

你有沒有想過，家中的護膚霜不單能讓你容光煥發，更可助你變得「電力十足」？在能源相關領域，發電產能的研究固然是焦點，儲能儲電的電池項目亦同樣受關注。中文大學學者盧怡君及其團體，今年全球首創將生物學原理用於電池領域，針對廣泛應用的鋰離子電池的易燃風險，利用護膚霜常見的成分聚乙二醇（polyethylene glycol, PEG）作為穩定劑，令其出現如同生物細胞的「分子擁擠」現象，在提升電壓之餘，亦避免了有機電解液的易燃性質，為未來研發安全且低成本的環保儲電系統開拓出新路向。

■香港文匯報記者 詹漢基



■盧怡君團體利用聚乙二醇作為穩定劑，令其出現「分子擁擠」提升電壓，為未來研發安全且低成本的環保儲電系統開拓新路向。 香港文匯報記者 攝

中大用聚乙二醇製「分子擁擠」研升電壓防易燃

家中護膚霜

變

環

保

電

池

在現今隨身電子裝置的時代，鋰離子電池變得不可或缺，由於其儲電量足並可反覆充電，更被視為當今再生能源的基石；去年的諾貝爾化學獎，便因此頒發予三名來自美國和日本，於上世紀七八十年代為鋰離子電池研究奠基的科學先驅，表彰為人類帶來極大裨益。不過，傳統鋰離子電池縱能提供穩定的高電壓，惟電池內使用的有機電解液卻屬易燃物質，不慎使用或會出現可大可小的意外，帶來一定安全風險。

為什麼鋰離子電池會燃燒呢？專研電池技術的中大機械與自動化工程學系副教授盧怡君日前向記者解釋，鋰離子電池中含電解液，中間有一層可供離子穿透的隔膜；當電池充、放電的過程中，正極與負極的離子會穿透隔膜往返兩極。然而電池的正負極能量不同，當中存在電壓差，一旦不恰當地搭通，「那電池就短路了，能量會瞬間釋放」；由於有機電解液屬於易燃物質，「利那間釋放的能量會讓電池溫度上升，就可能引起爆炸！」雖然商用電解液有易燃易爆的風險，但因為它能提供穩定的電壓，所以絕大部分產品仍以此為電池材料。

為防止鋰離子電池爆炸，其中一個方法是使用不可燃的「水系電解液」，雖然使用「水系電解液」很安全，但卻面對電壓不足的問題，「當電壓高於1.23伏特，水就會分解成氫氣及氧氣，那麼電池就會Decay（衰退）」，盧怡君表示：「相比傳統鋰離子電池可以做到4伏特，現在只能做到1.23伏特，成效就差了很多。」

創「水系鋰電池電解液」

為兼顧安全性及電壓問題，團隊的首要任務是將水系電解液的水給穩定住。經過多番嘗試，盧怡君及博士生謝婧等團隊成員，從生物細胞中的物理現象「分子擁擠（Molecular crowding）」得到啟發，成為世界首個將生物學原理用於電池領域的團隊，成功研發出新款的「水系鋰離子電池電解液」。

「在生物學中，水在動物細胞中有其活性，可以利用高分子改變水的行為」，她表示：「既然這是生物中常見的現象，那我們想看看，能否藉着擬造類似的環境，把水的結構穩定住」。「我們在水中加上了護膚品中常用的成分PEG」，盧怡君指，PEG是水溶性物質，能夠和水產生氫鍵（hydrogen bonding）作用，把水分子緊緊「抓」住，並破壞不同水分子之間的氫鍵，從而防止水分解成氫氣和氧氣，「我們在水中放很多PEG，水就會被包住，有如擬造出『分子擁擠』的現象。」

如此一來，加入了PEG穩定劑的水就能夠在更高電壓下工作，能令電池穩定維持在3.2伏特以上，透過凝膠包覆最高電壓更可達到4伏特；即使經過300次充放電，電池的能量密度亦能穩定在每公斤75至110瓦特小時（Wh/kg），「既不會犧牲電壓，同時又有着更高的安全性。」

冀讓不同電極材料發揮作用

由於PEG革新了水系電解液系統，亦可望讓更多不同的電極材料發揮作用，盧怡君指，是次研究結果為科研人員提供了全新平台幫助設計高電壓及高穩定性的電池，推動更安全、低成本、環保儲電系統的研發。

人畜無害 價格便宜

一節節的「筆芯電」、電子器材的鋰電池等，若長時間不使用，電池裏的電解液可能會滲漏，不僅會散發異味，當中更含有劇毒。盧怡君團隊研發的「水系鋰離子電池電解液」，最大賣點就是使用了護膚霜成分PEG，不止人畜無害，而且價格便宜，對比傳統的鋰離子電池有着極大的應用優勢。

水在電壓1.23伏特以上就會分解，用水作為電解液難以提供穩定的電壓，盧怡君提到，世界上有不少科學家都有做相關研究，希望提高水分子可承受的電壓，例如將含特定化學物質的鹽加進水中，「但這些鹽本身有毒，而且很貴，就算穩定了水，也付出了很大的代價。」

盧怡君指，為了找出可用於穩定水結構的物質，團隊想好一系列的條件：能與水產生氫鍵作用、無毒、低成本，「這種東西其實是很Rational、很有道理的，我們把Criteria想好，就較容易找到PEG。」

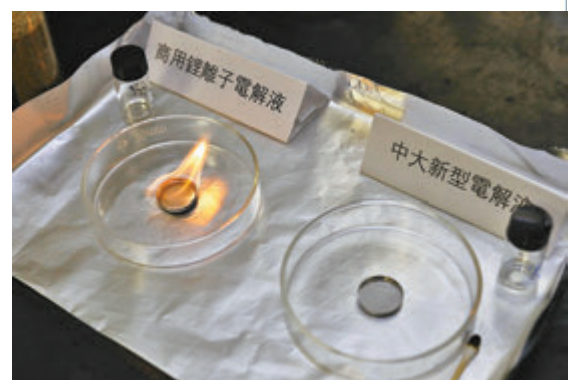
PEG是多種護膚品和潤滑劑的原料，本以為盧怡君是從中找靈感，但她笑言：「這是我們後來才發現的。PEG是護膚品常用的成分，甚至在牙膏、食品添加劑中都可以找到，原來是這樣的無害！」

至於價錢亦是其新款電解液的優勢，盧怡君表示，商用鋰離子電解液價格每公斤7美元到20美元，而新款電解液的成本只是每公斤1美元，成本大幅降低八成半至九成半，若技術發展成熟，將有望大幅降低充電電池的價格。

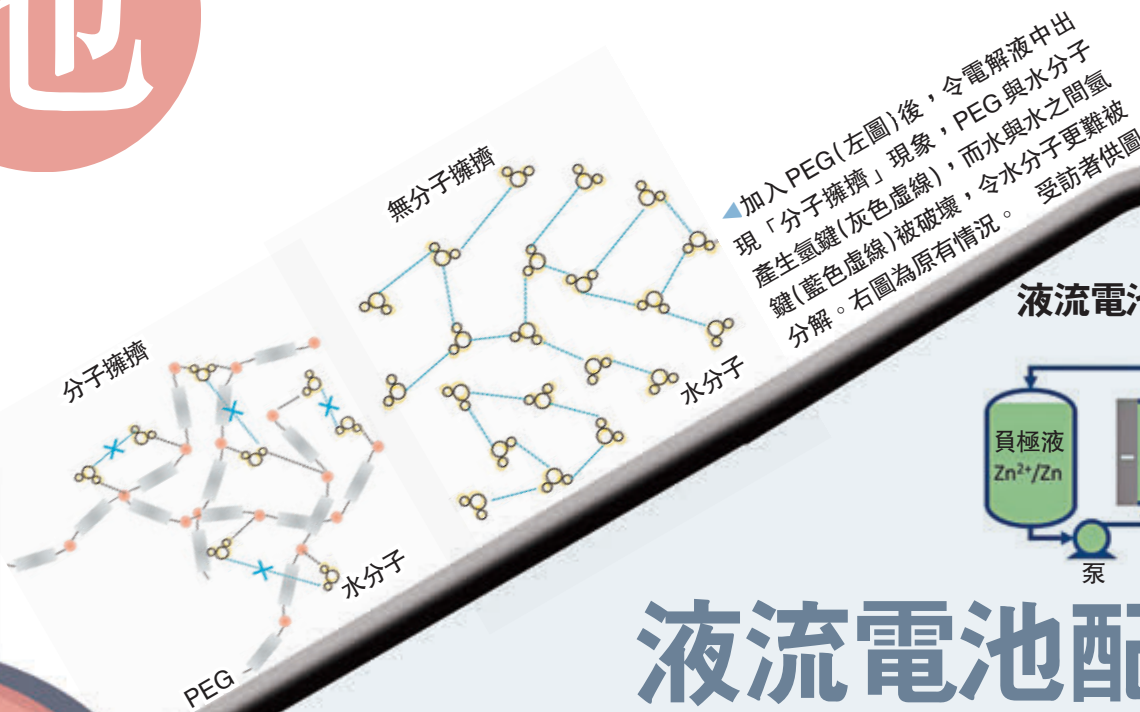
若獲合作夥伴 三年有望產品化

她透露，研究成果發布至今，已有電池公司前來了解細節，「我們實驗室證明了新型電解液很實用，大家似乎挺感興趣的。若能夠成功找到合作夥伴，三年到五年內將成果產品化是很合理的。」

■香港文匯報記者 詹漢基



■商用鋰離子電解液與中大新型電解液對比。 香港文匯報記者 攝



液流電池配太陽能 可為電動車速換電

電動車不會產生廢氣，比起汽油、柴油驅動的汽車，更符合可持續發展原則。雖然香港現時有公眾充電器供電動車主使用，但充電需時，便利程度比不上「入油即開」的傳統車輛。盧怡君表示，使用液流電池（Flow battery）是發揮新型電解液優勢的方式之一，配合太陽



■使用液流電池配合太陽能技術，更可做到為電動車快速換電，應用更為便利。 香港文匯報記者 攝

能技術，更可做到為電動車快速換電，應用更為便利。

系統中放新款電解液更安全

早前，盧怡君及其研究團隊在網上買了一輛可供小孩駕駛的電動越野車，並對其進行改裝：拆掉原廠電池、換上液流電池、重現安裝電路，更在椅背套上兩個可愛的熊貓頭。「當初我坐上去，發現車能開，心情很激動！附近實驗室的人都跑來看！」

「通常我們使用的智能電話、手提電腦等，裏面的都是『非液流』的鋰離子電池，需要多少電，出廠的時候就幫你包好了」，盧怡君介紹指，液流電池是兩種電解液通過離子交換來產生電能的裝置，裝置啟動的時候，水泵會將分別裝於兩個水箱的活性物質泵到發電區，再循環至原來的水箱，「當活性物質反應完了，就會沒電。」

盧怡君表示，由於兩個水箱的活性物質是分開的，若發生意外，活性物質不會馬上發生短路，具有很高的安全性。若在液流電池的系統中放置新款的「水系鋰離子電池電解液」，那麼安全系數就更高了。她進一步指，由於活性物質是放置於水箱，當沒電的時候就換上新的水箱，舊的水箱就可以結合太陽能進行充電，「我們可以利用液流電池的方式，實現電動車快速換電」，可望大大推動電動車的使用率。 ■香港文匯報記者 詹漢基

讚祖國挺港科研 優青基金好開頭

國家大力支持香港創新科技發展，包括容許科研經費「過河」，並在2019年起開放國家自然科學基金「優秀青年科學家基金（優青）項目」予港澳年輕學者參與。身為香港首批優青項目得主的盧怡君指，有關支持對香港科研發展來說，是很好的開頭。她期望特區政府亦能增加能源研究的支援，加強推動綠色能源的發展。

盧怡君去年以「電化學能源存儲與材料介面科學」研究，成為首批25名獲優青項目資助的港澳學者之一。她認為，香港科研具獨特優勢，「香港的特點是，不同研究方向都有很

多很好的學者，雖然人沒有很多，但都是在做很重要的工作」，她相信在國家各種政策的支持下，香港科研發展會更加蓬勃。

倡港與內地商界工業界合作

不過，盧怡君留意到，特區政府資源較集中投放在人工智能、醫學等領域，但綠色能源是大勢所趨，期望當局能夠在這方面提供更多的支援與配套，「雖然香港沒有很大的工廠或完整的產業鏈，但香港可以與內地的商界、工業界合作，將香港變成『Innovation Hub（創新樞紐）』。」 ■香港文匯報記者 詹漢基