

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

106年第1季 (106.01 No.103)

台電綜合研究所 **TPRI**

地址：(10091)台北市羅斯福路4段198號 電話：(02)2360-1084 傳真：(02)2364-9611

目錄

研究計畫成果

- 一、超超臨界鍋爐管材之性能與改善研究之進展.....1
- 二、金門發電系統運轉排程分析.....4
- 三、AMI架構下各類用電負載特性調查與分析研究.....6

研發與試驗活動

- 示範性網路知識社群之推廣與運作.....7

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。

研究計畫成果

一、超超臨界鍋爐管材之性能與改善研究之進展

(能源研究室：陳燦堂、高全盛、黃彥霖、曾千洧、詹勝凱)

(一)研究背景：

提高發電效率為實現節能減碳之具體措施，本公司陸續增建超超臨界機組中，由於額定鍋爐蒸汽溫度、壓力分別由約540°C、180atm提昇至605°C、250atm，所用組件材質已全面提高等級，然而新材料由研發至應用之歷程尚屬短暫，有待研究主要議題至少包含如圖1，其中抗蒸汽氧化、材質組織及經時劣化、高溫或熱熔腐蝕、同質或異質焊接及焊補等，與運轉及維護策略擬定直接有關，尤為重點項目，本所已規劃並陸續進行研究。

有別於傳統次臨界發電，諸多文獻顯示超超臨界鍋爐新材料雖具備較佳抗蒸汽側氧化腐蝕性能，但曝露於超過600°C環境下，腐蝕速率遽增，且氧化層將提早剝落，如表1，除絕熱作用致管壁溫升而影響管材壽命、水質管理困難之外，容易堆積阻礙蒸汽流動致過熱破管，而剝落層亦容易衝擊洩水管、噴嘴、汽機葉片等，將造成嚴重程度不等之停機事故，預期為運

轉後首當其衝問題，研究改善或制訂抑低策略已刻不容緩。此外沃斯田鐵系Super304H為世界各國超超臨界發電鍋爐泛用之末段過熱器或再熱器管材，雖然製造廠家宣稱其性能優於傳統沃斯田鐵系鋼材，

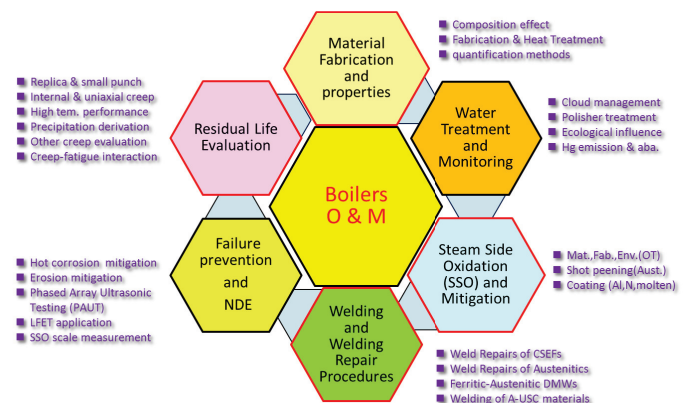


圖1 超超臨界鍋爐維護研究主要議題

但本公司興建工程案適逢水壓試驗破漏事故，已經本所鑑定肇因為與材質敏化有關之應力腐蝕龜裂(SCC)，而調查類似破管問題亦普遍發生於不同主要鍋爐製造廠家於建造施工或初期運轉過程中，有關敏化程度之定量，及對於後續運轉是否造成性能劣化之疑慮，亦急待研究探明。

表1 不同管材之臨界剝離氧化層厚度及可能造成停機時間(EPRI提供)

Alloy	Superheater operating scenario	Metal T °C (°F)	'Critical' oxide thickness, μm	Time after which a shutdown will cause scale failure, h
T22	subcritical	580 (1,080)	830*	241,000
T91	supercritical	600 (1,110)	200	30,000
		620 (1,150)	200	16,700
347HFG	supercritical	600 (1,110)	30	17,000
		620 (1,150)	30	10,400
		645 (1,190)	30	5,820

(二)研究內容：

1.抗蒸汽氧化性能：

研究對象包含T91、T92、T23、TP304H、TP347HFG、Super304H及HR3C等7種直接由內壁弦切之超臨界鍋爐管材，並比較Super304H、T91、TP347經珠擊或塗覆不同鉻含量塗層，樣品尺寸約25mm^L*15mm^W*3mm^t，計同時試驗13組*3pc，裝置如圖2，溫度、壓力分別為650°C、200atm，時間500Hr，Ar氣環境下蒸汽流量2L/Hr、流速約3cm/sec，控制溶氧0.12 ppm、電導度1.2 uS/cm、pH 7.1等。

2.不銹鋼敏化定量：

依JIS-G0580動態電位極化再活化法(EPR)程序建構測試設施，並分別取材日本、中國製造等Super304H管材、TP304H等，設定600°C、700°C，經時1、2、4、8小時或延伸至約700小時，校正面積後定量敏化率，並記錄前掃Ia、回掃Ir等電流密度。

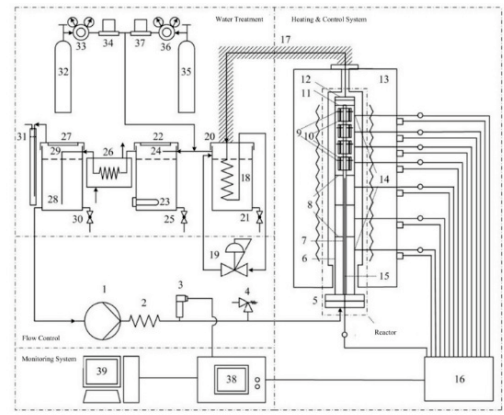


圖2 蒸汽氧化試驗裝置
 1.Metering pump · 2.Damper · 3.Pressure transducer · 4.Safety valve · 5.Flange · 6.Reactor vessel · 7.Insert Tube
 8.Turbulence ring · 9.Pin · 10.Specimen · 11.Positioning ring · 12.Cover · 13.Heater · 14.Thermister ·
 15.Thermocouple · 16.Temp. Controller · 17.Insulator · 18.Heat Exchanger · 19.Backing valve · 20.Distillate box ·
 21.Valve · 22.Distillate box II · 23.Heating pipe · 24.Sight window · 25.Valve · 26.Cooling jacket · 27.Feedwater box
 28.Gas input tube · 29.Sight window · 30.Valve · 31.Water seal · 32.Ar gas · 33.Ar gas pressure reducer ·
 34.Flow Controller · 35. Oxygen · 36.Oxygen gas pressure reducer · 37.Flow Controller · 38.LCD monitor · 39.PC

圖2 蒸汽氧化試驗裝置

(三)研究結果：

1.抗蒸汽氧化試驗(如表2)

(1)材質：比較7種，壁厚減薄率以HR3C、347HFG等最佳，其後依序而下之抗性為Super304H、TP304H、T91、T92、T23，如圖3，驗證高Cr含量如HR3C及細晶製程如TP347HFG等，均有助於具保護性Cr₂O₃之形成，但發現內壁曲面抗蝕性不如平面之現象而值得注意，元素效應部份，18%Cr含量添加Nb、V、N之Super304H較TP304H具較優抗性，應與容易與碳形成細微析出物，抵抗經時敏化能力有關，而比較同9%Cr含量之T91、T92，添加W顯然無助於提昇抗蝕性，同添加W之T23確認因Cr含量不足而不適於650°C下之應用。

(2)表面改質處理：TP347H、Super304H管材內壁表面經珠擊後均無明顯氧化物形成，確認藉由產生高密度差排之珠擊方式，有助於沃斯田鐵系進一步抗腐蝕之潛力，如圖4，而Super304H管材經塗覆約30%Cr之鎳基塗層於試驗後亦無壁厚減薄現象，顯示高鉻塗層具有可行性，但T91塗覆不同合金後未見抗蝕結果，原因與塗覆或熱處理作業未臻完善有關。

表2 不同鍋爐材質及表面改質處理後經蒸汽氧化試驗之結果

Condition	Specimen	Inner Coating(μm)	Thickness Reduction(μm)	Outside scale(μm)	Inner scale(μm)	
Material	T91	-	57.6	72.6	64.3	
	T92	-	83.1	95.6	106.2	
	T23	-	283.8	394.4	318.0	
	TP304	-	40.3	55.4	36.4	
	TP347HFG	-	9.8	3.1	23.6	
	Super304H	-	24.7	46.4	21.2	
	HR3C	-	9.9	ND	39.4	
Modification	Peening	TP347H-Peening	-	68.2	ND	
		Super304H-Peening	-	30.6	45.7	ND
	coating	T91-Ni23	294.0	60.8	66.8	261.0
		Suer304H-Ni23	259.6	145.3	45.5	497.6
		T91-Ni30	288.7	81.3	60.3	197.4
		Super304H-Ni30	267.3	ND	46.0	211.7

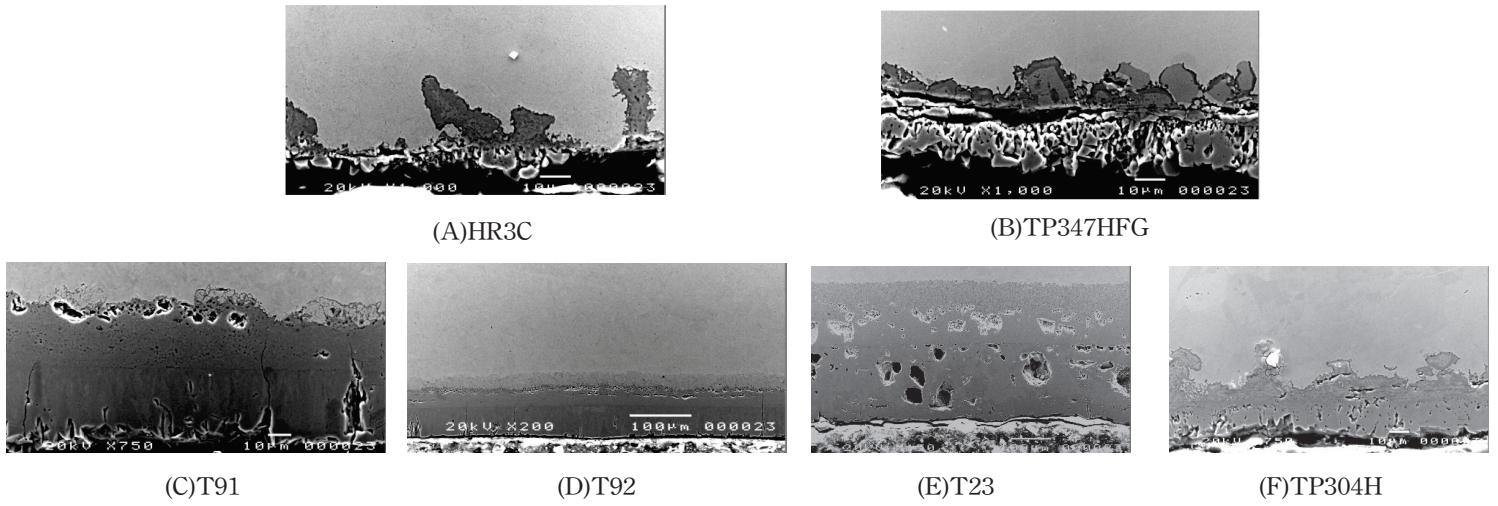


圖3 蒸汽氧化試驗後主要試樣之內壁微觀

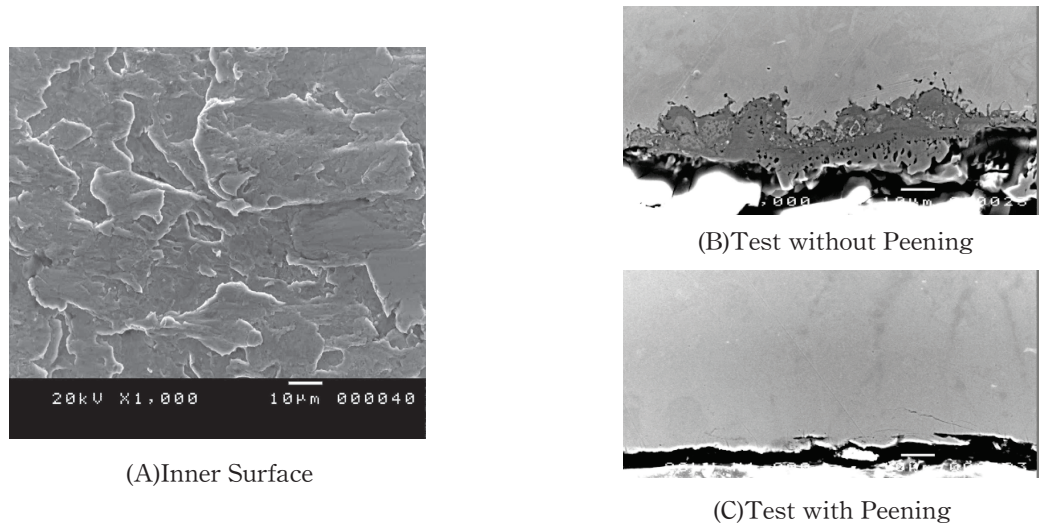


圖4 Super304H珠擊後表面及比較處理後經蒸汽氧化試驗之結果

2. 沃斯田鐵系材質抗敏化試驗

以2種不同來源之Super304H及傳統次臨界鍋爐常用TP304H等材質分別於600°C、700°C進行不同時間熱處理後之敏化程度測定結果如圖5所示，TP304H管材分別於2Hr、1Hr起始，速率約為2.2、6.5%/Hr，Super304H雖隨製造廠家略有不同，

但600°C時幾乎免疫，700°C時逐漸反應，速率也僅1.6-2.9%/Hr，確認具較佳抗性，原因如前說明，不過700°C經100Hr後前掃Ia雖緩慢上揚趨勢，但敏化率卻急速下降，此說明Super304H之敏化定量規範仍待進一步評估修正。

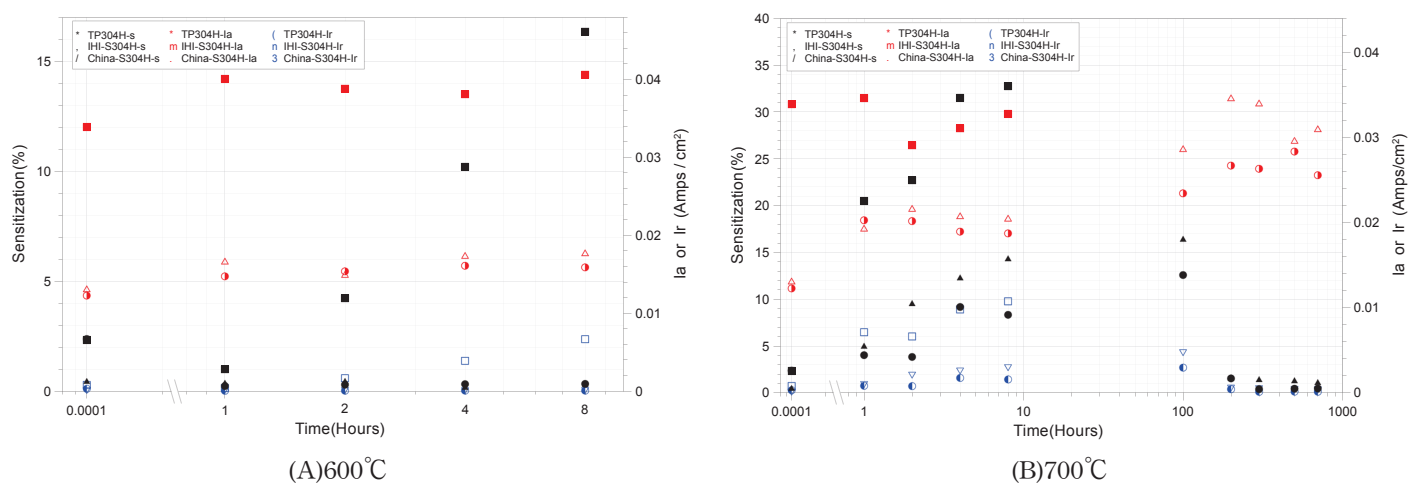


圖5 常見沃斯田鐵系鍋爐材質經不同溫度及時間之熱處理後之敏化程度測定結果

(四)研究結論：

1.超臨界鍋爐管材之抗蒸汽氧化行為預期將攸關往後運轉之可靠度，選用高鉻合金或塗層、細晶製程等均有助於減輕或改善，但值得注意的是實驗結果發現內壁曲面抗蝕性能不及平面現象，若欲就既有材質進一步增強氧化抗性，沃斯田鐵系材質而言，表面珠擊方式具有潛能，應研究訂定允收規範，肥粒鐵系材質現階段則只能憑藉合金組成改善或表層塗覆方式，塗覆材質及程序亦待研究改良。

2.已建構沃斯田鐵系材質敏化定量能量，並作為新建工程案肇因研判，研究結果證實Super304H不當熱處理或運作溫度時仍有敏化、造成應力腐蝕龜裂之虞，既有定量規範具有審酌修正空間，另材質敏化後於高溫運作環境下抵抗蒸汽氧化、疲勞、熱腐蝕、潛變等行為是否劣化之議題，亦值得進一步釐清。

二、金門發電系統運轉排程分析

(電力研究室：王永富、林建宏、廖清榮、蒲冠志)

(一)研究背景及目的：

本所已於103至塔山電廠進行發電機參數量測，藉由PMU錄波與量測所調整出來之發電機參數，經模擬比對之後，擬合情況符合系統實際響應，再與舊有發電機參數進行比對後，發現舊參數相對保守許多，而目前塔山機組運轉排程是利用舊有參數進行模擬分析，可想而知，機組排程相對保守，雖有較多裕度面臨跳機之情況，但相對來說運轉成本亦提高。因此塔山電廠委請本所評估，以跳脫一部發電機不觸及第一段低頻電驛設定值57.3Hz為原則，檢討分析發電機組運轉最適可靠出力。

(二)研究方法：

1.使系統模擬結果符合系統實際響應狀態，故發電機組參數量測有其必要性，而本所日前已至塔山電廠進行發電機組參數量測，且亦於塔山電廠以及夏興電廠裝設PMU系統，能夠即時監錄發電機組響應。因此可利用PMU所紀錄之數值以及波形，進行事故模擬分析，將事發當時之狀態條件進行還原，再將PMU資料、調整前以及調整後之發電機參數進行比對，確認發電

機組參數正確符合系統狀態後，以便進行後續模擬分析。圖1以及圖2為在不同負載情況下，發生塔山機組跳1部機PMU錄波以及調整後之參數比對，而由模擬案例比對實際波形可看出，調整後之發電機參數模擬之頻率暫態波形與系統實際頻率相當近似。因此可利用調整後之發電機參數來進行機組運轉排程分析。本文運轉排程是依照以下原則進行規畫分析：

- 2.塔山機組避免於低載運轉，正常時單機出力維持在4.0MW以上；夏興機組則維持固定出力於2.5MW。
- 3.跳脫塔山一部最大出力機組後，其他運轉中機組不超載。
- 4.模擬跳脫塔山一部最大出力機組後頻率不低於57.3Hz。
- 5.塔山二期機組至少運轉2部機組。

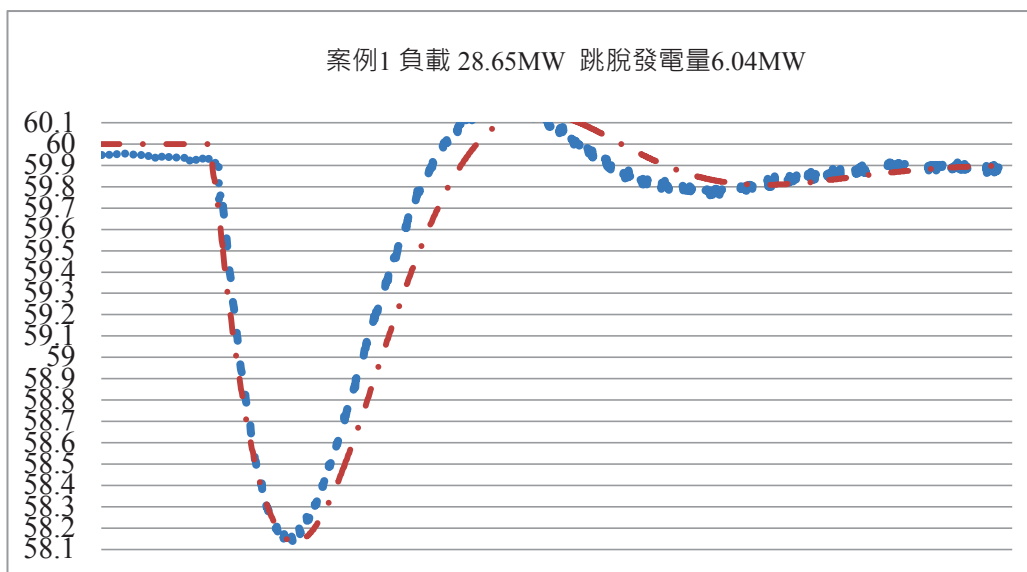


圖1 案例1實際跳機波形與模擬波形比對

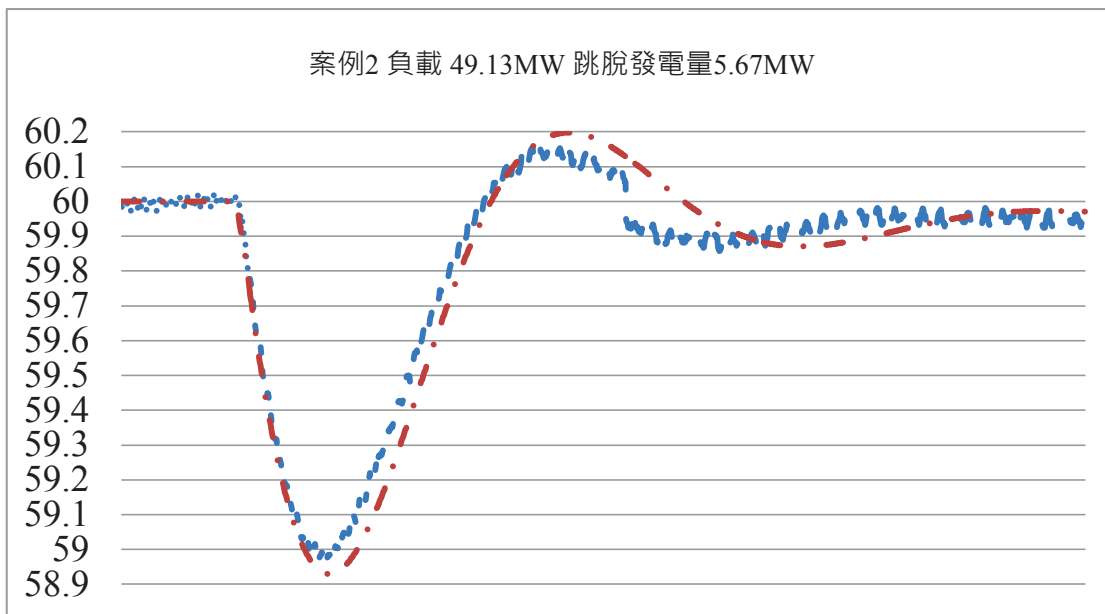


圖1 案例2實際跳機波形與模擬波形比對

(三)研究成果：

表1為新舊運轉排程比較表，因篇幅有限故只擷取部分排程表，而可看出在相同機組運轉數之情況下，新運轉排程可涵蓋較多負載，且負載低於20MW時，不需要運轉夏興機組；塔山電廠發電量也可提升，機組若能提升發電量，亦能提升其運轉

效率。在運轉安全的角度下，新運轉排程比舊有運轉排程更能夠兼顧經濟性，而目前該運轉排程已正式使用中。

表1 新舊運轉排程比較

扣除風力機組負載後之系統負載(kW)		夏興機組			塔山一~二期機組			
		單機容量	發電量 kW	台	單機容量	發電量 kW	台	
(g)=(b)*(c)+(e)*(f)		(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)	
新運轉排程								
	≤	20,400	2,900	2,000	0	8,000	5,100	4
20,401	~	23,000	2,900	2,600	1	8,000	5,100	4
23,001	~	31,100	2,900	2,600	1	8,000	5,700	5
31,101	~	41,600	2,900	2,600	1	8,000	6,500	6
舊運轉排程								
	≤	16,000	2,900	2,000	0	8,000	4,000	4
16,001	~	17,600	2,900	2,000	1	8,000	3,900	4
17,601	~	20,600	2,900	2,600	1	8,000	4,500	4
20,601	~	24,000	2,900	2,600	2	8,000	4,700	4
24,001	~	31,900	2,900	2,200	2	8,000	5,500	5

(一)研究背景與目的：

自民國82年起綜合研究所陸續進行「台電系統負載特性調查研究分析」研究案，並在各類用電抽樣調查用戶端安裝記錄型調查電錶，量測用戶之用電資料，推估契約類別、區處、行業別之負載組成，經與調度處全系統24小時發電負載資料比對後已獲致良好之推估精確性，推估結果可作為各類售電成本分攤之參考，而且每年定期提報年度全系統最高負載日各類售電別負載組成分析資料，以供編製年度時間電價各類售電成本分析表用。依103年第03次大會報指示辦理研究高壓用戶建置智慧型電表完成後，如何將其資訊應用於負載預測，以供中長期負載預測作業所需行業別用電負載成長趨勢分析。

(二)研究方法與內容：

首先藉由擷取AMI高壓與低壓用戶需量資料與全系統用戶NBS用電屬性資料，建置資料倉儲及其資料儲存與管理機制，並進行每日AMI需量資料以及每月NBS屬性資料之更新。本研究第二面向為設計「九大關鍵耗電產業及5大服務業負載特性分析應用介面」，運用高壓用戶AMI自動讀表區段需量資料分析年度關鍵耗電產業及服務業負載特性，經由累積各年度各關鍵耗電產業之用電負載特性及其對系統夏季尖峰負載之影響，以提供中長期負載預測作業所需產業別用電負載成長趨勢分析。以及建立本公司全系統8760小時之契約別日負載組成推估機制，瞭解夏月與非夏月十個契約類別的日分時負載量與佔比，供核算年度時間電價各類售電成本之依據，以作為訂定合理電價訂參考。此外建立年度需量反應負載管理績效評估平臺，透過「年度需量反應負載管理績效評估平臺」，可分析相關參數產生整年度的時間電價績效評

估表。進行各項經濟數據參數對我國電力售電量的變動影響分析，包含建立重要經濟數據年度分佈查詢、行業別與經濟數據比較分析、售電量與其屬性迴歸模型推導、售電量與經濟數據迴歸模型推導。本研究第三面向為建立完整的大用戶負載特性分析資料，以供針對供電瓶頸區域設計的地區級需量反應方案應用。首先針對汐止超高壓變電所E/S轄區供電瓶頸地區100kW以上之高壓及低壓需量用戶，進行供電瓶頸地區用戶之用電設備特性訪查及分析。以及針對已裝置AMI用戶，進行用戶空調、含冷凍及耗電設備抽樣問卷調查、及空調專家訪談，與裝表量測用戶之空調主機，建立各類用戶不同空調類型負載特性調查系統，提出合理冷氣需量反應措施效益評估模式以供重新檢討現行「空調週期性暫停用電措施」及「儲冷空調系統離峰用電優惠措施」參與現況及評估模式。以及進行AMI應用於供電瓶頸地區用戶之需量反應方案擬定與供電瓶頸地區用戶參與需量反應之意願調查。最後進行供電瓶頸地區應用AMI執行之需量反應措施及測試，並提供完整的大用戶負載特性分析資料。

(三)成果及應用：

本研究建置完成各類用電負載特性分析平台，各類用電負載特性分析平台涵蓋九大耗電產業及五大服務業負載特性平台與經濟指標對行業別用電量分析平台。本研究應用多方資料來源推估台電尖峰負載、亦完成了全系統8760小時之售電契約別日負載組成推估機制之建立、降低尖峰負載績效評估機制之建立、地區級需量反應方案制度設計、空調負載特性調查及空調方案效益評估模式建立。



圖1 負載特性分析平台

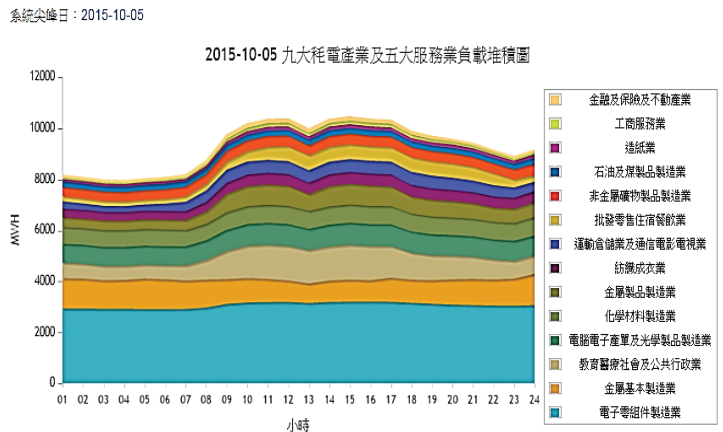


圖2 行業別負載組成分析

研發與試驗活動

示範性網路知識社群之推廣與運作

(電力經濟與社會研究室：王華新)

(一)前言：

台電同仁之網路社群已逐漸於外部社群平台成形(ex.台電臉書團、台電員工臉書福利社..)並逐漸發展成熟，不但對員工社交互動、資訊傳遞、網路學習、知識創新、連絡感情、業務推廣、員工權益、各類相關問題之疑問解答…等等，發揮極大極迅速之作用，甚至對電業經營管理議題如電業法修正、能源轉型等重大經營變革方向也能凝聚共識，提出社群自我主張論述，甚至號召發起具體社會運動(如台電南北徒步串聯自救會)，也成為台電各類相關單位與組織團體個人積極參與發揮影響與尋求合作之對象(如工會、福利會、公服處、工會參選人…)。

基於上述情況，台電經營智庫有必要有責任，以研究單位角度來驗證與發展社群式知識管理之核心理念與關鍵作法，以期及時掌握社群的發展方向與影響力的運作模式，另一方面，也藉由社群式知識管理來孵育參與式創新機制與創造力展現平台，並作為台電內部員工網路社群發展之先趨與數位治理之前期試驗參考。

(二)研究內容：

本研究會運用新一代知識管理技術(圖1)，建立更有學習效果與創新能量的知識社群，希望藉由成立兩個示範性網路知識社群“台電新世代知識社群”與“電業經管知識社群”，(圖2)作為推廣研究之目標社群，以累積台電現代網路知識社群之運作經驗與理論基礎架構，強化組織性學習並帶動創新精神與文化，以因應未來長遠電業改革轉型之挑戰。如何透過網路知識社群達成以下功效：

- 1.培養線上團隊學習的文化，並透過讓員工彼此強知識分享流通管道挖掘隱性知識，也可以逐漸養成員工開放思考與創新的訓練。
- 2.建立新社交與分享之知識網路，讓企業內部的工作者能夠經由選擇特定專領域和其他具有相同專業領域或對該興趣的跨部門員工，經由線上平台進行互動並分享知識、創造知識(圖3)。
- 3.藉由知識社群自動發、互助學習分享，加入由下而上的運作能量，以彌補國營事業Top_Down運作機制所造成參與不足之文化特性。
- 4.內部數位治理與內部公民參與的探索性觀察與分析研究，以作為後續數位治理的先期資料。

(三)研究目標：

藉由研究單位多元、開放、創新、平等之特性，培育多元化創新思考、打破限制性束縛、建構新世代知識網路平台、帶動台電創造性改變：

1.調整工程師文化，帶動多元創新-管理創新、溝通創新、模式創新、文化創新、技術創新。

- 2.作為電經室經營智庫短、中、長期研究規劃參考之來源資料庫之一。
- 3.作為電經室研究計畫之規劃、執行與成果之台電同仁內部大眾溝通平台。
- 4.作為電經室協助總處規劃推動台電總體經營策略與行政管理之內部數位治理之先期平台。

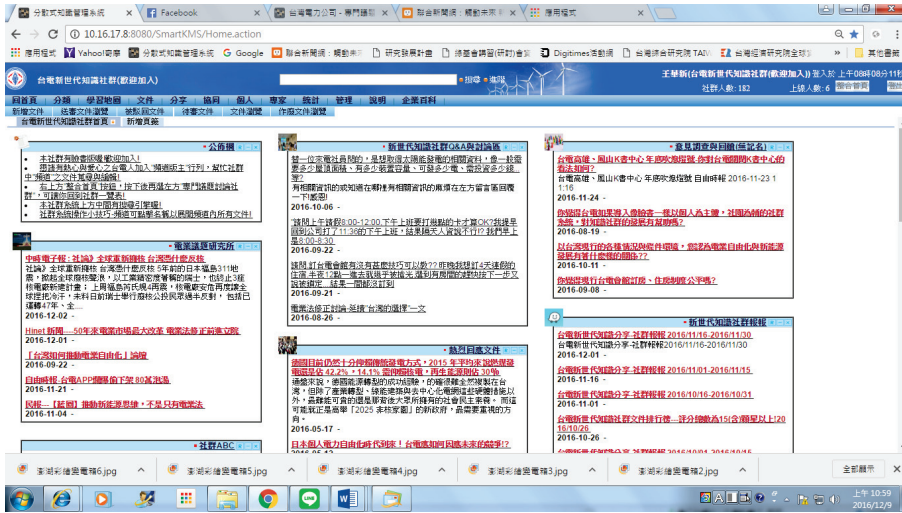


圖1 新一代知識管理管理技術---分散式知識管理系統

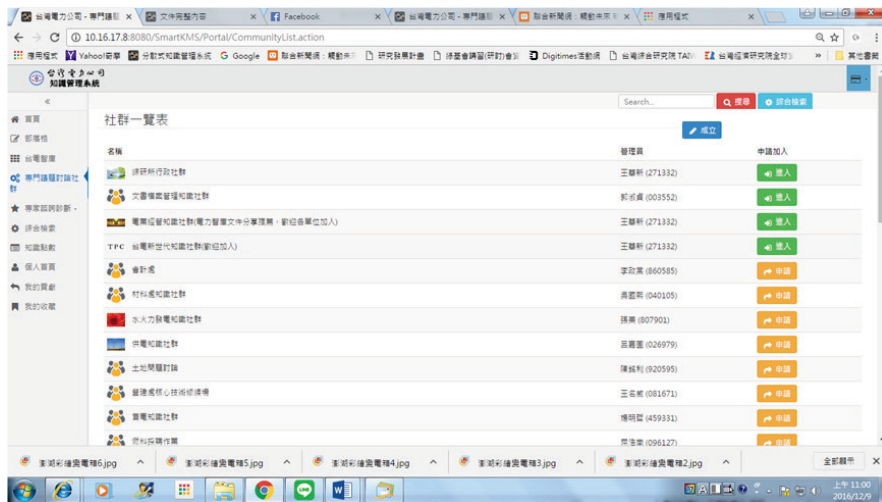


圖2 兩個示範性網路知識社群：“台電新世代知識社群”與“電業經營知識社群”



圖3 線上平台進行互動並分享知識、創造知識