

台電工程月刊 784 期 (12 月號) 目錄

核能發電：

- 核能電廠爐心營運程式集之應用與發展現況.....姚勳忠 等(1)
- 用過核子燃料最終處置計畫潛在處置母岩特性調查與評估階段一
發展功能/安全評估技術(99-101 年度計畫)綜合報告.....施清芳 等(26)
- 核三廠火警後安全停機電路分析暨建立整體火災風險判定工具.....黃世傑 等(46)

輸 變 電：

- 應用 UTW 軟體分析模擬電力電纜之磁場強度及送電容量.....謝建賢 等(61)

電力系統：

- 北部供電系統之極端情境衝擊分析.....蘇昭郎 等(69)

能源與環境：

- 加州推動電力能源效率提升進程.....張憶琳(81)

化學與材料：

- 發展在異質含水層的處置安全評估技術陳智隆.....(90)

工程技術：

- 複循環發電廠熱回收鍋爐爐管應力腐蝕破損案例探討.....謝運華 等(97)
- 複循環電廠熱回收鍋爐中壓蒸發器爐管腐蝕破損案例探討.....黃彥霖 等(106)
-
-

核能電廠爐心營運程式集之應用與發展現況

Application and Development of Core Management System for Nuclear Power Plant

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

(99~102 年度研究計畫論文)

摘要

「核能電廠爐心營運程式之發展與更新應用」計畫期程自民國九十九年五月到一百零二年五月，合計三年。主要達成之目標包括三項：(1)維護一套獨立於燃料製造廠家的爐心營運程式集與分析技術，檢驗燃料製造廠家設計結果，以確保核電廠爐心營運安全，並適時更新或引進新的程式模組，滿足國內核電廠各種爐心分析需求；(2)因應電廠運轉需求，進行電廠運轉支援軟體系統維護工作，使電廠順利正常運轉，實施年度訓練計畫，落實技術生根及本土化，使國內爐心營運分析能力水準保持與國際間同步；以及(3)精進國內電廠爐心營運技術，增加設計及運轉的彈性，防止核燃料破損，兼顧安全與經濟性，增進核燃料營運或核電廠運轉之績效。

本計畫不但是爐心營運相關計畫的基礎，更是下游核電廠暫態安全分析與熱流分析的基礎。在填換燃料爐心設計驗證階段，即時提供設計驗證與安全分析技術所需之中子截面數據、爐心分析模式和爐心重要參數，並且與台電公司同步執行設計驗證作業。計畫執行至今陸陸續續完成多項工作，透過分析工具引進、精進獨立驗證技術，確實落實每一個週期的設計驗證工作，為核電廠營運安全把關。本報告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)，程式發展與更新應用(Development and Update of Codes)，設計驗證(Design Verification)。

*行政院原子能委員會核能研究所

**錦鈺股份有限公司

***台灣電力公司核能發電處

用過核子燃料最終處置計畫潛在處置母岩特性調查與 評估階段—發展功能／安全評估技術 (99-101 年度計畫) 綜合報告

Executive Summary for the Program “Technology Development of Performance and Safety Assessment for Spent Nuclear Fuel Final Disposal, Characterization and Evaluation of the Potential Host Rock Stage (2010-2012)”

施清芳*

Shih, Ching-Fang

莊怡芳*

Chuang, Yi-Fang

陳誠一*

Chen, Cheng-Yi

紀立民*

Chi, Li-Min

楊東昌*

Yang, Tung-Chang

(99~101 年度研究計畫論文)

摘 要

本文闡述執行「用過核子燃料最終處置計畫潛在處置母岩特性調查與評估階段—發展功能／安全評估技術(99-101 年度計畫)」(簡稱本計畫)之重要成果。本計畫完成近場核種遷移行為模擬與緩衝回填材料特性、功能/安全評估變異情節之研究，及功能與安全評估研究成果彙編。本計畫研究成果將運用於 2017 年之「我國用過核子燃料最終處置技術可行性評估報告(SNFD2017 報告)」。

關鍵詞(Key Words)：用過核子燃料(Spent Nuclear Fuel)、最終處置(Final Disposal)、功能/安全評估(Performance and Safety Assessment)。

核三廠火警後安全停機電路分析暨建立整體火災風險判定工具

Post-Fire Safe Shutdown Circuit Analysis and Establishment of Integrated Fire Risk Assessment Tool for Maanshan Nuclear Power Plant

黃世傑*
Huang, Irving

侯緯民**
Hou, Wei-Min

蕭見清*
Hsiao, Chien-Chin

張和仁*
Chang, Her-Ren

金峰立*
Chin, Fong-Li

黃世興*
Huang, Shih-Hsing

(101~102 年度研究計畫論文)

摘要

本研究計畫分為四個研究子計畫，依序進行：

1. 研究子計畫一：進行「核三廠火警後安全停機能力分析」；
2. 研究子計畫二：開發「核三廠火災動態分析工具」(MNPP FDTS)；
3. 研究子計畫三：建立防火設施與可燃物資料庫、開發「核三廠火載量分析工具」(MNPP FLAT)，並編撰「核三廠可燃物管制程序書」；
4. 研究子計畫四：開發「核三廠火災風險判定分析工具」(MNPP FRAT)。

研究子計畫一建立了完整的「核三廠 10CFR50 Appendix R 資料庫」，並提出若干改善建議，當該些改善建議落實後，核三廠基本上將符合 Appendix R 之隔離規定。本研究團隊又將其他研究子計畫所開發的三個分析工具(FDTS、FLAT、FRAT)及其資料庫，整合成為「核三廠防火評估整合系統」(MNPP IFPES)。此研究計畫圓滿達成當初所設定的研究目標，核三廠發電安全性因而提升。

關鍵詞(Key Words)：火警後安全停機(Post-fire Safe Shutdown)、第三核能發電廠(Maanshan Nuclear Power Plant, MNPP)、火災動態分析工具(Fire Dynamics Tools, FDTS)、可燃物管制(Combustibles Control)、火載量分析工具(Fire Loading Analysis Tool, FLAT)、火災風險判定分析工具(Fire Risk Assessment Tool, FRAT)。

*興泰工程顧問公司

**台灣電力公司第三核能發電廠

應用 **UTW** 軟體分析模擬電力電纜之磁場強度及送電容量

Simulation of Magnetic Fields and Ampacity of Transmission Power Cables Using
UTW Software

謝建賢*
Hsieh, Chien-Hsien

蕭勝任**
Hsiao, Sheng-Jen

江武照***
Chiang, Wu-Chao

王淳德*
Wang, Chun-Te

王俊仁*
Wang, Chun-Jen

摘 要

隨著民眾生活品質與自主意識的提升，磁場議題已成為台電興建地下輸電電纜時必須考量的重點之一，設計單位應在設計階段須對電力電纜之磁場強度有所掌握。若電力電纜的管路埋深及相序排列方式遵循「新建地下輸電線路管路埋深及配置設計準則」之規定，磁場強度就有參考值；惟若地下電纜工程設計時受現實條件限制，被迫採取「非標準設計」時，磁場強度無法自行計算，以往須採委外模擬的方式取得分析數值。本文採用 **UTW** 軟體分析模擬電力電纜之磁場強度及送電容量，經過實際案例驗證，再輔以現場實測磁場強度，多方位證實了 **UTW** 軟體在電力電纜分析模擬上的應用性。

關鍵詞(Key Words) 電力電纜(Power Cables)、輸電電纜(Transmission Cable)、磁場強度(Magnetic Field Intensity)、送電容量(Ampacity)、模擬軟體(Simulation Software)。

*台灣電力公司嘉南供電區營運處

**台灣電力公司台北供電區營運處

***台灣電力公司供電處

北部供電系統之極端情境衝擊分析

Disaster Impact Analysis of Power System in Northern Taiwan under Extreme Scenarios

蘇昭郎*
Su, Jau-Lang

李洋寧*
Lee, Yang-Nin

鄭壽福**
Cheng, Shou-Fu

藍宏偉**
Lan, Hong-Wei

摘要

基礎設施在維持都市系統運作上扮演極為關鍵的角色，甚至某些關鍵基礎設施對國家社會極為重要，一旦失效對社會與經濟的衝擊將造成重大影響；而供電系統為其他基礎設施系統的主要動力來源，若供電系統失效其衝擊後果將十分嚴重，甚至可能造成骨牌效應，擴大影響其他設施系統。本文擬以災害極端情境為外力，探討台灣北部地區供電系統在面對不同災害威脅下的系統運作情形。藉由極端事件情境設定與系統的實際供需運作，運用系統分析方法，評估供電系統可能面對的衝擊與後果，提供管理單位減災參考運用。在用電需求上亦採用年度最大負載情形，進行供電系統的衝擊分析。本文共完成四種極端情境設定（地震災害、颱風災害、系統供電危機、與人為攻擊等）作為災害外力想定下，進行北部供電系統之災害衝擊評估與可能後果分析。

關鍵詞(Key Words)： 關鍵基礎設施(Critical Infrastructure)、供電系統(Power System)、災害衝擊分析(Disaster Impact Analysis)、極端情境(Extreme Scenarios)。

*國家災害防救科技中心

**台灣電力公司電力調度處

加州推動電力能源效率提升進程

A Study of Electric Utility Energy Efficiency Activity in California

張憶琳*
Chang, Yi-Lin

摘要

美國加州電力的用戶端能源效率方案，在創新規劃與執行上，長期為國際間與美國各州在進行提升能源效率相關策略制定時重要的參考對象。該州於 30 多年前由一群科學家以科學研究精神，將相關技術與學理創新應用於能源效率提升措施，加上當時剛成立的加州能源委員會(California Energy Commission, CEC)依據相關法案法規有效執行制約與規章制度建置，為新技術與應用提供充分的創新應用市場，兩者相輔相成下達到提升能源效率目的，不但成為加州人均用電量成長與經濟發展趨勢脫鉤的重要功臣，也減少了發電廠的興建。加州在能源效率提升的實踐與經驗，相對於各國不但開始得早，至今亦仍居於領導地位，其演進與推動過程值得研究與參考。我國工研院目前與勞倫斯柏克萊國家實驗室共同創立之 ITRI-Rosenfeld 博士後研究獎助金，即以這群科學家的領導人物-物理學家 Arthur Rosenfeld 博士為名，希望鼓勵高階科技人員持續秉持科學家努力不懈的精神，發展並推動前瞻性能源效率提升技術研發。目前加州以過去三十年經驗為基礎，對於未來二十年規畫了更具挑戰性的節能規劃，除了強化第三方評估驗證節能量測程序以進一步確認節能實質成效，也嘗試擴大節能參與結構與組織，期使更有效達到能源效率提升目標。

關鍵詞(Key Words)：加州電力事業單位(California Electric utilities)、能源效率(Electric Energy Efficiency)、電力節約(Electric Energy Conservation)。

*工業技術研究院產經中心 Industrial Economics and Knowledge Center, ITRI

發展在異質含水層的處置安全評估技術

Developing the Disposal Safety Assessment Technique in Heterogeneous Aquifer

陳智隆***

Chen, Chih-Lung

摘要

低放射性廢棄物處置是我國必須面對的重要議題。台灣地質環境複雜，處置場位置甚難為均勻地層，因此，本研究發展核種在異質含水層遷移的安全評估技術。藉由 FEHM 程式進行異質含水層核種遷移的濃度模擬，再運用 GoldSim 安全評估平台建立異質含水層的安全評估分析技術，經由不同水文地質模型案例(Case_A、Case_E 和 Case_H)，以不同的核種注入型態進行技術驗證，結果證實本研究發展的安全評估技術確實可行。此安全評估技術除有助於提升我國放射性廢棄物最終處置之安全評估能力外，亦可運用於異質含水層環境的污染物傳輸評估。

關鍵詞(Key Words)：低放處置(Low-level Waste Disposal)、安全評估(Safety Assessment)、異質含水層(Heterogeneous Aquifer)。

*國立清華大學工科系

**行政院原子能委員會核能研究所

複循環發電廠熱回收鍋爐爐管應力腐蝕破損案例探討

Case Study on SCC Failure of the Tube of HRSG in a Combined Cycle Power Plant

謝運華*
Shieh, Yunn-Hua

黃彥霖*
Huang, Yan-Lin

高全盛*
Kao, Chuan-Sheng

摘要

本文主要對於國內火力電廠複循環機組熱回收鍋爐低壓過熱器管之破損進行分析，觀察彎管破口外觀呈開窗式爆裂脫落，彎管表面尚有多處周向長短不一之龜裂痕，經巨觀檢查、金相觀察、掃描式電子顯微鏡觀察、成份分析、硬度試驗等項目後，判斷爐管破損肇因與應力腐蝕破裂有關。

關鍵詞(Key Words)：熱回收鍋爐(Heat Recovery Steam Generator, HRSG)、應力腐蝕破裂(Stress Corrosion Cracking, SCC)、氫脆(Hydrogen Embrittlement)。

*台灣電力公司綜合研究所

複循環電廠熱回收鍋爐中壓蒸發器爐管腐蝕破損 案例探討

Case Study on Corrosion Failure of IP Eva. Tube of HRSG in Combined Cycle Power Plant

謝運華*
Shieh, Yunn-Hua

黃彥霖*
Huang, Yan-Lin

高全盛*
Kao, Chuan-Sheng

摘要

國內某天然氣火力發電廠之複循環機組，其熱回收鍋爐水平中壓蒸發器爐管，於商業運轉僅約 5 年餘即發生多處破管情形。經觀察內壁結垢物沉積特徵、現場溫度量測、爐管顯微組織與結垢成分分析，獲致下列結論：1.酸洗前、後之爐管內壁上半部顏色較下半部光亮，下半部之結垢物沉積較上半部多，尤其兩側 3、9 點鐘位置且沿軸向平行分布之沉積物特別嚴重，顯示有汽水分層引發之蒸汽圍包現象。2.爐管內壁之結垢成分分析結果有磷、鈉、鈣、銅等元素。3.從金相分析可見爐管內壁有局部腐蝕現象，其中以水平爐管兩側之腐蝕最為嚴重，由此可證爐管之破損係因內壁鹼性腐蝕造成。4.破管處周圍之燃氣溫度量測結果高達 475 °C 遠比設計 280°C 高出許多。5.爐管兩側平行分布之沉積物形成原因與蒸汽圍包現象有關，亦即破管處之熱通量太高導致該處之爐水質量流率不足而造成汽水分離現象。

關鍵詞(Key Words):熱回收鍋爐(Heat Recovery Steam Generator, HRSG)、複循環機組(Combined-Cycle Units)、鹼腐蝕(Caustic Gouging)、蒸汽圍包(Steam Blanketing)。