

4港校60科學家 掀太陽能革命

研「採儲用」三軌並行 盼增日光電力比率九倍



汪正平開發高能量密度及高能源密度的「超級電池」。馮晉研攝

有關智能化太陽能研究獲研資局「主題研究計劃」資助，由中大工程學院院長汪正平負責統籌，聯同該校以及科大、理大和港大等組成60人跨校團隊，包括25名「教授級」人馬，在今年1月開展。汪正平接受本報專訪時指，研究的具體目標，是在2018年率先在中大伍宜孫書院應用成果，一次過結合採集、存儲和應用太陽能新技術，供應整體建築物一成的電力。

採集：開放新材料 增電池性能

有關研究全面包括太陽能各個流程，首先是採集 (Harvesting)，汪正平解釋，要收集太陽光並將之轉化為電，這有賴開放新材料提高太陽電池的性能，團隊中的材料科學家及化學家就此按多個課題進行探究，包括開發透過真空沉積技術製成的銅銦鎵硒 (CIGS) 薄膜太陽電池 (詳見另稿)；以溶液技術製作激子太陽電池，以及利用化學燃

能源是全球人類社會發展面對的最大挑戰。在香港，政府早前就未來能源發電燃料組合完成公眾諮詢，當中的引入內地網電及增加天然氣發電比例方案被指各有弊處，而開發潔淨便宜且高效的太陽能，將是環境可持續發展的重要方向。不過，要讓太陽能發電大規模付諸實踐，卻有連串技術問題待克服。由香港中文大學組織本港另3所大學共60名科學家，正進行香港歷來最大規模的太陽能學術科研項目，團隊獲撥款達6,000萬元，「三軌」並行研究智能化的太陽能「採集」、「存儲」和「應用」技術，長遠希望香港的太陽能電力比率，可由現時不多於1%提高至一成。 ■香港文匯報記者 馮晉研

料的合成開發人工光合作用、光催化和熱電效應等太陽能採集技術。

存儲：取長補短 製「超級電池」

由於太陽能採集受天氣影響，所產生的電力必須儲存起來以備陰天或晚上時有足夠的供應，項目第二部分正是針對存儲 (Storage)，由本身為國際電子工程權威的汪正平主力負責。

他介紹說，一般開燈使用的「蓄電池 (battery)」能源密度高，但功率密度低，可用較長時間，但電力較弱；相反，「電容 (capacitor)」功率密度高，但能源密度低，電力雖有足夠強度驅動電動汽車和電鑽等，但電池卻很快用完。

他的研究計劃結合「蓄電池」和「電容」，取長補短，利用納米材料如石墨烯，增加儲電體的表面積提高儲電量，開發能量密度及能源密度同時較高的「超級電池」 (Super Capacitor)。

應用：改進供求系統 實現智能控制

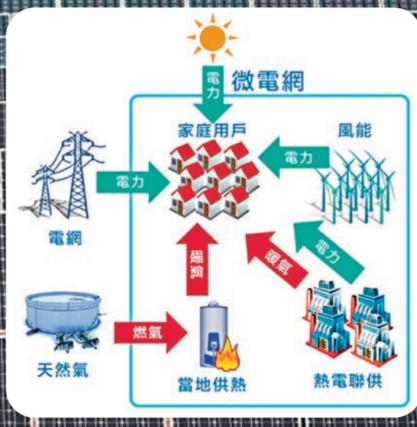
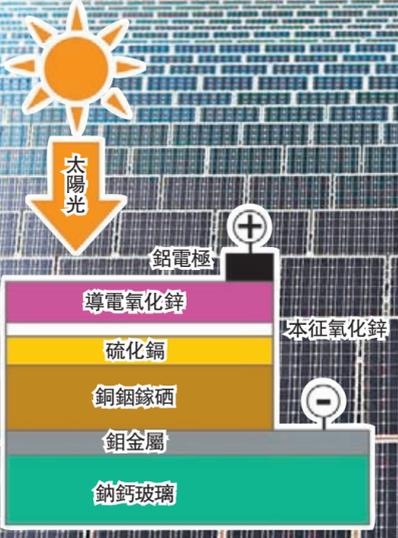
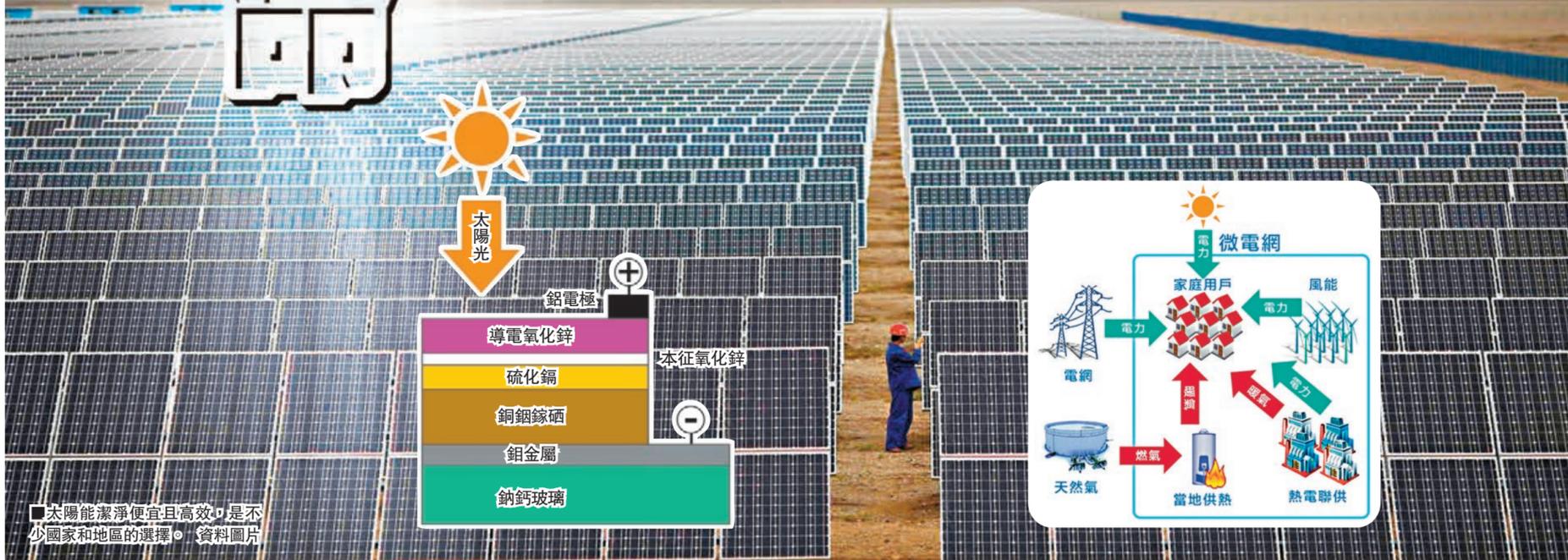
至於應用 (Utilization) 層面，汪正平指，研究團隊亦有針對改進電力供求系統，實現智能控制和管理，以增強太陽能技術和微電網 (Micro Grid) 系統的性能和安全性。他舉例，一般家庭可利用感應器等智能系統控制燈的開關，減低能源需求量，但現存的相關技術仍未普及，「不可以用智



汪正平(右一)利用納米材料如石墨烯，增加儲電體的表面面積提高儲電量。馮晉研攝

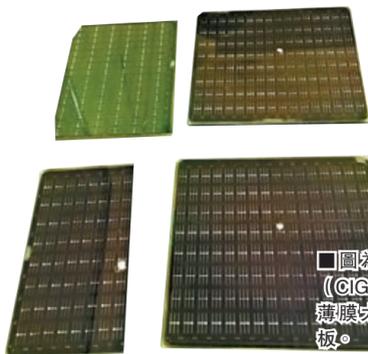
能電路控制和平衡電量供求？」另外，發電廠輸送電源到發電站會自然流失6%的電量，如何減低輸送間的電量流失，亦都有待研究。

汪正平補充，發電廠燃煤或者核能，都屬平均持續發電，但日間用量多，晚上用量少，會造成能源浪費；高峰期用電與平日需求量差異，當中的計算涉及大量訊息處理，是次研究項目亦包括與能源公司如中電合作，結合智能系統制定向不同用戶供電的策略，屆時「不用再查電錶，家中有一個 energy profile (能源檔案)，就可以看到哪裡用電、冷熱及浪費情況等」，從而調節電量減少浪費。



太陽能潔淨便宜且高效，是不少國家和地區的選擇。資料圖片

開發CIGS材料 光電轉化加速



圖為銅銦鎵硒 (CIGS) 製作的薄膜太陽電池板。馮晉研攝

如何研發新技術來更有效地採集太陽光並將之轉化成電能，毫無疑問是發展太陽能的首要工作。傳統的太陽能電池基本上都以硅 (Silicon) 為原料，但往往要面對生產成本高，以及太陽能板裝置難以配合多元環境使用的挑戰。是次的太陽能主題研究，其中一部分便是開發高性能真空沉積薄膜太陽電池，由中大物理系教授蕭旭東負責，以新的銅銦鎵硒 (CIGS) 化合物材料，製作成薄膜太陽電池。



蕭旭東負責研究用銅銦鎵硒 (CIGS) 製作的薄膜太陽電池。馮晉研攝

他表示，新設計的太陽電池吸光後會產生「電子空穴對」，可轉化成電；但由於空穴和電子的「複合」會令兩者分別所帶的正負電荷流失抵銷，其研究希望能有效分離兩者，並從材料的特性入手，提高光電轉化效率。

元素四合一 有「先天」優勢

蕭旭東表示，成本高昂是現時太陽能面對的主要問題之一，以內地為例，以較廣泛採用的晶硅太陽能技術，一度電成本約8毫至9毫人民幣，較煤約5毫幾貴一倍，其研究希望將太陽能發電成本壓低至跟煤相若。他指出4種元素組成的化合物 CIGS (Copper Indium Gallium Selenide)，要製成太陽電池所需要材料份量遠少於硅，且製作過程也較少，有降低成本的「先天性」優勢。

爬山喻研究 山腰易登頂難

如何提高光電轉化效率亦是研究的重點。蕭旭東指，目前於實驗室層面全球最理想 CIGS 電池轉化效率達到 20.9%，即1,000瓦太陽光的可轉化成209瓦電；而中大5年前起研究 CIGS，至今能夠達到的19.4%轉化效率，已足夠商業化，但未來工作卻充滿挑戰，「就像爬山一樣，你有衝勁從地面到山腰；但山腰爬到山頂就很難！」他表示

示，希望能將研究目標提高到「山頂」(理論上最高的轉化效率)的32%，但只能「摸着石頭過河」慢慢嘗試。

蕭旭東續稱，要提高光電轉化效率須對材料物理性質有深刻了解。CIGS材料吸收光源後，每一個光子會相應分別產生「電子」和「空穴」，前者帶負電荷，後者是正電荷，稱為「電子空穴對」。為了充分利用每一光子，需要研究阻止電子和空穴的正負電荷「複合」(Recombination)，讓其運輸到導線收集及後到高壓線蓄電。

發掘材料缺陷 研究最大困難

材料本身的質素影響轉化效率，蕭旭東指，一些材料的缺陷 (Defect) 容易導致電子和空穴複合，浪費原本可用於發電的光源，而發掘材料的缺陷及將之改進為研究的最大困難之處，「材料本身有哪些缺陷，每種缺陷的特點是甚麼？哪一種缺陷是最壞？」這些都要仔細認識清楚。

另外，由於CIGS中的銅元素存儲量少，有用盡的一天，且銅同時可用於製造蒸餾，不同用途間的競爭會令成本上升。蕭旭東表示，是次研究亦會探討以存量多的鋅及錫將之取代，開發銅鋅錫硫 (CZTS) 作為新的太陽能電池的材料，初步希望能讓轉化效率達15%。

香港文匯報記者 馮晉研

工程學權威贊同「天然氣」方案

電案爭議

環境局發電燃料組合諮詢文件提出兩大方案，其一是從內地南方電網購買三成電力；其次是加大天然氣發電比例，由現時約兩成二增加至六成，有關公眾諮詢已經結束，暫時未有定案。而作為工程學權威，汪正平從可靠性的學術角度看，比較贊同「天然氣」的方案。

成本或升 環境影響少

汪正平表示，雖然增加使用天然氣的成本可能會上升，但其好處是低碳和潔淨，對環境影響較少。他指，香港工程發展面對人才和資源挑戰，以電子工業為例，與同屬「亞洲四小龍」的韓國、新加坡和台灣相比，近20年香港情況明顯最差，原因是本地電子工業生產線北移內地，且政府投入資源不足，窒礙發展。

可靠性高達99.9%，內地或相差1個百分點，偶爾可能會出現停電，未必能符合現今港人的要求，他認為是一個顧慮。

若引內地電 需應變計劃

而從電力管理角度，汪正平亦指，如果引入內地網電，本港電力公司需要制定應變計劃，萬一週上停電事故，可以迅速處理和修復問題。

他強調無論採取甚麼方案，亦應該要保留更多能源的選擇，因為依靠單一的供電來源，風險太高，而香港有條件發展太陽能和潮汐能，所以再生能源也應擔當重要的角色。他又提醒，本港人均能源需求極高，推動市民節省能源也是重點工作。 ■香港文匯報記者 馮晉研

嘆港生「醒卻懶」 盼改革課程「升呢」

人才培育

再生能源的太陽能的開發，涉及物理及電腦訊息等多個領域的知識和專才的配合，其中工程學有舉足輕重的地位。國際電子工程權威汪正平指，香港的工程學發展面臨嚴峻挑戰，除了資源外，人才培訓亦是一個重要的議題，他以中大為例，指港生優點是聰明卻懶散，加上學習時數較短及內容未夠深入，相比美國工程出身的學生有一段距離，必須改革提升學生質素，以促進業界的發展。

港生產線北移 礙電子業發展

旅美40多年，汪正平4年前回流成長地的香港擔任中大工程學院院長，今年初他再獲頒中國工程院外籍院士銜，對工程教育有獨到見解。他表示，香港工程發展面對人才和資源挑戰，以電子工業為例，與同屬「亞洲四小龍」的韓國、新加坡和台灣相比，近20年香港情況明顯最差，原因是本地電子工業生產線北移內地，且政府投入資源不足，窒礙發展。

後排打機聊天 課時較美校少25%

在人才培育方面，汪正平指，香港學生聰明但懶散。他指自己平日在中大觀課時便發現，一般只有前排學生用功，後排學生多「古靈精怪」地聊天、打機或者打短訊，希望「要給學生知道，不是入來坐就可以畢業，(學院)會踢人(出校)」。

他指香港與美國同樣的四年制大學工程專業相比，香港上課時間平均較美國少達四分之三，「別人每堂50分鐘，我們45分鐘，少了10%；別人上15周課我們13周，又少約15%；別人教得快和深，我們甚至較10年至15年前教慢了，教的內容也減少。」

香港文匯報記者 馮晉研