

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

108 年第 1 季 (108.01 No.111)

台電綜合研究所 **TPRI**

地址：(10091) 台北市羅斯福路 4 段 198 號 電話：(02)2360-1084 傳真：(02)2364-9611

目錄

研究計畫成果

- 一、液流電池於綜研所微型電網之建置與應用 1
- 二、林口風機受鄰近煤倉及其卸煤設備之影響評估 3
- 三、船舶辨識系統應用於台澎海纜預警維護平台開發 5
- 四、分散式能源雲端平台系統之應用研究 6
- 五、台電電信網路地理圖資管理系統雲端應用研究 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、液流電池於綜研所微型電網之建置與應用 (化學與環境研究室：張書維、吳成有)

(一) 研究背景：

節能減碳與潔淨能源為目前能源發展的趨勢，可預期未來再生能源將大量應用，然而，再生能源供給的不穩定性成為電力品質的一大隱憂，儲能電池可作為維持供電安全之選項。一般而言，儲能電池於電網應用在發電端可為輔助電源提升電力穩定性與品質、在輸配電端可接受調度抑低尖峰負載，在用戶端則可作為不間斷電源及計畫性電力管理之用途。為研究並驗證儲能電池於電網之功效，於綜

合研究所樹林所區建置 125kW/750kWh 的液流電池，電池型式為全釩氧化還原液流電池(Vanadium Redox Flow Battery，縮寫為 VRFB)，並導入能源管理系統，配合所區既設的太陽能電池、風力發電、發電機與負載等，形成微型電網架構，如圖 1 所示，電池外觀與系統架構如圖 2。本文介紹之應用模式與分析項目包括電池效能測試與分析、需量反應、再生能源平滑化及孤島運行模式等。

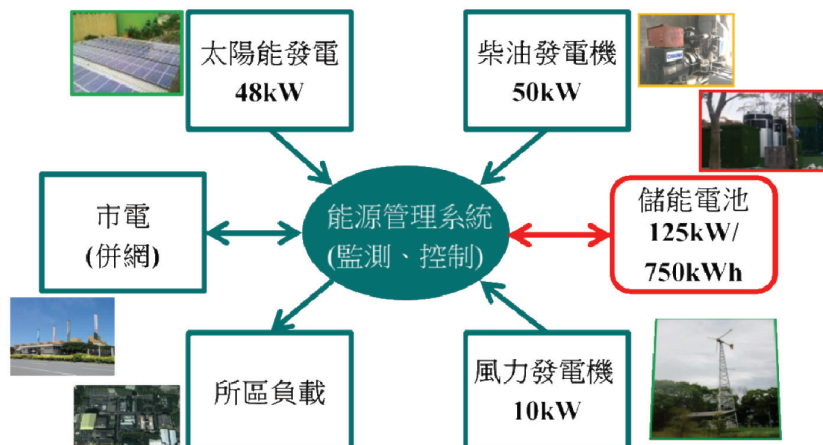


圖 1 台電綜研所微型電網架構



圖 2 液流電池外觀與系統架構

電池系統組件	相關規格或功能
電池組	4 組電池堆，含熱交換器
電解液槽	30 立方米 x 正負 2 極
電池管理系統	計畫性充放電
能量管理系統	交流 380V/60Hz
控制室	配電箱及能源管理系統
基地尺寸	9m x 16m

(二) 研究成果： 電池效能測試與分析

為測試與驗證電池效能，於 8 月 5 日進行電池系統的效能測試與驗證，測試條件為功率設定 125kW，充電率(State Of Charge, SOC)從 0%全功率充到 100%，再從 100%全功率放電至 0%，從直流充放電結果計算其電池效率，相關曲線如圖 3，結果顯示其直流功率輸出穩定，且經計算其能量效率為 81.57%。

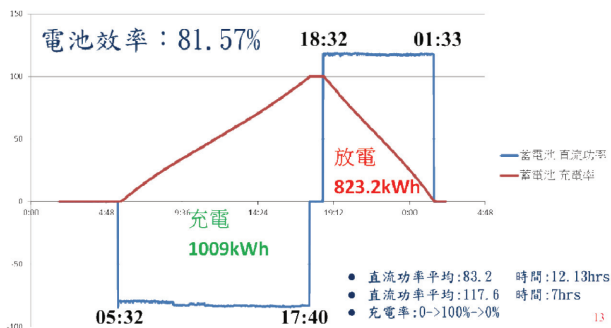


圖 3 電池充放電測試結果-8/5

需量反應

「需量競價」為本公司在 2015 年 5 月推出的電力需求端管理機制，並從 2017 年起擴大為全年實施，本所樹林所區已配合需量競價建置自動需量反應(ADR)相關措施，並以每度 10 元之價格參與競標，在今年需量得標期間(2017/6/23~2017/10/13)，本所 125kW/750kWh 的液流電池也同樣參與需量競價，每次執行時間為 2 小時，10/3 當日執行狀況如圖 4，期間成果整理如下：

1. 總計執行 39 次。
2. 最高執行功率為 125kW。
3. 最低執行功率為 80kW。
4. 總計貢獻 6141.45kWh(度電)。

5. 執行成功率：95.21%(電容量)。

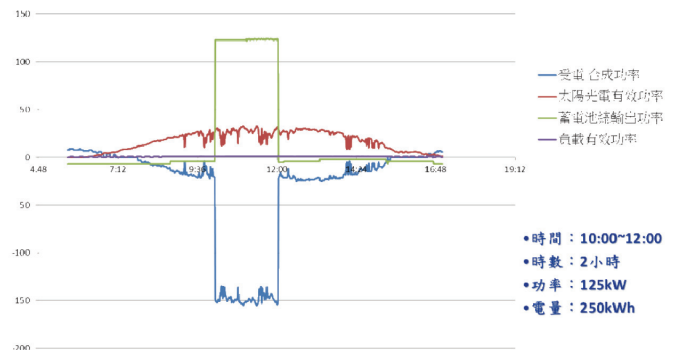


圖 4 需量反應執行情形-10/3

再生能源平滑化

電池在儲能系統應用上，具有快速回應能力(快速的響應時間)，可讓電網電力電壓與頻率輸出穩定。圖 5 為 7/15 當日液流電池再生能源平滑化成效之示意，藍色曲線為太陽光電之有效功率，綠色曲線則為電網的受電成功率(即液流電池處理過後朝向電網的整體功率)，結果顯示當天太陽光電的功率輸出並不穩定，日照期間最高達 45kW，在相近時間點則可能低至 10kW 以下，然經液流電池處理過後，則整體功率變化情形大幅和緩，如圖 6(變化率)，結果可知平滑化成效除了與控制參數相關外，當天日照與 PV 發電情形也應同時納入考量；另根據結果可知，不論條件為何，最高變化率均低於 10%，顯示其成效。7/15 當天相關數據整理如下：

1. 太陽光電有效功率(變化率)-平均：4.59%。
2. 電網受電功率(-)(變化率)-平均：0.83%。
3. 平均變化抑低率：81.83%。
4. 當天太陽光電變化率最高時間點：12:01。
5. 瞬時太陽光電有效功率(變化率)：59.38%。
6. 瞬時電網受電功率(-)(變化率)：4.17%。
7. 變化抑低率：92.98%。

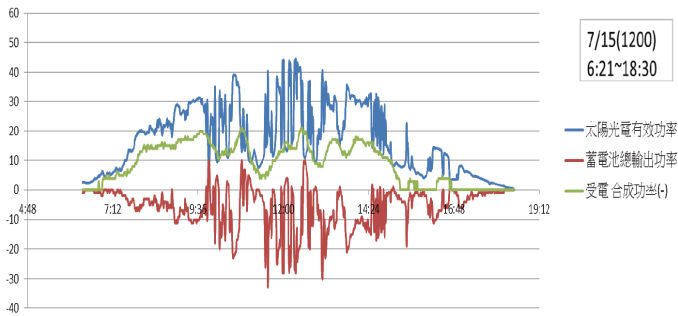


圖 5 再生能源平滑化成效-7/15

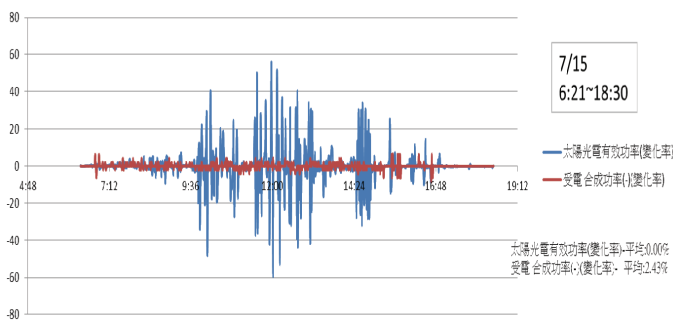


圖 6 再生能源平滑化分析(變動率)-7/15

孤島運轉

孤島運轉模式下，市電被排除在電力系統之外，此狀態亦可模擬當失去市電供應而仍有電力負載時，微電網系統仍能自給自足運轉，電力來源包括再生能源(太陽能與風能)、柴油發電機與液流電池，液流電池除可做為電力來源外，也可作為電力供需平衡之用途，以避免負載或電力供給過高的情形。實際的孤島運轉測試條件區分為 2 種情境，分別為電池停機與電池待機，測試結果顯示孤島運轉模式最短需時 20 秒，最高需時 5 分 45 秒，此時間包括手動指定功能與切換等作業所需之時間。

(三) 結論：

液流電池容量測試結果顯示直流電池容量 831.4kWh，電池能量效率 82.63%；配合需量競價措施，自 2017 年 6 月 23 日迄今，已成功執行放電超過 39 次，總輸出電量超過 6,000kWh；配合太陽能發電之不確定性，執行再生能源平滑化，抑低電力輸出變化率達 90%，液流電池應用於台電綜研所微型電網之成效良好，未來將持續累積運轉數據，驗證電池長期效能，並規劃於微型電網內新設電力來源，針對未來電力來源的各種情境進行操作程序之優化。

二、林口風機受鄰近煤倉及其卸煤設備之影響評估

(綜研所能源室:陳景林、吳浩平;電源開發處:鄭茂林、王建富;再生能源處:黃建瑜)

(一) 研究背景：

IEC 61400-1 的第 3 版於 2005 年出版，並被廣泛接受為風機的設計標準。該標準要求風機在一定風負載下正常運行而沒有任何故障。因此在標準中清楚地說明了風場現地的風況。根據 IEC 61400-1 的規定，它顯示了幾種風況的限制，例如極端風速應小於 50 年重現期的 10 分鐘的平均風速；風切指數(α)應小於 0.2；根據風機的類型，亂流強度需要小於 0.12, 0.14 或 0.16；相對於水平面，入流角不應超過 8 度，高風速下的 Weibull 分佈應低於 IEC 61400-1 的規定。為了保證安全運行，風機架設的風場特性必須遵循 IEC 61400-1，否則會引起風機的疲勞、腐蝕或倒塌。

林口風場有 3 台 Vestas V80 2MW 風機，編號為 WTG04~WTG06。風機的轉子直徑和輪轂高度分別為 80 米和 70 米。表 1 列出了風機的詳細規格。風機附近有幾個障礙物，如 10 個巨大的煤倉，建築物，油槽及水槽等。風機和煤倉的相對位置如圖 1 所示。此外，煤倉(包括其屋頂)的高度超過了風機的輪轂高度，因此煤倉及其輔助設備勢必對風場產生影響。現場圖片如圖 2 所示。

表 1 Vestas V80 風機的詳細規格

風機參數	V80	備註
設計安全標準	IEC IA	--
額定功率(kW)	2000	--
轉子直徑(M)	80	--
HUB 高度(M)	78	--
切入風速(M/S)	4	--
額定風速(M/S)	16	--
切出風速(M/S)	25	--
年平均空氣密度(KG/M ³)	1.225	--
風切(冪法)指數	0~0.2	根據
Weibull 分佈函數的形狀參數	2	IEC 設
入流角(°)	-8~+8	計標準
50 年重現期的 10 分鐘平均風速(M/S)	50	
50 年重現期的陣風風速(M/S)	70	



圖 1 風機和煤倉的相對位置



圖 2 風機和鄰近煤倉的現場圖片

這些煤倉從 2012 年 4 月開始興建，並於 2016 年 11 月完成。在煤倉完成後，可以發現 WTG04 和 WTG06 風機經常會受到損壞，例如轉向齒輪斷裂或轉向環損壞，懷疑根本原因是由於煤倉導致風況的改變。由於林口風場受到巨大煤倉(高度：82 米，直徑：22.6 米)的影響，風場特徵發生了變化。因為林口風場是一個複雜的地形，像 WasP 這樣的線性分析軟體已不適用。基於上述原因，故使用非線性的風場模擬軟體。

因此，在本研究中，利用非線性 CFD 軟體研判當前風場是否符合 IEC 61400-1 的風機設定標準：如極端風速、風速分佈、入流角、風切和亂流強度等。

(二) 研究內容：

1. 風場測量

(1) 測量設備

為了評估障礙物是否影響風機的安全運行，進行了風場測量和分析。在林口風場設置一個測風塔和 5 個 Lidar 測試點位。

(2) 測量方法

為了確定風機附近的障礙物是否會對風機安全運行產生影響，測風塔測量部位的風況

不應受風機和障礙物的影響，而 Lidar 的場地可能會受到風機以外的障礙物的影響。為滿足這些要求和 IEC 61400 標準，測風塔和風機之間的距離超過轉子直徑的 2 倍，Lidar 和風機之間的直線距離介於 $2D + H \cdot \tan 28^\circ$ 至 $4D + H \cdot \tan 28^\circ$ 之間(D：渦輪直徑；H：輪轂高度)。

(3) 量測數據處理

根據 IEC 61400-12-1、DNV 遙感標準以及與風機相關的其他標準，可判斷數據完整性和合理性，以驗證丟失和不合理的數據。

2. CFD 風場分析

計算流體動力學(CFD)模型適用於複雜地形、複雜地表植被、複雜障礙條件和非中性大氣條件。由於障礙物附近的風力條件複雜，如果沒有利用 CFD 流體模型的交叉驗證，則會花費很多成本。此外，由於林口風場屬於複雜地形，需要考慮流體的粘滯力效應，WasP 和 WindPro 等線性模擬軟體無法評估林口的風況。因此，非線性軟體 WindSim 被應用於模擬林口風場。由於考慮了粘滯項，可以模擬由複雜地形引起的流體分離特性。因此，將 CFD 流體模型與風測量結果進行比較，以驗證風機現場的風況是否符合 IEC 61400-1。



圖 3 林口風場測量中使用的測風塔



圖 4 在林口風場測量中使用的 Lidar



圖 5 風機、測風塔和 Lidar 之間的相對位置

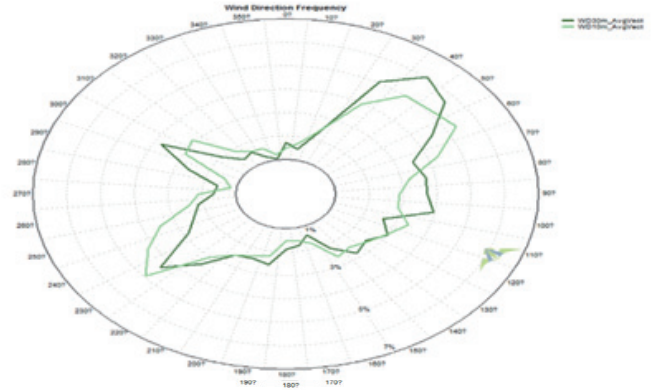


圖 6 30 米和 10 米風向的風花圖

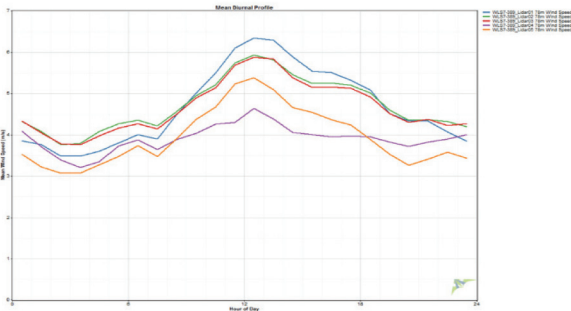


圖 7 利用 MCP 處理得出一個月的 5 個 Lidar 量測點位 78m 高度的風速變化

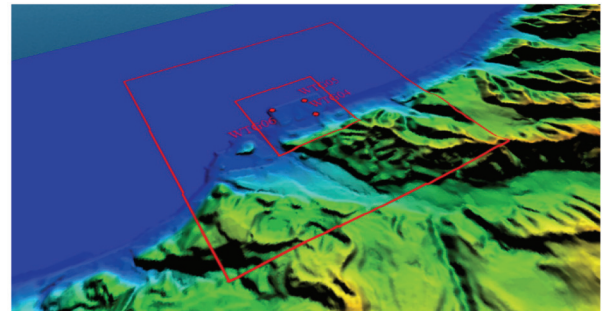


圖 8 數值模擬中使用的地形圖

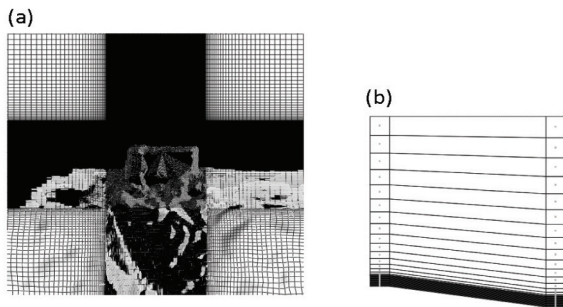


圖 9 水平網格劃分(a)和垂直網格劃分

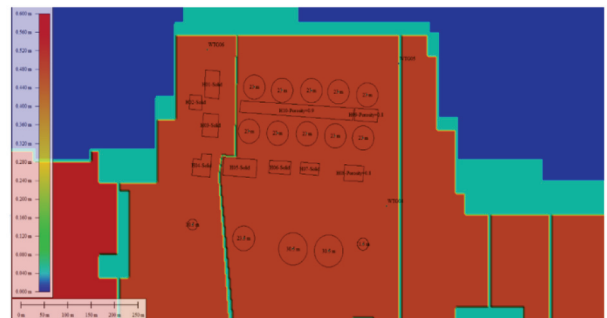


圖 10 林口風場模型的粗糙度(b)

(三) 結論和建議：

本研究中可以得出以下幾個結論：

1. 對於極端風速，50 年重現期的 10 分鐘平均風速為 48.51m/s，低於 IEC 設計標準 50m/sec；Weibull 風速分佈也低於 IEC 標準；WTG04 與 WTG06 的入流角分別為 5.2°、3.3°和 2.7°，小於 IEC 規定的 ±8°。

2. WTG04~WTG06 的最大風切指數為 0.604、0.538 和 0.402，均超過 IEC61400-1 的最大值 0.2。
3. 扇區管理可被視為改善策略之一，係將風機在限制在特定風向運行。對於 WTG04，建議 115°~225° 和 285°~360°~5°進行扇區管理；WTG05 為 145°~275°；WTG06 為 95°~215°。經扇區管理後，年發電量損失分別為 26.92%、26.47%和 25.22%。

三、船舶辨識系統應用於台澎海纜預警維護平台開發

(高壓研究室:簡士恩；供電處:李明學)

(一) 研究背景與目標：

台澎海底電纜第一回線 S、T 相於 105 年 8 月完成佈纜後，於 106 年 4 月 21 日進行例行性 OTDR 測試時發現海纜訊息異常，經 ROV 及側掃聲納確

認海纜斷纜。參考 CIGRE 調查紀錄，海纜事故原因約有 53%來自漁具、錨之破壞。目前全球船隻均須裝有船舶自動辨識系統(AIS)，可利用 GPS 定位儀以及 VHF 無線電發射與接收來傳送船舶靜、動態與

航程等 3 種資料。將航行海纜佈放廊道的船隻，依吃水噸位過濾篩選，藉以得知噸數並判斷定點下錨即時狀態。國際間已有許多公開或官方、半官方 AIS 網站分享海上船行訊息。本研究透過購買雲林端台子村至澎湖端的航行台灣海峽航道船舶資料，開發一台澎海纜預警維護平台，主動發現船舶並判斷及過濾，以降低海纜遭錨擊風險。

(二) 平台組成、功能及架構：

本平台由台澎海纜預警維護平台系統主機、路由器、不斷電系統、電視及機上盒、船舶資料、預警維護網頁資料庫軟體等組成。以達成下列主要功能：

1. 預警通訊機制的建立：透過此一平台，過濾特定船隻，於劃定警戒區域停留超過預設時間，發出警示通知維護單位，藉以判斷並主動聯繫航運相關單位協助廣播勸離。
2. 船舶數據分析：將海纜佈放廊道區段特別標示，記錄任何噸位船隻作業歷史航道軌跡，作為海纜維護策略參考及求償索賠依據。本平台硬體及網路架構如圖 1 所示，硬體設備裝設在以下三處，以方便本所及海纜兩端之維護單位即時監視海纜狀態：

(1) 澎湖一次變電所

系統主機提供網頁服務與資料庫服務功能，以路由器連接中華電信 ADSL 寬頻外網與本公司內網，並提供防火牆保護功能。電視及機上盒 PC 連接路由器，提供連接本平台之即時監視服務。

(2) 嘉南供電區營運處

電視及機上盒 PC 連接本公司內網，提供

連接本平台之即時監視服務。

(3) 綜研所

電視及機上盒 PC 連接本公司內網，提供連接本平台之即時監視服務。

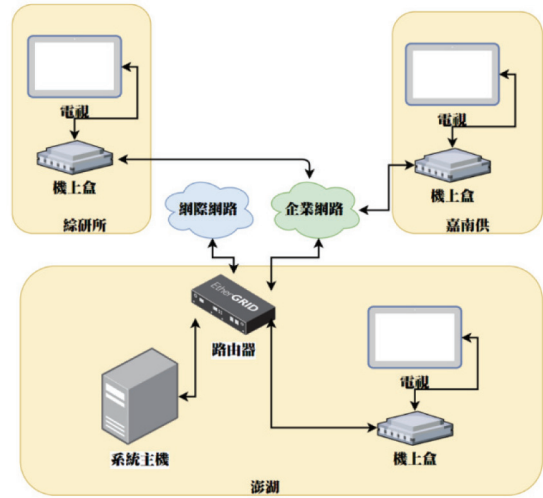


圖 1 硬體及網路架構圖

(三) 研究成果：

於瀏覽器網址列輸入網址，直接進入首頁，可查看海纜附近船舶動態，如圖 2 所示。圖 2 中綠色、紅色等小方塊即代表船舶，以不同顏色代表不同船隻類別，滑鼠停留在小方塊上即會顯示船舶之軌跡、時間及噸位等資訊。圖 2 中長方形框之區域為警戒區域，警戒區域內之海纜不同埋設區域以不同顏色標定顯示，例如橘色表硬質土(石墨鑄鐵保護區)，藍色表軟質土(埋深 2 公尺)。滑鼠移到各條纜線即能顯示海床深度及纜線屬性資料。

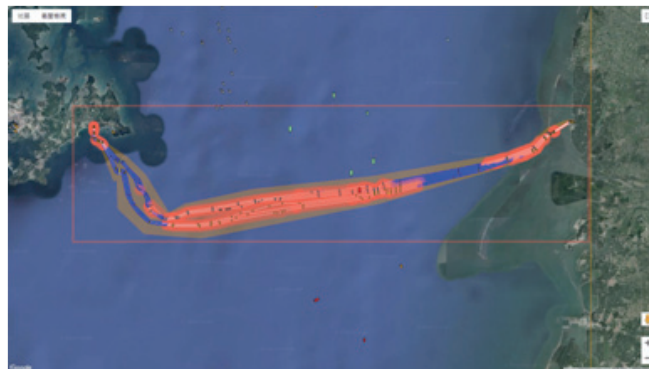


圖 2 船舶動態監視畫面

四、分散式能源雲端平台系統之應用研究 (資通訊研究室：卓啟翔、廖政立、陳韋光)

(一) 研究背景、目的：

配合政府能源轉型目標，分散式能源大量佈建且分散於各處，致資訊蒐集整合不易，分散式能源雲端平台遵循 IEC 61850-8-2 標準使用可延伸訊息與存在協定(Extensible Messaging and Presence

Protocol, XMPP)協議傳輸 IEC 61850 之訊息，能即時蒐集分散在各處之分散式能源資訊，以達到對分散式能源進行管理及監視之目的。在資料傳輸協定方面，XMPP 為物聯網(Internet of Things, IOT)通訊協定，其在資安上、可擴展性上的表現十分優異，

且因其為開放(非商業驅動)協定,使得 XMPP 為目前唯一被國際標準 IEC 61850 所採用之 IOT 通訊協定。

(二) 成果及應用：

本平台由下至上概述如下,最底層 Gateway 功能為通訊協定與資訊模型轉換,將 Modbus 或 OPC 等通訊協定經由 Gateway 轉換成符合 IEC 61850 通訊標準之資訊模型,透過 IEC 61850-8-2 所採用之 XMPP 通訊協定將資料從 XMPP Client(Gateway 端)經由雲端平台即服務(Platform as a Service, PaaS)層之 XMPP Server 傳遞至 XMPP Client,最後透過通用信息模型(Common Information Model, CIM)或表現層狀態轉換(Representational State Transfer, RESTful) API 將資訊上傳至雲端軟體即服務(Software as a Service, SaaS)層,可由 Web 或其他可視化應用呈現。目前持續進行太陽光電案場導入 IEC 61850 並與雲端平台介接工作,已導入台電綜研所樹林所區 2 座 PV 案場與再生處大潭 PV 案場,透過可視化介面,可以在行動裝置獲得上述 PV 案場之發電資訊。

(三) 結論：

本報告運用資通訊技術、物聯網架構並導入 IEC 61850 國際標準,打造一套基於 IEC 61850-8-2 XMPP 通訊協定之雲端平台,用以解決未來分散式能源大量佈建後之資料蒐集、資訊互通性與設備管

理等議題;未來本系統將持續導入分散式能源案場與加強資通安全。

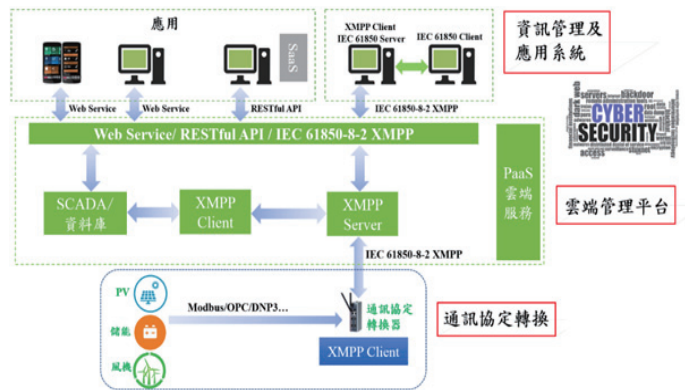


圖 1 分散式能源雲端平台系統架構

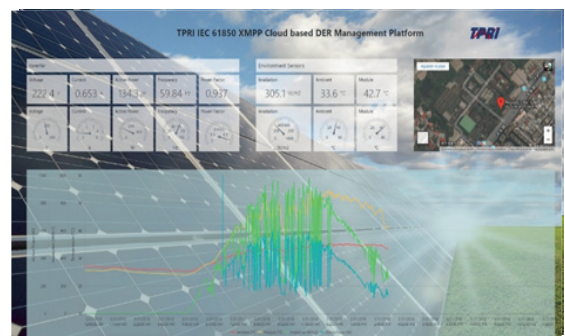


圖 2 台電綜研所樹林所區 PV 案場即時發電資訊

五、台電電信網路地理圖資管理系統雲端應用研究

(綜合研究所電力研究室:吳永仁、唐城;互動國際數位股份有限公司內湖分公司:常健行、鄧麗維、蘇奕奇)

(一) 研究背景：

台灣電力公司發展電力通信歷史悠久,迄今已達 60 餘年,從早期的電話電纜、微波通信逐步演進,直到 1980 年代開始採用以光波傳輸訊號的光纖系統,用以確保電力系統的安全、穩定、經濟運轉,及滿足生產與服務過程中各種通信需求,是專為電力系統運轉及電力生產過程服務的通信系統。

現今台電已於全台鋪設逾 9,000 公里光纖纜線,擁有超過 3,000 套光纖通信設備及超過 900 站電力通信站所等,光纖纜線與通信站密布全台,甚於民國 102 年申請核准經營光纖電路出租業務,顯示電力通信在台灣電力公司的多角化經營理念下,佔有一個至關重要的角色。

(二) 研究內容及成果：

1. 系統服務及功能架構：

本計畫之系統建置包括「桌上型圖資管理工作站」、「網頁版電信網路地理資訊系統」、「道路現勘 Mobile GIS」,系統架構中各個元件負責的功能說明如下;整體系統架構參閱圖 1。

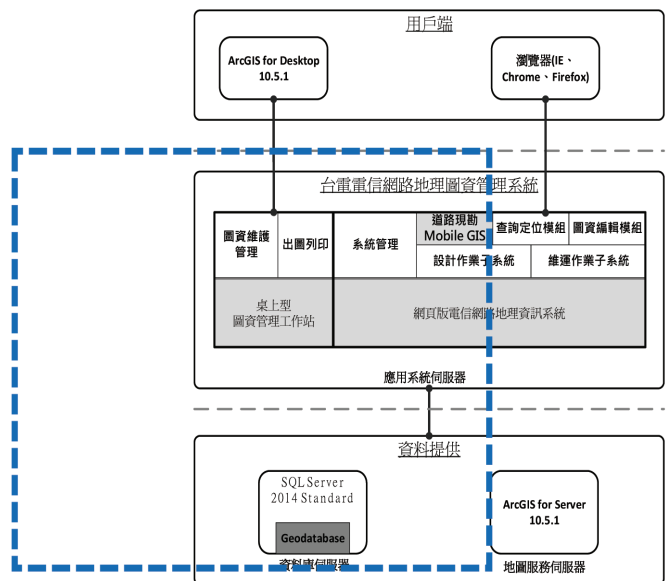


圖 1 整體系統架構圖

(1)「桌上型圖資管理工作站」：負責整個系統的核心圖資資料庫的管理與維運,確保系統

的核心資料庫正常運作，並提供進階的多張出圖功能。

- (2)「網頁版電信網路地理資訊系統」：負責提供圖資瀏覽與查詢定位、圖徵屬性瀏覽、基本螢幕出圖列印，並且包含設計作業子系統、維運作業子系統，提供基礎圖資的維運作業。
- (3)「道路現勘 Mobile GIS」：是一個運作在行動裝置上的 App，主應用於道路現勘作業，

協助收集道路現勘的現況，並將資料回傳至系統的資料庫中，並可在「網頁版電信網路地理資訊系統」上查詢得知所收集的現況資料。

「台電電信網路地理圖資管理系統」的使用群組主要為-電力通信處，其他台電組織單位也可使用，但僅限於網頁版電信網路地理資訊系統內的查詢定位功能模組，系統之使用權限如圖 2 所示。

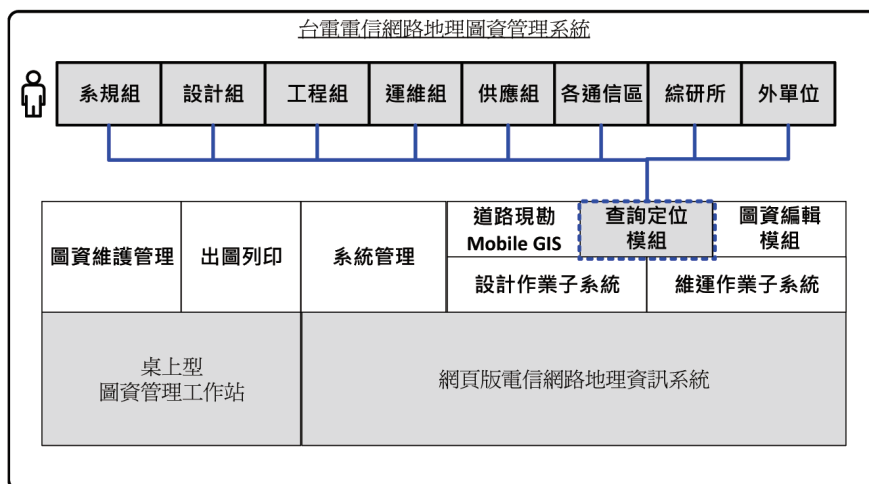


圖 2 一般使用者使用權限

2. 圖資更新：

「桌上型圖資管理工作站」，在整體系統架構裡是定位在核心圖資資料庫的管理與維運及出圖列印，整個功能是建構在 ArcGIS Desktop 軟體上進行功能擴充，功能包含：管理功能模組、邏輯示意圖模組、出圖列印模組、查詢定位模組。纜線圖資審查與維運功能依訪談後的需求調整至「網頁版系統地理資訊系統」上建置。「桌上型圖資管理工作站」的使用者分為兩大類，分別是管理者與一般使用者，管理者登入後可進行編修圖資、邏輯示意圖管理設計、圖資資料庫重整，以及管理網頁版上地圖伺服器。定期的重整圖資可確保系統的核心資料庫可正常運作。一般使用者則可在此工作站上執行查詢定位，客製化開發的查詢定位功能有：通信區定位、坐標定位、設施定位、光纜定位、站所定位、地址定位、道路定位，透過上述的定位功能可快速地移動地圖到所要操作的位置。當需要將目前的地圖範圍快速的出圖列印時，可以應用一般出圖列印，若需要依據工單範圍中的光纜路徑。進行出圖列印，則選擇進階的多張出圖列印，以上的出圖列印功能系統都會自動套版，同時也可以自行再增加其他的標註說明，非常的彈性。

(三) 結論：

1. 成果效益：

既有桌上型系統功能 WEB 化，降低維運成本，降低分別布署及硬體維護之人力，不須額外安裝軟體，減少授權費，減輕硬體規格需求。統一圖資版本，無須版本管控，提升圖資編修速度，工單集中管理。光纜和芯線資料分別於不同流程建置，不需要在同一個作業流程中完成，避免單一操作流程過於冗長。

系統改版擴充，桌上型系統軟體升級改版，新增特殊列印功能，強化系統功能。透過道路現勘 APP 直接紀錄人手孔資料及照片，無須再回辦公室進行資料編修。

2. 未來展望：

持續精進 WEB 系統，強化 WEB 系統繪圖功能，包含修改圖徵型式及顏色、移動站所位置、特殊列印等，讓使用者可在單一平台上完成相關作業。於 WEB 系統提供較高比例尺之底圖，讓使用者在繪圖時能更精確描繪光纜走向。導入資產管理功能：以本系統為基礎，有效管理光纜數化之流程及品質，維護資產相關資料之正確性。導入電路資料與芯線詳細整合規劃，提供電路邏輯圖，導入光纜出租管理功能、事故搶修與維運進階應用工具等。