



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：考察)

建置節約能源、再生能源與前瞻能源產業產品標準、
檢測技術及驗證平台先期研究及導入計畫子計畫 5
氫能與燃料電池美國出國考察報告

服務機關：經濟部標準檢驗局
姓名職稱：劉勝男技正、吳忠穎技士、吳昌圖技士
出國地點：美國
出國期間：中華民國 98 年 7 月 25 日至 7 月 31 日
報告日期：中華民國 98 年 10 月 21 日

行政院研考會/省(市)研考會
編號欄

目 錄

圖目錄.....	ii
表目錄.....	iii
摘要.....	iv
壹、 前言與目的	1
一、 緣起.....	1
二、 目的.....	2
三、 行程.....	3
貳、 研究調查概要	6
一、 燃料電池與電動車展覽.....	6
二、 參訪加州燃料電池夥伴聯盟(CaFCP).....	8
三、 參訪 Air Products and Chemicals, Inc.....	20
四、 參訪加氫站設施.....	22
參、 心得與建議	25
一、 心得.....	25
二、 建議.....	26

圖目錄

圖 1、驗證平台讓消費者、產業界及政府等創造三贏局面.....	2
圖 2、燃料電池與電動車展覽相關照片.....	7
圖 3、 HydroGen4 系統架構圖.....	16
圖 4、參訪加州燃料電池聯盟照片.....	19
圖 5、Air Products 公司之氫氣製造及運送流程.....	20
圖 6、Air Products 公司之氫氣製造流程圖示.....	21
圖 7、參訪 Air Products and Chemicals, Inc.照片.....	21
圖 8、南加州地區之氫能供應及需求分布.....	23
圖 9、洛杉磯地區之加氫站.....	23
圖 10、加州地區之加氫站設施.....	24
圖 11、Air Products and Chemicals, Inc.加氫站設施.....	29

表目錄

表 1、美國氫能與燃料電池行程表.....	3
表 2、拜訪單位及主要訪談人.....	4
表 3、加州燃料電池夥伴聯盟會員名單.....	8
表 4、ISO 及 IEC 之氫能標準技術委員會.....	18
表 5、 Standards on HFCV	18
表 6、美國加州地區加氫站設置規定之查檢表.....	29

摘要

依據行政院 2007 年產業科技策略 (SRB) 會議之前瞻能源科技重要結論及建議及政策指示，經濟部標準檢驗局考量國家未來能源自主來源之安全性及能源科技產品重點發展項目，將氫能與燃料電池系統列入前瞻性能源產品品項，環顧歐、美、日等先進國家目前對氫能與燃料電池的研究及應用均已投入相當經費及人力，為了解目前先進國家作法及經驗，加速跟上國際腳步及發展趨勢方向，特安排本次研究調查出國計畫，赴美國加州地區調查氫能與燃料電池系統相關產品之檢測技術與驗證制度，而美國加州對於氫能與燃料電池系統相關產品有相當完整的研發組織及執行策略，希望藉由本次的出國計畫能進一步蒐集美國氫能與燃料電池系統相關產品之檢測技術與驗證制度資料，作為國內推動氫能與燃料電池檢測技術與驗證制度之參考。

此次出國行程除參加洛杉磯地區辦理之燃料電池與電動車展覽 Clean Air Car Show and Green Living Expo 外，另外亦安排參訪加州夥伴電池聯盟 (CaFCP) 及 Air Products and Chemicals, Inc. 等 2 個機構單位以及相關加氫站設施，對 98 年至 101 年「建置節約能源、再生能源及前瞻能源科技產品標準、檢測與驗證平台」之四年新興發展計畫可以有明確及規劃藍圖及具體執行方向。

本次出國計畫了解美國加州各相關機構對氫能與燃料電池方面所規劃

計畫及目標，特別是加州夥伴電池聯盟對其所發展之氫能燃料電池汽車 (FCV) 所做的各項研究及示範運行計畫，所進行的各項測試實驗，以設計符合相關車輛法規及標準為目標，並配合示範運行計畫對未來發展目標定期修正及追蹤，而汽車製造商、供應商、機構或政府組織均對氫能燃料電池汽車新產品的法規有密切關聯。參觀燃料電池與電動車展覽了解目前氫能燃料電池車輛與電動車輛各國廠這發展的成果，說明目前技術演進成果，讓未來可依循現有成果不斷朝策略目標努力。另外美國 Air Products and Chemicals, Inc. 係為世界主要氫氣生產公司，對於提供氫能燃料電池車輛所需之氫氣燃料的生產流程及品質有相當豐富的經驗，同時該公司為配合美國加州推動的氫能燃料電池車輛運行示範計畫，亦規劃在加州地區設置相關加氫站設施。

壹、前言與目的

一、緣起

依據行政院 2007 年產業科技策略 (SRB) 會議討論子題共計有節約能源科技、再生能源科技及前瞻能源科技等三項，在前瞻能源科技項下，其重要結論與建議及政策指示有規劃並推動「加速我國燃料電池產業化」計劃及建立測試平台及驗證能量。

經濟部標準檢驗局考量國家未來重點發展能源科技產品項目，選定光電二極體(LED)室內外照明系統、冷凍空調與新興冷媒、太陽光電(PV)系統、風力發電系統、植物性替代燃料(非食用農作物)燃料、氫能與燃料電池系統等六項產品作為本計畫能源科技產品之未來規劃重點，並於 97 年 12 月提出 98 年至 101 年「建置節約能源、再生能源及前瞻能源科技產品標準、檢測與驗證平台」之四年新興科技發展計畫，另為順利推動及達到四年預定目標，標準檢驗局於 97 年 1 月主動爭取申請本計畫案，以 97 年科技發展基金作上述新興科技發展計畫之先期研究及導入，使 98 年開始之四年新興發展計畫可以有明確及規劃藍圖。

環顧先進國家目前對氫能與燃料電池研究已投入相當經費及人力，為了解目前先進國家作法及經驗，儘速跟上國際腳步，特安排本次研究調查出國計畫，赴美國加州地區調查氫能與燃料電池系統相關產品之檢測與驗證制度，進一步蒐集歐洲相關產品檢測技術與驗證制度資料，希望藉由本次的出國計畫能進一步蒐集美國氫能與燃料電池系統相關產品之檢測技術與驗證制度資料，協助國內推動相關氫能與燃料電池產品技術，並作為國內未來推動氫能與燃料電池檢測技術與驗證制度之參考。

二、目的

本計畫目的除為了使未來四年科專有更清楚目標外，站在本局以標準及檢驗角度看，如何能促進產業發展及保護消費者安全兩者兼顧，希望藉由完整產品驗證平台讓消費者、產業界及政府等創造三贏局面（如圖 1），尤其以目前能源科技產業發展為例，許多新興能源產品不斷研發上市，其產品是否能順行打入國內外市場，現在正面臨嚴苛考驗，站在政府（標準檢驗局）立場，建議能集中政府有限資源，對產品有研發至量產國際競爭力之時，輔導廠商通過產品標準、檢測及驗證程序，讓該產品能有進入市場競爭力，也經由檢驗達到保護消費者目的，政府更可以將產業標準或國家標準推向國際標準，創造出更多週邊效益。

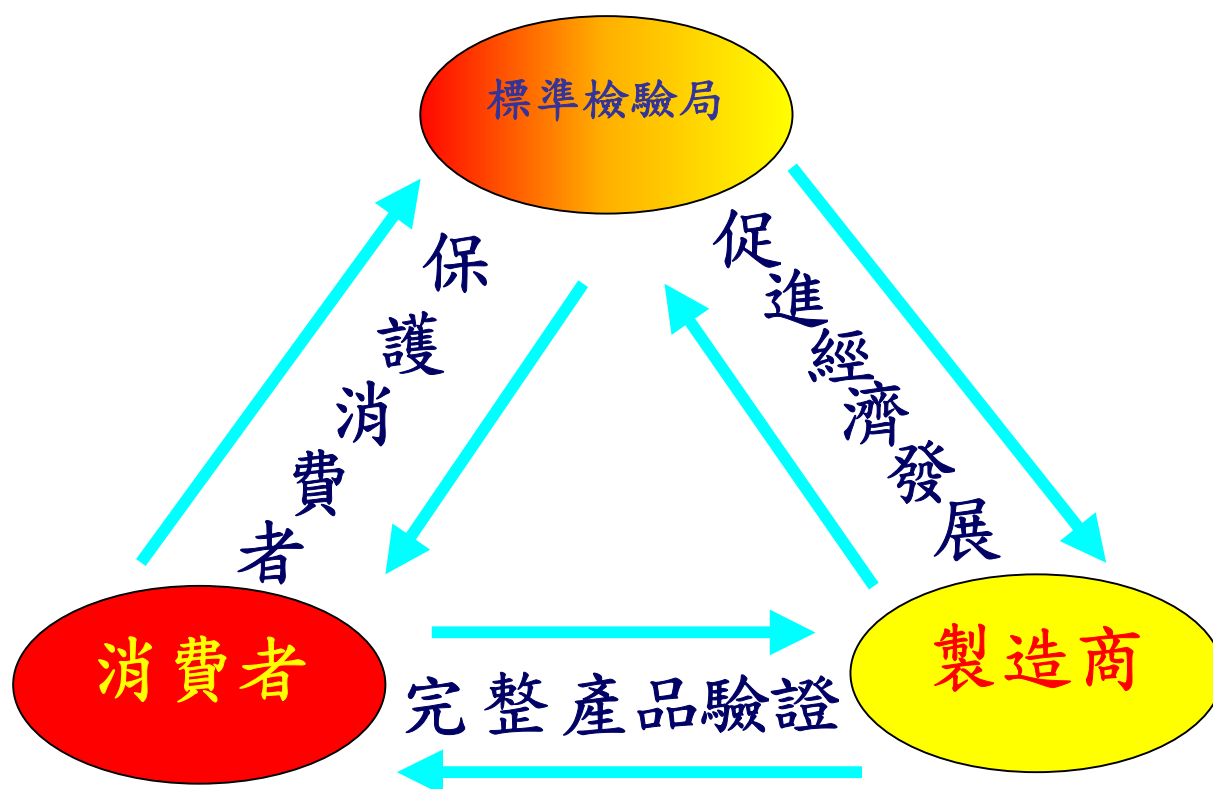


圖 1、驗證平台讓消費者、產業界及政府等創造三贏局面

三、行程

本次研究調查行程由標準檢驗局第六組劉技正勝男擔任領隊，率本組吳技士忠穎及吳技士昌圖，於 98 年 7 月 25 日至 98 年 7 月 31 日，赴美國參加燃料電池與電動車展覽，並且赴加州夥伴電池聯盟（CaFCP）及 Air Products and Chemicals, Inc. 等 2 個單位進行參訪，而本次研究調查的行程資料，如表 1 所示：

表 1、美國氫能與燃料電池行程表

日期	行程
2009/7/25 (六)	台北→美國洛杉磯
2009/7/26 (日)	參加燃料電池與電動車展覽
2009/7/27 (一)	拜訪加州夥伴電池聯盟（CaFCP）
2009/7/28 (二)	拜訪 Air Products and Chemicals, Inc.
2009/7/29 (三)	參觀加州地區之加氫站設施
2009/7/30 (四)	美國舊金山→台北
2009/7/31 (五)	

表 2、拜訪單位及主要訪談人

機構名稱	加州燃料電池夥伴聯盟(California Fuel Cell Partnership)		
主要任務	推動美國加州地區之燃料電池車輛實證		
地址	3300 Industrial Blvd., Suite 1000 West Sacramento, CA 95691		
主要洽談人	Bill Elrick	職務	Technical Program Manager
主要洽談人	Jennifer Hamilton	職務	Safety Officer

機構名稱	美國燃料電池協會(US Fuel Cell Council)		
主要任務	促進燃料電池商業化發展之工業協會		
地址	P.O. Box 117 Citrus Heights, CA 95691		
主要洽談人	Robert Wichert	職務	Technical Director

機構名稱	加州州政府食品農業處 Department of Food and Agriculture, State of California		
主要任務	推定並制定美國之氫能燃料品質標準及計量檢定		
地址	6790 Florin Perkins Rd., Suite 100 Sacramento, CA 95691		
主要洽談人	Kristin Macey	職務	Special Assistant
主要洽談人	Dan Reiswig	職務	Program Supervisor

機構名稱	Air Products and Chemicals, Inc.		
主要任務	世界氫氣燃料主要生產及供應商		
地址	555 First Street, Suite 302 Benica, CA 94510		
主要洽談人	Steven W. Hoffman	職務	Regional Project Manager Hydrogen Energy systems

貳、研究調查概要

一、燃料電池與電動車展覽(Clean Air Car Show and Green Living Expo)

第3屆燃料電池與電動車展覽由加州 South Pasadena 市政府及加州南海岸空氣品質管理局(South Coast Air Quality Management District, AQMD)所共同舉辦，希望藉由本展覽推動加州地區乾淨的空氣品質觀念，另外針對車輛的使用能加以推廣，使民眾瞭解未來車輛的能源利用科技發展趨勢，使民眾更瞭解氫能燃料電池車輛對於能源、環境以及溫室氣體排放減量的貢獻。

本次展覽會場針對下一世代車輛技術部分進行展示及研討，目前有關下一世代車輛技術(Next-generation vehicles technology)使用的能源部分有壓縮天然氣(CNG)、電動車(Electric)、燃料電池(Fuel Cell)、油電混合(Hybrid 或 Plug-in Hybrid)、氫能電動混合(Hydrogen)等方式，本項展覽會已連續舉辦3屆，已經成為美國加州地區之汽車能源使用新技術及電動驅動車界的主要活動，展覽會展示了各種形式的最新技術和產品，從低速電池驅動車輛到燃料電池驅動的公共汽車都可以在此看到，從中可以看到國際相關電動車輛、油電混合車輛發展的現況以及未來規劃，促進資訊交流，促進產品市場化，已經成為南加州地區最大規模、最具影響力的綠色生活及交通產業論壇。



圖 2、燃料電池與電動車展覽相關照片

二、參訪加州燃料電池夥伴聯盟 (CaFCP)

近年來由於燃料電池科技在技術上的突破性發展，使得燃料電池在傳統發電機取代或運用得以有所進展，目前亦正積極研究取代汽車的內燃機系統；燃料電池的核心元件是一層極薄的塑膠薄膜（膜片），該膜片可將燃料電池的反應物氫和氧在空間上相互分離區隔。在反應過程中，氫氣分解為帶有正電荷和負電荷的粒子（質子和電子），而質子可以直接穿過膜片，而電子則通過一條外部電路繞行到膜片的另一側，由此產生驅動電動機的電流，而在膜片的另一面，質子、電子和氧經過反應後合成水分子；燃料電池反應所需的氧氣係由周圍的空氣所提供，氫氣則是由專用儲氫罐以 350 巴壓力的氣態形式提供，目前使用的儲氫罐可儲存 1.9 公斤的氫氣，這些氫氣經過反應後所產生的能量相當於 7.5 升汽油燃燒後釋放的能量。

加州燃料電池夥伴聯盟 CaFCP 於 1999 年創立，是一個由燃料合作供應商、燃料電池製造商、汽車製造商、美國政府組織代表組成的合作組織，目前共有 20 個正會員以及 11 個準會員，該組織的工作目標是針對燃料電池車輛進行測試和進一步研究發展，並持續針對燃料電池基礎設施進行規劃與相關配套措施。目前該聯盟之正式會員及準會員名單資料，如表 3 所示。

表 3、加州燃料電池夥伴聯盟會員名單

正會員名單：	
組織類型	公司名稱
燃料電池技術商	1. Ballard Power Systems 2. UTC Fuel Cells
汽車供應商	1. Daimler Chrysler 2. Ford Motor Company 3. General Motors 4. Honda 5. Hyundai 6. Nissan 7. Toyota 8. Volkswagen
能源廠商	1. BP 2. Exxon Mobile 3. Shell Hydrogen 4. Chevron Texaco
政府組織	1. California Air Resources Board 2. California Energy Commission 3. South Coast Air Quality Management District 4. US Department of Energy 5. US Department of Transportation 6. US Environmental Protection Agency
準會員名單：	
氫燃料供應商	1. Air Products and Chemicals 2. Praxair
氫燃料製造商	1. Pacific Gas and Electrical Company 2. Proton Energy Systems 3. Stuart Energy 4. Ztek Corporation
甲醇供應商	Methanex
大眾捷運組織	1. AC Transit(San Francisco Bay area) 2. SunLine Transit Agency(Palm Springs area) 3. Santa Clara Valley Transportation Authority(San Jose)

學術組織	Institute of Transportation Studies(ITS), University of California, Davis(UC Davis)
------	--

面對環境衝擊及產業型態的改變，傳統以內燃機提供動力的動力系統已漸漸不符合要求，車廠開始做轉型。短期投入新的引擎與傳動技術，以改善能源的使用效率與廢氣排放；中期研發新的動力系統，以混合動力系統(HEV)及插電式動力混合系統(PHEV)之電動車為主要發展方向；長期以開發純電動車(BEV)及燃料電池車(FCEV)為最終目標。

燃料電池車為汽車產業長期的發展目標，而未來造成燃料電池車產業發展的驅動因子與限制因子，整理如下：

(一) 驅動因子

1. 油價上漲與能源安全議題的影響

油價的上漲以及能源安全的考量，使得車廠必須開發新的動力來源，以維持產業的發展。使用新的替代能源，可以降低石油進口的依賴度，有助於國家能源安全及國內油價的穩定。

2. 石化燃料的資源有限

石油與其他碳燃料的資源是有限的，因此汽車產業必須需要新的再生能源來代替石化燃料，維持產業的永續發展。

3. 環境法規與租稅獎勵的刺激

溫室效應帶來的影響，各國對於汽車排放廢氣所造成的環境污染，制定了法規予以規範，消費者的環保意識增加，均是綠色車輛

市場的一大推力。歐洲道路運輸研究顧問委員會(ERTRAC)即提出建議，在 2020 年所生產的汽車，要能夠減少 40%的 CO₂排放量(也就是達到 95g/km 的標準)。

在租稅獎勵的方面，目前日本、美國與歐洲對於消費者購買電動車與燃料電池車均有設補助獎金，以鼓勵民眾汰換舊有的傳統汽油車輛。

4. 政府與企業投入大量資源於燃料電池技術的發展

美國政府已宣布投入 120 億美元於氫燃料電池的研究，日本也正規劃投入大規模的資源於燃料電池的發展。而車廠也開始採用聯盟的方式，共同分享資源於研究開發，促進燃料電池標準的建立。不論是政府的基金亦或是企業的聯盟，均加速了產業的發展。

5. “零污染”要求減少各種類型的污染源

污染的來源有很多，燃料電池車除了可以減少噪音污染外，也可以改善空氣污染，對於 CO_x、NO_x、SO_x 等污染源的降低有相當幫助，符合「零污染」車輛的要求標準。像是美國加州目前的 ZEV(Zero Emission Vehicle)計畫，對於車輛所要求的污染標準，對於燃料電池車的發展也可算是一項助力。

6. 高效率與低能源損耗的優點

傳統內燃機的能源效率很低，據估計大約有 80%的能源損耗在

石油轉換成汽車動力的流程中。從 Forst & Sullivan 的研究報告指出，傳統內燃機的汽車 Tank-to-Wheel 的效率大約只有 15%，而燃料電池車的效率可以達到 60%。如此高效率的優點，刺激了市場的需求。

(二) 限制因子

1. 燃料電池成本高

燃料電池的成本目前仍然偏高，主要是做為催化劑的主要材料-鉑(Platinum)的價格較高所致，過去三年，鉑的價格上漲了四倍之多，對於燃料電池的發展實在是一大障礙需要突破。

2. 氫能燃料的基礎建設缺乏(如生產系統、儲存系統、加氫填充站的建置)

以氫氣為例，目前不論是車廠或是研究單位，均尚未找到一個可以符合經濟效益、大量生產氫氣的方式。此外，雖然車廠與政府開始合作設立回充站與供應系統，不過目前基礎建設仍然不足，對於燃料電池車的商業化時程將有重大影響。

3. 燃料形式的多樣化與標準尚未建立

燃料電池車的燃料來源有許多種，各車廠發展的方向不同，例如通用、福斯、戴姆勒發展甲醇做為燃料來源，其他車廠朝向氫燃料發展，在標準尚未建立的情況下，對於產品商業化的發展，將會

造成阻礙。

4. 消費者對於新能源與系統的接受度低

傳統汽車使用內燃機，將石油轉換成動力，而燃料電池的發展，改變了傳動的動力系統，消費者對於新能源與新系統的接受度目前仍然偏低，預計須等到技術非常成熟且已量產而價格下降時，消費者的接受度才會提高。

5. 生產線需要重新建置

由於燃料電池車的動力系統與傳統不同，因此在動力系統的生產線設備需要重新建置，其所需要投入的資源與成本高昂，在市場需求尚未達到一定的數量前，車廠不會貿然進行投資。

燃料電池車的發展，目前以先進國家的美國、日本與歐洲為主，其推動聯盟與相關計畫，如下所述：

(一) 美國

美國是目前氫燃料技術發展的領導國家，由美國能源局(DOE)主導發展，在 2004~2009 年規劃投入 120 億美金於技術開發。目前 DOE 已發起了一個 FreedomCAR 計畫，由美國汽車廠與聯邦單位合作，專注在燃料電池堆疊技術的研發，目標在 2010 年能夠將電池成本降到 30 美元/千瓦小時，並於 2012 年能夠將燃料電池車商業化。此外，FreedomCAR 計畫也針對供應系統等基礎建設，設有相關

推廣與建置工作項目。

除了美國能源部 (DOE) 外，由燃料材料供應商、汽車廠、燃料電池廠商以及政府單位所組成的加州燃料電池伙伴聯盟 (California Fuel Cell Partnership, CaFCP)，也是美國在發展燃料電池車輛的重要組織。CaFCP 主要的宗旨在發展與測試燃料電池車的運行，目前此計畫在加州總共有 179 輛燃料電池汽車與巴士、24 個氫氣填充站在進行試行的測試，並有 15 項子計畫正在計畫。

(二) 日本

日本對於燃料電池車的願景非常明確，且國內本土車廠也相當支持，共同加入新世代能源技術的研發，使得日本在燃料電池車的發展上處於領先地位。

目前日本政府設有一個名為 Japan Hydrogen & Fuel Cell Demonstration Projects (JHFC) 的專案，主要目標為發展燃料電池車之關鍵技術以及氫燃料基礎設施之建立。專案分為兩個階段，第一階段為 2002~2005 年，第二階段為 2006~2010 年，除了一般乘用車輛之外，也針對巴士進行測試運行。

此計畫的成果目前看來相當卓越，本田、豐田與日產均已有產品發表，且在 2008 年本田正式推出全球第一台商業化的燃料電池

車輛，領先全球。

(三)歐洲

自 2001 年起，歐洲即針對氫燃料電池動力系統投入研發 Alternative Motor Fuel Commission 更提出了在 2020 年歐洲將有 20%的車輛使用非石油做為動力的來源。歐盟計畫 2015 前會投入 20 億歐元於氫燃料動力技術的發展。

歐洲車廠與石油公司於 2004 年組成了 Clean Energy Partnership(CEP)致力於氫燃料與潔淨燃料的研發，加速燃料電池車輛商業化的時點。目前已有 17 台燃料電池車輛(10 台戴姆勒的 A-Class、2 台 BMW 的 7-series、3 台福特的 Focus、1 台通用的 HydroGen3、1 台福斯的 Touran Hymotion)在此組織的計畫下進行試行。

此外，在 Clean Urban Transport for Europe(CUTE, 2001~2006)專案成功研發出氫燃料電池公車後，目前有 200 輛氫燃料電池公車在歐洲試行，歐盟希望透過 HyFleet CUTE 的計畫，使歐洲成為全球最大的氫燃料電池公車使用區域。



GM HydroGen4

- Power: 73 kW
- Acceleration (0-100 km/h): 12 s
- Top speed: 160 km/h
- Fuel: 4.2 kg CGH₂ (700 bar)
- Range: 320 km






圖 3、 HydroGen4 系統架構圖

氫燃料電池車 HydroGen4，將會是世界上第一款以全面性測試搭配道路協助服務，取得其實際路試耐用度與效能的新一代環保車款，唯一會排放的廢氣是從氫燃料電池引擎排出的水蒸氣，完全不會造成任何的

空氣污染及溫室氣體。

電動車被認為是未來乘坐工具的主流，而燃料電池的設計能提供比傳統車用供電系統更多的優勢，因為燃料電池的成分「氫」是可以被壓縮儲存的；GM 集團在 2007 年法蘭克福車展推出的 HydroGen4 新一代燃料電池車日前公佈了 70 萬公里的商業用測試計畫已經在歐洲展開，將由九家有車隊需求的廠商客戶參與，預計將可測試出燃料電池車在商業用途上的耐久性能。

HydroGen4 的電力系統總共由 440 個單位的氫電池組成，並且以碳纖維材質的燃料箱來容納 4.2kg 的壓縮氫燃料；大致的原理為氫離子與大氣中的氧氣結合後產生電能以驅動馬達，而唯一的排放物質為水蒸氣；就目前以天然氣為主要介質的氫氧電池市場來說，水蒸氣是比微量的碳離子更來的環保，而且傳統的燃料電池所輸出的動能大約只有汽油引擎的一半，GM 所使用的新一代氫氧電池則是能夠輸出相當於 99hp 的動力，0-100km/h 的加速為 12 秒，速度也可達到 160km/h，一次充填可行駛最大距離 320km。

在氫能國際標準之制定部分，目前 ISO 及 IEC 國際組織均有針對氫能標準組成技術委員會，相關之標準技術委員會如表 4 所示：

表 4、ISO 及 IEC 之氫能標準技術委員會





	<p>TC 197 – 氫能技術(Hydrogen Technologies)</p> <p>TC 58 – 氣體鋼瓶(Gas Cylinders)</p> <p>TC 22 – 道路車輛(Road Vehicles)</p>
	<p>TC 105 – 燃料電池(Fuel Cell)</p> <p>TC 69 – 電力系統(Electric Systems)</p>

表 5、Standards on HFCV

	<p>ISO 6469 Electric road vehicles –Safety specifications</p> <ul style="list-style-type: none"> •PART 1: On-board electrical energy storage •PART 2: Vehicle operational safety •PART 3: Protection of persons against electric hazards <p>ISO TS 15869 Hydrogen and hydrogen Blends –Land Vehicle Fuel Tanks</p>
	<p>SAE J2578 –Recommended Practice for General Fuel Cell Vehicle Safety</p> <p>SAE J2579 –Technical Information Report for Fuel Systems in Fuel Cell and Other Hydrogen Vehicles</p>

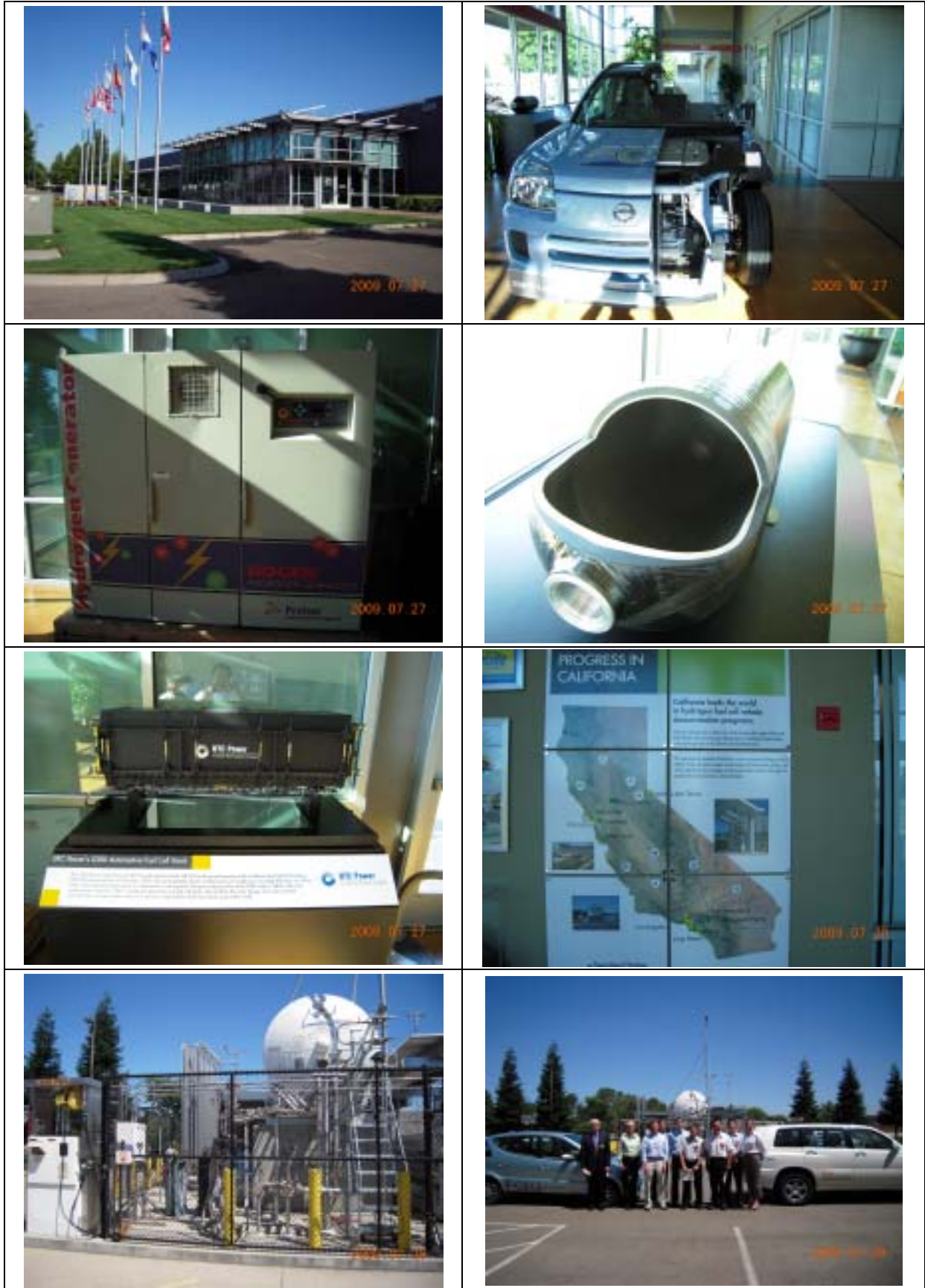


圖 4、參訪加州燃料電池聯盟照片

三、參訪 Air Products and Chemicals, Inc.

Air Products and Chemicals, Inc. 總公司位於美國，在技術、能源、健康和工業市場領域為客戶服務，向全世界提供眾多產品、服務和解決方案，提供氣體、氣體製造工藝，特種氣體，性能材料和化學中間體等產品，該公司是電子材料、氫氣、氮氣和功能性化學品的最大供應商，Air Products and Chemicals, Inc. 創立於 1940 年，迄今已在半導體原料、冶金、氫氣、家居保健服務、液化氣體、高級塗層和粘合劑等市場上建立了領導地位。

根據美國 Air Products and Chemicals, Inc. 的研究資料顯示 1 公斤的氫氣與 1 加侖的汽油可以提供相同的能量，如以車輛運轉相同距離來看，氫能燃料電池汽車較傳統汽油動力引擎的汽車可節省 60% 的能源。

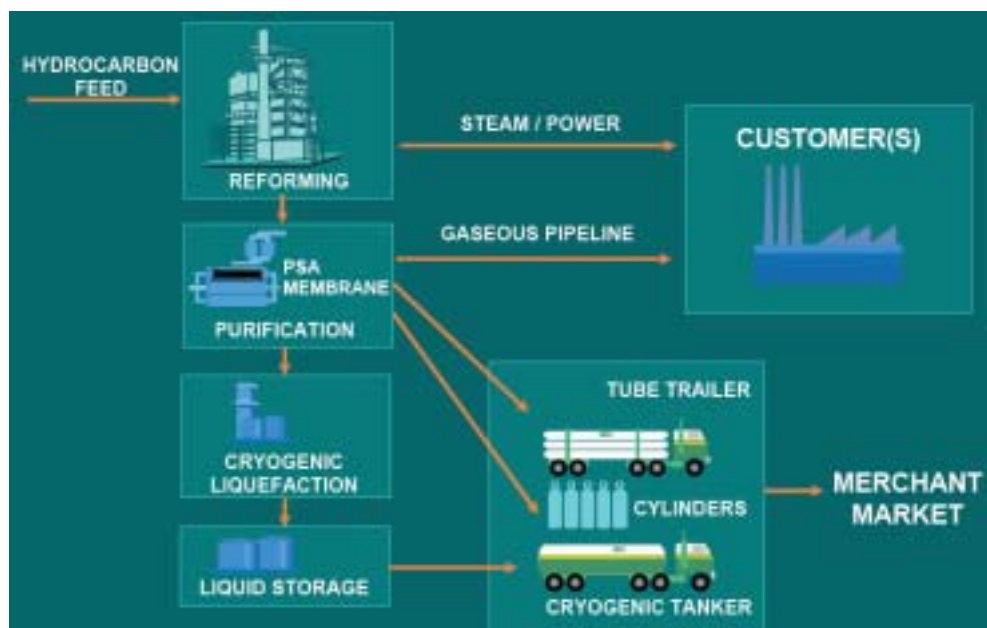


圖 5、Air Products 公司之氫氣製造及運送流程

氫能燃料電池汽車較目前的油電混合汽車引擎可提升 2.5 倍的效率，且其唯一的排放是從氫燃料電池引擎所排出的水蒸氣；同時較傳統汽油動力引擎可減少 50% 的溫室氣體排放量。另外目前研究有關加氫站所需氫氣燃料的運送方式有 2 種：(1) 以液化氫方式，以槽車方式運送至相關加氫站，如以 1 加侖汽油量來計算，其費用約為 3 美金；(2) 以氣體氫方式，可利用埋設管路的方式運送至相關加氫站，如以 1 加侖汽油量來計算，其費用約為 2.7 美金。

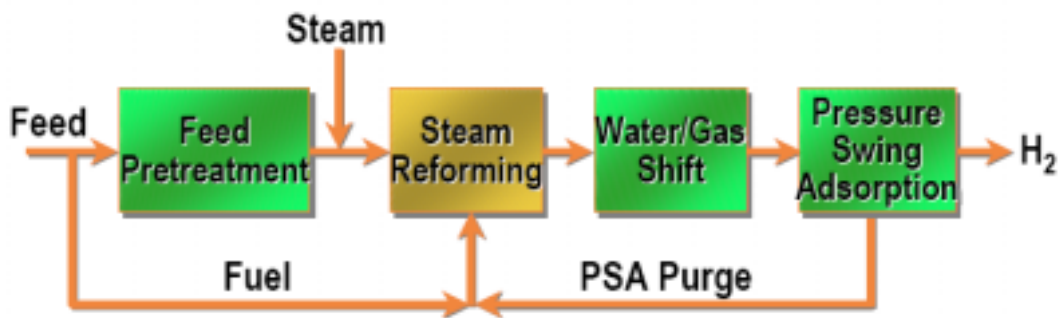


圖 6、Air Products 公司之氫氣製造流程圖示



圖 7、參訪 Air Products and Chemicals, Inc. 照片

四、參訪氫能燃料電池汽車及加氫站設施

本次亦透過加州燃料電池聯盟及 Air Products and Chemicals, Inc. 的協助，試乘氫能燃料電池汽車，該汽車係由日本豐田（TOYOTA）公司於該公司所進行示範運行計畫之車輛，該車應為燃料電池與汽油混合的汽車，外觀及內部設計均與一般汽油車相同，較為特殊之處在於氫能燃料電池汽車的中控台擁有一個可以瞭解燃料電池與汽油互相之間使用狀態的顯示螢幕，當汽車於低速運行時，係以燃料電池作為車輛驅動力的來源；而當汽車以高速運行時，則改以汽油作為車輛的動力來源，並且部分動力可轉化儲存為燃料電池的電能，作為備用電力。

另外本次行程亦安排參加沙加緬度及舊金山地區設置之加氫站設施，其中沙加緬度地區之加氫站係由氫氣生產工廠，以槽車將壓縮氫氣運送至該加氫站，灌入高壓儲存氣槽，再提供氫能燃料電池汽車作為填充氫氣燃料之用；而在舊金山地區所設置之加氫站，係由 Air Products and Chemicals, Inc. 與 BP 油品公司所共同設置，該加氫站除了由氫氣生產工廠，以槽車將壓縮氫氣運送至該加氫站之高壓儲存氣槽之外，亦利用周邊裝設之太陽能板作為發電電力來源，以輔助產氫，研究有關利用太陽能與氫氣的關連性，希能達到氫氣燃料自給自足的目標。

加州燃料電池聯盟及美國燃料電池協會提供在南加州地區有關氫能燃料供應及需求分布，如圖所示。



圖 8、南加州地區之氫能供應及需求分布

美國燃料電池協會同時提供關於在洛杉磯區域由能源供應公司、汽車製造供應商、政府或學術組織所共同設置之加氫站，均屬於加州地區氫能燃料基礎設施之建置計畫。



圖 9、洛杉磯地區之加氫站



圖 10、加州地區之加氫站設施

參、心得與建議

一、心得

參觀燃料電池與電動車展覽展覽會，能了解汽車車輛產業界的研發力量，並將研發成果各參觀者報告，說明技術演進成果，讓未來可依循現有成果不斷朝策略目標努力，所以研發成果不是一朝一夕就達到的，政府有明確的策略方向，研發計畫有適當單位及承辦力量，加上定期對外公佈計畫成果，如此的良性循環方能成就氫能燃料電池能源產品之技術優勢，是本局未來學習標竿。

本次參訪透過加州燃料電池聯盟及美國燃料電池協會的協助，得與加州州政府食品農業處負責相關氫能標準與計量的承辦人員進行當面溝通，加州目前為美國氫能燃料電池示範運行計畫之執行地區，對於氫能燃料電池相關基礎設施亦相當積極，該承辦人員表示目前正主導有關氫能燃料之計量標準及品質標準，希能透過此項示範運行計畫收集完整資料，以制定美國國家標準，進而提供國際 ISO 組織制定國際標準之參考。

另外亦感謝本次參訪的相關機構願意開放本局參觀氫能燃料電池技術及蒐集資料，了解目前美國各相關機構對氫能與燃料電池方面所規畫計畫及目標，也蒐集及學習到目前美國加州地區對於氫能與燃料電池車輛示範驗證之規劃方向，藉由示範驗證計畫實施，長時間蒐集相關實

驗數據，以制定產業標準及建立檢測驗證的制度。

二、建議

(一) 標準部份：

目前氫能燃料電池係屬於新興能源產品，同時各先進國家均正處於研究發展階段，並無適當之標準可資參考，如果此類產品對於台灣擁有全球競爭力的優勢或處於較佳的領先地位時，則不該因尚無國家標準或國際標準等因素而逐漸失去現有優勢，反而更需協助國內產業針對相關產品制定產業技術規範，以期能適用於國內環境，並逐步建立國家標準，進而藉由國際合作方式及國外區域標準組織的力量通過成為國際標準，且標準範圍應包含安全與性能等方面要求，以符合消費者需求，而如果這類的技術標準涉及公共安全範圍，建議可先執行實證驗證計畫，蒐集相關測試數據及建立統計分析資料庫，以做為制定標準資料之參考。

(二) 檢測技術部份：

對於氫能燃料電池的新興能源產品，首先蒐集及調查國內對氫能燃料電池產品具有檢測能力及相關檢驗設備資源的單位，並建立國內相關實驗室檢驗能量資料庫，包括廠商、研究單位、學術單位、政府單位等機構，一方面政府可以有效利用現有的檢測資源，避免資源重複投資而造成浪費，另一方面政府亦可以將有限的資源投入在必須發

展之重點方向，以達到最大的經濟效益；另外國內如有第三者檢測實驗室要投入該測試領域，可經由全國認證基金會加以評鑑及認證，避免讓廠商產生球員兼裁判的質疑，同時亦可以讓測試實驗室所出具的檢測報告能有公信力並能與國際接軌。

（三）產品驗證部份：

產品驗證機構除了需考量符合性評鑑制度、審查發證之外，更需注意後市場管理一環，對經驗證後之產品，使產品在製程上有落實與型式試驗樣品一致，是需要驗證機構落實執行及長期追蹤，並投入人力及管理是耗費相當大資源，此對產品責任險保護及補助條款，也與產品驗證息息相關，對於氫能燃料電池新興能源產品，在國外如沒有取得第三者公正單位之產品檢測及驗證確認，是無法順利上市銷售及取得消費者信任，另外當產品不幸發生事故時，若無第三者公正單位執行事故原因的鑑定工作，亦可能會造成消費者的恐慌，由此可見產品驗證對產品品質的重要性。

（四）氫能燃料電池車輛示範運行部份：

加州目前為美國氫能燃料電池車輛示範運行計畫之執行地區，根據美國加州燃料電池夥伴聯盟的研究資料，目前在美國進行示範運行的汽車，每次裝填氫氣量約 8 公斤，單獨以氫能燃料電池運轉可行駛距離最高為 480 公里，一般行駛距離在 300 至 400 公里之間，目前該

組織並無氫能燃料電池車輛之最高時速紀錄，但可達 80-90km/hr 之程度，另外當氫能燃料電池汽車於低速運行時，係以燃料電池作為車輛驅動力的來源；而當汽車加速至 30km/hr 或持續以高速運行時，則改以汽油作為車輛的動力來源，並且部分動力可轉化儲存為燃料電池的電能，作為備用電力。

而氫能燃料電池車輛的灌裝方式需以壓縮的氫氣進行裝填，因此裝填氫氣燃料的鋼瓶係屬高壓容器，由於氫氣本身屬於可燃性氣體，且有爆炸發生的潛在危險性，加上氫能燃料電池可應用於高速行駛的車輛，如果發生意外碰撞並造成外洩的情形，則可能造成相當大的危害，因此對於氫能燃料電池車輛的安全性要有相當程度的要求，標準範圍應包含安全與性能等方面要求，以符合消費者需求，目前加州已在執行實證驗證計畫，蒐集相關測試數據及建立統計分析資料庫，以做為制定標準資料之參考，本次參訪與加州燃料電池聯盟得以建立溝通管道，未來能進一步取得有關氫能燃料之計量標準及品質標準完整資料，作為國內相關示範運行計畫之參考。

(五) 氫能安全性及加氫站設施：

藉由本次參訪行程了解美國能源部結合產、官、學、研界各方面正在積極推動相關氫能燃料電池車輛示範運行計畫，例如本次安排的 Air Products and Chemicals, Inc. 在加州地區設置加氫站設施，建

置基礎環境，以推廣氫能燃料電池車輛的運用，圖 11 為該公司設置加氫站的簡易流程圖。

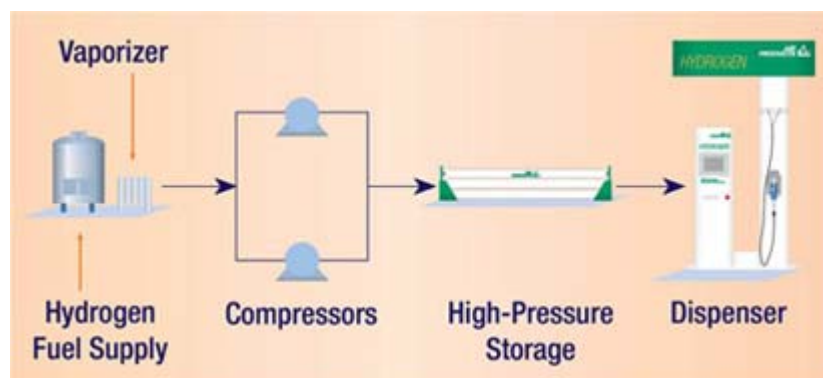


圖 11、Air Products and Chemicals, Inc. 加氫站設施

另外針對加氫站設置相關要求及規定，美國加州燃料電池夥伴聯盟亦針對加州地區設計符合政府當地法令規定的查檢表，以提供相關廠商設置加氫站之參考。

表 6、美國加州地區加氫站設置規定之查檢表

Overview of Key State of California Hydrogen Station Requirements

Major California Regulations	What they apply to...	What they're based on...	Who writes them...	Who enforces them...	Notes
California Weights & Measure Requirements	Metering and fuel specifications for <u>retail stations only</u> .	NIST Handbook 44; SAE/ISO/ASTM for quality	Dept. of Food & Ag. Weights & Measures	Typically certified county officials	Currently no retail hydrogen stations; Hydrogen Quality Reg. currently at DAL, dispenser certification underway with NIST
California OSHA Requirements	Pressure vessels, piping, and overall siting.	1970's NFPA (esp. 50 AIE) requirements	Department of Occupational Safety & Health	CalOSHA, DOSH Pressure Vessel Unit	DOSH requirements supersede local authority but are not permitted; ASME compliance required for tanks
California HazMat Reporting & Release Prevention	Almost all installations storing hazardous materials (inc. hydrogen)	California specific requirements for reporting	California EPA, Unified Program Section	Local CUPA's, often the local AGMD	Hazardous materials business plan, etc.
CEQA Requirements	Almost all projects, esp. those which release gas or other materials	California specific requirements above and beyond the federal Clean Air Act	Resources Agency	Typically the local AGMD	Most hydrogen stations, to date, received a categorical exemption or approval for negative declaration
California Building, Mechanical, Electrical and Fire Code*	The built environment, specifically fuel dispensing stations	- 1997 Uniform Building Code - 2000 Uniform Mechanical Code - 1999 National Electric Code - 2000 Uniform Fire Code	California Building Commission (inc. State Fire Marshal)	Locally enforced by fire chiefs, fire marshals, and building & planning departments	Very few if any hydrogen vehicle fueling station specific regulations. Locals in California have almost overwhelmingly applied or referenced NFPA standards.

Recently Published, Domestic Codes & Standards for Hydrogen Fueling Stations

Model Code Developer	Document	What it covers...	Other standards it references...	Notes
NFPA	52 – Vehicular Fuel Systems Code (esp. Chapters 5, 7, 9, 13, & 14)	Items including: container design and construction, pressure relief devices, venting, pressure gauges, vehicle fueling connection, non-OEM conversion hydrogen fueled vehicle requirements, notification requirements, gaseous and liquid storage and piping, site security and protection, equipment location and setbacks, indoor installations, fast-fill dispensers, electrical equipment, system operation, signage, fueling applications, liquid dispensing, vaporizers, liquid to gas systems, bonding and grounding, maintenance.	NFPA 30A, 37, 55, 58A, 70, 101, 486, 704, 5000; ANSI/ISA NGV2; NGV4.4; ASME B31.3, BPIV; CGA C-6, G-5.5, S-1.1, S-1.3; DOT: FMVSS, 29 CFR 1910 SAE J2578, J2606	Recently published version has expanded scope to include hydrogen stations. NFPA 2 is currently being developed to include all things hydrogen.
	55 – Storage, Use and Handling of Compressed Gases and Cryogenic Fluids	Hydrogen use in portable and stationary containers, cylinders and tanks.	Referenced by NFPA 52 above.	Scope now includes items formerly published under NFPA 50 A/B.
ICC	2016 Fire Code (esp. Chapter 22: Section 2206-Hydrogen Motor Fuel-Dispensing and Generation Facilities. Also Chapter 30-Compressed Gases, Chapter 32-Cryogenic Fluids and Chapter 35-Flammable Gases)	Items including: equipment location and setbacks, setback reducing barriers, indoor installations, gaseous and liquid storage, canopy top equipment and gaseous storage, dispensing operations, protection from vehicles, E-stops, venting, pressure relief devices, signage, fire suppression, detectors, vent pipe separation distances, and underground liquid storage.	NFPA 30A, 55; ASME B31.3, BPIV; CGA S-1.1, S-1.2, S-1.3; ICC Building, Electrical, Fuel Gas, and Mechanical Codes & additional sections of the ICC Fire Code	

Typical, Simplified List of Hydrogen Station Permits & Approvals

Document/Permit/Approval or Process Step	Typical Local Party Involved	Notes
Early notification, preliminary review of station implementation plans	Relevant city officials including planning, building, and fire	Early meetings giving a long lead time for planned implementation have been shown to be advantageous for projects in California. Typically involve high-level presentations and general hydrogens, FCV, emergency response, and other appropriate educational materials. Extensive and ongoing outreach to the general public (esp. schools and residents) in the local area has been shown to be advantageous for California projects.
Site identification and zoning	City/county planning department AND/OR City/county building department	"Zoning/Land Use" application or other documents typically used.
California Environmental Quality Act (CEQA) applicability	City/county community redevelopment agency or other appropriate party	"Environmental Information" form or other applications typically used.
Initial design review	City/county planning department AND/OR city/county building department AND/OR city/county fire department/fire marshal	"Design Review Application" or other documents typically used. NOTE: California OSHA requirements and application not typically addressed in local reviews or permits. Proactive contact with appropriate OCSH personnel recommended.
Building permit application	City/county building department	
Field evaluation / Electrical review	Appropriate city/county representative or city/county selected/recommended contractor	
Operating / Fuel dispensing permit	City/county fire department/fire marshal	

氫氣本身屬於可燃性氣體，且有自燃爆炸發生的潛在危險性，由於加氫站設施係屬相關基礎設施，車輛如果沒有這些基礎設施環境的設置，對於未來氫能燃料電池車輛的推動及發展，勢必將會造成阻礙，然而氫氣與汽油為不同的物理狀態，一般而言氣體的操作困難度要比液體高，同時如果加氫站發生外洩的狀況，則對台灣密集的生活週邊環境會造成相當大的危害，因此針對消防、工安及環境等方面對於氫能燃料的處理及加氫站設施的安全性更要詳細且審慎地加以考量，目

前在美國加州已設立若干加氫站設施，未來能藉由參考加州的作法及法規要求，並參考國內的環境特殊要求，以推廣國內氫能燃料電池車輛的使用，協助國內氫能燃料電池產業的發展。