

# 台電工程月刊 827 期 (7 月號) 目錄

---

---

## 輸 變 電：

- 應用 HHT 進行輸電鐵塔動力特性研究..... 李佳諭 等..... (1)
- 斷路器控制回路探討..... 鄭石洋..... (11)

## 配 電：

- 高壓 AMI 用戶負載型態分群技術應用與分析..... 吳承翰 等..... (34)

## 電力系統：

- 馬祖珠山電廠 1050116 全黑事故防止對策與改善檢討..... 何秉衡..... (43)

## 化學與材料：

- 高屏地區火力電廠空污排放對總量管制及細懸浮微粒(PM2.5)之  
因應對策研究..... 蔡顯修 等..... (51)
- 銲前經熱時效處理之離心鑄造 CF8A 銲件於模擬 BWR 高溫水化學  
環境下之劣化行為研究..... 陳泰丞 等..... (58)

## 工程技術：

- 0206 美濃地震屋外型變壓器設備基礎錨定螺栓補強案例..... 江妙蓉 等..... (70)

## 核能發電：

- 核電廠爐心填換分析驗證與技術提昇..... 姚勳忠 等..... (87)
- 
-

# 應用 HHT 進行輸電鐵塔動力特性研究

A Study on the Dynamic Characteristics for Transmission Steel Towers by HHT

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

鐵塔安全與否關係著輸電線路的供電系統是否正常運作，本文針對台電公司 345kV 輸電線路鐵塔之動力特性及非線性行為進行探討，藉由環境微振動量測鐵塔之動力特性，分別對懸垂型鐵塔(B5 型)及耐張型鐵塔(E5 型)於架線與非架線狀態時所得之速度歷時資料，應用 Hilbert-Huang Transform(HHT)方法中新發展的整體 EMD(Ensemble EMD, EEMD)技術及 降低訊號取樣率(Down-Sampling)等進行分析，可精準識別結構系統之動力特性，並由識別結構之頻率變化來探討結構有無損傷。本研究成果可提供日後對送電中鐵塔結構安全健檢及進階研究開發，具有良好之參考。

**關鍵詞(Key Words)**：動力特性(Dynamic Characteristics)、希伯特-黃轉換理論(Hilbert-Huang Transform, HHT)、安全健檢(Health Monitoring)。

---

\*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

# 斷路器控制回路探討

A Study of Control Circuit for Circuit Breaker

鄭石洋\*

Cheng, Shih-Young

## 摘要

於電力網路中斷路器具有很重要及關鍵的地位，本公司人員無論是從事那個部門工作，都有必要認識斷路器，尤其是斷路器的控制回路，更具有探討的必要。本篇中全面性介紹斷路器的控制回路，包括開啟、投入、跳脫、復閉等回路。民國 76 年推動變電所自動化工程，利用調度電腦透過資訊末端設備遙控斷路器，本文也有深入探討。

**關鍵詞(Key Words)：**斷路器(Circuit Breaker)、控制開關(Control Switch)、控制線圈(Control Coil)、資訊末端設備(Remote Terminal Unit, RTU)、滑動接點(Slip Contact)。

---

\*台灣電力公司輸供電事業部輸變電工程處

# 高壓 AMI 用戶負載型態分群技術應用與分析

Research on High Voltage Customer's Load Pattern Grouping and Analysis

吳承翰\*  
Wu, Chen-Han

劉大鳴\*\*  
Liu, Da-Ming

張正彥\*\*  
Chang, Cheng-Yen

呂宜芸\*\*  
Lu, I-Yun

## 摘要

近年來資料分析技術十分受到重視，若將資料利用合適的方法加以探勘，可發揮資料之附加價值。以台灣電力公司為例，高壓用戶均已換裝智慧電表，可回傳每 15 分鐘用電資訊至資料庫。

本團隊前期已利用尖峰日系統用電曲線為基準將用戶分類，並討論各類別之用戶特性。本期研究基於過去之研究成果，進一步利用 k-means 演算法將用戶分群，並探討不同特性族群之用電特性，包含尖、離峰之用電特性及主要行業別。另外，本文亦探討分群技術應用在掌握不同用電時期的用戶行為變化，期作為推廣需量反應負載管理措施之參考。

**關鍵詞(Key Words)：**資料探勘(Data Mining)、分群(Clustering)、智慧型電表(AMI)、季節性負載型態(Seasonal Load Pattern)。

---

\*台灣電力公司綜合研究所

\*\*台灣電力公司配售電事業部業務處

# 馬祖珠山電廠 1050116 全黑事故防止對策與改善檢討

Review of the 1050116 Black Out of the Matsu Zhushan Power Plant - the Improvement and Prevention Measures

何秉衡\*

Ho, Ping-Heng

## 摘要

台電公司馬祖珠山電廠於 105 年 1 月 16 日清晨發生跳電事件，依 PMU、SCADA 及數位電驛讀取之資料研判，事故肇因為故障時間過久，致低電壓引起機組自動電壓調整器(AVR)動作，送出過多無效電力，導致持續(超過 3 秒)電壓過高而跳機。

**關鍵詞(Key Words):** 相量量測單元(PMU)、監控系統(SCADA)、低電壓(Low Voltage)、高電壓(High Voltage)、無效電力(Reactive Power)。

---

\*台灣電力公司輸供電事業部系統規劃處

# 高屏地區火力電廠空污排放對總量管制及細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>)之因應對策研究

Response Strategy of Power Plants in Kaoping Area to the Total Amount and Fine Particle Control

蔡顯修\*  
Tsai, Hsien-Shiow

劉源隆\*  
Liu, Yuan-Long

黃哲信\*  
Huang, Zen-Shinn

郭泰均\*  
Kuo, Tai-Juan

蔡宛霖\*  
Tsai, Wan-Lin

蔡德明\*\*  
Tsai, Der-Min

## 摘要

本研究計畫係分析台電公司之興達電廠、大林電廠與南部電廠對高屏空品區之周界空氣品質的影響與研擬電廠對高屏空品區總量管制與細懸浮微粒的相關管制策略之因應對策。以美國第三代空氣品質模式(Model-3/CMAQ)模擬大林、南部、興達此三火力電廠空氣污染物各情境排放變化與細懸浮微粒形成貢獻進行研究。結果顯示大林、南部、興達電廠排放對各地之周界 PM<sub>2.5</sub> 濃度貢獻比例不同，最高為 1.88%，全台年平均介於 0.017%~0.485%，遠低三電廠排放量總和佔高屏空品區排放總量之比例(4.89%)。

模擬此三電廠於總量管制第一期程之減量，大林、南部、興達電廠分別減量對高屏空品區之 PM<sub>2.5</sub> 濃度平均貢獻減量比例分別可達 0.032%、0.003%、0.083%，並可進一步計算各廠、各污染物間之抵換比例以規劃相關之因應對策。

**關鍵詞(Key Words)：**火力發電廠(Coal-fired Power Plants)、細懸浮微粒 (PM<sub>2.5</sub>)、總量管制(Total Amount Controls)、美國第三代空氣品質模式(Models-3/CMAQ)。

---

\*台灣電力公司環境保護處

\*\*崑山科技大學

# 銲前經熱時效處理之離心鑄造 CF8A 銲件於模擬 BWR 高溫水化學環境下之劣化行為研究

Environmental Degradation Study on the Centrifugally-casted CF8A Welds with Prior Age  
Treatment in Simulated BWR Water Condition

陳泰丞\*  
Chen, Tai-Cheng

鍾佳霖\*  
Chung, Chia-Lin

李建洲\*  
Lee, Joe

呂文豐\*  
Lu, Wen-Feng

黃俊雄\*  
Huang, Jiunn-Shyong

黃俊源\*  
Huang, Jiunn-Yuan

陳培中\*\*  
Chen, Pei-Chung

康力仁\*\*  
Kang, Li-Ren

楊東拾\*\*  
Yang, Tung-Shih

## 摘要

本研究使用經 450°C/6000h 熱時效處理的離心鑄造 CF8A 雙相不銹鋼，以鎢極氣體保護電弧銲(GTAW)的方式進行銲接，並於 300°C 水化學環境下進行慢速率拉伸試驗，探討 CF8A 銲件在模擬 BWR 冷卻水循環管路中的劣化行為。研究結果顯示，銲前熱時效處理會導致母材內  $\delta$ -肥粒鐵的硬度提升，但對銲件的顯微組織則無顯著影響。多道次銲接的過程中，由於熱影響區多次達到高於 550°C 的溫度，使該區域內的  $\delta$ -肥粒鐵產生恢復，故其硬度下降至與銲前無熱時效處理者相同。此外，銲前熱時效處理會降低 CF8A 銲件在 300°C 水化學環境中的延展性，其斷裂均位於母材，應力腐蝕主要沿沃斯田鐵與熱時效脆化後的  $\delta$ -肥粒鐵相界面形成，顯示母材在 300°C 水化學環境中的應力腐蝕敏感性高於銲道及熱影響區。

**關鍵詞(Key Words)**：鑄造不銹鋼(Cast Austenitic Stainless Steel)、熱時效脆化(Thermal Aging Embrittlement)、鎢極氣體保護電弧銲(Gas Tungsten Arc Welding)、 $\delta$ -肥粒鐵( $\delta$ -Ferrite)、應力腐蝕(Stress Corrosion Cracking)。

---

\*核能研究所核子燃料及材料組

\*\*台灣電力公司核能發電事業部核能發電處

# 0206 美濃地震屋外型變壓器設備基礎錨定螺栓補強 案例

A Case Study of Reinforced Chemical Anchor Bolt of Outdoor Main Transformer Equipment  
Foundation in 0206 Meinong Earthquake

江妙蓉\*\*  
Chiang, Miao-Rong

吳依寰\*  
Wu, Yi-Huan

黃建民\*  
Huang, Chien-Min

鄭忠國\*  
Cheng, Chung-Kuo

黃清松\*  
Huang, Ching-Sung

蕭勝任\*  
Hsiao, Sheng-Jen

## 摘要

民國 105 年 2 月 6 日凌晨 3 時 57 分於高雄市美濃區發生芮氏規模  $M_L 6.6$  地震，本次地震為台灣自 88 年 921 集集大地震以來傷亡最嚴重的地震，不僅造成台南永康維冠金龍 16 層大樓倒塌嚴重災害，同時也導致台南地區各電壓等級輸電線路設備跳脫、避雷器斷裂、夾板故障、接地銅板發熱、套管滲油、控制室內外牆發生龜裂，北港 P/S 與山上 P/S MTR 設備基礎螺栓破壞...等事故發生，造成嘉南地區約 17.3 萬用戶停電。但在嘉南供電區營運處成立『0206 地震緊急應變中心』採取緊急應變措施及 105 位同仁共同投入輸變電設備搶修復舊修工作處置之下，嘉南地區於 2 月 6 日下午開始陸續恢復供電。本文僅就北港 P/S 與山上 P/S MTR 設備基礎螺栓在美濃地震破壞後，提出螺栓耐震設計補強設計方案，在 MTR 送電運轉中且設備下方施工空間狹小下，採用 L 型擋板焊接於共同基座 H 型鋼腹板之耐震補強方式，供後續相關工程參考。

**關鍵詞(Key Words):** 錨定螺栓(Anchor Bolt)、化學錨栓(Adhesive Chemical Anchor Bolt, Adhesive Anchors)、補強(Reinforced)、主變壓器(Main Transformer, MTR)。

---

\*台灣電力公司輸供電事業部供電處

\*\*台灣電力公司輸供電事業部輸變電工程處北區施工處

# 核電廠爐心填換分析驗證與技術提昇

Reload Design Verification and Technology Improvement for Nuclear Power Plants

姚勳忠*	童武雄*	陳健湘*	郭文生*	葉昭廷*
Yaur, Shyun-Jung	Tung, Wu-Hsiung	Chen,Chien-Hsiang	Kuo, Weng-Sheng	Yeh, Jau-Tyne
黃耀南**	舒小恩**	鄧永宏*	黃泰庭*	林宗逸**
Huang, Yao-Nan	Shu, Hsiao-En	Teng, Yung-Hung	Huang, Tai-Ting	Lin,Tzung-Yi
李天作**	陳仲遠*	林栢楓*	張琍娟**	黃亮程***
Lee, Tian-Tzuoh	Chen, Chung-Yuan	Lin, Po-Feng	Chang, Li-Chuan	Huang,Liang-Cheng

## 摘要

為確保核電廠的爐心營運安全，台電公司一直致力於自主分析技術的建立與發展、保有一套獨立於廠家的爐心營運分析程式集。每個填換燃料週期都進行爐心設計獨立驗證，確認所有爐心設計安全參數都符合設計限值，而且符合運轉安全規範，確保燃料廠家每個填換燃料週期設計安全無虞。

「核電廠爐心填換分析驗證與技術提昇」計畫期程自一百零二年十一月到一百零五年九月，合計二年十個月。計畫所建立電廠爐心分析模式不只可以支援爐心營運其他相關計畫，同時更是下游核電廠暫態安全分析的基礎。計畫執行期間依照時程陸續完成各項工作，確實落實各個電廠每一個週期填換燃料爐心設計驗證工作、支援電廠運轉需求進行軟體維護更新、完成 SIMULATE-3 程式更新維護，執行年度訓練計畫，落實技術傳承，此外，更多次運用分析技術支援電廠運轉緊急需求。

本報告將完整呈現計畫三年來重要的工作成果。

**關鍵詞(Key Words)：** 爐心營運系統(Core Management System)，填換燃料設計(Reload Design)，獨立驗證(Independent Verification)。

---

\*行政院原子能委員會核能研究所

\*\*優利股份有限公司

\*\*\*台灣電力公司核能發電事業部核能發電處