

PG 91060627

行政院經濟建設委員會九十一年度委託研究計畫

## 再生能源與其相關產業之發展策略研究

計畫主持人：施信民

研究人員：林學淵

吳明全、洪裕程

(本研究純係作者個人觀點，不應引申為行政院經濟建設委員會之意見)

委託單位：行政院經濟建設委員會

研究單位：台灣二十一世紀議程協會

中華民國九十一年十一月

## 摘 要

### 背景介紹

台灣自產化石能源稀少，而且未來受到聯合國氣候變化綱要公約(United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC)要求降低溫室氣體排放量的壓力已經漸漸浮上檯面，因此在考慮能源安全 (Energy Safety)、全球暖化 (溫室效應) 防制、與經濟持續發展的多重要求下，積極開發本土型再生能源 (renewable energy sources, RES) 與發展再生能源技術來替代傳統能源就顯得相當重要。

再生能源廣義包括太陽能 (太陽光發電利用與太陽熱能利用)、風力能、水力、地熱、海洋能 (如溫差、潮差發電) 等利用太陽與地球所具有之自然能源，以及將廢棄物能源化之產物如廢棄物能、沼氣發電，與生質物能如酒精汽油及生質柴油等可永續利用之淨潔能源。

### 研究目的

本研究案針對太陽光電能、風能等再生能源在台灣之推動利用與其相關產業之進行發展研究，提出我國可行之再生能源與其相關產業發展策略及建議之行動計畫，是為本研究之主要目的。除主要研究目的外，也將嘗試探討再生能源利用及產業發展如何與現有科學園區、工業區或新市鎮都區相結合，在挑戰 2008 國家發展重點計畫中再生能源發展所欲建構規劃的陽光電城(Solar City)、風力農場(Wind Farm) 概念，初步規劃再生能源園區雛型。

### 我國目前相關政策措施

我國可供開發之再生能源潛能大，然而我國目前還是過度依賴傳統能源，加上電力市場自由化腳步相當緩慢，對於發展再生能源相當不利。過去我國除了經濟部能源委員會頒佈的『太陽能熱水系統推廣獎勵辦法』獎勵太陽能熱水系統，及在民

國 89 年 3 月 22 日之『風力發電示範系統設置補助辦法』規定在四年內補助設置風力發電機組，以及今年 3 月 6 日新頒佈之『太陽光電發電示範系統設置補助辦法』規定在未來二年內獎勵設置太陽光電發電示範系統外，並沒有其他具體經濟工具或措施方案來積極引進再生能源發電。我國「再生能源發展方案」已於本（91）年一月中經行政院核定，據以凝聚各級政府機關與民間力量作再生能源發展整合執行，有效排除推動障礙，營造有利發展環境，以積極推動再生能源之開發與利用。

### **全球再生能源推動策略與產業發展狀況**

研究發現為有效推動再生能源，世界主要國家於推動過程中均釐定再生能源推動目標，並採用各種推廣策略，其主要手段以提供電價補貼、設備補助、租稅抵減與優惠貸款等方式，或透過立法獎勵推動，以提供再生能源長程發展環境。

研究顯示國際風電市場及風力發電技術已趨成熟，而且也已形成全球市場。根據 EWEA（歐洲風能協會）預估，2000-2010 年十年間，每年平均成長率約為 25.7-35%，及每年平均約有 8,000MW 之市場，約為 2,800 億元之鉅，風力機國際市場供不應求，風力機國際大廠尚且應接不暇，風力機產業發展潛力可期。而國內風電市場，由於新的推廣目標及鼓勵補助措施，台灣的內需市場已經出現。依據經濟部能源委員會估計至 2020 年時，國內風力機組裝設目標為 150MW，若以機組機電設備費用每 KM 建造成本 3.5 萬元估算，平均每年市場需求約為 10 億元左右。

另外，目前太陽光電電池發電由於發電成本過高，以致無法大量使用，藉由國內示範補助，擴大國內市場規模，才有帶動國內太陽光電相關產業的機會。至於未來搶佔國際市場部分，我國目前有六家太陽光電生產廠商，該六家太陽電池廠預估年產值將可達到 28 億元。由於台灣半導體產業及人才已有雄厚的基礎，特別是從矽晶材料到封裝，以及量產技術能力優勢，透過太陽光電與 IC 半導體產業的結合，我國在搶佔太陽電池國際市場有極佳的切入機會。

### **再生能源發展策略建議**

本研究報告結果擬出有關再生能源發展六項策略建議：

### 一、設再生能源推動發展小組任務編組，各部會分工執行

於「再生能源發展條例」法條中增加訂定設立再生能源發展基金管理委員會，以監督再生能源發展基金之運作使用。

### 二、修整完備再生能源相關法規內容，以利發展空間

1. 為解決再生能源設備用地取得，可參考「電業法」修正草案第九十二條研議內容 - 設置再生能源發電設備需使用國有或公有林地，經中央主管機關認定確屬業務必需者，得準用森林法第八條之規定承租國有或公有林地。 2. 再生能源系統裝置容量在一定規模以下之再生能源系統及其附屬設施之設置，其土地使用應適用或準用在都市計畫土地使用分區管制及非都市土地使用管制編定容許使用項目中，關於公用事業設施之規定。裝置容量一定規模以下之再生能源系統及其附屬設施認定標準，由中央主管機關會同內政部訂之。 3. 除設備費用補助及電價優惠收購外，另增加建築與容積獎勵：設置再生能源發電、利用系統及相關設施，其設施特性或裝置容量、高度或面積未達一定規模者，免依建築法規定請領雜項執照。原有建築物新設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百零五之獎勵，容積率放寬獎勵，所有權人得以交易、交換、權利出讓等方式為之。新建建築物附設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百一十之獎勵。關於免請領雜項執照之設備容量、高度或面積標準，及給予容積率放寬獎勵之設備容量標準，由中央主管機關會同中央建築主管機關定之。

### 三、建構綠色電力消費宣導教育，進行綠色電力消費

進行綠色電力消費的宣導與教育，結合綠色電力消費及能源教育理念於與高中、國中與小學的理化/自然教育內容。辦理民眾「再生能源促進應用」宣導教育活動，各級政府機關人員「再生能源促進應用」講習與溝通。推動執行的推

廣與補助計畫，應與非政府組織民間團體結合深入民間，進行保養與持續推動工作。

#### 四、善用現有資源及產官學合作，投入再生能源技術研發

持續投入再生能源產業關鍵技術之研發與進行前瞻性太陽電池生產技術研發。進行與國外大廠技術合作談判工作，吸引原廠至我國採購零配件、培植維修能力，技術移轉本地產製，導入零組件或系統產製。

#### 五、積極協助業者開拓再生能源系統設備國際市場，。

1. 儘速規範完成再生能源發電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循。
2. 國家預算協助設立再生能源系統認證機構與產品驗證測試實驗室，國內生產之再生能源設備製品不需再耗時耗費送國外認證，節省成本支出，增加產品市場競爭條件。
3. 給予太陽光電池原料進口關稅優惠利基，降底整體生產成本，創造國內業者在國際市場競爭優勢。
4. 推動政府及產業界參與國際型援助活動如太陽光電世界光計畫等再生能源設備援外計劃，同時達成擴大國外市場、增加產能，並以建立台灣未來能源科技新形象及綠色外交工作。

#### 六、長程規劃研擬綠色租稅制度及綠色能源外交計畫。

長程規劃研擬 - 綠色租稅制度，以環境經濟政策誘因推動再生能源利用與能源節約運動。以國內非政府組織參與再生能源發展國際事務及國際相關計劃，結合再生能源與外交政策，促成政策制定與執行者國際間實質的交流。以國內與國外非政府組織為主要窗口，尋求台灣參與國際整合型計劃（例如歐盟計劃）中 Pilot Projects 的可能性。

有關再生能源發展部份措施建議：

#### 太陽光電產業發展建議：

1 儘速規範完成太陽光電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循，政府設立系統認證機構與產品驗證測試實驗室，國內生產之設備製品不需再耗時耗費送國外認證，節省成本支出，增加產品市場競爭條件。 2 持續投入再生能源產業關鍵技術(如低成本高效率的太陽電池，及轉換系統 Inverter 等電力電子系統)之研發與進行前瞻性太陽電池生產技術研發，建立標準模組化產品及多樣性應用產品，如與建材結合或取代建材之模板等。 3 結合 IC 半導體產業，增加太陽電池研發與生產能量，與歐美日大廠合作技術引進，提昇系統技術能力，並回銷國外市場。 4 給予太陽光電池原料進口關稅優惠利基，降底整體生產成本，創造國內業者在國際市場競爭優勢。

#### 風力發電產業建議：

1 進行與國外風力機大廠技術合作談判工作，以吸引原廠至我國採購零配件、培植維修能力，進一步結合國際大廠合作產製 ( joint - manufacturer )，則有機會技術移轉本地產製，快速導入風力機零組件或系統產製。 2 進行投入研發風機關鍵性零組件技術 ( 技術門檻較高，且具未來發展潛力者，如：葉片之 FRP 材料、監控系統及電力轉換系統 gear less 型之交/直/交變流器 ) 之預先評估工作，以瞭解那項產業為優先輔導對象。 3 隨同風力電廠施建養成風力發電廠施建工程業及維運業。 4 規範風力發電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循。

「再生能源與其相關產業之發展策略研究」報告書  
目錄

摘要	ii
目錄	vii
第一章 研究大綱與方法	1-1
第一節 研究緣起與目的	1-1
第二節 研究內容與範圍	1-3
第三節 研究方法	1-4
第四節 章節架構	1-6
第二章 國外再生能源發展現況及趨勢	2-1
第一節 世界各國再生能源應用現況	2-1
第二節 全球再生能源產業發展趨勢	2-15
第三節 國外再生能源發展經驗之啟示	2-21
第三章 我國再生能源與相關產業發展現況	3-1
第一節 我國再生能源推動利用情形	3-1
第二節 國內再生能源產業發展現況	3-7
第三節 我國再生能源與其相關產業發展之成效	3-12
第四章 我國發展再生能源之環境及瓶頸	4-1
第一節 我國再生能源推廣利用之優、劣環境	4-1
第二節 國內再生能源產業發展之優、劣環境	4-2

### 第三節 國內再生能源與相關產業發展可能遭遇之瓶頸分析 4-7

第五章 我國發展再生能源發展之政策誘因及管理機制	5-1
第一節 目前再生能源利用發展之政策誘因	5-1
第二節 目前再生能源發展之管理機制及法令問題	5-7
第三節 政策誘因、管理機制及相關配套措施探討	5-17
第六章 我國再生能源與其相關產業之發展策略	6-1
第一節 再生能源發展及可帶動相關產業之前景	6-1
第二節 再生能源與其相關產業發展政策建議	6-10
第七章 結論與建議	7-1
第一節 結論	7-1
第二節 建議	7-4
參考文獻	8-1
附錄一、再生能源發展方案內容	A-1
附錄二、期中報告會議紀錄	A-13
附錄三、期末報告審查會議紀錄	A-18
附錄四、2002年10月2日再生能源發展座談會會議資料及部份會議紀錄	A-27



# 第一章 研究大綱與方法

## 第一節 研究緣起與目的

台灣自產化石能源稀少，而且未來受到聯合國氣候變化綱要公約 (United Nations Framework Convention on Climate Change, UNFCCC) 要求降低溫室氣體排放量的壓力已經漸漸浮上檯面，因此在考慮能源安全 (Energy Safety)、全球暖化 (溫室效應) 防制、與經濟持續發展的多重要求下，積極開發本土型再生能源 (renewable energy sources, RES) 與發展再生能源技術來替代傳統能源就顯得相當重要。

我國可供開發之再生能源潛能大，然而我國目前還是依賴傳統能源，加上電力市場自由化腳步相當緩慢，對於發展再生能源相當不利。過去我國除了經濟部能源委員會頒佈的『太陽能熱水系統推廣獎勵辦法』獎勵太陽能熱水系統，及在民國 89 年 3 月 22 日之『風力發電示範系統設置補助辦法』規定在四年內補助設置風力發電機組，以及今年 3 月 6 日新頒佈之『太陽光電發電示範系統設置補助辦法』規定在未來二年內獎勵設置太陽光電發電示範系統外，並沒有其他具體經濟工具或措施方案來積極引進再生能源發電，對於再生能源在我國大量開發利用的可行性未有進行過全面而深入的仔細研究。

在開發利用再生能源之時的考量重點主要是在產業效益、經濟成本和社會成本方面。必須先就國內外技術成熟度、商品化程度、國內外差異、本土化技術，以及本土產業發展特性等，明確定義發展階段。也就是說，再生能源引進台灣之後是否可以和傳統的能源方式競爭，是否能夠順利進行商業化，甚至在引進相關技術之後是否能順利發展成為一個具有競爭力的本土型重要產業。

我國「再生能源發展方案」已於本 (91) 年一月中經行政院核定，將可據以建立較高層級之跨部會協調機制，以凝聚各級政府機關與民間

力量作整合執行，有效排除推動障礙，營造有利發展環境，群策群力共同積極推動再生能源之開發與利用。依該方案內容，我國再生能源發展將依各類再生能源技術發展成熟度，分短、中、長三階段推動，短期(至2004年)投入設置成本171億元，其中發電系統約為146億元；中期(至2010年)累積投入設置成本667億元，其中發電系統約為456億元；長期預計至2020年，累計總投入設置成本將有新台幣2,667億元，其中發電系統累計設置成本約新台幣2,110億元，累計裝置容量約為三百六十萬瓩，累計發電量約為一百五十三億度。以上所述之設置成本除政府出資部分外，尚包含民間企業的投入，代表著國內市場需求，也代表再生能源產業將可能是國內新興產業之一，因此推廣再生能源也可能將具有帶動國內相關新產業發展的作用。

開發自產能源，同時創造國內再生能源產業，促進國內經濟發展，提供就業機會，將原本要付出的溫室氣體減量代價，轉化為一種「投資」，同時間接促成產業結構調整及相關能源產業的發展，是再生能源研究重點。

本研究案將針對太陽光電能、風能再生能源在台灣的推動利用與其相關產業之進行發展研究，探討前述再生能源在台灣是否可以順利進行商業化，是否可以和傳統能源競爭，甚至在引進再生能源相關技術或自行研究之後是否可以順利發展成為有競爭力的本土型產業等等挑戰，提出我國可行之再生能源與其相關產業發展策略及建議之行動計畫，是為本研究之目的。除主要研究目的外，也將嘗試探討再生能源利用及產業發展如何與現有科學園區、工業區或新市鎮都區相結合，在政府國家發展重點計畫中再生能源發展工作項目下，所欲建構規劃的陽光電城(Solar City)、風力農場(Wind Farm)概念，初步規劃再生能源園區雛型，以打造陽光電城、風力農場之願景。

## 第二節 研究內容與範圍

國家發展重點計畫再生能源發展重點在太陽能、風能及地熱，而本研究案也將針對太陽光電能與風能再生能源在台灣之推動利用，以及太陽光電與風力機相關產業在台灣之生根發展進行研究，瞭解國內外之太陽光電能與風能目前現況與相關產業發展情形，探討再生能源於國內發展所可能面臨之困境，太陽光電與風電在台灣是否能夠順利進行商業化，在與國外廠商技術合作引進太陽光電與風電相關生產技術，或自行研發重要零組件後是否能夠成為具有競爭力之重要產業，預期未來發展前景等，提出我國可行之再生能源與其相關產業發展策略及建議之行動計畫，以下為本研究之主要範圍與內容：

- 一、蒐集研究國外再生能源發展現況及趨勢；
- 二、瞭解國內太陽光電能與風能再生能源目前發展現況與相關產業發展情形；
- 三、探討太陽光電與風電在國內發展之優、劣環境以及可能遭遇之瓶頸；
- 四、預期太陽光電與風電可帶動國內之相關產業及其前景；
- 五、研提太陽光電、風力發電與其相關產業之發展策略

本研究工作除外，將嘗試探討再生能源利用及產業發展如何與現有科學園區、工業區或新市鎮都區相結合，在政府國家發展重點計畫中再生能源發展工作項目，所欲建構規劃之陽光電城(Solar City)、風力農場(Wind Farm)概念下，初步規劃再生能源園區雛型，以打造陽光電城、風力農場之願景。

## 第三節 研究方法

### 一、確立研究範圍與問題

### 二、文獻資料蒐集與回顧探討

瞭解國外再生能源發展現況及趨勢，如歐美、日本等發展領先之國家，包括風能、太陽光電等之現況及趨勢；以及再生能源相關新興產業之發展現況及趨勢，包括其發展模式、可帶動之相關產業及其未來發展之方向。

### 三、進行國內再生能源業者訪視談話

蒐集國內目前再生能源發展現況資料，實地瞭解體會國內再生能源相關產業業者發展情形與實際遭遇之困境與瓶頸。

### 四、進行資料整理與研讀分析

將分別就目前國內再生能源相關政策法規，如行政院核定之「再生能源發展方案」，將送立法院審議之「再生能源發展條例」，能源委員會的「風力發電示範系統設置補助辦法」與「太陽光電發電示範系統設置補助辦法」，及「促進產業升級條例」對新興重要策略性產業投資生產太陽光電、風力機等再生能源利用之綠色產品給予財稅獎勵等政策工具進行研讀瞭解；並針對各類再生能源用戶或產業已經完成之實績，各相關產業目前發展狀況，包括其投入、產出等及預計推動之計畫或投資情形等加以分析瞭解。

## 五、舉辦專家學者及再生能源業者座談會

邀請專家學者及再生能源業者，針對國內再生能源如太陽光電、風電等能源利用之優、劣環境以及產業發展可能遭遇之瓶頸，加以探討分析及評論，並對本研究案之發展方向及內容提供意見。

## 六、進行研究發展與分析

就國內外技術成熟度、商品化程度、國內外差異、本土化技術，以及本土產業發展等特性，瞭解再生能源引進台灣之後，是否能夠順利進行商業化及量產化，甚至在引進相關技術之後是否能順利發展成為一個具有競爭力的本土型重要產業。還有再生能源產品外銷國外市場的競爭力，以及 WTO 開放市場外國業者進銷台灣市場，對本地業者的關聯互動及衝擊，研究發展出最佳的再生能源產業發展策略工具及行動計畫雛型，進而找尋有效可行之再生能源與其相關產業發展方案。

## 七、提出可行之再生能源與其相關產業發展策略並完成研究報告書

根據前述各項研究過程之結果完成結論與建議，預期國內可帶動之相關產業及前景，並提出一套我國可行之再生能源與其相關產業之發展策略方案。

## 第四節 研究報告初步章節架構

### 第一章 緒論

- 1.1 緣起與目的
- 1.2 研究內容與範圍
- 1.3 研究方法
- 1.4 章節架構

### 第二章 國外再生能源發展現況及趨勢

- 2.1 世界各國再生能源應用現況
- 2.2 全球再生能源發展趨勢
- 2.3 國外再生能源發展經驗之啟示

### 第三章 我國再生能源與相關產業發展現況

- 3.1 國內再生能源相關文獻資料
- 3.1 我國再生能源推動利用情形
- 3.2 國內再生能源產業發展現況
- 3.3 我國再生能源利用與相關產業發展之成效與檢討

### 第四章 我國發展再生能源之環境及瓶頸

- 4.1 我國再生能源推廣利用之優、劣環境
- 4.2 國內再生能源產業發展之優、劣環境
- 4.3 國內再生能源利用與相關產業發展可能遭遇之瓶頸分析

## 第五章 我國發展再生能源發展之政策誘因及管理機制

- 5.1 目前再生能源利用發展之政策誘因
- 5.2 目前再生能源發展之管理機制及法令問題
- 5.3 政策誘因、管理機制及相關配套措施探討

## 第六章 我國再生能源與其相關產業之發展策略及行動計畫

- 6.1 國內再生能源發展及可帶動相關產業之前景
- 6.2 再生能源與其相關產業發展政策建議
- 6.3 推動再生能源及其相關產業發展行動計畫

## 第七章 結論與建議

- 7.1 結論
- 7.2 建議

## 第二章 國外再生能源發展現況及趨勢

### 第一節 世界各國再生能源應用現況

#### 一、各國風力發電應用現況

一九七 年二次能源危機後，歐美等國家體認能源多元化的重要性，開始致力於各種替代能源的研究與開發，加上環保意識的覺醒，於是乾淨又多元的再生能源再度受到重視，歐美等國遂積極投入現代風力發電機的研發，促使風力機性能與效益大幅提昇。由於風機技術成熟與量產應用使得成本迅速降低，現在風力發電已經是再生能源中最經濟、使用最多的技術之一，近年來全球風力發電裝置容量急遽增加，迄 2001 年底已近 25,000 百萬瓦(MW)，年發電量逾 520 億度，約可供應全球 1,400 萬戶家庭之用電。自 1995 年起全球風力發電容量已增加五倍，成長速度相當驚人。

至 2001 年底，全球已有 46 個國家應用風力發電，總裝置容量近 25,000 MW。前十名國家之裝置容量皆已超過 300MW，其中六名在歐洲地區。

表2-1全球風電總裝置量前10名國家（資料來源：BTM Consult Aps – World Market 2001）

國 家	總裝置容量(MW)	2001年新增容量(MW)
德國	8,753	2,640
美國	4,261	1,706
西班牙	3,335	933
丹麥	2,417	120
印度	1,507	287
義大利	697	308
英國	485	76
荷蘭	483	39
中國大陸	399	59
日本	300	150
全球	<b>24,927</b>	<b>6,824</b>



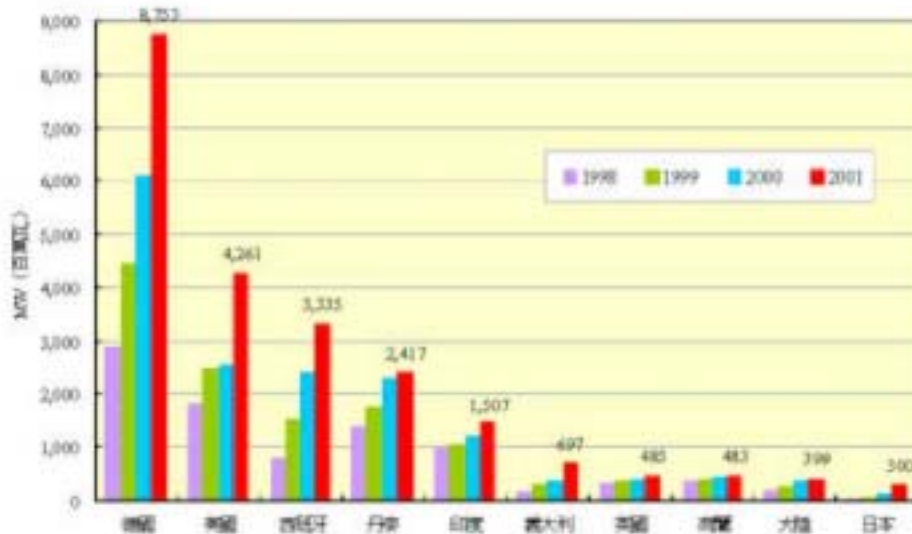


圖 2-1 全球風電總裝置量前 10 名國家成長比較 (1998~2001)

目前全球風力發電裝置總容量前五名國家依序為德國、美國、西班牙、丹麥及印度。自 80 年代初，美國與丹麥即已投入現代風力機的研發與應用，其中丹麥一直持續穩定地成長，而美國雖在起初 80 年代中期成長快速但於 90 年代初期卻陷入成長困境，直至最近三年來才有顯著的增加。德國在 90 年代初僅有少許的風力機應用，但在其優異的工業基礎與政策鼓勵下，10 年來其風力發電裝置容量呈驚人的指數成長，遠遠高於其他國家。西班牙則為近年來的後起之秀，2000 年裝置容量首度超越風力先驅丹麥成為歐洲第二名。以下為風力發電前五名國家推廣應用經驗的介紹：

### (一)德國

二十世紀的最後十年是德國風力發電快速發展的十年。1991 年德國通過「輸電法」(Electricity Feed Law)，確定每度電 16.61 分尼的收購價格，使風力發電展現驚人的發展，實現風力發電商業運轉的可能性。是全世界風力發電發電量的三分之一。2000 年四月開始執行的「再生能源

優先法」,更使得德國風力發電機組在短短一年之間增加約 1,500 座,提升了 1,800 百萬瓦(MW)的發電功率。由 1991 年的 56 百萬瓦(MW),到 2001 年的 8,753 百萬瓦(MW)供電能力,是全世界風力發電發電量的三分之一強,風力發電設置在十年之間不只百倍的成長,使得德國的風力發電能量超過美國、西班牙與丹麥成為世界第一位。在這發展的十年間,更創造了超過 33,000 個就業機會。

如果這些以「百萬瓦」(MW)計的專業術語無法讓人具體想像風力發電的「威力」,那麼換個方式:一座風力發電機組平均每年可以生產 350 萬度電力,足以供應德國 1000 戶四口之家的用電。未來,德國的陸上風力發電將增至 25,000 座機組,足以供應所有家庭用電所需。

2001 年 7 月 27 日,緊接著「聯合國氣候變化綱要公約」締約國於德國波昂所舉行的第六次大會,德國政府宣示以風力發電抑制氣候溫暖化的決心:2030 年,德國陸上風力發電將具有 17,000(MW) 供電能力的規模,近海風力發電園區將達到 20,000 至 25,000(MW) 的發展高峰。預計在 2004 年,北海沿海國家藉由風力發電,每年將降低高達 21.3 百萬公噸的二氧化碳排放總量。除此之外,德國藉由風力發電的發展,預計將可增加十萬個新的就業工作機會。

2007 年,德國第一座近海風力發電園區將矗立在 Borkum 的海域。在二百立方公里面積的海裡,將設置近二百座風力發電機組。這些與科隆大教堂比高,機翼葉片與足球場比長的近海風力發電機組,將提供與核能電廠相當的裝置容量。從此,風力發電走出小型分散式的發電形態,而走向高科技的應用。

德國風力發電居全球首位,2001 年底共有 11,500 部風力機總裝置容量達 8,753MW,約占全球風力市場的 35%。德國風能協會(German Wind Energy Association)即指出,風能從 1991-2000 年發展 10 年後年發電量已達 110 億度,還高於 70 年代核能發展 10 年後的 65 億度,在該國的電

業歷史上從未有成長如此快速之電力技術。

德國並非歐洲風能資源最佳的國家，其風力市場之所以能如此蓬勃發展，需歸功於德國人民對環境品質的要求，以及該國政府對風力發電產業的重視。德國先前鼓勵再生能源利用最重要的工具為 1991 年開始實施的「輸電法」(Electricity Feed Law)，規定公用電業有向再生能源發電者購買電力的義務，其中風力發電收購電價為平均售電價格的 90%(最初五年約新台幣 2.67 元/度，後降為 1.82 元/度)，較傳統能源收購電價為高。此法案為德國的再生能源發電市場與產業提供了極佳的發展空間，使該國在 1990 年至 1999 年間風力發電裝置容量年平均成長率達 54%，成為全球最大的風力市場，而該國最大風力機廠商 Enercon 則站上全球第三大風力機製造廠。

另外，德國自 1989 年起實施「100 MW 風能計畫」(100 MW Wind Program)，並自 1991 年起提高為 250MW，由政府提供最高 25%的設備補助，而風力發電系統饋入電網的電力可另外獲得補助；惟因德國之風力發電裝置容量已遠高於 250MW，此補助計畫於 1996 年終止。

儘管德國風力發電容量仍快速成長，但因其北部地區風力裝置量較高造成電價不均，電業自由化後電價降低亦影響投資風力發電者利潤，德國政府遂於 2000 年 4 月 1 日通過「再生能源法」(Act on Granting Priority to Renewable Energy Sources)，提供固定電價以確保風力發電等再生能源之長遠發展。

德國已訂定於 2025 年風力發電至少達到全國總用電量 2 % 占比的目標，由於目前該國陸上風力資源較佳場址之開發已漸趨飽和，未來將朝離岸式風力發電應用發展，規劃將設置離岸式風力發電容量達 20,000~25,000 MW。

## (二)丹麥

丹麥為全球風能開發的先驅，至 2001 年底總裝置容量達 2,417 MW，

目前所產生電力約占全國總用電量的 18%，為全世界風力發電占比最高的國家。

丹麥風力發電能夠如此穩定發展與進步，最重要的因素是丹麥政府長期而一致的能源政策。在二次能源危機中(1972-1979)，丹麥即積極地實施能源政策，以確保國內能源的穩定供應。80 年代中期後環境議題逐漸受到重視，為減少溫室氣體排放及能源永續發展，積極鼓勵再生能源使用。

自 1979 年起，丹麥政府即實施一系列成功的措施以鼓勵風能應用，初期提供 30% 的設備補助，後因風機技術逐漸成熟降低補助比例而於 1989 年終止。在收購電價方面，1985 至 1992 年丹麥政府要求電業以平均售電價格之 85% 保證收購再生能源設備發電量，自 1993 年起改行實施固定電價優惠收購風力發電。由於收購價格高於發電成本，頗具經濟誘因，因此該國風力市場迅速成長。丹麥政府於 1996 年 4 月頒佈重要的「能源 21 章程」(Energy 21)，訂定二氧化碳減量及增加再生能源占比之目標與措施。其中重要的一項風能應用，目標為 2005 年達 1,500MW 裝置容量(此目標於 1999 年即已達成)，2030 年達 5,000MW 占總用電量的 50%。

值得一提的是丹麥政府亦積極鼓勵私人(private sector，非電業)投資風力發電，提供比電業更高之電價補貼及稅賦抵減等措施，目前丹麥約有 80% 風力機約 10 萬台為私人(多數為合作社及農民)所擁有。

在風力發電產業方面，由於丹麥政府適時投入風力機研發，使該國風機廠商於 1980 年代美國加州風能潮時即搶得先機奠定發展基礎;再加上政府長期支助持續研發，不斷提升風力機性能與可用率，造就了丹麥成功的風力工業。近年來積極開拓國外市場，2001 年丹麥風機之銷售額高達 30 億歐元，約占全球市場的 50%，總生產容量達 3,000MW，較 1994 年成長了將近 10 倍。

丹麥也是全球離岸式風力發電應用最先進的國家，於 90 年代初即開

始進行離岸式風電的研究,2001年3月更於哥本哈根外海完成首座商業化 40 MW Middelgrunden 離岸式風力發電場(20部 2 MW 風力機組)。目前並另有二座各逾十萬千瓦以上之大型離岸式風力計畫施工建造中,其中 Horns Rev 160 MW 離岸式風力發電場預計於 2002 年 10 月完工商轉;而另一 Rodsand 150 MW 離岸式風力發電場亦將於 2003 年加入運轉行列。為達成 2030 年風力發電占總用電量 50% 的目標,丹麥規劃增設風力發電總裝置容量達 5,500MW,而其中 4,000 MW 將來自離岸式應用。

### (三)西班牙

2001 年西班牙之風力發電裝置容量達 3,335 MW,居全球第三位,在歐洲僅次於德國。近五年來該國風力發電市場急遽成長,自 1997 年至 2001 年足足成長了將近 8 倍。西班牙的風能應用能夠如此快速與成功,其主要的因素包括良好的地理環境、政策的鼓勵及本土化的風力工業。

西班牙為位於大西洋與地中海間的半島,風力資源豐富,許多廣大開闊且人煙稀少地區提供了極佳的風能發展地理環境。在相關推動政策方面,西班牙政府為鼓勵風能的應用,於 1997 年通過重要的「電業法」(Electricity Sector Act),明定輸配電業對再生能源發電之併聯義務,並訂定再生能源於 2010 年占全國電力總供給 12%的目標。為進一步加速風能的應用,該國政府於 1998 年制頒「皇家法令」(Royal Decree);訂定風力發電等再生能源之固定優惠收購費率。另一項重要的措施為 1999 年依電業法實施 12 年期之「再生能源推廣計畫」(Renewable Energy Promotion Plan, 1999~2010),訂定相關辦法與獎勵措施以達成 2010 年再生能源 12% 占比的目標,其中風力發電規劃於 2006 年達 9,000MW 之裝置容量。

西班牙政府不僅在政策上營造風力應用環境,並且大力支持風力機的研發;同時廣大的風力市場吸引了許多風機製造商至該國投資設廠,引進先進的風機技術,順利建立本土的風力機工業。由於本土風力機技術成

熟可靠且大量生產，使得成本急速下降，西班牙國內每千瓦之安裝成本由 1997 年的 1,500 歐元降至 2000 年的 840 歐元，幾乎減少了一半，2000 年西班牙風力市場 94% 來自於其本土自產的風力機。在一些地區風力產業不僅提供了許多就業的機會，同時也振興當地的經濟，因此風能廣受歡迎而蓬勃發展。

#### (四)美國

美國是大規模風力發電應用的起源地，2001 年底總裝置容量為 4,261 MW。目前共有 26 個州利用風力發電，主要分佈於加州及德州，其中加州大部分為 80 年代初期所設置，德州則是近年發展最快速的地區。

在 1970 年代能源危機後，美國政府即投入鉅額的經費進行大型風力機的研發。1978 年美國聯邦政府頒佈「公共事業管理政策法案」(Public Utilities Regulatory Policies Act)，規定電業對再生能源的併聯與收購義務，同時實施再生能源發電稅賦抵減措施(Production Tax Credit)，再加上加州政府的獎勵措施，投資風力發電可獲得聯邦 25% 及加州 25% 的稅率優惠，促使加州風力發電應用蓬勃發展(California Wind Rush)。

然而 1985 年底稅賦抵減措施結束，再加上化石能源的價格大幅下降，導致風力發電成長緩慢。1992 年美國政府頒佈「能源政策法案」(Energy Policy Act)並通過新的稅賦抵減措施，風力發電似乎又有成長的動力；但由於該法案造成大規模的電業重整，且 80 年代設置的風機技術並未成熟，運轉效益不佳，許多技術上與財務上體質不良的風機製造商與開發業者紛紛倒閉或關閉電廠，致裝置容量並未如預期的成長反而下降，風機製造商亦僅剩 Enron 一家較具規模(該公司於今年初被奇異公司收購，更名為 GE Wind Power)。

直至近期美國之風能市場才又有顯著的成長，主要來自於德州裝貴容量的激增。德州於 1999 年通過「再生能源配比義務」(Renewable Portfolio Standard)，即電業必須生產或購買一定容量之再生能源電力，該法案促

使德州風力市場快速成長，2001 年共增設了 915MW 裝置容量。

稅賦抵減為美國目前唯一全國性之風能推動獎勵措施，但於 2001 年底到期前並未能即時將其展延，後來雖於隔(2002)年 3 月通過延長兩年至 2003 年底，惟此政策之不確定性亦嚴重減低投資者的意願。由於德州推動風能成功的經驗，目前美國國會已初步通過聯邦層級的再生能源配比義務，但遺憾的是布希政府並不表支持的態度，未來美國風能應用是否能夠持續而穩定的發展仍有待觀察。

## (五)印度

印度為目前亞洲風力發電裝置容量最高的國家，亦為開發中國家的首位，2001 年底總裝置容量達 1,507 MW。

不同於歐美風能先進國家，電力需求是印度政府推動風能應用最主要的動力。此外印度幅員廣闊電力並不普及，若採傳統集中式電廠供電需要龐大的輸配電費用，因此該國積極推動利用風力機組分散設置以供應偏遠地區用電正符合他們得電力需求形態。

為滿足該國不斷成長的電力需求，並促進能源的多元化，印度政府於 1982 年成立非傳統能源局(Department of Non-Conventional Energy Source)，後於 1992 年升格為非傳統能源部(Ministry of Non-Conventional Energy Source)，致力推動該國再生能源的利用。印度的風力資源非常地豐富，尤其是沿海地區，估計風能潛力可達 45,000 MW。為加速該國之風能利用，自 1993 年起非傳統能源部開始實施「第八期五年計畫」(Eighth Five-Year Plan)，訂定增設 600 MW 風力發電容量目標，並進行全球最大規模的風能評估計畫，再加上相關獎勵措施，1995 與 1996 兩年即已增設超過原定目標容量，至 1997 年底計畫結束共增設達 900 MW。

印度政府積極推動風能應用，提供設備補助、稅賦減免、關稅優惠、加速折舊與低利貸款等獎勵措施，雖然已達到一定的裝置容量，但仍有

一些障礙限制了風能的發展。首先由於缺乏長期而穩定的政策，造成風能應用的暴起暴落，短期之優惠獎勵措施雖然帶動設置的風潮，但業者間之惡性競爭亦造成風機品質低落與發電效益不佳，致使風力市場無法持續發展。此外，中央與地方政府並無一致之風能推廣政策，部分地方政府甚至並不支持風力發電，導致印度全國之風能應用只集中在少數地區。

表2-2 2001年全球前十大風力機製造商

風機製造商(國家)	銷售量(MW)	市場佔有率(%)
Vestas (丹麥)	1,648	24.1
Enercon (德國)	1,036	15.2
NEG Micon (丹麥)	874	12.8
Enron (美國)	865	12.7
Gamesa (西班牙)	648	9.5
Bonus (丹麥)	593	8.7
Nordex (德國)	461	6.7
Made (西班牙)	191	2.8
Mitsubishi (日本)	178	2.6
Repower (德國)	133	1.9

(資料來源：BTM Consult Aps – World Market 2001)

## 二、各國太陽光電應用現況

自1990年以來歐、美、日等國已視發展太陽光能發電系統為替代部份石化、核能能源的重要政策，並陸續推動補助獎勵措施，鼓勵民間設置太陽光發電系統，如1998年美國柯林頓總統宣佈推動百萬戶太陽能屋之計畫；德國自1990年9月開始實施千屋計畫(1000 Roofs)，每戶1.5KW，政府補助70%，至1995年設置2,250戶，發電量達5.6MW，1996年設置6MW，累計總發電量達20MW。繼千屋計畫之後，德國又



於 1999 年推出十萬戶計畫，六年內補助 300MW 設置量，第一年 3,843 戶設置太陽光發電系統共 10.1MW，收購之電價為 0.91DM/KWh(\$0.51USD)，收購 20 年，且零利率優惠貸款。而亞洲之日本於 1992 年即推動公共設施用太陽光發電系統之補助，1994 年推動住宅用太陽光發電系統之補助獎勵措施，由於頗受到民間之配合，估計 2000 年將達成當年度 15,000 戶之設置戶。1998 年日本政府亦開始推動 10KW 以上大容量產業用太陽光發電系統之補助，獎勵辦公大樓及廠商申請設置。

其他歐洲各國(如瑞士、荷蘭、挪威、...等)以及澳洲皆有政府推行每年數千戶 PV Homes 安裝計畫。其他如義大利的近期目標則是 3MWp，五年內 20MW。匈牙利 1997 年 2.5MWp，預計 1999 年 5MWp，2001 年 10MWp。1997 年奧地利政府補助太陽電池發電裝設量便達 550kW，比 1997 年(400kWp)成長 37.5%。

表2-3 歷年太陽光電池主要生產國家之市場銷售量

國家	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001
美國	25.64	38.85	38.85	53.0	53.7	60.8	74.79	100.3
日本	16.50	16.40	21.20	35.0	49.2	80.0	128.6	171.22
歐洲	21.70	20.10	18.80	29.3	33.5	40.0	60.66	86.38
其他	5.60	6.35	9.75	9.4	18.7	20.5	23.42	32.6
Total	69.44	77.6	88.6	125.8	154.9	201.3	287.65	390.5

以下為各主要國家太陽光電利用現況：

### (一)日本

日本的七萬戶太陽光發電計畫：日本自 1992 年開始，分成公共設施利用、住宅利用及產業利用三個領域來推廣使用太陽光電，至 2000 年為止總共已累計設置二萬戶太陽光發電系統裝置，總發電量逾 60 MW。日本到 2002 年底的目標就是要達到七萬戶(平均每戶裝置容量：公共設施利用 28.8 kW/戶、住宅利用 3.7 kW/戶、產業利用 22.2 kW/戶)。

日本自 1994 年實施補助獎勵辦法，每戶 3KW，政府補助 49%(目前降為 30%)，1995 年申請 5423 件，核准 1023 件，1996 年申請 8000 件，核准 2600 件總裝設容量 8MW，1997 年設置 9400 戶，總裝設容量達 32MW，1998 年將設置 14,000 戶，並宣佈將 2010 年太陽電池發電的裝置量，由原定的 4,600 MW 提高至 5,000 MW。

日本太陽光電利用獎勵補助政策為：1992 年補助公共設施、防災用系統設置費 70~80 %。1994 年至 1999 年補助住宅用系統設置費 1/2~1/3 1998 年補助產業用系統設置費 1/2。2001 年起補助系統設置費住宅用系統 32.9~37.6 % 約 12 萬日圓、防災用補助 2/3、公共設施用補助 50 %、產業用補助 50 %，並提供低利融資貸款，減免國稅 5 % 及地方稅 7 %；電價補貼採單一保證價格 25 日圓/KW 收購，購電售電可相互扣抵。

日本於 2000 年經費投入研發 9,520 百萬日圓，投入推廣與補助為 36,740 百萬日圓。

## (二)德國

德國十萬屋太陽光發電計畫：德國自 1990 年開始千屋計畫 (1000 Roofs)，每戶 1 5KW，政府補助 70%，至 1995 年設置 2,250 戶，裝設容量達 5.6 MW，1996 年設置 6 MW，累計總裝設容量達 20 MW。緊接著於 1999 年進行為期六年 (1999~2004 年) 的十萬戶太陽光發電計畫 (300 MW)，1999 年已達設置 6,000 戶屋。

德國太陽光電獎勵補助政策：1990 年補助系統設置費 70 %。1997

年後補助系統設置費 DM6000/ KW，十年 4.75 % 低利貸款，及每年 10 % 折舊抵稅。1999 年至 2004 年十萬戶計畫：設置目標量 300MW，補助預算 11 億馬克；補助系統設置費 40~50 %，或十年無息貸款，頭二年免還款；電價補貼採單一保證價格以 DM0.33/KWh 收購。於 2000 年經費投入研發 2.3 億馬克，投入推廣與補助為 11 億馬克。

德國政府促進太陽光電使用的原因，不僅著眼於太陽光電所生產的綠色電力，還有一個相當重要的因素，即在於促進太陽光電產業，即太陽光電池與模組封裝的研發。以綠色工業進軍國際能源市場。尤其在太陽光電的領域，島型的發電裝置，因為不連結電網，非常適用於基礎建設薄弱，像非洲與亞洲部分貧窮地區的使用。

### (三)美國

美國百萬戶太陽光發電計畫：美國計畫自 1999 年至 2010 年設置一百萬戶，分別是 2000 年 80 MW，2010 年預計將達到 3000 MW。

美國提出“Million Roofs Solar Power”之方案，美國 DOE (Department of Energy) 研擬在 2010 年以前完成一百萬戶 solar energy system。美國政府為了推動國內的 PV 產業，希望能繼續維持領導地位，自 1990 年開始推動 PVMaT 計畫，計畫重點有：(1) 加速降低 PV module 成本；(2) 提高 PV 產品品質；(3) 協助廠商改進製程；(4) 使美國的 PV 製造商有持續 Scale up 的基礎。整個計畫目前已經進到 5A phase，為期三年，補助經費 60-100 million 美元，比起 Phase 4A 的 30 million 至少多了一倍。

美國初期的太陽光電獎勵補助政策，透過 DOE 計畫直接補助社區、學校設置費。補助電力業開發 PV 系統併聯網整合技術，補助廠商生產製造技術與材料技術研發，補助政府學校建立與建物一體型的 PV 系統。

2001 年之後美國的獎勵補助政策，透過 DOE 能源部計畫直接補助

系統設置費。DOE 能源部提供 15 % 減稅補助。美國加州首府市政社區公共委員會 (SMUD) 預計 1998~2002 設置 10 MW, 補助系統設備費 45 % , 提供 USD3000~8000 十年貸款, 補助經費 2600 萬美元。加州補助電池模板費 USD3/W。北卡州從 2000 年 1 月起提供 35 % 減稅措施, 州內住宅用 PV 最高減稅額\$10500, 商用、工業用 PV 最高減稅額 \$250000; 並獎勵設立 PV 生產製造廠, 提供廠房、設備每年 25 % 租稅減免, 連續五年, 不設上限。

#### (四)荷蘭

荷蘭政府於 1997 年四月公佈再生能源行動計劃, 其中太陽電池發電的總潛能估計 110,000 MW, 足以供應全國電力需求。荷蘭太陽電池發電之發展目標如表 3.1.2 所示, 2020 年總裝設容量為 1,450 MW。為達成此目標, 荷蘭政府邀集發電業與營建業共同合作開發, 自 1997 年起太陽電池發展預算由原來的一千兩百三十萬荷蘭元(HFL), 增加到每年三千三百萬荷蘭元(1 HFL=新台幣 16 元), 主要發展策略如下:

1. 在 2000 年之前, 提升價格與性能比值 30%。
2. 扶植一堅強的太陽電池產業。
3. 建立獨立發電系統市場。
4. 加強太陽電池發電系統的建築物應用。
5. 宣導民眾支持太陽電池發電應用。

荷蘭國情與我國較接近(地狹人稠、工業發達), 但太陽能資源不及我國。荷蘭對太陽電池的發展策略與目標, 值得我國參考。

#### (五)瑞士

1992-1996 全額補助 170 所公立學校, 總設置量 800KW。

1997 補助 1~100KW 系統設置費 CHF3000/KW (約 USD2000/KW), 補助系統設置費 25 %。

## (六)印度

1997 補助系統 ( 太陽燈、家庭用系統、街燈系統、小型電廠 ) 設置費 50 % 。補助系統 ( 太陽燈、家庭用系統、街燈系統、小型電廠 ) 設置費 50 % 。農業灌溉系統 , 中央補助 83.3 % 、地方補助 15 % 。

表2-4 1999~2001年世界前十大生產太陽電池公司及其產量

公 司	1999 年	排序	2000 年	排序	2001 年	排序
SHARP	30.0	3	50.4	1	75.02	1
BP SOLAR	32.5	1	41.9	3	54.2	2
KYOCERA	30.3	2	42	2	54.0	3
SIEMENS SOLAR	22.2	4	28.0	4	39.0	4
ASTROPOWER	12.0	6	18.0	5	26.0	5
RWE(ASE)	10.0	?	14.0	7	23.0	6
SANYO	13.0	5	17.0	6	19.0	7
ISOPHOTON		7			18.02	8
MITSUBISHI			12.0	9	14.0	9
PHOTOWATT	10.0	7	14.0	7	14.0	10
TOTAL	160.0		235.3		336.24	
WORLD TORAL	201.3		287.65		390.5	

## 第二節 全球再生能源發展趨勢

表 2.1 為預估世界各國 2010 至 2020 年再生能源利用值及所占比例，從表可看出全球在 2010 及 2020 年再生能源利用都將達到 8% 的占比。

表 2-5 世界各國再生能源利用與展望 (2000-2020) (Quadrillion Btu)

地區	2010		2020	
	總能源利用	再生能源利用 (占比)	總能源利用	再生能源利用 (占比)
工業國合計	238.7	20 ( 8.4% )	259.9	24.5 ( 9.4% )
北美:含美國,加拿大,墨西哥	135.0	13.5 ( 10% )	148.5	15 ( 10.1% )
英國,法國,德國,義大利,荷蘭,其他西歐	72.6	5.4(7.4%)	78.4	7.6 ( 9.7% )
亞洲工業國:含日本,澳洲	31.1	1.1(3.5%)	33.1	1.9(5.7%)
前蘇聯及東歐合計	63.0	3.4 ( 5.4% )	75.7	4.9 ( 6.5% )
前蘇聯	47.3	2.4(5%)	57.3	2.9(5%)
東歐	15.6	1.0(6.4%)	18.3	2.0(10.9%)
開發中國家合計	198.5	15.6 ( 7.9% )	272.1	25.5 ( 9.4% )
亞洲開發中國家:中國,印度,南韓及其他亞洲	126.4		172.6	17.5
中東開發中國家	26.2	1.1	34.3	1.5
非洲開發中國家	15.8	0.9	20.6	1.1
中南美開發中國家	30.1		44.7	5.4
全世界合計	500.2	39(7.8%)	607.7	50(8.2%)

資料來源:EIA Outlook 2000

## 一、各國風力發電未來發展趨勢

### 風力發電產業技術發展

經過歐美等國長期的研發，現代風力發電技術和 10.20 年前相比已大幅提昇。隨著技術及材料的進步，風力機的單機容量、性能及可靠度也不斷地提昇。

目前商業化風力機可用率(availability, 即風力機實際運轉時間與應可運轉時間的比值)一般可達 97% 以上, 較 1980 年代的 60% 已提高甚多。同時單機容量亦不斷加大, 百萬瓦級機組已大量上市, 目前 3.5 MW 之機組亦已推出, 而 4~5 MW 之機組正積極研發中, 不久即可問世。由於風機技術成熟與量產應用使得成本迅速降低, 目前每瓩(kW)裝置成本可達 1,000 美元以下; 而發電成本也由 1980 年的每度電 40 美分降至目前的 5 美分左右, 已可與傳統發電競爭, 現在風力發電已是再生能源中最經濟、使用最多的技術之一。

表2-6 風力發電技術效益演進比較

年代	1980	2000	2005 (預測)
單機容量	< 100 瓩	600 ~ 1,000 瓩	1,000 ~ 5,000 瓩
可用率	60 %	97 ~ 99 %	98 ~ 99 %
產能	500 度電/公尺 <sup>2</sup> /年	1,100 度電/公尺 <sup>2</sup> /年	1,250 度電/公尺 <sup>2</sup> /年
安裝成本	4,000 美元/瓩	1,000 美元/瓩	< 900 美元/瓩
發電成本	40 美分/度電	5 ~ 6 美分/度電	3 ~ 4 美分/度電

表2-7 2001年排名全球前十大風電市場國家(以新增容量排名)

國 家	新增容量(MW)	總裝置容量(MW)
德 國	2,640	8,753
美 國	1,706	4,261
西班牙	933	3,335

印度	287	1,507
義大利	308	697
日本	150	300
丹麥	120	2,417
希臘	83	272
英國	76	485
中國	59	399
<b>全球</b>	<b>6,824</b>	<b>24,927</b>

### (一)德國

德國已訂定於 2025 年風力發電至少達到全國總用電量 2% 占比的目標，然而由於目前該國陸上風力資源較佳場址之開發已漸趨飽和，未來將朝離岸式風力發電應用發展，規劃將設置離岸式風力發電容量達 20,000~25,000 MW。

預計 2007 年，德國第一座近海風力發電園區將矗立在 Borkum 的海域。在 200 立方公里容積的海水裡，將設置近 200 座風力發電機組。這些與科隆大教堂比高，機翼葉片與足球場比長的近海風力發電機組，將提供與核能電廠相當的裝置容量。風力發電走出小型分散式的發電形態，邁向高科技應用管理的集中式風力場。

### (二)丹麥

丹麥政府於 1996 年 4 月頒佈重要的「能源 21 章程」(Energy 21)，訂定二氧化碳減量及增加再生能源占比之目標與措施。風能應用為其中重要的一項，目標為 2005 年達 1,500 MW 裝置容量(此目標於 1999 年即已達成);2030 年達 5,000 MW 並占總用電量的 50%。

丹麥目前有二座各逾十萬千瓦以上之大型離岸式風力計畫施工建造中，其中 Horns Rev 160 MW 離岸式風力發電場預計於 2002 年 10 月完工商轉;而另一 Rødsand 150 MW 離岸式風力發電場亦將於 2003 年加入運轉行列。為達成 2030 年風力發電占總用電量 50% 的目標，丹麥規劃



增設風力發電總裝置容量達 5,500MW，而其中 4,000 MW 將來自離岸式應用。

### (三)西班牙

西班牙的「電業法」(Electricity Sector Act)，明定再生能源於 2010 年占全國電力總供給 12% 的目標。另一項重要的措施為依電業法實施 12 年期之「再生能源推廣計畫」(Renewable Energy Promotion Plan，1999~2010)，訂定相關辦法與獎勵措施以達成 2010 年再生能源 12% 占比的目標，其中風力發電規劃於 2006 年達 9,000MW 之裝置容量。

綜觀全球風力發電先進國家的推廣經驗，可以發現長期而穩定的能源政策及訂定國家目標與發展策略，並搭配合理的補助與獎勵措施提供誘因，為風能推廣是否能夠成功最重要的因素。過去美國與印度風力市場暴起暴落的經驗，可作為我國目前積極推廣風能應用的借鏡。

表2-8 1996~2001全球風力發電容量成長統計（資料來源：BTMConsult ApS）

年份	增設容量MW	成長率%	累計容量MW	成長率%
1996	1,292		6,070	
1997	1,566	21%	7,636	26%
1998	2,597	66%	10,153	33%
1999	3,922 (3,120)	51%	13,932(13,273)	37%
2000	4,495 (3,744)	15%	18,449(17,017)	32%
2001	6,824 (4,493)	52%	24,927(21,510)	35%
<b>平均成長率</b>	<b>五年</b>	<b>40%</b>		<b>33%</b>

\* ( ) 中之數值為當初“Wind Force 10”之預估值

表2-9 2020年全球風力發電達12%占比評估表

成長率	年份	累計容量 MW	每年增設 容量MW	平均風機 大小MW	累計風機 數量	容量因子	年發電量 TWh
	2001	24,900	6,800	1.0	56,000	25%	54.5
25%	2002	33,400	8,500	1.0	64,500	25%	73.1
25%	2003	44,025	10,625	1.2	75,125	25%	96.4
25%	2004	57,306	13,281	1.2	86,193	25%	125.5
25%	2005	73,908	16,602	1.4	100,027	25%	161.9
20%從 2008起	2010	233,905	44,824	1.5	219,917	25%	512.3
15%從 2013起	2015	610,001	98,168	1.5	473,209	28%	1,496.2
<b>10% 從 2016起</b>	<b>2020</b>	<b>1,261,157</b>	<b>150,000</b>	<b>1.5</b>	<b>907,313</b>	<b>28%</b>	<b>3,093.4</b>
0%從 2021起	2030	2,571,277	150,000	1.5	1,906,032	28%	6,306.8
	2040	3,044,025	150,000	2.0	2,654,066	30%	7,999.7

(資料來源：BTM Consult ApS “Wind Force 12”)

## 二、各國太陽光電未來發展趨勢

### 太陽光電未來市場預估

依目前各主要推動國家之規劃，未來五年 PV 之年成長率將超過 20%，預計至 2005 年，年產值可達 810MW。日本更預估其太陽電池市場 2005 年為 2000 年之 2.31 倍，達年間 2,161 億日圓，成長規模相當於一座可以發電達 42 萬 KW 輸出之火力發電廠。

表2-10 太陽光電電池未來市場預估 (Source ; Strategic Unlimited, April,2000)

年代	2000	2001	2002	2003	2004	2005
安裝量(MW)	250	300	400	500	650	810
併聯量 (MW)	127	166	229	295	380	491

### 德國

德國政府促進太陽光電使用的原因，不僅著眼於太陽光電所生產的綠色電力，還有一個相當重要的因素，即在於促進太陽光電產業，即太

陽光電池與模組封裝的研發。以綠色工業進軍國際能源市場。尤其在太陽光電的領域，島型的發電裝置，因為不連結電網，非常適用於基礎建設薄弱，像非洲與亞洲部分貧窮地區。在這層意義上，「世界光計劃」－德國 Ludwig Bolkow Stiftung 基金會所資助的區域性小型光電產業，希望以太陽光電的技術，將「光」帶到世界所有角落，賦予太陽光電「扶弱濟貧」的社會責任。

在德國促進太陽光電的使用與相關產業的發展，最主要的機制在於「打開國內市場」。因此，在 1998 年紅綠聯合執政之後，由聯邦環境部推出的太陽光電「十萬戶屋頂」計劃，以國內的需求確保產業界投資的獲利，已經成功地帶動德國太陽光電的投資。

以太陽光電為例，透過「再生能源法規」的配套措施－聯邦環境部提出的「十萬個太陽光電屋頂計劃」，在兩年之間，不僅太陽光電成為市場經濟的寵兒，也成功地帶起太陽光電晶片、模組與系統安裝的技術及外銷市場。35 萬千瓦太陽光電屋頂的裝設計劃，預計在 2003 年便可以達成目標。今年六月五日，德國紅綠聯合政府進一步決定，將這 35 萬千瓦的太陽光電裝置容量提高到 100 萬千瓦，以「更確保太陽光電相關產業的發展」。因此，太陽光電的魅力，不再侷限於環保需求與氣候變遷的意義，而是投資未來產業、發展新能源技術與保障就業機會。目前，太陽光電的晶片市場以每年 40% 的速度成長，單單過去一年（2001），世界市場就供給了 400 萬千瓦的太陽光電晶片。

### 第三節 國外再生能源發展經驗之啟示

#### 一、德國推動發展再生能源經驗

二 二年 2 月 25 日是德國電力發展史的里程碑，聯邦議會以 328 票對 217 票通過「再生能源法」。根據再生能源法規定，地方電力公司必須以每度 12.1 到 99 分尼（1 分尼為 0.01 塊馬克，約合新台幣 0.15 元）的價格，將由「綠色」方式所生產的電力買回。這不僅保證了投資在太陽能、風力、水力、地熱、生質能等發電方式的獲利與回收，也使得德國再生能源技術在世界市場上佔有領先的地位。

在今天電力需求與溫室效應，魚與熊掌都想兼顧的脈絡下，再生能源是唯一可行的方式。一項德國政府委託「以再生能源減緩全球氣候溫暖化」的報告指出：在 2020 年前，再生能源的使用將以二位數字的速度成長。2050 年，能源供應方式將全面改變：核能將從電力供給源中除名，再生能源將供應德國百分之五十以上的電力。

相對於全球對再生能源的投資與市場化的競爭，德國在能源結構改變所展現的魄力並不是一個特例。在阿根廷與印尼，太陽能發電是國家型的計畫。跨國企業，如蜆殼石油集團，則積極地在玻利維亞、南非與中國進行投資。丹麥政府援助印度與尼泊爾擴展電力使用的基礎建設。法國政府與電力公司放眼西非、南美與印尼的市場。在這個全球電力市場上，環顧四面，個個是有國家政策撐腰的強大競爭對手。單以再生能源在最近幾年的發展成績及官方研究報告，其實還不足以道盡再生能源所蘊含的無限商機。

#### 1. 走向離岸的風力發電

二十世紀的最後十年是德國風力發電快速發展的十年。1991 年德國通過「輸電法」，確定每度電 16.61 分尼的收購價格，使風力發電展現驚人

的發展，實現風力發電商業運轉的可能性。1999 年底，德國風力發電以 7,879 座風力發電機組，具有 4,443 百萬瓦的供電能力，生產 85 億度電力，是全世界風力發電發電量的三分之一。2000 年四月開始執行的再生能源法規，更使得德國風力發電機組在短短一年之間增加了 1,500 座，提升了 1,700 百萬瓦的發電功率。由 1991 年的 56 百萬瓦，到 2001 年的 6,919 百萬瓦供電能力，風力發電的設置在十年之間不只百倍的成長，使得德國的風力發電能力超過美國、西班牙與丹麥，成為世界第一位。在這發展的十年間，更創造了超過 33,000 個就業機會。

如果這些以「百萬瓦」計的專業術語無法讓人具體想像風力發電的「威力」，那麼換個方式：一座風力發電機組平均每年可以生產 350 萬度電力，足以供應德國 1000 戶四口之家的用電。未來，德國的陸上風力發電將增至 25,000 座機組，足以供應所有家庭用電所需。

2001 年 7 月 27 日，緊接著「聯合國氣候變化綱要公約」締約國於德國波昂所舉行的第六次大會，德國政府宣示以風力發電抑制氣候溫暖化的決心：2030 年，德國陸上風力發電將具有 17,000 百萬瓦供電能力的規模，近海風力發電園區將達到 20,000 至 25,000 百萬瓦的發展高峰。預計在 2004 年，北海沿海國家藉由風力發電，每年將降低高達 21.3 百萬公噸的二氧化碳排放總量。除此之外，德國藉由風力發電的發展，將增加十萬個新的就業機會。

2007 年，德國第一座近海風力發電園區將矗立在 Borkum 的海域。在 200 立方公里容積的海水裡，將設置近 200 座風力發電機組。這些與科隆大教堂比高，機翼葉片與足球場比長的近海風力發電機組，將提供與核能電廠相當的裝置容量。從此，風力發電走出小型分散式的發電形態，而走向高科技的應用。

## 2.跟陽光比燦爛的太陽光發電

八分鐘又 20 秒，光子從太陽表面到達我們的星球。陽光照射。太陽

能不僅是無所不在的能源，也是我們最初與最後的能源。

在全球市場上，太陽光電晶片以每年 20%到 25%的速度成長。其中，石油集團與半導體跨國企業的加入，使這個市場充滿高科技高獲利的色彩。二十世紀後期，太陽光發電是日本、美國與德國三分天下的局面。日本投資在太陽光發電的金額高達二億六千四百萬美金。從 1992 年至今，日本的太陽光供電足足成長了一千倍，拔得世界頭籌。僅僅四家太陽光晶片製造商就獨佔世界市場三分之二的營業額：BP Solarex (17%)、Kyocera (17%)、Sharp (14%)、Siemens Solar (13%)。

1997 年，蜆殼石油集團也加入太陽光晶片生產的行列，以每年 500 萬美金投入再生能源發展的五年計畫。其設於德國魯爾區 Gelsenkirchen 是全球最具規模的太陽光晶片製造廠，每年生產 1300 萬組太陽光晶片，具有 25 百萬瓦的供電能力，相當於 7000 戶一家四口一年的用電量。位於倫敦的蜆殼國際再生能源( Shell International Renewable )負責人 Peter Langcake 表示：「我們建築一個值得信賴，而且也具有高度商業競爭力的 21 世紀企業。」這個值得信賴的太陽能企業，預計在 2010 年的全球市場上佔有高達 60 億美金的營業額。從投資的角度出發，這些知名的市場先行者，已經保證太陽光發電的利基。

德國政府促進太陽光電使用的原因，不僅著眼於太陽光電所生產的綠色電力，還有一個相當重要的因素，即在於促進太陽光電產業，即太陽光電池與模組封裝的研發。以綠色工業進軍國際能源市場。尤其在太陽光電的領域，島型的發電裝置，因為不連結電網，非常適用於基礎建設薄弱，像非洲與亞洲部分貧窮地區。在這層意義上，「世界光計劃」—德國 Ludwig Bolkow Stiftung 基金會所資助的區域性小型光電產業，希望以太陽光電的技術，將「光」帶到世界所有角落，賦予太陽光電「扶弱濟貧」的社會責任。

在德國促進太陽光電的使用與相關產業的發展，最主要的機制在於「打開國內市場」。因此，在 1998 年紅綠聯合執政之後，由聯邦環境部

推出的太陽光電「十萬戶屋頂」計劃，以國內的需求確保產業界投資的獲利，已經成功地帶動德國太陽光電的投資。

相較於其他傳統發電廠，太陽光只需要陽光照射就可以發電。太陽光晶片不靠位移與動能、不產生噪音、沒有廢熱的問題，與環境、生態與人類活動維持平衡的關係，這些都是其他發電方式所沒有的優點。因此，德國太陽能教父 Adolf Goetzberger 直稱太陽能為「優雅」的電力。他說：「我認識一些人，自從他們使用太陽能之後，連站在蓮蓬頭下洗澡的感覺都不一樣了！那是出自於一種完全獨立的信心與自覺，因為從此可以擺脫對電力經濟體系的依賴，直接仰仗大自然。」

### 3.德國「再生能源法規」兩年紀事

以「再生能源法規兩週年－太陽能的起飛」為名，德國綠黨於今年（2002年）四月一日，正式為德國「再生能源法規」慶祝兩歲的生日。綠黨能源政策發言人 Hustedt 女士在簇擁的人群中表示，「在『再生能源法規』的支持下，才兩年的時間我們就已經將一項兼顧能源需求、經濟發展與環境保護的政策，成功地展現在全世界的眼前。」耀眼的數據支持她的驕傲。兩年之內，「再生能源法規」的優惠條件鼓勵一百億歐元的資金，投入這個「去集中式」及與環境共存的發電方式，更創造了六萬個工作機會。2001年，全德國有五百三十萬用電戶簽約，拒絕使用核能及燃煤火力發電，只使用綠色電力。

在這波再生能源發展潮中，德國聯邦經濟部聯合聯邦環境部與農業部，進行再生能源在市場、推廣、技術發展與補助措施上的全面檢討，六月三十日對聯邦議會提出報告。接下來，再生能源便成為一個「政治議題」－如何繼續推動再生能源的發展？

以太陽光電為例，透過「再生能源法規」的配套措施－聯邦環

境部提出的「十萬個太陽光電屋頂計劃」，在兩年之間，不僅太陽光電成為市場經濟的寵兒，也成功地帶起太陽光電晶片、模組與系統安裝的技術及外銷市場。35 萬千瓦太陽光電屋頂的裝設計劃，預計在 2003 年便可以達成目標。今年六月五日，德國紅綠聯合政府進一步決定，將這 35 萬千瓦的太陽光電裝置容量提高到 100 萬千瓦，以「更確保太陽光電相關產業的發展」。因此，太陽光電的魅力，不再侷限於環保需求與氣候變遷的意義，而是投資未來產業、發展新能源技術與保障就業機會。目前，太陽光電的晶片市場以每年 40% 的速度成長，單單過去一年（2001），世界市場就供給了 400 萬千瓦的太陽光電晶片。

再以風力為例，根據今年初的統計資料，在「再生能源法規」執行短短的兩年之內，風力發電成長了三倍，裝置容量已經超過 930 萬千瓦，預計今年全德國 11,850 座風力機組可以供給 150~170 億度電。

當然，講到再生能源的發展，就不能不提到對降低二氧化碳排放量與在全球氣候變遷議題上的貢獻。2000 年，藉由再生能源的使用，在能源供給的層面，德國減少了 1,900 萬噸的二氧化碳排放量，2001 年 3,000 萬噸，預計今年可以降低達 4,000 萬噸。

在發電成本的考慮下，許多民眾因為「高電費」的預期心態，而對再生能源使用敬謝不敏。然而，在德國「再生能源法規」施行兩年後的研究發現，在民眾對綠色電力的需求愈來愈高的情況下，綠色發電設施的成本以每年 10% 的速度下降。而這個愈來愈便宜的發電成本，是綠色電力發展的趨勢。同時，在再生能源供電量佔全國電力總供給 8% 強的情況下（在德國，再生能源供給每年超過 400 億度的電力，佔全國電力總需求 5000 億度的 8% 強），全國所有電力用戶僅需每度電分攤 0.1 歐分（即 0.001 歐元，約合台幣 0.32 角），全年每戶多付 3.5 歐元（約合台幣 110 元）。因此，「再生能源 = 高電價」早已經是個過時的觀念。



#### 4. 以德國北萊茵西伐利亞之實施可再生能源計劃為例

北萊茵西伐利亞邦(NRW)是德國的煤礦、鋼鐵工業、及油礦發電之中心。為要補償該邦在這些傳統工業式微後的失業情形，並且反應新的環保趨勢，早在 1980 年代中期，邦政府即已開始實施一項規模偉大的計劃：發展乾淨並且有效率的能源科技。

##### 北萊茵西伐利亞(NRW) – 能源之邦

北萊茵西伐利亞(NRW)是德國的第三大邦，且是德國人口最稠密的地區。該邦土地面積三萬四千平方公里，人口一千八百萬，與台灣的面積三萬六千平方公里，與二千二百萬人口相當。

1980 年代中，北萊茵西伐利亞的能源政策開始考慮到能源效率以及能源更新的想法。在 1982 年的「能源報告」及 1984 年的「北萊茵西伐利亞能源政策--定位與展望」中，將未來數年中整套計劃的作業藍圖及施行步驟等的程序階段任務都已包括在內。而會有這項漸進地朝向新能源科技之作法，當時，且目前仍然沒變，主要的驅動原因在於，希望為當地創造新的商機及新的工作機會，並且以此作為補償傳統能源工業部份產生的龐大失業情況。另外的原因則是因為燃燒礦物油料產生的環境問題受到越來越多的重視，以及該邦積極想要維持 且再次證明其為「能源之邦」領導者之角色。

##### 推動新能源科技研究機構與計劃步驟

從許多工業化國家發展的例子來看，要建立可再生能源科技的政策需要一個周詳的計劃研擬，以使政策能持久並且能成功。而一個完整的科技政策，是一個協調良好的不同階段科技發展策略的結合，為從研究

發展、到計劃發表與引導執行、至市場推廣的一個漸進層次性的工作。

研究與發展--該計畫的目標在發明新的、且能改善目前效率及可信度的技術(推動之技術) 該些技術須結合能展示特定範圍表現之計劃，加上目標在可大規模應用的技術(施行之技術)之計劃或指示。後者通常牽涉到建構溝通橋樑之機制，一在傳達可再生能源與傳統能源之成本不同，以及如何告知未來末端使用者之策略方法。

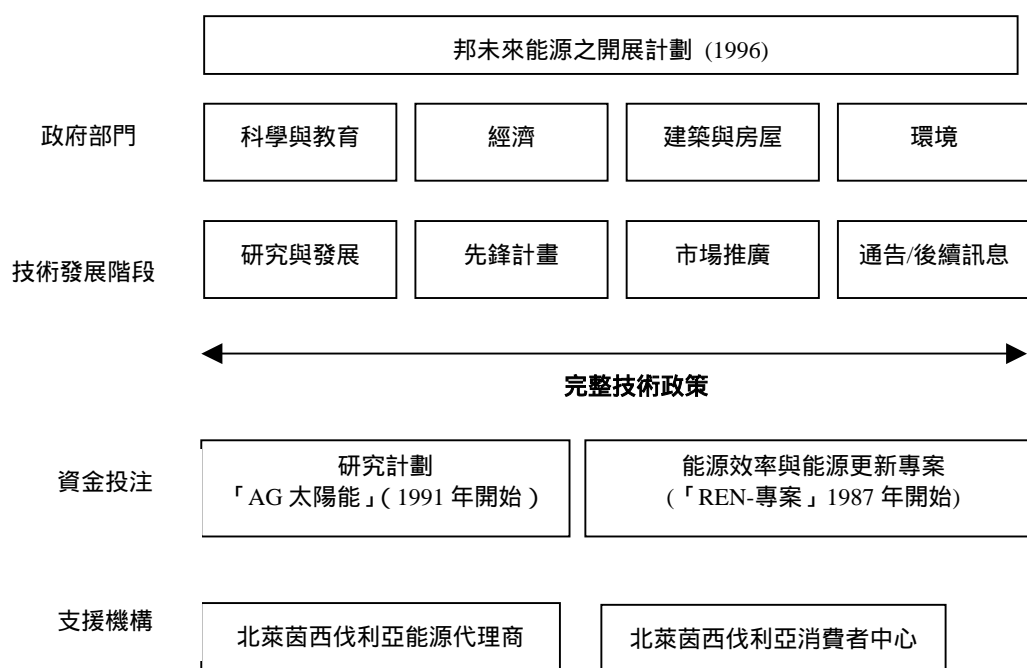


圖 2.2 北萊茵西伐利亞 – 新能源科技之研究機構與計劃專案

也就是說，這個整合周密的科技政策很明顯的是一個很複雜的任務，它將完全切斷過去全面施行之政策。因此作設計的研究機構變成為非常重要，因為可以確保雙方資訊的流暢，且可與不同的組織間與相關之工作者間作良好之任務連結（尤其是政府不同部門間、附屬研究機構、大學、與私人機關之間等）。

其中最難的任務之一是政府執行該計劃之相關部門間之政策與工

作之協調。當技術發展（指基礎研究到市場推行）為一個高度內部聯結的程序，而在政治權限中卻通常分道而行，且每一個小部份會由不同的部會去執行。更複雜的是，通常在選舉過後，甚或還在立法期間，這些工作就會換由不同的單位執行。舉例來說，在北萊茵西伐利亞，某一段時間，各項工作的權限如下分配：能源技術之研究與“基礎”發展為研究部、科學部、與教育部的工作；市場推廣由建築與房屋部支援；而對民眾之通告則落在環境部的身上。這些部門間要如何協調才能將工作作最有效的整合？

能源效率計劃與北萊茵西伐利亞再生能源專案（NRW REN）早在1987年就已由經濟部發表正式開始實施。剛開始時的重點放在技術的發展與計劃的發表。1991年加入了AG太陽能研究計劃，由科學部執行，重點放在由大學作該研究，或與大學合作研究。到了1995年，綠黨加入執政以後，再生能源專案（REN）就擴大到包括更廣基礎的再生能源技術市場推廣。新專案的單元就交由建築與房屋部去執行，該部會當時，甚至到現在，都由綠黨主導。

在那時後，事實很明顯的，在不同的單元計劃間需要有新機制來作更好的協調工作，包括協調私人之機構。1996年，經濟部及建築與房屋部首長共同發表了*邦未來能源之開展計劃*，科學部隨後加入，至最近的2000年，環境部亦加入該計劃之執行。這項計劃開始變成相當重要的討論議題，也因為此計劃，政府的動作、私人機構、及利害相關者間，有了協調與討論的機會。如同最初的15個工作團體就建立了資訊共享、思考推展計劃的想法，並且建立合作關係。例如：科學部與工業部，及私人的機構之間。從上述的完整研討之後，工作小組又提出更廣泛的問題，包括由上而下的可再生能源來源之技術（如風力、太陽能、水力等），而突出向二旁擴張的問題（如新能源服務、部門觀念、太陽能房屋等），到交叉產生的問題（對外貿易 / 國際技術合作等）。

為了消除因為擴大應用有效及可更新能源技術時的障礙，二個新的機構被要求加入該再生能源專案（REN）：

- *北萊茵西伐利亞能源代理商*：在所有能源方面的議題，提供免費的技術及經濟的建議--特別是對小型及中型的企業及當地主管機關。該代理更進一步的提供並支援建築師、工程師、及工作人員教育訓練課程，當作是再生能源專案（REN）的附屬計劃「建築物與能源」、及「RAVEL」（有效使用電力）的一部份；
- *北萊茵西伐利亞消費者中心*：提供建議給個人，並舉辦大型活動以帶動廣大的節省能源潛在使用者之居家民眾。

## 二 計劃資金來源

談到邦政府研究、發展、及宣導新能源科技的資金來源，我們必須記得，德國的政治為邦聯政治系統，16個邦(Bundesländer)有預算決定權，各邦可自行決定將預算使用在某些目的上，但並非所有的目的。在這個能源科技的案例上，技術發展及商業化部份之主要資金決策權在邦聯政府階層以及某些邦，尤其是能源問題在該邦佔很重要地位的邦政府，會另外籌設他們自己的附屬資金來源。

從1991至2000年之間，北萊茵西伐利亞已經提供大學或與大學合作，利用AG太陽能發展之研究計劃議題，資助600個研究計劃，金額一億二千二百萬德國馬克（約合五千五百萬美金）。以2000年度為例，有五百七十萬德國馬克用在太陽能系統（太陽能及太陽熱能之應用），二百九十萬德國馬克用在「太陽能住宅及太陽能建築」上，三百七十萬德國馬克用在新材料的研究，五十萬德國馬克用在持續性的材料管理及能源循環方面。

依補助以及低利率貸款，從1987年至2000年之間，(REN)再生

能源專案已支援約 42,000 個計劃用在技術發展、發表、以及廣泛基礎之應用上，總金額支出為八億七千三百萬德國馬克（相當於三億九千萬美元）。伴隨計劃的政策性支出又另外投資有一億六千萬德國馬克。到目前為止，槓桿作用所投資的金額已有四億德國馬克（相當於一億八千萬美元）（REN 再生能源專案及研究計畫基金等之詳細資料請參考 2001 年邦未來能源之開展計劃）。

一億二千三百萬德國馬克用於 918 個風力農場，累計發電能量至目前為止為四億六千萬瓦，為德國邦聯境內的最高數據。從 1988 年起，平均安裝量每風力渦輪機增加三倍，中心高度及平均葉片表面積亦相對增加。科技上的進步使得內陸全年全負載 1600 小時可以發出風力一千五百萬瓦。但因為發展結果每小時千瓦的成本，以及從邦聯政府立法得來的經費關係，從 2000 年底以後，REN 再生能源專案已停止再支援風力農場之研究經費。

一億三千三百萬德國馬克費用使用在 6,454 個光電系統，總發電量為二千五百萬瓦。1999 年初邦聯政府發起「100,000 個太陽能屋頂計畫」後，增資的發電量有六百八十萬瓦。REN 再生能源專案案允許投資者可將 REN 的補助款與邦聯政府計畫提供的低利貸款結合使用。從 2001 年度開始，REN 再生能源專案只提供安裝光電系統之大樓，因為邦聯政府已經有提供額外之補助（原因在「可再生能源法」中規定公共網路超過 20 年以上年齡者換裝光電系統網路者，每小時千瓦補助 0.99 馬克）。

## 計劃實例

（REN）再生能源專案裏選出技術上來說非常優秀的計劃當作「領導計畫」。以下為四個領導計畫的實例。

- 蓋森克漢區內歐洲最大的太陽能電池工廠。從 1999 年 11 月起

開始運轉，待工廠全部完工後產量可以達到二千五百萬瓦。使用最先進之生產技術，目標在於降低成本，讓光電系統可以更容易普及，尤其對於財力有限的國家或地區。

- 世界最大的建築物。裝設有光電系統發電廠，位於赫爾內（Herne）的凱尼斯山（Mt. Cenis）學院，為內政部在邦內的一個教育訓練學校。該一百萬瓦發電廠，加上最新電池儲存系統，以及由煤礦瓦斯（pit-gas）發電之共同發電機，為全世界工程師與建築師所讚賞之傑作。

- 賀爾登（Herten）的沼氣（bio gas）工廠。展示了大規模的有機廢料完整處理方法，將年產量 18,000 噸的有機廢料轉化成沼氣（甲烷）及高品質的堆肥。

- 蓋森克漢區的「太陽能住宅」。為太陽能建築，集材料與技術建構 72 棟房屋，主要為住宅用途。因為絕緣佳，就暖氣而言，年度能源的消耗量低於平均值 40 – 60%。65% 的熱水由 440 平方公尺的太陽能收集器供應。40% 的電力由光電系統供應（安裝容量：88 kW）。所有的房子都裝有瓦斯爐及雨水收集利用系統。該批住宅為邦政府第一批計劃「50 個太陽能住宅」中的計畫之一，於 1997 年時由經濟、研究、建築、與都市發展四個部所共同開發執行之計畫。

本章中所描述的研究機構及計畫，最後證明對發展、展示及推廣乾淨與可再生能源之技術，是非常有效之支援系統。再加上邦聯政府層級適當的配合資助，許多方面的努力也都獲得了可觀的成效，譬如對環境的保護以及對經濟的發展方面。

- 由 REN 再生能源專案協助之計畫，有效降低了二氧化碳的排放量二千二百五十萬噸。

- 北萊茵西伐利亞從事可再生能源及共同發電的公司，1998 年的營運量攀升至十一億德國馬克（約合五億五千萬美元）。同一時期，公司數量增加到 1120 家，且受雇員工增加至 3300 位。

### **以蓋森克漢科學園（Science Park Gelsenkirchen） 為「太陽能事業園區」之範本**

蓋森克漢科學園區的地點前身為鐵工廠，離蓋森克漢市中心區（居民 280,000 人）很近。鐵工廠於 1985 年關閉，科學園區則於 1995 年開張。在園區佔地 45 公頃的中間，蓋有一棟長 300 公尺的技術中心，提供面積 9,000 平方公尺的空間作為辦公室與實驗室用途。（另新增加 2,000 平方公尺予鄰近即將開始的中心。）該建築曾獲得數項工業建築設計獎，並在坎城舉行的國際不動產博覽會（1995 MIPIM）被譽為「歐洲最佳商業中心之一」。由北萊茵西伐利亞邦政府與蓋森克漢市共同投資，投資總值為七千五百萬德國馬克（合美金三千三百萬元）。1996 年，技術中心的屋頂蓋了一座 210 千瓦的光電能源工廠，為當今世界最大型，由（REN）再生能源專案、歐盟、與當地的公共事業共同投資，金額計六百萬元德國馬克。

蓋森克漢長久以來為一玻璃製作之產地。1990 年代初期，主要的玻璃生產公司已開始製造光電能源所需使用的晶片模組，而玻璃為一重要之原料。科學園區屋頂的 210 千瓦光電能源工廠所用所謂的雙層玻璃模組，即是由這家公司所生產的。該公司已能計算自己生產線所需產能，且能自動裝配。現今，Flabeg 太陽能國際公司已為世界級的建築物-光電能源整合系統領先的生產者。前面所述的 Shell 太陽能國際公司的太陽能電池工廠，即在為下一步成為地區之太陽能工廠團體核心作準備。

關於發展生產基地有一補充之策略，為在該區的大學及研究機構設

立研究與發展太陽能科技之研究人員。在此前段，有些技術已在最近發展出來，但還有許多研究正等待執行中。

從 1990 年代中開始，該區從事太陽能科技計畫、安裝、維護保養、以及行銷的公司數量不斷在增加，更加促進本地發展成為「太陽能服務區」。

為支援該項發展，對建築師、計畫發展人員、工作人員、以及待業者的教育訓練計畫，皆定期進行，多項的訓練計畫即是由科學園區所發起或舉辦的。

為要增加大眾對太陽能科技的無限潛在可能有更多的認識，並且提供專家討論與意見交換的空間，科學園區定期舉辦有講座、實習、以及會議等。

太陽能技術的研究、發展、及行銷，已經成為科學園區主導活動之一大基礎--但不是唯一的。今天，科學園區 25 家公司及研究機構中，有 6 家為從事太陽能科技領域之公司。

科學園區之管理有配套之服務，可提供園區公司之各項商業活動，舉凡硬體設備（例紅外線連線設備網路），到書寫支援及申請補助或貸款等都有。

## 二、日本再生能源發展的啟示

2001 年 6 月 22 日，日本官方的再生能源政策委員會已決議設定 2010 年前(須達成)的再生能源目標，並提出為達成此目標的新政策。這是日本能源政策史上的一小步，但也是重要的一步。

自從非官方環境組織與國會議員引發議題、合作更形密切之後，再生能源政策則在這些年來一直受到強調。這是第一次，再生能源政策在



日本的能源政策的舞台上/競技場中扮演重要角色。

### 日本政府的能源政策

由於其市場結構、政策形成過程，以及能源供應結構，日本的能源政策長期以來與「綠色化/綠化」相去甚遠。電力市場受十家主要的電力(公用)事業壟斷，這些企業受 MITI(Ministry of International Trade and Industry; 日本通產省)的垂直整合與嚴格控管。能源政策制定過程長期受經濟產業省的官僚體系-政治壟斷。更甚者，即使政治人物也被排除在決策過程之外。結果，「官方」能源政策相當具供給導向與計劃性經濟特質，核能從一開始到現在的持續擴張就是一個典型的例子。

儘管如此，政府再生能源政策委員會，已達成決議並提出野心勃勃的再生能源目標。此目標力求在 2010 年前，達成 3000 MW(百萬瓦)的風能與 6Mtoe 的生質能，並且提出新的政策工具，如所謂的「固定配額制度(fixed quota system)」或「再生能源組合標準 (RPS)」。

### 能源政策改變的部分因素

1990 年代晚期，日本的能源政策受到一連串核能事變的衝擊。1995 年 12 月 8 日發生 Monju Fast Bleeder 反應爐意外，接下來是 1997 年三月的 Tokai 加工廠爆炸，然後我們在 1999 年 9 月 30 日遭遇了最嚴重的東海核能意外。這一連串的意外已引燃了公眾對於核能科技與政策的憂慮。百分之九十的日本民眾對核能感到憂心。

1997 年 12 月，世界各國在京都舉辦了聯合國氣候變化綱要公約 (UNFCCC)與該公約第三次締約國大會(COP3)。COP3 對日本大眾造成巨大影響，如提高公眾意識，並且，現在有超過百分之九十的民眾支持加強氣候變遷政策以及再生能源效率的提昇。

自從 90 年代中期起，細川內閣開始提出取消各種經濟政策的管制。因此，電力市場重整也成為這波中央政策「去管制化」(意指較少的官僚控制)——的對象。首先，市場已為獨立電力生產者(independent power producers, IPP)引介為受各電力公司控制的競爭性投標。更進一步的重組自 2000 年 3 月起進行，開啟了超過 2MW 的大型消費市場，保持了電力公司的垂直性整合。雖然一些新的電力供應商出現，並且只有一些消費者已真正改變他們的供應者，這「部分」自由化的電力市場現在真的已經朝向較理性與競爭性的方向，來改變企業與社會文化。METI 與電力公司之間的關係，也已從「政治夥伴」改變為較具競爭與衝突的關係。

### 再生能源政策提案

日本再生能源政策正在快速進行。日本再生能源政策近來的改變主要是來自於非政府環境組織與政治人物結合的國會壓力。

#### 日本再生能源政策的改變

1995 年 5 月: 非政府組織環境網(Env. NGOs network, GEN)開始與再生能源政策相關的政治人物合作。

1999 年 5 月: 超黨派在再生能源政策上結盟，750 位黨員中有 250 位參與。

1999 年 12 月: MITI 組成再生能源政策諮詢委員會，非官方環境組織受邀參與。

2000 年 4 月: 超黨派聯盟草擬法案推動再生能源。

2000 年 5 月: MITI 提出「再生能源有價標準(RPS)」。

2001 年 3 月: MITI 提出較以前多出十倍的風力發電目標，於 2010 年達成 3000MW 使用量。在以往被視為「廢棄物」的生質能方面，也有相同提案。

2001 年 6 月: 主要政黨聯盟同意提案 RPS。

2001 年 6 月: 政府的委員會決議提案再生能源政策工具，如 RPS。

2003 年前: 制定再生能源促進法

### 地方上的再生能源提案

有別於國家政策議程，在 1990 年代，各地方對再生能源產生很大的興趣。位於日本本州北部的立川市，就是此類提出再生能源提案其中一個社區。他們在 1993 年提出三個 100 kW(千瓦)的小型風力發電，相當鼓舞地方人心。在發展風力發電之前，立川市的人們長期受到被稱為「Tachikawa dashi」著名強風的困擾，而風被視為麻煩的象徵。在發展風力發電之後，該地受到媒體與其他地方社會的注意，並且成為日本最著名的城市之一。地方民眾以他們的風力發電為傲，對他們而言，「風」反而成為好事一樁。現在，立川市有各種地方提案出現，比如，「風的藝術家」與「生態社會發展團體」等。立川市長已提出「風能高峰會」- 與裝設風力發電的地方市(鎮)長聯絡。他們從 1994 年起開始舉行年度聚會，現在有超過 30 個地方團體參加此網絡。現在，他們提議將使立川市的電力於百分之百的來自風力，該鎮現在有三個 100kW、兩個 400kW 與四個 600kW 的風力發電廠，總發電量為 3.5MW。

還有其他與再生能源相關的地方團體，如「能源節約社會網」與「環境社會網」。這些參與網絡的地方/社區非常積極地將新能源引進到他們的社團，目標並不只在於能源/電力的供應，並且也使再生能源成為環境規劃的方法，並使地方團體充滿活力。

### 三、走進大海的風力發電 – 近海風力發電的新技術與新市場

這已經不是遠景！風力發電的壯觀景象，已經許在伸手可及的明天。

2007 年，德國第一座近海風力發電園區將矗立在 Borkum 的海區。在 200 立方公里的海水容積裡，將設置近 200 座風力發電機組。這些與科隆大教堂比高，機翼葉片與足球場比長的近海風力發電機組，將提供與核能電廠相當的裝置容量。從此，風力發電走出小型分散式的發電形態，而走向高科技的應用。

以下將以實際的數據介紹 (1) 發展近海風力發電技術的誘因；(2) 測量近海風速的方法研究；(3) 近海風力發電的潛力；(4) 近海風力發電的技術；(5) 近海風力發電的市場發展性。

#### 1. 發展近海風力發電技術的誘因

風力發電在減少二氧化碳排放量與資源開發上扮演相當重要的角色。風力發電，如果可以取代其他的發電方式，例如使用石化燃料的燃煤或燃油火力發電，或者核能發電，每年將可以降低由以上發電方式所釋放出可觀的二氧化碳排放量。北海沿海國家的經驗，如比利時、丹麥、德國、荷蘭與英國等國家，可以提供相當具有說服力的例證。

在比利時，風力發電每年提供 24.3 百萬度的電力，藉此可以減少 7,095 公噸的二氧化碳排放量。而比利時政府所訂定的政策目標則是在 2010 年前達到降低二氧化碳排放量到低於 1990 年 7.5% 的排放標準。也就是，藉由設置風力 220 百萬瓦的裝置容量，達到每年提供 478 百萬度的電力，並每年降低 139,000 噸的二氧化碳排放量。丹麥的例子則是在風力提供 3,800 百萬度的電力下，目前每年可以降低 2.82 百萬噸的二氧化碳排放量。以政策在 2005 年之前達到降低二氧化碳排放量到低於 1998 年 20% 的排放標準，預計在 2004 年風力將供給 7,310 百萬度的電

力，每年降低 5.42 百萬噸的二氧化碳排放量。在 2030 年，將藉由設置風力 5,500 百萬瓦的裝置容量，達到每年提供 12,045 百萬度的電力，並降低每年的二氧化碳排放量達 8.93 百萬公噸。德國藉由風力提供 8,251 百萬度的電力，每年可以降低 4.79 百萬噸的二氧化碳排放量。其政策則預期在 2005 年之前達到降低二氧化碳排放量到低於 1990 年 20% 的排放標準，也就是預計在 2005 年，風力將供給德國 21,906 百萬度的電力，每年降低 12.71 百萬噸的二氧化碳排放量。荷蘭的例子則是在風力提供 945 百萬度的電力下，目前每年可以降低 55 萬噸的二氧化碳排放量。在 2010 年之前將達到降低二氧化碳排放量到低於 1990 年 25% 的排放標準，預計在 2004 年風力將供給 2,635 百萬度的電力，每年降低 1.54 百萬噸的二氧化碳排放量。在 2020 年，荷蘭政府預測將藉由設置風力 2,750 百萬瓦的裝置容量，達到每年提供 5,999 百萬度的電力，並降低每年的二氧化碳排放量達 3.49 百萬公噸。英國在 1999 年底，風力提供 606 百萬度的電力，每年可以降低 32 萬噸的二氧化碳排放量。以政策在 2010 年之前達到降低二氧化碳排放量到低於 1990 年 20% 的排放標準，預計在 2004 年風力將供給 2,873 百萬度的電力，每年降低 1.5 百萬噸的二氧化碳排放量。在 2010 年，將藉由設置風力 3,450 百萬瓦的裝置容量，達到每年提供 7,555 百萬度的電力，並降低每年的二氧化碳排放量達 3.95 百萬公噸。（見表 2-11）預計在 2004 年，北海沿海國家藉由風力發電，每年將降低高達 21.3 百萬公噸的二氧化碳排放總量。

表 2-11

北海沿海國家藉由風力發電來達成降低二氧化碳排放量的國家政策	風力發電供給量 (百萬度/年)*	降低二氧化碳排放量 (百萬公噸/年)	佔國家政策目標(%)
比利時	24.3	0.007095	0.08
國家目標：2010 年達到低於 1990 年 7.5% 的排放標準	478 (裝置容量：220 百萬瓦)	0.139	1.6

丹麥	3,800	2.82	24.7
國家目標：2005 年達到低於 1998 年 20% 的排放標準	7,310 (至 2004 年)	5.42	47.5
	12,045 (2030 年裝置容量： 5,500 百萬瓦)	8.93	31.3
德國	8,251	4.79	1.9
國家目標：2005 年達到低於 1990 年 20% 的排放標準	21,906 (至 2005 年)	12.71	5.0
荷蘭	945	0.55	5.3
國家目標：2010 年達到低於 1990 年 25% 的排放標準	2,635 (至 2004 年)	1.54	14.8
	5,999 (2020 年裝置容量： 2,750 百萬瓦)	3.49	33.4
英國	606	0.32	0.1
國家目標：2010 年達到低於 1990 年 20% 的排放標準	2,873 (至 2004 年)	1.5	4.5
	7,555 (2010 年裝置容量： 3,450 百萬瓦)	3.95	11.8

\*根據 1999 年 12 月 31 日全歐洲比較數據

以上所列舉，藉由風力發電所供給的電力需求與二氧化碳排放量的降低，是風力發電優勢的第一個證明。另外再考慮到海岸線地帶無法提供足夠的場地來設置風力機組的問題，毋庸置疑地，近海風力發電的技術發展，是一個相當具有吸引力的替代方案。雖然海岸風力機組所供給的電力及其發展潛能或限制，在北海沿海各個國家間存在有相當的差異。但是，海岸線場地的限制，位置的不足，卻是這些國家在全面發展風力發電技術時所共同面臨的問題，這也是風力發電走進大海的第一個誘因。

另外，在風速的比較上，海面上的風速遠高於海岸上的風速。因此，設置在近海的風力機組，其發電效能也遠高於設置於海岸的風力機組。這是風力走進大海第二個誘因。在北海平均高於海平面 60 公尺的海面

上，其平均風速高於每秒八公尺。在這個自然條件下，相較於一座設置於適合風力發電「優良海岸」的海岸風力機組，近海風力機組每年可以增產百分之四十的電力。這個近海風力發電的優勢，在丹麥、比利時、荷蘭與德國都已經得到證明。然而，在成本的比較上，一座近海風力發電機組的設置，要比海岸風力機組貴上百分之六十左右。因此，藉由技術的改良來降低成本，是發展近海風力發電目前最重要的工作。

試圖解決因為擴增海岸風力發電機組所引起的環境爭議，是風力走進大海的第三個誘因。但是，其先決條件是，近海風力園區必須在離海岸線至少 12 公里的近海設置。在這個距離下所設置的風力機組，在大部分的時間都遠離人類的視線範圍，也就是不會破壞海岸景觀。

丹麥、荷蘭與德國，這些風力發電已發展工業國家，想藉由新技術的研發來擴展市場，是風力走進大海的第四個誘因。僅僅侷限在北海的近海，其所涵蓋的近海風力發電機組市場，就提供這些國家的機組製造商、風力園區規劃設計者、及風力發電經營者無可限量的商機。尤其以累積的研發經驗，面臨未來的電力市場，誰先將風力發電機組推向大海，誰就是贏家。

## 2. 測量近海風速的方法研究

在高於北海海平面 60 公尺處，北半部的風速約為每秒 9-10 公尺，南半部約為每秒 8-9 公尺，其平均風速估計為每秒 8 公尺。這是對北海風力發電潛力的粗估值。了解風力發電技術的人都知道，每年不同時節風速的細微變化，都可能在風力發電機組的設計與運轉回收的計算上發生影響。所以，近海風力發電潛能有很多不同的估算方式。

最仔細的估算方式，是針對不同的風力發電預定位置（以下統稱為「場址」）進行氣象學的測量。這個方式是在一個特定的位置豎立一座氣象學測量桅竿，進行至少一年的風速測量。因為這個測量方式需要相

當的成本，常常以 MCP (Measure Correlate Predict) 作為輔助方式，也就是連結海岸風力發電機組長期以來所累積的風速值，來估算近海長時期的風速值。

另外一種技術則是根據「歐洲風力圖集」(Europäische Wind Atlas Methode, WasP)，以長期所累積的風速測量資料或者海平面的氣壓值來估算近海風速。在這個估算過程中，長期的地面風速測量值將用來估算地球自轉風速，也就是在地面 1500 公尺以上不受地形影響的風速值。從地球自轉風速值與大量的場址地區方位及地勢資訊，則可以確定近海風力發電場址海平面以上的風速。經過檢驗，這項技術對近海與遠離海岸的深海風速測量都有相當的準確性。同樣的，海面氣壓值的長期資料也可以用來計算深海區域的地球自轉風速。

因為缺乏近海風速與浪高值，一項由 Mathies 等人（見參考資料 6）所發展，藉由分析由「志願觀察艦隊」(Voluntary Observation Fleet, VOF) 所蒐集的大量資料也可以用來估算近海風速。VOF 是由商船所組成的船隊，他們必須每三個小時回報所觀察到的氣象資料。藉由 VOF 成員對氣象與海相資料的蒐集，最重要的風速資料也可以推算出來。就算萬一這個觀察與推斷方法的準確性不被承認，但仍然在海相研究與觀察的方法學上，具有相當的比較意義。以這個方法，在北海沿岸已經有十二個地點的平均年風速被估計出來，以作為近海風力發電場址預定地的選擇考量。每一個場址的風力估算都建立在至少數千個觀察值上。針對歐洲風力資源與風力發電潛能的計算，到目前已經累積了相當的研究。而以上所提及由 Mathies 等人所進行的歐洲各國比較，是這方面總體研究的翹楚。

### 3. 近海風力發電的潛力

針對北海沿海國家近海風力發電最大潛能，及每年近海風力可供給電力與其佔全國總電力的百分比的估計工作，將在以下幾個技術條件與



原則下進行：

- 以 6 百萬瓦功率的風力發電機組為主要設計。
- 最深水深達 40 公尺。
- 距離海岸最遠距離為 30 公里。
- 排除海底地形坡度大於 5 度的地區。
- 排除海運航線範圍。
- 輸電管線鋪設的安全距離為 2 公里。
- 在架設風力機組的鑽油平台周圍直徑 10 公里作為電纜鋪排的範圍。
- 排除自然保護區作為場址（大約是北海淺灘的自然保護區）。

估算的結果，英國近海風力發電的最大潛能可以提供每年 986,000 百萬度的電力，相對於英國每年 321,000 百萬度的電力需求，足足可以供應全國每年總電力的 307%。比利時的近海風力發電最大潛能為每年 24,000 百萬度，相對於每年 63,200 百萬度的電力需求，可以供應全國每年總電力的 38%。荷蘭近海風力最多可以提供每年 136,000 百萬度的電力，相對於每年 75,500 百萬度的電力需求量，可以提供全國每年總電力的 180%。在德國，其近海風力的最大潛能可以供應每年 237,000 百萬度的電力，相對於每年 431,500 百萬度的電力需求，可以供應全國每年總電力的 55%。再以丹麥為例，其近海風力的最大潛能可達每年 550,000 百萬度的電力供給，相對於每年 32,200 百萬度的電力需求，其甚至可以提供全國每年總電力需求的 1708%。（見表 2-12）從這個估算值中，近海風力發電的發展潛能實在十分可觀。

表 2-12

近海風力發電的電力供給絕對值與全國電力需求的相對值	最大發電潛力 (百萬度)	全國每年電力 需求量 (百萬度)	佔全國電力 需求的比例 (%)
英國	986,000	321,000	307
比利時	24,000	63,200	38
荷蘭	136,000	75,500	180
德國	237,000	431,500	55
丹麥	550,000	32,200	1708

#### 4. 近海風力發電的技術

近海風力發電技術發展最大的挑戰是，如何降低將整座風力機組運送進大海的額外成本。在整座風力發電機組中，最主要的投資集中在電纜鋪設及海底地基特殊的固定技術上。但隨著水深與離岸距離的細微差距，反映在成本上則是相當大的變化，但風力機組的大小反而跟成本的關係不大。在電纜鋪設成本與電纜長度的關係大於其與風力發電機組功率關係的假設下，可以推測，在一個確定裝置容量的風力園區中，使用較少數量的大型風力發電機組所需要的成本，會低於使用較多數量小型風力發電機組的設計。同樣的，在海底地基的建造上，大型風力發電機組比小型的要來的經濟。因為，地基結構所要承受的風浪負擔，要遠比承受機組本身發電渦輪機的重量來的大。跟海岸風力發電技術的發展一樣，近海風力發電技術必須特別著重百萬瓦級功率的發電機組設置，以降低生產成本。目前近海風力發電的技術大約可以設置 2 到 2.5 百萬瓦功率的機組。發展中的下一代近海風力發電機組的功率則在 3 到 5 百萬瓦之間。

在近海風力發電機組裝置運轉之前，必須經過一道「海洋化」的過程，以適應複雜的海相變化。在機組的設計上，機翼葉片的轉速、機翼葉片的數目與運轉方式（以變化的或固定的轉數）都需要

深入的討論。而在風力發電場址的工作人員也需要特殊的裝備，以適應惡劣的海上氣候。除此之外，在近海風力發電場址還需要特別的保護措施，例如透過遙控或監視系統來達到全面控制的可能性，供應船隻停靠與直升機起降的設備，以及裝置在平台上的起重設施。針對承重結構，近海風力發電機組目前有兩種設計：

- 架設在海底地表的承重結構：以重力為主要支撐力的地基，杵樁與三腳支柱結構。（見圖 2.3）
- 水面漂浮平台式的承重結構。

承重結構設計的選擇，最主要與風力發電場址的水深相關。因為，北海目前被視為最可能利用的場址，在承重結構設計上，在水深 40 至 50 公尺的北海，最適合架設在海底地表的承重結構。在已經運轉的近海風力發電場址中，目前只有採用架設在海底地表的承重設計，例如：丹麥的 Vindeby 與 Tunoe Knob，瑞典的 Bockstigen 與英國的 Blyth Harbour。

近海風力發電園區的機組排列，可以設計為群聚結構或者行列結構。目前推薦的方式是在風力機組間取一個較大的最小距離，其約為機翼葉片直徑 8 到 10 倍長的距離。為了達到最佳發電效能，在風力發電機組的排列方式上，必須考慮以下三個因素：

1. 設置在風力園區中心位置的風力發電機組，會因為所處於其他機組的背風面，接受到較低的平均風速，而生產較少的電力。
2. 為避免處於其他機組的背風面，位於風力園區中心的風力發電機組必須加高，會增速機械的材料疲乏。
3. 連接風力發電機組之間電纜鋪設的成本。

因為電纜鋪設的高額成本，近海風力發電園區的理想規模要遠比海岸風力發電園區來的大。而電纜的鋪設成本是由電纜長度來決

定，跟發電機組本身的功率較沒有關係。所以，在總成本的計算上，大規模的風力場址佔有優勢。截至目前的經驗，100 座風力發電機組的風力園區設計，符合風力發電電力輸出的營運計算。除此之外，這樣的規模可以在一季之內設置完成，並且開始商業運轉。以 2 到 2.5 百萬瓦功率的機組設置計算，這樣規模的風力園區需要 40 立方公里的場址；如果設置 5 百萬瓦功率的機組，則需要 80 立方公里。在氣候許可的條件下，大約每年四月底到十月初可以用來架設近海風力發電機組。也就是說，一座近海風力發電園區從開始架設到開始商業運轉，大約需要 100 到 120 個工作天。

近海風力發電園區的電纜連結與鋪設技術，最先必須考慮的變項是風力園區發電的裝置容量及園區與海岸之間的距離。在園區之內，近海與海岸風力發電園區一樣，各組發電機組之間必須以中壓電纜互相連結。以小型且距離海岸較近的近海風力發電園區來說，將其所生產電力回輸到輸配電管線，大約仍可以繼續使用中壓電纜連結。近海風力發電園區在未來的發展，估計將高達 1000 百萬瓦的裝置容量，其場址選擇也因此會距岸邊愈來愈遠，這樣的園區則必須以高壓或超高壓電纜將電力回輸。在這樣的發展下，近海風力發電園區必須採取分離式變電，也就是在場址另外架設平台來改變電壓的設計，以將連接園區內各組風力發電機組間的中壓電纜，變壓為高壓或超高壓。在距離海岸大於 50 公里的場址規劃上，基本上會面臨在目前來說無法突破的變壓技術瓶頸。目前則是以高壓直流電變壓技術 (HGÜ) 作為替代考慮。

因為近海風力發電園區的場址只能選擇在沒有船隻航線的區域，所以連接園區內機組的電纜不必一定固定為海底電纜。連結園區跟岸邊的電纜，則因為要避免船隻停泊下錨，船隻航行與捕魚作業可能造成的破壞，必須鋪設在海底地表之下。

海岸風力發電園區因為其位於岸邊的場址，正常配備的是 110,000 到 150,000 伏特的高壓電纜。在大規模的近海風力發電園區，一套超高壓電纜的連結系統必須另外架設。在電纜長度的考量下，如果採用高壓直流電變壓技術，在可行性評估上是可行的。也因此，以目前的技術發展，根本不必在岸邊設置直流電變交流電的變壓設備。同時，運用高壓直流電變壓技術，甚至可以不必先將電力回輸，而直接供給電力。

## 5. 近海風力發電的市場發展性

根據德國一項綜合研究機構與實際參與風力發電營運的企業資訊所進行的研究結果顯示（見參考資料 2、4、8），在考慮近海風力發電的市場性時，其基本設備所需成本是最重要的決定因素。以下所進行的分析是以德國的技術與市場為主要對象，可以提供其他地區與國家作為參考。

表 2-13

以離岸距離分析相對於 869 歐元/千瓦發電成本的附加成本（%）			
離岸距離	30 公里	50 公里	70 公里
承重結構	35.3-38.2	43.5-51.2	38.8-47.5
機組裝設	8.8-13.3	10.9-18.5	9.7-23.3
電力回輸電纜	31.2-67.2	44.3-82.8	57.2-113.5
其他支出	7.4-23.9	7.4-23.9	7.4-23.9
附加成本總值	82.7-142.6	106.1-176.4	113.1-208.2

以「離岸距離」為主要變項，在承重結構，電纜連結與鋪設等投資上，可以觀察到相當差距的附加成本負擔。離岸愈遠，回輸風力園區生產電力所需要的電纜長度愈長，則需要愈高的附加成本。例如：離岸 30 公里的風力電力園區的設置，所需的附加成本在 82.7% 到 142.6% 之間。

離岸 50 公里所需追加的成本在 106.1%到 176.4%之間。離岸 70 公里所需的附加成本則在 113.1%到 208.2%之間。(見表 2-13)

在電力生產成本的計算上還需要考慮以下幾個變數。例如：投資貸款利率的變化、技術的發展、風力發電園區的發電效能、營運費用、通貨膨脹與機組維修成本等。將這些因素考慮進去，一座風力發電機組的運轉年限為 20 年。(見表 2-4)

表 2-4

成本計算的考慮因素	
基本發電成本	869 歐元/千瓦
利息支出	7.8% (30%自行負擔, 70%外來財務支持)
地表變化	0.003 公尺
技術發展應用	95%
風力園區發電效能	95%
營運成本	7.5%
通貨膨脹	每年 2%
機組維修	從機組運轉的第十一年到第二十年需要 869 歐元/千瓦的 35%
機組運轉年限	20 年

這些計算是以目前的技術發展為基礎，也就是每座風力機組的功率為 2 到 2.5 百萬瓦，場址的自然條件為北海海平面 60 公尺上空，年平均風速為每秒 7 到 10 公尺。以年平均風速作為變項，風力發電機組的滿載發電時數最高可以達到每年 3830 小時的水準。(見表 2-15)

表 2-15

海平面 60 公尺處的年平均風速與滿載發電時數的關係							
海平面 60 公尺處的年平均風速 (公尺/秒)	7.2	7.7	8.0	8.3	8.8	9.0	9.5
滿載發電時數/年	2484	2800	3020	3175	3460	3580	3830

要估計近海風力發電每度電的使用者價格，必須以滿載發電的最低小時數及德國再生能源法規對近海風力發電園區的補助為計算條件。德國再生能源法規對近海風力發電機組運轉前九年的補助為每度電 9.1 分歐元，之後則補助每度電 6.1 分歐元。以近海風力發電機組二十年的運轉年限計算，平均每度電獲得 7.5 分歐元的補助。以離岸 30、50、70 公里的距離，相對於年平均風速，其滿載的運轉時數最佳狀況可以達到每年 3585 小時。(見表 2-16)

表 2-16

平均年風速下最佳滿載發電小時			
離岸距離 (公里)	30	50	70
最佳滿載發電小時 (小時)	3280	3520	3585
高於海平面 60 公尺的風速 (公尺/每秒)	8.5	8.9	9

近海風力發電是一項融合傳統風力發電與海岸風力發電所發展出的新技術。在經濟與技術層面的分析上，在未來五年之內，這項高科技會有長足的發展，也會對電力供給造成突破性影響。我們可以預見：隱藏在海平面以下，再也不是一個未知的世界，而是供應我們充裕、安全與潔淨能源的風力發電園區。

圖 2.3 近海風力發電機組目前的承重結構設計



### 第三章 我國再生能源與相關產業發展現況

#### 第一節 我國再生能源推動利用情形

為執行全國能源會議結論加強推動再生能源之開發利用，經濟部能源委員會邀集相關單位及學者專家，於八十八年五月整合撰擬完成「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」。

該規劃總報告提出我國各項再生能源階段性重點作法如下表：

表 3.1 我國各項再生能源階段性重點作法

產品/技術	2001-2004 年	2005-2010 年	2011-2020 年	
太陽熱能	獎勵推廣	普及宣導		
太陽光電	加強 R/D 獎勵示範及扶植並促進產業投入	規定發電業設置配比義務並獎勵示範推廣	規定發電業設置配比義務作推廣	普及宣導
風能	獎勵示範	規定發電業設置配比義務作推廣		
水力	優惠收購電價，獎勵推廣	俟電業法修正案通過，規定發電業之再生能源發電配比義務作推廣		
地熱	1.協助推動地熱發電多目標利用計畫 2.俟電業法修正案通過，規定發電業之再生能源發電配比義務作推廣			
沼氣發電	獎勵示範	電費獎勵推廣	普及宣導	
沼氣燃燒	獎勵示範	獎勵推廣	普及宣導	
垃圾焚化發電	繼續獎勵推廣			
廢棄物氣化發電	R/D 及獎勵示範	電費獎勵推廣		
廢棄物熱利用	R/D 及獎勵示範	獎勵推廣		

酒精汽油/生質柴油	加強 R/D 及獎勵示範	獎勵推廣
生質物氣化發電	列入長程 R/D	獎勵示範與推廣
生物製氫	列入長程 R/D	獎勵示範與推廣
海洋溫差發電	待技術釐清後再考量	

### 一、我國風力發電目前推動情形

按經濟部能源委員會八十八年五月完成之「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」曾對台灣地區風能開發潛力重新盤點，計算結果風能潛力可達 3,000MW 以上(包括陸上 1,000MW 及淺海海域 2,000MW)，報告中並規劃風能推廣應用的短、中、長期目標：

- 短期：2000 至 2004 年暫訂發電能量為 20MW(如果電業法及相關法規與獎勵措施通過及施行，則改為 100MW)
- 中程：至 2010 年累計發電能量訂為 500MW
- 長程：至 2020 年累計發電能量訂為 2,000MW。但今年(2002 年)經濟部能源會為配合「挑戰 2008:國家發展重點計畫」，將風力發電之長程目標修正為 2020 年裝置容量達 1,500MW。

鑑於全球風力發電技術已相當成熟，「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」報告中規劃我國風能發展短程可先進入「示範階段」(1999~2004)，中、長程(2005~2020)再進入「推廣與普及階段」，三個期程發展策略為：

#### 1. 短程-示範階段(1999~2004)

示範階段的主要目的有三：

- (1) 透過示範風力電場實際運轉,除驗證台灣本島風力發電的可行性外,並輔導建立電廠構建及維運技術,發揮展示教育功能,建立國人對風力發電技術的信心。
- (2) 以政府出資合作設置示範風力電場的方式,引進商業化風力機技術,扶植建立國內風力發電產業,以降低成本,提高經濟效益。
- (3) 進行全國風力發電場址勘察與評選,供未來推廣與普及設置之參考。

## 2. 中程-推廣階段(2005~2010)

主要透過政府激勵措施來推廣,推廣策略除擴大陸上(onsshore)風力電場的推廣應用外,並引進離岸式(offshore)風力電場技術。

## 3. 長程-普及階段(2011~2020):

透過政府宣導與部分激勵措施以普及應用,策略上宜擴大離岸型風力發電。

經濟部能源會自八十九年度開始編預算提供「風力示範推廣計畫」風力發電設備設置之補助,目標為五年內獎勵設立總能量至少18MW之風力發電示範系統,以初步推動國內風能的利用。為執行此一示範補助,經濟部於八十九年三月二十二日頒布「風力發電示範系統設置補助辦法」,對審核通過之分散式風力機示範系統給予設置成本50%以內、最高每千瓦新台幣16,000元之設備補助,自八十九年至九十三年止共五年。該「風力示範推廣計畫」的主要內容為,進行技術輔導民間設置風力發電示範系統,建立國內風力發電運轉及維護技術經驗;並透過展示教育,促進民眾對淨潔風力能源之瞭解,營造推廣應用環境。同時進行風力資源調查與較詳細之風場模擬分析,完

成台灣地區風力潛能分佈圖，並進行陸上及海域可用風力發電場址評選規劃，為進一步開發風力發電利用鋪路。

此外，行政院「再生能源發展方案」推動策略中，為鼓勵民間對風力發電之開發利用，政府將建立台灣地區風能潛力細部分佈圖及規劃出 250MW 較具開發潛力之場址資料，公開供民眾參考；並將規劃推動建立風力發電運維技術及引進離岸式風力發電應用技術。行政院環保署也將對設置風力發電系統者除：1) 位於國家公園內野生動物保護區或野生動物重要棲息環境；2) 位於都市土地，興建或擴建工程其發電容量或累積發電容量二萬五千瓩以上者；3) 位於非都市土地，興建或擴建工程其發電容量或累積發電容量五萬瓩以上者之情形外，得免實施環境影響評估。另外推動措施規劃中尚包含有增修訂法規事項(含完成再生能源發展條例立法、研商放寬土地使用限制、及明確簡化證照申請流程等)，以解決風電併聯問題並給予優惠電價、解決土地使用及證照問題等。

今年行政院提出「挑戰 2008: 國家發展重點計畫」，其中第九項「水與綠建設計畫」即規劃有推動再生能源之研發推廣項目，並訂定推動風力電場(Wind Farm)之子項。經濟部針對此有完成推動措施規劃，由隸屬政府公營之台電公司帶頭設置風力電場，並積極輔導鼓勵民間配合增設風力電場，而能源主管機關將選擇適當地點投資規劃設置至少一座之風力發展運用及展示系統，使成為兼具發電、觀光等效益之示範系統。故預計至 2008 年推動台電公司暨民間廠商投資設置風力發電機累積總裝置台數一百台以上，總裝置容量逾 200MW 的多個集中式風力電場，由台電公司及民間分頭並進構建，另由能源主管機關輔導並補助設置展示設施。

## 二、我國太陽光電推動利用情形

台灣天然資源匱乏，能源 95%以上仰賴進口，但台灣地處亞熱帶，日光充沛，優於日本，非常適合太陽光電的應用發展。日照條件良好，太陽電池發電效率將較高，尤其夏日烈日當空時，冷氣使用量極大，可能有限電之虞，而日照最烈時即為太陽電池發電最大時，因此以台灣的環境背景而言非常適於使用太陽電池發電做為輔助電力。太陽光電系統發電過程環保無污染並可為分散式自主電力系統，極具發展潛力。

根據「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」中對台灣地區太陽光電開發潛力的計算結果可達 4,500MW。經濟部能源委員會為推動台灣地區太陽光電發電系統示範利用，自八十九年度開始編列預算提供獎勵補助設備，並於九十一年三月六日重新修正公佈了「太陽光電發電示範系統設置補助要點」，採行示範利用補助獎勵措施，以鼓勵民間及機關團體投入太陽光電發電示範系統之設置。

此外，最近行政院提出之「挑戰 2008：國家發展重點計畫」，其中第九項「水與綠建設計畫」即規劃有推動再生能源之子項陽光電城 (Solar City)。計劃營造永續發展的綠色陽光新市鎮，選擇與建築、都市景觀、節能設計及綠建築技術相結合之建築或多種生活功能設施如社區活動中心、公共場所、公園、學校、街道、停車場、候車棚、運動場、展示中心及幹道為載具，呈現下一世代的綠色新能源城鎮。其規劃藍圖包括：1.)營造永續發展綠色新市鎮；2.)打造一條綠色交通幹道；3.)孕育綠色能源新環境。

陽光電城推動措施，由配合參加徵選綠色陽光新市鎮之相關地方政府單住無償提供土地及地上相關建設與設施，由經濟部能源委員會以計畫方式提供陽光電城之設豈所需經費，若太陽光電系統設置完成

須由設豈地點之政府單住負責運轉維護及主導展示工作；且因本案由於涵蓋太陽光電設備與建築、景觀、都市設計、綠建築之結合，故其規劃、設計、推動展示及系統設置、監測與維護技術環環相扣，需由一主推單位負責執行以利計劃落實。工作之推動為：

- 1.第一期(92 — 96 年)：各推動目標之設計規劃 推動展示與系統監測與維護及綠色新幹線公開徵選競圖評審。
- 2.第二期(93-94 年)：綠色幹線之細步設計並完成光電系統設置，集合住宅區及學校光電系統之細步設計並完成系統設置，綠色新市鎮公開徵選競圖評審，社區中心之設計規劃。
- 3.第三期(95-9.6 年)：完成社區中心及太陽能推廣中心、社區、公園、候車棚、停車場、運動場之細步設計並完成光電系統設置，出及透天住宅等之設計規劃並完成光電系統設置。

需待突破之關鍵問題或限制條件配合地方政府各項公共工程建設中推動，可避免土地取得、私有地或私人建築等困擾，惟推動綠色新城鎮部份，以設置於類似南部科學園區、工研院南分院、大學城等較為適宜，以利未來推動其他陽光城鎮之典範。

表 3.2 再生能源之風力發電及太陽光電發電示範系統設置獎勵補助措施重點

風力發電示範系統 設置補助辦法 (89.03.22 發布)	每 KW 之補助金額以不超過 1.6 萬元為標準	或占設置成本比例不超過 50% 為限
太陽光電發電示範 系統設置補助要點 (91.03.06 發布)	每峰 KW 之補助金額以不超過 15 萬元為標準 (峰 KW=KWp)	或占設置成本比例不超過 50% 為限， 但公家機關學校經評選 具特殊優良示範效果最 高 10Wp 以內得以全額 補助

## 第二節 國內再生能源產業發展現況

表3.3 各項潔淨再生能源技術發展進程階段歸類簡表

推動階段	技術狀況	產品/ 技術
1. 研發階段	國內外技術均在發展中，尚無成熟產品問市者。	如海洋溫差發電、燃料電池、複合動力電動車輛
2. 示範階段	國外已商品化，但國內僅有少數實驗研究性及示範實例者。	如太陽光電、風力發電、地熱發電、氣化複循環發電
3. 推廣階段	國內已商品化，惟成本仍偏高或採用量不大，若配合政策性獎勵措施可使成本下降或被大量採用者。	如太陽能熱水系統、小水力發電
4. 普及階段	產品已達市場競爭力，民間也有足夠購買力，只要加強宣導便可普及應用者。	如廢棄物焚化發電

### 一、我國風機產業發展現況

有關我國風能應用技術研發策略狀況，因考慮全球風機產業市場生產技術已經成熟且商業化大量應用，國內若從頭開始自行研發，將需投入大量的經費與人力並耗費時間。因此目前國內初期以宜直接引進國外商業化先進風力機型於示範電場應用，累積經驗技術後，再逐步做必要的本土化改良以適應台灣的氣候環境條件(例如颱風及腐蝕)；更進一步則可建立國內之風力機工業，以量產降低成本提供大量推廣應用。此外，風力發電場址評選及電場規劃技術(尤其離岸式風力電場之評選及工程規劃)亦為國內發展風能重要的基礎，尤其是急需評選出較佳的場址以供開發風力電場參考。所以我國風能技術的研發方向與內容主要為：

- (1) 技術輔導民間設置風力發電示範系統，建立國內風力發電運轉及維護技術經驗。
- (2) 進行國內風力資源調查與較詳細之風場模擬分析以及場址評選工作，完成台灣地區風力潛能分佈圖，進行陸上及海域可用風力發電場址評選規劃，挑選出較具潛力且適合開發之地區，以提供風力電場投資與設置之參考。
- (3) 配合國內風力機設置及相關工業成長，規劃適當經費補助民間業者執行 R&D 並發展下列技術：
  1. 商業化風力發電機組技術（特別是零組件與本土化）；
  2. 風力電場規劃、建造及維運技術；
  3. 風力發電場址評選規劃技術（含離岸式）。

在風能產業發展方面過去由於國內主客觀環境條件未能配合，以致迄未能有效開展。在產官學三者中，學術研究機構中主要僅工研院能資所在經濟部能源會及能源基金的支助下，較有系統及規模的從事風能應用研究並開發研製出三型風力發電機；而產業界則由於較乏市場誘因，雖有廠家勉強接受工研院能資所技術移轉，一則尚待技術扶植，一則基於風險利潤之考量，不敢放手去做，可說幾無廠家協助推廣應用。

## 二、我國太陽光電產業發展現況

太陽光電工業屬於電子工業，我國電子工業成熟且發達具有很強競爭優勢，原因如下：

1. IC 廠有相關設備與製程，投入太陽電池必可有優越的良率與



產能；

2. 有晶圓製造廠可生產太陽電池材料以及廢料利用，具降低成本之利基；
3. 半導體製造業人力素質高且生產製程能力強；
4. 擁有龐大而健全的太陽電池發電週邊技術產業(電力電子)；
5. 工業局將太陽電池生產列入主導性新產品項目以鼓勵輔助國內廠商投入；
6. 目前已有生產非晶矽太陽電池之廠商，並有一家已在南部科學工業園區設廠生產結晶矽太陽電池，電機業廠商正預備向國外引進技術生產 inverter，若政府政策推動則必可帶動國內太陽光電工業之形成，創造國內產業應用於與增加外銷。

以我國而言，應先建立國內之太陽電池產業，以往由於沒有國內市場，因此無此產業，但由於國外市場成長快速以及國內將實施示範推廣計畫，因此可帶動產業投資生產，國內目前有一家生產消費性產品用之非晶矽太陽電池(民國 77 年成立)工廠，另有一家在南部科學工業園區設廠(茂迪公司)，並有幾家與材料所技術移轉合作，預計明年量產以供設置於示範系統，因此本計畫之研發將以提升太陽電池效率與降低成本以及開發新應用為主，元件方面將進行薄膜太陽電池材料與元件技術開發，與學術界合作做先期研究以選擇最佳材料與元件結構和製作方法，求成本與效率突破超前，進而與工業界合作以開發可量產技術。模板方面將進行建材一體型模板開發，將太陽電池直接成為建築材料以降低成本(節省安裝材料與工程費用)與增廣應用。

關於太陽能電力產業發展，可從需求面與條件面來看：

需求面：我國的電力結構失衡僅在尖峰時段，太陽能發電只會在尖峰時段發電的特性，可以用來平衡我國電力結構失衡的需求。在環保

意識高漲的今天，能讓民眾安心接受增加電力而不會抗爭的，也只有太陽能發電。不需要任何土地成本的發電方式，也只有太陽能發電。不會因要取得電力而讓這塊土地後患無窮的，也只有太陽能發電。

條件面：我國在太陽光電產業擁有的條件是相當優秀；因為太陽光電產業概分三個分工：

1. 太陽能晶片(solar cell)的生產-晶圓廠可勝任。
2. 太陽能模組(solar module)的封裝生產-封裝廠或電子廠可勝任。
3. 太陽能發電應用系統(application)的控制器、變頻器、轉換器的研發生產-電機廠、電力電子廠可勝任。

以上列舉的晶圓廠、封裝廠或電子廠、電機廠、電力電子廠，當他們投入這個領域之後，更是其公司生命無限的延伸，造就了相關人才的第二春，也創造了許多新的就業機會，可謂一舉數得。

既我國已具備了發展太陽能電力產業的所有基本條件，所以最快切入的方式，可爭取各大太陽能電池公司合作或直接打入代工市場；待時機成熟取得關鍵性技術，可進一步發展自有品牌，或研發更高級的技術。台灣需要發展太陽能電力產業，也有能力發展太陽能電力產業。

我國目前有六家太陽光電生產廠商，太陽電池廠預估年產值將可達28 億元

表3.4 我國太陽光電廠商生產概況

廠商	投產時間	投資額	年產能	預估產值	主要產品
光華	1988 年	9 億元	5MW	5 億元	非晶矽太陽電池與模組
茂迪	1999 年	5 億元	5MW	6.2 億元	多晶矽太陽電池
中美矽晶	2000 年	---	80 噸	2 億元	單晶矽太陽電池矽晶片
永炬光電	2000 年	2.5 億元	2MW	3.1 億元	單晶與多晶矽

					太陽電池模組、 轉換器及系統產 品
正懋光電	2001 年	2.5 億元	5MW	6.2 億元	太陽電池模組
益通電力	2002 年	2.5 億元	5MW	6.2 億元	多晶矽太陽電池
中國電器	2002 年	1 億元	2MW	3 億元	太陽電池模組

(資料來源:工研院)

### 第三節 我國再生能源利用與相關產業發展之成效

#### 一、我國目前風力發電成效

自八十九年頒布實施「風力發電示範系統設置補助辦法」，目前已獎勵補助設置共 8.54MW 之裝置容量，其中雲林麥寮(2.64 MW)及澎湖中屯(2.4MW)兩座風力發電示範系統已完成，另於竹北之 3.5MW 春風風電示範系統亦已進行建置中，初步發揮起頭示範的功能。雖然我國風能利用已開始邁出腳步，但仍有法規與環境條件等障礙亟待突破，才能進一步加速國內風能的利用。

此外，台電公司配合政府政策，擬定「風力發電十年發展計畫」，規劃於未來十年內設置至少 200 部風力機組，總裝置容量目標 300 MW 以上。第一期計畫提報經濟部國營會及行政院公共工程委員會完成審議，將於九十二至九十四年間在核一廠、核三廠、台中電廠、大潭電廠、台中港區及彰濱工業區等處投資 50 億元裝設 60 部共約 100MW 之風力發電機組。

其他亦有不少民間業者有興趣投入規劃設置風電應用，其中以德商英華威公司最為積極，已陸續在桃竹苗、中彰及雲嘉南濱海地區與地方政府洽議規劃開發大規模風力發電場，預計總投資金額將達 200 億新台幣以上，開發總容量亦達 300MW。若未來具規模的風力電場陸續完成後，有助於國內能源多元化及自主能源的創造、減輕化石能源之污染負擔，也可進一步帶動風電利用風潮及相關產業。

## 二、我國目前太陽光電發電成效

國內太陽光電系統利用，多以電力供應及測試研究為主，自太陽能光電發電示範系統補助措施推動後，至 91 年 9 月止共有 48 處示範系統建立，總核准補助設置容量約 650Wp。

表 3.5 國內太陽能光電發電示範系統執行情形

年度	完成設置			撥款		
	件數	容量 (Wp)	金額(萬元)	件數	容量 (Wp)	金額(萬元)
89	7	55.2	788	6	35.2	528
90	15	121.1	1816.5	11	95.6	1426.47
91	(年度未結)					
合計	22	176	2604	17	131	1954

## 第四章 我國發展再生能源之環境及瓶頸

### 第一節 我國再生能源推廣利用之優、劣環境

#### 一、優勢：

1. 能源進口依賴很高，政府政策性推動再生能源，再生能源法已將完成立法，至少 30%再生能源。
2. 已有多年之研發經驗，如學校、工研院等，均已有先期技術開發工作。
3. 已有輸配電（或燃料）系統，由再生能源產生之電力可以並聯。
4. 電力 石油目前為國營，較容易協調配合政府政策。
5. 發酵工業技術良好。

#### 二、劣勢：

1. 政府主管機關協調不易。
2. 國內市場小，難以形成再生能源產業。
3. 民眾對再生能源認知不足。
4. 相關研發之國際合作不足。
5. 土地資源珍貴，再生能源應用取得土地不易。
6. 再生能源本身非穩定來源，不能當成主要能源來源。

#### 三、機會：

1. 符合國際趨勢，全世界再生能源市場快速增加，國內設備生產廠商之商機無限。
2. 配合溫室效應氣體減量。
3. 我國在再生能源方面之技術成果，有機會成為技術援外項目之一。

4. 再生能源可以成為政府規劃「永續發展」之基礎，包括經濟 生態 環境 產業發展等層面之規劃。
5. 企業如應用或開發再生能源，可以提昇企業形象。
6. 減少尖端負載，加速促成「非核家園」之達成。

#### 四、威脅：

1. 核心技術產業基礎不足，需依賴進口。
2. 短期內缺少經濟效益，企業投資意願低。
3. 研發投資不足。
4. 法令與經濟工具未完備。

太陽能電池發電系統是一項綠色環保技術，系統的發展若要大力普及到民生應用則與市電併聯是一條必須走的方向，也就是說當太陽電池所發的電力供負載使用後仍有剩餘時，即將多餘的電力回送至市電電力網，電力公司以某個電價購回這些電力後可供應其他地區所需，如此也可紓解尖峰用電的電力需求；若發電不足時，則由市電直接供應，一般無需裝置蓄電池。

## 第二節 國內再生能源產業發展之優、劣環境

### 一、我國風電產業發展之優、劣環境

有關我國風能應用技術研發策略狀況，因考慮全球風機產業市場生產技術已經成熟且商業化大量應用，國內若從頭開始自行研發，將需投入大量的經費與人力並耗費時間。因此目前國內初期以宜直接引進國外商業化先進風力機型於示範電場應用，累積經驗技術後，再逐步做必要的本土化改良以適應台灣的氣候環境條件(例如颱風及腐蝕)；更進一步則可建立國內之風力機工業，以量產降低成本提供大量推廣應用。此外，風力發電場址評選及電場規劃技術(尤其離岸式風力電場之評選及工程規劃)亦為國內發展風能重要的基礎，尤其是急需評選出較佳的場址以供開發風力電場參考。所以我國風能技術的研發方向與內容主要為：

- (1) 技術輔導民間設置風力發電示範系統，建立國內風力發電運轉及維護技術經驗。
- (2) 進行國內風力資源調查與較詳細之風場模擬分析以及場址評選工作，完成台灣地區風力潛能分佈圖，進行陸上及海域可用風力發電場址評選規劃，挑選出較具潛力且適合開發之地區，以提供風力電場投資與設置之參考。
- (3) 配合國內風力機設置及相關工業成長，規劃適當經費補助民間業者執行 R&D 並發展下列技術：
  1. 商業化風力發電機組技術 (特別是零組件與本土化)；
  2. 風力電場規劃、建造及維運技術；
  3. 風力發電場址評選規劃技術 (含離岸式)。



風電作為一項新的工業技術，對景氣低迷的台灣，實在值得引進並開發。一來直接增加就業機會，二來可活化產業結構，幫助傳統製造業者轉型。因為風力發電直接應用到傳統工業的產出，其主要零件如齒輪箱以及發電機，都可以在台灣找到一流的供應商。又例如：去年德國鋼鐵業的最大消費者便是風機製造商，而且新興的風力發電業在傳統工業為後盾的情形下，根基將更為紮實。在新製造科技的帶動下，可望為台灣傳統製造產業注入一股新的活力。我國許多中小企業有非常好的工業基礎，若能引進丹麥或德國的風機製造的技術，也可以使該技術在我國生根發展，並且可能成為半導體工業外，另一枝先進的新秀。

若能引進風機技術，風機製造業的發展，將使工廠所在地的經濟結構得到積極性的改變，一方面是就業人口以及相應的消費能力等，另一方面增加地方稅收。風機的製造亦可提振上游產業的復甦。

或許有人要說：「台灣這麼小，新能源市場有限。」然而台灣經濟命脈一向以出口為取向，IC 工業如此，在新能源又何嘗不可。以丹麥為例，丹麥的風機工業有百分之八十以上為出口，德國風機出口的比例也相當高。再則，有人可能還會提出質疑：「風機技術這麼進步了，我們有希望迎頭趕上嗎？」目前風機工業還算處於發展進步階段，還未成熟到像傳統工業那樣市場集中在少數幾家公司手中，參看西班牙的發展即為一例，西班牙在數年前大力推動風力發電，不到五年的光景，風機工業已蔚成氣候。台灣有一流的工業基礎，優秀勤奮的人民，再加上優質的風力資源，現在切入還可以追上。

## 二、我國太陽光電產業發展之優、劣環境

太陽光電工業屬於電子工業，我國電子工業成熟且發達具有很強競爭優勢，原因如下：

1. IC 廠有相關設備與製程，投入太陽電池必可有優越的良率與產能；
2. 有晶圓製造廠可生產太陽電池材料以及廢料利用，具降低成本之利基；
3. 半導體製造業人力素質高且生產製程能力強；
4. 擁有龐大而建全的太陽電池發電週邊技術產業(電力電子)；
5. 工業局將太陽電池生產列入主導性新產品項目以鼓勵輔助國內廠商投入；
6. 目前已有生產非晶矽太陽電池之廠商，並有一家在南部科學工業園區設廠預備生產結晶矽太陽電池，電機業廠商正預備向國外引進技術生產 inverter，若政府政策推動則必可帶動國內太陽光電工業之形成，創造國內產業應用於與增加外銷。

以我國而言，應先建立國內之太陽電池產業，以往由於沒有國內市場，因此無此產業，但由於國外市場成長快速以及國內將實施示範推廣計畫，因此可帶動產業投資生產，國內目前有一家生產消費性產品用之非晶矽太陽電池(民國 77 年成立)工廠，另有一家在南部科學工業園區設廠(茂迪公司)，並有幾家與材料所技術移轉合作，預計明年量產以供設置於示範系統，因此本計畫之研發將以提升太陽電池效率與降低成本以及開發新應用為主，元件方面將進行薄膜太陽電池材料與元件技術開發，與學術界合作做先期研究以選擇最佳材料與元件結構和製作方法，求成本與效率突破超前，進而與工業界合作以開發

可量產技術。模板方面將進行建材一體型模板開發，將太陽電池直接成為建築材料以降低成本(節省安裝材料與工程費用)與增廣應用。

關於太陽能電力產業發展，可從需求面與條件面來看。

需求面：我國的電力結構失衡僅在尖峰時段，太陽能發電只會在尖峰時段發電的特性，可以用來平衡我國電力結構失衡的需求。在環保意識高漲的今天，能讓民眾安心接受增加電力而不會抗爭的，也只有太陽能發電。不需要任何土地成本的發電方式，也只有太陽能發電。不會因要取得電力而讓這塊土地後患無窮的，也只有太陽能發電。

條件面：我國在太陽能電力產業擁有的條件是舉世無雙；因為太陽能電力產業概分三個分工：

1. 太陽能晶片(solar cell)的生產-晶圓廠可勝任。
2. 太陽能模組(solar module)的封裝生產-封裝廠或電子廠可勝任。
3. 太陽能發電應用系統(application)的控制器、變頻器、轉換器的研發生產-電機廠、電力電子廠可勝任。

以上列舉的晶圓廠、封裝廠或電子廠、電機廠、電力電子廠，當他們投入這個領域之後，更是其公司生命無限的延伸，造就了相關人才的第二春，也創造了許多新的就業機會，可謂一舉數得。

既我國已具備了發展太陽能電力產業的所有基本條件，所以最快切入的方式，可爭取各大太陽能電池公司合作或直接打入代工市場；待時機成熟取得關鍵性技術，可進一步發展自有品牌，或研發更高級的技術。台灣需要發展太陽能電力產業，也有能力發展太陽能電力產業。

### 第三節 國內再生能源與相關產業發展可能遭遇之瓶頸分析

國內除太陽能熱水器已建立商業化的市場外，其餘的再生能源並未能普及使用，而其所面臨的問題除研究經費外，尚包括國內能源工業技術有待提升、再生能源尚不具經濟性及能源技術市場有待開發等。

#### 一、我國風力發電推廣利用之瓶頸問題

自風力示範補助辦法實施後，已有許多有意申設風力發電示範系統者與能資所洽詢，但迄今已近三年僅有極少數成功案例，主要原因為法規及環境條件不完備所致，茲則其要者概略分析如下：

##### (一) 土地使用法規待適度鬆綁

風力資源佳且適合設置風力發電之處所，常為偏遠山丘稜線或海濱防風林地、河川堤岸或空曠田野等，地目多非為建地，依現行非都市土地容許使用法規並不容許設置風力機，宜適度修訂鬆綁使可設置風力機。

##### (二) 建築法規證照申請規範不明

目前之建築法規對於設置風力發電是否須申請雜項執照並未明確規範，所需文件資料亦不清楚，造成設置風力機者及地方政府建管單位於申請及審核時之困擾，宜明確訂定相關之規範，使申請者與審查者有所依循。

##### (三) 併聯及優惠售電辦法亟待訂定

風力機已中大型化，必須併聯售電方具經濟效益；目前風力發電示範系統雖有設備補助，但由於售電價格偏低，誘因仍嫌不足。尤其電業法修正草案未通過前，個人不能設置自用發電設備，只能先就工廠

推廣;但因工業用電價格特別偏低，以風力發電替代其用電之經濟效益相對不足。因此必須訂定風力發電優惠售電辦法，以提供有意投資者足夠之經濟誘因;並明定併聯規則，使投資者能依其設置規模評估所需之併聯成本。

目前推動再生能源非技術性障礙問題如下：

1. 國有及公有土地使用限制、
2. 環保與建管法令對再生能源設置與營運許可之規範不明、
3. 經濟誘因仍待提高、
4. 行政程序宜予簡化。

## 第五章 我國發展再生能源發展之政策誘因及管理機制

### 第一節 目前再生能源利用發展之政策誘因

經濟部能源委員會在民國 89 年 3 月 22 日頒佈之『風力發電示範系統設置補助辦法』，亦規定在四年內補助設置風力發電機組，以及 91 年 3 月 6 日新頒佈之『太陽光電發電示範系統設置補助辦法』，規定在未來二年內獎勵設置太陽光電發電示範系統外。除此之外並沒有其他具體經濟工具或措施方案來積極引進再生能源發電，對於再生能源在我國大規模開發利用的可行性亦尚未進行過全面而深入的仔細研究。（目前實施之再生能源獎勵補助措施請參見表 5-1）

表 5-1 我國再生能源源獎勵補助措施重點

獎勵措施	補助方式及標準	占設置成本比例	補助對象		
太陽能熱水系統推廣獎勵辦法 (89.01.26 發布)	按其所購置之集熱器種類及有效集熱面積予以補助(平方公尺)	15-20%	1.用戶(中華民國國民或法人)購置合格產品。 2.以新品為限。		
				本島	離島
	1.面蓋式平板集熱器：1,500 元			3,000 元	
	2.真空管式集熱器：1,500 元			3,000 元	
	3.無面蓋平板集熱器：1,000 元			2,500 元	
4.其他型式之集熱器：由主管機關核定					
風力發電示範系統設置補助辦法 (89.03.22 發布)	每 KW 之補助金額：<1.6 萬元	<50%	中華民國國民或法人於本辦法施行後在臺灣及離島地區新設或擴增示範系統，且未曾獲得補助者。		

太陽光電發電示範系統設置補助要點 (91.03.發布)	每峰 KW 之補助金額：<15 萬元 (峰 KW=KWp)	<50% 公家機關學校經評選具特殊優良示範效果最高 10Wp 以內得以全額補助	中華民國國民或法人於本辦法施行後在臺灣及離島地區新設或擴增示範系統，且未曾獲得補助者。
--------------------------------	----------------------------------	--	---

促進產業升級條例 (91.01.30 修正發布) 公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法 (89.07.19 修正發布)	1.投資金額之 13%得抵減營利事業所得稅 2.二年加速折舊 3.低利貸款：按交通銀行基本放款利率減 2.125 % -2.25 % 計息	以公司為限： 購置利用太陽能熱水器、風力發電、太陽光電、小水力發電、地熱利用、生質與廢棄物能利用等設備均得適用。
<b>購電費率</b>	1.以汽電共生裝置容量 20% 以上之購電費率 (即迴避成本) 收購 2.以汽電共生購電費率收購(環保署另提供沼氣發電獎勵金每度 0.3~0.5 元)	1.小水力、地熱、風力、太陽光電及垃圾焚化發電系統 2.垃圾掩埋場沼氣發電系統

(資料來源：經濟部能源委員會)

在推動再生能源利用的資金方面，八十七年全國能源會議決議，於八十九年起，五年內在能源基金中籌撥一百億元，做為推動節約能源、提升能源效率及研發推廣潔淨能源之用，其中五十億元用來推動新能源。此外，電源開發協助基金亦對推動再生能源利用有所助益。

### 風力發電利用之政策誘因

在風力發電利用之政策誘因方面，依據經濟部能源會「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」規劃，1999 年到 2004 年是我國風能發展的「示範階段」。示範階段的主要目的有三：

- (1)透過示範風力電場實際運轉，除驗證台灣本島風力發電的可行性外，並輔導建立電廠構建及維運技術，發揮展示教育功能，建立國人對風力發電技術的信心。
- (2)以政府出資合作設置示範風力電場的方式，引進商業化風力機技術，扶植建立國內風力發電產業，以降低成本，提高經濟效益。
- (3)進行全國風力發電場址勘察與評選，供未來推廣與普及設置之參考。

接著，經濟部能源會自八十九年度開始編列預算提供設備補助，目標為五年內獎勵民間設立總能量 18MW 風力發電示範系統，以初步推動國內風能的利用。為執行此一示範補助，經濟部於 89 年 3 月 22 日頒布「風力發電示範系統設置補助辦法」，對審核通過之分散式風力機或風力場示範系統給予設置成本 50% 以內、最高每千瓦新台幣 16,000 元之設備補助，至九十三年止。該五年「風力示範推廣計畫」的主要內容為，進行技術輔導民間設置風力發電示範系統，建立國內風力發電運轉及維護技術經驗；並透過展示教育，促進民眾對淨潔風力能源之瞭解，營造推廣應用環境。同時進行風力資源調查與較詳細之風場模擬分析，完成台灣地區風力潛能分佈圖，並進行陸上及海域可用風力發電場址評選規劃，為進一步開發風力發電利用鋪路。

此外，行政院「再生能源發展方案」推動策略中，為鼓勵民間對風力發電之開發利用，政府將建立台灣地區風能潛力細部分佈圖及規



劃出 250MW 較具開發潛力之場址資料，公開供民眾參考；並將規劃推動建立風力發電運維技術及引進離岸式風力發電應用技術。行政院環保署也將對設置風力發電系統者除：

- 1)位於國家公園內野生動物保護區或野生動物重要棲息環境；
- 2)位於都市土地，興建或擴建工程其發電容量或累積發電容量二萬五千瓩以上者；
- 3)位於非都市土地，興建或擴建工程其發電容量或累積發電容量五萬瓩以上者之情形外，得免實施環境影響評估。另外推動措施規劃中尚包含有增修訂法規事項(含完成再生能源發展條例立法、研商放寬土地使用限制、及明確簡化證照申請流程等)，以解決風電併聯問題並給予優惠電價、解決土地使用及證照問題等。

最近行政院還提出「挑戰 2008:國家發展重點計畫」，其中第九項「水與綠建設計畫」也規劃有推動再生能源之研發推廣項目，並訂定推動風力電場(Wind Farm)之子項。經濟部已針對此完成推動措施規劃，由隸屬政府之台電公司帶頭設置風力電場，並積極輔導鼓勵民間配合增設風力電場，而能源主管機關將選擇適當地點投資規劃設置至少一座之風力發展運用及展示系統，使成為兼具發電、觀光等效益之示範系統。故預計推動台電公司暨民間廠商投資設置風力發電機累積總裝置台數一百台以上，總裝置容量逾 200MW 的集中式風力電場，由台電公司及民間分頭並進，另由能源主管機關輔導並補助設置展示設施。

在風能技術的研發方面，目前的政策誘因有：

- (1)技術輔導民間設置風力發電示範系統，建立國內風力發電運轉及維護技術經驗。
- (2)進行國內風力資源調查與較詳細之風場模擬分析以及場址評選工作，完成台灣地區風力潛能分佈圖，進行陸上及海域可用風力發電場址評選規劃，挑選出較具潛力且適合開發之地區，以提供風力電場投資與設置之參考。
- (3)配合國內風力機設置及相關工業成長，規劃適當經費補助民間業者執行 R&D 並發展下列技術：
  1. 商業化風力發電機組技術（特別是零組件與本土化）；
  2. 風力電場規劃、建造及維運技術；
  3. 風力發電場址評選規劃技術（含離岸式）。

## 太陽光電利用的政策誘因

在太陽光電利用的政策誘因方面，經濟部能源委員會為推動台灣地區太陽光電發電系統示範利用，自八十九年度開始編列預算提供獎勵補助設備，並於九十一年三月六日重新修正公佈了「太陽光電發電示範系統設置補助要點」，採行示範利用補助獎勵措施，以鼓勵民間及機關團體投入太陽光電發電示範系統之設置。

而最近行政院提出之「挑戰 2008:國家發展重點計畫」，其中第九項「水與綠建設計畫」即規劃有推動再生能源之子項陽光電城(Solar City)。計劃營造永續發展的綠色陽光新市鎮，選擇與建築、都市景觀、節能設計及綠建築技術相結合之建築或多種生活功能設施如社區活動中心、公共場所、公園、學校、街道、停車場、候車棚、運動場、

展示中心及幹道為載具，呈現下一世代的綠色新能源城鎮。其規劃藍圖包括：

- 1.)營造永續發展綠色新市鎮；
- 2.)打造一條綠色交通幹道；
- 3.)孕育綠色能源新環境。

陽光電城推動措施，由配合參加徵選綠色陽光新市鎮之相關地方政府單住無償提供土地及地上相關建設與設施，由經濟部能源委員會以計畫方式提供陽光電城之設豈所需經費，若太陽光電系統設置完成須由設豈地點之政府單住負責運轉維護及主導展示工作；且因本案由於涵蓋太陽光電與建築、景觀、都市設計、綠建築之結合，其規劃、設計、推動展示及系統設豈、監測與維護技術環環相扣，由國內太陽光電研究發展與推廣之負責單住工研院材料所負責執行以利計劃落實。工作之推動為：

- 1 第一期(92 — 96 年):各推動目標之設計規劃、推動展示與系統監測與維護及綠色新幹線公開徵選競圖評審。
- 2 第二期(93-94 年):綠色幹線之細步設計並完成光電系統設置，集合住宅區及學校光電系統之細步設計並完成系統設置，綠色新市鎮公開徵選競圖評審，社區中心之設計規劃。
- 3 第三期(95-9.6 年):完成社區中心及太陽能推廣中心、社區、公園、候車棚、停車場、運動場之細步設計並完成光電系統設置，出及透天住宅等之設計規劃並完成光電系統設置。

## 第二節 目前再生能源發展之管理機制及法令問題

晚近我國再生能源的發展，可以始自於經濟部能源委員會在民國八十年所公布的「能源白皮書」，八十八年五月，經濟部能源委員會完成「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」，接著自八十九年度開始編列預算提供設備補助，經濟部隨後並接連頒佈相關示範系統設置補助辦法。

在整合各機關推動再生能源發展的行動方面，民國八十七年五月，行政院召開了「全國能源會議」，接著在九十一年一月核定實施「再生能源發展方案」，藉由建立協調機制，來排除推動的障礙，並促進再生能源專法立法，九十一年八月，行政院院會通過「再生能源發展條例」草案，並送立法院進行審議中。

此外，行政院進一步提出「挑戰 2008:國家發展重點計畫」，加強推動再生能源。還有新成立的行政院非核家園推動委員會，下設的潔淨能源小組，則是已經開始推動離岸式風力發電的相關研究。

### 風力發電發展之管理機制及法令問題

目前國內風力發展面臨的最大管理機制及法令問題在於民間申請開發風力發電所需用地之取得，其中牽涉到的「公用事業」認定問題，宜與電業法修正草案及台電民營化的時程一併考慮。另外，大面積開發的風力電場，對景觀及環境之影響，應考慮到相關法規的規範，而其產生的噪音則需符合噪音管制法的規定，至於是否進行環境影響評估，並無明確規範，宜進一步釐清。

民間申請開發風力發電所需用地取得，一開始的問題便在於，風力發電機未列入「非都市土地使用管制規則」容許使用項目，且非屬公用事業者，因此無法在風場條件佳之場址設置。

透過經濟部的建議，將「再生能源相關措施」納入「非都市土地使用管制規則」有關甲種、乙種、丙種、丁種等建築用地，以及農牧、林業、養殖、鹽業、礦業、窯業、交通、水利、遊憩、國土保安等十四種用地之容許使用項目。經內政部協調相關土地管理單位後的結果，甲、乙、丙、丁種等建築用地，以及（養殖）、鹽業、礦業、窯業、交通、水利、遊憩等 10（11）種用地，各相關土地管理單位已將再生能源相關設施納入其容許使用項目及許可使用細目內容。

不過，仍有農牧用地、林業用地、國土保安用地等尚未決定解決方式，而相關土地管理單位建議採變更編定為「特定目的事業用地」方式辦理。

在林業用地、保安林方面，關於設置再生能源發電設備需使用國有或公有林地相關規定，已納入「電業法」修正草案第九十二條「設置再生能源發電設備需使用國有或公有林地」。目前電業法修正草案正為立法院審議法案。不過，在電業法修正草案未完成立法前的過渡期間，公用事業可依森林法第八條辦理；至於其他民間（非公用事業）應如何處理，則是尚未解決。

至九十一年十一月止，上述問題的處理情形是，為究明業者（非公用事業）使用農牧、林業及國土保安等地目，設置風力發電申請用

地變更編定時，在程序上及時程上究竟採「容許使用」或「變更編定」何種為優，由經濟部能源會研擬相關審查作業要點，先依「變更編定」輔導業者進行申請試辦，邀請民間業者參與興辦事業計畫。儘管如此，在國土保安地目方面，尚待進一步與國安軍方單位協調。

此外，為了因應未來離岸式風力發電場發展的趨勢，目前經濟部能源會已開始進行初步相關研究，收集外國資料。初步的了解是，適用法規不明，尚待整理，應進一步進行研究。

離岸式風力電場所需之用地，一般是所謂的新生陸地（非法律用語），如何解決，在現行管理機制及法令上則是另一大問題。在程序上，首先是，新生陸地非屬私人所有，均屬國有財產範圍，若需使用需依法提出申請土地容許使用的項目或內容，依法需由內政部營建署予以公告、評定。若遇到地籍不明之土地，就需要由國有財產局來鑑定土地的邊界，由營建署予以規範。或者是，新生陸地屬於地方政府之管轄範圍，係屬地方政府的資產，由地方政府依據「非都市土地使用管制規則」特定目的事業用地，向內政部營建署申請，營建署再向國有財產局確認是否國有財產，然後民間風力發電業者向縣市政府提出土地使用計畫，縣市政府再提供予以租用。

## 太陽光電發展之管理機制及法令問題

太陽光電發展除了與風力發電發展面臨上述共同的用地取得的問題之外，還有一併要解決的併聯及優惠購電問題。太陽光電個別面臨之管理機制及法令問題則是在於包括獎勵補助在內的整體財務計

畫配套，以及未來在建築設計方面，如何引進德國、日本等國之太陽光電建材技術，這些問題均應在「再生能源發展條例」一併予以考慮。

### 「再生能源發展條例」專法立法

「再生能源發展條例」立法的主要目的是在於，除了現行建立跨部會協調機制外，訂定推廣再生能源的專法符合行政程序，並提供法源作為再生能源發展推動執行依據，方能落實再生能源發展方案，此乃當務之急。

由於再生能源之發電成本仍偏高，在開放市場上較難與未考慮外部成本之傳統發電方式競爭，為反映此清潔能源之整體效益，訂定合理之保障收購價格有其必要性。因此，「再生能源發展條例」草案最主要之精神即在於提供再生能源電能保障收購價格規範，以及電業收購再生能源電能與併聯之義務；明定收購價格係提供有意投資再生能源發電者穩定之經濟誘因，要求收購與併聯義務則在於確保再生能源電能之銷售通路。

以前述精神為基礎，共發展出十七條條文，其主要架構內容分為六大項：

- (一) 明定再生能源發電裝置容量六百五十萬千瓦為獎勵總量上限；
- (二) 明定再生能源發展之經費來源、用途及基金運作方式；
- (三) 明定電業需躉購再生能源電能，並提供併聯及停機維修期間所需電力等義務；

- (四) 明定再生能源電能躉購費率；
- (五) 明定太陽光電發電以示範計畫補助,及授權訂定再生能源熱利用獎勵補助辦法；
- (六) 明定再生能源發電設備裝置容量達一定規模以上之自用發電設備設置者,得準用「電業法」相關規定取得工程所需用地。此外,本草案規範再生能源發電設備設置者及一定規模以上自用發電設備設置者之義務;對於欲設置利用再生能源之自用發電設備者,排除現有「電業法」第九十七條之限制,以利整體推廣作業。

其他現行與再生能源發展相關之法制

## 電業法

現行「電業法」將電業經營區分為公營及民營二類(第七條),經營方式則區分為:自行發電直供用戶或轉售其他電業、購電轉供用戶或轉售其他電業、經營電力網統一購售電能、經營發電所並將電能躉售其他電業等四種(第九條),另按供電容量大小,將小型電業以外電業區分為四級。並規定電業屬特許之業務,在一定區域內有專營權(第三條)

另第七十八條規定「中央主管機關,對於電業設備,認為與政府工業政策不相配合時,得限期令其改善。」隱含政府干預電業採用能源種類之法源。

## 促進產業升級條例

促進產業升級條例第五條之公司購置節約能源或利用新及淨潔



能源之機器設備，得按二年之加速折舊。至於其所稱利用新及淨潔能源之機器設備，依據促進產業升級條例施行細則第八條，係指風力發電設備、地熱能利用設備、廢棄物能源回收利用相關設備、太陽光發電設備、太陽能熱利用設備、燃料電池發電裝置、生質能利用設備、海洋能利用設備、小水力發電設備、使用新及淨潔能源之運送工具、專為利用新及淨潔能源而增置或更新之部分設備，且列為固定資產者之全新機器、設備。

第六條第一項第二款至第四款規定，公司得在投資於資源回收、防治污染設備或技術；投資於利用新及淨潔能源、節約能源及工業用水再利用之設備或技術；投資於溫室氣體排放量減量或提高能源使用效率之設備或技術，支出金額百分之五至百分之二十限度內，抵減當年度應納營利事業所得稅額，當年度不足抵減時，得在以後四年度內抵減之。至於其所稱利用新及淨潔能源之機器設備，依據「公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法」第二條之規定，包括風力發電設備、地熱能利用設備、廢棄物能源回收利用相關設備、太陽光發電設備、太陽能熱利用設備、燃料電池發電裝置、生質能利用設備、海洋能利用設備、小水力發電設備、及其他經經濟部能源委員會認定利用新及淨潔能源之設備。

第六條第二項規定，公司得在投資研究發展及人才培訓支出金額百分之五至百分之二十五限度內，抵減當年度應納營利事業所得稅額。而所謂之研究與發展之支出，依據「公司研究與發展及人才培訓支出適用投資抵減辦法」第二條之規定，則包括提高能源使用效率及廢熱之再利用之費用。

第八條規定，為鼓勵對經濟發展具重大效益、風險性高且亟需扶

植之新興重要策略性產業之創立或擴充，營利事業或個人原始認股或應募屬該新興重要策略性產業之公司發行之記名股票，持有時間達三年以上者，得依下列規定抵減其當年度應納之營利事業所得稅額或綜合所得稅額；當年度不足抵減時，得在以後四年度內抵減之：

營利事業以其取得該股票之價款百分之二十限度內，抵減應納之營利事業所得稅額。

個人以其取得該股票之價款百分之十限度內，抵減應納之綜合所得稅額；其每一年度之抵減金額，以不超過該個人當年度應納綜合所得稅額百分之五十為限。但最後年度抵減金額，不在此限。其抵減率則自民國八十九年一月一日起每隔二年降低一個百分點。

至於新興重要策略性產業中有關新能源發展者，依據「新興重要策略性產業屬於製造業及技術服務業部分獎勵辦法」第五條規定，其投資計畫生產之產品或提供之技術服務範圍包括：

新及淨潔能源設備：太陽能、風力及沼氣等發電系統及其附屬設備與零組件、氫氧混合燃料產生機或經經濟部能源委員會認定之高效率太陽能熱水系統及其附屬設備與零組件。

節約能源或利用新及淨潔能源工程技術服務：以向經濟部能源委員會申請認定並符合各項要件規定者為限。

## 能源管理法

能源管理法第五條規定，中央主管機關得依預算法之規定，設置

能源研究發展特種基金，訂定計畫，加強能源之研究發展工作。中央主管機關應每年將能源研究發展計畫及基金運用成效，專案報告立法院。能源發展基金之用途範圍則包括：能源開發技術之研究發展及替代能源之研究；能源合理有效使用及節約技術、方法之研究發展；能源經濟分析及其情報資料之蒐集；能源規劃及技術等專業人員之培訓；及其他經核定之支出。至於能源基金的來源主要為臺灣電力公司每年按其營業收入千分之五範圍內撥入。在有關新能源及淨潔能源開發與利用方面，九十年代主要包括再生能源（含太陽熱能應用推廣、風力發電及太陽光電示範推廣、地熱利用示範推廣等）、海洋溫差發電利用、新能源利用（含燃料電池與氫能利用技術發展及第三代電動機車發展）及廢棄物能源利用等研究發展。

## 石油管理法

依據石油管理法，中央主管機關得就探採或輸入石油、製造石化原料工業副產之石油製品依石油管理法之規定售與石油煉製業者，收取一定比率之金額，成立石油基金。基金的用途則包括政府安全儲油；山地鄉及離島地區石油設施、運輸費用之補助及差價之補貼；獎勵石油、天然氣之探勘開發；能源政策、石油開發技術及替代能源之研究發展；及其他經中央主管機關認為穩定石油供應及維護油品市場秩序之必要措施。石油基金開始收取後，原依據能源管理法向石油公司收取之能源發展基金，已停止收取。

酒精汽油、生質柴油及再生汽、柴油之產製技術已逐漸成熟，有關酒精汽油、生質柴油及廢棄物回收產生石油等已有廠商提出設廠申請，又鑑於再生汽、柴油生產成本較高，產量較少，為降低業者成本負擔，維持其競爭力，於石油管理法協商通過之草案中規定免除其儲

備安全存量及繳納石油基金之義務，並授權中央主管機關訂定再生能源生產業之產銷管理辦法，以為管理之依據。

審議中再生能源相關法案

### 電業法修正草案

「行政院版」電業法修正草案之修正方向，係朝全面開放綜合電業、發電業、輸電業及配電業之設立，並成立電力調度中心統籌執行電力調度，公平使用電力網為目標。其修正要點為：

將電業劃分為公用電業及非公用電業二類。綜合電業、輸電業及配電業為公用電業，發電業為非公用電業。

增訂能源配比義務，規定綜合電業及發電業應設置天然氣及再生能源發電設備，並分別達到規定比例。

電業每年按其發電裝置容量提撥基金，作為能源研究發展、節約能源、達成能源配比、電力普及等用途。核能電廠應提撥核能後端營運基金，做為核廢料處理、中期貯存，最終處置及核電設施除役拆廠等所需費用。

在本修正草案中，已納入部份鼓勵新能源發展的機制。較具體明確的例如：界定再生能源包含太陽能、生質能、地熱能、海洋能、風力等（第三條）；法律授權規定天然氣及再生能源發電容量之比例下限及水力、核能發電之配比數額（第七條）；主管機關為維持能源政策之能源配比，得限制使用能源種類（第十六條）；對自用發電設備使用再生能源者，不限制其躉售量（第七十三條）；設置基金以作為

能源研究發展、達成能源配比等用途（第七十五條）；成立財團法人電力研究試驗所，以從事電力技術研究、設備測試等工作（第八十五條）；對以再生能源發電而需使用國有或公有林地者提供優惠（第九十二條）等。

### 能源節約法草案

本草案立法目的在確保能源資源有效率使用，防止因能源浪費所造成的環境破壞，促進經濟及環境永續發展（第一條）；規定耗能達一定規模的建築物、工廠、能源用戶，應訂定合理使用能源措施（第四條）；政府應優先採購省能產品（第五條）；能源大用戶有申報耗能情況之義務（第六條至第十五條）；政府公告各種耗能設備之能源效率標準（第十六條、第十七條）；省能設備享有融資、租稅優惠（第十九條、第二十條）；獎勵節約能源技術之研發（第二十一條）等。

### 環境保護基本法草案

按初審通過的草案重要條文，包括：如經濟、科技及社會發展對環境有嚴重不良影響或有危害之虞者，應環境保護優先（第三條）；污染、破壞環境者，應負其責，唯如無法確知污染者時，則由政府負責整治；政府為維護自然、社會、人文環境及兼顧原住民權益，可劃區保護，限制人民活動，但應給予合理補償及回饋；明訂政府應推廣太陽能、風能、海洋能、地熱能、生質能等再生能源研發；增列非核家園條款；政府應積極採取二氧化碳排放抑制措施，防止溫室效應等。

### 第三節 政策誘因、管理機制及相關配套措施探討

一般而言，風力發電能夠進行大規模的推廣應用，除了環保意識的提升及對潔淨能源的需求之外，主要還要具備三個基本條件：首先是技術的研發創新，除了國家本身具備良好的風場條件之外，政府政策性的獎勵補助措施是必不可少的條件。

為配合全國能源會議結論，推廣新及淨潔能源之應用，政府已於八十八年十二月三十一日修正公布「促進產業升級條例」，增訂利用新及淨潔能源之設備或技術給予加速折舊及投資抵減之優惠。為落實執行此一新增規定，行政院於八十九年發布「公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法」，及「公司研究與發展及人才培訓支出適用投資抵減辦法」作為執行之依據。另經濟部對於利用風能、增加再生能源供應及推廣使用太陽能，亦訂有補助獎勵辦法。茲分述如下：

#### 1. 加速折舊

依促進產業升級條例第五條規定，公司購置利用新及淨潔能源之機器設備，得按二年加速折舊。但在縮短後之耐用年數內，如未折舊足額，得在所得稅法規定之耐用年數內一年或分年繼續折舊，至折足為止。

#### 2. 投資抵減

##### (1) 設備技術之投資抵減

依促進產業升級條例第六條規定，為促進產業升級需要，公司投資於利用新及淨潔能源及工業用水再利用之設備技術時，得在支出金額百分之五至百分之二十限度內，抵減當年度

應納營利事業所得稅；當年度不足抵減時，得在以後四年度內抵減之。

根據該條第四項所訂之「公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法」第四條規定，公司購置自行使用之新及淨潔能源設備或技術，在同一課稅年度內購置總金額達新台幣六十萬元以上者，得就購置成本按下列百分比限度內，抵減其當年度應納營利事業所得稅額；當年度應納營利事業所得稅不足抵減者，得在以後四年度應納營利事業所得稅額中抵減之：

- ①國內產製之節約能源或利用新及淨潔能源設備，抵減百分之二十。
- ②國外產製之節約能源或利用新及淨潔能源設備，抵減百分之十。
- ③節約能源或利用新及淨潔能源技術，抵減百分之十。

所謂當年度，指節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術交貨之年度。而所謂「技術」，係指配合節約能源或利用新及淨潔能源設備所需之專利權、專門技術或電腦套裝軟體。

所謂新及淨潔能源，根據「促進產業升級條例施行細則」第八條及「公司購置節約能源或利用新及淨潔能源設備或技術適用投資抵減辦法」第四條規定，係指 1. 風力發電設備。2. 地熱能利用設備，包括地熱探勘、開發、發電、熱利用、空調等設備。3. 廢棄物能源回收利用相關設備，包括發電、熱利用及各類衍生燃料設備。4. 太陽光發電設備。5. 太陽能熱利用設備，包括集蓄熱裝置及冷卻空調系統。6. 燃料電池發電裝置。7. 生質能利用設備，包括生質能發電、酒精汽油及生質柴油生產設備。8. 海洋能利用設備。9. 小水力發電設備。10. 使用新及淨潔能源之運送工具。11. 專為利用新及淨潔能源而增置或更

新之部分設備且列為固定資產者。

## (2) 研究發展之投資抵減

依據促進產業升級條例第六條第四項制定之「公司研究與發展及人才培訓支出適用投資抵減辦法」，公司研究發展之支出，包括研究新產品或新技術、改進生產技術、改進提供勞務技術及改善製程所支出之費用。故公司針對新能源之研究發展相關費用，亦可申請適用投資抵減。

## 3. 補貼

為加速推動利用風能，增加再生能源供應，於經濟部發布之「風力發電示範系統設置補助辦法」第六條中訂有補貼辦法。該辦法提供之補助款，以風力發電示範系統每千瓦裝置容量新臺幣一萬六千元為上限；補助比率最高不得逾該計畫風力發電示範系統設置成本百分之五十。

再者，為推廣使用太陽能，獎勵設置該系統以節約傳統能源，該部亦訂有「太陽能熱水系統推廣獎勵辦法」。依該辦法第七條規定：臺灣本島之太陽能熱水系統產品用戶依本辦法申補助時，按其所購置之集熱器種類及有效集熱面積，依下列計算基準，予以補助：

- (1) 面蓋式平板集熱器：每平方公尺新臺幣一千五百元。
- (2) 真空管式集熱器：每平方公尺新臺幣一千五百元。
- (3) 無面蓋式平板集熱器：每平方公尺新臺幣一千元。
- (4) 其他型式之集熱器：由主管機關核定之。

離島地區之太陽能熱水系統產品用戶，按其所購置之集熱器種類及有效集熱面積，依下列計算基準，予以補助。



- (1) 面蓋式平板集熱器：每平方公尺新臺幣三千元。
- (2) 真空管式集熱器：每平方公尺新臺幣三千元。
- (3) 無面蓋式平板集熱器：每平方公尺新臺幣二千五百元。
- (4) 其他型式之集熱器：由主管機關核定之。

此外，該部之「太陽光電發電示範系統設置補助要點」明訂該裝置補助標準：太陽光電發電示範系統：每峰瓦輸出容量以補助新臺幣十六萬元為上限；補助款最高不得逾該發電系統設置費用百分之五十。

#### 4. 低利貸款

提供低利貸款予廠商購置採用能源相關設備，亦為我國現行財稅措施之一。行政院配合促進產業升級條例第二十一條所設置之開發基金，為促進能源有效利用及減輕使用能源所造成之環境污染，目前已辦理「購置節約能源設備優惠貸款」，按承辦銀行之公告基本放款利率折減一定百分比計息。

該優惠貸款目前雖僅適用於購置節約能源設備，但擴至新及淨潔能源機器設備之利用，已為該基金之共識，並將儘速增訂相關要點。

未來參酌國外之立法例，基於環保之理念、配合我國國情需要及財政狀況，檢討目前之規定與施行情況，尚有下列值得商酌之處：

1. 相較於國外為抑制二氧化碳之排放，改進日益嚴重之空氣污染，乃針對含碳能源產品課徵碳稅，然而我國相關環境之租稅對此尚未完整規範。所以就長期而言，似可針對此課題作進一步深

入之研究，除可維護空氣品質外，亦可將所得收入，作為推廣新能源之用。

2. 再者，目前空污費、水污費、燃料費等由政府各單位主管徵收，為合理反應使用能源所造成之社會成本，降低新能源之相對價格，建議將各項規費與貨物稅相整併，成為特種銷售稅，以便於統籌規劃運用，鼓勵新能源之採用。
3. 我國現行新能源之財稅優惠，係給予投資利用該技術或設備之公司為主，若個人運用新能源者，則並未給予相關租稅減免，參酌美、日等國之立法例及為鼓勵國人多方使用新能源，似可檢討獎勵措施及於個人之可行性。
4. 此外，我國目前雖已於促進產業升級條例中第五條、第六條訂定關於企業投資與利用新及淨潔能源設備或技術之加速折舊及投資抵減之租稅優惠；但有關適用加速折舊之申請期限及其他相關事宜未臻明確。為鼓勵企業投資利用新能源，似宜明定，俾利遵循。

最後，由於廠商申請適用投資抵減，須有盈餘方得扣抵，廠商並非可直接運用該額度；又促進新能源之有效利用，除給予租稅優惠外，似以直接補貼效果為大，建議積極有效規劃以提供廠商補助金、低利貸款等方式，鼓勵其採用新能源或更潔淨之生產技術。

針對再生能源發展，政府的政策誘因、管理機制及相關配套措施，除了現行補助示範系統設備措施、協調機制、財稅措施等等之外，未來還應該進一步包括協助產業發展的租稅優惠、用地取得及協調機制。

一、釐清再生能源「產業發展」協調機制及主管機關，擬訂產

業發展策略。

- 二、 基於國內再生能源發展條件良好的場址有限，為使產業發展與內需市場的擴充能夠互相配合，中央政府應與縣市政府建立一套聯繫機制，有效管理土地建築法規的鬆綁。

## 第六章 我國再生能源與其相關產業之發展策略及行動計畫

### 第一節 再生能源發展及帶動相關產業之前景

據推估至2020年國內至少有3,000 億元以上之商機，值得國內業者重視及投入。又依據美國EIA (Energy Information Agency) 2001 年發表之統計資料顯示，1999 年全球再生能源用量有32.7 Quadrillion Btu，約佔能源總供應之8.6%左右（不含水力約佔3%左右），預估至2020年再生能源之用量將達50 Quadrillion Btu，約成長150%。另依經濟合作暨發展組織國家（OECD）之再生能源發電量成長預估，至2020 年成長為1998 年的1.7 倍，皆可窺見潔淨再生能源設備產業蘊藏龐大商機。

#### 壹、風力發電相關產業發展前景

##### 一、全球風力發電機市場

風力發電技術已趨成熟，而且也已形成全球市場。根據 EWEA（歐洲風能協會）預估，2000-2010 年十年間，每年平均成長率約為 25.7-35%，及每年平均約有 8,000MW 之市場，約為 2,800 億元之鉅。又依據 IEA（International Energy Agency）於 2000 年全球能源展望中預估，2020 年的全球能源需求為 25,800 TWh（假設現況不改變“business as usual”），因而若要達到 Wind Force12 的目標，歐洲風能協會(EWEA)更推估全球 2004-2010 年之年成長率將達 25%（2010 年裝置量為 235,000MW），2010-2020 年之年成長率為 20%，在 2020 年之裝置量將達 1,260,000MW，年發電量達  $3 \times 10^6$  GWh/ year 的電力，為當時全球電力消耗之 12%，其創造之就業人口約 170 萬人，確可對全球風電產業之前景充滿信心，風力機國際市場將供不應求，風力機國際大廠尚且應接不暇，風力機產業發展潛力可期。

表6-1、 2020 年全球風力發電達12%占比評估表

成長率	年份	累計容量 MW	每年增設 容量MW	平均風 機大小 MW	累計風機 數量	容量因 子	年發電量 TWh
	2001	24,900	6,800	1.0	56,000	25%	54.5
25%	2002	33,400	8,500	1.0	64,500	25%	73.1
25%	2003	44,025	10,625	1.2	75,125	25%	96.4
25%	2004	57,306	13,281	1.2	86,193	25%	125.5
25%	2005	73,908	16,602	1.4	100,027	25%	161.9
20%從 2008起	2010	233,905	44,824	1.5	219,917	25%	512.3
15%從 2013起	2015	610,001	98,168	1.5	473,209	28%	1,496.2
10% 從 2016起	2020	1,261,157	150,000	1.5	907,313	28%	3,093.4
0%從 2021起	2030	2,571,277	150,000	1.5	1,906,032	28%	6,306.8
	2040	3,044,025	150,000	2.0	2,654,066	30%	7,999.7

( 資料來源：BTM Consult ApS “Wind Force 12” )

## 二、國內風電市場

由於台灣現有的推廣目標及鼓勵補助措施，台灣的內需市場已經出現。依據經濟部能源委員會估計至 2020 年時，國內風力機組裝設目標為 1,500MW，其中台電公司以目標至 2010 年時，裝置容量為 300MW，若以機組機電設備費用每 KM 建造成本 3.5 萬元估算，平均每年市場需求約為新台幣 10 億元左右。

表6-2 風力發電技術效益演進比較

年代	1980	2000	2005 (預測)
單機容量	< 100 瓩	600 ~ 1,000 瓩	1,000 ~ 5,000 瓩
可用率	60 %	97 ~ 99 %	98 ~ 99 %
產能	500 度電/公尺 <sup>2</sup> /年	1,100 度電/公尺 <sup>2</sup> /年	1,250 度電/公尺 <sup>2</sup> /年

安裝成本	4,000 美元/瓩	1,000 美元/瓩	~900 美元/瓩
發電成本	40 美分/度電	5 ~ 6 美分/度電	3 ~ 4 美分/度電

全球風力發電技術已趨成熟，風力機技術非很尖端，但涉及層面廣：包括傳動發電系統---機械、電機、電力電子；葉片轉子---氣動、玻纖材料結構；控制系統---感測器及電腦微處理等。以台灣之機電、電控、玻纖及工程業技術能力足可勝任。

風電產業技術非最尖端，但層面廣（氣動、機電、控制、材料），國內具相關技術能力。需支持新產業之建立發展（如促產條例等獎勵政策）產業尚未萌芽，待扶植建立。國內需市場不足以支持產業風電產業直接有關之研發能量少，但至少已有明確內需市場，初具產業誘因（10 年內至少 300MW）。

而國際市場熱賣，供不應求，但重件運輸不便，有些零組件適就地生產。目前國際市場大廠寡佔，資本密集、勞力密集。市場需能擴大掌握、產品技術需能持續精進。（若未能自行開拓及研發，則需與大廠緊密合作）

表 6-3 國內風力機零組件產業發展評估表

系統構件部位	國內有無生產業者	相關產業情形	同類製造業中技術等級	國內業者技術等級	是否需投入發展
葉片	無	國內塑膠玻璃纖維製造業者有極大投入興趣	高	中/高 (業者間有不同意見)	附加價值高，但需與國外大廠技術合作
風能發電機	無	大同 士林電機有生產能力但在觀望	高	中/高 (業者間有不同意見)	有製造能力但需投入研發或與國外技術合作
增速齒輪箱	無	國內有齒輪箱相關製造業基礎	中/高 (業者間有不同意見)	中/高 (業者間有不同意見)	有製造能力但需投入研發或與國外

					技術合作
轉向系統	無	未明	高	無	未明
控制系統	無	國內有電力電子產業基礎	高	高	有需要與國外技術合作
輸變電系統	無	國內有電機產業基礎	中	高	有生產能力
煞車系統	無	國內有製造業基礎	中	中	可馬上製造生產
機艙	無	國內有製造業基礎	中	中	可馬上製造生產
塔架	台塑重工 - 雲林麥寮風電系統	國內有製造業基礎	中	中	可馬上製造生產

### 三、與國際大廠合作生產

目前國內可以說尚無風力發電產業，僅有少數產業提供部份相關零組件(如塑膠纖維原料)給國外風力機製造廠家。我國風力機產業尚未萌芽，目前與先進國家德國、西班牙、美國及丹麥等國並無競爭能力。但是若能藉由內需市場吸引國際大廠來台設廠製造葉片等關鍵性零組件，則以國內廠商與國際大廠合作產製的模式，協助國際大廠開發生產線，如此一來，便能夠以零組件的製造，尋求國際市場的切入機會。

此外，在先期引進國外風力機發電時，亦有風力機組維修檢修技術周邊行業的機會。若能掌握契機，藉由內需市場帶動建立風電產業，將來應有機會成長壯大風電產業，進一步跨足國際市場。以工研院評估可行之方法如下：

1. 由於內需市場量不足，應政策性考量加速推廣應用以增加內需

量（策略性增設裝置容量/及縮短期程完成目標量），若能以內需市場大量購買同一機型，吸引原廠至我國採購零配件、培植維修能力，則甚有機會同時技術移轉本地產製。

2. 目前風力機市場皆為丹麥、德國及美國等幾個大廠寡佔，欲獨力拓展市場不易。但因全球風力機市場供不應求，若能結合國際大廠合作產製（joint - manufacturer），利用或擴充國內既有廠房設備即可製作者快速加入風力機零組件或系統產製，並注意提昇品質及效率（縮短交貨期），應可有爭取合作之機會，儘早伴隨進入外銷市場。
3. 重點項目優先引進（技術門檻高、產品附加價值高，且具未來改良發展潛力者），如：
  - 葉片（氣動、結構、FRP 材料）
  - 電力轉換系統（gearless 型之交/直/交變流器）
4. 隨同風力電廠施建養成風力發電廠施建工程業及維運業者。
5. 加強政策面之獎勵措施，以提高風電產業誘因（如新投資事業五年免稅、二年加速折舊、工業局策略性主導性產品獎勵輔導等）。



## 貳、太陽光電可帶動相關產業之前景

太陽光電未來市場預估依目前各主要推動國家之規劃，未來五年PV之年成長率將超過20%，預計至2005年，年產值可達810MW（表11）。日本更預估其太陽電池市場2005年為2000年之2.31倍，達年間2,161億日圓，成長規模相當於一座可以發電達42萬KW輸出之火力發電廠。太陽光電對抑低尖峰用電甚有助益，雖然太陽光電發電系統之發電成本仍然高達15元/度電以上，世界各國仍卯足全勁大力研發與獎勵推廣，主要係視之為明日產業，企圖以技術密集及資本密集之方式搶佔未來市場。由於光電先進國大力扶植之策略產業，近年來PV系統隨著技術、量產之成熟，設置成本逐年下降，目前國外市場每年約300MWp，未來普及化之成長潛力甚大；加上台灣已有推廣目標及激勵措施，內需市場可期；特別是台灣半導體產業及人才已有雄厚之基礎(矽晶材料以至封裝)，以及量產技術能力優勢，我國有極佳切入機會。

表6-4 PV 未來市場預估(Source ; Strategic Unlimited, April,2000)

年代	2000	2001	2002	2003	2004	2005
安裝量 (MW)	250	300	400	500	650	810
併聯量 (MW)	127	166	229	295	380	491

目前太陽光電電池發電設備由於發電裝置成本過高，以致無法大

量使用，初期仍藉由示範補助，擴大國內市場規模，以帶動國內太陽光電相關產業的機會。

至於未來搶佔國際市場部分，我國目前有六家太陽光電生產廠商，該六家太陽電池廠預估年產值將可達到 28 億元。

由於台灣半導體產業及人才已有雄厚的基礎，特別是從矽晶材料到封裝，以及量產技術能力優勢，透過太陽光電與 IC 半導體產業的結合，我國在進入太陽電池國際市場還是有極佳的切入機會。

我國目前有六家太陽光電生產廠商，太陽電池廠預估年產值將可達 28 億元

表6-5 我國目前太陽光電廠商生產概況

廠商	投產時間	投資額	年產能	預估產值	主要產品
中美矽晶	2000 年	---	80 噸	2 億元	單晶矽太陽電池矽晶片
光華	1988 年	9 億元	5MW	5 億元	非晶矽太陽電池與模組
茂迪	1999 年	5 億元	5MW	6.2 億元	多晶矽太陽電池
永炬光電	2000 年	2.5 億元	2MW	3.1 億元	單晶與多晶矽太陽電池模組轉換器及系統產品
正懋光電	2001 年	2.5 億元	5MW	6.2 億元	太陽電池模組
益通電力	2002 年	2.5 億元	5MW	6.2 億元	多晶矽太陽電池

太陽能電力產業可概分三個分工：

1. 太陽能晶片(solar cell)的生產-晶圓廠可勝任。
2. 太陽能模組(solar module)的封裝生產-封裝廠或電子廠可勝任。

3. 太陽能發電應用系統(application)的控制器、變頻器、轉換器的研發生產-電機廠、電力電子廠可勝任。

以上列舉的晶圓廠、封裝廠或電子廠、電機廠、電力電子廠，當他們投入這個領域之後，更是其公司生命無限的延伸，造就了相關人才的第二春，也創造了許多新的就業機會，可謂一舉數得。

既我國已具備了發展太陽能電力產業的所有基本條件，所以最快切入的方式，可爭取各大太陽能電池公司合作或直接打入代工市場；待時機成熟取得關鍵性技術，可進一步發展自有品牌，或研發更高級的技术。

表 6-6 國內太陽光發電設備零組件產業發展評估表

零組件及系統	國內有無生產業者	同類製造業中技術等級	國內業者技術等級	是否需投入發展
矽棒，矽晶片	中美矽晶	中	高	自行生產內外銷
太陽電池	茂迪及益通生產多晶矽太陽電池廠；永炬與工研院材料所合作生產單晶矽太陽電池	中高	高	附加價值高，需繼續投入研發更高效率太陽電池
太陽電池模組(太陽光電模板)	永炬、正懋及中國電器三家封裝廠	無法分級	高	可自行生產並外銷，不需研發
直交流轉換及電力保護系統	無；但國內有電力電子產業基礎	高	高	有能力生產，但需投入研發
整體系統安裝	數十家業者	中	高	基本技術
蓄電池	有	中	中	有能力生產，但需投入研發

台灣太陽能電力產業發展機會，以工研院評估可行之方法如下：

1. 台灣半導體產業及人才已有雄厚之基礎(矽晶材料以至封裝)，以及

量產技術能力優勢。

2. 太陽電池已有四個廠家，產業已經初步形成。
3. 太陽電池系統隨著技術、量產之成熟，系統設置成本逐年下降，未來普及化之潛力大，國外補助市場已然成型每年約 200MW，在國際市場的快速成長下，我國有切入機會。
4. 配合政府之獎勵政策，擴大內需市場，即可觸動太陽電池產業發展，並增進太陽電池利用。

有關國內光電產業推動方法，宜從下列重點著手：

- 藉由內需市場，成長壯大產業並建立系統技術能力。
- 結合IC 半導體產業，增加研發能量。
- 加強關鍵組件及轉換系統（ Inverter ）研發，提昇效率降低成本。
- 與美日大廠合作，提昇技術及掌握擴大市場。 --- 建立標準模組化產品及多樣性應用產品(如與建材結合或取代建材之模板等)。

## 第二節 再生能源與其相關產業發展政策建議

### 壹、本研究有關再生能源發展的策略六項建議如下：

#### 一、設再生能源推動發展小組任務編組，各部會分工執行

1. 設立再生能源推動發展小組，由政府各部會業務相關承辦人員按部會所涉權責範圍全力配合再生能源發展，定期召開工作研商協調會議，以收政策執行整合及業務分工功效，排除再生能源在國內推廣應用的政策障礙。
2. 於「再生能源發展條例」法條中增加訂定設立再生能源發展基金管理委員會，以監督再生能源發展基金之運作使用。

#### 二、修整完備再生能源相關法規內容，以利發展空間

1. 因「再生能源發展條例」規定獎勵再生能源發電總裝置容量占比達總發電裝置容量百分之十二或以再生能源發電總裝置容量六百五十萬千瓦為上限，其中若以水力發電或廢棄物發電配比占去大部份額度，恐將排擠太陽光電及風電之發展，宜在法中有解套措施。
2. 鑑於綜合電業、配電業因負有營業區域內電力網之規劃、興建、維護及供電義務，輸電業為提供「公共運輸」電力網之業者，均與公眾利益息息相關，仍須由主管機關監督及管制其運作，乃明定綜合電業、配電業及輸電業為公用事業；另

為促進電力市場自由競爭及減少發電業之經營限制，明定發電業者為非公用事業。

3. 為解決再生能源設備用地取得，可參考「電業法」修正草案第九十二條研議內容 - 設置再生能源發電設備需使用國有或公有林地，經中央主管機關認定確屬業務必需者，得準用森林法第八條之規定承租國有或公有林地。
4. 再生能源系統裝置容量在一定規模以下之再生能源系統及其附屬設施之設置，其土地使用應適用或準用在都市計畫土地使用分區管制及非都市土地使用管制編定容許使用項目中，關於公用事業設施之規定。裝置容量一定規模以下之再生能源系統及其附屬設施認定標準，由中央主管機關會同內政部訂之。
5. 除設備費用補助及電價優惠收購外，另增加建築與容積獎勵：設置再生能源發電、利用系統及相關設施，其設施特性或裝置容量、高度或面積未達一定規模者，免依建築法規定請領雜項執照。原有建築物新設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百零五之獎勵，容積率放寬獎勵，所有權人得以交易、交換、權利出讓等方式為之。新建建築物附設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百一十之獎勵。關於免請領雜項執照之設備容量、高度或面積標準，及給予容積率放寬獎勵之設備容量標準，由中央主管機關會同中央建築主管機關定之。

### 三、建構綠色電力消費宣導教育，進行綠色電力消費

1. 進行綠色電力消費的宣導與教育，結合綠色電力消費及能源教育理念於與高中、國中與小學的理化/自然教育內容。
2. 辦理民眾「再生能源促進應用」宣導教育活動，各級政府機關人員「再生能源促進應用」講習與溝通
3. 推動執行的推廣與補助計畫，應與非政府組織民間團體結合深入民間，進行保養與持續推動工作。

### 四、善用現有資源及產官學合作，投入再生能源技術研發

1. 持續投入再生能源產業關鍵技術(如低成本高效率的太陽電池、轉換系統等電力電子系統)之研發與進行前瞻性太陽電池生產技術研發。
2. 進行與國外大廠技術合作談判工作，吸引原廠至我國採購零配件、培植維修能力，進一步結合國際大廠合作產製 (joint - manufacturer)，則有機會技術移轉本地產製，導入零組件或系統產製。

### 五、積極協助業者開拓再生能源系統設備國際市場。

1. 儘速規範完成再生能源發電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循。

2. 國家預算協助設立再生能源系統認證機構與產品驗證測試實驗室，國內生產之再生能源設備製品不需再耗時耗費送國外認證，節省成本支出，增加產品市場競爭條件。
3. 給予太陽光電池原料進口關稅優惠利基，降底整體生產成本，創造國內業者在國際市場競爭優勢。
4. 推動政府及產業界參與國際型援助活動如太陽光電世界光計畫等再生能源設備援外計畫，同時達成擴大國外市場、增加產能，並以建立台灣未來能源科技新形象及綠色外交工作。

#### 六、長程規劃研擬綠色租稅制度及綠色能源外交計畫。

1. 長程規劃研擬 - 綠色租稅制度，以環境經濟政策誘因推動再生能源利用與能源節約運動。
2. 以國內非政府組織參與再生能源發展國際事務及國際相關計畫，結合再生能源與外交政策，促成政策制定與執行者國際間實質的交流。以國內與國外非政府組織為主要窗口，尋求台灣參與國際整合型計畫(例如歐盟計畫)中 Pilot Projects 的可能性。以國際合作形式，加速國內產業界與學界的技術研發進程，降低生產成本。透過與國際相關推動機構合作，收集研究各國獎勵措施第一手資料提供國內施政與法律制定參考。結合國內與國外非政府組織(能源相關)與相關產業，蒐集及評估國內市場規模與技術接受度。推動政府及產業界參與國際型援助活動如太陽光電世界光計畫等再生能源設備援外計畫。



## 貳、再生能源發展各項建議推動措施如下：

### 一、跨部會共通性措施建議：

1. 永續就業希望工程培育再生能源工程、營運及維修人才。
2. 辦理各級政府單位人員「再生能源促進應用」講習與溝通。
3. 能源委員會、各地地方政府與民間團體共同組成地方「再生能源發展促進會」。
4. 進行綠色電力消費的宣導與教育，結合綠色電力消費及能源教育理念於與高中、國中與小學的理化/自然教育內容。
5. 建議工研院推動執行的推廣與補助計畫，應與非政府組織民間團體結合深入民間，進行保養與持續推動工作。
6. 以國際合作形式，加速國內產業界與學界的技術研發進程，降低生產成本。結合國內與國外非政府組織（能源相關）與相關產業，蒐集及評估國內市場規模與技術接受度。
7. 以國內非政府組織參與再生能源發展國際事務及國際相關計畫，結合再生能源與外交政策，促成政策制定與執行者國際間實質的交流；並以國內外非政府組織為主要窗口，尋求台灣參與國際整合型計畫（例如歐盟計畫）中 Pilot Projects 的可能性（例如太陽能冷卻技術）。
8. 以太陽光電/省能技術與建築的結合，達成大城市景觀改造，以及未來能源使用。
9. 透過與國際相關推動機構合作，收集研究各國獎勵措施第一手資料提供國內施政與法律制定參考。

10. 蒐集/評估國際固定再生能源配比國內施行可能性。
11. 推動政府及產業界參與國際型援助活動如太陽光電世界光計畫等再生能源設備援外計劃，同時達成擴大國外市場、增加產能，並以建立台灣未來能源科技新形象及綠色外交工作。
12. 於「再生能源發展條例」中明定再生能源發展基金之管理組織及列明各種主動獎勵再用能源利用之法條。

## 二、太陽光電推廣應用建議：

1. 優先進行各級學校(加強注重中小學校)及公立機關建築物裝設太陽光電系統 - 結合教育部、公共工程委員會、內政部。
2. 優先並主動為偏遠或離島地區裝設太陽光電系統為電力安全設備，並以太陽光電系統援外。
3. 鼓勵社區或集合式住宅裝設太陽光電系統。
4. 於再生能源發展條例或建築相關法令規章中研訂主動獎勵太陽光電利用的法條及措施，如設置再生能源發電、利用系統及相關設施，其設施特性或裝置容量、高度或面積未達一定規模者，免依建築法規定請領雜項執照。原有建築物新設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百零五之獎勵，容積率放寬獎勵，所有權人得以交易、交換、權利出讓等方式為之。新建建築物附設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百一十之獎勵。

5. 研訂合理完善之太陽光發電設備補助與電價補貼措施。

### 三、風力發電推廣應用建議：

- 1 自用發電業者給予部份設備成本補貼。
- 2 鼓勵地方政府、合作社、農漁會及非營利團體設置分散型風力機，給予設備補助或電價補貼。
- 3 設置風機發電併聯電網業者有價收購電力。
- 4 進行離岸式風力機建置規劃專案工作。
- 5 為解決風力發電設備用地取得，需使用國有或公有林地，經中央主管機關認定確屬業務必需者，得準用森林法第八條之規定承租國有或公有林地。若裝置容量在一定規模以下之系統及其附屬設施之設置，其土地使用應適用或準用在都市計畫土地使用分區管制及非都市土地使用管制編定容許使用項目中，關於公用事業設施之規定。

### 四、太陽光電產業發展建議：

- 1 儘速規範完成太陽光電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循，政府設立系統認證機構與產品驗證測試實驗室，國內生產之設備製品不需再耗時耗費送國外認證，節省成本支出，增加產品市場競爭條件。
- 2 持續投入再生能源產業關鍵技術(如低成本高效率的太陽電池，及轉換系統 Inverter 等電力電子系統)之研發與進行前瞻性太

陽電池生產技術研發。

- 3 結合 IC 半導體產業，增加太陽電池研發與生產能量。
- 4 與歐美日大廠合作技術引進，提昇系統技術能力，並回銷國外市場。
- 5 建立標準模組化產品及多樣性應用產品，如與建材結合或取代建材之模板等。
- 6 給予太陽光電池原料進口關稅優惠利基，降底整體生產成本，創造國內業者在國際市場競爭優勢。

#### 五、風力發電產業建議：

- 1 進行與國外風力機大廠技術合作談判工作，以吸引原廠至我國採購零配件、培植維修能力，進一步結合國際大廠合作產製 ( joint - manufacturer )，則有機會技術移轉本地產製，快速導入風力機零組件或系統產製。
- 2 進行投入研發風機關鍵性零組件技術 ( 技術門檻較高，且具未來發展潛力者，如：葉片之 FRP 材料、監控系統及電力轉換系統 gearless 型之交/直/交變流器 ) 之預先評估工作，以瞭解那項產業為優先輔導對象。
- 3 隨同風力電廠施建養成風力發電廠施建工程業及維運業。
- 4 規範風力發電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循。

## 第七章 結論與建議

### 第一節 結論

#### 國外再生能源發展經驗之啟示：

- 全球環境問題，促使能源結構改變，降低二氧化碳排放量
- 再生能源設備費用補助與發電有價收購
- 再生能源發電以價收購
- 租稅減免、低利貸款及其他獎勵措施
- 打開太陽光電電池市場
- 鼓勵風力發電機產業
- 創造就業機會

#### 我國再生能源發展政策措施回顧：

- 再生能源發展條例未完成立法施行之前，先擬訂「台電公司收購再生能源電能辦法」及「台電公司再生能源發電併聯技術要點」
- 輔導再生能源產業研究發展，獎勵或協助相關業者開發較低成本量產技術及產品，促進普及推廣應用
- 購置利用再生能源設備或技術給予投資抵減、加速折舊、低利貸款等財稅獎勵
- 為加強再生能源利用示範及宣導工作而頒佈的再生能源利用示範補助辦法
- 設置再生能源發電系統及其併聯線路用地取得及使用變更及執照等問題與訂定或檢改相關法規辦法

### **國內當前風力發電發展議題：**

- 風力發電示範系統設置補助辦法所面臨待解決問題
- 有關挑戰 2008 風力電場(Wind Farm)的細部規劃
- 引進國外先進風力機於示範電場，累積經驗技術，逐步本土化改良
- 評估風力機國內相關產業(如葉片製造)的輔導與投入技術研發，或與國外進行技術合作轉移(需專業法律談判人才)問題
- 離岸式風力電場的預先規劃評估

### **國內當前太陽光電發展議題：**

- 研訂太陽光電系統相關產品國家標準(CNS)及產品驗證措施
- 「太陽光電發電示範系統設置補助辦法」的為推廣示範太陽光電發電系統需克服問題
- 太陽光電設備設置高度在 1.5 公尺以內，可不計入屋頂突出物水平投影面積
- 太陽光電發電系統設置高度在 1.5 公尺以內，且不違反建築技術規則第九十九條應設置屋頂避難平臺之規範者，免申請建築雜項執照
- 增列太陽光電設備為綠建築標章
- 以不同的面向角度，重新思考審視挑戰 2008 國家發展重點計畫中的太陽光電規劃問題

### **國內再生能源發展瓶頸問題**

#### **■太陽光電系統發展瓶頸問題：**

因國內電價較低，太陽光電系統設置成本相對較高、無經濟誘因，國內市場不易打開。

現有相關建築法規無主動誘因促使民眾裝設太陽光電系統

■風力發電系統發展瓶頸問題：

風機土地使用管理法規問題

國內風機相關產業技術經驗缺乏

## 第二節 建議

### 有關再生能源發展重要策略建議：

#### 一、設再生能源推動發展小組任務編組，各部會分工執行

於「再生能源發展條例」法條中增加訂定設立再生能源發展基金管理委員會，以監督再生能源發展基金之運作使用。

#### 二、修整完備再生能源相關法規內容，以利發展空間

1. 因「再生能源發展條例」規定獎勵再生能源發電總裝置容量占比達總發電裝置容量百分之十二或以再生能源發電總裝置容量六百五十萬千瓦為上限，其中若以水力發電或廢棄物發電配比占去大部份額度，恐將排擠太陽光電及風電之發展，宜在法中有解套措施。
2. 鑑於綜合電業、配電業因負有營業區域內電力網之規劃、興建、維護及供電義務，輸電業為提供「公共運輸」電力網之業者，均與公眾利益息息相關，仍須由主管機關監督及管制其運作，乃明定綜合電業、配電業及輸電業為公用事業；另為促進電力市場自由競爭及減少發電業之經營限制，明定發電業者為非公用事業。
3. 為解決再生能源設備用地取得，可參考「電業法」修正草案第九十二條研議內容 - 設置再生能源發電設備需使用國有或公有林地，經中央主管機關認定確屬業務必需者，得準用森林法第八條之規定承租國有或公有林地。



4. 再生能源系統裝置容量在一定規模以下之再生能源系統及其附屬設施之設置，其土地使用應適用或準用在都市計畫土地使用分區管制及非都市土地使用管制編定容許使用項目中，關於公用事業設施之規定。裝置容量一定規模以下之再生能源系統及其附屬設施認定標準，由中央主管機關會同內政部訂之。
5. 除設備費用補助及電價優惠收購外，另增加建築與容積獎勵：設置再生能源發電、利用系統及相關設施，其設施特性或裝置容量、高度或面積未達一定規模者，免依建築法規定請領雜項執照。原有建築物新設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百零五之獎勵，容積率放寬獎勵，所有權人得以交易、交換、權利出讓等方式為之。新建建築物附設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百一十之獎勵。關於免請領雜項執照之設備容量、高度或面積標準，及給予容積率放寬獎勵之設備容量標準，由中央主管機關會同中央建築主管機關定之。

### 三、建構綠色電力消費宣導教育，進行綠色電力消費

進行綠色電力消費的宣導與教育，結合綠色電力消費及能源教育理念於與高中、國中與小學的理化/自然教育內容。辦理民眾「再生能源促進應用」宣導教育活動，各級政府機關人員「再生能源

促進應用」講習與溝通。推動執行的推廣與補助計畫，應與非政府組織民間團體結合深入民間，進行保養與持續推動工作。

#### 四、善用現有資源及產官學合作，投入再生能源技術研發

持續投入再生能源產業關鍵技術(如低成本高效率的太陽電池、轉換系統等電力電子系統)之研發與進行前瞻性太陽電池生產技術研發。進行與國外大廠技術合作談判工作，吸引原廠至我國採購零配件、培植維修能力，進一步結合國際大廠合作產製(joint - manufacturer)，則有機會技術移轉本地產製，導入零組件或系統產製。

#### 五、積極協助業者開拓再生能源系統設備國際市場，。

1. 儘速規範完成再生能源發電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循。
2. 國家預算協助設立再生能源系統認證機構與產品驗證測試實驗室，國內生產之再生能源設備製品不需再耗時耗費送國外認證，節省成本支出，增加產品市場競爭條件。
3. 給予太陽光電池原料進口關稅優惠利基，降底整體生產成本，創造國內業者在國際市場競爭優勢。
4. 推動政府及產業界參與國際型援助活動如太陽光電世界光計畫等再生能源設備援外計劃，同時達成擴大國外市場、增加產能，並以建立台灣未來能源科技新形象及綠色外交工作。

## 六、長程規劃研擬綠色租稅制度及綠色能源外交計畫。

1. 長程規劃研擬 - 綠色租稅制度，以環境經濟政策誘因推動再生能源利用與能源節約運動。
2. 以國內非政府組織參與再生能源發展國際事務及國際相關計畫，結合再生能源與外交政策，促成政策制定與執行者國際間實質的交流。以國內與國外非政府組織為主要窗口，尋求台灣參與國際整合型計畫(例如歐盟計畫)中 Pilot Projects 的可能性。以國際合作形式，加速國內產業界與學界的技術研發進程，降低生產成本。透過與國際相關推動機構合作，收集研究各國獎勵措施第一手資料提供國內施政與法律制定參考。結合國內與國外非政府組織(能源相關)與相關產業，蒐集及評估國內市場規模與技術接受度。推動政府及產業界參與國際型援助活動如太陽光電世界光計畫等再生能源設備援外計畫。

### 再生能源發展各項建議推動措施：

#### 一、再生能源發展跨部會共通性建議措施：

項次	建議內容
1	永續就業工程人才創造培育再生能源工程、營運及維修人才
2	辦理各級政府單位人員「再生能源促進應用」講習與溝通
3	各地地方政府與民間團體共同組成地方「再生能源發展促進會」
4	進行綠色電力消費的宣導與教育，結合綠色電力消費及能源教育理念於與高中、國中與小學的理化/自然教育內容。
5	建議工研院推動執行的推廣與補助計畫，應與非政府組織民間團體結合深入民間，進行保養與持續推動工作。
6	以國際合作形式，加速國內產業界與學界的技術研發進程，降低生產

	成本。結合國內與國外非政府組織（能源相關）與相關產業，蒐集及評估國內市場規模與技術接受度。
7	以國內非政府組織參與再生能源發展國際事務及國際相關計劃，結合再生能源與外交政策，促成政策制定與執行者國際間實質的交流；並以國內外非政府組織為主要窗口，尋求台灣參與國際整合型計劃（例如歐盟計劃）中 Pilot Projects 的可能性（例如太陽能冷卻技術）。
8	以太陽光電/省能技術與建築的結合，達成大城市景觀改造，以及未來能源使用。
9	透過與國際相關推動機構合作，收集研究各國獎勵措施第一手資料提供國內施政與法律制定參考。
10	蒐集及評估國際固定再生能源配比國內施行可能性。
11	推動政府及產業界參與國際型援助活動如太陽光電世界光計畫等再生能源設備援外計劃，同時達成擴大國外市場、增加產能，並以建立台灣未來能源科技新形象及綠色外交工作。
12	於「再生能源發展條例」或「新能源法」中明定再生能源推動發展基金之管理組織及列明各種主動獎勵再用能源利用之法條。

## 二、太陽光電推廣建議措施：

1	優先進行各級學校(加強注重中小學校)及公立機關建築物裝設太陽光電系統。
2	主動優先為偏遠或離島地區裝設太陽光電系統為電力安全設備，並以太陽光電系統援外。
3	鼓勵社區或集合式住宅裝設太陽光電系統。
4	於再生能源發展條例或建築相關法令規章中研訂主動獎勵太陽光電利用的法條及措施，如設置再生能源發電、利用系統及相關設施，其設施特性或裝置容量、高度或面積未達一定規模者，免依建築法規定請領雜項執照。原有建築物新設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百零五之獎勵，容積率放寬獎勵，所有權人得以交易、交換、權利出讓等方式為之。新建建築物附設潔淨再生能源發電設施，且其設施特性或裝置容量達一定規模者，得提出申請，經所在地主管機關審核後，予以容積率放寬為百分之一百一十之獎勵。
5	研訂合理完善之太陽光發電設備補助與電價補貼措施。

## 三、風力發電推廣應用方面的建議措施：

1	自用發電業者給予部份設備成本補貼
2	鼓勵地方政府、合作社、農漁會及非營利團體設置分散型風力機，並

	給予設備補助與電價補貼
3	設置風機發電併聯電網業者有價收購其電力
4	進行離岸式風力機建置規劃專案工作
5	風力發電設備用地取得，需使用國有或公有林地，經中央主管機關認定確屬業務必需者，得準用森林法第八條之規定承租國有或公有林地。若裝置容量在一定規模以下之系統及其附屬設施之設置，其土地使用應適用或準用在都市計畫土地使用分區管制及非都市土地使用管制編定容許使用項目中，關於公用事業設施之規定。

#### 四、太陽光電產業發展建議措施：

1	儘速規範完成太陽光電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循，政府設立系統認證機構與產品驗證測試實驗室，國內生產之設備製品不需再耗時耗費送國外認證，節省成本支出，增加產品市場競爭條件。
2	持續投入再生能源產業關鍵技術(如低成本高效率的太陽電池、蓄電池及轉換系統 Inverter 等電力電子系統)之研發與進行前瞻性太陽電池生產技術研發。
3	結合 IC 半導體產業，增加太陽電池研發與生產能量。
4	與歐美日大廠合作技術引進，提昇系統技術能力，並回銷國外市場。
5	建立標準模組化產品及多樣性應用產品，如與建材結合或取代建材之模板等。
6	給予太陽光電池原料進口關稅優惠利基，降底整體生產成本，創造國內業者在國際市場競爭優勢。

#### 五、風力發電產業建議措施：

1	進行與國外風力機大廠技術合作談判工作，以吸引原廠至我國採購零配件、培植維修能力，進一步結合國際大廠合作產製 ( joint - manufacturer )，則有機會技術移轉本地產製，快速導入風力機零組件或系統產製。
2	進行投入研發風機關鍵性零組件技術 ( 技術門檻較高，且具未來發展潛力者，如：葉片之 FRP 材料、監控系統及電力轉換系統 gear less 型之交/直/交變流器 ) 之預先評估工作，以瞭解那項產業為優先輔導對象。
3	隨同風力電廠施建養成風力發電廠施建工程業及維運業
4	規範風力發電系統各項零組元件及系統整合之國家標準，業界發展生產再生能源設備產品得有一致規則標準可依據遵循。

未來還可參酌國外之立法例，基於環保之理念、配合我國國情需要及財政狀況，檢討目前之規定與施行情況，尚有下列值得商酌之處：

1. 相較於國外為抑制二氧化碳之排放，改進日益嚴重之空氣污染，乃針對含碳能源產品課徵碳稅，然而我國相關環境之租稅對此尚未完整規範。所以就長期而言，似可針對此課題作進一步深入之研究，除可維護空氣品質外，亦可將所得收入，作為推廣新能源之用。
2. 再者，目前空污費、水污費、燃料費等由政府各單位主管徵收，為合理反應使用能源所造成之社會成本，降低新能源之相對價格，建議將各項規費與貨物稅相整併，成為特種銷售稅，以便於統籌規劃運用，鼓勵新能源之採用。
3. 我國現行新能源之財稅優惠，係給予投資利用該技術或設備之公司為主，若個人運用新能源者，則並未給予相關租稅減免，參酌美、日等國之立法例及為鼓勵國人多方使用新能源，似可檢討獎勵措施及於個人之可行性。
4. 此外，我國目前雖已於促進產業升級條例中第五條、第六條訂定關於企業投資與利用新及淨潔能源設備或技術之加速折舊及投資抵減之租稅優惠；但有關適用加速折舊之申請期限及其他相關事宜未臻明確。為鼓勵企業投資利用新能源，似宜明定，俾利遵循。

最後，由於廠商申請適用投資抵減，須有盈餘方得扣抵，廠商並非可直接運用該額度；又促進新能源之有效利用，除給予租稅優惠外，似以直接補貼效果為大，建議積極有效規劃以提供廠商補助金、低利貸款等方式，鼓勵其採用新能源或更潔淨之生產技術。

針對再生能源發展，政府的政策誘因、管理機制及相關配套措施，除了現行補助示範系統設備措施、協調機制、財稅措施等等之外，未來還應該進一步包括協助產業發展的租稅優惠、用地取得及協調機制。

- 一、釐清再生能源「產業發展」協調機制及主管機關，擬訂產業發展策略。
- 二、基於國內再生能源發展條件良好的場址有限，為使產業發展與內需市場的擴充能夠互相配合，中央政府應與縣市政府建立一套聯繫機制，有效管理土地建築法規的鬆綁。

## 參考文獻

### 一、中文部份

1. 王京明、錢玉蘭，「風力發電及其經濟效益評估」，經濟專論，中華經濟研究院，民國 88 年 8 月。
2. 王京明、錢玉蘭、李鈞元，「再生能源發電效益經濟評估」，經濟叢書，中華經濟研究院，民國 86 年 5 月。
3. 立法院永續發展委員會，「2001 新能源國際研討會論文集」，台北市，民國 90 年 7 月。
4. 行政院農業委員會，「水與綠建設計畫全國研討會論文集」，台北市，民國 91 年 7 月。
5. 呂威賢、李欣哲等，「全球風力發電應用現況與經驗」，太陽能學刊，中華民國太陽能學會，民國 91 年 6 月，第七卷第一期，第 40~45 頁。
6. 社團法人中華民國德國學術交流協會，「太陽能、風力及地熱發電 - 再生能源在台灣國際論壇論文集」，台北市，民國 89 年 9 月。
7. 胡湘玲，「德國再生能源紀事與展望」，生態基金會台灣資訊網，民國 91 年 7 月。
8. 翁榮羨、李欣哲、呂威賢等，「風力示範推廣計畫九十年度執行報告書」，經濟部能源委員會委託，民國 91 年 1 月。
9. 經濟部能源委員會，「能源發展策略研討會論文集」，台北市，民國 91 年 8 月。
10. 經濟部能源委員會，「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」，民國 88 年 5 月。
11. 經濟部精密機械工業發展推動小組，「潔淨再生能源設備產業發展策略論壇論文集」，台北市，民國 91 年 8 月。
12. 經濟部能源委員會網站 <http://www.moeaec.gov.tw/>



13. 台灣電力公司網站 <http://www.taipower.com.tw>

## 二、英文部份

1. Gutermuth, Paul-Georg, (2000) “Measure by the state enhance the deployment of renewable energies- German experiences”, International forum, Taipei, Taiwan
2. Redlinger, R. Y., (2000) “Wind Energy in the 21st century”, Palgrave Publisher, England.
3. New energy foundation’s web site [//www.nef.or.jp//](http://www.nef.or.jp/)
4. Energie Instituut KU Leuven: Prospective Study of the emissions in Brlgium until 2008/2012 of greenhouse gasses included the Kyoto Protocol. Study for the Belgian Federal Ministry of Environment.
5. Ferguson, M.C. (Ed.): OPTI-OWECS. Volume 4: A Typical Design Solution for an Offshore Wind Energy Conversion System. Final Report on Loule III contract J OR3-CT95-0087 for the Commission of the European Communities, Delft, The Netherlands: Institute for Windenergy, Delft University of Technology, 1998 (IW-98143R).
6. Krohn, Soren: Offshore Wind Energy: Full Speed Ahead. In: [www.windpower.dk](http://www.windpower.dk). Homepage of the Danish wind turbine manufactures association, <http://www.windpower.dk/articles/offshore.html>
7. Lemming, Drang Trong: Danish Investigations and Plan of Action for Offshore Wind Power. European Seminar – Offshore Wind Energy in Mediterranean and other European Seas, OWEMES ’ 97. La Maddalena, Italien 10-11.04.1997.
8. Madsen, P.H.: National Activities – Denmark. In: IEA R&D Wind Annual Report 1999. International Energy Agency, <http://>

[www.iea.org/techno/](http://www.iea.org/techno/)

9. Matthies, H.G. et. al.: Study of Offshore Wind Energy in the EC. Final Report of Joule I contract JOUR-0072 commissioned by the Commission of the European Communities CEC, Verlag Natürliche Energien, Brekendorf, Germany, 1995.
10. Nitsch, Fishedick, et. al: Klimaschutz durch Nutzung erneuerbarer Energie. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit und des Umweltbundesamtes. Berlin 1999.
11. Offshore Windenergiesysteme, Fördervorhaben des BMBF Nr. 0329645, Förderträger KFA Jülich, 1995.
12. UK Department of Environment, Transport and the Regions: Climate Change – Draft UK Programme, March 2000.

## 附錄一、我國再生能源發展方案內容

### 壹、前言

我國於八十七年五月召開「全國能源會議」後，經濟部能源委員會即依據加強推動再生能源之會議結論，邀集相關單位及專家學者三十餘位成立「新能源及淨潔能源研究開發規劃小組」，歷經召開二十餘場次相關會議後，於八十八年五月完成我國再生能源【包括太陽熱能、太陽光電、風能、地熱、水力、生質與廢棄物能（沼氣、生質汽柴油、廢棄物轉化為固態、液態或氣態之衍生燃料）等】發展目標、重點推動方向及策略之整合規劃。初步規劃至二〇二〇年再生能源占能源總供給配比以三％（含大水力為四・五％）以上為目標。未來若能建立制度化推動機制，有效排除各種推動障礙，以營造有利推廣應用環境，則此配比將可望提升至六％（含大水力），其中再生能源發電容量占總發電裝置容量配比之發展目標更可望達到十五％。

為致力達成再生能源發展目標，經濟部能源委員會已著手推動各項獎勵措施，以促進示範推廣效果。自八十九年度起展開再生能源五年示範推廣計畫，陸續公布施行太陽能熱水系統、太陽光電及風力發電等示範推廣補助辦法，並依「促進產業升級條例」提供投資抵減、加速折舊及低利貸款等財稅獎勵。目前各項設置案例正逐步成長中，我國再生能源發展已有良好起步，惟由於再生能源具有能源密度低、供應不穩定、成本仍較高之特性，在實際開發利用時，應考量是否有足夠發展之土地、再生能源電力供應較不穩定之特性及其成本較高之事實，爰其經營管理有異於傳統能源，現階段僅能作為輔助性能源。目前經由示範推廣計畫執行過程已陸續發掘一些有待克服之非技術性障礙，如國有及公有土地使用限制、環保與建管法令對再生能源設置與營運許可之規範不明、經濟誘因仍待提高、行政程序宜予簡化等，必須建立較高層級之跨部會協調機制來逐一解決，方能順利推動。

依據自八十九年十二月至九十年一月間，行政院經濟建設委員會及國家科學委員會陸續召開之「推動再生能源及關聯產業未來發展問題」會議、「全國經濟發展會議」及「全國科學技術會議」等結論，建議由經濟部研擬「再生能源發展方案」，並提報行政院專案小組討論定案後，作為推動再生能源之跨部會協調機制，以凝聚各級政府機關與民間力量作有效整合執行，群策群力共同積極推動再生能源之開發利用。

經濟部能源委員會業經參酌實際執行再生能源示範推廣經驗，並彙集各界相關意見，研擬完成本方案（草案），主要內容包括八項實施方針即：（一）建立較高層級協調機制、（二）建立相關法規制度、（三）研訂優惠購電辦法、（四）提供財稅獎勵、（五）充裕獎勵經費來源、（六）加強示範推廣、（七）建立再生能源資料庫、（八）加強技術與產品研發，並據以擬訂三十二項跨部會分工推動措施。期藉由本方案之執行，以建立跨部會協調機制，有效排除推動障礙，營造有利發展環境，積極促進再生能源開發利用，落實我國再生能源發展目標。

### 貳、主要目標

- 一、建立跨部會協調機制，有效排除推動障礙，營造有利發展環境，致力達成再生能源發展目標。
- 二、促進淨潔能源之開發利用，增進能源多元化及提升環保效益。
- 三、合理反映能源利用之外部成本，帶動國內再生能源相關產業發展。

## 參、投入產出

參考「新能源及淨潔能源研究開發規劃總報告」及實際設置案例，以我國再生能源初步規劃發展目標，依各類再生能源技術發展成熟度，估算分階段所需投入設置成本（不含土地成本及大水力）及產出能源情形如次：

- 一、短期(至二〇〇四年)投入設置成本約為新台幣二〇六億元，年產量約增加七十七萬公秉油當量，累計約達一四三萬公秉油當量。其中發電系統設置成本約為一四六億元，增加裝置容量約為二十九萬瓩，累計約達六十四萬瓩，累計年發電量約為四十億度。
- 二、中期(至二〇一〇年)累計總投入設置成本約為新台幣六六七億元，累計年產量約為二三八萬公秉油當量。其中發電系統累計設置成本約為四五六億元，累計裝置容量約為一二三萬瓩，累計年發電量約為六十七億度。
- 三、長期(至二〇二〇年)累計總投入設置成本約為新台幣二、六六七億元，累計年產量約為五〇五萬公秉油當量。其中發電系統累計設置成本約為二、一一〇億元，累計裝置容量約為三六〇萬瓩，累計發電量約為一五三億度。

## 肆、實施方針

- 一、建立較高層級協調機制：為整合各機關推動再生能源開發利用，宜由較高層級專責單位或機制統籌跨部會分工協調事項。
- 二、建立相關法規制度：制定推廣再生能源相關法案，規範再生能源電能或衍生能源產品之收購費率及權利義務並確立所需獎勵經費之來源；另外，依各類再生能源特性，研訂個別推廣利用策略，並就土地、森林、國家公園、水利、港埠、海防、道路、建築、電業、環保、油品、國家標準、租稅獎勵及行政程序簡化等相關法令規章進行檢討修（增）訂，透過制度化機制營造再生能源之永續經營環境。
- 三、研訂優惠購電辦法：於再生能源相關法案未完成立法施行前，建立過渡時期再生能源電能優惠收購之機制，並依各類再生能源技術成熟度分別訂定具誘因之收購費率，以利再生能源發電利用普及化。

- 四、提供財稅獎勵：民間投資設置再生能源利用設備，輔以財稅獎勵措施配合，以鼓勵國人設置或使用。將現行對公司購置再生能源設備之獎勵擴及至自然人、法人、機構及團體亦得給予投資減免所得稅及低利貸款。
- 五、充裕獎勵經費來源：推動各類再生能源利用所需獎勵經費，於再生能源相關法案未完成立法前，除由現有之能源研究發展基金（簡稱能源基金）支應外，亦可運用行政院開發基金或相關稅費（如空氣污染防制費）等支應之。
- 六、加強示範推廣：補助民間設置再生能源利用示範系統，並推行政府機關、學校及公營事業率先規劃設置，加強宣導各界再生能源利用觀念。
- 七、建立再生能源資料庫：積極整合現有再生能源調查資源及相關最佳技術資訊，建立再生能源資源與技術之完整資料庫，俾利制定再生能源相關政策及規劃研發方向，並提供開發單位投資計畫之規劃參考。
- 八、加強技術與產品研發：持續進行再生能源科技研發改進，並加強國際技術合作交流，以期建立高效率、低成本、量產技術及穩定供電技術，並依技術成熟度，兼顧能源、經濟與環保效益，以務實角度循序漸進開發利用。

## 伍、推動措施

### 一、措施重點：

- (一) 成立較高層級之再生能源專責推動單位。
- (二) 立法制定「再生能源發展條例」。
- (三) 研訂「台電公司優惠收購再生能源電能辦法」及「台電公司再生能源發電併聯技術要點」。
- (四) 在再生能源發展條例完成立法前，續由空氣污染防制費（簡稱空污費）配合提供垃圾掩埋場沼氣發電之獎勵。
- (五) 企業購置利用再生能源設備或技術給予財稅獎勵，並研議擴及至自然人、非企業法人、機構及團體亦給予投資減免所得稅及低利貸款之可行性。
- (六) 加強再生能源利用示範及宣導工作。
- (七) 建立再生能源資料庫，並持續研發高效率、低成本、量產技術及穩定供電技術。
- (八) 研議再生能源發電系統及其併聯線路用地取得之可行作法，並檢討修訂相關法規。
- (九) 輔導再生能源產業發展；並獎勵協助相關業者開發低成本量產技術及產品，促進普及推廣應用。
- (十) 依各類再生能源特性，採取個別推動措施。

## 二、權責分工：

### (一) 中央機關

1. 行政院經濟建設委員會負責統籌跨部會協調分工、整合執行及成效考核工作。
2. 行政院經濟建設委員會、研究發展考核委員會、公共工程委員會、國家科學委員會負責審議公共設施建設計畫時鼓勵各相關單位增設再生能源利用設備。
3. 經濟部負責推動再生能源開發利用技術研發與示範工作、研訂施行示範推廣補助辦法、輔導相關產業發展、現階段電業優惠收購電力及併聯辦法，以及再生能源相關法案、電業、油品、水利、礦業與國家標準相關法規之增（修）訂等。
4. 行政院環境保護署負責垃圾掩埋場沼氣發電及廢棄物能源利用推廣之獎勵，並增（修）訂環保相關法規。
5. 內政部負責建築、土地、國家公園等相關法規之增（修）訂。
6. 行政院農業委員會負責林地及農牧用地等相關法規之增（修）訂。
7. 交通部負責道路、港埠等相關法規之增（修）訂。
8. 財政部負責租稅獎勵及國有土地等相關法規之增（修）訂。
9. 教育部負責推動學校評估規劃設置再生能源利用設備及教育宣導工作。
- 1 1. 國防部負責國土安全等相關法規之增(修)訂。
- 1 2. 行政院海岸巡防署負責海岸管制等相關法規之增(修)訂。

### (二) 直轄市及縣（市）政府

於轄區內協助有意投資者規劃設置再生能源利用設施，並配合推動示範展示及宣導工作。

## 三、措施內容及主協辦機關與時程：

### (一) 共通性推動措施：

項次	措施內容	完成時程	主(協)辦機關	執行機關
(一)	成立較高層級之再生能源專責推動單位，以統籌本方案各項推動措施之協調分工、經費編列、相關法規增（修）訂、整合執行及成效考核等工作。	九十一年一月	行政院經濟建設委員會 (經濟部)	能源委員會

(二)	研訂「再生能源發展條例」，依行政程序提報行政院及立法院審議。	九十一年六月	經濟部	能源委員會
(三)	<b>再生能源發展條例未完成立法施行前：</b> 1. 研訂「台電公司收購再生能源電能辦法」，依各類再生能源之技術成熟度，分別訂定具誘因之收購費率，其適用範圍至少應包括小水力、風力、地熱、太陽光電及生質與廢棄物能。 2. 研訂「台電公司再生能源發電併聯技術要點」。 3. 垃圾掩埋場沼氣發電兼具能源與污染防制等多重效益，續由空氣污染防制費及能源研究發展基金配合提供電價補助。	1. 九十一年三月 2. 九十一年三月 3. 九十年十二月	1. 經濟部 2. 經濟部 3. 行政院環境保護署	台電公司 台電公司
(四)	企業購置利用再生能源設備或技術給予財稅獎勵，並研議擴及至自然人、非企業法人、機構及團體亦適用之可行性： 1. 投資抵減 2. 加速折舊 3. 低利貸款	九十一年六月	財政部 行政院開發基金管理委員會 (經濟部)	賦稅署 能源委員會
(五)	加強再生能源利用示範及宣導工作： 1. 研訂施行再生能源利用示範補助辦法，以獎勵各界設置，並主動規劃重點示範展示。 2. 由各級政府機關、學校及公營事業率先評估規劃設置再生能源利用設備之可行性，並編列預算逐步設置之。 3. 各地方政府於轄區內協助有意投資者規劃設置再生能源利用設施，並配合推動示範展示及加強宣導再生能源利用。 4. 加強各級學校再生能源教育。	1. 繼續推動 2. 評估規劃於九十二年十二月完成 3. 經常辦理 4. 經常辦理	1. 經濟部 2. 各級政府機關 教育部 3. 地方政府 (經濟部) 4. 教育部	能源委員會 能源委員會
(六)	建立再生能源資料庫，積極發掘並整合現有再生能源調查資源及技術資料，以利研訂推動策略及規劃研發方向，並提供開發單位投資計畫之規劃參考，並持續研發高效率、低成本、量產技術及穩定供電技術。	繼續推動(資料網站建置於九十一年十二月完成)	經濟部 (行政院環境保護署) (交通部)	能源委員會 (台電公司) 氣象局

(七)	<p>研議一定規模以上再生能源發電系統及其併聯線路用地取得及使用變更之可行作法，檢討修訂相關法規或明定申請及審核作業程序及期限，並力求作業程序之明確及簡化：</p> <p>1．河川、溝渠、堤防、農地、綠地、林地、公園、港埠、海濱、淺海區域、道路、橋樑等公用土地、國有或公有土地之設置許可及使用許可。</p> <p>2．設置線路必要通過之土地及需用空間範圍（上空或地下）之取得及使用許可。</p>	九十一年六月	<p>經濟部 內政部 (國防部、行政院海岸 巡防署、財政部、 交通部、行政院農業 委員會、地方政府)</p>	<p>能源委員會 (水利處) 地政司、營建署</p>
(八)	<p>輔導再生能源產業發展；並獎勵協助相關業者開發低成本量產技術及產品，促進普及推廣應用。</p>	繼續推動	<p>經濟部 (行政院國家科學委員會)</p>	<p>工業局、技術處、中小企業處(能源委員會)</p>

(二) 各類再生能源推動措施：

項次	措施內容	完成時程	主(協)辦機關	執行機關
(一)	<p>成立較高層級之再生能源專責推動單位，以統籌本方案各項推動措施之協調分工、經費編列、相關法規增(修)訂、整合執行及成效考核等工作。</p>	九十一年一月	<p>行政院經濟建設委員會 (經濟部)</p>	能源委員會
(二)	<p>研訂「再生能源發展條例」，依行政程序提報行政院及立法院審議。</p>	九十一年六月	經濟部	能源委員會
(三)	<p><b>再生能源發展條例未完成立法施行前：</b></p> <p>1．研訂「台電公司收購再生能源電能辦法」，依各類再生能源之技術成熟度，分別訂定具誘因之收購費率，其適用範圍至少應包括小水力、風力、地熱、太陽光電及生質與廢棄物能。</p> <p>2．研訂「台電公司再生能源發電併聯技術要點」。</p> <p>3．垃圾掩埋場沼氣發電兼具能源與污染防制等多重效益，續由空氣污染防制費及能源研究發展基金配合提供電價補助。</p>	<p>1．九十一年三月 2．九十一年三月 3．九十年十二月</p>	<p>1．經濟部 2．經濟部 3．行政院環境保護署</p>	<p>台電公司 台電公司</p>
(四)	<p>企業購置利用再生能源設備或技術給予財稅獎勵，並研議擴及至自然人、非企業法人、機構及團體亦適用之可行性：</p> <p>1．投資抵減 2．加速折舊 3．低利貸款</p>	九十一年六月	<p>財政部 行政院開發基金管理委員會 (經濟部)</p>	<p>賦稅署 能源委員會</p>



(五)	加強再生能源利用示範及宣導工作： 1·研訂施行再生能源利用示範補助辦法，以獎勵各界設置，並主動規劃重點示範展示。 2·由各級政府機關、學校及公營事業率先評估規劃設置再生能源利用設備之可行性，並編列預算逐步設置之。 3·各地方政府於轄區內協助有意投資者規劃設置再生能源利用設施，並配合推動示範展示及加強宣導再生能源利用。 4·加強各級學校再生能源教育。	1·繼續推動 2·評估規劃於九十二年十二月完成 3·經常辦理 4·經常辦理	1·經濟部 2·各級政府機關 教育部 3·地方政府(經濟部) 4·教育部	能源委員會       能源委員會
(六)	建立再生能源資料庫，積極發掘並整合現有再生能源調查資源及技術資料，以利研訂推動策略及規劃研發方向，並提供開發單位投資計畫之規劃參考，並持續研發高效率、低成本、量產技術及穩定供電技術。	繼續推動(資料網站建置於九十一年十二月完成)	經濟部 (行政院環境保護署) (交通部)	能源委員會 (台電公司) 氣象局
(七)	研議一定規模以上再生能源發電系統及其併聯線路用地取得及使用變更之可行作法，檢討修訂相關法規或明定申請及審核作業程序及期限，並力求作業程序之明確及簡化： 1·河川、溝渠、堤防、農地、綠地、林地、公園、港埠、海濱、淺海區域、道路、橋樑等公用土地、國有或公有土地之設置許可及使用許可。 2·設置線路必要通過之土地及需用空間範圍(上空或地下)之取得及使用許可。	九十一年六月	經濟部 內政部 (國防部、行政院海岸巡防署、財政部、交通部、行政院農業委員會、地方政府)	能源委員會 (水利處) 地政司、營建署
(八)	輔導再生能源產業發展；並獎勵協助相關業者開發低成本量產技術及產品，促進普及推廣應用。	繼續推動	經濟部 (行政院國家科學委員會)	工業局、技術處、中小企業處  (能源委員會)
<b>一</b>	<b>風力</b>			
(九)	依「風力發電示範系統設置補助辦法」，獎勵補助設置風力發電示範系統，補助比率最高可達設置成本百分之五十。	繼續推動至九十三年十二月底止	經濟部	能源委員會

(十)	設置風力發電系統除具下列情形者外，得免實施環境影響評估： 位於國家公園； 1．位於野生動物保護區或野生動物重要棲息環境； 2．位於都市土地，興建或擴建工程其發電容量或累積發電容量二萬五千瓩以上者； 3．位於非都市土地，興建或擴建工程其發電容量或累積發電容量五萬瓩以上者。	九十年十二月	行政院環境保護署	
(十一)	建立台灣地區風能潛力細部分布圖及陸海域可用場址之評選資料，公開供民眾參考。並規劃推動離岸式風力發電。	九十一年十二月	經濟部	能源委員會
<b>二</b>	<b>地熱</b>			
(十二)	協助宜蘭縣政府推動清水地熱示範計畫。 1．推動地熱發電計畫。 2．結合區內多目標利用及周邊觀光產業，推展整體觀光遊憩。	繼續推動	經濟部 交通部 宜蘭縣政府 (行政院農業委員會 財政部 內政部)	能源委員會、礦業司、礦務局 觀光局 林務局 國有財產局 地政司、營建署
<b>三</b>	<b>太陽光電</b>			
(十三)	依「太陽光電發電示範系統設置補助辦法」，獎勵補助設置太陽光電示範系統，補助金額最高可達設置費用百分之五十。	繼續推動至九十三年十二月底止	經濟部	能源委員會
(十四)	政府審議公共設施建設計畫時，增列太陽光電系統設置為審查項目，並在不大幅增加總經費原則下鼓勵設置。	經常辦理	行政院經濟建設委員會 行政院研究發展考核委員會 行政院公共工程委員會 行政院國家科學委員會 地方政府	
(十五)	各級政府機關、學校、公營事業對其既有建物設置太陽光電系統作可行性評估規劃，並編列預算逐步設置之，以率先帶動發揮示範作用。	評估規劃於九十二年十二月完成	各級政府機關 教育部	
(十六)	增列太陽光電設備為綠建築標章之評分項目。	九十一年六月	內政部	建築研究所

(十七)	太陽光電設備設置高度在 1.5 公尺以內，不計入屋頂突出物水平投影面積。	九十一年六月	內政部	營建署
(十八)	太陽光電發電系統設置高度在 1.5 公尺以內，且不違反建築技術規則第九十九條應設置屋頂避難平臺之規範者，免申請建築雜項執照。	繼續辦理	內政部	營建署
(十九)	太陽光電發電系統設置容量在 20 瓩以內者，免申請電業法相關證照。	九十一年六月	經濟部	能源委員會
(二十)	研訂太陽光電系統相關產品之國家標準 (CNS)，以促進普及應用。	九十一年十二月	經濟部	標準檢驗局 (能源委員會)
<b>四</b>	<b>太陽能熱水系統</b>			
(二十一)	依「太陽能熱水系統推廣獎勵辦法」，獎勵補助設置太陽能熱水系統，依產品型式及設置地區，每平方公尺補助新台幣一千元至三千元。	繼續推動至九十三年十二月底止	經濟部	能源委員會
(二十二)	各級政府機關、學校及公營事業對所屬設施裝置太陽能熱水系統之可行性作評估規劃，並編列預算逐步設置之。	評估規劃於九十二年十二月完成	各級政府機關 教育部	
(二十三)	增列太陽能熱水系統(含保溫管線)為綠建築標章之評分標準。	九十一年十二月	內政部	建築研究所
<b>五</b>	<b>小水力 (裝置容量小於二萬瓩者)</b>			
(二十四)	研議小水力發電計畫經評估對環境、景觀、生態無重大影響者，得於國家公園內設置，並明定申請及審核作業程序及期限，以力求作業程序之明確及簡化。	九十一年十二月	內政部 行政院農業委員會 行政院環境保護署	營建署 林務局
<b>六</b>	<b>沼氣</b>			
(二十五)	針對一定規模以上之污廢水厭氣消化處理系統於建造裝設時，輔導規劃設置沼氣燃燒或發電設備。	九十一年十二月	內政部 經濟部 行政院農業委員會 (行政院環境保護署)	營建署 工業局
(二十六)	各地方政府所屬之垃圾掩埋場，其具一定規模以上且具回收價值者，對其加裝沼氣回收利用設備之可行性作評估規劃並設置之。	九十二年六月	地方政府 (行政院環境保護署)	

			保護署)	
七	<b>廢棄物能源</b>			
(二十七)	研訂環保相關法規許可廢棄物能源利用之作業辦法及獎勵措施，其內容應包括下列二項，以鼓勵廢棄物能源回收再利用： (1) 廢棄物能源回收納入資源化工廠設置之審核指標。 (2) 審議地方政府廢棄物清理計畫相關經費預算時，將廢棄物能源回收利用比例列為審核項目。	九十一年十二月	行政院環境保護署	
(二十八)	研議增列廢棄物衍生燃料技術為「鼓勵公民營機構興建營運垃圾焚化廠作業辦法」適用範圍。	九十一年十二月	行政院環境保護署	
(二十九)	研訂廢棄物衍生燃料之品質規範及使用安全之國家標準，合乎規範及標準者得免適用廢棄物清理相關	九十一年十二月	經濟部	標準檢驗局
(二十九)	法規限制。		行政院環境保護署	
(三十)	研議設置有可處理廢棄物回收能源利用系統（如水泥窯、流體化床、燃燒爐及發電廠等）之廠商，使用一定比例之生質與廢棄物能之可行性。	九十一年六月	行政院環境保護署 經濟部	能源委員會 工業局
八	<b>酒精汽油、生質柴油</b>			
(三十一)	研訂酒精汽油、生質柴油之品質規範與使用安全之國家標準，以及許可生產、銷售及使用之規範。	九十一年十二月	經濟部 (行政院環境保護署)	標準檢驗局 (能源委員會)
(三十二)	研議獎勵補貼及租稅優惠之可行作法，鼓勵推動都會區大眾運輸車輛使用生質柴油之示範計畫。	九十一年六月	經濟部 行政院環境保護署 財政部	能源委員會 賦稅署

## 陸、經費來源

- 一、推動各類再生能源利用所需獎勵經費或投資融資，於再生能源相關法案未完成立法施行前，由現有之能源基金、行政院開發基金或相關稅費等支應之。

- 二、各級政府機關、學校、公營事業規劃設置再生能源利用示範系統所需經費，由各相關機關(單位)編列預算支應。
- 三、再生能源開發利用技術研發經費，由能源基金支應。
- 四、推動垃圾掩埋場沼氣及廢棄物能源利用之補助經費，由空污費及能源基金支應。

## 柒、預期成效

- 一、可營造再生能源發展之有利推廣應用環境，以促進達成二〇二〇年再生能源占能源總供給三%(含大水力可達四·五%)以上之初步規劃目標，其中再生能源發電容量占總發電裝置容量配比之發展目標可望達到十%以上。
- 二、預估二〇二〇年再生能源發展達成初步規劃目標時，當年再生能源之年貢獻度約可達五〇五萬公秉油當量(含大水力則約為七四八萬公秉油當量)，每年可節省進口能源支出約新台幣一八二億元(含大水力則約為二七〇億元，以八十九年進口能源平均為三、六〇〇元/KLOE作估算)，二氧化碳排放年減量約為一、四三〇萬噸(含大水力則約為二、一一八萬噸)，全國累計投資再生能源設備約達新台幣二、六六七億元(含大水力則約為三、四四六億元)，積極帶動我國再生能源產業發展並創造就業機會。

## 捌、成效考核

- 一、行政院經濟建設委員會應責成本方案各項推動措施之主協辦機關，於每年三月底前提報年度執行總報告，並彙整檢討推動成效。另每三年對本方案推動措施作總檢討。
- 二、本方案各項推動措施之執行成效，得作為考核各該主(協)辦機關施政績效之參考。

## 附錄二、「再生能源與其相關產業之發展策略研究」期中報告會議紀錄

時間：2002年9月19日星期四上午9:30

地點：行政院經濟建設委員會 B138 會議室

主持人：部門計畫處張處長桂林

出席者：台灣大學機械系黃秉鈞教授、大同大學電機系陳斌魁教授、工研院能資所邱錦松組長、工研院材料所洪傳獻組長、經建會石諮詢委員修、中研院經濟所梁啟源研究員、經濟部能源委員會朱博祥科長、經濟部工業局陳鵬詠技正、台大化工系施信民教授、經建會部門處莊書彰技正、黃國政先生、台灣二十一世紀議程協會林學淵、黃淑惠、王宗銘

### 出席者意見紀錄：

研究單位期中報告簡報(略)

#### 張桂林處長：

一、開拓產業方面，會面臨許多立法的問題，在立法方面主要是補足或給予產業發展的環境，這個環境又與國家政策尤其是能源政策有關。技術跟立法中間可能的 Gap，必須要把他彌補起來。

二、立法院的一些立法委員，他們也非常關心這一類的問題，不管立委是代表業界喉舌，或者是站在關懷環保、關懷能源的角度，立委扮演很重要的仲介角色。讓業者與環境保護這二方面都得利，業者因有這些法或政策得以生存，我們也因這些法案的訂立能夠讓產業發展提升起來，也同時兼顧到再生能源的發展及環境的保護。

三、當行政部門或業界有訴求，或行政部門有推出政策或法案到立法院時，由關心環保的團體扮演溝通的角色，能夠用社會使命感的方式，讓立法院對這個政策法案有清楚的認知，在立院如何讓大家都能夠有共識。以一個關懷環保議題為主的團體，跟一些立法委員，他們對環保有興趣有關注，在立法院推動再生能源政策與立法。

#### 黃秉鈞教授：

一、太陽熱能市場（產業）是成熟市場，但普及率不到 4%，離合理目標（15-20%）仍有差距，故有發展空間。政策上，宜多輔導新產品之開發（配合地域特性，建築配合），開拓國內外市場。

#### 二、PV 太陽光電產業

目前政策（2000-2005）：由獎勵補助扶植國內產業。

市場現況：

（一）一般電力（不成熟市場，因成本仍高）須靠政策補助（目的：藉由維持市場，來刺激研發，以快速導入成熟市場期，降低成本）。

（二）特殊用途（太空、安全、remote、.....）—無成本問題，只有承擔問題（是「成熟市場」）。

對策：

(一)慎擇切入點。

a) 安全、b) 防災、c) 移轉尖載、d) 援外

(二)加強研發。

#### 邱錦松組長：

一、題目可否改成：風力及太陽光電產業之發展策略研究。

二、第二節 (p.23)，全球再生能源發展趨勢不應只針對風力及太陽光電描述，宜對其他再生能源也作簡單介紹。

三、談產業不要只對製造業或零組件業，宜對服務業（設計、評估）、代理業或組裝業提出看法。

四、宜較能源會現行措施有更進一步的看法及建議提供。

五、宜從產業面切入，而不要從能源利用面切入。

六、再生能源法通過，如果只對發電補助只會引入國外再生能源設備，對國內產業幫助不大，故再生能源法宜成立一個 pool 基金，此基金除可補助設備利用外，亦可補助產業發展，再能兼顧國內利用及產業發展。

七、產業發展宜找產業發展專家來談，而不要找代理商或 user 來談。

八、未來 2000 多億的再生能源市場如何在政策面上導引本土再生能源產業發展，宜提出獨立之見解。

九、台電最近大力發展風力發電，採用大量國外風力機，是值得鼓勵還是宜抑制？對國內產業的助益如何？請提出看法。

#### 陳斌魁教授：

I. 國外發展障礙及解決途徑，建議收集整理，預防國內走冤枉路。(ex：1. 法規/制度面障礙，2. 技術面障礙，3. 經濟面障礙。)

II. 政策法規/制度需注意工程技術面問題，才能使政府推動再生能源政策具可行性。(否則不可行，或花額外的經費才能得到同樣的效果)

ex：：

1. 91.6.12 通過之再生能源併聯法，已影響到台電彰濱工業區風力發電計畫（因為併聯法不允許逆送電力至輸電網。)

2. 目前已裝設 PV 者的優缺點，如 convertor 之效率、功能（如是否其最大功率追蹤、電壓補償、頻率控制，或內建保護電驛等），從已獲能源委員會補助裝設者，何處可得此資訊？如何知道各元件如 convertor 是否成為國外廠商的白老鼠，或國外廠商過期產品的消化處？由於補助政策的盲點，幾乎所有裝設者皆不偵測紀錄 PV 各 components 之特性及效率！無法知己知彼，國內廠商如何與國外廠商競爭，以總統府及台電電研所同為 10kW PV，可了解二者有大幅度的差異。原因為：

A. 法規/制度有關

(1) 獨立型較併聯型可獲較大補助款。

(2) 91.6.12 前無併聯法規，不易獲得併網型 PV。

(3) 併網型將因台電併網法規而增加可觀的裝設成本。（併網型為世界潮流，效率較高。）

B. 工程技術面問題：

裝設者或因不了解 PV 特性，忽略負載匹配問題，導致總統府之 PV 發不了多少電。

III. 推動再生能源政策建議檢討是否應修正，使與相關產業結合！

ex：

1. 由研發單位先參與，了解特性，再推廣！
2. 速調整再生能源以併網型為主。(才有世界市場！)
3. 100%補助之 PV (今年 7、8 月份通過者) → 應可 monitor 投入監測之可行性。

IV. 建議主辦單位與春風發電討論，個人強烈的直覺，由於該廠為汽電廠，將面臨備用電力鉅額罰款問題！

V. 建議注意技術發展層次，以較高層次者優先，如風力機未來很可能以無齒輪箱者為主力。

**石修諮詢委員：**

一、建議在第六章再生能源及相關產業發展策略及行動計畫中，再生能源的缺點，一定要明白的寫出來，第一就是產生的能源的成本，比核能發電大很多，第二它的能源密度很低，所以台電這些大組織沒有什麼興趣，第三個不管是太陽能還是風力發電也好不連續的、不穩定的。

二、建議在第六章要增加能源跟水資源的關係

事實上要把兩兆雙星做起來，中間三個產業都是高耗水的，IC、液晶顯示器、生物技術。而海水淡化是非常重要的水源。

三、再生能源跟海淡廠結合的可行性：

1. 我們現在有兩個非常具體的計畫在水利署，一個是竹科的海淡廠，一個是南科的海淡廠，各列 25、26 億元的預算。如果將兩個結合起來綜合經營，那麼海淡廠，根據美國、以色列、沙烏地阿拉伯、新加坡的經驗，事實上是可負擔的，竹科的好幾個 IC 公司都說，水價的調升是可以接受的，如果是公平機會的話，所以海水淡化的成本他們可以接受，但是能源系統如果由風力來提供的話，那這個成本會大幅下降。
2. 將再生能源的運用用專用型的、地方型的來做，這也許是很好的辦法。
3. 電機電子同業公會的會員有 4 千 5 百家，我跟他們談過了他們也願意投入這件事情，運用他們的影響力跟政策結合在一起，那產業化就不是一個很遙遠很模糊的政策。
4. 已經有廠商反應，有意來做海淡廠，所以協會是不是可以跟技術的人員溝通一下，讓發展策略及行動計畫有具體的舞台可以利用。這兩個海淡廠，水利署原來是規劃明年初開始建造，要兩年的工期，比起水庫的十年，是相當短的工期。

四、再生能源跟海淡廠結合的障礙：

1. 竹科海淡廠的水可以直接送到竹科去，可以用專線的方式過去，不過自來水公司、水利署很不願意這樣做，他希望送到市水加壓系統，帳將來怎麼拆，是很麻煩的事。
2. 自來水公司的收購，水權問題，從海裡面取水的法源沒有，他的路權、水管如何穿過私有土地，仍然有很大的問題需要解決，所以政策上會碰到的配套措施要提出來。
3. 因為經濟面工業局也不清楚，所以如果二十一世紀議程協會能夠在報告中將問題清楚地 identify 出來，政策上怎麼做，發展策略怎麼建議，我相信在後續的重大行動中會有很大的效果，不過有些資訊我覺得還是要由經建會來處理。



### 洪傳獻組長：

一、太陽電池，從產業發展來看，應該是要以外銷的角度來看。

如果要以台灣的市場來發展太陽電池的產業，我覺得是不對的，因為量不夠大，如果太陽電池要在台灣做，那純粹是從台灣要成為綠色家園的角度來看的。從產業發展來看，應該是要以外銷的角度來看。

二、太陽電池的應用，是在解決尖峰負載問題。

有陽光時才有尖峰負載的問題，而有陽光是利用太陽電池最好的時候。第二個特徵是太陽電池是可以 modulate，我們常常為了一個小小的尖峰負載，而要用一個很大的機組，太陽電池沒有這個問題，它可以是你需要多少我就可以給你多少，所以這兩個特徵是非常非常適合尖峰負載，電價的問題我覺得是次要的，解決尖峰負載才是重點。

三、在推廣應用上，現在太陽電池 15 元，台灣的電費 2 元，尖峰負載好像是 5 元。我有個想法，現在台電要收購太陽電池的電價是 5 元負擔 1/3，以尖峰負載的成本去收購，另外 1/3，我以樂透為例，拿這些錢來做一些公益事業，可以用綠色能源樂透，對台灣綠色家園有貢獻，從這裡得到的基金來補助，這是民間基金，另外 1/3 才是政府的政策性補助。各 1/3 還是要有更詳細的 study，怎麼比配比較合理。所以報告後如果有 feasibilities 及定量上的研究，這樣做會有一些比較重要的意義，這是推廣面的部分。

四、在技術面，在系統部分是有幾個 milestone，非常清楚的里程碑，1958 年開始做太空運用，1W 是 1500 到 2000 美金，到了能源危機七〇年代的時候，變成地面應用，一定是標準應用，一定要加幾個系統。90 年代就是與市電併聯在一起，這就是為什麼太陽電池市場會比較大的原因。另外，現在又有與建築物結合的觀念，現在台灣有很多寒帶建築物的觀念，可是我們到新加坡、馬來西亞去看，建築是熱帶型的氣候，台灣事實上沒有這樣做。

### 梁啓源教授：

一、水、電的節約與價格的不合理：經建會 2008 有個細部計畫要去考核，但是水價並沒有在裡頭，這是大問題。這個計畫將來會有一些建議，我想價格的不合理，希望能夠勇敢的提出來。獎勵辦法跟電價 2 元有不一樣的地方，尖峰發電用尖峰發電來算，離峰發電用離峰發電來算，我覺得是講不過去，不能同意。

二、我們強調太陽光電，而其實太陽熱能技術是比較成熟的，而且成本也比較低，那部分其實我們目前不管是挑戰 2008，或者是我們未來的能源計畫，到 2010 年都只是強調太陽光電跟風力而已。其實這部分要特別強調，不僅是家庭用的，包括工業用的，熱產生蒸汽然後汽電共生，都可以考慮，將來可以用來修改再生能源的發展政策。而要用 PV 來解決尖峰負載，那部分還是很困難，其實可以在此強調太陽能，承辦單位及委託機關，這方面也可以強調一點。

三、目前的情況，尤其是加入 WTO 以後，有沒有可能透過國內的獎勵，然後帶動國內相關產業的發展，也有他的限制啦。因為對外開放，如果你的產業還沒有很好的基礎的話，一下子開放很多可能進來的都是國外的，一下子就將所有的 quota 佔定，你將來根本沒有發展的機會。

四、如果說，你在國內發展有比較利益，剛剛陳教授也提到，可以用法規技術面，設法去卡你，你要得到補助，你就跟哪幾個單位去申請，我相信國內廠商的發展還是有一些比較利益，但是重要的還是他的生產技術究竟有沒有辦法生產，他的競爭力有沒有國際競爭力，差距太大了你根本不可能去用國內的。基本上就要了解你技術上有沒有可能，你的國際競爭力有沒有，還是要評估。可能的話，雖然你不一定能夠算出他的直接間接影響，但是你也應該評估，假設這些東西都留在國內的話，都是由國內廠商來得到的話，你可以有多少的投資，你可以吸引多少的就業，多少產值，可以稍微計算一下，在報告上補充。

五、在策略上，加入 WTO 對外開放，要帶動國內相關產業，有相當大的限制，不是說會全部留在國內，但是發展策略還是會影響。如果一下子就把配額就用光了，佔電力供給的 10%，一下子就可以用 2 元收購，那就整個就用完了，那將來即使你有能力發展，國內你也沒有機會。所以應該是由小而大吧，一開始小一點，到後面時大一點，好處不僅是可以帶動國內廠商產業的發展，而且因為成本是往下走的，一開始 install 的 capability 不那麼高，對電價、經濟的影響會小一點，所以我想這應該是先小後大，或是先大後小的評估建議。

**經濟部能源委員會代表：**

國內廠商的經濟規模有多大？外銷有多少？  
是不是評估一下

**經濟部工業局代表：**

國內產業的能源產業鼓勵措施

這個部分對制訂國內產業發展策略應該有很大的參考作用，報告中應該提供，後續研究也可以加強

**張桂林處長：**

剛剛很多專家的建言，請協會要整理一下，專家手上也有書面資料，可以提供給協會參考。

剛剛大家很多的期望，合約上原則上要先做到，大家的期望跟我原先的設想，其實都沒有衝突啦，都是一樣，法令政策無非是要反應產業的需求，建構國家政策。這也許只是一系列研究之一，這也反映經建會是一個總協調的機關，做一些預備。四位教授今天的建言都非常仔細，以後經建會也有機會跟其他單位來參考。是不是產業相關的數據也加進去，工業局有相關的統計佐證，最重要的還是要把到底要推動的產業法制面的問題。

我最擔心的還是，將來國家政策到立法院，立法院有很多的利益遊說，產業面跟法制面的 gap 要怎樣處理，怎麼樣定下去。  
這個部分大概協會的會員，在這個方面比較有關懷，比較掌握狀況。

**經建會業務承辦代表：**

請受委託單位將報告書內容補充更詳實，如德國、日本案例經驗，可作為我們建構太陽電城或風力農場的參考

### 附錄三、「再生能源與其相關產業之發展策略研究」期末報告審查會議紀錄

時間：2002 年 11 月 15 日星期五下午 2:00

地點：行政院經濟建設委員會 B136 會議室

主持人：部門計畫處張處長桂林(處長公出由副處長代理)

出席者：成功大學物理系吳慶年教授、台灣科技大學電機系葉勝年教授、工研院材料所洪傳獻組長、中研院經濟所梁啟源研究員、經濟部能源會賴工程師、經濟部工業局陳鵬詠技正、台灣電力公司代表、台大化工系施信民教授、經建會部門處莊書彰技正、林鴻儒專委、台灣二十一世紀議程協會林學淵、胡恆華、吳明全

出席者意見紀錄：

期末報告簡報(略)

**主持人**：謝謝簡報，我們今天請三位學界的專家以及主管機關，請三位教授先給我們指教一下。

**葉勝年教授**：謝謝主席，這份報告的資料很豐富，我還在拜讀中。初步提出一些問題，如果還不太成熟，請多多指教。第一，希望在報告中能考慮，再生能源在整體性來看，我們發現工業局也許負責的職務是設備產業相關的部份，能源會是負責政策相關的部份，工研院能資所是財團法人單位，負責某一部份的技術，因此，整個國家再生能源方面，看起來事權並沒有很明確。在這個研究案中可以考慮提出一些建議，政府單位將來要推動再生能源時，也較有根據。讓再生能源發展單位能事權統一，找一個單位負責總規劃，為什麼這樣講，我前幾天參加工業局的再生能源設備產業發展策略，所以我進一步建議這個研究可參考該次會議的會議記錄(已經發出了)，工業局顏平和組長是這一組的，這點我怕忘掉，所以先建議一下。我的意思是，參加這次座談會我有這樣的感覺，那次討論會中涉及再生能源發展政策的部份，他也不能去動他，如此制訂政策是一個單位，發展產業設備又是一個單位，彼此分工是可以的，不過一定要有一個單位，制訂發展政策，使事權能夠統一，才會有效率；第二，以日本新能源基金會為例(NEF)，他們的秘書長常常來我們國家訪問，今年還有來過，除了政府部門的事權統一之外，我們還需要一個類似這樣的基金會，整個 day to-day 的功能就是由他們來做，它是介於工業界、研究單位與政府之間的一個橋樑，人們一定會問，那麼能資所不就是做這個的單位，但是你如果注意看，可以發現他們在風力發電、太陽能發電方面做得很少，他們早期在有關海水、有關探測方面還做得蠻多的，早期是能源及礦業研究所，所以太陽能、風能不是他的專業，所以國內真的需要類似日本的 NEF(new energy foundation)協助政府在做政策研擬、資料蒐集、技術引進的協助等等的工作，以及和國內相關產業策略聯盟，還有設備產業的組成、推動，缺少了這樣的基本單位，就會發生再生能源一個計劃幾百萬結果做出來之後，就放在那邊，政府方面就沒有一個單位再繼續推動下去，這是我就組織架構上提出的一些建議。整個部份來看一下，上次我也提到，幾個部份為什麼要有這個單位，第一個，電價的結構，像汽電共生，事實上在十一、

二年前發展汽電共生的時候，那時候汽電共生幾乎很少，只有台塑有一千 Kilo Watt 左右，那也算是很多了，現在的汽電共生已經到了三、四百萬千瓦了，四百萬 KW 裝置容量，所以事在人為啦，因為政策領導發展，有誘因，有市場，自然就有人投入，不是技術引進就是自己開發，所以它就掌握了一些相關的汽電共生推廣政策，那麼再生能源的部份，我們已經有條例了，講到價錢，價錢事實上很重要，日本北海道發展風力發電，京都這邊也有一些風力發電，但就不若北海道那麼多了，像這些國家在發展初期的電價方面，事實上是有相當程度的補助的辦法或誘因，像有時候還是要向他們買電，諸如此類的問題，就需要來好好討論，以建構環境面的部份，再生能源才能夠發展。目前的情形，事實上這些都還沒有建立起來，也有相當程度的不足。澎湖的水和電是非常的缺乏的，他們目前在發展觀光，所以是不是能跟觀光一起考慮一下，這種陽光電廠、風力電場，2008 年這種計劃，事實上這些地方也可以考慮，所以我覺得整個政府應該有一個 top... 來看待這個問題，然後有一些小組專家來評估這樣一個觀光多元性的目標，除了觀光以外，也富有教育性，可以配合我們國家的特殊環境，變成一種特色，也是我個人的一個淺見，請大家參考。此外，類似工業合作的計劃(ICP)，政府重大的採購案，例如核島區，核能電廠得標的廠商，像這些廠商他們有一定的額度要向本國購買零組件，甚至要扶植一些本地廠商的技術需求，類似這種東西我們每年列了很多預算來做風力以及太陽能的推廣計劃，我們可以創造市場需求，來帶動研發及投資，好好的規劃，風力及太陽能的示範推廣不是只有補助而以，同時也賦有帶動國內零組件產業以及國外技術引進的義務、功能，因此這份報告可以比較腳步誇大一點，由政府來參考採行。講到創造市場經濟需求，如果我們參考日本，他們全國各地該設什麼發電廠全部都有規劃，裝置容量大概要多少，台灣是不是可以類似這樣的規劃，由一個單位專責來規劃這些東西，讓我們有一個目標，而不是只有說，我們在公元 2020 年時我們要變成電力總供給的百分之六或多少，那是不夠啦，配合這個目標你是怎麼來的，要有一個適當的規劃來 support，這可以依進度逐年改都沒關係，這也是我建議可以考量的部份。另外，國內這方面的研究只有國科會支持一些太陽能發電、風力發電以及電力轉換器方面的研究，在整體來說，研究的部份是非常不足的，跟其它國家例如日本比較，確實做的不夠。最後我特別報告一點，報告中提到偏遠地區，我個人很感佩，例如一些山區、偏遠地區發生天然災害時，如果有這些風力發電或是太陽能發電，其實就是配合我國環境的特色發展太陽能、風力等發電以及儲存設備，政府如果好好規劃，在照顧偏遠地區同胞上，事實上是可以有實際的時機的，而且是可以做得到的，技術上也沒有困難的，以上是一些淺見，請多多指教。

**主持人：**我們是不是要先做一點重點的回應，……..

**報告人：**葉教授第一個提出組織架構問題，我想這是一個重要的問題，因為有關日本 NEF 這樣的機構，我們也是等同我國能資所這樣來看，所以才沒有特意的去提到設立一個 foundation，這個部份，我想我還會跟相關的學者專家做一個討論，我們是可以把它做一個執行單位或者是一個 foundation 去推，另外經建會跟一些其它部會是做一些其它部份的行政部門或政策協調的單位，這個部份會做一個補充。關於電價的部份，我會去問，目前到底能用什麼方法來做，當然很多人說這是一個政治問題，但我還是會再做進一步的探討補充。另外，工業合作這方面，也是非常重要，謝謝葉教授。

吳慶年教授：

主持人各位先進大家好。我主要看看要的部份，這份報告不但是要給經建會參考，可能將來也會被民間人士拿來做參考，所以我希望報告能寫得非常完整。從開頭來講，可能要講一下爲什麼要發展這樣一個東西，要發展什麼東西，如何去發展，這裏面還牽涉到要做到什麼程度，在什麼地方等。所以今天我就這些比較大略性的問題發表一下意見。要怎麼發展再生能源，這方面我們只有等到我們自產能源、能源稀少，我們不但是放射能源我們幾乎等於是沒有了，但是傳統能源方面，我們還有很重要的核能，所以這個部份一定要提一提，包括放射能源的廢料，對全球有什麼……這個部份我們應該要提到。我們看到你後面詳細的部份，在摘要的部份不夠仔細的，這些東西對我們全球，特別是我們台灣是一個海島，如果核能發電他的效率非常的快，那麼它放出的廢料的散播，而且這個東西是放在海水裏面，溫度的提高，對台灣這樣一個海島造成非常大的影響，特別是這幾年來龐大的帶豪大雨的颱風給我們多大的一個損害，今年呢，相反的，我們有那麼大的一個旱災，這些氣候異常的現象都是與海水溫度太高有關係，所以這個部份，我希望你們能再深入研究加強一下。然後，WHY的部份解決後，我們談到WHAT的部份，我看你們這份報告只有談到太陽能 and 風力發電，但是我們的再生能源只有這兩個嗎？不是的，你看看今年韓國的APEC做了一個博覽會，他提到的再生能源好多項，都是很重要的，剛才葉教授提到的，生質能對台灣這樣的環境來說也是很重要的，再來就是目前太陽光發電 or 風力發電的電能沒有辦法儲存，這是一個非常困難的問題，但是有一個方法，我們可以把水拿來分解，我們來取氫，這是一個非常好的儲存方式，我們最後來用到一個能量電池上面去，這樣一個系統，就是說，將來我們台灣如果沒有自產能源，核能電再7、80年的光景就差不多用光了，放射能源一樣是5、60年就用光了，比如說開汽車，我們沒有石油了怎麼辦，可以拿這個氫來開，這是非常重要的再生能源的一種，我希望本報告能把它加上去。台灣有高山，雖然水是相當的急啦，我們沒有大型的水力，大型的水力差不多開發完了，環境也不允許了，小水力很多專家評估還有很多的空間，太陽能方面也應該評估一下台灣還有多大的可能性，來開發小水力，這方面是我提出的第二個建議。當然APEC裏還有提到很多，例如說地熱、台灣的地熱環境不是很好，剛才葉教授有提到能資所在礦業研究所的時代，他們有跟中油在宜蘭有開發一些這個東西，目前已經沒有用了，如果有其它這方面的東西也是可以提一些，上述氫能，燃料電池的部份，以及未來的發展趨勢部份，也可以一併加入報告中。至於「如何」這個問題就更多了，也是本報告要著墨多一點的地方。我接著提到「when」的問題，要發展必需要有一個時辰，最早台灣是1998年的全國能源會議，那時大家都很期待能定出一個台灣再生能源發展的時辰來，他們定的是2020年爲我們目標的一個年，這是非常不適當的，時間太長了，很多緩不濟急，其它很多國家幾乎都定在2010年，所以我們不要把時間定在2020年，至少要把目標放在2010年，這點我希望你們能參考一下1998年的全國能源會議，不過我看你們這個報告不只一次提到這個會議，但是應該增加一些對它的批評才對，因爲這裏面我們感到許許多多的不夠，當時的目的是爲了應付外國說我們沒有誠意做這樣的東西，我們應該評估我們的潛力，要怎樣達到，從這方面出發分析，我希望你們這方面再做一點。2020年達到百分之三的這個目標實在是低到沒有辦法再低的一個程度，以現在全世界的趨勢來看，譬如印度這樣一個國家，他2010年就要達到9%，更何況是其它先進國家如日本、德國，此外丹麥他單單風電在三十年之內就準備開發出全國消

耗能源的一半，我想我們應該定出一個比較中程的，而不是太遠程的目標，從現在開始大力的推動，我想這是一個很重要的部份。至於什麼地方，「where」剛才也有提到，我們台灣什麼地方最適合發展什麼，比如說中南部我們的太陽光資源至少比日本好 20% 以上，所以日本可以定 2010 年 500 萬 Kw 的太陽光發電，為什麼我們台灣的資源比他們好，我們不做，不過當然北部不好啦，陰天比較多，還有風電，比如說桃園台地、新竹台地，還有以麥寮為中心的鹿港風，還有嘉義的東石平均都有六米以上的風力。還有第二頁談到太陽光發電的成本過高，這句話我覺得不大妥當，因為你不能單看現在傳統能源的成本，傳統能源的成本低，是因為沒有考慮到環境成本，那麼大的溫室效應、熱污染，而考量台灣的地理特性，當我們用電尖峰吃緊的時候，剛好中南部太陽光的資源是最好的，以尖峰發電的成本來做比較，所以我不同意成本太高這句話。像日本，他自 1992 年再生能源成本下降的速度非常快，你這樣說成本太高會誤導想採用太陽光發電的民眾，嚇壞他們。事實上成本是一個原因，但是並不是唯一的原因，事實上我們遇到很多的障礙需要突破，比如說台電不接受屋頂太陽光發電剩餘的電力貢獻，而且再生能源發展條例還沒有通過，要徵收一定要經過談判，這個問題沒辦法突破的話，問題就不是只在一個價錢的問題，我想這樣會影響很多民眾的意願，所以你必須把這個字改一下，改成稍微貴一點，不能說成本過高。

**主持人：**謝謝精譬的看法。

**報告人：**謝謝吳教授。我會把摘要重新整理。吳老師說這本報告不只給經建會參考，也可以提供給民間人士，我做這樣的陳述，是考量到比較現實的問題，我們之前做過相關的討論，如果電廠把外部成本和設備成本算進來的話，那麼成本都會變高，因為目前台灣現在這些成本都有政府預算編列，所以在估算電價時就沒有反應出來，因為現在一度電十幾塊錢，民眾可能直接用這個經濟誘因去考量，他可能要用好幾十年才會回本，我們是提出這點，來反應如何用別的方法讓民眾更加能夠使用再生能源，當然這個用字遣詞我們會再做修改。

**梁啓源教授：**

我想對於研究再生能源在台灣的發展而言，這份報告是很有參考價值的，不過我看了一下原來計劃的研究範圍和目的，裏面的項目，就是第五頁第四項，報告中提到預期太陽光電和風電可帶動國內相關產業及其前景，我看報告裏這方面可能還不夠，在第三章第三節裏，我國再生能源及其相關產業發展之成效，基本上是就目前的考慮，目前的陳述和說明，也只有不到兩頁，基本上是想了解再生能源如果說我們有這樣的計劃，能委會或政府有這樣的規劃，可能會帶動再生能源及其相關產業可能會有多少的投資，以及促進多少的成長，帶動多少的就業機會，對整體經濟可能的影響，基本上是比較量化的東西，能不能再多一些相關分析，可能才能滿足研究的要求。第二個是有關國內再生能源跟相關產業發展可能遭遇的瓶頸分析，所以發展策略和平頸就有密切的關聯，在 77 頁裏，相關的討論好像是重點在於推廣風力發電所遭遇的瓶頸，至於技術的提升、相關產業發展可能的平頸似乎除了推廣以外，產業發展本身的瓶頸可能還需要一些篇幅的說明與分析，才能跟後續的發展策略連在一起。有關發展策略的部份，第六章中，講的很清楚，也就是國內目前沒有風力發電的產業，太陽能發電是有潛力，不過也不是說有相當大的競爭力，就目前來說，在這種

情況下，你的策略就是希望透過政府的獎勵、國內的市場來吸引國外大廠，這有可能性大不大的問題，國外廠商來台灣設廠的誘因何在，他可以直接在當地生產再賣給你就可以了，這個部份還是要評估一下。另外，目前還未萌芽，所以策略的建議中，是不是要從再生能源和相關產業的觀點要碰觸到一點，就是說對策略方面，到底政府打算到 2020 年電力配比上要達到 10% 以上，太陽光電要到一百萬千瓦，這是德國的計劃目標，那我們也打算要這樣，那我們太陽光電有更多的優勢，我也不反對，不過目標如果定在那裏，我們要儘快去完成，還是到 2020 年再去完成，目前也有一些其它的教授像王土方說我們應該要到 2006 或 2007 就要達成一百萬千瓦，在根本還沒萌芽的情況下，創造這種市場對國內的產業有幫助嗎？因為你的題目是相關產業的發展，所以你可能要去 touch 這方面的問題，到底應該是先小後大，還是應該先大後小，不會說把這個發展的契機完全沒有了，也可以做一個相關的建議。另外在第五章裏，你談到碳稅，認為很多外部成本沒有考慮，所以你主張應該課碳稅，而且這個錢還可以做獎勵再生能源的發展，我是很同意你的看法，主要我是認為應該來做一些租稅的改革比較恰當，不過基本上我同意你的看法，不過第二點提到的銷售稅，第五章的部份，98 頁，談到把空污費、水污費、和燃料使用費，以前是各單位徵收，專款專用，你主張應該和貨物稅合併成為特種銷售稅，以便統籌規劃應用，來鼓勵新能源之採用，我想像交通部因為燃料稅推動有困難，年年都在延宕，無法推行，所以他就使出一計，就是推出石油稅，把他合併，而且目前打算做一個計劃要發包，我說你只要打個電話給財政部長，問他同不同意，因為你現在要課石油稅，你增加稅收，但是要專款專用，他就一定反對，因為我了解以前石油稅沒辦法推動的原因，為什麼要變成要課空污費，石油基金這些問題，原因就是財政部反對克石油稅，他不主張專款專用，所以變成現在的規劃，所以要課這個東西，可行性是不高的，所以這個東西我想是行不通的，你說把它放在一起，是打算把空污費、水污費裏面挖出一些錢，可能財政部會更不同意，那些人本來有它的用途，它當然不願意放，那現在財政部說要專款專用，統收統支，我想可行性，拿來做你的新能源的採用，也有它的困難。另外，有關你提到的石油管理法的問題，第 92 頁這邊你可能要改一下，因為你提到未來石油基金開始收後，目前依據能源管理法向中油收取的能源發展基金則將停止收取，早就收取了，所以這個要改一下，早就已經停止從能源發展基金來拿錢，從石油管理法有石油管理基金來收這筆錢，對於這個東西，你倒是要提一下，這邊你提到的一些再生能源，底下那一段，酒精、汽油、生殖柴油這些東西是不是跟你的關聯就是太陽光電可以從這邊來出錢，或是其它的再生能源要補貼要獎勵，是不是可以從這邊來出錢，可能要 cover 一下，因為這邊跟那邊似乎並沒有關聯，這邊可能也要加上相關的討論，大概是這樣，謝謝。

**報告人：**謝謝梁教授，我想在產業這方面做一些回應，在產業關聯性或者量化資料，曾經嘗試做一些探討，但是我們在這方面的背景可能不是那麼強，我想和教授再做進一步的探討，在這方面可以做怎樣的補強，關聯上面目前我們有的資料現有一些希望投入再生能源的這些廠家，做一些訪問，他當然是親口跟你講他的經驗，但可能就不是很客觀，當然我們還要從別的方面做一些數據上的蒐集，因為跟他們問一些資料，他們不會完全提供，有關推廣電力、風力發電、技術提升對於策略上如何吸引外國的廠商，願不願意設廠，在報告書中有提出，之前工研院的案子針對產業評估，他們有一些不錯的見解，這方面可能要

結合工業局之前的經驗，他們針對產業投資，策略聯盟，或者如何和國外技術合作，這方面可能需要他們來協助，風力的產業要做那一項零組件的重點要找出來，當然也有人對太陽光電板的投入研發而且會帶動國內的產業和前景，也有很樂觀的看法，我們在後面也建議應針對這一塊做一些更詳盡的分析，我們整合多人的意見做一個更客觀的分析，可能還要針對每一個範疇做深入的了解。關於先小後大，還是先大後小，這也是一個產業的評估，再來就是梁教授對第五章的建議，我們也是想說再生能源的發展不只牽扯行政部門，在立法部門，不管是預算，或者是經費的籌措，其實也是一個很大的問題，我們並不敢去做一個強而有力的預算建議，目前能委會的經費來源就是石油基金還有一個能源研究基金，其它的預算並沒有正式編入經濟部的範圍裏，因為能委會本身目前尚未法治化，對再生能源的補助與發展上，可能還是需要透過立法院的修法，這部份謝謝梁教授的指導。

### 能委會賴工程師：

能源會有幾點意見供大家參考順便做一個說明，能委會對再生能源推廣基本的立場是基於推廣應用面的一個角度來鼓勵再生能源的利用推廣，第二來創造一個國內的市場來帶動商機，帶動國內產業發展，同時避免只是將國外的設備直接引到國內，相信本計劃的成果可以提供相關部門策略發展面上重要參考，同時成為政府相關產業單位建立配套措施時相當好的依據。另外一點，在本會推廣風電設置時，所面臨的最大問題，並非在技術面的問題，而是在非技術性的土地法令問題，本會也多次與相關土地管理單位，內政部地政司那方面持續的協商，內政部方面也召開了四次相關會議，我們能源會是建議把再生能源相關設施納入相關土地容許使用項目中，這也獲得許多土地管理單位的同意，總計有十一個用地已經納入容許使用，但是像一些條件比較好的，像是農業用地、國土保安用地、相關管理單位一直堅持不容許，他們堅持一定要採用變更編訂這樣長的程序，這部份行政院林政務委員在上個月的時候，也已經指示我們是不是辦一個試辦作業，先 try 看看，到底這個程序是要走多久，按月報告以供行政院裁決，到底要走容許還是變更編訂，這個也已經在進行當中了。風力的問題在土地的部份是最棘手的，當然還有一些其它問題，我覺得這份報告只有點出風力所面臨的土地問題，但是並沒有指出解決的方案，我建議報告中是不是可以在這方面做一些補充。最後一點，期末報告中好像沒有參考文獻，這個部份對往後的閱讀者應該是很有助益，是不是應該加入。以上是一些淺見。

### 工業局代表

：第一，報告的成效為何？執行單位對這方面並沒有給予很正面的回答，剛才梁教授提到關於帶動投資、技術引進，而國內有哪些強項可以切入，並沒有一個明確的答覆。第二點，從整個報告的架構來看，我看到第二章的部份大概花了四十七頁來談再生能源的發展現況趨勢，這方面執行單位做得很不錯，但是到第六章的部份，歸納了前面這麼多章節的分析，到了發展策略的部份，整個報告有點頭重腳輕。講到發展政策的部份，我想執行單位歸納出來，這部份跟策略，就我個人的認知來看還是有一點差異性，政策是比較大方向的描述，策略方面是比較細膩的規劃，這方面可以再加強。第三，第六章第 100 頁和 101 頁的部份，100 頁提到國內風電市場每年有約十億元的需求，後面提到若能藉由內需市場吸引國際大廠來台投資設廠製造葉片，我想每年一百億的內需市場，大概沒有國外廠商會來投資，我們相關電力工程的內需市場都達到幾百億甚至上千億，這樣國際大廠都未必會來投資，像



這樣十億的市場規模，大概不會有廠商來投資，那如何來擴大，我想這部份還需要加強一下。101 頁的部份，最後一段提到一段獨立型系統蓄電池，我不太懂這指的到底是什麼東西，國內一般氫酸傳統蓄電池已經非常成熟了，應該也可以運用在太陽光儲能上，這種東西勢必成爲關鍵性零組件，但是這種蓄電池是屬於一種傳統產業，除非你講的是燃料電池這種東西，我不曉得執行單位指的是什麼東西。以上是工業局報告，謝謝。

**台電代表：**

我對這個計劃整個背景和 scope 不是很清楚，從報告來看，裏面提到的 scope，假定就是這個來看，我從大到小來看好了，第一個，就是剛才工業局有提到的，報告平衡的問題，前面國內外現況的部份大概佔了七十頁，整個報告一百頁左右，我想應該平衡一下。第二個，我想這個主題包括二個，一是能源的開發利用，第二是產業的發展，報告中在推廣利用部份著墨比較多，產業發展部份著墨的比較少。第三個談到現況也好，現況的描述、問題的檢討、策略的建議，個人覺得資料蠻多的，但是分析的部份，應該再加強一下，比如說，國內外的現況描述蠻多的，但是他的 background 的分析，爲什麼德國的策略跟丹麥、美國、日本、西班牙的策略不一樣，其中一定有一些背景在，爲什麼的問題，應該做一點分析，而且最好還是做一些分類，例如，法規面的，經濟面的分類分析。第四，國內目前推動時所發生的問題平頸，這個部份，問題也點出來了一部份，應該更完整一點，分析爲什麼發生這些問題，深入一點探討一下，在後面你在做策略時，這也可以做一些依據，才能比較針對問題來談，另外，在策略面和建議的時候，除了項目之外，我們是希望看到 support，也就是，爲什麼是這樣的一個策略，這個策略又是針對一個什麼樣的問題，最困難是做到量化的部份，比如說，我們講補助來講，這個獎勵補助到什麼樣的程度，事實上會產生多大的效果，要怎麼樣的策略才能達到這樣的效果，這樣的分析應該加強一下，這樣前後才能呼應。謝謝。

**主持人：**是不是就經濟部三個單位的意見，請你先回應一下。

**報告人：**我先就能源會這部份的問題做回應，在之前我們也有做一些土地法規這方面的詢問，像內政部的單位，他們其實是因爲在本身他們的業務主管之下，這些法規還是希望能有個通盤的檢討，他們才能做放寬或是鬆綁，我們在這個研究是有些建議，比如說，在能源發展條例中放一個特別的法條來解決這個問題，目前再生能源遭遇到的問題是，像建築管理法還有建築技術規則這樣，他有一些像建築物的高度，太陽光電板在頂樓的高度有一個限制是 1.5 公尺，另外就是土地管理單位一些用地編定的問題，在建築管理這方面其實是用一個上位的法或是特別法來把它解決，土地管理地方單位他有這樣的想法就可以這樣來解決，所以我們在報告書中有寫，讓每一個單位都能知道再生能源它的精神，內容，才不會有一些綁手綁腳或是對再生能源有一些疑慮，這方面可能要再解決立法的部份，我們的報告書也可以寫出一些方向，跟土地的問題來做一些解決的策略，參考文獻，我們中英文的資料其實也不是很多，但是有放進去，我們會把更多我們有看過的書目放進來，我們是放在 107 頁那邊。

再來就是回應工業局的問題，有關這本報告書的成效問題，在座各位都希望能對產業方面多加著墨，我們會做一些更好的補充。因爲國情不一樣，很多國家在做電業自由化的前提

可能都和電價有關，台灣呈現的現象反而不是這樣，是不是這樣的相關還值得大家去探討。

工研院材料所洪傳獻組長：

我先就剛才工業局提出一個問題，做一個回答，獨立式電池的意思，因為太陽電池的應用有兩種，一種是跟市電並聯，這種就不需要電池，這種叫 uttt tide 的系統，另外一種是不跟市電並聯，是在偏遠地區，這樣的系統叫做獨立式太陽電池系統，我想他所講的是指這樣一個系統下的電池系統，這是先代為回答一下。接下來是我自己的一些看法，因為我自己熟悉的是太陽電池的部份，我主要就這個部份來給一點意見，首先，這個題目我是覺得非常的重要，現階段再生能源是應該被喚醒的，國內的發展策略是相當的重要，所以我從我自己專長的太陽電池這個部份來談，我也是談 how 的部份，第一個我想台灣發展太陽電池，大家都在談可是大家又都不是非常瞭解它的意義，所以一直沒往這個方向走，國內發展太陽電池其實比美國、日本、德國都有優勢，就是尖峰負載，每個人談到後面又把這個名詞忘記了，台灣有尖峰負載的問題這是很確定的，台灣又是屬於亞熱帶地區，美、日、德國不見得有尖峰負載這樣的問題，他們不見得有太陽電池那麼好的陽光的問題，這是非常有利的，所以應該單獨對尖峰負載設一個幾年的計劃，幾年之內應該要把台灣的尖峰負載解決到什麼樣的程度，那麼太陽電池扮演什麼樣的角色，應該有一個非常準確的 study。第二，我這星期二才從德國回來，對於德國推動太陽電池的相關技術也做了一個瞭解，我這次有個印象非常深刻的感受，就是我們談到太陽電池的發展，常常講到減稅措施、價錢問題，德國到目前為止有 25mega peak watt 這樣的系統已經 install 在那邊，因為 25mega peak watt 這絕對不是你用任何，因為我們現在不能否認現在太陽電池的 cost 還是太高，絕對不可能用任何經濟問題讓 install 到 25mega peak watt，一定還有什麼因素是我們所忽略到的，就是說 awareness 和 education 因為我們發覺德國政府和百姓，他們是真的想做這個事情，而不是政策的因素或是政府的壓力，大家都知道德國是最注重環保的國家，所以我認為國內要把太陽電池發展成功，應該要有個政策去喚醒、教育民眾以及政府，讓他真的想要做這個事情他就自然會去做，我也拜訪了很多德國的老百姓，有裝太陽電池的住家，他是非常的驕傲，另外還有一個想法，我不太確認是不是有這樣的政策還是還沒有實施，我不是很確定，就是他們有一個策略，他們能夠賣二氧化碳，好比說，政府做了一個計算，假設每個住家每年能源平均消耗量一百個單位，因為你裝了太陽電池，去計算的結果你只有 50 個單位，意思就是你省了 50 個單位，政府就給你 50 個點數，如果一個工業買設用 200 個單位是正常的，結果他用了 500 個單位，超用了 300 個單位，政府就要罰很重的錢，但是政府又允許他去買點數，所以裝太陽電池的人節省了這個能源還可以去賣，而且他們認為他們買了有裝太陽電池的房子，十年之後，能源問題以及環境污染問題會更嚴重，因此他們的房子會更有價值，這是我特別一直提醒的，買設我們一直鎖在獎勵上，推動了很久，好像沒有效果，會不會是漏掉了些誘因。第三，從技術的角度來看，我先分兩個部份來看，一個是應用，一個太陽電池本身來看，從太陽電池的發展歷史來看，有兩個……使得太陽電池大力的提升，最早是太空應用和現在無關，後來是 stand along 就是說獨立式的應用，這個市場一直沒有起來，其實是很可憐的，因為市場量本來就沒這麼大，到了 1990 年那時提出了一個觀念，就是跟市電並聯這樣的觀念，你如果去看太陽電池應用成長的曲線的話，1990 年是一個非常快速的成長，也發展了一段時間，現在好像也達到了水平了，利用這樣

子的觀念去推動這樣的事，好像也是到頂了，一直到 2000 年或是 1999 年又有另外一個觀念提出來，就是……直接跟房子結合在一起，到現在為止還不知道成不成功，太陽電池賈設能大量成長的話，這可能是一個方法，國內在這方面也不應該缺席，也應該要有一個計劃，如何去開發……這樣的技術、產品，這是在應用的部份，在研究發展部份，剛剛吳教授也提到氫能，將來是一種可靠的能源，但是大家不要忽略掉，做化學的人，因為氫能現在要靠化學去做，事實上它並不是一個 clean energy，還有污染的問題，德國他們也在做這樣的事，用太陽電池來產生氫氣能，這是一個不應該被遺漏的部份，經過太陽電池產生電壓來產生電解水，事實上我們現在也是在花很多力氣來發展這個事情。另外，太陽電池大家現在認為貴，但是其中百分之六十是基本材料，所以去開發 low cost 的 solar grade…這個也應該要被重視，事實上我自己也提了一個……這樣的觀念，就是將來使太陽電池能達到 50% 甚至以上的效率，不能被忽視，所以在 rmb 部份用太陽電池來產生乾淨的純氫的能源，應該要被提醒，那麼……高效率的太陽電池應該都是要被注意的，這是我的一些淺見。

**主持人：**請做回應

**報告人：**洪處長剛才談到教育的部份，我們在整個策略還有行動方案上也特別有強調，律色電力的消費還有民眾認知的問題，這其實是全民應該一起來動，當然剛才談到說德國用太陽光電，二氧化碳的這個貢獻，減少二氧化碳然後政府給點數，這是一個很好的策略，我會將這點放在我們的建議中。另外談到建築物的結合，其實是值得做一個深入的研究，我們會嘗試寫在報告書中，但是我們會去尋求跟這個計劃有關的單位，我們把它寫在建議的部份，還有就是比較前瞻性的部份，也是需要繼續加強，整個系統，像太陽光電發電以後，我們也是忽略其實還有一些方法可以來解決這些問題，像電解水產生氫以後再用燃料電池來發電，這我們會做一個整理。也謝謝洪處長提醒那個電池的問題，替我們做一個回答，電池的問題，我們在內部討論時是說，可能大家認為說電池是一個效率有到我們的需求或是有更大的突破，所以我們才把它寫在裏面，我想會再跟專家請教一下，把這個問題釐清。還有一個期中審查的意見，我們會在定稿時把期中審查和這次的審查的結果，一併做回應。

**主持人：**接下來我們主辦組的同仁對這次的報告是不是符合我們原來契約的要求，麻煩說明一下。

**部門處主辦：**收到這份報告之後，我們簡單討論一下，我們發現到政策建議上，像你剛剛提到的建築高度的問題，後面建議的部份你就沒有去處理它，好像有發現很多這類的問題，可能很多的細節必須我們再坐下來跟你們討論，大架構上目前有這個問題的存在。

**主持人：**剛才誠如吳教授所說的，這個報告將來不只是給經建會參考，經建會當然是一個問題導向型的委託計劃，我們會因為有需求，然後再來委託做研究，裏面如果有好的政策建議，我們也會往上呈報，更重要的是讓業界或是民間人士也能夠有機會來參考，所以雖然在這個前面已經特別註明這個研究不必然代表經建會的意見，我想還是會有相當程度被認為是經建會提出的意見，也代表二十一世紀議程協會的研究成果，所以我也希望研究單位能確實根據今天專家的意見，容納進去，好好的修正，再提出完整報告。

## 附錄四、2002 年 10 月 2 日再生能源發展座談會會議資料及部份會議紀錄

### 再生能源發展座談會

時間：2002 年 10 月 2 日 星期三 上午 9 時至 12 時

地點：國立台灣師範大學綜合大樓五樓 509 國際會議廳

主持人：行政院永續發展委員會王塗發委員、行政院經濟建設委員會張桂林處長

引言人及與談人：德國能源專家 Dr. Felix Christian Matthes、胡湘玲博士、立法委員  
賴勁麟、立法委員邱創進、戴炎輝基金會周美惠執行長

會議論文資料：

### **New Energy in Germany**

*by Dr. Felix Chr. Matthes, Öko-Institut, Germany  
presented at the Seminar on Development of Renewable Energy  
October 2, 2002, Taiwan, Taipei*

### **Introduction**

The phase out of nuclear power, the implementation of ambitious greenhouse gas emission reduction targets and the liberalization of energy markets build the key challenges for sustainable energy policy in Germany.

Sustainable energy policy is based on a policy mix which integrates different strategies, instruments and players. This paper drafts a framework for sustainable energy policy in Germany, describes some of the key experiences and formulates some future challenges for German energy policy.

### **A Scenario Illustration of Potentials and Future Challenges**

To illustrate the challenges and different pathways of the future energy system a scenario approach is used.<sup>1</sup> The basis is formed by a *reference scenario*, in which – on the basis of assumed demographic, social and economic trends for the future – past developments

---

<sup>1</sup> A more detailed description of the scenarios presented here can be found in Matthes, F.Chr./Cames, M.: Energy Turnround 2020. The path to a sustainable energy system in Germany. HBS World Summit Papers No. 15, Berlin 2002 (<http://www.worldsummit2002.org/download/WSP15.pdf>).

are extrapolated in such a way, that not only the autonomous development of energy and environmental efficiency is considered, but also the political framework as laid down and immediately foreseeable (" business as usual" ).

On the basis of the reference scenario, *alternative developments* have been investigated that can arise according to a different premise regarding general energy and environment policy conditions:

- The scenario *Policy* describes the development that appears to be possible on the basis of political strategies planned and discussed today, which, in comparison to the reference scenario, can lead to clearly modified findings in terms of standard and structure.
- The scenario *Potential* presents developments that emerge against the background of such technical possibilities that – in accordance with laid down objectives – can be efficiently realized from the overall economic point of view.

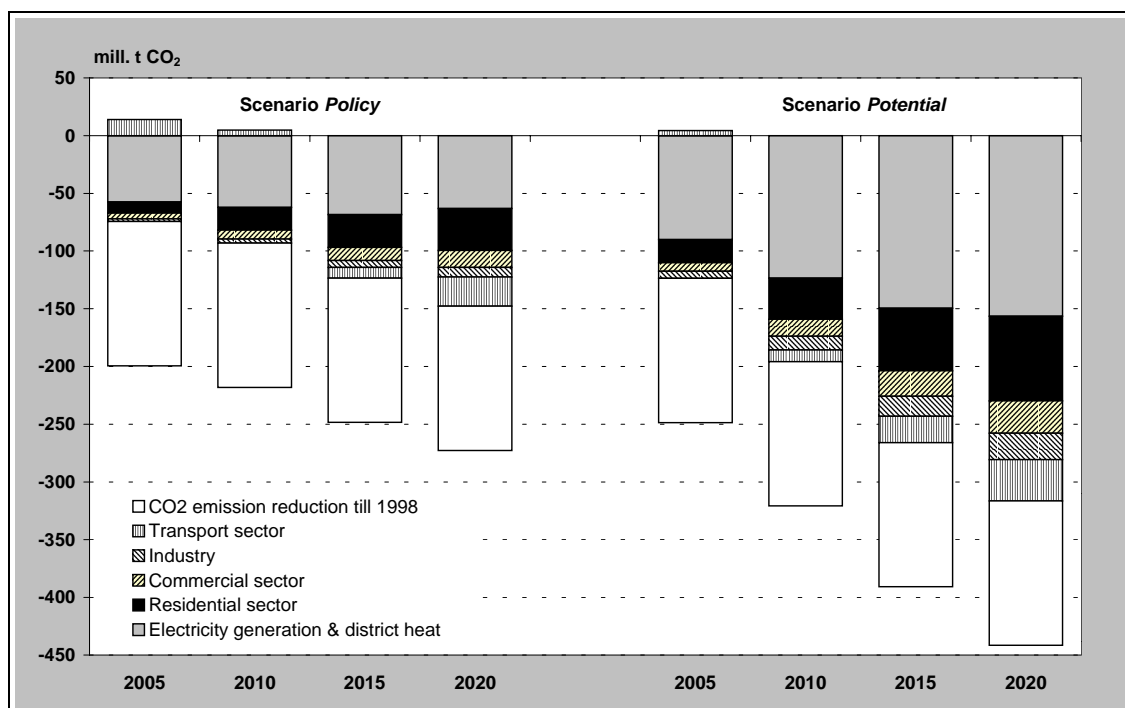
In all scenarios a nuclear phase out was assumed which is in line with the agreement between the federal government and German nuclear power plant operators. Before this background nuclear power generation will decrease from 170 GWh in 1999 to 32 GWh in 2020.

It is basically assumed, that technical measures will be carried out within the scope of the normal life cycles of respective plant or equipment. This guideline results from the recognition, that the premature replacement of plant – in so much as it is not justified on safety or other grounds – generally leads to a noticeable increase in costs.

Between 1990 and 1998, energy-related CO<sub>2</sub> emissions fell in Germany by a total of at least 125 mill. t. The greatest share of this was achieved by the transformation sector with over 70 mill. t CO<sub>2</sub>. The contribution of industry amounted to at least 52 mill. t, and in the trade, commerce and services sector CO<sub>2</sub> emissions were reduced by almost 30 mill. t. By contrast, CO<sub>2</sub> emissions increased by approximately 8 mill. t in private households, and in the traffic sector by approximately 20 mill. t.

Despite the large contribution to CO<sub>2</sub> reduction made in the past by the transformation sector, the potential is by no means exhausted. Not only in the scenario *Policy*, but also in the scenario *Potential*, the transformation sector forms the most important block for further emission reductions (electricity savings are also attributed to this sector). The second-largest block for CO<sub>2</sub> reduction is formed by private households, followed by the traffic sector, the trade, commerce and services area, as well as industry. (Illustration 1). The absolute volume of respective reduction potential differs in the two scenarios, but the ratio is more or less the same.

*Illustration 1* Additional contributions to CO<sub>2</sub> reduction according to sector in the scenarios *Policy* and *Potential*, 1990/2020



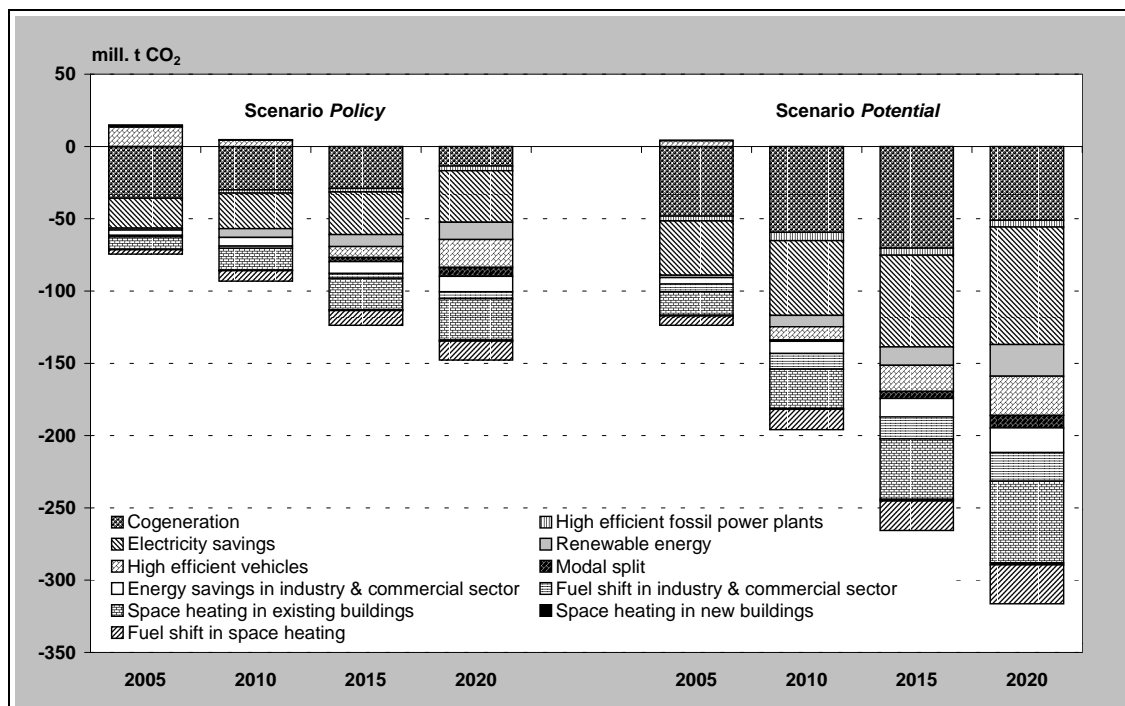
Source: Öko-Institut computations

Illustration 2 shows reduction contributions according to individual measures. This overall view shows that in the short and medium term *combined heat and power*, with targeted contributions of over 20 mill. t CO<sub>2</sub>, plays an important part in CO<sub>2</sub> reduction.<sup>2</sup> Contributions from *electricity saving* (in all sectors) and energy saving in *existing buildings* (above all, in private households and in trade, commerce and services) are also of particular importance, amounting respectively to more than 15 mill. t CO<sub>2</sub>. In the short term, an increase in energy efficiency in *new buildings* will still play only a minor role. Attention must also be drawn to the fact, that the forthcoming tightening up of heat insulation provisions for new buildings has been largely anticipated in the reference scenario, and its targeted contribution of 5 to 10 mill. t CO<sub>2</sub>, solely in the area of new buildings<sup>3</sup> is no longer included in the review. From a long-term perspective, the early implementation of measures in the area of new buildings, together with the strengthening of renewable energy, form a basic prerequisite for effective CO<sub>2</sub> reduction policy.

<sup>2</sup> In the course of time, that means especially after 2015, the role of combined heat and power diminishes, however, because it will then have to "compete" with increasing more efficient power plants.

<sup>3</sup> The recent Energy Saving Ordinance covers also a part of existing buildings, as well heating plants.

Illustration 2 Additional CO<sub>2</sub> reduction contributions of individual areas of measures in the scenarios *Policy* and *Potential*, 1998/2020



Source: Öko-Institut computations

The overall view also makes clear, that though the changeover in energy sources in final consumption sectors plays a not inconsiderable role, energy saving makes by far the greatest contribution to attaining the objective. In the medium term, it is emission reduction in the traffic sector that is of increasing significance, whereby the *increase in vehicle efficiency* predominates, but changes in *modal split* can increase reduction contributions by up to 20%.

In order both to attain the reduction targets set and to close remaining gaps, in the end *all* sectors and spheres of action must be dealt with. So far as contributions to attaining the target is concerned, however, priorities for the short and medium term can be set:

1. Increasing the share of *combined heat and power*, whereby doubling the share by the year 2010 and guaranteeing a further, similarly dynamic development, form a central element.
2. Introducing extensive measures for the energy-related *refurbishment of existing buildings* in the private household area, and also in the trade and services area.
3. Strengthening efforts towards electricity saving in all final consumption sectors, whereby not only the potential regarding appliances with high market penetration should be addressed, but also the highly heterogeneous savings possibilities in industry and trade.

From the long-term point of view, important spheres of action requiring early and

continual attention include in particular:

1. The implementation of higher, regularly up-dated heating standards for new buildings in all sectors.
  2. A steady increase in the efficiency of vehicle fleets, long-term traffic avoidance and a distinct change in *modal split*.
  3. The introduction of renewable energy sources in the electricity and heating areas.
- At least a proportion of corresponding political instruments are technically available at short notice; the search for further instrumental methods and their examination should be systematically pursued.

## Key Strategies and Instruments

### General instruments

*Ecological tax reform* is a central element of current – and also future – climate and energy policy.

Starting in January 2000 an ecological tax reform was introduced in Germany:

- taxes on gasoline and diesel fuel were decreased in several steps
- gas oil and natural gas taxes were increased in one step
- an electricity tax was implemented for the first time
- significant tax cuts were enabled for cogeneration plants and high efficient combined cycle plants.

The tax income was completely redistributed for lowering the contributions to the social security systems which generated about 100,000 jobs.

The major challenge in the framework of the ecological tax reform is the future continuity of the tax increase and an enhanced coverage in terms of fuels.

The European Commission is pushing forward an European *emissions trading system*. Such a system will introduce sufficient incentives for the energy supply industry and the energy intensive industries which either received significant eco tax releases or are heavily based on fuels which are not yet subject of taxation (e.g. coal).

Besides these two approaches with a strict environmental focus the completion of *energy market liberalization* is a key challenge for sustainable energy policy. Although the German market was opened completely in 1998 quite a lot of imperfections have to be stated. Taking into account the challenge of developing fair, transparent and sustainable energy markets in Europe several conclusions can be drawn from the recent market



concentration trends in Europe<sup>4</sup>:

- the remaining and the upcoming market concentration in the field of power generation has to be seen as endangering fair, competitive and sustainable energy markets,
- breaking old monopolies and avoiding new concentration trends in the generation sector must be a central issue for competition policy in the energy sector,
- of the high levels of market concentration in the generation sector this must be compensated for by extremely fair, transparent and coherent rules for third party access.

Regarding the last issue the following subjects should be addressed

- Strict unbundling of generation, transmission and distribution is a key issue. Ownership unbundling should be seen as the medium term target, legal unbundling should be established immediately.
- The common rules for terms and conditions as well as charges for the use of networks should be developed in a way that the rules and charges for third party access are fair, transparent and of binding nature as well as coherent in the European context.
- Distributed power generation should receive a premium for long term avoided network costs.
- Additional market distortions (availability of decommissioning funds for activities in the market, fuel cycle cost obligations, liability issues, etc.) between electricity generators should be removed.

## **Sector-specific instruments**

### **Energy saving**

Instrumental possibilities in the area of efficient energy use are as varied as savings possibilities (Illustration 3). Discussion will therefore be restricted at this point to the main and most interesting instruments.

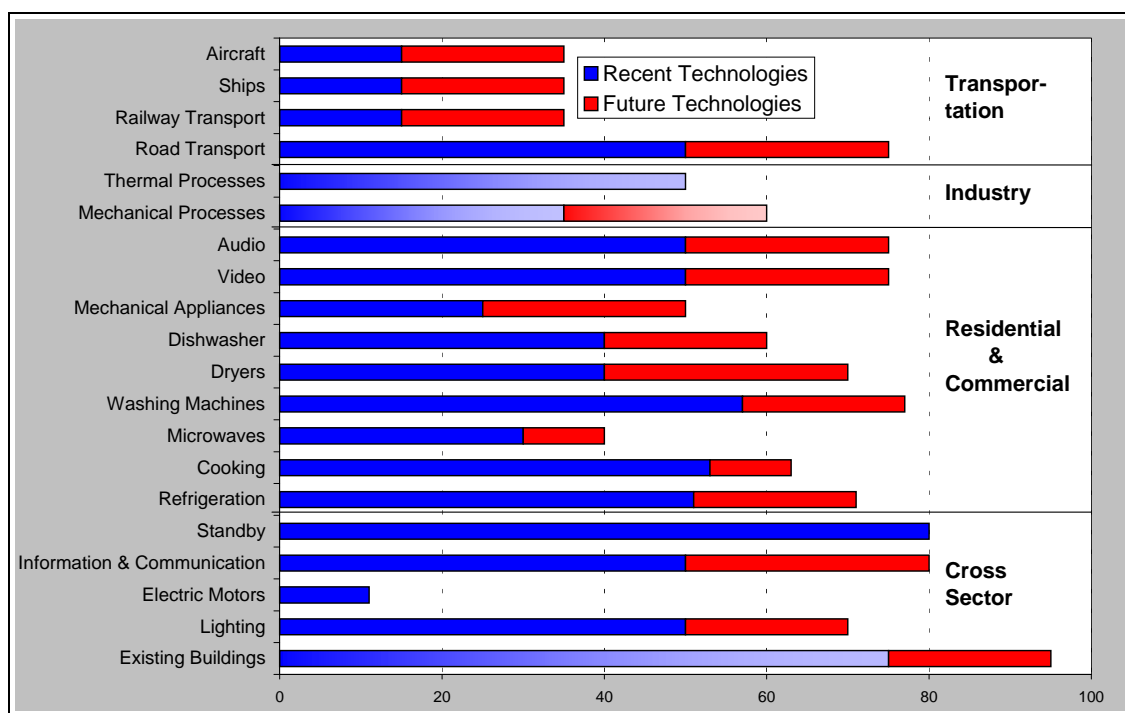
The extensive exploitation of energy savings potential in *buildings* will be directed primarily at two parameters. *Firstly*, in only about 50% of annual refurbishment (approximately 2.5% of total living space) are heat insulation measures carried out; and *secondly*, these are often less than the technical and economic optimum. Particularly on account of legal limits, extensive support of the refurbishment of old buildings is only

---

<sup>4</sup> Matthes, F.Chr./Poetzsch, S.: Power Generation Market Concentration in Europe 1996-2000. An Empirical Analysis. Berlin 2002 ([http://www.oeko.de/bereiche/energie/documents/market\\_concentration.pdf](http://www.oeko.de/bereiche/energie/documents/market_concentration.pdf))

possible through grants in Germany. For the reasons already mentioned, such a programme would have to be of a considerable volume, and be aimed at the most comprehensive refurbishment, that is, structured according to specific constructional requirements. Different sides have put forward proposals for the design of such a programme, and the funds required are estimated to amount to around 2 billion Euro per year. During the last years federal incentive and soft loan programs amounted to about 1 billion Euro annually.

*Illustration 3 Energy efficiency potentials in end-use sectors*



Source: German Bundestag's Fact Finding Commission "Sustainable Energy in the Framework of Globalization and Liberalization"

Only around 20% of present-day living space is affected, in terms of heat use, by the strengthened provisions of the Heat Insulation Ordinance, which came into force in 1984 (tightened up in 1995 and – prospectively – in 2000), and as a result of which, considerable gains in efficiency have been achieved, compared with previously constructed buildings (Illustration 4):

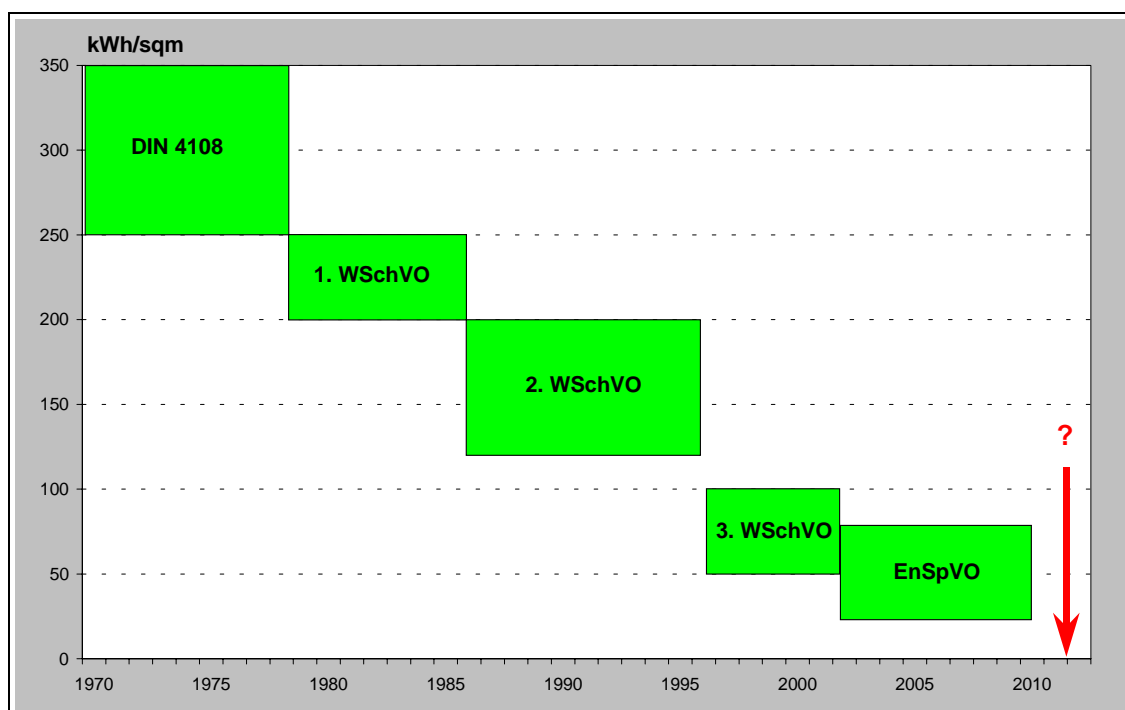
- The 1984 Heat Insulation Ordinance reduced mean demand for heating energy vis-à-vis that of existing buildings (220-250kWh/m<sup>2</sup>) by around 30%.<sup>5</sup>
- The second Heat Insulation Ordinance, from 1995, again achieved a 30% increase in efficiency to 100 kWh/m<sup>2</sup>.

<sup>5</sup> The figures relate to terraced and apartment houses, which have in part a much lower consumption of heating energy, and to detached houses.

- The 2002 Energy Saving Ordinance will again effect a reduction of specific demand for heating energy by about 30% to less than 70 kWh/m<sup>2</sup>.

Beyond this, further improvements in energetic quality towards the zero energy or self-sufficient house are possible. But especially against the background of the above development, attainable energy savings will be consistently lower, and will have to be carefully assessed in terms of their total energy balance, taking account of the expenditure of energy required for building materials.

*Illustration 4 Building codes in Germany, 1970/2010*



Source: Öko-Institut

In the area of well-standardized *electrical mass-market applications* (household appliances, office technology, engines etc.) efforts undertaken by manufacturers are very promising. Because legal requirements could prove to be problematic, particularly from the EU viewpoint, orientation towards *voluntary agreements* with manufacturers and importers is recommended, which would have the aim of ensuring that only appliances of a particular standard are put on the market. Such agreements already apply to several household appliances, but could be extended to electric motors, stand by appliances, etc. On the consumer side, in addition to general measures that influence prices, a number of information-related instruments are initially available, among them and of particular importance, legal regulations on *energy consumption labelling*, which have to be up-dated at short intervals and constantly adjusted.

A new institutional approach to energy saving policy and, especially, electricity saving policy could be the setting up of a *national energy efficiency fund*, which, like similar

funds in Great Britain, Denmark and California, could initiate and bundle precisely-targeted activities. The main focus of such a fund would be the conducting of energy saving campaigns of an informational kind, or specific measures for market transformation and technology development, the observation and analysis of topical market developments, as well as the creation of an umbrella brand name for energy efficiency. Initial funding to the order of 150 mill. DM per year is being discussed.

### **Generation sector**

In the area of power generation, apart from general instruments (for example, emissions trading for big business and the electricity industry), three specific approaches are of prime importance from the strategic point of view to exploit the large efficiency and emission reduction potentials in this sector.

For the safeguarding and support of *combined heat and power*, as the central strategy in the electricity and district heat sector, a range of different instruments have been discussed in recent times. In 2002 a new cogeneration law was introduced in Germany which offers different incentives to existing, modernized and new cogeneration plants for the amount of electricity which is supplied to public grids. A special focus is given to small cogeneration plants and fuel cell based CHP.

A remaining challenge for the generation is the *equal tax treatment* of all power generation technologies. Despite not inconsiderable problems from the legal point of view, ways will have to be found to abolish or compensate the unequal treatment of natural gas compared with coal or nuclear energy. The tax cuts for high efficient combined cycle power plants (efficiency greater than 57.5 per cent) in Germany are only a first step on this track.

In the area of customer transparency, a general *obligation to declare* the origin of electricity can ultimately assume an important role. Similar to the current discussion on the certification of "green electricity", obligatory requirements on the composition of the respectively offered electricity mix could decisively strengthen the role of electricity customers as players. Corresponding activities recently are being speeded up and supported by the EU.

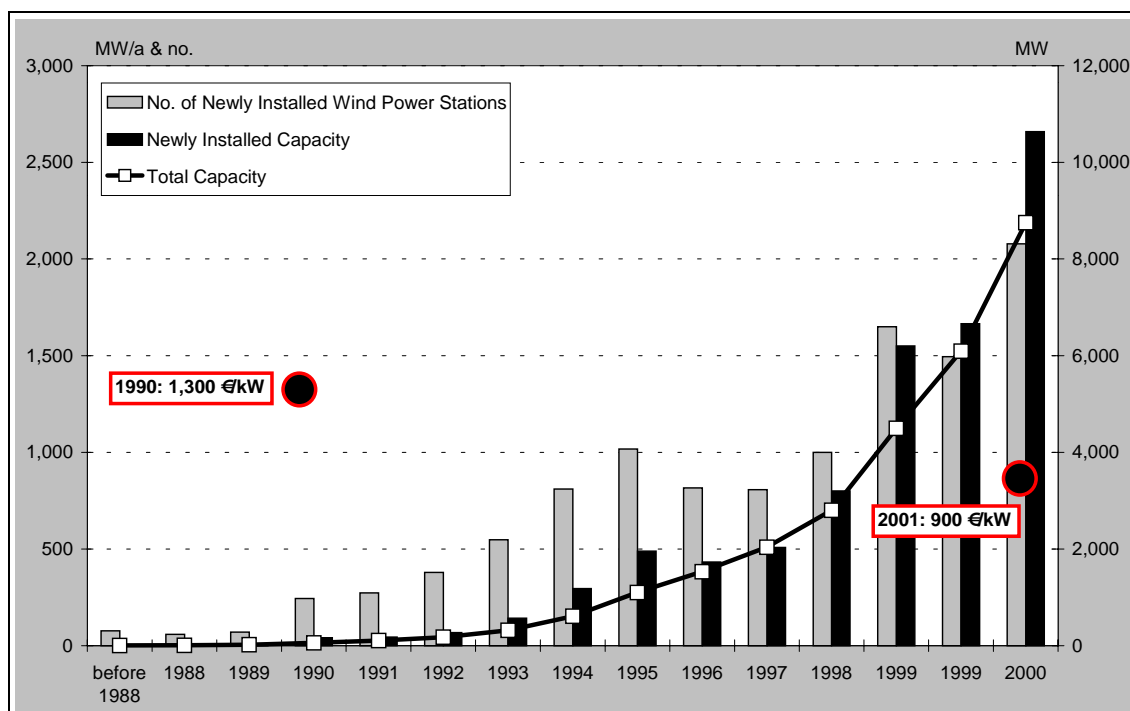
## Renewable energy

For electricity generation from renewable energy sources, strong incentive mechanisms have been introduced with the *Renewable Energy Act*, with which wind energy, in particular, will be substantially promoted, as will electricity generation from biomass and photovoltaic plants.

As of June 30, 2002 12,257 wind turbines with a rated power of 9,837.27 MW were installed in Germany. The average installed power per wind turbine therefore is 802.58 kW. In the first half of 2002 alone, 827 wind turbines with a rated power of 1,086.71 MW were erected in Germany. From 1990 to 2001 the investment costs of wind energy decreased from 1,300 €/kW to 900 €/kW which is another remarkable result of the legislation (Illustration 5).

In addition to the guaranteed price scheme of the Renewable Energy Act special market incentive programmes were set up which offer different incentives for the use of solar and other renewable energy sources as well as research and development programs, e.g. for fuel cells.

Illustration 5 Wind power generation capacities in Germany, 1988/2001



Source: DEWI, ISET, Öko-Institut computations

A useful and target-related volume for a future programme is estimated at 100 to 250 billion Euro per year. As in the past, the federal *Länder* and municipalities should also set special and complementary points of emphasis in their own support programmes.

Last but not least, special tax incentives support the market penetration of bio fuels in the transport sector.

# 德國再生能源發展與現況

胡湘玲

德國 Bielefeld 大學科學與科技研究中心 研究員

2000 年 2 月 25 日是德國電力發展史的里程碑，聯邦議會以 328 票對 217 票通過再生能源法規。根據再生能源法規，地方電力公司必須以每度 12.1 到 99 分尼的價格，將由「綠色」方式所生產的電力買回。這不僅保證了投資在太陽能、風力、水力、地熱、生質能等發電方式的獲利與回收，也使得德國再生能源技術在世界市場上佔有領先的地位。

在今天電力需求與溫室效應，魚與熊掌都想兼顧的脈絡下，再生能源是唯一可行的方式。一項德國政府委託「以再生能源減緩全球氣候溫暖化」的報告指出：在 2020 年前，再生能源的使用將以二位數字的速度成長。2050 年，能源供應方式將全面改變：核能將從電力供給源中除名，再生能源將供應德國百分之五十以上的電力。

相對於全球對再生能源的投資與市場化的競爭，德國在能源結構改變所展現的魄力並不是一個特例。在阿根廷與印尼，太陽能發電是國家型的計畫。跨國企業，如蜆殼石油集團，則積極地在玻利維亞、南非與中國進行投資。丹麥政府援助印度與尼泊爾擴展電力使用的基礎建設。法國政府與電力公司放眼西非、南美與印尼的市場。在這個全球電力市場上，環顧四面，個個是有國家政策撐腰的強大競爭對手。單以再生能源在最近幾年的發展成績及官方研究報告，其實還不足以道盡再生能源所蘊含的無限商機。

## 一、走向離岸的風力發電

二十世紀的最後十年是德國風力發電快速發展的十年。1991 年德國通過「輸電法規」，確定每度電 16.61 分尼的收購價格，使風力發電展現驚人的發展，實現風力發電商業運轉的可能性。1999 年底，德國風力發電以 7,879 座風力發電機組，具有 4,443.1 百萬瓦的供電能力，生產 85 億度電力，是全世界風力發電發電量的三分之一。2000 年四月開始執行的再生能源法規，更使得德國風力發電機組在短短一年之間增加了 1,500 座，提升了 1,700 百萬瓦的發電功率。由 1991 年的 56 百萬瓦，到 2001 年的 6919 百萬瓦供電能力，風力發電的設置在十年之間不只百倍的成長，使得德國的風力發電能力超過美國的 2,500 百萬瓦、西班牙與丹麥的 2,000 百萬瓦，成為世界第一位。在這發展的十年間，更創造了超過 33,000 個就業機會。

如果這些以「百萬瓦」計的專業術語無法讓人具體想像風力發電的「威力」，那麼換個方式：一座風力發電機組平均每年可以生產 350 萬度電力，足以供應德國 1000 戶四口之家的用電。未來，德國的陸上風力發電將增至 25,000 座機組，足以供應所有家庭用電所需。

2001 年七月二十七日，緊接著「聯合國氣候變化綱要公約」締約國於德國波昂所舉行的第六次大會，德國政府宣示以風力發電抑制氣候溫暖化的決心：2030 年，德國陸上風力發電將具有 17,000 百萬瓦供電能力的規模，近海風力發電園區將達到

20,000 至 25,000 百萬瓦的發展高峰。預計在 2004 年，北海沿海國家藉由風力發電，每年將降低高達 21.3 百萬公噸的二氧化碳排放總量。除此之外，德國藉由風力發電的發展，將增加十萬個新的就業機會。

2007 年，德國第一座近海風力發電園區將矗立在 Borkum 的海域。在 200 立方公里容積的海水裡，將設置近 200 座風力發電機組。這些與科隆大教堂比高，機翼葉片與足球場比長的近海風力發電機組，將提供與核能電廠相當的裝置容量。從此，風力發電走出小型分散式的發電形態，而走向高科技的應用。

## 二、跟陽光比燦爛的太陽光發電

8 分鐘又 20 秒，光子從太陽表面到達我們的星球。在這一段超過一億五千萬公里的旅程之後，我們的皮膚以每平方公分 10 兆個光子的密度，接收太陽的熱度。陽光照射。太陽能不僅是無所不在的能源，也是我們最初與最後的能源。

在全球市場上，太陽光電晶片以每年 20% 到 25% 的速度成長。其中，石油集團與半導體跨國企業的加入，使這個市場充滿高科技高獲利的色彩。二十世紀後期，太陽光發電是日本、美國與德國三分天下的局面。日本投資在太陽光發電的金額高達二億六千四百萬美金。從 1992 年至今，日本的太陽光供電足足成長了一千倍，拔得世界頭籌。僅僅四家太陽光晶片製造商就獨佔世界市場三分之二的營業額：BP Solarex (17%)、Kyocera (17%)、Sharp (14%)、Siemens Solar (13%)。

1997 年，蜆殼石油集團也加入太陽光晶片生產的行列，以每年 500 萬美金投入再生能源發展的五年計畫。其設於德國魯爾區 Gelsenkirchen 是全球最具規模的太陽光晶片製造廠，每年生產 1300 萬組太陽光晶片，具有 25 百萬瓦的供電能力，相當於 7000 戶一家四口一年的用電量。位於倫敦的蜆殼國際再生能源(Shell International Renewable) 負責人 Peter Langcake 表示：「我們建築一個值得信賴，而且也具有高度商業競爭力的 21 世紀企業。」這個值得信賴的太陽能企業，預計在 2010 年的全球市場上佔有高達 60 億美金的營業額。從投資的角度出發，這些知名的市場先行者，已經保證太陽光發電的利基。

德國政府促進太陽光電使用的原因，不僅著眼於太陽光電所生產的綠色電力，還有一個相當重要的因素，即在於促進太陽光電產業，即太陽光電池與模組封裝的研發。以綠色工業進軍國際能源市場。尤其在太陽光電的領域，島型的發電裝置，因為不連結電網，非常適用於基礎建設薄弱，像非洲與亞洲部分貧窮地區。在這層意義上，「世界光計劃」-德國 Ludwig Bölkow Stiftung 基金會所資助的區域性小型光電產業，希望以太陽光電的技術，將「光」帶到世界所有角落，賦予太陽光電「扶弱濟貧」的社會責任。

在德國促進太陽光電的使用與相關產業的發展，最主要的機制在於「打開國內市場」。因此，在 1998 年紅綠聯合執政之後，由聯邦環境部推出的太陽光電「十萬戶屋頂」計劃，以國內的需求確保產業界投資的獲利，已經成功地帶動德國太陽光電的投資。

相較於其他傳統發電廠，太陽光只需要陽光照射就可以發電。太陽光晶片不靠

位移與動能、不產生噪音、沒有廢熱的問題，與環境、生態與人類活動維持平衡的關係，這些都是其他發電方式所沒有的優點。因此，德國太陽能教父 Adolf Goetzberger 直稱太陽能為「優雅」的電力。他說：「我認識一些人，自從他們使用太陽能之後，連站在蓮蓬頭下洗澡的感覺都不一樣了！那是出自於一種完全獨立的信心與自覺，因為從此可以擺脫對電力經濟體系的依賴，直接仰仗大自然。」

### 三、德國「再生能源法規」兩年紀事

以「再生能源法規兩週年－太陽能的起飛」為名，德國綠黨於今年（2002年）四月一日，正式為德國「再生能源法規」慶祝兩歲的生日。綠黨能源政策發言人 Hustedt 女士在簇擁的人群中表示，「在『再生能源法規』的支持下，才兩年的時間我們就已經將一項兼顧能源需求、經濟發展與環境保護的政策，成功地展現在全世界的眼前。」耀眼的數據支持她的驕傲。兩年之內，「再生能源法規」的優惠條件鼓勵一百億歐元的資金，投入這個「去集中式」及與環境共存的發電方式，更創造了六萬個工作機會。2001年，全德國有五百三十萬用電戶簽約，拒絕使用核能及燃煤火力發電，只使用綠色電力。

在這波再生能源發展潮中，德國聯邦經濟部聯合聯邦環境部與農業部，進行再生能源在市場、推廣、技術發展與補助措施上的全面檢討，六月三十日對聯邦議會提出報告。接下來，再生能源便成為一個「政治議題」－如何繼續推動再生能源的發展？

以太陽光電為例，透過「再生能源法規」的配套措施－聯邦環境部提出的「十萬個太陽光電屋頂計劃」，在兩年之間，不僅太陽光電成為市場經濟的寵兒，也成功地帶起太陽光電晶片、模組與系統安裝的技術及外銷市場。35萬千瓦太陽光電屋頂的裝設計劃，預計在2003年便可以達成目標。今年六月五日，德國紅綠聯合政府進一步決定，將這35萬千瓦的太陽光電裝置容量提高到100萬千瓦，以「更確保太陽光電相關產業的發展」。因此，太陽光電的魅力，不再侷限於環保需求與氣候變遷的意義，而是投資未來產業、發展新能源技術與保障就業機會。目前，太陽光電的晶片市場以每年40%的速度成長，單單過去一年（2001），世界市場就供給了400萬千瓦的太陽光電晶片。

再以風力為例，根據今年初的統計資料，在「再生能源法規」執行短短的兩年之內，風力發電成長了三倍，裝置容量已經超過930萬千瓦，預計今年全德國11,850座風力機組可以供給150-170億度電。

當然，講到再生能源的發展，就不能不提到對降低二氧化碳排放量與在全球氣候變遷議題上的貢獻。2000年，藉由再生能源的使用，在能源供給的層面，德國減少了1,900萬噸的二氧化碳排放量，2001年3,000萬噸，預計今年可以降低達4,000萬噸。

在發電成本的考慮下，許多民眾因為「高電費」的預期心態，而對再生能源使用敬謝不敏。然而，在德國「再生能源法規」施行兩年後的研究發現，在民眾對綠色電力的需求愈來愈高的情況下，綠色發電設施的成本以每年10%的速度下降。而這個愈來愈便宜的發電成本，是綠色電力發展的趨勢。同時，在



再生能源供電量佔全國電力總供給 8% 強的情況下<sup>6</sup>，全國所有電力用戶僅需每度電分攤 0.1 歐分（即 0.001 歐元，約合台幣 0.32 角），全年每戶多付 3.5 歐元（約合台幣 110 元）。因此，「再生能源 = 高電價」早已經是個過時的觀念。

部份會議紀錄如下：

胡教授：

德國於 2000 年 4 月通過再生能源法規，再生能源是值得投資的產業，代表未來產業的發展。以台灣的觀點、亞洲的觀點，台灣環保團體、反核運動的代表是怎樣看待台灣未來的能源發展。

世界上再生能源的發展，不只是在產業發展的意義，還有其社會性的意義，就是展現濟弱扶貧的精神，如德國基金會在進行一項「世界光」的計劃，他們利用太陽光電、風力發電，將光帶到世界上的貧窮角落如西藏...，光明象徵著希望，因為電產生了光，光代表教育文明的產生，再生能源產業的發展在某種程度上實踐了作為一個世界公民的責任。

以反核的角度來看，發展再生能源產業，對於能源的結構、分配有貢獻。

另外，從省能、節能的角度來看，政府應該積極推動，根據調查，每天應可省下 30 % 的電力。

根據德國的專家報告，德國將在 2050 年，再生能源將佔 50 % 的配比，來取代傳統能源，成為未來能源的主流。我們反問自己，在台灣誰能告訴我們暫 2050 年，或則多久的未來，我國的再生能源配比是多少，誰能告訴我們？是政府來告訴我們，還是環保運動的民間團體？

王塗發教授：

以目前世界上再生能源發展的現況，風力發電成長的速率，太陽能技術的研究發展，再生能源成為能源的主流，不是不可能的。現在，許多歐盟國家再生能源比率已經達到 20 % 以上，今年在南非約翰尼斯堡的地球高峰會，歐盟國家，及紐西蘭等國家希望將再生能源配比提高至 15 %。

周美惠執行長：

1. 在德國再生能源的發展是昂貴的，德國的先天不足，因為緯度高，太陽光不夠，風不大，在冬天使用暖氣、熱水，最需要能源時，光照不足。
2. 台灣是發展再生能源最得天獨厚的地方，台灣是亞熱帶的海島，經過德國公司的調查，台灣有最好的風場，有東北季風、落山風、颱風，發展再生能源，技術絕對不是問題，是因為資訊的不夠。在夏天，是台灣最需要電的時候，夏天台灣的日照最充足，再生能源的發展絕對是政策的問題，技術是可以克服，併

---

<sup>6</sup> 在德國，再生能源供給每年超過 400 億度的電力，佔全國電力總需求 5000 億度的 8% 強。

聯的技術絕對不是問題。

3. 為什麼再生能源的產業無法發展，台電長期壟斷單一的市場、國家資源，台電的技術、經營落伍、不長進，更可惡的是對待蘭嶼，將核廢料倒在那裡，蘭嶼卻沒有電，一個海島，有風場、日照充足，為什麼不發展再生能源。
4. 87 年全國能源會議通過在 2020 年再生能源比配是 3 %，如此低的標準，等於是放棄再生能源，當時作成決議的能源會、台電及專家學者都必須深刻檢討，使台灣的再生能源產業完全沒有發展的機會。

立法委員邱創進委員：

1. 本世紀的主要能源，傳統的能源如燃煤發電，造成的溫室效應；石油容易受到戰爭的影響，二次世界大戰的能源危機，說明石油是一項不確定性的能源。
2. 台灣有充沛的陽光、風力，應是推展再生能源最適合的國家，但是台灣在這兩者的技術卻遠遠落後，還在使用傳統的燃煤，及先進國家了垃圾能源—核電，台灣應該要發展再生能源，建立非核家園。
3. 汽電共生廠與台電簽約賣電給台電產生的問題，應該修改法令，如彰化台化廠，利用燃煤鍋爐，不斷產生二氧化碳，產生酸雨，環境惡化，利用汽電共生發電，賣電給台電成為該廠的主要收入，嚴重造成環境污染。

胡教授：質疑台灣的能源教育到底在哪裡？

A 先生：我們談了許多再生能源的發展，但是坐而言不如起而行，德國是一個再生能源發展的典範，但是台灣要怎麼做？怎樣實際去執行，我們有沒有作基礎的調查，有沒有正確的資訊？電力的成本是多少？1 度電究竟是多少錢  
台灣生產技術沒有問題，產業界是沒有機會去發展，政府相關部門應該做整體的產業規劃來推展。

劉文超教授：

在今年夏天我們做過一項調查，捷運電扶梯空轉的情形，結果顯示 73 % 的時間捷運電扶梯是在空轉的情況，這是嚴重能源浪費的情形，竟然沒有人去提出，去改善。