

台電工程月刊 787 期 (3 月號) 目錄

火力發電：

汽機轉軸熱應力基本理論及實務應用---以南部發電廠為例.....鄭天德 等 (1)

核能發電：

核電廠反應爐冷卻水管路覆銲技術發展.....鄭勝隆 等 (22)

龍門電廠圍阻體熱水流分析方法論法制化與應用.....陳彥旭 等 (27)

輸 變 電：

輸電架空線路特殊延架(拆收)線施工法.....李宥陞 等 (38)

輸變電設備防震實務研究-以中寮超高壓變電所為例.....蘇啟昌 等 (52)

配 電：

高壓用戶服務入口網站規劃建置研究.....卓明遠 等 (58)

資訊與電腦：

智慧電網通訊以及節能技術簡介.....吳元康 等 (77)

工程技術：

彰濱風力機葉片之逆向工程量測與試驗.....林輝政 等 (93)

汽機轉軸熱應力基本理論及實務應用--- 以南部發電廠為例

The Thermal Stress Analysis and Application for Nan-Pu Steam Turbine Rotors

鄭天德*
Jane, Teng-Der

戴志宇*
Tai, Chih-Yu

摘要

蒸汽輪機轉軸熱應力是晚近的機組才有的控制與分析研究。因蒸汽輪機在每一次啟動與停機中，對轉軸表面層而言，就會交替的出現一次壓應力和拉應力。而南部發電廠西門子機組是以汽機熱應力估算器來仰制蒸汽輪機熱應力。三菱機組則是以表面徑向的熱應力之值來仰制蒸汽輪機熱應力。本篇探討的內容在於提供一個簡單的方法分析南部發電廠蒸汽輪機轉軸的熱應力。蒸汽輪機運轉時，表面的熱應力並無法直接量測，但可利用模擬的方式，先建立數學模型，求得時間與空間的溫度分佈。由溫度分佈可進一步推算熱應變與熱應力。最後，本文將探討南部發電廠蒸汽輪機抑制熱應力的控制方法。

關鍵詞(Key Words)：熱應力(Thermal Stress)、汽機熱應力估算器(Turbine Stress Evaluator, TSE)、熱方程式(Heat Equation)、溫度分佈(Temperature Distribution)、數學模型(Mathematical Model)、熱浸(Heat Soak)、疲勞(Fatigue)、溫度邊際(Margin)、X-條件(X-criterion)。

*台灣電力公司南部發電廠

核電廠反應爐冷卻水管路覆銲技術發展

The Status of Reactor Coolant Piping System Weld Overlay Technology Development and Applications

鄭勝隆*

Jeng, Sheng-Long

方慶隆**

Fang, Ching-Lung

黃俊源*

Huang, Jiunn-Yuan

謝武璋**

Hsieh, Wu-Chang

巫鴻志**

Wu, Hun-Ghy

(100~102 年度研究計畫論文)

摘要

本報告探討國外覆銲執行現況及覆銲相關技術問題。近幾年，國外持續以覆銲技術修覆(維修)沸水式(BWR)及壓水式(PWR)核電廠反應爐冷卻水管路瑕疵，BWR 電廠以覆銲維修劣化異質銲道為主，PWR 電廠以預覆銲防治大口徑管嘴應力腐蝕。

覆銲法規修改與銲接技術精進直接影響覆銲設計與銲接工期，攸關大口徑管嘴覆銲維修可行性。採用 Code Case N-740-2、放寬覆銲 48 小時等待時間及回火銲接面積放寬的豁免等法規修改，逐步提高執行大口徑覆銲之可行性，高熔填銲接技術縮短施工期限。

隨著電廠運轉年限增加，防治管路銲道應力腐蝕越加重要，配合相關覆銲法規的修正及覆銲技術改進，可於合理的工期內完成覆銲，確保反應爐壓力邊界管路系統的完整性。

關鍵詞(Key Words)：覆銲(Weld Overlay)、大口徑管嘴(Large-Diameter Nozzles/Pipes)、高熔填率銲接製程(High Deposition Rate Welding Process)。

*行政院原子能委員會核能研究所

**台灣電力公司核能發電處

龍門電廠圍阻體熱水流分析方法論法制化與應用

Licensing and Application of the Containment Thermal-Hydraulic Methodology

for the Lungmen Nuclear Power Plant

陳彥旭*	戴良哲*	苑穎瑞*
Chen, Yen-Shu	Dai, Liang-Che	Yuann, Yng-Ruey
李亮瑩**	林豐倫**	鄭素琴**
Li, Liang-Ying	Lin, Fong-Lun	Cheng, Su-Chin

(100~102 年度研究計畫論文)

摘要

原能會在審查龍門電廠終期安全分析報告(FSAR)第 6.2 節時，要求分析若濕井與乾井間的真空破除閥(Wetwell-to-Drywell Vacuum Breaker, WDVB)發生洩漏，其對圍阻體壓力與溫度的影響。為協助澄清相關疑慮，本計畫採用 GOTHIC 程式建立龍門電廠圍阻體分析模式，該模式適用於一、二號機，並將龍門電廠圍阻體分析方法論陳送核管單位進行申照，以便核備後應用於後續與圍阻體相關的分析工作，支援或補充龍門電廠所需之分析基礎。本計畫主要內容包括：(1)完成龍門電廠圍阻體分析方法論專題報告，陳送原能會進行申照審查。(2)修訂原本 FSAR 使用之飼水管斷管沖放流量，以最新版的 BOP (Balance of Plant)系統 thermal kit 為基準進行校驗，所得的 RELAP5 沖放流量會明顯低於 FSAR 沖放流量，未來若採用三台飼水泵運轉模式，乾井在飼水管斷管事故時的最高壓力已經在本計畫之分析證明不會超過設計限值。(3)進行乾井連接通道(Drywell Connecting Vent)面積對於乾井最高壓力與溫度之靈敏度分析，分析結果顯示，當每根乾井連接通道面積縮減 0.1 m²，上乾井在飼水管斷管事故時的最高壓力約上升 3.1 kPa。(4)進行圍阻體負壓(濕井壓力高於乾井)分析，探討 WDVB 抑制圍阻體負壓之作用，分析所得之負壓最大值(0.57 psid)雖略大於 FSAR 結果(0.53 psid)，但仍與設計值(2.0 psid)之間有充分餘裕。進一步執行 WDVB 可用數目之靈敏度分析，結果顯示僅 1 只 WDVB 可用時負壓才會超過設計最大值。(5)進行 WDVB 洩漏面積對於乾井最高壓力與溫度之靈敏度分析，結果顯示，洩漏面積小於 FSAR 分析限值(50 cm²)時，並不會對乾井最高壓力與溫度有明顯影響，當洩漏面積超過單一 WDVB 面積的 50%(581.55 cm²)時，事故下的乾井最高壓力才會超過設計值，表示目前電廠對於乾井與濕井間洩漏面積之要求具有充分之安全餘裕。

關鍵詞(Key Words)：龍門核能電廠(Lungmen Nuclear Power Plant)、GOTHIC 程式(GOTHIC)、申照審查(Licensing Application)。

*行政院原子能委員會核能研究所

**台灣電力公司

輸電架空線路特殊延架(拆收)線施工法

New Technical Methods of Extension Rack for Renewing (Demolishing) Overhead Transmission
Power Lines

李宥陞*
Li, You-Sheng

彭涵青*
Peng, Han-Ching

楊銘德*
Yang, Ming-Te

林俊宏*
Lin, Jun-Hong

摘 要

目前常見的導線延架(拆收)線施工法有直接以舊線拉新線更換的「直拉工法」及將許多吊金車吊掛於跨距間導線，以舊線拉新線更換的「吊金工法」。但前述工法均需在延線區間兩端，腹地寬廣場地放置收(放)線機等大型機具。於特殊情況下如山區受地形環境限制工程車無法到達的地點，我們研究發展新特殊工法施工，以順利完成工作。

關鍵詞(Key Words)：直拉工法(Direct Connection Method)、吊金工法(TSURIKIN Method)、循環工法(Circulation Method)、來去工法(Round Technique Method)、小吊金工法(Little TSURIKIN Method)。

輸變電設備防震實務研究-以中寮超高壓變電所為例

A Practice Study on Precautionary Measures Against Earthquakes for Transmission Equipment –
Based on Chung-Liao EHV Substation

蘇啟昌*
Su, Chi-Chang
許國隆*
She, Guo-Long
林慶富*
Lin, Ching-Fu

盧坤旺*
Lu, Kun-Wan
黃光霆*
Huang, Guang-Ting
李國銘*
Li, Guo-Ming

林安志*
Lin, An-Chin
張模基*
Chang, Mo-Chi
蘇倉賢*
Su, Chang-Xian

摘要

中寮超高壓變電所因地處車籠埔斷層與大茅埔-雙冬斷層之間，歷年來輸變電設備多次受地震損害，尤其在今(102)年於 327 與 602 在短短 3 個月內南投地區連續發生芮式規模 6.1 與 6.3 以上地震，均造成中寮 E/S 不同程度的設備損壞，我們在短期內執行多項改善措施後，從實際狀況可知部份改善措施已獲得相當成效。

本研究彙整歷年之地震對中寮超高壓變電所造成之設備損壞與改善措施，並追蹤成效。回顧歷次地震經驗，來探討變電所防震措施並提出多項有效建議，以提高供電可靠。

關鍵詞(Key Words)：中寮超高壓變電所(Chung-Liao EHV Substation,中寮 E/S)、車籠埔斷層(Chelongpu Fault)、避雷器(Line-Arrester, LA)、比壓器(Line Potential Device, LPD)、氣體瓦斯絕緣線路(Gas Insulation Line, GIL)。

*台灣電力公司台中供電區營運處

高壓用戶服務入口網站規劃建置研究

Planning and Implementation of High Voltage Customer Service Portal

卓明遠**	黃佳文*	陳文平**	
Cho, Ming-Yuan	Huang, Cha-Win	Chen, Wen-Ping	
陳建男**	林威成**	陳裕清*	賈方霽*
Chen, Jang-Nang	Lin, Wei-Chern	Chen, Yu-Chin	Jar, Fang-Pei

摘要

本計畫目的在於建置網路式「高壓用戶服務入口網站」，透過即時的資訊交流並依據方案試算結果提供用戶合適的負載管理與用電方案，以符合用戶的需求。計畫首先規劃與設計高壓用戶服務入口網站軟/硬體架構與規格。而高壓用戶服務入口網站主要用電管理功能包括個別用戶負載特性查詢、電費轉換計算、負載管理方案試算(包含計劃性及臨時性減少用電方案試算、尖峰時間可變動方案試算)、最低電費契約容量試算選定分析服務及負載模擬與最佳電費方案功能等規劃與分析。再者進行高壓用戶服務入口網站資料庫與 NBS 資料庫資料擷取介面建立以及與包含高壓用戶需量資料的 AMI/MDMS 系統之資料整合與程式設計。本研究建置與提供經由瀏覽器或行動通訊多通道之行動平台服務。入口網站雛型建立後歷經約一年的性能測試與功能修正，最近正進行用戶試用測試，完成後將正式上線使用。

關鍵詞(Key Words)：高壓用戶服務入口網站(High Voltage Customer Portal)，新電費核算開票系統(New Billing System, NBS)、需量反應負載管理措施(Load Management Scenario)。

*台灣電力公司綜合研究所負載研究室

**國立高雄應用科技大學

智慧電網通訊以及節能技術簡介

Introduction of Communication and Energy Saving Technologies for Smart Grids

吳元康*
Wu, Yuan-Kang

吳文欽**
Wu, Wen-Chin

曾映銓*
Tseng, Ying-Chuan

張建國***
Chang, Chien-Kuo

摘要

智慧電網是屬於現代的電力網路，它可經由自動控制與現代通訊技術來改善系統的效率、可靠度、以及安全，並可平順地將再生能源併入系統中。在智慧電網中，可靠與在線的訊息是將所發電力輸送至用戶端的重要因素，因此，通訊系統是智慧電網建設中非常關鍵的元素。對於電力事業而言，電力廠商定義通訊需求並獲得最佳的通訊架構來處理資料，以及在系統中傳遞可靠、安全、以及有效成本的電力服務是至關重要的。此外，在智慧電網中由於先進讀表系統的配置，因此可藉由降低饋線上的電壓來達到節能的效益。在許多公用電業上，保護性降壓結合智慧電網技術已經成功地降低能源消耗。本篇論文將探討重要的智慧電網應用技術，主要就在通訊以及節能兩大主題。

關鍵詞(Key Words)：智慧電網(Smart Grid)、通訊(Communication)、先進讀表系統(Advanced Metering Infrastructure)、保護性降壓(Conservation Voltage Reduction)、節能(Energy Savings)。

*國立中正大學電機系

**國立澎湖科技大學電機系

***工業技術研究院綠能與環境研究所

彰濱風力機葉片之逆向工程量測與試驗

Measurements and Tests on the Reversed Engineering of
Changhua Coastal Wind Turbine Blades

林輝政*	鄭榮和**	崩光陸***	
Lin, Huei-Jeng	Cheng, Jung-Ho	Koai, Kwang-Lu	
鄭錦榮***	鍾承憲****	陳凱琳*****	
Cheng, Jiin-Rong	Chung, Cheng-Hsien	Chen, Kai-Lin	
陳金汎*	沈丞佑**	李盈宏**	林致豪*
Chen, Jin-Fan	Chen, Cheng-You	Li, Ying-Hong	Lin, Jhih-Hao

(101 年度研究計畫論文)

摘要

台灣位於易遭颱風侵襲之位置，除了風機葉片本身在長期運轉下有疲勞破壞產生外，在颱風的侵襲下更可能導致風機損壞。若風力機發生問題因而閒置時，對風場投資回收或風能資源利用都有不利之影響，破壞原因之診斷由原廠表述，對責任之釐清與後續賠償措施之進行，有受制於人之虞，故本文針對整支風機葉片之材料、結構與破損肇因探討。

本文以 Vestas V80 2MW 風力機葉片為研究對象，建立 FRP 風力機葉片結構特性之逆向工程程序，內容包括利用雷射掃瞄葉片幾何、葉片材料取樣、材料試片製作、材料實驗、燃燒試驗等，在取得葉片積層疊序與材料係數後，依照葉片幾何外型建立分析模型，再以有限元素軟體進行力學分析，分析颱風侵襲與風機失去電力控制下，葉片所承受之應力大小，探討風機葉片損傷可能原因，了解颱風對風機葉片所帶來的影響程度。

關鍵詞(Key Words)：風力發電機(Wind Turbine)、逆向工程(Reverse Engineering)、葉片(Blade)、有限元素法(Finite Element Method)。

*國立台灣大學工程科學及海洋工程學系

**國立台灣大學機械工程學系

***台灣電力公司綜合研究所

****財團法人船舶暨海洋產業研發中心

*****先進複材科技公司