

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書



英國小型風力機產品驗證制度及洽商 技術合作

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：張嶽峰 簡任技正、朱育民 技士

出國地點：英國

出國期間：中華民國 100 年 10 月 30 日至 11 月 7 日

報告日期：中華民國 101 年 1 月 31 日

| |
|------------------------|
| 行政院研考會/省 (市) 研考會編號欄 |
| |
| |
| |

目錄

| | |
|---|----|
| 一、 摘要 | 4 |
| 二、 參訪行程安排及成員 | 5 |
| (一) 行程表 | 5 |
| (二) 參訪成員 | 5 |
| 三、 參訪內容 | 7 |
| (一) 英國能源暨氣候變遷部(DECC，DEPARTMENT OF ENERGY & CLIMATE CHANGE) | 7 |
| (二) 參訪 RENEWABLEUK | 10 |
| (三) 參訪 GEMSERV 瞭解該機構如何推動 MCS | 13 |
| (四) 參訪 TÜV NEL 瞭解對小型風機認證概況及洽商雙方合作事 項 | 16 |
| (五) 參訪 TÜV NEL 風機測試場運作情形 | 22 |
| 四、 結論及建議 | 24 |

圖目錄

| | |
|--|----|
| 圖 1 MCS 制度受政府部門 DECC 的監督 | 9 |
| 圖 2 與 RenewableUK 執行長 Maria McCaffery 合影 | 10 |
| 圖 3 累計小型風機裝置數，主要以 1.5 kW 以下為主 | 11 |
| 圖 4 2010 年實施 FIT 制度後安裝數大幅成長，其中以 1.5~20 kW 為主力產品 | 12 |
| 圖 5 主要安裝的小型風力機以水平軸為主 | 13 |
| 圖 6 產品經認證通過後由 Gemserv 發給 MCS 標章 | 14 |
| 圖 7 MCS 計畫涵蓋的產品領域 | 14 |
| 圖 8 MCS 計畫的財務來源 | 14 |
| 圖 9 MCS 計畫對生產者、系統業者及消費者帶來的好處 | 15 |
| 圖 10 MCS 認證標章 | 15 |
| 圖 11 GEMSERV 合影 | 15 |
| 圖 12 流量實驗室各項流量管路鳥瞰 | 17 |
| 圖 13 風力機驗證程序及依據 | 18 |
| 圖 14 TÜV NEL 總部園區的下風式風力機 | 19 |
| 圖 15 高空作業安全裝置試驗 | 20 |
| 圖 16 在 TÜV NEL 與 Dr. Raymond 及 Dean Boyce 合影 | 20 |
| 圖 17 Myres Hill 風機測試場周邊被歐洲最大風電場環繞(其中一 小部份) | 22 |
| 圖 18 Myres Hill 風機測試場 | 23 |

一、摘要

英國再生能源技術先進，無論在陸上風機、離岸風電、小型風機等的型式試驗，風場的驗證技術，實有許多經驗值得國內學習。近年來針對小型風力機，各國提出優渥獎勵政策及相關驗證機制，以保障消費者權益。

本次參訪行程包括拜訪英國能源暨氣候變遷部(DECC, Department of Energy & Climate change)機構以瞭解英國在再生能源與風力機相關政策及推廣現況，也拜訪 RenewableUK 以進一步瞭解英國對於小型風機驗證制度及離岸風機的推展實務情形，以及參訪 Gemserv 了解該機構在如何推動英國微型發電產品認證計劃委員會 (MCS, Microgeneration Certification Scheme)之認證制度及其困難點；此外也拜訪 TÜV NEL 了解小型風機的測試與認證相關技術考量，並參觀 TÜV NEL 位於 Myres Hill 的風機測試場，實地瞭解大、小型風機實際測試現況、測試場對測試機台與周邊設置要求、及相關技術標準規定。本次參訪主要是蒐集英國關於推動小型風機相關的制度，其中有關標準、檢測及驗證的作法，藉以提供國內在推動小型風機檢測及驗證之參考，並對國內已建置於台南七股之小型風機測試場及未來將在澎湖增設小型風機之測試場提供參考。

二、參訪行程安排及成員

(一) 行程表

本次出國主要任務係赴英國風機發展協會 (BWEA)、TUV NEL 和
驗證合作及蒐集小型風力機產品驗證制度資訊，預定行程如下：

| 日期 | 地點 | 行程說明 |
|-------|------------------|--|
| 10/30 | 台北→倫敦(英國) | 去程：台北→英國倫敦(希斯洛國際機場) |
| 10/31 | 倫敦(英國) | 參訪 RenewableUK，了解小型風機驗證制度及離岸風機的發展現況 |
| 11/01 | 倫敦(英國) | 參訪 Gemserv 了解該機構如何推動 MCS (Microgeneration Certification Scheme) 認證制度 |
| 11/02 | 倫敦(英國) | 參訪 DECC(Department of Energy & Climate change) 了解英國再生能源與風力機相關政策及推廣現況 |
| 11/03 | 格拉斯哥 Glasgow(英國) | 由倫敦搭機前往格拉斯哥(Glasgow)，準備相關簡報資料 |
| 11/04 | 格拉斯哥 Glasgow(英國) | 參訪 TÜV NEL 了解小型風機認證情形及洽商合作事項 |
| 11/05 | 格拉斯哥 Glasgow(英國) | 參訪 TÜV NEL 實地了解小型風機測試運作情形 |
| 11/06 | 倫敦(英國) | 由格拉斯哥(Glasgow)搭機回到倫敦 |
| 11/07 | 倫敦(英國)→台北 | 回程：英國倫敦(希斯洛國際機場)→台北 |

(二) 參訪成員

本參訪成員由經濟部標準檢驗局（以下簡稱本局）張嶽峰簡任技正率領，成員包括本局朱育民技士、財團法人金屬工業研究發展中心黃聰

文副組長、蔡琬瑛經理及 TÜV SUD Taiwan 李晉儀經理等共計 5 員，參訪單位及內容如下：

1. 參訪 DECC(Department of Energy & Climate change)了解英國再生能源與風力機相關政策及推廣現況
2. RenewableUK，了解小型風機驗證制度及離岸風機的發展現況
3. 參訪 Gemserv 了解該機構如何推動 MCS (Microgeneration Certification Scheme)認證制度
4. 參訪 TÜV NEL 之實驗室
5. 參訪 TÜV NEL 位於 Myres Hill 的風機測試場

三、參訪內容

(一) 英國能源暨氣候變遷部(DECC, Department of Energy & Climate change)

DECC 係屬英國政府部門，其主管英國具全球競爭力的低碳經濟發展之推動業務，其施政優先順序為：

- (1) 透過綠能手段及消費者自覺方式達成節能目標
- (2) 以低碳能源的方式提供未來可靠能源的需求
- (3) 在本地及國外推動積極的行動因應氣候變遷
- (4) 以負責任及有成本效益的方式管理傳統能源

此次拜訪主要就以下的議題討論：

1. 英國風電與太陽光電的推廣與管制

在英國對於風電與太陽光電的推廣方面，並未要求強制列檢，基本上係採用自願性方式推廣，僅有在發電後若是售電給電力公司時，才會被要求納入體制，也始能獲得政府在售電上的補助(feed-in tariff)。

2. 英國小型風力機產業發展現況

風能已經在過去幾年裡成為世界上成長最快速的可再生能源，並且預計將隨著國際的迫切需要解決二氧化碳排放量的趨勢，風能能源的發展將繼續成長，2010 年英國的小型風力機發展狀況如下：

- (1) 2010 年小風機系統(SWS)有 2,853 台 (-25% on 2009)
- (2) 2010 年小風機系統(SWS)有 16,768 台
- (3) 2010 年小風機系統(SWS)容量達 14.23MW(+65% on 2009)
- (4) 累計安裝的容量達 42.97MW
- (5) 英國的市值達 £29.27 million(+70.9% on 2009)
- (6) 出口值達 £6.34 million(-15% on 2009)

- (7) 出口量達 3,392(-23.7% on 2009).
- (8) 英國製造商出口單位達 18,738
- (9) 英國製造商的出口比例 56%
- (10)英國製造商在英國市場的供給比例達 61%
- (11)預測在 2011 年時英國的市場成長比例達 167% (£78.22 million)

3. 離岸風機產業的發展現況

目前英國的離岸風機政策並無統一的政策，而英格蘭、蘇格蘭、威爾斯及北愛爾蘭各有其政策，且其國內亦無整機或零組件之產業發展，其中整機係由外國輸入，作為提供發電的服務，對於離岸風機所依循之國際標準大致有四個：

- (1) IEC 61400-3 2009-2：該標準之著重方向為風力機負載的分析，較偏大方向的概述與說明，涉及其他細部的內容則須參考其他 IEC 標準。
- (2) GL guideline 2005：該標準著重方向為認證程序及風機的認證文件等項目，並較具完整性的介紹及設計的內容。
- (3) DNV-OS-J101 2011：該標準著重的方向為離岸風機結構的設計規範、基礎及塔架的設計等主題，對於多數離岸風機的廠商皆會參考該標準。
- (4) Bundesamt Fur Seeschifffahrt und hydrographie(BSH) Standard Design of offshore wind turbine，該標準著重方向為德國公佈之離岸風力機的設計規範，惟僅限於德國國內施行。

目前製造廠商大多依照業主或當地政府的要求，選擇相關的標準進行驗證，並無法證明何種標準較為正確或最適當，也尚無一個全球共通的標準。

4. 英國微型綠能發電裝置計劃(MCS, Microgeneration Certification Scheme)

係由英國微型發電產品認證計劃委員會所推廣，並由該委員會來管理政府財政補貼，亦即是購買擁有 MCS 認證的產品係由政府提供補貼，擁有 MCS 認證的再生能源發電產品使用者還可將剩餘有用之電力賣給國家電網，英國期望可在 2020 年時實現可再生能源提升至 14% 使用率。

經過說明後可歸納 MCS 計畫具有以下主要特色：

(1) 依據 EN 45011 認證計畫之要求

對微型發電裝置的認證要求：

- ◇ 確保性能
- ◇ 安全

對微型發電裝置系統安裝業者的認證要求：

- ◇ 技術能力
- ◇ 營運實績
- ◇ 消費者保護政策

(2) 由政府持有，由產業界主導 (圖 1)

MCS Ownership

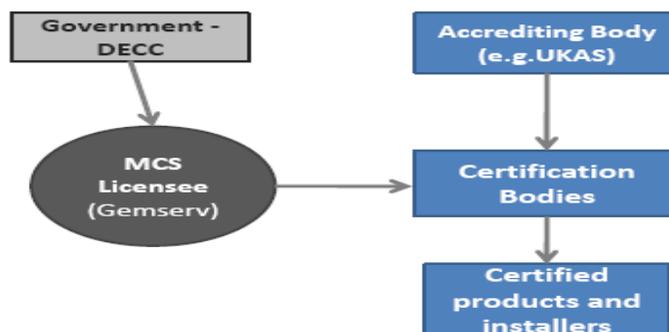


圖 1 MCS 制度受政府部門 DECC 的監督

(二) 參訪 RenewableUK

RenewableUK 在英國再生能源相關產業組織中係佔有首屈一指的地位，該協會成立於 1978 年，是一個接受英國政府授權以協助政府推動再生能源政策的主要單位，英國的小型風機產業標準 BWEA 即是由 RenewableUK 負責訂定的，目前在英國擁有 684 個公司會員，其會員幾乎囊括英國微型及小型風機產業界的主要生產廠家，包含風機製造商、系統安裝、測試、認證、學界及電力公司，其涵蓋領域也含括風能、波浪能及潮汐能等相關產業，其中 BWEA 是位於發展這些產業的前端，在英國國內扮演產業論壇的角色並協助業界面臨的問題時提出解決方案，同時也代表產業界會員做為與政府、媒體及公眾等相互間之溝通介面。

本次參訪 RenewableUK 執行長 Maria McCaffery 接待，並與小型風機系統部門經理的 Indre Vaizgelaite 小姐及主管離岸風機的 Nick Medic 先生共同探討英國在風能相關產業推廣的現況。



圖 2 與 RenewableUK 執行長 Maria McCaffery 合影

英國自 2010 年實施優惠上網電價 (FIT) 制度後，雖然歷經金融海嘯的衝擊，但小型風機的安裝容量仍大幅成長，可以見得是相當成

功的政策，從以容量分類的圖中可以看出容量在 1.5 kW ~ 20 kW 的風力機為主力產品（圖 4）；另 2010 年英國在小型風機發展概況及離岸風機之發展概況也不盡相同，分述如下：

1. 英國小型風機發展概況：

- (1) 相較於離網型風機(1.5kW 以下)，併網型風機將有較高的成長趨勢。
- (2) 在 2010 年英國市場中部分廠商將產品規格由 10 - 20kW，提升至 50 - 100kW。
- (3) 在英國小型風機設計方面，多數還是採用水平軸為主，但垂直軸式小型風機的數量也越來越多，容量相對也越來越大。

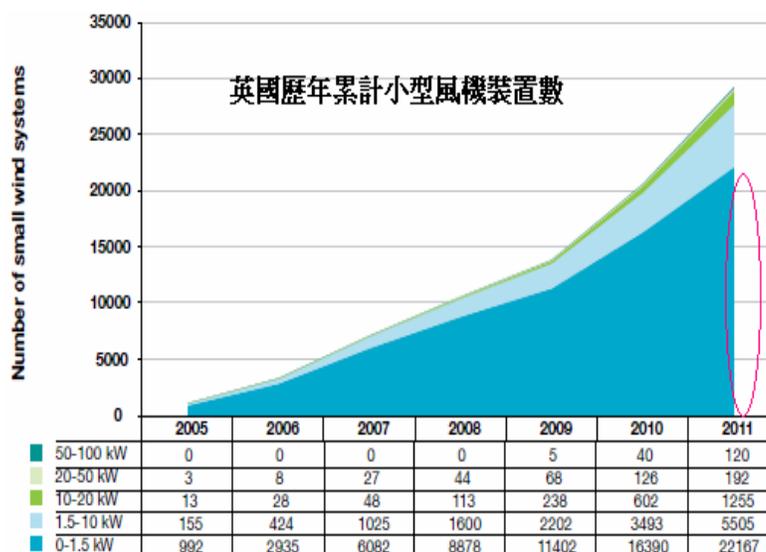


圖 3 累計小型風機裝置數，主要以 1.5 kW 以下為主

2. 英國離岸風機發展概況：

- (1) 英國目前離岸風機的裝置量約 500 台，佔全球總安裝容量的 50%，但英國本身並無離岸風機的製造產業，目前也沒有相關認證的要求與制度。

(2) 單一離岸風機的容量朝越來越大的方向發展，可以使發電成本降低，最佳的單一離岸風機容量上限以目前為例約 7MW。



圖 4 2010 年實施 FIT 制度後安裝數大幅成長，其中以 1.5~20 kW 為主力產品

此次參訪討論過程中，就英國之水平軸與垂直軸風力機的分類來看，水平軸佔絕對多數的比例，但垂直軸風機也有增加的趨勢（圖 5）。而我國國內廠商在垂直軸風力機之製造技術已較具規模，相較水平軸風力機在市場競爭較具利基點；除此之外，參訪人員也瞭解到英國之所以在小型風機產業得以發展的主要原因為：

- (1) 具有歐洲最好的風力資源。
- (2) 消費者具有綠能意識。
- (3) 高電價支持。
- (4) 消費者收入足以負擔。
- (5) 具有現成的工業能量。
- (6) 政府提供財政措施激勵。

(7) 有產業標準可供依循。

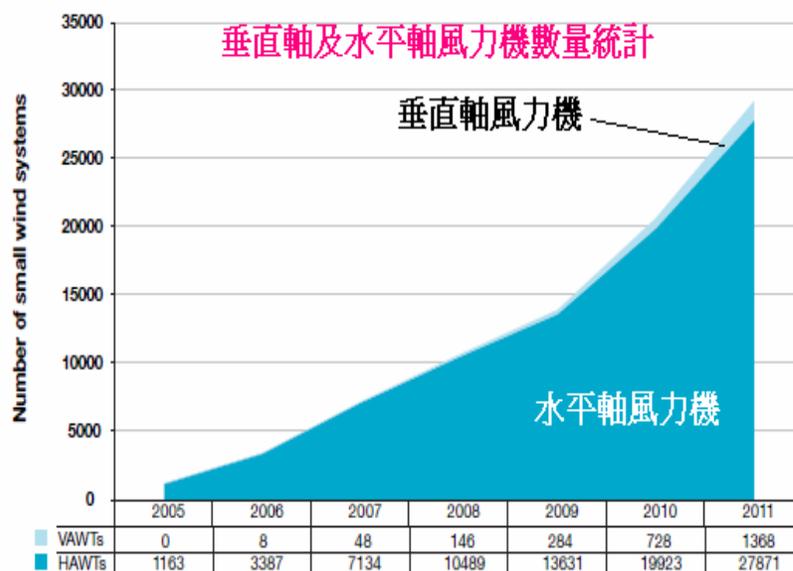


圖 5 主要安裝的小型風力機以水平軸為主

(三) 參訪 Gemserv 瞭解該機構如何推動 MCS

Gemserv 主要是對再生能源所發電力在要求電力公司收購時，根據 MCS 的要求提供所需的認證服務，較為特別的是 Gemserv 在小型風機認證上包含產品認證、安裝者(公司)認證及定期工廠檢查；目地是要儘可能確保消費者可以買到品質夠好的產品，同時提供政府政策執行的支援工作。本次參訪係由 Gemserv 的 Brendan McGarry 接待，並以簡報說明 Gemserv 在推動 MCS 制度時所扮演的角色 (圖 6)。

Certification

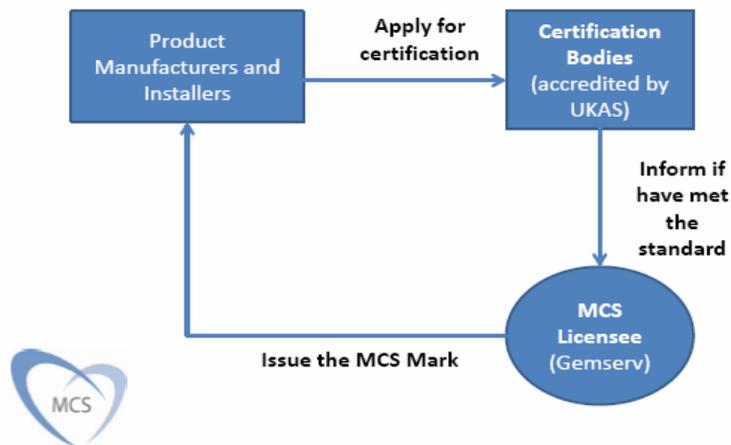


圖 6 產品經認證通過後由 Gemserv 發給 MCS 標章

| Category | Technology |
|---|--|
| Electricity generating technologies | <ul style="list-style-type: none"> • Solar photovoltaics (PV) • Micro-Wind • Micro-Hydro (under development) |
| Heat generating technologies | <ul style="list-style-type: none"> • Solar thermal technologies • Heat pumps (ground source & air source) • Biomass |
| Co-generating technologies (electricity and heat) | <ul style="list-style-type: none"> • Micro Combined Heat and Power (CHP) |

圖 7 MCS 計畫涵蓋的產品領域

MCS Funding Sources



圖 8 MCS 計畫的財務來源

MCS 計畫運作所需的財源由以下 3 種方式取得

- ✓ 產品生產業者取得認證繳交的年費
- ✓ 系統安裝者取得認證繳交的年費
- ✓ 每自每件安裝案中，繳交 15 英磅費用

MCS 計畫同時考量相關利害關係者的利益，創造多贏局面使計畫得以順利推動。

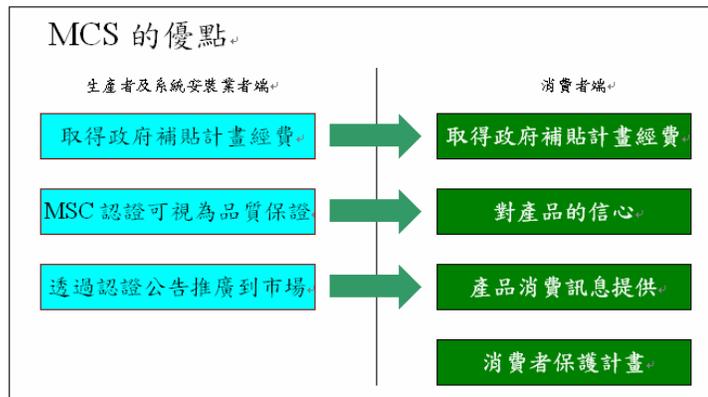


圖 9 MCS 計畫對生產者、系統業者及消費者帶來的好處

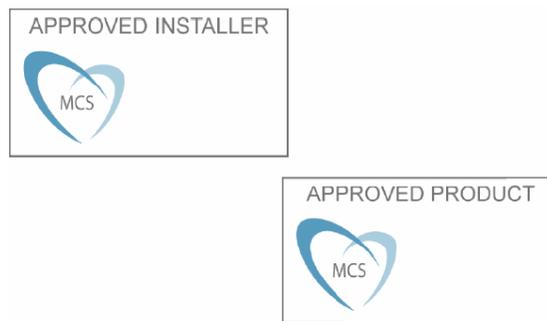


圖 10 MCS 認證標章



圖 11 GEMSERV 合影

(四) 參訪 TÜV NEL 瞭解對小型風機認證概況及洽商雙方合作事項

本次參訪於 11 月 4、5 日兩天分別拜訪 TÜV NEL 位於 Glasgow 總部，以及位於蘇格蘭邁爾斯山區的小型風力機測試場，親身了解其測試驗證運作情況，TÜV NEL 由其技術總監 Dr. Raymold 以及負責測試的工程師 Mr. Dean 接待並介紹其相關能量。

TÜV NEL 是世界級的技術諮詢，研究，測試與驗證。其母公司 TÜV SUD 為一國際性的驗證機構，員工超過 14,000 人，在全球超過 600 個地點有服務據點。TÜV NEL 是英國 MCS（微型發電認證計畫）認可之微型和小型風力機產品認證機構。他們根據 EN 45011 認證小型風力機產品，同時本身也通過 ISO 9001 與英國 UKAS 的認證。

以下介紹TÜV NEL實驗室的相關測試能量：

1. 流量相關檢測能量

TÜV NEL 早期是一家國營實驗室，其專長為與流量相關的測量技術 (Flow Measurement) 與校正技術 (Flow Metering)，主要服務的對象是英國的北海油田的石油公司，其流量實驗室專精於量測以下流體：

1. 水流 (Water Flow) 測試設備
2. 油流 (Oil Flow) 測試設備
3. 氣流 (Gas Flow) 測試設備
4. 溼氣體 (Wet Gas) 測試設備
5. 多相 (MultiPhase) 測試設備
6. 高黏稠性油流 (High Viscosity Oil Flow) 測試設備



圖 12 流量實驗室各項流量管路鳥瞰

2. 風場評估

TÜV NEL 對風場評估有完整的經驗，進行風場評估時通常考量以下因素。

- (1) 風速：主要是採用風速平均值，平均週期主要係以 10 分鐘平均風速數據為主

- (2)風向：對風資源進行評估時,風向也是一個非常重要的參數，它決定了風力機在風場的布局，通常採用「玫瑰圖」來描述風速和水平方向上的風向。
- (3)紊流強度：紊流強度用於描述風速隨時間和空間的波動,它反映了脈動風速的相對強度，是描述大氣紊流運動特性的最重要的特徵量。它等於紊流脈動速度與平均速度的比值。
- (4)地面粗糙度和風切變:在近地面層，風速受到地面摩擦的影響較大。地表面的粗糙度等級越高，對風的減速效果越明顯。
- (5)空氣密度：風力發電機從風中獲得的能量由流過葉輪的空氣的密度、風速和葉輪的掃風面積決定。因此，空氣密度也是決定風能大小的重要因素。

3. 風力機設計評估：

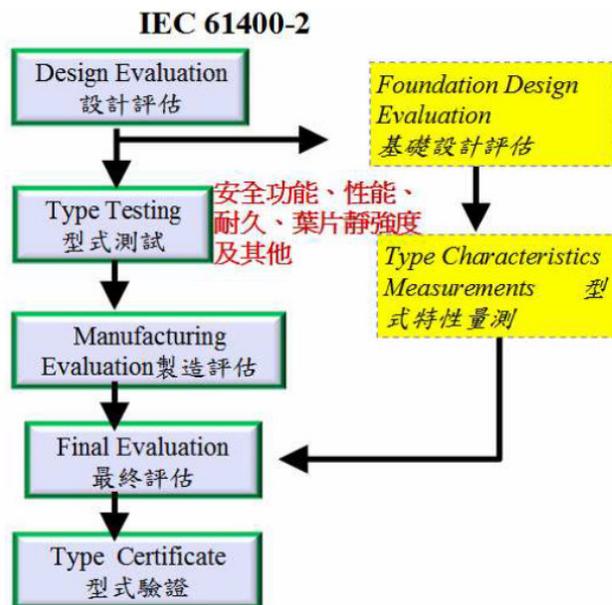


圖 13 風力機驗證程序及依據

關於風力機的設計評估（ Design Evaluation ）項目內容包括：

- (1) 疲勞與極限負載的驗證
- (2) 安全和控制系統的評估
- (3) 安全設置和運行方式
- (4) 用電腦平行模擬計算進行設計評估：
 - 轉子葉片和機械組件
 - 塔身及塔架
 - 電氣零組件和控制系統
- (5) 審閱運行和維護說明書



圖 14 TÜV NEL 總部園區的下風式風力機

4. 邁爾斯山區(Myres Hill)的小型風力機測試場

該測試場提供小型風力機系統測試，並經由英國 UKAS 認可 ISO / IEC 17025 程序，符合 EN 45011:1998 之規範要求。這些標準測試及認證需通過微型發電的認證計畫（MCS 計畫）。英國 MCS 制度規定，額定功率高達 50KW 的風力機系統必須經過認證，才能接受優惠上網電價（FIT）。目前已建立的 MCS 計畫，明載小型風力發電機組必須滿足的最低要

求，必須進行一系列的測試，以保證小型風力機的功能。TUV NEL 是世界領先的測試單位，作為 MCS 計畫的一部分，TÜV NEL 可以提供 MCS 測試和認證（MCS 和 CE 認證）。其位於蘇格蘭邁爾斯山區(Myres Hill)的小型風力機測試場，可提供高平均風速度和複雜的地形之量測環境。並可以直接與電網連接，可容納測試產生的電力。



圖 15 高空作業安全裝置試驗



圖 16 在 TÜV NEL 與 Dr. Raymond 及 Dean Boyce 合影

5. TÜV NEL 在國際風力機驗證實驗室的位階

由下表可看出目前全世界只有英國 TÜV NEL，以及美國 SWCC 是屬於 A 級(accredited certification body)的測試驗證單位。

| 國家 | 國家級小型風力機測試驗證機構 | 受認證層級 | 測試場之風資源 |
|-----------|--------------------------|----------------|-----------------|
| 澳州 | RISE(Murdoch University) | C | 可提供低擾流風場 |
| 加拿大 | WEICan / DEWI | C/B | 可提供低擾流及寒冷天氣風場 |
| 西班牙 | CIEMAT-CEDER | 將為 B | 可提供低擾流風場 |
| 日本 | N/A | N/A | |
| 瑞典 | N/A | N/A | |
| 英國 | TUV-NEL | A&B | 可提供中擾流風場 |
| 美國 | NREL | B | 可提供高擾流風場 |
| 美國 | SWCC | A | |
| 美國 | Regional Test Centers | C | |
| 丹麥 | RISO | C | 可提供低擾流風場 |
| 希臘 | TEI | B | |
| 法國 | SEPEN /Narbone | C | 可提供高擾流風場 |

註：A = accredited certification body

B = independent accredited test lab

C = independent unaccredited test lab

(五) 參訪 TÜV NEL 風機測試場運作情形

此風機測試場係距離格拉斯哥以南約 20 分鐘車程的 Myres Hill 風機測試場，經 Dr. Raymond 等人之陪同開車至蜿蜒山路到達測試場，下車後即感受到此區相當大且持續之風力，但據測試人員指出當天風力尚稱較小，該測試場目前擁有 16 個基座，周邊都設置風力計及溫濕度計等裝置以擷取現場參考數據，可對小型風力機提供性能，耐久性，噪音等相關試驗，塔架的架設方式不一，有固定式的，也有半固定式的，其中半固定式的可依地形及測試風機不同特性搭配彈性使用。

Myres Hill 所在的區域為歐洲最佳的風場區域之一，因此周邊建立了全歐洲最大風力發電場(圖 17)，從我們所在的位置環視四周，可以看到無數的大型風力機，據說涵蓋的區域大約有 100 公里，其中以 Whitelee 風力發電場為例，具有 140 個風力渦輪組總裝置容量 322 百萬瓦特，足以供給 18 萬戶使用，佔蘇格蘭每年 2% 以上的用電所需，目前仍繼續擴建風力機組中。



圖 17 Myres Hill 風機測試場周邊被歐洲最大風電場環繞(其中一小部份)

參訪的過程可以看到測試現場每個風力機塔架都安裝了測試中的小型風機，測試中的風機品牌有英國本土的品牌，也有幾個台灣的知名大廠的風力機，但基於保護 TÜV NEL 客戶產品機密的職業道德考量，參訪過程並未拍攝小型風機及塔架的相關照片。



圖 18 Myres Hill 風機測試場

四、結論及建議

1. 國內正在發展小型風力機產業，風力機產業的產業鍊不只是風力機的生產廠商，還有系統安裝業者、風力機檢測、驗證、顧問產業及相關電力業者，成功推動風力機產業可以創造綠色環境、經濟發展及促進就業等多項效益。
2. 英國在推動小型風產業的政策頗有成效，透過標準制定、風力機驗證制度、財政的激勵措施、風場評估技術及風力機評估技術的整體運作，使得風力機安裝數量因而大幅成長。
3. 本次參訪的 Myres Hill 測試風場位於丘陵地形，地形高低起伏不平，因此反而形成可以提供複雜的地形之量測環境的特色，未來國內建立(或擴充)風力機測試風場時，也可考慮選擇不平坦的地形來設立測試塔架。
4. Myres Hill 測試風場的測試塔架的架設方式，有採用固定式及半固定式，使用半固定式的塔架可以視風力機型式及測試場現況加以調整或變更位置，可以使測試風場的使用彈性提高，國內的測試風力機塔架建設時也可以考慮採用。
5. 其中關於風力機檢測技術相關建議，將提供國內已建置在台南七股之小型風機測試場及未來將在澎湖增設小型風機之測試場提供參考。
6. 英國 TÜV NEL 是居於 A 級(accredited certification body)的測試驗證單位的位階，對於風場評估、風力機設計評估、故障分析等技術有豐富之經驗，可考慮深入與 TÜV NEL 建立風力機相關檢測、評估的技術合作關係，提升國內風力機實驗室的風力機認證相關技術能力，以對國內風力機生產廠商提供更好的服務。