

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

103年第3季 (103.07 No.93)

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、電力需求端管理技術探勘分析之研究.....1
- 二、抑低各時間電價時段負載效益分析.....3
- 三、明潭電廠#2機組P運轉模式電量分析技術服務.....4
- 四、協二、四機冷凝器背壓偏離目標值診斷分析.....6
- 新技術新設備介紹
- 電子式互感器之發展與應用.....7

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、電力需求端管理技術探勘分析之研究

(負載研究室：楊新全、王金墩)

(一) 研究背景與目標：

近年來，政府與民眾對台電公司的改革不斷加深要求，先進讀表基礎架構(AMI)的建立，使我們可利用大量的用戶用電資訊，透過資訊科技方式，細分用戶群的用電特徵，針對不同的目標用戶群對電力需求端管理措施之需求，採取不同的管理措施政策，達到吸引與保留用戶參加電力需求端管理措施和充分發掘用戶的抑低需量潛力。

需求端管理的理論研究和實際應用越來越受到台電公司的重視，各項需求端管理措施之效果，需要一套可靠、實用的分析系統對這些措施進行系統性的分析和客觀評估，以供研究部門使用，並供決策部門參考。

因此本研究案建置的電力需求端管理措施探勘分析平台，能夠針對減少用電措施的各項執行成果進行分析，另亦可模擬試算各細分用戶群組對各種電力需求端管理措施可能產生的效果。本研究的目標為：

1. 解析現行電力需求端管理措施之業務流程，了解用戶參與現況與分析效果之需求，以及績效表現的關鍵指標與營運結果的關係。
2. 建立用戶對電力需求端管理措施的反應度模型。
3. 建立電力需求端管理措施效果分析評估指標與評

估模型。

4. 應用區別分析法(Discriminant Analysis)等目標市場(Targeting)方法，尋找不同電力需求端管理措施適合的潛在目標用戶。
5. 應用知覺圖(Perceptual Map)等產品定位方法，尋找具誘因的新電力需求端管理措施。
6. 建置用戶對不同電價折扣回應度的模擬模組。
7. 建立電力需求端管理措施效果多維度統計分析。
8. 建立電力需求端管理措施效果自動化分析程序與功能。
9. 建置電力需求端管理措施探勘分析資料超市。
10. 建置電力需求端管理措施的模擬與評估模組。
11. 建置電力需求端管理措施探勘分析平台。

(二) 研究方法與程序：

本研究分成三個部分，第一部分為了解研究需要與蒐集研究資料：透過業務流程訪談建模與分析，了解台電現行需求端管理措施業務流程與措施特性資料，同時透過電力用戶訪談與問卷調查，對用戶行為變數資料進行蒐集和研究，以對電力用戶的購買心理特徵和電力需求端管理措施需求進行整體性的分析，這些資料將應用在建立反應度模型、用戶細分模型、效果分析評估指標與評估模型、目標市場模型，知覺圖模型等方面。第二部分為建立

模型：在區隔理論的指導下，借助行銷工程理論中的分群分析模組，區別分析方法，對電力用戶進行區隔研究，並透過知覺圖，對現行需求端管理方案的用戶偏好進行定量分析，以了解各項電力需求端

管理措施在用戶方面的定位。第三部分為開發自動化動態分析平台：在第二部分的研究基礎上，建立電力需求端管理措施探勘分析平台與月報統計系統。

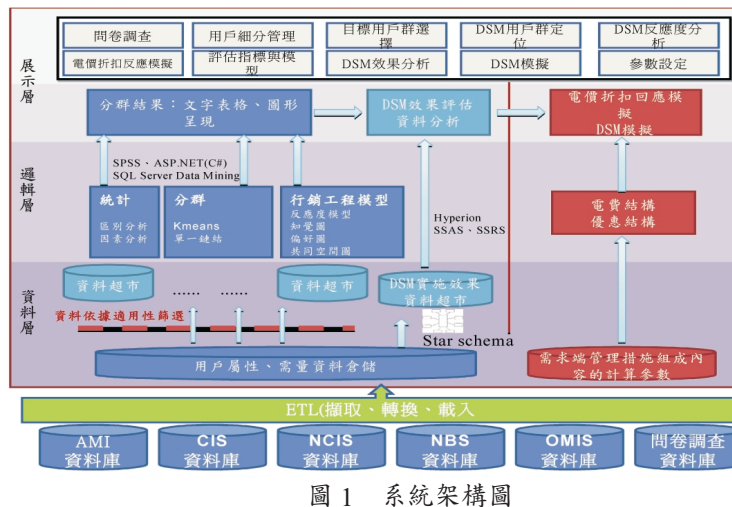


圖 1 系統架構圖

圖 1 是電力需求端管理措施探勘分析平台系統架構，圖 2 是新開發的「減少用電措施月報資料統計系統」群組各方案試算結果，其在 DSM 的模擬與評估方面是根據台電目前各減少用電措施的設

計，來模擬不同群組用戶，在各不同方案的條件下，可貢獻的抑低需量，以及將減免的基本電費費用的量化數字。



圖 2 群組各方案試算結果

(三) 結論與建議

1. 本研究針對各相關單位提出之需求，新開發了「減少用電措施月報資料統計系統」，建立了自動化分析程序與功能，並可從事電力需求端管理措施效果多維度統計分析。
2. 研發建立電力需求端管理措施探勘分析資料超市，建立了用戶區隔下電力需求端管理措施模擬與評估模組。
3. 透過問卷與訪談，對現行電力需求端管理措施結構與用戶參與現況有更深入的了解，提出了用戶

對電力需求端管理措施的反應度模型、電力需求端管理措施效果分析評估指標、研究設計電力需求端管理措施評估模型、並應用區別分析法，尋找能將細分用戶群組以最佳方式區分開的變數的線性組合、透過建立知覺圖找出用戶對現行電力需求端管理措施之定位。

未來在設計與實施電力需求端管理措施時，可以從用戶資料分析的觀點來設計與推薦更能滿足用戶需求的減少用電措施方案。

二、抑低各時間電價時段負載效益分析(電力經濟與社會研究室：黃義協、陳隆武、楊閔如)

研究背景與目標：

近年來除 97 年金融風暴期間外，用電負載仍呈上升趨勢，燃料價格維持在高檔，但由於基載機組興建受阻，高成本燃氣機組之裝置容量與發電占比提升，使得系統發電成本不斷提高，如圖 1 至圖 3。抑低尖峰負載雖然減少電費收入，但可以節省燃料成本，同時可減少或延緩電廠投資，以降低系統發電成本。

台電公司自民國 68 年起實施時間電價，時間電價是以特定時間作時段切割，依不同時段之發購電成本為依據制定電價，可達到抑低尖峰負載及轉移負載之成效，但隨著負載成長與高成本燃氣機組占比提升，離峰時段發購電成本大幅上升，尖離峰供電成本拉近，而電價調整卻受阻，近年來時間電價愈來愈不能合理反映供電成本，如圖 4 所示，截至 101 年底為止，平均售電成本為每度 3.04 元，平均售電單價為每度 2.72 元，平均每度虧損 0.32 元。本研究建立 95~101 年系統各機組每小時之發電資料

與其成本之資料庫，並分析台電七時段發購電量與成本，評估抑低七時段 1% 和 2% 負載與夏月尖峰時段每小時抑低 500MW 節省燃料發電成本、減少之電費收入與延緩電廠投資之效益，上述分析所得成果可供日後時間電價調整及推廣相關減少用電優惠措施之參考。

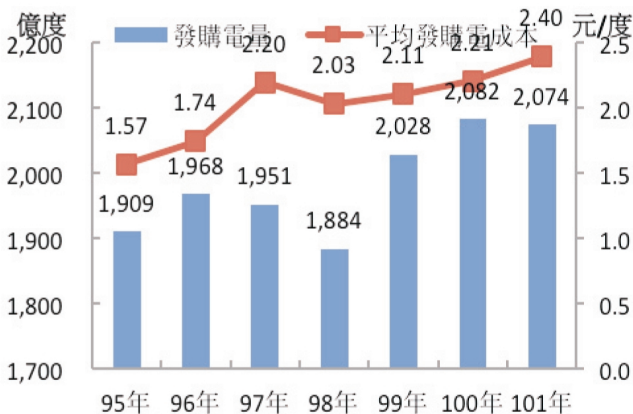


圖 1 95~101 年台電發購電量及年平均發購電成本

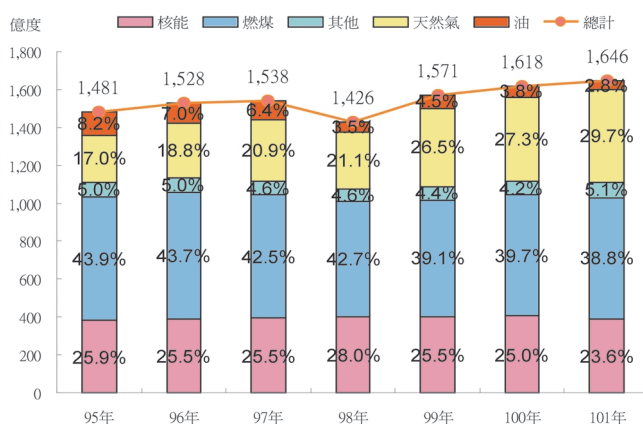


圖 2 95~101 年台電自發電力發電量占比(燃料別)

註 1：油包含燃油機組及輕柴油機組

註 2：其它包含抽蓄水力機組(發電)及再生能源機組

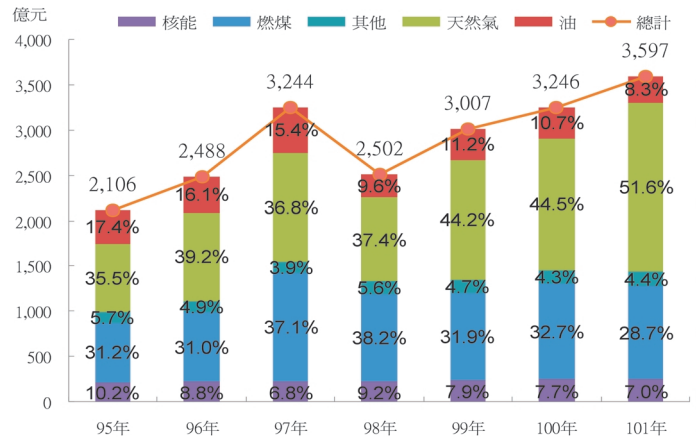


圖 3 95~101 年台電自發電力發電成本占比(燃料別)

註 1：油含燃油機組及輕柴油，其它包含抽蓄水力(發電)及再生能源。

註 2：台電機組成本已扣除抽蓄水力用電。

註 3：台電機組總成本未計入”總管理處及其他單位”及”借款利息”。

註 4：發電成本含營運費、維護費、設備折舊及稅捐等。

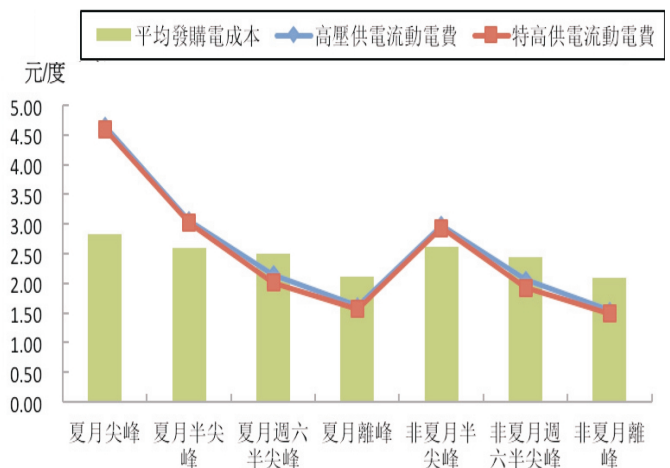


圖 4 101 年台電平均發購電成本與三段式時間電價比較

101 年夏月尖峰時段總計 516 小時，前 1% 最高負載表示負載最高的 5 個小時，若皆抑低至相當於第 6 高負載小時，總計抑低 325 仟度，依據每小時系統負載，分別以台電火力發電各機組熱耗率(Heat Rate) 計算不同出力時之燃料成本以及年平均燃料成本，由高至低依序降低各機組發電量，計算抑低負載節省的燃料成本，並依 101/6/10 實施之特高壓流動電費計算減少的流動電費收入，分析各時段抑低負載的效益，如表 1 所示。

表 1 101 年七時段抑低前 1%最高負載之效益

| 季節時段 | | 抑低發電量 (千度) | 流動電費 (元/度) | 每度節省燃料成本(元/度) | | 每度抑低效益(元/度) | |
|-------|-------|---------------|---------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | | | | Heat Rate 計算 | 年平均成本 計算 | Heat Rate 計算 | 年平均成本 計算 |
| 夏月 | 尖峰 | 325 | 4.59 | 6.62 | 6.20 | 2.03 | 1.61 |
| | 半尖峰 | 1,850 | 3.01 | 6.32 | 6.04 | 3.31 | 3.03 |
| | 週六半尖峰 | 1,753 | 2.01 | 5.96 | 6.11 | 3.95 | 4.10 |
| | 離峰 | 10,777 | 1.56 | 5.80 | 5.64 | 4.24 | 4.08 |
| 夏月小計 | | 14,705 | | 5.90 | 5.76 | 4.04 | 3.89 |
| 非夏月 | 半尖峰 | 10,320 | 2.93 | 6.02 | 6.16 | 3.09 | 3.23 |
| | 週六半尖峰 | 1,555 | 1.92 | 6.24 | 6.27 | 4.32 | 4.35 |
| | 離峰 | 22,347 | 1.48 | 5.79 | 5.83 | 4.31 | 4.35 |
| 非夏月小計 | | 34,222 | | 5.88 | 5.95 | 3.94 | 4.01 |
| 總計 | | 48,926 | | 5.89 | 5.89 | 3.97 | 3.98 |

註：減少流動電費以 101/6/10 實施之特高壓流動電費計算。

抑低尖峰負載可減少或延緩電源開發的需求，以 104 年通霄複循環機組之均化價位，每年每瓩 1,190 元計算，尖峰時段前 1%最高負載共計 5 小時，抑低尖峰最高負載至第 6 高負載 32,955.4MW，相當於每年延緩 149,702 千元 (125.8MW*1,190 千元/MW-年)的投資成本。

抑低七時段前 2%最高負載，流動電費收入共減少 194,444 千元，按各機組 Heat Rate 計算時，每度約節

省燃料成本 5.79 元，抑低負載效益為 3.83 元/度；以各機組年平均成本計算時，每度節省燃料成本 5.77 元，抑低負載效益 3.81 元/度，如表 2 所示。

尖峰時段前 2%最高負載共計 10 個小時，抑低尖峰最高負載至第 11 高之負載 32,785.4MW 時，共抑低 295.8MW 之負載量，當考慮電廠延緩投資時，相當於每年延緩電廠投資 352,002 千元 (295.8MW*1,190 千元/MW-年)。

表 2 101 年七時段抑低前 2%最高負載之效益

| 季節時段 | | 抑低發電量 (千度) | 流動電費 (元/度) | 每度節省燃料成本(元/度) | | 每度抑低效益(元/度) | |
|-------|-------|---------------|---------------|-----------------|-------------|-----------------|-------------|
| | | | | Heat Rate 計算 | 年平均成本 計算 | Heat Rate 計算 | 年平均成本 計算 |
| 夏月 | 尖峰 | 1,602 | 4.59 | 6.44 | 6.14 | 1.85 | 1.55 |
| | 半尖峰 | 3,967 | 3.01 | 6.23 | 6.02 | 3.22 | 3.01 |
| | 週六半尖峰 | 2,524 | 2.01 | 6.05 | 6.11 | 4.04 | 4.10 |
| | 離峰 | 18,883 | 1.56 | 5.66 | 5.46 | 4.10 | 3.90 |
| 夏月小計 | | 26,975 | | 5.82 | 5.64 | 3.83 | 3.65 |
| 非夏月 | 半尖峰 | 22,647 | 2.93 | 6.03 | 6.14 | 3.10 | 3.21 |
| | 週六半尖峰 | 2,841 | 1.92 | 6.20 | 6.24 | 4.28 | 4.32 |
| | 離峰 | 46,494 | 1.48 | 5.63 | 5.64 | 4.15 | 4.16 |
| 非夏月小計 | | 71,981 | | 5.78 | 5.82 | 3.82 | 3.87 |
| 總計 | | 98,957 | | 5.79 | 5.77 | 3.83 | 3.81 |

註 1：減少流動電費以 101/6/10 實施之特高壓流動電費計算。

註 2：夏月週六半尖峰及非夏月半尖峰，抑低前 2%最高負載每度節省之燃料成本高於抑低前 1%，此與系統當時各機組狀況及備轉容量有關。

三、明潭電廠#2 機組 P 運轉模式電量分析技術服務

(高壓研究室：鄭強)

(一) 前言：

明潭電廠於系統尖峰負載或慣常負載及離峰負載時段，可依系統狀態，選擇機組運轉於同步發電機或同步電動機抽水模式，充分應用旋轉電機電能轉換之特性，提升水資源及綠色能源的使用效能。在同步發電機運轉模式中，機組將蓄積在上池之水頭位能轉換為電能，提供系統負載用電；反之，在抽水機運轉模式中，電機將電能轉換為機械能，將

下池蓄水抽返上池藉以充分循環利用水資源，為抽水機組特有之功能，亦為遂行系統經濟調度之有效工具。

(二) 機組 P 抽水模式電量分析：

G 模式機組與 P 模式機組於完成電氣軸連接後，在電機轉速、激磁及電樞電壓為零值初始條件開始起動，G 模式機組開始轉動時，機組之電樞電壓、電流輸入主變壓器低壓側，經變壓器昇壓後，

聯接至 P 模式機組主變壓器，經降壓後，輸入至 P 模式機組。背對背起動模式之系統單線圖，如圖 1 所示。機組 P 模式之起動-併聯-加載之三相電壓、電流波形，如圖 2a 所示；P 模式機組起動過程之三相電流、零相序電壓及電流波形，如圖 2b 所示。

1. 機組起動加速

機組於 0 秒至 3.114 秒的時間中，抽水機電樞端輸入三相電壓值為：184.312 V、182.919 V、164.925 V，零相序電壓計算值為 60.977 V；電源頻率平均值為 0.98612 Hz ((1.04289 + 1.14219 + 0.773268 m) / 3)。機組電樞端輸入三相電流值為：986.070 A、909.217 A、847.871 A、頻率為 1.11901 Hz，零相序電流計算值為 135.170 A。機組電樞端

輸入三相實功率計算值為：-112.930 kW、-121.606 kW、-92.818 kW。

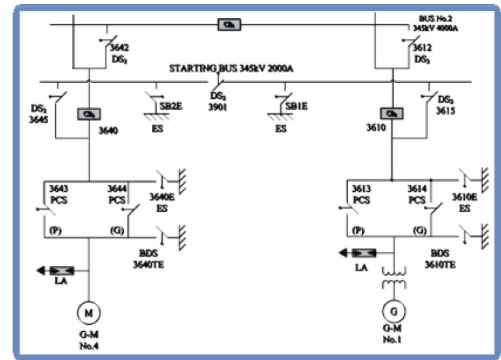
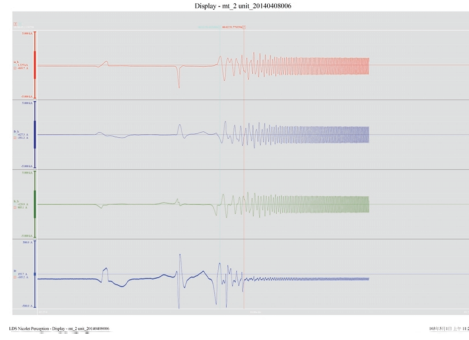
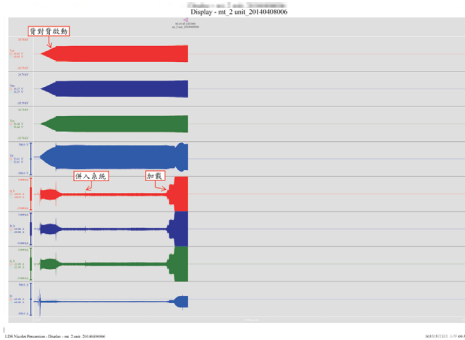


圖 1 明潭機組背對背起動模式系統單線圖



(a) (b)

圖 2 機組抽水機運轉之起動-並聯-加載之三相電壓、電流波形紀錄

2. 機組激磁狀態之電量分析

P 模式機組起動加速至 1 分 47.475 秒前，同步電動機運轉於欠激磁狀態，三相電壓超前電流為滯後功率因數，1 分 47.475 秒輸入至轉子場繞組之磁場電流開始連續提昇，電機輸入功率逐漸由滯後功因，漸次改變為單位功因，磁場電流繼續提升時，再轉換為超前功因，因而可觀察到輸入電機之電樞電流隨著趨近單位功因而遞減；反之，由單位功因轉向超前及滯後功因情況下，電樞電流呈現遞增狀態；亦即電機運轉於單位功因情況下，輸入至電樞之電流為最小。電機轉子激磁狀態與輸入電壓、電流波形，如圖 3 所示。

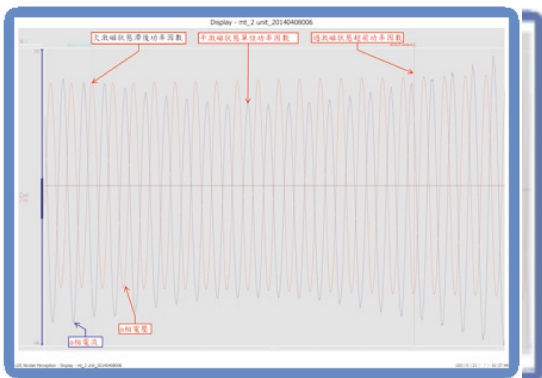


圖 3 機組電機轉子激磁狀態與輸入電壓、電流波形圖

3. P 模式機組併入系統之同步化響應

P 模式機組起動後經歷欠激磁、正常激磁及過激磁等運轉狀態後，於起動 5 分 10.427 秒待併聯機組頻率為 60.0123 Hz，系統頻率為 59.9488 Hz，以稍高 0.0643 Hz 並於同相位時機併入系統。

P 模式機組併入系統瞬間，電機轉軸之慣量提供系統實功率，其轉動慣量經阻尼衰減後，轉軸速度低於系統同步速度，因而由發電機模式轉換為電動機模式，吸收實功率，並令轉軸再次加速，轉換為發電機模式並輸出實功率；機組再經歷一次轉軸減速、加速歷程後，漸次進入穩態無載同步電動機運轉狀態。

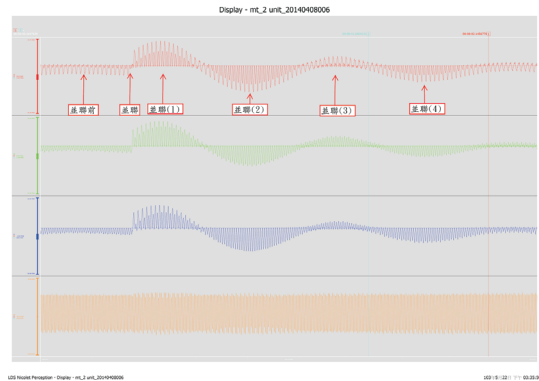


圖 4 P 模式機組併聯前、中、後，三相功率波形圖

4. P 模式機組加載電量分析

P 模式機組於起動 14' 32.146" 開始加載，加載過程依電流及功率遞增關係，機組無載至加載三相功率波形，如圖 5 所示；加載過程分析如下：

- (1) 第一階段：三相電壓為 9.612 kV、9.596 kV、9.621 kV；三相電流為 822.033 A、660.065 A、798.768 A；三相功率為-7.405 MW、-6.113 MW、-7.531 MW、-3.006 kW。
- (2) 第二階段：三相電壓為 9.613 kV、9.600 kV、9.623 kV；三相電流為 1.854 kA、1.672 kA、1.821 kA；三相功率為-17.477 MW、-15.849 MW、-17.366 MW。
- (3) 第三階段：三相電壓為 9.494 kV、9.488 kV、9.507 kV；三相電流為 6.663 kA、6.663 kA、6.530 kA；三相功率為-59.837 MW、-56.928 MW、-58.732 MW。
- (4) 第四階段：三相電壓為 9.542 kV、9.541 kV、9.557 kV 三相電流為 9.364 kA、9.010 kA、9.199 kA；三相功率為-89.218 MW、-85.807 MW、-87.758 MW。

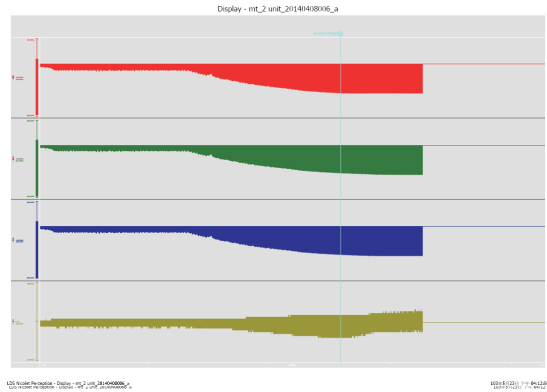


圖 5 機組無載至加載三相功率波形圖

(三) 結論：

本技術服務針對明潭電廠機組背對背起動抽水機之 P 模式機組起動、調整激磁、併聯及加載操作過程進行解析。同步發電機自轉速零起動，並藉電氣軸連接將低起動電壓、頻率輸入至同步電動機電樞繞組，驅動電動機旋轉即加速，研討分析同步電動機起動運轉特性，有助於提升抽蓄機組運轉、控制與維護效能。

四、協二、四機冷凝器背壓偏離目標值診斷分析

(能源研究室：林春景)

臺灣本島發電總裝置容量截至 102 年底為 41,181MW，火力發電約占 74%，當中除了純燃氣渦輪機及柴油機發電外，都必須用到高溫高壓的蒸汽為作功介質，即運用熱力學中的郎肯循環，這樣的發電機組，必須裝置蒸汽冷凝設備，如果蒸汽冷凝背壓無法達到設計或目標值要求，不但影響機組熱耗率，增加機組燃料成本，甚至影響機組出力，同時造成電廠運轉維修人員困擾，本研究計畫即針對協二、四機冷凝器背壓偏高現象，進行肇因診斷分析，並提出因應對策。由於協二機冷凝器，有兩個水箱冷凝管，已由原銅矽/銅鎳合金管，更新為熱傳導係數較差之 SEACURE 不鏽鋼管，另外，協二、四機亦有部份冷凝管束，因破裂而悶塞，而影響到冷凝器熱傳性能，亦會使冷凝器背壓較原目標值偏高，因此，應該修正原廠家提供的背壓目標值，本研究亦針對此點進行探討。

冷凝器背壓偏離目標值之主要原因為冷凝器熱傳效能未能發揮冷凝目的，造成這個現象的可能因素有：(1)換熱傳導係數較低之新管材或破管悶塞，(2)海水進口溫度高，(3)海水流速低於設計值，(4)冷凝器熱負荷超出設計要求，(5)管側積污垢，(6)殼側不凝結氣體聚集，經本研究探討結果，在第(1)點方面，協二機更新管材之影響程度，視海水溫度及機組出力而定，最高影響 2 mmHG，機組出力愈小，影響程度逐漸降低，最低出力時，則影響程度小於 0.5 mmHG。在第(2)點方面，海水進口溫度會影響冷凝器背壓，尤其在機組出力愈大，海水溫度愈高，影響愈顯著，即使管壁乾淨無垢，同時沒有空氣異

常滲入聚集現象，當機組出力於滿載運轉時，海水溫度高於 28.7°C；機組出力 90%，海水溫度高於 29.7°C；機組出力 80%，海水溫度高於 30.7°C；機組出力 75%，海水溫度高於 31.4°C；機組出力 70%，海水溫度高於 31.9°C；機組出力 60%，海水溫度高於 33.0°C；機組出力 50%，海水溫度高於 33.9°C；機組出力 40%，海水溫度高於 35.0°C 時，冷凝器背壓仍會高於設計值 55.8 mm HGA，此時若要改善冷凝器背壓，則必須改善海水流速或冷凝器熱傳面積。在第(3)點方面，協二、四機冷凝管海水流速未低於設計值。在第(4)點方面，冷凝器熱傳負荷，雖然有足夠能力負擔完成郎肯循環時所需進行之熱交換量，但有超出設計目標值現象，尤以協四機較明顯，先確認協二機低壓汽機及協四機中壓汽機效能有否劣化，同時檢視蒸汽管路洩放閥有否異常洩漏，以降低冷凝器冷凝熱傳負擔。至於第(5)點及第(6)點，則為冷凝器背壓未能達目標值的主要原因，其因應對策，第(5)點為：在管內壁污阻方面，適時清除管內壁積污，以維持良好的清潔度；維修進水口柵欄，以避免污泥雜物進入冷凝管；定期隔離水室清洗冷凝管；維持海水流速，避免海水溫升過高，滋生海生物。第(6)點為：在殼側不凝結氣體聚集方面，尋找可能洩漏之處，並檢視真空泵抽氣性能是否保持良好功能。

至於冷凝器運轉 3 臺冷凝水循環泵目標值，如圖 1~圖 4 所示，包括冷凝管清潔度為 0.85 及清潔度為 1.00 時之數據，當冷凝器運轉 2 臺時之目標值亦可比照求得。

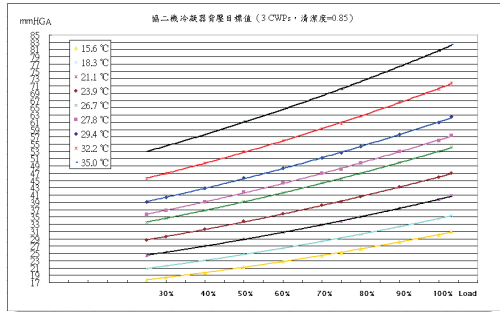


圖 1 協二機目標值 (3CWP2, 清潔度=0.85)

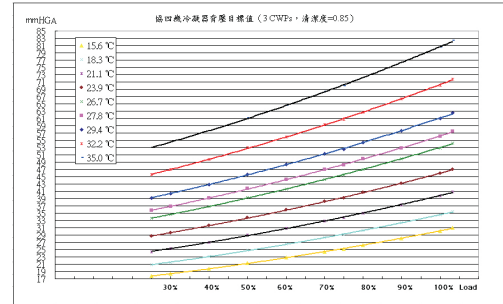


圖 3 協四機目標值 3CWP2, 清潔度=0.85)

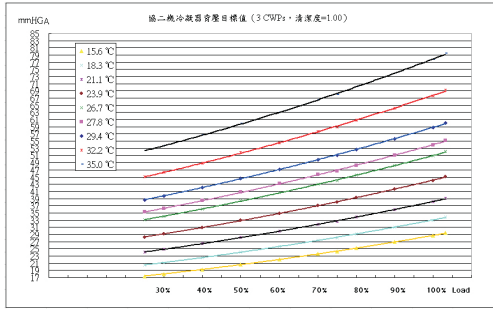


圖 2 協二機目標值 (3CWP2, 清潔度=1.00)

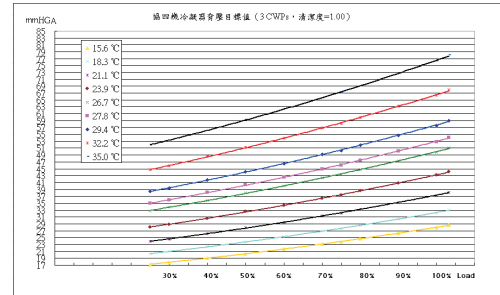


圖 4 協四機目標值 3CWP2, 清潔度=1.00)

新技術新設備介紹

電子式互感器之發展與應用

(電力研究室：柯喬元、蒲冠志)

(一) 緣起：

變電所使用之比流器 (Current Transformer, CT)、比壓器 (Voltage Transformer, VT) 主要由鐵芯與線圈所構成。受限於原始設計，鐵芯材質有頻寬的限制，量測信號通常為理想的 AC 弦波與基本波附近的頻率。傳統比流器會有鐵芯交直流飽和問題且二次側開路時會產生高電壓，比壓器則有鐵磁共振問題，二次側短路時產生大電流，安全性不足。一般來說，變電所中的比流器與比壓器通常被密封包覆在氣體絕緣開關設備 (Gas Insulated Switchgear, GIS) 中，不但體積龐大且維護不易。

隨著科技進步，部份國外變電所已有新式互感器之前導安裝計畫，此類設備一般稱為電子式互感器 (Electronic Current Transformer, ECT、Electronic Voltage Transformer, EVT) 或非傳統式設備變壓器 (Non-Conventional Instrument Transformers, NCIT)，電子式互感器量測電力系統中高頻諧波、間諧波或非週期性訊號擁有更佳的精確度，且大多可在信號大範圍的變動時擁有理想的線性輸出，無失真現象，具多樣優點，本文將介紹其原理與現況發展。

(二) 電子式互感器標準：

新式互感器相關的標準有 IEC 60044-7 (電子式電壓互感器)、IEC 60044-8 (電子式電流互感器)，除了定義電子式互感器之數位輸出信號、模擬電壓信號，也包含頻率響應、量測諧波準確度之要求。標準並說明了電子式互感器可以是帶有電路元件的

光學裝置，並採用空心線圈或內裝分流器的鐵心線圈來進行電流變電壓的轉換。

台電使用傳統之 CT、VT 之二次側輸出之標準訊號為 1A、5A、115V，再與電表或保護設備相連，大多數廠商的二次側設備產品亦跟此匹配。根據 IEC60044-8，電子式電流互感器二次側輸出為電壓，額定二次電壓的標準值為 22.5, 150, 200, 225 mV 和 4 V。

(三) 電子式互感器技術原理：

電子式電流互感器根據傳感頭是否需要電源，可分為有源式和無源式兩大類。有源式電流互感器主要利用 Rogowski 線圈、霍爾感測器，技術已非常成熟。無源式電流互感器則主要使用 Faraday 效應。

Rogowski 線圈於高壓側進行取樣後，經過 A/D 轉換器轉換為數位信號，再經由光纖傳送到合併單元，線圈的輸出電壓與導體電流的時間導數成正比。

霍爾效應由羅倫茲力 (Lorentz Force) 所引起，當磁場中的導體帶有移動電荷，會有羅倫茲力作用於垂直電流方向上。傳統式霍爾電流互感器將感測器置於鐵芯內部之氣隙，用以感測電流磁場，進而產生霍爾電壓信號。

無源式電流互感器則使用 Faraday 效應之原理，搭配相關光學材料以完成偵測，即光學電流互感器 (OCT)。Faraday 效應利用介質在外加磁場作用下產生旋光性，而二極體所發出的光源於偏振面產生旋轉，再利用線偏振光旋轉的角度與導體電流

成正比之原理進行計算。上述不同類型之電子式比流器如表 1、表 2。

表 1 無源式電子式比流器

| | 磁光玻璃型 | 全光纖型 |
|--------|--------------|-------------------|
| 感應原理 | Faraday 磁光效應 | Faraday、Sagnac 效應 |
| 高壓測量元件 | 磁光玻璃 | 光纖環 |

表 2 有源式電子式比流器

| | 線圈式 | 霍爾式 |
|--------|--------------|---------|
| 感應原理 | Faraday 電磁感應 | Hall 效應 |
| 高壓測量元件 | 羅式線圈或低功率線圈 | 霍爾感測器 |

電子式電壓互感器亦可分為有源式與無源式，目前商品化之實現方式以有源式為主。其原理較為單純，係利用分壓原理將電壓訊號輸出，可分為電阻分壓、電抗分壓與電容分壓，前兩者用於一般低壓等級中，電容分壓則普遍應用於高壓系統中。

新式互感器之輸出訊號會先輸入合併單元 (Merge Unit, MU) 先行處理，根據 IEC61400-7/8 標準說明，合併單元可對來自轉換器的電流/電壓數據進行組合，它可以是獨立單元或互感器中的一個組件。MU 作為 NCIT 與處理匯流排 (Process Bus) 間的介面，其功能將是將三相的訊號作合併，並根據 IEC61850-9-2 之標準傳輸電壓與電流取樣值，與 MU 搭配之與非傳統式互感器架構如圖 1。

目前 IEC61850-9-2 僅對其輸出訊號有所規定，新式互感器之介面標準與合併單元之實現方式並無特別說明，因此各大廠家之 NCIT 與 MU 目前僅能搭配自家產品，並無一致性的標準。不過可接收傳統互感器信號之 SAMU (Stand alone merging unit) 標準 IEC61869-13 預計在 2014 年年中發表。

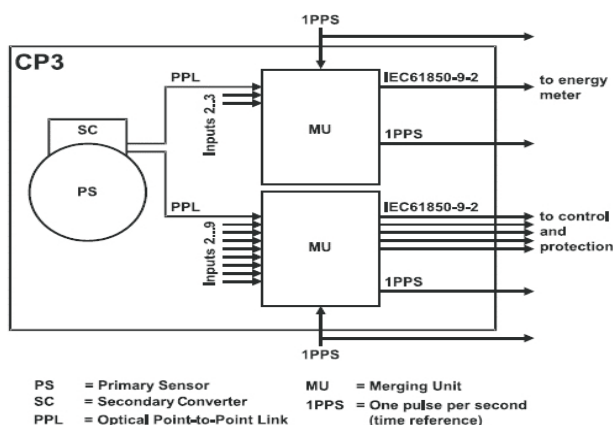


圖 1 合併單元搭配 NCIT

(四) 電子式互感器結合智慧型變電所：

新一代的智慧化變電所將以 IEC 61850 協議為主流，將利用乙太網路通訊搭配 Gateway 做為資料處理與傳遞的設備，大幅減少變電站中的實體電纜線。新式互感器可與 Process bus 結合，達成信號傳遞的功能，智慧化變電所之架構如圖 2。

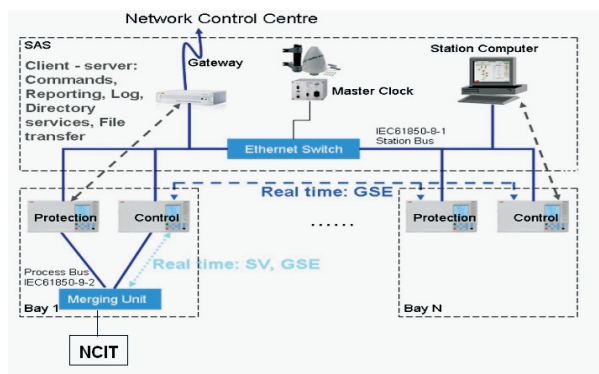


圖 2 搭配 NCIT 之智慧化變電所

過程匯流排 (Process bus) 為間隔層 IED 與一次設備 (包含斷路器、接地開關、變壓器、CT、VT... 等) 間的通訊匯流排，一次設備可使用 IEC61850-8-1、IEC 61850-9-2 標準與間隔層溝通。過程匯流排上使用 IEC61850-8-1 的 GOOSE 服務，作為二進位狀態的傳輸，如開關切換狀態、跳脫、指令。IEC 61850-9-2 則用於取樣值 (Sampled value) 資料的傳輸，提供間隔層和過程層之間取樣值的通信映射，讓 MU 輸出之類比資料在同一標準下傳輸。

過程匯流排採光纖網路架構，可減少實體電纜的使用，也使得傳輸至各 IED 的資料監控與管理得以實現。過程匯流排在設計上須考慮最高的可靠度與可用性，也就是需要在成本與效果中取得平衡。最後易於維修以增加系統的可用度。傳統的 IED 接收的是類比訊號，Process Bus 上則有所不同，IED 接收的是取樣值串流，因此 IED 可接收多少串流數量也是影響設計的重要因素。

(五) 結論：

相較於傳統式比流器與比壓器，新式互感器有許多優點，其特點如下：

1. 高安全性：二次側輸出電壓低，不會有傳統比流器二次側開路產生高電壓、比壓器二次側短路產生大電流之危險。
2. 高精確度：不含鐵芯，無傳統比流器進入飽和區疑慮、比壓器鐵磁共振之缺點。量測範圍大，輸出與輸入均為線性變化，精確度高。
3. 節省線材：信號傳輸採用絕緣材料製成之光纖，不需大量的銅纜。
4. 體積小：一組 NCIT 即可提供所需之電壓、電流信號，且體積較小。
5. 維護容易：如果是 NCIT 二次轉換器異常則可快速替換而不須另作校正，更可利用網路快速的作連續性的監測，判斷是否有異常現象。

隨著 NCIT 成本的降低，未來 Process BUS 之應用亦可望漸漸普及。值得注意的是，IEC61850 所提供的保護與控制功能的資訊傳遞皆在乙太網路上，這對目前變電所的維護人員來說較為陌生，未來如欲導入新一代的自動化電網，勢必需要長期的學習。