

# 我國潔淨新能源科技發展建議

台灣大學機械所馬小康教授

## 壹、我國潔淨新能源現況與面臨課題

### 一、我國潔淨新能源(再生能源)發展政策

我國再生能源政策之擬定，歷經「全國能源會議」、「全國經濟發展會議」、第六次「全國科技技術會議」、「挑戰2008—國家重點發展計劃」、「全國非核家園大會」及「非核家園具體行動方案」等多次會議討論，政策方向越來越明確、推動之架構也越趨完整綿密。重要政策內容如表一所示：

表一 我國再生能源政策

會議/法案/政策	重點
1998年：全國能源會議	宣佈2020年時我國心能源規劃要達到全體能源結構之1~3%比例目標
1999年：新及淨潔能源開發規劃	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
2002年：再生能源發展方案	(1) 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。 (2) 促進淨潔能源之開發利用，增進能源多元化及提昇環保效益。 (3) 合理反應能源利用之外部成本，帶動國內再生能源相關產業發展。
2002年：挑戰2008—國家重點發展計畫	(1) 推動再生能源立法 (2) 推動再生能源研發與推廣應用 (3) 陽光電城 (4) 風力農場 (5) 地熱公園
2002年：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
2003年：全國非核家園大會	在2003年7月2日的行政院院會正式宣佈，要在2010年前將我國再生能源發電容量配比提高到10%。
2005年：全國能源會議	至2008年前將我國再生能源裝置容量配比達到總發電裝置容量之7.3%，至2010年前再提高至10%。

#### 1. 再生能源發展方案

此方案由經濟部能源局研訂，於2002年1月獲行政院核定實施。方案內容共有8項實施方針，透過32項推動措施，由13個中央機關及各地方政府分工推動。主要內容為：

(1) 示範推廣：進行風力發電示範系統、太陽電發電示範系統、太陽能熱水系統

之設置或推廣獎勵補助。

- (2) 財稅獎勵：依「促進產業升級條例」，提供公司投資再生能源機器設備支出10～20%內抵減營利事業所得稅，對於投資再生能源產業之股票價款10～20%內得抵減所得稅，以及兩年加速折舊與低利融資等優惠。
- (3) 技術研發：開發再生能源之高效率、低成本、量產及穩定供電技術。
- (4) 協調機制：建立跨部會協調機制，分工、整合執行相關業務，以協助再生能源之設置開發與產業建立。
- (5) 收購電價優惠：實施收購電價優惠，現行小水力發電於尖峰及離峰時段分別以1.29元/度及0.42元/度收購；沼氣發電補助電價0.5元/度。2003年11月11日開始並由台電公司於再生能源電能之收購，對於新設立之再生能源電能經評選後給予每度2元之優惠電價收購。

## 2. 「挑戰2008：國家發展重點計劃」之發展再生能源計畫

2002年行政院公佈「挑戰2008年：國加發展重點計劃」，特別對「發展再生能源」作出規劃，計劃主要架構分為三大項：

- (1) 推動再生能源立法，制定再生能源發展條例，建立再生能源之法規制度；
- (2) 推動研究發展與推廣應用，包括進行技術之研發，系統設施之示範與補助，憑藉研發建立技術，降低生產成本，經由示範補助增加再生能源設置推廣量，並建立再生能源業者產業技術平台；
- (3) 加強重點示範，推動陽光電城、風力電場與地熱公園，以創新及經典示範樹立標竿性推廣應用。

## 3. 全國非核家園大會後之再生能源規劃

2003年6月27日行政院非核家園推動委員會舉行「全國非核家園大會」，為因應非核時代來臨，政府與民間都應以最大的決心推動節約能源與再生能源，預計至2020年再生能源發電容量配比達12%目標，能源生產力提高28%，並設立於2010年前再生能源發電容量配比提高10%，能源生產力提高16%。

## 4. 再生能源發展條例草案

為進一步排除推動障礙，經濟部繼續推動立法制定「再生能源發展條例」，旨在於保障合理之收購費率，並將相關併聯規範、用地權之取得等規定予以法制化，主要內容如表二所示。本條例草案於2002年8月由行政院院會通過，目前仍於立法院審議中，草案之主要規範包括：

- (1) 保障投資成本回收：保障再生能源投資可抵長期成本，並獲得合理利潤。訂定再生能源收購費率(2元/度)，以長期固定電價支付成本，保障合理利潤。成立基金，明確經費來源，基金費則反應至電價。
- (2) 健全管理制度：風力發電之申設程序，依電業法有關電業及自用發電設備辦理。

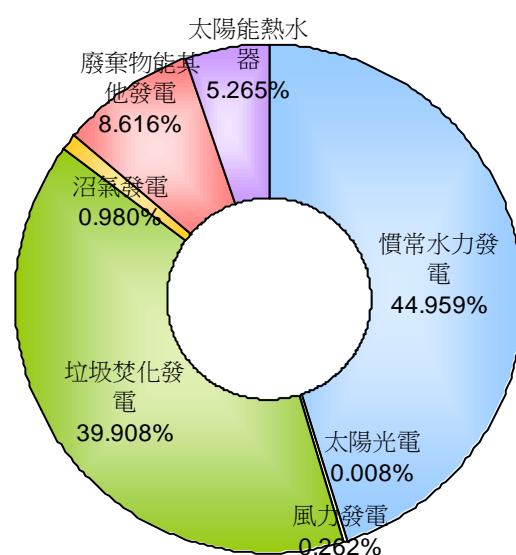
- (3) 排除推廣障礙：解決再生能源開發設置用地取得問題，規範一定規模以上再生能源發電設備所需使用土地之權力取得及使用程序與處置等，準用電業法規定。

表二 再生能源發展條例草案

政 策	重 點
2002年8月： 再生能源發展條例(草案)	(1) 明定再生能源發電裝置容量 650 萬瓩為獎勵總量上限 (2) 明定再生能源發展之經費來源、用途及基金運作方式 (3) 明定電業具收購再生能源電能，並提供併聯及停機維修期間所需電力等義務 (4) 鼓勵優先開發設置條件較佳技術較成熟之再生能源，明電再生能源收購費率。 (5) 明定太陽光電發電以示範計畫補助方式及再生能源熱利用獎勵補助辦法之授權依據。 (6) 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，取得工程所需用地等。

## 二、我國現行潔淨新能源(再生能源)目標規劃及推動

回顧我國2004年再生能源供給比例與數據(圖一、表三)，佔最大比例的為慣常水力發電(約45%)，其次為垃圾焚化發電(約40%)，而最少者為太陽光電(約0.008%)。2004年全年合計發電量為1,760,504公秉油當量。



圖一 我國 2004 年再生能源供給比例

表三 我國 2004 年再生能源供給量數據(單位：公秉油當量)

	合計	慣常 水力發電	太陽光電	風力發電	廢棄物能發電			太陽能 熱水器
					垃圾焚化 發電	沼氣發電	其他發電	
2004 全年	1,760,504	791,511	145.07	4,616.28	702,590	17,249	151,693	92,699

再生能源利用可分為發電及熱利用兩類，我國現行再生能源發電利用係以 2010 年再生能源發電容量配比達 10% 為目標，包含風力、太陽光電、生質能、慣常水力發電、地熱等。而各項再生能源目標、策略及推動作法簡述如後。

1. 風力發電目標：至 2010 年累計裝置容量達 215.9 萬瓩。採取策略包括，協助已規劃案，全力排除設置障礙；尋找新的可行風力發電場；進一步檢討風力發電系統設置之獎勵誘因。
2. 太陽光電目標：至 2010 年累計裝置容量達 2.1 萬瓩。採取策略包括，積極推動示範性計劃，如陽光電城、代表性建築等；加強離島與偏遠地區發電系統之設置；積極協助國內太陽光電產業發展。
3. 生質能發電目標：至 2010 年累計裝置容量達 74.1 萬瓩。採取策略包括，協助環保署推動規劃區域性 RDF 製造；協助規劃具有沼氣發電潛力之垃圾掩埋場；推動利用事業廢棄物(如造紙業)製造 RDF 作為發電鍋爐燃料，並協調設立共同發電系統；推動生質柴油之應用，定利用休耕農地種植能源作物，擴大生質燃料來源。
4. 慣常水力發電目標：至 2010 年累計裝置容量達 216.8 萬瓩。採取策略包括，推動 5 件台電公司開發水力發電計畫，合計裝置容量 17.1 萬瓩；推動 6 件民間業者開發水力計畫，合計裝置容量 7.2 萬瓩；在不影響生態環境下，由台電公司提供可開發之小水力發電資訊供民間參考。
5. 地熱發電目標：至 2010 年累計裝置容量達 5 萬瓩。採取策略包括，依據經濟部能源局「地熱發電示範系統探勘補助要點」，協助地方政府規劃當地地熱資源探勘；協助地方政府在技術面及財務面全盤規劃地熱開發計畫。

為鼓勵再生能源系統廣為設置與使用，經濟部先後實施多項獎勵補助措施。台灣能源消費呈現增加趨勢，這可能與其他亞洲國家相比，我國能源價格相對較低有關，而價格較低原因，部分因為我國能源事業有相當不錯經營績效與成本控制能力，另一部分是政府對能源價格管制，但由於能源價格較低，也產生缺乏節約能源的經濟誘因，影響節能成效。然而，目前台灣缺乏強制性減量措施，加上能源密集產業仍占製造業重要地位，主要耗能產業節能成效有待加強，如何提高能源生產力與能源使用效率，是必須積極進行工作。

為確保 2010 年再生能源推廣目標達成，我國政府每年將籌編 30 億元經費整合推動潔淨能源及節約能源，包括建構再生能源發展環境，輔導國內再生能源產業，及科技研發，致力在太陽光電、太陽熱能、生質能、風力及海洋能研發。

各項再生能源發電容量裝置，與 2010 年目標相較，已商轉容量達 47.71%，籌設興建容量為 19.07%，規劃容量為 17.67%，尚待規劃容量則有 15.54%，詳如表五所示。

在再生能源熱利用方面，以太陽能集熱器及生質能利用為主，其 2010 年目標規劃，在太陽能集熱器方面總安裝目標值為 214 萬平方公尺，生質能熱利用目標則為 59 萬公秉油當量(KLOE)，包含 50 萬 KLOE 之一般生質能熱利用及 9 萬 KLOE 之生質柴油利用。兩者在 2004 年度推動狀況分別為，太陽能集熱器安裝量達 131 萬平方公尺，生質能熱利用達 43.68 萬 KLOE。

表四 我國再生能源及節約能源規劃目標

發展時程 推廣項目		2004 年		2008 年		2010 年	
		推廣實績		推廣目標		推廣目標	
		累計裝置容量(萬瓩)	配比%	累計裝置容量(萬瓩)	配比%	累計裝置容量(萬瓩)	配比%
再 生 能 源	1. 慣常水力	191.1	4.27	208.5	4.31	216.8	4.22
	2. 風力	1.25	0.02	76.1	1.62	215.9	4.20
	3. 太陽光電	0.05	0.007	1.1	0.02	2.1	0.04
	4. 地熱	-	-	0.5	0.01	5.0	0.10
	5. 生質能	56.2	1.25	64.6	1.34	74.1	0.44
	合 計	248.6	5.54	350.8	7.3	513.9	10.0
	佔總發電總裝置容量目標		5.54%		7.3%		10.0%

表五 我國再生能源發電推動現況與目標

項目	2010 目標 (萬瓩)	以商轉容量 (萬瓩)	籌設興建容量 (萬瓩)	規劃容量 (萬瓩)	尚待規劃容量 (萬瓩)
風力	215.97 (100%)	1.25 (0.58%)	64.47 (29.85%)	88.16 (40.82%)	62.09 (28.75%)
太陽光電	2.1 (100%)	0.0618 (2.94%)	0.0262 (1.25%)	1.572 (74.86%)	0.44 (20.95%)
生質能	74.1 (100%)	54.1 (73.01%)	8.83 (11.92%)	0.4 (0.54%)	10.77 (14.53%)
水力	216.8 (100%)	190.8 (87.96%)	24.2 (11.2%)	0.1 (0.04%)	1.7 (0.92%)
地熱	5 (100%)	0	0	0.5 (10%)	4.5 (90%)
合計	513.97 (100%)	245.8 (47.71%)	97.94 (19.07%)	90.73 (17.67%)	79.5 (15.54%)

表六 再生能源熱利用目標規劃建議

發展時程 推廣項目	2004	2010	2020	2025
	推廣實績	推廣目標	推廣目標	推廣目標
	累計使用量	累計使用量	累計使用量	累計使用量
太陽熱能(萬平方公尺)	120	214	385	470
生質能熱利用(萬公秉油當量)	43.4	50	55	55
生質柴油(萬公秉油當量)	0.28	9	20	25

資料來源：工研院

### 三、我國能源科技研發與產業發展

我國自1973年核定公佈能源政策後，即配合全球重要能源議題，諸如能源危機、油價大幅波動、氣候變化綱要公約等，階段性地調整政策方針。現行能源政策之中心理念係在兼顧當前環境、本土特性、未來前瞻性、大眾接受性與具體可行性的原則下，建立依自由、秩序、效率與潔淨的永續能源供需體系。歷經各界研討共識及多次相關政策會議討論後，我國所訂的現行能源研發方向包括再生能源技術、節約能源技術、能源新利用技術等三大主軸，其中再生能源技術及能源新利用技術研發方向說明如下：

1. 再生能源技術：發展替代能源技術、促進再生能源利用、優先推動技術較成熟及較具經濟利益者、持續研發建立低成本量產技術等作為規劃方向；主要研發項目包括太陽光電與熱能、風能、生質能源、地熱等。
2. 能源新利用技術：研發傳統能源新利用技術、開發更高效率及更具環保意識能源利用模式、省能並保護環境永續發展為規劃方向；主要研發項目包括氫能與燃料電池、分散式發電、淨煤技術等。

至於目前能源產業發展狀況方面，大部分產業之產值均不大，再生能源方面之發展狀況說明如下：

- (1) 太陽能熱水系統產業，經過20餘年的發展，已有20餘廠家，自製率已達95%以上，年產值約8億元。
- (2) 太陽光電產業，年產44千瓩，產值約30億，佔全球目前年產能1194千瓩之3.6%。
- (3) 風力發電產業，所有風力機均為進口，本土組件約佔33%，主要在塔架及基礎工程部分。
- (4) 生質能產業，沼氣發電及廢棄物發電關鍵技術與設備多屬進口為主，未有相關產業；本土發展之廢棄物衍生燃料(RDF)及生質柴油應用剛開始萌芽。

## 貳、我國潔淨新能源優先研發之建議

### 一、總體政策與策略面建議

目前台灣發展再生能源利用仍有若干瓶頸，因此建議在策略面宜考量：



## 1. 積極推動我國潔淨新能源(再生能源)發展條例之立法

再生能源目前推廣應用上最大的障礙是成本與傳統化石能源無法競爭，主要是傳統能源並未考量環境成本，因此各國乃有增加傳統能源稅收，以補助再生能源推廣的各種措施，另外還有稅收優惠、政府補助、低息貸款和信貸擔保、建立風險投資基金、加速折舊等措施。建議在電價調整上建立制度化，以電價公式作為調整的依據，並在再生能源的推動上，將目前由台電補貼轉由再生能源基金支應，使得政策與台電營運分開，以充份反映台電營運績效。我國「再生能源發展條例」自上次能源大會後即開始討論，至今仍未通過立法，影響再生能源推廣甚鉅，實應早日立法通過，以加速擴大本土自產再生能源之利用。

## 2. 爭取海外優秀科技人才及培育國內先進技術能力

為提升國際市場競爭力，由於最近 20 年來科技產業掛帥，吸引了大部份人才投入，對於支撐產業發展之能源科技一直缺乏足夠人才投入，面對能源價格高漲、CO<sub>2</sub> 以減量壓力的不確定未來，實有必要以較積極的手段如設置重點能源科系，以產學研合作方式培育未來能源科技所需人才。

## 3. 建立國家級大型研發中心

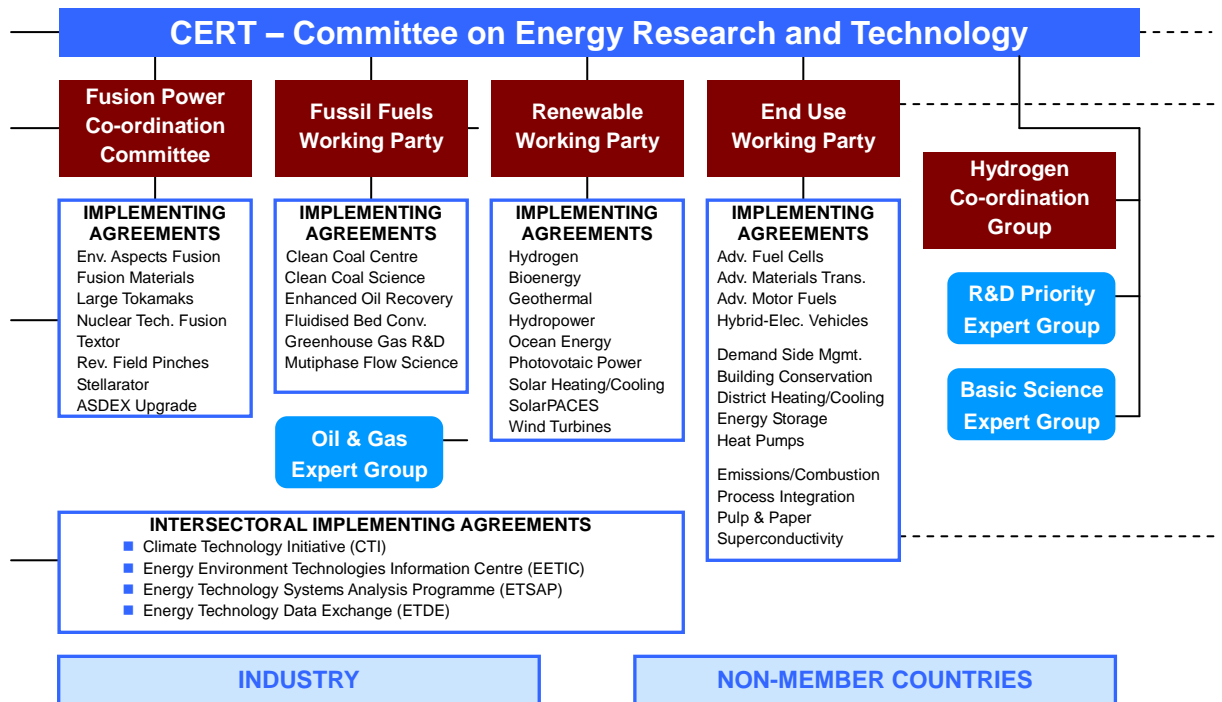
我國能源科技人才與資源尚欠缺完整組織，尤其是再生能源領域。建議應整合政策制定人才及技術專家，組成共同執行計畫團隊，一同完成國家級大型研發計畫。以國際能源總署之組織圖為例(圖二)，建議我國應確立重點再生能源之開發項目，因應今年全國能源會議訂定的目標，做短、中、長程的實際規劃。

## 4. 選定國內利基型再生能源技術發展

再生能源種類多，在發展上宜選擇本土市場較具規模、具關鍵組件自製能力、上下游生產鏈較完整的立基項目推動，如風力、太陽光電、太陽熱水器、生質柴油等積極推動，並推動再生能源技術產業化。

## 5. 開展國際合作與國際技術交流

建議以自主開發與引進消化吸收相結合的技術路線，積極開展對外交流與合作，加強與國際組織和機構的聯繫與合作，提倡雙邊的、多邊的合作研究及合作生產。加強人、技術和資訊交流。採取實際步驟以吸收國際機構和社會團體、企業家和個人投資。



圖二 國際能源總署(IEA)之能源科技組織配置

## 二、各再生能源政策與策略面建議

### 1. 太陽能

我國能源科技研究發展主要依據行政院核定之「全國能源會議結論具體行動方案」、「全面節約能源及提升能源效率推動計畫」、「國家科學技術發展計畫」、「五年籌撥一百億元經費規劃運用方案」及「再生能源發展方案」等政策任務作規劃及推動，期於2020年達累積節約能源28%以上及再生能源發電容量配比達10%以上。整合先前已訂定的太陽能技術發展目標與計畫，訂出以下我國建議優先發展之技術研究：

- (1) 染料敏化式太陽能電池
- (2) 塑膠太陽能電池
- (3) 獨立型太陽光電系統
- (4) 併聯型太陽光電系統
- (5) 熱管式集熱器
- (6) 建築整合型太陽能集熱器技術
- (7) 太陽能小型及日常用電產品
- (8) 太陽能工業製程預熱應用

### 2. 氫能源與燃料電池技術



燃料電池技術正由實驗室走入示範應用階段，接著是利基市場(niche market)的拓展，最後才會進入住商與交通應用市場，但是不論是在那一個階段，氫燃料的取得將逐漸成為主要障礙，包含氫能製造、儲存與輸配的技術，應配合應用端技術發展而規劃建立。基於以上技術發展趨勢，未來除應技術擴大前期技術發展成效外，更應審度我國未來能源供應與需求發展，積極擴大技術成果示範推廣效果。整合先前已訂定的氫能與燃料電池技術發展目標與計畫，以及本報告所做的結果，建議優先發展項目如下：

- (1) 固態氧化物燃料電池技術
- (2) 質子交換膜燃料電池技術
- (3) 薄膜電極組(MEA)最佳化技術研究
- (4) 直接甲醇燃料電池電觸媒與催化活性研發
- (5) 甲醇重組器之研發
- (6) 製氫技術與氫輸儲技術研究
- (7) 商業建築物之燃料電池發電系統、家用小型燃料電池發電系統
- (8) 小型燃料電池引擎系統

### **3. 風能**

- (1) 電力轉換系統
- (2) 感測監控系統
- (3) 軸承箱、增速齒輪箱技術

### **4. 水力**

- (1) 水力發電設備之維修
- (2) 小水力(微型水力)發電系統設置地形探勘
- (3) 小水力(微型水力)發電機研發

### **5. 生質能**

- (1) 氣化與液化利用技術
- (2) 稻殼旋風式燃燒爐系統技術
- (3) 固態衍生燃料(RDF-5)技術
- (4) 生質柴油技術利用
- (5) 生質乙醇利用技術
- (6) 沼氣利用技術
- (7) 生質氫能利用技術

### **6. 地熱能**

- (1) 地熱熱機技術
- (2) 地熱多目標整體應用規劃

(3) 區域性地熱供熱系統研究

## 7. 海洋能

(1) 海洋潮汐能發電技術

(2) 波浪能發電技術