

# 電力研究簡訊

## Power Research Newsletter

99年第4季 (9910 No.78)

### 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、明潭推力軸承降溫可行性研究

(能源研究室：鍾秋峰)

#### (一) 研究緣由：

明潭抽蓄發電機組為國內最大水力機組，設計上，利用離峰電力應付尖峰負載之需求，以晚上之基載電力當作大型 Pump 抽水，白天則轉換為水輪發電機，提供負載以滿足系統調度需求。因此機組本身有上述二種功能交互使用，其軸承設計不是單向的，必需有正反轉條件。很不幸的是，這6部機組之推力軸承設計有問題，溫度經常超出警報值，也有多次燒毀紀錄，從裝機運轉至今問題不斷，原本設計時不需於額定轉速使用之頂升油泵，現在必須全程運轉，加重機組之運轉壓力，也影響其可靠度。為此針對明潭電廠推力軸承設計問題，以及修護處提出之解決方案，進行可行性研究。

#### (二) 研究目的與步驟方法：

本案針對明潭電廠推力軸承設計問題，以及修護處提出之解決方案，進行可行性研究。對於推力軸承溫度過高的問題，分三方面來探討，第一轉軸系統，是否為振動問題、負載是否過高的問題；第二支撐系統，是否為設計、安裝問題；第三結構系統，是否為沉陷問題、混凝土結構破壞問題。本報告從目前所得訊息，並未懷疑沉陷、破壞及周邊管路問題，所以將對轉軸系統與支撐系統進行研究。由推力軸承系統及支撐架配置圖(圖1)，觀察其支撐架是否變形，是否影響彈性油鼓平面，彈性油鼓

是否有自動調心功能，再到軸承墊承受的負載能力。另外在從大修中發現其轉盤與軸環之接觸面產生嚴重的鏽蝕，證明是受到變形及振動影響，產生金屬之電位腐蝕(圖2)，這情形相較於大觀二廠，其轉盤與軸環比較厚，相對變形及振動影響小，就沒有這些問題，從這發現明潭之轉盤設計太薄而軸承墊則略為太厚。在分析方面須考慮流固耦合的問題(圖3)，邊界條件的設定(圖4)，以及油膜黏滯係數變化的問題。在流固耦合問題上，是利用 ANSYS、CFX 及配合界面軟體 FSI 參與連結相關之流固耦合計算、邊界條件的設定方面，設定熱傳界面，為軸承墊上表面與流熱交換，考慮計算能力及使用時間問題，軸承墊界面假設為絕熱，經假設分析結果發現與日本三菱公司所提供之模擬結果相近、最後是油膜黏滯係數變化方面，使用隨溫度變化之黏滯係數計算，因黏滯指數影響摩擦剪力，因而影響潤滑功能，接下就是影響熱量的生成，然後影響溫度，再回頭影響黏滯指數，如此周而復始，以達到平衡，而為最後演算結果。

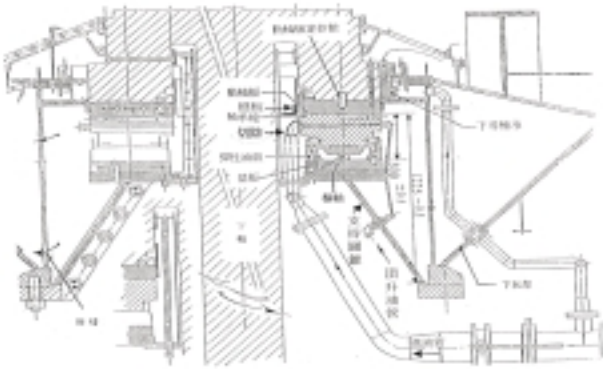


圖 1 推力軸承系統及支撐架配置圖



圖 2 明潭轉軸上之軸環於大修中發現鏽蝕嚴重

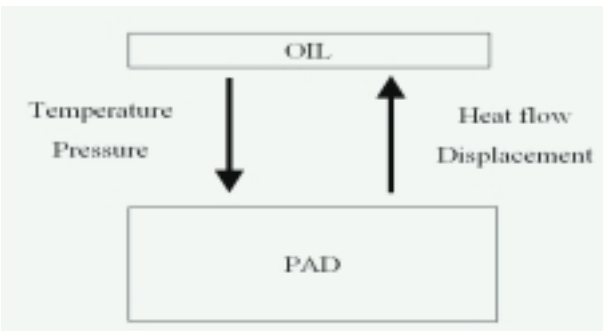


圖 3 流固耦合

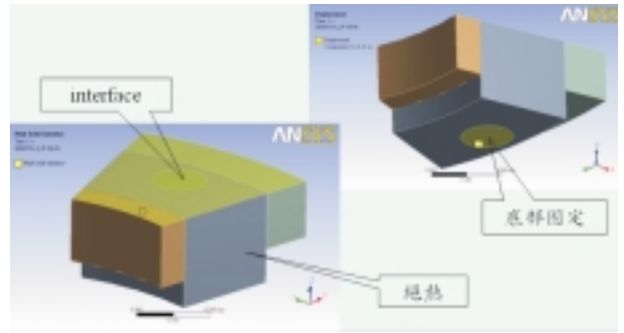


圖 4 軸承墊及彈性油鼓有限元素分析模型圖

### (三) 研究結果：

經研究顯示及其結果可整理出下列 5 點結論：

1. 設計裕度不足是關鍵。
2. 修護處提出運用千斤頂（使用力量控制）之解決方案在學理上可行，程式之驗證也可行。
3. 以目前明潭軸承墊的狀態，軸承墊溫昇至 75 °C（量測點在中間上方），只能承載約 50 噸，其承載能力明顯不足。
4. 加千斤頂可使軸承墊有效產生楔形油膜，增加承載能力，降低軸承墊溫度 11.8 °C（以 80 噸之承載條件）。
5. 變更設計之可行性：
  - (1) 增加軸承墊的熱膨脹係數，但效果有限。
  - (2) 減少軸承墊的厚度。  
可增加軸承墊的熱變形效果，提高油膜的承載能力，因而降低軸承墊溫度，但效果有限。
  - (3) 增加軸承墊承載面積，同時減少軸承墊的厚度。可有效提高承載能力，增加油膜厚度及楔形程度，因而降低軸承墊溫度。
  - (4) 增加轉盤厚度。

## 二、微藻削減二氧化碳大型光合反應器之研究

（化學與環境研究室：陳曉薇）

### (一) 研究背景、目的、方法：

近年來，溫室氣體及能源危機的議題受到熱烈的討論，全球二氧化碳的濃度很顯著的受人類活動影響而升高，本公司的火力電廠，使用的燃料不論是煤炭、石油或天然氣，經燃燒後會生成二氧化碳，台灣電力公司火力電廠所排出之二氧化碳量約佔全國二氧化碳排放總量的 32%，約佔全國二氧化碳總排放量的三分之一。如能將電廠排放的二氧化碳加以固定、利用，不僅可達到二氧化碳減量的目的，亦可對保護地球生態環境盡一份心力。現階段火力發電廠降低二氧化碳氣體排放的技術包括：燃燒技術改良及二氧化碳氣體捕集技術等。其中，改良方

式包括：將氣態燃料中碳成分經分子篩去除、將固態燃料氣化後將碳去除、或應用純氧燃燒方式提高二氧化碳氣體濃度等燃燒技術改良。二氧化碳氣體分離與捕集的技術主要包括：化學吸收法（Chemical absorption）、物理吸收法（Physical absorption）、物理吸附法（Physical adsorption）、薄膜分離法（Membrane separation）與冷凍分離法（Cryogenic separation）。分離與捕集後的二氧化碳，並不會自行消失，必須予以轉化成其他物質供回收再利用，或是設法以暫時或永久儲存，以避免排放至大氣中，增加了大氣中二氧化碳的濃度，無論是透過化學轉化技術、生物轉化技術或是其他碳隔離技術，

二氧化碳減量的技術是現階段世界各國努力突破的重要課題。本研究主要利用大林火力發電廠所排釋的煙氣，建立固定二氧化碳微藻光合反應器，利用二氧化碳作為微藻生長所需的碳源，進行光合作用，轉化成生生不息的微藻質體並釋放出氧氣，讓養殖微藻成為除種樹減碳另一種最新興的減碳法。

### (二) 成果及應用：

微藻固定二氧化碳的技術是目前對於環境友善減緩二氧化碳排釋的方法之一。藻類的養殖主要分為開放式養殖 (Open pond) 及立體式的光合反應器 (Photobioreactor)，雖然開放式養殖效率很好，但是土地有限一直是生物固定二氧化碳技術所面臨的最大問題，光合反應器的研發成為發展微藻減碳重要的關鍵技術。

本研究主要以 28 噸光合反應器進行固定二氧化碳試驗，並與 10 噸開放式養殖池固定二氧化碳進行比較，10 噸開放式養殖池與 28 噸光合反應器佔地同為 0.01 公頃，10 噸開放式養殖池每公升水體可固定 4.44 g 的  $\text{CO}_2$ ，一年可固定  $\text{CO}_2$  量為 1,064.79 Kg，28 噸立體光合反應器每公升水體可固定  $\text{CO}_2$  量為 4.32g，一年約可固定  $\text{CO}_2$  量為 2,234.02 Kg。另外，若考量運轉時實際所消耗的能源，每批次消耗能源開放式養殖池約 40.194 Kg- $\text{CO}_2$  (每年 24 批次)，光合反應器約 82.94 Kg- $\text{CO}_2$  (每年 18 批次)，一年實際固碳量開放式養殖池約為 100.134 Kg- $\text{CO}_2$ ，光合反應器約為 741.10 Kg- $\text{CO}_2$ 。由此可知，相同面積，光合反應器固碳效率約為開放式養殖池量的 7.4 倍。



圖 1 28 噸立體光合反應器



圖 2 10 噸開放式養殖池

## 三、氣體絕緣斷路器 (GIS) 部份放電診斷資料庫研究 (高壓研究室：范振理、陳柏江)

Establishment of partial discharge data-base for gas insulated switchgear

In order to enhance the reliability of power supply in the scientific industry park, knowing well of power equipment condition is very important, on line partial discharge (PD) diagnosis is one of effective method to detect the insulation condition of power equipment in advance. In this project, both acoustic emission (AE) and ultra high frequency (UHF) methods were used as partial discharge measurement technique. In order to support engineer to differentiate PD signal and interference noise, we illustrate some typical PD signal patterns, such as PD caused by metal particle, floating electrode and voids in insulation material in this report as shown at Fig 1~4.

提升高科技園區之供電可靠度需隨時掌握設備狀態，部份放電線上診斷為掌握絕緣劣化狀態可行

方法之一，為推進部份放電線上檢測技術之實際應用，先對高科技園區週邊的變電所開始建立 GIS 之部份放電背景資料庫，並建立故障圖譜供維護人員作為現場檢測之參考與依據。本報告採行之測試法以音射法 (或超聲波法，簡稱 AE 法) 與超高頻法 (Ultra High Frequency, 簡稱 UHF 法) 兩種儀器，可符合現場檢測儀器之需求。本報告完成新竹科學園區、龍潭科技園區、中部科學園區與南部科學園區周邊等 22 個變電所，共 468 個間隔 (Bay) 之部份放電資料庫。包含 GIS 中常見之故障形態有金屬微粒、浮動電極、絕緣材料內部孔隙等本報告完成上述之故障圖譜，例如圖 1~圖 4 所示。

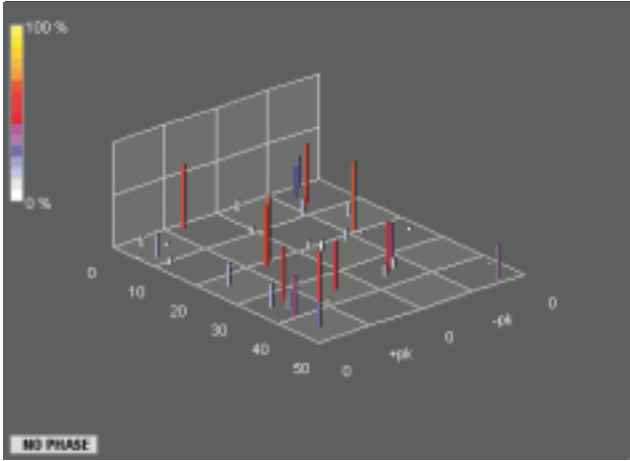


圖 1 UHF 法金屬微粒之 3D 圖譜

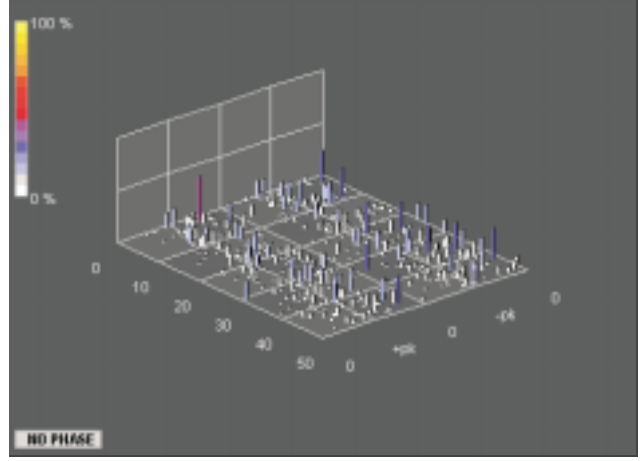


圖 3 UHF 法絕緣材料孔隙 3D 圖譜

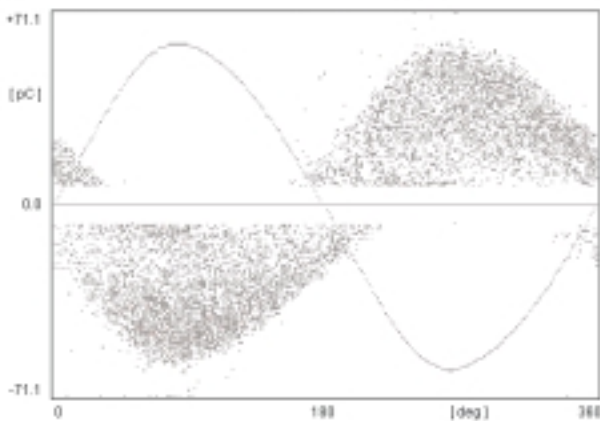


圖 2 AE 法金屬微粒之 2D 圖譜

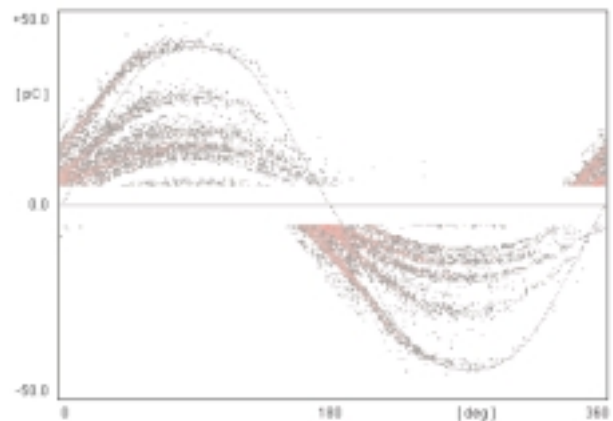


圖 4 AE 法絕緣材料孔隙 2D 圖譜

#### 四、台電公司自願減碳專案及碳權交易推動計畫

(電力經濟與社會研究室：郭婷瑋；永智顧問有限公司：石信智)

##### (一) 研究背景與目標：

為協助台電公司因應日後國內的排放減量要求與及早進行碳資產規劃，同時協助與亞太電協會員進行交流、分享減量計畫經驗，執行「台電公司自願減碳專案及碳權交易推動計畫」，藉以蒐集國際碳市場最新近況及未來展望、進行自願性溫室氣體減量計畫取得碳權、以及執行亞太電協第二工作小組以碳交易為主軸的研究案。

##### (二) 研究方法步驟：

藉由蒐集分析碳市場新聞、研究機構的分析報告及參與國內與國際會議，介紹並掌握國內外排放交易制度的發展；另一方面依時程、減量技術及方法論等評估討論後選擇以 Voluntary Carbon Standard (VCS) 執行台電公司太陽光電計畫取得碳權；同時協助建立亞太電協第二工作小組 (WGII) 網頁促進 WGII 會員在平台間的交流及研究案的進行。

##### (三) 研究成果：

全球碳交易市場從 2005 年開始穩定成長，即便 2009 年受到金融風暴影響仍微幅成長 6%，國際談判仍是眾所矚目的焦點，尤其是產生一個後京都協議以及清潔發展機制的未來，在各國立場的僵持下很可能在 2011 年或之後的公約會議上才有具體的結果。

在自願性溫室氣體減量計畫方面，選擇以永安、核三、大潭及金門四廠集成一個 7.03MW 的專案計畫，每年估計可減少 6,250 噸 CO<sub>2</sub>e 的排放，並取得相當的碳額度，目前計畫已通過國內外確證，確證報告已經 SGS UK 正式簽字。

WGII 研究案包括 WGII 網頁的建置、會員的減量計畫，如：生質能、提升能源效率、風力、水力及太陽光電等與從中獲得的學習及經驗等，目前會員陸續繳交相關資料預計九月中完成研究報告初稿，於 10 月底的 CEPSI 大會中發表成果。



金門金沙公園太陽光電廠

## 新技術新設備介紹

### 全煤灰 CLSM 利用於中隔堤之技術開發

(化學與環境研究室：郭麗雯)

#### (一) 背景：

為配合政府推動「永續公共工程－節能減碳」政策，協助電廠去化煤灰並作為公司內部推廣煤灰 CLSM 新用途之示範工程，故研發利用全煤灰 CLSM 構築填灰塘中隔堤之技術，希望就近利用電廠生產之煤灰，拌合少量之固化材料，於淺層海水下築堤，取代傳統堆砂堤之設計。

#### (二) 技術開發之過程：

技術開發過程以台中電廠煤灰製作低強度回填材料，依據 28 天抗壓強度為 40~60 kgf/cm<sup>2</sup> 之設計要求，經多組配比試作後選取 1 組偏底灰與 1 組偏飛灰之配比進行相關試驗。試驗項目包括坍流度、管流度、泌水、凝結時間、單位重、抗壓強度、劈裂強度、硫酸鹽侵蝕、單向度壓密等混凝土試驗，並模擬灰塘內海水位變化與海水受風起浪、東北季風刮砂以及煤灰拌合後倒入海水位下灰塘內等情境

進行模擬試驗，取得各項數據後，進行試驗結果分析。

#### (三) 技術開發成果：

對於 28 天抗壓強度而言，使用海水拌合之全煤灰 CLSM 試體約比使用淡水拌合者提高 30%，使用輕質底灰者約為使用重質底灰者之 50%，爐石取代 50% 水泥時約折減 20%，且偏飛灰配比高於偏底灰配比。基於經濟性與設計強度考量，本試驗選取 C8540 及 C10562 兩組配比，在管流度在 150±5mm，其 28 天之抗壓強度分別為 36.8 kgf/cm<sup>2</sup> 及 37.1 kgf/cm<sup>2</sup>，約於 40 天齡期時能高過 40 kgf/cm<sup>2</sup>，28 天之劈裂強度為 4.32 kgf/cm<sup>2</sup> 及 4.14 kgf/cm<sup>2</sup>，對硫酸鹽類侵蝕耐性佳。飛灰使用量越多越能在水中澆置時保持漿體主體結構之完整，經 90 天之風砂沖刷、海水乾濕循環與波浪作用試驗後，對試體表面與強度皆未造成不良之影響。



圖 1 風沙試驗



圖 2 水中澆置試驗大型試驗模

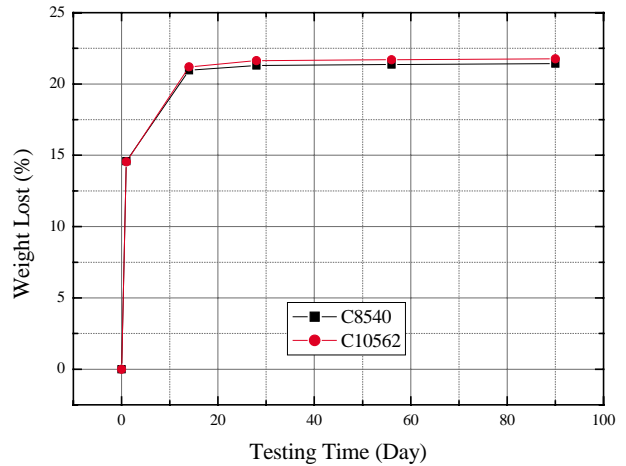


圖 4 風沙侵蝕試驗重量變化

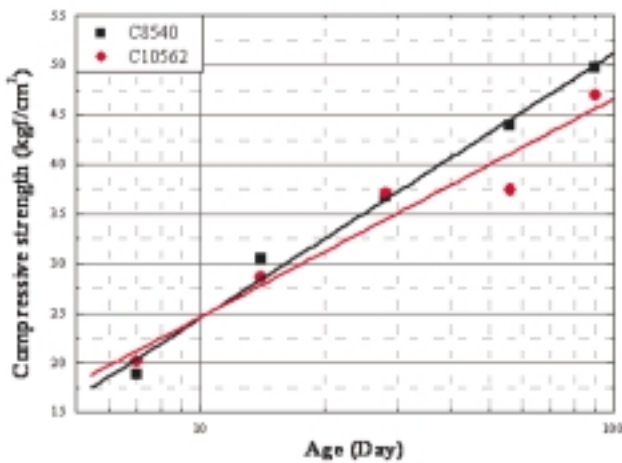


圖 3 煤灰 CLSM 強度發展

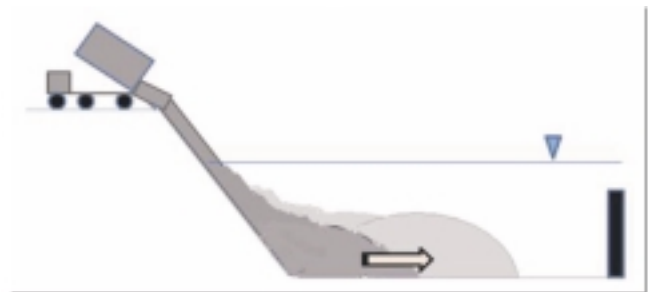


圖 5 建議之水中澆置示意圖

## 技術服務

### 豐原 D/S #3 DTr 激磁湧入電流暫態量測分析

(高壓研究室：鄭強)

#### (一) 前言：

98 年 7 月台中供電區營運處后里超高壓變電所所轄豐原 D/S #2 DTr 定檢後，委託本所進行 DTr 全壓加壓突入電流量測與分析，藉由變壓器加壓突入電流波形解析結果，研判變壓器絕緣狀態。

本技術服務之配電變壓器為雙繞組 Dyn1 結構，161 kV 高壓側採雙繞組並聯引接電源線，額定容量為 30+30 MVA，每繞組一、二次側額定電壓為 161/23.8 kV、額定電流為 107.6/727.8 A。

#### (二) 全壓加壓激磁湧入電流暫態分析：

##### 1. 分析激磁湧入電流波形

加壓前豐原 D/S 161 kV 系統三相對地電壓穩定，其幅值  $V_{an}$  94.82 kV、 $V_{bn}$  94.45 kV、

$V_{cn}$  93.49 kV；配電變壓器加壓時，三相之相電壓幅值為  $V_{an}$  94.71 kV、 $V_{bn}$  94.18 kV、 $V_{cn}$  93.30 kV；變壓器高壓側三相湧入電流幅值為  $I_a$  319.7 a、 $I_b$  -748.1 a、 $I_c$  608.3 a、 $I_0$  -295.3 a；激磁湧入電流及系統電壓波形，如圖 1 所示；變壓器加壓 43 秒後，三相激磁湧入電流衰減為  $I_a$  -3.60 a、 $I_b$  -9.20 a、 $I_c$  6.67 a、 $I_0$  -2.26 a。

##### 2. 頻域分析

原始記錄波形，以 FFT 程式將三相電壓與電流之時域波形，轉換為頻域波形，如圖 2 所示；三相電壓之頻域波形中，僅有 60 Hz 基本頻，無諧波成分；三相電流頻譜含有直流成分、基頻及各奇、偶次倍頻，三相電流轉

換至頻域分析結果，如圖 3 所示。

### 3. 線電流轉換至相電流之分析

依 Dyn1 原則結線之變壓器，電源線之線電流為  $I_a$ - $I_b$ - $I_c$ ，相電流為  $I_{ac}$ - $I_{ba}$ - $I_{cb}$ ，以三相電流瞬時值計算方法，將 a-b-c 三相之激磁湧入線電流量測值，轉換為 a-b-c 三繞組之相電流，如圖 4 所示；轉換後，三相線電流最大值或最小值為  $I_a$  330.47 a、 $I_b$  -756.36 a、 $I_c$  594.3 a；相電流最大值或最小值為  $I_{ac}$  -277.3 a、 $I_{ba}$  -334.9 a、 $I_{cb}$  427.3 a；三相相電流頻譜，如圖 5 所示。

#### (三) 結論：

本次配電變壓器加壓分析結果如下：(1)斷路器投入與切離，未發現突波電壓；(2)激磁湧入電流暫態量測結果，如 a. 激磁湧入電流初始值，b. 加壓 43 秒之激磁湧入電流衰減值，c. 電流轉換至相電流之幅值，及 d. 線電壓、電流與相電流頻譜分析結果，顯示變壓器狀態正常。

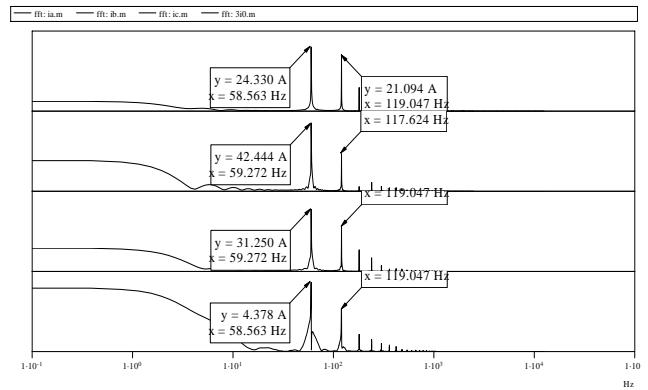
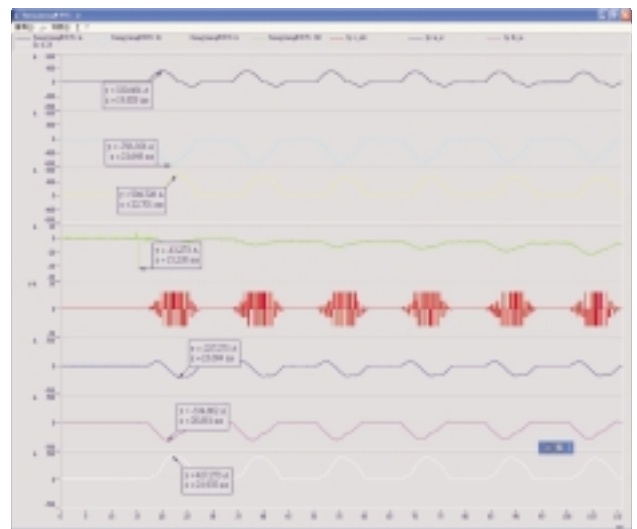


圖 3 三相激磁湧入電流頻譜



(b)

圖 4 線電流轉換至相電流之波形

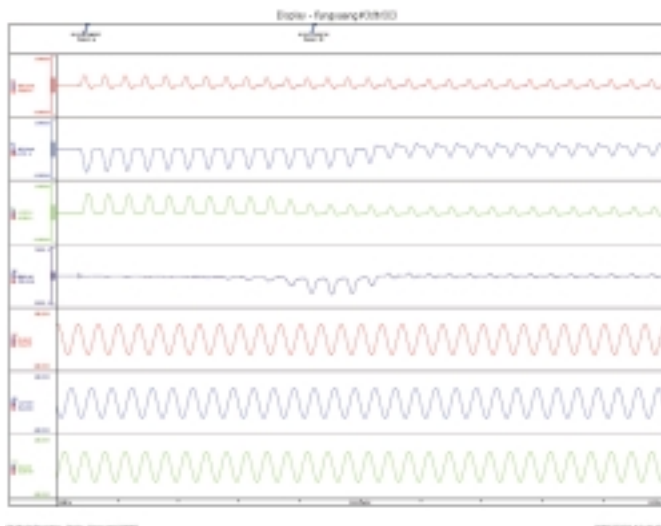


圖 1 #3 DTr 全壓加壓三相激磁湧入電流及電壓波形 3

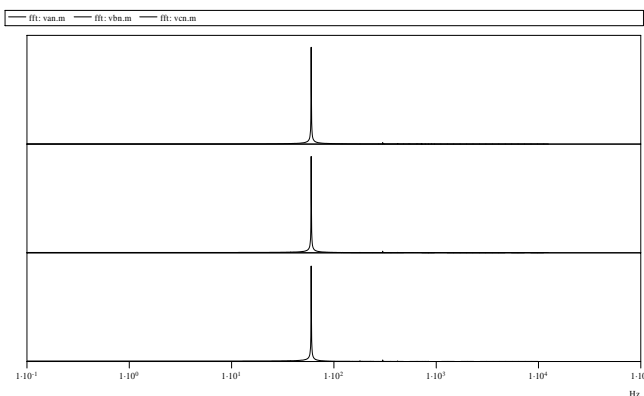


圖 2 三相電壓頻譜

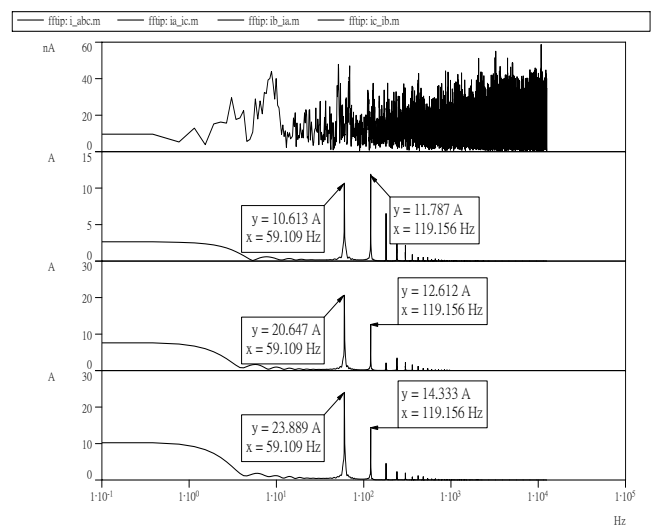


圖 5 相電流頻譜分析波形

# 研發與試驗活動

## 節約能源追蹤查核系統教育訓練

負載管理研究室：王念中、張文曜

本所負載管理研究室於8月3~5日及8月11~12日，假高雄應用科技大學辦理5梯次節約能源追蹤查核系統教育訓練，本公司節約能源考核單位183人參加訓練。節約能源追蹤查核系統分為公司內部用電、用水、用油填報作業及用戶節約能源訪問作業二部份，以輔助公司內部節約能源工作及對外節約能源推廣工作績效之追蹤查核，並提供本公司生產性單位、非生產性單位、彙總主管處及區營

業處節能工程師共100個單位使用。本次訓練由負載管理研究室王念中主任主持，高雄應用科技大學電機系卓明遠教授與陳怡均助理擔任講師，訓練內容包括節約能源追蹤查核系統介紹、系統上機實作及綜合討論，參與訓練同仁上機實作後，由作業流程面及實務需求面對本系統提出改善建議並進行討論，使本系統更能符合需求。

