

燃料電池標準發展與測試能量現況

The Status of Fuel Cell Standards and Testing Laboratories

黃建中 C.C.Huang¹、賴志傑 C.C.Lai²、洪劍長 C.C.Hung¹、
蔡幸芬 S. F. Tsai²、張焜傑 K. C. Chang³

工研院南分院(IIS/ITRI)¹研究員、²副研究員、³副工程師

燃料電池產業是一新興的能源產業，為了建立消費者信心及打開市場，訂定完整的性能與安規標準是必須的。國外標準如歐盟、日本、美國與國際電工委員會(IEC)，都已公告燃料電池相關規範；國內標準檢驗局也訂定了相對應的一系列CNS國家標準。在台灣，標檢局、台灣大電力中心和工研院也已建置部分燃料電池測試能量，可為國內外業者提供測試服務。

To enhance the customer confidence in fuel cell and develop a mature market, the complete standards for performances and safety are necessary. Many international standards have been set and published by EU, Japan, US and IEC. In Taiwan, the Bureau of Standards, Metrology & Inspection (BSMI) also has developed the Taiwan national standards (CNS) for fuel cell. BSMI, Taiwan Electric and Testing Center, and ITRI all have set up fuel cell testing laboratories. They can provide the qualified testing services for the fuel cell manufacturers.

關鍵字/Key Words

燃料電池(Fuel Cell)、燃料電池標準(Fuel Cell Standards)、測試實驗室(Testing Laboratories)

前言

燃料電池產業是一新興的能源產業，對一般消費者而言，對於新產品的接受度，除了價格之外，考量的不外乎就是性能與使用上的便利安全。對於政府而言，訂定相關的標準來規範產品品質，保障消費者的權益與安全，是最基本的工作；對燃料電池業者而言，瞭解自家產品所適用的規範，符合相關產品標準，才能讓燃料電池商品成功上市，獲得消費者信任，進而打開國際市場。

由於一般民衆對於燃料電池的認識不深，再加上燃料電池運轉時，所需的燃料多為可燃性氣體或液體，在產品設計上須有多重的安規考量，才能建立消費者信心，這正凸顯了燃料電池安全規範的重要性。而在另一方面，由於燃料電池的整體能源效率（包含發電效率與熱回收效率）可達80~90%，高出其他傳統發電方式甚多，因此必須有標準的能源效率測試方法，對於不同產品才有一致的比較標準，並能明確量化節能減碳效益，瞭解產品的性能。

因此，近年來國內外各相關單位為了因應燃料電池市場的逐漸成熟，也開始訂定並公告燃料電池性能與安規的相關標準。以下將分別說明國內和國外燃料電池相關標準的發展現況，並彙整國內目前的測試能量，以供各界參考。

國外燃料電池標準發展現況

國際上的燃料電池標準，大致上可以分成幾個區域來敘述，不同區域的市場已自行發展不同的法規標準，產品要進入當地市場，就必須符合當地法規。目前各國的法規尚未完全整合，但已有逐漸調和一致的趨勢，最終應該會以IEC 62282系列的法規標準為主要參考依據。以下就分歐盟、日本、美國和IEC國際標準來進行說明。

1. 歐盟

在歐盟，燃料電池產品必需滿足歐盟的基本規範，稱做歐盟指令(EU Directives)。以定置型的燃料電池系統為例，基本上均需要滿足「電磁相容指令」(Electromagnetic Compatibility Directive)、「低電壓指令」(Low Voltage Directive)和「壓力容器指令」(Pressure Equipment Directive)。另外還需視機型尺寸與是否具備加熱功能，注意是否要符合其他歐盟指令。

一般來說，家用型式的燃料電池需符合「燃氣器具指令」(Gas Appliance Directive)，商用與工業用型式則另外需符合「機械指令」(Machinery Directive)。而在特定產品的應用標準上，燃料電池熱電共生系統(Fuel Cell CHP Application)還得再參考EN 50465(FC Heating) 和 IEC-EN 62282-3-1

(Stationary FC)，而後者就是IEC的國際標準⁽¹⁾。

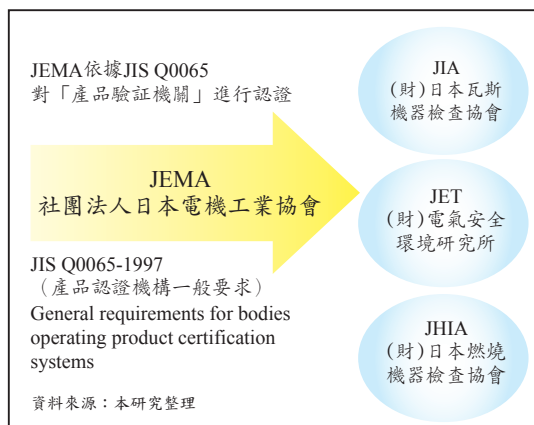
簡單來說，就是除了要符合歐盟對於一般產品分類的指令(EU Directives)，還需再滿足特定產品規範的要求，所有的產品測試均需要在歐盟公告機構(Notified Body; NB)進行，在申請或自我宣告CE證書時，才能具有一定公信力。

在歐洲，有不少實驗室可以進行燃料電池測試，其中最有名氣的，應該是在荷蘭的Kiwa實驗室。國內已有業者在此完成商品測試，而國內標檢局、台灣大電力中心和工研院，均與此實驗室有合作和交流。

2. 日本

從2004年開始，日本家庭用的燃料電池認證與補助作業，由日本電機工業協會(Japan Electrical Manufacturers' Association; JEMA)來負責，後續再依據認證項目不同，由廠商（生產業者）對日本電氣安全環境研究所(Japan Electrical Safety & Environment Technology Laboratories; JET)、日本燃燒機器檢查協會(Japan Heating Appliances Inspection Association; JHIA)或日本瓦斯機器檢查協會(Japan Gas Appliances Inspection Association; JIA)提出商品驗證申請，因產品驗證機關所專精的領域不同，大致上的分工為：JET負責變流器(Inverter)的測試驗證、JHIA和JIA負責燃料電池發電系統的性能與安全驗證。

各協會有各自要參照的測試標準，但最後還是需以JEMA所制訂的「定置用小型燃料電池技術上之基準及檢查方法（共通認證基準）」為最主要依據。目前最新



▲圖一 日本家用燃料電池系統商品之測試驗證分工

版本為2013年所公告的第8版⁽²⁾，此規範目前適用範圍為輸出功率10 kW以下的質子交換膜燃料電池(PEMFC)與固態氧化物燃料電池(SOFC)。

該規範所設定的測試環境溫度與濕度，已均與IEC 62282-3-201完全一致。試驗項目也幾乎與IEC 62282-3-201相似，包括氣密性試驗、點火燃燒試驗、耐風試驗（含點火與燃燒試驗）、耐雨試驗（含點火、燃燒與耐電壓試驗）、燃料消耗量、輸出功率、溫度上升試驗、絕緣抵抗試驗、耐電壓試驗、安全裝置試驗、直流電

洩漏試驗、停電試驗、燃料遮斷試驗和防潮防濕試驗。

對商品驗證後，還需要對生產的場地進行工廠查核，工廠查核部分為合作的驗證機關共同進行。最後由各驗證機關針對各驗證部分進行發證與驗證標籤，目前JET與JHIA為合作發證，JIA則是單獨發證（如圖一所示）。

3. 美國

美國最早是由美國機械工程師協會(American Society of Mechanical Engineers; ASME)，在2002年出版了一份「ASME PTC 50-2002 Fuel Cell Power Systems Performance」的性能測試法規，做為美國國家標準。後來又依照燃料電池不同的應用，而陸續公告了相關標準（表一）。適用範圍包括定置型燃料電池、可攜式燃料電池、工業電動車用、燃料電池模組和微型燃料電池。

在上述規範中，由於定置型燃料電池市場需求較迫切，因此目前以「ANSI CSA-America FC1，2012」最受重視。此規範

適用範圍為室內及室外用定置型燃料電池，包含工業用與家用機型，PEMFC、SOFC和DMFC等不同種類的燃料電池，也都包括在內，同時對輸出功率大小並未做限制。規範內容包括強度

▼表一 美國燃料電池標準現況⁽³⁾⁽⁴⁾

法規	適用範圍	公告日期	與國際標準之調和
ASME PTC 50-2002 Fuel Cell Power Systems Performance	所有種類的燃料電池性能評估，包括系統能量輸入與電能、熱能輸出，可決定包含發電效率與熱效率在內的能源效率	2002年公告	成為後續IEC 62282-3-2中計算能源效率的主要參考依據
ANSI CSA-America FC1	定置型燃料電池	2004年公告第一版，2012年公告第二版	IEC 62282-3-100
ANSI CSA- America FC3	可攜式燃料電池	2004年公告	IEC 62282-5-1 Ed.2.
ANSI UL 2267	工業電動車用 (Industrial Trucks)	2007年公告第一版，2013年公告第三版	-
UL Subject 2262	燃料電池模組	2012年公告第二版	IEC 62282-2
UL 2265	微型燃料電池	UL Subject 2265A和2265C分別於2004年和2008年公告	IEC 62282-6-100

試驗、洩漏試驗、一般操作型式試驗、電力過載試驗、停機參數、一氧化碳排放、燃燒器操作特性試驗、燃燒器與觸媒氧化反應器自動控制、排放氣體溫度、表面與元件溫度、介電強度、雨淋試驗、風力試驗、冷凝水排放試驗、堵塞冷凝管線試驗和排氣系統測試等項目。

雖然目前美國已具備燃料電池標準，但是在內容與測試項目上，有逐漸和IEC國際標準調和的趨勢，這從近年來不斷改版的內容可以得知。

國際法規

目前燃料電池相關國際標準由國際電工委員會(International Electrotechnical Commission; IEC)來負責，主要是為因應燃料電池產業興起，而於1998年成立技術委員會TC105，來制訂燃料電池新標準。

IEC國際電工委員會是一個全球性的組織，主要在於促進國際間在電子與電機領域標準的合作。IEC出版國際標準、技術規範、技術報告、公開提供的規範和指南，同時也將特定主題委託給技術委員會，而TC105就是在負責燃料電池相關標準，目前已公告的燃料電池相關標準如表二所示。

上述所有的標準其實都一直持續在進行更新，以定置型燃料電池系統的性能測試為例，從一開始的IEC 62282-3-2，2011年改版為IEC 62282-3-200，2013年並增訂適用範圍為輸出功率10 kW以下的IEC 62282-3-201。

相較於第一版的IEC 62282-3-2，IEC 62282-3-200主要是進行以下重大改變⁽⁶⁾：

① 計算效率的方程式從以功率為基礎，變成以能量除以測試期間之平均功率

為基礎。

② 改變測試期間與讀值的頻率。

③ 不再強制要求部分負載下的效率試驗。應由執行測試的單位決定是否進行部分負載下的試驗。

④ 修改流量測量方法。在計算效率時，同時使用質量流量及體積流量。

⑤ 輸入熱能和機械能，整合至效率計算中。

而後續為了10 kW以下小型定置型燃料電池所制訂的IEC 62282-3-201，主要是針對測試環境條件、測試系統配置、燃料流量與數據計算方式有更明確的定義，在規範中所提到的計算公式參數也大幅增加。主要差異處整理如表三所示。

國內燃料電池標準發展與測試 能量現況

目前國內燃料電池相關標準由經濟部標準檢驗局第一組負責彙整訂定，主要是參考IEC 62282系列標準，並參酌國內相關法規，調和成CNS 15468系列。目前已經針對燃料電池模組、定置型系統、可攜式系統、微型系統和單電池的性能與安規，公布一系列標準，並且跟隨IEC更新的腳步，定期修訂公告新版。目前已公告的燃料電池相關法規如表四所示。

在測試驗證部分，目前國內已有數個單位建置了相關的燃料電池測試能量，分別是台灣大電力中心、經濟部標準檢驗局以及工研院。

台灣大電力中心在燃料電池模組、燃料電池系統的安規與性能上都有所投入。在系統部分，最大測試範圍為交流電輸出電壓350V、輸出電流135A與輸出功率10

▼表二 IEC/TC105 燃料電池技術標準制訂現況⁽⁵⁾

分類	標準	適用範圍	現況
術語	IEC/TS 62282-1	燃料電池的所有應用，包括但不限定於定置型電源、運輸、可攜式電源與微型電源。	2013年11月公告 3.0版
模組	IEC 62282-2	燃料電池模組，包括一個以上的燃料電池組、用來輸送燃料、氧化劑和排放物之管路系統、電池組輸出電力的電氣連接，及監視與控制裝置。	2012年3月公告 2.0版
定置型燃料電池系統	IEC 62282-3-100	定置型燃料電池系統的產品安全標準。	2012年2月公告
	IEC 62282-3-200	10 kW以上(含)大型定置型燃料電池系統性能測試方法。	2011年10月公告
	IEC 62282-3-201	10 kW以下小型定置型燃料電池系統性能測試方法。	2013年7月公告
	IEC 62282-3-300	室內及室外用定置型燃料電池系統的安裝最低安全要求。	2012年6月公告
可攜式系統	IEC 62282-5-1	交流及直流型式可攜式燃料電池系統的安全規範，額定輸出電壓不超過交流600V或直流850V。輸出到電力系統、道路車用系統和微型燃料電池系統不適用。	2012年9月公告 2.0版
微型燃料電池系統	IEC 62282-6-100	微型燃料電池系統安規，為可配戴或易於以手攜持，所提供之直流電輸出不超過直流60V，且功率不超過240 VA。	2012年10月公告 1.1版
	IEC 62282-6-200	微型燃料電池系統的性能試驗法，包括電力特性、燃料消耗及機械耐受性。不涵蓋系統安全性和可交換性。	2012年7月公告 2.0版
	IEC 62282-6-300	本標準規定微型燃料電池燃料匣之可互換性，包含燃料匣及其連接器之設計、燃料類型、燃料濃度及燃料品質。	2012年12月公告 2.0版
	IEC/PAS 62282-6-150	液態溶液與固體化合物產氫的安全性。	2011年4月公告
PEFC的單電池測試	IEC/TS 62282-7-1	本標準包含聚合物電解質燃料電池（PEFC，或稱質子交換膜燃料電池，PEMFC）之單電池的電池總成、試驗裝置、量器與量測法、性能試驗法及試驗報告。用於評估MEA、其他組件的材料或結構，和燃料或空氣中之不純物對於燃料電池性能之影響。	2010年6月公告

▼表三 IEC 62282-3-200 與IEC 62282-3-201差異處

差異處	IEC 62282-3-200	IEC 62282-3-201
儀器/環境要求	要求允許變異度	要求不確定度
測試前運轉時間	達到允許變異度	30 min
蓄電池	N / A	要求測試前充電
流量計	線上流量計積分	累積式流量計+線上流量計
平均燃料輸入計算	流量積分/期間	累積式流量/期間
資料擷取間隔	達到不確定度分析需求數據數量 >30組數據，間隔<1min，計算 平均量需60組數據	<60秒
測試期間	>1小時	>3小時，或>20倍燃料供給 間隔
燃料功率輸入	計入燃料比焓與壓力能	忽略燃料比焓與壓力能
熱值	沒有明確規範	LHV為原則；HHV須標註

資料來源：本研究整理

kW；直流電輸出電壓80V、輸出電流600A與輸出功率10 kW。在燃料電池模組部分，最大測試範圍則是輸出電壓120V、輸出電流100A與輸出功率3 kW。

經濟部標準檢驗局具備最多項的測試項目，共有十三項（系統部分十項、模組

部分三項），系統最大測試範圍到輸出功率10 kW。在燃料電池模組部分，最大測試範圍為120V、輸出電流100A與輸出功率3 kW。

工研院的燃料電池測試實驗室建置於南分院六甲院區的氫能源站內。目前最大測試範圍為直流電輸出電壓60V、輸出電流100A與輸出

功率5 kW，未來將擴大到輸出功率10 kW。已通過全國認證基金會(Taiwan Accreditation Foundation; TAF)的測試項目為「能源效率」，並且已完成五項測試能量的建立，包括電功率、燃料消耗量、啟動與停機之特性、洩漏試驗與電力過載，並已於102年

▼表四 CNS燃料電池標準現況⁽⁷⁾

CNS編號	標準名稱	參照國際標準	公布日期	2014年度 是否修訂新版
15468-1	燃料電池技術—第1部：術語	IEC 62282-1	100.07.07	是
15468-2	燃料電池技術—第2部：燃料電池模組	IEC 62282-2	100.05.04	是
15468-3-1	燃料電池技術—第3-1部：定置型燃料電池發電系統—安全	IEC 62282-3-1	100.05.04	預計修訂為 15468-3-100
15468-3-2	燃料電池技術—第3-2部：定置型燃料電池發電系統—性能試驗法	IEC 62282-3-2	101.01.31	預計修訂為 15468-3-200
15468-3-3	燃料電池技術—第3-3部：定置型燃料電池發電系統—設置	IEC 62282-3-3	100.10.25	-
15468-5-1	燃料電池技術—第5-1部：可攜式燃料電池發電系統—安全	IEC 62282-5-1	101.05.25	-
15468-6-200	燃料電池技術—第6-200部：微型燃料電池發電系統—性能試驗方法	IEC 62485-6-200	102.04.22	-
15468-6-300	燃料電池技術—第6-300部：微型燃料電池發電系統—燃料匣之可互換性	IEC 62485-6-300	102.04.22	-
15468-7-1	燃料電池技術—第7-1部：聚合物電解質燃料電池(PEFC)之單電池試驗法	IEC 62485-7-1	102.04.22	-
15468-6-101	燃料電池技術—第6-101部：微型燃料電池系統—安全—一般要求	IEC 62282-6-100	102.10.18	-
15468-6-107	燃料電池技術—第6-107部：硼氫化合物微型燃料電池系統—間接式燃料電池之第4.3類水反應性硼氫化合物	IEC 62282-6-100	102.10.18	-

底向TAF提出增項申請。目前工研院與國際認證體系UL已經簽訂合作備忘錄，未來一旦工研院的測試能量通過UL認可，工研院將成為UL在亞洲第一個合作的燃料電池實驗室，目標是能一起進行「ANSI CSA-America FC1」的相關測試。以上各單位的測試項目，如表五所示。

過去工研院著重燃料電池性能提升，因此最早建置之測試項目為能源效率，測試標準是ASME PTC 50 -2002。後續幾年，IEC與CNS的相關法規陸續公告，因此工研院也依照IEC 62282/CNS 15468的標準進行測試項目增項。從性能測試方面，來進行ASME PTC 50與CNS 15468-3-2兩者的比較，可以發現，CNS15468-3-2除了軸功(Shift Work)未列入考量外，包含了ASME PTC 50全部項次，並且多了進入與輸出測試邊界的水/排放水、通風系統、排放廢氣考量與電磁干擾(Electro-Magnetic Interference; EMI)及電磁耐受(Electro-Magnetic Susceptibility; EMS)。

比較兩份測試規範的內容，可以瞭解到ASME PTC 50為較早訂立的測試規範，有部分良好的測試基準，如測試操作最大允許變異，一直沿用到CNS15468-3-2。而ASME PTC 50僅探討燃料電池化學能轉換為熱能及電能的能源效率，其餘攸關燃料電池系統的特性則沒有多做考量，且其測試規範僅討論燃料電池系統穩態的操作性能。

而經數年後所公告之IEC 62282/CNS 15468系列的測試標準，則加入很多商業、安全、環境、測試基準等思維，更加客觀，並且符合燃料電池系統業者設計生產所需。測試過程已經不僅只考量到穩態操作，而是從燃料電池開機，一直到穩態運行，甚至最後停機的各种情況，都納入考量。

也就是說，IEC 62282/CNS 15468系列的測試標準，同時考量了系統的穩定因素與燃料電池系統的特性。在測試過程中，這一系列的測試統稱為型式試驗，該測試有許多條件設定，必須來自於測試實驗室與送測廠商所簽署的測試前計畫書，及燃料電池系統製造商所提供之規格與操作手冊，屬於自願性的測試。

另外，由於環保意識抬頭，規範中亦要求對排放水、排放氣體、噪音與振動進行量測與監控，其測試值必須符合使用燃料電池系統之所在國家環保相關法規之要求。也因為IEC 62282/CNS 15468系列對燃料電池系統性能的測試多了很多非一般電子產品性能

▼表五 國內已通過TAF認證的燃料電池測試項目⁽⁸⁾

	工研院	台灣大電力中心	經濟部標準檢驗局	備註
建置時間(民國)	100.3.24~	102.6.11~	102.2.5~	-
定置型燃料電池發電系統				
能源效率	有	-	-	ASME PTC-50
電功率	申請中	-	有	IEC 62282-3-2、CNS 15468-3-2之8.3.1節
燃料消耗量	申請中	有	有	IEC 62282-3-2、CNS 15468-3-2之8.3.2節
氧化劑(空氣)消耗量	-	-	有	IEC 62282-3-2、CNS 15468-3-2之8.3.4節
發電效率	-	-	有	IEC 62282-3-2、CNS 15468-3-2之8.3.6節
電功率反應特性	-	有	有	IEC 62282-3-2、CNS 15468-3-2之8.3.9節
啟動和停機之特性	申請中	有	有	IEC 62282-3-2、CNS 15468-3-2之8.3.10節
吹淨氣體消耗量	-	有	有	IEC 62282-3-2、CNS 15468-3-2之8.3.11節
洩漏試驗	申請中	有	有	IEC 62282-3-1、CNS 15468-3-2之5.4節
強度試驗	-	有	有	IEC 62282-3-1、CNS 15468-3-2之5.5節
電力過載	申請中	有	有	IEC 62282-3-1、CNS 15468-3-2之5.7節
燃料電池模組				
正常操作	-	有	有	CNS 15468-2: 5.2 (不含燃料消耗率)
電力過載試驗	-	有	有	CNS 15468-2: 5.5
越極監測系統試驗	-	有	有	CNS 15468-2: 5.12.5

測試的項目，雖然考量上更加全面，但是會面臨一個困難，就是所有測試項目所橫跨的領域太廣，很難由單一實驗室完成測試標準底下的全部項次，可能必須由一個認證體系，來整合所有相關實驗室的測試能量，才能滿足燃料電池的測試需求。

結 論

雖然燃料電池標準目前各國尚未完全一致，但是經由不斷改版，方向都是朝著與IEC 62282系列整合來進行。而IEC 62282系列對於燃料電池標準的定義與測試方法之描述也越來越明確可行。未來燃料電池產業一旦興起，不只燃料電池標準，其他

如儲氫罐標準、氫能標準等，也會日益重要。目前標準檢驗局正在推動新興科技產品自願性產品驗證(VPC)方案，測試的產品項目就包含了定置型燃料電池發電系統、燃料電池模組與低壓儲氫罐，希望能提供國內最完整的新興科技產品驗證平台；而工研院也會與標檢局、台灣大電力中心合作，一起為建置國內燃料電池測試環境而努力。☞

致 謝

感謝經濟部能源局「103年度高效率氫能與燃料電池技術研發計畫(Development of High Efficiency Hydrogen Energy and Fuel Cell Technology)」(計畫編號: 103-D0112)於研究經費上之支持。

參考文獻

1. 2013 氫能燃料電池檢測驗證技術國際研討會，經濟部標準檢驗局，民國102年7月5日。
2. 燃料電池認證基準第8版(2013年9月1日發行)
http://www.jema-net.or.jp/Japanese/res/fuel/images/nenryou_rev8.pdf
3. UL Fuel Cell, Hydrogen and Related Standards Activity Update (Sept 2012), Laurie Florence, <http://www.fchea.org/core/import/PDFs/UL-Update-2012-09-20.pdf>
4. UL網站，<http://www.ul.com/global/eng/pages/>
5. IEC網站，<http://webstore.iec.ch/>
6. IEC 62282-3-200 Fuel cell technologies - Part 3-200: Stationary fuel cell power systems - Performance test methods, IEC, 2011-10-19。
7. 經濟部標準檢驗局網站，<http://www.bsmi.gov.tw/wSite/index.jsp>
8. 財團法人全國認證基金會網站，<http://www.taftw.org.tw>