

# 電力研究簡訊

## Power Research Newsletter

98年第四季(9810 No.74)

### 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、2009年台電智庫改善目標

(電力經濟與社會研究室：余長河)

#### (一) 前言：

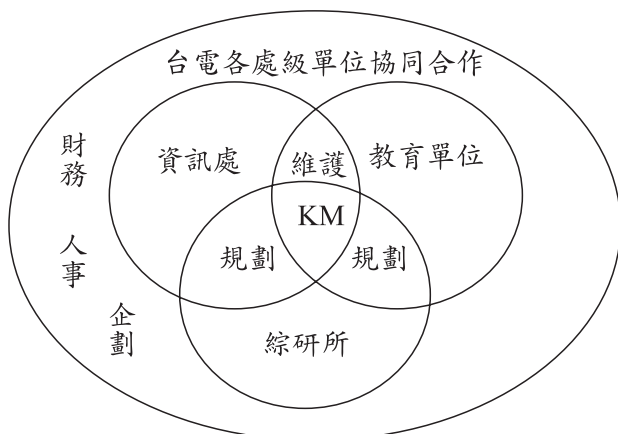
知識就是力量，力量的累積的方法就是利用前輩所傳承下來的智慧，並提升自我能力和企業價值。

台電智庫系統必需不斷加強改善和管理、不斷擴充新元素、給使用者簡單操作、容易查詢、快速讓同仁知識和技能提升。

Right Knowledge To the Right People at the Time  
(引用網路上的一句話)

#### (二) 內文：

一般人都不太願意或是不知道要如何貢獻自己畢生研究的心得，與真才實學比起來如何讓專業人員願意“知無不言，言無不盡”。以改善專家稀少、新進人員訓練、知識隨人事更動而無法保留等問題，以提高生產力。



經由具上層領導計畫、結合參與者找尋各處級單位技能專家、教育學者、優良廠商等技術合作推

行及同仁由下至上以 PDCA 過程方向執行改善知識管理和系統。

最終目標以達到員工知識和技能的提升、前輩知識的傳承、奠定下明確作業流程已達到減少時間成本的浪費。

#### (三) 協同的定義：

協力、通力合作、相互支援、共同研究，”資訊和資識分享”為最終目標。

#### (四) 未來展望：

1. 台電公司內部大方向推動方式困難，必須協同處級各單位，一個一個推動，使用人性化之系統平台為基礎，方可建造出一個完整的知識管理系統協同園地，並有效提升人員素質，有助於推動更大型建設。並根據外界專家意見，知識管理之推動必須與人事升遷獎賞制度相結合，方能事半功倍，基此，將進一步與人資處協商壹套可行之升遷或獎金獎勵制度吸引同仁參與。達到企業最大的收益。
2. 台電公司外部，協同企劃處不定期對外舉辦徵文活動收集民間資訊，配合教育單位學者協同研究，找尋優良廠商創造新系統平台。

#### (五) 如何做：

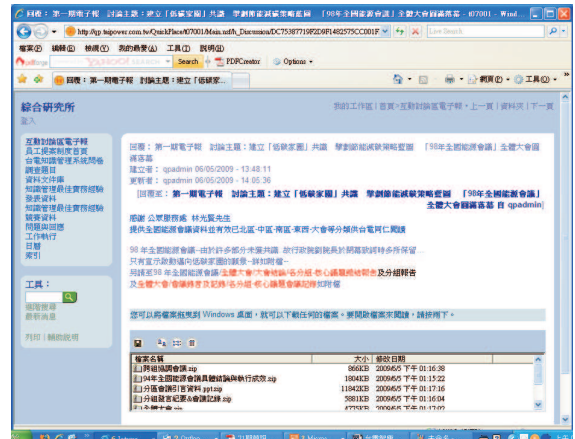
1. 知識專家再次評選。
2. 建立專家支援組織單位。
3. 強調單位同仁自給自足的能力。
4. 智庫平台系統再造，包含功能提升及程式問題修改。
5. 建立系統化作業之知識管理流程。

6. 加強智庫系統管理及修改。
7. 智庫系統和教育單位協同,有效使用及推廣。
8. 和企劃處協同舉辦企業內外活動。
9. 建立 Q&A 使用者處理機制。

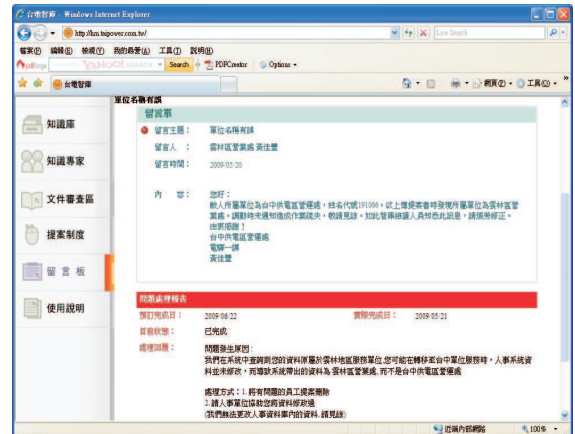
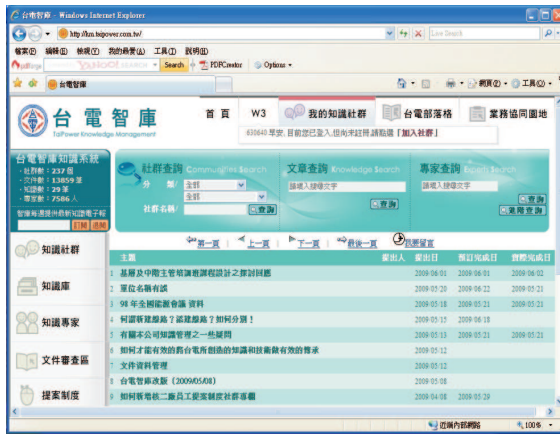
(六) 目前作業階段：

1. 台電智庫管理系統功能強化程式修改公開召標
2. 在業務協同園地綜合研究所成立互動討論區以收集台電智庫留言版、Email 所提問題、開會資料等文件以供討論與紀錄；互動討論區

文件經整理與分類後再放入資料文件庫成為知識。每月規劃一個熱門主題(能源會議因應、節能減碳、企業化經營、資產與風險管理、智慧電網、電力供需問題與因應)放於互動討論區或相關知識社群,並以 email 寄發知識管理電子報給公司同仁,以及時通知同仁及易於查閱、討論熱門主題。第一期電子討論報主題:探討如何建立「低碳家園」共識 (<http://qp.taipower.com.tw/t07001>)。如圖:



3. 建立線上 Q&A 問題處理機制,透過電子信箱,電話和線上留言等方式協助同仁使用,如圖:





## 二、輸電線路航空障礙燈及蓄電池壽命遙測監控系統技術之研究與建立

(負載管理研究室：張文曜)

### (一) 研究背景：

台電公司輸電鐵塔超過 60 公尺以上需依民用航空法規定加裝航空障礙燈，若市電無法供電之環境之下則需採用太陽能光電系統，依台電公司規範蓄電池需採用免保養鉛酸電池或更優材質之深循環式太陽電池模組，且蓄電池之使用壽命須達 3 年以上。但蓄電池安裝在鐵塔上，因受周遭氣候高溫影響，往往壽命不如預期，且須每月定期派員夜間觀測航空障礙燈是否熄滅，造成更換電燈泡及蓄電池成本甚鉅，並增加維護之困擾。

### (二) 研究方法：

本研究針對輸電鐵塔航空障礙燈之照明與蓄電池使用狀態，應用微處理機技術與 GPRS 無線通訊網路資料傳輸技術，設計與研製 1 套具無線簡訊傳遞、資料收集與監測功能之航空障礙燈遙測監控系統，系統架構如圖 1 所示。本系統包含 3 部分，第 1 部分為資料收集與監測單元，其中資料收集功能具備類比資料輸入、數位輸出輸入電路，此電路可收集航空障礙燈之電壓、電流、獨立型太陽光能系統蓄電池/或市電之運轉狀況。第 2 部分功能為應用 GPRS 通訊模組與 PIC18F8722 微處理機設計 1 具無線簡訊傳遞之通訊控制模組。遙測監控系統資料收集分析完成後，若航空障礙燈或太陽能系統故障時，則警訊命令經由內建之 RS-232 通訊埠告知 GPRS 通訊控制模組連通無線網路與基地台後送出簡訊，以便通知維護人員檢視維修。系統第 3 部份則於嘉南供電區處與綜研所內，規劃後端伺服器中之資料庫資料結構與資料存取及轉換介面程式，建立資料庫管理系統。

### (三) 系統架構：

本研究分別於兩座輸電線路鐵塔上裝設資料收集模組，一為太陽能供電裝設於新營-下營一二路#008 號鐵塔，另一為市電供電裝設於新營-下營一二路#019 號鐵塔。太陽能系統包括兩組太陽能電池模組、兩組深循環蓄電池，而二組障礙燈則是分別使用一組太陽能電池模組與一組蓄電池來進行供電，再分別與資料收集模組連接，其接線圖如圖 2 所示。而市電供電系統，包括單相三線 110/220 伏特市電與一組深循環蓄電池，市電系統使用單相三線 110/220 伏特降壓整流後，儲電於蓄電池並供應兩組障礙燈所需電力，再分別與資料收集模組連接，其接線圖如圖 3 所示。

本研究之 GPRS 通訊單元具有警報簡訊功能，當系統偵測到航空障礙燈或蓄電池故障，便會自動發送簡訊至維護人員手機上。此警報簡訊功能是由

遠端 GPRS 通訊單元即時監控，即時發出警報簡訊，圖 4 為障礙燈故障簡訊。在監控中心監控伺服器則擁有警報 Email 功能，此警報是經由伺服器數據資料透過分析後，依據已設定之 Email 發送清單，發送 Email 給維護人員。圖 5 為航空障礙燈監控頁面，可顯示選擇的鐵塔之即時狀態，並依據最新的更新資料來顯示太陽能電池、蓄電池、障礙燈電壓、電流及蓄電池、環境溫度等遠端航空障礙燈系統資訊。讓維護人員可以透過此畫面來檢視全區航空警示燈狀態。圖 6 為單一航空障礙燈監控頁面，此頁面能檢視單一鐵塔之運轉狀態，除了可以左半部可檢視太陽能電池、蓄電池、障礙燈電壓、電流及蓄電池、環境溫度等遠端航空障礙燈系統資訊外。透過右半部頁面的開關控制選項，還可以分別對太陽能電池、蓄電池及障礙燈做 ON/OFF 開關控制，使維護人員可以藉由此頁面進行遠端控制。

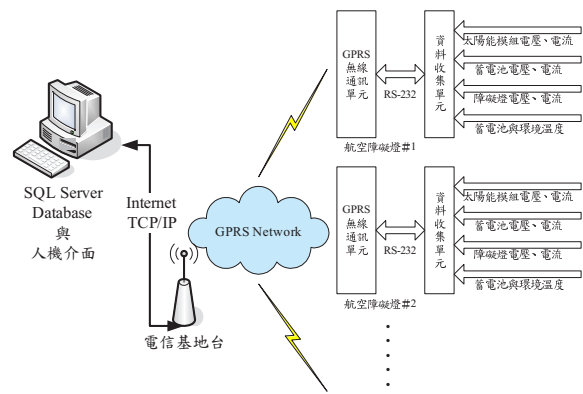


圖 1 系統架構圖

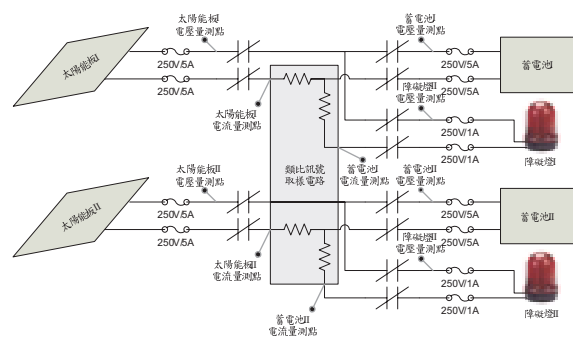


圖 2 太陽能供電系統接線圖

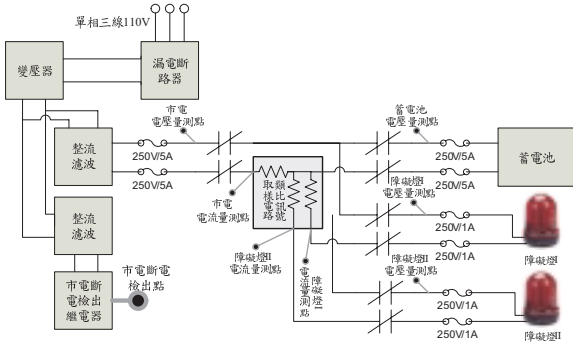


圖 3 市電供電系統接線圖

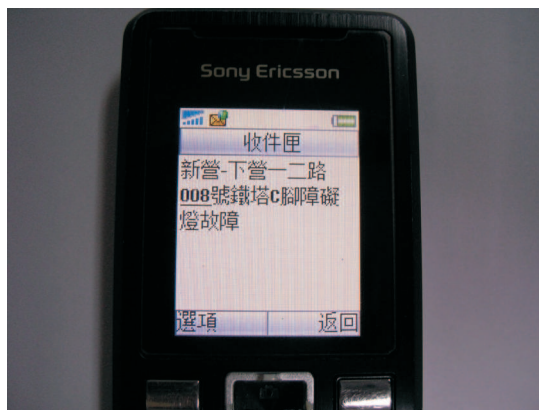


圖 4 航空障礙燈故障警報簡訊



圖 5 全區航空障礙燈監控頁面



圖 6 個別障礙燈監控頁面

### 三、市電併聯型再生能源製氫技術應用研究

(能源研究室：鄭雅堂)

傳統上太陽能或風力發電係搭配市電網路或是使用蓄電池組作為緩衝來彌補其間歇性發電的特性，惟前者無法在沒有市電網路的偏遠地區使用，而後者因受制於電池的重量及使用壽命，往往變得不可切實際。利用氫能/燃料電池將比傳統二次電池具有更大的儲能容量，可大規模推廣應用。本研究利用 1 座可提供 2 kW/5kW 不斷電之再生能源氫氣系統，以落實太陽能及風能欠缺穩定性但仍可供應高品質電力之構想。該系統由太陽電池組列、風力發電機、水電解製氫機、金屬氫化物儲氫罐，以及燃料電池所組成。水電解製氫機生產的氫氣壓力約 13.8 barg，足夠對金屬氫化物直接進行充氫，免除加壓的步驟。氫氣除了提供燃料電池測試運轉使用之外，並輸出穩定電力至專屬負載，達到宣導展示的效果。氫氣充放的動力機制是此種應用方式的主要限制因素。雖然初步測試結果足以佐證技術層面確屬可行，惟再生能源製氫供電模式的轉換效率低於 10%，不及全市電製氫方式，此係風電或太陽光電之轉換效率現階段仍低於化石能源轉換效率之

故，因此現今之投資成本仍十分昂貴，產出與投入不成比例。不過，從節能減碳的觀點出發，儘量利用自產的、潔淨的再生能源仍是值得繼續研發的正確方向。本研究成果於適當時機可供大型太陽光發電或風力發電應用於氫氣產製，再利用燃料電池供應穩定或尖載電力。

此一系統雖然規模不大，但係全國首例，具有前瞻性之指標意義。圖 1 為該系統示意圖，圖 2 為再生能源 3 種製氫模式及應用方式，圖 3 為氫氣產製、儲存與燃料電池等測試設施。表 1 為截至 98 年 6 月底之系統運轉實績。系統所有組件之規格如下：

1. 採用日本 Sharp 公司生產的矽晶太陽電池，搭配 2 台 Trace 市電併聯型直/交流轉換器(型號 PV-10208)，總裝置容量為 21 kWp。
2. 1 台美國 Bergey Windpower 風力發電機(型號 BWC Excel-S)，搭配永磁式發電機，無需增速齒輪箱，額定輸出為 10 kW。
3. 1 台 Proton Energy Systems 製造的 8 kW 水電解製氫機(型號 HOGEN RE40)，每小時可

生產 1.16 Nm<sup>3</sup> 氫氣，純度為 99.999+%，壓力為 13.8 barg。

4. 採用 50 支漢氫科技公司生產的金屬儲氫罐貯存氫氣，總儲氫容量約 33 m<sup>3</sup>。在高熱質 (HHV = 3.55 kWh/m<sup>3</sup>) 基準下，儲氫量約 117 kWh。
5. 1 台工研院能環所 (Energy & Environment Research Laboratories, EEL) 自製的 2 kW 定置型純氫燃料電池發電機。
6. 1 台購自 Plug Power 之 5 kW 燃料電池發電機，型號 GenCore 5B48，供氫壓力介於 64 psi

~ 96 psi，耗氫量 63.8 slpm @ 5kW net，電壓為 46 ~ 56 Vdc。

7. 1 台 Trace 直/交流轉換器 (型號 PS2524)，搭配 2 kW 燃料電池，供應 60 Hz、120 Vac 電力至專屬展示負載。
8. 1 台 Trace 直/交流轉換器 (型號 SW5548)，搭配 5 kW 燃料電池，供應 60 Hz、120 Vac 電力至專屬展示負載。
9. 採用 AB SLC500 可程式控制系統，並區分成 PLC 監控網路層、iFix 電腦圖控層及遠端監控及網際網路整合等架構。

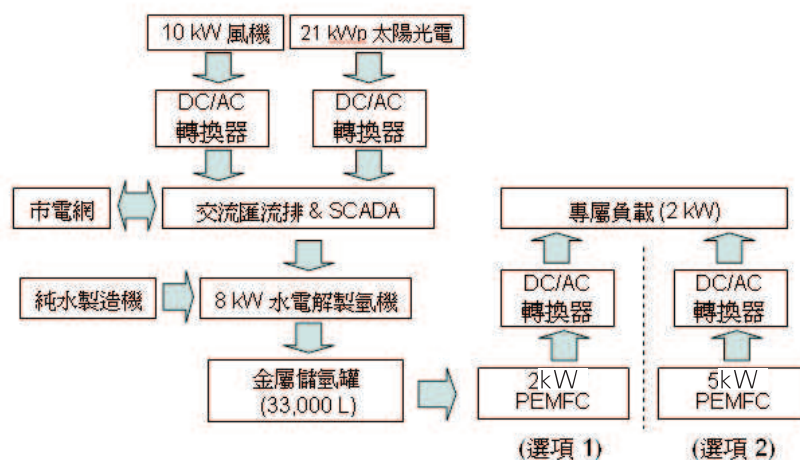


圖 1 再生能源與燃料電池混合型系統方塊圖

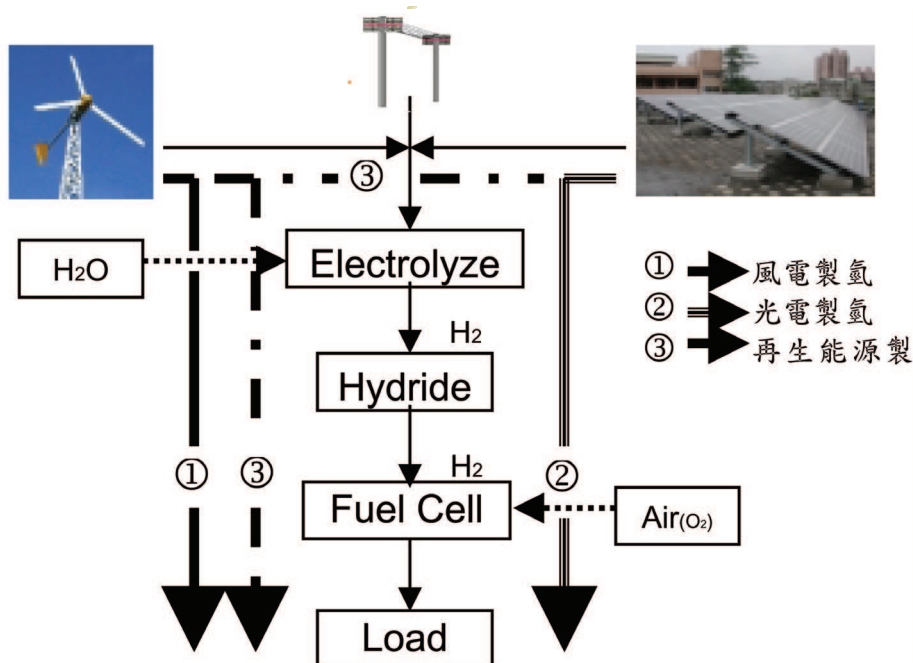
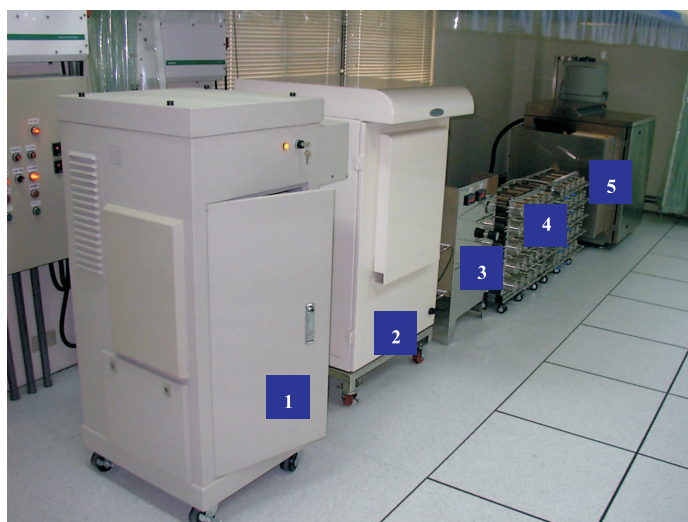


圖 2 再生能源 3 種製氫模式及應用方式





1.工研院燃料電池 2.外購燃料電池 3.氫氣流量控制器  
4.金屬氫化物儲氫罐 5.水電解產氫機

圖 3 燃料電池與氫氣產製設備

表 1 再生能源與燃料電池混合型系統運轉實績 統計至 98 年 6 月 30 日止

設備名稱	運轉時數 (含待機)	發電量 (kWh)	用電量 (kWh)	製氫量 (公升)	耗氫量 (公升)	啓用年月
21 kWp 太陽光發電	—	102,865	—	—	—	91/01
10 kW 風力發電機	—	6,156	—	—	—	94/11
8 kW 水電解製氫機	—	—	6,940	934,455	—	95/02
33 m <sup>3</sup> 金屬儲氫罐	—	—	—	—	—	95/04
2 kW 燃料電池	1,008	780	—	—	924,685	95/12
5 kW 燃料電池	373		—	—	*(合計)	95/12
專屬負載	—	—	780	—	—	95/12

\*早期部分由高壓桶裝氫氣供應

## 技術服務

### 一、后里水力電廠發電機端壓諧波檢討

(綜研所電力研究室：江榮城、廖清榮；電力修護處：胡澄讚；大甲溪發電廠：劉演鎮)

#### (一) 研究動機與目的：

后里水力電廠位於台中縣大安溪下游，擁有兩部 448 kW 之川流式水力發電機，簡易單線圖如圖 1 所示。由於發電機啓動之際端壓含有大量諧波電壓，不易併聯發電，故為找出諧波源發生原因，擬提出有效之改善對策，解決併聯困擾與防範事故發生。

#### (二) 研究分析結果：

后里水力電廠利用調速機更新機組測試之際，順便請本公司修護處與綜研所測試人員協助進行分析發電機啓動之諧波問題。經測試資料初步研判，

可能因發電機線槽或 12 個 N、S 電極分布不均勻或不對稱 (12 極機發電機轉速  $n = 600 \text{ rpm}$ )，引起線槽諧波與以 12 級偶次諧波為主之非整數諧波源，經並聯於發電機側之突波吸收器  $0.5\mu\text{F}$  電容器放大所致。圖 1 中所示之電壓波形，分別為發電機啓動未併入系統之際，突波吸收器切離前後之發電機端壓波形比較。其中，突波吸收器切離前諧波污染成份為 11、13 級諧波電壓，總合諧波電壓失真率 ( $V_{\text{THD}}(\%)$ ) 高達 40%。突波吸收器切離後諧波污染量明顯變少，諧波污染頻率以 12 級偶次諧波為主之非整數諧波，故更堅定諧波源引發於發電機線槽或

N-S 電極分布不均勻或不對稱。

### (三) 改善建議：

經分析諧波量測波形初步研判、發電機線槽或 N-S 電極分布不均勻或不對稱為諧波源，針對諧波源之產生與放大之有效改善對策，提出下面幾點分析結論與建議：

1. 因發電機三相繞組為 $\Delta$ 接線，未有接地相，線槽諧波無洩放路線，故存在發電機端壓，一但併聯運轉後，諧波源經由無限匯流排之電

力系統洩放而消失。

2. 將原突波吸收器改換新型無電容器之突波吸收器，可改善電容器放大諧波問題（但諧波源仍存在）。
3. 建議將並聯於發電機側之  $0.5\mu\text{F}$  電容器串接適當之電抗器改成 10 級左右之單通濾波器，濾除諧波源。
4. 改善細節仍需詳細模擬評估。

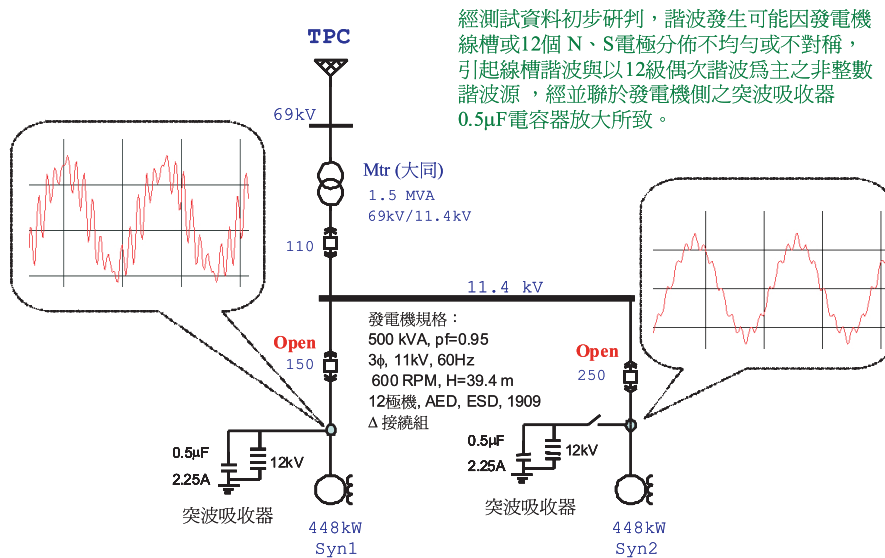


圖 1 電廠發電機單線圖與突波吸收器切離前後之發電機端壓波形比較

## 二、高壓電纜終端套管 EB-A 部份放電檢測案例

(高壓試驗組：干鵬飛)

### (一) 檢測背景、方法：

近幾十年來台灣從農業社會轉向工業社會，人口大量集中在都會區。電力供應為滿足都會區的需求，大量採用地下電纜。早期特高壓以上電纜從竣工耐壓試驗完成投入運轉後往往無法再做其它維護檢測，如今受檢測儀器數位化、電腦軟體、感測探頭等設備組件的進步，高壓電纜在運轉送電中已可以做部份放電檢測。檢測主要依據 IEC-60270、IEEE-400.3 標準，檢測所使用的探頭或傳感器為電感性及電容性，將此等探頭以耦合方式掛接於電纜遮蔽線或貼於電纜終端頭外層處，以便於擷取放電訊號。本案例為 161kV 連絡站 EB-A 電纜終端套管，其初始狀況為維護人員在例行巡查時發現從套管處偶有輕微異聲發出，希望本所檢測查明源由。

### (二) 檢測經過及分析：

1. 97/4/25 初次量測未檢測到放電訊號、97 年 8 月及 98/1/19 經過 2 次追蹤檢測亦未發現有明顯放電訊號，及至 98/2/6 量測獲取的圖譜如圖 1：

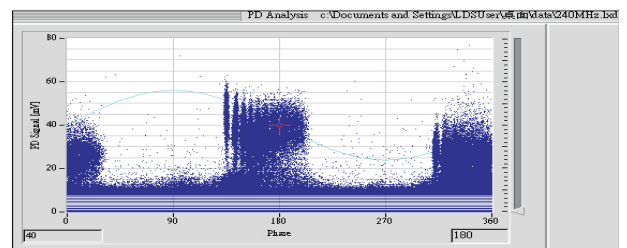


圖 1

2. 在量測頻率置於 220MHz~240MHz 處，在電位弦波 0 點處有異常訊號疊積，判斷是某種零件鬆動所引起的圖譜。
3. 同時用 UHF 探頭亦量測到間歇性放電訊號如圖 2。

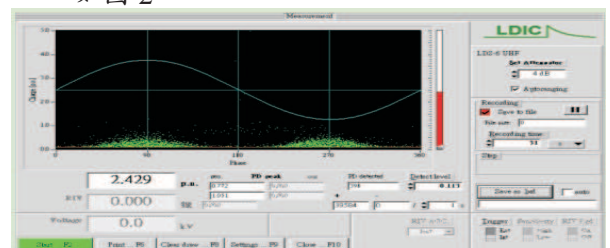


圖 2

- 分析：異常聲響的來源可能起源於某種零件的鬆動，而間歇性放電訊號之出現代表套管已產生質變，為免出現突發事故造成公司的損失，本所建議使用單位拆解重組該 EB-A 套管。

### (三) EB-A 套管終端結構及零件名稱：

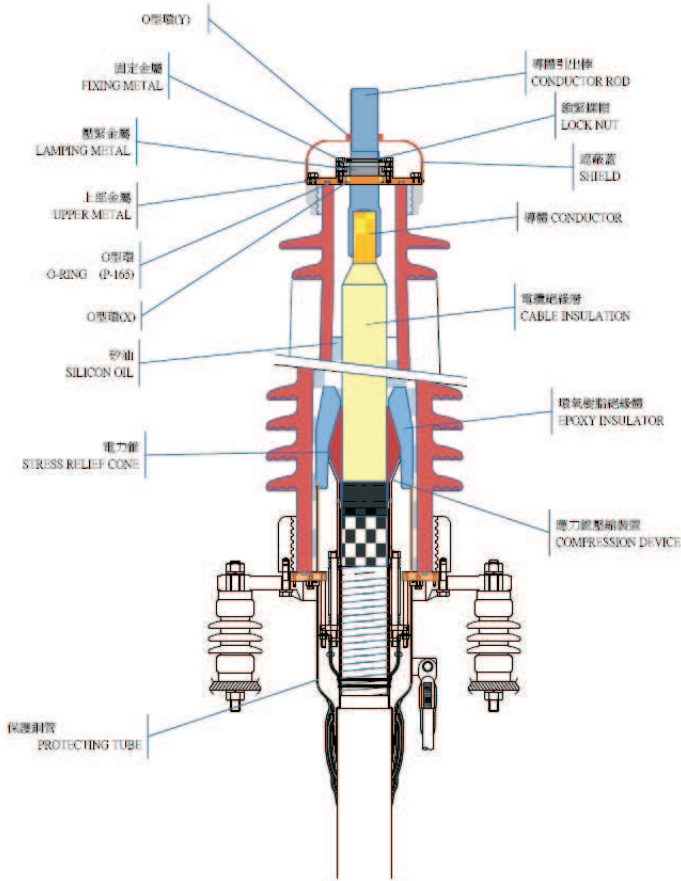


圖 3 161kV EB-A 套管終端結構及各部名稱

### (四) 套管拆解發現：

- 套管上端遮蔽蓋 O 型環 (Y) 及上部金屬蓋板 O 型環 (165) 氣封失效，O 型環 (165) 並有破裂，微小 O 型環碎片掉入下方的砂油中。如圖 4



圖 4 上部金屬蓋板 O 型環 (165) 破裂

- 水浸入砂油中



圖 5 箭頭所指顏色較深為水

- XLPE 絕緣層有半透明凝結物並有樹狀放電痕跡



圖 6

- 掉落入砂油中的 O 型環碎片



圖 7

### (五) 原因探討：

- 在新品施工時上部金屬蓋板 O 型環先置入蓋板槽中，於翻轉向下蓋時可能沒有注意產生位移而溢出槽外，經螺絲緊固反將其壓碎。氣封失效水氣浸入，碎片掉入砂油中。
- 時間一久，水氣累積凝結成水沉澱於砂油之下，當水位超過應力錐之上後於水、砂油介面處電應力集中而使砂油產生黃色樹狀放電痕跡並使質變凝固。
- 有關異常聲響之由來，推斷為 O 型環碎片因水與砂油的吸熱比不同，在負載電流作用下兩種不同物質會產生溫差。溫差會造成對流，結果帶動斷裂的 O 型環碎片流動，偶而碰撞到或摩擦到銅套發出聲響。

### (六) 結論：

電力設備的維護檢測從早期的定期測試，推進行到預防保養，如今更與時具進至線上測試及狀態監測。對電力設備而言如今的線上測試主要針對部份放電量測，本所目前的線上測試電力設備含蓋變壓器、裝甲開關箱、GIS、高壓電纜等，由本案之檢測結果可知線上部份放電檢測技術已逐步成熟。