

太陽能見新天 港研發電效能升呢

延長分子「熱辣」狀態 光轉電時間多數千倍

「973計劃」雖是中國的大型科研項目，但同樣重視國際合作和交流。根據《中華人民共和國政府與歐洲共同體科學技術合作協定》，科技部已開放973計劃，讓歐盟國家的科學家可與中國科學家聯合申請、承擔973計劃項目。

二〇一三年十一月十日(星期日)
香港文匯報 WEN WEI PO
版面設計：周偉志
責任編輯：吳欣欣

自踏入工業時代起，由燒煤炭，到石油、天然氣，以至水力、風力、核能等，人類一直在尋找更好的能源，當中涉及大量重要科學研究和發明創造。香港大學合成化學國家重點實驗室主任支志明所帶領的973研究項目「金屬配合物激發態的基礎與應用研究」，就圍繞化學物質吸收太陽光下的「激發態 (Excited state)」，引申出相關的光電轉換及光催化

研究，並期望以太陽能作為能源和環境問題的最終解決方案。近日，研究團隊成功做到每個光子有一半機會可將化學分子變成激發態，而於常溫的激發態壽命，更由現時百萬分之一秒，延長數千倍時間至千分之五秒，令光能有更多時間、更大機會轉化為電力，為未來的太陽能發電作出極重要的突破。
■香港文匯報記者 歐陽文情、任智鵬



支志明的研究團隊將激發態壽命延長幾千倍。 莫雪芝 攝



太陽熱能

延長分子吸光後的帶高能量狀態

擁有更多時間轉光為更多電力



支志明獲獎無數，近日又獲得英國皇家化學學會頒發Centenary Prize。 莫雪芝 攝

支志明表示，研究中的金屬配合物，即帶金屬的化合物，被視為具備更佳接收光的特性 (見另稿)，於日常生活很常見，包括植物產生光合作用必須的葉綠素，當中亦有鎂元素。而「激發態」簡單而言，即在吸收光後帶高能量的狀態。

他進一步解釋說，項目的目的正是更有效利用太陽能，「研究的中心思想圍繞能源和環境，這是任何地方都面對的問題，有了乾淨能源，就有乾淨環境。怎樣才算乾淨能源呢？最重要是無廢熱、無污染，太陽能就最好了。」

曬發瞬「冷卻」難有效儲能

因應轉化太陽能有待克服問題，支志明提出三大困難，首先就是不能有效儲存能量。舉個例子，當把手放在太陽下照曬，手的分子會吸收光，變成激發態，但它只能感受到熱力，而無法控制如何運用這來自太陽的能量，他形容說：「這樣就沒有作用，最終變回常態。」

此外，能源的穩定性也很重要。現時太陽光照射下來，一直在產生激發態，吸收光後，能量又瞬間下跌，變成「只有熱，沒有用」。所以，支志明團隊的其中一個研究方向，就是要更有效掌握激發態的運作，從而將太陽的光能轉化，並讓有關能源能予以應用，「但難度就在於它要能夠大量吸收，如果幾百萬個光子只能吸收幾個，也是沒有用的」。

激發態短命「做咩都唔靈」

當中最關鍵的難題就是，激發態太「短命」，一般只以十億分之一秒(10-9s)為單位。支志明形容「壽命短，就做咩都唔靈！」他表示，激發態能帶很高能量，氧化能力可媲美氧化劑，還原能力和金屬原子相近，但要將之應用，例如轉換為電力，必須經過傳遞，「這些牽涉第二種物體，一定要讓他們有時間走在一起」。雖然至上世紀末，激發態的壽命已被改良至百萬分之一秒(10-6s)，時間已經長了很多，但支志明坦言那始終難有效利用。而那也是現時太陽能轉化為電力效率較低的原因之一。

所以，延長激發態的壽命就是支志明團隊的重要課題，而有關973項目開展不足一年，已作出重要突破，「現時我們做到常溫裡5x (10-3) 秒 (即千分之五秒)，比之前多了超過幾千倍，而且我們一個光子有50%可變激發態」。有關激發態的穩定度及所延長壽命的成果，對未來以更有利的化學材料進行太陽能轉化踏出重大一步，支志明更信心十足地表示：「我相信這會是一個成功的項目。」

「土產」科學家冀港增科研投入



肺腑之言

支志明早於1995年已成為中國科學院院士，今年又當選美國科學院外籍院士，獲獎無數，是港人引以為傲的「土產」科學家，這次帶領「973項目」更被視為「為港爭光」。但一直強調香港需要自強的支志明對此說法卻有所保留，反問道：「這與香港有甚麼關係？香港一毛錢都沒有付出。」語氣微愠的他無奈表示：「我覺得香港對科學家無必要那麼Mean (刻薄)，如果制度可以好一點，投入可以多一點，(結果)就已經很不同。」

向內地「單向輸才」恐被邊緣化

記者年多前曾與支志明做訪問，當時他說起科研發展，已對香港社會「不爭氣」的風氣——自己不付出，卻想憑科學家到內地爭經費——深感不妥。時至今日，他依然心中有火，「別人說我帶領973項目是『為港爭光』，這與香港有甚麼關係？香港一毛錢都沒有投進去！有些人常常說香港沒有錢，你和國家比當然不多，但你和內地一個省比，就比別人多得多，還好意思要把別人的資源

拿來用」。

這次帶領國家「973項目」，他的心情也十分複雜，一方面多謝內地的大方，另一方面，也憂心香港的將來，「政府有意無意把香港科學家推回內地，讓我們培訓內地的年輕人；我們拿香港的工資，卻沒有全力培訓自己年輕人。內地的年輕的研究人員參與這樣的項目，從頂尖科學家身上學習，他們會做得越來越好，香港則越來越差，簡直『越窮越見鬼』，對香港年輕一輩很不利」。

「雖然科學研究不應區分地域，但我始終是香港土生土長，對這裡有感情，人畢竟是人」。

在這樣的「單向輸出」下，支志明直言，長久下去香港會被邊緣化，「我到了這個年紀，也不用再為名去爭取甚麼；但如果香港不夠資源，香港的科學家就自然要到內地做研究，支持內地，我自己是希望留在香港的，但如果香港沒有配套，我可能最終都要到內地做」。

政府支援少 兩地「不公平競爭」

「我希望香港可以保持狀態，如果香港科學家有資源也可以發揮」。不過，現實狀況卻令他遺憾，「政府有沒有給支援我們？他有多重視科學？現在香港的薪酬已不比內地多，但內地一個學系就已經七八十個老師，現在兩地科研處於『不公平競爭』」。
■歐陽文情

四大「遠景」 望光化學重心歸「中」



心有宏志

除延長激發態壽命外，支志明帶領的研究團隊，亦在多管齊下進行不同的研究課題。其中包括光電轉化的另一方向，將電力高效地轉為光的新型OLED (有機發光二極體) 照明材料；另外，團隊亦做到超高水平的光催化，研發出透過吸收太陽光以產生極大量氫氣的化學體系。他形容說，上世紀光化學的重心在歐美等地，希望憑科研人員的努力，將有關重心逐漸移至香港和內地。

世上最有效利用太陽光的，不是最厲害的科學家，也不是最厲害的太陽能板，而是自然界，支志明解釋說：「自然界就能有效利用太陽光，透過光合作用，將它變成有用的化合物，但我們目前仍很難做到。」

冀拉膠向「熱頭」取能源

每個人對未來都有自己心中的圖畫，而支志明心中的圖畫則有4幅，首先是未來有了人造的模擬光合作用，「有朝一日，我們可以將二氧化碳和水，放一些催化劑，然後用太陽光一照，就可以變成糖 (食物)」。其次則是在工業化學品的生產上，可以用光去代替高能量化學

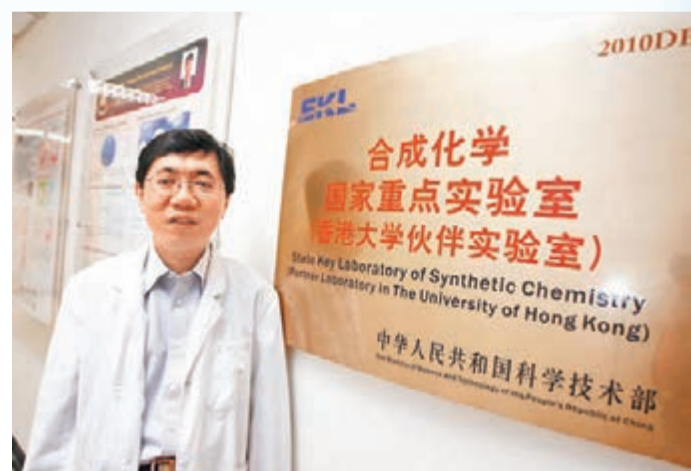
劑，做到零污染，「這個不難，但你要找到有實用價值、成本低、有選擇性，這才算是有用」。第三幅，則是利用太陽光去分解水，變成氫氣和氧氣，以生產化學燃料。最後一幅最夢幻，「以後拉開一塊膠對太陽光曬，也隨時可取得能源」。

創體系吸陽光產氫氣

說起這些「遠景」，支志明亦坦言這「太理想」，「隨便有一樣做到已經很好」。但在這一年的研究中，其團隊其實也造出了不少「打破工業上專利」的體系，「我們在OLED方面，找到些有效的物質，可以做到很高(電轉光)效率；另外我們也造了個體系，可以吸收太陽光，產生氫氣，而且有幾十萬個turnover (轉化數)，非常之高」。他又補充說，需要研究便宜的，「Earth abundant (自然界富含)」的材料，才能令以上工作有效率、有用處。

能有方方面面的成果，支志明笑言，其團隊的心得就是「專心做，心無雜念地做」，「而且成員都是很厲害的科學家，了解大家的科研環境和方向、成果基礎，大家互補不足」。
■歐陽文情

擺脫單線態 「進化」三線態



支志明是化學領域的頂尖科學家之一。 莫雪芝 攝

碰撞有理
要令激發態壽命變長，其中一秘訣就是要擺脫單線態 (Singlet state)，去到三線態 (Triplet state)。根據量子力學的理論，要達到有關狀態，就要有較重的原子，這也是是次973項目以原子質量較重的金屬去作為研究主體的原因之一。

單線態是分子吸收太陽光後，從基態躍遷到激發態的狀態。在單線態中，最高能量的兩個電子在同一軌道上自旋成對，互相抵銷，所以這個狀態會比較穩定，但壽命則較短。相比之下，三線態的壽命更長，但效率較低。

金屬利運轉成「推手」

不過，要將太陽能轉化，這

牽涉到第二者，就一定要有足夠時間進行碰撞，所以以三線態形式進行應更有利。支志明進一步解釋說：「為甚麼我們要用金屬呢？因為要由一個State到另一個State，根據量子力學，Spin (運轉) 不同是不容許的，所以當中要有一個『過程』。要改變State，就要有重的原子，這樣自旋運動 (Spin motion) 和軌道運動 (Orbital motion) 交叉時，就有可能改變Spin，有金屬就可以容易點從單線態變成三線態。」

要進一步提高其穩定性，這就和分子的設計、其身處的環境、如何控制其震盪相關，「這就是合成化學的設計。大自然很漂亮，所有分子都很協調，但這結構經過幾百萬年的演化，我們則用人工去造，希望達到穩定的目的」。
■歐陽文情