

# 由空氣產生 電能的 新能源

## 鋅空氣燃料 電池

石油能源經過人類頻繁的汲取後，  
僅夠再維持約半個世紀，  
對於這樣的能源耗竭情形，  
我們應該如何面對呢？

■張雲朋

近百年來，人類科技的進步非常迅速。不論軍事上武器或生活上電器的發展，都是一日千里，近 10 年來更是與日俱新。因為科技發展的快速，加上全球人口的增長，能源的使用也不斷地增加。

目前最重要的能源應屬石油，而世界上石油的產量幾乎全控制在幾個主要的產油國家，這些產油國家組成石油輸出國組織，簡稱 OPEC。石油輸出國組織本來是一盤散沙，難成氣候。但是這一兩年來，他們終於放下己見，團結一致，因而能有效地控制石油的產量與價格。最近石油輸出國組織不斷減產，已使得世界石油的供應驟減，情況的嚴重已達一九七〇年代以來之最。由於石油輸出國組織尚無增產的計畫，也沒有增產的需要，在未來的兩三年間，石油的價格預期難往下降。

現今石油的存量正在迅速減少中，專家預估可能在半世紀後會有供應上的危機。此一世界性的能源危機，迫使人們再度致力於尋找新的可利用能源。

目前在世界能源生產、輸送及使用過程中所出現的問題，是造成全球溫室效應和生態環境惡化的主要原因，對自然生態環境所造成的破壞更是難以估計。目前許多先進國家已建立在 20 年內減少排放 5% 二氧化碳的共識，並呼籲各國政府制定有關政策和價格的機制，以減少現有能源使用的浪費，及致力於新能源的開發，例如核能發電設備的更新、太陽能與風力發電的應用，以及再生能源和燃料電池的開發。

其中，核能發電的安全顧慮及公害問題，使得其應用存在著許多爭議。太陽能發電能量轉換及應用上的效率，仍需一段時間的研究才能在技術層面上有所突破。而風力發電則須考量地理因素，且在執行上對生態造成的影響也是值得注意的。

為保護地球上的生態環境及延續人類的生存，對於能源不足的處理方式，應鼓勵提高能源使用效率，開發可再生資源和使用先進的能源技術。世界各國在開發的新能源中，發現燃料電池是最適於投入發展的選擇。

電池的種類可以概分為化學電池與物理電池二種。而化學電池又可分為一次電池，如熱電池、固體電池、乾電池等，二次電池，如鉛酸蓄電池、鋰離子電池等，及燃料電池。物理電池則可分為太陽能電池、熱起電力電池及原子力電池等。

其中，燃料電池又稱為連續電池，與一次電池及二次電池有相當大的不同。其特色在於正負兩極並無活性物質存在，而是透過外部系統提供，所以只要持續由外部提供活性物質，電池就能夠持續不斷地放電。在正極的部分，真正進行氧化反應的是空氣或氧氣，而在負極的部分，則是以氫氣或煤氣等為主，此類電池中具代表性的是氫氧燃料電池。



<http://www.hq.nasa.gov/office/pao/History/alsj/a11/ap11-s69-39525HR.jpg>



氫氣燃料電池早在一八三九年就發明了，直到一九六〇年代在美國阿波羅登月計畫中才用來發電，惟其成本極為昂貴，且體積普遍較大，所以要達到商業化可能還需一段時間。介於一次電池和燃料電池之間的金屬空氣電池，不但兼具燃料電池的優勢，並且也克服了燃料電池在某些技術層面上的瓶頸，是目前比較能夠商業化的能源之一，其中最具代表性的就是鋅空氣燃料電池。

金屬燃料電池是以空氣中的氧氣作為電池中的氧化物，並且使用金屬物質作為負極，這樣的結構在各種電池中是屬於具有高能量密度、長期保存性及低成本特性的高性能電池。目前使用中的鋅空氣燃料電池、鎂空氣燃料電池、鋁空氣燃料電池等都是常見的例子，其中又以「鋅空氣燃料電池」最具代表性。

通常我們在生活中會用「呷空氣嘛會大漢」來反諷事情的不真實性，但對研究電池領域的專家來說，空氣亦可扮演產生能源的角色，亦即空氣可以作為產生能源的一份子。

簡單地說，鋅空氣燃料電池是會呼吸的電池。空氣中的氧進入電池中，在正極上參與電化學反應，在此過程中氧氣會被消耗，所以必須不斷地從外部空氣中取得氧氣。而氧氣卻是

自然界垂手可得的一種物質，所以在能源的成本上可說是便宜的。另一部分反應的物質是金屬鋅，它參與電池中的負極化學反應。在反應過程中金屬鋅會氧化成氧化鋅，並沈澱在電解液中。只需收集反應後的氧化鋅，並將氧化鋅電解還原成鋅，便可再生再利用。

所以在鋅空氣燃料電池中，產生電能後消耗掉的僅是空氣中的氧氣和反應後的一些水氣。在現今能源短缺的情況下，鋅空氣燃料電池所擁有的環保特性，確實是解決能源問題的最好選擇。鋅空氣電池的發展歷史可分為下列幾個階段。

早在十八世紀時，第一個微酸性的鋅空氣電池就已發展出來。當時以 $\text{NH}_4\text{Cl}$ 作為電解質，鋅作為陽極，而含有少量鉑的活性碳則作為陰極載體。其結構和外形與鋅錳乾電池相似，但電容量高出一倍以上。由於碳電極負載只能達到0.3毫安/平方公分的限制，所以在發展上受到一些限制。

到了二十世紀二〇年代，在鋅空氣電池上作了大幅度的改進，並開始轉到鹼性鋅空氣電池上。一九三二年發展出的鹼性鋅空氣電池，以汞齊化鋅作為陽極，經過石蠟防水處理的多孔碳作為陰極，20% $\text{NaOH}$ 水溶液作為電解液。

放電電流密度可達0.5~3.5毫安/平方公分，後來更進一步提高到7~10毫安/平方公分。鋅電極也被改良成可更換式的。

到了四〇年代，由於鋅銀電池的研製成功，人們發現在鹼性溶液中，粉狀鋅電極能在大電流下放電，為鋅空氣電池的進一步發展提

**鋅空氣燃料電池反應原理** 鋅空氣燃料電池，是以鋅和空氣(氧)作為燃料，在常溫常壓條件下操作不需壓力平衡設計，系統構造簡單並具有成本經濟的優勢，是環保與安全性佳的電力能源。

**反應程式**

**負極 (鋅極版) :**  
 $\text{Zn} + 2\text{OH}^- \longrightarrow \text{ZnO} + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^-$

**正極 (空氣極版) :**  
 $\frac{1}{2}\text{O}_2 + \text{H}_2\text{O} + 2\text{e}^- \longrightarrow 2\text{OH}^-$

**總反應 :**  
 $\text{Zn} + \frac{1}{2}\text{O}_2 \rightleftharpoons \text{ZnO}$   
 放電反應  
 充電反應

KOH 自動管理槽

$\text{O}_2$

供了基礎。到了六〇年代，由於常溫燃料電池研究的迅速發展，獲得了高性能的氣體電極，為高性能鋅空氣電池的發展創造了有利的條件，使其性能又一次獲得突破。

一九六五年美國發展了用聚四氟乙烯（PTFE）作黏劑的薄型氣體擴散電極新法後，就取代了其他的氣體電極。此電極厚度在0.12~0.5毫米之間，而最高的放電電流密度在氧氣中可達到1,000毫安/平方公分。到了一九六七年，有人將上述電極改進，加上一層聚四氟乙烯製成的防水透氣膜，構成固定反應層的氣體擴散空氣電極，使電極能在常壓下工作。這類電極在空氣中以50毫安/平方公分放電，工作壽命近五千小時。

到六〇年代末，高效率的鋅空氣電池已進入工業生產的階段，在許多方面有卓越的應用。七〇年代後期，小型高性能的扣式鋅空氣電池進入市場後，成功地應用於助聽器、電子手錶、計算器以及其他需要小功率電源的場所。

八〇年代迄今，大型鋅空氣電池成為發展主流。日本三洋公司製成125伏特、560安培小時的牽引車用電池，已在大型車輛上使用，同樣15伏特、560安培小時的樣機也應用於各種場合。這些系統中單體電池容量為1伏特、560安培小時，電流密度為80毫安/平方公分，最大可達130毫安/平方公分。進入九〇年代後，電動車用鋅空氣電池的研發已有長足的進步，甚至已達到美國先進電池協會（USABC）所訂的中程目標，使得電動車的發展越來越成為可能。

由於科技的發達，人類不斷追求便利、富裕的生活，能源的使用也到無節制，甚至濫用的地步，遂造成能源短缺的危機，各先進國家於是積極投入新能源的研發。鋅空氣燃料電池由於多方面的應用發展優勢，使其成為目前最

受矚目的明星能源。

鋅空氣燃料電池能源特性優異，有如下諸多特點：常溫常壓下即可操作，不需外在的壓力平衡設計；目前鋅空氣燃料電池每單位重量所能產生的實際能量已超過現有的鉛酸電池、鎳氫電池及鋰電池，且未來還有很大的發展空間；自放電率低，若置於密閉空間中，放電率幾乎為零；重量小、體積小、容量大、系統結構簡單。另外，鋅空氣燃料電池也具有有良好的環保性，其產生電能後，產物主要有二，即水氣與氧化鋅，這些物質經處理後皆可再使用，所以環保性是絕對受肯定的。

鋅空氣燃料電池所需的反應物主要有鋅和空氣，皆屬低成本物質，故鋅空氣燃料電池的經濟性無庸置疑。至於鋅空氣燃料電池的應用層面也很廣，舉凡3C產品、電動車輛或區域發電機中均可見其蹤跡，明日之星非它莫屬。

鋅空氣燃料電池在能源替代上的成效是受到肯定的，對於解決現今能源危機及保護環境生態確能提供頗大的助力。而其擁有的零污染、充足燃料來源、高續電力及價格低廉等特性更勝傳統電池，有絕對的實力能取代現有的廣大電池市場。

目前全世界尚無燃料電池的商業化產品，但燃料電池的熱潮卻已成為炙熱的焦點。未來將隨著產品的演進及消費習慣的改變而進入各領域，市場潛力無窮。專家預言，鋅空氣燃料電池將成為二十一世紀跨環保、動力車輛和能源電力等科技的明星產業。 □



張雲朋  
世錫公司