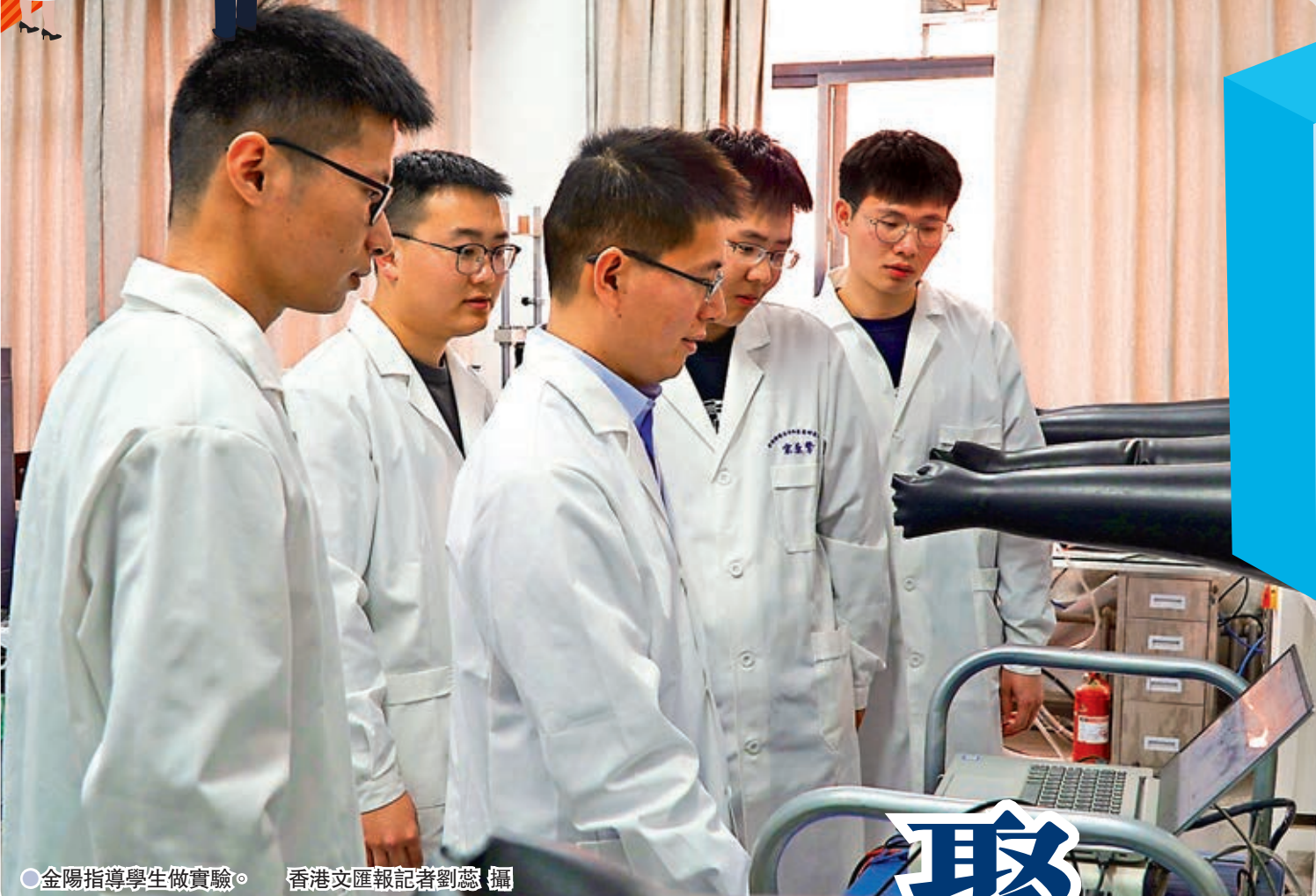


# 青年科學家故事

## 鄭州大學副教授金陽發明新型電池體系



●金陽指導學生做實驗。香港文匯報記者劉蕊攝



掃碼看片

用陶瓷管做固態電解質，31歲的鄭州大學副教授金陽發明的新型固態電解質熔離鎳金屬電池體系，能讓「巨型充電寶」——大型電化學儲能電池成為更加安全的現實，這種「巨型充電寶」可像手機充電寶一樣為小區、工業園區等「充電」，提升新能源利用效率，調配電力使用，進而幫助中國能源進行有效轉型。

「創新就是要解決問題。」31歲的金陽本科畢業於鄭州大學電氣工程學院電氣工程專業，在西安交通大學電氣工程學院碩博連讀期間，他前往美國麻省理工學院和史丹福大學，開始接觸電池的研究。金陽告訴香港文匯報記者，儲能技術是提升新能源利用效率、調配電力使用的重要環節，能夠助力中國能源轉型強有效。目前電化學儲能是主流，而這其中90%又都是使用鋰電池，但鋰電池是不完美的，安全問題一直未被有效解決。

### 陶瓷安全性高杜絕隱患

金陽所發明的固態電解質熔離鎳金屬電池體系，其結構是以石榴石陶瓷管為固態電解質，以液態高儲能材料為負極、熔離合金為正極，以不銹鋼為電池殼，以硅膠膠為密封材料。「該體系的優勢是正負極被完全隔離，不存在鋰枝晶和穿梭效應，這就杜絕了鋰枝晶帶來的安全隱患。而且固態電解質即使在高溫情況下也不會燃燒，電池也因此更安全。」

「電網儲能相當於上萬個電池在一起，就好比是一個超大型的充電寶，如果出了安全問題的話，是非常致命的，所以說它的安全性要求更嚴格。」金陽說，衡量電池的指標有三個，首先是安全性，第二是壽命和能量密度，第三是成本。「要綜合考慮這三個方面的因素研究新的電池體系。」

「其實已經有很多人在做固態電解質了，只是每個人的路徑不同，而從實驗室到產業化也是一道坎。」金陽的想法是用陶瓷管做固態電解質。「通俗點說，陶瓷就跟石頭一樣，不會着火，使用起來更加安全。」這想法從「種子發芽到長成小樹」用了三年時間。

在研究領域裏，金陽就像一個無旁騖的馬拉松跑者，在賽道上按照自己的速度一步步向終點跑去。

在美國史丹福大學崔屹教授課題組留學期間，金陽就開始嘗試實踐自己的想法，但當時由於時間有限以及實驗設備的原因沒有完成，後來回國後，金陽又去了清華大學陶瓷國家重點實驗室與任暉副教授和劉凱博士開展合作研究，在2018年把電池的構型給驗證了，並正式形成研究成果。

隨着碳达峰、碳中和「30·60」目標的提出，以光伏、風電為代表的可再生能源戰略地位凸顯，作為支撐可再生能源發展的核心環節，儲能技術尤其是固態電池儲能研究與開發成為科學界與商界追逐的「熱門賽道」。

### 降成本實現新能源配套儲能

「固態電池研究目前大家都在賽跑，大家有各自的技術路線與賽道。目前誰能一統天下還不一定。」但在金陽看來，最終能夠走向產業化的方案肯定是成本低的。

金陽表示，光伏風能本身的成本很低，如果儲能的成本無法降下來，是無法與新能源相配合的，也不好建儲能電池。

金陽研發的新電池體系具有低成本的優勢。新電池體系中的陶瓷固態電解質具有高鋰離子選擇性。金陽利用這一特性，開發了一種從低純度氯化鋰直接提取高純度鋰金屬的方法。利用固態電解質對於鋰離子的單一選擇性，可以篩除鈉、鉀等其他的金屬，提取出來的金屬鋰純度大於99.7%，並且將生產成本降低為當前國際鋰金屬價格的20%以下。

除此之外，電池工作溫度低也能有效降低電池成本。金陽所研發的電池體系自1960年以來報道的其它液態鋰金屬電池相比，工作溫度從450°C降至240°C。金陽解釋道，如果電池在500°C左右工作，需要通過陶瓷焊接進行密封，成本較高。而在200°C左右的條件下，可以使用硅膠膠進行密封，這就降低了電池的成本。

陶瓷電解質耐高溫的特性為電網儲能的情景下提供了更多的安全保障。「無論電池體系做多大，運行功率多高，即使瞬間溫度提高到四五百度，也沒有任何問題，因為陶瓷是在一千多度的環境中燒結出來的。此外，如果運行溫度突然下降，電池也會完全停止運行，重新恢復到原來的運行溫度後，電池可以繼續啟動。」金陽說。

### 儲能電池

#### 助灣區緩解用電需求

中國是一個嚴重依賴煤電資源的國家，隨着碳达峰、碳中和「30·60」目標的提出，新能源+儲能已是大勢所趨，截至目前，已經有17個省份和地區出臺相關政策，要求新能源裝機配置儲能。

「儲能能夠有效助力中國能源轉型。」金陽說，中國雖然新能源發展迅速，裝機量處於老大地位，但發電量卻處於比較低的位置。這涉及到一個消納問題，「新能源發出來的電非常不穩定，不少都被浪費掉了。而這時候就需要儲能電池來對電能從時間以及空間上進行平移，可大大提升新能源利用效率。」

「儲能電池可以放在城市周邊以及新區開發區，起到一個輔助調解作用。當電能過剩時可以將多餘的電存起來，當電能不足時，可以釋放出來，以緩解用電供需矛盾。比如我們國家正在建設的大灣區，對電力的需求以及依賴都比較高，更需要這種巨大的充電寶來對其電能進行調節平衡。」金陽說。

## 「科研大廈是一次次實驗堆砌出來的」

特稿

在鄭州大學電氣工程學院，通往金陽領銜的實驗室的過道裏，擺着一排的健身器械。「老師們下了班或者同學們下了課可以鍛煉身體。」金陽笑着介紹，但自己鮮有時間運動。他擔任着鄭州大學電網儲能與電池應用研究中心的負責人，要做實驗，還要帶研究生，「即使假期大部分時間也是在學校呆着。」

金陽說，「『80後』已經不年輕了。28歲到45歲是黃金階段，要充分利用。」

不論是在國內讀書期間，還是在國外留學期間，抑或是如今帶領團隊，金陽都有「時不我待」的緊迫感。大學期間，金陽的「業餘時間」全都用在了參加專業比賽上，並且以專業成績第一名保送到西安交通大學碩博連讀。而談及美國留學的經歷，金陽說，只有兩年的時間，需要學習的東西很多，因此每天

除了泡實驗室就是與導師進行頭腦風暴。「我的這項研究就是在與導師閒聊時聊出來的，先就是一個idea，然後慢慢明晰研究方向。」

### 解決科學問題要團隊合作

就在採訪時，金陽一邊給香港文匯報記者介紹鄭州大學自建的電池儲能示範電站，一邊跟學生溝通「如果放電時候電壓不穩怎麼辦？」然後讓學生去實際操作一下，看看會出現什麼樣的結果。「科研的大廈就是一次次實驗堆砌起來的。」

在金陽看來，做科研是一件需要耐得住寂寞但又不孤單的事情。「能夠被培養出來的科學家肯定是有毅力的，能夠專注做一件事。同時，還要能夠和別人進行有效的溝通與配合。」金陽說，科學問題往往具有複雜性和系統性，不是單靠一個人就能夠完成的。在解決科學問題過程中需要與不同領域、具備不同專業背景的團隊成員一起合作。

## 開發氫氣探測預警防止熱失控發生

在入職鄭州大學電氣工程學院之後，金陽在院領導的支持下成立「鄭州大學電網儲能與電池應用研究中心」，並擔任研究中心負責人，將這一電池體系的研究繼續推進。

金陽計劃將新型鋰電池體系進行產業化，首先是將單體電池盡量做大，從而減少電池系統管理的複雜度。

在推進研究過程中，金陽從實際需求出發，首先解決了目前儲能電網中存在的安全隱患，也就是充放電過程中鋰枝晶析出帶來的火災爆炸風險。金陽開發出一種氫氣探測的微量鋰枝晶析出靈敏檢測方法，可以比熱失控早10分鐘發出預警信號。通過實驗發現，微量鋰枝晶析出的時候，會和石墨負極聚合物黏結劑

發生反應，從而產生氫氣並溢出電池。

### 修訂儲能電池消防安全標準

「也就是說，在電池溫度沒有異常的情況下，非常少量的鋰枝晶析出也會觸發氫氣探測器報警。」為了進一步驗證該技術在實際應用中的有效性，研究人員在實際儲能電網中開展了鋰離子電池單模組過充實驗，結果表明，氫氣相對於其他氣體能夠最早被探測到，且探測時間比出現濃煙早639秒，比模組起火早769秒。

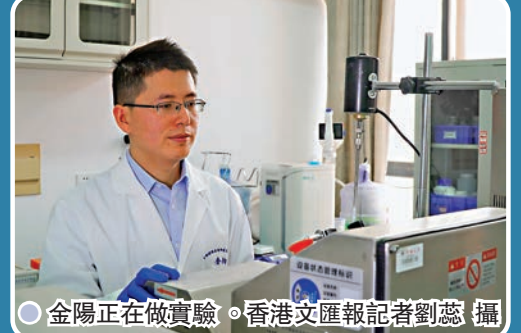
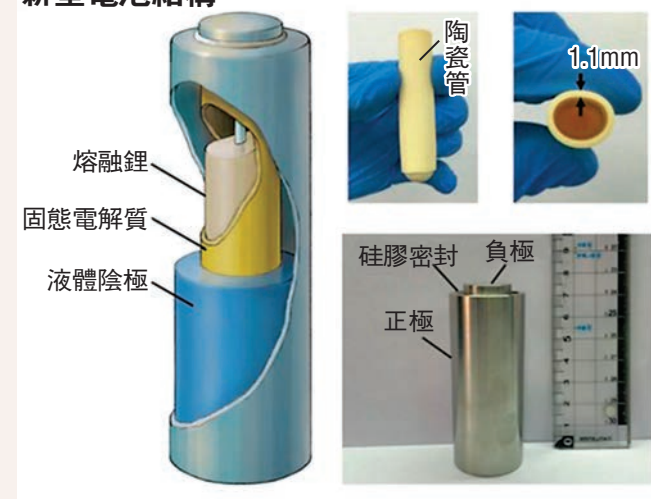
目前，江蘇省某儲能電池已經安裝了氫氣探測器，金陽團隊還參與修訂了鋰離子電池儲能電池的消防安全標準，規定新建的儲能電池必須配備氫氣探測器以確保安全。

# 聚焦 提升綠能儲存效率 鋰電池安全

●金陽表示，儲能技術是提升新能源利用效率、調配電力使用的重要環節，能夠助力中國能源轉型強有效。

受訪者供圖

### 新型電池結構



●金陽正在做實驗。香港文匯報記者劉蕊攝



●金陽在2020年入選「35歲以下科技創新35人」中國榜單。受訪者供圖