

台電工程月刊 830 期 (10 月號) 目錄

再生能源：

- 考慮再生能源成長之儲能式系統研究 林建宏 等 (1)

火力發電：

- 金門塔山電廠新設第九、十號機發電計畫空氣品質現況與開發影響評估
分析 蔡顯修 等 (13)

輸 變 電：

- 輸電鐵塔受風力極限承載能力研究 李佳諭 等 (23)
RPDC 調壓異常導致電壓飆升解決方案 黃心盈 等 (31)

配 電：

- 配電變壓器小型化與標準化之可行性研究 柯喬元 等 (37)

化學與材料：

- 空氣冷凝器之設計、規格及相關考量 姚朝樑 (45)

核能發電：

- 透過 SNAP 介面建立核電廠 RELAP5/MOD 3.3 熱水流分析模式 江授全 等 (65)

工程技術：

- 以機率破裂力學評估沸水式核電廠再循環管路系統破裂機率 周雄偉 等 (79)
台電公司重點建築節能減碳技術整合與示範應用研究 葉英傑 等 (95)
-
-

考慮再生能源成長之儲能式系統研究

Research on Energy Storage System Considering the Growth of Renewable Energy

林建宏*
Lin, Chien-Hung

林吉祥**
Lin, Chi-Hsiang

林勉海**
Lin, Mian-Hai

楊亞叡***
Yang, Ya-Ray

摘要

由於再生能源的快速發展，可能使電力系統穩定度出現問題。故本研究針對加裝區域(小)型儲能系統，以及大型儲能系統之議題進行評估。目前台電已針對再生能源併網可能發生過載或系統調度問題，進行改善電網之計畫，如新設或換置額定容量較高之變壓器、導線加大線徑、添加高(低)壓饋線、裝設電壓調整器及調整變壓器之分接頭。若以上措施仍不足以改善時，儲能系統之重要性不言而喻。目前台灣水力儲能機組為明潭、大觀，其調度量是否可以承受再生能源之變動，以及探討現今裝設儲能設備以強化電網之可行性，將是本文探討之重點。

關鍵詞(Key Words): 再生能源(Renewable Energy)、儲能系統(Energy Storage System)、電力系統穩定度(Power System Stability)、水力(Hydraulic)、強化電網(Strengthen the Power Grid)。

*台灣電力公司綜合研究所

**國立台灣科技大學電機工程系

***國立中山大學

金門塔山電廠新設第九、十號機發電計畫空氣品質 現況與開發影響評估分析

Air Quality Analysis and Impact Assessments of the Tashan Power Plant #9-10 Diesel Engine
Project in the Kinmen Island

蔡顯修*
Tsai, Hsien-Shiow

劉源隆*
Liu, Yuan-Long

黃哲信*
Huang, Zen-Shinn

曠永銓**
Kuang, Yung-Chuan

郭子豪**
Kuo, Tze-Hao

李其霈**
Lee, Chi-Pei

摘要

因應金門地區生活水準提高、觀光產業發展，104 年預測金門地區電力供需負載，自 108 年起即面臨缺電風險。為提供該地區之穩定電源，台電計畫於金門塔山電廠新設第九、十號機，確有其需要性。

金門地區之空氣品質數據顯示有逐步降低的趨勢，惟細懸浮微粒與臭氧仍不符合標準，此超標情形應與塔山電廠無涉。然為降低新機組的環境衝擊，本計畫將加設脫硝設施、使用低硫燃油，以降低污染排放，並符合「電力設施空氣污染物排放標準」。

模式模擬結果顯示，金門地區全年盛行東北季風，電廠煙流向西南海面擴散，對陸地幾無影響。夏季西南季風，電廠煙流飄向北北東海面，電廠增量濃度較低，對金門本島影響有限。模式定量分析結果顯示，細懸浮微粒(含衍生性部分)對陸上之影響，年均值最大增量小於 $0.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，日均值則小於 $0.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ，屬於輕微之影響。

關鍵詞(Key Words): 細懸浮微粒(Fine Suspended Particulate)、模式模擬(Model Simulation)。

*台灣電力公司環境保護處

**中興工程顧問股份有限公司環境工程一部

輸電鐵塔受風力極限承載能力研究

A Study on the Ultimate Bearable Capability of the Transmission Tower under Wind Forces

李佳諭*
Lee, Chia-Yu

吳世鴻*
Wu, Shih-Hong

古璧松*
Ku, Pi-Song

陳清泉**
Chern, Ching-Churn

摘要

本文針對台電公司常使用於 345kV 輸電線路之懸垂型鐵塔(B5 型)及耐張型鐵塔(E5 型)，當受風時其非線性行為與極限能力等作深入研究與探討。首先，依據台電公司「輸電鐵塔新設計標準」決定鐵塔之橫向、縱向及垂直載重，以 SAP2000 程式進行結構分析，得到各構件之內力，然後逐步放大側向外力。當結構進入非線性反應，假設儲存於結構內之總體應變能不變，依能量守恆原理進行擬彈性結構分析，求取鐵塔之極限基底側向力與頂層側移值，作為能快速評估鐵塔受風極限能力之重要參考。其次，應用非線性側推分析法(Pushover Analysis)所得之容量曲線與擬彈性結構分析法(Pseudo-elastic Method)之評估結果作比較。本研究結果可提供日後對鐵塔結構進階研究開發，具有良好之參考。

關鍵詞(Key Words)：輸電鐵塔(Transmission Tower)、擬彈性結構分析(Pseudo-elastic Method)、非線性靜力側推分析(Pushover Analysis)、極限承載能力(Ultimate Capacity)。

*台灣電力公司輸供電事業部輸變電工程處中區施工處

**國立台灣大學

RPDC 調壓異常導致電壓飆升解決方案

Improved Voltage Judgement of RPDC in SCADA System

黃心盈*
Huang, Hsin-Ying

賴國英*
Lai, Kuo-Ying

魏宇君*
Wei, Yu-Chun

摘要

RPDC 是調度監控系統的一項重要軟體，主要功能是協助運轉人員執行一、二次變電所之無效電力及電壓監視與控制，以台中 ADCC 轄管 127 所變電所，而僅有 2 位值班主任而言，RPDC 成為 ADCC 監控系統不可或缺的軟體功能。但當 Power Meter 故障或 RTU 對現場設備之通訊中斷時，依監控資訊收集之特性，數值會停留在最後一筆資料，RPDC 依上述數值持續進行電壓調整，電壓調整機制失靈終致發生電壓過高或過低，過往亦有因電壓過高致使用戶端設備損壞之案例。本篇報告針對以 DNP3.0 通信協定與二期系統連線設備進行分析及改善，並自行開發程式，當 BUS 電壓取樣點通信中斷時送出 Quality Code 給主控站，藉由新增 RPDC 電壓判別功能暫停 RPDC 自動調升/降相對應之 OLTC，並送出電壓異常警報提醒運轉人員，可降低運轉人員操作風險，並提升供電品質。

關鍵詞(Key Words): 品質碼(Quality Code)、通信中斷(Communication Lost, COMM-LOST)、末端資訊設備(Remote Terminal Unit, RTU)、資料庫 (Database)、類比輸入 (Analog Input, AI)、RPDC (Reactive Power Device Control)。

配電變壓器小型化與標準化之可行性研究

Feasibility Study on the Miniaturization and Standardization of Distribution Transformer Design

柯喬元*
Ke, Jiao-Yuan

徐銘基**
Xu, Ming-Ji

林佳慶**
Lin, Jia-Qing

陳璟旻**
Chen, Jing-Min

游振廷**
You, Zhen-Ting

摘要

本文主要是提出一種新型亭置式變壓器小型化可行性設計與針對桿上變壓器標準化進行研究。研究的內容分為三個部分，首先對美國、中國大陸、澳洲、日本與韓國等國家地區進行配電變壓器設計與特性收集比較，另外也從各國配電變壓器安裝法規方面進行研究，藉以評估目前傳統亭置式變壓器改良方向。而根據評估，決定以日本薄型變壓器為參考對象，本研究第二部分為考量絕緣材料提升與導體電場距離縮小下，並使體積最佳化，提出一種小型化亭置式變壓器設計，藉由有限元素分析，模擬小型化設計溫升與電界是否合乎規範，也透過變壓器現場製造人員評估製造可行性後，本研究認為此小型化為可行性設計，考量目前人行道寬度，此小型化變壓器將可有效縮小投影面積，增加通道距離，減少民怨產生。第三部分則是針對目前桿上變壓器外型尺寸未統一的問題進行標準化研究，透過台電各區處安裝人員意見調查與目前各廠家桿上變壓器尺寸統整，同時舉辦同業討論會向同業說明，本研究最終針對桿上改良套型變壓器提出外型尺寸建議值，未來在進行桿上變壓器標準化時可進行參考。

關鍵詞(Key Words)：亭置式變壓器(Pad-mounted Distribution Transformer)、配電變壓器(Distribution Transformer)、小型化(Miniaturization)、有限元素法(Finite Element Method)、市容街道工程(Street Work)。

*台灣電力公司綜合研究所

**華城電機股份有限公司

空氣冷凝器之設計、規格及相關考量

The Design, Specification and Related Concerns of Air Cooled Condensers

姚朝樑*

Yao, Chour-Liang

摘 要

相對於貫流式海水冷卻系統，在台灣採用空氣冷凝器於蒸汽發電機組的案例是極少的。然而由於水資源的匱乏併同貫流式冷卻系統對環境的衝擊，採用空氣冷凝器的需求有增加的趨勢。

近十五年來，國內已有 5 座裝設空氣冷凝器之複循環發電電廠，然而市面上卻少有以中文撰寫的出版品，闡述空氣冷凝器的設計、法規/標準、性能及其掌控因素，筆者認為若能及時彙整一篇相關的文章是有益的。

本文將直接鋪陳空氣冷凝器本身之構造、規格及設計參數，接著闡述主要元件之設計準則，最後以圖例方式說明空氣冷凝器性能隨掌控因素變動之曲線。

期望本文可以提供給工程師及電廠運轉人員一份撰寫氣冷凝器規範之參考資料，或亦能提供給運轉中設置空氣冷凝器的電廠一個檢視其原始設計的準則，以尋求效能的提升減少維護的工作。

若能收到讀者的不吝指教，不勝感激。

關鍵詞(Key Words)：空氣冷凝器(Air Cooled Condensers, ACC)、空氣冷卻熱交換器(Air Cooled Heat Exchangers, ACHE)、冷凝單元(Cells)、修正傳統式汽輪機(Conventional-Modified Turbine)、計算流體力學(Computational Fluid Dynamics, CFD)、真空除氧器(Vacuum Deaerator)、階梯式旁路系統(Cascading Bypass System)、電腦程式演算設計(Algorithm Design)、熱迴流率(Hot Recirculation Rate, HRR)。

透過 SNAP 介面建立核電廠 RELAP5/MOD 3.3 熱水流 分析模式

Development of Nuclear Power Plant RELAP5/MOD 3.3 Thermal Hydraulic Analysis Model
with SNAP Interface

江授全*

Chiang, Show-Chyuan

游子堯*

You, Tuz-Yao

王仲容**

Wang, Jong-Rong

施純寬**

Shih, Chun-Kuan

李敏**

Lee, Min

摘 要

SNAP 介面為美國核管協會與 APT 公司共同研發之核能電廠安全分析軟體介面程式，提供使用者視窗化參數輸入模式，用滑鼠拖曳與點選方式建立分析模型。此介面支援許多核能界常用分析程式，如：RELAP5、TRACE、PARCS、FRAPCON、FRAPTRAN、SCALE 等…。SNAP 介面上亦提供動畫模式，使用者可以將分析結果圖像化呈現，在簡報或是比對各項參數之間的影響時更有效率。RELAP5/MOD 3.3 程式則是愛達荷國家實驗室在美國核能管制委員會資助下發展出的輕水式反應器熱水流分析程式。程式運算的模式包括雙流體、雙相非均勻態、與雙相非平衡態三種狀態。程式中包含許多熱水流零件模組模擬反應器中的元件，如：管路、閥門、泵、汽機、調壓槽、分離器、蓄壓槽等…。為因應此國際上熱水流分析模式的趨勢，本研究透過 RELAP5 程式與 SNAP 介面建立台灣三座電廠(金山、國聖、馬鞍山)的核島分析模式，並且就起動測試數據驗證模式的適用性。由驗證結果可得知，本研究建立的電廠分析模式具有很高的適用性，加上其 SNAP 視覺化界面能夠快速修改的特性，可做為未來研究人員進行其他案例分析的基礎模式。

關鍵詞(Key Words): 金山電廠(Chishan Nuclear Power Plant)、國聖電廠(Kuosheng Nuclear Power Plant)、馬鞍山電廠(Maanshan Nuclear Power Plant)、SNAP、RELAP5、起動測試(Start-up Test)。

*台灣電力公司核能發電事業部核能安全處

**國立清華大學

以機率破裂力學評估沸水式核電廠再循環管路系統破裂機率

Fracture Probability Evaluation of BWR Recirculation Piping Systems Using Probabilistic Fracture Mechanics

周雄偉*
Chou, Hsoun-Wei

沈祐宇*
Shen, Yu-Yu

張敬信*
Chang, Ching-Hsin

黃金城*
Huang, Chin-Cheng

張漢洲**
Chang, Han-Jou

謝楊正**
Hsieh, Yang-Cheng

摘要

近年來，以機率破裂力學評估核能電廠重要組件結構完整性，已逐漸成為國際間發展之趨勢，並廣泛地應用於核電廠管路系統破裂風險的評估。核能研究所透過參與國際研發合作計畫 PARTRIDGE，發展核能管路機率破裂力學分析技術，作為評估管路發生洩漏或脆性斷管風險的方法。本研究應用機率破裂力學分析軟體 PRO-LOCA 分析沸水式電廠再循環管路系統的焊道破裂風險，考量電廠實際運轉條件及參數，比較探討分別考慮營運中檢測和管路洩漏偵測下，發生穿壁裂縫、不同破口(洩漏量)大小，以及斷管之發生機率。同時探討不同檢測機率曲線下對於管路破裂風險的影響。最後亦模擬施作感應熱應力改善和覆焊等改善措施對管路破裂機率之影響。相關之結果可提供沸水式核電廠運轉維護及檢修策略的參考。

關鍵詞(Key Words)： 機率破裂力學(Probabilistic Fracture Mechanics)、再循環管路系統(Recirculation Piping System)、營運中檢測(Inservice Inspection)、洩漏偵測(Leak Detection)。

*行政院原子能委員會核能研究所

**台灣電力公司核能發電事業部核能安全處

台電公司重點建築節能減碳技術整合與示範應用研究

Energy Conservation Technologies for Taipower Significant Buildings: Integration,
Demonstration and Application

葉英傑*
Yeh, Ying-Chien

劉峻愷*
Liu, Jyun-Kai

余培煜**
Yu, Pei-Yu

摘要

近年來節能減碳成為世界各國關注議題。台電公司選定台電總處大樓、台中營業區處大樓及南部展示館作為智慧節能之示範代表，藉此導入最新之節能減碳技術，並透過有效率之能源監控管理策略，具體建立綠色企業形象與實踐綠色行動計畫。

本計畫利用建築物能源模型檢測建築物中的耗能因子，並提供建物能源分析與最佳節能策略建議，同時規畫建置雲端化能源管理服務平台，提供建物之用電管理與驗證。計畫引進之創新空調技術，包括磁浮冰機、變頻水泵、變頻冷卻水塔等設備進行空調系統的汰舊換新與智慧能源管理系統的規畫與節能效益評估及投資回收年限計算。本計畫亦針對空調系統改善前後進行節能績效驗證，經由新舊空調設備之現場量測數據，進行此三棟建築空調系統改善後的節電量量測與計算以及節能率的分析，以驗證中央空調系統節能改善工程的節能績效。

關鍵詞(Key Words)：節能(Energy Saving)、中央空調(Central air conditioning)、量測驗證(Measurement and Verification)、建築物能耗模型(Buildings Energy Model)、磁浮式冰水機(Active Magnetic Bearing Chiller)、投資回報率(Return on Investment)。

*台灣電力公司營建處

**工業技術研究院綠能與環境研究所