



台灣再生能源蘊藏量評估

台灣自然環境特殊，再生能源蘊藏豐富，透過專業評估與多方考量，選擇適合開發的替代能源，可使能源來源更多元。

台灣有 99% 以上的能源供應仰賴進口，能源依存度高。當前全球暖化加劇，且國際間的自然資源逐漸匱乏，台灣必須提高能源供應自主的能力，因此開發乾淨、可再生的替代能源成為必然的方向。台灣大學應用力學研究所教授陳發林整合各項公領域中現有資料，評估七種國際上已具商業化成熟技術的再生能源在台灣的蘊藏量，探討台灣開發再生能源的條件。



台灣再生能源蘊藏量依序以風力、太陽能與水力最多。圖為澎湖中屯風力發電廠與明潭水力發電廠。（影像來源：台灣電力公司，台電之美攝影比賽得獎作品）

風力、水力與太陽能為主力

台灣蘊藏的再生能源以離岸風力為最大（海上風力需長距離鋪設電纜而較不經濟），如以 40 公尺水深以內的沿海地區，每隔 300~500 公尺密度，裝設每支 2 百萬瓦（2MW）的風力發電機，發電量可達每人每天 29.9 度電，已高於 2009 年台灣平均每人每天 28.26 度電，以及 2010 年尖峰用電 23 度的用電量（法定的備用供電數為 27 度電），如能適當開發，深具潛力。

蘊藏量第二的是太陽光電。台灣的陽光照射能量密度平均為每平方公尺 167 瓦，陽光普照的南部地區更可超過 200 瓦，研究假設在全台高速公路、快速道路、高鐵沿路、廢棄工業區、所有房屋屋頂、水深 10 公尺海域填海造成的海埔新生地等區域鋪設太陽光電板，所有電力總和可達每人每天 24.27 度電。

水力發電也不容小覷，台灣國土面積小但雨量豐沛，每年可累積 900 億噸降雨量，加上有 100 多座 3000 公尺以上的高山與山谷，用降雨量、海拔落差與可蓋規模不等水壩之處估算，可開發水力發電達每人每天 16.79 度電。

海洋能方面，此項研究評估了波浪能與潮差兩種。台灣沿海的波浪能總量為每人每天 4.35 度電，但放置於海上的波浪發電機會阻礙船道，有佈放的問題。理想的潮汐發電潮差需達 5 公尺以上，台灣位處低緯度，本島潮差平均 3 公尺（相較高緯度的韓國可達 9 公尺），潮汐變化不明顯，導致潮汐能蘊藏量低，

較可能發展的區域為少數潮差較大的離島，如澎湖灣、金門料羅灣、馬祖北竿。潮差發電一般做法會在海灣口築壩，前述離島有天然港灣，較利於開發。

開發條件較差的再生能源則是生質能和淺層地熱發電。以生質能來說，將台灣可種植生質作物的農地產能加總，為每人每天 4.55 度電，但台灣可耕種的農地寶貴，如以目前 3 萬公頃的廢棄農地種植生質能作物估算，所產生的生質能總量低於每人每天 1 度電。地熱方面，台灣已開發淺層地熱近 30 年，諸多資料顯示，其蘊藏量約是每人每天僅 1 度電或更少。

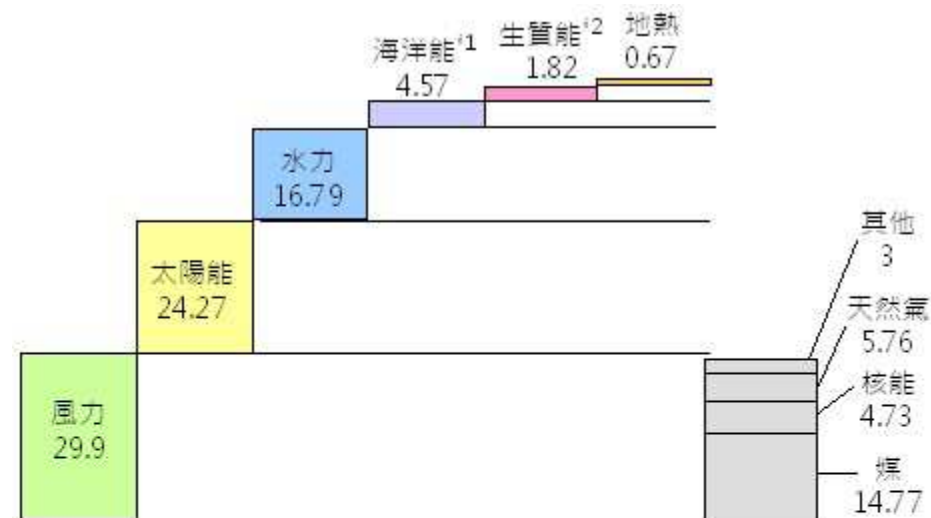
將七項再生能源蘊藏量加總，約可供應台灣每人每天 78 度電；其他國家如丹麥為每人每天 81 度電，美國麻州約 62、弗羅里達州約 10，中國約 40（中國人口數龐大，意味著蘊藏量驚人），英國 34.5~175.5，德國約 19，而全球沿海地區平均為 27.5。與全世界相比，台灣的確擁有豐富的再生能源蘊藏量。

突破障礙 仍需努力

雖然比照現階段全國每人每天用電量，七項再生能源供電總量足夠全台所需，然而在推動與執行上卻有重重障礙。陳發林表示，除了要克服三大再生能源缺點：能源密度低、發電成本高與供應不穩定等先天限制外，還要考量複雜的自然環境與社會經濟因素，如風力發電機與水壩對生態環境的影響、廣設太陽能裝置所需土地和屋頂的取得，或填海造地對海域生態的衝擊等。困難最大的是，開發每項再生能源均要龐大經費挹注，政府財政恐怕無法負擔。

但陳發林認為，開發再生能源面臨的困難與挑戰，可以靠積極發展能源科技與現代工程技術，以及政府的決心、制定適合政策與努力推廣來解決。而且開發再生能源的規模與程度，不見得需要到達全數開發的程度，即使 20% 的開發量，對於供電也是頗有助益。再者，台灣的風力、水力與太陽能佔七項再生能源蘊藏量達 91%，若能克服萬難達到 30% 實施率，就能為台灣的能源結構帶來重大影響。

此外，他也強調，這份研究尚未列入潛力也相當豐富的新興再生能源，如黑潮發電、溫差發電、深層地熱等，這些都是擁有獨特地質地形與地理環境的台灣有潛力發展的，有待未來發掘與運用。



台灣再生能源蘊藏量評估 2009年各項能源供電量

	風力	太陽能	水力	海洋能 ¹	生質能 ²	地熱	總計
蘊藏量 (度電/人/天)	29.9	24.27	16.79	4.57	1.82	0.67	78.02
百分比 (%)	38.3	31.3	21.5	5.9	2.3	0.8	100

*1：此處海洋能為波浪能與潮差能合稱。

*2：生質能初步估算每人每天4.55度電，但屬初級能源，需加算轉換成電力的平均效率假設為40%。

上圖及表為研究估算台灣七項再生能源發電量，加總可得每人每天 78.02 度電；圖右為 2009 年台灣各項能源供電量，加總可得每人每天 28.26 度電。（資料來源：陳發林）

資料來源：科學人網站—科學 Easy Learn <http://sa.ylib.com/EasyLearnList.aspx>

撰文：呂怡貞，審稿：陳發林（台灣大學應用力學研究所教授、能源國家型計畫執行長、能源研究中心主任）