

# 電力研究簡訊

## Power Research Newsletter

105年第4季 (105.10 No.102)

### 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、鳳山智慧綠社區可行性評估與規劃.....1
- 二、智慧電網之高壓馬達狀態監測與診斷系統開發應用..3
- 三、強化現行輔助服務估算機制及作業平台.....6
- 四、客服中心最適配置研究.....7

**台灣電力公司**

使命：以合理成本及友善環境的方式，提供社會多元發展所需的穩定電力。

願景：成為卓越且值得信賴的世界級電力事業集團。

經營理念：誠信、關懷、服務、成長。

## 研究計畫成果

### 一、鳳山智慧綠社區可行性評估與規劃

(化學與環境研究室：吳成有、張書維；工業技術研究院：林鴻文)

#### (一) 研究背景：

節能減碳為當前政府重要施政方向，本公司所轄建築物大多老舊能源效率偏低，有待改善提升，自 102 年起即進行老舊建築物之節能改善作業研究，為配合行政院推動「標竿節電智慧城市」及「永續智慧城市方案」之智慧節能政策發展，本計畫乃整合並擴大舊有建築物之節能改善技術，選定包含

鳳山區營業處以及大林電廠、興達電廠、核能三廠之備勤宿舍區(面積約 6.75 公頃)，如圖 1 所示，以節能減碳、雲端管理系統、再生能源、智慧電網為主軸，進行鳳山智慧綠社區建置前之可行性評估與規劃，以做為各相關單位預算編列、建設概念以及亮點呈現之依據。



圖 1 鳳山智慧綠社區評估與規劃選址

## (二) 研究成果：

本計畫目標包含：

1. 針對鳳山宿舍、營業大樓進行智慧電表、能管系統、公共資訊等管理系統進行技術可行性規劃與節能改善之財務規劃，包括該區域內建物電力使用量測分析、進行創新節能設計與節能效益評估、建物能源模型建構與能耗分析、以及能管系統導入最佳化節能策略評估與建議。
2. 進行鳳山社區能源監控管理平台規劃可行性評估，包括電力監控系統規劃設計、雲端智慧型建物能源管理系統平台建置規劃設計可行性評估。
3. 計畫以依評估後執行可符合台灣綠建築標章及智慧建築標章最高級為目標。



圖 2 鳳山社區家庭使用者問卷調查辦理情形

社區建築能源基線的建置方法為根據建立之建築能源模型，執行模擬計算所獲得之結果與實際量測而得之用電數據比較，當建築能源基線建置完成後，並透過模擬結果的分析，可獲得各個建築次系統，如照明、插座用電、空調系統等的耗能占比以及全年逐月的耗能分佈情形。藉由分析資訊，將可清楚得知建築次系統的耗能占比、變化幅度及改善潛力，並可定義出建築耗能因子，而後續則可針對分析所得的耗能因子進行相對應的建築節能的改善及補強措施。

完成社區建築能源基線建置後，為探討節能減碳潛力，以建築設計參數與營運參數做區分，進行建物之節能分析，分析內容包含從外殼、空調、照明、電器設備、能源管理以及使用者行為六大部分。依據不同類型之建築物，進行設計與營運參數之改善策略分析，並完成節電量計算與投資回收年限 (Return On Investment, ROI) 分析，透過宿舍建物節能改善，預估單棟提升節電效益達 10.20%，年減約 2605 度電。

### 雲端管理系統

由於雲端運算以及物聯網的興起，雲端化的服務已成為目前電子商務與服務的主要方式之一。鳳山智慧綠社區之資訊服務需求共包含了四大資訊應用系統，能源管理系統、安全管理系統、健康管理系統以及公共資訊系統。為解決使用者的身分權限或是硬體的運算條件等問題，本研究規劃以一雲端管理平台架構整合各項資訊服務系統，其系統示意如圖 3 所示。

本計畫執行內容區分為社區節能最佳化、雲端管理系統、智慧電網系統與應用技術推廣等四大部分，分述如下：

### 社區節能最佳化

使用者行為對建築物能源使用具有重要影響，本研究設計問卷並針對鳳山社區家庭主要電費支付者進行家庭建築能源消耗問卷調查，辦理情形如圖 2，針對鳳山社區內居民用電行為、用電方式以及生活型態進行調查，以了解該區域之用電狀況，在不影響既有住戶作息之下，建置能源管理系統及其相關資訊系統建置之可行性評估，並搭配我國能源局節能標章的能源效率基準，分析電力應用分配。問卷統計填答率佔總體住戶 20.6%。



圖 3 雲端化整合型入口網站與管理系統

### 智慧電網系統

智慧電網系統的規劃為強化目前社區內負載用電能夠被掌握，並透過再生能源的供電與智慧化的電力管理，降低社區電力對電網的依賴程度，達到用電資訊智慧化及智慧負載管理的目的，主要包括智慧電表評估、智慧電網規劃評估及太陽光電系統設置評估等三個主要工作項目。

根據評估結果，考量資金投入之後續維護及經濟效益，避免太陽光電輸出電力與負載之匹配問題，宿舍區採用併聯型系統，發電量全額躉售。辦公區部份，考量未來電力使用彈性，隨著儲能設備越來越便宜及電力價格提高等誘因，採行自發自用之第三型再生能源建置方案並將儲能裝置納入電網選項中，如圖 4 所示。

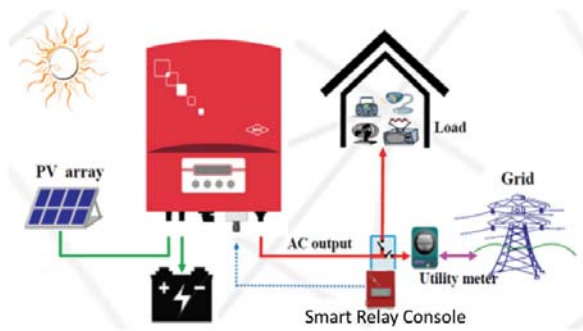


圖 4 自發自用型太陽光電智慧控制架構

### 技術應用推廣

妥善利用、處理，資源化利用燃煤火力發電廠產生的煤灰，一直是本公司努力的目標，本研究規劃運用本所發展之煤灰綠建材應用技術，如圖 5 所示，可將飛灰與底灰應用於透水鋪面以節約自來水用量、煤灰塑木可製成格柵用於鳳山智慧社區建築物東、西及南面遮陽用途，發泡輕質磚可用在屋頂達到隔熱功效，也可排列用做植草、種花之用，藉以營造綠屋頂亦達美化居住環境功效，除有助於綠化與營造幸福社區之意念，也同時達到煤灰綠建材



圖 5 煤灰綠建材應用推廣

技術應用推廣與展示之功效，並提升公司友善環境之企業形象。

### (三) 結論：

本計畫透過直接面對大林、興達與核三電廠住戶，進行直接面對面的問卷調查，透過有效問卷，已初步了解社區居民對住宅節能，居家醫療、物業管理、社區安全、停車空間等意見。住戶用電管理部分，由建築能源基線建置後實施不同的節能策略，總體而言，透過宿舍建物與高效率用電設備節能改善，預估單棟提升節電效益達 10.20%，年減約 2605 度電。

本計畫透過雲端系統建置，整合能源管理系統、安全管理系統、健康管理系統以及公共資訊系統等，創造鳳山社區智慧化生活之意象。再生能源與智慧電網整合規劃，在社區內建築物頂樓建置太陽光電系統，智慧電網情境架構，宿舍區及辦公區均採用併聯型系統，發電量亦將全額躉售，辦公區部份，則將儲能裝置納入電網選項。預估全區建築物可設置 1250kWp 之太陽光電系統，每年可產生 188 萬度電，產生減碳效益為 358 噸/年，每年可獲得躉售費用 881 萬元，另可降低頂樓下之住宅空間溫度 1~2°C。

本所發展之煤灰綠建材應用技術，可應用於鳳山社區者包括透水鋪面、煤灰塑木格柵、隔熱發泡輕質磚、植草磚等，除有助於綠化與營造幸福社區之意念，也同時達到煤灰綠建材技術應用推廣與展示之功效，並提升公司友善環境之企業形象。

## 二、智慧電網之高壓馬達狀態監測與診斷系統開發應用

(高壓研究室:林彥廷; 高屏發電廠:鄭強)

### (一) 研究背景：

台灣地區的大型水力、火力及核能電廠，大多已將電力監控應用於主輔機系統中，藉由運轉資訊之蒐集、演算及邏輯控制等處理程序，作為自動化營運及管理作業之基礎。唯現行之監控系統尚無法提供偵測設備異常運轉及故障診斷等功能。而伴隨智慧電網之發展，逐步強化既有電力系統的監控功能，並輔以現代化的人工智慧電控裝置，可將監測與診斷層面，擴展至用戶端或負載端設備上。因此，本計畫擬針對火力電廠輔機系統之高壓馬達設備，建置一套基於智慧電網下之高壓馬達系統狀態監測與診斷系統，內容將涵蓋三個主要物理量檢測方向，分別為振動，電量及局部放電之檢測與分析技術。計畫首先將建立高壓馬達之維護點檢要點與相

關技術，其次提出高壓馬達線上智慧監視與預警診斷系統之資料庫與規格，最後建立高壓馬達運轉電量特徵值分析及線上即時監測與異常診斷技術。相信藉由本計畫之執行，不僅可提升輔機系統運轉的可靠度及效率，更可以大大降低機組運轉時發生突發性故障的機率，增加發電系統的安全並提高供電之可靠度。

### (二) 研究成果：

馬達常見故障種類主要分為四大部分，分別為定子故障、轉子故障、軸承故障及對心故障，其各種故障種類之中又區分為數種故障類型，如圖 1 所示，為馬達常見四大故障示意圖。

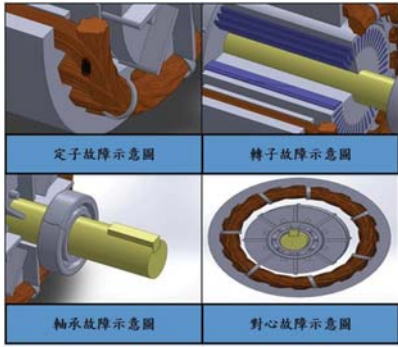


圖 1 馬達四大故障示意圖

本計畫擬定採用階層式系統架構 (Hierarchical System Structure) 來進行規劃與建構，此系統架構又稱為樹狀架構 (Tree Structure)，右方為後端伺服系統，主要可由較高階的電腦或工業電腦所組成，其中包含主要的分析技術與資料庫。左方為前端嵌入式系統，嵌入式系統包含各種感測器，詳細架構圖如圖 2 所示。

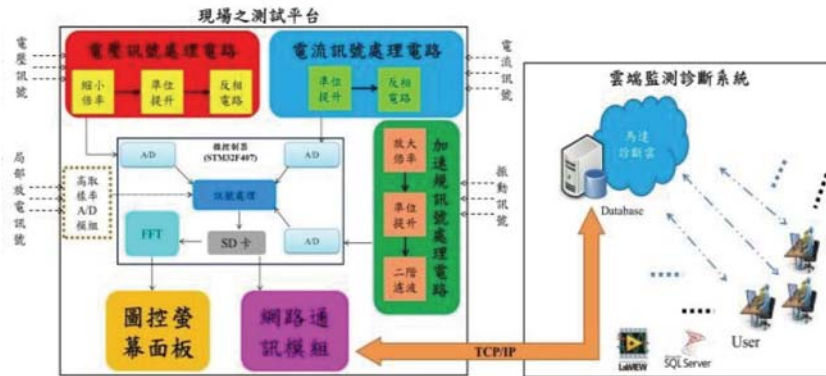


圖 2 階層式架構圖

1. 前端嵌入式系統：前端嵌入式系統主要功能有兩個，其一為彙整各種感測器所傳送之感測資料，並透過通訊協定傳送至後端伺服系統；其二為藉由感測資料先進行初步的故障診斷，以利現場人員得知目前馬達的運轉狀態。
2. 後端伺服系統：後端伺服系統主要功能有兩個，其一為針對馬達電氣與振動訊號進行各種較複雜且精密的故障診斷，此結果將可提供維護人員馬達各部件之大致故障情形，以利維護人員進行故障排除；其二為藉由資料庫將馬達電氣與振動之

各種重要指標進行儲存，以利往後進行趨勢分析等等多種用途。

嵌入式系統判斷方法

第一階段系統流程如圖 3 所示，主要由前端感測器所量測之訊號，此訊號藉由硬體、軟體進行訊號轉換及前置處理，再針對各個指標擷取所需之特徵訊號，接著將各種指標匯入模糊系統去進行判斷，判斷後的結果即為單一檢測法對各種故障的嚴重程度。

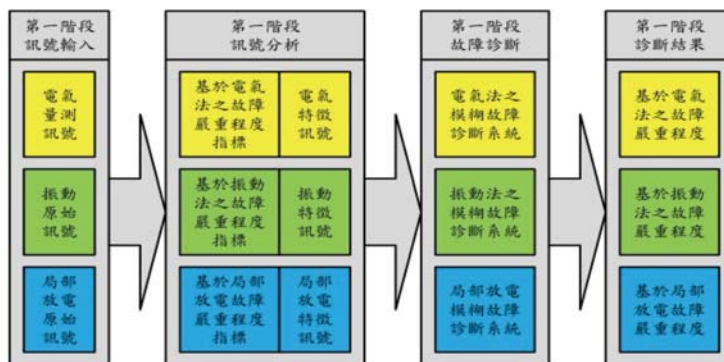


圖 3 第一階段系統流程圖

第二階段系統流程如圖 4 所示，是將第一階段分別來自各種檢測法的嚴重程度，加上現場設備的環境參數以及專家經驗，一併匯入綜合狀態監測診斷系統中進行總判斷，其輸出結果分為兩個部份，

分別為：提供現場運轉人員簡單明確的高壓馬達運轉狀態以及停機後提供維修人員需維修部份的故障形式分析統計介面。

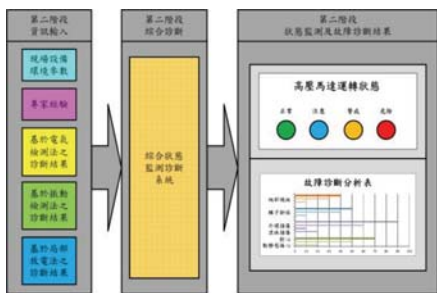


圖 4 第二階段系統流程圖

### 1. 基於電氣法之模糊診斷系統

將量測到的三相電壓及三相電流作訊號轉換後，擷取時域和頻域特徵，分別針對馬達定子、轉子、軸承及不對心，利用模糊理論建立故障嚴重性指標，如圖 5 所示。



圖 5 電氣法模糊系統架構圖

### 2. 基於振動法之模糊診斷系統

經過一連串的振動法指標建立及實驗分析後，使得模糊演算法的建立有著更穩健的支撐點，使振

動法能建構出如圖 6 所示的分析流程，最終輸出一有效的嚴重程度指標圖，供後續電氣及局部放電檢測法進行綜合評估之依據。

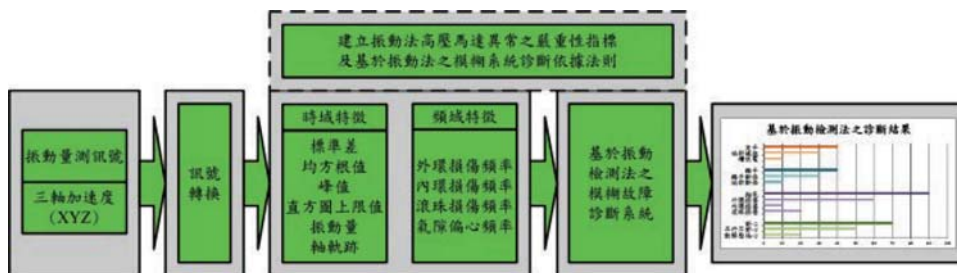


圖 6 振動法模糊系統架構圖

### 3. 基於局部放電模糊診斷系統

局部放電故障診斷系統主要分成兩個部分，一為瑕疵故障的辨識；另為嚴重程度之判斷。首先開始量測馬達定子絕緣狀況時，利用高頻電流感測器 (HFCT) 量測馬達接地線上因局部放電現象所產生的電流變化訊號，再將局部放電訊號送至局部放電分析儀做信號分析與儲存，此一原始電流脈衝訊號稱為 PRPD 圖譜，其中 X 軸是時間，Y 軸是高頻電流感測器量測到局部放電訊號的電壓，而不同瑕疵類型會有不同的放電特徵，在此我們可透過局放

儀上所顯示之電流脈衝訊號分布及相對應之特定指標來找出不同瑕疵類型間存在之差異性，將有利於後續的瑕疵類型判斷。再經過訊號轉換後，可得 N-Q-Φ 之 3D 圖譜，此圖譜為傳統檢測放電常用的方法之一，從文獻探討中得知 3D 圖譜對於局部放電的辨識具有相當的參考價值，利用特徵擷取方法可從圖譜中獲取局部放電的特徵訊息。接著依照文獻以及台灣電力公司對於局部放電量測上擬定之嚴重程度指標規範來判斷馬達絕緣瑕疵之嚴重程度，以利後續之檢修與規劃，如圖 7 所示。

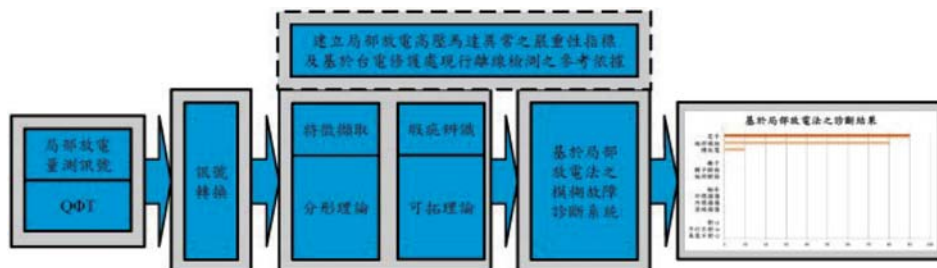


圖 7 局部放電模糊系統架構圖

### (三) 結論與建議：

本計畫已蒐集國內外相關文獻及標準、整理並歸納高壓馬達可能之弱點及故障、建立高壓馬達故障樹及影響因素分析評估，並建立高壓馬達電路模型、擬定高壓馬達線上智慧監視與預警診斷系統所需之線上監測項目、分析並評估高壓馬達定子與轉子之效能及適用性，建立高壓馬達於異常下之嚴重性指標、提出數位訊號與資料庫以及通訊協定

等規格建議。

透過本期之研究成果，未來可進一步針對火力電廠之高壓馬達設備運轉物理量(電量及振動量)特徵值分析技術，建立高壓馬達定子、轉子、絕緣、軸承及對心異常現象之診斷技術，並開發高壓馬達線上即時智慧監測與線上診斷系統，以穩定輔機系統並提高機組運轉可靠度與效率。

## 三、強化現行輔助服務估算機制及作業平台

(電力經濟與社會研究室：吳宇軒)

為因應廠網分工與事業部之實施，須將各項會計成本合理分離，以反應各事業部的成本與收入。目前總發電成本已包含輔助服務成本，然而各機組所提供輔助服務之成本卻無法合理反應。本公司電力調度處參考北美日前市場競價機制，建立「輔助服務成本估算機制及作業平台」，以日前市場與經濟調度作為基本架構，研擬試行一套適合當前公司狀況的火力機組競價機制。

本次「強化現行輔助服務估算機制及作業平台」研究案之目的即是在此競價機制基礎上，進行擴充與強化，使得本機制更加完善，具體的目標包含：  
1. 將台電系統全部機組皆納入目前競價作業平台，包含民營發電機組、抽蓄機組等。  
2. 完善該作業平台相關作業：如負載預測、電網安全分析、結算作業等。  
3. 訂定一符合台電公司現況需求之相關輔助服務作業程序。本案自 104 年第 4 季開始執行至今，四大子研究議題的執行成果如下說明：

### (一) 短期負載預測

本工作項目已測試數個「半參數模型」與「類神經網路模型」之短期負載預測模型表現能力。「半參數模型」透過基底函數的配適、體感溫度的引入、時間序列模型的使用來進行短期負載預測，同時也建立短期負載預測之流程架構(如圖 1)；「類神經網路模型」則將負載資料與體感溫度作為模型之輸入，透過轉換函數、隱藏層與輸出層的設定來訓練模型修正連結的權重，並測試不同樣本集之訓練預測效果。目前平常日未來兩天負載預測結果平均準確度已達一定水準。

### (二) 機組排程程序

本研究考慮機組特性、系統需求與合約限制，將台電全系統的機組排程分為三個階段：抽蓄電廠的削峰填谷、民營電廠複循環機組的最佳化排程與

全系統之競價排程。目前本工作項目已初步完成上述三階段之模型建立與機組排程，其中民營電廠複循環機組已將「保證時數」、「非重合解併聯」和「海湖與豐德電廠操作限制」納入模型限制中。

### (三) 網路安全分析

本工作項目接續短期負載預測與機組排程程序之初步結果，建構電網安全分析之平台以完成系統線路壅塞分析，若分析結果顯示線路發生壅塞事件，則將結果回傳機組排程程序進行重新排程。目前已初步完成平台之建置，並可輸出線路壅塞報表，另外已完成 AC 潮流分析與 DC 潮流分析之比較，結果發現 AC 潮流分析因考量較多影響因子，因此運算時間遠比 DC 潮流分析長，因此建議先以 DC 潮流分析作為初步的網路安全分析，而針對常有壅塞之線路則進一步以 AC 潮流分析做更仔細的探討。

### (四) 結算作業

本工作項目主要是將競價後的電能與輔助服務結果與實際調度結果進行比對與結算，因此包含相關資料流程與資料庫之建置、結算作業之規劃。目前已完成結算作業系統流程及架構(如圖 2)，日前市場資料匯入與機組即時資料蒐集的功能以及電能、調頻備轉容量、即時備轉容量和補充備轉容量之結算給付原則之草擬。

本次「強化現行輔助服務估算機制及作業平台」研究案為 3 年期跨年度研究計畫，未來將持續擴充、精進並整合四大研究子議題之內容，包含：強化特殊日與未來 3~7 天全區與區域負載預測、依不同季節計算一周 168 小時各負載匯流排之分配因子、完成主幹線 N-2 安全分析、整合電網安全分析與機組排程程序之程式結算作業規則細節與視覺化輸出等。

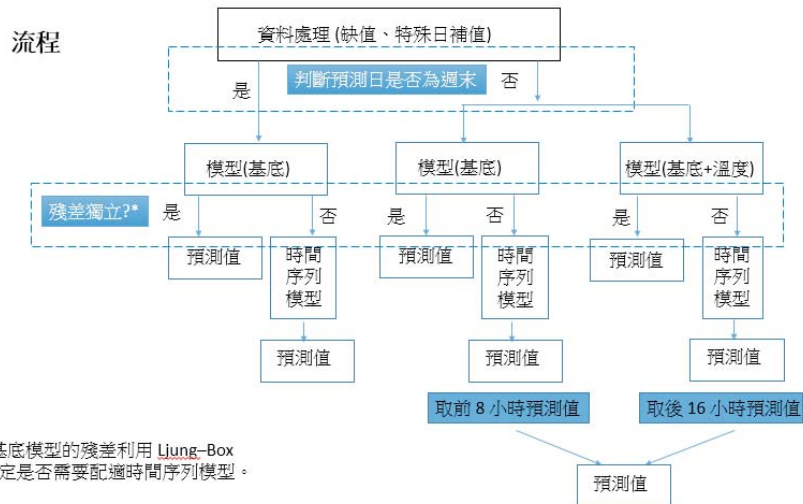


圖 1 半參數模型短期負載預測流程架構圖

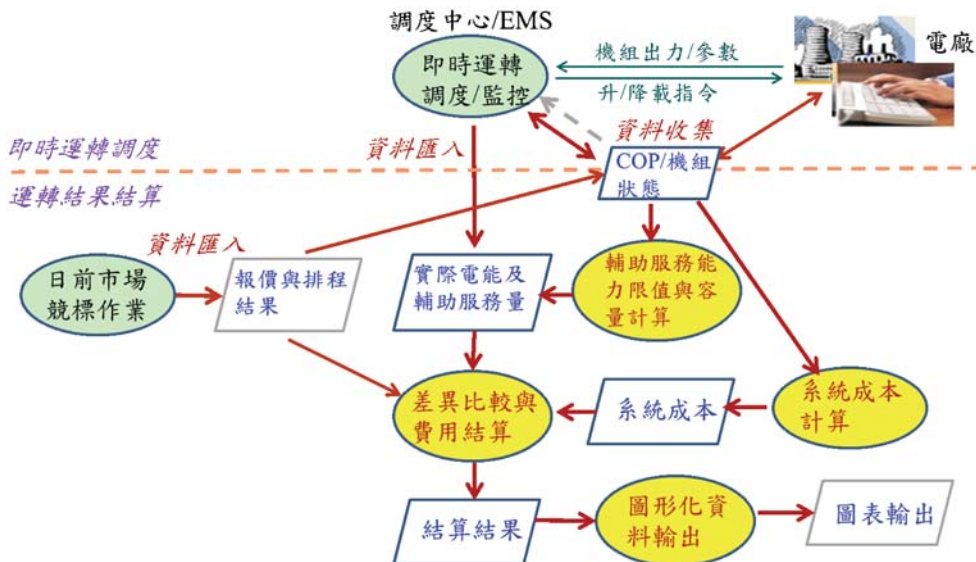


圖 2 結算作業系統流程及架構

#### 四、客服中心最適配置研究

(負載研究室:楊新全、王金墩)

##### 一、研究背景與目標：

台電客服中心電話進線量易受天然災害、大規模停電及公司重大政策影響，而有突發性大量進線，且話務量具有短時間大幅變動之特性，常有某一時段民眾密集來電，某一時段僅有少數來電之現象產生。以一般時段之進線量，估算出勤人力及電話線路，無法因應於天然災害期間大量進線造成用戶線上等候過久或無法進線之問題；另一方面，如均以電話密集進線時段進行電話線路及人力估算，則易造成平時資源閒置，增加營運成本。

另外，為提升客服中心服務品質，有效提升民

眾滿意度，並以最低成本達成最大效益之人力及資源配置，同時建立電業客服中心面對各類情境下，不同之因應作為，爰提出此研究案。

本研究需要達成下列研究目標：1.建立客服中心進線量及出勤人力之預測模型。2.建立客服中心出勤人力配置最適化模型。3.建立客服中心調度排程模型。4.研究參考國內客服中心及國外電業客服中心實務作法並提出客服中心營運策略建議。5.建立客服中心的效能評估指標與模型。6.研究客服中心統計與決策支援功能需求及提出改善建議。7.研究雲端客服中心發展現況及適用性。

## 二、人力資源需求與席次模擬畫面：

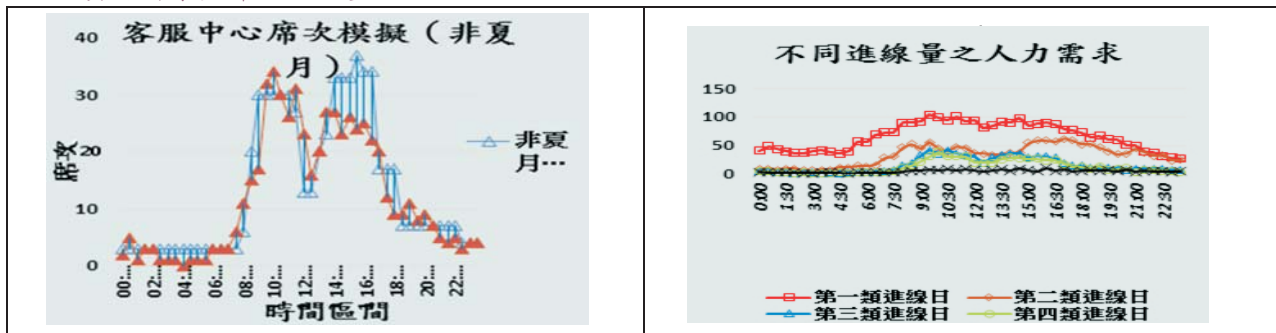


圖 1 客服中心模擬席次圖 2 不同進線量之人力需求

## 三、結論與建議：

研究團隊與台電工作小組經過一年多的研究與討論，首先探討了現行業務流程與資訊系統，應用了業務流程建模、價值流分析、時間作業基礎估計等方法，發現在現有的硬軟體環境下，業務流程已達到標準化與最適化。現行的人力配置也可滿足平日的進線量，所以研究重點在於硬軟體系統的改善以及如何解決天災與重大事件產生之暴增進線量的問題。本研究開發出人力資源需求模擬平台，來幫忙預測出平日與暴增進線量的人力需求問題。另外，本研究也針對績效指標、績效模型、統計決策系統、營運策略與雲端客服進行了研究。以下是基於研究成果，對於客服中心的建議如下。

1. 關於客服業務流程經研究觀察，目前的作業流程皆已經標準化，無須做企業流程再造。可透過指標監控方式來持續改善作業流程。
2. 客服中心和客戶服務相關部門的資訊系統需要整合，如用戶服務資訊系統 (CIS)、電費帳務管理系統 (BAS)、客服中心系統 (CCS)、新電費核算開票系統 (NBS)、停限電運轉圖資系統 (OMS)、營業櫃檯作業電腦化系統 (CPS) 等不只是介接，需要整合起來，才能更快速的提供值機員的工作效率與客戶服務。目前是用電號辨認用戶，所以 IVR 完成率不高，未來可推動用戶註冊成為會員，用會員編號或電話定位客戶，才能提供個人化的 IVR 服務，增加 IVR 完成率。
3. 加強知識庫系統功能，來改善知識庫利用率。目前客服中心知識庫只是建立了簡單的知識分類，值機員在導航、搜索中很難快速發現定位準確的知識內容，所以值機員對於知識庫的使用率低。客服中心知識庫需要靠知識內容的優良組織才能夠真正支援前台人員的工作，而優良的知識組織除了需要多維度的分類外，為了便於快速、準確的發現知識內容和便捷的更新內容，還需要建立相應的領域詞表 (Thesaurus) 和本體論 (Ontology)。
4. 在客服中心統計與決策支援系統方面，建議導入資料倉儲、線上分析處理與資料探勘，可以更即

時、動態的分析客服中心營運。

5. 傳統交換機系統所提供為類比訊號，在網際網路架構下無法進行整合。若有汰換之必要時，建議購置具有網路功能之「數位 IP 交換機系統」，以利與網際網路通路結合，另外在未來雲端資源中心建置時，便可直接在雲端架構下進行整合，以符實效。
6. 桌上型電話，客服中心使用者端均配有桌上型電話等設備。此設備若須重新進行汰換時，建議購置具有「網路電話功能」之話機，未來可減少雲端系統建置訊號轉換之成本。
7. 建議未來導入雲端客服中心，一方面因應時代進步的改進，另一方面對於天災緊急事故發生大量進線量時可以及時因應。
8. 建議建立行動個人化自助客服與緊急自助通知簡訊及 APP，台電電力報馬仔 APP 雖可供客戶查詢停電狀態，但未來更可以結合簡訊平台，回覆給特殊狀態大量進線查詢的客戶復電狀態進度，以避免同一客戶多次來電查詢，造成接聽率下降，更可以提高客戶滿意度。
9. 辦理外部臨時客服委外處理：由於客服委外承攬商的客服人員受過良好的教育訓練，因此可以幫助客戶快速解決臨時大量進線問題，緊急應變的客服委外席次可以幫助企業降低經營成本，做妥善的資源分配。例如：中華電信有提供人力與客服系統依每席次租用時間計費的方案。
10. 運用雲端客服中心：雲端客服中心讓不同區域不同單位的同仁在特殊事件發生時，即便在家中也能及時支援客戶服務。
11. 建立緊急處理客服制度：在緊急情況發生的現場處理與資訊要立刻回報客服中心，客服主管面臨的挑戰是如何正確定位事件的嚴重性大小與如何有效的處理緊急事件。此時，如何運用最適當的資源數量與相關知識來快速有效地處理該緊急事件，包括以下幾個重點掌握：確保適當的後勤業務支援；多個轄區內的資源調度；內部和外部溝通協調；了解並回應客戶服務問題；及時支援新方案的業務運作。