

# 研發試驗年報 (108 年度)

## 2019 Research & Testing Annual Report

台電公司綜合研究所  
Taiwan Power Research Institute  
Taiwan Power Company  
2020年6月

台灣電力公司  
使命：以合理成本及友善環境的方式，提供社會多元發展所需的穩定電力。  
願景：成為卓越且值得信賴的世界級電力事業集團。  
經營理念：誠信、關懷、服務、成長。



# 目錄 (Contents)

一、研發試驗架構 .....	4
二、研究發展主要成果 .....	6
(一) 提升公司經營能力	
1. 台電供電可靠度統計機制分析及建議 .....	6
2. 除役太陽光電模組回收循環利用處理方案之探討 .....	8
3. 電力交易平台之國外資訊研析及培訓計畫研究 .....	10
4. 106 年家用電器普及狀況調查 .....	12
5. 構建台電公司關鍵性材料物聯網之研究 .....	14
(二) 促進環境保護與資源有效利用	
1. 鍋爐洩水回收薄膜程序性能提升研究 .....	16
2. 閃化槽蒸汽回收可行性研究 .....	18
3. 用過核子燃料最終處置計畫 RMS 開發與資料庫維護 .....	20
4. 以新能源進行二氧化碳轉醇化之技術評估 .....	22
5. 二氧化碳溶劑吸收法移動式實驗機台 (MTU) 基本設計與熱整合研究 .....	24
6. 國內外二氧化碳封存案例之儲存發展計畫研析 .....	26
7. 二氧化碳溶劑吸收法程序模擬平台建置 .....	28
8. LNG 冷能利用於提升燃氣機組 發電效能與二氧化碳捕集應用 .....	30
9. 減碳技術園區微型測試區：二氧化碳溶劑吸收法現場試驗 .....	32
10. 利用變壓吸附技術捕集台中九號機煙氣之二氧化碳 .....	34
11. 固態吸附劑參比不同活性點之吸附性能研究 .....	36
12. 煤灰多元化再利用研究 .....	38
13. 結合煤灰排放與填地工法研究 .....	40
14. 林口電廠排煙脫硝系統特性研究與技術應用 .....	42
15. 永安濕地植被分析及鳥類群聚動態研究 .....	44
(三) 推動低碳發電及儲能技術應用	
1. 管式海水電解設備改善研究 .....	46
2. 台中電廠含高濃度氯離子燃煤燃燒結果研究 .....	48
3. 長時效小型飛輪儲能系統示範應用與測試研究 .....	50

#### (四) 加強用戶端之電能管理與服務

1. 智慧綠社區與居家能源管理系統 (HEMS) 整合應用研究 – 以興達電廠宿舍區為例 ..... 52
2. 用戶群代表制度試行及效益評估之研究 ..... 54
3. 應用 DPIS 簡化配電規劃工作研究 ..... 56
4. 20 萬戶低壓 AMI 成本效益評估之研究 ..... 58
5. 燈力併供變壓器對配電系統及用戶影響研究 ..... 60
6. 配電設備警告標線顏色及樣式分析與研究 ..... 62
7. 即時電價試驗研究 ..... 64
8. 抄表資訊系統建置與應用研究 ..... 66
9. 節能服務整合資訊系統建置研究 ..... 68
10. 外勤人員行動裝置無紙化發展研究 ..... 70
11. 用戶互動平台之精進與用戶行為探勘之研究 ..... 72
12. 負載特性分析與預測模型強化之研究 ..... 74
13. 電業法修正下需量反應推動策略與效益驗證模型研析 ..... 76
14. 用戶行業別代號校正方法之研究 ..... 78
15. 國內需量反應市場潛力分析及成本效益模型建置研究 ..... 80
16. AMI 資料創新商業應用之研究 ..... 82
17. 需量競價平台資訊系統精進之研究 ..... 84
18. 電力市場開放下公用售電業之用戶服務策略與通路規劃 ..... 86
19. 運用高壓 AMI 資訊及人工智慧判斷違規用電研究 ..... 88
20. 用電健檢中心精進與節約能源推廣研究 ..... 90
21. 用戶行業別校正對需量反應市場潛力預測之影響研究 ..... 92
22. 應用大數據平台建置即時電價之電價模擬器研究 ..... 94
23. 關鍵尖峰電價負載抑低成效評估之研究 ..... 96
24. 非侵入式設備負載監視器 (NIALM) 之智慧電網應用研究 ..... 98
25. 電費核算開票系統升級及功能擴充執行方案規劃研究 ..... 100

#### (五) 強化電網系統性能

1. 供電線路智慧故障定位系統開發 ..... 102
2. 輸電設備維護管理系統導入大數據分析之加值應用 ..... 104
3. 低壓 AMI 電表通訊系統功能測試工具等相關技術研究 ..... 106
4. AMI 電表金鑰管理系統建置研究 ..... 108
5. 低壓 AMI 通訊技術遴選平台及機制之研究 ..... 110
6. AMI 電表通訊應用層資安滲透測試研究 ..... 112
7. 動態熱容量系統精進及整合研究綠島發電廠監控系統建置 ..... 114

8. 蘭嶼發電廠監控系統規劃建置 .....	116
9. 綠島發電廠監控系統建置配電系統狀態分析系統之研究 .....	118
10. 配電系統狀態分析系統之研究 .....	120
11. 配電系統三相不平衡分析及諧波影響研究 .....	122
12. 因應離岸風場併網之電壓諧波分析及諧波阻抗模型建置研究 .....	124
13. 台灣電力系統因應再生能源高占比議題之儲能設備應用研究 .....	126
14. 塔山一至八號機智慧電廠導入 IEC 61850 建置研究 .....	128
15. 各級變電所所內交直流電源低壓突波吸收器之設置需求及條件研究 ...	130
16. 電力設備之實測與動態模擬分析 .....	132
17. 二次變電運維管理資訊平台擴充開發研究 .....	134
 (六) 提高發電營運績效	
1. 南部電廠 GT11 發電機轉子扣環 Locking ring 龜裂肇因分析 .....	136
2. 大林 5 號機爐管龜裂肇因分析 .....	138
3. 中五 ~ 中八機 BFPT 第九級動葉片 TIE WIRE 力學分析 .....	140
4. 協和一號機鍋爐振動肇因分析 .....	142
5. 興達電廠二號機鍋爐材料劣化追蹤研究 .....	144
6. 超超臨界燃煤機組附設碳捕獲系統運轉性能模擬分析研究 .....	146
7. 燃煤鍋爐燃燒流場模擬分析技術建立 .....	148
8. 改善協一機鍋爐燃燒高振動之燃調測試評估研究 .....	150
9. 協一機鍋爐燃燒減振運轉即時優化模式之建置與分析 .....	152
 三、試驗業務摘要報導	
(一) 化學綜合試驗與環境檢驗 .....	154
(二) 燃料、油料與氣體試驗 .....	156
(三) 高電壓試驗 .....	158
(四) 電度表、變比器及相關計量與保護設備試驗 .....	160
(五) 儀器校驗、檢修、電驛維修與電量標準維持 .....	162
(六) 電力設備試驗 .....	164
 四、研發活動	
(一) 申請專利 .....	166
(二) 發表之論文 .....	168
(三) 技術服務 .....	171
(四) 與國外技術交流 .....	176
(五) 綜合研究所統籌全公司研究計畫項目 .....	184

### (一) 研發試驗方向與展望

近年能源轉型議題如火如荼的展開，政府訂定發電結構為天然氣 50%、燃煤 30%、再生能源 20% 的占比組合，發電結構的改變對原有電力產業帶來重大的衝擊，使得以集中式發電的傳統化石燃料，逐漸轉換為再生能源為主的綠色能源，並結合微電網以分散式發電形式進行區域調度，大量再生能源的投入正悄悄改變民眾用電生活習慣與認知；輸電電網的轉變不單單是做為提供發電之輸送路徑，由於科技進步新型態電網架構整合電力電子設備與通訊機制，將多個區域電網連結，透過即時監錄資訊掌握電網輸電變動狀態，能夠精準有效率進行智慧調度與調節，降低偶發事故的發生，輸電系統提升其強韌性；配電系統結合數個獨立運作分散電源形成微電網，為社區、商業、住宅及校園提供日常生活所需電力，達到能源共享串流模式，使得用電品質提升；用戶可經由售電服務結合大數據平台瞭解自身用電習慣、模式與需求，根據需求選擇不同能源類型的用電服務需求，建立能源經濟交易與電網互動完善機制，促使電力系統達到最大利用率。

隨著能源轉型與綠能發電的建置，未來電力供需逐漸多樣化，台電綜合研究所秉持著誠信、關懷與服務的信念，提升傳統發電能效，同時兼顧環保議題及開發需求端資源，以因應未來經營環境變遷及協助處理重大發展議題，其關鍵發展方向為組織經營與管理、低碳發電及儲能技術、電網智慧化及資通訊平台、智慧用電與需量反應、穩定電網及供電品質之議題。另，透過研發資源整合運用，以「6-3-1 研發組合」精準投資，「6」成為滿足本公司各系統營運需求之研究與試驗服務、「3」成為透過技術預測做為前瞻技術研究與應用，及「1」成為配合政府政策引領電力市場及產業升級發展，確保營運需求、前瞻研究及政策配合之達成。

此外，透過國內外科技發展電業趨勢探

討，建構**電力科技技術藍圖**圖像 - 能源互聯網 (Energy Internet of Things, EIoT)

(圖 1)，以智慧電網 AI 大數據為發展核心，串聯微電網及用戶資通訊安全、再生及分散式能源、儲能設施、智慧解決方案、物聯網、無線感測網路、虛擬電廠、離岸風力、循環經濟等 **10 大議題** 主軸，藉由國際交流導入前瞻技術，以跨領域思維推動及積極提升電網穩定供電、發電低碳減排、分散式電源建置、儲能與大數據技術應用、智慧電網布建、需量反應與節約用電、營運財務資金優化管理等關注發展議題，輔以每年滾動評估進行研究預算與資源分配。

**邁向未來**，新時代電業即將來臨，面對大環境的變遷與新議題 ( 新能源、智慧電網、分散式發電... 等 ) 挑戰，綜研所秉持著因應台電公司內外部經營變化需求，提供全面性的解決方案及風險管理策略，以研發新思維、科技交流及創新管理聚焦未來趨勢，掌握未來電力發展推動智財管理，連結市場落實成果加值應用，進行技術育成與成果推廣，強化研試加值為創造公司經營績效與最大價值，並以穩定供電、能源轉型及永續經營作為願景目標，表 1 為綜合研究所研發試驗核心技術。



圖 1 電力技術藍圖-能源互聯網(EIoT)

表 1 綜合研究所研發試驗核心技術

項目	研究部門						
	電力經濟與社會	化學與環境	負載管理	電力	能源	高壓	資訊與通信
核心技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>經營環境變動下用戶資料分析與策略研擬</li> <li>電業經營環境變動下永續發展相關策略之研究</li> <li>企業經營與風險管理之研究</li> <li>經營環境與組織變革相關研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電廠煙氣淨化與固體副產物處理技術研究</li> <li>電業水處理技術與水資源管理方法</li> <li>電力設備相關材料之特性改善研究</li> <li>二氧化碳捕集、封存與再利用技術研究</li> <li>電力儲存與擴大應用再生能源發電議題</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>需求面電能分析與運用技術</li> <li>用戶需求端需量與大數據智慧應用</li> <li>用戶智慧用電與節能應用技術</li> <li>配電系統與設備管理優化技術</li> <li>用戶配電設備管理自動化技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電網系統分析量測控制與保護技術發展應用</li> <li>發電機組模型參數確認與負載模型量測與驗證技術</li> <li>輸配電系統智慧化先進讀表技術</li> <li>配電級自動化系統精進與調度管理系統資訊整合應用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>再生能源系統應用技術研發</li> <li>淨煤發電、燃料電池與分散式電源技術</li> <li>風力發電系統之先進工程分析及監測診斷技術</li> <li>發電廠關鍵設備壽命評估、破損分析及監測診斷技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>輸電系統線路事故預防與改善</li> <li>鹽害污染防治及閃電落雷偵測資料應用</li> <li>變電設備預防診斷及資產設備管理整合</li> <li>電力設備即時動態模擬技術發展應用</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>分散式再生能源雲端系統策略規劃</li> <li>再生能源資訊通先導型計畫導入</li> <li>智慧電網資訊通核心標準策略規劃、系統整合及規範導入建置</li> <li>資通訊技術引進與導入或開發</li> </ul>

項目	試驗部門					
	電力設備	高壓	儀器	電表	化檢	油煤
核心技術	<ul style="list-style-type: none"> <li>電力設備現場電氣試驗規劃、量測、分析、診斷、調查等技術服務</li> <li>電力系統現場電氣試驗，含出廠、竣工、維護及加入系統前等階段試驗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>高壓標準標準建立及追溯體系規劃、執行</li> <li>電力器材設備之電氣特性試驗</li> <li>高壓設備原製造廠認可及監督試驗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電的相關領域標準建立及追溯體系規劃、執行</li> <li>電力系統相關設備竣工量測及試驗</li> <li>饋線資訊末端裝置靜態與動態試驗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>電的相關領域標準建立及追溯體系規劃、執行</li> <li>電力系統相關設備竣工量測及集中試驗</li> <li>高低壓 AMI 測試平台之建立與試驗</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>環境污染物及電業廢棄物之檢測與評估</li> <li>化學與材料之試驗技術</li> <li>電力器材承製廠商資格管理及定型技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>化學與燃料之試驗技術</li> <li>化學指標於電力設備預防與故障診斷應用技術</li> <li>機械潤滑診斷技術</li> </ul>

# 台電供電可靠度統計機制分析及建議

## A Study on the Analyses and Recommendations of Taipower's Power Supply Reliability Indicators

### Abstract

The electric power industry is committed to providing stable and safe power. Therefore, the power supply reliability is one of the key indicators in the performance management mechanism of the electric power industry, among which the most important and adopted by the vast majority of countries are the “System Average Interruption Duration Index (SAIDI)” and the “System Average Interruption Frequency Index (SAIFI).” However, even though the calculation formulae are nearly the same, most countries

have their unique definitions of “system average interruption duration” and “system average interruption frequency” because of the diversity of laws and regulations. This paper explores how the international organizations, the United States of America and Japan calculate SAIDI and SAIFI, and analyzes their definitions and variations to provide a reference for the evaluation and management of power supply performance of the electric power industry.

### 1 研究背景、目的、方法：

電業以提供穩定、安全的電力為核心要務，因此，供電可靠度指標是電業績效管理機制中的關鍵標竿之一，其中最主要且為絕大多數國家所採用者為「系統平均停電時間指標 (SAIDI)」及「系統平均停電次數指標 (SAIFI)」。惟因各國有其不同的法規定義，所以「系統平均停電時間」及

「系統平均停電次數」之計算公式雖近相同，但其中參數之定義卻頗有差異。本文即在探討各國際組織、美國與日本對「系統平均停電時間指標」及「系統平均停電次數指標」之計算方式，並分析其定義及差異，以為電業評估與管理供電營運績效之參考。

### 2 成果及其應用：

一、供電可靠度顯示給予用戶連續性供電的程度，而為了有效地評估與比較可靠度，將可靠度以指標來量化，作為評比的依據。國際電業間常用來衡量電力公用事業供電可靠度的效能指標包括 SAIDI 及 SAIFI。SAIDI 與 SAIFI 之優點為國際間電業常用來衡量電力之指標，指標量化、淺顯易懂、估算容易，故常做為電業供電可靠度之分析說明；缺點為各國定義與涵蓋範圍並不一致，故這兩項指標可以作為同一個國家供電可靠度之比較分析，但無法作為不同國家供電可靠度之比較

分析。另外，CAIDI 之分析也應謹慎，因  $CAIDI=SAIDI/SAIFI$ ，而 SAIDI、SAIFI 之增幅或降幅不一致，有可能兩者都呈現下降，但 CAIDI 卻呈現上升或不規則，故分析時應將 SAIDI、SAIFI 與 CAIDI 同時考量後再做分析才不會產生誤導。

二、按供電可靠度只是電業經營績效的評估項目之一。國際電業在經營績效上主要以線路損失率、供電可靠度、員工生產力、核能電廠營運效率、火力電廠營運效率、環保改善績效等作為績效指標，故應完整分析所有重要經營績效



指標後，始能獲致客觀的結論。綜上，穩定與可負擔得起的「電力取得」對於經商環境尤其重要，可視為電業總體績效的代表，是企業營運和成長的關鍵；而供電可靠度是同時藉由電業停電時間及次數的量化數據以及停電監控機制的質化資訊作為評量展現，因此各國莫不積極努力將 SAIDI 及 SAIFI 減至最小。

三、為建立符合國際電業供電可靠度標準之

本公司供電可靠度統計機制，可以加強與改進之方向包括重新認定停電時間門檻、修正電力調度原則綱要第十二條、定義並排除重大事件日、比照 IEEE SAIDI & SAIFI WOP 之算法將計劃性停電刪除、以世銀之電力取得分數或供電可靠度與費率透明化指標作為供電可靠度之考成項目等，以反應電業之總體績效。

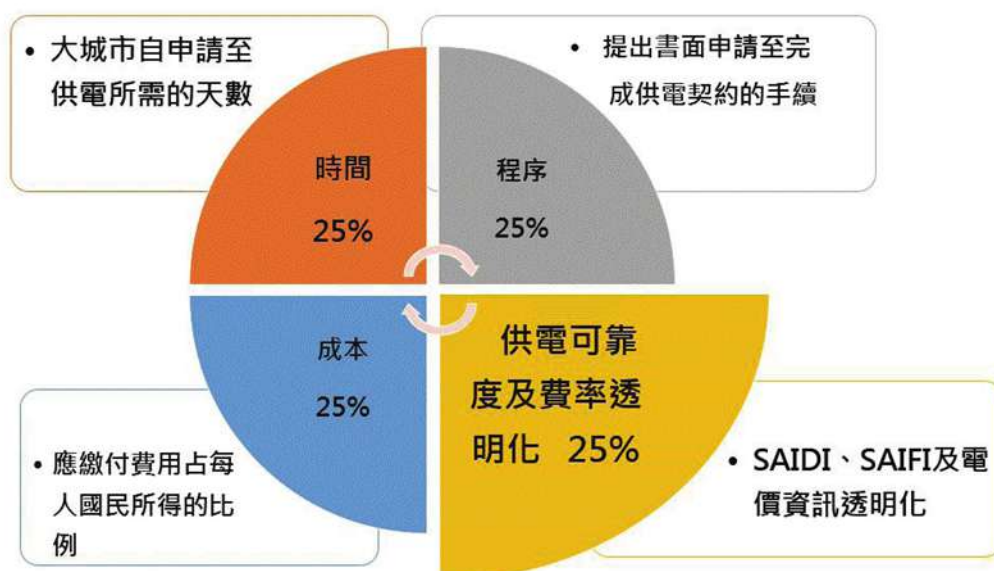


圖 1 世界銀行電力取得評比指標

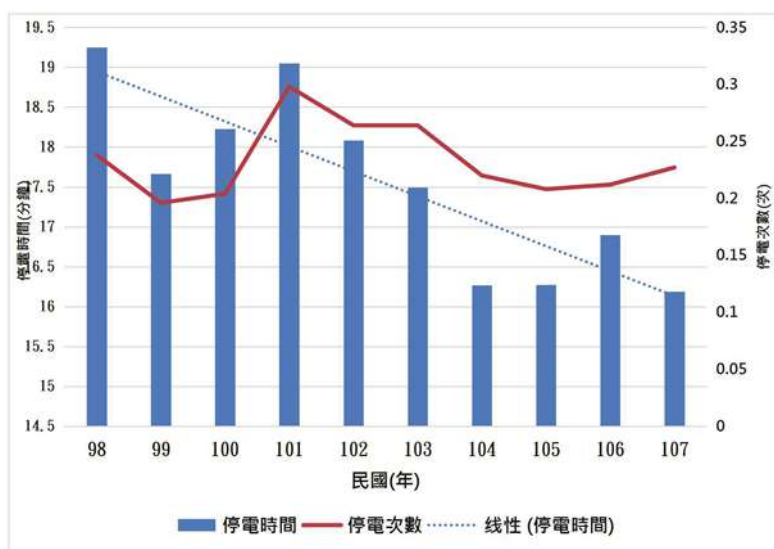


圖 2 民國 98-107 年我國的 SAIDI 與 SAIFI

研究人員：電力經濟與社會研究室：余長河、林慧瑩

# 除役太陽光電模組回收循環利用處理方案之探討

## Exploring the Recycling Process for Decommissioned Photovoltaic Modules

### Abstract

This report review and analysis of relevant literature to examine the evaluation of PV modules waste-volume growth, the potential of the circular economic deriving from known recycling PV modules waste technologies, the recycling technologies trend for PV EOF modules, the PV modules recycling regulation and collection systems in the world. This report also uses patent analysis tools to explore the development trend of photovoltaic module recycling technology from 1995 to 2018. The results show that the number of assignees and the number of patents declined from 2015 to 2018.

And the management and technical data produced by the patent analysis in this report may provide the industry as a reference for evaluating technology development or commercialization. The EPD announced the Service Management Information System on the Recycling of Photovoltaic Module Waste in 2019. This report simulates the photoelectric module waste recycling process in accordance with this System, properly solves the problem of photovoltaic module waste, it also contributes to the domestic promotion of circular economy.

### 1 研究背景、目的、方法：

本報告蒐集與分析國內外太陽光電模組在廢棄量預測、回收循環經濟潛力、回收技術發展趨勢與回收管理制度方面的資訊與報告，並採用專利探勘工具，系統化分析太陽光電模組回收再利用技術領域在 1995 至 2018 年間之發展趨勢，結果顯示 2015 年至 2018 年間專利權人數、專利件數呈現衰退。本報告專利分析所產出之管理面、技術面數據與資料，可提供

產業界作為評估技術開發或商業化之參考。

環保署 2019 年公佈廢棄太陽光電模組回收服務管理資訊系統，本報告模擬包括拆下打包模組、儲存模組、運輸模組至環保署指定暫存點之處理機制，協助提昇國內太陽光電模組再利用成效，也為國內推動循環經濟盡一份心力。

### 2 成果及其應用：

- 一、隨著全球太陽光電模組的裝設，除役太陽光電模組數量也隨之增加，目前世界上近 480 GW 的太陽光電模組大部分是從過去二十幾年間建置，其設計壽命為 20 年至 30 年，在常規損失情境中，預計到 2040 年，將大幅增加至約 1,500 萬噸。
- 二、廢棄太陽光電模組回收過程通常分為四個步驟：框架拆卸、層板分離、材料分離及金屬提取或純化，也就是先將模組的鋁框架及接線盒拆卸與三明治層板分離，

再以熱處理、化學法或物理法除去密封材料來分離三明治層板中的玻璃與太陽電池，然後以冶金方法提取太陽電池中的矽和金屬，如銀、銅等再加以回收。

- 三、根據太陽光電模組回收成本效益、生命週期分析等調查文獻，最初估計太陽光電模組回收的經濟性會隨著廢棄物量的增長而改善，但長遠來看，不斷發展的模組可能對太陽光電模組回收經濟具有挑戰性。考慮光電組件從製造、使用到退役的生命週期管理將有

助於降低環境危害，且具有降低能源回收期的潛力。目前模組回收技術可回收大多數有用的材料，但回收經濟動力不足。太陽光電模組生命週期約 20 年，材料類型多且受環保法規以及政策誘因影響大，歸納有重複使用、循環使用、回收再用及易拆解回收設計等循環經濟商業模式。

四、1995 年至 2018 年間全球太陽光電模組回收技術相關專利之技術生命週期歷經 4 個階段，2015 年至 2018 年間專利權人數、專利件數呈現衰退。而隨著世界各國為達成綠能目標，太陽能發電成本持續下降與節能減碳環保意識高漲，未來太陽光電市場需求仍有望成長。倘若太陽光電模組產業持續開發高效率且耐候性佳的產品，例如耐強風、地震、鹽害、

空間適應性高、會發熱的太陽能模組、正反兩面發電、配備降雪感測器太陽能模組等。也許會激勵除役模組回收業界另一波開發浪潮。而本研究專利分析所產出之管理面、技術面數據與資料，可提供產業界作為技術研發或商業化的參考。

五、現階段環保署對於全國案場產出之廢太陽光電模組，是以 D2528 廢棄物代碼，要求指定公告事業納入事業廢棄物清理計畫書，登入「事業廢棄物申報及管理資訊系統」申報產出處理。另建置「廢太陽光電板回收服務管理資訊系統」，開始接受廢棄物登記，進行回收。本計畫依此模擬廢太陽光電模組回收處理流程，協助提昇國內除役太陽光電模組再利用成效，減少廢棄物排放，降低環境



圖 1 太陽光電模組回收循環利用處理技術專利件數分佈圖



圖 2 除役太陽光電模組回收處理模擬流程

研究人員：綜合研究所：李嘉華、鄭錦榮、邱奕祥；  
 再生能源處：林恆山、游振和、沈崇聖、謝銘原

# 電力交易平台之國外資訊研析及培訓計畫研究

## Foreign Information Research and Training Program development on Energy Trading Platform

### Abstract

In January 2017, Taiwan passed the amendments to the Electricity Act. According to Article 11 of the Electricity Act: Transcos & Discos shall set up an electric power exchange platform based on the principle of openness and transparency after the power and grid unbundling subject to the permission of the electricity industry regulatory authority. Therefore, Taiwan Power Company has officially set up a “Preparation group for energy trading platform” in the May 2018. There are 5 units of the preparation group that deal with different tasks in order to implement the energy trading platform.

As stated above, in order to smoothly promote the tasks of the preparation group and to cultivate the exclusive personnel for the energy trading platform, the goal of this project is to introduce integrated foreign training programs of electricity markets, to edit corresponding training materials and to hold training programs. It is expected that the members of the preparation group could possess the fundamental knowledge of the electricity trading to establish the energy trading platform with the assistance of the international consulting group.

### 1 研究背景、目的、方法：

電力市場自由化已成為國際先進國家能源發展的重要政策與措施，其中，建立「電力交易平台」(Energy Trading Platform) 為市場自由化之重要指標。新版「電業法」於 106 年 1 月 26 日公布施行，第 11 條第 1 項規定：「輸配電業為電力市場發展之需要，經電業管制機關許可，應於廠網分工後設立公開透明之電力交易平台」。

台電公司於 107 年 5 月正式成立「電力交易平台籌備小組」辦理相關業務。因其工作內容具高度專業性及複雜性，擬藉由本計畫之執行，引進國外新型態電力交易之完整教育訓練課程，補充各工作成員應具備之電力交易基礎知識，規劃交易平台發展藍圖，已期未來與國際顧問公司共同執行電力交易平台之細部設計與電力交易系統軟 / 硬體建置。

### 2 成果及其應用：

蒐集國外成熟電力市場之完整教育訓練教材，並完成教育訓練課程設計，至少包含：基礎電力市場介紹、中立性原則、電力交易程序、市場力監控機制、交易風險管理、需量反應參與方式及案例、輔助服務、容量市場概述、競價機制、交易結算方式、電力交易雙邊合約、交易平台資訊系統介紹、國外案例及至少 3 個成熟電力市場的完整運作介紹。將撰寫教育訓練手冊及線上影音教學課程，並廣

納國外電力市場運作經驗並邀請國內外學者專家舉辦「電力交易平台」研討會，降低未來電力交易平台失靈之風險。

為了執行具安全約束之電力市場機組排程，首先彙集所有需要的資料匯入機組排程的程式來運算並得到最佳化的結果，再將得到的結果上傳到市場 (如圖 1 所示)。全系統機組排程以滿足全系統負載預測以及輔助服務為目標，輸出機組狀態、解併聯狀態

及出力。以疊代方式實現現階段的全系統經濟調度機組排程，以發電成本最小化為目標函數，同時考量起動成本、輔助服務成本和

電能成本，以利進行全系統最佳經濟調度 (如圖 2 所示)。

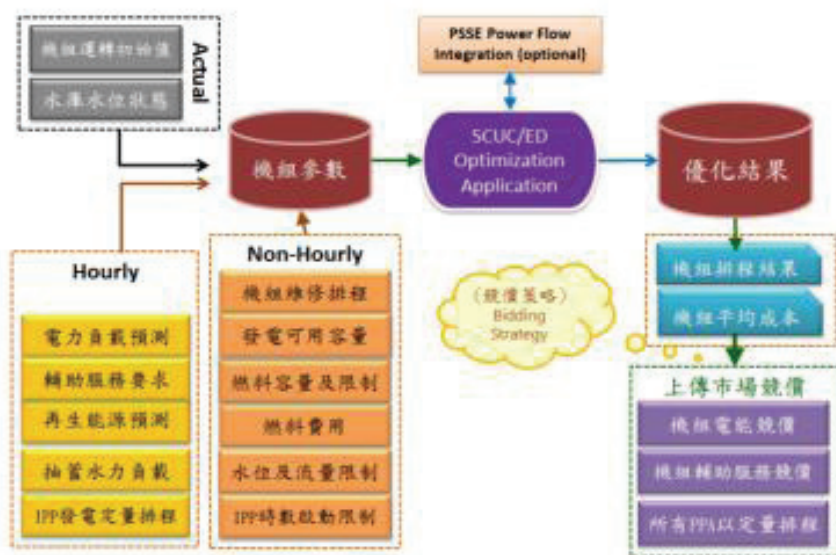


圖 1 電力市場機組排程



圖 2 全系統經濟調度機組排程

研究人員：電力經濟與社會研究室：洪育民、卓金和

# 106 年家用電器普及狀況調查

## The Survey of Household Electrical Appliances for TPC 2017

### Abstract

Over the past year, due to the social and economic changes, vendor of household electrical appliance continues to improve the effectiveness of household electrical appliances, sales many newly invented appliances in market, and the increase of public consciousness on energy-saving. These factors will affect the ownership of household electrical appliances and change the consumption of electricity of household electrical appliances, how the consumption

of electricity will likely change is an issue worth attention and concerns. This study uses multiple survey methods( telephone survey, interview survey, and online survey) to understand the popularization rates of household appliances in TPKM, as well as the use of household electrical appliances by the public, provides the basis for analysis of electricity consumption and the formulation of relevant government energy-saving policies.

### 1 研究背景、目的、方法：

近年來，由於社會、經濟等大環境改變，家電業者提升電器之效能，並推出許多新興家電，再加上民眾對於節電意識的提升，使得家用電器用電量有所變化，對表燈用戶的用電影響實為值得關注的議題。本研究透過

多元調查方式(電話調查、面訪調查、網路調查)瞭解台澎金馬地區家用電器普及率，除作為長期負載預測之輔助參考外，亦提供用電消費分析及政府相關節能政策制定參考之依據。

### 2 成果及其應用：

一、國內外家用電器普及狀況調查相關文獻蒐集、10場次深度訪談：透過文獻蒐集初步理解各國近年電器普及狀況變化趨勢、調查方式與相關資料加值應用之範疇。針對電器製造商、通路商與電力學者專家進行一對一訪談，理解家用電器供需發展趨勢、徵詢用電量推估模型之建議，作為後續調查執行與模型建置之參考基礎。

二、家用電器普及狀況調查：本次調查共計取得 8177 份有效樣本，其中包含電話調查 5090 份、實地調查 1084 份以及網路調查 2003 份。調查範疇與對象為本公司所轄各營業區處之表燈營業用戶與表燈非營業用戶，調查項目則包含：家用電器普及率、使用時數、耗電功率，以及用戶基本

特徵、使用習慣、未來購買意向。本案表燈用戶家用電器調查品項總數為 62 項，其中有 9 項為首次調查之電器品項(豆漿機、水波爐、小火鍋、除蟻機、浴室暖風乾燥機、全熱交換器、魚缸打氣機、電動汽車)。

三、Bottom-up 推估模型之建構：參考林唐裕等人(2014)所提出之模型架構，並依據上開文獻蒐集與深度訪談結果，進行各項技術參數設定以及驅動因子推估。本案針對表燈營業用戶與表燈非營業用戶分別完成了「冷氣、冰箱、照明、電熱水器」、「冷氣、冰箱、照明、電熱水器、電動機車」之 Bottom-up 模型推估結果，並進行加總獲取表燈用戶用電推估。

四、資訊系統之資料更新與功能升級：本資訊系統包含三項功能模組：

查詢系統、抽樣系統與試算系統。查詢系統主要提供使用者查找普及率、使用時段等資訊，並透過適當圖形進行資料視覺化；抽樣系統則提供多種方法及維度進行抽樣作業，有助實務調查作業之進行；試算系統以上開調查分析結果為基礎，提供使用者試算所需耗費的總電量。

五、完成調查方法之比較：實地調查之單位成本最高、資料正確性最高、回收速度最慢；網路調查之單位成本最低、資料

正確性最低、回收速度最快（回收速度受宣傳力度所影響，變異頗大）；電話調查則在單位成本、資料正確性以及回收速度均介於兩者之間。除此之外，比較電話調查與網路調查之結果可發現，兩者分別觸及之用戶，其特徵有不小差異，且兩者在家用電器普及率方面也沒有類似的分布。考量網路調查資料正確性較低的因素，現階段不宜全面改採網路問

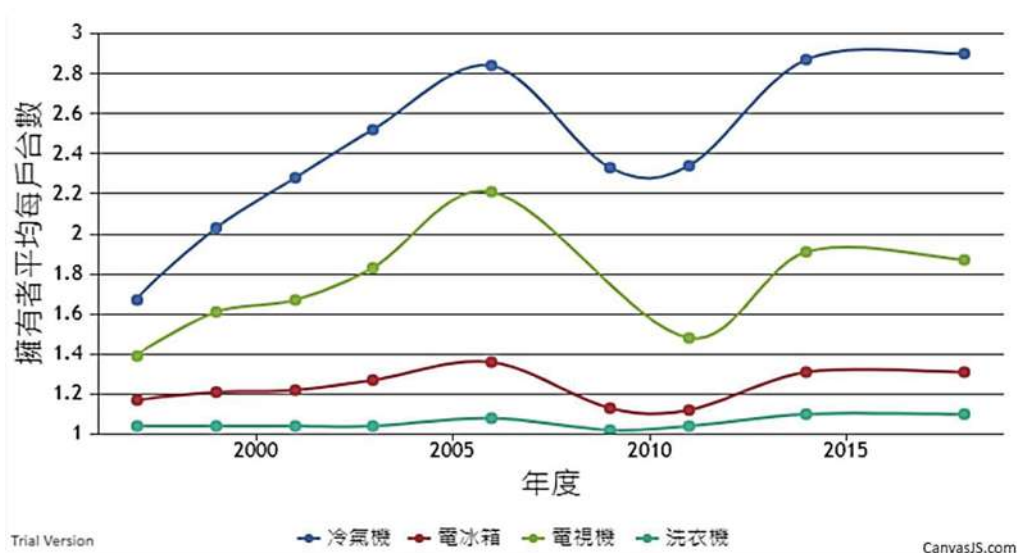


圖 1 歷年主要電器擁有者平均每戶台數比較折線圖

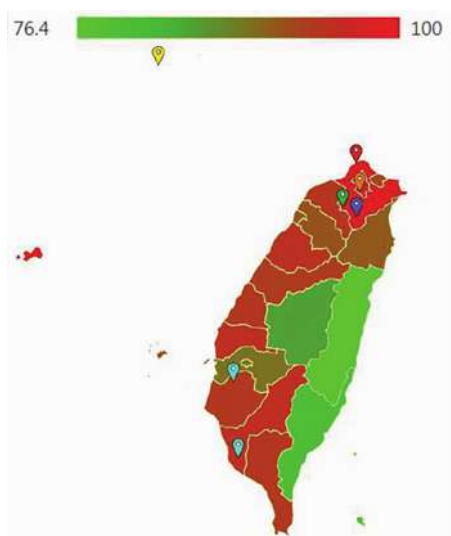


圖 2 106 年各營業區處冷氣機普及率

研究人員：電力經濟與社會研究室：吳宇軒、張立欣；企劃處：黃軒亮

# 構建台電公司關鍵性材料物聯網之研究

## A Study of Building TPC Key Material for Internet of Things

### Abstract

Inventory control is a common pain point in industry. This is because the quality of inventory control may affect corporate image, service quality, operation costs, and the other important topics. In this project, the key features related to the demand of essential materials are analyzed by using the Taipower business data combined with open data. Moreover, based on the discovered features,

the prediction models for essential materials are constructed using the deep learning algorithms and then to be tuned for being in practice. In this project, we also study the applications and techniques of IOT, especially relating to electricity supply, for helping Taipower to evaluate and plan the following construction of essential material prediction system.

### 1 研究背景、目的、方法：

備料需求為業界普遍痛點，主因於備料多寡足以牽涉企業形象、服務品質與營運成本等重要課題。為顧及施工、製造時間與品牌或企業形象，可藉由拉高備料安全庫存降低施作風險，但此舉卻易造成庫存過量，導致成本流失並衍生物料倉儲管理問題；反之若能準確預估維修料件需求，將可協助採購人員大幅降低備料難度。一般而言，準確的備料預測系統應當協助採購人員回答備料時最重要的問題，包含該採購何種材料、該採購多少數量、以及何時該進貨。透過本計畫進行「關鍵材料需求量預測分析」能協助台電評估關鍵材料需求量，與台電原於固定時間進行規模採購的採購方式進行整合，有助於進貨與庫存成本下降。

本計畫目的在於提升台電對關鍵材料需求量之預估能力，將進行需求量預測模型建立與概念性驗證。透過本計畫執行，可確認關鍵材料需求量預測之可行性。同時將協助台電評估後續關鍵材料需求量預測系統之建置，爾後在預測模型上線並逐步調整後，俾利調整關鍵材料的備存貨量，降低過度備料造成額外成本增加，及備料不足造成維修建置工程延宕。

本計畫主要研究目標首先針對國外關鍵性材料與物聯網之應用相關文獻進行蒐集與分析，做為未來總量預測系統平台建置之參考；結合台電內部資料和外部開放資料進行資料分析，包括關鍵材料需求總量影響因子探討分析，使用機器學習演算法建立需求總量預測模型。

### 2 成果及其應用：

在進行資料分析時，資料前處理是至關重要的步驟，其包括資料蒐集、資料匯入、資料清理、資料轉換、資料觀察、結果回饋，如圖 1 所示。其中資料蒐集包含兩大部分，第一為台電公司提供 90 項關鍵材料資料，第二為自行抓取的開放資料集，包括每月氣象、鄉鎮戶數及人口數、台電購發電量及售電量、…等，這些開放資料用來輔助機器學習模型，使其能夠精準預測。經過多次的循環，

取得分析所需之正確的資料，最後進入關鍵材料需求總量影響因子探討分析與需求總量預測模型建立與調校，本計畫使用六種機器學習演算法，包括支援迴歸向量機 (Support Vector Regression, SVR)、最小絕對值收斂和選擇算子 (Least absolute shrinkage and selection operator, Lasso)、極限梯度提升 (eXtreme Gradient Boosting, XGB)、深度神經網路 (Deep Neural Network, DNN)、長短期記憶神經網



路 (Long Short-Term Memory, LSTM)、和卷積神經網路 (Convolutional Neural Network, CNN)，此外，我們引進遷移學習 (Transfer Learning) 來解決資料量少的問題。

本案自 106 年 11 月成案至 108 年 11 月結案之成果，包括 (1) 瞭解 90 種關鍵材料之需求分類，其中 67 種材料為平滑型需求，19 種為不穩定型需求，4 種為突增需求，沒有間斷性需求，需求分類如圖 2 所示；(2) 透過交叉相關分析找出可能的影響因子及領先期數，大幅地減少建模與參數調校的時間；(3) 在 2017 年兩階段測試的 MAPE 皆可以穩定低於 30% 的材料有 57 項，平滑型材料在 2017 年兩階段平均 MAPE 分別為 18.95% 和 17.15%；(4) 本計畫引進遷移學習機制解決

資料量小的問題，以「懸垂礙子懸垂礙子 C 型 10000 磅 6"φ 灰色」為例，2017 年的預測結果如圖 3 所示，藍色線為實際值，橘色線為使用遷移學習的預測值，使用遷移學習 MAPE 由 39.55% 降至 10.21%，如表 1 所示。

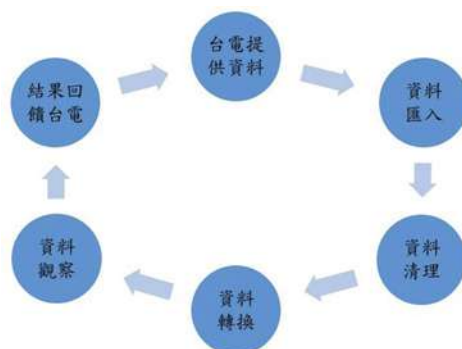


圖 1 資料前處理循環圖

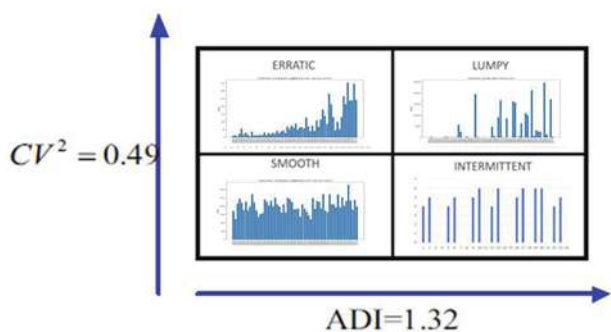


圖 2 需求型態分類

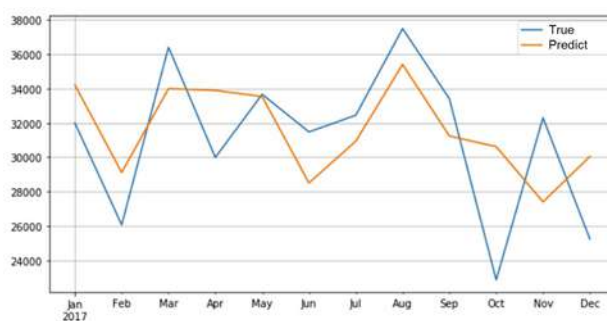


圖 3 懸垂礙子懸垂礙子 C 型 10000 磅 6"φ 灰色之預測結果 (LSTM 加遷移學習)

表 1 遷移學習實驗結果比較

方法	無遷移學習				有遷移學習			
	MAPE	$\sum_{i=1}^6 A_i$	$\sum_{i=1}^6 F_i$	TOTAL ERROR RATE	MAPE	$\sum_{i=1}^6 A_i$	$\sum_{i=1}^6 F_i$	TOTAL ERROR RATE
DNN	39.55	189599.00	190016.12	-10.06	10.21	189599.00	176084.24	-7.13
LSTM	12.61	189599.00	169274.32	-10.72	10.00	189599.00	176907.55	-6.69
CNN	15.73	189599.00	164974.26	-12.99	8.79	189599.00	180709.14	-4.69

研究人員：電力經濟與社會研究室：鄧勝元

# 鍋爐洩水回收薄膜程序性能提升研究

## Performance Improvement of Blowdown Recovery Membrane Process

### Abstract

In response to the need to improve the performance of the boiler blowdown recovery system, some modules have been repaired to improve the recovery performance, mainly for continuous electric deionization module, high pressure pump, monitoring module, and mixed bed modules. After the reverse osmosis module has been chemically cleaned, the pressure difference through the membrane has been significantly reduced, and after the continuous electric deionization module was updated, the quality of the effluent water has reached above 16 MΩ-cm. The drainage of the reverse osmosis unit contains some certain concentration

of phosphate. The spirulina cultivation was conducted to test the feasibility of drainage application. The analysis items during the cultivation included the algae concentration, pH value, the concentration of anions such as inorganic carbon, nitrate, nitrite, sulfate, and phosphate, and cations such as ammonium and magnesium ions. The results of analysis based on machine learning showed that phosphate was a secondary priority factor after carbon source. It was verified that phosphate in drainage was indeed feasible for nutrient supplementation of microalgae culture.

### 1 研究背景、目的、方法：

南部電廠和綜合研究所合作已建置可獨立回收鍋爐洩水之試驗設備實地進行洩水回收(200噸/天)，處理程序為冷卻器、5微米/1微米過濾器、逆滲透模組(RO)、0.2微米過濾器、連續電去離子模組(CDI)及混床樹脂(MB)，是本公司第一個使用完整薄膜法的水處理程序，經過長期性能測試和運轉，其產水質可達16 MΩ-cm，每年可回收純水約1.5萬噸，平日即作為發電機組補給水之用；而在水廠因更新或維修導致停機期間，也曾權

充電廠系統水的唯一水源達三週之久，充分發揮薄膜水回收系統的可用性。近年來薄膜技術已有大幅進步，而鍋爐洩水回收設備也使用日久，為了提升性能及節省運維成本，擬請綜合研究所進行相關技術研究。研究內容如下各點所示：

1. 現場背景和運轉資料調查
2. 雲端水處理監測功能之開發測試
3. 線上性能分析功能之開發測試
4. 連續電去離子模組性能更新
5. 洩水回收系統排水養藻測試

### 2 成果及其應用：

本研究目標在於進行鍋爐洩水回收系統之連續電去離子模組更新，以提升洩水回收之效能和可用率，研究結果如以下所示：

1. 因應鍋爐洩水回收系統性能提升之需要，已針對部分模組需進行維修以提升洩水回收效能，主要針對連續電去離子模組、高壓生成模組、監控模組、純水樹脂床模組進行維修。逆滲透模組經清洗後膜管的壓差已明顯降低，而連續電去離子模組更新後，其出水水質已可達16 MΩ-cm以上。

2. 鍋爐洩水回收系統的逆滲透單元之排水中含有一定濃度的磷酸鹽，研究過程以螺旋藻的養殖來測試排水應用的可行性。培養期間測定項目包含藻濃度、酸鹼值、培養前後無機碳、硝酸根、亞硝酸根、硫酸根及磷酸根等陰離子與銨根及鎂離子等陽離子之濃度。以機器學習進行分析的結果顯示，磷酸鹽是僅次於碳源的重要控制因子，可見排水中的磷酸鹽對於微藻養殖的養份補充的確具有可行性。

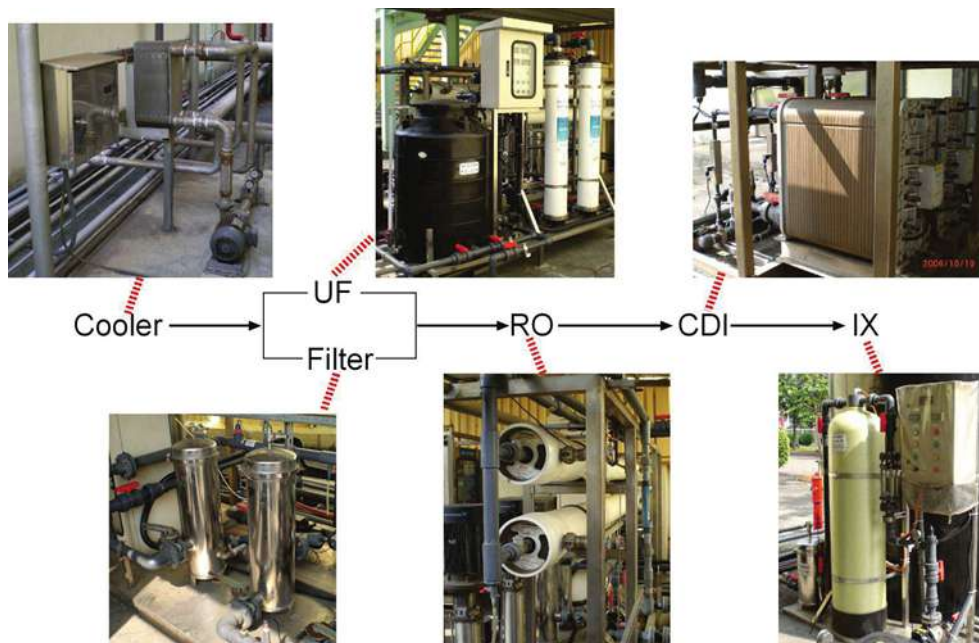


圖 1 鍋爐洩水薄膜回收試驗設備  
 (圖說) 獨立回收程序為前端使用逆滲透單元，後續再使用連續式電去離子單元和混床樹脂精製水質。經過長期之性能測試和運轉後，其產水水質電阻率可達 17 MΩ-cm 左右，可作為系統補給水之用。

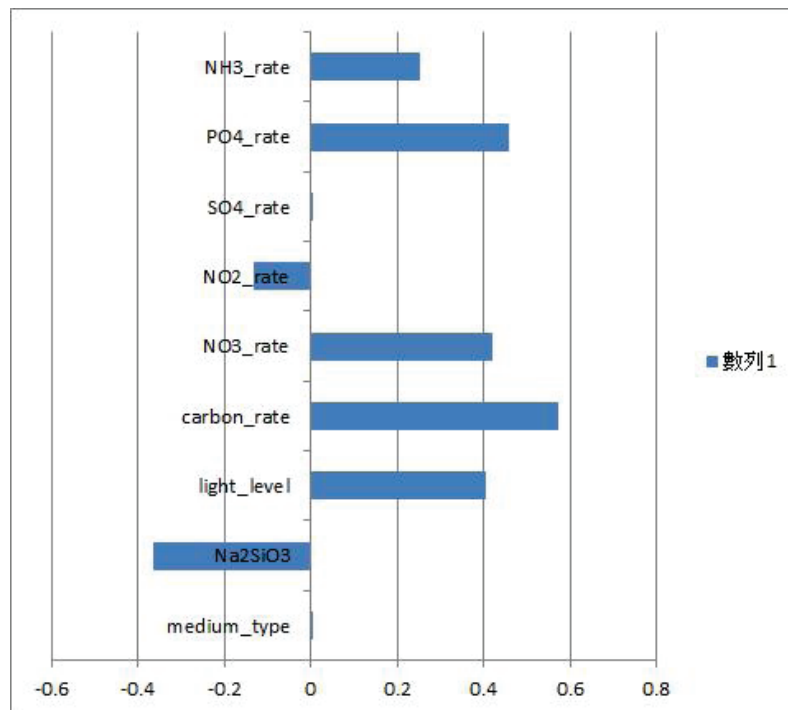


圖 2 微藻生長速率和控制因子的相關係數  
 (圖說) 在所有控制因子中以碳源的重要性最為明顯，其次就是磷酸鹽，可見洩水回收系統排水中的磷酸鹽，對於微藻養殖的養份補充的確具有可行性。

研究人員：綜合研究所 化學與環境研究室：曹志明、吳俊賢、傅弼豐、陳璽年  
 南部電廠：傅金車、方慧雅、陳炳華、許雅婷、林聖育

# 閃化槽蒸汽回收可行性研究

## The Research of Water Recovering from Flash Steam

### Abstract

The objective of this study was to investigate the feasibility of recovering flash steam out of flash tank. Conducted in unit one of Tatan power plant, flash steam recovery tests showed that the shell and tube heat exchanger turned out to be the most efficient recovery module, with the largest volume of water recovered and the lowest blower pressure loss. The data analysis was performed using machine learning methods, with the result that the recovered water volume were significantly related to most of the operating parameters. Nonetheless, it was negatively related to the type number of the recovery equipment. After some

discussions with the power generation department and the relevant units of the Datan Power Plant, the international existing technology based evaluation was assured to avoid affecting the power supply of the system due to the risk of in-situ recovery test. It was verified to recover the water and steam of the flashing steam by cascading concept, with the water saving effect of 90% water resources compared to the traditional water/steam cycle system, and energy saving effect of 0.13MW output (0.0325%) increasing. Eventually, the cascading recover method can indeed be extended to the existing and newly-built units.

### 1 研究背景、目的、方法：

大潭發電廠之發電機組係複循環機組，為因應環評承諾需求，鍋爐沖放水經閃化槽 (Flash Tank) 釋壓後液相部分經一次熱交換冷卻、過濾及二次冷卻後回收作為除礦水廠造水水源，惟因鍋爐沖放水處於高壓高溫狀態，閃化後近半數轉變成蒸汽排入大氣，為了有效回收閃化蒸汽，有必要評估回收水份的同時也回收蒸汽熱能

以供現場運轉使用，如果證實可行，將可提升整廠的用水回收率和熱效率，以作為未來新設機組之參考。研究內容如下各點所示：

1. 文獻及現場資料調查
2. 閃化蒸汽水份回收及整合應用設計
3. 閃化蒸汽回收技術調查
4. 閃化蒸汽回收設計及評估

### 2 成果及其應用：

本研究的目的是在於進行閃化蒸汽回收方法及效益的可行性評估，研究結果如以下所示：

1. 於大潭發電廠 1 號機頂樓進行閃化蒸汽水份回收試驗，並以機器學習方式進行數據分析，結果顯示回收水量和大部分的操作參數皆有明顯的關係，回收水量和接觸面積為正相關，和回收設備的編號呈現負相關，以殼管式熱交換回收模組的回收水量最多，且抽氣機壓力損失也最小。

2. 研究過程與發電處及大潭電廠相關單位討論，為避免影響系統供電，機組不適合安排試驗，故改以國際現有技術使用經驗進行評估。評估結果以串流方式回收閃化蒸汽之水份及蒸汽確實可行，其節水效果比傳統水 / 蒸汽循環系統可省下 90% 水資源，其節能效果對 400MW 的複循環機可增加 0.13MW 的出力 (0.0325%)，確可推廣至既有及新建機組。



圖 1 閃化蒸汽水份回收試驗設備

(圖說) 回收系統組成包含蒸汽取樣管路配管、殼管式蒸汽回收試驗單元、板式蒸汽回收試驗單元、噴灑式蒸汽回收試驗單元、薄膜蒸餾蒸汽回收試驗單元、恆溫冰水循環機、回收水計量單元。

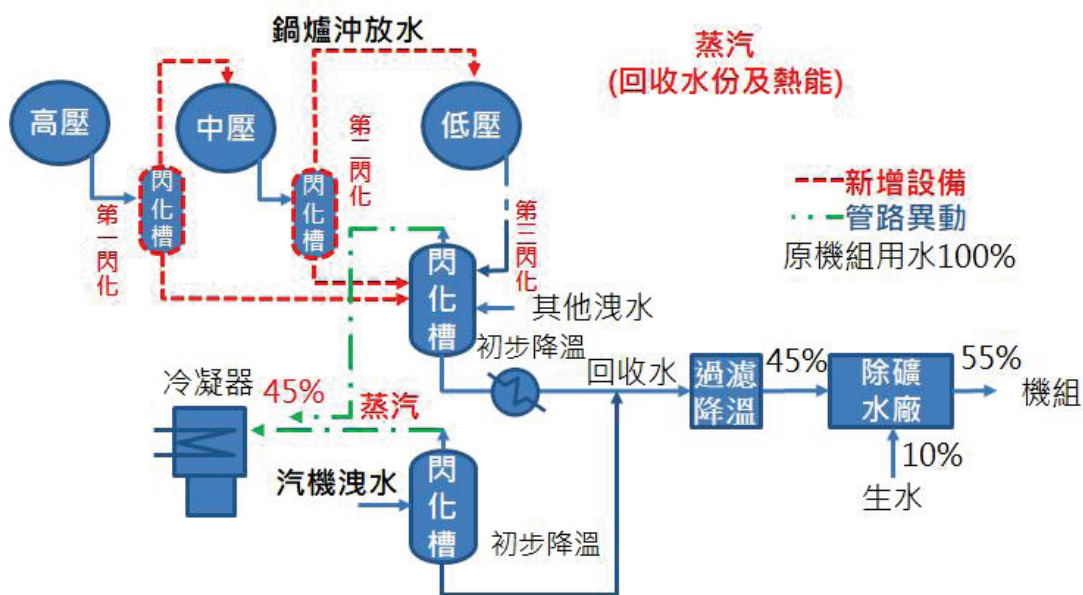


圖 2 各自獨立閃化的熱回收設計

(圖說) 其中高壓沖放及中壓沖放先各自獨立閃化，所得蒸汽也分別加入中壓及低壓，第三閃化槽的蒸汽則引至冷凝器，以完成水份及熱能的完整回收。

研究人員：綜合研究所 化學與環境研究室：曹志明、傅弼豐

協和電廠：簡明利

大潭電廠：梁輝煌、陳儒豪、黃子玲

# 用過核子燃料最終處置計畫 RMS 開發與資料庫維護

## The Development of the Requirement Management System for SNFD

### Abstract

The main purpose of this study was to develop a requirement management system for the final disposal plan of spent nuclear, and enhance the data management of future specialized units. Regarding the development of requirement management system, the short-term target is to investigate the demand of Requirement Management System(RMS). The mid-term target is to gradually prototype the corresponding system applications, and the long-term target is to establish the guideline of system application and maintenance. Implementation of Requirement Management System for

Deep Geographical Disposal should be a novel idea suitable for patent application. To retain the opportunity of manufacturing such process, we commissioned the patent office for patent application, and the new patent was granted hereafter. The implementation of the prototype system includes management functions, application functions, and other functions, with the information platform implemented with ASP.NET programming language and SQL Server database. The prototype system has been constructed and tested online.

### 1 研究背景、目的、方法：

用過核子燃料最終處置計畫已進行多年且相關資料及數據種類繁多，為使長期成果累積及階段性目標可順利達成，整合各研發應用相關之資料庫勢在必行。以往核後端處因人力關係委託綜研所利用公司內網路 (Intranet) 建立資料庫分享機制之規劃及實作雛型，陸續將歷年研究報告數位化納入搜尋範圍，並已完成核種吸附資料庫之應用介面研發。核後端處為最終計畫之負責單位，為了順應知識管理趨勢，積極整合資訊作為成果展示與民眾溝通之用，故委

託綜研所開發用過核子燃料最終處置計畫之需求管理系統 (Requirement Management System, RMS)。另外因最終處置計畫為一長程研發工作，為了讓用過核子燃料最終處置技術可以永續利用，擬在現有管理平台下，繼續精進資訊整合與知識管理系統等相關功能。研究內容如下各點所示：

1. 文獻及資料調查
2. RMS 系統雛形設計
3. 資料連結之設計
4. RMS 系統雛形實作

### 2 成果及其應用：

本研究主要目的在於研發用過核子燃料最終處置計畫之需求管理系統，強化未來專責單位之資料管理工作，研究結果如以下所示：

1. 研究過程所研發之深地層處置之需求管理系統，深具新穎性與產業進步性，符合專利申請之要件，為確保日後本公司於此一領域之生產製造契機，擬委託專利事務所辦理專利申請，該新型專利於 106 年 7 月

獲准。藉由客戶端以及諮詢系統之架構來據以實施，同時滿足利害相關人、研發人員或決策人員之需求。

2. 雛型系統之規範含資料表設計規範、系統功能設計和資料與系統功能驗證三部分，雛型系統的實作則包含管理功能、應用功能及其他功能三部分，驗證平台所使用的資訊技術為 ASP.NET 程式語言和 SQL Server 資料庫，雛型系統已建構完成並經上線測試。

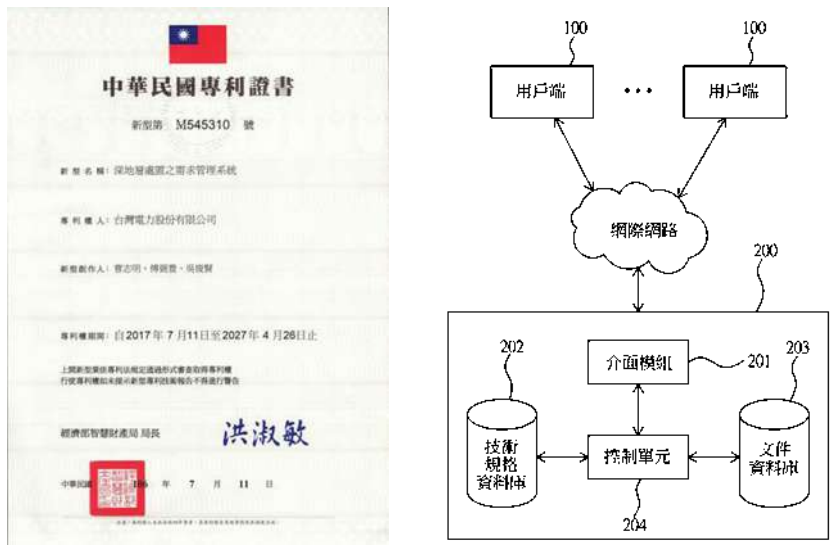


圖 1 深地層處置之需求管理系統專利證書  
 (圖說) 本創作的資訊管理系統所處理的資訊可分屬問題領域及解決方案領域，其中所述問題領域屬於利益相關者，而所述解決方案領域則屬於系統設計者。

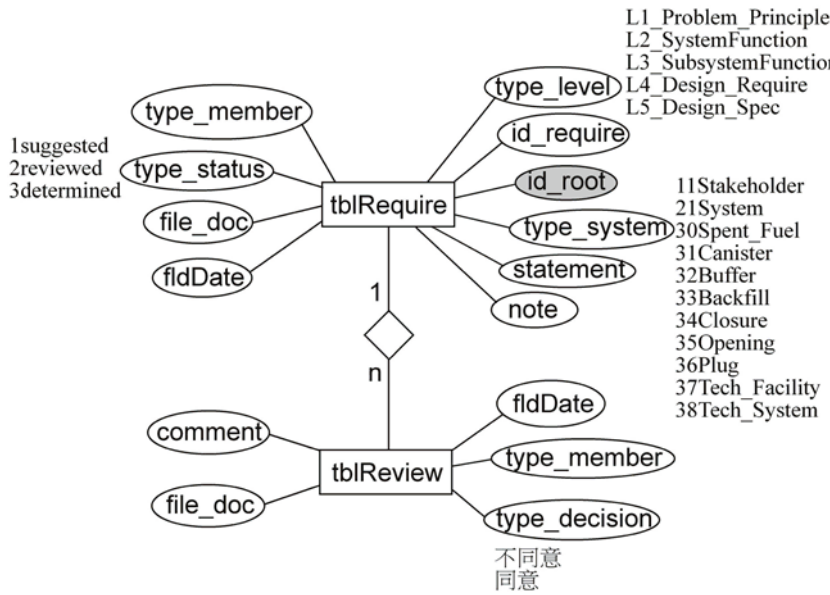


圖 2 資料庫架構圖  
 (圖說) 因應系統使用情境而設計，tblRequire 資料表是需求資料的主要儲存處，其 type\_level 即依據上述資料分層應用架構的內容作分類，type\_status 欄位則代表需求資料的形成階段，type\_system 欄位則對應到處置場的何種系統。

研究人員：綜合研究所 化學與環境研究室：曹志明、謝美君  
 核能後端營運處：簡國元、林美惠、莊松稜

# 以新能源進行二氧化碳轉醇化之技術評估

## Technology Assessment of Using Renewable Energy to Transfer CO<sub>2</sub> into Alcohol

### Abstract

The concentration of carbon dioxide in the atmosphere has gradually increased. According to the report by NOAA in October 2019, the average carbon dioxide concentration in the atmosphere has risen to 410.88 ppm. In recent years, there have been developments of direct and indirect utilization methods of carbon dioxide. Direct utilization would use carbon dioxide directly for food processing, welding, enhance oil recovery, etc. Indirect utilization is chemical application, first would convert carbon dioxide into carbon monoxide, methane, methanol or other carbon-containing chemicals, replacing the chemistry come from petrochemical products.

This study focuses on the conversion of CO<sub>2</sub> into methanol. Because methanol is an important starting material for many high-

priced chemicals, it can also be used as a clean fuel or fuel additive, and it can be converted into aromatics, ethylene, propylene, and other high-level additives. Most of those materials come from crude oil, now. There have opportunity to comprehensively reduce greenhouse gases and reduce consumption of fossil fuels by low-carbon methanol if it can be efficiently convert.

Carbon dioxide can be converted through heat-, electricity-, photo- and photoelectric catalysts. Although photo catalysts have emerging development potential, today's industrial development of heat catalysts has a long history and the technology is mature. Carbon dioxide can be convert into low-carbon chemical raw materials when the reaction process combined with solar thermal energy and reduce the energy penalty.

### 1 研究背景、目的、方法：

近年來大氣中二氧化碳濃度逐漸升高，NOAA 在 2019 年 10 月的報導中，大氣中平均二氧化碳濃度已升至 410.88 ppm，而近年接有陸續開發二氧化碳直接與間接之再利用方法，直接利用偏向於物理應用，直接使用二氧化碳來進行食品加工、焊接、原油增產等；而間接利用則是化學應用，會先將二氧化碳轉為一氧化碳、甲烷、甲醇等含碳化學品後，取代原本石化商品來進行利用。

本研究主要著重於二氧化碳轉甲醇之探討，因甲醇不僅是許多高價化學品之重要起物，也可作為潔淨燃料

或燃料添加劑等，也可再轉換為芳烴、乙烯、丙烯及等高附加價值產品，現今其來源主要從原油中提取，若能高效轉化二氧化碳轉化為甲醇，則此低碳甲醇將有機會全面來減緩溫室氣體及降低化石燃料之消耗。

二氧化碳可經由熱、電、光、光電混合型觸媒等方式進行轉化，雖光觸媒等具有新興發展潛力，但現今工業發展熱觸媒歷史舊久且技術也較為成熟，再搭配太陽熱能，能有效減少製程所需之能源，將二氧化碳轉化為低碳化學原料商品。

### 2 成果及其應用：

在新型態能源應用出現之前，還須火力電廠來支持人類社會科技之發展，其不可避免地還是會產生許多二氧化碳，現今正有許多減碳技術陸續在發展，CCSU 也是其中需重點發

展的一環，尤其未來發展綠電時，一定會面臨電力間歇性之問題，若能將過剩之再生能源轉化為化學能儲存，並在有能源需求時重新轉化為電力，CCU 也可搭配儲能技術來達到穩定電



網之效果，或是使用再生能源來將二氧化碳轉化為低碳化學商品，由原料端來降低化學工業之碳成本，達到有淨減碳效益，而本文也評估了二氧化碳加氫轉醇化之方法，除熱觸媒實際較可行外，其餘技術皆還在發展中（電觸媒 TRL 3~5、光觸媒 TRL 2~4），待觸媒與相關製程有所突破後，可再評估二氧化碳轉醇化相關程序。

在二氧化碳轉醇反應中，熱觸媒之工作溫度約為 200~250°C，其可配合線性菲涅爾反射鏡型集熱器、固定複合拋物面集熱器、真空管式集熱器 (ETC) 等，再以輔助熱源系統來穩定製程之熱流，但若考慮反應是否有腐蝕性等管線相關問題，則直接使用 ETC 較佳，或是另外加裝熱交換器，將反應管線與太陽能熱管分流，可降低設備管路腐

蝕破損之風險。

而二氧化碳還原轉化技術，基本上是熱力學與動力學之競爭，若觸媒技術能有所突破，降低反應溫度，不只可降低能源需求，更可以提高二氧化碳之轉化率，未來將會朝向低碳經濟之角度發展，且須全面評估 TRL、CAPEX、OPEX、能源消耗、產品價格、淨減碳效益等，以價值鏈進行二氧化碳轉醇化商品分析，才能在市場上具有競爭力，除了二氧化碳轉化之技術評估，產氫之評估也是相當重要部分，包含產氫技術、運輸、儲存等條件，都須納入設計考量範圍，才能確保轉醇原料之供應，且以上皆應盡量使用再生能源，才能真正具有淨減碳效益，製造低碳之化學原料商品。

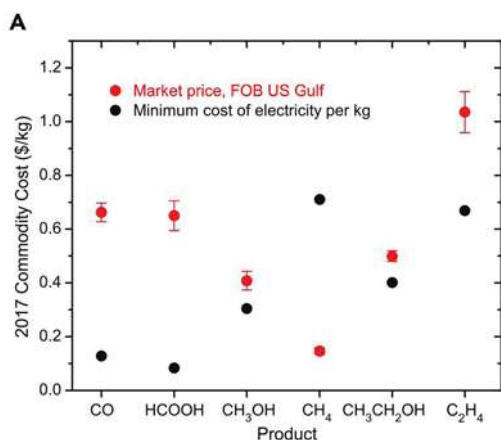


圖 1 2017 美國化學商品價格與電還原二氧化碳產品價格比 (假設 US\$0.05/kWh)

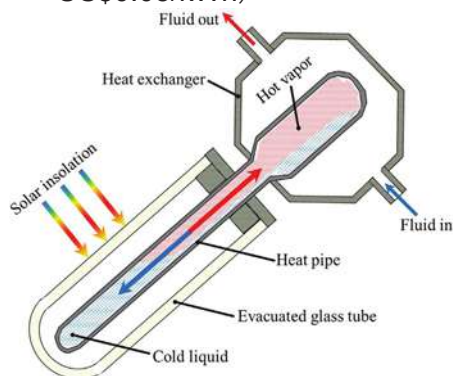


圖 3 ETC 原理圖

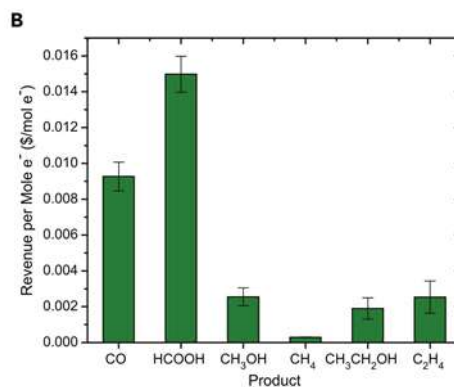


圖 2 每消耗單位莫耳電子所能產生之收益 (還須考慮市場波動、運輸成本、資本成本和純化等其他風險因素)

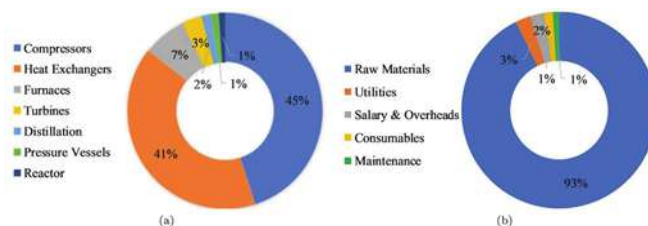


圖 4 二氧化碳加氫轉甲醇成本分析  
(a) 主要固定資本成本 (b) 主要運維成本

研究人員：化學與環境研究室：楊明偉、莊宗諭、張孟淳、沈威辰、黃雅苓、黃鐘

# 二氧化碳溶劑吸收法移動式實驗機台 (MTU) 基本設計與熱整合研究

Basic Design of Mobile Test Unit (MTU) for Solvent-based CO<sub>2</sub> Capture and Energy Integration Strategy Study

## Abstract

This research installed a mobile test unit (MTU) for carbon capture in a coal-fired power plant of Taipower company to evaluate the applicability of carbon capture technology. The MTU adopts chemical absorption process to capture carbon dioxide out from flue gas of power plants. Moreover, solar heating tubes and heat pumps were integrated to the MTU to reduce thermal energy requirement of the carbon capture process as well as to reduce the operating costs. In this study, the conceptual and basic design of the MTU have been completed. The MTU was been installed in a power plant for on-site tests.

MEA and blended amines were utilized for chemical solvents in the MTU for tests. The results show that carbon loadings of MEA and blended amines are 0.27 mol CO<sub>2</sub>/mol MEA and 0.6 mol CO<sub>2</sub>/mol amine, respectively. The carbon loading of blended amines is about double of MEA. In the case of without heat pump preheating, the energy

consumption of MEA stripping is about 3.7 GJ/t CO<sub>2</sub>. In the case of with heat pump preheating, the energy consumption of MEA stripping can be reduced to about 3.2 GJ/t CO<sub>2</sub>. The higher CO<sub>2</sub> concentration in the flue gas, the lower the energy consumption of the carbon capture process. With the assist of heat pump preheating, the MEA regeneration energy requirement is about 3.44 GJ/t CO<sub>2</sub> at flue gas CO<sub>2</sub> concentration of about 9.9%. For the flue gas CO<sub>2</sub> concentration of 12.7%, the MEA regeneration energy requirement can be reduced to about 2.9 GJ/t CO<sub>2</sub>.

The MTU now can successfully capture carbon dioxide out from flue gas. The purity of carbon dioxide product is higher than 99.9 vol%, which has met the quality requirements of reuse subsequently. The MTU will be utilized as an evaluation platform to study process parameters to further reduce energy consumption and operating cost about chemical absorption on carbon capture process.

## 1 研究背景、目的、方法：

本研究係為設置移動式碳捕集實驗機台於本公司燃煤電廠，藉以評估相關技術於電廠的適用性。本機台採用化學吸收法來捕集電廠煙氣中的二氧化碳，並整合太陽能加熱管等元件

來輔助提供程序所需的熱能，以降低二氧化碳捕集程序的能耗與操作成本。本研究已完成二氧化碳溶劑吸收法移動式實驗機台 (MTU) 及相關之規劃與基本設計，並設置於電廠進行試驗。

## 2 成果及其應用：

本研究初步已利用 MEA 與混合醇胺等兩種溶劑進行試驗，結果顯示 MEA 與混合醇胺之碳負荷分別為 0.27 mol CO<sub>2</sub>/mol MEA 與 0.6 mol CO<sub>2</sub>/mol amine。複合型吸收劑碳負荷大約為 MEA 的兩倍。在無熱泵預熱情況下，MEA 吸收劑再生能耗約 3.7 GJ/t CO<sub>2</sub> 左右，在有熱泵預熱情況下，吸收劑再生能耗可降至約 3.2 GJ/t CO<sub>2</sub> 左右。煙道氣中的 CO<sub>2</sub> 濃度越高碳捕集程序的能耗越低。在熱泵的

輔助預熱下，煙道氣 CO<sub>2</sub> 濃度約 9.9% 時，MEA 吸收劑再生能耗約 3.44 GJ/t CO<sub>2</sub>。煙道氣 CO<sub>2</sub> 濃度為 12.7% 時，MEA 吸收劑再生能耗可降至約 2.9 GJ/t CO<sub>2</sub>。

本設備已可順利捕集煙氣中的二氧化碳，所產製的二氧化碳純度均大於 99.9%，已符合後續再利用之品質要求，後續將再利用本機台進程序參數調整以進一步降低能耗與操作成本。

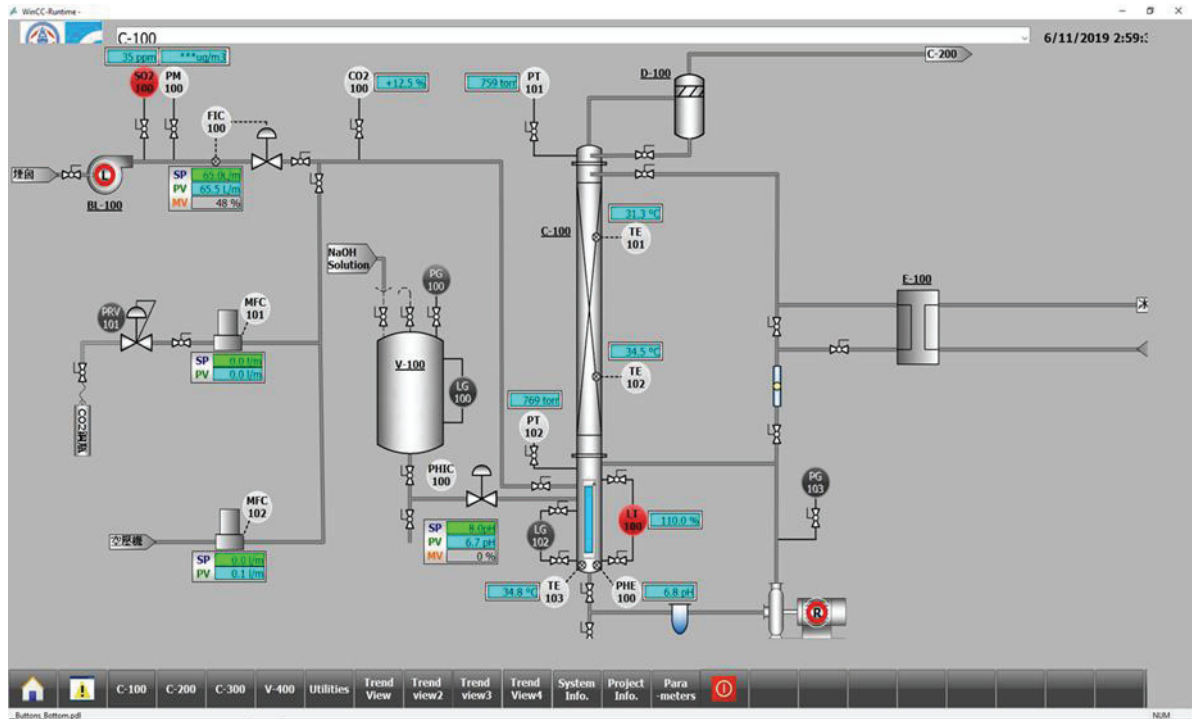


圖 1 MEA 吸收劑捕獲前處理操作畫面

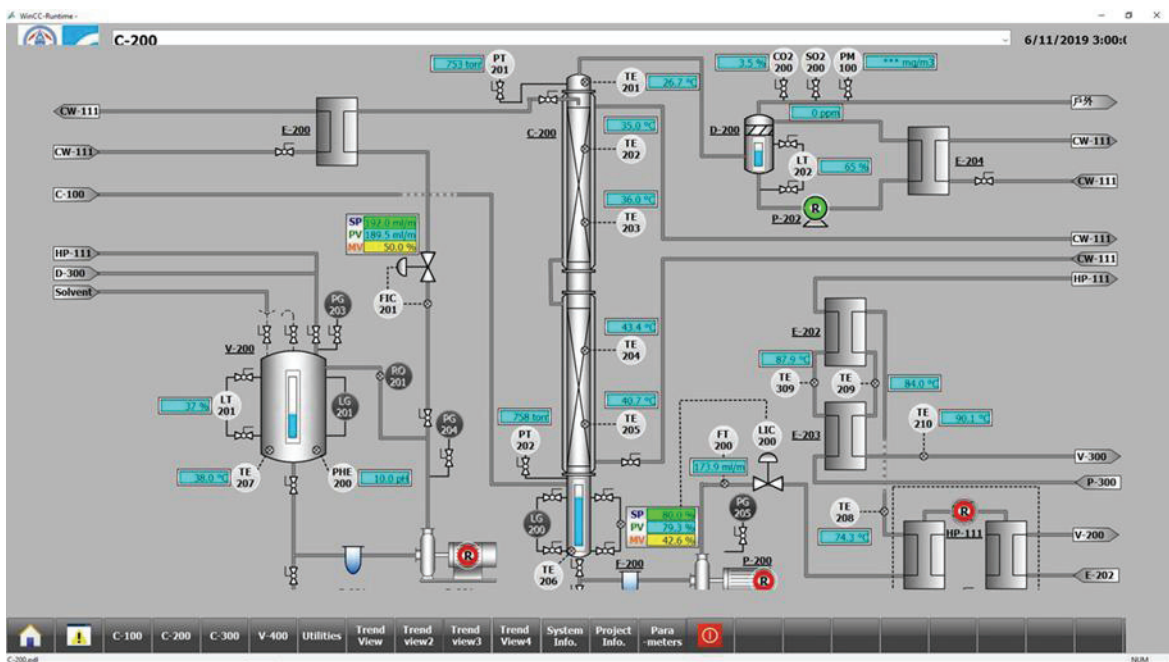


圖 2 MEA 吸收劑捕獲 CO<sub>2</sub> 吸收塔操作畫面

研究人員：化學與環境研究室：楊明偉、莊宗諭、沈威辰

# 國內外二氧化碳封存案例之儲存發展計畫研析

## Research on Carbon Storage Project's Storage Development Plan

### Abstract

The Taiwan Power Company (TPC) is working on several carbon reduction researches to meet the requirement of climate change mitigation. Among all the carbon reduction methods, geological storage seems like the mostly possible one to reach the goal. The concept of geological storage is to inject carbon into the geological formation with seal, so the carbon can stay underground forever, and this method is widely using by major oil companies.

However, the carbon can only be effective when the evaluation of the storage project is done, so there won't be any carbon leak through preexisting wells or fractures within geological stratigraphy and make influence in the biological habitat. For the sake of reduce the risk of carbon injection projects, most of the carbon storage projects around the world made a Storage Development Plan (SDP)

before injection. To understand the framework of SDPs, this study complied several project's SDP. Beside the carbon storage projects in the other countries, we also re-evaluate the carbon storage related research projects of Taiwan, and to compare with the other SDPs. During the research time period, we participated the CO<sub>2</sub> GeoNet conference in Venice, and get some information of some major carbon storage projects' recent progresses. The result shows Taiwan can meet the standard of some items in the SDPs around the world.

We suggest that when we plan to make a SDP, we can follow the standard of the other countries. However, due to the different cultural environment, we have to face more stakeholders rather than the local residence, which is what we need to concern in the future.

### 1 研究背景、目的、方法：

二氧化碳地質封存工程若要達到長久且有效之碳封存，須要經過完整的評估，以確保二氧化碳在封存時不會洩漏，且二氧化碳團塊在地下儲集層之中亦不會透過其他既有深井或地層內裂隙竄升至地表，造成對生物居住圈之影響。因此，在二氧化碳地質封存工程進行之前，須要進行完整的工程規劃，而目前國外對於此種規劃之命名為「封存發展規劃」(Storage Development Plan, SDP，後文均以SDP簡稱)，因此本研究之目的即為整理國外SDP之架構，同時整理過去國內已進行之碳封存計畫中與SDP有

關之完成項目並進行盤點。此外，本研究亦於研究期間赴威尼斯參加國際碳封存會議，同時並取得了國外碳封存在監測面與政策面上之最新進展，因此亦於本報告中簡述之。本研究之成果顯示，國外SDP之中進行之工程規劃、風險評估與監測等工作，均為國內目前能力可及之部份，因此若未來進行SDP撰寫時，可對比國外之工程規模進行。然而，由於國情不同之緣故，我國進行二氧化碳地質封存規劃時，須要考量之利害關係人較國外為多，因此也是未來進行相關工作時須注意之事項。

### 2 成果及其應用：

- 一、本公司未來進行SDP撰寫時，需明確定義「注存工程規劃」之數量、規則及地下注入位置，同時依據此注入量規劃，進行「建模及數值模擬」補正。
- 二、SDP內需說明「二氧化碳來源(運

輸) 規劃」，以及確認想進行的「注存工程規劃」。PSDP內之建模及數值模擬、風險評估及管理(「不確定性評估」及「風險評估及管理」)等，需要配合捕獲之二氧化碳量為基礎，進行相

- 關計算評估。
- 三、SDP 內需延續「監測驗證及評估」結果至最近年份。
- 四、SDP 內需提出「注存試驗後續（結束）規劃」說明以及合理的「計畫時程規劃」。

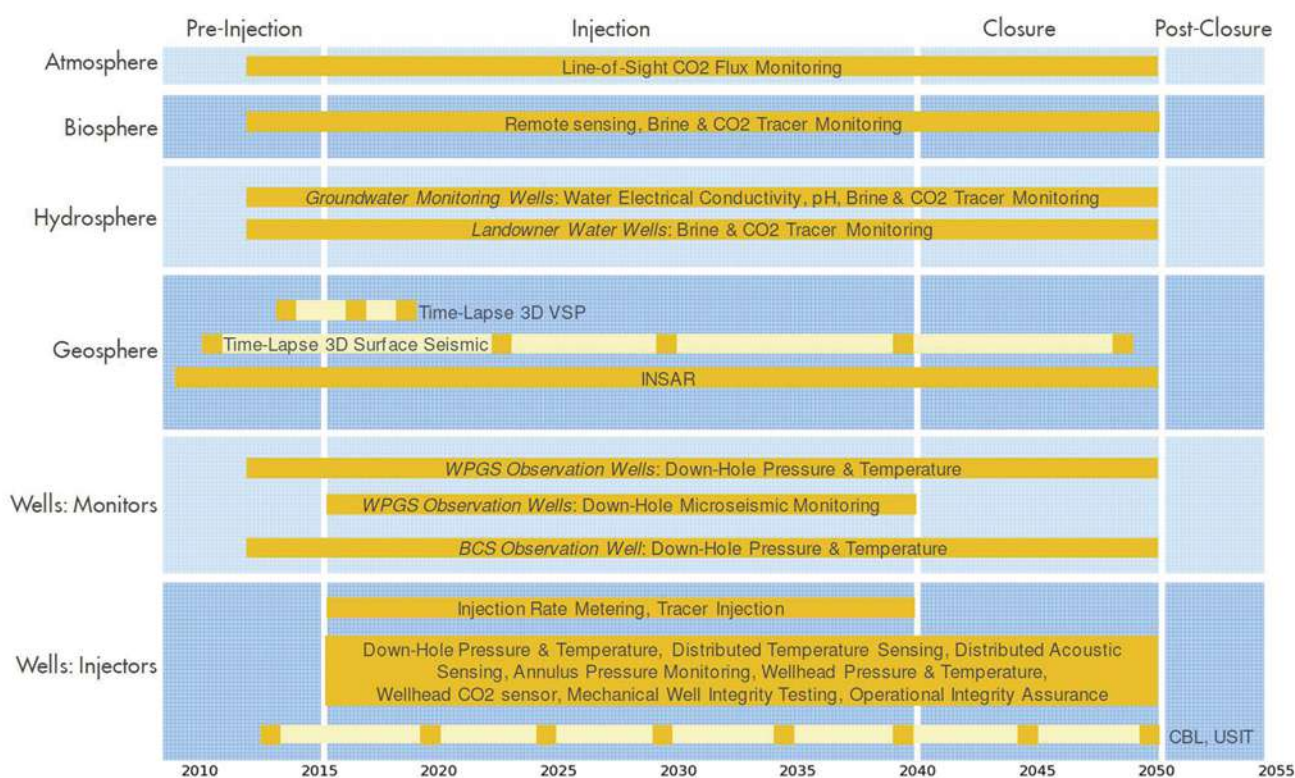


圖 1 二氧化碳封存監測活動規劃（以加拿大奎斯特計畫為例）

研究人員：化學與環境研究室：黃鐘、楊明偉、莊宗諭、沈威辰、黃雅苓

# 二氧化碳溶劑吸收法程序模擬平台建置

## Simulation Platform Establishment for Solvent-based CO<sub>2</sub> Capture Process

### Abstract

In order to control global warming trend, people need to effectively reduce greenhouse gas emissions. Recently, capturing carbon dioxide from stationary sources has been considered as a promising solution. After a long period of research and development, chemical absorption process by amine aqueous solutions were proved the ability to capture CO<sub>2</sub> out from flue gas. However, chemical absorption process comprises various process units such as absorption, stripping, and heat exchange, so the design of the carbon dioxide capture process must consider the integration between the units, which may increase the difficulty of design. This study evaluated the use of chemical process simulation software to optimize the carbon capture process, with a view to maximizing the absorption rate and minimizing the energy consumption of solvent regeneration.

The simulation analysis platform used in

this study is steady-state analysis program, which is commonly adopted in the chemical industry. The design of each unit also includes the functions of flue gas and solvent thermodynamic and kinetic data estimation and analysis. Using the mass and energy balance analysis functions onto each process unit, users can easily change process layout and quickly obtain the performance and cost information. With the help of the program, number of repeated experiments and investment can be reduced. For the carbon dioxide capture process, the simulation platform of this study can be utilized to analyze the difference of designs on the energy consumption and operating costs about the carbon capture process. Intergrated data and results from small-scale carbon capture experiments can further evaluate the performance and cost for large scale application and reduce the risk.

### 1 研究背景、目的、方法：

碳捕集與封存（CCS）在研究人員和決策者眼中是一種有前途的技術。具體而言，CCS 是在工業生產過程或轉換能源時將 CO<sub>2</sub> 從中分離，再運輸到儲存地點，最終用高壓儲存在地層裡，目的是在石化能源的開採、轉換、使用過程中實現零排放。最有效的燃燒後補捉方法是化學吸收法。與其他燃燒後補捉方法相比，化學吸收劑能確保更高吸收率和選擇性以及較低的能耗。

為了能夠更廣泛地實施 CCS，先決條件是詳細有效的建模過程。反應

吸收的研究主要是基於模擬，因為實驗的數據有限且並不常是可靠的。開發的模型包括動力學和熱力學方面，旨在優化吸收。最近嘗試找出程序的真實表現包括動態特徵等等。

當前的工作目標是找出燃燒後 CO<sub>2</sub> 補集的建模方法並列出各式穩定且動態的特定模型，包括其假設，建模以及驗證工具和主要成果。最後，本文旨在總結幾種模型的預測效率並盡可能基於相同的實驗數據得出相似的結果。

### 2 成果及其應用：

本研究旨在探討從燃燒煙道氣流中以胺基 CO<sub>2</sub> 分離程序來分離 CO<sub>2</sub> 的最新模擬技術。本模擬涵蓋溶劑化學、

CO<sub>2</sub> 溶解度、化學動力學、單元設計、吸收塔和汽提塔等的創新配置與分析。

本研究之模擬分析平台係採用化

學工業常用的穩態程序分析軟體，各單元的設計也包含了煙氣與溶劑熱力學與動力學數據估算及分析功能。利用各程序單元的質量與能量平衡分析功能，使用者可以變更不同的程序設計並且快速得到該程序的效能與成本資訊，以減少重覆實驗次數與投資。對於

二氧化碳的捕獲程序，本研究的模擬平台可已可以用來分析不同的程序設計對於碳捕集程序能耗與操作成本的影響。後續可再搭配小規模碳捕集實驗數據與結果，進一步評估程序放大的效能與成本，降低大規模碳捕集程序的設置風險。



圖 1 CCS 初步模擬成果

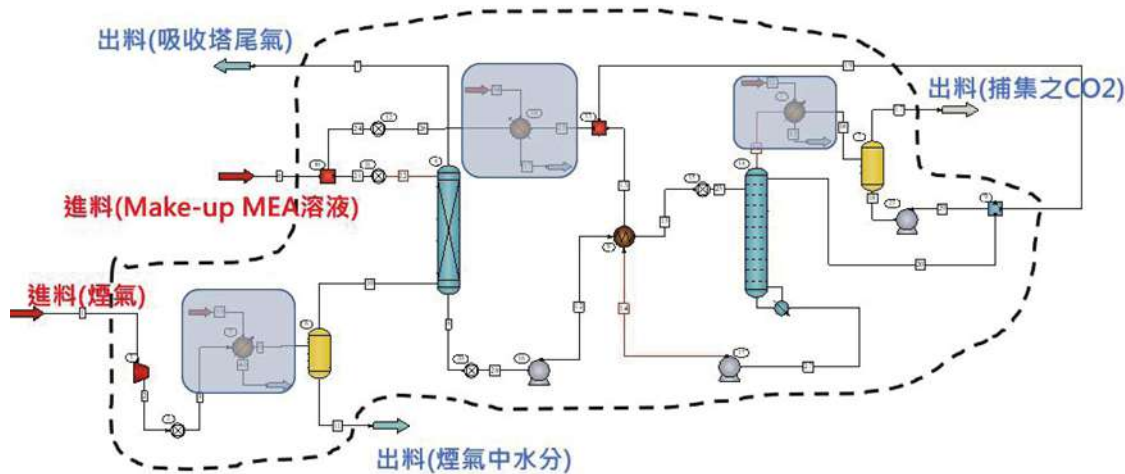


圖 2 CCS 模擬圖

研究人員：化學與環境研究室：楊明偉、莊宗諭、沈威辰

# LNG 冷能利用於提升燃氣機組 發電效能與二氧化碳捕集應用

Cryogenic Energy of Liquefied Natural Gas Utilizes in Power Plant Efficiency enhancement and CO<sub>2</sub> Capture Process

## Abstract

Liquefied natural gas (LNG) is an indispensable option under environmental protection concerns and increasing demand of low carbon energy. Proper use of cryogenic energy of LNG will help to reduce primary energy usage as well as to reduce greenhouses emission. For the electric power industry, common LNG cryogenic energy utilization methods are cryogenic power generation by various thermodynamic cycles, turbine inlet air cooling, and others. Cryogenic energy of LNG is transformed to the form of electricity and then send to the electric power grid.

Higher cryogenic energy utilization efficiency can be achieved by operating cascade combined cycles in various temperature ranges. Moreover, reducing the temperature difference between hot and cold fluids in the heat transfer processes of the thermodynamic cycles can reduce the

irreversibility of the whole cycles. Thus, the efficiency of the thermodynamic cycle will be improved. Integrated low-grade heat from power plants with cryogenic energy of LNG can recovery much more energy than conventional cryogenic power cycles. In addition, turbine inlet air cooling by LNG's cryogenic energy also can increase power output of gas turbine of natural gas combined cycle power plants.

Most of LNG cryogenic energy is currently utilized in boil-off gas (BOG) recondensation process. The process can manage the pressure of LNG storage tank and improve the safety of LNG storage and transportation facility. Therefore, while recovering LNG cryogenic energy by means of cryogenic power generation or inlet cooling, proper BOG management procedure should be considered at the same time.

## 1 研究背景、目的、方法：

在環保與低碳能源的需求下 LNG 是不可或缺的選項，我國的 LNG 進口量與使用量也預期會增加，妥善利用蘊藏於 LNG 中的冷能，有助於減少初級能源的使用降低溫室氣體的排放。對於電力事業，常見 LNG 冷能利用方式是用於冷能發電與燃氣機組的進氣冷卻等，將 LNG 冷能轉換成為電力的形式輸出至電網。

冷能發電的效率，通常以聯合循環於不同溫度區間逐步回收冷能較高。另外，降低熱力學循環中熱交換過程的冷熱流體間溫度差，有助於降

低熱交換過程的不可逆性，同時提升熱力學循環的效率。低階廢熱與冷能的整合利用也可大幅提升冷能利用效率。此外，以 LNG 冷能降低燃氣機組的進氣溫度亦可以提升燃氣機組的出力。

LNG 冷能目前大部份利用於 BOG 再冷凝程序，以 LNG 當成冷媒將 BOG 再冷凝回 LNG，藉此程序可以管理 LNG 儲槽壓力，提升 LNG 儲運過程的安全性。因此，以冷能發電或進氣冷卻等方式回收 LNG 冷能需同時考慮 BOG 的管理或利用方式。

## 2 成果及其應用：

如何有效地利用 LNG 冷能而不影響再氣化站運行穩定性的方法與程序都是研究者的關注的議題。如果這些冷能不加以利用，LNG 冷能將散失

於蒸發器中，並隨著熱媒介：海水、空氣流失到環境中。冷能是一種獨特形式的能量，因為它處於極低溫狀態，因此可以用來提供低溫運程序所需



的能量。

LNG 冷能利用系統是指將需要於低溫操作的系統，整合到 LNG 再氣化程序中，且無需大幅度修改 LNG 再氣化程序。在這些系統中，LNG 主要是當成其他應用的散熱介質。而在某些情況下，LNG 當成散熱介質或者當成程序進料流。

這些冷能利用系統的能源效率，取決於 LNG 與該系統工作流體間的熱傳效率。通常，LNG 冷能利用系統會因國家及地區而異，因為所需的能量形式在不同的應用中是不同的。

當前的液化天然氣冷能利用系統包括：冷能發電、空氣分離、海水淡化、低溫二氧化碳捕集、和天然氣液體 (NGL) 回收等各式程序。

以海水當熱源利用 LNG 冷能進行直接膨脹 84、朗肯循環 84、與聯合循環 84 發電的可用功利用效率分別為 16、12、及 21%。也就是每一噸的 LNG，氣化成為 NG 的過程可以回收 39、29、及 53 kWh 的電力見表 1。

表 1 以海水為熱源之 LNG 冷能利用率與發電量

Process	發電量 (KWh/ton LNG)	冷能利用率 $\eta_{ex}'$ (%)
朗肯循環	29	12
聯合循環	53	21
直接膨脹	39	16

研究人員：化學與環境研究室：楊明偉、黃雅苓

# 減碳技術園區微型測試區： 二氧化碳溶劑吸收法現場試驗

## On-site Test of CO<sub>2</sub> Chemical Absorption Process

### Abstract

The concentration of carbon dioxide in the atmosphere has gradually increased. According to the report by NOAA in October 2019, the average carbon dioxide concentration in the atmosphere has risen to 410.88 ppm. It will cause irreversible consequence for the future if people don't care about the increase of Green House Gas.

In this study, MEA and amine blend solvent (12.5% AMP and 15% Piperazine) were used for carbon dioxide capture test. 0.89 M Citric acid + 2.23 M NaOH was used as the washing liquid to remove SO<sub>x</sub> in the flue gas. The SO<sub>x</sub> concentration in the feed flue gas can replace about 0.3 ppm from 30 to 40 ppm, providing good flue gas for the absorption tower. The energy penalty is about 2.90~3.4 GJ / ton CO<sub>2</sub> while using

MEA as an absorbent, and it would be 2.41~2.68 GJ / ton CO<sub>2</sub> while using amine blend solvent as an absorbent can reduce 16.91±8.22 % energy penalty of MEA.

The CO<sub>2</sub> heat pump and Evacuated Tube Collectors (ETC) were used for heat integration to reduce energy consumption. The experimental results indicate that the heat pump can reduce energy penalty for 14.19±5.43 % while using MEA as an absorbent and without using ETC. And the ETC can reduce energy penalty for 11.10±6.01 % (MEA case) and 7.42±4.77 % (amine blend solvent case) while using heat pump. The best case in this study is using amine blend solvent as absorbent and the heat pump and ETC are both turned on, the energy penalty can reach 2.4 GJ / ton CO<sub>2</sub>.

### 1 研究背景、目的、方法：

近年來大氣中二氧化碳濃度逐漸升高，NOAA 在 2019 年 10 月的報導中，大氣中平均二氧化碳濃度已升至 410.88 ppm，若放任大氣中二氧化碳濃度不斷增加，必會對未來造成不可挽救後果。

本研究主要為建立適合電廠煙氣特性之操作程序，並實際以液態吸收法來測試煙氣分離後濃度及相關參數

等，第一步先由文獻檢索來初步選定合適之吸收劑，再以此吸收劑來建立合適操作模式及控制策略，並進行電廠煙氣之二氧化碳捕集試驗，同時輔以熱能整合，以合適的熱能供應方式來提供化學溶劑再生所需能量，降低初級能源使用量，增加二氧化碳捕集之效能。

### 2 成果及其應用：

本研究此以 MEA 以及 amine blend solvent (12.5% AMP 及 15% Piperazine) 來進行二氧化碳捕集試驗，以 0.89 M 檸檬酸 + 2.23 M NaOH 作為洗滌液來去除煙氣中 SO<sub>x</sub>，經實驗可將進料煙氣中 SO<sub>x</sub> 濃度由 30~40 ppm 可降至約 0.3 ppm，提供良好煙氣供吸附塔進料。

CABS 程序，使用煙氣經除酸除水後，其進料二氧化碳濃度約為 9.9~13.6 %，分離後純度都可達 99.9 % 以上，以 MEA 為吸收劑時，其能耗約 2.90~3.4 GJ / ton CO<sub>2</sub>，amine blend solvent 之能耗約為 2.41~2.68 GJ / ton CO<sub>2</sub>，比 MEA 之能耗降低 16.91±8.22 %。

並藉由 CO<sub>2</sub> Heat Pump 與真空式太陽能集熱器 (ETC) 進行熱整合，減少能源使用，經實驗得知，使用 Heat Pump 可在以 MEA 作為吸收劑且不使用 ETC 之條件下使能耗下降 14.19±5.43 %；ETC 在以 MEA 與 amine

blend solvent 作為吸收劑時，能耗分別可減少 11.10±6.01 %、7.42±4.77 %，且在最佳情況下能耗可達 2.4 GJ / ton CO<sub>2</sub> (使用 amine blend solvent 且 Heat Pump 與 ETC 皆開啟)。



圖 1 化學吸收法貨櫃設備 (兩個 20 呎黃橘貨櫃)



圖 2 化學吸收法主設備貨櫃內部

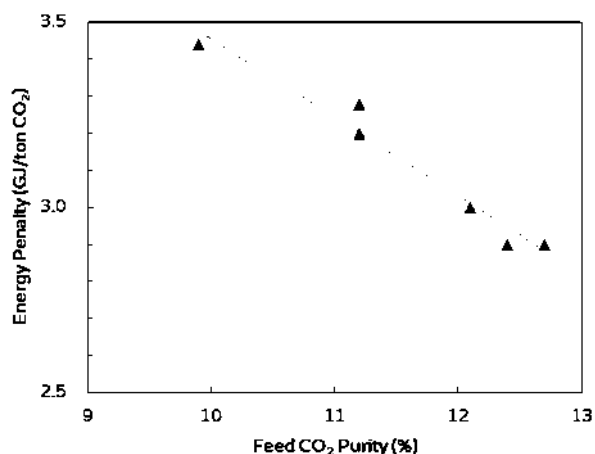


圖 3 能耗對分離不同進料二氧化碳濃度關係圖 (MEA 為吸收劑)

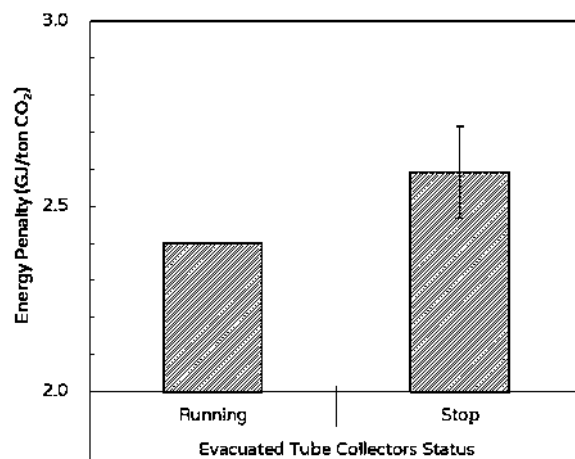


圖 4 ETC 對二氧化碳捕集能耗之影響 (amine blend solvent 為吸收劑)

研究人員：化學與環境研究室：楊明偉、莊宗諭、沈威辰、張孟淳、黃雅苓、黃鐘

# 利用變壓吸附技術捕集台中九號機煙氣之二氧化碳

Capture Carbon Dioxide of the No. 9 Machine in Taichung P/S by Pressure Swing Adsorption Technology

## Abstract

The concentration of carbon dioxide in the atmosphere has gradually increased. According to the report by NOAA in October 2019, the average carbon dioxide concentration in the atmosphere has risen to 410.88 ppm. It will cause irreversible consequence for the future if people don't care about the increase of Green House Gas.

This research use Ekime 13X molecular sieve to separate CO<sub>2</sub> by screening of solid carbon dioxide adsorbent in the laboratory at the first. The 3-Bed-9-Step VPSA CO<sub>2</sub> separate process include Adsorption, Cocurrent Depressurization, Pressure Equalization, Vacuum, idle, and mix cylinder

gas to make 15% CO<sub>2</sub> to make sure this process is work.

The VPSA carbon dioxide 3-Bed-9-step separation process will use flue gas after acid and water removal. In this study, the average feed concentration of CO<sub>2</sub> is 12.02 ± 1.38%, the adsorption pressure is about 2.0 barg, and the vacuum pressure is about -0.8 barg, the pressure equilibrium pressure is about 0.4 barg, and after a 100-hour separation procedure, the purity of CO<sub>2</sub> after separation can reach 91.66 ± 0.64 %. The VPSA process has been confirmed can continuously and stably separate carbon dioxide from flue gas in long term by this study.

## 1 研究背景、目的、方法：

近年來大氣中二氧化碳濃度逐漸升高，NOAA 在 2019 年 10 月的報導中，大氣中平均二氧化碳濃度已升至 410.88 ppm，若放任大氣中二氧化碳濃度不斷增加，必會對未來造成不可挽救後果。

本研究主要為建立適合電廠煙氣特性之操作程序，並實際以變壓吸附

法來測試煙氣分離後濃度及相關參數等，故在實驗室內藉由恆溫吸附實驗來初步選定合適之分子篩，再以此分子篩來進行電廠煙氣之二氧化碳捕集試驗，並分析二氧化碳分離後純度、及相關分離能耗等，用以評估二氧化碳捕集之效能。

## 2 成果及其應用：

本研究此從實驗室二氧化碳固態吸附劑篩選開始，以二氧化碳恆溫吸附實驗來取得各吸附劑在各二氧化碳分壓下的吸附量，並以 Langmuir Model 來計算各 13X 分子篩的可操作吸附量，最終採用採用 Ekime 13X 分子篩，並依其建立 VPSA (Vacuum Pressure Swing Adsorption) 二氧化碳三塔九步驟分離程序，其程序包含，高壓吸附、同向減壓、壓力平衡、真空出料、靜置等程序，並先使用鋼瓶氣成功驗證其程序可行。

VPSA 二氧化碳三塔九步驟分離

程序，會進行煙氣淨化處理，其在 6th cycle 開始（約 1.8 小時）煙氣中 SOx 濃度皆可穩定低於 1 ppm，在本研究中進料煙氣經除酸除水後二氧化碳平均濃度為 12.02±1.38 %，吸附壓力約 2.0 barg、真空出料壓力約會使用經除酸除水之煙氣為 -0.8 barg、壓力平衡壓力約為 0.4 barg、且經 100 小時分離程序後，其 CO<sub>2</sub> 分離後濃度可達 91.66±0.64 %，在本研究中已可證實此程序可長時間穩定連續分離煙道氣中二氧化碳。



圖 1 固態吸附法貨櫃設備 (兩個 20 呎黃藍貨櫃)



圖 2 固態吸附法三塔式變壓吸附分離主設備

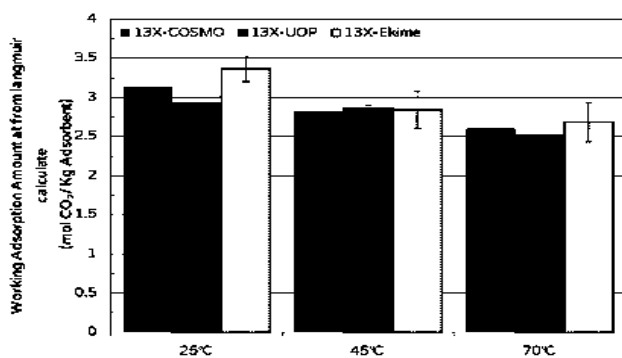


圖 3 由 Langmuir model 所計算 0.1 bar 至 2.0 bar 之可操作二氧化碳吸附量

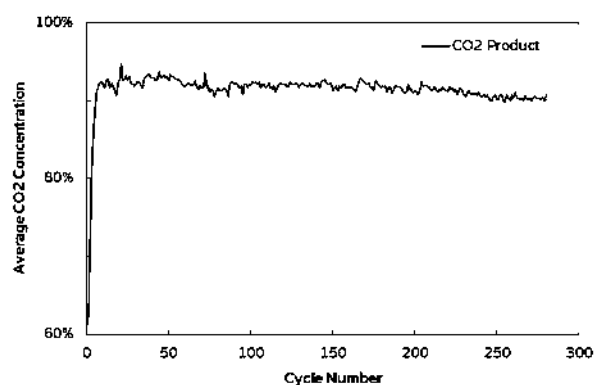


圖 4 長時間煙道氣各 cycle 二氧化碳分離後平均濃度 (1 個 cycle 約 20 分鐘)

研究人員：化學與環境研究室：楊明偉、莊宗諭、張孟淳、沈威辰、黃雅苓、黃鐘

# 固態吸附劑參比不同活性點之吸附性能研究

## Study on Adsorption Performance of Solid Adsorbent with Different Active Sites

### Abstract

This study compared the CO<sub>2</sub> capture performance on different pore size of solid adsorbent, and the experimental temperature is 30, 45, and 60 , and using Langmuir model to calculate the adsorption parameters. The data show the adsorption capacity of carbon dioxide is similar. When the adsorption pressure is 4 bar and the temperature is 30, the adsorption capacity can reach 1.43±0.02 mol CO<sub>2</sub> / kg adsorbent.

In order to increase the metal active center in the solid adsorbent, this part of the synthetic iron-containing MCM-41, and the result indicate that, the carbon dioxide adsorption capacity is higher than MCM-41, it can reach to 1.50±0.18 mol CO<sub>2</sub> / kg adsorbent at 30 ,

4 bar, improve the adsorption capacity about 10.34%.

Finally, this study synthesizes the CO<sub>2</sub> solid adsorbent by the fly ash of power station. After the silicon source extracted by 80 for 3 hours, the Al, Si, and Fe were 21.44, 58.52, and 17.48 % of the fly ash, respectively. And fusion the fly ash at high temperature (550 or 650 °C ) for 2 hours, then use hydrothermal synthesis the solid adsorbent. The capacity of carbon dioxide adsorbent made from fly ash is higher than Fe-MCM-41. At 30 and 4 bar, its adsorption capacity can reach to 2.41 mol CO<sub>2</sub> / kg adsorbent, increase the adsorption capacity about 60.58 ± 13.74%.

### 1 研究背景、目的、方法：

近幾個世紀幾來，人類工業活動的旺盛打破了地球原本的 CO<sub>2</sub> 循環機制，造成大氣中 CO<sub>2</sub> 濃度持續上升，結至 2018 年 11 月，大氣中平均二氧化碳濃度已升至 408.16 ppm，本研究先以以合成 MCM-41 為主，控制其表面物性參數，並測量其二氧化碳吸脫

附量，再進一步之合成含鐵之 MCM-41，用以增加固態吸附劑內之金屬活性點，並測試其二氧化碳吸附量，最後因電廠飛灰含豐富之 Si, Al, Fe，故以電廠飛灰來進行二氧化碳固態吸附劑之合成，並測量二氧化碳吸脫附量，初步評估其吸附效能。

### 2 成果及其應用：

本研究為挑選合適之二氧化碳固態吸附劑，先比較不同孔徑 (Pore Size) 對於二氧化碳吸附能力之影響，以 30、45、60 作為二氧化碳恆溫吸附實驗之溫度，並求得 Langmuir 吸附參數作為相關計算之依據，並得知尚未進行表面修飾時，孔徑在 2~5 nm 皆會有相似之二氧化碳吸附量，在吸附壓力為 4 bar、溫度為 30 °C 時，吸附量可達 1.43±0.02 mol CO<sub>2</sub> / kg adsorbent。

為能增加固態吸附劑內之金屬活性點，此部分合成含鐵 MCM-41 作

為測試之固態吸附劑，經實驗測試後，其二氧化碳吸附量均較 MCM-41 高，在 30、4 bar 時，其吸附量可達 1.50±0.18mol CO<sub>2</sub> / kg adsorbent，已提升約 10.34 % 之吸附量。

最終因電廠飛灰含豐富之 Si, Al, Fe，故以電廠飛灰合成固態吸附劑進行初步測試，電廠飛灰經 80 迴流 3 小時之矽源萃取後，其 Al、Si、Fe，分別約為 21.44、58.52、17.48 %，並以 550 or 650°C 持溫 2 小時進行高溫熔融，再以水熱反應進行固態吸附劑之合成，且經測量後，其二氧化碳吸

附量均較 Fe-MCM-41 高，在 30°C、4 bar 時，其吸附量可達 2.41 mol CO<sub>2</sub> / kg adsorbent，

二氧化碳吸附量已成功提升約 60.58±13.74 %。

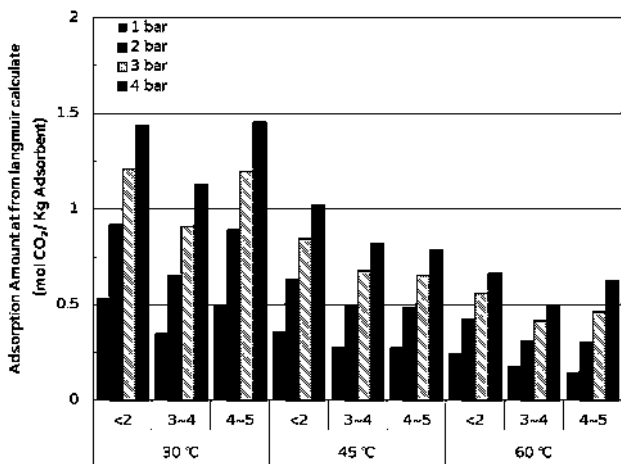


圖 1 由 Langmuir 計算各孔徑 (nm) MCM-41 在各溫度下對二氧化碳吸附量

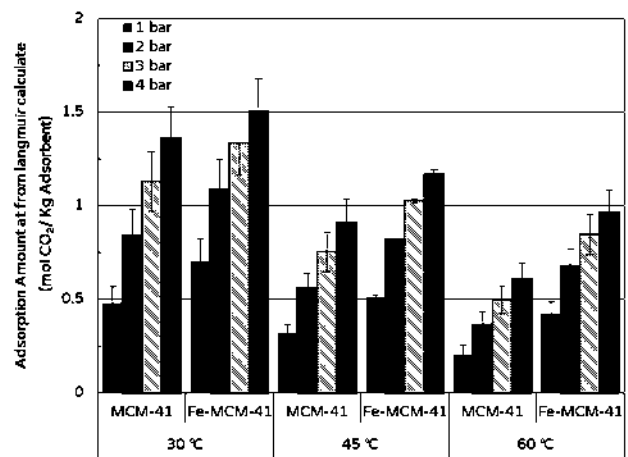


圖 2 由 Langmuir 計算有無 Fe 之 MCM-41 在各溫度下對二氧化碳吸附量

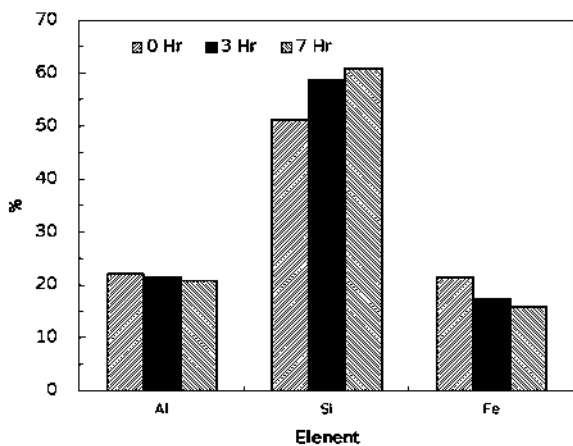


圖 3 經 80 進行矽源萃取後，飛灰中主要物質百分比含量

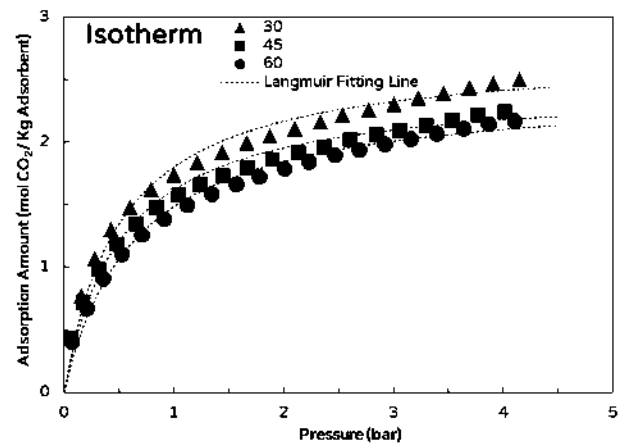


圖 4 飛灰合成吸附劑對二氧化碳恆溫吸附曲線

研究人員：化學與環境研究室：楊明偉、莊宗諭、張孟淳、沈威辰、黃雅苓、黃鐘

# 煤灰多元化再利用研究

## Research on Coal Ash Diversified Reuse

### Abstract

With the successive conversion of coal-fired generating units of power plants such as Linkou and Dalin, the output of coal ash will be greatly increased. When the existing capacity of the ash pond is becoming saturated and the construction permit of the new ash pond is not easy to pass, the coal ash recycling route should be planned as early to avoid the problem of illegally accumulating in the future and affecting the operations of power plant.

Current methods of reuse or recycle coal ashes of domestic and foreign countries were collected and analyzed. And current

production and of coal ashes in Taiwan market was specially estimated and discussed. Testing plan includes (1) evaluating the feasibility of use of bottom ash as cement raw material, (2) obtaining high volume fly ash low strength concrete mix proportions. At present, Taipower's own pipe trench backfilling project has generally used Taipower coal ash, and a publicity briefing session was held to promote Taipower coal ash. Possible export of Taiwan coal ashes to overseas and the requirements of EIA protection label designated to coal ashes were evaluated.

### 1 研究背景、目的、方法：

隨著林口、大林等電廠燃煤發電機組陸續商轉，煤灰產量將大幅提高，在現有灰塘容量漸趨飽和及新灰塘建造許可不易通過下，應及早規劃煤灰再利用途徑，避免未來面臨煤灰非法堆置於電廠而影響電廠營運。

首先，彙整分析國內外煤灰再利用情況，並依據台灣煤灰產銷現況，分析優化再利用化途徑及導入策略。為確認台電底灰導入水泥廠作為取代黏土作為水泥生料及高飛灰低強度混凝土之技術可行性，進行一系列材料

試驗計畫，包含底灰取代黏土實驗室評估與進廠大量試燒之熟料分析、飛灰取代 0%、20%、40%、60% 水泥下之混凝土單位重、空氣含量、初終凝時間、抗壓強度、汞壓試驗、黏度試驗、水合熱試驗等，目前台電自有管溝回填工程已普遍使用台電煤灰，舉辦宣導說明會以達到推廣效果。除試驗計畫外並進行煤灰出口國外可行性評估以及協助擬訂煤灰標售及清運方案，評估台電煤灰申請環保署環保標章的可行性。

### 2 成果及其應用：

1. 將最新年度國外煤灰再利用途徑與再利用率整理如表 1，日本主要應用於水泥領域，其中 68% 作為水泥生料，美國、澳大利亞將飛灰應用於混凝土，分別為 58% 與 67%，英國有大部分製成水泥製品（其中加氣混凝土磚佔 23%），而歐盟有 54% 做為回填礦坑使用，台灣則約 90% 用於預拌混凝土，其次約有 7% 用於水泥生產用途之中，台電公司的飛灰，約 98% 用於預拌混凝土，

較高於國內比例。

2. 底灰再利用情形，美國有 34% 應用於混合水泥，澳大利亞有 22% 做為路基與基底層，英國 100% 再利用於透水材料，而歐盟有 58% 做為回填礦坑使用，台灣約 60% 為預拌混凝土與控制性低強度材料，約 20% 用於級配，約 10% 係用於水泥生產用途，而台電公司將底灰用於預拌混凝土與控制性低強度材料的比例平均約 70%，較高於國內比例。



- 將台中電廠底灰取代黏土作為水泥原料可行性評估方面，透過實驗室試驗與實際進廠試燒(如圖1)，可知技術面可行且環保面亦符合標準，底灰取代水泥生料比率介於1%~5%，若支出費用低於灰塘建造成本，不失為可行方案。
- 透過台電煤灰應用於CLSM之宣導說明會與預拌廠拌和示範(圖2)，各單位對於煤灰使用是積極且正面，未來若能建置線上供料系統、無償供料與免費載運，可提高使用誘因。
- 高飛灰摻量混凝土緩凝情形嚴重，40%飛灰取代率，相較純水泥延長30%以上，且添加飛灰會有抗壓強度的折損，不同飛灰取代率抗壓強度隨齡期發展(W/B=0.45)如圖3所示，而打底混凝土對於凝結時間與

抗壓強度上較無嚴格要求，為高飛灰摻量混凝土相當適合之標的，另外，以飛灰取代水泥，降低水合熱的表現相當顯著，因此，高飛灰摻量用於巨積混凝土也是相當適合之途徑。

- 台電煤灰出口中國與韓國於法規上並未限制，而印尼必須製作成產品才允許，但實際上煤灰為一相對穩定之廢棄物，付出高額再利用費用與運費對台電公司並非較佳之選擇。
- 將飛灰採取有價標售，底灰採取付費清運方式分開辦理，有助於台電公司飛灰高值化應用與提高底灰再利用量。
- 現階段燃煤飛灰仍為廢棄物清理法所管理，依現有法規評估，台電飛灰要由廢棄物身份轉為資源產品仍有待突破。



圖1 水泥試燒品質管控流程

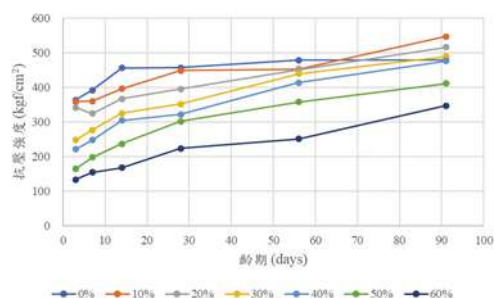


圖3 不同飛灰取代率試體抗壓強度隨齡期發展(W/B=0.45)



圖2 台電煤灰應用於CLSM 宣導說明會

表1 國外煤灰再利用途徑與再利用率(最新年度)

國家	飛灰(%)	主要再利用途徑	底灰(%)	主要再利用途徑
美國	58	混凝土	34	混合水泥
澳大利亞	67	混凝土	22	路基、道路基底層
英國	23	加氣混凝土磚	100	透水材料
歐盟	54	回填礦坑	58	回填礦坑
日本	無分別統計，68%，水泥生料			

研究人員：綜合研究所化學與環境研究室：邱智勇、郭麗雯  
發電處：劉紹仲、林邦駿

## 結合煤灰排放與填地工法研究

### Abstract

This study used ash-pond coal ash as the base material to carry out the ratio test, mechanical test, engineering property test and small scale of backfill test. The main purpose for these tests is to evaluate coal ash as a landfill materials. That is expected to reduce the cost and environmental impact caused by landfill and land reclamation. At same time the ash pond ash can be used and the storage time of ash pond can be extended.

The in situ coal ash is taken from the second-

stage coal ash pond of Linkou Power Plant. Its particle size is similar to that of ordinary sand. It has the characteristics of porosity, lighter specific gravity, fragility, and low content of fine particles (less than 10%). The water content of coal ash is still nearly 30% after standing for 4 days. This material should be used as the base material to produce of coal ash mixed materials. The proportion of the coal ash mixed materials should notify the water contain of the coal ash.

### 1 研究背景、目的、方法：

本計畫以煤灰塘煤灰為基材，進行流動性煤灰混合材料、破碎造粒煤灰混合材料和直接造粒煤灰混合材料的配比試驗、力學試驗及工程性質試驗和小規模回填試驗，以探討煤灰作為填海造地材料的可行性。煤灰取用林口發電廠二期煤灰塘的現地煤灰，

其粒徑尺寸和一般的砂相似，具有多孔、比重較輕和易碎特性，而且細粒料含量低（少於 10%），含水量在靜置 4 天仍有近 30%，故以此材料做為煤灰混合材料之製造基材，應該注意其含水量和材料配比水量的控制。

### 2 成果及其應用：

本計畫經由一系列的室內試驗，證明流動性煤灰混合材料、破碎造粒煤灰混合材料和直接造粒煤灰混合材料於填海造地皆具有一定程度的應用潛能，可達到大量煤灰去化和提昇填地工程性質的效益。其中，流動性煤灰混合材料在水中回填過程，會造成水質濁度的增加而導致環境污染的疑慮，同時，流動性混合材料因粒徑不同，水中回填時亦有材料析離現象而影響填地強度的均勻性；破碎造粒煤灰混合材料之最佳拌合配比為：煤灰 = 1,090 kg/m<sup>3</sup>；水泥 = 120 kg/m<sup>3</sup>；飛灰 = 109 kg/m<sup>3</sup>；水 = 382 kg/m<sup>3</sup>，且在

固結 3 天後進行破碎造粒，最具工程施工時間的效益，當造粒材料粒徑分佈愈均勻，則回填地的沉積愈緻密，而且回填過程中細顆粒沉積速度快，大都沉積於底層、粗顆粒因沉積速度慢大都沉於表層；直接造粒煤灰混合材料之最佳拌合配比為：飛灰 = 1,150 kg/m<sup>3</sup>；水泥 = 127 kg/m<sup>3</sup>；水 = 334 kg/m<sup>3</sup> 之比例，進行飛灰混合材料的拌製及透過自行開發之直接擠出造粒設備進行煤灰混合材料的造粒，可克服破碎造粒材料尺寸不均勻和隨破碎方法改變而變化的問題。



圖 1 破碎造粒煤灰混合材料之主要粒徑尺寸

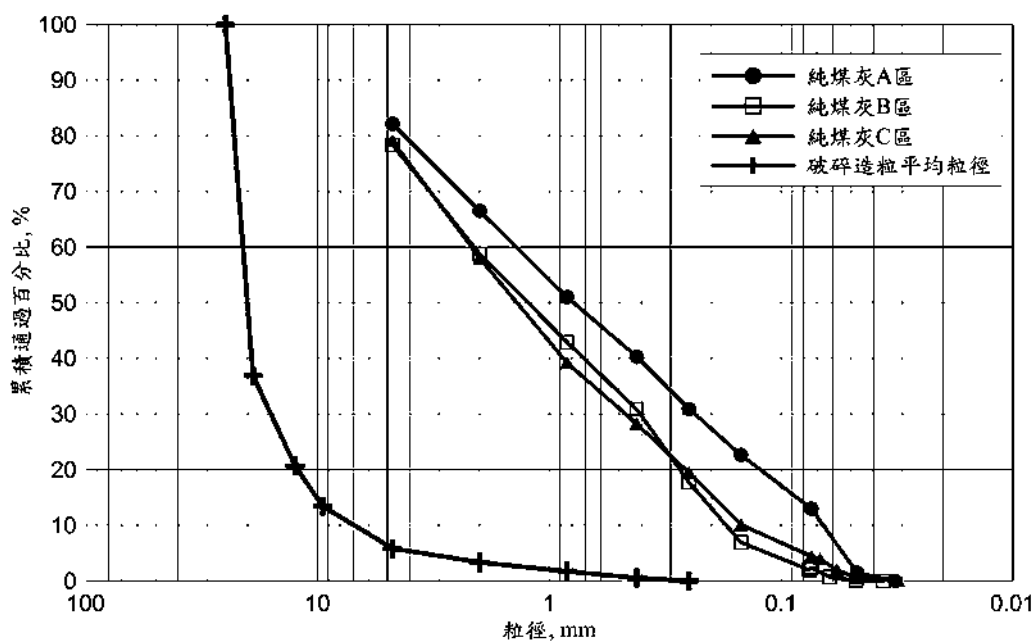


圖 2 不同時期製造破碎造粒煤灰混合材料之粒徑分佈曲線

研究人員：綜合研究所 化學與環境研究室：郭麗雯、邱智勇、吳宸胤

# 林口電廠排煙脫硝系統特性研究與技術應用

## Study on SCR de-NO<sub>x</sub> system characteristic and technology in Linkou power plant

### Abstract

Linkou Power Plant is the first power plant in our company that uses ultra-supercritical coal-fired thermal power plant. In this study, we finished the catalyst activity analysis of unit #1 and unit #2. The catalyst deactivation index ( $K_{\text{exposed}}/K_{\text{fresh}}$ ) is about 0.849~0.919. It indicates that the catalyst still maintains good denitration activity. We also conducted analysis of catalyst chemical composition, specific surface area, pore volume, pore size distribution and surface microstructure to help explain possible causes of catalyst deactivation. This study also conducted historical data statistics of the operation of the SCR denitration system, and study the correlation between the SCR denitration efficiency and the

catalyst activity. The decline trend of the SCR denitration efficiency is highly related to catalyst deactivation index. It indicates that the results of the catalyst activity analysis can be directly reflected on the SCR denitration efficiency. The lifetime of general commercial catalysts is about 3 to 5 years. When taking circular economy to consideration, catalyst regeneration has great economical and environmental benefits. This study conducted catalyst washing and regeneration test, which shows that CO<sub>2</sub> microbubble water has the best result. When ultrasonic and additive of NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> are introduced in the process, the denitration efficiency can be increased from 19.1% to 76.7%.

### 1 研究背景、目的、方法：

本研究規劃進行林 #1 機及林 #2 機觸媒取樣分析，林 #1 機觸媒使用時間約 18400 小時，林 #2 機觸媒使用時間約 17880 小時，分階段取樣 4 次進行觸媒活性衰減分析，同時也進行化學成分分析、比表面積分析以及電子顯微鏡分析，用以了解觸媒劣化可能之原因。此外，也進行 SCR 脫硝系統運轉歷史資料統計，透過歷史資料來了解機組運轉狀況及其穩定性，同時比對 SCR 脫硝效率衰減趨勢與觸媒活性衰減指數相關性。

合理且有效的再生方法，可使再生費用只占全部更換費用的 40 % 以下，且觸媒活性可恢復到 90 %~100 %。此外，以環保做考量，可減少 TiO<sub>2</sub> 原料使用，亦可實現資源的循環再利用，並可減少 CO<sub>2</sub> 排放。對於電廠人員來說，除可減少運轉維護費用外，也可減少廢觸媒處理負擔。本研究亦規劃進行觸媒水洗再生，採用本所自行開發微氣泡水洗技術，探討觸媒活性恢復效果，預期能取代傳統酸洗程序，降低廢水處理成本。

### 2 成果及其應用：

1. 完成林 #1 機及林 #2 機第 1、2 層觸媒活性分析，林 #1 機觸媒活性衰減指數 ( $K_{\text{exposed}}/K_{\text{fresh}}$ ) 約 0.858~0.905，林 #2 機觸媒活性衰減指數 ( $K_{\text{exposed}}/K_{\text{fresh}}$ ) 約 0.849~0.919，目前林 #1 機及林 #2 機第 1、2 層觸媒仍保持良好的脫硝活性。
2. 完成 SCR 脫硝系統運轉歷史資料統計，林 #1 機 SCR 脫硝效率於前期約為 85%，於加裝第 3 層觸媒 (2018/4) 前脫硝效率約下降至 75%，加裝第 3 層觸媒 (2018/4) 後脫硝效率約提升至 80%，直至運轉時間 2019/12 脫硝效率略降至 78%。氨逸散量皆遠低於 3 ppm，

平均在 0.5 ppm~1.0 ppm 之間，惟林 #1 機 SCR B 側於 2018/4~2018/11 期間氨逸散量較高約 1.5 ppm，推測 NH<sub>3</sub>/NO 莫爾比過高而導致產生過多未反應 NH<sub>3</sub>，而造成氨逸散濃度偏高。

3. 完成以純水、O<sub>2</sub> 及 CO<sub>2</sub> 微氣泡水進行觸媒水洗再生試驗，結果以 CO<sub>2</sub> 微氣泡水的效果最好，當同時加入超音波及添加活性物質 NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> 進行製程調控時，脫硝效率可從 19.1 % 提升至 76.7 %。

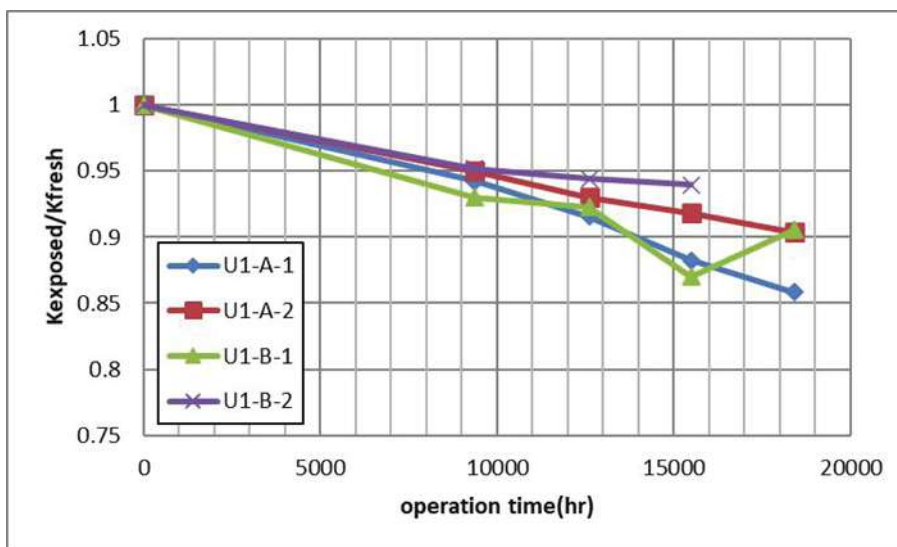


圖 1 本研究進行林 #1 機運轉 18400 hr 下，分析其觸媒活性衰減情況，觸媒 K 值約 47.7~50.3，觸媒活性衰減指數 (Kexposed/Kfresh) 約 0.858~0.905，以上、下兩層進行比較，U1-A-1-4th 的 K 值比 U1-A-2-4th 還低，表示第一層觸媒耗損較快；以 A、B 兩側進行比較，A 側觸媒 K 值略低。

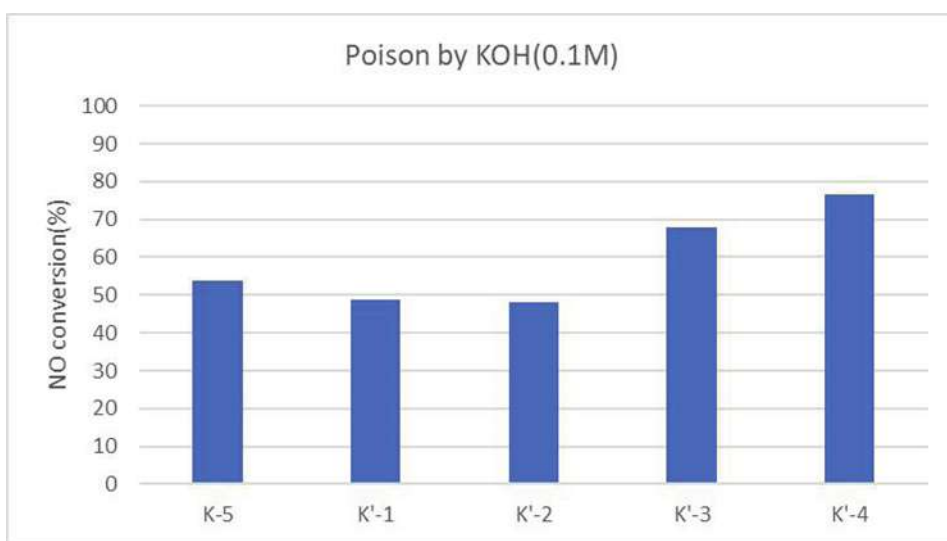


圖 2 根據試驗結果，我們可發現以 CO<sub>2</sub> 微氣泡水的效果最好，本實驗以 CO<sub>2</sub> 微氣泡水進行觸媒水洗再生試驗，並同時加入超音波、調整水溫、延長反應時間及添加活性物質 NH<sub>4</sub>VO<sub>3</sub> 進行製程調控，目前最佳脫硝效率可提升至 76.7%。

研究人員：綜合研究所化學與環境研究室：曾志富、郭麗雯  
 水火力發電事業部林口發電廠：林永祥、邱鴻源

# 永安濕地植被分析及鳥類群聚動態研究

## Vegetation Analysis and Avian Community Dynamics of Yongan Wetland

### Abstract

Hsingta gas power plant renewal and reconstruction plan passed the environmental assessment in August 2019, and decided to establish an ecological conservation group. In addition, Yongan wetland completed the public exhibition and public presentation of conservation and utilization plan on February 9, 2019. The conservation and utilization plan is planned to pass the examination of the Ministry of the interior in May 2020. Based on the ownership, Taipower company has the operation and management power and is supervised by the competent authority. In order to take into account the value of ecological services, the distribution of salt-tolerant native plants in wetland vegetation is analyzed, and the impact of vegetation

on bird biological resources is discussed from the perspective of landscape ecology. The feasibility of replanting and replanting the original species to achieve the goal of improving biodiversity,.

In response to the fact that the future development around the wetland is still under the supervision of the wetland review group, the Yongan wetland has been improved due to the reduction of the area, the change of the landscape, the interference of the development behavior and the improvement of the habitat. In addition to the feasibility of re-breeding rare plants, this study also analyzes and studies the bird population dynamics of vegetation landscape changes.

### 1 研究背景、目的、方法：

興達電廠燃氣機組更新改建計畫於 108 年 8 月通過環評，審查決議本公司成立生態保育小組；另永安濕地於 108 年 2 月 9 日完成保育利用計畫公展及公開說明會，保育利用計畫書擬於 109 年 5 月通過內政部審查，本公司基於所有權有經營管理權力，並受主管機關督導。永安濕地北側建廠用地陸續實施興達電廠燃氣機組建廠計畫，因緊鄰國家重要濕地且受到高雄市政府及保育團體監督壓力，為兼顧生態服務價值，擬分析濕地植被中耐鹽性原生植物之分布，以地景生態學之角度探討植被對於鳥類生物資源之影響，並試以域內移植、分株及復育原生物種之可行性，達到提升生物

多樣性之目標，。

因應未來於濕地周邊開發之行為仍受濕地審議小組監督，永安濕地因面積縮小、地景變遷、開發行為干擾、棲地改善…等影響所致之鳥類群聚動態將受到關注，此研究案除了探討珍稀植物復育之可行性，亦對於植被地景變遷之鳥類群聚動態進行分析及研究。研究內容如下各點所示：

1. 陸域植物調查及空間分析
2. 陸域鳥類調查及空間分析
3. 植物植群分析
4. 鳥類棲地選擇及植被利用分析
5. 稀特有植物族群調查、分布區位及保育對策

### 2 成果及其應用：

自 103 年起至今，對於濕地南側 22 公頃廢棄鹽田區的水鳥（含涉禽、游禽）的群聚結構、棲地品質、鳥類

棲地利用模式、飛行模式、水深利用已有瞭解，唯永安濕地涵蓋 56.25 公頃（含納入保育利用計畫之 15 公頃土

地)，非僅有南側 22 公頃水域環境，尚有陸生植物、陸域鳥類待研究，經本研究加入陸域植被分析及陸鳥群聚動態研究後，使永安濕地之生態研究更加完整。永安溼地系列生態研究全程由台電公司自主完成，除科學價值外並彰顯生態保育的決心與能力，並取得台電公司於濕地經營管理的話語權。

重要結果如以下：

1. 植物調查結果，本研究共記錄 20 科 46 種維管束植物，其中依其屬性區分，有 27 種非特有之原生種、17 種歸化種與 2 種栽培種，而原生種 ( 特有種與非特有之原生種 ) 約佔物種數之 58.70%，顯示原生種比例高；依生長習性區分，共計 7 種喬木、7 種灌木，26 種草本與 6 種藤本植物，分布如圖 1。

2. 鳥類調查結果，本研究共記錄燕科 (Hirundinidae) 3 種；麻雀科 (Passeridae) 1 種；翠鳥科 (Alcedinidae) 1 種；鷗科 (Laridae) 3 種；椋鳥科 (Sturnidae) 3 種；扇尾鶯科 (Cisticolidae) 2 種；秧雞科 (Rallidae) 2 種；鳩鴿科 (Columbidae) 3 種；伯勞科 (Laniidae) 2 種；繡眼科 (Zosteropidae) 1 種；鴉科 (Corvidae) 1 種；鶇科 (Pycnonotidae) 1 種；鵲鴿科 (Motacillidae) 2 種；鶇科 (Muscicapidae) 1 種；雨燕科 (Apodidae) 1 種；梅花雀科 (Estrildidae) 1 種；鵲科 (Pandionidae) 1 種；隼科 (Falconidae) 1 種。分布如圖 2。



圖 1 永安濕地主要植物分布圖



圖 2 陸域鳥類分布圖

研究人員：綜合研究所 化學與環境研究室：洪健恆

## 管式海水電解設備改善研究

### Study on Improvement of Tubular Seawater Electrolysis Equipment

#### Abstract

In recent years the pipe-breaking rate of Concentric Tubular Electrolyzer in Taichung plant has obviously gone up. At first it was suspected that it was caused by bad heat-dissipation inside and outside tubes. At one time using external equipment to transfer the waste heat produced during seawater electrolysis process was taken into consideration. However, through site investigation, pitting corrosion test, element analysis, statistics of pipe breaking, potential measurement and pitting corrosion stimulation we find that electrolytic corrosion is the main reason of pipe breaking. The electrolytic corrosion resulted from the leakage current triggered by a seawater spill or using water to clean the electrolyzer. Consequently we suggest that

the maintenance personnel can either use the waterproof insulation tape to cover the position in that the titanium pipe is supported by FRP crossbeam or check whether the exterior of electrolyzer is dry before starting seawater electrolysis.

Essentially the Concentric Tubular Electrolyzer is Dimensionally stable anode. So we try to develop the low cost and energy-saving seawater electrolyzer on the basis of the technology of self-fabrication anodic electrode of cathodic protection system. It was found that ruthenium oxide based coating without iridium is unstable for seawater electrolysis. In the future we will continue to move forward in the direction of self-fabrication of Concentric Tubular Electrolyzer.

#### 1 研究背景、目的、方法：

台中電廠因機組商轉時程不一，所使用之海水電解設備共分三種不同形式，其中#1~#4 為板式電解單元(塑膠槽體)、#5~#8 號機為同心圓管式海水電解單元、#9~#10 為板式電解單元但槽體為不鏽鋼，承壓能力較#1~#4 提升，較無流速慢導致電解副物沈積問題。而#5~#8 管式海水電解設備不像板式電解極板完全浸泡在電解液或海水裡(電解熱可迅速被水流帶走)，其外管分處於液態及氣態介面，散熱

效率不一致，在連續電解過程中外管會逐漸呈現似高溫燒烤的藍色紋路，較易形成砂孔或破管。本計畫擬以2 年時間進行(1)釐清委託單位所提之：外極管是否確實會因身液態及氣態兩種介面導致散熱不均，並提高損壞率；不同進水溫度下，極管管材(鈦金屬)可承受之長時間輸出電流上限；以及添加外部裝置引導電解時所產生廢熱之可行性。

#### 2 成果及其應用：

經現場調查、實驗室鈦的孔蝕測試、鈦管表面白色沉積物的元素分析、現場破管位置和次數的統計、電解槽電位的量測和現場鈦管的孔蝕模擬，證明台中電廠管式海水電解槽(CTE)的破管是從洩漏電流引發的孔蝕開始，孔蝕一旦發展成穿孔，鈦管中的海水就會源源不斷地流出，讓情況加

速惡化，且透過溝通和觀察，發現海水洩漏和用清水清洗鈦管是引發洩漏電流的主因，加上現場管式海水電解槽(CTE)採水平配置，將電位差異很大的鈦管安置在同一支FRP 橫樑上且僅有約20 公分的距離，一旦形成連續水膜，FRP 橫樑很難不成為洩漏電流的主要路徑。



因此建議可以在鈦管被 FRP 橫樑承載的位置包覆絕緣防水膠帶，只要是能避免電蝕發生的方式都可以考慮，未來在採購管式海水電解槽時，以垂直配置者為佳，如此相鄰的鈦管的電位會較相近，就算有洩漏電流發生，兩者電位差也不會太大，因為根據實驗室的孔蝕測試，在有海水的環境下要讓鈦出現孔蝕需要一定的電位差。

由於本研究已找出 CTE 破管真正的主要原因，便可以採取適當的措施來延長外極管的使用壽命，降低年度維護極管材料頻率，減低材料花費，同時也降低後端冷凝器海生物堵塞問題，避免機組降載或跳脫。雖然目前經濟型海水電解陽極穩定度不盡理想，然技術仍在，在可預期的未來，仍然有機會開發出性能不亞於國外的海水電解電極，並建立台電公司自有的海水電解技術。

日期	機組	排	位	形式	廠
108/6/3	#8-3	第一排	A8	外雙極管	副廠
108/5/31	#8-2	第六排	A13	外雙極管	副廠
108/5/22	#5-1	第六排	A10	外陽極管	原廠
108/5/13	#5-3	第七排	A5	外陽極管	原廠
108/5/12	#5-2	第六排	A10	外陽極管	原廠
108/5/10	#5-2	第四排	A5	外陽極管	原廠
108/5/6	#5-3	第六排	A10	外陽極管	原廠
108/5/5	#5-1	第二排	A5	外陽極管	原廠
108/4/26	#5-1	第二排	A5	外陽極管	原廠
108/4/8	#5-1	第一排	A10	外陽極管	原廠
108/4/2	#5-2	第六排	A20	外陰極管	原廠
108/1/27	#8-2	第二排	A11	外陽極管	副廠
108/1/6	#8-2	第三排	A9	外雙極管	副廠
107/9/17	#8-3	第一排	A13	外雙極管	副廠
107/9/6	#6-3	第二排	A12	外雙極管	副廠
107/7/26	#5-3	第一排	A5	外陽極管	原廠
107/6/27	#6-2	第三排	A15	外陰極管	副廠
107/5/30	#8-3	第一排	A12	外雙極管	副廠
107/5/30	#8-3	第一排	A8	外雙極管	副廠
107/5/29	#8-3	第二排	A9	外雙極管	副廠
107/5/29	#8-3	第二排	A9	外雙極管	副廠
107/5/16	#6-3	第二排	A11	外陽極管	副廠
107/4/30	#5-3	第三排	A5	外陽極管	原廠
107/2/25	#6-2	第一排	A12	外雙極管	副廠
107/2/21	#5-1	第一排	A10	外陽極管	原廠
107/2/1	#8-3	第七排	A9	外雙極管	副廠
107/1/20	#6-2	第一排	A11	外陽極管	副廠
106/11/8	#8-1	第五排	A6	外陰極管	副廠
106/11/4	#7-1	第一排	A11	外陽極管	原廠
106/9/28	#8-2	第四排	A12	外雙極管	副廠
106/8/28	#6-2	第二排	A13	外雙極管	副廠
106/8/1	#8-2	第二排	A9	外雙極管	副廠
106/7/30	#8-3	第八排	A4	外雙極管	副廠
106/7/29	#6-1	第二排	A15	外陰極管	副廠
106/7/20	#7-3	第一排	A10	外陽極管	原廠
106/7/5	#7-3	第二排	A12	外雙極管	原廠
106/6/25	#5-1	第八排	A5	外陽極管	原廠
106/6/8	#6-3	第一排	A11	外陽極管	副廠
106/5/20	#6-2	第三排	A11	外陽極管	副廠
106/5/15	#8-2	第一排	A12	外雙極管	副廠
106/5/15	#8-3	第三排	A12	外雙極管	副廠
106/2/15	#8-3	第八排	A8	外雙極管	副廠
106/2/1	#5-1	第八排	A15	外陰極管	原廠

圖 1 場鈦管破管統計

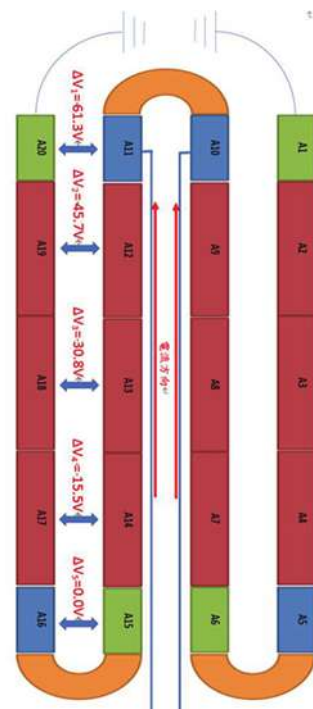


圖 2 電解槽電位量測

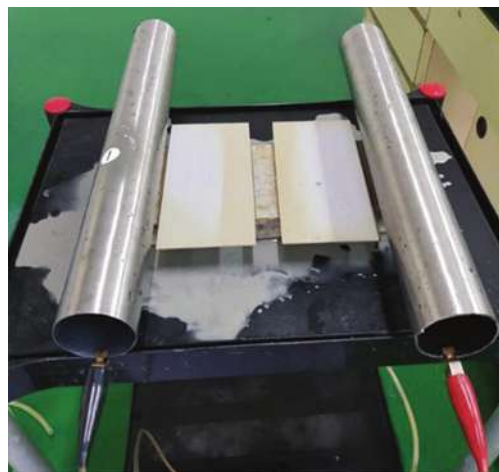


圖 3 仿現場條件進行鈦管電蝕評估



圖 4 自製以鈦釘為主的海水電解電極

# 台中電廠含高濃度氯離子燃煤燃燒結果研究

## Study on Results of Combustion of Coal with High Concentration Chloride in Taichung Power Plant

### Abstract

Taichung Power Plant's coal yard uses recycled water as water for suppressing dust, and its sources include integrated wastewater, domestic wastewater, and simple wastewater treatment. The source of the simple wastewater is to use the recovery and filter water from the sinking coal pond to suppress dust. Previously, the Taichung power plant found high concentrations of chloride ions when sampling the sinking coal pond. At that time, in order to cooperate with the quality control circle, the source of chloride ions in the sinking coal pond had been closed. However, coal containing high chloride salt might be sent to the boiler for combustion. Due to the high temperature reaction, it may cause damage to boiler equipment, corrosion of pipe wall materials, and difficulty in handling FGD wastewater containing high chloride salts. Therefore, the

Taichung Power Plant entrust TPRI to carry out a research project in 2018.

This project takes the Taichung Power Plant as the research target, and we try to evaluate whether the high concentration of chloride ions in the sinking coal pond will have negative effects on the power plant's equipment due to the coal combustion. The research works were completed through the chloride ion concentration trend, shutdown accidents, FGD water consumption, chemical composition of fly ash, and the material analysis of the boiler tube, etc. In addition, we have conducted high-temperature simulation experiments to explore the correlation and behavior of high-chloride corrosion on boiler materials. Finally, based on the previous research results, we propose the benefit assessment and response strategies.

### 1 研究背景、目的、方法：

台中電廠煤場使用回收水作為抑制揚塵用水，其來源包括綜合廢水場、生活廢水場與簡易廢水場處理水等，其中簡易廢水場之來源乃將沉煤池廢水回收過濾後作為抑制揚塵使用。先前台中發電廠於沉煤池採樣時發現含高濃度氯離子，當時廠區為配合品管圈活動，已先行封閉沉煤池氯離子來源，然已有含高氯鹽之燃煤送入鍋爐燃燒，於高溫反應下恐造成鍋爐設備損壞、管壁材料腐蝕、FGD 廢水含高氯鹽難以處理等問題，因而台中發電廠於 107 年研提研究計畫，委託由本

所規畫與執行。

本計畫以台中電廠為研究標的，評估由於沉煤池含高濃度氯離子，對於後續燃煤燃燒是否造成電廠設備之不良影響為目標，本研究透過氯離子趨勢濃度趨勢、停機事故、FGD 用水情形、飛灰化學成分與爐管材料狀態各等面向進行調查與分析，並進行高氯鹽高溫模擬實驗探討高氯鹽對於電廠材料的腐蝕相關性與行為，最終根據前述研究成果與文獻探討內容，研擬效益評估與因應對策。

### 2 成果及其應用：

根據研究結果可知，電廠的改善作為成效良好，FGD 用水量與發電量已成高度相關，外部干擾因素有效降低，無氯離子損害鍋爐材料之明確證據與跡象，經評估其效益顯著。基於

高氯鹽腐蝕的機制了解，進行相關因應對策的研擬，面向包括電廠運轉操作條件、材料選擇、加工製程、維護保養、材料補強、燃料管理與短期應變策略等，可供電廠未來營運參考。

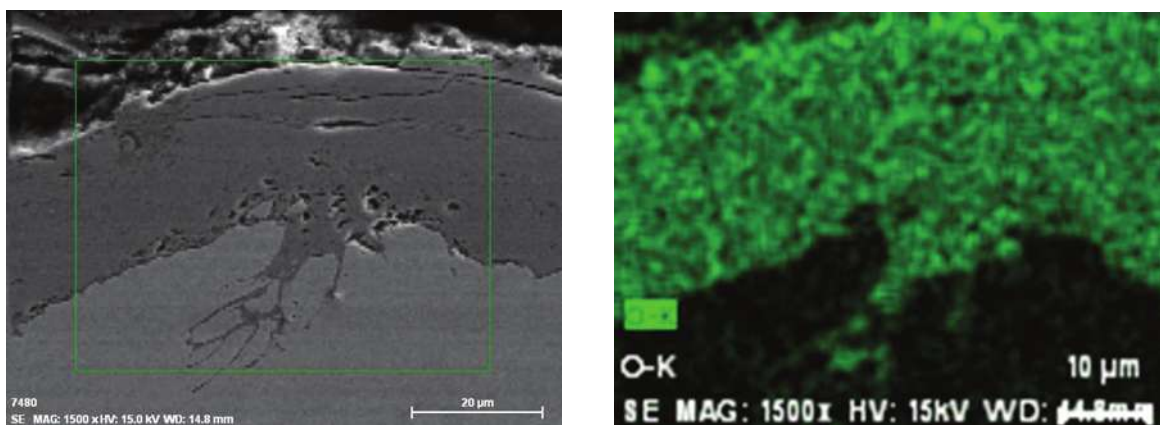


圖 1 電廠實際管件顯微觀察與元素分佈情形

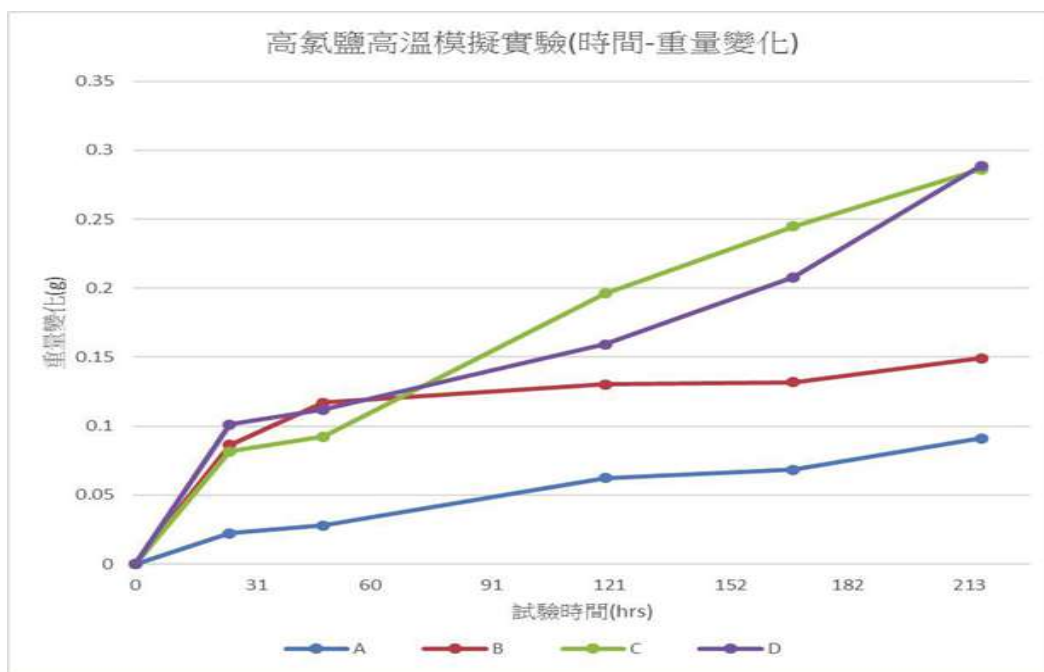


圖 2 高氯鹽高溫模擬實驗結果

研究人員：綜合研究所化學與環境研究室：張書維、吳成有、張益彰  
 綜合研究所能源研究室：曾千洵  
 台中發電廠：許朝昇

# 長時效小型飛輪儲能系統示範應用與測試研究

## Demonstration and Experimental Study of a Flywheel Energy Storage System for Long Duration Applications

### Abstract

The Flywheel Energy Storage System (FESS) stores energy by converting the electricity and the spinning kinetic energy with a bidirectional power conversion device. The performance in terms of energy storage density, energy efficiency, power, and response time of the FESS is outstanding. Using mechanical energy for energy storage has advantages of long cycle life, reliable operation and low impact to the environment. In comparison with the electrochemical energy storage system, the FESS has low environmental impact and no drawbacks of chemical corrosion, overheating and over charge and discharge.

The energy efficiency of the FESS depends on manufacturing materials, electrical machines, types of bearing, and the vacuum chamber housing the rotor. The State of Charge (SOC) of the FESS can be directly

calculated by monitoring the rotational speed of the flywheel which effectively improves the reliability of the power management system. Recently, the performance of the FESS has been improved by combining composite rotors, magnetic bearings, high-speed motors, and power electronics technology.

In general, most FESSs can provide high power instantaneously with short duration. However, FESSs providing the long charge and discharge duration for peak shaving and energy shifting is rare. Therefore, a FESS with rated power of 8 kW, discharge duration of 4 hours and 32 kWh energy has been installed in this study. The FESS is tested for various technical characteristics, and the reliability and corresponding performance of the specification have been demonstrated for the reference of application in the future.

### 1 研究背景、目的、方法：

飛輪儲能系統 (Flywheel Energy Storage System, FESS) 為利用一配有雙向電力轉換器之電機設備，將電能轉換成帶動飛輪旋轉之機械能，進而達到儲能之目的。飛輪之儲能密度、轉換效率、瞬間釋放功率、響應速度皆有不錯表現；而使用機械能進行儲能，可有使用壽命長、操作穩定、不污染環境之優勢。相較於電化學儲能系統，無化學腐蝕、過熱、深度充放電等問題，對於環境衝擊低。

飛輪儲能技術依其製造材料、電動發動機組、軸承型式，以及置放轉子之真空環境，決定其系統轉換效率，

且只要偵測飛輪之轉速，即可推算系統目前充電狀態，以提升電力管理之可靠度。近年飛輪結合先進複材轉子、磁軸承、高速電機以及電力電子技術，使其性能大為提高。

而相較於短時間內可瞬間釋放大功率之飛輪系統，有助於削峰填谷以彌補間峰用電不足之長時效充、放電飛輪並不多見；爰此，本研究建置額定輸出功率 8 kW，充、放電時間可維持 4 小時，充儲能量為 32 kWh 之飛輪系統，並進行各項技術特性測試，驗證此飛輪系統之可靠度與表現符合其性能規格，俾後續拓展應用之參據。

### 2 成果及其應用：

相較於一般可瞬間釋放大功率之高轉速飛輪，低轉速飛輪更能夠提供長時效充、放電功能，而有助於消峰填谷以彌補尖峰用電不足。本研究為

著重於電網級飛輪系統之應用，針對一可提供長時效充、放電功能，轉子為全鋼鐵製之低轉速飛輪，進行測試及驗證長時效飛輪儲能系統之技術成

熟度及應用特性。本研究建置一全鋼製之低轉速飛輪，裝置架構如圖一所示，實測時間持續 90 天以上並擷取量測資料，進行各項性能之測試及驗證。

本研究驗證飛輪之儲能、反應時間、轉換效率等皆符合如表一所宣稱之規格。且飛輪經過 90 天以上之反覆測試，基礎可確認飛輪長時間重複充放電循環之運轉穩定，飛輪幾可無誤接收測試所下達之命令，操作與控制亦穩定，於 4 級地震或市電斷電過程

仍可持續運轉，可靠性佳。驗證過程之運轉經驗亦於表一之整理說明。因此本研究測試驗證飛輪之儲電量與飛輪轉速正相關，容易管理。且具有快速功率反應，高循環壽命以及使用壽命相對高之循環效率，無明顯表現退化，操作穩定且可靠，運轉過程對環境無污染。但飛輪亦仍有電磁浮軸承具複雜性，為每 10 年重點維護事項，須留意機械應力與疲勞極限，其將造成潛在危險失效模式，所以安裝有其限制位置，以策安全等維護重點。

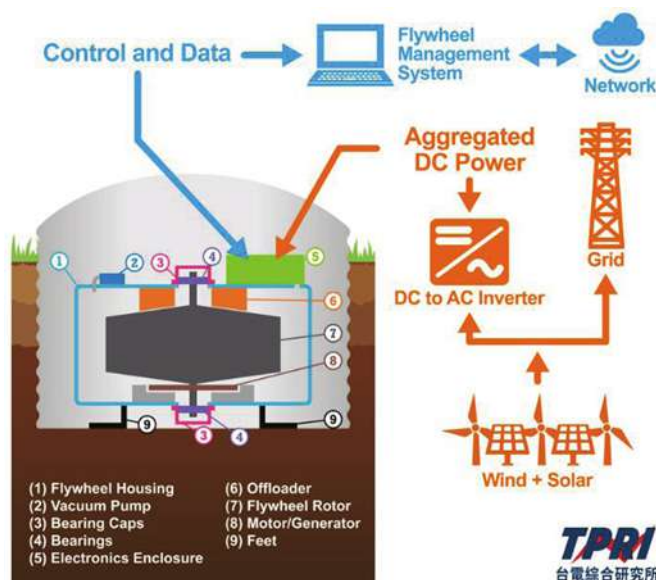


圖 1 本研究裝置之長時效飛輪儲能系統

表 1 飛輪規格與測試驗證說明統整

規格	AMBER M32	說明
重量	4,763 kg (10,500 lbs)	轉子佔2,495 kg
尺寸	H 132 cm × D 137 cm (52" × 54")	外圍須再安裝 H 210 cm × D 180 cm之槽罐罩
最大電力	8 kW	可設定0~8 kW
儲存電量	32 kWh	
反應時間	< 1 秒	設定功率越小，反應速度越快
放電時效	4 小時 (最低)	額定8 kW可放電4小時
設計壽命	30 年 (保固期10年)	
效率	>86%	
自放電量	< 100 W (平均)	除了電浮軸承、發電機能量磨耗 (相關自放電量)，需於外界提供電力於輔助設備，亦影響整體效率
輔助電力 (120-240Vac)	停轉 < 50 W 運轉 < 140 W	
運轉溫度	-40 ~ 50°C	不需空調系統
運轉範圍	SOC: 0 - 100% (3000 - 9000 RPM)	儲電量與轉速正相關
輸出輸入DC	550~750 V / 15A	
耐震範圍	Zone 4 USUBC	耐震度為0.4g (400gal) 為我國6級地震強度之上限

研究人員：能源研究室：廖佳麒、鄭雅堂、周儷芬、丁富彬、張玉清

# 智慧綠社區與居家能源管理系統 (HEMS) 整合 應用研究 - 以興達電廠宿舍區為例

Integrated Application Research of Smart Green Community and Home Energy Management System (HEMS)- Taking the Dormitory Area of Hsinta Power Plant as an Example

## Abstract

The purpose of this project is to cooperate with the Executive Yuan, Republic of China(Taiwan) to plan to complete 1000 demonstrations by the end of 2017. It includes the complete AMI deployment of the Route A and Route B linkages, as well as smart user application services, and will select the Hsinta Power Plant Dormitory as an extended demonstration field of the Green Community Project.

The project is focus on aggregate individual AMI information through Route B to show the overall electricity consumption information of the community and of the individual users. It will explore user's motivation and incentives of electricity-saving through policy promotion and incentives demonstration. It is proposed to establish a "community cloud energy management" experimental system and provide four main functions: (1) Community

Energy Management System (CEMS): electricity consumption information of the community, user energy-saving competition rankings, safety monitoring, and Taipower company policy announcements. (2) Home Energy Management System (HEMS): wireless home network, measurement of real-time electricity, electricity data cloud query platform, remote control appliances, and automated demand response to reduce air conditioning usage. (3) Community WiFi Internet integration and construction: WiFi coverage throughout the community、Internet service and smart life integration. (4) User's automated demand response function: Establish an international model that meets the OpenADR 2.0b automated demand response standard and provide a business model application for demand reaction aggregators for the future community.

## 1 研究背景、目的、方法：

配合行政院規劃在 106 年底完成 1000 戶示範，包含電業端 (Route A) 及家庭端 (Route B) 連結之完整 AMI 佈建，建立對應智慧用戶應用服務研究，本研究計畫重點在，透過 Route B 聚合個別 AMI 資訊，成為社區整體用電資訊，建立個別用戶的用電排行榜，透過政策推播，實驗節電獎勵效益，掌握用戶節電動機與誘因。本研究目的以本公司興達電廠宿舍區為例示範場域內，建置「社區雲端能源管理」實驗系統，並提供四大主要功能：(1) 社區能源管理系統 (CEMS) (2) 家庭能源管理系統 (HEMS) (3) 社區 WiFi 上網整合建置 (4) 用戶的自動需量反應功能與商業模式應用。

為考量備勤宿舍區網際網路涵蓋狀況不足，造成智慧插座透過戶內閘道器聯上網際網路的不確定因素多，預定在備勤宿舍區建置 WiFi 無線網路，目的是提供一致性聯網方式，使戶內閘道器可聯上網際網路，同時支援用戶可透過智慧手機 APP，隨時掌握用電訊息。有關用戶智慧家庭能源管理 (HEMS) 將配置智慧開關或智慧插座，透過戶內閘道器聯上網際網路，量測智慧插座上電器之用電量，紀錄用電行為，在非尖峰時段，或是尖峰時段沒有實施 ADR 事件時段，不介入用戶電器操作，只記錄用戶用電模式，作為 ADR 實施時之用電基線計算基礎。

## 2 成果及其應用：

1. 完成蒐集國內外有關住商型用戶參與自動需量反應及智慧綠社區與家庭能源管理系統整合應用實例、發展現況及推動成效。
2. 成智慧綠社區網際網路基礎設施建置，使全社區室內與室外有專屬 WiFi 訊號涵蓋，提供未來智慧綠社區上網服務與整合智慧生活之基礎安全需求。
3. 完成建立家庭能源管理系統 (HEMS)：具備無線家庭網路、量測即時用電、用電資料行動查詢雲端平台、遠端控制電器及抑低空調功能。
4. 完成住戶透過外接智慧插座或於既設配電盤專用迴路安裝智慧控制開關單元，可支

- 援 VEN 之 ADR 調度指令，經由 WiFi 無線網路執行可進行量測用電及遠端控制等兩項功能，並能透過手機 APP 顯示用電資訊並遙控家中電器或迴路，實現智慧家庭應用情境。
5. 完成建立自動需量反應 (Automated Demand Response, 簡稱 ADR) 負載管理功能：以 OpenADR 2.0b 協定，依據電器設備的即時動態負載，建立可抑低需量的卸載模式。
6. 完成建立社區能源管理系統 (CEMS)：具備全社區用電量可視化、住戶節能競賽排行、社區安全監視及台電政策推播功能。

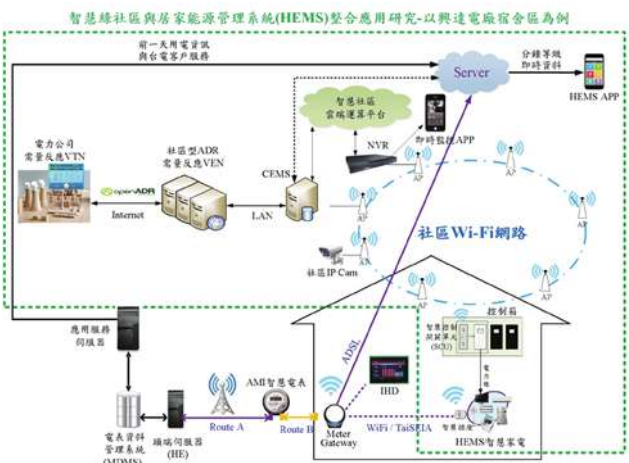


圖 1 智慧綠社區與居家能源管理系統 (CEMS+HEMS) 整合應用研究系統架構圖



圖 3 CEMS Web 功能架構



圖 2 HEMS APP 功能架構



圖 4 社區用電比較

研究人員：負載管理研究室：張作帆、陳佳祥

# 用戶群代表制度試行及效益評估之研究

## The Analysis of Program Parameters and Curtail Performance of Aggregator Demand Response

### Abstract

Taipower made a huge progress on promoting the effectiveness of DR in 2016, contributing to system reliability. For instance, reserve margin was hit a record low on 5/31/2016, and demand bidding program curtailed 390MW peak electricity consumption, which equal to more than 1% reserve margin rate. However, our power supply is extremely tight in the next two years, so government asked Taipower to recruit more DR capacity to help the system. Based on the experience of Taipower, it is very difficult to get more reduction in the short-term.

According to the international demand response program design experience, the Aggregator mechanism can effectively improve the implementation of response requirements. Also, Aggregator can guarantee to provide reliable, immediate power reduction during the dispatch period. Therefore, in October 2016, Taipower launched the "Aggregator Demand Response

Service Program", which was the first time to push forward the aggregator mechanism in Taiwan. But, unfortunately, the program was failed and stops at July 2017. In this study, the detail of specification and contract of the first Aggregator Demand Response Service Program are evaluated. The improvement for next Aggregator Demand Response Service Program is also suggested.

The last, both demand response program and Aggregator Demand Response Service Procurement are restricted the participate end-user whose contract capacity should be 100kW above. Although the high voltage user's considerable amount of inhibition, but than 50% peak load was caused by low voltage users. Therefore, in addition to actively promote the need for high voltage users to participate DR program, and analysis the curtailment potential of high-voltage users, the demand response research on low-voltage users, should also be gradually started.

### 1 研究背景、目的、方法：

1. 本公司「用戶群代表需量反應服務採購案」之效益評析並提出制度之精進作為。
2. 研議結合既有「需量反應負載管理措施」之 Aggregator 模式制度，以評估適合我國之作法。
3. 試行以 Aggregator 聚合小型低壓用戶參與需量反應方案，並對其可行性及效益進行評估。
4. 研析高壓用戶參與需量反應之潛力評估方法。

### 2 成果及其應用：

1. 已完成「用戶群代表需量反應採購案」之執行，已建置執行流程(如圖 1 所示)、各項檢核表單、報告格式，並執行聚合名單審核、執行率計算、執行效益分析等工作。調度單位已於 2018 年 11 月 8 日、12 月 3 日、12 月 11 日共執行 3 次抑低用電事件，抑低時數已達 12 小時，本計畫中針對 3 次抑低用電事件，完整執行成效計算。
2. 建立高壓用戶參與需量反應之潛力評估方法：方法 1 – 支持向量迴歸機器學習演算法及方法 2 – 最小用量衡量法
3. 已完成建立小型低壓用戶透過 Aggregator 參與需量競價之試驗方案及回饋機制，並完成小型低壓用戶虛擬需量競價平台，其示意圖如



圖 2 所示。自 2018 年 6 月起，已有由能源局計畫支持之工研院研究團隊，以 1,000

戶 AMI 示範場域為對象，完成 94 戶低壓住宅用戶招募，至 11 月止已得標 58 次。

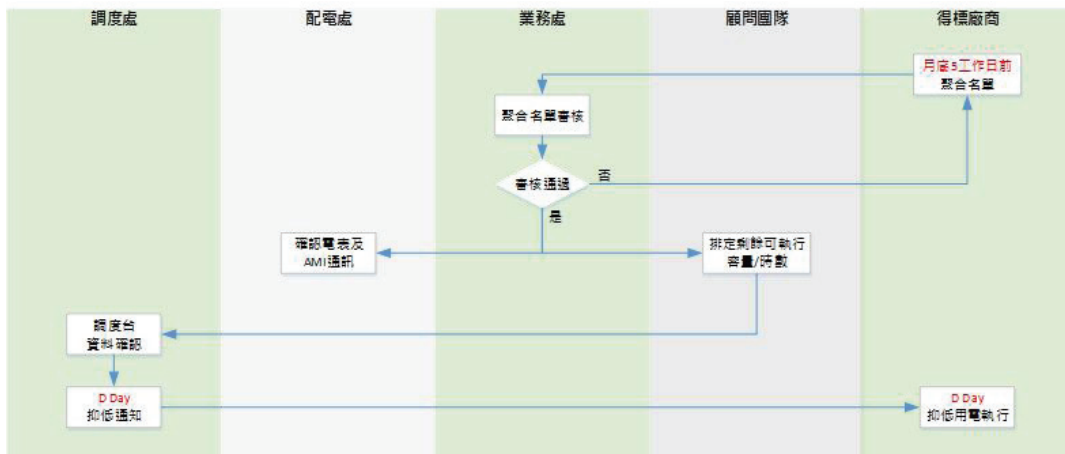


圖 1 抑低用電前一月及抑低日 (D Day) 流程圖

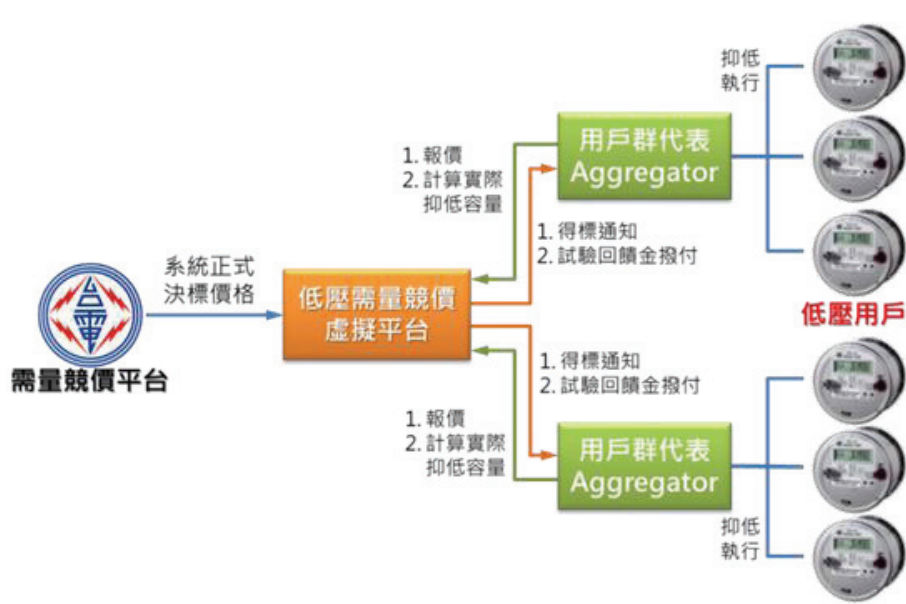


圖 2 低壓用戶試驗方案執行方式

# 應用 DPIS 簡化配電規劃工作研究

## The Analysis of Program Parameters and Curtail Performance of Aggregator Demand Response

### Abstract

To evaluate and develop the suitable operating platform and system for Taipower distribution divisions and every planning unit in regional business offices, the company will adopt the existing system information like DMMS, REMS, NBS, DDCS, FDCS AND DPIS to reconstruct a set of “Distribution Planning Integrating Applying System”. It will replace the present complicated information integrating steps for the planners by developing the related man-machine interface and the information needed during integrating process.

In summary, during the present plan executive process, the planners will collect and explore the A style engineer operation and the way to integrate with DPIS to understand the current production method

of planning related routine report in every regional district and develop the most suitable man-machine interface. Thus they can automatically adopt the existing system information production analysis report and consider distributed generation. After evaluating the current regional load forecast software, the planners can integrate and develop the load forecast and substations for the operation platform with DPIS and the software tools for the best plans of feeders. Then promoting regional load divided strategy, we can reach the goal of sharing database, integrating analyzing information platform to strengthen distribution plan operation efficiency to meet multiple operation demands.

### 1 研究背景、目的、方法：

1. 為提升配電系統規劃、運轉及維護應用功能效能，擴大提升配電自動圖資系統 DMMS，NBS、DDCS、FDCS 及 DPIS 等附加應用價值，計畫應用 OMS 系統資料為核心，建置一套區處規劃課可應用工具，擷取饋線及變電所相關設備屬性資料及連結關係，建構配電系統網路，同時發展各種應用功能分析軟體及人機介面程式，達成友善之系統分析作業環境，使未來區處人員執行系統分析，運轉及維護規劃工作，以減少人力需求並提升作業之準確性。
2. 為因應日益增多之 DG 申請案，必須進一步整合 DPIS 與 REMS 資訊平台，配合軟體及介面程式之開發，建構高效能分散式電源管理機制，達到自動化方式隨時產生年度配電工作相關報表。「配電規劃工作整合應用系統」應具有分析區域性供電狀況能力，及可解析負載潮流、負載成長趨勢及供電電壓等情形，並能提供供電區域脆弱訊息，及為提昇供電可靠度進行適合安裝之分散型電源裝置容量等，以供規劃工程師及早規劃因應改善。

### 2 成果及其應用：

1. 已完成公司區處完成全部需求訪談，蒐集甲式工程作業方式與相關報表製作方式，已根據訪談結果規劃系統架構及資料庫、開發資料擷取轉檔功能。
2. 已完成現行各區處「中、長程負載預測」、「變電所全停轉供方案」、「線路損失統計」、「饋線緊急搶修及復電順序」、「計畫性分區輪停各饋線停電範圍」、「計畫性局

部地區分區輪流停電順序」、「停電要求書」等規劃相關例行報表製作方式，並開發完成開發「配電規劃工作整合應用系統」

以最適之人機介面，考量再生能源，自動抓取既有系統資源分析並產生報表，並提出甲式工程建議方案。

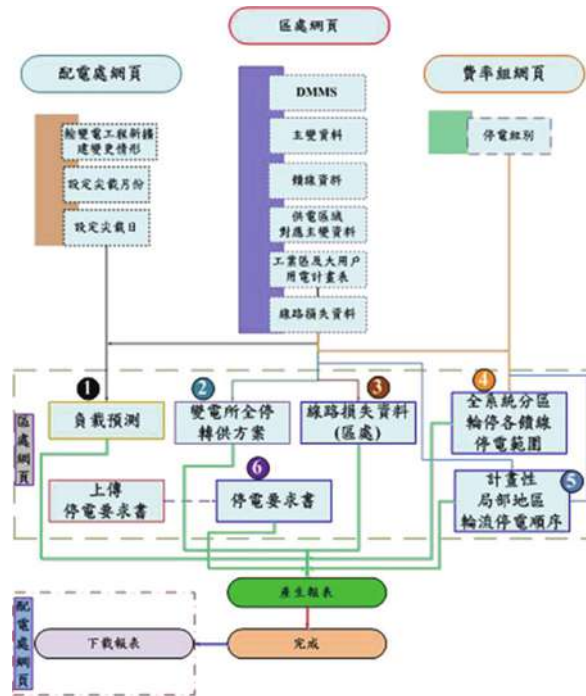


圖 1 系統功能架構圖

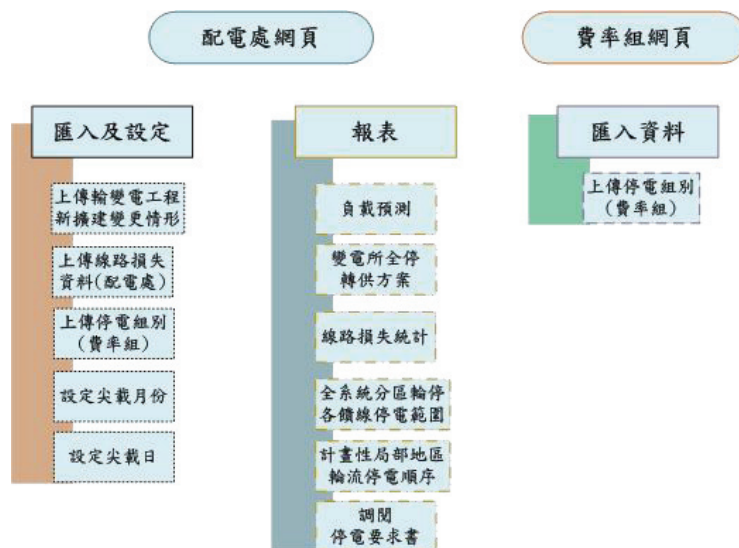


圖 2 配電處網頁及費率組網頁功能

研究人員：負載管理研究室：張文奇、蔡森洲、蘇嬛嬛

## 20 萬戶低壓 AMI 成本效益評估之研究

### Study on Cost Benefit Evaluation of 200,000 Low-voltage AMI Households

#### Abstract

The goal of this project is to finish the cost benefit evaluation and value added application planning for the fulfillment of deployment of 200,000 low voltage customers AMI in the end of this year. The proposed project is first to collect foreign AMI (beside including B route and HEMS ) cases with current situation and outcome. The establish of cost and benefit evaluation models for AMI system is then executed by using parametric representation, matching local code and environment, as well as by considering the load characteristics of customer in order to increase the confidence of cost benefit analysis. After completing the entire evaluation model, the simulation test for state logic of evaluation model will be examined to justify correctness of logic

status and result of proposed method in different scenario and the relative document of simulation test needs to provide. The cost analysis for deployment of AMI system will be covered with items of MDMS, Head end system, communication system with A route and B route, smart meter, and HEMS etc.. The benefit evaluation items are classified by the direct and indirect effect produced from different phases of utility, customer and social. It contains a, metering fee, billing process fee, illegal electricity loss, peak time generating cost, investment cost of new power plant and transmission and distribution equipment, customer service, energy saving and carbon emission reduction, time of use metering rate and demand response mechanism etc..

#### 1 研究背景、目的、方法：

依 105 年 12 月 26 日行政院第 35 次政策列管會議院長提示事項與 105 年 9 月 22 日行政院第 3515 次院會准予備查之「低壓智慧型電表推動規劃」及 105 年 6 月 22 日行政院第 3 次院長政策列管會議院長提示修正版」，本公司須於 107 年完成 20 萬戶之低壓 AMI 佈建，本計畫乃配合 20 萬戶低壓 AMI 佈建，進行建置成本效益評估。本計畫研究內容如下：

1. 蒐集國外 AMI 建置現況及成果 ( 含 HEMS) 。
2. AMI 系統效益評估模式建立。
3. AMI 系統效益評估。
4. AMI 系統增值應用評估。
5. 本國與國外 AMI 系統建置方式差異比較，並以本國環境、國情等因素分析評估最適我國佈建方式。

#### 2 成果及其應用：

本計畫首先蒐集國外 AMI( 另包含 B route 以及 HEMS) 建置現況及成果。接著進行 AMI 系統建置成本與效益評估模式建立，其為參數化及符合國內的法規與環境，同時須考慮用戶的用電特性，以提高成本效益分析的可信度，提供評估模式之狀態邏輯，以驗證各種情境下邏輯之狀態及結果之正確性。AMI 系統建置成本分析項目包含 MDMS、Head End 系統、通訊系

統 A route + B route、智慧電表、以及 HEMS 等。AMI 效益評估項目從電業、用戶、社會等不同面向所產生的直接與間接效益加以分類。如針對人工抄表作業費用、帳單處理費用、違規用電損失、尖峰用電發電成本、新設電廠及輸配電設備投資成本、客戶服務、節能減碳、時間電價費率與需量反應機制等。

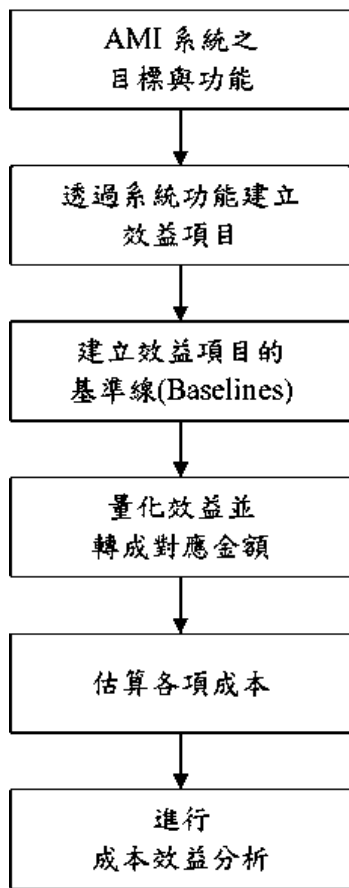


圖 1 成本效益分析的主要流程圖

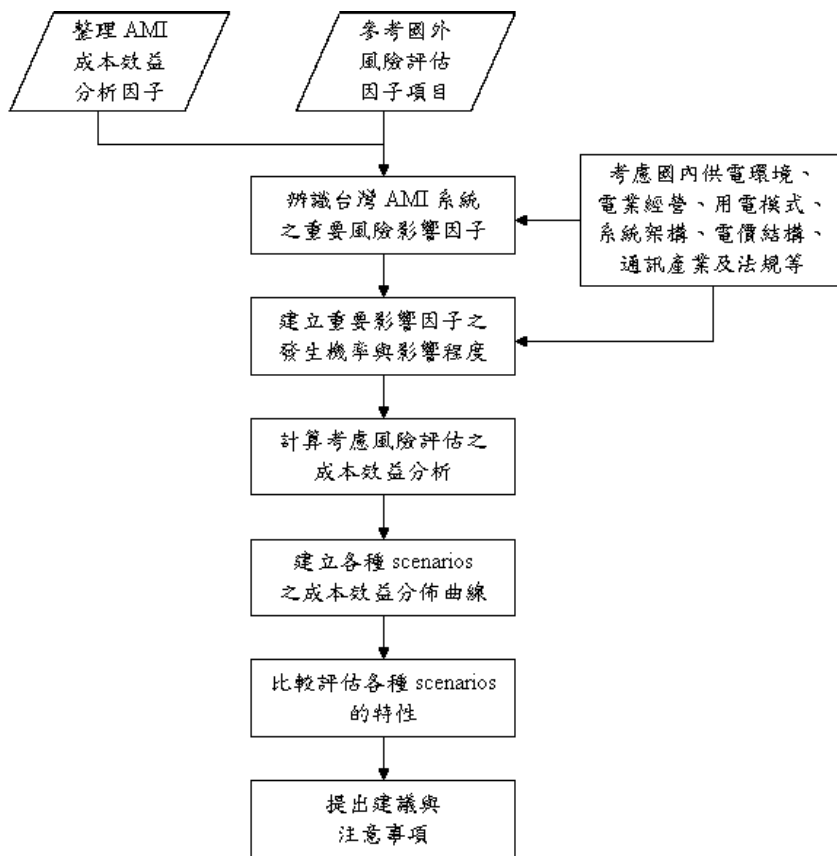


圖 2 考慮重要風險影響因子之成本效益分析流程圖

# 燈力併供變壓器對配電系統及用戶影響研究

## Impact Analysis of Open Wye-Open Delta Transformer Connection to Distribution System and Customers

### Abstract

In order to meet various demand from customers and reduce the impact on landscape, the power company in Taiwan adopts open wye-open delta connection with distribution transformers to supply both single phase 110/220 V and three phase 220V loads at once. The use of such this connection can take advantage of high diversity factor to maximize the efficiency of the equipment. However, due to the congenital imbalance with the connection, this power supply method may deepen the influence of supplying unbalanced three phase power and related supply problems. As power consumption gradually increases, the usage of distribution transformers in open wye-open delta connection keeps growing nowadays, we should have further discussion its influence of reliability and efficiency of supplying power in distribution system and the effect to induction motor and electronic equipment at customer side.

Therefore, this project is mainly focus on analyzing the impact factors of supplying power with open-wye open delta transformer connection under present domestic low-voltage distribution network. Firstly, the detail of how transformers with the connection supplies the power is discussed and compared. Secondly, the feeder model is built and power flow is analyzed to observe power loss under variations. Moreover, the load models of customer equipment, such as induction motor and electronic load are built with realistic parameters. The impacts on the equipment are realized by simulating with varied voltage. Finally, we have on-line measurement and analyze the records to validate the results of simulation. The loss variation is inferred with both results from measurement and simulation. Hence, the results of research can be a reference for power company to plan or improve the feeder in the future.

### 1 研究背景、目的、方法：

1. 台灣地區幅地面積小，居住人口密集，台電公司為配合台灣地區各用戶不同用電需求及減少對景觀之衝擊，對於同時有單相 110/220V 及 3 相 3 線 220V 用電需求地區，採用燈力併供變壓器組（如圖 1）以供應單相及三相用電，同時可利用三相及單相負載之參差率，降低變壓器之裝置容量，發揮設備最大效率，惟隨著用戶用電量逐漸增大，燈力併供變壓器組設置數量隨之增多，大量之燈力併供變壓器組對配電系統之供電穩定度及效率影響程度，應進行深入探討，以作為未來配電系統規劃依據。
2. 探討系統尖峰與離峰時段時，於同一饋線下配電變壓器使用燈力併供組或 Y 接線對馬達（含傳統馬達及變頻式馬達）、LED 燈具效率與線路損失之影響，並進行實際量測驗證。
3. 提出合理運算方式估算配電變壓器採用燈力併供方式對用戶每年產生之額外電力耗損量。
4. 依研究結果，提出未來配電變壓器規劃設置之建議並提出對台電公司配電手冊修正建議。

### 2 成果及其應用：

1. 已初步完成台電公司所採用之 V-V、U-V 燈力併供變壓器接線方式以及不平衡供電對低壓負載馬達及 LED 的影響並比較了燈力併供供電和 Y

接供電在網路損耗，平衡性上的差異，另對尖峰(夏季)時段進行了實際量測驗證。  
 2. 提出合理運算方式估算配電變壓器採用燈力併供方式對使用者每年產生之額外電力

耗損量。  
 3. 已初步完成量測用戶側有關燈力併供變壓器接線與負載間電力資料之實際量測與分析。

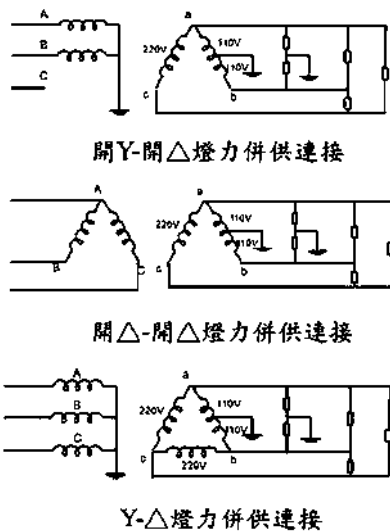


圖 1 變壓器連接方式



圖 2 受測用戶燈力併供變壓器圖

研究人員：負載管理研究室：張文奇、蔡森洲、蘇嬛嬛、沈宜絹

# 配電設備警告標線顏色及樣式分析與研究

## A Study and Analysis of Warning-Line Color Marking and Style of Distribution Power Equipment

### Abstract

The purpose of this project is to collect utility warning-line color-marking and distribution pole-mounted color-marking equipment data that is currently performed in Japan and Korea. The collected data include national standards and warning-line color marking

as well as styles of distribution equipment's criteria. The results gained from this project can be served as useful references for electric utility, anticipating reaching a feasible way of warning-line color marking and style of distribution equipment placement.

### 1 研究背景、目的、方法：

配電設備為供應 22.8kV 以下用戶用電之必要設備，基於改善線路壓降及減少線路損失等因素考量，須設置於鄰近負載處，故我國於架空配電系統，一般係沿道路旁架設電桿，以支撐與設置配電線路及設備；於地下配電系統，則係將管線埋於地下，將亭置式配電設備設置於公共設施帶或不妨礙通行之人行道上。近年各項公共工程於規劃及施工均受民眾以極嚴格之標準檢視，且本公司配電設備礙於現場環境限制，經常需設置於路旁或人行道上，與民眾用路安全息息相關，期能藉由本計畫瞭解警告標線相關安全議題，以因應外界質疑聲浪，並作

為日後精進配電設備警告標線設置之參考。本計畫研究內容如下：

1. 蒐集國內有關道路旁障礙物警告標線之相關法規。
2. 蒐集國外（日本、韓國）有關道路旁障礙物警告標線之相關法規，以及配電級電桿及各種亭置式配電設備設置位置、警告標線及加貼反光貼片之作法等資料。
3. 本國與國外之配電設備警告標線及加貼反光貼片設置方式差異比較，並分析本公司現行設置方式警示效果。
4. 以本國環境、國情等因素分析評估最適我國設置方式提出具體建議。

### 2 成果及其應用：

本計畫針對配電級電桿與亭置式設備相關資料進行分析，同時經由蒐集本國及日韓各國之電力公司資料，期以經由瞭解目前國際電力工程之配電級電桿與亭置式設備警告標線及加貼反光片的執行經驗，研提警告標線設置及加貼反光片之材料規範與實際執行方法，同時由國內外實務運作角

度及經驗，綜合評估配電級電桿與亭置式設備地點、警告標線、反光片設置規劃，進而研析各種可能方案，妥以規劃周延可行之推動策略與配套措施，俾以提供電力公司作為配電級電桿與亭置式設備警告標線及反光片設置參考。





圖 1 亭置式設備張貼反光片示意圖



圖 2 電桿張貼反光片示意圖

研究人員：負載管理研究室：張文曜

# 即時電價試驗研究

## A Study on Real-Time Pricing Pilot Program

### Abstract

Because of the maturation of domestic information and communication technology, the high-voltage users have fully deployed advanced metering infrastructure (AMI), and the Real-time pricing(RTP) has also been included in work item of the Executive Yuan's "Smart Grid Master Plan". Also, the simulated electricity trading market established by the dispatching department of Taipower can provide the hourly marginal electricity cost data, which is helpful in the development and testing of the RTP program. In the year 2017, Taipower finished a project of RTP mechanism which discussed the impediments to the promotion of immediate electricity prices, and develop the workable RTP program for Taipower. However, domestic users don't have any

experience in real-time pricing in the past. If the formal program is directly promoted without a pilot project, the initial acceptance of users would not be high. Therefore, through the way of experimentation, understanding the user's feedback on the situation and opinions of the real-time pricing scheme will significantly benefit the follow-up program revision. The positioning of this project is to assist Taipower to develop a real-time price pilot program and conduct related tests for high and low voltage users. The contents of the project include: (1) designing the real-time pricing pilot programs, (2) the establishment of real-time pricing pilot platform, (3) Implementation of real-time pricing pilot program and analysis its benefits; (4) Research on RTP implementing strategies.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：近年因電源開發面臨瓶頸，致使未來幾年我國電力供給量增加有限，而需求面用電量卻仍不斷成長，而為維持供電穩定避免缺電危機，台電公司除持續推動各類需求面管理措施，同時亦配合 AMI 布建進度，參考國外自由化電力市場做法研議創新電價方案，以抑低尖峰用電。鑑於國內資通訊技術漸臻成熟且 AMI 持續布建，即時電價已納入行政院「智慧電網總體規劃方案」工作項目之一。此外，台電公司於 106 年度藉由即時電價制度之研究計畫，已初步研擬適合國內推動之即時電價方案，期藉由本次即時電價制度之研擬與試驗，從用戶角度精進即時電價方案設計。

研究目的與方法：本研究目的與方法主要可歸納成下列 3 點：

1. 規劃即時電價試驗方案與相關配套措施：  
規劃即時電價試驗計畫，包括試驗對象選擇、試驗規模、試驗情境、軟硬體介面 (AMI、資訊平台、通知方式) 之建置、電價費率計算及成效評估模式等，並搭配相關配套措施進行試驗。
2. 建置即時電價試驗網站。
3. 執行即時電價試驗並分析效益：  
於試驗結束後進行效益統計與成效分析，並藉由用戶之意見回饋作為未來精進方案與網站之參考。

### 2 成果及其應用：

1. 完成即時電價試驗方案設計，包括一般型與平穩型即時電價費率設計 (如圖 1、圖 2 所示)，以及電費保護、避險機制等配套措施。
2. 參考 EDF 與 SCE 網站之資訊揭露與設計方式，建置即時電價網站，提供用戶用電可視化、電費試算等功能，獲得試驗用戶的好評。

3. 透過面訪及舉辦說明會的方式招募用戶，已招募滿高壓 30 戶與低壓 270 戶參與即時電價試驗，其中高壓用戶以公務機構、塑膠業、鋼鐵業、電子業與金屬業等契約容量較大的五大行業為主；而低壓部份中約有 40 戶為表燈營業用戶。
4. 透過試驗後的面訪與滿意度問卷，掌握用戶於即時電價實際操作流程、了解用戶參與方案的真實反應與抑低效果 (如圖 3、圖 4 所示)，可供日後方案精進參考。
5. 研究不同的顏色電價啟動機制，逐漸使啟

動時機更貼近公司所需；亦透過試驗分析不同類型用戶的抑低成效，供未來之潛力用戶參考。

未來將可提供下列幾項重要應用：

1. 本研究成果可作為將來台電公司在推動正式即時電價方案之參考。
2. 透過試驗評估方案之可行性，了解用戶的反應並逐步調整方案內容與網站呈現方式，預期透過即時電價網站，揭露每小時電價與用電資訊，並提供用戶電費試算、比較等功能，使電價機制發揮預期效果。

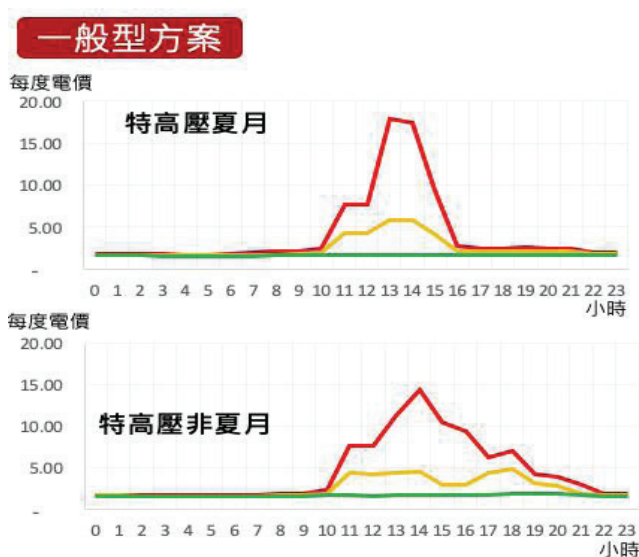


圖 1 一般型即時電價方案

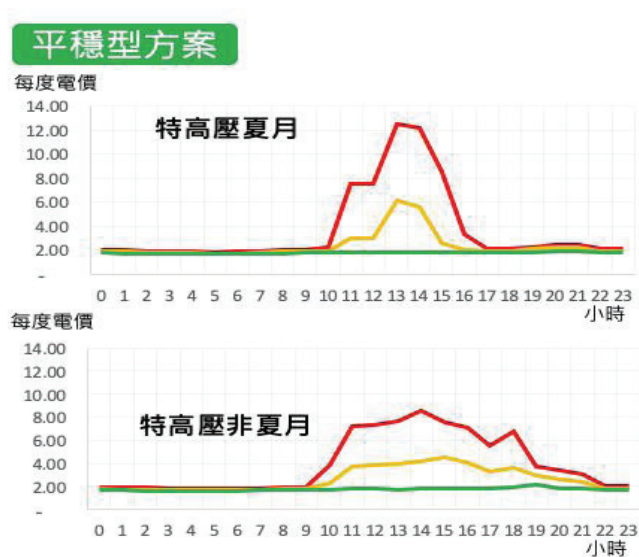


圖 2 平穩型即時電價方案

### 高壓用戶抑低尖載成效

用戶類型	戶數	紅色電價效益		黃色電價效益	
		抑低量	比例	抑低量	比例
高壓用戶	30	10 kW	1%	23 kW	3%
(1)有配合用戶	9	62 kW	14%	-30 kW	-6%
(2)未配合用戶	21	-10 kW	-1%	39 kW	4%

圖 3 高壓用戶於不同顏色電價下之抑低成效

### 低壓用戶抑低尖載成效

用戶類型	戶數	紅色電價效益		黃色電價效益	
		抑低量	比例	抑低量	比例
小商店	37	-1.08kW	-13%	-0.8kW	-10%
住宅	223	0.03kW	11%	0.001kW	1%
(1)智慧公宅	189	0.04kW	18%	0.003kW	1%
(2)一般住宅	34	-0.05kW	-11%	-0.01kW	-2%

圖 4 低壓用戶於不同顏色電價下之抑低成效

研究人員：負載管理研究室：黃秉偉、楊新全

# 抄表資訊系統建置與應用研究

## Implementation and Application Research of Meter Reading Information System

### Abstract

This study was focused on the analysis of appropriateness in the meter reading process and system functionality as Taiwan Power Company reacts to the advancing of information technology, and how to respond to the impacts and changes upon the meter reading process and organizational structure from the widespread applications of low-voltage advanced metering infrastructure (AMI) in the future.

The study started with the investigation of the establishment of new meter reading information system and the impacts and changes brought upon new meter reading process and organizational structure. The current meter reading process and organizational structure will be analyzed. The as-is business process model was built using IDEF0 to discover the fundamental factors for the issues and bottlenecks identified in

the existing business process and investigate how to remove bottlenecks and reform business process using business process reengineering.

In addition, this study included the configuration for future data transmission. The metering data will be encrypted for uploading and downloading via wireless network to minimize human intervention in the metering process. The system will automatically collect, check and validate metering data and produce statistics such as number of households showing anomalies, so that the error percentage in human operations is minimized. Finally, a new meter reading information system will be established. The data collected and stored in the existing old system will be eventually transferred to the new system to test its completeness and availability.

### 1 研究背景、目的、方法：

台電公司抄表業務採抄表即時輸入掌上型電腦作業方式已實施多年，目前低壓表制用戶（約 13,536 千戶）抄表作業均採電腦化，計有 24 個區營業處及 269 個大小服務所供外包抄表員及台電員工進行抄表資料傳輸作業，惟部份服務所位置偏遠須當日往返十分耗時費工，且現行單機版電腦抄表系統（HCS）自民國 76 年啟用至今，歷經 84 年及 94 年的改版，已不符現行需求，故規劃未來資料傳輸作業透過無線網路傳輸加密進行上下傳，即毋須再由服務所表務人員進行上下傳輸流程，並由系統自動校核、彙整抄表資料並顯示異常戶數等統計資料，簡化工作流程並提昇工作效率，亦能達成開票計費之時效及正確性。

另配合政府政策，未來將有部分

低壓用戶採 AMI 方式讀表，惟讀表不成功時，勢必須由人工派員抄表，屆時自有人力將無法負擔，其抄表作業流程與合約需有相對之對策。在因應資訊科技發展與未來低壓 AMI 方式讀表的實施下，未來抄表資訊系統建置與抄表作業流程與抄表組織制度結構帶來的衝擊與改變已成為一項重點研究項目。

與傳統的抄表服務相比，未來抄表資訊系統具有無線網路加密上、下傳輸抄表資料，減化表務人員人工操作流程，系統自動校核、彙整抄表資料並顯示異常戶數等統計資料，降低人工作業流程產生之錯誤率等服務的便利。如何最適化建構未來抄表資訊系統，以提高抄表的營運效率，已成為一個亟待解決的問題。

### 2 成果及其應用：

依據本研究案的要求，本計畫已達成下列目標：

1. 因應資訊科技發展，台電公司抄表作業流程、系統功能的適切性分析，

以及未來低壓 AMI 全面普及後對抄表作業流程與組織制度結構帶來的衝擊與改變該如何因應。

2. 透過無線網路加密上、下傳輸抄表資料，減化表務人員人工操作流程，系統自動校核、彙整抄表資料並顯示異常戶數等統計資料，降低人工作業流程產生之錯誤率。
3. 成功建置新的抄表資訊系統 (簡稱 NHCS)。

本研究案所開發建置的新抄表資訊系統，在無線網路傳輸、抽查系統，以及幾項新的功能需求在技術及應用推廣上皆確實可行；其除了整併現行抽查系統外，更將人工作業系統化管理。

本抄表資訊系統除減化表務人員人工操作流程 (如圖 1 所示)，系統自動校核、彙整抄表資料並顯示異常戶數等統計資料，降低人工作業流程產生之錯誤率外，另根據抄表流程再造、抄表管道類型及最適抄表作業流程與抄表組織規模與相關理論模型，進一步強化抄表資訊系統功能並實現抄表作業流程與抄表組織制度結構與服務功能調整 (如圖 2、3 所示)。主要幾點說明如下：

1. 提供集中式服務，簡化作業程序與即時掌握業務執行情形

新系統改採集中式 Web 架構服務，除改善舊單機版系統作業程序繁雜外，更將抄表資料下載、系統備份等程序改由自動化排程服務。此外，資料之儲存不再為有限的作業日序，未來所有業務資訊將完整保留，不論是服務所、區營業處或是總處，都可隨時於線上查閱最新之資訊，即時掌握業務執行情形。

2. 豐富抄表資訊，增加運用之靈活性
- 針對抄表業務新增電表影像 (拍照) 資訊以及 GPS 表位記錄，依方面確保抄表業務執行之正確性，亦提供表務工作督導資訊之運用。

3. 人工作業系統化，提升作業效率
- 本研究案除了現行抄表系統之作業外，更將抄表事故聯絡單、抄表更正通知單、封印鎖管理及酬勞金管理等納入資訊化作業，大大提升表務作業之工作效率。

4. 抽查業務行動化
- 新系統除整併現行抽查系統 (MCS) 功能外，並將抽查作業整合掌上型設備，從人工紙本作業全面改以行動化作業。

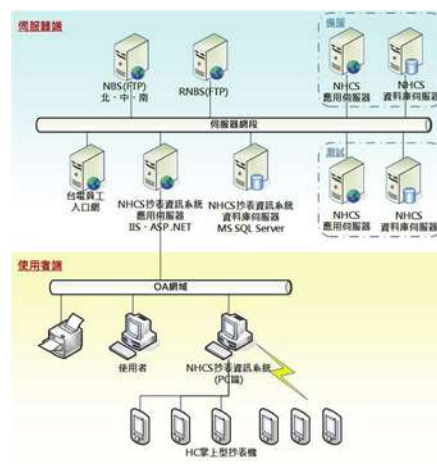
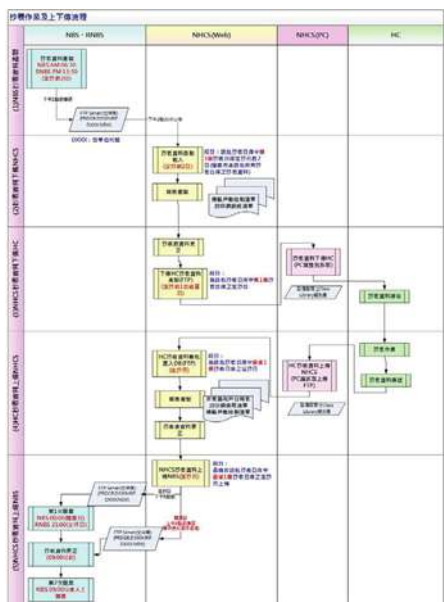


圖 1 NHCS 抄表作業及上下傳流程图

圖 2 NHCS 系統功能架構圖

圖 3 NHCS 系統環境架構圖

研究人員：負載管理研究室：楊新全、朱漢農

# 節能服務整合資訊系統建置研究

## Implementation of Energy Saving Services Integrated Information System

### Abstract

The main task of this project is to build a new integrated energy saving service information system to achieve Taipower's goal of external and internal energy conservation. In addition, another task is to transfer the data in the database of current "user energy saving tracking system" and "energy conservation system" to the new integrated system developed in this

project. "User energy saving tracking system" is an energy conservation system for external users including customers with more than 100 kW and resident communities. "Energy conservation system" is an internal energy conservation system to supervise and control the usage of electricity, water, and oil used by generation, transportation, and distribution divisions of Taipower company.

### 1 研究背景、目的、方法：

1. 目前台電公司外部及內部節約能源目標管控，多數係以透過單一系統、網站及少數以紙本進行管控，部分系統或網站約自 100 年上線至今，相關功能及便利性已無法滿足各單位所需。
2. 外部節約能源：區營業處使用之「用戶節能追蹤查核系統」係彙整百瓦以上用戶服務訪問與各項節約用電宣導會資料，以及最適契約查詢功能，至社區節電服務則由其他網站填報；另區營業處宣導同仁於辦理「訪問宣導空調節約用電」時，仍以紙本方式填報資料及辦

理情形，前述情形亦顯缺乏統整效率。

3. 內部節約能源：各單位使用之「節約能源用量系統」係為提供發、輸、配、售電單位使用，透過填報用電、用水、用油資料統計管理之資訊平台，俾利管控節能，惟自 100 年上線填報至今，相關功能及資訊較無法滿足現況。
4. 為精進各單位填報外部及內部節約能源作業之效率及便利性，規劃將上述單一系統、網站及紙本作業等各類管控方式，以及擴充最適契約查詢功能，整合為單一系統以提供

### 2 成果及其應用：

本研究案成功建置節能服務整合資訊系統以整合台電公司外部及內部節約能源目標管控。因節能目標值管控及績效考核作業有年度統計特性，故本研究期程雖至 108 年 3 月底，特提前開發進度，於 107 年底完成本整合系統的開發建置（如圖 2 所示），並於 108 年起即提供使用單位使用新建置的整合系統進行相關業務的運作。主要成果說明如下：

1. 外部節約能源宣導系統化，提升作業效率及有效管控實際執行實蹟  
外部節約能源以 24 個區營業處為範圍，完成節電宣導目標值管理、百

瓦以上用戶服務訪問（如圖 1、3 所示）、契約容量試算查詢功能、各項節約用電宣導會、訪問宣導空調節約用電及社區節電服務作業全面系統化，協助各區營業處更有效率及全面性的推動節能工作。經由各區營業處節電相關宣導作業資料登載，並將完成簽核後節電宣導相關紀錄表上傳至系統，由系統自動產製各區營業處節電宣導實際執行成果，以有效管控實際執行情形。另本研究針對各項節電宣導增加滿意度調查，期能藉由取得節電宣導對象之感觀與相關建議以提升台電公司日

後在外部節約能源管理方向之根據。

### 2. 精進內部節約能源用量管制功能

內部節約能源以節約能源考核單位 ( 包含非生產性單位及生產性單位 ) 為範圍，精進完成節約能源用量之管制功能。提供台電公司內部節約能源 ( 電、水、油 ) 用量填報、查詢、列印及管控功能，資料以圖像化呈現，方便比較與檢視，如：(1) 依生產性單位及非生產性單位的能源用量資料，分別提供各年度的累積節約率，以及指定年度月份的節約率排名統計功能，使用者可指定排名的方式。(2) 匯整生產性及非生產性各單位所填報的每月能源用量資料，系統將提供整年度的全單位用量資料分析。另系統將於每月自動發信提醒經辦人員進行各單位所設定的用水、用電及用油的資料填報。

### 3. 跨系統資料介接以達資料共享性及一致性

為達到資料共享性，由系統自動介接台電 NBS 系統開票資料，取得最新高壓／特高壓及低壓用戶開票資料，以取代舊系統尚需人工匯入之工作。

另為求對外提供資料的一致性，本研究案高壓用戶契約容量試算介接高壓用戶服務入口網站，由高壓用戶服務入口網站提供 web-service 函數功能 ( 傳入參數：用戶電號 )，根據當時最新年月開票資料進行高壓用戶契約容量試算，結果以 DataSet 格式傳回，另基於安全性考量，鎖定使用此 web-service 函數功能之 IP 位址。

本研究案將原幾個老舊的系統，以及原採人工方式進行業務運作的幾項作業，採用



圖 1 百瓩以上用戶節電訪問一初訪資料輸入畫面

新的技術架構成功整合，除功能精進外，並全面重新檢討新的需求後完成系統開發建置與提前導入上線。另有幾項具體的可行建議簡述如下。

1. 在內部節能的控管上，為求各單位填報使用量值的確實性，建議在用電量的部分未來在低壓 MDMS 建置完備後，採資料自動介接的方式取得；此項工作為公司內部協調，應確實可行。
2. 在用水量的方面需要外部協調，單位有台灣自來水公司及台北自來水事業處，各機關所採用的技術應各不相同，此項建議在技術上可行，然仍需經過後續的溝通協調。



圖 2 節能服務整合系統功能架構圖

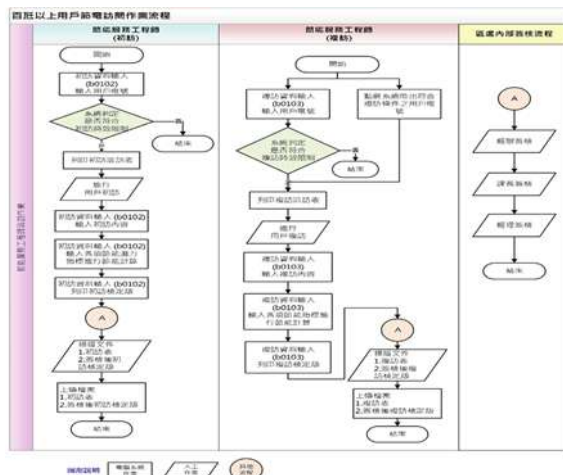


圖 3 百瓩以上用戶節電訪問作業流程

研究人員：負載管理研究室：楊新全、賈方霈

# 外勤人員行動裝置無紙化發展研究

## The Development of a Paperless Prototype Application for Assisting Field Service

### Abstract

Nowadays, debt collection in Taiwan Power Company (TPC) involves a series of repeating paper works that consume a large amount of time. By scrutinizing successful cases from global utilities and applying ICT, a “Field Service Auxiliary System” is proposed to curtail the labor forces and achieve the paperlessness goal. Based on this system and the needs of field service employees, this research depicts a future workflow so as to render the organization to restructure. This research reveals four results as follows: (1) After the electricity

market liberalization, free electricity retail market diversifies electricity products. (2) Global utilities are inclined to use prepaid cards and transfer the unpaid bills to debt collection companies. (3) Most western countries’ governments have proposed essential subsidy programs in order to solve energy poverty. (4) By applying the “Field Service Auxiliary System”, the working time can be reduced, and the missions of work force can be adjusted, then TPC’s units can be restructured.

### 1 研究背景、目的、方法：

台電公司為改善外勤人員催收欠繳電費時，所面臨之紙本單據保管不易、重複作業、及單據發交、領取、退回與後續統計作業相當耗時費力等問題，規劃在現行資訊科技之發展下，適時導入資訊系統解決方案，實踐台電公司所秉持之創新與服務經營理念。因此，本研究之目的有：(1) 增進外勤人員作業效率與服務品質；(2) 降低人員保管與盤點紙本單據之相關作業負荷；(3) 運用資訊技術最佳實務達成行動化、無紙化目標。為達上述目的，本研究先透過國外電業相關文

獻資料蒐集，了解國外電業成功經驗，另一方面觀察外勤人員實際作業流程並進行需求訪談以確認現行催收電費作業流程，再發放外勤人員與顧客問卷以了解催收過程的困難點與顧客接受欠費催繳的體驗，最後進行外勤人員輔助系統雛型之開發，並研擬優化整體作業流程；以無紙化為目標，減少紙本作業，並以自動化和資訊化為主軸，規劃符合外勤人員作業需求之輔助系統雛型，以提升作業效率達到降低成本之效益。

### 2 成果及其應用：

在增強電費催收成效及預防呆帳方面，本研究提出以下建議：

1. 建立信用評估機制：本研究雛形系統中已規劃信用評估功能。為增進台電公司未來對於欠費用戶的掌握，可參考國外經驗建立台電內部使用之用戶信用評估機制與資料庫，搭配雛型系統之信用評估功能，將可協助判斷欠費戶的欠費習慣。後續或可考量設計多元電費方案（例如預付制），或是計收遲付費用

時給予不同等級欠費戶不等的遲付費率。

2. 與社會福利措施配套：建議可提供節能資訊給予弱勢或需要之民眾，或參考美國德州電力公司成立財團法人基金會，透過自發性捐獻提供嚴重財務困難者電費補助。此外，台電亦可就目前既有之「睦鄰工作作業規範」補助，將審查標準及作業程序調整以家扶團體機構作為優先補助對象，以協助低收入用戶。



3. 擴充外勤人員行動裝置輔助系統：未來可視需要與抄表系統整合，透過檢視業務流程來整併，簡化台電公司抄表與催收作業程序，節省成本支出，提升整體作業效率。

電業法修正案通過後，電業分階段逐步自由化，台電公司勢必面臨更多競爭。台電公司可參考電業自由化國家之電價設計，推出多元電價方案並搭配智能家電販售，再建置比較或提供推薦方案的線上應用程式，給予用戶最適合服務。在資通訊科技蓬勃發展下，以行動資訊化取代傳統紙本作業方式蔚為趨勢。國外多半先開放電力零售業市場，讓不同行業的業者加入競爭，使得市場上電

力商品多元化，主要展現於電價方案設計、智能家電商品推出、資通訊科技應用等方面。在欠費處理方面，國外電力公司多有建立內部信用評等機制，向客戶收取保證金或使之安裝預付電表。針對弱勢族群，多數國家皆有以政府為主導推動的補貼措施，以降低能源貧窮。本研究之外勤人員行動裝置輔助雛形系統，除考量系統安全性與外勤人員需求外，也導入信用評等機制及欠費叢集分析。未來系統開發完成後，將能大幅提升外勤人員催收作業效率，也能增進台電公司對於欠費戶分佈和信用評價之掌握。

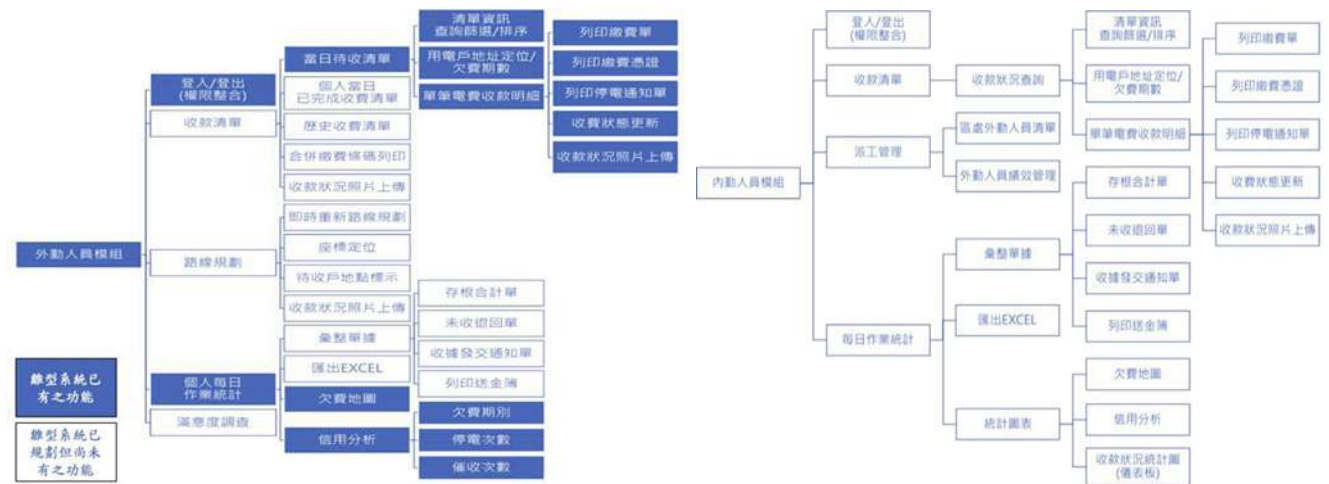


圖 1 行動裝置輔助系統規劃模組 (左：外勤人員，右：內勤人員)

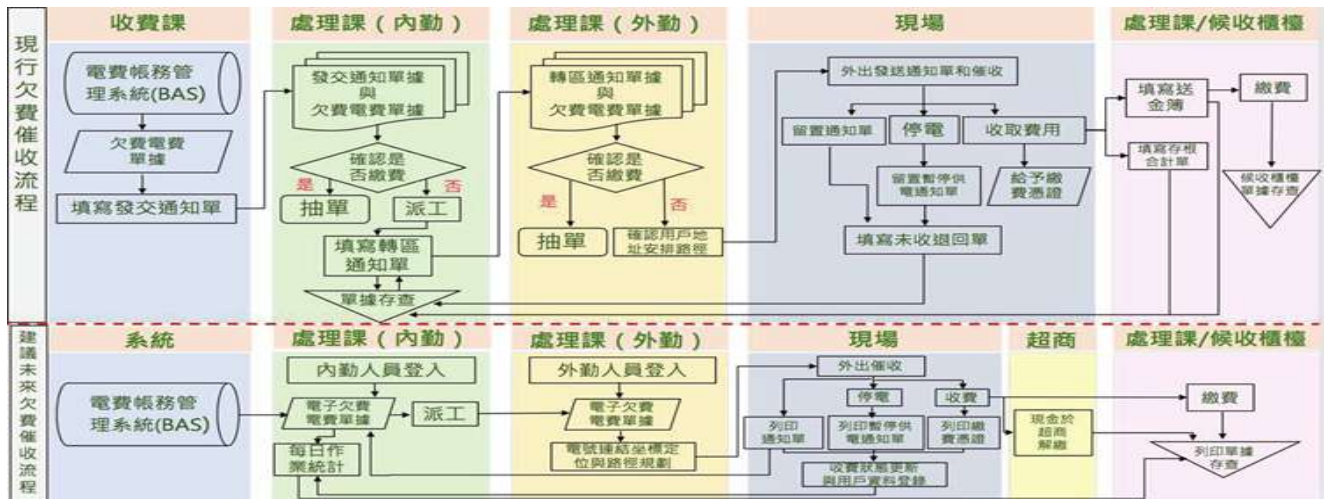


圖 2 現行催收作業流程與建議未來催收作業流程

研究人員：負載管理研究室：朱漢農、楊新全

# 用戶互動平台之精進與用戶行為探勘之研究

The Study for the Advance of the User Interactive Platform and Data Mining for User Behavior Modeling

## Abstract

In 2017, Taipower has retrofitted its energy saving program with a conceptual Rewards Platform under a research project. With a membership system and reward points, the Rewards Platform not only inspire people to take action, being fun but also urge the householders to take better control of their energy use. Yet, this ongoing research project has accomplished feasibility and prototype of this rewards platform mechanism, there are still some features such as Earn and Redeem points, business partnership, games programing and Back End big data analysis remain study.

In view of above issues, the purposes of this study are to optimize the platform and

analyze the user's behavior. There are three parts of this study. First, to reform the policy of the platform including to expand the gateways of redeem reward points, launch creative marketing campaigns and review the validity period of reward points. Second, to advance the features of the platforms including strengthen earn and redeem reward points mechanism, maintain and optimize the user interface, and increase the interaction between users and Taipower. Third, to collect user's data, analyze users' enrollment behavior, understand households' energy consumption behavior, and to establish a mechanism to evaluate the implementation of the platform.

## 1 研究背景、目的、方法：

台電公司現行節電獎勵措施自 103 年 8 月起實施，按住宅、社區公設及學校用戶之實際節電量，給予每度 0.6 元的獎勵金，並自下一期之電費單繳費金額中扣除。隨著該措施實行時間之拉長，且其獎勵方式係以電費單方式呈現，除用戶較無感外，亦無法避免無真正投入節能行為但卻獲得獎勵之情事，對於真正投入節能行動之民眾產生不公平現象，對國內整體環境亦無節能之助益。為了增進與用戶之互動，並提升民眾真正投入節能的意願及樂趣，台電公司已於 106 年透過研究案建構一個以節約能源為目的之互動網路平台，以會員制及發放獎勵積點方式，吸引家庭用戶實際投入節能行動。

本研究目標在：(1) 協助公司執行獎勵積點兌換作業，精進累兌點作業

模式與平台會員規範，並藉由擴大點數兌換合作管道，提升用戶參與互動平台之誘因。(2) 用戶互動平台之精進及維護，包含各種累兌點活動之精進與創新做法、強化 APP 內資料追蹤功能，並配合業務需求強化互動平台既有之相關功能。(3) 透過大數據分析方法，掌握用戶在參與獎勵積點制度的行為改變模式，並分析用戶偏好的互動方式及獎勵兌換機制，作為後續獎勵制度的改善建議，以提升用戶參與及對互動平台之黏著度。

本計畫之架構係基礎在已完成的用戶互動平台成果上，分別就制度精進、平台精進與用戶行為探勘等三個主要面向，以精進用戶互動平台之相關功能，並且完成相關用戶行為探勘之研究。

## 2 成果及其應用：

### 1. 創意行銷美編：

- (1) 完成提供創意行銷規劃，並基於預算規模不同提供行銷方案組合建議。
- (2) 調整平台視覺編排並進行美術設計。

### 2. 功能維護：

完成修改平台事宜，如前台處理登錄錯誤、推播問題、修改網頁文字；後台處理上將 GA 改為台電帳號；尋寶遊戲功能修改倒數時間顯示、

尋寶遊戲點數以及打卡點的顯示與操作問題、Android 地圖問題以及 GPS 定位問題、尋寶遊戲帳號登錄、畫面顯示等。

3. 用戶資訊蒐集分析：

- (1) 完成蒐集用戶之基本資訊及用戶之平台操作行為如用戶之生活態度類型、會員參與尋寶遊戲資訊等。
- (2) 完成 APP 會員參與「尋寶遊戲」、「節能知識王」、「生活態度問卷」、「家戶特徵問卷」之狀況分析。
- (3) 完成蒐集用戶之基本資訊及用戶之平台操作行為如用戶之生活態度類型、會員參與尋寶遊戲資訊。

4. 累兌點機制：

- (1) 完成提出用戶加入 APP 並綁定電號、繳費證明驗證、台電人孔蓋杯墊兌換機

制規畫、個資議題建議、提出 APP 尋寶集點打卡點及與特約商店合作可能涉及之法規與函詢工程會建議，並彙整會員意見並提供後續建議措施。

- (2) 完成獎勵積點兌換商品、抽獎券等作業模式與平台會員規範。

5. 遊戲功能精進：

- (1) 完成節能知識王，每月持續提供新題目與答案並考量圖示題目等精進作法。
- (2) 完成兌點活動與問答遊戲、尋寶遊戲之精進做法，並維護與強化電力即點平台之功能 (如問答遊戲題目多元化呈現、尋寶遊戲打卡點與地圖定位、點數兌換商品、推播功能等)。



圖 1 平台首頁之視覺編排與美術設計



圖 2 問答遊戲精進設計

# 負載特性分析與預測模型強化之研究

## Analyze the Load Characteristics and Enhance Load Prediction Model

### Abstract

This study is aimed to design a load pattern clustering model of demand bidding, in order to acquire the load transfer pattern for those who are participated in demand bidding. From the model, the load patterns can be analyze for each representative cluster participants under different industries. Moreover, a load forecast model of demand bidding participants will be established to seizes the load transfer pattern from different cluster, and be more precisely to forecast the load of demand bidding. The indication of this study is to provide a practical concept of load transfer after demand bidding for the dispatchers.

This study presents an approach for understanding the user clustering and load-forecasting model, by looking at the DR implementations from the Netherland, Ireland and Australia. The literatures covers the pros and cons of various models and discusses the uncertainty of data type as well. The approach aims to provide a future prospect in developing the DR model and enables to adjust or modify for Taipower company's conditions, therefore in developing an optimal strategy in Taiwan.

This study have been developed a scheme to filter the benefit data of the demand

bidding program. The filtered data have been clustered into several groups by the K-medoids method. We also try to analyze the property of each group. According to the provided AMI demand data, we rearrange the data and summarize the information about the missing data to facilitate understanding of the data characteristics. Based on the information obtained, we develop the modeling methodologies for analyzing the AMI demand data and have observed some interesting features for further discussion. In order to improve the short-term load forecasting of the total system load, we have clustered the total load patterns of the year 2017 into 6 clusters and identified the daily patterns associated with the clusters. It is noted that there are two load patterns according to the seasonal effects in a year, namely the warm and cold seasons, as well as the weekday types, such as the regular working days (Monday through Friday), Holiday days (with Saturday and Sunday as two cluster patterns). We have also compared the differences of the general patterns between year 2017 and 2018 for loads in each cluster in order to be used for selecting training samples for future predictions.

### 1 研究背景、目的、方法：

近年電源開發面臨瓶頸，未來幾年我國電力供給量成長有限，106年7月24日瞬間尖峰用電量達36,118MW，備轉容量僅剩餘917MW，備轉容量率為2.54%，已將達限電準備階段。為維持供電穩定避免限電危機，本公司近年持續透過各類需求面管理措施抑低尖峰用電量，包含需量競價措施。目前需量競價措施參與用戶數已高達8百多戶，所聚集之抑低容量近800MW以上，其中極大部分選用無罰則之經濟型方案。然而，選用經濟型方案的用戶之執行率差異甚大，調度處往往需要多購需量競價以保障系統安全。透過參與需量競價之用戶之負載特性研析，解析各行業別之負載抑低特性，並進行用

戶分類以提高必要之需量競價採購效率。本研究對未來研究成果的期望：

1. 透過需量競價用戶歷史資料，進行需量競價用戶負載特性分群，並找出不同群組之實際抑低負載之關鍵影響因素。
2. 解析AMI各行業別之負載特性，根據不同時段、天氣型態、照度、風速等情況下，找出影響各行業別之關鍵影響因素。
3. 根據實際競標價格及實際抑低負載之關鍵影響因素，建立需量競價負載預測模型。
4. 根據各行業別之關鍵影響因素，強化目前調度處之負載預測模型。
5. 配合操作人員需求，提供適當之互動式視覺化介面，以協助調度處人員進行電力調度決策。

## 2 成果及其應用：

1. 蒐集研析荷蘭、愛爾蘭、澳洲地區等國外三家以上電力相關公司之負載預測研究文獻，並將其研析結果導入本計畫中，進行設計負載特性分群技術與預測技術(如圖1所示)。
2. 設計開發需量競價執行日 k-medoid 負載特性分群技術與需量競價執行日 SOM 負載特性分群技術，後者可跨行業別，找出夏季和非夏季的需量競價執行日負載特性種類與特徵，擴展性較佳。亦設計開發需量競價執行日個別用戶 SVR 抑低容量預測技術，並配合 SOM 負載特性分群結果，建構出需量競價執行日各時段負載變化曲線。(如圖2~圖4所示)
3. 透過熱圖視覺化技術找出高壓 AMI 日總負載和全系統日總負載的關聯性與差異性，並設計開發高壓 AMI 負載預測之 OGA-MRIC-TRIM 三階段選模負載預測技術找出影響高壓 AMI 總負載的關鍵參數，包含過去歷史用電、溫度、體感溫度、降雨量與特殊日。

4. 設計開發 RNN 日前負載預測技術、小時前負載預測技術、即時負載預設技術和特殊日負載預測，MAPE 大部分都在 3% 以內。

建置需量競價負載分析系統，並透過 SAS VA 功能，提供『需量競價四大行業 SVR 執行日負載變化預測』、『前四大行業之需量反應累計日負載變化量』和『需量反應方案之前四大行業累計日負載變化量』的查詢介面。

表 1 SVR 預測引用之數據基準定義比較

變數名稱	數據基準	定義
T0~T9 的負載變化	不還原	各時段平均負載變化比例
	還原	各時段平均負載變化量
抑低實績	不還原	抑低用電時段之平均負載變化比例
	還原	抑低用電時段平均負載變化量

註：負載變化比例 = 負載變化量 / 當月經常性契約容量

	荷蘭	愛爾蘭	澳洲
目的/用途	找出參與需量競價方案後，抑低用電潛力高的用戶。	了解不同族群的用電特徵，作為電費設計(個別化)減率之參考。	透過密度轉換方法，了解不同時段的用電差異並預測用電量。
使用分群模型	k-means 分群法	k-means、k-medoid、SOM	k-means 分群法
預測方法	使用回歸分析法預測不同小時下的用電量。	以分群模型為主，以統計分析評估不同群組的用電行為。	透過時間序列 ARMA 模型建立用電量預測。
用戶特性	移轉效果最大的群集主要為年輕族群，此類用戶將用電轉移至早上，在電價開始上漲時，開始減少用電。	1. 老年族群的用電尖峰在早上及中午，年輕族群用電尖峰於晚上6點後。 2. 高用電族群的年齡為中高階層，家中房間數多。	1. 在夜間至凌晨電力最穩定、最低狀態，最容易達到預測準確。 2. 工作時間的用電，具有顯著的溫度影響，容易有因溫度提升而增加用電量。

圖 1 國外電業負載預測方法綜合比較

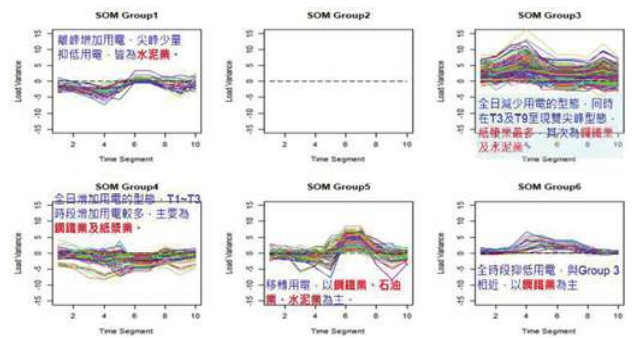


圖 3 2018 年抑低 4 小時得標用戶負載特性分群

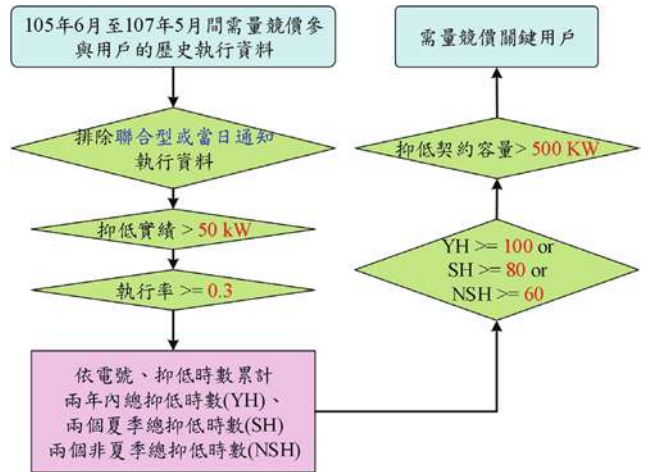


圖 2 需量競價得標負載特性之用戶篩選流程

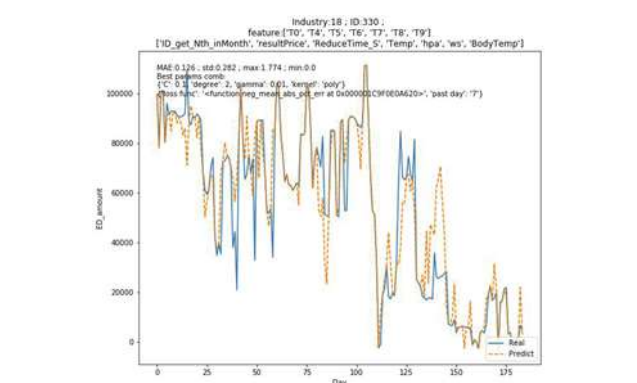


圖 4 鋼鐵 330 用戶之 SVR 預測結果 (T0~T9 不還原、抑低實績還原)

研究人員：負載管理研究室：王玟菁、楊新全

# 電業法修正下需量反應推動策略與效益驗證模型研究

## A Study on the DR Cost-benefit Analysis Model and Strategies for Promoting the DR Programs

### Abstract

In order to maintain reliable power supply, Taipower has long been providing diversified demand response programs (DR) to customers. However, there is no cost-benefit evaluation mechanism to review the performances of all Taipower's programs. In light of the above, this study established the cost-benefit evaluation mechanism to review the performance of these DR programs. This study also collected and analyzed experiences of the advanced countries around the world which dedicated to promoting DR programs (such as the independent system operators and the electricity retailing utilities in the United States, and Japan), and grasped the design guidelines of DR programs. Besides, this study provided relevant

suggestions according to the Electricity Act that DR can be applied to reserve margin and ancillary services as the future preparations for participating in the electricity markets. Meanwhile, this study included (1) reviewing the relevant literature of the DR cost-benefit analysis model and present these models which can be applied to various types of DR programs in Taiwan. (2) Establishing the cost-benefit evaluation mechanism to assess DR programs in Taiwan. It can examine the cost-effective and (3) as a reference to the public in the annual reports of demand-side management. (4) Ultimately, this study also proposed DR strategies for Taipower in different reform stages of the electric industry and the roadmap for promoting the DR programs in the future.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：在現階段節能減碳與非核家園的政策目標壓力下，台電公司面臨極大困難及挑戰，導致近年備用容量與備轉容量皆明顯不足，使得停限電機率大增。為了維持供電可靠度與穩定電價，台電公司長期以來推動各類型需量反應負載管理措施。然而，缺乏一套較全面的需量反應的成本效益評估機制，導致近期和平電廠鐵塔倒塌時，台電公司透過需量競價向用戶買回電力卻遭到社會大眾批評是無效率行為；此外，台電公司也沒有明確機制評估需量反應的成效以及需量競價的價格上限。因應現今需量反應措施的發展問題，本計畫參考國外作法並因應我國國情與環境，建立需量反應方案之設計評估規範，如效益計算之標準作業流程、基準線設定機制等。

本研究目的與方法主要可歸納成下列 3 點：

1. 藉由國際資料蒐集，建立我國不同類型負載管理措施之效益衡量方法

### 2 成果及其應用：

1. 本研究已完成美國 6 家 ISO 需量反應方案內容與作業流程，以及日本負電力交易準則等資料蒐集，包含基準線設定方式等，如圖 1，以

與作業流程，可預先因應電業管制機關針對不同需量反應方案在市場交易，或是納入備用容量之建議準則。

2. 建構需量反應成本與效益驗證模型，此模型可實際應用於各類型需量反應方案之成本效益估算與事後驗證，供台電公司每年或每半年得隨時檢討不同方案之推動成效，並協助台電公司研擬年度需求面管理方案報告，以利對外說明。
3. 根據台電公司在電業改革過程扮演之角色，提出台電公司在不同階段之需量反應推動藍圖。
4. 透過本計畫之執行，預計可達到不同層面之效益，包含提高產業界參與需量反應方案之動機，可以使台電更聚焦於較有效益之需量反應方案，最終從用戶的角度思考需求面管理方案的修訂方向，使方案更貼近社會所需。

作為台電公司未來推動需量反應方案之參考。

2. 本研究已提出台電之不同需量反應方案之成本效益檢測模型，與建立

SAS Visual Analytics (VA) 驗證模型呈現結果，如圖 2，提出計算需量反應方案各項成本效益的作法，包含 TRC、PAC、RIM、PCT 的計算流程與公式，以及不同負載抑低參數之不同取法，包含 12CP 與 12CP 尖載 3 日前 5 小時平均等方法，並提出敏感度分析，如圖 3。其計算結果亦研擬年度需求面管理方案報告提供台電對外說明。

3. 本研究已提出台電公司在電業改革下之不同時期需量反應策略，包含電業在不同角色下，需量反應方案推動目的，以及未來輸配電業、售電業等於長中短期之不同階段需量反應推動業務，如圖 4。
4. 本研究參考國外電業報告的架構，研擬 107 年的需求面管理報告，增加詳細的方案成效評估介紹與方案之量測與建議，並在需量反應措施之成本績效與檢測結果章節，詳細說明方案的成本與效益數值，及使用五種檢測方法下的的檢測結果，並對檢測結果提出建議，透過詳細資訊的揭露，可讓能源局及一般民眾更加了解實施需量反應方案之成效，如圖 5。
5. 本研究已完成 670 份問卷及 20 戶面訪用戶

調查，掌握參與需量反應的考量原因，包含大量訂單、連續性製程、空調升溫不適、不易達到抑低用電門檻等情況，建議未來透過方案的修正及調整，減少對於用戶的不便，帶來更多的彈性與空間，進而達到增加用戶參與數量之目標。

未來將可提供下列幾項重要應用：

1. 本研究成果可作為台電公司在不同電業環境下推動需量反應方案時參考。
2. 本研究所規劃出成本效益檢測模型之相關內容與平台功能，可待後續修訂與推動不同負載管理措施時，為後續負載管理措施精進提供理論支持與依據。
3. 本研究所完成的需求面管理報告及成本與效益驗證模型，建議台電可將兩者連結，未來只要修改成本與效益驗證模型中的數字後，便可自動匯出需求面管理報告，將其改為自動化作業，減少人力的支出。
4. 本研究所完成的問卷調查及用戶拜訪，可進一步掌握高壓用戶在參與需量反應可能受到的影響及成本損失，評估需量反應措施之推動對用戶行為之影響。



圖 1 美國各家 ISO 與日本負電力之基準線設定方式

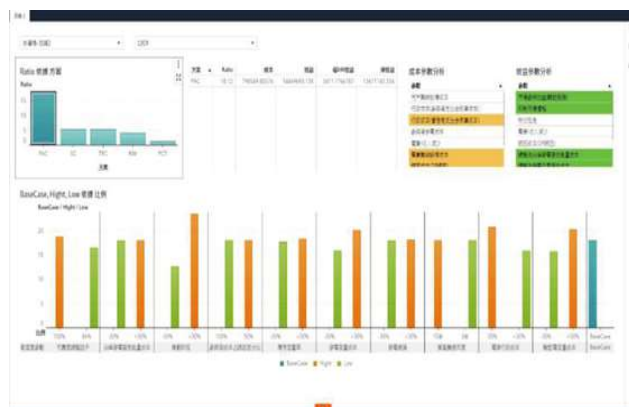


圖 2 建立 SAS VA 呈現驗證模型結果

研究人員：負載管理研究室：楊新全、王玟菁

# 用戶行業別代號校正方法之研究

## Research on Correction Method for User Industrial Code

### Abstract

According to Article 66 of the Electricity Act, electricity enterprises should prepare concise monthly reports containing business situation, power supply and demand, and financial status, and an annual report within 3 months after the end of business year to be submitted to electricity enterprise regulatory authority and central competent authority. Therefore, the industrial codes establishment for meter rate lighting service users and the industrial codes correction for power users must be conducted in order to compose the concise monthly report and annual report of electricity enterprise in compliance with the regulation of the Electricity Act. In response to the revision of industrial classification standard by Directorate-General of Budget,

Accounting and Statistics, Executive Yuan once every 5 years, a set of effective method for correction of industrial codes must be established, and the standard operating procedure required by regular update must be planned.

In this study the diversified investigation method is to be used for planning and design of correction procedure for industrial codes of power users and collection approach of industrial codes of meter rate light service users. The rationality and correctness of correction method should be verified in accordance with the census result in order to establish a set of effective method for regular correction of industrial codes.

### 1 研究背景、目的、方法：

背景：依電業法規定自 107 年 1 月起，公用售電業簡明月報、年報中各項售電統計資料須按主計總處之最新行業分類標準（第 10 版）填報。

目的：進行電力用戶及表燈營業用戶行業別代號校正及建置工作，並規劃定期更新的標準作業流程。

方法：1. 透過電話訪問、網路爬蒐及人員面訪等多元調查方式，執行行業別代號蒐集作業；2. 配合台電公司既有資料，整合分析電力用戶行業別轉變情形；3. 運用負載資料，進行行業別校正前後用電負載分析的比較。

### 2 成果及其應用：

1. 完成電力用戶行業別代號校正及表燈營業用戶行業別代號蒐集作業如圖 1。本次調查透過多元調查方式進行用戶行業別資料蒐集，共完成 441,131 戶的行業別校正及蒐集工作。
2. 建構定期行業別代號普查標準作業流程如圖 2。盤點國內外政府機構執行行業別代號蒐集及校正方式，參考台電現有資料庫運作模式，建置定期行業別代號普查標準流程。
3. 規劃「滾動式」、「橫斷式」、「普查式」等三種用戶行業別代號定期校正方法並分析其優缺點如圖 3。

4. 藉由行業別變動率的高低，分析電力用戶行業別代號校正前後的差異，瞭解行業別轉變情形。
  5. 運用台電公司用戶負載資料，分析不同行業或用電類型用戶之負載特性如圖 4。利用 107 年 12 月及 108 年 2 月電號相同的高壓及特高壓用戶 (25,127 戶) 作為資料來源，透過 107 年全年每 15 分鐘用電需量，繪製校正前後行業別的平日和假日平均負載曲線，並進行差異比較。
- 未來將可提供下列幾項重要應用：
1. 用戶行業別調查結果可提供台電公司業務單位依電業法相關規範填報



電業簡明月報及年報。

2. 定期行業別代號普查標準作業流程的規劃，可協助建立定期更新用戶行業別代號的執行方案。
3. 藉由行業別大分類和中分類負載變動情形，檢驗行業別分類中是否存在變動率較高之產業分類，凸顯用戶行業別代號需定期校正之重要性。

4. 透過高壓及特高壓用戶校正前後行業別的負載曲線差異比較，了解行業別校正前後用電特性的變化情形及變動之原因，作為未來探討行業別用電特性、節能成效、需量反應潛力等分析之基礎。

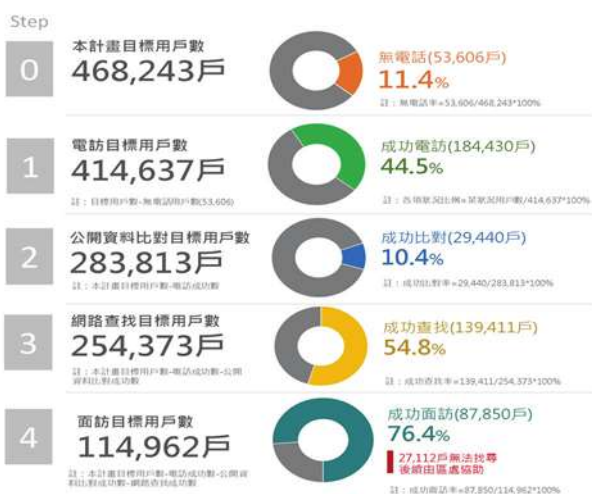


圖 1 行業別代號校正及蒐集作業

方法	說明	優點	缺點
滾動式調查法	將調查對象區分為多個小組，依序進行調查與持續維護，如若區分為 500 個小組，將從 0001 組依序每周調查至 500 組，並不停的循環	所有的用戶都將被詢問到行業別。資料正確性維持度較高	• 若區分過多組別，更新的週期將提高 • 每周進行 1 個小組的調查，需具備充足人力與執行能量
橫斷式調查法	每年從所有用戶中，隨機取樣調查，用以描述當時母群體之狀況。	可納入當年度重要議題(5-10 個題目)連帶調查，逐步累積用戶資料	無法確認每個用戶都能被更新
普查式調查法	每 5 年進行一次大規模的全數營業用戶普查	全數用戶在同一段時間內進行行業別更新，更新週期一致，較容易管理與應用	五年內所有的資料都不會大更動

圖 3 用戶行業別代號定期校正方法

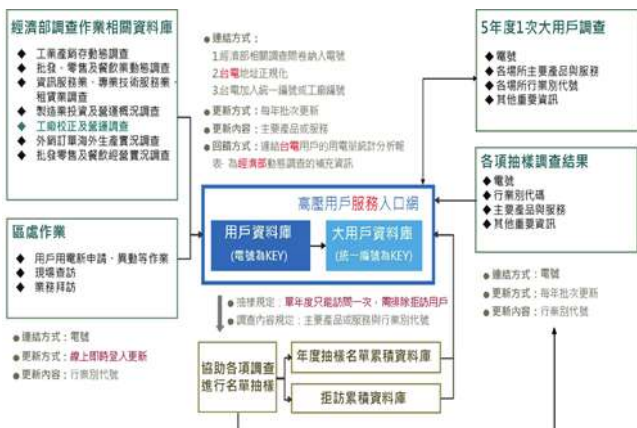


圖 2 定期行業別代號普查標準作業流程



圖 4 行業別校正前後用電負載特性分析

# 國內需量反應市場潛力分析及成本效益模型建置研究

## The Analysis of Market Potential and the Cost-benefit Model of Demand Response in Taiwan

### Abstract

The DR mechanism in Taiwan was introduced to deal with the system reliability from 1979, and is continuously reviewing and improving its contents of DR programs. Moreover, the government is often push Taipower to implement new enhanced DR programs, the Executive Yuan required Taipower to review the rational performance

of DR programs, and to proceed the investigation and feasibility of DR's potential, following its "General Inspection to Power System." The purpose of this study is to understand deeply the potentiality and ways of load reduction in various industries and to encourage customers to participate in the DR programs.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：我國需量反應制度自民國 68 年起開始推動，對紓解供電緊澀有極大貢獻，惟因供電持續吃緊，政府仍要求提高需量反應抑低容量。因應行政院「電力系統總體檢」所提建議事項，進行「合理評估需量反應方案成效」及「重新展開需量反應潛力及可行性調查，深入瞭解不同行業之抑低用電潛力及配合抑低方式，以吸引更多用戶參與。」。

研究目的：本研究擬將建立需量反應潛在用戶挖掘機制，藉以協助台電公司篩選潛在用戶名單及抑低潛力估計；歸納分析我國需量反應執行瓶頸（包括法規面、政策面、經濟面），並參酌國外需量反應推動經驗，研提

既有需量反應精進作法、其他創新方案及推廣策略。

研究方法：本研究回顧國內外有關需量反應市場潛力評估文獻，歸納影響需量反應潛力之因素，藉以作為進行至少 2,500 戶高壓以上用戶用電特性及抑低用電潛力問卷調查。將問卷調查結果結合台電 AMI、NBS 資料及庫及氣溫、營業額指數、生產量指數等外部資料，採用機器學習及深度學習以建立需量反應潛在用戶及潛力評估模型。並參考 FERC 提出的方法，建立需量反應成本效益評估模型，評估電業及社會的需量反應執行成本效益。

### 2 成果及其應用：

1. 文獻回顧與分析：蒐集研析美國、英國、日本、韓國及澳洲之需量反應措施及成效，另針對成效量測驗證方式及執行細節進行分析，並與我國現行基準用電量設定方式進行比較檢討；另外蒐集國外需量反應措施市場潛力評估之相關文獻，歸納影響需量反應潛力之因素，藉以作為用戶用電特性及抑低用電潛力調查，以及後續建置我國需量反應潛力評估模式之參考依據。
2. 用戶用電特性及抑低用電潛力調查：調查完成 2,767 戶用戶用電特性、

抑低用電潛力、抑低方式、參與方案意願及原因、對需量反應方案市場認知情形等資料。按不同用戶特性分析各行業別用戶不願參與之原因、願意配合之用戶特性（製程、設備等）。

3. 建置需量反應潛在用戶挖掘機制及潛力評估模式（如圖 1）：利用 2,767 戶問卷資料、台電 AMI、NBS 資料庫及氣溫、營業額指數、生產量指數等外部資料（如圖 2），應用機器學習法中 K-means ++ Clustering 方法搭配輪廓圖分析進行用戶分群，

並計算各群參與需量反應的可能性和潛在抑低率 (如圖 3)。將各群用戶各別透過深度學習 -Autoencoder 的方法進行建模，將母體用戶進行分類，以對應至前述建立的分群中，來判定母體的參與需量反應的可能性和潛在抑低率。

4. 建置評估需量反應成本效益及研提需量反應精進方案：透過文獻回顧方式歸納國外需量反應成本效益評估方法，藉以建置國內需量反應成本效益評估模式（用戶、電業）。另外，探討我國需量反應執行瓶頸

（包括法規面、政策面、經濟面），並參酌國外需量反應推動經驗，研提既有需量反應精進作法或其他創新方案。

5. 建置需量反應市場潛力、成本效益推估模型及相關介接系統：透過應用程式界面 API 將外部資訊（自然環境、經濟等）自動匯入並與台電公司用戶服務大數據平台資料整併，在透過大數據分析方法並建置需量反應市場潛力及成本效益推估模型，藉以模擬不同情境之評估結果並利用 SAS VA 功能產出視覺化圖表。最後交付市場潛力、成本效益推估模型及相關介接系統之流程說明書、架構說明書、資料結構說明書，以及模型設計說明書及使用手冊，共 5 冊。

未來將可提供下列幾項重要應用：

1. 透過需量反應潛在用戶及抑低潛力模型的建置，可事先預估用戶參與需量反應的可能性和潛在抑低率，挖掘出重要潛在用戶。
2. 將用戶挖掘機制建置於本研究用戶大數據平台資料查詢系統，可藉以模擬不同情境之評估結果並利用 SAS VA 功能產出視覺化圖表。
3. 提供推廣人員的訓練，提升營業區處人員分析用戶資料、電價方案及需量反應方案之搭配組合及提供用戶最適方案建議之能力，以促進需量反應之推動。

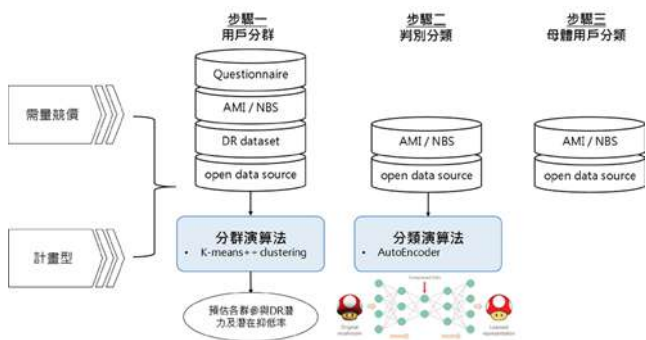


圖 1 需量反應潛在用戶挖掘機制及潛力評估模式

問卷	台電資料	外部資料
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 排班模式</li> <li>2. 製程特性</li> <li>3. 106年電費支出占比</li> <li>4. 107年的營運狀況較過去比</li> <li>5. 是否有耗電設備可以中斷</li> <li>6. 是否有耗電設備可以降低</li> <li>7. 是否有耗電設備可以移轉</li> <li>8. 是否有自用發電設備</li> <li>9. 是否有裝設能源管理系統</li> <li>10. 108年是否願意申請需量反應方案</li> <li>11. 訪談前是否有聽過需量反應措施</li> </ol>	<b>AMI資料庫</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 夏月平日；夏月假日</li> <li>2. 非夏月平日；非夏月假日</li> </ol> <b>NBS資料庫</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 行業別(大分類)</li> <li>2. 段別(時間電價)</li> <li>3. 經常契約容量</li> <li>4. 週六半尖峰契約容量</li> <li>5. 離峰契約容量</li> </ol> <b>需量反應資料庫</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 實際抑低量</li> <li>2. 通知方式</li> </ol>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. 107年高溫</li> <li>2. 107年度營業額指數(服務業)</li> <li>3. 107年度生產量指數(工業)</li> </ol>

圖 2 分析資料來源

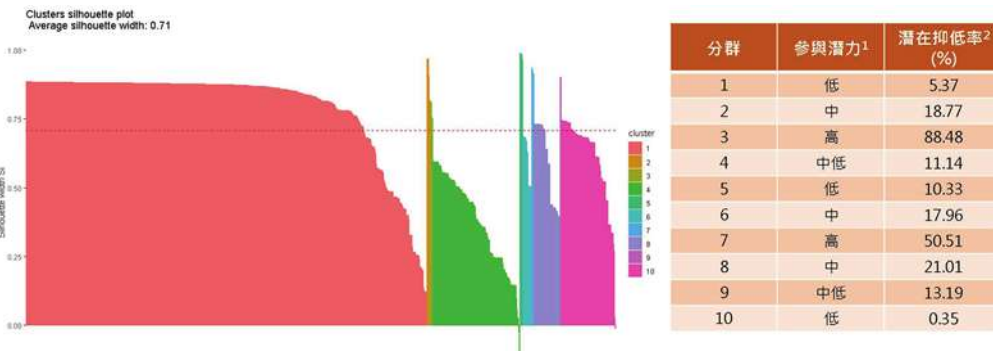


圖 3 各群參與需量反應的可能性和潛在抑低率

研究人員：負載管理研究室：楊新全、王玟菁

# AMI 資料創新商業應用之研究

## The Study on the Innovative Business Application Model for the AMI Data

### Abstract

According to the Smart Grid Master Plan in 2012, automated metering system can be expected that by 2024, Taipower will possess the detailed electricity consumption information of most users, which will have a great value of data economy.

The main purpose of the study is to analyze Taipower's AMI data application and innovate big data applications, by integrating external

resources, to increase AMI data application benefits. We also invite thinks-tanks or professional teams from the industry to evaluate the feasibility of innovative business models and applications, including operation models and organizations, and relevant measures. The final planning and trial will at least include a case of AMI data innovation commercial applications.

### 1 研究背景、目的、方法：

我國積極發展智慧電網相關建設與應用，預期至 113 年台電公司可掌握大多數用戶的詳細用電資訊，具有高度資料經濟價值。經台電公司 107 年第 4 次智慧電網專案小組會議決議，透過邀約智庫或產業團隊方式，進行創新商業模式及應用評估，提升 AMI

資料應用效益，推動資料經濟新領域。本研究透過國內外文獻蒐集、質量化研究研擬 AMI 資料創新商業模式及應用評估，另結合相關產業團隊進行案例試作，透過驗證以證明其可行性，作為未來實際推動之參考。

### 2 成果及其應用：

1. 完成美英日 AMI 資料應用商業模式分析，並完成案例挑選如圖 1。本研究盤點國外電業 AMI 商業應用經驗及目前台電公司 AMI 發展項目，規劃 6 項我國 AMI 資料商業應用可能模式。商業模式欲有效運作，基礎面上需考量 AMI 布建進程、法規面對個人資料保護之要求；價值面需考量商業模式對台電公司本身、對產業、對社會的貢獻與綜效。現階段以「產業經濟發展預測指標」試作可行性最高，其使用完整度高的高壓用戶 AMI 資料，且以聚合資料方式呈現不受個資法之限制。
2. 完成試作案例規劃如圖 2。「產業經濟發展預測指標」在產業層次應用價值最高，且最能反映 AMI 資料特性，因此挑選金融產業為試作場域。試作案例規劃兩階段驗證機制，包括指標模型驗證、商業模式成效驗證。
3. 完成「產業經濟發展預測指標」商

業模式如圖 3。根據質化研究結果，台電公司可藉由「產業經濟發展預測指標」發展專案分析、資料介接、線上資料庫等服務。目標客群除了提供一般企業、創投公司投資布局與營運參考 (B2B)，亦可協助金融產業評估產業發展趨勢，進而提供顧客投資建議 (B2B2C)，增加金融產業獲益，拓展「產業經濟發展預測指標」價值鏈。

4. 完成「商圈動態評估系統」商業模式如圖 4。根據質化研究成結果建構「區域動態評估系統」，提供連鎖產業或創業者客觀數據，協助快速掌握區域活動樣態，以達到提高展店與業務開發準確率、減少企業投資成本、精準行銷等效益。

未來將可提供下列幾項重要應用：

1. 因應資料經濟發展趨勢，本研究參考國外電業發展趨勢，透過質量化研究研擬 AMI 資料商業模式，並規劃具體作法及配套措施提高落地之

可行性，奠定台電公司運用 AMI 資料轉型發展資料服務業之基礎。

## 2. 因應智慧電表布建進程，逐步實現 AMI 資



圖 1 6 項 AMI 資料商業應用可能模式

料創新商業應用模式，以滿足產業數據應用之需求，提升 AMI 資料應用效益。

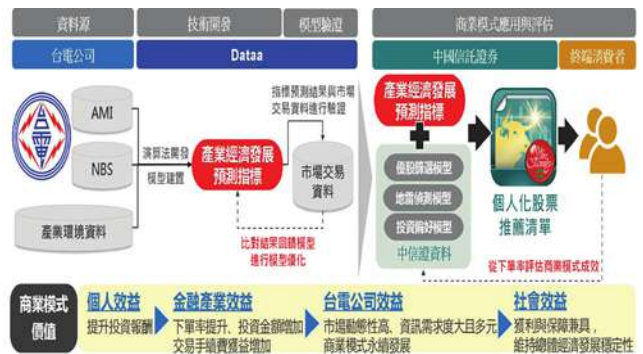


圖 2 產業經濟發展預測指標試作與驗證流程



圖 3 產業經濟發展預測指標商業模式



圖 4 區域動態評估系統商業模式

二、研究發展主要成果  
(四) 加強用戶端之電能管理與服務

研究人員：負載管理研究室：楊新全、王玟菁

# 需量競價平台資訊系統精進之研究

## Research on the Demanding Bidding Platform of Advanced Features

### Abstract

In recent years, although the implementation of demand bidding measures has grown substantially, it has greatly contribution to the relief of power supply. However, in order to continue to improve, it is expected to announce a new demand bidding measure by capacity(capacity binding program) in year 2020. Competitive schemes are new ideas and designs in terms of user

selection, bidding method and winning logic. Therefore information system's support is urgent. Through the demand bidding platform information system, we will assist users to cooperate with the low electricity consumption to improve execution. The rate and the low performance, ease the pressure on the power.

### 1 研究背景、目的、方法：

台電公司現行之需量競價平台系統於建置之初，因需量競價機制訂定及導入緊急，為了隨時反應政策修訂及系統運作需求，並即時進行系統功能微調或擴增，為便於立即的系統修訂，因此該平台初時建置在台電外網區域。

而該平台因為需要與調度處的日前市場模擬競價平台進行資料交換，根據台電的資安需求，必須在台電的

DMZ 區安裝一個 Data Exchanger 以負責需量競價平台和日前市場模擬競價平台間的資料交換功能。另外，為了區營業處人員加速新增參與用戶作業，Data Exchanger 亦須負責需量競價平台和綜研所之 Server 間的資料交換，交換的資料為參與用戶的基本資料。本研究案任務之一為採用新的技術架構，重新建置置於台電公司內網之新需量競價平台資訊系統。

### 2 成果及其應用：

依據本研究案的要求，截至 108 年底本計畫已達成下列目標：

- 1 完成未來需量競價平台系統功能需求訪談 (如圖 1、圖 2 所示)。
- 2 完成需量競價方案 -- 競量型之設計內容分析及討論。
- 3 完成現行需量競價平台系統資料結構、系統功能、表報及外部系統介接功能之解析。
- 4 完成需量競價方案 (包括競價型與競量型) 於需量競價平台系統上之系統架構、功能的分析與設計；並根據需量競價競量型方案設計需量競價平台架構及功能。
- 5 完成需量型需量競價方案之資料庫架構設計，並開立系統功能規格。
- 6 研究設計未來需量競價平台精進功能。

本平台在外部資料介面規劃簡述如下：

#### (1) 需量反應措施統計系統

- 提供需量競價資料：提供 API 介面供需量反應措施統計系統線上呼叫，依傳入之參數需求分別回傳用戶選用資料、用戶每日報價資料及得標名單資料等 3 項 csv 檔案
- 提供需量競價競量型方案資料
- 取得用戶選用需量反應措施方案資料：透過資料庫介面即時查詢需量反應措施統計系統所提供的 Data View

#### (2) 調度處日前市場競價平台 (如圖 3 所示)

- 傳送等效標單：呼叫 API 介面傳入等效標單
- 取得競價結果：透過資料庫介面即時查詢調度處日前市場競價平台所提供的資料表

- 取得每日每小時機組邊際價格資料
- (3) NBS
- 取得用戶基本資料：採用 FTP 方式取得 csv 檔
- (4) 高壓用戶服務入口網

- 目前規劃與需量競價競量型方案用戶選用有關的 RRMSE 值未來由高壓用戶服務入口網，具體介接規格與方式待競量型方案定案後再行討論確認

需量競價平台資訊系統的程式開發語言為 C#，軟體環境為 .NET 資 Framework 4.7，資料庫為 Microsoft SQL Server 2016，建置上規劃有正式環境和測試環境各一套，正式和測試環境的應用系統伺服器（AP Server）設置於台電公司對外的 DMZ 區，正式和測試環境的資料庫伺服器（DB Server）設置於台電公司內部，系統會透過企業內部網路和其他相關的台電公司資訊系統介接，測試環境也將作為正式環境的備援使用，整體系統功能架構如圖 4 所示。

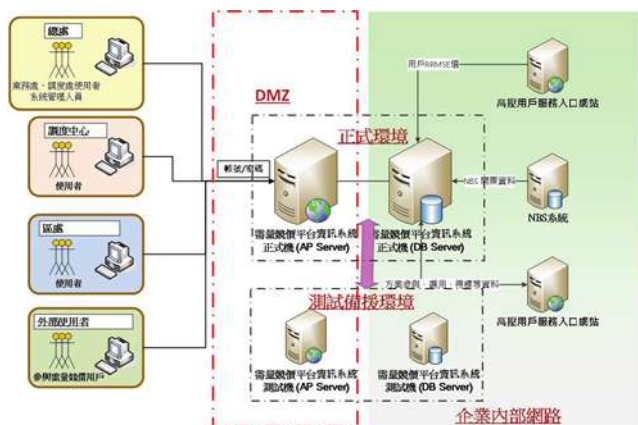


圖 1 需量競價平台資訊系統整體系統環境架構圖

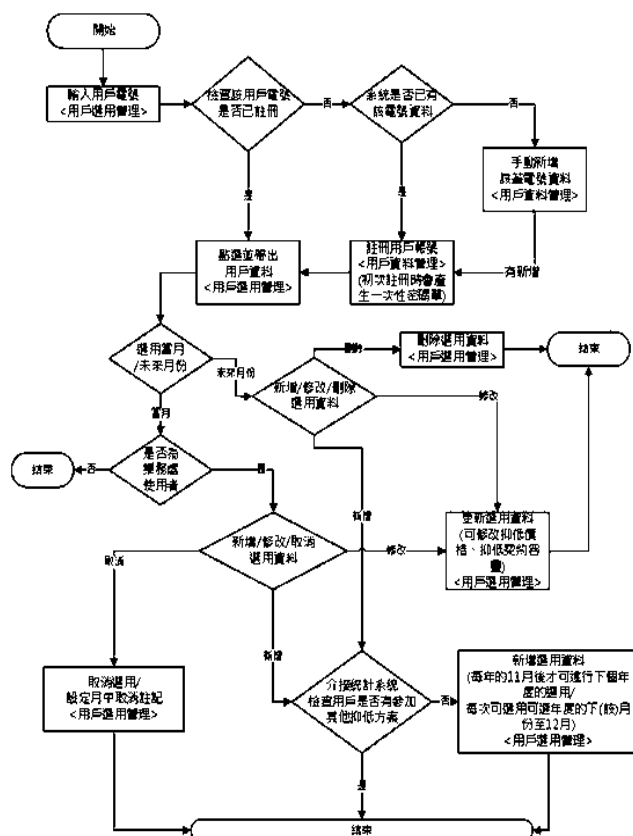


圖 2 用戶選用流程



圖 3 日前市場競價作業流程



圖 4 需量反應措施統計系統功能架構

研究人員：負載管理研究室：楊新全、王玟菁

# 電力市場開放下公用售電業之用戶服務策略與通路規劃

## Customer Service Strategies and Channel Planning for Utility under Deregulated Electricity Market

### Abstract

The research is intended to assist Taipower in reviewing foreign electricity markets with current and future plans that are similar to Taiwan's electricity market, and analyzing power consumption, other demand types and service strategies, which include the concept and techniques if user classification, targets of service strategies, implementation approaches, market channel planning.

Working in conjunction with Taipower's current service strategies and implementation approaches, we will propose various applicability of power consumption customer service strategies for the current stage and the future, as the key reference basis for customer service strategy transition for Taipower in electricity deregulated market.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：《電業法》於 106 年修正施行，公用售電業實質利潤將逐漸受侵蝕，倘二次修法全面開放售電市場，更將面臨新進業者競爭，如何藉由多元化服務，強化市場競爭力，增加市場利基，為本研究主要動機；其次，未來再生能源占比大幅提升，藉由儲能設備可移轉尖峰用電，提供價格誘因引導儲能設備配合系統需要使用，亦須納入考量。

研究目的：本研究擬在電力市場尚未全面開放前，分析公用售電業外部未來潛在競爭者，並研提用戶服務

渠道與異業結盟方式，藉由更多服務組合之可行性，確保既有市場利益，並尋求其他營收管道以增加利基市場；其次，分析內部競爭優劣勢，藉由資訊科技規劃公用售電業銷售通路與作業流程；最後，探討公用售電業供應儲能設施用電之訂價方式及其可行性分析。

研究方法：本研究透過蒐集國外電力市場與競爭環境、國外售電業用戶服務策略、相關作業流程，作為本計畫研擬台電用戶服務策略與通路規劃最佳解決方案之參考依據。

### 2 成果及其應用：

1. 文獻回顧與分析，美國加州、英國、日本及新加坡電業自由化市場，分析項目包含：
  - 探討電業自由化市場，售電公司設立的條件、售電業未來潛在競爭者及其既有通路與客戶優勢，以及分析本公司未來潛在競爭者。
  - 分析用戶轉換售電業相關規範，議題包含轉換申請時間、資格限制、費用、通報機制與欠繳電費用戶轉換限制等。
  - 分析售電業用戶轉換，新售電公司取得用戶歷史資料機制及收費，以及用戶轉換後，新售電業取得電表

資料進行計費之機制及合併帳單拆帳方式。

- 分析電業異業結盟模式，並完成分析國營企業產品開發、通路規劃與異業結盟模式 (圖 1)。
  - 分析儲能設施之用電型態 (電動車、充電站及電池等) 與分析運作模式，儲能設施用電之訂價目的、緣由及訂價方式。
2. 自然人會員帳戶制度與法人帳戶制度之網路申請程序與內容規劃：調查完成主要國家售電業自然人會員帳戶制度與法人帳戶制度之相關網路申請程序與內容，並研擬公用售



電業網路會員帳戶申請程序與內容。

- 公用售電業與輸配電業用電申請之作業流程規劃 (圖 2、圖 3)：調查完成主要國家用電申請作業流程，並依《電業法》業別切分，規劃公用售電業與輸配電業用電申請之作業流程。
- 新加坡專章研究：完成「新加坡公用售電業制度設計」專章研究。

未來將可提供下列幾項重要應用：

- 透過蒐集分析國外售電業相關供電契約條款、轉換契約限制和用電申請流程等，作為台電公司因應二次修法重新研擬輸配電業及公用售電業營業規章之參考依據。
- 透過蒐集分析國外售電業用戶服務策略，研提台電公司於採購法下進行產品開發、通路規劃與異業結盟模式之可行方案。

	臺灣菸酒	台灣糖業	台灣中油	中華郵政	台灣電力
	型態:公賣局->公司 股東:財政部(100%) 資本額:438.55億	型態:公司 股東:經濟部(96.51%) 資本額:563.67億	型態:公司 股東:經濟部(100%) 資本額:1,301億	型態:郵政總局->公司 股東:交通部(100%) 資本額:697.79億	型態:公司->控股集團 股東:經濟部(94.04%) 資本額:3,300億
轉投資	本業延伸(產業鏈)	多角化經營	本業延伸(產業鏈) 多角化經營	本業延伸(產業鏈)	本業延伸 多角化經營
產品開發	精釀啤酒 生技產品	畜殖事業、 土開精緻農業	石化上中下游 產品生物科技	郵箱物流、 快速服務	設備開發、電價方案、文創 商品、能源技術服務
行銷企劃	廣告、通路、訪銷 FB、PTT	公益行銷、 產銷平台、LINE	多角化服務資訊網、 廣告、會員卡、 聯名卡、車隊卡	虛實整合 跨境物流 電商通路	廣告、通路、FB
通路規劃	量販、超市、 便利商店	量販、超市、 便利商店	直營加盟加油站	各地郵局	各區營業處
異業結盟	通路:台鹽 節日:寶島仲夏節 酒瓶:法藍瓷	量販:家樂福、 HOLA 旅館:長榮	智慧綠能加油站、與裕隆 結盟之「中油*Wow!好站」 汽車維修保養、 CupGo得來速咖啡	郵政物流園區 代辦:DHL等 電商通路	點數兌換

圖 1 國營事業經營模式綜合比較

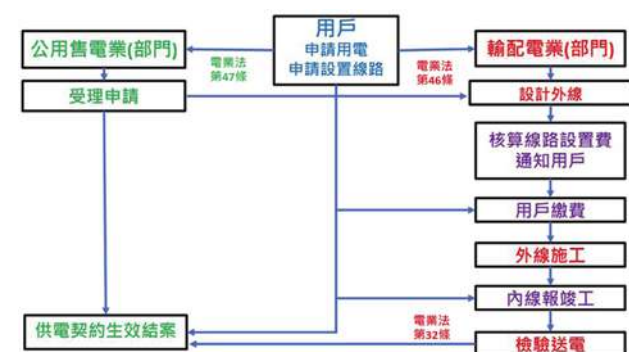


圖 2 用電申請之作業流程 (方案 1：符合電業法規定下之雙軌制)

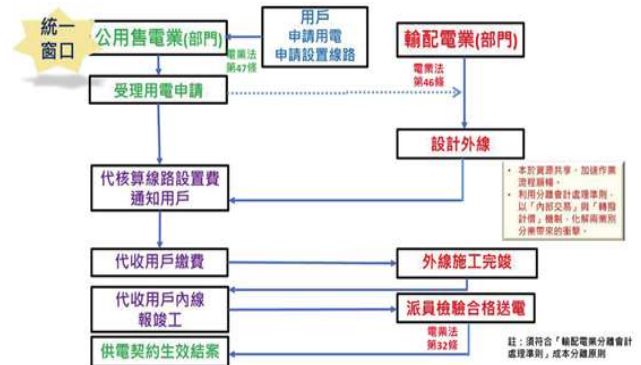


圖 3 電申請之作業流程 (方案 2：單一窗口制)

# 運用高壓 AMI 資訊及人工智慧判斷違規用電研究

Research on Illegal Electrical Activity Detection with High-tension AMI Data and Artificial Intelligence Methods

## Abstract

This research aims to automatically detect electricity theft with artificial intelligence (AI) techniques. The system in this research shows the suspicion level through analyzing the high-tension advanced metering infrastructure (AMI) data. The main contributions of this research are saving the time of human-monitoring on the AMI data, providing the priority reference guide of the field inspection for the Taiwan Power Company (TPC) and advancing the successfulness in catching the electricity theft. In order to accomplish such task, we integrate a variety of data sources to construct the detection model for the electricity theft, including the billing data (NBS), high-tension AMI data, open data such as weather, environmental indicators, as well as the records of suspected

and confirmed electricity theft. First, we established the fundamental knowledge in electricity theft approaches through the discussions with the electricity specialists, followed by the data collection plans made for training the AI models for electricity theft detection. Lastly, there are two AI models proposed in this research, named the supervised capacity prediction ANN model and the unsupervised electricity use behavior GMM model, respectively. The records of confirmed electricity theft and their corresponding NBS and AMI data are used to validate the usefulness of the AI models. The results show that the AI models can detect the starting time of electricity theft. As for the future goals, we will improve the AI models according to their limitations learned in the current stage.

## 1 研究背景、目的、方法：

台電公司對於違規用電之派員查處，消息來源除民眾（含抄表員、換表員）的密報外，僅能靠稽查同仁以逐戶或鎖定特定行業之檢查方式進行，若無密告來源即如大海撈針。現行雖有高壓 AMI 輔助查詢系統，惟使用上仍需靠使用者之豐富經驗及專業知識，致使用並不普遍。為提升違規用電自查之成案率，確保公司收入，故有必要建立一套專家系統，自動判斷是否有異常用電跡象，來協助稽查同仁更有效率地發掘違規用電情形。除了判斷違規用電外，本研究之異常用電模型訓練方法，可延伸至各類異

常用電型態偵測，例如電器異常偵測、年長者居家安全照護等。

本研究之方法立基於自高壓 AMI 上線以來，已累積數年的用戶用電資料及異常用電稽查紀錄，應可歸納各用戶用電曲線做為未來運用之參考。再輔以公開情資、環境氣候等變數，並利用 AMI 電表之各相電壓、電流、角度等資訊，建立判斷邏輯及時發現異常用電狀況，俾利派員現場檢查。簡言之，本研究是運用高壓 AMI 資訊輔以 AI，透過大數據分析，建立偵測系統自動發掘違規用電情形。

## 2 成果及其應用：

於本研究之前期階段中，基於電業專家的指導與對用電資料的認識，發展出兩套判斷違規用電的模型，分別為需量預測 ANN 模型及用電行為 GMM 模型。模型可提供單一指標進

行異常用電判讀。相較於現行三相電力指數與需量的追蹤判讀，已顯著降低使用者觀察用電行為的資料維度。為測試模型之偵測效果，於台電公司業務處的協助下使用成案紀錄進行回

溯分析。研究結果顯示，於 7 組成案電號中可偵測到 6 組的違規時間點，表示模型有能力執行違規用電偵測任務。

本研究後半期分為兩個主軸，一為針對目前所開發之兩套原型持續精進，對於不易判讀之案例須探究案件的成案事實與 AMI 資料的對應關係，以深入擷取關鍵特徵納入模

型學習，並且簡化分析結果的判讀方式，設計易於決策的數值指標或圖形；二為判斷違規用電輔助系統的導入工作，將系統建置於台電公司綜合研究所用戶服務大數據平台上，設置虛擬機器供資料庫串接、資料前處理、及分析運算，並根據需求開發使用者介面。

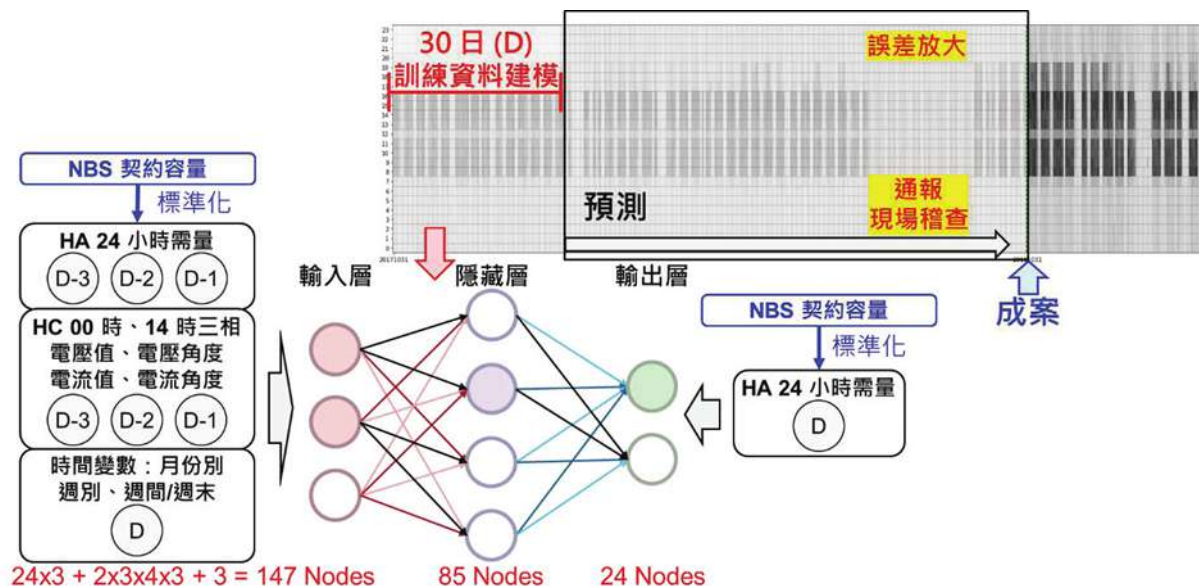


圖 1 需量預測 ANN 模型建構與應用流程

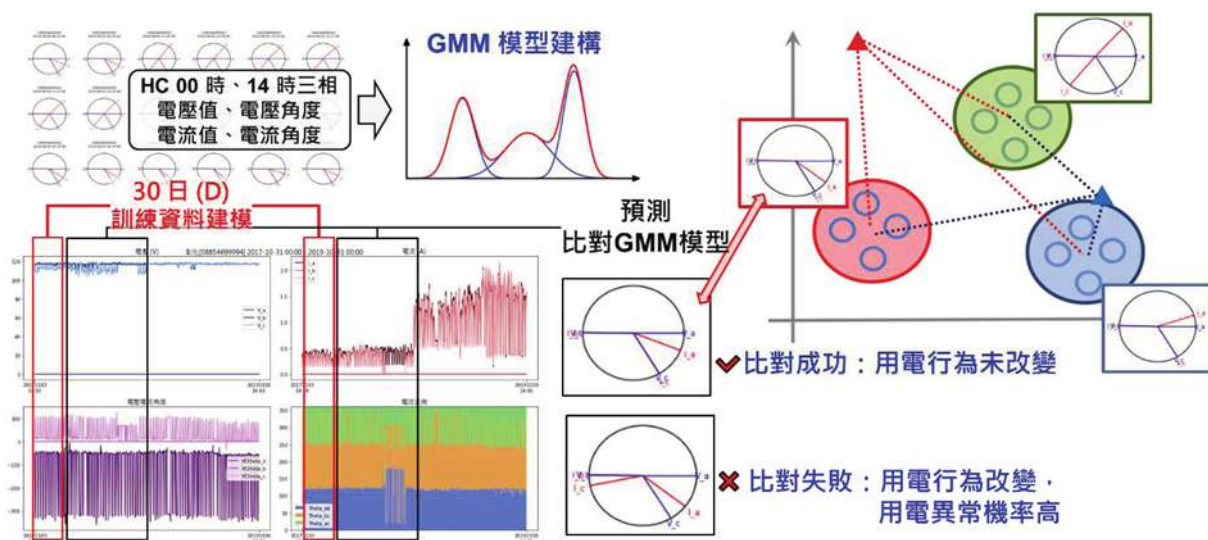


圖 2 用電行為 GMM 模型建構與應用流程

研究人員：負載管理研究室：朱漢農、楊新全

# 用電健檢中心精進與節約能源推廣研究

## Optimization Approach to the Promotion Tools for Energy Saving and Demand Side Management

### Abstract

This project “Optimization approach to the promotion tools for energy saving and demand side management” will collect and study foreign cases about promotion of DSM programs, customer interaction and utilities best material design website examples for improving the user experience of taipowerdsm-clinic website. For the low voltage AMI deployment, the target is 300 million units in 2024. The big data gathered

from smart meters can provide better understanding of end customer behavior and facilitate residential customer segmentation precisely. This project will improve customer engagement platform, taipowerdsm-clinic website, to use smart meter data insights, like residential load curve profile, to deliver the useful message at the right time to the target end customer.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：台電公司推出許多不同類型的需求面管理措施與節約能源推廣宣傳，包括住商型簡易時間電價宣導、舉辦節約能源宣導會與用戶互動，如何精準進行顧客價值分群 (Customer Segmentation)，找出目標用戶客群分佈、節電潛力評估、提高用戶互動參與 (Customer Engagement) 等措施，為需求面管理有效執行的重要關鍵。本計畫「用電健檢中心精進與節約能源推廣研究」將透過大數據分析、節電行銷宣傳等理論為技術開發關鍵，以強化用電健檢中心、節電文宣內容產製、文案設計及創新互動方式，以觸動用戶自主節能，提高互動及參與率。

本研究目的與方法主要可歸納成下列 3 點：

1. 研析國外電業與公用事業之用戶互動、DSM 節電推廣作法與網站設計風格元素，以作為精進本計畫用電健檢中心參考。
2. 精進用電健檢中心網站與節約能源推廣內容創新產製。
3. 低壓 AMI 佈建成熟後，呈現用戶用電情形並加以個人化分析，使用戶更能瞭解自身用電情形並提供適合之節電建議，前述相關分析及建議須以建構資料大數據分析及輿情分析模型，解讀用戶互動數據與資料探勘，以獲用戶行為洞察與創見，持續優化節電宣導文宣設計。

### 2 成果及其應用：

本研究之成果可歸納以下：

1. 完成研析 6 家國外電業與公用事業之用戶互動、DSM 節電推廣作法與網站設計風格元素，作為精進本計畫用電健檢中心參考。
2. 完成 6 本台電節電文宣設計，包括住宅、小商店、辦公場所、學校、學校桌遊文宣、製造業，與節約用電服務工作手冊編修。
3. 分析非 AMI 之以電號前兩碼的用戶

- 四分位數，作為用電健檢中心網頁提供用戶進行同儕比較基礎。分析 AMI 佈建資訊，提供業務單位宣傳熱點規劃；分析 AMI 用電資訊進行分群分析，建立用電負載模型。
4. 參考國外電業之資訊揭露與互動方式，建置用電健檢中心網站，功能包括節電態度測驗、用電圖表顯示、聰明用電分析與節電百寶箱等。
5. 藉由提供聰明用電分析服務，與住

戶互動，收集用電行為資料，提供自我比較、同儕比較，觸發其節電行為。

未來將可提供下列幾項重要應用：

1. 本研究可作為將來台電公司在推動節

電宣導之設計元素參考。

2. 建置互動網站，收集用戶家電設備用電行為，提供節電分析服務，配合 AMI 佈建，進行大數據分析，創造加值應用。



圖 1 住宅節電文宣設計



圖 2 小商店節電文宣設計



圖 3 國際電業推廣作法參考



圖 4 用電健檢中心網頁設計



二、研究發展主要成果

(四) 加強用戶端之電能管理與服務

研究人員：負載管理研究室：黃秉偉、楊新全

# 用戶行業別校正對需量反應市場潛力預測之影響研究

## Research on the Impact of User Industrial Code Correction on Demand Response Market

### Abstract

In accordance with Article 66 of the Electricity Act, electricity enterprises should prepare concise monthly reports, and an annual report within 3 months after the end of business year to be submitted to electricity enterprise regulatory authority and central competent authority.

MOEA has made the announcement in accordance with the Electricity Act that, since January 2018, various electricity sales statistical data of meter rate lighting service and power users of concise monthly and annual reports of electricity retailing utility enterprise must be filled out in accordance with the latest industrial classification standard (version 10) announced by Directorate-General of Budget, Accounting and Statistics, Executive Yuan. Taiwan Power

Company completed the correction and collection of the industrial code for power users and meter rate light service users in December 2018.

By reviewing domestic and international power-related literature, the industry classification is the basis for the analysis of power usage characteristics. The impact of the transformation situation of industries of power users may extend to demand response potential, energy management, and load forecasting. This study uses the data from demand response market potential survey to analyze the impact of the transformation situation of industries of power users on the forecast of the participation intention of demand response program as a reference for future power related research.

### 1 研究背景、目的、方法：

背景：「用戶行業別校正方法之研究」結果顯示電力用戶校正前後行業別有所變動。

目的：評估行業別變動對需量反應潛力的影響性，作為未來電力相關研究之參考資訊。

方法：1. 利用行業別校正前後新

電費核算開票系統的高壓及特高壓用戶資料，分析行業別校正前後用戶新舊行業別變動率。2. 利用需量反應市場潛力調查，分析高壓用戶校正後行業別對預測用戶需量反應參與意願之影響。3. 針對製造業變動較大的中行業別預測用戶需量反應的參與意願。

### 2 成果及其應用：

1. 在 2019 年 1 月行業別校正後，透過新電費核算開票系統 (New Billing System, NBS) 中的高壓及特高壓用戶資料，進行新舊行業別變動情形的探討，如圖 1。
2. 綜整台電公司歷年推動的需量反應方案如圖 2。分為以價格為基礎的方案類型和以獎勵為基礎的方案類型，並釐清本研究指涉之用戶需量反應參與意願定義為以獎勵為基礎之方案參與意願。
3. 運用「需量反應市場潛力調查」之資料，透過關聯性分析瞭解納入邏

輯斯迴歸模型的變數與因變數之間的關係，確認這些變數對於需量反應參與意願是否具影響性。

4. 藉由邏輯斯回歸分析建立四個需量反應參與方案之模型如圖 3，分別投入校正前後的小分類與中分類的行業別，再以預測資料計算正確率 (Accuracy)、精確度 (Precision)、捕捉率 (Recall) 等指標如圖 4 來驗證投入校正前後的行業別變數對預測用戶參與需量反應方案意願的影響。
5. 針對製造業中行業別變動較大的中分類行業別，比較行業別校正前後，

藉由邏輯斯迴歸模型預測用戶需量反應參與意願的差異。

未來將可提供下列幾項重要應用：

1. 可根據本研究之成果預先評估行業別變動對相關研究所帶來的影響。
2. 透過邏輯斯迴歸分析預測模型預先瞭解用戶參與需量反應方案的傾向，將有助尋找參與需量反應方案的潛力用戶。
3. 由模型解釋力的比較，發現納入新小分類行業別模型的解釋力優於納入舊小分類行業別模型，說明小分類行業別定期校正之效益。
4. 透過比較新舊行業別用戶需量反應市場潛力預測結果的差異，評估行業別變動對需量反應市場潛力的影響。

舊大分類名稱	戶數	大行業變動率
A. 農林漁牧業	362	51.0%
B. 礦業及土石採取業	295	62.0%
C. 製造業	14,888	9.0%
D. 水電燃氣業	675	11.0%
E. 營造業	111	56.0%
F. 批發、零售及餐飲業	1,070	30.0%
G. 運輸、倉儲及通信業	862	27.0%
H. 金融、保險及不動產業	456	10.0%
I. 工商服務業	228	82.0%
J. 社會、個人服務業	3,712	18.2%
K. 公共行政業	1,494	36.0%
X. 住宅和其他不能歸類	974	100.0%
總計	25,127	

圖 1 校正前後新舊行業別變動情形

價格基礎	季節電價	夏月	非夏月		
	時間電價	二段式	三段式	住商型	
	儲冷式空調系統 離峰用電措施				
獎勵基礎	需量反應 負載管理 措施	計畫性	月減8日型	日減6時型	日減2時型
		臨時性	限電回饋型	緊急通知型	
	需量競價	經濟型	可靠型	聯合型	
空調暫停 用電措施					

圖 2 台電歷年推動需量反應方案類型

變數	模型A	模型B	模型C	模型D
因變數	108年參與需量反應方案之意願 1：願意 0：不願意			
自變數	舊中分類 行業別	新中分類 行業別	舊小分類 行業別	新小分類 行業別
控制變數	107年經常性契約容量最大值 生產模式 1：二班制連續性生產 2：三班制連續性生產 3：二班制批次式生產 4：三班制批次式生產 5：日班8小時一班制 6：其他			

圖 3 需量反應參與方案之模型

指標	模型A	模型B	差距	成長率
正確率	73.1	75.0	1.9	2.7
精準度	65.4	69.7	4.3	6.5
捕捉率	40.9	44.4	3.5	8.5
指標	模型C	模型D	差距	成長率
正確率	76.9	77.8	0.9	1.2
精準度	72.8	73.1	0.3	0.4
捕捉率	49.1	53.0	4.0	8.1

圖 4 正確率、精準度、捕捉率等驗證指標

研究人員：負載管理研究室：楊新全、王玟菁

# 應用大數據平台建置即時電價之電價模擬器研究

## The Study on Implementing Real-Time Pricing Simulation Model by Applying Big Data Platform

### Abstract

Because designing real-time pricing rate includes many costs and usage data, in the past, Taiwan Power Company used Excel for analysis and processing of related data, and lacked the assistance of big data databases. Therefore, this study used system data, customer-related data, electricity fixed, and variable costs, and other related data.

Furthermore, by analyzing the methods and processes of different real-time pricing design, the real-time pricing design process is built into the big data database. Moreover, this study designed adjustable parameters and importable interfaces to increase the flexibility of the electricity price simulation model developed by the SAS visual analysis.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：由於設計即時電價涉及許多成本、與用電資料分析，過去本公司都採用 **Excel** 進行相關資料數據的分析與處理，缺乏大數據資料庫的輔佐。因此本研究透過所獲得 106 年之系統用電資料、用戶基本資料、本公司固定、與變動成本等相關資料。並透過分析國外即時電價設計之方法與流程，將即時電價設計流程建置於大數據資料庫中。同時設計相關參數之可調整化與可匯入之界面，藉此增加電價模擬器之使用彈性；並設計 **SAS** 互動式頁面，以適當之圖表方式呈現即時電價方案之模擬計算結果，以利清楚了解。藉由設置即時電價模擬器，直接界接大數據平台之資料，直接將源頭資料與電價設計理論相結合，可大幅降低業務處在電價設計上之人工作業時間；同時將電價模擬之

結果以視覺化方式呈現，可協助業務處快速了解不同情境設定下對於電價之影響，並快速選擇適合的方案。

本研究目的與方法主要可歸納成下列 4 點：

1. 整理與盤點大數據平台中 105 年之系統用電資料、用戶基本資料、台電公司固定成本與變動成本資料等資料。
2. 分析國外電業即時電價方案的設計方法，並將其設計流程以模組化的方式建置於大數據平台的資料庫中。
3. 設計相關參數之可調整化與可匯入之界面，增加電價模擬器之使用彈性。
4. 設計 **SAS** 互動式頁面，以適當之圖表方式呈現即時電價方案之模擬計算結果。

### 2 成果及其應用：

本研究之成果可歸納成以下 3 點：

1. 本研究參考國外電業針對即時電價方案的設計方法，挑選美國 **SCE** 的預設型即時電價方案為參考，設計依供電緊澀情形而啟動的紅色、黃色與綠色電價方案，其設計流程可區分為將呈本分攤到各類用戶、將各類用戶固定成本依尖峰機率法分攤到夏月與非夏月、透過缺電機率法將成本分攤到每個小時，最後計

算燃料成本與運維成本等流程等，如圖 1，以作為台電公司未來設計即時電價方案之參考。

2. 本研究將上述設計流程，依其特性共設計出資料匯入模組、成本彙整模組、缺電機率模組、成本分攤模組、燃料成本模組、運維成本分攤模組，以及電價計算模組等七大模組。透過模組設計的方式，以便於針對個別模組進行擴增與修正，如



圖 2。

3. 本研究透過上述模組設計以及參數設定的方式，將可以自動化產出夏季與非夏季，各紅色、黃色與綠色電價，共計六套電價，每套電價各 24 小時不同單價，如圖 3。
4. 本研究透過 SAS VA 的儀表板方式，考量不同用戶類別以及不同電價設計情境，設計出即時電價儀表板功能，使用者可以在儀表板中，輕易的點選不同成本分攤的組合方式，可以直接在下方快速地看到電價設計的結果，並進一步了解電價的組成，



圖 1 分析國外電業即時電價設計之方法

如圖 4。

未來將可提供下列幾項重要應用：

1. 本研究電價模擬器透過直接界接大數據平台之資料，可自動化產生電價模擬結果，預期可大幅降低業務處在電價設計上之人工作業時間。
2. 本研究透過視覺化之方式將電價模擬之結果呈現，可待後續修訂與推動不同即時電價方案時，協助業務處在電價調整上之彈性。

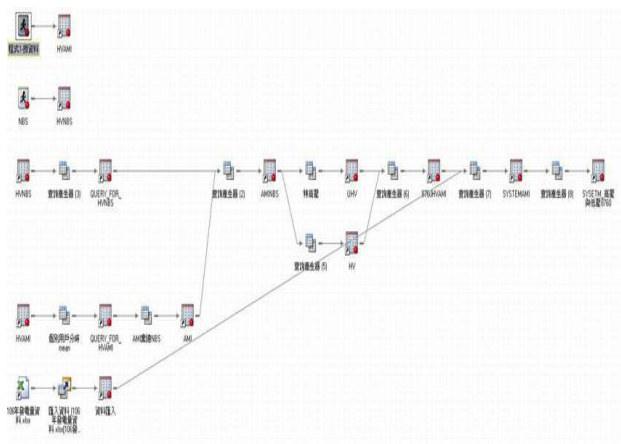


圖 2 依模組化方式建立 SAS 各專案流程

Hour Beginning	Summer				Winter				Hour
	紅燈	橘燈	黃燈	綠燈	紅燈	橘燈	黃燈	綠燈	
0	1.41	1.33	1.68	1.57	1.41	1.33	1.68	1.57	
1	1.35	1.28	1.64	1.55	1.35	1.28	1.64	1.55	
2	1.30	1.24	1.61	1.52	1.30	1.24	1.61	1.52	
3	1.26	1.22	1.59	1.49	1.26	1.22	1.59	1.49	
4	1.25	1.20	1.58	1.48	1.25	1.20	1.58	1.48	
5	1.23	1.20	1.58	1.48	1.23	1.20	1.58	1.48	
6	1.23	1.21	1.60	1.49	1.23	1.21	1.60	1.49	
7	1.26	1.24	1.63	1.51	1.26	1.24	1.63	1.51	
8	1.40	1.35	1.72	1.58	1.40	1.35	1.72	1.58	
9	1.45	1.40	1.77	1.62	1.45	1.40	1.77	1.62	
10	1.45	1.57	1.79	1.64	1.45	1.57	1.79	1.64	
11	22.29	6.34	1.80	1.65	22.29	6.34	1.80	1.65	
12	1.45	1.40	1.77	1.63	1.45	1.40	1.77	1.63	
13	28.53	8.11	1.87	1.65	28.53	8.11	1.87	1.65	
14	30.88	8.49	1.88	1.65	30.88	8.49	1.88	1.65	
15	22.79	5.66	1.80	1.66	22.79	5.66	1.80	1.66	
16	8.52	4.93	1.82	1.67	8.52	4.93	1.82	1.67	
17	1.48	3.45	1.82	1.68	1.48	3.45	1.82	1.68	
18	1.49	3.69	1.83	1.69	1.49	3.69	1.83	1.69	
19	1.48	1.62	1.82	1.69	1.48	1.62	1.82	1.69	
20	1.49	1.61	1.80	1.68	1.49	1.61	1.80	1.68	
21	1.47	1.40	1.77	1.65	1.47	1.40	1.77	1.65	
22	1.43	1.38	1.74	1.62	1.43	1.38	1.74	1.62	
23	1.44	1.39	1.72	1.59	1.44	1.39	1.72	1.59	

圖 3 自動化產出即時電價每天每小時電能電價



圖 4 透過儀表板方式自由點選情境組合

研究人員：負載管理研究室：楊新全、賈方霈

# 關鍵尖峰電價訂定與負載抑低成效評估之研究

## The Study on Rate Design and Load Impact Assessment of Critical Peak Pricing

### Abstract

The Critical Peak Pricing is one kind of dynamic pricing, which is similar to Time-of-Use Pricing, but the rate is more flexible. The results of the literature show that the peak load suppression effect is more significant when Time-of-Use Pricing combined with the Critical Peak Pricing. Therefore, this study reviews the structural design of the

current Critical Peak Pricing, including the total execution hours, the execution hours per event, duration periods and rates. In addition, the review measures must examine the effectiveness of their implementation. This study uses the Difference in Difference method to estimate the peak load reduction.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：

關鍵尖峰電價為動態電價的一種，其電價設計原理與時間電價相近，然費率上更具彈性。文獻上研究結果顯示時間電價結合關鍵尖峰電價，尖峰負載抑低效果更為顯著。我國自民國 82 起即實施尖峰可變動三段式時間電價，近年來參與戶數僅為 11~13 戶；再者，時間電價因無基準線設定，故在尖峰負載抑低量上未能有較明確的評估方式。

研究目的：

本研究擬針對現行尖峰可變動三段式時間電價的結構設計進行檢討，包含執行時數、每次執行時數及時段、

費率，並提出相關配套措施；其次，為檢視其實施成效，本研究進一步採用數量方法評估評估關鍵尖峰電價之抑低成效。

研究方法：

本研究首先蒐集國外電業關鍵尖峰電價之作法，並根據國外經驗及我國目前執行狀況，針對現行尖峰可變動三段式時間電價的執行時數、每次執行時數及時段、費率設計進行檢討，並提出相關配套措；其次，本研究採用計量經濟方法中的差異中之差異法 (Difference-in-Differences, DID)，估計尖峰可變動三段式時間電價的尖峰負載抑低成效。

### 2 成果及其應用：

1. 文獻回顧與分析：完成蒐集關鍵尖峰電價之設計理論相關文獻、國外不同電業 (如美國加州 PG&E、SCE) 關鍵尖峰電價方案設計作法，作為本公司未來檢討關鍵尖峰電價方案之參考。
2. 關鍵尖峰電價方案設計：針對關鍵尖峰電價設計的執行時數、關鍵尖峰費率、配套措施提出建議。執行時數方面，建議尖峰事件日全年執行時數，由 180 小時縮短至 100 小時以內外，每次執行不超過 4 小時，以降低用戶參與的門檻，建議每次

執行時段訂於夏月 13 時至 17 時；關鍵尖峰費率方面，建議在執行時數縮短及三段式時間電價用戶電費收入中立下，可將指定日尖峰時段電價再提高，並降低離峰及半尖峰時段電價；配套措施，建議挑選具用電量較高且尖峰用電占比較高等特性的用戶，宣導推動尖峰可變動電價方案，而部份尖峰時段負載相對較低的三段式時間電價用戶，因其尖峰抑低潛力空間相對較小，則非主要推動對象，以避免參與者多為搭便車性質而無法對抑低系統尖

峰負載有實質助益。

3. 關鍵尖峰電價實施成效評估：差異中之差異法係比較有無參與事件的差異，因此將樣本分為試驗組和控制組，分別利用統計迴歸分析方法進行試驗組和控制組負載估計，再將兩者相減求得組間差異，即為尖峰負載抑低效果 (如圖 1)。按本研究估計結果顯示，以 106 年為例，尖峰可變動時間電價尖峰每次指定日抑低成效約有 22.42MW，每戶平均每次抑低量為 2.06MW，抑低比例為 22.47%，具有明顯尖峰負載抑低效果，與加州電業執行實績相較亦有顯著效果。故此，該方案雖然參

與戶數少，但仍具執行的效益，有必要進一步檢討精進方式。

未來將可提供重要應用：本研究方法亦可延伸應用於其他電價或試驗計畫成效評估，如住商簡易型時間電價自 105 年 10 月推動至今已逾兩年，參與用戶由 105 年不及 1,000 戶至今已超過 3 萬戶，實施時間及參與戶數已達一定程度，故應進行推動成效評估。若僅比較用戶參與前後的用電量，將忽略時間、經濟環境因素的影響，造成評估結果可能有偏誤。故可利用本研究模式，估計該措施尖峰負載抑低量，以作為後續精進檢討之依據。

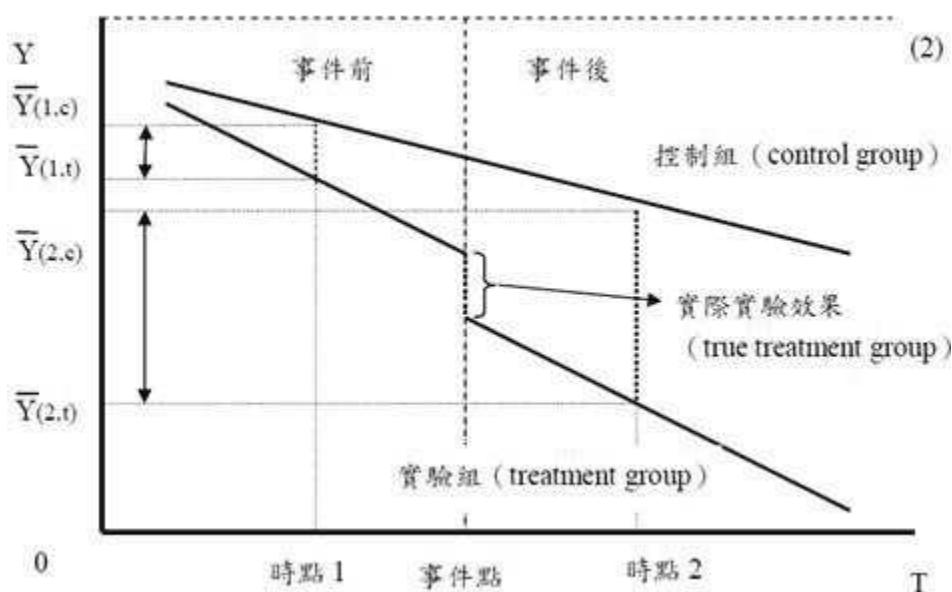


圖 1 D-I-D 模型示意圖

研究人員：負載管理研究室：楊新全、陳玉芬

# 非侵入式設備負載監視器之智慧電網應用研究

## A Study on NIALM Technology for Smart Grid Application

### Abstract

NIALM(Non Intrusive Appliance Load Monotoring) is a way to disaggregate the real time power consumption data of smart meter into power consumption of indivisual appliance by using AI(Artificial Intelligence) technology. It provides residential customer detail information of power usage to improve energy saving. Also, NIALM facilitates utility company measuring the capacity of specific equipment on specific time to validate the performance of demand response program without installing any additional power measuring device. By this way, third parties can execute Demand Response more

efficiently by reducing the time of finding target customer for load shedding.

This project firstly surveys the latest trend of NIALM technology in literature, then develops the NIALM disaggregation model, which performance is validated in 30 residential. According to the results of performance evaluation and the surveyed successful business model developed in abroad commercial companies, this project will finally propose the best business model of application in NIALM and the promoting roadmap for the TaiPower Company.

### 1 研究背景、目的、方法：

NIALM 係透過 AI 技術將智慧電表即時用電負載資料解析成各家電之用電負載資料，提供精細電力流分析給用戶，藉以觸發其自發性節電意識而啟動節能行為。此外，NIALM 亦可提供電業在不增加特定用電設備之用電量表的條件下，分析特定時間特定設備之用電容量，以驗證需量反應之成效，亦有益於第三方能源服務業者即時找到可停電力負載，提升需量反

應的效率。

本計畫首先參考國際 NIALM 之最新發展技術文獻，開發出 NIALM 用電解析模型技術，並實際導入國內 30 戶家庭作性能驗證，再透過國外應用案例資料收集及國內實場域建置之用戶回饋意見，規劃出適用於台電公司最佳獲利之 NIALM 應用方向，並規劃推動藍圖。

### 2 成果及其應用：

本研究之成果可歸納成以下 3 點：

1. 完成包含歐、美、日等地區共 22 例之 NIALM 技術於智慧電網之應用案例分析，結論如表 1。
2. 完成 7 篇有關 NIALM 技術研究之 2019 年國際 SCI 專業期刊論文資料收集及分析，整個技術發展主流方向為低取樣 (1 分鐘以上) 週期、以深度學習作為用電解析模型演算法、並以實功及虛功作為主要模型訓練特徵。
3. 完成 32 件 NIALM 相關之美國及歐洲專利資料庫之專利資料收集及分析，其中有關「辨識方法精進」類

別共計 10 件、「系統與演算法」類別共計 16 件、「加值應用」類別共計 6 件。

4. 完成國內 1000 戶低壓智慧電表 B-Route 示範戶及 20 萬低壓 AMI 用戶之用電類型分群，並與 Opower 公司針對美國地區用戶之比較 (如圖 1)。
5. 完成 NIALM 性能驗證實驗屋之建置 (如圖 2)，並完成國內五種不同用電類型之負載模擬建立，及真人進駐實驗。
6. 完成 NIALM 用電解析模型之建立，利用實功當作訓練特徵，資料取樣

頻率為每分鐘 1 筆，性能分析結果，家電運轉狀態解析準確率達 67.7%，與國際技術主流廠商之性能比較如表 2。

未來將可提供下列幾項重要應用：

1. 進行 30 戶示範場域測試住戶之招募及測試

系統安裝。

2. 加入虛功等其它電力參數做為模型訓練特徵以提升 NIALM 用電解析性能。
3. 規劃適合台電公司發展 NIALM 技術應用之最佳獲利商業模式及推動藍圖。

表 1 國際 NIALM 技術於智慧電網之應用案例分析圖

公司	Eeme(美國Carnegie Mellon University衍生公司)	NIALM計畫目前技術研發現況
測試資料來源	美國德州Austin Pecan Street 264個家庭用戶公開資料集	台電鳳山宿舍實驗屋
資料訓練時間	1整年(2013年)	約5天(2020年)
資料取樣率	每15分鐘1筆	每1或15分鐘1筆
用電訓練參數	未提及	P(實功)
測試家電	空調、電熱水器、乾衣機、洗碗機	空調、照明、冰箱、除溼機、電磁爐、電風扇、電視、筆記型電腦
運轉狀態拆解準確率	70%	67.6%(1分鐘取樣)/59.1%(15分鐘取樣)
報導來源	2015年3月13日 Greentech Media Senior Editor Jeff St. John之Eeme CEO Enes Hosgor之訪問報導	
附註	此為目前全球唯一對外公開NILM性能之公司，該公司於2019年被Tendril收購，同年再被Uplight公司收購。	

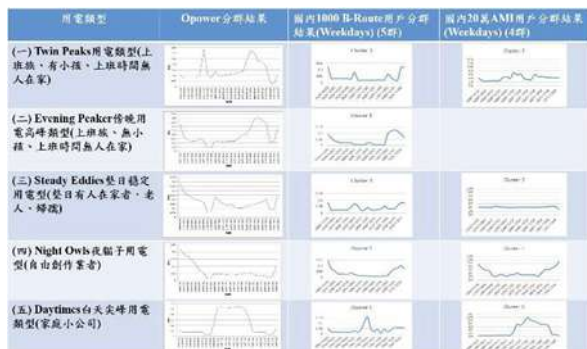


圖 1 國內家庭用電負載類型分群及與國際比較

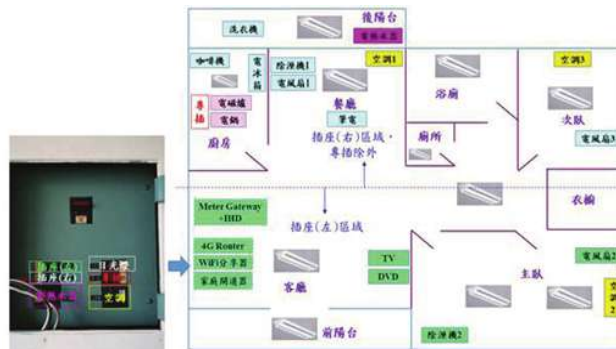


圖 2 NIALM 性能驗證實驗屋

表 2 NIALM 技術發展現況與國際主流公司之比較

公司	Eeme(美國Carnegie Mellon University衍生公司)	NIALM計畫目前技術研發現況
測試資料來源	美國德州Austin Pecan Street 264個家庭用戶公開資料集	台電鳳山宿舍實驗屋
資料訓練時間	1整年(2013年)	約5天(2020年)
資料取樣率	每15分鐘1筆	每1或15分鐘1筆
用電訓練參數	未提及	P(實功)
測試家電	空調、電熱水器、乾衣機、洗碗機	空調、照明、冰箱、除溼機、電磁爐、電風扇、電視、筆記型電腦
運轉狀態拆解準確率	70%	67.6%(1分鐘取樣)/59.1%(15分鐘取樣)
報導來源	2015年3月13日 Greentech Media Senior Editor Jeff St. John之Eeme CEO Enes Hosgor之訪問報導	
附註	此為目前全球唯一對外公開NILM性能之公司，該公司於2019年被Tendril收購，同年再被Uplight公司收購。	

研究人員：負載管理研究室：楊新全、黃秉偉

# 電費核算開票系統升級及功能擴充執行方案規劃研究

## Research on the Plan of Upgrading and Functional Expansion of Electricity Billing Invoicing System

### Abstract

This project uses the business process reengineering and information strategy planning methods to implement the following:

(1) Plan the needs of future power purchase functions at the level of process, function and data, coordinate demand response, and time of use price to achieve low peak load. It has been integrated into a set of customer-oriented, high-efficiency and comprehensive integrated power sales business and customer service system with the purpose of selling electricity.

(2) Based on the actual needs of the business unit's integrated back-end information system business (accounting system, customer relationship management

system), after the analysis, plan the best strategies, processes and functions, and develop forward-looking, holistic information needs.

(3) For the environment after the upgrade of software and hardware in the New Billing System, in accordance with information concentration, resource sharing services, simplification and standardization, a complete planning of the functional and architectural aspects of the system is made.

(4) Study and evaluates the hardware upgrade of New Billing System for performance, capacity, scalability, and will propose budget estimation and feasible bidding specifications.

### 1 研究背景、目的、方法：

因「電費核算開票系統」套裝程式版本老舊，擴充困難、系統運維風險甚高，為期維持系統穩定運作、降低資安風險、提升開票作業效率、整合購電業務，擬先進行軟硬體升級，並擴充功能俾承接 MDMS 大量 AMI 用電資料，以利需量反應及時間電價應用，期能抑低尖峰負載，提高 AMI 投資價值，同時配合行政院資安法之實施，亦需強化資通安全防護、落實個人資料保護，提升用戶服務。

參考國外智慧電網建置 AMI 資訊服務應用案例，及售電、購電、帳務、客戶關係管理資訊系統建置情形，研究規劃符合公司未來營運需求之售購電及客服資訊系統，介接 AMI 資料，精進需量管理，強化購電業務，實為必要。

本計畫需要達成下列目標：

- (1) 以流程、功能及資料等層面規劃未來購電功能的需求、配合需量反應、時間電價達成抑低尖峰負載。達成整合成一套以用戶服務為導向、以售電資訊為內涵之高效率及完善的整合性售電業務及客戶服務系統。
- (2) 依據業務處未來整合性後端資訊系統業務(帳務系統、客戶關係管理系統)之實際需求，規劃最佳策略、流程與功能，並制訂前瞻性、整體性資訊需求架構。
- (3) 針對電費核算開票系統軟硬體升級後之環境，因應資訊集中、資源共享服務、簡化、標準化，作一系統功能面與架構面之完整規劃。
- (4) 研究評估電費核算開票系統硬體升級各項設備進行效能、容量、擴充性及預算概估，並提出可行之招標規範。

### 2 成果及其應用：

截至 108 年底本計畫已達成下列目標：(1) 完成國外智慧電網能源零售市場資訊服務相關資料文獻；(2) 完成台電公司適用之售購電、電費帳務

及用戶關係管理最佳化可行方向之評估分析；(3) 完成國外智慧電網 AMI 資訊服務應用案例之蒐集；(4) 完成售購電及客服資訊系統建置之最佳作業方

式建議；(5) 完成系統資料安全保護機制之研擬；(6) 完成相關應用系統間資料交換介面、內容、方式與時機之規劃與分析如圖 1 所示；(7) 完成期中報告；包含「電費核算開票系統軟硬體升級及功能擴充」招標規範草案。

本研究案已完成第一期重建之範圍、功能及軟硬體規劃並開立 RFP( 招標規範書草案 ) 以為後續招標作業之依據。第一期重建之系統包括如下幾個現行資訊系統如圖 2~4 所示：(1) 新電費核算開票系統 (NBS)、(2) 再生能源購電開票系統 (RNBS)、(3) 再生能源資訊管理系統 (REMS)、(4) 再生能源資訊管理系統 契約管理子系統 (ECMS)、(5) 民營電

廠機組運轉資料管理系統 購電費計算子系統 (IPPMS)( 將延至第二期開發 )、(6) 需量反應措施統計系統、(7) 需量競價平台。

與第一期直接相關之外部關聯系統則有 (1) 營業櫃檯申辦系統 (NCPS)、(2) 配電工程資訊系統 (NDCIS)、(3) 用戶服務資訊系統 (CIS)、(4) 電子帳單系統 (EBPPS)、(5) 停限電管理系統 (OMIS)、(6) 手持抄表系統 (HCS)、(7) 企業營運核心系統 (ERP)、(8) 客戶服務應用系統 (CCS)、(9) 帳單列印控制系統 (IPS)、(10) TMAP/MDMS、以及 (11) 電費帳戶管理系統 (BAS)。

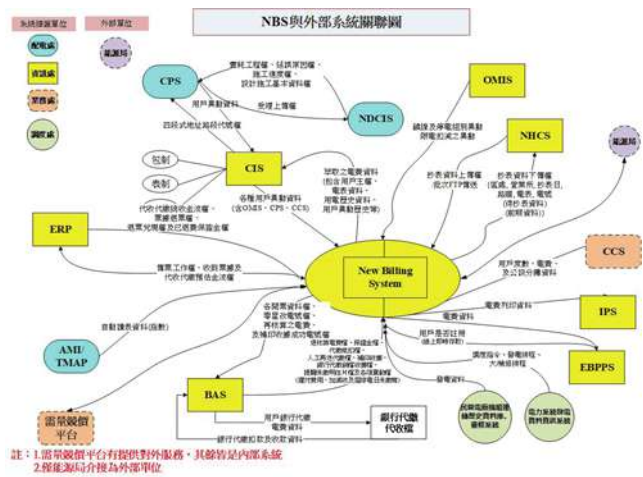


圖 1 第一期 (NBS I) 擴充與外部系統關聯圖



圖 3 第一期 (NBS I) 系統功能架構圖

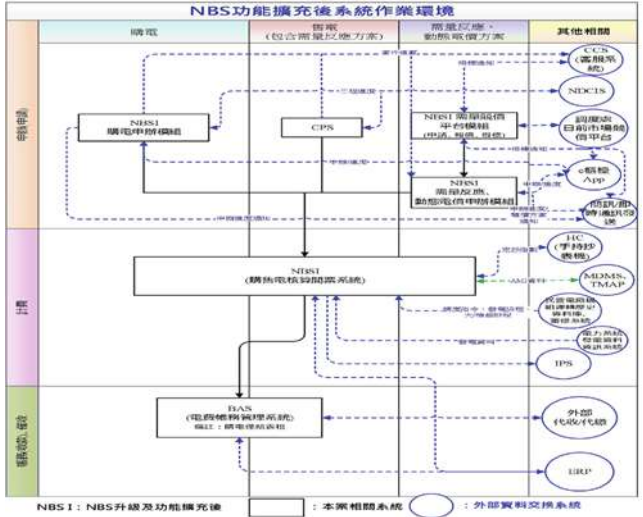


圖 2 第一期 (NBS I) 擴充後購售電整體系統作業環境

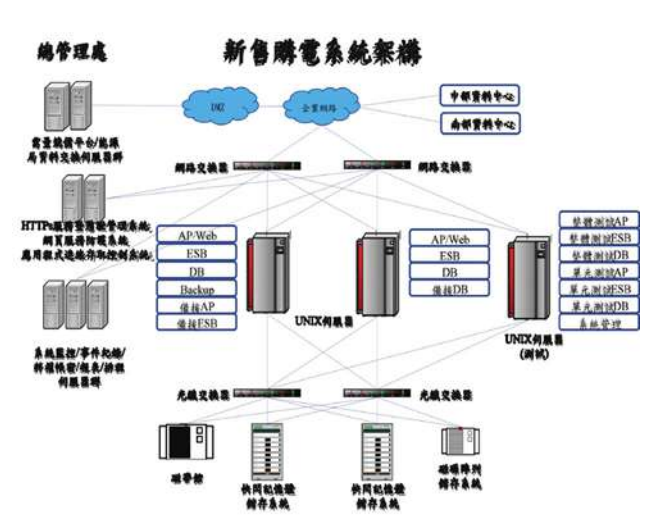


圖 4 三中心佈署網路架構 - 總管理處

研究人員：負載管理研究室：楊新全、賈方需

# 供電線路智慧故障定位系統開發

## Development of an Intelligent Fault Location System for Transmission Lines

### Abstract

With the increasing demand of electricity, the area of transmission networks is expanding widely and becoming more complicated with time. Therein, with an eye to achieving a compromise between the construction costs of power grids and the environmental protection and prettification, a large quantity of transmission lines composed of overhead lines in conjunction with underground cables, overhead lines (or power cables) with different line- (cable-) parameter sections, and three-terminal hybrid transmission lines are gradually added into the systems

in foreign countries and in Taiwan, that causes more difficult problems on fault location issues. Accordingly, how to locate a fault accurately so as to reduce the service restoration time as soon as possible after the fault occurrence on a transmission line, and how to construct an intelligent, user-friendly and easy-operation fault location system, become a considerable-concern and critical topic for electrical engineers of power companies and academia today. To this end, the purpose of the current project is going to make a breakthrough.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：隨著與日俱增的用電需求，輸電網路正廣泛地擴張且變得更為複雜。在其中，為了降低電網建設成本及配合環境保護與美化等因素，大量的架空線路與地下電纜混合、多種架空（或電纜）線徑所組成之線路，以及三端子混合線徑型輸電線路架構已被利用於國外與台灣的輸電系統，這導致在故障定位的議題上產生更多且複雜的問題。因此對於此類真實的線路架構，如何精確地定位出故障地點以減少系統復電時間，以及如何建構一個智慧化、人性化且方便操作的故障定位系統，早已成為當今各電力公司與學術界相當關心及緊迫的課題，為此提出本計畫進行研究與突破。

研究目的：

1. 將 161kV 輸電線路故障定位系統之故障定位演算法程式進行優化改善，以提升故障定位精確度，並使用故障歷史資料驗證。
2. 開發線路保護電驛資料擷取功能、

線路導線參數界接功能等，使系統更易於使用。

3. 開發主動通知服務功能，主動將平台演算出之故障定位資訊派送给權責人員，提供故障點區間，減少故障修復時間及人力。

研究方法：主要工作包括：

1. 收集歷史事故的數位保護電驛波型，並分析影響故障定位演算法程式測距準確度之因素。
2. 提出影響故障定位演算法程式相關誤差因素的修正方式，並以台電提供之歷史故障資料驗證所改良之模型。
3. 建立與精進雲端資料庫，雲端運算伺服器功能。
4. 設計已優化之故障定位演算法網路化程式，網頁版使用者平台，APP 應用程式。
5. 研發既有電驛原始資料內的波型擷取與格式轉換，導線參數介接，電驛資料檢測等程式。

### 2 成果及其應用：

1. 完成故障定位演算法的優化與改善，包含新型視窗定位法、疊加信號定位法等兩種不同演算法的開發與程式編寫。

2. 完成開發無須再透過原廠軟體即可擷取原始資料 (Raw Data) 內三相電壓電流波形數據的程式，以供故障定位演算平台使用。



3. 完成檢查電驛資料的程式編寫，包含比對電驛取樣頻率、資料長度是否相同以及三相電壓電流波形是否完整，並完成電驛資料超過一週波 (Cycle) 以上非同步量測的校準方法開發與程式編寫。
4. 完成於故障定位系統內提供網頁版的線路導線參數資料輸入、編輯等管理介面，並提供 csv 檔案格式批次上傳，以供故障定位演算法程式使用及方便操作者維護管理。
5. 完成建立網頁平台，使用 Django 伺服器與 HTML 建立網頁平台，並搭配雲端資料庫與 Matlab 程式進行故障定位計算。本網頁能根據登入帳號身分區分不同權限，提供

人員管控之功能。

6. 完成主動通知功能開發，結合行動裝置及 APP 應用程式開發推播系統，主動將平台運算出來之故障定位資訊 ( 包含故障距離、經緯度、參考變電站、鐵塔號碼 ) 結合 OpenStreetMap 之地理資訊系統，將故障資訊呈現於地圖上並派送给權責人員，縮短故障點查找時間。
7. 完成錄製各家保護電驛廠牌 ( 包括 GE、TOSHIBA、SEL 及 INGLETEAM ) 的 Comtrade file 轉檔教學影片以及撰寫操作手冊，以提供現場同仁學習、參考。

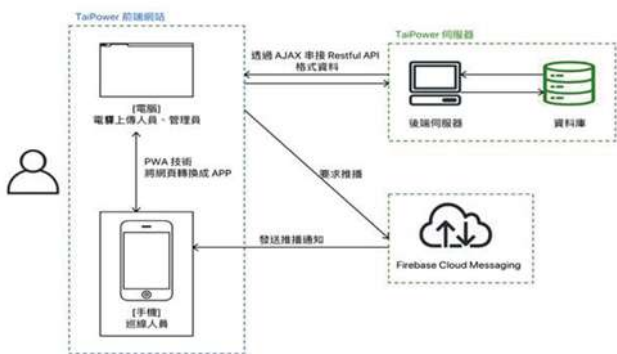


圖 1 故障定位系統平台架構圖 ( 網站前端使用 Angular 8 框架進行開發，透過 AJAX 方式使用 Restful API 與後端進行串接資料。 )

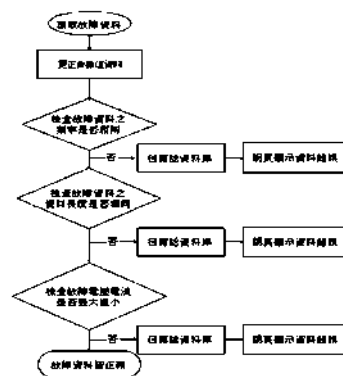


圖 2 波形檢測流程圖 ( 資料正確性驗證程式讀取故障資料，修正非數值資料，並檢查每筆故障資料之取樣頻率和資料長度是否相同。 )

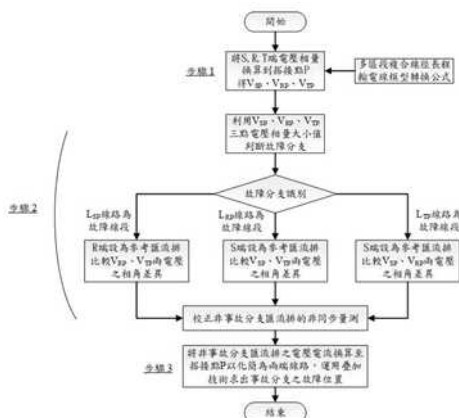


圖 3 三端複合線徑線路故障定位演算法 ( 雙端複合輸電線路及純三端線路之故障定位方法，可再進一步演化為三端複合線徑輸電線路故障定位技術。 )



圖 4 故障定位結果顯示 ( 上傳所需資料檔案，經計算完成及結果確認後，可點擊推播按鈕對巡線人員進行播送。 )

研究人員：國立臺北科技大學：林子喬教授、楊俊哲教授、劉志文教授、俞齊山教授、李育儒、賴焯沅、陳倩瑜、黃怡靜、蔡家銓、黃玄吉、呂韋靈、許誌仁  
電力研究室：吳永仁、謝曉惠

# 輸電設備維護管理系統導入大數據分析之加值應用

## The Application of Big Data on Transmission Equipment Maintenance System

### Abstract

Taiwan Power Company (TPC) has established and used the “Transmission Facility Maintenance and Management System Platform” (TFMMS). Each power supply operation office already successively built the relevant transmission equipment data into TFMMS for query and management of the various related data. This project intends to extend the previous results, incorporate and plan the requirements of departments including power supply and transmission line management. Enhance and refine the function of the TFMMS.

TFMMS consists of Equipment Account Management Subsystem, Scheduling Management Subsystem, Signing Operation Subsystem, Malfunction Management Subsystem, Public Facility Pipeline Data Exchange Management Subsystem, as well as System Management Subsystem. This project will establish a new GIS map platform, combined with the latest map resources information, integrated with the transmission equipment life cycle maintenance management records, to achieve the composite query function.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：

台電公司供電單位已建置並使用「輸電設備維護管理系統平台」，各供電區營運處也陸續將轄下之相關輸電設備資料建置於此系統中，以供各種相關資料之查詢及管理。本研究計畫擬延續先前成果，納入及規劃供電與線路管理等部門之需求，強化與精進輸電設備維護管理系統平台功能，包括：台帳管理、排程管理、簽核作業、異狀管理、公共設施管線資料交換管理與系統管理，並建立新的 GIS 圖台模組，結合最新圖資資訊，與輸電設備全生命週期維護管理記錄整合，達到圖文互查之複合式查詢功能，此外，也將導入大數據分析方法，執行輸電設備數據倉儲架構的研究及對於輸電設備數據應用進行分析，透過概念驗證以確認分析模式之可行性，並以智能化與視覺化的方式，多元呈現輸電設備台帳資料統計分析結果。

研究目的：

1. 進行「公共設施管線資料交換標準」之資料建置及功能開發，並與現有

台帳資料結合，以建構完整電纜線路資料。

2. 於本計畫導入輸電設備全生命週期維護管理記錄之概念，以提供使用單位進行輸電系統資料新增、變更之歷史數據紀錄之功能。
3. GIS 圖台模組功能精進：依本公司需求新增及更新現有圖層、氣象監測資料，並提供圖層匯入功能，以提供輸電設備警戒、環域分析複合式查詢等功能之背景資料。
4. 將輸電設備維護管理系統現有之台帳資料，及本計畫將擴充之相關輸電設備資料，導入大數據分析架構。

研究方法：主要工作包括：

1. 架空台帳、地下台帳、基礎等基本資料庫分析與建置。
2. GIS 圖台基本模組、地質與氣象圖層整合等功能建置。
3. 排程管理、簽核作業、巡檢 APP 等系統功能建置。
4. 異狀管理、統計報表、公共設施管線資料交換管理等功能建置。
5. 輸電設備大數據平台規劃與建置。

### 2 成果及其應用：

1. 重新檢視台帳資料欄位，並依現行作業需要進行增加與調整，提供系

統平台之擴充性。

2. 提供台帳資料匯入功能，並可於圖

資平台顯示與查詢，精進系統與圖資平台之功能。

3. 使用手持裝置 APP，可將巡檢結果資料存入輸電設備維護管理系統平台，並且進行後續審核流程，可依照實際內容進行送審、通過、退回，並且發送 email 通知對應人員。

4. 建立新的圖資平台，提供最新圖資資訊，目前已提供：土壤液化潛勢區圖層、地質圖層、落雷圖層等，並於圖資平台上多元呈現輸電設備與線路資訊。
5. 選用並建置 GeoServer，提供以標準 GIS 與開放原始碼為架構之圖資相關應用系統，作為發展相關應用功能之基礎。



圖 1 輸電設備維護管理系統平台功能架構  
系統平台功能架構包括台帳管理、排程管理、簽核作業、GIS 圖台、異狀管理、下載專區、公佈欄、系統管理及巡檢 APP 等功能。

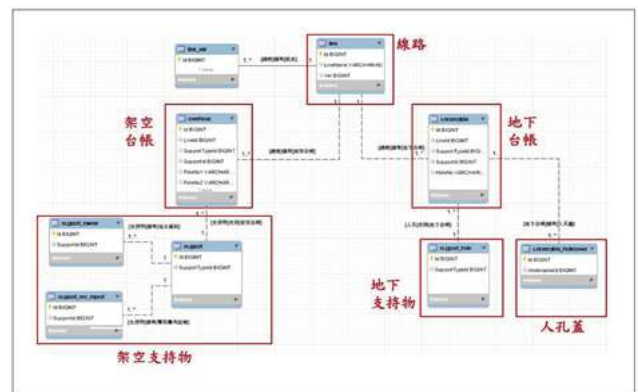


圖 2 台帳管理實體關係圖 (ER Model)  
台帳管理功能包含線路管理、架空台帳管理、架空支持物台帳管理、地下台帳管理、地下支持物台帳管理等功能。



圖 3 架空線路於地圖上顯示  
於設備圖層可依供電區營運處、電壓別等，查詢欲顯示之架空線路。



圖 4 工作排程功能 (工作排程能預先建立例行性、週期性之巡視工作，並於設定巡視線路、預定巡視月份及週期後，由系統於新增年度計劃時自動帶入年計畫排程之工作項目。)

研究人員：財團法人資訊工業策進會：王耀華、毛敬豪、巫嘉勳、江宗佑、黃駿騏、蔡育儒、薛志祥、高雅琪、朱宇豐、張孝賢、黃彥文、顏兆陽、李碧雪

電力研究室：吳永仁

# 低壓 AMI 電表通訊系統功能測試工具等相關技術研究

## Development of Low Voltage AMI Communication System Test Tool and Related Technology

### Abstract

Smart metering is one of the most important infrastructures of TPC. All of the high-voltage customers of 26,000 households have been completely rolled out in 2015, which about 60% of the energy usage can be accounted for. Currently, TPC is actively implementing smart meters for low-voltage customers, and about 200,000 meters have been installed in the end of year 2024. It is expected that one million meters will be installed by 2020 and 3 million by 2024, accumulatively. About 80% of the energy usage is to be accounted for by then.

The performance of AMI is one of the crucial factors of whether the system is to be successful. Therefore, one of

the principles in designing of the meter is to separate the metering unit and the communication unit. With the pluggable design, the communication is dealt with by the professional communication vendors, and the most suitable communication technology can be selected with different installation locations.

However, the problem of above method is the integration and interoperability between the interfaces of different units. Hence, we have established standardized interfaces and developed related AMI communication testing platforms, including meter and back-end MDMS simulators, to aid the future development of AMI in Taiwan.

### 1 研究背景、目的、方法：

本公司現正積極布建低壓智慧電表系統 (AMI)，於 107 年底已完成安裝 20 萬具，預計於 109 年底完成累計 100 萬具、113 年完成累計 300 萬具智慧電表，並進行滾動式調整。本公司所規畫之低壓智慧電表架構分為計量單元、通訊系統及電表管理系統三大部分，其優點為讓各廠商發揮其所常、當通訊技術成熟時可隨時更新、擺脫依賴限定廠商等；但要享受上述優點有一前提須滿足各系統通訊間的互通性、互操作性及可用性。

本案已開發一套完整的低壓 AMI

電表通訊系統功能測試平台，包含了電表模擬器及後端管理平台，用以驗證通訊設備的互通性、互操作性及可用性，並作為本公司後續通訊系統型式試驗及驗收作業之標準平台。

本計畫之研究目標為開發一套完整的低壓 AMI 電表通訊系統功能測試平台，用於驗證未來所採購之低壓 AMI 電表通訊系統是否符合本公司所制定之電表端 P1(電表與 FAN 模組) 介面及後端 P6(頭端伺服器與電表資料管理系統) 介面之通訊格式。

### 2 成果及其應用：

目前本平台已依 AMI 通訊系統測試計畫實作了各測項所需之功能，包含了定期讀表資料、事件資料、時間電價設定、更新金鑰、同斷線事件、復電事件、時間校正等。此系統已實際上線，並用於本公司之 AMI 通訊系統評鑑作業、得標廠商定型試驗、交貨驗收等。通過本系統之

測試後的產品已確保其資料的一致性 (Conformance)，並可完美運作於實際系統。減少了不同廠商之設備間有任何相容性需要除錯的風險。

未來電表的功能可能會再陸續增加，像是日本東京電力已嘗試將非侵入式負載預測 (Non-Intrusive Load Monitoring, NILM) 的功能置入於電表

中，若本公司未來有類似的功能擴增需求，常運轉。  
 測試平台亦須要將功能擴充以確保系統可正

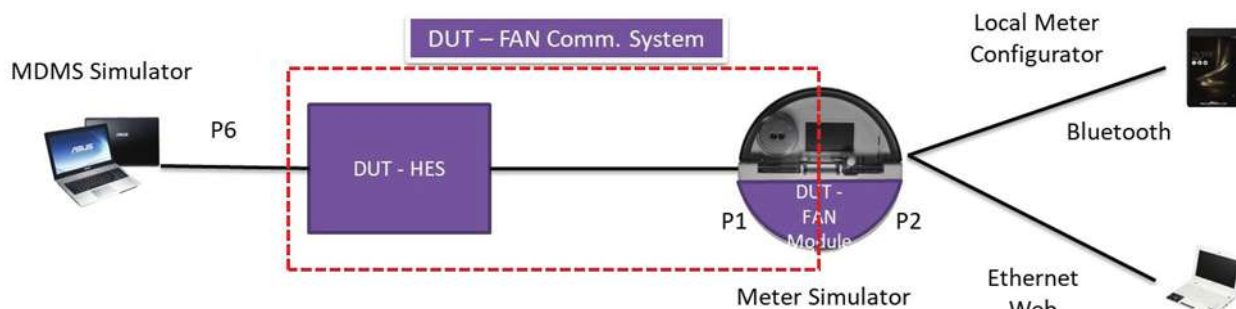


圖 1 電表通訊系統測試平台基本架構

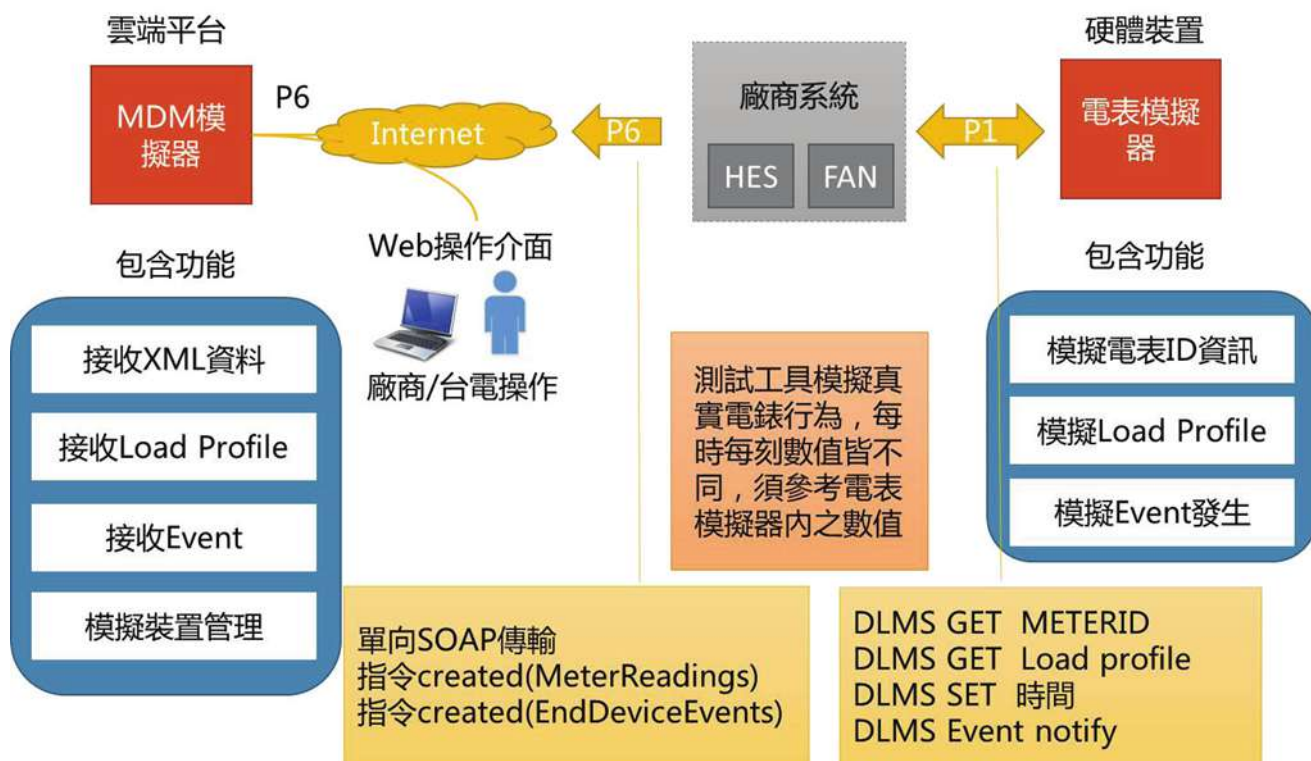


圖 2 電表通訊系統測試平台整體資訊架構

二、研究發展主要成果  
 (五) 強化電網系統性能

# AMI 電表金鑰管理系統建置研究

## The Study of AMI Key Management System Deployment

### Abstract

According to the request from Executive Yuan, Taipower Company is actively deploying 200,000 low-voltage Advanced Metering Infrastructure(AMI), including smart meters, data concentrator unit, communication networks and control centers. And the relevant control commands and meter data are transmitted over the communication networks, directly facing the threat from the Internet. Therefore, in response to the government policy "Information Security is belong to National Security", the security of AMI system is particularly important.

In order to reduce the security risks of the AMI system, the most obvious method is to control the access rights of the AMI system and encrypt all transmitted data. In order to achieve this goal, a key set for access and encryption must be installed in each meter, and using a key management system to generate, distribute, update, and revoke the keys of all meters for the confidentiality, integrity and authenticity of data transmissions.

The purpose of this project is to establish this key management system and to devise a complete key management mechanism, and to develop the communication interfaces between the key management system and

other AMI system members, such as the HES of the communication company, the MAM of the Taipower control center, and the Taipower near-end operating software used in each district.

In addition, in order to enhance the security of the key management server, this project will also analyze the feasibility of importing the HSM (Hardware Security Module), which could generate keys and encrypt data independently of the server and protect the keys stored in the database to comply with NIST IR 7628 recommendations.

After completing the planning and construction of the key management system, the ensuing issue is the stability and reliability of the system. Therefore, we will conduct relevant stress tests on the completed system to see if it is suitable for the extreme use situation of 200,000 AMI systems. At the same time, by simulating the extreme use situation of 3 million AMI systems, we can understand the bottleneck of the existing system as the direction of future system upgrade. Finally, we will assist various telecommunications vendors to complete the integration of key management related APIs to ensure that our planned key management specifications are compatible with the AMI system.

### 1 研究背景、目的、方法：

本公司依照行政院指示，正在積極佈建 20 萬戶低壓智慧型電表基礎建設（以下稱 AMI），包含智慧型電表、集中器、通訊網路及控制中心等部分。其中尤以通訊網路為其系統骨幹，相關控制指令與電表資料皆是以網路傳輸，直接面對來自網際網路的威脅，同時為了響應政府推動的「資安即國安」策略，因此 AMI 系統的安全性就顯得格外重要。為了降低 AMI 系統的資安風險，最顯著的方法是對 AMI 系統的存取權限進行控管，並將所有傳輸的資料進行加密。本計畫之目的

即是建立此金鑰管理系統並規劃完整的金鑰管理機制，制定金鑰管理系統與其他 AMI 系統成員的通訊介面，如通訊廠商的 HES、本公司控制中心的 MAM 及各區處所使用的近端操作軟體等。

主要研究內容包含：

1. 規劃低壓智慧型電表金鑰管理機制。
2. 制定 AMI 金鑰管理系統與相關 AMI 系統組件的通訊介面規範。
3. 規劃並開發 AMI 金鑰管理系統。
4. 進行金鑰管理系統整合及壓力測試。

2 成果及其應用：

1. 完成控制中心與 HES 間之通訊 P6 介面協定 -KMS\_MAM(P6-2)。
2. 完成 KMS 與 MAM 間之通訊介面協定。
3. 於本公司台電大樓機房安裝測試 AMI 金鑰管理系統，並協助進行 AMI 金鑰管理系統、MAM、HES、KMS Agent、電表操作軟體 (手持裝置) 與電表等 AMI 組件間電表金鑰管理相關作業流程整合測試。
4. 設計 AMI 金鑰管理系統與通訊廠商的 HES 進行整合測試時的測試項目，並安排各通訊廠商的測試時程。



圖 1 AMI 金鑰管理相關資料交換需求

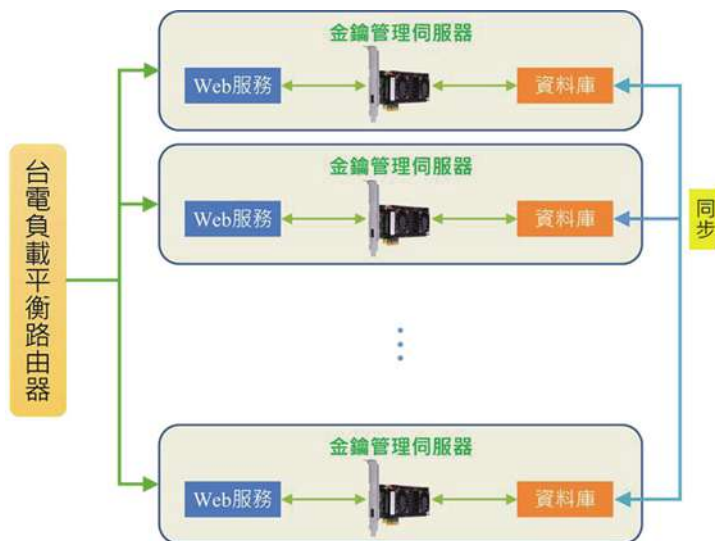


圖 2 橫向擴展的金鑰管理伺服器

研究人員：電力研究室：林哲毅

財團法人工業技術研究院：曹睿華、張仕穎、陳宣同、徐彬海、洪裕翔

# 低壓 AMI 通訊技術遴選平台及機制之研究

## The Study of Low-Voltage AMI Communication Technology Evaluation Platform and Mechanism

### Abstract

The performance of communication plays a critical role in the success of AMI system. As a result, the low-voltage AMI of TPC is decided to separate the metering unit and the communication unit, and aim to improve the quality of meter communication. TPC has a lot of experience in the metering industry, and has knowledges on the manufacturing process, functionalities, and inspection methods. However, we are still in the beginning phase regarding meter communication, and do not have a lot of understandings regarding vendor's abilities. Therefore, before large-scale tendering, it is necessary to have an official evaluation

process. Those vendors who passes the process will be given a approval document, and will be invited for bid when related tender opens.

A comprehensive evaluation process is studied, and an evaluation instruction is drafted for vendors reference. The instruction clearly defines how interested vendors should cooperate, schedule planning of the evaluation, evaluation items and standards, etc. An AMI communication evaluation platform that is created in another project is used in this evaluation process for testing and report generation.

### 1 研究背景、目的、方法：

相較於傳統式電表，智慧電表可提供許多優點，如即時電表資料讀取、免人工抄表、電力品質數據紀錄、支援不同電價方案、遠端斷復電等，但其通訊效能為其成敗之關鍵因子。本公司所設計之智慧型電表將電表計量單元及通訊單元採模組化可插拔之分離式架構，使不同廠商可發揮其所長，電表廠商可專精於電表計量單元的設計及生產，而通訊單元即可交給通訊廠商進行電表與後台間的資料溝通。

另因通訊單元採模組化可插拔之設計，通訊廠商可因地制宜的選擇電表所安裝場域之最佳通訊技術，如大樓可選用電力線載波 (PLC)、空曠分散之用戶可選用 NB-IoT、密集公寓則可選用低功率 RF 等，期可提升通訊傳輸的可靠度及成功率。未來通訊技術持續演進，如 5G 等先進技術成熟

時，我們僅須將通訊模組替換成新的技術之模組，而不用將整具電表進行汰換，可大幅的降低成本。

如前所述，將電表計量單元及通訊單元分離，通訊傳輸部分即可交由專業的通訊廠商負責，作為電表與後端系統間的溝通橋樑。另考量台灣地理環境及通訊條件與其他國家不同，無法使用單一技術做為 AMI 通訊之解決方案，且低壓 AMI 通訊系統使用之技術與架構受國內電信法規及配電變壓器接線特性等因素之影響，為提升 AMI 通訊連線品質與建置效率、降低通訊運轉與維護人力及成本，實需尋求最適台灣環境和通訊條件之低壓 AMI 通訊架構與技術之解決方案，爰有必要辦理 AMI 通訊評鑑作業，以因應行政院管考目標期程及本公司未來低壓 AMI 通訊系統大規模布建。

### 2 成果及其應用：

1. 精進 AMI 通訊遴選之機制、流程、評比方式及測試 ( 驗證 ) 方法等作業，包含評鑑作業程序、書面審查範本文件、實驗室及實場測試程序

及設備安裝規定、測試項目等標準化及自動化之建立。

2. 持續辦理 AMI 通訊遴選作業，經由評比及測試 ( 驗證 ) 等方式，提出評



估通訊技術規劃研發成果及供應商評估等，且考量適用台灣環境和通訊條件，計劃整體需求項目。

- 3. 通訊設備裝置最佳化之分析。
- 4. 擔任研發低壓 AMI 通訊技術顧問，精進本

公司相關單位對低壓 AMI 通訊架構、功能、效能及通訊品質等所提意見。

- 5. 綜整上述需求與結果，精進適用台灣環境採購規範文件。

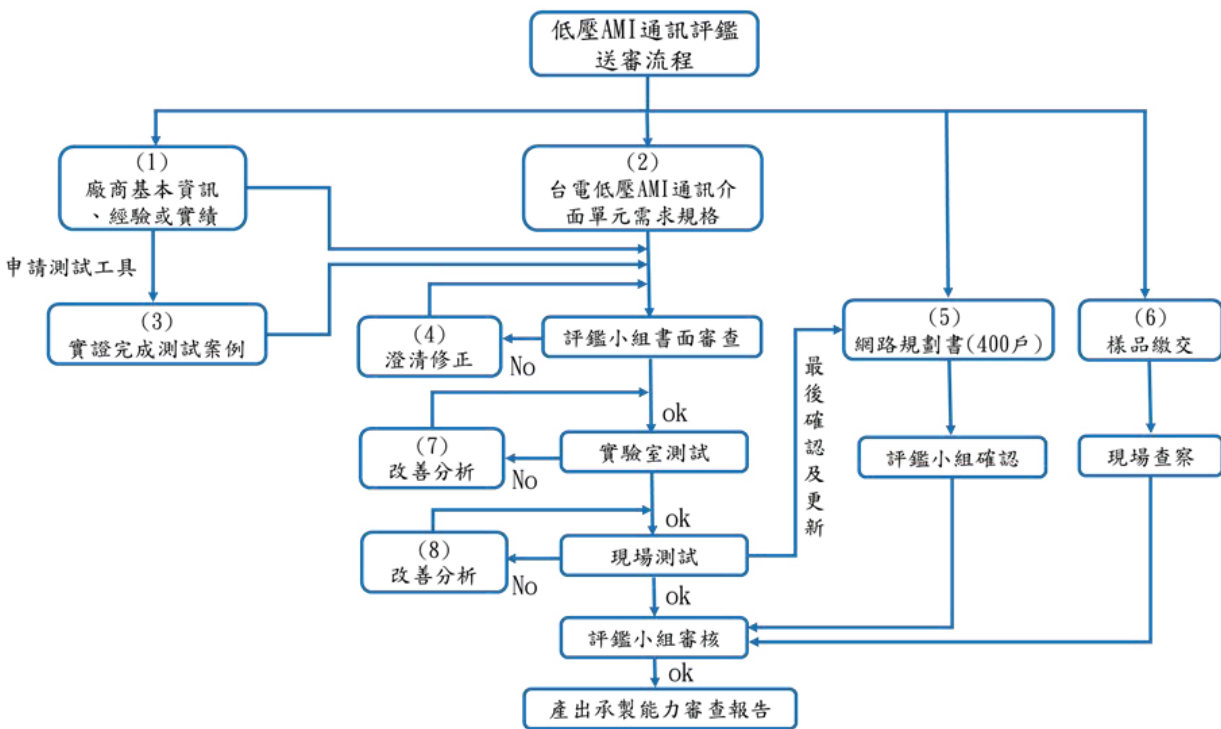


圖 1 AMI 通訊系統評鑑整體流程圖

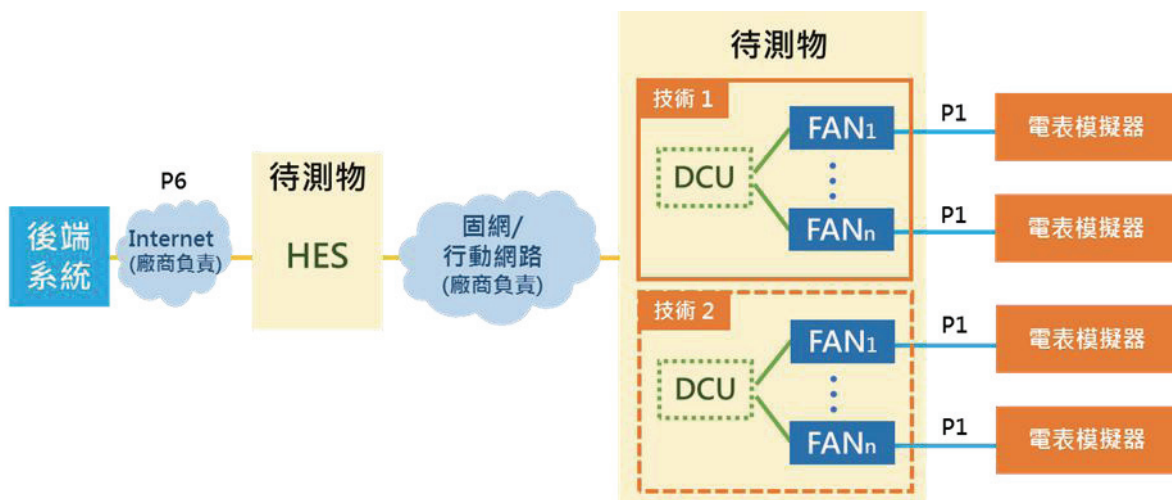


圖 2 AMI 通訊評鑑現場測試架構圖

研究人員：電力研究室：林哲毅

(一) 研發發展主要成果  
(五) 強化電網系統性能

# AMI 電表通訊應用層資安滲透測試研究

## A Penetration Study of the Information Security in Smart Meter

### Abstract

This research mainly focuses on the information security penetration testing of TPC's low voltage smart meter system which includes the penetration testing on smart meter devices and the AMI communication system. It can be divided into the information security assessment on the AMI measurement units and the communication modules between Route A and B, building an AMI communication security inspection

platform, analyzing the Federal Information Processing Standard (FIPS) Publication 140-2 and Cryptographic Algorithm Validation Program, security function analysis on the AMI firmware upgrading, digital forensics, and the Functional Requirements on the Key Management System. Based on this study, we can construct an AMI penetration platform to provide reference for TPC's future smart meter.

### 1 研究背景、目的、方法：

本計畫主要針對台電低壓智慧型電表系統之資安滲透研究，研究內容包含智慧型電表本體與 AMI 通訊系統之資安滲透，可分為 AMI 計量單元與 Route A、B 通訊模組之安全評估、AMI 電表通訊資安檢測平台之建置、FIPS 140-2 密碼模組檢測標準研析、

電表密碼模組演算法之安全評估、AMI 電表軟韌體升級安全功能研析、AMI 數位鑑識研析與 KMS 金鑰管理系統功能需求研析。透過本研究可建構低壓智慧型電表資安滲透平台，提供台電未來智慧電表資通安全相關管理參考。

### 2 成果及其應用：

基於本公司之需求及前述所設立之研究目標，本計畫預計達成之成效包括：

1. AMI 通訊系統資安檢測與平台建置  
本計畫已針對台電低壓智慧電表之通訊模組建構一資安滲透檢測平台，透過自主開發之弱掃工具、模糊測試工具、緩衝區溢位測試工具，對於電表之 DLMS/COSEM 通訊協定、頭端伺服器網路介面與系統進行弱點掃描，並進行安全評估，替未來不同廠商之通訊模組提供基本資安測試。
2. CAVP 密碼模組演算法檢測  
美國密碼演算法驗證計畫 (Cryptographic Algorithm Validation Program, CAVP) 是為了確認開發演算法之正確性所開發出的演算法測試方法。用以判斷廠商所繳交之產品是否符合台電公司所要求之加

密演算法等級。

依據 DLMS/COSEM 第 7 版 Green book 內容所述，資料傳輸時的訊息鑑別是採用 GMAC 方式，用以確認傳輸訊息的機密性及完整性，其產生時需輸入 GUK 金鑰、初始值 IV 及驗證資料 AAD，就可計算出訊息鑑別值 T；驗證的時候則輸入 GUK、IV、T 及 AAD 則可確認資料在傳送途中是否有遭到修改。

3. 數位鑑識與金鑰管理系統等功能需求研析  
為因應未來佈建大量 AMI 電表後，出現智慧電表之糾紛表，目前並無法提供數位鑑識相關資料，以利釐清相關責任問題；此外一般來說，智慧電網的終端設備基於成本考量，大多使用硬體規格較低且運算能力不足的設備，在金鑰的管理上面臨到安全管控不足的情況，造成金鑰

管理上的困難和不安全，因此參考歐美日韓電子儀表數位鑑識標準與 NIST 7628 標

準，提出可做為未來針對智慧電表進行數位鑑識與管控方式之建議參考。

檢測概述

主機	開始	結束	高威脅	中危	低危	白話	誤判
██████████	Oct 15, 08:29:46	Oct 15, 08:52:43	1	7	1	54	0
總共: 1			1	7	1	54	0

檢測結果摘要

主機 ██████████

掃描開始於: Tue Oct 15 08:29:46 2019 UTC  
結果總數: 63

通訊埠檢測結果 ██████████

服務 (通訊埠)	服務等級
3389/tcp	中危
23/tcp	白話
general/tcp	白話
2383/tcp	白話
1433/tcp	低威脅
139/tcp	白話
general/CPE-T	白話
12345/tcp	中危
8000/tcp	白話
135/tcp	中危
80/tcp	白話
8089/tcp	中危
445/tcp	白話

CVE漏洞檢測結果 ██████████

圖 1 開發之弱點掃描平台結果報告

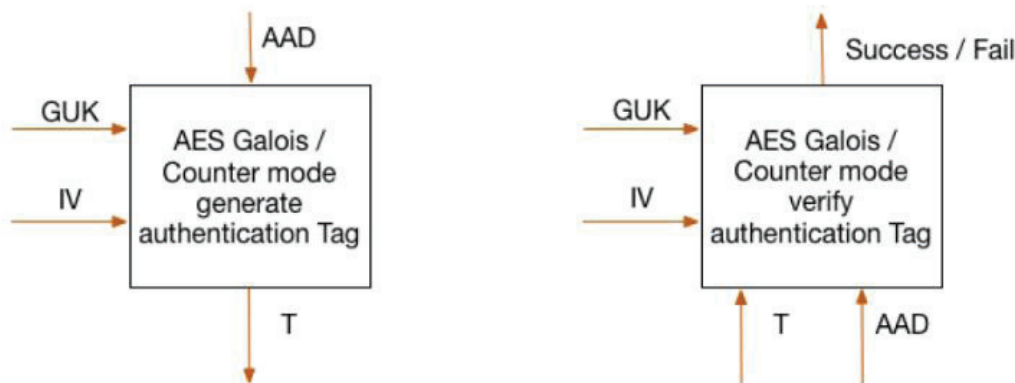


圖 2 GMAC 產生與驗證方式

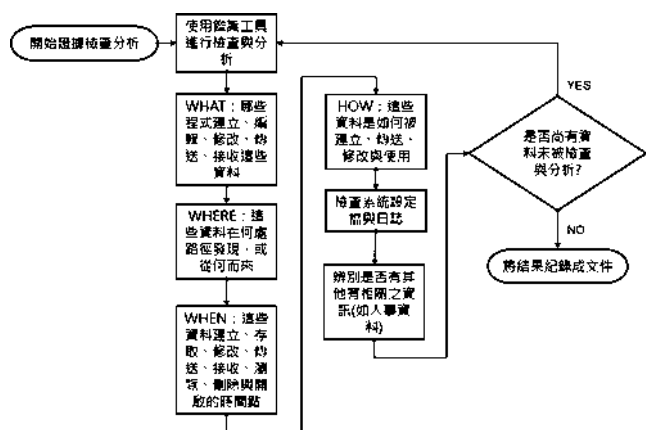


圖 3 AMI 數位鑑識流程之證據檢查與分析流程



圖 4 AMI 電表通訊系統加密與金鑰管理設計考量因素

二、研究發展主要成果  
(五) 強化電網系統性能

研究人員：電力研究室：陳健舜、林哲毅

# 動態熱容量系統精進及整合研究

## The Advanced Study of Dynamic Thermal Rating System for Transmission Line

### Abstract

In order to realize the smart transmission plan, this project investigate the method of increasing the transmission capacity. According to the power associations in the world, including the IEEE, JCS, and CIGRE, the relevant standards are formulated based on heat equation of conductor. And, the dynamic thermal rating (DTR) method is proposed to effectively increase the transmission capacity with real-time data. The project is studied according to the planning needs and progress. There are six

points in the report. First, comparison and exploration of DTR and static thermal rating (STR). Second, discussion of DTR formula and parameter. Third, collecting research and application of foreign electric industry and manufacturers related to dynamic capacity. Fourth, design and verification of IoT technology introduced into high voltage system. Fifth, design and verification of DTR equipment. Last, development of applicvcaton mngement platform.

### 1 研究背景、目的、方法：

研究背景：

本計畫為因應實現智慧輸電計畫，研究於現有輸電線路增加送電容量的方法，目前世界各電力單位，包含美國電機電子工程師學會 IEEE、日本電線工業會 JCS、歐洲國際大電力會議 CIGRE，依據導線熱平衡方程式制定相關規範，提出動態熱容量方法，以即時且動態的真實監測數據來有效提升輸電容量。本研究案依計畫需求及規劃進度進行動態熱容量研究，報告內容包含：(1) 動態熱容量與靜態熱容量比較及探究 (2) 動態熱容量公式與參數研討 (3) 蒐集國外電業與廠商動態熱容量相關研究與應用資料 (4) 物聯網技術導入高壓系統之設計與驗證 (5) 動態熱容量設備設計與驗證 (6) 應用管理平台開發…等。本計畫並特別參加 2018 CIGRE 歐洲國際大電力會議，特此機會訪問多間動態熱容量相關廠商，希望這部分的資料蒐集成果具足夠價值供臺電公司參考，並能藉此相與本研究成果比對驗證。

研究目的：

1. 瞭解國外電業於動態熱容量監控之應用現況。
2. 設備提供與安裝：裝設動態熱容量監測系統所需之設備，包括動態熱容量量測設備、小型氣象站、通訊系統及應用管理平台所需之伺服器作業系統、資料庫管理軟體。
3. 應用管理平台程式開發：開發動態熱容量監測系統內之應用管理平台程式。
4. 分析與探討動態熱容量預測技術。

研究方法：

主要工作包括：

1. 資料蒐集：蒐集至少二家國外電業於動態熱容量監控之應用實例。
2. 設備提供與安裝：包括動態熱容量量測設備、小型氣象站、應用管理平台開發環境等。
3. 應用管理平台程式開發。
4. 擴充監測範圍為頂湖 - 樹德一路全線監測，增設六處監測點及相關監測設備。

### 2 成果及其應用：

1. 探討動態熱容量估測法技術，介紹穩態熱平衡方程式之日照產生的熱功率、電流於導線上產生之熱能、

空氣對流的熱損耗與熱輻射的熱損耗等技術。

2. 探討動態熱容量監控設備之架構與

實現方法，設備功能分為電源模組、充電模組及感測模組，並提供設備突波保護功能、自供電之功能及備援電力之功能。

3. 小型氣象站提供資料轉傳及氣象資訊監測功能，氣象站內搭配可選配之 ZigBee、LoRa 與 4G 等無線通訊模組，搭配研究團隊開發之資料加密演算法，將監測資料傳回資料庫。
4. 系統採用搭載研究團隊研發之路由演算法的 ZigBee 無線通訊模組，將動態熱容量監控設備之量測資料傳至小型氣象站。



圖 1 動態熱容量監測設備 (安裝於輸電線上，用以量測線路之線溫、線電流及線路弛度等監測資料。)



圖 2 小型氣象站 (安裝於鐵塔下，用於蒐集現場之風速、風向與雨量等氣象資訊，以供計算動態熱容量。)

5. 經實地勘查後，於輸電線之八處安裝動態熱容量監控設備及小型氣象站，以進行輸電線全線監測。
6. 完成動態熱容量監測設備之極端電力試驗，經測試可於高壓 520kV、大電流 2200A、突波 +1500kV、耐風壓 17 級等環境下正常運作。
7. 完成應用管理平台之資料庫建置，提供所有設備參數之 row data, hour data, monthly data 記錄、歸檔、分析及備份封存整理之功能。

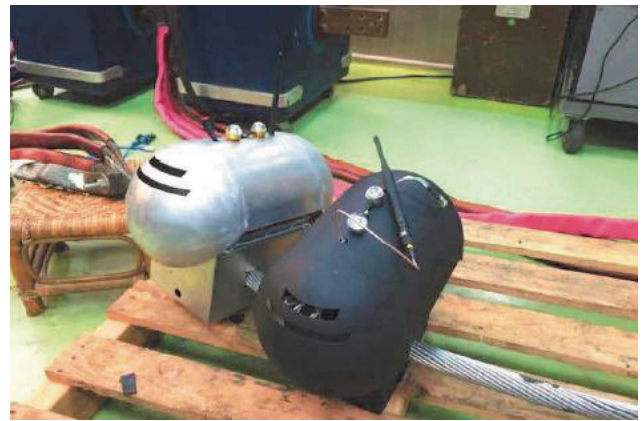


圖 3 動態熱容量監測設備耐壓測試 (動態熱容量監測設備經過大電壓、大電流、雷擊突波、風洞測試及防水測試等試驗。)



圖 4 應用管理平台 (提供設備監測數據之顯示畫面與動態熱容量之估算值，提供線路溫度、弛度、預估動態熱容量值、風速、環境溫度、環境濕度、降雨量等監測資訊。)

研究人員：國立臺灣大學：江昭暘教授、王人正、楊育誠、曾靖雅、許翠珊、曾楷勝、邱奐絜、于允中、陳聖皓、陳孟甫  
電力研究室：吳永仁

# 蘭嶼發電廠監控系統規劃建置

## Design and Construction of a SCADA System for Lanyu Power Plant

### Abstract

The plan has completed the construction of the "Lanyu Power Plant Monitoring System". The system itself is roughly divided into three major blocks: (1) unit and power data acquisition system (2) human-machine interface system (3) database reporting system. Units and power data acquisition system use PLC to capture units 1, 2, 3, 4, 4, 5, 6, and power1, 2 etc. Information. The human-machine interface system is to

establish a visual drawing control screen on the monitoring server, so that the attendant can grasp the generating and power supply status of the unit in real time. The database report system is to establish a database, store historical operating data, and establish various reports, so that management departments can grasp the operating status of the power plant.

### 1 研究背景、目的、方法：

蘭嶼電廠曾經在民國 94 年委託綜合研究所，建置一套自動化系統，含資料擷取裝置、電腦人機介面、及資料庫，提供值班員進行全廠監控、及自動抄表等功能。

此後，蘭嶼電廠經歷饋線改壓、1、2 號機更新機組，及 3、4 號機更新控制盤，整廠機械及電力設備經歷重大變化，舊有系統已不敷使用。

目前，蘭嶼電廠有六部柴油機組，提供全島用電，希望重新建置一套自動化監控系統。資料擷取裝置採用較高等級工業控制器，減少故障發生。提供電腦人機介面，讓值班員進行全廠監控。提供資料庫，儲存全廠運轉資料，及歷史數據查詢功能。

研究目的：

以 94 年完成之「蘭嶼電廠運轉自動化系統」為基礎進行擴增及改善。完成建置「蘭嶼發電廠監控系統」，經由區域網路通訊擷取 1 號機、2 號機、電力系統 2、3 號機、4 號機、5 號機、6 號機、電力系統 1 等機組及電力設備即時運行資訊，建立蘭嶼發電廠監控系統，讓值班員即時掌握電廠發電及電力供應狀況。

研究方法：

1. 監控點調查與系統需求分析。
2. 系統規劃與設計。
3. 系統建置。
4. 控制器與伺服器安裝。
5. 控制器與伺服器程式設計。
6. 系統測試

### 2 成果及其應用：

本計畫完成建置之「蘭嶼發電廠監控系統」，總共完成四項計畫目標：

1. 監控系統規劃 ( 監控點調查、功能需求分析、系統架構規劃、選用設備及採購等 )。
2. 監控系統設計與施工 ( 系統內各部

軟體之設計，與硬體設備配置施工等 )。

3. 監控系統測試 ( 含測試、改善與安裝 )。
4. 監控系統移交使用。

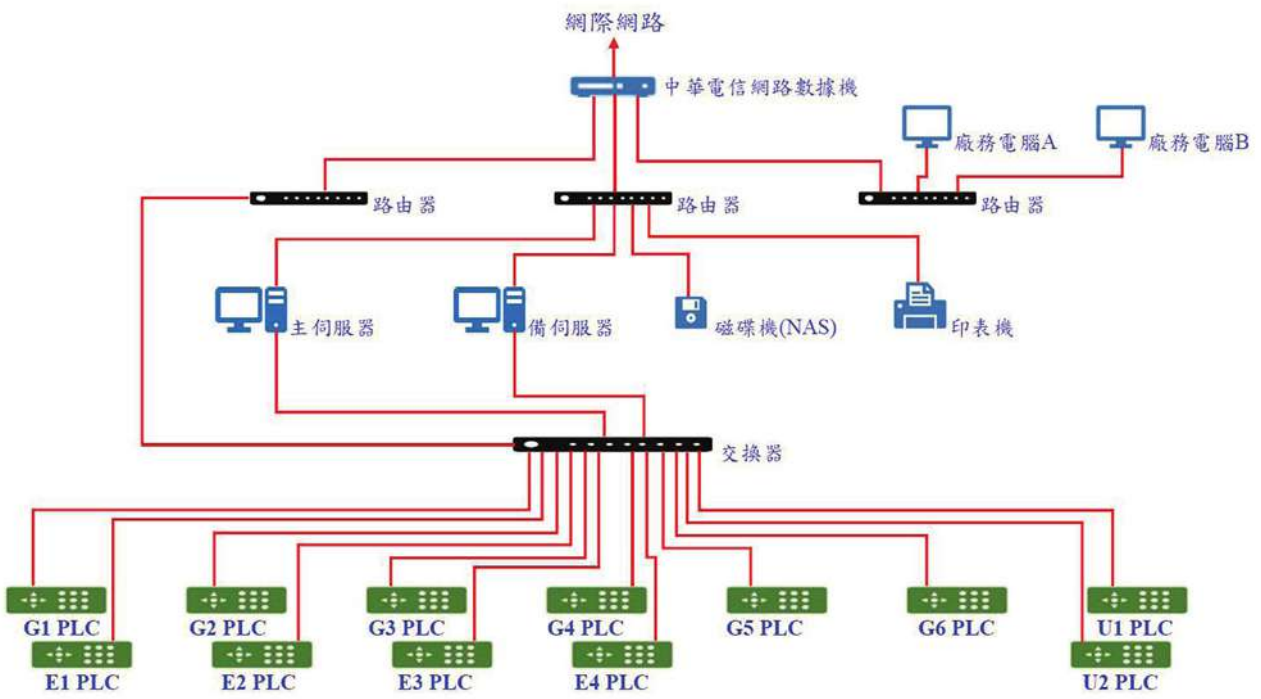


圖 1 蘭嶼電廠電力監視系統架構



圖 2 圖控首頁

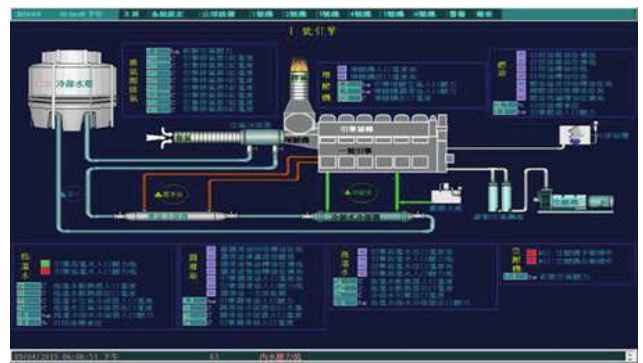


圖 3 引擎監視畫面

研究人員：電力研究室：李兆惠

# 綠島發電廠監控系統建置

## Design and Construction of a SCADA System for Ludao Power Plant

### Abstract

The plan has completed the construction of the "Lyudao Power Plant Monitoring System". The system itself is roughly divided into three major blocks: (1) unit and power data acquisition system (2) human-machine interface system (3) database reporting system. Units and power data acquisition system use PLC to capture units 1, 2, 3, 4, 4, 5, 6, 7, 8, 9, and power etc. Information. The human-machine interface system is to

establish a visual drawing control screen on the monitoring server, so that the attendant can grasp the generating and power supply status of the unit in real time. The database report system is to establish a database, store historical operating data, and establish various reports, so that management departments can grasp the operating status of the power plant.

### 1 研究背景、目的、方法：

綠島電廠現有一套電力監視系統，係於民國 94 年由綜研所始建。後來，經過多年陸陸續續隨著機組及電力系統的變動，而進行必要的更新。目前，歷經多年運作後，許多系統組件經常發生故障，系統功能亦不敷使用，廠方希望重新建置一套整廠自動化監控系統。

綠島電廠現有 9 部柴油機組，供應全島用電，有些機組較老舊狀況不佳，有些是外單位移機過來，整廠監控系統分散，監控品質不佳。綠島電廠須重新建置一套整廠自動化監控系統，資料擷取裝置採用較高等級工業控制器，減少故障發生。提供電腦人機介面，讓值班員進行全廠監控。提供資料庫，儲存全廠運轉資料，及歷史數據查詢功能。提供自動抄表功能，

減輕值班人員工作負擔。

研究目的：

以 94 年完成之「綠島電廠電力監視系統」為基礎進行擴增及改善。完成建置「綠島發電廠監控系統」，經由區域網路通訊擷取 1 號機、2 號機、3 號機、4 號機、5 號機、6 號機、7 號機、8 號機、9 號機、及電力系統等機組及電力設備即時運行資訊，建立綠島發電廠監控系統，讓值班員即時掌握電廠發電及電力供應狀況。

研究方法：

1. 監控點調查與系統需求分析。
2. 系統規劃與設計。
3. 系統建置。
4. 控制器與伺服器安裝。
5. 控制器與伺服器程式設計。
6. 系統測試。

### 2 成果及其應用：

本計畫完成建置之「綠島發電廠監控系統」，總共完成四項計畫目標：

1. 監控系統規劃 ( 監控點調查、功能需求分析、系統架構規劃、選用設備及採購等 )。
2. 監控系統設計與施工 ( 系統內各部

軟體之設計，與硬體設備配置施工等 )。

3. 監控系統測試 ( 含測試、改善與安裝 )。
4. 監控系統移交使用。



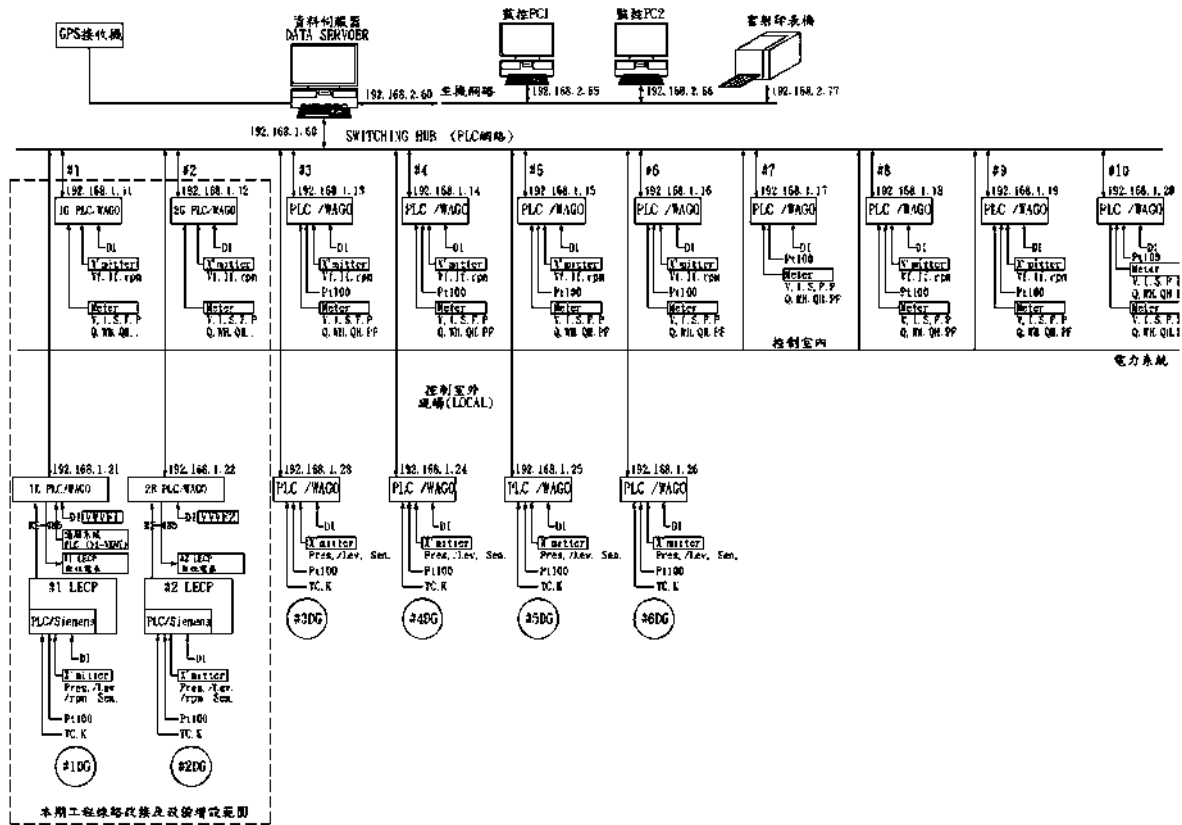


圖 1 綠島電廠機組及電力資料擷取系統



圖 2 圖控首頁



圖 3 機組監視畫面

研究人員：電力研究室：李兆惠

## 配電系統狀態分析系統之研究

### Research on Status Analytics System for Distribution Power Grid

#### Abstract

Renewable energy resources play an important role in modern power grids. However, due to their intermittent and uncertain nature, power system planning and operations become more challenging than before. In recent years, Taipower has implemented a Distribution Planning Information System (termed as DPIS), for distribution system planning and impact analysis of renewable energy. However, the current system just conducts steady-state analysis while dynamic state estimations (or the time-series state estimation) are not available under current Taipower environments.

There are many factors need to be considered for supplying power to distribution system. The various districts and load types will vary greatly with time, and the practical load usage may also be different from the load data recorded in the DPIS. Therefore, with the construction of the smart grid, the importance of developing the state analysis system for distribution system is increasingly important with the records from the measurement unit on transmission line or at the end of the node, so as to assist operators to manage the dynamics of the feeders. Moreover, the system could meet the

needs of improvement of reducing reactive power, elevating power factor, managing stable supplying voltage, and offering load transferring strategy to improve power supply reliability and performance of distribution system.

The objective of this project is to provide real-time dynamic state estimations of distribution systems by integrating the operation data of substations, the switch status from distribution feeder automation systems, and the power output of the renewable energy.

The contents of this project include the following issues:

1. Real-time dynamic state estimations and power flow analysis
2. Build the GUI with real-time operation information of each feeder.
3. Evaluate the optimal path for load transfer.
4. Analyze the reactive power profile of the distribution systems by integrating historical data and simulation results obtained from the developed software.
5. Evaluate and demonstrate the developed software by extensive field tests of two substations located in central or southern Taiwan.

#### 1 研究背景、目的、方法：

傳統配電系統係由配電變電所，採放射狀結構對底下拼接的用戶負載供電，實務上因用戶眾多，且三相與單相供電並行，使得配電系統分支數目龐大且複雜，又因饋線及負載的動態監測設備昂貴，難以大量佈點設置，實行即時且有效的負載狀態或潮流分析確有難度，使兼具效益與可靠度的配電系統規劃及運轉調度均面臨極大的挑戰。

隨著再生能源蓬勃發展，配電系統將不再如前述是傳統的單電源系統，影響層面包含電力潮流、供電電

壓、無效電力與線路損失等皆須考量更為複雜的變化，進一步提升配電規劃與運轉調度之難度。台電公司目前係利用配電規劃資訊系統 (Distribution Planning Information System, DPIS)，協助執行配電規劃及再生能源併網衝擊分析。然而該 DPIS 屬穩態之分析系統，且目前僅能獲得饋線資料、概估之用戶負載量與再生能源裝置容量資訊，線路資料採人工方式更新，對於資料分析之可靠度提升效果有限，對於時變之動態系統亦無法提供即時參考，爰更難以因應系統變遷，達成有

效規劃及運轉調度之目的。

本計畫主要以狀態估計方法建立狀態分析系統，並以視覺化界面呈現及提供適當操作點閱，得知饋線架構資訊、無效電力、轉供建議及再生能源併網等相關訊息。該系統可從台電公司之配電圖資管理系統 (Distribution Mapping Management System, DMMS) 資料庫擷取饋線資料、再生能源裝置併網資料、線路設備資料及設備連結屬性，並從變電所自動化系統 (DDCS) 及饋線自動化系統 (Feeder Dispatching Control System,

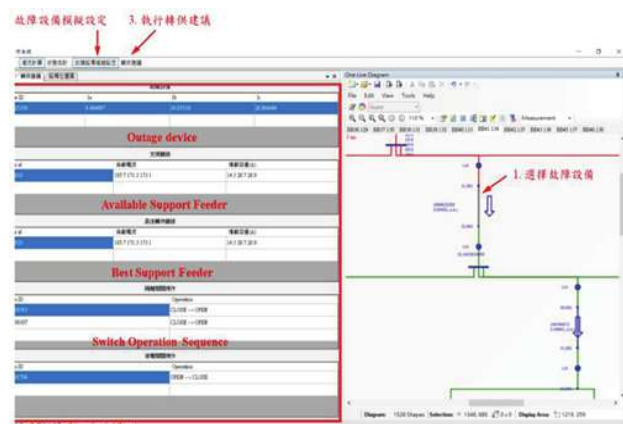
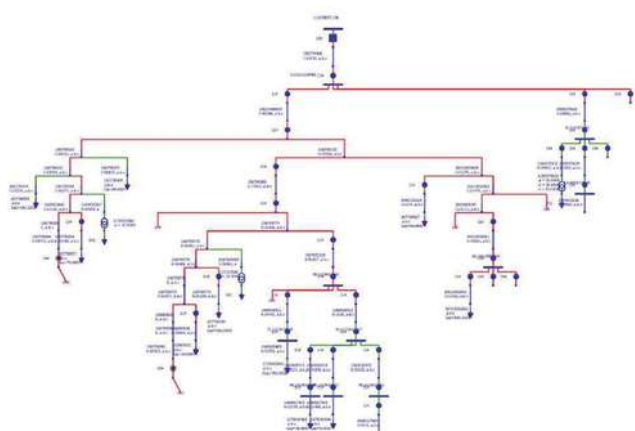
FDCS) 獲得自動化開關狀態及 SCADA 監測資料，搭配同步相量量測裝置 (Phasor Measurement Unit, PMU) 之量測資料，經數據資料介接、收集、格式轉換及適當前置整理後，輸入本計畫建立之配電狀態估計單元內進行核心運算模擬，並於執行結果後置運算後，統合所有資料與分析結果，以人機介面視覺化呈現給系統操作人員知悉，而該系統介面不僅可將饋線資料以單線圖方式展示，亦可依據系統操作人員的需求調整、監看及選擇功能項目獲得建議。

## 2 成果及其應用：

本計畫實際開發一套應用於配電系統之狀態分析系統，結合饋線連接資料、設備資料、再生能源併網資訊、變電所運轉資料與自動化開關運轉資料，藉由配電潮流分析及狀態估計等技術建立配電系統狀態分析流程，動態模擬分析南部變電所之饋線，可提供電力公司運維人員執行評估並獲得不同時間的動態資訊。此外，並於本報告展示其中兩個大型配電饋線案例，深入分析估計結果之節點電壓與殘差，驗證狀態分析系統之估計能

力。主要完成項目包含：

1. 建置配電系統狀態分析系統，結合運轉資料與再生能源發電估測，滾動執行系統潮流模擬，使模擬結果貼近實際運轉狀態。
2. 建立視覺化介面，呈現系統單線圖，並將模擬結果顯示於單線圖上，方便系統操作人員檢視系統現況。
3. 利用潮流模擬結果或狀態估計分析結果，綜合評估系統狀況，於需要轉供時，提供較佳之路徑。



研究人員：電力研究室：吳承翰、嚴柔安、許炎豐

大木系統有限公司：江曉東、許世哲、朱家齊、巫厚誼、張志堯

# 配電系統三相不平衡分析及諧波影響研究

## Research on Three Phase Unbalance Analysis and Harmonic Analysis in a Distribution System

### Abstract

The objective of the project is to improve the three phase imbalance of distribution feeders by applying the distribution mapping management system (DMMS) to support 3- $\Phi$  load below analysis. The feeder network can be constructed by retrieving the attributes of distribution components, which have been stored in the database and can be updated according to the engineering works in the field. The 3- $\Phi$  current unbalance of feeders and line sections can be simulated based on the power consumption of customers served. To enhance the accuracy of computer simulation, the phasing of line sections will be identified with the assistance of engineers of Kaohsiung District, which will be used to verifying and update the attributes in DMMS. The developed micro phase measurement unit ( $\mu$ PMU) is applied for field measurement of distribution transformers to identify their phases and correct the corresponding attributes of the DMMS in Taipower. The 3- $\Phi$  unbalanced of feeder loading will be analyzed by using the 3- $\Phi$  currents of feeder outlet and each service section. To derive the model for 3- $\Phi$  unbalanced improvement, the present strategy adopted by Taipower will be reviewed and the rules to determine the phasing charge of distribution transformers and rephasing of lateral conductors be identified.

After developing the new strategy for enhancement of 3 $\Phi$  current balancing, several distribution feeders in Kaohsiung District will be selected for testing. Sample customers and distribution transformers will be chosen for measurement of hourly loading

so that typical load patterns of each customer class can be derived. Besides, the key factors which cause the 3 $\Phi$  current imbalance of distribution feeders will be investigated. According to the replacing of distribution transformers and section laterals proposed by this study, the field work will be executed. The measurements of 3 $\Phi$  current of distribution feeders and laterals will be conducted to verify the improvement of 3 $\Phi$  unbalance with the proposed strategy.

In recent years, the rapid development of power electronic technology and distribute generation system (DGS) has been widely applied in the industry; the increasing use of non-linear load has caused harmonic current to inject into power system. The effects of current harmonic distortion caused by non-linear load and DGSs are also measured to verify the effect in this project.

Due to the voluminous data involved in a distribution system, it will be very tedious and difficult to perform the system analysis by retrieving the system data from paper maps. This project will develop the man machine interface to generate the network of distribution feeder very efficiently. The computer simulation for 3 $\Phi$  unbalance study will be performed to investigate the causes of 3 $\Phi$  unbalance in distribution systems. The rules to be proposed in this research project to improve the 3 $\Phi$  unbalance of distribution feeders will provide effective tools to help distribution engineers to enhance system operation by improving the phase current balance of distribution feeders and service sections.

### 1 研究背景、目的、方法：

本計畫之主要目標是針對長久以來一直困擾著台電規劃運轉人員卻無法有效改善的三相不平衡問題，進行實務上的深入分析與探討，並提出改善策略與作業模式，以期提高台電配電系統的供電品質、運轉效率與可靠度。本研究應用 DMMS 資料建立配電饋線之網路架構圖並進行三相負載潮流模擬分析，同時配合現場量測以驗證三相不平衡分析程式之準確性。另一方面將分析配電饋線三相不平衡造

成之原因，並提出改善策略，提供區處人員執行三相不平衡改善措施之依據，其中饋線系統分析將結合 DMMS 之應用，以提升三相不平衡電腦模擬分析之效能。在現場驗證部份，將以饋線、台電 DDCS 自動化系統所收集之饋線出口與 FDCCS 收集之自動化開關三相電流，配合用戶負載特性、推導變壓器負載特性，驗證三相不平衡分析及改善績效，同時配合測試饋線變壓器及分歧線相別量測，以確認配

電網路架構。因此在饋線三相不平衡原因之探討，將包括用戶負載之變動模式，配電變壓器與用戶連結關係之確認，變壓器負載特性之推導，饋線區段單相、兩相及三相負載變化與相間磁耦合對三相不平衡之影響。在三相不平衡之改善，則為檢討目前區處之作業模式，推導三相不平衡改善之規則庫及改善準則。

本研究依配電饋線特性，考慮所在區域、用戶負載特性及再生能源裝置量，選擇三所變電所，整理出 6 條饋線實際進行量測，根據量測資料分析饋線諧波污染程度，檢討對系統影響，並分析檢討諧波污染程度與大量

再生能源之關聯性，以利諧波改善工程之參考，加速落實諧波污染改善工作，有效維護配電系統之供電品質。

本計畫建立台電配電系統三相不平衡改善標準作業模式，其中包括圖資系統線路及變壓器相別屬性之確認，擷取台電自動化系統運轉歷史資料庫，分析三相不平衡之時變性，並應用三相潮流分析模式，執行饋線三相不平衡模擬，推導分歧線及變壓器相別調整策略，最後配合台電執行三相不平衡改善作業，確認三相不平衡改善作業對提升饋線三相電流平衡度之效能。

## 2 成果及其應用：

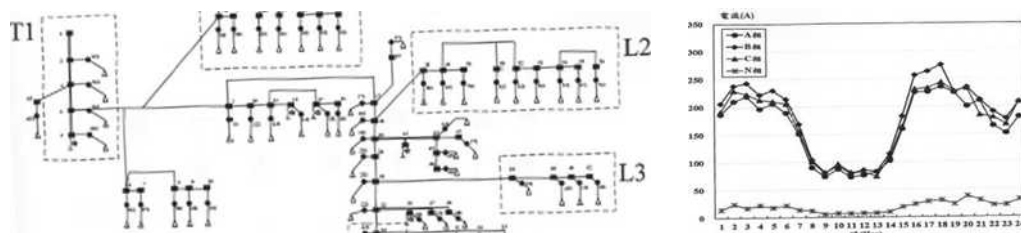
本研究所獲致成果，摘要如下列所示：

1. 蒐集高雄區處配電調度中心之所有饋線全年三相電流及中性線電流數值資料，完成配電系統饋線不平衡電流之統計。依據分析所得結果與高雄區處規劃課討論結果選定新興 34(LC34)、永安 37(LY37) 饋線及岡山 33(MK33) 等 3 條饋線進行不平衡電流改善研究。
2. 完成高雄區處 OMS 系統之建置及資料庫架構之研究，並運用關聯式表格資料及節點簡化技巧，完成選擇測試饋線之配電系統網路拓樸處理，建立配電饋線之網路架構。能自動產生配電系統潮流分析之資料輸入檔，供計算饋線各區段三相及中性線電流值，提升系統分析之效能。
3. 填製三相不平衡改善研究案現場配合量測工作申請單送請高雄區處線路課派員辦理導線相別量測，已完成高雄美術館區域及新興 34 饋線相別量測，並派員現場核對確

認變壓器引接相別提供高雄區處作為 OMS 饋線圖資修正之參考。

4. 針對三所變電所，選擇 6 條饋線進行諧波電流量測，並根據量測資料，檢討對配電系統影響，並分析檢討諧波污染程度與大量再生能源併網之關聯性。
5. 以三相潮流分析軟體程式，根據三相不平衡改善前後之饋線區段三相電流值，分析三相不平衡對配電系統損失之影響，推導三相不平衡改善作業對系統損失之改善效能，以提升配電系統之運轉效能。
6. 換相前測試饋線三相電流分析，作為未來換相依據，執行測試饋線現場實地換相作業。

為執行三相不平衡改善作業，訂定三相不平衡改善標準作業程序 (SOP)，並提出饋線三相不平衡改善之短期與長期作業模式建議，期能降低線路損失及中性線電流，並提升饋線間負載轉供之能力。



研究人員：電力研究室：吳承翰、周昱緯、嚴柔安、許炎豐

國立高雄科技大學：林嘉宏、陳朝順、許振廷、辜德典

# 因應離岸風場併網之電壓諧波分析及諧波阻抗模型建置研究

Construction and Simulation of Grid Harmonic Impedance Model for Offshore Wind Field

## Abstract

The large offshore wind farm is connected to the onshore substation through a number of kilometers of submarine cables and large transformers. The combination of the reactance of the transformer and the capacitance of the cable may cause harmonic resonance effects at specific frequencies, resulting in grid voltage harmonics at the connection point. It may cause damage to the equipment. Therefore, it is very important to study the harmonics

between the offshore wind farm and the grid. This project uses the DigSILENT software to construct the impedance model for the grid-connected substation, and performs sweep analysis on the 161kV busbar at the grid connection. The equivalent impedance and phase angle of the grid at each frequency would be simulated. The analysis results can provide wind farm operators as the basis for wind farm filter design to improve the power quality after grid connection.

## 1 研究背景、目的、方法：

大型離岸風場透過多條數公里長的海底電纜和大型變壓器連接陸上變電所，變壓器之電抗和電纜之電容的組合可能在特定頻率引起諧波共振效應，導致電網電壓諧波在連接點處被放大，進而導致設備受損。因此研究

離岸風場與電網間的諧波議題非常重要，本計畫透過 DigSILENT 軟體對併網端變電所進行阻抗模型建置，並針對併網端之 161kV 匯流排進行掃頻分析，計算電網在各頻率下之等效阻抗和相角。

## 2 成果及其應用：

本計畫成果如下：

1. 導入 DigSILENT 軟體，對離岸風場併網端變電所進行阻抗模型建置。

- 等效諧波阻抗如圖 1。
2. 分析系統正常運轉時及 N-1 事件時的諧波阻抗，如圖 2。

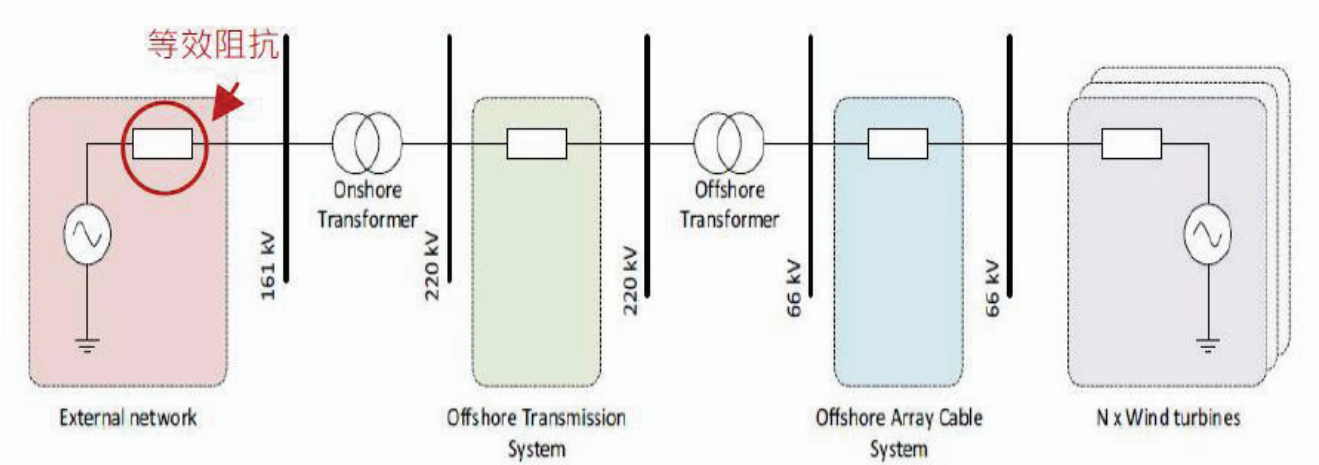


圖 1 電網之等效諧波阻抗示意圖

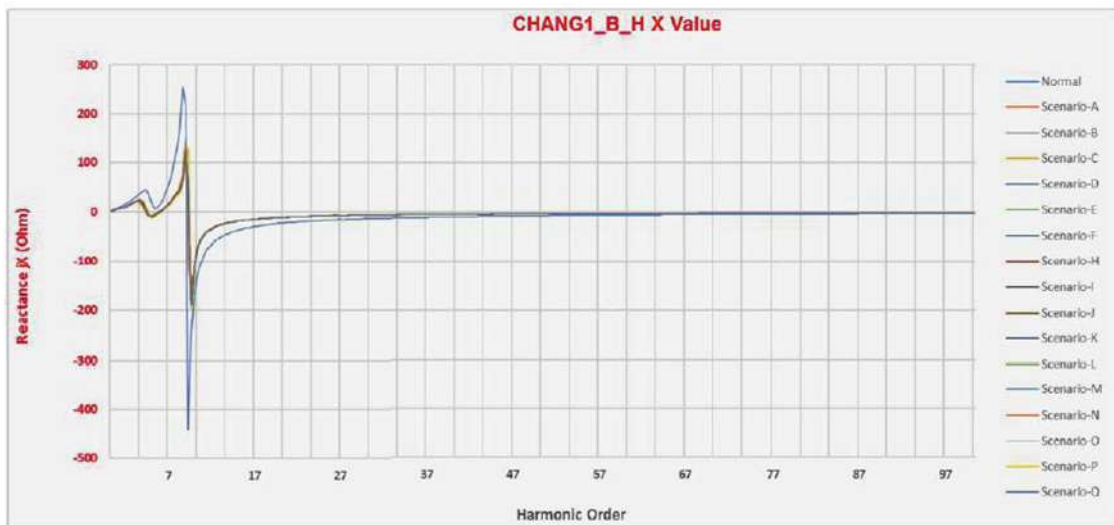


圖 2 諧波阻抗分析

研究人員：電力研究室：柯喬元、周昱緯

# 台灣電力系統因應再生能源高占比議題之 儲能設備應用研究

Application of Energy Storage System for High Proportion of Renewable Energy in Taiwanese Power System

## Abstract

React to the influence of global warming, Taiwan has promoted wind power and solar energy in recent years. The goal is to increase the proportion of renewable energy annually, and the proportion of renewable energy will reach 20% in 2025. However, renewable such as wind and solar have intermittent problems. As the proportion of renewable energy increases, the stability of the power system will have a serious impact. According to this, this paper analyzed energy storage system necessity and requirement to each stage of renewable energy development

in the Taiwan power grid through collecting relevant thesis related to the application of energy storage system connected into the power grid and simulation. After simulation and analysis, this project suggests TPC:(1) if the purchase capacity of Fast Response Source(FRR) ancillary services is 300MW in 2025. Under this situation, the purchase capacity of Auto Frequency Control (AFC) ancillary services should be over 550MW. (2) The ramp rate of renewable energy should be limited below 15% per minute.

## 1 研究背景、目的、方法：

風力和太陽能有發電間歇性與無法提供系統慣性的問題，其將影響電力系統穩定度。本計畫針對台灣電力系統因應再生能源高占比議題之儲能設備應用進行研究。首先蒐集並彙整國內外有關在再生能源滲透率提高下，不同儲能系統實際投入電網系統

中應用之相關文獻與國外已制定或訂定中之儲能併網法規。接著通過軟體模擬，基於補償系統慣量此一應用下，對於臺灣本島電網在再生能源發展的各階段下，分析儲能系統投入的需求與位置。最後評估再生能源出力變化率限制。

## 2 成果及其應用：

本研究所獲致成果，摘要如下列所示：

1. 彙整儲能電池於電網快速反應時間、容量、目標與持續時間，結論統整如下：
  - (1) 以文獻之儲能動作案例來看，儲能系統已具備秒級內反應能力，有助於解決因再生能源高占比導致慣量不足與事故頻率過低的問題。
  - (2) 美國與德國的案例中，皆為抽蓄水力搭配化學儲能以增加電廠靈活性，經國外研究也已證明其可行性。
2. 針對不同需求應用，彙整採購儲能設備之建議如下：
  - (1) 鋰離子電池的高能量密度、高

轉換效率與快速響應速度，較推薦適用於電網緊急事故下調頻輔助。

- (2) 鉛酸電池的低成本、大容量與其技術的純熟性，適用於結合再生能源輸出平滑化。
  - (3) 鈉硫電池或釩氧化液流電池較長壽命與高效率適合用於削峰填谷。
3. 根據模擬結果提出以下結論：
    - (1) 109 年之台電系統仍屬安全，發生跳機事故或再生能源發電量因遮陰等因素降低時，即使不考量輔助服務 (FRR 為 50MW 和 AFC 為 15MW) 系統頻率仍能維持 59.5Hz 以上。
    - (2) 114 年建議本公司若 FRR 輔助



服務採購量為 300MW 時，AFC 輔助服務至少需採購 550MW 以上，以解決系統發生大擾動時，秒級內系統頻率快速下降的問題。

(3) 儲能系統放置位置對系統頻率影響差異不大，儲能容量平均分散於北中南的效果最佳。

4. 建議再生能源之出力變化率應至少限制在每分鐘 15% 以內，並搭配輔助服務以維持電網安全性與穩定運轉。

5. 參考本公司既有併網規範及國外儲能法規，與本公司內相關單位共同擬定儲能設備併網辦法，提供本公司參考。

# 各級變電所內交直流電源低壓突波吸收器之設置需求及條件研究

Installation Requirements and Conditions of Low-Voltage Surge Protection Devices on the AC and DC Sources in Various Voltage Level Substations

## Abstract

This paper is aimed at the installation requirements and conditions of low voltage surge absorbers, namely surge protection devices (SPD), on the AC and DC sources low voltage system in various voltage level substations. The main task is to survey the surge voltage on the AC and DC low voltage source systems under lightning, switching surge and ground fault situations, and to review the surge voltage suppression performance of SPD. Electromagnetic model of substation is constructed for the simulation of surge voltage on low voltage

source circuits, where the lightning, switching, and ground fault at different points with and without SPD are considered. Furthermore, switching surge voltages on low voltage source circuits in a extra high voltage substation are measured and comparison between measurement and simulation results is made. Thereby, the performances of existent SPD are reviewed, and the installation opportunity, best location, wiring manners, and specifications of SPD are proposed for the planning and design of SPD on low voltage source system in substation.

## 1 研究背景、目的、方法：

本文針對台電公司各級變電所內交、直流電源低壓突波吸收器之設置需求及條件進行研究，主要探討各級變電所內交、直流電源低壓系統可能承受之突波電壓，其中考慮雷擊、開關突波及接地故障之狀況，以及檢討突波吸收器之抑制效果。文中將建置變電所之電磁暫態模型，藉此模擬變電所低壓電源回路之突波電壓；其中考慮不同位置發生雷擊、開關操作

及接地故障時之狀況，以及低壓突波吸收器安裝與否。此外，本研究亦赴超高壓變電所進行低壓電源回路之開關突波電壓量測，並比較量測數據與模擬結果，藉此檢討既設低壓突波吸收器之效果，並提出突波吸收器設置時機、最佳安裝（保護）位置、接線方式及設備規格，以供變電所低壓電源系統突波保護規劃設計之參考。

## 2 成果及其應用：

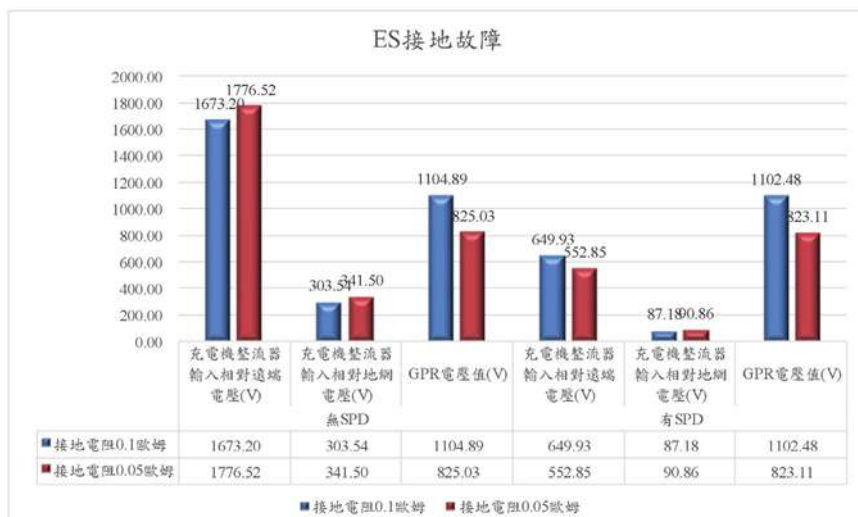
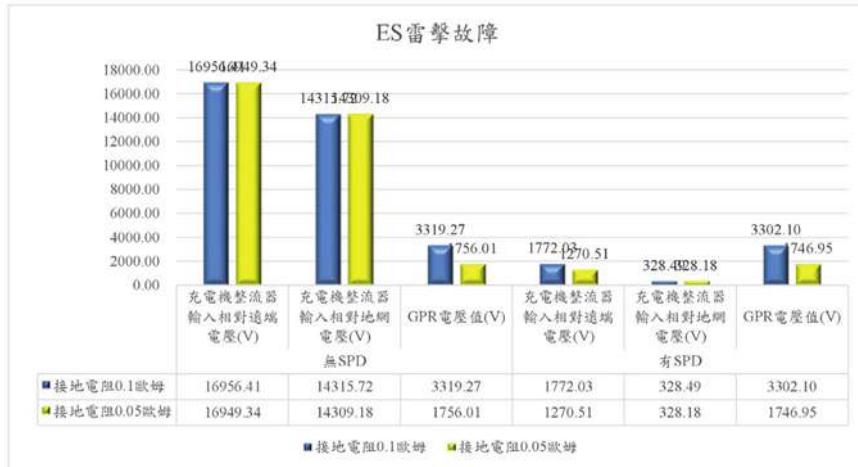
各級變電所之電磁暫態分析模型(ATP 模型)，適用於所內低壓電源回路之雷擊、開關突波及接地故障分析。經分析結果顯示各級變電所無論發生雷擊、開關突波，或接地故障，其低壓系統若未裝 SPD 均會有很高的暫態電壓，而裝 SPD 後確實可達到很好的抑制效果，此項抑制效果在低壓交流系統特別明顯。在直流側由於經充電機整流器具有阻隔效果及蓄電池組的突波吸收作用與穩壓作用，其暫態電壓突波可被良好的抑制，故其電壓值均相當穩定，有無裝直流 SPD 無太大影響。不過若考慮充電機整流器故障或切換、蓄電池組解聯及具遠端供

電或控制的直流系統，SPD 仍具重要的保護效果，因可抑制變電所接地網 GPR 突波及遠端供電突波。

目前接地網接均以符合變電所設備接地及人員安全需求設計，其接地電阻準位已很低，雖然再度降低現有變電所接地電阻，可降低雷擊及接地故障時接地網的 GPR，但在現有變電所在很低的接地電阻情況下，若要再予降低接地電阻極為不易且所費不貲，採裝設 SPD 來抑制突波電壓，較採降低接地網接地電阻，更為有效且成本較低，應列優先選項。至於 SPD 的突波抑制效果，較不受變電所供電負載及所內低壓線路長度的之影響，設計

所內低壓電源線路時可免考慮其影響。另有  
關低壓電源回路SPD之設置時機、安裝位置、  
接線方式、選用規格，均須參考暫態突波分

析結果，並符合保護需求、國際標準、保護  
協調，且納入維護機制。



研究人員：高壓研究室：陳柏江、林彥廷、黃明智

# 塔山一至八號機智慧電廠導入 IEC 61850 建置研究

## Tashan #1~ #8 Smart Power Plant Import IEC 61850 Build Research

### Abstract

IEC 61850 is the international standard for power automation communication networks and systems. It is also the basic standard for smart grids and the future trend of power automation communication standards for power companies around the world. It is also an important standard for the future development of Taiwan Power Company smart grid. The international trend of the smart grid core specification IEC

61850 policy, and help information system development and data transmission interface. This study in the Kinmen Tashan Power Plant 1-8 unit introduced IEC 61850 related standards. The conversion of generator set data from OPC Server to meet IEC 61850 information model and communication standard package. Build a system that conforms to the standard and conduct actual verification.

### 1 研究背景、目的、方法：

IEC 61850 已是目前電力自動化通訊網路及系統之國際標準，也是智慧電網之基礎標準及世界各電力公司未來電力自動化通訊標準趨勢，亦為本公司智慧電網未來規劃發展所用重要標準，為配合導入符合國際潮流的智慧電網核心規範 IEC 61850 政策，

以及幫助公司資訊系統發展與資料傳輸介接，故本計畫於塔山電廠 1-8 號機組導入 IEC 61850 相關標準，將發電機組資料從 OPC Server 轉換為符合 IEC 61850 資訊模型與通訊標準封包，建置符合標準之系統及進行實際驗證。

### 2 成果及其應用：

本計畫主要成果為，於塔山發電廠建置 IEC 61850 Server，與塔山發電廠既有 OPC Server 連線，將其所提供之 OPC 通訊協定經由本案建置 Gateway 轉換為 IEC 61850 通訊協定，並將 OPC Server 所提供的機組資料映射至 IEC 61850 資訊模型，在不影響塔山發電廠現有儀控架構下，提供符合 IEC 61850 通訊協定與資訊模型的機組資訊，統一通訊協定與資

料型式，減少資料傳輸與介接複雜度，供其他資訊系統以 IEC 61850 Client 連線介接使用，未來其他水火力電廠，可參考本計畫經驗，將 OPC 轉換為 IEC 61850 標準，建置各電廠機組之 IEC 61850 資訊模型及通訊功能，藉此減少資訊通信傳輸介面，增進電力系統的資料互通性，及資料格式一致性，以減少維護人力、時間、成本，提升資料數據的可收集性和應用性。

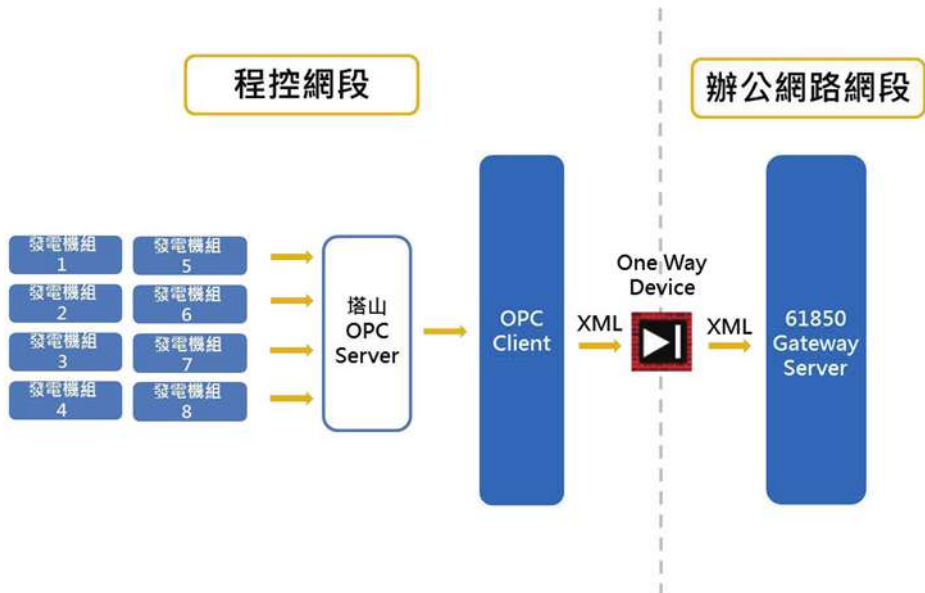


圖 1 塔山電廠 OPC/IEC 61850 轉換資料傳輸架構

The screenshot shows the IEC 61850 information model for 'KINMEN - Data Model - MPs - ICPMMXU1'. On the left, a tree view shows 'Logic node' (LN) under 'LD MPs', listing nodes like LLN0, ICPMFLW1 through ICPMFLW8. On the right, a table displays 'Data object' (DO) and 'Data attribute' (DA) details.

Name	Value
LN ICPMMXU1 Measurement	
DO TotW	5740.8
DA mag	[MX] 5740.8
DA q	[MX] good
DA t	[MX] 2019/10/3 下午 05:27:08.587
DO TotVAr	173.65
DO TotVA	0
DO TotPF	99.957
DO Hz	59.999
DO PPV	
DO PNV	
DO PhV	
DA phsA	[MX]
DA cVal	[MX] 13.792
DA q	[MX] good
DA t	[MX] 2019/10/3 下午 04:58:30.612
DA phsB	[MX]
DA phsC	[MX]
DO A	

圖 2 塔山機組 IEC 61850 資訊模型

研究人員：資訊與通信研究室：張育誠、黃國禎、林呈鴻

# 電力設備之實測與動態模擬分析

## Testing and Real-Time Simulation for Power Equipment

### Abstract

With the rapid economic development and increased power demand, the stability of power supply has been more significant. The security and reliability of power equipment are related to the system stability. Therefore, this paper aims to introduce the cases of testing and real-time digital simulation of power equipment, including the 345kV transmission line, Taiwan to Penghu

submarine cable and generator of Wangda power plant. By means of the technology of real-time digital simulation to build the power system model. The simulation results are compared with the measured data to verify and adjust the model. Using proposed method to formulate solutions and provide prevention suggestions for power equipment.

### 1 研究背景、目的、方法：

隨著經濟快速發展以及電力需求增加，電網的供電穩定性更顯重要，其中如發電機、變壓器、電纜、輸電線與電驛等電力設備，其安全性與可靠度關係著系統運轉之穩定。故本文主要針對電力設備之實測數據與模擬結果進行交叉比對，透過即時動態模

擬系統建置模型進行模擬，並將模擬結果與實際電驛監測資料或暫態紀錄器量測數據等相互比對，藉以驗證模型有效性，釐清事件發生之經過，進而協助委託單位擬定解決方案及預防對策。

### 2 成果及其應用：

#### 345kV 線路跳脫事件調查

本案因 345kV 變電所故障點 R 相閃絡接地，線路 X 和線路 Y 的差動電驛偵測到故障，如圖 1 所示，跳脫斷路器 CB 1、2 和 3。但此事故應僅有線路 X 的差動電驛動作跳脫 CB 1 和 2，故需查明線路 Y 跳脫原因。由現場紀錄顯示，故障期間線路 Y 之比流器 CT Y 偵測一突波電流使電驛動作，電驛保護功能並無異常。由紀錄可發現 CT X 電流波形畸變嚴重，判斷比流器已發生飽和現象，推測比流器飽和為造成突波電流之原因。

為驗證推測正確性，依據現場實際系統之參數，使用 RTDS 建置模型。因 345kV 輸電線差動電驛之電流訊號為兩組比流器之合成量，故模型中每組比流器設定了不同的剩磁狀態進行模擬分析。模擬結果顯示，當兩組比流器因一次側電流大小、特性和剩磁狀態有差異時，比流器二次側電流將有著不同的飽和狀態，進而導致合成

量電流產生異常的電流突波，驗證比流器飽和為電流突波之肇因。

#### 台澎海纜合聯模擬

台澎海纜全長 67.9km 係連結台灣與澎湖兩個獨立運轉系統之重要線路，因為澎湖系統相較於台灣為較小之系統，合聯時對澎湖系統衝擊為重要之研究議題。模擬加壓並聯程序中出現故障時，故障電流是否通過零點，海纜兩端斷路器能否正常啟斷，模擬波形如圖 2 所示。利用實測與模擬結果，以達到順利完成合聯，並對澎湖系統影響最小化。

#### 萬大電廠機組擺動現象探討

萬大電廠 #1、#2 機同時加至 10MW 出力時會有搖擺現象，觀察萬大 BUS 電壓發現並未受影響，量測情形如圖 3 所示，且機組 AVR 控制電壓隨機組搖擺產生變化，判斷發電機出力無法送出至系統所致。另利用模擬方式，調整鉅工 161kV BUS 電壓，因鉅工 G/S、萬大 G/S 161kV BUS 電壓

大小決定於霧峰 E/S；故其對 161kV BUS 電壓變化影響甚微，對發電機出口端電壓變化較大。若萬大 G/S 欲將增加 P 及 Q 送至系統，

應請鉅工 G/S 降低激磁電壓 (減少 Q 值)。藉此實測與模擬結果提供予萬大電廠；以期改善其運轉問題。

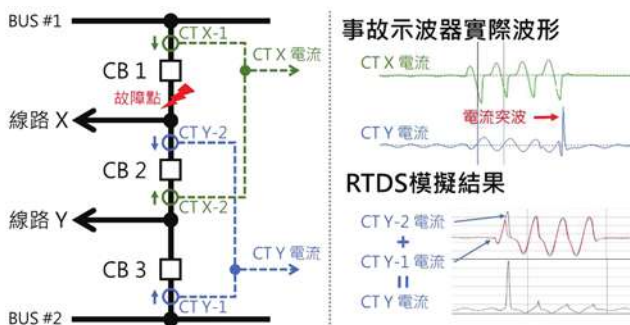


圖 1 事故單線圖、示波器紀錄及模擬結果

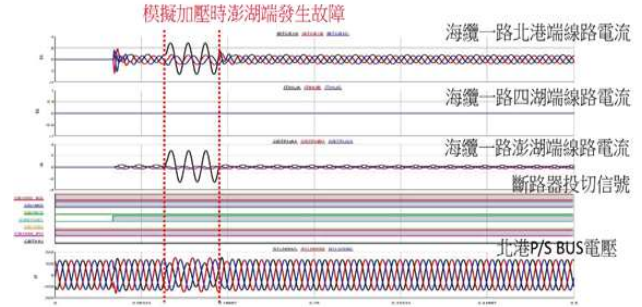


圖 2 模擬海纜加壓時澎湖端線路電抗器發生故障

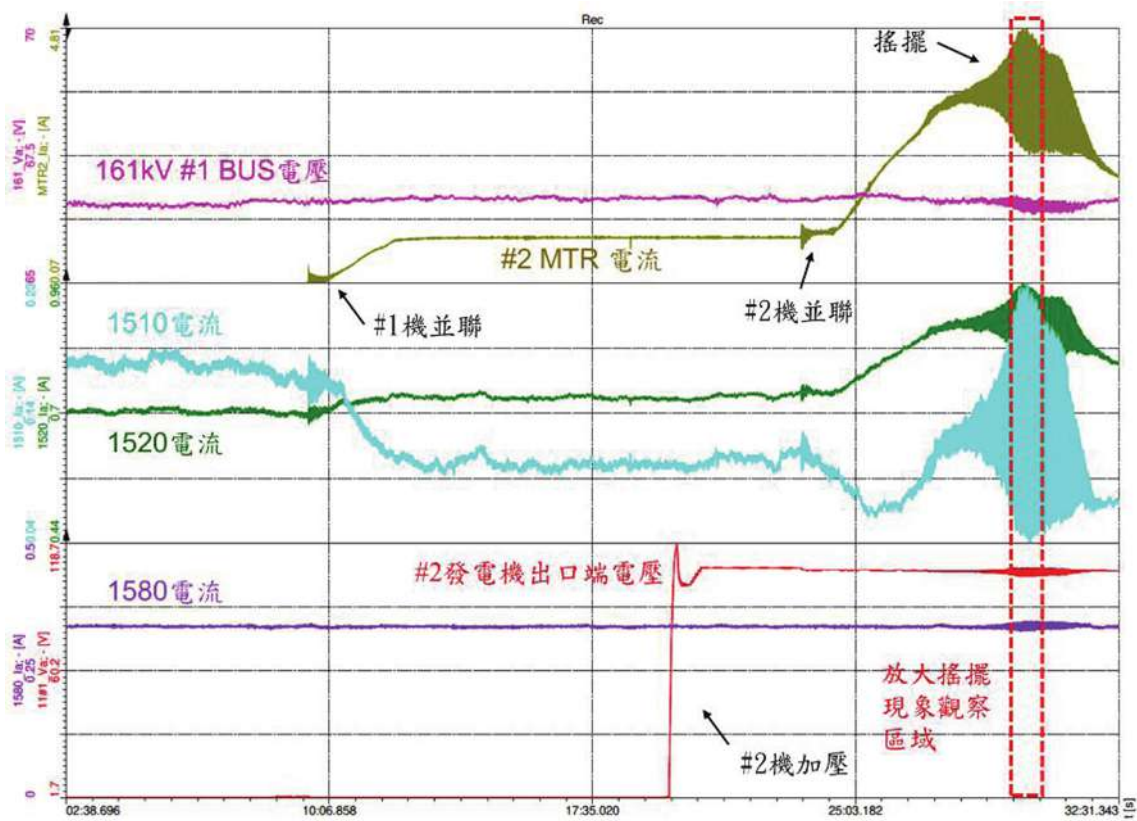


圖 3 萬大電廠量測波形圖

研究人員：高壓研究室：林閔洲、梁威志、林湘芸

## 二次變電運維管理資訊平台擴充開發研究

### Expanding Management Information Platform for Secondary Substation Maintenance

#### Abstract

A stable power supply system is an important index of economic development and high quality of life. Taiwan Power Company has been committed to constructing high-density electricity transmission and distribution networks all over Taiwan in past years. To maintain a system that reliably transmits power to all users, regular facility inspection by professional engineers is essential. These frontline engineers, to implement document digitization, need a fully-functioning information system, along with information-based processes and user-friendly interfaces. Integration of information technology will not add to their workload; instead, it will help to effectively record all inspection data and ensure proper operation and enhance efficiency.

This research aims to expand functions of the existing Management Information Platform for Secondary Substation Maintenance by adding features like a mobile device App for electronic process inspection, a more comprehensive crew dispatch system, accident management, retired equipments management, circuit breaker management,

and equipment maintenance. These new features could significantly enhance maintenance efficiency and track trends in secondary substation facilities. Moreover, the expansion project can help to reconstruct database schemas and relationships, after which data can be converted to build an appropriate index that facilitates queries and analysis. This research also plans to develop an Android Application for secondary substation maintenance with RFID on mobile devices, which offers more convenience to site personnel in their inspection and maintenance routines.

In order to satisfy information security requirement, the newly-developed information system will check the security of the source code by code review tools to avoid future anomaly attacks. The pressure test is adopted to check whether the information system could work properly while handling mass amounts of connections. The penetration testing is also used to check if the security quality of the whole information system meets standards.

#### 1 研究背景、目的、方法：

穩定的電力供應是現今國家經濟發展和人民生活品質的重要指標，多年來台灣電力公司致力於佈建綿密的輸配電網路已遍及台灣每一地區，透過維護輸配電系統的正常運作以持續將電力輸送到每一用戶端。要達成此一目標則需仰賴專業的電力工程人員對輸配電力相關設備做定期且確實地巡檢與試驗，為使紙本化作業能夠完整電子化，除資訊系統的建置外，資訊化流程及友善的使用者介面必須能夠符合第一線工作人員的實務需求，務求資訊系統登錄資料不增加其工作以外的負擔。透過資訊科技的融入作業流程，不僅對電力設備的檢測數據

做有效地儲存與維護，亦能提升整體作業流程的工作效率。

本計畫目標為擴充現有二次變電運維管理資訊平台功能，新開發的系統功能共計有對二次變電站例行性的巡檢作業加入 App 行動化數據填寫的功能開發、設備巡檢及試驗的派工作業管理、巡檢異常管理、設備事故管理、舊機電設備管理系統、斷路器以及設備維護功能，透過這些新開發的功能進一步提升二次變電設備維護作業效率；同時重新規劃資料庫結構與關聯，重新建立資料庫中的資料索引，以利提高整體資訊系統運作之效能；此外，開發 Android 行動載具二次變



電維護 App 與支援二次變電相關設備的無線射頻系統 (RFID) 的掃描作業，當使用 App 掃描變電設備的 RFID 時，可以自動地帶出設備的相關資訊及前次檢測的結果，提供現場人員更佳使用體驗的巡檢或試驗作業。

為符合資訊安全的規範，所開發的擴充二次變電運維管理資訊平台也會以源碼檢測

工具進程式碼的檢測，以避免因程式碼的撰寫風格導致遭受惡意行為攻擊的可能性。透過資訊系統的壓力測試可以了解資訊系統運作時，當系統伺服器收到大量的連線數需求是否仍然可以正常運作。規劃縝密的資訊系統滲透測試以確保資訊系統實務運作是否符合資訊安全需求。

## 2 成果及其應用：

本研究所獲致成果，摘要如下列所示：

1. 為蒐集完整的使用者需求，在建構系統前規劃了北中南區處四場需求訪談會議及十七場的工作會議追蹤系統開發進度及滾動式修正系統需求，除瞭解相關人員對既有資訊系統上之新需求外，也針對工作人員平時巡檢作業流程做系統功能統合規劃與設計，期能符合各營業區處人員之作業流程與使用者介面操作習慣，完整將設備巡檢與試驗結果之相關資料完整記錄至系統。
2. 系統對設備個別試驗週期即將到期提供主動提醒的服務，透過日曆式以不同顏色區隔每一項試驗項目的狀態，以利派工人員依人力做較長時期的派工規劃，針對變電設備逾期未查驗項目除提供查詢外，信件預警功能系統也會主動地發送 email 的提醒相關人員以利後續處理。
3. 變電設備資料管理提供當變電設備因某些原因損壞，可於設備事故管理頁面填寫事故資料，針對事故時間、事故地點、事故原因、處理經過、事故原因分析、防止再發對策、事故類別，以及發生事故的設備做完整的資料維護。
4. 舊機電設備管理系統提供全區的查詢，透過此一功能將變電設備資料管理狀態為「閒置」的設備資訊做完整呈現，以利各區處對舊機電設備做有效地後續使用規劃。
5. Android 平板電腦上開發的支援行動巡檢和檢驗作業 App，RFID Scanner 和 mini TypeC Hub 直接連上網路線，App 中有每一個營業區處所屬的二次變電所的設備資訊，當到達變電所掃描大門 RFID 開始，所屬的變電設備就會馬上被關聯及帶出，當巡檢作業有遺漏的設備時，系統畫面會以不同的顏色提醒巡檢作業未完成，以利第一線作業人員完成巡檢作業。
6. 一旦發現變電設備有異常工作情形出現，在系統所提供的巡檢異常管理和設備事故管理都可以做事後的事件追蹤管理及相關數據的統計分析。特別是在巡檢作業較關心二次變電的斷路器工作情形，特別獨立開發斷路器無動作設備查詢，以確保斷路器的巡檢資料維護。
7. 常用儀器管理提供各區處之儀器名稱及相關校驗日期儀器廠牌資料之建立與維護，提供設備代號對應總覽主畫面查看所有設備代號以及對應的設備名稱之服務。

研究人員：電力研究室：嚴柔安、吳承翰、林哲毅

# 南部電廠 GT11 發電機轉子扣環 Locking Ring 龜裂肇因分析

## Root Cause Analysis of Cracked Locking Ring in Nan-Pu Power Station GT11 Generator

### Abstract

In 2018, generator of Nan-Pu power station GT11 discovered cracks in the locking ring. In order to investigate the cause of the locking ring cracks, the Nan-Pu Power station commissioned TPRI to analyze the root cause of the locking ring cracks. In this project, first we collect relevant data,

and establish a locking ring analysis model based on the drawing data. Then, we perform centrifugal stress analysis, modal analysis, and metallographic analysis. Based on the analysis results, the cause of the locking ring cracks was found. And we propose a solution for it.

### 1 研究背景、目的、方法：

107 年南一機發電機抽轉子大修時發現 GT11 EE 側轉子扣環內 Locking Ring 發現有裂紋，由於大修工期嚴格管控，先商請興達電廠發電機轉子扣環支援南部發電廠使用，南部發電廠向西門子公司外購新扣環予興達電廠，最後在修護處全力配合下，南部發電廠及興達電廠工作如期完成。為探究 Locking Ring 龜裂現象

肇因，南部發電廠爰委託綜研所進行 Locking Ring 龜裂之肇因分析。本計畫首先赴現場蒐集相關資料，依據尺寸圖建立 Locking Ring 分析模型，接著進行離心應力分析、模態分析及金相分析，試圖找出 Locking Ring 龜裂之肇因，尋求 Locking Ring 龜裂的解決方案。

### 2 成果及其應用：

本案的肇因為：1. 起停機的熱應力造成低週疲勞，2. 流體誘發第 3 模態共振造成高週疲勞。最大主應力是由於起停機的熱應力所造成，故應避免經常性的起停機，使其因低週疲勞而產生龜裂。模態應力是由於煙氣流過管路產生振動而引起，使得管路因高週疲勞而產生龜裂，這可在管排的

中間高程處將整排管路連接在一起，使其自然頻率提高，從而避免管路共振的產生。電廠依據綜研所的建議將整排管路連接在一起，經過一次運轉週期後停機檢查，管路不再發生龜裂問題，這證實了我們分析及肇因研判的正確性。



圖 1 南部發電廠 GT11 發電機轉子扣環內 Locking Ring 發現有裂紋

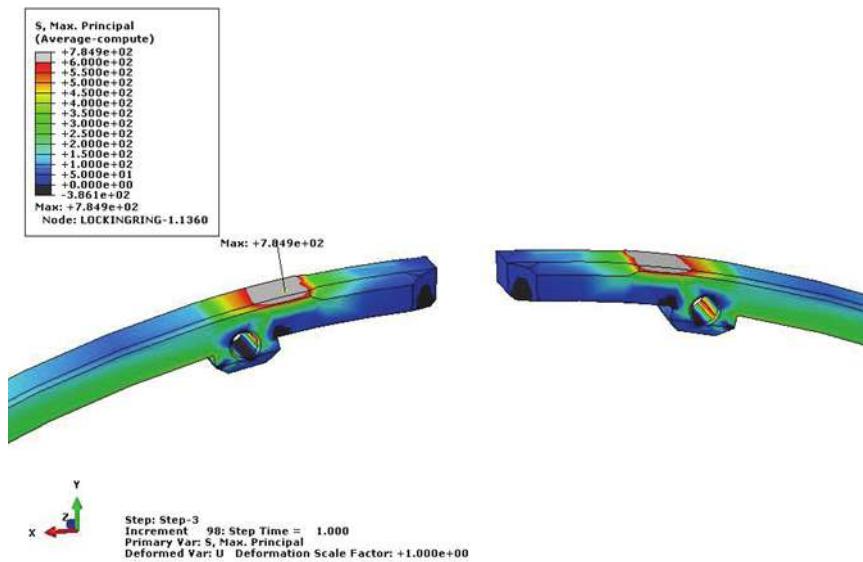


圖 2 Locking Ring 在離心狀況下的最大主應力分布

研究人員：能源研究室：陳瑞麒、李日輝、蔣宏宇

# 大林 5 號機爐管龜裂肇因分析

## Root Cause Analysis of Cracked Furnace Pipe in Da-Lin Power Station Unit 5

### Abstract

Rear pass steam cool front Wall of the No.5 boiler in Dalin power plant broke several times. Even if the the broken pipes were strengthened by iron plate, it was still ineffective. When the pipe breaking event occurs, it will inevitably affect the operation of the unit. Therefore, improving the problem of broken pipe is the current important task for the power plant. The project first went to the scene to collect relevant data, and

established a furnace tube analysis model based on the dimensional drawing, followed by thermal stress analysis, modal analysis and metallographic analysis, trying to find the cause of the cracked furnace tube and seeking the solution for it.

### 1 研究背景、目的、方法：

大林電廠五號機鍋爐已運轉逾 44 年，其中鍋爐後爐蒸汽冷卻前牆管 (Rear Pass Steam Cool Front Wall) 近年陸續發生多次破管紀錄，現場同仁嘗試於破管部位強化及改善補強設施，但仍然無法完全消彌破管危機，發生破管事件勢必影響機組運轉及供電可靠度，公司持續面對社會輿論極大壓力，該機組之後爐蒸汽冷卻前牆

管破管是電廠當前急迫且重要的議題，因而委請綜研所協助研究爐管龜裂之肇因，並尋求可能的解決方案。本計畫首先赴現場蒐集相關資料，依據尺寸圖建立爐管分析模型，接著進行熱應力分析、模態分析及金相分析，試圖找出爐管龜裂之肇因，尋求爐管龜裂的解決方案。

### 2 成果及其應用：

本案的肇因為：1. 起停機的熱應力造成低週疲勞，2. 流體誘發第 3 模態共振造成高週疲勞。最大主應力是由於起停機的熱應力所造成，故應避免經常性的起停機，使其因低週疲勞而產生龜裂。模態應力是由於煙氣流過管路產生振動而引起，使得管路因高週疲勞而產生龜裂，這可在管排的

中間高程處將整排管路連接在一起，使其自然頻率提高，從而避免管路共振的產生。電廠依據綜研所的建議將整排管路連接在一起，經過一次運轉週期後停機檢查，管路不再發生龜裂問題，這證實了我們分析及肇因研判的正確性。



圖 1 補強管路龜裂情形

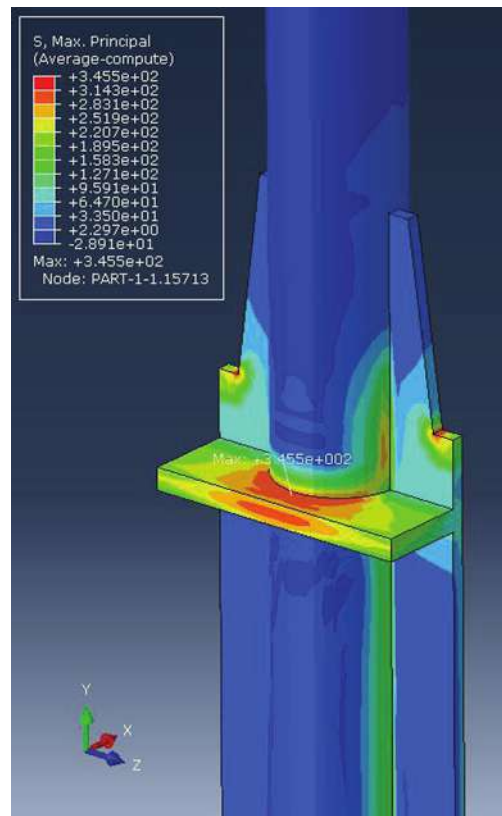


圖 2 補強管路冷機時最大主應力分布

# 中五～中八機 BFPT 第九級動葉片 TIE WIRE 力學分析

## The Stress Analysis of BFPT 9<sup>th</sup> Stage Moving Blade Tire Wire in Taichung Power Station Unit 5~8

### Abstract

The last stage rotating blade of Boiler Feed Pump Turbine (BFPT) in Taichung power station unit #5~8 was broken several times. Especially, the tie-wire is frequently broken. The broken tie wire is repaired by welding and we hopes to evaluate its safety. We collect design information and operation data, measure the geometry of the last stage rotating blade and the rotor, construct the solid model of blade and rotor and then

analyses the model by finite element method. Considering the centrifugal force only, we conduct the stress and modal analysis. Finally, we compare the difference in stress distribution and modal between the normal unit and the repaired unit. The results show that welding repair of the broken tie-wire can restore the original stress state of the last stage. However, the original resonance problem still exists after repairing.

### 1 研究背景、目的、方法：

台中電廠 #5~#8 機 BFPT 共 8 台，由 IMO DELAVAL 公司生產，共有九級葉片，其中第八與第九級葉片因結構鋼性需求，以葉片頂部護環包覆 Tie Wire 方式將整圈 80 片葉片串聯在一起。中八機 BFPT 8-2 在 101 年 8 月發現第九級動葉片 TIE WIRE 有 2 處偏移剪斷情形，送修護處焊補，在 103 年大修時又再發現 2 處新斷裂，而之前送修護處焊補 2 處

之其中一處又再斷裂，電廠為尋求運轉與維護工作之參考依據，故委託本所進行模態與應力分析。針對台中電廠 #5~#8 BFPT 末級動葉片，收集相關設計、運轉資料，進行尺寸量測及實體模型建立，分析在不同轉速下 (5400/6000/6700RPM)，假設 tie wire 斷裂 4 處與斷裂 8 處及其焊補後之情境下，其應力與模態變化，最後提出相關之運轉維護建議給電廠參考。

### 2 成果及其應用：

本機型末級葉片主要的問題是軸向擺動模態的四節線模態接近運轉的四倍頻，可能是主要的共振威脅，其模態應力最大是發生在護環連接處的護環與對應的 tie wire 上，葉根壓力側靠出流端第一級凹槽亦受到較大的模態應力，在 tie wire 斷八處的分析上發現最大模態應力轉移到斷裂處旁的葉根凹槽處，可能增加葉根斷裂風險。無論是 tie wire 部分斷裂或是焊補後皆存在軸向擺動模態的四節線模態接近運轉的四倍頻的問題，如因此共振發生導致的破壞仍可能發生。焊補後可使護環與葉根槽處受力狀態恢復正常

狀態。焊補後 Campbell 圖顯示前兩群模態接近正常狀態，焊補主要會對周向擺動頻率造成影響，焊補導致周向擺動的頻率會微幅上升，焊補的位置越多頻率上升越明顯。tie wire 斷裂焊補是可行的策略，可使機組末級葉片回復到接近正常狀態，但無法改善造成斷裂的根本原因（例如四倍頻共振），同樣的 tie wire 斷裂問題仍可能再出現，如欲根本改善需重新設計末級葉片以及其護環之連接型態調整整級葉片之結構剛性，避開低倍頻的共振帶，方可避免類似的情形再次發生。

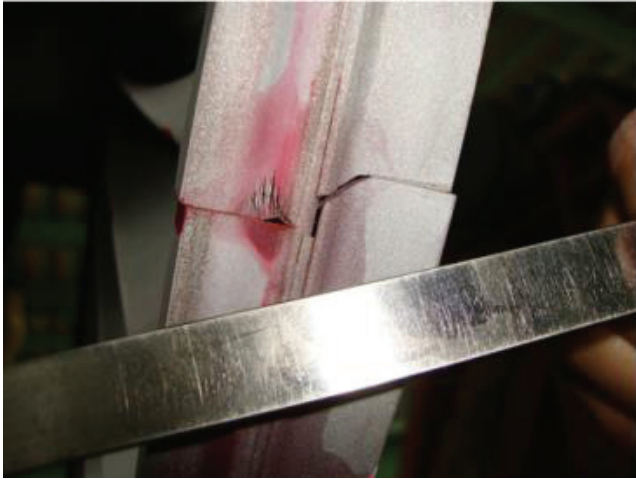


圖 1 末級葉片因 Tie-wire 斷裂往排氣端偏移

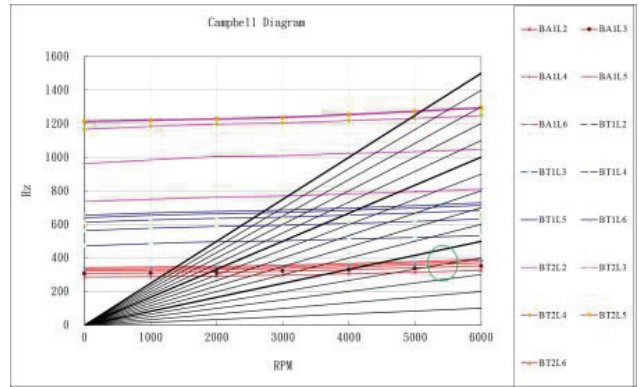


圖 2 軸向擺動模態的四節線模態接近運轉的四倍頻

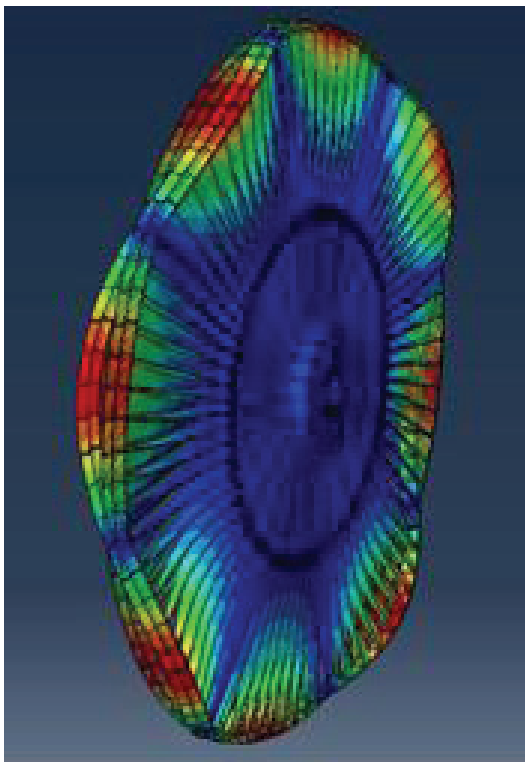


圖 3 軸向擺動模態

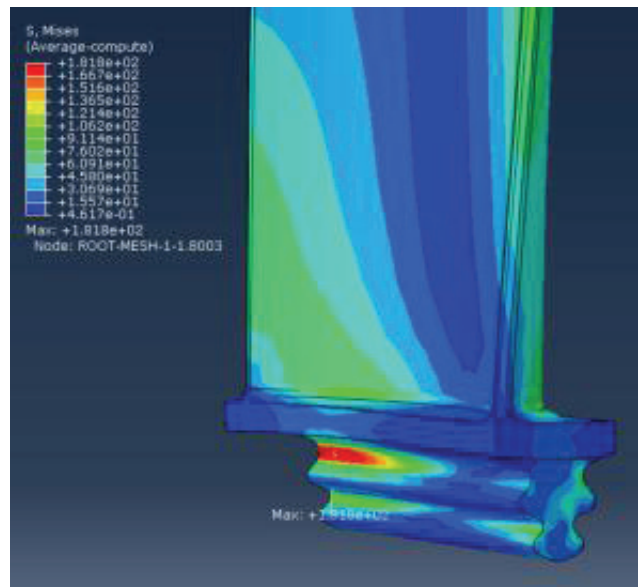


圖 4 軸向擺動模態應力分布圖

研究人員：能源研究室：石振宇、陳瑞麒

# 協和一號機鍋爐振動肇因分析

## Analysis of Boiler Vibration in Hsieh-Ho Power Station Unit 1

### Abstract

The De-NOx systems of Hsieh-Ho Station Unit 1 were renewed in 1999. Since outage in July 2001, sever boiler rumbling has occurred at high loads. This Low-frequency rumbling may have potential impact on operational safety. Limited to high vibration problem, Hsieh-Ho Station Unit 1 could not successfully generate power at full

load and the load has been further reduced below 400MW in recent years. It has a significant impact on summer power supply. We measured vibration signals in the field, perform spectrum analysis and numerical simulation to clarify the causes of excessive boiler vibration and successfully improve the problem by combustion adjustment.

### 1 研究背景、目的、方法：

協一機自 90 年 7 月起，負載大於 470MW 時，鍋爐風箱會產生低頻間歇性高振動現象，造成探火窗氣封管斷裂、油槍驅動器固定螺絲鬆動及風箱鋼板局部變形等現象，有潛在影響運轉安全之疑慮。近年來，發生風箱振動之負載已進一步降低至 400MW，受限於高振動現象，協一機無法順利滿載發電，對於供電調度影

響甚鉅，為釐清鍋爐振動過高之肇因，並尋求改善方案，電廠委請本所進行振動肇因分析與燃調測試等研究，目標找出造成鍋爐振動之原因，並研擬改善對策。主要工作項目將分為：1. 鍋爐相關資料蒐集。2. 鍋爐振動量測分析。3. 建立鍋爐結構模型 4. 鍋爐模態分析。5. 振動肇因探討。

### 2 成果及其應用：

爐膛內部燃燒狀況不佳或是兩側燃氣偏流都會使燃振程度加重。鍋爐的振動頻譜，主要有 3 個振動頻率，分別為 1 Hz、6 Hz 及 31.25 Hz。在 1 Hz 附近發現有許多波峰存在，其中以 1.1Hz 的振幅最大，認為可能是鍋爐隔板的第一扭轉模態所導致，其可能被鍋爐水牆板兩側不平衡的壓力導致的燃氣偏流所引發，隨著調整兩側燃氣壓力的平衡，此頻率的振動反應亦收到良好的改善效果。而 6 Hz 這個振動頻率推測是供油管路系統的壓力脈

動頻率，此一供油的壓力脈動變化也可能導致燃燒中的火焰以此頻率在產生燃氣壓力脈動。至於 31.25Hz 的振動頻率推測可能是由鍋爐外圍風箱結構的自然頻率所產生，會隨著鍋爐主結構的振動改善而大幅減弱。協和一、二號機雖於 108 年底封爐退役，但同樣鍋爐類型的三、四號機仍持續服役，因此本研究的經驗可同步應用在緩解三、四號機高載振動，對夏季尖峰用電提供穩定可靠的保障。



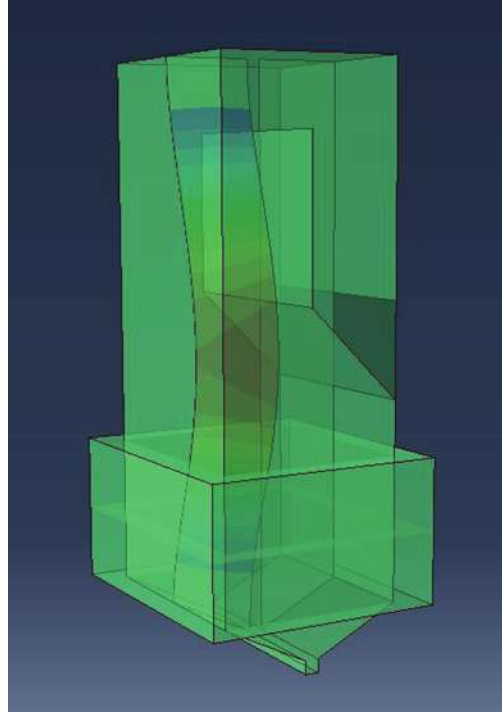


圖 1 鍋爐水牆板振動模態

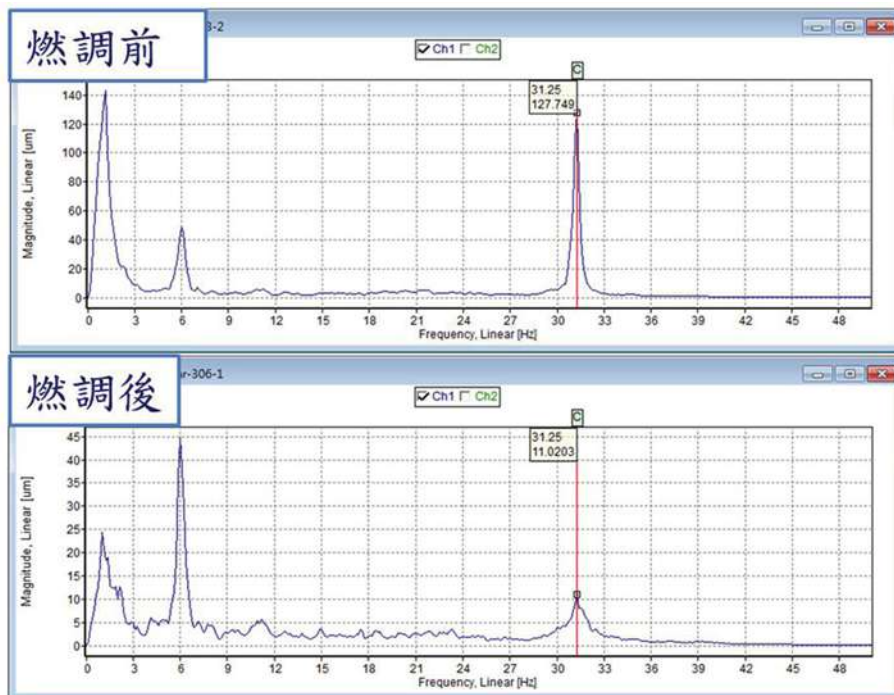


圖 2 燃調前後鍋爐風箱壁量測到的振動值

研究人員：能源研究室：石振宇、陳瑞麒、楊泰然

# 興達電廠二號機鍋爐材料劣化追蹤研究

## Material Degradation Tracing of Shinta Power unit 2 Boiler

### Abstract

The unit 2 boiler of Shinta power plant has been running more than 36 years. Key components of high-temperature and high-pressure section which had been detected widespread degradation during the overhaul in 2015 had been investigated again in 2017. Besides of on-site replication and hardness measurement, work also by laboratory analysis of cutted tube samples. Although the research found no abnormalities of components needed to be repaired immediately, through meticulous evaluation including creep rupture test and sensitization measurement, it has been confirmed sectional tubes of water wall and

final superheater outlet should be replaced. In addition to providing suggestions on both materials maintenance and water quality management in different sections, this research confirmed the correlation between component degradation and the operating temperature and pressure, it is also found that the boiler has existed biased heat flow and post-combustion phenomena which local components have been exposed higher temperature. It is recommended to clarify the relationship with operation control, and consider reviewing and execution of combustion regulation to mitigate degradation of components.

### 1 研究背景、目的、方法：

興達電廠 #2 機鍋爐運轉迄今已逾 36 年，民國 104 年大修時期檢出高溫高壓段組件普遍呈現劣化現象，106 年大修時期續重點追蹤組件劣化程度及其進展，研究方法除現場複製膜取樣、硬度量測等作業外，並分區切管

取樣於實驗室中進行完整分析，其中除包含傳統材質金相、機械性能、組成，及內壁氧化層之結構等分析之外，亦包含如潛變破裂試驗及敏化程度定量等精細評估，作為即時修復或擬定後續維護措施之參考。

### 2 成果及其應用：

確認各區段管件劣化程度，除建議如部份水牆區及末段過熱器出口等區段管件應考量更換之外，亦提供不同區段及材質等管件之維護及水質管理等建議，另依據鍋爐佈置及多重取樣之規劃策略及研究結果，除確立管件劣化狀態與運轉溫度及壓力之關連

性、往後需密集追蹤檢測之重點部位外，發現鍋爐存在運轉時熱流偏頗分佈或延後燃燒致局部組件曝溫過高現象，建議釐清與運轉調控之關連性，並考量檢討進行燃燒調整作業，以減緩組件潛變劣化之進展。

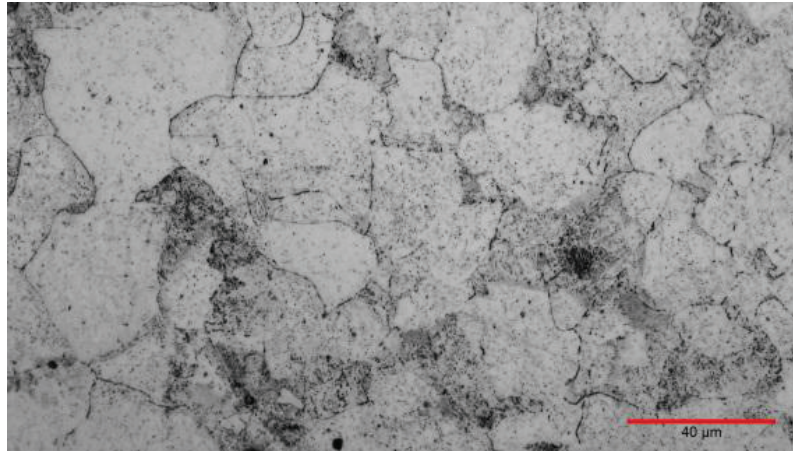


圖 1 爐膛過熱器北起第 1 排西起第 3 支迎氣側 (C2)

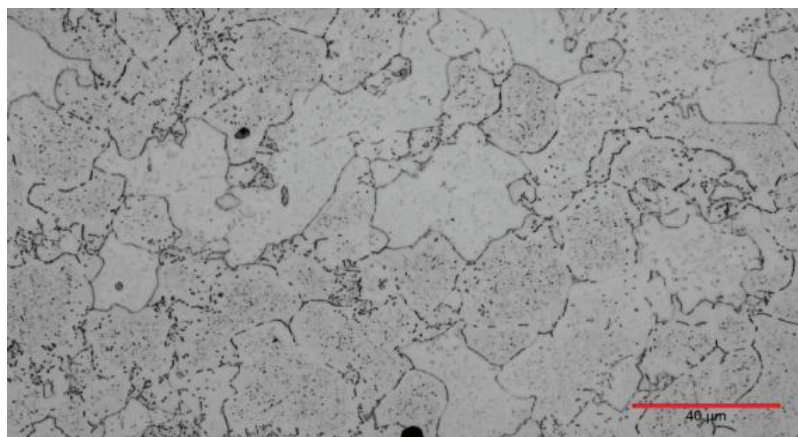


圖 2 末段過熱器出口集管南起第 4 排鰭管 (P2)

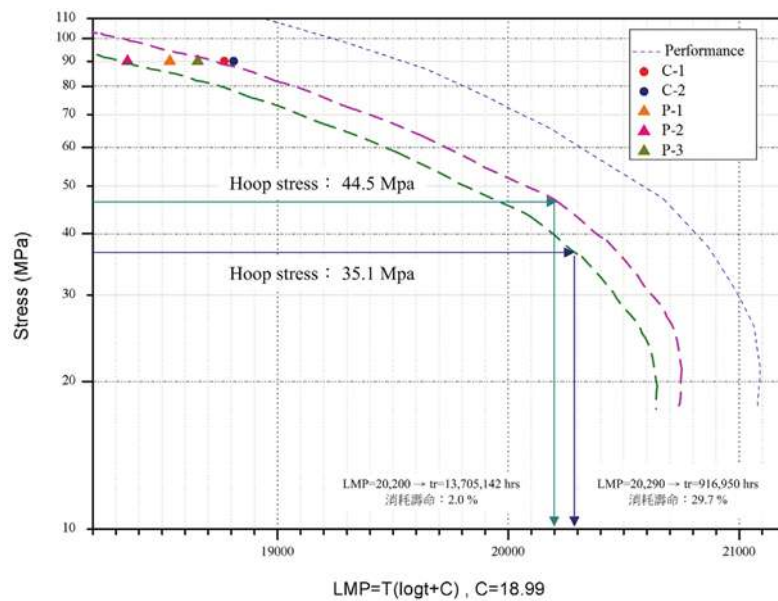


圖 3 取樣 SA213-T22 管件之潛變破裂試驗結果

研究人員：能源研究室：陳燦堂、高全盛、曾千洵、詹勝凱、蘇奎元、楊學文

# 超超臨界燃煤機組附設碳捕獲系統運轉性能 模擬分析研究

A Simulated Study on Operating Performance for Ultra-supercritical Coal-fired Power Plant with Carbon Capture System

## Abstract

To mitigate the spread of global warming, emission of carbon dioxide should be reduced. Most countries in the world have set their goals for CO<sub>2</sub> reduction in different phases. The regulation of greenhouse gases reduction of our country was also approved by legislators in June 2015.

The objective of this research is to develop a model of existing ultra-supercritical coal-fired power plant with carbon capture system to simulate its operating performance under off design conditions. Some parametric studies have been carried out in this research, such as various types of coal, various carbon capture rates, and various regeneration

energy of solvent.

For 90% carbon capture rate, results show that the net power will decrease 27.67% and net efficiency will decrease 11.35% but net heat rate will increase 38.26%. Emission strength of carbon dioxide will be reduced from 828.2 kg CO<sub>2</sub>/MWh to 112.4 kg CO<sub>2</sub>/MWh based on the net power generation. Based on 90% carbon capture rate, as regeneration energy of solvent decreases from 3.489 GJ/t CO<sub>2</sub> to 2.0 GJ/t CO<sub>2</sub>, the net power will increase 8.06% and net efficiency will increase 2.39% but the net heat rate will decrease 7.45%.

## 1 研究背景、目的、方法：

為避免溫室效應持續擴大，各國紛紛訂立不同的減量目標與策略，而我國也業已於 2015 年 6 月立法通過溫減法，藉以規範二氧化碳減量的目標與時程。

燃煤電廠對於穩定供電在未來仍將持續扮演重要的角色，高效率的超超臨界燃煤火力機組較亞臨界機組擁

有更高的效率和更低的汙染排放，是以本研究將建構既有超超臨界燃煤火力機組設置碳捕獲系統之運轉性能模擬模型，並就電廠在不同的碳捕獲率、不同的煤質、不同的二氧化碳捕獲系統之溶劑再生能耗對電廠的運轉性能之影響進行模擬與分析，以作為未來評估引進該技術之參考。

## 2 成果及其應用：

1. 本研究已完成既有超超臨界燃煤火力機組增設 10% ~ 90% 的碳捕獲系統對電廠運轉性能的影響分析，本研究的案例中，不論是淨發電量或是淨效率均將隨碳捕獲率的增加而降低，對於 90% 的碳捕率而言，淨發電量下降幅度約 27.67%，淨效率下降 11.35%，下降幅度約為 27.67%，淨熱耗率上升幅度約 38.26%，淨發電量之二氧化碳排放強度則由 828.2 kg CO<sub>2</sub>/MWh 下降至 112.4 kg CO<sub>2</sub>/MWh。
2. 在 90% 的碳捕獲率的前提下，本研究已完成二氧化碳吸收溶劑之再生能量為 2.0 GJ/t CO<sub>2</sub> ~ 3.489 GJ/

- t CO<sub>2</sub> 對電廠運轉性能的影響分析，不論是淨發電量或是淨效率均將隨二氧化碳吸收溶劑之再生能量的降低而增加，溶劑所需之再生能量，對於機組的出力影響至為明顯，當溶劑再生所需的能量由 3.489 GJ/t CO<sub>2</sub> 下降至 2.0 GJ/t CO<sub>2</sub> 時，淨發電量之上升幅度約 8.06%，淨效率上升約 2.39%，上升幅度約 8.06%，其淨熱耗率之下降幅度約 7.45%。
3. 本研究已完成既有超超臨界燃煤火力機組增設 90% 碳捕獲系統燃用不同煤質之運轉性能分析，未來可將所發展之模型用於其他新購之煤質對於機組運轉性能之分析。

4. 本研究係從機組的熱功性能分析著手，至於抽取蒸汽量之多寡對於汽機及鍋爐與飼水加熱器的影響及碳捕獲系統與 GGH 之

設置空間則未加考慮，未來引用時宜加留意。

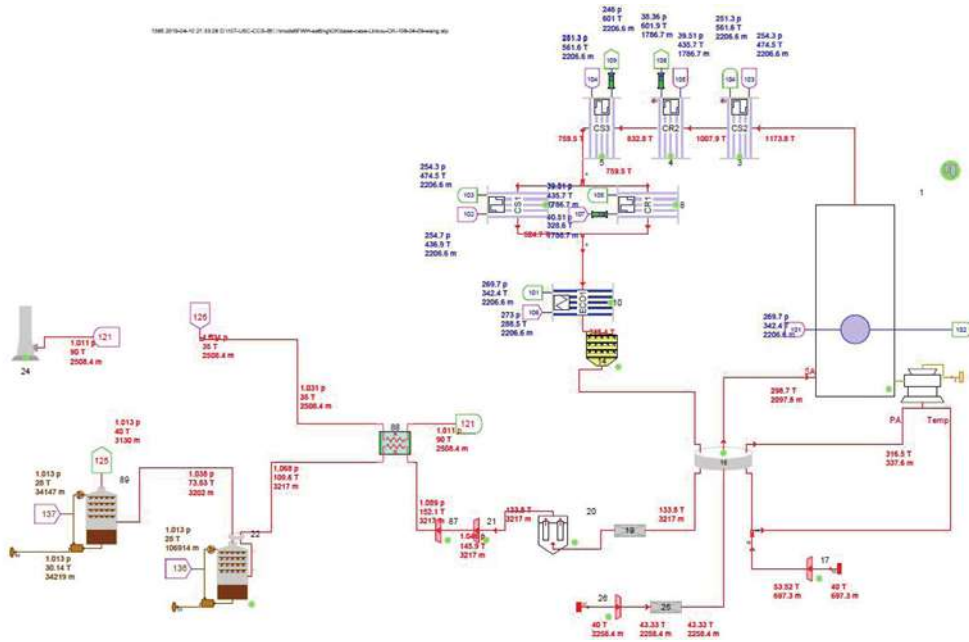


圖 1 ThermoFlex 建構之既有超超臨界燃煤火力機組增設 90% 碳捕獲系統運轉性能模擬之鍋爐系統示意圖

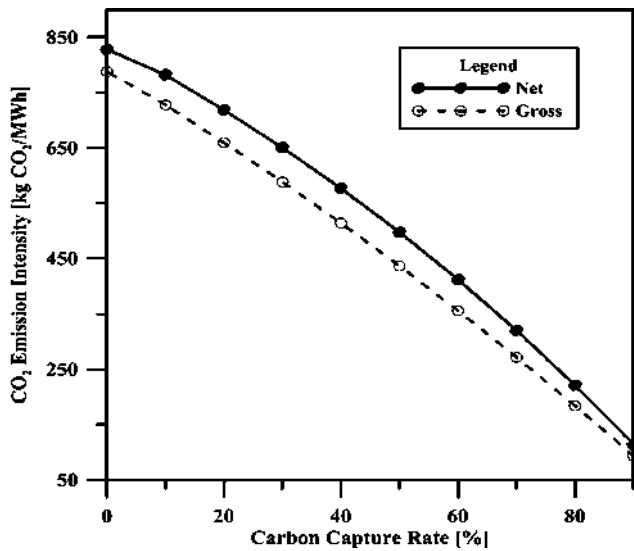


圖 2 既有超超臨界燃煤火力機組增設不同碳捕獲率系統之二氧化碳排放強度圖

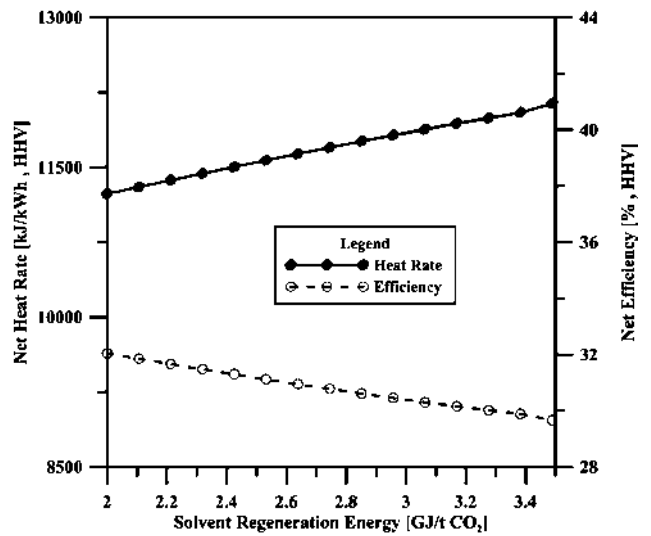


圖 3 既有超超臨界燃煤火力機組增設 90% 碳捕獲率系統在二氧化碳吸收溶劑不同的再生能量之電廠淨效率與淨熱耗率關係圖

研究人員：能源研究室：王派毅、李泰成

# 燃煤鍋爐燃燒流場模擬分析技術建立

## A Study on Simulation of Combustion Flow Field for Pulverized Coal-fired Boiler

### Abstract

In order to comply with environmental protection emission standards, it has become more and more common for Taipower's pulverized coal-fired boilers to do co-firing in recent years. When pulverized coal-fired boilers use coal with low ash melting point for combustion, slagging will be more serious. It will affect unit operation efficiency. To improve this situation, we need to assess the variations such as boiler design, coal quality conditions, and operating parameters. In addition to test burning, simulation tools developed based on physical laws, combustion modes, and numerical calculations are indispensable analysis. It can help us to understand the combustion flow field of the boiler and do further analysis. Similar research have done in the past, however, this plan expects to enhance the computer simulation ability of the pulverized coal-fired boilers. This is because the

increase of computer processing efficiency, changes in boiler operation and coal purchase.

The goal of this research is to enhance the computer simulation ability of combustion flow field simulation technology for pulverized coal-fired boilers. The feasibility of the established combustion model and computational fluid dynamics software is verified by a small test furnace. And then simulate combustion flow field of pulverized coal-fired boiler with different coals. The developed simulation program can be applied to different types of pulverized coal-fired boilers in the future. It will help us shorten the time of test burning and change the parameters of boiler operations. It also can assist us understanding the related problems arising from the combustion of pulverized coal-fired boilers and assist in seeking solutions.

### 1 研究背景、目的、方法：

台灣大部份的能源需仰賴進口，近年來台電公司燃煤機組混燒亞煙煤的情形愈來愈普遍，然而鍋爐在燃燒低灰熔點亞煙煤之煤質時，結渣情形相較之下將更為嚴重，以致於鍋爐出口溫度偏高，影響機組運轉效率，甚至因結渣而導致破管，必須停機檢修。此外鍋爐常發生之結渣可藉由鍋爐之燃燒調校和化學添加劑來加以改善，惟追根究底仍應考慮鍋爐之設計、煤質條件與運轉參數等來加以評估，除電廠實地進行不同煤質之試燒評估

外，亦可基於物理定律、燃燒模型以及數值計算而發展出模擬工具，以縮短試燒之時程及變更試燒參數之評估，為有效掌握燃煤鍋爐燃燒所衍生相關問題的機制並嘗試謀求解決的對策，模擬分析技術乃成為不可或缺之工具，本研究先以小型試驗爐作為燃煤燃燒流場模擬程式之測試，再進行大型燃煤鍋爐燃用不同煤質燃燒流場之模擬分析，該技術之建立有助於未來以燃燒調校和化學添加劑等方式降低鍋爐結渣風險相關研發工作之推展。

### 2 成果及其應用：

1. 建立了燃燒流場模擬之理論模式，包括深入了解燃煤燃燒的過程以及建立燃煤的燃燒模型。
2. 本研究成果開發的燃煤鍋爐燃燒流場之模擬程式是基於物理定律、燃燒模型以及數值計算而發展出的模

擬工具，該模擬分析技術之建立為相當有用之工具，未來針對不同型式的燃煤鍋爐，先進行鍋爐三維幾何構建，模擬程式僅須部分修改即可進行模擬計算，可嘗試應用於本公司未來燃煤鍋爐以燃燒調校和化

學添加劑等方式降低結渣風險相關研發工作之推展，有助於鍋爐之運轉，並可應用於新購煤質的試燒模擬評估。

3. 本研究成果中評估燃煤鍋爐燃燒行為相關

分析的方法，將有助於掌握燃煤鍋爐燃燒所衍生之相關問題的機制，提供謀求解決問題的對策，亦可應用於新購煤質之試燒模擬分析，提供購煤時之參考依據。

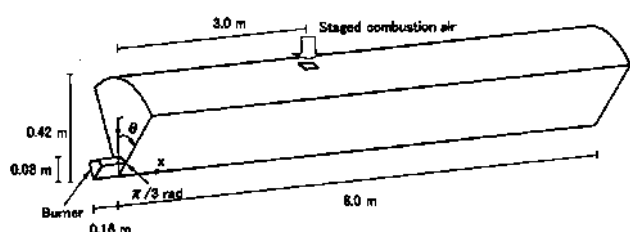


圖 1 小型試驗爐的流場分析區域示意圖

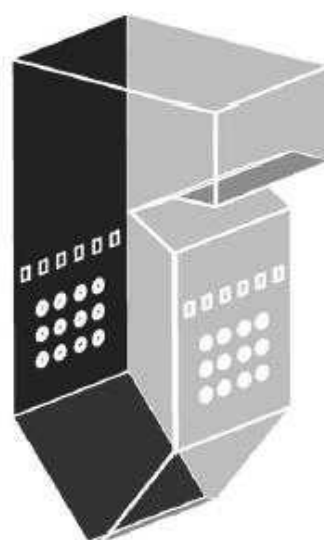


圖 2 大型燃煤鍋爐的流場分析區域示意圖

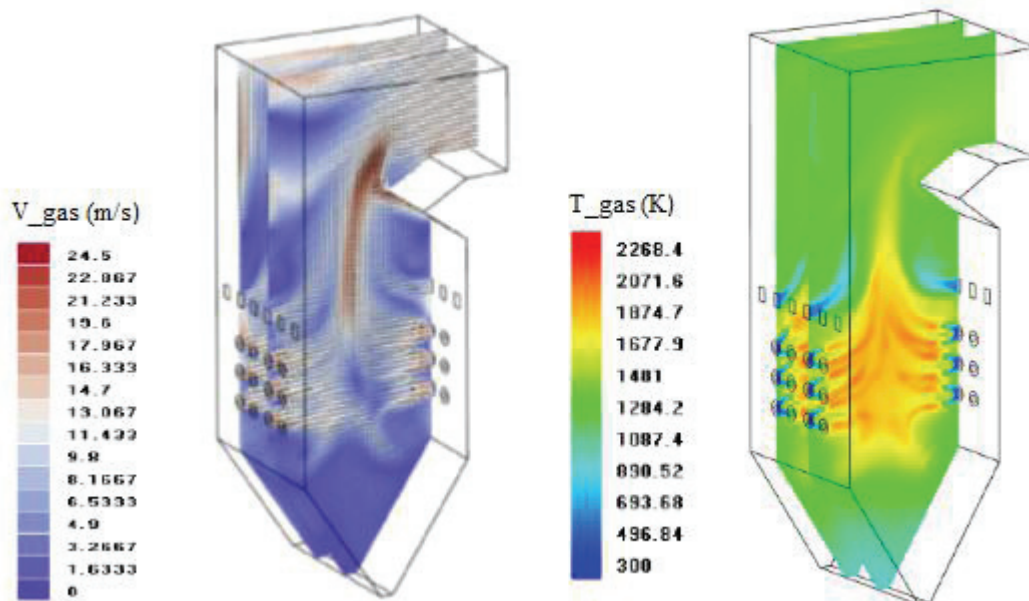


圖 3 大型燃煤鍋爐之爐膛對應燃燒器位置縱剖面圖  
(a) 燃氣之速度向量 (b) 燃氣之溫度分佈

研究人員：能源研究室：李泰成、王派毅、李尚謙

# 改善協一機鍋爐燃燒高振動之燃調測試評估研究

Evaluation and Investigation of Combustion Adjustment Testing for Reducing Furnace Rumbling on Hsieh-Ho Unit 1

## Abstract

The De-NOx systems at Hsieh-Ho Station were installed and completed in 1999. Since July 2001, severe furnace rumbling has occurred at high loads, especially on Unit 1. The station had provided resources to mitigate the problem but rumbling still occurred at times when the loads were over 380MW. In the first half of 2018 rumbling at high loads was reduced with combustion optimization and the causes of rumbling were

identified. A series of combustion adjustments proved that Unit 1 could maintain steady operations at 400MW and the amplitude of furnace rumbling was reduced to 120 $\mu$ m within 20% of the critical values 600 $\mu$ m, and the load can be further increased potentially. After the combustion adjustments Unit 1 released some pressure from the company's power dispatch situation.

## 1 研究背景、目的、方法：

協和發電廠鍋爐自民國 88 年 De-NOx 工程後，於民國 90 年 7 月起在高載運轉時即陸續出現鍋爐燃燒高振動現象，以協一機的狀況較明顯於負載大於 380MW 時會發生鍋爐爐膛高燃振狀況振動峰值超過 600 $\mu$ m。經召開燃調協調會由本所能源室專業研究團隊與協和發電廠各相關組課成員共同成立燃調小組，分工合作展開準備工作與設備勘查，歸納出歷年高燃振的好發背景，依台灣北部氣溫分布狀態規劃分段進行鍋爐燃調；本研究經整合公司內自主燃調優化技術，執行鍋爐系列燃燒調整與測試後，將達成兩項研究目的：改善負載大於 380MW 時爐膛高燃振運轉問題，於夏季尖峰用電緊繃情境下適時減緩電力系統調度壓力，以及釐清多年來引起鍋爐爐膛高負載燃振的主要肇因。

本計畫之研究方法：

1. 各燃燒器的油槍噴嘴（國內自製），經由逆向三維精測技術分析過孔徑與噴角分佈，確認幾何狀況良好；
2. 分析鍋爐風箱內各燃燒器主風門

（Sliding Air Damper）全開開度，經線上施行完成均流調整後已優化燃燒器區燃燒基礎；

3. 以運轉經驗優化調設部分燃燒器（油壓、FDF 偏置及 NOx Port 風門等）設定；
4. 應用專業優化工具（Ultramax）將燃燒器油槍（油溫、噴霧蒸氣差壓等）調設在燃燒優化區；
5. 應用模態分析及振動頻譜的驗證分析，釐清多年來高負載時爐膛高燃振的主要肇因。

經優化燃調後印證於 400MW，可穩定運轉使爐膛燃振峰值調降至 120 $\mu$ m（約為臨界峰值 600 $\mu$ m 的 20% 以內）並且負載仍然有調昇潛力，使原本運轉負載受限問題獲得充份改善後，於 107~108 年夏季尖峰用電緊繃情境下，該機組已適時減緩電力系統調度壓力。計畫內釐清 17 年來引起鍋爐高燃振的肇因，該燃調優化成果可平行推展應用至廠內多部同型鍋爐高燃振問題的防治。

## 2 成果及其應用：

1. 協一機鍋爐經系列優化燃調後（圖 1、圖 2）印證於 400MW 負載，可以穩定運轉使爐膛振動峰值降至臨

界峰值 600 $\mu$ m 的 15%~20% 以內（約 90 $\mu$ m~120 $\mu$ m），並且負載仍然有上調潛力。



- 提出運轉參數影響性分析，對於鍋爐重要運轉指標如爐膛振動峰值、NOx 排放、Opacity 等的各主要影響項目與影響程度，供運轉值班參考。
- 協一機鍋爐爐膛高燃振的主要肇因係源自鍋爐設計因素 (圖 3、圖 4)，使得兩項設備的特定自然頻率容易於高負載時受到引動：(1) 於燃燒器燃燒不佳時引發風箱 (31Hz) 振動，(2) 於兩側燃燒室之間燃氣不平衡時

引發隔板 (1Hz) 振動；此項肇因分析結果可供其他同型鍋爐作為防治爐膛高燃振之重要參考。

協一機原先於接近 380MW 負載時會出現爐膛高燃振的運轉限制，在經過燃調優化之後獲得改善，於於 107~108 年夏季尖峰用電緊繃情境下該機組可以適時減緩公司供電緊繃程度。

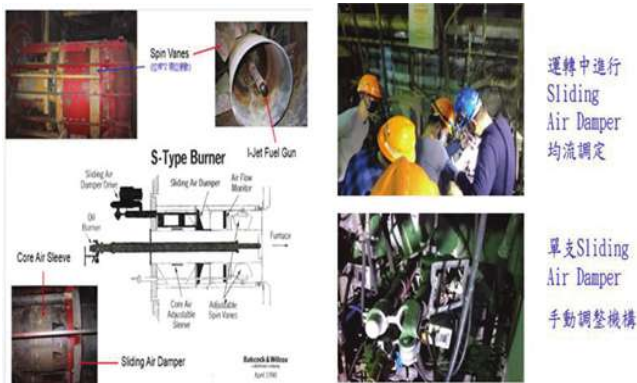


圖 1 燃燒器主風門線上均流調整作業

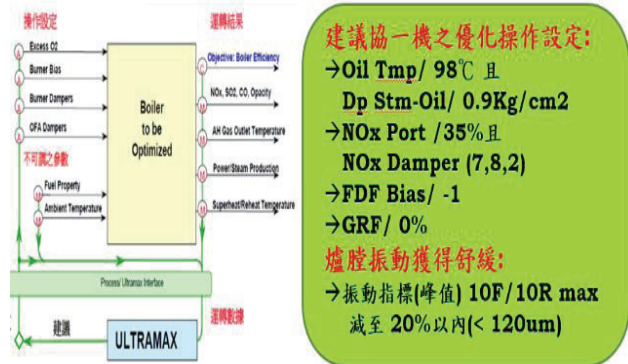


圖 2 優化燃調有效減緩爐膛高燃振

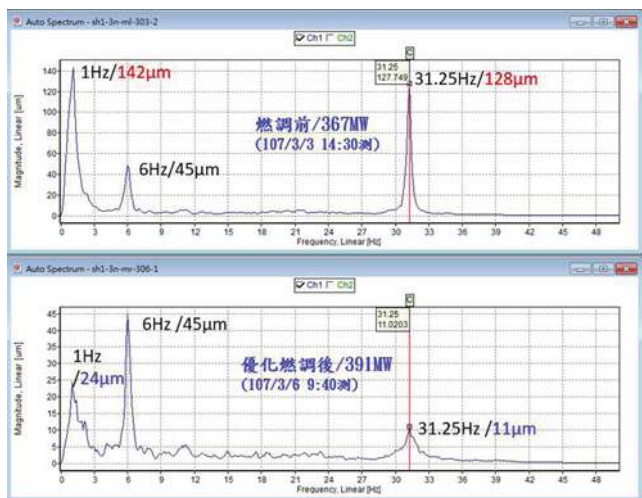


圖 3 優化燃調前後爐膛各自然頻率的變化

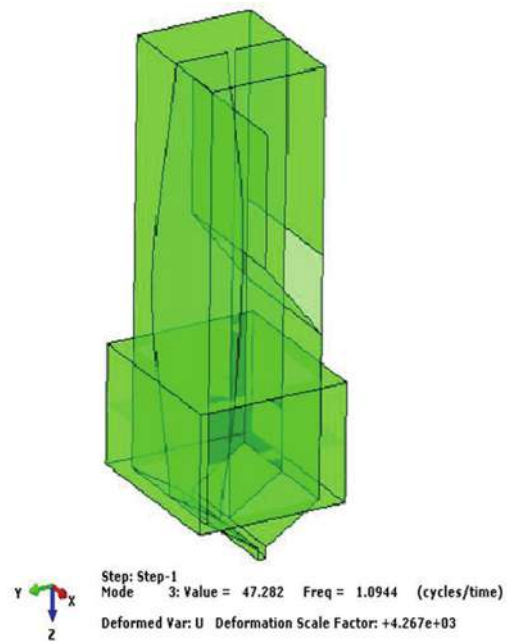


圖 4 爐膛振動分析模型 - 第三模態 (1.1Hz)

研究人員：能源研究室：楊泰然、陳瑞麒、李泰成、王派毅  
協和發電廠：黃森鋼、彭進明、簡大舜、黎昌貴

# 協一機鍋爐燃燒減振運轉即時優化模式之建置與分析

## Configuration and Analysis of a Real-time Optimization Model for Reducing Furnace Rumbling on Hsieh-Ho Unit 1

### Abstract

This plan uses the software (Ultramax,USA) for boiler operation optimization analysis to build a "real-time operation optimization model" in the unit fixed load range of 380MW to 400MW. In the first half of 2018, it successfully assisted Unit 1 to complete the task of optimizing the combustion adjustment and vibration reduction of the boiler; The main improvement results are as follows:

(1) Complete the parameter impact analysis in the optimization model of the boiler of the Unit 1, and clearly analyze the influence of

the five operation input parameters on the operation results such as furnace rumbling, Opacity, NOx, etc. of the boiler.

(2) The built-in real-time operation optimization model allows analysis of various operation dataset and provides the boiler optimization operation setting group in real time. It is expected that it can be applied to the operation of unit 3/4 boilers at Hsieh-Ho Power Plant in the future, which will be of practical help to reducing the high-load furnace rumbling and NOx.

### 1 研究背景、目的、方法：

本研究計畫主要為開發適合協和電廠一號機在高負載運轉狀況下可應用之即時優化系統模式，研究目標為：(1) 建置可供協一機鍋爐使用的爐膛燃燒減振運轉即時優化模式；(2) 應用即時優化模式，使協一機鍋爐爐膛燃振峰值減緩至臨限值以下；(3) 提供鍋爐高負載優化設定組給電廠運轉值班操作參考。

本計畫採行 Sequential Optimization 軟體 ( 簡稱 ULTRAMAX™ ) 為開發工具，發展優化模式以建立協一機鍋爐運轉即時優化系統。主要研究方法，包括有五大項：(1) 蒐集資料及設立軟體工具系統、(2) 研訂鍋爐運轉即時優化策略書、(3) 建置鍋爐運轉即時優化模式、(4) 進行運轉主參數之影響性分析及 (5) 評估優化系統之測試結果。

### 2 成果及其應用：

1. 協一機鍋爐先施行均流調整後，依本計畫配合鍋爐優化模式 (Ultramax™) 為輔助進行系列優化燃調改善 (圖 1)，在燃調減振成效方面已有極佳表現。

2. 計畫內以協一機鍋爐優化模式 (Ultramax™) 來進行參數影響性分析 (圖 2、圖 3)，分析結果顯示 5 項運轉輸入參數對爐膛燃振的影響強度依序排列為：

[油溫 (0.80)> 負載 (0.33)> 差壓 (0.23)> O<sub>2</sub> Trim(0.22)> APH 空氣溫度 (0.11)] 這數值代表，就爐膛高燃

振阻礙鍋爐昇載運轉的問題而言，即使需要面對不可控參數項 (如夏季空氣溫度高又得運轉在高負載) 可能致使爐膛燃振上揚時，我們依然可以藉由適當調控更具影響力的可控參數項 (如油溫、差壓、O<sub>2</sub> Trim 等設定) 來免除高燃振的顯現。

3. 本計畫以鍋爐優化模式 (Ultramax™) 來協助進行系列優化燃調改善，完成協一機日常運轉優化調整，在夏季限電緊急狀況下該機組可以適時擔任公司供電系統救援的重要角色，免除要需量競價買回工業用電權利

則公司每天可能要浪費 7200 萬元，若改用天然氣每天也要約損失 2 千 500 萬元。

4. 依測試結果發覺以 Ultramax™ 所建置的優化模式 (圖 4)，允許我們即時分析各項運轉數據，經由瞭解鍋爐各項操作設定對主要運轉結果 (爐膛燃振、Opacity、NOx)

之影響性，可增進運轉人員對該鍋爐操作之信心，預期可應用於協和電廠三 / 四號機鍋爐運轉操作，對免除高載燃振及 De-NOx 等將有實質助益。

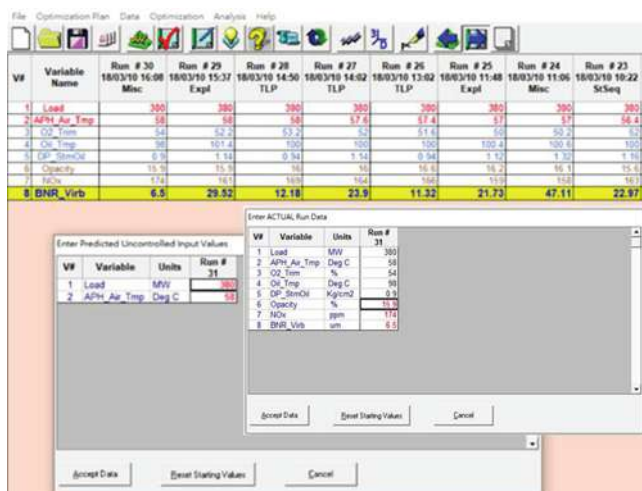


圖 1 運轉優化分析模式 (Ultramax™) 與更新學習

INDIVIDUAL RELATIVE EFFECTS			
Outputs: Var. name	Opacity	NOx	BNR_Virb
Var. #	6	7	8
Activity			Most Act
Signal	63.9%	60.2%	87.6%
R-square	70.6%	67.5%	89.9%
MID	0.5	5	5
Noise	0.22	5.7	9.8
Inputs, Predictors			
1 Load	0.30	0.35	0.33
2 APH_Air_Tmp	0.22	0.60	0.11
3 O2_Trim	0.81	0.03	0.22
4 Oil_Tmp	0.30	0.23	0.80
5 DP_StmOil	0.48	0.25	0.23

圖 2 鍋爐主運轉參數影響性分析

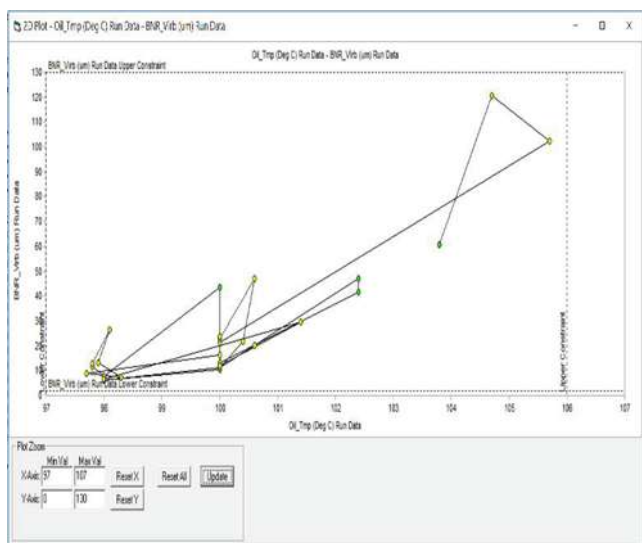


圖 3 油槍油溫 (Oil\_Tmp) 與爐膛燃振關係圖

$$F(X) = C + \text{SUM} \{G(i) * dX(i)\} \text{ for all } i$$

其中,  $F(R) = C$   
 $R$  = Reference vector  
 $X$  = Input vector for What-If prediction  
 $dX = X - R$

#	VARIABLE	UNITS	T	E	REFERENCE R(i)	CONSTANT C	GRADIENT G(i)
						15.826	
1	Load	MW	2	H	380.00		-0.01331
2	APH_Air_Tmp	Deg C	2	H	58.000		-0.02238
3	O2_Trim	%	1	H	54.464		-0.1038
4	Oil_Tmp	Deg C	1	H	100.13		0.05231
5	DP_StmOil	Kg/cm2	1	H	1.0214		-1.422

圖 4 鍋爐爐膛燃振均值的預測模式

研究人員：能源研究室：楊泰然、李泰成

## (一) 化學綜合試驗與環境檢驗

### Abstract

In order to enhance the credibility of experiments, Chemical testing section introduced the Environmental Analysis Laboratories (EAL) management system and the ISO / IEC 17025 laboratory management system. In 1992, "Environmental laboratory" approved by EAL certification. Accredited scope includes 7 items in water, and 7 items in Toxicity characteristic leaching procedure

(TCLP). Also in 2007, "Materials Laboratory" approved by Taiwan Accreditation Foundation (TAF) certification. Accredited scope includes 10 elements in Carbon and Low-Alloy Steel, 7 items in Copper Wires, 9 element in 300 series of Aluminum Alloy, Coating Mass in Hot Galvanized articles, and Mercury content in Coal.

### 摘要：

化檢組配合環保署環境檢驗測定機構認證及 ISO/IEC 17025 實驗室認證的推廣，藉以提升實驗之公信力，環境檢驗室於 81 年獲得環保署環境檢驗測定機構許可證，目前認證範圍包含水質水量檢測類 7 項、事業廢棄物檢測類 7 項。另於 96 年「材料實驗室」通過全國認證基金會 (TAF) 的認證，目前認證範圍包含碳鋼及低合金鋼 10 元素、銅電線 7 項、300 系列鋁矽合金 9 元素、熱浸鍍鋅器材鍍鋅量、煤炭中汞成分。

### 主要試驗內容：

1. 電力系統各類物料 金屬、木材、塑膠、橡膠之製品及防腐劑等之化學成分與物理特性試驗。
2. 各類水質及水處理材料特性分析。
3. 固體廢棄物、毒性化學物質及煙道排放相關之環境污染物分析檢驗。
4. 金屬及工程材料機械特性檢驗。
5. 電力器材金相及破損分析。
6. 特定器材相關標準之制定、審查及定型試驗。
7. 火力電廠燃煤中重金屬成分檢驗。

### 年度業務概述：

化檢組持續以專業技術與新穎試驗設備，辦理本公司各單位所委辦之各種電力器材及環保相關之化學及物理特性試驗，108 年在同仁努力下，完成各單位委託申請件數共 26,646 件。並辦理下列重要業務。

1. 參加環檢所績效評鑑樣品檢測、ERA-RTC 國際實驗室間水質等環境檢測項目能力比對計畫；ASTM-PTP 鋁合金及中鋼公司鋼料成分能力比對計畫，成績良好。
2. 辦理大潭、林口電廠及本所放流水每月水質檢測活動。

3. 辦理燃煤電廠煤灰中主、次要成分、毒性溶出試驗及微量重金屬成分檢測。
4. 辦理電力設備器材製造廠廠商資格定型見證試驗共 10 廠次 73 人天。
5. 電力設備器材中間檢查 20 廠次 23 人天、在廠驗收共 541 人天。
6. 電力設備器材製造廠廠商資格審查、定型試驗及承製能力書面審查共 32 案 66 人天。
7. 辦理發電處委託之「日月潭、霧社、明潭下池、馬鞍壩等水庫水質調查試驗」工作。

8. 辦理本公司火力燃煤電廠燃煤中汞含量調查檢測。

9. 108 年度本組之公司外營業收入共 368.2 萬元。



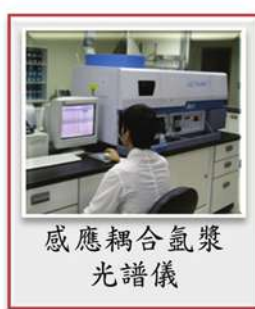
水庫水質監測採樣



電廠放流水水質監測採樣



火花放電式發射光譜儀



感應耦合氫漿光譜儀



氣相層析儀



萬能試驗機

108 年度化檢組工作數量 / 營收統計表

檢驗項目	工作數量	工作人天	檢驗項目	工作數量	工作人天
水質檢驗	2,638	1547.37	銅基材料成分分析	682	77.37
固體廢棄物成分分析	342	156.94	其他重金屬成分分析	6,132	461.13
煤灰成分分析	459	178.46	多氯聯苯檢測	285	21.69
鍋垢成分分析	155	75.16	電解液成分分析	1,566	38.23
木材防腐劑檢驗	0	0	金屬材料物性試驗	965	51.65
塗料特性試驗	76	27.02	塑膠橡膠特性試驗	6,443	351.54
鋼鐵成分分析	845	117.93	鍍鋅材料物性試驗	2,896	112.47
鍍鋅試驗	1,498	30.08	在廠試驗	178	541
鋁基材料成分分析	223	41.32	其他試驗	1,253	144.13
合 計				26,646	4,046.49

## (二) 燃料、油料與氣體試驗

### Abstract

The major test content of Oil and Coal Testing Section is the inspection of fuels such as coal, fuel oil, natural gas, etc., the test of oil products such as insulating oil, lubricants, hydraulic fluid, grease, etc., and analysis of SF6 gas and dissolved gas-in-oil and calibration of gas detectors for electrical power equipment. In addition to ensuring

quality compliance with specifications, these relevant data are further applied in fault diagnosis of electrical power equipment, lubricating oil monitoring and tribological failure detection. And through the utilization of these diagnostic results to improve the efficiency of asset management of Taipower's equipment.

### 業務摘要：

油煤試驗組主要的測試內容為煤、重油、柴油、天然氣等燃料之檢驗，絕緣油、潤滑油、液壓油、油膏等油品之測試以及電力設備用 SF6 氣體測試、氣體偵測設備校驗與絕緣油中氣體分析。相關數據除用以確保品

質符合規範外還進一步應用於電力設備故障診斷分析、機械設備潤滑油監測分析與磨潤故障偵測，並運用相關診斷結果增進台電設備的資產管理效能。

### 年度業務概述：

油煤試驗組 108 年度經常性試驗工作完成量為 53,399 件，純化處理公司各單位回收或事故 SF6 氣體 1,782kg，公司外試驗收入 1,317 萬元。另積極建立各種具優勢性之電力設備試驗、監診、處理技術，以擴大對公司內外服務，提高營運績效。本年度除經常性試驗業務外，完成下列重要工作：

一、開發新技術與技術交流：

1. 108/1/8 油煤實驗室通過 17025:2017 轉版、增列 (8 項煤炭 ISO 試驗方法及 2 項絕緣油電氣試驗方法) 及延展認證。
2. 108/12/27 濕度校正實驗室辦理 17025:2017 轉版及延展認證之現場評鑑，預計於 109 年 3 月可獲認證裁決。
3. 完成「電力變壓器絕緣紙老化新指標研究」、「變電設備油氣試驗診斷系統強化及數據關聯性分析研究」2 項研究計畫，並持續推動「變

壓器 OLTC 油中氣體診斷技術建置及大數據分析之研究」計畫之執行。

4. 4/8 ~ 15 李立棋參加美國都寶工程公司國際年會，研討主題包括變壓器、絕緣材料老化診斷及故障案例及實驗室參訪等。
5. 5/21、5/30 李安平組長擔任 2019 年化學暨游離輻射領域實驗室主管在職訓練「實驗室轉版經驗分享」講師。
6. 6/25 童耀宗課長擔任明潭電廠 GIS GCB 內檢維護工作訓練「SF6 相關量測技術介紹」課程講師。
7. 8/14 李立棋擔任第 60 期電機運轉修護養成班 (一) 「變壓器油氣分析及送檢方式」課程講師。
8. 11/14 李立棋擔任 108 年度第 1 期大型變壓器維護保養班「油中氣體分析及實例」課程講師。
9. 11/19 李立棋參加 2019 東亞電力技術研討會，並發表本組對變壓器絕緣紙老化新指標 - 甲醇之研究成果。

## 二、天然氣查核試驗服務：

1. 大潭電廠天然氣線上熱量計每週準確性查核，108 年全年 52 次，年平均差異為 0 kcal/m<sup>3</sup>，合約期間 (100/4/19 至 109/01/20) 共查核 453 次，平均差異為 1.5 kcal/m<sup>3</sup>。
2. 108/8 起執行燃料處 107-116 年「興達、南部、大林、通霄等電廠發電用天然氣買賣契約」之品質檢測業務。

## 三、電力變壓器與充油電纜故障診斷業務：

1. 電力變壓器與充油電纜油中氣體分析，發現異常立刻通知運轉單位，預防事故發生。
2. 及時提供相關單位電力變壓器故障診斷訊息，替公司節省大量維護費用。
3. 建立客戶端閱覽平台，以視覺化方式提供委試客戶所轄設備及送試狀況。

4. 參與異常變壓器鑑定，提供故障原因分析，使運轉單位便於擬訂維修與防治對策。
5. 協助南科 E/S 三台 33kV 電抗器及龍崎 E/S #2A Tr T 相主變以活線濾油機進行除水作業，解決油中含水量偏高及耐壓偏低問題。

## 四、潤滑油監測與機械潤滑故障診斷業務：

提供液壓油、冷凍油、齒輪油、潤滑脂等機械潤滑診斷，為公司內外服務，發現機械潤滑異常，或油質異常，提醒運轉單位及早處理，避免機器設備故障，成效良好。

- 五、實驗室品質查證：參加澳洲 BMA 燃煤、德國 DCC 煤炭、ASTM 絕緣油、ASTM 油中氣體與糠醛等各項國際能力試驗，結果均能符合試驗品質要求。



變壓器油中氣體分析



煤炭工業分析



絕緣油界面張力分析

## 108 年度油煤試驗組分項工作數量統計 (單位：件)

### 油煤組分項工作數量統計 (單位：件)

燃煤試驗	9,607	油中氣體分析	8,541
潤滑油試驗	3,125	糠醛、甲醇及聚合度分析	1,523
絕緣油試驗	9,139	SF6 成分與分解氣體分析	71
燃料油試驗	445	電氣設備氣體分析	3,654
油膏試驗	59	維護試驗氣體分析	16,373
油料水分計及比重計校驗	38	水分、純度等檢測設備校正	732
天然氣試驗	92	合計	53,399

### 變壓器油中氣體分析與故障診斷統計 (單位：台)

	發電單位		供電單位 (E/S & D/S)	配電單位 (S/S)	其他	合計
	核能	水、火力				
1. 件數	100	715	2168	950	539	4472
2. 變壓器台數	56	468	1641	806	373	3344
3. 須注意台數	0	9	51	15	21	96
4. 異常台數	0	2	5	1	6	14
5. 須注意所佔比例 %	0	1.92	3.11	1.86	5.63	2.87
6. 異常所佔比例 %	0.00	0.43	0.30	0.12	1.61	0.42

## (三) 高電壓試驗

### Abstract

The core business of high-voltage testing section includes: (1) Testing of power equipment, including transformer, arrester, fuse, and switchgear, (2) Inspection of testing power equipment for civil use, including transformer and switchgear, (3) AC dielectric withstand test for power cable,

(4) Measurement of  $\tan\delta$  for power cable, (5) Measurement of partial discharge and diagnosis, (6) Calibration service for high voltage measuring system in Taiwan, (7) Periodical maintenance of 15kV power cable in power plant, (8) Test of insulating gloves and operating rods.

### 摘要：

高壓試驗組核心業務包括 (1) 電力器材試驗，包含變壓器、避雷器、熔絲與配電盤、(2) 辦理經濟部能源局授權之民間電力器材檢驗，包含變壓器與配電盤、(3) 電力電纜施作交流耐壓竣工試驗、(4) 電力電纜之絕緣劣

化  $\tan\delta$  量測、(5) 部分放電檢測服務、(6) 國內重電廠家之高電壓試驗系統校驗、(7) 各發電廠內 15 kV 級廠內用電等 EPR 絕緣材質電纜定期維護試驗、(8) 絕緣手套與操作棒之試驗。

### 年度業務概述：

1. 電力器材試驗：本組「高電壓試驗室」有 ISO 17025(2017) 認證，認證範圍有：衝擊電流、衝擊電壓、交直流耐電壓、配電變壓器特性、溫升試驗、功率因數與電阻係數、3kA 以下保護熔絲熔斷時間 - 電流試驗、配電盤特性等試驗，本組會同材料處及業務處辦理本公司採購之配電變壓器、避雷器、懸垂礙子、熔絲鏈、電力熔絲及各項配電器材之定型試驗與驗收試驗，也為民間廠商提供服務。
2. 經濟部能源局認可之「高壓用電設備檢驗機構」：屋內線路裝置規則第 401 條規範之 600V 以上「避雷器」、「電力及配電變壓器」、「熔絲」、「氣體絕緣開關設備」、「斷路器」及「高壓配電盤」等六項電力設備，均可在本組高電壓試驗室進行「特性試驗」、「型式試驗」或「出廠試驗」，若製造商因故無法至本組試驗，本組可至製造商試

- 驗場所進行「特性試驗」、「型式試驗」或「出廠試驗」之監督試驗。
3. 配合本公司各施工單位及各民營電機工程新建之電力電纜施作交流耐壓竣工試驗。
4. 配電級 25 kV 電力電纜之絕緣劣化功率因數 (Dissipation Factor) 量測。
5. 部分放電檢測服務：對台電各單位之電力電纜與其接頭提供部分放電檢測服務。
6. 辦理業務處之「不斷電旁路電纜」及各發電廠內 15 kV 級廠內用電等 EPR 絕緣材質電纜定期維護試驗，本組 VLF 檢測系統亦發揮相當功效。
7. 執行台電各單位與國內重電製造廠家之高電壓試驗系統校驗。
8. 新業務之推動：
  - (1) 建立配電電力器材短路試驗室。
  - (2) 量測電力品質並解決電力品質之問題。
  - (3) 申請依照 IEC 60060-2(2010)



與 IEEE 4(2013) 執行高電壓校正（包含直流、交流與衝擊電壓）的 ISO 17025(2017) 認證。

9. 建置「高壓大容量短路試驗室」。



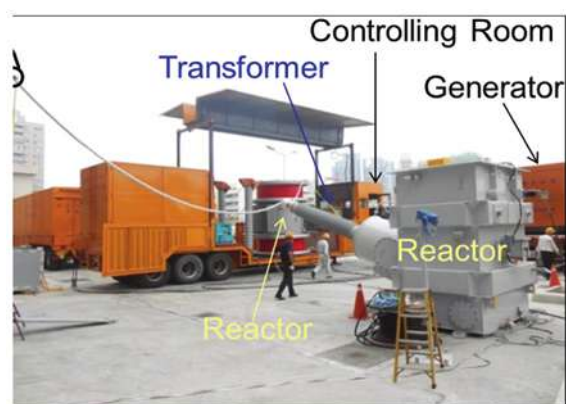
配電變壓器溫升試驗



高電壓校正實驗室



配電盤實驗室



電力電纜交流耐壓竣工試驗

108 年度工作實績：

部 門	工作數量 ( 件 )	對外收入 ( 仟元 )	營收 ( 仟元 )
電力器材課	4,947	4,711	34,402
高壓技術課	1,973	10,050	27,710
運轉維護課	2,443	3,849	38,970
合 計	9,363	18,610	101,082

## (四) 電度表、變比器及相關計量與保護設備試驗

### Abstract

The electricity meters and instrument transformers are the bill measuring devices of Taipower company. The major works of Electricity Metering Section are performance tests, including the electricity meters and instrument transformers standard calibration, periodical test, acceptance test and type test. The quality of tests is a matter of great concern to income of Taipower company.

the expected objectives are all successfully reached in the year of 2019. Actively participate in AMI (Advanced metering infrastructure) system of taipower build the technical discussion and planning, in accordance with the schedule finished the high-voltage communication upgrade and Established all low-voltage communication test platform.

### 摘要：

電度表、變比器為本公司營運電費計量元件，相關修校試驗為本組的主要業務，包括電度表與變比器之標準校正、定期試驗、驗收試驗及定型試驗，其品質攸關公司的收益甚巨，因而工作中持續的改善測試能力及測試技術與方法之開發，以提昇測試可

靠度及品質，108 年度內各項預期目標均順利達成。配合及積極參與本公司 AMI(智慧電表基礎建設)建置各項技術研討及規畫，並依期程完成高壓通信升級及低壓通信測試平台建置，如期完成各項驗收及性能試驗工作。

### 年度業務概述：

1. 協助國內製造廠家完成高低壓電子式電表定型特性及技術服務試驗共 567 具。
2. 完成北市等營業區處試驗台共計 144 台試驗設備校正，標準表校正試驗 142 具。
3. 完成各營業區處裝用中電子式電度表性能試驗共計 278 具，異常裝用 1 件。
4. 派員至大電力研試中心會同糾紛電表試驗共 325 具。
5. 完成發變電所電度表校驗計有 199(廠/所)。
6. 裝用中用戶現場 ONLIE 試驗設備功能更新及擴展發變電所試驗業務。
7. 會同辦理各廠家電子式電表及變比器定型試驗、穩定性試驗、中間檢查及複評。
8. 因應公司強韌計畫，參與電表 1000 小時老化試驗之評鑑程序規劃及準確度管控。
9. 參加本公司低壓 AMI 建置計畫採購小組、評鑑小組及專案小組各項會議，訂定高低壓 AMI 系統各項技術、試驗及驗收事宜。
10. 電度修校發現 OO 區處 08080476 電子式電表裝用異常，電流小信號插頭細銅線短路。
11. 國家通信傳播委員會 NCC 參訪本所通信模組評鑑，並提示專用頻段使用需注意事項。
12. 配合區處電度表用表需求，108 年度電度表校修試驗量實績為 10.9 萬具達成預定目標。
13. 參與研究發展提出電子式電表加速始動及潛動試驗方法，供未來設備採購植入功能。
14. 配電處邀請參與 108 年度高壓電表裝設班開課訓練，講解電度表裝設注意要點。
15. 完成本組電能校正實驗室 (0850) 申請全國認證基金會 TAF 實驗室

107 年度延展評鑑。

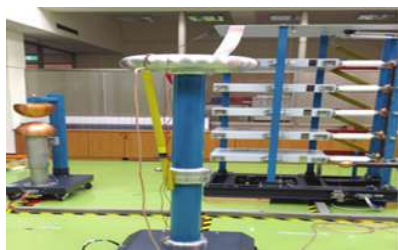
16. 歷年首次派員參與東亞電力研討會，會中發表 AMI 建置技術與模組化電表現況。
17. 申請國家實驗室量測稽核 ( 國家實驗室 ) 與相同領域之實驗室間之能力比對。
18. 提送標檢局草 - 制 1080481 「電力計量設備 (AC) 特別要求 第 21 部：靜態有效電力計 ( 等級 1 與等級 2) 」國家標準草案審查修正意見書，並派員參與討論制定。
19. 完成配電處委託變頻冷氣之電表功率消耗計量及性能影響送出試驗報告。
20. 至新竹工研院參加本所與工研院年度 MOU 策略聯盟智慧電網技術研發討論會。
21. 沙國部長聯席會 / 資深顧問 Saleh Al-Awaji 參訪，派員簡報低壓 AMI 測試平台。
22. 泰國大都會電力局派員至本公司實習，簡報說明 AMI 現況、歷史電表與測試平台。
23. 標檢局 7 組及台中分局長來訪，簡報電表

裝用異常案例及電表定型試驗事宜討論。

24. 總經理視察本所低壓 AMI 通信測試平台試驗功能，簡報及展示 AMI 建置現況。
25. 變比器試驗中發現規格不符及接線異常共 16 案，如 E/S 161 kV GIS T 相斷路器投入不確實、D/S 23 kV GIS 短路開關由端子盒附載側引線，與圖面不符、S/S 23 kV GIS 短路開關 X5 之 2X 和 3X 互錯接及 P/S 23KVMOF-CT T 相 X2 X3 互錯接等。
26. 完成台綜院委託各廠家比壓器及電機比流器定型試驗報告審查，共 6 件。
27. 協同高壓組完成台綜院委託 401 條款延展評鑑共 9 件。



低壓 AMI 自動試驗電表設備 低壓 AMI 通信試驗平台



衝擊電壓試驗設備



民國 3 年製電度表



電度表裝用中試驗

108 年度工作實績統計表：

部門	工作項目	本年度實績				
		工作數量			工作人天	營收 (千元)
		目標值	實際值	差異 (%)		
電表校驗課	電力用戶校修、發電廠計量設備校修及變電所計量設備校修	100,000	107,790	7.8	3081.6	139,854
特種校驗課	標準校正、特性驗收、定型試驗、設備校正及其他	3,530	3,619	2.5	2016.0	33,147
變比器課	發變電所完工試驗、特性驗收、定型試驗及其他各類委託試驗	15,400	16,621	7.9	2501.0	45,087
合計		103,500	118,930	7.6	7598.6	218,088

## (五) 儀器校驗、檢修、電驛維修與電量標準維持

### Abstract

1. To establish and maintain TAF standards of electrical quantity.
2. Testing of I.E.D. and protective relay system in power plants and distribution stations.
3. Period calibration of QC instrument and acceptance tests for newly purchased measurement equipments.
4. Tests and maintenance of electrical measurement instruments.
5. Testing of control instrument and SCADA.
6. Period calibration of monitoring devices at substations.
7. High Voltage Insulating Tester calibration and maintain.

### 摘要：

1. TAF 電量標準之建立與維持。
2. 各發電所智慧型保護裝置及電驛試驗。
3. 各事業部新購儀器之特性試驗及品管儀器之定期校驗。
4. 各種精密級電子儀器之檢修與維護。
5. 儀控及電力監控系統試驗。
6. 運轉指示用儀表定期現場校驗。
7. 高壓試驗儀器及測定器之校驗及檢修。

### 年度業務概述：

1. 本年度儀器組完成各類儀器、電驛、磁場計、噪音計等校修，共計 27196 件。
2. 配合本公司既有申請 ISO 系列驗證通過之各單位，完成相關電量測量測儀表之檢驗與試驗用儀器設備的定期校正。
3. 執行各單位工程竣工各式儀表、轉換器、多功能電表等試驗。
4. 發電廠及變電所運轉電力監控系統儀表轉換器等定期或大修之現場校驗。
5. 磁力磁場計校正服務，提供符合 IEEE Std 644-1994 之規定。
6. 發電廠及變電所之智慧型保護電驛特性驗收試驗及定期試驗。
7. 建立並維持本公司電量校正標準並追溯國家及國際標準，目前已建置電量校正實驗室，並自行建立完整之自校系統項目包括：
  - (1) 直流電壓、(2) 直流電流、(3) 交流電壓、(4) 交流電流、(5) 電阻等五大類標準校正系統。
8. 完成工安環保領域之特殊儀器，如磁場、噪音計、照度計等定期品管校驗。
9. 物理量儀器如紅外線輻射測溫槍、熱電偶功能校正器、密度計 ( 恆溫壓力計 ) 之校驗及自動電壓調整器 (AVR) 試驗。
10. 試驗器類及各類型攜帶型儀表校驗。
11. 高壓儀器類之校驗：高壓絕緣測定器、絕緣測定器、油耐壓試驗器、高壓相序計 ( 檢電棒 )、交直流高壓表、直流高壓試驗器、交流高壓試驗器、高壓 ( 避雷器 ) 洩漏電流測試器、高壓真空測試器、油耐壓試驗器校正器。



大潭發電廠 5 號機大修電氣儀表校驗



發輸配電系統保護電驛維護試驗實況



電驛試驗器 Doble F2253 校正



主變壓器溫度開關試驗實況

108 年度工作實績：

部門類別	儀器校驗	儀器修理	精密儀器	電驛維修	現場出差校修	電驛數量
	數量	數量	數量	數量	儀器數量	
核能發電廠	838	15	61	0	0	0
火力發電廠	149	18	2	1	3907	5261
水力發電廠	133	9	8	0	804	26
供電區營運處	661	10	166	2	5056	0
區營業處	3257	31	303	0	3213	592
工程處	137	3	26	0	826	770
其他單位	65	0	7	0	0	0
廠商委託	170	0	18	2	22	0
綜合研究所	217	9	395	6	0	0
合計	5627	95	986	11	13828	6649

## (六) 電力設備試驗

### Abstract

The task of Power Apparatus Testing Section is to assist Taipower and other companies with executing the new build electric Commissioning test, put-in service electric test, and maintenance electric test to assure the quality in compliance with

specification. The under test apparatus includes Generators, Transformers, Circuit Breakers and Transmission line, etc. Test items include insulation, voltage withstand, partial discharge, winding sweep frequency response and dielectric frequency response test, etc.

### 摘要：

電力設備試驗組配合本公司及公、民營各工程、發電、供電、業務系統等單位，執行各項電力設備裝置竣工、加入系統前之各項絕緣、特性試驗及運轉後之定期維護試驗，促使

各電力設備達到符合品質規範要求，確保系統供電安全。電力設備有發電機、變壓器、斷路器、輸電線等，測試項目則有絕緣、耐壓、部份放電、繞組頻率響應，介質頻率響應等。

### 年度業務概述：

1. 執行公司內外發變電所電力設備(發電機、變壓器、開關設備等)電氣維護試驗。
2. 執行公司內外發變電所電力設備(發電機、變壓器、開關設備等)電氣完工試驗。
3. 執行水力電廠發電機組調速機、水輪機效率等機械特性試驗。
4. 執行發變電所電力設備(變壓器、開關設備等)加入系統前試驗，包含短路電流、交流遞升加壓及對相等試驗項目。
5. 執行發變電所電力設備(發電機、變壓器、開關設備等)部份放電試驗。
6. 執行發變電所電力設備(發電機、變壓器、開關設備、線路等)紅外線、紫外線量測。
7. 執行輸電線路(架空線、電纜等)加入系統前試驗，含線路常數及對相等試驗項目。
8. 執行發變電所接地網大地電阻係數、接地電阻等試驗。
9. 協助執行電力變壓器、開關設備等電力設備出廠查驗。
10. 協助執行電力設備故障調查試驗。
11. 協助加入系統試驗操作程序書審查及支援參與電廠電力設備採購規範草擬。
12. 年度特殊或重要事件參與：
  - (1) 協助核二廠 2 號機 EOC-25 大修工作，機組順利併聯發電及滿載運轉。(108.6)
  - (2) 支援明潭電廠 3660GCB 於併聯時閃絡造成 #4 機全停電，復電前相關設備檢測。(108.6)
  - (3) 執行石門電廠雙機運轉調速機試驗，確認單一鋼管下模擬兩機運轉最佳模式。(108.9)
  - (4) 支援台中電廠中七機同步儀角度錯誤問題解決，找出接線錯誤後順利併入系統。(108.10)
  - (5) 參與「板橋一次變電所」更新工程，變電所設備多，共投入檢測人力約 126 人天。(108.11)
  - (6) 執行台澎 161kV 海纜線路常數測試，海纜全長 58.8 公里。(108.11)
  - (7) 協助執行民間玉里太平渠小水力電廠水輪機效率試驗，容量 80kW，設計水頭 6.7M。(108.11)
  - (8) 支援花蓮區處 345kV 和平~冬山白線 MOF 絕緣測試。(108.12)
13. 持續新試驗技術開發：

- (1) 引進電磁干擾劣化偵測技術 (EMI Survey)，藉由 EMI/RFI 能量頻譜掃描，於活電下施做非侵入性設備缺陷量測，藉建立個別頻譜模型及例行性追蹤，提供營運單位設備維護評估及作為異常優先處理之依據。
- (2) 持續推廣掃頻響應分析 (Sweep Frequency Response Analysis, SFRA) 及絕緣頻率響應 (Dielectric Frequency Response, DFR) 等技術應用，除提供變壓器繞組構造變形量或移位等資訊，另藉由絕緣頻率響應量測介電常數對頻

率的變化，提供紙中含水量化學量測方法以外之一種電氣量測參考。

- (3) 變壓器有載切換器 (OLTC) 動態電阻及動態特性量測，用於研判切換器接點磨損程度，及提供切換器操作機構動作過程資訊。
- (4) 持續加強超音波、高低壓電纜頭感測器、設備外殼接地線、內建 UHF 感測器等量測技術，綜合研判線上電力設備部分放電的狀況。



大觀一廠 GIS 測試 (108.05)



板新 P/S 69kV 電抗器測試 (108.08)



大潭 G/S 盤面紅外線檢測 (108.10)



冬山 E/S 線路 MOF 測試 (108.12)

108 年度電力設備試驗組工作數量 / 營收統計表

部門	工作數量 (件)	標準人天	工作人天	對外收入 (仟元)	營收 (仟元)
絕緣試驗課	8,157	2,421	924	1,817	48,081
特種試驗課	2,067	707	485	1,646	18,569
機械試驗課	2,323	965	726	771	19,877
系統試驗課	1,174	1,513	573	6,522	31,463
合計	13,721	5,606	2,708	10,756	117,990

## (一) 專利申請

類別	專利證號	專利名稱	單位	專利權期間	年費有效日期
發明	I323152	複合式極低頻磁場屏蔽材料之比例搭配方法	綜合研究所	99/04/01~114/4/7	110/03/11
發明	I404943	電力相位檢測設備、方法及電腦程式產品	綜合研究所	102/08/10~118/6/17	111/08/10
發明	I409220	苯胺基官能基固著矽膠固體吸收劑之製備方法	綜合研究所	102/09/21~119/12/07	109/09/20
發明	I411192	電力保護系統及方法	綜合研究所	102/10/01~120/5/3	113/09/30
發明	I424878	以胺基吸收劑製造具多孔穿透性固態基材之方法	綜合研究所	103/02/01~119/07/08	110/01/31
發明	I464418	高壓饋線電力相別檢測方法、系統及裝置	綜合研究所	103/12/11~121/10/29	109/12/10
發明	I550521	電子標籤裝置	綜合研究所	105/9/21~124/1/27	111/09/20
發明	I558050	鐵磁共振抑制裝置	供電處	105/11/11~124/8/18	111/11/10
發明	I587222	基於類神經網路之水庫水位預測系統及方法	綜合研究所	106/06/01~125/6/28	109/06/10
發明	I431287	礙子狀態監測方法	綜合研究所	103/03/21~120/10/27	114/03/20
發明	I598217	飛灰塑木複合材之製造方法	綜合研究所	106/09/11~124/10/12	109/09/10
發明	I607341	用於網路實體隔離之單向傳輸系統與方法	資訊處	106/12/01~124/11/11	109/11/30
發明	I618016	水庫水位之預測顯示系統及方法	綜合研究所	107/03/11~125/07/04	110/03/10
發明	I624444	利用飛灰產製天目釉陶瓷品之方法	綜合研究所	107/05/21~125/09/05	109/5/20
發明	I623890	由多個類神經網路組成的發電量預測系統與其方法	綜合研究所	107/05/11~126/07/03	110/05/10
發明	I627420	電力測試系統	供電處	107/06/21~125/09/06	117/06/20
發明	I639940	利用圖磚技術的設備圖資顯示方法及系統	綜合研究所	107/11/01~126/06/05	110/10/31
發明	I662423	風力發電之預測顯示系統及方法	綜合研究所	108/06/11~126/02/05	111/06/10
發明	I672662	區域太陽能發電狀況預測方法與裝置	綜合研究所	108/9/21~127/06/20	111/09/20
新型	M363198	螺旋藻立體化光合反應器	綜合研究所	98/08/21~108/04/02	108/08/20
新型	M423313	太陽光電發電基準系統	綜合研究所	101/02/21~110/10/12	110/10/12
新型	M438810	微藻類養殖系統	綜合研究所	101/10/11-111/05/23	109/10/10
新型	M453199	耐高溫無線射頻辨識標籤盒	綜合研究所	102/05/11~111/12/13	109/05/10
新型	M481981	由再生能源供電之閃化蒸汽水份回收系統	綜合研究所	103/07/11~113/03/09	109/07/10
新型	M494367	電力設備維護管理系統	高屏供電區營運處	104/01/21~113/04/14	110/01/20
新型	M505022	電業水處理雲端管理系統	綜合研究所	104/07/11~114/04/16	109/07/10
新型	M509469	智慧電網混合式通訊系統	綜合研究所	104/09/21~114/05/27	110/09/20
新型	M527582	電力設備圖資系統	綜合研究所	105/08/21~115/04/21	111/08/20



新型	M528488	電業水資源管理支援系統	綜合研究所	105/09/11~115/05/22	109/09/10
新型	M524969	地下電纜線路侵入防範預警系統	供電處	105/07/10~118/08/18	109/06/30
新型	M545310	深地層處置之需求管理系統	綜合研究所	106/07/11~116/04/26	109/07/10
新型	M555581	高阻抗故障自動偵測裝置及偵測模組	綜合研究所	107/02/11~116/08/01	110/02/10
新型	M560020	螺栓缺陷檢測裝置	核發處	107/05/11~117/01/18	110/05/10
新型	M568871	含煤灰水泥固化物之地層結構	綜合研究所	107/10/21~117/07/31	109/10/20
新型	M562311	採用煤灰水泥固化物基底層之道路結構	綜合研究所	107/06/21~117/02/25	109/06/20
新型	M561679	水中有機汙染物處理裝置	綜合研究所	107/06/11~117/02/25	109/06/10
新型	M586270	電廠排煙脫硫廢水回收系統	綜合研究所	108/11/11~118/06/03	110/11/10
設計	D185791	水庫水位預測顯示之圖形化使用者介面	綜合研究所	106/10/01~117/06/20	109/09/30
設計	D187419	太陽光電預測系統介面	綜合研究所	106/12/21~118/05/18	109/12/20

## (二) 發表之論文

題目	作者	部門	刊物或研討會名稱	發表日期
應用逆向工程技術於風力機葉片修復	Jiin-Rong Cheng, Chris Chen	Taiwan Power Research Institute, Atech Composites Co., Ltd., Horizon Group.	Wind Energy Science Conference (WESC) 2019.	108.6
二氧化碳固態吸附劑改質性能研究	莊宗諭、沈威辰、黃雅苓 張孟淳、黃鐘、楊明偉	化學與環境研究室	台電工程月刊	108.5
電廠固體副產物資源化利用於全鈳氧化還原液流電池電解液研究	張書維、吳成有； 劉茂煌	化學與環境研究室； 輔仁大學化學系	台電工程月刊	108.5
電廠難處理廢水零排放處理可行性評估	曹志明、傅弼豐、 吳俊賢	化學與環境研究室	台電工程月刊	108.5
海洋牧場之溫排水道箱網養殖可行性研究	陳璽年、曹志明、 劉擎華、陳存仁、 陳道智、許登華	化學與環境研究室 國立臺灣海洋大學 台電林口發電廠	台電工程月刊	108.5
風力機葉片修護評估技術	鄭錦榮、黃心豪	化學與環境研究室 臺大工程科學及海洋 工程學系	台電工程月刊	108.5
永安濕地水深與水鳥群集之棲地經營管理研究	洪健恆	化學與環境研究室	台電工程月刊	108.5
人工智慧 AI 變壓器運轉維護之應用	鄭駿騰	高壓研究室	中國電機工程學會 電工通訊	108.3
火力電廠 SCR 脫硝觸媒性能檢測與品質管理	曾志富 <sup>1</sup> 、郭麗雯 <sup>1</sup> 、 朱志忠 <sup>2</sup> 、謝智林 <sup>2</sup>	<sup>1</sup> 化學與環境研究室 <sup>2</sup> 興達發電廠	台電工程月刊	108.5
煙氣降溫減少石膏法生水用量評估	傅弼豐、曹志明、 吳俊賢	化學與環境研究室	台電工程月刊	108.5
環保型木橫擔替代材料開發研究	張益彰、吳成有	化學與環境研究室	台電工程月刊	108.5
二氧化碳吸收溶劑再生能耗與技術探討	張孟淳、莊宗諭、楊明偉 陳寶祺	化學與環境研究室 龍華科技大學化學工 程學系	台電工程月刊	108.5
高飛灰摻量打底混凝土	邱智勇 <sup>1</sup> 許深博 <sup>2</sup> 陳泰安 <sup>3</sup>	<sup>1</sup> 化學與環境研究室 <sup>2</sup> 台灣西卡股份有限公 司 <sup>3</sup> 財團法人臺灣營建 研究院	混凝土科技	108.4
燃煤發電廠二氧化碳捕集與封存之研究現況	張孟淳 <sup>1</sup> 、黃鐘 <sup>1</sup> 、莊宗諭 <sup>1</sup> 、 楊明偉 <sup>1</sup> 、黃雅苓 <sup>1</sup> 、 沈威辰 <sup>1</sup> 、黃連通 <sup>2</sup> 、 楊萬慧 <sup>2</sup> 、黃宣維 <sup>2</sup>	<sup>1</sup> 綜合研究所化學與 環境研究室 <sup>2</sup> 營建處	中華民國地質學會 108年年會暨學術討 論會 (2019TGA)	108.5
英國與日本電業自由化後之發展趨勢	朱漢農、楊新全	負載管理研究室	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9
即時電價方案精進與潛力用戶特性之探討	楊新全、黃秉偉	負載管理研究室	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9
電力即點 APP 之用戶參與研析	賈方霈、楊新全	負載管理研究室	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9

需量競價鋼鐵業抑低用電特性分析	楊新全、黃秉偉、 陳玉芬	負載管理研究室	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9
日本負電力交易市場對於 我國需量反應的啟發	楊新全、王玟菁	負載管理研究室	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9
邏輯斯迴歸模型運用在需 量反應參與意願預測之研 究	楊新全、王金墩	負載管理研究室	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9
需量反應用戶用電特性調 查分析	楊新全	負載管理研究室	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9
基於物聯網之地下電纜熱 容量動態評估系統	朱彥錚 <sup>1</sup> 、祁廣皓 <sup>1</sup> 、 楊景耀 <sup>1</sup> 、許翠珊 <sup>1</sup> 、 江昭皓 <sup>1</sup> 黃德輝 <sup>2</sup> 簡士恩 <sup>3</sup>	<sup>1</sup> 國立臺灣大學生物 產業機電工程學系 <sup>2</sup> 台灣電力公司供電 處 <sup>3</sup> 台灣電力公司綜合 研究所高壓研究室	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9
船舶自動識別系統應用於 臺澎海纜預警維護平台開 發	吳立成 <sup>1</sup> 、簡士恩 <sup>1</sup> 謝憲坤 <sup>2</sup> 、李明學 <sup>2</sup>	<sup>1</sup> 台灣電力公司綜合 研究所高壓研究室 <sup>2</sup> 台灣電力公司嘉南 供電區營運處	中華民國第四十屆 電力工程研討會	108.9
燃煤鍋爐末段過熱器破損 肇因研判	陳燦堂、高全盛、曾千 洧、詹勝凱、楊學文、 蘇奎元	台灣電力公司綜合研 究所能源研究室	108 年防蝕工程年 會暨論文發表會	108.8
排煙脫硫廢水處理技術探 討	傅弼豐、吳俊賢、 曹志明	化學與環境研究室	108 年度環保化學 營運會議	108.7
電廠鍋爐過熱器彎管破損 肇因分析	曾千洧、高全盛、 陳燦堂	能源室研究室	EPRI-123HiMAT International Conference on Advances in High Temperature Materials	108.10
鎳基合金塗層模擬地熱酸 液腐蝕分析	陳燦堂 <sup>1</sup> 、高全盛 <sup>1</sup> 呂春福 <sup>2</sup> 李伯亨 <sup>3</sup> 王家瓚 <sup>4</sup>	<sup>1</sup> 台灣電力公司綜合 研究所能源研究室 <sup>2</sup> 工業技術研究院材 料與化工研究所 <sup>3</sup> 工業技術研究院綠 能與環境研究所 <sup>4</sup> 安泰威科技有限公司	108 年防蝕工程年 會暨論文發表會	108.8
鍋爐管清洗之溶銅除銹研 究	程憲威 <sup>1</sup> 林品彥 <sup>2</sup> 、林景崎 <sup>2</sup> 、 曾耀田 <sup>2</sup> 陳燦堂 <sup>3</sup>	<sup>1</sup> 國立中央大學機械 工程研究所 <sup>2</sup> 國立中央大學材料 科學與工程研究所 <sup>3</sup> 台灣電力公司綜合 研究所能源室研究室	108 年防蝕工程年 會暨論文發表會	108.8
Carbon Capture and Storage promotion in Taiwan.	Chung Huang <sup>1</sup> , Joey Lu <sup>2</sup>	<sup>1</sup> Taiwan Power Company <sup>2</sup> Taiwan CCSU Association	2019 CO <sub>2</sub> GeoNet Open Forum	108.5

## 四、研發活動

T92 對 304H 合金異種銲件之碳遷移研究與防治研究所	黃玄根 <sup>1</sup> 、高全盛 <sup>1,2</sup> 薛人愷 <sup>1</sup> 、林芮仔 <sup>1</sup>	<sup>1</sup> 國立台灣大學材料科學與工程學系暨研究所 <sup>2</sup> 台灣電力股份有限公司綜合研能源室研究室	2019 中國材料科學學會年會	108.11
超臨界鍋爐之 T91 對 304H 合金異種銲件之碳遷移研究	黃建元 <sup>1</sup> 、高全盛 <sup>1,2</sup> 林芮仔 <sup>1</sup> 、薛人愷 <sup>1</sup>	<sup>1</sup> 國立台灣大學材料科學與工程學系暨研究所 <sup>2</sup> 台灣電力股份有限公司綜合研能源室研究室	2019 中國材料科學學會年會	108.11
低溫 SCR 脫硝觸媒研製與模廠測試	曾志富 <sup>1</sup> 、李宗諭 <sup>2</sup> 、 洪嘉圻 <sup>3</sup> 、林國璋 <sup>3</sup> 、 郭麗雯 <sup>1</sup> 、白曠綾 <sup>2</sup>	<sup>1</sup> 化學與環境研究室、 <sup>2</sup> 交通大學環工所、 <sup>3</sup> 大潭發電廠	108 年綠色技術與工程實務研討會 (經濟部工業局)	108.11
永安濕地水深與水鳥群集之棲地經營管理研究	洪健恆	化學與環境研究室	2020「第 31 屆動物行為與生態學研討會」	109.01
Development of geothermal energy in Taiwan Power Company	Chung Huang	化學與環境研究室	2019 東亞電力技術研討會	108.11
儲能電池於台電綜研所微型電網之建置與應用	張書維	化學與環境研究室	第 31 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會	108.11
綠能與海洋牧場之整合研究：台電公司之初期經驗分享	陳璽年	化學與環境研究室	2019 東亞電力技術研討會	108.11
船舶自動識別系統應用於臺澎海纜預警維護平台開發	簡士恩	高壓研究室	第 31 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會	108.11

## (三) 技術服務

序號	服務項目	服務對象
1	金門 PUM 監測系統地方饋線新增監測點之建置	塔山發電廠
2	離島地區太陽能發電案件_併聯蘭嶼發電廠之 QF03 蘭恩饋線 11.4kV 系統衝擊分析	台東區營業處
3	離島地區太陽能發電案件_併聯蘭嶼發電廠之 QF01 紅線頭 11.4kV 系統衝擊分析	台東區營業處
4	協和發電廠 #3 機 #4 機電力品質監測	協和發電廠
5	台澎纜加入系統後,澎湖地區再生能源之高頻卸載設定方式	供電處
6	塔山 #9#10 機加入運轉後之 SPS 更新	塔山發電廠
7	大甲溪發電廠轄區下游分廠(天輪、馬鞍、社寮、后里)各場所電廠及磁場量測分析	大甲溪發電廠
8	全台小水力發電計畫-石圳聯通管小水力廠址併聯石門電廠 11.4kV 系統衝擊分析	電源開發處
9	太麻 D/S 加裝 STATCOM 或併聯電抗器分析	台東區營業處
10	太麻 D/S 之 22.8kV 饋線可併聯最大再生能源容量分析	台東區營業處
11	全台小水力發電計畫-天輪壩一小水力發電計畫併聯 220V/380V 系統衝擊分析	電源開發處
12	全台小水力發電計畫-士林攔河堰生態放流量小水力廠址併聯 220V/380V 系統衝擊分析	電源開發處
13	全台小水力發電計畫-馬鞍後池一小水力發電計畫併聯 11.4kV 系統衝擊分析	電源開發處
14	全台小水力發電計畫-石圳聯通管小水力廠址併聯石門電廠 11.4kV 系統衝擊分析	營建處
15	大金門機組運轉模式研究規劃	塔山發電廠
16	馬祖珠山分廠增建機組衝擊與分析	協和發電廠
17	協助電經室整理研究計畫中虛擬電廠之 PSS/E 所需資料	電力經濟與社會研究室
18	全台小水力發電計畫-集集南岸三小水力場址併聯既有 11.4kV 配電線路系統衝擊分析	營建處
19	全台小水力發電計畫-集集南岸新建段九號跌水小水力廠址併聯名間 S/S11.4kV 系統衝擊分析	營建處
20	集集南岸四小水力廠址併聯既有 11.4kV 配電線路系統衝擊分析	營建處
21	全台小水力發電計畫-集集南岸沉砂池跌水小水力廠址併聯名間 S/S 11.4kV 系統衝擊分析	營建處
22	全台小水力發電計畫-集集南岸新建段十一號跌水小水力廠址併聯名間 S/S 11.4kV 系統衝擊分析	營建處
23	馬祖珠山分廠增建 4 部單機容量 2000kW 之柴油機組系統衝擊分析	協和發電廠
24	大潭電廠 ST4 斷路器併解聯操作之動作量測分析	大潭發電廠
25	智慧型電子裝置測試	禾興有限公司
26	#1、#2 機 GIL 部份放電測試(108 年第 2 次試驗)	第三核能發電廠
27	1080130 智慧型電子裝置測試	聯笙電業股份有限公司
28	1080130 大潭發電廠 ST6 發電機中性點電壓長期追蹤量測	大潭發電廠
29	1080312 智慧型電子裝置測試	西門子股份有限公司
30	閉鎖電驛測試	達佳樂有限公司
31	1080319 智慧型電子裝置測試	艾波比股份有限公司
32	大潭電廠直流電路系統量測	珩順電子有限公司
33	#1、#2 機 GIL 部份放電測試(108 年第 3 次試驗)	第三核能發電廠

#### 四、研發活動

34	大林電廠直流電路系統量測	大林發電廠
35	彰光電廠 Inverter 併聯輸出電壓及電流量測	華城電機股份有限公司
36	1080611 智慧型電子裝置測試	聯笙電業股份有限公司
37	大潭電廠 ST3 斷路器併解聯操作之動作量測分析	大潭發電廠
38	#1、#2 機 GIL 部份放電測試 (108 年第 4 次試驗)	第三核能發電廠
39	興達 4 號機直流電路系統量測	興達發電廠
40	地下四路自動線路開關過電流電驛測試	萬力達電業有限公司
41	保生白線 ~ 觀音榮成 D/S 之 161kV 系統負載變化量測	大潭發電廠
42	南屏變電所直流系統暫態量測	高屏供電區營運處
43	1081014 地下四路開關電驛測試	傑克電機股份有限公司
44	#1、#2 機 GIL 部份放電測試 (109 年第 1 次試驗)	第三核能發電廠
45	瀾力 E/S 直流系統暫態量測	高屏供電區營運處
46	樹林所區電動載具導入 IEC 61850 可行性研析	化學與環境研究室
47	樹林所區綠能生態園區導入 IEC 國際標準可行性研析	化學與環境研究室
48	345kV 再生能源導入 IEC 61850 資訊模型	電力調度處
49	再生能源所需監控資料轉換 IEC 61850 資料模型研析	配電處
50	PV 案場導入 IEC 61850 並與「IEC 61850 XMPP 雲端平台」介接	配電處
51	鵲山變電站 (金門配電調度副控中心) 展示說明及現場講解	金門區營業處
52	塔山智慧電廠後端網頁系統展示說明及現場講解	塔山發電廠
53	利用無線行動通訊進行偏遠地區自動讀表可行性評估	配電處
54	花蓮 #76、#77 輸電鐵塔廣域邊坡變位驗證	營建處
55	1080308-FTU 增設再生能源併聯配電饋線網路功能試驗 (定型)	祥正電機股份有限公司
56	1080319-FTU 增設再生能源併聯配電饋線網路功能試驗 (例行性)	祥正電機股份有限公司
57	FTU 增設再生能源併聯配電饋線網路功能試驗 (例行性)	健格科技股份有限公司
58	M-3425A 發電機保護電驛測試	大潭發電廠
59	SIEMENS 7UT87 保護電驛測試	興達發電廠
60	通霄電廠震盪現象動態模擬分析	電力調度處
61	萬大發電廠機組擺動現象現場量測及動態模擬分析	萬大發電廠
62	協和電廠廢水處理廠硫酸儲存槽壁厚減薄安全評估	協和發電廠
63	108 年西門子氣渦輪機葉片再生製程技術使用權移轉	電力修護處
64	108 年真空、大氣電漿噴鍍設備等與廠房租用及技術指導	電力修護處
65	通霄發電廠 4 號 5 號機 CWP 葉輪模型重建及鍍修工作	通霄發電廠
66	興達 GT4 號機 IGV 葉片新製工作	興達發電廠
67	IN718 雷射披覆製作及高溫機械性質測試服務	國立台北科技大學
68	林口電廠 2 號機汽機高壓中壓轉子初始金相複製膜及硬度取樣	林口發電廠
69	中九機主汽機 LPA 葉片頂部仿型鍍補工作	台中發電廠
70	中九中十機冷機啟動 MS-27 閘閥閘桿鍍修	台中發電廠
71	IN718 雷射披覆製作及高溫機械性質測試服務	國家中山科學研究院
72	台中電廠氣渦輪機 #2 機 1~3 級葉輪鳩尾槽噴鍍再生	台中發電廠
73	豐德電力 GT 空壓動葉第一級動葉斷裂面之微成分及形貌分析	森霸電力股份有限公司
74	塔山電廠高壓泵及麒麟分廠缸頭螺栓測試	塔山發電廠
75	興二機汽機 LP-2 L-1 葉片與護環研製及金相複製膜追蹤檢查	興達發電廠
76	通霄電廠 GT6-2 空壓段 #9~#14 級靜葉片及間隔塊之修復與研製	通霄發電廠
77	大林發電廠循環水泵動葉輪及頂蓋修復與塗層噴塗	大林發電廠
78	台中電廠 #8 機鍋爐 ACR 鹼洗後洗淨成效及殘留洗劑評估	台中發電廠
79	林口電廠廠用水緩蝕劑組成及對於管件金屬之腐蝕性評估	林口發電廠

80	興達電廠 #2 機鍋爐 2 次過熱器出口段迴彎管破損原因分析	興達發電廠
81	興達電廠 #2 機鍋爐底灰斗水封板破損原因分析	興達發電廠
82	南部電廠 #3-1 機 SH2 進口集管側彎管壁厚測量及管件狀態評估	南部發電廠
83	興 4 機鍋爐集管老化評估	興達發電廠
84	興達電廠 #4 機鍋爐水牆管化學洗淨需要性及管材劣化狀態評估	興達發電廠
85	林二機省煤器管與水牆管結垢行為與劣化狀態診斷	林口發電廠
86	台中電廠二號機鍋爐爐管高、低溫再熱器氧化膜成分分析	台中發電廠
87	台中電廠一號機鍋爐爐管取樣金相、化學成分及機械性質分析	台中發電廠
88	台中電廠二號機鍋爐爐管取樣金相、化學成分及機械性質分析	台中發電廠
89	台中電廠四號機鍋爐爐管取樣金相、化學成分及機械性質分析	台中發電廠
90	台中電廠二號機鍋爐爐管取樣金相、化學成分及機械性質分析	台中發電廠
91	台中電廠 #4 機鍋爐末段過熱器出口管段破損原因分析	台中發電廠
92	大潭 HP BFP 平頭軸承鑑定	大潭發電廠
93	興 4 機二次過熱器破管原因鑑定	興達發電廠
94	協和電廠 #4 機鍋爐水牆管材質狀態評估	協和發電廠
95	台中電廠 #1 機鍋爐低溫再熱器管破損原因分析	台中發電廠
96	台灣電力(股)公司林口火力發電廠內螺紋管評估	廣承企業行
97	中五機二次過熱器管破管分析	台中發電廠
98	通霄電廠 #6-2 熱回收鍋爐高壓過熱器性能評估	通霄發電廠
99	大潭 #3-2 高壓隔離閥前管線內壁與閥盤異常探討	大潭發電廠
100	108 豐德廠 BLOCK-2 熱回收鍋爐管性能評估	森霸電力股份有限公司
101	林口電廠投標廠用水緩蝕劑組成及對於碳鋼材質腐蝕性評估	林口發電廠
102	南部火力發電廠 #4 機 2SH、2RH 出口段管件內壁氧化層測量及管件狀態評估	南部發電廠
103	台中電廠 #1 機鍋爐低溫再熱器管件狀態評估	台中發電廠
104	大潭高壓飼水泵止推環硬化特性評估	大潭發電廠
105	興達電廠 #1 機鍋爐省煤器洩水管破損分析	興達發電廠
106	興達四號機鍋爐管材質潛變破壞評估	興達發電廠
107	通霄鍋爐閥桿等零件之特性評估	通霄發電廠
108	大潭熱回收鍋爐 #6-1 低壓省煤器 U 型管破損分析	大潭發電廠
109	大潭熱回收鍋爐隔板與 L 型角鐵特性分析	大潭發電廠
110	興汽 #1~4 機冷凝器防蝕系統改善	興達發電廠
111	陰極防蝕電極加速壽命評估及安裝調校	捷翰科技有限公司
112	新桃福海並聯電抗器事故材料分析	新桃供電區營運處
113	中供 69kV 草湖 ~ 芳苑紅線導線斷裂事故材料分析	台中供電區營運處
114	彰濱發電廠儲能電池單元系統測試協助及技術諮詢	星能電力公司
115	中供 161kV 天輪 ~ 健民南線 #50~#49 架空地線斷裂事故破損分析	台中供電區營運處
116	新桃福海 #2 電抗器 GIL 粉末分析	台中供電區營運處
117	161kV 中火 ~ 海尾線 #1~#2 架空地線斷落事故材料破損分析	台中供電區營運處
118	碳捕集及封存之科普資料建置服務	環境保護處
119	離岸風力發電計畫第一期之三維地質模型建立	營建處
120	林一機第三層 SCR 觸媒性質分析	林口發電廠
121	通霄 #1 機第一次取樣 SCR 觸媒活性分析	通霄發電廠
122	煤灰高壓磚成品製作提供	台中發電廠
123	林口底灰基本物化性分析及研磨後活性試驗	林口發電廠
124	飛灰中空水泥板性能評估	營建處

## 四、研發活動

125	台中電廠新建燃氣機組計畫土壤 TPH 檢測分析	核能火力發電工程處
126	興達電廠燃氣機組更新改建計畫用地土壤 TPH 檢測分析	核能火力發電工程處
127	林三機第一次取樣 SCR 觸媒性質分析	林口發電廠
128	大潭 #5~6 機增設 SCR 之新觸媒性能分析	大潭發電廠
129	利澤 D/S 161kV 匯流排電壓閃爍量測分析	台北供電區營運處
130	龍威風機 (#30、#48、#56) 電力品質量測分析	龍威風力發電股份有限公司
131	安威風機 (#A01-2、#A02) 電力品質量測分析	安威風力發電股份有限公司
132	清風風機 (#22) 電力品質量測分析	清風風力發電股份有限公司
133	燕巢太陽光電廠併網之電力品質檢測分析	再生能源處
134	福海 D/S、自立 D/S 匯流排電壓諧波分析	新桃供電區營運處
135	觀威風力併接塘尾 D/S 之電力品質分析	新桃供電區營運處
136	岡山 P/S 及裕鐵 C/S 電力品質量測分析	高屏供電區營運處
137	車行 S/S 電力品質量測分析	嘉南供電區營運處
138	龍潭 E/S 電抗器之電壓諧波量測分析	新桃供電區營運處
139	觀音 P/S 電力品質量測分析	新桃供電區營運處
140	大甲溪發電廠轄區上游分廠 (德基、青山、谷關) 各場所電廠及磁場量測分析	大甲溪發電廠
141	神岡 S/S 饋線負載特性量測分析	配電處
142	長發 D/S 之電抗器電壓諧波量測分析	新桃供電區營運處
143	社武 P/S 69kV #2 BUS 諧波背景值量測	高屏供電區營運處
144	嘉峰 D/S 及燁聯 C/S 電力品質量測分析	高屏供電區營運處
145	七股太陽光電廠併網之電力品質檢測分析	再生能源處
146	108 年度路北、嘉峰、岡山、南工及大鵬變電所電力品質量測分析	高屏供電區營運處
147	五甲 P/S 電抗器之電壓諧波量測分析	高屏供電區營運處
148	後勁 DS 電壓驟降監測系統建置	高屏供電區營運處
149	觀音 P/S 供電用戶電力品質追蹤量測分析	新桃供電區營運處
150	中火 #1~#8 電纜涵洞控制電纜磁場強度量測分析	綜合施工處
151	林園變電所 11.95kV 及 69kV 系統電壓諧波背景資料量測分析	高屏供電區營運處
152	榮特 C/S 電力品質量測分析	嘉南供電區營運處
153	新營區處聯宏工業股份有限公司電力品質量測	新營區營業處
154	西濱 S/S 電力品質量測分析	台北西區營業處
155	海洋風力風場電力品質量測分析	海洋電力發電股份有限公司
156	聯成鋼鐵電壓閃爍量測分析	新桃供電區營運處
157	苗栗 P/S 69kV 用戶電力品質量測分析	新桃供電區營運處
158	高屏加工區電壓驟降監測系統之簡訊通知功能建置	高屏供電區營運處
159	松樹 P/S 高壓用戶電力品質量測分析	新桃供電區營運處
160	協和電廠電力品質量測分析	協和發電廠
161	大潭 - 林口新設 161kV 地下電纜電磁場模擬分析	北區施工處
162	通霄 P/S 風力發電用戶電力品質量測與分析	新桃供電區營運處
163	榮成 DS、塘尾 DS 之 161kV 匯流排電力品質量測分析	新桃供電區營運處
164	新竹工業區電壓驟降監測系統之簡訊通知功能建置	新竹區營業處
165	利澤 D/S 轄下羅東鋼鐵廠電力品質量測分析	台北供電區營運處
166	108 年度易宏興 C/S 電力品質量測分析	嘉南供電區營運處
167	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 (花東供電區營運處鳳林 E/S)	花東供電區營運處
168	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 (嘉南供電區營運處新營 ADCC)	嘉南供電區營運處



169	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 ( 高屏供電區營運處高雄 ADCC)	高屏供電區營運處
170	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 ( 電力調度處 )	電力調度處
171	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 ( 新桃供電區營運處新竹 ADCC)	新桃供電區營運處
172	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 ( 台北供電區營運處基隆 ADCC)	台北供電區營運處
173	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 ( 電力調度處高雄調度中心)	電力調度處
174	山上 ~ 歸仁線 #21 塔、新市 ~ 歸仁線 #48 塔、山上 ~ 新市三路 #21 塔之聚合礙子特性試驗	嘉南供電區營運處
175	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 ( 供電處 )	供電處
176	108 年即時閃電偵測資料之傳送及應用 ( 台中供電區營運處台中 ADCC)	台中供電區營運處
177	北港 ~ 東北線、北港 ~ 新港一路、北港 ~ 新港二路、北港 ~ 雲港一路、新港 ~ 嘉太一路、新港 ~ 嘉太二路、水上分歧線、白河 ~ 曾文線之聚合礙子特性試驗	嘉南供電區營運處
178	台南 ~ 南仁線 #18 塔、台南 ~ 保安線 #12 塔、保安 ~ 歸仁線 #44 塔、新市 ~ 南新線 #10 塔、車行 ~ 三新線 #30 塔之聚合礙子特性試驗	嘉南供電區營運處
179	茄荖 ~ 彰化紅線 #56 塔之聚合礙子特性試驗	台中供電區營運處
180	力三分岐線 #10 塔之聚合礙子特性試驗	台中供電區營運處
181	山頂 ~ 宏遠線 #9 塔之聚合礙子特性試驗	嘉南供電區營運處
182	協四機低載 APH 出口煙氣成份測定	協和發電廠
183	PI 系統風力及太陽光電資料擷取服務	電力室
184	再生能源發電預測系統資訊服務	電力調度處
185	衛星反演資料擷取服務	電力室
186	PI 系統金沙風力及太陽光電資料擷取服務	電經室
187	配電圖資臺灣通用版電子地圖更新	配電處
188	提供經濟部可併網容量介接 API	配電處
189	提供 Opendata 各縣市再生能源可併網容量資料下載	配電處
190	107 年度需量反應負載管理措施效益分析	業務處
191	我國電動載具、充電站與電能交換站發展趨勢分析	化學與環境研究室
192	我國冷氣度時未來值預測研究	企劃處
193	提供本公司 107 年夏月及非夏月最高負載前三日、夏月及非夏月週六半尖峰最高負載日之各類售電別負載分析資料	會計處
194	業務處委託本公司 107 年夏月、非夏月最高負載前三日之各類售電別負載分析資料	業務處
195	砂勞越用戶用電分析及能源密集產業負載調整顧問	台灣經濟研究院
196	提供指定電號及日期時間之 161kV 特高壓用戶供電量分時明細	供電處
197	提供住宅部門與服務業部門電力時負載資料	財團法人中華經濟研究院
198	提供高壓 AMI 用戶之 105-107 年每小時用電量及戶數資料	電力經濟與社會研究室
199	AMI 電力用戶依行業分類之電力負載資料分析	財團法人工業技術研究院
200	電子業電力負載及用電量資料分析	財團法人工業技術研究院
201	107 年服務業高壓用戶分區逐時用電量	財團法人工業技術研究院
202	需量反應措施統計系統維護作業 (108/7-109/6)	業務處
203	提供 106、107 年度高低壓 AMI 用戶依選定類別下歷史用電分析資料	財團法人台灣綜合研究院
204	108 年度未來 15 年需求面管理可抑低尖峰負載成效推估	業務處

## (四) 與國外技術交流

### 一、法國電力集團 (EDF) 與本所交流活動

本公司與法國電力集團 (EDF) 於 108 年 1 月 21 日共簽署 3 份 MOU，簽署對象為：EDF R&D 研發總部、EDF CIST 電力系統及輸電工程、EDF IN 國際配電網公司。希望能藉由簽署 MOU 向法電集團學習智慧電網規劃、分散式儲能併網技術以及因應組織及能源轉型之研發策略與技術佈局。企劃處共舉辦為期 3 天的交流活動，除簽署 MOU 外，另有電業轉型論壇，以及由調度處、配電處及本所召開之專業交流會議。

法國電力集團 (EDF) 與本所交流會議於 1 月 23 日上午於總處 1306 會議室 (電火廳) 舉行，本會由洪前所長紹平主持，鍾總經理炳利列席指導，法方一行共 7 人參加會議，與本所鍾副所長、蒲副所長、沈副所長、研發室、資通室、電力室及化環室共 13 人出席本技術交流會議，討論以下 3 項主題：

1. 智慧電網分散式能源與儲能系統及能源管理系統之規劃。
2. 智慧電網 IEC 61850 標準引進與推廣及應用。
3. EDF 因應組織變革與能源轉型之研發策略及技術佈局經驗分享。

本所與 EDF 未來將持續在 MOU 架構下，優先以「協助金門智慧電網之建置」作為優先合作項目，並以限制性招標、產創條例及會計分攤的方式作為合作管道，期盼雙方在電力相關領域中，能有更緊密的交流合作。

活動照片



洪前所長與 EDF R&D 研發總部簽署 MOU



本公司與 EDF 簽署 MOU 儀式貴賓合照



洪前所長主持與 EDF 交流會議



EDF 與本所交流會會場



洪前所長與 EDF 代表交換禮物



全體人員大合照

## 二、赴馬來西亞電力公司 (TNB) 交流

由於本公司 107 年 9 月曾受邀參加馬來西亞 TNB 公司舉辦之 2018 AESIEAP CEPSI 大會，會中與 TNB 前任 President/ CEO Datuk Seri Ir. Azman Mohd 討論未來電業發展方向及永續經營等議題，為推動電業改革發展，本公司鍾總經理於 4 月 1-3 日率團前往馬來西亞電力公司 (TNB)，並由本所蒲副所長冠志、高壓室吳主任立成、研發室張專員翔琳陪同，雙方針對再生能源併網、電業發展趨勢等議題進行討論，並探討未來可能合作項目，作為本公司因應組織變革與能源轉型相關規劃之參考。

### 活動照片



與 TNB 首席營運官 Datuk WiraRoslan 交換意見



於 TNB 總部召開交流會議



於 TNB 總部召開交流會議

### 三、亞洲電力獎

本公司各單位參與 2019 年亞洲電力獎各項計畫之甄選，其中核能火力發電工程處研提之「大林電廠更新改建計畫」獲頒「年度燃煤發電計畫」銀牌獎，其另研提之「台中電廠空污改善計畫」獲頒「年度環境升級計畫」獎一台灣；系統規劃處研提之「台灣電能轉直供制度與平台設計」同時獲頒「年度創新電力技術計畫」獎一台灣及「年度智慧電網計畫」獎一台灣。（註：前述各獎項除「年度燃煤發電計畫」獎外，其他獎項係依國別頒發）。

2019 年亞洲電力獎頒獎典禮於 9 月 4 日在馬來西亞吉隆坡舉行，由系統規劃處黃張鴻組長出席頒獎典禮會議並上台領獎。

活動照片



### 四、2019 年東亞暨西太平洋地區電力事業協會 (AESIEAP) 之高階主管會議 (AESIEAP CEO CONFERENCE 2019)

東亞暨西太平洋地區電力事業協會（The Association of the Electricity Supply Industry of the East Asia and the Western Pacific, 簡稱 AESIEAP）成立於西元 1975 年，由該地區之各國主要電業、相關電力設備廠商、顧問研究機構或學者專家所組成，為一個區域性之非官方電力事業國際組織。

2019-2020 年 AESIEAP 活動係由菲律賓電力公司 (MERALCO) 主辦，2019 年 AESIEAP CEO Conference (東亞暨西太平洋地區電力事業協會高階主管會議) 於 2019 年 9 月 22-25 日在菲律賓宿霧舉行，會議主題「活力國家、賦權社區」，旨在協同電力產業夥伴關係，透過共享 (Shared)、智能 (Smart)、可擴增 (Scalable)、社群 (Social) 和永續 (Sustainable) 五大議題為社區創造最大價值與影響。本公司為 AESIEAP 之 Full Member，董事長為 AESIEAP 之理事。本屆會議由楊董事長偉甫率團參加，並由企劃處、新開室及本所共 4 位代表陪同參加。

本屆會議上本公司亦響應主辦單位提出之亞太電協學校電氣化倡議 (AESIEAP Schools Electrification Initiative)，協同電力產業夥伴，為提供菲律賓離網學校所需之太陽能電力盡一份心力，會議中楊董事長偉甫並獲邀上台，一同參與象徵點亮學校之照明儀式 (Lighting Ceremony)。

#### 活動照片



歡迎茶會



本公司團員合照



楊董事長上台響應電氣化倡議活動

### 五、第 31 屆 CRIEPI/TPC 交流年會暨 2019 年東亞電力技術研討會

本屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會由本所於 2019 年 11 月 18 日在高雄蓮潭國際會館舉行，討論議題共有五項：Renewable Energy and Storage、DSM & xEMS & AMI、DER integration、Maintenance and Generation、Underground or Submarine Cable Technology，共有 10 篇論文發表，國內外與會人數共 26 人。會前雙方針對研發活動進行簡報，並觀看台灣電力公司企業形象影片，雙方針對電業新技術、研發方向及公司經營理念交換意見。本公司與日本電力中央研究所 (CRIEPI) 自 1988 年簽訂交流合約以來每年均輪流主辦，迄今已為第 31 屆，雙方在會中進行資料交換、人員互訪和邀請專家指導等相關研發活動，對各討論領域極富參考價值，也更能達到技術與成果相互交流與學習的雙層意義。

本公司於第 31 屆 CRIEPI/TPC 技術交流年會發表論文：

1. Establishment and application of battery energy storage systems in the microgrid of Taiwan Power Research Institute – 化環室張書維 (Renewable Energy and Storage)
2. AMI Data Application and Big Data Analytics – 資通室黃秉偉 (DSM & xEMS & AMI)
3. DER XMPP Cloud Information Management Platform – 資通室卓啟翔 (DER integration)
4. Cause Analysis and Maintenance Treatment of Creep-Ind – 能源室鍾震洲 (Maintenance and Generation)
5. Application of Automatic Identification System on Development of an Early Warning and Maintenance System for 161kV Ta – 高壓室簡士恩 (Underground or Submarine Cable Technology)

東亞電力技術研討會已由中國電力科學研究院有限公司 (CEPRI)、日本電力中央研究所 (CRIEPI)、韓國電氣技術研究院 (KERI) 及本公司綜合研究所 (TPRI) 多年輪流主辦，目的在交流彼此對電力產業未來發展的看法並分享經驗成果，而 2019 年度研討會，由本所於 11 月 18~22 日在高雄蓮潭國際會館舉行。在議題研討前，由各機構針對 R&D 發展策略及面臨的挑戰作深入報告與交流，本屆共同討論 (Plenary Session) 主題為：Challenges and Solutions of Green Energy，分組討論 (Technical Session) 議題為：Renewable Energy and Storage、ICT Application for Smart Grid、Generation、Power System Simulation、Testing and Measurement、Materials, New Technologies and Others 等，國內外與會人數共 65 人，共發表 27 篇論文。希望藉由各機構與會專家的共同討論及意見交換，達到經驗分享與技術交流之目的。研討會結束後，本所安排至台電南部展示館進行參訪，由相關人員向貴賓做詳細的介紹導覽。除此之外，本所另安排參觀名聞遐邇的墾丁國家公園及鵝鑾鼻燈塔，使與會貴賓深刻感受到台灣之美。

為使各國貴賓深刻體會台灣人民的熱情及多樣化的飲食，本所特地於每天晚宴中安排不同風味之菜餚並安排各式表演帶動現場氣氛，包含原住民迎賓舞蹈、客家紙傘舞蹈、樂團演奏、那卡西表演，使現場氣氛歡樂融洽，賓主盡歡。

本公司於 2019 年東亞電力技術研討會發表論文：

Plenary Session：

1. An Integrative Study of Green Energy and Marine Farming: The Preliminary Experience Sharing of Taipower– 化環室陳璽年

2. The Development and Challenge of Grid Connection of Renewable Energy in Taiwan– 系規處劉處長運鴻

Technical Session :

1. The Operation Strategies of the Bulk PV Devices Connecting to Power Grid in Taiwan – 電力調度處蔡文達 (Renewable Energy and Storage)
2. Hosting Capacity Interactive PV GIS Design for Transmission and Distribution Grid – 負載室蘇嬛嬛 (Renewable Energy and Storage)
3. Tashan Power Plant IEC 61850 Server Construction – 資通室張育誠 (ICT Application for Smart Grid)
4. The Overall Planning of Security Protection in Smart Grid Based on IEC 61850 – 資通室林呈鴻 (ICT Application for Smart Grid)
5. Development of Geothermal Energy in Taiwan Power Company – 化環室黃鐘 (Generation)
6. Evaluation and Investigation of Combustion Adjustment Testing for Improving Combustion Rumbling on Hsieh-Ho Unit 1 – 能源室李泰成 (Generation)
7. Research on Setting Requirements and Conditions of Low-Voltage Surge Absorber for AC and DC Power Supply in Substation – 台中供電區營運處楊智淵 (Power System Simulation)
8. Study of Taiwan-Penghu Submarine Cable Paralleling by Using Real-time Dynamic Simulation – 高壓室黃昭榕 (Power System Simulation)
9. Investigation of the Application of Methanol as a New Marker for Cellulose Degradation in Oil-impregnated Power Transformers – 油煤組李立棋 (Testing and Measurement)
10. Low-voltage AMI Modular Meter Performance Test– 電表組張祐嘉 (Testing and Measurement)
11. The Thermal flow Evaluation of the First to Fourth Stage Blade in Boiler Feed Water Pump of Taichung Power Plant – 能源室吳浩平 (Materials, New Technologies and

活動照片



鍾所長於 CRIEPI/TPC 技術交流年會致開幕詞



CRIEPI/TPC 技術交流年會大合照



東亞電力技術研討會會場



東亞電力技術研討會大合照



東亞電力技術研討會 Session Report



技術參訪合照

### 六、馬來西亞砂勞越能源公司 (SEB Energy) 永續及再生能源論壇

馬來西亞砂勞越能源公司 (SEB Energy) 永續及再生能源論壇於 2019 年 12 月 10-11 日在砂勞越古晉舉辦，討論議題包括 Sustainability and Renewable Energy、Renewable Energy Certificate、Renewable Hydropower – Catalyst for Growth in SEA、Sustainability and Financing、Circular Economy、Driving Sustainability 及 Preparing the Workforce for 2030。本公司總經理受邀擔任 Energy Leaders Forum 之與談人，由本所鍾所長代表出席，討論主題為永續能源未來發展方向，本公司針對面對氣候變遷及再生能源之挑戰，永續能源未來發展相關解決方案進行分享，並由環保處林專工景庸、企劃處王組長惠民、研發室陳代主任曉薇及電經室卓專員金和共 5 位代表陪同與會。透過會議之參與，本公司與各國就永續經營及再生能源等議題進行經驗交流，對本公司擬訂未來相關經營策略將有所幫助。

由於本公司與砂勞越能源公司於 107 年中簽署合作備忘錄 (MOU)，為表現對砂勞越能源公司活動之支持及友好態度，本公司以銀級方案 (USD 25,000 元) 贊助本次論壇，與砂勞越能源公司持續進行電力公用事業管理之全面性合作。



活動照片



鍾所長擔任與談人



本公司團員合照

## (五) 綜合研究所統籌全公司研究計畫項目

編號	計畫名稱	主辦單位	研究期間	費用(千元)
1	污染防治之管理與技術研究	環境保護處	107-109	21,698
2	綠色企業發展研究	環境保護處	106-110	4,775
3	溫室氣體之管理與技術研究	環境保護處	106-109	5,650
4	環教、景觀及環境資訊管理之規劃	環境保護處	108-110	11,184
5	電力設施計畫環境影響評估	環境保護處	107-109	28,874
6	環境保護政策建置推動研析計畫	環境保護處	106-108	3,219
7	廣域邊坡災害預警及風險評估	營建處	107-110	3,829
8	引進民間經營綠能博物館之分析研究案	營建處	108	559
9	因應新電業法母子公司資訊服務轉型規劃研究	資訊系統處	108-111	8,897
10	風機雙饋式感應發電機開發與製造	電力修護處	107-108	8,992
11	電力物聯網通訊系統建立可行性暨試行計畫(台灣及金門地區)	電力通信處	107-109	11,176
12	電力交易平台架構規劃案	電力調度處	107-108	2,676
13	水力發電計畫調查規劃研究	電源開發處	106-110	55,004
14	火力發電計畫調查規劃	電源開發處	106-110	49,758
15	能源氣海象專業技術研究	電源開發處	106-110	4,945
16	流域水文與水力蘊藏量分析整合資訊平台	電源開發處	107-109	1,900
17	深澳電廠更新擴建計畫替代方案可行性研究	電源開發處	104-108	11,994
18	因應公司法等相關法令修法，對台電公司影響之法律問題探討	法律事務室	108-109	81
19	國內離岸風場投資研究計畫	新事業開發室	108-109	890
20	配合離岸風力發電之漁業轉型研究	海域風電施工處	107-112	2,799
21	運轉中核電廠廠內與廠外事件安全度評估模式之整合與精進	核能安全處	107-110	4,528
22	核電廠核安演習評核與精進研究	核能安全處	105-108	1,510
23	運轉中核能電廠地震安全度評估模式標準化	核能安全處	107-110	6,081
24	核能電廠反應爐、管路與乾貯筒等重要圓筒殼組件結構完整性評估技術開發精進	核能安全處	108-111	3,161
25	核一、二、三廠填換爐心暫態安全分析獨立驗證與技術提昇	核能安全處	105-109	5,608
26	核電廠熱水流模擬程式國際合作專案	核能安全處	106-110	2,275
27	核電廠嚴重事故模擬能力提升及嚴重事故處理指引精進	核能安全處	108-110	3,155
28	核能電廠除役及風險量化之熱流分析技術研究與應用	核能安全處	107-111	4,630
29	壓水式核電廠鑄造沃斯田鐵不銹鋼(CASS) 管路熱脆化之破裂力學與疲勞裂紋成長分析	核能安全處	106-109	6,019
30	核能電廠地震危害風險抑低第二期計畫	核能技術處	105-109	49,352
31	核能電廠安全分析技術發展	核能技術處	105-109	14,560
32	核電廠燃料重填換爐心佈局設計驗證與分析技術提昇	核能發電處	106-109	10,142
33	用過核子燃料儲存之長期穩定性監測與行為研究(I)	核能發電處	107-109	14,142
34	核電廠於營運中、準備除役等階段之緊急計畫演習評核研究	核能電廠緊急計劃執行委員會	108-111	892
35	核一、二、三廠緊急應變計畫區檢討修正	核能電廠緊急計劃執行委員會	108-110	4,679

36	核能電廠緊急應變計畫區民眾疏散方案規劃與模擬分析案維護與改善	放射試驗室	108-110	969
37	新能源開發計畫調查規劃	再生能源處	106-110	35,185
38	強化電網系統穩定度與可靠度	綜合研究所	107-111	8,759
39	電力設備狀態監測與延壽評估技術	綜合研究所	106-110	10,496
40	電力自動化資通訊標準延伸領域應用技術之建立	綜合研究所	107-110	8,647
41	創新電網管理暨應用系統	綜合研究所	106-110	11,444
42	配電級自動化系統開發與應用	綜合研究所	107-111	19,050
43	電力設備即時動態模擬與測試技術	綜合研究所	108-110	1,427
44	建置「高壓大容量短路試驗室」	綜合研究所	108-110	1,884
45	發電設備結構力學分析	綜合研究所	107-111	2,962
46	電力組件之新再生及新製技術研發	綜合研究所	106-108	27,916
47	鍋爐材料保固技術建立與應用	綜合研究所	106-108	6,638
48	環境與水資源管理技術研究	綜合研究所	106-110	6,537
49	輸配電及風力發電材料診斷保固	綜合研究所	106-109	2,235
50	綠能、儲能與節能技術於實證場域之整合研究	綜合研究所	105-108	4,316
51	二氧化碳捕集、封存與再利用技術研究 (II)	綜合研究所	105-109	20,714
52	火力電廠資源永續與煙氣淨化技術精進研究	綜合研究所	107-111	7,810
53	研究發展科技交流與計畫管理	綜合研究所	108	606
54	燃煤電廠除塵濾袋與副產物資源化開發與管理	綜合研究所	108-110	19
55	智慧區域負載總量管理應用推廣研究	綜合研究所	106-108	10,910
56	善用智慧電網技術提升電力品質之研究	綜合研究所	107-109	4,725
57	輸電線路天然災害防制之研究	綜合研究所	108-112	7,956
58	火力機組效能評估改善研究	綜合研究所	108-112	1,749
59	再生能源及分散型發電技術評估與應用研究	綜合研究所	108-112	8,041
60	電力設備熱流工程性能分析及監測技術研究	綜合研究所	105-109	452
61	電腦輔助工程設計 / 模擬分析與製造整合技術研究	綜合研究所	107-111	5,552
62	風力發電先進技術及可靠度改善研究	綜合研究所	106-109	6,401
63	電力變壓器有載分接頭切換器 (OLTC) 油中氣體診斷技術	綜合研究所	107-109	2,307
64	變電設備油氣試驗數據關聯性分析研究	綜合研究所	108-110	1,906
65	配電管理優化技術與先進負載控制應用研究	綜合研究所	106-108	23,019
66	經營環境與組織變革下電力經濟之研究	綜合研究所	108-110	24,815
67	需求端智慧電能管理技術研究	綜合研究所	105-109	52,364
68	用戶經營管理策略與資產知識管理新技術	綜合研究所	108-110	22,512
69	研發管理流程最佳化系統規劃與建構研究	綜合研究所	105-108	2,760



台電公司綜合研究所  
Taiwan Power Research Institute  
Taiwan Power Company

所本部：台北市羅斯福路四段 198 號  
TEL: (02) 8369-5758  
FAX: (02) 2364-9611  
樹林所區：新北市樹林區大安路 84 號  
TEL: (02) 2681-5424  
FAX: (02) 2682-2793