

再生能源 Q & A

Q：綠電和再生能源是一樣的嗎？

Q：再生能源會成為未來趨勢嗎？

Q：聽說再生能源發電不穩定？

Q：太陽能面板聽說不環保？

Q：離岸風力發電對於台灣沿海生態的影響？

Q：地熱發電安不安全？

Q：台灣過去地熱發電為何會失敗？

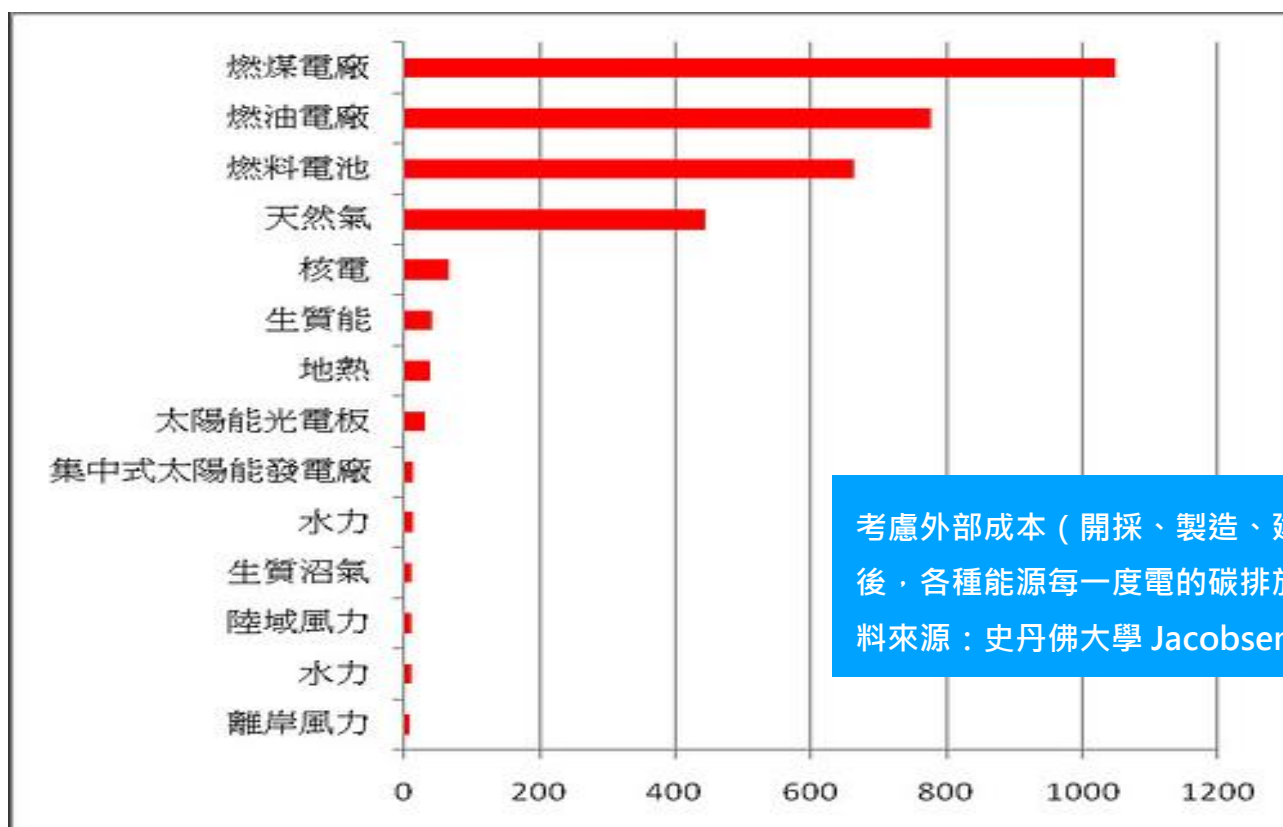
Q：綠電和再生能源是一樣的嗎？

A：綠電就是用再生能源所生產的電力，如太陽能、風能、潮汐能、地熱能等等。

說明：

所謂的再生能源（Renewable energy），是來自大自然，取之不盡、用之不竭的能源，因此像太陽能、風力、潮汐能、地熱能等，都是再生能源。生質能或沼氣所發的電也算綠能的原因，則是因為它是「循環利用的能源」。再生能源在發電過程中幾乎不產生碳排，但不表示把外在成本如製造和回收等考量進來後，也沒有碳排。只是全部加起來，再生能源的碳排量仍遠遠低於傳統化石燃料能源，如煤炭、石油、天然氣等，因此使用再生能源確實可以立即有效減少溫室氣體的排放，大量減低氣候變遷的影響。

相對於再生能源的是「不可再生能源」，如化石燃料與核燃料。



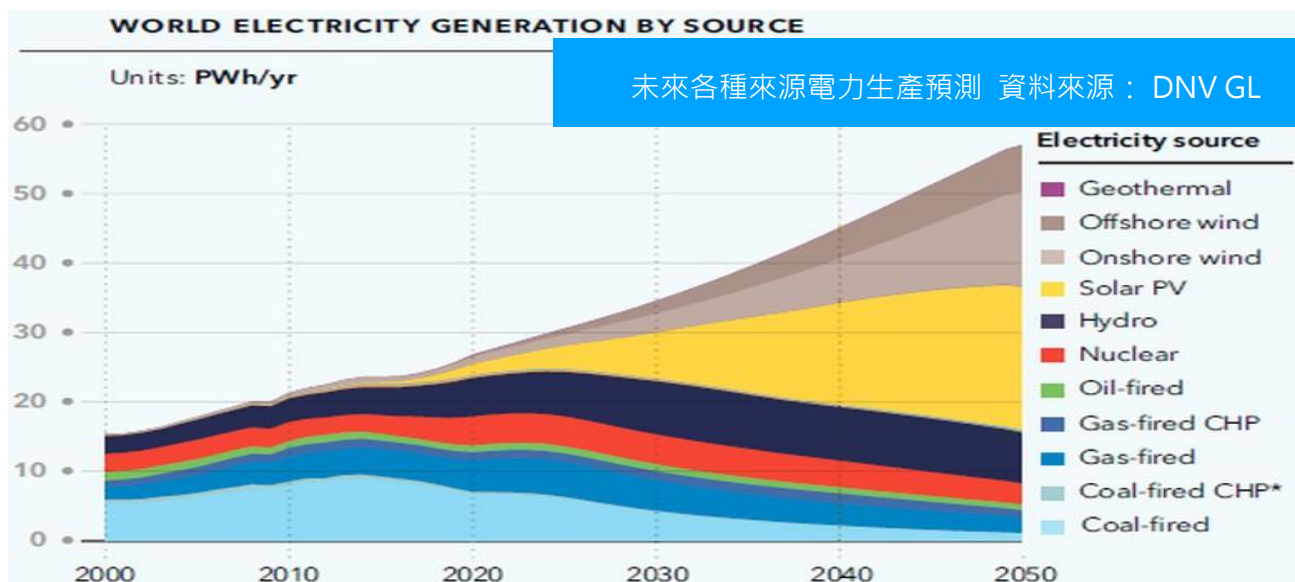
再生能源會成為未來趨勢嗎？

A：是！在全世界，傳統能源如化石燃料和核能由於種種原因而將被再生能源所取代。

說明：

根據國際能源總署(IEA)預估至 2025 年全球再生能源發電將占新增發電量的 56%；麥肯錫更預測 2035 年再生能源全球發電量占比將提升至 36%，顯見再生能源才是未來的能源。由於氣候變遷的危機，傳統的化石燃料發電固然需要被再生能源儘可能取代，2017《世界核能產業現狀報告》亦表明：中國自 2012 年迄今，每年光是風力發電量（241 TWh）便超過核能發電量（198 TWh）。印度也出現相同現象，風力發電量（45 TWh）勝過核能發電量（35 TWh）。歐盟數據說明了核電功能今非昔比：自 1997 年至 2014 年間，風力發電量增加 293 TWh，太陽能發電量增加 111 TWh，而核能發電量則衰退 82 TWh。

我國已遠遠落後國際腳步，如果不加快腳步發展再生能源，很快就會被擠出低電價國家的行列，更為因為產品用電的高碳排，而失去國際競爭力。



Q：聽說再生能源發電不穩定？

A：再生能源確實會有間歇性的現象，以台灣 2025 年希望達到 20% 的目標，只要加強電網建設、供用電彈性與控管，是絕無問題的。世界多國皆已有豐富的經驗。

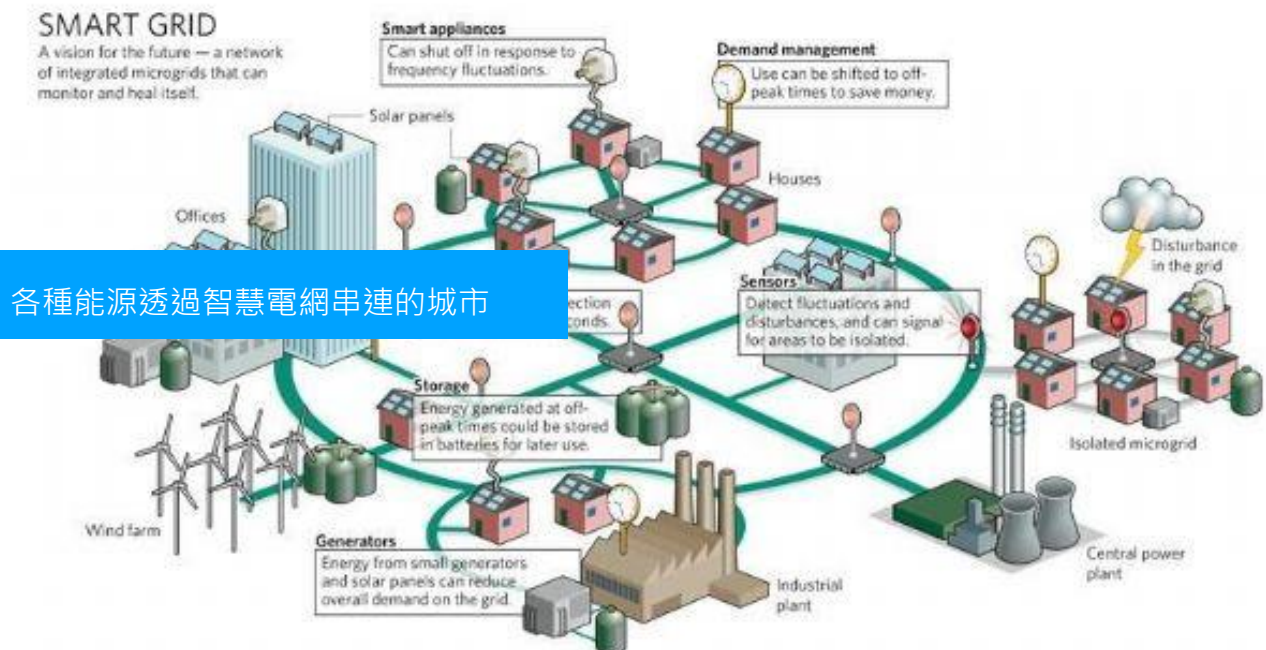
說明：

再生能源確實會有間歇性的現象，有風發電、無風無電等，太陽光電亦然。再生能源中，最穩定的能源屬地熱、生質能及潮差等，地熱尤其相當適合作基載電源。

我們 2025 年的目標是將再生能源的發電比例提高到 20%，而國際能源總署 IEA 報告指出，若再生能源發電比例不超過 25%，只要採用一般性的措施，例如加強電網建設、以系統友善的方式配置太陽能與風能、確保電力供給彈性，即可完全將再生能源整合進電力系統中，不會產生不穩定問題。再生能源比例需要超過 25%，才需採取額外的穩定工具，例如能源儲存與需量反應等。世界各國早已有豐富經驗可以取經和借鏡。所以以台灣 2025 年的再生能源比例只有 20% 做階段性目標，只要台電強化發電的彈性，即可克服再生能源的間歇性問題。

SMART GRID

A vision for the future — a network of integrated microgrids that can monitor and heal itself.



Q：太陽能面板聽說不環保？

A：所有的能源使用絕對都有代價，但總體考量，比現所有現有大型傳統發電，太陽能發電絕對非常地環保。

說明：

對太陽能面板電池有幾項負面說法，以下一一說明：

- 一、太陽能面板「有毒」：能源局已做過多次申明，太陽光電沒有毒，上層就是強化玻璃。
- 二、太陽能面板清洗時「清潔劑有化學品污染」：如同清窗戶玻璃，其實清水刷洗即可、不需加清潔劑。以雞舍、豬舍太陽能為例，有飼主會擔心化學藥劑對雞豬的危害，六年來都只用清水清理，成效良好。
- 三、太陽能面板製造過程有污染：現在大陽能製程愈來愈進步，絕大多數都可以回收再利用。原先較難處理的廢棄物「廢矽漿」，在成大研究團隊的努力下也有再利用價值（成大把廢棄物變黃金：太陽能電池廢棄物 - 油泥資源循環技術）。如同我們使用的任何商品在製造前後必然有惡質廠商不負責任，因此我們要以公民的力量來監督廠商和督促完善的法令規範，而不是責怪太陽能電池本身。它對環境永續的貢獻是功不可沒。



五、 太陽能製程耗能：在技術和製成不斷進步下，以目前的生產效率，台灣業者在生產太陽光電產品的全製程所消耗的能量，在這些產品成為太陽能電廠併網發電後，約發電 1-1.2 年即相當於生產過程中所產生的能耗，而以太陽能發電的週期約有 25 年，剩下約 23 年就是零污染零能耗的能源，效率相當高。如果未來台灣的綠電夠豐沛，加上儲能，那麼整個製程可用綠電，那麼排碳量將更為降低。

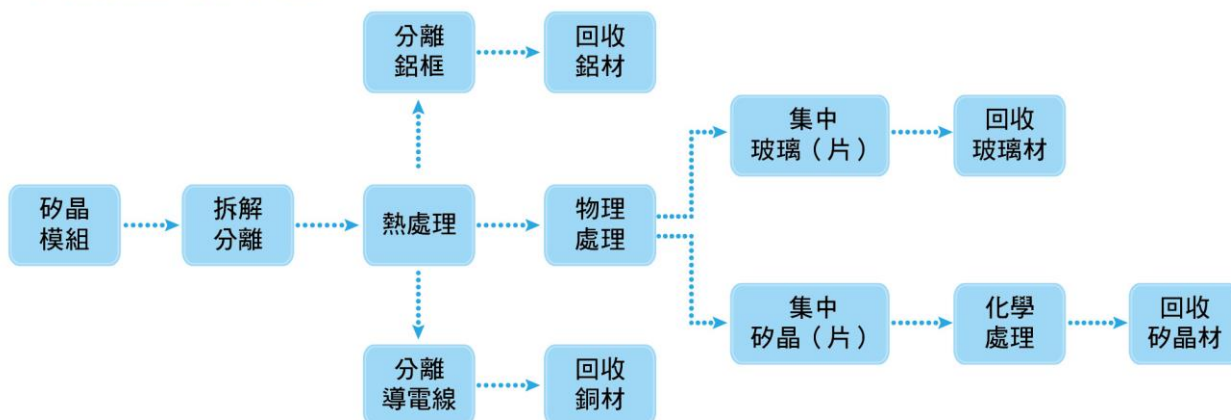


六、 太陽能回收：太陽能板保固的發電效率大多高達 25 年，台灣在 2017 年以前太陽能面板裝置率太低，回收規模太少，吸引不到廠商做回收，加上法令不夠完善，確實產生了廢棄問題，但這些之後都可以妥善規劃。

台灣的相關業者已具備好可處理未來太陽能板的回收能力，將未來除役的太陽能板帶向資源化的發展，並創造出可觀的循環經濟。目前歐洲太陽能板回收的比率已高達 97%，歐洲 PV Cycle 以及日本已有很多單位以及公司投入研究，可望將來回收率會不斷提高。

環保署日前公布太陽能板回收處理機制，以提存經費做為機制，要求太陽能電廠業者先繳納回收費用，先設經費做未來的處置，由能源局先代收，從躉售電價費率 5.5 元中，每千瓦收 1,000 元做為未來的回收費用，也就是 1 瓦 1 元為比例，3 月底經濟部完成法定程序後，將回溯到今年 1 月 1 日開始徵收。未來環保署會向能源局申請，等到未來環保署成立太陽能板回收基金專戶後，這筆費用再重新納入。將用於太陽能板的回收處理費、行政管理費用、以及未來業者的技術研發費。

太陽能模組回收流程圖



資料來源：工業技術研究院量測技術發展中心馬先正博士提供

Q：離案風力發電對於台灣沿海生態的影響？

A：台灣對於離案風力發電的發展剛起步，在規劃之初即考量生態是社會進步的象徵。由國外研究顯示，若能做好生態調查並輔以預防措施將可降低對生態的影響。

說明：

根據國際工程顧問公司 4C Offshore 在 2014 年針對全球「23 年平均風速觀測」的研究，發現世界上風力最強的 20 處離岸風場，台灣海峽就佔了 16 處。而且絕大多數在彰化外海。工研院亦在 2013 年發現，台灣離岸風電可安裝面積達 5640 平方公里，總裝置容量達 29GW（290 億瓦），足足撐起 2000 萬戶一年的用電量。離岸風力發電在國外已是成熟的發電方式，但因為地理環境、氣候因素、生態皆關係到離岸風電對於生物棲地的影響，以下就海洋生態、鳥類棲地進行探討：

一、海洋生態

噪音方面，在施工打樁時，必須採用降噪措施，使噪音傷害降到最低。在施工完畢開始運轉之後的噪音，對海洋生物的影響則不大。至於風場海底的棲地型態，因為風機本身基座的面積小，且風機彼此之間相距至少在 500 公尺以上，若風機建在臺灣西海岸遼闊的沙泥底並不會影響或是改變生態系。但要特別注意的是，位於台灣西海岸的白海豚族群，主要分布在新竹到台南之間，水深 30 米以內的水域，是屬於近岸型的海豚，也因此難以跨過更深的水域，因此離岸風機應避開水深 30 米內或離岸 6 海裡內之水域設置機組。除此之外於沙泥底設置風機反而因為棲地多樣化造就了物種及資源量的增加，特別是經濟價值較高的岩礁性魚類。根據歐洲北海、德國、美國的經驗，每一

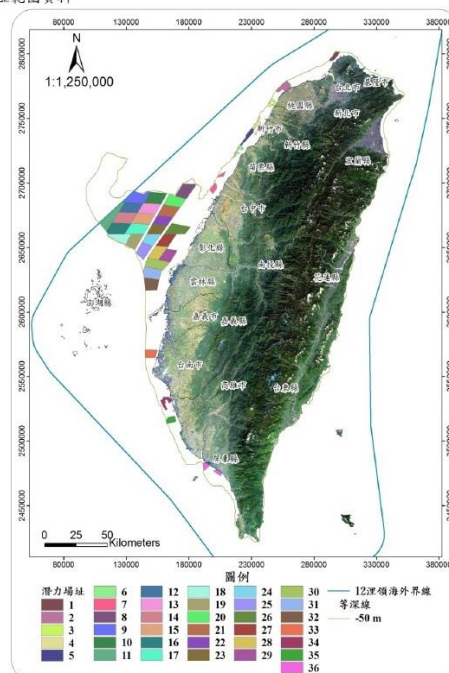
座風機濾食浮游植物的貽貝產量不但增加，更吸引了許多海洋動物像螃蟹和魚類等前來覓食，形成了一個新的食物網。離岸風場附近的漁民也都知道離岸風機就等於人工魚礁，一方面培育資源，另一方面漁民也知道可以去何處捕魚。

二、鳥類棲地

根據研究顯示，風機對於鳥類的遷徙與覓食有可能會造成鳥類的死亡。目前避免鳥類直接撞及風機的作法採研究鳥類的遷徙路徑，規劃避開鳥類活動區域的風場廊道建置風機。另外未來利用天氣預報與雷達偵測，預測鳥類的活動，若遇鳥類大規模移動至風機附近，則使風機降低轉速以減低對鳥類的傷害。

不只離岸風電，任何一種發電方式或多或少都會對生態造成影響，因此除了完善且全面的環境影響評估之外，最重要的將是電力的有效使用，使新電廠開發的數量降至最低。

潛力場址範圍資料



Q：地熱發電安不安全？

A：傳統的地熱發電用的是增強型地熱系統(EGS)，有造成地震的風險，但最新技術的是「地下閉迴路取熱」(CEEG) 讓誘發地震的因素不復存在。

說明：

地熱是發電量最穩定，也是再生能源中，最能被使用做為基載電力的發電之一。義大利的百年電廠 Larderello，於 1913 年設置，至今仍在生產。當地的地熱利用可追溯自羅馬時期的硫磺泉洗浴泡湯，類似台北市北投溫泉區，1904 年由出身佛羅倫斯的貴族、義大利著名化學家及發明家 Piero Ginori Conti 設計 10 kW 的地熱發電試驗，以高溫蒸氣推動發電機，點亮了 5 個燈泡。目前托斯卡尼 26% 的能源來自地熱發電，約滿足 200 萬戶家庭用電需求。

傳統型地熱發電安全穩定，但針對一些地下水源不足、卻有龐大熱資源的區域，近年來有增強型地熱系統(EGS)，透過注入高壓液體進入含熱的地底、再將吸飽熱的流體取出用來發電。但因為強制灌入冷水、熱漲冷縮，易導致岩層錯位、斷層滑動，進而引發地震，之前已有專家提出警告此工法不可行。瑞士和韓國因地熱發電引發的地震，即屬此類。

最新技術的是「地下閉迴路取熱」(CEEG) 在地下有封閉迴路的管線，從上面加水，經過地底岩層加熱，再抽回來發電。日本成功做出持續運作的地底閉迴路取熱。這個技術可用在酸性火山型的區域，因此台灣很適合，也不會誘發地震。

根據能源科技國家型計畫所探勘之台灣地熱四大區域，分別是宜蘭平原、大屯火山群、花東地熱區、廬山地熱區，這四個區域的

總地熱發電潛能高達 159.6 GWe，相當於 10 幾座核四的發電蘊藏量。

增強型地熱系統 EGS (Enhanced Geothermal System)

世界上已有許多國家採用增強型地熱系統工法
熱交換的面積大

有誘發地震、結垢與用水流失的問題

學學地熱工程

迴路式地熱收集系統 CEEG (Complex Energy Extraction from Geothermal resource)

不會有誘發地震、結垢與用水流失的問題
對地下水污染的風險較低

熱交換的面積小，經濟效益仍須評估

地熱工程：二維化與地熱資源利用技術研討會

Q：台灣過去地熱發電為何會失敗？

A：台灣地熱發電確實因技術問題停止，但幾十年間國際地熱開發速度和技術方面都有了極大突破，這些技術問題到現在，都已可以妥善克服。

說明：

1970 年代，美國資助台灣在宜蘭做一個 3MW 試驗機組，之後才在清水執行發電，運轉了十多年後停止，最主要有兩個原因，第一是「管線結垢」，因水中碳酸會結垢，導致流量愈來愈小，發電能力下降。

第二是當初的設計沒有回注水，如果發電廠持續大量抽取，多年都沒回注地下水的話，對地下水量影響很大。

在台灣停滯的幾十年間，國際地熱開發速度和技術方面都有了極大突破。因此這些技術問題到現在，都已可以妥善克服。因此我們要做的應該是要突破現有的法規和資金種種限制，取得國際團隊的技術合作。

