

中華民國第二版國家通訊

**Second National Communication
of the Republic of China (Taiwan)
under the United Nations Framework Convention
on Climate Change**

(草案)

中華民國九十九年六月五日

目 錄

目錄.....	I
表目錄.....	III
圖目錄.....	V
前言.....	VI
摘要.....	E-1
第一章 國情與環境基本資料.....	1-1
1.1 地理位置與土地利用情形.....	1-1
1.2 氣候概況.....	1-1
1.3 人口概況.....	1-2
1.4 經濟概況.....	1-3
1.5 交通概況.....	1-3
1.6 能源概況.....	1-6
1.7 工業製程概況.....	1-9
1.8 農、林、漁、牧、礦業.....	1-10
1.9 廢棄物.....	1-11
1.10 政府組織及立法.....	1-12
第二章 溫室氣體排放統計與趨勢分析.....	2-1
2.1 溫室氣體清冊方法與統計程序.....	2-1
2.2 各種溫室氣體排放與吸收統計.....	2-4
2.3 各部門溫室氣體排放與吸收統計.....	2-15
2.4 溫室氣體關鍵源與趨勢分析.....	2-25
第三章 臺灣溫室氣體減量的政策與措施.....	3-1
3.1 臺灣因應立場及政府組織架構.....	3-1
3.2 整體施政重點與相關立法進度.....	3-2
3.3 現行政策與措施.....	3-9
第四章 溫室氣體排放預測.....	4-1
4.1 預測工具與範圍.....	4-1
4.2 假設與情境分析.....	4-3
4.3 溫室氣體排放模擬結果分析.....	4-6
4.4 國家溫室氣體適當減緩行動.....	4-8

第五章 氣候變遷衝擊影響與調適對策	5-1
5.1 臺灣氣候與海平面變遷.....	5-1
5.2 水文與水資源的衝擊與調適.....	5-3
5.3 糧食安全與漁業的衝擊與調適.....	5-5
5.4 陸域與海域生態系統的衝擊與調適.....	5-8
5.5 人類健康的衝擊與調適.....	5-10
5.6 社會與經濟的衝擊.....	5-12
第六章 氣候變遷與系統觀測研究	6-1
6.1 氣候變遷與系統觀測研究資源投入.....	6-1
6.2 氣候變遷研究.....	6-2
6.3 氣候系統觀測.....	6-4
6.4 未來規劃.....	6-9
第七章 技術研發、需求與移轉	7-1
7.1 能源科技研發與移轉.....	7-1
7.2 溫室氣體減量技術需求與移轉.....	7-4
7.3 調適技術需求與移轉.....	7-5
7.4 系統觀測技術需求與移轉.....	7-5
第八章 國際合作與交流	8-1
8.1 參與聯合國氣候變化綱要公約.....	8-1
8.2 附件一國家交流與合作.....	8-2
8.3 非附件一國家交流與合作.....	8-3
8.4 非政府組織學術交流與合作.....	8-5
8.5 其他交流與合作.....	8-7
第九章 教育、培訓及宣導	9-1
9.1 能源與溫室氣體減量相關之教育、培訓與宣導相關政策.....	9-1
9.2 教育.....	9-3
9.3 培訓.....	9-6
9.4 宣導.....	9-8
附錄 編審委員名單	附錄-1

表 目 錄

表 1.4.1 臺灣主要經濟指標.....	1-4
表 1.6.1 臺灣能源效能指標.....	1-9
表 2.2.1 臺灣 1990 至 2008 年各類溫室氣體排放趨勢.....	2-4
表 2.2.2 臺灣 1990 至 2008 年二氧化碳排放清單.....	2-6
表 2.2.3 臺灣能源部門燃料燃燒二氧化碳排放指標（部門方法）.....	2-8
表 2.2.4 臺灣 1990 至 2008 年能源部門二氧化碳排放清單.....	2-9
表 2.2.5 臺灣 1990 至 2008 年甲烷排放清單.....	2-11
表 2.2.6 臺灣 1990 至 2008 年氧化亞氮排放清單.....	2-12
表 2.2.7 臺灣 1990 至 2008 年工業製程部門全氟碳化物、氫氟碳化物及 六氟化硫排放量.....	2-14
表 2.3.1 臺灣 1990 至 2008 年各部門溫室氣體排放清單.....	2-16
表 2.3.2 臺灣 1990 至 2008 年能源部門溫室氣體排放清單.....	2-17
表 2.3.3 臺灣能源部門之總溫室氣體排放量及占比.....	2-19
表 2.3.4 臺灣 1990 至 2008 年工業製程部門溫室氣體排放清單.....	2-21
表 2.3.5 臺灣 1990 至 2008 年農業部門溫室氣體排放清單.....	2-22
表 2.3.6 臺灣 1990 至 2008 年森林資源之二氧化碳吸收量.....	2-23
表 2.3.7 臺灣 1990 至 2008 年廢棄物部門溫室氣體排放清單.....	2-25
表 2.4.1 臺灣 2008 年溫室氣體清冊關鍵源分析.....	2-27
表 3.2.1 十大標竿方案及重點計畫.....	3-3
表 3.3.1 能源部門之節能減碳措施.....	3-12
表 3.3.2 2005 至 2008 年間臺灣再生能源使用狀況.....	3-15
表 3.3.3 六大產業溫室氣體自願減量統計.....	3-17
表 3.3.4 農林漁牧部門措施及成果.....	3-18
表 4.2.1 經濟成長假設.....	4-3
表 4.2.2 臺灣人口數成長率與戶數成長率.....	4-4
表 4.2.3 產業結構預測.....	4-4
表 4.2.4 進口能源價格預測值.....	4-5
表 4.2.5 再生能源 2008 年實績值.....	4-5
表 4.3.1 燃料燃燒二氧化碳排放指標（GDP 高案）.....	4-8
表 5.3.1 臺灣週邊水域重要經濟魚種受衝擊情況.....	5-6
表 5.3.2 異常氣候對臺灣重要經濟魚種之衝擊.....	5-7
表 6.2.1 行政院國家科學委員會執行有關氣候變遷之整合型計畫.....	6-3
表 6.3.1 交通部中央氣象局所屬綜觀氣象站一覽表.....	6-5
表 7.1.1 可供技術移轉之能源技術項目.....	7-2
表 7.1.2 臺灣未來能源科技發展方向.....	7-3

表 9.1.1 能源科技人才培育策略及做法..... 9-2



圖 目 錄

圖 1.3.1 臺灣現住人口統計.....	1-3
圖 1.6.1 臺灣 2000 年及 2008 年能源供應結構.....	1-7
圖 1.6.2 臺灣 2000 年及 2008 年能源消費結構.....	1-8
圖 2.2.1 臺灣 1990 至 2008 年溫室氣體排放趨勢.....	2-5
圖 2.2.2 臺灣 1990 至 2008 年各部門二氧化碳排放趨勢.....	2-6
圖 2.2.3 臺灣 1990 至 2008 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放趨勢（參 考/部門方法）.....	2-7
圖 2.2.4 臺灣 1990 至 2008 年能源部門燃料燃燒二氧化碳和人均排放趨 勢.....	2-8
圖 2.2.5 臺灣 1990 至 2008 年能源部門二氧化碳排放趨勢.....	2-10
圖 2.2.6 臺灣 1990 至 2008 年各部門甲烷的排放趨勢.....	2-11
圖 2.2.7 臺灣 1990 至 2008 年各部門氧化亞氮的排放趨勢.....	2-13
圖 2.2.8 臺灣 1990 至 2008 年工業製程部門含氟溫室氣體排放趨勢.....	2-15
圖 2.3.1 臺灣 1990 至 2008 年各部門溫室氣體排放趨勢.....	2-16
圖 2.3.2 臺灣 1990 至 2008 年能源部門溫室氣體排放趨勢.....	2-18
圖 2.3.3 臺灣 1990 至 2008 年工業製程部門溫室氣體排放趨勢.....	2-21
圖 2.3.4 臺灣 1990 至 2008 年農業部門溫室氣體排放趨勢.....	2-22
圖 2.3.5 臺灣 1990 至 2008 年土地利用與林業部門溫室氣體排放趨勢...	2-24
圖 2.3.6 臺灣 1990 至 2008 年廢棄物部門溫室氣體排放趨勢.....	2-25
圖 3.1.1 「行政院節能減碳推動會」組織架構.....	3-2
圖 3.2.1 臺灣「溫室氣體減量法（草案）」架構.....	3-5
圖 3.2.2 先期專案示意圖.....	3-7
圖 3.2.3 抵換專案示意圖.....	3-7
圖 3.3.1 永續能源政策綱領「二高二低」原則.....	3-11
圖 3.3.2 國家登錄平台資料庫 2001 至 2008 年度盤查清冊家數統計圖...	3-23
圖 3.3.3 國家登錄平台資料庫 2001 至 2008 年度排放量統計圖.....	3-23
圖 4.1.1 MARKAL 模型能源供需架構.....	4-2
圖 4.3.1 燃料燃燒二氧化碳排放量模擬規劃結果.....	4-7
圖 4.4.1 減量目標與減緩行動.....	4-9
圖 6.3.1 交通部中央氣象局綜觀氣象站、自動氣象站與自動雨量分布圖	6-7
圖 6.3.2 福衛三號衛星所觀測之全球氣象觀測點資料.....	6-8

前 言

根據聯合國氣候變化綱要公約（United Nation Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）第4條與第12條規定，所有締約國均需提交國家通訊，說明因應聯合國氣候變化綱要公約的執行情形；而依據公約「共同但有區別的責任」，非附件一國家在國家通訊的提交時程與內容要求上，與附件一國家不同。但不論是附件一或非附件一國家成員，所提交之國家通訊均應包含所有溫室氣體排放及移除清冊、執行公約所採取的各種步驟與任何可協助達成公約之相關資訊。附件一國家應再增加詳細描述公約執行所需的各項政策及措施，並評估該政策措施對溫室氣體排放與移除的影響，另應再就建立新增財務來源、提供公約非附件一成員之財務及技術方面提出報告。

中華民國（臺灣，以下簡稱臺灣）雖非聯合國氣候變化綱要公約締約國，但是仍積極採取相關國家減緩與調適行動，以因應氣候變遷此一全球性之環境議題；自2002年提出第一版國家通訊後，臺灣再次於今年（2010年）提出第二版國家通訊，主要係參酌聯合國氣候變化綱要公約附件一及非附件一締約國之國家通訊編撰指南加以撰擬編輯，總計九個章節，包括國情與環境基本資料、溫室氣體排放統計與趨勢分析、臺灣溫室氣體減量的政策與措施、溫室氣體排放預測、氣候變遷衝擊影響與調適對策、氣候變遷與系統觀測研究、技術研發需求與移轉、國際合作與交流、教育培訓及宣導等。

全球暖化為21世紀人類面臨最重大的挑戰，臺灣希望以永續發展為基礎，對國際溫室氣體減量工作恪盡一己之力，並藉由第二版國家通訊，傳達我國自第一版國家通訊及2005年京都議定書生效以來，對於因應全球暖化議題所做出的貢獻與努力。藉由第二版國家通訊的發布，讓國際社會得以清楚瞭解臺灣積極參與國際事務、促進全球永續發展及加強建立因應氣候變遷能力的決心與意願。

摘要

氣候變遷為全球邁入 21 世紀所面對之最嚴峻的國際環保課題，2005 年京都議定書正式生效，不僅國際溫室氣體減量工作邁入新紀元，也同時開啟後京都機制協商的大門；2007 年底聯合國氣候變化綱要公約締約國會議規劃了所謂的「峇里路線圖（Bali Roadmap）」，要求已開發國家之締約國必須就後京都時期的溫室氣體減量責任展開談判，並希望開發中國家之締約國考慮訂定可量測、可報告及可查證之自願減緩行動。

臺灣雖非聯合國會員國，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，向來均密切觀察國際環境公約規範之發展。臺灣亦同意聯合國氣候變化綱要公約第 3 條中所揭示之「共同但有差別責任原則」之精神，認知到應考慮各國特別需求或面臨特殊狀況成員之負擔與能力，以成本有效政策措施，因應氣候變遷。自 2002 年臺灣提出第一次國家通訊後，為因應氣候變化趨勢國內外相關管制的發展，於 2002 年 5 月將 1997 年成立的「行政院國家永續發展委員會」提升為由行政院院長親自兼任主任委員層級，2008 年 11 月起行政院國家永續發展委員會更設置「節能減碳與氣候變遷工作分組」。雖然聯合國氣候變化綱要公約第十五次締約國會議無法順利完成後京都議定書時期各締約國於公約以及/或議定書下相關權利義務的談判，僅提出一份政治宣示性之哥本哈根協議（Copenhagen Accord），但各締約國持續就各爭議議題加速談判進度，希望於第十六次締約國會議時順利就後京都議定書時期之國際管制規範完成談判。考量到國際規範的發展趨勢，行政院強化現有跨部會專案小組整合功能，於 2010 年 1 月成立「行政院節能減碳推動會」，要求各部會依國家總目標訂定業管部門之分年目標、期程、分工及執行與宣導溝通計畫，藉由各部門分年目標的實踐，累積達成臺灣溫室氣體減量目標。

在歷年的努力與經濟發展之下，臺灣的經濟實力不容小覷，但由於臺灣的能源蘊藏貧乏，故隨經濟發展與國民生活水準提高，新增之能源需求多半仰賴進口能源供應。臺灣進口能源依存度從 1977 年之 77.3% 上升至 2000 年之 97.1% 以及 2008 年之 99.34%。石油依存度因

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%，以及 2008 年之 49.4%，但石油幾乎全仰賴進口，故進口
35 石油依存度多在 99% 以上。此外，在經濟發展的同時，臺灣於燃料燃燒產生的二氧化碳排放量從 1990 年到 2008 年間增加了 132.55%。

由於地理地形因素，2008 年的卡玫基颱風、辛樂克颱風，以及 2009 年的莫拉克颱風，對臺灣造成非常重大的傷亡。以莫拉克颱風為例，其超越歷史紀錄的降雨，造成農林漁牧損失超過新臺幣 164 億
40 元以上，以及 699 人死亡及失蹤，是臺灣氣象史上傷亡最慘重的侵臺颱風。此突顯出氣候變遷下可能造成的劇烈天氣與極端降雨，對臺灣環境之影響。在顧及經濟發展與轉型，以及國家安全與氣候變遷調適的前提下，臺灣執行溫室氣體減量及調適氣候變遷的工作相當困難。即便如此，在國際協商共識未達到之前，臺灣努力的目標為規劃全國
45 溫室氣體排放量於 2020 年回到 2005 年排放量水準，以與世界趨勢接軌。

茲參照聯合國氣候變化綱要公約國家通訊編撰指南，編撰中華民國第二次國家通訊，其摘要如下：

50 第一章 國情與環境基本資料

臺灣位處東亞及東南亞交會處，東臨太平洋，西為臺灣海峽，幅員跨東經 119 至 124 度，北緯 21 至 25 度，面積約 36,006 平方公里。臺灣本島縱長約 377 公里，東西寬約 142 公里。山地占全島面積三分之二，土地利用主要以森林資源為主，約 2,101,719 公頃，占全部面積之 58.37%；其次為農耕用地，約 825,947 公頃，占全部面積之 22.94%；其他則為都市建築及交通水利及其他用地。臺灣本島年平均溫度約為 22°C，平均最低溫不超過 12 至 17°C，夏季最熱時氣溫可達攝氏 35°C 左右；降雨量平均約為 2,500 公釐，山地雨量可高達 4,000 公釐以上。臺灣人口於 1999 年突破 2,200 萬人，2005 年人口數為 2,277
55 萬人，截至 2008 年底，人口已約 2,304 萬人。自 1990 年以來，經濟結構服務業逐年攀升約增 7%，工業（約減 5%）與農業（約減 2%）均為下滑趨勢。臺灣國情簡要如表 1。

臺灣能源供應量於 2000 年為 104,463.2 千公秉油當量，2008 年則增至 142,474.8 千公秉油當量；以能源別占總能源供應量之比例分

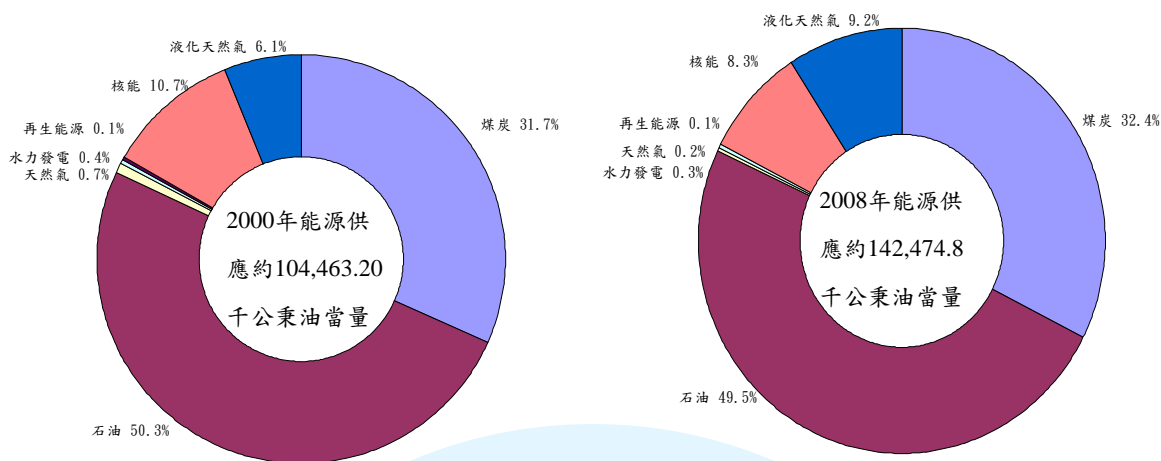
65 析，2008 年以石油 49.5% 居首位，煤炭 32.4% 居次，其餘依次為天然
 氣（含液化天然氣）9.4%，核能發電 8.3%，水力發電 0.3%；在能源
 供應來源部分，在 2000 年進口能源已逾總能源供應量 98.7%，2008
 年更達 99.3%。2000 年能源消耗量約為 93,191.8 千公秉油當量，2008
 70 年則增至 117,685.7 千公秉油當量，其中工業部門占 52.6% 最多，運
 輸部門占 12.8%，服務業部門占 11.7%，住宅部門占 11.5%，能源部
 門占 8.1%，農業部門占 1.0%。臺灣能源供應及能源消費之結構如圖
 1 及圖 2。

表 1 臺灣國情簡要表

指 標	2008 年
人 口 (千人)	23,037
國土面積 (平方公里)	36,006
國內生產毛額 (新臺幣百萬元)	13,070,904
人均國內生產毛額 (新臺幣百萬元)	552,164
工業在國內生產毛額中所占百分比	29.3
服務業在國內生產毛額中所占百分比	69.13
農業在國內生產毛額中所占百分比	1.6
耕地面積 (平方公里)	8223.6
牲畜總數 (屠宰數)	牛：28,806 頭，豬：875 萬頭， 羊：13 萬頭，雞：35,335.5 萬隻， 鴨：3,173.2 萬隻
森林面積 (平方公里)	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
零歲平均餘命 (年)	男性：75.59 女性：81.94
識字率	15 歲以上人口：97.8%

75

80

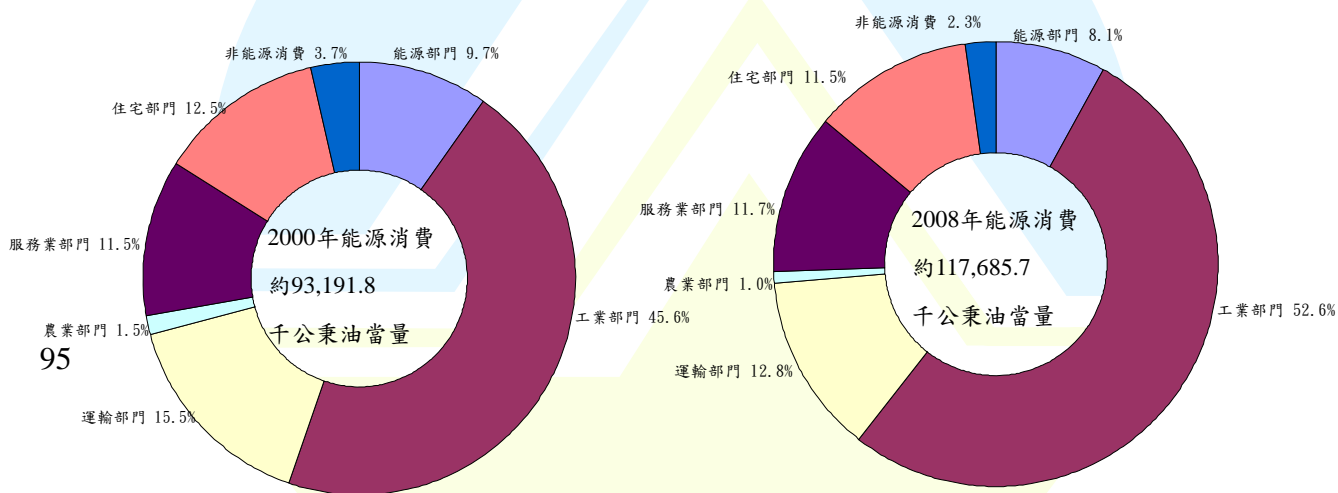


85

圖 1. 臺灣 2000 及 2008 年能源供應結構

資料來源：經濟部能源局，臺灣能源統計年報（2008）

90



95

圖 2. 臺灣 2000 年及 2008 年能源消費結構

資料來源：經濟部能源局，臺灣能源統計年報（2008）

100

第二章 溫室氣體排放統計與趨勢分析

臺灣溫室氣體排放統計，乃依據 1996 年聯合國氣候變化政府間專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）國家溫室氣體清冊指南編制國家溫室氣體清冊，並參考了 IPCC 良好作法指南及不確定性管理，基於實際情況進行估算。總溫室氣體（Greenhouse Gas, GHG）排放量自 1990 年 146,717 千公噸二氧化碳當量（不包括二氧化碳移除量），上升至 2008 年 290,699 千公噸二氧

105

化碳當量（不包括二氧化碳移除量），排放量增加 98.14%，年平均成長率為 3.87%，惟 2008 年較 2007 年減少 4.44%。淨溫室氣體排放量
 110 自 1990 年 128,014 千公噸二氧化碳當量，上升至 2008 年 270,892 千公噸二氧化碳當量，排放量增加 111.61%，年平均成長率為 4.25%，
 惟 2008 年較 2007 年減少 4.78%，資料如表 2、圖 3 所示。

按照氣體別而言，二氧化碳為臺灣所排放溫室氣體中最大宗，其次為氧化亞氮，再其次為含氟溫室氣體；在 1990 至 2008 年間，二氧
 115 化碳排放量成長 120.03%，年平均成長率為 4.48%，甲烷排放量減少 59.17%，年平均成長率為-4.85%，呈現負成長；氧化亞氮排放量減少
 14.58%，年平均成長率為-0.87%，呈現負成長。

表 2 臺灣 1990 至 2008 年各類溫室氣體排放清單

單位：千公噸二氧化碳當量

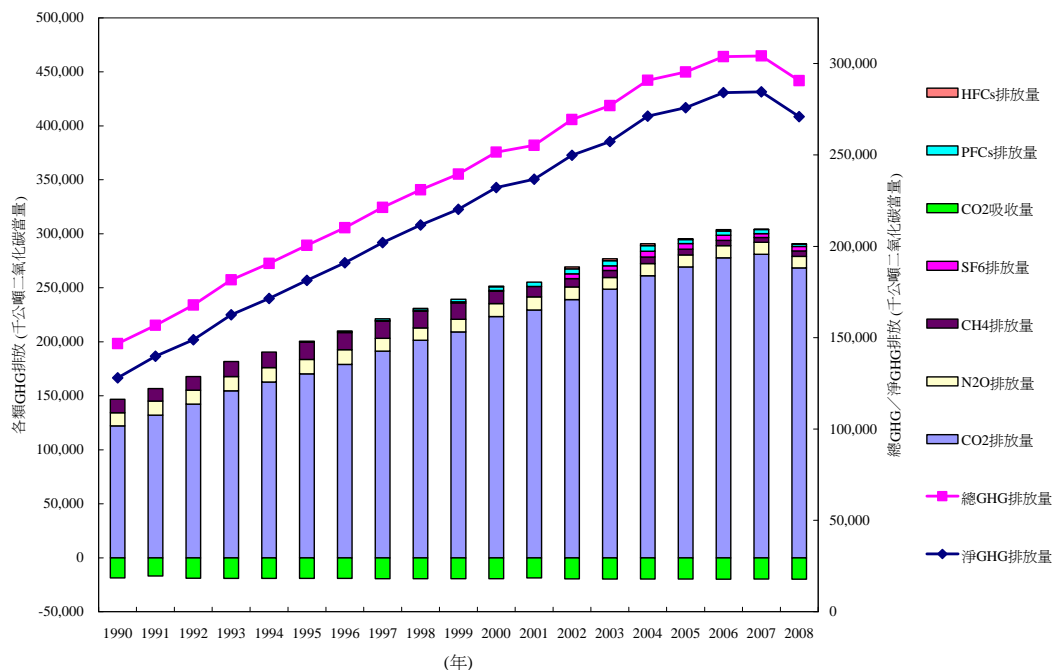
120

年份	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	CO ₂ 吸收量	總 GHG 排放量	淨 GHG 排放量
1990	122,049	12,400	12,268	NE	NE	NE	-18,704	146,717	128,014
1991	132,063	11,641	13,039	NE	NE	NE	-16,947	156,744	139,796
1992	142,416	12,532	12,895	NE	NE	NE	-18,979	167,842	148,864
1993	154,623	13,841	13,181	NE	NE	NE	-19,107	181,644	162,537
1994	162,715	14,412	13,430	NE	NE	NE	-19,173	190,557	171,384
1995	170,314	15,945	13,397	NE	616	297	-19,206	200,570	181,364
1996	179,067	15,900	13,703	NE	957	521	-19,133	210,148	191,015
1997	191,266	15,834	11,922	NE	1,624	660	-19,283	221,305	202,022
1998	201,397	15,517	11,488	NE	1,624	851	-19,298	230,877	211,579
1999	209,052	15,037	11,827	NE	2,420	1,148	-19,301	239,485	220,184
2000	223,420	11,397	12,010	473	3,557	700	-19,360	251,557	232,197
2001	229,535	9,565	12,005	NE	4,217	NE	-18,601	255,322	236,721
2002	239,102	7,598	11,784	1,903	4,510	4,473	-19,554	269,371	249,817
2003	248,674	6,526	10,827	1,816	4,767	4,363	-19,624	276,974	257,350
2004	261,101	6,237	11,337	1,907	5,133	5,170	-19,672	290,884	271,213
2005	269,376	5,325	11,076	623	3,813	5,207	-19,628	295,421	275,793
2006	277,781	4,834	11,283	1,210	4,033	4,693	-19,738	303,834	284,097
2007	281,067	4,467	11,049	180	3,825	3,625	-19,730	304,213	284,483
2008	268,538	5,063	10,479	156	2,099	4,364	-19,807	290,699	270,892

備註：

1. 2008 年含氟溫室氣體排放量為預估值。
2. 表中 NE 表未估算（Not Estimated），資料不足或統計工作尚未完成。
3. 資料來源：行政院環境保護署（除能源部門燃料燃燒二氧化碳為經濟部能源局）

125



130

圖3 臺灣1990至2008年溫室氣體排放趨勢

資料來源：行政院環境保護署（除能源部門燃料燃燒二氧化碳為經濟部能源局）

135

就部門別而言，1990年能源部門溫室氣體排放量占臺灣總溫室氣體排放量（不計土地利用變化及林業吸收量）75.33%，工業製程部門占7.99%，農業部門占9.70%，廢棄物部門占6.98%；至2008年，能源部門溫室氣體排放量占臺灣總溫室氣體排放量（不計土地利用及林業吸收量）88.43%，工業製程部門占6.40%，農業部門占3.92%，廢棄物部門占1.26%；能源部門歷年皆為臺灣總溫室氣體排放量最大之部門。臺灣1990至2008年各部門溫室氣體排放趨勢如表3、圖4所示。

140

在1990至2008年間，各部門溫室氣體排放量變化分析，能源部門溫室氣體排放量增加132.59%，年平均成長率為4.80%；工業製程部門增加58.54%，年平均成長率2.59%；農業部門減少19.90%，年平均成長率-1.23%；廢棄物部門減少64.36%，年平均成長率-5.57%；而土地利用及林業部門溫室氣體吸收量增加5.90%，年平均成長率0.32%。

145

2008年總溫室氣體排放量較2007年減少4.44%，其中以能源部門減少4.43%、工業製程部門減少7.32%、農業部門減少6.21%及廢棄物部門增加20.48%，另土地利用變化及林業部門的碳吸收量增加0.39%。

表3 臺灣1990至2008年各部門溫室氣體排放清單

單位：千公噸二氧化碳當量

年份	能源部門	工業製程部門	農業部門	土地利用變化及林業部門	廢棄物部門	總 GHG 排放量	淨 GHG 排放量
1990	110,524.67	11,727.29	14,227.25	-18,703.67	10,238.19	146,717.40	128,013.73
1991	120,179.05	12,099.88	14,970.54	-16,947.33	9,494.12	156,743.59	139,796.25
1992	129,406.58	13,210.25	14,777.38	-18,978.67	10,448.17	167,842.38	148,863.72
1993	139,556.83	15,277.84	15,030.46	-19,107.00	11,779.24	181,644.37	162,537.37
1994	148,257.83	14,659.36	15,248.73	-19,173.00	12,390.95	190,556.86	171,383.86
1995	156,219.77	15,236.84	15,101.06	-19,206.00	14,012.02	200,569.69	181,363.69
1996	164,979.92	15,810.51	15,408.07	-19,132.67	13,949.14	210,147.63	191,014.96
1997	176,385.97	17,436.87	13,454.74	-19,283.00	14,027.78	221,305.36	202,022.36
1998	188,510.91	15,627.46	12,905.43	-19,297.67	13,832.87	230,876.67	211,579.01
1999	197,361.81	15,476.80	13,348.90	-19,301.33	13,297.34	239,484.85	220,183.52
2000	214,311.68	14,020.54	13,512.95	-19,360.00	9,712.00	251,557.17	232,197.17
2001	218,881.35	15,124.80	13,419.85	-18,601.00	7,896.23	255,322.23	236,721.23
2002	227,417.78	22,852.53	13,035.76	-19,554.33	6,064.77	269,370.84	249,816.50
2003	237,367.34	22,541.42	11,937.89	-19,624.00	5,127.05	276,973.70	257,349.70
2004	249,206.84	24,395.68	12,373.48	-19,671.67	4,908.48	290,884.48	271,212.81
2005	257,342.80	21,972.60	12,282.20	-19,627.67	3,823.06	295,420.67	275,793.00
2006	265,362.42	22,692.94	12,448.51	-19,737.67	3,330.38	303,834.25	284,096.58
2007	268,973.50	20,060.88	12,150.14	-19,730.33	3,028.50	304,213.03	284,482.70
2008	257,062.68	18,592.37	11,395.58	-19,807.33	3,648.73	290,699.36	270,892.03

資料來源：行政院環境保護署（除能源部門燃料燃燒二氧化碳為經濟部能源局）

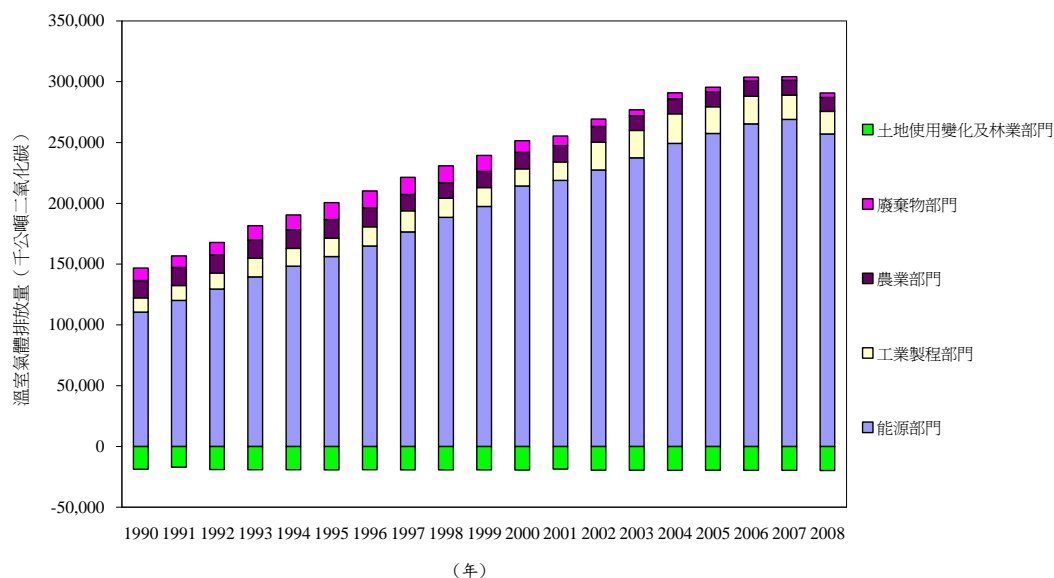


圖4 臺灣1990至2008年各部門溫室氣體排放趨勢

資料來源：行政院環境保護署（除能源部門燃料燃燒二氧化碳為經濟部能源局）

綜合水平估計分析及趨勢估計分析，臺灣最主要的關鍵源為能源工業（1A1）、製造工業與建築（1A2），均為燃料燃燒所導致的溫室氣體排放。

160

第三章 臺灣溫室氣體減量的政策與措施

由於臺灣總溫室氣體排放量以能源燃料燃燒為最大宗，且能源進口依存度高達99%，因此能源政策一向為臺灣因應能源供需及溫室氣體減量重要的一環。綜合歷次全國能源會議及能源政策的演進，行政院於2008年核定「永續能源政策綱領」，基本原則是建構「高效率」、「高價值」、「低排放」及「低依賴」二高二低的能源消費型態與能源供應系統，在期望能源、環保、經濟三贏的願景下，為臺灣至2025年中期的能源政策擘劃出藍圖，為低碳社會發展鋪路。

行政院節能減碳推動會於2010年3月發布推動國家節能減碳總計畫，列舉十大標竿方案，包括健全法規體制、改造低碳能源系統、打造低碳社區與社會、營造低碳產業結構、建構綠色運輸網絡、營建綠色新景觀與普及綠建築、擴張節能減碳科技能量、推動節能減碳公共工程、深化節能減碳教育及強化節能減碳宣導與溝通，藉由各部門分年目標的實踐，累積達成我國溫室氣體減量目標，並定期提出檢討報告，發表節能減碳白皮書。

臺灣在因應溫室氣體減量相關立法有4，包括溫室氣體減量法（草案）、再生能源發展條例、能源管理法、能源稅條例（草案），其中再生能源發展條例、能源管理法已於2009年6月三讀通過。於相關立法均通過前，政府各部門即已先行就其所主管之相關業務，推動有助於我國溫室氣體減量與調適的相關政策與計畫。

能源部門方面，於能源工業進行擴大天然氣使用、加強推動再生能源、能源價格合理化、提升能源效率與推動節約能源、能源產業溫室氣體盤查及自願減量協議等措施；製造工業由6大產業公會執行之減量措施計2,237件，累計減量約達534.5萬公噸二氧化碳當量；運輸部門則建構綠色無接縫公路運輸系統、便捷大眾軌道運輸網與智慧化道路服務，建立人本導向綠色運具為主之都市交通環境，以及提升私人運具新車效率水準等措施；住商部門補助民眾購置國產節能標章產品，每年約可減少二氧化碳排放2.5萬公噸，並推動醫院、旅館、百

190 貨公司等65個集團與便利商店7大集團簽署自願性節能與合作意向書；農、林、漁、牧各研究機關及行政單位，成立涵蓋各領域之「節能減碳」重點產業研究團隊，研提4年中程具體行動計畫。

195 工業製程部門，由經濟部針對產業進行溫室氣體盤查、查證及登錄作業之輔導，同時依循 1996 IPCC 計算指南與 ISO/CNS 14064-1 及 14064-2 等國際標準，完成相關盤查方法、技術、軟體之建立。在推動產業自願減量層面，以 2007 年臺灣半導體協會及中華民國臺灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會簽署自願減量協議為代表，兩協會承諾於 2006 至 2010 年間減量 2,400 萬公噸二氧化碳當量。自 2009 年起推動工業區能資源整合，使工業區逐步朝「零廢棄」目標邁進，預估每年可減少溫室氣體排放 5 萬公噸二氧化碳當量以上。而 2008 年底
200 臺灣已有 33 家企業獲邀加入國際碳揭露專案調查行列。

205 農業部門措施，包括建立農業部門溫室氣體估算、調查、監測體系；藉由農業貸款，鼓勵使用淨潔能源之農業生產相關機械設備；免費協助農民進行畜牧管理及提昇氮肥技術；畜舍提供遮陽和水以降低氣溫，降低能源使用及成本；改進飼料效率或添加飼料添加劑。林業部門已於 2005 年確立未來 20 年森林資源對碳吸存之措施及方案，以「厚植森林資源，健全森林碳管理」為總目標，研擬厚植森林資源增加森林碳量吸存功能、維護森林健康強化碳量保存功能、推動碳管理政策及經濟分析並與國際接軌、擴大碳替代效能等策略。

210 廢棄物部門方面，於 2008 年底共有 24 座都市垃圾焚化爐運作，每日處理 19,258 公噸垃圾，並衍生 800 萬度發電量，都市廢棄物焚化比例達 95.7%。另推動「零廢棄政策」，策略包括源頭減量、垃圾強制分類、資源回收等。在畜牧及農業廢棄物部分，推動 200 場畜牧場裝設二次固液分離設備；修繕畜牧場厭氣槽紅泥沼氣袋、廢水處理設施污泥清除與設計污泥濃縮池及迴流管線計 150 場；全臺焚化爐逐
215 漸轉型為地區性生質能源中心，以有效解決農業廢棄物（如稻草）衍生相關之問題，並朝集運、加工及再利用等技術研發。

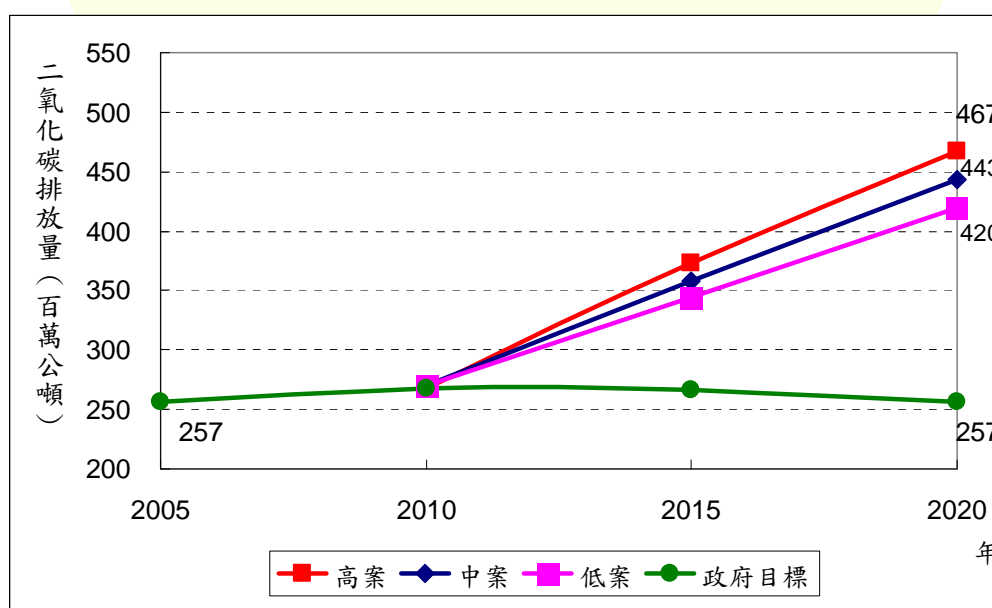
220 其他跨部門方面，2007 年行政院環境保護署正式啟動「國家溫室氣體登錄平臺」，規劃在 3 年內掌握 80% 能源及產業部門的溫室氣體排放量，期能建立符合國際潮流的自願減量查核機制，促使產業及早投入減碳行列。另自 2009 年起推動「低碳城市推動方案」，2 年內每個縣市啟動 2 個低碳示範社區，全國完成 50 個低碳社區；5 年

內啟動 6 個低碳城市；10 年內臺灣將形成北中南東等 4 個低碳生活圈為目標。

225 第四章 溫室氣體排放預測

臺灣以「MARKAL, MARKAL-MACRO」能源工程模型為基礎，在因應氣候變化綱要公約能源策略需求下，提供決策參考資訊，並於全國能源會議籌辦期間，分析排放統計及未來情境等資訊，作為政府部門的統一資訊及會議討論擬定能源政策的基礎。模型所需情景之假設條件設定，包括實質經濟成長率預測、人口數及戶數成長預測、產業結構演變趨勢、電力需求預測、國際能源價格。而這些假設條件的設定，來自於各專業研究機構或學術單位運用不同的專業預測模型、產業發展趨勢及判斷等所估算而來。

依照共同設計條件，如再生能源開發目標、液化天然氣使用量、核能機組設置、能源效率提升、電源開發方案等進行設定後，使用「臺灣MARKAL」模型進行燃料燃燒二氧化碳排放基線預測，預測之二氧化碳總排放量如圖5所示，以GDP高案模擬結果為例，2020年之二氧化碳排放量為467百萬公噸。



240

圖 5 臺灣二氧化碳總排放量基線

為達成臺灣的國家溫室氣體適當減緩行動（National Appropriate Mitigation Actions, NAMAs）宣示之目標：「在2020年達成將溫室氣體排放總量比排放基線減少至少30%」，各項政策措施減量績效預估，如圖6所示；相關措施包括節能措施（能源使用端效率提升，並落實能源密集度每年下降2%）、淨源措施（擴大天然氣使用、發展再生能源、核能發電、發電效率的提升等）、碳匯與碳權經營及其他措施（強化再生能源、課徵能源稅、新低碳技術與工程措施的應用、提昇設備能源使用效率等），來達成減量目標。

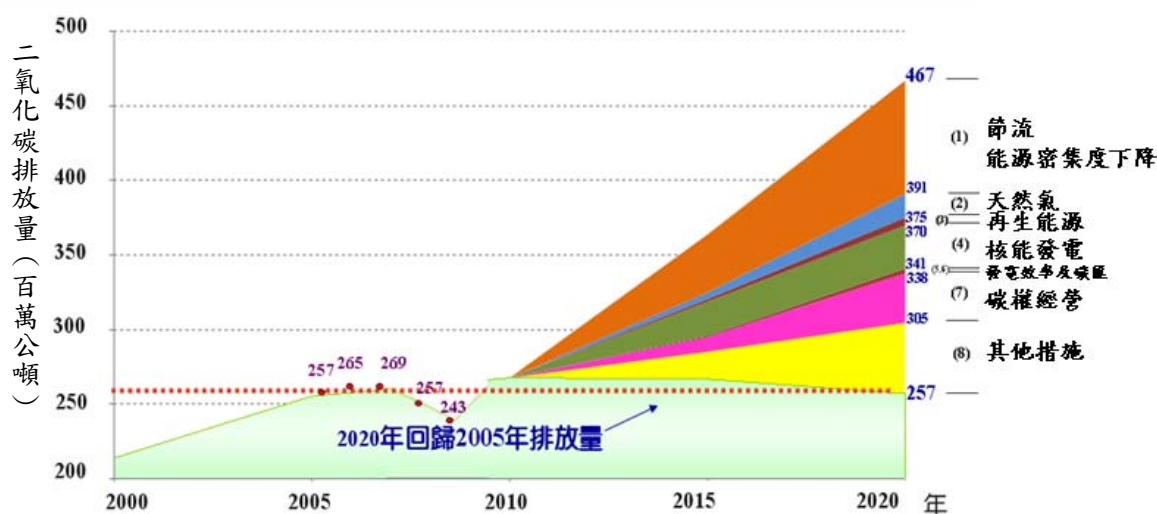


圖 6 國家溫室氣體適當減緩行動減量目標與行動

第五章 氣候變遷衝擊影響與調適對策

臺灣於 1897 至 2008 年間的平均氣溫上升 0.8°C （平地溫度上升約 0.9 至 1.4°C ），最近 30 年（1979 至 2008 年）的暖化速度極為顯著（約 0.23 至 $0.40^{\circ}\text{C}/10$ 年）。過去百年降雨變化趨勢南北有異，且由於年內雨季和非雨季之間的震盪加劇，乾溼季分別愈趨明顯。高溫天氣由每年不超過 30 日，增加為 40 至 50 日；雖總降雨量變化不大，但豪大雨發生之頻率增加；而近 10 年來侵襲臺灣的颱風由每年平均約 3.3 次增為約 4.2 次。臺灣周遭海平面變遷則呈現年代際的震盪，1961 至 2003 年的海平面高度，每年平均上升速率達 2.4 公釐。

水文與水資源的衝擊調適部分，雖臺灣的年降雨量序列並無明顯變化，但豐枯季間的震盪加劇趨於明顯，使水庫供水及減洪能力受影響。洪、旱災情發生頻率與颱風豪雨之降雨強度和雨量均在增加。2009

年擬訂水利建設因應全球氣候變遷白皮書，加強水資源管理之措施有維持與增加水資源、開發新興水源、改善水質、提高用水效能與水資源調配；災害管理措施為旱災期的水資源調配、強化治水（消滅洪災）工程、災害應變管理與風險管理。

- 270 糧食安全衝擊部分，稻作面臨遭受寒害、高溫、旱災、大雨及颱風的風險；其他穀類雜糧作物在國際氣候不穩定及發展生質能源的影響下價格顯著上漲。漁業在暖化影響下，夏季漁獲比例逐漸攀升，漁汛之季節性有式微之趨勢；異常氣候對海洋環境造成衝擊。糧食安全調適措施包括實施計畫生產並辦理輪作、休耕措施；收購稻穀業務與
- 275 稻米進、出口管理併用；建立稻米產、製、銷提供相關的配套措施。漁業調適以落實漁業資源的管理與保育及調整漁業生產結構為主。

- 陸域與海域生態系統衝擊部分，高海拔山區的冷杉林有向上推移趨勢，而溫度升高和降雨增加使部份森林日益脆弱，增加森林流失、崩落發生的次數與規模；櫻花鉤吻鮭族群量與該年的颱風次數與襲臺
- 280 的時間有關；海洋表溫異常造成墾丁國家公園、綠島、蘭嶼和東沙海域珊瑚有大量白化的現象。調適對策包括近年進行國有林地植群調查與植群圖繪製，以為長期植群監測的基線資料；建置野生動植物的冷凍基因標本庫並做異地備份；將重要溼地劃設為保留、保護區；以永續海岸整體發展方案，嚴格審議自然海岸線上的重大開發案。

- 285 人類健康的衝擊與調適部分，都會區以心血管疾病死亡對溫度最敏感，腦中風與高血壓疾病死亡受連續氣溫事件日數影響最大；氣候暖化可能對登革熱流行有所影響；雨量少的季節較易爆發水及食物感染。行政院衛生署疾病管制局已研訂「登革熱及其他病媒傳染病防治四年計畫」，包括疾病監測與通報、緊急疫情處理、病媒蚊孳生源清除與查核等。成立國家衛生指揮中心，並視必要成立中央流行疫情指
- 290 揮中心，協調行政院各部會支援，共同因應氣候變遷發生疫災之挑戰。

- 社會與經濟的衝擊主要集中在降雨量變化所導致的旱澇災害之產業損失；高溫效應/都市熱島效應所導致之空調系統裝置成本、操作成本及節約能源投資增加；豪雨、颱風對於位於地質災害敏感地區
- 295 及洪氾區範圍內的交通、電力、油氣供應設施之安全度，形成威脅。

第六章 氣候變遷與系統觀測研究

300 臺灣在氣候變遷研究的重點可分為水資源、氣象、農業、漁業、森林、海洋、生態、健康、其他等9大類別，研究計畫件數逐年升高，主題以水資源與氣象最多，單位以行政院國家科學委員會的研究報告最多。

305 氣候變遷研究大多事涉跨領域的整合研究，行政院經濟建設委員會近年進行跨領域的資料庫與知識庫的彙整，與調適政策之策略評估；行政院國家科學委員會於2003至2008年間推動10個大型計畫，針對不同領域與研究課題進行整合研究，包括氣象研究、農林漁牧衝擊、水資源衝擊、健康衝擊、生態衝擊等面向；行政院環境保護署亦進行氣候變遷衝擊整合性研究；經濟部水利署研究內容強調氣候變遷在洪災與水資源方面的脆弱度及調適能力。

310 臺灣的氣象觀測主要以交通部中央氣象局的觀測系統為主，其他如行政院環境保護署、經濟部水利署、農田水利會等部門建置之觀測系統為輔。氣象觀測包括地面及高空氣象觀測、氣象衛星觀測、氣象雷達觀測與海象觀測四大部分，其中氣象衛星觀測資料由國家實驗研究院國家太空中心自製之福衛三號提供，並與國外進行資料交流。

315 未來工作重點為精進氣候變遷推估能力，以及評估氣候與環境變遷下災害脆弱度與衝擊之影響，相關工作內容包括精進氣候變遷模擬與推估技術與能力，系統性的建立具科學量化基礎之氣候與環境變遷脆弱度與風險分析技術，並評估與確認現有防災體系面對氣候與環境變遷可能之脆弱度，建立必須強化項目之優先順序。

320

第七章 技術研發、需求與移轉

325 臺灣在 2001 至 2006 年間推動再生能源、能源新利用及節約能源技術研發與推廣應用，對能源供應、節約能源、環境改善及相關產業發展各方面均產生助益，開發新能源及節約能源貢獻度達 530 萬公秉油當量；二氧化碳等污染減量達 1,555 萬公噸。可供技術移轉包括再生能源開發與利用、能源新利用與前瞻研究、節約能源技術研發等 3 類能源技術領域，可授權項數為 379 項。

330 臺灣根據「永續能源政策綱領」，於 2009 年起提出投入太陽光電、LED 光電照明、風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、能源資通訊及電動車輛等技術研發的「綠色能源產業旭升方案」。接著提出以提升能源自主、減少溫室氣體排放、創立能源產業為目標之「能源國家型科技計畫」，期能在能源科技策略、能源技術、節能減碳及人才培育 4 個面向發展中，達成能源政策目標。

335 在技術需求方面，臺灣需要國際技術支援的項目包括：災害脆弱度與風險地圖的製作，與相關氣候變遷調適所需之脆弱度與風險分析技術；氣候變遷模擬與推估之大氣全球環流模式與全球大氣海洋耦合模式模擬方面，需要國外機構完整之氣候變遷推估資料，及臺灣全球尺度之氣候變遷模擬與推估資料；溫室氣體減量效能標竿及最佳可行技術。

340

第八章 國際合作與交流

由於政治因素，臺灣目前無法簽署聯合國氣候變化綱要公約及京都議定書，僅能在既有能源科技研發、減量技術及氣候變遷研究基礎下，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。

345 與附件一國家交流方面，藉由臺美環境保護技術協定合作計畫下已建立 MARKAL 模型，定期與美國、日本、歐盟等召開雙邊會談，或簽訂推動科技交流與合作協議，並與美國環境保護署合作引進「能源之星」計畫。

350 在非附件一國家合作方面，臺灣在全球氣候變遷架構下優先進行與友邦國家進行環境合作，並運用技術與資金與非附件一國家進行交流與提供援助以共同因應全球氣候變遷，包括中美洲、太平洋島國及非洲等，強化能力建構機制與合作推動溫室氣體自願減量計畫，發展推動衝擊調適合作等。

355 關於全球氣候變遷研究面向，臺灣參與全球環境變遷之人文社會計畫、國際地圈生物圈計畫、國際生物多樣性計畫及世界氣候研究計畫，成為國際合作研究的重要夥伴。2008 年簽署溫室氣體太平洋觀測計畫合作案備忘錄，以進行溫室氣體減量國際合作。臺灣許多都市已經加入國際地方環境行動國際委員會，與國際都市間進行能力建構

360 經驗交流。民間環保團體亦參與及舉辦全球綠人會議，透過生態外交打破臺灣在國際政治環境的困境。

第九章 教育、培訓及宣導

365 臺灣能源教育始於 1980 年代，初期因石油短缺危機而強調節約能源（節能）概念，日後因應國際發展趨勢，於 2005 年起正式納入溫室氣體減量（減碳）思維。

在學校教育方面，經濟部能源局、教育部、行政院國家科學委員會均全力參與，推動如輔導學校能源教育推廣、綠色科技人才培育、能源國家型科技人才培育、永續校園等計畫，以促進課程研發與教學研究，落實推動校園生活環保工作，期能培育前瞻能源科技研究人才。

370 在職人員培訓方面，主要有經濟部針對產業界辦理溫室氣體盤查、能源管理、與節能減碳輔導人才培訓，加強業界專業人才之能力。學校在職人員則參與校園能源管理及溫室氣體盤查訓練，完成該校相關改善規劃。各教育階段教師藉由專業知識與教學實務研習，整合跨領域人力、資源，將節能減碳或永續校園等議題融入課程。

375 宣導方面，行政院環境保護署於 2008 年提倡全民減碳節能運動，提出 10 項節能減碳日常生活原則，並鼓勵政府部門簽署該宣言，藉由網站建置與活動舉辦，期將臺灣打造成低碳社會、永續國家；經濟部能源局以電費折扣獎勵節能、補助購置節能標章產品、表揚節能績優單位等措施，積極推動民眾落實節能減碳行為；各縣市政府亦將
380 「節能減碳」納入施政要項，在推動多元化方案的同時，更發展地方特色。非政府組織發揮創意，舉辦夏至關燈活動、電腦拯救氣候行動計畫、參與全球暖化世界公民高峰會等活動，以提升公眾意識。

第一章 國情與環境基本資料

國家的自然環境、社會結構與變遷發展，深深影響該國的溫室氣體排放量，以及受氣候變遷後的衝擊情形。本章從地理位置與土地利用情形、氣候概況、人口概況、經濟、交通、能源、工業製程、農林漁牧礦業、廢棄物、政府組織及立法等，介紹說明臺灣之國情與環境。

1.1 地理位置與土地利用情形

臺灣位處太平洋邊緣、亞洲大陸棚的東南邊緣，東為太平洋，西隔臺灣海峽與中國大陸福建省相望，南為巴士海峽，東北接近琉球群島，幅員自東經 119 至 124 度，北緯 21 至 25 度，有效領域包含臺灣本島及其 21 個附屬島嶼、澎湖群島 64 個島嶼、金門列島 12 個島嶼、馬祖列島 36 個島嶼、東沙島、太平島（位於南沙群島）等地，面積 36,191 平方公里，臺灣本島、屬島暨澎湖群島，總面積（含海埔新生地）約 36,006 平方公里^[1]，臺灣本島面積為 35,873 平方公里^[2]。

臺灣本島南北長約 377 公里，東西最大寬度約 142 公里，地勢東高西低，地形主要以山地、丘陵、盆地、台地、平原為主體。山地約占全島總面積的三分之二，自東向西分別有海岸山脈、中央山脈、雪山山脈、玉山山脈及阿里山山脈。其中以中央山脈，地勢高峻陡峭，北起蘇澳，南至鵝鑾鼻，形成本島主幹，亦為東、西部河川之分水嶺。

全島山巒綿互，山脈呈南北走向，因此河川多呈東西走向，大、小河川 119 條，流域面積多小於 2,000 平方公里，長度 100 公里以上僅有 6 條，以濁水溪 186 公里最長。因季節降雨分配不均，河水流量變化很大，夏季為豐水季，遇暴雨河川水位急速暴漲，迅流入海，若宣洩不及易造成災害；冬季為枯水季，河川只剩涓涓細流，或成乾溪。

1.2 氣候概況

北回歸線通過臺灣本島中部地區，屬於亞熱帶和熱帶海洋性氣候

¹ 行政院新聞局全球資訊網，<http://info.gio.gov.tw/mp.asp?mp=21>

² 行政院環境保護署，98 年版環境白皮書，2009 年。

30 區，年平均溫度約為 22°C，平均最低溫不超過 12 至 17°C，4 月份以後平均溫度達 20°C 以上者長達 9 個月，而夏季最熱時氣溫可達攝氏 35°C 左右。四季中以春冬的溫度變化較大，夏秋變化較小，冬天只有在少數高山地區偶有降雪。

35 全年的降雨量平均約為 2,500 公釐，冬季的東北季風、夏季的西南季風以及 6 至 11 月的颱風，為全島帶來豐沛的降雨。因受地形及季風影響，不同地區及季節雨量差異十分顯著。一般而言，山地多於平地，雨量可高達 4,000 公釐以上，東部雨量多於西部，迎風坡多於背風坡。

1.3 人口概況

40 臺灣於 1971 年時人口總數為 1,500 萬人，1999 年突破 2,200 萬人，截至 2008 年底，臺灣人口約 2,304 萬人^[3]（如圖 1.3.1 所示），全國戶籍 766 萬 5 千戶，平均每戶 3.0 人^[4]。

45 2008 年人口自然增加率為 0.24%，人口密度每平方公里約 637 人，高雄市、臺北市都會區人口密度已分別達每平方公里 9,933 人、9,650 人^[5]。幼年人口（0 至 14 歲）約占 16.95%，且逐年減少；工作年齡人口（15 至 64 歲）約占 72.62%；老年人口（65 歲以上）約占 10.43%，逐年增加，整體有逐漸邁向高齡社會的趨勢。兩性零歲平均餘命為 78.57 歲，男性為 75.59 歲，女性為 81.94 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。

50 依統計資料^[6]顯示，2008 年 15 歲以上識字率為 97.8%，其中高等教育（大專以上畢業及肄業）占 34.91%，中等教育（國中、高中、高職畢業及肄業）占 32.92% 次之，初等教育（國小畢業及肄業）占 15.23% 為第三，高等教育以上比率持續呈逐年增加的趨勢。

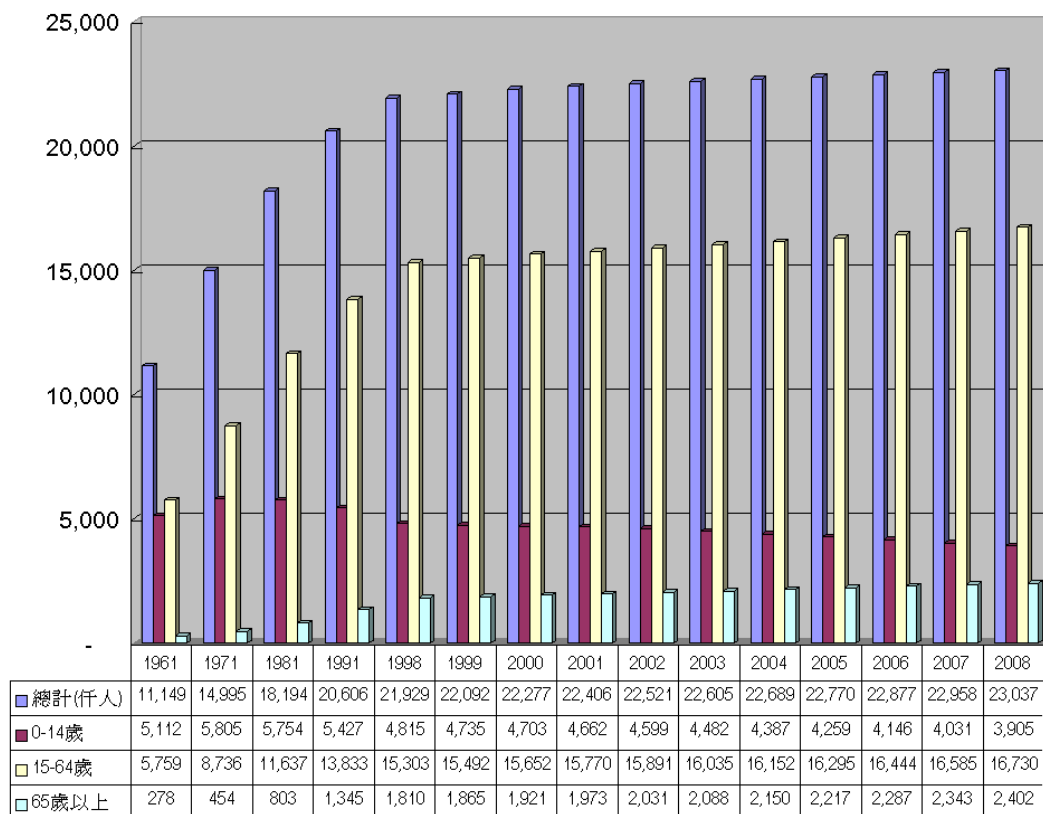
55

³ 內政部統計處，98 年第 4 週內政統計通報（97 年底人口結構分析），http://www.moi.gov.tw/stat/news_content.aspx?sn=2024&page=2

⁴ 內政部戶政司，民國 97 年重要人口指標，2009 年。

⁵ 內政部戶政司，各縣市戶數人口數、性別比例及人口密度統計表，2009 年。

⁶ 內政部統計處，98 年第 12 週內政統計通報（我國 15 歲以上人口教育程度統計），http://www.moi.gov.tw/stat/news_content.aspx?sn=2213&page=1

圖 1.3.1 臺灣現住人口統計^[3]

1.4 經濟概況

60 自 1990 年以來，經濟結構變動明顯，1990 至 2000 年服務業占
 國內生產毛額（Gross Domestic Product，GDP）比重逐年攀升，累計
 約增 7%，工業（約減 5%）與農業（約減 2%）均為下滑趨勢。就
 GDP 成長率而言，1990 至 2000 年 GDP 平均成長率略高於 2001 至
 65 2008 年 GDP 平均成長率，而 2001 年因網路泡沫化與美國 911 恐怖
 攻擊事件影響及 2008 年受到金融海嘯衝擊，導致 GDP 成長率遠低於
 其他各年，如表 1.4.1 所示。

1.5 交通概況

70 臺灣以高速鐵路（以下簡稱高鐵）作為聯繫西部地區南北旅客運
 輸服務之主軸，並建設北中南都會區捷運網，有完整的高速公路系統
 串連北、中、南各地快速道路系統。海空運輸方面則逐步強化空、海

港運輸能量與服務品質^[7]。以下分別針對鐵路、公路、海運以及空運之運輸現況說明。

表 1.4.1 臺灣主要經濟指標^[8]

年份	經濟成長率 (%)	各業生產毛額及結構				
		GDP 合計(新 臺幣百萬元)	GDP/每人(新臺 幣百萬元/人)	農業	工業	服務業
				結構比(%)		
1990	6.87	4,430,055	218,456	3.58	34.14	62.28
1991	7.88	4,958,220	241,822	3.38	33.61	63.01
1992	7.56	5,534,544	267,315	3.06	32.98	63.96
1993	6.73	6,110,101	292,363	3.00	31.84	65.16
1994	7.59	6,685,505	317,049	2.67	31.44	65.90
1995	6.38	7,277,545	342,188	2.57	30.89	66.53
1996	5.54	7,906,075	368,729	2.41	30.22	67.37
1997	5.48	8,574,784	396,355	2.22	29.87	67.91
1998	3.47	9,204,174	421,519	1.99	29.32	68.69
1999	5.97	9,649,049	438,384	2.56	33.19	64.25
2000	5.80	10,187,394	459,212	2.06	32.37	65.57
2001	-1.65	9,930,387	444,489	1.85	27.62	70.53
2002	5.26	10,411,639	463,498	1.82	30.38	67.80
2003	3.67	10,696,257	474,069	1.71	31.20	67.08
2004	6.19	11,365,292	501,849	1.68	31.75	66.57
2005	4.70	11,740,279	516,516	1.67	31.26	67.08
2006	5.44	12,243,471	536,442	1.61	31.33	67.06
2007	5.98	12,910,511	563,349	1.49	31.38	67.12
2008	0.73	12,698,501	552,164	1.60	29.25	69.16

75

一、鐵路

原本以臺灣鐵路管理局（以下簡稱臺鐵）負責提供主要鐵路運輸服務，2007 年高鐵通車之後，形成高鐵為主，臺鐵為輔，提供西部地區南北長途旅客鐵路運輸服務。臺北及高雄兩大會區分別於 1996 年及 2008 年完成捷運通車，提供都會區快捷便利的運輸服務。截至 2008 年止，總旅客人數約為 6 億 9 千萬人次，其中捷運約為 69.5%、

80

⁷ 交通部，中華民國交通部 97 年度交通年鑑，

<http://www.motc.gov.tw/motchypage/hypage.cgi?HYPAGE=yearbook.asp>

⁸ 行政院主計處，中華民國統計月報，2009 年。

85 臺鐵為 25.9%，高鐵為 4.4%；在平均旅次長度方面，捷運約為 7.86 公里/人次、臺鐵為 48.8 公里/人次、高鐵為 214.7 公里/人次。整體而言捷運提供大量短程運輸服務，臺鐵提供區域運輸服務，高鐵則主要提供長途運輸服務，形成鐵路運輸服務的完整服務網絡。

二、公路

90 2008 年底，臺灣公路總長度約 4 萬餘公里，道路密度為每平方公里 1,119 公尺，目前高速公路系統串連北、中、南各地快速道路系統，形成完整之高快速公路交通網，配合主要與次要幹道、街廓道路等系統路網遍佈全臺，長久以來為民眾日常的主要交通方式。

95 國內車輛密度極高，歷年來公路使用機動車輛數成長速度極為快速，自 1991 至 2008 年車輛總數由 1,061 萬餘輛增加至 2,109 萬餘輛，約成長 1.98 倍，其中以小客車增加 2.23 倍及機車增加 1.93 倍為最多。在客運人數方面，自 1990 年達 15 億 6 千 5 百萬餘人次後一路下滑，至 2003 年約 9 億 9 千萬餘人次到達最低，然後逐漸回升至 10 億人次左右，至 2008 年達 10 億 5 千萬餘人次。平均旅次長度方面，自 1990 年的 16.28 人次/公里，略降至 2008 年的 14.97 人次/公里。

100 在公路汽車貨運方面，則呈現大幅成長的趨勢，由 1990 年約計 2,458 億噸增加至 2008 年約計 6,041 億噸，成長幅度約為 2.46 倍。在運輸公里數方面，由 1990 年每噸 46.96 公里，增加至 2008 年的 49.92 噸/公里。

三、海運

105 臺灣因屬海島型經濟國家，進出口貿易依存度頗高，因進出口貨物絕大多數倚賴船舶運輸，因此港埠建設影響國計民生甚鉅。臺灣現有基隆、高雄、臺中、花蓮等 4 個國際商港及蘇澳輔助國際商港。臺灣各港埠之營運狀況，1991 年進口貨物量為 103,328 千公噸，出口貨物量為 17,853 千公噸，2008 年進口貨物量已達 189,261 千公噸，出口貨物量達 45,745 千公噸。其進口貨物量增加幅度為 1.83 倍，出口貨物量增加幅度為 2.56 倍，顯示出口成長幅度較大。在旅客出入境方面，雖於 1991 年至 2008 年間有所成長，但其出入境人數自 2000

110

年起，雖有起伏，但約維持 25 至 30 萬人次左右。

115 四、空運

過去臺灣由航空途徑出入境旅客與進出口貨物並不高，隨著經濟的發展，以及自 1979 年開放出國觀光，旅客數與貨物遂逐年增加，1991 年旅客為 22,832 千人次，進出口貨物量為 714,808 公噸；2008 年旅客則為 35,236 千人次，其中國內空運人數因高鐵通車之影響，
120 2008 年降至 9,850 千人次，比 1991 年（11,210 千人次）還少。進出口貨物量方面，整體貨運噸數自 1991 年至 2008 年間成長約 2.22 倍，其中國際航線貨運成長約 1.55 倍，但轉口貨運數量急速增加，其所占比例由 1996 年的 7.2% 激增至 2008 年的 32.5%，可見轉口貨運已是航空貨運一個重要的部分。

125

1.6 能源概況

由於臺灣能源蘊藏貧乏，因此隨經濟發展與國民生活水準提高，增加之能源需求則大量仰賴進口能源供應。臺灣進口能源依存度從 1977 年的 77.3% 上升至 2000 年的 97.1% 以及 2008 年的 99.34%。而
130 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 年的 51.4%，以及 2008 年的 49.5%；惟石油幾乎全倚賴進口，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。

135 一、能源供應

1990 年臺灣能源供應量為 58,736.7 千公秉油當量，逐年成長至 2000 年的 104,463.2 千公秉油當量，2008 年的 142,474.8 千公秉油當量，自 1990 至 2008 年間增幅約 2.42 倍。

從圖 1.6.1 的能源供應結構可知石油所占比例最大，但其比例由
140 2000 年的 50.3% 降低至 2008 年的 49.5%。其次為煤炭，所占比例由 2000 年的 31.7%，上升至 2008 年的 32.4%。天然氣（含液化天然氣）的比例則由 2000 年的 6.1%，攀升至 2008 年的 9.42%，是成長最快的

能源種類。在核能供給方面，因 2000 至 2008 年間供給數量變動不大，而整體能源供應數量增大，導致所占比例由 2000 年的 10.7%，降低至 2008 年的 8.30%。另外於再生能源方面，2008 年所占比例為 0.12%，象徵政府推動再生能源已略有所成。

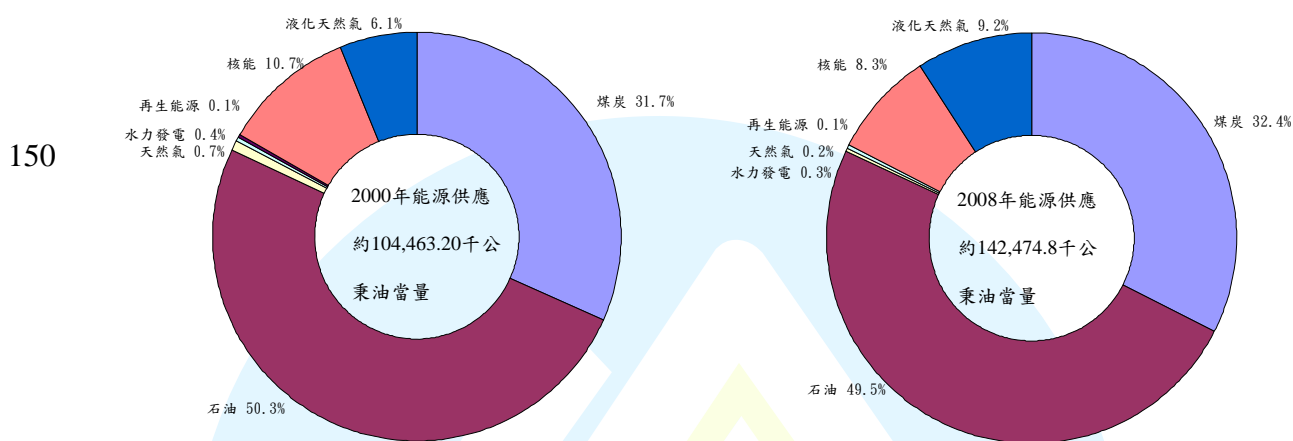


圖 1.6.1 臺灣 2000 年及 2008 年能源供應結構^[13]

另外，1990 年進口能源占總能源供應量 95.8%，2000 年為 98.7%，2008 年更達 99.3%，顯示我國對於進口能源之依賴越來越深。

電力發電的整體發電裝置容量，由 1990 年的 17,812.4 千瓩，增至 2008 年的 46,381.6 千瓩，成長約 2.60 倍，略低於能源供應數量的增加速度。火力發電所占比例最高，比例由 1990 年的 51.52%，逐年降低至 2008 年的 46.33%，降低比例約 5.19%。其中為抑制二氧化碳排放，燃氣發電裝置容量由 1990 年的 748 千瓩增加到 2008 年的 9,077 千瓩，其增幅高達 12.14 倍，所占發電比例也由 4.20% 增加至 19.57%，顯示燃氣發電已是目前發電的重要來源。同時燃油發電裝置容量由 1990 年的 4,754 千瓩減少到 2008 年的 3,609.7 千瓩，僅為原有的 76%，其所占發電比例也由原來的 26.69% 降低至 7.78%，顯示燃油發電已不是目前發電的主流。基於電力自由化政策，在總發電量中，民營發電廠在 1995 年 6 月及 12 月分二階段開放後開始籌設，發電裝置容量至 2008 年已增加到 7,384.8 千瓩，所占比例 15.92%，成為重要發電來源。此外，汽電共生由 1990 年的 962.1 千瓩增加到 2008 年的 7,733.3 千瓩，成長 8.35 倍，所占發電比例由 5.20% 增加至 16.67%，顯示推動

汽電共生成效卓著。

核能發電裝置容量維持為 5,144 千瓩，但所占發電比例也由 1990 年的 28.88%，逐年降低至 2008 年的 11.09%，顯示發電方式已漸分散。

二、能源消費

1990 年臺灣能源消費為 51,912.1 千公秉油當量，2000 年為 93,191.8 千公秉油當量，平均每人能源消費量為 4,212 公升油當量；2008 年更增加 117,685.7 千公秉油當量，平均每人能源消費量為 5,138 公升油當量。

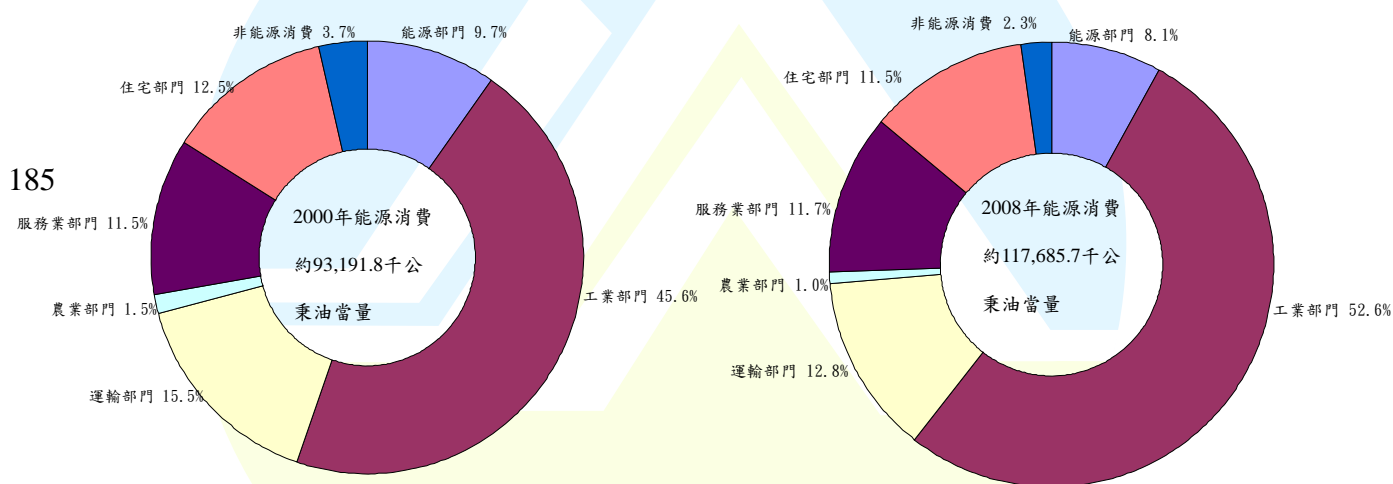


圖 1.6.2 臺灣 2000 年及 2008 年能源消費結構^[13]

三、能源效率指標

我國能源密集度自 2001 年以後已有逐漸降低的趨勢，平均每人能源消費量自 1990 年 2,565.72 公升油當量，逐漸增加至 2008 年 5,138.12 公升油當量；惟多年來臺灣能源生產力始終維持在新臺幣 100 至 110 元/公升油當量，顯示臺灣要減低二氧化碳排放，能源部門與耗能產業除繼續執行節能、提高能源使用效率外，必須考量臺灣能源密集產業在產業結構中比例的調整及其他各部門的節能措施。臺灣能源效能指標請參見表 1.6.1 所示。

表 1.6.1 臺灣能源效能指標^[13]

年度	年中人口數 (千人)	平均每人 能源消費量 (公升油當量/人)	能源生產力 (實質 GDP/ 國內能源消費) (元/公升油當量)	能源密集度 (國內能源消費/ 實質 GDP) (公升油當量/千元)	平均每人用電量 (度/人)
1990	20,233	2,565.72	103.34	9.68	4,193.49
1991	20,459	2,699.68	104.50	9.57	4,566.30
1992	20,656	2,836.47	106.24	9.41	4,822.38
1993	20,849	2,926.14	109.07	9.17	5,242.09
1994	21,035	3,136.60	108.30	9.23	5,619.18
1995	21,215	3,251.30	110.31	9.07	5,940.95
1996	21,388	3,382.94	111.79	8.95	6,279.68
1997	21,577	3,543.39	112.76	8.87	6,640.90
1998	21,777	3,722.99	111.17	9.00	7,097.82
1999	21,953	3,899.29	111.35	8.98	7,331.40
2000	22,125	4,212.06	108.18	9.24	7,978.51
2001	22,278	4,432.31	99.88	10.01	8,102.36
2002	22,397	4,545.43	101.37	9.87	8,495.36
2003	22,494	4,689.47	101.25	9.88	8,911.93
2004	22,575	4,873.95	103.05	9.70	9,297.54
2005	22,652	4,971.38	104.87	9.54	9,650.60
2006	22,740	5,074.81	107.25	9.32	9,945.22
2007	22,828	5,309.71	107.93	9.27	10,230.22
2008	22,904	5,138.12	111.23	8.99	10,033.35

1.7 工業製程概況

1990 年代隨著工業結構的轉變以及全球化的帶動下，使得各國競爭優勢產生變化，產業結構重新分配。臺灣高科技資訊產業帶領經濟成長，帶動國民生產毛額在 1990 年以後的 10 年間成長將近一倍，年平均失業率也都維持在 3% 以下。

政府為因應全球化的衝擊，積極發展臺灣成為亞太營運中心，1991 年提出「國家建設六年計畫」，將新興產業獎勵範圍擴大，規劃

210 未來 10 年適合臺灣發展的 10 大新興工業項目，並列出總體目標和個別產業發展目標。此後，10 大新興工業之發展策略成為協助臺灣製造業突破瓶頸開拓新空間，以及調整產業結構提昇技術層次的關鍵性策略。1998 年行政院更通過由行政院國家科學委員會所提出的「科技化國家推動方案」，其目標在於提升整體科技水準、促進經濟發展、
215 提升國民生活品質、及建立自立國防能力。

臺灣在 2002 年 1 月 1 日正式成為世界貿易組織（World Trade Organization, WTO）之會員，加入世界貿易組織除了可適當處理國際貿易之紛爭、提高產業外銷機會外，更有利兩岸經貿關係之正常化。然而，以外銷為主或具外銷潛力之產業，將因關稅之降低及市場
220 之開放受益；在開放進口後，過去傳統產業在成本及品質上之競爭優勢日漸流失，國內以內銷為主之產業將面臨更大之壓力，將使得內需型之傳統農業缺乏國際競爭力，即便長期而言，進入世界貿易組織對整體經濟發展之影響利大於弊，但短期內對產業結構造成衝擊卻不容
225 輕忽。

1.8 農、林、漁、牧、礦業

一、農業

隨著工商經濟不斷發展，致使農耕地改為非農業用地或轉作其他作物而日漸減少。2008 年總耕地面積為 82 萬公頃，較 1977 年最高
230 減少 11%，佔總國土面積 22.8%，其中水田減少為 42 萬公頃，占約 51.1%，旱田面積為 40.2 萬公頃^[9]。

二、林業與自然保育

由於社會對於森林功能的需求由林木生產轉為公益功能，且於
235 1989 年林業部門改為公務預算之後，即開始轉型為自然保育及森林遊樂為主的林業經營型態。2008 年全臺林地面積為 210 萬 1719 公頃，占全臺總土地面積之 58.35%，其中闊葉林 1,117,448 公頃，針葉林 439,328 公頃，針闊葉混合林 395,427 公頃，竹林 149,516 公頃^[10]。依據行政院核定之「國土空間發展策略計畫」，以連續性生態廊道之

⁹ 行政院農業委員會，97 年臺灣農業年報，2008 年。

¹⁰ 行政院農業委員會林務局自然保育網，

<http://conservation.forest.gov.tw/ct.asp?xItem=3012&CtNode=758&mp=10>

240 理念，優先將海拔 1500 公尺以上山區納入國家公園範圍，積極保護國家珍稀資源，內政部截至 2009 年已劃定 8 處「國家公園」，約占臺灣陸域面積的 8.64%^[11]。

三、漁業

245 臺灣漁業資源依經營方式可分為漁撈業及養殖業兩大類，漁撈業包括內陸、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，2008 年漁撈業總產量約為 76 萬公噸，養殖業總產量則約為 28 萬公噸^[12]。

250

四、畜牧業

由於 1997 年受挫於豬隻的口蹄疫，以及 2002 年加入世界貿易組織的衝擊，除雞以外，其餘畜種均已減養。2008 年底主要畜禽在養數量，豬為 644 萬頭，雞為 1 億隻，牛 13.8 萬頭，羊 23.5 萬頭，鴨 255 918 萬隻，鵝則為 199 萬隻。

五、礦業

臺灣礦業資源並不豐富，具經濟價值的資源為包括煤、石油及天然氣等能源礦物；以金、銀、銅、硫化鐵、重砂等礦物為主的金屬礦物；包括石灰石、大理石、白雲石、瓷土、火粘土及鹽等工業原料礦物；以及來自河川、陸地及海域的砂石。

260

1.9 廢棄物^[13]

265 隨經濟發展與人口的成長，垃圾量與日俱增，臺灣致力強化垃圾源頭減量及資源循環利用工作。早期垃圾處理採掩埋方式，隨後陸續興建垃圾焚化廠，至 2008 年底運轉中之焚化廠有 24 座，處理家戶垃圾的焚化率已達 94.6%，其餘垃圾送掩埋場處理，垃圾妥善處理率達 99.9%。1997 年起政府推動「資源回收四合一計畫」，透過社區自發

¹¹ 行政院經濟建設委員會，國土空間發展策略計畫，2010 年。

¹² 行政院農業委員會漁業署，民國 97 年漁業統計年報，2008 年。

¹³ 行政院環境保護署環保統計資料庫，<http://210.69.101.110/WEBSTATIS>

270 成立回收組織，垃圾經分類後，由回收點將資源與垃圾分開收集，並設置基金補助地方清潔隊及回收商處理；2002 年通過資源回收再利用法，強化源頭減量及資源循環再利用，建置完整之資源回收體系，因此垃圾回收率逐年攀升，2004 年起超越掩埋率，2008 年達 42.5%；另為加強垃圾回收成效，陸續於 2003 年及 2005 年推行廚餘回收及巨大垃圾回收再利用，2005 年及 2006 年分階段實施垃圾強制分類。

275 2008 年垃圾回收量為 323.4 萬公噸，而資源回收計 249.8 萬公噸（占 77.2%），其中紙類 1,28 萬公噸最多，餘依序為鐵罐 39.7 萬公噸、玻璃容器 16.9 萬公噸、其他金屬製品 16 萬公噸、塑膠製品 11.1 萬公噸、寶特瓶 9.7 萬公噸、鋁罐 4.5 萬公噸。廚餘回收計 69.1 萬公噸（占 21.4%），由於廚餘含水率高，不適用於焚化，而掩埋則可能造成臭味及
280 滲出水等二次污染問題，因此以回收再利用為最佳處理方式。巨大垃圾回收再利用計 4.4 萬公噸（占 1.4%），巨大垃圾包括廢棄的沙發、床鋪、腳踏車等，由於體積龐大，不易定點定時收集清除，以往缺乏完善回收再利用體系，多以焚化或掩埋處理，近年來則強化採取預約定點收集清除方式處理，加以修復後再使用，或經破碎後回收其中金屬、木料等原料，可節約自然資源使用，有助於達成垃圾全分類、零
285 廢棄之目標。

1.10 政府組織及立法

290 中華民國肇建於 1912 年，為亞洲最早之民主共和國，政府係依據憲法與憲法增修條文，以及相關法規而組成。總統及行政、立法、司法、考試、監察等 5 院共同行使治權，中央與地方政府採均權制度。依憲法規定，總統為國家元首，自第 9 任起，由臺灣全體人民直接選舉，任期 4 年，連選得連任 1 次^[14]。

295 行政院院長由總統任命，副院長、各部會首長及政務委員由行政院院長提請總統任命。現行組織包括內政、外交、國防、財政、教育、法務、經濟、交通等 8 部，蒙藏、僑務等 2 委員會，及政務委員 5 至 7 人。另依法設立中央銀行、主計處、人事行政局、新聞局、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

¹⁴ 中華民國總統府，中華民國政府組織與工作簡介，
http://www.president.gov.tw/1_roc_intro/struct.html

300 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、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。

立法院由立法委員組成，代表人民行使立法權。立法院職權包括議決法律案、預決算案、戒嚴案、大赦案、宣戰案、媾和案、條約案
305 及國家其他重要事項；提出憲法修正案、領土變更案及總統、副總統彈劾或罷免案；對於總統提名的司法院、考試院、監察院的正、副院長、大法官、考試委員、監察委員、審計長及最高法院檢察署檢察總長行使同意權；並聽取總統國情報告。

310 參考文獻

1. 中華民國行政院新聞局全球資訊網，
<http://info.gio.gov.tw/mp.asp?mp=21>
2. 行政院環境保護署，98 年版環境白皮書，2009 年。
3. 內政部統計處，98 年第 4 週內政統計通報（97 年底人口結構分
315 析），http://www.moi.gov.tw/stat/news_content.aspx?sn=2024&page=2
4. 內政部戶政司，民國 97 年重要人口指標，2009 年。
5. 內政部戶政司，各縣市戶數人口數、性別比例及人口密度統計表，2009 年。
6. 內政部統計處，98 年第 12 週內政統計通報（我國 15 歲以上人口
320 教育程度統計），
http://www.moi.gov.tw/stat/news_content.aspx?sn=2213&page=1
7. 行政院主計處，中華民國統計月報，2009 年。
8. 交通部，中華民國交通部 97 年度交通年鑑，
<http://www.motc.gov.tw/motchypage/hypage.cgi?HYPAGE=yearbook>
325 [.asp](http://www.motc.gov.tw/motchypage/hypage.cgi?HYPAGE=yearbook)
9. 行政院農業委員會，97 年臺灣農業年報，2008 年。
10. 行政院農業委員會林務局自然保育網，
<http://conservation.forest.gov.tw/ct.asp?xItem=3012&CtNode=758&m>

p=10

- 330 11.行政院經濟建設委員會，國土空間發展策略計畫，2010年。
- 12.行政院農業委員會漁業署，民國97年漁業統計年報，2008年。
- 13.行政院環境保護署環保統計資料庫，
<http://210.69.101.110/WEBSTATIS>
- 335 14.中華民國總統府，中華民國政府組織與工作簡介，
http://www.president.gov.tw/1_roc_intro/struct.html



第二章 溫室氣體排放統計與趨勢分析

5 根據聯合國氣候變化綱要公約所規範國家溫室氣體排放清冊指南，有關能源活動、工業生產過程、農業活動、土地利用變化和林業、廢棄物處理的溫室氣體排放量估算，可以瞭解該國的溫室氣體排放現況與趨勢，以利採行因應措施。本章將介紹臺灣 1990 至 2008 年間各種溫室氣體、各部門溫室氣體的排放與吸收量資料統計，並探討溫室氣體關鍵源與趨勢分析。

10 2.1 溫室氣體清冊方法與統計程序

臺灣自 1999 年起，即依據聯合國氣候變化政府間專家委員會（Intergovernmental Panel on Climate Change, IPCC）於 1996 年出版修訂版國家溫室氣體排放清冊指南（以下簡稱 1996 IPCC 指南）^[1]，並參考 IPCC 於 2000 年及 2003 年提出更新補充之「良好作法指南（Good Practice）」及「不確定性管理（Uncertainty Management）」^[2] 15 編制國家溫室氣體排放清冊。清冊編制係基於臺灣的實際情況，包括排放源的界定、關鍵排放源的確定、活動數據和排放係數的可獲得性，以下說明臺灣溫室氣體排放清冊報告編制範圍及統計方法。

20 一、能源部門

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，此部份包含生質能，但不包括國際航運使用。在能源部門中，燃料燃燒係臺灣溫室氣體的主要排放源，統計過程中採用了 1996 IPCC 指南的參考方法 25 （Reference Approach）和部門方法（Sectoral Approach）。部門分類及燃料分類係與 1996 IPCC 指南的分類基本上相同，能源部門溫室氣體排放量計算方法，按照數據分類方式的不同，而有不同的計算級別，第一級（Tier 1）的算法涉及能源的供需，第二、三級算法則以

¹ IPCC, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996.

² IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.

技術別數據為基礎進行計算；二氧化碳的計算方式係依據1996 IPCC
30 指南的參考方法和部門方法；其他非二氧化碳的溫室氣體，則運用
排放係數概估排放值。氣體的排放量取決於燃料類別、燃燒技術、
操作情況、控制技術、維修及機具新舊，須要詳細的技術別數據，
因此並未列於第一級方法中。臺灣能源部門溫室氣體排放清冊統計
35 資料之活動數據來源係依據經濟部能源局公布之能源平衡表（舊
版）。此外，該部門計算之碳排放因子（Carbon Emission Factors，
CEF）、碳氧化分率（Fraction of Carbon Oxidised）與碳積存分率
（Fraction of Carbon Stored）則主要引用1996 IPCC指南之預設值
（Default Value）。

40 二、工業製程部門

工業製程中產生之溫室氣體總排放量，須按國際工業標準分類
詳細報告各製程排放的溫室氣體，但不包括能源使用的排放量。臺
灣工業製程部門涉及範圍相當廣泛，包括非金屬製程、化學工業製
45 程、金屬製程、其他製程、鹵烴（包括全氟碳化物與氫氟碳化物）
及六氟化硫製造與使用，共計5大類、48個行業/製程，大部份製程
產生溫室氣體，少部份製程則是因使用含一氧化碳及其他溫室氣體
之原物料，高溫製造過程中產生二氧化碳及其他溫室氣體，例如石
灰石與白雲石使用、純鹼使用、瀝青鋪面道路、碳化鈣製品使用等5
個行業/製程。

50 臺灣全氟碳化物（Perfluorocarbons，PFCs）、氫氟碳化物
（Hydrofluorocarbons，HFCs）與六氟化硫（SF₆）多使用於經濟發
展重點產業，包括半導體、光電、電力設施及鎂合金等相關產業。
為使臺灣工業製程部門活動數據具公信力、誤差率小並具延續性，
各行業/生產之活動數據來源，係以政府統計公告資料為主；若無政
55 府公告資料，則以產業公會統計資料替代，或採用向業者進行實際
調查統計結果；而含氟溫室氣體排放統計資料則採用行政院環境保
護署歷年委辦之含氟溫室氣體排放調查統計資料，包括全氟碳化
物、氫氟碳化物及六氟化硫進口、使用及排放量調查資料。

60

三、農業部門

農業部門之排放，包括人類所飼養的畜禽類在腸胃發酵作用與排泄廢棄物的管理部分，以及因種植農作物所牽涉之排放，例如水稻田與其它耕作土壤，與農作廢棄物之焚燒等產生之溫室氣體。而有關於燃料使用及廢水的溫室氣體排放，則在能源部門與廢棄物部門中計算。臺灣農業部門之統計數據於1990至1999年乃是引用自臺灣省政府農林廳的「臺灣農業年報」，由2000年至今，因主管機關受精省異動而更名，改引用行政院農業委員會編印的「農業統計年報」。至於排放係數以有研究報告之本土值為主，缺乏者則使用1996 IPCC指南之建議值。

四、土地利用變化及林業部門

由於土地利用變化及林業活動所排放與移除的溫室氣體，其統計項目包括森林及其他木質生物量的改變、森林及草原的變更、棄置的經營用地、土壤對二氧化碳的釋放與吸收及其他等5大類，內容涵蓋地上部生物量、地下部生物量、枯倒木、土壤內的有機碳等。在估算林業部門溫室氣體時，由於臺灣森林資源及土地利用調查與林業統計資料不盡完整，因此僅依據1996 IPCC指南原則，以目前國內可取得及歸納之資料進行分類計算。相關係數方面則以國內的研究數值為主，如國內無此數值，則使用1996 IPCC指南預設值。而「死有機質」在1996 IPCC指南中認為碳貯存量變化並不明顯，因此可假設為0，即投入與損失相抵。土壤部分則因為國內尚在進行土壤分類及估算過程，目前資料不足而無法完成統計工作。

五、廢棄物部門

根據1996 IPCC指南，廢棄物部門之溫室氣體排放包括陸地固態廢棄物掩埋、廢水、廢棄物焚化及任何其他廢棄物管理之活動所產生之排放。任何石化產品焚化或分解所產生之二氧化碳排放應列入計算，但須避免重複。此外，有機廢棄物處理及腐壞所產生之二氧化碳排放將不列入計算。對於廢棄物掩埋場及廢棄物焚化排放二氧化碳的部分，則包括固態廢棄物掩埋場甲烷排放、廢水處理甲烷排

放與人類污水氧化亞氮之排放統計。

2.2 各種溫室氣體排放與吸收統計

95 一、總溫室氣體排放量

依據附件一國家通訊報告指南的要求^[3]，溫室氣體排放清冊報告應包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟碳化物、氫氟碳化物和六氟化硫等 6 種溫室氣體的排放源與吸收匯，並涉及能源、工業製程、農業、土地利用變化及林業、與廢棄物等 5 個部門。臺灣 1990 至 2008 年各類溫室氣體排放量與趨勢圖詳見表 2.2.1、圖 2.2.1，總溫室氣體排放量自 1990 年 146,717 千公噸二氧化碳當量（不包括二氧化碳移除量），上升至 2008 年 290,699 千公噸二氧化碳當量（不包括二氧化碳移除量），排放量增加 98.14%，年平均成長率為 3.87%，而 2008 年較 2007 年減少 4.44%。淨溫室氣體排放量自 1990 年 128,014 千公噸二氧化碳當量，上升至 2008 年 270,892 千公噸二氧化碳當量，排放量增加 111.61%，年平均成長率為 4.25%，而 2008 年較 2007 年減少 4.78%。

表 2.2.1 臺灣 1990 至 2008 年各類溫室氣體排放趨勢^{[4]、[5]}

單位：千公噸二氧化碳當量

年份	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	CO ₂ 吸收量	總 GHG 排放量	淨 GHG 排放量
1990	122,049	12,400	12,268	NE	NE	NE	-18,704	146,717	128,014
1991	132,063	11,641	13,039	NE	NE	NE	-16,947	156,744	139,796
1992	142,416	12,532	12,895	NE	NE	NE	-18,979	167,842	148,864
1993	154,623	13,841	13,181	NE	NE	NE	-19,107	181,644	162,537
1994	162,715	14,412	13,430	NE	NE	NE	-19,173	190,557	171,384
1995	170,314	15,945	13,397	NE	616	297	-19,206	200,570	181,364
1996	179,067	15,900	13,703	NE	957	521	-19,133	210,148	191,015
1997	191,266	15,834	11,922	NE	1,624	660	-19,283	221,305	202,022
1998	201,397	15,517	11,488	NE	1,624	851	-19,298	230,877	211,579
1999	209,052	15,037	11,827	NE	2,420	1,148	-19,301	239,485	220,184
2000	223,420	11,397	12,010	473	3,557	700	-19,360	251,557	232,197
2001	229,535	9,565	12,005	NE	4,217	NE	-18,601	255,322	236,721
2002	239,102	7,598	11,784	1,903	4,510	4,473	-19,554	269,371	249,817
2003	248,674	6,526	10,827	1,816	4,767	4,363	-19,624	276,974	257,350
2004	261,101	6,237	11,337	1,907	5,133	5,170	-19,672	290,884	271,213
2005	269,376	5,325	11,076	623	3,813	5,207	-19,628	295,421	275,793

³ UNFCCC, FCCC/CP/1999/7, 2000.

⁴ 行政院環境保護署，「國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用」計畫期末報告，2010 年。

⁵ 經濟部能源局網站，<http://www.moeaec.gov.tw>

年份	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	HFCs	PFCs	SF ₆	CO ₂ 吸收量	總 GHG 排放量	淨 GHG 排放量
2006	277,781	4,834	11,283	1,210	4,033	4,693	-19,738	303,834	284,097
2007	281,067	4,467	11,049	180	3,825	3,625	-19,730	304,213	284,483
2008	268,538	5,063	10,479	156	2,099	4,364	-19,807	290,699	270,892

備註：表中 NE 表未估算（Not Estimated），資料不足或統計工作尚未完成。

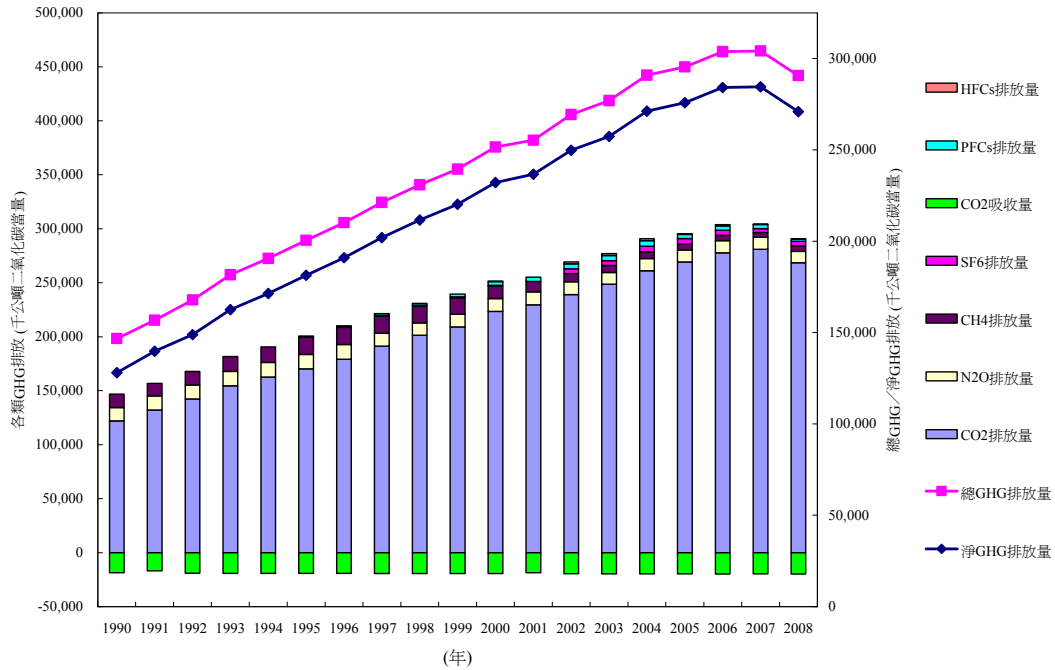


圖 2.2.1 臺灣 1990 至 2008 年溫室氣體排放趨勢^{[4]、[5]}

115

按照氣體別而言，二氧化碳為臺灣所排放溫室氣體中最大宗，其次為氧化亞氮，再其次為含氟溫室氣體；在 1990 至 2008 年間，二氧化碳排放量成長 120.03%，年平均成長率為 4.48%，甲烷排放量減少 59.17%，年平均成長率為-4.85%，呈現負成長；氧化亞氮排放量減少 14.58%，年平均成長率為-0.87%，呈現負成長。

120

二、二氧化碳排放量

能源部門和工業製程部門係臺灣二氧化碳的主要排放源，表 2.2.2 列有臺灣各部門 1990 至 2008 年二氧化碳排放量與匯的吸收量清單，排放趨勢則如圖 2.2.2 所示。臺灣 1990 年二氧化碳排放量為 122,049 千公噸二氧化碳，2008 年為 248,731 千公噸二氧化碳，增加 120.03%；其中能源部門，1990 至 2008 年由 110,502 增加至 256,974

125

130 千公噸二氧化碳，增加 132.55%；工業製程部門排放，自 1990 至 2008 年由 11,547 增加至 11,564 千公噸二氧化碳，增加 0.14%；土地利用變化與林業活動係二氧化碳的淨吸收匯，1990 年臺灣二氧化碳吸收量為 18,704 千公噸二氧化碳，2008 年為 19,807 千公噸二氧化碳，增加 5.90%。

表 2.2.2 臺灣 1990 至 2008 年二氧化碳排放清單^{[4]·[5]}

135

單位：千公噸二氧化碳

溫室氣體排放源和吸收匯類別	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1. 能源部門	110,502	156,182	214,248	218,813	227,345	237,289	249,124	257,256	265,273	268,881	256,974
1A. 燃料燃燒	110,502	156,182	214,248	218,813	227,345	237,289	249,124	257,256	265,273	268,881	256,974
1A1. 能源工業	46,453	75,917	121,028	125,523	130,594	141,173	148,782	157,385	164,086	167,330	161,752
1A2. 製造工業與營建	33,600	41,297	48,519	47,979	50,492	47,190	51,681	50,340	52,675	55,085	50,008
1A3. 運輸	19,422	28,544	33,012	33,368	34,151	34,542	35,939	36,873	37,126	35,761	34,276
1A4a. 商業	569	838	1,297	1,525	1,505	1,781	1,938	2,177	2,245	2,217	2,293
1A4b. 住宅	4,085	4,702	5,470	5,341	5,227	5,153	5,242	5,380	5,220	5,256	5,173
1A4c. 農林漁牧	2,916	2,748	2,439	2,536	2,541	2,907	3,078	2,716	1,702	1,125	1,415
1A5. 其他	3,457	2,136	2,481	2,541	2,835	4,543	2,464	2,384	2,220	2,108	2,057
2. 工業製程部門	11,547	14,132	9,172	10,722	11,757	11,386	11,976	12,120	12,508	12,186	11,564
2A. 非金屬製程	10,445	13,064	8,589	10,203	11,186	10,817	11,418	11,408	11,291	10,890	10,205
2B. 化學工業	462	469	52	22	20	33	498	476	454	455	4
2C. 金屬製程	640	600	531	498	550	536	511	686	764	841	1,354
5. 土地利用變化和林業部門	-18,704	-19,206	-19,360	-18,601	-19,554	-19,624	-19,672	-19,628	-19,738	-19,730	-19,807
總 CO ₂ 排放量(不包括 LUCF)	122,049	170,314	223,420	229,535	239,102	248,674	261,101	269,376	277,781	281,067	268,538
淨 CO ₂ 排放量(包括 LUCF)	103,346	151,108	204,060	210,934	219,548	229,050	241,429	249,748	258,043	261,337	248,731

備註：LUCF 表土地利用變化及林業（Land-Use Change and Forestry）。

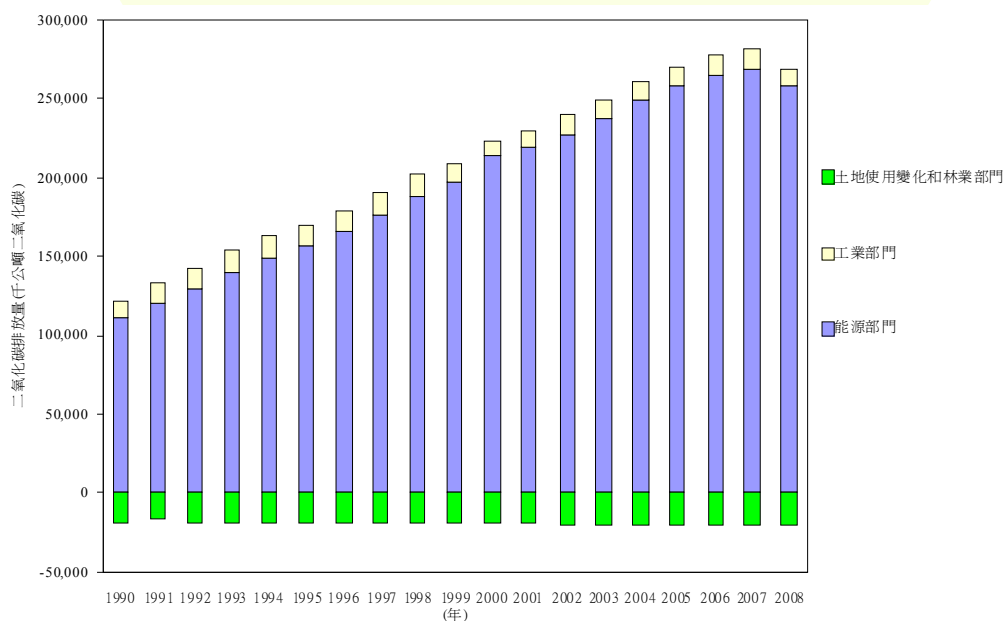
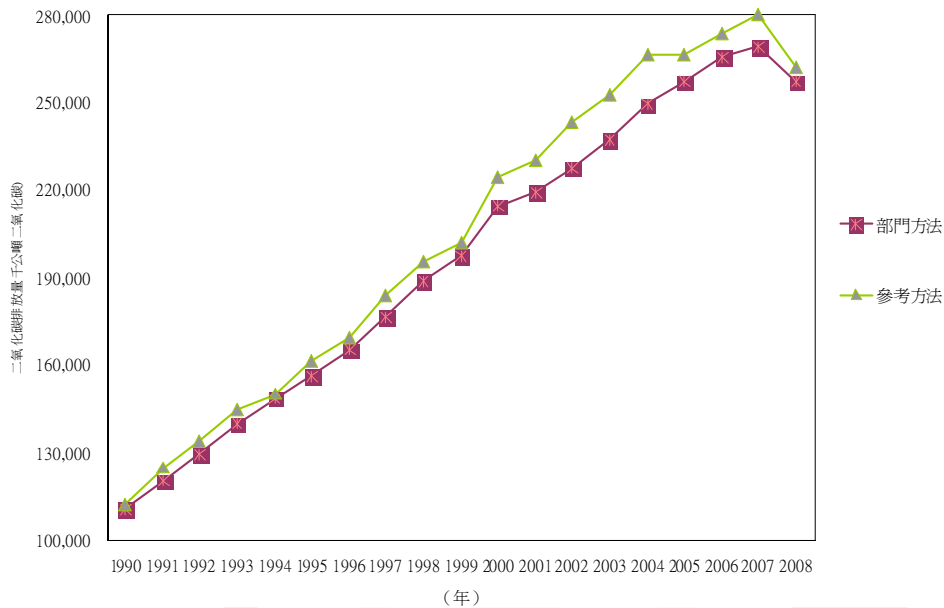


圖 2.2.2 臺灣 1990 至 2008 年各部門二氧化碳排放趨勢^{[4]·[5]}

140 有關能源部門的排放係依據 1996 IPCC 指南中第一級算法的部門方法、參考方法及能源平衡表（舊版）計算而得。其中由參考方法計算得知，1990 至 2008 年燃料燃燒二氧化碳排放量由 112,158 增加至 261,799 千公噸二氧化碳，增加 133.42%，每年平均增加 4.83%，可參考圖 2.2.3。



145 圖 2.2.3 臺灣 1990 至 2008 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放趨勢（參考/部門方法）^[5]

150 分析臺灣二氧化碳人均排放量，1990 年人均排放量約 5.42 公噸二氧化碳/人、2000 年為 9.62 公噸二氧化碳/人、2007 年為 11.71 公噸二氧化碳/人，2008 年降為 11.15 公噸二氧化碳/人。1990 至 2008 年間人均排放量年平均成長率約為 4.09%，但其中 2008 年較 2007 年減少 4.78%。二氧化碳排放密集度（即每單位 GDP 之二氧化碳排放），1990 年為 0.0249 公斤，2000 年為 0.0210 公斤，2007 年為 0.0208 公斤，2008 年為 0.0202 公斤，詳如表 2.2.3 和圖 2.2.4 所示。

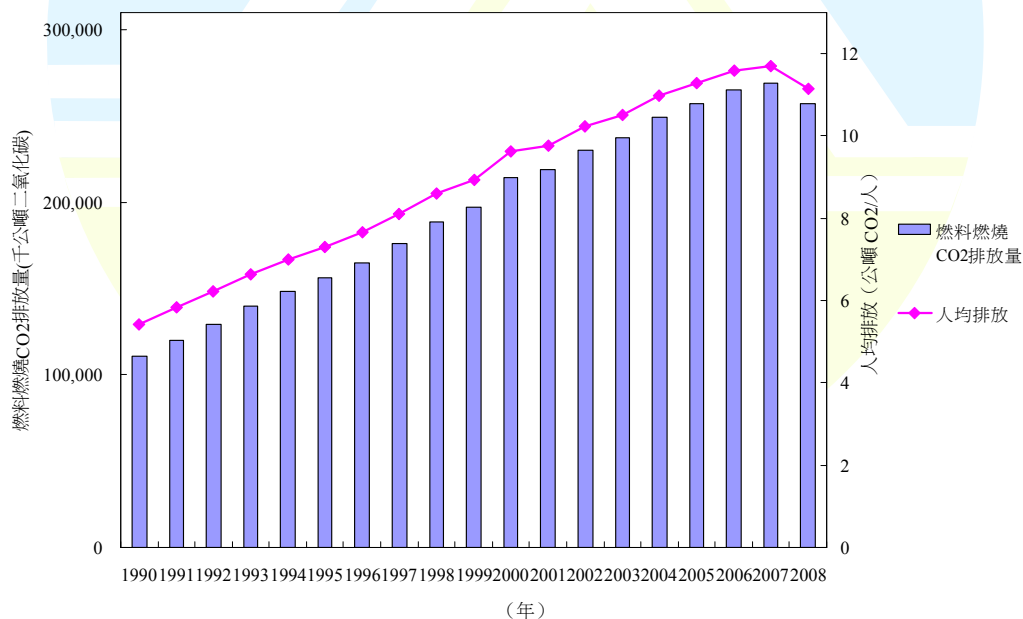
155

160

表2.2.3 臺灣能源部門燃料燃燒二氧化碳排放指標（部門方法）^{[5]·[6]}

年份	二氧化碳排放量		人均排放	二氧化碳排放密集度
	(千公噸二氧化碳)	成長率(%)	(公噸二氧化碳/人)	(公斤二氧化碳/元)
1990	110,502	—	5.42	0.0249
1991	120,154	8.74%	5.83	0.0242
1992	129,376	7.68%	6.22	0.0234
1993	139,523	7.84%	6.65	0.0228
1994	148,222	6.23%	7.00	0.0222
1995	156,182	5.37%	7.31	0.0215
1996	164,937	5.60%	7.66	0.0209
1997	176,339	6.91%	8.11	0.0206
1998	188,459	6.87%	8.59	0.0205
1999	197,306	4.69%	8.93	0.0204
2000	214,248	8.59%	9.62	0.0210
2001	218,813	2.13%	9.77	0.0220
2002	227,345	5.27%	10.23	0.0221
2003	237,289	3.01%	10.50	0.0222
2004	249,124	4.99%	10.98	0.0219
2005	257,256	3.26%	11.30	0.0219
2006	265,273	3.12%	11.60	0.0217
2007	268,881	1.36%	11.71	0.0208
2008	256,974	-4.43%	11.15	0.0202

備註：1990 至 2008 年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放量年平均成長率 4.80%。

圖2.2.4 臺灣1990至2008年能源部門燃料燃燒二氧化碳排放和人均排放趨勢^{[5]·[6]}

165

⁶ 行政院主計處網站，<http://www.dgbas.gov.tw>

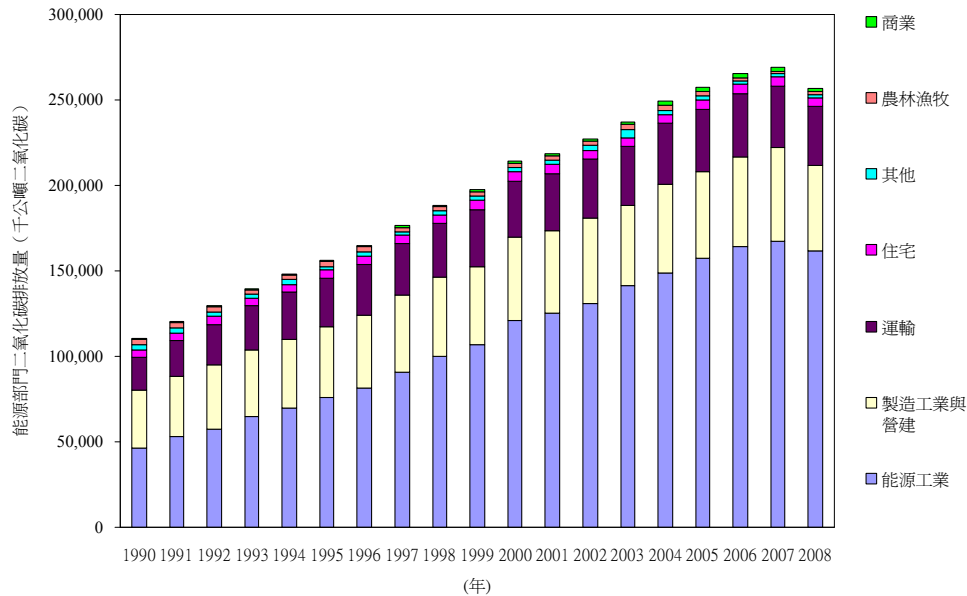
表2.2.4與圖2.2.5為1990至2008年臺灣能源部門二氧化碳排放量（包括電力消費排放）。2008年能源部門中，能源工業為161,752千公噸二氧化碳當量，占燃料燃燒總排放的62.94%，較2007年衰退3.33%；製造工業與建築為50,008千公噸二氧化碳當量，占19.46%，較2007年衰退9.22%；運輸為34,276千公噸二氧化碳當量，占13.34%，較2007年衰退4.15%；商業為2,293千公噸二氧化碳當量，占0.89%，較2007年增加3.41%；住宅為5,173公噸二氧化碳當量，占2.01%，較2007年衰退1.59%；農林漁牧為1,414.58千公噸二氧化碳當量，占0.55%，較2007年成長25.79%；其他為2,057千公噸二氧化碳當量，占0.79%，較2007年衰退2.38%。

1990至2008年能源部門之年平均成長率，以商業8.05%為最高，其次分別為能源工業7.18%、運輸3.21%、製造工業與建築2.23%、住宅1.32%，而農林漁牧衰退-3.94%、其他衰退-2.84%。

表 2.2.4 臺灣 1990 至 2008 年能源部門二氧化碳排放清單^[5]

單位：千公噸二氧化碳

年份	能源工業	製造工業與建築	運輸	商業	住宅	農林漁牧	其他	總計
1990	46,452.62	33,600.13	19,422.44	569.42	4,085.23	2,915.56	3,456.74	110,502.15
1991	53,364.36	35,176.52	20,704.05	606.97	4,321.57	2,671.66	3,308.70	120,153.83
1992	57,449.87	37,530.43	23,816.32	657.31	4,535.86	2,644.53	2,741.94	129,376.27
1993	64,644.42	38,964.51	25,852.41	704.30	4,445.61	2,646.65	2,265.33	139,523.22
1994	69,971.50	40,206.10	27,274.39	731.02	4,555.56	2,692.51	2,790.72	148,221.80
1995	75,917.42	41,297.09	28,543.84	837.84	4,701.69	2,747.88	2,136.41	156,182.17
1996	81,676.22	42,376.41	29,563.06	864.71	4,883.59	2,775.24	2,797.61	164,936.83
1997	90,697.04	44,943.92	30,240.42	888.98	5,007.51	2,449.50	2,111.24	176,338.61
1998	99,876.30	46,422.14	31,535.25	950.48	5,103.78	2,019.87	2,551.51	188,459.34
1999	107,002.92	45,661.18	32,884.36	1,195.78	5,518.85	2,102.67	2,940.42	197,306.18
2000	121,028.29	48,518.87	33,012.14	1,297.28	5,470.34	2,439.40	2,481.46	214,247.78
2001	125,522.85	47,979.11	33,367.59	1,525.40	5,340.74	2,536.42	2,541.01	218,813.11
2002	130,593.96	50,492.43	34,150.62	1,505.29	5,226.73	2,541.07	2,835.12	227,345.23
2003	141,173.07	47,190.07	34,542.24	1,780.99	5,152.54	2,906.81	4,542.86	237,288.58
2004	148,782.37	51,681.26	35,938.89	1,938.36	5,241.79	3,078.06	2,463.67	249,124.39
2005	157,385.23	50,340.39	36,873.35	2,177.08	5,380.15	2,716.19	2,383.74	257,256.14
2006	164,085.75	52,674.83	37,125.81	2,245.02	5,219.96	1,701.66	2,220.03	265,273.07
2007	167,329.52	55,084.83	35,761.22	2,217.33	5,256.34	1,124.53	2,107.66	268,881.42
2008	161,752.00	50,007.97	34,276.44	2,292.95	5,172.80	1,414.58	2,057.48	256,974.22
年平均成長率(%)	7.18	2.23	3.21	8.05	1.32	-3.94	-2.84	4.80



185 圖 2.2.5 臺灣 1990 至 2008 年能源部門二氧化碳排放趨勢^[5]

三、甲烷排放量

臺灣主要甲烷排放來源係來自於農業部門、廢棄物部門與能源部門。2008年甲烷總排放為5,063千公噸二氧化碳當量，其中廢棄物部門排放3,103千公噸二氧化碳當量，農業部門排放1,899千公噸二氧化碳當量，能源部門排放44千公噸二氧化碳當量（詳見表2.2.5）；廢棄物部門係甲烷的最大排放源，占61.30%，包括垃圾掩埋場1,855千公噸二氧化碳當量（占36.64%）與廢水處理排放1,249千公噸二氧化碳當量（占24.66%）。農業部門係甲烷的第二大排放源，占37.50%，包括水稻種植排放753千公噸二氧化碳當量（占14.88%）、牲畜腸胃道發酵排放580千公噸二氧化碳當量（占11.45%）、畜牧排泄物處理排放538千公噸二氧化碳當量（占10.62%）和農業殘渣燃燒28千公噸二氧化碳當量（占0.55%）。

圖2.2.6為臺灣1990至2008年各部門甲烷氣體的排放趨勢，1990年甲烷總排放量約12,400千公噸二氧化碳當量，其中來自垃圾掩埋場之排放比例最高（72.22%），次為稻米耕作排放（11.62%）、廢水處理（6.49%）及牲畜腸胃道發酵之排放（5.93%）。1990至2008年排放量減少59.17%，年平均成長率為-4.85%。相同期間下，廢棄物部門減少68.20%，農業部門減少27.55%；其中廢棄物部門於1999至2000年間甲烷排放量減少28.04%，主要是垃圾掩埋量大幅下降所致，由於至2008年垃圾掩埋量仍每年持續下降，使得1990至2008年

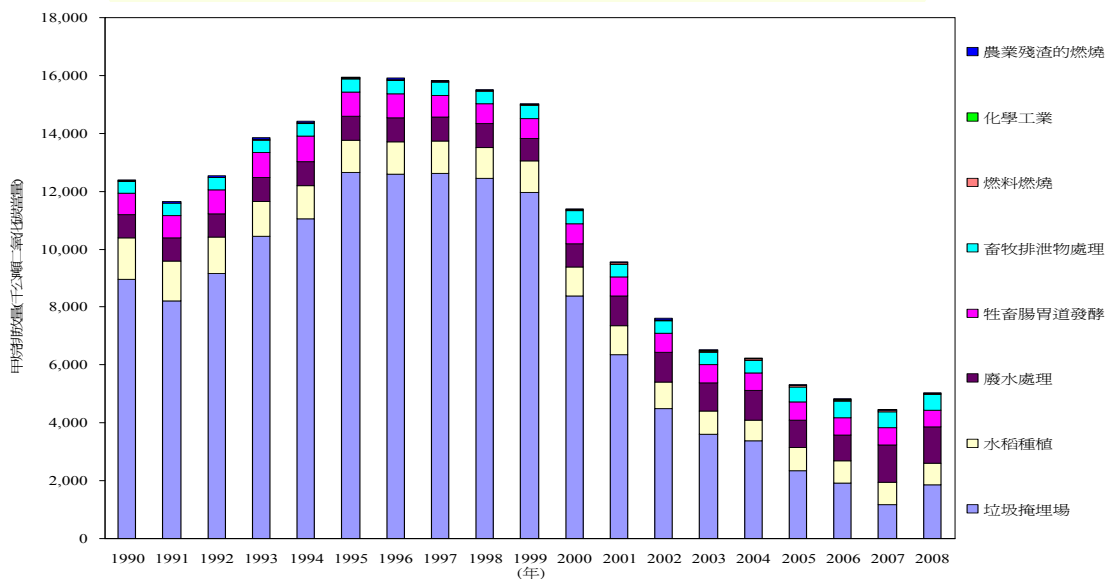
垃圾掩埋場甲烷排放量平均成長率為-8.37%，其主因與推動垃圾減量之成果，以及推動廢棄物零掩埋、沼氣處理與鼓勵沼氣回收發電等政策有關。

210

表 2.2.5 臺灣 1990 至 2008 年甲烷排放清單^{[4]·[5]}

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	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1.能源部門	13.55	21.37	33.31	35.30	37.28	40.01	41.83	43.67	44.82	46.02	44.16
1A.燃料燃燒	13.55	21.37	33.31	35.30	37.28	40.01	41.83	43.67	44.82	46.02	44.16
1A1.能源工業	6.72	12.04	22.29	23.80	25.33	27.83	29.16	30.91	32.05	32.92	31.65
1A2.製造工業與營建	2.24	2.81	3.37	3.81	4.09	4.00	4.37	4.24	4.49	4.95	4.75
1A3.運輸	3.90	5.83	6.88	6.92	7.10	7.28	7.50	7.68	7.55	7.38	7.03
1A4a.商業	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.26
1A4b.住宅	0.12	0.15	0.18	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21
1A4c.農林漁牧	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.19	0.20	0.18	0.11	0.07	0.09
1A5.其他	0.19	0.14	0.19	0.20	0.18	0.28	0.17	0.20	0.15	0.23	0.17
2.工業製程部門	5.29	6.44	8.74	11.50	11.73	12.42	12.88	12.90	12.74	17.48	16.56
2B.化學工業	5.29	6.44	8.74	11.50	11.73	12.42	12.88	12.90	12.74	17.48	16.56
4.農業部門	2,620.99	2,425.92	2,176.18	2,134.56	2,015.79	1,889.18	1,795.74	1,970.37	1,977.07	1,913.61	1,898.86
4A.牲畜腸胃道發酵	735.55	821.76	689.80	658.57	635.69	624.63	612.27	616.30	608.38	595.22	579.82
4B.畜牧排泄物處理	399.19	446.70	449.25	440.65	428.75	430.52	430.80	529.87	554.29	534.14	537.68
4C.水稻種植	1,441.12	1,116.04	1,000.22	1,001.92	916.28	802.00	724.82	795.81	784.34	757.89	753.26
4F.農業殘渣燃燒	45.13	41.42	236.92	33.43	35.07	32.03	27.84	28.39	30.06	26.35	28.10
6.廢棄物部門	9,760.08	13,491.35	9,179.20	7,383.60	5,533.24	4,584.46	4,386.43	3,298.07	2,799.22	2,489.90	3,103.49
6A.垃圾掩埋場	8,955.05	12,650.33	8,398.95	6,338.90	4,498.16	3,600.26	3,364.07	2,345.19	1,915.22	1,179.19	1,854.93
6B.廢水處理	805.03	841.02	780.25	1,044.70	1,035.08	984.21	1,022.36	952.88	884.01	1,310.71	1,248.55
甲烷總量	12,399.90	15,945.08	11,397.43	9,564.96	7,598.05	6,526.08	6,236.88	5,325.01	4,833.85	4,467.00	5,063.07



215

圖 2.2.6 臺灣 1990 至 2008 年各部門甲烷的排放趨勢^[4]

四、氧化亞氮排放量

臺灣主要氧化亞氮排放來源為農業部門，而廢棄物部門、工業製程部門與能源部門也有少量排放。農業部門氧化亞氮排放係以農耕土壤排放為主（約占90至94%），排放來源包括農地化學肥料使用、動物排泄物、固氮作物、農作物殘體等。

2008年臺灣氧化亞氮排放量約為10,479千公噸二氧化碳當量，其中農業部門排放約9,497千公噸二氧化碳當量（占90.62%）、廢棄物部門排放約545千公噸二氧化碳當量（占5.20%）、工業製程部門排放約393千公噸二氧化碳當量（占3.75%）、能源部門排放約44千公噸二氧化碳當量（占0.42%），詳如表2.2.6所示。

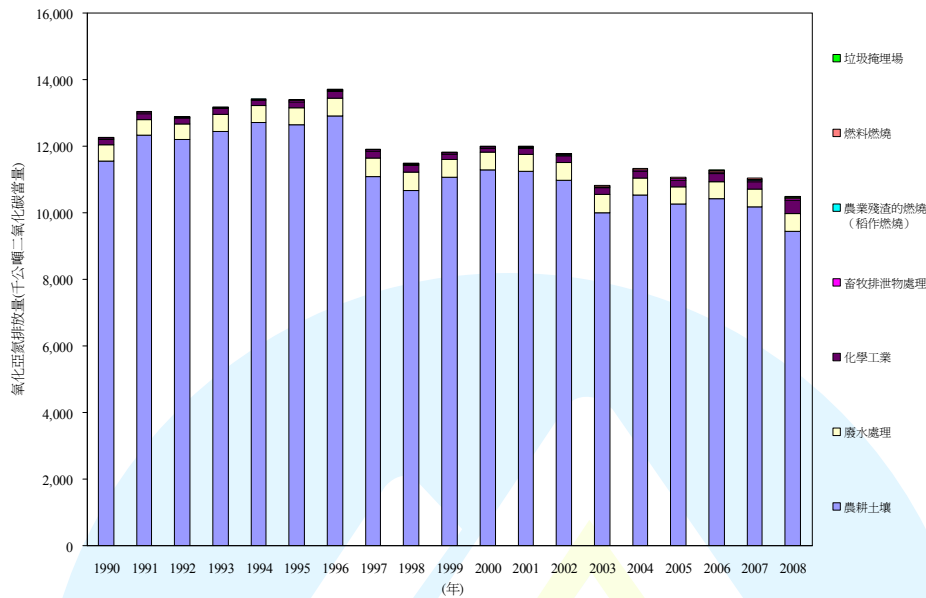
表 2.2.6 臺灣 1990 至 2008 年氧化亞氮排放清單^[4]

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	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
1.能源部門	8.98	16.23	30.58	32.94	35.26	38.75	40.62	43.00	44.52	46.07	44.30
1A.燃料燃燒	8.98	16.23	30.58	32.94	35.26	38.75	40.62	43.00	44.52	46.07	44.30
1A1.能源工業	8.36	15.44	29.68	31.92	34.19	37.67	39.47	41.86	43.37	44.65	42.95
1A2.製造工業與建築	0.40	0.49	0.57	0.67	0.73	0.71	0.78	0.76	0.79	0.89	0.86
1A3.運輸	0.17	0.26	0.29	0.30	0.30	0.30	0.32	0.32	0.32	0.48	0.45
1A4a.商業	0.012	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013	0.013
1A4b.住宅	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
1A4c.農林漁牧	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
1A5.其他	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
2.工業製程部門	174.80	185.10	110.00	174.50	197.70	197.40	196.50	196.50	235.70	227.92	392.94
2B.化學工業化學工業	174.80	185.10	110.00	174.50	197.70	197.40	196.50	196.50	235.70	227.92	392.94
4.農業部門	11,606.26	12,675.14	11,336.77	11,285.28	11,019.96	10,048.71	10,577.75	10,311.83	10,471.44	10,236.54	9,496.72
4B.畜牧排泄物處理	27.27	28.56	32.73	32.48	31.75	32.08	32.02	42.78	45.53	44.08	44.98
4D.農耕土壤	11,566.28	12,634.86	11,293.72	11,243.46	10,978.40	10,007.67	10,537.94	10,261.12	10,417.53	10,185.10	9,443.91
4F.農業殘渣燃燒	12.71	11.72	10.32	9.34	9.81	8.96	7.79	7.93	8.38	7.35	7.84
6.廢棄物部門	478.11	520.66	532.80	512.64	531.53	542.59	522.05	524.99	531.16	538.60	545.24
6A.垃圾掩埋場	10.52	0.58	0.26	0.02	0.34	2.15	6.22	9.07	10.48	13.45	15.31
6B.廢水處理	467.58	520.08	532.54	512.62	531.19	540.44	515.83	515.92	520.68	525.15	529.94
氧化亞氮總量	12,268.15	13,397.13	12,010.15	12,005.36	11,784.46	10,827.45	11,336.91	11,076.32	11,282.83	11,049.13	10,479.20

230 臺灣1990至2008年各部門氧化亞氮的排放趨勢如圖2.2.7所示，就氧化亞氮總排放量而言，1990年排放量為12.27百萬公噸二氧化碳當量，其中來自農業部門最多（占94.60%），次為廢棄物部門占3.90%，再其次為工業製程部門占1.42%、能源部門占0.07%；至1996年氧化亞氮排放量為歷年最高的13.70百萬公噸二氧化碳當量，其中農業部門占94.60%，廢棄物部門占3.83%，工業製程部門約占1.43%，能源部門占0.14%；就氧化亞氮總排放量而言，1990至2008

年排放量減少14.58%，平均成長率0.87%，相同期間下，以農耕土壤排放量減少最多達18.35%，平均成長率1.12%。



240

圖2.2.7 臺灣1990至2008年各部門氧化亞氮的排放趨勢^[4]

五、含氟溫室氣體排放量

近年來全球氣候變遷議題日益受到國際社會重視，燃燒大量化石燃料所產生之二氧化碳雖是最受關注之溫室氣體，但隨著科技發展進程，應用於未來科技明星產業的高潛勢溫室氣體氟化物也逐漸引起高度的注意。含氟溫室氣體在臺灣多使用於經濟發展重點產業，包括半導體、光電、電力設施及鎂合金等產業，屬於較集中排放產業，國內產業使用量雖逐年升高，但呼應國際間對高潛勢溫室氣體的嚴格管理要求，國內相關產業均已採取適當的使用管理及排放減量措施。

臺灣氫氟碳化物自2000年的473千公噸二氧化碳當量，減少至2008年156千公噸二氧化碳當量；全氟碳化物自1995年的616千公噸二氧化碳當量，2008年增至2,099千公噸二氧化碳當量；而六氟化硫則自1995年297千公噸二氧化碳當量，於2008年增至4,364千公噸二氧化碳當量，如表2.2.7所示。

就整體含氟溫室氣體排放量而言，自2000年4,730千公噸二氧化

260 碳當量，約占當年總溫室氣體排放量的1.63%，增加至2008年的6,619千公噸二氧化碳當量，約占當年總溫室氣體排放量的2.28%，排放量成長39.93%，年平均成長率為4.29%。2008年含氟溫室氣體排放量，較2007年減少13.25%，其中全氟碳化物（預估-45.13%）及氫氟碳化物（預估-13.17%）減少較多，詳如圖2.2.8。初步分析全氟碳化物及氫氟碳化物減少原因為半導體產業的使用減少。2008年工業製程部門六氟化硫排放量預估增加約736千公噸二氧化碳當量（預估上升20.39%），其原因為電力事業和鎂合金產業使用量增加所致。

265

表 2.2.7 臺灣 1990 至 2008 年工業製程部門全氟碳化物、氫氟碳化物及六氟化硫排放量^[4]

單位：千公噸二氧化碳當量

年份	PFCs 使用 排放量	SF ₆ 使用 排放量	HFCs 生產 排放量	HFCs 使用 排放量	含氟溫室氣體 總排放量
1990	NE	NE	NE	NE	NE
1991	NE	NE	NE	NE	NE
1992	NE	NE	NE	NE	NE
1993	NE	NE	NE	NE	NE
1994	NE	NE	NE	NE	NE
1995	616.00	NE	NE	NE	913.00
1996	957.00	NE	NE	NE	1,477.70
1997	1,624.30	NE	NE	NE	2,284.30
1998	1,624.30	NE	NE	NE	2,475.00
1999	2,420.00	NE	NE	NE	3,567.70
2000	3,556.70	117.30	355.70	117.30	4,730.00
2001	4,216.70	NE	NE	NE	4,216.70
2002	4,510.00	1,741.70	161.30	1,741.70	10,886.30
2003	4,766.70	1,463.40	352.40	1,463.40	10,945.80
2004	5,133.30	1,393.30	513.30	1,393.30	12,209.90
2005	3,813.30	0.00	623.30	0.00	9,643.30
2006	4,033.30	0.00	1,210.00	0.00	9,936.60
2007	3,824.70	0.00	179.90	0.00	7,629.70
2008	2,098.70	0.00	156.20	0.00	6,619.00

備註：NE 表未估算（Not Estimated），資料不足或統計工作尚未完成。

270

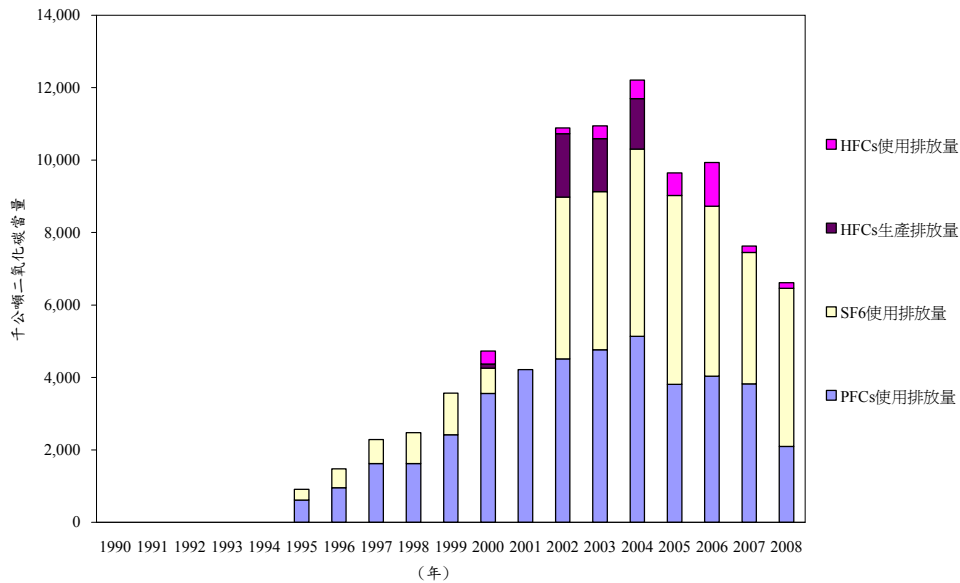


圖 2.2.8 臺灣 1990 至 2008 年工業製程部門含氟溫室氣體排放趨勢^[4]

2.3 各部門溫室氣體排放與吸收統計

275 一、各部門溫室氣體排放

就部門別而言，1990年能源部門溫室氣體排放量約占臺灣溫室氣體總排放量（不計土地利用變化及林業吸收量）的75.33%，工業製程部門占7.99%，農業部門占9.70%，廢棄物部門占6.98%；至2008年，能源部門溫室氣體排放量約占臺灣溫室氣體總排放量（不計土地利用及林業吸收量）的88.43%，工業製程部門占6.40%，農業部門占3.92%，廢棄物部門占1.26%；能源部門歷年皆為臺灣溫室氣體總排放量最大之部門。臺灣1990至2008年各部門溫室氣體排放趨勢如圖2.3.1及表2.3.1所示。

在1990至2008年間，臺灣溫室氣體總排放量增加98.14%，年平均成長率為3.87%，其中能源部門溫室氣體排放量增加132.59%，年平均成長率為4.80%；工業製程部門增加58.54%，年平均成長率2.59%；農業部門減少19.90%，年平均成長率-1.23%；廢棄物部門減少64.36%，年平均成長率-5.57%；而土地利用及林業部門溫室氣體吸收量增加5.90%，年平均成長率0.32%。2008年溫室氣體總排放量較2007年減少4.44%，其中以能源部門減少4.43%、工業減少7.32%、農業部門減少6.21%及廢棄物部門增加20.48%；另土地利用變化及林業部門的碳吸收量增加0.39%。

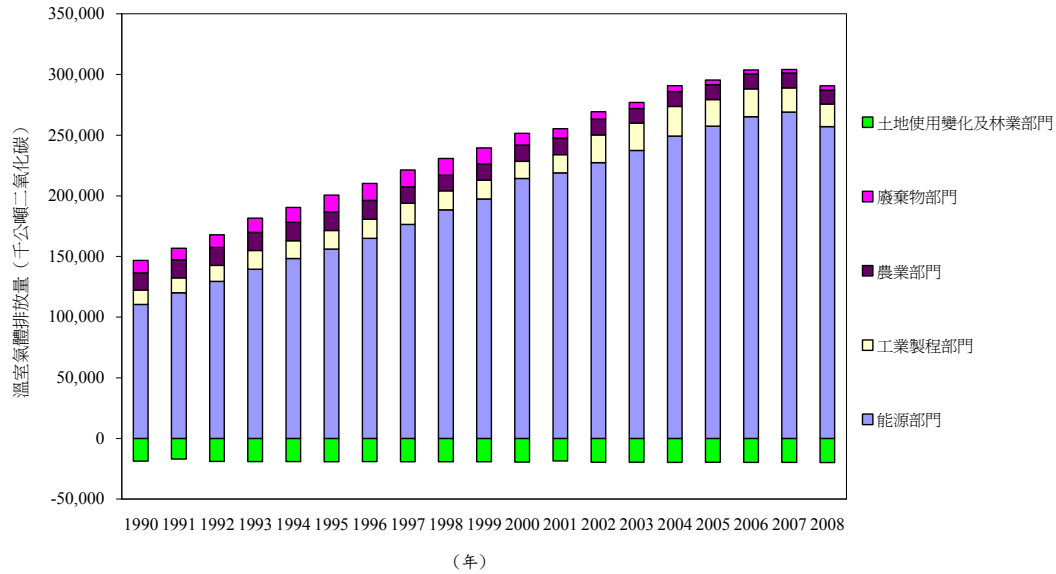


圖 2.3.1 臺灣 1990 至 2008 年各部門溫室氣體排放趨勢^{[4]·[5]}

295

表 2.3.1 臺灣 1990 至 2008 年各部門溫室氣體排放清單^{[4]·[5]}

單位：千公噸二氧化碳當量

年份	能源部門	工業製程部門	農業部門	土地利用變化及林業部門	廢棄物部門	總 GHG 排放量	淨 GHG 排放量
1990	110,524.67	11,727.29	14,227.25	-18,703.67	10,238.19	146,717.40	128,013.73
1991	120,179.05	12,099.88	14,970.54	-16,947.33	9,494.12	156,743.59	139,796.25
1992	129,406.58	13,210.25	14,777.38	-18,978.67	10,448.17	167,842.38	148,863.72
1993	139,556.83	15,277.84	15,030.46	-19,107.00	11,779.24	181,644.37	162,537.37
1994	148,257.83	14,659.36	15,248.73	-19,173.00	12,390.95	190,556.86	171,383.86
1995	156,219.77	15,236.84	15,101.06	-19,206.00	14,012.02	200,569.69	181,363.69
1996	164,979.92	15,810.51	15,408.07	-19,132.67	13,949.14	210,147.63	191,014.96
1997	176,385.97	17,436.87	13,454.74	-19,283.00	14,027.78	221,305.36	202,022.36
1998	188,510.91	15,627.46	12,905.43	-19,297.67	13,832.87	230,876.67	211,579.01
1999	197,361.81	15,476.80	13,348.90	-19,301.33	13,297.34	239,484.85	220,183.52
2000	214,311.68	14,020.54	13,512.95	-19,360.00	9,712.00	251,557.17	232,197.17
2001	218,881.35	15,124.80	13,419.85	-18,601.00	7,896.23	255,322.23	236,721.23
2002	227,417.78	22,852.53	13,035.76	-19,554.33	6,064.77	269,370.84	249,816.50
2003	237,367.34	22,541.42	11,937.89	-19,624.00	5,127.05	276,973.70	257,349.70
2004	249,206.84	24,395.68	12,373.48	-19,671.67	4,908.48	290,884.48	271,212.81
2005	257,342.80	21,972.60	12,282.20	-19,627.67	3,823.06	295,420.67	275,793.00
2006	265,362.42	22,692.94	12,448.51	-19,737.67	3,330.38	303,834.25	284,096.58
2007	268,973.50	20,060.88	12,150.14	-19,730.33	3,028.50	304,213.03	284,482.70
2008	257,062.68	18,592.37	11,395.58	-19,807.33	3,648.73	290,699.36	270,892.03

二、能源部門溫室氣體排放

300 能源部門排放之溫室氣體種類包括二氧化碳、甲烷及氧化亞
 氮，該部門溫室氣體排放總量歷年來呈現上升趨勢，至2008年首度
 呈現下降趨勢，詳如表2.3.2和圖2.3.2；1990年能源部門中，能源工
 業溫室氣體排放量約占能源部門溫室氣體排放量的42.04%，製造工
 業與建築占30.40%，運輸占17.58%，商業占0.52%，住宅占3.70%、
 305 農林漁牧占2.64%，其他占3.13%；而至2008年，能源工業溫室氣體
 排放量約占能源部門溫室氣體排放量的62.95%，製造工業與建築占
 19.46%，運輸占13.34%，商業占0.89%，住宅占2.01%、農林漁牧占
 0.55%，其他占0.80%。

1990至2008年間，能源工業溫室氣體排放量增加248.26%，年平
 310 均成長率為7.18%；製造工業與建築增加48.84%，年平均成長率為
 2.23%；運輸增加76.48%，年平均成長率為3.21%；商業增加
 302.57%，年平均成長率為8.04%；住宅增加26.62%，年平均成長率
 為1.32%；農林漁牧減少51.48%，年平均成長率為-3.94%；其他減少
 40.48%，年平均成長率為-2.84%。2008年能源部門溫室氣體排放量
 315 減少至257,062千公噸二氧化碳當量，較2007年減少4.43%，其中以
 製造工業與建築（-9.22%）、運輸（-4.15%）及能源工業（-3.33%）
 減少較多，而農林漁牧則增加25.79%。

表 2.3.2 臺灣 1990 至 2008 年能源部門溫室氣體排放清單^{[4]、[5]}

年份	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
二氧化碳排放量(千公噸二氧化碳)											
能源工業	46,452.62	75,917.42	121,028.29	125,522.85	130,593.96	141,173.07	148,782.37	157,385.23	164,085.75	167,329.52	161,752.00
製造工業與建築	33,600.13	41,297.09	48,518.87	47,979.11	50,492.43	47,190.07	51,681.26	50,340.39	52,674.83	55,084.83	50,007.97
運輸	19,422.44	28,543.84	33,012.14	33,367.59	34,150.62	34,542.24	35,938.89	36,873.35	37,125.81	35,761.22	34,276.44
商業	569.42	837.84	1,297.28	1,525.40	1,505.29	1,780.99	1,938.36	2,177.08	2,245.02	2,217.33	2,292.95
住宅	4,085.23	4,701.69	5,470.34	5,340.74	5,226.73	5,152.54	5,241.79	5,380.15	5,219.96	5,256.34	5,172.80
農林漁業牧	2,915.56	2,747.88	2,439.40	2,536.42	2,541.07	2,906.81	3,078.06	2,716.19	1,701.66	1,124.53	1,414.58
其他	3,456.74	2,136.41	2,481.46	2,541.01	2,835.12	4,542.86	2,463.67	2,383.74	2,220.03	2,107.66	2,057.48
總計	110,502.15	156,182.17	214,247.78	218,813.11	227,345.23	237,288.58	249,124.39	257,256.14	265,273.07	268,881.42	256,974.22
甲烷排放量(千公噸二氧化碳當量)											
能源工業	6.72	12.04	22.29	23.80	25.33	27.83	29.16	30.91	32.05	32.92	31.65
製造工業與建築	2.24	2.81	3.37	3.81	4.09	4.00	4.37	4.24	4.49	4.95	4.75
運輸	3.90	5.83	6.88	6.92	7.10	7.28	7.50	7.68	7.55	7.38	7.03
商業	0.22	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.25	0.25	0.25	0.26

年份	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
住宅	0.12	0.15	0.18	0.18	0.18	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.21
農林漁業牧	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.19	0.20	0.18	0.11	0.07	0.09
其他	0.19	0.14	0.19	0.20	0.18	0.28	0.17	0.20	0.15	0.23	0.17
總計	13.55	21.37	33.31	35.30	37.28	40.01	41.83	43.67	44.82	46.02	44.16
氧化亞氮排放量(千公噸二氧化碳當量)											
能源工業	8.36	15.44	29.68	31.92	34.19	37.67	39.47	41.86	43.37	44.65	42.95
製造工業與建築	0.40	0.49	0.57	0.67	0.73	0.71	0.78	0.76	0.79	0.89	0.86
運輸	0.17	0.26	0.29	0.30	0.30	0.30	0.32	0.32	0.32	0.48	0.45
商業	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
住宅	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
農林漁業牧	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
其他	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
總計	8.98	16.23	30.58	32.94	35.26	38.75	40.62	43.00	44.52	46.07	44.30
總溫室氣體排放量(千公噸二氧化碳當量)											
能源工業	46,467.70	75,944.90	121,080.26	125,578.56	130,653.48	141,238.57	148,851.00	157,458.00	164,161.17	167,407.10	161,826.60
製造工業與建築	33,602.77	41,300.40	48,522.82	47,983.59	50,497.25	47,194.77	51,686.41	50,345.39	52,680.11	55,090.66	50,013.58
運輸	19,426.51	28,549.92	33,019.31	33,374.81	34,158.02	34,549.82	35,946.70	36,881.36	37,133.69	35,769.08	34,283.91
商業	569.65	838.08	1,297.52	1,525.64	1,505.54	1,781.24	1,938.61	2,177.35	2,245.29	2,217.59	2,293.23
住宅	4,085.36	4,701.85	5,470.53	5,340.92	5,226.92	5,152.73	5,241.99	5,380.36	5,220.18	5,256.56	5,173.02
農林漁業牧	2,915.75	2,748.07	2,439.58	2,536.61	2,541.26	2,907.03	3,078.29	2,716.39	1,701.78	1,124.61	1,414.69
其他	3,456.94	2,136.56	2,481.66	2,541.22	2,835.31	4,543.17	2,463.84	2,383.95	2,220.20	2,107.91	2,057.65
總計	110,524.67	156,219.77	214,311.68	218,881.35	227,417.78	237,367.34	249,206.84	257,342.80	265,362.42	268,973.50	257,062.68

320

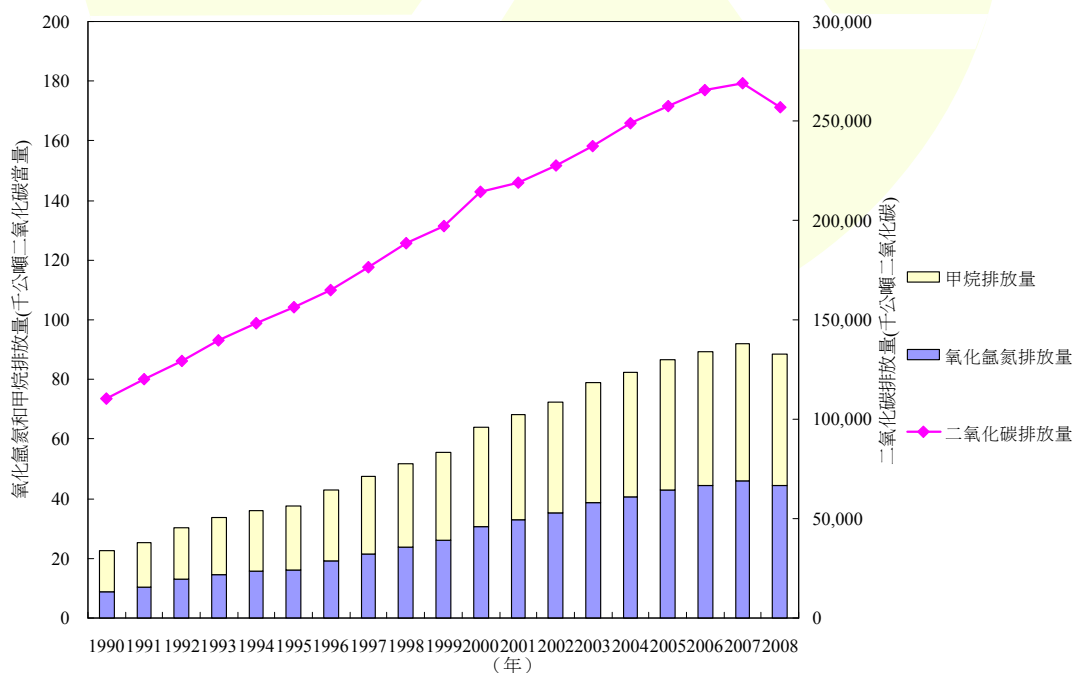


圖 2.3.2 臺灣 1990 至 2008 年能源部門溫室氣體排放趨勢^{[4]·[5]}

歷年能源部門各部門別之詳細排放統計及占比請見表2.3.3。就能源部門之總溫室氣體排放分析，按能源工業、製造工業與建築、運輸、商業、住宅、農林漁牧及其他各部門統計，2008年能源部門之溫室氣體總排放為257,063千公噸二氧化碳當量，占臺灣溫室氣體總排放量的88.43%，其中能源工業為161,827公噸二氧化碳當量（占62.95%），製造工業與建築為50,014千公噸二氧化碳當量（占19.46%），運輸為34,284千公噸二氧化碳當量（占13.34%），住宅為5,173千公噸二氧化碳當量（占2.01%），商業為2,293千公噸二氧化碳當量（占0.89%），其他為2,058千公噸二氧化碳當量（占0.80%），農林漁牧為1,415千公噸二氧化碳當量（占0.55%）。

335 表 2.3.3 臺灣能源部門之總溫室氣體排放量及占比^{[4]、[5]}

單位：千公噸二氧化碳當量

年份	能源工業	製造工業與建築	運輸	商業	住宅	農林漁牧	其他	總計
1990	46,467.70 (42.04%)	33,602.77 (30.40%)	19,426.51 (17.58%)	569.65 (0.52%)	4,085.36 (3.70%)	2,915.75 (2.64%)	3,456.94 (3.13%)	110,524.67
1991	53,381.74 (44.42%)	35,179.25 (29.27%)	20,708.42 (17.23%)	607.21 (0.51%)	4,321.69 (3.60%)	2,671.82 (2.22%)	3,308.90 (2.75%)	120,179.05
1992	57,471.55 (44.41%)	37,533.37 (29.00%)	23,821.31 (18.41%)	657.55 (0.51%)	4,536.00 (3.51%)	2,644.70 (2.04%)	2,742.09 (2.12%)	129,406.58
1993	64,668.81 (46.34%)	38,967.60 (27.92%)	25,857.82 (18.53%)	704.54 (0.50%)	4,445.74 (3.19%)	2,646.82 (1.90%)	2,265.49 (1.62%)	139,556.83
1994	69,997.75 (47.21%)	40,209.37 (27.12%)	27,280.15 (18.40%)	731.26 (0.49%)	4,555.71 (3.07%)	2,692.69 (1.82%)	2,790.91 (1.88%)	148,257.83
1995	75,944.90 (48.61%)	41,300.40 (26.44%)	28,549.92 (18.28%)	838.08 (0.54%)	4,701.85 (3.01%)	2,748.07 (1.76%)	2,136.56 (1.37%)	156,219.77
1996	81,708.74 (49.53%)	42,379.82 (25.69%)	29,569.40 (17.92%)	864.95 (0.52%)	4,883.76 (2.96%)	2,775.43 (1.68%)	2,797.81 (1.70%)	164,979.92
1997	90,733.56 (51.44%)	44,947.53 (25.48%)	30,246.92 (17.15%)	889.22 (0.50%)	5,007.68 (2.84%)	2,449.66 (1.39%)	2,111.40 (1.20%)	176,385.97
1998	99,916.59 (53.00%)	46,425.90 (24.63%)	31,542.05 (16.73%)	950.73 (0.50%)	5,103.96 (2.71%)	2,020.01 (1.07%)	2,551.69 (1.35%)	188,510.91
1999	107,047.00 (54.24%)	45,664.88 (23.14%)	32,891.44 (16.67%)	1,196.03 (0.61%)	5,519.03 (2.80%)	2,102.82 (1.07%)	2,940.60 (1.49%)	197,361.81
2000	121,080.26 (56.50%)	48,522.82 (22.64%)	33,019.31 (15.41%)	1,297.52 (0.61%)	5,470.53 (2.55%)	2,439.58 (1.14%)	2,481.66 (1.16%)	214,311.68
2001	125,578.56 (57.37%)	47,983.59 (21.92%)	33,374.81 (15.25%)	1,525.64 (0.70%)	5,340.92 (2.44%)	2,536.61 (1.16%)	2,541.22 (1.16%)	218,881.35
2002	130,653.48 (57.45%)	50,497.25 (22.20%)	34,158.02 (15.02%)	1,505.54 (0.66%)	5,226.92 (2.30%)	2,541.26 (1.12%)	2,835.31 (1.25%)	227,417.78
2003	141,238.57 (59.50%)	47,194.77 (19.88%)	34,549.82 (14.56%)	1,781.24 (0.75%)	5,152.73 (2.17%)	2,907.03 (1.22%)	4,543.17 (1.91%)	237,367.34

年份	能源工業	製造工業與建築	運輸	商業	住宅	農林漁牧	其他	總計
2004	148,851.00 (59.73%)	51,686.41 (20.74%)	35,946.70 (14.42%)	1,938.61 (0.78%)	5,241.99 (2.10%)	3,078.29 (1.24%)	2,463.84 (0.99%)	249,206.84
2005	157,458.00 (61.19%)	50,345.39 (19.56%)	36,881.36 (14.33%)	2,177.35 (0.85%)	5,380.36 (2.09%)	2,716.39 (1.06%)	2,383.95 (0.93%)	257,342.80
2006	164,161.17 (61.86%)	52,680.11 (19.85%)	37,133.69 (13.99%)	2,245.29 (0.85%)	5,220.18 (1.97%)	1,701.78 (0.64%)	2,220.20 (0.84%)	265,362.42
2007	167,407.10 (62.24%)	55,090.66 (20.48%)	35,769.08 (13.30%)	2,217.59 (0.82%)	5,256.56 (1.95%)	1,124.61 (0.42%)	2,107.91 (0.78%)	268,973.50
2008	161,826.60 (62.95%)	50,013.58 (19.46%)	34,283.91 (13.34%)	2,293.23 (0.89%)	5,173.02 (2.01%)	1,414.69 (0.55%)	2,057.65 (0.80%)	257,062.68

分析1990至2008年能源部門之年平均成長率，商業為8.04%、能源工業為7.18%、運輸為3.21%、製造工業與建築為2.23%、住宅為1.32%及農林漁牧為-3.94%，其中以商業、能源工業、運輸業及製造工業與建築之成長率較高，而農林漁牧的成長率有逐年下降的趨勢。

三、工業製程部門溫室氣體排放

工業製程部門排放之溫室氣體種類包含二氧化碳、甲烷、氧化亞氮、全氟碳化物、氫氟碳化物及六氟化硫等 6 種，該部門溫室氣體排放量歷年來呈現起伏增減的趨勢，詳如表 2.3.4 和圖 2.3.3。工業製程部門溫室氣體總排放量自 1990 年 11,727 千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 7.99%，增加至 2004 年 24,396 千公噸二氧化碳當量，成為歷年排放量最多的一年，約占臺灣溫室氣體總排放量的 8.39%，15 年間增加約 96.2%。而 2002 年以後的排放增加量，主要係因含氟溫室氣體排放量增加。

2008 年工業製程部門溫室氣體總排放量為 18,593 千公噸二氧化碳當量（占 6.42%），較 2007 年減少 7.32%，其中以二氧化碳排放量（-5.10%）、全氟碳化物排放量（-45.13%）及氫氟碳化物排放量（-13.25%）減少較多。初步分析二氧化碳排放量減少係因水泥生產及石灰石的使用減少，全氟碳化物及氫氟碳化物排放量減少與半導體產業的使用減少有關。2008 年工業製程部門六氟化硫排放量預估增加約 739 千公噸二氧化碳當量，其原因為電力事業和鎂合金產業使用量增加所致。

360 臺灣含氟溫室氣體排放主要來自半導體與薄膜電晶體液晶顯示器（Thin Film Transistor -Liquid Crystal Display，TFT-LCD）面板產業，近年來在產能、產量大幅提升下，整體排放量仍呈現持平趨勢，係因相關產業早於2004、2005年即與行政院環境保護署簽署自願減量合作備忘錄，於製程加裝尾氣破壞之污染防治設備（要求處理效率應達95%以上）所獲致之顯著效果。

365

表2.3.4 臺灣1990至2008年工業製程部門溫室氣體排放清單^[4]

單位：千公噸二氧化碳當量

年份	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CO ₂	11,547.20	14,132.30	9,171.80	10,722.10	11,756.80	11,385.80	11,976.40	12,119.90	12,507.90	12,185.78	11,563.87
CH ₄	5.29	6.44	8.74	11.50	11.73	12.42	12.88	12.90	2.74	17.48	16.56
N ₂ O	174.80	185.10	110.00	174.50	197.70	197.40	196.50	196.50	235.70	227.92	392.94
HFCs	NE	NE	473.00	NE	1,903.00	1,815.80	1,906.60	623.30	1,210.00	179.90	156.20
PFCs	NE	NE	3,556.70	4,216.70	4,510.00	4,766.70	5,133.30	3,813.30	4,033.30	3,824.70	2,098.70
SF ₆	NE	297.00	700.30	NE	4,473.30	4,363.30	5,170.00	5,206.70	4,693.30	3,625.10	4,364.10
總計	11,727.29	15,236.84	14,020.54	15,124.80	22,852.53	22,541.42	24,395.68	21,972.60	22,692.94	20,060.88	18,592.37

備註：NE 表未估算（Not Estimated），資料不足或統計工作尚未完成。

370

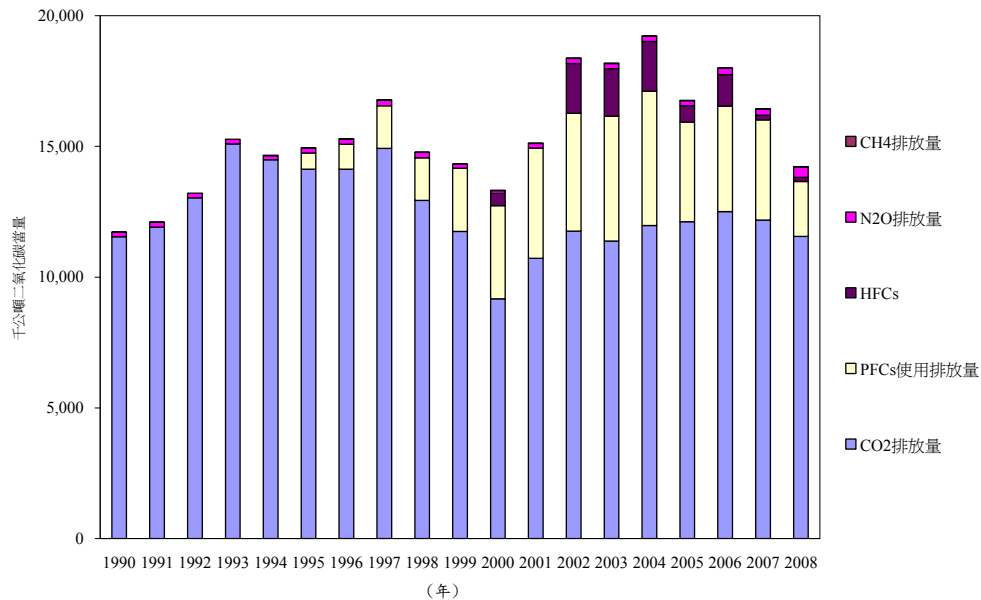


圖2.3.3 臺灣1990至2008年工業製程部門溫室氣體排放趨勢^[4]

375

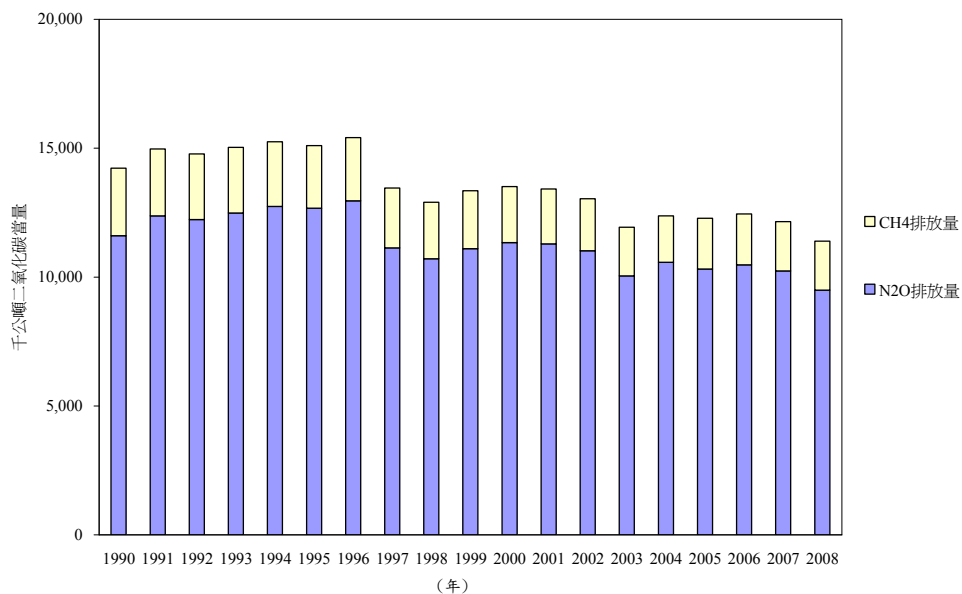
四、農業部門溫室氣體排放

380 農業部門排放之溫室氣體種類包含甲烷及氧化亞氮兩種。該部門溫室氣體排放量歷年來呈現起伏增減的趨勢，自 1990 年的 14,227 千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 9.68%，增加至 1996 年 15,408 千公噸二氧化碳當量，為歷年最高值，約占臺灣溫室氣體總排放量的 7.32%，至 2003 年為 11,938 千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的 4.31%，與 1990 年相比較減少約 16.09%，年平均成長率-1.34%，詳如表 2.3.5 和圖 2.3.4。

385 表 2.3.5 臺灣 1990 至 2008 年農業部門溫室氣體排放清單^[4]

單位：千公噸二氧化碳當量

種類	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CH ₄	2,620.99	2,425.92	2,176.18	2,134.56	2,015.79	1,889.18	1,795.74	1,970.37	1,977.07	1,913.61	1,898.86
N ₂ O	11,606.26	12,675.14	11,336.77	11,285.28	11,019.96	10,048.71	10,577.75	10,311.83	10,471.44	10,236.54	9,496.72
總計	14,227.25	15,101.06	13,512.95	13,419.85	13,035.76	11,937.89	12,373.48	12,282.20	12,448.51	12,150.14	11,395.58



390 圖 2.3.4 臺灣 1990 至 2008 年農業部門溫室氣體排放趨勢^[4]

臺灣 2008 年農業部門溫室氣體排放為 11,396 千公噸二氧化碳當量，較 2007 年降幅約 6.21%，其中以畜牧腸胃發酵排放占 5.09%，畜牧排泄物處理排放占 5.11%，水稻田占 6.61%，土壤占 82.87%，殘餘

395 燃燒排放占0.32%。甲烷排放為1,899千公噸二氧化碳當量，降幅約0.77%；氧化亞氮排放為9,497千公噸二氧化碳當量，降幅約7.233%。氧化亞氮排放以土壤排放占絕大多數，排放量減少原因為化學肥料使用量的下降，2007年使用量為970千公噸，2008年為892千公噸，下降約8.05%。甲烷排放以畜牧腸胃發酵減少最多，較2007年減少15千公噸二氧化碳當量（-2.6%），主要是畜牧動物數量減少。

400

五、土地利用與林業部門溫室氣體吸收

405 土地利用與林業部門吸收之溫室氣體以二氧化碳為主，歷年之吸收量呈現略有起伏增減的趨勢，每年的碳量變化並不大，主要係由森林資源年生長所增加的碳量為主，造林所增加的碳量及因森林干擾所減少的碳量較少。1990至2008年間森林資源整體之年碳量變化，以1991年為4,622千公噸碳為最低（主要由森林火災所造成的碳損失），而以2008年之5,402千公噸碳為最高，如表2.3.6所示。

410 圖2.3.5為臺灣1990至2008年土地利用與林業部門溫室氣體排放趨勢，在1990年吸收量為118,700千公噸二氧化碳當量，2008年吸收量為19,807千公噸二氧化碳當量，較2007年增加77千公噸二氧化碳當量（0.41%）。1990至2008年二氧化碳吸收量增加約5.94%，年平均成長率為0.32%。

表2.3.6 臺灣1990至2008年森林資源之二氧化碳吸收量^[4]

年份	$\Delta C_{G-TOTAL}$ (千公噸碳)	ΔC_{G-AFF} (千公噸碳)	$L_{WOOD-REMOVALS}$ (千公噸碳)	$L_{fuelwood}$ (千公噸 碳)	$L_{disturbance}$ (千公噸 碳)	ΔC (千公噸 碳)	CO ₂ 吸收量 (千公噸二氧 化碳當量)
1990	5,210	0	93	15	1	5101	-18,704
1991	5,210	20	60	9	539	4622	-16,947
1992	5,210	26	51	8	1	5176	-18,979
1993	5,210	40	32	3	4	5211	-19,107
1994	5,210	51	27	2	3	5229	-19,173
1995	5,210	62	27	6	1	5238	-19,206
1996	5,210	68	27	4	29	5218	-19,133
1997	5,210	83	20	4	10	5259	-19,283
1998	5,210	92	20	5	14	5263	-19,298
1999	5,210	114	21	4	35	5264	-19,301
2000	5,210	136	19	2	45	5280	-19,360
2001	5,210	140	18	3	256	5073	-18,601

年份	$\Delta C_{G-TOTAL}$ (千公噸碳)	ΔC_{G-AFF} (千公噸碳)	$L_{WOOD-REMOVALS}$ (千公噸碳)	$L_{fuelwood}$ (千公噸 碳)	$L_{disturbance}$ (千公噸 碳)	ΔC (千公噸 碳)	CO ₂ 吸收量 (千公噸二氧 化碳當量)
2002	5,210	154	26	3	2	5333	-19,554
2003	5,210	182	33	7	0	5352	-19,624
2004	5,210	201	28	5	13	5365	-19,672
2005	5,210	209	27	3	36	5353	-19,628
2006	5,210	212	34	4	1	5383	-19,738
2007	5,210	219	33	4	16	5381	-19,730
2008	5,210	231	27	3	2	5402	-19,807

415

備註：

$$\Delta C = (\Delta C_{G-TOTAL} + \Delta C_{G-AFF}) - (L_{WOOD-REMOVALS} + L_{fuelwood} + L_{disturbance})$$

$\Delta C_{G-TOTAL}$ ：森林資源碳量年平均碳量變化

ΔC_{G-AFF} ：因造林之年碳量變化

$L_{WOOD-REMOVALS}$ ：因商用木材採伐所引起的年碳貯存減少量

420

$L_{fuelwood}$ ：因薪材收穫所引起的年碳貯存減少量

$L_{disturbance}$ ：受干擾等其他因素所引起的年碳貯存減少量

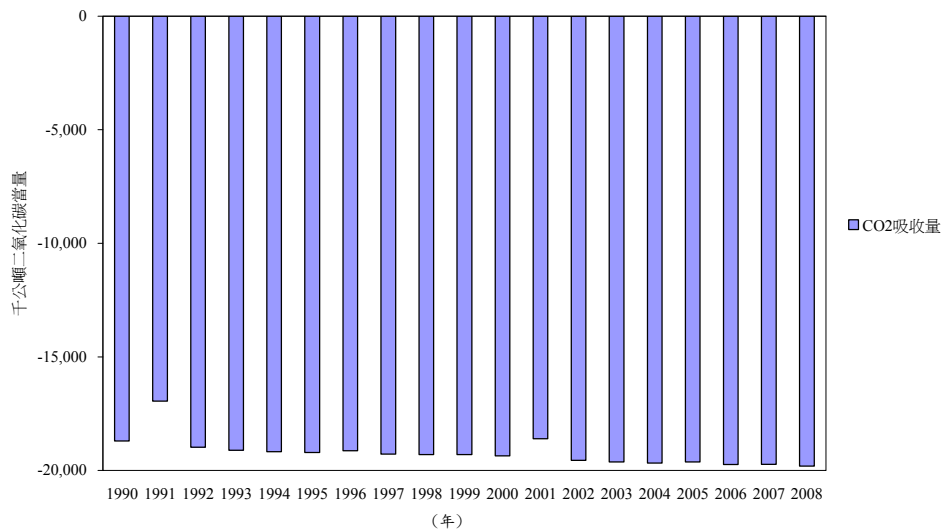


圖2.3.5 臺灣1990至2008年土地利用與林業部門溫室氣體排放趨勢^[4]

425

六、廢棄物部門溫室氣體排放

430

廢棄物部門排放之溫室氣體種類包含甲烷及氧化亞氮兩種。該部門溫室氣體排放量歷年來呈現起伏增減的趨勢，詳如表2.3.7與圖2.3.6所示，自1990年10.24千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的3.53%，至2008年排放量為3.65千公噸二氧化碳當量，約占臺灣溫室氣體總排放量的1.26%，與1990年相比較減少約64.36%，

年平均成長率-5.57%。

1999至2000年甲烷排放量大幅下降，主要是實行垃圾減量，導致衛生掩埋量和一般掩埋量大量減少，同時推行沼氣（甲烷）回收措施。2008年廢棄物部門中，以一般廢棄物掩埋甲烷減量最多，較2007年減少52%，原因為國人垃圾掩埋量仍持續減少。

表2.3.7 臺灣1990至2008年廢棄物部門溫室氣體排放清單^[4]

單位：千公噸二氧化碳當量

種類	1990	1995	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008
CH ₄	9,760.08	13,491.35	9,179.20	7,383.60	5,533.24	4,584.46	4,386.43	3,298.07	2,799.22	2,489.90	3,103.49
N ₂ O	478.11	520.66	532.80	512.64	531.53	542.59	522.05	524.99	531.16	538.60	545.24
總計	10,238.19	14,012.02	9,712.00	7,896.23	6,064.77	5,127.05	4,908.48	3,823.06	3,330.38	3,028.50	3,648.73

440

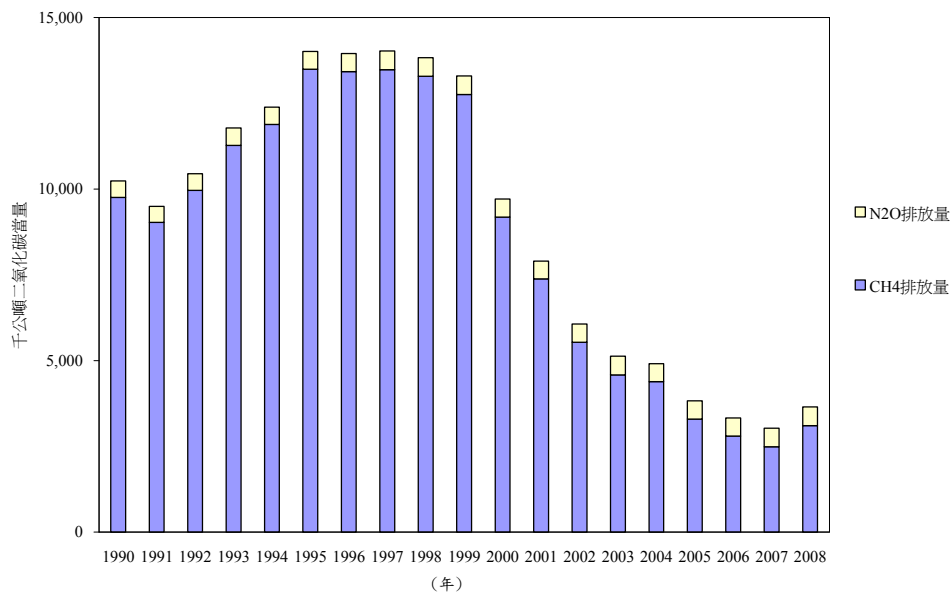


圖2.3.6 臺灣1990至2008年廢棄物部門溫室氣體排放趨勢^[4]

2.4 溫室氣體關鍵源與趨勢分析

本排放清冊將根據 IPCC 清冊良好作法指南之第一級方法以水平估計（Level Assessment）及趨勢估計（Trend Assessment）確定關鍵排放源（關鍵影響因子）。以下說明第一級方法估算參數：

$$\text{排放源水平估計 (Lx,t)} = \text{排放源 x 於 t 年排放量 (Ex,t)} / \text{總排放量 (Et)}$$

將 t 年各類排放源之水平估計值 ($L_{x,t}$)，依照大小降序排列，
 450 再將水平估計值累加，累計到 95%時，以上的排放源即是該年度的
 關鍵排放源。

當水平估計中數據不夠大而未被確定為關鍵源時，但其趨勢與
 國家清冊數據趨勢不同，且可獲得超過一年以上的清冊數據時，可
 以根據下式，計算各種排放源趨勢對於整體清冊趨勢的貢獻：

455 排放源趨勢估計 = 排放源水平估計 × | 排放源趨勢 - 總體趨勢 |

$$T_{x,t} = L_{x,t} \times | \{ [(E_{x,t} - E_{x,0}) / E_{x,t}] - [(E_t - E_0) / E_t] \} |$$

其中， $T_{x,t}$ 為排放源 x 趨勢對於整體清冊趨勢的貢獻，稱趨勢
 估計值；

$E_{x,t}$ 、 $E_{x,0}$ 為排放源 x 在 t、0 年的排放量

460 E_t 、 E_0 為整體清冊在 t、0 年的排放量

同理，將各種排放源的趨勢估計值，按照大小降序排列，累計
 其估計值到 95%，以上的排放源即為整體清冊趨勢之關鍵排放源。

利用第一級方法分析 1990 年和 2008 年臺灣溫室氣體關鍵排放
 源，了解各種排放源對整體國家溫室氣體排放量的影響，結果如表
 465 2.4.1 所示。2008 年 17 個排放源中，能源工業 (1A1)、製造工業與
 建築 (1A2)、運輸 (1A3)、非金屬製程 (2A)、農耕土壤 (4D)、
 鹵烴及六氟化硫的使用 (2F)，6 項排放源累計排放量達 2008 年溫
 室氣體總排放量的 95.48%，其中有 3 個排放源屬於能源部門燃料燃
 燒，非金屬製程 (2A) 與鹵烴及六氟化硫的使用 (2F) 則屬於工業
 470 製程部門，農耕土壤為農業部門 (4D)。由以上分析得知，臺灣前
 3 大排放源皆是使用燃料燃燒所致之溫室氣體排放，排放之溫室氣
 體種類以二氧化碳為主，其次是非金屬製程 (2A) 包括水泥製造等
 之二氧化碳排放，農耕土壤 (4D) 排放溫室氣體種類為氧化亞氮，
 而鹵烴及六氟化硫的使用 (2F) 則為全氟碳化物、氫氟碳化物與六
 475 氟化硫的排放。

依據 1990 年及 2008 年溫室氣體排放量趨勢估計分析，影響這
 期間排放量變化的排放源依趨勢估計值百分比排序為：能源工業
 (1A1)、製造工業與建築 (1A2)、垃圾掩埋場 (6A)、農耕土壤

480 (4D)、非金屬製程 (2A)、鹵烴及六氟化硫的使用 (2F)、其他
 (1A5)、運輸 (1A3)、住宅 (1A4a)、商業 (1A4a) 等。其中垃圾
 掩埋場 (6A)、非金屬製程 (2A)、農耕土壤 (4D)、其他 (1A5)
 屬於排放量減少之排放源，對於臺灣溫室氣體排放量增加趨勢為「減
 485 量」貢獻；能源工業 (1A1)、製造工業與建築 (1A2)、鹵烴及六氟
 化硫的使用 (2F)、運輸 (1A3)、住宅 (1A4a)、商業 (1A4a) 則
 為「增量」貢獻。

綜合水平估計分析及趨勢估計分析，臺灣最主要的關鍵源為能
 源工業 (1A1)、製造工業與建築 (1A2)，均為燃料燃燒所導致的
 溫室氣體排放。

490

表 2.4.1 臺灣 2008 年溫室氣體清冊關鍵源分析

溫室氣體排放源和吸收匯 類別	1990 年	2008 年	排放貢獻			是否為關鍵源	
	GHG 排放量 (千公噸二氧化碳當量)		水平估計	累計水平估計	趨勢估計	水平估計	趨勢估計
1A1.能源工業	46,467.70	161,826.60	55.67%	55.67%	44.93%	v	v
1A2.製造工業與建築	33,602.77	50,013.58	17.20%	72.87%	10.67%	v	v
1A3.運輸	19,426.51	34,283.91	11.79%	84.67%	2.71%	v	v
2A.非金屬製程	10,445.40	10,205.15	3.51%	88.18%	6.76%	v	v
4D.農耕土壤	11,566.28	9,443.91	3.25%	91.43%	8.68%	v	v
2F.鹵烴及六氟化硫的使用	—	6,619.00	2.28%	93.70%	4.26%	v	v
1A4a.住宅	4,085.36	5,173.02	1.78%	95.48%	1.88%		v
1A4a.商業	569.65	2,293.23	0.79%	96.27%	0.75%		v
1A5.其他	3,456.94	2,057.65	0.71%	96.98%	3.09%		v
6A.垃圾掩埋場	8,965.57	1,870.24	0.64%	97.62%	10.24%		v
6B.廢水處理	1,272.61	1,778.49	0.61%	98.23%	0.48%		
1A4c.農林漁牧	2,915.75	1,414.69	0.49%	98.72%	2.81%		
2C.金屬製程	640.00	1,354.33	0.47%	99.19%	0.06%		
4C.水稻種植	1,441.12	753.26	0.26%	99.45%	1.35%		
4B.畜牧排泄物處理	426.46	582.66	0.20%	99.65%	0.17%		
4A.牲畜腸胃道發酵	735.55	579.82	0.20%	99.85%	0.57%		
2B.化學工業	641.89	413.90	0.14%	99.99%	0.55%		
4F.農業殘渣燃燒	57.83	35.93	0.01%	100.00%	0.05%		

備註：v 為關鍵源

參考文獻

- 495 1. IPCC, Revised 1996 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, 1996.
2. IPCC, Good Practice Guidance and Uncertainty Management in National Greenhouse Gas Inventories, 2000.
3. UNFCCC, FCCC/CP/1999/7, 2000.
- 500 4. 行政院環境保護署，「國家通訊及溫室氣體排放清冊建置應用」計畫期末報告，2010年。
5. 經濟部能源局網站，<http://www.moeaec.gov.tw>
6. 行政院主計處網站，<http://www.dgbas.gov.tw>

第三章 臺灣溫室氣體減量的政策與措施

參考聯合國氣候變化綱要公約（United Nation Framework Convention on Climate Change, UNFCCC）第3條所揭示之「共同但有差別責任」的精神，各國應在公平基礎上，考慮特別需求或面臨特殊狀況成員之負擔與能力，採取符合成本有效性的政策措施，以因應氣候變遷。臺灣認同聯合國氣候變化綱要公約的精神與原則，歷年來持續關注聯合國氣候變化綱要公約的管制發展趨勢，並致力於國內執行溫室氣體減量的政策與措施。本章將介紹我國因應立場與政府組織架構、歷年在氣候變遷議題或溫室氣體減量施政重點與相關立法進度、以及進行之政策與措施等。

3.1 臺灣因應立場及政府組織架構

面對全球環境保護新趨勢，臺灣在經濟發展的同時，溫室氣體排放量從1990到2008年增加了98.14%，為顧及未來之經濟發展與轉型，在國家安全與氣候變遷衝擊調適的前提下，臺灣政府將以法律為基礎，參考聯合國氣候變化綱要公約相關規範與非附件一國家的立場，規劃我國之減量目標及減量措施，並在國際協商未達共識之前，便提出自願的節能目標及國家溫室氣體排放減量目標之規劃藍圖，以展現臺灣願意與國際社會共同承擔溫室氣體減量義務的誠意與決心。

為積極因應全球氣候變遷議題之國內外事務及管制趨勢，我國行政院於1994年成立「行政院全球變遷政策指導小組」，由相關部會首長及專長學者組成，下設因應全球環境問題及永續發展等6個工作分組，該指導小組並於1997年升級為「行政院國家永續發展委員會」。2002年立法院通過「環境基本法」，正式賦予行政院國家永續發展委員會之法定組織地位，行政院國家永續發展委員會於2008年設置之「節能減碳與氣候變遷工作分組」（由行政院環境保護署召集）為我國因應全球氣候變遷議題之主要運作平台。

為落實國內節能減碳具體行動，行政院強化現有跨部會專案小組整合功能，於2010年1月成立「行政院節能減碳推動會」，要求各部會依國家總目標訂定業管部門之分年目標、期程、分工及執行與宣導

計畫，藉由各部門分年目標的實踐，累積達成臺灣溫室氣體減量目標。行政院節能減碳推動會的組織架構如圖 3.2.1 所示。

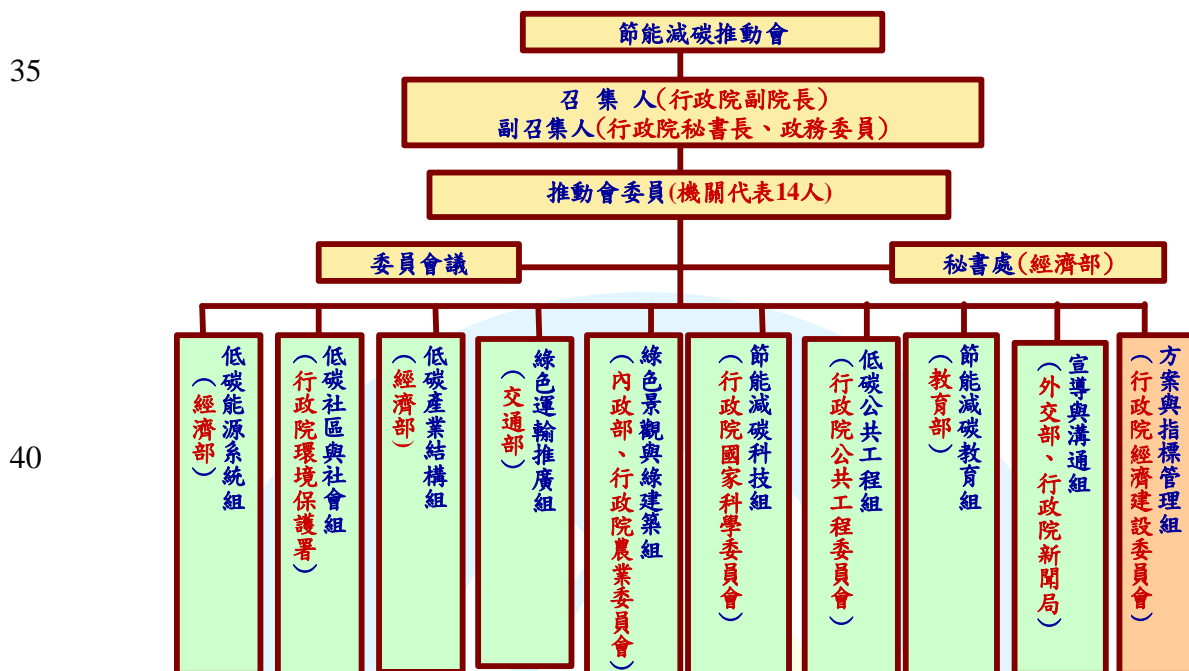


圖 3.1.1 「行政院節能減碳推動會」組織架構

3.2 整體施政重點與相關立法進度

行政院節能減碳推動會於 2010 年 3 月發布推動「國家節能減碳總計畫」^[1]，作為我國因應氣候變遷相關議題之整體施政規劃。總計畫中舉列十大標竿方案，涵蓋臺灣現有節能減碳各個面向，藉由各部門積極規劃與執行，落實分年目標及累積達成我國減量目標，並定期提出檢討報告及發表節能減碳白皮書。

以下就「國家節能減碳總計畫」及健全法規體制，分別說明臺灣因應氣候變遷之整體施政重點與相關立法進度：

一、國家節能減碳總計畫

「國家節能減碳總計畫」十大標竿方案涵蓋臺灣節能減碳各個面向，包括健全法規體制、改造低碳能源系統、打造低碳社區與社會、營造低碳產業結構、建構綠色運輸網絡、營建綠色新景觀與普及綠建

¹ 經濟部能源局，行政院節能減碳推動會網站，
www.moeaboe.gov.tw/Policy/ReduceCO2Emission/default.html

60 築、擴張節能減碳科技能量、推動節能減碳公共工程、深化節能減碳教育及強化節能減碳宣導與溝通等。在政策引導下，每一個標竿方案下列出數項重點標竿型計畫，並列入各計畫之主要負責部會，藉此建構臺灣節能減碳路徑。

十大標竿方案之導向、計畫及負責之部會，如表 3.2.1 所示。

65

表 3.2.1 十大標竿方案及重點計畫

標竿方案	方案導向	標竿型計畫	負責部會
(一)健全法規體制	以國際觀點，結合氣候變遷與能源領域，建構完整法規體制，以適當政策工具與行政管制，創造綠色成長契機。	健全溫室氣體管理法規體制	行政院環境保護署
		擬訂「永續能源基本法」	經濟部
		制定「再生能源發展條例」與「能源管理法」修正條文後續子法	經濟部
		推動綠色稅制	財政部
(二)改造低碳能源系統	發展低排放、低污染、安全、自主及永續之低碳能源系統，減少自然資源消耗與環境衝擊。	推動再生能源倍增方案	經濟部
		降低發電系統碳排放	經濟部
		推推動智慧電網	經濟部
		動核能發電合理使用評估方案	行政院原子能委員會
(三)打造低碳社區與社會	以低碳社區為基礎，建立低碳城市，帶動低碳文化，營造民眾低碳生活，創造低碳經濟，達成低碳社會願景。	建構低碳社區	行政院環境保護署、經濟部
		打造低碳城市	行政院環境保護署、經濟部
		建設低碳島	行政院環境保護署、經濟部、交通部
		推動節能減碳生活社會運動	行政院環境保護署、經濟部
(四)營造低碳產業結構	促使產業逐步邁向低碳化，提升單位碳排放的附加價值，降低單位產值碳排放密度，強化綠色能源產業發展。	推動產業節能減碳	經濟部、行政院國家科學委員會
		進行能源密集產業政策環評	經濟部
		推動綠能產業旭升方案	經濟部
		推動農業節能減碳	行政院農業委員會
(五)建構綠色運輸網絡	降低運輸部門碳排放，建構便捷與智慧型運輸系統，推廣低碳燃料使用，紓緩汽機車使用與成長。	建構綠色無接縫公路運輸系統	交通部
		推動建構便捷大眾軌道運輸網	交通部
		建構智慧化道路服務	交通部
		建立人本導向綠色運具為主之都市交通環境	內政部
		提升私人運具新車效率水準	經濟部

標竿方案	方案導向	標竿型計畫	負責部會
(六)營建綠色新景觀與普及綠建築	加速推動新舊建築朝綠建築方向發展，營造節能減碳居住環境；加強森林等自然資源碳匯功能。	推動新建綠建築及推廣使用節能減碳綠建材	內政部
		推動建築物節能減碳標示制度	內政部
		推動造林計畫	行政院農業委員會
(七)擴張節能減碳科技能量	運用科技促進節能減碳目標的達成，藉由新能源科技、再生能源與低碳能源科技，積蓄我國在國際上經濟之競爭力。	推動能源國家型科技計畫	行政院國家科學委員會
		進行全方位能源科技人才培育方案	行政院國家科學委員會
(八)推動節能減碳公共工程	由政府部門引領節能減碳風潮，建構公共工程節能減碳規範。	建構永續低碳公共工程規範及機制	行政院公共工程委員會、行政院經濟建設委員會
		推動公共工程全生命週期品質管理機制納入節能減碳措施	行政院公共工程委員會
		強化政府採購流程與規範內化節能減碳機制	行政院公共工程委員會
(九)深化節能減碳教育	強化學校節能減碳教育機能，促進全民節能減碳認知。	教育部暨所屬機關學校全面落实節能減碳計畫	教育部
		營造永續綠校園及建立學校節能減碳評鑑制度	教育部
(十)強化節能減碳宣導與溝通	建立節能減碳國際觀思維，使民眾體會節能減碳之重要性，進而支持國家政策且身體力行，並作為我國外交重點。	全民節能減碳溝通宣導計畫	行政院新聞局、行政院研究發展考核委員會、行政院人事行政局、經濟部及其他各部會
		推動國際節能減碳環境外交	外交部、行政院環境保護署

二、健全法規體制

標竿型計畫及政策與措施的推動，均須以法律作為推動之重要基礎，以下將說明臺灣政府為因應氣候變遷議題，已制訂或正在推動之各項相關法案。

(一) 推動「溫室氣體減量法」之立法工作

行政院環境保護署推動之「溫室氣體減量法（草案）」係作為我國對外宣示願意善盡共同保護地球環境之責任、對內落實永續經濟發

75 展會議、全國能源會議等重大會議立法共識的關鍵法案，該法將規範
 政府間跨部會推動溫室氣體減量機制、減量執行模式及執行工具，主
 要目的為降低溫室氣體排放，並有助於國際認同臺灣對溫室氣體減量
 之努力。目前該法草案係在立法院進行審議階段，若能加速完成立法
 80 程序，將成為開發中國家之立法首例，亦將透過減碳機制設計與全民
 節能參與之制度配套，搭配另一重大立法規劃—「能源稅條例」，以
 經濟誘因之政策工具，推動我國溫室氣體減量目標。

「溫室氣體減量法（草案）」之架構，如圖3.2.1所示^[2]。

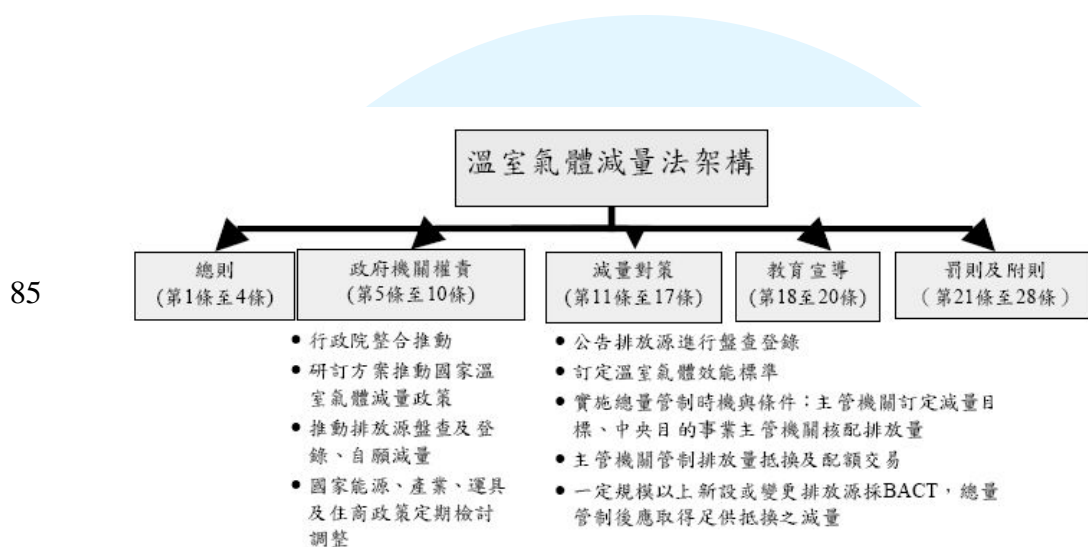


圖3.2.1 臺灣「溫室氣體減量法（草案）」架構

90 溫室氣體減量法（草案）重點如下：

- 95
- 1.由中央主管機關擬訂溫室氣體減量方案，報請行政院核定後實施；中央目的事業主管機關依溫室氣體減量方案訂定減量目標及行動計畫，並推動之。能源、產業、運輸及住商政策之中央目的事業主管機關應定期檢討及調整其溫室氣體減量政策；目的事業主管機關應輔導事業進行排放源排放量之盤查、登錄、查證、自願減量及參與國際合作減量，並得獎勵或補助之。
 - 2.直轄市、縣（市）主管機關應配合推動溫室氣體減量政策方案及行動計畫訂修溫室氣體減量執行計畫，並推動之。
 - 100 3.事業具有中央主管機關公告之排放源者，應每年進行排放量盤

² 呂鴻光、簡慧貞、吳奕霖，我國溫室氣體減量近期推動路線，永續產業發展雙月刊第43期，2009年。

查及定期登錄經查驗機構完成查證之排放量；其排放之溫室氣體年平均排放量應符合溫室氣體效能標準。

- 105 4.中央主管機關得依國際管制溫室氣體排放的進度，於實施溫室氣體排放盤查、登錄、查證制度與建立排放量核配及交易制度後，分期公告實施溫室氣體總量管制。
- 110 5.參考國際管制架構以及各國之法制發展，本法（草案）參考歐盟現行排放交易（European Union Greenhouse Gas Emission Trading System, EU ETS）與美國東北州電力業溫室氣體交易制度，規劃於臺灣訂定法定減量責任並據此訂定排放上限時，得使用排放權交易制度協助減量目標之達成，並預計將一定比例之排放權改以「拍賣」或「配售」制度售出，較「全部無償分配」更為公平，並讓新設廠商容易取得排放權。
- 115 6.為肯定企業先期減量之努力，於總量管制實施前，執行排放源減量專案（先期專案，如圖3.2.2）之排放額度可供交易或抵換。同時，本法（草案）亦將授權中央目的事業主管機關得獎勵或補助事業採行自願減量措施，並鼓勵事業參與國內或國際合作執行抵換專案（如圖3.2.3）。事業所採行的抵換專案應於國內優先推動，實質達成臺灣減量要求。行政院環境保護署刻正積極研議與國際接軌之溫室氣體認證及查驗機構管理機制、產業溫室氣體查證指引等相關配套措施^[3]。
- 120

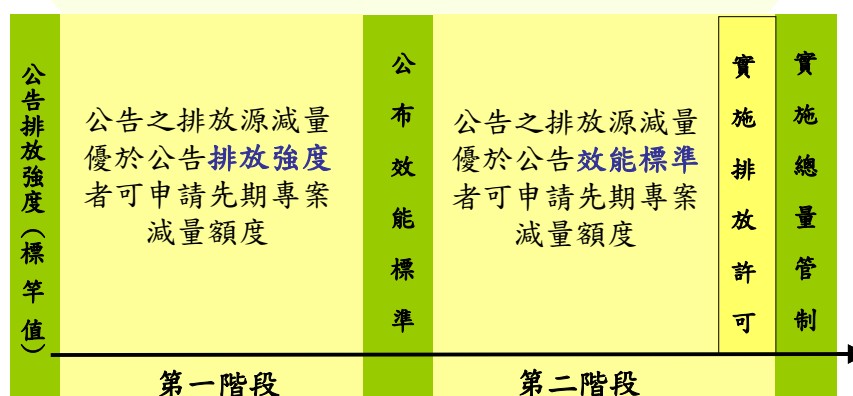


圖 3.2.2 先期專案示意圖

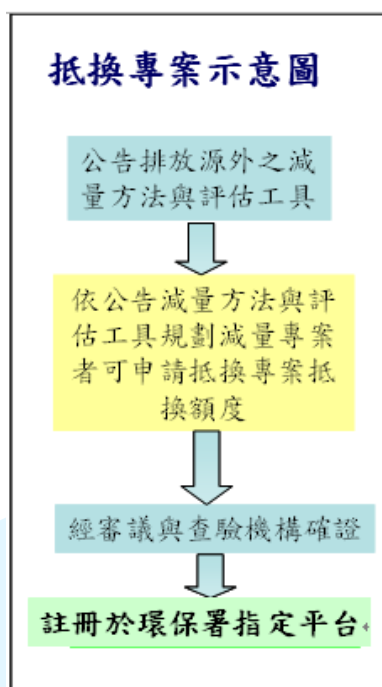


圖 3.2.3 抵換專案示意圖

125 為確實掌握排放量數據及評估減量效益，行政院環境保護署積極
 建制排放源之盤查、登錄、查驗及認證制度與國家平台資料庫，並持
 續建立部門排放清冊及基線，以評估減量潛力及成本。目前重大開發
 或變更案，亦依環境影響評估程序及環評審查委員要求，進行溫室氣
 體排放管理。為提供開發單位製作環境影響說明書與評估報告書，並
 130 協助環評審查委員之審查工作，針對涉及溫室氣體排放增量及抵換作
 業之環境影響說明書、環境影響評估報告書（初稿）等作業之基準，
 行政院環境保護署針對工業及能源部門開發行為，刻正初擬審議參考
 要點（草案）。此外對已通過環評程序重大投資案之溫室氣體排放管
 理，亦啟動溫室氣體相關承諾之追蹤監督機制，持續掌握環評個案最
 135 新發展。

（二）再生能源發展條例

「再生能源發展條例」於 2009 年 6 月經立法院通過，為臺灣再
 生能源奠定了長遠發展的根基；在能源面上，達成了提高自產能源、
 促進能源多元化目的；在環境面上，對溫室氣體減量成效亦是不可言
 140 喻；在經濟面上，預計帶動新興再生能源產業的發展。

145 再生能源發展條例主要規範包括：擘劃未來 20 年內，臺灣再生能源發電裝置容量將新增 650 萬瓩至 1,000 萬瓩，以大幅提升臺灣再生能源使用；運用再生能源電能收購機制、獎勵示範及法令鬆綁等方式加強民眾設置再生能源的誘因；針對再生能源熱利用的部分，亦將訂定推廣目標，以提高臺灣自產能源比例，充分運用臺灣再生能源開發潛力。

150 在再生能源電能收購機制上，對再生能源設備設置者提供合理利潤的獎勵，並要求經營電力網的電業應併聯、躉購再生能源生產電能。躉購電價部分，將由經濟部將邀集相關部會、學者專家、團體組成委員會，審定、公告再生能源電能的躉購費率及計算公式，並每年檢討修正，必要時將召開聽證會，達到資訊完全公開、透明。

155 在獎勵示範上，對於具發展潛力、技術發展在初期階段的再生能源發電設備，將於一定期間內給予獎勵；在屬於再生能源熱利用部分，除運用石油基金提供獎勵補助外，在農業端亦提供利用休耕地栽種能源作物以產製生質燃料者，由農業發展基金給予獎勵。

在法令鬆綁部分，解除「電業法」對於再生能源屬於自用發電的設置資格、躉售餘電等限制，同時對於再生能源土地使用、進口關稅減免及雜照取得等行政程序亦予以簡化。

（三）能源管理法

160 立法院於 2009 年 6 月通過「能源管理法」部分條文修正案，明確規定百貨公司、辦公大樓等公共場所使用的照明、用電、空調和冷凍冷藏等設備，若有空調過冷、冷氣外洩等違反節約能源的狀況，經勸導沒有改善，最高可處新臺幣 10 萬元罰鍰，並可按次加倍處罰。該法亦訂定車輛耗能標準及電器、設備工業之效能標準，以達節能減碳之目的；明定行政部門應訂立「能源發展綱領」，作為臺灣能源開發及使用之審查準據。

（四）能源稅條例（草案）

170 「能源稅條例」草案由立法委員於 2006 年 5 月連署提出，擬對油氣類貨物及煤炭、天然氣課徵能源稅。能源稅係整併現行各項稅費，初步規劃以能源稅取代現行之油氣類、橡膠輪胎、飲料品、平板

玻璃、電器類等之貨物稅及汽車燃料使用費，而非開徵新稅。能源稅條例（草案）立法重點包括：

- 175 1.能源稅應以循序漸進方式逐年調整稅額，以降低對物價及經濟之衝擊，針對不同化石能源別單位熱值與含碳量，並兼顧消費用途屬性與環保節能效果等為稅額訂定原則。
- 2.採「從量」課徵，最終稅額應參考國際稅率水準及對臺灣物價、總體經濟之影響情形訂定，並每兩年視國際情勢檢討調整。
- 3.未來實施能源稅後，併同考量取消部分貨物稅課稅項目及推動稅、費制度改革。
- 180 4.增加稅收應優先用於提高免稅額或降低個人綜合所得稅及營利事業所得稅，以維持租稅中立，減少企業對員工社會福利之負擔，創造雙重紅利效果。其次用於為環境能源面之相關研究發展支出、公共建設，協助產業發展及社會福利等，並將部分稅收分配地方政府，以助地方發展。

185 2009 年行政院相關會議結論指出能源稅為國際趨勢及全民共識，為防止地球暖化、環境保護及永續發展，與會委員及諮詢委員一致支持推動；能源稅整合目前油氣類貨物稅、汽燃費及石油基金，共識性很高，將優先推動；未來能源稅將依能源之熱值及含碳量、國家競爭力等因素檢視，對不同能源訂定不同稅額。目前該法草案刻由主
190 管機關（財政部）進行研擬中。

3.3 現行政策與措施

於前節所述之相關立法通過前，政府各部門即已先行就其所主管之相關業務，推動有助於我國溫室氣體減量與調適的相關政策與計畫。以下按照聯合國氣候變化政府間專家委員會1996年修訂版國家溫室氣體排放清冊指南（1996 IPCC指南）排放部門分類方式，即能源部門、工業製程部門、農業部門、土地利用及林業部門、廢棄物部門等，具體說明臺灣各部門自2002年以來（第一版國家通訊彙整後）各相關部會已採行之政策與措施。

200

一、能源部門政策與措施

由於臺灣能源進口依存度達 99%，而且溫室氣體排放總量以能源燃料燃燒為最大宗，因此能源政策一向為臺灣因應能源供需及溫室氣體減量重要的一環，而行政院更於 2008 年 6 月核定「永續能源政策綱領」。綜合歷次全國能源會議及能源政策的演進，就能源政策及能源部門以下之各部門分類推動的成果，說明如下：

（一）能源政策

行政院於 2008 年 6 月通過「永續能源政策綱領」^[3]，期望在能源、環保、經濟三贏的願景下，為臺灣至 2025 年中期能源政策擘劃出藍圖，並為低碳社會發展鋪路。

1. 基本原則：

永續能源政策綱領的基本原則將建構「高效率」、「高價值」、「低排放」及「低依賴」二高二低的能源消費型態與能源供應系統，如圖 3.3.1 所示。

- (1) 「高效率」：提高能源使用與生產效率。
- (2) 「高價值」：增加能源利用的附加價值。
- (3) 「低排放」：追求低碳與低污染能源供給與消費方式。
- (4) 「低依賴」：降低對化石能源與進口能源的依存度。



圖 3.3.1 永續能源政策綱領「二高二低」原則

³ 行政院，永續能源政策綱領，2008 年。

2.重要目標

(1) 提高能源效率

230 未來 8 年每年提高能源效率 2% 以上，使能源密集度於 2015 年較 2005 年下降 20% 以上；並藉由技術突破及配套措施，於 2025 年下降 50% 以上。

(2) 發展潔淨能源，降低二氧化碳排放減量

235 A. 全國二氧化碳排放減量，於 2020 年回到 2005 年排放量，2050 年回到 2000 年排放量。

B. 發電系統低碳能源占比由 40% 增加至 2025 年的 55% 以上。

(3) 確保能源供應穩定

建立滿足未來經濟成長及 2015 年每人年均所得達 3 萬美元經濟發展目標的能源安全供應系統。

240 3.淨源節流

永續能源政策綱領，將由能源供應面的「淨源」與能源需求面的「節流」做起。

(1) 在「淨源」方面，推動能源結構改造與效率提升：

245 A. 積極發展無碳再生能源，有效運用再生能源開發潛力，於 2025 年占發電系統的 8% 以上。

B. 增加低碳天然氣使用，於 2025 年占發電系統的 25% 以上。

C. 促進能源多元化，將核能作為無碳能源的選項。

D. 加速電廠的汰舊換新，訂定電廠整體效率提升計畫，並要求新電廠達全球最佳可行發電轉換效率水準。

250 E. 透過國際共同研發，引進淨煤技術及發展碳捕捉與封存，降低發電系統的碳排放。

F. 促使能源價格合理化，短期能源價格反映內部成本，中長期以漸進方式合理反映外部成本。

G. 建設「智慧型電網及電表」，將智慧型電表結合資通訊系

統，建立電力用戶的能源管理平台。

(2) 在「節流」方面，推動各部門的實質節能減碳措施，如表 3.3.1：

表 3.3.1 能源部門之節能減碳措施

部門	目標	執行措施
製造工業部門	建構低碳的產業經濟	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 調整產業結構，朝向高附加價值及低耗能方向，使單位產值碳排放密集度於 2025 年下降 30% 以上。 ◆ 核配企業碳排放額度，賦予減碳責任，促使企業加強推動節能減碳產銷系統。 ◆ 推動「新兆元能源產業旗艦計畫」，獎勵推廣節能減碳及再生能源等綠色能源產業，創造新的能源經濟。 ◆ 建立全方位節能服務系統：成立經濟部節約能源服務中心及輔導成立內部服務團。 ◆ 推動節能技術：推動高效率馬達計畫、推動鍋爐效率提升計畫及建立單位產品及設備耗能指標。 ◆ 推動自願節能：推動 4 大便利商店、7 大量販店、19 大集團醫院、21 大集團旅館及 13 大集團百貨公司，共 9,286 個營業據點簽署自願性節能協議。 ◆ 提供獎勵及財務誘因：提高公司購置節能及淨潔能源設備部分投資抵減率至 15%；技術部分 10%。 ◆ 輔導中小企業提高節能減碳能力，建立誘因措施及管理機制，鼓勵清潔生產應用。
運輸部門	發展綠色運輸系統	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 建構便捷大眾運輸網，紓緩汽機車使用與成長。 ◆ 建構「智慧型運輸系統」，提供即時交通資訊，強化交通管理功能。 ◆ 建立人本導向，綠色運具為主之都市交通環境；建立便利的城鎮大眾運輸服務與普及的都市腳踏車環境。 ◆ 推廣節能車輛：鼓勵購買省油車及推動電動機車的寧靜革命。 ◆ 提升私人運具新車效率水準，於 2015 年提高 25%。 ◆ 推動全面汰換全國交通號誌燈為省電 LED 燈：2011 年前更換全國交通號誌燈為 LED 燈。
住商部門	推動節能樂活生活設施	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 營造城鄉綠建築新景觀：新建建築物將朝綠建築設計、使用綠建材、綠的工法及推動建築物節能減碳標示制度等，深化落實綠建築。 ◆ 營造「省電樂活家庭」：推動電價折扣方案，住宅用戶及國中小學本期電費單用電度數少於上一年同期者，給予電費折扣。 ◆ 擴大裝設太陽能熱水系統，維持全球領先地位：2012 年總累計安裝量達 229.6 萬平方公尺，總安裝戶數達 57.4 萬戶，維持全球領先地位。 ◆ 「再生能源發展條例」通過後，將推動推動 10 萬戶陽光屋頂，加速太陽光電設置。 ◆ 推動節能照明革命，全面汰換白熾燈：政府機關及學校於本年底前帶頭全面完成汰換；推動傳統市場白熾燈汰換，

部門	目標	執行措施
		於 2012 年前臺灣全面汰換白熾燈。 ◆ 激勵節能樂活購物：補助民眾購置國產節能標章產品；推動家電產品能源效率分級標示制度。 ◆ 型塑「節能樂活市集」及「節能形象商圈」；協助服務業簽署自願性節能協議。 ◆ 提升各類用電器具能源效率，於 2011 年提高 10%~50%，另將進一步運用能源資訊技術及先進計量架構來推動智慧型節能網路。 ◆ 推動節能照明革命，推廣各類傳統照明器具汰換為省能 20~90% 之高效率產品。 ◆ 強化都市整體規劃，推動都市綠化造林，建構低碳城市。 ◆ 推動「低碳節能綠建築」，全面推行新建建築物之外殼與空調系統節能設計與管理。
政府部門		◆ 推動政府機關學校未來 1 年用電用油負成長，並以 2015 年累計節約 7% 為目標。 ◆ 政策規劃應具有「碳中和」概念，以預防、預警和篩選原則進行碳管理。
社會大眾		◆ 推動全民節能減碳運動，宣導全民朝「一人一天減少一公斤碳足跡」努力。 ◆ 從中央、地方政府到鄉鎮村里，自機關學校到企業及民間團體，發揮組織動員能量，推動無碳消費習慣，建構低碳及循環型社會。

260 4. 建構完整的法規基礎與相關機制

(1) 法規基礎

已完成「再生能源發展條例」以及「能源管理法」修正案之立法工作，將持續推動「溫室氣體減量法（草案）」以及「能源稅條例（草案）」之立法工作，作為有效推動節能措施之法源依據。

265 (2) 配套機制

A. 建立公平、效率及開放的能源市場，促使能源市場逐步自由化，消除市場進入障礙，提供更優質的能源服務。

B. 規劃碳權交易及設置減碳基金，輔導產業各種減碳節能方案取得減量額度；推動參與國際減碳機制，透過國際合作加強臺灣減量能量。

270

C. 能源相關研究經費 4 年內由每年 50 億元倍增至 100 億元，提升科技研發能量。

D. 紮根節能減碳環境教育，推動全民教育宣導及永續綠校園。

275 (二) 能源工業

分成擴大天然氣使用、加強推動再生能源、能源價格合理化、提升能源效率與推動節約能源、以及實質減量成效等來說明^[4]：

1. 擴大天然氣使用

280 提高燃氣發電容量因數及增設新燃氣電廠，推動目標2010年達每年使用天然氣1,050萬公噸，2020年達1,600萬公噸，2025年達2,000萬公噸；自2005年起，每年天然氣使用量逐年增加，2005年天然氣使用量為760萬噸，2006年780萬噸、2007年852萬噸，至2008年增加至927萬噸。

2. 加強推動再生能源

285 主要有兩大策略：（1）增加再生能源發電占比，推動目標為2010年513.9萬瓩，發電容量配比達10%，2025年達到800至900萬瓩，未來以達成占總發電裝置容量12%；（2）推廣再生能源使用，推廣生質酒精使用目標為2010年每年使用100至300萬公秉，2015年每年使用200至600萬公秉，2020年300至900萬公秉；推廣
290 生質柴油使用目標為2010年每年使用10萬公秉。

自2005年以來，增加再生能源發電占比，或推廣再生能源使用上，皆逐年增加，臺灣2005至2008年再生能源使用狀況如表3.3.2所示。

3. 能源價格合理化

295 (1) 油品及天然氣價格

2000年9月台塑石化進入臺灣油品市場，經濟部隨即於同年9月廢止油價公式，推動國內能源價格合理化，消除非用油者補貼用油者之不公平現象，以透明、公開及公正機制，使國內油品價格回歸市場，因此訂定一套公開、公平及透明之汽柴油浮動油價
300 機制，促使臺灣油品市場正式走向自由化。

⁴ 經濟部，2005年全國能源會議結論執行成效與檢討，2009年。

表3.3.2 2005至2008年間臺灣再生能源使用狀況

年份	再生能源發電裝置 總量（千瓩）	風力發電裝置 容量（千瓩）	太陽光電裝置 容量（千瓩）	生質柴油 （公秉）	酒精汽油 （公秉）
2005	2,650.3	23.9	1.0	679	0
2006	2,773.9	103.7	1.4	1,876	0
2007	2,883.4	187.7	2.4	101,896	676
2008	2,967.6	252.1	5.6	1,081,719	2,291

說明：本表風力發電裝置容量僅包含已商轉機組裝置容量，若含安裝機組，迄2008年底臺灣已建立15個風場、安裝190座風機，裝置容量358.2千瓩。

305 (2) 電價

電力價格合理化之推動目標，短期應反映內部成本，並視燃料成本變動機動調整；長期評估能源價格社會成本、環境成本，研議將外部成本內部化。電價調整方案分別於2008年7月及10月分兩階段實施，累計調幅為25.2%。

310 4.提升能源效率與推動節約能源

臺灣能源密集度由2005年的9.65公升油當量/千元，逐年降低至2008年的9.11公升油當量/千元，平均每年降低1.9%，接近目標值（-2%/年），整體提升能源使用效率及推動節能成效已顯現。

5. 能源產業溫室氣體盤查及自願減量協議

315 (1) 輔導能源產業進行溫室氣體盤查

至2008年累計輔導113家（廠），2005年排放基線排放量掌握達95%以上，其中20家（廠）取得ISO14064-1外部查證聲明，將可符合溫室氣體減量法對排放資料品質的要求，並可銜接溫室氣體自願減量制度，係屬最重要基礎工作之一。

320 (2) 推動能源產業自願減量協議示範計畫

2007年輔導國內首批減量計畫設計書通過「ISO 14064-2確證」，至2008年累計已有10家（廠）通過「ISO 14064-2確證」，並於2008年協助3家能源產業獲得「ISO 14064-2查證」通過，為國內首例，取得二氧化碳實質減量額度共計88,390噸。

325

（三）製造工業

為輔導產業因應國際溫室氣體減量趨勢，自 2005 年起依循 1996 IPCC 指南與 ISO 14064 等國際標準規範，完成產業溫室氣體盤查方法及技術軟體之建立，建置工業溫室氣體資訊中心，協助產業進行溫室氣體盤查及排放強度研議等能力建構輔導工作，並推動鋼鐵、石化、水泥、造紙、人纖及棉布印染等 6 大能源密集產業執行溫室氣體自願性減量，總計 2004 至 2008 年間，6 大產業執行之減量措施約計 2,237 件，累計減量約達 534.5 萬公噸二氧化碳當量，請參見表 3.3.3 所示。

335

表 3.3.3 六大產業溫室氣體自願減量統計

產業公會	參加廠商數	2004 至 2008 年減量目標		2004 至 2008 年累計減量
		節能量 (萬公秉油當量)	二氧化碳當量 減量(萬公噸)	二氧化碳當量減量 (萬公噸)
鋼鐵	26	17.3	48	71.9
石油化學	91	83	240	264.5
水泥	12	32	89	109.9
造紙	17	3.96	11.23	58.4
人纖	26	2	10.4	24.7
棉布印染	10	0.75	3.44	5.1
總計	182	139	402	534.5

為擴大製造業節能減碳服務，於 2009 年 10 月成立「製造業節能減碳服務團」，藉由指派專家團隊進廠，協助廠商針對製程、熱能、電力、冷凍空調、照明等系統，以及廢棄物資源化與再生能源利用等項目，提供諮詢、訪視、診斷、示範性工程改善及擴散輔導等輔導模式，提供全方位的節能減碳技術服務，對象亦逐漸擴展以中小企業為主；2009 年累計提供全國各地廠商超過 2,400 件次的節能減碳服務，完成 460 家工廠現場輔導，提供廠商超過 2,000 項節能減碳改善建議，實質減量達 22.6 萬公噸二氧化碳當量。另藉由各項技術專家與產業的通力合作，將節能減碳知識、技術與共識，廣泛深入於設計、生產、銷售等製造過程，並間接促成節能設備產業、節能服務產業（Energy Service Company, ESCO）及環保驗證產業等相關產業之發展。

另外，經濟部亦推動台塑、台積電等 12 大集團企業成立內部節能

350

服務團，總計至少涵括116家公司；每年節約78.4萬公秉油當量、二氧化碳減量214.8萬公噸。

（四）運輸部門

發展綠色運輸系統，透過推動高速鐵路建設、臺鐵捷運化及都會區捷運系統建設、提昇公路客運及市區公車服務功能與交通轉乘服務；以綠色運輸系統為導向之土地使用規劃等措施，減量效果估計2008年累計減量52.43萬公噸二氧化碳當量；紓緩汽（機）車使用與成長，透過車籍管理與機車排氣檢驗，減量效果估計2008年累計減量20.89萬公噸二氧化碳當量；鼓勵縣市政府推動運輸需求管理措施，以及強化路邊違規停車取締作業等；提昇運輸系統能源使用效率，透過高速公路電子收費、智慧交控系統建置、港區自動化門禁管制、使用LED交通號誌燈、以及提高汽機車能源效率標準等措施，2008年累計減量12.53萬公噸二氧化碳當量；推動綠色大眾運輸之推廣與宣導、推廣節能活動以及辦理能源領域科技計畫；辦理能源領域科技計畫等基礎研究。

（五）住商部門

推動醫院、旅館、百貨公司，共計65個集團簽署自願性節能協議，訂定5%之節電目標；與便利商店7大集團簽署自願性節約能源合作意向書；完成「補助民眾購置國產節能標章產品」措施總體規劃與執行，2008年10月至2009年3月，凡民眾購置國產節能標章冷氣機、電冰箱或洗衣機，每台可獲補助新臺幣2,000元，每年約節能3,948萬度，減少二氧化碳排放2.5萬公噸。

（六）農林漁牧業部門

行政院農業委員會業整合所屬農、林、漁、牧各研究機關及行政單位，成立涵蓋各領域之「節能減碳」重點產業研究團隊，研提4年中程具體行動計畫，將以開發替代能源、強化林業經營對碳吸存及碳保留之功效、農林業廢棄物資源化與生質能源開發、有效利用農林漁牧廢棄物等面向，產出可實際應用之節能減碳套裝技術及措施。

有關農林漁牧部門政策措施及實施成果如表 3.3.4 所示：

380

表 3.3.4 農林漁牧部門措施及成果^{[5]、[6]}

部門	執行措施	實施成果
農業	推廣酒精汽油發展利用	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2006 年種植甘藷 30 公頃及甘蔗 5 公頃，進行生質酒精小型量產與成本分析研究。估算其產率為 2.8 公秉/公頃，生產成本 43 至 45 元/公升。 ◆ 臺灣具發展潛力之酒精作物生產及利用研究，包括甘蔗、甜高粱、玉米及甘藷等能源作物品種選育、栽培技術、適應性、機械收穫、纖維製酒精與副產品利用等研究。 ◆ 國產酒精料源生產力與能源及經濟性指標研究。
	能源作物開發與利用及技術提昇、能源作物經濟效益評估及耕作制度與配套措施	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 2006 年建立能源作物產銷體系，於休耕農地推廣大豆、向日葵及油菜等 3 種能源作物，實質種植 1,506 公頃，產製 104 公秉生質柴油，換算二氧化碳減量 312 公噸。 ◆ 2007 年在休耕農地推廣種植生質能源作物，實質種植 2,312 公頃，產製約 313 公秉生質柴油，換算二氧化碳減量 939 公噸。 ◆ 2008 年在休耕農地推廣種植生質能源作物 154 公頃，產製 19 公秉生質柴油，換算二氧化碳減量 57 公噸。
	農業廢棄物回收處理再利用，焚化爐轉型為地區生質能源中心	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 為有效解決農業廢棄物（稻草）衍生相關之問題，朝集運、加工及再利用等技術研發。
漁業	減少石油燃料消耗及用電	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 提高誘因持續收購漁船（筏）與獎勵休漁措施，我國漁船總數至 98 年底約已減少至約 2 萬 4 千艘，近 5 年用油量降至每年約 110 萬公秉。 ◆ 宣導正確操船、保養及省能源知識。 ◆ 補助漁民逐步換裝 LED 省能源燈具。 ◆ 輔導設置再生能源養殖示範戶及鼓勵漁撈及養殖漁業省能源設備研發、商品化及推廣等措施，以疏緩對能源及漁業資源消耗的壓力。
	培育藻種產品，開發做為生質燃油或燃料之商用技術	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 行政院農業委員會水試所自 2009 年開始進行「微藻生質燃料產製技術開發」合作計畫，進行高油產率海基微藻篩選、養殖策略、生物反應器與採收系統之研究。 ◆ 行政院農業委員會水試所 2007~2008 年進行能源海藻開發研究，調查墾丁小琉球之海藻資源量、試驗馬尾藻之養殖，以及評估龍鬚菜轉化酒精之效能。
牧業	推廣畜牧場節能減碳示範	<ul style="list-style-type: none"> ◆ 完成 200 座畜牧場使用省電照明設備。
	改善畜牧場之糞尿處理	改善糞尿處理，使產生之甲烷得以用於燃燒、發電、供熱或照明。

⁵ 黃群修，行政院農業委員會推動節能減碳綱領行動計畫現況，因應節能減碳之農業政策研討會，2008年。

⁶ 行政院農業委員會，「因應氣候變遷農業調適政策會議」報告，2010年。

二、工業製程部門措施

385 相關產業的溫室氣體盤查、查證及登錄作業，依循 1996 IPCC 指南與 ISO/CNS 14064-1 及 14064-2 等國際標準，已建立盤查方法、技術與軟體。以下就組織型產業自願減量、計畫型小規模減量、工業區能資源整合及製造業碳資訊揭露計畫概況做說明：

（一）組織型產業自願減量

390 在電子業高溫室氣體潛勢之含氟溫室氣體排放減量方面，經濟部於 2007 年與台灣半導體協會（Taiwan Semiconductor Industrial Association, TSIA）及中華民國台灣薄膜電晶體液晶顯示器產業協會（Taiwan TFT-LCD Association, TTLA）簽署自願減量協議，TSIA 承諾以 2000 年全氟碳化物排放量 0.73 百萬公噸碳當量為基準，並於 2010 年將全氟碳化物排放量降至基準值以下，相當於 2006 年至 2010 395 年間達成減量 2,000 萬公噸二氧化碳當量目標。經現場查證統計，TSIA 會員廠商於 2008 年減少全氟碳化物排放量 318 萬公噸二氧化碳當量，2006 至 2008 年間累計減少全氟碳化物排放量約達 816 萬公噸二氧化碳當量。

400 TTLA 承諾在 2003 年以後之新廠皆加裝 90% 以上之局部破壞去除設備（Local Scrubber, LS），並於 2010 年將全氟碳化物排放量控制於 2002 年排放強度 0.0335 公噸碳當量/平方公尺基板使用面積以下，相當於 2006 至 2010 年間達成減量 400 萬噸二氧化碳當量目標。經現場查證統計，TTIA 會員廠商於 2008 年減少全氟碳化物排放量約 405 682 萬公噸二氧化碳當量，2006 至 2008 年間累計減少全氟碳化物排放量約達 1,898 萬公噸二氧化碳當量。

（二）推動工業區能資源整合

410 經濟部工業局自 2009 年起推動工業區能資源整合，期使工業區邁向生態化發展，首先選定林園、臨海及大發等 3 座傳統工業區推動區域能資源整合鏈結，協助工業區廠商就資源整合與再利用、綠建築規劃與再生能源應用等進行深入輔導，有效降低能資源消耗量，使工業區逐步朝「零廢棄」目標邁進，預估每年可減少溫室氣體排放 5 萬公噸二氧化碳當量以上。

415 (三) 推動製造業碳資訊揭露計畫 (Carbon Disclosure Project, CDP)

為因應國際間要求企業揭露碳可能對臺灣產業造成衝擊，經濟部已於 2009 年開始輔導業者建立產品碳足跡盤查的基本能力，以因應未來碳足跡標示驗證的國際趨勢。2008 年臺灣已有 33 家企業加入國際碳揭露專案調查行列，臺灣企業在揭露碳排放資訊的努力，已獲得國際組織的重視。未來將持續導入國際現行的產品碳足跡計算模式，輔導國內企業計算產品生命週期階段可能產生的溫室氣體排放量，以因應國際間揭露碳排放資訊的要求，並協助產業透過產品碳足跡標籤制度，由大廠帶動產業供應鏈落實產品碳揭露及碳足跡的管理，共同創造綠色產品商機。

425

三、農林業部門措施

臺灣農業部門為配合溫室氣體減量已進行相關政策及措施，包括：(一) 收集國際溫室氣體估算規範，修正本土相關係數，以建立農業部門溫室氣體估算、調查、監測體系；(二) 藉由農業貸款政策，鼓勵使用太陽能或風力發電等淨潔能源之農業生產相關機械設備，以提升節能減碳成效；(三) 輔導小組免費協助農民進行畜牧管理及提昇氮肥技術，減少氧化亞氮排放；(四) 畜舍提供遮陽和水以降低氣溫，可替代空調，降低能源使用及成本；(五) 改進飼料效率以降低糞尿之產生，或添加飼料添加劑以降低消化過程中產生的甲烷^[5]。

435 林業部門方面，行政院農業委員會於 2005 年成立森林資源經營對碳吸存貢獻之工作小組，以「厚植森林資源，健全森林碳管理」為總目標，研擬 2005 至 2025 年森林資源對碳吸存之策略與措施，分別為 (一) 增加碳吸存功能：積極鼓勵造林厚植森林資源、落實森林經營提升吸收效能、配合國土復育加速森林復育；(二) 加強碳保存功能：維護森林健康減少森林損失、維護生態系穩定強化儲存功能、提高林產品使用效率；(三) 建立碳量估算調查監測與驗證體系，提升碳管理效能：建立碳量估算基線與動態監測體系、發展具公信之驗證機制、加強碳管理政策評估研究、建立森林碳交易體系與成本效益分析研究、積極參與國際會議掌握趨勢；(四) 擴大碳替代效能：強化林產品取代高耗能材料、發展生質燃料利用技術。

445

四、廢棄物部門措施

450 由於廢棄物掩埋用地廣大，且造成許多後續環境問題，因此臺灣自 1991 年起開始陸續興建垃圾焚化廠，至 2008 年總計有 24 座都市垃圾焚化爐在運作，每天焚化處理 19,258 公噸垃圾，並衍生 800 萬度發電量，都市廢棄物焚化比例達 95.7%^[7]。為使臺灣達到永續社會，行政院環境保護署不再強調廢棄物之焚化與掩埋等管末處理，訂定了「零廢棄政策」，主要推動策略可分為源頭減量、垃圾強制分類、資源回收等。

455 事業廢棄物管理方面，行政院環境保護署於 2000 年 10 月成立「事業廢棄物管制中心」，藉由現代化資訊管理系統，健全事業廢棄物源頭管理、流向申報管制、稽查取締等工作，行政管制措施則整合協調各目的事業主管機關調查事業廢棄物質量基線資料及規劃設置事業廢棄物處理處置設施，並推動事業廢棄物減量及再利用工作，加強不明事業廢棄物污染場址清理等。行政院環境保護署已分別於 2001 年及 2002 年報經行政院核定實施全國事業廢棄物管制清理方案及一般事業廢棄物處理後續推動方案，透過強化源頭管理與流向追蹤、加強稽查管制、整合協調中央目的事業主管機關積極規劃及輔導設置處理處置設施等策略，逐步解決事業廢棄物處理設施容量不足問題。

465 在畜牧及農業廢棄物部分，推動 200 場畜牧場裝設二次固液分離設備；修繕畜牧場厭氣槽紅泥沼氣袋、廢水處理設施污泥清除與設計污泥濃縮池及迴流管線計 150 場；廢水回收再利用設備計 50 場；農業廢棄物回收處理再利用，全臺焚化爐逐漸轉型為地區生質能源中心，以有效解決農業廢棄物（如稻草）衍生相關之問題，朝集運、加工及再利用等技術研發。

五、其他跨部門措施^[8]

（一）國家溫室氣體登錄平台

475 2007 年 7 月行政院環境保護署啟動「國家溫室氣體登錄平台」，規劃在 3 年內掌握 80% 能源及產業部門的溫室氣體排放量，期能建立

⁷ 行政院環境保護署環保統計資料庫，<http://210.69.101.110/WEBSTATIS>

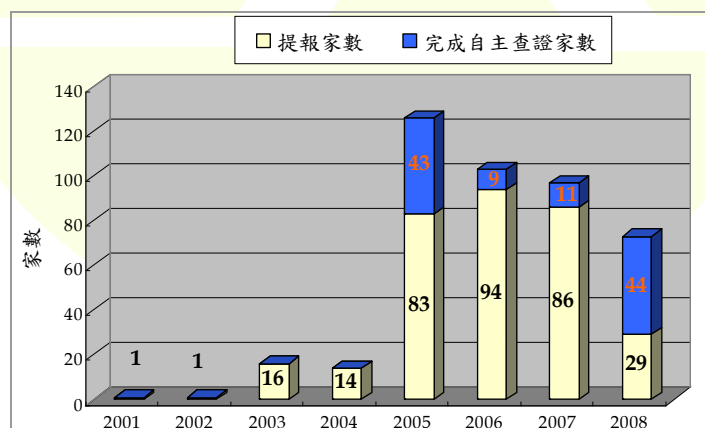
⁸ 行政院環境保護署，「推動溫室氣體管理制度暨執行盤查、減量、登錄作業」計畫期末報告，2009 年。

符合國際潮流的自願減量查核機制，促使產業及早投入減碳行列。溫室氣體盤查、登錄及自願減量、排放交易的能力建構工作，乃是臺灣面對全球溫室氣體減量挑戰所採取的重要因應措施。

480 國家溫室氣體登錄平台由行政院環境保護署統一進行監督與管理，範圍包括經濟部轄下相關能源事業及產業，目的事業主管機關除提供輔導、獎勵及補助外，另進行減量計畫方法論之審查。溫室氣體登錄管理機制，乃由排放源（包括事業或公私場所）直接上傳完成查證之盤查資訊，經查驗機構確認後，始完成登錄作業。

485 登錄平台現階段多為產業自願性提供之資訊，因此大多為公私場所且未經過查證資訊，未來溫室氣體減量法通過後完成登錄廠商必須經過ISO14064-1第三者查證，因此排放量數據將具有品質保證。截至2008年12月止，登錄平台上傳清冊年度家數統計如圖3.3.2，以2005年度126家最多，其中完成提報（指未完成第三者查證）者有83家，完成自主查證者則有43家（達34%）；2008年度共有73家，其中則高達44家（60%）已完成自主查證；各年度排放量統計結果如圖3.3.3所示，以2005年度清冊排放量最大，達16,666萬噸二氧化碳當量，已具備一定代表性；其中完成登錄者，排放量占2005年度總排放量的62%。

490



495 圖3.3.2 國家登錄平台資料庫2001至2008年度盤查清冊家數統計圖

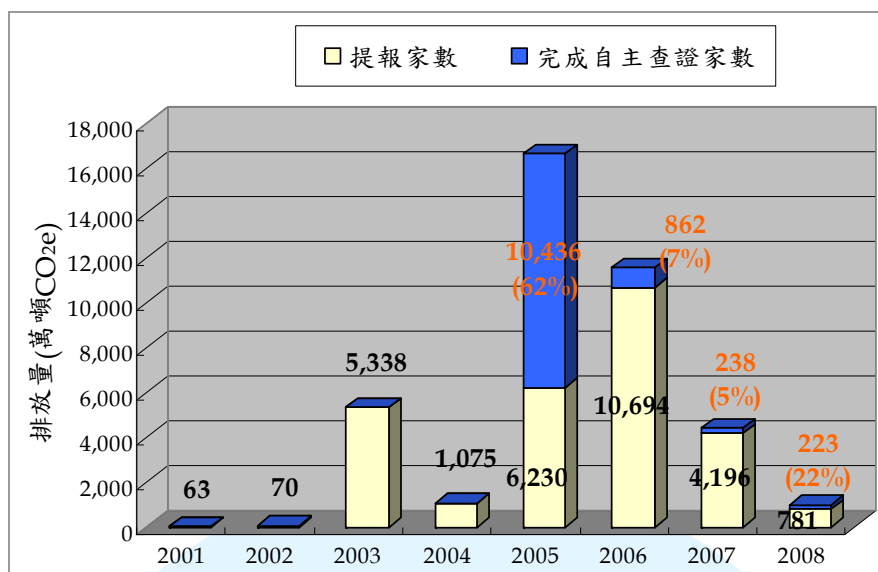


圖3.3.3 國家登錄平台資料庫2001至2008年度排放量統計圖

500 (二) 建構低碳家園綠能產業及綠色生活

2009年第三次全國能源會議結論，賦予行政院環境保護署規劃推動「低碳城市推動方案」的任務。並以2年（至2011年）內，每個縣市啟動2個，合計50個低碳社區（以村里為單元，轄內機關、學校、住戶及公民營機構均參與）；5年（2014年）內啟動6個低碳城市（以鄉鎮市區為單元，其中行政院經濟建設委員會已評估擇選澎湖由經濟部能源局主政、金門由環保署主政建設為低碳島）；10年（2110年）內臺灣將形成北中南東等4個低碳生活圈，作為本方案目標。

行政院環境保護署將運用此方案，引導綠能產業團隊，結合金融體系及民間資金進入社區，一方面提升社區綠色生活的實踐，一方面增加地方就業機會，以營造有利於自發性複製擴散的政策大環境，由低碳社區逐漸成長為低碳生活圈；再一方面藉綠能產業國內主場練兵的實戰經驗，提升國際競爭力。推動策略包括：建立評比機制、投入中央政府資源、地方政府跨部門推動、進駐能源服務企業團隊；建置電動車電池交換站系統；發展本土生質炭化設備網絡、推廣豬廁所資源轉化綠能模式、7大低碳措施同步推進（包括再生能源、節約能源、低碳建築、綠色運輸、資源循環、環境綠化、低碳生活）；成立專案規劃推動團隊、充分運用網路資訊透明便捷功能等共10項。

520 （三）碳足跡標籤

行政院環境保護署為鼓勵廠商揭露產品（含商品及服務）碳足跡，並以碳標籤標示，於2010年5月公布「行政院環境保護署推動產品碳足跡標示作業要點」及「產品碳足跡標籤證書先導期申請作業規範」，並建置臺灣產品碳足跡資訊網，開放產品碳足跡標籤證書電子化申請作業。

參考文獻

1. 經濟部能源局，行政院節能減碳推動會網站，
www.moeaboe.gov.tw/Policy/ReduceCO2Emission/default.html
- 530 2. 呂鴻光、簡慧貞、吳奕霖，我國溫室氣體減量近期推動路線，永續產業發展雙月刊，第43期，2009年。
3. 行政院，永續能源政策綱領，2008年。
4. 經濟部，2005年全國能源會議結論執行成效與檢討，2009年。
5. 黃群修，行政院農業委員會推動節能減碳綱領行動計畫現況，因應節能減碳之農業政策研討會，2008年。
- 535 6. 行政院農業委員會，「因應氣候變遷農業調適政策會議」報告，2010年。
7. 行政院環境保護署環保統計資料庫，
<http://210.69.101.110/WEBSTATIS>
- 540 8. 行政院環境保護署，「推動溫室氣體管理制度暨執行盤查、減量、登錄作業」計畫期末報告，2009年。

第四章 溫室氣體排放預測

溫室氣體排放預測與減緩政策措施息息相關，臺灣在減緩政策措施的研議與討論上，應用了經濟模型及能源工程模型等工具，最後的
5 規劃模擬則採用能源工程模型；本章針對臺灣溫室氣體排放預測工具與範圍說明起，進而簡述相關模擬假設與情境分析、模擬結果，最後為因應哥本哈根協議（Copenhagen Accord），就臺灣2020年溫室氣體排放預測結果，規劃提出國家溫室氣體適當減緩行動（National Appropriate Mitigation Actions, NAMAs）。

10

4.1 預測工具與範圍

進行溫室氣體排放預測，除了需要掌握經濟、社會與能源使用型態未來發展趨勢外，亦需透過數理模型的分析，以提供具邏輯性且量化的排放預測；MARKAL（MARKet ALlocation）模型工程模型係一個基於線性規劃的能源系統分析工具。為因應第一次能源危機，國際
15 能源總署（International Energy Agency, IEA）於1976年成立了多國共同合作的能源技術系統分析研究計劃（Energy Technology Systems Analysis Program, ETSAP），該模型早期被大部分的經濟合作暨發展組織（Organization for Economic Co-operation and Development, OECD）國家用於研究國家或地區的能源系統規劃，以因應能源短缺
20 問題，目前主要被OECD國家及某些開發中國家，用於國家、區域及全球的溫室氣體減量策略研究，以因應氣候變遷的問題。

臺灣MARKAL模型與 MARKAL-MACRO模型係於1993至1994
25 年建置完成，兩模型均通過國際能源總署IEA/OECD檢核。該模型應用在因應溫室氣體減量議題，持續性提供政府能源供需規劃、溫室氣體排放量預測及減量之政策情境模擬等分析資訊，並於歷次全國能源會議籌辦期間，擔負決策分析支援系統的重責大任，負責分析我國溫室氣體排放統計及未來排放情境等資訊，作為政府部門的統一資訊發
30 佈及會議討論擬定能源政策的基礎。在考量MARKAL模型具有國際公信力之下，以及因使用MARKAL模型的國家數目多，便於結果的跨國比較（例如各國的二氧化碳減量成本），因此選用此具有可驗證

之系統性分析工具。

MARKAL係一個整合能源—環境—經濟的模擬系統，提供制定
 35 決策、政策分析、與中長期規劃的使用。如圖4.1.1，模型核心係以能
 源服務需求（外生變數）為驅動力，進行特定能源市場、產品生產（例
 如石油）、能源供應與需求技術的組合規劃（例如燃氣複循環機組與
 小汽車）。模型方法採用線性規劃架構，考慮能源系統發展可能的情
 境與限制，在能源系統成本最小化目標下，模擬規劃未來滿足能源供
 需平衡與環境限制的能源供需系統。

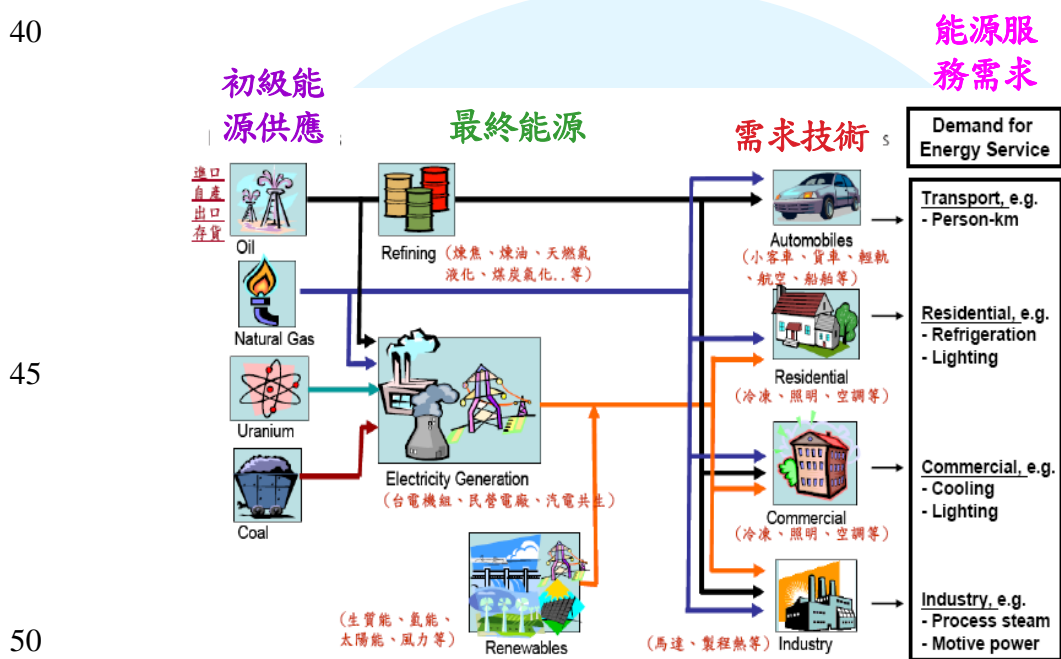


圖 4.1.1 MARKAL 模型能源供需架構

MARKAL模型之部分情境假設變數引用國立清華大學永續發展
 55 研究室建置之「臺灣能源永續發展模型」（Taiwan Sustainable Energy
 Development Model, TaiSEND）所推估的結果，以可計算一般均衡
 模型作為發展基礎，提供相關政策之3E影響評估的量化資訊，以做為
 臺灣能源永續發展政策及策略的制訂參考之用。MARKAL模型之應
 用層面涵蓋增加再生能源配比、國際能源價格上漲、溫室氣體減量、
 60 核能延役與增機、重要投資案、金融海嘯、擴大使用發展天然氣與再
 生能源、採用氣化複循環發電系統與碳捕捉與封存等議題之影響評
 估。

4.2 假設與情境分析

65 一、假設條件

在進行長期能源發展情境分析前，依能源工程模型的分析程序，首先必須完成情境之假設條件設定，包括：實質經濟成長率預測、人口數及戶數成長預測、產業結構演變趨勢、國際能源價格。而這些假設條件的設定，係根據各專業研究機構或學術單位分別依其預測模型、產業發展趨勢或專家判斷等結果所彙整而來。以下詳述情境之假設條件：

（一）實質經濟成長預測

經濟成長率實績值係依據行政院主計處公布之國民所得實績值資料，目前更新至2008年，其國內生產毛額的成長率自2006年到2008年分別為5.44%、5.98%、0.73%。2009年則依據主計處於2010年2月22日最新公布之預測數據設定為-1.87%；至於2010年以後的經濟成長率係根據行政院環境保護署召集相關部會及專家學者，陸續召開八場次之部會研商討論會議，就我國溫室氣體排放基本情境之相關設定條件等議題進行廣泛討論，依據該會議之共識以清華大學所推估的經濟成長率為依據，進行高、中、低三案設定，經濟成長率彙整如表4.2.1所示。

表 4.2.1 經濟成長假設^{[1]、[2]}

年份	國內生產毛額（Gross Domestic Product, GDP）年平均成長率(%)		
	低案	中案	高案
2006~2010	2.64	2.64	2.64
2011~2015	3.58	4.44	5.30
2016~2020	3.29	3.45	3.61
2021~2025	3.04	2.84	2.63

85 （二）人口數及戶數成長預測

人口數及戶數實績值係依據行政院主計處之經社觀察表，未來人口數預測值係依據行政院經濟建設委員會公布之中華民國97年至145

¹ 行政院主計處，中華民國統計月報，2009年。

² 國立清華大學永續發展研究室 TaiSEND 模型估算，2010年。

年人口推計，總人口將由2008年逐年增加，至2018年達最高峰。人口成長率將由2008年0.25%逐年下降，至2019年轉為負成長。

90 而未來戶數成長率，則參考計量時間序列模型-State Space模型與ARIMA模型兩者推估值之平均所求的成長率，在考量人口成長率逐年降低下，戶數年平均成長率亦逐年降低，詳如表4.2.2所示。

表 4.2.2 臺灣人口數成長率^[3]與戶數成長率^[4]

年份	人口數年平均成長率 (%)	戶數年平均成長率 (%)
2006~2010	0.31	1.71
2011~2015	0.31	1.63
2016~2020	0.21	1.41
2021~2025	0.09	1.23

95

(三) 產業結構演變趨勢

產業結構主要係依據TaiSEND模型，依該模型估算，2025年農業、工業、服務業之占比分別為1.36%、29.47%、69.17%，各年度之產業結構詳如表4.2.3所示。

100

表 4.2.3 產業結構預測^[2]

年份	農業	工業	服務業
2010	1.49	30.95	67.56
2015	1.16	30.87	67.96
2020	1.46	30.51	68.03
2025	1.36	29.47	69.17

(四) 能源價格預測

105 臺灣能源99%仰賴進口，因此國內能源價格受國際能源價格影響很大。未來能源價格係MARKAL模型之重要參數，因此依據目前國內進口能源價格，並參考國際間每年進行長期能源價格預測的具權威性資訊，包括美國能源部所進行的「美國能源展望（American Energy

³ 行政院經濟建設委員會，中華民國 97 年至 145 年人口推計，2008 年。

⁴ 國立清華大學永續發展研究室，2006 年。

110 Outlook, AEO) 及國際能源總署的「世界能源展望 (World Energy Outlook, WEO)」, 對於未來各項進口能源價格預測資料, 考量能源進口來源特性, 估計各項能源價格。其中原油、燃料煤與原料煤等能源價格預測值, 係以國內海關進口價格與美國能源部能源價格迴歸估計而得。天然氣預測價格則係以國內原油進口價格與液化天然氣價格迴歸估計而得。預測結果如下表4.2.4所示。

115 表 4.2.4 進口能源價格預測值^[5]

年份	原油 (US2007/桶)	燃料煤 (US2007/公噸)	原料煤 (US2007/公噸)	液化天然氣 (US2007/公噸)
2010	68.82	54.84	118.60	444.93
2015	102.93	56.52	119.73	470.08
2020	105.51	55.18	119.97	507.05
2025	109.97	56.19	124.33	549.15

二、共同情境設計條件

(一) 再生能源

120 再生能源假設維持2008年之實績值, 該年再生能源合計2,934.9千瓩, 各類再生能源容量詳如表4.2.5。

(二) 液化天然氣使用量

液化天然氣使用量假設維持2008年實績值, 該年液化天然氣使用量為822萬公噸。

125 表 4.2.5 再生能源 2008 年實績值^[6]

再生能源項目	千瓩
慣常水力發電	1,937.9
風力發電	252.1
太陽光電發電	5.6
生質能發電	739.3
合計	2,934.9

⁵ 財團法人工業技術研究院能源與環境研究所, 2009年。

⁶ 經濟部能源局, 能源統計年報,

<http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/all/WorkStatisticsAll.aspx>

（三）核能

既有核能機組則按照預定時程除役，即核一兩部機組分別於2018年、2019年除役，核二兩部機組分別於2021年、2023年除役，核三兩部機組分別於2025年、2026年除役。核四兩部機組雖分別於2011年、
130 2012年商轉，但核四運轉仍將視為政府採行之減量措施。

（四）提升能源使用效率

以過去歷史趨勢來看，自發性能源技術效率提升為0.4%/年，因此在未考慮其他法規配套措施前，假設維持歷史趨勢值0.4%/年。

（五）電力供應面

- 135 1.提升機組效率：依據2005年第二次全國能源會議兩項決議作為假設條件，包括：(1)新設及更新擴建燃煤機組熱效率由目前的35%提升到未來40%；(2)新設及更新複循環燃氣機組由2004年45%調高至2020年53%。
- 140 2.發展汽電共生，以2020年1,000萬瓩為目標（燃煤75%、其他25%）。

4.3 溫室氣體排放模擬結果分析

依前節假設條件包括實質經濟成長率預測、人口數及戶數成長預測、產業結構演變趨勢、國際能源價格等，以及共同情境設計條件，
145 包括再生能源、液化天然氣、能源技術效率規劃、核能規劃等，整合成為能源工程模型分析情境，即可運用臺灣MARKAL模型模擬規劃燃料燃燒二氧化碳排放基線。

在經濟發展假設條件下，考量能源政策與發展維持在2008年實績值，我國2005年至2020年間能源使用之燃料燃燒二氧化碳排放年平均
150 成長率介於3.33%至4.07%之間，遠低於1990年至2005年之年平均成長率5.82%，各年度燃料燃燒二氧化碳排放量如圖4.3.1所示^[7]。

⁷ 財團法人工業技術研究院能源與環境研究所，2010年。

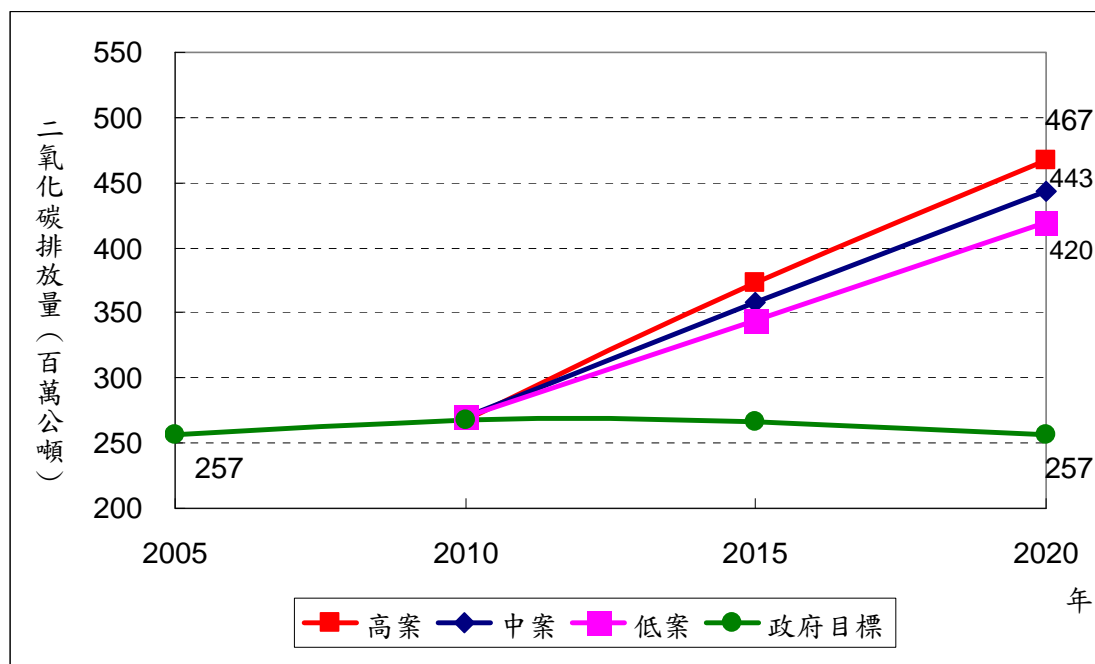


圖 4.3.1 燃料燃燒二氧化碳排放量模擬規劃結果

155

以GDP高案為例，因為能源政策與發展維持2008年實績值不變下，致使燃料燃燒二氧化碳排放持續成長，年平均成長率為3.61%，雖因人口成長速度持續下降，總人口成長率至2025年平均成長率僅0.23%，但在燃料燃燒二氧化碳排放持續成長，人均排放仍維持成長趨勢，年成長率為3.38%。最終能源消費密集度依過去歷史值呈現下降趨勢，2005年至2025年每年平均下降0.4%，而每單位GDP之二氧化碳排放密集度年平均成長率則僅微幅成長0.6%；綜言之，各類能源與二氧化碳排放指標之模擬結果彙整如表4.3.1所示。

160

表4.3.1 燃料燃燒二氧化碳排放指標（GDP高案）

指標	2005年	2020年	2025年	年平均成長率(%)	2005~2025成長率(%)
初級能源 (千公秉油當量)	136,957	212,934	237,683	2.79	73.55
最終能源消費 (千公秉油當量)	112,614	186,954	208,684	3.13	85.31
排放總量 (百萬公噸 CO ₂)	257	467	523	3.61	103.31
GDP(十億元, 2006 價格)	11,612	20,472	23,314	3.55	100.78
人口數 (千人)	22,770	23,724	23,833	0.23	4.67
初級能源密集度 (公升油當量/千元)	11.79	10.40	10.19	-0.73	-13.56
最終能源消費密集度 (公升油當量/千元)	9.70	9.13	8.95	-0.40	-7.70
人均排放 (噸/人)	11.29	19.70	21.92	3.38	94.24
排放密集度 (噸/十億元)	22,132	22,833	22,412	0.06	1.26
人均所得 (千元)	509.96	862.92	978.22	3.31	91.82

165

4.4 國家溫室氣體適當減緩行動

為表達支持哥本哈根協議，臺灣政府經過多次商議達成共識，向聯合國氣候變化綱要公約秘書處提出自願承諾，於2020年達成將溫室氣體排放總量比排放基線（Business As Usual, BAU）減少至少30%的目標，呼應聯合國氣候變化政府間專家委員會對於開發中國家實質減緩行動之高標建議。

為達成臺灣的國家溫室氣體適當減緩行動宣示之目標，在2020年以前各項政策措施減量績效預估，如圖4.4.1所示；相關措施在節能方面包括能源使用端效率提升，並落實能源密集度每年下降2%；在淨源方面包括擴大天然氣使用、發展再生能源、核能發電、發電效率的提升等；另外並採行碳匯管理、碳權經營與其他措施，而其他措施將涵蓋強化再生能源、課徵能源稅、新低碳技術與工程措施的應用（如電動車輛及替代燃料車輛）、擴大提升設備能源使用效率等，據以落實臺灣主動宣示之自願減量目標。

180

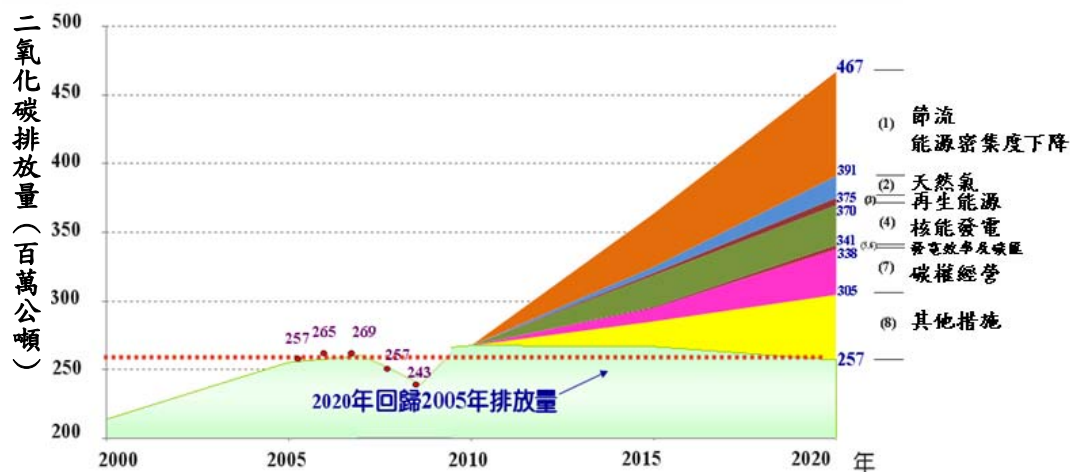


圖 4.4.1 減量目標與減緩行動

參考文獻

- 185 1. 行政院主計處，中華民國統計月報，2010 年。
2. 國立清華大學永續發展研究室 TaiSEND 模型估算，2010 年。
3. 行政院經濟建設委員會，中華民國 97 年至 145 年人口推計，2008 年。
4. 國立清華大學永續發展研究室，2006 年。
- 190 5. 財團法人工業技術研究院能源與環境研究所，2009 年。
6. 經濟部能源局，能源統計年報，
<http://www.moeaboe.gov.tw/opengovinfo/Plan/all/WorkStatisticsAll.aspx>
7. 財團法人工業技術研究院能源與環境研究所，2010 年。

第五章 氣候變遷衝擊影響與調適對策

短、中、長期的氣候變遷，對資源、環境與人類生存造成不同程度的影響，因應衝擊的調適措施規劃愈顯重要。本章說明臺灣氣候與海平面變遷趨勢，再分別就水資源、農漁業、陸域及海域生態系、人類健康及社會與經濟等5大領域已受衝擊的觀測結果，並針對受衝擊領域，介紹臺灣相關的調適做法。

5.1 臺灣氣候與海平面變遷

10 一、氣溫變化

全球過去百年暖化程度為平均氣溫上升 0.74°C ^[1]，而臺灣於1897至2008年間的平均氣溫上升 0.8°C （平地溫度上升約 0.9 至 1.4°C ）^[2]。而最近30年（1979至2008年）的暖化速度極為顯著，約每10年上升 0.23 至 0.40°C 。惟值得注意的是年均溫度並非持續上升，1950年之前是暖化期，隨後1970年代的年均溫度持續五年顯著下降，1980年代後又快速暖化，此震盪現象不僅發生在臺灣，地球平均溫度亦有類似變動^[3]。

1900至2008年間的百年長期暖化強度，並不具明顯的季節性變化；隨著分析時距的減少，在距今30年內（1979至2008年），暖化強度的季節性變化呈現明顯差異，分別是春季之 $0.30^{\circ}\text{C}/10$ 年、夏季之 $0.11^{\circ}\text{C}/10$ 年、秋季之 $0.24^{\circ}\text{C}/10$ 年和冬季之 $0.44^{\circ}\text{C}/10$ 年。春季和冬季的溫度上升強度遠高於夏季和秋季，此結果與東亞和全球觀測資料類似。

臺灣的暖化幾乎皆由夜間（約晚上7時之後至隔日早上8時以前）溫度上升所貢獻，而日間溫度的暖化現象並不明顯。溫度與溼度的變化受小範圍的地區性影響，例如土地使用改變、城市熱島效應等。平地都會區暖化速度約為非都會區（山區與離島區域）的2.5倍，原因應與都市化發展的熱

¹ IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning (eds.)], Cambridge University Press, 996pp, 2007.

² 交通部中央氣象局，臺灣氣候變化統計報告（1897~2008），2009年。

³ 陳雲蘭，百年來臺灣氣候的變化，科學發展，第424期，第6~11頁，2008年。

島效應有關。

二、降雨型態

30 過去百年降雨變化趨勢南北有異，北部年雨量約增加36.5公釐/10年
（0.1公釐/日/10年），南部則年雨量約減少73公釐/10年（0.2公釐/日/10年）。
然而，1960年後的40年氣候資料，並未發現平均年雨量有顯著的變化趨勢。
長期（百年）和短期（40年）的變化趨勢雖然並不一致，但年內雨季和非
雨季之間的震盪加劇，以及年內乾溼季分別愈趨明顯，卻是明確可見^[4]。

35 以百年資料而言，於主要測站所測得之降雨日數，有顯著減少的趨勢，
即無降雨日數增加的現象，尤其是南部和東部區域。例如，恆春減少幅度
可達10.95日/10年，而臺北減少幅度亦有3.49日/10年。此趨勢在最近60年中
更為明顯。總降雨量則無太多變化，但總降雨時間卻顯著下降，而豪大雨
（日降雨量高於50公釐）出現頻率則呈現增加趨勢。

40 三、極端事件頻率

研究顯示^[3]過去百年，每日最高溫上升強度約 0.03 至 0.10°C/10 年，每
日最低溫變化約 0.11 至 0.26°C/10 年；近 30 年內，暖化強度則分別增加到
0.18 至 0.42°C/10 年和 0.24 至 0.52°C/10 年。熱浪方面，若以臺北地區溫度
45 高於 35°C 以上的日數作為臺灣高溫天氣多寡的指標，在 20 世紀前半葉，
高溫天氣最多每年不超過 30 日，但在下半世紀，高溫天氣每年出現 40 至
50 日。若以每日最高溫 32°C 為基準，平地測站的高溫天數都顯著增加；2000
年以後，主要都會城市例如臺北、臺中、嘉義、臺南、高雄，每年甚至超
過 100 日。

50 此外，過去百年來氣溫降至10°C以下的事件日有顯著變少的趨勢，尤
其是山區。阿里山於1950年代，每年約有300日處於低溫狀態（即日低溫≤
10°C），並於過去60年中，以平均每10年減少18天低溫日的速度變化中，
北部更以1.4日/10年的速度減少中。在20世紀前期，臺北每年的寒流日數約

⁴ Wang, C.H., Li, L.A. and Liu, W.C. Some characteristics of the precipitation in Taiwan. In: C.I. Peng and C.H. Chou, Editors, Biodiversity and Terrestrial Ecosystem, Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series, No.14, pp.343-354, 1994.

55 為20日，甚至有超過50日的；但最近幾年多在10日以下，惟年際間變異性很大。例如，2005年的寒流日數則可多達到17日。這顯示臺灣雖在暖化的大趨勢下，但仍受一些短期天氣系統的影響，此趨勢在21世紀內仍會發生。

60 20世紀中，臺灣整體降雨量並沒有隨著小雨頻率減少與不降雨日數增加而相對降低，此乃由於豪大雨頻率增加，造成總降雨量無太多變化所致。以日降雨量高於50公釐作為大雨基準，尤其是破紀錄的日降雨量高於130公釐的豪雨，1980年代以後呈現極為顯著上升趨勢，例如1996年7月31日賀伯颱風在阿里山出現破紀錄的1,094.5公釐^[5]，但在2009年8月8日至9日莫拉克颱風侵襲臺灣，更分別出現1,161.5公釐與1,165.5公釐的新紀錄。此外，提供臺灣主要降水與災害來源的颱風，在20世紀中侵襲臺灣每年平均約有3.3次，於2000至2008年間，每年平均次數增為每年約4.2次，其增加原因係與西北太平洋海溫上升有一定的關聯性^[6]。

65

四、海平面上升

70 臺灣周遭海平面變遷呈現年代際的震盪，1961至2003年的海平面高度，每年平均上升速率達2.4公釐，約為全球海平面平均上升速率1.8公釐的1.4倍。1993至2003年期間，臺灣沿岸潮位站的海平面上升速率更高達5.7公釐/年；同期，衛星測高的分析結果顯示，上升速率約為5.3公釐/年，遠超過同時期IPCC公佈之全球平均值3.1公釐/年^[7]。這些結果顯示臺灣附近海域的海平面上升趨勢超過世界平均值。

5.2 水文與水資源的衝擊與調適

75 一、觀測衝擊

（一）水資源供給與需求

根據1949至2007年的降雨資料，臺灣的年降雨量序列（1949至2007年）

⁵ 盧孟明、陳佳正、林昀靜，1950-2005年臺灣極端降水頻率的變化，大氣科學，第35期，第87~104頁，2007年。

⁶ 行政院環境保護署，國家通訊報告—氣候變遷趨勢、衝擊、脆弱度評估與調適措施，2009年。

⁷ Tseng, Y. H., L. C. Breaker and E. T.-Y. Chang, 2009: Sea level variations in the regional seas around Taiwan. Journal of Oceanography, Vol. 66, pp. 27~39, 2010.

並無明顯漸增或漸減的趨勢，惟豐枯季之間的震盪加劇已愈趨明顯，對水資源利用而言無疑是一大挑戰。

80 臺灣取水的主要來源為水庫供水、河川引水及地下抽水，目前全臺有40座水庫為主要的蓄水設施，2007年的有效容量為20.74億立方公尺；以1998至2007年期間之各標的用水，來自於蓄水設施者平均達46.89億立方公尺。隨著枯豐季節之間的震盪加劇，水庫供水配給更形重要。

85 面對氣候變遷衝擊，颱風等極端氣候頻率增加，降雨強度和雨量也在增加中，雖然水庫水資源得以補注，惟大量泥沙沖刷注入水庫，不僅影響其蓄水量，對水庫壽命而言也是一大威脅。另外，泥沙造成原水濁度飆升，反而造成供水系統無法正常操作，導致不缺水卻須停水的窘境。例如2004年艾莉颱風對石門水庫所造成的衝擊，影響桃園地區的供水系統，進而斷水長達18日之久；2009年莫拉克颱風的破紀錄雨量，造成南化水庫與牡丹水庫的原水濁度飆升，對臺南和高屏地區的衝擊即是二例。此外，破紀錄的豪大雨造成大洪峰與坡地崩塌的土石流衝擊力大，破壞河流的攔河堰（壩）體等蓄水設施。

90 (二) 洪旱災發生頻率

根據內政部1958至2008年臺灣天然災害損失之統計資料，清楚發現洪災發生頻率以1980年為分際點，致災颱風個案次數在1980年前為下降趨勢，但1980年之後則呈現上升趨勢，尤其是2000年之後致災颱風個案大幅增加，其中以2004年發生9個致災颱風個案為最高。

100 旱災發生頻率可根據行政院農業委員會之停灌休耕統計資料，清楚發現從1984年之後乾旱發生頻率較過去為高，尤其2002年後的發生頻率更加頻繁，8年之內即有5個年度發生乾旱事件。

二、調適措施

105 經濟部水利署2009年擬訂因應全球氣候變遷調適策略—「水利建設因應全球氣候變遷白皮書」，依據調適策略於爾後4年（2010至2013年），投入四億元制訂調適行動方案—「氣候變遷對水環境之衝擊與調適研究計畫」，並分別從水資源管理、災害處理等方面進行調適。

110 加強水資源管理方面，共計有維持與增加水資源、開發新興水源、改善水質、提高用水效能與水資源調配等5項措施。災害管理方面則有旱災期的水資源調配、強化治水（消滅洪災）工程、災害應變管理與風險管理等4項措施。

災害調適方面，包括水資源的衝擊以及水災、風災與土石流等災害的因應；主要因應的做法包括：建立災害防救相關法規，並按照中央與地方的權責功能，進行調適措施。

115 5.3 糧食安全與漁業的衝擊與調適

一、觀測衝擊

（一）糧食安全

120 糧食需求可廣義包括主食類及畜產所需之飼料類，主食類以稻米及小麥為主。至2008年，稻米需求每年132萬噸，自給率可達90%，小麥需求約每年100萬公噸，自給率幾乎為0；雜糧除高粱生產自給率約達3%，其他玉米、黃豆及大麥等自給率為0至1.7%之間。雖然臺灣稻米自給率高，但若包括小麥及其他畜產所需之穀類及豆類作物，穀類糧食生產之總自給率僅37%左右。因此臺灣糧食安全不僅只受到本地氣候變遷的衝擊，如以進口來源分析，美國（小麥）、澳大利亞（小麥）、巴西（黃豆）及印度
125 （玉米）地區之氣候變遷亦將顯著地影響臺灣的糧食安全^[5]。

130 稻作生產極易受到異常氣象的影響，在現行稻作栽培制度下，一期稻作有發生早春之寒害與旱災、收穫期之大雨及颱風的風險；二期稻作則最主要受到大雨及颱風侵害風險。而兩期稻作之穀粒充實期均有熱浪（高溫）影響授粉及米質之風險。依據行政院農業委員會統計資料顯示，2007及2008年之二期作均受到嚴重之颱風侵襲，造成產量損失分別達全國同期總生產量之13%及10%左右，顯著威脅臺灣當年之糧食供應安全，並為導致稻穀價格由2007年的平均18,300元/公噸增加至2008年之21,800元/公噸的原因之一^[8]。此外，每年亦發生地區性寒害，以2009年東部地區一期作最為顯著。在其他穀類雜糧作物方面，在國際氣候不穩定及發展生質能源

⁸ 行政院農業委員會，稻米生產量調查報告（2006~2007），2008年。

135 的情況下，國際小麥、玉米及黃豆價格於 2009 年達到高點，導致臺灣麵粉製品、飼料及畜產品價格顯著上長，甚至造成當年民生物價的上升。

臺灣自 1980 年代以來係以良質米為主要生產目標，規劃出良質米生產之安全生產氣象範圍為均溫 26°C 以下，夜溫 22°C 以下，日射量 13 百萬焦耳/平方公尺 (MJ/m²) 以上^[9]。惟近 25 年來南部地區溫度風險有增加之趨勢，日射量呈下降之趨勢，冬季之降雨量同樣呈下降趨勢，如果此趨勢不變，則將導致良質米生產的風險增加^[10]。

(二) 漁業

145 過去 27 年，在全球暖化衝擊下，臺灣東北部水域上升 0.85°C，西南部水域上升 0.71°C，東部水域上升 0.65°C，其原因與黑潮、大陸沿岸流、南海海流等流系之消長有很大之關係，進而影響海洋生物資源之漁業開發利用。隨著 1990 年代逐漸暖化，夏季之漁獲比例有逐漸攀升的現象，漁汛之季節性有式微之趨勢，當然這也代表南下臺灣產卵及越冬之經濟魚種向北退縮，而黑潮主流、支流及南海海流所帶來之暖水性魚種則向北擴展。

150 異常氣候對海洋環境造成衝擊包括聖嬰 (El Niño)、反聖嬰 (La Niña)、異常冷水、暖水入侵等現象，其對漁業之衝擊如表 5.3.1 所示^[11]。

表 5.3.1 臺灣週邊水域重要經濟魚種受衝擊情況

資料時間 (年份)	漁業 種類	標的魚種 (Targetspecy)	漁場	變遷原因	衝擊	衝擊程度
1977~2008	近海鮪 延繩釣	正鯧 (<i>Euthynnus pelamis</i>) 黃鰭鮪 (<i>Thunnus albacares</i>)	南部、 東部、 東北部 水域	冷相變暖相	來游量增加	漁獲量增加 10~20% 左右*
		長鰭鮪 (<i>Thunnus alalunga</i>) 大目鮪 (<i>Thunnus obesus</i>)			來游量減少	漁獲量減少 10~20% 左右*
1958~2008	中著網	烏魚 (<i>Mugil cephalus</i> L.)	臺灣西 部海域	氣壓與水溫 律動 冷相變暖相	冬季黑潮支流暖 水滯留在雲彰隆 起，阻礙烏魚南 下產卵	由 1980 年 273 萬尾/年，降 至 2000 年以後 20 萬尾/年以 下
1981~2008		黑鰻 (<i>Parastromateus niger</i>)	臺灣西 部海域	大陸沿岸水 退縮	黑鰻無法南下回 游	由 1981 年 11,231 公噸/年下 降至 2000 年 1,182 公噸/年

⁹ 盧虎生、劉韻華、交通部中央氣象局，臺灣優質水稻栽培之環境挑戰與因應措施。作物、環境與生物資訊，第 3 卷，第 297~306 頁，2006 年。

¹⁰ 盧孟明、陳雲蘭、陳圭宏，全球暖化趨勢對臺灣水稻栽培環境之影響。作物、環境與生物資訊，第 5 卷，第 60~72 頁，2008 年。

¹¹ 行政院國家科學委員會，氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及脆弱度評估與因應策略—子計畫四：氣候變遷對臺灣地區漁業之衝擊評析及因應策略研究 (II)，2008 年。

資料時間 (年份)	漁業 種類	標的魚種 (Targetspecy)	漁場	變遷原因	衝擊	衝擊程度
1982~2008	鯖鱈大 型圍網	白腹鯖 (<i>Scomber japonicus</i>) 真鱈 (<i>Trachurus japonicus</i>) 扁紅鱈 (<i>Decapterus kurroides</i> <i>akaadsi</i>) 花腹鯖 (<i>Scomber australasicus</i>) 拉疆鱈 (<i>Decapterus lajang</i>)	臺灣東 北部海 域	大陸沿岸水 退縮、黑潮 流勢增長	冷水域魚種漁獲 量減少，暖水性 魚種漁獲量增加	由冷相之 60~75% 下降至暖 相之 25~40% * ----- 由冷相之 25~40% 增至暖相 之 60~75%*
1982~2008	魷仔魚 漁業	日本鰹 (<i>Engraulis japonicus</i>) 刺公鰹 (<i>Encrasicho punctifer</i>) 異葉公鰹 (<i>Encrasicholina</i> <i>heteroloba</i>)	宜蘭灣 及枋寮 沿海	大陸沿岸水 退縮、黑潮 流勢增長	同上	冷相時期春漁期宜蘭灣 90% 以上漁獲為日本鰹，西元 2000~2004 年只佔漁獲之 5 ~20%*，西南海域同期間更 完全被公鰹屬所替代
1982~2008	牡蠣淺 海養殖	臺灣長牡蠣 (<i>Crassostrea gigas</i>)	臺灣西 部沿海	大陸沿岸水 退縮，黑潮 支流變強	水溫增高，排卵排 精次數增加，量 減少，漁民無法 掌握附苗時間	26 年來減產 21.4%
1995~2007	九孔沿 近海養 殖	灣濱九孔 (<i>Haliotis aqualilis</i>)	臺北縣 貢寮鄉 沿海	同上	大陸沿岸水流進 鹽寮灣量變少， 氮磷比改變藻類 相，致九孔附苗 失效	由年產量 1,500 公噸，產值 超過 10 億元，下降至 2007 年 139 公噸以下，產值不滿 1 億元

* 有年別變動

155

表 5.3.2 異常氣候對臺灣重要經濟魚種之衝擊

漁業 種類	標的魚種	現象	漁期	衝擊	衝擊程度
巾著網 烏魚漁業	烏魚 (<i>Mugil cephalus</i>)	El Niño	1977~1978 年 1982~1983 年 1986~1987 年	分別較前一年 (平常 年) 減產 30% 以上	黑潮支流轉強，大陸 沿岸流減弱，造成烏 魚無法南下產卵
近海魷延 繩釣	正鰹、黃鰹 黑鰹	El Niño El Niño		來游量增加，增產 漁場北移，減產	8~10% 10%
澎湖沿 近海漁業		異常大陸沿岸 水入侵，大於 6.7m/s 東北季 風吹拂三個星 期以上	2008 年 2 月	2 月澎湖海域平均水 溫降至 12°C 左右	箱網養殖之海鱺遭 凍死，天然水域 58 科 172 魚種大量死 亡，損失超過 10 億 元

二、調適措施

在糧食安全方面，從農業生產政策、糧食管理政策到提升農民的競爭力皆有一系列相關政策做為調適措施，包括實施計畫生產並辦理輪作、休耕措施；收購稻穀業務與稻米進、出口管理併用；建立稻米產、製、銷提供相關的配套措施。

160

在漁業方面的調適措施，以落實漁業資源的管理與保育及調整漁業生產結構為主，計有落實臺灣漁業資源的管理與保育、調整漁業生產結構，

提升漁業資源的配置與效率。

165

5.4 陸域與海域生態系統的衝擊與調適^[5]

一、觀測衝擊

（一）陸域生態系

學者研究指出臺灣高海拔山區，受氣候暖化的影響，冷杉林有向上推移之趨勢而增加其分布面積，物種多樣性有逐年增加之趨勢，且產生物種的改變，部分物種會有消失的可能性。

170

臺灣櫻花鉤吻鮭為冰河時期的子遺生物，屬於全球分佈最南端的鮭魚之一，研究指出七家灣流域的鮭魚族群量10多年來尚稱穩定，但其族群數量與該年的颱風次數以及襲臺的時間有很大的關係，颱風帶來的豪雨使溪水暴漲，造成秋冬時節的鮭魚數量下降；若颱風於10月後襲臺，豪雨便將許多一齡鮭及幼鮭沖走，造成隔年鮭魚數量的巨幅下降。

175

透過森林脆弱度指標（Forest Vulnerability Index, FVI）的評估顯示，溫度升高和降雨增加會使得部份森林日益脆弱，並影響其生長與功能。至於隨著暖化與植被的向上推移，各主要林型內的物種多樣性分布與組成、不同林型交會帶的海拔分布與組成會如何變化，尚須進一步研究。

180

氣候變遷帶來的高溫及乾旱所引發的林火增加趨勢還沒有在臺灣出現，但已建立林火預警系統，做為監測林火發生之參考。另外日漸頻繁的極端暴雨事件，已增加了森林流失、崩落發生的次數與規模。以2009年八八風災為例，全臺因暴雨衝擊而新增的崩塌面積達51,304公頃，超過國土面積的1.5%，對於陸域生態系造成重大的衝擊。

185

（二）海域生態系

臺灣南部墾丁國家公園海域、以及綠島、蘭嶼和東沙海域，在1998年夏季發生珊瑚大量白化的現象。2007年7至8月，西太平洋海表溫異常，導致墾丁國家公園海域、綠島、蘭嶼和東沙海域珊瑚大量白化現象，但是由於溫升較少、持續時間較短，因此珊瑚死亡率並不高，大多低於10%。另外，2008年2月澎湖海域的冷水入侵，造成海水溫度低於18°C的時間持續2

190

至3週，導致珊瑚大量白化及死亡，其中澎湖北部及內海的珊瑚死亡率約70%。

195 二、調適措施

行政院農業委員會林務局自1997年完成全島3,188個永久樣區設置，同時針對重要具代表性林型建立8處大型動態樣區，每隔5年進行複查，所得資訊可以反應近年來森林環境變遷情況。

200 2003至2008年間推動「臺灣植群多樣性及製圖計畫」，進行臺灣國有林地植群調查與植群圖繪製工作，總計完成地面樣區調查3,564個樣區，製圖面積約160萬公頃，約為全島44.26%，做為未來長期植群監測的基線資料。

205 氣候變遷對稀有物種、局部分佈的物種的影響比較大，而對野生動植物的整體及個別影響則未可知。行政院農業委員會林務局委託研究單位分別在全臺各地蒐集野生動植物的遺傳材料，收藏於冷凍基因標本庫，並建立異地備份，免受氣候變遷、疾病及災害的威脅。

210 武陵地區高山溪自2001年攔砂壩拆除改善後，臺灣櫻花鉤吻鮭族群數量由負成長轉為正成長，顯示拆除攔砂壩對於鮭魚族群有正面的效應。另外研究顯示，當濱岸樹冠層植栽夾角達到90%時，可以有效降低溪流水溫約1°C^[12]，減緩全球暖化所導致水溫升高的衝擊。同時濱岸植被的復育，對於溪流周遭土地因颱風大雨沖刷而進入溪流的非點源污染有減緩作用，減少暴雨逕流、過濾濱岸營養鹽與有機碳的輸入，避免水質惡化，並可有效降低升溫效應。

215 針對具有重要自然資源的溼地環境，政府積極依據野生動物保育法及文化資產保存法劃設7處自然保留區、16處野生動物保護區，並於2009年4月新增劃設的「嘉義縣鰲鼓溼地野生動物重要棲息環境」，面積合計佔16,591公頃。同時於2007年評選全國溼地，確定75處國家重要溼地，包括2個國際級重要溼地、41個國家級重要溼地與32個地方級重要溼地，合計44,379公頃。同時逐年擴大公共參與，整合地方縣市政府、民間環保團體以與在地社區的力量，推動溼地保育工作。另外為改善西南沿海地層下陷

¹² 雪霸國家公園管理處，「武陵地區長期生態監測暨生態模式建立」計畫，2009年。

220 區域之土地超限利用情形，並營造溼地生物之棲息環境，豐富生物多樣性，自2005年起補助地方政府租用長期浸於鹼水之農地，以營造成為溼地生態園區，同時輔導社區居民參與研造，期望作為發展地層下陷區域轉型生態旅遊等相關綠色產業的基礎。

225 由於臺灣的自然海岸日漸減少，目前已不到總海岸線的50%，嚴重影響海岸的生態功能及生態彈性。為避免自然海岸進一步受侵蝕，2007年8月核定「永續海岸整體發展方案」，嚴格審議自然海岸線上的重大開發案，以達到自然海岸「零損失」，回復自然海岸地景的目標。

5.5 人類健康的衝擊與調適

230 一、觀測衝擊

(一) 極端氣候造成的健康危害^[13]

235 分析過去溫度資料與都會區（臺北縣市、臺中縣市及高雄縣市）及次都會區（桃園縣、彰化縣及臺南縣市）心肺疾病死亡之相關，發現心血管疾病死亡對溫度最敏感，相較於65歲以下族群，65歲以上老年人口之死亡危險比較高且亦達統計顯著水準；冬季低溫影響大於夏季高溫；中南部城市的死亡危險比會高於北部地區；相近緯度的城市相比，可發現次都會區之死亡危險比較高。

240 進一步探討連續熱浪（高於各地區95百分位溫度值）、寒流（低於各地區5百分位溫度值）事件日的心血管疾病死亡風險，在校正溫度影響後，仍可觀測到連續高低溫事件日出現之衝擊。心血管疾病以腦中風與高血壓疾病死亡受連續氣溫事件日數影響最大，會隨著日數增加而增加，但影響程度因地而異，並未達一致的統計顯著。

(二) 氣候相關傳染性疾病

245 由歷年確定案例數統計，影響族群最大疾病為登革熱。登革熱的流行有季節性的變化，氣候暖化可能對臺灣登革熱流行有所影響。

¹³ 行政院國家科學委員會，氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及脆弱度評估與因應策略-氣候變遷對臺灣公共衛生的衝擊及脆弱度評估與因應策略，2009年。

250 在水及食物感染相關之疾病上，臺灣每年通報案例數最高為東部及中部山區的桿菌性痢疾，量化資料分析亦顯示連續的週累積雨量少於 10.73 公釐時，流行敏感地區之桿菌性痢疾案例則會顯著增加，推測在山區自來水普及率較低的情況下，雨量少的季節，鄰近住家的水源地容易受到村落化糞池等糞便來源之污染外，因山泉或地下水水量在乾季時期相對減少，一旦水源區水體受到污染即容易有高濃度病原體之濃縮作用，所以較容易爆發感染案例。

255 臺灣在2005年7月遭受海棠颱風侵襲後，出現南部地區嚴重淹水事件，分別在臨床門診中觀察到下肢蜂窩組織炎患者顯著增加至颱風前的二倍左右；同時，南臺灣二仁溪流域爆發類鼻疽（Meliodosis）群聚疫情，累計共發生38例，多在颱風過境後2至36日發病，且主要集中在二仁溪出海口兩側，並沿著海岸線分佈。根據病例流行病學及氣象資料推測^{[14]、[15]}，該次疫情可能是颱風帶來大量雨水，將土壤深層之病原沖刷至地表，加上颱風的強勁風力，導致民眾經由傷口碰觸污水或吸入受污染的塵土而感染。

260 2009年莫拉克颱風造成南臺灣大規模淹水過後，屏東縣萬丹鄉及新園鄉等地區發生鉤端螺旋體病群聚感染事件。風災過後，民眾容易因大雨積水過後，清理家園時，接觸到污水、淤泥或食入受到污染的水、食物而感染鉤端螺旋體病。

二、調適措施

265 行政院衛生署疾病管制局為因應登革熱及其他病媒傳染病之流行，已研訂「登革熱及其他病媒傳染病防治四年計畫」，包括疾病監測與通報、緊急疫情處理、病媒蚊孳生源清除與查核等，以防止未來氣候變遷所可能造成登革熱等病媒疾病之疫情。另為因應天然災害容易造成如腸道及水媒傳染病等傳染病的流行，疾病管制局亦研訂「腸病毒及腸道、水患相關傳染病防治計畫」之執行，期以透過衛生教育宣導，提升國人對腸道傳染病防治的正確認識，並藉由多元化的監視系統，與積極有效之防治措施，以
270 降低異常氣候受災地區之腸道與水患相關傳染病的發生機會。

¹⁴ Su, H.P., C.Y. Chou, S.C. Tzeng, T.L. Ferng, Y.L. Chen and Y.S. Chen, Possible typhoon-related melioidosis epidemic, Taiwan, 2005 [letter]. Emerg Infect Dis [serial on the Internet]. 2007. 網站 <http://www.cdc.gov/EID/content/13/11/1795.html>

¹⁵ 吳智文、李翠瓊、簡大任、吳炳輝、陳昶勳，颱風過後南臺灣類鼻疽群聚感染病例之分析，疫情報導，第22卷，第11期，第728~745頁，2006年。

275 行政院衛生署為強化防疫監測的正確性、有效性與及時性，特別成立國家衛生指揮中心，並依傳染病防治法規定，認為有統籌各種資源、整合相關機構人員之必要時，成立中央流行疫情指揮中心，並得協調行政院各部會支援，共同因應氣候變遷發生疫災之挑戰。

5.6 社會與經濟的衝擊

280 氣候變遷對社會與經濟的衝擊有災害損失、成本增加與安全威脅等層面，由於臺灣屬於小型開放經濟，以中小企業為主的產業發展歷程與趨勢，極具彈性，對於內部與外部的市場及自然環境、競爭條件的變動，可以維持持續性的動態調整。

285 降雨量變化導致的旱澇災害常造成產業的損失。例如2004年由於艾莉颱風過境使原水水質濁度太高，淨水場無法發揮其功效，造成桃園地區面臨21天缺水的問題，該區的工業產值居全國第一，因此經濟損失嚴重，其中以電子產業所受影響最大，其次為光電業，半導體業，化學製品業，食品業。產業衝擊的成本，主要衍生自製程改變、訂單移轉、交貨延誤及購水、趕工成本增加等項目，經研究調查總損失金額約高達新臺幣43億元^[16]。

290 高溫效應/都市熱島效應會導致之空調系統裝置成本、操作成本及節約能源投資增加。製造業的空調系統屬動力類耗能外所占比例最高的耗能系統；非製造業之空調設備的耗能占比達40%以上^[17]，因此投資與操作成本均與氣溫變化息息相關。

295 豪雨、颱風對於位於地質災害敏感地區及洪氾區範圍內的電力、油氣供應設施之安全度，形成威脅。根據臺灣電力公司整理近年來10件較為重大之輸電線路災害案例，其中因強風襲倒鐵塔的事件有4件，土石流1件、龍捲風捲起雜物碰觸高壓線路1件^[18]。

¹⁶ 行政院國家科學委員會，桃園地區缺水之影響與經濟分析，2007年。

¹⁷ 經濟部能源局/臺灣綠色生產力基金會，2008年非製造業能源查核年報，2008年。

¹⁸ 臺灣電力公司，輸電線路災害防救業務計畫，2009年。

參考文獻

- 300 1. IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M.Manning (eds.)], Cambridge University Press, 996pp, 2007.
2. 交通部中央氣象局，臺灣氣候變化統計報告(1897至2008)，2009年。
- 305 3. 陳雲蘭，百年來臺灣氣候的變化，科學發展，第424期，第6至~11頁，2008年。
4. Wang, C.H., L.A. Li, and W.C. Liu, Some characteristics of the precipitation in Taiwan. In: C.I. Peng and C.H. Chou, Editors, Biodiversity and Terrestrial Ecosystem, Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series, No.14, pp.343-354, 1994.
- 310 5. 盧孟明、陳佳正、林昀靜，1950至2005年臺灣極端降水頻率的變化，大氣科學，第35期，第87至104頁，2007年。
6. 行政院環境保護署，國家通訊報告—氣候變遷趨勢、衝擊、脆弱度評估與調適措施，2009年。
- 315 7. Tseng, Y.H., L.C. Breaker and E.T.Y. Chang, Sea level variations in the regional seas around Taiwan. Journal of Oceanography, Vol. 66, pp. 27~39, 2010.
8. 行政院農業委員會，稻米生產量調查報告(2006至2007)，2008年。
9. 盧虎生、劉韻華、交通部中央氣象局，臺灣優質水稻栽培之環境挑戰與因應措施，作物、環境與生物資訊，第3卷，第297至306頁，2006年。
- 320 10. 盧孟明、陳雲蘭、陳圭宏，全球暖化趨勢對臺灣水稻栽培環境之影響，作物、環境與生物資訊，第5卷，第60至72頁，2008年。
11. 行政院國家科學委員會，氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及脆弱度評估與因應策略—子計畫四：氣候變遷對臺灣地區漁業之衝擊評析及因應策略研究(II)，2008年。
- 325 12. 雪霸國家公園管理處，「武陵地區長期生態監測暨生態模式建立」計畫，2009年。

- 330 13. 行政院國家科學委員會，氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及脆弱度評估與
因應策略-氣候變遷對臺灣公共衛生的衝擊及脆弱度評估與因應策略，
2009 年。
14. Su, H.P., C.Y. Chou, S.C. Tzeng, T.L. Ferng, Y.L. Chen and Y.S. Chen,
Possible typhoon-related melioidosis epidemic, Taiwan, 2005
[letter].*Emerg Infect Dis* [serial on the Internet]. 2007 Nov [date cited]. 網
335 站 <http://www.cdc.gov/EID/content/13/11/1795.htm>
15. 吳智文、李翠瓊、簡大任、吳炳輝、陳昶勳，颱風過後南臺灣類鼻疽群
聚感染病例之分析，疫情報導，第 22 卷，第 11 期，第 728 至 745 頁，
2006 年。
16. 行政院國家科學委員會，桃園地區缺水之影響與經濟分析，2007 年。
- 340 17. 經濟部能源局/臺灣綠色生產力基金會，2008 年非製造業能源查核年
報，2008 年。
18. 臺灣電力公司，輸電線路災害防救業務計畫，2009 年。

第五章 氣候變遷衝擊影響與調適對策

短、中、長期的氣候變遷，對資源、環境與人類生存造成不同程度的影響，因應衝擊的調適措施規劃愈顯重要。本章說明臺灣氣候與海平面變遷趨勢，再分別就水資源、農漁業、陸域及海域生態系、人類健康及社會與經濟等5大領域已受衝擊的觀測結果，並針對受衝擊領域，介紹臺灣相關的調適做法。

5.1 臺灣氣候與海平面變遷

10 一、氣溫變化

全球過去百年暖化程度為平均氣溫上升 0.74°C ^[1]，而臺灣於1897至2008年間的平均氣溫上升 0.8°C （平地溫度上升約 0.9 至 1.4°C ）^[2]。而最近30年（1979至2008年）的暖化速度極為顯著，約每10年上升 0.23 至 0.40°C 。惟值得注意的是年均溫度並非持續上升，1950年之前是暖化期，隨後1970年代的年均溫度持續五年顯著下降，1980年代後又快速暖化，此震盪現象不僅發生在臺灣，地球平均溫度亦有類似變動^[3]。

1900至2008年間的百年長期暖化強度，並不具明顯的季節性變化；隨著分析時距的減少，在距今30年內（1979至2008年），暖化強度的季節性變化呈現明顯差異，分別是春季之 $0.30^{\circ}\text{C}/10$ 年、夏季之 $0.11^{\circ}\text{C}/10$ 年、秋季之 $0.24^{\circ}\text{C}/10$ 年和冬季之 $0.44^{\circ}\text{C}/10$ 年。春季和冬季的溫度上升強度遠高於夏季和秋季，此結果與東亞和全球觀測資料類似。

臺灣的暖化幾乎皆由夜間（約晚上7時之後至隔日早上8時以前）溫度上升所貢獻，而日間溫度的暖化現象並不明顯。溫度與溼度的變化受小範圍的地區性影響，例如土地使用改變、城市熱島效應等。平地都會區暖化速度約為非都會區（山區與離島區域）的2.5倍，原因應與都市化發展的熱

¹ IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M. Manning (eds.)], Cambridge University Press, 996pp, 2007.

² 交通部中央氣象局，臺灣氣候變化統計報告（1897~2008），2009年。

³ 陳雲蘭，百年來臺灣氣候的變化，科學發展，第424期，第6~11頁，2008年。

島效應有關。

二、降雨型態

30 過去百年降雨變化趨勢南北有異，北部年雨量約增加36.5公釐/10年（0.1公釐/日/10年），南部則年雨量約減少73公釐/10年（0.2公釐/日/10年）。然而，1960年後的40年氣候資料，並未發現平均年雨量有顯著的變化趨勢。長期（百年）和短期（40年）的變化趨勢雖然並不一致，但年內雨季和非雨季之間的震盪加劇，以及年內乾溼季分別愈趨明顯，卻是明確可見^[4]。

35 以百年資料而言，於主要測站所測得之降雨日數，有顯著減少的趨勢，即無降雨日數增加的現象，尤其是南部和東部區域。例如，恆春減少幅度可達10.95日/10年，而臺北減少幅度亦有3.49日/10年。此趨勢在最近60年中更為明顯。總降雨量則無太多變化，但總降雨時間卻顯著下降，而豪大雨（日降雨量高於50公釐）出現頻率則呈現增加趨勢。

40 三、極端事件頻率

研究顯示^[3]過去百年，每日最高溫上升強度約 0.03 至 0.10°C/10 年，每日最低溫變化約 0.11 至 0.26°C/10 年；近 30 年內，暖化強度則分別增加到 0.18 至 0.42°C/10 年和 0.24 至 0.52°C/10 年。熱浪方面，若以臺北地區溫度高於 35°C 以上的日數作為臺灣高溫天氣多寡的指標，在 20 世紀前半葉，45 高溫天氣最多每年不超過 30 日，但在下半世紀，高溫天氣每年出現 40 至 50 日。若以每日最高溫 32°C 為基準，平地測站的高溫天數都顯著增加；2000 年以後，主要都會城市例如臺北、臺中、嘉義、臺南、高雄，每年甚至超過 100 日。

50 此外，過去百年來氣溫降至10°C以下的事件日有顯著變少的趨勢，尤其是山區。阿里山於1950年代，每年約有300日處於低溫狀態（即日低溫≤10°C），並於過去60年中，以平均每10年減少18天低溫日的速度變化中，北部更以1.4日/10年的速度減少中。在20世紀前期，臺北每年的寒流日數約

⁴ Wang, C.H., Li, L.A. and Liu, W.C. Some characteristics of the precipitation in Taiwan. In: C.I. Peng and C.H. Chou, Editors, Biodiversity and Terrestrial Ecosystem, Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series, No.14, pp.343-354, 1994.

55 為20日，甚至有超過50日的；但最近幾年多在10日以下，惟年際間變異性很大。例如，2005年的寒流日數則可多達到17日。這顯示臺灣雖在暖化的大趨勢下，但仍受一些短期天氣系統的影響，此趨勢在21世紀內仍會發生。

60 20世紀中，臺灣整體降雨量並沒有隨著小雨頻率減少與不降雨日數增加而相對降低，此乃由於豪大雨頻率增加，造成總降雨量無太多變化所致。以日降雨量高於50公釐作為大雨基準，尤其是破紀錄的日降雨量高於130公釐的豪雨，1980年代以後呈現極為顯著上升趨勢，例如1996年7月31日賀伯颱風在阿里山出現破紀錄的1,094.5公釐^[5]，但在2009年8月8日至9日莫拉克颱風侵襲臺灣，更分別出現1,161.5公釐與1,165.5公釐的新紀錄。此外，提供臺灣主要降水與災害來源的颱風，在20世紀中侵襲臺灣每年平均約有3.3次，於2000至2008年間，每年平均次數增為每年約4.2次，其增加原因係與西北太平洋海溫上升有一定的關聯性^[6]。

65

四、海平面上升

70 臺灣周遭海平面變遷呈現年代際的震盪，1961至2003年的海平面高度，每年平均上升速率達2.4公釐，約為全球海平面平均上升速率1.8公釐的1.4倍。1993至2003年期間，臺灣沿岸潮位站的海平面上升速率更高達5.7公釐/年；同期，衛星測高的分析結果顯示，上升速率約為5.3公釐/年，遠超過同時期IPCC公佈之全球平均值3.1公釐/年^[7]。這些結果顯示臺灣附近海域的海平面上升趨勢超過世界平均值。

5.2 水文與水資源的衝擊與調適

75 一、觀測衝擊

（一）水資源供給與需求

根據1949至2007年的降雨資料，臺灣的年降雨量序列（1949至2007年）

⁵ 盧孟明、陳佳正、林昀靜，1950-2005年臺灣極端降水頻率的變化，大氣科學，第35期，第87~104頁，2007年。

⁶ 行政院環境保護署，國家通訊報告—氣候變遷趨勢、衝擊、脆弱度評估與調適措施，2009年。

⁷ Tseng, Y. H., L. C. Breaker and E. T.-Y. Chang, 2009: Sea level variations in the regional seas around Taiwan. Journal of Oceanography, Vol. 66, pp. 27~39, 2010.

並無明顯漸增或漸減的趨勢，惟豐枯季之間的震盪加劇已愈趨明顯，對水資源利用而言無疑是一大挑戰。

80 臺灣取水的主要來源為水庫供水、河川引水及地下抽水，目前全臺有40座水庫為主要的蓄水設施，2007年的有效容量為20.74億立方公尺；以1998至2007年期間之各標的用水，來自於蓄水設施者平均達46.89億立方公尺。隨著枯豐季節之間的震盪加劇，水庫供水配給更形重要。

85 面對氣候變遷衝擊，颱風等極端氣候頻率增加，降雨強度和雨量也在增加中，雖然水庫水資源得以補注，惟大量泥沙沖刷注入水庫，不僅影響其蓄水量，對水庫壽命而言也是一大威脅。另外，泥沙造成原水濁度飆升，反而造成供水系統無法正常操作，導致不缺水卻須停水的窘境。例如2004年艾莉颱風對石門水庫所造成的衝擊，影響桃園地區的供水系統，進而斷水長達18日之久；2009年莫拉克颱風的破紀錄雨量，造成南化水庫與牡丹水庫的原水濁度飆升，對臺南和高屏地區的衝擊即是二例。此外，破紀錄的豪大雨造成大洪峰與坡地崩塌的土石流衝擊力大，破壞河流的攔河堰（壩）體等蓄水設施。

90 (二) 洪旱災發生頻率

根據內政部1958至2008年臺灣天然災害損失之統計資料，清楚發現洪災發生頻率以1980年為分際點，致災颱風個案次數在1980年前為下降趨勢，但1980年之後則呈現上升趨勢，尤其是2000年之後致災颱風個案大幅增加，其中以2004年發生9個致災颱風個案為最高。

100 旱災發生頻率可根據行政院農業委員會之停灌休耕統計資料，清楚發現從1984年之後乾旱發生頻率較過去為高，尤其2002年後的發生頻率更加頻繁，8年之內即有5個年度發生乾旱事件。

二、調適措施

105 經濟部水利署2009年擬訂因應全球氣候變遷調適策略—「水利建設因應全球氣候變遷白皮書」，依據調適策略於爾後4年（2010至2013年），投入四億元制訂調適行動方案—「氣候變遷對水環境之衝擊與調適研究計畫」，並分別從水資源管理、災害處理等方面進行調適。

110 加強水資源管理方面，共計有維持與增加水資源、開發新興水源、改善水質、提高用水效能與水資源調配等5項措施。災害管理方面則有旱災期的水資源調配、強化治水（消滅洪災）工程、災害應變管理與風險管理等4項措施。

災害調適方面，包括水資源的衝擊以及水災、風災與土石流等災害的因應；主要因應的做法包括：建立災害防救相關法規，並按照中央與地方的權責功能，進行調適措施。

115 5.3 糧食安全與漁業的衝擊與調適

一、觀測衝擊

（一）糧食安全

120 糧食需求可廣義包括主食類及畜產所需之飼料類，主食類以稻米及小麥為主。至2008年，稻米需求每年132萬噸，自給率可達90%，小麥需求約每年100萬公噸，自給率幾乎為0；雜糧除高粱生產自給率約達3%，其他玉米、黃豆及大麥等自給率為0至1.7%之間。雖然臺灣稻米自給率高，但若包括小麥及其他畜產所需之穀類及豆類作物，穀類糧食生產之總自給率僅37%左右。因此臺灣糧食安全不僅只受到本地氣候變遷的衝擊，如以進口來源分析，美國（小麥）、澳大利亞（小麥）、巴西（黃豆）及印度
125 （玉米）地區之氣候變遷亦將顯著地影響臺灣的糧食安全^[5]。

130 稻作生產極易受到異常氣象的影響，在現行稻作栽培制度下，一期稻作有發生早春之寒害與旱災、收穫期之大雨及颱風的風險；二期稻作則最主要受到大雨及颱風侵害風險。而兩期稻作之穀粒充實期均有熱浪（高溫）影響授粉及米質之風險。依據行政院農業委員會統計資料顯示，2007及2008年之二期作均受到嚴重之颱風侵襲，造成產量損失分別達全國同期總生產量之13%及10%左右，顯著威脅臺灣當年之糧食供應安全，並為導致稻穀價格由2007年的平均18,300元/公噸增加至2008年之21,800元/公噸的原因之一^[8]。此外，每年亦發生地區性寒害，以2009年東部地區一期作最為顯著。在其他穀類雜糧作物方面，在國際氣候不穩定及發展生質能源

⁸ 行政院農業委員會，稻米生產量調查報告（2006~2007），2008年。

135 的情況下，國際小麥、玉米及黃豆價格於 2009 年達到高點，導致臺灣麵粉製品、飼料及畜產品價格顯著上長，甚至造成當年民生物價的上升。

臺灣自 1980 年代以來係以良質米為主要生產目標，規劃出良質米生產之安全生產氣象範圍為均溫 26°C 以下，夜溫 22°C 以下，日射量 13 百萬焦耳/平方公尺 (MJ/m²) 以上^[9]。惟近 25 年來南部地區溫度風險有增加之趨勢，日射量呈下降之趨勢，冬季之降雨量同樣呈下降趨勢，如果此趨勢不變，則將導致良質米生產的風險增加^[10]。

(二) 漁業

145 過去 27 年，在全球暖化衝擊下，臺灣東北部水域上升 0.85°C，西南部水域上升 0.71°C，東部水域上升 0.65°C，其原因與黑潮、大陸沿岸流、南海海流等流系之消長有很大之關係，進而影響海洋生物資源之漁業開發利用。隨著 1990 年代逐漸暖化，夏季之漁獲比例有逐漸攀升的現象，漁汛之季節性有式微之趨勢，當然這也代表南下臺灣產卵及越冬之經濟魚種向北退縮，而黑潮主流、支流及南海海流所帶來之暖水性魚種則向北擴展。

150 異常氣候對海洋環境造成衝擊包括聖嬰 (El Niño)、反聖嬰 (La Niña)、異常冷水、暖水入侵等現象，其對漁業之衝擊如表 5.3.1 所示^[11]。

表 5.3.1 臺灣週邊水域重要經濟魚種受衝擊情況

資料時間 (年份)	漁業 種類	標的魚種 (Targetspecy)	漁場	變遷原因	衝擊	衝擊程度
1977~2008	近海鮪 延繩釣	正鰹 (<i>Euthynnus pelamis</i>) 黃鰹鮪 (<i>Thunnus albacares</i>)	南部、 東部、 東北部 水域	冷相變暖相	來游量增加	漁獲量增加 10~20% 左右*
		長鰹鮪 (<i>Thunnus alalunga</i>) 大目鮪 (<i>Thunnus obesus</i>)			來游量減少	漁獲量減少 10~20% 左右*
1958~2008	中著網	烏魚 (<i>Mugil cephalus</i> L.)	臺灣西 部海域	氣壓與水溫 律動 冷相變暖相	冬季黑潮支流暖 水滯留在雲彰隆 起，阻礙烏魚南 下產卵	由 1980 年 273 萬尾/年，降 至 2000 年以後 20 萬尾/年以 下
1981~2008		黑鰻 (<i>Parastromateus niger</i>)	臺灣西 部海域	大陸沿岸水 退縮	黑鰻無法南下回 游	由 1981 年 11,231 公噸/年下 降至 2000 年 1,182 公噸/年

⁹ 盧虎生、劉韻華、交通部中央氣象局，臺灣優質水稻栽培之環境挑戰與因應措施。作物、環境與生物資訊，第 3 卷，第 297~306 頁，2006 年。

¹⁰ 盧孟明、陳雲蘭、陳圭宏，全球暖化趨勢對臺灣水稻栽培環境之影響。作物、環境與生物資訊，第 5 卷，第 60~72 頁，2008 年。

¹¹ 行政院國家科學委員會，氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及脆弱度評估與因應策略—子計畫四：氣候變遷對臺灣地區漁業之衝擊評析及因應策略研究 (II)，2008 年。

資料時間 (年份)	漁業 種類	標的魚種 (Targetspecy)	漁場	變遷原因	衝擊	衝擊程度
1982~2008	鯖鱈大 型圍網	白腹鯖 (<i>Scomber japonicus</i>) 真鱈 (<i>Trachurus japonicus</i>) 扁紅鱈 (<i>Decapterus kurroides</i> <i>akaadsi</i>) 花腹鯖 (<i>Scomber australasicus</i>) 拉疆鱈 (<i>Decapterus lajang</i>)	臺灣東 北部海 域	大陸沿岸水 退縮、黑潮 流勢增長	冷水域魚種漁獲 量減少，暖水性 魚種漁獲量增加	由冷相之 60~75% 下降至暖 相之 25~40% * ----- 由冷相之 25~40% 增至暖相 之 60~75%*
1982~2008	魷仔魚 漁業	日本鰈 (<i>Engraulis japonicus</i>) 刺公鰈 (<i>Encrasicho punctifer</i>) 異葉公鰈 (<i>Encrasicholina</i> <i>heteroloba</i>)	宜蘭灣 及枋寮 沿海	大陸沿岸水 退縮、黑潮 流勢增長	同上	冷相時期春漁期宜蘭灣 90% 以上漁獲為日本鰈，西元 2000~2004 年只佔漁獲之 5 ~20%*，西南海域同期間更 完全被公鰈屬所替代
1982~2008	牡蠣淺 海養殖	臺灣長牡蠣 (<i>Crassostrea gigas</i>)	臺灣西 部沿海	大陸沿岸水 退縮，黑潮 支流變強	水溫增高，排卵排 精次數增加，量 減少，漁民無法 掌握附苗時間	26 年來減產 21.4%
1995~2007	九孔沿 近海養 殖	灣濱九孔 (<i>Haliotis aqualilis</i>)	臺北縣 貢寮鄉 沿海	同上	大陸沿岸水流進 鹽寮灣量變少， 氮磷比改變藻類 相，致九孔附苗 失效	由年產量 1,500 公噸，產值 超過 10 億元，下降至 2007 年 139 公噸以下，產值不滿 1 億元

* 有年別變動

155

表 5.3.2 異常氣候對臺灣重要經濟魚種之衝擊

漁業 種類	標的魚種	現象	漁期	衝擊	衝擊程度
巾著網 烏魚漁業	烏魚 (<i>Mugil cephalus</i>)	El Niño	1977~1978 年 1982~1983 年 1986~1987 年	分別較前一年 (平常 年) 減產 30% 以上	黑潮支流轉強，大陸 沿岸流減弱，造成烏 魚無法南下產卵
近海魷延 繩釣	正鰵、黃鰵 黑鰵	El Niño El Niño		來游量增加，增產 漁場北移，減產	8~10% 10%
澎湖沿 近海漁業		異常大陸沿岸 水入侵，大於 6.7m/s 東北季 風吹拂三個星 期以上	2008 年 2 月	2 月澎湖海域平均水 溫降至 12°C 左右	箱網養殖之海鱺遭 凍死，天然水域 58 科 172 魚種大量死 亡，損失超過 10 億 元

二、調適措施

在糧食安全方面，從農業生產政策、糧食管理政策到提升農民的競爭力皆有一系列相關政策做為調適措施，包括實施計畫生產並辦理輪作、休耕措施；收購稻穀業務與稻米進、出口管理併用；建立稻米產、製、銷提供相關的配套措施。

160

在漁業方面的調適措施，以落實漁業資源的管理與保育及調整漁業生產結構為主，計有落實臺灣漁業資源的管理與保育、調整漁業生產結構，

提升漁業資源的配置與效率。

165

5.4 陸域與海域生態系統的衝擊與調適^[5]

一、觀測衝擊

（一）陸域生態系

學者研究指出臺灣高海拔山區，受氣候暖化的影響，冷杉林有向上推移之趨勢而增加其分布面積，物種多樣性有逐年增加之趨勢，且產生物種的改變，部分物種會有消失的可能性。

170

臺灣櫻花鉤吻鮭為冰河時期的子遺生物，屬於全球分佈最南端的鮭魚之一，研究指出七家灣流域的鮭魚族群量10多年來尚稱穩定，但其族群數量與該年的颱風次數以及襲臺的時間有很大的關係，颱風帶來的豪雨使溪水暴漲，造成秋冬時節的鮭魚數量下降；若颱風於10月後襲臺，豪雨便將許多一齡鮭及幼鮭沖走，造成隔年鮭魚數量的巨幅下降。

175

透過森林脆弱度指標（Forest Vulnerability Index, FVI）的評估顯示，溫度升高和降雨增加會使得部份森林日益脆弱，並影響其生長與功能。至於隨著暖化與植被的向上推移，各主要林型內的物種多樣性分布與組成、不同林型交會帶的海拔分布與組成會如何變化，尚須進一步研究。

180

氣候變遷帶來的高溫及乾旱所引發的林火增加趨勢還沒有在臺灣出現，但已建立林火預警系統，做為監測林火發生之參考。另外日漸頻繁的極端暴雨事件，已增加了森林流失、崩落發生的次數與規模。以2009年八八風災為例，全臺因暴雨衝擊而新增的崩塌面積達51,304公頃，超過國土面積的1.5%，對於陸域生態系造成重大的衝擊。

185

（二）海域生態系

臺灣南部墾丁國家公園海域、以及綠島、蘭嶼和東沙海域，在1998年夏季發生珊瑚大量白化的現象。2007年7至8月，西太平洋海表溫異常，導致墾丁國家公園海域、綠島、蘭嶼和東沙海域珊瑚大量白化現象，但是由於溫升較少、持續時間較短，因此珊瑚死亡率並不高，大多低於10%。另外，2008年2月澎湖海域的冷水入侵，造成海水溫度低於18°C的時間持續2

190

至3週，導致珊瑚大量白化及死亡，其中澎湖北部及內海的珊瑚死亡率約70%。

195 二、調適措施

行政院農業委員會林務局自1997年完成全島3,188個永久樣區設置，同時針對重要具代表性林型建立8處大型動態樣區，每隔5年進行複查，所得資訊可以反應近年來森林環境變遷情況。

200 2003至2008年間推動「臺灣植群多樣性及製圖計畫」，進行臺灣國有林地植群調查與植群圖繪製工作，總計完成地面樣區調查3,564個樣區，製圖面積約160萬公頃，約為全島44.26%，做為未來長期植群監測的基線資料。

205 氣候變遷對稀有物種、局部分佈的物種的影響比較大，而對野生動植物的整體及個別影響則未可知。行政院農業委員會林務局委託研究單位分別在全臺各地蒐集野生動植物的遺傳材料，收藏於冷凍基因標本庫，並建立異地備份，免受氣候變遷、疾病及災害的威脅。

210 武陵地區高山溪自2001年攔砂壩拆除改善後，臺灣櫻花鉤吻鮭族群數量由負成長轉為正成長，顯示拆除攔砂壩對於鮭魚族群有正面的效應。另外研究顯示，當濱岸樹冠層植栽夾角達到90%時，可以有效降低溪流水溫約1°C^[12]，減緩全球暖化所導致水溫升高的衝擊。同時濱岸植被的復育，對於溪流周遭土地因颱風大雨沖刷而進入溪流的非點源污染有減緩作用，減少暴雨逕流、過濾濱岸營養鹽與有機碳的輸入，避免水質惡化，並可有效降低升溫效應。

215 針對具有重要自然資源的溼地環境，政府積極依據野生動物保育法及文化資產保存法劃設7處自然保留區、16處野生動物保護區，並於2009年4月新增劃設的「嘉義縣鰲鼓溼地野生動物重要棲息環境」，面積合計佔16,591公頃。同時於2007年評選全國溼地，確定75處國家重要溼地，包括2個國際級重要溼地、41個國家級重要溼地與32個地方級重要溼地，合計44,379公頃。同時逐年擴大公共參與，整合地方縣市政府、民間環保團體以與在地社區的力量，推動溼地保育工作。另外為改善西南沿海地層下陷

¹² 雪霸國家公園管理處，「武陵地區長期生態監測暨生態模式建立」計畫，2009年。

220 區域之土地超限利用情形，並營造溼地生物之棲息環境，豐富生物多樣性，自2005年起補助地方政府租用長期浸於鹼水之農地，以營造成為溼地生態園區，同時輔導社區居民參與研造，期望作為發展地層下陷區域轉型生態旅遊等相關綠色產業的基礎。

225 由於臺灣的自然海岸日漸減少，目前已不到總海岸線的50%，嚴重影響海岸的生態功能及生態彈性。為避免自然海岸進一步受侵蝕，2007年8月核定「永續海岸整體發展方案」，嚴格審議自然海岸線上的重大開發案，以達到自然海岸「零損失」，回復自然海岸地景的目標。

5.5 人類健康的衝擊與調適

230 一、觀測衝擊

(一) 極端氣候造成的健康危害^[13]

235 分析過去溫度資料與都會區（臺北縣市、臺中縣市及高雄縣市）及次都會區（桃園縣、彰化縣及臺南縣市）心肺疾病死亡之相關，發現心血管疾病死亡對溫度最敏感，相較於65歲以下族群，65歲以上老年人口之死亡危險比較高且亦達統計顯著水準；冬季低溫影響大於夏季高溫；中南部城市的死亡危險比會高於北部地區；相近緯度的城市相比，可發現次都會區之死亡危險比較高。

240 進一步探討連續熱浪（高於各地區95百分位溫度值）、寒流（低於各地區5百分位溫度值）事件日的心血管疾病死亡風險，在校正溫度影響後，仍可觀測到連續高低溫事件日出現之衝擊。心血管疾病以腦中風與高血壓疾病死亡受連續氣溫事件日數影響最大，會隨著日數增加而增加，但影響程度因地而異，並未達一致的統計顯著。

(二) 氣候相關傳染性疾病

245 由歷年確定案例數統計，影響族群最大疾病為登革熱。登革熱的流行有季節性的變化，氣候暖化可能對臺灣登革熱流行有所影響。

¹³ 行政院國家科學委員會，氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及脆弱度評估與因應策略-氣候變遷對臺灣公共衛生的衝擊及脆弱度評估與因應策略，2009年。

250 在水及食物感染相關之疾病上，臺灣每年通報案例數最高為東部及中部山區的桿菌性痢疾，量化資料分析亦顯示連續的週累積雨量少於 10.73 公釐時，流行敏感地區之桿菌性痢疾案例則會顯著增加，推測在山區自來水普及率較低的情況下，雨量少的季節，鄰近住家的水源地容易受到村落化糞池等糞便來源之污染外，因山泉或地下水水量在乾季時期相對減少，一旦水源區水體受到污染即容易有高濃度病原體之濃縮作用，所以較容易爆發感染案例。

255 臺灣在2005年7月遭受海棠颱風侵襲後，出現南部地區嚴重淹水事件，分別在臨床門診中觀察到下肢蜂窩組織炎患者顯著增加至颱風前的二倍左右；同時，南臺灣二仁溪流域爆發類鼻疽（Meliodosis）群聚疫情，累計共發生38例，多在颱風過境後2至36日發病，且主要集中在二仁溪出海口兩側，並沿著海岸線分佈。根據病例流行病學及氣象資料推測^{[14]、[15]}，該次疫情可能是颱風帶來大量雨水，將土壤深層之病原沖刷至地表，加上颱風的強勁風力，導致民眾經由傷口碰觸污水或吸入受污染的塵土而感染。

260 2009年莫拉克颱風造成南臺灣大規模淹水過後，屏東縣萬丹鄉及新園鄉等地區發生鉤端螺旋體病群聚感染事件。風災過後，民眾容易因大雨積水過後，清理家園時，接觸到污水、淤泥或食入受到污染的水、食物而感染鉤端螺旋體病。

二、調適措施

265 行政院衛生署疾病管制局為因應登革熱及其他病媒傳染病之流行，已研訂「登革熱及其他病媒傳染病防治四年計畫」，包括疾病監測與通報、緊急疫情處理、病媒蚊孳生源清除與查核等，以防止未來氣候變遷所可能造成登革熱等病媒疾病之疫情。另為因應天然災害容易造成如腸道及水媒傳染病等傳染病的流行，疾病管制局亦研訂「腸病毒及腸道、水患相關傳染病防治計畫」之執行，期以透過衛生教育宣導，提升國人對腸道傳染病防治的正確認識，並藉由多元化的監視系統，與積極有效之防治措施，以
270 降低異常氣候受災地區之腸道與水患相關傳染病的發生機會。

¹⁴ Su, H.P., C.Y. Chou, S.C. Tzeng, T.L. Ferng, Y.L. Chen and Y.S. Chen, Possible typhoon-related melioidosis epidemic, Taiwan, 2005 [letter]. Emerg Infect Dis [serial on the Internet]. 2007. 網站 <http://www.cdc.gov/EID/content/13/11/1795.html>

¹⁵ 吳智文、李翠瓊、簡大任、吳炳輝、陳昶勳，颱風過後南臺灣類鼻疽群聚感染病例之分析，疫情報導，第22卷，第11期，第728~745頁，2006年。

275 行政院衛生署為強化防疫監測的正確性、有效性與及時性，特別成立國家衛生指揮中心，並依傳染病防治法規定，認為有統籌各種資源、整合相關機構人員之必要時，成立中央流行疫情指揮中心，並得協調行政院各部會支援，共同因應氣候變遷發生疫災之挑戰。

5.6 社會與經濟的衝擊

280 氣候變遷對社會與經濟的衝擊有災害損失、成本增加與安全威脅等層面，由於臺灣屬於小型開放經濟，以中小企業為主的產業發展歷程與趨勢，極具彈性，對於內部與外部的市場及自然環境、競爭條件的變動，可以維持持續性的動態調整。

285 降雨量變化導致的旱澇災害常造成產業的損失。例如2004年由於艾莉颱風過境使原水水質濁度太高，淨水場無法發揮其功效，造成桃園地區面臨21天缺水的問題，該區的工業產值居全國第一，因此經濟損失嚴重，其中以電子產業所受影響最大，其次為光電業，半導體業，化學製品業，食品業。產業衝擊的成本，主要衍生自製程改變、訂單移轉、交貨延誤及購水、趕工成本增加等項目，經研究調查總損失金額約高達新臺幣43億元^[16]。

290 高溫效應/都市熱島效應會導致之空調系統裝置成本、操作成本及節約能源投資增加。製造業的空調系統屬動力類耗能外所占比例最高的耗能系統；非製造業之空調設備的耗能占比達40%以上^[17]，因此投資與操作成本均與氣溫變化息息相關。

295 豪雨、颱風對於位於地質災害敏感地區及洪氾區範圍內的電力、油氣供應設施之安全度，形成威脅。根據臺灣電力公司整理近年來10件較為重大之輸電線路災害案例，其中因強風襲倒鐵塔的事件有4件，土石流1件、龍捲風捲起雜物碰觸高壓線路1件^[18]。

¹⁶ 行政院國家科學委員會，桃園地區缺水之影響與經濟分析，2007年。

¹⁷ 經濟部能源局/臺灣綠色生產力基金會，2008年非製造業能源查核年報，2008年。

¹⁸ 臺灣電力公司，輸電線路災害防救業務計畫，2009年。

參考文獻

- 300 1. IPCC, Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Solomon, S., D. Qin, M.Manning (eds.)], Cambridge University Press, 996pp, 2007.
2. 交通部中央氣象局，臺灣氣候變化統計報告(1897至2008)，2009年。
- 305 3. 陳雲蘭，百年來臺灣氣候的變化，科學發展，第424期，第6至~11頁，2008年。
4. Wang, C.H., L.A. Li, and W.C. Liu, Some characteristics of the precipitation in Taiwan. In: C.I. Peng and C.H. Chou, Editors, Biodiversity and Terrestrial Ecosystem, Institute of Botany, Academia Sinica Monograph Series, No.14, pp.343-354, 1994.
- 310 5. 盧孟明、陳佳正、林昀靜，1950至2005年臺灣極端降水頻率的變化，大氣科學，第35期，第87至104頁，2007年。
6. 行政院環境保護署，國家通訊報告—氣候變遷趨勢、衝擊、脆弱度評估與調適措施，2009年。
- 315 7. Tseng, Y.H., L.C. Breaker and E.T.Y. Chang, Sea level variations in the regional seas around Taiwan. Journal of Oceanography, Vol. 66, pp. 27~39, 2010.
8. 行政院農業委員會，稻米生產量調查報告(2006至2007)，2008年。
9. 盧虎生、劉韻華、交通部中央氣象局，臺灣優質水稻栽培之環境挑戰與因應措施，作物、環境與生物資訊，第3卷，第297至306頁，2006年。
- 320 10. 盧孟明、陳雲蘭、陳圭宏，全球暖化趨勢對臺灣水稻栽培環境之影響，作物、環境與生物資訊，第5卷，第60至72頁，2008年。
11. 行政院國家科學委員會，氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及脆弱度評估與因應策略—子計畫四：氣候變遷對臺灣地區漁業之衝擊評析及因應策略研究(II)，2008年。
- 325 12. 雪霸國家公園管理處，「武陵地區長期生態監測暨生態模式建立」計畫，2009年。

- 330 13. 行政院國家科學委員會，氣候變遷對臺灣生態系之衝擊及脆弱度評估與因應策略-氣候變遷對臺灣公共衛生的衝擊及脆弱度評估與因應策略，2009 年。
14. Su, H.P., C.Y. Chou, S.C. Tzeng, T.L. Ferng, Y.L. Chen and Y.S. Chen, Possible typhoon-related melioidosis epidemic, Taiwan, 2005 [letter].*Emerg Infect Dis* [serial on the Internet]. 2007 Nov [date cited]. 網站 <http://www.cdc.gov/EID/content/13/11/1795.htm>
- 335 15. 吳智文、李翠瓊、簡大任、吳炳輝、陳昶勳，颱風過後南臺灣類鼻疽群聚感染病例之分析，疫情報導，第 22 卷，第 11 期，第 728 至 745 頁，2006 年。
16. 行政院國家科學委員會，桃園地區缺水之影響與經濟分析，2007 年。
- 340 17. 經濟部能源局/臺灣綠色生產力基金會，2008 年非製造業能源查核年報，2008 年。
18. 臺灣電力公司，輸電線路災害防救業務計畫，2009 年。

第七章 技術研發、需求與移轉

臺灣近年致力投入前瞻之能源科技研發，對能源供應、節約能源、環境改善及相關產業發展各方面均產生助益，然在溫室氣體減量技術、調適技術以及系統觀測模擬等尚屬初期發展階段，需要與國際進行更多的交流與合作。以下分別說明臺灣能源科技研發與移轉，以及溫室氣體減量技術、調適技術和系統觀測需求與移轉。

7.1 能源科技研發與移轉

一、目前能源科技研發成果

根據經濟部能源局2007年能源科技研究發展白皮書^[1]，彙整2001年至2006年臺灣有關能源科技研究發展概況，能源科技研發及推廣之投入經費為新臺幣90.5億元。累計6年來推動再生能源、能源新利用及節約能源技術研發與推廣應用，對能源供應、節約能源、環境改善及相關產業發展各方面均產生助益，開發新能源及節約能源貢獻度達530萬公秉油當量，折合新臺幣為424億元；二氧化碳等污染減量達1,555萬公噸，帶動產值效益新臺幣121億元，促進投資114億元、技術授權家數達419家，可技術授權項數計379項，已授權者達367項，創造就業機會4,139人次。

我國目前有具體技術授權轉移至企業界的能源技術項目，如表7.1.1所示。

二、未來能源科技研發重點

未來臺灣能源科技研發之重要課題有二，一為低碳社會二氧化碳減量的需求，其次是石油逐漸枯竭，替代石油燃料的需求；未來主要發展的技術，如表7.1.2所示。

¹ 經濟部能源局，2007年能源科技研究發展白皮書，2007年。

表7.1.1 可供技術移轉之能源技術項目

技術領域	技術項目	技術授權項數
再生能源開發與利用	太陽光電 ：單晶矽太陽電池與多晶矽太陽電池研製技術；建材一體太陽電池模組；薄型矽晶電池封裝技術。	20
	太陽熱水系統技術 ：太陽熱管集熱器開發；太陽能建築整合化輕型集熱器開發；選擇性吸收膜製作及濺鍍製程開發；熱水器循環泵浦開發。	22
	生質能技術 ：沼氣發電與熱利用技術；中小型廢棄物熱利用系統；生質物氣化與裂解技術；固態廢棄物衍生燃料技術。	35
	風力發電技術 ：高可靠度增速齒輪箱；2MW級高效能風力機葉片技術；葉片螺距調節與轉向動力單元技術。	3
	分散式發電併聯技術	7
能源新利用及前瞻研究	氫能與燃料電池技術 ：定置型3瓩級燃料電池系統；可攜式緊急備用之1瓩級氣冷式燃料電池系統；家用天然氣體重組製氫技術；燃料電池雙極板之複合碳板與擴散層之碳紙技術。	1
	小型潔淨車輛及關鍵技術 ：混合動力系統及關鍵技術；4瓩燃料電池與電池混合電力與電動系統整合研究；開發鋰電池電動機車技術；混合動力系統整合技術；高功率電池系統配套發展。	13
	中大型低成本鋰電池開發及供電技術	21
	氣化技術與淨煤技術 ：壓力式挾帶床乾粉進料氣化系統；氣化複循環發電模擬及多元化應用評估技術。	12
	奈米節能技術	10
	前瞻性太陽應用技術	7
	厭氧生物氫能技術	4
節約能源技術研發	建築節能材料	25
	高效率冷凍空調技術 ：新冷媒高效率冰水機技術；送風系統效率技術；高效率小型空調設備技術；商用冷凍省能技術。	55
	高效率小型空調設備技術	16
	冷凍冷藏省能技術	23
	高效率照明技術 ：高效率照明電子安定器與燈具技術、無電極硫燈光源及系統；LED照明技術研發與推廣；複金屬燈、白光OLED，數位電子安定器及燈具；白光LED照明燈板封裝、LED照明光電模組。	30
	住商節能監控系統與待機電力技術	25
	燃燒與熱能應用技術	16
	高效率化工製程—噴射混合器技術	34

表7.1.2 臺灣未來能源科技發展方向

技術領域	技術項目	發展方向
節約能源科技	天然冷媒應用產品與系統開發	從系統模擬分析軟體及能力之建立著手，投入二氧化碳變頻熱泵技術（含車用空調）及HC冷媒技術與應用產品開發，建立搭配此系統所需微型熱交換器及控制技術之研發。
	都市熱島效應抑制與清涼都市技術	考量熱島效應與整體社區營造相互結合節約能源及減少環境污染之效益。
	全電化節能產品及技術開發	<ol style="list-style-type: none"> (1) 變頻控制關鍵及先進LED照明技術及模組。 (2) 離心式冰水機及應用技術，延續變頻螺旋式冰水機之技術。 (3) 全電器化家庭設備及技術，搭配家庭直流供電技術，開發空調、冷凍冷藏設備之直流變頻化。
	資通訊加值之節能系統開	<ol style="list-style-type: none"> (1) 智慧型節能網路系統之關鍵技術。 (2) 產業e化節能診斷系統與應用技術。 (3) ESCO產業技術開發及推動。
	發電及輸配電系統之效率提升	<ol style="list-style-type: none"> (1) 煤炭氣化或液化。 (2) 新發電系統技術之建立，如超臨界技術。 (3) 輸配電材料之開發。 (4) 電廠本身之設計和改善，包括二氧化碳捕獲技術及設備。
再生能源技術	太陽能熱水系統	提昇效率及增加耐久性與降低成本；發展連續式濺鍍技術。
	風力發電	以風力機關鍵元件研究開發、風力發電應用系統開發、離岸型風力機等三大方向為主。
	太陽光電	<p>發展新型製程、結構、材料，節省原物料的使用，提高太陽光電電池/模組轉換效率，落實價格低廉、降低生產成本之目標。包括：</p> <ol style="list-style-type: none"> (1) 發展結晶矽低價化的製程技術，並配合大面積、薄型化晶片，以及創新的結構設計；發展連續式、真空鍍膜製程之薄膜可撓性太陽電池。 (2) 第三代太陽電池之有機太陽電池。 (3) 建立太陽光電模板產品性能檢測驗證平台。 (4) 建立建物整合型太陽光電系統自動化設計與施工技術、強化大型系統設計與可靠度分析能力。
	生質能應用	<ol style="list-style-type: none"> (1) 提高能源作物產出之生物技術發展。 (2) 後端之燃油應用技術發展。

35 根據「永續能源政策綱領」，臺灣於2009年4月提出「綠色能源產業旭升方案」，以過去技術研發為基礎，在未來五年將投入新臺幣250億元推動再生能源與節約能源之設置及補助，並投入技術研發經費新臺幣200億元，主要投入太陽光電、發光二極體（Light Emitting Diode, LED）光電照明、風力發電、生質燃料、氫能與燃料電池、

40 能源資通訊及電動車輛等技術研發，扶植相關產業，揭櫫臺灣朝向低

碳社會，發展綠色產業的決心。

另於 2009 年起推動能源國家型科技計畫（National Science and Technology Program-Energy, NSTEP），訂立整合資源、規劃能源科技發展策略、篩選國家未來能源科技重點研發領域、提供能源科技預算分配及調整等 4 項推動原則，執行以提升能源自主、減少溫室氣體排放、創立能源產業為目標之能源科技研究計畫，五年投入之總經費將超過 300 億，執行期間持續與政府各相關部會、研究機構與組織進行溝通協調。該計畫之研究內容分成 4 大項：

- （一）能源科技策略：能源政策類、節能減碳類、新暨潔淨能源類、能源管理類、能源產業類。
- （二）能源技術：太陽能、風力發電、生質能源、海洋能源、氫能技術、核能工程、地質能源。
- （三）節能減碳：淨煤、碳捕捉與封存技術、冷凍空調、建築節能、交通運輸、工業節能、照明與電器、植林減碳、智慧電網、先進讀表基礎建設。
- （四）人才培育：加強科學教育基礎研究、深化學校能源教育、宣導大眾科普教育、技術規範建立與產品應用。

7.2 溫室氣體減量技術需求與移轉

依據「溫室氣體減量法（草案）」第 13 條及第 15 條規範，在總量管制制度實施後，經指定公告達一定規模新設或變更排放源之事業，必須依「溫室氣體減量法（草案）」採行最佳可行技術（Best Available Technology, BAT）。此外依據 2005 年第二次全國能源會議具體行動方案中之決議，經濟部已經就所需提出行動計畫，即包括蒐集產業最佳可行技術、研訂重要產品及設備之溫室氣體排放標竿值等兩項方案^[2]，未來將就各行業別與排放源，設定最佳可行技術清單與產品及設備之溫室氣體排放標竿值，並可進一步瞭解臺灣各行業所需之技術，或可供移轉之技術。

² 經濟部工業局，「產業溫室氣體排放管理及輔導計畫」期末報告，2008 年。

7.3 調適技術需求與移轉

依據聯合國發展規劃署與全球環境機構（United Nations Development Programme-Global Environment Facility）提出氣候變遷調適策略綱領（Adaptation Policy Frameworks for Climate Change, APF），作為各國規劃調適策略的參考準則^[3]，已有許多國家據以訂定其國家調適政策（National Adaptation Policy, NAP）。目前臺灣正積極推動制訂國家氣候變遷調適政策綱領（草案）及攸關各政府部門因應氣候變遷衝擊之調適行動計畫，此部分的技術需求與經驗移轉，極需與國際社會充分交流。

在技術層面上，根據世界銀行2005年刊指出，臺灣屬於全世界災害高風險的區域^[4]。因此在處理氣候變遷的脆弱度與調適應建立適當的評估工具^[5]。其中描述氣候變遷現有脆弱度方面，關於指標選取、影響圖與地圖製作為可選擇之重要評估工具；而風險分析可評估臺灣面對不同災害（風災、水災、乾旱、坡地災害...等）的現有氣候脆弱度與未來可能風險，一方面可先界定現有不同災害的脆弱度，另一方面在考量未來氣候變遷的風險因素下，評估其可能的調適策略，作為評估未來調適與發展策略的參考依據^[4]。臺灣在災害脆弱度與風險地圖的製作上已經開始累積經驗，相關氣候變遷調適所需之脆弱度與風險分析技術亦可作為技術需求與移轉之重點項目。

7.4 系統觀測技術需求與移轉

氣候觀測系統有助於瞭解區域氣候之氣候變異/變遷之相關研究，臺灣的氣候觀測資料密集且觀測技術已達先進國家之水準，然而氣候變遷屬於氣象上較大尺度之變化現象，可持續結合太平洋周圍國家之氣象觀測資料分享與共同研究，以做為各國瞭解氣候變遷訊息、評估可能之衝擊與調適政策評估之參考依據。

³ UNDP, Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policy and Measures. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2004.

⁴ World Bank, Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis, World Bank Publications, 2005.

⁵ Downing, T. E. & Patwardhan, A., Assessing Vulnerability for Climate Adaptation. IN LIM, B. & SPANGER-SIEGFRIED, E. (Eds.) Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policy and Measures. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 2004.

目前臺灣氣候研究受限於人力與電腦運算資源，尚無法自行開發用於氣候變遷模擬與推估之大氣全球環流模式（Atmospheric Global Circulation Model, AGCM）與全球大氣海洋耦合模式（Coupled Atmosphere Ocean Global Circulation Model, CGCM），且不易取得國外機構之完整氣候變遷推估資料，有賴國際社會之氣候/氣象研究機構提供全球尺度之氣候變遷模擬與推估資料，以利臺灣進行區域氣候之動力降尺度與統計降尺度技術發展與應用，方能進行本土化之氣候變遷衝擊研究、風險推估與調適政策評估。

參考文獻

1. 經濟部能源局，2007年能源科技研究發展白皮書，2007年。
2. 經濟部工業局，「產業溫室氣體排放管理及輔導計畫」期末報告，2008年。
3. UNDP, Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policy and Measures. Cambridge, UK, Cambridge University Press, 2004.
4. World Bank, Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis, World Bank Publications, 2005.
5. Downing, T. E. & Patwardhan, A., Assessing Vulnerability for Climate Adaptation. IN LIM, B. & SPANGER-SIEGFRIED, E. (Eds.) Adaptation Policy Frameworks for Climate Change: Developing Strategies, Policy and Measures. Cambridge, UK, Cambridge University Press. 2004.

第八章 國際合作與交流

5 由於全球氣候變遷的問題，需要跨國技術與資金的投入，在國際間通力合作下才能減緩溫室氣體排放及變遷衝擊；為善盡作為地球村一分子的責任，臺灣積極主動參與相關國際合作與交流活動。以下就臺灣參與聯合國氣候變化綱要公約，與附件一國家、非附件一國家的交流與合作，以及參與學術或其他領域的計畫和活動做說明。

8.1 參與聯合國氣候變化綱要公約

10 由於政治因素，臺灣目前無法簽署聯合國氣候變化綱要公約及京都議定書，僅能在既有能源科技研發、減量技術及氣候變遷研究基礎下，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。

15 1991年聯合國氣候變化綱要公約尚未簽署前，臺灣即以「工業技術研究院」非政府組織（Non-Government Organization，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，其後於1992年參加地球高峰會議、1995年起之締約國會議及其附屬機構會議，爾後臺灣均持續以非政府組織身分與會至今。臺灣環境品質文教基金會及臺灣永續能源基金會分別於2002年及2009年先後成為聯合國氣候變化綱要公約NGO觀察員，並參與相關全球性環境保護活動。

20 2009年政府決定將爭取參與聯合國專門機構或公約，並以參與「聯合國氣候變化綱要公約」為優先推動目標。同年工業技術研究院申請加入聯合國政府間氣候變化專家委員會之NGO觀察員，惟仍因政治問題尚未定案。

25 臺灣一方面在國家最大利益考量下，履行相關國際環境公約中特定規範，另一方面更以積極主動之態度參與國際性會議及相關活動，例如聯合國氣候變化綱要公約締約國會議及相關周邊會議與活動，據以掌握國際發展趨勢，並研擬相關政策措施、運用環境議題、加強與國際間的互動，以與國際接軌。

8.2 附件一國家交流與合作

臺灣與附件一國家透過雙邊或多邊合作方式，以建置能源模型、推動能源之星方案與環保標章，以及環保技術合作等項目進行交流。

35 一、執行臺美環境保護技術協定

過去臺灣在臺美環境保護技術協定合作計畫下已建立 MARKAL 模型用於國內能源、二氧化碳排放預測與規劃，目前已經非常成熟，臺灣亦參與協助美國提供中美洲國家進行人才培育與訓練之計畫。

40 在此協定之架構下，臺灣行政院環境保護署與美國環境保護署合作，成功引進美國能源之星（Energy Star Program）計畫。臺灣自 1999 年 8 月起開始推動「能源之星」辦公室設備方案；而經濟部能源局亦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，可擴大臺灣因應全球氣候變遷之國際合作機會。

45

二、推動環保標章制度

環保標章制度鼓勵事業單位於原料取得、產品製造、販賣、使用、廢棄過程中，能夠節省資源或降低環境的污染，因而減緩溫室氣體排放。1994 年 111 全球環保標章網路組織（Global Ecolabelling Network，50 111 GEN）成立，藉由國際合作推動與相互承認協議，減少不必要之貿易障礙，以便利綠色產品之國際流通。臺灣的非政府組織是全球環保標章網路組織的創始會員組織之一，且曾擔任兩任全球環保標章網路組織的執行委員，陸續與加拿大、美國、泰國、韓國、澳大利亞、日本、烏克蘭、紐西蘭與捷克完成相互承認協議之簽署，包括不同層55 次的測試標準與測試報告、稽核驗證報告、規格標準採用承認與最終多邊相互信任與開發共同核心標準。

三、環保技術合作

臺灣與許多附件一國家均已建立科技交流管道，在環保技術合作

60 方面，臺灣定期與美國、日本、歐盟、加拿大等召開雙邊會談，並與其他 37 國簽訂推動各領域科技交流與合作與 69 項合作協議^[1]，合作議題已逐漸進入以因應全球氣候變遷為主軸，包括聯合國氣候變化綱要公約、京都機制的減緩、調適與交易機制，以及許多氣候變遷基礎科學研究。

65

8.3 非附件一國家交流與合作

在非附件一國家方面，臺灣在全球氣候變遷架構下優先進行與友邦國家進行環境合作。

70 一、太平洋區域

在太平洋友邦方面，2006 年 9 月臺灣與太平洋六個友邦元首於帛琉舉行高峰會，共同簽署「帛琉宣言」，行政院環境保護署依據該宣言之承諾，於 2007 年 7 月在臺北召開「2007 臺灣與太平洋友邦環境部長會議」達成合作共識，並在會後發表將加強因應氣候變遷及環境保護之合作交流，包括建立國家間環境保護長期對話機制；推展環境資源管理、海洋污染管制、廢棄物處理及永續發展之技術交流與經驗分享；強化因應氣候變遷之能力建構；發展推動衝擊調適合作計畫等。

為評估未來環境合作可行方案，行政院環境保護署組成環境合作考察團，於 2008 至 2009 年分赴帛琉、馬紹爾群島、索羅門群島、諾魯、吐瓦魯以及吉里巴斯，考察各國環境現況及相關基礎建設，以評估切合友邦需求且實際可行之合作方案，在隨後「臺灣與太平洋友邦環境合作考察評估建議研商會議」，建議將以廢棄物處理能力建構、區域性教育訓練、環境監測及氣候調適等合作計畫，作為後續推動臺灣於太平洋地區環保合作援助之規劃參考。

¹ 行政院國家科學委員會，推動科技交流與合作網站，
<http://web1.nsc.gov.tw/content.aspx?mp=1&xItem=9993&ctnode=298>

二、中美洲區域

2000年4月臺灣與中美洲友邦首度在薩爾瓦多首府聖薩爾瓦多市召開部長級會議「中美洲永續發展整合性規劃會議」，邀請貝里斯、薩爾瓦多、瓜地馬拉、宏都拉斯、尼加拉瓜及巴拿馬等中美洲國家主管環境與能源部長級官員參加，並邀請中美洲統合體（Central American Integration System, SICA）、美國能源部與環保署官員共同與會。會中各國代表簽署「中華民國與中美洲國家環境部長會議共同宣言」，為臺灣首度完成之多邊環保合作協議，為臺灣未來與中美洲國家進行雙邊或多邊之環境保護合作奠定良好基礎。

2006年10月臺灣邀請中美洲友邦國家在臺北召開「2006臺灣與中美洲友邦環境部長會議」，計有貝里斯、哥斯大黎加、多明尼加、薩爾瓦多、瓜地馬拉、宏都拉斯及尼加拉瓜等七個中美洲國家環境部會首長及資深官員與會，並於會議結束後簽署共同宣言，強調將以促進溫室氣體減量與調適、改善環境品質及邁向環境永續經營管理為雙方合作主軸。鑑於現階段中美洲國家所面臨的氣候變遷、能源供需、環境管理等議題，為有利臺灣及中美洲國家共同努力尋求經濟、環境與社會三者平衡的永續發展願景。

105

三、非洲區域

2010年3月「臺灣與非洲地區環境保護領袖會議」於臺北召開，共有布吉納法索、甘比亞、聖多美普林西比、史瓦濟蘭等4個友邦環境部會首長或代表訪台與會；另利比亞、奈及利亞、肯亞、南非、全球環境機構（Global Environment Facility, GEF）與布吉納法索國際水資源暨環境工程研究所派員共襄盛舉，為未來多邊及雙邊環保合作夥伴關係奠下良好基礎。臺灣若能因應非洲友邦的需要，協助投資建設太陽能發電廠或生質燃料發電廠等綠色能源取得碳權，將有助於臺灣參與國際碳市場之管道建立與提出溫室氣體減量貢獻實績。

115

8.4 非政府組織學術交流與合作

由於氣候變遷之成因與影響跨越國度，區域氣候變遷監測活動形成一項非常重要的國際合作活動，各項活動數據也成為全球氣候變遷

120 分析與因應體系上不可或缺的一環，由於臺灣位居全球最大陸地（亞洲大陸）與最大海洋（太平洋）的樞紐地理位置，且擁有前瞻的研究能力與科技載具，讓臺灣擁有極佳的優勢條件與國際社會合作，進行相關計畫。

一、溫室氣體太平洋觀測計畫

125 在行政院環境保護署支持下，國立中央大學與歐盟商用民航機全球觀測系統（In-Service Aircraft for Global Observing System，IAGO）於 2008 年在比利時正式簽署「溫室氣體太平洋觀測計畫合作案備忘錄」，以進行溫室氣體減量國際合作^[2]。原本侷限於大西洋區域的溫室氣體觀測範圍，在臺灣的加入後將擴展到全球。由於本計畫的推
130 動，溫室氣體太平洋觀測計畫未來將由中華航空、長榮海運協助，蒐集觀測太平洋上空大氣層中的微量氣體。2009 年 7 月，長榮海運「長巨輪」帶回全球第一筆太平洋跨區域溫室氣體觀測資料，未來將與臺灣福爾摩沙衛星三號的資料相互驗證，協助全球建立 1 組太平洋地區的溫室氣體 3 度空間分布資料，以利全球對進一步瞭解暖化現況。未
135 來將持續進行 10 年的定期觀測任務，提供給臺灣、歐盟及全球相關氣候變遷學術研究機構參考，為臺灣與歐盟之雙邊環保合作奠定基礎，亦彰顯臺灣有能力並積極參與全球因應氣候變遷行動。

二、全球變遷國際合作研究計畫

140 在全球氣候變遷研究方面，目前臺灣參與國際四大研究計畫，包括全球環境變遷之人文社會計畫（International Human Dimensions Program on Global Environmental Change，IHDP）、國際地圈生物圈計畫（International Geosphere-Biosphere Programme，IGBP）、國際生物
145 多樣性計畫（DIVERSITAS）及世界氣候研究計畫（World Climate Research Programme，WCRP）。1992 年起臺灣即參與全球變遷相關規劃性會議，包括國際地圈生物圈計畫及其核心計畫會議、世界氣候研究計畫、以及國際全球變遷研究基金會（International Group of Funding Agencies for Global Change Research，IGFA）等會議。國際地圈生物

² 國立中央大學，太平洋溫室效應氣體觀測計畫網站，<http://140.115.35.249/h/PGGM/index.htm>

150 圈計畫由中央研究院「國際地圈生物圈計畫科學委員會中華民國委員會」代表成為「全球變遷」國際研究組織中正式會員，並由學術機構如國立中央大學環境研究中心與國立臺灣大學全球變遷研究中心等相關研究單位協助推動，國際地圈生物圈計畫 其下有多項核心計畫，包括全球變遷與陸域生態系（Global Change and Terrestrial Ecosystems, GCTE）、國際環球大氣化學研究（International Global Atmosphere Chemistry, IGAC）、黑潮與東海陸棚交換過程研究（Joint Global Ocean Flux Studies - The Kuroshio Edge Exchange Processes, JGOFS-KEEP）、古全球變遷（Past Global Changes, PAGES）、海岸地區海陸交互作用（Land-Ocean Interaction in the Coastal Zone, LOICZ）等，均設有工作委員會，目前臺灣為國際地
160 圈生物圈計畫各核心計畫之會員國^[3]。

同時臺灣也參與國際學術組織「全球變遷分析、研究與訓練系統（The Global Change System for Analysis, Research and Training, START）」，全球變遷分析、研究與訓練系統是由3大研究組織國際地圈生物圈計畫、世界氣候研究計畫與全球環境變遷之人文社會計畫所
165 共同支持成立。全球變遷分析、研究與訓練系統之主要目標是將全球科學研究群，組織在7個區域研究網路（Regional Research Network, RRN）之內。每一區域內成立1個區域研究中心與數個研究站，以期推動區域研究人才的訓練、研究資源的獲取與建設、相關研究計畫的規劃與執行等。臺灣之參與是以「START 東南亞區域委員會（Southeast Asia Regional Committee for START, SARCS）」為主，以協助東南亞區域研究合作為重點，START 東南亞區域委員會已於2001年起移設於臺灣，為推動地區性之環境及生態變遷研究提供具體貢獻^[4]。
170

三、參加國際排放交易協會

175 1999年財團法人工業技術研究院申請成為國際排放交易協會（International Emissions Trading Association, IETA）會員。該協會係屬聯合國貿易暨發展委員會（United Nations Conference on Trade and Development, UNCTAD）與地球會議（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

³ 行政院國家科學委員會，「全球變遷之國際參與」推動服務計畫總結報告，2007年。

⁴ 東南亞區域全球變遷研究委員會網站，<http://www.sarcs.org/>

180 驗交流與建立碳交易市場。該協會所提供的資訊及每年聯合國氣候變
化綱要公約締約國會議的周邊會議與展覽，有助於臺灣因應聯合國氣
候變化綱要公約之策略規劃，並增加參與國際合作的機會。過去三年
來臺灣經由國際排放交易協會管道於聯合國氣候變化綱要公約締約
185 國會議時，每年參與 3 至 5 場周邊會議，對與會國際人士介紹臺灣在
氣候變遷方面所做的努力，普獲與會人士的一致認同。

8.5 其他交流與合作

國際地方環境行動國際委員會（Local Governments for
Sustainability 或稱 International Council for Local Environmental
190 Initiatives, ICLEI）為成立於 1990 年之地方政府間國際組織，截至
2009 年底為止，已有 68 個國家，超過 1,100 個地方政府成為會員^[5]，
為了支持會員在地方層級上落實永續發展，國際地方環境行動國際委
員會提供地方政府會員有關於落實永續發展的技術諮詢、訓練與資訊
服務。目前臺灣已有臺北縣、臺北市、臺南市、高雄市、屏東縣等五
195 個縣市加入國際地方環境行動國際委員會成為其成員，預期未來臺灣
其他縣市將陸續加入，藉由國際間的相互合作與學習，進行能力建構
經驗交流，分享城市之減碳管理推動經驗，共同致力於發展衝擊調適
合作夥伴關係，並尋求於境外進行碳權經營之可能機會。

臺灣民間環保團體於 2008 年 5 月參加巴西全球綠人會議，透過
200 生態外交打破臺灣在國際政治環境的困境，與各國綠人代表對話與合
作，並於 2010 年主辦亞太綠人會議（2nd Congress of the Asia Pacific
Greens Network），針對氣候變遷與溫室氣體減量等議題進行討論，並
提出因應全球氣候變遷的對策與解決方案。

205 參考文獻

1. 行政院國家科學委員會，推動科技交流與合作網站，
<http://web1.nsc.gov.tw/content.aspx?mp=1&xItem=9993&ctnode=298>
2. 國立中央大學，太平洋溫室效應氣體觀測計畫網站，

⁵ 國際地方環境行動國際委員會（ICLEI）網站，<http://www.iclei.org>

<http://140.115.35.249/h/PGGM/index.htm>

- 210 3. 行政院國家科學委員會，「全球變遷之國際參與」推動服務計畫總結報告，2007 年。
4. 東南亞區域全球變遷研究委員會網站，<http://www.sarcs.org>
5. 國際地方環境行動國際委員會（ICLEI）網站，<http://www.iclei.org>



第九章 教育、培訓及宣導

聯合國氣候變化綱要公約第六條提及關於教育、培訓和宣導（education, training, and public awareness）內容，強調「教育與宣導」是因應氣候變遷議題的重要環節。根據國際發展趨勢，臺灣已擬訂並實施有關氣候變遷及其影響的教育、培訓與宣導計畫，本章先介紹以能源與溫室氣體減量為核心目標之教育、培訓與宣導相關政策，再分別就教育、培訓與宣導說明臺灣的各項做法。基於政策與措施的分類方便性，將教育中的社會教育歸納為宣導，因此以下關於教育的內容以學校教育為主。

9.1 能源與溫室氣體減量相關之教育、培訓與宣導相關政策

臺灣能源教育始於 1980 年代，初期因石油短缺危機而強調節約能源（節能）概念，日後因應國際發展趨勢，於 2005 年起正式納入溫室氣體減量（減碳）思維。

為因應聯合國氣候變化綱要公約與溫室氣體減排目標，臺灣分別於 1998 年、2005 年與 2009 年舉辦三次全國能源會議，並制訂各項具體行動方案，且強調教育、培訓與宣導的推動。2010 年更通過環境教育法，透過全民終身教育，推廣環境保護及永續發展的理念。

一、第一次全國能源會議（1998 年）

「能源教育宣導」包括：（一）推動學校能源教育；（二）加強產業界能源技術訓練與推廣；（三）加強社會大眾能源教育與宣導；（四）加強核能安全宣導與溝通；（五）鼓勵植樹造林。

二、第二次全國能源會議（2005 年）

「提高國民認知與全民參與」包括：（一）鼓勵地方政府舉辦節能與二氧化碳減量活動；（二）擴大推動對全民溫室氣體減量之教育與宣導；（三）強化與相關非政府組織團體之夥伴關係。

三、第三次全國能源會議（2009 年）^[1]

能源科技人才培育係以推動科學教育基礎研究、深化能源科學教育、培育科技人才、推動大眾教育與技術推廣等相關策略，據以達成節能減碳「生活素養提升、培育科技人才」的目標，具體做法如表 9.1.1 所示。

表 9.1.1 能源科技人才培育策略及做法

策略	具體做法
推動科學教育基礎研究，厚植科技競爭力	(一) 訂定能源與環境教育指標、建置概念圖。 (二) 提供能源科學知識，規劃教育內容素材。 (三) 推動節能減碳生活態度之策略研究，例如：節能減碳的先備想法研究、傳統與社會文化張力探討，以有效落實教育成果。 (四) 連結國際永續地球的視野，促進友善地球的能源教育基礎。
深耕學校能源科學教育	(一) 加強永續（綠色）校園建置，建構優質教育環境。 (二) 推動中小學能源教材與課程發展及落實。 (三) 將新能源、再生能源、節約能源知識納入中小學能源教材。 (四) 擴充與培育能源師資，強化教師增能計畫。 (五) 加強產官學合作，強化技職教育與開設產業專班；開設科技學程，提升能源產業競爭力。 (六) 建置能源教育資源平台，提供相關資源及服務。
延攬與培育頂尖科技人才	(一) 倍增菁英留學人數，厚植尖端科技及能源專才。 (二) 延攬國際人才，提升國際競爭力。 (三) 加強專才培訓、國際交流與接軌，引進與推廣新知及尖端技術。
推廣大眾科普教育、提升全國國民的節能減碳素養	(一) 結合社區力量，落實節能減碳，舉辦系列節能減碳科普講座、設計展覽或競賽活動；製作宣導影片、出版科普專書及教具。 (二) 培訓能源教育種子教師與志工，擴大民間參與。 (三) 建置數位學習課程，加強資料庫建置與管理。

為進一步提升全國民眾節能減碳素養，以發展能源科技產業，厚植國家競爭力，2009 年起由行政院國家科學委員會推動以提升能源自主、減少溫室氣體排放、創立能源產業為目標之「能源國家型科技計畫」，藉由人才培育分項紮根科學教育基礎研究、深耕 K-12 學校教育及推廣一般大眾教育，並透過其他前瞻能源科技研發分項的執行，培育頂尖專業能源科技專業人才。

¹ 經濟部能源局，98 年全國能源會議網站，
<http://www.moeaboe.gov.tw/Policy/98EnergyMeeting/default.htm>

四、環境教育法

45 2010 年立法院三讀通過環境教育法，經總統公布後一年實施，使臺灣成為世界上少數將環境教育立法推動的國家，其目的乃促進國民瞭解個人及社會與環境的相互依存關係，增進全民環境倫理與責任，進而維護環境生態平衡、尊重生命、促進社會正義，培養環境公民與環境學習社群，以達到永續發展。

50 環境教育法主要內容包括設置環境教育基金，並對環境教育人員、環境教育機構及環境教育設施、場所辦理認證，以提高其品質並加強管理；全國各機關、公營事業機構、高中以下學校及政府捐助成立之財團法人每年都需安排所有員工、教師、學生參加 4 小時以上的環境教育相關課程及活動；對於違反環境保護法律，處以停工、停業及罰鍰新台幣 5,000 元以上之案件，除原有之處分外，將令其接受 1 至 8 小時之環境講習，使其充分瞭解環境問題，體認環境倫理及責任，減少未來違反環境保護法律之行為發生。

60 行政院環境保護署將陸續研訂施行細則及環境教育人員、機構、設施、場所等認證辦法、環境教育計畫及成果的網路申報系統、環境講習的課程規劃、裁罰基準、環境教育基金的收支保管及運用管理辦法、環境教育綱領、環境教育行動方案等多項子法及後續措施^[2]。

9.2 教育

65 臺灣關於氣候變遷的學校教育主要係由教育部負責推動，但由於經濟部能源局更早在學校推動能源教育，行政院國家科學委員會科學教育處亦於近年加入學校教育的教材與內涵的研究，因此亦納入本節的學校教育之中。在課程研發與教學研究方面，目前 K-12 學校已將全球暖化、氣候變遷及能源議題納入課程綱要或融入教材中，大專院校並開設許多能源科技、氣候變遷學程，同時配合校園的永續環境建置計畫，更能全面而具體地推展能源與氣候變遷教育。

70

一、課程研發與教學研究

自 1992 年起由經濟部能源局持續進行之輔導學校能源教育推廣

² 行政院環境保護署網站，<http://www.epa.gov.tw>

75 計畫，分別針對國小、國中、高中職、社區大學等不同對象，編撰教學手冊、設計教案教具、出版補助教材，舉辦能源教育教學示範觀摩研習活動；每年於各縣市政府教育局推舉的能源教育國中、國小重點學校，以及高職能源教育示範學校，舉辦各項競賽、教育培訓及推廣活動等，例如：能源閱讀計畫、創意競賽、歌曲競賽等，並每年表揚能源教育與推廣優良學校，2008 年起於每年 9 月底推動常態性的全國能源教育週，鼓勵全國學校以各種創意教學及活動方式參與^[3]。

80 經濟部與教育部於 1995 年共同提出「加強國民中小學能源教育實施辦法」，要求各級學校據以實施，顯示政府對能源教育之重視與期盼。2002 年頒布「加強中小學推動能源教育實施計畫」，配合九年一貫課程實施，將能源教育融入各領域教學活動中，深植能源教育觀念，期能達到能源教育社區化的目標。

90 為因應全球氣候變遷所導致的颱洪、坡地及土石流災害，健全災害防救體制，增進防救災意識與知識以利校園調適策略之擬定，教育部於 2003 年起推動防災科技教育人才培育計畫，重點包含教材與防救手冊編撰、師資培訓活動及數位學習網站建置等，並協助各級學校擬定災害防救計畫。

此外，教育部於 2007 年起推動 4 年的工程科技跨領域-綠色科技人才培育先導型計畫，建立綠色科技基礎資訊和應用技術之核心課程，以學程、產學合作、活動競賽及研討會等方式培育大專以上人才，在綠色會計、綠建築、綠色化學、綠色設計與產品及綠色能源五大領域中的專業能力與素養。每年約有 13 至 18 個學程進行，產學合作個案約 5 件，期能有效整合各大專校院培育綠色科技應用人才，增進學生跨領域綠色科技素養，推廣綠色科技創意活動，結合綠色科技在產業界、學界及研究界之人力與資源，建立我國綠色科技教育環境，作為發展綠色產業及永續經濟之堅實基礎。

100 行政院國家科學委員會科學教育處自 2008 年起著重能源科技人才之培育，特別強調以科學教育研究為基礎的能源教育策略發展，以確立品質保證的節能減碳學校教育及大眾教育的實踐。經由以中、小學為主體的創新課程研發與實踐，並強調與家庭教育的合作模式，及大學階段的學程規劃及課程研發與實踐，以培養小學至大學教育階段學生及其家長的「節能減碳」核心素養或培育未來能源與環境科技研

105

³ 能源教育資訊網，<http://energy.ie.ntnu.edu.tw/index.asp>

究人才。內容包括課程內涵設計與課程研發規劃、教學模組研發與教學實驗、應具備之節能減碳核心素養、基本科技知識及研究能力內涵探討、指標之訂定及評量等^[4]。

110 此外，行政院國家科學委員會於 2009 年推動「能源國家型科技計畫」，就「能源科技策略」、「能源技術」及「節能減碳」等三面向，培育專業能源科技人才，預計每年培育 500 位在能源政策、能源管理、太陽能、風力發電、生質能源、海洋能源、氫能技術、核能工程、地質能源、淨煤、碳捕捉與封存技術、冷凍空調、建築節能、交通運輸、工業節能、照明與電器、植林減碳、智慧電網等相關領域之前瞻
115 研究人才。

二、校園環境發展建置^[5]

120 教育部長久以來積極推動校園節能減碳之相關教育及執行計畫，自 2002 起執行「永續校園改造計畫」，藉由學校教學及設施的改善，促進教學環境的永續化。補助改造的項目包括節能減碳資源循環、環境永續生態循環、健康效率學習空間、及其他符合永續發展精神之主題。從校園出發推動社區再造方案，以校園公共空間作為示範，以居民參與方式獲致鄰里社區認同，具有突顯地域特色、順應環境條件、凝聚社區意識等效益，創造各社區與校園緊密結合之永續發展教育示範社區。
125

教育部推動校園節能減碳相關行動方案另有：

（一）成立能（資）源教育中心

130 自 2007 年起，連續三年補助全國 36 所學校成立能資源教育中心，打造具備教學及展示功能之「能（資）源教育中心」，使其符合永續發展之綠色、生態、環保、健康、省能及省資源等目標之環境教育發展基地，以達成校園環境教育之目標。

（二）組成電力健檢輔導團

135 於 2005 年間補助各校裝設數位電力監視系統，以有效管控建築物用電量。自 2008 至 2010 年間，由電力健檢輔導團逐年到校進行校園電力使用狀況檢視，預計共完成全國 162 所大專院校、330 所高中

⁴ 行政院國家科學委員會，能源國家型科技計畫總體規劃報告，2009 年。

⁵ 行政院國家永續發展委員會，97 年國家永續發展年報，2008 年。

及 59 所國中小學之電力健檢相關工作。

（三）校園溫室氣體盤查輔導

2008 至 2010 年間，依據 ISO 14064 國際溫室氣體標準，針對國內 30 所國立高中職及 5 所大學校院進行校園溫室氣體盤查輔導計畫，建立學校減量基線資料及校園節能減碳活動平台。

（四）綠色大學「塔樂禮宣言（Talloires Declaration）」簽署

截至 2009 年底，我國共有 14 所大學簽署塔樂禮宣言，表達邁向綠色、永續低碳校園的決心。

145 9.3 培訓

除基礎知識教育的推展外，在職人才培訓更能直接於產業及體制內發揮其能力，以下就產業、學校人員的培訓做說明。

一、產業在職人員培訓

150 （一）溫室氣體盤查及登錄人才培訓

經濟部工業局與能源局為輔導國內業者配合產業溫室氣體盤查輔導與管理，提升業者對溫室氣體盤查之專業能力及管理、法令相關知識，辦理產業溫室氣體盤查及登錄實務講習或培訓專班，使國內業者對於溫室氣體之盤查與減量能有進一步的認識與瞭解，並應用於工廠內部之溫室氣體管理工作，一方面積極培育溫室氣體盤查管理專業人才與種子人員，另一方面也提升業界對溫室氣體減量及節能減碳的意識。

（二）能源管理專業人才培訓

經濟部能源局依據製造業（工業部門）及非製造業（服務業部門）兩類不同對象，安排以照明系統節能應用、電能管理之應用與節能效

160 益評估、能源技術服務產業之推動策略、量測與驗證、辦公大樓設備維護及節能管理、空調系統節能應用等內容之課程，期以促使能源大用戶和企業廠商之在職人員持續推動能源管理，落實能源查核制度，以提高能源管理效率。

165 （三）節能減碳輔導人才培訓

170 經濟部工業局另針對包括鋼鐵業、水泥業、石化業、造紙業、人
纖業、紡織業、電機電子業等製造業，進行節能減碳輔導人才培訓，
課程內容涵蓋節能減碳輔導機制、節能專業技術與經驗、組織型與計
畫型節能減碳計畫運作機制及實務案例說明等，藉由專業講師講解並
配合案例解說，使產業在職人員有效掌握節能減碳工作之實務執行方
法，將節能減碳的理念、技術與經驗，廣泛深入於產業中。

（四）綠色能源與科技人才培訓

175 行政院勞工委員會職業培訓局推動產業人才投資方案，與學校、
研究機構共同開設綠色能源與前瞻科技課程，提供在職勞工進修，
2010 年最新課程有企業溫室氣體碳足跡建置與管理培訓班、綠色能
源技術應用管理班、太陽能電池應用實務培訓、燃料電池設計原理與
系統分析等。

（五）人才培訓數位學習課程

180 經濟部能源局指導成立的能源資訊網^[6]，提供各項節能技術課
程，包括鍋爐系統節能管理、汽電共生系統節能管理、蒸氣與冷凝水
系統節能管理等多樣化學習領域。能源管理專業人才培訓學習園區^[7]，
亦將節能改善計畫之制定與撰寫實務、高效率馬達節能應用、壓
縮空氣系統節能應用、製造業電能節能應用、空調系統與製程設備節
能應用、照明系統節能應用、電能管理實務、辦公大樓設備維護及節
185 能管理、製造業與非製造業節能績優案例分享等課程內容，以多媒體
方式呈現，以利人員隨時、隨地透過網路進修。

二、學校在職人員培訓

（一）校園能源管理及溫室氣體盤查人員培訓

190 教育部為積極培育節能減碳管理專業人才，以落實「永續能源政
策綱領」及「政府機關及學校全面節能減碳措施」政策規範，針對高
中及大學校院能源管理人員、環安人員、總務人員以及教師，辦理「校
園能源管理人員培訓」及「校園溫室氣體盤查培訓」。課程學習有關
工具應用、盤查技巧與各常用設備節能技術後，自行利用 1 個月的時
195 間進行校園溫室氣體盤查或校園能源管理改善規劃作業，並提交參訓

⁶ 能源資訊網，http://emis.erl.itri.org.tw/news/trainUnit/list_all.asp

⁷ 能源管理專業人才培訓學習園區，<http://energy.csd.org.tw/linelearn.aspx>

學校之溫室氣體盤查報告書或能源管理改善規劃書，以互動學習、實際操作等方式，使受訓人員在學習原理與技術的過程中，也同時完成該校溫室氣體盤查作業及能源管理改善規劃。

（二）在職教師培訓與進修

200 無論是教育部、行政院國家科學委員會、各縣市政府環保局，乃至於各級學校，均經常舉辦關於氣候變遷、節能減碳相關議題之教師研習活動，因此自國小到大學的各教育階段教師，能透過專業知識學習與教學實務操作方式提升能力，同時整合跨領域人力、資源，將節能減碳或永續校園等議題融入課程，並設計教材、進行教學。

205

9.4 宣導

公眾意識的提升有助於促進國民落實節能減碳行動，亦即全球變遷的社會教育工作。以下就中央機關及地方政府等實施之宣導與活動，及非政府組織團體所推動之工作做說明。

210 2008年為台灣減碳元年，節能減碳成為國家重要政策，行政院並提出「永續能源政策綱領」^[8]，在社會大眾推動的實質節能減碳措施包括推動全民節能減碳運動，宣導全民朝「一人一天減少一公斤碳足跡」努力；從中央、地方政府到鄉鎮村里，自機關學校到企業及民間團體，發揮組織動員能量，推動無碳消費習慣，建構低碳及循環型社會。

215

一、中央機關

（一）行政院環境保護署^[2]

220 行政院環境保護署於2008年宣示以4大施政主軸「節能減碳酷地球」、「資源循環零廢棄」、「去污保育護生態」與「清淨家園樂活化」作為低碳生活方針，期使國家邁向永續發展，共同將臺灣打造成為低碳社會、永續國家。其具體行動包括：

1. 提倡全民減碳運動

225 2008年環境日提出「節能減碳無悔措施全民行動方案」，鼓勵由公職部門帶頭號召全民減碳，率先實踐10項減碳宣言。

⁸ 行政院，永續能源政策綱領，2008年。

230 (1) 策略：鼓勵政府部門率先實踐「節能減碳無悔措施」；從總統府五院省市縣鄉鎮逐級動員到村里社區；爭取民意領袖首長與物業管理單位成為發動機；公職同仁住家與辦公場所同步實踐並影響社區；表揚企業及社團進行動員實踐及協助村里動員；建置節能減碳行動網站登錄實踐績效相互激勵。

(2) 措施宣言：冷氣控溫不外洩；隨手關燈拔插頭；省電燈具更省錢；節能省水看標章；鐵馬步行兼保健；每週 1 天不開車；選車用車助減碳；多吃蔬食少吃肉；自備杯筷帕與袋；惜用資源顧地球。

235 (3) 網站建置：邀請全民與企業一同簽署 10 項節能減碳宣言，並可在網頁上計算單位或個人之減碳績效，以自行掌握其節能減碳執行情形，鼓勵個人將最有效及最方便之減碳經驗與全民一同分享。

2. 舉辦創意活動

240 競賽包括國小學童保護大氣層繪圖比賽、一般大眾的二氧化碳減量宣傳設計比賽等。另針對國小 3 至 6 年級舉辦親子暑期低碳夏令營，並以家庭為單位進行低碳家庭 PK 賽，於居家生活落實節能減碳行為。在地球日與環境日，結合公私立團體與媒體共同以《全民 CO₂ 減量：生活小撇步》手冊、影片等方式宣導，並於會場中展示相關資訊。

245 每年資訊展時與電腦公會合作，增設節能減碳專區，結合各類標章進行宣導，使民眾易於辨識能源之星標章、環保標章、節能標章、省水標章等，教導民眾居家生活如何減碳。自 2008 年起更結合臺灣民間信仰「媽祖遶境」活動，提醒民眾落實節能減碳行為。

3. 推動綠色採購

255 政府採購法於 1999 年納入「綠色採購條款」，自 2001 年起由政府機關開始推廣，迄今綠色採購比例達 8 成以上，2006 年起試辦「民間企業與團體實施綠色採購計畫」，2008 年計輔導綠色商店 1,551 家，審查通過綠色商店 816 家，簽署綠色採購承諾書企業 1,005 家，並透過網路商城，推廣節能標章產品。

4. 種子教師及志工養成

260 製作適合各社群、各主題、各場域及各年齡層的教材，完成
節能減碳宣導種子教師教材，辦理「全民節能減碳行動種子教師
培訓」。與縣市政府環保局合作推動「環境教育志工團」，結合環
團學研，培訓環保志義工及社區、企業、機關與學校物業管理人員，並加強標的團體之教育、宣導、溝通與培訓。

5.其他教育宣導事項

265 汽機車排氣定期檢測；固定污染源之低污染控制技術及清潔
燃料使用；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。

（二）經濟部能源局^[9]

270 經濟部能源局透過網站、文宣等方式宣導，並以補助獎勵與表揚
等措施，積極推動企業、學校、民眾落實節能減碳行為。

1.獎勵節能

275 自 2008 年 7 月推動「電費折扣獎勵節能措施」，針對住宅用
戶及中小學，如用電量與上一年同期比較為負成長者，給予電費
折扣最多 20% 優惠，至 2009 年 6 月總計享受電費折扣用戶達 2,475
萬戶·次，總節電度數為 45 億度。2009 年起擴大辦理，納入社
區公共設施用電，連續兩年用電零成長或負成長，且兩年節電率
合計達 20% 以上者，依比例最多可優惠至 7 折，總計 7 至 9 月間，
享受電費折扣用戶達 530 萬戶·次，總節電度數為 9.1 億度。

2.推廣節能標章產品

280 結合量販店及廣電媒體推廣節能標章產品，至 2009 年底總計
27 項產品、228 家品牌、3,586 款機型獲證，節能標章使用共達
6,480 萬枚。此外，2008 年 10 月至 2009 年 3 月間，補助民眾購
置國產節能標章冷氣機、電冰箱、洗衣機等產品（每台補助 2,000
元），總計產品銷售量較去年同期成長率達 59.5%，每年可節約
285 3,948 萬度電。

3.表揚節能績優單位

為鼓勵各界各業推動節約能源及國中、小學校致力能源教

⁹ 經濟部能源局網站，<http://www.moeaboe.gov.tw>

290 育，自 1994 年起每年均舉辦節約能源績優廠商選拔及表揚活動，並於 1999 年起同時舉辦能源教育優良學校表揚。2009 年有電子業、汽車業、醫院、大學等 16 個單位及 10 所國中小學表現優異，節能效益達 14.4 萬公秉油當量，相當每年可節省 16.6 億元能源成本，減少二氧化碳排放達 35.4 萬公噸。

4. 網站建置

295 針對產業、學校、民眾等不同對象，建置產業溫室氣體減量資訊、節約能源填報網站、能源教育資訊網、能源資訊網、節約能源園區、能源標章商城等各式網站，透過線上系統填報、節能減碳資訊課程學習、以及活動舉辦與資訊傳遞方式，不限時間、地點，隨時透過網路全面提升公眾意識。

5. 發行手冊

300 針對行業別以及所有日常生活相關場址，如家庭、辦公大樓、便利商店、百貨業、量販店等發行各項手冊，計有「省電三十六計」、「家庭節能妙招」、「百貨業節能十大妙招」、「便利商店節能十大妙招」、「冬季節能措施」、及「辦公室&集合住宅節能手則」。

305 另外針對日常使用的電器用品發行節能技術手冊，包括「電製品節約能源指南」、「照明系統 Q&A 節能技術手冊」，以及能源設備的節能技術手冊，如壓縮空氣系統、蒸汽鍋爐、空調及電力遠端監控系統、電能管理需量控制器、熱泵熱水系統、變頻器應用、商業冷凍冷藏與建築能源管理，供相關行業參考使用。

（三）其他單位相關宣導

310 1. 行政院衛生署

行政院衛生署國民健康局為因應氣候暖化，氣溫屢創新高，例如夏季熱浪來襲，造成老年人於日正當中導致熱衰竭、熱中暑及休克等問題，並於炎熱月份加強南部地區老年人預防環境熱急症之廣播電台公益宣導。

315 2. 行政院公共工程委員會

在每年定期頒發的公共工程金質獎中，增列「永續及節能減碳」獎項，納入節能減碳、維護管理、品質耐久性、防災與安全、環境保育等評選指標，以獎勵機制促進工程界落實永續及節能減碳的理念；另辦理優良工程觀摩，加強宣導節能減碳之作法。

320 3.行政院災害防救委員會

因颱風、豪雨所引發之洪水、土石流災害，常造成臺灣人力、財產的巨大損失，為加強社區自我防災、救災的調適能力，2004年訂定「社區防救災總體營造實施計畫」，利用課程推廣、教材手冊、數位學習網站，教導民眾認識環境特性，建立天然災害應變系統，落實社區防災機制。

325 4.內政部建築研究所

於2004年舉辦綠建築博覽會，2008年出版亞熱帶的綠建築挑戰，呈現全球綠建築觀念以及臺灣的實踐成果，擴大教育宣導，以利打造臺灣的永續家園。

330 5.交通部運輸研究所

自2008年起建置綠色運輸系統教育宣導網站，並配合縣市政府舉辦無車日，倡導騎乘自行車、搭乘大眾運輸交通工具等綠色運輸選擇，提供大眾相關資訊及教材。

335 二、地方政府

各縣市政府近年來將「節能減碳」納入施政要項，每年3月12日植樹節、4月22日地球日、6月5日環境日、9月22日無車日等相繼舉辦宣導活動，而推動方案多元化且深具特色，列舉如下：

340 臺北市政府於2008年通過「臺北市推動節能減碳方案」，在交通運輸方面提出公務車輛時強制採購油氣雙燃料車、汰換現有公車為低污染低耗能車輛、建置市區自行車專用道等措施；預計公園及行道樹植栽每年約增加800至1,000株；由環境教育輔導團設計「節約能源與氣候變遷」教案，並協助到校輔導教學；2009年辦理節能風水師服務團計畫，為民眾進行建築物健診以利節能減碳之宣導。

345 臺北縣政府致力於推動低碳城市，成立「低碳社區發展中心」，執行以省電節能、綠色交通、資源再利用、低碳生活及低碳產業為主軸的推廣計畫，例如車輛共乘、公共自行車租借系統、油氣雙燃料（Liquefied Petroleum Gas, LPG）計程車擴大推廣計畫、低碳旅遊等，並開設「減碳診所」，提供住商單位進行節能減碳的有效做法、評估改善效益。在2009年舉辦為期一個月的低碳博覽會，提供概念介紹、
350 低碳生活與節能科技資訊，以導引民眾低碳生活。

355 高雄市政府於 2009 年舉辦世界運動會，主場館設計即是利用臺灣南部年日照時間長的特點，採用太陽能光電板作為屋頂，每年可提供 110 萬度以上的發電量，相當於減少 660 萬噸二氧化碳。而推廣活動包括「週一不吃肉」、舉辦社區節水節電競賽，並積極響應夏至關燈、地球一小時（Earth hour）等活動。另外成立節能診斷輔導團，以及 75 個社區節能減碳志工隊，協助民眾落實節能減碳生活。

360 臺南市政府推出車輛反怠速活動、推行使用環保筷、限用瓶裝水、推行綠色交通政策、建置綠地與汰換老舊照明設備等行動；宜蘭縣政府串連經濟部水利署第一河川局、地政事務所等縣內機關，與台灣水泥公司蘇澳廠、羅東水資源中心、利澤垃圾資源回收廠等在地企業，共同推動節能減碳，以永續發展為目標。

三、非政府組織

365 截至 2009 年底，臺灣民間環保團體及組織，由行政院環境保護署核准成立之財團法人計有 39 個，全國性環保團體 154 個，地方性環保團體 125 個，其他環保相關團體 25 個。大部份團體著重於地方環境問題或生態保育工作，部份組織關切全球議題，推動方式包括出版刊物、舉辦一系列演講與體驗活動、召開座談會等。

370 許多非政府組織或團體透過電子報、部落格，提供氣候變遷與溫室氣體減量之國際發展趨勢與國內政策分析，成為資訊傳播與提升公眾意識的重要媒介。此外，舉辦以再生能源或氣候變遷為主題的展覽、協力打造綠建築主題圖書館，並設計綠色能源巡迴車到全國各地進行教育傳播，有效宣導節能減碳意識。

375 夏至關燈活動自 2005 年開始推動，全球最高大樓臺北 101 亦同步參與，日後每年響應人數亦逐年升高，2009 年已突破百萬人參與，關燈 60 分鐘共節電 28 萬度，總計減碳約 178 噸，未來將與地球一小時活動串連，與全球同步關燈 1 小時。

380 2007 年 9 月起與全球企業、保育組織共同推動「電腦拯救氣候行動計畫（Climate Savers Computing Initiatives, CSCI）」，促進全球採用效益提升的電腦及電源管理工具，以減少溫室氣體排放量。另外開發電腦軟體將耗電、排碳、用水的生活資源使用型態整合，以利記錄、檢視、管理個人使用情形，將低碳生活概念轉化為實際行動。

2009 年丹麥科技委員會（Danish Board of Technology）邀請全球
385 五大洲的國家與組織共同創辦的全球暖化世界公民高峰會（World
Wide Views，WWViews），臺灣亦受邀參加該項活動，並在國內抽樣
選出 100 名公民代表，廣泛討論氣候變遷相關議題，提出具有臺灣公
民觀點之建議予主辦國；臺灣亦積極辦理青年環保大使培訓營，並挑
390 選出 10 位青年環保大使赴丹麥哥本哈根參加聯合國氣候變化綱要公
約第 15 屆締約國大會相關會議活動，為臺灣參與全球氣候變遷活動
培育新血。

參考文獻

1. 經濟部能源局，98 年全國能源會議網站，
395 <http://www.moeaboe.gov.tw/Policy/98EnergyMeeting/default.html>
2. 行政院環境保護署網站，<http://www.epa.gov.tw>
3. 能源教育資訊網，<http://energy.ie.ntnu.edu.tw/index.asp>
4. 行政院國家科學委員會，能源國家型科技計畫總體規劃報告，
2009 年。
- 400 5. 行政院國家永續發展委員會，97 年國家永續發展年報，2008 年。
6. 能源資訊網，http://emis.erl.itri.org.tw/news/trainUnit/list_all.asp
7. 能源管理專業人才培訓學習園區，
<http://energy.csd.org.tw/linelearn.aspx>
8. 行政院，永續能源政策綱領，2008 年。
- 405 9. 經濟部能源局網站，<http://www.moeaboe.gov.tw>

附錄

編審委員召集人：

國立臺灣大學環境工程研究所 蔣本基教授

編審委員名單：

姓名	單位
林能暉教授	國立中央大學大氣物理系暨大氣物理研究所
柳中明教授	國立臺灣大學大氣科學系
胡念祖主任	國立中山大學海洋政策研究中心
張四立教授	國立臺北大學自然資源與環境管理研究所
張怡怡教授	國立臺北醫學大學醫學系
邱祈榮助理教授	國立臺灣大學森林環境暨資源研究所
黃宗煌院長	開南大學運輸觀光學院
楊日昌資深顧問	財團法人工業技術研究院
葉欣誠教授	國立臺灣師範大學環境教育研究所
蔣本基教授	國立臺灣大學環境工程研究所
蕭代基院長	財團法人中華經濟研究院
蘇慧貞特聘教授	國立成功大學工業衛生學科暨環境醫學研究所
顧 洋教授	國立臺灣科技大學化學工程系

備註：名單編排方式係按照姓氏筆畫