

出國報告（出國類別：其他）

參加兩岸太陽光電模組驗證標準與檢測技術交流研討及參訪太陽光發電站

服務機關：核能研究所

姓名職稱：李政達 副研究員
辛華煜 研究員

派赴國家：中國大陸

出國期間：102年10月23日~102年10月31日

報告日期：102年11月25日

摘要

歐洲太陽能市場過去一向是居於全球的領導地位，但由於歐債風暴，造成歐洲太陽能市場需求下降，且中國大陸廠商大肆擴充產能，導致市場嚴重供過於求，不過在歐美對中國大陸廠商提出雙反、以及新興市場崛起，全球太陽能市場再度重回正常發展軌道。SOLARROOM 光伏太陽能網評估 2013 年全球太陽能市場裝機量約 35 GW，而 2014 年裝機量將有 41 GW，年成長率為 17%。全球 2013 年主要市場包括歐洲市場 8~9 GW，中國 8.5 GW，日本 6.5~7GW，美國約 5 GW，中國大陸將在 2013 年成為太陽光電安裝量最大的國家。因此，有必要了解中國大陸太陽能產業發展政策、技術發展現況及國際發展趨勢，以協助國內太陽光電產業多元化跨入中國大陸與全球市場，以增進產業進一步發展之動能。

本次公差是訪問聚光太陽能產業協同創新中心及上海晶電新能源公司，進行太陽能相關技術之交流，推廣高聚光太陽能發電研發技術，提升本所能見度，並參加 2013 年在中國大陸無錫舉辦之國際新能源大會暨展覽會，了解中國大陸太陽能產業技術現況及太陽能市場發展趨勢。

國際新能源大會暨展覽會透過舉辦高峰論壇、政策發布、展覽會等一系列活動，圍繞新能源產業最新技術發展、分散式發電、新能源與建築一體化、創新投融资模式、國際新興市場拓展、民生應用專案開發等熱點，舉辦 1 場主論壇和 7 場分論壇，聚焦兩大主題「分散式發電」和「新能源應用」。來自全球 20 多個國家的約 600 位與會代表，針對推動分散式太陽能發電政策落實和促進新能源應用以改善能源結構等問題展開探討。

中國大陸推動太陽光電發展的策略包括積極開拓太陽光電應用市場，鼓勵用戶自發自用、多餘電量上網、電網調節的方式建設分布式太陽光電發電系統。在城鎮化發展過程充分利用太陽能建築節能，推動太陽光電建築一體化，擴大分布式太陽光電發電應用；同時亦加快產業結構調整與技術進步，抑制太陽光電產能盲目擴張，中國大陸國家能源局推動市場體制機制改革，為新能源發展創造良好的環境，嚴格以技術可行性和經濟合理性作為科學取捨的標準，務必使新能源在發展中具有可持續性，針對新單獨擴大產能的多晶硅、太陽能電池及模組進行嚴格管制，技術及耗能未達門檻不得生產；有關太陽光電發電補貼政策，中國大陸太陽光電電站上網電價以地區劃分為三類資源區，電價收購期限為 20 年；太陽能發電技術多元化發展方面，由於太陽光電發電及光熱發電

具有不同技術特點，例如矽晶太陽電池、聚光型 III-V 族太陽電池、薄膜太陽電池等太陽光電發電技術，以及塔式、槽式、碟式、線性菲涅爾等太陽光熱發電技術各具有不同技術優勢，太陽能發電將呈現多元化發展趨勢，尤其太陽光熱發電在中國大陸只是起步階段，如果台灣在政策方面能納入補助，相信會有業界投入資源，以因應未來全球在太陽光熱發電市場起飛時，可以搶到先機及占有一席之地；在銀行融資方面，中國大陸政府制定管理政策，加快產業結構調整與技術進步，積極開拓太陽光電應用市場，以消化產能及提升競爭力，同時指定國家開發銀行要發揮開發性金融機構的引導作用，創新金融服務，支持太陽光電發電應用。中國大陸在太陽能產業推廣的政策及銀行融資的手段可做為台灣政策的參考與借鏡。

目 次

摘 要.....	i
一、目 的.....	1
二、過 程.....	2
三、心 得.....	11
四、建議事項.....	24

一、目的

由於歐債風暴，造成歐洲太陽能市場需求下降，且中國大陸廠大肆擴充產能，導致市場嚴重供過於求，不過在歐美對中國大陸廠商提出雙反、以及新興市場崛起，全球太陽能市場再度重回正常發展軌道，隨著太陽能市場成長，而中國大陸太陽能市場被視為下一個成長最快速的國家，目前，中國大陸在 2013 年成為太陽光電安裝量最大的國家。因此，有必要了解中國大陸太陽能產業發展政策、技術發展現況及國際發展趨勢，以協助國內太陽光電產業多元化跨入中國大陸市場，以增進產業進一步發展之動能。

本次公差是了解中國大陸太陽能發電站建置技術、太陽光電檢測驗證標準制定現況，及太陽能產業發展政策，以檢討國內太陽光電產業發展之方向，尋求兩岸太陽光電產品交流合作機會，並開拓太陽光電產業相關市場，掌握兩岸太陽光電技術交流合作及發電站建置開發等重要關切議題。經由參訪中國大陸知名太陽能相關產業、太陽能發電站及參與研討會議，進行技術交流、掌握國際市場發展趨勢及對外建立合作管道，有助於我國推廣太陽能產業及其相關領域技術研發。

二、過 程

(一) 2013 年 10 月 23~26 日

去程：桃園至大陸無錫

工作重點：參加 2013 年在大陸無錫舉辦之國際新能源大會暨展覽會及相關論壇，並整理國際太陽能產業及論壇資料。

國際新能源大會暨展覽會透過舉辦高峰論壇、政策發布、展覽會等一系列活動(圖 1)，集合新能源領域專家、學者、研究機構、新能源企業、政府官員及投資機構，針對新能源政策、標準、市場、應用等議題進行討論，為新能源未來發展指引方向。本屆大會以“新能源：交流、共識、行動”為主題，圍繞新能源產業最新技術發展、分散式發電、新能源與建築一體化、創新投融資模式、國際新興市場拓展、民生應用專案開發等熱點，舉辦 1 場主論壇和 7 場分論壇，包括「2013 全球新能源產業峰會」、「2013 國際新能源產業技術發展論壇」、「光伏產業投融模式與商業策略論壇」、「2013 中國分布式發電培訓研討會」、「海外新興市場推介會暨太陽能熱利用產業發展研討會」、「新能源與建築一體化論壇」、「風電產業研討圓桌會議」、「中國分散式光伏電站融資流程說明會」等，並聚焦兩大主題「分散式發電」和「新能源應用」。來自全球 20 多個國家的約 600 位與會代表，針對推動分散式太陽能發電政策落實和促進新能源應用以改善能源結構等問題展開探討。本次公差是了解中國大陸太陽能產業發展政策、技術發展現況及國際發展趨勢，因此，主要是參加與太陽能相關議題討論之論壇，包括「2013 全球新能源產業峰會」主論壇、「2013 國際新能源產業技術發展論壇」、「新能源與建築一體化論壇」及「光伏產業投融模式與商業策略論壇」。中國大陸在太陽能產業發展政策及產業融資值得台灣借鏡與參考，其中，特別在開拓太陽光電應用市場、加快產業結構調整與技術進步、太陽光電發電補貼、太陽能發電技術多元化發展等制訂一系列管理及發展策略，以健全產業的發展，提升產業技術的能量與競爭力，並引導銀行融資予健全廠商，避免在不景氣時，銀行的雨天收傘導致競爭力的下降，甚至倒閉。



圖 1 2013 年中國大陸無錫舉辦之國際新能源大會暨展覽會會議

此外，參觀新能源展覽，本屆新能源展覽會展出內容包括：太陽能光伏產品、太陽能光熱產品、風力發電產品、節能建築、新能源應用產品等。本屆展覽會計有約 500 家知名企業參展、10000 名專業人士觀展、20000 平方米展出面積。此次參展主要仍以太陽熱能及 PV 相關的組件與系統為大宗，但建築一體化儼然成形，具備太陽熱能製冷、採暖、熱水、太陽光電併網發電等節能功能。

此次展品如下：

1. 太陽能光伏產品： 光伏電池（ 晶矽及薄膜電池組件 ）、光伏電池原材料及輔助材料（圖 2）、光伏系統配套產品（圖 3）、光伏裝備（ 光伏製造裝備 ）、相關零部件、其它配套服務。
2. 太陽能發電技術服務： 離網光伏發電系統技術服務，分散式併網光伏發電系統技術服務，公共電網側併網光伏發電系統技術服務，微網光伏發電系統技術服務，槽式、塔式、碟式太陽能熱發電系統技術服務，風光互補供電系統服務(圖 4)。
3. 太陽能光熱產品： 太陽能熱水器、太陽能集熱系統、太陽能供暖系統、太陽能製冷、光熱零部件（集熱器、水箱等） 、光熱發電配套設備、熱利用設備。
4. 風能產品： 風力發電機組、風力發電設備、配套產品及零部件、風能應用案例展示、風電場服務及技術諮詢。
5. 新能源綜合應用：綠色建材、綠色照明、光伏建築一體化系統、光熱建築一體化系統（圖 5）、光伏消費產品、風能消費產品，專業應用產品、地暖、新能源汽車。



多晶硅料



圖 2 多晶矽料與太陽電池



圖 3 振發新能源開發的單軸太陽光追蹤器

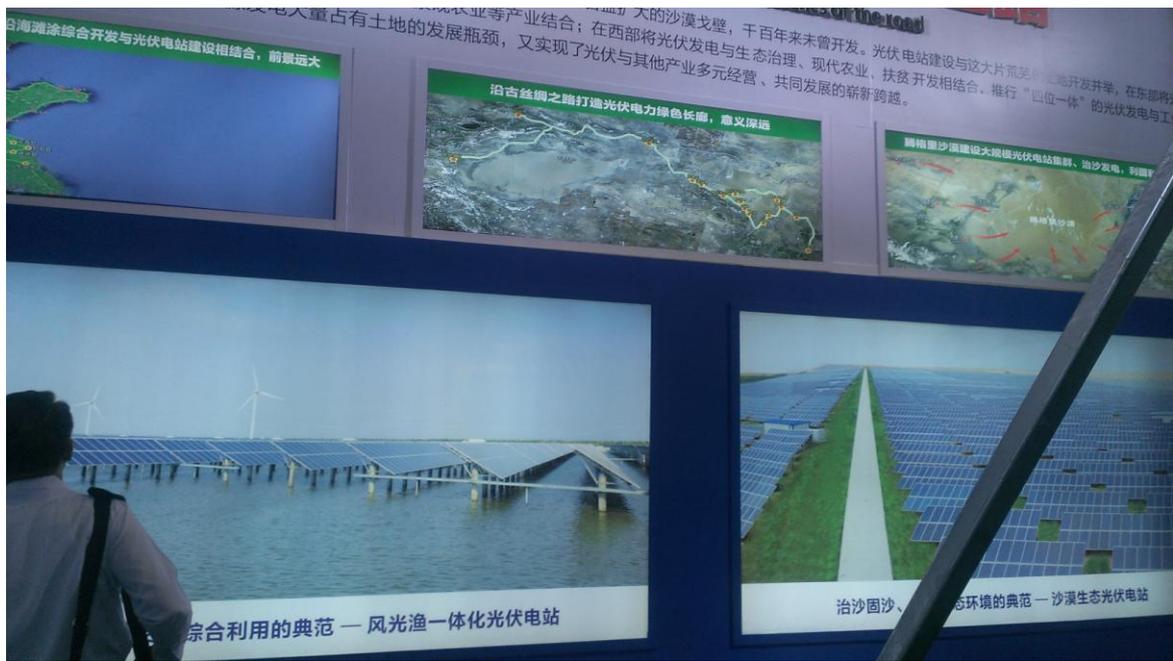


圖 4 風光漁一體化發電站

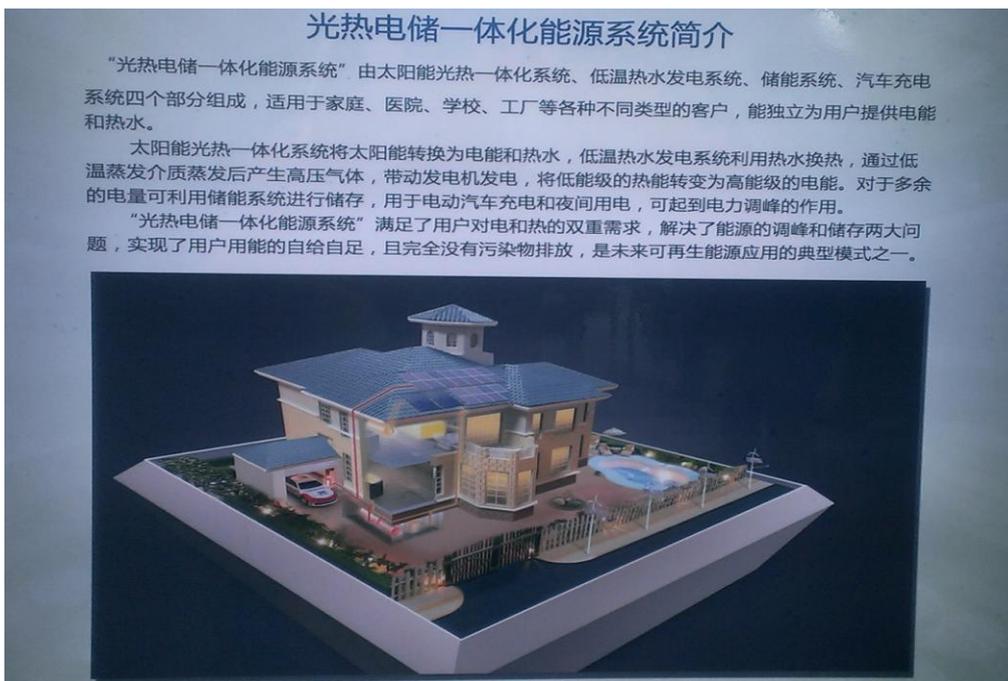


圖 5 光熱電儲建築一體化

(二) 2013 年 10 月 27~28 日

行程：大陸無錫至大陸蘭州

工作重點：參訪聚光太陽能產業協同創新中心之聚光太陽能應用示範站，並至位於蘭州交通大學之聚光太陽能產業協同創新中心進行技術研討。

聚光太陽能產業協同創新中心副主任說明該中心致力於聚光型太陽熱能產業研發(圖 6)，包括光熱發電示範系統、聚光太陽熱能系統、綠色鍍膜等技術，並進行太陽熱能和光熱

發電系統優化及降低成本等工作，進而推動產品之產業化。該中心係以蘭州交通大學為首，聯合國家潔淨能源實驗室、蘭州大學、西安交通大學、中國科學院大連化學物理研究所、中國華電工程集團、甘肅電力投資集團、蘭州大成科技公司、金川公司…等 14 家單位共同組建。他們將在光熱應用領域，引進 6 個優勢創新團隊，培育 6 個核心創新團隊，進行產業前瞻技術研究及產業化應用，探索產學研協同創新模式，形成合力效應，在相關產業發揮典型示範作用。太陽能產業的發展是保障能源安全，調整能源結構，實現節能減排目標。目前，該中心研發製造的太陽能高溫真空集熱管金屬內管綠色複合鍍膜生產線、連續式太陽能反射鏡綠色複合鍍膜生產線、中高溫真空集熱管及高反射率太陽能聚光反射鏡等光熱產業關鍵設備已投入生產。建立了中國大陸首個 840 kWth 槽式(圖 7)和 1.2 MWth 線性菲涅爾式聚光熱能試驗示範系統，並建立一座 8 碟高倍聚光太陽能電熱聯供能源樹試驗平臺(圖 8)。

本所介紹台灣於 CPV 技術已累積有 10 年的發展經驗，包括聚光型太陽電池、聚光模組、太陽光追蹤器、系統整合建置及模組驗證等技術，已擁有數十件海內、外專利，並具有完整的產業體系。於 2009 年在台灣高雄地區建置完成 1MW CPV 示範系統，並且台灣廠商於 2011 年參與阿布達比綠能未來城 CPV 系統建置計畫，已進入國際市場。



圖 6 在聚光太陽能產業協同創新中心交流會議



圖 7 840 kWth 槽式聚光太陽熱能示範系統



圖 8 聚光太陽能 (CPV) 電熱聯產系統

(三) 2013 年 10 月 29~30 日

行程：大陸蘭州至大陸上海

工作重點：參訪上海晶電新能源公司新建之之聚光太陽能應用示範站，並至上海晶電新能源公司進行技術研討。

上海晶電新能源公司陳總經理說明該公司定位為領先的光熱發電、聚光光熱技術方案提供商、電廠設備及營運服務提供商(圖 9)，並專注於網路集群控制技術、離散控制技術領域的理論研究及太陽能集熱技術、新型儲熱技術(圖 10)的開發應用。上海晶電公司的團隊彙聚了眾多博、碩士人才，已建立長期的系統性研發能量，申請了十多項核心發明專利。公司擁有塔式太陽能熱發電系統、定日鏡系統全套技術(包括設計、控制、營運)、中溫太陽能線性菲涅爾式系統、工業與建築節能方案技術，是中國大陸少數幾個具有系統理論基礎和實際操作經驗的光熱發電、光熱應用核心研發團隊。上海晶電公司自主研發的新一代太陽能集熱系統已從根本上突破了太陽熱能應用的溫度瓶頸，在 300 度範圍內為用戶實現穩定高效的能源供給，包括製冷供熱、工業蒸汽、農業保溫等對於能源需求較強的行業應用，不再受制於傳統的能源消耗，真正實現了陽光下的能源自主。在線性菲涅爾式系統(圖 11)技術的中溫太陽能利用方面，由於吸熱器固定，解決了高成本的的同步轉動問題，管路應力較小，安全係數高，無需柔性管路接頭結構，規避了其它技術的洩漏風險，系統迎風面小，基礎結構簡單，易於屋頂架設。因此，線性菲涅爾式系統具有工程便利性(安裝簡易)、標準化組件與運轉維護便易性等三大優異特點。

本所介紹高聚光太陽能發電技術發展，包括多接面 III-V 族太陽電池製程、高聚光太陽電池模組製程、太陽光追蹤系統及中央監控等技術，均達到或接近國際水平，並藉由技轉方式積極協助國內廠家建立高聚光太陽光電相關產業技術，目前已有具體成果，例如在國內已執行十四件技轉案與四十餘件之技術服務案；在高雄完成 1 MW 之示範系統，並協助業界建立本土化系統機制及建立各項技術之驗證規範。上海晶電新能源公司陳總經理認為藉著雙方所建立的能量，與本所在聚光型太陽光熱發電應用領域未來將有合作的機會。



圖 9 上海晶電新能源合影



圖 10 熔鹽儲熱系統

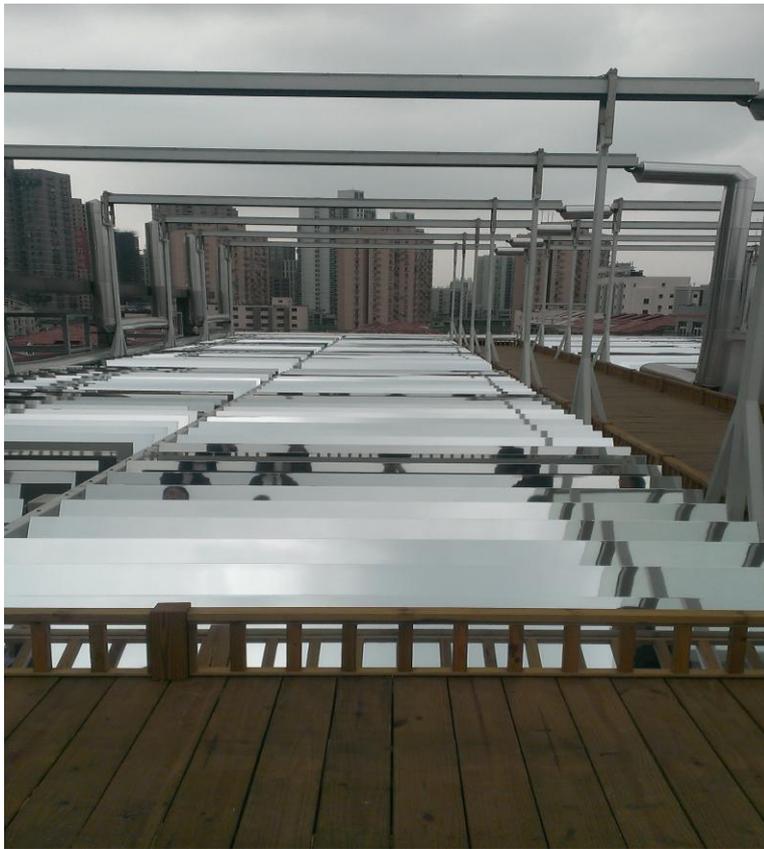


圖 11 線性菲涅爾式聚光太陽熱能示範系統

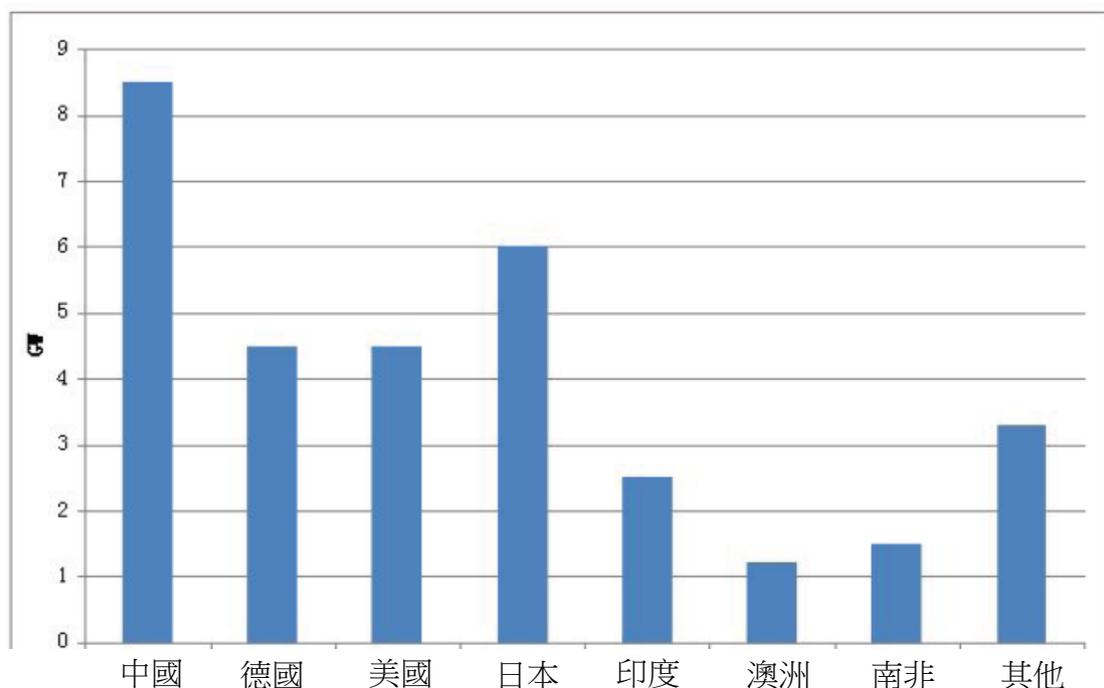
(四) 2013 年 10 月 31 日

回程：大陸上海至桃園

三、心得

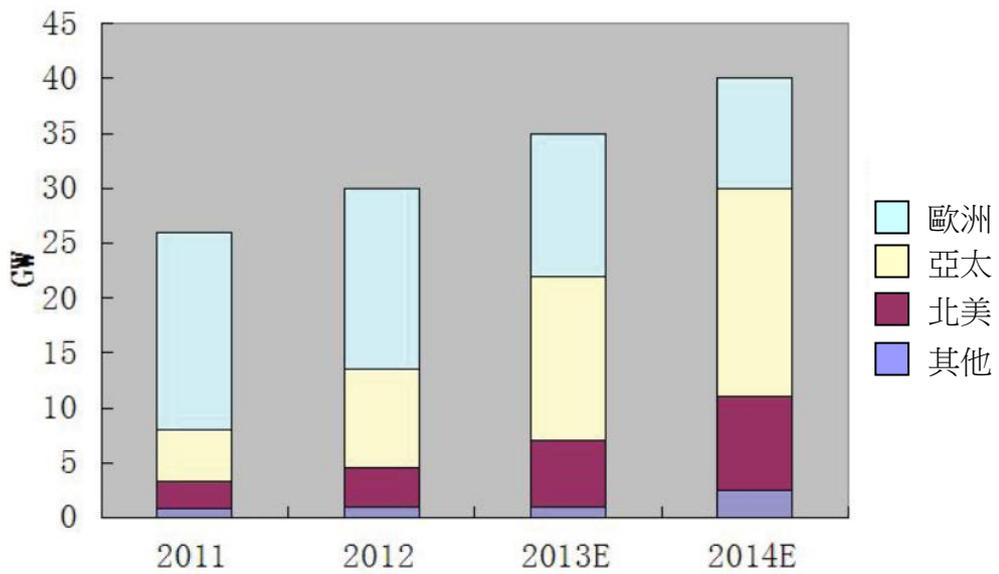
(一) 國際太陽光電市場需求與趨勢

SOLARROOM 光伏太陽能網評估 2013 年全球太陽能市場裝機量約 35 GW(圖 12),而 2014 年裝機量將有 41 GW(圖 13),年成長率為 17%。全球 2013 年主要市場包括歐洲市場 8~9 GW,中國 8.5 GW,日本 6.5~7GW,美國約 5 GW,中國大陸將在 2013 年成為太陽光電安裝量最大的國家,日本是需求成長最快的國家,實際安裝量已經是僅次中國的最大市場,歐洲由於歐債風暴,致使成長趨緩。中國大陸與日本 2013 年下半年的太陽光電需求預計達到 9GW,這表示較 2013 年上半年上漲 100%,較去年同期比上漲 70%。NPD Solarbuzz 表示,2013 年亞太地區的太陽光電需求將較去年同期上漲 90%,亦即超過 16GW。日本當局在 2012 年 7 月開始實施的「再生能源固定價格收購制度(FIT)」,此政策使日本成為全球太陽能用戶成長最快的國家。日本期待在 2020 年日本再生能源佔所有能源供給的比例能提升到 20%,目前日本再生能源佔所有能源供給的比例約 10%。中國大陸在十二五規劃太陽光電電站及分布式太陽光電發電系統總量在 2015 年達到 20 GW,2020 年達 47 GW;而日本到 2017 年累計太陽能安裝量將為 33.6GW,將是 2012 年累計安裝量的 5 倍之多。由於全球太陽能產能與需求開始拉近(圖 14),太陽能電池效率提高(圖 15),成本快速下降,全球市場需求龐大,台灣業界要適時把握太陽能市場再度活躍之機,而政府在政策及銀行融資方面應適時放寬與協助以提升產業競爭力。



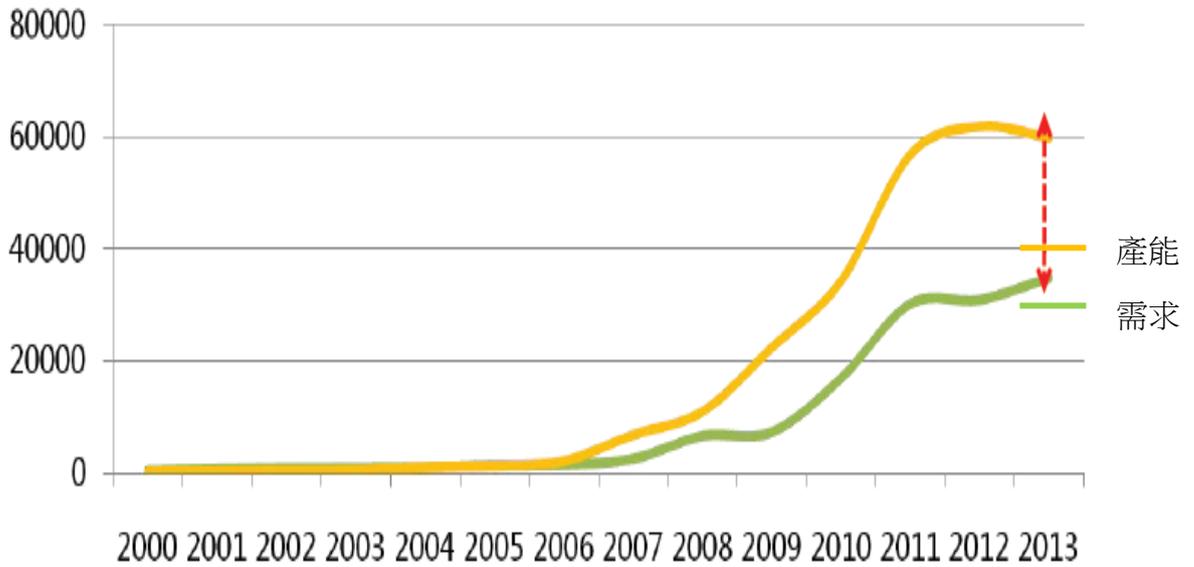
資料來源：SOLARROOM

圖 12 2013 年主要國家太陽光電安裝量預測



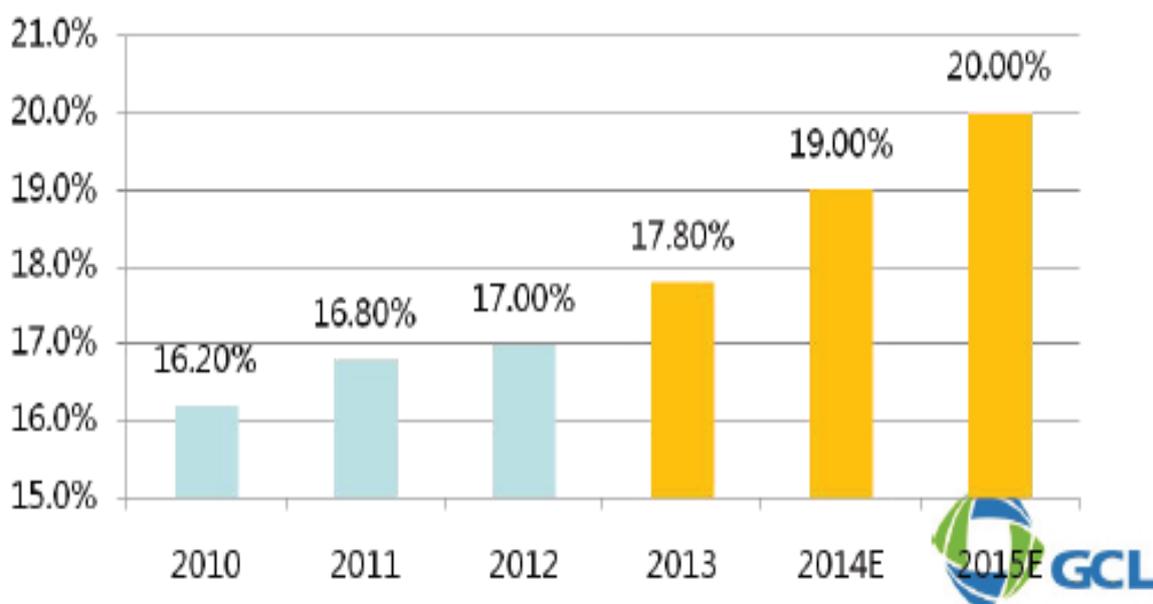
資料來源：SOLARROOM

圖 13 全球太陽光電市場概況



資料來源：SolarBuzz/GCL

圖 14 全球太陽光電產能與需求之發展趨勢(MW)



資料來源：GCL

圖 15 多晶矽太陽電池平均轉換效率發展趨勢

(二) 中國大陸與台灣在太陽能產業發展政策比較

針對太陽光電發電補貼、開拓太陽光電應用市場、加快產業結構調整與技術進步、開徵能源稅、太陽能發電技術多元化發展及產業融資等政策分別說明如下：

1. 太陽光電發電補貼政策

依據中國大陸國家發展改革委有關價格補貼及促進太陽光電產業健康發展的通知，說明全國太陽光電電站標準上網電價(表 1)、分布式太陽光電發電補貼政策及太陽光電發電項目投入營運上網電價或電價補貼標準之期限。根據太陽光電發電發展規模，發電成本變化情狀等因素，逐步調減太陽光電電站標準上網電價、分布式太陽光電發電補貼標準，以促進科技進步，降低成本，提高太陽光電發電市場競爭力。中國太陽光電電站上網電價以地區劃分為三類資源區，電價分別為每度電 0.9、0.95、1.0 元人民幣(約 4.5、4.75、5 元新台幣)；分布式太陽光電發電電價補貼標準為每度電 0.42 元人民幣(約 2.1 元新台幣)，電價收購期限為 20 年。

表 1 中國大陸太陽光電電站標準上網電價表

單位：元/每度電(人民幣)

資源區	太陽光電電站上網電價	各資源區所包括的地區
I 類資源區	0.9	寧夏，青海海西，甘肅嘉裕關、武威、張掖、酒泉、敦煌、金昌，新疆哈密、塔城、阿勒泰、克拉瑪依，內蒙古除赤峰、通遼、興安盟、呼倫貝爾以外地區
II 類資源區	0.95	北京，天津，黑龍江，吉林，遼寧，四川，雲南，內蒙古赤峰、通遼、興安盟、呼倫貝爾，河北承德、張家口、唐山、秦皇島，山西大同、朔州、沂州，陝西榆林、延安，青海、甘肅、新疆除 I 類外其他地區
III 類資源區	1.0	除 I 類、II 類資源區以外的其他地區

經濟部能源局針對太陽能發電設備躉購電價是以地面型與屋頂型及裝置容量來劃分，2013 年上半年屋頂型躉購電價為每度電 6.333~8.397 元新台幣，地面型則為每度電 5.9776 元新台幣(表 2)；下半年屋頂型躉購電價為每度電 5.9776~8.1836 元新台幣，地面型則為每度電 5.6218 元新台幣。台灣電價收購優於中國大陸，是因為台灣太陽能發電均化成本較高之故。鑑於台灣南部日照强度高過中北部，太陽能發電均化成本較中北部低，為使政策落實於全省各地，不致於大部分太陽能發電設備安裝在南部，建議以年平均日照時數分區，躉購電價隨著不同地區而有不同。

表 2 我國太陽光電發電設備電能躉購費率

再生能源類別	分類	裝置容量級距	第一期上限費率 (元/度)*	第二期上限費率 (元/度)**
太陽光電	屋頂型	1 瓩以上不及 10 瓩	8.3971	8.1836
		10 瓩以上不及 100 瓩	7.5432	7.3297
		100 瓩以上不及 500 瓩	7.1162	6.9027
		500 瓩以上	6.3334	5.9776
	地面型	1 瓩以上	5.9776	5.6218
註：屬免競標適用對象者，躉購費率適用附表三上限費率；屬競標適用對象者，躉購費率為附表三之上限費率乘以(1-得標折扣率)，前述免競標及競標之適用對象及其容量由經濟部另訂之。 *：第一期上限費率適用對象為中華民國一百零二年一月一日起至中華民國一百零二年六月三十日止完工者。 **：第二期上限費率適用對象為中華民國一百零二年七月一日起至中華民國一百零二年十二月三十一日止完工者。				

經濟部能源局資料

2. 開拓太陽光電應用市場政策

中國大陸鼓勵用戶自發自用、多餘電量上網、電網調節的方式建設分布式太陽光電發電系統。在城鎮化發展過程充分利用太陽能建築節能，推動太陽光電建築一體化，擴大分布式太陽光電發電應用，建設 100 個分布式太陽光電發電規模化應用示範區，1000 個分布式太陽光電發電應用示範小鎮及示範村。台灣分散式太陽能發電安裝策略是推動陽光屋頂百萬座，推動示範社區及公有建築設置應用，協助縣市政府推動「陽光屋頂」及「陽光社區」計畫，帶動民眾設置；公有建築屋頂出租設置免競標，鼓勵機關應用太陽光電發電。經濟部能源局從 101 年起推動「陽光屋頂百萬座計畫」，希望在 2030 年能達到全國 3,100MW 發電目標。屏東縣城鄉處日前表示，設置太陽光電生產電能，政府保證以固定費率購電 20 年，裝設太陽能發電除賣電所得，還能降低室內溫度達到節省效果。兩岸在推動太陽光電應用市場是一致的。

3. 加快產業結構調整與技術進步政策

由於中國大陸太陽能產品之產量占全球需求量一半以上，在低價傾銷下，間接造成全球太陽能產業不景氣，多家知名太陽能公司倒閉，導致歐美紛紛祭出雙反政策。中國大陸國家能源局將推動市場體制機制改革，為新能源發展創造良好的環境，包括積極推動電力體制市場化改革進程，儘快實現依靠市場配置資源，並按照《可再生能源法》的要求，優先開發利用可再生能源，並嚴格以技術可行性和經濟合理性作為科學取捨的標準，務必使新能源在發展中具有可持續性，針對新單獨擴大產能的多晶矽、太陽能電池及模組廠家進行嚴格管制，技術及耗能未達門檻不得生產，技術的提升會使得成本下降，中國科學研究院規劃太陽能成本路線(圖 16)，2020 年以後將可達到市電同價。

為規範太陽光電產業發展秩序，提高發展水平，加快推進太陽光電產業轉型升級，推動太陽光電產業健康發展，依據優化布局、調整結構、控制總量、鼓勵創新支持應用等原則，針對「生產布局與項目設立」、「生產規模及太陽光電技術」、「資源綜合利用及能耗」等項目，制訂太陽光電製造行業規範。台灣太陽能產品之產能遠不如中國，也未盲目擴張，因此政府未針對此點制定政策。中國大陸太陽光電製造行業規範整理如下：

- (1) 嚴格管制新單純擴大產能的太陽光電製造項目，對加強技術創新、降低生產成本等確有必要的新建及改擴建項目，呈報行業主管部門及投資主管部門備案。新建及改擴建項目，最低資本金比例為 20%。
- (2) 太陽光電產品製造規模符合下列要求：
 - 多晶矽項目每期規模大於 3000 噸/年

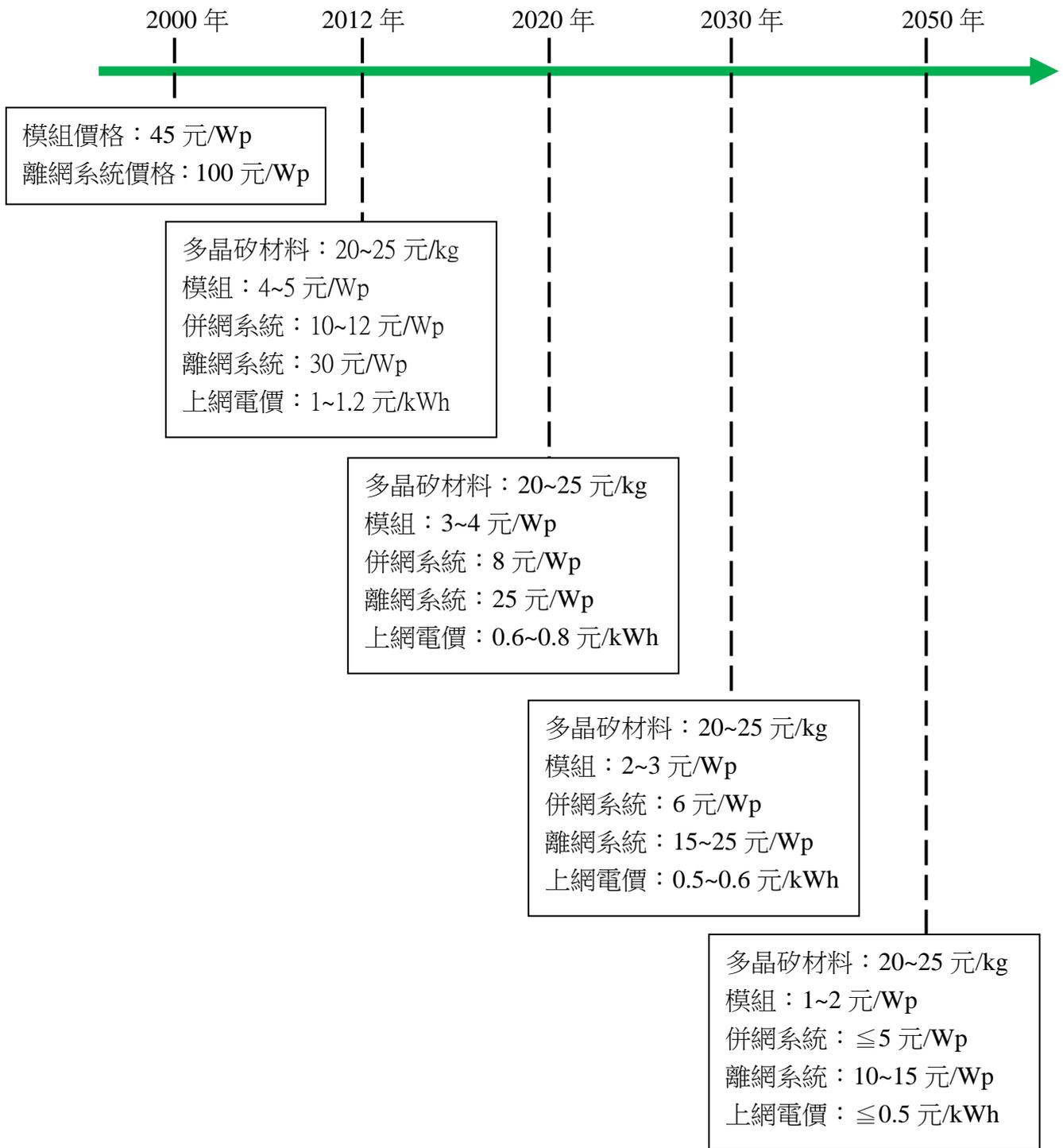
- 矽晶錠年產能不低於 1000 噸
 - 矽晶棒年產能不低於 1000 噸
 - 矽晶片年產能不低於 5000 萬片
 - 矽晶太陽電池年產能不低於 200 MW
 - 矽晶太陽電池模組年產能不低於 200 MW
 - 薄膜太陽電池模組年產能不低於 50 MW
- (3) 現有太陽光電產品符合下列要求：
- 多晶矽太陽電池及單晶矽太陽電池光電轉換效率分別不低於 16%及 17%
 - 多晶矽太陽電池模組及單晶矽太陽電池模組光電轉換效率分別不低於 14.5%及 15.5%
 - 矽基、銅銦鎵硒(CIGS)、碲化鎘(CdTe)及其他薄膜電池模組光電轉換效率分別不低於 8%、10%、11%及 10%
- (4) 新建及改擴建項目產品符合下列要求：
- 多晶矽太陽電池及單晶矽太陽電池光電轉換效率分別不低於 18%及 20%
 - 多晶矽太陽電池模組及單晶矽太陽電池模組光電轉換效率分別不低於 16.5%及 17.5%
 - 矽基、銅銦鎵硒(CIGS)、碲化鎘(CdTe)及其他薄膜電池模組光電轉換效率分別不低於 12%、12%、13%及 12%
- (5) 多晶矽太陽電池模組及單晶矽太陽電池模組衰減率在 2 年內分別不高於 3.2%及 4.2%，25 年內不高於 20%；薄膜電池模組衰減率在 2 年內不高於 5%，25 年內不高於 20%
- (6) 太陽光電產品能耗符合下列要求：
- 現有多晶矽項目綜合電耗小於 140 kWh/kg；新建及改擴建項目綜合電耗小於 100 kWh/kg
 - 現有矽晶錠項目平均綜合能耗小於 9 kWh/kg；新建及改擴建項目綜合能耗小於 7 kWh/kg；如果使用多晶鑄錠爐生產準單晶或高效多晶產品，項目平均綜合能耗的增加幅度不得超過 0.5 kWh/kg
 - 現有矽晶棒項目平均綜合能耗小於 50kWh/kg；新建及改擴建項目綜合能耗小於 45 kWh/kg
 - 現有多晶矽片項目平均綜合能耗小於 60 萬度/百萬片；新建及改擴建項目綜合能耗小於 55 萬度/百萬片；現有單晶矽片項目平均綜合能耗小於 40 萬度/百萬

片；新建及改擴建項目綜合能耗小於 35 萬度/百萬片

- 矽晶太陽電池項目平均綜合能耗小於 150000 kWh/MW
- 矽晶太陽電池模組項目平均綜合能耗小於 80000 kWh/MW；薄膜電池模組項目平均綜合能耗小於 500000 kWh/MW

4. 能源稅政策

中國針對除居民及農業生產以外的其他用電徵收使用能源附加稅，今年更是由每度電 0.04 元提高至 0.075 元新台幣。為了台灣再生能源永續發展，健全政府財政，政府實有必要開始規劃徵收能源稅。



資料來源：中國科學研究院

圖 16 中國大陸太陽光電成本路線圖(人民幣)

5. 太陽能發電技術多元化發展政策

太陽光電發電及光熱發電具有不同技術特點，例如矽晶太陽電池、聚光型 III-V 族太陽電池、薄膜太陽電池等太陽光電發電技術，以及塔式、槽式、碟式、線性菲涅爾等太陽光熱發電技術各具有不同技術優勢，太陽能發電將呈現多元化發展趨勢。中國大陸在太陽光電發電規劃為 2015 年達到 20 GW 建設規模，2020 年為 47 GW(表 3)；而光熱發電在 2015 年達到 1 GW 建設規模，2020 年為 3 GW，目前，中國境內只有光熱發電示範系統，未有光熱發電電站，究其原因，某些技術問題尚待克服、產業投入資源太少、政策共識尚未成形。台灣太陽能發電發展方向，向來只著重太陽光電發電，應考慮多元化發展，尤其太陽光熱發電在中國大陸只是起步階段，如果國內在政策方面能納入補助，相信會有業界投入資源，以因應未來中國在太陽光熱發電市場起飛時可以搶到先機及占有一席之地。

表 3 中國太陽能發電建設布局

單位：GW

發電類別	2010 年	2015 年		2020 年
		建設規模	重點地區	建設規模
1. 太陽能電站	0.45	11		23
太陽光電電站	0.45	10	在青海、甘肅、新疆、內蒙古、西藏、寧夏、陝西、雲南，以及華北、東北的部分適宜地區建設併網型太陽光電電站。	20
太陽光熱電站	0	1	在太陽能日照條件好、可利用土地面積廣、具備水資源條件的地區，建置太陽光熱發電示範站。	3
2. 分布式太陽光電發電系統	0.41	10	在中東部地區城鎮工業園區、經濟開發區、大型公共設施等建築屋頂相對集中的區域建設太陽光電發電系統。在西藏、青海、甘肅、陝西、新疆、雲南、四川等偏遠地區及海島，採用獨立太陽光電電站或互用太陽光電發電系統，解決電網無法覆蓋地區的用電問題。擴大城市照明、交通信號等太陽光電發電系統應用。	27
合計	0.86	21		50

6. 銀行融資政策

中國大陸境內銀行對太陽能產業有晴天借傘雨天收傘的情況。由於太陽能組件產能

過剩，有些公司技術未達應有水平卻削價競爭，造成所有太陽能業界虧損，導致銀行產生呆帳，於是中國政府制定管理政策，加快產業結構調整與技術進步，積極開拓太陽光電應用市場，以消化產能及提升競爭力，同時指定國家開發銀行要發揮開發性金融機構的引導作用，創新金融服務，支持太陽光電發電應用。國家開發銀行不僅支持境內大型併網太陽光電電站建設、分布式太陽光電系統建置、民營企業投資太陽光電系統組件生產，也服務企業產品輸出及企業到國外投資開發太陽光電系統組件，並支持太陽能光熱發電、聚光型太陽能發電及薄膜太陽光電能發電等不同發電技術之發展。相較於中國大陸廠家有國企、國銀、地方政府的「金援」，台灣廠商卻面臨的資金短缺問題，台廠的單打獨鬥，很難與之抗衡，雖然國發基金提撥百億元資金，專款專用在綠能貸款，對於授信銀行貸放金額 7 成提供保證，以提高銀行授信意願，但因太陽能已有「四大慘業」之一的負面印象，使得成效依然有限。面對廠商拓展海外市場遇到的難題，建議政府協調國營企業與業者合作，並結合國內金融機構，架設融資平台，爭取海外太陽能發電廠標案。

(三) 太陽能光熱發電(CSP)未來成長強勁

太陽能光熱發電的原理是通過反射鏡將太陽光匯聚到太陽能集熱裝置，利用太陽能加熱集熱裝置內的傳熱介質（熱燃油、熔鹽、空氣），再加熱水形成蒸汽帶動或者直接帶動發電機發電。一般而言，太陽能光熱發電形式有槽式、塔式(圖 16)、碟式(圖 17)和線性菲涅爾式等四種系統。槽式技術在國外已大規模商業化應用，技術較為成熟，但發電過程需要大量用水；塔式技術與槽式技術相當，發展迅速，但也需要大量用水；碟式技術能適應日照時間長的沙漠和戈壁地區，能量轉換效率較高，但無法配備儲能裝置，且規模較小，一般應用於分布式發電；線性菲涅爾式發電系統是簡化的槽式發電系統，效率較低，但由於採用了平面鏡聚光技術，使得系統造價成本低廉，再加上沒有風阻的系統結構，使其安裝不受場地限制。目前不含儲熱的光熱發電成本與太陽光電發電成本相當，如果考慮儲熱裝置，光熱發電的利用率更高，其綜合經濟性比太陽光電發電更好。槽式電站的每度電成本略低於塔式電站，且這兩種發電技術的成本隨系統容量的增加而下降；線性菲涅爾式發電系統具有低造價成本、易於安裝維護、機構不易損壞的優勢，可安裝在屋頂上，線性菲涅爾式發電系統未來應用將會普及化。如果太陽能光熱發電未來能夠在經濟上具有競爭力，可望成為基礎電力。

太陽能光熱發電具有一系列優點，光熱發電可以配備儲能裝置，無風電、太陽光電發電等電力輸出不穩定、不連續的問題，具有低成本、零污染、穩定性和連續性強等優勢，適合併網發電；其全生命週期的碳排放量非常低，根據國外研究僅有 18g/kWh。另外，該技術在

現有太陽能發電技術中成本最低，更易於迅速實現大規模產業化。目前，太陽能光熱發電正成為可再生能源領域的投資熱點，太陽能光熱發電站遍佈美國、西班牙、德國、法國、阿聯酋、印度、埃及、摩洛哥、阿爾及利亞、澳大利亞等國家，太陽能光熱發電技術已經進入快速發展時期。

研究機構 MarketsandMarkets 最新發布的報告顯示，新型的太陽能技術如太陽能光熱發電以及新興市場的開放將激勵太陽能產業強勁發展。總的來說，到 2016 年，太陽能市場可達 752 億美元，而裝機量可達 227 GW。同時，到 2016 年，全球太陽能市場的安裝量將從 2011 年的每年 19.8 GW 上升到 2016 年的每年 46.8 GW，同期複合年增長率為 18.7%。該報告特別提到太陽能光熱發電技術將成為未來市場的主要發展力量，該技術的研發將使其成為傳統太陽能發電技術的一個可行的替代方案。由於新興市場如中國、印度、巴西、加拿大的崛起，以及老牌市場如德國和法國也希望利用最新的技術開發市場，所以太陽能光熱發電技術的增長速度預計將超越太陽能發電技術。在 2011 至 2016 年期間，太陽能光熱發電市場的複合年增長率預計可達 44.9%，而太陽能發電市場的增長率只有 29.9%。預計到 2016 年，太陽能光熱發電市場的累計裝機量預計為 8.6 GW，而太陽能光電發電市場的累計裝機量預計則為 219 GW。

沙烏地阿拉伯是世界上最大的石油生產國和出口國，2012 年 5 月份，沙國政府宣佈計劃到 2032 年實現 41 GW 的太陽能發電裝機量，其中有 25 GW 將來源於太陽能光熱發電，剩餘 16GW 為光伏發電。長遠來看，沙國將成為全球光熱發電市場的重心，到 2032 年完成 25GW 光熱發電裝機，預計屆時將佔全球總太陽光熱發電裝機容量的 36%。足見太陽光熱發電未來將有強勁的成長，其發展的潛力不容忽視。



資料來源：上海晶電新能源

圖 17 塔式聚光太陽熱能系統



資料來源：Stirling Energy Systems, Inc.

圖 18 碟式聚光太陽熱能系統

(四) 太陽能模組技術標準制定

太陽光電發電系統除了系統效率及成本須考量外，系統組件可靠度及安全性尤為重要，本次論壇亦有說明太陽能模組技術標準發展動態，主要述及 2013 年 10 月 7 日~11 日在日本京都舉行之 IEC/TC82/WG2 工作會議，該會議針對光伏模組標準 IEC 62125、IEC61730、光伏連接器標準 IEC62852、光伏接線盒 IEC 62790 標準等進行討論與修訂。光伏模組標準 IEC 62125 第三版討論熱斑測試方法、增大冰雹測試中的球、增加光致衰減(LID)要求、增加旁路測試方法及增加對標籤內容的要求等；IEC61730 討論更改不同等級的沿面距離、絕緣要求等級、局部放電測試、防火測試、模組絕緣線上測試改為抽測；光伏連接器標準增加熱循環次數；光伏接線盒則是更改測試次序。針對 IEC/TC82 標準發展思路，包括應積極推動 WG3、WG6 的工作，對光伏系統的運行狀態統計結果顯示，現場失效多是由系統組件和施工問題引起的（如控制器，逆變器，電纜等）；考慮差異化測試認證，主要是針對不同的氣候和地理環境條件，對元件的要求應當有差別；測試機構要提升自己的測試水準，避免出現測試結果不一致的現象，甚至出現錯誤資料。

四、建議事項

中國大陸在 2013 年成為太陽光電安裝量最大的國家，且中國大陸太陽能市場被視為下一個成長最快速的國家。因此，有必要了解中國大陸太陽能產業發展政策、技術發展現況及國際發展趨勢，以協助國內太陽光電產業多元化跨入中國大陸市場，以增進產業進一步發展之動能。經由參加 2013 年在大陸無錫舉辦之國際新能源大會暨展覽會及訪問聚光太陽能產業協同創新中心及上海晶電新能源公司，了解中國大陸太陽能產業發展政策及太陽能發電多元化的發展趨勢，尤其太陽光熱發電年成長率超過太陽光電發電許多。綜整本次公差所獲資訊，出國建議事項如下：

- (一) 有關太陽光電發電補貼政策，中國大陸太陽光電電站上網電價以地區劃分為三類資源區，乃在於使各地區能均衡發展太陽能產業及太陽能發電站的建置，避免集中在某些區域，台灣電價收購優於中國大陸，是因為台灣太陽能發電均化成本較高之故，鑑於台灣南部日照强度高過中北部，太陽能發電均化成本較中北部低，為使政策落實於全省各地，不致於大部分太陽能發電設備安裝在南部，建議以年平均日照時數分區，躉購電價隨著不同地區而有不同。
- (二) 太陽光電發電及光熱發電具有不同技術特點，太陽能發電將呈現多元化發展趨勢，尤其太陽光熱發電目前在全球只是起步階段，太陽光熱發電未來將有強勁的成長，其發展的潛力不容忽視，而就台灣太陽能發電發展方向，向來只著重太陽光電發電，應考慮多元化發展，台灣應審時度勢，建議政策方面能對太陽光熱應用納入補助，引導業界投入資源，以因應未來全球在太陽光熱發電市場起飛時可以搶到先機及占有一席之地。