

臺灣太陽能發展的現況、問題、解決方案或建議

郭成聰

核能研究所-太陽能計畫

2014/05

1. 前言

在能源稀少性與溫室氣體減量壓力下，再生能源發展已成為國際關注的焦點。我國自主能源比例甚低，能源進口依存度高達 98%，積極發展再生能源，以降低我國對進口能源的依賴，早已成為各界共識。不論是日本福島核災事件，或國內對核能發電安全的疑慮，造成核四廠興建的不確定性，都構成國內能源自主及穩定的一大威脅，使用再生能源來替代核能將成為研發重要策略。

近年來，全球太陽光電建置容量大幅成長，我國亦積極訂立太陽光電之推廣目標，並研擬相關推動計畫予以落實。太陽光電屬於變動式再生能源，發電成本高昂、容量因素小，具有供電不確定性與變動性、區域特性、需要設置面積大、初始投資成本仍高等限制，但其優點是安全、永續、節能減碳。在我國積極發展太陽光電的同時，仍須進一步探討與評估，無論是在建置大型太陽能發電廠、住宅型太陽能發電設施、或民生應用，須有一定的目標及策略。

以下就國內在太陽能方面發展的現況、可能會發生的問題及解決方案做一整理。

2. 臺灣太陽能發展現況

臺灣因日照時間長、日光偏斜角度小，相當適合發展太陽能。臺灣雖為全球第二大矽晶太陽電池生產國，惟因地狹人稠，安裝容量受到極大限制，內需市場極為有限。目前經濟部能源局積極推動的「陽光屋頂百萬座」計畫，另規劃於 2030 年，太陽光電裝置容量要達到 6,200MW，若能如期達成，換算每年總發電量約

80 億度(以太陽能之容量因素為 15%來計算)。

我們若以核四廠兩部機組年發電量約 193 億度估算，欲以太陽能發電完全取代核四發電，則安裝容量約需 15GW，此時必須仰賴地面型發電廠才能達成。在不考量土地成本下，1MW 目前之建置成本約 5,200 萬元，土地面積約需 1 公頃(亦即 0.01 平方公里)，因此欲以太陽能完全取代核四，單是安裝所需費用就需新臺幣 7,800 億元，且所需用地面積約 150 平方公里。在土地寸土寸金的臺灣，並需考量糧食安全情況下，欲找到如此大面積的土地建置太陽能發電系統，難度極高。

3. 太陽能發展的問題及解決方案

3.1 環境面

不外乎土地資源利用與生態危害。太陽能發電廠雖然能夠減少空氣的污染，但需要大量面積。在地窄人稠、人口密度每平方公里達 644 人，全世界國家排名為第 10 名^[1]的臺灣，要建置數量如此多的大型太陽能發電廠，需要相當的努力與協調。而如今臺灣面臨廢核氛圍，啟用太陽能已是刻不容緩的議題。

解決方案：(a)化整為零，也就是盡量利用住家學校屋頂、牆壁、窗戶等，建置太陽能發電設施。(b)利用偏遠地區、山區、高速公路兩旁空地、鐵路沿線，建置大型太陽能發電廠，可彌補土地不足之缺點。(c)在湖泊、水庫或閒置漁港安裝大型太陽能發電廠亦是一個解決方案，在地小人稠的環境限制下，臺灣要使太陽能具有舉足輕重的替代性，必須有新思維，思考既有空間再利用方式，有效提升太陽能發電比例。臺灣四周環海與多水庫(壩)(約 114 座，曾文水庫湖面面積達 17 平方公里，為臺灣地區最大者)；另外，臺灣各地之廢棄漁港榮景不在，面臨廢存轉型(例如：台中市沿海從北到南目前共有六座漁港，依序為松柏、五甲、北汕、溫寮、梧棲及麗水漁港)，亦是可利用的空間。同是缺乏土地的亞洲鄰國(日本、韓國及新加坡^[2,3,4]等)目前皆在興建或已完成 MW 級之水面浮動太陽能電廠

之案例，可提供臺灣參考。

3.2 技術面

太陽能發電目前成本仍然高過石化發電成本，根據美國能源局(DOE)的 Sunshot 計畫，期望在 2020 年模組成本降低至每瓦 0.50 美元。有機或鈣鈦礦太陽電池為新世代太陽電池技術，由於其可採非真空溶液製程加以製造，相較於其他無機太陽電池更易於生產，並可降低其產製成本。由於具有輕、薄及可撓式之特性，易結合於環境建物，構成建材一體型發電應用，另亦可應用於行動穿戴式電子裝置，在節能環保上更具實質效益。

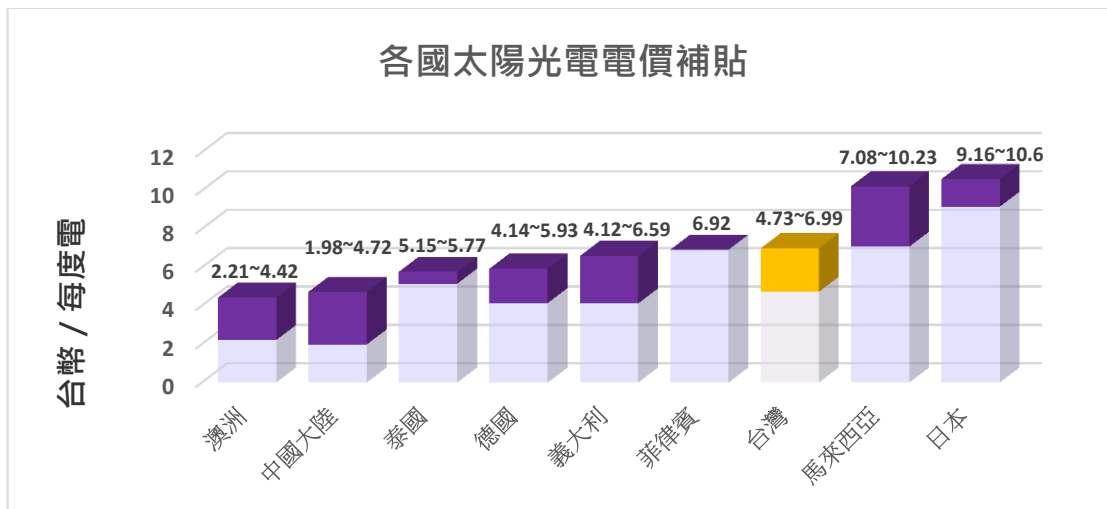
解決方案：經由新穎材料與製程技術開發，以降低成本，增進太陽能產品應用價值與範疇。

3.3 政策面

世界各國對大型太陽能發電系統有不同的補助，有的採用再生能源發電配比制度(Renewable Portfolio Standard, RPS)，藉由市場競爭及依循最低成本的原則，彈性的市場機制可使被規範義務之電力生產業者有更多的選擇空間；由於不需要進行價格補貼，在市場機制下，可避免行政權干預。有的採用再生能源電力收購制度(Feed-in Tariff, FIT)，FIT 稱得上是最有效的經濟誘因，保證收購價格，具有穩定市場價格、增加投資信心與確保投資成本效益的功能；推廣安裝系統帶來工作機會、降低成本，因此造就了市場規模，但當收購價低至系統成本價時，其誘因就不再彰顯。

解決方案：建議兩者合併採用，也就是 FIT 搭配 RPS 使用。利用 RPS 的各項關鍵因素如總量控制、競標程序等，避免訂價錯誤引爆的後遺症。因此，避免再生能源產業對 FIT 補助政策之依賴。同時，避免 RPS 訂定的太多變因，難以事先估計執行成本的問題，無法有效開發利用再生能源。此外，在市場競爭機制下，

低成本的再生能源可不斷地被啟用，有效率地達到再生能源發展的目的。



核能研究所整理 2014.4.30

3.4 穩定供電需求

太陽能發電最為人所垢病的為「看天吃飯」，主要分為兩種情形，一種是眾人皆知的夜間無電，另一種則是天氣突然變化造成發電量急速變化。前者因日出日落時間已可精確掌握，故可預先啟動其他發電機組因應，對整體電網供電影響不大。但後者如雲朵突然飄過大型太陽能發電廠上方，將造成發電量急降，因其他發電機組如燃氣、燃油等均需一定啟動時間，可能造成跳電風險。

解決方案：(a)藉由太陽能發電預測及氣象模擬，預期可能之雲朵路徑，預先啟動備用發電機組因應，但天氣預測並非完全準確，若為防止可能之雲朵通過而經常預先啟動發電機，可能造成電力浪費及增加額外發電成本。(b)建立儲能系統，利用各式電池來儲存電力，維持到備用機組發電啟動時間，然而現今電池成本仍然高昂，儲能系統將造成額外成本。

4. 結論

矽晶太陽能發電系統約佔太陽能市場的 85%，因技術成熟且能吸收散射光，相當適合在臺灣建置太陽能發電設施。聚光型太陽光發電系統需要直射日照，適合建置於沙漠乾燥地區，其高轉換效率及低溫度係數是其優點，聚光型太陽光發

電系統之產製若能與 LED 量產技術結合，可形成我國另一新興的太陽能產業。有機或鈣鈦礦太陽電池具備質量輕、可撓曲、可大面積製造等特點，適於建材一體型發電或民生應用。水面浮動太陽能發電可安裝於埤塘、湖泊、水庫、海面上，非常適合臺灣，且可防止海藻生長，有助於淨化水質。而如何發展太陽能發電預測技術，以提供預測的量化太陽能發電輸出變化資訊，使電網可以適當儲備，確保電網的穩定，最佳的成本效益，突顯其價值是為關鍵。

總之，發展太陽能是未來能源的趨勢，提升轉換效率、降低成本及配合儲能設施，可將其間歇性能源轉為連續性。當再生能源使用占比大到一定的程度時，電力調度輸送將顯得格外重要。在國人紛紛提出廢除核能，要求停止核四建廠，核一、二、三廠除役之際，瞭解太陽能發電及其限制與如何應用，是當務之急。多一分瞭解及早一分準備，不但有助於能源使用、安全維護，且對降低民怨有所助益。此外，利用國內產、官、學、研機構在太陽能方面既有的研究、生產與製造之能量，配合政府政策開創新局，是未來我國拓展太陽能應用之重要關鍵。

資料來源

- [1] <http://zh.wikipedia.org/wiki/%E5%9B%BD%E5%AE%B6%E4%BA%BA%E5%8F%A3%E5%AF%86%E5%BA%A6%E5%88%97%E8%A1%A8>
- [2] <http://www.solar-international.net/article/77845-Largest-floating-PV-plant-opens-in-Japan.php>
- [3] <https://energy.korea.com/archives/46350>
- [4] <http://www.eco-business.com/news/singapore-to-set-up-11-million-floating-solar-project-in-reservoir/>