

**專題報導**

太陽光電系統之技術與應用簡介

▶ 專案六部 楊顯整

一、前言

由於化石燃料的枯竭、能源價格日益高漲以及全球氣候變遷的議題，再生能源的應用受到全球的重視，例如太陽能、風力、海洋能、生質能、水力等能源。日本電力中央研究所曾進行其國內各種發電技術的二氧化碳排放評估，所評估的發電技術包括：煤碳火力發電、燃油火力發電、液化天然氣火力發電、液化天然氣複循環火力發電、太陽光電、風力、地熱以及核能等發電技術，評估內容包括發電設備製造以及運轉時之二氧化碳排放量，其研究報告指出火力發電之二氧化碳排放量均相當高，考量設備製造與運轉之二氧化碳排放量，煤碳、燃油、液化天然氣、以及液化天然氣複循環火力發電每生產一度電之二氧化碳排放量分別為0.99 kg、0.733 kg、0.653 kg以及0.509 kg。相較於化石燃料的火力發電，再生能源與核能發電過程中並不會產生二氧化碳的淨排放量，僅於設備製造時會有二氧化碳排放，考量其設備使用年限後，再生能源及核能每生產1度電的二氧化碳排放量均相當低，分別為太陽光電0.059 kg/kWh、風力發電0.037 kg/kWh、

地熱發電0.022 kg/kWh以及核能發電0.011 kg/kWh。其中，核能發電的二氧化碳排放量雖低，但卻有環境保護以及環境安全上的疑慮，為減少能源使用之二氧化碳排放，世界各國紛紛都將焦點轉移到再生能源技術之發展。地球上各種再生能源之中，太陽能應用潛力為600 TW(兆瓦)、風能2-4 TW、海洋能2 TW、生質能5-7 TW、水力則為4.6 TW，由此可知太陽能為各種再生能源中應用潛力最高者，太陽每天照射到地表的能量，超過全人類27-30年的能源需求。

我國能源進口依存度超過97%，且幾乎都為石油、煤碳等化石能源，為使能源應用朝向多元化、提高能源安全度並降低溫室氣體排放，政府亦積極發展再生能源。考量各種再生能源應用之環保、安全、技術成熟度、環境限制及攜帶性等面向，各種再生能源之環保面向與安全面向皆沒有問題，但其中生質能之技術成熟度尚且不足有待進一步的發展，而風力、水力、海洋能則在地理環境上有很大的限制，且不易攜帶，因此相對來說太陽光電的應用具有很大的優勢，尤其是在人口稠密的都會地區。

二、太陽光電的發電特性與原理

太陽電池(solar cell)是以p-型及n-型半導體材料接合構成正負極的光電元件，當太陽電池經陽光照射後會吸收太陽光能而產生電子及電洞，正電荷(電洞)與負電荷(電子)會分別往正(p-型)、負極(n-型)方向移動，產生直流電流。這種光電元件能把光能轉換成電能，因此亦被稱為光伏電池(photovoltaic，簡稱PV)。由於太陽電池僅將光能轉換成電能，本身並不儲存能量，因此太陽電池並非真正的電池(battery)。由於太陽電池產生的電力是直流電，因此必須經過直/交流轉換器將直流電轉變成交流電，並且經升壓之後才能供電至家庭或工業用電。

有關太陽電池的特性與優點如下：

- 1.發電時不需要燃料，不會產生廢棄物或污染。
- 2.無轉動組件與噪音。
- 3.太陽電池壽命長久，妥善保養的情形下理論上可使用20年。
- 4.外型尺寸可依照需要而作變化，應用廣泛。
- 5.發電量隨日光強度變化，可以輔助尖峰電力之不足(併聯型)。
- 6.安裝在頂樓時可以增進頂樓隔熱效果，進而降低空調負荷。

三、太陽電池的種類與太陽光電系統分類

太陽電池依照其製造材質可大致分為矽材料、多元化合物、奈米或有機材料等3大類。矽材料的太陽電池主要包括晶矽與非晶矽薄膜。其中，晶矽材料又可分为單晶矽與多晶矽兩種，前者光電轉換效率較高(模組效率約15%)，但製程較複雜，後者效率較低(模組效率約13%)，但製程較簡單。非晶

矽薄膜則有矽需求量較低、製作成本低、可撓式設計、大面積製作等優點，但其轉換效率相對較低(模組效率約5-7%)。在多元化合物材料部份，包括III、V族化合物(GaAs、InP)等高效率的太陽電池，主要用於太空或聚光型太陽光電系統。另外亦有CdS、CdTe或CIGS(銅銦鎳硒)等薄膜型太陽電池正持續發展，已有部份商品生產並改良中。奈米或有機材料的太陽電池包括：染料敏化太陽電池以及有機高分子太陽電池。前者利用奈米技術製造二氧化鈦奈米顆粒再吸附染料，藉由染料吸光放出電子而產生電流。後者則利用導電高分子特性來製作太陽薄膜電池，其技術正在發展中。目前，奈米或有機材料的太陽電池效率及穩定性仍然偏低，有待提升。

太陽光電系統主要是由太陽電池組列、電力調節器(包括直/交流轉換器、系統控制器及併聯保護裝置等)、配線箱、蓄電池等所構成，如圖1所示。其中，太陽電池組列是由太陽電池單元先組成模板，再由多個模板組成組列。若依照建築物設置系統型式分類，則太陽光電系統可以分為踞置型及建材一體型。踞置型：依其架設方式又可分为貼覆式以及架高式兩種。貼覆式係指太陽光電模板貼覆建築物外表包覆材架設，太陽光電模板與建築物之間的高度間距在10公分以內。架高式是指太陽光電模板矗立建築物平頂或地面架設，太陽光電模板的高度在150公分以下。而建材一體型的太陽電池模板則是太陽電池模組或陣列被整合、設計並裝置在建築物上。可有效利用建築物的表面發電，兼具建築物的外表包覆建材之功能，或可替代屋瓦、牆面、窗戶之建材，且可遮陽降低建築物外表溫度。BIPV具有建築物美觀、降低整體建築成本、空間充分利用、結

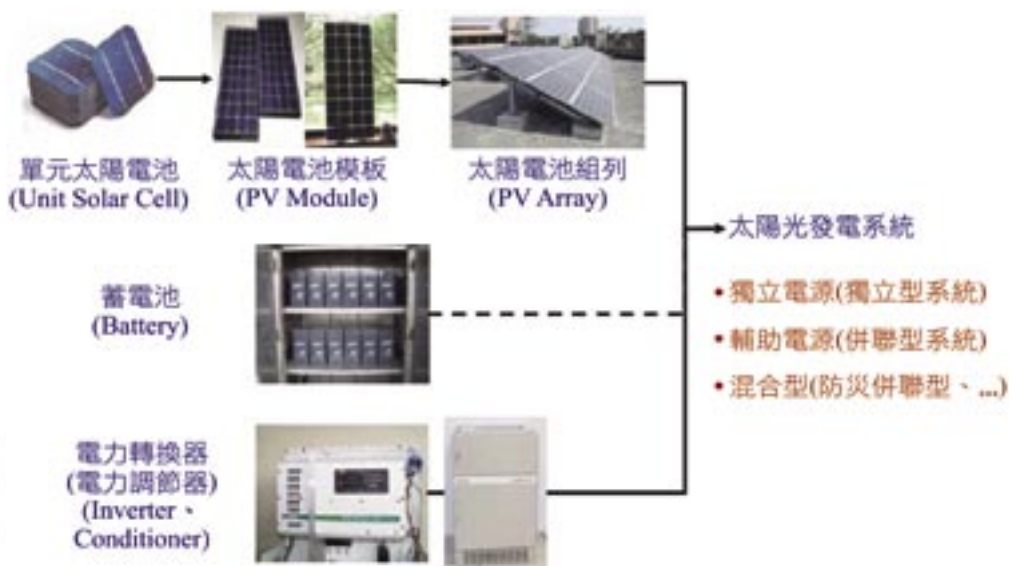


圖1 太陽光電系統的組成

構安全性、建築施工時間縮短及避免二次施工等優點。

四、太陽光電設置條件及成本

影響太陽光電系統效率的環境因素包括陽光入射角度、光譜、日照量、遮蔭情況、模板溫度等。因而適合設置太陽光電系統的地點應為日照充足，且東、西、南面無建築物遮蔽的地點。其他影響系統設置因素尚包括落塵、鳥糞、腐蝕性化學物質、建築結構強度、以及電器設備的情況等。空曠無遮蔽的大樓頂樓、南向無遮蔽的斜屋頂都是可以考慮的設置地點。一般來說太陽光電之裝設地點應避免周圍建築物遮蔽，電池模板宜面向南方，傾斜角度約為 $22-25 \pm 10$ 度。

太陽電池之設置容量單位為峰瓦(kWp)，1 峰瓦的設置容量是指在 25°C 、 $1,000 \text{ W/m}^2$ 的日光強度、光譜為AM 1.5的照射，可輸出1瓦電力之太陽電池容量。而目前1 峰瓦的太陽電池組列的裝設，平均占地面積約為10-15平方公尺(單晶矽約7-9平方公尺，矽薄膜約16-20平方公尺)。以台北地區來說，

1 峰瓦的太陽光電系統平均1天約可以產生2.5度的電力，1年約900度電。中南部地區由於日照充足，1 峰瓦的太陽光電系統平均1天約可以產生3.5度的電力，1年約1300度電。

政府為推廣國內再生能源之使用與發展而制訂再生能源發展條例。依據再生能源發展條例第9條第1項之規定，目前政府對於太陽光電所產生的電力依照所訂定的躉購費率由電力業者進行收購。太陽光電之躉購費率，自98年7月10日起至99年12月31日止與電業簽訂購售電契約之太陽光電系統設置者，其設備於98年7月10日以前未運轉且未曾與電業簽訂購售電契約，其電能按表1之費率躉購20年。惟太陽光電系統有符合下列情形之一，依其規定辦理：(1)設備曾獲經濟部能源局依據「太陽光電發電系統設置補助作業要點」提供設備補助者，其電能按附表2躉購20年。(2)設備曾獲經濟部能源局提供全額設備補助者，其電能按每度2.0615元之費率躉購20年。以目前每1 峰瓦太陽光電

系統15萬元的設置費用進行計算，若新設置一個20 峰瓩的太陽光電系統，在北部其系統回收年限約為12.9年，中南部則約為8.9年。

五、結 語

近幾年來我國太陽光電技術與展業均發展迅速，每1 峰瓩設備已由30萬元下降至約15萬元，國內之設置容量也成長快速。以台北市為例，96年通過能源局補助之申請容量為14.1 峰瓩，97年為410.4 峰瓩，98年則增

加到942.722 峰瓩。未來，藉著國內成熟的半導體與光電產業的技術發展，若太陽光電系統之模板效率能增加、成本可以再繼續下降，則太陽光電技術將成為新能源的一個好選擇，可用以替代部份尖峰之用電，特別是都會地區。 

參考文獻

- 1.太陽光電資訊網。
- 2.呂宗昕，全面進攻奈米科技與太陽電池，天下文化。

表1 未曾獲補助之太陽光電系統躉購費率

設置容量(峰瓩)	補助額(萬元/峰瓩)	躉購費率(元/度)
1-10	5	11.1883
10-500	0	12.9722
>500	0	11.119

表2 曾獲補助之太陽光電系統躉購費率

獲補助金額	再生能源類別	電能躉購費率(元/度)
12萬元	1峰瓩以上至10峰瓩太陽光電	5.9758
	10峰瓩以上至500峰瓩太陽光電	4.4684
	500峰瓩以上太陽光電	2.7555
11萬元	1峰瓩以上至10峰瓩太陽光電	6.6026
	10峰瓩以上至500峰瓩太陽光電	5.0952
	500峰瓩以上太陽光電	3.3823
10萬元	1峰瓩以上至10峰瓩太陽光電	7.2294
	10峰瓩以上至500峰瓩太陽光電	5.7221
	500峰瓩以上太陽光電	4.0092
9萬元	1峰瓩以上至10峰瓩太陽光電	7.8563
	10峰瓩以上至500峰瓩太陽光電	6.3489
	500峰瓩以上太陽光電	4.6360
8萬元	1峰瓩以上至10峰瓩太陽光電	8.4831
	10峰瓩以上至500峰瓩太陽光電	6.9757
	500峰瓩以上太陽光電	5.2628
7萬元	1峰瓩以上至10峰瓩太陽光電	9.1099
	10峰瓩以上至500峰瓩太陽光電	7.6026
	500峰瓩以上太陽光電	5.8897