

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

112 年第 1 季 (112.01 No.127)

台電綜合研究所 **TPRI**

地址：(100046) 台北市中正區羅斯福路 4 段 198 號 電話：(02)2360-1191 傳真：(02)2365-8477

目錄

研究計畫成果

- 一、整合分散式能源之虛擬電廠推動策略與模式示範研究1
- 二、PRS 濾袋資源再利用評估3
- 三、水力發電廠導入 IEC 61850 資通訊標準之研析4
- 四、供需資源整合之評估與實作：以畜電共生為例5
- 五、應用即時模擬器於台電樹林微電網之研究7

台灣電力公司

使命：以合理成本及友善環境的方式，提供社會多元發展所需的穩定電力。
願景：成為卓越且值得信賴的世界級電力事業集團。
經營理念：誠信、關懷、服務、成長。

研究計畫成果

一、整合分散式能源之虛擬電廠推動策略與模式示範研究

(負載管理研究室：陳玉芬、陳以彥)

(一) 研究背景與目標

提升能源自主、多元發展、結合低碳與友善環境，已成為政府能源轉型之主軸。其中，創能、儲能、節能、系統整合之模式推動為既定趨勢。隨著近年電力產業的技術發展，國際上分散式能源 (Distributed Energy Resource, DER) 已能分擔原來集中式電廠的一部份責任，虛擬電廠 (Virtual Power Plant, VPP) 更是當前全球電業發展重要趨勢之一，惟新的技術架構、商業模式與監管框架仍待進一步探索釐清。

參考國際虛擬電廠發展之經驗，及早透過相關研究進行試驗或示範計畫，以了解虛擬電廠運作過程中，涉及台電公司利害相關單位，議定長期運作之策略，以作為逐步推動之依據。本研究之目標為確立虛擬電廠之商業模式定位、適法性分析及配套措施之研議，並進行試驗與效益分析。

(二) 虛擬電廠商業模式與試驗規劃

虛擬電廠透過先進的通訊技術及軟體架構，以實現地理位置分散的分散式能源之資源聚合及協調優化，其基本的商業模式為參與電力市場，為電網穩定及電力市場提供服務。虛擬電廠參與電力市場增加了分散式資源之可視性，此外，分散式資源聚合之優化調度也減輕以往電網對於分散式資源併網所造成的衝擊。

參考德國、澳洲、日本等國際知名虛擬電廠商業模式，關鍵資源係以再生能源與儲能為主，由於各國市場有不同的參與門檻，使得分散式資源需透過虛擬電廠之聚合才得以參與。因此，虛擬電廠操作者需掌握分散式資源之特徵參數，彙整為一個符合市場參與條件的實體，再到電力市場上投標，待市場結清後得標便有執行義務，虛擬電廠可透過通知或自動控制方式來對資源進行調度。國外虛擬電廠商業模式整理如圖 1 所示。

商業模式要素	德國	澳洲	日本
策略目標	促進能源轉型，增加再生能源發電占比	為VPP提供FCAS進行示範，確保能源安全，並評估VPP參與市場的法規及營運協議	試驗階段目標是VPP機制驗證與放眼未來商業模式
關鍵資源	總計4,583MW之再生能源裝置容量(PV、風力、水力、汽電共生、沼氣)；5,477個儲能系統	7,150戶共計31MW之再生能源(PV為主)搭配儲能系統	地方政府總計約500kWh之儲能電池、住宅儲能系統、V2G
關鍵夥伴	VPP操作者：Next Kraftwerke 系統營運商：50hertz, Amprion, Transnet BW, TenneT	VPP操作者：Energy Locals、AGL、Simply Energy、Sonnen等7家 系統營運商：AEMO	VPP操作者：東北電力公司 系統營運商：東北電力公司
目標客群	住宅用戶、工商業用戶	住宅用戶	政府資源、住宅用戶、工商業用戶
資源參與資格	個別資源裝置容量至少100kW之DER、年用電量至少100MWh之電力用戶 輔助服務市場參與條件：至少1MW	FCAS市場參與條件：至少1MW，VPP至少需聚合2個以上資源(單一資源容量不得超過5MW)	主張利用既有設備與資源參與(DER與生產設備)，若無相關設備也可透過DR方式參加
價值主張	為資源創造更高的利潤、促進電網穩定	降低電力使用成本、促進電網穩定	平衡負載、因應再生能源波動性、促進電網穩定
收益流	參與電能市場(EPEX SPOT、NORD POOL、EEX)、輔助服務市場來獲利	主要提供輔助服務來獲利，亦可參與電能市場或家庭自用	提供輔助服務來獲利，將聚合資源作為調整力公募之電源

圖 1 國外虛擬電廠商業模式整理

本研究建立一虛擬電廠試行平台，如圖 2 所示，連結招募之資源場域，包括台電綜研所樹林所區、寶橋分隊、文林國小、及大同公司等。比照電力交易平台市場規則進行每分鐘 1 筆之用電量監測。試驗執行方面，由儲能及可控負載組成即時備轉之試驗群組，並針對資源可用性模擬市場投標，再由平台下達調度指令，其下之分散式資源即提供輔助服務並於結算時取得回饋。

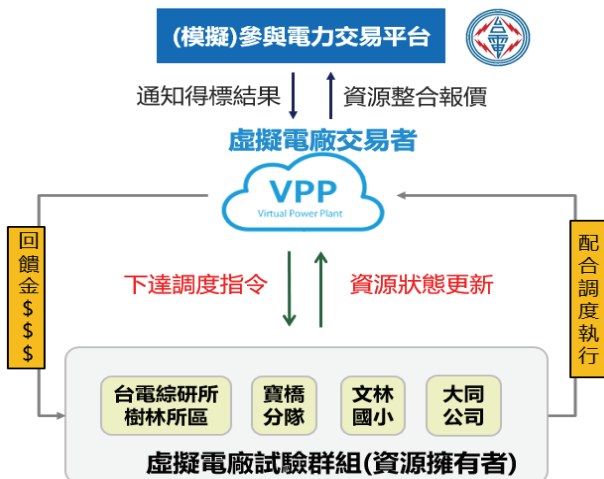


圖 2 虛擬電廠試驗參與模式

試驗之目的係測試虛擬電廠之聚合模式、資訊傳遞方式、資源反應能力、量測與驗證等，於 2022

年 4 月至 6 月期間，總計執行 7 次輔助服務調度事件。其中，寶橋分隊與文林國小儲能執行率皆超過 100%，已驗證虛擬電廠機制之技術可行性。

(三) 結論與建議

1. 結論

- (1) 本研究建置虛擬電廠試行平台，功能包括資料介接、資源聚合、模擬投標、調度通知、量測驗證等，可供模擬市場參與及虛擬電廠操作者監測資源執行情形。
- (2) 資源參與電力市場之示範方面，本研究規劃初期透過試驗先行實施之方式，以評估聚合資源參與電力市場之技術可行性。實際聚合台電自有及外部資源，組成試驗群組，總計可控容量約 1.5MW，模擬參與電力交易平台並驗證技術可行性。

2. 建議

- (1) 為了優化虛擬電廠聚合資源之參與模式，虛擬電廠試行平台應精進與擴充之功能，包括可用性資料之填報與彙總、聚合模式調整、結算方式調整、自動控制設備介接、通知方式調整、以及投標演算法等。
- (2) 參與模式方面，應模擬與實際參與電力交易平台併行，模擬試驗異質資源聚合、小資源聚合及調控模式；實際參與部分則尋求公用售電業或綜研所作為虛擬電廠參與市場可行性，以了解實務運作之模式。

二、PRS 濾袋資源再利用評估

(化檢組：蕭宏安、黃國修、汪進忠、鄭承熙)

(一) 研究背景及目的：

林口發電廠及大林發電廠使用袋式除塵系統 (Particle Removable System, PRS) 來去除煙氣中的粒狀污染物，其最大的優點就是除塵效率可高達 99.9% 以上，粒狀污染物排放濃度可達到 10 mg/m^3 以下，對 $2.5 \mu\text{m}$ 以下的微細顆粒物也有很好的捕集效率。但在運行的同時，也會產生大量破損的廢舊濾袋，但由於這些濾袋多數是合成化纖原料製造，生物降解性差，在自然界中難以被降解；又由於目前沒有有效的處置方法，隨意堆放後又成爲了新的污染源。因此，如何有效處置破損的廢舊濾袋已成爲當前迫切需要解決的問題(圖 1)。

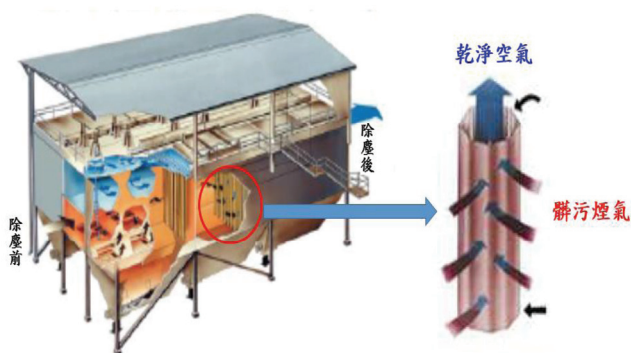


圖 1 袋式除塵系統架構圖

本公司所用集塵濾袋主要材質爲聚苯硫醚 (PPS)。聚苯硫醚具有較高的熱穩定性，可在 220°C 時連續使用。具耐化學性，在高溫下也能抵抗多種溶劑和腐蝕性化學物質，同時具高強度、高剛性，被應用到工業產品的高性能熱塑性工程塑料，可利用多種成型方法進行加工，而且可進行精密成型。目前被廣泛地應用於各種領域。

本案研究目的便是著重在如何將廢棄濾袋進行主原料回收及再利用。

(二) 研究方法及內容：

本研究採用物理回收技術及化學解聚技術來進行廢棄濾袋再利用方式。物理回收法是廢舊塑料回收利用中，製程最易實現且可落實大規模回收的一種方法。它的回收材料與原生塑料具有同等功能，具有直接減少原料浪費的優勢。廢棄濾袋若經過粉碎後，加入玻纖等填充材，利用雙螺桿押出機 (Twin Screw Extruder, TSE) 熔融混合技術，開發出高強度複合材料，可作爲電子產品外殼、戶外公共藝術或健康步道用材料及人文園藝容器、文創產品等。

將廢棄濾袋碎片經過清洗後，可去除大部分殘留在濾袋上的飛灰粒子，然後將廢棄濾袋碎片添加解鏈劑透過雙螺桿押出機混煉，可順利押出熔體，並經冷卻、裁切後得到粒料。續將此粒料添加 40%

玻璃纖維混煉，可得到複合材料膠粒。此複合材料膠粒性能(拉力強度/抗折強度與模數、耐衝擊性能等)，約與市售 Solvay Ryton R-4-02 複合材料膠粒性能相當(圖 2)。



圖 2 廢棄濾袋解鏈後粒料添加 40% 玻璃纖維並透過雙螺桿押出混煉所得複合材料膠粒

化學解聚技術爲將主成分爲聚苯硫醚之廢棄濾袋與硫化鈉在弱鹼存在下，把解聚產物進行氧化反應而得二硫醇寡聚物。以及採用加入反應性佳的甲基化試劑-三氟甲基磺酸甲酯，進行甲基化反應，形成陽離子型高分子產物。同時測試該產物在不同有機溶劑的溶解度及穩定性，用以評估作爲抗蝕塗料應用的可行性。

(三) 研究成果：

初步將此複合材料膠粒以射出成形製程出產導航機外殼產品。該產品表面質感優良、質硬、敲擊有金屬聲音。經過與使用 Toray PPS/GF 複材商品所製之 3C 產品機殼互相比較，二者性能上並無明顯差異，且亦通過無重金屬殘留的驗證(圖 3、4)。



圖 3 複合材料膠粒經射出成形機(左)



圖 4 製造導航機外殼產品(右)

將廢棄濾袋經化學解聚後所得二硫醇產物，替換既有防蝕塗料配方(其主要組成爲防蝕樹脂、硬化劑及溶劑)中防蝕樹脂部分，即可獲得含二硫醇產物的塗料，具有相當不錯的防蝕效果。同時亦將廢棄濾袋經甲基化(以甲基磺酸作爲反應溶劑)反應後得到可溶於水的甲基化產物，可與水性環氧樹脂複配

成防蝕水性塗料。

廢棄濾袋以再利用方式處理，較常見之廢棄處理方式(掩埋及燃燒等)相比較，具備較低碳足跡優勢，亦即可以減少處理過程中溫室氣體排放量，對於環境更加友善，更能保護環境。

(四) 未來展望

本計畫為尋求廢棄濾袋再利用方式之前導研究，在研究期間發現廢棄濾袋經清洗後之性能表現仍然完善，故將進一步規劃將廢棄濾袋經清洗後，再回歸到除塵系統使用，並驗證其性能維持程度，建立出濾袋循環再使用之模式，同時推廣更多再利用產品的應用。

三、水力發電廠導入 IEC 61850 資通訊標準之研析

(資訊與通信研究室：張廖俊魁、卓啟翔、陳鳳惠)

(一) 研究緣由：

為因應未來智慧電網之應用，相關資通訊之基礎建設須先落實，尤其考量電力自動化情境下，台電公司亦追隨國外先進國家的腳步，積極引入 IEC 61850 等國際資通訊標準，期望打造 OT/IT 資訊互通的情境，以利未來智慧電網之自動化操作及各領域之資料整合應用。

依據國際電工委員會 IEC TC57 定義智慧電網資通訊核心標準，其中 IEC 61850 應用範圍涵蓋了發電、輸電、配電、分散式能源等，從現場設備至控制中心間的資通訊架構，並由變電所自動化應用

開始逐漸發展開來，目前國內變電所亦正逐步規劃改建為新一代 IEC 61850 變電所。另外國內興達發電廠在 1 部複循環機組(包含 3 台氣渦輪機及 1 台蒸汽輪機)中，針對發電機與線路之保護及電力量測值等，同步將該資料數據轉換為 IEC 61850 資訊模型格式。

本研究聚焦於 IEC 61850 導入於發電系統之應用，針對水力發電廠各子系統、各主要功能及參數，進行 IEC 61850 資料建模、建立通訊連線測試，並提供相關研究成果予發電處等業管單位參考。

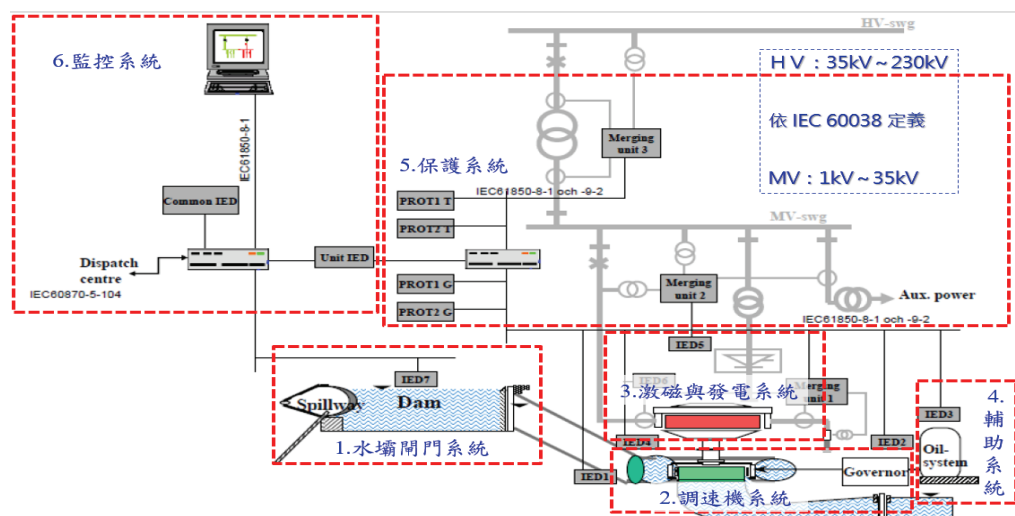


圖 1 水力電廠簡化之通訊及系統架構 (參考資料：IEC 61850-7-510)

(二) 研究成果

水力發電廠整體通訊架構參考圖 1，依序分為：1.水壩開門系統、2.水輪調速機系統、3.激磁與發電系統、4.壓油(輔助)系統、5.保護系統、6.監控系統。其中 IED1 作為進水閥控制器，可控制進水量，IED2 用於水輪機控制器和調速器，對水輪機的運轉進行控制，IED3 負責控制壓油系統，IED4 則用於發電機監測系統，IED5 負責控制勵磁系統、IED6 監測軸承，IED7 則用於壩體的監測系統，Unit IED 負責機組資料採集及控制，Common IED 使用於遠程終端設備；合併單元 Merging unit 1-3 分別用於發電機、中壓、高壓傳輸線的電流電壓量測；

PROT 1、2 T 與 PROT 1、2 G 分別表示對變壓器與發電機之主保護與後衛保護。

在資料建模過程，以壓油系統為例說明，考慮一組壓油系統 PresOil 下包含 Tnk、Pmp、Brg 及 Vlv 四個邏輯裝置，分別代表儲槽(Tank)、油泵(Pump)、軸承(Bearing)、閥門(Valve)。每個邏輯裝置底下又包含所需之邏輯節點，以邏輯裝置 Tnk 為例，此邏輯裝置底下之邏輯節點包含 LLN0、LPHD1、KTNK1、TPRS1、TPRS2 及 TTMP1，其中 LLN0 用以表示邏輯裝置之狀態、模式等有關邏輯裝置的公共資訊；LPHD 用以表示實體裝置之銘牌、規格等資訊；KTNK 用以表示儲槽(Tank)之相關資訊，

如儲槽之體積及位準(Level)等；TPRS 及 TTMP 分別用以表示壓力感測器及溫度感測器。利用 IEC 61850 ICT(IED Configuration Tool)規劃工具所建立之壓油系統資料模型架構如圖 2 所示。

PresOil - Data Model - LD_Tnk		PresOil - Data Model - LD_Pmp	
LD	PresOilLD_Tnk	LD	PresOilLD_Pmp
LN	LLN0 Logical node zero	LN	LLN0 Logical node zero
LN	LPHD1 Physical device information	LN	LPHD1 Physical device information
LN	KTNK1 Tank	LN	KPMP1 Pump
LN	TPRS1 Pressure sensor	LN	ZMOT1 Motor
LN	TPRS2 Pressure sensor	LN	KFIL1 Filter
LN	TTMP1 Temperature sensor	LN	TTMP1 Temperature sensor
LN	LLN0	LN	TFLW1 Liquid flow
PresOil - Data Model - LD_Brg		PresOil - Data Model - LD_Vlv	
LD	PresOilLD_Brg	LD	PresOilLD_Vlv
LN	LLN0 Logical node zero	LN	LLN0 Logical node zero
LN	LPHD1 Physical device information	LN	LPHD1 Physical device information
LN	TTMP1 Temperature sensor	LN	KVLV1 Valve control
LN	TTMP2 Temperature sensor	LN	TPRS1 Pressure sensor
LN	TFLW1 Liquid flow	LN	TTMP1 Temperature sensor
LN	TPRS1 Pressure sensor		

圖 2 建立之壓油系統資料模型架構

完成前述資訊模型規劃後，接著先在實驗室中建立通訊測試之模擬環境，包含模擬 IEC 61850 MMS Server (介面如圖 3)及 Client (介面如圖 4)。此處係將規劃之油溫、壓力、油槽液面位準等資料值，建立資料集(Dataset)，並將該資料集規劃為具緩存之報告控制區塊(Buffered Report Control Block, BRCB)，啟用後 Server 即開始依據所規劃之 Dataset 資料變化情形，觸發 MMS 報告並傳送給 Client 端，除了透過 Client 介面觀察紀錄外，亦可透過 Wireshark 工具，擷錄並解析傳送之 MMS 封包(如圖 5)，以驗證每筆資料的傳輸情形是否正確。

Variable	Value	Auto	Cycle [s]	Formula
LD_Tnk/TTMP1\$MX\$TmPinstMag\$	25	Yes	0	2*sin(T)+20
LD_Tnk/TTMP1\$MX\$TmP\$sq	00000000000000 (good,process)			利用公式模擬值變化
LD_Tnk/TPRS1\$MX\$PresInstMag\$	4900000			
LD_Tnk/TPRS1\$MX\$Pres\$sq	00000000000000 (good,process)			
LD_Tnk/TPRS2\$MX\$PresInstMag\$	4900000			
LD_Tnk/TPRS2\$MX\$Pres\$sq	00000000000000 (good,process)			
LD_Tnk/KTNK1\$MX\$LevPc\$mag\$	50			手動輸入模擬量測值
LD_Tnk/KTNK1\$MX\$LevPc\$sq	00000000000000 (good,process)			

圖 3 模擬 IEC 61850 MMS Server(IED)介面

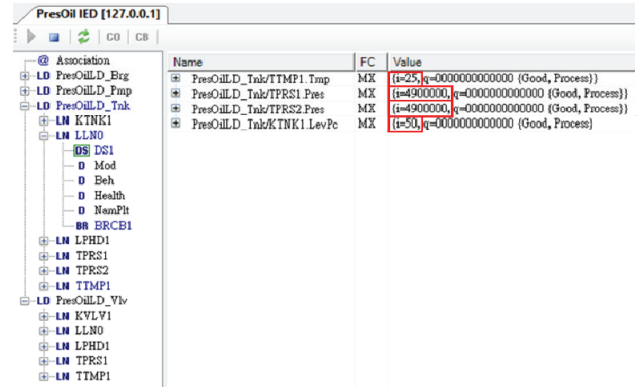


圖 4 模擬 IEC 61850 MMS Client(SCADA)介面

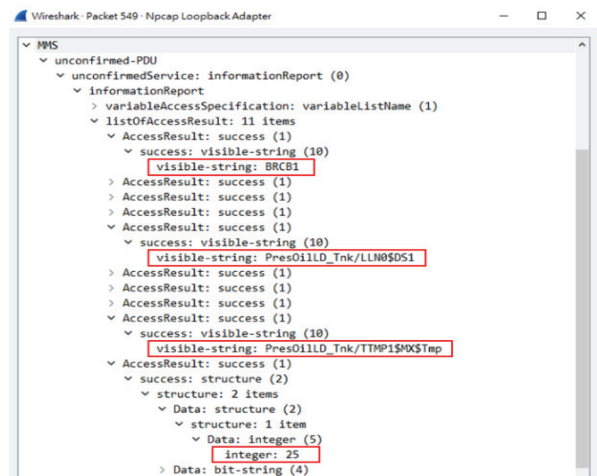


圖 5 Wireshark 擷錄之封包資訊

(三) 結論與建議：

本研究研析 IEC 61850 相關標準文件，建立水力發電廠各子系統之資料模型 Profile，提供發電處等業管單位參考應用，另於實驗室中進行初步之資訊通訊測試，驗證其可行性。此外也建議應用單位，對於標準之導入宜有整體之考量規劃，除了包含各系統介面之資訊整合外，如能進一步加入後端應用需求，方能更加凸顯導入標準之效益。

四、供需資源整合之評估與實作：以畜電共生為例 (電力經濟與社會研究室：鄧勝元、張立欣)

(一) 研究背景：

因應政府提出的能源願景，提高再生能源裝置容量及推展智慧電網之架構以佈署未來併網需求，分散式能源系統將會大量導入至各場域，對於擁有再生能源設備的產消者之能源自主管理成為重要課題。此一轉換過程，除可協助傳統畜牧業，提升經營之效率，降低電費之支出，更由於畜牧場或其它農林漁牧場域，大多擁有寬廣場域，具發展再生能源條件，將有機會發展為虛擬

電廠(Virtual Power Plant, VPP)，將多餘之電力輸出，並進行新的商業模式。

(二) 研究內容：

為了解國際趨勢，本計畫研析國際分散式能源發展概況，包括日本、美國與澳洲，並歸納出其發展分散式能源關鍵成功要素(圖 1)。本計畫亦於中興大學畜產試驗場，利用現有及新設之能源管理設備(發電、儲電、用電監控、AI 能源管理系統等)，進行能源數據蒐集、實際能源管理調控測試、虛擬電

廠發展模式規劃，希望能發展出具商業可行性，並符合台灣法遵規範之「永續再生能源農場」資源整合運作模式。

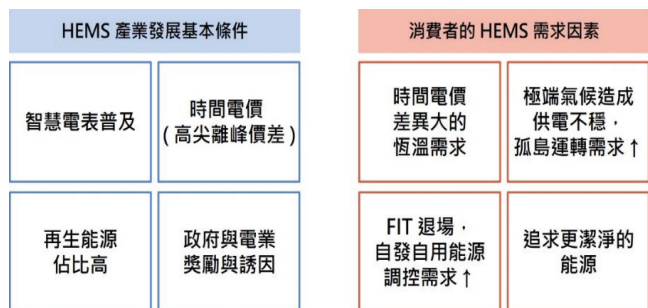


圖 1 HEMS 為主體之分散式能源發展先決條件

(三)研究成果：

為實證分散式能源商業模式，本計畫與中興大學合作，實際於中興畜牧場設置自發自用太陽光電、儲能電池組、需量反應調控設備及聯齊公司之人工智慧能源管理系統，也為了能源多元性，導入中興大學汪俊延教授的廢水產氫設備(圖 2)。透過導入上述分散式資源，試驗場域除可透過負載轉移提升能源應用效率外，在環境效益上，也達成減碳效益，一年可減少 37 噸碳排放量。然因中興畜牧場既有線路錯綜複雜，以致本計畫規劃之能源管理系統，未能達成預期之最佳調控成果，建議未來類似場域皆須進行線路盤點與相關議題釐清，才能確保最佳能源利用效率。

而本計畫所導入之試驗場域能源管理系統可以採用模擬數據進行試驗場域之能源調控及效益評估(圖 3、圖 4)，若比較太陽光電不同建置容量之經濟效益後，試驗場域太陽光電自發自用占比高時，經濟效益最佳；若比較最大光電設置之銷售模式，在國內現行制度下，綠能全部售電給再生能源售電業或企業用戶效益最佳、部分自發自用效益次之、全部躉售給台電效益最差。

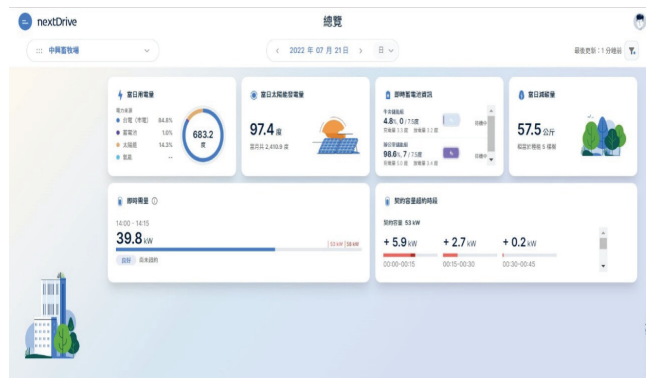


圖 3 系統總覽頁面

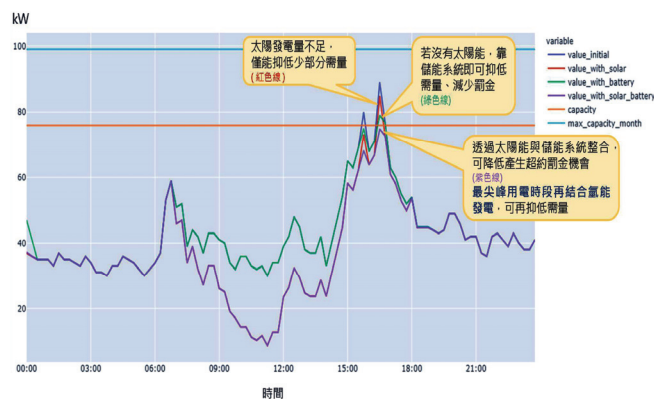


圖 4 能源管理系統調控運作邏輯

透過場域實證與國內外產業調查，針對國內農漁牧業與電共生提出發展建議：因農漁牧聚落通常距離中央電網較遠，饋線容量不高，除可先提升自身能源運用之效益，再盤點並整合鄰近區域電網供需資源，形成完整分散式能源管理系統，降低對中央電網之依賴，未來甚至可參與電力交易市場，創造額外效益(圖 5)。在低壓用戶仍缺乏參與分散式能源誘因之時，可先聚焦鼓勵具發展潛力之農漁牧業參與分散式能源管理之建置與運作，讓該場域成為永續之農漁牧場，成為台灣能源轉型的突破口，將其商業模式成功擴散。

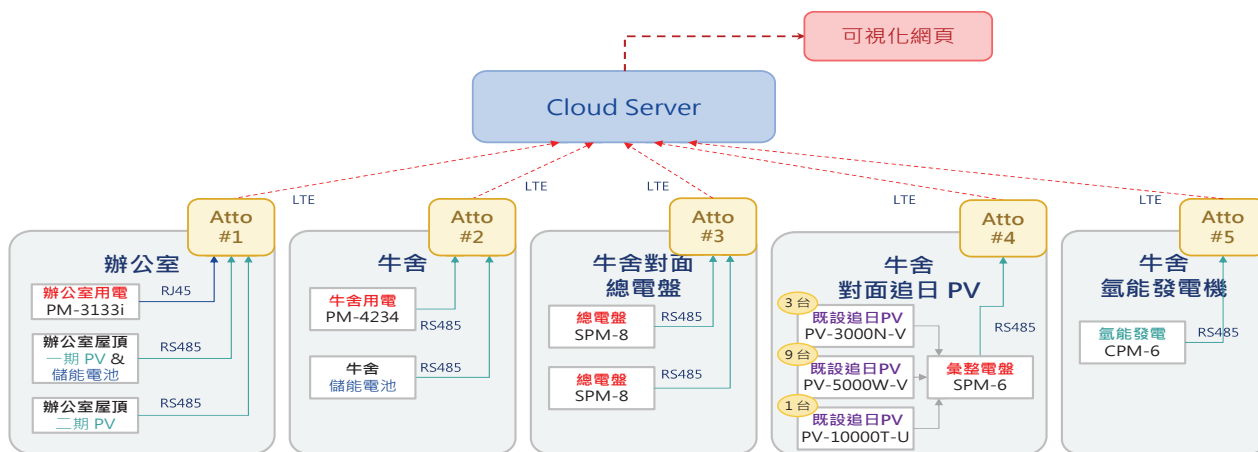


圖 2 本計畫試驗場域系統架構

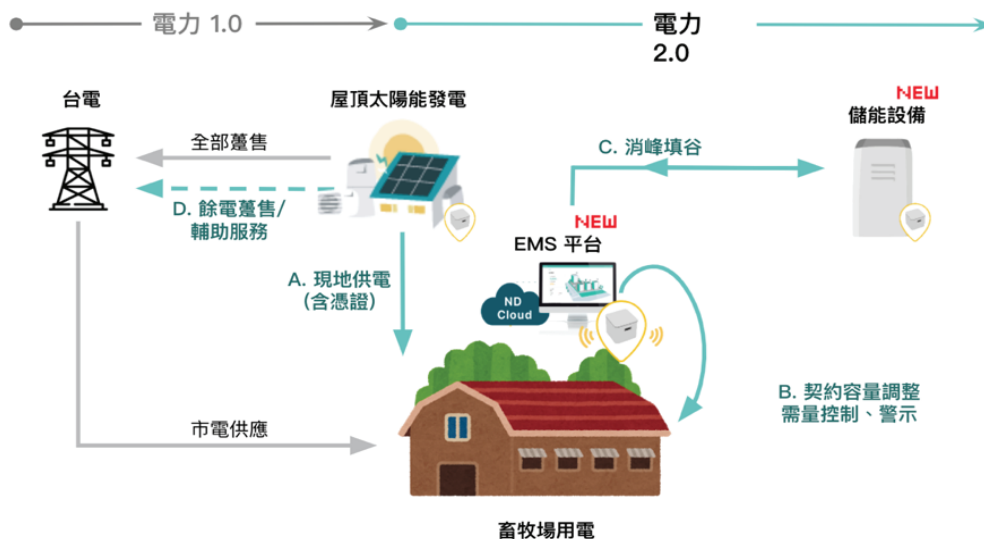


圖 5 嶄新商業模式-現地供電+需量調控+餘電躉售

五、應用即時模擬器於台電樹林微電網之研究

(高壓研究室：王泓升、陳翊璋、洪碩甫、梁威志、曹昭陽)

(一) 研究背景

隨著國際趨勢與能源轉型政策的推動，微電網具備整合分散式能源、降低成本和碳排放、減少停電發生之效益，成為國內外電網中重要發展項目之一，其中微電網控制系統(Microgrid Control System, MGCS)在微電網的控制功能面扮演重要的角色，微電網在調度與轉態過程中的穩定度很大部分取決於控制系統的性能。此外變流器型式之再生能源設備(Inverter-Based Resources, IBRs)，如太陽能變流器、儲能的功率調節系統等，在整合過程中的測試要求也成為微電網成敗的關鍵因素。

國際上的技術協會近年陸續發表微電網相關的準則(表1)，國際電工委員會(IEC)提出了微電網的專案規劃、設計與保護指南，國際電機電子工程師學會(IEEE)則是提出微電網控制器規格與測試標準，內容提及即時模擬器(Real-Time Simulator, RTS)之特性可提供微電網設備預先測試(Pre-test)的平台，其中應用兩大測試技術，控制級硬體迴路(Control Hardware In the Loop, CHIL)與功率級硬體迴路(Power Hardware In the Loop, PHIL)，提供 MGCS 與 IBRs 虛擬電網的測試環境，達到不必使用真實電網即可進行整合、電網互動測試的優勢，提前察覺設備之弱點進行性能改善，以降低運轉風險與提升系統穩定度，本文將介紹硬體迴路測試技術與應用情形。

表 1 微電網規劃、設計、保護、監視與測試之標準

標準編號	標準名稱
IEC TS 62898-1 (2017)	微電網規劃與規格指南
IEC TS 62898-2 (2018)	微電網運轉指南
IEC TS 62898-3-1 (2020)	微電網技術要求-保護與動態控制
IEEE 2030.7 (2017)	微電網控制器規格標準
IEEE 2030.8 (2018)	微電網控制器測試標準
IEEE 1547.1 (2020)	分散式能源設備與電網互連點測試程序

(二) 研究方法

控制級硬體迴路測試(圖1)係指將所有高壓大功率的設備皆以軟體模擬的方式建置，控制設備如保護電驛與微電網控制器使用介面卡或網路通訊方式與即時模擬器連接，CHIL 測試技術能夠將電力系統操作在故障和極端條件之情境下測試控制設備的性能，且不會造成任何設備的毀損，達成非破壞性測試之優點。

功率級硬體迴路測試(圖2)係指將部分高功率硬體設備透過功率轉換器與即時模擬器連接，可使該設備在額定電壓和額定功率下進行測試，評估設備性能和進行模型參數驗證，PHIL 測試有真實度較高的優勢，忠實呈現出設備的動態響應，但測試範圍受限於設備的反應速度與額定規格，亦有控制不當造成設備損壞之風險。

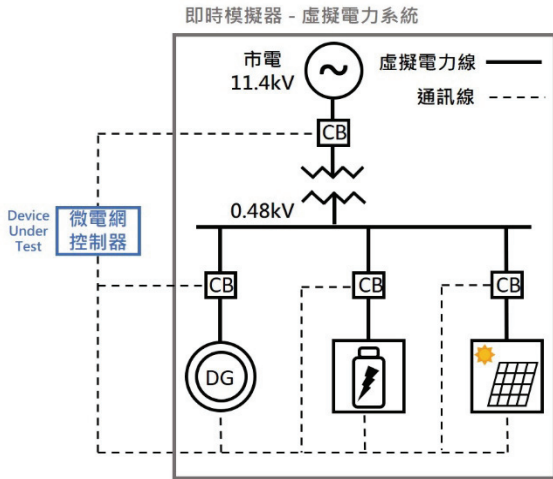


圖 1 控制級硬體迴路測試概念圖

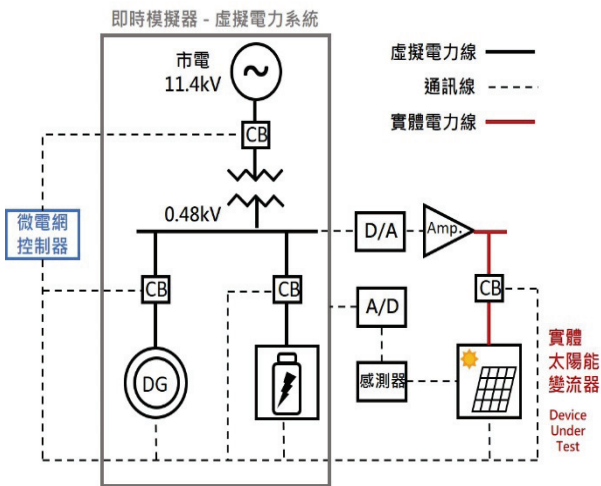


圖 2 功率級硬體迴路測試概念圖

本公司於民國 110 年完成樹林所區微電網第一期智慧化目標，使樹林微電網具備併網運轉、計畫性孤島、孤島運轉與全黑啟動之功能，亦採用 CHIL 技術對實體微電網控制器進行功能測試，第一階層的電力系統與控制系統由即時模擬器建置(圖 3)，第二階層的微電網控制器可透過 IEC 61850 通訊協定對模型中的虛擬微電網進行狀態量測與運轉操作(圖 4)，進行控制功能測試驗證。圖中的測試程序由樹林 MGCS 下達投入 VCB7 的命令，即時模擬器會由同步電驛(25 Relay)模型接收，並且開始量測責任分界點兩端的電壓差、頻率差以及角度差，監測是否符合併網條件，當條件成立 VCB7 投入後，微電網

變成併網模式，儲能系統(BESS2)也必須由構網模式(Grid Forming Mode, GFM)切換成跟網模式(Grid Following Mode, GFL)，接著微電網進入併網穩態運轉。

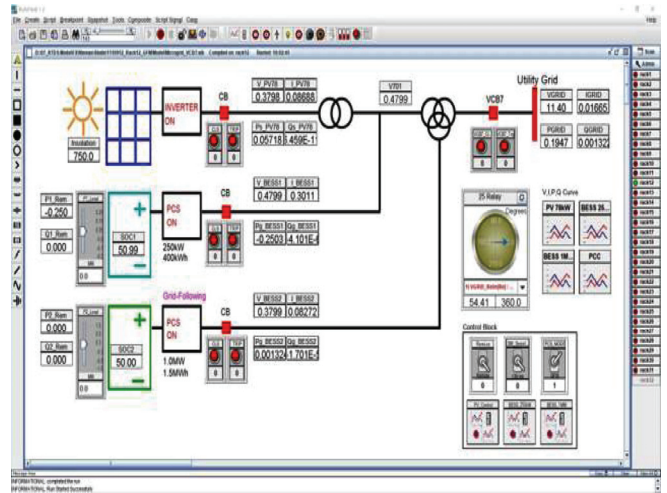


圖 3 即時模擬器虛擬微電網人機介面



圖 4 微電網控制系統(MGCS)人機介面

(三) 結論

本文回顧 IEC 與 IEEE 所制定的微電網與微電網控制系統的規格與測試標準，可作為未來台灣微電網案場建置前之分析參考，亦透過本公司樹林微電網第一期智慧化示範案場，建置控制級硬體迴路測試平台，以利發展本公司測試、分析與建置符合國際標準的微電網控制系統之技術。