

政府科技計畫成果效益報告

計畫名稱：分散式電力能源與風能系統工程技術發展

(群組) (領域)

性質：

☒ 研究型

☐ 非研究型 (人才培育、國際合作、法規訂定、產業輔導及推動)

主管機關：行政院原子能委員會

執行單位：核能研究所

目 錄

壹、基本資料	1
貳、計畫目的、計畫架構與主要內容	1
一、計畫目的	1
二、計畫架構(含樹狀圖)	6
三、計畫主要內容	7
四、本年度預期目標及實際達成情形	8
參、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含質化與量化成果 outputs)	16
一、本計畫重要成果及重大突破	16
二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破	19
肆、主要成就及成果所產生之價值與貢獻度(outcomes)	31
一、學術成就(科技基礎研究) (權重 25 %)	31
二、技術創新(科技整合創新) (權重 25 %)	42
三、經濟效益(產業經濟發展) (權重 20 %)	49
四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續) (權重 20 %)	56
五、其它效益(科技政策管理及其它) (權重 10 %)	60
伍、本年度計畫經費與人力執行情形	64
一、計畫經費執行情形	65
(一)計畫結構與經費	65
(二)經資門經費表	65
二、計畫人力運用情形	66
(一)計畫人力	66
(二) 中綱計畫執行期間累計主要人力(副研究員級以上)投入情形 ...	67
陸、本計畫可能產生專利智財或可移轉之潛力技術(knowhow)說明	70
柒、與相關計畫之配合	70
捌、後續工作構想之重點	73
玖、檢討與展望	73
附錄一、佐證資料表	76
附錄二、佐證圖表	82

第二部分：政府科技計畫成果效益報告

壹、基本資料

計畫名稱：分散式電力能源與風能系統工程技術發展

主 持 人：張○○

審議編號：101-2001-02-癸-07

全程期間：99 年 1 月 1 日至 103 年 12 月 31 日

本年度期間：101 年 1 月 1 日至 101 年 12 月 31 日

年度經費：4,4840 千元 全程經費規劃：266,709 千元

執行單位：核能研究所

貳、計畫目的、計畫架構與主要內容

註：請依原綱要(細部)計畫書上所列計畫目的、架構、主要內容填寫

一、計畫目的

(計畫全程以及各年度之具體目標填報)

目前我國太陽能及風能總供電量僅約佔 1%至 2%，為配合 97 年行政院頒佈之「永續能源政策綱領」，其內容旨揭國內 2025 年之碳排放量應回到 2000 年水準及使用 8%低碳再生能源。能源局規劃 2025 年再生能源佔電力裝置容量要達 10~12%，其中絕大部分是風力發電。由於再生能源具有間歇性與不確定性，若區域之再生能源佔比提升，勢必會衝擊區域電網系統運轉之穩定性。依據台電再生能源發電系統併聯技術要點，發電設備併接於配電系統，正常電壓變動率應維持在 $\pm 2.5\%$ 以內，因此，再生能源併聯發電滲置率可能限制了對未來蓬勃發展之社區住家，尤其是太陽能系統或風力發電系統併聯發電設置以及再生能源科技的發展，也可能阻礙能源自主與能源安全發展的政策目標。而在可見的未來，我國風機群的數量將逐漸增加，國內風場營運者例如台電公司等，對於系統運轉、風能調度、維修等關鍵技術，都需要國內相關研發單位之協助建立技術支援能量，以保障風力發電的穩定度。另外，有鑑於全球風能及再生能源的蓬勃發展，國內產業亟欲建立完整的系統技術能力，以爭取成為這個廣大市場的優勢競爭者，這亦需要國內建置有雄

厚的研發支援能量。本計畫係在發展區域性能源系統技術，包含建置自主式再生能源微型電網供電系統及發展分散式發電技術，以突破再生能源滲置率的限制。研發及強化風力發電系統工程及國際認證技術，以厚實我國的風能科技與產業技術能力。本計畫包括兩個分項計畫，兩個分項計畫的總目標(99~103 年)分別為：

(一)、風能系統工程技術發展

1. 建立風機葉片外形及內部結構設計分析、機艙結構設計分析等關鍵元件設計分析到製作所需之完整系統工程技術，並以設計符合 IEC61400-1 Class I(切入風速 $<3\text{m/s}$ ，停機風速 $>25\text{m/s}$ ，額定風速 14m/s ，安全風速 70m/s)之 150kW 直驅永磁式風機系統為目標。
2. 建立 IEC-61400-1 整合負載分析技術及其所需之 MSC Patran、MSC Nastran、MSC Fatigue、Adams、ANSYS Fluent 等各項靜動態分析技術，以協助國內風機產業進行風機負載分析。
3. 建立中小型風機監控系統軟硬體技術、圖形 SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition)資料擷取系統以及自我故障偵測診斷技術等關鍵技術。
4. 建立垂直軸及多葉片式水平軸風機分析技術，協助國內廠商建立商用型小型風機系統認證技術。
5. 建置風場評估與預報程式環境，以台電一處風場做為風場預報與風能調度營運之研究標的，並以完成風場預報模式驗證比對。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術發展

1. 以本土技術發展之 HCPV(High Concentration Photovoltaic)、中小型風機、SOFC(Solid Oxide Fuel Cell)或 PEM(Proton Exchange Membrane)燃料電池、微型氣渦輪機及儲能系統，建置低壓三相四線式 $220\text{V}/380\text{V}$ 之 300 kW 微型電網測試場，發展再生能源佔比 $>20\%$ 之電力控制技術，完成微型電網系統 24 hr 連續穩定運轉。
2. 建立微電網電力系統分析技術，包含動態模型建置、電力潮流分析、短路故障分析、併網衝擊分析、暫態情境模擬分析等。

3. 建立微電網智慧控制技術，包含各項情境測試技術、即時運轉調度控制、自動卸載/解聯技術，以及故障偵測、隔離及保護技術、市電恢復併聯技術。另發展再生能源發電及負載預測技術，以開發微型電網專用之能源管理系統(Energy Management System, EMS)。
4. 建立能源電子技術，包含實虛功率控制、低電壓貫穿(Low Voltage Ride Through, LVRT)、頻率下降控制等電力電子技術，以發展微型電網專用之分散式發電電力調節系統，及儲能系統之雙向電力轉換器等關鍵元件。另外發展孤島偵測及保護技術，以開發微電網專用具高速併網切換之靜態開關(Static Switch)。
5. 推動以本所「百瓩級微型電網試驗場」為實驗研究用平台，提供產學研相關測試環境及產品驗證，促成國內微型電網產業發展。配合台電配電側之規劃，應用本所發展之微型電網技術，強化再生能源分散式發電之導入，提升區域電網再生能源之佔比，最終以開發新興國家市場與佔入先進國家市場供應鏈為目標。

分項計畫名稱	績效指標、成果規範或產品規格項目	預期執行後狀況				
		99 年度	100 年度	101 年度	102 年度	103 年度
(一)風能系統工程技術發展	1. 整合型三維系統工程軟體結合流體力學平行運算軟體系統建立	- 建置完整的三維 CAD 系統工程軟體環境及其相關的軟體介面 - 建立二個節點的三維流體軟體運算環境	- 完成中小型風機概念設計為標的之三維動態與/動態展示軟體系統 - 利用二個節點的三維流體軟體運算環境進行中小型風機之模式建立	完成以垂直軸風機為標的之三維氣動力平行運算分析方法建立	整合以垂直軸風機為標的之三維 CAD/CAE 軟體分析介面建立	三維系統工程軟體技術移轉國內廠商
	2. 葉片自動化結構設計、繪製、與分析程式	自行開發及結合學術界或產業界以 SolidWorks、NX、或其他軟體為基底的友善自動化介面風機葉片開發與網格等轉換系統	完成中小型風機葉片內部結構自動化程式設計	建立符合 IEC61400 法規之多葉片式水平軸風機分析技術。	結合 BEM 設計理論之通用型葉片自動及客製化 CAD 繪製軟體開發	通用型葉片自動化結構設計、繪製、與分析程式軟體技術移轉
	3. 風機整體系統負載分析技術及其分析程式集之建立	引進與建置中小型風機整體負載分析程式及其運算環境，包括靜態與動態等動力運轉條件	- 完成 150 kW 二代風機系統之葉片三維外型設計及分析 - 完成 150 kW 二代風力機系統之葉片內部結構設計及分析	以有限單元法 (Finite element method, FEM) 分析 150 kW 二代風機之整機系統承受 IEC61400-1 各設計負載 (DLC) 之結構應力。	完成 150 kW 二代風機之整機系統設計分析	風機之整機系統負載分析技術移轉國內廠商
	4. 葉片設計與製程開發以及商用型小風機系統應用與研究	進行碳纖葉片氣動力研究與製程開發	完成小風機性能測試之量測系統建置	協助國內廠商建立商用型小型風機系統認證技術	商用型小型風機細部設計完成及製造	商用型小型風機系統組裝、架設與試運轉
	5. 中小型風機系統設計與建置	- 完成 150kW 風機負載國際設計認證各項文件準備與進行審查 - 進行中小型風機之概念設計與設計規格訂定	發展風力機電控器模組化系統與完成監控系統控制策略程式參數模組化	- 完成風機電控系統硬體模組化與監控系統控制策略程式參數模組化 - 完成 150 kW 二代風機之葉片設計圖面及進行葉片製造	進行 150 kW 二代風機整機系統製造	完成 150 kW 二代風機之整機系統組裝、架設與試運轉
	6. 風場預報技術及風能營運調配技術研究	- 以 MM5/WRF 結合 Wasp 程式於叢集電腦上進行運算之程式環境 - 與國內氣象界研究 IEC-61400-1 設計風況於國內之適用性與改善空間		建置風場評估與預報程式環境，並協調以台電一處風場做為風場預報與風能調度營運之研究標的	- 進行風機氣象預報模式之運算 - 繼續進行台電風場之預報模式驗證比對	- 風場預報模式之成熟商品化 - 完成台電風場之預報模式驗證比對

分項計畫名稱	績效指標、成果規範或產品規格項目	預 期 執 行 後 狀 況				
		99 年度	100 年度	101 年度	102 年度	103 年度
(二)分散式能源電力控制與管理技術發展	1. 系統動態模擬與負載分析技術建立	- 完成 300 kW 微型電網動態模型建置與系統規劃 - 進行再生能源滲置率>10%之孤島運轉模擬	- 進行微型電網故障電流計算、發展保護協調分析與設計技術 - 完成 300 kW 微型電網系統建置	- 發展微電網系統動態與暫態模擬分析技術 - 完成再生能源滲透率之裝置容量達 10%，進行微電網獨立試運轉	- 發展微電網電力品質測分析及改善控制技術 - 完成 300 kW(含 HCPV、氣渦輪機及風機)之微電網穩定孤島運轉及市電併聯連續無縫切換 - 提昇再生能源滲置率>15%	- 完成 300 kW 微型電網系統 24 hr 連續穩定運轉 - 提昇再生能源滲置率>20%
	2. 智慧型分散式感測與電力控制技術	- 完成 300 kW 微型電網之感測與控制 AMI 規劃與設計 - 完成 DG 通訊架構規劃與設計	- 發展 EMS 軟體及建置訊號資料庫監控系統 - 發展 MGCC 控制系統及分散式能源調度系統圖控介面開發	- 發展再生能源發電與負載預測技術 - 發展微電網即時運轉控制、故障偵測及保護技術	- 發展微電網之自動卸載/解聯技術 - 發展微電網各項運轉情境市測試控制技術	完成自主式控制微型電網自動全黑啟動、市電恢復併聯控制
	3. 微型電網專用分散式發電(DG)電力電子設備研發	- 完成 HCPV、SOFC 具實虛功控制之換流器，效率>97% - 發展具可主從式控制之再生能源電力調控系統技術	- 發展微型電網專用前級主動控制型具調節實虛功控制之換流器 - 發展微型電網之關鍵元件 static switch 以及孤島偵測技術	- 發展市電併聯/孤島運轉平順切換技術 - 完成微電網高速併網之靜態開關(static switch)建置	- 發展再生能源發電系統電壓及頻率垂降控制技術 - 發展具 LVRT 控制之電力轉換器 - 完成再生能源遠端智慧型電力調控建置	完成具高效率及多功能控制之再生能源電力轉換器建置
	4. 儲能系統、備載與直流供電	- 完成直流供電、備載與儲能之電能管理模式，連續正常運轉達 1 小時以上 - 完成備載啟動、負載自動卸載/解聯等控制技術規劃	- 發展微型電網百瓩級儲能技術及雙向電力轉換系統 - 進行備載啟動、負載自動卸載/解聯等控制技術發展	- 發展儲能電池充放電控制技術 - 建置微型電網百瓩級儲能系統 - 完成備載控制技術建置	- 發展備載與儲能系統之電能管理模式 - 完成負載自動卸載/解聯等控制技術建置	完成微電網交直流供電、備載與儲能之電能管理建置，可 24 hr 連續正常運轉
	5. 系統測試情境研究相關經濟與效益分析	- 本所能源園區微電網展示系統規劃 - 系統組件採購、遠端監控與中央調度系統規劃	- 本所能源園區微電網展示系統研究設施建置 - 系統測試情境研究	- 完成能源園區微電網展示系統建置 - 發展能源管理及調度控制技術	- 系統調校、精進與效能提昇 - 經濟與產業效益分析	- 產業化標準建置 - 微電網技術移轉

本計畫 101 年預期可達成之效益：

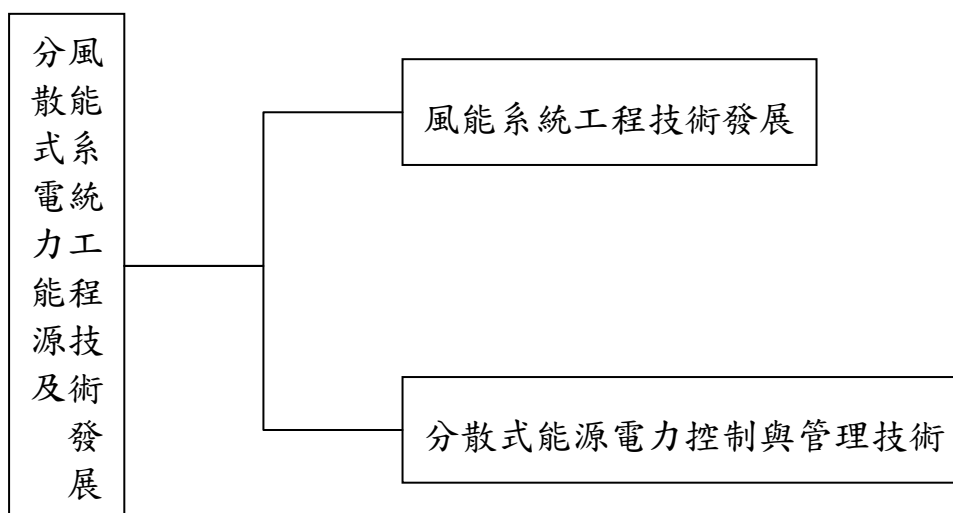
- (1)風能系統工程技術發展：輔導小型風機設備廠商進行符合 IEC 61400-2 之負載計算與安全評估，以及協助小型風機設備廠商設計認證文件之整備，提升業者競爭力，促使國內小型風機設備業者能成功跨入國際市場。
- (2)分散式能源電力控制與管理技術發展：微電網再生能源裝置容量滲透率>10%，透過靜態開關及儲能系統之建置，可進行微電網併網與獨立運轉之平順切換，快速達成微電網穩定運轉，以提高微電網之電力品質與負載供電可靠度。

二、計畫架構(含樹狀圖)

本計畫係配合政府能源政策，推動分散式電力能源及風能系統工程技術之研發，進行「風能系統工程技術發展」及「分散式能源電力控制與管理技術」二個分項計畫，計畫架構如下：

分支計畫

分項計畫



三、計畫主要內容

(計畫之內容摘要原則 2 頁)

本計畫配合政府能源政策，進行分散式電力能源與風能系統工程技術發展之研發，以兩個分項計畫的方式來推動，有助於我國再生能源政策目標之達成，101 年度為本計畫之第三年計畫，包括：

(一)、風能系統工程技術發展，101 年研發重點包括：

1. 整合型三維系統工程軟體結合流體力學平行運算軟體系統建立：
完成以垂直軸風機為標的之三維氣動力平行運算分析方法建立。
2. 葉片自動化結構設計、繪製、與分析程式建置：
建立符合 IEC61400 法規之多葉片式水平軸風機分析技術。
3. 風機整體系統負載分析技術及其分析程式集之建立：
以有限單元法(Finite element method, FEM) 分析 150 kW 二代風機之整機系統承受 IEC61400-1 各設計負載(DLC)之結構應力。
4. 葉片設計與製程開發以及商用型小型風機系統應用與研究：
協助國內廠商建立商用型小型風機系統認證技術。
5. 中小型風機系統設計與建置：
 - a. 完成風機電控系統硬體模組化與監控系統控制策略程式參數模組化。
 - b. 完成 150 kW 二代風機之葉片設計及進行葉片製造。
6. 風場預報技術及風能營運調配技術研究：
建置風場評估與預報程式環境，並協調以台電一處風場做為風場預報與風能調度營運之研究標的。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術發展，101 年研發重點包括：

1. 系統動態模擬與負載分析技術建立：
 - a. 發展微電網系統動態與暫態模擬分析技術。
 - b. 完成再生能源滲透率之裝置容量達 10%，進行微電網獨立試運轉。
2. 智慧型分散式感測與電力控制技術：
 - a. 發展再生能源發電與負載預測技術。
 - b. 發展微電網即時運轉控制、故障偵測及保護技術。

3. 微型電網專用之分散式發電(Distributed Generation , DG)電力電子設備研發：
 - a. 發展市電併聯/獨立運轉(Stand alone)平順切換技術。
 - b. 完成微電網高速併網之靜態開關(static switch)建置。
4. 儲能系統、備載控制技術發展：
 - a. 發展儲能電池充放電控制技術。
 - b. 建置微型電網專用 100 kVA 儲能系統。
 - c. 完成備載控制技術建置。
5. 系統測試情境研究：
 - a. 完成能源園區微電網展示系統建置。
 - b. 發展能源管理及調度控制技術。

四、本年度預期目標及實際達成情形

(說明本年度執行的成效，以及實際成效與預期成效之差異說明。若進度落後，請提出彌補方法與措施。)

101 年度成果		
(一)、風能系統工程技術發展		
年度預期目標(查核點)	實際達成情形	差異分析
1.整合型三維系統工程軟體結合流體力學平行運算軟體系統建立：完成以垂直軸風機為標的之三維氣動力平行運算分析方法建立	(a)應用 HP 刀鋒型伺服器之工作分配軟體(圖一)自動分配工作並進行軟體平行運算。 (b)使用 Fluent 三維 CFD 平行運算完成 H-Type、Darrieus、以及複合式垂直軸風機流場分析(圖二與圖三)。	符合目標
2.葉片自動化結構設計、繪製、與分析程式開發：建立符合 IEC61400 法規之多葉片式水平軸風機分析技術	(a)完成多葉式風機動態模型建置，以市售多葉式風機較常見的五葉型為標的，建置完整動態分析模型(圖四) (b)完成多葉式氣動力負載計算程式，可針對多葉式風機進行翼素定理(BEM)之計算，與美國國家再生能源實驗室所開發之風機負載計算程式 Yawdyn 進行比對，其結果皆符合預期(圖五)。	符合目標
3.風機整體系統負載分析技術及其分析程式	(a)完成 150kW 二代風機骨架兩種型式設計(圖六)	符合目標

集之建立：以有限單元法 (Finite element method, FEM) 分析 150 kW 二代風機之整機系統承受 IEC61400-1 各設計負載(DLC)之結構應力	(b)使用有限元素分析軟體 ANSYS 分析符合 IEC61400-1 規範之骨架部分結構應力各設計負載(圖七)	
4.葉片設計與製程開發以及商用型小風機系統應用與研究：協助國內廠商建立商用型小型風機系統認證技術	101 年度計畫執行期間，以完成技術移轉新高能公司有關『垂直軸風機之氣動力分析建模技術』，並規劃完成有關與新高能公司『垂直軸風力機氣負荷計算』技術服務一案，及進一步規劃建立國內首間 TAF 認證之小型風力機設計評估實驗室，以協助國內廠商建立系統認證技術。	符合目標
5.中小型風機系統設計與建置： a.完成風機電控系統硬體模組化與監控系統控制策略程式參數模組化 b.完成 150 kW 二代風機之葉片設計及進行葉片製造	a.已如期達成控制系統硬體及程式參數模組化 b.(a)150 kW 二代風機葉片之外型、內部結構樑設計與複合材料疊層最佳化設計已採用有限元素法與 Tsai-Wu 破壞準則完成評估，結構應力分析(圖八)，該新葉片設計符合 IEC61400-1 Class I 國際規範，葉片重量更減輕為 413 公斤，安全係數提高至 2.6，更具實用性與競爭性。 (b)葉片製造部分已完成上、下箱型樑與上、下蒙皮之模具製作，並已完成箱型樑與蒙皮製作與膠合。(圖九)	符合目標
6.風場預報技術及風能營運調配技術研究：建置風場評估與預報程式環境，並以台電一處風場做為風場預報與風能調度營運之研究標的	(a)配合澎湖地形建置 1/500 風機與地形模型進行風洞量測實驗，觀測地形變化與尾流效應對風速造成的影響。(圖十) (b)完成叢集電腦計算環境軟硬體建置，並完成中尺度氣象模式 WRF 設定，可定時針對台灣地區進行氣象數值模式預報並輸出結果。(圖十一) (c)針對澎湖中屯、彰工、觀園地區，進行區域風速預報與風電產量預報，並完成可操作的平台呈現預報結果。 (d)風場營運相關資料，已完成台電再生能源處台電中屯、彰工、觀園等地風電場取得風力發電監測資料申請，已獲回函同意。	符合目標
(二)、分散式能源電力控制與管理技術發展		
1.系統動態模擬與負載分析技術建立：	a.完成微電網 Zone 1 至 Zone 3 系統動態模擬平台建立(圖十二)，以及完成微電	符合目標

a.發展微電網系統動態與暫態模擬分析技術。 b.完成再生能源滲透率之裝置容量達 10%，進行微電網獨立試運轉。	網單相與三相故障之微渦輪機與儲能系統電壓及頻率擾動等暫態模擬分析技術。(圖十三) b.完成 20kW 之 PV 系統建置及併入微電網 Zone 1 系統，達成再生能源滲透率之裝置容量 10%，並完成整體微電網獨立試運轉之電力控制技術測試。(圖十四)	
2.智慧型分散式感測與電力控制技術： a.發展再生能源發電與負載預測技術。 b.發展微電網即時運轉控制、故障偵測及保護技術。	a.完成 048 館舍負載量測，PV 之 DNI 及風機發電數據蒐集，利用高斯分佈與類神經網路進行即時負載量與 PV 發電量之預測。(圖十五) b.完成微電網 Zone 1 至 Zone 3 即時監控系統建置及波形量測(圖十六)。利用通訊監控微電網各節點電錶及電驛資料來偵測故障發生區域，並線上改變電驛設定值，完成微電網動態保護協調技術開發。(圖十七)	符合目標
3.微型電網專用之分散式發電(DG)電力電子設備研發： a.發展市電併聯/獨立運轉(Stand alone)平順切換技術。 b.完成微電網高速併網之靜態開關 (static switch)建置。	a.完成單相 5kVA 儲能系統市電併網/獨立平順切換模式研製與測試。(圖十八) b.完成高速靜態開關與主動式孤島偵測技術建置，以及完成切換速度之量測，於 2ms 內可完成關閉，且於無載下，亦能於 10ms 內完成開啟。(圖十九、圖二十)	符合目標
4.儲能系統、備載控制技術發展： a.發展儲能電池充放電控制技術。 b.建置微型電網 100 kVA 儲能系統。 c.完成備載控制技術建置	a.完成三相 15kW 雙向電力轉換器原型機設計(圖二十一)，以鋰電池模組做為電力轉換器之直流電源，以及採用 DSP 為控制器核心，並透過遠端命令結合外部通訊(CANBus)，提供微電網實功或虛功，達成儲能電池充電與放電之電力控制技術。完成在不同模式及運轉功率下，完成轉換效率之量測皆可達到 90% 以上，以及測試充電與放電之轉態時之暫態反應時間皆可於 1 秒內完成(圖二十二) b.完成 100 kVA 儲能系統轉換模組、電池以及系統控制設備組裝，且已與微電網試驗場相連結，配合微渦輪機、PV 及微電網各種負載，完成 100 kVA 儲能系統市電併網/獨立運轉平順切換測試。(圖二十三) c.完成微電網 Zone 1 至 Zone 3 孤島時之	符合目標

	微渦輪機自動啟動及電力調控之控制技術。	
5.系統測試情境研究： a.發展能源管理及調度控制技術。 b.完成能源園區微電網展示系統建置。	a.完成微電網於孤島運轉下之 Zone 1 至 Zone 3 三台微渦輪機，以及 Zone 1 至 Zone 2 之兩台儲能系統經濟運轉模式及能源管理調度技術開發。(圖二十四) b.完成家庭微電網展示系統建置(圖二十五)。完成微電網中英文影片宣傳短片與微電網模型製作(圖二十六)，以及完成能源園區之微電網展示室建置(圖二十七)。	符合目標

歷年成果：

99 年度成果		
(一)、風能系統工程技術發展		
年度預期目標	達成情形	差異分析
1.整合型三維系統工程軟體結合流體力學平行運算軟體系統建立： a. 建置完整的三維 CAD 系統工程軟體環境及其相關的軟體介面 b.建立至少二個節點的三維流體軟體運算環境	a. 完成三維 CAD 軟體(NX)結合流體軟體(FLUENT)建模之軟體系統工程，並建立其相關風機葉片之設計流程。 b.完成三個節點之流體軟體運算及平行運算之刀鋒伺服器建置，並完成 600kW 風機葉片之氣動力負載初步分析報告。	符合目標
2.中大型葉片自動化結構設計、繪製、與分析程式：自行開發及結合學術界或產業界以 SolidWorks、NX、或其他軟體為基底的友善自動化介面風機葉片開發與網格等轉換系統	完成風機葉片 3D 外型及內部結構程式之自動繪製功能，並完成 FX 及 NACA 系列翼形資料庫建立。	符合目標
3.風機整體系統負載分析技術及其分析程式集之建立：引進與建置中大型風機整體負載分析程式及其運算環境，包括靜態與動態等動力運轉條件	完成風機動態負載計算軟體之建置，並以 150kW 風機系統建模，完成具撓性之葉片、傳動鏈以及塔架等動態模型建立。	符合目標
4.風場預報技術及風能營運調配技術研究：完成以 MM5/WRF 結合 Wasp 程式於叢集電腦上進行運算之程式環境	建立風能短期預報之技術：完成台電公司澎湖中屯、桃園觀園、彰化彰工等風力發電場之發電與風速資料蒐集與整理，並進行物理模式建立及風能評估。完成「短期風能動力統計預報	符合目標

	模式的開發」等 3 篇論文，並投稿於台灣風能學術研討會。	
5. 前瞻型葉片設計與製程開發以及前瞻型小型風機系統研究：進行碳纖葉片製程開發	完成 25 kW 風機碳纖葉片之製程設計與製作，並已通過依 IEC 61400 規範之拉力測試，其負載與位移如下 負載[lb] 1200 2400 3600 位移[mm] 91.5 164.4 243.4	符合目標
6. 中型風機系統概念設計： a. 150kW 風機之國際設計認證分析技術與文件之建置 b. 進行 600kW 旗艦型風機之概念設計與設計規格訂定	a. 依據 IEC 61400-1 之 Design load case，已完成 150 kW 風機之負載計算與分析報告，並提送丹麥 DNV 分公司進行國際風機設計認證審查。 b. 完成初步 600 kW 風機規格、運轉負載值、葉片 3D 外形與扭轉角度、傳動系統之初期設計，並完成風機動態分析模型建立及極限負載初步估算。	符合目標
(二)、分散式能源電力控制與管理技術		
1. 系統動態模擬與負載分析： a. 微型電網動態模型建置與系統規劃 b. 進行再生能源孤島運轉模擬	完成百瓩級微型電網之 HCPV 建模，且已針對微型電網 Zone 1 孤島運轉進行運轉模擬。	符合目標
2. 智慧型分散式感測與控制： a. 完成百瓩級微型電網之感測 AMI 與控制系統規劃 b. 完成 DG 通訊架構規劃	完成微型電網 NI PXI 控制系統訊號擷取程式撰寫及 DG 通訊相關通訊系統架構之規劃，如各量測點信號擷取器及負載控制系統通訊之架設、微型電網電壓及電流感知控制點之建立及資料蒐集等。	符合目標
3. 高效率微型電網專用之電力電子設備研發： a. 完成分散式電源具實虛功控制之換流器，最高效率>97% b. 規劃具可主從式控制之再生能源電力調控系統技術	a. 完成新版高效率具實虛功控制之雙向市電並聯換流器，轉換效率大於 97%。 b. 完成可主從式控制之再生能源電力調控系統技術之規劃。	符合目標
4. 直流供電、備載與儲能系統控制技術： a. 完成直流供電、備載與儲能之電能管理模式，連續正常運轉達 1 小時以上 b. 完成備載啟動、負載自	以直流電力屋之電能管理系統進行供電、備載與儲能運轉已可達連續運轉試驗 1 小時以上，並完成備載啟動、負載自動卸載/解聯等控制技術的規劃。	符合目標

動卸載/解聯等控制技術規劃		
5.系統工程技術： a.本所能源園區微電網控制室建置 b.系統組件採購、遠端監控與微電網 EMS 系統規劃	a.完成微電網控制室雛形建置及微電網的佈線工程（包括 HCPV 併入微電網、N 相佈線及變壓器改接工程）及進行系統組件 MicroTurbine 等之採購。 b.完成微電網 EMS 系統人機介面設計，並持續進行 EMS 系統資料儲存與決策分析模式之規劃。	符合目標

100 年度成果		
年度預期目標	達成情形	差異分析
(一)、風能系統工程技術發展		
1.整合型三維系統工程軟體結合流體力學平行運算軟體系統建立： a.完成中小型風機概念設計為標的之三維動態與動態展示軟體系統。 b.利用二個節點的三維流體力軟體運跑環境進行中小型風機之模式建立。	a.(a)使用 Matlab GUIDE 工具將 IECWind 與 TurbSim 視窗化及自動化，完成極端與隨機紊流風況檔自動產生程式之撰寫，已可快速的產生符合國際標準之風況檔。 (b)結合 FAST、AreoDyn、ADAMS、Patran、Nastran 與 MSC Fatigue 等程式，完成中小型風機概念設計為標的之三維動態與動態展示軟體系統。 b.完成建立 CFD 多節點運跑軟硬體設置，藉由平行計算架構的多節點計算法，提升單次計算的效率，並縮短總共花費的計算時間。	符合目標
2.葉片自動化結構設計、繪製、與分析程式開發：完成中小型風機葉片內部結構自動化程式設計。	根據 25kW 與 150kW 風機葉片設計經驗，建立完整的 CAD/CAM 風力機三維葉片專業設計軟體，包括： (a)翼形資料庫建立與取用 (b)葉片外型快速建模 (c)葉片內部結構口型結構樑快速建模 (d)葉片內部結構 I 型結構樑快速建模 (e)尾端加強結構建模有效縮短風力機葉片開發時程。	符合目標
3.風機整體系統負載分析技術及其分析程式集之建立： a.完成 150 kW 二代風機系統之葉片三維外型設計及分析。(完成 150 kW 二代風機葉片外型	a.完成針對尖端速度比 5.5 至 6.5 區間，最大化 C_p 為目標之 150 kW 二代風機葉片設計，Solidity<6.7%。 b.完成符合 IEC 61400-1 之 150 kW 二代風力機系統之葉片內部結構設計及分析。	符合目標

最佳化設計及分析，以達成尖端速度比在 5 至 6.5 區間、 C_p 最大化 > 0.40 以及 Solidity < 7.5% 為目標。)		
b. 完成 150 kW 二代風力機系統之葉片內部結構設計及分析。		
4. 葉片設計與製程開發以及商用型小風機系統應用與研究：完成小風機性能測試之量測系統建置。	完成小風機性能測試之量測系統建置，包括風牆設計可測試風速範圍 0~12m/s，以及電力量測設備搭配小風機監控人機圖形介面和資料庫設計。	符合目標
5. 中小型風機系統設計與建置：發展風機電控器模組化系統與完成監控系統控制策略程式參數模組化。	完成監控系統控制策略程式參數模組化，可透過人機介面之重要參數設定，即可完成軟體之安裝，將可提昇軟體維護以及發展風機控制套裝軟件。	符合目標
(二)、分散式能源電力控制與管理技術		
1. 系統動態模擬與負載分析技術建立： a. 進行微型電網故障電流計算、發展保護協調分析與設計技術。 b. 完成 300 kW 微型電網系統建置。	a. 完成微型電網 Zone 1 至 Zone 3 系統規劃及建置。 b. 完成微型電網故障電流計算，以及建立市電併聯與孤島運轉之保護協調分析技術。	符合目標
2. 智慧型分散式感測與電力控制技術： a. 發展 EMS 軟體及建置訊號資料庫監控系統。 b. 發展 MGCC 控制系統及分散式能源調度系統圖控介面開發。(完成 5 頁以上之 MGCC 控制系統電腦遠端圖控介面開發，包括 Zone 1、2、3 介面、靜態開關控制系統介面、負載即時控制系統介面、微渦輪機控制介面以及情境測試程式介面。)	a. 完成微型電網 Zone 1 之 PXI 即時控制系統訊號資料庫建置，以及進行波形連續性與即時性確認。 b. 完成 MGCC 控制系統電腦遠端圖控介面開發，包括靜態開關控制系統介面、負載即時控制系統介面、微渦輪機控制介面以及孤島運轉情境測試程式介面。	符合目標
3. 微型電網專用之分散式發電(DG)電力電子設備研發： a. 發展微型電網專用前級	a. 完成微電網用之主動式 AC/DC 硬體電路規劃，以及 DSP 板控制程式撰寫與硬體連結測試。 b. 完成靜態開關之功能設計與測試。完成	符合目標

主動控制型具調節實虛功控制之換流器。 b.發展微型電網之關鍵元件 static switch 以及孤島偵測技術。	WFNN 主動式孤島偵測技術，實現主動式孤島偵測技術偵測時間約為 160ms。	
4.儲能系統、備載控制與直流供電： a.發展微型電網百瓩級儲能技術及雙向電力轉換系統。 b.進行備載啟動、負載自動卸載/解聯等控制技術發展。	a.完成儲能系統於微型電網中的操作流程制定。完成儲能系統雙向電力轉換器，以及充/放電控制與電壓/電流控制模式技術研發。 b.完成 Zone 1 電阻、電感、整流及馬達性負載之遠端控制技術，目前容量達 60kW 可全載啟動，亦可針對任一負載下達啟動及卸載命令，以模擬家用負載用電模型。完成微型電網 Zone 1 之微渦輪機備載規劃。	符合目標
5.系統測試情境研究及相關經濟與產業效益分析： a.本所能源園區微電網展示系統研究設施建置。 b.系統測試情境研究。	a.完成微渦輪機及儲能系統基礎建案施工，以及完成微渦輪機安裝運轉測試。 b.完成微電網之測試情境項目規劃，包括微渦輪機運轉測試、靜態開關功能測試、微型電網保護測試及微型電網子系統測試。	符合目標

參、計畫已獲得之主要成果與重大突破 (含質化與量化成果 outputs)

一、本計畫重要成果及重大突破

說明：

請就本計畫涉及之☐ (1)學術成就、☐ (2)技術創新、☐ (3)經濟效益、☐ (4)社會影響、☐ (5)非研究類成就、☐ (6)其他效益方面說明重要之成果及重大之突破，凡勾選(可複選)之項目請以文字方式分列說明。

101 年

預期成果	實際成果	差異分析
(一)學術成就		
本計畫 101 年度預計完成 4 篇國內外期刊及 2 篇會議論文。	本計畫至 101 年 12 月底為止，完成國外 SCI 期刊 3 篇(已發表 1 篇，申請中 2 篇)、國內期刊 1 篇、國內會議論文 8 篇，共計 12 篇。	達成預定目標。
本計畫預計完成 4 個跨組織研究合作團隊和碩士生及博士生共 4 人。	(1)組成 5 個跨組織國內風機技術研發團隊及分散式發電技術研究團隊，培養國內風機及微電網之開發與設計能量。 (2)培育國內風力發電及微電網技術等相關專業人才共計 2 碩 4 博，產值(薪資)約 528 仟元。	均達成預定目標。
研究報告 12 篇	(1)目前已完成電力控管及風機系統分析與平行運算等重要研究報告數量 22 篇，促進核所內同仁資訊交流，提昇專業知識。 (2)協辦或主辦研討會 1 次	達成預定目標。
(二)技術創新		
申請專利 3 件	國內專利申請 3 件。	達成預定目標。
技術移轉 1 件	完成技術移轉 1 件，先期參與 2 件： 1.達成與新○公司技術移轉 1 件，權利金收入 200 仟元。 2.中○公司投入先期參與費用 200 仟元。 3.思○公司投入先期參與費用 100 仟元。	超出預定目標。

接受技術服務或委託計畫 2 件	接受台大、交大及標檢局之委託計畫，合計 3 件技術服務案，技服收入金額為 9,467 仟元。	超出預定目標。
(三)經濟效益		
促成廠商或產業團體投資	促成產業參與投資共 4 家廠商。 (1)於具 MPPT 及市電併網控制之風力發電電力轉換器研發方面，本計畫促成產業(利○公司)參與共同合作研發。 (2)於風力發電機及增速齒輪箱研發方面，本計畫促成產業(富○公司)參與共同合作研發。 (3)於 150 kW 二代風機葉片研製方面，本計畫促成產業(先○公司)參與共同合作研發。 (4)於 25kw 儲能電池組充放電測試整合機台研製方面，本計畫促成產業(榮○公司)參與共同合作研發。	達成預定目標。
參與產業團體數 1 件	參與產業團體數 2 件。 (1)2012/5/18 張○○博士參加「台灣智慧型電網產業協會」舉辦之「微電網技術規範及產業發展」專家座談，與會單位有台電業務處、台電綜研所、工研院、台大、北科大、台科大、台綜院、電氣公會、用電設備檢驗公會、台達電、中興電工、中華電信等，逐條討論「台灣電力公司再生能源發電系統併聯技術要點」及「屋內線路裝置規則」中現有法規不適之處以及有關微電網併網部分，以逐步形成共識。 (2) 2012/11/14 本所劉錦隆出席台灣經濟研究院舉	達成預定目標。

	辦之「台灣中小型風力機發展協會-第二屆第四次理監事聯席會議」，會中理監事與會員共同通過台灣中小型風力機發展協會明年度 103 年預算編列與 5 項提案。	
促成與學界或產業團體合作研究 3 件	促成與學界及產業團體合作研究計畫共 5 件，金額總計 4,260 仟元。形成上中下游技術產業之結合，開拓經濟效益。	達成預定目標。
(四)社會影響		
資訊服務	(1)本計畫於本所 072 及 048 館附近建立中小型風機及微電網示範系統示範園區，今年至 12 月底為止，參觀訪客人數為 931 人，可讓參訪者充分了解本所潔淨能源、風力發電及再生能源的研發現況、使用情形與控管方式。(參訪之訪客有天下雜誌記者、屏東縣長、台電公司人員、國內外知名教授、大專院校學生等)。	達成預定目標。
原訂可增加就業人口，替代役專業技術人員 6 人及產業界研發人員 3 人	本計畫至 12 月底止，進用替代役及專業技術人員共 10 人，產業界研發人員 3 人，產值(薪資)約 7,800 千元。	達成預定目標。
(五)其他效益		
規範/標準制訂	2012/4/23 本計畫參加由台經院主辦、本所協辦的「兩岸垂直軸小型風力機共通標準工作小組第四次會議」，於花蓮煙波飯店召開，會中由蘇煒年先生針對垂直軸簡易負載計算模式案例分析進行簡報。國內垂直軸小型風力機廠商未來採用該共同標準之家數至少 3 家以及，產品種類至少 6 種以上。國內垂直軸小型風力機廠商未來使用該共	達成預定目標。

	同標準之產品數量估計至少應有 2000 台以上。	
風機葉片翼形資料庫之建置。	風機 3 種葉片翼形資料庫 (AG 系列、AH 系列、Boeing 707 系列)之建置。	達成預定目標。

二、績效指標項目初級產出、效益及重大突破

- 1.請依本計畫(涉及)設定之成果項目以量化績效指標方式及佐證資料格式填寫主要之量化成果(如學術成就代表性重要論文、技術移轉經費/項數、技術創新項數、技術服務項數、重大專利及項數、著作權項數等項目，含量化與質化部分)。
- 2.請選擇合適綱要計畫評估之項目填寫初級產出、效益及重大突破(填寫說明如表格內容，未使用之指標及填寫說明文字請刪除)
- 3.請於附錄一中填寫「佐證資料表」，輔佐說明下表。

101 年

績效屬性	績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
學術成就(科技基礎研究)	A 論文	國內外期刊 4 篇、會議論文 2 篇。	國際 SCI 期刊：3 篇。(已發表 1 篇，申請中 2 篇) 國內期刊：1 篇。 國內會議論文：8 篇。	a.研發成果發表於國內外知名期刊，提高國際能見度。 b.論文發表在國內外重要研討會，分享研發成果及提高國際能見度。	99 年初至 101 年底為止，本計畫完成 SCI 重要期刊共 10 篇。有 1 篇國內會議論文，獲「優秀論文獎」。

績效屬性	績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
	B 研究團隊養成	跨組織研究合作團隊 4 個。	組成跨組織研究合作團隊 5 個： a.建立「小型風機認證研究團隊」。 b.與台大、澎科大組成「25kW 級距之小型風機團隊」。 c.建立「能源管理與控制技術研究團隊」。 d.與交通大學成立「微電網技術規範及產業研究發展團隊」。 e.建立「微電網研發團隊」	形成國內風機技術研發團隊及分散式發電技術研究團隊，培養國內風機及微電網之開發與設計能量。	a. 建立國內風機設計分析及國際設計認證之相關技術及系統工具。 b. 建置國內首座「百瓩級微電網試驗場」相關設施。
	C 博碩士培育	參與計畫執行之碩士研究生及博士研究生共 4 人。	參與計畫執行之碩士研究生 2 名，博士研究生 4 名	培育國內風力發電及微電網技術等相關專業人才。	培育國內風力發電及微電網技術等碩博士專業人才共 6 人，產值(薪資)約 528 仟元。
	D 研究報告	12 篇	數量：22 篇	建立電力控管及風機系統分析與平行運算等重要研究成果報告。	促進所內同仁資訊交流，提昇專業知識；呈現研發成果及後續研發重點及方向，使研發成果得以交流及傳承。

績效屬性	績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
	E 辦理學術活動		協辦及主辦研討會共 3 次。		藉由協辦學術活動，分享研發成果及提高能見度。
	其他		2012/6/15 本計畫邀請 Cornell 大學 Dr. Hsiao-Dong Chiang 教授至本所進行專題演講，演講題目：「電力系統穩定度分析」。	提昇所內同仁電力系統穩定度分析之專業知識。	
技術創新(科技整合創新)	G 專利	申請 3 件	國內專利申請 3 件。	建立專利佈局，裨益國內廠商拓展國際市場。	累計 99 年初至 101 年 12 月，本計畫申請國內專利 14 件，申請國外專利 3 件，獲得美國專利 1 件。
	H 技術報告	3 篇	數量：3 篇	有助於核研所技術傳承及將來技轉案之資料傳承。	
	I 技術活動	參加國內外研討會 3 次。	參加國內外研討會 5 次	a.與國內外研究機構進行學術交流及尋求合作機會，並提高國際能見度。 b.參與國內研討會，並發表論文，交流及建立合作管道。	藉由國際合作共同研發關鍵技術，以加速本計畫研發進度，提昇本計畫研發成效。

績效屬性	績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
	J 技術移轉	可移轉技術 1 件	技術移轉 1 件，先期參與 2 件	a. 與新○科技股份有限公司之「複合式垂直軸風機之氣動力分析建模技術」技轉案，本計畫授權金及權利金收入共 200 仟元，本計畫已協助該公司建立複合式垂直軸風機之氣動力分析建模技術。 b. 中○公司投入 200 仟元，先期參與「微電網電力控制技術-負載預測之能源管理技術」。 c. 思○公司投入 100 仟元，先期參與「微電網電力控制技術-負載預測之能源管理技術」。	授權金及權利金收入：500 仟元
	S 技術服務	接受技術服務或委託計畫 2 件。	技術服務（項數 3、金額 9,467 仟元）	a. 接受台灣大學委託執行之『小型風力發電機開發、測試與標準制定之研究』合作計畫，技服收入 774 仟元 b. 接受交通大學委託執行之產學研『微電網技術規範及產業發展研究』合作計畫，技服收入為 893 仟元。 c. 獲得標檢局『建立小型風力機設計評估驗證能量』之合作計畫，技服收入為 7,800 仟元。	技服收入：9,467 仟元

績效屬性	績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
經濟效益 (產業經濟發展)	L 促成廠商或產業團體投資		促成產業參與投資共 4 家廠商。	a.於具 MPPT 及市電併網控制之風力發電電力轉換器研發方面，本計畫促成產業(利○公司) 參與共同合作研發。 b.於風力發電機及增速齒輪箱研發方面，本計畫促成產業(富○公司)參與共同合作研發。 c.於 150 kW 二代風機葉片研製方面，本計畫促成產業(先○公司)參與共同合作研發。 d.於 25kw 儲能電池組充放電測試整合機台研製方面，本計畫促成產業(榮○公司)參與共同合作研發。	產值估計約有 180,250 仟元以上。

績效屬性	績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
	M 創新產業或模式建立	參與產業團體數 1 件。	參與產業團體數：2 件。	a. 2012/5/18 張○○博士參加「台灣智慧型電網產業協會」舉辦之「微電網技術規範及產業發展」專家座談，與會單位有台電業務處、台電綜研所、工研院、台大、北科大、台科大、台綜院、電氣公會、用電設備檢驗公會、台達電、中興電工、中華電信等，逐條討論「台灣電力公司再生能源發電系統併聯技術要點」及「屋內線路裝置規則」中現有法規不適之處以及有關微電網併網部分，以逐步形成共識。 b. 2012/11/14 本所劉錦隆出席台灣經濟研究院舉辦之「台灣中小型風力機發展協會-第二屆第四次理監事聯席會議」，會中理監事與會員共同通過台灣中小型風力機發展協會明年度 103 年預算編列與 5 項提案。	期結合台灣產官學研各界之力量，共同發展台灣智慧型電網技術，開拓產業經濟成效。
	T 促成與學界或產業團體合作研究	學術合作研究 3 件數	促成與學界及產業團體合作研究計畫共 5 件，金額總計 4,260 仟元。	支持學術前瞻研究，並促成與產業團體之合作研究，形成上中下游技術產業之結合，開拓經濟效益。	

績效屬性		績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
社會影響	民生社會發展	Q 資訊服務		a. 於本所 072 及 048 館附近建立中小型風機及微電網示範系統示範園區。	a. 本計畫於本所 072 及 048 館附近建立中小型風機及微電網示範系統示範園區，今年至 12 月底為止，參觀訪客人數為 931 人，可讓參訪者充分了解本所潔淨能源、風力發電及再生能源的研發現況、使用情形與控管方式。(參訪之訪客有天下雜誌記者、屏東縣長、台電公司人員、國內外知名教授、大專院校學生等)。 b. 2012/2/13 天下雜誌蒞所訪問微電網計畫，由張○○博士介紹有關本所微電網計畫之目的、應用面等相關議題，讓社會大眾瞭解核研所微形電網技術之研發成果及現況，達到節能減碳的目的。	
		R 增加就業	替代役專業技術人員 6 人及產業界研發人員 3 人。	本計畫至 12 月底止，進用替代役及專業技術人員共 10 人，產業界雇用研發人員 3 人。	進用相關技術人力，創造就業機會，有助於降低國內失業率	產值(薪資 7,800 千元)

績效屬性		績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
	環境安全永續	V 提高能源利用率	發展再生能源分散式發電及高效率電力調控技術與應用，使本所再生能源產出之約 50kW 容量併聯本所尖峰容量 5MW 中，可提高本所再生能源使用率約 1%。	發展再生能源分散式發電及高效率電力調控技術與應用，使本所再生能源產出之約 60kW 容量併聯本所尖峰容量 5MW 中，可提高本所再生能源使用率約 1.2%。	相關技術研發與再生能源設施之運轉，可抑制二氧化碳排放量。	
其他效益（科技政策管理及其它）		K 規範/標準制訂		2012/4/23 本計畫參加由台經院主辦、本所協辦的「兩岸垂直軸小型風力機共通標準工作小組第四次會議」，於花蓮煙波飯店召開，會中由蘇煒年先生針對垂直軸簡易負載計算模式案例分析進行簡報。	國內垂直軸小型風力機廠商未來採用該共同標準之家數至少 3 家以及，產品種類至少 6 種以上。	國內垂直軸小型風力機廠商未來使用該共同標準之產品數量估計至少應有 2000 台以上。
		Y 資料庫		風機 3 種葉片翼形資料庫 (AG 系列、AH 系列、Boeing 707 系列)之建置。	建構風機葉片翼形資料庫，將大幅減少風機葉片之設計時間。	

績效屬性	績效指標	預期產出量化值	實際產出量化值	效益說明	重大突破
	其他		a.2012/4/25~4/28 張○○博士赴大陸廈門參加大陸科技部與台灣國科會主辦之「兩岸能源科技研討會」，並於會中簡報本所微型電網計畫研發現況。本所微電網研究深度部分獲得大陸高度重視，將視國科會與本所長官指示，作進一步規劃。 b.2012/3/27~4/1 本計畫主持人邱副所長率領陳○○組長、張○○博士參加「台法工業合作會議」，參與智慧電網相關會議與討論，瞭解台灣及法國官方及產業方面對智慧電網的觀念與想法，提供未來合作的機會。 c. 2012/5/15 張○○、李○○赴台電綜合研究所參加台電公司「再生能源發電系統併聯技術要點」之修訂建議研討會，另參加鳳山與屏東地區大量太陽光電併網之電力品質量測說明研討會。會中結論為 S/S 下游之太陽能廠輸出急遽變化時，MTR 匯流排、太陽能廠 MOF 之電壓變動率皆符合 2.5% 之台電標準，且太陽能廠之各次諧波電流率、總諧波電流失真率皆符合台電標準，本所提出太陽能發電與饋線負載佔比，以及量測取樣時間將影響電壓變動，台電將在夏季重新進行量測與分析。		

依上述選定績效指標作如下之敘述：

101 年

項目	年度目標	年度衡量指標	實際達成度
(一)風能系統工程技術發展	(1)整合型三維系統工程軟體結合流體力學平行運算軟體系統建立	(1)完成垂直軸風機為標的之三維氣動力平行運算分析	(a)應用 HP 刀鋒型伺服器之工作分配軟體(圖一)自動分配工作並進行軟體平行運算。 (b)使用 Fluent 三維 CFD 平行運算完成 H-Type、Darrieus、以及複合式垂直軸風機流場分析(圖二與圖三)。
	(2)葉片自動化結構設計、繪製、與分析程式開發：多葉片式水平軸風機分析技術建立	(2)完成建立符合 IEC61400 法規之多葉片式水平軸風機分析技術	(a)完成多葉式風機動態模型建置，以市售多葉式風機較常見的五葉型為標的，建置完整動態分析模型(圖四) (b)完成多葉式氣動力負載計算程式，可針對多葉式風機進行翼素定理(BEM)之計算，與美國國家再生能源實驗室所開發之風機負載計算程式 Yawdyn 進行比對，其結果皆符合預期(圖五)。
	(3)風機整體系統負載分析技術及其分析程式集之建立	(3)完成以有限單元法 FEM 分析 150 kW 二代風機之整機系統承受 IEC61400-1 各設計負載(DLC)之結構應力	(a)完成 150kW 二代風機骨架兩種型式設計(圖六) (b)使用有限元素分析軟體 ANSYS 分析符合 IEC61400-1 規範之骨架部分結構應力各設計負載(圖七)
	(4)葉片設計與製程開發以及商用型小風機系統應用與研究	(4)協助國內廠商建立商用型小型風機系統認證技術	101 年度計畫執行期間，以完成技術移轉新高能源公司有關『垂直軸風機之氣動力分析建模技術』，並規劃完成有關與新高能源公司『垂直軸風力機氣負荷計算』技術服務一案，及進一步規劃建立國內首間 TAF 認證之小型風力機設計評估實驗室，以協助國內廠商建立系統認證技

			術。
	(5)中小型風機系統設計與建置	(5) a.完成風機電控系統硬體模組化與監控系統控制策略程式參數模組化 b.完成 150 kW 二代風機之葉片設計及進行葉片製造	a.已如期達成控制系統硬體及程式參數模組化 b.(a)150 kW 二代風機葉片之外型、內部結構樑設計與複合材料疊層最佳化設計已採用有限元素法與 Tsai-Wu 破壞準則完成評估，結構應力分析(圖八)，該新葉片設計符合 IEC61400-1 Class I 國際規範，葉片重量更減輕為 413 公斤，安全係數提高至 2.6，更具實用性與競爭性。 (b)葉片製造部分已完成上、下箱型樑與上、下蒙皮之模具製作，並已完成箱型樑與蒙皮製作與膠合。(圖九)
	(6)風場預報技術及風能營運調配技術研究: 建置風場評估與預報程式環境，並協調以台電一處風場做為風場預報與風能調度營運之研究標的	(6)建置風場評估與預報程式環境，並以台電一處風場做為風場預報與風能調度營運之研究標的	(a)配合澎湖地形建置 1/500 風機與地形模型進行風洞量測實驗，觀測地形變化與尾流效應對風速造成的影響。(圖十) (b)完成叢集電腦計算環境軟硬體建置，並完成中尺度氣象模式 WRF 設定，可定時針對台灣地區進行進行氣象數值模式預報並輸出結果。(圖十一) (c)針對澎湖中屯、彰工、觀園地區，進行區域風速預報與風電產量預報，並完成可操作的平台呈現預報結果。 (d)風場營運相關資料，已完成台電再生能源處台電中屯、彰工、觀園等地風電場取得風力發電監測資料申請，已獲回函同意。
(二)分散式能源電力控制與管理技術發展	(1)系統動態模擬與負載分析技術建立： a.發展微電網系統動	(1) a.完成微電網系統動態與暫態模擬分析技術	a.完成微電網 Zone 1 至 Zone 3 系統動態模擬平台建立(圖十二)，以及完成微電網單相與三相故障之微渦輪

態與暫態模擬分析技術。 b.完成再生能源滲透率之裝置容量達10%，進行微電網獨立試運轉。	b.完成再生能源滲透率之裝置容量達10%，進行微電網獨立試運轉	機與儲能系統電壓及頻率擾動等暫態模擬分析技術。(圖十三) b.完成20kW之PV系統建置及併入微電網 Zone 1 系統，達成再生能源滲透率之裝置容量10%，並完成整體微電網獨立試運轉之電力控制技術測試。(圖十四)
(2)智慧型分散式感測與電力控制技術： a.發展再生能源發電與負載預測技術。 b.發展微電網即時運轉控制、故障偵測及保護技術。	(2) a.完成再生能源發電與負載預測技術 b.完成微電網即時運轉控制、故障偵測及保護技術	a.完成 048 館舍負載量測，PV 之 DNI 及風機發電數據蒐集，利用高斯分佈與類神經網路進行即時負載量與 PV 發電量之預測。(圖十五) b.完成微電網 Zone 1 至 Zone 3 即時監控系統建置及波形量測(圖十六)。利用通訊監控微電網各節點電錶及電驛資料來偵測故障發生區域，並線上改變電驛設定值，完成微電網動態保護協調技術開發。(圖十七)
(3)微型電網專用之分散式發電(DG)電力電子設備研發： a.發展市電併聯/獨立運轉(Stand alone)平順切換技術。 b.完成微電網高速併網之靜態開關(static switch)建置。	(3) a.完成市電併聯/獨立運轉平順切換技術 b.完成微電網高速併網之靜態開關建置	a.完成單相 5kVA 儲能系統市電併網/獨立平順切換模式研製與測試。(圖十八) b.完成高速靜態開關與主動式孤島偵測技術建置，以及完成切換速度之量測，於2ms內可完成關閉，且於無載下，亦能於10ms內完成開啟。(圖十九、圖二十)
(4)儲能系統、備載控制技術發展： a.發展儲能電池充放電控制技術。 b.建置微型電網 100 kVA 儲能系統。 c.完成備載控制技術建置	(4) a.完成儲能電池充放電控制技術 b.完成微型電網專用 100 kVA 儲能系統建置 c.完成備載控制技術建置	a.完成三相 15kW 雙向電力轉換器原型機設計(圖二十一)，以鋰電池模組做為電力轉換器之直流電源，以及採用 DSP 為控制器核心，並透過遠端命令結合外部通訊(CANBus)，提供微電網實功或虛功，達成儲能電池充電與放電之電

			力控制技術。完成在不同模式及運轉功率下，完成轉換效率之量測皆可達到90%以上，以及測試充電與放電之轉態時之暫態反應時間皆可於1秒內完成(圖二十二) b.完成100 kVA 儲能系統轉換模組、電池以及系統控制設備組裝，且已與微電網試驗場相連結，配合微渦輪機、PV 及微電網各種負載，完成100 kVA 儲能系統市電併網/獨立運轉平順切換測試。(圖二十三) c.完成微電網 Zone 1 至 Zone 3 孤島時之微渦輪機自動啟動及電力調控之控制技術。
	(5)系統測試情境研究： a.發展能源管理及調度控制技術。 b.完成能源園區微電網展示系統建置。	(5) a.完成能源管理及調度控制技術 b.完成能源園區微電網展示系統建置	a.完成微電網於孤島運轉下之 Zone 1 至 Zone 3 三台微渦輪機，以及 Zone 1 至 Zone 2 之兩台儲能系統經濟運轉模式及能源管理調度技術開發。(圖二十四) b.完成家庭微電網展示系統建置(圖二十五)。完成微電網中英文影片宣傳短片與微電網模型製作(圖二十六)，以及完成能源園區之微電網展示室建置(圖二十七)。

肆、主要成就及成果所產生之價值與貢獻度(outcomes)

一、學術成就(科技基礎研究)(權重 25%)

101 年成果：

(一)論文：

本計畫至12月底為止，完成國際SCI期刊3篇(已發表1篇，申請中2篇)、國內期刊1篇和國內會議論文8篇，共計12篇。茲將國際SCI期刊3篇之內容分

述於下：

- (1) 【Intelligent Control of Doubly-Fed Induction Generator Systems Using PIDNNS】(發表於 ASIAN JOURNAL OF CONTROL, 2012)SCI。(摘要：An intelligent control for a stand-alone doubly-fed induction generator(DFIG) system using a proportional-integral-derivative neural network (PIDNN) is proposed in this study. This system can be applied as a standalone power supply system or as the emergency power system when the electricity grid fails for all sub-synchronous, synchronous, and super-synchronous conditions. The rotor side converter is controlled using field-oriented control to produce 3-phase stator voltages with constant magnitude and frequency at different rotor speeds. Moreover, the grid side converter, which is also controlled using field-oriented control, is primarily implemented to maintain the magnitude of the DC-link voltage. Furthermore, the intelligent PIDNN controller is proposed for both the rotor and grid side converters to improve the transient and steady-state responses of the DFIG system for different operating conditions. Both the network structure and online learning algorithm are introduced in detail. Finally, the feasibility of the proposed control scheme is verified through experimentation.)
- (2) 【 Preliminary Implementation of Microgrid with Photovoltaic and Microturbine for Stand Alone Operation 】 (已 投 稿 至 IEEE TRANSACTIONS ON INDUSTRY APPLICATION, 2012)SCI。(摘要：This paper presents the preliminary implementation of microgrid system with photovoltaic and microturbine for stand alone operation. The microgrid test bed of the Institute of Nuclear Energy Research (INER) in Taiwan is selected for the study of impacts of high concentration photovoltaic (HCPV) and microturbine to be installed. The one line diagram of the microgrid is constructed and actual load profile supplied by

the microgrid is collected. Based on the direct normal irradiation (DNI) and the corresponding power output of HCPV, the voltage variation of microgrid with a microturbine is solved according to the power flow analysis. Besides, the fault currents introduced from HCPV, microturbine and Taipower system are calculated to design the protection coordination of the microgrid. Three actual filed tests of the microgrid have been conducted to verify the effectiveness of the transition operation between grid connect and stand alone control of the microturbine. To verify the normal operation of HCPV, a fault contingency at the external utility system followed by the motor starting in the microgrid is simulated by computer software program. From the simulation results, it is concluded that the transient stability of the INER microgrid for stand alone operation can be guaranteed by installing a microturbine.)

- (3)【Electrical, mechanical and morphological properties of compressed carbon felt electrode in vanadium redox flow battery】(已投稿至 JOURNAL OF POWER SOURCES , 2012)SCI。(摘要：Experiments includes electrical, mechanical and morphological aspects under compression in the range of 0-40% have been carried out on three different carbon felt materials in order to better understand the influence of the fundamental properties on vanadium redox flow batteries performance. The study, focused on the mechanical compression behavior of the carbon felt, shows the effect of the stress caused both by the compression on different types of carbon felts. The objective of this work is to investigate the effect of the percentage of compression on the interfacial contact resistance and the porosity of the carbon felt in vanadium redox flow batteries. It has been observed that decreasing the stress applied on the carbon felt, which is of high interest for the durability of the membrane electrode assembly (MEA), has moreover a positive effect on their performance due to the reduced contact resistance.

However, a simultaneously reduced porosity was also recorded and possibly detrimental to the mass transport of vanadium electrolyte. An optical method of binarized image analysis is developed for characterizing the porosity variation in-situ and concurrently compare with the collected data of electrical contact resistance. We found that the electrical contact resistance is determined by both the clamping force and the contact pressure distribution. A minimum contact resistance can be obtained in the case of a constant contact pressure distribution. Moreover, the intrusion of carbon felts under compression was also characterized by the similar binarized method using the actual bipolar plates with precisely milled flow channels of 1.5mm wide and 1.5mm thick. The porosity of the carbon felts underneath the rib of the bipolar plate decreases with increasing the clamping force, and the void volume is changed with the deformation of the carbon felts. It is concluded that there exists an optimal and reasonable combination of low interfacial contact resistance and good porosity for the carbon felt.)

(二)研究團隊之養成：

至 101 年 12 月底為止，本計畫組成之跨組織研究合作團隊共有 5 個，分述如下：組成「小型風機認證研究團隊」；與台大、澎科大組成「25kW 級距之小型風機團隊」；組成「能源管理與控制技術研究團隊」；與交通大學成立「微電網技術規範及產業研究發展團隊」；組成「微電網技術研發團隊」。形成國內風機技術研發團隊及分散式發電技術研究團隊，培養國內風機及微電網之開發與設計能量。

(1)小型風機認證研究團隊之養成：2012/2/23本所赴標檢局，針對小型風機設計評估驗證計畫進行內部初審備詢，會議由標檢局黃副局長主持，會議討論後決議由本所負責設計評估驗證及垂直軸簡易負載計算模式工作。2012/8/28中科院邀請本所至金門參與微電網儲電系統實驗運行啟動典禮，本計畫將進行為期三個月的科技研發場域運行。2012/9/27

本所蘇○○等人赴台○○公司針對該公司1kW型風力機設計評估進度進行簡報，目前尚缺螺栓與軸承規格，以及該風機相關程序書，台○○公司會盡快提供資料，會中亦討論第二年是否能執行完整型式認證，也就是測試報告是由台灣相關單位提供，設計評估報告與最後評估報告由本所提供，並且向相關機構提出認證申請，經費來源可透過產學研合作等方式或是台達電公司自行負擔。2012/10/26本所蘇○○已完成台○○公司1 kW小型風力機設計評估文件，並交付予Intertek進行審查。

(2)與台大、澎科大組成「25kW級距之小型風機團隊」：2012/10/25協助澎科大組裝之25 kW風力發電機，完成發電機、主軸煞車碟盤定位、煞車卡鉗與Yaw轉向機構之組裝，10/29完成主軸-齒輪箱之對心，11/2完成齒輪箱-發電機之對心。

(3)能源管理與控制技術研究團隊之養成：2012/4/19健○科技公司CEO李○○至本所參訪及洽談雙方之技術合作事宜。2012/5/24健○科技公司林副總率相關同仁蒞所，進行雙方技術合作事宜之討論，另將與本所進行簽定保密協議書，進而與本計畫進行先期參與作業。2012/8/9中○公司張副總等人蒞所，與本所張○○等人針對先期參與、澎湖低碳島、屏東縣光林村PV電廠、香港職訓局微電網模擬系統等未來可能合作議題，進行充分討論，期擴大本所微電網之應用面。

(4)與交通大學成立「微電網技術規範及產業研究發展團隊」：2012/3/7李○○博士赴中央大學參加交大紀○○教授主持之微電網委託研究計畫進度簡報會議，會中針對100年期末評估會議簡報討論，以及進行101年工作進度報告。因該計畫為產學研合作案，台○○公司將發展混合各種可控與不可控電源及交直流供電之能源管理系統，另中○研究所針對MDMS、智慧家庭、時間同步及電能管理等議題深感興趣，並期望研究團隊能多瞭解業界需求，會議結論將預定於三月底前至台○○公司進行討論或演講，該計畫亦建議本所屆時亦能派員參加。2012/5/16李○○博士赴中央大學參加交大紀○○微電網產業發展與標準計畫之

工作進度報告，會中討論微電網技術標準發展，以及為瞭解業界之需求，該團隊將於5月31日赴中○公司進行技術說明與交流，另外與清大鄭○○授討論微電網自主式電壓/頻率下降控制，以及未來相關電力電子之技術合作與研究。

- (5)微電網技術研發團隊之養成：2012/3/1何○○等人與思○電子公司王○○先生討論「微型電網控制器」專案進度規劃、試驗場環境佈線、儀器設備及微型電網控制室使用等相關細節。2012/3/29黃○○等人針對微電網控制程式與美○公司工程師討論佈線細節，包括：統整微電網電錶與電驛數量、PXI擺放位置與網路通訊、訊號擷取卡腳位對應方式以及佈線要求等。2012/4/9華○公司黃總經理蒞所參觀微電網相關計畫及設施，本計畫由張○○博士等人負責接待及介紹，並討論相關線上條件式監視技術，以取代以時間為基礎之定期方式進行設備預防性維護，將可大幅降低人事成本。2012/7/13張○○博士等人前往亞○公司，雙方就微電網技術與智慧電網技術應用進行深入探討，並邀請亞○公司參與本所微電網計畫，亞○公司表示有極高興趣。2012/10/17資策會馮○○所長、王○○主任、陳○○總監來所拜訪所長，本所由所長、邱副所長、陳組長、張○○博士與會，商談雙方未來在能源領域可能合作的議題。2012/11/21財團法人台灣電子檢驗中心李○○副執行長等4人蒞所參訪微電網展示中心，由張○○、張○○、李○○、林○○接待，並於048館討論本所與該中心未來推動國內微電網相關設備產業標準訂定工作之可能合作議題。2012/11/30張○○博士等人赴台○公司，與張總經理洽談微電網儲能系統設計及電動車充電站合作工作。

(三)碩博士的培育：

參與本計畫執行之碩士研究生 2 名，博士研究生 4 名，以培育國內風力發電及微電網技術等碩博士專業人才共 6 人，產值 (薪資)約 528 仟元。

(四)研究報告：

建立電力控管及風機系統分析與平行運算等重要研究成果報告共 22

篇，促進所內同仁資訊交流，提昇專業知識，呈現研發成果及後續研發重點及方向，使研發成果得以交流及傳承。

(五)辦理學術活動：

- (1)2012/4/23 本計畫參加由台經院主辦、本所協辦的「兩岸垂直軸小型風力機共通標準工作小組第四次會議」，於花蓮煙波飯店召開，會中由蘇煒年先生針對垂直軸簡易負載計算模式案例分析進行簡報。藉由協辦學術活動，分享研發成果及提高能見度。
- (2)2012/12/19 本計畫參加由台灣風能協會主辦、本所協辦之「台灣風能學術研討會」並發表 3 篇論文，其為主導目前國內大型風機之技術整合與發展者，參與研討會者多為國內風力發電機相關之單位，可藉此與各單位進行技術交流。
- (3)2012/12/5於本所060館309室舉辦101年度「行政院原子能委員會委託計畫成果發表會」，會議議題包括風力發電機葉片纖維複合材料高強度輕量化之研究、台灣家用中小型風力機推廣營運模式分析、智慧型微電網電力調度與最佳化負載管理、微型電網智慧監視與控制、微電網系統暫態減緩之智慧型控制技術建立。

(六)其他：

- (1)2012/6/15 本計畫邀請 Cornell 大學教授至本所進行專題演講，演講題目：「電力系統穩定度分析」，可提昇本所同仁電力系統穩定度分析之專業知識。

歷年成果(99-100 年)：

99 年成果：

(一)、風能系統工程技術發展

1. 完成期刊 1 篇(含國外期刊 1 篇)，平均每科技人年完成 0.11 篇；完成會議論文 4 篇(含國際會議論文 1 篇及國內會議論文 3 篇)，平均每科技人年完成 0.42 篇；完成所內報告 18 篇，平均每科技人年完成 1.89 篇。

2. 2010/7/5 本所假台北福華文教會館前瞻廳，與台灣中小型風力機發展協會及中國可再生能源學會風能專業委員會共同主辦之【兩岸中小型風力機產業與技術研討會】，兩岸參與人數超過 300 人，會中決議兩岸加強合作及制定兩岸認證機制，將可帶動兩岸交流，並利用兩岸在產業上的優勢共同進軍國際市場。
3. 2010/12/17 本所與台灣風能協會共同主辦「台灣風能學術研討會」，並發表 9 篇論文。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 完成國際 SCI 期刊 3 篇，平均每科技人年完成 0.24 篇；完成會議論文 2 篇(含國際會議論文 1 篇及國內會議論文 1 篇)，平均每科技人年完成 0.16 篇；完成所內報告 22 篇，平均每科技人年完成 1.76 篇。
2. 本所假台大醫院國際會議中心 402AB 會議室，與財團法人台灣經濟研究院、交通大學、中央大學、中原大學共同主辦「智慧電網與先進讀表技術研討會」，會議主題為討論及交流國內智慧電網與先進讀表之技術。
3. 與交大組成微型電網技術規範及產業研究發展團隊，期提昇國內微型電網研究之技術能力。

100 年成果：

本計畫完成期刊、會議論文以及研究報告等共計34篇，包括國際SCI期刊4篇、國內期刊3篇、國際會議論文4篇、國內會議論文1篇以及研究報告22篇。論文發表於重要期刊及國內外研討會，可分享研發成果及提高國際能見度。培育國內風力發電及微電網技術等碩博士專業人才共9人，產值(薪資)約768仟元。形成國內風機技術研發團隊及分散式發電技術研究團隊，培養國內風機及微電網之開發與設計能量。提報微電網技術及風機系統工程技術等重要研究成果報告，可促進所內同仁資訊交流及傳承，提昇專業知識。

(一)、風能系統工程技術發展

1. 完成期刊 3 篇(含國際 SCI 期刊 2 篇、國內期刊 1 篇)，平均每科技人年完成 0.27 篇；完成研究報告 10 篇，平均每科技人年完成 0.91 篇。茲

將國際 SCI 期刊 2 篇之內容分述於下：

- (1) **【Numerical investigation of aerodynamic characteristics of a new wind turbine】** (發表於 Computer Communication Control and Automation , 2011)SCI 。 Present work conducts computer simulations with the Computational Fluid Dynamics (CFD) software package Fluent as a modeling tool to explore aerodynamic characteristics of a newly designed wind turbine for electricity generation. The governing equations consisting of three-dimensional, time-dependent conservation of mass and momentum are solved. The k- turbulence model is adopted for the turbulent flow computation. The three-dimensional, tapered and twisted wind turbine blades used in this study employ hybrid non-symmetrical airfoils in the design. In the computation of three-dimensional flow field, the rotating fluid with sliding mesh technique is used. The important aerodynamic properties, including pressure, torque, and aerodynamic power, are documented for broad ranges of wind speed and pitch angle. All the conclusions are drawn based on the results of grid-independent solutions.
- (2) **【Derivation of simplified torque model for a Darrieus/Savonius hybrid system in compliance with IEC 61400-2 fatigue calculation】** (發表於 1095-4244, WIND ENERGY , 2011)SCI 。 IEC 61400-2 is a worldwide adopted design requirement for the small wind turbines. The methodologies and models, especially the simplified load model, developed in IEC 61400-2 are specifically for the horizontal axis wind turbines (HAWT). In other words, the equations and models cannot directly apply to the vertical axis wind turbines (VAWT). Therefore, it is the purpose of this paper to derive a suitable simplified torque model for VAWT fatigue calculation in compliance with the concept of IEC 61400-2. A prototype Darrieus/Savonius hybrid system (DS4.0a) designed and manufactured by the Hi-VAWT Technology Corporation is used for demonstration of the

load model. In cooperation with the engineers in Hi-VAWT Technology Corporation, the uniqueness of VAWT system is identified and an upper bound torque model for fatigue calculation is developed. The derivation of the model involves basic theory, engineering judgment, research papers, and test data. More importantly, the results are in terms of measurable data and represent the upper bound which can be easily implemented without any difficulty.

2. 「小型風機認證研究團隊」之養成：2011/2/24 鄭○○博士及蘇○○赴台灣經濟研究院，參與由中小型風機協會主導「國內中小型風機之產業規範及標章」草案制定事宜之討論，參加人員包括政府標準機關、產業界、學界、研究機構等，本所主要負責設計評估相關標準制定之技術支援工作。2011/9/27 本計畫蘇○○赴標檢局參加小型風機認證會議，與會單位有金屬工業中心、台灣大電力、標檢局高雄分部以及本所，國內小型風機認證體系已成形，將會由金屬工業中心與台灣大電力公司負責測試，本所負責設計分析，至於發證單位資格將與 TAF 協商後定案。
3. 參與本計畫執行之碩士研究生 2 人及博士研究生 2 人，以培育國內風力發電技術等相關專業人才，產值(薪資)約 336 仟元。
4. 2011/9/5 本計畫參加由台經院主辦、本所與工研院綠能所協辦的「兩岸中小風機研討會」。2011/9/6 本計畫參加於本所舉行之「2011 兩岸中小型垂直軸風力機共通標準會議」，大陸方面由「中國全國風力機械標準化技術委員會」王秘書長率團參加，與會人士有台灣中小型風力機產業協會、金屬工業發展中心、台達電子、信達電工、台灣大電力研究試驗中心、耀能科技、新高能源科技、均豪精密工業等產業界代表 40 餘人參加。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 完成期刊 4 篇(含國際 SCI 期刊 2 篇、國內期刊 2 篇)，平均每科技人年完成 0.31 篇；完成會議論文 5 篇(含國際會議論文 4 篇及國內會議論文

1 篇)，平均每科技人年完成 0.38 篇；完成研究報告 12 篇，平均每科技人年完成 0.92 篇。茲將國際 SCI 期刊 2 篇之內容分述於下：

- (1) 【Active islanding detection method using D-axis disturbance signal injection with intelligent control】(發表於 IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, 2011)SCI。A novel active islanding detection method using d-axis disturbance signal injection with intelligent control is proposed in this study. The proposed active islanding detection method is based on injecting a disturbance signal into the system through the d-axis current which leads to a frequency deviation at the terminal of the RLC load when the grid is disconnected. The feasibility of the proposed method is evaluated under the UL1741 anti-islanding test configuration. The proposed d-axis disturbance signal injection method is intended to achieve a reliable detection with quasi zero non-detection zone (NDZ), minimum effects on power quality and easy implementation without additional sensing devices or equipments. Moreover, to further improve the performance of islanding detection method, a wavelet fuzzy neural network (WFNN) intelligent controller is proposed to replace the proportional-integral (PI) controller used in traditional injection method for islanding detection. Furthermore, the network structure and the on-line learning algorithm of the WFNN are introduced in detail. Finally, the feasibility and effectiveness of the proposed d-axis disturbance signal injection method is verified with experimental results.
- (2) 【H5TM inverter with Constant-Frequency Asynchronous Sigma-Delta Modulation】(發表於 IEEE TRANSACTIONS ON POWER ELECTRONICS, 2011)SCI。The objective of this paper is to propose a constant-frequency asynchronous sigma-delta modulation (CFASDM) control strategy for the transformerless H5TM inverter. By comparing to the conventional asynchronous sigma-delta modulation (ASDM) with

variable switching frequency, the proposed CF-ASDM can simplify the filter design and reduce the computational burden of the digital signal processor while maintain the merit of quick dynamic response. The major contribution of this paper includes that developing the CFASDM control scheme thoroughly and applying it to the H5TM inverter successfully. In this paper, the mathematical expressions of the proposed CF-ASDM will be derived. Computer simulations and hardware experiments are shown to verify the performance of the H5TM inverter with proposed CFASDM.

2. 「能源管理與控制技術研究團隊」之養成：2011/5/4 本計畫與中○公司討論 EMS 系統及其 API 介面之規格，將進行本所、學校以及中興電工公司等三方微電網電能管理技術之整合工作。
3. 參與本計畫執行之碩士研究生 2 人及博士研究生 3 人，以培育國內微電網電力控管技術等相關專業人才，產值(薪資)約 432 仟元。
4. 2011/11/11 謝○○博士參加清大低碳能源中心主辦，協辦單位有本所、環保署、能源局、清華大學、聯合大學、台電、群翌公司及奈米顧問公司等八個單位於清華大學所舉辦之「能源儲存-液流電池(鈦電池)研討會」，會中邀請加拿大 VRB Power Energy 公司之 CEO 及中國大陸普能公司、清大馬教授針對鈦電池產業的發展現況及趨勢之研討議題進行演講，並分享與討論鈦電池技術、應用及市場的發展，就如何提升國內鈦電池產業競爭優勢與開發進行寶貴經驗之交流。
5. 2011/8/19 本所主辦「國際微電網研發現況研討會」，邀請丹麥 Aalborg 大學 Joseph 教授蒞所演講有關微電網之控制技術基本概念與國際技術發展現況介紹，並參訪本所微電網相關設施及討論國際合作相關事宜。

二、技術創新(科技整合創新)(權重 25%)

101 年成果：

(一)專利：

本計畫至 12 月底為止，完成專利申請 3 篇。

- (1)【自動化風機功能檢測系統】：本發明主要特性：一套新的中小型風機檢測程式，可將風機出廠或吊裝作業前繁複的檢測作業自動化，以節省人力工時並提高檢測的嚴謹度，同時並將各項檢測結果記錄於硬碟中，以便檢測後釐清問題並作為日後存查的資料。一般主動式風機在工廠組裝好後，為了確認所有零組件及液壓系統等軟體通訊的正確性，會進行一連串的機構及控制邏輯檢測。在風機運轉中，需要處理這些大量的感測器訊號，我們利用 FPGA 模組將這些訊號擷取進來並做基本人為判斷來確保感測器正常。至於自動邏輯測試則是規劃在一個層次分明、穩定運作的控制系統後，以模擬的風速風向輸入進行地面長時間的自動邏輯控制。
- (2)【高效能微電網負載控制管理裝置】：本發明提出之管理控制裝置輔助用戶，讓時間費率的用電經營模式能夠實現，市電併網模式達到用戶端節省電費，而供電端達到負載均化的效果；在孤島模式，以維持系統穩定度及提高網內電力品質，整體地讓電力系統資產運用最佳化和更有效率，透過再生能源的發展，達到減碳排放的目標。
- (3)【主動式風力發電機塔減震裝置】：本發明主要特性：1.震頻量測系統可長期紀錄風機的震動頻率及幅度，作為其健康狀態的依據。2.結合震頻量測系統與葉片轉速控制系統可兼顧發電效率與減低塔架的負載強度。

(二)技術活動：

- (1)2012/12/19 本計畫參加由台灣風能協會主辦、本所協辦之「台灣風能學術研討會」並發表 3 篇論文，其為主導目前國內大型風機之技術整合與發展者，參與研討會者多為國內風力發電機相關之單位，可藉此與各單位進行技術交流。
- (2)2012/12/7~8 本計畫張○○、李○○、歐○○博士等人參加國立臺北科技大學舉辦之中華民國第三十三屆電力工程研討會並發表 7 篇論文。本屆電力工程研討會的主要目的，在於提供電力工程相關之最新論著、研究成果與技術應用的討論場合，達成學、研、產、官之交流與

溝通。

(3)2012/10/31 張○○博士等人配合國科會實地查訪，完成孤島運轉、微電網電力潮流分析軟體以及家庭微電網系統等展示。

(4)2012/11/2 經濟部能源局智庫（工研院綠能所）舉辦「電網級儲能技術專家研討會」，本計畫謝錦隆博士報告本所「電池管理技術」研發規劃，並參加專家小組討論閉門會議（Close meeting），會議結論將提報經濟部「能源研發策略規劃小組」會議中討論，並擇期向經濟部杜次長報告。

(5)與美國維吉尼亞理工大學(Virginia Tech University)進行國際合作：2012年4月與具有電力調控轉換設計經驗與國際領先技術美國維吉尼亞理工學院暨州立大學簽定「應用於微電網之中小型風機電力轉換器與控制系統開發研究」計畫。藉由國際合作共同研發關鍵技術，以加速本計畫研發進度，提昇本計畫研發成效。

(三)技術移轉：

本計畫至12月底為止，完成技術移轉和先期參與3件。與新○公司之「複合式垂直軸風機之氣動力分析建模技術」技轉案，本計畫授權金及權利金收入共200仟元。本計畫已協助該公司建立複合式垂直軸風機之氣動力分析建模技術，本技術有別於傳統僅針對水平軸風機的氣彈力學模型之建模技術，本氣動力分析建模技術涵蓋分析 Darrieus 和 Savonius 兩型葉片轉子系統之網格耦合處理技術，大幅提升垂直軸風機氣動力分析結果之可靠度。中○公司及思○公司分別投入200千元及100千元，先期參與本所開發之「微電網電力控制技術-負載預測之能源管理技術」，本所目前所開發之發電預測及負載預測方法，可運用於所有微電網核心運算之電能管理系統，更可以運用至機組排程或需量控制等方面。

(四)技術服務：

本計畫於執行期間已提供3件技術服務，技服收入共計9,467仟元，其內容如下：

- (1)接受台灣大學委託執行之『小型風力發電機開發、測試與標準制定之研究』合作計畫，協助該計畫於澎科大架設由本所自行研發及配合澎湖特殊風況精進之 25kW 風力發電機，技服收入 774 仟元。
- (2)接受交通大學委託執行之產學研『微電網技術規範及產業發展研究』合作計畫，主要負責微電網相關技術標準試驗及測試展示規劃，以擴大本所微電網相關技術之開發與設計能量，技服收入為 893 仟元。
- (3)獲得標檢局【建立小型風力機設計評估驗證能量】之合作計畫，協助建置適用於小型風機之負載計算模式，並以建立 TAF 實驗室認證列為主要目標，選擇水平軸及垂直軸各一型之範例風機進行適用之案例分析。目前已著手修改各階文件之實驗室品質手冊，10 月已邀請 TAF 委員參觀本所實驗室，11 月正式向 TAF 提出申請，102 年 3 月前通過 TAF 評鑑，技服收入為 7,800 仟元。

歷年成果(99-100 年)：

99 年成果：

(一)、風能系統工程技術發展

1. 完成專利申請 5 篇，平均每科技人年完成 0.53 篇。
2. 對華陽公司進行「中小型風機複材葉片設計與製造」之技轉案，權利金收入為 100,000 元，主要為協助該公司建立葉片製造技術。
3. 本所 150 kW 風機設計國際認證核心技術：依據國際標準 IEC 61400-1 之 Design load case，完成 150 kW 風機之負載計算與分析報告，並提送丹麥 DNV 分公司進行設計認證審查及獲得 DNV 出具之 IEC-61400 負載計算符合聲明書。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 完成專利申請 3 篇，平均每科技人年完成 0.24 篇。
2. 提供技術服務案有 1 件，本所與高雄縣政府共同合作執行『高雄低碳能源示範社區規劃及可行性評估計畫』，計畫經費為 5,000,000 元，未來可促成高雄低碳產業之發展。

100 年成果：**(一)、風能系統工程技術發展**

本計畫之風能系統工程技術研發，主要著重於風機控制策略設計技術、最大功率追蹤電力轉換器、風機啟動與過轉速保護裝置、葉片傾角控制機構以及風機故障安全防護結構等研發技術之專利佈局。建立專利佈局，裨益國內廠商拓展國際市場。

1. 完成專利申請及取得共 4 件(國內專利申請 2 件、美國專利申請 1 件、取得美國專利 1 件)，平均每科技人年完成 0.36 件。

(1) 【風力發電機之故障偵測裝置及其判斷方法】(中華民國申請案號：100137051)。本專利針對水平軸主動控制式風力發電系統之感測器進行分析，並以本所自行開發之 25 kW 主動控制式風機(INER-C25A)為例，應用風機運轉之特性，以及感測器間互相之關聯性，開發適用於主動控制式風力發電系統之感測器自我診斷邏輯，針對關鍵感測器提供線上即時偵測與判斷，當可免除因感測器錯誤所造成之過轉速或過負載運轉狀況，提高主動控制式風力發電系統之可靠度。

(2) 【A fault detection device for wind power generator and its means of judgment thereof】(美國申請案號：13/280,365)。其技術特色為 (a)適用於水平軸主動控制式風力發電系統之感測器自我診斷邏輯。(b)針對關鍵感測器提供線上即時偵測與判斷。(c)免除因單一感測器錯誤所造成之過轉速或過負載運轉狀況。(d)有效降低風機保護設備的裝置成本。

(3) 【非接觸式之風機控制策略分析裝置】(中華民國申請案號：100138040)。一種新發明之非接觸式風機控制策略分析裝置，包含控制器、非接觸式之光學編碼器、三軸向加速規、電壓電流感測器及風速風向計等感測器，將其以非破壞性方式加裝於風機上，以量測風速值、風向值、Pitch 角度值、Yaw 角度值、葉片轉速、各元件振動頻率。此外，藉由長時間的數據記錄分析可推斷出各家風機之控制策略，另一方面，當發生元件損壞或肇事時，可分析風機是在何種情況下運轉損壞，向風機原廠提出有利證據，將有助於釐清風機損壞之原因。

2. 與華陽綜合工業股份有限公司技轉案『中小型風機複材葉片設計與製造』權利金之收入，主要為協助該公司建立葉片製造技術，權利金收入 100 仟元。
3. 2011/5/27 於長榮大學舉辦「2011 年第四屆可靠度與維護度實務研討會」，本計畫蘇煒年先生受邀演講，演講題目：「中小風力機負載分析與案例分享」。
4. 2011/11/15 本所黃金城副組長、蘇煒年及鄭志銘博士以及金工中心張瑞模赴台電再生能源處，進行大潭風場風力機維護技術提昇及改善研究案規劃之簡報，積極爭取技術合作機會。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

本計畫之分散式能源電力控制與管理技術研發，目前專利佈局方式主要以建立本所微電網相關再生能源設施電力電子專業技術及電力轉換系統為基礎，並搭配監測與控制系統之專利技術研發。其微電網相關專利之佈局，包括再生能源實虛功率調控技術、孤島偵測及保護技術、儲能雙向轉換技術、低電壓穿越控制技術、微電網保護協調技術、微電網孤島分裂技術、微電網電力品質控制技術以及微電網能源管理監控技術等。建立專利佈局，裨益國內廠商拓展國際市場。

1. 完成國內專利申請 3 篇，平均每科技人年完成 0.24 篇。

(1) 【微電網儲能系統模式切換技術】(中華民國申請案號：100139186)。

利用儲能系統調節微電網內部電壓，並藉由模式切換技術，使微電網於併網與孤島運轉兩模式間快速切換，改善微電網模式切換時可能造成電壓驟降或是電流突波，提升微電網操作穩定度。

- ### (2) 【微電網獨立運轉下之負載管理裝置】(中華民國申請案號：100139174)。
- 微電網內搭配儲能系統衍生之負載控制管理方法，此一方法可動態調解負載以維持供電及用電之間加以平衡，平衡網內電力品質，提高負載用電可靠度。此一控制方式可在卸載模式之前先傳達電池容量資訊給負載端，在此機制之下，可做到需量管理，達到引導用戶用電均衡系統尖離峰負載提高系統負載因素。

- (3) 【智慧型電力系統操作模式切換器】(中華民國專利申請案號：100132491)。一種新發明之電力系統裝置，將發電裝置、再生能源、負載、儲能系統組合成之小型電力系統透過智慧型切換器與市電電力線連接，發電裝置、儲能系統再透過控制線與智慧型切換器連接提供相關控制參數及訊號，其功能包含決定市電之連接或切離、市電故障偵測、發電裝置併聯/獨立運轉模式切換順序控制、再生能源併聯/獨立運轉模式切換順序控制及儲能系統併聯/獨立運轉模式切換順序控制及充放電控制。透過此裝置可決定電力系統操作模式，另依據負載之重要性及特性，決定提供能量之裝置類型，並於併聯或獨立運轉模式下，均保持電力系統穩定運轉。市電電力系統故障時，用戶端能夠持續進行負載操作與使用。
2. 歐○股份有限公司投入費用 100 千元先期參與本專案開發『微電網電力控制技術-新型諧波與間谐波量測演算法』技術，該技術可作為高雜訊情況下，電力品質量測之快速檢測依據，適用於微電網與市電並聯或孤島運轉時之電力品質監測。
3. 2011/3/1 本計畫張○○副組長應中央大學邀請演講，演講題目：「核研所分散式發電及微型電網研發現況」。
4. 2011/4/13 張○○副組長及李○○博士赴中○研究所洽談微型電網之雲端計算技術合作事宜。
5. 2011/5/5 張○○副組長、李○○博士、詹○○以及張○○赴利○公司洽談微型電網儲能系統之 BMS 系統研製工作，針對儲能系統操作模式討論相關技術細節與儲能系統通訊架構開發之技術合作事宜。
6. 2011/5/27 本計畫李○○博士應高苑科技大學邀請演講，演講題目：「核研所微型電網之技術發展」。
7. 2011/8/26 李○○博士赴清華大學能源與環境研究中心參加「智慧電網論壇」，該論壇主要介紹微電網控制器設計、快速需量反應控制、國際智慧電網相關標準以及台塑麥寮智慧電網相關應用，與本所目前開發之分散式電力技術有關，可供本所發展微電網技術參考。

8. 2011/10/4 張○○副組長與李○○博士赴中山大學，洽談微電網與配電自動化計畫之通訊及控制介面規範、再生能源極大化相關議題。另參訪及瞭解其電力系統實驗室之研發能量包括校園電能管理監控系統及具通訊之多功能數位電表等多種電力量測設備。
9. 2011/12/2，張○○副組長與李○○博士赴明志科技大學參加第三十二屆電力工程研討會，其中美國 Virginia Tech 賴○○博士進行「未來電網之再生能源及電力電子」之專題演講，除了討論如何應用再生能源電力轉換器等電力電子設備，來提升區域電網之再生能源滲透率，未來亦將發展電力電子之變壓設備，來改善配電系統使用傳統變壓器所面臨之故障及暫態響應等限制，此技術可應用在本所發展之微電網計畫，以電力電子技術來提升微電網電壓穩定之控制。

三、經濟效益(產業經濟發展)(權重 20%)

101 年成果：

(一)扶植產業發展：

本計畫於執行期間與多家廠商簽訂合作意願書或保密協議書或合作備忘錄(MOU)等文件，亦積極與國內外產業保持密切聯繫，掌握產業發展脈動，為未來潛在經濟成效奠定基礎。

- (1)2012/2/23 由黃○○副組長與蘇○○先生赴台達電公司，針對小型風機設計評估驗證計畫合作相關事宜進行簡報，台達電公司表達高度合作意願，初步構想為雙方先簽署合作意願書，除此次小型風機認證計畫互相合作之外，後續將以核研所發展之垂直軸風機計算模式驗證台達電公司之小風機進行合作，以促進國內風機產業之經濟效益。同日赴標檢局針對小型風機設計評估驗證計畫進行內部初審備詢，會議由標檢局黃副局長主持，會議決議由本所負責設計評估驗證以及垂直軸簡易負載計算模式工作。

- (2)2012/4/9 華○公司黃總蒞所參訪本所微型電網相關研究成果，並討論相關線上條件式監視技術，以取代以時間為基礎之定期方式進行設備預

防性維護，將可大幅降低人事成本。

- (3)2012/4/19 健○公司至本所參訪及洽談雙方之技術合作事宜。2012/5/24 健○公司蒞所，進行雙方技術合作事宜之討論，另將與本所進行簽定保密協議書，進而與本計畫進行先期參與作業。
- (4)2012/5/31 張○○博士受邀參加中○公司之微電網工作規劃報告，座談會包含中原大學陳士麟等三位教授、台經院等，藉由會議瞭解業界規劃，並尋求合作機會。
- (5)2012/6/14 台電供電處處長等三人蒞所參訪微電網計畫展示，由張○○博士簡報本所微電網技術發展，並交換智慧電網相關最新資訊。
- (6)2012/8/28 中科院邀請本所至金門參與微電網儲電系統實驗運行啟動典禮，本計畫將進行為期三個月的科技研發場域運行，當天由經濟部技術處處長林○○、中科院副院長張○○、立法委員楊○○、金門縣主秘盧○○、金管處長陳○○及國內許多產業業者等人出席，本所由施○○組長、黃○○副組長及鄭○○博士出席，並以海報展示本所風機發展及技術研發現況，且由黃副組長向經濟部技術處處長林○○進行簡報。
- (7)2012/10/1 本所與中○○○股份有限公司電信研究院簽署『微電網分佈式電力節點之資訊同步整合技術』之合作備忘錄(MOU)，將在微電網系統能源管理與控制技術上共同研究開發，共享研發成果。
- (8)2012/12/20 本所與亞○公司簽署合作備忘錄(MOU)，雙方將於微電網故障偵測技術研發方面，共同合作開發，共享研發成果。

(二)促成產業參與投資：

促成產業參與投資，共有 4 家廠商，產值估計約有 180,250 仟元以上。

- (1)於具 MPPT 及市電併網控制之風力發電電力轉換器研發方面，本計畫促成產業(利○公司) 參與共同合作研發。
- (2)於風力發電機及增速齒輪箱研發方面，本計畫促成產業(富○公司)參與共同合作研發。
- (3)於150 kW二代風機葉片研製方面，本計畫促成產業(先○公司)參與共同

合作研發。

- (4)於25kw儲能電池組充放電測試整合機台研製方面，本計畫促成產業(榮○公司)參與共同合作研發。

(三)創新產業：

參與產業團體數：2 件。

- (1)2012/5/18 張○○博士參加「台灣智慧型電網產業協會」舉辦之「微電網技術規範及產業發展」專家座談，與會單位有台電業務處、台電綜研所、工研院、台大、北科大、台科大、台綜院、電氣公會、用電設備檢驗公會、台達電、中興電工、中華電信等，逐條討論「台灣電力公司再生能源發電系統併聯技術要點」及「屋內線路裝置規則」中現有法規不適之處以及有關微電網併網部分，以逐步形成共識。期結合台灣產官學研各界之力量，共同發展台灣智慧型電網技術，開拓產業經濟成效。2012/10/2 下午張○○博士參加智慧電網產業協會理監事會議，討論明年理監事選舉事務，若業界仍無適當人選擔任理監事，則仍由各研究機構及教授勉為承接。2012/12/12 張○○博士代表本所參加台灣智慧電網產業協會理監事會議，會議改選第二屆理監事，本所代表當選理事。林○○教授當選第二屆理事長，原第一屆理事長紀○○教授為榮譽理事長，陳○○教授、大同林○○總處長為第二屆副理事長，第二屆理事一半為業界代表。

- (2)2012/11/14 本所劉○○出席台灣經濟研究院舉辦之「台灣中小型風力機發展協會-第二屆第四次理監事聯席會議」，會中理監事與會員共同通過台灣中小型風力機發展協會明年度 103 年預算編列與 5 項提案。2012/12/19 本計畫參加由台灣風能協會主辦、本所協辦之「台灣風能學術研討會」並發表 3 篇論文，其為主導目前國內大型風機之技術整合與發展者，參與研討會者多為國內風力發電機相關之單位，可藉此與各單位進行技術交流。

(四)促成與學界及產業團體合作研究計畫：

促成與學界及產業團體合作研究計畫共5件，金額總計4,260仟元。支持學術前瞻研究，並促成與產業團體之合作研究，形成上中下游技術產業之結合，開拓經濟效益。(該5件合作研究計畫之重要研究成效簡述於下：(1)碳纖維複合材料、玻璃纖維複合材料和碳纖維/玻璃纖維複合材料之三種纖維複合材料的拉伸強度與抗彎曲強度皆會隨著奈米石墨烯之添加量而提昇，而其熱膨脹係數會隨著奈米石墨烯之添加量而有下降的趨勢。(2)針對國內小型風機可能以(a)基本情境(b)分期付款(c)貸款(d)租賃之四種推廣模式情境進行分析，其中僅以用戶透過付年租費方式向風機廠商租賃風機，且年租費每年依等比例增加之「租賃模式」，較具備吸引用戶參與的財務誘因。(3)完成雙層全域式電力監控架構設計，並透過實驗廠址驗證所研製之智慧型電力調度與最佳化負載管理有效性。該系統除擷取各種能源來源之電力資訊外，更可因應負載端電力需求作最佳化經濟調度節能調控，使用拔插式觸控人機介面，可示範控制各種混合能源電力發電及負載使用狀況，目前規劃之負載端主要為展示間之家用電器，包含電風扇、電腦、電燈、電熱器、窗型冷氣機以及分離式冷氣。(4)提出新式主動式孤島偵測法，運用電流注入擾動訊號，並以智慧型控制追蹤系統實、虛功命令。所提之主動式孤島偵測法是於D 軸電流注入擾動訊號，而此在市電脫離時，將導致RLC負載終端之頻率產生偏差，達到孤島偵測之目的，並利用Elman 類神經網路控制器來取代傳統之PI 控制器。此外，結合小波模糊類神經網路(Wavelet FuzzyNeural Network, WFNN)控制器來取代傳統PI 控制器，以改善鼠籠式感應發電機在不同的操作情況下，直流鏈電壓與實虛功之暫態與穩態特性。(5)利用台電配電自動化系統建立配電饋線單線圖與相關資料，建立本所微電網網路架構與各電力元件模型，評估光纖通訊、電力線載波與Zigbee之整合通訊系統可行性。)

歷年成果(99-100 年)：

99 年成果：

(一)、風能系統工程技術發展

1. 本所與金工中心合作辦理「2010 年德國 Fuhrländer 風力發電設備廠商

來台說明會」，期籌組 600kW 風力發電系統技術合作研發聯盟。

2. 本所與財團法人金工中心及德國富蘭德國際公司簽署三方共同合作意願書，共同推動 600kW 風機之系統工程技術合作事宜，並期望帶動國內風機產業之技術提昇。
3. 促成與學界或產業團體合作研究計畫共 3 件，金額總計 2,070,000 元。
(該 3 件合作研究計畫之重要研究成效簡述於下：完成葉片氣動力分析 GUI 介面之建立，可加速分析流程。完成可承載 300kg 之磁浮盤設計與製作，將可應用於 5~10Kw 之垂直軸風機。依台經院預估，於產業面，若國內至 2020 年導入 7GW 之分散式發電系統，將可創造國內約為新台幣 7,000 億元的市場規模(其中電力網路之市場規模約為新台幣 1,750 億元)。)
4. 2010/10/18 本所與新○公司簽訂保密協議書，本計畫開始執行新高公司 300W 垂直軸風機之氣動力分析，未來將與新高公司之風洞實驗數據進行比對。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 2010/9/20 本所假台大醫院國際會議中心 402AB 會議室，與財團法人台灣經濟研究院、交通大學、中央大學、中原大學共同成立【台灣智慧型電網產業協會】，期結合台灣產學研各界之力量，共同發展智慧型電網技術，約 40 家廠商 250 人加入。
2. 本所與中○公司簽署「微型電網系統建置計畫」合作意願書，共同為未來推動微型電網 EMS 相關技術而努力，並希望能帶動國內微型電網產業之技術提昇。
3. 促成與學界或產業團體合作研究計畫共 5 件，金額總計 3,870,000 元。
(該 5 件合作研究計畫之重要研究成效簡述於下：完成 HCPV 及氣渦輪機模型之建立，並執行微型電網之情境分析。完成智慧型微型電網最佳化用電需量與能源配置比例估測機制之建立。完成兩組模組化 1kw 的市電併聯換流器之研發。針對主動式孤島偵測法及電力調控器控制法進行研究，並以 PIDNN 演算法完成控制器設計，有效提高系

統暫態響應。結合動力數值預報模式(NFS)與統計預報(MOS)技術，建立風速預報與 48 小時預報評估能力，結果有效的降低準確度達 33%，驗證可以強化風速預報的準確度提升風能管理運用。)

100 年成果：

本計畫於執行期間已提供 3 件技術服務(技服收入共計 3,054 仟元)，並有多項技術移轉至國內產業，可創造可觀之直接經濟成效。此外，與多家廠商或研究機構簽訂合作意願書或保密協議書(如金工中心、德國富蘭德國際公司、新○公司、中○公司等)，為未來潛在經濟成效奠定基礎。

(一)、風能系統工程技術發展

1. 本計畫提供技術服務有 2 件：(1)接受台灣大學委託執行之『小型風力發電機開發、測試與標準制定之研究』合作計畫，協助該計畫於澎科大架設由本所自行研發及配合澎湖特殊風況精進之 25kW 風力發電機，技服收入 774 仟元。(2)接受標檢局、台灣大電力中心委託執行之『符合 IEC 61400-2 垂直軸風機負載計算模式之建立與案例分析』合作計畫，協助建置適用於垂直軸風機之簡易負載計算模式，並選擇範例風機進行適用之案例分析，技服收入為 1,400 仟元。
2. 2011/2/13 至 2011/2/19 張○○副組長及羅○○參加於日本東京召開之「台日能源合作會議」，主要針對兩國能源政策、再生能源技術研究以及相關產業發展現況與需求，進行深入研討。
3. 2011/4/18 利○公司陳董事長及詹副總經理蒞所洽談 150kW 二代風機 inverter 之合作開發事宜。
4. 2011/5/31 新○公司高副總及吳處長蒞所洽談技術合作及技轉案，期本計畫能提昇國內垂直軸風機之設計認證評估技術及增進風機產業經濟效益。
5. 2011/10/28 本所已與新○公司簽訂合作意願書，未來可在小型垂直式風機研發工作共同合作。
6. 促成與學界及產業團體合作研究計畫共 4 件，金額總計 2,600 仟元。支持學術前瞻研究，並促成與產業團體之合作研究，形成上中下游技術

產業之結合，開拓經濟效益。(該 4 件合作研究計畫之重要研究成效簡述於下：碳纖維複合材料、玻璃纖維複合材料和碳纖維/玻璃纖維複合材料之拉伸強度與抗彎曲強度皆會隨著多壁奈米碳管之添加而提昇。針對國內小風機產業能量進行蒐集分析，瞭解國內產業能量與廠商研發投入概況，並提出運用 10kW 以下小風機並結合燃料電池系統，應用於偏遠地區緊急救援系統之可行性，分析其成本效益。探討模擬風機滾柱軸承系統於固定轉速下，量測軸承外圈、內圈以及滾柱發生損壞時之振動訊號，使用希爾伯特-黃轉換方法分析以提取其故障特徵。建立三維葉片與風機之氣動力最佳化計算程序與方法，以提昇風機擷取風能之比例。)

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 本計畫提供技術服務有 1 件：接受交通大學委託執行之產學研『微電網技術規範及產業發展研究』合作計畫，主要負責微電網相關技術標準試驗及測試展示規劃，以擴大本所微電網相關技術之開發與設計能量，技服收入為 880 仟元。
2. 2011/3/14 台○○公司蔡副總率相關事業單位主管共 10 人，參訪本所微型電網相關研究成果，並討論雙方未來合作方向及微型電網研究合作意願書 MOU 之簽訂工作。2011/5/23 台○○公司柯總裁暨營運長率公司重要幹部共 5 人，參訪本所微電網示範園區並討論儲能及風機 inverter 之技術合作事宜。
3. 2011/3/25 張○○副組長應「台灣智慧型電網產業協會」邀請參與會議並簡報核研所微型電網研發現況。
4. 2011/4/8 瑞士 ABB 台灣分公司溫副總率員至本所洽談儲能系統之技術合作事宜。
5. 2011/4/18 利○公司陳董事長及詹副總經理蒞所洽談 150kW 二代風機 inverter 之合作開發事宜。
6. 2011/5/24 資策會陳副主任等 2 人，蒞所討論微電網通訊相關技術合作事宜並參觀本所微電網示範園區。

7. 2011/6/10 美國加州理工學院 Steven Low 教授蒞臨本所參訪及參觀微型電網試驗場，本所由黃副所長主持會議及討論國際合作相關事宜，並由李奕德博士代表本所簡報分散式發電及微電網研發現況。
8. 2011/8/5 本所黃副所長率隊與謝○○博士，赴臺北國際會議中心參加「2011 國際能源前瞻」論壇，論壇邀請行政院吳院長致詞指示能源科技開發及儲能研究之重要性，美國勞倫斯柏克萊國家實驗室（LBNL）亦在會議中說明已發展中之液流式電力儲能電池研發過程。
9. 2011/10/26 台科大連教授及中興電工公司研發人員蒞所，與本分組相關人員共同討論微電網能源管理線上三相電力潮流分析技術之研發議題。
10. 2011/11/15 英國貿易及文化辦事處 Sam Leng 率英國大學教授及專家研究學者，包括 University of Strathclyde Prof. David Infield, Queen's University of Belfast Prof. Haifeng Wa ,University of Manchester Prof. Vladimir Terzija, Dr. Luis Ochoa 及 UK Energy Research Centre (UKERC) Dr. Aidan Rhodes 等人至本所參訪微型電網設施，並進行相關智慧電網之技術交流及討論未來國際合作方式。
11. 促成與學界及產業團體合作研究計畫共 3 件，金額總計 1,750 仟元。支持學術前瞻研究，並促成與產業團體之合作研究，形成上中下游技術產業之結合，開拓經濟效益。(該 3 件合作研究計畫之重要研究成效簡述於下：完成 kW 直流/交流併網型轉換器之設計與製作，其中閉迴路控制器採用機率模糊類神經網路控制器。發展一套混合能源發電系統裝置容量最佳化機制及智慧型估測架構，可決定智慧型微電網供應特定負載之用電需量及系統內部各種能源之配置比例，使其能夠達到最佳經濟效益與用電效率。依據微電網控制系統特性，透過通訊技術找出應用於微型電網代理人基控制下之最佳系統同步策略，對於本所微電網技術發展有相當重要之影響。)

四、社會影響(民生社會發展、環境安全永續)(權重 20%)

101 年成果：

(一)資訊服務：

- (1)本計畫於本所 072 及 048 館附近建立中小型風機及微電網示範系統示範園區，今年至 12 月底為止，參觀訪客人數為 931 人，可讓參訪者充分了解本所潔淨能源、風力發電及再生能源的研發現況、使用情形與控管方式。(參訪之訪客有天下雜誌記者、屏東縣長、台電公司人員、國內外知名教授、大專院校學生等)。
- (2)2012/3/14~3/30 本計畫參加能源國家型科技計畫之「能源 100+研究成果展」及擔任解說人員，本計畫海報內容以主要研發成果及重大突破內容呈現，會場中有廠商詢問風機耐腐蝕、耐颱風以及壽命設計等問題，本計畫解說人員均詳實解釋說明，深獲廠商讚許，已達到成果展之社會效益。
- (3)2012/2/13 天下雜誌蒞所訪問微電網計畫，由張○○博士介紹有關本所微電網計畫之目的、應用面等相關議題，讓社會大眾瞭解核研所微形電網技術之研發成果及現況，達到節能減碳的目的。
- (4)2012/6/8 屏東縣曹縣長及台電業務處人員等六人蒞所參訪，由周副主委、邱副所長、林主秘、陳組長、技推中心莊主任、張○○博士、曹○○博士等人迎賓及由張○○博士負責簡報，並陪同參訪微型電網試驗場與雙方座談。
- (5)2012/9/20~23 本計畫提供海報、DM 以及模型參與 2012 台北國際發明暨技術交易展，本所林○○、何○○、羅○○、林○○等人擔任該展之解說人員及提供有獎徵答，現場反應熱烈，已達到該展之社會效益。

(二)增加就業：

本計畫至 12 月底為止，雇用替代役及專業技術人員共 10 人，產業界雇用研發人員 3 人，有助於降低國內失業率，產值(薪資)約 7,800 千元。

(三)提高能源利用率：

- (1)發展再生能源分散式發電及高效率電力調控技術與應用，使本所再生能

源產出之約 60kW 容量併聯本所尖峰容量 5MW 中，可提高本所再生能源使用率約 1.2%。相關技術研發與再生能源設施之運轉，可抑低二氧化碳排放量。

- (2)本計畫配合成 048 館智慧節能辦公室建置之需求，採購換裝高能源效率之冷氣機，以減少能源消耗及降低 CO₂ 排放。

歷年成果(99-100 年)：

99 年成果：

(一)、風能系統工程技術發展

1. 本計畫於本所 048 館附近建立中小型風機示範園區，參觀訪客人數參觀訪客人數達 787 人，有政府機關、學術單位及民間團體等，可讓民眾充分了解潔淨能源、風力發電及再生能源的使用情形與控管方式。
2. 台灣各地方政府正積極進行低碳社區的研究與發展，如高雄、中興新村以及澎湖等地區將籌設低碳社區。低碳社區之能源供應以再生能源為主，以降低國內之碳排放量。以目前的技術而言，以風能及太陽光電為最佳考量，風能發電是目前唯一能產出大電力者，但風能系統工程技術目前仍掌握在國外風機大廠手中，唯有經由國內自主研發，方能突破此技術的瓶頸，並帶動國內風能發電產業的發展，增加就業機會，減少失業率。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 本計畫於本所 072 館及其附近建立微電網 EMS 系統及智慧型直流電力屋示範園區，參觀訪客人數達 827 人，有政府機關、學術單位及民間團體等，可讓民眾充分了解潔淨能源、微電網以及再生能源的使用情形與控管方式。
2. 2010/9/27 本計畫於原能會召開【節能減碳利器-核研所微型電網技術】記者會，核研所由黃副所長帶隊，與王○○博士、張○○副組長、鄭○○博士、張○○博士、吳○○出席，透過記者會讓社會大眾瞭解核研所微型電網技術之研發成果及現況，利用微電網控制技術可有效的

控制能源的使用，達到節能減碳的目的。共計有 5 家平面媒體及 10 家電子媒體報導。

3. 本計畫 9 月份及 11 月份進用替代役共 2 人，9 月份進用政府臨時就業人員 1 人，有助於降低國內失業率，且增加本所技術人員之培育。

100 年成果：

本計畫執行之社會面成效，除提供風機與微電網示範園區作為政府推動國內環保節能及降低 CO₂ 排放具體成效之實體展示重要場地，電視台拍攝「微電網試驗場」電視影片及透過電視節目之播出，積極參與所外之發明展或成果展，使本計畫之執行具有環境安全永續發展之社會教育意義外，亦經由合作研究計畫協助相關人才之培育，以及經由協助相關產業之發展，可增加就業機會及降低失業率。本計畫相關技術之研發與再生能源設施之運轉，可抑低二氧化碳排放量。

(一)、風能系統工程技術發展

1. 本計畫於本所 048 館附近建立中小型風機示範園區，今年至 12 月 31 日為止，參觀訪客人數為 1,240 人，可讓參訪者充分了解本所潔淨能源、風力發電及再生能源的研發現況、使用情形與控管方式。(參訪之訪客有經濟部長、能源局局長、國內外知名教授、審計部、台電公司、組織評鑑委員、產業界高階主管、工研院、大專院校等)
2. 本計畫至 12 月底為止，進用替代役及專業技術人員共 4 人，產業界雇用研發人員 1 人，有助於降低國內失業率，產值(薪資)約 3,800 千元。
3. 2011/9/29~10/2 本計畫陳伯毅博士等 8 人擔任『2011 台北國際發明暨技術交易展-國科會科技創新館展示』發明展之解說人員，本計畫以「風力發電機葉片快速開發技術」參展，期能將本計畫之研發成果推廣至產業界。
4. 2011/10/15 本計畫蘇○○支援原能會，赴板橋市第一運動廣場擔任由消保會主辦「2011 年消保嘉年華活動」中介紹風機技術之解說員。
5. 2011/11/23 中科院假桃園縣政府舉辦「桃園縣綠能科技產業創新研發論壇」，本次論壇本所是主辦單位之一，本計畫參展之動態展品為小型風

機系統。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 本計畫於本所 072 館及其附近建立微電網示範系統園區，今年至 12 月 31 日為止，參觀訪客人數為 1,420 人，可讓參訪者充分了解本所潔淨能源、微電網及再生能源的研發現況、使用情形與控管方式。(參訪之訪客有經濟部長、能源局局長、國內外知名教授、審計部、台電公司、組織評鑑委員、產業界高階主管、工研院、大專院校等)
2. 本計畫至 12 月底為止，進用替代役及專業技術人員共 4 人，產業界雇用研發人員 2 人，有助於降低國內失業率，產值(薪資)約 4,400 千元。
3. 2011/7/21 公共電視節目外製單位「東玉公司」再次來所拍攝「微電網試驗場」電視影片，公共電視並已於 8 月播出該影片，使社會大眾瞭解微電網技術之研發現況成果及對再生能源併入電網之貢獻。
4. 2011/9/16，本所施組長與張○○副組長赴台經院參加「智慧低碳城市推動構想」討論，會議由左所長峻德主持，包括有交通、中央、成大、中原大學及中興電工公司、中華電信與台達電公司代表參加，主要希望尋求五都配合其新社區開發，導入智慧低碳示範概念之設計與建築，初步以新北市與台南市為對象。
5. 2011/9/29~10/2 本計畫劉○○、黃○○、羅○○三位擔任『2011 台北國際發明暨技術交易展-國科會科技創新館展示』發明展之解說人員，本計畫以「高效率市電並聯型換流器研發」技術參展，期能將本計畫之研發成果推廣至產業界。
6. 2011/10/15 本計畫陳○○支援原能會，赴板橋市第一運動廣場擔任由消保會主辦「2011 年消保嘉年華活動」中介紹微電網技術之解說員。

五、其它效益(科技政策管理及其它)(權重 10%)

101 年成果：

(一)標準制訂：

(1)2012/4/23 本計畫參加由台經院主辦、本所協辦的「兩岸垂直軸小型風力機共通標準工作小組第四次會議」，於花蓮煙波飯店召開，會中由蘇煒年先生針對垂直軸簡易負載計算模式案例分析進行簡報。國內垂直軸小型風力機廠商未來採用該共同標準之家數至少 3 家以及，產品種類至少 6 種以上。國內垂直軸小型風力機廠商未來使用該共同標準之產品數量估計至少應有 2000 台以上。

(二)資料庫：

完成風機 3 種葉片翼形資料庫(AG 系列、AH 系列、Boeing 707 系列)之建置，將大幅減少風機葉片之設計時間。

(三)其它：

(1)2012/4/25~4/28 張○○博士赴大陸廈門參加大陸科技部與台灣國科會主辦之「兩岸能源科技研討會」，並於會中簡報本所微型電網計畫研發現況。本所微電網研究深度部分獲得大陸高度重視，將視國科會與本所長官指示，作進一步規劃。

(2)2012/3/27~4/1 本所邱副所長率領陳○○組長、張○○博士參加「台法工業合作會議」，參與智慧電網相關會議與討論，瞭解台灣及法國官方及產業方面對智慧電網的觀念與想法，提供未來合作的機會。

(3)2012/5/15 張○○、李○○赴台電綜合研究所參加台電公司「再生能源發電系統併聯技術要點」之修訂建議研討會，另參加鳳山與屏東地區大量太陽光電併網之電力品質量測說明研討會。會中結論為 S/S 下游之太陽能廠輸出急遽變化時，MTR 匯流排、太陽能廠 MOF 之電壓變動率皆符合 2.5%之台電標準，且太陽能廠之各次諧波電流率、總諧波電流失真率皆符合台電標準，本所提出太陽能發電與饋線負載佔比，以及量測取樣時間將影響電壓變動，台電將在夏季重新進行量測與分析。

(4)2012/5/24 健○科技公司蒞本所進行雙方技術合作事宜之討論，包括 048 館電能管理節能展示建置細節方案、微電網能源管理控制平台、低諧波之電力電子轉換器、智慧辦公室等。另將與本所進行簽訂保密協議

書，進而與本所微電網進行先期參與作業。

- (5)利用既有建置之國內首座「百瓩級微型電網試驗場」及相關設施，開發相關電能控制及平穩切換技術，完成 100 kW 儲能系統併入微型電網，以及完成微電網系統情境分析及暫態模擬技術。完成智慧型微電網系統展示建置，包括微電網中英文影片宣傳短片與微電網模型製作，對國家、社會及民眾有有推廣微電網技術重大之貢獻。上述技術之研發成果，榮獲本所於所慶頒發「研發績效優異」團體獎。

歷年成果(99-100 年)：

99 年成果：

(一)、風能系統工程技術發展

1. 本所參與我國風力發電機國家標準 CNS15176 的討論及制訂，提供未來風機設計分析、測試及驗證標準建立之參考，期使我國風力發電機國家標準 CNS15176 適用於台灣之風況。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 本計畫發展期間，除將蒐集得到本所 4E-1 能源園區負載資料外，將針對本所微電網試驗場運轉數據進行記錄與資料庫建置，未來可做資料分析與檢索，並提供微型電網電力調度相關決策支援使用。

100 年成果：

本計畫於工作推動過程中，積極參與國內外風機及智慧電網相關標準之制定工作，使國內外標準制定工作更為完備。積極參與論壇、技術活動以及研討會，建立交流及合作管道，並提高國際能見度。建立相關資料庫，使計畫同仁查詢工作，更為簡便。

(一)、風能系統工程技術發展

1. 2011/3/3 由中小型風力機協會召開「小型風機性能與安全要求」草案內容第一次審查會議，本計畫由蘇煒年先生代表參加，會中同意本所於強度與安全分析相關章節之撰寫內容，以及決議比照歐美國家不將塔架與基礎分析部份包含於規範中，擬於風機架設時，由風機業者出具合格結構技師認可之文件即可。

2. 2011/6/2 於標檢局召開小型風力機標準試審會，針對 CNS 15176-2 增加附錄 G 進行討論，本計畫蘇○○先生獲邀為審查委員之一。
3. 2011/7/15 張○○副組長赴標檢局參加風機標準「IEC-61400-22」試審會議，會議有學界、工研院、金工中心、台電、英華威等單位參與，除逐項討論 IEC-61400-22 標準外，並討論有關風機(包含大中小型及離岸風機)認證程序標準及國內認證機構認可問題。
4. 2011/7/10~8/17 本計畫遴派蘇○○先生赴美國普渡大學(Purdue University)複合材料實驗室(Composite Materials Lab)執行「風力機葉片失效模式研究」。
5. 2011/9/27 本計畫蘇○○赴標檢局參加小型風機認證會議，與會單位有金屬工業中心、台灣大電力、標檢局高雄分部以及本所，國內小型風機認證體系已成形，將會由金屬工業中心與台灣大電力公司負責測試，本所負責設計分析，至於發證單位資格將與 TAF 協商後定案。
6. 2011/12/14~12/19 黃○○副組長、鄭○○博士、陳○○博士、蘇○○以及童○○等五人赴中國大陸，參加兩岸垂直軸小型風力機共通標準及大陸小風機年會。
7. 完成風機 10 種葉片翼形資料庫(Clary 系列、E 系列、Eiffel 系列、GOE 系列、HN 系列、MH 系列、HQ 系列、DAE 系列、ONERA 系列以及 LOCKHEED 系列)之建置。

(二)、分散式能源電力控制與管理技術

1. 2011/3/31 原能會工程施工查核小組由秘書處李處長帶隊，邀請兩位查核委員對本所「渦輪發電機基礎建置工程」進行工程施工查核，對本案進行工地現場及書面資料查核，查核結果列為甲等，查核平均分數 83.5。
2. 2011/10/12 標檢局召集會議討論國內智慧電網標準制訂事宜，張○○副組長參與會議，與會成員包含台灣大電力中心、工研院量測中心、電檢中心、中華電信、台經院、中原大會陳○○、許○○教授等，已成立包含智慧家庭、智慧電表、配電自動化、微型電網相關標準分析等

- 工作小組，本所主要負責微電網標準分析工作。
3. 2011/11/1~11/2，本計畫謝○○博士參加於經濟部舉辦之 2011 能源科技論壇，會議內容包括美日德等之儲能技術發展等議題。
 4. 2011/11/9 本計畫黃○○赴經濟部標準檢驗局，開會討論智慧電網設備標準與檢測驗證平台計畫相關工作。2011/11/14 張○○副組長與黃○○陪同標檢局人員赴長園科技公司，洽談智慧電網儲能系統之標準制訂相關工作。
 5. 建立及領導國內微電網能源電子技術，建置國內首座「百瓩級微型電網試驗場」及其相關電力控制技術，包含完成 65 kW 微渦輪機建置及其與微電網並接之系統控制；完成微型電網孤島運轉展示系統之功能測試；完成微型電網靜態開關主動式孤島偵測關鍵技術，孤島偵測跳脫時間為 200ms(UL1741 規範要求<2s)等。上述技術之研發成果，榮獲本所於所慶頒發「研發績效優異」團體獎。

註：若綱要計畫期程為 4 年期第 1 年執行者，請明確寫出本綱要計畫為第 1 年執行，固無主要成就及成果之價值與貢獻度；其他非第 1 年執行者請填寫起始年累積至今主要成就及成果之價值與貢獻度(例如：執行期程為第 3 年之綱要計畫即寫第 1 年到現在所有成果之 outcome)。

伍、本年度計畫經費與人力執行情形

一、計畫經費執行情形

(一)計畫結構與經費

細部計畫 (分支計畫)		研究計畫 (分項計畫)		主持人	執行機關	備註
名稱	經費(千元)	名稱	經費(千元)			
分散式電力 能源及風能 系統工程技 術發展	44,840			張○○	核能研究所	
		風能系統 工程技術 發展	21,006	鄭○○	核能研究所	
		分散式能 源電力控 制與管理 技術	23,834	李○○	核能研究所	

(註 1)計畫請依國家型、由院列管、1000 萬元以上及 1000 萬元以下分類標示。

(二)經資門經費表

預算執行數統計截止日期 101.12.31

會計科目 項目	預算數(執行數)/元				備註
	主管機關預算 (累計分配數)	自籌款	合計		
			流用後預算數 (實際執行數)	占總預算數% (執行率%)	
一、經常支出					
1.人事費					
2.業務費	25,892,000 (22,938,806)		22,938,806 (22,934,911)	51.16 % (99.98%)	業務費流出： 2,953,194
3.差旅費					
4.管理費					
5.營業稅					
小計	25,892,000 (22,938,806)		22,938,806 (22,934,911)	51.16 % (99.98%)	
二、資本支出					
1.設備費	18,948,000 (21,901,194)		21,901,194 (21,901,194)	48.84% (100%)	業務費流入： 2,953,194
小計	18,948,000 (21,901,194)		21,901,194 (21,901,194)	48.84% (100%)	

合計	金額	44,840,000 (44,840,000)		44,840,000 (44,836,105)	100% (99.99%)	
	占總經費%					
	=分配數÷預算數 (執行率=執行數÷ 流用後預算數)	100%		(99.99%)		

請將預算數及執行數並列，以括弧表示執行數。

與原計畫規劃差異說明：

◆ 無。

(三)100 萬以上儀器設備

總期程累計(中綱計畫執行期間累計)：

No.	年度	儀器設備名稱	支出金額
1	99 年	渦輪發電機基礎建置	6,184,000
2	99 年	65KW Microturbine 微型發電機組	4,987,000
3	99 年	MSC.Fatigue 疲勞有限元素分析軟體	1,400,000
4	99 年	MSC.Patran 有限元素前後處理軟體	1,752,000
5	100 年	微電網配電盤	4,320,000
6	100 年	OPTIMUS 最佳化工程應用軟體	1,750,000
7	100 年	iflex 電能管理自動監控軟體之單相電力潮流分析開發模組套件	3,999,000
8	100 年	MSC.Nastran 有限元素結構應力分析軟體	1,600,000
9	100 年	風力發電專用高功率發電機	2,590,000
10	101 年	風力發電專用高功率發電機	2,590,000
11	101 年	電力電驛及波型產生器	1,780,000
	合計		32,952,000

二、計畫人力運用情形

(一)計畫人力

人力統計截止日期 101.12.31

說明：

年度	執行情形	總人力 (人月)	研究員級	副研究員級	助理研究員級	助理
99 年度	原訂	264	0	26.4	60	177.6
	實際	264	6	20.4	60	177.6
	差異	0	6	-6	0	0

100 年度	原訂	224.4	0	42	157.2	25.2
	實際	224.4	0	45	154.2	25.2
	差異	0	0	3	-3	0
101 年度	原訂	212.4	0	24	108	80.4
	實際	212.4	0	24	108	80.4
	差異	0	0	0	0	0
總期程累計(中網計畫執行期間累計)	原訂	700.8	0	92.4	325.2	283.2
	實際	700.8	6	89.4	322.2	283.2
	差異	0	6	-3	-3	0

研究員級：研究員、教授、主治醫師、簡任技正、若非以上職稱則相當於博士滿三年、或碩士滿六年、或學士滿九年之研究經驗者。

副研究員級：副研究員、副教授、總醫師、薦任技正、若非以上職稱則相當於博士、碩士滿三年、學士滿六年以上之研究經驗者。

助理研究員級：助理研究員、講師、住院醫師、技士、若非以上職稱則相當於碩士、或學士滿三年以上之研究經驗者。

助理：研究助理、助教、實習醫師、若非以上職稱則相當於學士、或專科滿三年以上之研究經驗者。

與原計畫規劃差異說明：

99 年度人力主要差異為 1 人由副研究員升遷為研究員。

100 年度人力主要差異為 1 人由助理研究員升遷為副研究員。

(二) 中網計畫執行期間累計主要人力(副研究員級以上)投入情形

(列出主要人員清單，如副研究員以上、計畫主持人等)

中網計畫執行期間累計：

99 年度：

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
張○○	分支主持人	6 人月/ 計畫管理、電控系統工程	學歷	
			經歷	
			專長	
鄭○○	協同主持人	6 人月/ 計畫管理、風機監控系統及電控系統	學歷	
			經歷	
			專長	

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
張○○	研究人員	6 人月/ 計畫管理、系統整合	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
張○○	研究人員	3 人月/ 風機安全規劃、計畫管理	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
郭○○	研究人員	5 人月/ 葉片製作、風機組裝	學 歷	
			經 歷	
			專 長	

100 年度：

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
張○○	分支主持人	8 人月/ 計畫管理、電控及風能系統工程	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
李○○	協同主持人	8 人月/ 計畫管理、分散式電力控管	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
鄭○○	協同主持人	10 人月/ 計畫管理、風機監控系統及電控系統	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
張○○	研究人員	10 人月/ 計畫管理、風機安全規劃、品保作業	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
郭○○	研究人員	6 人月/ 葉片製作、風機組裝	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
謝○○	研究人員	3 人月/	學 歷	

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
		微電網及儲能系統工程	經 歷	
			專 長	

101 年度：

姓名	計畫職稱	投入主要工作及人月數	學、經歷及專長	
張○○	分支 主持人	3 人月/ 計畫管理、電控 及風能系統工程	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
李○○	分項 主持人	5 人月/ 計畫管理、分散 式電力控管	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
鄭○○	分項 主持人	6 人月/ 計畫管理、風機 監控系統及電控 系統	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
張○○	研究人員	5 人月/ 計畫管理、風機 安全規劃、品保 作業	學 歷	
			經 歷	
			專 長	
謝○○	研究人員	5 人月/ 微電網及儲能系 統工程	學 歷	
			經 歷	
			專 長	

陸、本計畫可能產生專利智財或可移轉之潛力技術(knowhow)說明

- 1.本計畫之風能系統工程技術研發，主要著重於風機控制策略設計技術、最大功率追蹤電力轉換器、風機啟動與過轉速保護裝置、葉片傾角控制機構以及風機故障安全防護結構等研發技術之專利佈局。其可移轉之潛力技術：本計畫之中小型風機系統工程技術，可支援國內中小型風機的發展及建立本土風機技術，尤其是在國際認證方面，美國將在 2012 年開始只允許認證過之機種販售，藉由本所風機軟體系統工程技術之建立，可協助國內廠商通過國際認證。
- 2.本計畫之分散式能源電力控制與管理技術研發方面，本年度已委請台灣科技大學專利研究所蔡鴻文教授進行「微電網專利檢索與分析」，其主要聚焦於微電網之錯誤偵測技術、低電壓穿越(LVRT)技術、孤島偵測技術、最大功率追蹤(MPPT)技術與儲能技術等，進行專利檢索與分析，並提出迴避設計建議。目前本計畫專利佈局方式主要以建立本所微電網相關再生能源設施電力電子專業技術及電力轉換系統為基礎，並搭配監測與控制系統之專利技術研發。其微電網相關專利之佈局，涵蓋再生能源實虛功率調控技術、孤島偵測及保護技術、儲能雙向轉換技術、低電壓穿越控制技術、微電網保護協調技術、微電網孤島分裂技術、微電網電力品質控制技術以及微電網能源管理監控技術等技術。

柒、與相關計畫之配合

(執行中的合作情形以及未來之合作計畫，若有國際合作關係也請說明。)

本計畫於執行期間，積極與國內外風機及微電網相關計畫充分配合，除可與國內外風機及微電網相關計畫進行技術交流外，亦可提昇本計畫相關技術之應用範疇，增進本計畫之產業技術應用面。

- 1.國際合作：與美國維吉尼亞理工大學(Virginia Tech University)進行國際合作---2012 年 4 月與具有電力調控轉換設計經驗與國際領先技術美

國維吉尼亞理工學院暨州立大學簽定「應用於微電網之中小型風機電力轉換器與控制系統開發研究」計畫。藉由國際合作共同研發關鍵技術，以加速本計畫研發進度，提昇本計畫研發成效。

2. 與風機相關計畫合作：

- (1) 2012/2/6 金工中心崔○○處長、黃○○副組長以及謝○○博士拜訪本所施組長及黃副組長，討論中小風機未來國內發證以及離岸風機合作事宜，會後金工中心建議由金工中心朝申請 G65 扮演發證角色，核研所負責設計認證工作，預計今年六月後雙方將進一步討論以共同合作申請工業合作(ICP)方式，一起參與離岸風機技術引進。
- (2) 2012/3/2 本所蘇○○及童○○赴台大工科所進行期初會議討論，會中決議本所除完成強度分析及評估報告外，並將協助澎科大於年前完成風機零組件之規格確認及採購事宜。
- (3) 2012/4/23 施○○組長、黃○○副組長獲離岸風力主軸計畫主持人林○○教授邀請，參加四月份風力主軸工作會議，以規劃核研所參與 102 年離岸風力主軸計畫各項工作。
- (4) 2012/5/2 中山科學院黃組長、任博士、林博士以及儲電計畫相關人員蒞所洽談 25kW 風機於金門低碳島合作事宜，本所由鄭志銘博士簡介本所相關研發能力，並獲得中山科學院研究人員之肯定。
- (5) 2012/10/25 協助澎科大組裝之 25 kW 風力發電機，完成發電機、主軸煞車碟盤定位、煞車卡鉗與 Yaw 轉向機構之組裝，10/29 完成主軸-齒輪箱之對心，11/2 完成齒輪箱-發電機之對心。
- (6) 2012/11/12 離岸主軸計畫構想「離岸風機設計驗證及風場預報與風能營運技術研究」已被接受，預計 11/20 由黃○○副組長率吳○○、蘇○○、陳○○、鄭○○、方○○等人前往簡報，同時著手計畫書的撰寫工作。

3. 微電網相關計畫合作：

- (1) 2012/1/10 義守大學陳○○教授赴本所討論配電系統之配電自動化與 Microgrid 相關通訊控制介面及資訊格式規範之合作，以及探討微電

網對配電網或區域供電技術之影響，其研究內容包括(a)龍潭配電饋線之網路架構建立與通訊模式研究(b)核研所微電網電網模型建立與混合式通訊於微電網之應用評估(c)再生能源發電併聯規範研究與技術障礙及解決方法(d)DG 運轉控制研究以改善饋線電壓變動，未來將針對微電網與配電網相應管理及推廣辦法進行可行性評估。2012/9/13 台灣電力公司桃園營業處來函對於微電網與市電併聯一案，需執行目前電網之系統衝擊分析，若日後線路有修改，必須引用新線路數據做分析。目前義守大學陳○○教授，已完成三坑分線#29 之微電網併網之衝擊分析，本計畫再行確認其分析之可行性。

(2)2012/3/14 本所所長率邱副所長、張○○博士赴行政院參加張進福政務委員召開之「智慧電網總體規劃方案」審查會議，由經濟部能源局負責簡報，會議中張政務委員點名各部會發言，所長發言「本所多次參與能源局之規劃會議，本所意見皆有納入此規劃方案。」

(3)2012/4/16 本所黃副所長指示修正回覆環保署建置金門低碳島計畫之大型儲能分析建議報告，建議新增一章節說明建議結論：島嶼儲能系統設備與場址選定篩選建議，研擬設備與場址選定篩選所考慮的條件必須包括(a)工程建廠面、(b)環境產業面以及(c)後勤備援面三大層面，期望滿足成本低、效益高、可行性高等三個原則，作為設備與場址篩選評估之條件。

(4)2012/3/7 李○○博士赴中央大學參加交大紀○○教授主持之微電網委託研究計畫進度簡報會議，會中針對 100 年期末評估會議簡報討論，以及進行 101 年工作進度報告。因該計畫為產學研合作案，台○○公司將發展混合各種可控與不可控電源及交直流供電之能源管理系統，另中○○○研究所針對 MDMS、智慧家庭、時間同步及電能管理等議題深感興趣，並期望研究團隊能多瞭解業界需求，會議結論將預定於三月底前至台達電公司進行討論或演講，該計畫亦建議本所屆時亦能派員參加。2012/5/16 李○○博士赴中央大學參加交大紀○○微電網產業發展與標準計畫之工作進度報告，會中討論微電網技術標準發展，

以及為瞭解業界之需求，該團隊將於 2012/5/31 赴中○公司進行技術說明與交流，另外與清大鄭○○授討論微電網自主式電壓/頻率下降控制，以及未來相關電力電子之技術合作與研究。

捌、後續工作構想之重點

本分散式電力能源與風能系統工程技術發展計畫乃整合兩分項計畫技術於一分支計畫，以收統合之效。下年度(102 年)仍將以此兩分項計畫方式繼續推動研發工作，其後續研發工作構想重點分述於下：

- 1.整合以垂直軸風機為標的之三維 CAD/CAE 軟體分析介面建立。
- 2.結合 BEM 設計理論之通用型葉片自動及客製化 CAD 繪製軟體開發。
- 3.完成 150 kW 二代風機之整機機構系統設計分析。
- 4.商用型小型風機細部設計及製造。
- 5.進行 150 kW 二代風機整機機構系統製造
- 6.進行風機場址氣象預報模式之運跑。繼續進行台電風場之預報模式驗證比對。
- 7.發展微電網電力品質量測分析及改善控制技術。完成 300 kW(含 HCPV、氣渦輪機及風機)之微電網穩定孤島運轉及市電併聯連續平穩切換。提昇再生能源滲置率>15%。
- 8.發展微電網之負載動態調節技術。完成負載自動卸載/解聯等控制技術建置。
- 9.發展再生能源發電系統電壓及頻率垂降控制技術。發展具 LVRT 控制之電力轉換器。完成再生能源遠端智慧型電力調控建置。
- 10.發展儲能系統之電能管理控制模式。發展電網級儲電技術。
- 11.系統調校、精進與效能提昇。經濟與產業效益分析。

玖、檢討與展望

本報告為計畫第 3 年度執行之期末報告，於量化成果方面，完成國際 SCI 期刊 3 篇(已發表 1 篇，申請中 2 篇)、國內期刊 1 篇、國內會議論文 8 篇、研

究報告 22 篇以及技術報告 3 篇；組成 5 個研究團隊之養成；專利申請 3 件；培育碩博士研究生共 6 名；技術移轉和先期參與 3 件共 500 仟元；技術服務 3 項金額共 9,467 仟元；促成產業參與投資，共有 4 家廠商，產值估計約有 180,250 仟元以上；促成與學界及產業團體合作研究計畫共 5 件，金額總計 4,260 仟元等。而於質化成果方面，已逐步建立國內風機設計製造測試及國際設計認證之相關核心技術及系統工具，並建置國內首座「百瓩級微電網試驗場」相關設施及開發微電網關鍵技術。本計畫目前遭遇之困難點：曾邀請企業加入部分基礎組件之開發，以技術而言，企業足以勝任，但常因基礎組件之數量與企業業績的問題，致使企業未能配合開發，於是本計畫之因應對策為耗費部分人力進行基礎組件之開發，實為可惜。植基於歷年之研究成果，展望未來，本計畫應有更亮麗之研究成果。

1. 本所經過這幾年的研究及發展，已漸能掌握其中的核心系統技術，目前持續與國外系統技術廠商接觸，期能引進國際技術同時亦維持與加速自主之研發、設計及製造技術。本計畫之中小型風機系統工程技術，可支援國內中小型風機的發展及建立本土風機技術，尤其是在國際認證方面，美國在 2012 年開始只允許認證過之機種販售，藉由本所風機軟體系統工程技術之建立，可協助國內廠商通過國際認證。
2. 台灣目前大型風機之技術多為技轉國外為主，著力於大型風機之引進建置與技術推廣，推動國內大型風機關鍵元件之開發計畫，然風機關鍵技術多受控於國外大型風機技術所有者。國內風機廠商最為欠缺之系統工程技術，唯有本土自主研發，方能根本解決風機系統設計及關鍵零組件製造之技術問題。本計畫擁有之本土中小型風機系統工程技術，展望未來可支援國內中長期本土發展大型風機甚至離岸風機之關鍵技術。本所目前配合能源國家型科技計畫之整體規劃，將於民國 103 年成立「風能系統工程技術開發與研究」分支計畫，亦積極配合參加離岸主軸計畫之相關活動(已接受之構想書名稱：「離岸風機設計驗證及風場預報與風能營運技術研究」)。
3. 微型電網為現今世界發展之前瞻性技術，許多關鍵重要元件及電力控

制技術，具有原創性的設計，目前市面上亦無相關產品，國內廠商亦欠缺此技術能力，包含主動式孤島偵測技術、固態電子式同步靜態開關、分散式電網雙向性電力保護協調技術等，實際上仍存在一些問題待解決，故本計畫雖著重於系統建置與整合技術發展，但亦兼顧創新技術能力之建立。

4. 目前國內市場之分散式發電電力調節系統已具有孤島偵測及保護等電力電子技術，本計畫將開發微型電網專用具實虛功控制、低電壓穿越技術(LVRT)之分散式電力調節系統、具主動孤島偵測及保護之微電網市電併網之靜態開關(Static Switch)，以及獨特之微電網 LVRT 控制關鍵元件等。
5. 本計畫於分散式能源電力控制與管理技術之研發，仍展望未來可結合國內電力電子產業，發展微型電網及再生能源專用之電力轉換與實虛功率控制設備、孤島偵測保護之靜態開關設備、低電壓穿越技術發展等設備之本土產業化。結合國內電力設備產業，發展微型電網專用之雙向電力保護協調設備、具實虛功率調整之儲能設備、再生能源發電設備之本土產業化。結合國內資通訊及控制設備產業，發展微型電網專用之資通訊設備、電力量測及控制技術(包含零組件及控制晶片發展)等之本土產業化，並推廣產業化標準。

填表人：張○○

主管或主持人簽名：陳○○

附錄一、佐證資料表

(就下述指標填報佐證資料，若該指標無成果請刪除該表，標題粗體為必填欄位)

一、學術成就表

年度	計畫名稱	中文題名	英文題名	第一作者	其他作者	發表年度	論文出處	文獻類別代碼	重要期刊資料庫簡稱	SCI impact factor	引用情形代碼	獲獎情形代碼	獎項名稱
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展		Intelligent Control of Doubly-Fed Induction Generator Systems Using PIDNNS			2012	1561-8625, ASIAN JOURNAL OF CONTROL (accepted)	d	SCI		N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展		Preliminary Implementation of Microgrid with Photovoltaic and Microturbine for Stand Alone Operation			2012	IEEE Transaction on Industry Application	d	SCI		N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展		Electrical, mechanical and morphological properties of compressed carbon felt electrode in vanadium redox flow battery			2012	0378-7753, JOURNAL OF POWER SOURCES	d	SCI		N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	核能研究所微型電網技術發展現況				2012	72，電機月刊	b			N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	希爾伯特黃變換(HHT)於變轉速齒				2012	力學學會第三十五屆全國力學會議	e			N	N	

計畫績效評估

第二部分

	術發展	輪故障診斷之應用											
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	應用CFD推導與驗證垂直軸簡易疲勞負載計算模式				2012	台灣風能學術研討會,2012	e			N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	主動式風力發電機塔架減振系統設計				2012	台灣風能學術研討會,2012	e			N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	風力發電機複合材料葉片疊層最佳化設計				2012	台灣風能學術研討會,2012	e			N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	核研所微型電網諧波分析與改善之研究				2012	第三十三屆電力工程研討會	e			N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	核能研究所微電網併網衝擊分析之研究				2012	第三十三屆電力工程研討會	e			N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	應用於微電網之孤島偵測研究				2012	第三十三屆電力工程研討會	e			N	N	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	應用於微電網之分散式逆變器使用垂降控制技術				2012	第三十三屆電力工程研討會	e			N	N	

二、培育人才表（參與本計畫博碩士研究生基本資料）

年度	計畫名稱	姓名	學歷代碼	屬性	連絡地址	電話	E-MAIL	備註
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	陳 0 鴻	a	a				
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	賴 0 祥	b	a				
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	黃 0 嘉	a	a				
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	廖 0 傑	a	a				
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	林 0 穎	b	a				
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	辜 0 典	a	a				

三、智財資料表

年 度	計畫名稱	專利名稱	專利類別代碼	授予國家代碼	申請日期	獲准日期	證書號碼	發明人	專利權人	有效期間(起)	有效期間(迄)	屬性	申請人	應用對象	移轉權利金(仟元)	備註
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	自動化風機功能檢測系統	a	a	2012/5/7				核能研究所	申請中	申請中	a				
101	分散式電力能源與	高效能微電網負載	a	a	2012/5/23				核能研究所	申請中	申請中	a				

	風能系統 工程技術 發展	控制管理 裝置														
101	分散式電力能源與 風能系統 工程技術 發展	主動式風 力發電機 塔架減震 系統	a	a	2012/9/ 18				核能研 究所	申請中	申請中	a				

四、技術報告表

年度	計畫名稱	報告名稱	作者姓名	出版年	頁數	出版單位	備註
101	分散式電力能源與 風能系統工程技術 發展	風力發電系統發展趨勢 研究與技術路徑規劃		2012		核能研究所	
101	分散式電力能源與 風能系統工程技術 發展	25KW 風力發電機維護 保養及安裝		2012		核能研究所	
101	分散式電力能源與 風能系統工程技術 發展	核研所低壓微型電網人 工故障試驗		2012		核能研究所	

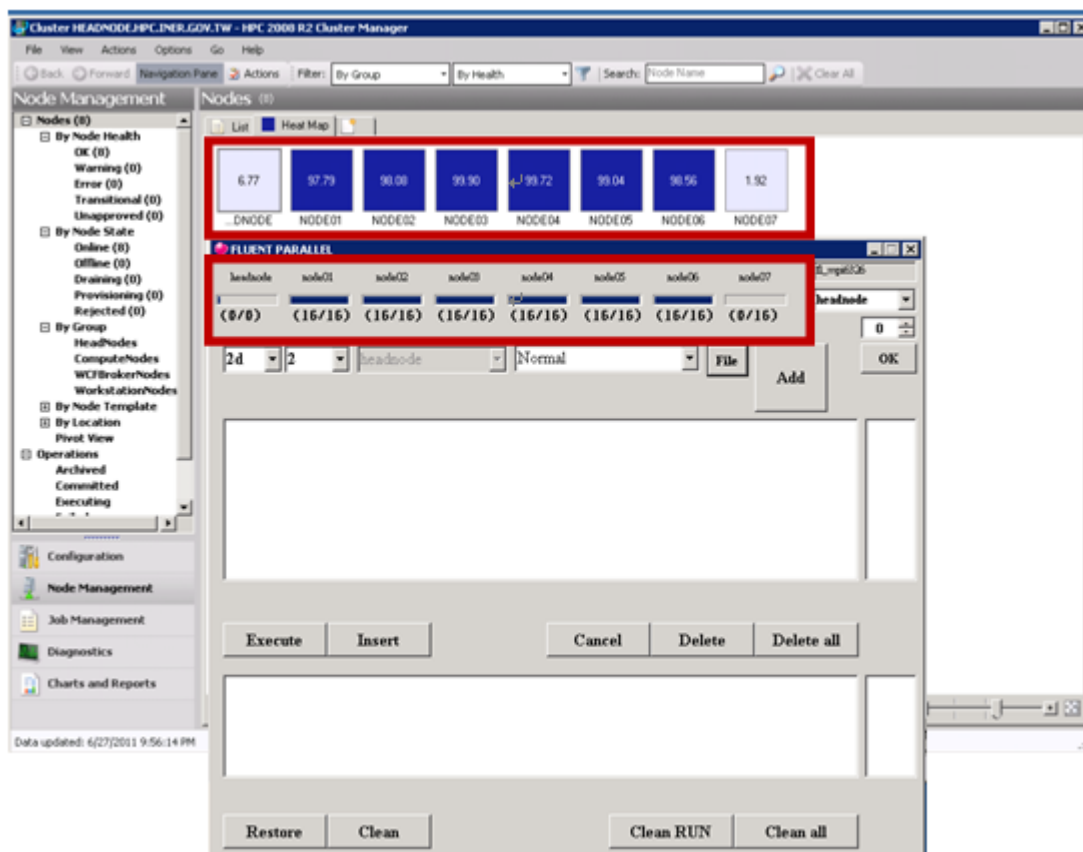
五、技術移轉表

			a 先期技術移轉 b 軟體授權 c 技術移轉 d 新技術/新品種 引進數						採西元年月 如：2005/01	採西元年月 如：2005/01			
						權利金(千元)							
年 度	計畫名稱	技術名稱	類別代碼	授權單 位	被授權廠商或 機構	先期技術授 權金	技術移轉授 權金	合計	合約有效期 間(起)	合約有效期 間(迄)	移轉年 度	國內/國 外	備註
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	複合式垂直軸風機之氣動力分析建模技術	c	核能研究所	新○公司		200	200	2012/06	2013/06	2012	國內	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	微電網電力控制技術-負載預測之能源管理技術	a	核能研究所	中○公司	200		200	2012/12	2013/12	2012	國內	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	微電網電力控制技術-負載預測之能源管理技術	a	核能研究所	思○公司	100		100	2012/12	2013/12	2012	國內	

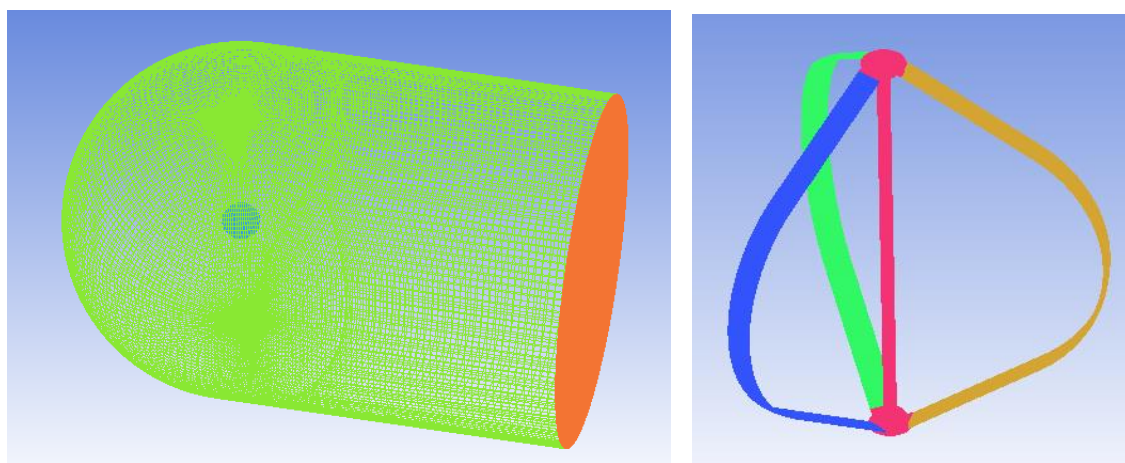
六、廠商投資表

					a 研發投資 b 生產投資					
年度	計畫名稱	廠商名稱	廠商統一編號	廠商地址	投資類別代碼	投資金額 (千元)	產品名稱	產值(千元)	移轉年度	備註
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	利○公司			a	3,000	具 MPPT 及市電併網控制之風力發電電力轉換器	15,000	2012	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	富○公司			a	1,250	風力發電機及增速齒輪箱	6,250	2012	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	先○公司			a	6,400	150kW 二代風機葉片	96,000	2012	
101	分散式電力能源與風能系統工程技術發展	榮○公司			a	2,520	25kw 儲能電池組充放電測試整合機台	63,000	2012	

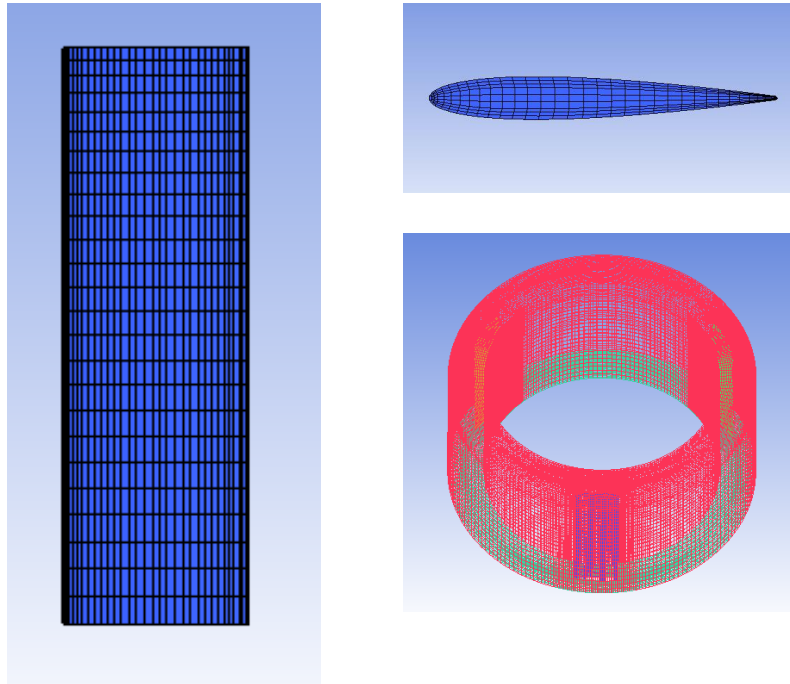
附錄二、佐證圖表



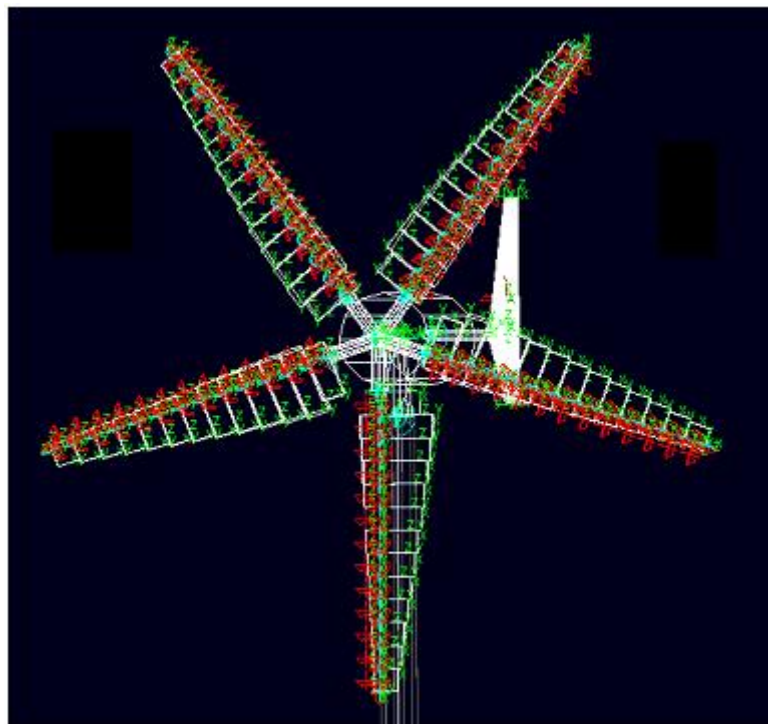
圖一、多節點設備工作監控軟體



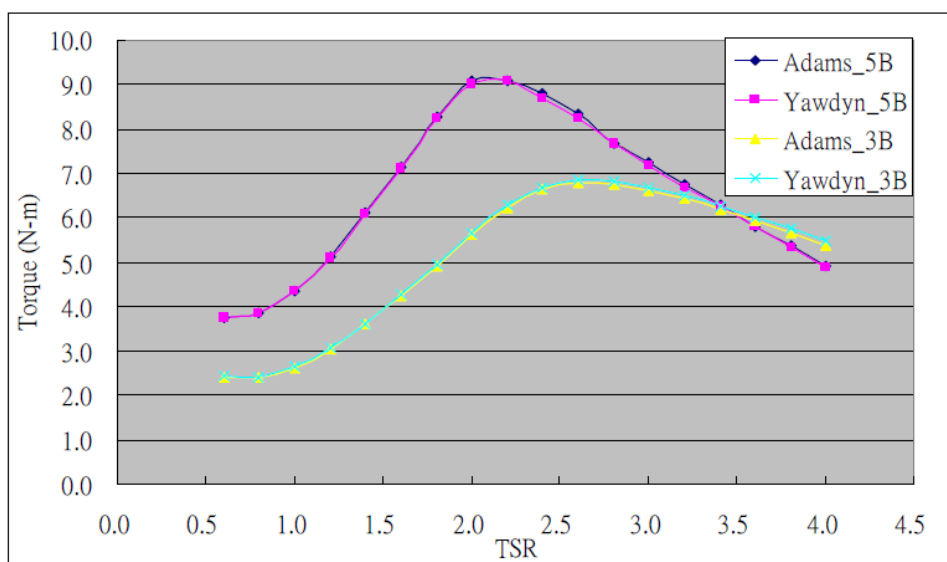
圖二、3-Bladed Darrieus 風機 CFD 完整流場模型示意圖



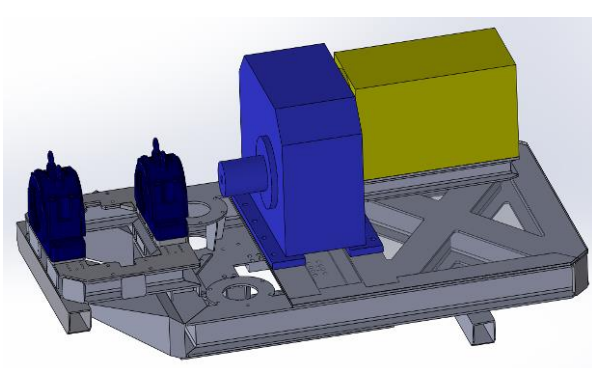
圖三、3-Bladed H-Type 風機 CFD 葉片模型



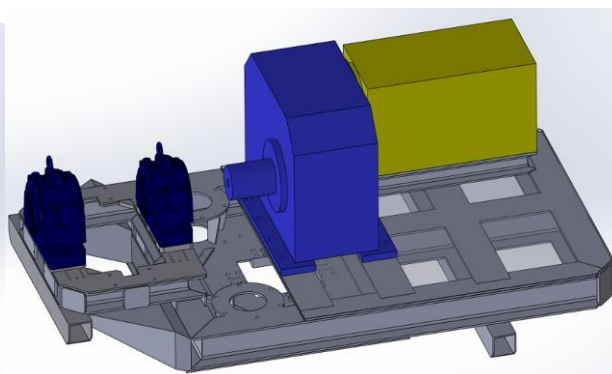
圖四、5-Bladed 水平軸風機動態分析模型



圖五、動態模型負載計算結果驗證

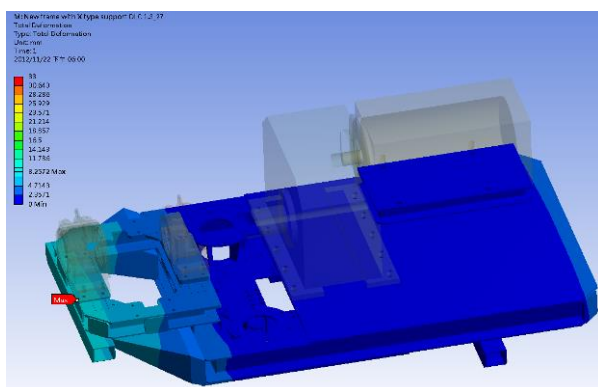


a. X Type

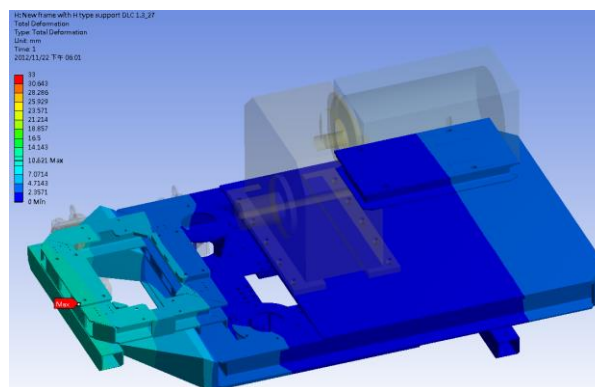


b. H Type

圖六、兩種骨架型式

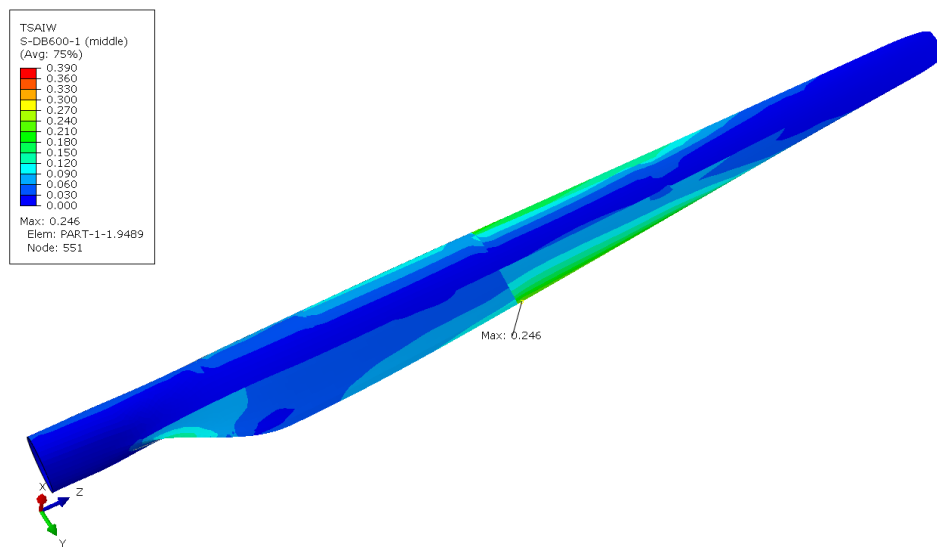


a. X Type (8.26mm)



b. H Type (10.62mm)

圖七、兩種骨架型式分析結果(最大變形量)



圖八、150 kW 二代風機葉片之複合材料疊層 Tasi-Wu 指標評估



(a) 模具製作



(b) 結構箱型樑製作

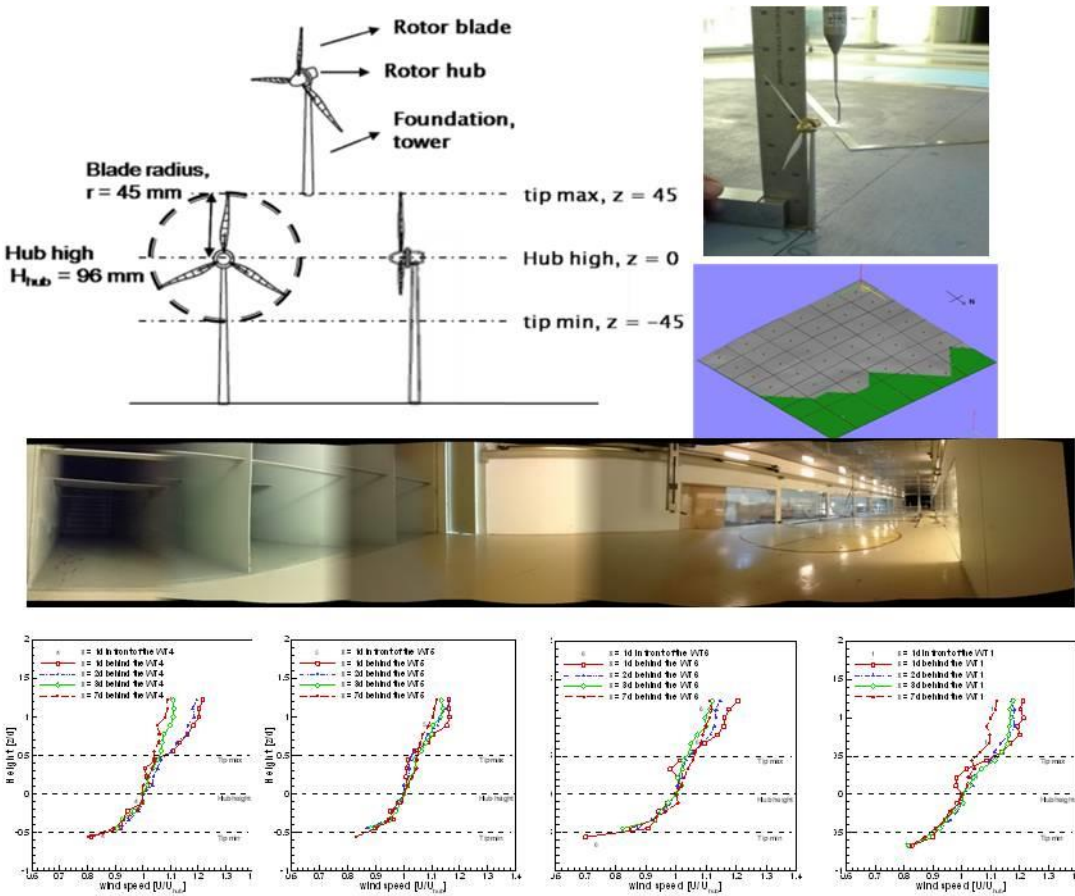


(c) 結構箱型樑與下蒙皮膠合



(d) 結構箱型樑與上蒙皮膠合

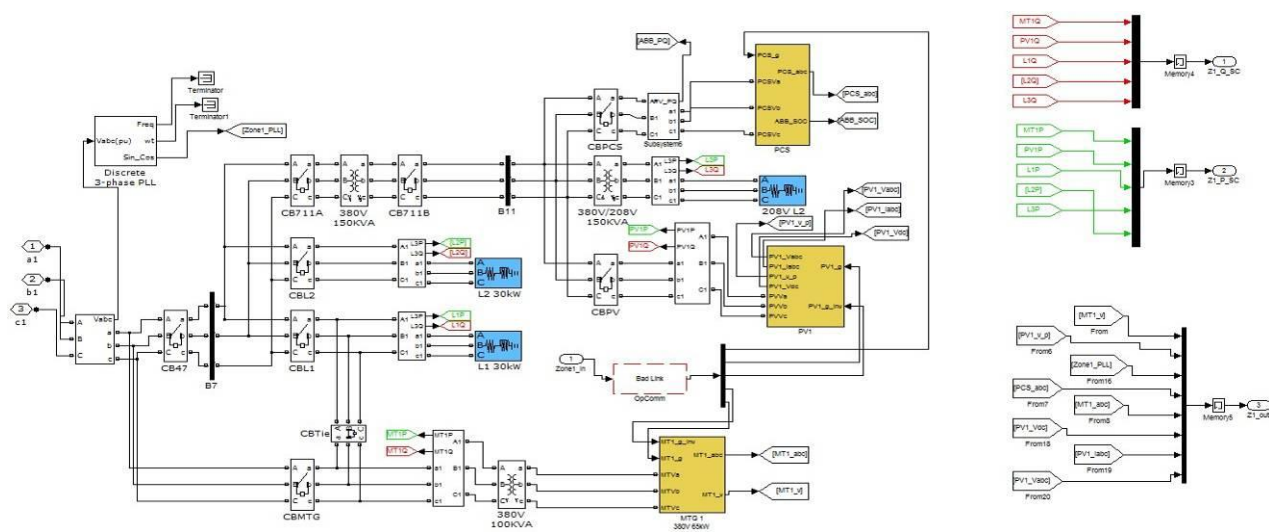
圖九、150 kW 二代風機葉片製作



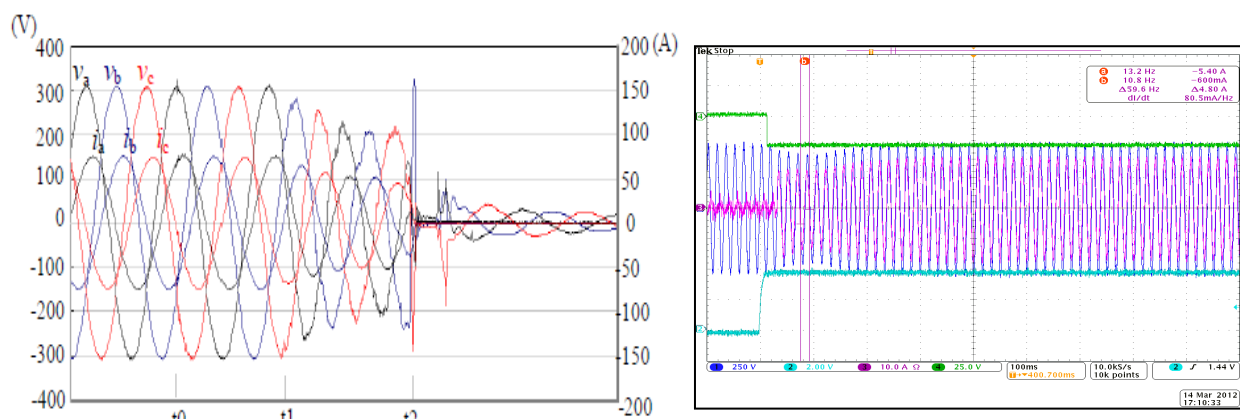
圖十、風洞實驗設定與量測資料結果



圖十一、風能預報平台示意圖(風電產能預報、區域風速、區域風向、數值氣象模式預報)

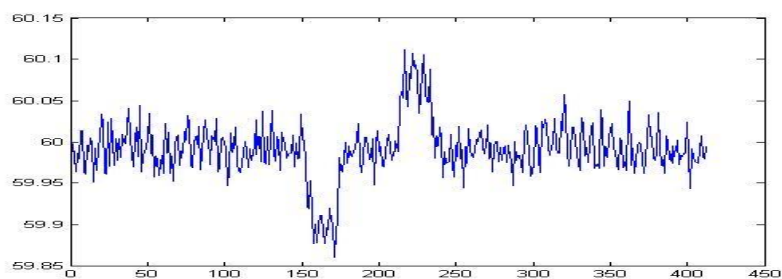


圖十二、微電網 Zone 1 至 Zone 3 系統動態模擬平台建立



微渦輪機

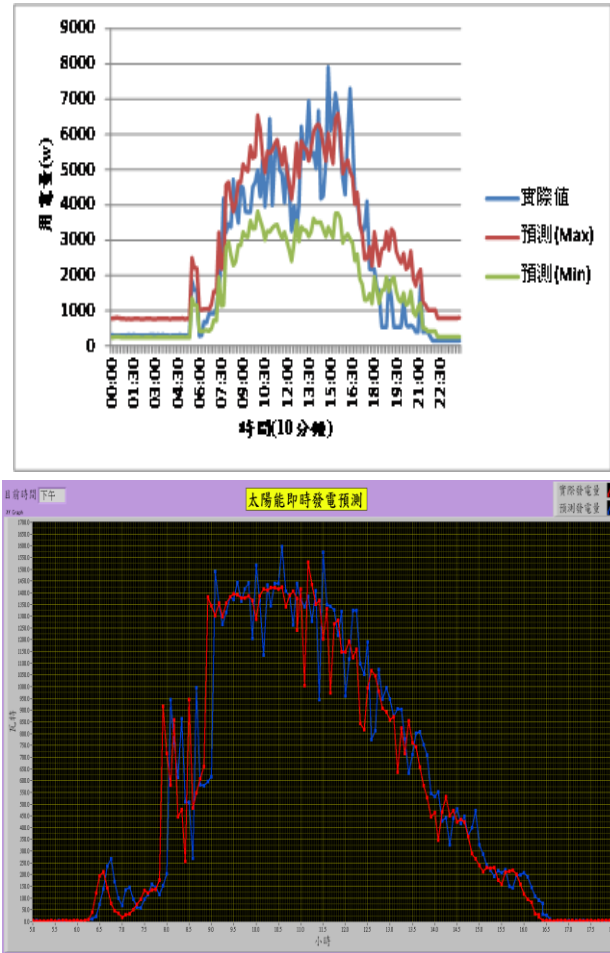
儲能系統



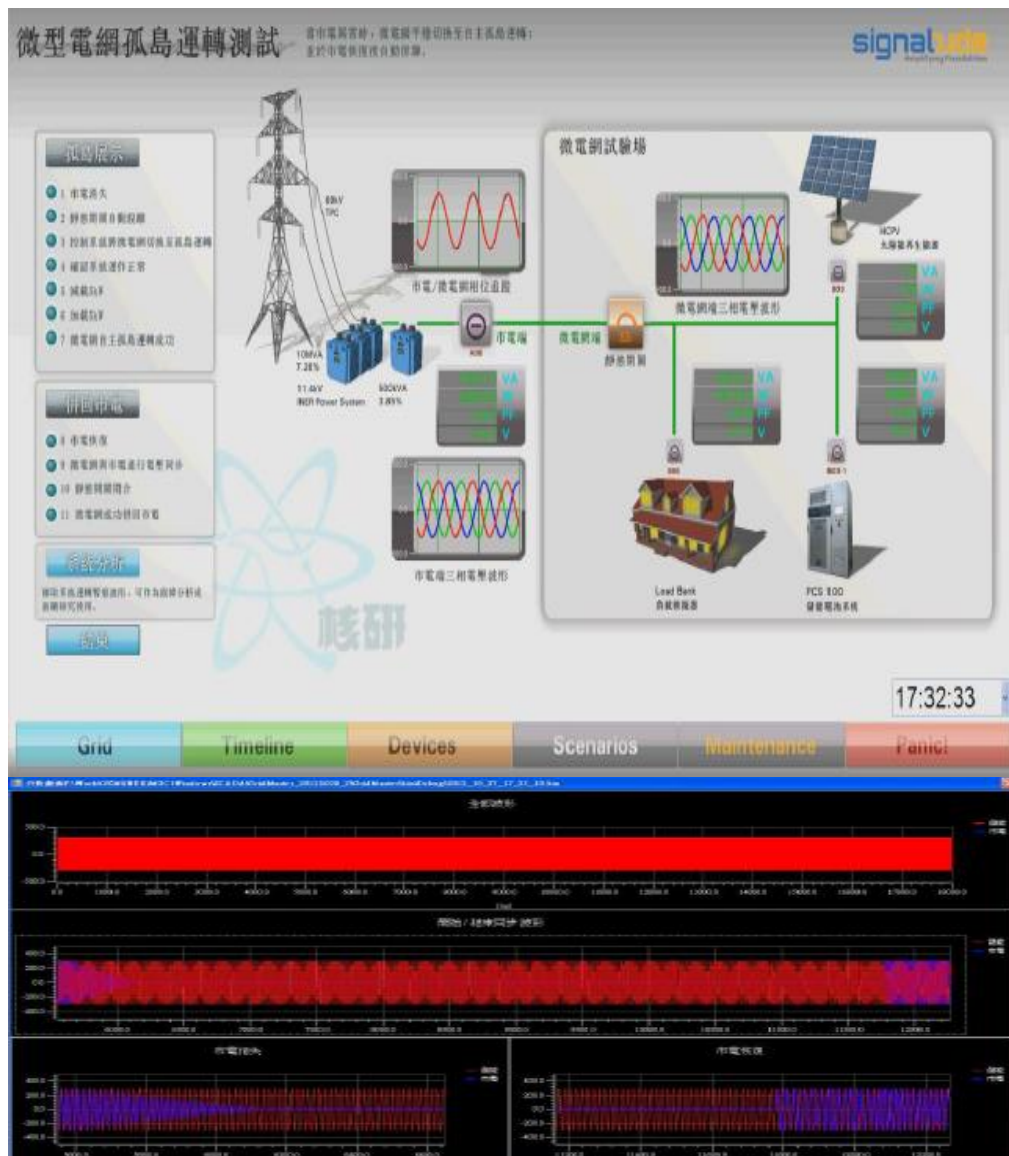
圖十三、微電網暫態模擬分析技術



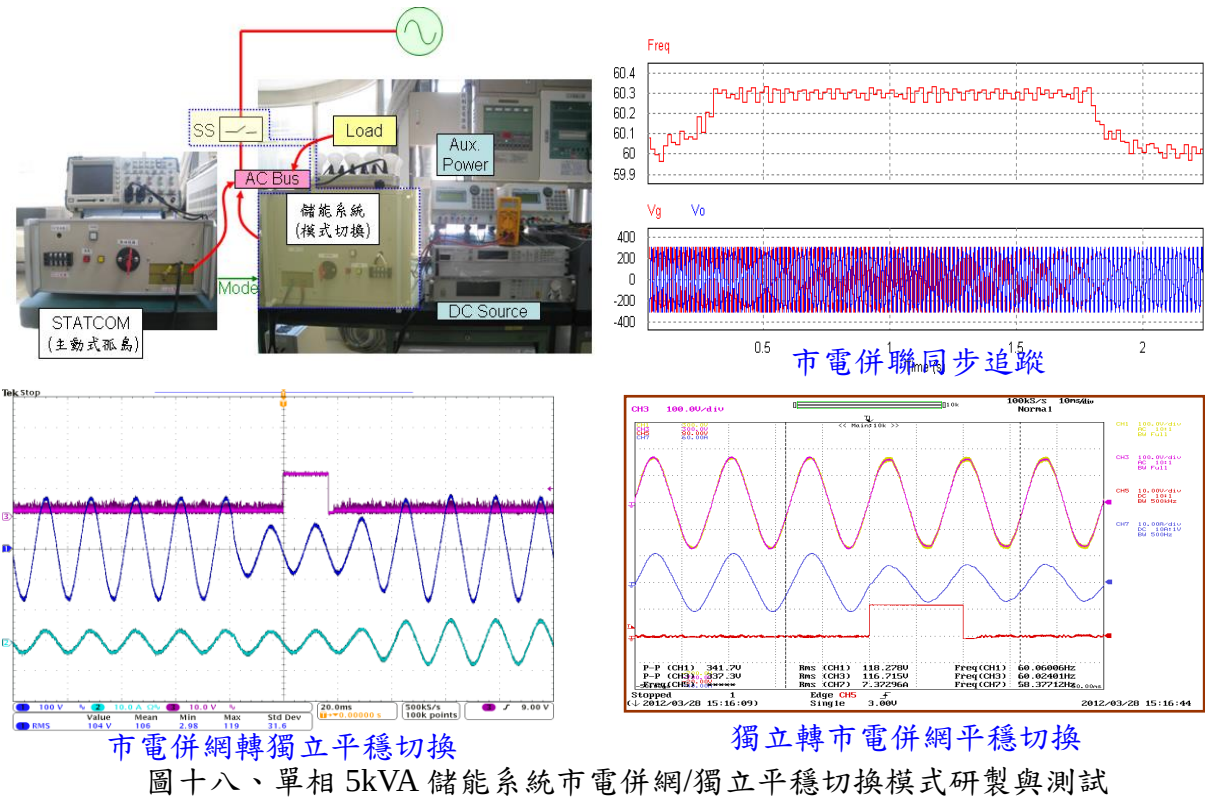
圖十四、20kW 之 PV 系統建置

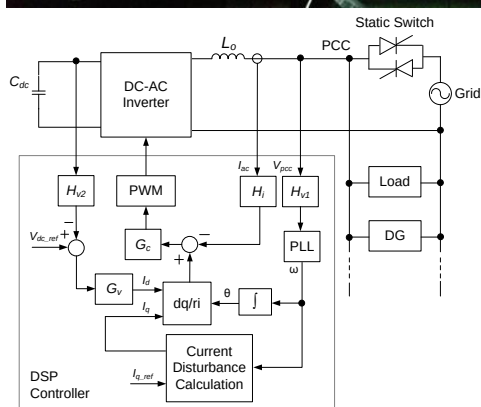
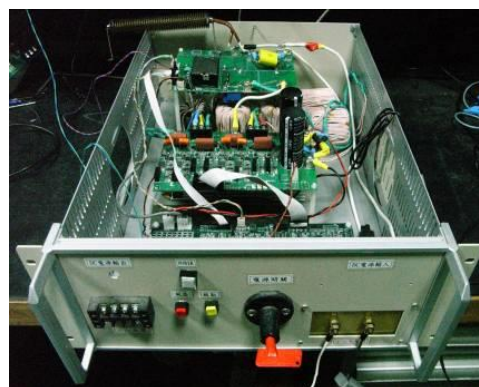
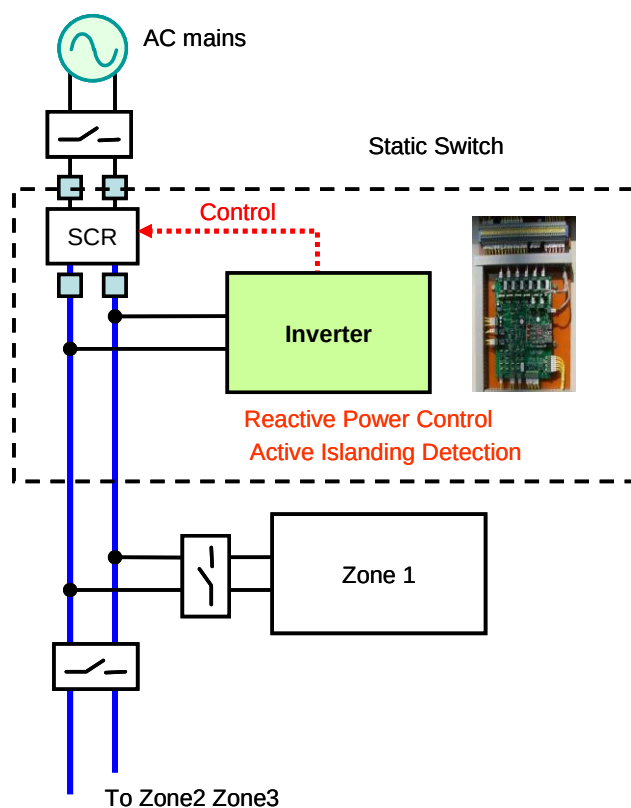


圖十五、048 館舍負載預測及 PV 發電預測

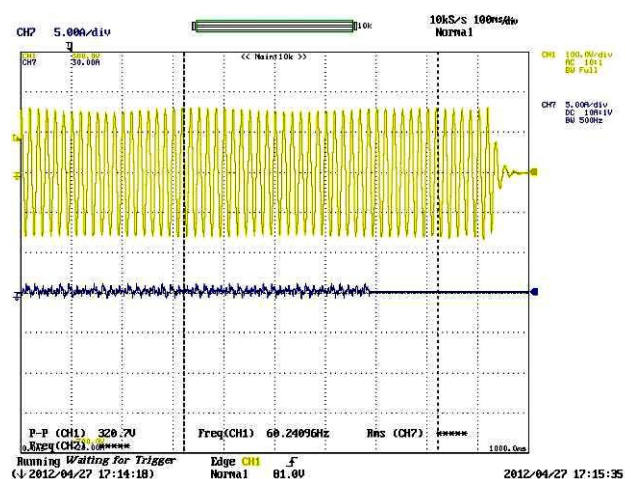
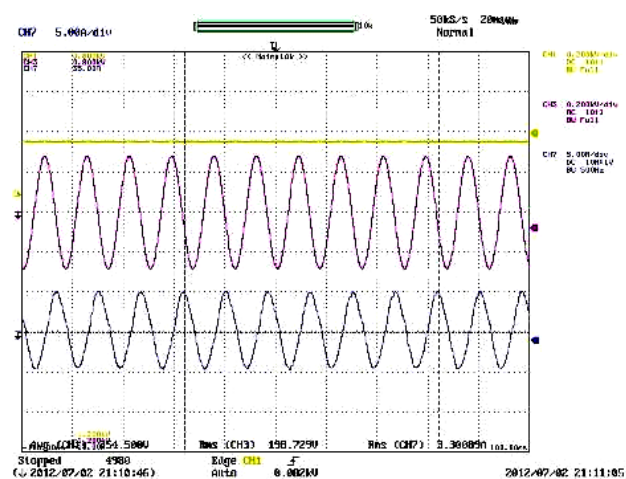


圖十六、微電網 Zone1 至 Zone 3 即時監控系統建置及波形量測

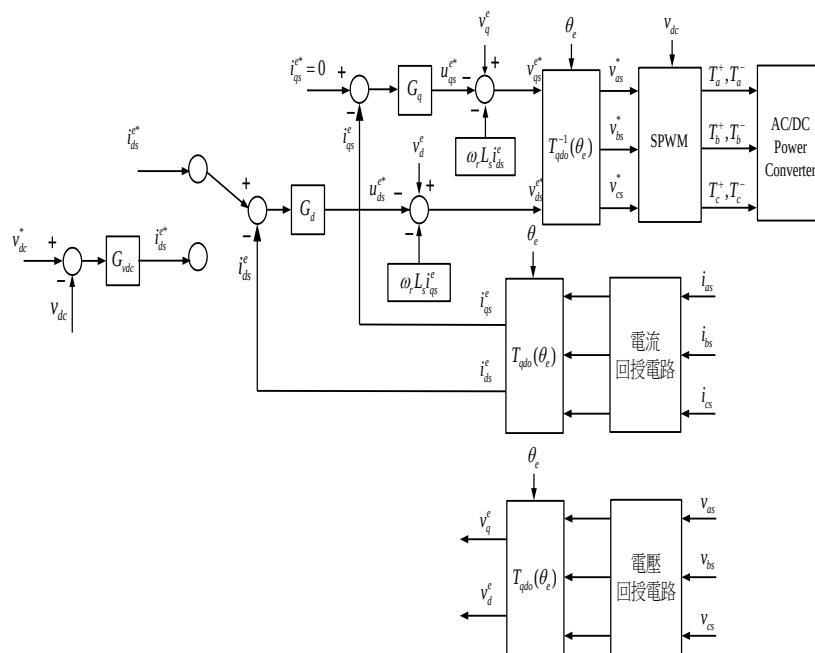




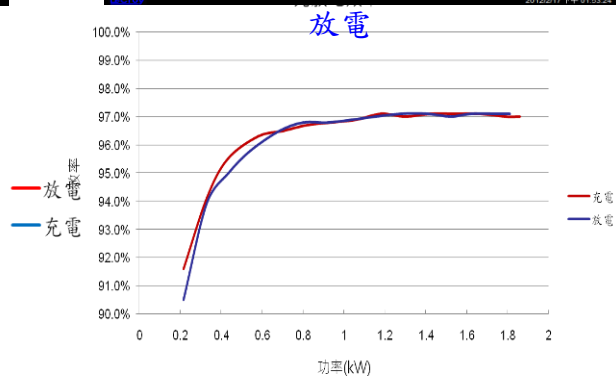
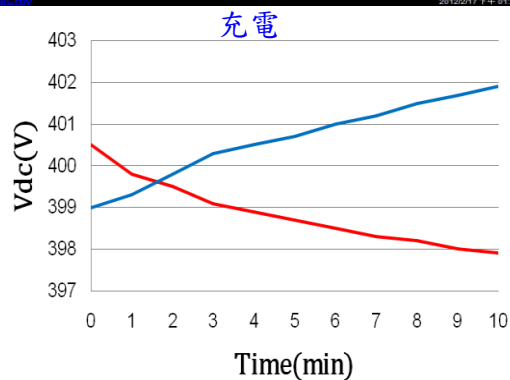
圖十九、靜態開關與主動式孤島偵測設計系統及系統方塊圖



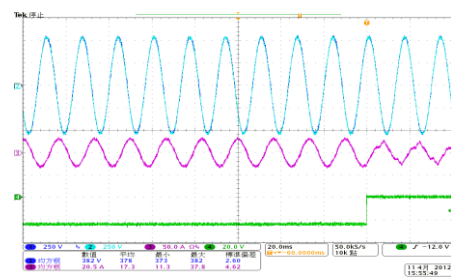
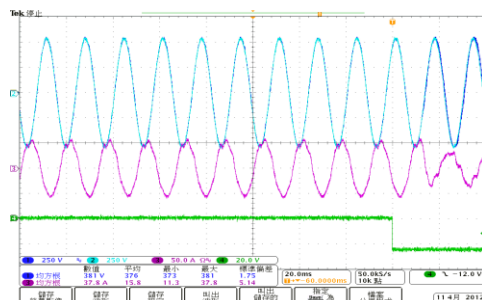
圖二十、虛功電流控制(左)與主動式孤島偵測(右)



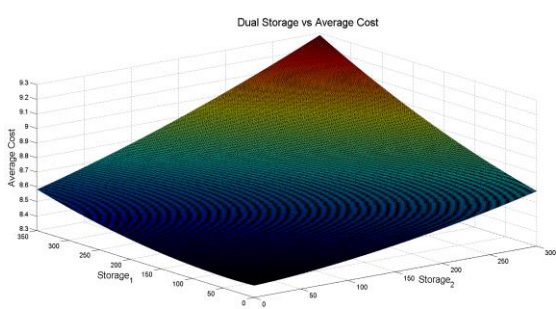
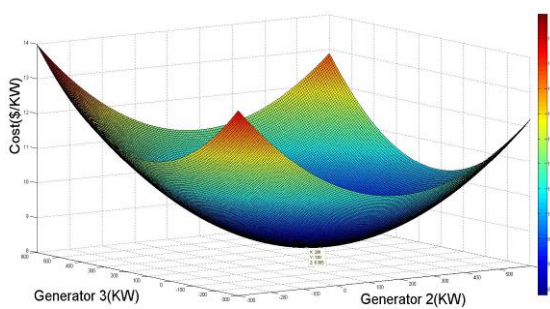
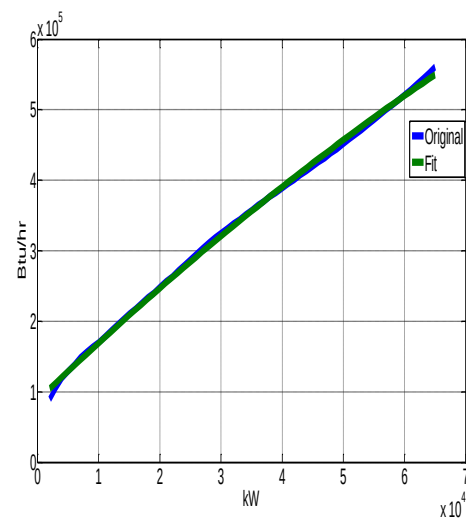
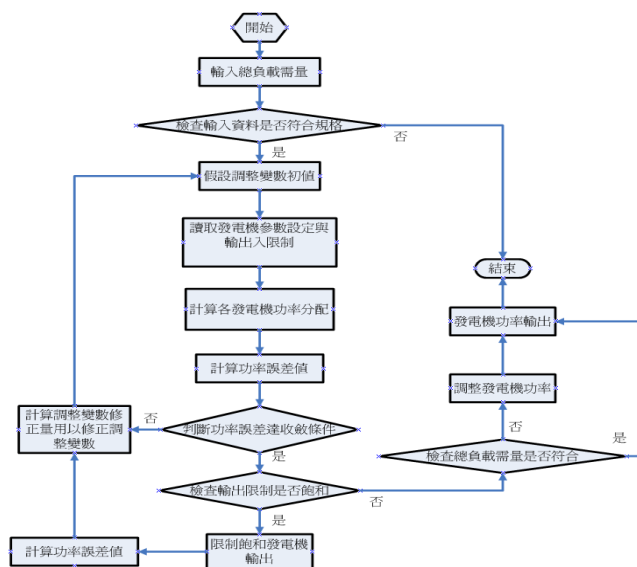
圖二十一、三相 15kW 雙向電力轉換器及控制方塊圖



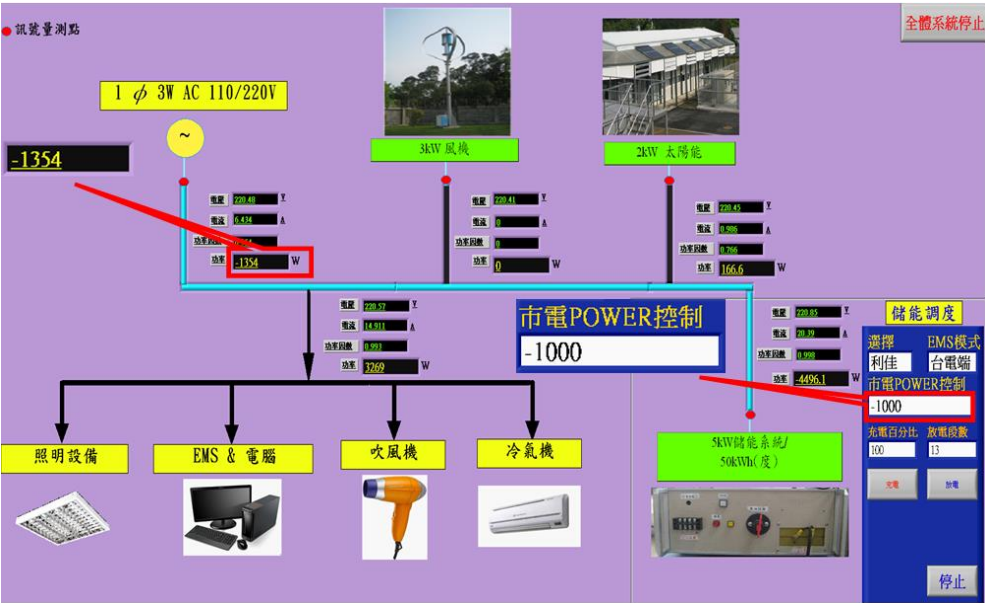
圖二十二、三相 15kW 雙向電力轉換器之充電與放電控制技術



圖二十三、儲能系統建置與微電網市電併網/獨立運轉平順切換情境測試



圖二十四、微渦輪機與儲能系統經濟運轉模式



圖二十五、家庭微電網展示系統



圖二十六、微電網系統模型與展示



圖二十七、能源園區之微電網展示室