

台電工程月刊 802 期 (6 月號) 目錄

再生能源：

永磁同步風力發電機 PSCAD 模型建立與模擬分析 吳元康 等 (1)

火力發電：

基因演算法在撓性轉子動平衡之應用 蔡坤泰 (18)

核能發電：

龍門核電廠緊急應變計畫區檢討修正評估 王誌璋 等 (31)

輸 變 電：

連接站避雷器線上監測及維護系統研發 陳建男 等 (39)

整合佈建優化電網投資 張忠良 等 (58)

地下電纜管線圖資雲端資料庫之系統規劃及建置 王俊仁 等 (66)

「文心-中西(白)161kV 交連 PE 電纜線路」修復及電力系統操作面
對接續匣故障的影響評估 鄭 強 等 (77)

配 電：

微電網系統工程整合技術之研究 李奕德 等 (90)

工程技術：

壓入式沉箱工法於輸電工程之應用 竺文彥 等 (105)

其 他：

台灣電力公司饋線用 D2BPO**A 型電度表準確度校驗缺失探討 蔡宗霖 等 (113)

永磁同步風力發電機 PSCAD 模型建立與模擬分析

Modeling and Simulation for the Permanent-Magnet Synchronous Generator Based Wind Turbine

by using PSCAD

吳元康*
Wu, Yuan-Kang

許文華*
Hsu, Wen-Hua

鄭憲陽*
Cheng, Hsien-Yang

葉冠廷*
Ye, Guan-Ting

摘要

近年來全球的能源危機，造就了各國再生能源的興起；在台灣，風力發電為再生能源發展的主流之一，而永磁式同步發電機為工業界常用的風力發電機組之一。本文首先彙整永磁式同步發電機的技術演進與相關的論文，接著介紹永磁式發電機的架構以及常用的控制技術。此外，本研究利用電力分析軟體 PSCAD 實現了風機建模所需要的座標轉換、發電機動態模型、風力渦輪機模型、直接轉矩控制、向量控制、空間向量調變技術、以及鎖相迴路技術等，並於最後整合成一部完整的永磁同步風力發電系統。

關鍵詞(Key Words)：風力發電(Wind Power)、永磁式同步發電機(Permanent-Magnet Synchronous Generator)、電壓導向控制(Voltage-Oriented Control)、直接轉矩控制(Direct Torque Control)、向量控制(Vector Control)、空間向量調變技術(Space Vector Pulse Width Modulation, SVPWM)。

*國立中正大學電機系

基因演算法在撓性轉子動平衡之應用

Application of the Genetic Algorithm Method in Flexible Rotor Dynamic Balancing

蔡坤泰*

Tsai, Kuen-Tai

摘要

對於汽輪發電機等具有多軸承的撓性轉子，由起動升速、併聯至滿載所經歷的過程中，各軸承之振動變化量相當大，如果現場動平衡能一次解決所有軸承高振動問題，則機組可提前併入系統接受發電調度，對於穩定供電及減少機組起停成本均有所助益；多軸承撓性轉子動平衡之平衡質量及角度，可採用振型平衡法或影響係數法求得，振型平衡法須預先測知轉子的振型，但實務上要取得振型資料較困難，因此本文採用影響係數法並透過基因演算法求取各平衡面的質量及角度，可一次在多個配重面上施加配重，並同時將所有軸承振動降至合理範圍內，經與文獻資料比較，確認本文所開發動平衡程式之正確性。本文也以 Excel VBA 語言開發一套測點振動向量繪圖程式，可在 Excel 工作表中輸入測點振動資料後，立即在極座標圖上顯示各測點振動向量；整合本文所開發之軟體，應有助於縮短現場動平衡時間。

關鍵詞(Key Words)：撓性轉子(Flexible Rotor)、基因演算法(Genetic Algorithm)、影響係數法(Influence Coefficient Method)、極座標圖(Polar Diagram)。

*台灣電力公司電力修護處南部分處

龍門核電廠緊急應變計畫區檢討修正評估

Revised Assessment of Emergency Planning Zone for the Lungmen Nuclear Power Plant

王誌璋*
Wang, Zhi-Wei

盧仲信*
Lu, Chung-Hsin

周郁翔*
Chou, Yu-Hsiang

鄭敬瀚*
Cheng, Ching-Han

林駿丞*
Lin, Chun-Cheng

張淑君*
Chang, Shu-Jun

(101~103 年度委託研究計畫)

摘要

根據「核子事故緊急應變法施行細則」之要求，核子反應器設施經營者應於申請該設施初次裝填燃料時，應提出緊急應變計畫區之評估報告，報請中央主管機關審查核定。龍門核電廠緊急應變計畫區，已於民國 98 年 3 月 31 日經原子能委員會核定公告，並據以劃定為以該廠反應器為中心半徑 5 公里內之範圍。民國 100 年 3 月日本福島事件後，依據該核子事故之經驗，並應原子能委員會要求，考慮龍門電廠兩部機組同時發生事故之狀況，以雙機組事故為分析假設，同時再評估各項參數並更新各項環境資料，進行緊急應變計畫範圍檢討及調整修訂後交付原能會審查。此次檢討修正結果顯示，若疏散干預基準以 50 毫西弗來考量，龍門核電廠緊急應變計畫區至少含括以反應器為中心半徑 4.5 公里之範圍。經由原能會召開五次審查會議各審查委員意見修訂並決議後，原能會於 102 年 4 月 12 日以會技字第 1020005837 號公告龍門核電廠緊急應變計畫區範圍由 5 公里擴大至 8 公里。

關鍵詞(Key Words)：緊急應變計畫區(Emergency Planning Zone, EPZ)、龍門核電廠(Lungmen Nuclear Power Plant)、福島事故(Fukushima Daiichi Nuclear Disaster)。

*行政院原子能委員會核能研究所

連接站避雷器線上監測及維護系統研發

Development of Leakage Current On-line Monitoring System for Arresters of Connecting Stations

陳建男*	卓明遠*	林榕司*	藍榮進*
Chen, Chien-Nan	Cho, Ming-Yuan	Lin, Pou-Ssu	Lan, Jung-Chin
蔡立宗*	徐永騰*	張銘鑑**	沈政毅**
Tsai, Li-Tsung	Hsu, Yung-Teng	Chang, Ming-Chien	Shen, Cheng-Yi
陳泓翔***	王淳德***	王俊仁***	謝憲坤***
Chen, Hung-Hsiang	Wang, Chun-Te	Wang, Chun-Jen	Hsieh, Hsien-Kun

(101~102 年度研究計畫論文)

摘要

本研究計畫目的建立一套整合氣象資料蒐集、避雷器洩漏電流自動監測之遙測監控系統，對重要避雷器進行即時監測，並分析氣象參數與避雷器洩漏電流之關係，以建立合理之避雷器之維護機制。計畫首先參考世界各國避雷器監測方法與種類等相關資料，比較其優劣後找出適用本公司之監測系統，開發即時監測避雷器各種洩漏電流(含三次諧波洩漏電流、電阻性洩漏電流、總洩漏電流)、釋放雷擊電流次數、溫濕度及外部污損程度等狀態，並經由 3.5G 之 GPRS 無線通訊模組傳回伺服器儲存，以電腦人工智慧方式分析診斷，超過維護標準者發出警訊即時通知維護人員。最後，將所開發之監測系統安裝於本公司之下營二路#19 鐵塔連接站與龍崎超高壓變電所內進行實測，驗證本系統具實用性與效能。

關鍵詞(Key Words): 遙測監控系統(Monitor and Data Acquisition)、避雷器(Arrester)、洩漏電流(Leakage Current)、三次諧波(Third Order Harmonic)、GPRS 無線通訊(GPRS Wireless Communication)。

*國立高雄應用科技大學電機系

**台灣電力公司綜合研究所

***台灣電力公司嘉南供電區處

整合佈建優化電網投資

Optimization of Grid Investment with Integrated Resources

張忠良*
Chang, Chung-Liang

陳建堂**
Chen, Jiann-Tarng

邱國智**
Chiu, Kuo-Chih

白一凡**
Pai, Yi-Fan

摘要

台電公司為解決財務困境，將於 105 年起成立事業部來經由會計分離與廠網分工釐清權責與界面，藉以提昇整體經營績效。過去輸變電建設投資，主要以技術層次的輸電系統規劃準則為依歸，本文將針對如何致力降低成本，提高電網投資效益方面，全面思考優化電網投資策略之研擬，並期進一步建立整合電網資產並與優化電網投資措施結合之資訊平台，以利整體規劃與投資作業。

關鍵詞(Key Words)：電網資產管理(Grid Asset Management)、電網投資(Grid Investment)、設備盤點(Equipment Inventory)、資訊平台(Information Platform)。

*台灣電力公司董事會檢核室

**台灣電力公司系統規劃處

地下電纜管線圖資雲端資料庫之系統規劃及建置

The Planning and Establishment of Cloud Database for Power Cable Pipeline Maps

王俊仁*
Wang, Chun-Jen

林安志*
Lin, An-Chih

王春木*
Wang, Tsung-Mu

胡榮聰*
Hu, Rong-Tsong

謝憲坤*
Hsieh, Hsien-Kun

方玉階**
Fang, Yu-Chieh

摘要

地下電纜管線圖資的管理，一向是供電系統防範管線遭挖損最重要的一道關卡，目前的管理機制已行之有年且可穩定運作。但隨著慣性定位等管線測繪 3D 圖資大量且快速增加，既有的管理機制漸漸無法負荷且圖面的管理與查找將變得耗時且繁瑣。另外隨著「智慧電網」在國內分三個階段逐步展開推動，如何透過資訊、通信與自動化科技，建置具智慧化之整合性輸電網路，本公司供電系統在「智慧電網」中之「智慧輸電構面」，必須提出具有智慧性、擴充性及整合性維護平台之想法。

2014 年 7 月高雄市發生嚴重石化管線氣爆事故，各縣市政府才發現建立地下管線圖資資料庫的重要性。本文提出地下電纜管線圖資雲端資料庫之系統規劃及建置，以期與維護面密切結合，減輕圖資維護及檢索人力，確實掌握本公司管線與外單位工地間之距離，有效防範電纜遭挖損事故，提昇供電系統維護能量。並以實際查詢案例，展示這套管線圖資資料庫，如何能在滑鼠點擊之間，快速提供精確之管線路徑及埋深。

關鍵詞(Key Words)：高雄氣爆(Kaohsiung Gas Explosion)、電力電纜(Power Cables)、智慧電網(Smart Grid)、管線圖資套繪(Pipeline Overlay Mapping)、雲端資料庫(Cloud Database)、海量資料(Big Data)。

*台灣電力公司嘉南供電區營運處

**勤崙國際科技股份有限公司

「文心-中西(白)161 kV 交連 PE 電纜線路」修復及 電力系統操作面對接續匣故障的影響評估

Impact Assessment of “Wen Shin - Chung Shi (White Line) XLPE Insulated 161 kV Cable” Repair
and Power System Operation Procedure for Cable Joint Fault

鄭強*
Cheng, Chiang

陳汝吟**
Chen, Ju-Yin

吳承翰*
Wu, Chen-Han

郭政謙***
Kuo, Cheng-Chien

(103 年度研究計畫論文)

摘 要

本文以文心-中西白線為研究標的，除了探討其故障肇因，也提出減緩對地下電纜接續匣衝擊之建議。首先蒐集整理歸納並分析國內外地下電纜之相關標準，以及停復電開關暫態現象之文獻，以台電現行之電纜相關試驗內容與國際相關標準互相比較，研擬可供現場試驗參考或改善之建議。其次，依文心-中西白線結構建立電磁暫態模擬模型，模擬分析線路停電與加壓之暫態過電壓現象。再者，研討本線路商頻耐壓試驗之量測波形，綜合推論評估電纜事故肇因之關聯性，俾利於提出 161 kV 地下電纜之試驗、量測分析及停復電操作等建議，期能對地下電纜之安全與穩定運轉，提供可行的建議方案予台電參考。最後，經過詳細暫態模擬分析結果顯示，本線路在正常的投切操作狀態下，所產生最大之暫態電壓理論值仍然遠低於 161 kV 電纜系統之雷擊暫態保護電壓；同時於電纜系統故障狀態下，健全相電壓湧升及故障電流均沒有超出電纜的 AC 耐壓容許範圍，表示系統架構正常。

關鍵詞(Key Words)：電力電纜(Power Cable)、接續匣(Cable Joint)、電磁暫態分析(Electromagnetic Transient Analysis)、電應力(Electronic Force)。

*台灣電力公司綜合研究所

**東吳大學法律系

***聖約翰科技大學電機工程學系

微電網系統工程整合技術之研究

Study of System Engineering and Integration Technology of Microgrid

李奕德*

Lee, Yih-Der

何元祥*

Ho, Yuan-Hsiang

詹振旻*

Chan, Chen-Min

賴文馳*

Lai, Wen-Chi

張永瑞*

Chang, Yung-Ruei

摘要

由於再生能源為間歇性能源，具有不確定特性，若大量的再生能源發電系統併入區域電網，將會衝擊到區域電力系統運轉的穩定性。依據台電再生能源發電系統併聯技術要點，發電設備併接於配電系統，其併接點之電壓變動率應在 $\pm 5\%$ 以內，因此，再生能源發電併聯之容量將隨地域的配電變壓器容量及饋線特性而有所限制。除此之外，大部份再生能源發電之電力轉換器皆為市電併聯型換流器，考量市電併聯安全與規範，當市電發生中斷或故障等異常，換流器必須具備孤島偵測而停機，導致再生能源無法有效利用。本文研究微電網系統工程整合技術，規劃微電網各種運轉情境與測試，以及建立微電網之併網與孤島之平順切換與孤島穩定運轉技術，其目的在於發展高占比再生能源之區域電網控制技術，調節或降低尖峰用電，同時穩定電網之電壓及頻率，以及提高用戶供電可靠，如此將可突破再生能源滲置率的限制，以及厚實我國的再生能源科技與產業技術能力。

關鍵詞(Key Words)：核能研究所(Institute of Nuclear Energy Research, INER)、再生能源(Renewable Energy)、分散式電源(Distributed Generation)、微電網(Microgrid)。

*行政院原子能委員會核能研究所

壓入式沉箱工法於輸電工程之應用

Applications of the Anchor Caisson Method in Transmission Line Construction

竺文彥*
Chu, Wen-Yen

徐獻榮*
Hsu, Shen-Jung

摘 要

傳統沉箱工法施工時因需超挖，故造成地面沉陷量較大，使用上受到極大的限制；壓入式沉箱工法利用地錨提供之反力，將沉箱貫入一定深度後才進行開挖，大幅減少地面沉陷發生機率。壓入式沉箱工法的引進，使沉箱工法於輸電工程之應用範圍從河川地之鐵塔基礎，演進於都會區之「非明挖」工程工作井，工作井工法之選用也因此多了一個選項。本文主要介紹壓入式沉箱工法施工流程、壓入設備、壓入管理及施工應注意事項，並提供本處施工案例作為日後工程參考。

關鍵詞(Key Words)：沉箱(Caisson)、壓入式沉箱(Anchor Caisson)、工作井(Working Shaft)。

*台灣電力公司輸變電工程處南區施工處

台灣電力公司饋線用 D2BPO**A 型電度表 準確度校驗缺失探討

A Study of the Testing Method of the Measuring Accuracy of D2BPO**A Type Watt-hour Meters Installed in Taipower Feeders

蔡宗霖*
Tsai, Tsung-Lin

揭志文**
Chieh, Chih-Wen

林孟穎**
Lin, Meng-Ying

孫志雄*
Hsun, Chih-Hsiung

林國棟***
Lin, Kuo-Tung

蔡孟承**
Tsai, Meng-Cheng

摘 要

本公司饋線用 D2BPO**A 型電度表，其輸出分為表前 LED 螢幕顯示及表後端子脈波輸出。為提高電表校驗效率，目前常以加入標準電源，再量測電表送出之脈波頻率(或脈波數)，藉以計算電表計量誤差。此校驗方法是基於假設 LED 累計度數顯示與電表送出之脈波頻率為絕對相符，然而此假設無法保證是正確的，因為此兩種輸出有不一致性之現象。當校驗表後端子脈波輸出準確度符合標表，表前 LED 累計度數準確度不一定符合標準。本報告將針對此情形加以探討。

關鍵詞(Key Words)：饋線(Feeder)、電力電表(Power Meter)、資訊末端設備(Remote Terminal Unit, RTU)、校驗(Check)、準確度試驗(Accuracy Test)、脈波(Pulse)。

*台灣電力公司配電處

**台灣電力公司彰化區營業處

***台灣電力公司台中區營業處