



經濟部標準檢驗局99年度科專計畫期末成果報告書

10kW以下中小型風力機系統戶外耐久性
測試技術研究

計畫案號：2C15990303-29

執行期間：自99年4月1日至99年11月30日

委辦機關：經濟部標準檢驗局

執行單位：財團法人金屬工業研究發展中心

中 華 民 國 9 9 年 1 1 月

經濟部標準檢驗局 99 年度委辦計畫期末報告審查意見回復表

契約編號	2C15990303-29	
計畫名稱	99 年度「10Kw 以下中小型風力機系統戶外耐久測試技術研究」	
執行單位	財團法人金屬工業研究發展中心	
執行期間	99 年 4 月 1 日起至 99 年 11 月 30 日止	
委員	審查意見	意見回復
A 委員	1. 有關國外10kW以下之資料蒐集分析，建議增列文字分析其蒐集結果，非僅列出差異比較圖(P. 35)。	● 感謝委員指導。 已增列文字分析其蒐集結果，詳 P. 36。
	2. P. 58 產業測試服務內容，建議應詳加說明，非僅列出其名稱。	● 感謝委員指導。 已增加測試服務內容說明，詳 P. 58 之技術服務計畫或技術產生之效益概述文中。
B 委員	1. 有關完成國外中小型風力機系統測試報告或資料分析部分，請針對 AWEA、BWEA 及 IEC 61400-2 之差異部分，以逐條方式進行差異之分析及說明。	● 感謝委員指導。 已增列 AWEA、BWEA 及 IEC 61400-2 之差異部分，並以逐條方式進行差異之分析及說明，詳 P. 36。
C 委員	1. P. 3 二、市場現況中未涵蓋 3kW-100 kW 應於何型風力機。	● 感謝委員指導。 依據 IEC 61400-2 的定義，葉片掃掠面積小於 200m ² ，發電電壓低於 1000V a.c. 或 1500V d.c. 為小型風力機，然各國對小型風力機之定義皆不同，期末報告所定義者，1kW-100kW 應屬小型風力機範疇。
	2. P. 41 4.3.1 Vave 值係以廠商提供規格為主或 P. 16 中 Vw：8.5m/s。	● 感謝委員指導。 P. 41 4.3.1 Vave 值應以廠商提供之測試風力機規格為主，因本次測試風力機係屬 Class I I 等級，故風速 V _w 為 8.5 m/s。
	3. P. 41 4.3.3 (1)風速…1 分鐘平均樣本，與 P. 16 10 分鐘平均樣本不同。	● 感謝委員指導。 已修正原 P. 41 4.3.3 (1)風速…1 分鐘平均樣本為 10 分鐘平均樣本。

	<p>4. 期末報告中有幾處錯別字：</p> <p>(1)P.1 第二段第3行多個“或”字。</p> <p>(2) P.3 二、第4行“訂”應改為“定”。</p> <p>(3)P.4 第5行157.9MW應改為157.9GW。</p> <p>(4) P.10 第8行多個“為”字。</p> <p>(5) P.63 一、多了“本案”。</p>	<p>● 感謝委員指導。 已依委員指導修正期末報告中之錯別字。</p>
--	--	---

目錄

壹、計畫摘要.....	1
貳、緣起及目的.....	2
參、工作內容.....	12
肆、實施方法.....	14
伍、人力配置.....	18
陸、經費配置.....	29
柒、執行成果及效益.....	30
一、執行進度與查核點.....	30
二、執行成果.....	34
三、執行成果表.....	60
四、主要成就與量化成果.....	61
捌、結論與建議.....	63
玖、參考文獻.....	64
拾、附件.....	65

壹、計畫摘要

「行政院2007年產業科技策略會議」以能源科技產業為主軸，討論子題「節約能源科技」、「再生能源科技」、「前瞻能源科技」等，會議重要結論與建議執行策略、推動機制與措施，配合2007年SRB會議推動機制與措施及因應風力發電產業之發展，國內急需建立完整且符合時宜之檢測技術，另在檢測能量上亦需符合國內相關產業之開發與需求，對於現行開發之產品如無法在性能及安全上取得完整且能與國際標準接軌，勢將影響SRB政策目標之達成。

本計畫「10kW以下中小型風力機系統戶外耐久性測試技術研究」，在標檢局指導下，計畫相關工作內容涵蓋10kW以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析、戶外耐久性測試規劃、測試執行及結果分析、測試風場之風能資料蒐集與分析及產業測試服務2件等，主要目標係透過中小型風力機系統戶外耐久性測試技術研究，健全國內中小型風力機系統的測試技術，讓業者產品及早取得認證，拓銷我國中小型風力發電機系統於世界，進而加速我國風力機產業之發展，並達成行政院2007年SRB會議之政策目標。

貳、緣起及目的

一.政策依據及計畫目的

為掌握國際能源科技發展趨勢，扶植國內能源科技產業，以提高經濟產值、創造新就業機會，行政院於96年11月19至22日舉辦「2007年行政院產業科技策略會議」（SRB），會議探討三大科技議題：「節約能源」、「再生能源」及「前瞻能源」，會中熱烈討論多項全球能源科技，並檢視國內外重要能源科技研究，以制定能源產業發展藍圖，期能促進台灣能源科技產業躍升。政府配合全球能源發展趨勢，系統化的發展再生能源科技，促進研發與產業化效益，目前擇定太陽光電、風力發電等為策略性新能源產業，規劃於2010年台灣再生能源發電裝置容量占總裝置容量10%，並且在2010年創造1,590億元產值。政府依據所擁有之天然資源與未來環保趨勢，藉由推動再生能源科技，實現我國能源安全、環境保護及建構再生能源產業發展的目標。

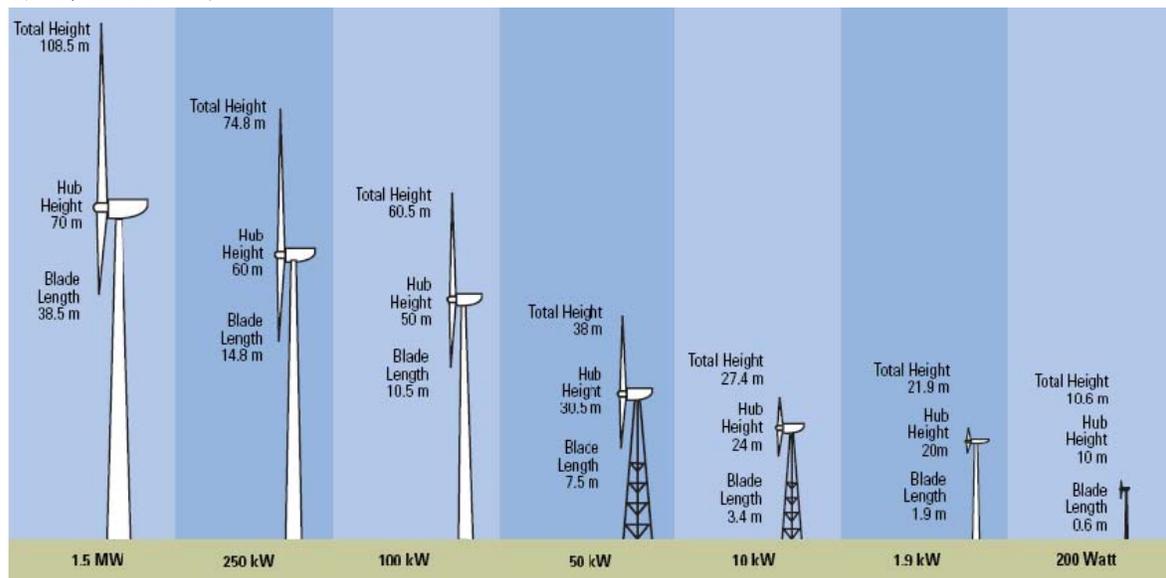
配合2007年SRB會議推動機制與措施及因應風力發電產業之發展，國內急需建立完整且符合時宜之檢測技術，另在檢測能量上亦需符合國內相關產業之開發與需求，對於現行開發之產品如無法在性能及安全上取得完整且能與國際標準接軌，勢將影響SRB政策目標之達成。由於國內中小型風力機組系統目前仍處於萌芽階段，且投入資金成本與技術層次不似MW級風力機。故健全國內中小型風力機的檢測及驗證平台，將有利於拓銷國內產製的小型風力機組。目前已有多家業者投入中小型風力機組系統之開發，且已有商用機種開發完成。但是，這些業者欠缺中小型風力機系統戶外耐久性測試技術。

本計畫目的係透過中小型風力機系統戶外耐久性測試技術研究，健

全國內中小型風力機系統的測試技術，讓業者產品及早取得認證，拓銷我國中小型風力發電機系統於世界，將更能落實中小型風力機產業的成長與茁壯。

二.市場現況

風力發電是無污染的風力資源，為世界各國極力開發的資源。依據 IEC 61400-2 的定義，葉片掃掠面積小於 200m^2 ，發電電壓低於 1000V a.c. 或 1500V d.c. 為小型風力機，加拿大則將額定容量 $300\text{W} \sim 3\text{kW}$ 範圍內風力機歸納為小型風力機。而風力機額定容量低於 1kW 為微型風力機（AWEA Small Wind Turbine Global Market Study 2008）， $100\text{kW} \sim 1\text{MW}$ 為中型風力機（Wind Energy Multiyear Program Plan 2007~2012），大於 1MW 以上為大型風力機（Wind Energy Multiyear Program Plan 2007~2012），風力機的容量大小及規模如圖1-1所示。茲將市場現況分別說明如下：



資料來源：Canadian Wind Energy Association (CanWEA)

圖1-1 風力機的容量大小及規模

(1). 全球大型風力發電市場

2009年全球風力發電市場不畏金融海嘯衝擊，在美國及中國政府大力推廣下，新增容量仍較2008年成長31%。根據GWEC全球風能協會2010年2月公布全球風力發電市場統計顯示，2009年全球新增風力發電容量為37,466MW，較2008年成長31%，新增風力發電設備產值達630億美元，預估就業人口為50萬人，累計裝置容量則為157.9GW（157,899MW），如圖2-1所示。2009年初各大研究機構對當年風力發電市場裝機量並不看好，一般預估除中國大陸外，美國及歐洲受金融風暴影響將大幅衰退。然由圖2-2 GWEC統計結果來看，2009年中國大陸、美國之新增裝置量皆較2008年分別成長106%及19%。2009年中國大陸及美國合計新增量達22.9GW，共佔全球60%市場，顯見二大經濟體以風力發電帶動綠色經濟的決心。過去風能大國西班牙、德國及印度雖然緊追在中美之後，但三國合計新增量僅5.6GW，尚不到中國的一半。2009年12月召開的哥本哈根會議，雖然沒有促成全球碳市場的形成。但是由於全球將風能視為減碳的最佳方案，加上許多政府將可再生能源發展視為經濟復甦的一項指標，風力發電產業依然在這種不景氣大環境下逆勢上漲，未來前景仍被看好。2009年中國風力發電產業在新增裝機容量和風能製造上都超過美國。目前，美國需要制定長遠穩定的可再生能源發展政策及更高的發展目標，才能創造更多就業機會及推動經濟復甦。如果美國未來在風電產業上不想落後於中國，就需要制定更有力的政策，如在全國範圍內實施可再生能源發電標準(RES)。在風力機設備產業供應方面，新增訂單量僅為15,717MW，較去年衰退41%。雖然2009年美國風力發電市場呈上漲趨勢，但由於新增量大部份為過去存貨，當年新增訂單減少使得當地風力機製造業還是損失了不少工作機會。相比之下，中國風場大部分風力

機都是由該國製造。

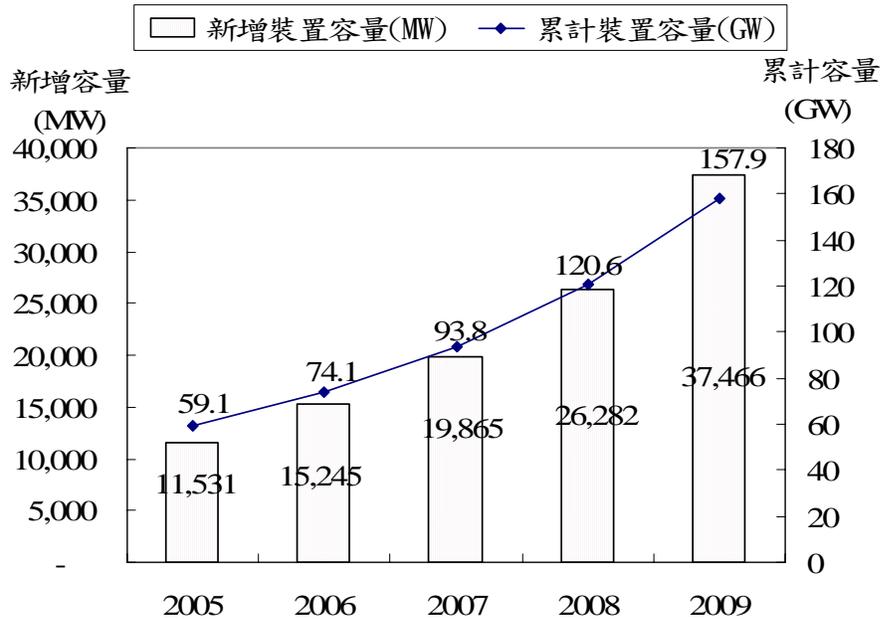


圖 2-1 2005-2009 年全球風力發電市場分析

資料來源：GWEC 2010.02/金屬中心 ITIS 計畫整理

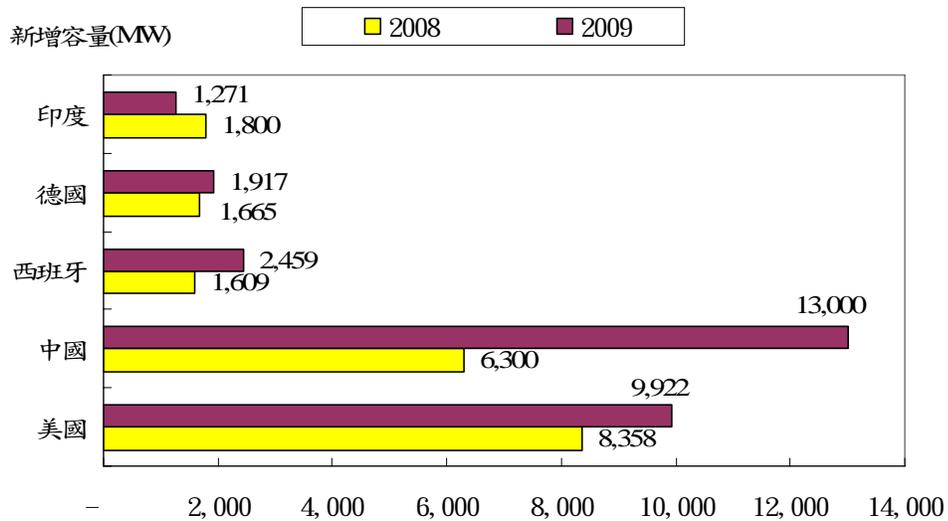


圖 2-2 2008-2009 年全球前五大風力發電國家新增裝置量

資料來源：GWEC 2010.02/金屬中心 ITIS 計畫整理

有關國內風力發電設備部份，目前除了中鋼機械的塔架及東元電機的發電機有實績能供應市場外，其他設備零件業者皆積極進行訂單的爭取及國外大廠的survey。有關我國大型風力發電設備廠商動態分析，整理如表1-1 所示。

表 1-1 我國大型風力發電設備廠商動態分析

項次	次系統/ 零組件	部件名稱	廠商名稱	現況說明
1	大型鑄件	葉片轉軸／輪轂／機座／軸承外殼	源潤豐 台灣正昇 中鋼機械	源潤豐已完成2MW輪轂轉軸鑄件主導性開發案，目前已有Suzlon, Enercon, Gamesa 接觸詢價中。
2	大型鍛件	機艙轉向齒輪／葉片轉向齒輪／法蘭傳動主軸／扣件	三英鋼鐵 恒耀工業	三英鋼鐵進口環鍛機，最大直徑達5 m，可製作塔架法蘭。恒耀工業大型扣件交貨給Gamesa。
3	複合材料件	葉片／鼻罩外殼／機艙外罩	先進複材 華陽工業 複材公會	94, 95年先進複材投資5億設立新廠(可製作船舶外殼及葉片，最長達40m)，華陽已開發150kW葉片原型件。
4	塔架	----	中鋼機械	95年中鋼機械投資1億擴廠，年產量達150支塔架。
5	電力電子系統	發電機／變頻器／變壓器／轉換器	東元電機 大同公司 台強電機 亞力電機 華城電機	東元電機94,95年投入一億元完成可測試4.5MW之發電機測試設備，其750KW、1.5MW發電機GE已完成最後實測(Site test)，2.0MW發電機原型機開發中。
6	傳動系統	齒輪箱 煞車系統主軸	台朔重工	全球第一大齒輪廠Winergy已survey過台朔重工，初步認可其廠房能量。待加強內齒輪加工研磨設備。

7	控制系統	葉片控制轉向 控制煞車控制	漢翔公司 四零四科 技	漢翔公司在風機監控部分， 具台電實績 四零四科技元 件已實際應用在風電系統廠 Vestas 、 Gamesa 、 HaraKosan... 的風力機組監 控系統上。
---	------	------------------	-------------------	---

資料來源：金屬中心

(2). 全球小型風力發電市場

受限於使用效率及適用範圍，與大型風力發電相比，小型風力發電市場規模尚屬利基型市場。根據美國風能協會預估，2008年全球小型風力機市場銷售量38.7MW，達1.56億美元，其中美國與大陸即合佔近八成市場，參見圖2-3。但因美國風能協會僅以全球約215家廠商以問卷、電訪、親訪等方式做樣本調查，故對全球小型風力機市場有低估之虞。2009年美國及中國陸續推出再生能源產業振興計畫，風力發電為重點扶植產業，預計2009-2013五年間美國小風力機市場將成長30倍，而中國預計2010年小型風力機裝置量將逾30萬台，加上第三世界極度缺乏電力的國家極待推廣，未來小風力機市場仍深具發展潛力。由圖2-4、圖2-5及圖2-6至可知，美國小風力機市場主要在0.9kW以下機組，英國市場主要安裝1.5-10kW機種，日本則為1-20kW機種。

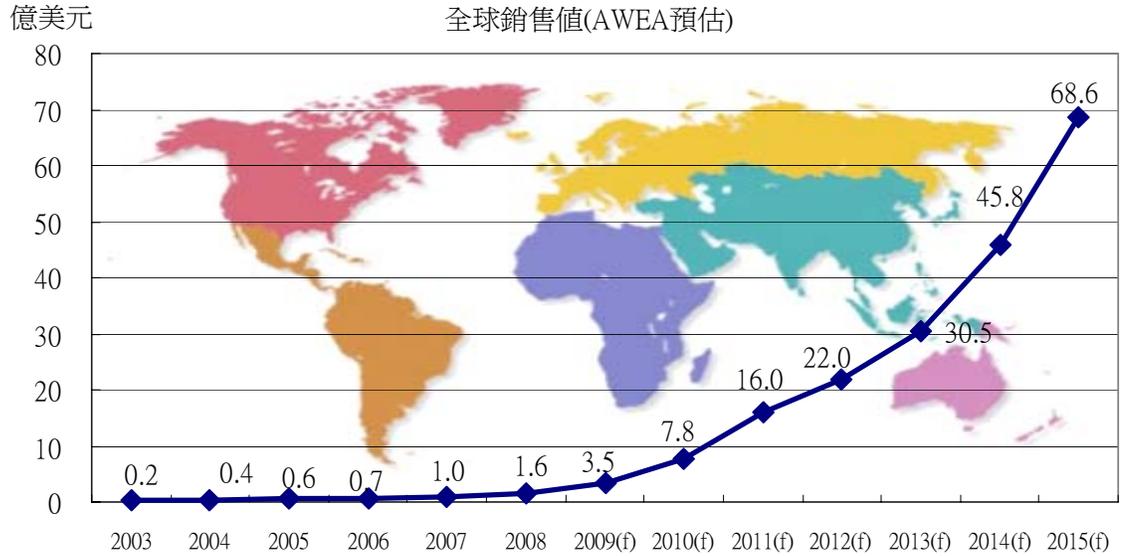


圖 2-3 2003-2015 年全球小風力機市場銷售值
資料來源：AWEA 2009.06/金屬中心 ITIS 計畫整理

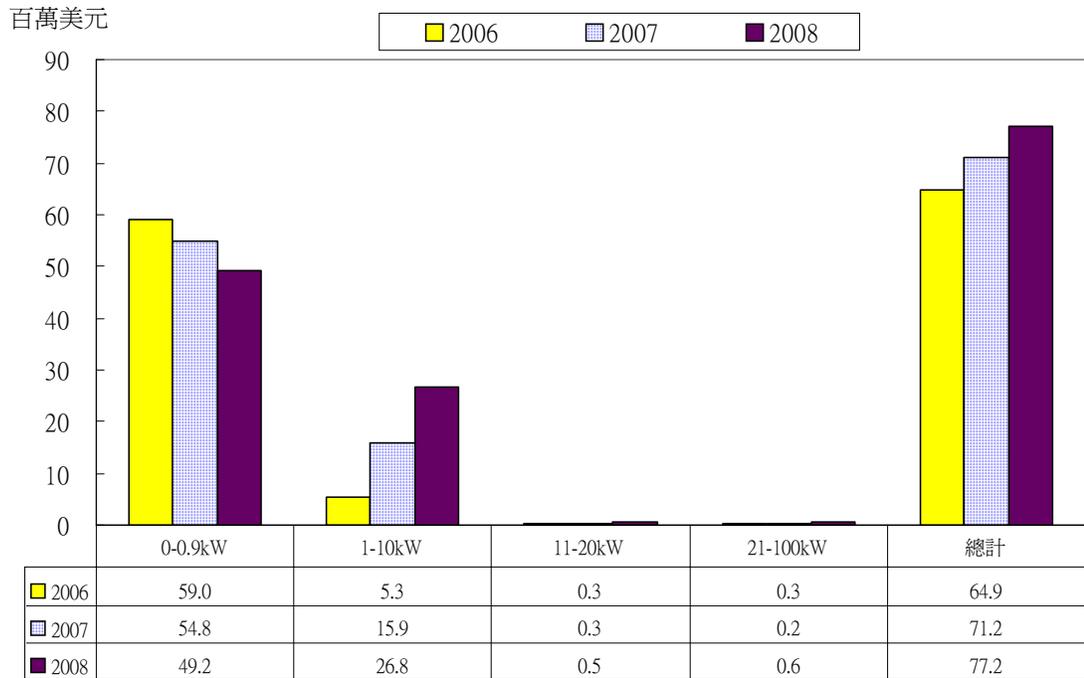


圖 2-4 2006-2008 年美國小風力機市場銷售值
資料來源：AWEA 2009.06/金屬中心 ITIS 計畫整理

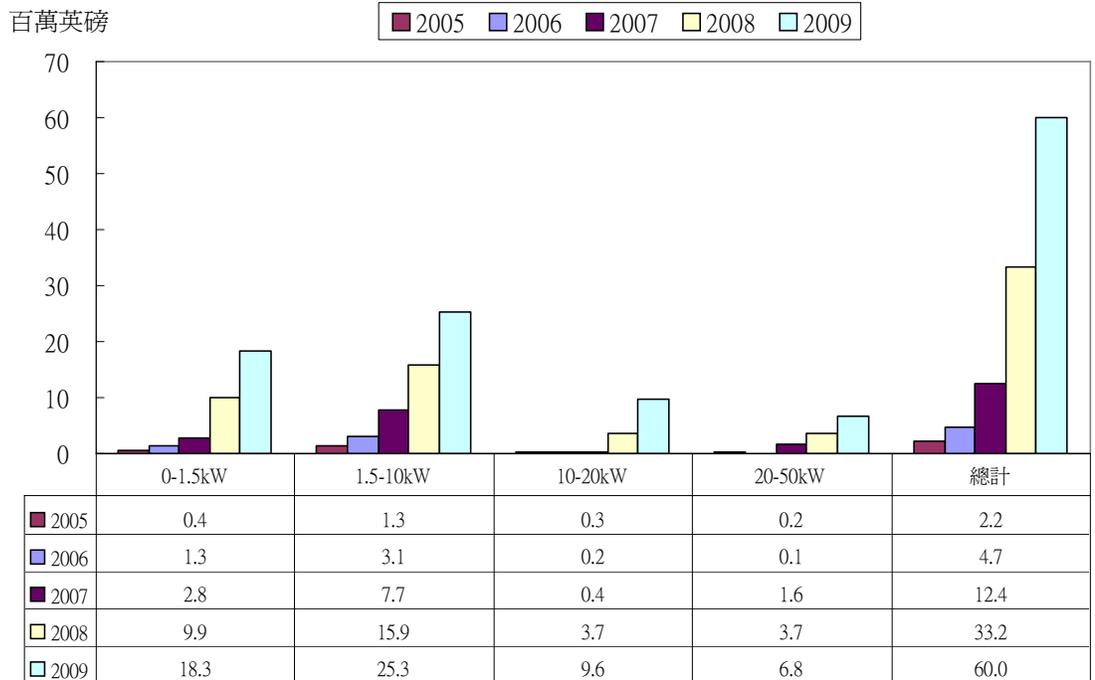


圖 2-5 2005-2009 年英國小風力機市場銷售值

資料來源：BWEA 2010.02/金屬中心 ITIS 計畫整理

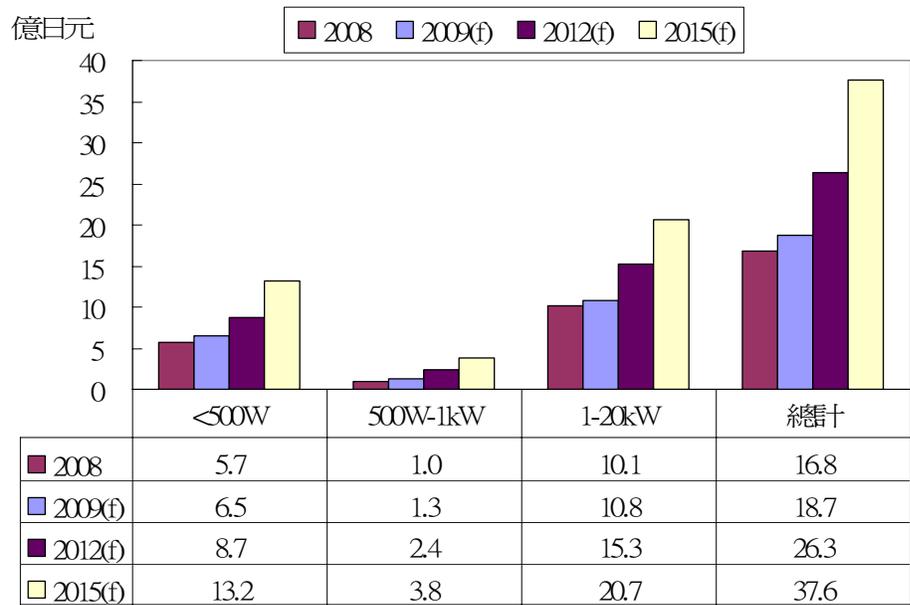


圖 2-6 2008-2015 年日本小風力機市場銷售值

資料來源：矢野經濟研究所 2009.12/金屬中心 ITIS 計畫整理

我國在小型風力發電機應用上，近期仍以學術單位居多（如聖約翰技術學院、台大綠房子、明新科技大學及立德管理學院）作為推廣綠色能源的教材。目前我國中小型風力發電機組的設備技術仍在起步階段，但國內已有不少的學校及研究機構投入研究開發，如核研所、大葉大學、工研院及航研所共同開發的小型風機功率為25kW，葉片直徑12.5m，並於95年初架設測試中；金屬工業研究發展中心接受廠商委托共同開發1kW的創新垂直軸及水平軸風力發電機預計2008年初運轉。而產業界如大菱鋼鐵轉投資成立的新高能源為國內第一家商業化小型風力系統商其零組件皆自行開發，設計分析則委託台灣科技大學及成功大學執行。由於民間企業投入中小型風力發電機組產業越來越多，包括台達電子亦投入開發。未來除台灣，離島和山地鄉皆是國內推廣小型風力機組的最佳地點。其次，西部沿海地區及嘉南平原建置家用型風力機組也是不錯的選擇。除了內需市場外，隨著全球環保意識的抬頭，出口台灣自有品牌中小型風力機組亦是未來發展方向。國內中小型風力發電設備部份，由於投入研發經費風險較小，因此近兩年來國內已有不少業者投入開發，且已有相當成果，其廠商動態分析，則整理如表1-2所示。

表 1-2 我國中小型風力發電設備廠商動態分析

廠家	風機型式	發電機型式	終端售價(萬NT)		銷售數量
			風力機本體 +控制器	風力機本體 +控制器+塔架+ 電池	
新高 能源	300W垂直軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機	4	7	30台(2007) 200台(至2008.05) 客戶開發中
	1.5kW垂直 軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機	25	45	5台(2007) 20台(至2008.05) 客戶開發中
	3.0kW垂直 軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機	40	100	產品開發中
上特	3kW垂直軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機(8極24槽)	90	150	開發客戶中,日本市場 預估上萬臺(2009年)
	5kW水平軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機(8極24槽)	120	200	開發客戶中,國內3組
恒耀	1.2kW水平 軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機(12極36槽)	7.5	15	開發客戶中
	600W水平軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機(12極36槽)	3.0 (預估)	6~7 (預估)	產品開發中
元山	400W水平軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機(12極36槽)	-	-	產品開發中
	400W垂直軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機	-	-	產品開發中
瀚創 科技	2kW水平軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機	12	20	開發客戶中,目前國內 共約10組裝設
捷豹	200W水平軸 (導管外罩式)	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機(8極24槽)	1.2	3	開發客戶中,目前國內 共約30幾組裝設
	5kW水平軸 (導管外罩式)	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機(14極42槽)	45 (預估)	90 (預估)	產品開發中
正峰	600W水平軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機	NA	NA	產品開發中
	1.5kW水平 軸	直驅永磁式3相交流內轉 子發電機	NA	NA	產品開發中

資料來源：金屬中心

參、工作內容

風力發電屬於「再生能源」科技的發展項目之一，由於國內製造業具有非常優秀的能力，風力發電設備的部分組件國內廠商目前亦有能力製造，如2MW以下的發電機、風車塔架等。但是，大風車葉片的設計、製造及其他組件、控制系統、系統整合等，仍是必須仰賴國外直接引進使用。另外，國內廠商受到訂單數量、生產排程與交貨期限等問題的影響，目前國內裝置的風力機組，多數直接由國外整機引進，這對於相關產業的在國內的發展是非常不利的，對於技術提升、維護保養週邊產業等更是雪上加霜，必須完全倚賴原廠的支援才能維持正常作業。

中小型風力機組系統目前仍處於萌芽階段，且投入資金成本與技術層次不似MW級風力機。故健全國內中小型風力機的檢測及驗證平台，將有利於拓銷國內產製的小型風力機組。目前已有恒耀、新高能源、宏銳、富田，以及正峰等多家業者投入中小型風力機組系統之開發，且已有商用機種開發完成。但是，這些業者欠缺中小型風力機系統戶外耐久性測試技術。

本計畫透過中小型風力機系統戶外耐久性測試技術研究，健全國內中小型風力機系統的測試技術，讓業者產品及早取得認證，拓銷我國中小型風力發電機系統於世界，落實中小型風力機產業的成長與茁壯。

本計畫之工作內容及預定達成之目標如下：

- (1). 完成國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集，報告或資料來源包括歐、美等國，分析研究其測試報告或資料內容，以供戶外耐久性測試規劃參考，並完成戶外耐久性測試規劃。

工作項目	目 標	說 明
國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析及戶外耐久性測試規劃		
國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析及戶外耐久性測試規劃	完成國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析研究。完成戶外耐久性測試規劃。	參考歐、美等國 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料，並供戶外耐久性測試規劃參考，並完成戶外耐久性測試規劃。

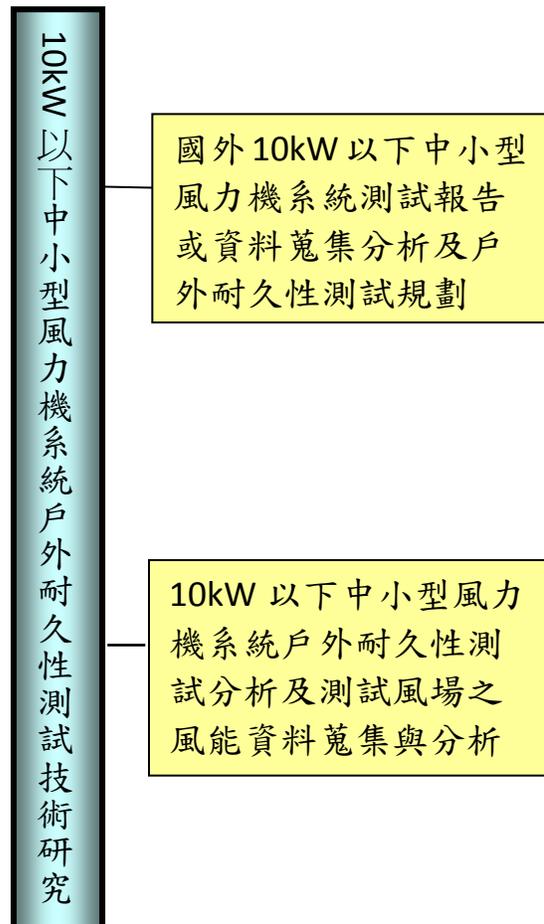
- (2). 完成 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試及結果分析，以及測試風場之風能資料蒐集與分析，建立中小型風力機系統戶外耐久性測試技術，供國內中小型風力機的檢測及驗證平台使用，以支持國內相關產業的發展所需，並縮短業者產品的上市時間和降低國外送測試驗的成本，為風力發電產業奠立良好的基礎。

工作項目	目 標	說 明
10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析及測試風場之風能資料蒐集與分析		
10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試及結果分析	完成 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試及結果分析。	• 完成 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試及結果分析，建立中小型風力機系統戶外耐久性測試技術。
測試風場之風能資料蒐集與分析	完成測試風場之風能資料蒐集與分析。	• 完成測試風場之風能資料蒐集與分析，健全中小型風力機的檢測及驗證平台。
產業測試服務	完成產業測試服務 2 件。	• 完成 10kW 以下中小型風力機系統進場相關工作，並完成戶外耐久性測試及產業測試服務 2 件。

肆、實施方法

本計畫係透過中小型風力機系統戶外耐久性測試技術研究，健全國內中小型風力機系統的測試技術，讓業者產品及早取得認證，拓銷我國中小型風力發電機系統於世界，將更能落實中小型風力機產業的成長與茁壯，並帶動產業的蓬勃發展，創造政府、產業界、及消費者三贏局面，也達成政府推動再生能源發展的政策目標，本計畫研究架構、研究方法與策略如下：

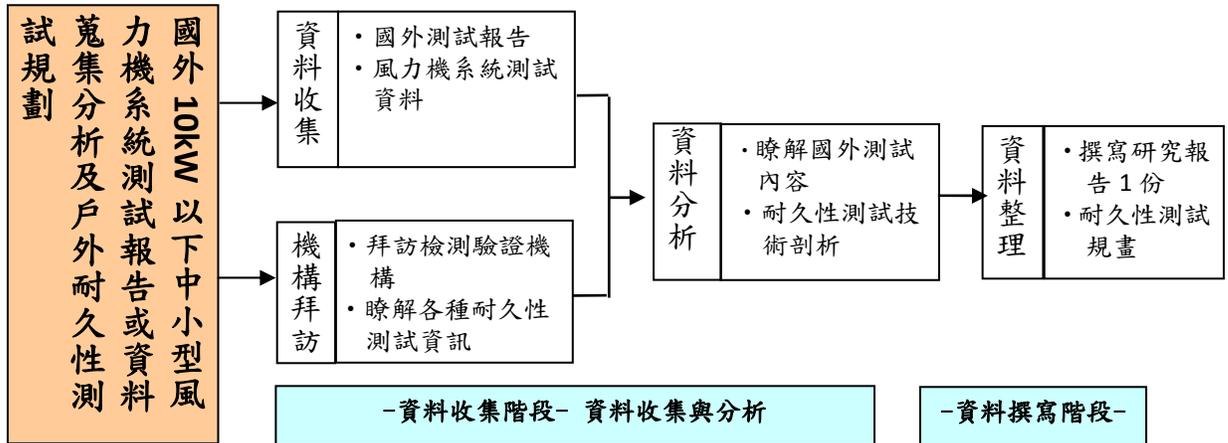
一、 研究架構：



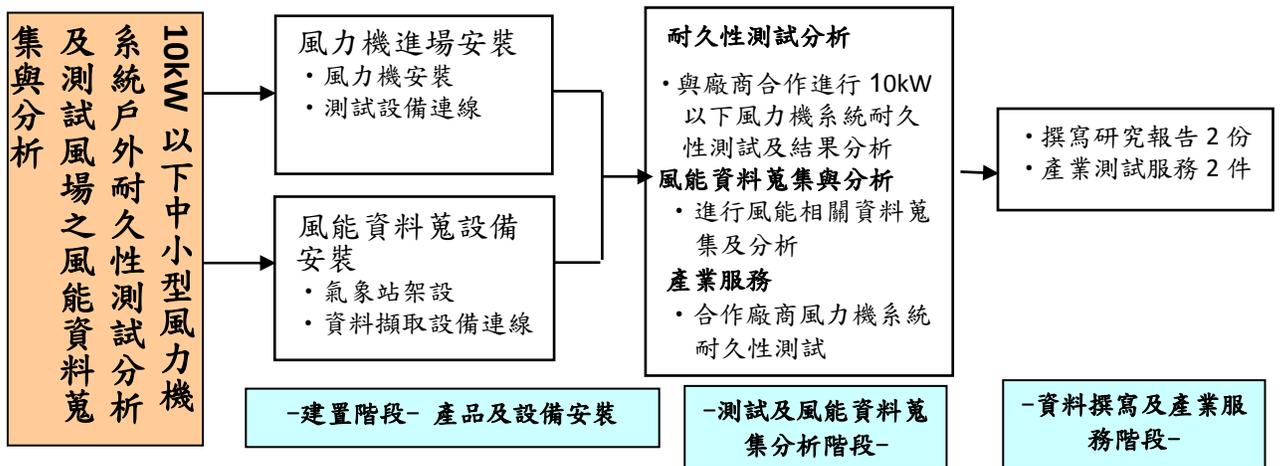
二、 研究方法與步驟

(1) 實施方法、步驟

➤ 國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析及戶外耐久性測試規劃



➤ 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析及測試風場之風能資料蒐集與分析



10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試條件：

- 測試期間運轉的可靠性；
- 至少 6 個月的運轉；
- 在各種風速之下至少進行 2,500 小時的發電運轉；
- 風速 V_w 為 8.5 m/s; Class I I
- 在 1.2 倍 V_w 以上風速下至少 250 小時的發電運轉；以及
- 在 1.8 倍 V_w 以上風速下至少 25 小時的發電運轉。
- 風速是在至少 1 Hz 取樣速率下所紀錄之 10 分鐘平均樣本。

耐久測試的目的在於探討：

- 結構完整性與材料退化情形(腐蝕、裂痕、變形等)；
- 風力機的動態行為。
- 在耐久測試期間應進行必須之測試程序以確定受測風力機是否符合前述的測試條件以及何時符合這些條件。

(2)實施策略

風力發電為空氣動力學、機械、電機、材料、電子、資訊及控制等科技的整合，由於國內風力發電產業仍在起步階段，仍需仰賴國外的資訊和技術，來協助國內產業的發展。因此，本計畫擬著力於中小型風力機系統戶外耐久性測試技術研究，健全國內中小型風力機系統的測試技術，支持國內相關產業的發展所需，並縮短業者產品的上市時間和降低國外送測試驗的成本。本計畫實施策略說明如下：

- 蒐集國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集，分析研究其測試報告或資料內容，以供戶外耐久性測試規劃參考。
- 進行產業服務與廠商合作進行 10kW 以下風力機系統耐久性測試。

- 進行測試風場之風能資料蒐集與分析。
- 參與國內風力發電相關研討會或座談會

伍、人力配置

為使本計畫得以順利完成，將由本中心各領域相關研究人員共同組成研究團隊，組成架構如圖7-1所示：

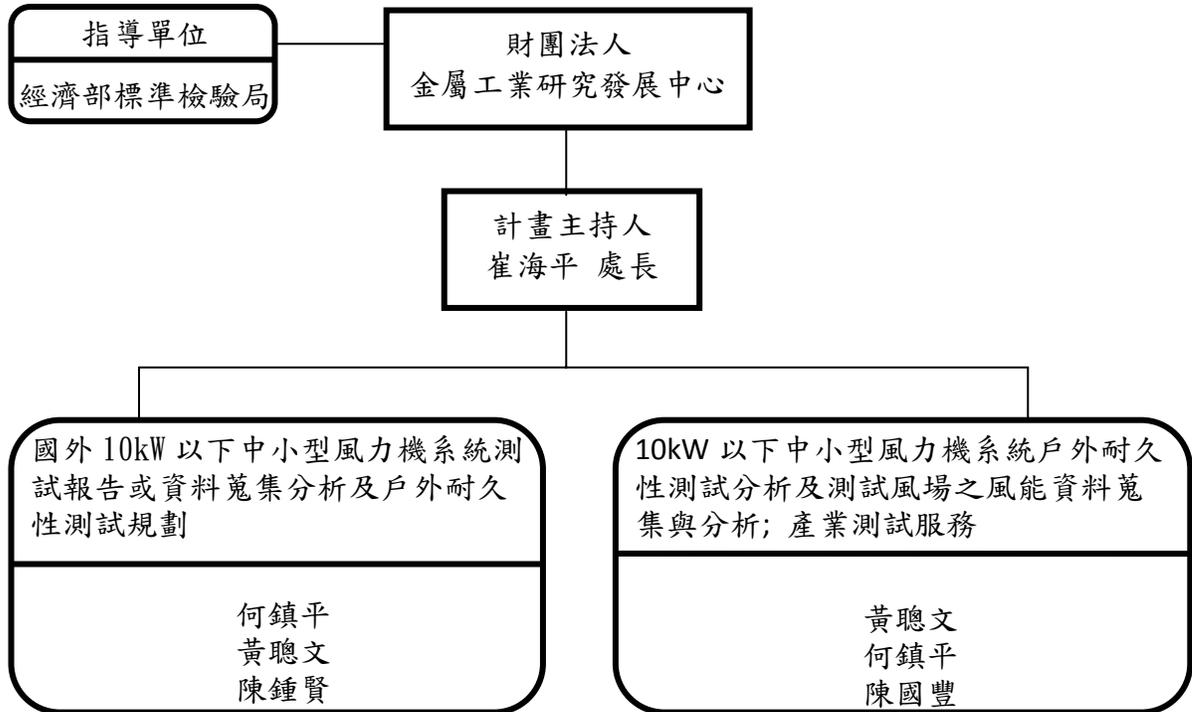


圖7-1 研究團隊架構a

計畫之相關人力分配及組成名單簡歷如後所示

1. 工作性質人力分配表

職稱	技術研發	計畫管理	技術推廣	工程支援	人月合計
研究員(主持人)		0.5			0.5
研究員	1				1
副研究員	2				2
助理研究員					
研究助理員					
合計	3	0.5			3.5

2. 本中心計畫參與人員一覽表

類別	姓名	服務機構	職稱	在本研究計畫內擔任之具體工作性質、項目及範圍	投入人月
計畫主持人 (研究員)	崔海平	金屬工業研究發展中心	處長	計畫統籌與進度確認; 國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析; 戶外耐久性測試規劃 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析; 測試風場之風能資料蒐集與分析	0.5人月
協同主持人 (研究員)	黃聰文	金屬工業研究發展中心	副組長	國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析; 戶外耐久性測試規劃 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析; 測試風場之風能資料蒐集與分析	0.5人月
研究員	何鎮平	金屬工業研究發展中心	副組長	國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析; 戶外耐久性測試規劃 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析; 測試風場之風能資料蒐集與分析	0.5人月
副研究員	陳國豐	金屬工業研究發展中心	專案經理	10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析; 測試風場之風能資料蒐集與分析; 產業測試服務	1人月
副研究員	陳鍾賢	金屬工業研究發展中心	專案經理	國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析; 戶外耐久性測試規劃	1人月

計畫主持人及計畫執行人員資歷表及學經歷背景證明文件影本

• 計畫主持人資歷表

姓名	崔海平		性別	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女		填表日	99/03/11	
身份證字號	B121028322		出生日	49/08/07		出生地	台中市	
護照號碼			國籍	<input checked="" type="checkbox"/> 本國籍 <input type="checkbox"/> 外國籍：(國別)_____				
服務單位	財團法人金屬工業研究發展中心				職稱	處長		
通訊處(O)	台中市工業區 37 路 25 號				電話	(04)23502169 ext101		
通訊處(H)	台中市北屯區忠平里陳平路 74 巷 3 號				電話	(04)22933576		
專長領域	研究發展、 機械安全、 電氣安規	年資	單位外： <u>0</u> 單位內： <u>25</u>					
重要成就	1.再生能源產業產品標準檢測技術與驗證平台-風力發電子項計畫(1/4)主持人 2.自 95 年迄今，擔任環境建構型科專計畫檢測與驗證分項計畫主持人。 3.全國可靠性維護度研討會籌備委員。							
學 歷	學 校	科 系	學 位	期 間				
	中央大學	機械工程系	學士	67.09~71.06				
	逢甲大學	工業工程研究所	碩士	88.09~90.06				
	中央大學	機械工程研究所	博士	94.09~97.06				
專 業 資 格	資 格 名 稱	專業領域	發證單位	證件字號				
經 歷	公 司 名 稱	部 門	職 稱	期 間				
	金屬工業研究發展中心	研發	工程師	73.07~89.10				
	金屬工業研究發展中心	技檢組	副組長	90.08~91.03				
	金屬工業研究發展中心	技檢組	組 長	91.04~94.09				
	金屬工業研究發展中心	區域處	副處長	94.10~99.02				
	金屬工業研究發展中心	區域處	處 長	99.02~迄今				
參 與 政 府 計 畫	計 畫 名 稱	擔任工作	任職公司	期 間				
	商檢局代施檢驗計畫	工程師	金屬中心	73.07~77.12				
	工具機品質提升計畫	工程師	金屬中心	73.07~78.12				
	工業產品 CE 標誌輔導計畫	工程師	金屬中心	84.07~87.07				
	工業用閥科專計畫(含檢測)	協同計畫主持人	金屬中心	87.07~89.12				
	環構型科專計畫檢測與驗證分項計畫	分項計畫主持人	金屬中心	95.01~97.12				

計畫主要工作人員資歷表

姓名	何鎮平	性別	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	填表日	99/03/11
身份證字號	L120236784	出生日	48/05/15	出生地	台中縣
護照號碼		國籍	<input checked="" type="checkbox"/> 本國籍 <input type="checkbox"/> 外國籍：(國別)_____		
服務單位	財團法人金屬工業研究發展中心			職稱	副組長
通訊處(O)	台中市工業區 37 路 25 號			電話	(04)23502169 ext531
通訊處(H)	台中市北屯區舊社巷 49 之 6 號			電話	(04)24378849
專長領域	電氣安規	年資	單位外： <u>1</u> 單位內： <u>24</u>		
重要成就	1. 自 96 年迄今，擔任標檢局電機工程國家標準技術委員會委員。 2. 金屬中心 EMC 實驗室及電氣安全實驗室負責人。				
學歷	學 校	科 系	學 位	期 間	
	清華大學	動力機械工程系	學士	67.09~71.06	
	逢甲大學	自動控制研究所	碩士	76.09~78.06	
專業資格	資 格 名 稱	專業領域	發證單位	證件字號	
經歷	公 司 名 稱	部 門	職 稱	期 間	
	金屬工業研究發展中心	設計	工程師	73.7~90.12	
	鉅基科技	研發	協理	91.1~91.12	
	金屬工業研究發展中心	區域處	工程師	92.1~92.11	
	金屬工業研究發展中心	區域處	副組長	92.11~迄今	
參與政府計畫	計 畫 名 稱	擔任工作	任職公司	期 間	
	CAD/CAM 推廣計畫	工程師	金屬中心	73.07~77.12	
	金屬加工製程自動化研究	工程師	金屬中心	80.07~84.07	
	工業產品 CE 標誌輔導計畫	工程師	金屬中心	84.07~87.07	
	再生能源產業產品標準檢測技術與驗證平台-風力發電子項	工程師	金屬中心	98.05~98.12	

計畫主要工作人員資歷表

姓名	黃聰文	性別	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	填表日	99/03/11
身份證字號	D120106892	出生日	53.07.18	出生地	台南市
護照號碼		國籍	<input checked="" type="checkbox"/> 本國籍 <input type="checkbox"/> 外國籍：(國別)_____		
服務單位	財團法人金屬工業研究發展中心		職稱	副組長	
通訊處(O)	高雄市高楠公路 1001 號		電話	07-3513121-2454	
通訊處(H)	高雄市高楠公路 1001 號		電話	07-3513121-2454	
專長領域	機械	年資	單位外： <u>0</u> 單位內： <u>15</u>		
重要成就	<p>1.第 14 屆機械月刊金筆獎佳作獎 (88 年度)。得獎作品：「逆向工程與流場分析技術在泵浦葉輪性能改善方面之整合應用」。</p> <p>2.88 年下半年及 89 年度協助國內傳統工業技術升級計畫優良執行成果報告 (89 年度)，計畫名稱：「葉輪及導葉設計製造技術於液體泵浦載具上之應用」。</p> <p>3.經濟部工業局 94, 95, 96 年度政府科技計畫績效優良計畫：計畫名稱：「金屬產業上中下游競爭力提升輔導計畫」。</p>				
學歷	學 校	科 系	學 位	期 間	
	交通大學	機械所	碩士	77.07-79.06	
	淡江大學	航空系	學士	73.07-77.06	
專業資格	資 格 名 稱	專業領域	發證單位	證件字號	
經歷	公 司 名 稱	部 門	職 稱	期 間	
	陸軍工兵基地勤務處	工品室	少尉工程官	79.07~81.06	
	羽田機械	車研中心	工程師	81.07~84.02	
	金屬中心	產品組	工程師/專案經理/ 副組長	84.02 ~迄今	
參與政府計畫	計 畫 名 稱	擔任工作	任職公司	期 間	
	工業局 再生能源設備產業推動計畫	工程師	金屬中心	分項計畫協同主持人	
	工業局 金屬產業上中下游競爭力提升 輔導計畫	工程師	金屬中心	總計畫協同主持人	
	再生能源產業產品標準檢測技術 與驗證平台-風力發電子項	協同主持人	金屬中心	98.05~98.12	

計畫主要工作人員資歷表

姓名	陳鍾賢	性別	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	填表日	99/03/11
身份證字號	N12276856	出生日	64/08/06	出生地	彰化市
護照號碼		國籍	<input checked="" type="checkbox"/> 本國籍 <input type="checkbox"/> 外國籍：(國別)_____		
服務單位	財團法人金屬工業研究發展中心		職稱	專案經理	
通訊處(O)	台中市工業區 37 路 25 號		電話	(04)23502169 ext 703	
通訊處(H)	台中市工業區 37 路 25 號		電話	(04)23502169 ext 703	
專長領域	電氣安規	年資	單位外： 2.5 單位內： 8		
重要成就	<p>1.經濟部乙種電匠考驗合格證。</p> <p>2.行政院勞工委員會丙級室內配線技術證。</p> <p>4.王宏魯、朱守勇、金原傑、陳鍾賢，"時變性諧波的電磁相容機率位準指標之推導"，2008 年符合性評鑑與認證論文發表會，財團法人全國認證基金會，最佳論文獎。</p>				
學歷	學 校	科 系	學 位	期 間	
	國立彰化師範大學	機電工程所	碩士	92.09~95.01	
	國立彰化師範大學	機電工程所	博士候選人	97.09~迄今	
專業資格	資 格 名 稱	專業領域	發證單位	證件字號	
	乙種電匠考驗合格證	電機	經濟部	88 經能電匠乙字第 20163 號	
	商品驗證登錄工廠檢查作業檢查人員訓練證書。	電子電機	經濟部標準檢驗局	TR-3A0-9306173	
	商品驗證機構驗證人員訓練	電子電機	經濟部標準檢驗局	TR-3A0-9408-028	
	丙級室內配線士	電機	行政院勞工委員會	007-054650	
	電信人員資格證	電機	交通部	027527	
	品質管理訓練(ISO/IEC 17025)證書。	品質	中華民國實驗室認證委員會	CNLA-T014-ZW03005	
測試實驗室負責人訓練(ISO/IEC 17025)證書	品質	中華民國實驗室認證委員會	CNLA-T014-ZY03004		
經歷	公 司 名 稱	部 門	職 稱	期 間	
	漢翔航空工業股份有限公司	複材處	製程工程師	89.03~91.11	
	財團法人金屬工業研究發展中心	區域處	工程師、專案經理	91.11~迄今	
參與政府計畫	計 畫 名 稱	擔任工作	任職公司	期 間	
	再生能源產業產品標準檢測技術與驗證平台-風力發電子項	工程師	金屬中心	98.05~98.12	

計畫主要工作人員資歷表

姓名	陳國豐	性別	<input checked="" type="checkbox"/> 男 <input type="checkbox"/> 女	填表日	99/03/11
身份證字號	T120321874	出生日	57/06/19	出生地	屏東縣
護照號碼		國籍	<input checked="" type="checkbox"/> 本國籍 <input type="checkbox"/> 外國籍：(國別)_____		
服務單位	財團法人金屬工業研究發展中心			職稱	
通訊處(O)	高雄市高楠公路 1001 號			電話	07-3513121-2462
通訊處(H)	屏東縣屏東市空翔里 22 鄰高原街 45 號			電話	08-7651523
專長領域	機械	年資	單位外： <u>8</u> 單位內： <u>5</u>		
重要成就	完成混合動力盤型馬達技術開發，提升馬達產業競爭力。				
學歷	學 校	科 系	學 位	期 間	
	國立交通大學	控制工程所	碩士	79.09~81.06	
	國立交通大學	機械工程系	學士	75/09~79/06	
專業資格	資 格 名 稱	專業領域	發證單位	證件字號	
	實驗室認證規範 ISO/IEC 17025	實驗室測試	財團法人全國認證基金會	TAF-QM99003-C-21	
	Certificate of Attendance	風力場測試	TUV Nord	WE121028TW	
	專利種子人員培訓證書	電機&機械	金屬中心		
經歷	公 司 名 稱	部 門	職 稱	期 間	
	上銀科技	高級工程師		84.04~85.01	
	鴻友科技	高級工程師	電設部	85.02~89.12	
	同亨科技	高級工程師	機構設計部	89.04~93.11	
	金屬中心	副工程師	產品組	94.01 ~迄今	
參與政府計畫	計 畫 名 稱	擔任工作	任職公司	期 間	
	馬達電機產業技術資訊研究	主持人	金屬中心	94.07~94.12	
	超薄型混合動力盤型馬達技術	主持人	金屬中心	96.01~96.12	
	嵌入式盤型馬達技術	主持人	金屬中心	97.01~97.12	
	輪內馬達關鍵模組技術	主持人	金屬中心	97.11~98.10	
再生能源產業產品標準檢測技術與驗證平台-風力發電子項	工程師	金屬中心	98.05~98.12		



國立中央大學

博士學位證書

(九六)中博證字第 943403017 號

崔海平

於本校 工 學院 機械工程學系博士班

研究期滿經博士學位考試合格依學位授予法之規定

授予 工學博士 學位

此證

系主任

林志光

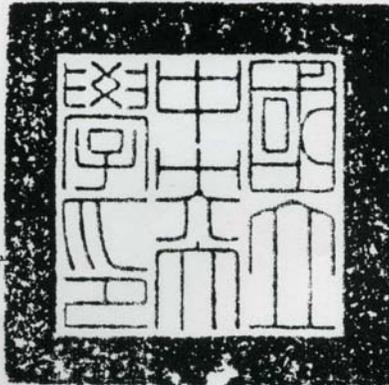
代理校長

蔣偉寧

與正本相符

持證人出生日期
中華民國身分證號

中華民國四十九年八月七日
B121028322



中華民國九十七年六月

校對者



台灣聯合大學系統

碩士學位證書

碩字第 007704 號

黃聰文 係 臺灣 省 臺南 市 縣 人

中華民國五十三年七月十八日生

在本校(院)機械工程 研究所

空白 組 碩士班 研究期滿經

碩士學位考試合格依學位授

予法之規定授予 工 學 碩士

學位此

國立交通大學校長

研究所所長

阮大年
蔡忠杓

中華民國七十



月 日

核對者：

白王
印少



碩士學位證書

碩字第 008399 號

何鎮平係 台灣 省 台中 市 縣 人

中華民國四十四年五月拾伍日生

在本校(院)自動控制工程 研究所

○ 組 碩士班 研究期滿經

碩士學位考試合格依學位授

予法之規定授予 工 學 碩士

學位此證

私立逢甲

研究所所長

楊濬中
徐佳銘

中華民國七十



月 日

核對者：

印



國立彰化師範大學碩士學位證書

(95)彰師碩證字第2920136117號

學生 陳鍾賢

中華民國陸拾肆年捌月陸日生
於民國九十五年一月在本校工學院
機電工程學系機電工程碩士班研究期滿
經碩士學位考試合格依學位授予法之規定
授予工學碩士學位

此證

與正本相符

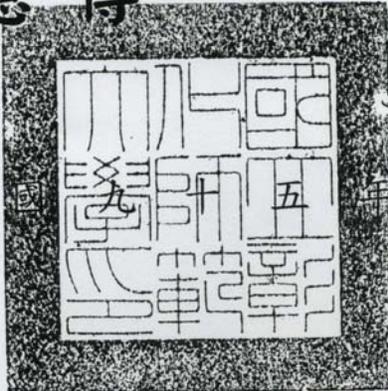


校長 張惠博

登錄ok

申
2/24

中華民國九十五年一月一日



核對者：何佩珊

碩士學位證書

(81) 碩字第
007200 號

陳國豐 係福建省福州市縣人

中華民國伍拾柒年陸月拾玖日生

在本校(院)控制工程研究所

(室)包組碩士班研究期滿經

碩士學位考試合格依學位授

予法之規定授予工學碩士

學位此證

國立交通大學校長



阮大年
林育平



中華民國八



月 日

核對者：



陸、經費配置

(一)經費總表

金額單位：新台幣元

經費項目	金額	佔總計畫經費%	備註
一、人事費	228,000	51.8	
二、業務費	120,200	27.3	
三、旅運費	40,000	9.1	
四、材料費	20,000	4.5	
五、管理費	31,800	7.3	
合計	440,000	100.0	

柒、執行成果及效益

一、執行進度與查核點

1. 計畫經費執行進度：

會計科目 \ 項目	預算數 (元)	本期 實付數	累計 實付數	預算餘額	備註
一、人事費	228,000	156,291	357,030	(129,030)	超支部分 由本中心 自行吸收
二、業務費	120,200	76,257	130,353	(10,153)	
三、旅運費	40,000	20,633	38,915	1,085	
四、材料費	20,000	10,000	17,277	2723	
五、管理費	31,800	7,064	31,800	0	
金額合計	440,000	270,245	575,375	-	

2. 查核點達成情形

2.1. 執行進度：

工作項目	工作比重	年 月 工作 進度(%)	99年												
			1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	
1. 國外10kW以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析	15	預定進度				----->									
		實際進度				—————>									
		查核點								1-1				1-2	
2. 戶外耐久性測試規劃	15	預定進度				----->									
		實際進度				—————>									
		查核點								2-1					
3. 10kW以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析	35	預定進度				----->									
		實際進度				—————>									
		查核點								3-1				3-2	
4. 測試風場之風能資料蒐集與分析	25	預定進度				----->									
		實際進度				—————>									
		查核點								4-1				4-2	
5. 產業測試服務2件	5	預定進度				----->									
		實際進度				—————>									
		查核點								5-1				5-2	
6. 期中/期末報告	5	預定進度								----->					
		實際進度								—————>					
		查核點									6-1			6-2	
合計	100	本期總進度				10	10	15	15	15	15	10	10		
		預定累計進度	20			45			35						

預訂進度 

 實際進度 

2.2.執行情形說明

編號	預定工作內容說明	查核點日期	執行情形	差異檢討
1-1	完成國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集	99.07	完成國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集，共蒐集 Whisper H40 / Bergey Excel-S60 / AOC 1550 等機型之耐久測試報告範例，以及美國 AWEA、英國 BWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard 標準各乙份。	依計畫進度執行，無差異。
1-2	完成國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料分析 完成 10kW 以下中小型風力機系統測試資料蒐集分析及戶外耐久性測試規劃報告乙份	99.11	完成國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料分析。 已於 11 月完成 10kW 以下中小型風力機系統測試資料蒐集分析及戶外耐久性測試規劃報告乙份。	依計畫進度執行，無差異。
2-1	完成 10kW 以下中小型風力機系統測試規劃	99.07	完成 10kW 以下中小型風力機系統測試規劃	依計畫進度執行，無差異。
3-1	完成 10kW 以下中小型風力機系統安裝及連線	99.07	已於 5 月底完成 1.2kW 水平軸小風機系統安裝及連線，並進行耐久性測試。	依計畫進度執行，無差異。
3-2	完成 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析 完成 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試報告乙份	99.11	已於 11 月完成 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析及戶外耐久性測試報告乙份。	依計畫進度執行，無差異。

4-1	完成風能資料蒐集設備安裝	99.07	完成風能資料蒐集設備安裝及連線	依計畫進度執行，無差異。
4-2	完成測試風場之風能資料蒐集與分析報告乙份	99.11	11月完成測試風場之風能資料蒐集與分析報告乙份	依計畫進度執行，無差異。
5-1	完成產業測試服務共1件	99.07	已完成產業測試服務2件	計畫進度執行超前。
5-2	完成產業測試服務共2件	99.11	已完成產業測試服務2件	計畫進度執行超前。
6-1	完成期中報告書	99.07	完成期中報告書	依計畫進度執行，無差異。
6-2	完成期末報告書	99.11	完成期末報告書	依計畫進度執行，無差異。

二、執行成果

本計畫執行成果，依工作項目分述於下：

- 國外10kW以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析
共蒐集 Whisper H40 / Bergey Excel-S60 / AOC
1550 等機型之耐久測試報告範例，以及美國 AWEA、英
國 BWEA 等機構所制訂之 Small Wind Turbine
Performance and Safety Standard 標準各乙份。

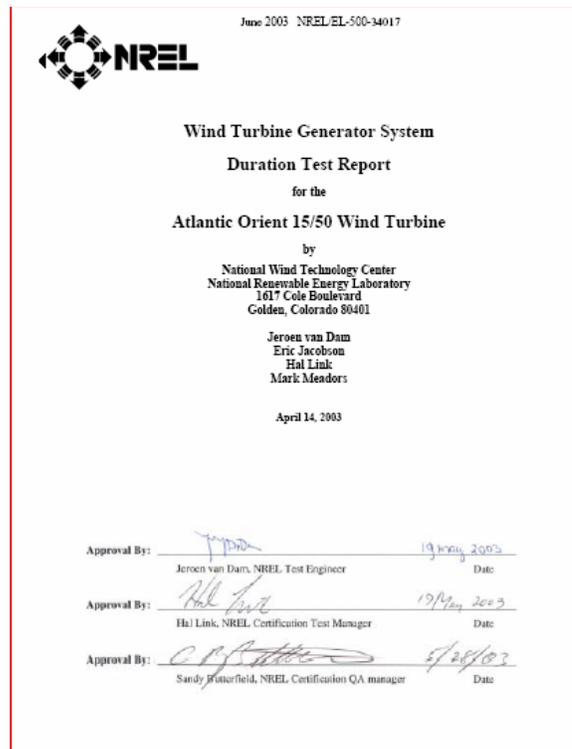


圖 7-1 美國 NREL 耐久測試報告範例

於AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard 中，耐久性測試大部分仍依據 IEC 61400-2 中 9.4 節執行，但仍有些部分修改，修改部分如下

- 5.2 Changes and additional clarifications to this standard include:
 - 5.2.1 The test must include at least 25 hours in wind speeds of 15 m/s (33.6 mph) and above.
 - 5.2.2 Minor repairs are allowed, but must be reported.
 - 5.2.3 If any major component such as blades, main shaft, generator, tower, controller, or inverter is replaced during the test, the test must be restarted.
 - 5.2.4 The turbine and tower shall be observed for any tower dynamics problems during the duration test and the test report shall include a statement of the presence or absence of any observable problems.
 - 5.2.5 The tower used for the duration test must comply with the tower design requirements described in section 4.5.

另於BWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard中，耐久性測試大部分仍依據BS EN 61400-2中9.4節執行，但仍有些部分修改，修改部分如下

- 5.2 The following are additions and clarifications to this standard, none of which shall be interpreted as a reduction in the requirements of this standard:
- 5.2.1 The test shall continue for 2500 hours of power production.
 - 5.2.2 The test must include at least 25 hours in wind speeds of 15 m/s (33.6 mph) and above.
 - 5.2.3 Downtime and availability shall be reported and an availability of 90% is required.
 - 5.2.4 Minor repairs are allowed, but must be reported.
 - 5.2.5 If any major component such as blades, main shaft, generator, tower, controller, or inverter is replaced during the test, the test must be restarted.
 - 5.2.6 The turbine and tower shall be observed for any tower dynamics problems during the duration test and the test report shall include a statement of the presence or absence of any observable problems.

AWEA Standard 與 IEC 61400-2 之差異比較如下圖所示：

Type Certification to IEC	SWCC Certification to AWEA
<p>Required</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Full Design Evaluation including <ul style="list-style-type: none"> • Structural Analysis • Static Blade Test • Design Basis Evaluation • Test for Design Data • and plenty more... <input type="checkbox"/> Manufacturing Evaluation <input type="checkbox"/> Power Performance <input type="checkbox"/> Safety and Function <input type="checkbox"/> Duration <p>Optional</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Acoustic Noise <input type="checkbox"/> Power Quality <input type="checkbox"/> Foundation Design Evaluation 	<p>Required</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Limited Design Evaluation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Structural Analysis ▪ Tower dynamics analysis (single/dual speed turbines) ▪ Tower design requirements <input type="checkbox"/> Power Performance <input type="checkbox"/> Safety and Function <input type="checkbox"/> Duration <input type="checkbox"/> Acoustic Noise



IEC 61400-2: 2006 與 BWEA 及 AWEA 標準之產品驗證要求，主要差異點說明如下：

1. 設計評估：

IEC 61400-2 要求必須執行完整之設計評估，包括結構設計、各種負載(load)效應評估、塔架設計分析、靜態葉片測試、極限受力情況分析等，而 BWEA 與 AWEA 標準之要求較為單純，其僅就 IEC 61400-2 標準中某些較重要之部份，如結構設計、塔架設計分析等，要求必須依據實施設計評估。

2. 製造評估：

IEC 61400-2 要求必須執行製造評估，BWEA 與 AWEA 標準則沒要求要執行製造評估。

3. 噪音量測：

依照 IEC 61400-2 標準要求噪音量測為選擇性(OPTION)之測試項目，而 BWEA 與 AWEA 標準中噪音量測為強制性之測試項目，而量測方法上 IEC 標準與 BWEA/AWEA 標準亦有差異，IEC 標準量測噪音之風速由功率性能量測之功率推估得到，BWEA 與 AWEA 標準則採用實測值。另外 IEC 標準噪音量測必須執行音調(TONALITY)量測，而 BWEA 與 AWEA 標準則省略此項測試要求。

BWEA Standard 與 AWEA Standard 之差異比較如下圖所示：

MCS Certification to BWEA	SWCC Certification to AWEA
<p>Required</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Limited Design Evaluation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Structural Analysis ▪ Tower dynamics analysis (single/dual speed turbines) ▪ Tower design requirements <input type="checkbox"/> Power Performance <input type="checkbox"/> Safety and Function <input type="checkbox"/> Duration <input type="checkbox"/> Acoustic Noise (reporting differs) <input type="checkbox"/> Factory Production Control 	<p>Required</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="checkbox"/> Limited Design Evaluation <ul style="list-style-type: none"> ▪ Structural Analysis ▪ Tower dynamics analysis (single/dual speed turbines) ▪ Tower design requirements <input type="checkbox"/> Power Performance <input type="checkbox"/> Safety and Function <input type="checkbox"/> Duration <input type="checkbox"/> Acoustic Noise (reporting differs)



BWEA 及 AWEA 標準之產品驗證要求，主要差異係 BWEA 標準中增列工廠製造控制。

➤ 戶外耐久性測試規劃

- 測試設備、待測風力機及測試環境

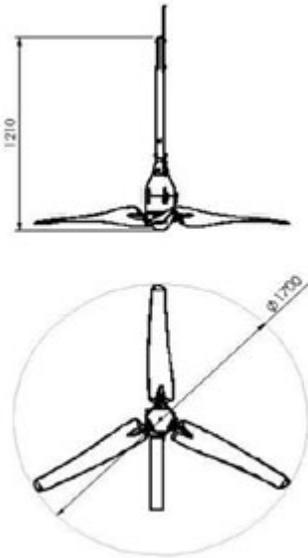
1. 測試設備

設備名稱	廠牌/型號	
風速計 (Wind speed transmitter)	THIES CLIMA / P6100H	
風向計 (Wind direction transmitter)	THIES CLIMA / P6210H	
溫溼度及大氣壓力計 (Temperature / Humidity / Air pressure transmitter)	MC/P6312	
電力計 (Power meter)	Archmeter / PA3000	
數據擷取及儲存	WT-30KW	

2. 待測風力機

1.2kW 小風機規格

Outer dimensions :



Wind turbine type	Horizontal axis, up-wind
Rotor diameter	2,300mm
Weight	27kg
Blade numbers	3
Blade material	FRP
Body material	Aluminum Alloy
Generator	Synchronous-type, three phase permanent magnet generator
Yaw control	Free(360 degrees)
Start-up wind speed	2.5m/s
Rated power	1200W(12m/s)
Rated rotor speed	480RPM
Output voltage	48V(DC)
Control system	Auto safety control
Braking system	Electronic stall regulation
Survival wind speed	60m/s

本次測試採用 1.2kW 三葉水平式研發機種，葉片採用高速型設計，設計預估 9m/s 風速時可以達到 900W 發電量，額定功率 1.2kW 約在 12m/s 風速達到，塔架採用折疊式設計，以方便風力機拆裝，不需動用吊車。塔架高度 9m。

本風力機功率輸出系統採用四顆鉛酸電池串接而成 battery bank，配備有一組功率控制器及一個負載箱。由於電池並未連結消耗功率的裝置，所以負載箱必須負責在無風能時把充滿電的電池電力消耗掉，以免風力機在強風時空轉造成損壞。



圖 7-2 1.2kW 測試小風機(前)



圖 7-3 1.2kW 測試小風機(左一)

3. 測試環境

測試地點位於台南七股「中小型風力機系統測試平台」，當地平時平均風速最高為 16 m/s，瞬間最大風速最高為 18 m/s，颱風季節瞬間最大風速最高為 22m/s。

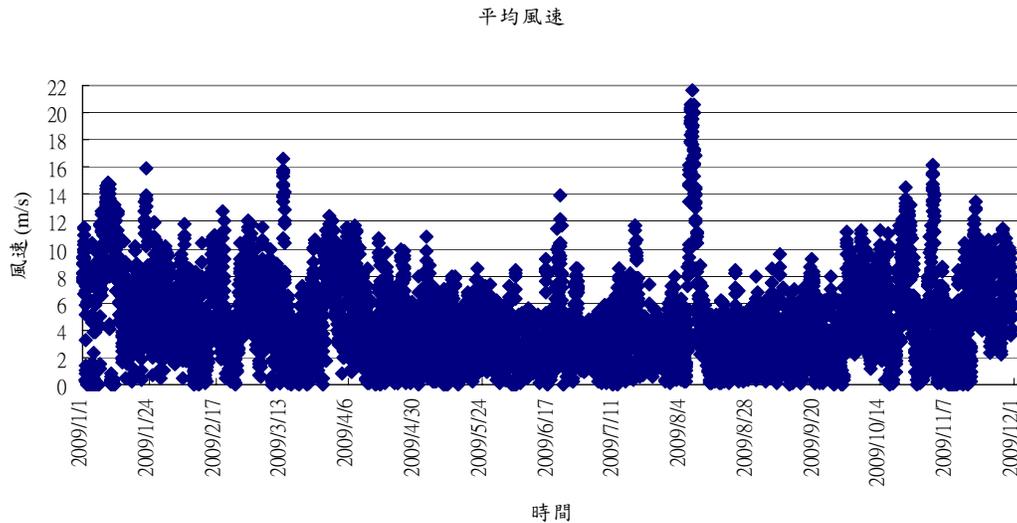


圖 7-4 七股地區風速圖

4. 測試方法及內容規劃

4.1. 測試目的和要求：

建立風力機耐久測試標準作業程序及記錄：

- 結構完整性與材料退化情形(腐蝕、裂痕、變形等)；
- 風力機的環保品質；以及
- 風力機的動態行為。

4.2. 依據文件：

4.2.1 IEC61400-2 風力發電機組第 2 部份:小型風力發電機安全要求

4.2.2 IEC61400-12-1 風力發電機組第 12 部分：風力發電機功率特性試驗

4.2.3 相關 CNS 國家標準

4.3.操作程序及方法：

4.3.1 通過標準

- 測試期間運轉的可靠性；
- 至少 6 個月的運轉；
- 在各種風速之下至少進行 2,500 小時的發電運轉；
- 在 1.2 倍 V_{ave} 以上風速下至少 250 小時的發電運轉；以

及

- 在 1.8 倍 V_{ave} 以上風速下至少 25 小時的發電運轉。

4.3.2 運轉可靠度

運轉可靠性表示：

- 至少 90%的運轉時間分位數；
- 風力機本身或機系統中的組件沒有重大破壞；
- 風力機系統組件沒有明顯磨損、腐蝕或損壞；以及
- 在可比較的風速下所產生的電力並無退化現象。

4.3.3 測試程序

- (1) 風速是在至少 1Hz 取樣速率下所紀錄之 10 分鐘平均樣本
測試報告應說明測試期間之 15m/s 時之平均紊流密度與
最高瞬間風速。
- (2) 發電運轉意指風力機正在產生正向電力，而這項電力可
在與電力負載之接點處以電力轉換器測得。
- (3) 耐久測試期間風力機的行為應儘可能模擬正常的風力機

使用狀況，例如在電池充電系統中，電池的電壓水準應改變以反映電池組的充電與放電。

- (4) 小型風力機製造商通常會相同的風力機作不同的配置。在這種情況下，如果可以用計算與短期測試證明每隔一個塔架的動態與靜態行為不會導致超過系統設計極限的結果時，則可不需要對每一個塔架進行耐久測試。
- (5) 除進行排定之維修或檢查以外，如果風力機在測試期間進行過任何修改，則測試機構應確定這種修改是否已造成重大破壞或明顯的設計變更。測試報告中應註明測試機構的判斷。風力機系統的重大破壞包括會影響風力機安全性與功能之任何系統組件的破壞，包括葉片、充電控制器、交流發電機、轉向軸承或換流器。
- (6) 明顯磨損意指外插到風力機壽命上之任何會造成無法接受之強度或間隙損失的磨損情形。測試完成時應進行風力機系統的詳細檢查以評估組件的磨損、腐蝕與損壞。

4.4.3.1 運轉時間分位數

為此測試之故，運轉時間分位數之定義為在任何一段測試期間內，以風力機展現其正常設計行為之時間與測試時間之比例所呈現之性能評量，單位為%。正常設計行為包括以下項目(可行時)：

- 風力機發電中；
- 在低風速切入與高風速切出時因風速變換而產生之自動啟動與關機；

— 在風速低於 V_{in} 或高於 V_{out} 時之情轉或停機狀態；
以及

— 風力機正常關機(並非故障所造成)到重新啟動之間的時間(例如煞車冷卻循環與尖端煞車回復等)。

運轉時間分數 O 可由下式求得：

$$O = \frac{T_T - T_N - T_U - T_E}{T_T - T_U - T_E} \times 100 \%$$

其中

T_T 是考量中的總時間；

T_N 是風力機不在運轉狀態下的時間；

T_U 是風力機狀態不明的時間；以及

T_E 是排除在分析以外的時間。

請注意風力機狀態不明的時間或是排除在分析以外的時間均不得作為有利或不利於運轉時間分數的用途。

以下這些狀況應視為風力機故障，且應視為 T_N 的一部分：

- 由風力機控制器所顯示，並且使得風力機無法運轉之任何風力機故障狀況；
- 任何因已顯示之故障而由風力機控制器所指示之自動關機；
- 通常為例行保養或已察覺之故障而使得風力機無法運轉之人工切換的暫停、停止或測試模式；
- 根據製造商建議而進行之風力機檢查；以及
- 因拆除下垂纜繩包裝所需的停機時間。

以下狀況應視為風力機狀態不明的時間(亦即上式的 T_U)：

- 測試機構之資料獲取系統的故障或維修；以及
- 風力機狀況紀錄遺失或無法解讀。

以下狀況應排除在分析以外，且應視為 T_E 的一部分：

- 被視為測試之一部分的風力機檢查作業，但非製造商所建議者(例如資料獲取系統的檢查)；
- 為例行保養或已察覺之故障以外之原因而使得風力機無法運轉之人工切換的暫停、停止或測試模式；
- 電網、電池系統、變頻器或受測風力機系統以外之組件的故障(請見以下)。若這些組件被視為系統之一部份時，則該項時間應計入 T_N 內；以及
- 因風力機控制系統感應到超出設計外部條件以外之外部條件而造成之發電量降低或中止。

如果在以上任何一種狀況期間出現機故障時，而且是在正常外部條件之下所造成者，則該項時間應計入 T_N 內。

耐久測試報告應清楚說明哪一些組件被視為風力機系統的一部分以及哪一些組件被視為風力機系統以外的部分。這項說明應考慮：

- 風力機與地面之間的機械介面；
- 風力機與負載之間的電力介面；以及
- 風力機與局部以及/或者遠端控制裝置之間的控制介

面。

若發生無法判定所出現之狀況屬於機故障或外部條件之情

況時，則測試計劃應定義這一類狀況應屬於哪一種類別。

以下是這種狀況的一些範例：

- 尖端煞車或捲曲系統意外啟動；以及
- 因電壓暫態所導致之控制器混淆。

測試報告應敘述在耐用性測試期間進行機運轉狀態確定與

紀錄所需之儀器與資料記錄配置。

➤ 10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析

本次耐久測試時間從 6/1 日下午 13:29 開始，以每秒一筆，每 1 分鐘平均一次紀錄，一直到 9/19 日下午 10:10 凡那比颱風由於風力機葉片斷裂，資料停止。事實上由功率記錄推測，該風機在 9/19 日上午 8 點左右，葉片即已破壞。此期間測試風速分佈資料如下：

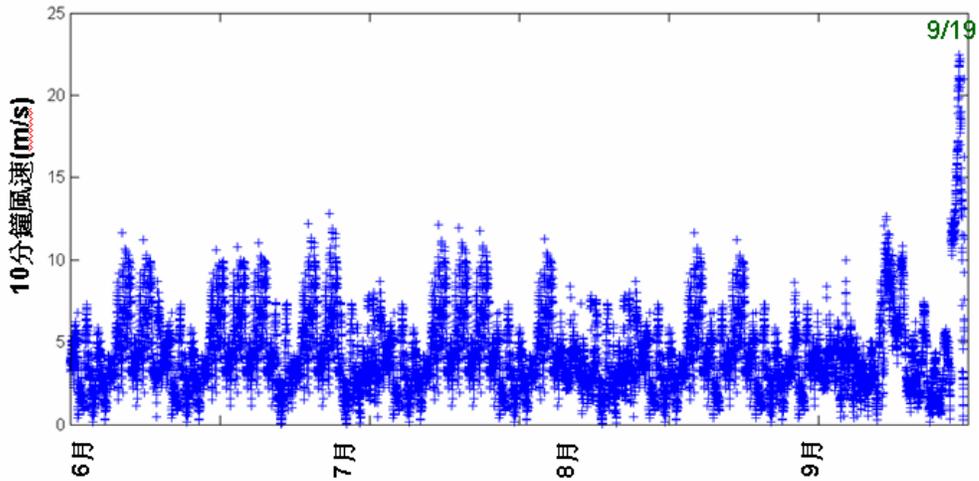


圖 7-5 測試風速分佈圖

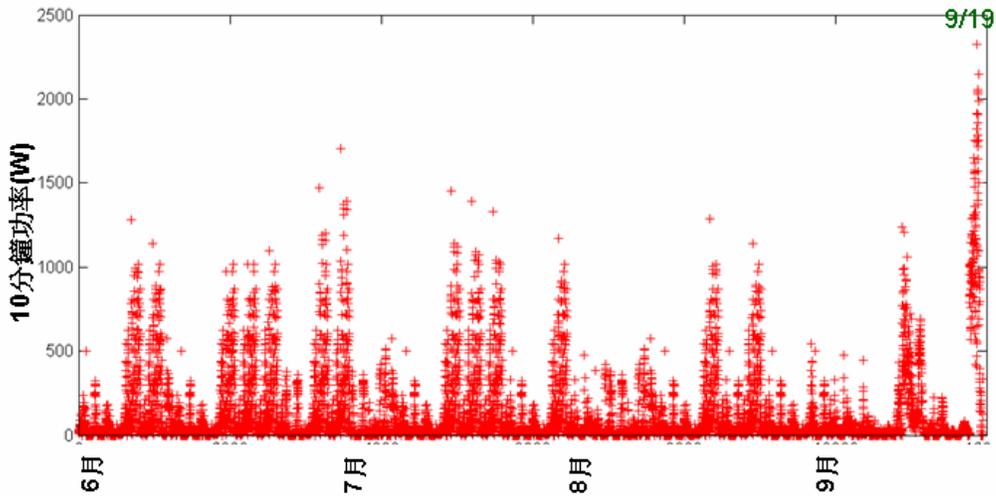


圖 7-6 風力機測試功率分佈圖

凡那比風災過後，經廠商工程師檢查發現僅有葉片破壞，風

力機其餘部分完整，因此於 10/18 日 12:05 更換新的葉片後繼續測試，直到 11/3 日 24:12。此第二階段資料如下：

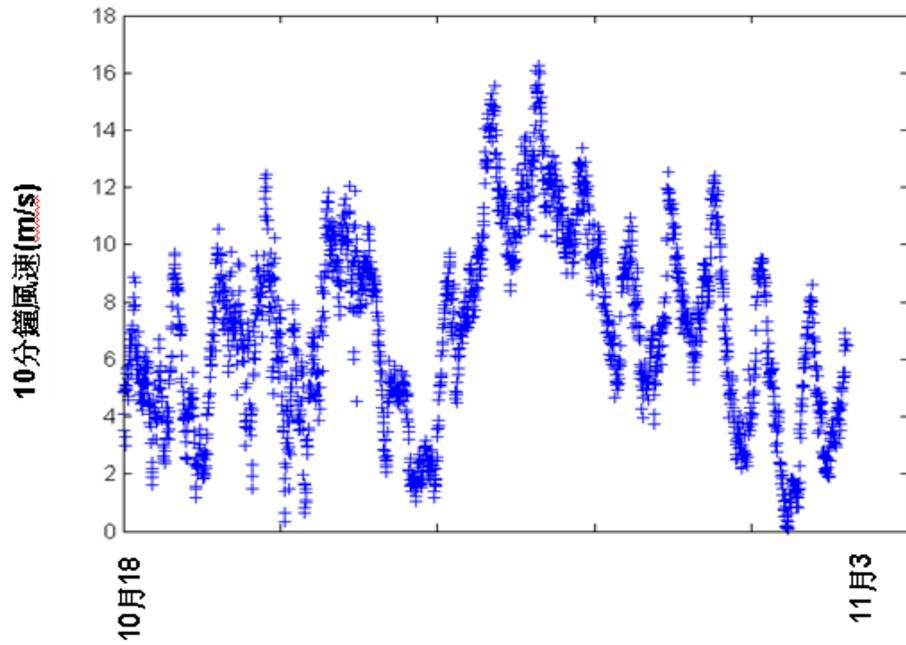


圖 7-7 測試風速分佈圖

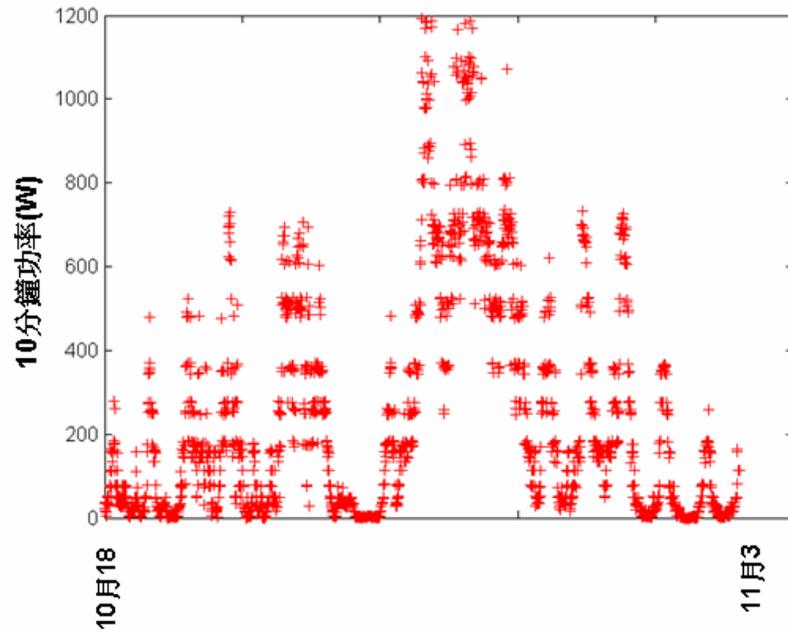


圖 7-8 風力機測試功率分佈圖

● 運轉時間分位數分析

每月統計資料如下：

表 7-1 運轉時間分位數(稼動率)統計

月份	風速(m/s)時數			狀態時數				稼動率 (%)
	0 ~ 15	10	15	T _T	T _U	T _E	T _N	
6	595	7	0	720	0	118	0	100
7	553	5	0	744	0	186	0	100
8	566	2	0	744	0	176	0	100
9	232	23	10	452	14	197	0	100
6~9 合計	1946	37	10	2660	14	677	0	~
10	309	72	16	397	0	0	0	100
6~10 合計	2255	109	26	3057	~	~	~	~

其中 T_E 時數主要為測試系統本身維護時間，軟體平台設定、資料庫儲存間隔，以及記錄檔不明原因的中斷。由於維護期間資料紀錄停止，但是風力機仍然持續運轉，所以不計入稼動率計算。

由於測試時間不長，所以總耐久測試時間並未滿足 2500 小時標準，10m/s 資料量也未達 250 小時。該風力機於 9/19 凡那比颱風來時因強風，葉片及尾舵斷裂，中止第一階段測試，更新葉片後，第二階段原則必須重新計算時數。

- 風力機功率性能分析

功率性能分析目的在於比較同一風力機在測試不同階段時，功率性能表現的差異。檢查是否會因為操作或氣候環境造成發電功率的衰減。分別取出各月份 6m/s、8m/s、10m/s 風速下的 10 分鐘平均功率作比較。其中 6m/s 風速意味 5.75~6.25m/s 的平均 10 分鐘風速分布範圍，8m/s 風速意味 7.75~8.25m/s 的平均 10 分鐘風速分布範圍，10m/s 風速意味 9.75~10.25m/s 的平均 10 分鐘風速分布範圍。

各月份不同風速的功率性能分析如下：

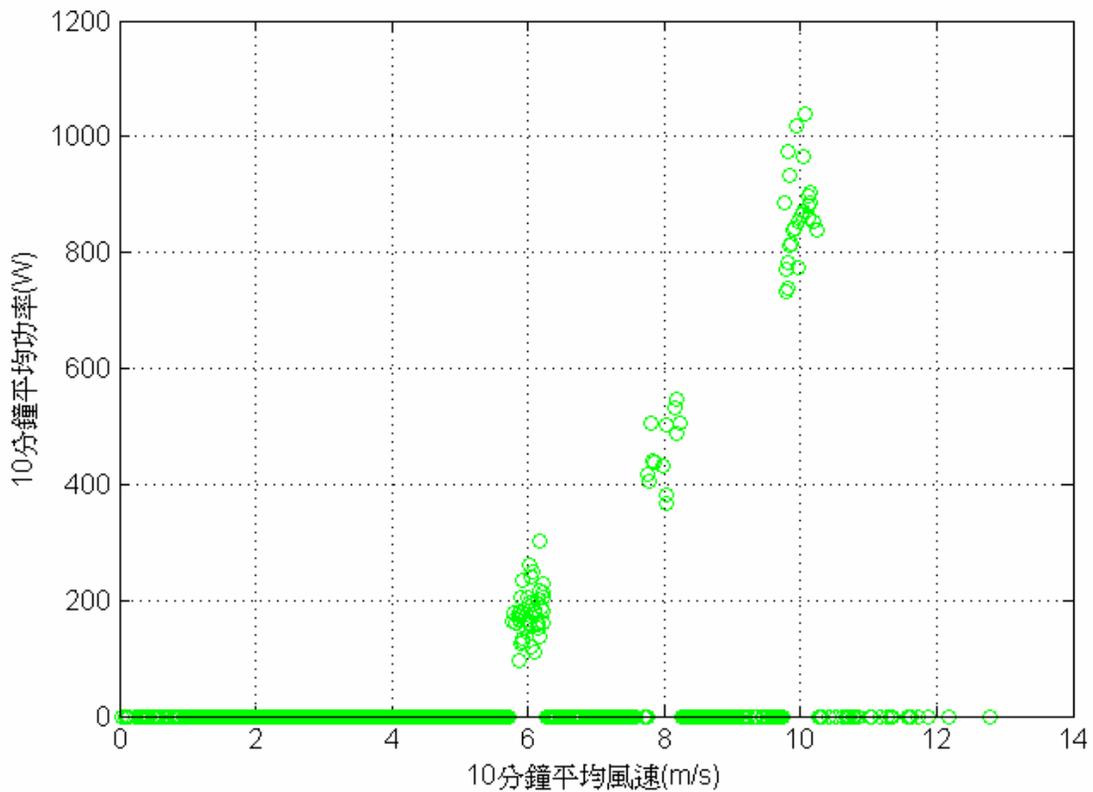


圖 7-9 6 月份風力機功率性能圖(第一階段)

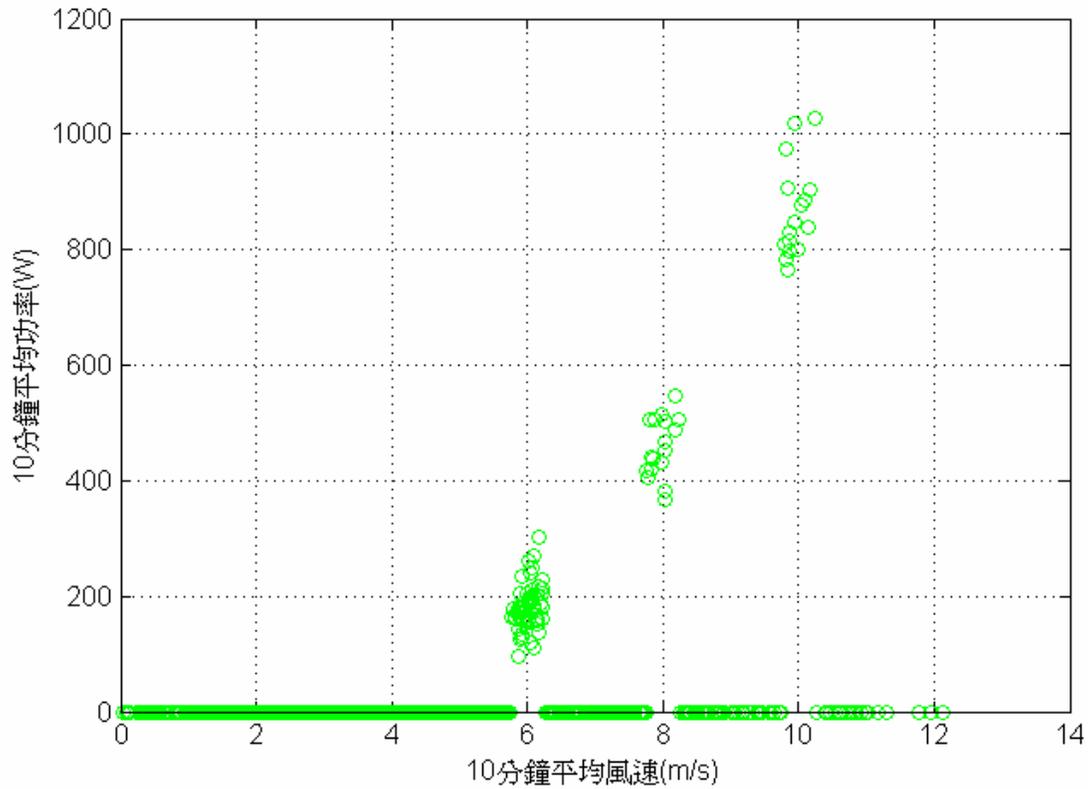


圖 7-10 7 月份風力機功率性能圖(第一階段)

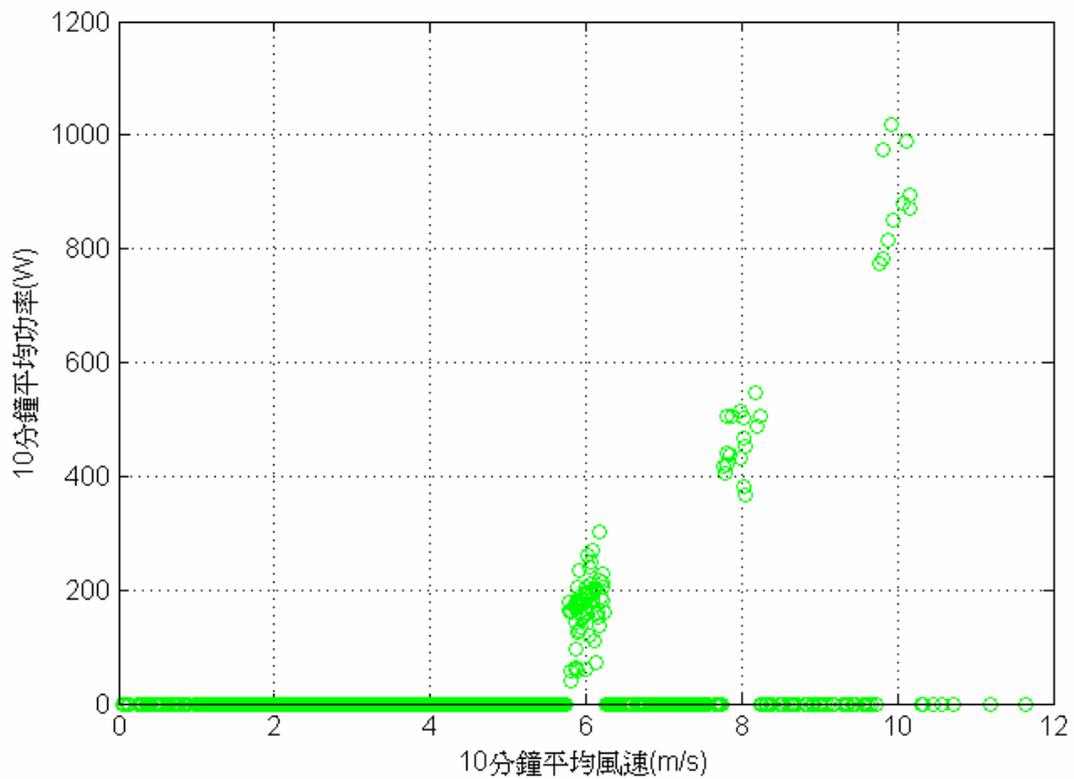


圖 1-11 8 月份風力機功率性能圖(第一階段)

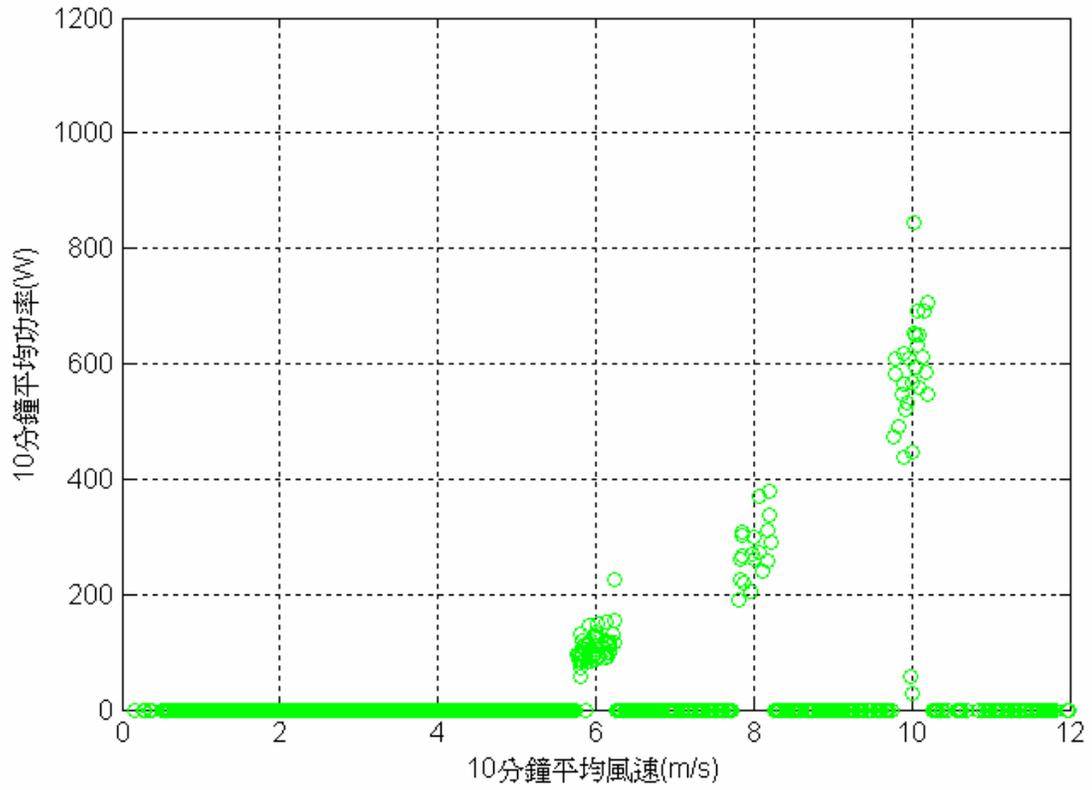


圖 7-12 9 月份風力機功率性能圖(第一階段)

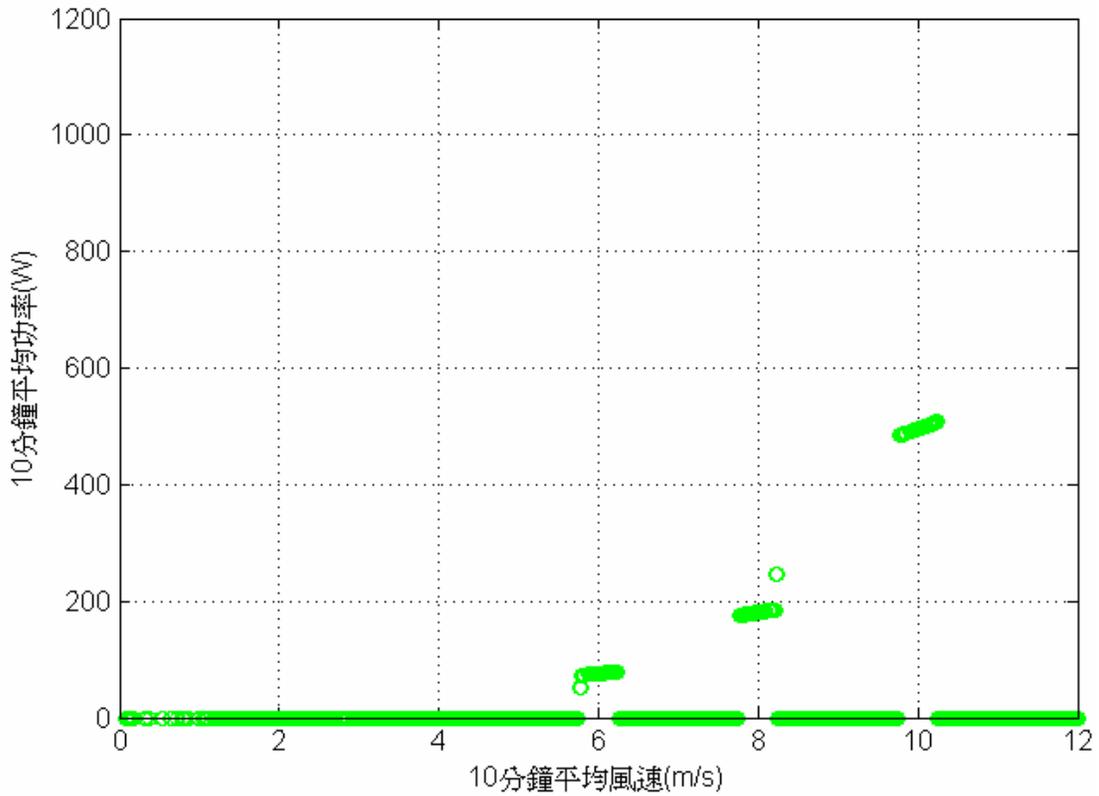


圖 7-13 10 月份風力機功率性能圖(第二階段)

在 9 月份葉片斷裂前的性能圖中，風力機輸出在各個風速已經大幅下降，目前推測該風力機內部機構應該有所破壞。10 月份更換葉片後顯示性能仍未提升，已建議廠商做全面檢修。



圖 7-14 09/19 日凡那比颱風來襲時，葉片及尾舵斷裂情形



圖 7-15 09/19 日凡那比颱風來襲時，塔架彎曲 5 度情形

- 完成 10kW 以下中小型風力機系統、風能資料蒐集設備安裝/連線
 已完成耐久測試用 1.2kW 水平軸小風機系統安裝及連線，以
 及風能資料蒐集設備安裝及連線，如下圖所示。



圖 7-16 風力機、風能資料蒐集設備擺放位置圖

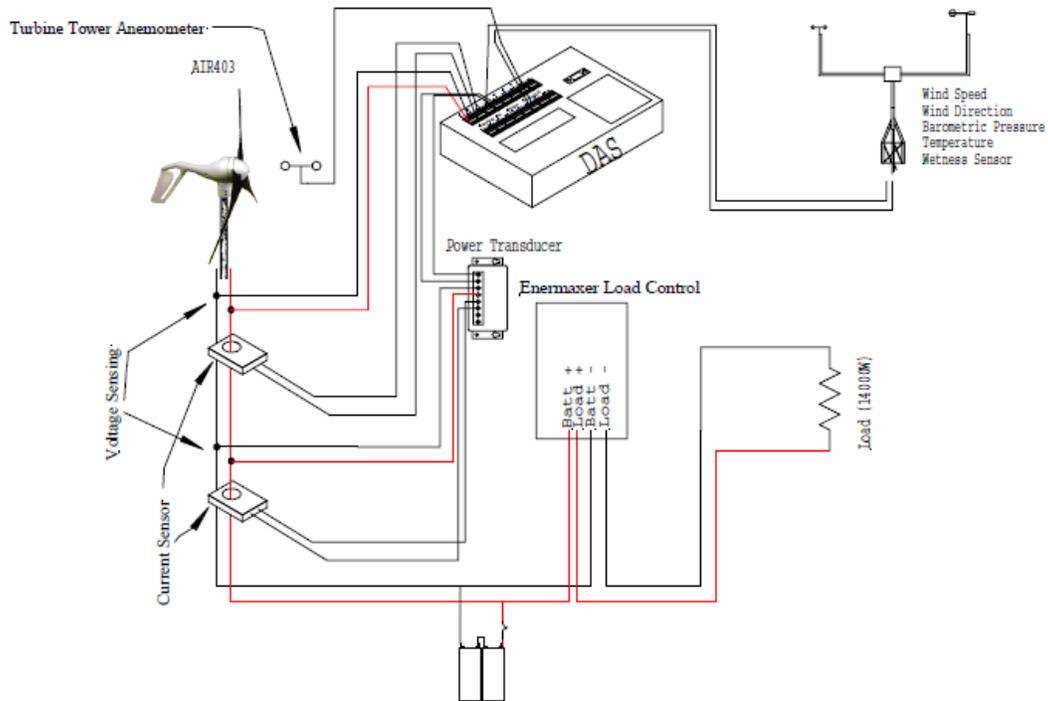


圖 7-17 風能資料蒐集設備連線圖

➤ 測試風場之風能資料蒐集與分析

本計畫係運用現有風速計及風向計進行風場之風能資料蒐集與分析，本次測試風場之風能測試時間從 03/25 日下午 16:16 開始，以每秒一筆，每 10 分鐘平均一次紀錄，一直到 9/21 日上午 10:00，凡那比颱風過為止之資料顯示如下：

平均風速

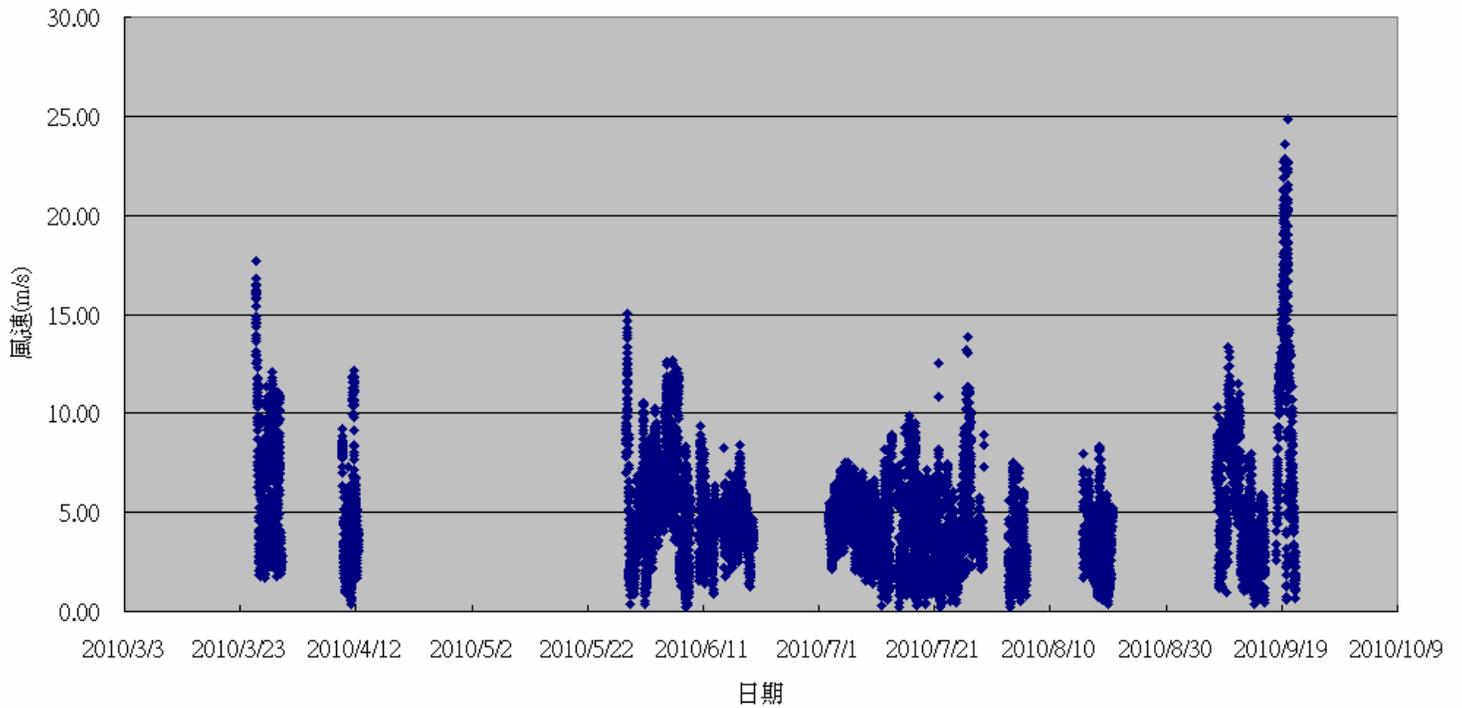


圖 7-18 測試風場風速分佈圖

平均大氣壓力

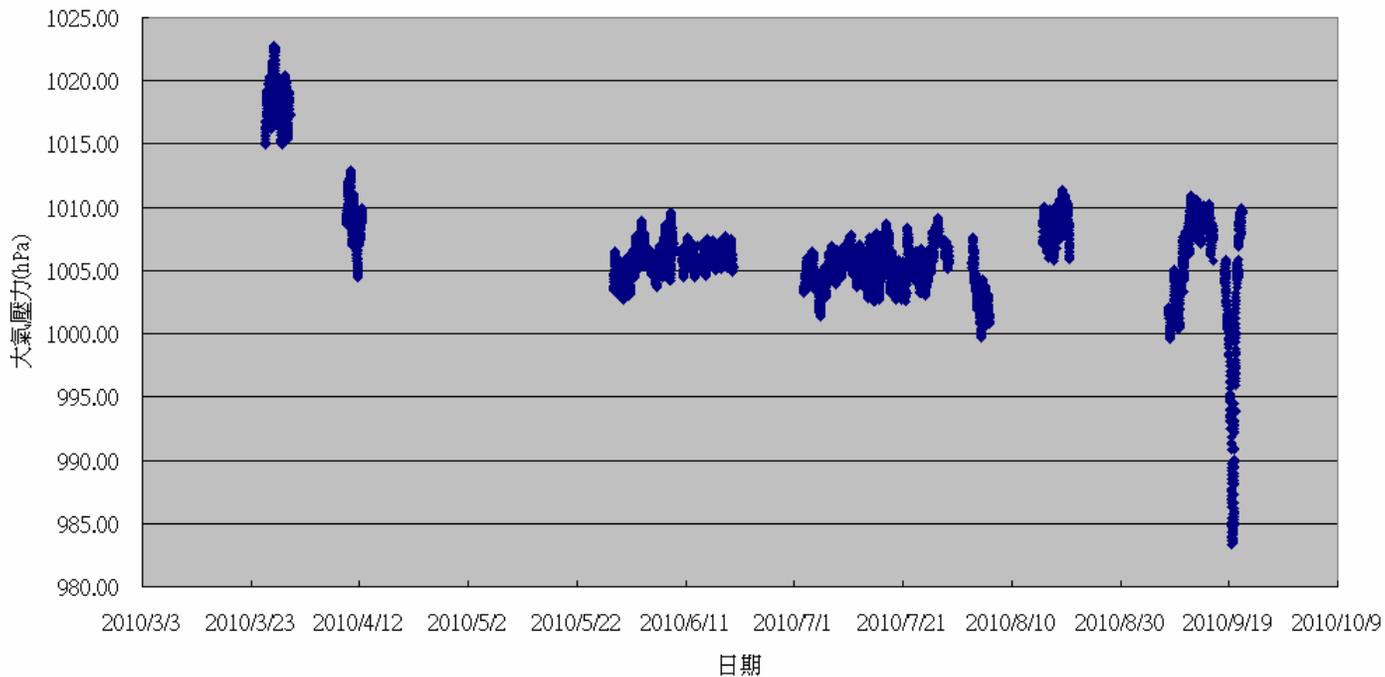


圖 7-19 測試風場大氣壓力分佈圖

平均溫度

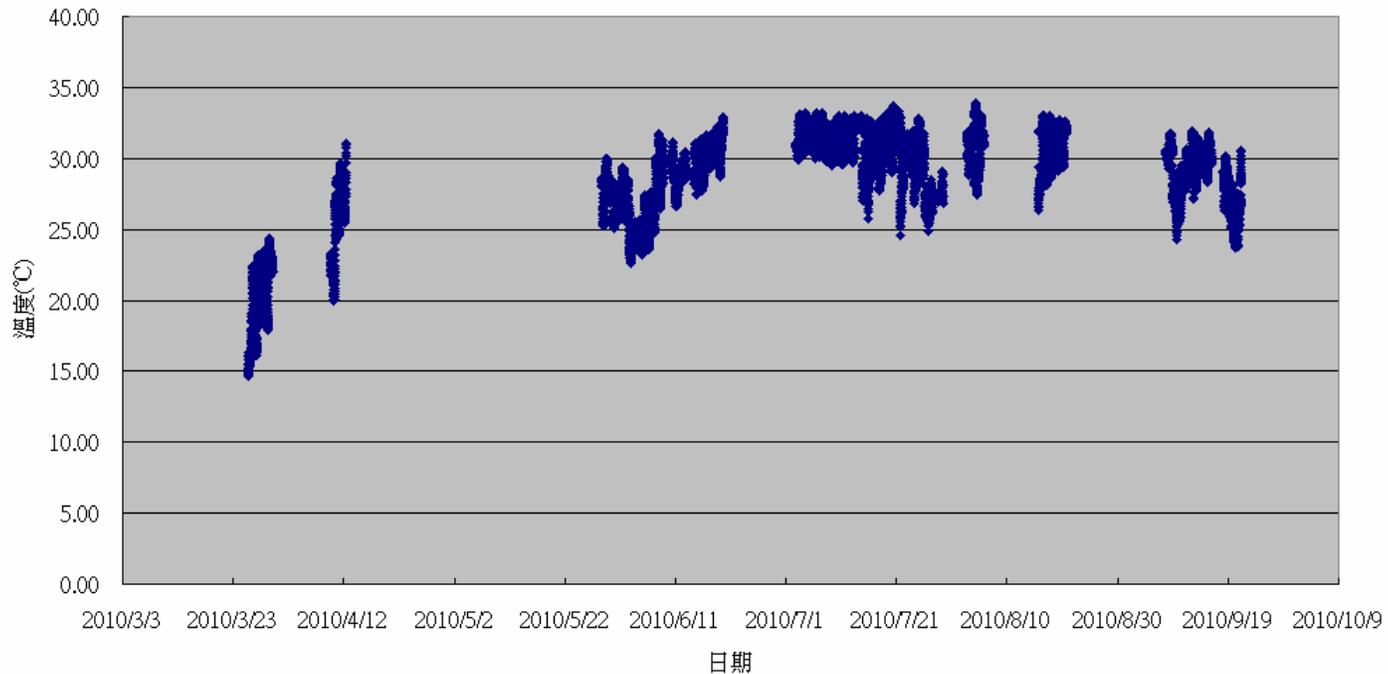


圖 7-20 測試風場溫度分佈圖

平均濕度

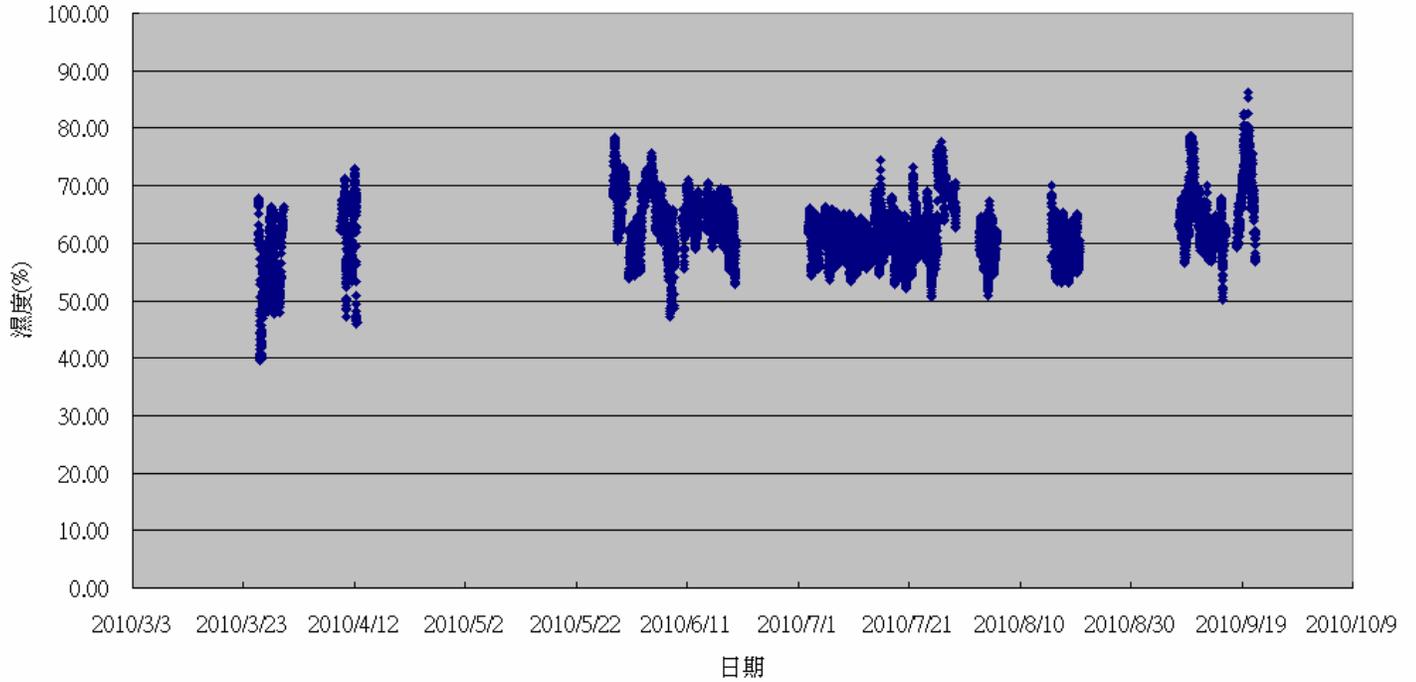


圖 7-21 測試風場溼度分佈圖

2010/03/25-26 日，上午 16:16 ~ 03/26 日 下午 12:56 測試風場量測範例如下：

項次	紀錄時間	平均風速(m/s)	平均大氣壓力 hPa	平均溫度值 °C	平均溼度值 %RH	最大風速	最小風速
2127	2010/3/25 4:16 PM	16.03	1014.92	16.28	66.64	21.04	6.08
2128	2010/3/25 4:26 PM	16.13	1015.17	16.05	66.95	21.09	6.09
2129	2010/3/25 4:36 PM	14.76	1015.34	16.15	66.41	20.67	9.51
2130	2010/3/25 4:46 PM	14.40	1015.65	15.97	66.48	19.45	5.97
2131	2010/3/25 4:56 PM	16.45	1015.76	15.82	66.48	21.94	5.81
2132	2010/3/25 5:06 PM	16.48	1015.97	15.50	67.28	21.96	11.30
2133	2010/3/25 5:16 PM	16.21	1016.16	15.42	67.93	21.69	5.63
2134	2010/3/25 5:26 PM	16.81	1016.32	15.28	67.60	22.70	11.44
2135	2010/3/25 5:36 PM	14.34	1016.35	15.49	67.03	21.11	5.74
2136	2010/3/25 5:46 PM	17.69	1016.23	15.23	65.03	23.79	6.23
2137	2010/3/25 5:56 PM	16.78	1016.37	15.10	63.24	22.54	12.20
2138	2010/3/25 6:06 PM	16.07	1016.43	15.14	61.83	20.66	7.14
2139	2010/3/25 6:16 PM	15.88	1016.67	15.06	61.49	21.93	6.96

2140	2010/3/25 6:26 PM	14.92	1016.81	15.03	61.71	22.06	7.01
2141	2010/3/25 6:36 PM	15.76	1016.95	14.89	60.57	20.69	6.94
2142	2010/3/25 6:46 PM	14.57	1017.10	15.06	59.76	19.54	7.50
2143	2010/3/25 6:56 PM	15.39	1017.22	14.91	59.69	21.33	11.20
2144	2010/3/25 7:06 PM	13.63	1017.37	14.93	60.54	18.62	7.51
2145	2010/3/25 7:16 PM	14.75	1017.43	14.90	60.70	20.82	9.52
2146	2010/3/25 7:26 PM	14.39	1017.64	14.83	61.52	19.54	7.24
2147	2010/3/25 7:36 PM	14.54	1017.84	14.71	62.25	20.32	8.17
2148	2010/3/25 7:46 PM	13.92	1018.15	14.68	62.16	18.50	6.68
2149	2010/3/25 7:56 PM	12.93	1018.40	14.80	61.16	17.95	8.30
2150	2010/3/25 8:06 PM	13.77	1018.52	14.84	60.12	17.44	6.36
2151	2010/3/25 8:16 PM	13.14	1018.66	14.92	60.29	16.94	8.47
2152	2010/3/25 8:26 PM	12.50	1018.74	15.06	60.27	16.72	6.24
2153	2010/3/25 8:36 PM	12.98	1018.75	15.19	60.04	17.21	8.53
2154	2010/3/25 8:46 PM	11.81	1018.93	15.34	60.00	16.11	6.30
2155	2010/3/25 8:56 PM	10.62	1019.20	15.47	58.92	14.83	7.30
2156	2010/3/25 9:06 PM	11.08	1019.27	15.53	57.20	14.92	8.46
2157	2010/3/25 9:16 PM	11.18	1019.15	15.63	55.90	15.02	6.46
2158	2010/3/25 9:26 PM	11.25	1019.04	15.75	53.63	15.92	6.83
2159	2010/3/25 9:36 PM	10.65	1018.92	15.85	52.71	14.97	6.49
2160	2010/3/25 9:46 PM	10.85	1018.66	16.02	50.59	14.78	7.00
2161	2010/3/25 9:56 PM	12.65	1018.54	16.03	48.42	18.09	8.60
2162	2010/3/25 10:06 PM	12.28	1018.73	15.87	47.89	16.85	6.65
2163	2010/3/25 10:16 PM	11.69	1018.97	15.74	47.82	17.22	6.64
2164	2010/3/25 10:26 PM	11.49	1019.04	15.80	47.32	16.06	7.61
2165	2010/3/25 10:36 PM	11.43	1019.07	15.83	46.51	15.58	6.54
2166	2010/3/25 10:46 PM	10.48	1019.14	15.88	45.65	15.15	6.50
2167	2010/3/25 10:56 PM	10.29	1018.99	16.01	44.57	14.32	6.28
2168	2010/3/25 11:06 PM	10.70	1018.85	16.07	44.26	13.96	7.42
2169	2010/3/25 11:16 PM	9.83	1018.67	16.16	43.20	13.35	6.13
2170	2010/3/25 11:26 PM	10.30	1018.54	16.14	42.15	15.58	6.71
2171	2010/3/25 11:36 PM	9.79	1018.56	16.09	41.64	13.54	6.03
2172	2010/3/25 11:46 PM	11.07	1018.38	16.11	40.44	15.95	7.78
2173	2010/3/25 11:56 PM	11.46	1018.46	15.94	40.71	15.07	6.24
2174	2010/3/26 12:06 AM	11.79	1018.34	15.86	40.59	16.14	7.60
2175	2010/3/26 12:16 AM	10.93	1018.21	15.95	40.78	14.53	6.32
2176	2010/3/26 12:26 AM	10.53	1018.07	15.95	40.18	15.21	6.47
2177	2010/3/26 12:36 AM	9.62	1018.14	16.02	40.49	12.37	6.40
2178	2010/3/26 12:46 AM	9.70	1018.09	15.99	39.69	13.21	5.93
2179	2010/3/26 12:56 AM	9.42	1017.92	16.04	39.61	13.33	6.06

➤ 產業測試服務 2 件達成情形說明

單位:仟元

項次	提供之技術	技術服務之計畫或技術名稱	服務金額	技術服務之計畫或技術產生之效益概述	備註
1	風力機功率性能測試技術	風力機測試計畫	180	進行恒耀公司風力機功率性能測試，測試結果回饋設計端，進而產製符合國內環境與國際標準之產品	
2	發電機測試技術	風力機之發電機測試	24	協助業者進行上銀公司風力機之發電機性能測試，測試結果回饋設計端，進而產製符合國內環境與國際標準之產品	

➤ 國際交流與研討會

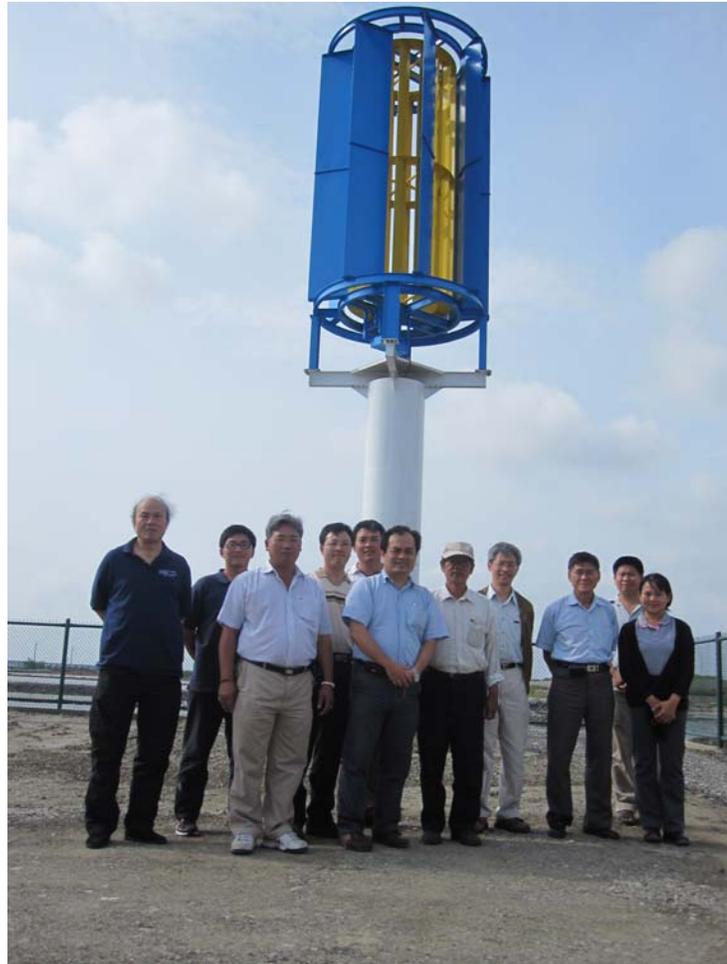
1. 兩岸風力機產業交流會議

本交流會議係於 7 月 27 日至 7 月 29 日於中國大陸舉辦，本中心發表內容為”兩岸風力發電產業共同標準與檢測驗證體系之建立”演說一篇。



2. 規劃及執行中小型風力機檢測驗證技術介紹課程

本課程係於7月22日至7月23日於台南七股風力機實驗室舉辦，內容為中小型風力機與風光互補系統之設計開發與檢測驗證技術介紹。



三、 執行成果表

1. 本計畫預定產出及實際產出成果如下表所示：

項目	預定產出	實際產出
研究團隊養成	1組	1組
測試/執行/期中/成果報告	共5份	5份
產業測試服務	2件	2件

除期中及期末成果外，另完成下列報告：

1. 10kW以下中小型風力機系統測試資料蒐集分析及戶外耐久性測試
規畫報告
2. 10kW以下中小型風力機系統戶外耐久性測試報告
3. 測試風場之風能資料蒐集與分析報告

2. 額外貢獻

- (一) 可協助業者瞭解中小型風力機系統戶外耐久性測試技術，進而產製符合國內環境與國際標準之產品。
- (二) 協助業者檢測風力發電系統相關產品，促進風力發電產業發展，並為民眾安全把關，提供後續標準檢驗局將風力發電系統及零組件相關產品列入檢測驗證制度之參考。

四、主要成就與量化成果

表 4-1 科技計畫之績效指標

計畫類別 績效指標	1	2	3	4	5	6	7	8	9	99
	學術 研究	創新 前瞻	技術 發展 (開發)	系統 發展 (開發)	政策、法 規、制 度、規 範、系統 之規劃 (制訂)	研發 環境 建構 (改善)	人才 培育 (訓練)	研究 計畫 管理	研究 調查	其他
A 論文										
B 研究團隊養成						1				
C 博碩士培育										
D 研究報告										
E 辦理學術活動										
F 形成教材						1				
G 專利										
H 技術報告						3				
I 技術活動										
J 技術移轉										
S 技術服務						2				
K 規範/標準制訂										
L 促成廠商或產業團體投資										
M 創新產業或模式建立										
N 協助提升我國產業全球地位或產業競爭力						○				
O 共通/檢測技術服務						○				
T 促成與學界或產業團體合作研究						○				
U 促成智財權資金融通										

表 4-2 計畫評估之項目初級產出、效益及重大突破

計畫初級產出

	績效指標	初級產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	B 研究團隊養成	透過本計畫的執行，已建立風力機系統測試研究團隊。	透過本計畫的執行，已於 99 年 11 月底以前建置完成風力機系統耐久測試能力。	

捌、結論與建議

- 一、本案已完成「國外 10kW 以下中小型風力機系統測試報告或資料蒐集分析及戶外耐久性測試規劃」及「10kW 以下中小型風力機系統戶外耐久性測試分析及測試風場之風能資料蒐集與分析」等工作項目，本案工作成果皆達計畫書要求。
- 二、本次風力機系統耐久測試，由於實施期間，遭遇凡那比颱風強風侵襲，颱風破壞威力驚人，時速 20m/s 即已造成葉片斷裂的嚴重破壞，致使耐久測試記錄資料僅達 2390 小時，即宣告完成風力機系統耐久測試，顯示該被測試風力機並未滿足 Class II 標準要求。七股地理環境配合風力的條件，已經在耐久測試中顯示出其優勢。未來將繼續蒐集颱風風速資訊，以為業者開發適應台灣風力機的設計參考。
- 三、完成於中國大陸舉辦之兩岸風力機產業交流會議，本中心發表內容為”兩岸風力發電產業共同標準與檢測驗證體系之建立”演說一篇。另完成於台南七股風力機實驗室舉辦之「中小型風力機與風光互補系統之設計開發與檢測驗證技術介紹」教育訓練課程，推廣本計畫之成果。
- 四、就研究團隊養成，透過本計畫的執行，已建立風力機系統測試研究團隊，且完成風力機系統耐久測試能力建置，促進產業發展。
- 五、本案完成技術服務案共 2 案，分別為「風力機功率性能測試技術」、「發電機測試技術」等案，技術服務金額共計 204 仟元。
- 六、150kW 以下戶外風力機系統之功率、安全、噪音及耐久測試場之建置，雖由本計畫投入部份經費，金屬中心亦相對提撥自有資金約 900 萬元，期使該風力機測試場設施能更為完整，並獲得國外認證公司認可，但目前投入經費仍然不足，如 10kW 以下戶外風力機系統之基礎、儲能設施、測試場認證及驗證技術等仍不足，日後仍須政府給予支持及經費投入，以使該風力機測試場設施及功能更為完整，降低業者檢測驗證時間與成本，促進風力機產業發展。

玖、參考文獻

- 1 · IEC 61400-2 Ed. 2.0 : 2006 Wind turbines – Part 2:Design requirements for small wind turbines
- 2 · IEC 61400-12-1 Ed. 1.0 : 2005 Wind turbines – Part 12-1: Power performance measurements of electricity producing wind turbines
- 3 · NREL Duration Test Report for the AOC 1550
- 4 · NREL Duration Test Report for the Bergey Excel-S60
- 5 · NREL Duration Test Report for the Whisper H40
- 6 · AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard
- 7 · BWEA Small Wind Turbine Performance and Safety Standard
- 8 · SWCC and the AWEA Standard

拾、附件

附件一、美國NREL 耐久測試報告範例

附件二、AWEA Small Wind Turbine Performance and Safety
Standard

附件三、BWEA Small Wind Turbine Performance and Safety
Standard

附件四、SWCC and the AWEA Standard