

# 科發基金補助計畫成果報告

## 前瞻能源產業產品標準與檢測技術先期研究及導入

計畫案號：1D15970630-96

執行期間：97年9月11日至98年6月30日

計畫主持人：左峻德

共同主持人：張行直

本成果報告包括以下應繳交之附件：

- 赴國外出差或研習心得報告 5 份
- 赴大陸地區出差或研習心得報告 2 份
- 出席國際學術會議心得報告及發表之論文各 3 份

委辦機關：經濟部標準檢驗局

執行單位：財團法人台灣經濟研究院

中 華 民 國 98 年 7 月

「前瞻能源產業產品標準與檢測技術先期研究與導入計畫」期末審查意見回覆表

序號	(初審)審查意見	意見回覆	備註
A 委員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建議將蒐集之各國標準、規範分析比較其優缺點或其特色。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感謝委員建議。</li> <li>2. 有關之各項國際標準，因係單一資料，彼此無共通處，惟可加強對其標準內涵之描述。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 請說明建議之燃料電池增訂標準及燃料電池機車標準增訂的評估。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 本計畫所建議優先增訂之標準，主要係考量我國利基產業發展所需。</li> <li>2. 藉由新增訂之技術標準，使業者有所依循，投入開發組件系統，帶動相關產業之發展。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本計畫所舉辦之 2 場座談會的專家意見為何？</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1.98.3.12 座談會專家提出除氫以外，亦可規劃多方式之燃料來源。本計畫了解產氫、儲氫的技術很多，並未規範未來皆採用低壓儲氫罐技術。</li> <li>2.98.6.29 有關氫能燃料電池安規方面之主管機關為何？此方面因涉生產、運輸、儲存，相關安全法規事涉政府部門，尚待後續執行時協調律定。</li> </ol>	
B 委員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 對國外、內之法規，規範車輛與示範運行已有成熟的收集與分析，可做為電動燃料電池機車之法規與實驗規則之基礎。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員指教。</li> <li>2. 遵照指示，後續研提標準草案，將據以參考。</li> </ol>	

序號	(初審)審查意見	意見回覆	備註
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在實證計劃之執行內容上，以 30 部與 100 部於綠島之進行，在經費來源與未來性，尚有許多不確定性與可行性之問題 (1)如 100 部以後之商品化(大規模示範可能) (2)參與之業界規模不足 (3)電動機車以外之輕量車可能應用 (4)與上游零組件產學研等其他燃料電池應用之整合情形。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 實證計畫考量政府資源投入與業者配合，以 100 部而言，確屬不足。燃料電池機車示範運行，政策面有待與鋰電池電動機車搭配進行，後續商品化較具可行，此仍為待努力之處。</li> <li>2. 實證計畫如能擴充規模，相對地有關組件檢測驗證、系統性能均可委具公信力之學研單位協助執行。</li> <li>3. 其他功能車之應用，屬技術擴散範圍，應可參考應用。</li> <li>4. 上游組件廠商如獲參與示範機會，本計畫單位將協助整合。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在燃料電池測試分析與關鍵技術上，有一些成果，但多元產品之測試能力上，可在國內技術盤點與測試能力之單位分析，如政府，研發單位(法人)，或產業能力(測試能力運作不足台經院主力)，如車輛中心，可參與法規建置之。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 國內具燃料電池、燃料電池系統、燃料電池機車測試能力之公信力機構，如工研院、元智大學、車測中心等。</li> <li>2. 公信力機構與部分民間業者具功能性檢測能量，均在盤點標準、安規方面列為參與法規建置研定之請益對象。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在法規與標準上，可加強與 (1)鋰電池機車之整合 (2)及氫能來源(生產、存儲之安全)。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員指教。</li> <li>2. 氫氣使用之相關標準，在安規方面將特別加強。</li> </ol>	
B 委員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在示範運行上，未來規劃可結合鋰電池車之示範規則(短、中、長之規則)，也許才會完整永續。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感謝委員建議，本計畫將努力尋求與鋰電池機車推動計畫結合。</li> <li>2. 工業局 98 年初亦表示，99 年評估鋰電池機車後續計畫時，如燃料電池機車合乎規範，將一併納入推動。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 對台灣法規建置之示範運行的測試單位上，除了整車之車輛中心外，對氫能來源安全，與核心動力系統之測試單位與能力建制法規上應有更明確內容。(不能只由業界提供資料)。應有第三單位之規則。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員指正。</li> <li>2. 除車測中心外，具公信力之學研單位，或國營企業，均列為建制法規之徵詢機構。</li> </ol>	

序號	(初審)審查意見	意見回覆	備註
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 對國際規範中文化翻譯，未來應繼續執行，應有專業人員進行檢視，促使中文規範更正後正確性。</li> </ul>	遵照辦理。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 示範計畫應考慮對環境條件，如空氣品質，燃料品質，溫溼度對性能與老化影響。</li> </ul>	謝謝委員指教，將相關指標納入環境因素評量。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在示範規則之對於氫能周邊建置與安全上，是否有氫氣來源與交換方法。</li> </ul>	現階段規劃方面，以氣體公司現場產氫，再以物流系統供應市場所需，在安全與便利上可靠度較高。	
C 委員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 本計劃目標之擬定燃料電池應用產品發展之優點順序在結案報告中並未提出，請補充說明之。</li> </ul>	謝謝委員指正。將於報告中於4.6.7節補正。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 以綠島做為示範運作場所之理由不知能否表達出其完整的安全性測試，而且其代表性是否能完全反應出全國的環境。如果有其代表性請擬出一套有效的說帖才不致於做出的驗證失真。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員建議。</li> <li>2. 燃料電池機車示範運行，因非長距離之搭乘，將以都會區減少空污為推動方向。</li> <li>3. 選擇綠島地區，因其具地理起伏與季候影響因素，在不利環境下進行示範，有機會改善系統性能，且因離島在管理上亦具便利性。</li> <li>4. 如示範規模擴大，都會區、科學園區、工業區均可列為示範點，以擴大示範成效。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 有關的完全規範在使用上及電池出廠前之安全測試之模擬實驗有必要列出規範以加強使用上的安全。</li> </ul>	感謝委員指教，將於研訂標準草案時，對於產品之標示有所規範。	
D 委員	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 氫氣比重較空氣輕，洩露時雖是向上逸散，但氫能汽機車燃燒爆炸引發的危機是否會波及建築物，是否一樣會波及鄰車？</li> </ul>	氫氣因其分子很小，洩漏時極易往上方逸散，但如因高溫或劇烈碰撞引發之燃燒爆炸，其機率與危險性和汽油引擎車應屬一致。	

序號	(初審)審查意見	意見回覆	備註
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 期末報告 p.87，儲氫規定於 NFPA 的 50A 提及：15 英尺內區域不能有乾燥植物和可燃物；超過 15,000 標準立方英尺之氣態氫系統需放置於單獨建築物或室外；要求小於 15,000 標準立方英尺的氫儲存在室內，台灣本島都會區多處皆為人口稠密區域，因此氫能供應站之位置建置問題，需再進一步研究實驗及討論。 期末報告 p.90 中提及罐裝儲氫罐供應於便利商店中，此與上述規範相違背。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. p.87 所提有關氫氣儲存，係指氣體廠儲放氫氣之儲存槽或儲存桶之設置場所安全規範，國內氣體廠商均按規定設置。</li> <li>2. p.90 之燃料電池儲氫罐係於氣體廠分裝之後的小型容器，有如便利商店供應之小瓦斯罐大小，因屬常壓設計，在安全上已驗證無虞。</li> <li>3. 以上係不同情境狀態，應無違背情事。惟管理方面仍應注重運輸過程之妥適。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在期末報告中實車運行計畫，選定綠島，而非台灣本島島內時車運行，其離島雖氣候條件雖較本島更易造成車架腐蝕，塑膠外殼，坐墊老化以及電裝部品損壞等情況，但沒有都會區內各種人為因素，如尖離峰明顯，號誌多使車輛需重新啟動煞停頻繁等情況，因此在未來導入本島內的運行計畫是否會有若干偏誤的可能性發生，相信下一步要加速在大都會區進行測試及正確的導入，讓減碳及提升能源的使用成為事實。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感謝委員卓見。</li> <li>2. 如示範計畫能稍為擴大，都會區、科學園區、工業區、離島均是考量的場所。</li> <li>3. 初期以基本機車性能與管理便利為考量，在都會區應用之偏誤是有可能，希望能擴增示範點以補強。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 報告中未看見氫能燃料電池的廢棄回收規劃，是否有需要，請作必要的補充。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員建議。</li> <li>2. 有關料電池的生命週期尚未見清楚的研究報告，相關的回收規劃將於更新的報告 p.44 補充說明。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 氫能未來可能所需面臨的課題： (1)有效率的大量生產技術 (2)安全經濟的儲存與輸送方法 (3)降低燃料電池成本 (3)氫能供應站規範及防災處置</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員卓見。</li> <li>2. 本計畫完全贊同。</li> </ol>	

序號	(初審)審查意見	意見回覆	備註
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 在氫能生產中心建置規範，尤其是台灣地處亞熱帶且屬海島型氣候，若依據歐，美，日等緯度較高國家之要素作為國內建置規範的話，是否可能有不適用的情況發生？(溫溼度、酸性環境、霉菌)</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員提示。</li> <li>2. 氫氣的生產，國內中油、聯華、三福等均具長期生產經驗，由其歷年公佈之相關研究資訊尚無不適情形發生。</li> <li>3. 小型分散式充氫站因目前設置有限，有關情境將續蒐集分析。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 示範計畫中沒有危機處理機制，請說明氫能輸送方法與危機處理機制。</li> </ul>	燃料電池機車示範計畫，因係局部地區施行，儲氫罐採用氣體廠充填後運送示範地區使用。其安全規範可參考國內「高壓氣體勞工安全規則，第五章運輸安全設施第 123 條至 152 條之相關規定。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 燃料電池產品之可靠性與耐久性，安全性才是真正未來計畫之推動要點。</li> </ul>	謝謝委員指教。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 台灣的舊型機車替換之補助方案，更是未來推動成功與否的要素。</li> </ul>	謝謝委員指教，後續評估將列為重要參考因素。	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 台灣氫燃料電池都朝向小型化發展，加氫站與家庭化下的安全性在高密度的居住環境，須加強收集成熟的國家法規來修正台灣的獨特風格。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 謝謝委員指教。</li> <li>2. 日本成功推動家用型燃料電池系統，以日本都會條件，足資我國借境，其 2008 年公佈之有關 PEM 技術之應用標準可為主要參考。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 與目前的鋰電池與汽油動力之優惠化與經濟效益平衡點在哪裡？</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 氫能燃料電池與鋰電池汽油動力之機車，在 CO2 減量與前端使用電力效益方面均較優。</li> <li>2. 後續推動之推力在於環保與潔淨能源方面的訴求。</li> </ol>	

序號	(初審)審查意見	意見回覆	備註
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 建議可以提供氫電池與其他同等商品用品之優劣勢分析，最終必然要符合經濟性才有全面化之可能。</li> </ul>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 感謝委員指正。</li> <li>2. 新產品經過示範驗證，方具市場進入門檻。以日本家用型燃料電池示範計畫為例，其 2005 年示範之初補助 450 萬日圓/1kW 至 2009 年的 40 萬日圓/1kW 補助方案，足見大規模示範計畫，對於降低產品成本至為重要。</li> <li>3. 短期而言，燃料電池在分散式供電成本，尚難與傳統能源相較。未來因應國際能源價格高漲與新技術突破，成本大幅下降，在經濟面較符效益。</li> </ol>	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 簡報 p.48 提及之 36 項草擬草案是否會與國際標準同步。</li> </ul>	<p>本計畫所建議之 36 項草案，主要係考量發展國內利基產品所需優先研訂之標準，國際上 IEC 與 ISO 之相關標準必然會引為參考，以期技術標準同步。</p>	

# 摘要

## 一、中文摘要

現今全球能源緊張、油價高漲的時代，尋找新能源作為化石燃料的替代能源是各先進國家當務之急。因為氫能的優勢明顯，因此各國政府均大力支持，加上投入的企業對燃料電池的發展信心十足，以及京都議定書對於各國發展新能源的推力，均意謂著燃料電池未來市場前景可期。前瞻能源產業產品標準與檢測技術先期研究即以燃料電池應用為現階段前瞻能源之標的。

由於運輸載具對於空氣汙染與 CO<sub>2</sub> 排放影響重大，國外對於氫能燃料電池的應用多聚焦於燃料電池電動汽車之研究；國內處於相同情況，但因為機車產業為我國強項，應順勢發展高附加價值與生活科技化燃料電池機車。因此，建置前瞻能源產業產品標準將從氫能系統與燃料電池、以及電動機車產品標準技術先期研究與導入，目的即在於建構此類機車之相關技術與規範，以建立標準，有助於與鄰近亞洲國家建立共同之燃料電池機車性能技術標準，帶動我國燃料電池機車產業之發展。

本計畫就可攜式、3C 應用、定置型燃料電池以及燃料電池電動機車整車性能、電池組、儲氫罐之檢驗標準與檢驗方法進行資料蒐集與研訂相關標準建議，同時對於氫能環境與充填設施標準提出規範或引用現行相關標準。同時考量國內業者技術能量，配合執行有關之安全性、耐久性、續航力、系統功能、安規、與供氫環境之實測驗證與建置規劃。本研究並參考國際標準組織 IEC, ISO 已公布之氫能燃料電池國際標準，以研擬建議符合我國發展利基產業的必要標準，經由參考國際規範之標準、建構與國際接軌之國家氫能燃料電池標準體系。

本研究另蒐集分析國外燃料電池車輛實證情況，作為規劃國內推動燃料電池機車示範運行參考。由於國際間多以汽車示範運行為主，僅歐盟與日本有小型功能車與機車實車驗證計畫持續推動。惟不論何種車輛示範運行，皆為當地政府與民間企業共同推動，藉以取得性能與安規之驗證資訊，作為研訂該項產品技術標準之參考依據，從而提供業界標準平台以開發產品。示範運行計畫主要目的係對於國內廠商自行研究開發的關鍵零組件、系統功能、安全性、耐久性及各項性能進行實證作業，並建立效率與安全標準，提供國內業者導入市場之參考。同時，對於測試機構、供氫基礎設施、教育宣導功能等均能有所規劃。在規劃實證計畫示範區域則建議以綠島為優先考慮的場景之一，是基於其地形與封閉性，且在離島推動燃料電池機車具有潔淨觀光島嶼與驗證之多目標之功能，均建請政府主管機關參考。

關鍵字：氫能、燃料電池、電動車

## 二、英文摘要

Key Words : Hydrogen Energy, Fuel Cell, Electric Scooter

Under the global energy crisis and rising oil prices, the search for alternative energies to replace fossil fuels is developed countries' priority. Because of hydrogen energy's significant advantage, along with the involved entrepreneurs' confidence in the fuel cell development and the endorsement of the Kyoto Protocol, many countries largely support this program. It is believed that the fuel cell has prospective market ahead. The practicing of fuel cell has currently started the preliminary research on prospective energy industry's product standard and examination techniques.

Since transportation vehicles tremendously constitute the air pollution and CO<sub>2</sub> emission, in foreign countries, the practice of hydrogen energy cells largely focuses on electric vehicles, which is also the case in Taiwan. Scooter industry is our strength; consequently, to develop high value-added and fuel cell scooters is right on the momentum. The plan and preliminary research on the establishment of hydrogen energy system and the standard techniques of fuel cells and scooters are to construct the electric scooter related techniques and rules. This will assist at our country's cooperation with other Asian countries to erect shared standard techniques of fuel cell and electric scooters, in turn, further driving the domestic industry's development.

This project will set up relating technique standards about the portable fuel cell, stationary fuel cell, and fuel cell electric scooters' capability, stack module, the test and testing method of hydrogen canister. Also, the project serves to provide hydrogen energy environment and replenishment standard with regulation or existing standards.

Considering domestic industry's technical competence, the project will conduct the testing of safety, durability, cell extension, system function, safety regulation and the hydrogen supply. Meanwhile, the project will be committed to reaching international standard, such as IEC or ISO, as well as to put our measurement standard system on the international standard track. Moreover, to campaign on international collaboration and recognition is critical, advancing the market competence of our country, promoting later movement on the set up of demonstration environment, and contributing to the development of new energy industry.

Consulting foreign existing cases and data is to map out the domestic campaign on fuel cell and electric scooters. Automobiles are the main demonstration object globally. So far, only EU and Japan have been working on the practices on small functional autos and scooters. No matter what kind of demonstration vehicles, this project is supposed to be moved by government agencies and entrepreneurs together in order to gain the information of the testing on capability and safety regulation. Then, the references for drafting technique standards and the platform for the industry

to develop products will arrive.

The demonstration program is not only to examine domestically developed key components, system function, safety and durability, but establish efficiency and safety standards as well. Additionally, the project includes the framing of testing institutes, hydrogen-supply facilities, and education. Green Island is primarily suggested to be the one of demonstration areas, after considering of its geography, closeness, and the potential to cleanse the sightseeing island.

# 目錄

摘要.....	1
一、計畫緣起.....	1
二、研究目的.....	3
三、研究方法、步驟與流程.....	5
3.1 研究方法.....	5
3.2 計畫架構.....	6
3.3 研究步驟與流程.....	7
四、執行成果及效益.....	10
4.1 國內外定置型、可攜式、3C 電子產品應用等氫能與燃料電池及電動機車等技術發展調查.....	12
4.2 國內外定置型、可攜式燃料電池、3C 電子產品應用等檢測、標準、安全等規範建置現況調查研究.....	45
4.3 國內建立氫氣供應之氫氣充添與儲氫容器、運送等相關安全標準與儲氫設施標準研究.....	69
4.4 國內氫能燃料電池以及電動機車產品技術標準與相關安全法規建議.....	92
4.5 規劃燃料電池電動機車標準技術實車驗證示範運行計畫.....	122
4.6 測試國內現有前瞻能源產品部分規格或性能，並出具測試報告，分析及規劃未來發展標準及檢測技術之優先順序及題綱.....	206
4.7 舉辦氫能燃料電池標準建置座談會.....	246
五、結論與建議.....	251
5.1 結論.....	251
5.2 建議.....	252
六、主要績效指標表.....	254
七、附錄	
附錄一 出國報告	
附錄二 發表論文摘要	
附錄三 國際氫能與燃料電池標準翻譯	
附錄四 檢測報告	

## 一、計畫緣起

近年國際能源價格飆漲，2008年6月每桶原油已超越130美元，下半年雖開始回檔，但世界各國對於能源之有效利用與經濟面之衝擊均面臨嚴峻之考驗。台灣能源有99%仰賴進口，能源結構中對煤的需求占32.1%、石油51.1%(能源局, 96年)，而其經由運輸載具或發電之燃燒過程，所排放的廢棄物對地球環境之溫室效應與人類健康均有不利的影響。

於前瞻能源科技應用方面，近年由於燃料電池(Fuel Cell)技術不斷創新突破、後京都議定書時代的溫室氣體減量等環保問題、以及在傳統化石能源面臨枯竭等多重壓力下，世界先進國家均加速潔淨能源的開發研究，由政府與民間共同推動氫能與燃料電池技術與產業之發展。「燃料電池」並非電池，而是經由電化學反應之發電設備。由於燃料電池是高效率、低染、多元化能源的新發電科技，而燃料電池的供氫系統發電，比傳統化石燃料更有潔淨與高效率的效益。

由於運輸載具對於空氣染與CO<sub>2</sub>排放影響重大，國外對於氫能燃料電池的應用則聚焦於燃料電池電動汽車與巴士之研究與示範驗證；國內處境相同，但因為機車產業為我國強項，應順勢發展高附加價值與生活科技化燃料電池機車。行政院於2007年11月舉行的「產業科技策略會議」中，以能源科技為主軸，並從節約能源科技、再生能源科技、前瞻能源科技等三大面向，探討我國能源科技的未來發展方向，並制定創新研發及產業化策略。其中，在前瞻能源科技有關燃料電池與氫能科技方面列有：「在產業初期及發展期，政府宜研究推動燃料電池產品示範運行之配套措施，及加速我國燃料電池產業化」之宣示。因此，前瞻能源產業產品標準與檢測技術先期研究即以各種應用之燃料電池、包括定置型、可攜式、3C應用以及燃料電池電動機車為首要發展項目，目的即在於建構相關技術與規範，以期建立標準，亦有助於我國率先發展適用燃料電池電動機車產業，再度領先國際。

在各種利基型運輸載具的開發與應用潮流中，美國與加拿大偏重燃料電池堆高機等廠房倉庫用車，亞洲國家則偏向電動自行車、電動機車與電動輪椅等小型車輛，其他方面尚包括各種場區用車，例如搬運車、遊園車與高爾夫球車等。我國為機車產業王國，在發展燃料電池小型車輛上具有利基。近年來國外機車大廠漸漸對燃料電池機車感到興趣，紛紛投入開發行列，例如日本的Honda與Yamaha，以及歐洲的Piaggio與Aprilia；但也有一些新加入的公司，例如美國的

Vectrix，義大利的 GR Grafica 等。有鑒於傳統汽油引擎機車造成嚴重的空氣染，台灣早期對於電動機車的開發相當積極，採取補貼政策以鼓勵消費者使用。然因使用傳統電池的電動機車充電時間長、續航力低、以及電池壽命短的缺點無法有效克服，即使經過十幾年的發展，性能仍無法滿足消費者的需求。從各種型態機車特性之研究發現，燃料電池電動機車無論充電時間與續航力上均有較優異的表現，而進一步比較了汽油引擎機車、鉛酸電池電動機車、以及燃料電池電動機車之能源使用效率，發現燃料電池電動機車的系統效率比起其他兩者都要來的高。因此，燃料電池具有成為新型電動機車的動力源之潛力，也為電動機車產業注入了新希望。

台灣經濟研究院輔導設置之「台灣燃料電池夥伴聯盟」，在行政院環保署及經濟部能源局的支持下，自 91 年 7 月成立以來，協同業界共同推動國內燃料電池科技與產業之發展。目前台灣燃料電池夥伴聯盟設有「法規測試小組」，收集及研議國內外燃料電池標準，亦加入美國燃料電池委員會(U.S. Fuel Cell Council)與日本燃料電池發展資訊中心(Fuel Cell Development Information Center)會員，可獲得國際燃料電池標準之研議資訊，及參考 IEC、ISO 等國際標準，將更有助建置我國氫能系統與燃料電池產品標準技術之研究與導入。

## 二、研究目的

目前全球的氫能與燃料電池發展環境已經發生明顯的變化，包括美國、日本與歐洲等許多國家都已開始制定相關標準政策，不斷鼓舞廠商增強或投入相關的研究開發，以引領世界風潮。因此國外所擁有的智權技術版圖顯然將會持續增加，台灣如欲拉近彼此差距，自然在氫能與燃料電池標準之建立上有必要奮起直追，建立符合國際趨勢的技術標準。同時，如能考量兩岸合作關係，配合經濟部宣示的「兩岸搭橋計畫」，建立氫能與燃料電池的共同標準，對國內廠商的市場推展將深具效益。

目前國際上 ISO 與 IEC 有關氫能與燃料電池標準已陸續公告，有部分仍在制訂階段，其他國家之標準多參考 IEC 等國際標準研訂，只有少數已經公佈，例如中國大陸。我國經濟部標檢局目前已經就相關標準開始作業，完成名詞定義部分，仍須協同產學研界共同努力。有鑑於此，台灣經濟研究院與台灣燃料電池夥伴聯盟結合國內產官學研各界，進行兩年的研發策略規劃研究後，再度整合會員意見，提出我國氫能與燃料電池產業發展建議，於發展產業同時，同步建立氫能與燃料電池標準，漸次適應氫能應用時代。因為氫能是一種潔淨的新能源，在使用上有別於傳統能源，有關應用氫氣之產品在製造、運輸、分送、儲存和使用上的安全問題，是否有適當的法規(Codes)與標準(Standards)加以規範，讓工程師、製造商、消費者及政府主管機關有所遵循，是在推動氫能科技或燃料電池相關產品的商業化時，同時需克服一些非技術性的障礙，所以受到美、日等國家高度之重視。

目前國際上已公佈或草擬中的標準，可大致分成如下四類之標準：

1. 定置型(Stationary) - 包括家庭用、大樓用、發電廠等有關之建築物法規、零件及產品標準、安裝及電力回饋連接之標準、氫氣儲存標準等。
2. 運輸型(Transportation) - 有關之機動車輛安全標準、車上氫氣儲存標準等。
3. 可攜型(Portable) - 儲氫罐(hydride tanks)、燃料充填系統(refueling systems)、產品等標準。
4. 基礎設施(Infrastructure) - 氫氣製造、運輸、分送、儲存和使用上之供應

設施，包括高壓儲氫容器標準、加氫站設置標準等。

因此，本計畫目的主要在於參考前述標準建置符合國內發展情境之安全與技術標準，評估國內氫能燃料電池發展現況，擬訂燃料電池應用產品發展優先順序，研訂氫能燃料電有關產品之技術標準，建立自有品牌，確保產品符合安全要求與行銷國際。前此，國內研訂之有關電動機車檢驗相關 CNS 標準，非電池部分應可延用，避免研發資源重複投入。由於燃料電池技術的應用範圍非常廣泛，所涉及標準非常多，特別在安全方面，所以單在美國就有非常多的機構參與草擬的工作。國內燃料電池的技術發展比美、日等國家起步晚，且受限於人力經費，所以在燃料電池的標準方面，應可參考國外的資料，並配合國內的產業發展環境，優先研究定置型、可攜式燃料電池以及電動機車利基產業的標準，循序漸進，方能有效帶動我國燃料電池產業化以及氫能經濟之發展。

### 三、研究方法、步驟與流程

#### 3.1 研究方法

(一)燃料電池電動機車主要技術在於氫氣的供應模式與燃料電池機車本身(如圖 2-1 所示)

將分別就供氫系統、不同型式之燃料電池、機車性能、電氣規格等蒐集國外相關標準及各項檢測技術資訊等發展現況。

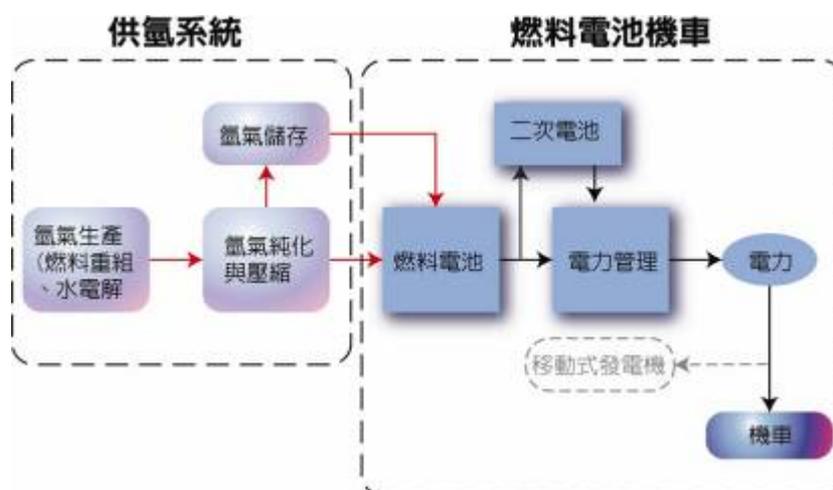


圖 2-1 燃料電池機車與供氫系統技術架構圖

(二)研究國外各型燃料電池已建標準，包括定置型、可攜式、3C 電子產品應用等，評估國內廠商技術引進與匹配可能性，以及發展應用產品標準順序之建議。

(三)分析國外功能型燃料電池技術發展現況(以 PEM 為主)，以及適用電動機車之電池模組效能。

(四)研究建立氫氣充添與儲氫罐相關安全標準與充儲氫之基礎設施(infrastructure)標準，提供電動機車使用環境。

(五)研擬我國氫能燃料電池以及電動機車產品技術標準與相關安全標準建議。

(六)研擬規劃推動燃料電池電動機車標準技術實車驗證計畫。

(七)測試國內現有本計畫前瞻能源產品部分規格或性能，並出具測試報告，分析及規劃未來發展標準及檢測技術之優先順序及題綱。

### 3.2 計畫架構

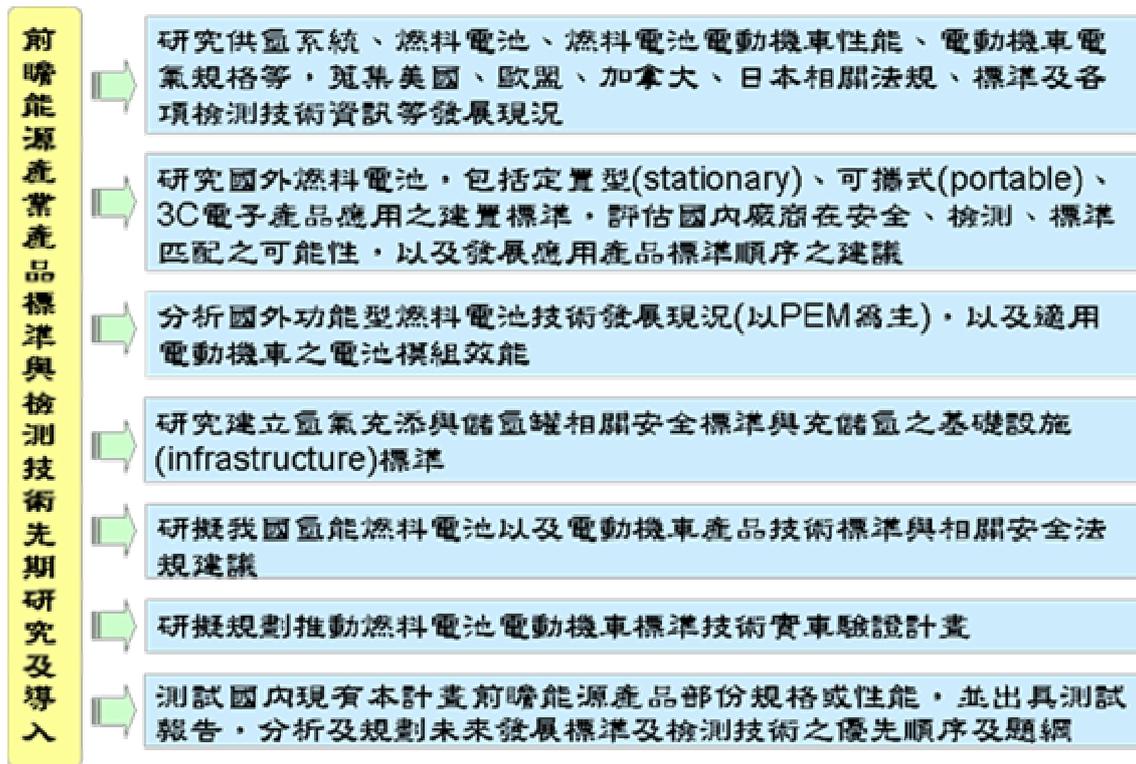


圖 3-1 計畫架構

### 3.3 研究步驟與流程

**3.3.1 研究供氫系統、燃料電池、燃料電池電動機車性能、電動機車電氣規格等，蒐集美國、歐盟、加拿大、日本相關標準及各項檢測技術資訊等發展現況。**

需蒐集國際標準組織有關 IEC、UL、ISO、JIS 等有關氫能燃料電池與氫能設施之安全、效能、耐久性、基礎設施建置測試標準等發展情形及參考如日本 FCDIC、NEDO、美國 NHA、USFCC、UL、加拿大 HFCC 等燃料電池發展機構發展經驗，以建立我國發展方向與驗證標準，同時蒐集研究國內外燃料電池電動機車之性能、安全、標準。除此之外，對於 ANSI Z21.83、NFPA70、IEEE-P1547 等之同類型標準亦應研究適合國內產品延用之可行性。

**3.3.2 研究國外燃料電池，包括定置型(stationary)、可攜式(portable)、3C 電子產品應用之建置標準，評估國內廠商在安全、檢測、標準等之技術匹配可能性，以及發展應用產品標準順序之建議**

規劃如何透過特定國際組織如 IEC、UL、JAS 等與標準機構合作方式獲得最新標準規範內容，包括定置型、可攜式燃料電池、3C 電子產品應用等相關標準，提供國內業者參考，同時建立與國外發展機構交流技術標準之良好互動關係，以利與國際標準接軌，以及評估國內廠商技術引進與匹配可能性，以及發展應用產品(定置、可攜式、3C)標準之優先順序，以集中資源有效運用。

**3.3.3 分析國外功能型燃料電池技術發展現況(以 PEM 為主)，以及適用燃料電池電動機車之電池模組效能**

參考目前燃料電池的應用、性能以及研究與開發的主要公司燃料電池技術發展概況，以及電動車相關標準，例如 SAE、IEC TC105、ISO/TC22/SC21 等之相關標準，加以分析其應用於燃料電池電動機車之技術成熟度，以及適用電動機車以 PEM 技術為主之燃料電池模組效能標準建置情形。

### **3.3.4 研究建立氫氣充添與儲氫容器相關安全標準與充儲氫之基礎設施(infrastructure)標準**

參考 NHA、ISO13985、ISO14687、J2600 等國外氫能設施充添標準，研究建立「供氫體系與相關設備」檢測標準與檢驗方法，建立製氫、充氫、運輸、儲存、儲氫容器等技術以及交換體系與所需設備的檢驗標準與檢驗方法；同時提供國內廠家相關產品測試報告，以為建置標準參考。

### **3.3.5 研擬我國氫能燃料電池以及電動機車產品技術標準與相關安全標準建議**

依據已往實施燃料電池電動機車實驗經驗，研究擬訂「燃料電池組與系統」、「燃料電池電動機車」檢驗標準與檢驗方法，建立燃料電池組與系統及其關鍵零組件的性能、安全等之檢驗標準與檢驗方法。蒐集參考國內外相關文獻或標準資訊，規劃檢驗設備或裝置，並利用國內經過測試之燃料電池電動機車性能數據擬訂 CNS 檢驗標準與檢驗方法之建議，同時標準規範應包含安全與性能等方面要求，以符合消費者需求。同時，分析國內燃料電池電動機車之測試資訊，供研擬相關標準建議之參考。並於 99 年度申請科專計畫，以實車驗證方式確認檢驗標準與檢驗方法。

### **3.3.6 研擬規劃推動燃料電池電動機車標準技術實車驗證計畫**

具示範運行測試與規劃經驗，針對標準技術實車驗證之機車，其由國內廠商自行研究開發的關鍵零組件、系統功能、安全性、耐久性及各項性能進行實證作業，並建立效率與安全標準，提供國內業者導入市場之參考，並有機會建立國際品牌，引領全球。同時，研擬燃料電池電動機車示範運行計畫，對於機車實車驗證、測試機構、供氫基礎設施、教育宣導功能等均能有所規劃。於本計畫結案時，將提出「推動燃料電池電動機車示範運行驗證計畫」，申請後續科發基金與 99 年度科專計畫，結合業界共同分擔，以落實實車驗證完整規劃。

### **3.3.7 測試國內現有本計畫前瞻能源產品部分規格或性能，並出具測試報告，分析及規劃未來發展標準及檢測技術之優先順序及題綱**

評估國內前瞻能源產品發展與市場應用狀況，就進入市場部份之產品，測試其規格、性能；並就相關產品之未來發展趨勢，考量我國技術能量及與國外廠商之合作發展，分析及規劃未來產品建立標準及檢測技術之適切性與發展項目進程，提供有關參考。就現段而言，電動機車與 3C 應用產品應是首波檢測與建立標準對象。

#### 四、執行成果及效益

雖然 2008 年引發全球金融風暴，2009 年 5 月美國能源部朱部長（Secretary Chu）也宣布縮減燃料電池汽車的研發預算，但先進國家並未聞風起舞。目前全球氫能與燃料電池技術之發展已經進入關鍵時刻，各國為了取得未來氫經濟的主導地位，無不大幅增加投入學術研究與產業開發的能量，藉以增加技術進展的速度與強度，以美、日、歐為代表的科技先進國家都已經將氫能與燃料電池提升到國家能源戰略層面而加以規劃（美國並未減緩在定置型分散式電力系統發展）。

氫能已被國際能源總署規劃為未來主要的能源利用型態，環顧全球燃料電池產業發展現況並分析台灣產業規模與架構，機車或自行車、代步車與 3C 應用產品，將是台灣最具有競爭力的燃料電池產品。由於我國氫能與燃料電池技術發展尚未完全成熟，因而可藉政府推動的示範運行計畫，以及建置燃料電池機車驗證平台，帶動零組件研發與提升產品競爭力，以期真正有助國內燃料電池業者之發展，氫能與燃料電池產業方有大放異彩的前景。

目前世界各國所推動氫能與燃料電池計畫有一個共同特點，也就是政府部門與民間公司密切合作，成為夥伴關係共同參與推動氫能與燃料電池相關計畫。因為作為新能源的氫能是一項全新的產業，全世界並沒有任何現行產業模式可以依循，因此，氫能產業開發過程的風險，便成為一項重要議題，而這部分政府部門的支持便扮演了重要的角色。本計畫規劃燃料電池電動機車實證即依據：

1. 行政院經建會 97 年 9 月 4 日永續能源政策綱領—節能減碳行動方案 2009 年重點工作項目：鼓勵使用電動機車；以及加強太陽光電、燃料電池及 LED 前瞻創新技術研發。
2. 行政院劉兆玄院長 97 年 8 月 15 日表示，在未來四年內推廣 10 萬輛可抽換式電池的電動機車；
3. 行政院 96 年 11 月 22 日 產業科技策略會議結論，有關燃料電池與氫能科技報告：「在產業初期及發展期，政府宜研究推動燃料電池產品示範運行之配套措施。」之宣示。

由於運輸載具排放污染的改善，對於低碳社會具有積極的效益。在新能源研究開發方面，先進國家多積極發展氫能燃料電池汽車，然而機車產業的技術能量

與市場成熟度完全符合台灣發展現況，因此燃料電池機車在台灣的發展具有技術領先與產品獨特的相對優勢，可同步帶動燃料電池的技術提昇與輕型載具之多樣性發展。

行政院 2007 年 11 月產業科技策略會議(SRB)結論中，有關發展我國燃料電池與氫能科技之部分提及：「在產業初期及發展期，政府宜研究推動燃料電池產品示範運行之配套措施。此外，提供適當之補貼措施，以加速此產業產品之商業化」、「產業界應發展燃料電池利基應用與低成本及高效率之量產技術，藉國內示範推廣及國外市場之力，成為國際供應鏈的一環，提升我國在此產業之競爭力」、「政府單位釐訂能源政策，宣示在合理期限內逐年提升一定比例之清潔能源」以上，均顯示推動潔淨能源產業已在政府部門形成共識，有利氫能燃料電池產業之發展。相對的，各項應用產品的性能與安全標準即需未雨綢繆，研訂標準草案供產官學研進一步審查確立，提供業者進入市場與發展產品參考。

由於氫能具有無污染、安全度高等特點，隨著能源供需及國際政經情勢的演變，已被國際能源總署(IEA)規劃為未來主要的能源利用型態。各國工業基礎不一，先進國家或朝氫能燃料電池汽車與發電機設備發展；也有開發 3C 電子產品之電源供應，以取代鋰電池；我國則因具機車與電子產品生產優勢，如何藉助氫能燃料電池技術之附加，以創造新興利基產品，繼有機會領導世界品牌。

本年度之「前瞻能源產業產品標準與檢測技術先期研究及導入」即著重於氫能燃料電池之產業技術發展研究以及導入相關檢測技術標準之建置研究與建議。由於氫能燃料電池尚屬新興產業，其產品技術標準與安全規範都極需建立，國際標準組織公告之標準與安規仍持續研訂中。因此本計畫將蒐集之最新國外氫能與燃料電池技術標準與安全規範做為研訂國內相關技術標準草案之參考資訊，特別是 IEC 及 ISO 兩個國際標準組織相關法規的最新進展，前者公布標準重點在燃料電池的電性規格與型態試驗，後者注重氫氣的生產、運輸與儲存方面的安全規範。計畫中將研究國際發展之相關技術發展資訊以及標準公告情形，提供國內有關機構研訂標準草案參考。另外也建議實證計畫實施方式與地區，以配合蒐集之機車性能與安全資訊分析，對於標準草案有實質的參考價值。

本計畫執行成果如下：

#### 4.1 國內外定置型、可攜式、3C 電子產品應用等氫能與燃料電池及電動機車等技術發展調查

在當今全球能源緊張、油價高漲的時代，2008 年 7 月更創下每桶原油超過 130 美元的歷史高價，尋找新能源作為化石燃料的替代品是世界各國當務之急。因為氫能的優勢明顯：清潔、高效，因此得到各國政府的大力支持，加上全球節能減碳的新一波風潮，與從事新能源業者對燃料電池發展深具信心，展望全球燃料電池市場因技術不斷提昇將如倒吃甘蔗漸入佳境，而有巨大的拓展空間。燃料電池是直接把燃料的化學能轉換成電能，減少傳統發電方法的許多中間步驟，若加上熱回收利用，總能源效率高達 75% 以上，是目前最有效率的能源轉換應用技術。

儘管現在燃料電池的市場需求相當小，預計在隨後的十年間，隨著技術進步與規模經濟效益，燃料電池的生產成本與使用成本將下降，競爭力提高，燃料電池潛在的市場將會逐步發展起來。現在對於可攜式燃料電池的需求相當少，但可攜式燃料電池市場將是從現在到 2011 年甚至更長時間增長最快的市場。應用於消費電子產品的燃料電池系統在最近幾年中將會快速商業化。同時如果燃料電池快速進入市場，則會對傳統的能源體系與使用方式產生巨大的改變，現有能源體系係以化石燃料為主體，在受到燃料電池的衝擊後，將會逐漸轉變為氫能時代，也將逐漸脫離對於石油與煤炭等化石燃料的依賴。

目前燃料電池的發展仍以日本、美國、歐洲及其他先進國家馬首是瞻，故本研究會以比較多的篇幅探討全球的燃料電池的發展現況，至於我國台灣燃料電池的產業情形，仍處於方興未艾的階段。

##### 4.1.1 國內技術發展現況

當今全球強調環保減少二氧化碳排放與油價節節高升下，替代能源的開發已刻不容緩；燃料電池是一種乾淨、適用於各項民生與工業設備且轉換效率高的替代能源。燃料電池的分類大致上是以電解質、觸媒和操作溫度的不同來區分。研發者可以應用範圍之不同來選擇所適合的燃料電池系統。目前燃料電池學界大致將燃料電池區分為下列幾種：鹼性燃料電池(AFC)，熔融碳酸鹽燃料電池(MCFC)，磷酸燃料電池(PAFC)，高分子電解質燃料電池 (PEMFC)，直接甲醇燃料電池(DMFC) 和固態氧化物燃料電池 (SOFC)。不同的電池種類，運用在不同的產品上，如圖 4-1 所示。

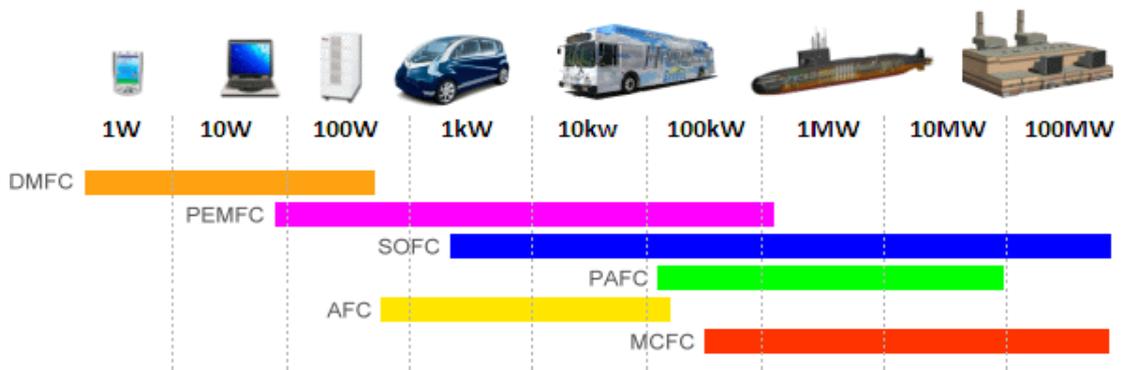


圖 4-1 燃料電池種類與其應用範圍

目前國內 SOFC 的研發機構為核能研究所，DMFC 則有研究機構與學校投入，且有業者也在開發，但 DMFC 較為適合 3C 電子產品電源應用，不太適合做為瓩(kW)級的發電裝置。至於 PEMFC 顯然為百瓦級與瓩級發電機組的主力，工研院能環所、中科院，元智大學燃料電池中心以及亞太燃料電池、真敏國際、台達電子、博研燃料電池與大同世界科技公司等都在進行相關研發工作。衡量國內產業技術環境及市場調查與分析，目前燃料電池發電機組的產品定位以 1~5 瓩及電力轉換組件為主，初期市場定位為不斷電系統、通訊用緊急發電裝置與攜帶式發電設備，未來再逐漸擴充至其他用途。

國內燃料電池相關主要的公司包括大同開發使用甲醇與 LPG 燃料的 1-5kW 級發電機，另外也開發使用乙醇為燃料的高溫(160-180°C)燃料電池；真敏國際、亞太燃料電池、博研燃料電池等公司也在開發氫能的燃料電池發電機組，而台達電子與中科院亦合作發展小型特殊燃料電池電力機組；亞太燃料電池、台全電機、博研燃料電池公司等亦投入燃料電池電動代步車的開發；在 3C 產品應用上，以 DMFC 技術發展為主，早期由勝光科技公司與思柏科技、奇鎰科技、中強光電及核能所共同合作小型燃料電池之研發，並制訂標準平台與零組件規格，發揮台灣 IT 產業既有的優勢，惟 2008 年勝光科技公司因重整而退出市場，部分人才加入思柏科技，仍以發展小型電力供應系統為主。國內 DMFC 工作小

組根據開放式的工作架構共同合作研發，在技術商品化的過程、開放式平台與元件標準化扮演著關鍵的角色，開放式架構與元件標準化可以讓各家廠商在既有技術基礎上共同合作而擁有各自的利基，更可以發揮量產優勢，將製造成本降低，使得商業化的速度加快。

燃料電池的三大核心組件—雙極板、質子交換膜與氣體擴散層—及重要的周邊零組件，國內都已經有廠商投入，其中盛英、恩良投入複合材料雙極板，盛英由工研院技術移轉複合材料雙極板已量產並開始送客戶測試使用；碳能研發氣體擴散層；安炬科技、光騰、南亞則投入質子交換膜開發，已提供小量樣品供客戶測試；異能科技也可生產鹼性燃料電池用的離子交換膜與空氣極，高力熱處理可提供板式熱交換器做熱回收應用，大同世界科技開發燃料電池專用電力調節器。在氫能技術應用方面，碧氫科技開發重組型氫氣產生機，漢氫科技則研發與生產合金儲氫罐，亞太燃料電池也與國外合作可供應儲氫罐產品。

在現場運轉驗證方面，台電綜合電力研究所與工研院合作設置再生能源(太陽光電、風力發電)製氫示範系統，並搭配燃料電池發電模組發電應用，至今已運轉三年；此外，工研院與大同世界科技合作於工研院六甲南分院建置氫能應用測試驗證區，具備產氫、儲氫與安全的基礎設施，相當適合提供國內研發機構與廠商作為開發合作與示範運轉驗證的場區，同時也是先進複合金屬與化學儲氫技術研發所在。嘉義中油煉製研究所則與碧氫科技及亞太燃料電池科技合作，建置現場產氫設備，為將來加氫站設置奠定基礎。

嚴格說來，台灣在燃料電池發電系統應用方面均屬小型，所謂的小型定置型燃料電池系統，係定義發電機組小於 10kW 以下之容量。業者如大同世界科技完成 1kW、2kW 甲醇、LPG 燃料的雛型燃料電池發電系統，亦有百瓦級 UPS 的系統小量試產，均為 PEMFC 技術範疇。碧氫公司開發重組器 (reformer) 製氫與儲氫材料，真敏、台達、中興電工則有意進入小型電力系統開發。在 SOFC 的部分，研發能量則有核能研究所、九豪公司提供高溫的陶瓷基板，富源瓷器公司近期亦將評估投入陶瓷基板的研發。至於 AFC、MCFC、PAFC 等技術，國內僅少數大學

致力研究。圖 4-2 為我國氫能與燃料電池產業供應鏈，依上中下游近 25 家廠商投入氫能與燃料電池關聯產業。

供應鏈	原材料 (上游)	電池組件 (中游)	系統應用 (下游)	周邊產品
主要廠商	<b>Membrane</b>	<b>Stack</b>	<b>FC系統</b>	<b>氫氣供應</b>
	安矩科技 南亞電路板	台達電 南亞電路板	思柏科技 奇鈹	三福氣體 聯華
	<b>MEA</b>	大同世界科技	大同世界科技	亞東
	南亞電路板 遠茂光電 光騰光電	光騰光電 博研燃料電池	能碩科技 台達電 光騰光電	中油
	<b>觸媒</b>	<b>重組器</b>	揚光綠能	<b>甲醇供應</b>
	安矩科技	大同世界科技 碧氫科技 工研院	亞太燃料電池 工研院 核研所 真敏國際	伊默克 李長榮公司
	<b>GDL</b>			<b>甲醇燃料罐</b>
	碳能科技			奇鈹
	<b>雙極板</b>			<b>儲氫合金罐</b>
	盛英			漢氫科技 亞太燃料電池
	<b>空氣極</b>			
異能科技				

圖 4-2 台灣氫能與燃料電池產業供應鏈

### 1. 真敏國際

真敏國際成立於 1985 年，代理柴油引擎起家並發展成台灣重要的柴油發電機供應商，應用領域包含大廈、捷運系統、發電廠、廠房等。Pillar Power 是真敏自有的發電機國際品牌。

真敏國際在經過 10 年的燃料電池研發投入，成功研發出 10kW 定置型燃料電池系統成果，其零組件燃料電池模組採用 Hydrogenics 的電池堆系統模組，而在散熱裝置、變頻器、斷電偵測、啟動備援電池等系統均由真敏公司自行研發。該系統主要針對電信基地台對於不斷電系統需求的發電功率需求，其中 5kW 供應 DC 直流電，提供相關電腦與通訊設備電力需求；另外 5kW 供應 AC 交流電，提供機房空調在原市電系統斷電時備援使用，如圖 4-3 所示。

## 1 ~10 kW FC Generator and UPS



圖 4-4 真敏國際 10kW 定置型燃料電池發電機

### 2.大同世界科技

大同集團的重電部門負責發電機組的製造、行銷與服務，進入此領域已有 30 多年，但為亟求轉型與配合燃料電池全球發展的未來趨勢，大同公司從 2001 年起開始加入工研院的燃料電池研發計畫，成為業界先期參與廠商，並成立大同世界科技公司負責燃料電池產品開發工作。

大同世界科技目前主要的研發主力已經轉移到以液化石油氣(LPG; 主要內含丙烷和丁烷)當作燃料的重組型燃料電池為研發重心，而且是以 1.5kW 與 5kW 的定置型燃料電池組為發展主力，但亦開發完成 300W 的 UPS 系統進入商品化初期市場。主要是考量到目前家庭使用液化石油氣(家用桶裝瓦斯桶)的比重仍高，也就是液化石油氣的供應鏈比較完整。

大同目前已擁有燃料電池相關的專利 18 篇，其中包括燃料電池、燃料電池系統、重組器、變頻器與重組觸媒等方面。在自有產品方面，1~3kW 的定置型 PEMFC 質子交換膜燃料電池目前已經可以銷售；另外，燃料電池變器等次系統也可以接受訂單出貨；至於重組器方面，由於成本仍高，需要時間來降低成本。



圖 4- 5 300W 燃料電池備用電源系統

### 3. 亞太燃料電池科技

亞太燃料電池科技為燃料電池設計製造商，主要是燃料電池及其相關產品的開發與生產，主要核心技術為 100W~12kW 質子交換膜燃料電池組的設計與量產能力；目前已知應用於電動機車、代步車、輪椅、電動小火車及可攜式發電機等產品(表 4-1)。

表 4- 1 亞太燃料電池科技之燃料電池

質子交換模燃料電池	反應面積	功率範圍	運用領域
單電池測試模組	2.25 cm <sup>2</sup> 5 cm <sup>2</sup> 25 cm <sup>2</sup>	0	研發
氣冷式燃料電池組	40cm <sup>2</sup>	100~800 W	電動自行車、電動輪椅及其它小功率之電動交通工具
可拆式燃料電池組	50cm <sup>2</sup>	100~250 W	研究教學
水冷式可拆式燃料電池組	150cm <sup>2</sup>	1kW~12kW	電動機車、電動代步車等個人化電動交通工具，以及各種發電機，不斷電系統

亞太燃料電池從 2000 年至今已開發多款燃料電池機車，最新一代的 ZES V.b 車款，採用燃料電池(氫)+電池的混合雙系統，讓燃料電池退居幕後充當電力補給的腳色，而由電池(鋰或鎳氫)充當主角，來啟動發電機；如此可解決燃料電池需要啟動時間外，也可降低燃料電池的能量

需求，儲氫器需要準備的氫氣可以減少。



圖 4-6 亞太燃料電池機車 ZES V.b

#### 4. 碧氫科技

碧氫科技開發股份有限公司開發高效率產氫技術及體積超小輕便設計，發展出國際間燃料電池、燃燒爐、光電產業、冶金產業、工業用氫等相關產業所需氫氣的供應設備及諮詢與服務。主要產品有簡易型供氫器、高純度氫氣產生器以及超高純度氫氣純化器。

##### (1) 簡易型供氫器

如圖 4-7 所示，透過觸媒完成 CO 去除，供高、低溫燃料電池及氫氣助燃加熱設備使用，可應用於備用電源(USP)的燃料電池系統、家用熱電共生器(CHP)、3C-產品的供電設備、快炒爐、工業加熱爐、氫引擎，規格如下：

- 氫氣純度：70~75%
- 氫氣流量：200~6000LPH
- CO 濃度：10~15,000ppmv



圖 4-8 碧氫簡易型供氫器

### (2)高純度氫氣產生器

為專屬無火焰燃燒觸媒，搭配高效率重組器及鈀合金膜純化器整合成一反應系統，提供既時氫氣生產與純化的現場產氫設備，可應用於冶金、熱處理、表面處理、加氫站、燃料電池產業。其產品規格如下所示。

- 氫氣純度：99.995%
- 氫氣流量：1~10CMH
- CO 濃度：<5ppmv

### (3)超高純度氫氣純化器

以多孔不鏽鋼為載體製備鈀合金膜，可將 4N 工業級氫氣純化至 7N 電子級氫氣，可應用於 LED 產業、光電產業、半導體產業、IC 級氣體產業。

- 氫氣純度：>99.99999%
- 氫氣流量：0.1~50CMH

## 5.漢氫科技

漢氫科技股份有限公司是固態儲氫器設計製造與氫能技術支援廠商，並成功地將金屬儲氫技術於不同應用市場完成商品化的產品，例如在化學分析儀器領域、燃料電池領域、以及氫氣混合燃料之燃燒系統上。

2008 年 1 月正式取得美國固態儲氫器發明專利證書(專利號碼 US7320726B2)後，增加固態儲氫器產業的技術優勢，其專利技術係在儲氫器內部運用到蜂巢狀結構，可提升熱傳效率，促使氫氣更有效率的進出儲氫器。

漢氫的固態儲氫器目前也是國內各專業研究機構、校園實驗室與燃料電池公司在進行 PEMFC(質子交換膜燃料電池)相關研究的供應商。

應用於燃料電池的固態儲氫器除可依顧客需求客製化外，另外可量產的產品如下所示。

10 Liter 燃料電池固態儲氫器	
100 Liter 燃料電池固態儲氫器	
660 Liter 燃料電池固態儲氫器	
500 Liter 燃料電池固態儲氫器	
3300 燃料電池固態儲氫器	
16500 燃料電池固態儲氫器	

## 6.光騰光電

光騰光電成立於 1993 年，從事於光纖通訊元件之開發、製造與銷售，並於 2006 年 1 月正式成立氫能事業處，投入燃料電池關鍵零組件之開發。光騰主要核心技術產品為：商用膜電極組(燃料電池/水電解/URFC) 與氫氣產生器，主要產品如所圖 4-9 示。

光騰光電規劃推出三種商用型膜電極組，包括，一般燃料電池用之膜電極組；水電解用之膜電極組；與可以用來水電解產氫，也可以發電的雙供功能的均一化再生型燃料電池（URFC）的膜電極組。氫氣產生器屬於水電解的一種，其技術是使用質子交換膜型的氫氣產生器，原理與燃料電池相似，同樣採用觸媒來催化反應，在膜電極組的兩邊，分別將水分解成氫氣與氧氣，可以得到純度達 99.9（3 N）的氫氣，以及副產物水蒸氣。

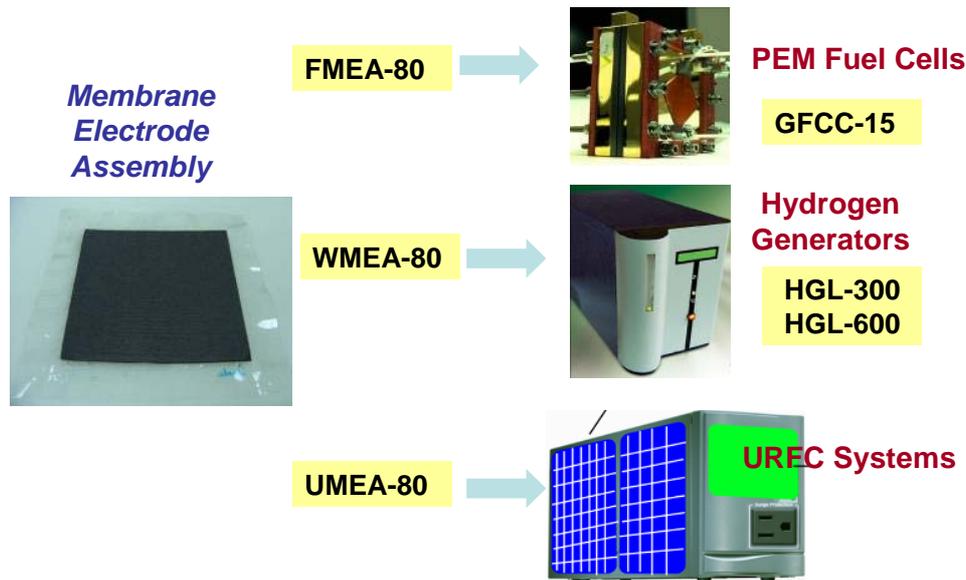


圖 4-10 光騰光電燃料電池產品

光騰光電 2009 年 4 月參加德國漢諾威展，在中型 HGM 氫氣產生器接獲德國、英國、荷蘭、奧地利、挪威等 8 國客戶樣品訂單，主要訂單來自 3 個應用區塊，首先是結合風力、太陽能發電，搭配儲能供應燃料電池使用；其次是工業上的應用，取代原有儲氫鋼瓶；第三是示範加

氫站，其中示範加氫站採用太陽能屋結合產氫器的方式。

2009 年光騰光電的產氫器與燃料電池膜電極組等系列產品即將導入試產、量產；目前小型 HGL 產氫器試產已接近完成，即將導入量產。中型 HGM 產氫器已獲樣品訂單，產品將於 6 月完成認證，第三季小量出貨給客戶。膜電極組方面，標準規格已完成試產，隨時可導入量產。

98 年 6 月 12 日立法院通過「再生能源發展條例」，為新能源產業發展注入活水。能源局 98 年度亦開始推動示範驗證計畫，可以適時整合國內系統廠商與關鍵組件業者，建立研發生產合作聯盟，開發利基產品。目前國內對於燃料電池技術與原材料近乎完全掌握，以台灣擅長的靈活產品開發與降低成本優勢，必然可在國際市場占有一席之地，並可預見未來氫能與燃料電池產業呈跳躍式的成長。

#### 4.1.2 國際上燃料電池產品技術發展

##### 1. 定置型燃料電池的發展

##### (1) 小型定置型燃料電池系統

所謂的小型定置型燃料電池系統，係定義機組小於 10 千瓦以下容量。它的發展分成家用熱電共生系統與不斷電備用電力系統兩種。整個市場成長 37%，2008 年裝置套數約 3300 套，主要是日本家用型燃料電池熱電共生系統的示範驗證計畫裝置民宅使用。

若以技術角度來看，主流技術還是 PEM(質子交換膜)為主，第二是 SOFC(固態氧化)僅佔不到 10%，而 AFC(磷酸)則僅佔邊緣少數。不斷電備用系統市場最大的成長是在北美洲與歐洲，而家用系統的成長則在日本。在美國是因為配合政府的政策，而使得 UPS 系統的銷售增加。而在日本，則是增加了熱電共生(CHP)系統。

投入公司的家數在過去一年中，持平並無明顯增加，出貨超過 100 台以上的公司增加，但出貨低於 5 台以下的公司亦倍增。有些公司因著技術的突破，很明顯的看見出貨量增加。這個部分的市場仍然停留在穩

定以及維持一定的成長，而且稍微的進入其他的應用領域。大多數的公司藉由私募基金及股票市場在尋找資金，因著這個原因，產品線也進入新的產品與產能增加。

●市場發展

小型定置型燃料電池系統 2007 年比 2006 年成長 37% 如圖 4-8 所示，有關銷售量與技術應用情形參考圖 4-9、圖 4-10 所示。然而它仍然比預期銷售量的 3000 台為少，原因是這個時間點，大多數的公司減少生產，專注在籌錢及生產線產能的擴張。

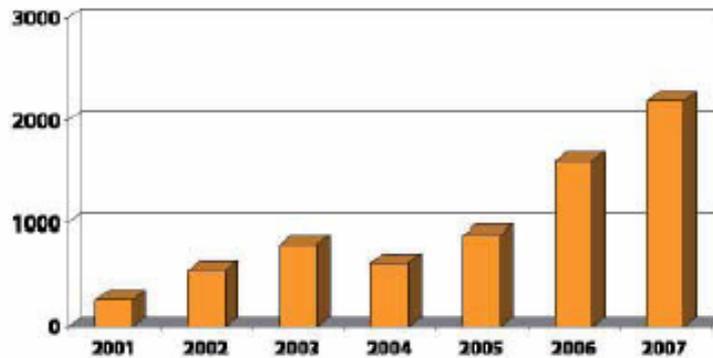


圖 4-11 2001~2007 年小型定置系統銷售量

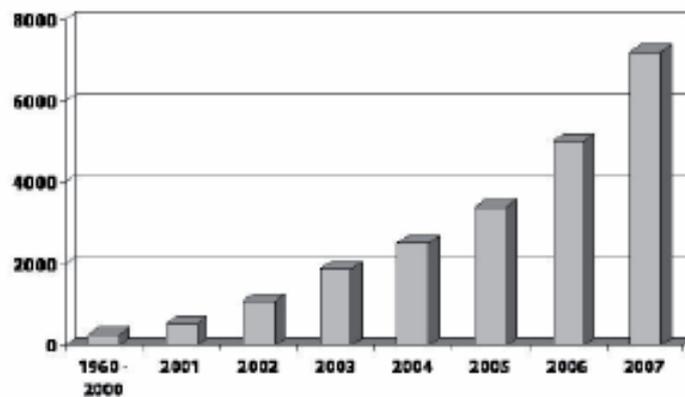


圖 4-12 1960~2007 年小型定置型系統的累積銷售量

UPS 的出貨量增加 64%，且大多數新的出貨機種都應用在 CHP 系統中。

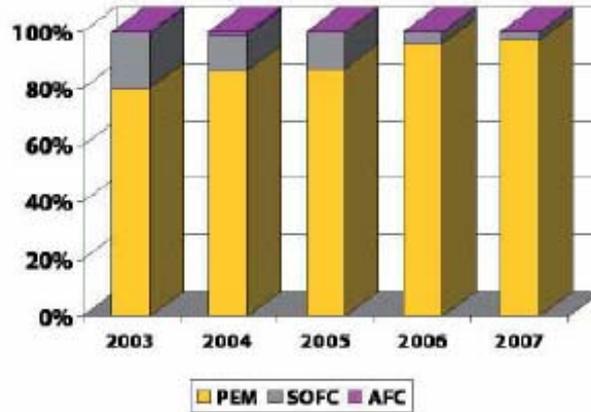


圖 4-13 以技術分類的出貨量統計

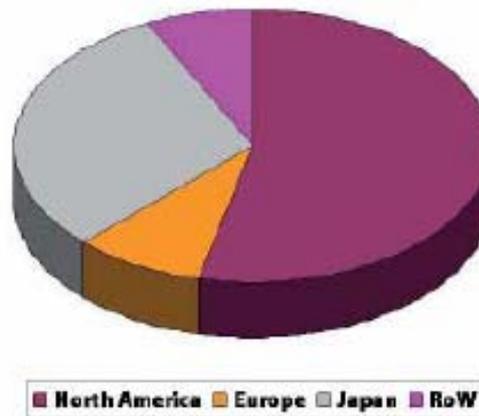


圖 4-14 2007 年各地區的製造數量

由圖 4-11 可見 RoW(Rest of Word)的出貨量大幅增加，該趨勢將持續發展。例如 IdaTech 公司就在該地區完成生產線。日本地區的製造台數亦增加是因為部分由 Ballard 公司移轉其加拿大生產線至日本東京的荏原公司。

●市場動態

市場動態顯示燃料電池為一健康的工業。該工業持續經由合作、聯盟、購併的方式增加市佔率，創造市場，同時我們也持續看見市場集中在技術的主流中。幾個重要的市場動態：

三洋電機與日本石油合作生產定置型燃料電池基載。日本石油在該

新公司佔 81% 的股份，三洋佔 18%。該生產線受到東京三洋工廠的協助。

Ballard 公司電池組(stack)的生產線移到與日本荏原公司合資位於東京的公司。

Ceramic Fuel Cell (陶瓷燃料電池公司)獲得了從荷蘭 Nuon 公司來的 5 萬顆 SOFC 電池組的訂單。將從 2009 年 6 月份生產，每顆價格在 1500~2000 英鎊，而該顆電池的整合系統產品(含 BOP)約 3000 英鎊。交易的附帶條件是 Ceramic Fuel Cell 公司必須將其電池組的壽命由原來的 2 年增加到 4 年。

英國 Centrica 公司(屬於英國氣體公司)買了 Ceres Power 公司 9.99% 的股份，並且下了一個 4 年內 3 萬 5 千套的訂單，交易的單價尚在協商中，交易的附帶條件是第一批交貨的產品必須在現場試驗中成功。

美國政府有鑑於 2005 年重創路易斯安那州紐奧良的卡崔娜(Katrina)颶風，要求所有電信業者基地台必須增加備用電力的運轉時間。另外 UPS 及 CHP 系統的需求增加，其原因來自於政府政策所導引出來的市場以及日本定置型示範運行計畫，和商業市場的動力(例如 Nuon Ceramic Fuel Cell 公司)。政府與民間共同投入示範計畫導引市場的發展，例如：

- 住家用的系統

德國的國家型發展計畫為「氫氣與燃料電池技術革新計畫」，是於 2006 年建構及通過，並於 2008 年初執行。該計畫將建置 1 至 5kW，PEM 或 SOFC，家庭用的燃料電池發電系統。預計 2020 年將建構 72,000 套系統，價格每千瓦 1700 歐元。

- 備用電力系統

日本是這部分的世界領導者，有著非常清楚的政府輔助燃料電池計畫。因著政府的「Large Scales Residential Fuel Cell Program」，導致其技術的邁進，並創造了市場需求。因過去 2005 年重創路易斯安那州紐奧良的卡崔娜(Katrina)颶風效應，美國政府提出了最大的燃料電池 UPS 系統的市場需求。

在 Katrina 颶風肆虐後，美國政府檢討颶風對電信業者或其他媒體之基礎設施的衝擊，以及如何在這些災區有效率的基礎設施重建問題。這些檢討中發現電力中斷，乃因柴油燃料告罄，而非設備故障。油燃料的供應系統瓦解是因為水災，而且加油的設施亦因斷電而停擺。因此他們做出三大提綱挈領：1. 基地台必須建構防災機制，包括現場的備用電力供應。2. 發電機必須建構更長的運轉時間。3. 電力及通訊設備的核心儲藏區，以及燃料的供應必須州政府或地方管轄。2007 年 10 月調查委員會發佈檢討結果如下：

一旦上述三點規定通過，凡是在 2007 年註冊運轉的 30 萬座基地台必須在一年內遵行該規定，加長備用電力的時數。然而被看好的燃料電池系統的導入僅佔此市場需求的一小部分，歸咎於現有的價格的供貨台數有限。使用燃料電池的好處是不太增加系統的佔地、以及不再倚賴汽油的情形下、增加運轉時數。

- 商業化的需求

- 住家用的系統

2008 年看見使用者的需求是家用系統當成備用電力系統來使用。美國 Hydra 公司有 2 套 8kW 系統安裝在家庭中使用。其中有一台就是為在佛羅里達州的颶風威脅區內，用燃料電池不必再倚靠市電的系統。雖然以大量推廣而言，目前的價格仍居高檔，但是可以看到新技術應用在市場需求的訊號。

- 備用電力系統

至少有成打以上的電信公司在測試燃料電池系統，而且大多數的測試報告是成功的。這將導致燃料電池系統業者及電池組製造業者的成長。可預見 2 年內將有更多的大型資料中心(data center)用及小型抗惡劣環境型的機組被導入。

- 投入公司

除了耳熟能詳的類似 Ballard 等大公司，我們介紹一些小公司，可能對未來市場會有相當大的衝擊：

■美國 Alteryg 公司：

過去一年裡，該公司展示了全自動化生產 PEM 的設備，宣稱可年產 1 萬個電池組。它與 Eaton 有生意往來，Eaton 將整合 Alteryg 公司的 PEM 機組進入自己的電信及資料中心設備的產品線內。Alteryg 不是靠創投募資，但他已從投資散戶群獲得 2400 萬美金的資金。

■美國 Bloom Energy 公司：

該公司是以隱蔽的方式私人集資，產品是生產均一性再生 SOFC 機組。有 200 為成員，其投資有來自 Kleiner Perkins 及 NEA 公司。該公司於 2007 年擁有 SOFC 專利最多的公司。

■瑞典 CellKraft 公司

該公司發表其 S 系列的燃料電池產品應用於 UPS 市場，該系統曾被証實能於寒冷的天氣下運轉。目前售價 2Kw 每台 5 萬歐元，若起過 30 台以上，每台可降至 1.5 萬歐元。

■英國 Ceres Power 公司

2007 年該公司展示其第一套 CHP 整合系統，營收達到 1 百萬英鎊，主要是來自政府長期的合約補助及其他兩個大的交易。該公司與 EDF Energy Networks 公司共同宣布製造家用型的燃料電池系統。第一個雛型將於 2008/2009 年問世。該公司亦獲得 Centrica 公司同意支付 5 百萬英鎊，至少購買 37500 個燃料電池 CHP 系統。條件是必須通過現場實證以及達到商業化的價位。Centrica 購買 Ceres 公司 9.999% 的股權且獨家代理英國地區 Ceres 的住家型燃料電池系統產品，同時 Centrica 每年也會訂購該產品的最少數量。Ceres 則保有英國以外地區的銷售權，並預計 2008/2009 擴充產線。

■澳洲、英國 Ceramic Fuel Cell 公司

該公司宣布一些新的產業鏈合作夥伴，包括與德國 HC Starck 公司簽約製造單電池，及與德國 CeramTec 公司合作開發及供應特殊零件。同時該公司與法國 Gaz De, De Dietrich 公司，德國 EWE, Bruns 公司，英

國 e.on, Gledhill 公司，荷蘭 Nuon, De Dietrich-Remeha 公司，以及日本 Paloma 公司均簽約合作。

#### ■義大利 Electro Power

該公司是屬系統整合、UPS 系統，並成功於小量的現場運轉試用。2007 年 6 月該公司最後一次從創投募資 5 百萬歐元。合約中共有 3600 位投資人出錢，第一階段立刻籌資 2 百萬歐元，其餘的資金於一年內到位。該公司在巴基斯坦安裝了幾套 7Kw 的 UPS。

#### ■美國 Hydra Fuel Cells 公司

該公司是美國安全集團贊助，去年曾安裝兩套 HydraStax 的 UPS 系統。最近其代理商 Conexa 訂了 50 套 5Kw 的 UPS 系統，總價為 110 萬美金。另外一張預約的訂單，也是相同的數量，預定在 2008 Q2 訂單確定。

#### ■德國 P21 公司

該公司是歐洲唯一一家集中在獨立型 UPS 基地台的市場。它與歐洲、非洲、中東的電信業者夥伴做相關測試，並在 2008 年計畫推出產品。其資金來自 Goldman Sachs 及創投。

### (2)大型定置型燃料電池系統

大型定置型系統是指 10kW 以上。國際上過去五年中研發熔融碳酸鹽(MCFC)及磷酸(PAFC)燃料電池系統的廠商，在其政府的補助下已進入商業化。此處將以 10~20kW、200~300 kW 以及 1M kW 以上(其個別的應用亦有別)分別說明，並且說明研發中的 SOFC。

該領域的公司，過去一年中營業額有少許的增加，MW 級的台數因著加州及康乃狄克州的案子，預測台數會有所增加。雖然已經看到 MW 級的銷售量已有類似曲棍球柄般曲線的成果，但下一轉折角要到 2011-2012 年間。以研發面來看，是沒有公司出局，但西門子意圖要賣掉 SOFC 事業部，HydroGen 則資遣了三分之二的工作小組。

目前市場的發展是著重在分散式發電系統，藉著立法的推動，在辦

公室區及學校的銷售量動有增加。同時在大的資料中心，伺服器群的市場，一些燃料電池公司亦開始注意這塊市場的應用。

●市場成長

過去兩年的研究報告中，已顯示該領域已進入商業化領域的態勢。總安裝套數過去三年來均停滯在每年 50 套的水準。MW 瓦級的套數卻是三年來倍增，如圖 4-12 所示。

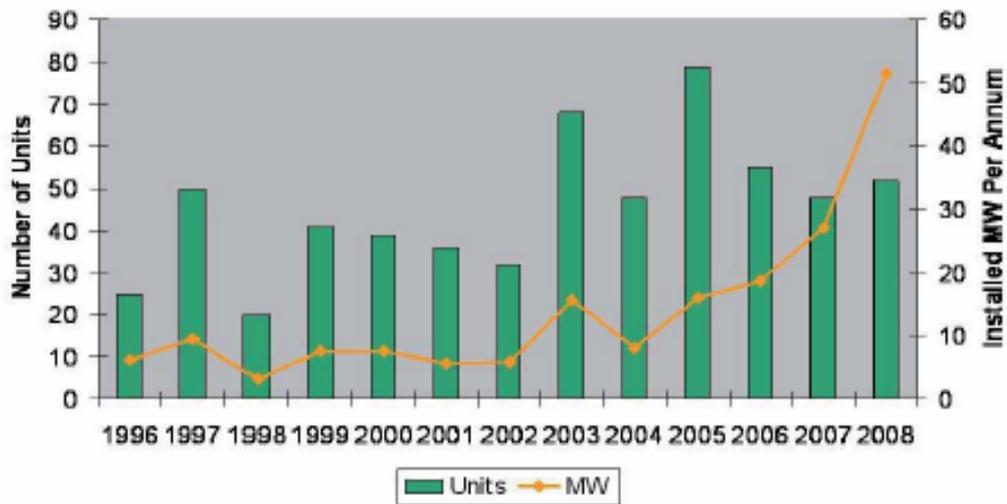


圖 4-15 每年安裝的單位數及 MW 級的單位數

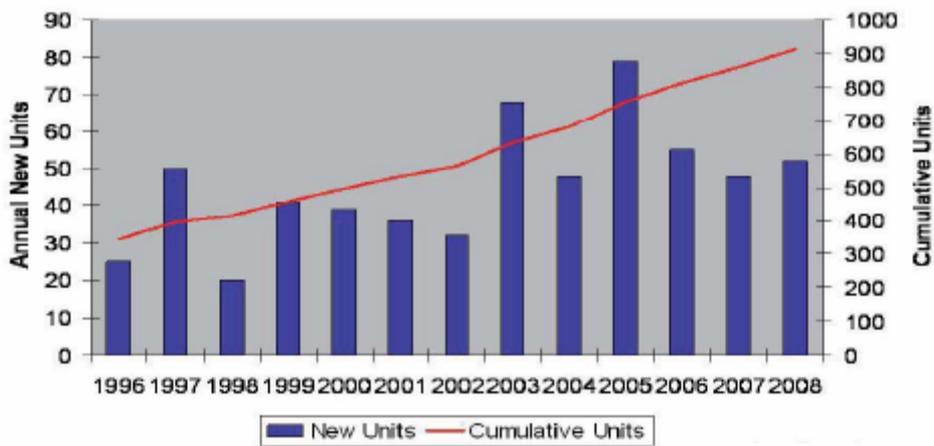


圖 4-16 每年安裝單位與各年累積單位數

我們從圖 4-13 中發現安裝的單位數緩慢及穩定的成長。當市場尚未呈現爆炸性的成長模式，總是會有些議題待解決。如果我們將整個系

統拆開成電池組及 BOP 兩個次系統來看，我們可見電池組的變數曲線的大起大落之現象是超過 BOP。當系統的容量加大後，需要更多的電池組串聯。因此 2008 年的 50 個系統雖然比 2007 年多一點，但是其電池組製造量 2008 年比 2007 年倍增。主要的議題還是需要價格下降，不僅電池組的價格下降，系統整合的價格也要降，但是後者一向是降價速度緩慢許多。

如果我們看圖 4-14 之 MW 級的裝機台數，它是平均在增加的，而且圖 4-15 亦顯示 2008 年裝機平均容量是 1 MW。

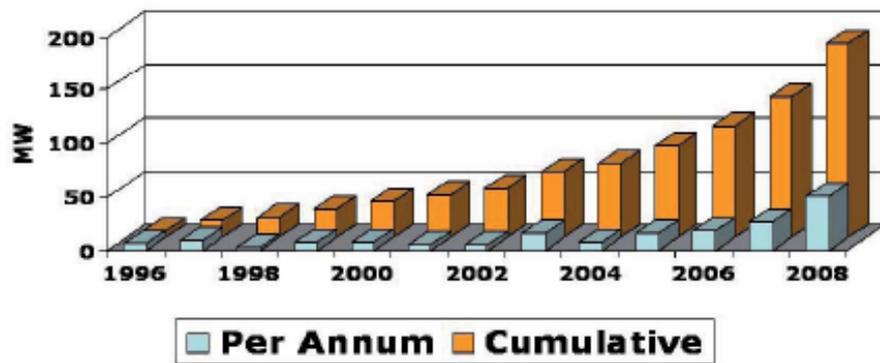


圖 4-17 MW 級歷年及累積的裝機台數

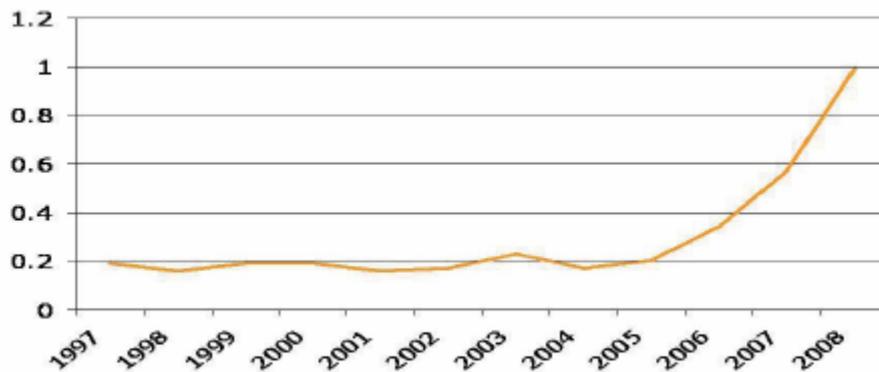


圖 4-18 MW 級裝機的平均 MW 數

市場的區隔很明顯的可以看出三個大區塊：10kW 級的被鎖定在資料中心，250~400 kW 級的在辦公大樓、醫院、監獄等。2MW 級的則是在發電廠及伺服器集中的地方。比較例外的是富士電機生產 100kW 的

磷酸燃料電池是賣給中型的超市及社會機構。2008 年 10kW 的已知出貨量佔不到全部量的 5%。以燃料電池的種類分析，大型定置型燃料電池系統 MCFC 及 PAFC 仍居龍頭，圖 4-16 可見各類出貨，但不包括 MW 級的類別。

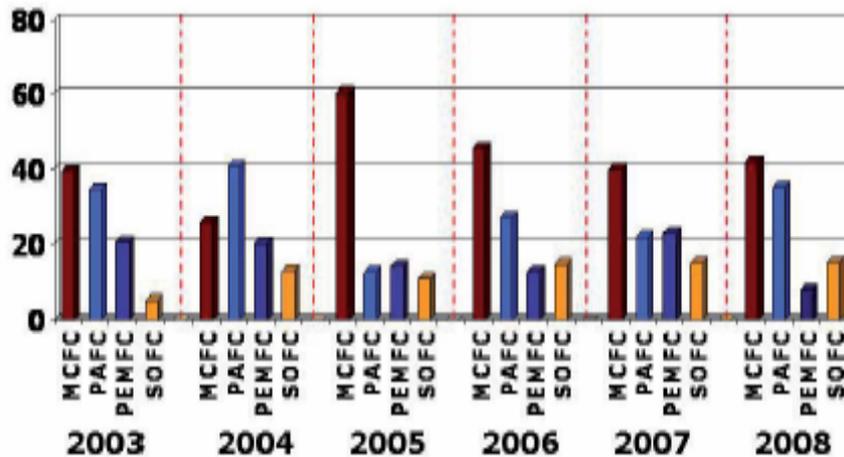


圖 4-19 以技術別出貨狀況，且以百分比表示

有趣的是有一個鹼性燃料電池系統，它是由 Akzo Nobel 公司出貨的一套 50~200kW 系統，該公司的技術已測試超過 5000 個小時。觀察電池組的製造商以銷售地區分，清楚可見北美區在 2008 年佔了三分之二，如圖 4-17。在其他地區(RoW)事實上真正進行的只有一家，位於巴西 Electrocell 公司，該家公司同時有進行小型定置型 PEMFC 的應用。位於印度 BHEL 的公司也是發展 PEMFC 的技術，目前尚在測試中。

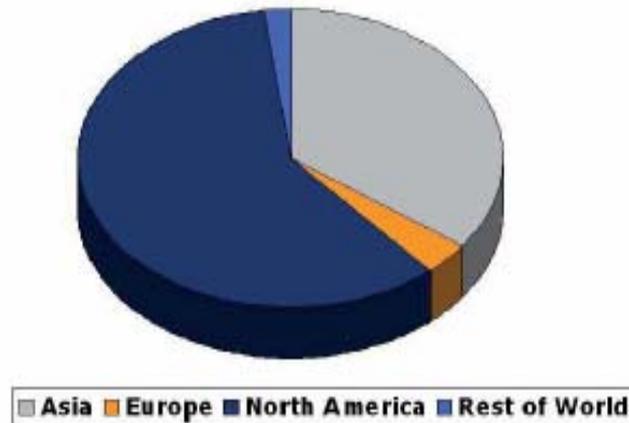


圖 4-20 電池組的製造商以地區銷售量

這些不同的燃料電池公司其商業發展的應用面也有最高的靈敏度。目前只有 10 家公司有能力生產電池組，當中不到 5 家會去進行商品化，而且約有四分之三的公司會想集中在電池組的商品化。另外的 10 家公司在未來的 5 年中具有潛力地會走向這個方向，如此使市場約共有 20 家。以家數這麼少的公司投入這個區塊，只要有公司關閉或被賣掉，都會影響該市場。例如 HydroGen 公司，與南朝鮮三星公司合作，但為確保短期資金的財務順暢，故也精簡了三分之二的職員。2008 年初該家公司出售兩台 2MW 至三星做為南朝鮮的發電廠。雖然只有 4MW 但卻是佔了 2008 年總安裝套數的 8%。固態氧化 (SOFC) 燃料電池已接近市場 SECA 計畫第一階段的目標。相反的，西門子宣布建構 MW 級的商业化燃料電池機組，但是在 2010 年前卻不見這些交易的利潤目標。該技術短期內要有獲利，必須要靠日後的研發與政府的資金協助。

●經濟面觀察

檢視大型定置型燃料電池的成本架構，目前只有 Fuel Cell Energy 及 UTC 兩家公司的成本是可以針對許多的產品，而其他公司只是針對特定的客戶或規格(僅供一次使用)。

UTC 公司 2009 年將有 400kW 的產品(PureCell)投入市場，該公司已提供了清楚的市場訊息每 kw 價格 2500 元美金。根據該公司自己的計算，它發電的每度電成本為 12 分美金(沒有政府補助的情形下)。Fuel Cell

Energy 公司的報告，根據其 DFC 的機種，每度電 15 分美元，未來的設置安裝費將低於每 kW 2000 美元。圖 4-18 是從該公司的投資者所做的價格預測。

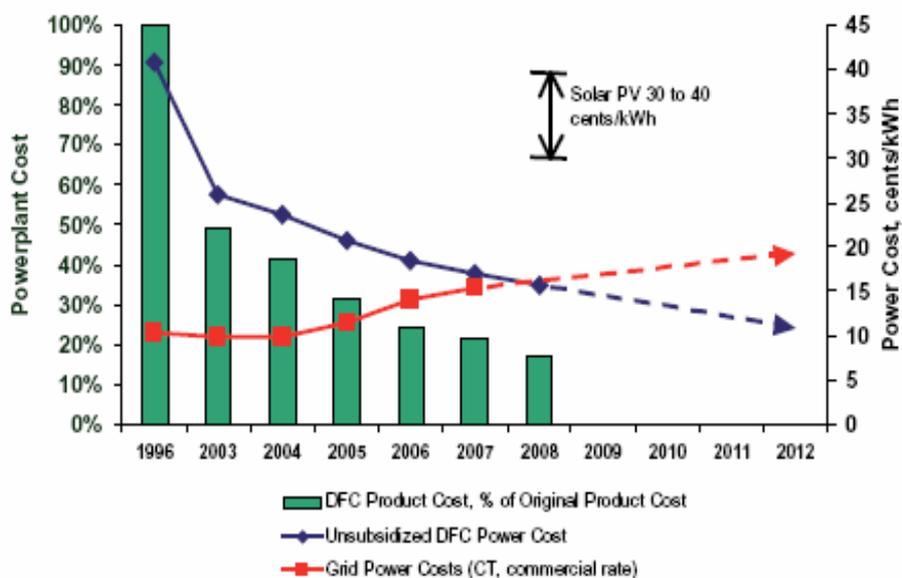


圖 4-21 Fuel Cell Engery 的價格預測

這些價格相較於往復式柴油引擎設置每 kW 1800~2000 美元，而微型渦輪機則每 kW 2000~2400 美元。如果有政府的補助計畫，這些價格會更便宜，例如加州的 SGIP (Self-Generation Incentive Program) 計畫。加州是一個傳統的環境保護區。2000 年 SGIP 計畫即已啟動，給予再生能源及燃料電池技術予以金援。現在它的第二版已將太陽光的部分獨立出去，而只剩下風能與燃料電池部分。

在 SGIP 措施中，裝置 5MW 以上即可申請補助，3MW 則分成 2 部分，0~1MW 的部分補助 50%，而 1~2MW 的部分或大於 2MW 則補助 25%。燃料的部分則可以用生質能或再生能，以及天然氣，但柴油不可。

表 4-2 2008 年 SGIP 的政府補助金額

Incentive Levels	Eligible Technologies	Incentive Offered (\$/Watt)	Minimum System Size	Maximum System Size	Maximum Incentive Size
Level 2 Renewable	Wind turbines	\$1.50/W	30 kW	5 MW	1 MW
	Renewable fuel cells	\$4.50/W			
Level 3 Non-Renewable	Non-Renewable fuel cells	\$2.50/W	None	5 MW	1 MW

這些補助將持續至 2012 年，因著這個計畫的效應，加州成為全球大型定置型燃料電池展示成長最迅速的地區。

●市場資訊

目前 250~400KW 中型的系統將最快的被導入當成 CHP 系統而佔新系統出貨的一半，如此迅速成長的原因，是因為城市的立法，許多標榜綠色能源技術的大樓林立，而使用分散式的電力。以下有 2 個範例，分別發生在倫敦及紐約。

在倫敦，有一計畫要求所有新的商業大樓必須減碳(溢出)20%，根據其現有的國家建築法(Part L)將朝向零碳排放的目標，這項衝擊在倫敦商業區已成交三套燃料電池的交易成功。

紐約市當局已了解供電的容量已達到飽和，必須尋找新的電力來源，而新能源持續的發展中。燃料電池亦在被推動的項目中，紐約市發表兩項措施：

■到 2010 年，大樓的發電 20%必須擁有(或用租借的方式，向其他機構)，而且是藉著風力、太陽光、生質能、地熱、潮汐發電、燃料電池或是甲烷廢氣。

■降低尖峰負載計畫，該計畫部份的目的在增加潔淨能源的導入，補足用電不夠的尖端部分，而市電的容量僅提供到基載( base load)的部分。

UTC2008 年宣布，它將建置全球最大之一的燃料電池系統，採用

PAFC 共 4.8MW，分別 12 個機種，每個 400KW。它將供應自由大廈及其他三座正在蓋的世貿大樓(位於曼哈頓區)，其中自由大廈的業主是紐約碼頭當局。該燃料電池系統將同時供應這些大樓暖氣及冷氣，預計在 2009 年 1 月交貨。

#### ●技術分析

因應資料中心電力龐大且成長的需求，目前有 APC, Hydrogenics, FuturE 及 Rittal 四家公司已在開發小的 rack 掛上 UPS 的模組。這些系統應用在封閉的空間且對釋出物要求非常嚴格的應用上。這些機組目前出現在市場，全部都是 PEMFC 的機型且使用高壓氫氣鋼瓶。而且這些系統還須面臨與伺服器房的冷卻系統結合(Combine Cool and Power, CCP)。

傳統的冷卻系統都是燃燒燃料(例如天然氣)或是使用電力去驅動壓縮機(像冰箱的應用)，燃料電池系統產熱再提供給冷卻系統的系統效率，雖不如傳統的冷卻系統，但是可以使用燃料電池原本已產生的熱能再度被利用。因此過去燃料系統只操作在熱電結合系統(CHP)，但是現在必須面對冷卻電力結合(CCP)，再結合冷致冷裝置的應用，FuelCell Energy 及 UTC 公司已經展示這種技術的結合。所需兩大技術需求：

穩定度：要能提供給資料中心及伺服器電力品質必須非常穩定，穩定度需達 99.99999%，任何一次的斷電可能導致九百萬的金錢損失。燃料電池系統的穩定性必須比現有的再增加。

產能：目前據統計，新的伺服器群的電力需求在 125MW，但是目前生產能力仍有限制，還未達滿足市場需求的生產能力。

#### 2.可攜式微小型燃料電池系統

可攜式的技術挑戰仍然存在，包括電池組壽命、微小化、關鍵週邊組件(BOP)、如何增加功率密度，以及改善被動式 DMFC(該項是可應用於手機)的信賴性。雖然可攜式燃料電池比車輛燃料電池更接近市場，但是其量大的生產線仍有待建立。然而許多跡象顯示可攜式燃料電池將在未來兩年中更多的曝光及應用。2008 年可攜式燃料電池有幾項重要的進

展，其中可能最重要的是國際民航署(ICAO)在一月允許燃料匣上飛機，並且限制重新裝填的甲醇量。數月之後美國亦立法通過允許。早期可攜式燃料電池市場主要的障礙已被移除，雖然仍還有其他的限制，但整體來說對該項工業有正面的發展影響。

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，加以既有的各類二次電池有若干限制，使得微小型燃料電池被寄予厚望。本文將介紹微小型燃料電池的主要發展趨勢，以及商品化的技術瓶頸和市場考慮。可攜式 3C 電子產品快速發展，包括手機、筆記型電腦、個人數位助理(PDA)，乃至數位相機及攝影機等，造就龐大的市場和商機；然而，隨著產品功能的增強，系統對於電能的需求更高，一個小而輕、續電時間更長的電池，將是所有消費者一致的要求。

#### (1)技術發展

燃料電池的能量密度理論上可為鋰離子電池的五至十倍以上(因系統而異)，目前技術上已可達三至五倍。此外，燃料電池無須電源充電，完全擺脫充電的不便與限制，取而代之的補充供電燃料僅需數秒鐘時間，為使用者提供極大的方便。因此，對微小型燃料電池而言，龐大的市場誘因和特性優勢，勢必大幅加速相關技術的成熟發展。

燃料電池種類繁多，最適合可攜式微小型系統者，包括質子交換膜燃料電池(Proton Exchange Membrane Fuel Cell; PEMFC)和直接甲醇燃料電池(Direct Methanol Fuel Cell; DMFC)，此二者皆能在室溫下運作，具備體積小、重量輕、方便電池堆設計等優點。其中，直接甲醇燃料電池以液態甲醇為燃料，體積能量密度約為液態氫的三至四倍，儲存與運送遠較氫氣方便及安全，且取得容易，成本低，因此更符合可攜式電子產品的需求。此外，利用微型重組器(Micro Reformer)將甲醇轉化產生氫氣燃料，都是微小型燃料電池可能的發展方向；下文將著重在直接甲醇燃料電池(DMFC)的討論上。

#### ●DMFC 發展的技術瓶頸

DMFC 的工作原理與質子交換膜燃料電池類似，只是在陽極部份進

入的燃料為甲醇與水，而甲醇燃料透過觸媒的作用產生質子、電子與二氧化碳，其陰極的反應則與氫氣系統完全相同。微小型燃料電池要進入商品化的階段前，仍然面臨若干技術瓶頸有待克服，目前主要的問題臚列如下：

#### ■ 甲醇穿透

由於甲醇穿透現象，使得電池通過電壓(over potential)增高，可使用電位多在 0.4V 以下，電池效率因而受限，同時也造成燃料損耗。目前甲醇穿透的問題朝二個方向解決：發展質子交換膜材料技術，使之具備高質子導電率及降低甲醇穿透率；控制甲醇燃料的濃度，以降低甲醇穿透量。

#### ■ 水滿溢(Water flooding)

DMFC 陽極產生 1 單位的質子將會牽引出約 2.5 單位的水或甲醇到達陰極，同時陰極反應也會生成水，過多的水將阻礙氧氣進入觸媒層而造成陰極效能大幅下降，此稱為水滿溢現象。此問題目前以主動的增加循環系統之空氣流動帶離過多的水為主，但因而會耗掉系統較大的功率，所以 MTI 公司開發以膜電極體 (MEA) 的設計方法進行控制。

#### ■ 效能

目前 DMFC 的陽極效能偏低，所以包括 NEC 等公司皆以觸媒或觸媒載體的開發，嘗試提供更大的功率密度；奈米技術的應用將有助於觸媒效能的提升，是值得注意的發展方向。

目前國際標準組織有關之氫能燃料電池與氫能設施之安全、效能、耐久性、基礎設施建置測試標準、法規等，除 IEC、ISO 有系列性的標準與規範持續研訂與公告外，其他各國也有發展自己的國家標準或等同國際標準，如日本、中國、美國 NHA、UL 等。至於電動機車方面，由於國際上焦點多在小型汽車，因此燃料電池電動車輛標準多在汽車有關之性能與安全方面，且以 SAE 為主要參考標的。

## ■安全規範及標準

兩者基本上是處於多種版本間的競爭，且均帶來有利的局面。因著競爭建立國際間的安全規範，結果領先制定的標準與規範，可以使得產品具國際競爭力。此外各種國際標準間的競爭，如欲成為工業標準，將使產品性能更加可靠並搶佔市場。

## (2)市場發展

### ●可攜式燃料電池發展地區

如圖 4-19 顯示地區別的發展公司，北美占一半以上，領先歐日。

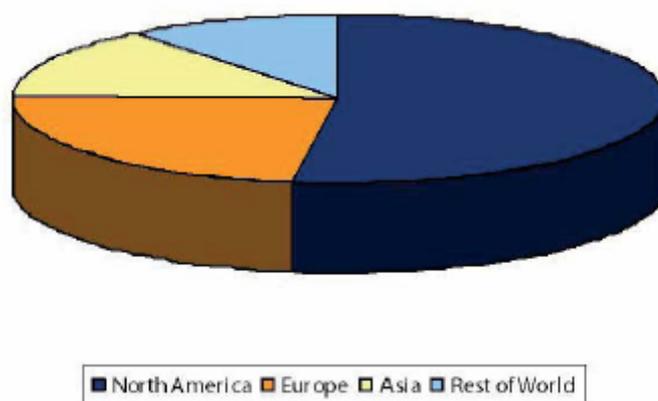


圖 4-22 發展可攜式燃料電池的公司之全球分佈

該分佈正好反映該地區的經濟實力。北美正好是高成長的地區，不僅是軍方資金的挹注，同時美國一向傳統是高風險創投基金的所在。相較於美國新創的燃料電池公司，日本的燃料電池公司大都是大公司主導，而且先期的投資較易受限，且給人一種巨大的進入門檻。在歐洲，德、法、義的公司均持續領先，亞洲中亦有日本、台灣、中國及韓國的公司持續在研發中。

值得一提的是，過去兩年中 Horizon Fuel Cell Technologies 公司以 PEMFC 在玩具車 (h-racer) 獲得極大的成功，所以 PEMFC 可攜式的出貨超過 DMFC。但 h-racer 的現象在長期的可攜式燃料電池發展中並非正常。在消費性電子產品主流市場中最多的研發還是專注在 DMFC 之上：主動式的 DMFC 用在筆記型電腦及其他大的產品上，被動式的 DMFC

則用在手機。當消費性電子產品 OEMs 開始零售 DMFC 產品時，DMFC 將回復到利基市場的主導。PEMFC(包括 DHFC, Direct Hydrogen Fuel cell)及 SOFC 佔市場的少部分，如圖 4-20 所示。

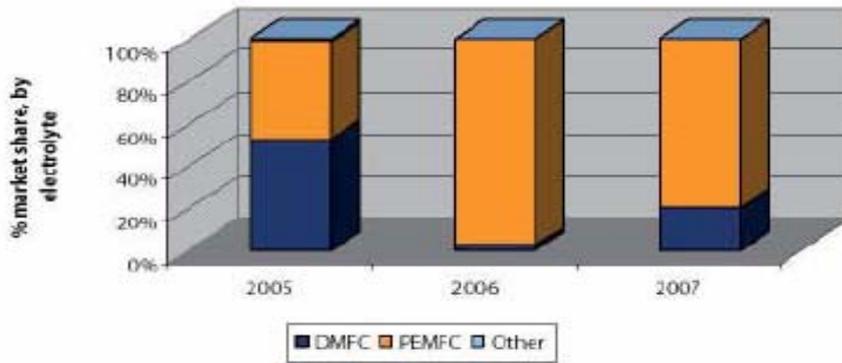


圖 4-23 不同種類的燃料電池市場

●供應鏈的開發

可想而知可攜式燃料電池產品的供應鏈，其複雜度高過傳統的電子產品。的確該領域的產品仍在開發，而且開發者必須調整其過去市佔率提升策略的運作模式。例如手機，並非由燃料電池研發者決定是否要把這種技術帶入市場，而是取決於電信業者或販售者(如圖 4-21)。因此要考慮手機的待機能力，必須找電信業者討論而不是找燃料電池業者。

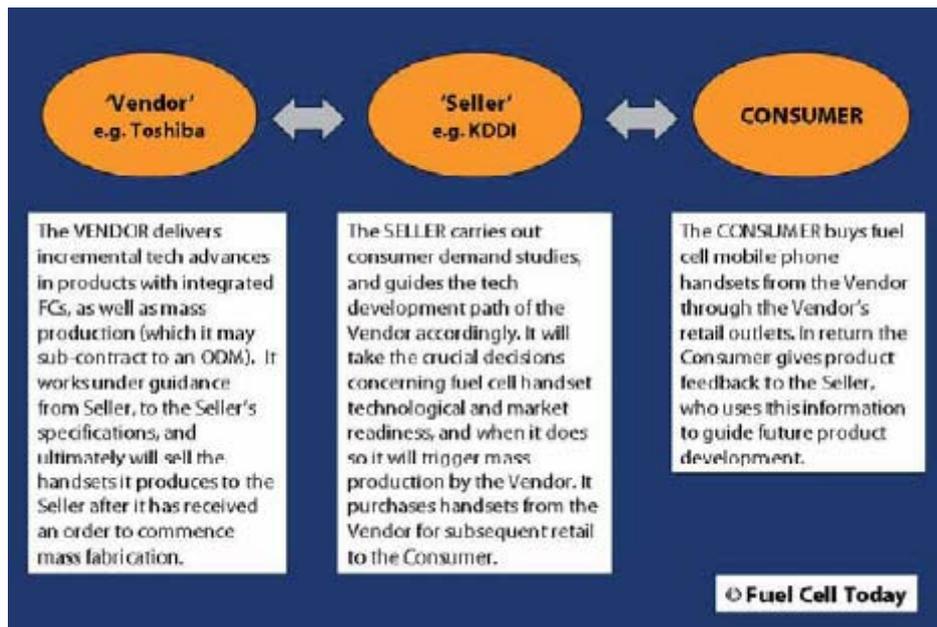


圖 4-24 燃料電池手機的供應鏈架構

### ●3C 的應用

努力尋找傳統電池的替代方案，最有機會是 DMFC，國際上大約有 20 家公司，均致力於手持設備挑戰電池的未來的替代技術。現階段除了一些軍事的利基應用外，該技術均停留在樣品展示階段。主要的挑戰是 DMFC 的價格、功率密度、系統的複雜度、觸媒塗佈量過高、甲醇的使用率過低(原因是甲醇分子在 MEA 膜間的滲透作用 crossover)以及活性碳氧化成為二氧化碳(導致少量的甲醇會外溢而對人體的眼睛造成傷害...等等)。為要克服這些問題，必須有顯著的突破。例如 MTI、東芝、日立、LG 及 Neah Power 已經在進行相關的研究技術更靠近商業化。PolyFuel 在 2007 年 2 月，認為 DMFC 取代電池商業化的動作將在 2009 年開始。而且他們在 2007 年 9 月發表了一款新的 DMFC 電池組，用自家專屬的 MEA 可以展示出 500W/L 的功率密度。

另外一種取代 DMFC 的技術，是用純氫氣直接灌注電池組(叫做 DHFC，Direct Hydrogen Fuel Cell)，比較少人提到直接應用在電子產品內。最近的研究金屬儲氫(儲氫罐)及化學儲氫( $\text{NaBH}_4$  硼化氫釋氫)的技術亦有其潛力可取代鋰電池。有一家位於加拿大北溫哥華 Angstrom 是這方面領導先驅，它已有 DHFC 的展示產品並與摩托羅拉與 Heliocentris 公司策略聯盟發展產品進入市場。該公司亦與安規當局致入於以純氫為燃料電池帶上飛機上使用的可行性，預計 2009 年可獲進展。另外在化學儲氫方面的部分，位於紐澤西、NASDAQ 上市的千禧年公司 (Millennium Cell) 則是毫無疑問該技術的領先者。最近有一家位於澳洲的 Oreion 公司，宣稱新的 DHFC 技術，有別於其他的燃料電池技術，是由頗負盛名的澳洲全民科學與工業研究中心(Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, CSIRO)所發展出來的。由此可見，DMFC 的商業化應用還須要一段時間，DHFC 的技術亦有人很有興趣。目前對於高功率密度需求的鋰電池市場，去年已生產了 6 億顆電池(前三大製造廠均在中國大陸)，如此龐大的電源供應器商機，燃料電池技術的研發應可占有某種程度的發展空間。

DHFC 擁有一些 DMFC 所不及的優勢，而且能成為另一種電池替

代方案。因為氫氣氧化的動力比起甲醇氧化能力高過 2 個次方，故基本上 DHFC 的能源轉化效率為高，而且所使用的貴重金屬用量少很多，會領先成為高效率低價的元件。而且被動式的 DHFC 燃料使用率幾乎是趨近完全在微小的機制下所相對增加的感測器、體積及複雜性(相對會影響產品的耐久性與穩定性)的成本，但 DHFC 是否能解決所有技術上的問題，尚待進一步評估。

遑論是 DMFC 或 DHFC 均是替代電池的最佳選項之一，它們均可提供新世代電子設備更長的使用時間。最大的好處，它們不像電池，祇要燃料源源不斷的供應，基本上它們都能提供持續的電力。燃料電池的因應而生很大的差別，它不是技術的巨輪在推動整個市場，而是源自於客戶的需求。

從投資的觀點，微小化燃料電池提供實質的運轉好處，但 durability 是在有限範圍內。剩下的議題是燃料匣的供應，該問題比較是安規議題，而非技術議題。客戶蒸蒸日上的需求將是決定與保證微小化燃料電池技術的成功與否。

#### ●投入公司

##### ■CMR 燃料電池公司

該公司是英國的一家 DMFC 公司，發展低價及高功率密度的 DMFC 之電池組，推給長時間使用，類似項筆記型電腦的應用。CMR 在傳統的電池組具有混合氧化反應物、流道的專利。2007 年 7 月 CMR 宣布與三星 SDI 合作開發，雙方彼此合作生產 DMFC 系統。另外 CMR 也與 Xaar 與 Solvay 公司合作發展單一步驟的電池組量產技術。該公司在 2008 年東京燃料電池曾動態展示 DMFC 系統，同年 3 月該公司亦宣布與 Acta 公司合作加速研發鹼性燃料電池反應膜，該合作計畫旨在合作使用 Acta 的觸媒應用在 CMR 的電池組上。

##### ■Horizon Fuel Cell 技術公司

該公司是發展小型 PEMFC 公司，登記在新加坡但地點在海上。該公司已生產 h-racer 燃料電池車和微小型的加氫站，之前是屬於 Wah

Shing 玩具公司，現在賣系統給 Wah Shing，後者整合至玩具車上。2008 年 1 月該公司與 Corgi 國際公司策略夥伴發展新的燃料電池 PEMFC 玩具車。同時該公司展出它的新「HydroPak」手持式用發電機，可連續輸出額定值 25W，最大瓦數為 50W。它含有加水的燃料匣，應用到自己與千禧年公司的儲存技術，價格 400 美元，燃料匣每支 20 美元，可拋棄式的每支可用於 NB 充電 8-10 次。該公司同時發展兩款高效能 UAVs(無人飛機)用的電源。

#### ■美國 IdaTech 公司

該公司同時發展小型定置型及可攜式燃料電池系統。2007 年 8 月該公司成功地在倫敦投資市場(AIM)發行股票募資。另外一個值得一提的事，該公司得到美陸軍通訊電子研發中心，該公司得到美軍通訊電子研發中心 255 萬美元的合約，發展戰術上 3Kw 吃柴油的燃料電池發電機。該公司找三家公司為其代理，分別在南美及馬來西亞，還有與日本純化氫的公司簽下一份合作數年的合約，將在墨西哥 Tijuana 市設置生產線，每年可量產 3000 套的可攜式系統與電信業者用的備用電力系統。

#### ■美國 Jadoo Power System 公司

該公司的 N-Gen 燃料電池產品於 2007 年 1 月由電子雜誌獲選為「年度產品」。3 月份藉由美國空軍的案子與千禧年公司簽約合作設計燃料電池備用電力用於軍醫撤退的飛行器上。8 月該公司獲得 velocity 創投公司的資金挹注，金額在 10-100 萬美金之間用來增加產能。同月該公司總經理兼創辦人去職(仍任董事長)換人。

#### ■美國千禧年公司

位於紐澤西的該公司發展「視需求才釋氫(HOD)」的技術。去年最大的成果是與大陸 Horzion Fuel Cell 公司合作(各出資 5 百萬美金)發展出 HydroPak 的可攜式系統。其他的研發包括從 NCMS，美國空軍實驗室(AFRL)來的計畫及資金，提升未來戰士用的燃料匣之容量及技術。並且與 Kuchera 防衛系統(Kuchera Defense System, KDS)達成雙邊關係，將該公司產品整合進 KDS 系統裡。燃料匣的生產線建立是與 Dow 化學公

司合作。該公司被 Gecko 能源科技公司合併，成為旗下的一子公司。

#### ■美國 MTI Micro Fuel Cells 公司

該公司於 2007 年 3 月因缺乏資金及業務商機，暫停有關軍方燃料電池的計畫。此外該公司亦縮減 20%燃料電池的工作小組，並刪除 Chief Operation Office, COO 部分運作，為了要允諾公司達成更多的其燃料電池消費者計畫。2007 年 4 月美國能源部恢復對該公司的撥款，而這些是自 2006 年暫停的一些計畫。其他事項包括該公司與 Trident 公司(軍方地面感應器的製造商)的合作將該公司產品進入低功率的軍用市場。並且該公司在紐約洲 Albany 的總部設立一條新的試量產產線。並於 2008 年東京燃料電池展出新的手持式數位相機及手機。

#### ■美國 Neah Power Systems 公司

該公司針對軍方筆記型電腦及移動式通訊電子產品開發。該公司試圖進行測試其電池組及離型系統。2007 年該公司宣稱在其產品獲得商業的認證之後，將獲得 OTC Bulletin Board 的股份投資。該公司亦從 6 個投資者獲得 155 萬美金的過渡性借貸以協助其償還赤字。同時美國海軍的幾個退休人士亦加入研發團隊。

#### ■美國 Polyfuel 公司

該公司 2007 年 4 月其交換膜獲得美國兩項專利及商標，定名為「燃料電池技術的基礎」。這兩項專利有關於該公司碳氫基的高分子膜。該公司獲得能源部 2 百萬美金的資助。原本該計畫是能源部在 2004 年準備要出資 3 百萬美金挹注於手機電力的供應，但該計畫於 2006 年底因為預算緊縮而暫停，現又恢復了。此外，該公司 2007 年 10 月從美國標準實驗室(NIST)獲得 2 百萬美金，從事兩年底 CROSSOVER 交換膜的研究。該公司實現其第四階段的里程碑去製造全功能的 NB 電力，包含疏水管理。

#### ■德國 SFC Smart Fuel Cell 公司

該公司 2007 年營業額增加到 1430 萬歐元，2006 年僅 700 萬歐元。增加的原因是其 EFOY 燃料電池產品的大賣。此外該公司亦獲得德國與

美國國防部的可攜式系統合約。2007年12月該公司亦接到1100套EFOY歐洲的訂單，其中300套於當年Q4出貨，其餘的2008年出貨，這批訂單的金額約180萬歐元。

#### ■Toshiba 東芝公司

該公司繼續發展DMFC的產品，2007年2月該公司發表一款類似耳機形狀的DMFC產品及燃料匣，用5毫升的甲醇可以撥放超過10小時的音樂。10月東芝展示了一款Gigabyte的DMFC產品於東京展示會上。東芝強調10毫升甲醇可用10hr以上，效率超過傳統的電池，而且展示機與將在2008年生產的商用機已相差不遠。東芝亦設計甲醇的重新灌注系統(re-filling system)，同時應用在NB及手機設備上。

#### ■燃料電池的生命週期

燃料電池產品尚未普及化，因此有關燃料電池的廢棄回收尚缺乏專業之評析供參，國外文獻有針對燃料電池汽車的生命週期評估之研究，惟此脫離台灣現實情境，暫無參考需求。

燃料電池零組件除MEA外，均為可回收材料，MEA由於貴金屬塗佈與Nafion的關係，未來量產後，製造廠商會有回收廢棄品的規劃。國內目前代理國外產品的公司其供應商亦未針對回收問題提供處理方案，仍待市場開發後預期其相關問題方得到重視。

如果以過去政府推動的鉛酸電池電動機車為例，若以廢棄物處理鉛酸電池之環境危害角度觀之，電動機車由於需使用較大量之鉛酸電池，其淘汰後廢棄物段所形成之環境衝擊，可能遠超過使用階段之減緩都會區空氣污染排放之效果。未來燃料電池機車應做類似之生命週期評估，以加強對環境的友善。

至於氫燃料電池車與汽油車之生命週期評估，包括燃料的生產、利用，燃料電池與內燃機的動力提供，均需考量其能源效益與環境的衝擊。現階段燃料電池產品應用方屬萌芽，未來仍須有進一步的研究規劃。

## 4.2 國內外定置型、可攜式燃料電池、3C 電子產品應用等檢測、標準、安全等規範建置現況調查研究

面對著全球能源枯竭的嚴重挑戰，潔淨無污染的氫能正在以驚人的速度發展。近年來，世界各國紛紛把科技力量和資金轉向氫能技術的開發和利用，尤其是一些發達國家（如美國、歐盟、日本等）。隨著國際氫能燃料電池技術的進步與應用漸趨商業化，先進國家在產品的開發上也關注到技術標準的制定。著名的國際標準化組織（ISO）和國際電工委員會（IEC）陸續公告相關的標準。燃料電池基礎關鍵零組件製備和電池堆（stack）集成技術、燃料電池發電及車用動力系統集成技術，形成氫能和燃料電池技術規範與標準。為了更好的開發和利用氫能及其相關技術，應該儘快建立和完善氫能技術的規範和標準體系。我國正積極推動氫能燃料電池產業，但如無標準可參照，勢必影響進入市場的進展。因此在加快產業化進程中，建置標準供業者發展參考是非常必要的。

燃料電池是一種電化學的發電裝置，將儲存在燃料和氧化劑中的化學能，等溫地按電化學原理轉化為電能的能量轉化裝置，被認為是 21 世紀首選的潔淨、高效發電技術。燃料電池按其電解質的不同，可分為鹼性燃料電池、磷酸型燃料電池、質子交換膜燃料電池、熔融碳酸鹽型燃料電池及固體氧化物燃料電池等。近十年來，尤以質子交換膜燃料電池(PEMFC)的發展最快，日益受到各國政府、大公司和學研機構的重視。

燃料電池既適宜于集中發電，建造大、中型分散式發電廠和區域型發電廠，也可作為不同規格的分散式電源和各種可移動電源，同時可作手機、筆記型電腦等可攜式電源。目前在車用燃料電池方面，美國、歐洲和日本的汽車廠家都在加緊開發燃料電池技術，豐田、通用、克萊斯勒、BENZ 等公司展開了激烈的燃料電池車技術開發競爭。在微型燃料電池方面，能夠在筆記本電腦、掌上電腦和手機等可攜式設備中替代電池的微型燃料電池正在取得進展，其中處於領先地位的大多數是日本和美國的公司。

就目前國外已公佈或草擬中的氫與燃料電池相關法規與標準來看，除了國際組織 ISO 針對氫技術和 IEC 針對燃料電池技術，在全球各國的合作下共同制定一系列的標準外，美國算是最積極制定標準的國家，在政府的推動與支持下，有許多組織均在制定相關標準，包括 CSA America、SAE、UL 等機構。至於歐盟

國家的氫與燃料電池相關標準，主要是引用 ISO 和 IEC 的標準。而在日本，由於 2005 年至 2008 年實施了高分子電解質燃料電池 (PEMFC) 為主的家用型燃料電池熱電共生示範系統，對於 PEMFC 的應用技術成熟，在 2008 年也針對高分子電解質燃料電池出版一系列標準。此外，在燃料電池汽車方面的標準，也有 ISO 和 SAE 出版的一系列標準，但國內因無汽車工業，幾乎沒有廠商投入燃料電池汽車的開發，因此這方面的標準未列入本研究報告中。

#### 4.2.1 氫能燃料電池產品技術標準與安全規範的必要性

國內研究機構與業者也紛紛看好 PEMFC 的潛在市場和廣闊前景。但 PEMFC 國際標準尚未完備，又沒有我國標準可循，帶來的主要問題，在學術交流研討乃至參加國際交流等活動中，將會出現術語不統一造成的誤解，同時燃料電池的產業化進程發展迅速，但企業無標準可循，勢必造成將來市場的混亂。因此，在國內投入 PEMFC 技術研發多年，產業化亦快速進程中，將標準早期介入是非常必要的，可以避免出現標準滯後於市場的現象。同時在研究制定我國國家標準草案的基礎上，研究與國際標準互通的可能性。

基於產品安全的考量，作為一種新能源的發電設備，燃料電池的安全性自然是標準研究工作的重點之一。國際標準組織對於燃料電池性能與安全性的研究主要著重在系統中納入有關的安全性標準，在“電池堆”(stack)的標準中分別對燃料的洩漏和著火爆炸危險、電氣危險、氣體和材料的毒性等問題進行了有關的研究和規定。同時在標準中對燃料電池堆和發電系統的安全性進行了規定，如：在“電池堆”和“可攜式”的標準中，對氫(或其他)燃料的內部洩漏或對外洩漏的保護措施(如通風、氣體檢測、防止運行溫度高於自燃溫度等)的規定，和涉及對人身和外部環境造成危害(如機械危險、電氣危險、電磁相容性(EMC)危險、熱危險、故障危險、材料和廢物中有毒材料和氣體的危險)的安全措施也做出了相應要求。

因為氫能燃料電池產品的應用逐漸被開發，相關主要的國際標準亦陸續制定中，例如 IEC、ISO、SAE、UL 等，其中 SAE 主要是針對燃料

電池電動車的部分。由於燃料電池技術的應用範圍非常廣泛，所涉及的法規與標準也相對較多，所以單在美國就有非常多的機構參與草擬的工作。國內燃料電池的技術發展比美、日等國家起步晚，且受限於人力經費，所以在燃料電池的法規與標準方面，應可參考國外研訂的技術資料，並配合國內的產業發展環境，優先制訂利基產業適合於國內使用的法規與標準，方能有效帶動產業之發展。故本研究將持續蒐集與更新國外氫能與燃料電池法規制訂標準，特別是 IEC 及 ISO 兩個國際標準組織的相關法規的最新進展，並參考國內發展情形，以提供國內相關單位與業界有關研訂標準最新的資訊，並與經濟部標準局保持密切聯繫，以期與國際相關法規接軌，協助國內業者進入市場。

目前全球的氫能與燃料電池發展環境已經發生明顯的變化，包括美國、日本與歐洲等許多國家都已開始制定相關法規與標準政策，不斷鼓舞廠商增強或投入相關的研究開發，以引領世界風潮。因此國外所擁有的智權技術版圖顯然將會持續增加，台灣如欲拉近彼此差距，自然在氫能與燃料電池標準與法規之建立上有必要奮起直追。從現階段國際上已公佈或草擬中的法規(Codes)與標準(Standards)來看，可大致分成如下四類之法規與標準：

- 1.定置型(Stationary) - 包括家庭用、大樓用、發電廠等有關之建築物法規、零件及產品標準、安裝及電力回饋連接之標準、氫氣儲存標準等。
- 2.運輸型(Transportation) - 有關之機動車輛安全標準、車上氫氣儲存標準等。
- 3.可攜型(Portable) - 儲氫罐(hydride tanks)、燃料灌充系統(refueling systems)、產品等標準。
- 4.基礎設施(Infrastructure) - 氫氣製造、運輸、分送、儲存和使用上之供應設施，包括高壓儲氫容器法規、加氫站設置法規等。

在上述法規與標準制定中，與安全關係較為密切的應推氫氣，研定標準的目的即在確保氫氣當燃料使用的安全性與商業化，因此研擬範圍

應包括型式規定與設備標準，以及考量不同緊急情況要求下之氫技術之模型法規及儀器標準。為何氫氣的運輸及儲存之安全，比石油、天然氣重要？主要原因如下：

- (1) 密度輕 density – 氫是所有化學元素中最輕的。
- (2) 浮力大 buoyancy – 在室溫下，氣態氫相較空氣以及其他燃料之密度非常低，它很容易自容器中洩漏，也較甲烷、丙烷、油氣等往上散發得更快速。
- (3) 擴散快 diffusion – 雖然氣體擴散速度遠小於氣體往上漂浮速度，但氫氣的擴散速度仍然遠大於其他氣態燃料。
- (4) 易燃 flammability and flame characteristics – 氫的易燃性取決於其集中度，也大於甲烷、丙烷、油氣。事實上在白天，氫的燃燒是很難看清楚的。
- (5) 起火所需能量低 ignition energy – 如果氫的濃度在一範圍內，它起火所需能量很低。
- (6) 爆炸之氫濃度範圍大（但在非封閉狀況下，較不易爆炸），在一個封閉之儲槽，必須經妥善之設計、工程及操作，才可避免燃燒及爆炸。

由於氫氣洩漏之防制及安全考量上，均較石油天然氣為嚴格，因此在氫能燃料電池的應用方面，其相關安規的訂定，自然更為重要。

#### 4.2.2 國際標準組織氫能燃料電池法規與標準制定現況

燃料電池國際標準由國際電工委員會燃料電池技術委員會 (IEC/TC105) 負責。IEC/TC105 的工作範圍是：制定適用於燃料電池技術的國際標準，包括的燃料電池技術有固定式燃料電池、運輸用燃料電池 (如驅動和輔助動力發電系統)、可攜式燃料電池、微型燃料電池等。國外有關氫能技術法規和標準方面的發展十分積極，特別是美國、歐盟、日本等先進國家都很重視氫能技術法規和標準的制定，以及與技術同步的協調發展工作，同時也非常注重國際間的合作並極力將本國氫能技術

規範和標準國際化。先進國家的標準體系已日趨完善，相關的標準組織主要有國際標準化組織(ISO)、國際電工委員會(IEC)、美國機械工程師協會(ASME)、氫能法規和標準協調委員會(HCSCC)、加拿大標準協會(CSA)、電氣和電子工程師協會(IEEE)、國際法規理事會(ICC)、自動化工程師協會(SAE)、保險業者實驗室(UL)、歐洲英國標準(BS)、日本標準協會(JSA)等。其中，著名的國際標準化組織(ISO)和國際電工委員會(IEC)均分設有關氫能的技術委員會 TC 197 氫能技術委員會和 TC 105 燃料電池技術委員會。其中 IEC/TC 105 和 ISO/TC 197 分別專攻氫能應用系統的某些重要領域，如氫能燃料電池系統安全性的基本考慮、氫氣服務站、氫燃料-產品規範等。

國際上目前主要的國際氫能合作組織有：氫能經濟國際合作組織(IPHE)、歐洲聯合氫能專案(EIHP)、促進氫能轉變夥伴關係(PATH)(成員國為美國、加拿大、日本三國)等，均致力於氫能技術規範和標準制定工作。其中歐洲聯合氫能專案(EIHP)有整體協調、燃料添加站、與添加燃料有關的相關介面、汽車、安全、與“EU-USA”相關的全面活動。目前全球氫燃料電池車輛統一規則的工作已經在全球緊鑼密鼓的展開，有關國際氫能的汽車法規要求和標準、氫能標準和法規的協調範本也已逐漸形成。在美國能源部(Department of Energy, DOE)的支持下，許多組織競向投入氫氣及燃料電池相關的法規與標準的制訂工作，一些組織公佈或研議中的標準如表 4-3 所示。

表 4-3 燃料電池主要關法規與標準制定現況

標準	內容	現況
ANSI Z 21.83 --1998	燃料電池發電廠的建造與性能標準	已出版
NFPA 853 --2003	定置型燃料電池發電廠之設計、建造和安裝。>50kW	已出版
NES	定置型燃料電池發電廠評估調查書內容：產品評估和現場評估之參考標準、證明文件需求、使用的條件等。	已出版
ASME PTC 50	燃料電池發電系統之性能測試。涵蓋 PA、PEM、MC 及 SO 燃料電池，提供測試程序、方法、及定義。	已出版

標準	內容	現況
SAE	車輛用燃料電池，有 10 份標準，包括安全、性能測試、燃料電池回收、連接介面、出口排放量與能源消耗量測等。	已出版
IEEE P1547	分散式電源和電力系統連接之性能、操作、測試、安全和維護需求。(將與 UL 1741 合併)	已出版
IEC TC 105	定置型、車輛用、可攜式燃料電池之安全與性能，分成 7 工作小組。	制訂中(部分完成)
NHA	7 工作小組，針對氫氣系統與組件之安全制訂標準，包括連接器、容器、加氫站、電解製氫器、海上使用氫氣等。	制訂中(小型燃料電池運輸規範已出版)
ISO TC 197	針對氫氣製造、儲存、運輸、量測與使用之系統與裝置，與下列技術委員會合作： ISO/TC 58/SC 3 氣體鋼瓶設計 ISO/TC 220 冷凍容器 IEC/TC105 燃料電池技術 ISO/TC 22/SC 21 電動車輛	透過 IEC/TC 105 制訂燃料電池有關之標準
UL 1741	DMFC 獨立電源之變流器、變壓器等控制元件。	已出版

資料來源：1.工研院能環所 2007.11

2.台灣燃料電池夥伴聯盟整理 2009.02

就目前國外已公佈或草擬中的氫與燃料電池相關法規與標準來看，除了國際組織 ISO 針對氫技術和 IEC 針對燃料電池技術，在全球各國的合作下共同制定一系列的標準外，美國算是最積極制定標準的國家，在政府的推動與支持下，有許多組織均在制定相關標準，包括 CSA America、SAE、UL 等機構。至於歐盟國家的氫與燃料電池相關標準，主要是引用 ISO 和 IEC 的標準。而在日本，最近也針對高分子電解質燃料電池(Polymer Electrolyte Fuel Cells)出版一系列標準。此外，在燃料電池汽車方面的標準，也有 ISO 和 SAE 出版的一系列標準，但在國內，幾乎沒有廠商投入燃料電池汽車的開發，因此這方面的標準未列入本報告中。以下就國外主要組織機構目前針對氫和燃料電池技術之法規標準制定現況分別說明如下：

#### 1. 國際電工委員會 (International Electrotechnical Commission, IEC)

在國際標準制定上，IEC 之技術委員會 TC 105 針對定置型

(stationary)、車輛用(transportation)、可攜式(portable)和微型(micro)等燃料電池系統之安全與性能標準，從 2004 年起開始陸續公佈。IEC/TC 105 先後共成立十一個工作小組，分別制定燃料電池的術語、燃料電池模組、定置型燃料電池發電系統之安全、性能測試方法和安裝、車輛推進和輔助動力裝置之燃料電池系統、可攜式燃料電池發電系統之安全、微型燃料電池系統之安全、性能測試方法和燃料匣交換性、高分子電解質燃料電池單電池之測試方法等燃料電池技術標準，如表 4-4 所示。IEC/TC 105 目前已正式出版八份標準，尚有四份標準制定中。

由於 IEC/TC105 燃料電池標準陸續公佈，大致上是以 IEC 62282-為標準代號，1-術語、2-模組、3-定置型、4-車輛動力與輔助電力系統、5-可攜式、以及 6-小型燃料電池系統等，其中再分為安全、性能與可交換性三項。以核心組件-模組標準說明之。

第一份有關燃料電池術語的標準(IEC/TS 62282-1)已轉成「CNS 15026-1 燃料電池技術 - 第 1 部：術語」之國家標準。第二份燃料電池模組標準(IEC 62282-2)，提供燃料電池模組安全與性能的最低要求，以便可以整合至燃料電池系統中。第三份至第五份標準分別為定置型燃料電池發電系統之安全、性能測試方法和安裝，說明安全保護措施與型式試驗之一般要求，以及在運轉和環境方面之性能測試方法，包括：運轉條件下之發電效率和熱回收效率，以及氣體排放量、噪音、振動等試驗。第七份可攜式燃料電池發電系統之安全標準(IEC 62282-5-1)，說明一般安全要求、構造與型式試驗，適用於交流型與直流型系統，額定輸出電壓不超過交流 600 V 或直流 850 V。第八份至第十份標準分別為微型燃料電池系統之安全、性能測試方法和燃料匣交換性，提供便攜式電腦、行動電話等使用的微型燃料電池系統，在一般安全要求和在電力特性、燃料消耗和機械耐久性的性能測試方法，直流電源輸出不超過 60 V 和電功率輸出不超過 240 VA。微型燃料電池系統之安全標準有二個版本，PAS(Publicly Available Specification)版本(IEC/PAS 62282-6-1)主要是為了方便使用燃料電池的筆記型電腦和行動電話等電子產品可以攜帶至飛機上使用，並有標準可以加以規範，所以先行出版，而正式版本(IEC

62282-6-100)尚在制定中。

我國經濟部標準檢驗局已於 2006 年 8 月公佈施行 CNS 15026-1 燃料電池技術-第 1 部：術語，其係以國際標準 IEC/TS 62282-1 為制訂參考依據，並配合國內產業發展環境來制訂，後續並將同步配合國內燃料電池產業之發展，建立定置型、可攜式、3C 產品應用(微型)之相關法規與標準。

表 4-4 IEC/TC 105 燃料電池技術標準之制定現況

分類	標準	現況
術語	IEC/TS 62282-1 Fuel cell technologies <b>Part 1: Terminology</b>	2005 年 3 月出版 CNS 15026-1 燃料電池技術 - 第 1 部：術語(2006/8)
模組	IEC 62282-2 Fuel cell technologies Part 2: Fuel cell modules	2004 年 7 月出版 2007 年 3 月修訂
定置型系統	IEC 62282-3-1 Fuel cell technologies <b>Part 3-1: Stationary fuel cell power systems – Safety (安全)</b>	2007 年 4 月出版
	IEC 62282-3-2 Fuel cell technologies Part 3-2 : Stationary fuel cell power systems – Performance test methods (性能測試方法)	2006 年 3 月出版
	IEC 62282-3-201 Fuel cell technologies - Part 3-201: Stationary fuel cell power systems - Performance test methods for small polymer electrolyte fuel cell power systems	預定 2012 年出版
	IEC 62282-3-3 Fuel cell technologies Part 3-3: Stationary fuel cell power systems – Installation (安裝)	2007 年 11 月出版
輔助動力裝置	IEC 62282-4 Fuel cell technologies Part 4: Fuel cell system for propulsion and auxiliary power units (APU)	制定中
可攜式系統	IEC 62282-5-1 Fuel cell technologies <b>Part 5-1: Portable fuel cell power systems – Safety (安全)</b>	2007 年 2 月出版
微型系統	IEC/PAS 62282-6-1 Fuel cell technologies Part 6-1: Micro Fuel Cell Power Systems – Safety (安全)	2006 年 2 月出版

	IEC 62282-6-100 Fuel cell technologies Part 6-100: Micro Fuel Cell Power Systems – Safety (安全)	預定2010年出版
	IEC 62282-6-200 Fuel cell technologies Part 6-200: Micro Fuel Cell Power Systems – Performance test methods (性能測試方法)	2007年11月出版
	IEC 62282-6-300 Fuel cell technologies Part 6-300: Micro Fuel Cell Power Systems – Interchangeability (燃料匣交換性)	2009年6月出版
單電池 測試	IEC 62282-7-1 Fuel cell technologies Part 7-1: Single cell test method for polymer electrolyte fuel cell (PEFC)	制定中

資料來源：1.燃料電池技術國際標準網址 [www.iec.ch](http://www.iec.ch)  
2.工研院能環所曹芳海、林祥輝 97.12  
3.台灣經濟研究院整理98.6

#### (1)IEC 62282-2 燃料電池模組標準說明

IEC 62282 為一套相當完整的燃料電池測試標準，包括定義、模組、定置型電廠、車輛動力與輔助電力系統、可攜式機組，以及小型燃料電池系統等。例如 IEC 62282-2 屬於模組部份，IEC 62282-6 屬於小型燃料電池系統，又再分為安全、性能與可交換性三項，而 IEC 62282-6-1 即為安全方面的標準，多項標準皆已陸續公佈。

國際電氣委員會(IEC)於 2004 年 9 月 15 日針對燃料電池模組安全和性能發佈第一個標準，包括以下燃料電池模組類型：鹼性電池(alkaline)、質子交換膜電池(proton exchange membrane)、磷酸電池(phosphoric acid)、熔融碳酸鹽電池(molten carbonate)和固態氧化物電池(solid oxide)。標準規定製造商應當遵守的生產燃料電池模組(而非系統)的最低安全要求以符合消費者的使用，燃料電池電力系統如圖 4-22 所示。這些要求須依以下三方面來制定：

消除燃料電池模組中的燃料或其他儲存能源(如易燃物質、密封介質、電能、機械能等)瞬間釋放時燃料電池外部的危險，以無源(機械式)控制(如利用爆炸安全隔膜、排泄閥、熱切斷裝置)上述形式的能源以免危及到周圍環境，或有源(電子式)控制上述形式的能源(如利用燃料電

池模組內的電子控制設備，在執行充足量測時評估感測器信號)。燃料電池技術在運輸和能源方面具有廣闊的前景，在不久將來的汽車行業和儲存電力熱源的充電站領域都被看好，具有相當大的潛力。

「IEC 62282-2：燃料電池模組」為電池生產商提供了一組關於電池安全和性能的基礎規範，從開始設計到生產都可以用到。該標準甚且有助於減少國際貿易的技術壁壘。IEC 認為：國際標準可以減少各國國家標準所產生的國際貿易的技術壁壘，這正是 IEC 國際標準如此重要的原因，尤其是對新興技術-燃料電池全球市場而言。制定該燃料電池標準的下一步任務是詳細說明附加要求和特殊要求，因為這些與燃料電池使用的背景環境有關，例如是在汽車、輪船、家庭、工廠或是飛機上使用。

燃料電池利用電子化學元素直接產生電能，無需燃燒燃料。兩個電極-正極和負極之間的電解質使離子發生交換，即產生電流。電極由一個外部電路連接，這個外部電路使電能可供使用。各種類型電池的主要區別在於電極、工作溫度、以及和這些元素相關的燃料。燃料電池新標準由 IEC105 燃料電池技術委員會制定，於 1998 年為因應燃料電池行業增長的需要成立該技術委員會。目前 IEC Working Groups 有以下 11 個工作小組以及 1 個特別小組(WG AHG)各司分工，制定該燃料電池標準：

WG 1	Terminology
WG 2	Fuel cell modules
WG 3	Stationary fuel cell power plants – Safety
WG 4	Performance of Fuel Cell Power Plants
WG 5:	Stationary Fuel Cell Power Plants – Installation
WG 6	Fuel cell system for propulsion and auxiliary power units (APU)
WG 7	Portable fuel cell appliances - Safety and performance requirements
WG 8	Fuel cell technologies - Part 6-1: Micro fuel cell power systems – Safety
WG 9	Fuel cell technologies - Part 6-2: Micro fuel cell power systems – Performance
WG 10	Micro fuel cell power systems – Interchangeability
WG 11	WG 11 - Fuel cell technologies - Part 7-1: Single Cell Test Method for Polymer Electrolyte Fuel Cell (PEFC)
WG AHG1	Identification of the market needs for standardization work on fuel cell systems for propulsion and auxiliary power units

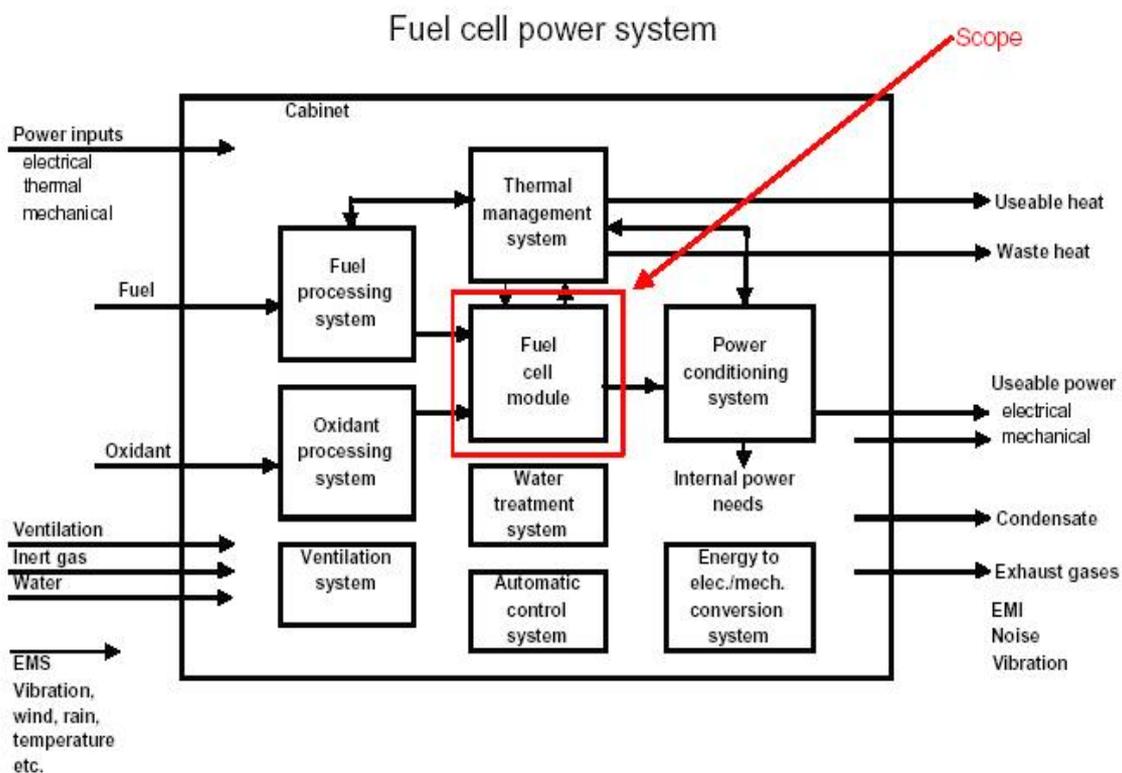


圖 4- 25 燃料電池電力系統

## (2)國際間發展情形

目前日本在微型燃料電池開發方面處於領先地位，美國則在車用燃料電池開發上有優勢。日本日立公司派管理人員擔任 IEC TC105 微型燃料電池 WG9 的「性能」部門負責人，並表示全力協助推進燃料電池「國際標準化」的進程。近來，由日本經濟產業省提議，豐田汽車、松下電器、東京瓦斯、三洋電機等在燃料電池開發方面有實力的企業聯合組建燃料電池開發公司，美國通用汽車公司和德國寶馬汽車公司結成的燃料電池汽車開發聯盟也早已開始運作，這些大企業聯合體將在合作研發的名義下逐漸壟斷燃料電池標準。因此，利用技術和產業上的領先，迅速制定有利於自己的標準，即早佔領市場形成政府和大企業公司合作模式，跨公司間的合作正是達成標準共識的平台。正因為如此，在尋求我國利基產業中，目前仍以 3C 電子產品與電動機車是發展燃料電池技術標準的適切時機。

國內燃料電池的技術發展比美、日等國家起步晚，在燃料電池的法規與標準方面，應可參考國外做法，配合國內的產業發展環境，優先制訂利基產業適用的法規與標準，方能有效帶動產業之發展。因此本文將就國外氫能與燃料電池標準與法規制訂現況，特別是 IEC 及 ISO 兩個國際標準組織的相關法規最新進展，提供最新資訊；並與經濟部標檢局保持密切聯繫，以期與國際標準、法規接軌，協助國內業者進入市場。

由於燃料電池技術的應用範圍非常廣泛，所涉及的法規與標準也相對較多，所以單在美國就有非常多的機構參與草擬的工作。國內燃料電池的技術發展比美、日等國家起步晚，在燃料電池的法規與標準方面，應可參考國外的檢測技術報告，配合國內產業發展環境，優先制訂利基產業適合於國內使用的法規與標準，方能有效帶動產業之發展。故本研究將持續蒐集與更新國外氫能與燃料電池法規制訂現況，特別是 IEC 及 ISO 兩個國際標準組織的相關法規最新進展，並參考國內發展情形，以提供國內相關單位與業界有關研訂標準最新的資訊，並與經濟部標準局保持密切聯繫，以期與國際相關法規接軌，協助國內業者進入市場。

## 2. 國際標準組織 (International Organization for Standards, ISO)

ISO 國際標準組織技術委員會 TC 197 的標準制定工作，主要是針對氫氣之製造、儲存、運輸、量測與使用之系統與裝置制定相關標準。目前 TC197 直接負責制訂的 ISO 標準共 9 個，現有成員國 31 個，下設 9 個工作組：

WG1	負責液氫地面電動車燃料箱
WG5	負責氣態氫地面電動車燃料添加連接件
WG6	負責氣態氫和混合氫燃料地面電動車燃料箱
WG8	負責採用裂解水方法的產氫器
WG9	負責採用燃料加工技術的產氫器
WG10	負責可輸運的氣態氫儲存裝置-其中氫氣被吸附于可重複利用的金屬氫化物中
WG11	氣態氫服務站
WG12	負責氫燃料產品技術要求
WG13	負責氫檢測器方面的標準化工作

ISO/TC 197 目前所制定之標準如表 4-5 所示，有關氫燃料產品規格，特別針對質子交換膜(Proton Exchange Membrane)燃料電池車輛所使用的氫氣規格，從原 ISO 14687 氫燃料產品規格標準中，單獨制定另一份 ISO 14687-2 氫燃料產品規格標準，以規範質子交換膜燃料電池車輛特殊需求的氫氣規格。目前 ISO 14687:1999/Cor 2:2008 Hydrogen fuel -- Product specification 這份標準已轉換成 CNS 15122 氫燃料標準。有關氫氣系統的基本安全要求，可參考 ISO/TR 15916 標準，以及預防氫氣洩漏所需的氫氣偵測器(ISO 26142)標準。在製氫方面，規範了水電解製氫(ISO 22734)和燃料重組製氫(ISO 16110)二種產氫技術。在儲存方面，包括金屬氫化物儲氫裝置(ISO/TS 16111)、液態氫燃料箱(ISO 13985)、氣態氫燃料箱(ISO 15869.3)等三份標準。此外，當車輛的氫燃料箱要加氫時，需要液態氫加氫系統介面(ISO 13984)或高壓氫氣加氫連接裝置(ISO 17268)，以及加氫站(ISO/TS 20100)等標準的規範。其中液態氫加氫系統介面(ISO 13984)已轉換成 CNS 標準(CNS 15124 液態氫-陸用車輛加氫系統介面)。針對飛機場的加氫設施操作，可以參考 ISO/PAS 15594 標準。以上這些標準大部分均已出版，可提供燃料電池應用產品，特別是燃料電池車輛，操作所需的周邊基礎設施建置規範。

2009 年 2 月 ISO/TC197 WG9 正發展一種國際標準測試方法，利用燃料處理技術的產氫機性能測試方法，文件編號 16110-2，屬於一種量測標準。另 ISO/TC197 WG3 亦正發展一種氫氣保護裝置的國家標準，本項文件已進入國際標準草稿 (DIS) 階段，將送請委員會投票及提供意見。

表 4-5 ISO/TC 197 氫氣技術標準之制定現況

分類	標準	現況
氫燃料規格	ISO 14687:1999/Cor 2:2008 Hydrogen fuel -- Product specification	1999 年出版，2008 年修訂 CNS 15122 氫燃料
	ISO/TS 14687-2:2008 Hydrogen fuel -- Product specification Part 2: Proton exchange membrane (PEM) fuel cell applications for road vehicles	2008 年 2 月出版
氫氣安全	ISO/TR 15916:2004 Basic considerations for the safety of hydrogen systems	2004 年 2 月出版
氫氣偵測器	ISO/NP 26142 Hydrogen detector	制定中
製氫	ISO/CD 22734 Hydrogen generators using water electrolysis process (水電解製氫) Part 1: Industrial and commercial applications Part 2: Residential applications	2008 年 6 月出版 制定中
	ISO/DIS 16110:2007 Hydrogen generators using fuel processing technologies (燃料重組製氫) Part 1: Safety Part 2: Procedures to determine efficiency	2007 年 3 月出版 制定中
儲氫	ISO/TS 16111:2006 Transportable gas storage devices - Hydrogen absorbed in reversible metal hydride (金屬氫化物儲氫裝置)	2006 年 10 月出版
燃料箱	ISO 13985:2006 Liquid hydrogen -- Land vehicle fuel tanks (液態氫燃料箱)	2006 年 10 月出版
	ISO/TS 15869:2009 Gaseous hydrogen and hydrogen blends -- Land vehicle fuel tanks (氣態氫燃料箱)	2009 年 2 月出版
加氫介面	ISO 13984:1999 Liquid hydrogen -- Land vehicle fuelling system interface	1999 年出版 CNS 15124 液態氫-陸用車輛加氫系統介面
	ISO 17268:2006 Compressed hydrogen surface vehicle refueling connection devices	2006 年 3 月出版
加氫設施	ISO/PAS 15594:2004 Airport hydrogen fuelling facility operations	2004 年 9 月出版
加氫站	ISO/ TS 20100 Gaseous hydrogen – Fuelling stations	2008 年 11 月出版

資料來源：1. 氫技術國際標準網址 [www.iso.ch](http://www.iso.ch)  
 2. 工研院能環所曹芳海、林祥輝 97.12  
 3. 台灣經濟研究院整理 98.5

### 3.美國 CSA America 公司 (CSA America, Inc.)

美國 CSA America 公司主要針對以天然氣、液化瓦斯和氫氣為燃料的器具，制定相關標準。若所制定的標準通過美國國家標準局(ANSI)的認可，將在標準號碼前冠上 ANSI 字樣。如表 4-6 所示，定置型燃料電池發電系統(ANSI/CSA America FC1)和可攜式燃料電池發電系統(ANSI/CSA America FC3)二份標準，已成為美國國家標準，其他準備或制定中的燃料電池標準有燃料電池模組(CSA America FC4)、氫氣產生器(CSA America FC5)、手持式燃料電池裝置(CSA America FC11)等。此外，有關燃料電池車輛的氫氣燃料箱(CSA America HGV2)、燃料系統元件(CSA America HGV3.1)、加氫設備和元件(CSA America HGV4)等標準制定中，HGV4 系列共有 8 個子計畫在執行制定標準，而高壓氫氣車輛燃料箱中壓力釋放裝置的基本要求(CSA America HPRD1)標準已出版。

表 4-6 美國 CSA America 燃料電池標準之制定現況

分類	標準	現況
定置型燃料電池系統	ANSI/CSA America FC1-2004 Stationary Fuel Cell Power Systems	2004 年出版
可攜式燃料電池系統	ANSI/CSA America FC3-2004 Portable Fuel Cell Power Systems	2004 年出版
燃料電池模組	CSA America FC4 Fuel Cell Modules	考慮延用 IEC62282-2
氫氣產生器	CSA America FC5 Hydrogen Generators	同 UL Subject 2264C 等待 ISO 16110 出版，採 用為美國標準
手持式燃料電池	CSA America FC11 Hand Held or Hand Transportable Fuel Cell Power Units with Fuel Containers	同 UL Subject 2265

- 資料來源：1. CSA America 網址 [www.csa-america.org](http://www.csa-america.org)  
 2. 工研院能環所曹芳海、林祥輝 97.12  
 3. 台灣經濟研究院整理 98.5

表 4-7 美國 CSA America 氫氣汽車標準之制定現況

氫氣燃料箱	CSA America HGV2 Standards for Hydrogen Vehicle Fuel Containers	制定中
燃料系統元件	CSA America HGV3.1 Fuel System Components for Hydrogen Gas Powered Vehicles	制定中
氫氣車加氫設備	CSA America HGV4 Series for Fuel Dispensing Equipment and Components	除 HGV 4.3 預 2009.9 出版，餘 皆以暫行版於 2009.4 出版
	CSA America HGV 4.1 Hydrogen Gas Dispensing Systems	
	CSA America HGV 4.2 Hoses for Hydrogen Gas Vehicles and Dispensing Systems	
	CSA America HGV 4.3 Temperature Compensation Devices for Hydrogen Gas Dispensing Systems	
	CSA America HGV 4.4 Breakaway Devices for Hydrogen Gas Dispensing Hoses and Systems	
	CSA America HGV 4.5 Priority and Sequencing Equipment for Hydrogen Gas Dispensing Systems	
	CSA America HGV 4.6 Manually Operated Valves for Hydrogen Gas Dispensing Systems	
	CSA America HGV 4.7 Automatic Valves for Use in Hydrogen Gas Vehicle Fueling Stations	
CSA America HGV 4.8 Hydrogen Gas Fueling Station Reciprocating Compressor Guidelines		
壓力釋放裝置	CSA America HPRD1 Basic Requirements for Pressure Relief Devices for Compressed H <sub>2</sub> Vehicle Fuel Containers	已出版

資料來源：1. CSA America 網址 [www.csa-america.org](http://www.csa-america.org)

2. 工研院能環所曹芳海、林祥輝 97.12

3. 台灣經濟研究院整理 98.6

#### 4. UL 優力國際安全認證有限公司 (Underwriters Laboratories Inc. , UL)

在美國市場，UL 的標誌已成為最具公信力的產品安全記號。大部份的 UL 安全標準皆獲得美國國家標準的認可。隨著一些燃料電池產品已在市面上販售，UL 也著手制定相關標準，以提供產品安全檢驗的依據。這些產品包括 DC/AC 換流器(DC/AC Inverter)、DC/DC 轉換器(DC/DC Converter)和控制器(UL 1741)、氣體偵測器(UL 2075)、氫氣產生器(UL 2264)、手持式燃料電池(UL 2265)等，如表 4-8 所示。其中氫氣產生器包括電解技術、水反應和燃料重組技術，電解技術部份將等待 ISO/TC197 之 ISO 22734 出版再制定，燃料重組技術部份將等待 ISO/TC197 之 ISO 16110 出版再制定，水反應部份是指利用  $\text{NaBH}_4$ 、 $\text{NaH}$  等氫化物水解產氫。手持式燃料電池包括使用甲醇燃料匣和使用  $\text{NaBH}_4$  等燃料匣方式進行燃料供應。此外，針對商業網路通訊設備用定置型和可攜式燃料電池系統的電磁相容性、電氣安全和物理保護(UL 2266)標準在制定中，工業卡車用燃料電池系統安裝(UL 2267)標準則已出版。

表 4- 8 UL 燃料電池標準之制定現況

分類	標準	現況
電源轉換控制器	UL 1741 Inverters, Converters and Controllers for Use in Independent Power Systems	已出版
氣體偵測器	UL 2075 Gas and Vapor Detectors and Sensors	已出版
氫氣產生器	UL Subject 2264 Gaseous Hydrogen Generation Appliances	
	UL Subject 2264 A Electrolyzer Technology (電解器)	等待 ISO 22734 出版，採用為美國標準
	UL Subject 2264B Water Reaction (NaBH <sub>4</sub> 、NaH)	已出版
	UL Subject 2264 C Fuel Processing Technology (燃料重組器)	等待 ISO 16110 出版，採用為美國標準
手持式燃料電池	UL Subject 2265 (joint activity with CSA America; FC11) Hand Held or Hand Transportable Fuel Cell Power Units with Fuel Containers	
	UL Subject 2265A Methanol Fuel Cartridges (甲醇燃料匣)	已出版
	UL Subject 2265C Borohydride Fuel Cartridges (NaBH <sub>4</sub> 、KBH <sub>4</sub> 燃料匣)	已出版
電磁相容性、電氣安全和物理保護	UL Subject 2266 Electromagnetic Compatibility, Electrical Safety, and Physical Protection of Stationary and Portable Fuel Cell Power Systems for Use with Commercial Network Telecommunication Equipment	制定中
工業卡車燃料電池系統	UL Subject 2267 Fuel Cell Power Systems for Installation in Industrial Trucks	已出版

資料來源：1. UL 燃料電池網址 [www.ul.com/dge/fuelcells](http://www.ul.com/dge/fuelcells)

2. 工研院能環所曹芳海、林祥輝 97.12

## 5. 日本 JIS 燃料電池標準

2008 年 7 月日本由燃料電池普及團體舉辦的“燃料電池實用化推進協議會”上宣布 2010 年之前將制定給燃料電池車補給氫氣的加氫站標準規格，以統一業界的氫氣填充壓力和填充方法的標準，推進商業化進程，並將於 2015 年著手建立商用加氫站，推動燃料電池車的普及。

資料顯示該計畫由豐田和本田等汽車廠商，以及新日本石油和東京瓦斯等該協議會成員中，合作開展燃料電池車業務的 12 家公司制定。由於各汽車公司正在開發中的燃料電池車的氫氣填充壓力各不相同，今後將以上述 12 家公司為中心制定填充壓力和填充方法的標準規格，以便能夠使用通用的設備加氫。前述廠商為了推動加氫站的業務進程，還將展開低成本設備的開發等。

參考日本通產省(METI) 2008 年重新規劃的氫能與燃料電池示範運行計畫(Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Project, JHFC)，預計 2020 年生產燃料電池汽車 500 萬輛，2030 年達 1500 萬輛，足見日本在氫能基礎建設上，確有系列通盤的規劃。尤其在 2008 年公佈了多項 JIS 燃料電池標準。

在日本，由於磷酸燃料電池(Phosphoric Acid Fuel Cell)是最早商業化的技術，所以目前有五份磷酸燃料電池的相關標準，高分子電解質燃料電池(Polymer Electrolyte Fuel Cells)則配合即將量產商業化的推動，也於最近出版一系列標準，主要針對小型 PEMFC 發電系統的測試，於 2005 年至 2008 年推動 1kW 家用型燃料電池系統所累積的經驗。至於固態氧化物燃料電池(Solid Oxide Fuel Cells)，因商業化的腳步較慢，但日本政府亦自 2009 年起將其納入示範運轉補助計畫，因此預計這些技術的相關標準在示範運轉計畫結束後，亦能如同 PEM 有客觀的產出。日本燃料電池標準制定現況，如表 4-9 所示。

表 4-9 日本 JIS 燃料電池標準制定現況

分類	標準	現況
術語	JIS C 8800 Glossary of Terms for Fuel Cell Power Systems	2008 年出版
磷酸型 燃料電池 (PAFC)	JIS C 8801 General Rules for Phosphoric Acid Fuel Cell Power Generating System 針對 50-500 kW 套裝系統指定建造、外部連接和檢查要求	2002 年出版
	JIS C 8802 Test Methods for Durability of Phosphoric Acid Fuel Cell Power Facility PAFC 發電設施的耐久性測試方法	2003 年出版
	JIS C 8803 Indication of Phosphoric Fuel Cell Power Facility (nameplate information) PAFC 發電設施的銘牌標示	2005 年出版
	JIS TR C 0003 Test Methods for Performance of Phosphoric Acid Fuel Cell Power Facility PAFC 發電設施的性能測試方法	出版
	JIS TR C 0004 Test Methods for Environment and Maintenance of Phosphoric Acid Fuel Cell Power Facility PAFC 發電設施的環境和維護測試方法	出版
高分子電解質 燃料電池 (PEFC)	JIS C 8811 Indication of Polymer Electrolyte Fuel Cell Power Facility (nameplate information) PEFC 發電設施的銘牌標示	2005 年出版
	JIS C 8821 General Rules for SMALL Polymer Electrolyte Fuel Cell Power Systems 小型 PEFC 發電系統的一般要求	2008 年出版
	JIS C 8822 General Safety Code for SMALL Polymer Electrolyte Fuel Cell Power Systems 小型 PEFC 發電系統的一般安全規則	2008 年出版
	JIS C 8823 Testing Methods for SMALL Polymer Electrolyte Fuel Cell Power Systems 小型 PEFC 發電系統的測試方法	2008 年出版
	JIS C 8824 Testing Methods for Environment of SMALL Polymer Electrolyte Fuel Cell Power Systems 小型 PEFC 發電系統的環境測試方法	2008 年出版
	JIS C 8825 (EMC) Testing and Measurement Techniques of SMALL Polymer Electrolyte Fuel Cell Power Systems 小型 PEFC 發電系統的測試和量測技術(EMC)	2008 年出版

分類	標準	現況
	JIS C 8826 Testing Methods of Power Conditioner for Grid Interconnected SMALL Polymer Electrolyte Fuel Cell Power Systems 電網連結的小型 PEFC 發電系統的電力調節器測試方法	2008 年出版
	JIS C 8831 Safety Evaluation Test for Stationary Polymer Electrolyte Fuel Cell Stack 定置型 PEFC 電池組的安全評估測試	2008 年出版
	JIS C 8832 Performance Test for Stationary Polymer Electrolyte Fuel Cell Stack 定置型 PEFC 電池組的性能測試	2008 年出版
	JIS Draft Testing Methods of Independent Operation Detecting System of Power Conditioner for Grid Interconnected Polymer Electrolyte Fuel Cell Power Systems 電網連結的 PEFC 發電系統的獨立操作偵測系統測試方法	制定中
	JIS Draft Standard Load Pattern for Performance Test for Polymer Electrolyte Fuel Cell Systems PEFC 系統性能測試的標準負載曲線	制定中
固態氧化物 燃料電池 (SOFC)	JIS Draft General Safety Code for Solid Oxide Fuel Cell Systems SOFC 系統的一般安全規則	制定中
	JIS Draft Testing Methods for Solid Oxide Fuel Cell Power Systems SOFC 發電系統的測試方法	制定中
	JIS Draft Performance Testing for Solid Oxide Fuel Cell Power Systems SOFC 發電系統的性能測試	制定中

資料來源：1. www.fuelcellstandards.com

2. 工研院能環所曹芳海、林祥輝 97.12

3. 日本 FCDIC

#### 6. 中國氫能燃料電池標準

由於中國大陸已成為世界產品生產工廠，其產品技術規格雖然並不高，但也多半參考國際標準制定。中國有關氫能標準由全國氫能標準化技術委員會負責，主要工作範圍是：提出燃料電池標準化的方針、措施和規劃，負責組織、提出燃料電池標準的研究、制訂和修訂，標準草案的審查，組織標準的宣導和相關諮詢等，並與國際標準組織 ISO

TC197/IEC TC105 保持聯繫。

其與 ISO / TC 197 氫能標準化技術委員會的對應工作主要由中國標準化研究院資源與環境標準化研究所負責；與 IEC/TC 105 燃料電池技術委員會的對應工作由大連新源動力股份有限公司負責。自 1985 年 GB 4962 氫氣使用安全技術規程發佈以來，中國已有 20 年有關氫能標準化的歷史，已發佈的標準包括產品、安全使用、氫氣站設計、制氫儲氫等方面的測試方法和技術條件等國家標準和行業標準，如表 4-10 所示。中國標準化研究院與全國氫能技術標準委員會共同負責氫能技術與相關標準的推動。中國已初步建立氫能標準體系，目前正研訂的國家標準，主要為納入國家重大科技專項的燃料電池標準，包括質子交換燃料電池術語(已頒佈)、質子交換膜燃料電池標準體系、質子交換膜燃料電池堆、可攜式質子交換膜燃料電池、固定式質子交換膜燃料電池發電系統、電動汽車用電機及其控制器技術規範、電動汽車用電機及其控制器測試規範、氫能-水電解製氫技術要求、變壓吸附提供純氫的技術要求等。

表 4-10 中國主要氫能標準

標 準	內 容
GB/T 3634-1995	氫氣
GB 4962-1985	氫氣使用安全技術規程
GB/T 7445-1995	純氫、高純氫和超純氫
GB/T 16942-1997	電子工業用氣體-氫
GB/T 19773-2005	變壓吸附提純氫系統技術要求
GB/T 19774-2005	水電解制氫系統技術要求
GB/T 20042.1-2005	質子交換燃料電池-術語
GB 50177-2005	氫氣站設計規範
GJB 2645-1996	液氫貯存運輸要求
GJB 5064-2004	水電解制氫安全要求
GJB 5405-2005	液氫安全應用準則
JB/T 5903-1996	水電解制氫設備
JB/T 9082-1999	水電解制氫設備-術語
QJ 2298-1992	用氫安全技術規範
QJ 3028-1998	液氫加注車通用規範
SJ/T 31458-1994	氫氣純化設備完好要求和檢查評定方法

資料來源：中國標準服務網，上海標準化服務網

## 7.發展氫能燃料電池標準分析

目前燃料電池技術的發展還面臨著關鍵材料的成本必須大為降低、氫的生產和儲運的安全性和可靠性必須更為提高、PEMFC 的功能性和耐久性也必須大大提高等難題，但隨著技術的不斷進步，這些難題都將會取得革命性的突破。在氫能燃料電池技術標準能與國際標準體系銜接，以及結合我國產業和標準化技術發展的現實情況，作為我國前瞻能源產品標準與法規中重要的組成部分，以利業界投入與產業化重要參考，同時呼應國際間降低溫室氣體排放與推動潔淨能源的訴求。本研究即期望氫能燃料電池技術與國際標準體系銜接和結合我國產業和標準化技術發展的現實情況，將作為我國前瞻能源標準與法規中重要的組成部分，以利業界投入開發燃料電池技術與產業化重要參考，滿足市場對燃料電池日益增加的需求，以及呼應國際間推動潔淨能源降低溫室氣體排放的要求，並為我國能源的自主性和多樣性做出重要的貢獻。

從 IEC 已公佈的燃料電池模組安全和性能標準，這些燃料電池模組包括以下類型：鹼性電池、質子交換膜電池、磷酸電池、熔融碳酸鹽電池和固態氧化物電池等。國內現今應用較多技術與產品開發方面，大抵是 SOFC、DMFC、以及 PEMFC 三方面。國內許多業界也都投入 PEMFC 的技術和市場開發，但 PEMFC 的國際標準尚未完備，我國 CNS 標準仍由標檢局循序制定中。因此主要面對的問題，是經常出現術語解讀不同造成的誤解，以及檢測與安規上的落差，同時因為燃料電池的商業化進程發展迅速，但企業因無標準可循，勢必造成將來發展上的盲點與市場的混亂。

因此，在國內業界專注於 PEMFC、DMFC 的發展並已取得自有的成果，在加速商品化進程中，學研界亦有在鹼性燃料電池、磷酸型燃料電池持續研發，但無論如何，及早制定標準是有其必要的，尤其是我國具有利基的應用產業-燃料電池電動機車與 3C 電子產品，對於 PEMFC 和 DMFC 的技術標準與安全規範更是必要且有機會領先國際的。

目前 IEC 燃料電池標準是有關國際標準組織中進度較快的，牽涉電

動車輛標準的就另外要參考 SAE 相關標準。以我國產業發展需求言，參考國際燃料電池技術標準的相關部分，考量我國研發能量和業界技術水準，同時慮及開發中的電動機車攸關介面、術語標準的擬定。由於 IEC/TC105 工作小組目前並未考量燃料電池電動機車國際標準的制定，因此我國實應把握示範運行計畫，即刻實施燃料電池的示範驗證，藉由實際運轉與操作，建立產品的性能與安規資訊，作為研擬標準的重要參考。研擬的重點是標準化與安全性研究，作為燃料電池標準制定過程中的重點內容。將標準與智慧財產權、專利技術的研究制定與國際標準同步，建立檢測標準與示範驗證平臺。相較於國外的發展，燃料電池電動機車與 3C 電子產品的驗證需求在現階段顯得具有優先性；從產業推廣角度，定置型燃料電池發電機與周邊系統的標準研訂亦應同步進行，例如 IEC62282 即包括了定置型與微型燃料電池性能與安全方面的規範，有些已經公告出版，有些尚在制定中。

參考 IEC 的標準，對於燃料電池安全方面的規範研究，主要在系統中納入有關的安全性標準，“電池堆”(stack)等標準中，應分別對燃料的洩漏和著火爆炸危險、電氣危險、氣體和材料的有毒性等問題進行有關的研究和規定。在「電池堆」和「可攜式」(portable)的標準中，對氫(或其他)燃料的內部洩漏或對外洩漏的保護措施(如通風、氣體檢測、防止操作溫度高於自燃溫度等)的規定，對涉及對人身和外部環境造成危害(如機械危險、電氣危險、電磁相容性(EMC)危險、熱危險、故障危險、材料和廢物中有毒材料和氣體的危險)的安全措施也做出了相應要求。這些都可以做為研訂 CNS 的參考，更因我國產品發展重點與國際有明顯區隔，更應善加利用此一利基，將國內開發產品與標準推向國際。

另外一個值得注意的重點，是如何將國內業界研發產出的智慧產權(IP)制定到標準中，雖然我國目前尚無任何的型式認證，與商品化專利，但如果有機會，如此制定的 CNS 國家標準將有部分係國人獨創，未來在國際上也有競逐的空間。當然目前我國將 IP 納入國家標準還有一段距離，有待隨著氫能燃料電池技術的不斷進步，逐步達到計畫目標。

### 4.3 國內建立氫氣供應之氫氣充添與儲氫容器、運送等相關安全標準與儲氫設施標準研究

目前全球的氫能與燃料電池發展環境已經發生明顯的變化，包括美國、日本與歐洲等許多國家都已開始制定相關法規與標準政策，不斷鼓舞廠商增強或投入相關的研究開發，以引領世界風潮。因此國外所擁有的智權技術版圖顯然將會持續增加，台灣如欲拉近彼此差距，自然在氫能與燃料電池標準與法規之建立上有必要奮起直追。國內建立氫氣充添與儲氫容器、運送與儲氫設施等相關安全標準主要考慮要點為以國內利基產品為適用導向。基於國內發展現況，以定置型燃料電池發電機與燃料電池機車應用之氫環境標準為優先建立之項目。

國內氫氣供應設施標準主要參考 ISO 與其他氣體安全國內外現行規定。基於產品安全的考量，作為一種新能源的發電設備，燃料電池的安全性自然是標準研究工作的重點之一。在國際標準中對燃料電池堆和發電系統的安全性進行了規定，如：在“電池堆”和“可攜式”的標準中，對氫(或其他)燃料的內部洩漏或對外洩漏的保護措施(如通風、氣體檢測、防止運行溫度高於自燃溫度等)的規定，和涉及對人身和外部環境造成危害(如機械危險、電氣危險、電磁相容性(EMC)危險、熱危險、故障危險、材料和廢物中有毒材料和氣體的危險)的安全措施也做出了相應要求。因此，首先將自氫氣製程安全要述如下：

#### 4.3.1 氫氣特性與安全

氫氣的利用分為化學性質與能源性質兩大類。前者是今天工業氣體市場的各種用途的依據，由肥料與甲醇的合成，煉油廠油品的改質，石化工廠的產品轉變，冶金業的表面處理，半導體產品及光電產品的加工處理。是許多工業營運不可或缺的氣體，這類市場的年成長率約在 7%。隨著清潔能源的需求，新的替代的尋求，近年來氫氣在能源性質的應用，受到特別的重視。一方面，氫氣透過燃料電池的觸媒與氧氣反應所釋放的化學能轉為電能，使氫氣本身成為能源互變的介質，一方面透過燃料池轉為電能，另一方面透過水電解將多餘的電能產生氫氣，作為多餘電能的儲藏用。除外氫氣的易燃及快速擴散的速度，是氫氣成為良好的輔助燃料，促進普通燃料如油氣在燃燒爐或汽油在內燃機燃燒時的效率與污染改善的提昇劑。

氫氣在利用上有高度的價值，其供應的方便與經濟性成為推廣氫能應用的先決條件。氫氣的供應涵蓋氫氣的生產或回收，加壓，運輸與儲存幾個步驟。由過程的複雜性，投資金額，操作費用及管理需求，加壓，運輸與儲存的步驟遠比生產或回收來的複雜及昂貴佔全部費用的 55%。因此為降低這些複雜性及經濟成本，近年來對氫氣的供應逐漸傾向分散式的現場生產供應，利用中小規模的生產設備將高能源密度的基本原料如天然氣或甲醇轉作為氫氣，一方面節省能源的消耗，另一方面降低 CO<sub>2</sub> 的排放量(相對於其他化石原料，這兩種單碳, C1, 原料的轉變效率及 CO<sub>2</sub> 排放量是最有效的)。除外因為所用的設備規模是中小型的，小於 50M<sup>3</sup>/hr 或 5kg/hr，避免將大量氫氣在用戶場所或擁擠地區的儲存，也間接增進氫氣使用的安全減少意外的顧忌。

利用分散式的中小型現場供氫設備的供氫模式，雖然在安全方面比中央集中式的大型高壓氫氣廠，及大量在街道穿梭的運氫車及現場大量的高壓氣體儲存設備的供氫模式來得安全，但仍有需多問題在推廣初期將會遭遇，必需盡早設法克服。這些問題包括：

- 操作人員的安全規則
- 電力設備與氫氣的相容與防爆需求
- 供氫設備的安全規範及標準
- 供氫設備的效率測試規範及標準
- 實際瞭解並評估國內供氫機的安全與性能
- 供氫設備設立的管理規章

#### 1. 氫氣的物化性質

(1) 密度：(1.013 bar and 21 °C) : 0.08376 kg/m<sup>3</sup>

(2) 比體積 (1.013 bar and 21 °C (70 °F)) : 11.986 m<sup>3</sup>/kg

(3) 比重：(空氣 = 1) (1.013 bar and 21 °C (70 °F)) : 0.0696

(4) 比熱(定壓), Cp (1 bar and 25 °C (77 °F)) : 0.029 kJ/(mol.K)

(5)比熱(定容積),  $C_v$  (1 bar and 25 °C (77 °F)) : 0.021 kJ/(mol.K)

(6)導熱度 (1.013 bar and 0 °C (32 °F)) : 168.35 mW/(m.K)

(7)燃燒熱(1.013 bar and 20°C) : LHV = 242KJ/mol; 10,800KJ/SM<sup>3</sup>;  
120MJ/kg ; 10,244BTU/SM<sup>3</sup> ; 114MMBTU/kg

(8)引火能源：0.017mJ 是最容易起火的物質，加上快速的擴散速度，大量的高壓氣體很容易導至快速的爆炸。

## 2. 氫氣的安全性質

(1)生理健康：除窒息性外沒有顯著的健康威脅。

(2)燃燒與爆炸：在常溫與常壓下，濃度在 4-75%v 間，受火花或劇烈反應的作用會引起燃燒，但在 15-59%的濃度間，起火後則因激烈的連鎖反應會導致爆炸，在 560-580°C則會自行燃燒不需外加的引火。由高壓洩漏到空氣時，鐵鏽的氧化鐵受氫氣還原提供的熱能常會引起起火。

## 3. 氫氣的洩漏與燃燒特性

氫氣由高壓罐洩漏有引起燃燒甚至爆炸的可能，其可能性受到一些因素所左右。

(1)氫氣的比重比空氣輕很多,0.07，因此燃燒時火焰往上逸散不會橫向擴散而擴大災害。

(2)擴散速度為空氣的 3.7 倍，因此氫氣快速擴散而降低濃度，純氫氣由細孔逸散時，在 500-1000 倍的孔徑距離後，已幾乎與空氣相同。

(3)氫氣的燃燒能量只有 0.017mJ，所要的活化能極低就能燃燒，因此起火濃度的範圍受溫度影響。

(4)壓力也影響燃燒所要的濃度。

(5)容器大小或散熱能力。



圖 4-26 氫氣燃燒火焰往上，不會橫向擴散燒到內部空間

### 3. 氫氣自燃的幾個因素

(1)壓力：氣源的壓力越大，著火的機率越高。

(2)濃度：4%到75%是氫氣可燃的濃度範圍，15%到59%則劇烈燃燒導致爆炸，但必須有引火源，超過560°C則自燃。

(3)引燃點：鐵鏽，火花，震波，靜電是造成氫氣自燃的常見引火源。

(4)散熱能力：接觸面積，低溫有助於降低氫氣自燃所要的能源，而降低引燃的機率。

## 4.3.2 氫氣製程安全

### 1. 氫氣生產製程介紹

#### (1) 氫氣製造

氫氣可由許多途徑取得，如電解、重組以及大分子分解等，如表4-11所示，但其中又以重組方式在目前最具經濟效應，因此本節將以重組製程作為介紹依據。

表 4-11 各種現場製氫技術比較

第 1 表 オンサイト型水素発生装置の比較  
Table 1 Comparison of on-site hydrogen generators

	PEM Electrolyzer	Alkaline electrolyzer	Methanol reformer	Natural gas reformer	Ammonia disassociator
Feed stock	Deionized water	Deionized water & alkaline	Methanol & deionized water	Natural gas & Steam	Ammonia
Waste Material	No waste	Alkaline water	CO & CO <sub>2</sub>	CO, CO <sub>2</sub> & Hydrocarbon	N <sub>2</sub>
Purity	99.999 %	99.9 %	99.99 %	99.99 %	99.99 %
Impurity	O <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	O <sub>2</sub> , Alkaline mist	CO, CO <sub>2</sub> , N <sub>2</sub>	CO, CO <sub>2</sub> , Hydrocarbon	N <sub>2</sub>
Start up	Prompt	30 min required	30 min required	2 ~ 3 hours required	30 min required
Operation range	0 ~ 100 %	20 ~ 100 %	—	—	—
Maintenance	Deionizer	Deionizer Erosion & corrosion	Deionizer & catalyst	Catalyst	Catalyst

(2) 氫氣重組器功能

一般而言，氫氣重組器(如圖 4-24)會分為幾個重要部份：

- 原料供應系統：重組反應所需之原料多為石化產品，如天然氣 (NG)、液化石油氣(LPG)及其他如燈油、甲醇等，在進反應器前須壓縮並與水蒸氣充分混合；

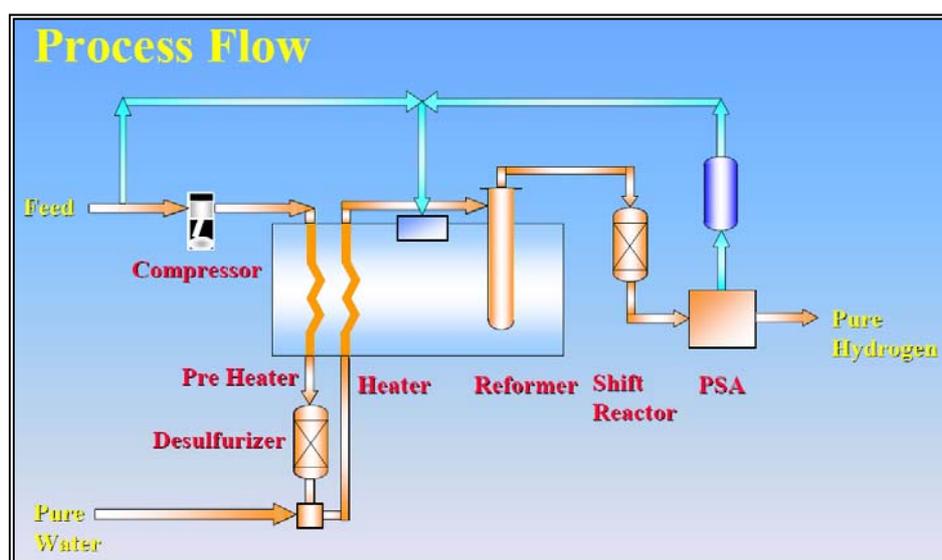


圖 4-27 氫氣重組器處理流程

- 除硫系統：由於石化廠所供應的燃料產品多有含硫成分，如硫化氫、二氧化硫及硫醇類等
- 加熱系統：蒸氣加熱或重組反應均須在高溫狀態下進行，因此重組系統均會具備一大型之加熱器；
- 重組反應器(觸媒)：重組反應核心裝置，甲烷在此轉化成氫氣及二氧化碳；
- 殘氣處理系統：經重組後，除了主產物的氫氣之外，
- 純化系統(PSA)：純化過後之氫氣，需經過純化才可使用，而在一般重組器後段多會加裝壓差吸附式純化器( Pressure Swing Adsorption, PSA)，作為純化用，純度經 PSA 後可達 99.999%。

### (3)重組製氫製程說明(SMR, Steam Methane Reforming)：

- 混氫製程：將氫氣尾氣與經壓縮之原料氣混合，而原料氣多為天然氣(NG)或液化石油氣(LPG)；
- 除硫製程：借由除硫器，將原料氣中所含之硫化物(多為硫化氫)去除，避免對重組觸媒造成不可逆之傷害；
- 前段 THC 重組製程：若使用之原料氣不是純的甲烷，則需要前置重組製程，將總量碳氫化合物(Total HydroCarbon)先重組成甲烷，作為終段重組原料；
- 混熱製程：將經過純化之原料氣，即除硫及預先重組的甲烷，與過熱之製程水蒸氣預混，準備進入氫氣重組器；
- 氫重組製程：將甲烷與熱蒸氣混氣導入觸媒槽，將甲烷上的氫還原成氫分子，碳則氧化成二氧化碳。
- 純化製程：
  - 活性碳過濾(Activated carbon)：用於吸附有機物(油氣) 及其他生物有機體，處理能力中等；
  - 分子篩過濾(Molecule Sieve)：用於吸附殘餘之無機分子氣體，

如氮、氧等，處理能力中等；

■壓差式吸附純化(Pressure Swing Adsorption)：利用壓差改變吸附平衡反應，吸附雜質，處理能力大；

■冷阱純化(Cold trap)：利用液氮或其他低溫氣體液態將氣體中沸點較高之雜質捕捉下來，提高氣體純度，處理能力較慢。

● 壓縮充填製程：

■氣體壓縮：為了提高單位體積氣體的儲存量，因此對必須進行壓縮，使單位體積有較多氣體，但也增加了儲存的壓力，因此必須基於氣體容器的性質及安全規範，給予適當壓力，不可過高，以免發生危害；而依純度要求不同，壓縮方式大致分為兩類：

活塞式壓縮	最常見的壓縮機，靠活塞及汽缸壓縮結構，壓縮氣體，其壓縮速度快，結構簡單，但因與潤滑油有接觸，因此有油氣染之虞，多用於純度較差之產品生產
薄膜式壓縮	

(4) 充填：

高壓氫氣需儲存於合格之容器中，一般為高壓鋼瓶，而鋼瓶種類眾多，氫氣儲存除了一般 40L 之鋼瓶外，亦有稱作長鋼瓶之大型儲存設備，而所有儲存設備均需定期作壓力測試，如水壓測試或超音波測試。

● 預防危害區域：

由於重組器均十分巨大，且有許多高溫反應點，所以要進到重組器反應區，必須予以管制：

■工作許可：所有須在重組器區域內的施工，均須由廠方先說明廠區配置，安全說明，以及開力工作許可；

■禁區標示：對於危險區域，必須有明顯之危害標示，如下列圖 4-25 所示。



圖 4-28 明顯之危害標示

## 2. 製程安全管理與風險管理模式

(1) 廠方必須對其製程進行風險評估，並將評估結果文件化，予以妥善保存，在遇有設計修改時，必須重新進行風險評估；

(2) 廠方必須將製程安全管理所需注意事項予以文件化，並如同風險評估一樣，妥善保存，並在修改時，重新評估；

(3) 政府相關工業安全稽核單位必須定期或不定期稽核廠方之相關資料，並實地勘核其執行狀況。

## 3. 一般安全：

### (1) 燃性氣體偵測器種類：

- 閃光偵測器
- 紫外線火焰偵測器
- 低爆炸界限氣體偵測器

### (2) 其他危害：

- 高溫
- 高壓
- 噪音

### (3) 自動啟動設備：

廠區若有自動開啟設備，或有內部連結(interlock)設備，需做清楚標示，並嚴禁不相干或未被授權之人員接近或操作。

#### 4.危害物質：

所有危害物質特性詳細內容請參閱物質安全資料 MSDS，此處僅對列出重組製程所可能出現之物質。

- (1)天然氣。
- (2)重組合成氣(Syngas)。
- (3)水蒸氣。
- (4)氮氣。
- (5)氧氣。
- (6)一氧化碳。
- (7)二氧化碳。
- (8)硫化氫。
- (9)二氧化硫。

#### 5.緊急事處理：

在氫氣製程中面對緊急事件可分為三個方向來處理，分別為火災、氣體排放以及緊急狀況連絡單位，其處理步驟如下。

(1)火災:所有人員撤離危險區域→進行緊急應變系統→預防火災的延伸，使氫氣燃燒殆盡→儲槽上應有水噴霧器，無滅火器→關閉氫氣流動→除非氫氣停止流動，否則不要滅火。

(2)氣體排放:所有人員撤離危險區域→進行緊急應變系統→排除任何可能的點火源→若可能，關閉氫氣流動→提供最大爆炸證明→氫氣火焰可利用長柄稻草掃帚小心地接近偵測。

(3)緊急狀況聯絡單位：廠方緊急應變小組、廠方工業安全單位、地方消防單位、地方工業災害防治單位、地方環境保護單位以及其他。

### 4.3.3 氫氣容器(高壓鋼瓶)相關規範

國內法規中勞工安全衛生法第八條雇主對於經中央主管機關指定具有危險性之機械或設備，非經檢查機構或中央主管機關指定之代行檢查機構檢查合格，不得使用；其使用超過規定期間者，非經再檢查合格，不得繼續使用。

又在危險性機械及設備安全檢查規則第四條第四款、所規定之高壓氣體容器，係指供灌裝高壓氣體之容器中，相對於地面可移動，其內容積在五百公升以上者。

但下列各款容器，不在此限：

- 於未密閉狀態下使用之容器。
- 溫度在攝氏三十五度時，表壓力在每平方公分五十公斤以下之空氣壓縮裝置之容器。
- 其他經中央主管機關指定者。

對於氫氣所使用鋼瓶規範含瓶閥使用在此節錄相關說明供參考(CNS-12242 無縫鋼製及耐壓高壓氣體容器、CNS9801 壓力容器構造耐壓試驗，以及 CNS10848 高壓鋼瓶閥)。

#### 1.CNS-12242 無縫鋼製及耐壓高壓氣體容器

適用範圍：本標準適用於內容積超過 1 公升至 500 公升以下罐裝高壓氣體之無縫鋼製高壓氣體容器（以下簡稱容器）。其規範內容包括名詞解釋、設計等完整規範。

(1)名詞解釋：壓縮氣體、液化氣體、耐壓測試壓力、最高灌裝壓力、耐壓測試壓力、耐壓測試壓力、胴體計算厚度與胴體計算厚度。

表 4-12 各類容器材質表(CNS-12242)

種	類	使用材料	熱處理方式
碳鋼容器	1種	含碳量 0.25%以下之碳鋼	退火或正常化
	2種	含碳量 0.33%以下之碳鋼	
錳鋼容器	1種	錳鋼	正常化或正常化後回火
	2種		淬火後回火
鉻鉬鋼容器		鉻鉬鋼	淬火後回火
鎳鉻鉬鋼容器		鎳鉻鉬鋼	淬火後回火
不鏽鋼容器		不鏽鋼	固溶化處理

(2)設計：胴體最小厚度、肩部及底部之厚度。

(3)性能：容器之降伏點或彈性極限應力、容器胴體厚度、幅度(寬)5mm之試驗片、內容積、外徑及厚度。

表 4-13 容器內容積，外徑及厚度(CNS-12242)

內容積之區分 (公升)	內容積 (公升)	許可差 %	外徑 mm	厚度 mm
2.0 未滿	1.4	+ 無規定 - 0	76	按 4.1 及 4.2 規定值
			90 102	
2.0 以上 未滿 20.0	2.0 3.4 4.8 6.7 10.0 13.4	+10 0 (但是最大為 1 公升)	102 140	
			140	
			140	
			140 165	
			140 165 191	
			191 216 229	
20.0 以上 500.0 以下	20.0 33.5 40.0 40.2 46.7 46.9 50.0 68.0 133.3 138.5 266.7 300.0 333.3 350.0 400.0 500.0	+5 -0	232	
			216 229 232	
			216 229 232	
			216 229 232	
			216 229 232	
			268 273	
			232	
			232	
			232 319	
			319	
			319	
			319	
319 356				
356				

(4)形狀及尺寸：形狀、內容積、外徑及厚度。

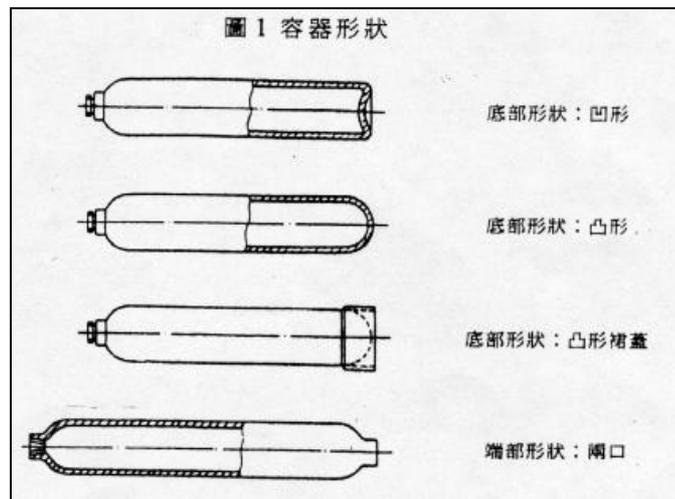


圖 4-29 各種容器形狀(CNS-12242)

(5)外觀：容器之外觀，由目視鏡檢查如下。

(6)材料：材料種類、材料之識別、從鋼片抽引成形或由無縫鋼管製成、成形之容器。

(7)容器之附屬品：閥、頸環、閥帽、裙套。

(8)試驗：試一般驗、抗拉試驗、衝擊試驗、壓扁測試、彎曲試驗、耐壓試驗、氣密試驗。

表 4-14 供試容器之採取方法(CNS-10848)

內容積之區分	容器之數
未滿 5 公升	1500 支及供試驗容器支數
5 公升以上 未滿 30 公升	1000 支及供試驗容器支數
30 公升以上 未滿 75 公升	500 支及供試驗容器支數
75 公升以上	200 支及供試驗容器支數

(9)檢查：容器之檢查，原則上在製造所實施，應符合 CNS-98013 節~10 節之規定。

(10)標示：打刻、容器之塗色、灌裝氣體之標示。



圖 4-30 參考圖示說明

2.CNS9801 壓力容器構造耐壓試驗：

適用範圍：本附屬書，就無縫高壓氣體容器閥安裝部之螺紋規定之。

螺紋之基準形狀及尺寸：螺紋之標準形狀為圖 4-28 所示，標準尺寸如表 4-15 所示。

表 4-15 標準尺寸一覽表

適用閥 記號	螺牙數 (每 25.4mm) n	節距 P	螺牙之 高度 H'1	谷底之 修整 r	標準徑			參考 d <sub>2</sub>	螺紋部之 長度(約)
					谷徑 d <sub>1</sub>	有效徑	內徑		
V <sub>1</sub>	14	1.8143	1.160	0.25	20.000	18.838	17.676	17.7	20
V <sub>2</sub>	14	1.8143	1.160	0.25	28.000	26.838	17.676	24.8	28
V <sub>3</sub>	14	1.8143	1.160	0.25	28.000	26.838	17.676	25.2	24

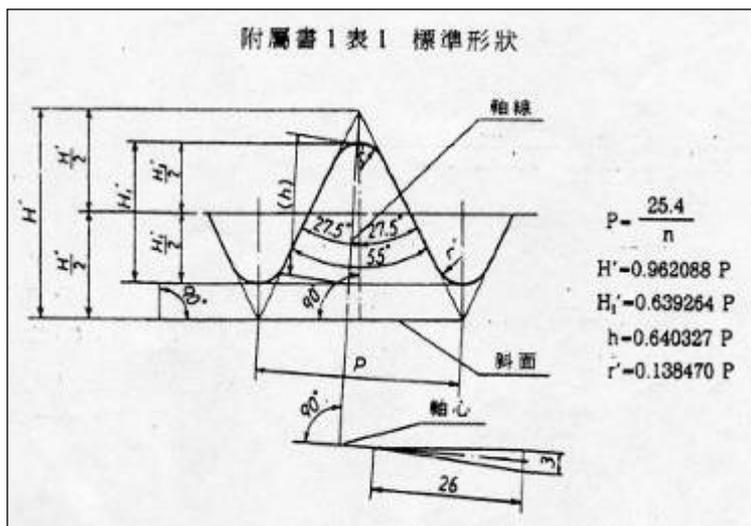


圖 4-31 螺紋之標準形狀

### 3.CNS10848 高壓鋼瓶閥

適用範圍：本附屬書就無縫高壓氣體容器頸環及閥帽之安裝部螺紋規定之。

螺紋之標準形狀及基準尺寸：螺紋之標準形狀，及標準尺寸，依照表 4-16 之規定。

表 4-16 標準形狀及基準尺寸

螺紋標稱	螺牙數 (每 25.4mm) n	節距 P	螺牙之 高度 H'1	谷底之 修整 r	頸環			閥帽		
					谷徑 d	有效徑 d <sub>2</sub>	內徑 d <sub>1</sub>	谷徑 D	有效徑 D <sub>2</sub>	內徑 D <sub>1</sub>
W80 山 1	11	2.3091	1.479	0.32	80.000	78.521	77.012	80.000	78.521	77.042

螺紋之標準形狀，基準尺寸及許可差或公差：螺紋之標準形狀基準尺寸及許可差或公差之關係，如附屬書 2，圖 4-29 所示

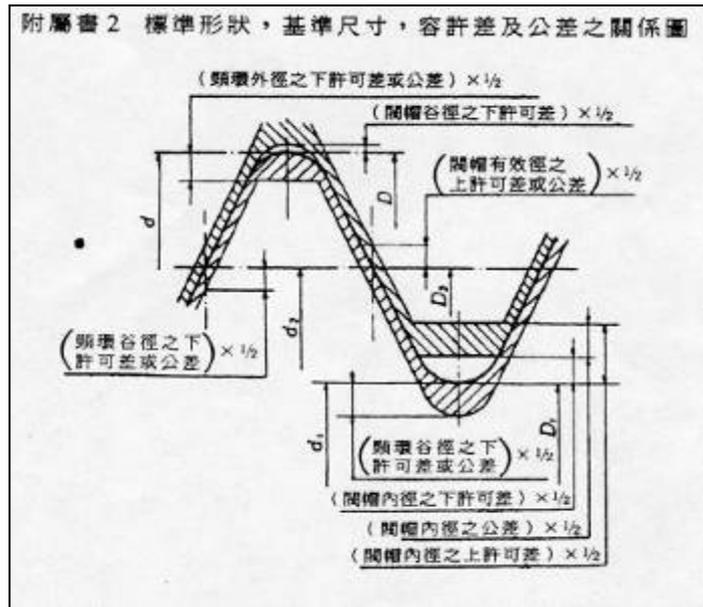


圖 4-32 螺牙尺寸關係圖

#### 4.3.4 氫氣運輸安全規範

##### 1. 運輸方式：

氫氣產品的運輸，分為管線(Pipe line)供應及鋼瓶容器運輸；而設於工業區內的氫氣供應商可透過地下管線供應給在工業區內的工廠使用。

在國內氫氣的運輸大都以鋼瓶容器方式透過鋼瓶卡車或拖車方式，運送到使用端供應氫氣。

##### 2. 容器種類

氫氣容器有可分為一般鋼瓶與大型的長鋼瓶兩種。

##### (1) 一般高壓鋼瓶

外觀塗色是紅色，其頂端是錐形開口。開口端車有螺紋，以便安裝鋼瓶瓶閥或其他相配的排氣口接頭。錐狀頂端固定油帶螺紋的頸環，可以安裝保護性的鋼瓶帽。鋼瓶可以單獨使用，也可並聯起來獲得更大的氣體儲存容積，例如氫氣集束(Bundle)見圖 4-30。



圖 4-33 氫氣集束

#### (2)長鋼瓶

一般是安裝在拖車底座上，稱作鋼瓶拖車。在用戶端的固定式貯槽能夠儲存更大量的氫。長鋼瓶兩端是錐形。每一端都車有螺紋，以安裝接頭、瓶閥或安全裝置。每個長鋼瓶的氫容量由鋼瓶直徑、長度和額定壓力決定。

典型的大宗氣體氫氣長鋼瓶系統，其鋼瓶組有 3 到 8 個長鋼瓶，容量達到 150,000 標準立方英尺。每個移動的和固定的鋼瓶都有自己的瓶閥和安全裝置，但瓶閥和安全裝置是並聯在一起的，這樣用戶一次就可以從單個或幾個鋼瓶中取出產品。鋼瓶組可以充到 2,400 psig。圖 4-31 為氫氣長鋼瓶拖槽車外觀。



圖 4-34 長鋼瓶拖車

### 3.運輸規範：

道陸運輸氫氣鋼瓶必須遵守國內交通部道路交通安全規則第 84 條規定；除了交通安全規則，仍需符合高壓氣體勞工安全規則第五章運輸安全設施第 123 條至第 152 條之相關規定。

### 4.運輸人員資格要求：

依高壓氣體勞工安全規則第 137 條規定從事壓縮氣體中可燃性氣體之容積在三百立方公尺之運輸，應指派具有各該氣體製造作業經驗在一年以上並受高壓氣體運輸安全訓練者(簡稱運輸監視人)。

除此之外，運輸人員須具備『危險物品運送人員專業訓練證明書』，此合格證有效期限為二年，訓練證明書到期前須向訓練機構申請為期兩天的複訓，測驗合格後始可領取新的訓練證明書。

## 4.3.5 防爆安全設備

### 1.一般防爆電氣依構造分類如下所述

一般防爆電氣依構造可分為下列各項：

型式	耐壓 防爆	安全增 防爆	本質安 全防爆	內壓 防爆	油入 防爆	充填 防爆	模注 防爆	特殊 防爆
代號	d	e	i	p	o	q	m	s

依各防爆危險區域 0、1、2 級各區可使用之防爆構造如下。

ZONE 0	ZONE 1	ZONE 2
ia	1. d、p、i、s 2. e (內裝無火花電氣) 3. q、m、s (裝在 e 構造內)	1. ZONE 1 各項。 2. e (內裝包括有火花或過熱溫升之一般電氣)

各項防爆構造都有各別之製作規定，其中耐壓防爆由於其器殼內裝置有正常動作會發生火花或過熱溫升的電氣，故在製作強度及構造上必經特別要求，基本上其器殼厚度（強度）需較大，且必需承受壓力至少  $10 \text{ Kg/Cm}^2$  之  $\text{H}_2$  混合爆炸氣體經過十次以上而不受損者為準（一般稱為爆發實驗），另外器殼接合面之間隙及間隙深度也在嚴格規定之列，通常實驗方式是在器殼內不加壓力，直接使其爆發產生火燄，在器殼外充滿易燃混合氣體，此時若器殼內火燄不會引燃殼外之氣體，連續實驗十次正常始可通過。或者依照國際實驗標準值製作也可確認合乎安全規定，如表 4-17。

表 4-17 各爆發等級所允許之間隙及間隙深度數值

爆發等級	間隙 m/m	箱內體積	間隙深度
1	大於 0.6	(A)2000 $\text{CM}^3$	$\geq 25\text{m/m}$
		(B)2000~100 $\text{CM}^3$	$\geq 15\text{m/m}$
2	0.4 以上、 0.6 以下	(C)100~20 $\text{M}^3$	$\geq 10\text{m/m}$
		(D)2 $\text{CM}^3$ 以下	$\geq 5\text{m/m}$
3	0.4 以下	(D)2 $\text{CM}^3$ 以下	$\geq 5\text{m/m}$

#### 4.3.6 氫氣操作相關安全規範

##### 1. 系統淨化

淨化的目的是防止可燃混合物的形成，有幾種方法。應該採用適當的淨化或排氣過程來惰化用於氣態氫設施的長鋼瓶系統和容器。如果長鋼瓶系統範圍寬或很複雜，先用惰性氣體連續排氣，最後用氫是最可靠的。

##### 2. 操作規定

操作廠及操作人員必須遵守以下 21 項規定，如禁止使鋼瓶摔倒或

使它們彼此劇烈碰撞、鋼瓶任何部分都不能接觸到 125 F (52 C) 以上的溫度、室內氫系統的全部儲存量應限制在 3000 立方英尺或更少。

### 3. 儲存規定

氫氣儲存規範就場地部分分為一般要求與特殊要求，在特殊要求方面必須注意任何氫容器的 15 英尺以內區域不能有乾燥的植物和可燃物；超過 15,000 標準立方英尺的大量氣態氫系統必須放置在單獨的建築物或室外；對於要求將小於 15,000 標準立方英尺的氫儲存在室內的情況，見最新版的 NFPA 規範的 50A。

表 4-18 從氣態氫系統到暴露物的最小距離（英尺）

Type of Outdoor Exposure 戶外暴露物的類型	Size of Hydrogen System 氫氣系統的大小		
	<3,000 CF (85m <sup>3</sup> )	3,000 ~ 15,000CF (85m <sup>3</sup> ~255m <sup>3</sup> )	>15,000 CF (255m <sup>3</sup> )
1. Building/Structure 建築物			
a) 用不可燃或可燃性有限的材料建造的臨近系統的牆	0 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>	5 <sup>1</sup>
1) 有撒水裝置的建築物或者內部物品不可燃	0 <sup>3</sup> 0	10 5	25 <sup>4</sup> 5
2) 沒有撒水裝置的建築物或者內部物品可燃	10	25	50 <sup>4</sup>
附近防火等級小於兩小時的牆 <sup>2</sup>			
防火等級兩小時或更高的附近的牆 <sup>2</sup>			
b) 用不同於不可燃或可燃性有限的材料建造的臨近系統的牆			
2. Wall Openings 牆上的開口			
a) 不位於系統的任何部分以上	10 ft(3m)	10 ft(3m)	10 ft(3m)
b) 位於系統的任何部分以上	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)
3. 地上的可燃和易燃液體的所有種類			
a) 0-1,000 加侖	10 ft(3m)	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)
b) 超過 1,000 加侖	25 ft(7.6m)	50 ft(15m)	50 ft(15m)
4. 地下的可燃和易燃液體的所有種類			
a) 槽貯	10 ft(3m)	10 ft(3m)	10 ft(3m)
b) 槽貯的排氣口或充填口	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)

Type of Outdoor Exposure 戶外暴露物的類型	Size of Hydrogen System 氫氣系統的大小		
	<3,000 CF (85m <sup>3</sup> )	3,000 ~ 15,000CF (85m <sup>3</sup> ~255m <sup>3</sup> )	>15,000 CF (255m <sup>3</sup> )
5. 地下的可燃和易燃液體的所有種類—1,000 加侖以上 a) 槽貯 b) 槽貯的排氣口或充填口	20 ft(6m) 25 ft(7.6m)	20 ft(6m) 25 ft(7.6m)	20 ft(6m) 25 ft(7.6m)
6. 燃性氣體貯槽(除了氫氣), 無論是高壓或是低壓 a) 容量 0-15,000 CF (255m <sup>3</sup> ) b) 容量超過 15,000 CF (255m <sup>3</sup> )	10 ft(3m) 25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m) 50 ft(15m)	25 ft(7.6m) 50 ft(15m)
7. 氧氣貯槽 a) 等於或小於 20,000 CF (566m <sup>3</sup> ) b) 大於 20,000 CF (566m <sup>3</sup> )	參考 NFPA51, 用於焊接和切割的氣體系統 參考 NFPA50, 在客戶端的大宗氧氣系統		
8. 快速燃燒的固體, 如普通木材、細刨花或紙	50 ft(15m)	50 ft(15m)	50 ft(15m)
9. 緩慢燃燒的固體, 如重木材或煤	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)
10. 動火作業或焊接作業	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)	25 ft(7.6m)
11. 氣體壓縮機的通風的入口或空調設備	50 ft(15m)	50 ft(15m)	50 ft(15m)
12. 公眾集會地點	25 ft(7.6m)	50 ft(15m)	50 ft(15m)
13. 公用人行道	15 ft(4.6m)	15 ft(4.6m)	15 ft(4.6m)
14. 可能建地的邊界	5 ft(1.5m)	5 ft(1.5m)	5 ft(1.5m)

#### 4.操作廠許可執照

依據危險性工作場所審查辦法之規定, 若氫氣運作量規模達到 5,000 公斤以上之作業場所, 應申請甲類危險性工作場所審查合格證, 始可運作。

若氫氣壓力容器每日處理能力規模達每日一千立方公尺以上之作業場所, 應申請丙類危險性工作場所審查合格證, 始可運作。

#### 4.3.7 國外相關安全規範

##### 1. ISO 15916 Basic considerations for the safety of hydrogen systems

該標準提供氫在液態及氣態使用上的準則，確定基本的安全問題和風險，並介紹了氫的安全相關特性。

ISO 15916 主要內容規範包括以下：

(1)適用範圍

(2)引用規範

(3)術語和定義

(4)氫的應用概況：氫的應用分為三個部分「生產」、「儲存和運輸」與「氫氣使用」規範。

(5)氣態和液態氫的安全使用條件：氫系統的主要危險和相關問題可以分類「燃燒」、「壓力」、「低溫」、「氫脆」與「曝露」進行規範。

(6)氫的基本性質

(7)一般緩解和控制風險：

##### 2. ISO 16110-1 Hydrogen generators using fuel processing technologies-Part 1 Safety

該標準適用於工廠之氫氣發電系統，其容量在 0°C 與 101325kpa 以下之環境必須小於 400 m<sup>3</sup>/h，含室內和室外的商業、工業、輕工業和住宅用途。

ISO 16110-1 涵蓋六大部分如下。

(1)引言

(2)範圍

(3)名詞定義

(4)供氫氣的安全要求與保護措施：設計過程的考慮要素，材料的選擇，燃燒的災害，電力設備的防爆，各種元件的安全要求等

(5)性能測試：流量的量測，原料規格，測試規範，規格的評估，  
例行測試

(6)標示及包裝：危險步驟與元件的標示，安裝手冊，維護手冊等

### 3. ISO 16111 Transportable Gas Storage Devices - Hydrogen Absorbed in Reversible Metal Hydrides

本標準適用於運輸上的金屬儲氫容器之儲氫系統，不適用於定置型或永久性裝置。它規範儲氫材料、設計、結構、以及氫器運送之儲氫系統測試方法。

#### 4.3.8 國內利基產業供氫體系安全標準建議

氫能基礎設施主要為基本環境面的建構，宜由政府主導，結合中油與國內大型石化與鋼廠，共同建置氫能基礎設施，不獨減少政府公共投資，且可將其廢氫加值化，提供氫能應用所需，也可在政策上同意其對溫室氣體減量的貢獻額度，列入產業溫室氣體盤查基線參考，如此政府與產業皆有滿足點，可謂雙贏。評估國內現況，定置型發電機與機車應用之供氫基礎標準與設施應優先建置，可參考之標準在 4.2 節已有描述。惟定置型發電機燃料供應究採天然氣或氫鋼瓶，會有不同的要求，這部分之前 ISO 標準已有公告，但其在車輛部份均屬汽車範圍，國內並不需。因此，除延用既有高壓氣體設施、運輸、安全與操作規範之外，相關勞工安全法規等已可大部分滿足。

至於燃料電池機車供氫體系，依規劃建議，由於採用罐裝儲氫容器，加氫站設施可置於氣體供應廠區內，減少政府基礎設施用地等投資，並利用物流體系供應儲氫罐於超商等便利商店。但初期因實證計畫所需，可於特定地點設置加氫站以滿足示範運行需求。

由於儲氫罐係採常壓設計，雖安全無虞，但因使用於交通載具，在配合之安全標準上，儲氫罐與機車之介面，小至管徑與接頭、氫氣之充放壓力、儲氫容器材料之規範等，仍應建立標準規範，不獨在安全上保護消費者，也為進入市場業者提供產品依循標準，有助產業發展。此部分國際上並未有相關標準公告，我國系機車王國，深盼有機會建立燃料電池機車之 CNS 標準，並協調達成兩岸共通標準，藉由機車產品行銷全球而有機會成為國際之標準。如此，燃料電池機車產

業或將成為台灣之明星產業。

有關之供氫環境與基礎設施建議如下：

1.供應氫氣的基礎設施極為重要，設置費用龐大。但國內小型儲氫充填技術已開發完成，建立供氫設施並無問題，主要考量的是市場的需求，目前供應容量應可滿足。

2.氫氣供應短期內因需求量不大，氫能供應或無問題，但中、長期如需求量大增，氫能的供、儲、輸仍需考量，分散式產氫系統是一選項。

3.氫能的供氫示範實驗以分散式的現場生產供應模式較能提供低廉，耗能及CO<sub>2</sub>排放較低及安全的服務。

4.供氫設備的示範實驗，配合輕型車輛實證計畫，以分段進行穩定與安全生產的驗證，以在製造商本身的工廠內進行較宜，期限為一年。第二階段則與下游使用廠商（燃料電池系統或儲氫罐灌氫）聯合選擇適當場所進行。

5.發展燃料電池技術產業，應率先結合利基產業建立實用化技術能量，配合政府全面推動示範驗證計畫，建立產品標準、規格。

6.業界對於自身發展能量常有過高估計，建議工研院可扮演第三者驗證角色，利用已建立之技術能量，以驗證業者相關技術成熟度，提供政府推動政策參考。

#### 4.4 國內氫能燃料電池以及電動機車產品技術標準與相關安全法規建議

歐美等先進國家的主要交通工具為汽車，因此這些國家的研發主力為燃料電池汽車，至於示範運行較早推動者為燃料電池巴士。自行車與機車的主要市場為亞洲國家，尤其是中國大陸、印度、台灣與東南亞等地區，其中燃料電池自行車為較簡易的系統，因此許多學校、研究機構與公司都曾嘗試進行開發。2000 年時工研院能環所即曾發表燃料電池自行車，2001 年時新聚興公司與台大機械系合作，展示利用 250 W 電池組為動力的自行車，同年自行車研發中心也發表燃料電池自行車，其後數年間博研燃料電池先後展示過自行車、三輪車、輪椅與機車等。

德國的 Masterflex、Veloform 與 PowerAvenue，英國的 Valeswood，以及西班牙的 Cidetec 等公司都曾先後發表過燃料電池自行車或三輪車。2007 年中國上海的攀業氫能源公司開始連續展出自行開發的燃料電池自行車，係利用鉛酸電池電動自行車直接改裝，240 W 氣冷式 PEMFC 電池組置於車架側邊，座墊支撐架上安裝兩支合金儲氫罐。整車重量為 32 kg，行車速度小於 25 km/hr，氫氣容量為 600 公升，最大行程約可達到 60 km。

中國上海的神力公司在 2000 年曾展示過 PEMFC 的電動機車，但是後來並無繼續開發。除德國的 NovArs 公司在 2001 年開始研發燃料電池電動機車，加拿大的 Palcan 公司在 2003 年發表 PEMFC 燃料電池機車外，近年來國外機車大廠漸漸對燃料電池機車感到興趣，開始投入開發行列，例如日本的 Honda 與 Yamaha，以及歐洲的 Piaggio 與 Aprilia；但也有一些新加入的公司，例如美國的 Vectrix，義大利的 GR Grafica 等。

燃料電池機車在國內的開發已有十年的歷史，國外也已經有許多公司在從事此種技術的研究，各家廠商無不在努力開發、測試與改良產品。其中主要的技術領先廠商為台灣的亞太燃料電池公司與日本的山葉公司，前者已經開發到第五代的燃料電池機車，而後者也已發表六種雛型燃料電池機車。

燃料電池機車在國內的開發已有十年的歷史，國外也已經有許多公司在從事此種技術的研究，各家廠商無不在努力開發、測試與改良產品，如圖 4-32 所示。其中主要的技術領先廠商為台灣的亞太燃料電池公司與日本的山葉公司，前者已

經開發到第五代的燃料電池機車，而後者也已發表六種雛型燃料電池機車。



資料來源：[http://www.ika.rwth-aachen.de/t2h/index.php/Image:Organisations\\_developed\\_prototype\\_FC\\_scooter\\_bicycle\\_wheelchair.png](http://www.ika.rwth-aachen.de/t2h/index.php/Image:Organisations_developed_prototype_FC_scooter_bicycle_wheelchair.png)

圖 4-35 全球開發小型燃料電池電動機車的主要公司

表 4-19 為現今燃料電池的應用、性能以及研究與開發的主要公司。可從各公司的發展訊息，瞭解該技術的應用成熟度，標準建置與適用情形。

表 4-19 燃料電池的類型與主要開發廠商

	低溫燃料電池 (60—120°C)		中溫燃料電池 (160—220°C)	高溫燃料電池 (600—1000°C)	
類型	AFC 鹼性燃料電池	PEMFC 或 SPFC 質子交換膜或固態聚合物燃料電池	PAFC 磷酸燃料電池	MCFC 熔融碳酸燃料電池	SOFC 固態氧化燃料電池
應用	太空、國防	汽車、3C 電子產品、加熱器、熱電共生系統	汽電共生廠	複循環汽電廠、交通載具	分散式電力、社區供電
開發狀態	太空飛行應用	家庭電源、小汽車、公共汽車、電動機車	200kW 在工業中的應用	280Kw~2MW 試驗電廠	100kW 試驗電廠
特性	無污染排放電效率高	污染排放很低、低噪音	低污染排放、低噪音	有效利用能源、低噪音	有效利用能源、低噪音
電解質	氫氧化鉀溶液	質子可滲透膜	磷酸	鋰和碳酸鉀	固態陶瓷體
燃料	純氫	氫、甲醇、天然氣	天然氣、氫	天然氣、煤氣、沼氣	天然氣、煤氣、沼氣

	低溫燃料電池 (60—120°C)		中溫燃料電池 (160—220°C)	高溫燃料電池 (600—1000°C)	
系統發電效率	60-90%	43-58%	37-42%	> 50%	50-65%
主要研究開發公司	美國國際燃料電池公司	加拿大 Ballard 公司 日本 三菱、松下、三洋、東芝 美國 Idohc、Plug Power、Analytic Power	美國 Onsi 公司 日本 富士電機、三菱、三洋、東芝	美國 能源研究公司 日本 富士電機 德國 MTU 荷蘭 ECN	德國 西門子 美國 西屋 日本 三菱、富士電機

燃料電池電動機車方面，由於國際上焦點多在燃料電池小型汽車，因此燃料電池電動車輛標準多與汽車有關之性能與安全，且以 SAE 為主要參考標的。然因機車產業為我國強項，SAE 雖以汽車為主，但因考量均為運輸載具以氫氣為燃料時配合車載電力傳動系統之技術安全規範，在世界各國仍專注發展燃料電池電動汽車與制定其技術標準時，我國應極力發展燃料電池電動機車，並優先研訂其技術標準與安全規範，極有機會領導世界品牌。

依據已往實施燃料電池電動機車實驗經驗，研究擬訂「燃料電池組與系統」、「燃料電池電動機車」檢驗標準與檢驗方法，建立燃料電池組與系統及其關鍵零組件的性能、安全等之檢驗標準與檢驗方法，並利用國內經過測試之燃料電池電動機車性能數據擬訂 CNS 檢驗標準與檢驗方法之建議，同時標準規範應包含安全與性能等方面要求，以符合消費者需求。

#### 4.4.1 燃料電池機車標準

就市場需求而言，2007 年我國機車持有量達 1,394 萬輛，平均每 1.65 人即擁有一輛機車，台灣堪稱全球機車密度最高的國家。台灣機車業發展迄今已經超過四十年，國內廠商在機車產業上獲致了相當的成就。以往與國際機車廠建立合作關係，同時也在國內建立起相當成熟的機車零組件供應體系。由於環保署規定實施五期廢氣排放標準(2007.7.1 公告，2009 年正式實施)，已成為全世界管制機車廢氣最嚴格的國家，遠比美國、歐盟及日本還高，因此台灣生產的機車可以外銷至全球各

地，所以未來業者的經營重心將可放在擴大外銷市場方面，以外銷市場強化市場規模效益。

能源危機和環保議題日益受到重視，電動機車也被視為未來具外銷潛力的車種，適合短距離代步的電動機車，體積小、機動性高、續航力達 60 公里左右，對於地狹人稠地區而言可帶來改善交通狀況和停車問題。機動車輛，從過去的燃油引擎車到後續因應節能、環保要求延伸出現無化石燃料和零排放新設計，顯示出機動車輛發展不再是朝移動便利性為考量指標，而是能提供兼具節能、環保的產品，才是未來產業致勝的關鍵路徑。

電動機車重要零件如馬達、控制器、充電器等技術發展已較成熟，但目前電動機車的性能優劣決勝關鍵在於電池。「電池」為電動機車的核心動力來源，其技術發展甚至可以說是電動機車產業的成敗關鍵之一，其優劣影響電動機車重量、續航力、使用壽命和價格等，而電動機車的使用便利性，例如電池充電方式和充電時間長短及電池耗材可替換性等，皆是使用者列入購買的考慮重點，故，未來電動機車發展，其電池性能與使用方便性將是發展核心關鍵。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 50 年，是本土的代表性產業之一，成熟度高，絕大部分零件皆可由國內協力廠商供應，自製率超過 95%，比汽車產業更具國際競爭力。無論就供應或需求的層面來看，燃料電池機車將是台灣可以著力、也甚具潛力的環保產品。從這個角度看來，不啻為台灣機車產業升級、邁入已開發國家之林的契機。

燃料電池將氫能轉換為電力，只排放水和熱，且運用在運輸工具上跑起來就像腳踏車一樣安靜，大幅降低對環境及人體健康的衝擊。除此之外，燃料電池的效率十分優越，可達一般石油內燃機的兩倍，而且產生的是直流電，有效減少轉換折損。更重要的是，氫氣可說是取之不盡的資源，因此被視為關鍵性的永續燃料技術。

近年由於燃料電池技術不斷創新突破、後京都議定書時代的溫室氣體減量等環保問題、及在傳統化石能源面臨枯竭等多重壓力下，世界先進國家均加速潔淨能源的開發研究，由政府與民間共同推動氫能與燃料

電池技術與產業之發展。由於運輸載具對於空氣染與 CO2 排放影響重大，國外對於氫能燃料電池的應用聚焦於燃料電池電動汽車與巴士之研究與驗證；在國內，因為機車產業為我國強項，應順勢發展高附加價值與生活科技化燃料電池機車。為建構相關技術與規範，應先建立標準，有助於我國率先發展燃料電池機車產品，再度領先國際。近年來國外機車大廠漸漸對燃料電池機車感到興趣，紛紛投入開發行列，例如日本的 Honda 與 Yamaha，以及歐洲的 Piaggio 與 Aprilia；但也有一些新加入的公司，例如美國的 Vectrix，義大利的 GR Grafica 等。台灣如欲拉近彼此差距，在氫能與燃料電池標準與法規之建立上必須奮起直追。

在制定標準時，首先選擇關係乘客安全問題的標準。然後根據車輛特性選擇標準制定項目。如氫燃料電池複合動力機車，即二次電池和氫燃料電池輸出的電力共同作為驅動力的機車，因此，兼有氫燃機電池機車和純電動機車的特徵。由於複合動力機車的電池動力系統主要提供動力，除具有與電動機車相似的二次電池及其管理系統、驅動馬達及其控制系統等電驅動系統等特定情況外，車輛其他結構特徵及整車特性更接近於傳統燃油機車。適用於普通機車和零部件的標準多數可直接用於氫燃料電池複合動力機車。同時，原有電池、馬達及其控制器、電磁相容等電動機車標準和新制定的基礎性標準（如電動機車術語、儀錶、標誌等）是電動機車共用標準，同樣也適用於氫燃料電池複合動力機車。氫燃料電池複合動力機車標準的研究制定，主要考慮整車性能及安全、能耗試驗方法。

### 1. 標準的類型和屬性

除氫燃料電池複合動力機車在車輛安全、防止氫氣外洩、防止人員遭受電擊等的安全要求方面規定一些技術條件外，其餘標準均是試驗方法標準，沒有性能指標要求。一方面，氫燃料電池複合動力機車產品的結構型式和技術特點不同，各有所長，不可能也沒必要做出統一要求；另一方面，複合動力技術尚處於發展改善過程中，過於明確限定技術要求可能限制新技術的開發。即使是試驗方法標準，基於傳統機車同類標準來設定氫燃料電池複合動力機車的試驗條件和程序，與原有的電動機

車標準一樣，如何使用這些標準，取決於使用者。

## 2. 參考國際標準和國外先進標準

我國在機車技術領域的基礎研究和技術開發水準與國外先進水準差距不相上下。儘管在電動機車技術方面正在維持這種局面，但由於整體技術水準和工業基礎，能夠在國際上有影響的技術創新還很多。在國際間，尚無法取得可供參考的氫燃料電池複合動力機車標準，因此，充分借鑒國際上相對成熟的氫燃料電池汽車標準的成果對於發展我國氫燃料電池複合動力機車技術是有益和必要的。當然，將我國在技術創新上的成果更多地在標準中展現，甚至爭取向國際標準化組織提交，是我們追求的目標，儘管目前這種情況還不多見，但在氫燃料電池複合動力機車標準中已有良好的開端。

雖然越有技術實力的企業對國際標準的影響力越大，並在一定程度上反映技術發展的趨勢，但要成為大家公認的技術標準，必須要經過廣泛協調，綜合反映各方面意見。在收集和借鑒氫燃料電池複合動力汽車標準中，包括國際標準（ISO）、國際電工法規（IEC）、歐洲標準（EN）、美國汽車工程師學會（SAE）、日本電動車協會（JEVS）等國際性、地區性和各國行業性組織的標準或規範，特別是IEC、ISO、SAE對我國標準的參考作用更突出一些。

國際上工業化國家多有汽車工業。汽車工業發達國家政府和企業界共同合作投入大量資源用於燃料電池汽車研發。燃料電池汽車（FCV）因其具有安靜、高效和零排放的特點，同時繼續行駛里程完全可以和內燃機汽車相比較，具有替換內燃機汽車的潛力。這種情況下美國一些設備製造商與供應商認為燃料電池汽車領域已經開始對標準提出需求，1998年設備製造商提出在SAE電動車輛論壇下建立燃料電池標準論壇。在SAE對於電動車輛（EVs）先期制定的標準框架基本上已經完成，形成SAE推薦規範，但其工作重點主要是針對電池驅動的電動汽車。設備製造商認為今後的工作重點應放在燃料電池電驅動的車輛上，同時也對ISO/TC22/SC21（國際標準化組織/道路車輛技術委員會/電動道路車輛分技術委員會）以及IEC（國際電工委員會）表達了這種觀點。

SAE 於 1999 年召開燃料電池標準論壇成立大會，成立了幾個工作小組，並提出 50 多個“有興趣的項目”由不同的工作組承擔。2000 年 ISO/TC22/SC21 主席提議與 SAE 燃料電池標準論壇合作，並建立了相互聯絡的管道。IEC/TC105-燃料電池，IEC/TC69-電動道路車輛和電動工業用卡車，ISO/TC197-氫源技術和 ISO/TC58-氣瓶標準委會希望實現與 SAE、ISO/TC22/SC21 的協調和溝通，加入到這個工作領域。SAE 與 ISO/TC22/SC21 的這種關係被 SAE 接受後，日本電動車輛協會(JEVA)也要求加入到這個管道中。JEVA 建立了與 SAE 框架類似的工作小組，這樣在燃料電池汽車標準方面資訊自然就流通，導致了“全球協調標準”。

2001 年 SAE 燃料電池標準論壇重新更名為「SAE 燃料電池標準委員會」，成為一個獨立組織，不再依賴 SAE 電動車輛論壇，標委會主要包括車輛製造商、燃料電池製造商，供應商、標準化組織等。燃料電池標準委員會主要負責車輛燃料電池系統安全、性能標準的制定，重點強調能源效益和環境保護密切相關的可靠性和回收利用，同時也制定車輛、系統、組件性能的試驗規範以及系統到車輛界面的要求標準。SAE 目前有 6 個工作組：排放和能耗工作組、介面工作組、性能工作組、安全工作組、可回收工作組、術語工作組。

表 4- 20 SAE 燃料電池車輛標準之制定現況

標準	內容	現況
J1715	Electric Vehicle Terminology	已頒布
J2754	Fuel Cell Vehicle Technology	已頒布
J2760	Pressure Terminology Used in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicle Applications	已頒布
J1766	Recommended Practice for Electric and Hybrid Electric Vehicle Battery Systems Crash Integrity Testing	已頒布
J2578	Recommended Practice for General Fuel Cell Vehicle Safety	已頒布
J2579	Recommended Practice for Hazardous Fluid systems in Fuel Cell Vehicles	制定中
J2615	Testing Performance of Fuel Cell Power System for Automotive Applications	已頒布
J2616	Testing Performance of Fuel Cell Power Systems for Automotive Applications	已頒布

J2617	Recommended Practice for Testing Performance of PEM Fuel Cell Stack Sub-system for Automotive Applications	已頒布
J2722	Recommended Practice for the durability testing of Testing of PEM Fuel Cell Stacks	已頒布
K2594	Recommended Practice to Design for Recycling Proton Exchange Membrane(PEM) Fuel Cell Systems	已頒布
J2600	Compressed Hydrogen Surface Vehicle Refueling Connection Devices	已頒布
J2601	Compressed Hydrogen Vehicle Fuelling Communication Devices	制定中
J2719	Information Report on the Development of a Hydrogen Quality Guideline for Fuel Cell Vehicles	已頒布
J2783	Liquid Hydrogen Surface Vehicle Refuelling Connection Devices	制定中
J2799	70 Mpa compressed Hydrogen Surface Vehicle fuelling Connection Device and Optional Vehicle to Station Communications	已頒布
J2587	Optimized Fuel Tank Sender Closure	已頒布
J2572	Recommended Practice for Measuring the Exhaust Emissions, Energy Consumption and Range of fuel Cell Powered Electric Vehicles Using Compressed Gaseous Hydrogen	已頒布

資料來源：1.經濟部能源局，「2007年能源科技研究發展白皮書」，2007年12月；  
2. [www.sae.org](http://www.sae.org).

FCEV 工業標準介面燃料電池標準委員會，自發佈第 1 項標準，SAE J2574 燃料電池汽車術語標準後，陸續制定完成並發佈了多項標準，目前頒佈的標準共 8 項：

#### (1)術語

國際相關標準在燃料電池電動車術語部分，主要以 SAE 2754 為主，SAE 2574 該標準術語主要包含 7 部分：一般術語-燃料電池汽車通用部件和特性術語；燃料電池種類；燃料-燃料電池燃料和燃料儲存；燃料電池部件；燃料電池系統；燃料電池汽車系統以及燃料電池車基礎構件的術語及定義。該標準由術語工作組制定，標準制定過程中，日本電動車輛協會和 ISO 提供了大量基礎資訊。該標準於 2002 年 3 月 13 日發佈。

#### (2)車輛安全部分

國際相關標準在車輛安全部分，分別有 SAE 與 ISO 訂定、另外未對外公佈的相關標準規範是歐洲所執行的 European Integrated Hydrogen

Project (EIHP)之第 5 子計畫-安全規範。SAE 與 ISO 標準詳列如下。

●SAE J1766 電動和混合動力汽車電池系統碰撞完整性規範

本標準由安全工作組制定，2005 年 4 月 20 日發佈。該標準首次頒布時間為 1996 年，1998 年電動車輛安全委員會修訂，本次由燃料電池汽車標準委員會安全工作組修訂。該標準適用於所有電動和混合動力電動車輛用電池，包括 SAE J1797 中所描述的電池。電動和混合動力汽車包含有多種電池系統，在乘客和電池系統之間必須提供良好的絕緣保護，以防止車輛在各種碰撞中電池系統潛在的有害因素和材料對乘車人員的傷害。本標準規定了電絕緣、電解液洩漏、液體間的相互反應、電池系統的固定等要求以及試驗方法。

●SAE J2578 燃料電池汽車一般安全

該標準由安全工作組制定，2002 年 12 月 11 日發佈。本規範規定了燃料電池系統、燃料存儲和電力系統安全集成到燃料電池汽車的技術指南。旨在提供公共道路用燃料電池汽車設計時應考慮的機械和電力系統的安全，適用於公共道路上運行的燃料電池汽車。主要內容包括以下幾方面：燃料電池汽車設計和構造的安全指導-車輛一般安全要求、燃料系統安全、燃料電池系統安全、電系統安全、機械系統安全、故障安全保證、安全標識、操作要求-操作手冊、燃料規格、車輛正常運行時的燃料釋放、緊急情況的回應、以及車輛維護等。

●ISO 23273-1 燃料電池汽車安全規範-第 1 部：車輛安全

該標準說明了燃料電池功能的安全性(FCV)之必要條件，而其安全性則與在燃料電池動力系統的操作下，對人和車輛內外週遭等所引起的一些危害相關。

●ISO 23273-2 燃料電池汽車安全規範-第 2 部：防止氫氣外洩

該標準說明了燃料電池(FCV)針對人員和車輛內外週遭與氫危害相關的保護措施。

●ISO 23273-3 燃料電池汽車安全規範-第 3 部：防止人員遭受電擊

該標準明了燃料電池(FCV)針對人員和車輛內外週遭預防觸電的保護措施。

### (3)車輛性能

國際相關標準在車輛性能部分，目前已公布之標準有 SAE 與 ISO 等國際組織提出，分別是 SAE J2572、ISO 23274、ISO 23828 以及 ISO 11954。

- SAE J2572 使用壓縮氫氣的燃料電池汽車排放、能耗和續駛里程測量方法。

本標準由排放和能耗工作組制定。主要內容包括標準適用範圍、參考檔、試驗條件和設備、資料獲取、試驗迴圈、車輛能耗以及車輛續駛里程的測量方法。

- ISO 23274 混合電動道路車輛廢氣排放和燃料消費量的測量，非外部可充電車輛。

- ISO 23828 燃料電池道路車輛耗能測量，以壓縮氫為燃料的車輛。

- ISO/TR 11954 燃料電池道路車輛最高速度測量，其測試範圍以不超過 3,500 公斤。

### (4)車用燃料電池與性能檢測

國際相關標準在車用燃料電池與性能檢測，目前已公布之標準有 SAE 與 ISO 等國際組織提出，分別是 SAE J2579、SAE J2615、SAE J2617 以及國際檢測單位提出 UL 提出 UL2267。

- SAE J2579 Recommended Practice for Fuel Systems in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicles

該標準定義燃料電池或氫燃料電動車輛之設計、製造、操作以及維護車上氫氣儲存與操作系統等相關設備的標準文件。

- SAE J2615 汽車用燃料電池系統性能試驗規程

該標準由性能工作組制定，2005 年 1 月 5 日發佈。本推薦規程提供了具有直流輸出的汽車用燃料電池系統性能試驗的基本框架。描述了

根據製造商說明的性能指標對動力性、效能、瞬間回應、起步停車性能、環境限制、運行要求和完整性等性能進行的測量。內容為：試驗設備和工具、性能參數和測量準確度要求、試驗計畫的範圍和要求、預試驗的條件、試驗規範、資料獲取和計算、試驗結果的報告。

●SAE J2617 汽車用 PEM 燃料電池堆分系統性能試驗

本標準由性能工作組制定。主要規定試驗的範圍、試驗設備及準確度、性能參數單位和測量精度要求、加入電池堆燃料純度，例如：燃料和水，試驗準備條件、試驗規程-極性測量、功率曲線和堆溫度；分系統參數測量；試驗報告。

(4)其他

●SAE J2594 質子交換膜燃料電池系統回收

該標準由可回收工作組制定，2003 年 9 月 2 日發佈。本標準技術內容分為兩部分，第 1 部分介紹了回收利用的背景，回收利用計算方法，燃料電池系統拆解、回收的要求等；第 2 部分介紹和說明設備製造商對燃料電池系統可回收利用的構成圖表。

●SAE J2600 壓縮氫氣車輛燃料加注連接裝置

該標準由介面工作組制定，2002 年 10 月 4 日發佈。標準中規定了連接裝置的一般結構、加注嘴、標準插口尺寸、插口、用法說明、標誌的要求規定以及認證試驗規程。標準中規定了連接裝置燃料加注角度(Weh 角度，已被 CaFCP 採用)。該標準已提交到 ISO。

●SAE J2616 汽車燃料電池系統燃料處理分系統性能試驗規範

本標準由性能工作組制定，2005 年 1 月 5 日發佈。本規範主要內容包括：試驗範圍、試驗設備和工具、性能參數和測量準確度要求、試驗計畫的範圍和要求、預試驗的條件、試驗規程、資料獲取、分系統參數的計算、試驗結果的報告。

●SAE J2719 燃料電池汽車 H2 品質要求

本標準由介面工作組制定，2005 年 11 月 10 日發佈。近期投票和

正在進行的項目如下：

●SAE J2578 燃料電池汽車燃料系統安全

本標準由安全工作組制定。主要規定了容納或燃料處理或其他有害物質的系統要求，包括設計以及結構要求-一般機械要求、燃料存儲系統、安全調節裝置、燃料切斷裝置、流量限值、壓力要求、燃料加注連接裝置、燃料排放和車輛通風設計、氣體監測器、火源防護佈置、故障檢測和報警、標識和標籤、操作要求、突發事件處理以及維護的要求等。

●SAE J2601 壓縮氫氣車輛燃料加注通訊裝置

本標準由介面工作組負責制定。主要內容包括車輛/加氫站天線通訊(著眼於安全和 100% 快充(< 3 分鐘));加氫時車輛或車/站控制;CNG 車加氫無通訊;可選擇的方案:無通訊、低速慢充、供應商的設計建議。

●SAE J2722 質子交換膜(PEM)燃料電池堆耐久試驗

該標準在制定中。SAE 燃料電池標準委員會是該領域標準化工作主持人，且有重要影響力。值得注意的是 J2600 連接器/介面這個標準不僅被設備製造商作為「標準的連接器」而且被不同的 ISO 團體用於車輛燃料加注站的連接器。另外，車輛製造商採用 J2572-排氣測量的推薦標準來評定其產品的性能水準。美國 EPA 對該標準也表現出極大興趣，並進行了詳細的審查。另美國國家公路交通安全管理局(NHTSA)也正在考慮就燃料電池汽車有關專案對聯邦機動車輛安全標準(FMVSS)進行修訂。由安全工作組主導的電動車輛論壇和其他技術委員會的指導下，協調不同方面標準的發展工作已取得初步成績，協調工作主要集中在電壓標準、隔絕電阻和術語三方面。

3.國內現行標準部分

我國於 88 年即針對電動機器腳踏車整車測試制定一系列標準，合計 15 項標準，其參考之國外標準「EN 1821-1(1997):Electrically propelled road vehicles-Measurement of road operating ability part 1. Pure electric vehicles」、「SAE J 1666: Electric vehicle acceleration, gradeability, and deceleration test procedure」以及「JEVS Z 101 (87): 電氣自動車走行

試驗法通則」訂定而成，並在 CNS 標準中編號為 CNS 14386-1 ~CNS 14386-15，如表 4-21 所示。

表 4- 21 CNS14386 電動機器腳踏車標準

CNS 標準編號	標準名稱
CNS14386-01	電動機器腳踏車-詞彙
CNS14386-02	電動機器腳踏車-整車性能試驗總則
CNS14386-03	電動機器腳踏車-最高速率試驗法
CNS14386-04	電動機器腳踏車-加速性能試驗法
CNS14386-05	電動機器腳踏車-爬坡能力試驗法
CNS14386-06	電動機器腳踏車-一次充電行駛距離及交流充電電能消耗率試驗法
CNS14386-07	電動機器腳踏車-行駛時電能消耗率試驗法
CNS14386-08	電動機器腳踏車-車用馬達模擬功率試驗法
CNS14386-09	電動機器腳踏車-車用馬達與控制器連結功率輸出試驗法
CNS14386-10	電動機器腳踏車-電磁干擾限制值與量測方法
CNS14386-11	電動機器腳踏車-電池壽命試驗法
CNS14386-12	電動機器腳踏車-電池容量試驗法
CNS14386-13	電動機器腳踏車-電池能量及功率密度試驗法
CNS14386-14	電動機器腳踏車-充電設施總則
CNS14386-15	電動機器腳踏車-特殊安全準則及試驗法

在相關車輛性能表現部分，主要有 CNS 14386-2~CNS 14386-7：

(1)CNS 14386-2「整車性能試驗總則」主要規範「試驗車準備、試驗設備、試驗狀態及試驗紀錄等規定」。

(2)CNS-14386-3「最高速率試驗法」是於試驗道路以最高速率通過試驗路段，以量測其所需時間及距離計算即得最高速率；或於動力計測試時直接讀取車速。

(3)CNS-14386-4「加速性能試驗法」是車輛由靜止 0m 開始加速至 30m、100m 及 200m 等標註距離 時，測定各點所需時間。

(4)CNS-14386-5「爬坡能力試驗法」一共有三項試驗：

- 陡峭斜坡試驗:決定車輛最大爬坡角度。
- 定速爬坡試驗:決定車輛在某一定速率下之最大爬坡角度。
- 定坡度爬坡試驗:決定車輛於定坡度爬坡時之試驗車速率，即於設定爬坡角度及相對應之負載係數後，加速器全開使車輛達穩定之最低車速。

(5)CNS-14386-6「一次充電行駛距離及交流充電電能消耗率試驗法」是指車輛依定速及變速之行車型態行駛達到電池截止電壓或系統切斷動力時，紀錄其距離；行駛距離試驗終了後再對電池進行充電並量測其累積交流電能，則可得到交流充電電能消耗率 (kWh/km)。

(6)CNS-14386-7「行駛時電能消耗率試驗法」試驗包含定速及變速行駛電能消耗率，於各車速狀況下量取主電池輸出端之閉路平均電壓、平均電流及瞬間車速，計算出每公里行車距離電能消耗(kWh/km)

現有電動車輛試驗條件主要是規範於 CNS 14386-2 整車性能試驗總則，試驗車輛的準備條件如下所列：

- 試驗車參考車重為空車重+載重 60kg
- 主電池為出廠一年內，且充、放電次數在 50 次以內之電池，電池能達製造廠設定之額定容量
- 試驗開始前之電解液溫度應在 40°C 以下；或將主電池在 30±10°C 溫度下靜置 8 小時以上
- 試驗車必須磨合至少 300 公里或依廠商建議之里程，進行磨合

現有電動車輛試驗環境也是規範於 CNS 14386-2 整車性能試驗總則，如下所示：

	設備項目	精度要求
1	計時器	解析度0.1秒以上
2	溫度計	解析度1°C以上
3	風速計	解析度0.1m/s以上
4	比重計	解析度0.01以上
5	坡度測定器	解析度5'以上
6	交直流電壓錶	準確度0.5級以上
7	交直流電流錶	準確度0.5級以上
8	交直流瓦時計	
9	車體動力計	其模擬負載須符合CNS 3105[機器腳踏車燃料消耗量試驗法]附錄二之要求

現有電動車輛試驗執行方式在 CNS 14386-2 整車性能試驗總則同樣也所規範：

(1)整車性能試驗，依各試驗項目之需求，得分別於實車道路試驗或以車體動力計上進行

(2)試驗時，室內溫度應在  $25\pm 5^{\circ}\text{C}$  以內，室外溫度應在  $35^{\circ}\text{C}$  以下，平均風速在 3m/s、陣風 5m/s 以下，不下雨之天候進行

(3)電解液之比重及溫度，應在試驗前與試驗後，用比重計與溫度計，直接放入主電池之電解液內量測(密閉式電池僅量測電池外殼溫度)

(4)試驗車須先用外接電源，以定速 30km/h(最高速率未達 30km/h 者，則以最高速率進行)，暖機 6km 後，立即更換主電池進行試驗

#### 4.4.2 燃料電池系統安全與檢測標準

目前燃料電池國際標準主要以 IEC 為主，目前已公佈多項標準，其中 IEC 62282-2 在前述報告中已簡單說明了燃料電池模組，IEC 62282-2 的模組標準規範了安全要求、型式試驗、例行試驗等，以下為 IEC 62282-2 的相關規範以及 IEC 62282-2 燃料電池的模組構造，圖 4-33。

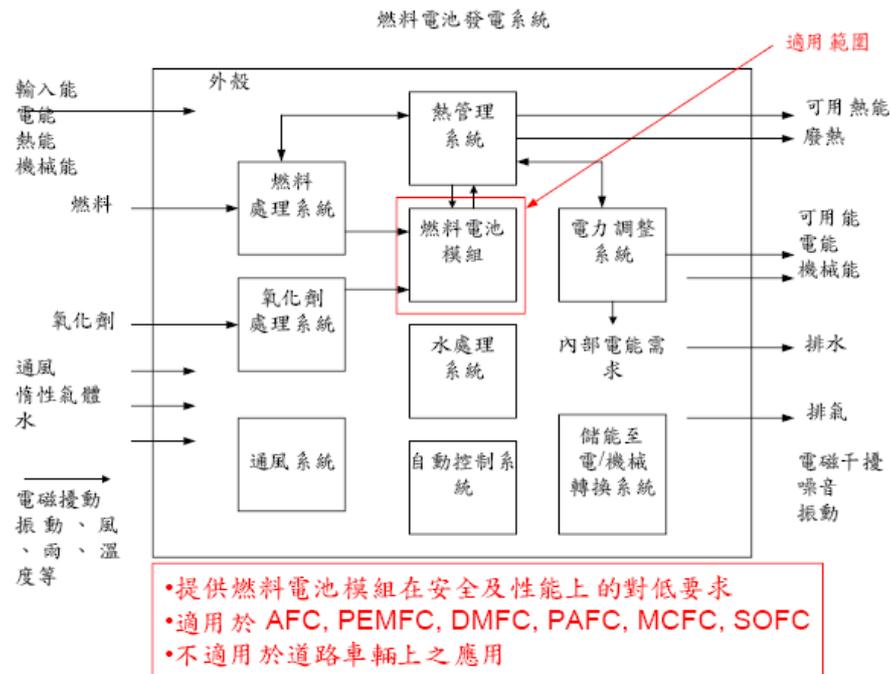


圖 4-36 燃料電池模組圖

1. 適用範圍
2. 參考標準
3. 名詞釋義
4. 要求
  - 4.1 一般安全策略
  - 4.2 設計要求
- 5 型式試驗(Type tests)
  - 5.1 氣體洩漏試驗(Gas leakage test)
  - 5.2 正常操作(Normal operation)
  - 5.3 容許工作壓力試驗(Allowable working pressure test) ( $\geq 1.3$  倍允許工作壓力)
  - 5.4 冷卻系統的耐壓試驗(Pressure withstanding test of cooling system)
  - 5.5 電力過載試驗(Electrical overload test)

- 5.6 過壓試驗(Overpressure test) (限壓裝置之作動)
- 5.7 耐電壓試驗(Dielectric strength test)
- 5.8 差壓試驗(Differential pressure test) ( $\geq 1.3$  倍允許工作差壓)
- 5.9 氣體洩漏試驗(重複試驗)
- 5.10 正常操作(重複試驗)
- 5.11 可燃濃度試驗(Flammable concentration test)
- 5.12 異常條件試驗(Tests of abnormal conditions)
  - 5.12.1 燃料缺乏試驗
  - 5.12.2 氧氣/氧化劑缺乏試驗
  - 5.12.3 短路試驗
  - 5.12.4 無冷卻/不足冷卻試驗
  - 5.12.5 Crossover 監測系統試驗
  - 5.12.6 凝固/融解循環試驗
- 6. 例行試驗(Routine tests)
  - 6.1 氣密試驗(Gas-tightness tests)
  - 6.2 耐電壓試驗(Dielectric strength withstand tests)
- 7. 標示和說明
  - 7.1 銘牌
  - 7.2 標示
  - 7.3 警告標籤
  - 7.4 文件

在燃料電池安全部分，IEC 62282 系統則分別針對定置型、可攜式以及微型燃料電池規範相關安全標準，以下就 IEC 62282-3-1、IEC 62282-5-1 與 IEC 62282-6-1

## 1. 定置型燃料電池發電系統安全(IEC 62282-3-1, Stationary Fuel Cell Power Systems Safety)

本標準適用於：

(1)系統直接電力連接於主電路，或透過交換開關，或連接於獨立的電力配送系統；

(2)提供交流電和直流電的系統；

(3)具有或沒有熱能回收的系統；

(1)操作於以下輸入燃料的系統：

●天然氣和其他富甲烷氣體，來自再生的(生質物)或化石的燃料來源，例如垃圾填埋氣體、消化槽氣體、煤礦氣體；

●從石油中提煉出來的燃料，例如柴油、汽油、煤油，液化石油氣(例如丙烷和丁烷)；

●酒精、酯、乙醚、乙醛、酮、Fischer-Tropsch 液體和其他適當的富氫有機化合物，來自再生的(生質物)或化石的燃料來源，例如甲醇、乙醇、二甲醚、生質柴油；

●氫，含氫氣的氣體混合物，例如合成氣體，都市煤氣。

該標準主要規範內容如下：

1 適用範圍

2 參考標準

3 用語釋義

4 安全要求與保護措施

4.1 一般安全策略

4.2 物理環境和操作條件

4.3 材料的選擇

4.4 一般要求

- 4.5 壓力設備和管線
- 4.6 火災或爆炸危害之防護
- 4.7 電氣安全
- 4.8 電磁相容性(EMC)
- 4.9 控制系統和保護零件
- 4.10 氣壓和液壓動力設備
- 4.11 閥件
- 4.12 轉動設備
- 4.13 機箱(Cabinets)
- 4.14 隔熱材料
- 4.15 公用設施
- 4.16 安裝與保養
- 5 型式試驗(Type tests)
  - 5.1 一般要求
  - 5.2 試驗用燃料
  - 5.3 基本試驗安排
  - 5.4 洩漏試驗(Leakage tests)
  - 5.5 強度試驗(Strength tests)
  - 5.6 正常操作(Normal operation)型式試驗
  - 5.7 電力過載試驗(Electrical overload test)
  - 5.8 耐電壓(Dielectric)要求與模擬異常條件
  - 5.9 停機參數(Shutdown parameters)
  - 5.10 燃燒器操作特性試驗(Burner operating characteristics tests)

- 5.11 燃燒器與觸媒氧化反應器(catalytic oxidation reactors)的自動控制
- 5.12 排放氣體(Exhaust gas)溫度試驗
- 5.13 表面與元件溫度
- 5.14 風力試驗(Wind tests)
- 5.15 灑水試驗(Rain test)
- 5.16 CO 排放(CO emissions)
- 5.17 洩漏試驗(重複)
- 6 例行試驗(Routine tests)
- 7 標示、標籤與包裝(Marking, labelling and packaging)
  - 7.1 一般要求
  - 7.2 燃料電池發電系統標示
  - 7.3 元件標示
  - 7.4 技術文件
- 附錄 A 本標準提到的重大危險、危害情況和事件
- 附錄 B 滲碳和氫服務的材料相容性
- 附錄 C 試驗牆
- 附錄 D 排氣試驗牆
- 附錄 E 均壓環(Piezo ring)和典型構造細節

## 2. 可攜式燃料電池發電系統安全(IEC 62282-5-1, Portable Fuel Cell Power Systems Safety)

本標準涵蓋交流型與直流型可攜式燃料電池系統(PFCPS)的構造、標示和試驗要求。這些燃料電池系統是可移動的，不是固定或綁在一指定位置上。可攜式燃料電池系統的旨在於產生可用的電力。

(1)額定輸出電壓不超過 600 Vac 或 850 Vdc，在非危險區域之室內和室外使用。

(2)以下燃料被列入本標準的適用範圍內：

- 天然氣；
- 液化石油氣，例如丙烷和丁烷；
- 液態酒精，例如甲醇、乙醇；
- 汽油；
- 柴油；
- 煤油；
- 氫氣；
- 在空氣或氧氣中，金屬(例如 Mg、Al 或 Zn)或金屬合金沉浸於電解質(例如鹽類或鹼金屬的水溶液)中；
- 化學氫化物。

(3)本標準不排除使用類似的燃料或空氣以外的氧化劑，假使其獨特的危險已另外加以規範。

該標準主要規範內容如下：

## 1 適用範圍

### 1.1 系統邊界

### 1.2 同等的安全等級

### 1.3 一般聲明

## 2 參考標準

## 3 用語釋義

## 4 要求

### 4.1 物理環境和操作條件

- 4.2 材料相容性
- 4.3 機械危害防護
- 4.4 燃料毒性的防護
- 4.5 爆炸危害防護
- 4.6 電擊防護
- 4.7 火災危害防護
- 4.8 溫度危害防護
- 4.9 電磁干擾防護
- 4.10 危險與風險評估
- 4.11 氧氣不足防護
- 4.12 流出物的排放
- 5 構造
  - 5.1 燃料供應
  - 5.2 燃料處理系統
  - 5.3 箱殼
  - 5.4 蓄電池供應
  - 5.5 壓力容器與配管
  - 5.6 軟管
  - 5.7 自動關斷閥
  - 5.8 調節器
  - 5.9 流程控制設備
  - 5.10 過濾器
  - 5.11 馬達
  - 5.12 燃料幫浦

- 6 說明書
  - 6.1 操作與保養手冊
  - 6.2 使用者資訊手冊
- 7 標籤
  - 7.1 一般要求
  - 7.2 標示
  - 7.3 警告
- 8 型式試驗(Type tests)
  - 8.1 液體燃料系統之洩漏試驗
  - 8.2 易燃燃料氣體濃度試驗
  - 8.3 表面溫度
  - 8.4 元件溫度
  - 8.5 牆壁、地板與天花板溫度
  - 8.6 耐電壓強度(Dielectric strength)
  - 8.7 操作溫度下的洩漏電流
  - 8.8 異常操作
  - 8.9 應變消除
  - 8.10 絕緣材料
  - 8.11 接地試驗
  - 8.12 燃料箱壓力試驗
  - 8.13 穩定性
  - 8.14 衝擊試驗
  - 8.15 自由墜落試驗
  - 8.16 標示材料的黏附性和易讀性

- 8.17 易燃氣體的累積
- 8.18 氧氣消耗
- 8.19 排放物的排放-密閉房間
- 8.20 排放物的排放-開放房間
- 8.21 風力試驗
- 8.22 強度試驗
- 8.23 應力消除試驗
- 8.24 燃料供應固定試驗
- 8.25 關機參數
- 9 例行試驗
  - 9.1 氣體洩漏試驗
  - 9.2 耐電壓強度試驗
- 附錄 A 閥件調節鉛酸蓄電池的通風率
- 附錄 B 量測不確定度
- 3. 微型燃料電池發電系統安全(IEC 62282-6-1, Micro Fuel Cell Power Systems Safety)
  - 1 適用範圍
  - 2 參考標準
  - 3 用語釋義
  - 4 燃料匣、微型燃料電池之材料和構造
    - 4.1 一般規定
    - 4.2 FMEA/危害分析
    - 4.3 一般材料
    - 4.4 材料選擇

- 4.5 一般構造
- 4.7 材料與構造-系統
- 4.8 點火源
- 4.9 外殼與合格策略
- 4.10 火災、爆炸、腐蝕、毒性危害的防護
- 4.12 燃料供應構造
- 4.13 機械危害的防護
- 4.14 電氣元件構造
- 5 異常操作要求與試驗
- 6 燃料匣、微型燃料電池之說明書與警告標示
  - 6.1 燃料匣標示的最低要求
  - 6.2 微型燃料電池標示的最低要求
  - 6.3 額外資訊要求
  - 6.4 技術文件
- 7 燃料匣、微型燃料電池之型式試驗
  - 7.1 試驗條件
  - 7.2 甲醇洩漏量測和量測程序
  - 7.3 型式試驗

Annex A Formic acid micro fuel cell power systems

Annex B Hydrogen stored in hydrogen absorbing metal alloy and micro fuel cell power systems

Annex C Reformed methanol micro fuel cell power systems

Annex D Methanol clathrate compound micro fuel cell power systems

Annex E Borohydride micro fuel cells (NaBH<sub>4</sub>)

Annex F Butane micro solid oxide fuel cell power systems

另外在定置型燃料電池性能檢測部分，IEC 62282-3-2 已規範相關檢測方法。

本標準適用定置型燃料電池發電系統在運轉和環境方面之性能(不包括電磁相容性(EMC))

- (1)規定之運轉和暫態條件下之功率輸出(包括電功率和熱功率)
- (2)規定之運轉條件下之發電效率和熱回收效率
- (3)環境特性：氣體排放量、振動噪音

標準主要規範內容如下所示：

- 1 適用範圍
- 2 參考標準
- 3 用語釋義及符號
  - 3.1 用語釋義
  - 3.2 符號
- 4 參考條件
  - 4.1 一般規定
  - 4.2 溫度及壓力
  - 4.3 熱值之表示
- 5 性能及試驗分類
  - 5.1 性能試驗
  - 5.2 試驗的分類
- 6 試驗準備
  - 6.1 一般規定
  - 6.2 不確定度分析
    - 6.2.1 不確定度分析項目

## 6.2.2 資料擷取計畫

# 7 儀器和量測方法

## 7.1 一般規定

## 7.2 儀器

## 7.3 量測方法

### 7.3.1 電功率

### 7.3.2 燃料消耗量

### 7.3.3 液體燃料量測

### 7.3.4 熱回收

### 7.3.5 吹淨氣體流量

### 7.3.6 氧化劑(空氣)特性

### 7.3.7 其他流體流量

### 7.3.8 排氣之排放物量測

### 7.3.9 排水品質量測

### 7.3.10 pH(氫離子濃度)

### 7.3.11 COD(化學需氧量)

### 7.3.12 BOD(生化需氧量)

### 7.3.13 噪音位準

### 7.3.14 振動位準

### 7.3.15 總諧波失真

### 7.3.16 環境條件

# 8 測試方法和結果之計算

## 8.1 測試計畫

### 8.1.1 一般規定

- 8.1.2 環境條件
- 8.1.3 在穩定狀態操作條件下之最大允許變動量
- 8.1.4 測試操作程序
- 8.2 測試期間和讀取量測值頻率
- 8.3 測試結果之計算
  - 8.3.1 電功率
  - 8.3.2 燃料消耗量
  - 8.3.3 燃料能量之計算
  - 8.3.4 氧化劑(空氣)消耗量
  - 8.3.5 氧化劑(空氣)能量之計算
  - 8.3.6 發電效率
  - 8.3.7 熱回收效率
  - 8.3.8 總能源效率
  - 8.3.9 電和熱之反應特性
  - 8.3.10 啟動和關機之特性
  - 8.3.11 吹淨氣體消耗量
  - 8.3.12 水消耗量
  - 8.3.13 廢熱
  - 8.3.14 排氣的排放量
  - 8.3.15 排放量的計算
  - 8.3.16 噪音位準
  - 8.3.17 振動位準
  - 8.3.18 排水品質
- 9 測試報告

9.1 一般要求

9.2 標題頁

9.3 內容表

9.4 摘要報告

9.5 詳細報告

9.6 完整報告

附錄 A 不確定度分析指引

附錄 B 燃料熱值之計算

附錄 C 參考氣體

4.4.3 燃料電池系統產品與燃料電池機車技術標準建議

1. 擬訂「燃料電池組與系統」的 CNS 檢驗標準與檢驗方法草案。

對於氫燃料電池複合動力機車能耗試驗，由於涉及技術法規體系，因此按照我國已有的 CNS 標準針對氫燃料電池複合動力機車進行試驗，主要參照了 CNS 相應法規，採用了電動機車標準的修正方法。在氫燃料電池複合動力機車安全要求、動力性能試驗方法方面，參照 ISO 等標準的同時，也瞭解了國內在產品開發過程中的設計經驗，滿足國際標準對測試條件較高的要求。

表 4-22 燃料電池機車建議增訂標準

參考標準	建議增訂標準
SAEJ2574	燃料電池機車 - 術語
ISO 23273-1 : 2006	燃料電機車安全規範 - 第 1 部：車輛安全
ISO 23273-2 : 2006	燃料電池機車安全規範 - 第 2 部：防止氫氣外洩
ISO 23273-3 : 2006	燃料電池機車安全規範 - 第 3 部：防止人員遭受電擊
SAE-J2719	燃料電池機車產品規範 - 氫氣品質
CNS 14386-02	燃料電池機車整車性能試驗總則
CNS 14386-03	燃料電池機車最高速率試驗法
CNS 14386-04	燃料電池機車加速性能試驗法

參考標準	建議增訂標準
CNS 14386-05	燃料電池機車爬坡能力試驗法
CNS 14386-06	燃料電池機車續航行駛距離及氫能消耗率試驗法
CNS 14386-07	燃料電池機車行駛時氫能消耗率試驗法
CNS 14386-15	燃料電池機車特殊安全準則及試驗法
CNS 14391	燃料電池機車電動機車儀表及控制器標誌

2.擬訂燃料電池組與系統及其關鍵零組件的性能測試標準、使用安全規範等的草案。有關氫能燃料電池建議增訂標準如表 4-23 所示。

表 4- 23 氫能燃料電池建議增訂標準

參考標準	建議增訂標準
IEC 62282-3-1	定置型燃料電池發電系統-安全
IEC 62282-5-1	可攜式燃料電池系統-安全
IEC 62282-6-1	微型燃料電池系統-安全
ISO 7866 : 1999 ;	儲氫容器性能試驗方法
ISO/DIS 16111 : 2008	質子交換膜性能試驗方法
ISO/TS 14687-1 : 2008	燃料電池機車產品規範 - 氫氣充填連接元件性能與耐久試驗方法
ISO/TS 14687-2 : 2008	燃料電池機車產品規範 - 燃料電池系統性能試驗方法
SAE J2600	燃料電池機車產品規範 - 燃料電池堆(組)性能試驗方法

#### 4.5 規劃燃料電池電動機車標準技術實車驗證示範運行計畫

經濟部能源局已規劃於 98 年度推動燃料電池發電機與機車社會實證示範運行計畫。本計畫亦將參酌其執行狀況，規劃燃料電池電動機車技術標準實車驗證示範運行計畫。示範運行計畫主要目的係對於國內廠商自行研究開發的關鍵零組件、系統功能、安全性、耐久性及各項性能進行實證作業，並建立效率與安全標準，提供國內業者導入市場之參考，並有機會建立國際品牌，引領全球。同時，對於測試機構、供氫基礎設施、教育宣導功能等均能有所規劃。

本研究將蒐集分析國外燃料電池車輛實證情況，作為國內推動之參考。由於國際間多以汽車示範運行為主，僅歐盟與日本有小型功能車與機車實車驗證計畫持續推動。惟不論何種車輛示範運行，皆為當地政府與民間企業共同推動，藉以取得性能與安規之驗證資訊，作為研訂該項產品技術標準之參考依據，從而提供業界標準平台以開發產品。

目前各種電池做為車輛能源的純電動車，由於受到電池重量與充電時間的限制，大多只能侷限於特殊用途，並不適合做為一般路用車輛的選擇。燃料電池系統的能量密度大為提高，充氫時間類似加油時間，而且加氫站可像加油站一樣的普及與便利，因此顯然擁有為下一代車輛動力的優勢與期待。

全球燃料電池車輛的持續開發已有多數年，1997 年德國賓士車廠突然宣佈入股加拿大巴勒德公司（Ballard Power System），取得 25% 股權。次年 1998 年，美國福特車廠緊接著也宣佈加入戰局，因而賓士與福特分持巴勒德公司的 20% 與 15% 的股權，導致該公司股票大漲，歐美兩大車廠的聯手出擊，也使得全球燃料電池車的競爭，迅速進入一個嶄新與變幻的時代。

全球政府對於燃料電池的期待與推廣以美國的加州政府最為積極，1999 年成立「加州燃料電池夥伴聯盟」，配合燃料電池車的新潮流，開始進行示範運行與實證推廣。在持續觀察三年後，日本力圖維持汽車王國的寶座，在 2002 年日本政府宣佈開始積極推動氫能與燃料電池展示計畫，緊急成立「氫能燃料電池園區」，也在日本進行相同的示範運行工作。

歐洲的德國賓士車廠在 2002 年開發完成第一代氫能燃料電池巴士，力催歐盟進行類似的展示活動，因而歐盟在 2003 年開始推動九個城市 27 輛燃料電池巴

士的示範運行，接著在 2004 年推動氫能汽車示範運行的「ZERO REGIO 計畫」，2006 年推動氫能巴士示範運行的「HYFLEET 計畫」，以及小型燃料電池車輛示範運行的「HyCHAIN 計畫」。

中國從 2003 年開始啟動「中國燃料電池商業化示範計畫」，在北京與上海分別建造一個加氫站，並已引進德國賓士車廠的三輛燃料電池巴士在北京運行，未來將有上海汽車公司的六輛混合動力型燃料電池公共汽車在上海行駛。2008 年北京奧運期間，中國自製的 20 輛燃料電池轎車與 3 輛燃料電池巴士加入服務行列，普遍引起世人的注目與重視；2010 年上海世博會即將加入另一批自製的燃料電池車隊，也將成為此項盛會的一項焦點。奧運之後，中國科技部推動「十城千輛計畫」，藉著連續三年在 10 個城市試運行千輛新能源車的大規模示範運行，試圖逐漸邁向商業化的道路。

目前全球共有六個區域在推動燃料電池車輛的示範運行，除上述的美國、日本、中國與歐盟外，尚有加拿大與韓國。加拿大的英屬哥倫比亞地區的 BC Transit 客運公司準備購買 20 輛燃料電池巴士，做為 2010 年惠斯勒冬季奧運載客使用，此為迄今為止購買燃料電池車輛的最大單筆訂單，顯示加拿大在推動氫能運輸的決心與魄力。此外，韓國擁有現代與起亞兩家車廠在開發燃料電池汽車，國內已經設置 10 個加氫站，也是值得觀察與學習的對象。

#### 4.5.1 美國燃料電池實證與氫能公路

美國加州從 1990 年開始立法推動零排放車輛計畫 (ZEV)，首先針對汽油車種的改善，逐漸擴及柴油卡車與巴士，並鼓勵發展電動車與燃料電池車。由於這些新型車種的技術發展與接受程度不如預期，1990 年原訂的 ZEV 銷售比率 2% (1998) 與 10% (2003) 規定，1996 年後被迫展延與進行數次修正，2003 年時再修正為下列兩種選擇：

第一種選擇為 2% ZEV + 2% AT PZEV (先進技術型部分零排放車) + 6% PZEV (部分零排放車)。

第二種選擇為 250 輛 FCV (燃料電池車) + 4% ATPZEV (先進技術型部分零排放車) + 6% PZEV (部分零排放車)。

新規定將在 2005 年開始實施，當時預期七個大車廠在加州推出的

燃料電池車輛時程與數量如表 4-24。

表 4-24 加州燃料電池推廣時程與數量

年份	數量
2005 – 2008	250
2009 – 2011	2,500
2012 – 2014	25,000
2015 – 2017	50,000

資料來源：Air Resources Board, ARB official website

<http://www.arb.ca.gov/regact/2008/zev2008/zev2008.htm>

2003 年後，豐田、本田與通用都停止電動車的生產與銷售。目前各車廠主要因應方式為改進 PZEV、推廣 AT PZEV 與開發燃料電池車。加州將加強 PZEV 的排放標準，要求車廠安裝車上診斷系統 ( On – Board Diagnostics )，以及提供 15 年 150,000 英哩的排放系統保證。在各種 AT PZEV 的技術中，天然氣車種已經商業化，複合電動車已有三家廠商上市銷售，氫能引擎車則在展示階段。目前加州在複合電動車的推廣情形相當成功，每輛車大約賣價兩萬美元，較傳統汽油引擎車多出四千美元，但是政府可以補助兩千美元，造成供不應求的現象，因此排隊申請購車者需要耐心等待八個月。

加州政府有關燃料電池車輛的推動措施主要有兩項，其一為經由加州燃料電池夥伴聯盟進行示範運行與推廣教育，另一為利用氫能公路計畫 ( Hydrogen Highway )，希望在 2010 年以前建立 50 – 100 個加氫站，完成燃料周邊系統的先期建設，導引氫能與燃料電池的發展與應用。

由於燃料電池車的商業化進展不如預期，2006 年九月加州環保局的空氣資源委員會 ( ARB, Air Resources Board ) 成立一個專家小組，重新調查車廠與供應商的現況，以及檢討設定目標與實施期程。2007 年十一月專家小組提出的修正案為第一期 ( 2005 – 2008 ) 與第二期 ( 2009 – 2011 ) 的目標維持不變；第三期 ( 2012 – 2014 ) 的目標值 25,000 輛，必須有 10% 為燃料電池車或純電動車；第四期 ( 2015 – 2017 ) 的目標值 50,000 輛，必須有 50% 為燃料電池車或純電動車。2008 年三

月空氣資源委員會開始討論此項修正案，並召開公聽會聽取各方意見；2009年三月州議會通過修正案，同年四月生效。

### 1. 組織與任務

1999年一月，加州空氣資源委員會與加州能源委員會兩個政府部門，結合巴勒德燃料電池公司、戴姆勒-克萊斯勒（賓士）車廠、福特車廠、BP、Shell Hydrogen 與 ChevronTexaco 六家私營公司，宣佈成立加州燃料電池夥伴聯盟（CaFCP）。聯盟的目的在展示與推廣燃料電池車輛的清潔、安全，以及取代內燃引擎車輛的潛力，其後許多政府機構與私營企業紛紛加入成為會員。

2000年十一月聯盟總部建築正式開張，地點選在舊金山東北方的山克拉門都（Sacramento），包括展示館、辦公室、加氫站與維修場。成立後，車廠紛紛將燃料電池車進駐總部，進行車輛與加氫站的展示與驗證，以深入瞭解這些技術的可接受程度，如果無法接受，則聯盟將於2004年結束。

在第一階段結束前，燃料電池夥伴聯盟的會員瞭解這些技術將會成功，同時會員數量增加至三十多個，因此決定進行第二階段2004年至2007年的新目標。第二階段的工作在證明這些車輛、燃料與公眾政策能符合消費者的期待。在2006年時，會員同意燃料電池車輛將會獲得商業化的成功，因此決定進行第三期2008年至2012年的工作，主要在建立商業化市場的基礎，包括初期的銷售據點、氫氣銷售的政策，以及建立未來量產供應基礎的必須步驟。

目前夥伴聯盟組織有30個成員，包括汽車製造商、燃料供應商、政府機構及燃料電池技術公司，詳列如下：

- 美國克萊斯勒車廠；
- 德國賓士車廠；
- 美國通用車廠；
- 日本本田車廠；
- 日本豐田車廠；

- 日本日產車廠；
- 韓國現代車廠；
- 德國福斯車廠 Volkswagen；
- 法國雪佛龍車廠 Chevron；
- 殼牌氫氣 Shell Hydrogen，氣體燃料公司；
- Automotive Fuel Cell Cooperation (轉移自 Ballard Power Systems 公司)；
- UTC Power，燃料電池公司；
- 加州空氣資源委員會 ARC；
- 加州能源委員會
- 加州南岸空氣品質管理局 AQMD；
- 國家車輛中心 National Automobile Center；
- 能源部 DOE；
- 加州食品與農業部；
- 運輸研究院，加州大學 Davis 分校；
- 國家燃料電池研究中心，加州大學 Irvine 分校；
- Alameda-Contra Costa Transit District，美國最大的客運公司，在舊金山灣區擁有 800 輛巴士；
- Santa Clara VTA，經營 Santa Clara 地區的巴士與輕軌；
- Sunline Transit Agency，位於 Thousand Palms，全部使用天然氣巴士，且有燃料電池巴士與加氫站；
- Air Products and Chemicals, Inc.，氣體公司；
- Linde North America, Inc.，燃料公司；
- 加拿大 Powertech Labs，擁有 18 個實驗室；
- Praxair，氣體公司；
- Proton Energy Systems，電解製氫設備製造商。

## 2. 展示車輛

根據美國能源部在 2008 年十月出版的進度報告，其中引用的數據係根據 250,000 次乘載次數，150 萬英哩行駛里程，與 60,000 公斤氫氣

使用量所獲得的結果，目前燃料電池車輛技術開發的相關進展如表

4-25：

表 4-25 美國燃料電池汽車技術發展目標與進展情形

項目	目標值	開發現況
燃料電池效率	商業化的標準為 60%	根據技術驗證計畫中四個測試團隊的結果為 53 — 58%。
燃料電池耐用性	2009 年的目標值為 2,000 小時，商業化的標準為 5,000 小時	根據技術驗證計畫的結果，第一代燃料電池在真實世界狀況下為 1,900 小時（57,000 英哩），接近 2009 年的目標值 2,000 小時；2008 年 MEA 在實驗室的壽命為 7,300 小時，超過目標值 5,000 小時。
燃料經濟性	未指定	根據技術驗證計畫中四個測試團隊的結果為 42 — 56.5 英哩/公斤氫氣。
行駛里程	2009 年目標值為 250 英哩，商業化為 300 英哩	根據技術驗證計畫中四個測試團隊的結果為 100 — 190 英哩，第二代燃料電池車超過 250 英哩，有些 2008 年車種超過 300 英哩。
加氫時間	類似傳統加油速率，1 公斤氫氣/分鐘	平均值為 0.86 公斤氫氣/分鐘，接近汽油或其他燃料的流速；能源部認為加氫速率已接近可接受程度。
燃料電池成本	目標值為 30 美元 / kW	預計量產成本從 2002 年的 275 美元/kW 降至 2008 年的 73 元/kW，製造技術的開發必須協助降低組件與燃料電池整合系統的成本。
氫氣成本	目標值為 1 美元 / gge	預計量產成本由 2003 年的 5 美元 / gge 下降至 3 美元 / gge，假設 500 個加氫站，每天加氫量為 1,500 kg。
生質液體製氫成本	2015 年目標值為 2-3 美元/ gge	經由觸媒改良與增加進料控制已經將 2005 年的成本降低 10 倍，生質衍生液體燃料產氫成本正在接近目標值

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.cafcp.org/progress/technology/doetargetsf>

迄今為止，包括汽車與巴士，已經有 250 輛燃料電池車輛曾在加州的道路上展示過，未來會有更多的燃料電池車輛出現在加州的道路。根據加州燃料電池夥伴聯盟於 2009 年二月出版的行動計畫 CaFCP Action Plan，未來四年加州燃料電池車輛的數量如表 4-26。

**表 4- 26 加州燃料電池車輛規劃時程與數量**

地 區	2009	2010	2011	2012 - 2014	2015 - 2017
北加州	57	56	68	865	8,450
南加州	136	314	644	3,442	41,150
合 計	193	370	712	4,307	49,600

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.cafcp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

根據加州燃料電伙伴聯盟的估計，2009 年在北加州將有 57 輛燃料電池車輛，南加州有 136 輛，整個加州合計為 193 輛。2010 年預計成長至 370 輛，2011 再成長至 712 輛，2012 年至 2014 年為 4,307 輛，2015 年至 2017 年則會逼近 50,000 輛。有關現階段加州燃料電伙伴聯盟所展示的燃料電池汽車來自美國、歐洲，日本與韓國各大車廠，說明如下：

#### **(1)Chevy Equinox**

採用通用車廠第四代燃料電池動力系統，不但具有完整的功能，而且擁有 50,000 英哩的壽命，同時具有冰點以下溫度啟動的能力。此型車種可符合 2007 年聯邦車輛安全標準，以及發揮氫能燃料電池技術的環保效益。



**圖 4- 37 通用車廠的燃料電池汽車 Chevy Equinox**

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.caftp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

## **(2) Daimler F-Cell**

賓士車廠的 F - Cell 燃料電池汽車為全球第一輛試產型車種，足以證明此種動力系統可做為日常使用的產品。整個燃料電池系統與儲氫桶裝置於車體地板下層，因而不會浪費乘坐的空間與後車廂的容量。由於採用高扭力的電動馬達，在市區或長途旅行時都可確保行駛順暢。



**圖 4- 38 賓士車廠的燃料電池汽車 F- Cell**

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.caftp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

### (3) FCX Clarity

FCX Clarity 為日本本田車廠的第二代燃料電池車產品，採用自行開發的 V 型流燃料電池平台，不但改善動力、重量、效率與行駛里程，以及車體造型，而且增進實用化的性能表現。本田在 2002 年開始利用出租方式給予特定車隊，2005 年開始租給個人使用，2008 年夏季則推出全新的 FCX Clarity。



圖 4-39 本田車廠的燃料電池汽車 FCX Clarity

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
[http://www.cafcp.org/sites/files/action\\_plan\\_final.pdf](http://www.cafcp.org/sites/files/action_plan_final.pdf)

### (4) GM HydroGen3

通用汽車希望成為全球第一個銷售一百萬輛燃料電池汽車的車廠。目前通用正在展示與運轉的燃料電池汽車包括 Hy - wire 與 HydroGen3 兩種，對象涵蓋全球各地的民眾與政府機構，以強化對技術的承諾與推動的速度。



**圖 4- 40 通用車廠的燃料電池汽車**

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.caftp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

#### **(5) Tucson FCEV**

現代車廠積極進行替代能源與環境親合的汽車，Tucson FCEV 屬於一種最適合商業化可行性的燃料電池原型車，同時積極研發未來應用的燃料電池技術。



**圖 4- 41 現代車廠的燃料電池汽車 Tucson FCEV**

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.caftp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

#### **(6) Borrego FCEV**

韓國起亞車廠的 Borrego FCEV 為該公司的第二代燃料電池汽車，係修改自原有汽油引擎車種，並利用小型試量產線製造。此種車輛正在美國與韓國進行測試，非常適合邁進商業化。



**圖 4- 42 起亞車廠的燃料電池汽車 Borrego FCEV**

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.cafcp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

#### **(7) 日產汽車**

日產汽車的環境哲學為追求人類、車輛與自然的共生，該公司的研發計畫包括各種替代燃料的車輛，例如電動車、天然氣車、甲醇車、太陽能車與燃料電池車等。



**圖 4- 43 日產車廠的燃料電池汽車**

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.cafcp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

#### **(8) 豐田車廠**

豐田車廠的燃料電池汽車代表第四代 FCHV-4 原型車的進展，從 2002 年十二月起，在美國與日本開始出租燃料電池汽車。過去 18 個月的期間，豐田公司已經在加州與日本的實際路況累計行駛 80,000 英里。豐田的燃料電池汽車在高效率、豪華型外觀、駕駛平穩性與安靜方面，

顯然取得驚人的平衡。



圖 4-44 豐田車廠的燃料電池汽車

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.caftp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

#### (9) 福斯車廠

福斯車廠的 Touran HyMotion 屬於該公司的第二代燃料電池汽車，  
採用高爾夫球的平台，為目前為止德國最成功的箱型車。



圖 4-45 福斯車廠的燃料電池汽車

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.caftp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

#### (10) 中國燃料電池汽車

2007年8月上海市新能源汽車推進辦公室，結合上汽集團、上燃動力、同濟大學、上海大眾等十餘家單位成立研發團隊，共同開發燃料電池轎車；2008年4月完成20輛燃料電池轎車，並且參加北京奧運與殘障奧運。其後，從中挑選16輛車於2009年二月運至加州，加入加州燃料電池夥伴聯盟的示範行。這些車的最高時速接近150公里，行駛里程超過300公里。截至2009年2月13日止，16輛車累計運行的總里程為76,839公里，單車運行的最大里程為5,775公里。

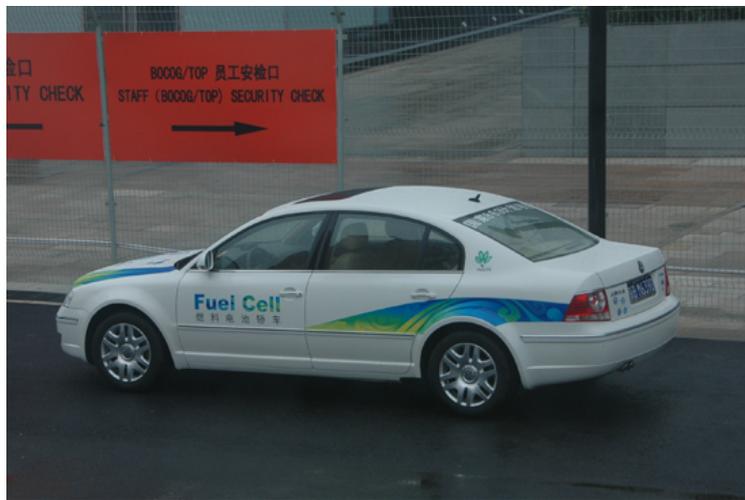


圖 4-46 中國燃料電池汽車

資料來源：[http://blog.ce.Cn/sp1/blog\\_attachments/image\\_2008/08/003556871445.jpg](http://blog.ce.Cn/sp1/blog_attachments/image_2008/08/003556871445.jpg)

#### (11) 燃料電池巴士展示

加州舊金山的 AC Transit、Santa Clara 的 Santa Clara VTA，以及 Thousand Palms 的 Sunline Transit 三家客運公司，參加燃料電池巴士展示與驗證計畫。巴士由於需要經常停車與啟動，因此對燃料電池動力系統是一種較大的考驗；同時集中在巴士公司的停車場進行加氫，因此一個加氫站就需要大到可服務數部巴士。

在聯邦客運管理局的支持下，三家客運通公司從2005年到2007年進行第一期的示範運行，以瞭解成本、燃料耗量、可靠度、性能與乘客

接受度。由於第一期的結果非常成功，三家公司都同意從 2008 年進入第二期的示範運行，新的燃料電池巴士價格只有一半，但是性能、可靠度與燃料經濟性可能都會提升。在第二期時，燃料電池巴士將會與普通巴士一樣，每天行駛 16 小時，每週七天。

## 2. 加氫站

早期在加州建造的加氫站屬於示範與試驗性質，主要目的為提供燃料給予燃料電池車輛，同時瞭解可靠度、安全性與便利性。當燃料電池車輛開始顯著增加後，就需要營運性質的加氫站。加氫站的氫氣來源分為轉運與自產兩種，前者係由中央集中型工廠生產後再運至加氫站，後者則利用天然氣等石化燃料重組或水電解方式在加氫站現場生產氫氣。

目前在加州有 26 個加氫站，另有 10 個站在規劃中，分佈地區詳見圖 4-44，幾乎都是由能源公司、學校、政府部門、客運公司與電力公司所擁有與經營，只有一個是由私人公司所擁有。大部份的加氫站的資金來自政府與私人公司的整合，其中政府的經費來自下列計畫：

- 南加州岸區空氣品質管理局五個城市加氫站計畫，包括 Burbank, Ontario, Riverside, Santa Ana and Santa Monica。
- 2004 年建立的加州氫能公路計畫，預計興建 14 個加氫站，同時提供經費給新的加氫站與原有加氫站的擴建及升級。
- 美國能源部提供經費給予加州興建 4 個加氫站。
- 美國交通部加氫站計畫，經由聯邦客運管理署（Federal Transit Authority）與加州客運管理局資助建立三個客運巴士用的加氫站。



圖 4- 47 加州加氫站分佈

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.caftp.org/stationmap>

加氫站除了類似加油站的方式，建造於特定地區外，也可發展成家用型加氫站，亦即建造於家中的車庫，以方便車主隨時添加燃料。此種加氫站使用管線天然氣為原料以製造氫氣，只是目前的價格可能非一般車主所能負擔，而且配套法規與安全管理規則需要另行制訂。



圖 4- 48 家用型加氫站

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.caftp.org/home-refueling>

根據加州燃料電池夥伴聯盟於 2009 年二月出版的行動計畫 CaFCP Action Plan，未來四年加州的燃料電池車輛會持續增加，因此加氫站的數量也必須隨之成長。目前加州擁有 250 輛燃料電池車輛，也有 26 個加氫站，但是大部分只是小型加氫站，只能提供特定車隊加氫，其中只有 6 個加氫站可供所有的燃料電池車輛使用。

為配合燃料電池車輛成長的規劃，加州在未來 8 年需要增加 50 – 100 個加氫站，而且必須從現在開始規劃與興建。如要推動確保燃料電池車輛與加氫站的初期商業化，必須妥善與有效的利用政府與民營廠商的資源與合作，尤其燃料共應商需要確定可預見的商業前景與規劃，以及瞭解銷售燃料電池車輛氫氣的潛在利潤。

未來四年建設 40 個加氫站的投資總額為 182 百萬美元，其中 2009 年與 2010 年兩年的投資總額為 70 百萬美元，2011 年與 2012 年兩年的投資總額為 112 百萬美元，其中政府補助費用將逐年降低，詳如表 4-27：

**表 4-27 加州加氫站經費規劃情形**

費用項目	2009	2010	2011	2012
新加氫站建設數量	10	9	11	10
年度全部建站費用，百萬美元	30.8	37.5	51.2	59.5
累計全部建站費用，百萬美元	30.8	68.3	119.5	179.0
年度政府補助費用，百萬美元	23.4	27.2	35.9	31.1
累計政府補助費用，百萬美元	24.4	52.1	88.5	120.1
法規發展與宣導費用，百萬美元	1.0	0.5	0.5	0.5
累計總費用，百萬美元	31.8	69.8	121.5	181.5

資料來源：California Fuel Cell Partnership, CaFCP Official Website,  
<http://www.cafcp.org/sites/files/ActionPlanFINAL.pdf>

#### 4. 氫能公路

加州州長阿諾史瓦辛格在 2004 年 1 月 6 日開始呼籲興建一條加州氫能公路，並在 4 月 20 日簽屬一項法案「Executive Order S - 704」，因而催生加州氫能公路計畫。本項計畫係由加州空氣資源委員會主導，由政府部門與民營廠商合作，並集合 200 個自願性專家加入規劃行列，於 2005 年五月完成相關的藍圖計畫。計畫中將實施進展的規劃分成三

個階段，詳如表 4-28：

表 4-28 加州加氫站數量規劃情形

氫能燃料車輛或產品	加氫站數量規劃目標值		
	第一階段 50-100 個 加氫站	第二階段 250 個加氫站 (初期低使用量)	第三階段 250 個加氫站 (使用量擴充)
主要車廠供應的輕型 燃料電池車輛或氫氣 引擎車輛	2,000	10,000	20,000
重型燃料電池車輛或 氫氣引擎車輛	10	100	300
固定型或非路用型運 輸載具應用	5	60	400

資料來源：California Hydrogen Highway, CaH2Net Official Website,  
[http://www.hydrogenhighway.ca.gov/plan/reports/volume1\\_050505.pdf](http://www.hydrogenhighway.ca.gov/plan/reports/volume1_050505.pdf)

根據該計畫的內容，氫能公路的加氫站不只限於燃料電池車使用，也包括氫能引擎車，同時該計畫建議的購車補助也是包括此兩種車型。

第一階段預計在 2010 年完成，預計推廣 50 — 100 個加氫站與 2,000 輛氫能車輛。在加氫站方面，建議政府補助建造費用的一半；在購買氫能車輛方面，則建議政府每輛車補助一萬美元，所需補助經費如下：

- 加氫站建造補助經費每年需要 6.5 百萬美元，連續五年。
- 購買氫能車輛補助每年需要 4.2 百萬美元，連續五年。

此外，加氫站的建設從開始規劃、設計施工到領取執照的時間需要 18 個月，而目前加油站的時間只要 12—14 個月，因此需要政府加速審查作業的時間。

藍圖計畫在第一階段的加氫站建議位置集中於北加州的舊金山地區與南加州的洛杉磯地區，詳見圖 4-46 與圖 4-47。

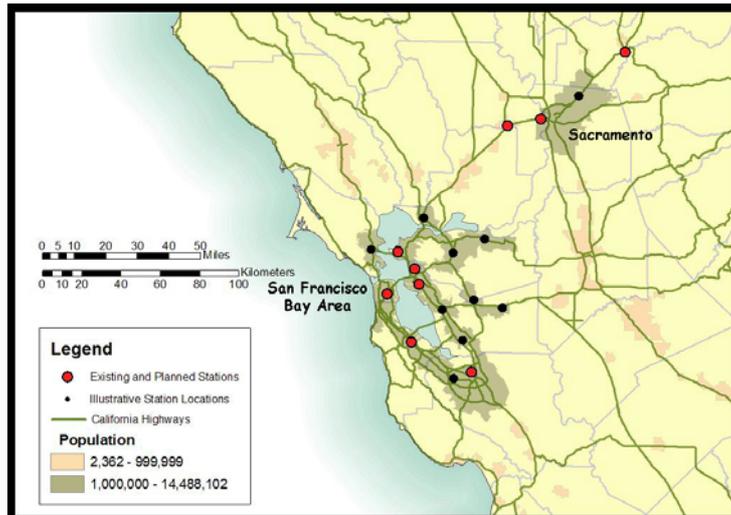


圖 4-49 第一階段北加州加氫站規劃 (舊金山地區)

紅色圓圈代表已建造或規劃中

黑色圓圈代表建議設站位置

資料來源：California Hydrogen Highway, CaH2Net Official Website,

[http://www.hydrogenhighway.ca.gov/plan/reports/volume1\\_050505.pdf](http://www.hydrogenhighway.ca.gov/plan/reports/volume1_050505.pdf)

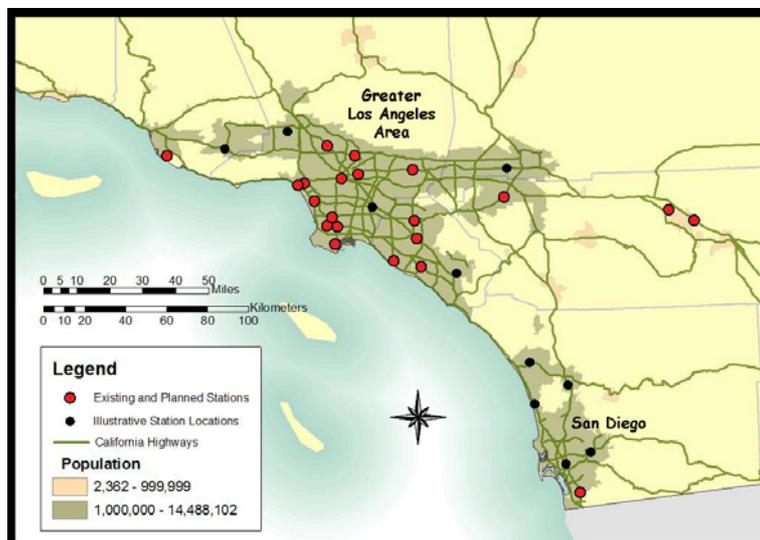


圖 4-50 第一階段南加州加氫站規劃 (洛杉磯地區)

紅色圓圈代表已建造或規劃中

黑色圓圈代表建議設站位置

資料來源：California Hydrogen Highway, CaH2Net Official Website,

[http://www.hydrogenhighway.ca.gov/plan/reports/volume1\\_050505.pdf](http://www.hydrogenhighway.ca.gov/plan/reports/volume1_050505.pdf)

根據 2009 年 1 月加州氫能公路計畫的 2008 年度執行報告 (CaH2Net 2008, Report to the Legislature)，有關加氫站的建設檢討結果如表 4-29，目前在加州營運中的加氫站共有 28 個，施工中或計畫中的加氫站共有 17 - 21 個。由於加氫站的建設到領證期間長達 18 個月，即使政府驗證作業加速，在 2010 年要完成 50-100 個加氫站的目標確實是一項挑戰。

**表 4-29 加州加氫站建設與規劃情形**

加氫站總類	數量	說明
營運中的加氫站	28	25 個公營與民營加氫站 3 個研發性質的加氫站，位於南加州
關閉的加氫站	5	2 個移動型加氫站，其中一個改為永久型 3 個電解型加氫站，其中一個改為重組型
施工中或計畫中的加氫站	17 - 21	2 個預計在 2009 年初期開業 (BP 與 GM) 3 個預計在 2009 年末期與 2010 年初期開業，採用新能源，氫能公路計畫補助 4 - 6 個模組型加氫站，預計 2010 年夏季開業 8 - 10 個加氫站，規格待定，預計 2011 年開業

資料來源：California Hydrogen Highway, CaH2Net Official Website,  
<http://www.hydrogenhighway.ca.gov/update/cah2net2008reporttoleg.pdf>

#### 4.5.2 日本氫能與燃料電池實證

日本政府為解決燃料電池實用化面臨的問題，召集汽車、電機、材料、能源等相關產業、大學與國立研究所，在 1999 年 12 月設置「燃料電池實用化戰略研究會」。2001 年 1 月提出「燃料電池實用化戰略研究報告」，說明燃料電池實用普及化所面對的課題與解決的方向。在燃料電池普及基礎整備事業方面，將確立安全性與信賴性測試標準與評估方法；在高效率燃料電池系統基礎技術開發事業方面，將加速燃料電池試驗裝置的開發；在高效率燃料電池系統實用化技術開發事業方面，將推動研究生產技術、成本降低技術與量產化技術。

2001 年 12 月小泉首相在國會試乘燃料電池汽車，二月施政方針演說時強調燃料電池與氫能的推廣利用，四月內閣幕僚會議中表示將優先

導入燃料電池汽車及完成燃料電池相關的預定目標。其中有關燃料電池汽車的發展目標，2010年訂為5萬輛，2020年為500萬輛，2030年為1,500萬輛。由於推廣燃料電池汽車需要加氫站的配套措施，因此必須在全國各地普設加氫站，預計在2020年的目標為3,500座，2030年增加至8,500座。

日本經濟產業省（METI）為配合政策推動燃料電池汽車商業化，因而在2002年成立氫能與燃料電池展示計畫（JHFC，Japan Hydrogen and Fuel Cell Demonstration Project），由日本自動車研究所與工業振興協會共同主持，參與的廠商包括Toyota、Honda、Nissan、DaimlerChrysler、GM、Hino、Mitsubishi等車廠，與Iwatani、Japan Air Gases、Tokyo Gas、出光等燃料公司。

本計畫第一階段（JHFC - 1）從2002至2005年，進行燃料電池汽車與巴士的示範與驗證，四年期間的預算為83億日圓；第二階段（JHFC - 2）從2006至2010年，示範驗證項目增加電動輪椅與小型車輛。

日本氫能燃料電池園區（JHFC PARK）是氫能燃料電池示範計畫下，推動燃料電池汽車研究成果的展示場，位於橫濱鶴見區大黑町。日本的五大汽車廠：TOYOTA、NISSAN、HONDA、SUZUKI、MAZDA與外商DAIMLER CHRYSLER、GM等都有參與，也提供許多展示資料、廣告，並提供燃料電池汽車作為示範驗證。

根據該園區宣導小冊所載（<http://www.jhfc.jp/e/data/pamphlet/images/pamph.jpg>），園區內的主要場館與設施有現場製氫及主控室、加氫站、燃料電池汽車庫、維修場、展示教育館；館中包括一輛TOYOTA休旅燃料電池汽車，並展示燃料電池汽車零組件，以及提供宣導資料，可參考圖4-48。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-51 日本氫能燃料電池園區 (JHFC PARK)

### 1. 組織與任務

JHFC 的組織架構可參考圖 4-49，下設四個工作小組與兩個委員會，其職掌分別說明如下：

第一組 — 負責運轉操作數據的調查，包括車輛與加氫站。

第二組 — 加氫站管理與研究。

第三組 — 液態氫生產技術研究。

第四組 — 負責公共關係與參觀接待。

安全推動委員會 — 負責安全事項。

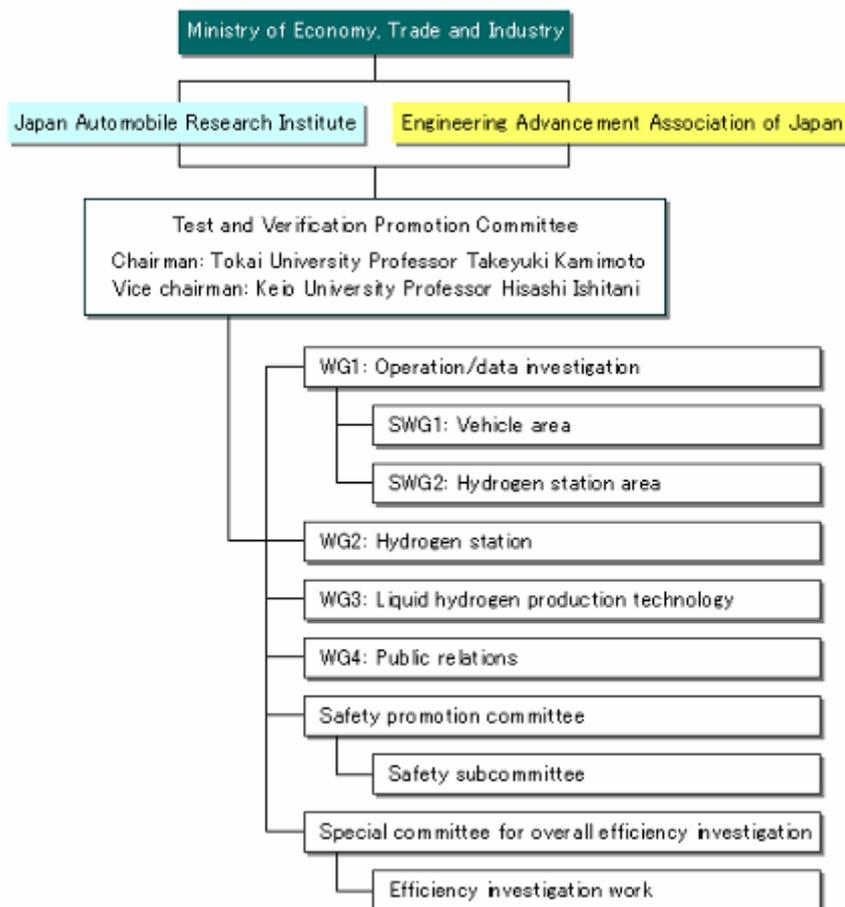
特別委員會 — 負責包括氫氣生產、車輛運轉的整體性效率調查。

從 2002 年起，JHFC 開始燃料電池車輛的示範運行與驗證的工作，2003 年已有 8 個燃料電池汽車與巴士廠商參加公路運行測試，並已經完成 9 個加氫站的建造，可供燃料電池車輛加氫使用。這些加氫站的承造廠商都不完全相同，而且採用不同的製氫或供氫技術，包括電解製氫、LPG 重組、輕油重組、汽油重組、甲醇重組、石油重組、瓦斯重組、液態氫儲槽、高壓儲槽等。這幾年仍繼續增設新的加氫站，目前已經累積有 17 個加氫站，

第一階段（2002 至 2005 年）的燃料電池車輛與加氫站的示範及驗

證工作已經結束，主要成果為

- 燃料電池汽車的高能源效率的明確化。
- 從油井到車輪的效率之明確化，亦即利用燃料電池汽車與加氫站展示數據，計算從初級能源的採收、生產、運輸、加氫與車輛駕駛所需消耗能源的整體能源使用效率。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-52 日本 JHFC 計畫組織架構

第二階段（2006 至 2010 年）的工作，除繼續燃料電池與氫能引擎車輛、加氫站的示範及驗證工作外，增加輪椅與小車的項目，主要目標為

- 收集數據，以發展規格、法規與標準。
- 形成與實施公眾關係與教育策略，以便推廣。

- 驗證省能效果（燃料費用）與環境衝擊。
- 把握技術與政策動向。

相關驗證工作由實證試驗推進委員會管理，委員長為慶應義塾大學石谷九教授擔任。目前共有 24 個會員，包括國內外汽車廠、巴士廠、輪椅與自行車製造商、石油與瓦斯公司、電力公司等，如下所列：

- 本田車廠 HONDA；
- 日產車廠 NISSAN；
- 豐田車廠 TOYOTA；
- 德國賓士車廠；
- 美國通用車廠 GM；
- 日野車廠 HINO，巴士專業製造商；
- 三菱車廠 SUZUKI；
- 馬自達車廠 MAZDA；
- COSMO 石油；
- 新日本石油；
- Showa Shell Sekiyu，石油公司；
- 東京瓦斯；
- 岩谷產業株式會社 IWATANI，兼營氫氣生產設備；
- Japan Air Gases，氣體公司；
- 太陽日酸，氣體公司；
- 新日本製鐵株式會社，兼營氫氣生產設備；
- 栗田工業株式會社 Kurita Water Industries，兼營氫氣生產設備；
- Sinanen Co，油品與相關設備販賣；
- 伊藤忠 Itochu Enex Co，兼營氫氣事業；
- 東邦瓦斯；
- 大阪瓦斯；
- 關西電力，兼營氫氣事業；
- Japan Energy，兼營氫氣事業；
- 栗本鐵工所，開發燃料電池輪椅與代步車。

## 2. 參與車輛

參加的車輛包括六種燃料電池汽車、一種燃料電池巴士與兩種氫能引擎汽車，這些車輛係由九家國內、外車廠研發的成果。此外，也在關西地區進行燃料電池輪椅、燃料電池小型車輛與燃料電池電動助行自行車的展示與試驗，這些車輛係由兩家日本廠商提供。

### (2) TOYOTA FCHV

Toyota 使用自行開發的高性能燃料電池組，並結合鎳氫電池組成複合動力，同時使用 CO<sub>2</sub> 環保冷媒空調系統。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-53 TOYOTA FCHV

### 規格表

公 司	豐田汽車公司
車 型	TOYOTA 氫能燃料電池汽車
長寬高	4735 x 1815 x 1685 mm
重 量	1880 kg
乘客數量	5 個乘客
最大速度	155 km / h
行駛距離	330 km (10.15 mode)
馬 達	交流同步馬達

馬達最大扭力	260 N·m ( 26.5 kg·m )
燃料電池種類	固體高分子膜燃料電池
燃料電池組輸出	90 kW
燃料電池組供應商	TOYOTA 電池組
二次電池	鎳氫電池組
燃料種類	高純度氫氣
燃料儲存	高壓儲氫瓶

## (2) NISSAN X - TRAIL FCV

NISSAN X - TRAIL 燃料電池汽車於 2002 年十一月通過國家部門的測試，屬於清潔型車；同時經過改良後，2003 年推出新車型；並於 2005 年十二月再推出採用 NISSAN 自製燃料電池組的更新車型。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
[http : // www. jhfc. jp / e / jhfc / jhfc. Html](http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html)

圖 4- 54 NISSAN X-TRAIL FCV

規格表

公 司		日產汽車公司.
車 型		X - TRAIL 燃料電池汽車
生產年份		2005 年十二月
長寬高		4,485 × 1,770 × 1,745 mm
重 量		1,790 kg
乘客數量		5 個乘客
性 能	最大速度	150 km / h
	行駛距離	超過 370 km
馬 達	種 類	減速齒輪整合型同軸馬達
	最大輸出	90 kW
	最大扭力	280 N·m
燃料電池	種 類	固體高分子膜燃料電池
	輸 出	90 kW
	供應商	日產公司自行開發
燃 料	種 類	壓縮氫氣
	儲 存	高壓儲氫瓶 ( 35 MPa )

### (3) Honda FCX

Honda FCX 採用自製的燃料電池組，啟動與操作溫度可低至－20°C，而且行駛里程與燃料消耗量都有進步。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-55 Honda FCX

規格表

公 司		本田汽車公司.
車 型		FCX 燃料電池汽車
生產年份		2004 年十一月
長寬高		4,165 × 1,760 × 1,645 mm
重 量		1,670 kg
乘客數量		4 個乘客
性 能	最大速度	150 km / h
	行駛距離	430 km (使用 LA4 模式)
馬 達	種 類	交流同步電動馬達 (永久磁鐵)
	最大輸出	80 kW, 109 PS
	最大扭力	272 N·m, 27.7 kg·m
動力系統		前輪驅動
燃料電池	種 類	固體高分子膜燃料電池
	輸 出	86 kW
	供應商	本田公司自行開發燃料電池組
燃 料	種 類	壓縮氫氣
	儲 存	高壓儲氫瓶
	容 量	156.6 L

#### (4) Mercedes Benz A Class F Cell

F Cell 為 2002 年十月推出的車種，旅客空間與行李廂都相當寬敞，  
 總共已經製造 60 輛，運送到美國、日本、德國與新加坡。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-56 Mercedes Benz A Class F Cell

#### 規格表

公 司	Daimler AG	
車 型	Mercedes Benz A Class F Cell 燃料電池汽車	
生產年份	2002 年十月	
長寬高	3,785 × 1,720 × 1,610 mm	
性 能	最大速度	140 km / h (電子限速控制)
	行駛距離	160 km
馬 達	種 類	感應馬達
	最大輸出	65 kW
	最大扭力	210 N·m
燃料電池	種 類	固體高分子膜燃料電池
	最大輸出	72 kW
燃 料	種 類	壓縮氫氣 (壓力 350 bar)

### (5) GM HydroGen3

HydroGen3 燃料電池車為展示環境相容性、資源節省性與燃料電池動力系統的一個嶄新里程碑。整個燃料電池動力系統的安裝位置如同現有 Zafira 車種的引擎，此種組裝與技術創新使得 HydroGen3 更接近於準備生產的車種。從 2003 七月開始，FedEx 在東京地區使用此型車種進行為期一年的真實運貨環境測試，同時也在美國的華盛頓特區與加州，以及德國的柏林、韓國的漢城與中國的上海等地進行實車測試。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-57 GM HydroGen3

#### 規格表

公 司	通用汽車公司亞太地區分公司 (日本)	
車 型	HydroGen3，燃料電池汽車	
生產年份	2001 年十月	
長寬高	4,315 × 1,750 × 1,685 mm	
重 量	1,750 kg	
乘客數量	5 個乘客	
性 能	最大速度	160 km / h
	行駛距離	400 km
馬 達	最大功率	60 kW
	最大扭矩	215 N·m

馬達控制器		整流器
動力系統		前輪驅動
燃料電池	種 類	固體高分子膜燃料電池
	最大輸出	129 kW
燃 料	種 類	氫氣
	儲 存	液態氫氣
	容 量	68 L

### (6) HINO FCHV BUS

此為 Toyota 與 Hino 合作開發的燃料電池巴士，使用兩組 Toyota 的燃料電池組，並且將高壓儲氫瓶置於車頂，此種設計使得巴士具有優異的性能。巴士內部與傳統車種相同，因此在任何情況都非常容易使用；同時具有清潔與安靜的特性，對城市地區的環境非常有所助益。FCHV BUS 於 2003 年夏季開始在東京地區的公車路線進行示範運行。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-58 HINO FCHV BUS

規格表

公司	豐田汽車公司 日野車輛公司
車 型	氫能燃料電池巴士
長寬高	10515 x 2490 x 3360 mm
重 量	—
乘客數量	65 個乘客
最大速度	80 km / h
行駛距離	—
馬 達	交流同步馬達
馬達最大輸出	160 kW ( 80 kW )
馬達最大扭力	520 N·m ( 260 kg·m )
燃料電池種類	固體高分子膜燃料電池
燃料電池組輸出	90 kW
燃料電池組供應商	豐田汽車公司開發的燃料電池組
二次電池	鎳氫電池組
燃料種類	壓縮氫氣
燃料儲存	高壓儲氫瓶
燃料壓力	35 MPa

### (7) Suzuki MRwagon FCV

裝配 GM 燃料電池系統的迷你燃料電池車，不需搭配二次電池即有優異的性能。馬達延用 Suzuki 原有電動車的產品，同時與燃料電池組結合成一體。至於燃料則採用兩個高壓儲氫瓶，安裝於原有油箱的位置。此種設計使得小車可裝載四位乘客，同時擁有一個寬敞的後車廂。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-59 Suzuki MRwagon FCV

規格表

公 司		三菱汽車公司
車 型		MRwagon 燃料電池車
生產年份		2004 年十二月
長寬高		3,395 × 1,475 × 1,590 mm
乘客數量		4 個乘客
性 能	最大速度	110 km / h
	行駛距離	200 km
馬 達	最大功率	交流同步電動馬達
	最大扭矩	38 kW
	最大速度	130 N·m
燃料電池	種 類	固體高分子膜燃料電池 (GM 公司製造)
	最大輸出	50 kW
燃 料	種 類	壓縮氫氣

(8) Mazda RX - 8 Hydrogen RE

由於採用雙燃料引擎系統，RX - 8 Hydrogen RE 可使用高壓氫氣或汽油為燃料，因此在鄉野地區發生氫氣不足且找不到加氫站時，可先找傳統加油站解決燃料問題。此外，在使用氫氣燃料時，不但具有零 CO<sub>2</sub>

與零 NO<sub>x</sub> 排放的環境親合性效果，而且有駕馭內燃引擎的自然駕駛感覺。



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4-60 RX - 8 Hydrogen RE

規格表

公 司		馬自達汽車公司
車 型		Mazda RX - 8 Hydrogen RE
生產年份		2006 年二月
長寬高		4,435 × 1,770 × 1,340 mm
重 量		1,460 kg
乘客數量		4 個乘客
性 能	行駛距離	氫氣：100 km 汽油：549 km ( 10.15 模式 )
	種 類	RENESIS 燃氫迴轉式引擎，配備雙燃料系統
引 擎	最大功率	氫氣模式：80 kW ( 109 PS ) 汽油模式：154 kW ( 210 PS )
	最大扭力	氫氣模式：140 N·m ( 14.3 kg m ) 汽油模式：222 N·m ( 22.6 kg·m )
燃 料	種 類	氫氣與汽油切換系統
	儲 存	高純氫氣：110 L / 35 MPa 高壓儲氫瓶 汽油：61 L

### (9) Iwatani 燃料電池輪椅與代步車



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4- 61 燃料電池輪椅

#### 規格表

公 司	栗本鐵工所株式會社
車 型	燃料電池輪椅 I V
生產年份	2006 年二月
長寬高	1,040 × 600 × 940 mm
重 量	93 kg
動力系統	250 W 固體高分子膜燃料電池與 鋰電池組
控制系統	複合動力系統
燃料電池	24 V 250 W 固體高分子膜燃料電池組，空氣冷卻與外部加濕
最大速度	6 km / h
行駛距離	10 hours, 60 km，氫氣儲存量 190 g / 4 個金屬氫化物儲氫鋼瓶



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/e/jhfc/jhfc.html>

圖 4- 62 燃料電池輪椅

規格表

公 司	栗本鐵工所株式會社
車 型	燃料電池代步車，第二代
生產年份	May 2007
長寬高	1,190 × 660 × 1,060 mm
重 量	126 kg
動力系統	250 W 固體高分子膜燃料電池與鋰電池組
控制系統	複合動力系統
燃料電池	24 V 250 W 固體高分子膜燃料電池組，空氣冷卻與外部加濕
最大速度	6 km / h
行駛距離	10 hours, 60 km, 氫氣儲存量 190 g / 4 個金屬氫化物儲氫鋼瓶

3.加氫站

日本的加氫站全部合計共有 17 個，包括各種燃料與各種生產方式；在東京地區則有 12 個加氫站、其中一個為液態氫方式；其餘分布於中部與關西地區，則使用汽油、輕油、LPG、甲醇與天然氣等石化燃料的重組反應，或者是水電解，或者是煤碳氫化瓦斯的純化。這些加氫站係用來為燃料電池車或氫氣引擎加氫使用，詳列如下：

### (1) 關東地區

- JHFC Yokohama - Daikoku 加氫站；
- JHFC Yokohama - Asahi 加氫站；
- JHFC Senju 加氫站；
- JHFC Ariake 加氫站；
- JHFC Kawasaki 加氫站；
- JHFC Kasumigaseki 加氫站；
- JHFC Sagamihara 加氫站；
- JHFC Funabashi 加氫站；
- JHFC 液態氫生產技術發展與展示設施；
- JHFC Hadano 加氫站 ( 操作期間：FY 2004 ~ FY 2005 )；
- JHFC Yokohama-Tsurumi 加氫站 ( 操作期間：FY 2002 ~ FY 2006 )；
- Ichihara 加氫站 ( 轉移自 JHFC Hadano 加氫站 )。

### (2) 中部地區

- JHFC Centrair 加氫站 ( 轉移自 JHFC EXPO 2005 加氫站 )；
- JHFC EXPO 2005 加氫站 ( 操作期間：2005 年三月 ~ 2005 年九月 )；
- JHFC EXPO 2005 加氫站 ( 操作期間：2005 年三月 ~ 2005 年九月 )。

### (3) 關西地區

- JHFC 大阪加氫站；
- JHFC 關西機場加氫站。

## 4. 累積計量 (自 2002 年 12 月至 2008 年 12 月)

- 充填次數：16,969 次。
- 充填數量：42,658 kg。

## 5. 技術說明

以橫濱的加氫站為例說明，該站係由 Cosmo 石油株式會社建造，採用脫硫汽油為原料，經過蒸汽重組製程，再進行後續純化處理，以獲得高純度氫氣，加壓後即可供燃料電池車加氫使用，製程說明如圖 4-61 所示。



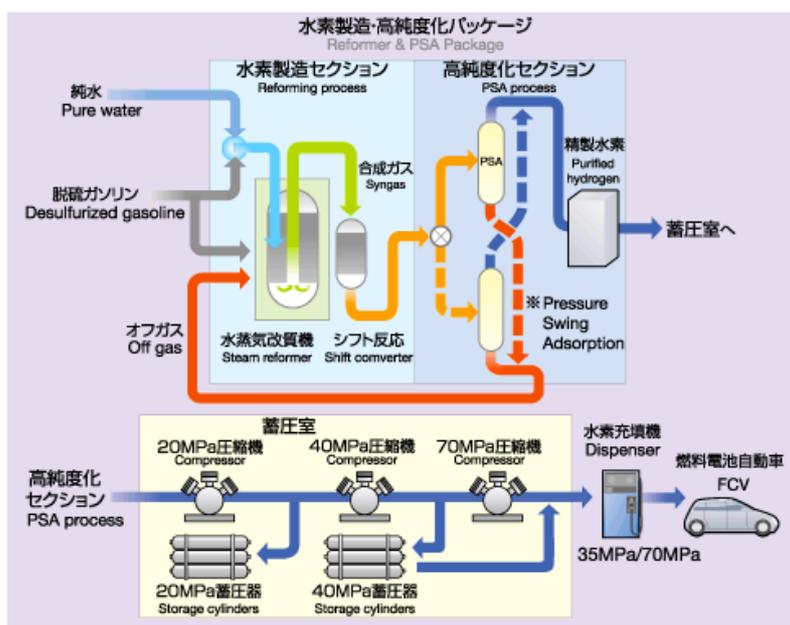
資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/station/kanto/daikoku.html>

圖 4-63 橫濱加氫站

### 規格說明

廠 商	Cosmo 石油株式會社
原 料	脫硫汽油
製造方式	水蒸汽重組反應
製造能力	2.7 kg / 30 Nm <sup>3</sup> / h (乘用車 1 輛份，約 60 分鐘製造時間)
蓄氣設備	40 MPa · 20 MPa
氫氣純度	99.99 % 以上 (對燃料電池有害的 CO 濃度 1 ppm 以下)
充填能力	35 MPa · 70 MPa，可連續充填 3 輛車
特 徵	<ul style="list-style-type: none"><li>● 氫氣製造裝置的小型化・模組化。</li><li>● 自動控制運轉。(氫氣製造裝置・蓄壓裝置)</li><li>● 採用高效率燃燒器。(蓄熱式燃燒器)</li></ul>
所 在 地	230-0053 神奈川縣橫濱市鶴見區大黒町 9-1

## 製程說明



資料來源：The JHFC Organization, JHFC Official Website,  
<http://www.jhfc.jp/station/kanto/daikoku.html>

圖 4-64 橫濱加氫站氫氣生產與加氫製程

### 4.5.3 歐盟燃料電池車輛實證

歐盟是由許多國家組成的一個組織，成員複雜自然容易導致意見分歧，因此並沒有出現像美國的加州燃料電池夥伴聯盟，以及日本的氫能與燃料電池展示計畫及氫能燃料電池園區一樣的統一集中型組織，而是演變成許多地區性的示範運行計畫。歐盟對於許多示範運行計畫大多會提供部分經費的支持，其中少數較大型或較重要的計畫才會提供較高額度的補助經費，因此這些計畫都需要各地區或各國政府的補助，以及民營廠商的相對投入，才能按照計畫進行。

歐盟開發與推廣燃料電池車輛的願景為 2020 年時，燃料電池車輛的年產量能達到 40 – 180 萬輛，累積車輛總數達到 100 – 500 萬輛，至於燃料電池系統的成本可降至 100 歐元 / kW（假設工廠產能為每年 15 萬輛）。

#### 1. 整體歐洲情況

由於整個歐洲各地區的燃料電池車輛示範運行計畫太多，因此歐盟

特別成立 HYLIGHTS 計畫，負責收集與整理相關運行數據與結果，而且專案設立一個報導全球燃料電池車輛式販運情況的 H2MOVES.EU 網站 (<http://www.h2moves.eu>)，除歐洲外，還包括美國、日本、加拿大（準備建立一條氫能公路）與韓國（現有 10 個加氫站）四個地區。

根據此網站的資料，歐洲目前進行的各種燃料電池車輛示範運行計畫大約共計有 19 個，大部分都是歐盟贊助的計畫，同時每個計畫都是需要各國政府與民營廠商的大量配合款，因此都是結合官方與民間的資源共同合作的成果。這些示範運行計畫分佈在歐洲各地區，詳見圖 4-62。



資料來源：<http://www.h2moves.eu/syspic/map.jpg>

圖 4-65 歐洲燃料電池示範運行計畫分佈情形

目前歐盟立案與資助的燃料電池車輛示範運行計畫，已經經過高度整合與協調，可分為下列三種：

- HYFLEET 計畫（氫能巴士示範運行計畫，2006 — 2009 年，承續早期的 CUTE 燃料電池巴士示範運行計畫）；
- ZERO REGIO 計畫（氫能汽車示範運行計畫，2004 — 2009 年）；
- HyCHAIN 計畫（小型燃料電池車輛示範運行計畫，2006 — 2011 年）。

預估會有 200 輛各種燃料電池車輛參與這些計畫，推行的經費需求共計約為一億歐元，其中歐盟執委會大致負擔一半的經費，各國政府與

民營公司需要自籌其餘的費用。



資料來源：[http://hyfleetcute.com/data/1\\_Borthwick\\_EU\\_Strategy.Pdf](http://hyfleetcute.com/data/1_Borthwick_EU_Strategy.Pdf)

圖 4-66 歐盟的燃料電池車輛示範運行計畫

## 2. CUTE (燃料電池巴士示範運行計畫，2003 — 2006 年)

歐盟在 2003 年開始推動一項為期三年的歐洲城市清潔運輸計畫 CUTE (Clean City Transport Europe Project)，目的在支持賓士車廠的燃料電池巴士示範運行。賓士的燃料電池巴士型號為 Citaro，採用低底盤車型，長度 12 公尺，可搭載 70 個乘客；同時搭配 200 kW 燃料電池組，車頂裝載 8 個高壓儲氫瓶，最高速度為每小時 80 公里，行駛里程約為 250 公里，價格為 120 萬美元，但是包括兩年的服務費用。從 2003 年起，阿姆斯特丹、巴塞隆納、漢堡、倫敦、盧森堡、馬德里、波爾圖、斯德哥爾摩和斯圖加特等 9 個歐洲城市先後參加此項行駛試驗，每個城市 3 輛，總共 27 輛。當時參加的城市必須自行建造加氫站，但是可以獲得歐盟的部分補助。

在計畫進行的三年期間，27 輛燃料電池巴士累計行程超過 100 萬公里，運送旅客超過 400 萬人次；至於 9 個城市的加氫站總共生產 192 噸氫氣，其中 100 噸氫氣的生產原料是可再生能源，確保巴士能及時與安全的補充燃料。根據計畫結束後的結果與檢討，此種燃料電池巴士的可用率約為 90%，燃料電池組的使用壽命大多無法超過 3,000 小時，因

此巴士的壽命只有二到三年，同時價格太高也是需要繼續研發與解決的課題。然而隨著示範運行工作的不斷進展，可靠性不斷提高，耗氫量下降，百公里事故和故障次數不斷減少，顯示燃料電池巴士仍有可期待的未來。

歐盟委員會在 2006 年五月於布魯塞爾公佈燃料電池巴士示範運行計畫的成功經驗，並同時宣佈在全歐盟範圍內進一步推廣此種環保型汽車，希望在三年內推廣至 200 輛。



資料來源：HYFLEET Official Website

<http://www.Global-hydrogen-bus-platform.com/About/History/CUTE>

圖 4-67 賓士車廠的 Citaro 燃料電池巴士

### 3. HYFLEET（氫能巴士示範運行計畫，2006 — 2009 年）

歐盟於 2006 年 1 月成立 HYFLEET 計畫，繼續推動燃料電池巴士的示範運行，但同時也增加氫能引擎巴士的項目。此項計畫係整合或延續下列三項先前歐盟推動的燃料電池巴士計畫：

- CUTE（歐盟原有的 27 輛燃料電池巴士示範運行計畫，執行期間為 2003 年至 2006 年）；
- ECTOS（Ecological City TranspOrt System Project，在冰島雷克雅未克推動的 3 輛 Citaro 燃料電池巴士示範運行計畫，從 2000 年開始推動）；
- STEP（Sustainable Transport Energy Project，在澳洲柏斯推動的 3 輛 Citaro 燃料電池巴士示範運行計畫，執行期間為 2004 年至 2006

年)。

該計畫係在阿姆斯特丹、巴塞隆納、漢堡、倫敦、盧森堡、馬德里、雷克雅未克（冰島）、北京（中國）和柏斯（澳洲）等三大洲與 9 個城市進行 33 輛賓士車廠燃料電池巴士的示範運行，同時在德國柏林進行 14 輛 MAN 車廠氫能引擎巴士的示範運行。根據 2008 年三月的運行數據分析結果，燃料電池巴士的行駛總里程超過 2 百萬公里，平均可用率為 92.6%；至於氫能引擎巴士的行駛總里程超過 18 萬公里，平均可用率為 92.8%。

HYFLEET 計畫也進行技術開發的工作，包括新一代的燃料電池巴士與氫能引擎巴士，以及新一代的大型加氫站。在燃料電池巴士技術開發方面，目標為降低燃料耗量、重量、成本與噪音，並且增加信賴度、可用率與行駛里程，包括下列項目：

- 使用能量密度更高的燃料電池組；
- 使用輪轂式馬達；
- 使用電力型動力補助系統；
- 使用壓力更高的氫氣儲槽，壓力從 350 bar 增加至 700 bar。

在氫能引擎巴士技術開發方面，第一代巴士使用現有的 150 kW 氫氣引擎，第二代則使用新開發的 200 kW 渦輪增壓式氫氣引擎。在加氫站技術開發方面，除開發提高信賴度與可用率的清氣壓縮機，以及改進已往充氫無法充飽的問題外，並在柏林設置一個新的加氫站，具有下列的特點：

- 全球最大的加氫站，一個加氫站即可實際供應大量的燃料電池與氫能引擎汽車與巴士使用。
- 使用離子液體技術（Ionic Liquid）壓縮氣態氫氣，每天可對 14 輛氫能引擎巴士進行加氫作業，同時此站系設計最終每天可對 20 輛氫能巴士或 200 輛氫能汽車進行加氫作業。
- 配置兩組 5 kW 熱電共生型燃料電池發電機組，可利用剩餘氫氣與液態氫儲槽蒸發逸出的氫氣，產生電力與暖氣直接供加氫站使

用，且可聯網輸出電力。

此加氫站位於柏林市區的 Heerstraße，屬於 TOTAL 公司經營，原使用液態氫氣化後再壓縮的方式進行加氫作業。於 2006 年增設一個產能 100 Nm<sup>3</sup> / h 的 LPG 重組器，每天可提供 7 輛氫能巴士加氫燃料需求，再配合原有液態氫系統的容量與改換新的氫氣壓縮機，可增加至 14 輛氫能巴士。由於改用離子壓縮泵，容量可從原有的 240 Nm<sup>3</sup> / h 提升至 540 Nm<sup>3</sup> / h，而且未來壓縮後壓力可從 450 bar 提升至 700 bar，因此未來作業能力可再增加至 20 輛氫能巴士。加氫站中有四組加氫機，兩組可加液態氫系統的氫氣，另兩組為重組製氫的氫氣；其中兩組供 HYFLEET 的氫能巴士使用，另兩組則開放給其他用戶。



資料來源：HYFLEET Official Website

[http://www.Global-hydrogen-bus-platform.com/data/Image/BerlinFleet/MABE\\_271006\\_068\\_compressed.jpg](http://www.Global-hydrogen-bus-platform.com/data/Image/BerlinFleet/MABE_271006_068_compressed.jpg)

圖 4- 68 TOTAL 公司設於柏林 Heerstraße 的加氫站與 MAN 公司的氫能引擎巴士

#### 4.ZERO REGIO 計畫(氫能汽車示範運行計畫，2004 — 2009 年)

本項計畫於 2004 年開始，預計為期兩年，目標為進行燃料電池汽車的示範運行。第一期為兩年，主要係在德國與義大利建立兩個加氫站，第二期為期三年，進行燃料電池汽車的運行與檢討。參與本項計畫的機構與廠商共有四個國家與 16 個成員，並成立 10 個工作小組分工推動，詳見表 4-30。

表 4-30 ZERO REGIO 計畫工作小組與分工

工作小組	工作項目	承擔公司
WP 1	氫氣運輸周邊系統	Infraserv
WP 2	傳統型加氫站	AgipD/Eni
WP 3	現場型氫氣生產	Eni
WP 4	充氫機與機組整合	Sapio
WP 5	示範運行車隊準備與管理	DC/CRF
WP 6	數據收集與評估	RC, Ispra
WP 7	社會與經濟評估	ULund
WP 8	安全與法規	TÜVHes
WP 9	結果整理與分發宣導	Infraserv
WP 10	整體與區域管理	Infraserv

資料來源：ZERO REGIO 計畫官方網站

<http://www.zeroregio.com/upload/logos/pdf.jpg>

第一個加氫站位於德國法蘭克福附近的 Rhein — Main 地區，佔地 4,062 m<sup>2</sup>，2006 年十一月開始營業，屬於 Agip 公司經營。本加氫站使用 Hoechst 化學工場的廢氫尾氣，純化後輸送至加氫站，再儲存於 10,000 公升的液態氫儲槽。本站設有四個加氫機，同時可供四輛燃料電池汽車加氫。燃料種類包括 350 bar、700 bar 與液態氫三種。700 bar 的氫氣必須使用兩組壓縮機串聯操作，以達到 850 bar 的壓力，一輛燃料電池汽車的加氫操作時間約為 3.5 分鐘，與汽油引擎車加油時間類似。此外，本站裝設面積 78 m<sup>2</sup> 的太陽光電模組，可產生 8 kW 的電力。

另一個加氫站位於義大利的 Lombardia 地區，佔地 17,000 m<sup>2</sup>，2007 年五月開始營業。本加氫站利用現場型重組設備製造氫氣，並且設置緩衝氫氣儲槽，可供應 350 bar 的高壓氫加氫作業。



資料來源：ZERO REGIO 計畫官方網站  
<http://www.zeroregio.com/upload/logos/pdf.Jpg>  
圖 4-69 德國法蘭克福附近加氫展與餐與示範運行的燃料電池汽車

參與示範運行的車隊有兩組，在德國的部分為賓士車廠的五輛 F-Cell 燃料電池汽車，其中四輛使用 350 bar 的高壓儲氫瓶，行駛里程為 160 公里；一輛使用 700 bar 的高壓儲氫瓶，行駛里程為 250 公里。Hoechst 公司屬下的 Infracore 子公司負責燃料電池汽車的運行與初期保養，主要運行於法蘭克福機場與 Hoechst 工業園區之間。

在義大利方面，使用飛雅特車廠製造的三輛燃料電池汽車 Panda，裝配 Nuvera 公司的 70 kW 高分子薄膜電解質燃料電池組，加速性能為 7 秒內達到 50 km/h，最高速度為 80 km/h，使用 350 bar 的高壓儲氫瓶，行駛里程為 250 公里。至於燃料電池汽車 Panda 的示範運行地點，則選定 Mantova 的市區與郊區一帶。



資料來源：ZERO REGIO 計畫官方網站  
<http://www.zeroregio.com/upload/logos/pdf.Jpg>  
圖 4-70 義大利飛雅特車廠的青能燃料電池池汽車 Panda

## 5. HyCHAIN 計畫（小型燃料電池車輛示範運行計畫，2006 — 2011 年）

HyCHAIN 計畫成立於 2006 年 1 月，由歐盟執委會與歐洲民間企業共同合作，推廣使用以氫氣為燃料的小型交通載具。本項計畫為期五年，總經費預計為 3,765 萬歐元，其中歐盟負擔 1,700 萬歐元，其餘由各國政府與參與廠商共同分攤。計畫分為兩個段，第一階段至 2008 年八月為止，主要由參與廠商進行研發功能與實用性強的小型氫能燃料電池車輛、建設燃料周邊工程，以及申請各種許可認證；第二階段從 2008 年九月開始，在德、法、西、義各地區進行示範運行與檢討，運行地區包括德國的 North Rhine Westphalia、法國的 Rhône — Alpes、義大利的 Modena、西班牙的 Soria 及 Leon 等城市。

目前計有 24 家歐洲企業參與，由法國 Air Liquide 公司負責計畫整合工作，2008 年底將啟用預計為數 158 輛的小型氫能燃料電池車輛，做為郵政、清潔市容、巡邏、運送、休閒與輪椅等專用車，其中包含三輪車 40 輛、輪椅 34 輛、輕型機車 30 輛、小型工程車 44 輛與小型公車 10 輛，以及設置儲氫罐交換專用的自動販賣機。運轉過程中預計將會使用超過 2,000 個可重複使用的儲氫罐，容積分為 2 公升（700 bar）與 20 公升（350 bar）兩種，相關的充填、管理與安全等作業將是一項挑戰。

各地政府需要配合所有必要措施，包括興建氫氣供應站、培訓駕駛員與技術維修員，以及發放相關證照與執行安全管理等。HyCHAIN 計畫將會有助於一般民眾瞭解氫氣與燃料電池車輛的使用方法與安全性，並可促使相關法令與標準的制定與推動。在示範運行的期間，也可吸引更多企業發現氫能的潛力與商機，加速氫能與燃料電池的商業化進展。此外，歐盟預估至 2015 年，此種交通工具的銷售量將可達到 180 萬輛。

此項計畫所使用的小型燃料電池車輛種類較多，包括三輪車、輪椅、輕型機車、小型工程車與小型公車，分別說明如下：

- 貨運用三輪車：德國 Hawk Bikes 公司製造，德國 Masterflex 公司

提供 250 W 燃料電池組，法國 Air Liquide 公司提供容積 2 公升／壓力 700 bar 的高壓儲氫罐，德國 Masterflex 公司提供電控整合系統。

- 電動輪椅：德國 Meyra 公司製造，法國 Axane 公司提供 500 W 燃料電池組，法國 Air Liquide 公司提供容積 2 公升／壓力 700 bar 的高壓儲氫罐，西班牙 Besel 公司提供電控整合系統。
- 輕型機車：西班牙 Derbi 公司製造，瑞士 MES — DEA 公司提供 1 kW 燃料電池組，法國 Air Liquide 公司提供兩個容積 2 公升／壓力 700 bar 的高壓儲氫罐，西班牙 Besel 公司提供電控整合系統。
- 小型工程車：義大利 VEM 公司製造，法國 Axane 公司提供 3 kW 燃料電池組，法國 Air Liquide 公司提供四個容積 20 公升／壓力 300 bar 的高壓儲氫罐，義大利 Besel 公司自製電控整合系統。
- 小型公車：義大利 Tecnobus 公司製造，德國 Enkat 公司提供 10 kW 燃料電池組，德國 Dynetek 公司提供容積 150 公升／壓力 350 bar 的高壓儲氫瓶，德國 Enkat 公司提供電控整合系統。

按照原訂的計畫期程，此項計畫的開發階段應於 2008 年八月結束，製造廠商應將燃料電池車輛交給使用者，並且在選定地區開始示範運行，然而遲至 2009 年的五月，製造廠商與周邊系統搭配廠商尚未準備完成，顯然仍需一些時間才可使整個計畫進入示範運行的第二階段。



資料來源：<http://www.hychain.org/>

圖 4-71 HyCHAIN 預備展示的小型燃料電池車輛與儲氫罐交換機

#### 4.5.4 中國氫能燃料電池車輛實證

中國氫能燃料電池車輛開發始於 1990 年末期，1998 年北京清華大學團隊開始展示一輛燃料電池高爾夫離型車，同年曾在加拿大巴勒德燃料電池公司工作的胡里清博士回到上海，創辦神力科技公司，積極發展燃料電組技術與產品，因此拉開中國燃料電池車輛開發的序幕。

2001 年，曾在德國奧迪汽車公司任職 10 年的萬鋼博士，回到母校上海同濟大學主持新能源汽車工程中心，獲得中央科技部的高度支持，也為中國的燃料電池車輛發展注入真正的動力，加上上海與北京許多科研機構與產業界經年的努力，終於經由 2008 年北京奧運期間的燃料電池車隊展示，開始獲得全球的重視。

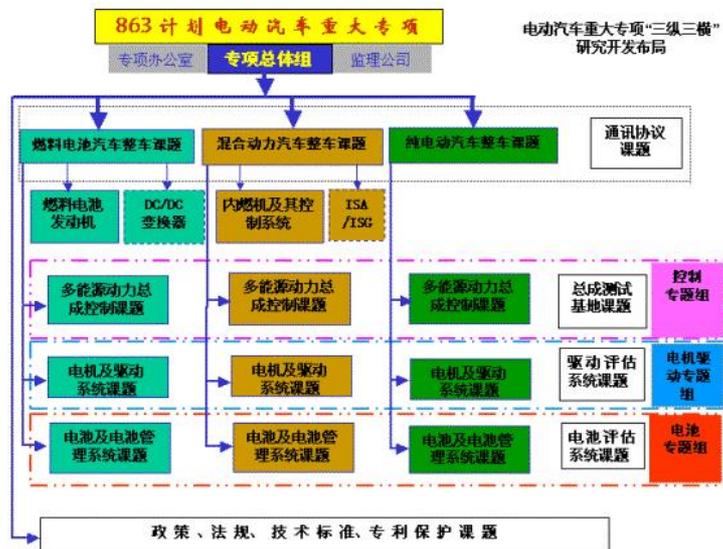
如今中國的燃料電池汽車已經加入加州燃料電池夥伴聯盟的示範運行車隊，2010 年上海世博會也將規劃燃料電池服務車隊。奧運結束之後，中國科技部推動「十城千輛計畫」，決定連續三年在 10 個城市試運行千輛新能源車的大規模示範運行，其中包括燃料電池車輛的運行車隊。雖然目前燃料電池車輛的造價高昂，必須靠政府的大量補助才能生存，但是中國政府藉著一波又一波的積極推動政策，試圖逐漸邁向商業化的道路。

##### 1. 燃料電池車輛研發

1998 年，清華大學和北京理工大學聯合研製一輛以大眾的高爾夫車種為原型的燃料電池汽車，該車由 5 kW 的燃料電池系統為動力。2000 年，上海神力科技公司開發出「氫動力一號」燃料電池遊覽車；2001 年，北京綠能公司與清華大學以及北京工業學院合作，研發燃料電池動力的計程車、客車和 12 個座位的小型巴士；同時上汽集團與通用汽車中國分公司合作建立上海泛亞汽車技術中心，以別克 GL8 為原型，採用通用汽車的燃料電池發動機，推出一輛名為鳳凰的燃料電池汽車，這一連串的努力象徵中國開始踏入研發燃料電池汽車之路。

在節能環保的背景下，電動汽車成為中國汽車工業的優先發展對象。十五期間（2001 至 2005 年），中國科技部設立電動汽車重大科技專

項，宣佈投入開發經費人民幣 8.8 億元，並且確定「三縱三橫」的研發佈局，如圖 4-69。以燃料電池汽車、混合動力電動汽車、純電動汽車三種車型為「三縱」，多能源動力總成控制系統、驅動電機及其控制系統、動力蓄電池及其管理系統三種共性技術為「三橫」。同時，根據汽車研發和產業化規律，整車研發以整車牽頭，關鍵零部件緊密配合，政策、法規、技術標準同步研究，基礎設施協調發展。由於獲得國家政策的強力支持，中國的燃料電池車輛研發規模與表現，開始呈現快速成長的局面。



資料來源：<http://www.istis.sh.cn/updata/editor/UploadFile/200512117477180.jpg>

圖 4-72 中國電動汽車研發佈局，三縱三橫架構

2002 年至 2005 年間，863 電動車重大專項啟動後，中國燃料電池汽車的研發不再停留在原理驗證，而是逐漸趨向實用化、產品化。在分工方面，由北京清華大學領銜開發燃料電池巴士，而上海同濟大學則領導研發燃料電池轎車。至 2005 年 12 月為止，在 863 計畫的長期支持下，以清華大學新能源工程中心為總體組，完成三代燃料電池城市客車的的研究開發，推出「清能一號」、「清能二號」與「清能三號」；同時，同濟大學與上海汽車集團聯合，先後推出燃料電池混合動力轎車「超越一號」、「超越二號」與「超越三號」。

2002 年 10 月清華第二代燃料電池大巴開始駛出實驗室，2003 年 7 月同濟大學的燃料電池轎車「超越一號」也研製成功；兩車分別配備上海神力科技有限公司研製的 60 kW 燃料電池大巴發動機和 33 kW 燃料電池轎車發動機；時速分別超過 60 km / h 和 100 km / h。



資料來源：<http://www.sinohytec.com/UploadFiles/Image/che.jpg>

圖 4-73 清能一號燃料電池城市客車

2004 年 5 月，清華大學燃料電池城市客車 B 型樣車研製成功，120 kW 的功率，80 km / h 的速度；相同時間，同濟大學超越二號燃料電池轎車也公開發表，燃料電池發動機的重量由超越一號的 426 公斤降低到 360 公斤，功率卻提升 7 kW；零到百公里的加速時間由原來的 40 多秒提升到 26.7 秒，已經逐漸具有實際應用的傾向。此後幾乎所有的超越系列燃料電池轎車和清能系列燃料電池大巴，都採用上海神力科技公司提供的燃料電池發動機。

2004 年 8 月武漢理工大學與東風汽車公司聯手，成功研製出以 25 kW 氫燃料電池做為動力的轎車「楚天一號」，因此武漢也加入北京與上海的燃料電池車輛開發行列。同年 10 月，全球清潔汽車「必比登挑戰賽」在上海嘉定的國際賽車場舉行，清華大學的燃料電池城市客車與同濟大學的燃料電池轎車超越二號參加各項測試和比賽，同時上海神力科技公司自行研製的兩輛燃料電池遊覽車則做為賽場工作車輛，接送參賽的專家與貴賓。

2005 年 8 月同濟大學發表「超越三號」燃料電池轎車，搭載的汽車外殼包括上汽集團自主開發設計的 MPV、奇瑞東方之子和桑塔納 3000 型。超越三號的最高時速可達到 120 公里以上，充氫一次的後大行駛里程超過 200 公里，車體重量減輕 30 – 50 公斤。2006 年 12 月同濟大學接著展示「超越四號」燃料電池轎車，型號稱為「榮威」，由同濟大學聯合上汽等單位共同研製，最高時速達 150 公里／小時，百公里加速時間從之前的 19 秒提高到 15 秒，加一次氫氣可以持續行駛 300 公里。



資料來源：氣車學院的新能源車發展之路，同車行，2007 年六月號，.p.19-21

**圖 4-74 同濟大學開發的超越四號燃料電池車「榮威」**

從 2005 年開始，中國的燃料電池車輛開始陸續走出實驗室，接受現實環境的考驗。以清能系列為例，自從 2005 年 8 月開始示範運行，截至 2006 年 5 月 24 日為止，清能一號單車行駛里程已經超過 25,000 公里，燃料電池發動機等關鍵組件依舊正常工作。同樣的事情也發生在超越三號身上，10 輛超越三號燃料電池轎車的總行駛里程超過 50,000 公里，其中一輛當時已突破 15,000 公里。

2006 年 4 月，上海神力、蘇州創元集團、上海交大和蘇州金龍汽車公司聯合研製的燃料電池大巴「創新一號」公開亮相，此係在金龍新型高檔城市客車的基礎上，使用燃料電池發動機做為驅動的動力。創新一號的額定功率達到 100 kW，最高時速可達 90 公里；在車頂上裝配 9 個高壓儲氫罐，最大的行駛里程超過 300 公里，可以承載 35 名乘客。

2007年8月神力科技公司發表新一代燃料電池城市客車「神力一號」，以柴油發動機城市客車原有底盤、結構為基礎，儘量減少車體外形的改造，達到整個燃料電池動力系統的合理佈局，以最少的改變做到安裝方便、結構緊湊、重量分配均衡的要求。該車採用燃料電池與蓄電裝置直接並聯技術，降低動力系統的成本；同時加裝運行監控與動態控制系統，提高整車的可靠度、穩定性與安全性，其性能詳見表4-31。

表 4-31 神力科技公司神力一號燃料電池大巴的技術參數

性能	最大速度 (km/h) : $\geq 85$
	加速度 (0 - 50 km/h) : $< 21s$
	一次加氫行駛里程 (km) : $\geq 300$
	爬坡能力 : $\geq 20\%$
操作環境	工作溫度 : $0 - 55^{\circ}C$
	相對濕度 : $0 - 95\%$
	工作壓力 : 低壓
物理特性	長寬高 (mm) : $11,480 \times 2,496 \times 3,600$
	軸距 (mm) : $5,700$
	最大總重量 (kg) : $16,500$
	外部噪音 (dB) : $< 80$
	內部噪音 (dB) : $< 73$
	座位數 (個) : $36 + 1$
動力系統	最大乘員數 (人) : $55$
	燃料電池發動機 : 神力科技公司製造
	燃料電池發動機功率 (kW) : $100$
	儲氫量 (L) : $990$
	儲氫罐數量 (只) : $9$
	排放 : 零排放

資料來源 ; <http://www.sl-power.com/slyh.html>



資料來源：<http://www.sl-power.com/images/pic3.jpg>

圖 4-75 神力科技公司的燃料電池巴士「神力一號」

2008 年 3 月「神力二號」燃料電池城市客車參加上海客車展覽會，與神力一號相比，具有更強的一體式整體設計，將原本的后置式發動機改為頂置式，發揮節省空間與加強安全性的效益。此外，神力二號是完全按照歐洲標準製造的超低底盤無障礙城市客車，主要訴求針對歐洲市場。

神力科技公司除燃料電池轎車與巴士之外，也開發燃料電池堆高機，首台原型樣車在 2007 年中國國際氫能與燃料電池投資貿易展覽會開始展示。此型堆高機使用容量 10 kW 的燃料電池組，配合蓄電池的最大輸出功率為 20 kW，其性能詳見表 4-32。

表 4-32 神力科技公司燃料電池堆高機的技术參數

結構	動力系統：燃料電池與蓄電池複合動力系統
性能	燃料電池淨輸出功率：10 kW
	系統最大輸出功率：20 kW
	輸出電壓：36 V (48 V)
	燃料電池輸出電流：0~200 A
	運行時間：4 ~ 6 hours
	充氫時間：2 ~ 5 分鐘 (350 Bar)
	儲氫量：1.3 kg (350 Bar)
操作環境	能量轉化效率：> 50 %
	工作溫度：60°C ~ 70°C
	環境溫度：0°C ~ 40°C
物理特性	工作壓力：低壓
	長寬高 (mm)：998 * 445 * 770
	輔助蓄電池規格：12 V，20 AH，9 個

	重量： 247 kg ( 其中蓄電池 95 kg )
排 放	零排放
噪 音	≤ 60 dB
燃 料	燃料類型： 氣態氫
	儲存方式： 高壓鋁內膽、碳纖維纏繞、環氧樹脂浸漬的儲氫罐
	燃料儲存容量： 1.25 kg ( 350 Bar , 50 L )
控制系統	CAN 匯流排通訊
冷卻系統	水冷系統

2007 年與 2008 年間，整個中國燃料電池車輛的研發機構與產業公司都在全力準備與執行北京奧運燃料電池車隊的工作。奧運結束以後，參與活動的一批燃料電池轎車在完成任務之後，於 2009 年 2 月運至加州，加入加州燃料電池夥伴聯盟的示範運行。

奧運之後，中國科技部立即著手推動「十城千輛計畫」，預備連續三年在 10 個城市試運行千輛新能源車的大規模示範運行；全國有 13 個城市進行申報，上海、重慶、深圳、武漢、株洲及大連等六個城市首批入圍。2009 年 4 月，國家 863 計畫節能與新能源汽車重大專案辦公室在天津主辦「整車與關鍵零部件技術對接研討會」，為電動汽車整車和零組件的所有參與企業提供一個充分交流的平台，試圖為相關電池和電機產品的標準化奠定基礎，以便進行初期商業化的努力。

## 2. 北京氫能示範園（北京燃料電池巴士示範計畫）

全球環境基金會 (GEF) 根據可持續交通方面的計畫，支持燃料電池汽車在發展中國家的發展和應用，決定選擇中國，巴西、埃及、印度和墨西哥五個國家進行燃料電池巴士的示範運行。其中，「中國燃料電池商業化示範計畫」是中國政府、全球環境基金會和聯合國開發計畫署 (UNDP) 共同支持的專案，由中國科技部、北京市、上海市共同組織實施。

本項計畫的目的是為了降低燃料電池公共汽車的成本，借助在北京和上海兩市同時進行的燃料電池公共汽車和供氫設施的示範運行，加快技術轉化。本項專案是 GEF 燃料電池汽車發展戰略的重要組成部分，本專案的遠期目標是在中國城市廣泛使用燃料電池車輛，減少空氣污染

和溫室氣體排放。通過 GEF 資助燃料電池汽車項目的實施，以及與已開發國家燃料電池汽車專案的合作，預計在不遠的將來，燃料電池公共汽車的成本將會降低，形成價格競爭力，並在發展中國家的大城市使用。

本項專案於 2003 年 3 月在北京啟動，設立三個近期目標（<http://www.chinafc.org/chinafc/index.htm>）：

- 確定燃料電池汽車及其供氫基礎設施在中國商業化的可行性，積累燃料電池公共汽車相關經驗和知識；
- 建立有關燃料電池公共汽車使用的技術、運行、管理和規劃能力；
- 增加中國公眾對燃料電池汽車的瞭解，並制定燃料電池公共汽車商業化的發展戰略。

第一個目標將通過 12 輛燃料電池公共汽車在北京和上海四年的示範運行來實現。在北京和上海同時示範，是為將來在中國更大規模的燃料電池公共汽車的推廣應用創造機會。在專案實施中，將建立專案實施評估指南、資料分析和收集系統，向社會各界發佈資訊，並以簡報和報告形式，與其他國家實施的類似專案交流資訊。本專案重點放在根據燃料電池車的運行，分析其生命週期的成本。

第二個目標將通過一系列的培訓和考察活動來實現。在項目實施中，要在北京、上海兩個城市的公交系統內部培訓一批管理人員、技術人員和操作人員；創建技工和操作人員培訓課程，並進行資格認證；開展國際公交規劃和政策考察，研究鼓勵燃料電池公共汽車商業化的政策、計畫和機制。

第三個目標將通過各種培訓、研討和宣傳活動來實現。在專案實施中，將組織由政策制定者、商界領導、投資者、媒體和其他關鍵人員參加的探討會；項目實施進展將通過國內外會議、網站、簡報和新聞發佈等形式發佈，增進社會公眾的瞭解。

本專案執行期限預計為五年，分兩期執行。項目總經費 3,236 萬美元，其中，GEF 投入 1,158 萬美元，UNDP 投入 40 萬美元，科技部投入 620 萬美元，北京市投入 400 萬美元，上海投入 438 萬美元，其他投入

580 萬美元。第一期計畫的時間約一年半，主要工作為收集最新的燃料電池汽車技術、供氫系統和設備供應商的資訊，並對相關技術和供應商進行考察；研究制定北京市、上海市所要採購的燃料電池公共汽車及供氫基礎設施的系統技術參數和標書檔，並選擇供應商；安裝供氫設施，購買和交付第一批燃料電池公共汽車並準備運行。

第二期計畫將在整個專案的後四年執行，主要工作為示範運行第一批採購的 6 輛燃料電池公共汽車及其供氫設施，進行系統資料的採集、記錄和分析；購買和交付第二批燃料電池公共汽車並示範運行，然後再度完成系統資料的採集、記錄和分析。

2003 年 12 月，GEF/UNDP 中國燃料電池公共汽車商業化示範專案所需三輛燃料電池巴士進行公開招標，2004 年 3 月正式開標，同年 5 月中國科技部與戴姆勒－克萊斯勒公司正式簽署燃料電池巴士採購合同，當時三輛巴士的採購價格為 540 萬美元，進口後交由北京公交公司負責操作、管理與運行。此外，2004 年 8 月，北京加氫站的建設決定由英國 BP、清能華通公司和同方公司合作，並由清能華通公司總責成。



資料來源：[http://www.chinafcbl.org/chinafcbl/rootimages/2007/04/03/050907ys\\_01.jpg](http://www.chinafcbl.org/chinafcbl/rootimages/2007/04/03/050907ys_01.jpg)

**圖 4-76 北京示範運行所用的三輛燃料電池巴士**

2005 年 9 月三輛燃料電池巴士到達天津港，再轉運至北京公交公司的永豐站，此時戴姆勒－克萊斯勒公司和加拿大巴勒德公司的售後服務工程師也已進駐北京，負責永豐站燃料電池巴士的日常車輛維護，同

時專用停車庫和維修車間也在同年 10 月完成。

北京加氫站主要為參加示範運行的燃料電池車輛提供氫氣加注服務，占地面積約為 3,900 m<sup>2</sup>，分成兩期建設，其中第一期主要完成外供氫和氫氣加注部分，第二期則為完成天然氣重組製氫部分。第一期使用的外購氫氣由美國空氣化工產品公司 (APCI) 提供，該公司也負責北京加氫示範站的運營管理。當時加氫站關鍵設備的價值不低，例如高壓氫氣儲罐、加氫機等都是從美國進口，硬體設備就達到人民幣千萬元，一個氫氣長管拖車就價值三至四百萬元。

2006 年 11 月，北京清能華通公司和 BP 公司在北京氫能示範園舉行儀式，慶祝加氫站投入營運。北京新能源交通示範園位於北京中關村科技園區永豐高新技術產業基地，是中國第一座以新能源交通為主題的示範園區。示範園區占地 1.3 萬平方米，由新能源交通產業創新中心、加氫示範站和燃料電池巴士車庫和維修站組成；旨在通過示範和運行新能源汽車，累積氫能基礎設施的實際資料和經驗，同時有助於提高公眾對新能源以及氫燃料電池技術的認知。

北京氫能示範園將為中國的多個大型氫燃料電池汽車示範專案提供燃料加注服務，包括聯合國開發計畫署項目和由中國科技部開展並共同資助的中國燃料電池公共汽車商業化示範專案，以及當時規劃服務於 2008 年奧運會使用的氫燃料電池車隊。

根據燃料電池汽車北京專案辦公室提供的資料顯示，從 2006 年 6 月 20 日到 2007 年 2 月 25 日，戴姆勒－克萊斯勒公司的氫燃料城市客車平均百公里耗氫量為 18.5 kg，平均百公里燃料成本為 1,448 元，是天然氣公車的 9.7 倍，柴油車的 7 倍。在車輛可靠性方面，共發生故障 45 次；從 2006 年 9 月 26 日到 2007 年 2 月 25 日，平均可用率為 95.24%，同期北京公交集團平均可用率為 99.16%。



資料來源：[http:// china. dayoo. Com / gb / content / 2006 - 11 / 08 / content \\_ 2681381. htm](http://china.dayoo.com/gb/content/2006-11/08/content_2681381.htm)

**圖 4-77 北京加氫站與燃料電池巴士加氫情形**

### 3. 2008 年北京奧運燃料電池車隊

北京在申辦奧運時就提出「科技奧運、綠色奧運和人文奧運」的三大理念，承諾在 2008 奧運中心區等重點區域實現零排放，主要公交線路實現低排放，並採取積極措施，落實和推動電動汽車、燃氣汽車與低排放車輛在奧運賽時的應用。2001 年北京市政府宣佈啟動「科技奧運電動汽車重大專項」，2006 年科技部啟動「十一五」863 計畫的節能與新能源汽車重大專案，其中包括「奧運電動汽車研發與示範專項」，以及北京市配套支持立項；2008 年初，經科技計畫預算評審，最終確定「支撐綠色奧運科技專項行動—奧運電動汽車示範運行與技術保障」項目經費人民幣 3,900 萬元。

參與奧運示範的新能源車中，主要包括混合動力客車：一汽 10 輛、東風 15 輛，在圍繞奧運村的公交專線上運行；混合動力轎車：一汽 5 輛、奇瑞 50 輛、長安 20 輛，做為奧運計程車；純電動客車 50 輛，在媒體村和奧運村做為擺渡的大客車，運送中外媒體工作人員和運動員；東風提供的純電動場地車 415 輛，主要在場館內服務；北汽福田／清華大學的燃料電池大客車 3 輛做為公車使用；上海大眾／同濟大學的燃料電池轎車 20 輛，主要做為科技部和北京運輸局的公共用車。

上海市政府響應奧運的重要舉措「2008 北京奧運會燃料電池轎車專項計畫」於 2007 年 8 月啟動，由上海燃料電池汽車動力系統有限公司、同濟大學、上汽集團等提供動力系統，上海大眾汽車有限公司負責製造 20 輛帕薩特「領馭」氫燃料電池轎車，在奧運期間為貴賓、媒體記者和奧組委官員等提供用車服務。2008 年 6 月完成全部燃料電池轎車的試製與試驗，並且通過國家安全性、可靠性、耐久性方面的嚴格檢測，獲得國家許可證，同時每輛均已完成 3,000 公里的實際道路行駛試驗。2008 年 7 月，18 輛燃料電池轎車在北京舉行奧運節能和新能源汽車交車儀式。隨後，交由北京市交通局統一安排，分發至奧組委各個部門在賽時做為公務用車。



資料來源：<http://www.mycar168.com/upload/200708/200781494442334.jpg>

**圖 4-78 北京奧運用的帕薩特「領馭」氫燃料電池轎車**

為配合北京奧運，2008 年 7 月清華大學和北汽福田開發的三輛氫燃料電池城市客車，開始在北京市區進行為期一年的示範運行，將為氫燃料電池汽車的技術改進、降低造價和運行成本提供重要的資料，也為政府部門制定相關的標準法規提供依據。這些燃料電池客車正式交付北京公交集團客運四分公司，營運路線為 384 路和 801 路區間。

這些燃料電池城市客車係由清華大學完成主要的開發工作，北汽福田的主要作用是將它們變成產品。上燃動力和大連新源動力提供燃料電池發動機，株洲南車電機公司提供電機，春蘭集團和北京有色金屬研究總院提供鋰動力電池，北京航空航太大學提供電力轉換系統。至於整車控制系統則由清華大學自己完成，發動機控制、電池管理系統等，都由清華大學和相關企業共同完成。

目前，中國自製的三輛氫燃料電池客車於 2008 年 8 月開始運行，還在收集與整理運行資料的階段，但是由於採用搭配鋰電池的複合動力系統，因此預估耗氫量不會超過 10 kg / 100 km，但仍需示範運行結果的檢驗。在燃料成本方面，一次可加氫約 20 kg，每天運行大約 300 分鐘、200 公里以上。清華大學和北汽福田研發的氫燃料電池客車的售價每輛大約 350 萬元，遠低於戴姆勒－克萊斯勒公司的價格，但仍然顯著高於普通客車。

為了保障奧運燃料電池車隊示範項目的運行成功，北京新能源交通示範園內增建燃料電池轎車的臨時維修與停放基地，同時完成加氫站的第二期工程，主要工作為安裝的天然氣重組製氫裝置，此係由四川亞聯高科技公司提供，額定產氣量為 50 Nm<sup>3</sup> / h。製氫生產設備係以天然氣為原料，採用煙類水蒸汽重組造氫工藝製取粗氫氣，反應壓力為 2.0 MPa。重組反應產生的合成氣，利用一氧化碳轉化與變壓吸附（PSA）分離雜質後，可得到合格的產品氫氣（如表 4-33）。整個流程分為原料脫硫、煙類的蒸汽重組反應、一氧化碳轉化、變壓吸附氫氣提純四個主要工藝。

表 4-33 天然氣重組產品氫氣技術指標

成 分	濃 度
H <sub>2</sub>	平 衡
CO	< 1.0 ppmv
CO <sub>2</sub>	< 1.0 ppmv
總碳烴化合物	< 1.0 ppmv
惰性氣體	< 200.0 ppmv
O <sub>2</sub>	< 5.0 ppmv
NH <sub>3</sub>	< 6.0 ppmv
H <sub>2</sub> O	< 50.0 ppmv
其他化合物	< 1 ppmv
硫化物（總硫份）	< 0.01 ppmv

資料來源：孟慶雲、何文、盛雲龍，北京加氫站的功能完善和燃料電池汽車奧運示範，北京清能華通科技發展有限公司。

北京加氫站的更新工藝與流程是將天然氣重組製氫裝置生產的氫氣，利用一台氫氣壓縮機增壓到 200 Bar 進入長管拖車儲存，再使用另一台壓縮機將氫氣增壓到 400 Bar 進入高壓儲氫瓶組。需要加氫時，由高壓儲氫瓶組的氫氣經加氫機進入燃料電池電動車輛，整個加氫過程採用自動控制，較第一期的作業方式更加安全可靠，而且由於增加高壓儲氫瓶組，加氫的壓力和速度都已提高。

#### 4. 上海燃料電池車隊展示活動

中國政府、全球環境基金會和聯合國開發計畫署共同支持的「中國燃料電池商業化示範計畫專案」，自 2003 年第一期啟動後，上海市即成立項目指導委員會，總體指導項目的實施工作，同時由市科委、市建委等聯合各相關職能部門共同成立的上海專案辦公室，負責項目的具體實施。

2006 年 11 月上海舜華新能源系統公司負責的安亭加氫站開始招標作業，2007 年 11 月，上海的第一個加氫站開張，是由同濟大學與德國 Linde 集團、殼牌氫氣公司合作建成，主要在推動中國燃料電池汽車的商業化進程。



資料來源：<http://photocdn.sohu.com/20071116/Img253296752.jpg>

圖 4-79 上海安亭加氫站

Linde 集團負責安亭加氫站的工程設計，並且供應整套的氫氣壓縮、儲存設備，以及提供加氫系統的物流諮詢服務，同時為加氫站運輸高壓氫氣。安亭加氫站能夠同時為 3 輛燃料電池公共汽車加氫（每輛車需 45 公斤的氫氣），或者 20 輛燃料電池汽車加氫（每輛車需 3 公斤的氫氣）。

2007 年 11 月中國燃料電池公共汽車商業化示範項目第二期啟動儀式暨中國燃料電池汽車商業化戰略研討會，在上海嘉定安亭汽車博物館舉行。會議決定在上海開展的中國燃料電池商業化二期示範項目，將通

過國際化招標方式，採購 3 ~ 6 輛適合上海城市交通狀況的燃料電池公共汽車，然後在上海的公共交通線路進行為期二年的示範運行。

在示範路線的選擇上，擬先以上海安亭國際汽車城加氫站周邊區域為目標，隨著專案發展，逐步將示範線路向城區發展。預估示範運行期間的累計行駛里程不少於 15 萬公里，並在公眾中廣為宣傳；同時採集示範運行時的燃料電池公共汽車及加氫站的相關資料，不斷累積經驗，以及促進技術提升。

2008 年 8 月中國國際經濟技術交流中心開始進行 6 輛混合動力型燃料電池公共汽車的採購，將分成兩個批次，於 2009 年 9 月 20 日和 2010 年 2 月 25 日交付使用。

為了在 2010 年舉辦一個新能源時代的世界博覽會，上海市有關部門提出燃料電池汽車「十百千工程」，亦即在 2010 年世博會之前，部署使用 10 個加氫站、100 輛燃料電池大巴和 1,000 輛燃料電池轎車。當然這是一個震撼人心的口號，完成的難度顯然比北京奧運的燃料電池專項計畫還難上數倍。

#### **4.5.5 規劃燃料電池電動機車標準技術實車驗證計畫**

目前世界各國所推動氫能與燃料電池示範實證計畫有一共同特點，也就是政府與民間密切合作成為夥伴關係，共同參與推動。因為作為新能源的氫能燃料電池是一項全新的產業，全世界並沒有任何現行產業模式可以依循，因此政府部門的支持更顯重要。台灣地區使用機車達 1,400 萬輛，密度高居世界第一。由於運輸載具排放汙染的改善，對於低碳社會具有積極的效益，國外推廣燃料電池電動汽車的作法和經驗，可供我國推廣燃料電池機車實證參考。國外作法是先行選擇區域實驗性進行，成功以後再擴大車隊規模進行宣導示範，最後正式推出產品。我們可參考國外推廣作法，逐步擴大實驗運行，以建立燃料電池機車使用環境。

在新能源運輸載具開發方面，先進國家多積極發展氫能燃料電池汽車。我國國情不同，反而是機車產業的技術能量與市場成熟度完全符合

台灣發展現況。因此，燃料電池機車在台灣的發展具有技術領先與產品獨特的相對優勢，可同步帶動燃料電池的技術提昇與輕型載具之多樣性發展。本計畫政策依據：

- 行政院經建會 97 年 9 月 4 日永續能源政策綱領—節能減碳行動方案 2009 年重點工作項目：鼓勵使用電動機車；以及加強太陽光電、燃料電池及 LED 前瞻創新技術研發。
- 行政院劉兆玄院長 97 年 8 月 15 日表示，在未來四年內推廣 10 萬輛可抽換式電池的電動機車；
- 行政院 96 年 11 月 22 日 產業科技策略會議結論，有關燃料電池與氫能科技報告：「在產業初期及發展期，政府宜研究推動燃料電池產品示範運行之配套措施。」之宣示。

#### 1. 實證計畫目的

##### (1) 技術發展目的的實車驗證

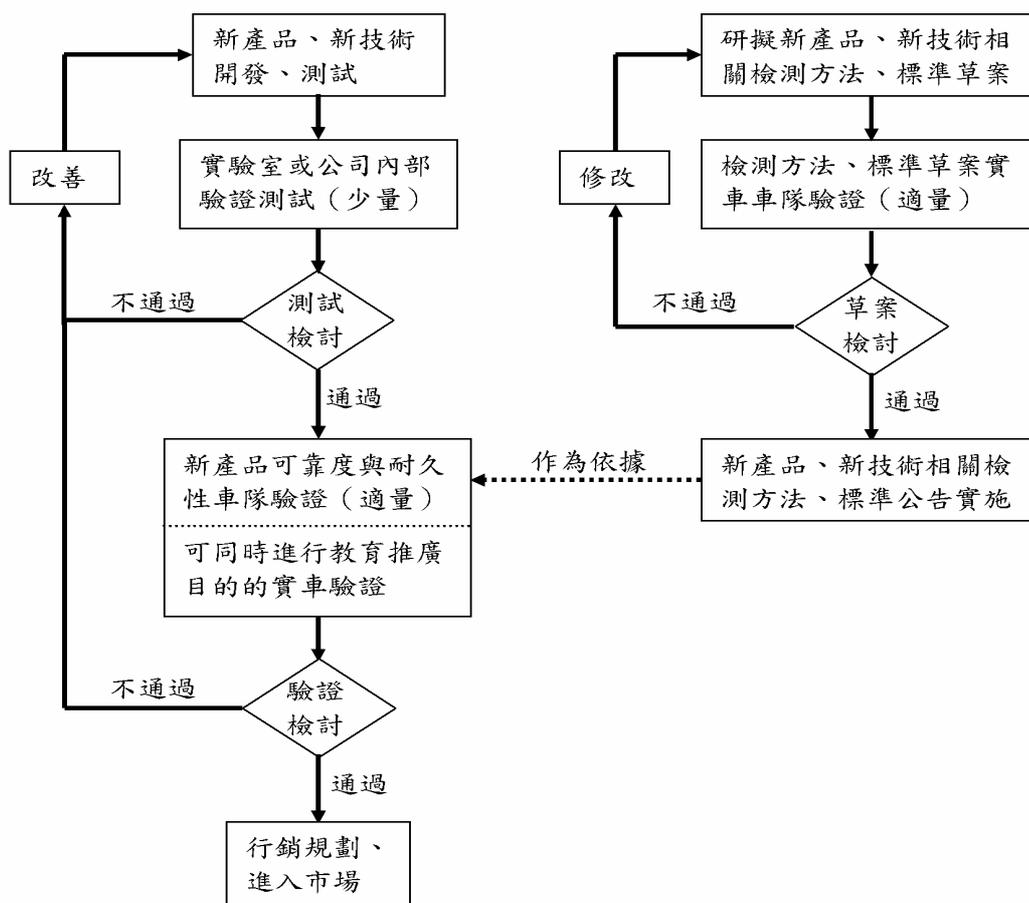
- 針對新技術於開發過程中，驗證新技術的可行性；或對於新車型之整車性能的改善和零組件性能的改善結果，利用車隊來驗證。
- 開發完成之新產品，利用實車車隊驗證新產品的可靠度與耐久性，新產品開發進入市場流程如下圖所示。
- 法規、標準草案研擬完成後，利用實車車隊來驗證檢測方法與標準的合理性。

##### (2) 教育推廣目的的實車驗證

- 對於產品定位的分析研究。
- 對於使用者的教育宣導與使用環境建構的驗證。
- 對於營運模式的探討與分析。

通常在執行「新產品的可靠度與耐久性實車車隊示範驗證」時，可同時進行「教育推廣目的的實車驗證」，以縮短進入市場的時程。且在執行「新產品的可靠度與耐久性實車車隊示範驗證」時，需有相關的檢測標準與法規作為可靠度與耐久性驗證的測試依據。

### 新產品開發進入市場流程圖



同時，本實證亦將結合國內相關廠商共同參與執行，包括：

- 產氫-中油、三福、聯華、碧氫；
- 關鍵組件-盛英、碳能、南亞電路板、光騰、遠茂；
- 系統產品-博研、大同世界科技、真敏、亞太；
- 儲氫：三福、漢氫。

以及核研所等單位共同執行此新創產業之驗證示範計畫。

相較美加、日本與歐盟推動燃料電池車輛實證計畫的商業化進程，台灣在燃料電池電動機車技術上已經完成技術開發與驗證(Technology development and validation)階段，即將進入初期市場階段，而最重要的銜接工作就是實車驗證示範運行，這也正是全世界推動燃料電池車輛商業化的「最後一哩路」，例如：美國的 HFCIT 計畫、日本的 JHFC 計畫、歐盟的 Hychain 計畫等，都是政府與民間業界共同設立目標與發展藍圖

齊步推動。

## 2.實證計畫目標

執行燃料電池電動機車示範驗證計畫，對於國內廠商自行研究開發的關鍵組件、系統功能、供氫基礎設施、安全性、耐久性及各項性能進行實證驗證，並建立性能與安全標準。由於國外對於燃料電池電動機車尚未有相關國際標準公告，我國藉助推動計畫驗證，能同時建立系統與周邊組件之性能與安全標準，為產品國際化提供先期檢測與驗證環境機制，有助推動產業之發展。

本計畫目標為經由示範規劃與實車驗證，完成 150 輛燃料電池電動機車的示範運行驗證，在示範地區（離島、都會區、國家公園、或科學園區）建立以氫能為基礎之潔淨能源電動機車運輸模式。自 101 年起建立穩定之市場供氫環境，進入初期商業化期程，擴及全國。

### (1) 計畫工作項目

- 建立電動機車燃料電池之測試分析資訊：對燃料電池部分進行國際標準如 IEC/TC105、ISO/TC22/SC21 以及 SAE 等相關之標準與安規測試，供研擬國內標準參考。
- 建立實車性能驗證，包括極速、加速性、續航力、爬坡力等，耗能與排放性能如電耗、油耗、排氣成分含量、充電能力等。
- 規劃建立燃料電池電動機車示範驗證基礎建設，包含供氫環境建立、參與驗證車輛、維護計畫與示範地區之相關作業準則。
- 推動實車驗證計畫，完整建立必要之產業發展技術資訊，加速推動氫能燃料電池電動機車與帶動氫經濟發展。
- 整體效益評估：在低碳社會情境下之能源效益、環保效益及產業效益評估，以及相關之獎勵補助措施與推動建議等。

### (2) 檢測標準擬訂

- 標準研擬特性

各標準組織產生燃料電池電動車標準項目及內容方式，係參考下列來源，研擬討論出標準之草案：

- 藉由專家、學者，以及各相關委員之參與（包括自動車業者、電池業者、公共設施業者、零組件業者、政府機關、使用者及其他電動車相關機構）共同研商討論。
- 參考該標準組織過去對傳統車輛所制訂之相關標準，期能取標準項目、內容、用語、章節的一致性。
- 參考其他標準組織所草擬或完成之電動車標準，避免所制訂之內容相互干涉、不一致，甚至彼此矛盾的現象。

● 標準的應用

由各標準組織所制訂之燃料電池電動車標準將具有下列用途：

- -統一電動車之規格及測試標準，作為共同遵循及認定之依據。
- -成為工業界生產之規範。
- -引導研發方向。
- -測試程序之標準化。
- -經政府機關引用，將可成為國家標準及法規。

● 實車示範運行驗證

在產品初步研發完成，至產品正式上市之間，必須經過產品雛型測試(prototype test)、產品測試(product test)、市場測試或試銷(market test: pseudo sale)等階段(Crawfor,1991)。目前燃料電池機車正處於上市前之準備期，在實驗室階段之雛型測試，通常無法發現真正問題之所在。此階段之測試由於僅針對極少數產品雛型進行，且多由實驗室人員擔任被測試對象，而往往因為對產品過於熟悉，難以發現問題，因此需進一步進行產品測試。

本計畫在了解消費者接觸燃料電池機車後，對燃料電池機車之接受度，並將燃料電池機車視為日常交通工具之可行性，以及各類型消費者以燃料電池機車作為交通工具時需解決之問題，作為燃料電池機車產品測試與進一步推廣時參考。具體目的如下：

- -了解機車使用者的使用行為

了解機車使用者的機車使用行為，以了解燃料電池機車與一般電動機車或機車之差異處、對燃料電池機車使用的影響。其待了解之使用行

為包括：每日騎乘距離、單趟騎乘距離、騎乘頻率、搭載人員或物品數...。

#### ■ -測試燃料電池機車性能

測試業者研發成功之燃料電池機車，了解其作為日常交通工具時可能遇到之問題，以期能在商品化前找出潛在問題，並加以解決，提供與其它電動機車生產者參考。燃料電池機車於實驗室所測得之性能資訊，與實際使用時之情況確有所不同，本研究藉由使用者試用方式，了解一般使用情況下燃料電池機車的能源耗用情況、極速、續航力、爬坡度、噪音等性能資訊。

#### ■ -探討使用者接受度

電動機車雖為政府現行獎勵推動之政策，但往後仍須經由市場檢驗。因此，有必要了解使用者對燃料電池機車的接受度，並了解在哪些方面燃料電池機車並不能符合使用者需要，以作為改進之參考；此外，並了解使用者對燃料電池機車可接受之售價，以作為未來燃料電池機車訂價參考等類似問題。

#### ■ -了解使用者的期待

使用者滿意度的決定因素之一為使用者的期待，當使用者的期待愈高時，期待水準與實際感受之水準的差異愈大，則感受到的不滿意度亦將愈高，反之亦然。因此，要了解消費者對燃料電池機車的滿意度外，也要了解消費者在燃料電池機車各個構面之期待，做為研發改進燃料電池機車的參考。

#### ■ -探討政府之配合措施

藉由了解燃料電池機車的使用者接受度與使用者不滿意處，可加以探討政府可採行之配合措施。燃料電池機車在某些方面與一般電動機車或機車有相當之差異，而過去之相關基礎建設（如加油站、充電站）均非針對燃料電池機車而設計，藉由本研究、期能了解政府在政策、法規、基礎設施上可有之配合。

#### ■ -作為大規模示範驗證之基礎

燃料電池機車與一般機車在操作有所不同，為使燃料電池機車上市

後消費者能正確使用與維護，消除推廣初期消費者錯誤使用所衍生之困擾，並使社會大眾對燃料電池機車有正確之認識，實有必要進行大規模之示範驗證。而在進行大規模之示範驗證前，需有相當之試用活動經驗，了解試用期間可能遭遇之問題，而本研究所進行之試用，正可作為大規模示範驗證之基礎。

### 3. 國際運輸載具現況及發展趨勢

#### (1) 運輸載具現況

國外汽車工業發達，汽車大廠容易與政府建構彼此合作關係。因此，燃料電池電動汽車驗證計畫在日本、歐盟、美國、加拿大都受到政府的支持與熱烈推動，對於所需要的加氫站等基礎設施亦陸續配合興建。根據目前相關技術與推廣使用發展的情勢，燃料電池汽車的商業化一般預估在 2015 年，當然加氫站的巨額投資建設也是業者考慮因素之一，因此商業化的時程比不上燃料電池巴士；但是巴士的價格仍然相當高，需要仰賴政府以公用事業名義大量補助，因此似乎又比不上一些利基型運輸載具。在各種利基型運輸載具的開發與應用潮流中，美國與加拿大偏重燃料電池堆高機與小型搬運車，在無補助下，已具經濟發展市場。

亞洲的國家則偏向電動自行車、電動機車與電動輪椅等輕小型車輛，其他方面尚包括各種場區用車，例如搬運車、遊園車與高爾夫球車等。由於輕小型燃料電池電動機車，使用儲氫罐容器，利用物流體系購買或交換極為便利，較無加氫站等基礎設施建置需求，其安全性與便利性亦優於燃料電池汽車。

#### (2) 未來發展趨勢

關於燃料電池產品商業化的時程，世界先進國家均會進入示範驗證的階段，就是進行包括汽車、巴士、發電機等各式燃料電池產品的示範運行與驗證，以加速邁入市場；有鑒於傳統汽油引擎機車造成嚴重的空氣污染，我國對於電動機車的開發相當積極，曾採取補貼政策以鼓勵消費者使用、加速推廣。然而以傳統電池為動力的電動機車由於充電時間

長、續航力低、以及電池壽命等缺點無法有效克服，即使經過多年的發展，仍無法滿足消費者的需求。而燃料電池電動機車是台灣最具有競爭力的燃料電池應用產品之一。首先，在技術領先方面，國內已有公司投入相關產品研發多年，無論在燃料電池技術發展、專利佈局、成本掌控、以及供氫環境已經有成熟且完整之規劃。

目前國內業者開發的新一代燃料電池電動機車，均已完成國內外性能與安全騎乘試驗，無論充電（更換燃料罐）時間、續航力與燃料供應系統均有顯著的進步。表 4-34 更進一步比較了汽油引擎機車、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諸元，可以清楚發現燃料電池電動機車具有成為新型電動機車動力源之潛力，也為電動機車產業開啟了新的選擇空間。最近各國陸續有許多燃料電池機車的新產品發表，如英國 Intelligent Energy、台灣亞太燃料電池公司及日本 YAMAHA（如圖 4-77 所示）、HONDA 等，均已進行道路測試。

目前國際上專注燃料電池機車技術研究的廠商並不多，包括 Honda、Yamaha 等跨國性企業，均僅提供靜態展示；而我國廠商連續多年提供燃料電池機車參與日本政府示範運行驗證計畫，受到當地廣大的回響，我國更應善加推動此一利基產業。

**表 4-34 各種型態之機車特性之比較**

項目	汽油引擎機車	鉛酸電池電動機車	鋰電池電動機車	燃料電池電動機車
重量	90kg	115kg	90kg	105kg
極速	85km/hr	60km/hr	55km/hr	55km/hr
續航力	180km	63km	80km	80km
引擎/電池	50 cc	48V/26Ah	43V/44Ah	2kW PEMFC
加油/充電/儲氫罐	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	4,000 小時

資料來源：台灣燃料電池夥伴聯盟整理 2008.7



圖 4-80 台灣亞太公司(左)、日本 YAMAHA(中)與英國 Intelligent Energy 之燃料電池機車 (右)

#### 4. 實證計畫內容

以嚴謹之示範運行計畫，作為產官學研共同推動的平台，同時以性能、安全驗證，協助研擬燃料電池電動機車相關標準與法規之建議。為期有效推動，在全階段三年期之推動過程，達成產品快速商業化的目標。

(1) 規劃氫能燃料電池電動機車驗證環境建立，建立示範運行模式。

(2) 第一年進行實車驗證作業標準與建置基礎環境規劃，及小量示範運行（30 輛）；

(3) 第二年進行 120 部實車示範運行：進行產品之功能及耐久性測試驗證，搜集標準、法規及基本技術資料，進行產品之可靠度及市場驗證，同時完成燃料電池電動機車商用標準與法規草案之建議。

(4) 後續將示範推廣普及化，預期 101 年進入市場，目標 5 萬輛之後邁入商品化期程，政府停止補助。

#### 5. 實施策略及方法

實施燃料電池電動機車驗證計畫，對於國內廠商自行研究開發的關鍵組件、系統功能、供氫基礎設施、安全性、耐久性及各項性能進行實車驗證，並建立性能與安全標準，以驗證電動機車產品的可靠性。同時，針對燃料電池供氫體系、維修服務體系等使用環境之建構與經營模式，進行規劃。並藉由電動機車騎乘環境和售後維修服務體系的建立，提供使用者安全、方便、無慮之燃料電池電動機車使用環境，有效地推動燃料電池電動機車普及應用。

本計畫將建立 150 部燃料電池電動機車車隊與氫氣供應體系的基礎設施，做為商品化前之驗證。

(1) 實施策略：

- 規劃建立氫能燃料電池電動機車驗證環境。
- 實施燃料電池電動機車實車驗證計畫。
- 評估效益，推動氫能燃料電池電動機車進入市場。
- 規劃建立氫能燃料電池電動機車驗證環境與供氫體系

(2) 實施方法：

本計畫第一年與第二年分別開發 30 部與 120 部機車與相對應之氫供應體系進行示範驗證之用。基本上可以分成燃料電池機車與供氫系統兩部分，實施方法為：

- 燃料電池機車車隊之建立：規劃示範驗證地區，便於初期的資訊蒐集與計畫管理。擇選國內有意願參與廠商，研訂燃料電池機車性能一般標準，供參與後續示範驗證測試。藉以瞭解此種車輛在真正環境下的使用性能與限制，以作為技術精進與推動商品化參考。
- 供氫基礎設施之規劃與建立：由於燃料電池機車燃料的特殊性，因此配套設施，例如加氫站(或於氣體廠充填)、交換站、維修等問題，且配套基礎設施將對本計畫之成功與否至關重要。結合儲氫罐、充氫作業、交換站的設計進行氫氣基礎設施建置，初期完成提供 150 部燃料電池機車車隊驗證所需之氫供應設施配置。

■ 實施電動機車實車驗證計畫

A. 訂定驗證測試所需取得之資訊需求：針對電動機車應用上所需取得關於車輛、以技術為主的性能的改良、調整與提昇，及可能影響技術性評估的特定地區使用環境、使用上所需配套措施等資訊需求，據以訂定及設計相關驗證測試文件，以確認作業過程所蒐集之資訊能符合驗證測試需求。

B. 訂定驗證測試辦法與使用準則：對從事驗證測試人員，為確保

資訊蒐集完整、依循驗證測試基本準則及試騎結果能符合整體計畫需要，訂定相關辦法，供驗證測試人員據以執行，作為可靠性驗證測試上重要的參考依據。

C.建立驗證測試環境：依可靠性驗證的需求，對於驗證測試所需之相關技術與軟硬體設施，依提供對象、涵蓋範圍和規模，分別就其需求完成建立的工作，進一步進行驗證測試作業。

D.擬定所需「驗證測試紀錄表」、「測試異常紀錄處理單」、「騎乘者資料調查」等文件，供後續分析評估驗證效益參考。

■ 評估效益，推動氫能燃料電池電動機車進入市場

A.分析評估實車示範運行各項驗證數據，與建立各項驗證標準資訊，做為提昇效率或據以建立標準之參考。

B.預期帶動國內能源、環保與產業多方效益，參與示範驗證廠商藉以提昇其產品性能，蓄積行銷國際能量。

C.經評估符合效益，配合政府研訂獎勵補助措施，協助廠商進行商品化量產，於國內大力推動，並進軍國際。

6. 資源需求（實車驗證部分）

單位：仟元

項 目	99 年	100 年	101 年~
計畫管理	33,000	50,000	配合 98.6.12 通過之「再生能源發展條例」，後續所訂頒之獎助辦法，進入初期商品化市場。
供氫系統租賃與使用費	3,500	14,000	
燃料電池車輛租賃與使用費	30,000	120,000	
合 計	66,500	184,000	

註：預定規劃 99 年 30 部、100 年 120 部。

7. 預期效果及影響

(1) 經由產、學、研共同執行實證計畫，推動燃料電池電動車輛驗證，全面帶動技術與產業之發展，建立我國輕型燃料電池車輛技術標準。

(2) 經由燃料電池機車標準技術驗證與示範運行與所建立之性能資訊，作為訂定燃料電池產品標準以及制定法規之參考。

(3) 台灣執行氫能與燃料電池的電動機車計畫，可宣示我國善盡國際節能減碳義務的決心與行動。

(4) 經由燃料電池機車範運行與技術驗證所建立之數據庫，作為訂定燃料電池產品標準以及制定法規之參考。

(5) 建置氫能燃料電池產業良好發展環境，完成氫氣供應基礎環境、燃料電池系統、燃料電池車輛、性能檢測標準與使用規範，加快產業化速度。

(6) 建立國內自行研發關鍵組件、系統功能之各項安全與性能檢測資料庫，有利產品保持技術領先之優勢。

(7) 由於國外研究尚未聚焦於燃料電池機車，故本計畫之推動，除有助於提升台灣機車產業的競爭能力外，同時也在燃料電池機車技術及市場取得領先的地位。

(8) 結合國內利基產業，推動及創新國內標準及檢驗基礎環境，推進成為國際標準，開創我國主導國際標準新局面。

(9) 實車驗證相關技術資訊可轉移應用於其他輕型電動車輛或發電機組的發展，有助國內開發無污染、高效率、低成本之燃料電池可攜式電力、燃料電池發電機等產業之發展。

(10) 預估 101 年配合 98.6.12 通過之「再生能源發展條例」，後續所訂頒之獎助辦法，進入初期商品化市場，初具經濟規模後（約 10 萬部），政府將可逐年降低補助標準。

## **8. 實證規劃-以綠島為例**

參考已往環保署資助鉛酸電池電動機車的計畫，示範運行的地點包括台北、新竹、台南與綠島等地區。未來燃料電池機車在選定示範運行地點時，可先從這些地區進行考量。由於綠島屬於一個封閉性的觀光型島嶼，將為第一優先考慮示範的地點，有關說明如下：

### (1) 背景資料

環保署在民國 87 年進行綠島地區電動機車推廣計畫，並分配給綠島鄉公所與東管處綠島工作站兩個公務機構，以及 8 家機車租賃業者使用。經過三個月的試用後，發現三類問題。

第一類為使用者習慣問題，包括斷電按鈕設計位置不當與加減速頻繁造成電池損耗；

第二類為自然環境限制問題，包括路面品質與坡度、鹽分與海水侵蝕；

第三類為機車性能問題，包括爬坡力不夠、續航力不足、充電時間過長、機車太重、電量表不準確、加速時常會發生暴衝、馬達過熱時容易斷電、瞬間充電電流過大無法數輛機車同時充電等。

研究報告指出，在公務機關的推廣獲得良好的成效，得到試騎者的愛用；但是租賃業者大多未將電動機車租給遊客，主要原因為兩人騎乘時爬坡力不夠、行程太短無法繞完全島、充電時間太長與電流太大等因素。因此，租賃業者建議電動機車廠商改善性能與在綠島增設充電站，以便繼續推動。

### (2) 地區特性

綠島位於台東市東方約 33 公里海面上，面積 16.2 平方公里，全島丘陵縱橫，坡度 30% 以上之土地約佔 60%。綠島的行政管理隸屬台東縣綠島鄉公所，目前島上總人口約為兩千餘人，但定居島上者約有千餘人。綠島開始發展觀光後，觀光業逐漸成為綠島人最重要的產業收入。每年觀光人數約 30 餘萬人，如表 4-35。

表 4-35 綠島觀光人數統計表

年度	92 年	93 年	94 年	95 年	96 年	97 年
人次	295445	397330	381329	382908	340307	316201

資料來源：<http://tour.taitung.gov.tw/ch/NodeTree.aspx?path=548>

綠島主要觀光季節集中於五月至九月。在旺季期間，遊客造訪頻率可達到 3 萬人次/月以上，七、八月份甚至達到 6 萬人次/月，而且無平日與假日的明顯差異。由於旅遊行程包括二至三日的規劃，旺季時每日約有 4,000 位遊客在島上活動，因此超過原訂 2,000 人的遊憩設施承載標準，造成旅遊品質的低落，加上建設不足，無法成為國際級觀光景點。

### (3) 交通運輸

綠島對外的交通以海運為主，空運為輔。海運通航地點為台東的富岡漁港與綠島的南寮漁港，兩處皆屬客貨運輸共用港埠。就現況而言，海運船舶的運能足敷綠島對外運輸所需，但港埠設施不足，急需興建客船碼頭、候船室，以改善旅客的搭船環境。空運則依賴台東豐年機場與綠島機場，僅有立榮航空一家飛航，每日往返各四班次，旺季則會增加班次；陸上交通工具除部分汽車與貨車，以及遊覽車外，無論居民或遊客皆以摩托車為主。根據民國 97 年綠島鄉公所統計，全島機車總數約 3,000 輛。

### (4) 能源設施

能源供應主要分為油料、電力與 LPG 三種，油料包括漁船用油(甲油)、遊覽車用高級柴油、汽車與機車用九五無鉛汽油三種；電力則供營業與家庭使用，主要用途為空調與照明，動力用電很少；LPG 則為餐廳與家庭炊煮與熱水所需燃料。目前全島約五百住戶，每日所需汽、柴油消耗量僅一公秉左右，漁船油日發油量也維持在一公秉上下，油價與台灣本島相同。綠島的油料運輸係以輪船駁運油料方式，由簽約廠商承包，每航次約需二小時以上方可抵達。

綠島發電廠由台電公司負責經營，96 年尖載 3.7MW，耗電約 1,200 萬度。綠島用電戶數約為 800~900 戶，但綠島居民僅有約 500 戶左右，故每一家可能有 1~2 個電表用戶登記。

### (5) 氣候分析

綠島為亞熱帶島嶼，夏季不但氣溫高，而且日曬強，同時海風夾帶鹽分造成的鹽蝕非常嚴重；由於此種天然的腐蝕條件，各種車輛的損耗

較台灣本島快速，對機車可能的影響如下所述：

- 特殊的氣候環境造成車架的強烈腐蝕作用，租車業者對每輛機車每年均需進行保養，主要將整體金屬車架塗抹厚層的黃油（Grease）保護。
- 塑膠外殼與座墊的老化與脆化加速，容易形成龜裂的現象。
- 碟型煞車因腐蝕與淡季的長期閒置經常造成卡死的效果，因而綠島機車大都採用鼓型煞車。
- 金屬製車後把手容易銹蝕，塑膠製品容易龜裂，因此綠島機車常用電鍍處理的塑膠把手。
- 電裝部品的損壞也是較為嚴重，接頭與錶計常會失效。
- 綠島風大又多雨，尤其風大時騎乘機車有些困難。
- 颱風來臨時，由於風浪大會將機車吹倒或浸水，一些租車業者會將機車遷移海邊，或者加以集體網綁。

#### （6）地形分析

全島面積南北長約 4 公里，東西寬約 3 公里，周圍約 20.3 公里。島內各處丘陵縱橫，並有眾多的海岸景觀。綠島公路系統主要為環海公路，為島上各村落之間的唯一聯絡道路，總長度為 18.3 公里，幾乎全部路面為混凝土水泥材質，僅有機場等少數局部地區路段鋪設瀝青。因此機車行駛路面引起的震動較大，輪胎損耗也較劇烈。由於道路系統係環海而建，盡量避開中央山區地形，因此大部分路段的坡度皆屬平緩，較陡峭者包括下列路段，部分路段加上利用 GPS 定位系統的實測結果。

表 4-36 綠島環島道路坡度實測表

陡坡路段	實測結果	附註(坡度)
龜灣鼻路段		
大白沙潛水區—露營區路段	長度 400 m， 落差 54 m	13.5% (7.7°)
孔子岩—海參坪路段		連續彎路
海參坪—柚子湖路段		連續彎路
東 90 鄉道—柚子湖路段		
觀音洞—楠子湖路段	長度 1,300 m，落差 117 m	9% (5.2°)
楠子湖—技訓所路段	長度 550 m， 落差 48 m	連續彎路； 8.7% (5°)
公館—梅花鹿保護區路段	長度 600 m， 落差 44 m	7.3% (4.2°)

不同地形的影響，對於機車的使用情況會有相當顯著的差異，就綠島的地形特性，分析結果如下：

- 由於爬坡的要求，50 cc 的輕型機車非常少數，大約90%以上的機車都屬於125 cc的重型車種。
- 環海公路有些路段屬於彎路設計，加上坡度起伏，騎乘機車需要小心。
- 受到水泥路面的顛簸作用與陡坡的摩擦作用，輪胎損耗率偏高，而且避震器的消耗也較大。
- 機車引擎的負荷較大，容易損壞，因而一般租車業者都使用進口的潤滑油，例如採用最高級的嘉實多 (Castrol) 產品。
- 水泥硬式路面、經常下雨濕滑、刮風帶來沙粒與海霧生成鹽粒等所造成的路阻，加上強風引起的風阻、坡度產生的重力變化，以及雙人騎乘的重量負荷，對電動機車的電池、馬達與變速系統將會是極大的考驗。

#### (7) 機車消費習性

綠島的機車所有者主要為數量約二十餘家的租車業者，較大者擁有百餘輛，較小者約有三、四十輛，合計約有 1,500 輛；其餘為島上居民，估計有 500 輛，因此全島機車總數約為 2,000 輛。在旅遊旺季，遊客人

數眾多，造成機車供應不足的現象；但是在淡季時，遊客人數少，又造成機車閒置的情況。由於使用環境較為惡劣，輕型機車折損率較大，因此綠島的機車幾乎全為 125 cc 的機種；有關消費習性對於機車的影響，分析如下：

- 全島只有一家機車行，幾乎全部的車都直接購自台東，再用船運回綠島，一般購買三陽或光陽125 cc機種。
- 租車業者都是自行維修機車，零件與材料直接購入，每輛機車每年維修費用約為5,000元。
- 機車租用者以青年學生為主，大部份為雙人乘騎，多為環島旅遊活動。因行駛於水泥路面與坡度變化的道路，因而啟動、剎車與加速頻繁。
- 根據租車業者統計，每年每輛車平均約可出租130天，平均每天行駛35~40公里，因此每年每輛機車行駛里程約為5,000公里。
- 機車容易損壞部份，包括剎車來令、剎車纜線、輪胎、加油纜線、路碼表線、啟動開關、電池、排氣管、座墊等。
- 租車業者認為傳統電動機車爬坡力與續航力不足，充電費時又需要大電流等因素，不適合在綠島使用。

#### (8) 實證規劃

綠島為一小型獨立島嶼，氣候穩定，舉辦示範運行管理容易，島上政府機關、居民生活型態具體而微，示範運行結果可見微知著，做為全國推行的參考。因此，示範運行騎乘機車的對象以政府機關、公務團體作為長期騎乘對象，觀光旅遊之遊客(租車業)作為短期騎乘對象為主。



圖 4-81 綠島鄉地圖

- 執行方式

本規劃案的執行方式構想（參考圖 4-78）如下：

- 各料電池機車製造廠商提供一定數量（為符合統計樣本數之需求，至少 30 部）的燃料電池機車。
- 分配燃料電池機車給綠島鄉政府機關、公務團體等做為公務車使用，作為長期騎乘對象，由計畫每半年提供每部車 3,000 元使用保管費給使用單位，使用單位每月繳交使用問卷。
- 其餘燃料電池機車委託租車業者出租（租賃所得由業者收取，計畫不支付費用），作為短期騎乘對象；租車業者收取遊客填寫的使用問卷，並每月繳交。
- 定期公佈騎乘分析資料，供政府或大眾參考。
- 邀集當地機車修理站以合約方式加入燃料電池機車維修與保養。
- 執行單位依燃料電池機車性能，於適當地點設置適當數量儲氫罐交換站，執行單位須派遣人員參與相關教育訓練課程。
- 約聘人員於當地負責氫罐交換站之管理與維護，由參與計畫廠商定期或不定期稽核。

- 車輛規格、來源、數量

依據綠島地區地形分析之資料及道路行駛安全考量，參與示範運行

之燃料電池機車需符合下列條件：

- 車種為：氫燃料電池電動機車。
- 規格需符合表 4-37。

**表 4-37 燃料電池機車綠島地區示範運行規格需求表**

項 目	規格值
極速	>45 km/h
加速 0 – 30 kph	<6.0 sec.
爬坡	10°@10 km/h
續航里程	定速：>80 km@30km/h 變速：>60 km@ City mode
電池種類	燃料電池
燃料補給	儲氫罐交換
重量	<105 kg

- 需符合交通部「車輛型式安全及品質一致性審驗作業要點」之相關規定，廠商需加入保險。
- 示範運行之燃料電池機車可向廠商租用，每一示範區域以 30 部為原則，由計畫租賃 2~3 年。
- 每一季公佈騎乘分析資料，供政府或大眾參考。
- 參與示範運行車輛電能補充方式說明

表 4-38 示範運行車輛電能補充方式說明表

電池種類	能源補充方式	能源供應站需求
燃料電池	拆卸需更換的儲氫罐，利用人工交換已充氫完成的儲氫罐	儲氫罐儲存空間與人工交換操作

● **騎乘人員**

- 長期騎乘使用者需要有機車駕照，必須要實際上能達成示範運行的要求里程數；短期騎乘使用者以觀光客為對象，以騎乘一天為要求。
- 使用者在任何情況下均可聯絡維修站，計畫執行單位是以回收問卷和分析資料為主。
- 車廠、維修站、騎乘者相互支援事項：

A. 車廠提供維修站：儲氫罐、充氫設備、週邊及其技術、維修技術、檢查資料表及注意事項。

B.車廠提供騎乘者：車輛、保險、使用指導。

C.維修站提供車廠：車輛維修報告、資料回收、車輛維修、空白資料表。

D.維修站提供騎乘者：車輛維修、氫能補充服務。

E.騎乘者提供車廠：騎乘訪談。

F.騎乘者提供維修站：騎乘資料。

● **騎乘時間**

示範運行期間為期 2 年；長期騎乘者每位騎乘時間二個月、行駛里程 1,000 公里以上（騎乘時間與里程先到達者，該部車更換騎乘使用者）；短期騎乘者以騎乘一天為要求不受里程之限制，由騎乘使用者填寫問卷。

● **維修站與氫能供應站之設置地點**

■ 氫能供應方式與供應站的設置方式依儲氫罐交換站相關規劃實施設置。

■ 氫能補充周邊系統

要在綠島地區建立氫能供應周邊系統，首先需要考慮電力來源、氫氣來源、充氫廠與物流系統，分別說明如下：

A.氫氣來源

a.儲氫罐所需氫氣的純度要求為 99.99%，充氫壓力至少在 300 psig 以上。

b.氫氣來源可考慮外購，例如利用容量 6 M3 高壓鋼瓶運送，但限於目前法規，氫氣鋼瓶尚無法以船運方式來運送。

c.氫氣也可在島內自行生產，生產方式包括利用太陽能與風力的再生能源製氫，或利用甲醇裂解、LPG 的重組製氫，以及利用太陽能與風力產生的電力來電解水製氫、或將產生的電力儲存於儲能裝置中再利用。

## B. 充氫廠

a. 如果綠島建有製氫廠，則可直接在廠區增設充氫廠，以減少氫氣儲存、運送的問題與費用。

b. 採用每批次操作 60 罐的半自動化充氫機三組，每批次操作包括上罐、充氫與下罐約需一小時，每日操作三班次，其中裝罐為手動，充氫為自動方式。

c. 充氫廠除充氫機外，需要簡易品管操作區域，檢查儲氫罐標示磁條、外型、重量與裝填量，不良品後送台灣處理。

## C. 物流系統

a. 如果充氫廠建於交換站附近，則物流系統可以大幅簡化，直接以輸送帶或簡易搬運車運送。

b. 如果充氫廠距離交換站較遠，則須採用貨車運輸。

### ● 維修站應負之工作內容

- 維修站須協助騎乘者完成相關教育訓練課程。
- 協助騎乘者填寫資料及同意書。
- 儲氫罐交換、道路救援、機車維修。
- 填寫異常處理單及儲氫罐交換紀錄。
- 善盡保密之責。
- 善盡保管之責。
- 不得拆解電池。
- 具備足夠之場地供維修服務、氫能供應與置放零組件。
- 須派遣人員參與相關教育訓練課程。

### ● 相關文件表格、紀錄、問卷

- 電動機車借用書。
- 電動機車示範運行紀錄表。
- 車輛使用紀錄表。
- 電動機車使用前應注意事項及檢查項目。
- 電動機車使用說明。
- 電動機車維修站設置查核表。
- 電動機車維修站每日檢查表。
- 電動機車異常紀錄處理單。

■ 騎乘者的騎乘問卷。

● **能源效益**

綠島地區出租機車約 2,000 輛，以每輛機車每天騎乘 20 公里，全年使用 150 天計，共行駛 600 萬公里。機車油耗以每公升 30 公里計，綠島地區全年共耗用汽油 200 公秉。若綠島地區以燃料電池機車取代汽油引擎機車，則綠島地區一年可省下汽油 200 公秉。

● **環保效益**

汽油引擎機車每行駛 20 公里，將產生 1.02 公斤 CO<sub>2</sub>，每公里 50.8 g；燃料電池電動機車每公里產生 CO<sub>2</sub>19.8 g。如綠島地區全部換用燃料電池電動機車，每年綠島地區將減少 CO<sub>2</sub> 排放 186 公噸 ((50.8 g CO<sub>2</sub>/km - 19.8 gCO<sub>2</sub>/km) × 6,000,000 km)。

● **產業效益**

藉由本示範運行計畫之燃料電池機車車隊與能源供應體系示範運行與技術驗證所建立之數據資料庫，提供政府相關單位作為訂定燃料電池機車產品標準以及制定能源政策、法規之參考。有助於提升台灣燃料電池機車產業的競爭能力外，同時也在燃料電池機車技術及市場取得領先的地位。

#### 4.6 測試國內現有前瞻能源產品部分規格或性能，並出具測試報告，分析及規劃未來發展標準及檢測技術之優先順序及題綱

##### 4.6.1 燃料電池測試系統的組成和關鍵技術分析

###### 1. 燃料電池測試系統的技術要求

燃料的物理狀態(溫度、濕度、濃度、壓力等)、電氣負載、熱負荷，以及周圍環境的條件都會影響燃料電池的工作狀態。首先，就燃料而言，不同類型的燃料有不同的發熱值。即使是同一類型的燃料，在不同的濕度、壓力下，燃料的反應狀況也可能隨之變化。其次，電器負載的波動會嚴重地影響電池的性能。燃料電池系統有三個主要組成部分：燃料預處理裝置，燃料電池工作堆，以及逆變器。在供電過程中，每一部分對暫態變化的反應是不同的。再者，在電熱聯用的應用場合，熱負荷也會影響燃料電池的性能。此時，燃料電池的主要功能除了發電外還要提供熱能，這就要求燃料電池需要有效地調整其電輸出，來控制熱交換流體的出口溫度。最後，周圍環境對電池的性能也有著嚴重的影響。如：空氣的溫度和壓力都會影響氧氣的含量。再如，由於PEM燃料電池要求質子交換膜要保持一定的濕度，所以必須對輸入燃料電池的反應氣流加濕，那麼空氣的相對濕度也對電池的性能也將起著關鍵的作用。開發一種合理的測試方法及評估方式要求對每一個相關物理參數進行測量，對有些參數還必須加以控制，這樣才能夠確定影響燃料電池性能的原因。

表 4-39 測試系統的測量和控制變數

子系統	測量	控制	信號類型
周圍環境	溫度	溫度	模擬輸入
	壓力		模擬輸入
	相對濕度	相對濕度	模擬輸入
	流速		模擬輸入
燃料供應	溫度		模擬輸入
	壓力		模擬輸入
	發熱值		
	單電池電壓	電壓	模擬輸出
電器	單電池電壓	電流	模擬輸出

子系統	測量	控制	信號類型
	輸出電壓	輸出電流	模擬輸入
	功率因數	功率因數	
	輸出功率		模擬輸出
緊急關斷		開關	數位輸出
壓力閥		開度	模擬輸出

表 4-39 所列的這些物理量是一個燃料電池測試系統必須能夠完成的。這是保持燃料電池正常工作的要求。此外，還需要根據設計目的和用途增添一些必須的參數。如，用於電動汽車動力系統的燃料電池，由於汽車的行駛的路況、速度、風阻等因素在隨時變化，要求燃料電池輸出要做出快速回應，這就需要進行動力源功率回應試驗。

## 2. 典型燃料電池測試系統的組成和功能

燃料電池測試系統的組成與一般的檢測系統差別不大，但是由於燃料電池工作的複雜性決定了其測試系統的性能也十分複雜。一個實用的燃料電池測試系統必須能夠完成穩態測試、暫態測試和啟動測試三個最基本的測試。穩態測試是在一系列給定的輸入條件下(如：環境溫度、相對濕度和電力因數等)測量電池組的電氣性能。電池組的效率可用電池組輸出的有用能量和輸入電池組的總能量之比來測定。在沒有熱負載的穩態條件下，這個效率可用下式計算：

$$\eta = \frac{Q_{\text{電能}}}{(Q_{\text{燃料}} + Q_{\text{輔助}})}$$

$\eta$ ：燃料電池組的效率

$Q_{\text{電能}}$ ：燃料電池組輸出的電能 (wh)

$Q_{\text{燃料}}$ ：加入燃料電池組的燃料所含的能量 (wh)

$Q_{\text{輔助}}$ ：除了基本的燃料源之外需供給電池組的能量 (wh)

在穩態測試過程中，負載和周圍環境條件要保持恒定。在方程式中需要計算的變數必須按預先設定的時間間隔測量。這個測試能夠反映燃料電池平穩工作時間。

重複進行多次就可得到電池組電效率的性能圖。燃料電池組的暫態電氣性能對電池組的效率有很大影響，特別是在電動汽車的應用場合，

電負載變化很快。暫態負載的影響可以通過不斷地改變負載標準來測量，負載標準是根據預先規定的負載曲線變化。

如果燃料電池長期處在運行溫度之下，在啟動前必須對燃料電池組加熱，達到適當的溫度。啟動測試用來測定從周圍環境溫度達到運行溫度所需的時間。在整個測試期間周圍環境要保持恒定，並且要記錄加熱過程中的資料。這個測試要持續到電池組的電效率(在暫態負載測試中測量的)穩定在 2% 以內。

上述三個測試能夠衡量一個燃料電池系統的基本性能，但如考慮到具體應用場合則還需要進行其他測試。如，在熱電聯用的住宅社區分散式燃料電池供電系統的測試中還需要進行熱負荷測試，以確定燃料電池的熱輸出效率。

### 3. 燃料電池測試系統的關鍵技術

在燃料電池測試系統中，有四個對於該系統至關重要的部件：感測器、數據採集系統、電氣負載以及控制演算法和軟體，這也是目前燃料電池測試領域最關注的技術問題。它們直接決定了一個燃料電池測試系統的性能和品質。對此下面分別進行討論。

#### (1) 感測器技術

在任何一個測試系統中，感測器是必不可少的。它能夠將需要測量的各種類型的物理量轉換成標準電信號。在燃料電池電池測試系統中，需要測量的物理量十分複雜，因此需要大量的感測器。然而問題不止於此，由於燃料電池涉及複雜的物理化學反應，工作條件比較苛刻，它對於感測器的要求也就很高。除了一般情況下選用感測器的約束條件之外，還要充分考慮精度、壽命、可靠性和成本這四個方面。目前，還沒有符合商用要求的能夠在燃料電池氣體環境中工作的傳感器技術。對於正在使用的測試系統，圍繞感測器的焦點問題也正是上述四個方面。

目前可選用的感測器及其局限性見表 4-40。

就目前來看，解決上述問題的手段並不多，似乎只能是開發更新型的感測器。事實上，國外的許多公司也正在努力開發燃料電池測試系統

專用的感測器。

## (2)資料擷取技術

燃料電池測試系統需要採集大量的資料。經過感測器獲得的資料一般已經是標準的電氣信號，可以直接送到資料擷取卡。如果不是標準信號，則還需要進行預處理(放大或者是轉換)。

表 4- 40 可選用的感測器及其局限性

用途	可選用感測器	面臨的問題
CO 感測器	金屬氧化物感測器	適度干擾
	紅外線分光鏡	交叉敏感度
	低溫電化學感測器	精度
	基於色度染色感測器	使用壽命
氫氣感測器	低溫電化學感測器	工作溫度
	鈦薄膜電阻感測器	交叉敏感度
	聲學感測器	成本
氣體流速感測器	微分壓力感測器	不定的氣體組成
	熱品質熱絲	
	磁性感測器	
	聲學感測器	
溫度感測器	熱電偶	回應時間 成本
	RTD's	
	紅外感測器	
相對濕度感測器	薄膜電容感測器	
	電阻感測器	操作溫度
	露點感測器	回應時間

然而，對於 P E M燃料電池來說，在資料擷取階段還有兩項需要特別處理的技術問題。其一，PEM 燃料電池每一片薄膜只能產生大約 1 伏左右的電壓，因此實用的燃料電池往往是上百片薄膜的堆積(稱為燃料電池組)。每一片薄膜的工作狀態是否正常直接影響到整個電池組的工作狀況。所以必須要監測每一片薄膜產生的電壓。如果某一片薄膜的電壓發生異常變化(一般認為是低於 0.6 伏)，則意味著該片薄膜出現了問題，需要對電池組進行緊急關斷的操作(由工控機發出指令)，否則會引發整個電池堆的崩潰。由於一般的資料擷取卡最多只可達到 64 通道，考慮到成本方面，而且只是測量低電壓信號，可以自行開發一個由單片機控制的資料擷取模組。在電路設計時要保證各個通道間的嚴格絕緣。

其二，必須在資料擷取卡的輸入端加保護電路。PEM 燃料電池的電流輸出非常高。在對電流進行檢測的時候，不可直接用導線進行連接。一般利用霍爾元件，將電流轉換成標準信號再傳輸到資料擷取卡。

### (3)電氣負載

在燃料電池測試專案中，需要進行“交流阻抗測試”。通過這個測試，一方面可以確定燃料電池系統中的運動阻力、系統的歐姆電阻(如，電解液電阻、接觸電阻和多孔滲透層電阻)以及反應物的傳輸極限。另一方面，能夠影響阻抗值大小的燃料電池的部件包括集電器、多孔滲水電極、接觸反應層和薄膜。無論問題出自燃料電池部件還是組裝過程，通過交流阻抗測試就能夠確定。

在交流阻抗測試中，需要給燃料電池加上電氣負載。其作用在於：

- 負載可以在期望工作點上拉出直流電流；
- 通過外部函數發生器驅動外部可編程輸入，就可以從這個負載上方便地實現交流電流激勵；
- 負載本身也有一定的測量交流電流和電壓功能。它可以以數位形式表示電流、電壓(而非波形)，然後通過通用介面匯流排把資料送到工控機，由工控機分析。

電氣負載可以以四種模式的任意一種模式下工作：恒電流，恒電壓，恒電阻以及恒功率。還可以調整其功率因數，從 0 至 1 進行超前或滯後調整。

### (4)控制演算法和軟體

在燃料電池測試系統中需要有一台功能強大的工控機。它接收由資料獲取系統傳送來的資訊，進行分析，並按照預先設定的程式(根據某些控制演算法編寫)運算出結果，然後顯示和執行(包括調整輸入端各物理量參數、調整電氣負載和逆變器的運行等)。目前，市場上的工控機在硬體方面基本能夠滿足測試系統的要求。在選擇時只需要注意與資料獲取系統的匹配和運算能力是否滿足要求即可。關鍵問題是要確定合適的控制

演算法，從而能夠在此基礎上編寫軟體。一些已經開發成功的測試系統所採用的控制演算法不盡相同，但是一般都要滿足幾個基本控制要求。下面以開關式電流控制方法(此時要求頻率固定且無死區)為例進行討論。其具體思路是：在燃料電池的輸出端電流輸入到供電系統之後，一併將標準正弦參考信號送入。取樣頻率由控制系統確定。在每個取樣階段，工控機讀出輸入到公共柵極的電流。然後與先前的參考值比較並以此為依據適當地開關設備，使電流跟隨參考值的變化而變化。控制要求如下：

- 有效功率控制：控制有效功從公共柵極輸入供電系統。參考信號採用燃料電池給定的電流參考值。將這一參考值與電池的實際值比較，增加或減少輸入電池的能量，從而達到程式的要求。

- 無效功率控制：供電系統的無效功率輸入到公共柵極。有兩種控制方式可供選擇：開迴路無效功控制：此時需要將有效功率參考信號加到逆變器然後，用程式控制將無效功率輸入到公共柵極，其延遲相位可以在 0—360 度之間。這樣系統就可以輸入有效功率並吸收無效功率了。用預測控制的方法對在公共柵極由非線性負載產生的有效功率進行補償。控制系統估測有效電流的值，通過輸入必要的有效功率進行補償。這種方法需要得到電流電壓和均方根電流之間的延遲。

- 諧波補償：程式設計使供電系統在相應的延遲下輸入三、五、七、九次諧波電流。這樣可以補償在公共柵極由非線性負載產生的高次諧波。

在燃料電池測試系統中還涉及到很多複雜的技術，如：顯示技術、資料通信技術、電流逆變技術、D/A、A/D 轉換技術等等。

#### 4.6.2 亞太燃料電池科技公司

亞太燃料電池的主要營業項目為燃料電池相關產品的開發與生產，目前資產總額約為新台幣二億六千萬。亞電的理念是：藉由燃料電池技術之應用，改善環境染，並充分供應潔淨能源，以提高人類生活品質。亞電以建立世界第一流的商業化燃料電池科技研發中心為目標，

目前的業務主要在於開發及量產商業化的燃料電池相關產品，並將其應用在各種有競爭利基的產業。其產品中(表 4-41)，千瓦級以下的氣冷式燃料電池組可用於電動自行車、電動輪椅及其他小功率的電動交通工具上，千瓦級以上各種不同功率的水冷式燃料電池組可用於電動機車、電動代步車等交通工具，以及發電機、不斷電系統上。亞太公司各型產品規格如表 4-42、表 4-43 表 4-44、表 4-45 所示。

表 4-41 亞太燃料電池科技公司產品

質子交換模燃料電池	反應面積	功率範圍	運用領域
單電池測試模組	2.25 cm <sup>2</sup> 5 cm <sup>2</sup> 25 cm <sup>2</sup>	0	研發
氣冷式燃料電池組	40cm <sup>2</sup>	100~800 W	電動自行車、電動輪椅 及其它小功率之電動交通工具
可拆式燃料電池組	50cm <sup>2</sup>	100~250 W	研究教學
水冷式可拆式燃料電池組	150cm <sup>2</sup>	1kW~12kW	電動機車、電動代步車 等個人化電動交通工具， 以及各種發電機， 不斷電系統

表 4-42 單電池測試模組(PEMFC & DMFC 皆可使用；不含 MEA)

規格		
使用種類：PEMFC & DMFC		
雙極板：石墨流道板		
端板：鍍金不鏽鋼板		
隔板：玻璃纖維		
型號	反應面積	
SCTF-1.5 x 1.5	Active Area: 2.25 cm <sup>2</sup> (1.5cm x 1.5cm)	
SCTF-2.25 x 2.25	Active Area: 5 cm <sup>2</sup> (2.25cm x 2.25cm)	
SCTF-5.0 x 5.0	Active Area: 25 cm <sup>2</sup> (5cm x 5cm)	

## 1. 質子交換模燃料電池組 (PEM Fuel Cell Stack)

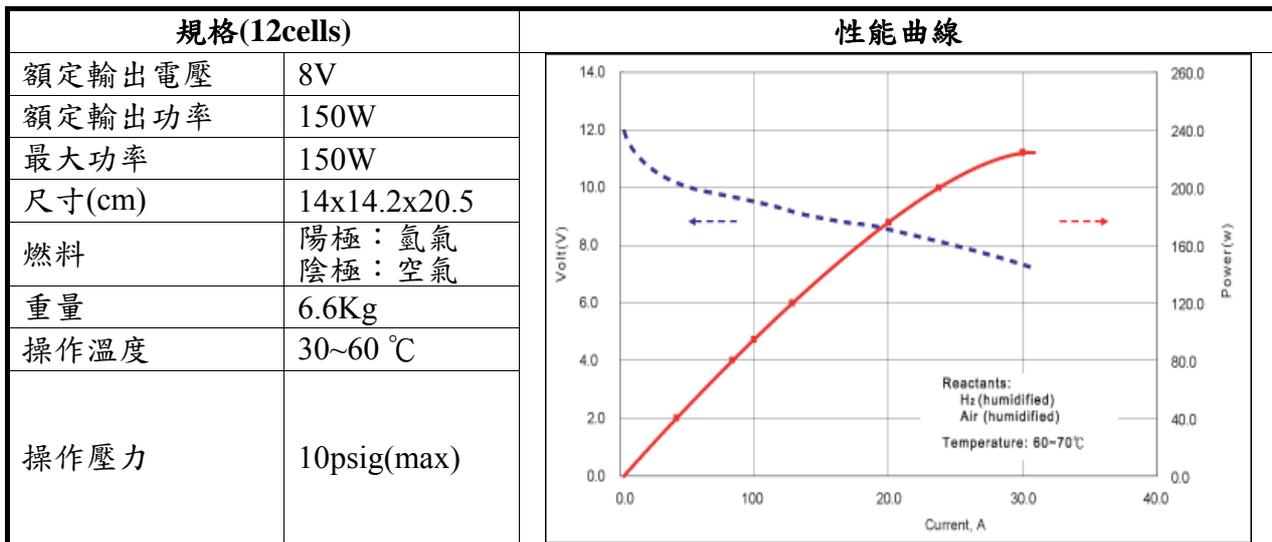
### (1) 50cm<sup>2</sup> (反應面積) 水冷式電池組

特點：

- 百瓦級電池供教學及研究用途 (100~250W)
- 易拆解，可增加或減少電池數目



表 4- 43 50cm<sup>2</sup> (反應面積) 水冷式電池組



### (2) 40cm<sup>2</sup> (反應面積) 氣冷式電池組

特點：

- 百瓦級電池創新設計 (100~800W)
- 直接氣冷式可簡化熱管理
- 可應用於個人型載具及可攜式電力

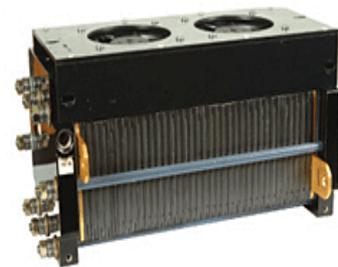


表 4- 44 40cm<sup>2</sup> (反應面積)水冷式電池組

規格(36cells)		性能曲線
額定輸出電壓	24V	
額定輸出功率	360W	
最大功率	540W	
尺寸(cm)	13.8x12.5x25.5	
燃料	陽極：氫氣 陰極：空氣	
重量	4.9Kg	
操作溫度	40~70 °C	
操作壓力	10psig(max)	

(3)150cm<sup>2</sup> (反應面積)水冷式電池組

特點：

- 千瓦級電池創新設計 (1~12kW)
- 水冷式高功率密度
- 經耐久測試
- 量產低成本
- 可應用運輸、發電機、備用電力等



表 4- 45 150cm<sup>2</sup> (反應面積)水冷式電池組

規格(36cells)		性能曲線
額定輸出電壓	24V	
額定輸出功率	2000W	
最大功率	3000W	
尺寸(cm)	18.5x17.2x17.6	
燃料	陽極：氫氣 陰極：空氣	
重量	9.7Kg	
操作溫度	40~70 °C	
操作壓力	10psig(max)	

本測試分析進行亞太氣冷式電池之效能測試，電池組共包含 16 cells 電池，反應面積為 40cm<sup>2</sup>，陽極端使用氫氣(2 slpm)，陰極端供應空氣(5slpm)，在不同電池操作溫度下燃料加濕及不加濕之性能分析，圖 4-79 所示，當電池溫度在 35°C 時，燃料加濕之性能反而較不加濕性能低，其原因是由於在相較電池操作溫度 45°C/55°C(圖 4-80 及圖 4-81)，35°C 的操作溫度氣體所含的水量偏多，因此在燃料加濕後，會容易造成水的堆積影響氣體的進出，進而造成電池性能的下降，而在較高的電池操作溫度下(45°C/55°C)，由於高溫度下燃料不加濕，會造成 MEA 溼度不夠，降低質子的傳導率，所以性能會偏低。由圖 4-82 中不加濕的性能比較圖可得知，35°C 之性能遠優於 45 及 55°C，可以知道水管理優劣影響電池性能遠大於電池操作溫度之影響。此電池堆陰極端以空氣供應，其功率密度大約為 150mW/cm<sup>2</sup>。

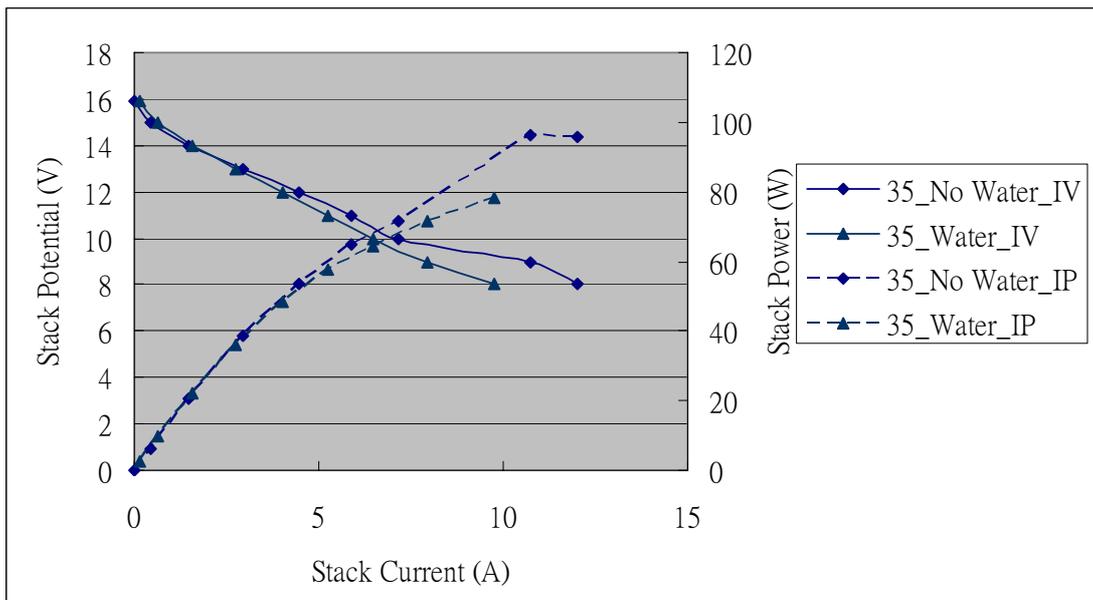


圖 4- 82 35°C 操作溫度下電池堆加濕及不加濕之性能曲線圖 (Anode: 2slpm-H<sub>2</sub> / Cathode :5slpm-Air)

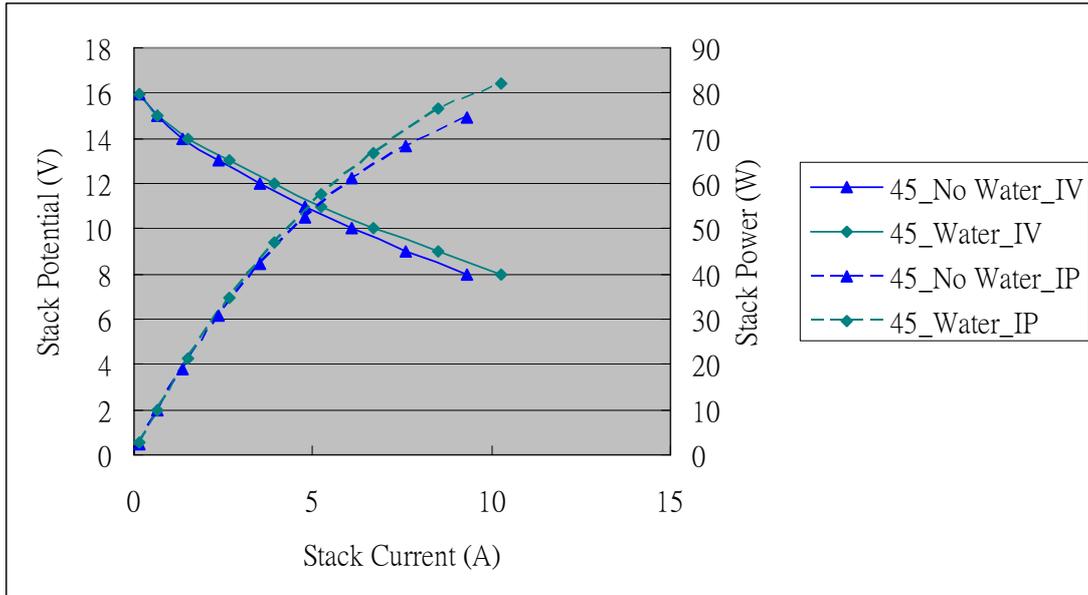


圖 4- 83 35°C 操作溫度下電池堆加濕及不加濕之性能曲線圖(Anode: 2slpm-H2 / Cathode :5slpm-Air)

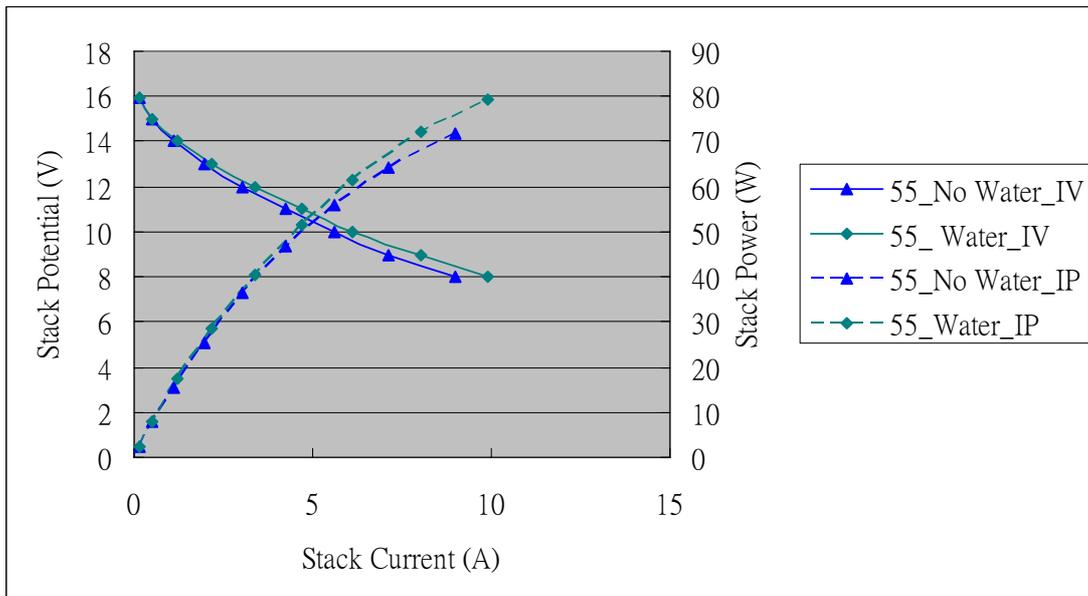


圖 4- 84 55°C 操作溫度下電池堆加濕及不加濕之性能曲線圖(Anode: 2slpm-H2 / Cathode :5slpm-Air)

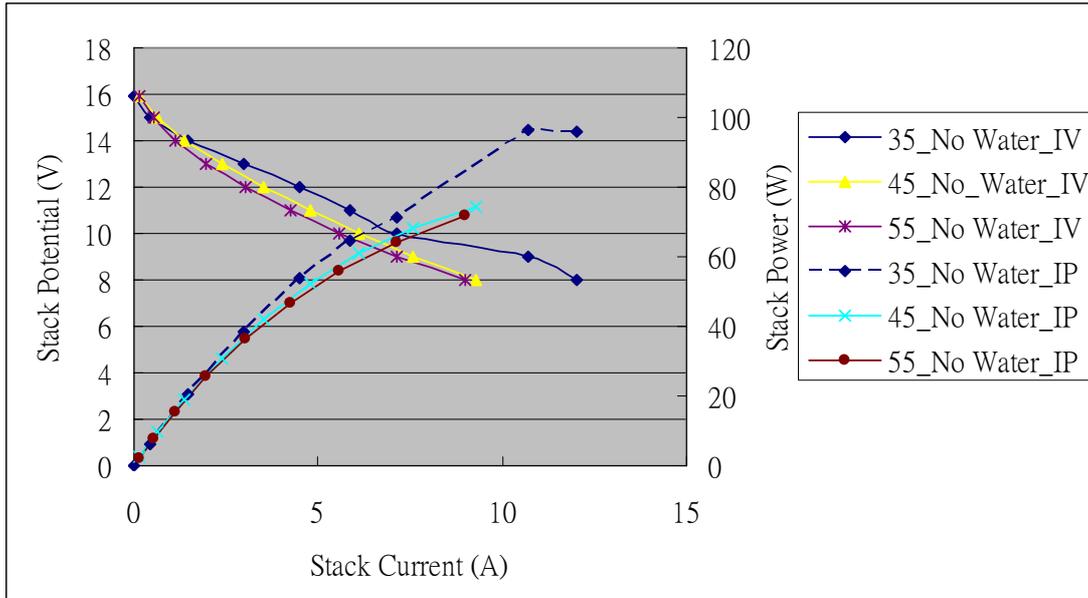


圖 4- 85 不同操作溫度下電池堆不加濕之性能曲線圖(Anode: 2slpm-H2 / Cathode :5slpm-Air)

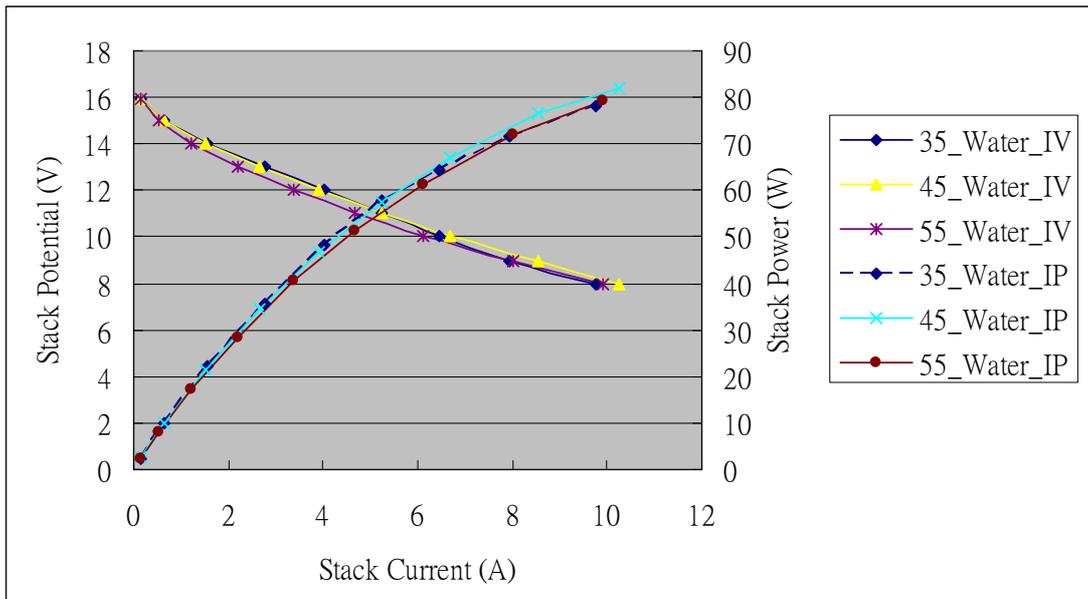


圖 4- 86 不同操作溫度下電池堆加濕之性能曲線圖(Anode: 2slpm-H2 / Cathode :5slpm-Air)

#### 4.6.3 亞太燃料電池科技公司-燃料電池機車

取得亞太燃料電池公司二款（燃料電池機車、燃料電池與鋰電池複合動力機車）電動機車，送至車輛研究測試中心進行整車性能測試；同時，亞太燃料電池公司提供燃料電池機車之書面測試數據資料，作為本計畫分析之用。

##### 1. 機車用燃料電池性能測試

將 5psig 之氮氣通入燃料電池內，利用前端之浮子流量計測試其漏氣狀態，合格標準如下：

合格標準
陽極 < 1 cc/min
陰極 < 5 cc/min
冷卻水 < 1 cc/min

測試結果：

測試條件	測試結果	判定
陽極 < 1 cc/min.	< 1 cc/min	OK
陰極 < 5 cc/min.	< 1 cc/min	OK
冷卻水 < 1 cc/min	< 1 cc/min	OK

##### (1) 組絕緣測試

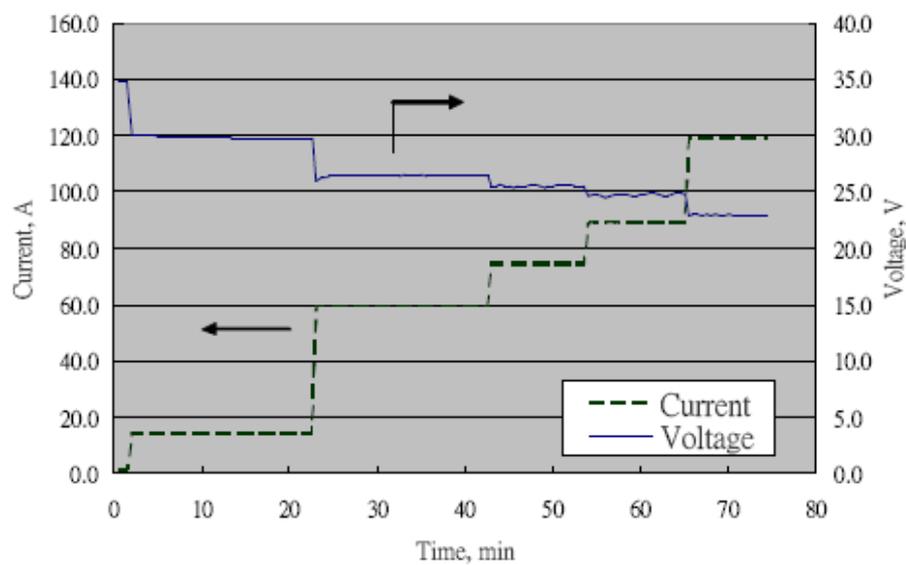
利用三用電表量測電極板與牙條間之絕緣電阻；

合格標準：電極板與上下壓板之間無短路之現象發生。

測試結果：無短路現象發生。

(2) 燃料電池性能測試紀錄

Plot 1：燃料電池性能測試相對於時間之關係圖



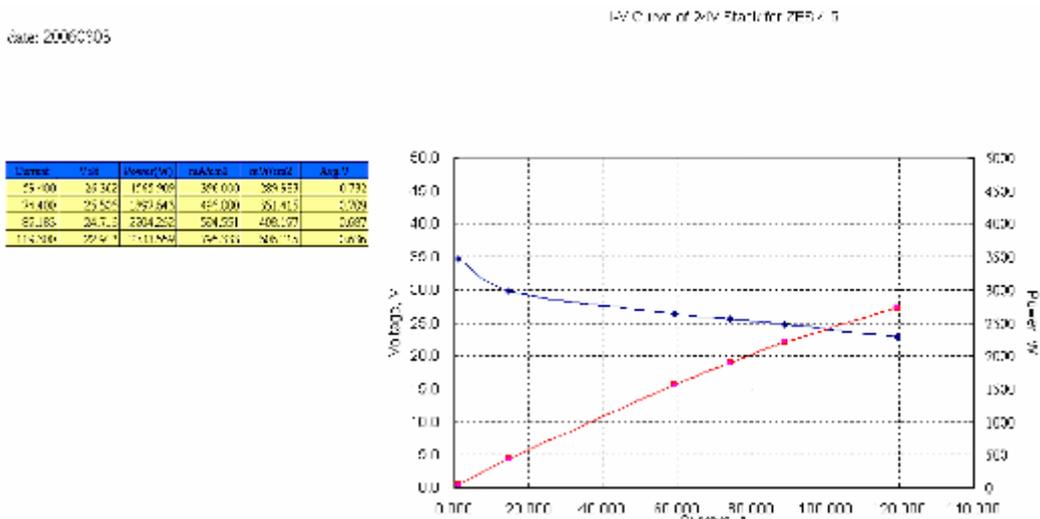
測試條件

Cell Temperature	60°C	控制電池負載 60A 時冷卻水出口之溫度為 60°C±2°C
Anode humidity	100% R.H.	
Anode stoic	1.4	
Cathode humidity	100% R.H.	
Cathode stoic	2.5	
Min. flow rate	0.25 A/cm2	

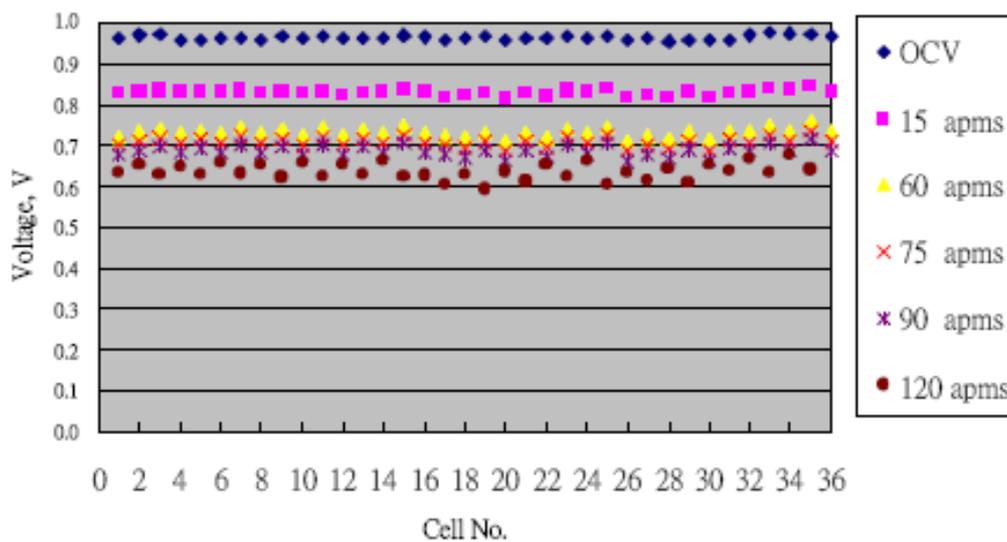
測試流程

電流	時間	備註
OCV	1 min	
15A	20 min	
60A	20 min	
75A	10 min	
90A	10 min	
120A	10 min	

Plot 2：燃料電池電壓與標準差對電流之關係圖



Plot 3：燃料電池單電池電壓分佈圖 OCV, 15, 30, 60, 75, 90, 120 A



### (3) 電池性能品質表

燃料電池組性能於 100%R.H.時，電池性能需符合下列標準。

電流	最小平均電壓
Open Circuit Voltage (OCV)	> 950 mV
100 mA/cm <sup>2</sup> (15 A)	≥ 825 mV
400 mA/cm <sup>2</sup> (60 A)	≥ 725 mV
500 mA/cm <sup>2</sup> (75 A)	≥ 700 mV
800 mA/cm <sup>2</sup> (120A)	≥ 630 mV
<b>Cell-Cell Variability @75 amps, 2.5 cathode stoic, 1.4 anode stoic</b>	
	Specification
(Max V-Min V)/average V	<10%

#### 測試結果

電流	最小平均電壓	測試值
Open Circuit Voltage (OCV)	> 950 mV	963 mV
100 mA/cm <sup>2</sup> (15 A)	≥ 825 mV	828 mV
400 mA/cm <sup>2</sup> (60 A)	≥ 725 mV	732 mv
500 mA/cm <sup>2</sup> (75 A)	≥ 700 mV	708 mv
800 mA/cm <sup>2</sup> (120A)	≥ 630 mV	636 mv
<b>Cell-Cell Variability @75 amps, 2.5 cathode stoic, 1.4 anode stoic</b>		
	Specification	測試值
(Max V-Min V)/average V (0.736-0.685)/ 0.709	<10%	7.1%

### (4) 燃料電池流阻測試

模擬電流值 A	氣體流量 slpm	Pressure drop (In. H <sub>2</sub> O)	備註
30	53.8	≈0	
60	107.6	8.30	
90	161.4	35.98	
120	215.2	60.89	

## 2. 整車性能測試

整車性能資料彙整表中，續航力係依據「CNS 14386-06 一次充電行駛距離及交流充電電能消耗率試驗法」測試得到；極速係依據「CNS 14386-03 最高速率試驗法」測試得到；加速係依據「CNS 14386-04 加速性能試驗法」測試得到；爬坡係依據「CNS 14386-05 爬坡能力試驗法」測試得到；行駛耗電(耗氫量) 係依據「CNS 14386-07 行駛時電能消耗

率試驗法」、計算儲氫罐於測試前重量與測試後重量之差異，測試得到；而車輛歸類則依據交通部路政司「車輛型式安全及品質一致性審驗作業要點」來區分。

變速續航行駛距離所採用的變速測試條件依據下圖表：

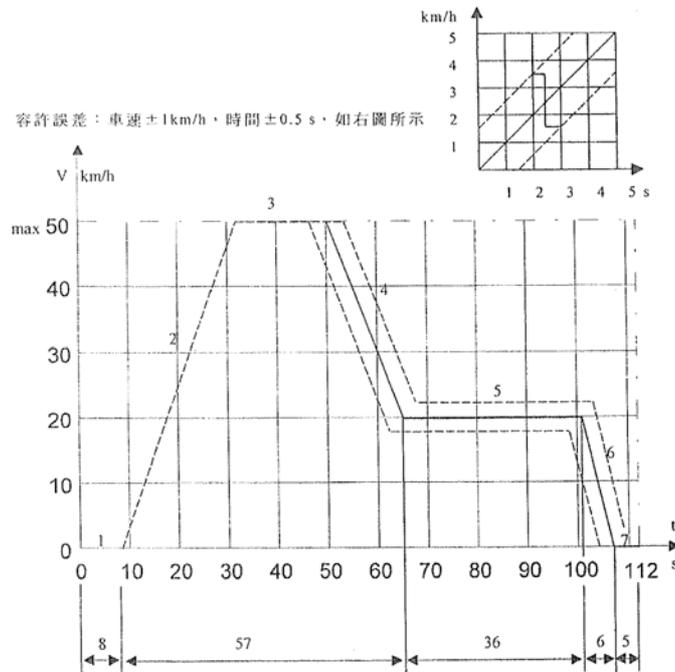


圖 4-87 變速測試條件圖

表 4-46 變速測試條件表

操作次序	操作名稱	加速度 ( $m/s^2$ )	車速 ( $km/h$ )	操作時間 ( $s$ )	累積時間 ( $s$ )
1	怠速	—	—	8	8
2	加速	0.56	0~max( $\leq 50$ )	57	—
3	定速	—	max( $\leq 50$ ) <sup>(1)</sup>		65
4	減速	-0.56	max( $\leq 50$ )~20		101
5	定速	—	20	36	107
6	減速	-0.90	20~0	6	112
7	怠速	—	—	5	—

註：1. 車速高於 50km/h 者以 50km/h 定速行駛，小於 50km/h 者以最高速率行駛。

亞太燃料電池公司提供之機車為燃料電池機車 (ZES IV.5)、燃料電池與鋰電池複合動力機車 (ZES V.0) 供本計畫送至車輛研究測試中心測試，取得測試報告；並提供燃料電池與鋰電池複合動力機車 (台全電機/FC Scooter) 的測試報告，供本計畫分析之用；其中行駛耗電率之數值係由車輛研究測試中心所提供，該數值僅量測至小數點後第二位，

小數點後第三位之數值未知，在比對分析上會造成較大的誤差，建議：爾後量測時應讀取至小數點後第三位或第四位為宜。

從表 4-47 可以看到亞太公司 ZES V.0 為採用燃料電池與鋰電池複合動力其重量較其他車款重 35~40 公斤左右，相對影響 ZES V.0 在整車測試的數據，其中耗氫量均比其他兩款車輛來的大，在續航力部分，定速與變速均未達 50 公里，因此 ZES V.0 首先要從重量進行調整，以期改善整車性能。該三款電動機車之測試資料彙整如下：

表 4-47 本計畫取得之電動機車整車性能資料彙整表

			
車型	ZES IV.5	ZES V.0	科專計畫
種類	燃料電池機車	燃料電池與鋰電池複合動力機車	燃料電池與鋰電池複合動力機車
續航力	定速 81 km 變速 52 km	定速 39.8 km 變速 33 km	定速 100.8 km
極速	44.2 km/h	48.5 km/h	52.2 km/h
加速 (0 - 30 m)	5.81 sec.	7.31 sec.	5sec
爬坡	10°@10 km/h	5°@10 km/h	11°@10 km/h
行駛耗電 (耗氫量)	定速 0.02 kwh/km (1.17 g / km)	定速 0.05 kwh/km (2.22 g / km) 變速 0.05 kwh/km (2.67 g / km)	定速 0.05 kwh/km (1.34 g / km)
馬達種類	24V 無刷馬達	36V 無刷馬達	36V 無刷馬達
電池種類	質子交換膜燃料電池 (≐1.8kW ; 100g 氫)	質子交換膜燃料電池 (≐1.8kW ; 100g 氫) ; 鋰電池 36V/10Ah	質子交換膜燃料電池 (≐2.5kW ; 150g 氫) ; 鋰電池 36V/10Ah
燃料補給時間	低壓儲氫罐交換 低於一分鐘	低壓儲氫罐交換 低於一分鐘	低壓儲氫罐交換 低於一分鐘
車重	112 kg	151 kg	116 kg

註：1.定速指以 30km/h 行駛

2.依據 CNS-14386 相關標準測試。

在未來實車示範驗證計畫初期先以燃料電池機車（ZES IV.5）應用於執行示範運行驗證工作；第二階段示範運行驗證工作則以燃料電池與鋰電池複合動力機車（台全電機/FC Scooter）為基礎改良之燃料電池與鋰電池複合動力機車（ZES V.0）為主，該車應以減重與提升整車性能為首要目標。

車輛測試中心測試報告詳如附錄四，其內容包括三款車輛檢測數據：

(1)燃料電池機車（ZES IV.5）

- 續航行駛距離試驗
- 最高速率試驗
- 加速性能試驗
- 爬坡能力試驗
- 行駛時氫氣消耗率試驗

(2)燃料電池與鋰電池複合動力機車-1（ZES V.0）

- 續航行駛距離試驗
- 最高速率試驗
- 加速性能試驗
- 爬坡能力試驗
- 行駛時氫氣消耗率試驗

(3)燃料電池與鋰電池複合動力機車-2（台全電機/FC Scooter）

本項產品係經濟部技術處整合型業界科專計畫向下研製，並委託車測中心進行測試，提供測試資料作為本計畫之參考。

- 最高速率試驗
- 爬坡能力試驗
- 續航行駛距離試驗

- 行駛時氫氣消耗率試驗

#### 4.6.4 碧氫科技開發股份有限公司

碧氫科技公司為一個以開發新科技為導向的公司。為配合氫氣經濟時代的到來，目前致力於蒸汽重組與氧化的觸媒和鈀合金膜的製備技術，進而發展和生產輕、薄、短小型化的現場高純氫氣的生產設備，以便降低投資成本，節省空間並有效降低氫氣輸送和儲存的成本，達到實用的經濟目標。為達成上述目標，碧氫公司以多孔性不鏽鋼管為支撐基材，於基材上披覆鈀膜，於重組器內直接純化獲得高純度氫氣。有別於傳統的瓦斯燃燒或電加熱，為了提升燃料的效率和減少環境的污染，碧氫公司另開發出高效率氧化觸媒作為重組反應的無火焰加熱源。藉由不斷的研究，碧氫公司獲得鈀膜管的最佳使用條件和發揮最大效能，同時整合碧氫公司的氧化觸媒和反應器設計，開發出具備純化、加熱和重組反應的三合一小型化的現場產氫設備。碧氫公司除已經獲有四項技術專利和經濟部技術發明獎，另有十四個專利於歐、美、日、大陸與台灣申請中。

##### 1. 碧氫的供氫機種類及簡介

###### (1)簡易型供氫機

以甲醇的蒸汽重組所得的合成氣 (H<sub>2</sub> 約 75%, CO, 0.5~1.0%, CO<sub>2</sub>, 24%) 經過氧化觸媒純化到： H<sub>2</sub>, 70% ，CO 約 5~7 ppm。 加熱模式是氧化觸媒的加熱，體積嬌小，效率高 > 85%。 這種供氫機的供氫機 200L/hr(lph), 500lph, 1000lph, 3000lph 及 5000lph， 這種低壓操作的簡易型供氫機可直接提供氫氣燃料給燃料電池轉為電力。另外也提供單純的重組器，維持 CO 在 1% 左右，所生產的合成氣可供氫熱能的利用，直接用於氫熱爐或車輛引擎的輔助燃料，以改善燃燒效率及減少污染物的排放。

###### (1)三合一供氫機

三合一供氫機是一種高純度氫氣的供氫機，結合觸媒加熱，甲醇重組及鈀膜純化三種單元於一體而完成，可直接由甲醇水生產 99.995% 的

氫氣，CO < 1ppm。由於鈀膜的使用，這種供氫機操作壓力在 1.0~3.0MPa 視所要的氫壓力而定，0.1~1.0 MPa。

如上所述，這種三合一高純度供氫機涵蓋觸媒加熱器，重組反應器及鈀膜純化器於一個高壓容器。產氫量為 1000 lph 的三合一供氫機，其內部容納氫氣的空間在扣除觸媒與鈀膜管所佔的體積後約有 5L=0.005M<sup>3</sup>。在不抵觸高壓氣體特定設備第七條的規範， $P \cdot V < 0.04$  (P 為氫氣壓力以 MPa 為單位，V 為氫氣體積以 M<sup>3</sup> 為單位，則容許的操作壓力為 8MPa，目前該供氫機的最高操作壓力是 3MPa，因此該供氫機並不需要接受高壓氣體特定設備檢測的管理，在最高操作壓力為 3.0MPa 的情況下，所能容許的體積是， $V = 0.04/3 = 0.0133M^3 = 13L$ 。因此該型號的供氫機在 3.0CMH 的供氫量下，不需申請檢查。但必須滿足 2.0 倍操作壓力的氣壓或 1.5 倍液壓的耐壓試驗。但如在燃料電池的操作需求下，其標準操作壓力是 1.0MPa 或 0.9MPa 時，其供氫量可增加三倍到 9~10CMH，仍不需接受高壓氣體特定設備檢查。

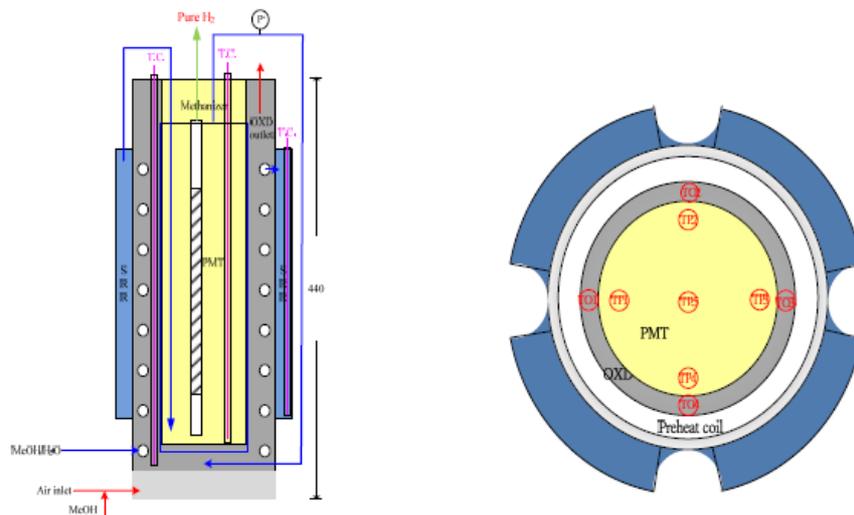


圖 4-88 碧氫三合一供氫機內部構造的測視與上視



圖 4-89 碧氫三合一供氫機外部組合圖



圖 4-90 鈇膜管與鈇膜組 (10mmIDx400mmH)

## 2. 簡易型供氫機設備安全佈置

碧氫公司設計之簡易型供氫機設備安全環境詳列如下所示：

(1) 氫氣品質 (Hydrogen product) : 70-72%v/v with 3-7ppm CO

(2) 尺寸(Size): 40cmDx20cmHx60cmW for 1M3/hr unit including CO-removal andBOP

(3) 材質 (Material) : 6061 鋁合金 (aluminum alloy)

- (4)重量 (Wt): 17Kg
- (5)甲醇總耗量(Total methanol consumption) : 630gm / M3/hr
- (6)熱能淨輸入 (Net energy consumption): 2992KJ/ M3/hr
- (7)CO2 排放量(emission): 866gm/ M3/hr
- (8)熱效率(Thermal efficiency): 85.9%
- (9)氫氣總收率(Hydrogen yield from methanol and water): 75.8%
- (10)操作溫度(Operation temperature): 100~260°C
- (11)最大操作壓力(Max. operation pressure) : 0.25MPa
- (12)氮器壓力測試 (N2 Pressure test) : 0.6MPa

碧氫公司設計之簡易型供氫機設備安全環境詳列如下所示：

圖 4-88 是碧氫科技的 1000 lph 的簡易型供氫機外貌，尺寸嬌小重量也只有 17kg，其中一半是附屬設備及外殼的重量。這設備操作在低壓(<0.25MPa)，內部包括觸媒含氫氣的容器體積很小(<0.5L=0.0005M3)，因此兩者的乘積， $P * V = 0.00125 < 0.04$ ，不屬於高壓氣體特定設備檢查規則第七條 對高壓特定設備的範圍內部設備的佈置如圖五示，本設備涵蓋直接產氫器與附屬設備(BOP)兩大部分盒裝在一大鋁金屬盒內(厚度 2 mm)，控制設備在外壁，可直接操作控制。直接產氫的重組器，CO 純化器與熱交換器密閉隔離於一小盒(內盒，圖 4-89)與電力供應，送風機及液泵等附屬設備元件(外盒，圖 4-90)分離裝置。內盒的廢氣直接排到外面不經過外盒，以確保氫氣與電力設備的隔離，如上所述含氫氣的反應器設備都經過 2.4 倍操作壓力的耐壓試驗，並確認無洩漏，因此在 700 lpM 送風機的空氣稀釋情況下，可能的氫氣濃度應在 ISO-16110-1 所要求的 LFL/4=1%的要求以下。可達成 Zone 3, Class I, Div 2 Gr. B 的工作環境要求，避免使用昂貴的防爆電力設備。碧氫的設計採用觸媒加熱，沒有燃料噴嘴衍生爆炸性氣體殘留的威脅，也沒有火焰被吹熄造成報炸的風險。最後一項是電磁性的問題，由於設備材質是反磁性的鋁金屬與陶瓷性的觸媒所構成，管間接透也是弱磁性的 316 不

鍍鋼，因此整套設備沒有磁性問題。



圖 4- 91 1000lph 的簡易型供氫機外觀



圖 4- 92 1000 lph 簡易型供氫機內部元件佈置圖

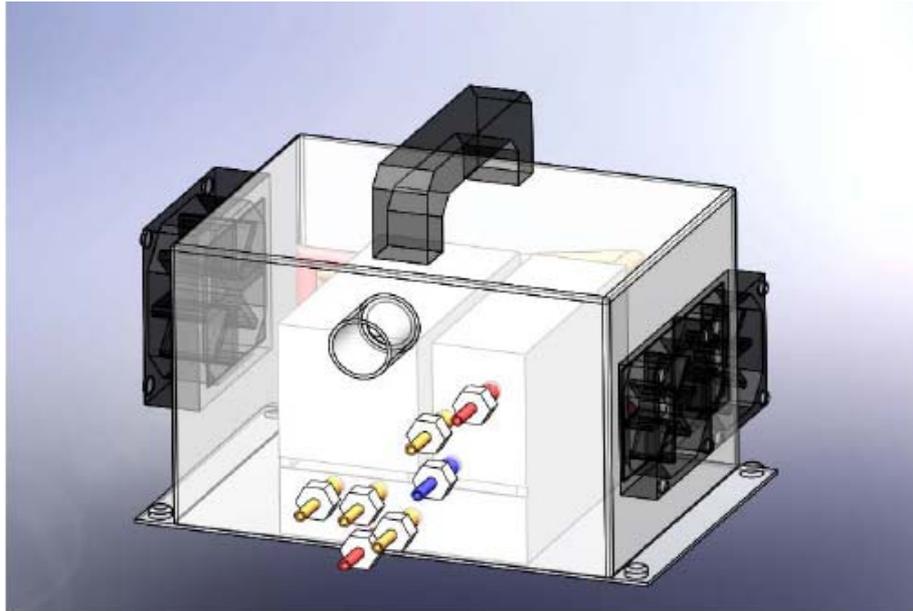


圖 4-93 1000 lph 簡易型供氫機的產氫核心部分-獨立密閉與 BOP 隔離

### 3. 低壓簡易型供氫器性能的測試標準

碧氫科技的低壓簡易型供氫機的性能測試分為其氫氣品質與連接燃料電池後的性能測試兩大類。其供氫機所產氫氣的品質顯示於圖 4-91 與圖 4-92，設定在 800lph 的產氫量，在 860hr 的測試中，維持 3% 以內的穩定度不變。同樣其氫氣中 CO 的函量在 860hr 中也維持約 5ppm 的水準。在依個多月測試中，氫氣產量及所含 CO 濃度的穩定度大致良好。供氫設備的中純度氫氣在燃料電池的性能測試依賴各燃料電池客戶的測試報告，綜合於圖 4-93 到圖 4-94 的結果。

圖九比較供氫機含 5ppmCO 的氫氣混和氣與外界氣體公司鋼瓶配製的不含 CO 的氫氣混合氣，在同濃度下，與燃料電池連結後其電流與電壓的變動情況是相同，顯示供氫記所含的 CO 對燃料電池沒有不良如中毒的影響。而在定另氫氣供應下，燃料電池的輸出電壓也非常穩定。

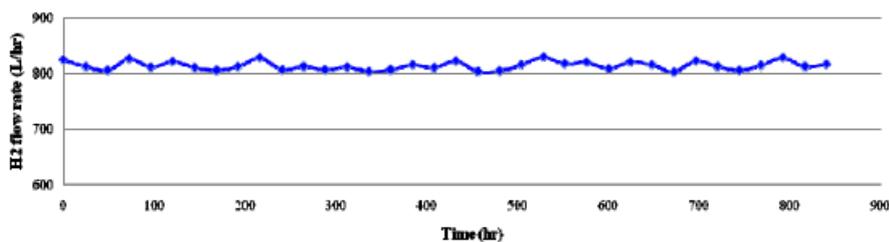


圖 4-94 供氫機產氫量的穩定度測試

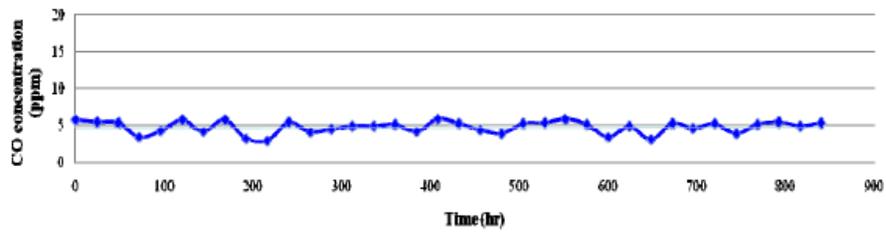


圖 4-95 供氫機 CO 濃度的穩定度測試

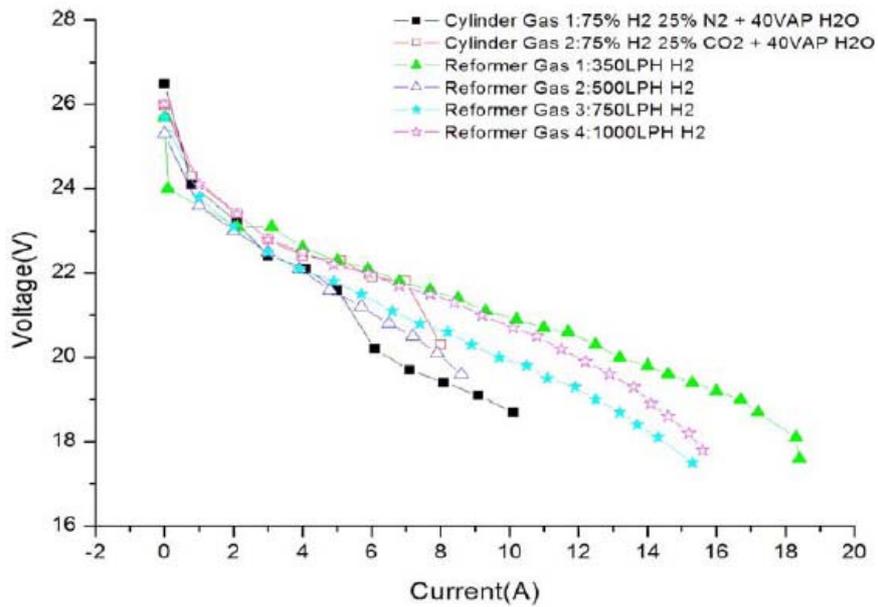


圖 4-96 不同供氫量對燃料電池電流與電壓的影響 (I-V Curve)

*160W loading test*

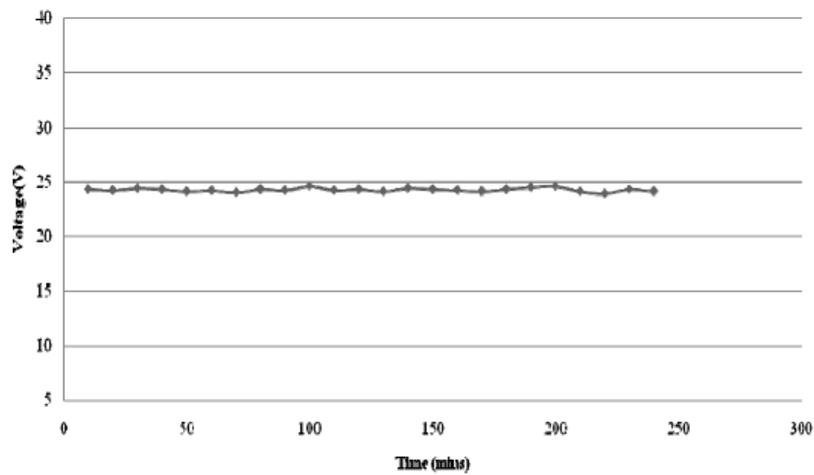


圖 4-97 固定供氫量 (200 lph) 下 700W 燃料電池電壓穩定度的測試

#### 4.測試結果

碧氫科技所製備的低壓簡易型供氫機的設備在安全設計以滿足現有已知安全規範，如勞委會的高壓氣體勞工安全規則，高壓氣體容器與特定設備的檢查規則，電力設備的防爆要求及 ISO-16110-1。所生產的氫氣品質，由已知的客戶測試資料，也滿足目前小型燃料電池性能的需求。

#### 4.6.5 勝光科技股份有限公司

勝光的核心技術為獨特的 PCB-Like 燃料電池堆(Stack)，此設計概念具有可標準化、數位化、與零組件化的特點，適合小型燃料電池系統開發與應用。每個燃料電池堆(Stack)皆由數個燃料電池模組(Module)所組成。而勝光的燃料電池模組(Module)是將膜電極組(MEA)，運用熱壓製程疊合生產而成。

##### 1. 電池系統

勝光以獨特的燃料電池堆作為發電核心，開發出"White-Box"與客製化燃料電池系統解決方案，提供系統廠與品牌業者多種選擇。

表 4- 48 勝光電池堆產品

規格	CELLINI	Apollo	Triton
尺寸(mm)	110(L)x55 (H) x7(D)	115(L)x50(H)x55(D)	120(L)x100(H)x87(D)
平均輸出	2 W	16 W	50 W
電壓範圍	1.2V - 1.6V	7.2V - 9.6V	15V - 20V
重量	68g	468g	1567g
燃料	Methanol	Methanol	Methanol
H2PowerChip™ Modules 	1	6	10
電池堆圖片			

### (1) A5 "BLADE"

A5"BLADE"系統採用單支平板式 H2PowerChip™模組所製成，具備輕薄特點優勢，並採用方便攜帶的可替換式燃料匣，主要充電應用為手機、數位相機與 PDA 等。

### (2) A25 "Cube"

A25 "Cube"系統為一提供獨立與定置型應用的外接式燃料電池供電系統，具備數種可選擇電壓輸出模式，結合可補充式燃料匣與水回收系統，讓 A25 "CUBE"能提供不間斷的電力輸出。

### (3) A50"BRICK"

A50"BRICK"系統主要提供備用電力系統與輕型電動車應用。可補充式燃料匣與水回收系統的特點，使其具有可長時間操作之優點。A50"BRICK"系統具備水平與直立兩種形式提供不同應用選擇。

表 4-49 勝光電池系統產品

規格	A5"BLADE"	A25 "Cube"	A50"BRICK"
尺寸(mm)	150(L)x25(H) x105(W)	169(L)x210(H) x190(W)	280(L)x130(H) x110(W)
輸出功率	5 W	25 W	50 W
輸出電壓	5V	5V, 9V, 12V, 19V	12V, 24V
重量	300g	4kg	1567g
操作環境	-5°C ~ 45°C	-5°C ~ 45°C	-5°C ~ 45°C
使用之燃料電池模組	Single Triton	Apollo	Triton
系統圖片			

另一方面，並就相關產品之未來發展趨勢，考量我國技術能量及與國外廠商之合作發展，分析及規劃展未來產品建立標準及檢測技術之適切性與發展項目進程，提供有關參考。就現段而言，電動機車與 3C 應

用產品應是首波檢測與建立標準對象。

令人惋惜的是勝光科技公司由於投入全方位的研發、設計與系統化組件，致財務處理上出現瓶頸，已於 98 年 1 月進行重整，僅少數研發人員仍以 Antig 公司名義留守原公司繼續努力，期望市場景氣的恢復。

#### 4.6.6 國外燃料電池檢測分析

##### 1. H-Power (100W-PEMFC)測試分析

H-100 燃料電池(圖 4-95)是由 Horizon 所設計製造，陰極端藉由自然進氣的方式增加使用的便利性，因此可藉由空氣中的溼度來加濕膜電極組，也透過自然進氣的方式提供冷卻氣體的來源，本節也針對其電池組進行高低溫及加濕效能測試及分析，表 4-50 為 H-100 之規格表，電池反應面積約 28cm<sup>2</sup>。

表 4-50 H-100 之規格表

Type of Fuel Cell	PEM
Number of cells	24
Rated power	100W
Performance	14V@7.2A
H2 Supply Valve Voltage	12V
Purging Valve Voltage	12V
Blower Voltage	12V
Reactants	Hydrogen and air
External temperature	5-35°C
Maximum stack temperature	65°C
Composition	99.999% Dry H2
Hydrogen pressure	5.8-6.5 PSI
Humidification	Self humidified
Cooling	Air (integrated cooling fan)
Weight (with fan and casing)	950g
Dimensions	14.3cm x 10.9cm x 9.4cm
Hydrogen flow rate	1.3 l/min of hydrogen at maximum power
Start up time	Immediate
Stack efficiency	40% at 14V
Controller	250g
Low Voltage Shut Down	12V

Over Current Shut Down	12A
Over Temperate Shut Down	65°C

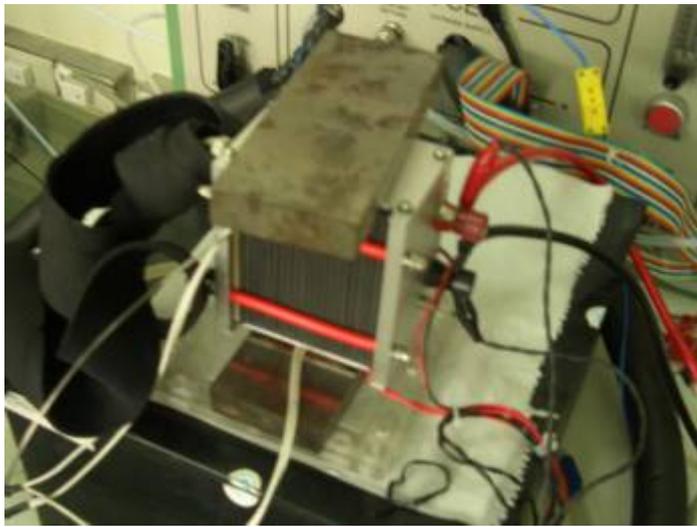


圖 4-98 H-100 燃料電池組實體圖

(1)活化測試:

在性能測試前，首先進行電池組的活化步驟(表 4-51)，以期達到其最佳之效能，圖 4-96 為其活化之各項數據。

表 4-51 活化步驟表

Voltage (V)	Time (s)
16	300
14	300
12	300
10	300
8	300

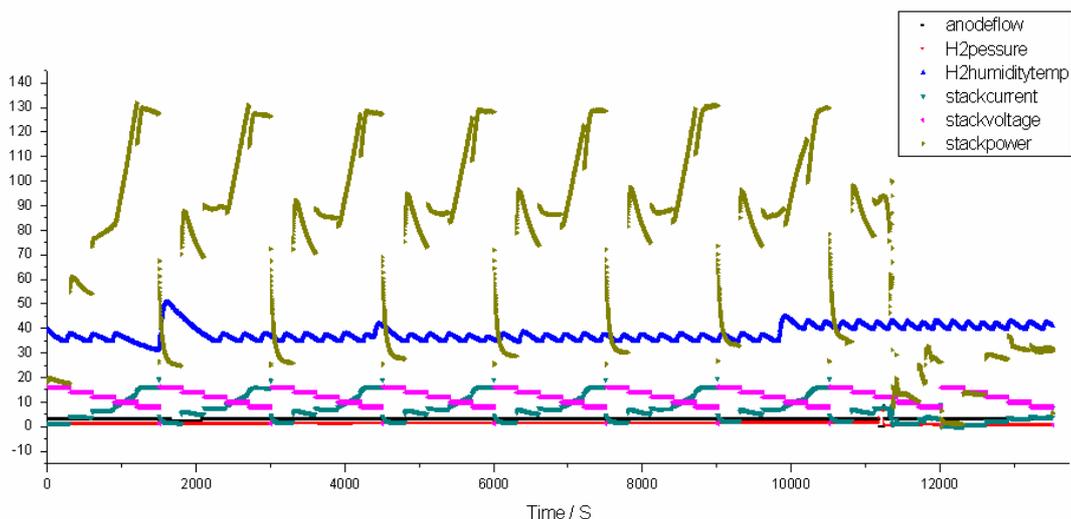


圖 4-99 H-100 電池活化測試之各項數據

(2)H-100 電池效能測試

將 H-100 分別進行不同的溫度及加濕條件，來分析其性能。圖 4-97 為電池組在進氣風扇不運轉及運轉條件下所測得之性能曲線，可以看出當風扇不運轉時，自然進氣的方式，陰極端無法得到足夠的燃料進行反應，所以效能會非常差，因此在後續的測試，皆會在風扇運轉的條件下進行測試。

圖 4-98 為電池組在氫氣不加濕及不同加濕溫度下所測得之性能曲線，不加濕及加濕所測得性能差異不大，不同溫度加濕溫度下所測的性能幾乎相同，因此可得知，氫氣的加濕條件對於此電池組的性能影響不大，因為在陰極端，燃料是由風扇供應空氣，而空氣中的溼度可藉由此途徑來加濕膜電極組，因而陽極端的加濕就並非是必要的操作條件。此電池組的功率密度大約為 160mW/cm<sup>2</sup>。

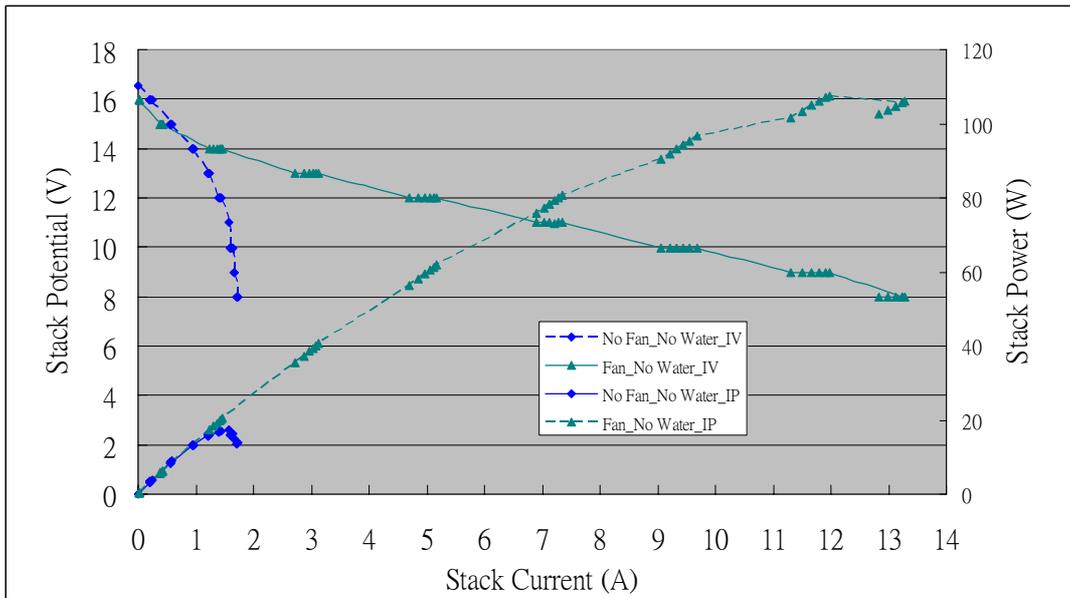


圖 4- 100 H-100 在氫氣不加濕條件下風扇不運轉及運轉之性能曲線  
(Anode-4slpm H2 / Cathode-No Fan /Fan Air Supply)

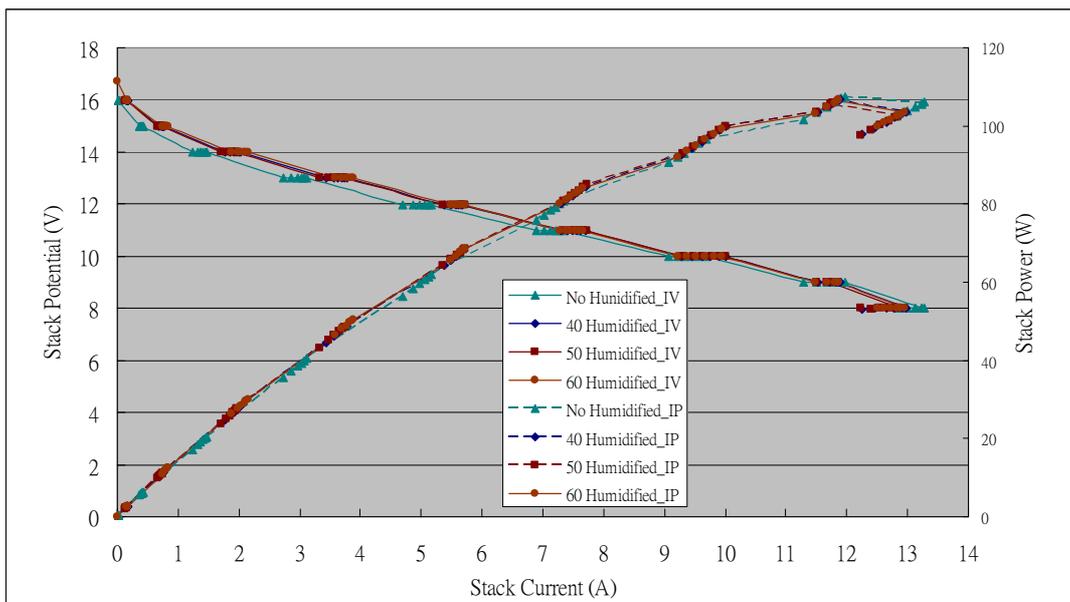


圖 4- 101 H-100 電池組在氫氣不加濕即不同加濕溫度下之性能曲線  
(Anode-4slpm H2 / Cathode-Fan Air Supply)

## 2. Ultra Cell (RMFC-XX25A)測試分析

Ultra Cell 為國際知名之燃料電池系統製造商，其產品多用於軍方可攜式電源供，本測試報告針對型號 XX25A(圖 4-99)進行電池效能測試及分析，此產品內包含了一組甲醇重組器，利用甲醇燃料匣內隻燃料進

行重組產生氫氣，以供應電池組產生電力，RMFC 之燃料電池相較於 DMFC(直接甲醇燃料電池)其優點是可以提高其功率密度，因為透過微型重組器的加入，可使得甲醇轉換成氫氣直接提供給燃料電池使用，減少燃料電池中質傳現象，因而提高其燃料的使用效率及功率密度。表 4-52 為 XX25 之產品規格，1.24kg 的重量下約可以提供 20W 的電力。



圖 4- 102 Ultra Cell-XX25A 甲醇重組燃料電池外觀

表 4- 52 XX25 規格表

<b>FUEL CELL SYSTEM</b>	
CONTINUOUS POWER	20W
PEAK POWER	25W
VOLTAGE	12V to 30V (factory set)
STARTUP	20.0 minutes
DIMENSIONS	5.9" x 9.1" x 1.7" (15cm x 23cm x 4.3cm)
WEIGHT	2.7 lbs (1.24 kg)
COLOR	Sand
OPERATING TEMPERATURE RANGE	-20°C to +40°C (-4°F to +104°F)
HUMIDITY	0% to 95%
ON/OFF CONTROL	Membrane Switch
LCD DISPLAY	NVG compatible
CONNECTOR	Standard military connectors
<b>FUEL CARTRIDGE</b>	
COMPOSITION	Methanol (67%) and Water (33%)
VOLUME	250cc
WEIGHT (FULL)	12.1 oz (345 grams)
(EMPTY)	4.6 oz (131 grams)
POWER CAPACITY	180W-hr (15 A-hr @ 12V)
DURATION	-9 hrs @ 20W
STORAGE TEMPERATURE RANGE	-20°C to +60°C (-4°F to +140°F)

此產品內之電池組反應面積大約為 17cm<sup>2</sup>(12 cells)，將其燃料電池系統外接電子負載器進行定電流及定功率之拉載，以測試其性能曲線，圖 4-100 及圖 4-101 分別為定電流拉載及定功率拉載之效能圖，可得知其內部含有二次電池的輔助，可提供 7.26V 之電力供系統開機及輔助電力，換算之後其內部之燃料電池開路電壓約為 9.5V，燃料電池所提供之最大功率約 11.3W，功率密度大約為 55mW/cm<sup>2</sup>。

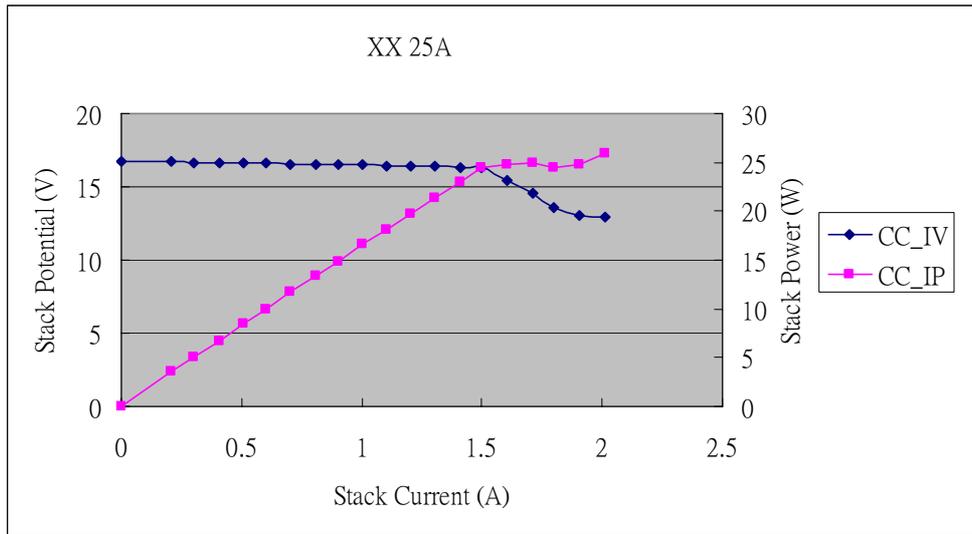


圖 4- 103 XX25 電池堆定電流拉載效能圖

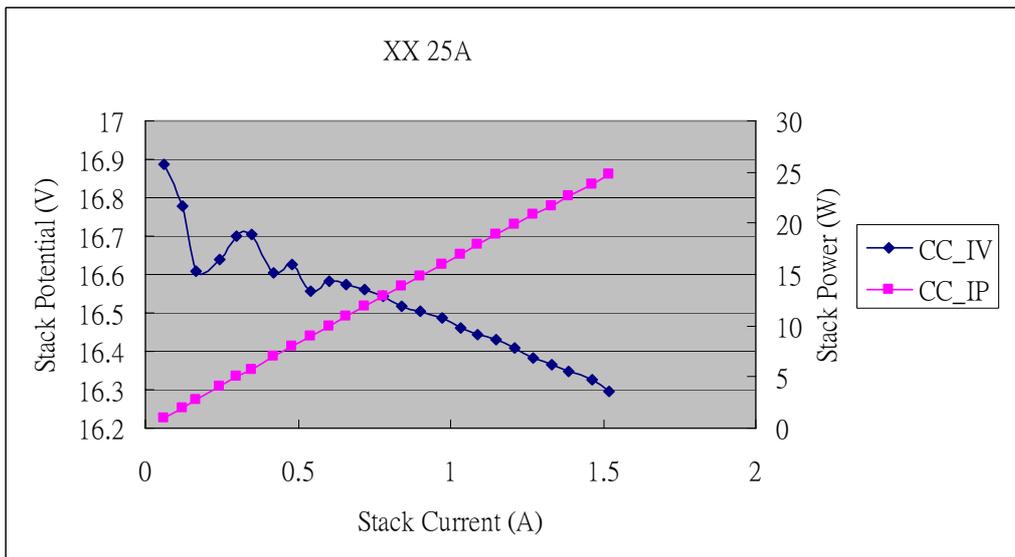


圖 4- 104 XX25 電池堆定功率拉載效能圖

### 3. Smart Fuel Cell (DMFC-EFOY 600) 測試分析報告

Smart Fuel Cell 為國際知名之直接甲醇燃料電池系統製造商，其產品多用於可攜式及移動式電源供應，如備用電力，電動輕型載具充電電力等，本測試報告將以型號 EFOY 600 進行效能測試分析，其效能規格如表 4-53。

將 EFOY-600 內含之直接甲醇燃料電池組拆出獨立進行不同溫度及

不同燃料當量測試，圖 4-102 為 65°C 及 75°C 相同燃料流量之性能比較，效能差異並不明顯，而當改變陰極端燃料時其性能差異大，因此改變風扇的進氣量能夠有效的增加其功率密度，但卻會因此而消耗一部分的電力來驅動風扇。此電池堆的開路電壓(OCV)約為 12V(19Cells)，對照其規格表可得知其內部亦含有二次電池以驅動風扇並啟動燃料電池組系統。其電池組內之有效反應面積為 35 cm<sup>2</sup>，換算其功率密度大約為 90mW/cm<sup>2</sup>。

**表 4- 53 SFC 產品規格表**

<b>Performance</b>			
<b>Product</b>	<b>EFOY 600</b>	<b>EFOY 1200</b>	<b>EFOY 1600</b>
Rating	25 W	50 W	65 W
Charge capacity	600 Wh/Day (50 Ah/Day)	1200 Wh/Day (100 Ah/Day)	1600 Wh/Day (130 Ah/Day)
Nominal voltage	12 V	12 V	12 V
Charging current @ 12 V	2.1 A	4.2 A	5.4 A
Turn on threshold*	$U_{batt} < 12.5 \text{ V}$	$U_{batt} < 12.5 \text{ V}$	$U_{batt} < 12.5 \text{ V}$
Cut off threshold*	$U_{batt} > 14.2 \text{ V}$ and $I_{out} < 2.0 \text{ A}$	$U_{batt} > 14.2 \text{ V}$ and $I_{out} < 2.0 \text{ A}$	$U_{batt} > 14.2 \text{ V}$ and $I_{out} < 2.0 \text{ A}$
Required starting voltage	> 10.8 V	> 10.8 V	> 10.8 V
Quiescent current requirement	15 mA	15 mA	15 mA
Methanol requirement	1.1 l/kWh	1.1 l/kWh	1.1 l/kWh
Compatible batteries	12 V rechargeable (lead-acid or lead-gel) batteries with 40 to 200 Ah capacity		

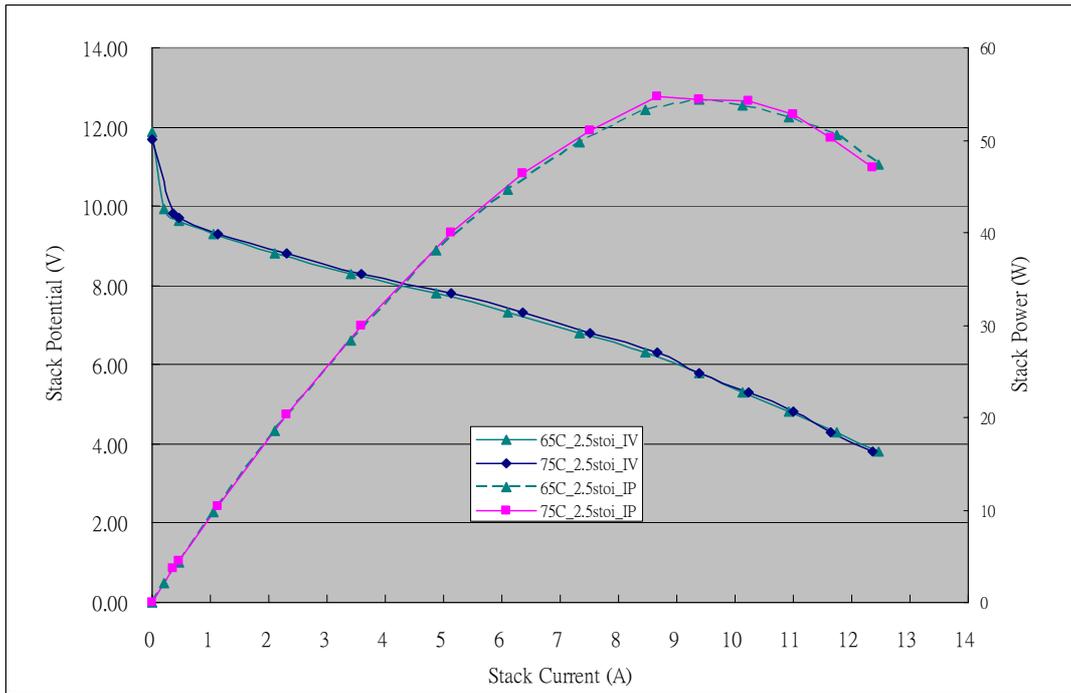


圖 4- 105 定當量流量電池溫度在 65 及 75°C 之性能曲線 (Anode-1.5stio Methanol / Cathode-2.5 stio Air)

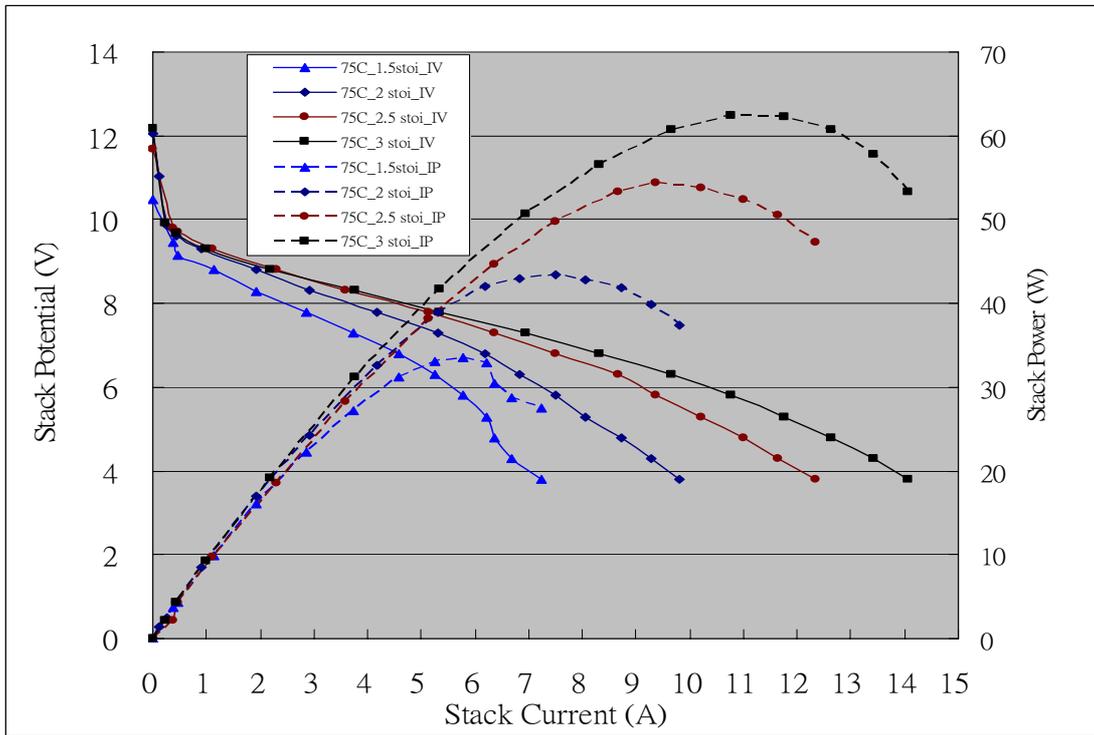


圖 4- 106 定電池溫度在 75°C，不同陰極端燃料流量之性能曲線 (Anode-1.5stio Methanol / Cathode-1.5 2 2.5 3 stio Air)

將所有商用產品之測試數據之反應面積功率密度及重量功率密度列表比較(表 4-54)，由表中可得知 H-Power 電池組有最大反應面積功率密度及重量功率密度是最高的，也可得知 PEMFC 的功率密度皆遠優於 DMFC 及 RMFC，由於其陽極的燃料供應皆是由純氫供應，不需經過甲醇轉換或重組，因此功率密度較高。但氫氣的持續運輸及供應就是一個比較大的問題，因此如果能夠提高甲醇重組或直接甲醇電池的功率密度加上燃料的運輸供應便利，此兩種類電池組將有助於燃料電池之商業化。

表 4-54 商用產品之功率密度比較表

電池組種類	PEMFC	PEMFC	RMFC	DMFC	DMFC
測試型號	氣冷式電池組	H-100	XX25A	EFOY600	DMFC-II
製造商	亞太燃電	H Power	Ultra Cell	Smart Fuel Cell	元智-燃電中心
反應面積	40cm <sup>2</sup>	28 cm <sup>2</sup>	17 cm <sup>2</sup>	35 cm <sup>2</sup>	25 cm <sup>2</sup>
電池數	16	20	12	19	10
功率密度 (mW/ cm <sup>2</sup> )	~150	~160	~55	~90	~95
功率密度 (W/kg)	~50	~116	~25	~16.6	~16.6

#### 4.6.7 發展燃料電池應用產品建議

根據 Freedonia Group 公司預測，世界燃料電池之市場需求將由 2007 年 1.75 億美元，2012 年成長為 9.75 億美元，預計至 2017 年，世界燃料電池系統需求值可成長為 33 億美元。其中，以發電系統市占率 38.0% 最高，其次為可攜式電子產品占 21.2%、備用電源占 18.2%、汽機車占 13.6% 等、其他產業應用占 9.0%，並以可攜式電子產品成長速度最快，如表 4-55 所示。

表 4-55 全球燃料電池市場需求

Item	1997	2002	2007	2012	2017
Gross Domestic Product (bil \$)	8304	10470	13850	17550	22250
\$ fuel cell/mil \$ GDP	5	8	13	56	148
Fuel Cell Demand by Market	<u>42</u>	<u>85</u>	<u>175</u>	<u>975</u>	<u>3300</u>
Electric Power Generation	18	36	80	450	1250
Motor Vehicles	3	13	33	105	450
Backup Power Supplies	neg	10	25	200	600
Military/Aerospace	21	22	20	35	100
Portable Electronics	--	3	10	130	700
Other	neg	1	7	55	200

資料來源：Freedonia Group, 2008.04

目前先進國家除進行各種技術提昇與降低成本之研究外，都在進行政府主導或協助的示範運行，如美國、歐洲、加拿大與日本的燃料電池汽車與巴士運行計畫，皆由政府主導，搭配民間企業共同執行。關於燃料電池產品商業化時程，全世界先進國家目前均已進入所謂的最後一哩 (the last mile) 的階段，也就是包括汽車、巴士、發電機等各式燃料電池產品的示範運行與驗證，以加速邁入商品化市場。相對於國際間如火如荼地進行商業化示範運行與驗證，國內亦將開始推動燃料電池產品示範運轉計畫，對業界誠為莫大鼓舞。

國內業界建議多年之氫能燃料電池示範驗證計畫，政府將自 98 年開始推動，無疑為推動台灣氫能燃料電池產業大幅邁進一步，業者深具鼓舞。環顧目前全球燃料電池產業發展現況並分析台灣產業規模與架構，無庸置疑，機車與 3C 應用產品仍是台灣最具有競爭力的燃料電池產品。以燃料電池機車為例，由於國際間燃料電池在運輸工具之發展著重在汽車，台灣發展燃料電池汽車並不具可行性；相對地，燃料電池機車卻與之具有明顯市場區隔性，機車產業技術層次與市場利基完全符合台灣發展現況。因此，台灣發展燃料電池機車絕對具有技術領先與產品獨特的優勢。

我國亦為 3C 電子產品之製造王國，擁有強大的設計研發能力與完

整成熟產業鏈，非常適合發展 3C 小型燃料電池，且有機會建立領先全球的標準與規範。若要發展新能源產業，建議以 3C 電子產業為初期切入發展重點，如能利用氫能燃料電池技術以提升 NB、Cell Phone 等產品之附加價值，則甚具發展前景。

因此藉助政府推動之示範運轉計畫，建立燃料電池機車驗證平台與 3C 研發平台，帶動零組件研發與提昇產品競爭力，以期真正建構國內燃料電池機車與 3C 電子燃料電池產業。由於政府即將開啟推動之腳步，期望慎選利基產業，集中資源、重點突破，極有機會在國際市場上異軍突起，領先品牌。展望未來，各類輕型電動車輛、3C 電子產品，都有機會因為燃料電池技術的加值，繼續領先國際。因此經由示範運行以驗證長期使用的性能，以及建立技術標準與相關法規，配合發展初期政府訂頒之獎勵誘因，提供業者投入之環境，都是未來需要努力的方向。

#### 4.7 舉辦氫能燃料電池標準建置座談會

為推動國內燃料電池電動機車示範運行，本計畫擬推動國內燃料電池電動機車全島示範運行發表會，藉以凝聚業界與國人對電動機車之重新認知。同時利用示範運行發表會對於機車性能與安全規範諸元，做進一步認定與意見交換，以為建議燃料電池電動機車相關標準研訂之參考。

##### 4.7.1 燃料電池與機車應用技術標準草案說明會

- (1) 時間：98年3月12日（星期四） 14:00-17:00
- (2) 地點：台灣中油公司 507 會議室（台北市松仁路3號）
- (3) 主辦單位：經濟部標準檢驗局、台灣經濟研究院
- (4) 協辦單位：台灣燃料電池夥伴聯盟
- (5) 承辦單位：台灣新能源產業促進協會
- (6) 主席：黃林輝 理事長
- (7) 紀錄：黃立寧

##### 1. 會議議程

時間	內容	主講人	備註
14:00-14:20	報到		
14:20-14:30	主席致辭	台灣新能源產業促進協會 理事長/黃林輝	
14:30-14:40	貴賓致詞	經濟部標準檢驗局	
14:40-15:30	技術標準如何成為國家標準 與 IEC/ISO 國際標準概述	財團法人台灣電子檢驗中心企畫 與技術推廣部組長/蔡登順	
15:30-15:45	燃料電池電動機車整車試驗 相關規範探討	財團法人車輛研究測試中心環保 能源部汽油車課長/林峻毅	
15:45-16:10	氫燃料電池機車整車性能測 試草案說明	亞太燃料電池公司 專案經理/張鴻喜	
16:10-16:30		Q&A	

## 2.燃料電池與機車應用技術標準草案說明會

### (1)技術標準如何成為國家標準與 IEC/ISO 國際標準概述

主講人：企畫與技術推廣部組長/蔡登順（財團法人台灣電子檢驗中心）

### (2)主題二、燃料電池電動機車整車試驗相關規範探討

主講人：環保能源部汽油車課長/林峻毅（財團法人車輛研究測試中心）

### (3)主題三、氫燃料電池機車整車性能測試草案說明

主講人：專案經理/張鴻喜（亞太燃料電池公司）

## 3.綜合座談

目前評估因為初期產品有限，燃料使用的數量不多，所以先計畫用集中式的管理方式儲存氫氣，例如煉油廠或特定的地點架設充氫站，若未來燃料電池機車數量增加，則考慮附屬於加油站的方式，設置充氫設備，填充氫氣瓶或更換儲氫瓶。而關於甲醇是否適用於機車中，當初並未思考此問題，且目前尚未看到類似產品，故現階段以使用低壓儲氫罐的方式為主，標準的制定將會陸陸續續的修改，未來也可能規劃多方式的燃料來源，是否使用甲醇做為燃料，或製氫的方式為何，將放置於第二階段評估。但要訂標準之前，先決條件是產業界需要有相關的產品。

低壓儲氫罐是一種儲氫方式，而國外的車輛也有使用高壓氣體的儲氫方式，此部分的標準需要另外制定，相關的安全、檢測及標準將放於第二階段評估，儲氫及產氫的技術很多，並沒有規定未來皆只使用低壓儲氫罐技術。

## 5. 相關照片



#### 4.7.2 經濟部標準檢驗局能源科發計畫 97 年度成果展氫能與燃料電池系統產品標準、檢測技術

##### 1.活動緣由：

聯合推廣 97 年度經濟部標準檢驗局能源科發計畫成果，針對節約能源、再生能源、前瞻能源等產業科技之國內外發展趨勢與未來發展重點提出分析與建議，藉以制定創新研發及產業化策略，建立產業發展架構及環境建構。

##### 2.時間：98 年 06 月 29 日(一)

##### 3.地點：經濟部標準檢驗局大禮堂(臺北市濟南路 1 段 4 號)

##### 4.主持人：經濟部標準檢測局 陳介山 局長

##### 5.會議議程：

時 程	內 容
09:30-10:00	報到
10:00-10:05	主席致詞
10:05-10:20	貴賓致詞
10:20-10:30	「建置節約能源、再生能源及前瞻能源產品標準、檢測技術及驗證平台先期研究及導入計畫」簡介
10:30-10:50	LED 室內外照明系統產品標準、檢測技術
10:50-11:10	休 息(展示區導覽)
11:10-11:30	冷凍空調與新興冷媒產品標準、檢測技術
11:30-11:50	風力發電系統產品標準、檢測技術
11:50-13:30	午 餐(展示區導覽)
13:30-13:50	太陽發電系統產品標準、檢測技術
13:50-14:10	植物性替代燃料產品標準、檢測技術
14:10-14:30	休 息(展示區導覽)
14:30-14:50	氫能與燃料電池系統產品標準、檢測技術
14:50-15:10	能源科技計量標準追溯
15:10-15:30	能源科技產品驗證制度及驗證平台
15:30-16:00	綜合座談

## 6.活動記錄：

本次活動合計超過 200 位以上業界先進參與，並邀請行政府科技顧問組萬其超執行秘書、電電公會副理事長鄭富雄與照明公會副理事長張孔誠蒞臨致詞；另外，有 5 家國內氫能與燃料電池廠商聯合於本活動進行相關產品的展示，展出項目包括儲氫罐、可攜式發電、定置型發電機以及燃料電池機車等。

## 五、結論與建議

### 5.1 結論

#### 5.1.1 國內產業結構完整與利基產品

台灣氫能與燃料電池廠商已近 30 家以上，並各自擁有專利與技術，在產業供應鏈中，從上游原材料、中游電池組、下游應用產品以及周邊產品均有廠商投入，台灣廠商具有足夠技術能量發展氫能與燃料電池產品，目前已有多家廠商正式發表可量產之產品，並在國際打響名號，包括真敏 10KW 定置型發電機、漢氫固態儲氫產品、亞太燃料電池電動機車、光騰、碧氫之產氫器等。

#### 5.1.2 國際發展現況

目前燃料電池核心技術掌握在國際大廠，包括 Ballard、杜邦等，也因此燃料電池的成本無法快速降低，然國內廠商南亞電路板已擁有大幅降低 MEA 材料成本的能力並獲得杜邦公司唯一授權的代工廠，未來可望增加國內相關廠商國際競爭力；國際間除著力氫能與燃料電池技術的開發之外，對於應用產品的示範運行也持續在推動，並藉由實際的運行驗證建立完整與可靠的標準規範，如日本的 JHFC、歐盟的 Hychain、美加的燃料電池汽車示範運行計畫等。

#### 5.1.3 國際標準發展快速

目前世界先進國家均有投入相關氫能與燃料電池的技術開發，對於標準的部分也相當的重視，而目前的國際標準主要以 ISO 與 IEC 為主，在車輛部分則有 SAE 組織的投入，目前國內在相關的標準建置尚未完備，僅有部分規範有納入國家 CNS 標準體系。

#### 5.1.4 氫能與燃料電池安全規範

氫能與燃料電池產品必須使用到可燃性氣體，如氫氣、甲醇等，因此在安全上有一定規範與限制必須遵守，特別是要行銷國際的產品，必須能通過國際安規與檢測才具有較大的競爭優勢，包括 IEC、ISO 與 UL 都有規範相關的安全標準；在國內一樣面臨相同安全上的問題，除有部

分在勞工安全已有規定外，在國際標準的部分，目前也尚未納入國家 CNS 標準體系。

### **5.1.5 學習國際經驗**

美國、日本、歐盟與中國燃料電池車輛的示範運行計畫進行多年，累積的經驗與成效，非常值得台灣政府部門、研究機構、專家學者與產業界共同努力學習。

### **5.1.6 燃料電池機車示範運行**

台灣的燃料電池機車示範運行計畫並不是需要加氫站，而是需要儲氫罐交換站，此種規劃可參考歐盟的 HyCHAIN 計畫（小型燃料電池車輛示範運行計畫）。

### **5.1.7 燃料電池技術發展**

美、日、歐等國的燃料電池科技發展是全面性，包括 PEMFC、SOFC、DMFC，應用領域包括車輛載具、發電機組與 3C 應用。中國燃料電池的發展是局部性，幾乎集中於 PEMFC 與車輛載具；台灣燃料電池的發展包括 PEMFC、DMFC、SOFC，主要為發電機組與 3C 應用，車輛載具則為機車，與中國的發展情形幾乎呈現高度互補性。

## **5.2 建議**

### **5.2.1 建立完整氫能與燃料電池標準規範**

國際標準規範目前雖尚未有完整的規範釋出，但各國政府與國際大廠均已投入相當多的資源與建置，未來在標準的規範將愈趨完善，因此台灣應儘速蒐集相關國際標準規範，包括 ISO TC 197 與 IEC TC 105 系列標準，並調和成符合台灣環境條件的 CNS 國家標準，使台灣相關產品可與國際接軌；對於具有國際優勢之相關燃料電池產品如燃料電池電動機車，應儘速草擬相關標準，以利在國際相關標準組織提出，並使其標準可以國際化。

### **5.2.2 推動氫能與燃料電池產品示範運行**

在調和研擬國內氫能與燃料電池標準的同時，應另外規劃重要產品之實際運行計畫，如定置型發電機、燃料電池電動機車等，並儘速推動

以期在相關產品示範運行的同時，修正相關氫能與燃料電池標準，並透過相關示範運行計畫的成功經驗，帶動其他相關產品的開發與標準的建置，包括基礎設施加氫站、供氫系統以及 3C 小型燃料電池產品。

### **5.2.3 規劃建置氫能與燃料電池基礎設施**

為使氫能與燃料電池相關的示範運行計畫成功執行，必須具有完善的基礎設施或供氫物流系統來提供足夠的燃料來源，因此建議儘速參考國際成功示範計畫之基礎設施或供氫系統的規劃，並透過專業研究機構規劃執行基礎設施的建置，以期可以順利執行氫能與燃料電池相關示範運行計畫。

### **5.2.4 政府單位跨部會整合推動氫能與燃料電池產業**

由於氫能與燃料電池產業所涵蓋的產業與範圍相當大，因此所需訂定之相關的技術標準、規範也非常的廣範，相關的政府單位包括標檢局、能源局、工業局、技術處，甚至勞工安全與交通管理等權責單位均與國內推動氫能與燃料電池產業發展與示範運行息息相關，為有效快速推動相關計畫執行，整合國內相關政府部分進行相關分工協調有其必要性，並進一步統整國內業界能量，以利國內相關資源的有效利用，避免造成不必要的資源浪費。

### **5.2.5 成立示範運行專責組織推動輕型車輛實證**

根據國外燃料電池車示範計畫的推動，必須先成立一個專責的組織進行規劃與管理，然後完成燃料周邊系統的建置（例如加氫站與交換站），最後才能正式進行車隊的示範運行。同時也應與業界共同執行相關的管理計畫，使驗證、檢測、資訊蒐集、技術標準的建立公開透明。

### **5.2.6 配合兩岸搭橋計畫加強合作**

海峽兩岸的燃料電池技術開發既然呈現互補的現象，似乎可以考慮雙方進行合作，共同為未來的商業化進行努力。在示範運行方面，也可考慮互相整合與合作，不但節省投入的資源與縮短所需花費的時間，而且容易得到較大的局面與成效。

## 六、主要績效指標表

計畫類別 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術 研究	創新 前瞻	技術 發展 (開發)	系統 發展 (開發)	政策、法規、 制度、規範、 系統之規劃 (制訂)	研發環 境建構 (改善)	人才 培育 (訓練)	研究計 畫管理	研究 調查	其他
A 論文	3									
B 研究團隊養成										
C 博碩士培育										
D 研究報告									4	
E 辦理學術活動										
F 形成教材										
G 專利										
H 技術報告										
I 技術活動										
J 技術移轉										
K 規範/標準制訂										
L 促成廠商或產業團體投資										
M 創新產業或模式建立										
N 協助提升我國產業全球地 位或產業競爭力										
O 共通/檢測 技術服務										
P 創業育成										
Q 資訊服務										
R 增加就業										
S 技術服務										
T 促成與學界或產業團體合作 研究										
U 促成智財權資金融通										
V 提高能源利用率										
W 提升公共服務										
X 提高人民或業者收入										
Y 資料庫										
Z 調查成果										
AA 決策依據										