

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

101年第3季 (101.07 No.85)

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

台灣電力公司

使命：滿足用戶多元化的電力需求、促進國家競爭力的提升、維護股東及員工的合理權益。
願景：成為具有卓越聲望的世界級電力事業集團。
經營理念：誠信、關懷、創新、服務。

研究計畫成果

一、太陽光電用戶併聯饋線之電力品質監測分析 (電力研究室：柯喬元、許炎豐、楊金石)

(一) 緣起：

台電許多區處轄內已有多座太陽光電廠併聯至配電饋線，例如林邊 S/S 之 NF29 饋線目前併聯了屏東轄區內最大裝置容量的太陽光電廠，總裝置容量達到 4996.98kWp，而翠屏 S/S 之 BR42 饋線目前併聯之太陽光電裝置容量亦達到 3865.16kWp。為了解大量的太陽光電併聯至饋線後之電力品質變化，綜合研究所乃進行林園 P/S、翠屏 S/S、林邊 S/S 等變電所併接太陽光電饋線之諧波與電壓變動量測。以下說明本所分別於民國 101 年 1 月~3 月至林邊 S/S、翠屏 S/S 等變電所及饋線上進行電力品質量測結果。

(二) 併聯太陽光電用戶饋線量測點與介紹

此次量測之太陽光電(PV)廠分別併聯至林園 P/S、翠屏 S/S、林邊 S/S 之下游饋線，量測點涵蓋變電所匯流排、饋線、PV 廠 MOF，以及饋線末端裝設大量 PV 之高壓用戶，量測位置如圖 1 所示。

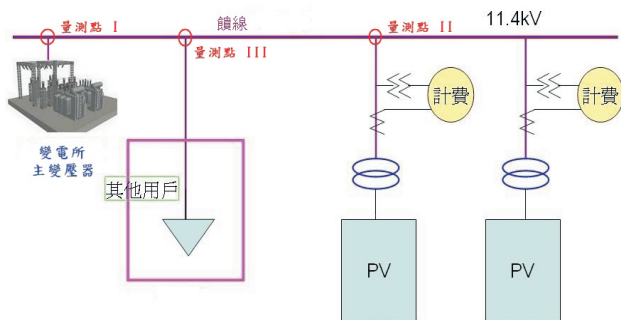


圖 1 併聯太陽光電用戶饋線量測點

進行量測之變電所如表 1 所示，各饋線上皆有數座太陽光電廠，太陽光電總裝置容量皆在 2MWp 以上。本次諧波量測之取樣方法：每 1 分鐘取一平均值，全部測量值經統計，以累積機率分佈之 95% 為代表值。其他所需電力品質資料如功率因數、實功率、虛功率與視在功率等，亦 1 分鐘取一平均值。

表 1 併聯太陽光電用戶饋線量測點與裝置容量

變電所	饋線	饋線之太陽光電裝置容量
林園 P/S	BS40	5987.52kWp (12 戶)
翠屏 S/S	BR42	3865.16kWp (9 戶)
林邊 S/S	NF29	4996.98kWp (11 戶)

(三) 林園 P/S BS40 饋線量測結果

有關太陽光電系統對台電電網所造成的電壓變動率，此處以太陽光電系統輸出功率在短時間急速變化時造成的電壓變動率當作代表值。統計林園 P/S 連續性記錄樣本空間監測資料，發現林園 P/S 之 11kV BUS 在太陽能廠輸出急速變化期間，電壓變動率皆在±0.5%以內。統計多個 BS40 饋線上某太陽能廠 MOF 之 11kV BUS 太陽能廠急速變化期間，如圖 2 框選區間，電壓變動率皆在±1.8%以內。

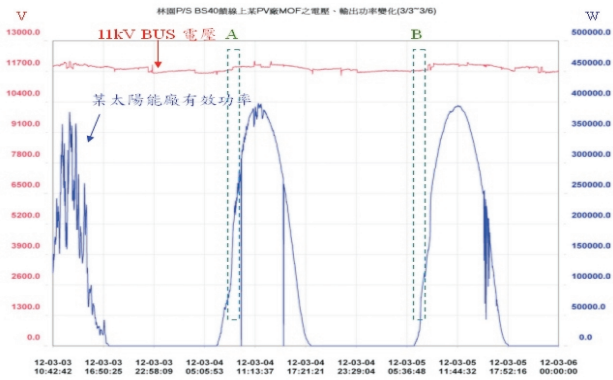


圖 2 BS40 饋線某太陽能廠輸出功率與 MOF 電壓

BS40 饋線上之某 PV 發電廠(約 499kWp), 其 MOF 之電流總諧波失真率為 1.32%, 各次諧波失真率亦符合台電規定, 電流諧波波形如圖 3。

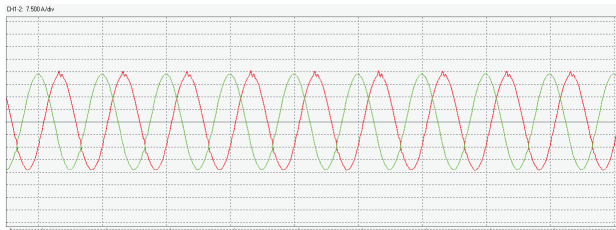


圖 3 BS40 饋線上某太陽光電用戶之諧波電流波形

(四) 翠屏 S/S 併聯 BR42 饋線之太陽光電用戶

翠屏 S/S 連續性記錄樣本空間內, 變電所 11kV BUS 在太陽能廠輸出急遽變化期間, 電壓變動率皆在 $\pm 0.8\%$ 以內。統計多個 BR42 饋線上某太陽能廠 MOF 之 11kV BUS 太陽能廠急遽變化期間, 結果如圖 4 所示框選區間電壓變動率皆在 $\pm 1.3\%$ 以內。BR42 饋線上某太陽能廠 MOF 之電流總諧波失真率為 3.42%, 各次諧波失真率亦符合台電規定。此外, 量測發現 BR42 饋線之 5 次諧波電流於取樣期間之最大值達到 23.7A, 不過該諧波電流相對於饋線之線路容量而言仍很小, 不致於影響電壓品質。

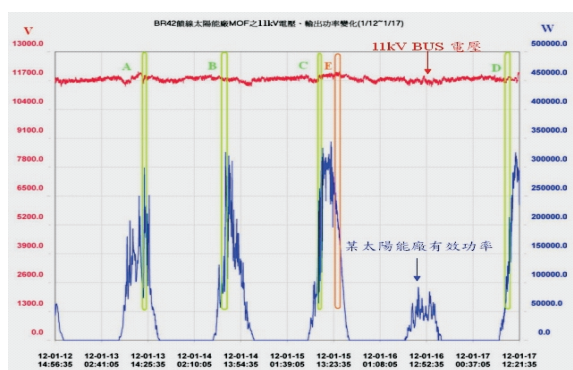


圖 4 BR42 饋線某太陽能廠輸出功率與 MOF 電壓

表 2 NF29 饋線上某太陽能廠 MOF 之各次諧波電流失真率

諧波次數 電流值		11.4kV 側 Ia 諧波電流實測值(%)														
		I _L	I ₂	I ₃	I ₄	I ₅	I ₆	I ₇	I ₈	I ₉	I ₁₀	I ₁₁	I ₁₂	I ₁₃	I ₁₄	I _{THD}
代表值	(A)	23.1	0.05	0.11	0.10	0.70	0.01	0.29	0.02	0.03	0.02	0.07	0.01	0.07	0.01	0.78
	(%)	100	0.22	0.48	0.43	3.03	0.04	1.26	0.09	0.13	0.09	0.30	0.04	0.30	0.04	3.38
台電標準(%)		-	1	4	1	4	1	4	1	4	1	2	0.5	2	0.5	5%
試審結果		-	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格	合格

*I_L 為統計期間 PV 廠輸出之最大電流值

(五) 林邊 S/S 併聯 NF29 饋線之太陽光電用戶

林邊 S/S 連續性記錄樣本空間內, 變電所 11kV BUS 在太陽能廠(總容量 4996.98kWp) 輸出急遽變化期間, 電壓變動率皆在 $\pm 0.9\%$ 以內, NF29 饋線饋線上某太陽能廠 MOF 之 11kV BUS 電壓變動率皆在 $\pm 0.8\%$ 以內, 如圖 5 框選區間。NF29 饋線上之某太陽能廠 MOF 之電流總諧波失真率為 3.38%, 各次諧波失真率如表 2 所示, 符合台電規定。

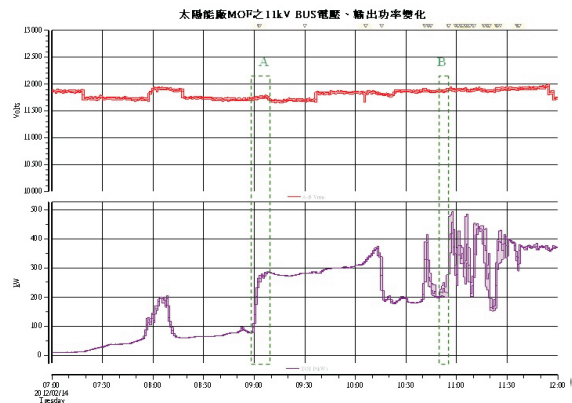


圖 5 NF29 饋線某太陽能廠輸出功率與 MOF 電壓

(六) 結論及建議

經過詳細多方比對, 分析林園 P/S、翠屏 S/S、林邊 S/S 與其下游量測點之電力品質資料, 顯示太陽光電廠輸出功率急遽變化時, 其連接饋線、變電所匯流排之電壓變動率符合 2.5% 之台電標準, 太陽光電廠併接饋線 MOF 之各次電流諧波失真率亦符合台電標準。

而太陽能輸出急遽增加時段, 對林邊 S/S #2MTR 之 69kV 側電壓變化大約在 0.1% 左右, 最高變化率僅有 0.3%。

此外, 太陽能廠大量輸出時段, 在變電所量測上述饋線時, 電流基本波會出現相角漂移現象, 導致現場人員難以計算電流對電壓之相角。此現象係太陽能輸出功率被饋線上其他負載使用後, 饋線上之總電流變小, 導致電流基本波相角容易產生漂移。因此, 如需進行對相作業, 建議於日照量較小(陰雨天或傍晚)之時段進行。

本次量測期間為冬季, 並非日照最強的季节, 將在夏季再進行 1 次量測, 並比較兩者之差異。

本量測計畫得以順利進行, 感謝鳳山區營業處、屏東區營業處與業務處相關同仁的鼎力協助。

二、用戶用電設備檢驗作業方法分析研究

(負載研究室：張文奇、張文曜、蔡森洲)

(一) 研究背景

我國在政府推行國家十大建設、高科技產業及農村電氣化的政策下，其用電量逐年提升甚為驚人，在這 40 多年來，人民生活富裕，低壓用戶家庭增加很多電氣化用電器具，高壓以上用戶，其用電容量及電氣設備亦持續增加很多，所以用戶已裝置之受電設備，用電設備及其配線，即指電氣裝置，使用日久可能會因超載過熱、導體接觸過熱、電線短路、電弧、絕緣劣化發熱及洩漏電流放電等現象而引起火災，也可能會因使用不當、裝置有缺失、設備劣化、品質不良、維護不妥、外力損害及環境因素等現象而引起事故停電，因此用戶已裝置之受電設備、用電設備及其配線均應予妥善維護，不要使其發生火災或事故停電或感電。所以電業法第 43 條規定：「電業對用戶用電裝置，應依中央主管機關所訂，經檢驗合格時，方得接電。用戶已裝置之用電設備，每 3 年至少檢驗 1 次，並記載其結果，如不合規定，應通知用戶限期改善」，依其規定，用戶已裝置之用電設備檢驗工作，由台電公司負責執行。

台電公司依法進行用戶用電設備定期檢驗作業，但民眾隱私權及自主性日漸增高，要進入民宅檢查之時間可能不易配合，用戶會質疑台電檢驗人員係假冒的、係騙徒，會產生誤解與糾紛，甚至發生訴訟，檢驗後用戶不簽章，造成執行上有很多問題。另外因用戶數逐年增加，但員工名額並未配合增加，反而是減少，對執行定期檢驗工作是有影響，而且檢驗人員也會害怕萬一用戶用電處所發生火災，檢調單位會蒐集用電設備維設檢驗資料，如果被誤解台電人員檢驗不力，會造成檢驗人員壓力與困擾。因此電業法第 43 條規定及台電公司自訂的「用電裝置檢驗實施要點」有關檢驗執行單位、檢驗項目、檢驗方法、檢驗週期及檢驗標準等事項，均要檢討是否適合，且要深入探討與研究。本研究乃希望蒐集歐美亞洲等先進國家對用戶用電設備檢驗相關法規與資料，並評估合理人力、成本、執行困難點及其因應對策，同時對台電公司現行檢驗規定，能作綜合性分析及建議，最重要的是要檢討電業法第 43 條之規定如何修正，以供中央主管機關修正之參考，以解決目前執行上缺失與困難。

(二) 研究方法及步驟

本研究案主要內容為蒐集國外先進 10 個國家以上有關定期檢驗資料，並訪查 3 個國家，其研究內容包括下列各項：

1. 蒐集國內及國外各國（美國、加拿大、英國、愛爾蘭、德國、日本、韓國、中國大陸、新加坡、香港）用戶已裝置之用電設備有關研究議題資料，如檢驗法源、檢驗項目、檢驗

方法、檢驗週期、檢驗方式、檢驗標準及檢驗執行單位等相關法規、標準及文獻。

2. 訪查美國、英國、日本等國家對用戶已裝置之用電設備定期檢驗工作相關事項，提供下列資料：

- (1) 政府或電業對用戶用電設備之檢驗法源、檢驗項目、檢驗方法、檢驗週期、檢驗方式、及檢驗執行單位等相關法規標準資料。

- (2) 檢驗執行單位執行時遭受困難及因應對策。

- (3) 檢驗執行單位屬於何種組織，所需合理人力及成本。

- (4) 檢驗結果如不合格，其後續處理及罰則、檢驗資料保存年限。

3. 實際訪查台電公司北西、彰化及高雄區處，與台電人員共同討論現行用戶用電設備檢驗之實際執行情形，並請台電公司提供下列資料，以作為本研究案之比較分析，探討有何不妥之處，再提出建議。

(三) 研究成果

基於本研究所蒐集之資料之分析後提出下列幾項建議，供台電公司參考擬定相關作業辦法或法規修訂，以增進用戶用電安全及提升台電公司對用戶之服務品質，並與國際標準及技術水準同步，達成本研究之目標：

1. 定期檢驗之目的在防止用戶用電設備引起之電氣火災、感電危險及保障用戶生命財產的安全。目前台電辦理用戶用電設備定期檢驗方式，因人員不足而要求每人每日應完成的定期檢驗用戶數目標值逐年提高，以致難再要求依標準作業程序落實執行定期檢驗項目、檢查測試方法，及檢驗作業步驟等規定。定期檢驗改進方案可分為：(1) 交付委外承包 (2) 政府另成立法人組織機構 (3) 移轉政府中央/地方主管機關等。

2. 目前台電最可行的改進方案應是交付外包，茲經參考亞洲近鄰及歐美先進的做法並分析結果，建議採行日本之方式，以電力公司業務轄區為範圍，成立對應的財團法人電氣保安（安全維護）協會。唯如比照日本方式，首先須要修正我國電業法條文，及另行訂定定期檢驗業務委託外包的辦法，同時要明訂委任者資格條件，必須防止台灣目前以低價搶標又便宜行事的不良作為。茲建議參照日本電力事業法（施行細則）規定，我國定期檢驗業者應先取得主管機關能源局之認可，

並比照日本訂定認可條件：(1)受託業務事業區域含蓋台電營業區域。(2)擁有區域內辦事處之電力工程業者若干分之一以上之成員（日本為三分之一）。(3)具適切執行業務之會計基礎及技術能力。上述三款資格認定條件，請台電建議能源局審慎考量擬訂相關辦法。

3. 韓國電氣安全公社是國營法人機構，其下設立有電氣安全研究院及電氣安全技術教育院，除了電氣設備之定期檢查及點檢業務外，並負責電氣安全調查、研究、技術開發，包括電氣火災及感電事故預防研究的專業權責機關，是我們可以參照的理想學習對象。
4. 歐洲各國之定期檢驗作業，大多參照國際標準 IEC 60364 修訂其各別之國家標準，如英國 IET 編訂的「既設用電設備檢查與試驗實用法規 (Code of Practice for In-Service Inspection and Testing of Electrical Equipment)」即在規範如何藉檢查測試作業方式，以驗證既設用電設備性能是否仍保持良好狀況，能繼續安全使用。因為歐美住宅

的定期檢驗作業，多非強制性的，係由屋主自費聘雇職業電工代為檢驗，故定期檢驗作業會按各項標準規定逐項確實檢查。歐美各國早已成立獨立自主之國家級電氣檢驗協會，皆非政府組織，以其專業技術及權威來負責用電設備檢驗。這是國際標準作業方式，也是我國定期檢驗作業未來應該努力推展的長期目標。

5. 電業法第 43 條「電業對用戶已裝置之用電設備，每 3 年至少檢驗 1 次，並記載其結果，如不合規定，應通知用戶限期改善」。此規定似乎太僵硬，宜另訂規則或辦法，使其較具有彈性，且如要增修訂也較方便。按能源局也已提出電業法第 43 條修正草案，建議台電公司轉請能源局提出電業法第 43 條修正草案為「電業對用戶既設電氣裝置，應定期檢驗，並記載其結果，如不合規定，應通知用戶限期改善；用戶拒絕接受檢驗或在指定期間未改善者，電業得停止供電。定期檢驗之範圍、基準、週期及程序等辦法，由中央主管機關定之」。

三、台電未來角色與營運困境及因應對策之研究

(電力經濟與社會研究室:張信生)

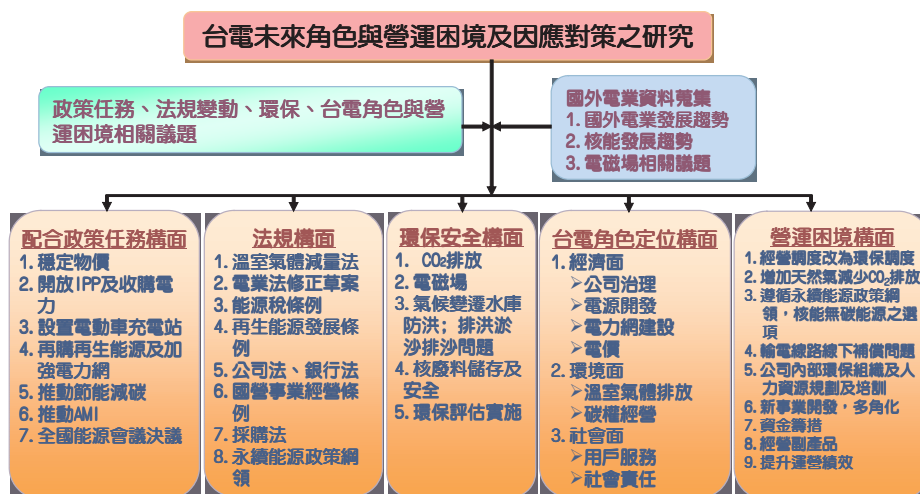
台電為國營事業，受制於須背負政府政策任務，營運策略常無法因應外部環境變動作適時調整，影響公司經營績效至巨。例如在國際金融風暴前，進口燃油及燃煤價格節節高漲，政府為了穩定物價，電價未能及時反應燃料成本作適當調整，以致造成營業巨額虧損，無法達成年度盈餘目標，且影響公司經營績效之考核。

其他因應環境變遷相關政策之推動、法規變動、環保課題等，諸如考量節能減碳之溫室氣體減量排放、重大投資案納入企業排碳權、電源開發環境影響評估標準認定、及各種節電競賽的電費折扣獎勵措施等，亦對公司營運形成重大影響。探求如何突破種

營運困境之因應對策或解決方案為本研究待解決之課題。

本研究主要進行下列各項問題重點進行策略性研究，包括：

1. 因應政策任務推動、法規變動、環保課題，台電角色與營運困境相關探討。
2. 順應綠色環保趨勢及政府環保政策，探討並研提因應對策機制或配套措施。
3. 提升經營管理績效之公司治理機制探討。
4. 針對台電角色與達成盈餘目標衝突，探討營運困境突破對策或解決方案。
5. 台電未來經營角色定位探討。



技術服務

火力電廠熱回收鍋爐中壓蒸發器爐管破管肇因分析

(能源研究室：謝運華、黃彥霖、高全盛)

(一) 前言

國內某天然氣火力發電廠，為目前台灣電力系統最大複循環發電廠，於民國 99 年 12 月停機檢修時，發覺 3 部熱回收鍋爐之水平中壓蒸發器管有多處破管情形，各機組破管發生位置皆位於爐管管排周圍區域，如圖 1。本文即探討此運轉僅約 5 年左右之機組鍋爐大規模破管原因。

(二) 成果與結論

此次中壓蒸發器管受熱區（水平段，破管）材質為 SA-178A，非受熱區（連接集管段，非破管）材質為 SA-192，兩者均屬低強度肥粒鐵系低碳合金鋼。

取得之爐管樣品共 3 支，分別為水平段爐管 (SA-178A) 1 支和進口端、出口端短管 (SA-192) 各 1 支。圖 2 為爐管剖面簡圖，根據電廠提供之資料，破管發生位置皆位於剖面圖之左、右側（即 3 點鐘與 9 點鐘方向），於是將爐管自上而下切開，清楚可見圖 3 之爐管內表面於左、右側均有兩側沿軸向平行分布之帶狀沉積物，該沉積物內存在腐蝕凹坑，且下半部結垢沉積量較上半部多（圖 4）。

觀察水平段爐管軸向之帶狀沉積物分布區域，可見管內壁確實存在局部腐蝕情形，且已深入爐管內（圖 5），管壁最薄處約 0.36 mm，已大幅低於最小允許厚度 1.98 mm；在顯微組織方面，由於波來鐵並未出現明顯球化現象，故材質仍正常。

綜合上述分析結果，爐管內壁有局部腐蝕現象，其中以進、出口端材質 SA-192 短管情況較輕微，SA-178A 水平段爐管較為嚴重，管壁最薄處約 0.3 mm，而又以兩側沿軸向平行分布之沉積物最為明顯，故可得知爐管內存在汽水分離之蒸氣圍包 (steam blanketing) 現象，由於汽水分離界面上，存在膜沸騰 (film boiling) 段，且結垢沉積速率與溫度成正比關係，使得汽水界面旁爐管金屬溫度偏高，沉積物大量堆積，產生沿軸向平行分布之氧化層帶。

分析水平段爐管內表面兩側軸向平行分布之氧化垢，結果發現鐵 (Fe)、碳 (C)、氧 (O)、磷 (P) 等元素（圖 6）。

根據電廠提供之資料顯示，磷酸三鈉與磷酸二鈉為水處理添加藥劑主要組成物，且自 2 號機組商轉至今運轉紀錄，爐水 pH 值均位於運轉標準 (pH 值 10.0~10.5) 之內，故雖然破管原因為鹼腐蝕所造成，然而腐蝕原因與水質不良關連不大。

綜合上述觀察，推測流體機械關係為：爐水自進口段短管流入水平段中壓蒸發器爐管後，經過 U 型迴圈至上層爐管，發生蒸氣圍包現象而產生汽水分離界面，且汽水界面隨著水平段爐管愈接近出口端而愈低，又此區域為主要破管區域所在，破管位置主要位於剖面圖之 3 點、9 點鐘方向，高度隨愈接近出口段而愈低，亦可佐證其汽水分離界面之不同，如圖 7。

依文獻上記載，蒸氣圍包現象因汽水分層在爐水跟管壁間產生，界面上蒸汽層管壁過熱，爐水迅速蒸發，產生高度濃縮鹼性溶液，在水線沉澱物下挖鑿 (gouging)，造成鹼腐蝕，爐管檢查會呈現一道明顯的水線，此情形與本次破管現象相符，判定破管原因為蒸氣圍包 (steam blanketing) 現象。

引發蒸氣圍包現象的原因與爐管內徑、質量流速、質量含汽率、外部熱通量等均有關係，詳細原因須進一步追查。

(三) 機組後續檢查

中壓蒸發器爐管 (IP Eva) 溫度設計值為 steam 249°C、flu gas 280°C 左右（圖 8），因腐蝕破管皆集中在 baffler 旁邊之 tube，故安裝二支溫度計於破管旁之 baffler，測得溫度分別為 470.3°C 與 475.7°C，相較於水平端爐管內部溫度偵測值 286°C 高出許多（圖 9）；另外，計算出之 IP Eva 熱通量約為 4736 KJ/m²hr，同時比對國內友廠同樣設計型式之複循環機組熱回收鍋爐之 IP Eva，其熱通量僅約 3753 KJ/m²hr，而友廠機組並未傳出破管情形，可證影響破管原因為局部熱傳不均與熱通量太高所致。

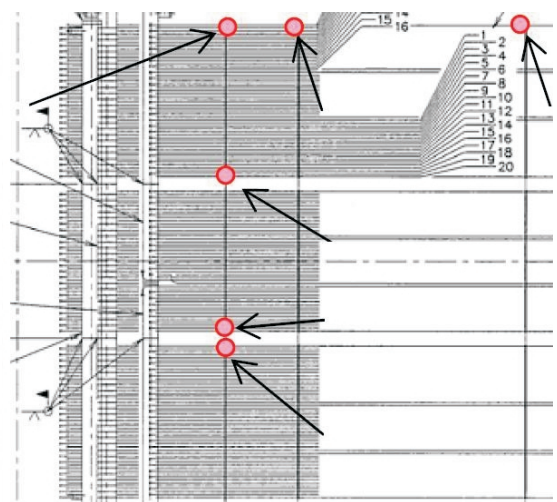


圖 1 水平中壓蒸發器管破管位置分布圖

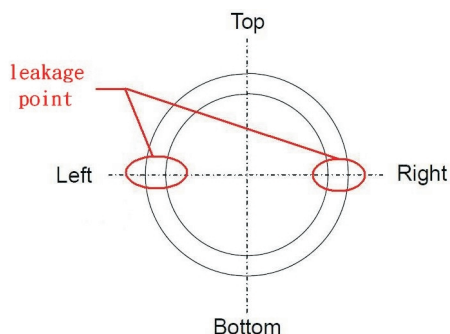


圖 2 破孔位置主要位於爐管剖面圖左右側

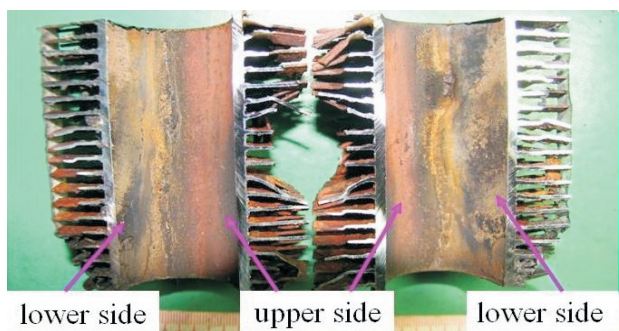


圖 3 破管內表面氧化垢堆積情形

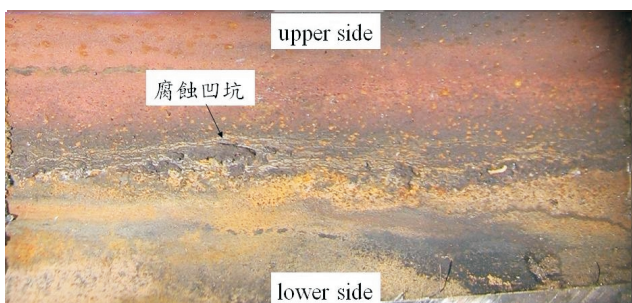


圖 4 破管內表面氧化垢堆積情形近照

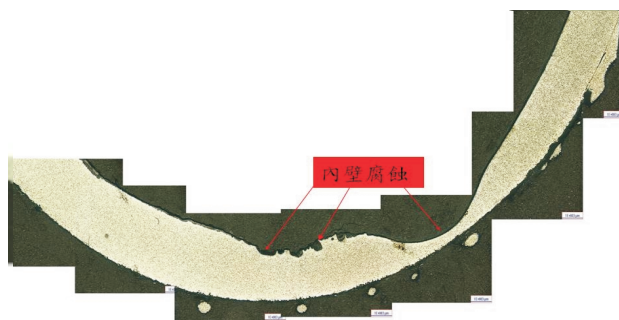


圖 5 破管內壁局部腐蝕樣貌

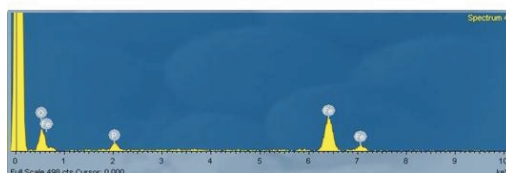
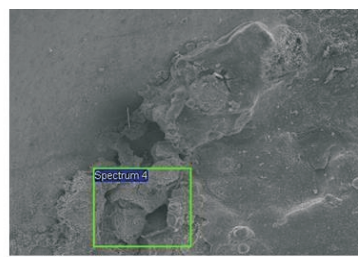


圖 6 內壁表面之結垢組成分析 (成分: Fe、O、P)

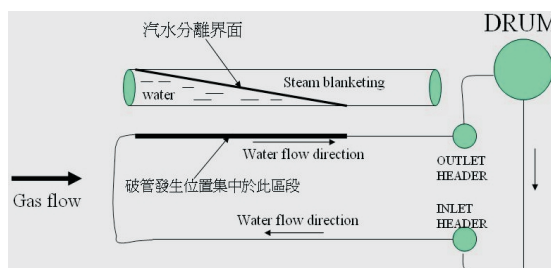


圖 7 流體機械關係推測

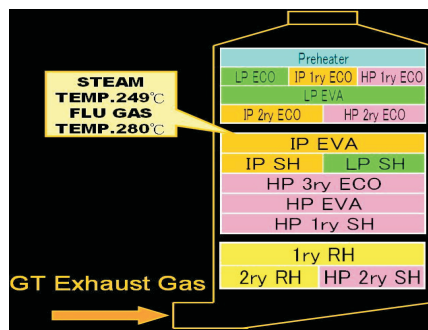


圖 8 IP Eva 設計溫度

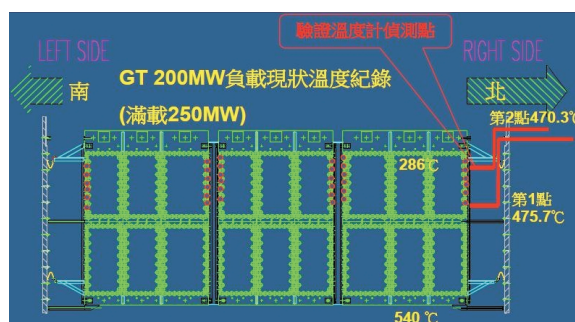


圖 9 溫度計測得破管旁溫度高達 470°C

研發與試驗活動

一、RTDS 應用於 FTU 動態試驗

(儀器組: 吳立成、林閔洲)

(一) 緣起:

本公司業務處饋線自動化工程中有一重要硬體設備: 饋線資訊末端設備 (Feeder Terminal Unit,

FTU), 可擷取線路上電壓、電流及其他相關資訊送回變電所, 而為因應未來再生能源併入系統後, 將影響系統負載潮流及故障電流。故本所將利用即時

數位模擬系統 (Real Time Digital Simulator, RTDS) 建置之系統模型, 模擬當饋線加入再生能源後, 系統負載潮流及不同故障點發生故障時, 系統故障電流之變化, 驗證各廠家之 FTU 是否具備良好故障識別能力, 以加速發現故障點, 縮短停電時間。

(二) 系統模型介紹:

本所依據業務處提供之系統資料建構模型如圖 1 所示, 其係由變電所 FCB 引出後經地下線路長 1km 連結四路亭置式 FTU 左路開關, 其中分歧線分別連接 RL 負載及再生能源; 接著, 由 FTU 右路開關經架空線路長 1km 後連結二路架空式 FTU, 其中連接一部再生能源, 然後再經長 1km 架空線路連接第 2 具四路 FTU 左路開關, 其中分歧線亦分別連接 RC 負載及再生能源。最後, 由 FTU 右路開關經長 1km 地下線路連接常開接點。為試驗 FTU 之故障旗號及資料擷取能力, 擬建立 11 個故障點, 測試不同故障電流大小及電流方向改變時, FTU 是否能夠判斷正確。

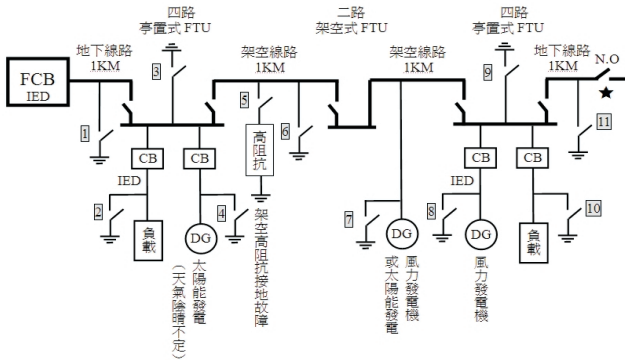


圖 1 測試饋線單線圖

RTDS 模擬系統係由加拿大 RTDS 公司生產製造, 特別設計應用於模擬電力系統及保護設備, 本所目前建置 5 個 racks, 實體照片如圖 2 所示。



圖 2 RTDS 模擬系統實體照

本試驗將利用 RTDS 模擬系統建構模型, 所建構之模型如圖 3 所示。其中包含一部太陽光電 (PV) 及兩部風力發電 (WT), 而圖 4 所示為模擬即時狀態之系統變化。圖中可看出線路上之電力潮流、各線路之電流量、各 DG 之發電量, 以及各負載大小及電壓電流相角差。最後, 將利用 RTDS 之類比輸出功能 (Analog Output, AO), 將模擬系統所模擬之電壓電流值, 經由放大器實際輸出, 輸入至 FTU 之 CT、PT 端, 以驗證 FTU 擷取資料與模擬系統一致。

(三) 動態模擬試驗介紹:

在進行動態試驗之前, 將先以標準試驗儀器進行靜態試驗, 以儀器輸出三相電壓、電流至受測設備 FTU 之 CT、PT 輸入端, 依設定值測試 FTU 故障旗號精確度, 以及功率 P、Q 之準確度。

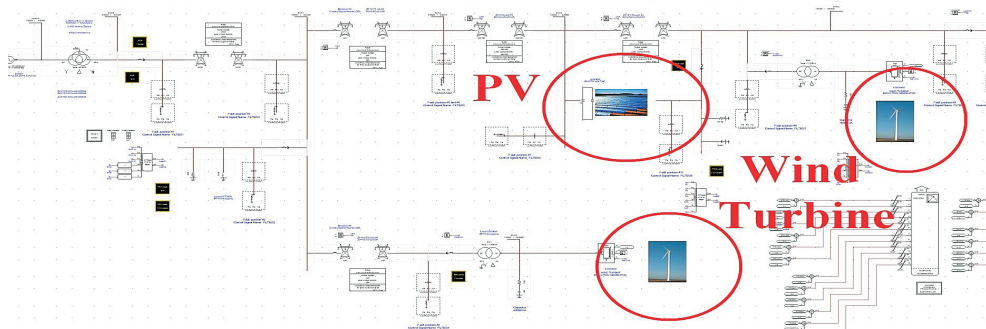


圖 3 RTDS 建構模型圖

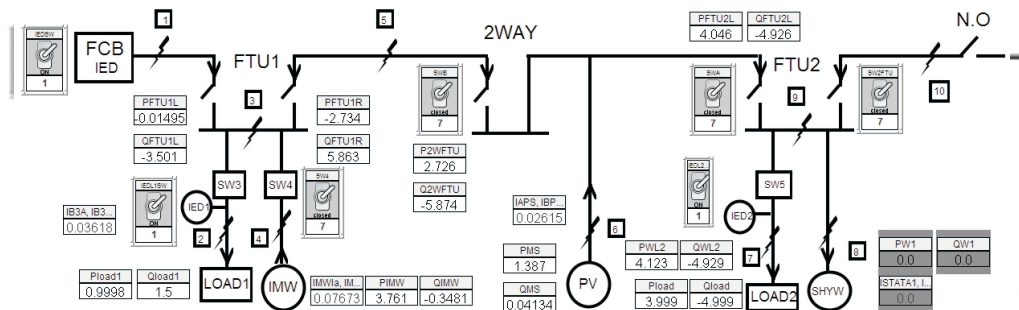


圖 4 RTDS 即時模擬圖

圖 5 為模擬饋線上 DG 全開時，FCB 電流、兩部四路 FTU 之左右路電流，以及二路 FTU 之電流穩態波形。依據圖 1 規劃，若於故障點 1 發生 2 週波單相接地故障時，各設備之故障電流暫態波形如圖 6 所示，比較圖 5 及圖 6 可發現 FTU1 左路、二路 FTU，以及 FTU2 左路的電流皆反相 180°。藉由調整模擬系統之接地電阻參數，可模擬不同大小之故障電流，並可觀測電流方向是否反向。同時，亦將針對所設定之 11 個故障點，分別模擬不同故障類型，如兩相短路故障、三相短路故障，及兩相短路接地故障等，以試驗受測之 FTU 是否符合標準。

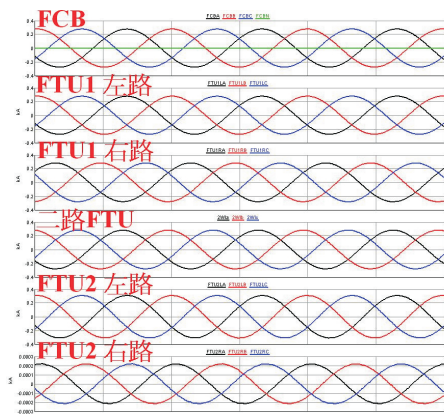


圖 5 模擬穩態電流波形圖

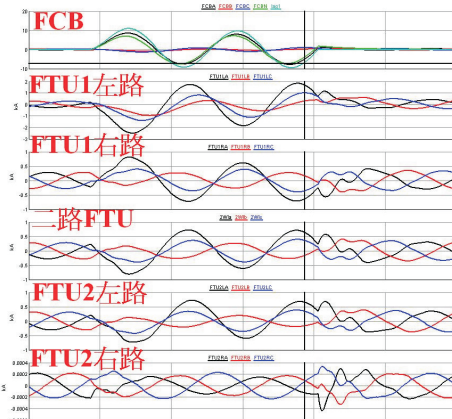


圖 6 模擬故障電流暫態波形圖

(四) 結論：

再生能源併入配電系統時，當發生故障時除系統提供之故障電流外，再生能源亦可能提供故障電流，故將影響饋線之電流方向及電力潮流分布，使得 FTU 之判斷難度提高。而利用 RTDS 動態模擬試驗可將系統真實狀況呈現，並可彈性調整不同之情境，以測試 FTU 之能力極限，如此一來，不但可確保本公司採購設備之品質，亦可提高廠商之承製能力，為國內供電品質創造良性成長。

二、參加第 20 屆台法經濟合作會議

(電力研究室：楊金石)



台法經濟合作會議自民國 82 年起每年輪流於兩國定期舉行，為兩國工商界交流之重要管道，本年為第 20 屆，於 3 月 27 日在巴黎法國企業聯盟 (MEDEF) 總部會議室舉行，由法國 MEDEF 主任 Philippe GAUTIER 及本公司李副總經理肖宗共同主持，我方出席人員包括我國駐法呂大使慶龍等共計 30 位，本所由楊主任金石出席，並於會中報告台電智慧電網執行計畫。

本年度會議我方另報告海峽兩岸經濟合作架構協議 (ECFA)、傳播資訊綠能技術，以及機能性紡織品等領域的發展現況和投資環境。法方詢問台灣未來的再生能源發展規劃，尤其在福島核災發生後，台灣的再生能源規劃是否有所改變的問題；我方回答，根據 2011 年 11 月公布之能源政策，至 2030 年整體再生能源總裝置容量達 12.5GW (佔比 16%)，其中太陽光電總裝置容量為 3,100MW、離

岸風力機與陸域風力機合計總裝置容量 4,200MW、生質能發電 1,400MW，以及水力發電 2,500MW 等。另法方提問採購相關問題，我方答覆我國已加入政府採購協定 (GGPA)，台灣有義務向其他締約國開放其採購市場，並提供公平、透明的貿易；法國在台協會經濟處處長 Pierre MOUSSY 也表示，他有信心台灣採購法規以及法國企業所面臨的問題應能隨著台灣加入 GPA 後逐漸改善。

心得：

法國在電力工業的發展相當先進，本次年會並安排產業參訪法國知名之發展智慧電網相關公司，如 Alstom Grid、Schneider Electric、Alcatel Lucent 等，其中 Alstom Grid 之同步相量廣域監測系統應用、新數位變電所架構、整合虛擬電廠 (VPP) 服務與分散型能源 (DER) 管理系統示範場，Schneider Electric 的五種具體策略：提高配電系統彈性、再生能源發電智慧化、提高家庭用電效率、提高企業用電效率與需量反應，Alcatel Lucent 的使用 LTE 無線通訊技術於智慧電表、機器對機器 (M2M)、家庭能源管理之監控、行動中車內影像即時傳送，這些公司在智慧電網與資通訊技術等之研發，值得與其交流進而推動相關的合作，使本公司未來再生能源與智慧電網的推動更順利。另這些公司相當注重有商業利益之研發，且研發人力佔比亦頗高，值得參考。