳播節目等；部份

團體著眼的環境問題較大，也持續與國外連線、舉辦地球日活動等。

6.3.5 國際活動的參與

經行政院核定之『國家環境保護計畫』中，環境教育與宣導部份即納入國際交流活動或國際合作計畫，旨在鼓勵國內環境教育專家、學者，參加或主辦區域性或國際性的環境教育會議，並鼓勵環境教育種子教師參與國外環境教育研習營，也同時鼓勵國內學校與國外學校進行環境教育交流活動。『加強學校環境教育三年實施計畫』中也納入國際交流議題，將在各環境保護署及教育部共同主導下，規劃相關人員出席美國、英國、澳大利亞與印度等國所辦理之環教會議，並邀請國際環教專家來台舉辦研習會。

《參考文獻》

1. 周昌弘、蕭新煌、郭允文、王鑫、於幼華、黃榮村、楊冠文、黃政傑、晏涵文，1991，我國環境教育概念綱領草案，中華民國第一屆環境教育學術研討會。
2. 吳明進、莊秉潔、劉啟清、陳世煥，1995，台灣區域性氣候變化，全球變遷通訊7。
3. 張四立，1995，我國能源、環境、與經濟發展互動關係之研究，經濟部能源委員會。
4. 柳中明，1995，台灣地區全球氣候變遷研究之規劃與推動，行政院環保署。
5. 姜善鑫，1993，全球環境變遷(上)，環境教育。
6. 陳永仁、劉佳鈞，1993，台灣之環境教育政策與宣導經驗，環保署綜合計畫處。
7. 郭允文，1995，國科會科教處推動環境教育研究之簡介，科學發展月刊。
8. 行政院環保署，1998，中華民國台灣地區環境保護年報。
9. 行政院環保署，1997~99，氣候變化綱要公約資訊速報。
10. 經濟部，1998，全國能源會議會議資料。
11. 行政院經建會，1998，國家永續發展論壇。
12. 劉康克、周昌弘、林松錦、洪肇嘉、蕭代基，1994，全球變遷研究五年中程計畫--台灣的現況與展望，行政院國家科學委員會環境發展委員會。
13. 環保署，中程（九十年至九十三年度）施政計畫草案。
14. 行政院永續發展委員會，2000，「二十一世紀議程」中華民國永續發展策略綱領。
15. 環保署，環境教育要項--行政院核定本。
16. 環保署、教育部，2001，加強學校環境教育三年實施計畫。
17. 國科會，九十學年度國科會永續發展研究徵求計畫說明書。
18. 經濟部能源會，1998年12月，能源政策白皮書。
19. 經濟部工業局，2001，中華民國工業簡介。