

台電工程月刊 817 期 (9 月號) 目錄

再生能源：

- 虛擬電廠先進國家發展趨勢及對台灣之政策意涵..... 許志義 等..... (1)

火力發電：

- 考量環保與經濟因素之最佳化調度模式探討--以大潭電廠為例..... 林志強 等..... (30)
- 低壓汽機轉子葉根槽應力腐蝕概述..... 吳俊樺..... (51)

能源與環境：

- 基於 ZigBee 與 MDMS 的智慧型電能管理系統..... 歐庭嘉 等..... (57)
- 天然氣固態氧化物燃料電池發電暨示範實驗系統測試研究..... 鄭雅堂 等..... (70)
- 技術與經濟評估方法於 CCUS 技術的應用..... 張仁榮 等..... (79)

資訊與電腦：

- 智慧型 AMI LAN 通訊測試模型及雲端管理平台..... 謝忠翰 等..... (91)

工程技術：

- 蘇拉颱風搶修經驗分享-以 345kV 大觀~中寮一二路 # 14 搶修工程為例..... 石逸清 等..... (100)
- 偶發性事件導致匯流排電壓過高檢修及預防措施改善報告..... 劉家銘 等..... (108)
-
-

虛擬電廠先進國家發展趨勢及對台灣之政策意涵

Development Trend of Virtual Power Plant in Advanced Countries and Policy Implications for Taiwan

許志義*
Hsu, Jyh-Yih

陳俐妏**
Chen, Li-Wwn

黃鈺愷***
Huang, Yu-Kai

陳彥豪**
Chen, Yen-Haw

楊宏澤****
Yang, Hong-Tzer

摘要

虛擬電廠是先進國家電力自由化市場下，隨著分散式能源資源(Distributed Energy Resource, DER)之迅速興起，而日益重要的一種電業創新服務模式。虛擬電廠整合電力需求面與供給面各種資源，藉由能源資訊管理系統(Energy Information Management Systems, EIMS)整合各分散式電源運作狀態資訊，其中大型用戶可直接進入參與市場，而小型用戶則需透過整合商(Aggregator)整合後，再至電力市場進行交易。而整合商是 DER 擁有者和電網間的媒介，掌握 DER 的狀態，也負責投遞標單給市場參與者，故虛擬電廠之職能包括在電力市場交易以及平衡交易組合(例如電網壅塞與輔助服務)，透過此一重要機制，確保電力系統之安全性與永續性。

在台灣，雖然短期內電力市場尚未自由化，上述虛擬電廠之功能與市場定位，無法立即實現。但是，未來長期能源供需規劃下，隨台灣電力市場自由化之必然趨勢，虛擬電廠之發展趨勢及其可行性分析，尤其是對於台灣配電系統線路壅塞以及輔助服務之正面效益，值得加以探討。本文目的在於彙整先進國家虛擬電廠發展趨勢，包括美國、西班牙、丹麥、日本。其次，探討台灣可行性之推動方案，最後提出相關結論與建議。

關鍵詞(Key Words)： 虛擬電廠 (Virtual Power Plan)、分散式能源資源 (Distributed Energy Resources)、能源資訊管理系統 (Energy Information Communication Technologies)、需量反應 (Demand Response)、儲能系統 (Energy Storage Systems)。

*國立中興大學應用經濟學系暨資訊管理學系

**台灣經濟研究院

***國立中興大學產業發展研究中心

****國立成功大學電機工程學系

考量環保與經濟因素之最佳化調度模式探討 — 以大潭電廠為例

Optimal Dispatch Model for Dah-Tarn Power Plant by Considering Environmental
and Economic Factors

林志強*
Lin, Chih-Chiang

張木彬**
Chang, Moo-Been

摘要

由於氣候變遷、環保意識抬頭，電力市場的經營必須兼顧經濟與環保方能提升整體競爭力以永續經營。本文提出天然氣電廠考量經濟因素與二氧化碳及氮氧化物排放等環保因素之最佳化調度模式，由機組效率試驗數據分別建構發電燃料成本、二氧化碳排放、氮氧化物排放等數學模型，利用拉格朗日乘數法及粒子群演算法具有設定參數少及收斂速度快等特點以最佳化數學模型，分別求得最小燃料成本及最小污染排放量。研究結果顯示各機組運轉之污染排放量分析可作為氣渦輪機燃燒調校的決策參考。電力調度上除固定負載分析外，亦以實際一日負載需求驗證所提出之經濟及排放減量調度理念。運轉決策者可依據本文分析結果，視實際需求擬定運轉調度策略，以達同時兼顧經濟與環保的電力調度規劃目的。

關鍵詞(Key Words)：二氧化碳(CO₂)、氮氧化物(NO_x)、拉格朗日乘數法(Lagrange Multiplier Method)、粒子群演算法(Particle Swarm Optimization)、氣渦輪機(Gas Turbine)、電力調度(Power Dispatch)。

*台灣電力公司水火力發電事業部發電處

**國立中央大學環境工程研究所

低壓汽機轉子葉根槽應力腐蝕概述

Introduction to Stress Corrosion Cracking in LP Steam Turbine Rotor

吳俊樺*

Wu, Chun-Hua

摘要

低壓汽機轉子葉根槽應力腐蝕多發生於運轉 15 年以上機組，且多集中於聖誕樹形末三級葉根槽，一旦發生因供電所需及大修時程限制多採短期緊急處理，同時依據裂痕狀況決定下次檢修之維修策略，本文整理汽力機組之應力腐蝕狀況及處理方式。

關鍵詞(Key Words)：應力腐蝕破裂(Stress Corrosion Cracking, SCC)、低壓汽機(LP Steam Turbine)、葉根槽(Rotor Grooves)。

*台灣電力公司水火力發電事業部發電處

基於 ZigBee 與 MDMS 的智慧型電能管理系統

Intelligent Energy Management System Based on ZigBee Modules and MDMS

歐庭嘉*
Ou, Ting-Chia

高誌謙
Kao, Chih-Chien

陳冠宇
Chen, Guan-Yu

高逸均
Kao, Yi-Chun

摘要

本文基於無線數位化技術的趨勢，採用 ZigBee 無線感測網路(Wireless Sensor Network (WSN)技術及電表資訊管理系統(Meter Data Management System, MDMS)來實現智慧型電能管理系統(intelligent Energy Management System, iEMS)。本文採用自行開發的模組結合自行設計的電源開關模組實現特定的功能：如電燈之定時開關、電表度數、電燈開關及消耗電量過大的警報功能。本文將自行開發的 ZigBee 模組命名為 ZBee，利用複合式通訊模組結合 MDMS 負責收集電表的消耗功率，使用者可以直接利用圖控介面監看或透過連結網際網路觀看相關用電資訊，也能夠透過 ZBee 模組搭配智慧型手機來實現一個多元的應用平台，可以達到更有效率的節能成效。目前該系統已由核能研究所設計建置並測試完成，未來希望能將整套系統建置於一般工廠、學校社區及城市等，進而達到節能減碳目的。

關鍵詞(Key Words)： ZigBee 無線感測網路(ZigBee Wireless Sensor Network)、電表資訊管理系統(Meter Data Management System, MDMS)、智慧型電能管理系統(intelligent Energy Management System, iEMS)。

*行政院原子能委員會核能研究所

天然氣固態氧化物燃料電池發電 暨示範實驗系統測試研究

Experimental Demonstrations of a Solid Oxide Fuel Cell Power System

Using Natural Gas as a Fuel

鄭雅堂*
Cheng, Ya-Tang

王派毅*
Wang, Pai-Yi

周儷芬*
Chou, Li-Fen

謝爻諺*
Hsieh, Wen-Yen

吳振利**
Wu, Chen-Li

王富田**
Wang, Fu-Tien

陳致源**
Chen, Chih-Yuan

楊昇晃**
Yang, Shenh-Hoang

丁富彬**
Ting, Fu-Pin

張文昇***
Chang, Wen-Sheng

黃嘉祿***
Huang, Jar-Lu

張玉清***
Chang, Yu-Ching

摘要

本研究建置一套以天然氣為燃料之瓦級 SOFC 發電系統，擬藉由系統長時間負載運轉測試，評估 SOFC 發電系統未來在微型智慧電網中做為區域定置型發電之電力供應匹配特性。在系統升溫與負載測試部分，升溫程序共耗時約 7 小時，且 SOFC 電池組升載至 850 W，約耗時 3 小時。並在燃料利用率 72% 條件下，電池組核心溫度維持在 850~860 °C 間穩定發電運轉。而在長時間運轉測試部分，以電子式負載器(E-load)拉載未併網狀態下，負載總時間約 217.4 小時，而在可控制功率輸出之併網型逆變器(Grid-Tie Inverter)拉載狀態下，負載總時間約 144 小時。比較併網前後之發電效率差異，僅衰退約 3~4%，亦即直交流轉換效率高於 92%，此結果符合併網式逆變器轉換效率可達 90% 以上之設計目標。

關鍵詞(Key Words)：固態氧化物燃料電池(Solid Oxide Fuel Cell, SOFC)、天然氣(Natural Gas)、熱箱(Hot Box)、水蒸汽重組器(Steam Reformer)、定置式發電系統(Stationary Power System)、併網型逆變器(Grid-tie Inverter)。

*台灣電力公司綜合研究所

**亞洲氫能股份有限公司

***工業技術研究院綠能與環境研究所

技術與經濟評估方法於 CCUS 技術的應用

Techno-economic Assessment for CCUS Project

張仁榮*
Chang, Ren-Rong

林怡秀*
Lin, I-Hsiu

楊明偉**
Yang, Ming-Wei

陳曉薇**
Chen, Hsiao-Wei

(103-104 年度研究計畫論文)

摘要

本文為依據台電公司發展二氧化碳捕集、封存與再利用技術之需求，建立一套泛用型之技術與經濟評估(TEA)模組，可針對各類電廠設置 CCUS 等單元，進行整體效能評估與經濟風險不確定性分析。此模組可評估不同發展規模及不同技術選項所需之財務資源，並分析其中所涉及之技術與經濟風險，進而找出對經濟影響最大的敏感性因子。透過國際 CCUS 相關案例資訊的彙整並配合 DNV GL 的專案經驗，定義出台電公司發展 CCUS 技術各階段中所需要之決策點及相關訊息。利用模組所進行的分析結果亦與國際間專案資訊相符。此研究為國內首次將 TEA 技術應用於 CCUS 技術之評估，在目前國內碳稅機制及相關法規不明確的狀況下，此模組將提供管理者對未來執行 CCUS 之投資決策一重要的參考依據。

關鍵詞(Key Words)：二氧化碳捕集、再利用與封存技術(Carbon Capture , Utilization & Storage , CCUS)、二氧化碳捕集與封存技術(Carbon Capture & Storage, CCS)、技術與經濟評估模組(Techno-economic Assessment)、淨現值(Net Present Value, NPV)、投資決策(Decision for Investment)、平均發電成本(Levelized Cost of Electricity, LCOE)。

*挪威商立恩威驗證股份有限公司台灣分公司

**台灣電力公司綜合研究所

智慧型 AMI LAN 通訊測試模型及雲端管理平台

Intelligent Communication Survey Model for LAN
and Cloud-based Management Platform for AMI

謝忠翰*
Hsieh, Chung-Han

唐文祥**
Tang, Wen-Shiang

徐彬海**
Hsu, Ping-Hai

摘要

台電公司目前配合政府政策積極進行先進讀表系統(AMI)建置,而通訊為 AMI 系統之基石,不同型態之用戶及饋線可使用之通訊技術及效能不盡相同。本研究將針對 AMI 中的 LAN 通訊網路進行各類型環境適用之通訊技術分析,並提出台電公司最適之智慧型電表現場通訊網路模式及架構,以利未來先進讀表系統業務之推動和智慧電表之布建。首先,依照台電公司現有低壓 AMI 通訊架構,且依不同區域、屬性(住宅/商辦...等)、建築物型態、電表盤放置方式進行有線/無線通訊技術研析,同時進行實地測試(測試電表數量需大於 10 萬戶,測試場域包括新竹以北區域、線路損失嚴重區域、供電瓶頸區域等)。再者,開發「通訊技術測試平台」,平台包括前端測試設備、記錄裝置及雲端管理平台。最後,利用機器學習技術,開發、建立適用通訊技術之預測模型。

關鍵詞(Key Words)：智慧型電表基礎建設(Advanced Metering Infrastructure)、通訊技術(Communication Technology)。

*台灣電力公司綜合研究所

**工業技術研究院

蘇拉颱風搶修經驗分享

— 以 345kV 大觀~中寮一二路 #14 搶修工程為例

The Urgent Restoration of the 14th Electric Tower in 345 kV Daguán~Zhongliao Transmission
Line 1&2 after SAOLA Typhoon

石逸清*
Shih, I-Ching

涂閔祥*
Tu, Min-Hsiang

曾俊榮*
Tseng, Chun-Jung

摘 要

本公司輸電鐵塔遍佈全台灣，其中大部分鐵塔係座落於山坡地，由於近年來，侵襲台灣本島的颱風所挾帶之降雨有日益增大趨勢，高強度降雨常導致邊坡坍塌，進而影響座落於坡地之鐵塔安全，甚至危及供電穩定，本篇為塔基旁邊坡大規模坍塌之實際搶修案例及困難問題解決說明，有助日後進行類似搶修工程施工時之參考。

2012 年重創中部地區之蘇拉颱風災害轉眼已過 3 年，當時本處各部門群策群力、分工合作下於短時間內順利完成送電任務，避免災情擴大危及供電安全。為了能系統性地保存第一手勘災資料與搶修經驗，除提醒同仁記取教訓，亦是提供經驗分享及後續研究的重要資源；本案以「345kV 大觀~中寮一二路 #14 搶修工程」為例，實際紀錄當時搶修過程及創新設計概念，舉凡勘災過程、臨時搶修、地質安全評估及創新塔基設計等皆收錄其中，最終如期如質達成穩定供電任務，故本案例值得留給後輩日後細心研究及應用。

關鍵詞(Key Words)：搶修工程(Repair Project)、四樁十字梁基礎(Four Piles Foundation with Cross Beam)、土壤基礎(Grillage Foundation)。

偶發性事件導致匯流排電壓過高檢修 及預防措施改善報告

A Report of Prevention and Improvement for Bus Overvoltage Caused by Incidental Events

劉家銘*
Liu, Jia-Ming

陳榮賜*
Chen, Rong-Sih

徐進輝*
Xu, Jin-Hui

摘要

近期因某變電所 RTU 之電源轉換器故障無法正常運作，導致該所變壓器二次側匯流排監控電壓未能更新成正確的電壓值，當無效電力控制設備達到調升有載分接頭切換器條件時，持續調升匯流排電壓，造成變壓器二次側匯流排電壓過高燒損用戶設備。

針對此項弱點，該所中興製 RTU 之主機板提供一 WatchDog 監視點，當工作電源異常時會造成主機板的 CPU 無法正常運作而使該接點轉態，故應用此特性所形成之警報可用於判斷 RTU 工作電源是否有異常狀況。

此外，為避免值班人員對於新設 WatchDog 監視點警報尚未熟悉，故進一步整合 WatchDog 監視點警報、電力電表故障警報及防止 OLTC 連動三次警報等 3 項機制，當可能發生匯流排電壓異常時，能將提示訊息顯示於值班人員螢幕上，提醒值班人員注意變壓器 OLTC Tap 位置及匯流排電壓，避免造成用戶用電設備受損。

關鍵詞(Key Words): 資訊末端設備(Remote Terminal Unit, RTU)、有載分接頭切換器(On Load Tap Changer, OLTC)、電力電表(Power Meter)、自動化監控與資料收集(Supervisory Control And Data Acquisition, SCADA)、自動電壓調整器(Automatic Voltage Regulator, AVR)、比壓器(Potential Transformer, PT)、無效電力設備控制(Reactive Power Device Control, RPDC)。

*台灣電力公司輸供電事業部嘉南供電區營運處