



燃料電池應用與產業發展現況

▶ 專案6部 楊顯整

一、前言

近年隨著油價走揚，並受到國際節能與低碳環保的驅動，再生能源及新能源的開發受到各國重視，再生能源係指符合環境永續發展，可生生不息、循環再利用之能源，包括太陽能、風能、生質能、地熱、水力、海洋能等，是幾乎零污染之綠色能源。另外，氫能亦為一種潔淨的能源新應用，且具有使用效率高及安全度高之優點，先進國家基於能源安全與環境永續發展而積極投入研發，將其視為解決傳統化石燃料困境之長期方案；而未來世界氫能之應用，預期主要將透過燃料電池來實現。

二、燃料電池種類

燃料電池之發電原理為氫氣、氧氣以電化學方式結合，產生水、熱與電，陽極是燃料端，燃料可以使用氫氣、天然氣、甲醇等含氫的化石燃料，也可以使用前述燃料經重組產生之富含氫氣燃料，或由再生能源經轉換成為氫氣燃料使用。

燃料電池技術依據電解質(Electrolyte)的不同，可分為鹼性(AFC)、磷酸(PAFC)、熔融碳酸鹽(MCFC)、固態氧化物(SOFC)、質子交換膜(PEMFC)、直接甲醇(DMFC)等燃料電池。各種燃料電池中所產生的化學反應種類、操作溫度範圍、操作參數、適合的應用產品以及優點和限制都不相同。其中AFC適合用於航太領域；MCFC以及SOFC適合大型集中式電廠的應用；PAFC有一些作

為旅館、醫院備用電力的案例；DMFC是微型燃料電池發展的主流，以取代現有鋰離子、鎳鎘與鎳氫電池等二次電池為目標；PEMFC主要應用方向在電動車市場，例如電動汽車、電動機車、電動腳踏車及電動工具機的電池組中，已進入小量生產。包括福特、本田與戴姆樂-克萊斯勒等主要汽車公司，其它亦可應用於3C產品的電池、或者作為小型備用電力系統等應用。上述6種燃料電池中，以PEMFC、DMFC與SOFC三者最具發展潛力。

三、國內燃料電池產業概況

燃料電池在台灣的發展是從2000年起逐漸開始擴大研發規模，包括工研院能環所、材化所開始家用型燃料電池發電機的研發；元智大學的燃料電池中心也獲得一個五年期的長期計畫，進行相關材料與基礎技術的開發。在業界中，亞太燃料電池公司成立，開發電池組、電動機車與發電機等產品。之後，越來越多的公司投入燃料電池的領域，例如亞太燃料電池公司研究電動機車、真敏公司發展燃料電池發電機、恩良公司開發複合材料雙極板、亞太燃料電池公司建立電池組試量產線、核能研究所進行5年期的SOFC與DMFC的產品研發計畫。2009年開始，經濟部能源局開始執行「燃料電池示範運轉與推動計畫」，期望藉由政府補助業者各項示範應用計畫，協助業者的研發成果能有實際應用的機會，並加速台灣燃料電池產業商業



化的發展。

表1為彙整我國氫能與燃料電池產業供應鏈上、中、下游及周邊商品的廠商，目前已有超過30家廠商投入，其中上游的原材料製造包括薄膜、膜電極組、氣體擴散層、觸媒、雙極板等12家廠商。中游之產業主要為電池組件的製造商，包括製造電池堆、重組器等11家廠商。下游廠商則為燃料電池系統應用的12家廠商。周邊商品的製造供應商，則包括天然氣、氫氣、甲醇供應商、BOP零組件、水電解設施以及儲氫相關產品等19家廠商。在原材料研發方面，國內廠商投入不多，主要以雙極板為主，而占成本最高之膜電極組則受限於技術能力與國外大廠專利箱

制，發展進度落後於國外；至於系統應用產品，目前PEMFC廠商主要以小型定置型發電系統或燃料電池機車為開發方向。根據工研院的統計，2010年台灣氫能與燃料電池產業產值為新台幣3.7億元，較2009年成長8.5%，主要成長動力為企業用備援電力系統。估計2011年產值可達新台幣4.8億元，較2010年成長28.3%，企業用備援電力系統市場需求預計有明顯成長，而帶動整體產值成長。

四、燃料電池產品應用

燃料電池所能提供的電力範圍相當廣泛，小至手機大至百萬瓦發電廠，不同產品皆可應用，依使用形式一般分為三大類，

表1 台灣氫能與燃料電池產業供應鏈

原材料(上游)		電池組件(中游)		系統應用(下游)	周邊產品	
薄膜	安炬科技 南亞電路板	電池堆	台達電 南亞電路板 大同世界科技 光騰光電 博研燃料電池 鼎佳能源 中興電工 亞太燃料電池 真敏國際 世界氫能	思柏科技 大同世界科技 能碩科技 台達電 揚光綠能 亞太燃料電池 真敏國際 鼎佳能源 中興電工 博研燃料電池 南亞電路板 光陽工業	天然氣	中油
膜電極組	南亞電路板 遠茂光電 光騰光電 台達電 安炬科技 揚志				甲醇供應	伊默克 李長榮公司
氣體擴散層	碳能科技				氫氣供應	三福氣體 聯華 亞東 中油
觸媒	安炬科技 碧氫科技	重組器	大同世界科技 碧氫科技 中興電工		BOP零組件	高力 大同世界科技 台達電 飛瑞 茂迪 康舒 中興電工
雙極板	恩良 新永裕 鼎旭開發				水電解	遠茂光電 光騰光電 友荃
					儲氫合金罐	漢氫科技 亞太燃料電池 博研燃料電池

分別為攜帶型燃料電池(Portable)、運輸型燃料電池(Mobile)以及定置型燃料電池(Stationary)，茲分別敘述如下：

1.攜帶型燃料電池：

攜帶型燃料電池所需電力瓦數從小型家電的1W到大型充電器所需的1kW。近年來由於可攜式電子產品市場的蓬勃發展，創造出龐大的電池市場商機，再者目前市場上的二次電池的性能仍有若干限制，這是微小型燃料電池發展並切入市場的一個機會。因此，燃料電池新技術的開發也紛紛獲得先進國家的重視，燃料電池能量密度的理論值為鋰離子電池的5-10倍以上，而目前技術上已可達鋰離子電池3-5倍。此外，燃料電池無須電源充電、不易老化、續航力好，這些優點使得消費者使用3C電子產品時更能獲得使用時間長且更便利的功能服務，燃料電池具有潛力改變通訊技術發展，為筆記型電腦、個人數位處理器、可攜式影音媒體播放器等，提供比二次充電電池更長的供電時間。直接甲醇燃料電池(DMFC)是目前被認為最有潛力取代市面上3C電子產品電源供應(鋰離子電池)的燃料電池之一，國際上大約有20家相關公司。現階段除一些軍事的應用外，DMFC技術仍在樣品展示階段，尚未實際進入市場。在DMFC商品化的階段前，仍然需克服一些技術瓶頸，包括甲醇穿透、水滿溢、燃料體積效率等問題。

2.運輸型燃料電池(Mobile)：

從機車與小型工業車所需的1kW到汽車與巴士所需的100kW。表2為比較汽油引擎機車、各型電池電動機車、以及現階段先進燃料電池電動機車之性能，表中顯示燃料電池電動機車具有成為新型電動機車動力源之潛力。目前各國陸續有許多燃料電池機車的新品發表，如英國Intelligent Energy、台灣亞太燃料電池公司(APFCT)及日本YAMAHA、HONDA等，均已進行道路測試。

燃料電池機車雖非國際發展主流，但台灣機車產業發展超過五十年，是本土的代表性產業之一，具有：技術成熟度高、零件自製率超過95%、比汽車產業更具國際競爭力以及台灣堪稱全球機車密度最高的國家等競爭優勢。然而燃料電池電動車目前所遇到的瓶頸在於造價太高，原因在於目前的電動車尚未處於量產階段，所以連電動車本身也為公司自行研發製造，這也造成目前電動車成本無法下降的原因之一，若未來到達量產階段，燃料電池電動車的價格可望降低而更有競爭力。

3.定置型燃料電池(Stationary)：

定置型燃料電池所需要的電力瓦數差異甚大，從住家所需的1kW到大型分散式發電系統(Distributed Power Generation)所需的MW。小型定置型燃料電池發電系統(<10kW)主要市場在於住宅用熱電共生系統(Residential Unit)以及備用電源(UPS)等。以日本發展而言，大部分小型固定式

表2 各類電源之機車特性比較

種類	汽油引擎	鉛酸電池	鋰離子電池	燃料電池
重量	85kg	115kg	90kg	105kg
續航力	180km	63km	80km	60km
極速	85km/hr	60km/hr	58km/hr	58km/hr
規格	50c. c	48V/26Ah	43V/44Ah	2kW PEMFC
燃料補給時間	2分鐘	6-8小時	4-6小時	2分鐘
壽命	7年	完全充放電400次	完全充放電600次	5000hr

資料來源：台灣燃料電池夥伴聯盟整理



圖1 台北國際花卉博覽會之燃料電池應用

燃料電池發電系統是應用於住宅使用(~1 kW)；在北美地區，大部分小型固定式燃料電池發電系統則是應用於備用電源。大型定置型燃料電池發電系統(>10kW)是指10kW以上的固定式燃料電池。其中10kW級系統鎖定應用於資料中心；250kW~400kW級系統應用於辦公大樓、醫院及監獄等；2MW級系統則是應用發電廠及伺服器集中的地方。目前定置型燃料電池產品在國內主要應用於備用電力系統，包括：大同世界科技、鼎佳能源、中興電工、真敏國際等廠商都有成熟化的產品。圖1為台北國際花卉博覽會所應用的3台各10kW的定置型PEMFC。

表3為比較燃料電池與傳統備用電力之優缺點，目前市面上的備用電力大都以鉛酸電池配合柴油發電機為主，由於鉛酸電池不適合深度放電，其充電量與放電量會不斷衰減。且鉛酸蓄電池在不使用時會有淺度放電(電力內耗)而不易察覺，為確保鉛酸蓄電池可長時效備用，則

通常需要較大規模的設置，同時鉛酸蓄電池使用時要求擺置於空調恆溫環境，耗費龐大冷房電費。鉛酸電池確保其可長時效放電壽命約2~3年，淺度放電壽命約5年。而且鉛酸電池定位為非環保類產品，一般詬病的問題是其重金屬污染。再者，與鉛酸電池比較，燃料電池可以由其氫氣儲量確認可維持供電時間，使用者更容易操作掌控電力系統。

五、結語

台灣氫能與燃料電池產業仍處於發展初期，技術研發與改善仍為目前的重點。雖然PEMFC、SOFC、DMFC技術發展趨勢不盡相同，主要發展方向仍為提高產品效率、簡化設計、降低製造成本、提高耐久度等。以成本和性能上考量，燃料電池為主的備用電力是目前所有燃料電池產品中最有機會量產的應用端。目前備用電力的技術包括電池UPS系統與發電機(汽、柴油)，大多數的備用電力系統都會使用電池與發電機混合的系統，以防止服務的中斷。這些傳統系統就成本上及穩定性上已廣泛被市場所接受，而氫能燃料電池擁有長時效及更高的賴久性，比起傳統UPS系統而言，將可提供更穩定、高品質的電力需求。∞

參考文獻

- 1.工業技術研究院，2011年新興能源產業年鑑。
- 2.經濟部學研聯合研究計畫，國家級氫能與燃料電池檢測認證前期規劃與研究計畫，計畫執行總報告。
- 3.中技社98年度研發計畫，智慧型混合能源獨立供電/市電併聯系統(1)，結案報告。

表3 燃料電池與傳統備用電力比較

	燃料電池	鉛酸電池+汽柴油發電機
噪音dB評比	安靜	高
	1公尺距離:65dB	7公尺距離:68dB
排放物質	純水	油煙(致癌)、硫酸氣體(致癌)
整體系統效率	30%	10-25%
燃料安全性	氫氣-安全	汽柴油-公共危險物品
壽命	10-15年	鉛酸電池2-5年必須全數更換一次
價格(備用8小時,同功率)	初期高	高(含保養維護)

資料來源：鼎佳能源與中興電工資料彙整