

嘉南藥理科技大學專題研究計畫成果報告

以地理資訊系統建立台灣地區電廠能源及環境管理系統之研究

計畫類別： 個別型計畫 整合型計畫

計畫編號：CNEV-91-03

執行期間：91 年 1 月 1 日至 91 年 12 月 31 日

計畫主持人：錢紀銘

共同主持人：張翊峰

計畫參與人員：

執行單位：環境工程衛生系

中華民國 92 年 2 月 27 日

一、前言

電力是現代經濟發展不可或缺的原動力，由於其具有傳輸迅速、操作方便及高度精密的可控性，又加熱溫度可達一般燃料燃燒的三倍以上等優點，故逐漸取代傳統的化石能源為產業發展不可或缺的投入要素，各國政府莫不將電力開發視為國家重要政策，故二十一世紀可稱為一個電力經濟時代，故如何統籌電力事業、產業發展及環境保護為一相當值得研究的課題。

本研究主要目的為建立電力事業能源相關的地理資訊系統，以建構台灣地區電力污染分佈情況，並評量不同方案之敏感度分析，研究成果裨益相關單位決策之參考。

二、緣由與目的

為防制氣候變遷，溫室效應已為目前國際間最受重視的環保議題，由於能源耗用所產生之二氧化碳為最主要的人為溫昇氣體，且根據台灣地區目前規劃能源政策，2020年電力佔最終能源需求將高達47.2%，已取代油品的36%，為最主要的能源消費需求。依據能委會（1998）能源政策白皮書的規劃，台灣地區電力需求將由2000年佔總能源消費的39.2%提高至2020年的47.2%，顯示電力將逐漸取代石油為國內最終能源消費主流，但在電力建設上，國內至少面臨自產能源匱乏，初級能源極大部份仰賴進口，受限於國際能源供需情勢；地狹人稠，自然環境涵容能力範圍狹小，居民環保意識高漲，電廠用地不易取得；核能發電在核廢料處理仍有疑慮，在核四機組之後，台灣地區朝向非核化國家，未來擴充將會受限等問題；此外，由於用電量需求增加迅速，夏季尖峰負載成長快速，北部地區備用容量不足，以及未來台灣電力事業將開始邁入自由化，電力事業受政府管制相對減低等因素，使電力相關研究課題益發重要。故及早整合分析電力事業環境政策與產業結構之相關性，以探討在考量環境品質及產業發展的觀點，國內電力事業的最適發展模式為相當重要的研究課題。

由於電力為產業生產過程中一項

投入要素，其需求與產業發展具有相當大的關聯性，而電力轉換過程所排放的污染物（如CO₂、SO₂及NO_x）對環境品質亦有不利的影響，另一方面，因應國際環保公約的要求或發電設施取得不易等諸多因素，亦會促使相關政策主管機關以經濟手段（如污染稅及碳稅等）提高用電價格抑制用電需求，從而增加耗電產業的生產成本，就產業關聯觀點將使產業結構發生變化而改變經濟情勢，故電力需求、環境品質與產業經濟三者之間有密切的關係。本研究主要目的為建立電力事業能源相關的地理資訊決策支援系統，調查現有各電廠（以火力機組及核能電廠為主要研究對象）的基本資料，包括鍋爐形式、廠熱耗率、燃料耗量及環保措施等基本資料。並針對各電廠（包括規劃中的新設電廠等）特性建立各電廠電力產出量、容量因素、污染排放係數及污染排放量等資料庫。進一步蒐集並評析未來電力供給及需求模式等相關文獻資料，與能源主管單位所規劃的電力政策作比對分析，以研議未來台灣地區電力供需結構。最後本研究以IPCC方法，依據台灣電力公司及能源委員會資料預測台灣地區電力消費量，加以推估台灣地區電力業於2005、2010及2020年之二氧化碳排放量，且進一步探討核四停建改以火力發電以及提高新增機組發電效率對CO₂排放之敏感度分析，以提供決策單位規劃執行廢核政策時的參考。

三、結果與討論

本研究目前所獲致研究成果可分為兩部分，第一部份為以地理資訊系統建立各電廠（以火力機組及核能電廠為主要研究對象）的基本資料，所得之結果如圖1所示，其次由於目前核能發電於台灣地區存有極大爭議，若無法如1998年台灣地區能源政策白皮書規劃持續擴增核能機組，其對台灣地區溫室氣體減量的衝擊是值得探討的課題，本研究規劃不同火力機組替代未來新增的核能機組以評量增加的CO₂排放量，結果如表1所示，若以方案1：燃煤火力電廠替代，則2020年CO₂排放

增量高達 66,079 千公噸，約佔當年度原規劃案排放量的 37.4%，但若以方案 3：燃氣火力電廠替代，則 2020 年增量為 42,108 千公噸，增量百分比約為 23.8%，顯示燃氣電廠可比燃煤電廠更有效減緩 CO₂ 排放衝擊，但若進一步考量增加燃氣電廠的發電效率，採用高效能的複循環機組，則方案 3：燃氣複循環火力發電廠替代顯示，2020 年當年度增量百分比可有效降低至 19.7%。上述結果顯示，若未來台灣地區規劃以新建電廠取代核能，以燃氣複循環機組為對抑制溫室氣體排放的衝擊最低。

最後，根據台灣地區能源政策白皮書得知，燃氣火力機組由於成本考量，屬於中、尖載電源，故只有在基載電源運轉滿載或發電調配等情形下方會運作，故容量因素在未來僅介於 0.32~0.35 間，若不計成本因素及考量天然氣發電的單位度數排放量較低，此部分燃氣電力可適度增加運轉時數彌補未來停建核能機組的電量損失；另一方面，若新增燃氣機組使用高效率的複循環機組，降低廠熱耗率，則可有效降低 CO₂ 排放，故本研究以式(3)推估未來新設燃氣機組的容量因素以彌補停建核能機組的缺電量，同時新增機組採用複循環機組以減少對 CO₂ 排放的衝擊。

新設之燃氣容量因素 I =
(停建核能缺電量 I + 燃氣機組發電量 I)
÷ (燃氣裝置容量 I × 全年運轉時數)

式中，I 代表模擬的年代，2010 年、2020 年。推估結果如表 2 所示，由表中得知新增容量因素於 2010 年為 0.70，

2020 年為 0.79，代表即使在未來不興建核能發電機組，在供氣來源穩定情形下，僅需將燃氣發電廠的發電時數分別提高到全運載時數的 70% 及 79% 即可停建核能機組的缺電量，如此除可消弭民意對核能電廠的抗爭，且採用先進複循環機組亦可達到環保的目標。

四、結論

本研究推估台灣地區電力業於 2005、2010 及 2020 年之二氧化碳排放量，並探討核四停建改以火力發電以及提高新增機組發電效率對 CO₂ 排放之敏感度分析，研究可獲致以下兩點結論：

1. 台灣地區未來火力發電燃料朝向供給穩定的燃煤機組及相對環保的燃氣為主，且在分散能源風險考量下，仍持續擴充核能發電，若未來部分電源建設或運轉受阻（如核四停建或限制高 CO₂ 排放的燃煤發電），可考量提升發電成本較高的燃氣機組發電時數彌補未來停建核能機組的電量損失。
2. 本研究結果亦得知，提高新增燃氣機組容量因素於 2010 年為 0.70，2020 年為 0.79，代表即使在未來不興建核能發電機組，在供氣來源穩定情形下，僅需將燃氣發電廠的發電時數分別提高到全運載時數的 70% 及 79% 即可替代停建的缺電量，如此除可消弭民意對核能電廠的抗爭，且採用先進複循環機組亦可達到減少 CO₂ 排放的目標。



廠別	裝置總量 (千瓦)	座數	每座容量 (千瓦)	併聯日期	商轉日期
<input type="checkbox"/> 台中火力發電廠5	4,400,000	1	550,000	# 4 民國81.5	民國81.10
<input type="checkbox"/> 台中火力發電廠6	4,400,000	1	550,000	# 5 民國84.6	民國85.3
<input type="checkbox"/> 台中火力發電廠7	4,400,000	1	550,000	# 6 民國84.11	民國85.5
<input type="checkbox"/> 台中火力發電廠8	4,400,000	1	550,000	# 7 民國85.5	民國85.10
<input type="checkbox"/> 台中火力發電廠9	4,400,000	1	550,000	# 8 民國86.3	民國86.6
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠1	2,100,000	1	500,000	# 1 民國71.5	民國71.9
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠2	2,100,000	1	500,000	# 2 民國72.5	民國72.7
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠3	2,100,000	1	550,000	# 3 民國74.3	民國74.6
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠4	2,100,000	1	550,000	# 4 民國75.2	民國75.4
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠5 (汽輪)	863,500	1	172,700	# 1	民國87.4
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠6 (汽輪)	863,500	1	172,700	# 2	民國87.5
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠7 (汽輪)	863,500	1	172,700	# 3	民國87.6
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠8 (汽輪)	863,500	1	172,700	# 4	民國87.8
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠9 (汽輪)	863,500	1	172,700	# 5	民國88.1
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠10 (氣渦)	1,362,450	2	90,830	# 2-1、# 3-1	民國86.4
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠11 (氣渦)	1,362,450	4	90,830	# 1-1、# 1-2、# 2-1、# 2-2	民國86.5
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠12 (氣渦)	1,362,450	6	90,830	# 1-3、# 2-3、# 3-1、# 3-2	民國86.6
<input type="checkbox"/> 興達火力發電廠13 (氣渦)	1,362,450	3	90,830	# 5-1~# 5-3	民國86.8
<input type="checkbox"/> 林口火力發電廠3 (氣渦)	485,000	3	50,000	# 1.2.4 民國64.6~民國65.2	民國65.2
<input type="checkbox"/> 林口火力發電廠4 (氣渦)	485,000	1	35,000	# 3	
<input type="checkbox"/> 林口火力發電廠5 (氣渦)	485,000	2	150,000	# 3-1 民國87.8 # 3-2 民國87.9	民國87.11
<input type="checkbox"/> 通霄火力發電廠11 (氣渦)	49,200	4	12,300	# 5~8 民國57.3~民國57.7	民國69.6
<input type="checkbox"/> 台中火力發電廠10 (氣渦)	280,000	4	70,000	# 1~4 民國79.7	民國79.8

圖 1 台灣地區電廠地理資訊系統建置示意圖

表 1 2010 及 2020 年台灣地區新建火力發電廠模擬替代方案分析表

年代	方案 1：燃煤火力發電廠替代				
	新增發電量	燃煤電廠廠熱	CO ₂ 排放係數	CO ₂ 增加量	增量百分比 ¹
	(百萬度)	耗率(千卡/度)	(公噸/千萬千卡)	(千公噸)	(%)
2010	41,958	2,276	3.881	37,062	26.3%
2020	74,808	2,276	3.881	66,079	37.4%
年代	方案 2：燃氣火力發電廠替代				
	發電量	燃油電廠廠熱	CO ₂ 排放係數	CO ₂ 增加量	增量百分比 ¹
	(百萬度)	耗率(千卡/度)	(公噸/千萬千卡)	(千公噸)	(%)
2010	41,958	2,421	2.325	23,617	16.8%
2020	74,808	2,421	2.325	42,108	23.8%
年代	方案 3：燃氣複循環火力發電廠替代				
	發電量	複循環電廠廠 ²	CO ₂ 排放係數	CO ₂ 增加量	增量百分比 ¹
	(百萬度)	熱耗率(千卡/度)	(公噸/千萬千卡)	(千公噸)	(%)
2010	41,958	2,000	2.325	19,510	13.9%
2020	74,808	2,000	2.325	34,786	19.7%

註 1：增量百分比為指該年度 CO₂ 增量與原規劃案 CO₂ 排放量的比值百分比。

註 2：燃氣複循環電廠的廠熱耗率為引用台灣地區現有大潭燃氣複循環機組之數據。

表 2 2010 及 2020 年台灣地區燃氣電廠新增容量因素模擬替代方案分析表

年代	方案 4：增加燃氣電廠容量因素						
	停建缺電量 (百萬度)	原燃氣 發電量 (百萬度)	燃氣電廠 裝置容量 (千瓩)	新設容 量因素	複循環電廠 廠熱耗率 (千卡/度)	CO ₂ 增量 (千公噸)	增量 百分比 (%)
2010	41,958	42,500	13,860	0.70	2,000	19,510	13.9%
2020	74,808	50,550	18,170	0.79	2,000	34,786	19.7%