

1.25 (噸/時) 綜合廢水廠廢水回收處理系統

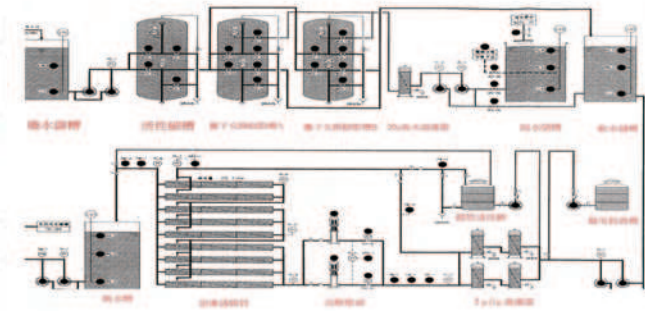


圖 2 逆滲透膜廢水回收系統流程

2. 主要設備

本研究利用逆滲透薄膜模擬試驗設備進行台中電廠綜合廢排水之回收評估，並依據評估結果設計、裝置完成一 25 噸/hr 產水之逆滲膜廢水回收設備，實際回收台中電廠#5~10 號機綜合廢水處理場之廢排水，以達高效率低成本目標，25 (噸/小時) 產水之逆滲透膜廢水回收系統整體設備外觀如圖 3。



圖 3 逆滲透膜廢水回收系統設備外觀

3. 各單元之水處理結果

- (1) 自動活性碳過濾塔：全自動活性碳過濾塔處理技術，實際運轉結果顯示，通過活性碳槽之水質其油脂量 $< 0.1 \text{ mg/l}$ ，TOC $< 0.1 \text{ mg/l}$ ，SS $< 1 \text{ mg/l}$ ，達到活性碳槽之設計目標。活性碳槽累積 24hr 進行逆洗。(圖 4、5 所示)
- (2) 全自動硬水離子交換樹脂軟化槽：軟化槽分 A、B 兩槽，一製水另一再生備用，設計值以製水 8 小時再自動切換啟動再生系統。本設備以鈉型陽離子交換樹脂做為硬水軟化樹脂，使用海水做為離子交換樹脂之再生劑。(圖 5、6 所示)
- (3) 精密過濾器組：採用上開式，更換濾蕊使用不須使用工具更換方便，精密過濾器組，由 2 組 5μ 過濾器及 2 組 1μ 過濾器組

合而成。

- (4) 逆滲透膜組：逆滲透膜組可產水 25 噸 / 小時，係由不鏽鋼高壓外管採 4-3-2 排列方式組合而成，每一不鏽鋼高壓外管內裝 3 支逆滲透膜管，共計 27 支逆滲透膜管。

實際運轉之 RO 清水水質 pH 約 7-8，導電度 $20-70 \mu\text{S/cm}$ ，符合原設計水質要求。水質優於生水。導電度只有生水之 $1/10$ 。作為 FGD (煙氣除硫) 等程序用水。



圖 4 RO 系統活性炭使用前、後比較



圖 5 活性炭過濾塔 (左 1) 及 AB 軟化槽 (右 2)



圖 6 軟化槽再生用海水儲槽



圖 7 RO 系統離子交換樹脂使用比較前(右)、後(左)

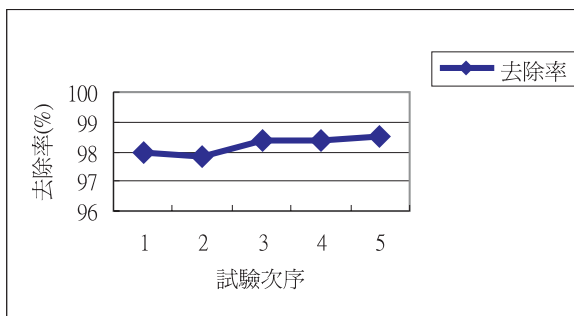


圖 8 水質導電度之去除率

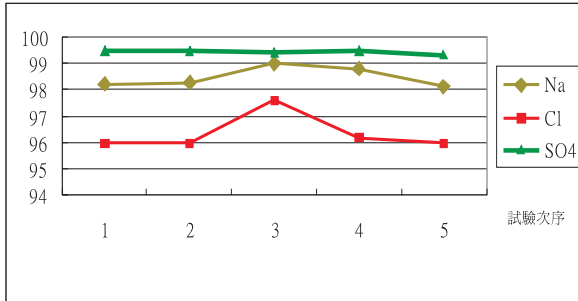


圖 9 水質 Na、Cl 及 SO₄ 之去除率

表 1 RO 清水、設計水質、電廠生水水質

| 項目 | RO 清水水質 | 設計水質 | 生水水質 |
|-------------|---------|------|---------|
| pH | 7-8 | 7-8 | 7-8 |
| 導電度 (μS/cm) | 20-70 | <100 | 200-250 |

表 2 RO 濃縮側水質

| 項次 | PH | 8-9 |
|-------------------------------|-------|-------------|
| 導電度 | μs/cm | 3,000~6,000 |
| Na | mg/l | 800~1,600 |
| Cl ⁻ | mg/l | 150~300 |
| SO ₄ ²⁻ | mg/l | 2,000~4,000 |
| Ca | mg/l | <1.0 |
| Mg | mg/l | <1.0 |

(四) 結果與討論：

1. 本研究已完成 25 噸/hr 產水之設備運轉，回收水質優於電廠之生水。已回收 12 萬噸，RO 濃縮水部份可用於噴灑煤灰，綜合廢水完全零排放，100%回收。
2. 探討廢水軟化及樹脂再生條件最佳化，經實際多次運轉結果，設定樹脂槽每運轉 8 小時後就自動起動再生系統是適當的，確定可保護樹脂及薄膜壽命。
3. 高氨量廢水對回收程序之影響評估結果是存在，試驗中系統處理去除效率達 98%以上，因薄膜清洗及再生技術已建立，可將傷害風險降到最低。
4. 薄膜清洗及再生技術已建立，每次可節省費用為 6 萬元，目前處理廢水回收量已達 12 萬噸，節省費用近百萬，不受廠家控制，隨時薄膜可清洗及再生，既環保、方便又經濟。清洗效果比原廠家配方較佳。
5. 經濟效益評估亦達到。
6. 環保效益評估既環保又經濟。
7. 能源效益評估極具能源效益。
8. 水資源效益評估結果顯示有其效益。
9. 本研究之廢水回收設備，不用強酸強鹼具工安及環保之要求，極具應用之潛力。

(五) 建議事項：

1. 以電廠之生水為水源，進行以薄膜法取代傳統樹脂法製備電廠鍋爐用除礦水具有其經濟效益、環保效益及能源效益等。
2. 除水資源回收外又可節省廢水加藥品處理費用。
3. 零排放無需放流口，節省日後免被徵收水污費及開罰單問題。
4. 零排放提升公司環保形象，並可提供新電廠廢水處理 BACT 技術選擇。

二、火力機組引風機出口煙道振動肇因診斷分析與改善對策 (能源研究室：李亦堅)

(一) 研究背景：

中十機引風機(IDF)出口至排煙脫硫設備(FGD)

煙氣入口端間之煙道發現具有不正常之管道振動。以目前常見之振動肇因包括動力系統所產生之

機械振動藉由管道傳送，抑是由內部煙氣氣流不均勻引發之管道振動，其中藉由不穩定氣流產生之發生源計有高速煙氣流通過 Fans 及 Dampers 所導引出之周期性壓力波、管道內煙氣合流之衝擊及導流板設計... 等因素。對於管道長期振動之衝擊，除會造成本身管道架構損壞外，過高振動值亦會影響後端之 FGD 設備而無法運作。

(二) 研究目的與方法：

本案研究之目的主要為降低煙道振動，藉由管道

振動之肇因與改善分析，給予電廠建議施作方案，以有效降低振動值。研究之方法主要為自行開發應用於大型發電鍋爐煙道之煙氣流場及管道振動即時偵測系統（如圖 1），可有效分析判斷管道振動之肇因，並針對振動成因進行管道內導流機置之理論分析設計（如圖 2），同時採用數值計算分析方法輔助設計（如圖 3）及預測改善後成效，將設計之煙道內導流板及減振隔板尺寸、位置、及數量，給予電廠人員進行管道修改。



圖 1 自行開發設計之煙道煙氣流場及管道振動即時偵測系統

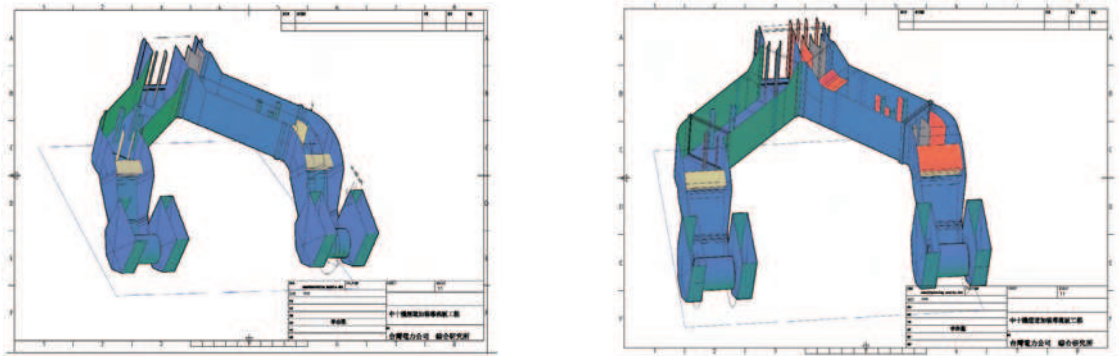


圖 2 左圖為原始煙道結構；右圖之右煙道為設計後管道內導流機置結構（左煙道亦同結構）。

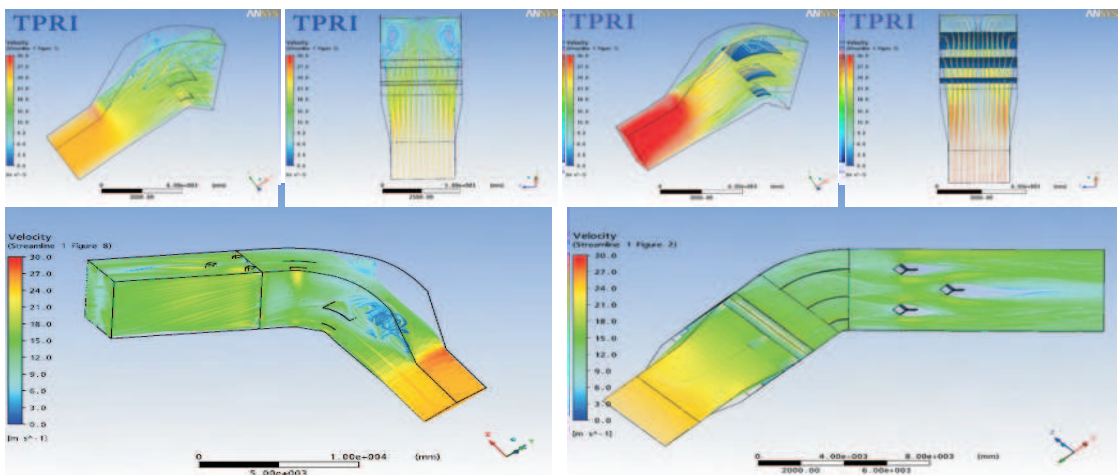


圖 3 數值分析模擬修改前後流場行為：

左圖為原始煙道渦漩流場行為；右圖為增加導流板最佳化後消弭流場渦漩行為

(三) 研究原理與架構：

管道減振之研究主要進行煙氣流道結構振動與流場分析、工程改善之數值計算輔助模擬，而其中煙道局部渦流誘發之結構振動，仍藉由煙氣流場分析、數值計算模擬原始結構之煙氣流場及擬改善後之流場行為，依據分析結果進行管道內導流機置結構設計及改善工程、最後評估改善前後效益。

(四) 研究結果：

研究顯示煙道確實有局部渦流誘發之結構振動發生。藉由消除煙氣不穩定、導正偏流及加強管道振動段剛性進行改善，經大修時期管道修改後，量測改善前後之速度分佈由不均勻度由 $\pm 23\%$ 降至 $\pm 10\%$ 以內；管壁之最大位移振幅由 $204 \mu\text{m}$ 減低至 $115 \mu\text{m}$ (如圖 4)。結果顯示有效消滅煙道內煙氣產生之渦旋流及偏流，降低氣流誘發之管道振動，可確保機組安全運轉及延長煙道使用壽命。

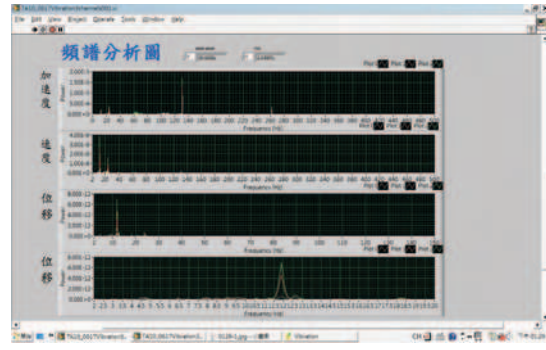
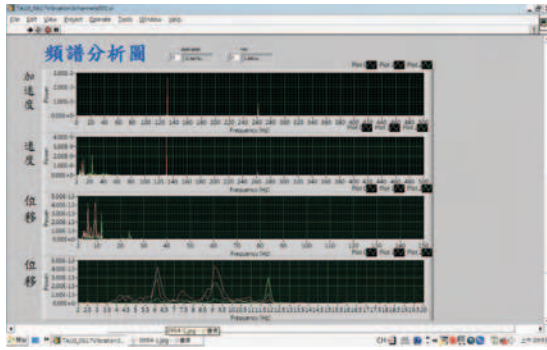


圖 4 左圖為修改前煙道低頻振動存在；右圖為修改後煙道低頻振動消除

三、建立高負載率與電纜使用壽命診斷方案

(高壓研究室：鄭強)

本公司北部地區部份 69 kV 地下線路，採交連聚乙烯 (XLPE) 電纜，因受區域負載影響，致長期運轉於高負載供電環境下，為分析電纜絕緣老化趨勢及建置預警機制，需要了解 XLPE 電纜老化現象與高負載率之關聯性，建立電纜老化時間曲線，以確保供電安全。

(一) 介質老化試驗

電纜絕緣系統老化影響因素，包含電氣應力、機械應力、溫度、環境及污染物的尺寸、數量、形狀、尖凸以及其他形式之缺陷等等。熱老化的因素在於電纜運轉載流量引起之熱損耗及散熱情況，溫度將加速化學反應，及有機混合物質擴散性與溶解度之速率，並增加水分對電纜的氧化作用。試驗電壓與絕緣介質溫昇，是判斷電纜老化並降低其耐壓值的重要參數，提高試驗電壓頻率亦屬電纜老化試驗的方法之一，以此種高頻試驗法獲得電纜介質老化結果的文獻較罕見，但此一老化試驗方法仍具參考價值。

下述兩種加速老化試驗方法可供電纜應用，(1) 提高試驗電壓、並以固定的測試週期，進行電纜老化試驗，可獲得線性曲線之老化結果；(2) 以可導致電纜測試樣品發生故障之測試時間進行加速老化試驗，可獲得指數型曲線之老化結果。在電纜之電氣加速老化試驗中，電壓應力 E 以及發生故障所需的時間 t ，是主要的控制參數，而污染物的尺寸、數量、形狀、尖凸以及其他形式之缺陷，均屬聚合介質之老化要因。加速老化試驗電壓範圍，通常在額定電

壓 150~200% 範圍中，一般是採用 1.7 倍的額定電壓作為試驗條件，試驗時間為期 1 年或是 1 年以上。為獲得較符合運轉現況及較為準確的老化試驗結果，通常以較低的試驗電壓以及較長的試驗持續時間，進行電氣性加速老化試驗。

電纜老化主要是運轉環境中的電氣與機械應力作用所造成，本計畫是以非破壞性檢驗方式，探討運轉中地下線路之負載-絕緣劣化時間曲線，建立具有實用價值之預警機制。分析絕緣材料老化前後的交流耐壓值或是耐衝擊電壓值，藉以了解電纜絕緣材料與運轉環境應力之老化現象與趨勢。

(二) 研究成果

1. 在實驗系統建立方面，建立電纜線加速劣化試驗所需之溫昇及溫控系統軟、硬體，可將電纜側式樣品維持在 90°C 及 120°C 之定溫條件進行測試，實驗結果顯示，系統之溫控誤差 $< 2^\circ\text{C}$ ，符合 IEEE 規範所要求之測試條件 ($< \pm 5^\circ\text{C}$)。
2. 模擬滿載負載 (電纜運轉溫度於 90°C)，施加 1.5 倍額定電壓及 2 倍額定電壓之加速老化試驗結果，經由 Z 反乘冪 (Inverse Power Law) 計算可推估 XLPE 電纜在額定電壓及滿載運轉狀態下，使用年限約為 23.6 年。
3. 模擬緊急運轉負載 (電纜運轉溫度線至於 120°C)，施加 2 倍額定電壓之加速老化試驗結果，可推估電纜線在緊急運轉情況下，於額定電壓及超載狀態下，使用年限約 15 年。

4. 輸電級電纜系統維護試驗不包含耐壓試驗，因其系統中含有被覆保護裝置 (CCPU)，對電纜系統供電效率及介質損失值有所影響，本研究提出可藉由地下線路加壓時機，以系

統電壓文基準，以數值方法解析充電電流及其損失量，假以時日相關紀錄，即可用於建立地下電纜介質損失趨勢及老化參數。



圖 1 加速老化壽命試驗實體圖

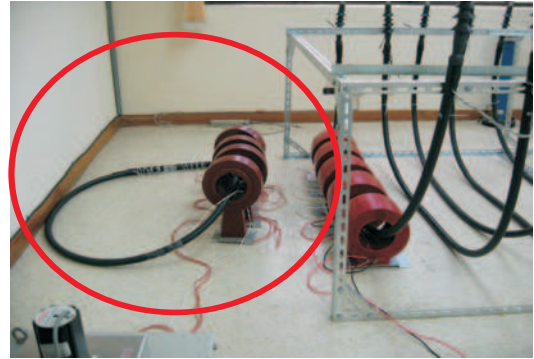


圖 2 監控電纜溫昇裝置實體圖

技術服務

大潭電廠 GT4-1 House Load Operation 對系統全加壓測試暫態分析

(電力研究室：廖清榮、柯喬元、許炎豐)

(一) 緣起：

根據 98 年 10 月 23 日電力調度處舉行之「大潭電廠 House Load Operation 對系統全加壓測試」討論會議之決議事項，98 年 10 月 28 日大潭電廠進行 GT4-1 House Load Operation 對系統全加壓測試時，請本所協助辦理加壓路徑之暫態紀錄分析事宜。

在測試過程中，各監測點分別為：發電機出口端電壓及電流、開關場 161kV BUS 電壓、開關場 345kV BUS 電壓、觀音 P/S 161kV BUS 電壓、觀音 P/S 觀音紅線電壓及電流。藉由整合各重要操作時間點之監測紀錄，可分析各項操作前後各監測點電壓、電流與頻率...等之變動情形。

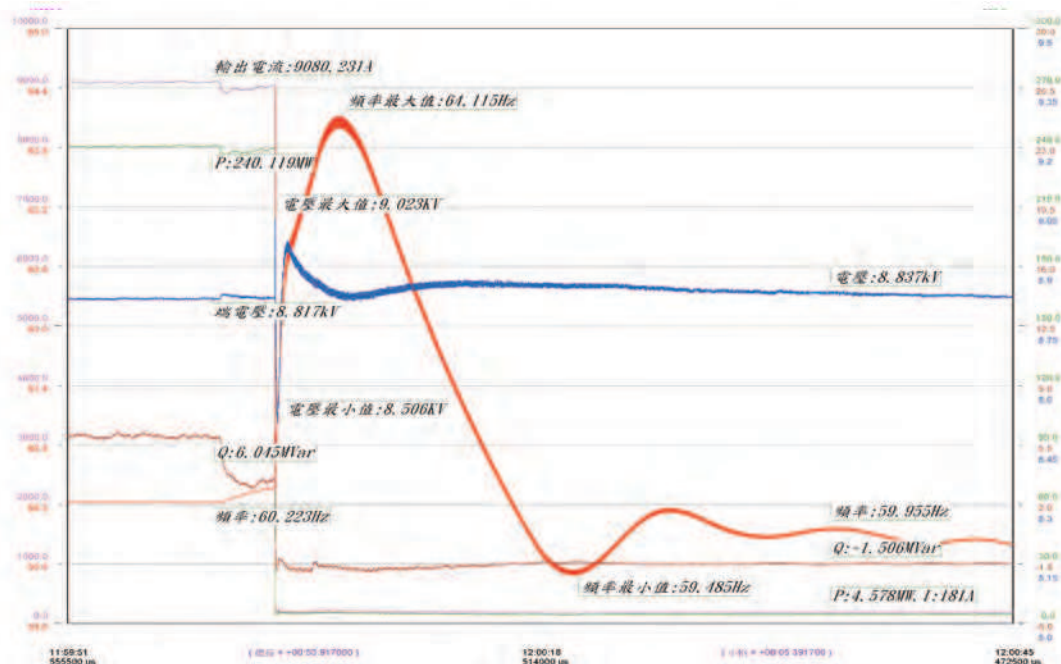


圖 1 GT4-1 發電機解聯前後發電機頻率等變化趨勢圖

(二) 大潭電廠 GT4-1 House Load Operation：

本次大潭#4 發電機組 GT4-1/GT4-2/ST4 滿載運

轉 House Load Operation 試驗，本所於 GT4-1 發電機出口端量測發電機端電壓及電流，藉以量測 GT4-1

發電機在滿載運轉進入 House Load Operation 之暫態現象。測試方式為由 OPS 同時模擬 GT4-1 及 GT4-2 高頻>61.2Hz (3673rpm, 延遲 2 秒), 以啓斷 GIS GCB 3540/3550/3560, 使 GT4-1 及 GT4-2 House Load Operation 條件成立。GT4-1 及 GT4-2 同時進入 House Load Operation, 僅供電給機組用電。圖 1 所示為 GT4-1 滿載下之 House Load Operation 解聯前後發電機頻率等變化趨勢圖, 表 1 彙整試驗結果。

表 1 GT4-1 滿載 House Load Operation 試驗結果

| | 解聯前 | 解聯後 |
|-------------|----------|-----------------------|
| 輸出實功率(MW) | 240.119 | 4.578 |
| 輸出虛功率(MVar) | 6.045 | -1.506 |
| 端電壓(kV) | 8.817 | 8.837(9.023,8.506) |
| 輸出電流(A) | 9080.231 | 181.764 |
| 頻率(Hz) | 60.223 | 59.955(64.115,59.485) |

註：解聯後之值為穩定值，括弧()內數值為暫態最大, 最小值

表 2 GT4-1 House Load Operation 對系統全加壓測試結果彙整表

| 斷路器操作情況 | 輸出實功率(MW) | 輸出虛功率(MVar) | 出口端電壓(kV) | 輸出電流(A) | 頻率(Hz) | 161Kv 電壓 | 345kV 電壓 |
|--------------|-----------|-------------|-----------|---------|--------|----------|----------|
| GCB 3540 投入前 | 4.483 | -1.489 | 8.729 | 180.561 | 60.085 | X | X |
| GCB 3540 投入後 | 4.439 | -1.83 | 8.718 | 183.566 | 60.086 | X | X |
| GCB 3710 投入後 | 4.607 | -4.037 | 8.737 | 233.685 | 60.089 | X | X |
| GCB 1750 投入後 | 4.595 | -4.357 | 8.806 | 239.685 | 60.068 | X | X |
| GCB 2300 投入後 | 4.638 | -55.244 | 8.801 | 2099.71 | 60.087 | 168 | 360 |
| GCB 510 投入後 | 4.743 | -14.904 | 8.797 | 592.68 | 60.067 | 161.5 | 346.1 |
| CB 1530 投入後 | 16.176 | -14.952 | 8.945 | 820.856 | 59.984 | 164.2 | 351.8 |
| CB 1530 啓斷後 | 4.78 | -15.521 | 8.947 | 605.065 | 60.076 | 163.4 | 350.2 |
| CB 1530 投入後 | -13.384 | -14.179 | 8.946 | 726.507 | 60.073 | 164.3 | 352.2 |

- 註：1. GCB 3540 投入前為 GT4-1 機組 House Load Operation
 2. GCB 3540 投入 (由 GT4-1 加壓至 345kV GIS #1 BUS)
 3. GCB 3710 投入 (T.T1 一次側受電)
 4. GCB 1750 投入 (T.T1 二次側、161kV GIS #5 BUS 受電)
 5. GCB 2300 投入 (觀音紅線、161kV GIS #3 BUS 受電)
 6. GCB 510 投入 (TT1SR, 40MVAR 電抗器)

(三)大潭電廠 GT4-1 House Load Operation 對系統全加壓測試：

GT4-1 House Load Operation 對系統全加壓測試時, 大潭電廠各點監測值如表 2 所示, 在加壓過程於 GCB 2300 投入對 161kV GIS #3 BUS 及觀音紅線加壓時, 受觀音紅線線路充電電容之影響, 導致 GT4-1 發電機進相運轉吸收 55.244 MVar 之虛功率, 此時觀音紅線 161kV 線路末端之電壓亦升高至 168 kV 左右, 故投入 TT1SR 40MVAR 電抗器以吸收線路過多之虛功, 此時觀音紅線 161kV 線路末端之電壓降為 161.5kV 左右, GT4-1 發電機進相運轉吸收之虛功率亦降為 14.904 MVar, 以利後續之併聯作業。

7. CB 1530 投入 (GT4-1 配合調整電壓及轉速, 經觀音變電所同步後, 由觀音變電所投入 CB1530, Slow 與系統合聯)
 8. CB 1530 啓斷 (由觀音變電所啓斷 CB1530)
 9. CB 1530 投入 (GT4-1 配合調整電壓及轉速, 經觀音變電所同步後, 由觀音變電所投入 CB1530, Fast 與系統合聯)
 10. 161kV 電壓係由 GT4-1 加壓至觀音端之電壓, 345kV 電壓為換算值

(四) 結論：

因大潭電廠機組具有 House Load Operation 功能, 當系統發生重大事故 (如 729、921 等導致系統全黑事件) 時, 可評估利用此功能跳脫斷路器使機組進入 House Load Operation 模式, 做為系統全黑啓動之機組, 藉以縮短系統恢復的時間, 並可減少

投資全黑啓動機組的設置。由此次監測紀錄可知大潭電廠 GT4-1 進行 House Load Operation 的過程, 機組反應速度相當快, 與系統併聯的過程亦相當順利。未來, 如欲分析全黑啓動相關之電力系統模擬時, 這些監測資料可作為重要的參考依據。

研發與試驗活動

AMI 可行性效益分析研究

(負載研究室：黃佳文、陳裕清、賈方霽)

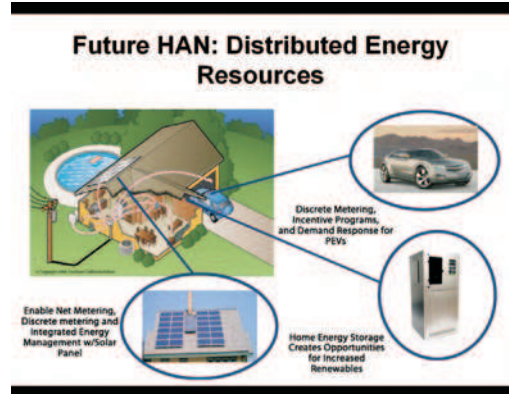
(一) 目前進行中工作：

業務處委託綜合研究所進行 98 年度研究計畫『本公司建置先進讀表基礎建設 (AMI) 可行性效益分析研究』，蒐集 AMI 建置現況資料 (美國、歐盟及亞洲國家)、AMI 成本效益分析資料 (歐盟、美國紐約州、加州、工研院等)、AMI 配套措施及法規資料 (歐盟、美國)、用戶入口網站資料 (美國)、台灣通訊服務及含蓋區域資料。已初步建立成本效益分析軟體的設計，並且針對國內外分析 AMI 成本效益考慮的項目，考慮台灣環境下，建議列入成本效益分析的項目與依假設參數估算之數據，請業務處及綜合研究所進一步確認盡快提供參數假設意見，以利成本效益分析。效益方面包括電力公司效益、用戶端效益、國家/社會效益等三大項效益。本計畫將於 01/12/2010 進行期中報告。

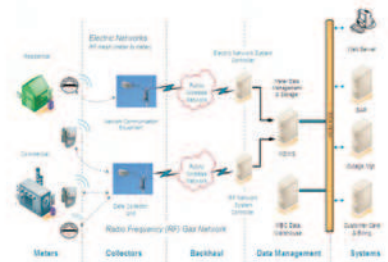
(二) 已完成的工作：

本公司建置先進讀表基礎建設 (AMI) 可行性效益分析研究，於 10/01 在高雄區營業處舉辦 AMI 研討會及問卷說明會，邀請 資策會、ABB、IBM、Itron、台達電等公司專家針對國內外 AMI 建置經驗向各區處同仁說明，共有台電同仁 94 位、學術界 18 位、業界專家 8 位參加。為了解電力用戶需求，已針對低壓電力及表燈營業用戶 (每月用電 750 度以上)、表燈非營業用戶 (每月用電 500 度以上) 完成 AMI 相關加值服務問卷調查作業 (台電公司員工問卷寄出 5500 份，回收 4127 份；一般用戶問卷寄出 12577 份，回收 300 份)。

Quanta Technology 公司劉文雄博士已於 07/13-07/17、11/23-11/28 來台，至台電綜研所及業務處了解 AMI 需求及業務處相關系統現況資料。Quanta Technology 公司已提出 Base line for Taipower AMI system 及 AMI 系統架構初稿，供相關人員討論。Quanta Technology 公司已安排研究團隊人員於 11/05-11/06 參訪美國 SCE 及 PG&E 公司建置之 AMI 系統。



PG&E SmartMeter™ Architecture



SCE AMI Architecture

