

# 台大新能源中心通訊

發行單位：台灣大學新能源中心  
 發行人：黃秉鈞 主編：楊建裕 編輯：呂金生  
 支助單位：經濟部能源委員會  
 地址：台北市羅斯福路四段一號台大機械系  
 電話：(02)2363-6576 傳真：(02)2363-1755  
 E-mail:ku06081@w3.me.edu.tw

## 向全世界太陽電池市場



黃秉鈞

自五月二十日新政府成立以來，再生能源的開發受到社會各界的重視，令人有鹹魚翻身的感覺。雖然核四議題爭論不休，但可喜的一件事是，不論擁核或反核者，都認同再生能源的開發是一定要大力推動的。九月二十五日陳水扁總統在中德再生能源國際論壇會議的開幕致詞中，也明確宣示政府開發再生能源的決心，並宣佈由總統府以身作則，架設一套太陽電池發電系統。有些人說，總統又在作秀了。其實，此一動作背後所代表的意義可是深遠的。要知道太陽電池將是二十一世紀人類倚賴最深的電力系統，而太陽電池技術是半導體科技的一環，台灣半導體產業競爭力與規模又獨步全球。近年來，歐美先進國家莫不積極透過政府獎勵補助措施，來帶動市場以促使價格下降，達成大量推廣目的。雖然，太陽電池售價也逐年下降，但仍然不令人滿意。問題的癥結在國外半導體產業的生產成本仍高，如果台灣夾其優秀的半導體生產技術以及高人力素質，投入太陽電池生產，一切便要改觀了。

近年來在產官學研各界人士的大力鼓吹下，目前國內已有三家太陽電池製造廠投產，進軍國際市場。因此，九月二十五日陳水扁總統的宣佈要在總統府架設太陽電池發電系統，無形中，便代表著台灣正式向全世界的太陽電池市場宣戰。以台灣半導體產業的實力，一定能夠提供價廉物美的太陽電池產品，不但可以創造我國半導體產業另一個春天，也可加速人類實現永續發展的美夢。

核四歷經漫長歲月的爭議，耗損寶貴的社會資源，現總算已塵埃落定，回想起來有如夢一場。核四爭議過後，我們不希望未來有一天看到，再生能源原來只是用來進行核四攻防戰的一個工具而已。現在需要所有社會大眾一起來督促新政府，腳踏實地提出一個具體行動方案，落實再生能源的開發，為後代子孫營造一個美好的環境而努力。「台大新能源中心追求創新、是您的最佳伙伴」，也隨時提供服務。

## 遠東技術學院能源中心

## 台大南部太陽能測試中心 發展近況

張俊民

遠東技術學院能源中心位於該校光電大樓十樓，其新建築已於八月完工且正式運作中，中心目前由機械系張俊民、沈銘秋、呂金生等三位博士負責，並由電腦應用工程科主任周德明博士負責「中華民國太陽能網站」，及共同科蔡玲珍老師熱心協助各項行政業務，且預計於90年1月起開始與本校電機系合作，共同從事太陽光電發電之研發。本中心之近程發展計畫及經辦業務，分別以中心計畫、太陽能學會及產學合作三方面敘述如下。

### ◎中心計畫

申請認證：建立ISO各項標準化流程，希望90年底能通過中華民國實驗室認證體系CNLA認可。

#### 研究計畫：

- 經濟部能源委員會之「太陽光電發電示範4kW系統」，本校將作為經濟部能源會之全國太陽光電發電示範與研究場所之一。
- 本中心與台灣大學、中央大學、北科大等四校校際合作，承攬經濟部新能源組之「太陽能應用科技提升」計畫。



遠東能源中心

### ◎太陽能學會

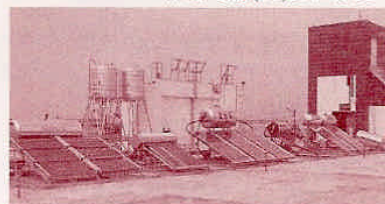
負責中華民國太陽能學會秘書處事務及「中華民國太陽能常駐網站」之維護與文宣。目前由周德明博士任中華民國太陽能常駐網站站長，經過半年之建立及經營使該網站榮獲商業週刊評比為優質網站。

### ◎產學合作

產學合作在太陽能熱水器方面，自89年8月起，強制循環測試有四家廠商、自然循環測試有七家廠商、釋水效率測試有二家廠商委託本中心作效率之測試與輔導改良，目前正測試中的廠商共有五家。

中研院院長李遠哲強調：「科學數據顯示，現在全世界一年所使用的能源，相當於太陽照射45分鐘所產生的能量，太陽是無限能源供應者，應好好利用、好好研究，要發明新的科學原理，來幫忙解決這方面的問題。」遠東技術學院能源中心的發展將伴隨21世紀新能源之發展而往前推進，因此除本中心人員會更加努力外，亦希望各方賢能先進能不吝指導並共襄盛舉。

聯絡電話(06)597-0518，傳真(06)597-0517



◀目前產學合作熱水器測試

# 出席「第六屆國際再生能源會議」感想

黃秉鈞

第六屆國際再生能源會議 (World Renewable Energy Congress VI) 係由聯合國支持之國際再生能源網路 (World Renewable Energy Network, WREN) 所籌劃之國際上最重要的再生能源會議之一。於89年7月1日至7月7日在英國Brighton市舉行，共有約八百位來自105個國家代表出席，會議主題為「再生能源是二十一世紀的能源」(Renewables: the Energy for the 21st Century)，討論議題包括太陽熱能、太陽光電能、風能、生質能、地熱、省能建築、政策等，共發表了六百多篇論文。應邀出席會議者還包括英國工貿部部長、國際能源署 (World Energy Council) 署長、英國國會議員 Mrs. Eryl McNally、美國能源部、聯合國UNESCO等國政府高級官員。我國另有楊建裕教授 (中央大學機械系)、顏瑞和教授 (台灣大學機械系) 以及楊盛行教授 (台灣大學農化系) 共四位出席。本屆大會筆者最感興趣的議題包括太陽電池發電、太陽能熱水器、與建築結合之太陽能應用系統、風能等。

## 一、太陽電池

太陽電池是本屆會議最吸引注意的議題，1999年全球裝置量達200MWp，比1998年成長25%。目前電池成本繼續下降，已低於4美元/Wp。推廣重點仍是小型獨立供電系統 (3-5kWp)，研發重點仍是效率提升與成本降低。

太陽電池目前市場雖仍以晶系為主流，由於單晶或多晶電池的技術幾乎已定型，成本下降有其極限，在市場需求快速擴大的情形下，晶圓材料已出現短缺現象。因此，薄膜電池 (包括晶系或非晶系薄膜) 已成為各國研發重點，技術進展神速，非晶電池效率已突破15%。日本三洋公司已開發出9%效率 (穩定後) 的非晶系電池，2000年投產。美國UniSolar公司的triple-junction電池效率已達13% (穩定後)。至於單晶電池，澳洲南威爾斯大學製出26%的高效電池，BP Solar的HIT電池效率為20% (實驗室) 與17% (量產)。這兩年來，顯然太陽電池技術又往前邁進一大步，未來以薄膜技術為主流。

至於太陽電池發電系統推廣，許多國家紛紛投入建造發電廠，規模也越來越大。瑞士Basel的世貿中心正在建造250kWp屋頂型太陽電池發電系統；日本三洋公司的Mega Solar計畫，將在Gifu建造3.4MWp的太陽電池發電系統；南非在歐盟協助下正推動「千校太陽電池計畫」，總裝置量為800kWp，已完工500kWp。

筆者也趁會後前往德國慕尼黑，考察世貿中心屋頂上所裝設的全世界最大的屋頂型太陽電池發電系統 (Siemens設計承包)，容量達1.016MWp，採無框架高效率 (16%) 單晶電池，共8000片分六區裝設於六棟展覽館屋頂，由三部電力轉換器透過電腦控制全自動操作，即使在陰雨天仍可發電。造訪時，恰逢陰天 (太陽輻射量只239W/m<sup>2</sup>) 現場卻仍有225 kW的發電量。此一系統於1997年完工，造價1,400萬馬克，約合新台幣21萬/kWp，是全世界效率最高的系統。

目前太陽電池成本已比四年前降低一半，全世界各國不論是大國或小國、弱國或強國、已開發或開發中國家，都積極推廣應用。依筆者觀察，熱衷發展太陽電池的國家大致上分可成兩大類：

1. 野心國— 如日本、德國、美國，積極發展的目的有二：(1) 企圖挾其技術領先地位，掌控未來全球市場；(2) 解決未來內部供電問題 (10或20年後)。
2. 跟隨國— 如歐洲小國 (奧地利、匈牙利、瑞士) 或開發中國家 (印度、中國、伊朗等)，其推廣目的有二：(1) 宣示作用 (大於實質能源供給貢獻)，表達對京都議定書之回應；

(2) 太陽電池發電技術屬高科技的輕工業，即使是開發中國家，在時機成熟時，仍有機會切入，挾其低生產成本，甚至可以攻佔市場。至於已開發國家的小國 (如奧地利)，則將重點放在建立自主產業 (本土產業)，提供就業機會。

因此，1998年奧地利政府補助太陽電池發電裝置量便達550 kW，比1997年 (400kWp) 成長37.5%。印度的太陽電池產業號稱世界第三 (1997)，年產量達11MWp，佔世界9%產量，有75家公司經營相關產品。2002年印度的目標裝置量是70MWp。伊朗政府也計畫在未來五年內，將太陽電池發電之裝置量達4.34 MWp。義大利的近期目標則是3MWp；匈牙利1997年產量2.5 MWp，預計1999年5MWp，2001年10MWp。

如果將我國列為「跟隨國」一份子，可能具有其他跟隨國所沒有的競爭優勢，主要原因為：(1) 我國半導體製造業不但規模龐大，更挾著高人力素質、高生產效率與製程改良能力，其他跟隨國很難競爭；(2) 我國同時擁有龐大而健全的太陽電池發電週邊技術產業 (電力電子)，是許多跟隨國所沒有的。因此，除了對京都議定書的回應外，我國在發展太陽電池發電上，可能是所有跟隨國中的佼佼者。

綜合觀之，日本仍然是現今對太陽電池發電推廣最瘋狂的國家，去年已宣佈將2010年太陽電池發電的裝置量，由原定的4,600 MWp提高至5,000MWp。1997年日本新陽光計畫所有預算的50%以上投入太陽電池一項，光是獎勵補助預算即高達111億日圓，1998年為147億日圓，1999年達162億日圓。另外，還有補助工業應用之太陽電池發電，1998年為24億日圓，1999年也是24億日圓。太陽電池技術開發預算1997年為70億日圓，1998年為74億日圓，1999年達82億日圓。

目前國內已有三家公司設廠生產太陽電池，今年開始投產後，全球太陽電池市場可能將掀起一翻波瀾。

## 二、風能

風力發電是目前技術最成熟、最具經濟效益的再生能源發電，發電成本已降至3.0至7.5美分/kWh之間 (約新台幣1.1-2.4元/kWh)，接近市價。因此，世界各國均積極開發。1999年歐洲總裝置量已達8,349MW，比1998年的5,059MW足足成長3,290MW (65%)，是一個大躍進。其中德國3,899MW (1998年為2,233MW)，丹麥1,761 MW (1998年為1,173MW，佔該國電力之7%)，荷蘭406MW (1998年為337MW)，英國351MW，西班牙1,131MW (1998年為526 MW)，2010年歐洲的風力發電將達40,000MW。丹麥企圖心更大，預期在2030年風力發電達5,500MW，其中離岸型 (offshore type) 風力機將佔4,000MW。

美國風力發電裝置容量在1999年達2,704MW (1998年為1,600 MW)，成長69%，也是大躍進。

在亞洲地區，1999年裝置容量達1,363MW，主要分佈在中國大陸、日本、印度。我國台朔重工在麥寮六輕廠區建造我國首座商轉風力電廠，四部600kW風力機，共2.4MW，將在今年十一月完工。

風力發電技術之進步可謂突飛猛進，人類已成功將航太技術導入地面應用，現今的風力發電技術再不像過去給人的刻板印象：效率低、吵雜、故障率高、破壞景觀。跟據英國Robertson Bell Associates公司對Taff Ely風力發電場 (1993年建成，採用20部450kW風力機) 週圍3公里內的居民的民意調查結果，63%居民支持風力發電場，只有4%反對，71%居民認為風力發電場並不影響景觀，反而認為風力發電機使當地風景更具特色。

由於技術進步迅速，風力發電的單機發電量已由1980年的400 kW，提高至現在的2MW甚至3MW機組，因此成本大為降低。再

加上離岸型 (offshore) 風力發電機技術的成熟與導入，風力發電將是成長最快速的再生能源發電。主要原因為使用量大，而導致能夠透過量產技術進步來降低成本，另外商業競爭也越來越激烈，使得近兩年內成本下降25%。

### 三、太陽能熱水器

太陽能熱水器是傳統技術，已具經濟效益，且有一定市場，近年來推廣緩慢的主要原因為宣導不足。太陽能熱水器對能源供給的貢獻度很高，因此歐洲許多國家已開始推廣，義大利擬在三年內，推廣太陽能熱水器集熱面積達7萬米方（約我國目前每年裝設量），政府補助一半。奧地利1997年累積裝設面積達160萬米方（我國為80萬米方），荷蘭目前太陽能熱水器裝設量為2.5萬台，2020年目標為1百萬台。

中國大陸2000年累積裝設面積將達880萬米方，印度在2002年達50萬米方。日本在2010年將由太陽能熱水器取得550萬公秉油當量 (KLOE) 的能源，約為太陽電池發電 (45萬KLOE) 的十二倍，裝設普及率約12%。

我國必須積極推廣太陽能熱水器，加速普及率至20%以上，才有可能將再生能源供給提升至3% (2020年)。本屆會議也發表許多太陽能熱水器之論文，共同點為朝創新設計以降低成本，或與建築結合，這也是我們正在努力的目標。

### 四、「熱電共生系統」

本屆大會同時也舉辦再生能源產品展覽會，有一百多廠商參展。參展內容主題以太陽電池、熱電系統、與風能為最多。其中熱電系統 (combined heat and power, CHP) 較為特別，CHP主要強調分散式發電並結合廢熱利用，總能源效率高達80%以上，將是未來新能源產品主流，目前燃料以生物能 (廢木) 為主，未來可結合太陽電池、燃料電池、瓦斯引擎等，並利用廢熱製冷氣。此一產品在歐洲市場有日漸擴大之趨勢，值得密切注意。

我們日常生活所倚賴最深的電力，它是初級能源 (如油、天然氣、核能等) 在發電廠經能量轉換成電力後，再輸送至用戶。其總能源轉換效率約百分之三十六，另外的百分之六十四是變成廢棄能源，在發電廠經煙囪排入大氣，或是經海水排入海中，或是沿著輸配電線沿路散失。當電力輸送至家中，用來推動冷氣機時，又將室內熱能與輸入之電能一起排向大氣。能源利用效率之低，以及造成環境污染之嚴重不言可喻。人類便是在這種所謂的科技發展中，一直浪費大量能源並破壞環境，朝向自我毀滅之路邁進。因此，如果說二十世紀人類最重大的革命是電腦革命，那麼可以預測二十一世紀人類的最重大革命將是「新能源革命」。

永續發展觀念下的未來能源供給趨勢也將朝向新能源，包括：(1)「分散式高效率供電系統」，建築物、社區獨立供電系統，用戶自備部分電力，以及(2)多元化能源 (如酒精汽油

、太陽能、風能、氫能、地熱等再生能源)。試想不久的未來，我們住家陽台或後院，可能裝設有一套1-7 kW發電系統 (CHP)，採瓦斯或石油燃料或太陽電池發電，自給自足，有多餘發電時則轉賣給電力公司以供應附近用戶，如果發電不足則向電力公司買入。發電之排熱在夏天用來推動熱驅動式冷氣機以供應冷氣，冬天則用來供給熱水，或其他應用 (如工業加熱應用)，整體能源利用效率高達百分之八十甚至九十以上。這就是歐洲正在開始流行的CHP型，傳統所謂的「集中式發電」觀念將逐漸被「分散式熱電系統 (CHP)」所取代。適值國內為核四是否停建紛擾不安之時，歐美先進國家對分散式發電系統的積極推廣作為，值得我們省思。

## 吸附式空調系統介紹

李文興

### 前言

吸附式系統為一種不破壞環境，又能有效利用低溫熱源 (約70°C~80°C，如：太陽能) 的製冷系統。吸附式系統與機械壓縮式系統相比，吸附式系統具有無噪音、結構簡單、運轉費用低、不會污染環境等特點。與吸收式相比，吸附式可利用較低溫度的熱源，且不會有結晶與精餾的問題。

太陽能吸附式系統可分為基本兩種形式：

- (一) 間歇式系統：利用日夜交替自然循環。優點為結構簡單，價格便宜。缺點為制冷效率低，COP最高僅 0.3。
- (二) 連續回熱式系統：利用多個吸附器交替進行吸附及再生，並有熱量在吸附器回收利用，是太陽能吸附式系統獲得廣泛利用最有希望的結構類型。優點為性能可靠，制冷效率高，COP值可達到0.6。缺點為結構複雜，成本較高。

### 吸附基本循環原理

基本的吸附式循環如圖所示，由一個吸附器、蒸發器冷卻器以及膨脹閥所組成。吸附劑在吸附器內加熱至最高再生溫度，吸附劑內的冷媒在凝壓壓力下再生出來，進入冷卻器冷卻成液態。再經過膨脹閥降壓，送入蒸發器吸熱制冷。然後再將冷卻吸附器內此時已經完成再生的吸附劑冷卻至最低吸附溫度，從蒸發器出來的汽態冷媒在蒸發壓力下被吸附劑再度吸附，而完成一循環。

### 研究現況

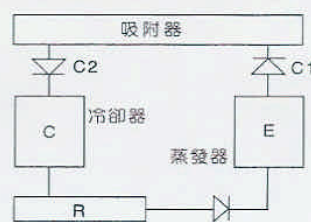
日本Tokyo-Gas公司已經成功開發出商品化吸附式系統所採用的吸附劑為矽膠和水，熱源為工業與汽電共生的廢熱。法國的M. Pons所建造的太陽能吸附式制冰機最具實驗研究代表性，並實測分析計算循環參數對制冷性能的影響。

大陸王如竹等學者最近開發一套太陽能熱水器——制冷空調複合機的裝置，將真空型集熱器用於活性炭——甲醇吸附式制冷循環中，具有供應熱水及制冷功能。施鋒等學者曾對吸附式系統的太陽能集熱裝置的類型和特性提出分析，探討其結合方式，並應用影響系統效率的各因素，提出完整的系統整合方案。

台灣處於剛起步的階段，雲林科技大學賴世民教授，曾以矽膠—水作為吸附劑，做出冷卻容量35.5W的間歇式系統，並完成數值模擬。而中原大學的鍾財王博士與文化大學的陶維翰博士則對吸附對的吸附量進行研究。

### 未來研究

吸附器是整個技術的關鍵，其重要性相當於機械壓縮式系統中的壓縮機，因為其功能具有質傳與熱傳雙重功能。要達到高效率與制冷量，就要從改善吸附器開始。吸附式制冷系統的容量控制，無法像機械壓縮式與吸收式系統，目前尚無適合的方法，需要隨著吸附式系統的發展而做不斷的深入研究。



基本吸附式循環示意圖

# 太陽能熱水器性能測試標準改進研究

張俊民

太陽能熱水器目前性能測試標準是依據民國78年經濟部能源委員會所研究制定的國家標準CNS B7277-12558，且再經十年之應用改良而成，十年來發現測試標準尚有下列缺陷：(1)太陽輻射型態影響全天效率之測試，(2)季節變化之太陽入射角不同等問題所造成全天效率測試之不準確。

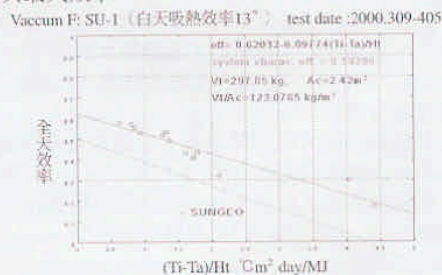
因此本計劃針對三台熱水器(仰角分別為23.5°、24°、13°，今年九月起有六台熱水器一起測試)各自搭配與其仰角相同之獨立日射儀，與三台共用一台日射儀(如民國75年至80年之第一次獎勵補助檢測方法)之兩項研究測試與比較，以作為今年4月起開始實施之「太陽能熱水系統推廣獎勵辦法」檢測之部份改進依據，並維護未來產品檢測之公正性，減少廠商之爭議。此項研究目前已有初步之結果，但仍須持續測試以確定其結果的重覆性。在太陽輻射型態影響全天效率測試方面，本研究在全天效率測試資料加入 $R_i$ (上午累積日射量與下午累積日射量之比) $\leq 2.0$ 之篩檢，根據分析，可解決所測出之全天效率因白天天氣變化散熱以致之不正確性。此外，本計劃自今年之1月(計劃進行之前)即開始每月以不同仰角之日射儀收集日射量並追蹤每月之太陽天頂角，以作為以上所提太陽輻射型態及季節變化影響全天效率測試之參考與修正，並可望為未來太陽能熱水器產品發展與檢測改進之依據。

本計劃依目前進度，可分成三大項為(1)熱水器具獨立日射儀之測試；(2)熱水器共用一台日射儀之測試；(3)太陽天頂角隨著季節變化與熱水器仰角之關係。以上之(1)(2)已包含本計劃至目前為止之進度，所使用之三台熱水器中二台為金屬平板式，一台為真空管式，而(3)為計劃外附帶加入之研究，為有關太陽能熱水器仰角設計之問題。

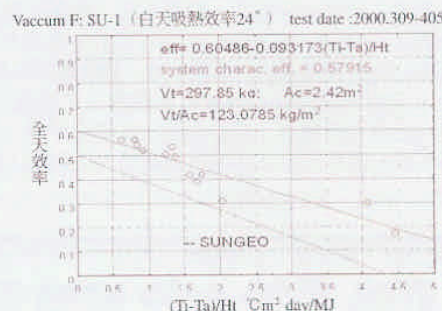
在測試資料分析方面，除了採用民國78年所制定的太陽能熱水器性能測試國家標準CNS B7277-12558的改良版外，並加入太陽輻射型態篩檢因子 $R_i \leq 2.0$ 、每天測試初始水溫之調整(可調整系統參數  $X = \frac{T_i - T_a}{H_t}$ ，使資料點平均分佈)及每台熱水器配置與其仰角相同之獨立日射儀作測試，以維持測試之準確性。

經由熱水器具獨立日射儀與所有熱水器共用一台日射儀之比較，初步測試結果顯示熱水依理論及實際測試均應以其熱水器本身相同仰角之日射儀來作全天效率之計算較正確，而不應以共同日射儀之形式來作效率計算(如圖一、二)，否則在一整年中將會出現有+4%~-4%之誤差(預估，待長期追蹤)。若再加上測試誤差(3%左右)則可能產生之誤差為+7%~-7%。在太陽天頂角與熱水器仰角設計之關係方面，本計劃至2000年1月起即分別以仰角13°及24°之日射儀收集每月之日射量以推算一年之中每月太陽天頂角(或太陽)之位置，實驗結果得知一月至四月太陽天頂角

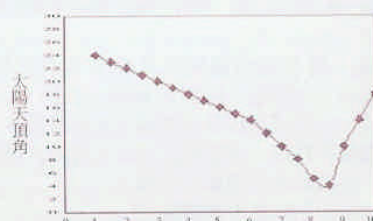
較靠近24°，因此仰角24°之日射儀所接收到之日射量較高；五月後太陽天頂角已由四月初之18°左右(日射儀仰角13°及24°之平均)逐漸變小，因此仰角13°之日射儀所接收到之日射量較高。本計畫案亦在本年度七月之研究中另放置一仰角為1°之日射儀加入整年的測試分析，配合13°、24°仰角之日射儀，可知一年之中太陽天頂角之變化情形(如圖三)，如此可作為太陽能熱水器依季節用途(冬季之用熱水器、夏季之冷凍空調、工業製程預熱等)不同，而重點式或可調式之選擇其仰角，以保持熱水器可依其用途之不同而發揮其最大效率。



圖一 F台 (SU-1廠商) 全天效率



圖二 F台 (SU-1廠牌) 具共同日射儀全天效率



圖三 太陽天頂角全年變化情況(資料89年1月至89年10月)

## 兩岸太陽能界大合作 本中心將舉辦研討會

為加速發展國內太陽能應用，促進兩岸太陽能產業之交流與合作，本中心在經濟部能源委員會支助及太陽能學會、工業技術研究院能源與資源研究所、工業材料研究所等單位協辦下，預定於今(89)年12月8日(星期五)假台灣大學工學院綜合大樓國際會議廳，舉辦「2000年海峽兩岸太陽能產業發展研討會」，邀請中國國家發展計劃委員會能源研究所副所長李俊峰教授、北京清華大學殷志強教授、北京清華大學王斯成教授以及上海交通大學王如竹教授等四位中國太陽能專家，發表專題演講。同時並由工研院能資所、材料所及本中心研究人員報告國內研究成果，另中國相關太陽能業者也將一同來訪，與國內業者交換發展經驗並促進商機。

可預期屆時海峽兩岸太陽能相關專家齊聚一堂，將為國內太陽能業界之一大盛事，歡迎有興趣者共同參與，詳情請洽本中心  
電話：(02)2363-6576或傳真：(02)2363-1755

