

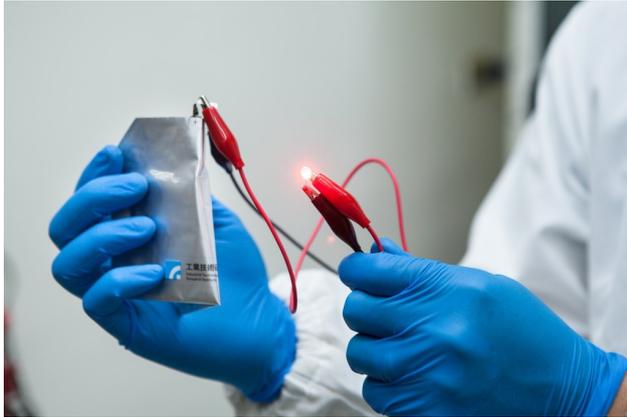


## 未來儲能新星 鋁離子電池

2016-12-17 記者 張巧宜 報導



面對全球能源危機，沒有足夠能源可供開採的台灣該如何應對，成為工業技術研究院「綠能與環境研究所」極端解決的課題。工研院與美國史丹佛大學合作，共同開發「鋁離子電池」，突破既有的電池系統，研究成果於2015年4月登上英國「自然」(Nature)期刊，2016年11月更獲得有科技業奧斯卡之稱的百大科技研發獎(R&D 100 Awards)。



登上英國期刊的鋁離子電池。(圖片來源/工研院)

### 儲能需求 發展新電池

身為台灣最大的燃料電池研究團隊，工研院擁有15年以上的開發經驗。2012年，團隊發現再生能源的儲能需求。目前雖然可以用電解水產生氫氣，用儲氫的方式供應電力，但問題在於氫氣發電的效率太低，整體能源轉換的效率只有30~40%，難以成為主要的儲能技術。所以團隊開始思考，有沒有其他的方式能夠取代氫氣儲能。

雖然水庫和地底下的洞穴可以儲能，且成本低，但台灣不容易找到適合的環境建造新水庫，或是大型的地底壓縮空氣場。團隊研究文獻之後，發現台灣也許適合發展模組化生產的電池技術。要討論再生能源儲能，得先從電池的選擇開始著手。

汽機車電瓶中使用的鉛酸電池，技術成熟，但開採具有污染性，回收後的鉛也有環境問題；鋰電池有爆炸的危險，且鋰是不常見的金屬，如果要提供給現有的設備使用，將來還要供應再生能源儲能，有蘊藏量不足的問題。

於是研究團隊開始尋找其他金屬做為原料。2010年，團隊看到一篇關於電池材料蘊藏量與成本的分析，決定以鋁、鋅、鈉三種材料開始研究，綠能所技術副組長楊昌中博士解釋：「假設有一天全世界都在做再生能源，全世界都需要儲能，如果用這三種元素來當電池，絕對不會不夠用」。

### 尋找適合材料 新突破獲肯定

鋁電池的特色，是以鋁作為電池負極的材料。問題在於能不能找到一個好的電解質，做長壽命的充電和放電，也就是電化學的融解跟沉積。團隊先從文獻中篩選適合的電解質，發現離子液體應該是個好的材料，可以讓鋁產生作用，試驗了好幾種有潛力的離子液體，最後才選擇EMIC(1-ethyl-3-methylimidazolium chloride)這個鹽類做為電解質。這種鹽類常溫下為液體性質，具高熱穩定性。

「在研究正極材料時，我們遇到了很大的困難。」楊昌中說道。研究一開始以模仿鋰電池為方向，所有鋰電池的正極材料都是氧化物，但通常氧化物不導電，不導電就不能當電極。當時團隊評估五氧化硼(B2O5)可能可以做為鋁電池的正極，但因為導電性很差，所以團隊那時候很單純的思考，有沒有可能把五氧化硼奈米化，再去跟類似石墨烯這種高導電的碳材料去做摻混。藉由複合材料去改善它的導電性，希望能產生電池反應，但仍以失敗告終。

媒體歷屆廣告

#### 推薦文章

- 性別書店房主 蔡善雯
- 柴伊恩 冒險家式的教學
- 微創曙光 達文西手術系統

#### 總編輯的話 / 何書馨



喀報第256期頭題為影評「八惡人行經人間極惡之地」，本期有多篇貼近生活的報導，包含智慧安全帽的發明與藍光危害的科技新知，以及聚焦於獨特個人經歷的人物特寫，值得讀者細細品味。

#### 本期頭題王 / 李瑞彥



媽我用影評上頭題了！

#### 本期疾速王 / 涂湘鈴



高雄的孩子，但曬不黑，有著過度狂烈的內裏，異常的潔癖，靈敏的感性，努力把飄絮的思緒化成有溫度的文字。

#### 本期熱門排行



八惡人 行經人間極惡之地  
李瑞彥 / 影評



柴伊恩 冒險家式的教學  
洪于婷 / 人物特寫



綠光青春  
郭宜婷 / 自由創作



轉彎 走入夜貓子電影院  
王羽廷 / 人物特寫



熱舞派對 歡欣落幕  
吳偉立 / 照片故事

尋找正極材料的路非常艱辛，治好史丹佛大學專門研究碳材料的戴宏杰教授有意願跟工研院合作。於是工研院派人到戴宏杰的實驗室把氧化物做奈米化，再和各種碳材料做摻混，改善導電性。跟史丹佛的合作起初不順利，因為氧化物在鋁電池中不是一個好的正極材料，就算把大的塊狀顆粒奈米化，錯誤的材料就是不會反應。

儘管失敗多次，團隊繼續試著用不同的添加劑，如石墨烯、碳管、碳、石墨去調整氧化物的導電性。實驗多次，在某一些樣本中發現了電池反應，再去思考為什麼這些樣本跟別人不一樣，才確定石墨是真正的正極材料。試驗非常多種石墨後，發現一定要是晶格結構完美、高品質的石墨才會有鋁電池反應。

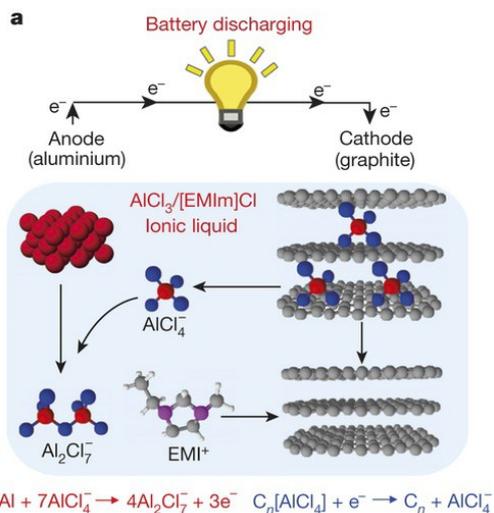


從左到右為鋁電池材料，電解液、海綿狀石墨、鋁片。（照片來源／張巧宜攝）

2013年年底，發現石墨是正確的電池正極材料之後，團隊先後投稿至「科學」(Science)以及「自然」期刊。但因為只是做出一個現象，還沒有辦法證明電池的工作原理，所以被拒絕刊出。後來花了8個月的時間，經過更深入的研究，用拉曼光譜分析確定是什麼樣的物體在石墨中產生插嵌反應(離子插入石墨中產生嵌入化合物，具可逆性)。2014年8月，團隊再一次將研究成果投稿「自然」期刊，成功在2015年4月份刊出，獲得國際肯定。

### 鋁電池的優勢與劣勢

鋁電池的基本結構，是以鋁金屬片做為負極，3D結構的海綿狀石墨為正極，電解液由EMIC和AlCl<sub>3</sub>(三氯化鋁)組成，利用石墨層層相疊的結構，鋁離子可以快速的嵌入或嵌出，高速地充放電。



鋁電池的充放電原理。（圖片來源／Nature）

鋁電池的優勢在於電極材料上的使用，鋁和石墨屬於蘊藏量豐富、價錢便宜的材料；電解液的離子液體蒸氣壓很低，溫度升高的時候，沒有爆炸失火的危險性；再來就是沒有用到貴重金屬，將來電池量產時，價錢會比現在的鋰電池還要便宜；相關元素的開採，也不像鉛酸電池有污染性，相對上來講比較環保；另外海綿形狀的石墨可以讓電池產生高速充電的效果。

在實際應用上，研究所購買電動腳踏車，將其內部的鉛酸電池拿掉，安裝上14V/2Ah(工作電壓：14伏特，電池容量：2安培小時)電池，能夠成功驅動電動腳踏車，且可於八分鐘內充電完

畢，為傳統鉛酸電池所需時間的1/20。



鉛酸電池（左）與工研院自製鋁電池（右）。（照片來源/張巧宜攝）

但鋁電池的缺點在於負責轉移電荷的離子（ $AlCl_4^-$ ）體積很大，石墨的層間有距離的限制，如果在一個層間中插進去一個比較大的離子團，會讓上下的間隙縮小。所以假設有一個離子插嵌，上面跟下面的石墨間隙會變窄，其他離子就更不容易插進去。以鋰電池來說，每6個碳可以分到1個鋰的正離子，可是對於鋁電池而言，每30幾個碳才可以分配到鋁跟氯的負離子，石墨的利用率比較差，這也反映出鋁電池能量密度不高的問題。

整體而言，鋁電池的優勢大於劣勢。雖然以目前的技術無法取代鋰電池，但鋁電池最初就是為了儲能而開發，沒有要走向消費性電子產品的市場。綠能所重視的不是能量密度的高低，而是環境的永續發展。

## 儲能潛力新星

依據國家的能源發展目標，十年後再生能源將占台灣用電量比例的20%，到時儲能需求將大增。鋁電池具有替代傳統鉛酸電池的潛力，未來可應用於汽機車電瓶、電動車的動力來源，還可搭配再生能源的發電機組，作為儲能設備使用。

目前綠能所希望一邊製造鋁電池取代鉛酸電池，一邊繼續研究，產生良性循環，先用現有的版本做產業化，讓更多廠商投入研究、生產相關的零件。假使有一天，鋁電池有新的材料配方產生，那可以很容易地導進市場。環保意識抬頭，鋁電池不只能取代具污染性的鉛酸電池，也對再生來源的儲能發展帶來一道曙光。

### 總編輯的話

喀報第256期頭題為影評「八惡人行經人間極惡之地」，本期有多篇貼近生活的報導，包含智慧安全帽的發明與藍光危害的科技新知，以及聚焦於獨特個人經歷的人物特寫，值得讀者細細品味。

### 歐式聖誕市集 親友同樂



緣起400年前歐洲，歷史悠久的聖誕市集史特拉斯堡重現台北。

[前往 Facebook.com](#)

▲TOP