

行政院所屬各機關因公出國人員出國報告書
(出國類別：研究調查)



赴西班牙參加 2013 年國際能源總署(IEA)風力
發電分組(TASK 27)會議及拜會德國再生能源
示範區及風力機驗證機構

服務機關：經濟部標準檢驗局

姓名職稱：謝組長翰璋、楊科長紹經

出國地點：西班牙、德國

出國期間：中華民國 102 年 4 月 20 日至 4 月 29 日

報告日期：中華民國 102 年 7 月 22 日

行政院研考會/省(市) 研考會編號欄

目 錄

目 錄.....	2
圖目錄	3
表目錄	5
一、摘要.....	6
(一) 出國行程.....	7
(二) 參訪團成員.....	8
二、參訪內容.....	9
(一) 德國 HARZ 再生能源示範計畫.....	9
(二) 拜訪不來梅 Windguard 離岸風力機測試機構.....	19
(三) 參觀 DEWI 風力機測試場.....	24
(四) 拜會 AREVA 公司及參觀不來梅 Oldenburg 離岸風電產業園 區.....	26
(五) 參加 IEA TASK 27 會議.....	30
三、結論與建議.....	46

圖目錄

圖 1、HARZ 再生能源示範城市全景	9
圖 2、考察團成員與市長及再生能源電力公司人員合影	10
圖 3、HARZ 再生能源示範地區整體示意圖	11
圖 4、Dardesheim 兩葉式風力機	12
圖 5、Dardesheim 6MW 風力機與風力機維修團隊	12
圖 6、Dardeshei 風場	13
圖 7、Enercon 6MW 風力機內部	13
圖 8、參訪團於風場合影	13
圖 9、Dardesheim 太陽光電與設置情形	14
圖 10、Dardesheim 水力抽蓄發電與生質沼氣發電	15
圖 11、市民廣場前四輛改裝電動車輛與電動車內部佈置	16
圖 12、電動車充電站	16
圖 13、HARZ 創新分散式能源管理系統示意圖	17
圖 14、HARZ 創新能源效耗調度系統示意圖	18
圖 15、HARZ 創新電動車儲能系統示意圖	18
圖 16、HARZ 電網現況圖	19
圖 17、Windgarde 公司營業項目	19
圖 18、Windgarde 公司目標客戶	20
圖 19、Windgarde 公司 LIDAR 量測介紹	22
圖 20、Windgarde 公司 SODAR 量測介紹	22
圖 21、Windgarde 公司實驗室參觀	23
圖 22、DEWI 風力機測試場	25
圖 23、庫克司港離岸風機測試場	25
圖 24、參訪情形與合影	26
圖 25、Areva 風力機測試廠房(左)及輪殼組裝(右)	27

圖 26、Areva 風力機存放港口	28
圖 27、Areva MW5000 離岸風力機海下基礎工廠.....	29
圖 28、中鋼離岸風電事業佈局規劃構想	29
圖 29、Spain Small and Medium Wind.....	31
圖 30、China Small Wind Country report.....	32
圖 31、Ireland Status of Small Wind in Ireland.....	33
圖 32、France and the Small Wind Energy Sector	34
圖 33、Australian Small Wind Reports	35
圖 34、Argentinian SWT market report	36
圖 35、US Distributed Wind Market & Policy Trends	37
圖 36、Thoughts on Standardization of Measurements from Roof Top Wind Monitoring	38
圖 37、Historical Data Analysis	39
圖 38、NASA Building 12 Wind Energy Project Assessment.....	40
圖 39、Developing BWT Test Plans in Taiwan.....	41
圖 40、Turbulent Wind Flow.....	42
圖 41、Wind energy in urban environment	43
圖 42、Future data analysis and testing.....	44
圖 43、BEWT Test Specification	45

表目錄

表 1、Harz 再生能源示範計畫參與企業.....	11
表 2、Windguard 風洞之明細	21

一、摘要

本次行程由謝組長翰璋擔任領隊，率領本局楊紹經科長、財團法人台灣經濟研究院、財團法人金屬工業研究發展中心、財團法人台灣大電力研究試驗中心、台灣中小型風力機發展協會、TUUVSUD 及中鋼公司等共 13 人，赴西班牙參加 2013 年國際能源總署(IEA)風力發電分組(TASK 27)會議及拜會德國再生能源示範區及風力機驗證機構。

我國已提出千架海陸風機之政策目標，預計 2015 年離岸風電裝置量達 15MW、2020 年 1GW，2030 年將達 3GW，但我國從離岸風力機系統、海底基座、乃至海事工程船隊與施工團隊皆尚未建立產業供應鏈，目前離岸風電示範獎勵辦法雖已完成廠商徵選，但風力機的取得成為關鍵，無論是離岸風力機系統的建置或是離岸風場開發，其投資金額皆相當龐大，若無法取得經濟規模市場，產業難以成形，且我國政府投入離岸風力機系統可以提昇我國研發技術及品質可靠度，也有助於我國離岸風力機系統拓展市場競爭力。

在 IEA Task27 會議中非常重要的一部份，即針對 BEWT 找出適合進行測試的新標準規範。包含測試風場架構、valid sector 計算分析、風速計三維風速分量分析、風場評估方法、風場校正方法、代表性之測試場建築物參數，需要進行風場測試計畫，建立一套完整的實驗架構並進行測試，這也是目前我國能夠在國際小風機檢測領域中能做出的貢獻，能找出合適的研究團隊，讓我國在小風機的標準研究能力在國際上佔有一席之地。

(一)出國行程

時間	行程
4/20(六) 4/21(日)	台北-德國不來梅
4/22(一)	參觀德國 HARZ 再生示範區 哈爾茲再生示範區導覽 Dardesheim 市長 Mr. Rolf-Dieter Künne 與專案經理 Mr. Ralf Voigt 接待
4/23(二)	拜訪不來梅 Windguard 離岸風力機測試機構 09:00 Depart from Bremen to Varel 10:15 Arrive at Varel (WindGuard office) 10:30 Meeting with WindGuard 12:00 Visit Calibration laboratory (Wind tunnel) 12:30 Lunch with WindGuard 參觀 DEWI 風力機測試場 14:10 DEWI Wind Turbine test site visit 15:00 Leave to Bremen 16:40 Arrive Bremen
4/24(三)	拜會 AREVA 公司及參觀不來梅 Oldenburg 離岸風電產業園區 08:00 Depart from Bremen to Bremerhaven 08:40 Arrive at Bremerhaven 09:00 Meeting at AREVA site 10:00 Visit of AREVA plant, test bench and the assembling park 11:30 Recap meeting 12:30 Lunch host by AREVA 14:30 Delegation back to Bremen
4/25(四)	德國轉機至西班牙
4/26(五)	參加 2013 年國際能源總署(IEA)風力發電分組(TASK 27)會議
4/27(六)	西班牙轉機至德國
4/28(日) 4/29(一)	德國-台北

(二)參訪團成員

單位	姓名	職稱
經濟部標準檢驗局	謝翰璋	組長
經濟部標準檢驗局	楊紹經	科長
金屬工業研究發展中心	崔海平	處長
大電力研究試驗中心	滕有為	工程師
台灣中小型風力機發展協會(TSWA)	左峻德	秘書長
台灣經濟研究院(TIER)	蘇美惠	主任
台灣經濟研究院(TIER)	張欽然	顧問
TUV SUD	林建秋	總經理
TUV SUD	李晉儀	經理
中鋼公司	鄭明城	組長
中鋼公司	賴明德	組長
中鋼公司	王亞洲	組長
中鋼公司	黃志昌	工程師

二、參訪內容

(一)德國 HARZ 再生能源示範計畫

Dardesheim 位於 HARZ 省北邊，為該省作為再生能源發展的模範城市。自 1993 年開始推動再生能源，優先從風力發電做起，進而推廣至太陽光電、生質沼氣與抽蓄水力發電，近年並引進電動車，將此地區建立成為「HARZ 再生能源整合應用示範區(Regenerative Modellregion Harz, REG MOD HARZ,)」，並獲選為德國六個 E-Energy 示範計畫之一(圖 1)。目前 HARZ 示範園區已發展出對外開放之收費再生能源導覽與參觀行程，包含園區整體再生能源建置介紹簡報，及再生能源設施參觀導覽解說，及 show room 模擬示範介紹；每人收費 35.7 歐元。



圖 1、HARZ 再生能源示範城市全景

考察團由 Dardesheim 市長 Rolf-Dieter Künne 及 HARZ 再生能源電力公司(RKWH, Regenerativ Kraftwerke Harz GmbH)計畫經理 Ralf Voigt 接待(圖 2)，由 Ralf Voigt 經理進行整體計畫簡報介紹。由於目前主要教育宣導對象仍以德國民眾為主，因此僅提供德文導覽。開放再生能源導覽行程迄今，除了歐洲外，包含日本、中國及澳洲皆有參訪團來此取經。



圖 2、考察團成員與市長及再生能源電力公司人員合影

HARZ 再生能源示範計畫成員有許多不同地區伙伴參與，包含當地政府、電網經營公司、資訊設備製造商、研究機構、再生能源電力供應商所組成(表 1)。HARZ 示範區擁有來源廣泛的可再生能源，包含水力、生質能、風能與太陽能，因此已建置風力發電、太陽光電系統及水力發電，HARZ 再生能源示範地區整體示意圖如圖 3。目前 HARZ 地區擁有 24 萬居民，100%電力由再生能源供應，並且還有餘電可以出售給鄰近城市。

表 1、Harz 再生能源示範計畫參與企業

<ul style="list-style-type: none"> ● Regenerativ Kraftwerk Harz GmbH& Co KG ● E.ON Avacon Netz GmbH ● Siemens AG ● in.power GmbH ● ISET e.V ● Vattenfall Europe Transmission GmbH ● Cube Engineering GmbH ● Halberstadtwerke GmbH ● Fraunhofer IFF ● IEE-RE (University of Kassel) 	<ul style="list-style-type: none"> ● Otto-von-Guericke University of Magdeburg ● envia Mitteldeutsche Energie AG ● envia Verteilnetz GmbH ● Harz Regenerativ Druiberg e.V. ● HSN Magdeburg GmbH ● Stadtwerke Blankenburg GmbH ● StadtwerkeWernigerode GmbH ● Stadtwerke Quedlinburg GmbH ● Harz district
--	---



圖 3、HARZ 再生能源示範地區整體示意圖

HARZ 再生能源示範計畫從風力發電優先推動，進而推廣至太陽光電、生質沼氣與抽蓄水力發電，交通部分則導入電動車，最終目的即為將 HARZ 地區建置為 100% 再生能源能源供應區域。Dardesheim 城市主要電力供應以風力發電為主，共建置 32 部風力機，其中一部風力機為 Enercon 公司 6.5MW 機型，為目前全球商業化應用裝置容量最大的機種。至於太陽光發電為當地的電力重要來源，當地太陽光電的總裝置量約 500kW，可供當地 50% 居民的電力消耗。以下將分別敘述 HARZ 再生能源示範計畫之推動經驗及所建置之各項再生能源項目。

1. 風力發電

早期 Dardesheim 風力機是私人投資，第一座風力機是在 1994 年完工，裝置容量為 80kW，塔架高度為 40 公尺，為兩葉式風力機(圖 4)，葉片直徑為 18

公尺，年發電量約 10 萬度，約可供 25 個家庭使用。1995 年建置第二部風力機為 250kW 風力機，塔架高度 40 公尺，亦為兩葉式風力機，葉片直徑 27 公尺，年發電量約 40 萬度，已可滿足本鎮居民所需用電。1996 年年開始進行十年計畫，進行風場開發期間已進行許多研究，例如鳥類棲息處、景觀生態研究、環境衝擊分析等。

Dardesheim 城市年平均風速 8m/sec，風場開發獲得市議會的支持，全民的參與。2003 年 5 月獲准建設風力機，2003 年 11 月正式啟用；目前所裝置皆為 Enercon 公司的風力機，其中 30 部為 Enercon E-70 2MW 風力機，1 部 E-112 6 MW 風力機(圖 5)，總裝置容量為 66MW，年發電量約 130 百萬度。Dardesheim 風力發電場總計共裝設 32 部風機(圖 6)，為當地提供 8 個全職的風力機服務與維護工作。



圖 4、Dardesheim 兩葉式風力機



圖 5、Dardesheim 6MW 風力機與風力機維修團隊



圖 6、Dardeshei 風場



(a)風力機顯示面版

(b)電梯

(c)解說

圖 7、Enercon 6MW 風力機內部



圖 8、參訪團於風場合影

計畫經理在簡報一開始即強調社區居民參與重要性，風力發電建置首先要思考這些建設怎麼協助市民一起成長，在計畫開始之前便要邀請市民參與辦理說明會，讓市民了解所要進行的工作為何(約 400 人次)，場址的選定應

公開透明。計畫成功與否，對民眾教育宣導扮演重要關鍵角色，建置初期對當地居民來說風力發電還是很新的東西，居民主要是擔心風力機組對景觀的改變與所產生的噪音。Mr. Voigt 表示最好和反對風力發電人士溝通的方式，便是請他們參觀風力機與風場，他們對風力機的印象將會改觀。在與市民互動的過程中，也強調風力發電的導入將在當地產生新的工作機會，實際上風力發電設備營運維護的建立，為當地直接帶來 10 ~ 12 個工作機會(包含 4 個技術工作人員)。而此城鎮所使用的風力機是在 80 公里外的 Magdeburg 所建造，此風力機組裝廠為當地帶來將 5,000 個工作(Dardesheim 的居民數量約為 1,000 人)。

2. 太陽光電

太陽光電為 Dardesheim 城鎮電力重要來源，共裝設 1,000kWp 屋頂型太陽光電(圖 9)，可供當地 50%居民的電力消耗；每戶家中皆裝有顯示板，供民眾瞭解設備發電情形。五年前設置成本約每 kW 為 5,000 歐元，目前已下降至 1,500 歐元。聯邦政府對於太陽光電提供優惠收購電價(FIT)，同時保證發電收入。此外在 Dardesheim 的任何地方、或是對太陽光發電有興趣的人都設置太陽光發電設備，特別是國中小學的屋頂，讓小朋友從小就認識太陽光發電，並開始用太陽光電所發出之電力。



圖 9、Dardesheim 太陽光電與設置情形

3. 生質沼氣發電

Dardesheim 區域過去曾有畜產業，但是產業已移至成本較便宜的地區，因此玉米小麥等飼料作物，目前用來作為生質能源發電之能源作物，目前生質能源發電設備所在地，為過去飼養牛的牛舍，能源作物進料過程與過去玉米作為飼料作物一樣。廠區主要設備有發電機、氣渦輪機、氣體的儲存設備、廢料儲存設備等，所有的管線設備(生質物進料、沼氣、電纜線等)都地下化。

玉米能源作物長到一定程度就整株採收堆放，打碎後送入進料堆放槽中，於輸送帶(發酵槽進料設備)加入酵素後送入發酵槽進行發酵；該系統每

天連續操作進料 25~ 28 噸。整體流程從進料到最後到達廢棄物堆放槽需 21 天，反應過程約 8 天，所產生的沼氣送到氣渦輪機燃燒後推動發電機即可發電(圖 10)。根據德國的再生能源法，生質作物沼氣發電將全數由當地電網公司收購。系統所產生最後所有的固體廢棄物和液體廢棄物最後都回歸到田中，作為下次種植生質作物的養份。



圖 10、Dardesheim 水力抽蓄發電與生質沼氣發電

4. 水力抽蓄發電

除了前述的風力發電、太陽光電、生質能源發電外，Dardesheim 發展成為再生能源發電還有一個重要的資產就是在約 30 公里外，有一個裝置容量 80MW 的抽蓄水力電廠 Wendenfurt(圖 10)，該電廠是由 Vattenfall 公司所擁有。

5. 電動車

在電動車的推動規劃方向並非導入新的電動車輛，而是將舊的汽油車引擎移除，加入電動車動力系統後完成改裝，共改裝完成四輛純電動車(圖 11)。這樣的動作主要是要展示任何品牌的傳統車輛都可以改裝成為電動車輛。較舊的車輛的改裝是將充電插頭安置於車牌後方，將車體前方車牌轉下後就可拉出電線進行充電。這些由傳統汽油車所改裝的電動車輛都裝有 20kWh 容量的電池，續航能力為 120 公里，最大時速每小時約 120 公里。另一輛較新式的改裝電動車輛則續航能力為 150 公里，最大時速每小時約 140 公里。導覽過程中，在不同地點間移動是由 100%純電動車移動。

目前充電站並未收費，主要還是用來展示電動車的經濟可行性。電動車輛行駛 100 公里需要 15 度電成本約 3 歐元，不需支付二氧化碳稅，但是在德國若是使用 8 公升汽油則須要花費 12 歐元以上。在充電設備方面，現場所裝置的新式充電設備同時具有快充與慢充的插頭，以滿足長時間慢充與短時間快充需求，充電設備是 220 伏特的交流電，充電者身份辨識設備採用非接觸式晶片。這些改裝的車輛尚有汽油設備，主要是用來暖爐或用於加熱車輛。



圖 11、市民廣場前四輛改裝電動車輛與電動車內部佈置



圖 12、電動車充電站

電動車輛、充電設備和再生能源的總發電量告示牌，都設立在 Dardesheim 市民廣場(圖 12)，屬於 HARZ 再生能源電力公司(RKWH)。告示牌隨時更新 Dardesheim 的瞬間再生能源發電量，及自 2005 年 12 月計畫實施以來總再生能源發電量與二氧化碳的減量效果，以便向市民展示再生能源發電是可行的。

目前計畫正在發展將這些電動車輛視為電網上的儲能系統，並將電池上的電力送到電網。因為未來會有越來越多的家庭負載，現在許多的電網營運公司都遇到這樣的問題，另外也是為了未來如果有更多人利用電動車時作準備。Mr. Voigt 也強調地方自己產生所需的能源或電力，可以達到能源自主，這對德國特別有意義。HARZ 過去屬於東德，石油或天然氣都需要跟俄國購買進口，過於依賴俄國，因此發展再生能源對 HARZ 而言無論在經濟上或是政治上都有特別的意義。

智慧型電網

HARA 再生能源示範計畫目的包含：建立對 HARZ 各種不同電廠的控制功能，使 HARZ 各種不同電廠所發出的電力具有商業價值，支援電網營運商電網監測與系統服務。該計畫藉由先進資通訊技術統合發電、儲能與消耗，徹底提高再生能源占比，建立穩定、可靠、靠近電力消費者的電力供應系統，希望在 HARZ 地區的再生能源聯合循環電廠內的建立電力控制室以掌握此地

區即時的能源訊息及狀況，以對發電、儲存及消耗的全盤了解，使其有能力進行預測並能將可再生能源的各種來源達到最佳的利用。

建立創新的分散式能源管理系統在技術面需建立監視與控制的通訊標準、傳輸協定、轉移矩陣法(Transfer Matrix Method)、不同的保護與安全、狀態掌握與預測。在制度面則要整合電力市場、電網營運者與其它電力供應者，如此可整合再生能源生產者、可控制負載、儲能設備等建立再生能源整合電廠。另外在創新能源消耗調度方面(

圖 13 與圖 14)，則是利用市場系統進行電力價格推測、利用價格資訊進行能源消費調控、電力消費過程資訊進行。最後加上利用電動車整合而成的創新電動車輛儲能(圖 15)，作為調度間歇性的再生能源；100 輛的電動車約可作為 1MW 的功率輸出。

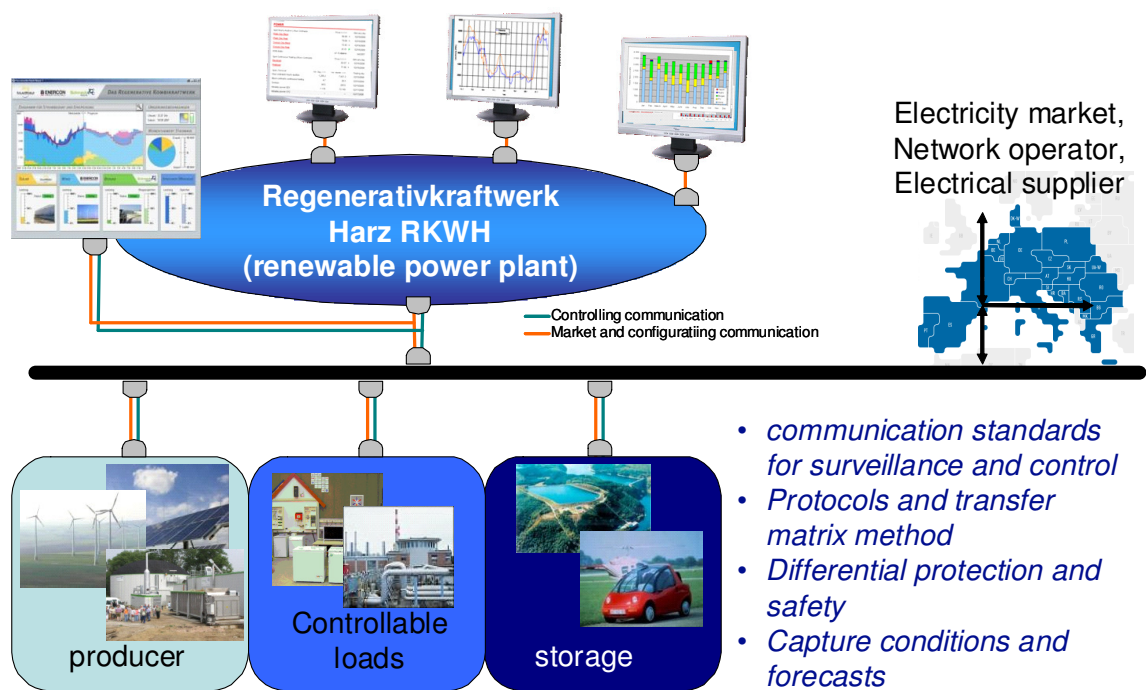


圖 13、HARZ 創新分散式能源管理系統示意圖

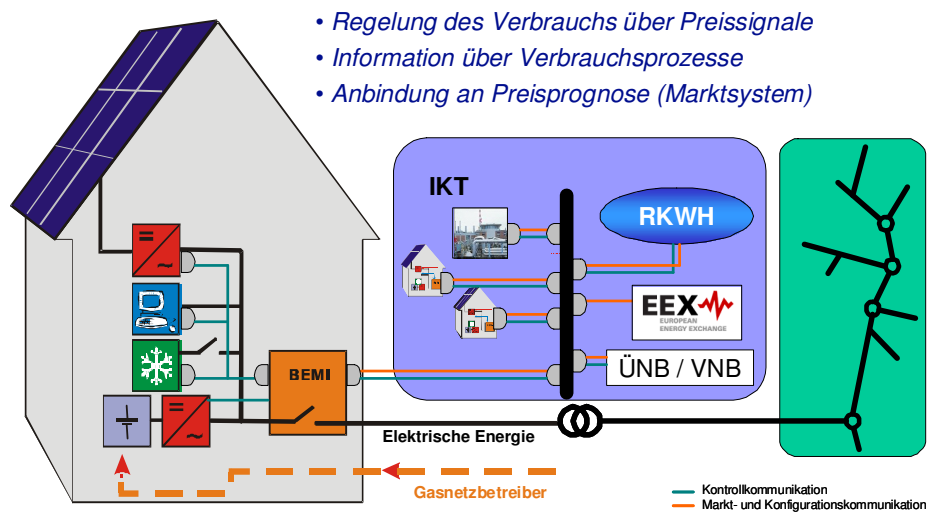


圖 14、HAZ 創新能源效耗調度系統示意圖

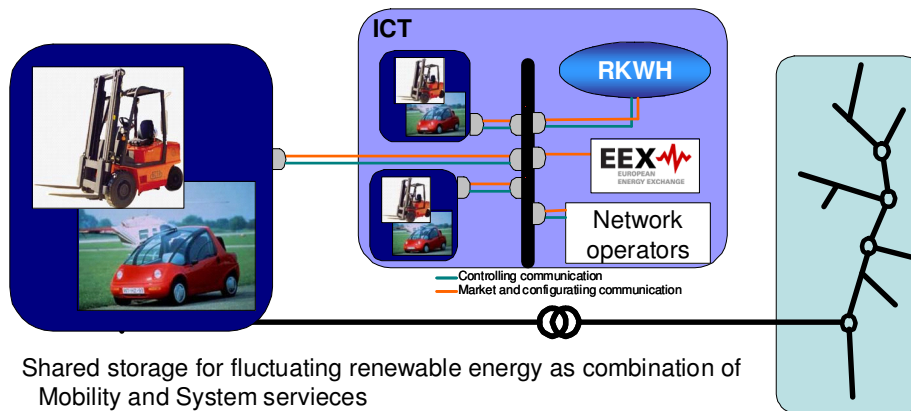


圖 15、HAZ 創新電動車儲能系統示意圖

Dardesheim 相關聯的電力網路如圖 16。現在大型的太陽光電和風力發電都是併接到中壓電網，未來希望可以透過創新的分散式能源管理系統與電動車輛，整合再生能源發電至低壓電網。

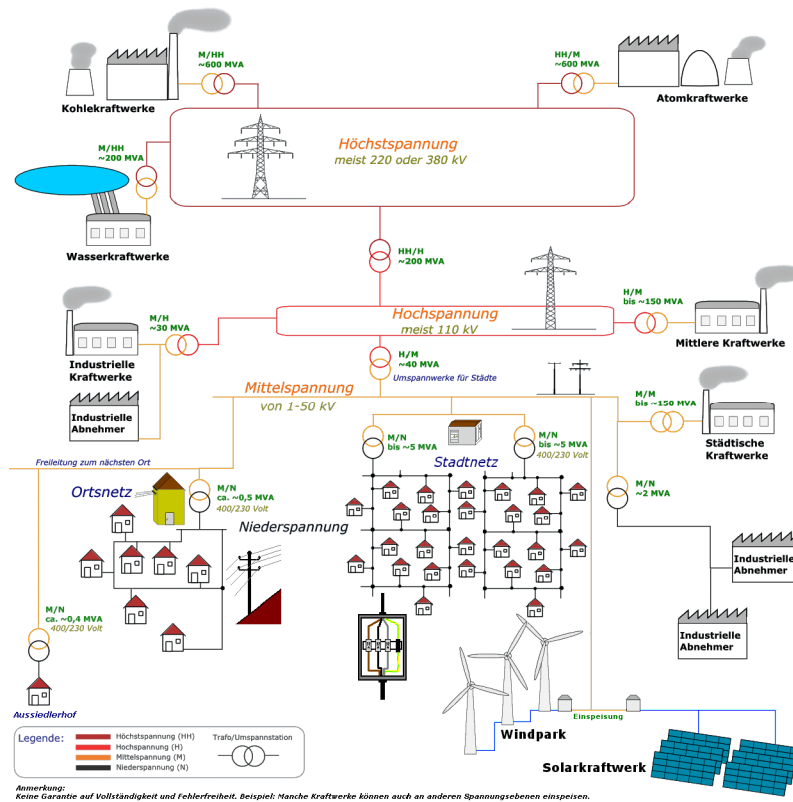


圖 16、HAZ 電網現況圖

(二) 拜訪不來梅 Windguard 離岸風力機測試機構

Windguard 成立於 2000 年 12 月 01 日，員工人數 1,000 名，主要營業項目為全球風電工程服務，提供客戶多元顧問諮詢與服務：包含專案發展、製造與安裝、風場營運、研發(圖 17)，其客戶群如圖 18。據點位於德國之 Varel、Berlin 及 Bremerhaven 與美國之 Springfield。本次拜會由 Axel Albers / Managing Director 負責接待。



圖 17、Windgarde 公司營業項目



圖 18、Windguarde 公司目標客戶

Windguard 測試實驗室可進行以下項目之測試：

- 風力發電機功率曲線測試
- 噪音量測與噪音評估
- 風場量測
- 發電量預估
- 場址適用性研究
- 影閃爍(Shadow Flicker)評估
- 負載量測(預計 2013 年初獲認證)
- 發電品質量測(預計 2013 年初獲認證)
- 齒輪箱內視鏡檢查

Windguard 目前受認證之項目包括：

- German Accreditation Office 根據 DIN EN ISO/IEC 17025:2005 認證其品質管理系統
- 根據 EN ISO/IEC 17021:2000 之風力機檢視機關
- 根據 DIN EN 45011:1998 之電網整合服務產品認證機關
- MEASNET 接受之"風力發電機功率曲線測試"、"風場量測"及"風速計校正"
- 據 OPITO Standards 受 Germanischer Lloyd 認證
- 風速及風向量測儀器之校正實驗室

目前 Windguard 管理之風力發電機總數為 159 台，總安裝容量 342 MW，分佈於 28 個風力發電場或單一地點上，其中於中國青島之風力發電場已成功營運五年，所管理之風力機之容量由 600 kW 至 6000 kW 不等，其製造商包括 Enercon、Gamesa、Nordex、Simens/Bonus、Repower、Vestas 及 Areva Multibrid，其所使用之風場資訊管理系統其名稱為 WONDER，可以不論風力

機型號於單一資料庫管理所有風場之資料評估，進行報告及預警之工作。Windguard 備有檢查小組定期根據 EN ISO/IEC 17021:2000 對風力機之機艙及葉片進行檢查。Windguard 並可對場址進行風場量測，從而評估功率曲線與年發電量，並進行風險分析及場址適用性研究，進行風場配置最佳。已進行 Nord LB、Bremer Landesbank、Key Bank 及 DZ-bank 等多個計畫之風險分析。

在風場量測方面，Windguard 可提供 150 公尺高之氣象塔，或使用 LIDAR 或 SODAR 進行遙測，並具有對 LIDAR 校正之能力，其校正地點是位於一座 135 公尺高氣象塔之底部。除了進行風力發電機性能量測外，Windguard 尚可進行風場分析，以靠 SCADA 之資料及風場之功率曲線，分析風力機之控制及評估發電量損失，分析錯誤狀況及進行最佳化，另外也可進行風力發電機之振動分析，診斷轉子，轉動及機艙之機械條件，進行條件監控及轉子不平衡度測試。

於離岸風力機方面，Windguard 可進行場址評估，提供離岸風場計畫意見及評估離岸風場計畫，提供離岸風場檢視，作為離岸作業之顧問，提供離岸安全訓練課程。

Windguard 之研發及研究部門向 Federal German Ministry of Environment (BMU) 提供意見。Windguard 目前於 Varel 具有三個風洞及一個結冰風洞供校正之用，另有一個量測噪音之風洞位於 Bremerhaven。於 Varel 各風洞之測試段截面積、風速及特定用途如表 2，而於 Bremerhaven 之風洞其測試面積及風速分別為 5m²/100 m/s 及 11m²/40 m/s，測試段長 12m，於 40 m/s 測試風試時之噪音為 60 dB。Windguard 業務並未包括葉片測試，但曾參與第一代離岸風力機原型之測試，其容量為 6 MW。

表 2、Windguard 風洞之明細

風洞	起用時間	面積(m ²)	風速(m/s)	特定用途
1	2004	1.0	20	風速計校正
2	2008	11.0 5.0	40 80	空氣動力學研發
3	2009	0.8	20	模擬天候風洞，溫度-20至40°C，濕度最高95%
4 & 5	2010, 2011	1.0	40	風速計校正、研發

由於我方對離岸風力機測試驗證之技術及設備有很大之興趣，因此討論內容主要集中在這方面，尤其是有關 LIDAR/SODAR 之應用，由於 LIDAR 採用雷射向空中垂直投射量測，因此不需要假設氣象塔即可量得風速及風向，於運用彈性上比傳統氣象塔有一定之優勢。

Functioning LIDAR=Light Detection And Ranging

- Carrier frequency: 200 THz
- Light reflected on aerosols in air
- Doppler shift in frequency of reflected signal proportional to v-component along direction of receiving
- Meas. height determined by: time between sending and receiving (pulsed laser) or by focussing of laser beam (continuous wave)
- Mostly monostatic
- Sampling rate ~10kHz
- Signal-noise ratio: ~500:1
- Probe volume: ~1-30m along beam, ~5mm diameter
- Radius meas. circle ~1/2 meas. height

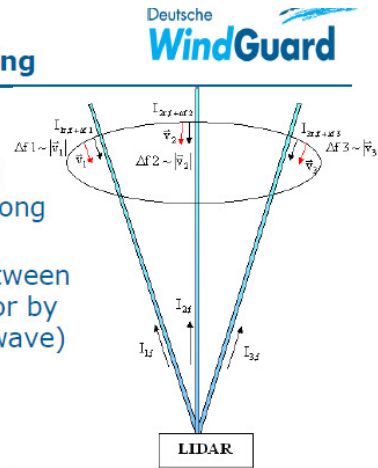


圖 19、Windgarde 公司 LIDAR 量測介紹

Functioning SODAR=Sound Detection And Ranging

- Carrier frequency: 2-6 kHz
- Reflection of sound at air density variations in boundary layer
- Doppler shift of frequency of reflected signal proportional to v-component along direction of receiving
- Measurement height determined by: time between sending and receiving
- Mostly monostatic
- Sampling rate ~1Hz
- Signal-noise ratio: ~10:1
- Probe volume: ~5-10m along beam, ~1-10m diameter
- Radius measurement circle: ~1/4 meas. height

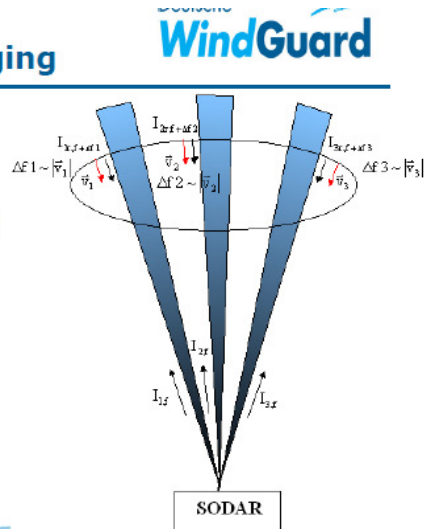


圖 20、Windgarde 公司 SODAR 量測介紹



(a) 與 Axel Albers 會談



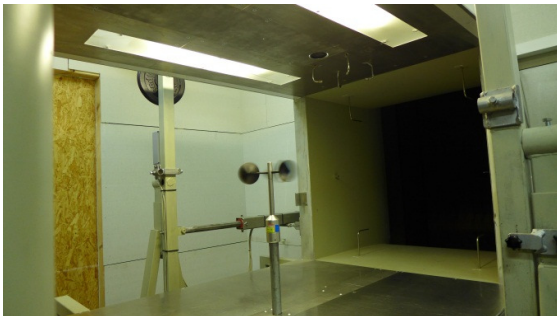
(b) 參觀實驗室



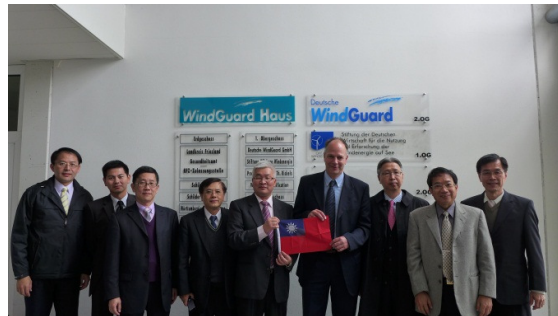
(c) 測風儀



(d) 測風儀校正風洞設備



(e) 測風儀校正風洞設備



(f) 與 Axel Albers 合影

圖 21、Windgarde 公司實驗室參觀

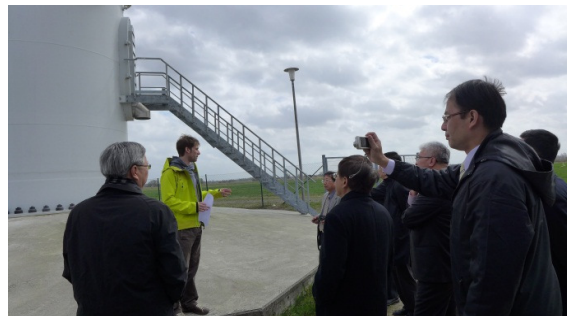
(三)參觀 DEWI 風力機測試場

德國風能機構(DEWI) 成立於 1990 年，是全球領先的風能研究機構，設有陸上與離岸風機測試認證中心，並提供相關研究與服務，其所提供的技術服務諮詢包括：電力場規劃、經濟性研究、項目認證、風力機動力性能、電力網聯結、噪音、即時監控及負載評估等。DEWI 成立初期完成由政府出資興建，如今它已經不再接受政府補助，完全是一個私人的公司，不僅成為重要的風力發電研究重鎮，同時也因為業務的推展，目前在法國、西班牙和巴西等國都成立分公司；主要以提供設置風力發電技術，為業主進行相關的設計和認證服務。為推展離岸風電業務，2003 年成立離岸風電測試中心(DEWI-Offshore and Certification Centre; DEWI-OCC)。

DEWI 有兩座風力機測試場，一座是內陸測試場位於 Wilhelmshaven 風力機測試場，另一座為離岸風力機測試場位於 Cuxhaven(庫克司港邊)。Wilhelmshaven 內陸測試場目前有 10 多部來自各廠家的不同型號的風機正在進行測試，一般而言，測試時間大約一年，如果風機的各種表現都通過測試，則發給證明書。本次參訪由 Ulf Moritz 工程師負責帶領參訪團至 Wilhelmshaven 內陸測試場，及庫克司港邊離岸風力機測試場進行介紹。



(a) DEWI 測試場指標



(b) GE 風力機測試情形說明



(c) DEWI 測試場



(d) DEWI 測試場



(e) GE 2.5MW 測試中
風力機

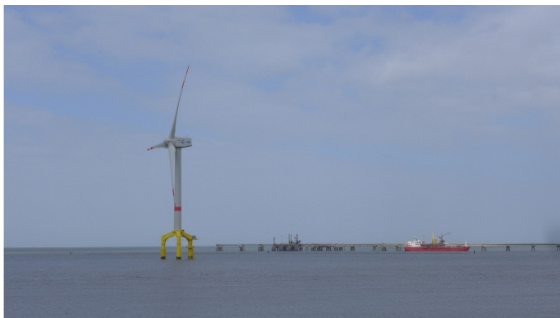


(f) Enercon 6MW 測
試中風力機



(g) Enercon 風機測
試情形說明

圖 22、DEWI 風力機測試場



(a) 庫克司港離岸風機測試場



(b) 與 Ulf Moritz 先生合影

圖 23、庫克司港離岸風機測試場

(四)拜會 AREVA 公司及參觀不來梅 Oldenburg 離岸風電產業園區

Areva 為法國之核電集團，為全球最大之核電集團，2007 年 Areva 買入離岸風電系統商 Multibrid 51%之股份，並於 2010 年 6 月買入餘下 49%之股份並改名 Areva Wind，其總部位於德國不來梅以北的海岸城市 Bremerhaven，而其葉片製作工廠位於德國之 Stade，目前 Areva 具有離岸風力機 14%之市佔，Areva 並有投入於太陽能及生質能之發展。本次拜會由行銷副總經理 Mr. Sebastien Hita Perona、亞洲區總部顧永良總經理、楊凱經理及台灣代表處王新蕾總經理接待，由顧永良總經理進行介紹 Areva 公司發展概況簡報。除了進行雙方簡報交流外，亦參觀 Areva 位於 Bremerhaven 工廠組裝生產線(年產 50 部風力機)、風力機測試廠房，及位於 Oldenburg 離岸風電產業園區之離岸風力機海下基礎工廠。



圖 24、參訪情形與合影

Areva 離岸風力機之主力產品為 M5000 5MW 離岸風力機，自 2000 開始進行開發，於 2004 年完成第一台原型機，德國 Alpha Ventus 離岸示範風場自 2009 年起安裝六台 Areva 風力機共 30 MW，目前 Areva 每年可生產一百台 M5000 供應歐洲市場，將來計劃塔座、外殼及齒輪箱可由中國廠商供應。目前 Areva 於 Bremerhaven 工作員工約有 500 名，另外有 700 名員工於其葉片工廠。

傳統直驅式風力發電機之成本較高且塔架頂端質量較大，而具齒輪箱之風力發電機其發生故障之機率較大，Areva M5000 5MW 離岸風力機是採用混合式設計，其發電機與偏航機構基座組合之方式類似直驅離岸風力機之方式

靠近轉子，但發電機與轉子連接間具有約 1：9 之增速行星齒輪，具有 98%之可靠度，其轉子與機艙重量只有 349 公噸，可減少運送及安裝上之難度，葉片由碳纖維製作，並由電動驅動變距機構，MW5000 上於空氣進入之通風口並具有空氣過濾系統，過濾空氣中的鹽份及濕氣，再通到風力機內部，此系統可以減少帶鹽份之空氣對風力機系統之損壞，MW5000 之發電機為永磁同步發電機，MW5000 之機艙只有一小部份為發電機與齒輪箱佔據，機艙後部有廣闊之空間，採用這樣設計的主要原因是方便維修人員以旋翼機進行垂降作業，通過 SCADA 系統之監控，86%之風力機錯誤可於線上進行排除。

Areva 於單一廠房內完成整台發電機艙之組裝，其組裝廠含塔架零件擺放場地位於海港內，製作完成之及電機艙及其套之塔架底座則先運送至測試廠房內(圖 25)，發電機會運送至廠房內與另一台驅動馬達對接，驅動馬達為與發電機相同型號之機組，但用以驅動受測之發電機，受測發電機配套之塔架底座則如同照片所示放置於建築物外面但電路與受測發電機連接(圖 25)，每一台將出廠之發電機及其塔架底座即以此方式進行各種功能測試以確保其品質，測試完成後之發電機即運送至此場地之儲存空間，並漆上開發商要求之圖案，等待出港安裝於風場(圖 26)。

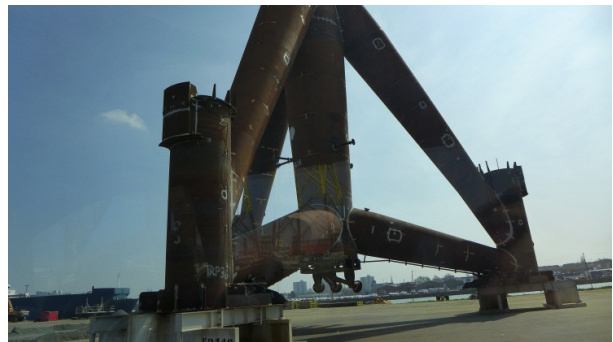


圖 25、Areva 風力機測試廠房(左)及輪殼組裝(右)



圖 26、Areva 風力機存放港口

MW5000 配搭 Tripod 型式之底座，其生產工廠位於 Areva 工廠隔壁(圖 27)，一台 MW 5000 安裝約需要一天至一天半之海上施工，目前 MW5000 之葉片直徑為 116 公尺，另有 135 公尺之型號，提昇掃掠面積以增加在降低平均風速時提供之年發電量。



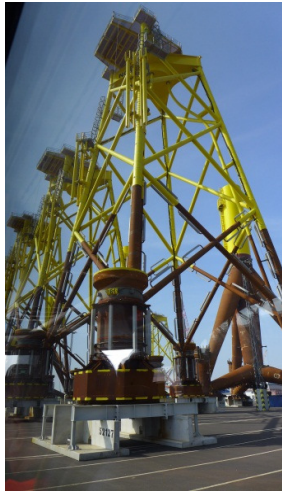


圖 27、Areva MW5000 離岸風力機海下基礎工廠

在 Mr. Sebastien Hita Perona 介紹完畢後，由中鋼公司介紹台灣離岸風電發展之現況，及中鋼公司對於離岸風電事業的發展規劃構想。中鋼公司目前正在評估從國際廠商技轉離岸風力機的可行性，對於離岸風電事業佈局短期將著眼於風力機安裝與建構，中期則希望能投入風力機系統供應商與提供風場營運維護，至於長期則希望能建構提供離岸風電整合服務()。Areva 非常歡迎與中鋼公司合作，有意願授權台灣廠商生產及組裝 Areva 離岸風力機。

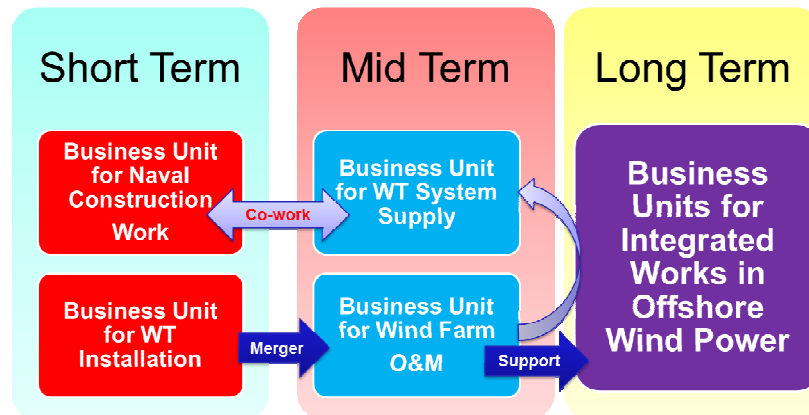


圖 28、中鋼離岸風電事業佈局規劃構想

(五) 參加 IEA Task 27 會議

此次參與人員包含標準檢驗局謝組長翰璋、標準檢驗局楊科長紹經、金工中心崔處長海平、台經院張欽然博士及大電力中心滕有為工程師。另外大陸有三位代表，分別是中國風能協會資深委員都老師、鑒衡認證風能事業部副總經理陳雷杰、以及廣州紅鷹營銷總監王偉。此外，其他國家代表包括：IEA Task 27 主席兼西班牙代表 Ignacio、兼任主席美國顧問 Trudy、美國 SWCC 技術長 Brent、愛爾蘭代表 Raymond、法國代表 Maeva、澳洲代表 Amir、阿根廷代表 Guillermo、美國代表 Jason、韓國代表 Seokwoo、祕魯代表 Franco 等。IEA Task27 會議每年舉辦四次，時間分別為一月、四月、七月、以及九月。其中一月和七月這兩次為 Virtual meeting，各國代表透過網路討論與確認相關議題；四月則是與 SWAT 會議以及 IEC CAC 會議合併一起舉行，通常會議地點亦相同。九月也是 face-to-face 會議，為單獨舉行，不與其他會議合併辦理。2013 年到 2016 年的會議資料請參見圖 55，今年九月的 face-to-face 會議將在韓國濟州島舉辦，而明年四月和 SWAT 會議合併之 IEA Task 27 會議則在中國內蒙古舉辦。本次 IEA Task 27 會議總共舉行兩天，所有討論議題之行程皆相當緊湊，以下針對各簡報內容概略說明：

1. Spain Small and Medium Wind (如圖 29 所示)

第一份簡報由 CIEMAT 的 Ignacio Cruz 發表。演講者針對西班牙於 2011 年 11 月 11 日通過的新 Renewable Energy Plan 作介紹，在該計畫中，西班牙預計在 2020 年，小風機裝置可達到 300MW。在 incentive program 上，西班牙在 2011 年 11 月也通過了 draft Royal Decree establishing the regulation of the administrative, technical economical conditions of the mode of electricity and supply based on Net Balance，內容涵蓋任何不超過 100kW 的發電裝置。若是消費者裝置的風機發電量超過消費者本身使用的電量，則多出來的電可併到 grid 中，並且消費者可以得到『energy credit』。該 energy credit 可以補償消費者未來 12 個月的電費。演講者並針對目前西班牙的小風機廠商做介紹，且是目前世界第六的小風機生產國，包含 Bornay (為西班牙歷史最優久的小風機廠商，from 1970)、Sonkyo Energy (品牌為 Windspot)、ZIGOR、Carlo Gavazzi、ENNERA、Baiwind (垂直軸)、KLiUX (垂直軸)、Technowind (垂直軸)、GARBI、Norvento、Turbec、Dyna Flow、ADES (單葉片)、bitegui (垂直軸) 等。



圖 29：Spain Small and Medium Wind

2. China Small Wind Country report (如圖 30 所示)

此份簡報由中國風能協會資深委員的都老師發表。演講者針對中國小風機的現狀做介紹，並蒐集包含中國風能產業網、中國國家再生中心、中國海關等資料。目前中國小風機有 31 個主要的廠商，有外銷到國外市場的有 17 個廠商。2012 年中國銷售 10 萬 6,500 部小風機，總發電量為 84.6MW，銷售總金額為 US\$130M；外銷部分，2012 年中國銷售 3 萬 300 台小風機，總發電量為 35.67MW，銷售總金額為 US\$7.28M。在工業結構上，中國風能產業網有 31 家廠商註冊，超過 3,100 位在職人員，工程技術人員包含 842 位，發明專利有 127 篇，新型專利有 252 篇，新式樣有 89 篇。在這 31 家小風機廠商中，有 3 家年銷售量超過 1 萬台，有 2 家銷售額超過 US\$16M，廣州紅鷹是成長最快速的小風機廠商。進口方面，中國也從日本、韓國、台灣、丹麥、德國、紐西蘭、美國等國家進口小風機，2012 年進口總金額為 US\$2.26M。中國已有第一家小風機廠商取得英國 MCS 證書，為浙江華鷹公司。演講者也提出中國小風機目前的問題，包含品質不佳(如颱風過後數百台小風機全部損毀)、規格數值錯誤等。



圖 30：China Small Wind Country report

3. Ireland Status of Small Wind in Ireland (如圖 31 所示)

此份簡報由 CREDIT 的 Raymond Byrne 發表。演講者針對愛爾蘭小風機的現狀做介紹。目前在愛爾蘭併網型小風機的累積裝置總數約為 530 台，累積總裝置容量約為 2.98MW；在 2012 年，併網型小風機的裝置總數約為 50 台，總裝置容量約為 450kW。愛爾蘭目前有兩家小風機廠商，分別是 C&F Green Energy 和 Kingspan Wind。在外銷方面，愛爾蘭有 80%的小風機為出口，主要市場為英國，除了因為距離較近之外，主要原因是英國的 MCS feed-in-tariff 制度完整，較能吸引消費者購買小風機。



圖 31：Ireland Status of Small Wind in Ireland

4. France and the Small Wind Energy Sector (如圖 32 所示)

此份簡報由 CSTB/CAPE 的 Maeva Sabre 發表。演講者針對法國小風機的現狀做簡單介紹。目前法國正在申請加入 IEA Task 27 組織，除了 Task 27 之外，法國其他風機廠商也分別加入了 IEA Task 11、19、25、26、29、30、31、32、33 等。目前法國小風機的累積總裝置數量大約是 3000 台左右，並以每年 100~200 台的數量增加當中。



圖 32：France and the Small Wind Energy Sector

5. Australian Small Wind Reports (如圖 33 所示)

此份簡報由 Murdoch University 的 Amir Tabrizi 發表。演講者針對澳洲小風機的現狀做介紹。目前澳洲針對小風機並沒有國家統一的獎勵政策，而是由澳洲各州自行訂定。目前澳洲小風機的累積總裝置量僅有 376 台，而 2012 年僅有新增 8 台。由於澳洲目前並沒有小風機協會等組織，因此要取得小風機的生產及銷售精確數字十分困難。



圖 33：Australian Small Wind Reports

6. Argentinian SWT market report (如圖 34 所示)

此份簡報由 INTI 的 Guillermo Martin 發表。演講者針對阿根廷小風機的現狀做介紹。目前阿根廷有 18 家小風機廠商，年新增裝置量約為 381 台，相當於 498kW。INTI 除了做小風機檢測服務外，也協助阿根廷政府執行再生能源教育及辦理相關研討會活動。目前阿根廷也和法國一樣，正在申請加入 IEA Task 27 會員。



圖 34：Argentinian SWT market report

7. US Distributed Wind Market & Policy Trends (如圖 35 所示)

此份簡報由 SWCC 董事主席的 Trudy Forsyth 發表。演講者針對美國小風機的現狀做介紹。目前統計小於 100kW 的小風機，在美國的累積總裝置量為 134.1MW。目前美國各州皆有不同條件的小風機獎勵措施，包含 Rebate、Performance-based incentives、Income tax credits 等。

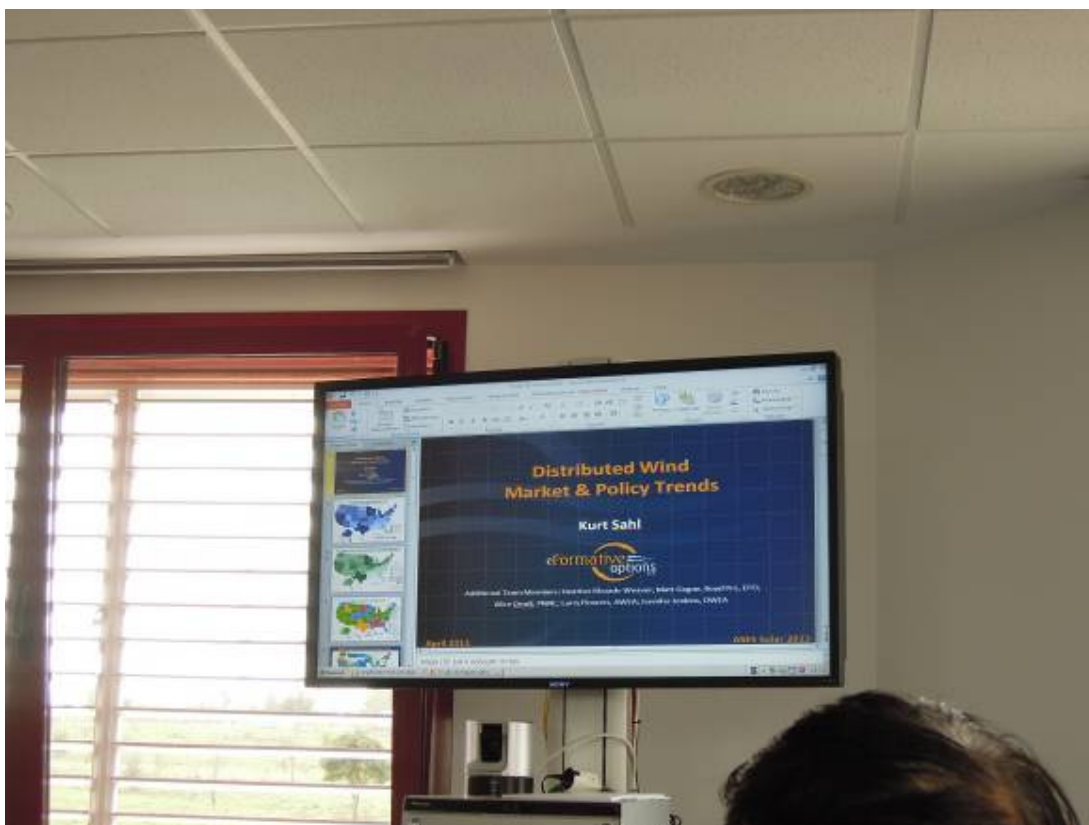


圖 35 : US Distributed Wind Market & Policy Trends

8. Thoughts on Standardization of Measurements from Roof Top Wind Monitoring (如圖 36 所示)

此份簡報由 Murdoch University 的 Amir Tabrizi 發表。演講者發表一篇在澳洲進行屋頂風況的研究報告，並說明 turbulent 與 sampling frequency 和 average period time 等相關參數的關係。針對 sampling frequency 參數，研究報告使用 1Hz、4Hz、10Hz 等不同 sampling frequency 進行實驗，並觀察 longitudinal、lateral、和 vertical 三種 turbulent power spectrum components。另外針對 average period time 參數，研究報告使用 1min、5min、10min 的 average period time 進行實驗，同樣觀察 longitudinal、lateral、和 vertical 三種 turbulent power spectrum components。結論是 turbulent 會與 average period time 有很大關係，與 sampling frequency 比較無關。簡報後大家對於這個實驗和研究結果非常有興趣，也引起大家踴躍發言討論，最後建議如下：

- average period time 可以改成 10s 或 30s 試試看（本次實驗使用 1min/5min/10min）

- 可以將風速計改成架設在 back-end edge 試試看（本次實驗之風速計架設在 front-end edge）
- 考慮不同的 hub height 再試試看
- 考慮 heat flux 的影響

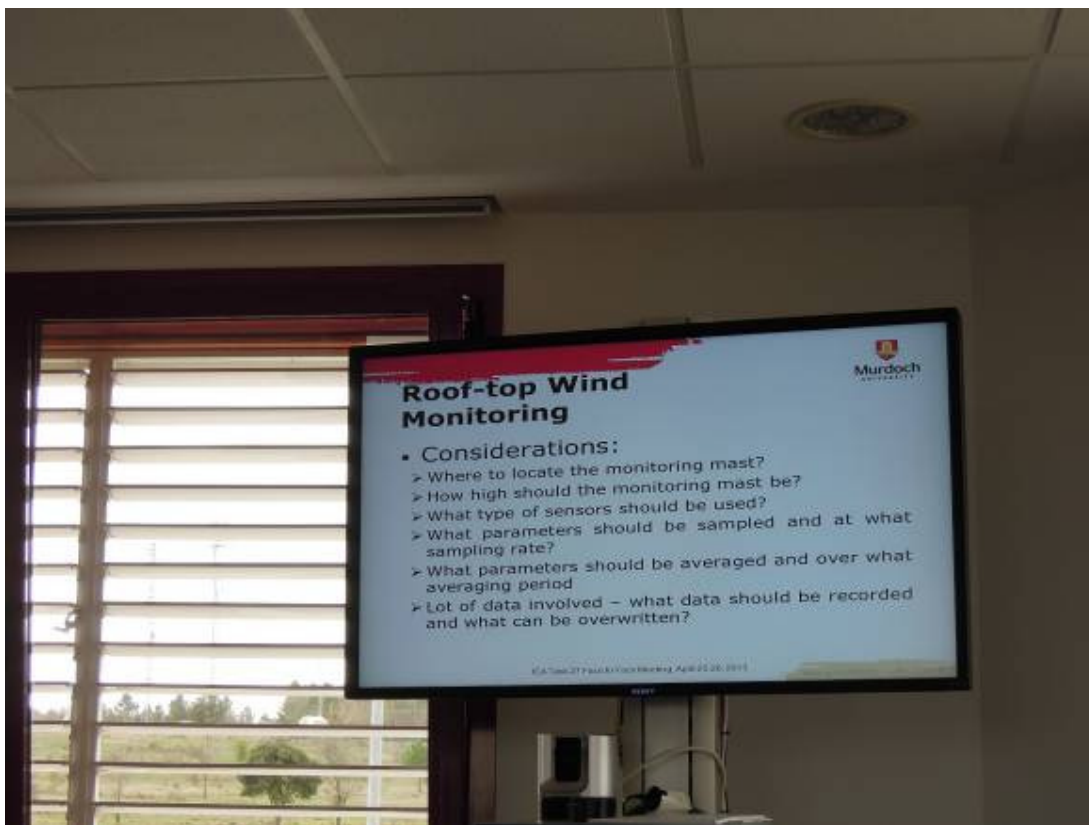


圖 36：Thoughts on Standardization of Measurements from Roof Top Wind Monitoring

9. Historical Data Analysis (如圖 37 所示)

此份簡報由 CREDIT 的 Raymond Byrne 發表。演講者針對愛爾蘭的三套歷史資料做分析比較。這三套歷史資料，風速計所在位置有 rural 和 semi-urban 兩種；風速計高度包含 10m/13m/60m 三種；風速計有使用三杯型風速計和 nacelle 風速計兩種；sampling frequency 有 20ms/1s 兩種；資料平均有 1min/10min 兩種。分析時使用的工具包含風速分布圖、風向分布圖、TI 對風速及風向圖、功率對風速及風向圖等。最後演講者分析出當風來自擾流較小的風向角度時，得到的功率性能較好。

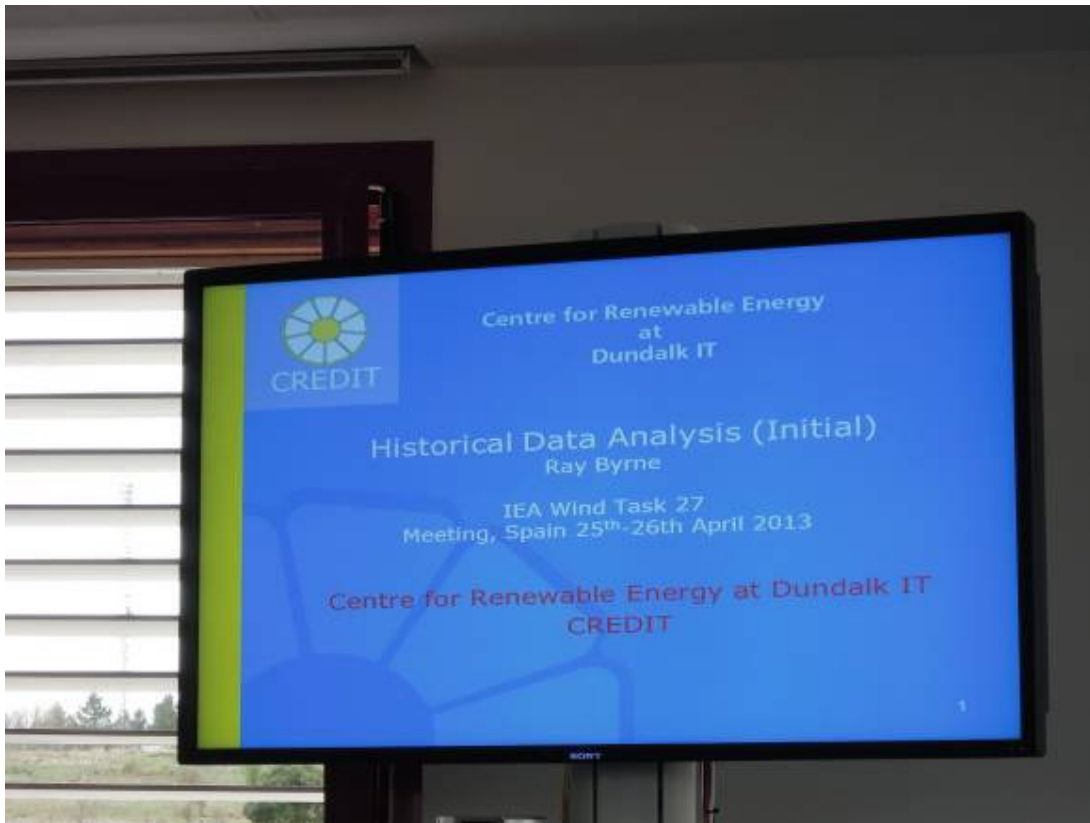


圖 37 : Historical Data Analysis

10. NASA Building 12 Wind Energy Project Assessment (如圖 38 所示)

此份簡報由 NREL 的 Jason Fields 發表。演講者針對 NREL 在 NASA 的一個研究 project 進行成果分享。Jason 目前在 NREL 負責兩項 wind resource assessment 的 technical lead，並且是 IEC 61400-15 的 secretary。NREL 總人數約為 2500 人，其中風力大約 150 人，主要研究人力在 Colorado Boulder 的 National Wind Technology Center。在這個 project 中，NASA 在 Johnson Space Center 的 Building 12 屋頂上安裝了四台 1kW 的垂直軸小風機，彼此距離約 4m。小風機放置位置主要為南風。分析風況的資料，有距離小風機 200m 外的 weather data，還有 3mile 外的 Ellington airport data，以及距離 10mile 外的 Will Hobby airport data。此 project 目前才剛剛開始，目的在 3 年的過程中，能夠做 end-to-end 風況分析以及長期的 AEP 估測。



圖 38：NASA Building 12 Wind Energy Project Assessment

11. Developing BWT Test Plans in Taiwan (如圖 39 所示)

此份簡報由台經院的張欽然博士發表。演講者針對三個主題做介紹，包含台灣小風機測試風場、垂直軸共通標準發展、以及 BWT 測試與建模的 project 介紹。首先介紹台灣的兩個小風機測試風場。第一個為金工中心在七股的風場。此風場於 2010 年 12 月取得 TAF 認證證書，並預計在 2013 年中可取得 TÜV SÜD 認證證書。七股風場年平均風速約為 6~7 m/s，較適合 Class III 和 IV 的小風機進行測試。第二個為大電力中心在澎湖的風場。此風場於 2012 年 11 月取得 TAF 認證證書，並於 2013 年 4 月取得 DNV 認證證書。澎湖風場年平均風速約為 8~9 m/s，較適合 Class I 和 II 的小風機進行測試。以上台灣兩個小風機測試風場，SWCC 皆已置於官網之『已認證測試組織』名單中。最後演講者也補充核研所已進行多年之小風機研發，同時 SWCC 也已置於官網之『設計評估組織』名單中。接著演講者針對兩岸垂直軸共通標準做介紹，也就是 CNS 15176-2-1 標準，即風力機—第 2-1 部：小型垂直軸風力機設計、性能及安全要求，說明該標準內容之獨特性及標準制定歷史沿革。此標準制定最早從 2011 年 4 月開始進行第一次工作組會議，到 2011 年 9 月進行第二次工作組會議，2011 年 12 月進行第三次工作組會議，之後即產生了

2011 年版本之標準草稿。然後 2012 年 4 月在花蓮舉辦之第四次工作組會議，及 2012 年 8 月在大陸蘭州舉辦之第五次工作組會議後，接著即持續進行密集的技術審查。最後 11 月終於公佈了 CNS 15176-2-1 標準。2013 年 3 月在宜蘭進行第 6 次工作組會議，確認兩岸會共同確認並公佈此共通標準。此外，張博亦有提到於 2012 年 9 月到 2013 年 6 月在澎湖風力機測試實驗室進行兩岸垂直軸能力比對試驗。最後演講者張博提到要向國家科學委員會申請計畫，名稱為 an integral project for BWT testing (field and wind tunnel tests), CFD simulation, and new standard development。計畫內容包含找出一般建築物之 pattern、BWT field tests and CFD modeling、風洞測試之 setup 與驗證、BWT 性能評估標準、BWT 分類、新 BWT 設計方法等。此計畫為四年計畫，共分為 7 個子項，此外此計畫和 IEA Wind Task 27 會議及 SWAT 會議將會緊密配合，確保此計畫能夠整合國際合作，達到最大的效益。



圖 39 : Developing BWT Test Plans in Taiwan

12. Turbulent Wind Flow (如圖 40 所示)

此份簡報由 KIER 的 Seokwoo Kim 發表。KIER 是 Korea Institute of Energy Research 的縮寫。演講者針對在韓國大邱市 KIER 的一個研究 project 進行成果分享。演講者在建築物屋頂上架設了一台三維超音波風速計，進行三個維度的擾流強度(turbulence intensity)的分析，希望能夠將建築物屋頂的風流狀況完整分析出來。目前該研究 project 仍在持續進行中。



圖 40：Turbulent Wind Flow

13. Wind energy in urban environment (如圖 41 所示)

此份簡報由 CSTB/CAPE 的 Maeva Sabre 發表。CSTB/CAPE 是法國國家 Ministry of Energy and Sustainable development 的研究單位，約有 800 多位員工，進行包含經濟與社會科學、永續能源、建築結構安全、風力、氣候、廢水、污染防治、雷擊、噪音、再生能源等議題之研究。演講者針對 CSTB/CAPE 的研究設備及進行之研究計畫做介紹。尤其是風洞設備非常完整，並整合 snow gun、artificial solar system、建築模型等設備，能夠

對於各種建築和環境做氣候、風流、震動、icing 等分析，當然也包含風機本身及風機裝置處之建築物之分析，同時可執行 CFD 模擬等研究。



圖 41：Wind energy in urban environment

14. Future data analysis and testing (如圖 42 所示)

此份簡報由 CREDIT 的 Raymond Byrne 發表。演講者針對 Sustainable Authority of Ireland (SEAI) 從 2009 年到 2012 年之間做的 field trials 做介紹。此計畫共針對 16 台水平軸的小風機做測試，輸出功率範圍從 2.4 到 50kW，並且包含 upwind 和 downwind 風機。測試主要針對 IEC 61400-12-1 的功率性能試驗。此外，雖然 SEAI 仍為 non-accredited lab，但演講者認為此測試資料相當豐富，可供 SWAT 會議作為能力比對試驗之用。



圖 42：Future data analysis and testing

15. BEWT Test Specification (如圖 43 所示)

IEA Task 27 中非常重要的一部份，即針對 BEWT (built-environment wind turbine) 找出適合進行測試的新標準規範。從圖 81 可以看到，IEA Task 27 出席代表討論得非常熱烈，其中白板右下角黑色圖示即為台經院張博士及大電力滕工程師表達給各國風機專家的概念。白板中繪製了未來 BEWT 可能的測試風場架構，也就是架設一個或兩個建築物，在建築物頂部分別架設風速計和 BEWT 測試風機。此時要小心 valid sector 的計算分析，因為要確保風速計和 BEWT 在三個維度的風速分量皆相同。此外，還需考慮是否要針對 BEWT 設計一個完全不同於 IEC 61400-12-1 的風場地勢評估方法。另外大電力滕工程師也建議另一個設計方法，即不必考慮 BEWT 的測試場平整度，因為我們必須考慮風速計必須完全能夠對應於 BEWT 待測風機的狀況，而又因為 BEWT 並非只量測一軸的風速變化(即目前 IEC 61400-12-1 規定的方法)，而是要量測二軸、甚至三軸的風速變化。因此要能夠確保風速計和 BEWT 所在位置的三軸風速變化皆相同，難度太大，因此若無論如何都需要進行『風場校正』，那麼也就沒有需要訂定風場評估的方法及參數了。只不過若要進行『三軸』的『風場校正』(目前 IEC 61400-12-1 規定的為一軸之風場校正)，執行時間勢必拉得更長，最好能夠先試著執行看看，最後完成之 criteria 限

制參數為何。此外，如圖 81 所示，因為全世界有無限多種可能的建築物狀況，因此要找出具有代表性的風速塔到測風塔的距离、風速塔中心到 building edge 的距离、building 高度（與 TI 目標有關）、風速塔高度等等，才能確保同一台 BEWT 在全世界任何一個測試風場做出來的測試報告，都能夠有非常相近的結果，才是標準制定的原則。



圖 43：BEWT Test Specification

三、結論與建議

- (一) HARZ 再生能源示範區擁有來源廣泛的再生能源，包含水力、生質能、風能與太陽能，因此已建置風力發電、太陽光電系統及水力抽蓄發電系統。HARZ 地區擁有 24 萬居民，100%電力由再生能源供應，並且還有餘電可以出售給鄰近城市。示範園區已發展出對外開放之收費再生能源導覽與參觀行程，包含園區整體再生能源建置介紹簡報，及再生能源設施參觀導覽解說，吸引除了歐洲外，包含日本、中國及澳洲皆有參訪團來此取經。德國位於北海良好風場區域，具備發展風力發電得天獨厚之優勢，但其風場開發首重與地方居民之溝通及教育宣導，並開放地方居民入股經營風場，將發電利潤與居民共享之經營模式值得我國參考。此外，此一低碳城市示範計畫之經營模式，亦可供我國未來發展再生能源或分散式電力系統示範園區規劃參考，可以透過收費機制部分平衡園區財務預算。
- (二) Windguard 之主要營業項目為全球風電工程服務，其測試實驗室可進行多項測試及校正；目前管理之風力發電機總數為 159 台，總安裝容量 342 MW，分佈於 28 個風力發電場或單一地點上。於風場量測方面，Windguard 可提供 150 公尺高之氣象塔，或使用 LIDAR 或 SODAR 進行遙測，並具有對 LIDAR 校正之能力。LIDAR 採用雷射向空中垂直投射量測，因此不需要假設氣象塔即可量得風速及風向，於運用彈性上比傳統氣象塔有一定之優勢，特別是應用於離岸風場。
- (三) Areva 目前離岸產品為 M5000，原型機完成於 2004，已安裝 6 台 30 MW 於 Alpha Ventus 先導風場。其驅動方式為混合式，發電機與底座安裝方式類似直驅式但具有齒輪箱，可達 98%可靠度，並運用空氣過濾技術減少腐蝕。ArevaSCADA 系統可於線上處理 86%錯誤狀況，減少海上作業成本及次數。目前於 Bremerhaven 為其組裝及測試廠，隔壁為塔架工廠，測試後直接於港口出貨。組裝後之風力機及其配套塔架於測試廠電路連結測試兩天。對於授權台灣廠商生產 Areva 離岸風機表示高度歡

迎，但由於控制系統及齒輪箱為最關鍵零件，故仍由歐洲進口。

- (四) 我國已提出千架海陸風機之政策目標，預計 2015 年離岸風電裝置量達 15MW、2020 年 1GW，2030 年將達 3GW。但我國從離岸風力機系統、海底基座、乃至海事工程船隊與施工團隊皆尚未建立產業供應鏈。目前離岸風電示範獎勵辦法雖已完成廠商徵選，但風力機的取得成為關鍵。無論是離岸風力機系統的建置或是離岸風場開發，其投資金額皆相當龐大，若無法取得經濟規模市場，產業難以成形。若我國政府可以將我國可開發離岸風場，進行一次性發包分批施工，則無論對於與國外廠商進行風力機技術移轉或風力機採購之談判，將更具議價能力。
- (五) Intertek 的全球風能業務負責人 Troy 從去年初就一直表達希望大電力與 Intertek 合作，加入其” Partners Sites” 的訊息，但大電力表示待取得 TAF 認證之後再談。本次在西班牙舉辦之 SWAT 會議，Troy 並未參加，因此沒有再繼續討論此事。而西班牙 CIEMAT/CEDER 小風機測試風場已加入 Intertek 之『Partners Sites』，並且協助 Windspot 3.5kW 風機取得美國 AWEA 及英國 MCS 證書。由於大電力中心滕工程師和美國 SWCC 技術長 Brent 也有培養長期良好關係，且 Intertek 和 SWCC 是競爭關係，因此大電力應與何方合作要有妥善考量。
- (六) 針對 SWCC 技術長 Brent 提出之問題，即既然大部分的風場校正 ratio 皆在 0.99 到 1.01 之間；而若不做風場校正，標準規範必須直接套用 3% 之不確定度。此不確定度已遠超過一般風場校正量測到的差異範圍，因此 Brent 建議乾脆直接刪除風場校正之要求，對測試場來說不但可以不必做風場校正，還可以跳過地勢評估，節省大筆費用。我在現場有提出建議，可以請全世界有做風場校正的測試風場，提出其風場地勢評估及風場校正結果表格。再由標準技術專家團隊審核這些風場校正資料，在下一版 IEC 61400-12-1 中決定是否提出更新之地勢不確定度，並決定是否要刪除風場校正要求。此外，也可以考慮在下一版 IEC 61400-12-1 中提出兩個或以上的地勢評估表格，也就是說，地勢平坦度變成不單為

一個門檻值，而是變成多個門檻值。地勢越平坦的風場套用較小的不確定度；相反地，地勢越崎嶇的風場直接套用較大的不確定度，如此也可以替代風場校正要求。Brent 表示此建議值得提供下一版委員討論。

- (七) CIEMAT-CEDER 相當強調實驗室的品質政策，也持續進行能力比對試驗。若是大電力中心或金工中心有意願和 CIEMAT-CEDER 進行能力比對試驗，相信能夠提升彼此實驗室之水準。
- (八) 大陸代表都老師表示，目前小風機涵蓋的範圍仍然太廣，有些小風機甚至只是裝飾用的，發電性能一點都不重要，但是其安全仍然要確保。因此建議將小風機涵蓋範圍再做區分，如中型風機、小型風機、迷你型風機，而越小型的風機所需測試驗證的項目就越少，如此即可有效降低風機廠商對測試驗證的負擔，同時也增加他們參加測試驗證的意願，確保風機的品質，也就能夠提升消費者對於風機的印象與購買意願。在五天的開會後，都老師對於台灣目前小風機測試驗證上的成果和對國際組織做出的貢獻上，非常驚艷，也表示大陸目前做的仍然太少，因此回國後都老師會直接向世界風能協會賀主席建議，由大陸負責一個新的 IEA Task 項目，並向中國政府要求經費支持，才能快速縮短大陸和台灣以及國際的檢測驗證能量差異。
- (九) 在 IEA Task27 會議中非常重要的一部份，即針對 BEWT 找出適合進行測試的新標準規範。包含測試風場架構、valid sector 計算分析、風速計三維風速分量分析、風場評估方法、風場校正方法、代表性之測試場建築物參數（如風速塔到測風塔的距離、風速塔中心到 building edge 的距離、building 高度（與 TI 目標有關）、風速塔高度等），需要進行風場測試計劃，建立一套完整的實驗架構並進行測試，才能確保同一台 BEWT 在全世界任何一個測試風場做出來的測試報告，都能夠有非常相近的結果，才是標準制定的原則。這也是目前台灣能夠在國際小風機檢測領域中能做出的貢獻，希望政府能夠持續提撥經費，並找出合適的研究團隊，讓台灣在小風機的研究能力被國際風機專家肯定。