

發光分子聚照 五臟六腑現形

未來可望準確檢測生物 無燈泡也能照明

小知識

973計劃有「4個任務」：一是圍繞農業、能源、信息、資源環境、人口與健康、材料等國民經濟、社會發展等領域，開展多學科綜合性研究，提供解決問題的理論依據和科學基礎；二是部署重要的、探索性強的前沿基礎研究；三是培養科學人才；四是建設高水平的科學研究基地，以及跨學科的綜合科學研究中心。

二〇一三年十一月十六日（星期二）
香港文匯報 WENWEIPO
版面設計：周偉志
責任編輯：吳欣欣

個體力量往往有限，但當一個又一個個體聚集起來時，就能發出耀眼光芒。這裡說的不單是呼籲人類社會要團結的老生常談，更是世界根本的科學道理：化學分子「聚集誘導發光」現象的機理。

香港科技大學化學系講座教授唐本忠帶領的973項目「聚集誘導發光的基本科學問題」，聚焦研究近十多年始被發現並興起的「聚合發光」原理，以及所衍生的潛在應用，可望為未來的照明系統和顯示裝置帶來重大改變，及更全面監測人體疾病與環境污染。未來的社會，人類或者不再需要燈泡，只靠牆上的塗層便能發光；可以有更好的顯示屏；也可透過光去看清楚身體內部、了解身體狀況，以及做各項簡單但準確的化學及生物檢測。

■香港文匯報記者 歐陽文情、任智鵬

唐本忠帶領的973項目有兩大方向，一是從理論層面進一步探究他早年所發現的聚集誘導發光（Aggregate Induced Emission, AIE）（見另稿）現象，了解為甚麼分子越聚合越會發光，二則為應用研究。他強調兩者同樣重要，而透過探究原理，更能帶領大家走到更廣闊的學術領域，「只有當你理解為甚麼的時候，才能從別人的王國走到自己的王國，才可設計新的體系」。

傳至軟組織蛋白 偵測硬化毛病

至於有關AIE的潛在應用研究，涉及廣泛範疇，如與人體關係密切的「生物探針」，即生物傳感器。唐本忠表示，生物裡有很多東西憑肉眼看不見，像細胞，但專家可利用AIE發光劑讓人體內部「現形」，「現在雖然有電鏡，解像度很高，但它必須在真空裡做，這樣細胞就死掉了。但發光不需要真空，而且它在不同狀況可以發不同的光，這就可活生生的看到很多以前看不到的細節」。他進一步解釋其「聚合發光」的理論如何應用在生物檢

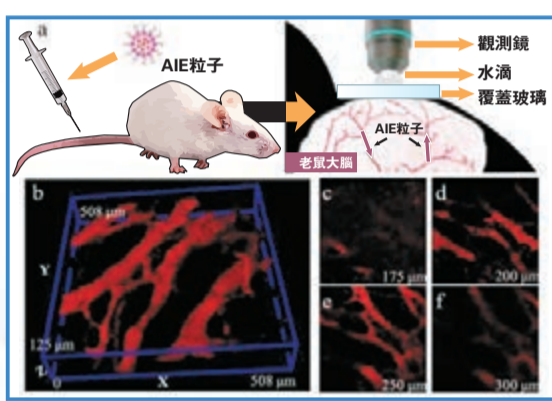
測，「人體組織，很多起作用的都是軟組織，例如大腦，如果硬了，會變癡呆；而肝硬化了，也有很大問題」，他表示，有研究發現人體組織變硬是與蛋白聚集有關，如果能將AIE分子傳送到身體軟組織處的蛋白，按照「聚合發光」原理，只要帶AIE分子的蛋白聚集在一起，它就會發光，這樣就可及早知悉哪些組織有變硬跡象。

AIE亦可發展成新的活體成像技術。唐本忠表示，其團隊已成功研發有關「雙光子發光成像」（Two-photon fluorescence imaging）技術，將AIE粒子注入老鼠體內，透過波長為一般光子雙倍、穿透力更強的近紅外線，藉以觀測老鼠的腦血管。有關技術可用於量度紅血球流動速度，對了解藥物影響及成效非常有幫助，而且雙光子雖然不及X光清晰，但對身體沒害，只會覺得有點熱。

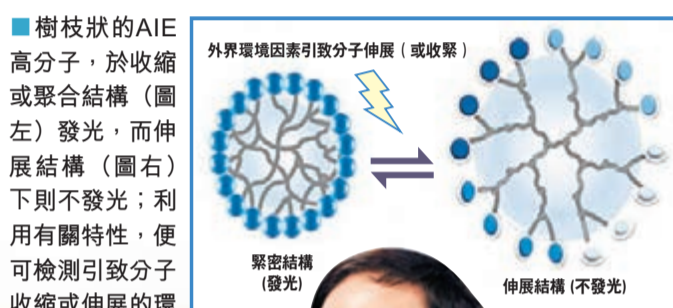
此外，透過設計具針對性、能與目標物質結合的AIE粒子，還可因應其發光情況，檢測尿液裡是否有糖或蛋白，或為運動員作禁藥檢測等。

材料受壓發光 可知飛機隱患

除生物方面，AIE分子的應用範圍更可包括化學以至物理類的傳感器，如前者可用於污水檢測，當接觸到金屬、有機或無機粒子，以及細菌時，AIE分子可發光示警。另AIE發光材料還可用作檢測溫度或壓力，唐本忠舉例說：「現在航天飛機的風洞測試，會用十級風去吹，有些機件缺陷也未必能看得見；但如加上AIE壓致變色材料，在不同壓力時可發出不同的光，便能更方便看見有損壞地方。」



■團隊成功研發「雙光子發光成像」技術，透過將AIE粒子注入老鼠體內，可觀測其腦血管。AIE粒子於老鼠腦血管內的影像圖。 受訪者供圖



■樹枝狀的AIE高分子，於收縮或聚合結構（圖左）發光，而伸展結構（圖右）則不發光；利用有關特性，便可檢測引致分子收縮或伸展的環境變化，如溫度轉變等。 受訪者供圖



■唐本忠帶領的973項目聚焦研究新興的「聚合發光」原理。 曾慶威 攝

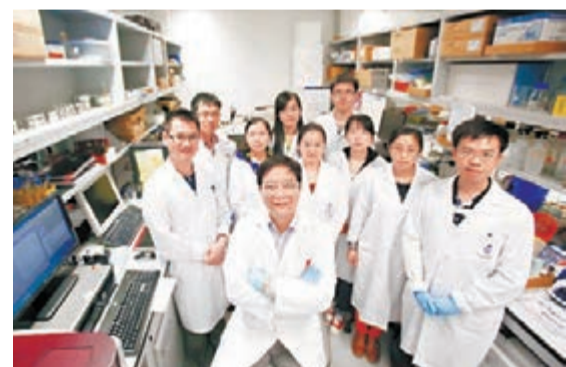
「高」「小」分子

工業應用廣 VS 發光性能好

各有千秋

由唐本忠帶領的973項目，其中兩個課題分別針對AIE小分子體系和高分子體系，這對顯示屏或照明尤其重要。唐本忠表示，小分子和高分子「各有千秋」，前者可做到純度高，令發光性能更好，後者則應用性強，可以大面積、連續地生產。唐本忠解釋說，在有機化學中，分子質量在1,000以下的分子，一般可稱為小分子（Small molecule），分子質量在1萬以上的就是高分子，也稱為聚合物（Polymer），另1,000到1萬的則稱為寡聚物（Oligomer）。雖然其組成元素大致相若，但因結構、大小的差異，性能均有很大區別。

唐本忠指，像糖等小分子一般沒甚麼機械強度，一碰就散，不太好加工，要透過加熱將它變成蒸汽，再依附於指定地方，「但這種技術很浪費能量」。惟小分子亦有其優點，就是可做到純度很高，發光性能比高分子好，某知名品牌的智慧顯示屏，用的就是小分子發光材料。高分子聚合物則不一樣，工業



■唐本忠的團隊雲集兩地精英。 曾慶威 攝

加工性能較佳，如可作旋塗塗層（Spin coating），利用離心力將溶液塗成一層，可大面積、連續地進行工業製造流程，效益更高。但因高分子結構大，容易出現缺陷影響發光能力，例如化學合成高分子時，多會用上金屬催化劑，如未能成功去除，這些雜質易引致發光猝滅，令其失去AIE特性。

試用樹枝狀結構測環境變化

然而，近年科學界亦在「搞搞新意思」，希望從分子形狀入手作突破。如傳統上高分子聚合物都是長條狀，有點像意粉，而是次團隊中的研究人員則嘗試樹枝狀（Dendrimer）結構，探究其AIE發光特性及應用潛能。他表示，具AIE性能的樹枝狀高分子，一收縮或聚集就發光，一伸展開就不發光；這樣就可用作傳感器，當溫度、酸鹼度等條件令分子收縮或伸展時，便可憑發光情況檢測有關環境變化。

■香港文匯報記者 歐陽文情

穗建體系拓OLED效能

是次整個973計劃的「聚集誘導發光」研究課題，亦包括於光電轉換領域的應用方面，當中「重頭戲」正是OLED（有機發光二極管）的相關研究。近年OLED的效能越來越高，應用層面更廣，包括已被直接採用為智慧手機顯示屏。而唐本忠的團隊要做的，就是了解其進一步、更廣泛的應用。目前，該團隊正在廣州建立自己的OLED體系，相信明年起就會有很多研究數據。

香港電力很大部分花在照明上，唐本忠指出，若能研發出節能方法，就可節省很多能量。但講發光就必須要有發光材料，以有機材料製成的OLED，耗電較少且容易加工，是近年廣受注意的研究領域。團隊會探究將AIE應用於OLED中，及研發更具效能的照明和顯示技術。而有關有機材料被適當地加工後，更可以塑料薄膜的形態大面積地塗抹，為照明技術發展開拓更多可能性，「以後燈泡可能會消失，在牆上塗一塗，牆壁就是發光源」。

研用有機物塗牆變光源

然而，目前研究團隊還在建立本身的OLED體系，唐本忠解釋說：「以前我們是跟別人合作，現在我們於廣州建立自己體系，就可自己做器件，至明年、後年就應該會有很多數據。」

■香港文匯報記者 歐陽文情

兩地精英合作擦新火花

相得益彰

作為目前僅有的4個能領軍973項目的香港科學家之一，唐本忠認為，香港能參與「973計劃」非常有意義，「香港已經回歸了，也該為國家做貢獻，能參加大項目，讓兩邊學者多交換意見，對雙方都有好處」。

唐本忠坦言，在科學領域進行研究，要「做大、做深、做好」，必須群策群力，「香港要做大事，就一定要和內地合作，因為香港才這麼小的一點」。

他強調，能參與這樣的大型項目，有那麼多頂尖人員一齊研究，那肯定是好事。雖然團隊中每人的背景都不盡相同，但唐本忠認為這有利於研究，「異質性有異質性的好處和壞處，溝通會慢一點，但因為每人背景不一樣，容易有火花和新的突破點」。

而他的973項目就集合了8個單位的人員，包括科大深圳研究院、華南理工大學、武漢大學、北京理工大學、北京大學、吉林大學、浙江大學和中科院理化技術研究所。不同單位亦互相合作，就不同課題進行研究，當中課題組包括AIE小分子體系、AIE高分子體系、光電轉換器件等。

■香港文匯報記者 歐陽文情

打破定律

十多年前，唐本忠就打破了科學界認為當可發光的化學分子聚集在一起就會「熄滅」，即「聚集淬滅發光」（Aggregation-caused quenching, ACQ）的定律，研究出特定的發光分子在聚集狀態中，仍可高發光，也就是AIE的原理。

傳統的有機發光分子的形狀像塊平板，疊在一起，分子間相互作用和影響，最終淬滅發光。唐本忠則採用改變分子結構的方法，用螺旋槳狀分子使它們彼此撐開，最終就像一個個人在「擠地鐵」一樣，「如果大家聚集一起，就像平時人們擠地鐵一樣，連動也動不了，能量就不容易揮發掉，所以反而能發光」。

■香港文匯報記者 歐陽文情

巧用妙法「擠出」AIE理論