

台電工程月刊 779 期 (7 月號) 目錄

水力發電：

- 大甲溪發電廠青山分廠復建計畫法蘭西斯式水輪機模型試驗.....劉峻愷.....(1)

核能發電：

- 蘭嶼水泥固化體中 Tc-99 之分析技術精進蘇德晏 等(11)
- 核燃料晶格設計與多週期分析技術建立評估與應用規劃.....童武雄 等 (17)
- 核能電廠緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃檢討修正.....楊雍穆 等(31)

電力系統：

- 電力設備停電審修排程系統開發之研究.....楊新全 等 (54)

能源與環境：

- 龍門電廠大氣擴散模式之研究與驗證林博雄 等 (78)
- 極低頻電磁場曝露健康風險評估與溝通策略.....李俊信 等 (98)

工程技術：

- 核能三廠反應爐槽法蘭面自動除銹吸渣系統研製.....顏宏儒 等 (106)
-
-

大甲溪發電廠青山分廠復建計畫法蘭西斯式水輪機 模型試驗

The Francis Turbine Model Test of Ching-Shan Branch Power Plant Rehabilitation Project

劉峻愷*

Liu, Jyun-Kai

摘 要

模型試驗包括：效率、穴蝕、奔逸轉速、水推力及壓力脈衝等各項試驗，試驗結果依據 IEC 60193-1999 規範轉換成原型機之性能數據，藉以驗證原型機之各項性能皆優於投標保證值。根據青山分廠設計條件，水輪機在可運轉水頭範圍內，動輪淹沒深度達 6.52 公尺以上，其電廠穴蝕係數高於臨界穴蝕係數甚多。經試驗結果顯示水輪機在各種導翼開度下運轉，皆未在動輪葉片處觀察到氣泡型穴蝕現象，當機組負載在 80%~100% 區間具有最佳的運轉效率，同時穴蝕狀況及壓力脈衝亦在最佳情況，因此動輪可攫取最大的水力能量。此外，本文亦完整說明法蘭西斯式水輪機在各種不同負載下的運轉性能，提供規劃和運轉人員有價值的參考。

關鍵詞(Key Words)：水輪機(Hydraulic Turbine)、模型試驗(Model Test)。

蘭嶼水泥固化體中 Tc-99 之分析技術精進

The Improvement of Analytical Technology for Technetium-99 in
the Lan-Yu Consolidated Cement

蘇德晏*
Su, Te-Yen

蔡翠玲*
Tsai, Tsuey-Lin

門立中*
Men, Lee-Chung

(~100~102 年研究計畫論文~)

摘 要

本研究根據「低放射性廢棄物難測核種分析技術精進」計畫進行。Tc-99 具有易溶於水的性質，於分析過程中常有回收率較低的情形，偵測極限難以降低，依據過去文獻報導之測試方法，其偵測極限常在 10^{-9} (ppb) 的水準。規劃最終處置場設計時，偵測極限過高將使 C 類與超 C 類低放射性廢棄物比例大幅增加，致使處置場工程障壁成本大幅提升。因此本報告以蘭嶼水泥固化體為樣品採用高選擇性 TEVA (Tetravalent Actinides) 樹脂純化、分離 Tc-99，搭配四極柱感應耦合電漿質譜儀的分析方法，可有效將最低可測活度降低至 8.5 mBq / g (13.6 ppt)，較過去文獻方法降低 1 ~ 2 個級數，且化學回收率達約 88 %。

關鍵詞(Key Words)：鎝-99(Technetium-99，本文簡稱 Tc-99)、水泥固化體(Consolidated Cement)、TEVA 樹脂(TEVA Resin)、四極柱感應耦合電漿質譜儀(Inductively Coupled Plasma Quadrupole Mass Spectrometry，本文簡稱 ICP-MS)。

*行政院原子能委員會核能研究所

核燃料晶格設計與多週期分析技術建立評估與應用規劃

Evaluation and Planning of Lattice Design and Multi-cycle Analysis Techniques Development

童武雄*	陳仲遠*	張琍娟**
Tung, Wu-Hsiung	Chen, Chung-Yuan	Chang, Li-Chuan
林先全*	李天作**	黃耀南**
Lin, Hsien-Chuan	Lee, Tien-Tso	Huang, Yao-Nan
姚勳忠*	吳心岳***	任致遠***
Yaur, Shyun-Jung	Wu, Hsin-Yueh	Jen, Jyh-Yuan
		張志豪***
		Chang, Chih-Hao

(~100~101 年度研究計畫論文~)

摘要

晶格設計與多週期分析技術為核燃料營運中重要的一環，具有諸多用途，可以提昇核燃料使用的經濟性與運轉安全餘裕，當運轉策略改變時可用以評估其可行性，對於未來核燃料營運上的挑戰可提供因應對策。

本研究藉由資料的蒐集與研究，為將來的核燃料晶格設計與多週期分析技術的發展奠立了良好的基礎，提供了將來研究發展方向的重要參考。經由國內分析工具評估，瞭解了未來在技術的發展上，國內的分析工具需要補強之處。由於國內缺乏核燃料晶格設計介面輔助程式，在此研究中利用 Visual Basic 程式語言開發了一個介面程式的雛形，評估未來自行發展的可行性。另外，本計畫對於將來核燃料晶格與多週期技術的研究、發展與應用，也進行了詳細的規劃。透過資料之蒐集研究與相關的評估工作，同時也確認了國內發展晶格設計與多週期分析技術的可行性。

未來的核燃料營運面臨諸多的挑戰，包括除役政策、除役政策的更迭、龍門核電廠運轉或其他因素所造成的 EUP 大幅變動等。而國內特有的核燃料庫存政策，對於這些核燃料營運上的挑戰又增添了不少的困難度。國內有需要建立核燃料晶格設計與多週期分析的技術能力，進行相關研究，研擬適當的對策，以因應未來核燃料營運方面的諸多挑戰。

關鍵詞(Key Words)：核燃料營運(Nuclear Fuel Management)、晶格設計(Lattice Design)、多週期分析(Multi-cycle Analysis)。

*行政院原子能委員會核能研究所

**永昇國際開發股份有限公司

***台灣電力公司燃料處

核能電廠緊急應變計畫區內民眾防護措施分析及規劃 檢討修正

The Review and Revision of the Analysis and Planning of the Public Protective Measures in the
Emergency Planning Zones for Nuclear Power Plants in Taiwan

楊雍穆*	汪子文*	張淑君*	林駿丞*
Yang, Yung-Muh	Wang, Tzu-Wen	Chang, Shu-Jun	Lin, Chun-Cheng
周郁翔*	黃昭輝*	高漢卿**	葉偉文**
Chou, Yu-Hsiang	Huang, Chao-Hui	Kao, Han-Ching	Yeh, Wei-Wen

(~101 年度委託研究計畫~)

摘要

根據『核子事故緊急應變法』第十三條條文規定：核子反應器設施經營者應依中央主管機關之規定，劃定其核子反應器設施周圍之緊急應變計畫區，並定期檢討修正；其劃定或檢討修正，應報請中央主管機關核定公告之。核子反應器設施經營者並應定期提出緊急應變計畫區內民眾防護措施之分析及規劃，報請中央主管機關核定後，依核定之分析及規劃結果，設置完成必要之場所及設備。

民國 100 年 3 月 11 日發生日本福島核能事件前，正值行政院原子能委員會第二次檢討與審查台電公司核能一、二、三廠緊急應變計畫區五公里內民眾防護措施之分析及規劃。日本福島事故發生後，原子能委員會依據總統指示，成立「國內核能電廠現有安全防護體制全面體檢方案」，其中有關緊急應變方面，要求台電公司重新以雙機組事故分析核能一、二、三廠緊急應變計畫區範圍，並於 100 年 10 月 27 日公告核一、二、三廠緊急應變計畫區為八公里之行政區。龍門電廠目前仍在施工，原子能委員會尚未公告緊急應變計畫區範圍。

緊急應變計畫區範圍之擴大，代表平時整備所需執行的事項亦相對的增加，而對於緊急應變計畫區外的應變準備區，也必須結合災害防救體系，將民眾防護措施規劃納入地方政府地區災害防救計畫中。本報告除詳細檢討台電公司核一、二、三廠緊急應變計畫區內民眾防護措施之分析及規劃外，並說明龍門電廠緊急應變計畫區(暫以八公里行政區)內民眾防護措施之先期分析及規劃，以供緊急時採行適當的防護行動，確保民眾之安全。

關鍵詞(Key Words)：分析與規劃(Analysis and Planning)、緊急應變計畫區(Emergency Planning Zone, EPZ)、民眾防護措施(Public Protective Measures)。

*行政院原子能委員會核能研究所

**台灣電力公司

電力設備停電審修排程系統開發之研究

A Study on Outage Maintenance Scheduling Systems for Power Apparatus

楊新全*
Yang, Shin-Chuan

葉文松**
Yeh, Wan-Sung

蔡登茂***
Tsai, Deng-Maw

劉正祥***
Liu, Cheng-Hsiang

賈方霈*
Jia, Fang-Pei

李青霖**
Lee, Chang-Lin

吳繼澄***
Wu, Ji-Cheng

蘇泰盛***
Su, Tai-Sheng

鄭壽福**
Cheng, Shou-Fu

王貳瑞***
Wang, Earl-Juei

黃怡詔***
Huang, Yi-Chao

黃鐘慶****
Huang, Jong-Ching

(~100 年度研究計畫論文~)

摘要

電力設備審修作業排程之效率直接關係到用戶損失與滿意度感受，幫助台電審修人員迅速做成決策，提升審修作業效率，則為審修系統建構的主要考量。本研究首先檢討並分析現有審修作業系統，建立發電廠及變電所等電力設備分層、分類與分級之管理機制與迅速判斷停電時程互斥性與共同性之機制，以作為審修排程管理資訊系統設計，達到強化決策分析管理功能與整合相關資訊系統，提高各系統間資料關聯性與附加價值之目標。作法上，審修作業可分為定期計畫性與事故搶修兩大類，本研究主要針對計畫性停電審修作業進行研究。計畫性定期審修是依據整個系統設備使用期間與年限，進行人力與維修資源排程，事故搶修則是因應事故或政策需要，如配合其它單位需要而作業。定期審修可預先規劃，排程重點通常在於維持系統的可靠度與維修資源的經濟性，因此需要進行統計分析並發展出演算法，系統設計亦應有此一層面之考慮。事故搶修屬不可預測、具機率性，常需在有限時間內完成，並受到以往經驗無法完全套用之限制，排程首要目的在於以有限時間資源之利用，接著顧及可靠度與經濟性因素，因此事故搶修現階段並不納入研究範圍。本研究以上述計畫性定期審修規劃構想，利用歷年累積的資料庫資訊，結合資料探勘技術，建立關聯規則，建構電力設備審修排程系統，達到提升審修作業效率之目的。

關鍵詞(Key Words)：電力設備審修排程(Maintenance Schedule for Power Apparatus)、資料探勘(Data Mining)、演算法(Algorithms)、系統設計(Systems Design)、統計分析(Statistical Analysis)。

*台灣電力公司綜合研究所

** 台灣電力公司電力調度處

***國立屏東科技大學工業管理系

****國立高雄應用科技大學電機工程系

龍門電廠大氣擴散模式之研究與驗證

A Study on The Validation of Atmospheric Dispersion Models for Longman Power Station

林博雄*
Lin, Po-Shiung

曾于恆*
Tseng, Yu-Heng

周耿民*
Chao, Gary

吳華富*
Wu, Hua-Fu

(~100~101 年度研究計畫論文~)

摘 要

本研究使用日本 Cradle 公司 STREAM 大氣擴散模式與龍門電廠符合 RG 1.111 大氣擴散模式 XOQDOQ-82 電算程式相互驗證，以提供 XOQDOQ-82 大氣擴散模式參數設定之合理性參考，進一步做為龍門電廠放射性氣體排放廠外民眾劑量評估之依據。在龍門電廠實際地表與廠區建物之邊界條件下，以及設定 Diamtr 參數(排放源直徑)0.1 公尺之前提下，兩套模式驗證後得知，排放源離地高度越高(81 公尺對應 144 公尺)，XOQDOQ-82 電算程式計算的濃度值越低；在排放源 144 公尺與 1.5 公里外的 XOQDOQ 程式的濃度計算結果比 STREAM 模式計算來得高，1.5 公里距離之內 XOQDOQ 程式計算值較低。整體而言，核能電廠現行的 XODDOQ 大氣擴散計算程式在與應用上仍具有其保守度。

關鍵詞(Key Words)：大氣擴散模式 (Atmosphere Dispersion Model)、龍門電廠(Longman Power Station)、排放濃度(Effluent Density)。

極低頻電磁場曝露健康風險評估與溝通策略

Health Risk Assessment and Communication Strategies for Extremely Low Frequency
Electromagnetic Fields

李俊信*
Lee, Jason JS

蔡佳容**
Tsai, Chia-Jung

黃郁淳*
Huang, Yu-Chun

吳東信*
Wu, Tung-Hsin

(~101 年度研究計畫論文~)

摘要

隨著生活及科技的快速發展，現代科技利用電磁設備已廣範應用於電力、通訊、醫療、以及科學研究等各領域，帶給人們許多的便利，同時也改變了人們的生活方式；同樣的，人們對於電力之需求亦逐日增加。然而使用這些設備所帶來的進步與方便之同時，卻也衍生了伴隨而來的電磁曝露問題。電磁曝露可能的健康風險，已日漸引發了人們的關切與疑慮。

一般大眾對於極低頻電磁場曝露與健康之科學認知，仍然十分有限，常經由網路或報章媒體報導中獲知，缺乏一完整且客觀的瞭解。因此，本文探討極低頻電磁場曝露與健康風險之國內外研究近況，現行之管制與執行措施，國際間對於健康風險之溝通與策略等，加以說明並提出建議，使大眾對於本議題，有較完整之認識，減少不必要之誤會。

關鍵詞(Key Words)：極低頻電磁場(Extremely Low Frequency, EMF)、電磁曝露(Electromagnetic Exposure)、健康效應(Health Effect)、風險評估(Risk Assessment)、風險溝通(Risk Communication)。

*國立陽明大學生物醫學影像暨放射科學系

**中山醫學大學醫學影像暨放射科學系

核能三廠反應爐槽法蘭面自動除銹吸渣系統研製

Developing an Automatic System for Cleaning Rust and Debris on the RPV Flange of MS NPP

顏宏儒*
Yen, Hung-Ju

楊欣仁*
Yang, Hsin-Zen

李佳隆**
Li, Jia-Long

楊啟昇**
Yang, Chi-Sheng

侯秉憲**
Hou, Ping-Hsien

劉泰恭**
Liu, Eric

(~99~101 年度研究計畫論文~)

摘要

核能三廠機組大修更換核燃料後，反應爐蓋回裝前則需先清除反應爐槽法蘭面上的銹蝕與水漬。而反應爐槽法蘭面屬於極高輻射劑量區(30 mSV/hr)，但是目前的反應爐槽法蘭面還是採用人工清洗方式作業，工作人員在短時間內即達到全年劑量管制範圍，因此為了減少人員承受輻射劑量、確實執行清除銹蝕與水漬及減少工作時間，本計畫研製開發「反應爐槽法蘭面自動除銹吸渣系統」，以達到下列目標：(一)清除積存於反應爐槽法蘭面上的銹渣與水漬，(二)減少工作人員曝露在高劑量輻射環境下作業時間，(三)降低人員沾染輻射污染物的機率，(四)用自動除銹吸渣系統上的電子視覺裝置，在反應爐蓋回裝之前，檢視反應爐槽法蘭面是否已清理乾淨，以及(五)確認無異物入侵由此藉以提昇電廠營運之績效及可靠度。

關鍵詞(Key Words)：自動化(Automatic)、反應爐(Reactor Pressure Vessels, RPV)、硼酸水(Boric Acid Water)、反應爐蓋(RPV Head)、學習元件(Learning Object)。

*工業技術研究院

**台灣電力公司第三核能發電廠