

# 電力研究簡訊

## Power Research Newsletter

98年第2季(9804 No.72)

### 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、振動遙測系統資料傳輸品質改善研究人員

(電力研究室：王金墩)

#### (一) 研究背景：

本公司由於自動化與遠端維護需求愈來愈迫切，許多透過廣域網路或長距離傳輸之遙測監控系統逐漸被建立，資料傳輸品質及可靠度成爲重要之議題，配合目前各式各樣之通訊媒介，有各種不同之通訊架構可供選擇，如何針對系統特性設計可靠之通訊架構成爲遙測監控系統成敗之關鍵。目前電力修護處所建立之林口電廠主汽輪發電機組長期震動監測、診斷及分析系統，需經由本公司企業網路立即顯現於電力修護處電腦螢幕上供相關人員分析診斷檢視，以利即時掌握機組之運轉狀況，資料傳輸架構如圖1，唯通訊品質一直不甚穩定，甚至有無法預期之傳輸中斷問題存在。

#### (二) 研究內容：

本計畫以研究改善透過廣域網路或長距離傳輸之遙測監控系統之即時與歷史資料傳輸之品質問題，並以目前運作中之林口電廠主汽輪發電機組長期振動監測、診斷、分析系統爲個案，進行分析及改善目前之振動資料傳輸品質問題。本計畫之研究過程及內容簡列如下：

1. 研究目前已建置於林口電廠(主站)及電力修護處(遠站)之主汽輪發電機組之震動監測系統技術細節，包括監測用控制器軟硬體界面、主站資料伺服器、人機界面軟硬體架構、資料流及傳輸模式等。
2. 分析 Local 端(林口電廠主站主汽輪發電機組之震動監測系統主站所在之網路)之網路結構及品質分析測試。
3. 分析 Remote 端(遠端電力修護處維護界面所在之網路)之網路結構及品質分析測試。

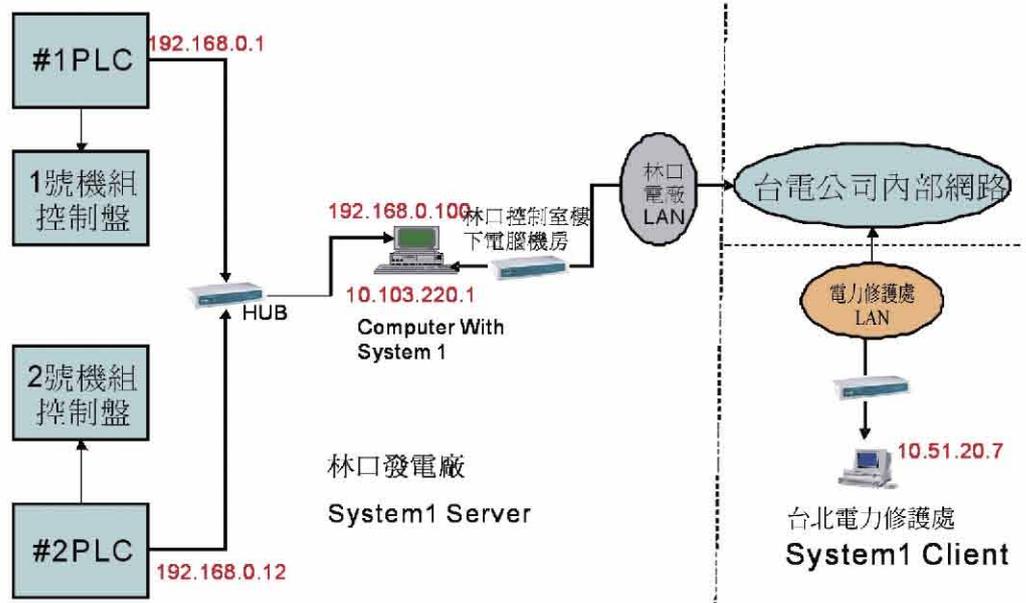


圖1 林口電廠主汽輪發電機組之震動監測系統資料傳輸架構

4. 目前主站與遠端間所經過之廣域網路(Wide Area Network, WAN)架構分析與測試。
5. 撰寫 Client Server 架構之 Socket 程式模擬目前實際系統經由 WAN 網路之傳輸品質，作為流量及品質分析之依據，搭配既有網路分析軟體以找出品質瓶頸。
6. 根據各部分分析結果提出改善建議與可行之解決方案。
7. 根據本研究之資料傳輸品質分析之結果，要解決林口電廠主汽輪發電機組之震動監測系統主站與遠端電力修護處維護界面間之資料傳輸品質不良問題之解決方案有兩種：

方案 1：為在不改變林口電廠與電力修護處企業網

路內部區域網路架構及兩端電腦軟體設定之狀態下，打通經分析為瓶頸所在之林口電廠與資訊處間之廣域網路頻寬，目前之 T1(1.544Mbps)似乎已趨飽和，應另增加線路或加大頻寬，本計畫之分析結果已向林口電

廠、資訊處與電信處說明，並認同本計畫之建議，擬將林口電廠與資訊處間另建置 1 路 12M bps 頻寬乙太網路電路，資訊處正討論與測試在林口電廠端是經由既有之 CISCO 2800 路由器之另一 Port，抑或直接從 Extreme Alpine 3808 L3 Switch 接取為佳。

方案 2：為將林口電廠與電力修護處此兩台振動監測專用電腦從企業網路中切離，如圖 2 之架構，(a)為兩端傳統電腦+Router+DSU 之組合(虛線方格部分市面上已有具整合

轉換介面之通信設備，如具 Ethernet RJ45 介面之 DSU，則可省掉 Router，或其它等等)(b)為新的支援 Ethernet 介面之電信處 ISA 設備，理論上兩者均為點對點專線式連接，因此不須與其它電腦分享頻寬，64K bps 以上速率即已足夠(或 E1)。此種架構所需之工作為(1)向電信處申請兩端(林口電廠與電力修護處)各一專線對應。(2)自行拉設林口電廠與電力修護處通信機房至所在電腦之線路。(3)採購 Router+DSU(或其它具整合轉換介面設備)。(4)設定 Router、DSU 及更改兩端電腦 IP 與 System 1 之 TCP/IP 網路設定值。

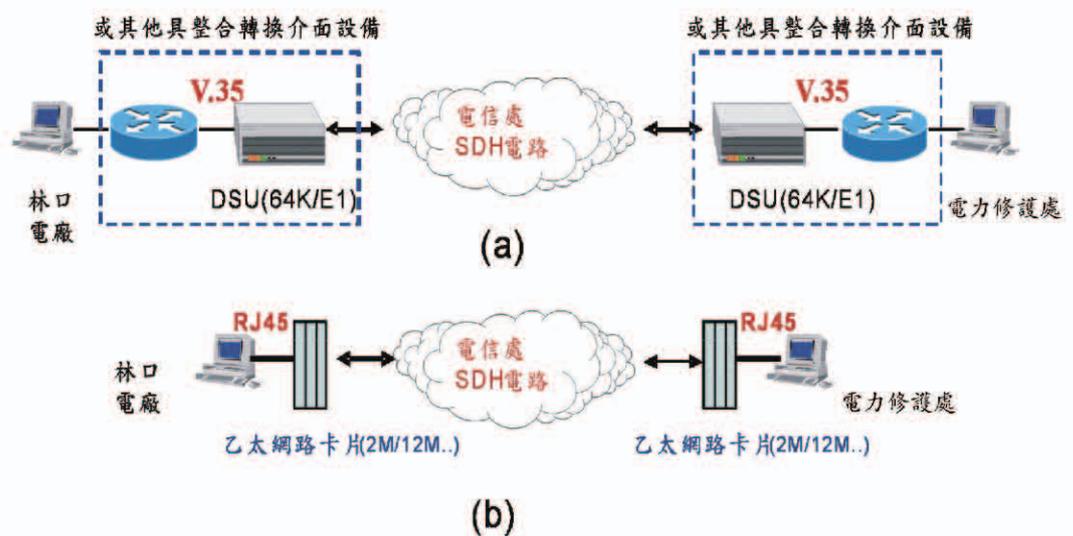


圖 2 方案 2 之兩種獨立資料傳輸架構

### (三) 成果與運用：

本計畫除可解決林口電廠主汽輪發電機組之震動監測系統主站與遠端電力修護處維護界面間之資料傳輸品質不良問題外，並根據本所電力監控組長期以來所規劃設計與建置完成之監控系統經驗，以系統性分析測試方法，測試及找出資料傳輸品質之瓶頸，並提出可行之解決方案。由於本公司在自動化與遠端維護應用之需求愈來愈迫切，許多透過類似廣域網路或長距離傳輸之遙測監控系統逐漸被建立，本計畫之研究方法與結果正好可提供目前具有相同問題之遙測監控系統，或未來即將建立之類似系統之重要參考。

## 二、雷射銲接技術在渦輪機組件之研發與應用

(能源研究室：吳憲政)

雷射由於具有高能量密度及低熱輸入量特性，故廣用於各種高量產性工業應用或高附加價值組件之銲接(補)生產或再生應用。渦輪機各種組件為本公司火力發電廠之重要且具高單價之零組件，若

能應用銲修再生技術回復該組件原有材料特性及相關幾何尺寸，使該組件可重覆再生使用，並延長使用壽命，則具有巨額之經濟效益。本文介紹二氧化碳雷射及光纖雷射應用於火力電廠渦輪機組件之銲

接(補)技術之研發與應用，其中包括：二氧化碳雷射之同軸雷射粉末披覆處理技術、雷射粉末銲接技術及光纖雷射之銲接技術。

### (一) 二氧化碳雷射之同軸雷射粉末披覆處理及粉末銲接技術

同軸雷射送粉噴嘴經修改內部結構及粉末流道，得到集中之粉末流束（圖 1(a)），其堆積效率 $\geq 70\%$ ，應用高堆積效率之雷射同軸噴嘴進行 GE 汽機控制閥盤舊品之再生銲修，經銲修測試結果顯示銲修區其強度高於或等於母材強度。模擬實體閥盤銲修試片經 10000 次衝擊磨耗測試顯示雷射再生銲修區並未產生任何龜裂，僅產生微量衝擊磨耗損失。應用雷射同軸噴嘴進行 GE 汽機控制閥盤舊品之再生銲修過程、閥盤舊品沖蝕區及經再生後之閥盤外觀照片如圖 1(b)~圖 1(d)所示，由再生測試顯示以此技術可完成 GE 閥盤之再生銲修。此外，應用同軸雷射粉末披覆處理技術進行 GE 氣渦輪機第 1 級動葉片頂部缺損區之銲修再生處理成功案例，如圖 2 所示。經實驗結果可知同軸雷射粉末銲接技術可應用於較大間隙尺寸銲道之銲接，如 IN738 葉面龜裂區之送粉填銲，經銲補與熱處理結果顯示其高溫強度及微硬度分佈與母材相近，金相觀察其  $\gamma'$  組織結構亦與母材相近。

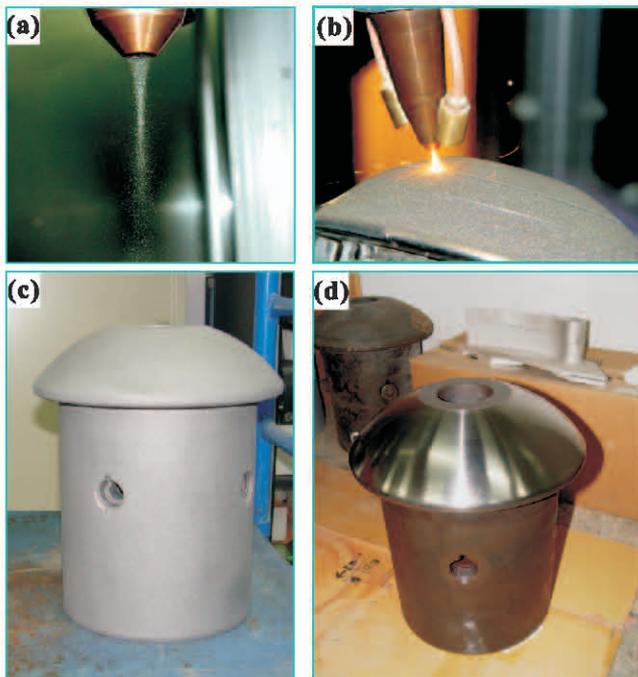


圖 1 同軸送粉噴嘴之：(a)粉末流束外觀；(b)進行 GE 汽機控制閥盤舊品之再生銲修過程；(c)閥盤舊品沖蝕區；及(d)經再生後之閥盤外觀照片。

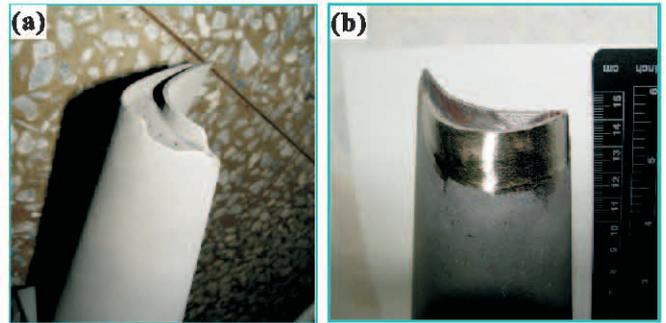


圖 2 GE 氣渦輪機第 1 級動葉片：(a)頂部缺損區，與(b)經同軸雷射粉末披覆處理技術銲修之外觀照片。

### (二) 光纖雷射之銲接及同軸雷射披覆處理技術

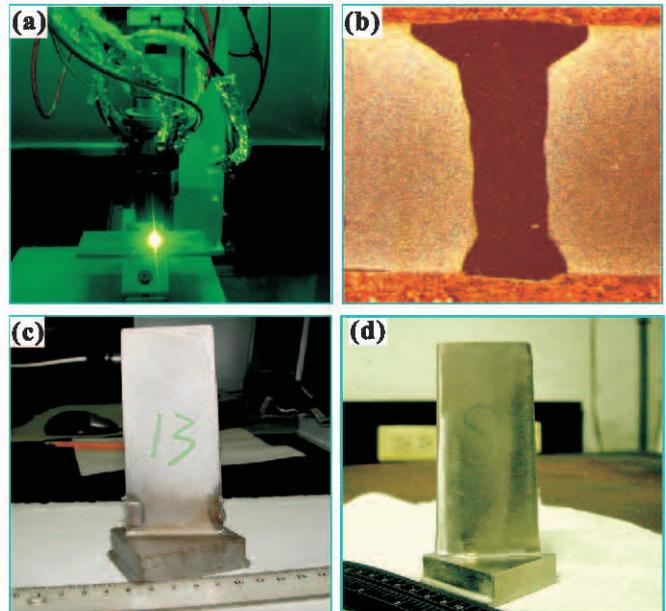


圖 3 光纖雷射：(a)進行同軸雷射披覆處理之外觀；(b)銲接西門子第 1 級動葉片之光學金相；及(c)與(d)同軸送粉披覆處理銲修 GE 空壓段損傷靜葉片後與研磨後之照片。

光纖雷射由於具有優良之雷射光模品質及對金屬具較高之吸收率，因此適合應用於葉片等困難銲補組件之雷射銲接與同軸雷射披覆處理之銲補應用。圖 3(b)為應用光纖雷射進行西門子第 1 級動葉片葉面之雷射銲接，圖中顯示銲接銲道相當狹小(約 0.7mm~1mm)且呈現雙 V 開槽之銲道外觀，銲接殘留應力較小，且葉片母材 IN738 之熱影響區液態龜裂縫相當微小 ( $\leq 10\mu\text{m}$ ，無法以 RT 檢測確認)，故適合葉面龜裂區之雷射常溫銲接應用。另外，應用光纖雷射進行 GE 空壓段損傷靜葉片之同軸送粉披覆銲修處理（圖 3(c)~圖 3(d)），由於其高能量密度及較佳之光束品質，對於葉片尾流之薄區銲補相較於二氧化碳雷射可得到低熱輸入量及高填銲效率之銲補品質。

### 三、台中電廠混燒協和電廠集塵灰對脫硝觸媒之影響評估 (化學與環境研究室:張玉金)

#### (一) 研究背景

協和電廠為全燃重油之火力電廠，於87年開始將集塵灰送往深澳電廠與燃煤以1:120之比例混合後送入鍋爐內燃燒。因深澳發電廠已於96年9月除役，為開闢協和電廠集塵灰再利用替代方案，仿照深澳電廠模式，擬於台中電廠設置混燒設備。

燃燒重油所產生之集塵灰為酸性，因燃料中含有豐富的金屬，使得集塵灰金屬含量較高，又由於協和電廠機組運轉系統內添加有機鎂與氨，與煙氣中之 $SO_3$ 反應形成硫酸鎂與硫酸銨固體，這些硫酸類化合物也存在於集塵灰中，因此，此類集塵灰與一般燃煤電廠飛灰性質大不相同。

由於台中電廠裝置有排煙脫硝設備，因恐混燒集塵灰將對脫硝系統中的觸媒造成影響，因此進行本計畫案，作為台中電廠混燒集塵灰之評估參考。

#### (二) 研究方法

本計畫原擬於97年2月大修之深3機進行現場試片吊掛與實驗室模擬試驗，但因深澳電廠延役困難，在集塵灰混燒條件下進行現場試驗已不可行，因此，本研究仍以實驗室進行模擬，探討集塵灰混燒後，對脫硝觸媒之影響。其評估研究方法概述如下：

1. 收集協和電廠集塵灰、深澳電廠飛灰、台中電廠飛灰相關資料與樣品，並進行特性分析。
2. 不同比例集塵灰混合台中電廠飛灰對觸媒影響

評估實驗。

3. 深澳電廠混燒灰對觸媒影響評估實驗。

#### (三) 成果及建議

1. 根據觸媒試片掩埋於6種灰環境下，經45天、120天、180天後，依脫硝活性分析結果，對觸媒活性衰退影響程度分成如下3類：(1)燃燒後集塵灰對觸媒活性影響程度大。(2)深#2機混燒灰與深#3機混燒灰(粉煤與集塵灰混燒比為120:1)對觸媒活性有影響。(3)飛灰混燒後集塵灰200:1、飛灰混燒後集塵灰600:1與台中電廠飛灰對觸媒活性影響程度輕微。
2. 比較時間對觸媒試片活性影響，發現掩埋於含燃燒後集塵灰比例越高的環境，脫硝觸媒活性衰退速度不會隨時間減緩，反之，掩埋於含燃燒後集塵灰比例越低者，其觸媒活性衰退速度有減緩趨勢。
3. 當台中電廠粉煤與協和電廠集塵灰混燒比例為600:1時，燃燒後其灰對觸媒活性的影響與台中電廠飛灰相當，依協和電廠集塵灰日產量，台中電廠粉煤與集塵灰混燒比例為600:1時，可適時解決協和電廠集塵灰問題也不致影響觸媒活性衰退速度。
4. 進行粉煤與集塵灰混燒時，建議應朝自動化添加控制為目標。

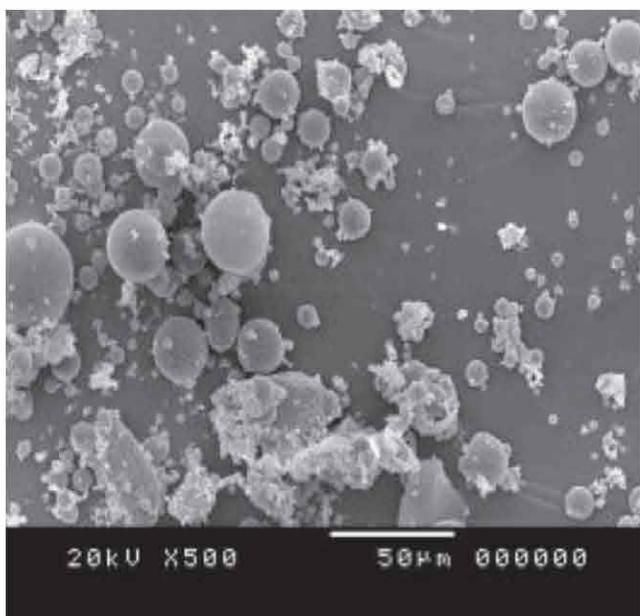


圖1 台中電廠飛灰 SEM 微觀照片 (×500倍)

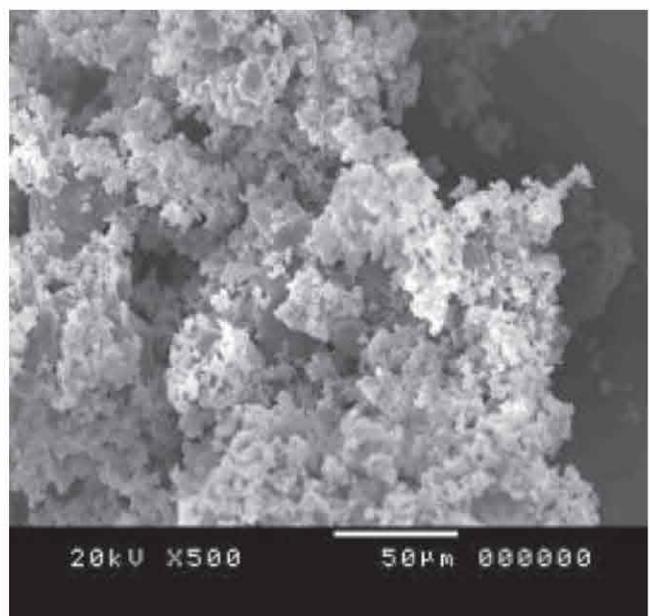


圖2 協和電廠集塵灰 SEM 微觀照片 (×500倍)

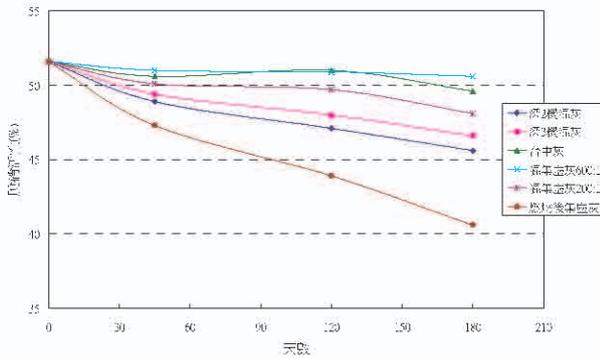


圖 3 中#2 機觸煤脫硫活性於不同灰環境下與時間關係之變化

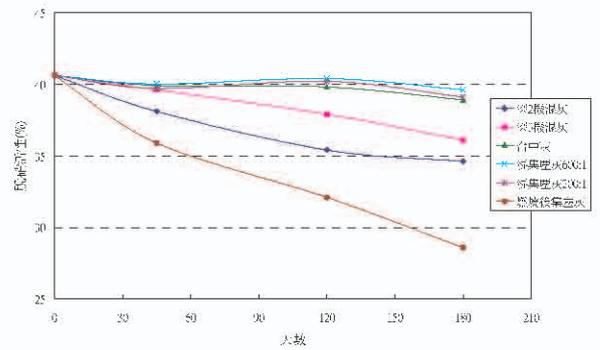


圖 4 中#5 機觸煤脫硫活性於不同灰環境下與時間關係之變化

#### 四、變壓器風險評估研究

(高壓研究室：范振理)

##### (一) 研究背景、目的、方法：

電力事業屬資產密集型企業，在資產密集型企業中，資產管理為圍繞資產從設計採購、安裝調試、營運管理到轉讓報廢的全生命週期中，運用現代資訊技術 (IT) 提升資產的營運可靠性與使用價值，降低維護與維修成本，提升企業管理水準與人員素養，加強資產密集型企業核心競爭力的一套系統。本計畫先以 25MVA 以上變壓器作為資產管理之標的，建立資產管理平台。變壓器主管單位涵蓋發電處、核發處、供電處與業務處等，除主管單位外參與本計畫的單位還包含綜研所、調度處、系規處、材料處與修護處等，在經歷多次的會議檢討後完成。

##### (二) 風險評估方法：

由於本公司有數量龐大的老舊變壓器，為評估變壓器現有狀況，並將此為數眾多之變壓器予以風險評估排序，將風險較高之變壓器進行管理、加強檢測或汰舊換新。本案參考本公司過去變壓器壽命及參考相關文獻，選擇採用等級分析模式 (Analytical Hierarchy Process)。以一般概念而言，風險評估包括兩項重要因素：事故發生之頻率 (frequency) 與事故之嚴重程度 (severity) 或稱為衝擊程度。這兩項因素的數據由來係將歷次事故依發生事故之機率與嚴重度經長期故障資料的收集、統計而得。風險之分析通常為將此兩項因數之乘積。即變壓器風險指標 (Transformer Risk Index, TRI) 為事故之衝擊因數 (Consequences factor, CF) 與故發生之機率因數 (Probability Factor, PF) 之乘積，以下式表示。

$$TRI = CF \cdot PF$$

##### (三) 衝擊因數：

上式中嚴重度因數係由兩部分組成：1. 事故可能之最大損失。2. 該變壓器事故的衝擊。事故的衝擊包含對系統可靠度、重要客戶與公共安全等無形的效益等之衝擊。而可能之最大損失則包含了設備修理費用、環境之損壞與清潔費用、鄰近設備之波

及與損害、營業損失、訴訟費用及任何潛在的損失。例如發電廠之升壓變壓器之發電損失即可能遠超過其他項目損失。衝擊因數可以下式表示之。

$$CF = Q \cdot k_1 \cdot k_2$$

Q：本公司事故可能之最大損失

k<sub>1</sub>：事故對系統之衝擊

k<sub>2</sub>：事故對重要客戶之衝擊

##### (四) 事故衝擊因數：

目前並無統一之事故機率因數計算公式，各公司之事故機率因數計算各有不同，通常事故機率因數計算公式需由電機工程師、化學工程師、運轉人員等組成專案小組訂定，其目的為將變壓器發生事故之機率或殘餘使用年限等風險狀態篩選出來，對每一指標訂定其計算原則與方法，並將各指標依下是計算之。

$$PF = CI_1 \cdot CI_2 \cdot CI_3 \cdot CI_4 \cdot CI_5 \cdot CI_6$$

CI<sub>1</sub>：絕緣測試指標 CI<sub>4</sub>：運轉環境

CI<sub>2</sub>：使用時間指標 CI<sub>5</sub>：事故歷史之指標

CI<sub>3</sub>：運轉經歷指標 CI<sub>6</sub>：油中氣體之指標

##### (五) 風險等級：

計算出每台變壓器之事故機率因數 (PF) 與 (CF) 後將每台變壓器之風險等級以二維平面做等級區分，事故機率因數分為成良好、正常、稍差與不良四個等級，衝擊因數分為成一般、重要、很重要、極重四個等級，其分部情況如圖 1 所示。

##### (六) 結論：

變壓器風險評估為一良好的決策管理輔助工具，可對健康狀況做一通盤的檢討。發、輸、配電各級變壓器之運轉條件有所不同，如發電單位變壓器容量大於發電機容量，不可能有過載情況發生，發電損失遠較變壓器之資產價值為高等條件，修正部分評估指標。未來如繞組變形試驗、絕緣紙之含水量分析與線上監控數據等更新之技術資料亦可納入風險評估參數，以提升決策的品質。

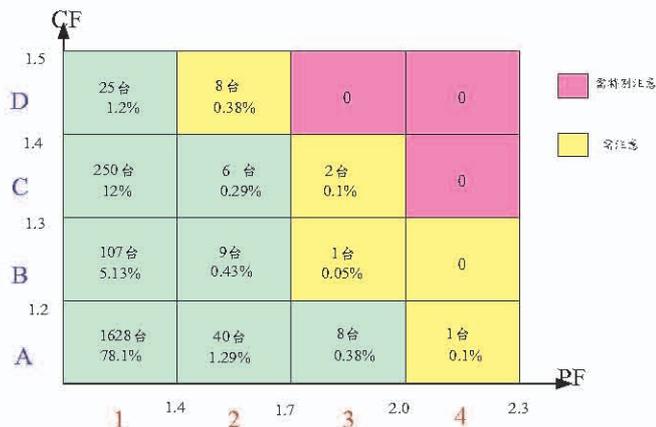


圖 1 變壓器風險評估結果

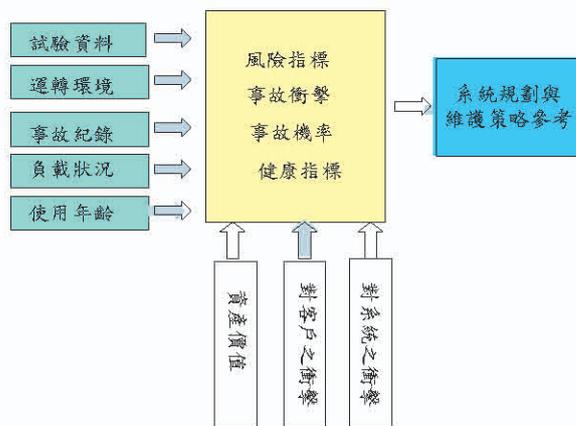


圖 2 變壓器風險評估模型

## 新技術新設備介紹

### 一、台電工程月刊自動分群檢索

(電力經濟與社會研究室：洪紹平)

#### (一) 研究背景與目標

台電工程月刊係台電公司內部的綜合性學術刊物，範圍遍及電機、電子、資訊、控制、化工、材料、核能、風力、經濟等各個領域，累積數十年經驗，歷經能源與產業變遷，提供台電電力發展上無限的知識傳承與決策輔助，為台電公司數十年於研究、管理、營運之重要內部知識寶典，因此如何成功引出內隱知識，正是此研究的重要課題，因為知識是未來企業最重要的資產，那麼企業就有必要知道組織知識是如何形成的，台電工程月刊正代表了台電公司的組織知識。

本研究選擇台電公司內部之學術刊物—台電工程月刊，提供知識彙整分類輔助式檢索的服務。此項服務希望藉由階層式樹狀結構的呈現讓專業人士可以清楚掌握不同概念，快速發掘內隱知識，提供研究者檢索相關內容資料的參考，有效節省時間。

#### (二) 研究步驟

本研究包含所需系統軟體規劃與建置，主要為兩大項：索引建立與知識檢索；系統架構與流程如圖 1 所示，為達即時自動化分類分群資料檢索系統為建置目標，係採文字採礦(Text Mining)及資料採礦(Data Mining)之自動分群(Clustering)為主要服務作業架構。

1. 從原台電工程月刊系統轉出的書目資料，存為 Excel CSV 檔案
2. 索引建檔
3. 自動關鍵屬性詞萃取演算法與控制詞彙系統
4. 自動分類分群模型之建立

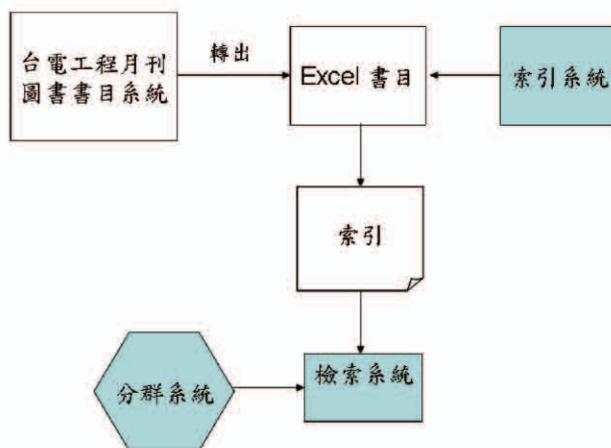


圖 1 系統架構

#### (三) 研究結果

本研究建立 Web 介面之自動分群檢索系統，可以透過網址 <http://10.52.13.231/Taipower-Search/> 存取，本系統建立於原有之台電工程月刊資料庫上，採用相同的帳號登入以存取全文資料，如圖 2 所示。分群以產生語義叢集的做法可透過 Search 介面進行。如查詢 CO2，結果如圖 3 所示，右側的樹狀結果，代表了所產的語義分群，藉由語義分群，使用者可更能清楚掌握查詢詞彙所形成的語義叢集。使用者就自有興趣的部份展開，作進一步資料內容瀏覽。深層展開的部份可深入 4、5 層，如圖 4 所示；利用關鍵詞出現的組合情況，除進行多層次展開外，還可深入特定項目，如圖 5 所示。若欲進行相似檔案之檢索，如圖 6 所示，另外，可進一步直接存取全文，如圖 7 所示。



圖 2 登錄



圖 5 細部展開

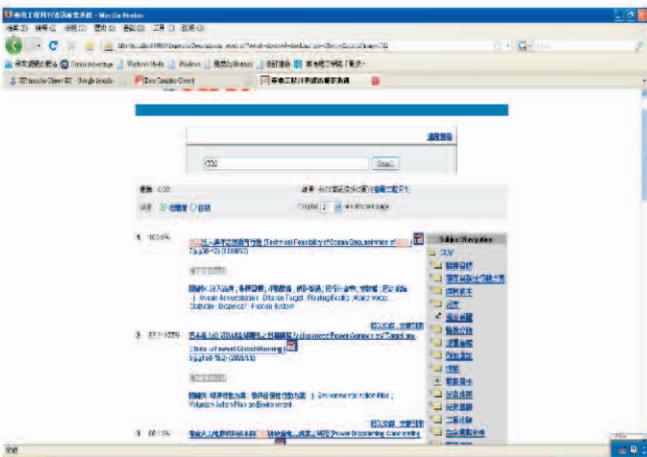


圖 3 檢索



圖 6 相似檔案

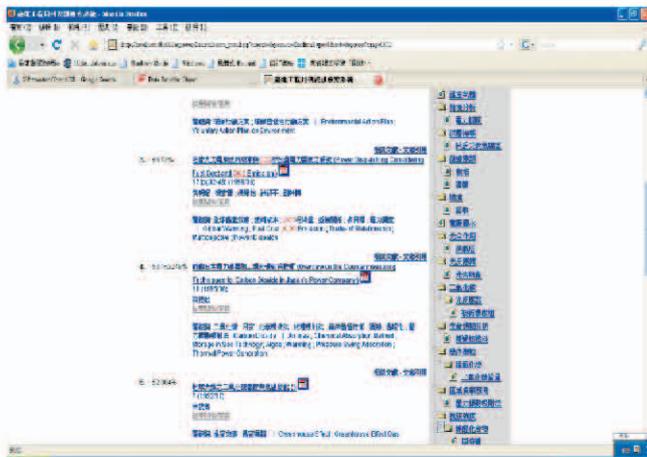


圖 4 深層展開

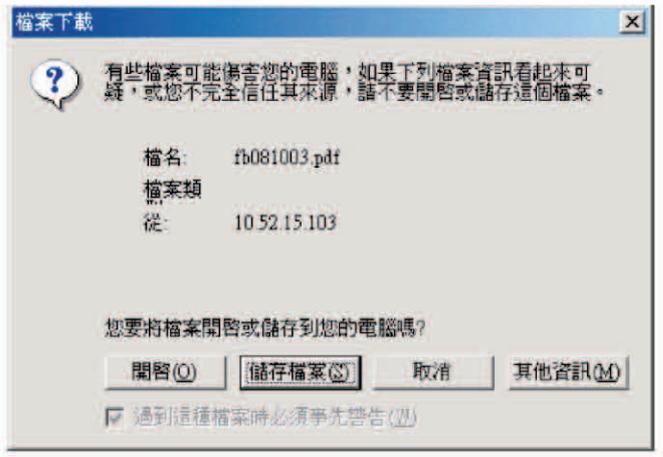


圖 7 檔案讀取

## 技術服務

### 一、配合放寬學校超約附加費之最適契約容量分析 (負載管理研究室：黃佳文、賈方霈)

#### (一)背景

本公司為照顧學生視力，減輕學校電費負擔，於 98 年 1 月起適度放寬學校超約附加費計收標準。

修訂後學校超約附加費條文為：當月用電最高需量超出其契約容量時，超出部分依各該不同供電季節、不同供電時間之適用電價，按下列標準計收基

本電費，並概不給予功率因素及基本電費等電費折扣：

1. 在契約容量 5%以下部分按 1 倍計收基本電費。
2. 超過契約容量 5%且在 10%以下部分按 2 倍計收基本電費。
3. 超過契約容量 10%部分按 3 倍計收基本電費。

本技術服務係接受業務處委託，其目的在配合修訂後條文內容，更改最適契約容量系統中基本電費的計算準則，並提供訂有契約容量之各級學校最適契約容量分析資料輸出建議報表(\*.pdf 檔)，以供 24 個營業區處大用戶服務人員使用。

### (二)最適契約容量推算方法

最適契約容量之數學模式係針對高低壓用戶之需量設定問題，應用最小損失成本法，結合整體式收尋法則，推演最適契約容量值。舉例以高壓需量用戶兩段式時間電價，且離峰需量為零之條件下，推導最適契約容量值(歷史值為 12 個月)。如圖 1 中所示為最適契約容量選擇示意圖，其中  $P_{dc}$ 、 $P_{opt}$  與  $P_{i(t)}$  分別為高壓電力用戶的既設契約容量、最適契約容量以及每月的尖峰負載值。就既有  $P_{dc}$  契約容量而言，除 1、2 月不超約外，其餘月分皆因超約用電必須多繳超約附加費，電費負擔沈重。就另一情形而言，用戶為避免超約用電而增加契約容量設定，雖不致造成超約用電多繳超約附加費，但亦須因較高的契約容量而增加基本電費的支出。

又圖 1 中 1、2、3、4 與 12 月中斜線面積部分表示當月尖峰負載值小於契約容量時，因須繳足契約容量值的基本電費所產生的成本損失；再者 5、6、7、8、9、10 月中的斜線面積部分表示，當月尖峰負載大於契約容量值，因超約用電而多繳超約附加費的成本損失。故適當的選擇  $P_{opt}$  值當可使斜線面積為最小，亦即損失成本為最小，此即為最適契約容量的立論基礎。

### (三)各級學校最適化數學模式中基本電費計算準則

舉例以高低壓電力用戶選擇二段式時間電價且

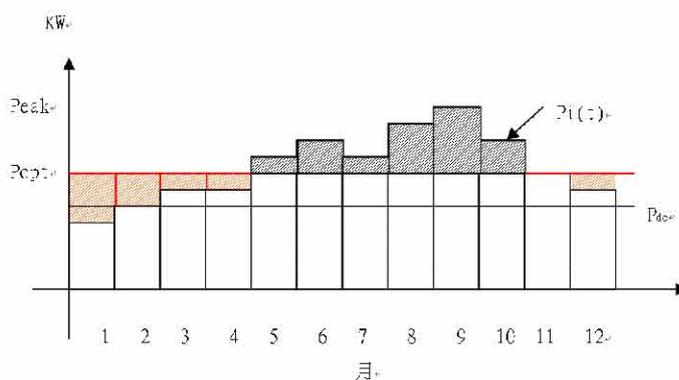


圖 1 最適契約容量選擇示意圖

表 1 一般用戶與學校用戶二段式時間電價基本電費計算範例比較表

一般用戶二段式時間電價	各級學校二段式時間電價
(1) 當 $P_{max, pk} \leq P_{dc, pk}$ 且 $P_{max, opk} (P_{max, opk}) < (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, opk})$ ; $C_b = \{ P_{dc, pk} * S_{pk} + S_{opk} * [(P_{dc, wend} + P_{dc, opk}) - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm}) * 0.5] \}$	(1) 當 $P_{max, pk} \leq 1.05P_{dc, pk}$ 且 $P_{max, opk} (P_{max, opk}) < 1.05(P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, opk})$ ; $C_b = \{ P_{dc, pk} * S_{pk} + S_{opk} * [(P_{dc, wend} + P_{dc, opk}) - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm}) * 0.5] \}$
(2) 超約於 10%以內時, $P_{max, pk} \leq 1.1P_{dc, pk}$ 且 $P_{max, opk} \leq 1.1(P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, opk})$ ; $C_b = \{ P_{dc, pk} * S_{pk} + S_{opk} * [(P_{dc, wend} + P_{dc, opk}) - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm}) * 0.5] \} + 2 \{ (P_{max, pk} - P_{dc, pk}) * S_{pk} + S_{opk} * [P_{max, wend} - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, wend}) + S_{opk} * [P_{max, opk} - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, wend} + P_{dc, opk})] \}$	(2) 超過契約容量 5%且在 10%以內, $1.05P_{dc, pk} \leq P_{max, pk} \leq 1.1P_{dc, pk}$ 且 $1.05P_{dc, pk} \leq P_{max, opk} \leq 1.1(P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, opk})$ ; $C_b = \{ P_{dc, pk} * S_{pk} + S_{opk} * [(P_{dc, wend} + P_{dc, opk}) - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm}) * 0.5] \} + 2 \{ (P_{max, pk} - P_{dc, pk}) * S_{pk} + S_{opk} * [P_{max, wend} - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, wend}) + S_{opk} * [P_{max, opk} - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, wend} + P_{dc, opk})] \}$
(3) 超約於 10%以外時, $P_{max, pk} > 1.1P_{dc, pk}$ 且 $P_{max, opk} > 1.1(P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, opk})$ ; $C_b = \{ P_{dc, pk} * S_{pk} + S_{opk} * [(P_{dc, wend} + P_{dc, opk}) - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm}) * 0.5] \} + S_{pk} * \{ 3 * (P_{max, pk} - 3.1 * P_{dc, pk}) + S_{pk} * \{ 3 * (P_{max, opk} - 3.1 * (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, wend})) \} \} + S_{opk} * \{ 3 * P_{max, opk} - 3.1 * (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, wend} + P_{dc, opk}) \}$	(3) 超約於 10%以外時, $P_{max, pk} > 1.1P_{dc, pk}$ 且 $P_{max, opk} > 1.1(P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, opk})$ ; $C_b = \{ P_{dc, pk} * S_{pk} + S_{opk} * [(P_{dc, wend} + P_{dc, opk}) - (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm}) * 0.5] \} + S_{pk} * \{ 3 * (P_{max, pk} - 3.1 * P_{dc, pk}) + S_{pk} * \{ 3 * (P_{max, opk} - 3.1 * (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, wend})) \} \} + S_{opk} * \{ 3 * P_{max, opk} - 3.1 * (P_{dc, pk} + P_{dc, nosm} + P_{dc, wend} + P_{dc, opk}) \}$

註：Cb(基本電費)、P(契約容量)、S(契約容量係數，依不同用戶類別，用電時間與契約別有不同值)、pk(尖峰)、opk(離峰)、nosm(非夏月)、wend(週六半尖峰)。

離峰契約不為零時，一般用戶與學校用戶間最適化數學模式基本電費計算差異如下表 1 所示：

### (四) 結論

本技術服務中充分的運用了「用戶電能服務資料倉儲系統」與「WebBased 高低壓用戶最適契約容量分析暨管理系統」的建置成果，技術服務得以順利完成，其中最主要在於維護單位高雄應用科技大學充分配合與協助，程式撰寫與資料分析才能順利進行。所完成之各級學校 PDF 輸出檔案可傳送至各營業區處，以作為用戶服務專員訪談學校時之參考，另業務處可根據各級學校最適契約容量分析結果對症下藥，擬定節能改善計畫。