

出國報告（出國類別：其他）

參加「第十屆世界再生能源會議 與展覽會」出國報告

服務機關： 經建會部門計劃處
姓名職稱： 張維欽專員
派赴國家： 英國格洛哥
出國期間： 97年7月18日至27日
報告日期： 97年10月15日

摘 要

世界再生能源會 (World Renewable Energy Congress, 簡稱 WREC) 於 2008 年 7 月 19 日~7 月 25 日在英國格洛哥舉行「第 10 屆世界再生能源會及展覽會」。本次會議計有達 500 篇以上論文發展及展覽會, 討論主題涵蓋政策議題、燃料電池及氫能、生質能轉換、海洋能科技、太陽熱能、風能應用、太陽光電應用、太陽能輻射及相關主題、低耗能建築等各議題。

約有全球近 97 個國家, 約 600 位代表參加, 包括: 美國、英國、法國、義大利、德國、俄羅斯、加拿大、日本、歐盟各國、南韓、新加坡、中國、俄羅斯、印度、巴西、拉脫維亞、立陶宛、中東及非洲等各國產官學研代表, 顯示各國莫不重視再生能源之發展。

因應化石能源資源日益稀少、能源價格高漲及全球暖化溫室氣體減量議題興盛, 世界各國無不積極發展再生能源, 並訂定再生能源占比目標。我國能源 99% 由國外進口, 受能源價格及溫室氣體減量之影響更大, 積極發展再生能源實為當務之急。

本次會議提供各國代表瞭解各國推動再生能源之政策、相關技術發展、發表與分享研究結果及結識國際間能源領域同好菁英的機會, 實為一良好的國際平台。

目 次

壹、目的.....	6
貳、出國行程安排.....	6
參、世界再生能源會議簡介.....	7
一、世界再生能源會.....	7
二、第 10 屆世界再生能源會議議程.....	8
肆、會議紀實.....	11
一、WREC/WREN 委員會議(WREC/WREN Council Meeting).....	11
二、特別工作會.....	12
三、開幕典禮.....	13
四、研討會議.....	13
五、我國參加人員.....	17
六、攜回資料.....	17
七、展覽會.....	18
伍、全球再生能源發展現況.....	21
一、全球再生能源使用情形.....	21
二、各國再生能源占比及政策目標.....	24
三、風力發電.....	27
四、地熱	28
五、生質能源.....	29
六、海洋能源.....	31
七、太陽能熱水系統.....	33
八、太陽光電及太陽熱能發電.....	33

九、燃料電池.....	35
陸、心得與建議.....	36

表目錄

表 1	出國行程表.....	6
表 2	歷屆世界再生能源會議時間.....	8
表 3	WREC X 議程	10
表 4	WREC X 會議分組議題及論文發表數	17
表 5	WREC X 展覽會參展單位	18
表 6	全球再生能源發電裝置容量及運輸燃料產能.....	23
表 7	主要國家再生能源占比及規劃目標.....	25
表 8	主要國家再生能源發電占比及規劃目標.....	26
表 9	全球前 10 名風力機組裝置容量國家.....	27
表 10	2007 年主要國家離岸風力機組裝置容量.....	28
表 11	2005 年全球前 15 國地熱使用情形.....	29
表 12	2006 年全球前 15 國生質燃料產量.....	30
表 13	各國生質燃料規劃目標.....	31
表 14	全球海洋能發電潛能評估表.....	31
表 15	2006 年全球前 10 國太陽能熱水器裝置容量.....	33
表 16	主要國家太陽光電發電裝置容量.....	34
表 17	燃料電池特性.....	35

圖 目 錄

圖 1	筆者與 WREC 會長 Ali Sayigh 教授合照.....	9
圖 2	WREC X 會議與覽展會場—蘇格蘭展覽及會議中心(SECC, Galsgow)	9
圖 3	筆者與台灣大學楊教授盛行合照.....	12
圖 4	反式旋轉潮汐渦輪機(實體圖).....	19
圖 5	反式旋轉潮汐渦輪機(縮小模型).....	19
圖 6	VANGUARD SOLARS 公司太陽光電在人造衛星之運用模型.....	20
圖 7	WINDSAVE 公司 1 kW 小型風力發電機.....	20
圖 8	全球初級能源總供給占比.....	21
圖 9	各類再生能源供給占比.....	21
圖 10	各類再生能源供給成長率.....	22
圖 11	全球再生能源發電占比.....	22
圖 12	全球各地區再生能源供給占比.....	23

參加「第十屆世界再生能源會議與展覽會」出國報告

壹、目的

因應化石能源資源日益稀少、能源價格高漲及全球暖化溫室氣體減量議題興盛，發展再生能源成爲世界各國因應上述議題所一致作法。

世界再生能源會每兩年舉辦一次之世界再生能源會議，該會議提供世界各國推動再生能源之發展現況、政策規劃及最新科技展覽，給予與會人員一個相互溝通學習觀摩的國際平臺。

我國自產能源稀少，99%能源仰賴進口，發展再生能源提升我國能源自主之一契機，爰參與該國際性能源會議，了解各國推廣再生能源政策及相關措施，考察再生能源應用現況。

貳、出國行程安排

出國行程安排，詳表 1。

表 1 出國行程表

日期／周	地點	行程摘要	備註
7/18(五)	臺北→格洛哥	啓程	倫敦轉機
7/19(六)	格洛哥	參加會議	
7/20(日)	格洛哥	參加會議	
7/21(一)	格洛哥	參加會議及展覽會	
7/22(二)	格洛哥	參加會議及展覽會	
7/23(三)	格洛哥	參加會議及展覽會	
7/24(四)	格洛哥	參加會議及展覽會	
7/25(五)	格洛哥	參加會議	
7/26(六)	格洛哥→	回程	倫敦轉機
7/27(日)	→臺北	返抵國門	

參、世界再生能源會議簡介

一、世界再生能源會

世界再生能源會(World Renewable Energy Congress/Network, 簡稱 WREC/WREN)為 1990 年於英國註冊之非營利機構。在會長 Prof. Ali M. M. Sayigh 教授努力耕耘下,舉辦每兩年一次之國際再生能源會議,提供世界各國推動再生能源之發展現況、政策規劃及最新科技展覽,給予與會人員一個相互溝通學習觀摩的國際平臺,對世界再生能源之推動發展,績效卓著。

世界再生能源會所自 1990 年迄今計舉辦 10 屆世界再生能源會議,由於世界再生能源會係在英國註冊,因此前三屆都是在英國舉行會議。由於參加國家數目越來越多,該會的國際能見度與重要性越顯提高,該會並成為各國發表再生能源重要研究成果,與交流再生能源技術之平台。自第三屆起平均都有超過 100 個國家參加世界再生能源會,顯見各國對於再生能源的發展與應用皆相當熱烈參與。第四屆開始在英國以外的國家舉行,如第四屆在美國丹佛,有高達 107 個國家參與,之後各國爭相舉辦。其中,美國丹佛與義大利佛羅倫斯則皆舉辦過二次會議。

本(第 10)屆於英國格洛哥市舉行,第 11 屆會議將於 2010 年假阿拉伯聯合大公國阿布達比(Abu Dhabi, United Arab Emirates),第 12 屆會議將於 2012 年假澳大利亞布里斯本(Brisbane, Australia)舉行。

歷屆世界再生能源會議時間,詳表 2。

表 2 歷屆世界再生能源會議時間

屆別	日期	參加國數	會議地點	參加人數
I	1990年9月	79	英國里丁 (Reading, UK)	650
II	1992年9月	86	英國里丁	580
III	1994年9月	96	英國里丁	620
IV	1996年6月	107	美國丹佛 (Denver, USA)	768
V	1998年9月	110	義大利佛羅倫斯 (Florence, Italy)	765
VI	2000年7月	112	英國布萊頓 (Brighton, UK)	801
VII	2002年7月	117	德國科隆 (Cologne, Germany)	879
VII	2004年9月	97	美國丹佛	1,127
IX	2006年8月	107	義大利佛羅倫斯	902
X	2008年7月	97	英國格洛哥 (Glasgow, UK)	600
XI	2010年		阿拉伯聯合大公國 阿布達比(Abu Dhabi, UAE)	
XII	2012年		澳大利亞布里斯本 (Brisbane, Australia)	

二、第 10 屆世界再生能源會議議程

世界再生能源會(WREC/WREN)於 2008 年 7 月 19 日(六)至 25 日(五)假英國格洛哥市(Glasgow City, UK)舉行為期 7 天的第 10 屆世界再生能源會議及展覽會(WREC X and Exhibition)。

在議程安排上，7 月 19 日(六)為 WREN 委員會議，20 日為能源與性別平等發展特別工作會，7 月 21 至 25 日為全體會議及分組議組會議，再生能源展覽會於 7 月 21 日至 24 日舉行。21 日及 25 日分別舉行開幕及畢幕典禮。

7 月 19 日，WREN 委員會議在孟席思飯店(Menzies Hotel)舉行，工作小組

會議在史崔克萊大學(University of Strathclyde)舉行，全體會議、各分組議題及展覽會在蘇格蘭展覽及會議中心蘇格蘭會議及展覽中心(Scottish Exhibition & Conference Centre)舉行舉行。

第 10 屆世界再生能源會之詳細議程如表 3。



圖 1 筆者與 WREC 會長 Ali Sayigh 教授合照



圖 2 WREC X 會議與覽展會場－蘇格蘭展覽及會議中心(SECC, Glasgow)

表3 WREC X 議程

World Renewable Energy Congress X, Scottish Exhibition and Conference Centre, Glasgow – July 19–25, 2008
PROGRAMME AT A GLANCE

Time	Saturday July 19	Sunday July 20	Monday* July 21	Tuesday** July 22	Wednesday** July 23	Thursday** July 24	Friday** July 25
08:15–08:45	WREN Meeting at MENZIES Hotel	WREN 3–mile race Breakfast*	Chairman, Contributor Meeting**	Chairmen Contributor Meeting**	Chairmen Contributor Meeting**	Chairmen Contributor Meeting**	Chairmen & Speakers Breakfast
09:00–10:30	WREN Council Meeting	Workshops	OPENING CEREMONY A	Technical Sessions (1)	Plenary A4 & B1	Plenary A5 & B2	Plenary A6 & B3
10:30–11:00	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break
11:00–12:30							Plenary A7 & B4
12:30–13:00	WREN Council Meeting	Workshops	Plenary A1	Technical Sessions (2)	Technical Sessions (5)	Technical Sessions (7)	Closing Ceremony***
13:00–14:30	Lunch Break	Lunch Break	Lunch Break	Lunch Break	Lunch Break	Lunch Break	Lunch Break
14:30–16:00	Special lecture by EUJ Director	Workshops	Plenary A2	Technical Sessions (3)	Technical Sessions (6)	Technical Sessions (8)	
16:00–16:30	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break	Coffee Break	
16:30–18:00			Plenary A3	Technical Sessions (4)	Special Technical Sessions (51)	Special Technical Sessions (52)	Free Time
18:00–19:00							
19:30–21:00	WREN Dinner ELSEVIER Dinner	Reception Free to All	Dinner by Invitation Only		CONGRESS BANQUET	Panel Discussion Buildings & Architecture	Sponsored Reception
20:00–22:30							

肆、會議紀實

一、WREC/WREN 委員會會議(WREC/WREN Council Meeting)

7月19日上午，WREC/WREN 委員會會議在孟席思飯店(Menzies Hotel)舉行。本次會議由國立臺灣大學微生物與生化學研究所楊盛行教授(WREN 會員)及職專員張維欽參加。楊盛行教授熱心再生源推廣，多次參與世界再生能源會，2007年於臺灣大學國際會議中心舉辦 2007 年亞太地區再生能源研討會，對宣傳我國再生能源展及提昇我國在國際上之能見度，貢獻卓著。

首先，會長 Prof. Sayigh 教授報告自 2006 年 8 月在義大利佛羅倫斯舉行第九屆世界再生能源會議以後迄今之地區性國際會議辦理情形及活動照片，包含：2007 年 1 月阿拉伯聯合大公國阿布達比(Abu Dhabi, UAE)、2007 年 2 月澳大利亞柏斯(Perth, Australia)及 2007 年 10 月由台灣大學楊教授盛行在台北市所舉行之「2007 年亞太地區再生能源國際會議」。

其後，由「2010 年第十一屆世界再生能源會議(WREC XI, 2010)」主辦單位阿拉伯聯合大公國阿布達比環境廳主任秘書 Majid Al Mansouri 博士向大家介紹 WREC XI 會議之籌備情形，包括會議場地、氣候及相關支援服務資源等。

接下來是討論 2012 年 WREC XII 之主辦地點。計有美國丹佛(Denver, USA)、澳大利亞布里斯本(Brisbane, Australia)及瑞典斯得哥爾摩(Stockholm, Sweden)等 3 個城市提案爭取主辦權，並分別簡報會議場地及相關支援資源規劃，並竭盡所能爭取與會代表支持。由於 3 個單位均表示強烈主辦意願，現場攻防及討論相當激烈。由於美國丹佛已經主辦過 2 次會議，最後由澳大利亞布里斯本獲得「WREC XII, 2007」之主辦權，其他 2 位單位則獲得主辦 2011 年區域性國際會議之優先權。

泰國亦報告其主辦「2009 年亞洲地區世界再生能源會議(World Renewable Energy Congress 2009 Asia Region, 18-23 May, 2009)」之籌備情形。

最後由 WREN 秘書長 Donald T. Swift-Hook 博士進行專題演講” Why Renewable Energy ?(為何要再生能源?)”，簡述發展再生能源的利基：

- (一) 再生能源是可再生的(Renewables Are Renewable)
- (二) 不會造成全球氣候暖化(No Global Warming)

- (三) 在地化的自有能源(One' s Own Local Energy)
- (四) 可使用於偏遠地區(Available In Romte Location)
- (五) 低維運成本(Low Operating Costs)
- (六) 低發電成本(Low Generation Costs)

當天上晚，由 WREC 及 Elsevier 公司共同邀請與會代表參加歡迎晚宴；同時，位於美國丹佛之美國國家再生能源研究室(NERL)特別贈送每位與會者印有以太陽能為主題之領帶或絲巾一條。

圖 2 為筆者與筆者與台灣大學楊教授盛行合照，2 人皆繫上以太陽能主題之領帶。



圖 3 筆者與台灣大學楊教授盛行合照

二、特別工作會

世界再生能源會議於每次大會議前，皆為非洲、南美、中東及東南亞之開發中國家之婦女團體舉辦特別工作會。本次特別工作會於 9 月 20 日在史崔克萊大學(University of Strathclyde)校園中舉行，由第十屆世界再生能源會議能源及性別平等發展(Energy and Gender-Equitable Development)技術委員會規劃，由美國 Barbara Farhar 博士擔任主席，主要討論在開發中國家，

女性在能源產業所扮演角色及努力，與發展再生能源提供偏遠地區電力，有助於解決開發中國家所面臨之貧窮問題。

三、開幕典禮

第十屆世界再生能源會議於 2008 年 7 月 21 日上午 9 點 30 分於英國格格哥市蘇格蘭展覽及會議中心(Scottish Exhibition & Conference Center)開幕，由大會主席 Ali M. M. Sayigh 教授主持，歡迎各國代表參加。

大會邀請史崔克萊大學(University of Strathclyde)副校長 Jim McDonald 教授、伊斯蘭教科文組織(ISESCO)永續環境發展計畫室主任 Abdulaziz Altwaijri 博士、聯合國教科文組織(UNESCO)再生能源計畫室副主任 Walter Erdelen 博士、歐盟(European Commission)能源計畫室主任 Raffaele Librali 博士、BRE 信託公司執行長 Peter Bonfield 博士、國際理論物理學中心(International Centre for Theoretical Physics)主任 K. B. Screenivasan 教授、阿布達比(Abu Dhabi)環境廳秘書長 Majid Al Mansouri 博士和 Axa Group 保險集團執行長等分別致歡迎詞。其後，大會主席 Sayigh 教授宣布研討會及展覽會開幕。

四、研討會議

本次會議計有專題演講(Plenary Session)及 11 個分組議題會議，包含政策議題(Policy Issues)、歐洲工作圓桌會議(European Workshop)、燃料電池及氫能(Fuel Cell and Hydrogen)、生質能轉換(Biomass Conversion)、星期天特別工作會(Sunday Workshop)、能源與性別(Energy and Gender)、海洋能科技(Marine Technology)、太陽熱能(Solar Thermal)、風能應用(Wind Energy Application)、太陽光電應用(Photovoltaic Application)、太陽能輻射及相關主題(Solar Radiation and Related Topics)、低耗能建築(Low Energy Architecture)等各分組議題總計達 500 篇以上及展覽會。

此次分組議題的論文篇數來觀察，可以發現主要最熱門前三大議題依次為太陽熱能、低耗能建築、太陽光電應用，均有超過 60 篇的論文與此三大議題相關，主要因主要國家均提供相關補助計畫促使得全球太陽能產業與市場能澎

淨發展，相較於其他再生能源的發展，亦有著顯著的成長有關。氫能、海洋能及太陽輻射議題部分論文較少，顯示該類再生能源相較其他類別而言，尚屬新興產業。各議題討論內容，說明如下：

(一) 專題演講

共有 42 篇專題演講，來自比利時、美國、英國、希臘、德國、日本、波蘭、瑞士、法國、巴西、泰國、中國、巴林、賽普勒斯、墨西哥、澳大利亞、印度、阿拉伯聯合大公國、以色列、科威特、匈牙利、委內瑞拉、瑞典、挪威、烏茲別克、伊朗、卡達、葡萄牙、阿根廷、捷克、波蘭、利比亞及新加坡等國發表論文，討論各國再生能源發展現況。

(二) 政策議題

共有 50 篇論文發表，來自賽普勒斯、阿拉伯聯合大公國、以色列、比利時、英國、科威特、摩洛哥、阿根廷、匈牙利、美國、巴西、卡達、葡萄牙、希臘、土耳其、委內瑞拉、伊朗、波蘭、南非、瑞典、利比亞、波蘭、新加坡等國發表論文，討論各國推動再生能源策略及計畫。

(三) 歐洲工作圓桌會議

共有 14 篇與談人報告，有來自英國、摩洛哥、荷蘭、南非、泰國、西班牙、秘魯等與談人，討論各國發展再生能源之經驗分享。

(四) 燃料電池及氫能

共有 24 篇論文，由瑞典、印尼、挪威、加拿大、德國、希臘、英國、沙烏地阿拉伯、伊朗、巴西、阿爾及利亞、法國、義大利、索馬尼亞、中國、馬來西亞等國家提出氫能發展之模式工具及應用、氫能儲存方式、固態電解質之應用、燃料電池新材料開發之測試，甲醇燃料電池奈米黏土之應用等研究論文。

(五) 生質能轉換

共有 52 篇論文發表，有台灣、印度、巴西、馬來西亞、英國、新加坡、阿爾及利亞、羅馬尼亞、奧地利、泰國、義大利、墨西哥、印尼、捷克、巴基斯坦、美國、瑞典、希臘、加拿大、克羅埃西亞、突尼西亞、日本、索馬尼亞、伊朗、拉脫維亞、迦納、德國、孟加拉等參與發表。發表論文主題包括生質燃

料、生質能轉變過程、地區性生質燃料研發、生質能政策、棉花籽製作生質柴油、麻瘋樹油之能源分析、纖維素酵素酒精、都市固體廢棄物製作生質燃料及蔗渣汽電共生之潛力等研究論文。

我國楊盛行教授除了擔任本次大會生質能源技術委員會委員及生質能源分組討論議題主席外，並應邀演說「利用甘薯製造生質酒精」及「台灣生質酒精發展情形」。國立交通大學機械工程學系研究生楊竣翔亦發表「使用甲烷微型發電機之改良型數值模型分析與實驗探討」之研究論文。國立成功大學化工學系研究生謝志宏發表有關擬微球藻之研究論文。

(六) 星期天特別工作會

共有 5 篇論文發表，主要討論在開發中國家，女性在能源產業所扮演角色及努力，與發展再生能源提供偏遠地區電力，有助於解決開發中國家所面臨之貧窮問題。

(七) 能源和性別

共有 18 篇論文發表，有來自烏干達、南非、迦納、美國、印度、斯里蘭卡、哥斯大黎加、德國、巴西、巴基斯坦、尼泊爾、澳大利亞等國之學者及專家參與論文發表。

討論內容包括：麻瘋樹油脂開發、性別與生質能展、婦女對能源產業發展之貢獻及機會、再生能源與農村生活改善等。

(八) 海洋能科技

共有 45 篇論文發表，來自韓國、英國、西班牙、瑞典、丹麥、愛爾蘭、義大利、法國、委內瑞拉、加拿大、俄羅斯等國就有關國際間之發展，波浪能量之評估動力學和資源、潮汐能量、波浪能源之轉換、波浪能源之釋放和潮汐能源之衝擊等論文。

(九) 風能應用

共有 60 篇論文，發表國家有：英國、伊朗、日本、敘利亞、德國、希臘、美國、摩洛哥、保加利亞、阿爾及利亞、西班牙、亞買加、冰島、阿根廷、巴西、義大利、俄羅斯、埃及、亞塞拜然、拉脫維亞、墨西哥、突尼斯、印度、

泰國、利比西、土耳其、孟加拉等國家。

討論主題包括離岸風能農場、Yamada 型風力機之發展、公眾對風力發電意見分析、風力發電之政策、風力發電、太陽光電及柴油發電之混合系統、風力與潮汐發電混合系統等議題。

(十)太陽光電應用

共有論文 68 篇，參加發表論文之國家有：台灣、印度、奈及利亞、摩洛哥、馬來西亞、阿爾及利亞、土耳其、塞普路斯、義大利、英國、美國、巴基斯坦、捷克、愛爾蘭、希臘、波札那、保加利亞、拉脫維亞、中國、埃及、伊朗、墨西哥、德國、以色列、約旦、孟加拉、瑞典、敘利亞、西班牙、加拿大、莫三比克等國家。

台灣大學機械系黃秉鈞教授發表「太陽電池界面溫度之量測」，中正大學及台北致理學院亦有論文發表。其他國家發表論文包括太陽光電材料、單矽晶材料測試及製造、太陽能 PV 模型特性、參數分析等技術性論文性發表。

(十一)太陽輻射及相關議題

共有 27 篇論文發表，參加國家有澳大利亞、瑞士、德國、牙買加、阿爾及利亞、土耳其、奈及利亞、希臘、伊朗、克羅埃西亞、布隆迪、沙烏地阿拉伯、亞賽拜然、紐西蘭、埃及、馬來西亞、印度、塞內加亞…等國家。論文主題有太陽能輻射模型、低緯度太陽參考光譜、運用類神經網路分析輻射…等技術性探討論文。

(十二)低耗能建築

本議題共有 68 篇論文發表，參與國家有韓國、新加坡、德國、美國、英國、阿根廷、中國、墨西哥、瑞典、希臘、義大利、阿爾及利亞、馬來西亞、法國、巴西、阿拉伯聯合大公國、以色列、哈瓦那、西班牙、馬爾他、瑞典、巴林、尼泊爾、哥斯達黎加、加拿大、巴西、伊朗、捷克、澳大利亞、吉布地等國家。發表主題有建築結構節能、運用汽電共生系統、節能建築發展、永續社區建築、低耗能建築、永續都市計劃、電腦輔助設計、綠建築、建築物熱傳導、通風及室內空氣品質等相關論文。

表 4 WREC X 會議分組議題及論文發表數

分組議題	論文發表數
專題演講	42
政策議題	50
歐洲工作圓桌會	14
燃料電池及氫能	24
生質能轉換	51
星期天特別工作會	5
能源與性別	18
海洋能科技	45
太陽熱能	68
風能應用	60
太陽光電應用	66
太陽能輻射及相關主題	27
低耗能建築	68
總計	538

五、我國參加人員

我國參加人員除筆者外尚有台灣大學生化所楊教授盛行、台灣大學機械系黃教授秉鈞、東海大學張助理教授瓊芳、臺灣電力公司電源開發處王端正組長、成功大學、交通大學、中正大學、臺北致理學院等多位代表參加。其中，楊教授盛行、黃教授秉鈞及多位學者並發表相關論文。

六、攜回資料

- (一)World Renewable Energy Congress X and Exhibition 大議手冊及展覽會手冊各一冊。
- (二)WREC X 論文集及摘要集光碟片各 1 片。
- (三)展覽會議相關資料 1 批。

七、展覽會

展覽會以再生能源領域相關廠商或研究機構場為主，提供研究資訊或工程實績之簡介及模型展示。

表 5 WREC X 展覽會參展單位

	參 展 單 位	主 要 業 務
1	American Institute of Physics	美國物理學會
2	ANSYS	分析軟體
3	Aquatera Ltd.	海洋環境工程
4	Balltec & LUREG	工程
5	BRE	信託公司
6	Camcal	風機塔架
7	Cummins Power Generation Ltd.	發電機、自動斷路器、輸電網
8	Eaga Renewables	再生能源
9	Energy Institute	能源技術顧問
10	Energy Technology Partnership	能源科技
11	Forestry Commission	英國政府森林委員會
12	Highlands & Inlands Enterprise	英國半官方組織
13	Internet Enabled Energy Services Project	能源示範計畫
14	Loughborough University	英國羅浮堡大學
15	Marine Energy Task Group for Wales	威爾斯海洋能技術團
16	NREL	美國國家再生能源實驗室
17	Pentland Firth Tidal Project	海洋工程
18	Professional Engineering Publishing	出版社
19	Scottish Association for Marine Science	英國海洋科技學會
20	Scottish Government	蘇格蘭政府
21	Scottish Renewables Forum	蘇格蘭再生能源論壇
22	SESG	蘇格蘭能源系統團
23	SgurrEnergy Ltd	再生能源公司
24	Shearwater Marine Services Ltd.	海洋工程服務
25	University of Strathclyde in Glasgow	英國史崔格萊大學
26	Windsave Ltd.	海洋工程公司
27	WREC 2009 Asia Region	2009 WREC 亞洲區主辦團
28	WREC/WREN	世界再生能源會

(一)英國史崔格萊大學(University of Strathclyde)展出「反式旋轉潮流渦輪機
(Contra Rotating Tidal Turbine)」，葉片直徑 2.5 公尺。主要效益：

1. 較同尺寸之傳統式裝置，有較高之輸出功率
2. 降低環境影響
3. 直接驅動、無複雜之齒輪裝置，維修簡便
4. 適合水深 40 公尺，適合建置於蘇格蘭海灣地區



圖 4 反式旋轉潮汐渦輪機(實體圖)



圖 5 反式旋轉潮汐渦輪機(縮小模型)

(二)VANGUARD SOLARS 公司展出太陽光電在人造衛星之運用



圖 6 VANGUARD SOLARS 公司太陽光電在人造衛星之運用模型

(三)WINDSAVE 公司展出家用 1 kW 小型風力發電機

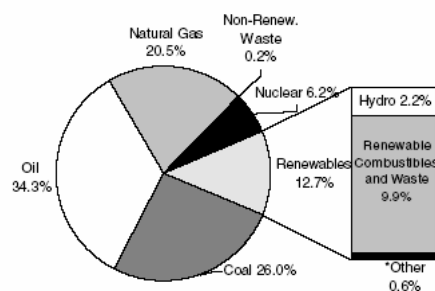


圖 7 WINDSAVE 公司 1 kW 小型風力發電機

伍、全球再生能源發展現況

一、全球再生能源使用情形

2006 年，全球初級能源總供給為(TPES)為 11,741 百萬噸油當量，其中，再生能源供給量為 1,493 百萬噸油當量，約占 12.7%。其餘分別為石油(34.3%)、煤炭(26.0%)、天然氣(20.5%)、核能(6.2%)、非再生能源廢棄物(0.2%)。



* Other: Geothermal, Wind, Solar, Tide.

圖 8 全球初級能源總供給占比

在 1,493 百萬噸油當量的再生能源中，各種再生能源占比如下：風力(0.7%)、水力(17.5%)、太陽能及潮汐(0.5%)、地熱(3.1%)、可再生的可燃物及廢棄物(78.1%)。

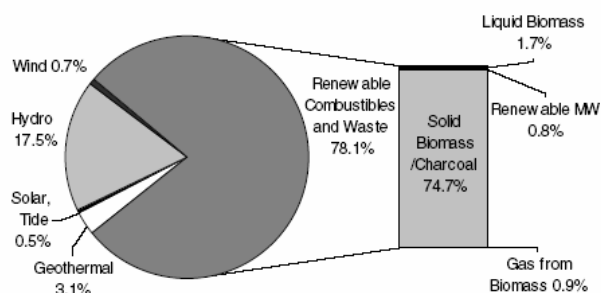


圖 9 各類再生能源供給占比

自 1990 年至 2006 年，全球再生能源年平均成長率約為 1.8%，約等於能源總供給年平均成長率(1.8%)。其中，風力發電的年平均成長率最大，約 24.5%。

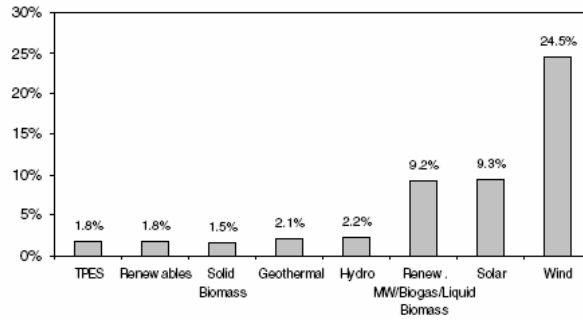
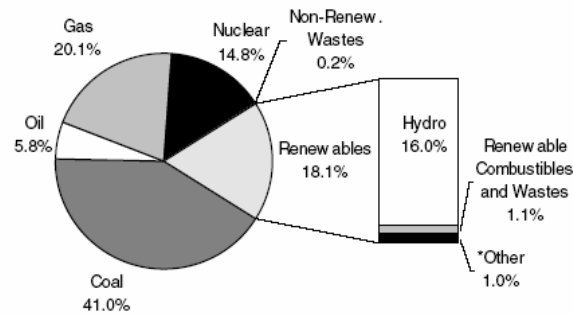


圖 10 各類再生能源供給成長率

2006 年再生能源發電量為 19,014 TWh。1990 年再生能源發電占總發電量的 19.5%，2006 年則為 18.1%，占居第三，僅次於煤炭(41.0%)及天然氣(20.1%)。1990-2006 年全球再生能源發電量年平均成長率為 2.5%，低於總發電量年平均成長率 3.0%。



* Other: Geothermal, Wind, Solar, Tide.

圖 11 全球再生能源發電占比

2006 年再生能源發電裝置容量，最大者為大水力發電 770 GW，其次為風力發電 74 GW，小水力發電 73 GW，生質能發電 45 GW，地熱發電 9.5 GW，太陽能發電(併網及離網)7.8 GW，太陽熱能及海洋能均低於 1 GW 以下。生質能加熱系統相當於發電裝置容量 235 GWth、太陽能熱水/供暖系統相當於 105 GWth、地熱供暖相當於 33 GWth。生質酒精產能為 390 億公升/年、生質柴油為 6 億公升/年。以併網太陽能發電(65%)、生質柴油(54%)及風力發電(24%)之成長率最大。

表 6 全球再生能源發電裝置容量及運輸燃料產能

	2005年年底容量	2006年年底容量	2006年成長率
發電(百萬瓩GW)			
大水電	750	770	3 %
小水電	66	74	12 %
風力發電	59	73	24 %
生質能發電	44	45	2 %
地熱發電	9.3	9.5	2 %
併網太陽能發電	3.1	5.1	65 %
離網太陽能發電	2.3	2.7	17 %
太陽熱能發電	0.4	0.4	-
海洋能(潮汐)發電	0.3	0.3	-
熱水/供暖(相當百萬瓩熱能GWth)			
生質能供暖	220	235	7 %
太陽能集熱器	88	105	19 %
地熱供暖	28	33	18 %
運輸燃料(10億公升/年 billion liters/year)			
生質酒精	33	39	18 %
生質柴油	3.9	6	54 %

再生能源在全球各地區能源供給占比如下：OECD(6.2%)、非洲(49%)、拉丁美洲(30.2%)、亞洲(28.1%)、中國(14.1%)、前蘇聯(3.0%)、非OECD歐洲(10.2%)、中東(0.8%)等。

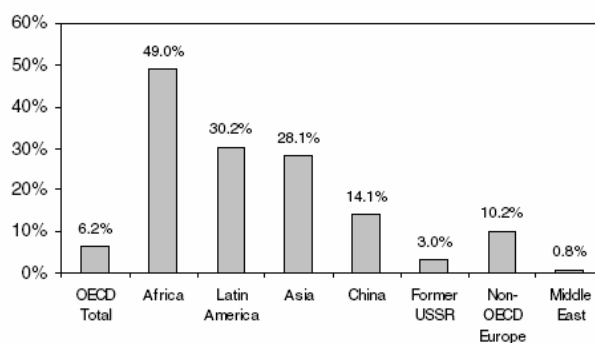


圖 12 全球各地區再生能源供給占比

二、各國再生能源占比及政策目標

(一)主要國家再生能源占比及政策目標

為加速推動再生能源，大部分國家均訂定再生能源配比之政策目標(RPS, Renewable Portfolio Standards)。

歐盟：最終能源部分，2006年再生能源占比為8.5%，2020年目標為21%。其中，英國：再生能源占比為1.3%，2020年目標為15%，挑戰性最高。其次為荷蘭，占比2.4%，2020年目標為14%。瑞典及拉脫維亞，2020年目標值為40%以上。其餘國家約增加1至2倍。

加拿大、日本、美國、墨西哥等國，尚未訂定占比目標。

中國、埃及、印度、印尼、約旦、摩洛哥等國，以占初級能源總供給之10~15%為目標。

(二)主要國家再生能源發電量占比及政策目標

2006年，歐盟再生能源發電量占比14%，2010年目標為21%；英國4.1%，2010年目標為10%；美國為9.2%，尚未訂定；日本為0.4%，2014年目標為1.63%；韓國為1%，2010年目標為7%。

紐西蘭為65%，2025年目標為90%，最為積極。其次為澳大利亞(78%,2010年)、瑞典(60%,2010年)。

(三)主要國家推動再生能源作法

主要國家推動再生能源之作法，計有：

1. 強制併網優惠購電
2. 再生能源配比義務
3. 建設補助
4. 投資抵減
5. 能源稅、貨物稅及營業稅減免
6. 優惠融資
7. 限制性採購

表 7 主要國家再生能源占比及規劃目標

國別	初級能源		最終能源	
	2006年底占比	政策目標	2006年底占比	政策目標
全世界	12.7 %		18 %	
歐盟	6.5 %	12 %(2010年)	8.5 %	20 %(2020年)
奧地利	20 %		23 %	34 %(2020年)
捷克	4.1 %	8-10 %(2020年)	6.1 %	13 %(2020年)
丹麥	15 %	30 %(2025年)	17 %	30 %(2020年)
法國	6 %	7 %(2010年)	10 %	23 %(2020年)
德國	5.6 %	4 %(2010年)	5.8 %	18 %(2020年)
義大利	6.5 %		5.2 %	17 %(2020年)
拉脫維亞	36 %	6 %(2010年)	35 %	42 %(2020年)
立陶宛	8.8 %	12 %(2010年)	15 %	23 %(2020年)
荷蘭	2.7 %		2.4 %	14 %(2020年)
波蘭	4.6 %	14 %(2020年)	7.2 %	15 %(2020年)
西班牙	6.5 %	12.1 %(2010年)	8.7 %	20 %(2020年)
瑞典	28 %		40 %	49 %(2020年)
英國	1.7 %		1.3 %	15 %(2020年)
加拿大	16 %		20 %	
日本	3.2 %		3.2 %	
韓國	0.5 %	5 %(2011年)	0.6 %	
墨西哥	9.4 %		9.3 %	
美國	4.8 %		5.3 %	
阿根廷	8.2 %			
巴西	43 %			
中國*	8 %	15 %(2020年)		
埃及	4.2 %	16 %(2020年)		
印度	31 %			
印尼	3 %	15 %(2025年)		
約旦	1.1 %	10 %(2020年)		
肯亞	81 %			
馬利	-	15 %(2020年)		
摩洛哥*	4.3 %	10 %(2010年)		
塞內加爾	40 %	15 %(2025年)		
南非	11 %			
泰國*	4 %	8 %(2011年)		

註：*中國、摩洛哥、泰國不含傳統生質能。

表 8 主要國家再生能源發電占比及規劃目標

國別	再生能源發電占比	
	2006年底占比	政策目標
全世界	18 %	
歐盟	14 %	21 %(2010年)
奧地利	62 %	78 %(2010年)
比利時	2.8 %	6 %(2010年)
捷克	4.2 %	8 %(2010年)
丹麥	26 %	29 %(2010年)
法國	10.9 %	21 %(2010年)
德國	11.5 %	12.5 %(2010年)
義大利	16 %	25 %(2010年)
荷蘭	8.2 %	9 %(2010年)
波蘭	2.6 %	7.5 %(2010年)
西班牙	19 %	29.4 %(2010年)
瑞典	49 %	60 %(2010年)
英國	4.1 %	10 %(2010年)
加拿大	59 %	
日本*	0.4 %	1.63 %(2010年)
韓國	1 %	7 %(2010年)
墨西哥	16 %	
紐西蘭	65 %	90 %(2025年)
美國	9.2 %	
阿根廷*	1.3 %	8 %(2016年)
巴西	5 %	
中國	17 %	
埃及	15 %	20 %(2020年)
印度	4 %	
摩洛哥	10 %	20 %(2012年)
泰國	7 %	

註：*日本、阿根廷不含大水力發電。

三、風力發電

全球風力機組裝置容量由 1996 年的 6.1 GW (百萬瓩) 增加至 2007 年的 93.9 GW，年成長率約 28.2%；其中，裝置容量前 5 名國家分別為德國、美國、西班牙、印度、中國(表 9)。推估 2012 年，全球風力機組累計裝置容量將上看 240.3 GW，約較 2007 年增加 155%，年成長率達 20.7%。

中國規劃在 2020 年，風力發電達 30 GW。多明尼加規劃 2015 年達 500 MW。摩洛哥目標在 2012 年建制 1 GW 風力農場，屆時所有再生能源發電占比將達 20%。伊朗規劃 2025 年達 1,690 MW。印尼規劃 2025 年建制 5 MW 離網風力發電及 250 MW 併網風力發電。加拿大計畫至 2010 年新增 2,800 MW 風力發電，2016 年可達 12 GW。德國規劃建置離岸型風力發電，2010 年達 500 MW，2015 年達 3 GW，2020 年 10 GW，2020 年陸域風力發電達 45 GW。西班牙 2020 年陸域達 40 GW，離岸達 5 GW。日本規劃 2010 年達 3 GW。

表 9 全球前 10 名風力機組裝置容量國家

國名	2007 年			2006 年		
	裝置容量 (MW 千瓩)	排名	占比 (%)	裝置容量 (MW 千瓩)	排名	占比 (%)
全世界	93,710		100	74,051		100
德國	22,247	1	23.7	20,622	1	27.8
美國	16,904	2	18.0	11,575	3	15.6
西班牙	15,145	3	16.2	11,623	2	15.7
印度	7,844	4	8.4	6,270	4	8.5
中國	5,906	5	6.3	2,599	6	3.5
丹麥	3,124	6	3.3	3,136	5	4.2
義大利	2,726	7	2.9	2,123	7	2.9
法國	2,370	8	2.5	1,567	10	2.1
英國	2,390	9	2.6	1,962	8	2.6
葡萄牙	2,125	10	2.3	1,716	9	2.3
日本	1,538	13	1.6	1,309	13	1.8

表 10 2007 年主要國家離岸風力機組裝置容量

國家	風力機組總裝置容量	離岸機組容量
澳大利亞	824	0
奧地利	982	0
加拿大	1,845	0
丹麥	3,124	423
芬蘭	110	14
德國	22,247	7
希臘	873	0
愛爾蘭	803	25
義大利	2,726	0
日本	1,538	11
南韓	193	0
墨西哥	85	0
荷蘭	1,745	108
挪威	385	0
葡萄牙	2,125	0
西班牙	15,145	0
瑞典	788	133
瑞士	12	0
英國	2,390	404
美國	16,904	0
合計	74,844	1,125

四、地熱

地熱是來自地球內部的巨大熱量，主要是逐漸衰變的自然放射性同位素所產生的熱能。地球體積中，有 99% 體積，其溫度大於 1000°C，1% 體積，其溫度小於 100°C。地熱是不均勻分布的，集中在火山和地震活動的地板邊界，通常和火山及地震活動一起共存。

地熱能主要有 2 種利用方式，一為地熱發電，一為地熱直接使用。

2005 年地熱發電雖僅占總再生能源之 1.8%；惟地熱發電可用率高達 72%，顯示地熱發電具有很高的可靠度。

地熱直接使用如下：取暖（熱泵）、沐浴/游泳、園藝（溫室、土壤加熱）、

工業及漁業…等等。全球有 72 個國家直接使用地熱能，台灣常取溫泉水方式使用地熱能，並用於沐浴。

截至 2005 年，全球前 15 國地熱使用情形，如表 11。預估至 2050 年，全球地熱發電總裝置容量可由 2005 年 9 GW 增加至 70 GW。目前正研發「先進地熱發電系統(EGS, Enhanced Geothermal Systems)」，ESG 將同時提供熱及電能，如果實驗成功，則預估 2050 年裝置容量可達 140 GW。

表 11 2005 年全球前 15 國地熱使用情形

地熱發電		地熱直接使用	
國別	10億度/年 (GWh/yr)	國別	相當10億度/年 (GWh/yr)
美國	17,917	中國	12,605
菲律賓	9,253	瑞典	10,000
墨西哥	6,282	美國	8,678
印尼	6,085	土耳其	6,900
義大利	5,340	冰島	6,806
日本	3,467	日本	2,862
紐西蘭	2,774	匈牙利	2,206
冰島	1,483	義大利	2,098
哥斯大黎加	1,145	紐西蘭	1,968
肯亞	1,088	巴西	1,840
薩爾瓦多	967	喬治亞	1,752
尼加拉瓜	271	俄羅斯	1,707
瓜地馬拉	212	法國	1,443
土耳其	105	丹麥	1,222
法屬瓜德羅普	102	瑞士	1,175

五、生質能源

生質燃料是惟一可被轉換為液體的再生能源，適合作為運輸部門燃料。生質燃料可分散能源來源、提高能源安全、提升農村經濟及降低二氧化碳。

第 1 代生質燃料取自於玉米、甘蔗等糧食作物，有與民爭糧食的爭議。美國及巴西為主要生產大國。第 2 代生質燃料，使用非食用農作物，如廢棄的稻梗、木屑發展纖維素酒精。第 3 代生質燃料是利用水藻、海藻來製成藻類生質燃料。皆可避免與糧爭地，降低糧食危機發生。

歐盟在 2003 年提出「EU Biofuel Directive」生質燃料目標在 2010 年達到生質燃料占運輸燃料市場中 5.75%的占有率。生質柴油估計約有每年 105 億公升的需求量。

歐盟在 2007 年提出「An Energy Policy for Europe, EC, 2007」中，將生質燃料目標設定在 2020 年達到 10%，屆時有每年 240 億公升的需求。

美國在 2005 年通過的「Energy Policy Act」中，設定以再生燃料取代石化燃料，估計需要每年 280 億公升替代燃料的需求。

布希總統在 2007 年國情咨文中提到，要在 2017 年前達成減少汽油 20% 使用量，約有 1,350 億公升的替代燃料。

巴西政府除發展生質酒精外，對生質柴油的發展亦有規劃，預計在 2008 年達成 B2 摻配量，並在 2012 年達成 B5，屆時每年有 10 億公升的需求量。

2006 年全球計生產 390 億公升生質酒精及 60 億公升生質柴油，其中，美國以玉米生產 183 億公升生質酒精及巴西以甘蔗生產 175 億公升生質酒精為大宗。生質柴油部分，以德國油菜籽油 28 億公升及美國大豆油 8.5 億公升為大宗。2006 年全球前 15 國生質燃料產量，詳表 12。各國生質燃料規劃目標，如表 13。

表 12 2006 年全球前 15 國生質燃料產量

國別	生質酒精(億公升)	生質柴油(億公升)
美國	183	8.5
巴西	175	0.7
德國	5	28
中國	10	0.7
法國	2.5	6.3
義大利	1.3	5.7
西班牙	4	1.4
印度	3	0.3
加拿大	2	0.5
波蘭	1.2	1.3
捷克	0.2	1.5
哥倫比亞	2	0.6
瑞典	1.4	
馬來西亞		1.4
英國		1.1
全世界	390	60

表 13 各國生質燃料規劃目標

國別	生質酒精	生質柴油
阿根廷	E5 2010年	B5 2010年
波利維亞		B2.5 2007年 B20 2015年
巴西	E25	B2 2008 B5 2013
哥倫比亞	E10	B5 2008年
多明尼加	E15 2015年	B5 2008年
義大利	E1	B1
秘魯	E7.5 2010年	B5 2010年
泰國	E10 2007年	
菲律賓	E5 2008年 E10 2011年	B1 2008年 B2 2010年
英國	E2.5 2008年 E5 2010年	B2.5 2008年 B5 2010年3

六、海洋能源

經評估，海洋能有提供每年 93,100 TWh 發電潛力。其中，波浪能約 800 TWh，海洋鹽差約 2000 TWh、海洋溫差約 10,000 TWh。理論上海洋能可以目前滿足全球電力的需求。

表 14 全球海洋能發電潛能評估表

海洋能種類	評估潛能(10億度/年 TWh/yr)
潮汐	300
波浪	80,000
海流	800
海洋溫差	10,000
海洋鹽差	2,000
總計	93,100

(一)潮汐發電

潮汐發電係利用海水漲潮與退潮所形成水之高低位能差來驅動水輪機發電，其作用與水力發電相似。首先需要在海灣或河口建築堤壩、閘門及廠房，將海灣或河口與外海隔離形成水庫，並在壩中或壩旁安裝水輪機組，對水閘進行適當之啓閉調節，使水庫內水位之變化滯後於海面之變化，而形成一定潮差，來驅動水輪機發電。一般可分為：單庫單向型，只能在落潮時發電；單庫雙向型，在漲、落潮時都能發電；雙庫雙向型，可以連續發電，但經濟效益不

佳，未見實際應用。

世界上第一座具有經濟價值，而且也是目前世界上最大的潮汐發電站，是 1966 年在法國西部沿海建造的 La Rance 潮汐發電站，裝置容量為 240 MW。由於適合地點難覓，投資龐大，目前全世界僅有少數潮汐發電廠在運轉，其中，法國、中國、蘇聯與加拿大的潮汐電廠容量計約 263 MW。

(二)波浪發電

波浪發電係利用海洋表面波浪所形成之動能與位能，為最不穩定之海洋能源。波浪發電轉換效率隨著地點、轉換裝置特性、電網結構而變。最佳的波浪發電氣候為緯度 30-60 的地點。

英國 Pelamis Wave Power 公司之 Pelamis 海蛇號可輸出 0.75 MW 電力，業送往位於北蘇格蘭的歐洲海洋能源中心(EMEC)進行測試。英國預計於其西南部 Cornwall 的北海岸設置第一個大型波浪發電場，稱為 Wave Hub，其總發電量可提供 7500 戶家庭用電。

(三)海流發電

海流發電係利用海水流動所產生之動能，在最大流速在於 2 m/s 以上水道，具有開發之價值。2008 年 5 月，世界上第一個商用化之海流發電為位於北愛爾蘭(Strangford Narrows, Northern Ireland)之 1.2 MW 單機容量之 SeaGen 雙渦輪機。

(四)海洋溫差發電

海洋溫差發電(OTEC, Ocean Thermal Energy Conversion)係利用海水溫度隨海洋深度遞減所產生溫度差之輻射能來發電。日本有 1 個 1 MW 量的示範計畫。

(五)海洋鹽差發電

海洋鹽差發電係利用河水與海水所形成之含鹽濃度差來發電。挪威有 1 個 10 kW 示範計畫在規劃中。

七、太陽能熱水系統

2006 年全國太陽能熱水系統約有 1 億 5 千平方公尺，相當於 67.9 百萬瓩熱能。其中，以中國 97 百萬平方公尺容量第一，約為排名第二之歐盟的 6 倍，其次為土耳其、日本、以色列等(表 15)。

表 15 2006 年全球前 10 國太陽能熱水器裝置容量

國別	2006年 百萬平方公尺	2006年 百萬瓩GWth
中國	97	67.9
歐盟	19.3	13.5
土耳其	9.4	6.6
日本	6.7	4.7
以色列	5.4	3.8
巴西	3.1	2.2
美國	2.6	1.8
澳大利亞	1.8	1.3
印度	1.8	1.2
約旦	0.7	0.5
全世界	150	105

八、太陽光電及太陽熱能發電

太陽光電系統可分為離網系統 (Off-Grid) 及併聯系統 (Grid-Connected)。太陽能電池可由不同材料製成，多數太陽能電池主要原料為矽 (Silicon, Si)，其中又以單晶矽 (Monocrystalline)、多晶矽 (Multicrystalline) 及非晶矽 (Amorphous) 為最多。

截至 2006 年，全球太陽光電累積市場安裝量達 7,800 MW。其中，混合及併聯系統 (Grid-Connected) 為 5.1 GW，獨立發電系統 (離網式) 為 2.7 GW。以南韓、西班牙及德國成長率最高。

德國最早的大型計畫以 1990 年的 1,000 屋頂計畫為引領，提供設備補助，後續導入優惠電價回購等政策，於 2006 年，裝置系統數量達 968 MW。在日本方面，將 2010 年新能源發電量的使用目標設定為 12.2 TWh，屆時將佔全國電力供應量比例 1.35%。

德國太陽光電發電裝置由 1999 年 12 MW 增加至 2007 年 1,100 MW，得因於

德國再生能源法(EEG)。德國再生能源法(EEG)的主要原則：

1. 強制併聯上網
2. 強制電力公司購電
3. 20 年優惠購電
4. 每年降低 5%購電價格，新設太陽光電系統採用新費率

表 16 主要國家太陽光電發電裝置容量

國別	2005年總容量 MW	2006年離網 MW	2006年併網 MW	2006年總容量 MW	成長率 %
澳大利亞	60.6	60.5	9.8	70.3	16.0
奧地利	24.0	3.2	22.4	25.6	6.7
加拿大	16.7	19.0	1.5	20.5	22.8
瑞士	27.1	3.4	26.3	29.7	9.6
丹麥	2.7	0.3	2.6	2.9	7.4
德國	1,910	32	2,831	2,863	49.9
西班牙	57.7	17.8	100.4	118.2	104.9
法國	33.0	21.5	22.4	43.9	33.0
英國	10.9	1.1	12.9	14.0	28.4
以色列	1.0	1.3	0.025	1.3	30.0
義大利	37.5	12.8	37.2	50.0	33.3
日本	1,421.9	88.6	1,619.9	1,708.5	20.6
南韓	13.5	5.9	28.8	34.7	157.0
墨西哥	18.7	19.5	0.2	19.7	5.4
荷蘭	51.2	5.7	47.0	52.7	2.9
挪威	7.3	7.6	0.1	7.7	5.5
瑞典	4.2	4.3	0.5	4.8	14.3
美國	479.0	270	354	624.0	30.3
總計	4,177	575	5,117	5,692	5.8

截至 2006 年，聚熱型太陽熱能發電系統(CSP, Concentrating Solar Thermal Power)達 400 MW。集熱式太陽能加熱系統相當於 105 GWth。

九、燃料電池

燃料電池是一種電化學裝置，將儲存於燃料中的化學能轉換為電能。純氫是主要的燃料來源。由於燃料電池為次級能源，可以合併與太陽能、風力發電一起使用，作為電能儲存裝置。

燃料電池有很多種類，商用化的主要有質子交換膜(PEMFC)、直接甲醇(DMFC)、固態氧化物(SOFC)等種類燃料電池。其特性如下：

表 17 燃料電池特性

種類	質子交換膜 PEMFC	直接甲醇(DMFC)	固態氧化物(SOFC)
操作溫度(°C)	80	60-130	1,000
效率(%)	40-60	40	45-55
能量密度 (W/cm ²)	0.35-0.7	0.25	0.15-0.7
輸出功率	<25 kW	<65 W	1 kW-10 MW

燃料電池優點：

1. 低污染(視主要燃料種類及技術而定)
2. 低噪音
3. 低視覺影響(體積小)
4. 燃料來源選擇性高
5. 可靠性高
6. 高效率

燃料電池缺點：

1. 高建置成本
2. 壽命低(約 3,000 小時)
3. 輸出電流低
4. 能量密度低

陸、心得與建議

- 一、本次世界再生能源會議計有 97 國共約 600 人參加，各國代表利用為期 1 周之會議，瞭解各國推動再生能源之政策、相關技術發展及意見交流。該會議成爲一個提供各國代表吸取科技新知，發表及分享研究結果，結識國際間能源領域同好菁英的國際平台，參加該會議，收獲良多。
- 二、隨著化石能源資源日益稀少、能源價格高漲及全球暖化溫室氣體減量議題興盛，世界各國無不積極發展再生能源，並訂定再生能源占比目標。我國能源 99% 由國外進口，積極發展再生能源爲當務之急。行政院於 97 年 6 月 4 日通過「永續能源發展綱領」，訂定 2025 年再生能源占發電系統 8% 之目標，惟「再生能源發展條例(草案)」尙在立法院審議中，宜加速推動立法進程。
- 三、主辦國際性會議不僅可以提昇主辦國在相關領域之技術水準及國際能見度，亦能增加旅行業及旅館觀光收入。美國、澳大利亞、瑞典皆積極爭取辦理第 12 屆世界再生能源會議，最後由澳大利亞獲得。我國於 2007 年舉辦亞太地區再生能源研討會，對宣傳我國再生能源發展及提昇我國在國際上之能見度，貢獻卓著。建議鼓勵各界爭取辦理舉辦重大國際性會議，參與國際合作。
- 四、本次會議場地－蘇格蘭會議及展覽中心(SECC)位於英國格洛哥之克萊德河(River Clyde)畔，並有 2、3 座觀光橋樑跨越河流，結合對岸格拉斯哥科學中心(Glasgow Science Centre)及格拉斯哥塔(Glasgow Tower)及附近觀光飯店資源與遊艇碼頭、形成帶狀觀光遊憩地區。週六及週日下午，格洛哥市政府(Glasgow City Council)均於河畔舉辦相關活動，有穿著蘇格蘭傳統服飾吹奏蘇格蘭風笛之表演，遊艇、水上摩托車、各式兒童遊樂機器及地方特色產品展示活動，吸引大批人潮。政府可效法於台北市大佳碼頭、淡水鎮漁人碼頭及新店市碧潭舉辦類似活動以帶動觀光。