

經濟部



行政院所屬各機關因公出國人員出國報告

(出國類別：研究)

「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」—赴美國參訪出國報告

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：林傳偉組長、陳怡鈞課長

派赴國家：美國

出國期間：中華民國 100 年 11 月 5 日至 11 月 13 日

報告日期：中華民國 101 年 2 月 4 日

出國報告審核表

出國報告名稱：「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」—赴美國參訪出國報告		
出國人姓名（2人以上，以1人為代表）	職稱	服務單位
林傳偉	組長	經濟部標準檢驗局
出國類別	<input type="checkbox"/> 考察 <input type="checkbox"/> 進修 <input checked="" type="checkbox"/> 研究 <input type="checkbox"/> 實習 <input type="checkbox"/> 其他_____（例如國際會議、國際比賽、業務接洽等）	
出國期間：100年11月5日至100年11月13日		報告繳交日期：101年2月4日
計畫主辦機關審核意見	<input type="checkbox"/> 1.依限繳交出國報告 <input type="checkbox"/> 2.格式完整（本文必須具備「目的」、「過程」、「心得及建議事項」） <input type="checkbox"/> 3.無抄襲相關出國報告 <input type="checkbox"/> 4.內容充實完備 <input type="checkbox"/> 5.建議具參考價值 <input type="checkbox"/> 6.送本機關參考或研辦 <input type="checkbox"/> 7.送上級機關參考 <input type="checkbox"/> 8.退回補正，原因： <input type="checkbox"/> 不符原核定出國計畫 <input type="checkbox"/> 以外文撰寫或僅以所蒐集外文資料為內容 <input type="checkbox"/> 內容空洞簡略或未涵蓋規定要項 <input type="checkbox"/> 抄襲相關出國報告之全部或部分內容 <input type="checkbox"/> 電子檔案未依格式辦理 <input type="checkbox"/> 未於資訊網登錄提要資料及傳送出國報告電子檔 <input type="checkbox"/> 9.本報告除上傳至出國報告資訊網外，將採行之公開發表： <input type="checkbox"/> 辦理本機關出國報告座談會（說明會），與同仁進行知識分享。 <input type="checkbox"/> 於本機關業務會報提出報告 <input type="checkbox"/> 其他_____	
審核人	一級單位主管	機關首長或其授權人員

說明：

- 一、各機關可依需要自行增列審核項目內容，出國報告審核完畢本表請自行保存。
- 二、審核作業應儘速完成，以不影響出國人員上傳出國報告至「政府出版資料回應網公務出國報告專區」為原則。

列印

提要表

系統識別號：	C10004332					
計畫名稱：	中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫					
報告名稱：	「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」—赴美國參訪出國報告					
計畫主辦機關：	經濟部標準檢驗局					
出國人員：	姓名	服務機關	服務單位	職稱	官職等	E-MAIL 信箱
	林傳偉	經濟部標準檢驗局	第三組	組長	簡任(派)	聯絡人 chuanwei.lin@bsmi.gov.tw
	陳怡鈞	經濟部標準檢驗局高雄分局		課長	薦任(派)	
前往地區：	美國					
參訪機關：	DNV公司，美國國家再生能源實驗室NREL所屬風力技術中心NWTC，美國小型風機驗證協會SWCC，UL 紐約市Melville實驗室，帝國大廈「節能減碳」永續展					
出國類別：	研究					
出國期間：	民國100年11月05日至民國100年11月13日					
報告日期：	民國101年02月04日					
關鍵詞：	中小型風機驗證，型式試驗，設計評估，AWEA					
報告書頁數：	27頁					
報告內容摘要：	經濟部標準檢驗局依據「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」，派遣第三組林組長傳偉擔任領隊，於100年11月5日至100年11月13日率領高雄分局陳課長怡鈞，赴美國參訪風機檢測及發展先驅DNV (DET NORSKE VERITAS) 公司、美國國家再生能源實驗室NREL (National Renewable Energy Laboratory)所屬風力技術中心NWTC (National Wind Technology Center)、美國小型風機驗證協會SWCC(Small Wind Certification Council)、UL(Underwriters Laboratories)紐約市 Melville實驗室及參觀帝國大廈「節能減碳」措施的永續展。美國取經之行，調查美國中小型風機驗證系統及其申請驗證流程，與未來澎湖測試場成為美國認可風機實驗室規劃及努力方向，獲取實驗室經驗及美國中小型風機市場現況，提出中小型風機測試與驗證制度規劃建議方案。					
電子全文檔：	C10004332_01.doc					
出國報告審核表：						
限閱與否：	否					
專責人員姓名：						
專責人員電話：						

列印

摘要

本局依據「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」，派遣第三組林組長傳偉擔任領隊，於 100 年 11 月 5 日至 100 年 11 月 13 日率領高雄分局陳課長怡鈞，赴美國參訪風機檢測及發展先驅 DNV (DET NORSKE VERITAS) 公司、美國國家再生能源實驗室 NREL (National Renewable Energy Laboratory) 所屬風力技術中心 NWTC (National Wind Technology Center)、美國小型風機驗證協會 SWCC (Small Wind Certification Council)、UL (Underwriters Laboratories) 紐約市 Melville 實驗室及參觀帝國大廈「節能減碳」措施的永續展。美國取經之行，調查美國中小型風機驗證系統及其申請驗證流程，與未來澎湖測試場成為美國認可風機實驗室規劃及努力方向，獲取實驗室經驗及美國中小型風機市場現況，提出中小型風機測試與驗證制度規劃建議方案。

關鍵字：中小型風機驗證，型式試驗，設計評估，AWEA

壹、參訪目的

石化能源的逐漸枯竭與能源需求旺盛，造成地球的溫室效應與異常氣候，嚴重影響人類生活環境。許多先進國家積極尋求如風力發電等替代性能源，建立環保低碳且能適應氣候變遷的社會。

本局依據「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」，於澎湖建置中小型風力機測試場，完成一座測風塔及三座風機塔架，期望經由國際認可的測試場，驗證國內中小型風機性能、噪音及耐久性，並協助廠商進入歐美風機市場。

為瞭解美國風機驗證系統及測試技術，依據前述計畫，本局派遣第三組林組長傳偉擔任領隊，於 100 年 11 月 5 日至 100 年 11 月 13 日率領高雄分局陳課長怡鈞，赴美國洽商美國小型風機驗證協會 (SWCC)、美國優力安全驗證公司 (UL) 和 DNV 合作事宜，並參訪美國國家再生能源實驗室 (NREL) 所屬風力技術中心 (NWTC) 風機測試場。

美國取經之行，調查美國中小型風機驗證系統及其申請驗證流程，與未來澎湖測試場成為美國認可風機實驗室規劃及努力方向，獲取實驗室經驗及美國中小型風機市場現況，提出中小型風機測試與驗證制度規劃建議方案。

貳、風機型式驗證(Wind Turbines Type Certification)

風機產業從 1980 年代開始發展，經由第三公正(third parties)獨立驗證機構驗證風機是否符合要求，可以降低設計錯誤並提供製造商、消費者、保險公司等多重保障。

風機之 IEC 符合性驗證係依據 IEC 61400-22 “Wind Turbines-Part22, Conformity Testing and Certification”，其驗證流程如圖 1，每個模組皆須個別驗證，其中有五項重要強制性模組：

1. 設計基礎文件評估(Design Basis evaluation)：製造商必須提供風機安全的設計基礎文件。
2. 設計評估(Design evaluation)：依據製造商提交設計文件審查。個別獨立的負載計算(load calculations)必須由不同於製造商用的氣彈學(aero-elastic)程式來確認。
3. 製造評估(Manufacturing Evaluation)：製造的品質系統評估如通過 ISO9001 或工廠檢查(manufacturing inspection)。
4. 型式試驗(Type Testing)：驗證風力機產出電功率性能(Power Performance)試驗、安全及功能(safety and function)測試及實測設計階段的負載計算(load calculations)與扇葉靜態及動態測試。本項一般都由認可實驗室來執行測試。
5. 發証(Issue of the Type Certificate)：當風機符合相關標準及要求，經最終評估符合，發給風機驗證證書。

選擇性(optional)模組係包括風機基座設計評估及風機基座廠商評估，以及特性量測（如風機噪音及併聯電力品質等）。

SWCC 針對小型風機(扇葉掃掠面積小於 200 平方公尺)簡化其驗證流程如圖 2，其中將 IEC61400-22 中的設計評估簡化為風機結構分析(Structural Analysis)，依據 IEC61400-2 第 7.4 節 simple equations 加上安全係數(safety factors)或 IEC61400-2 第 7.8 節氣彈模型(aero-elastic modeling)，簡化評估扇葉、傳動軸及轉向軸(yaw axis)的符合性。SWCC 對 Type Test 要求風機需通過性能(IEC61400-12-1)、噪音(IEC61400-11)、耐久性(IEC61400-2 第 9.4 節)及安全與功能(IEC61400-2 第 9.6 節)等要求，另有美國風能協會 AWEA(American Wind Energy Association)所訂定美國區域性差異標準要求。

SWCC 的驗證委員審查 Type Test 及 Structural Analysis 報告後決定產品通過驗證與否，或要求測試場與申請者補送相關文件或再測試。

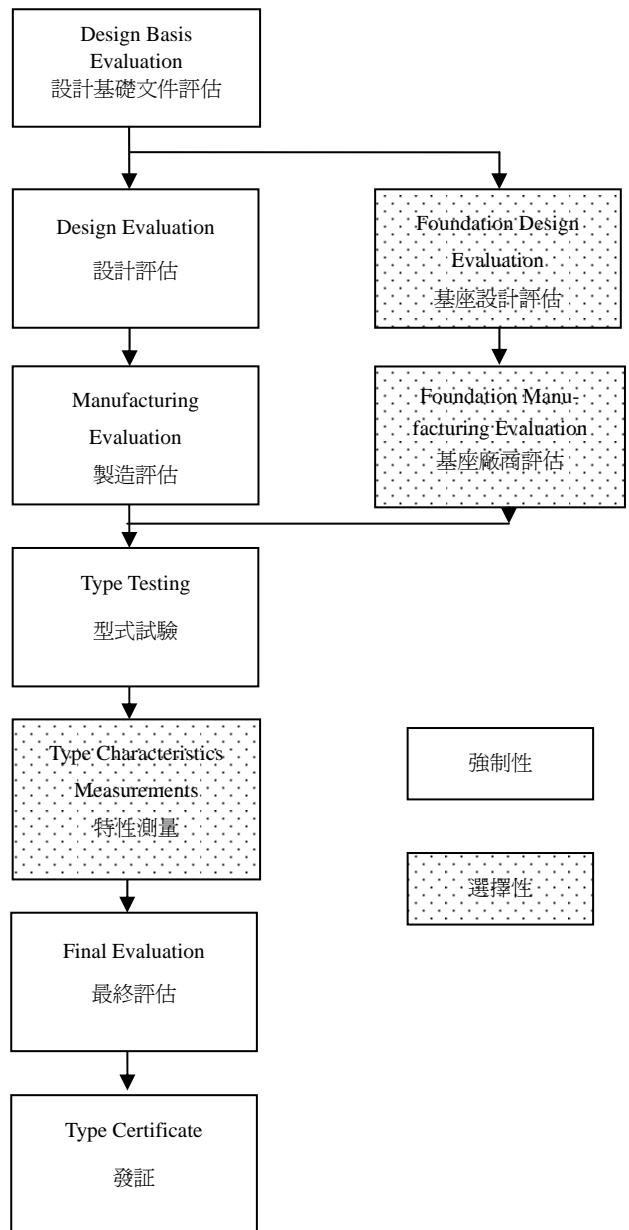


圖 1 IEC 61400-22 風機符合性驗證流程

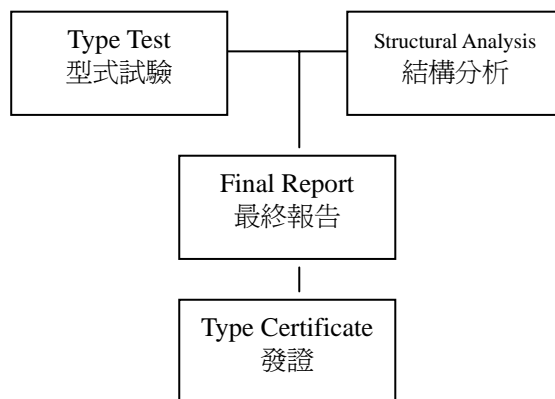


圖 2 SWCC 小型風機驗證流程

參、參訪機構及行程簡介

本次美國參訪行程共計安排訪問四家機構及參觀紐約帝國大廈永續展(Sustainability exhibition)，自 100 年 11 月 5 日出發至 11 月 12 日結束返國，與參訪單位討論議題及內容說明如表 1。

表 1 參訪行程及議題

參訪日期	參訪地點	參訪機構及訪談對象	參訪目的及討論主題
11/5 (六)	台北— 西雅圖	去程	
11/6 (日)	西雅圖	去程	
11/7 (一)	西雅圖	DNV Luke Simmons(Manager, Performance and Acoustic Testing Cleaner Energy) 及 Jeroen Dolmans (Head of Section, Turbine Engineering Cleaner Energy)	DNV 與本局及台灣大電力研究試驗中心未來合作案及中小型風機實驗室認證事宜
11/8 (二)	丹佛	NREL(National Renewable Energy Laboratory)所屬 NWTC(National Wind Technology Center) Arlinda A · Huskey (Test Engineer)	風機認證實驗室運作
11/9 (三)	丹佛移動至 Albany		資料研讀 轉機
11/10(四)	Albany	SWCC(Small Wind Certification Council) Brent Summerville PE (Technical Director)	美國小型風機驗證事宜
11/11 (五)	紐約市	UL 紐約市 Melville Lab Scott Pausewang (Manager, LAB operations, wiring system/power distribution)及 Joseph Rodriguez(staff engineer, automotive/power distribution)	大電流與高壓實驗室參訪
		帝國大廈 (Empire Building of State)	參觀帝國大廈永續展 (Sustainability exhibition)
11/12 (六)— 11/13 (日)	紐約市— 台北	回程	

一、DNV (DET NORSKE VERITAS)

(一) 簡介

DNV 是一個獨立機構，於 1864 年以挪威商船的技術檢查及評估為目的成立於挪威，後以基金會方式成立，並以保護生命、財產與環境為宗旨。現在在 100 多個國家，共有 300 多個辦公室，9000 多名員工。

本次參訪 DNV 西雅圖辦公室，著重風力發電技術，並且自 2001 年起開始發展風機結構和元件標準、規範和指導方針，提供風場發展者、風機製造商和投資者多種不同的解決方案包括：

1. 風場評估(Wind Resource Assessment)

提供全套服務包含測風塔及風機設置最佳地點、安裝、維修及風場資料收集，確認風機產出最佳效率。澎湖測試場風機基座及測風塔位置亦是委由 DNV 西雅圖辦公室評估。

2. 測試及儀器(Testing and Instrumentation)

DNV 西雅圖辦公室並未有測試場，而是提供人員及測試儀器到客戶指定風場執行符合標準的測試，如前述性能及噪音等，而該辦公室測試人員經美國實驗室認證協會(American Association for Laboratory Accreditation A2LA)，以 ISO/IEC 17025 認證通過前述 IEC 標準 (IEC61400-12-1、IEC61400-11、IEC61400-2 第 9.4 節、IEC61400-2 第 9.6 節)。

該辦公室最近著重大型風機百萬瓦 (MW) 級的負載測量，取樣頻率達 200Hz(小型風機僅 1Hz)及 130 頻道即時資料擷取。另發展風機機艙式(nacelle-based)功率曲率量測，測風儀器裝置機艙上，不用個別設置測風塔架，可減低量測不確定度。

3. 風機工程(Wind Turbine Engineering)

提供風機生命週期內技術諮詢服務如：氣彈模擬、扇葉氣彈分析、控制系統、材料科學及機構整合等。

4. 風機驗證(Type Certification)

DNV 經 Danish Accreditation 認證通過，提供如圖 1 驗證，尤其是離岸(off-shore)大型風機驗證。

其他另有大型風機計畫驗證 (Project Certification)、失效調查(Failure Investigation)、能源評估(Energy Assessments)、保固終止前檢查(End-of-Warranty Inspection)等風機技術諮詢服務。

(二)參訪行程

由 DNV 西雅圖辦公室 Luke Simmons (Manager, Performance and Acoustic Testing Cleaner Energy)及 Jeroen Dolmans(Head of Section, Turbine Engineering Cleaner Energy)接待並簡介 DNV 西雅圖辦公室主要工作範疇，後由林組長簡介澎湖測試場，雙方就事先擬定議題進行討論並交換意見。會後參觀測試儀器，係由 DNV 向儀器商訂製儀器，自行撰寫測試軟體並整合在測試箱，由測試人員自行攜帶至客戶指定地點進行性能等測試，因涉及該公司機密，僅同意開放工作間遠處及測試箱外觀(圖 3) 拍照。對本局於澎湖測試場購置儀器如資料收集器、噪音量測系統等規格，2 位接待員咸認為屬高精確度，大致符合 IEC 規範要求。



圖 3 DNV 西雅圖辦公室測試儀器工作間及測試箱

(三)會議討論重點摘要

1. SWCC、AWEA、NREL 及 DNV 關係如圖 4。
2. DNV 為 SWCC 認可實驗室，可至指定測試場執行測試。因此，經由 DNV 核發報告，SWCC 會完全接受。為維持測試報告品質，DNV 建議澎湖測試場初期報告由 DNV 審核，如經過一段時間，澎湖測試場對報告品質有信心，可直接送交 SWCC 無需 DNV 審核。如報告品質符合 SWCC 要求，SWCC 將可直接接受澎湖測試場所出具報告，應可縮短審查時間。
3. DNV 需派員前往指定風場進行風場評估，搜集重要資料如地形及四周障礙物等，並需客戶提供長期氣象資料，由 DNV 自行開發或商業軟體模擬找出設置風機最佳地點。
4. DNV 將提供 3 階段計畫，以協助澎湖測試場取得 ISO/IEC 17025 認證。第 1 階段為人員訓練，建立人員測試能力；第 2 階段確認測試場設置及儀器符合標準要求；第 3 階段稽核測試場品質系統及技術能力符合 ISO/IEC 17025。

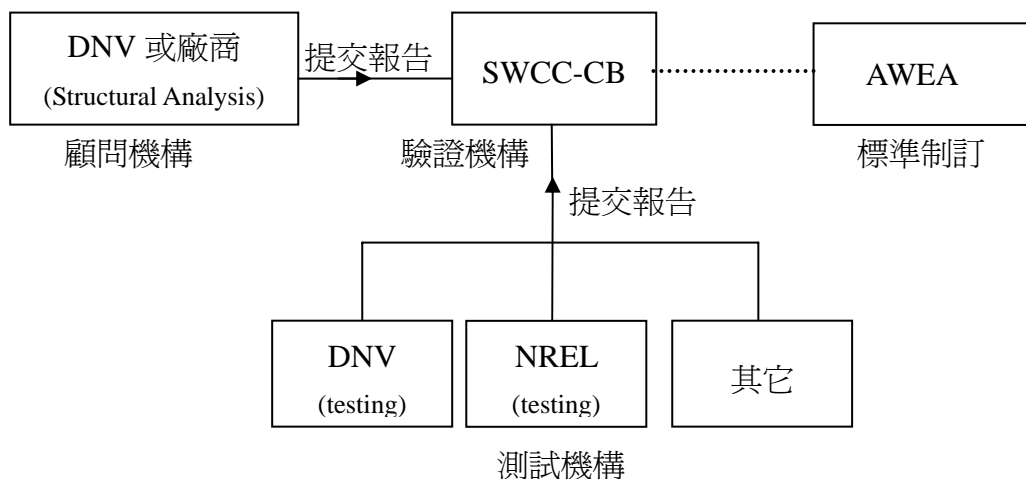


圖 4 SWCC、AWEA、DNV、NREL 關係圖

5. AWEA 及英國風能協會 BWEA (British Wind Energy Association) 所訂定標準很類似，但在測量噪音部份有些不同，BWEA 需較多量測數據及統計，但建議測試場同時取得 2 項標準的認證。

二、NREL(National Renewable Energy Laboratory)所屬 NWTC(National Wind Technology Center)

(一)簡介

NWTC 是美國能源部所屬國家實驗室，自 1977 年開始測試風機，在風機設計研發及分析具領導地位，另在風機零件測試如扇葉、動力計(Dynamometers)、控制系統等領域為先驅者，現階段研發方向著重公用事業級風機(utility-scale turbines)測試。NWTC 在風機的國際標準制(修)定扮演諮詢角色，也接受測風場租借測試服務及技術分享，大約有 130 名員工。

(二)參訪行程

由 Arlinda A. Huskey(Test Engineer)接待並簡介 NWTC 及其測試能量。NWTC 已通過 A2LA 認證除前述小型風機 IEC、AWEA 及 BWEA 標準外，另通過 IEC 61400-13 機械負載(Mechanical Loads)及 IEC 61400-23 扇葉測試(Blade testing)認證。Arlinda 介紹小型風機型式驗證流程，及 NWTC 測試場氣象環境，其年平均風速為 5.04m/s，對於澎湖測試場年平均風速達 9.05m/s 甚驚訝，認為是非常良好風場，可以快速取得足夠風速數據，縮短測試時間。美國能源部為加速小型風機驗證及建立低成本的風機測試能量，委託 NWTC 協助設立 4 個地區性測試中心(Regional Test Centers, RTC)，由能源部提供經費及技術支援，其中位於紐約州的 Intertek 實驗室已取得認證，其他 3 處分別為於猶他(Utah)、西德州(West Texas)及堪薩斯州大學等尚未取得認證。

簡報及討論後，參觀 NWTC 測試場，現場測試皆為大型風機(扇

葉直徑達 70 公尺)(如圖 5)。另參觀 NWTC 特殊測試設備，如扇葉測試(包含動態及靜態)，經由機器上下及左右拉伸，測試扇葉的機械應力耐受性。對於超過 90 公尺扇葉，另設戶外測試場，以吊車拉伸進行測試。該實驗室動力計測試風機發電機之控制系統符合性，可測試 1kW 到 5MW。因實驗室保密規定，禁止攝影，僅能從網站取得測試設備照片如圖 6、7、8。



圖 5 NWTC 測試場大型風機



圖 6 NWTC 測試場動力計試驗 (Dynamometers 1kW-5MW) (節錄自 NWTC 網站)



圖 7 NWTC 測試場大型風機扇葉疲勞試驗 (節錄自 NWTC 網站)



圖 8 NWTC 測試場戶外大型風機扇葉試驗(節錄自 NWTC 網站)

(三)會議討論重點摘要

1. 澎湖測試場應先取得台灣 TAF 認證後，尋求經 ILAC (International Laboratory Accreditation Cooperation)實驗室認證體系成為 SWCC 認可的測試場，應屬可行。
2. 美國 A2LA 認可風機測試實驗室能力比對，係以模擬數據送交認可實驗室，請其依據標準要求，計算出功率曲線及係數，而非以實體風機送至實驗室測試。
3. NWTC 測試場僅提供測風塔架及測試儀器，風機廠商需依 NWTC 要求位置(如距離扇葉直徑 2.5 倍處)，自行架設塔架及風

機，由 NWTC 免費測試，但測試數據及結果需放置網站對外提供參考，並作為美國能源部訂定風能發電獎勵標準參考。

4. Arlinda 係為美國小型風機標準委員，經其審視澎湖測試場測風塔架構，依 IEC61400-12-1 討論中的草案，建議兩個風速計間距離至少 2.5 米(現在標準要求至少 2 米)。

三、SWCC (Small Wind Certification Council)

(一)簡介

SWCC 設立於 2009 年，是非營利(non-profit)組織且獨立的驗證機構，提供北美小型風機市場驗證。其起源開始因風機設置在美國有獎勵計畫(incentive program)，但政府單位無法從風機廠商提交報告，確認風機實際發電量及結構安全性，因此由風機產業及州政府與能源部，捐助成立 SWCC 作為第 3 公正單位，驗證風機的符合性，通過驗證風機才具取得獎勵計畫資格。

SWCC 設有董事會(Board of Directors)及驗證委員會(Certification Commission)與 3 位專職人員。董事會有 3 位成員來自產業界(共 11 位董事)，並任命 3 人擔任驗證委員，依據 SWCC 的驗證政策(Certification Policy)執行業務：

1. 依據與技術主任(Technical Director)諮詢，審查驗證申請案。
2. 以多數決決定驗證通過與否。
3. 當風機產品有修正，決定驗證證書名義人是否應重新驗證或加測必要測試。
4. 適當時要求申請者提送補充更新資料。
5. 審查設計變更的符合性。

現階段計有加州、奧勒岡州、紐約州等要求通過 SWCC 驗證小型風機才具備申請獎勵計畫資格。

(二)參訪行程

由 Brent Summerville PE(Technical Director)接待並簡報 SWCC 組織概況及驗證流程。因 SWCC 係為驗證機構，業務大致以書面審查為主，如有受理非認證實驗室測試報告，Brent 需親至該測試場評估場地及儀器符合性。

(三)會議討論重點摘要

1. SWCC 受理非認證實驗室報告及相互承認的英國 MCS(Micro-generation Certification Scheme)或經 IEC 標準驗證的申請案件，其驗證路徑如圖 9。申請者需提交申請書(Notice of Intent)及繳交初步審查費用後，依申請者所委託測試場資格：

- (1) SWCC 所列認證實驗室(如 NREL, DNV)直接提交驗證審查。
- (2) 非認證實驗室則需 SWCC 進行測試場評估符合後，才進行驗證審查。
- (3) 其它驗證機構驗證通過之風機，視情況可以轉換報告並提交驗證審查。
- (4) 經 MCS 驗證體系或 IEC 型式驗證需加測 AWEA 與其差異項目測試，才進行驗證審查。

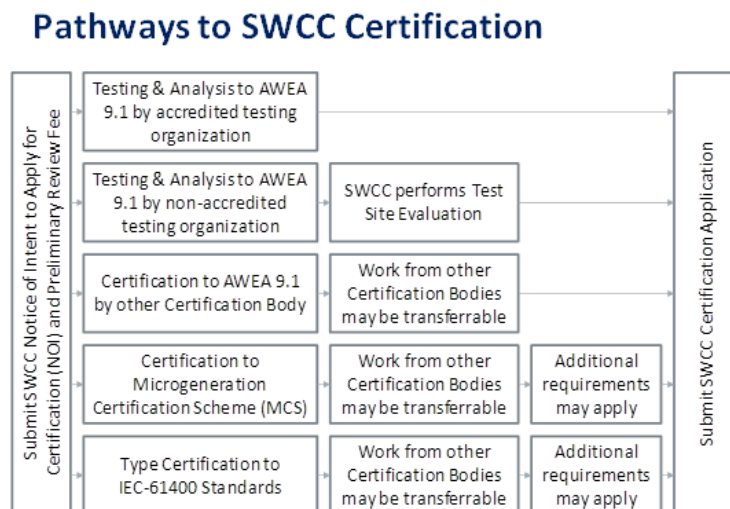


圖 9 SWCC 小型風機驗證路徑 (節錄自 SWCC 網站)

2. 由 MCS 轉證的風機，SWCC 同意給予時限性(time-limited)的條件性暫時驗證標章 (Conditional Temporary Certification)，要求產品在 18 個月內就標準差異(BWEA 與 AWEA)部分取得加測報告，才發給驗證標章。SWCC 網站現列有 1 個型號通過驗證，4 個型號經 MCS 轉證的條件性暫時驗證標章。
3. SWCC 評估小型風機驗證，從測試到完成驗證大約花費 1 至 2 年時間，當然依據測試場風力品質及測試報告品質有所不同。在提交認可報告後，SWCC 審查時間大約 2 至 4 個月才會發證。MCS 統計申請者大概花費 12 至 18 個月，從測試到取得證書。
4. 結構分析(Structural Analysis)可以和場測(field testing)同時進行，不必依照 IEC 61400-22 步驟。
5. SWCC 依 AWEA 標準要求不驗證塔架及風機基座，而依風機所在地的法規要求。因此，澎湖測試場現已設立 10 公尺風機塔架，廠商再提供轉接塔架(大約 2 至 3 公尺)僅需符合 AWEA 第 4.5 節風機與塔架設計要求即可。
6. SWCC 要求風機廠商在通過驗證後，須在風機上標示相關性能資料如圖 10，供消費者識別與比較。
7. SWCC 目前尚未執行風機市場監督作業，但會依消費者或政府單位抱怨事項，要求風機廠商提出說明，並檢視風機有無變更零組件等，如變更未提出申請核備，最重可廢止證書。
8. 澎湖測試場如通過 TAF 認證，經由 ILAC 實驗室認證體系，SWCC 應可接受澎湖測試場的測試報告，毋需執行場地評估。

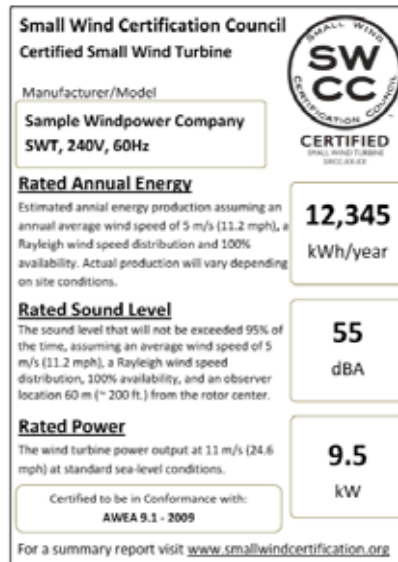


圖 10 SWCC 小型風機本體標示 (節錄自 SWCC 網站)

四、UL (Underwriters Laboratories) 紐約市 Melville Lab

(一) 簡介

UL 創立於 1894，以「為更安全世界而努力」為公司使命。它是一個獨立的世界性安全科學公司，提供 5 大項重要技術專業服務，建立客觀評估方法，使 UL 成為可信賴象徵：

1. 產品安全(Product Safety)
2. 環境(Environment)
3. 生命與健康(Life & Health)
4. UL 大學(University)
5. 公證服務(Verification Services)

UL 決策的理念原則：

1. 以安全科學及危險分析的安全工程應用，促進安全生活及工作環境。
2. 避免或降低生命與財產損失。
3. 經由研究及調查提升安全科學。
4. 專注公司資源在公共安全領域。

5. 以誠實及品質態度增進驗證服務的信賴。
6. 所收規費用於盡義務、保持成長及投資安全科學。
7. 投資員工並鼓勵員工投資他們自己。
8. 樹立企業公民及社會責任典範。

2010 年 UL 的全球驗證計有：

1. 2 千 3 百萬 UL 標誌印在產品上
2. 6 萬 7 千家廠商生產 UL 驗證產品
3. 8 萬 9 千種產品評估
4. 103 個 UL 工廠檢查中心
5. UL 相關單位發行 1413 個安全標準
6. 73 個測試實驗室及驗證機構
7. 全球有 7024 名員工

(三) 參訪行程

由 Scott Pausewang (Manager, LAB operations ,wiring system/power distribution)及 Joseph Rodriguez(staff engineer automotive/power distribution)兩位接待，參觀 UL Melville 實驗室。該實驗室主要以大電流高電壓配電器材如斷路器 MCCB(Molded-Case Circuit Breakers)、控制儀表、接地設備、保護器及突波抑制器(Surge suppressors)、變壓器等測試。現場參觀 MCCB 的啟斷試驗，以人工調整負載的功率因素(power factor)，測試電源從外部輸配電路取得，該實驗室現正發展 10kA 直流 MCCB 測試設備及程序。

實驗室依據 ASME(American Society Mechanical Engineers)及 CSA(Canadian Standards Association)所制定之功能性安全標準 ASME A17.71 及 CSA B44.7 評估電扶梯及升降梯安全。

Joseph 帶領我們參觀升降梯的開關試驗(Elevator Switches FRAH)，以機械手臂來回開閉開關，模擬人按開關動作。該機械手臂係訂製，軟體由 UL 自行發展。

因應電動車的盛行，該實驗室發展充電站(charging stations)測試，包含電動車快速充電(fast charge)系統 level 1、2 及 3 級、電動車用插接器(插頭、插座及連接器等)、供電設備、充電站保護設備等及電動車用電纜。另該實驗室提供 EMC 測試服務，但因受限時間因素未參觀。

五、紐約帝國大廈(Empire State Building)永續展(Sustainability Exhibit)

(一)簡介

帝國大廈是紐約地標性建築，建於 1931 年，高 102 層，共有 73 部電梯，曾為全球最高建築物，被美國土木工程師協會譽為現代世界的七大奇觀之一。

帝國大廈為因應「節能減碳」環保趨勢，斥資 1 億美元用於節能改造，於 2009 年 4 月啟動，於 2010 年 12 月完工，每年降低能耗 38%，15 年內將減少 CO₂ 排放 10.5 萬公噸，相當於每年減少約 2 萬輛汽車的排放量，不僅降低帝國大廈耗能以及對環境的不良影響，還為全球各地的大廈建築提供一種可複製的模式，它將這些節能措施在該大廈二樓舉辦「永續展」，向每位參觀者推廣「節能大廈」的嶄新理念。

(二)參訪行程

購票進入帝國大廈，經一番人身檢查及排隊，參觀「永續展」的多媒體展覽。展覽前言提到：「帝國大廈花費 1 億美元打造節能大廈，因而每年節省約 4 百萬美元能源成本」

帝國大廈團隊花費超過 2 年時間擘劃翻新改進(retrofit)計畫，提供全球其他建築改善的範本，並證明可行的能源效率，且不浪費金錢及犧牲生活的舒適。

步驟一：改造帝國大廈(Transforming the Empire State Building)

在升級冷氣及加熱系統前，解決能效低的窗戶與牆壁，避免冷氣或熱氣透過建築物外圍滲出。為避免運輸產生碳排放，在 5 樓設置加工廠對 6514 扇窗戶逐一進行整修，如清洗、在玻璃間插入墊片並安裝反射膜、根據窗戶位置及日照時間填充不同比例的惰性氣體，提高窗戶能源效率達 4 倍，並將原有窗戶壽命延長 25 年。

步驟二：智慧大廈，更節能大廈(A Smart Building ,A More Efficient Building)

建立智慧型冷氣監控系統，以變頻器及先進的控制器，使冷氣機能夠不斷調節輸出，在不做虛功的前提下，滿足大廈需求，此項改造可使大廈耗能降低 5%。

根據大廈中央控制網路的感測器，採用可變風量(VAV)不斷對輸出進行精密調整，配合大廈內不同地點的冷卻和通風需求，解決上班族覺得辦公處所“太熱/太冷”之一大難題。

步驟三：讓改變效果倍增(Multiplying the Power of Change)

改換節能照明如省電燈泡(Compact Fluorescent Lamps)、加強採用自然光照明(變更開放式辦公室佈局)、以任務燈(需要時開啟與關閉)代替頂燈並隨時關燈及提供網路化(web-based)的數位控制系統，讓各樓層用戶隨時上網監控其能源使用。

肆、心得與建議

一、心得

本次參訪美國行程，拜會了風機檢測及發展先驅 DNV 公司、美國國家再生能源實驗室 NREL 所屬風力技術中心 NWTC、美國小型風機驗證協會 SWCC、UL 紐約市 Melville 實驗室及參觀帝國大廈的永續展，航程從美國西岸到東岸，拜會機構從風機測試到驗證與諮詢顧問，茲將參訪心得歸納如下：

1. 未來風機產業將持續蓬勃發展，除了風機、塔架、基礎產業外，從 DNV 公司的風機發展業務發現，將會衍生場地評估、計畫評估、性能測試、風機結構分析、電力品質及併聯等獨立檢測及驗證產業，值得本局投入資源與人力，建置風機標準測試與驗證技術發展。

本局與台灣大電力研究試驗中心合作執行「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」，未來該中心將與 DNV 技術合作，由 DNV 提供 3 階段計畫，第 1 階段為人員訓練，建立人員測試能力；第 2 階段確認測試場設置及儀器符合標準要求；第 3 階段稽核測試場品質系統及技術能力符合 ISO/IEC 17025，並協助澎湖測試場取得 TAF 認證。本局相關風機檢測人員亦可一併參加訓練計畫，移轉 DNV 在風機檢測經驗，發展台灣自主的風力檢測與驗證技術，逐漸累積經驗與實力，假以時日，在台灣豐富風場及高素質人力，創造新的風機檢測產業。

2. NREL 所屬 NWTC 及 SWCC 皆認為澎湖測試場應先取得 TAF 認證，尋求經 ILAC 實驗室認證體系成為 SWCC 認可的測試場，為澎湖測試場未來發展方向。
3. 風機的 IEC 測試標準如 IEC 61400-2 設計評估 (Design Evaluation) 所列負載分析，係考慮風機各部份應力，對小型風機製造廠將提高成本及增加驗證困難度。因此，SWCC 採用簡化標準 AWEA，相對於英國 MCS 採用 BWEA，利於廠商初期快速取得驗證及能源補助計畫的資格，廠商申請驗證意願高並導正風機市場發展。

小型風機的 CNS15176-2 國家標準（對應 IEC61400-2）已於 100 年 11 月 29 日公告，本局如欲發展小型風機的國內檢測與驗證能量，可仿照 AWEA 或 BWEA 標準，將 IEC61400-2 標準簡化成技術規範或另訂定 CNS 國家標準，以提供國內小型風機產品當前檢測及驗證之依據。惟為長遠計，我國相關檢

測機構亦宜密切注意 IEC 國際標準規範之制（修）訂情形，逐步建置符合國際標準規範之檢測能力，並鼓勵國內相關檢測機構取得國外 CBTL 資格，以有效協助國內風機製造商於國內進行測試並取得國外之驗證，避免因重複測試造成費用及時間之不必要浪費，一方面可提升國內廠商產品製造技術及產業之發展，更有助於國內製造商爭取國外訂單之商機。

4. UL 在全球各地因地域及產業鏈，設置不同的產品測試實驗室，當地收件，傳遞樣品至負責實驗室，降低重複儀器購置，避免浪費，並因著經年累月檢測技術及經驗累積，發展成 UL 專業實驗室。本局也是朝向第六組及各分局發展其特色或地域專業實驗室，方向應是正確。

二、建議

1. 風機初期的負載設計，可儘早經由軟體模擬而找出風機弱點而予以補強。就 SWCC 而言，雖然結構分析(Structural Analysis)可以與場測(Field Test)同時進行，但如果場測失敗(如耐久性測試)而需修正風機結構，則結構分析需依新修正構造重作，並且浪費先前測試時間(耐久性測試至少需 6 個月時間)。

研發初期風機的設計評估甚為重要，不僅是產品驗證要求的項目，更能讓製造商先期掌握產品的缺點而加以改進。本次參訪 DNV 及 NREL 所屬 NWTC 曾談及風機設計評估由我國派員前往接受訓練，以縮短學習時間，因 DNV 已朝向大型風機發展而 NREL 現已不作設計評估研究，兩者現皆不接受人員派訓。

經查詢 SWCC 網站關於結構分析，推薦計有 DNV 等 6 家機構，其中日本有東京風能研究所(Wind Energy Institute of Tokyo)，因日本氣候、地形等與台灣類似且距離台灣較近，如能取得該協會同意派遣人員來台指導，並申請台日技術交流經費，開放風機業者及實驗室參加，就教專家，縮短學習時間，

並了解國際認可模擬軟體，以為本局發展風機設計評估購置軟體的參考。

2. NREL 所屬 NWTC 作為美國風機標準諮詢及檢測實驗室的角色，可供澎湖測試場參考。未來建立風場評估技術，可以仿照 NWTC 僅設置測風塔及測風儀等，由廠商自行架設符合要求的風機及塔架組合，進行性能及噪音測試，不僅可以降低測試場成本(因應不同扇葉尺寸而需設立風機基礎及塔架)，也可收集不同尺寸扇葉風機測試數據，做為制定符合台灣環境的風機標準參考。
3. 本次參訪 SWCC，林組長當面邀請其技術主任 Brent 於 101 年來台訪問，就 SWCC 驗證流程向國內廠商說明，提供驗證經驗供廠商參考。建議來台期間，邀請 Brent 赴七股及澎湖測試場指導，釐清並改善測試場缺失，可縮短 SWCC 審查測試場出具報告時間。
4. 風機檢測實驗室應密切注意 IEC 風機相關標準（如 IEC61400-2、IEC61400-12-1 等）草案的討論動向，澎湖測試場已將 IEC61400-12-1 第 3 版草案中，要求兩個風速計間距離至少 2.5 米(現在標準要求至少 2 米)，納入 100 年「中小型風機標準測試與驗證技術發展計畫」招標規格中將加以規範，以符合現在及未來標準要求。

附 錄

訪談議題

Topics for Discussion (DNV)

1. What operation mode does DNV use for wind turbine certification, including the conformity tests such as type certification and design evaluation?
2. What is the current ability for DNV in software and hardware equipment?
3. Which modules shall the type certificate procedures concerning small wind turbine (SWT) be applicable to? self-control , type-test or conformity-to-type declaration modules in US?
4. Please provide information about type certificate procedures of SWT, including design evaluation, type testing and manufacturing evaluation.
5. How does DNV run the testing in wind turbine certification lab overseas? If the testing report is approved by DNV or DNV's designated lab, then which organization(s) would accept or review approval of this report?
6. What is the marketing or business benefit/advantage for the wind turbine manufacturer if their SWT have been issued type certificate?
7. How does DNV assess the testing labs overseas if they want to be a designated one ?
8. What is the methodology of site assessment used by DNV, software simulation or on-site? Which standard does DNV base on for site assessment? And what kind of software does DNV use for site assessment?
9. Please provide the procedures/steps and suggestions for TERTEC to be

capable of performing the SWT type testing lab. by cooperating with DNV.

10. For SWT of type testing and type certificate about personnel qualification, could DNV accept that TERTEC send employee(s) to US and get training there?

Topics for Discussion (NREL)

1. Where is the funding budget coming from and what is the operation mode for NREL?
2. What are the business relationships between NREL and US energy administrations, testing organizations, and power companies?
3. For small and middle wind turbines, what are the current requirements of regulation, type certificate, technical specification for verification, and testing operation? Will these be performed as compulsive requirements in the future?
4. How does NWTC do for type certification, design certification, and on-site renewable energy projects?
5. Please provide information about type certificate procedures of SWT, including design evaluation, type testing and manufacturing evaluation and on-site renewable energy projects.
6. What is the standard that US bases on for grid-connected small and middle wind turbines? What is the current operating status for feed-in-tariff and administrations?
7. What is the current status of smart grid research and testing for NREL?

Topics for Discussion (SWCC)

1. For small and middle wind turbines, what are the current requirements of regulation, type certificate , technical specification for verification , and testing operation? Will these be performed as compulsive requirements in the future?
2. What are the service items of wind turbines and organization operating modes for SWCC? Is SWCC also invited to participate in establishing , amending or reviewing standards of wind turbines?
3. What is the standard that US bases on for grid-connected small and middle wind turbines? What is the current operating status for feed-in-tariff and administrations?
4. What is the US requirement for the imported wind turbines? Does US accept abroad testing reports? Or is there any way to accept the transfer of foreign testing reports?
5. What are the criteria and guidelines of wind turbines for US government procurement?
6. Please provide the information for market surveillance of SWT if they have been issued type certificate.

Topics for Discussion (UL)

1. What are the service items and testing competence for electric products(including inverters/wind turbine components) for UL in US?
2. Please provide suggestions of the cooperation between UL and TERTEC & BSMI.