

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

111 年第 2 季 (111.4 No.124)

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)2360-1081 傳真：(02)2364-9611

目錄

研究計畫成果

- 一、排煙脫硫廢水零排放可行性研究1
- 二、金門地區再生能源發電預測系統開發研究2
- 三、金門能源管理系統規劃3

新技術新設備介紹

- 智慧變電所 IED 電驛互操作模擬測試系統5

研發與試驗活動

- 一、「BNEF 全球淨零轉型下的機會與挑戰」實體研討會7
- 二、台電公司綜合研究所與歐洲商會低碳倡議行動共同舉辦「電力事業面臨電動車發展之機會與挑戰」視訊研討會 ...8

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、排煙脫硫廢水零排放可行性研究

(綜合研究所化學與環境研究室：曹志明、傅弼豐、蕭宏安、吳俊賢)

台中電廠：吳年芳、郭勝河、彭俊文、葉振偉、楊哲銘、黃淑美)

(一)研究背景及目標：

脫硫廢水成分複雜、濃度高且具變動性，在放流水標準加嚴及管制項目增加的現況下，對於排煙脫硫廢水處理程序的改善已是勢在必行，為求可符合即將生效的廢水排放加嚴標準，公司將先採用已經模廠試驗的物化與生物整合程序(FBC)；而為符合外界環保要求及善盡企業社會責任，同時配合本公司「環保策略平台」中有關電廠用水全量回收之廢水零排放技術需求，有必要建置自有處理技術，以因應電廠排放水標準加嚴與協助未來新設機組進行廢水零排放規劃與設計。

研究目標如下所述：

1. 應用薄膜程序進行廢水處理和回收，如應用逆滲透模組以降低濃縮過程的能耗。
2. 評估薄膜程序運轉結垢可能性，以及回收水的可用途徑。
3. 提升結晶物純度的可能技術，以利後續產物的應用可行性。
4. 進行燃煤電廠使用脫硫廢水零排放流程的可行性

評估，包含技術和成本的相關評估。

(二)研究成果：

本研究目的在於因應排煙脫硫廢水處理之需求，在現場建置脫硫廢水零排放模廠試驗設備並進行相關之廢水處理試驗，研究結果如以下所述：

1. 脫硫廢水零排放前處理評估試驗結果顯示，零排放程序應結合薄膜軟化與濃縮功能，重金屬去除模組則應保留，薄膜軟化程序應採多級設計，而薄膜濃縮程序可採多段或循環設計，最後階段的蒸發結晶階段應增設氨氣或氨水回收，NF 濃水、RO 產水與蒸餾水可用作 FGD 補給水之用。
2. 脫硫廢水零排放模廠試驗過程，化學混凝的 pH 控制在 8.5，有利於污泥的濃縮效果，而處理水量皆超過 25 CMD。薄膜系統主要含 RO 和 NF 兩個模組，總回收率皆超過 80%，產水導電度為 1490 $\mu\text{S}/\text{cm}$ ，可作為電廠的生水之用。熱力系統蒸發濃縮的操作重點參數為操作溫度和相關壓力，程序經過分鹽效果，結晶物大部分為氯化鈉成分。

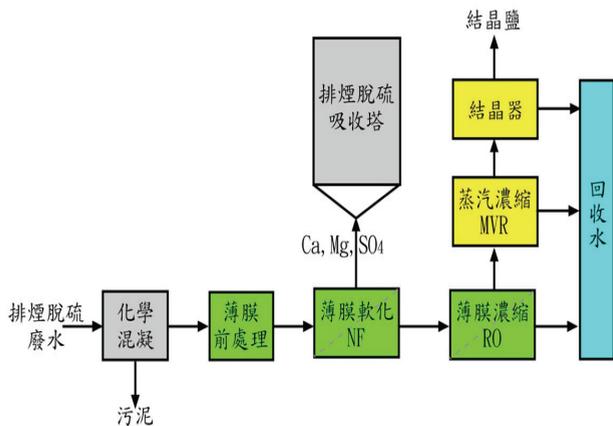


圖 1 脫硫廢水零排放模廠流程

脫硫廢水零排放模廠設備流程依序為化混與 DF 單元、NF 與 CIP 單元、脫氣膜單元、RO 單元以及 MVR 和結晶單元。

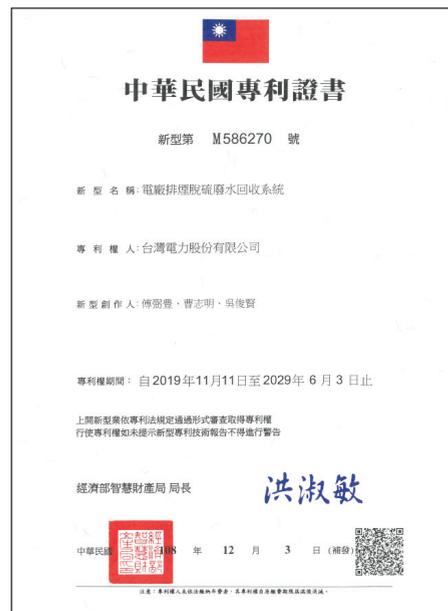


圖 2 脫硫廢水回收系統專利證書

新型專利已於 108 年 11 月獲准，程序包含化學混凝單元、薄膜前處理單元、薄膜軟化單元、化學軟化單元、薄膜濃縮單元、蒸汽濃縮單元和結晶單元。

二、金門地區再生能源發電預測系統開發研究 (能源研究室：林哲宇、張志榮、周儷芬、王派毅)

(一)研究背景：

行政院於 2013 年提出打造金門低碳島的政策，目標於 2030 年達到碳中和的目標，為此本公司在金門已設有金沙風場裝置容量為 4MW，以及在金沙文化園區、塔山電廠及鵲山變電所設置共 791.7kW 太陽光電系統，近年來在政府大力的推動與補助措施下，金門地區太陽光電系統的裝置容量也快速增加，截至 110 年底太陽光電併網的裝置容量達到 10.88MW，已超過冬季白天負載的 30%。然而再生能源中風力發電與太陽光電屬於間歇性能源，其注入電網電力之變動將容易造成電力系統不穩定，且無法預估的出力將增加電力調度困難度及電網運轉投資與操作成本。因此，綜研所為應對間歇性再生能源在電網中的佔比逐漸增高，分別進行了風力發電、太陽光電的預測研究工作。發電出力預測未來將是彈性發電機組及儲能之外，這兩種再生能源能否大量饋入電網的重要關鍵之一。

(二)研究內容：

再生能源發電預測的方法主要可分為統計模式 (Statistic Models) 與物理模式 (Physical Models) 兩大類。統計模式是基於學習歷史發電量或氣象觀測資料的相關性進行預測分析，主要預測技術有持續型 (Persistence) 預測法、時間序列法 (ARMA、ARIMA) 與類神經網路 (Artificial Neural Networks, ANN) 演算法、統計模型、風場模型、智慧型預測模型等。物理模式在大氣科學中是利用流體方程式、大氣物理/化學模型或是輻射及大氣中的能量轉換等影響

因素進行預測分析，預測技術包括基於全像雲圖 (TSI)、衛星雲圖 (Satellite) 與數值天氣預報資訊 (NWP, 包含中尺度氣象模式 WRF 與全球模式 GFS) 等預測方法。實際應用上為提升預測的準確度，都會整合不同的預測技術或模型，利用各項技術的優點及補足個別模型的侷限性，因此本所目前所開發的預測模型係結合再生能源發電機組運轉監控資訊 (SCADA) 與數值氣象預報資料 (NWP)，再應用人工智慧之機器學習中的類神經網路技術，開發建置再生能源發電 (風力/太陽光電) 預測系統 (如圖 1)。

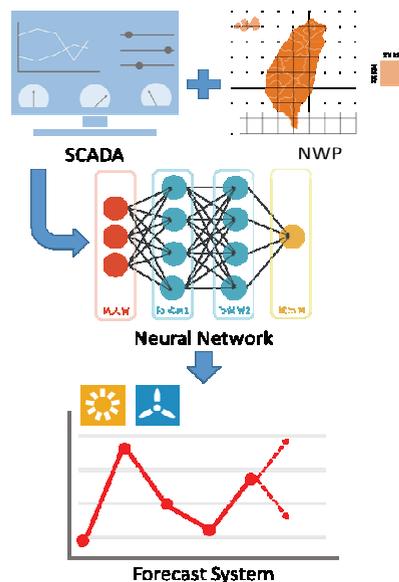


圖 1 預測系統架構

(三)研究成果：

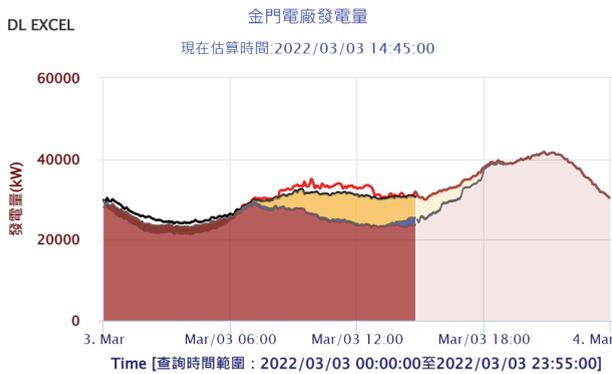
目前已開發的系統包括：

1. 金門電力系統(淨)負載曲線(圖 2)。
2. 金沙風場 6/48 小時風力發電預測，預測頻率 15 分鐘/1 小時(圖 3)。
3. 金門太陽光電 48 小時發電預測，預測頻率 1 小時(圖 4)。

以上預測系統提供塔山電廠調度人員做為機組排程、即時調度的參考。



圖 3 金沙風場 6/48 小時風力發電預測



- 預測今天發電總量
- 今天發電總量
- 太陽能發電量估算值
- 金沙太陽能發電量觀測值
- 風力發電量觀測值
- 夏興柴油發電量觀測值
- 儲能一期觀測值
- 儲能二期觀測值
- 塔山重油發電量觀測值
- 太陽能發電量預測值
- 金沙太陽能發電量預測值
- 風力發電量預測值
- 預測機組(夏興+塔山)發電量

圖 2 金門電力系統(淨)負載曲線

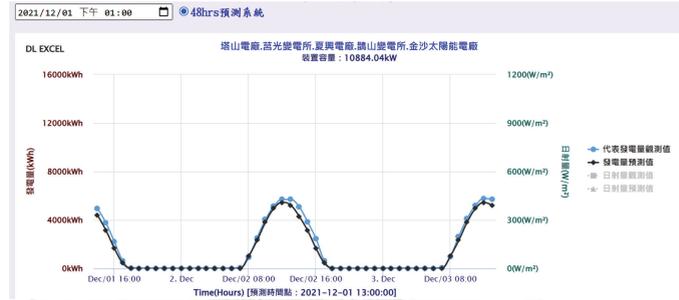


圖 4 金門太陽光電 48 小時發電預測

(四)結論

從電力系統的觀點來看，電力的供給與需求量必須隨時保持平衡，系統才能維持穩定運作，所以整個電力系統的發電量會隨著負載變化進行調整以維持系統頻率的穩定。因此，精確有效的再生能源發電預測不僅可降低機組熱機備載所需的燃料成本，發電不確定性的降低，亦可提供調度單位在機組排程及規劃系統備轉容量時作為參考。

三、金門能源管理系統規劃

(電力研究室：賴凱右、王永富、吳承翰、廖清榮、許炎豐)

(一) 研究背景：

金門屬獨立電力系統，隨再生能源蓬勃發展，其出力變動與高滲透率逐漸影響系統調度與運轉。為此，本所電力室於 106 年開始規劃並執行，於金門建置儲能試驗系統，依電池種類分為能量型與功率型。雖加入儲能後可提升金門電力系統之運轉彈性，但也意味著調度人員需面臨更複雜的局面。因此本研究考量通盤系統狀況，兼顧當下再生能源出力與系統負載變化，調度柴油機組運轉，並納入儲能試驗系統做為輔助，於系統運轉安全之前提下，做出最佳之調度決策。

(二) 研究內容及成果：

金門電力系統於 109 年以及 110 年分別加入兩套不同類型之儲能系統，且再生能源滲透率也日益增加，已經從單一發電來源之離島電力系統，轉變為混合式發電之離島電力系統，因此需要一套能源管理系統來維持電力系統穩定且順暢的運轉。能源管理系統是一套自動化系統，收集現場量測資料後，透過即時監視、圖形化顯示與判斷分析等工具，

提供使用者進行不同電力來源搭配的決策建議。

本所已建置 PMU，亦進行量測發電機參數，不僅取得符合金門系統特性之動態模擬參數，更進行迴歸分析，取得跳機後最低頻率預估計算公式，藉由上述兩作為，本所對於金門電力系統動態響應有相當了解，因此可規劃出較符合金門地區使用之軟體功能。

金門能源管理系統主要整合金門電力系統上資訊系統與保護系統之狀態，相關數值經過計算後提供予調度人員更為即時的運轉建議。主頁面如圖 1 所示，可顯示系統單線圖，而單線圖上之柴油發電機發電量、風力發電量、22.8kV 匯流排電壓、輸電線路潮流量、各主變壓器負載量、11.4kV 饋線負載量。取得 PMU 即時電氣資料並計算後，可顯示柴油發電機總實虛功、系統總發電量(即系統總負載量)、熱機備轉容量(包含功率型儲能)、單一最大出力機組跳機後最低頻率估測、單一最大出力機組跳機後熱機備轉容量估測等。

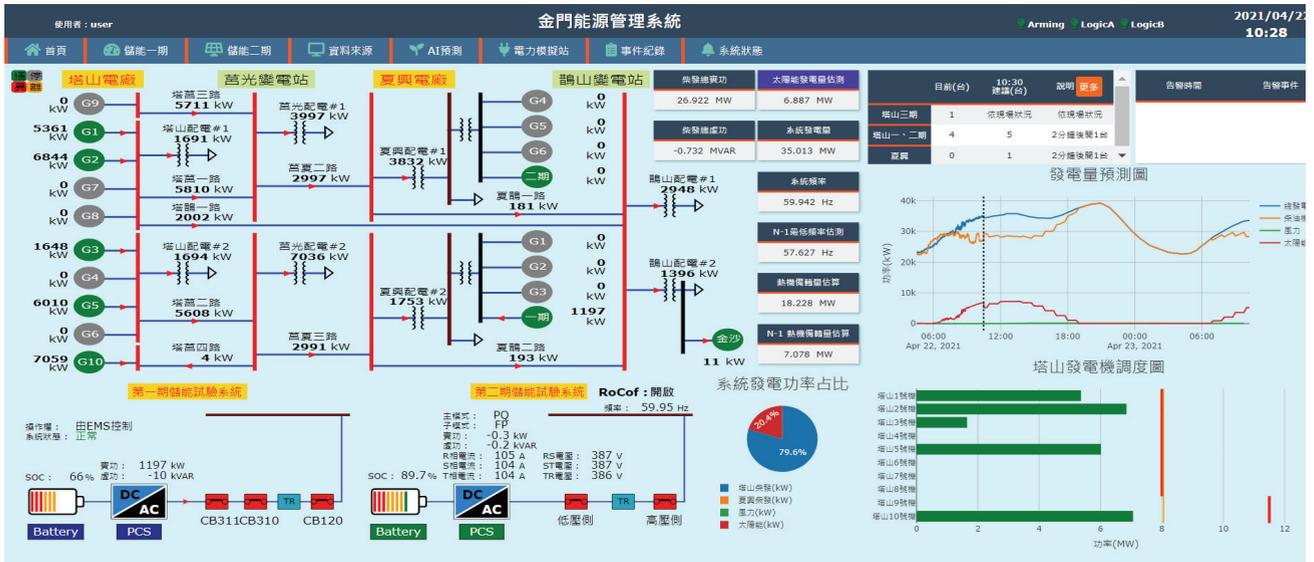


圖 1 金門能源管理系統主頁面圖

能源管理系統與兩套儲能系統是利用 IEC61850 通訊協定進行雙向資料傳輸，不僅取得運轉資訊，亦可下達指令，因此能源管理系統可針對兩套儲能系統進行控制。

1. 能量型儲能系統控制功能

能量型儲能系統資訊部分，如圖 2 所示，可顯示能量型儲能系統相關斷路器狀態、最大可充放電量、可操作虛功量上下限、SOC 數值以及目前實虛功狀態等。而當中所顯示之最大可充放電量以及最大可操作之虛功量，皆由能量型儲能之管理系統內部運算後提供，而畫面右方可顯示過去兩小時之實功與虛功狀態。系統控制部分，以圖 3 為例，於主模式實功欄位輸入 1000kW，表示對能量型儲能系統下達放電 1000kW 控制指令，虛功欄位亦然。



圖 2 能量型儲能系統資訊頁面



圖 3 能量型儲能系統控制頁面

2. 功率型儲能系統控制功能

功率型儲能電系統資訊如圖 4 所示，可顯示功率型儲能系統即時狀態，如相關斷路器狀態、運轉模式狀態、實虛功狀態、SOC 狀態、電壓電流以及通訊狀態等，而於畫面右方可顯示過去兩小時之實虛功狀態。

系統控制部分如圖 5 所示，可於頁面上進行控制 PCS 啟用、PCS 復歸、主模式選擇、子模式選擇、跳機控制模式選擇以及再生能源平滑化功能啓用等。此處，能源管理系統僅選擇運轉模式，然各模式下之自動控制均由功率型儲能自行判斷並反應。

主模式可選擇 PQ mode 或 PF mode，當選擇 PQ mode 時，可自行輸入實功與虛功；若選擇 PF mode 時，輸入領先或落後功率因數後，會依功率型儲能之視在功率進行調配。子模式選擇可 FP 或 VQ 或 VQ+FP 模式，當選擇上述模式時，會依所偵測到系統頻率與電壓，依照所設定之工作曲線進行充放電或虛功補償。跳機模式控制可選擇跳機模式或 RoCoF 模式，當選擇跳機模式時，當運轉中機組有任一部機組發電量降為 0MW 時，將依照跳機控制啓動值進行放電；若選擇 RoCoF 模式，當頻率下降斜率達設定值，則進行放電。



圖 4 功率型儲能系統資訊頁面



圖 5 功率型儲能系統控制頁面

(三) 結論:

本所於金門地區所建置能源管理系統之相關軟體應用功能，整合系統上之發電源與資訊系統，提供現場值班人員系統即時運轉狀態參考，亦提供預測狀態，供未來運轉調度建議，進而降低機組運轉成本，達到能源管理目的。系統控制部分，已可針對兩套儲能系統下達實虛功控制指令，若適當地調整充放電，可減少機組啓停情況。

新技術新設備介紹

智慧變電所 IED 電驛互操作模擬測試系統

(儀器組：林恆安、鄭東鎰、簡培偉)

(一) 緣起：

公司推動智慧電網政策，其中重要一環即是落實變電所自動化，而變電所自動化中關鍵技術則為跨網路的整合通訊技術，其中 IEC 61850 標準中所定義的通訊方式即為智慧電網上所使用重要核心標準之一，該標準定義了自動化變電所功能模型及數據格式等，進一步使變電所內不同廠家之智慧型電子裝置(IED)可實現互操作性。

因此各供電區營運處以及地方營業處，陸續規劃興建自動化變電所加入系統運行，現場 IED 電驛試驗方式將不同以往傳統，加入了許多使用 IEC 61850 通訊試驗方式(MMS、GOOSE、SV..)，而 IEC 61850 標準也導入電量、條件監控、分散式能源等多面向應用。本組為因應此需求建置一套智慧變電所 IED 電驛互操作模擬測試系統(簡稱 IED 模擬測試系統)，用於試驗技術的銜接以及熟稔本公司不同廠型 IED 電驛互操作規劃與測試技能。並可對不同需求進行擴充。(如圖 1、圖 2)。



圖 2 IED 模擬測試系統盤

(二) 測試模擬系統介紹：

本設備共建置 6 家不同廠牌 IED(如圖3)，皆通過本所資訊與通信研究室互操作性試驗，此 IED 模擬測試系統設置著重於不同廠牌 IED 彼此間相互系統規劃與模擬工具應用，並驗證 IEC 61850 交換機中資料，進一步透過軟硬體整合比對 IEC 61850 標準 SCL、相關資料模型及觀看資訊交換服務運作模式，與內部協定運作測試等細節觀察並分析，更可搭配 IEC 61850 SCADA/HMI 之整合應用，比對時間同步機制，最終對不同保護策略進行驗證模擬，已達還原現場進行分析及改進與建議使用單位之作用。

除 IED 外也建置一套 IEC 61850 SCADA/HMI 監控系統，具有監視、量測、控制、資料擷取和波形記錄、及保護功能的全功能 IEC 61850 智慧變電所系統，用以與 IED 相互搭配使用，並因應未來需求增設具備再生能源監控之功能(如圖 4、圖 5、圖 6、圖 7)。



圖 1 IED 模擬測試系統設備



圖 3 6 家不同廠牌 IED

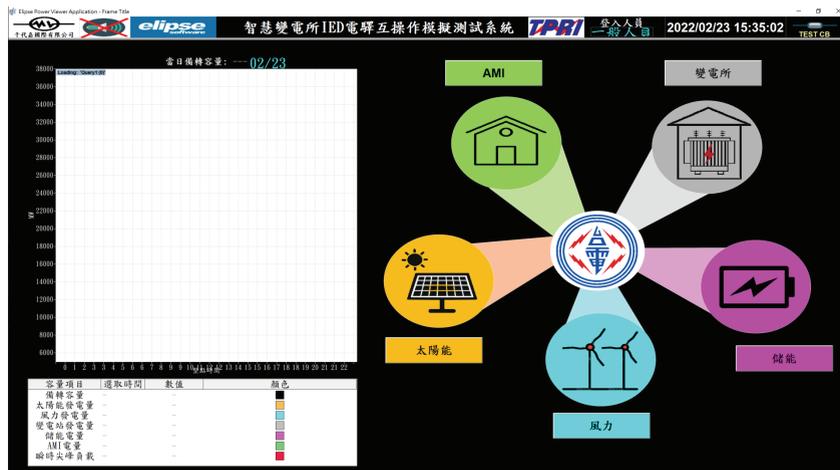


圖 4 IEC 61850 SCADA/HMI 監控系統首頁

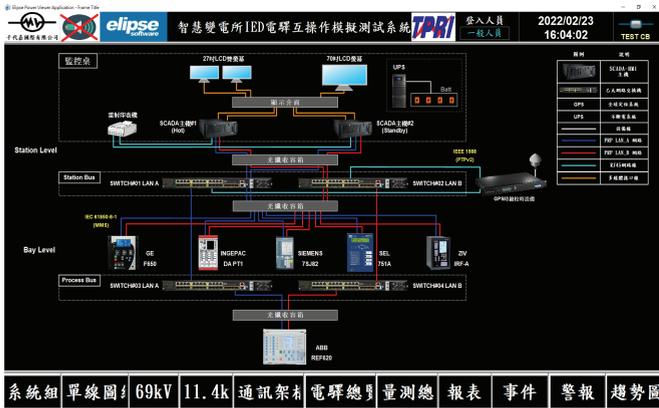


圖 5 IEC 61850 SCADA/HMI 監控系統架構



圖 7 IEC 61850 SCADA/HMI 監控系統電驛狀態

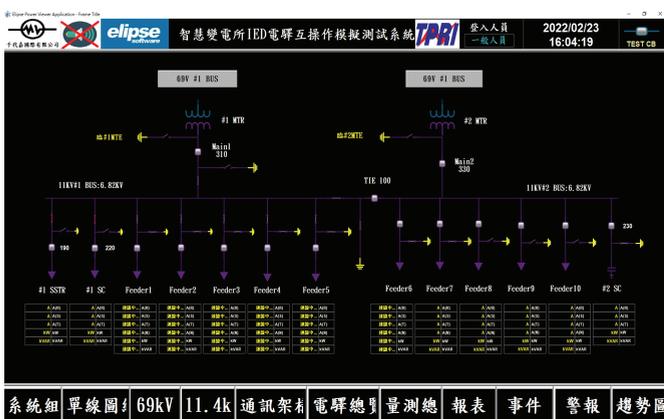


圖 6 IEC 61850 SCADA/HMI 監控系統單線圖

(三)結論：

該設備可透過不同設定，可完整模擬台電目前配電變電所(D/S)及二次變電所(S/S)電力及監控系統，以利同仁將現場所獲得之條件返回所內對該設備進行設定，可以更進一步模擬現場試驗條件與提升工作熟悉度，並透過該系統持續培育相關專業人才，以利更精確測試分析與驗證智慧變電所效能，已使該系統發揮最大價值，更可透過不同保護邏輯規劃衍生出 GOOSE 策略應用於各類型智慧變電所上面，目前該設備著重於智慧變電所上面，待日後也可針對發電廠進行 IEC 61850 配置情境，可使發電廠更進一步達到智慧發電廠之遠景，以減少人為操作，更可提高安全性及增加人員調度之餘裕。

研發與試驗活動

一、「BNEF 全球淨零轉型下的機會與挑戰」實體研討會 (研究發展企劃室：張翔琳)

為進一步掌握在格拉斯哥氣候峰會(COP26)後，各項碳中和議題之最新發展趨勢及各國電力事業面臨之挑戰與機遇，爰於 110 年 12 月 9 日在綜合研究所公館所區，舉辦「BNEF 全球淨零轉型下的機會與挑戰」實體研討會，由本公司時任楊董事長致開場詞，包含公司董事、大會報成員、各策劃室及本所同仁共 77 人參與研討。

本次研討會由 BNEF 執行長 Jon Moore 及多位分析師，以視訊方式分享 BNEF 對於 COP26 後之熱門議題包括：全球淨零目標及電力產業之展望、能源和氣候政策對電力產業之影響、儲能與氫能發電技術之發展現況、以及電力企業如何因應數位化浪潮制定數位轉型之策略等，進行精闢之分析與說明，以幫助公司各級主管及同仁迅速掌握全球能源產業在淨零排放下的發展趨勢。

透過 BNEF 的專業觀點與豐富的報告內容，對本公司規劃 2050 年淨零排放之目標與策略，相信會

有一定之助益，參與本次研討會之同仁，會後均表示收穫豐碩、深受啟發。

活動照片：





二、台電公司綜合研究所與歐洲商會低碳倡議行動共同舉辦「電力事業面臨電動車發展之機會與挑戰」視訊研討會 (研究發展企劃室：張翔琳)

為響應全球減碳趨勢，綜合研究所於 2 月 16 日下午與歐洲在臺商會低碳倡議行動，共同舉辦「電力事業面臨電動車發展之機會與挑戰」視訊研討會，由本所鍾所長與歐洲商會低碳行動指導委員會主委尹容共同主持歐洲商會成員及本公司相關單位共約 110 人參加。本次會議邀請到必維國際檢驗集團、蓋亞汽車、日立能源及永德福汽車蒞臨分享國際對於電動車充電系統經營與認證建立與取得之見解，相關議題包括：電動車充電樁之國內外認證、電動機車充電生態圈的探討與挑戰、電動巴士充電系統建置經驗、重型商用車電動化等相關應用。本

次研討會深入探討電力事業應如何應對電動車充電系統的認證規範、經營模式、實際市場案例與國際整體市場生態，將可作為未來規劃電動車充電系統發展策略之相關參考。

台電公司身為台灣的主要電力供應者，對於淨零碳排的國際趨勢更需要積極準備與因應，後續本所將繼續與歐洲商會共同辦理一系列的綠能交流研討會，希望吸取各國的經驗發展最適合我國的減碳途徑。下一場研討會規劃於 4 月舉行，將探討「風機扇葉回收」相關議題，本所將與歐洲商會持續且確實地掌握國際能源發展趨勢。

