

電力研究簡訊

Power Research Newsletter

107 年第 3 季 (107.07 No.109)

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)2367-9611

目錄

研究計畫成果

- 一、高壓汽水鼓餉水主控制閥之閥籠自製與流道評估 1
- 二、小型燃燒爐生質料混燒測試及其飛灰應用於混凝土之性質分析 3
- 三、台電公司經營績效結構分析與管理體系評估機制研究 .. 4
- 四、再生能源於配電系統資訊效能整合 5
- 五、電力需求面管理推廣工具之創新與應用研究 6
- 六、模組化智慧型電表及通訊系統介面制定之研究 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、高壓汽水鼓餉水主控制閥之閥籠自製與流道評估

(能源研究室：高全盛、陳燦堂、黃彥霖、曾千洧、詹勝凱、楊學文；大潭發電廠：劉貴賢、王俊祥)

(一) 緣起：

熱回收鍋爐內有多種閥件控制蒸汽或餉水流量，其中高壓汽水鼓餉水主與副控制閥為控制補水之流量以維持機組運轉及高壓汽水鼓正常液位，由於補水時此兩閥需控制開度大小，主控制閥常維持小開度，故運轉約 2-5 年主控制閥內之閥籠 (VRT PLATE) 與閥桿 (PLUG) 因小開度流量，導致閥籠沖蝕破壞 (如圖 1)，致使補水流量過大，汽鼓液位過高，致機組運轉控制不佳，而目前閥籠皆為國外原廠家製作或初步委託國內製造商試製，本所擬協助電廠開發自製閥籠並進行計算流體力學 (Computational Fluid Dynamics, CFD) 模擬，進行閥籠結構設計變更，希望改善沖蝕破壞現象，提升閥籠壽命。

(二) 背景：

高壓汽水鼓餉水控制閥位於熱回收鍋爐內 HP 2RY ECO 出口與熱回收鍋爐頂樓之高壓汽水鼓之間，在機組滿載運轉時，HP 2RY ECO 出來之流體壓力、溫度與流量為 18.42MPa/305.3°C/230.4ton/h，高壓汽水鼓內顯示流體壓力 12.66MPa。高壓汽水鼓控制閥共分為主與副控制閥，副閥開度為全開 (流量為 140ton/h)，主閥為 30% 開度 (90.4ton/h)。依據

高壓汽水鼓控制閥資料，主閥之閥籠材質為 SUS403，設計流量為 25.3-275.1ton/h，最大壓力為 19.21MPa，最大設計溫度為 305.9°C。

(三) 原材鑑定：

電廠同仁提供經破壞原始主閥閥籠與其尺寸圖面 (如圖 1 與 2)，顯示為每片 SUS403 厚度為 1.6-10.4mm，半徑從 71.25-212.6mm，共 24 片不銹鋼材質經由硬銲組立而成。

分別透過成分量測、硬度分析確認原材狀態。母材成分分析結果如表 1 所示，顯示為 SUS403 等級，觀察其顯微組織為回火麻田散鐵 (如圖 3)，在每片不銹鋼片之間存在厚度為 73.24-91.52 μm 的硬銲銲道，母材硬度為 445-475HV，銲道硬度為 287-375HV，如表 2 所示。在銲道區域可觀察到金屬間化合物，透過 EPMA 量測其銲道與金屬間化合物成分，顯示金屬間化合物主要為 Fe-Cr-Ni 為主，如圖 3 與表 3 所示。

(四) 目前自製閥籠與流道模擬進度：

本所購置 SUS410 與硬銲鎳基填料，透過剪力試驗結果評估不同硬銲參數，最後擇定剪力試驗結果為 223-369MPa 的硬銲條件，進行實體尺寸硬銲，

完成硬鉚成品如圖 4 所示。本所同步進行 CFD 現況模擬，評估壓降與速度場，目前模擬結果顯示第 14-17 層流體速度較快（如圖 5），指出此處不銹鋼片易沖蝕破壞。

(五)未來規劃：

高壓汽水鼓控制閥之主閥籠實體件將後續進行

水壓試驗與材料分析，評估母材與鉚道完整性，CFD 未來模擬方向為改變主閥籠內流道（即設計不同幾何形狀之不銹鋼片），但維持一樣的壓降，調整沖蝕破壞位置，最後將整合材料硬鉚分析與 CFD 模擬結果，自製出新結構主閥閥籠，提升閥籠壽命，提供電廠使用。

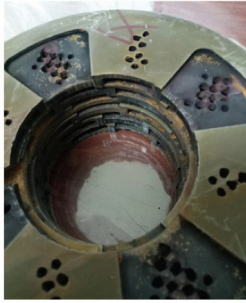
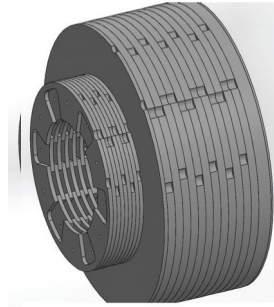
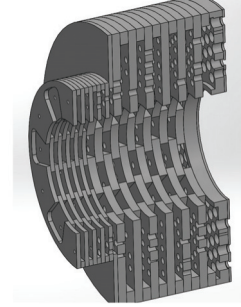


圖 1 沖蝕破壞之閥籠



(a)外觀



(b)剖面

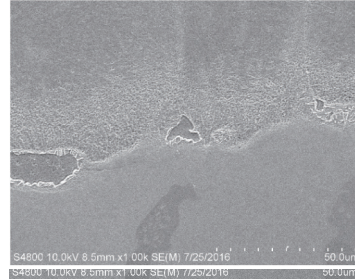
圖 2 主閥結構

表 1 原材成分(wt%)

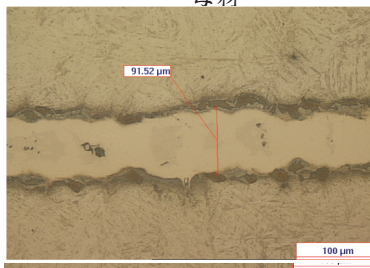
規範	Fe	C	Si	Mn	P	S	Cr
SUS403	Bal.	0.15 MAX	0.5 MAX	1.0 MAX	0.04 MAX	0.03 MAX	11.5-13.0
樣品	85.0	0.131	0.358	0.712	0.0391	0.0127	12.4



母材



母材與鉚道交界



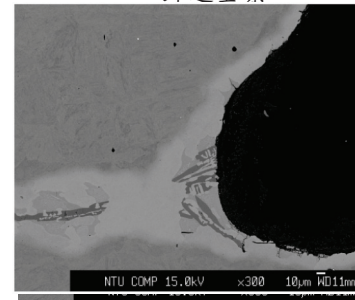
鉚道全景



鉚道全景



SEM 之鉚道影像



SEM 之鉚道影像

圖 3 原材之顯微組織

表 2 原材硬度(HV)

母材	462	445	455	462	475
鐳道	320	287	375	-	-

表 3 原材鐳道成分(wt%)

No.	Cr	O	Si	Fe	B	P	Mn	Ni
1	25.288	0	0.009	25.054	0	21.716	0.655	27.278
2	6.447	0.015	0.032	30.756	0	13.55	0.838	48.364
3	4.962	0.079	0.26	45.713	0	0.813	0.346	47.827

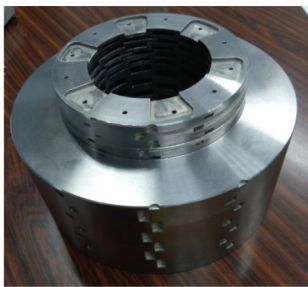


圖 4 自製硬鉻成品外觀

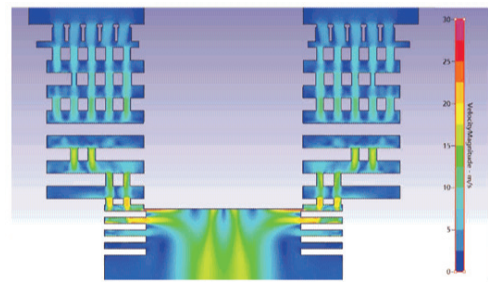


圖 5 現況速度場模擬

二、小型燃燒爐生質料混燒測試及其飛灰應用於混凝土之性質分析

(化學與環境研究室：曾志富、郭麗雯、林景庸、王郁惠)

(一) 前言：

為因應節能減碳與降低二氧化碳排放，本公司規劃於燃煤電廠進行木質顆粒燃料與煤混燒，然而與木質顆粒燃料混燒產生之飛灰無法適用於現行國家標準應用於混凝土，勢必嚴重影響電廠煤灰去化，因此需針對混燒後的飛灰進行性質探討，進而推動 CNS 相關規範之改版工作。

(二) 分析方法：

本研究選用 15 種生質燃料，其中包含：9 種木本植物、4 種草本植物以及 2 種其他廢棄物，進行灰份分析。為了讓申請資料更加充足有利，並以小型燃燒爐進行混燒比例 5% (熱值比) 為標的進行混燒，在各種參數試驗過程中，找出生質燃料混燒灰性質變異區間，將燃燒後之混燒飛灰以 CNS 3036

所規範試驗項目進行相關性質測試，並與煤炭所產出飛灰作比較。

(三) 試驗結果：

經試驗結果發現，灰分含量多寡會影響飛灰產生量，生質燃料灰分越高，對於混燒飛灰的貢獻度也越高。經小型鍋爐混燒灰的試驗結果，其物理、化學性質皆符合 CNS 3036 規範要求，且外觀顏色並無明顯改變。此外，亦探討混燒飛灰化學成分變異性，並與台中、興達電廠飛灰化學成分統計結果比較，其主要成分皆落在變異範圍內。

本研究結果將作為推動國家標準進行改版，允許混燒飛灰應用於混凝土之依據。後續將推動我國飛灰應用於混凝土之國家標準修訂，並提出 CNS 3036 國家標準的修改申請。

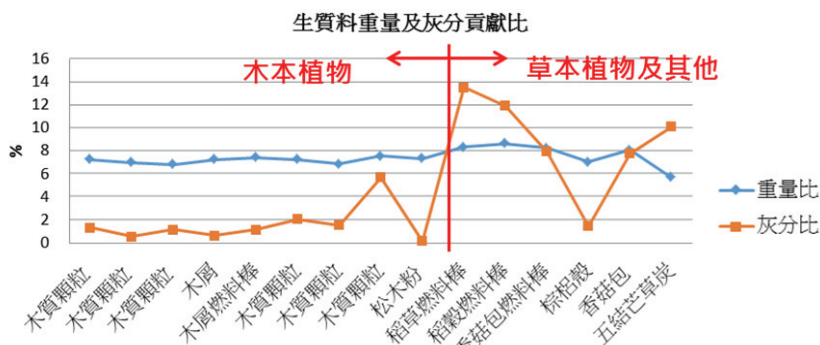


圖 1 生質燃料重量及灰分貢獻比

表 1 混燒飛灰外觀顏色變化


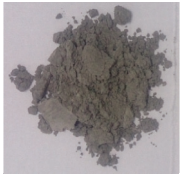

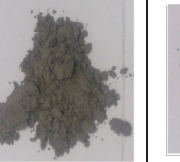
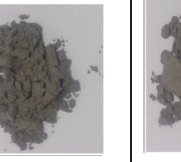




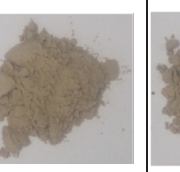
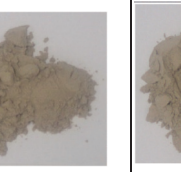

試驗項目	BH	BH+ 福建 木質顆粒	BH+ 上海 木質顆粒	BH+ 山東 木質顆粒	BH+ 北美 松杉木屑	BH+ 台灣 香菇太空包
外觀						
外觀 (750°C 熱處理)						
Fe ₂ O ₃ (%)	8.16	7.79	7.39	8.29	7.76	7.75
燒失量(%)	3.09	2.71	4.36	3.30	2.70	3.84

表 2 混燒飛灰物理性質與 CSN 3036 比較

試驗項目	CSN 3036 要求(F 類)	檢測 單位	BH	BH+ 福建 木質顆粒	BH+ 上海 木質顆粒	BH+ 山東 木質顆粒	BH+ 北美 松杉木屑	BH+ 台灣 香菇太空包
細度(濕篩 法)(%)	<34	綜研所	1.48	2.43	1.66	1.60	1.71	1.93
		混試 中心	2.69	2.30	5.09	5.21	5.17	8.69
		台科大	1.8	1.0	4.4	4.7	6.5	7.2
強度活性 指數(%)	7 days: >75 28 days: >75	綜研所	7 days: 101 28 days: 114	7 days: 96 28 days: 125	7 days: 108 28 days: 118	7 days: 88 ⁽¹⁾ 28 days: 95 ⁽¹⁾	7 days: 81 ⁽¹⁾ 28 days: 102 ⁽¹⁾	7 days: 108 ⁽¹⁾ days: 118 ⁽¹⁾
		混試中 心	7 days: 99 28 days: 102	7 days: 101 28 days: 109	7 days: 102 28 days: 116	7 days: 105 ⁽¹⁾ 28 days: 118 ⁽¹⁾	7 days: 103 ⁽¹⁾ 28 days: 113 ⁽¹⁾	7 days: 102 ⁽¹⁾ days: 111 ⁽¹⁾
		台科大	7 days: 119 28 days: 142	7 days: 149 28 days: 159	7 days: 111 28 days: 119	7 days: 127 ⁽¹⁾ 28 days: 142 ⁽¹⁾	7 days: 138 ⁽¹⁾ 28 days: 142 ⁽¹⁾	7 days: 122 ⁽¹⁾ days: 132 ⁽¹⁾

三、台電公司經營績效結構分析與管理體系評估機制研究

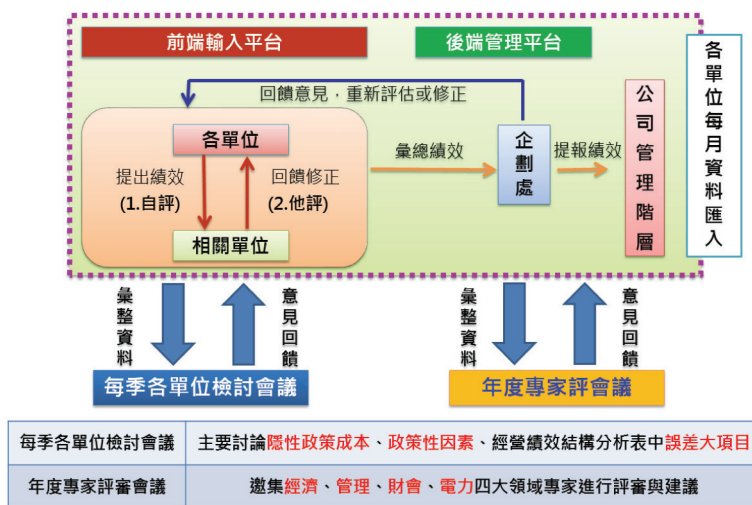
(電力經濟與社會研究室：洪育民；台灣經濟研究院：楊豐碩、陳詩豪、張碧娟、張玉青、黃昭儒)

台電公司在民國 105 年開始事業部制的組織變革，本研究主要在探討台電公司經營績效結構分析

與管理體系評估機制，提供具量化與質化的分析方法及管理機制，以及設計並建立經營績效管理平

台，提供台電公司經營績效結構分析及管理體系評估之參考依據，以明確掌握事業部制下經營績效情況，俾使外界更深入瞭解台電公司之實際經營績效，以及員工努力之成果。本研究建議各事業部未來需逐步強化核心業務與績效指標，除了遵循公司總體政策外，並搭配本研究建立之整合性經營績效結構分析架構，由公司整體角度分析整體經營績效，且台電公司經營績效分析管理平台的運作納入了總管理處無法量化的無形績效評估，釐清各項績效因素來源並彰顯各事業部績效表現，作為後續各事業部發展行動之依循方向與參考。另外，本研究

也建議應依照台電公司當前經營績效評估表現、公司發展的中長期目標，以及搭配本研究研擬設計的經營績效分析制度與方法，定期追蹤與檢討公司各單位處室的有形績效與無形績效，以及公司承擔的政策因素與隱性政策成本，作為未來公司進行組織變革與資源分配的參考依據之一。最後，經營績效管理平台已正式運作，將公司相關資料由資料庫所需匯入資料，整合各單位定期填報之員工努力績效或外部因素資料，經彙整後定期呈報給董事會及公司管理階層，作為未來公司營運方向、資源分配與組織調整之參考依據。



台電公司經營績效管理平台運作流程圖

四、再生能源於配電系統資訊效能整合

(電力研究室：柯喬元、吳承翰、嚴柔安)

(一) 緣起：

隨著大量再生能源併入配電系統，除了併網前的系統衝擊評估分析外，本所根據相關單位需求，不定期至裝置容量較大之再生能源併網點進行電力品質量測，以確認併網後之電力品質:如電壓變動、電壓閃爍、諧波電流...等是否符合本公司相關管制要點，以維持電網良好電力品質。

為了瞭解再生能源大量併網區域之電壓長期趨勢及電力潮流變動，研究最佳化調控策略。本所 106 年於元長 S/S、元五線中端及末端完成監測設備建置，此監測系統可將重要資訊透過內部網路呈現於網頁，並因應規劃人員之需要，開發應用功能。本計劃首先進行 PV 大量併網地點之選擇與現場勘查，最終選擇元長 S/S 作為研究對象，系統目前可長期分析元五線於 PV 大量發電時之電壓變動及 2 台主變壓器之電力潮流，另透過統計迴歸方式計算 PV 發電時區域配電系統線損率，即時顯示於網頁。

(二) 監測點選擇及設備建置：

本計劃選擇大量併網區域時，根據配電處之需

求，有芳苑 S/S、水林 S/S、元長 S/S 可作為研究對象。經評估饋線 PV 裝置容量、饋線中/末端併接容量、變電所空間、MOF 位置...等因素後，決定以元長 S/S 作為監測點。

元長 S/S 及元五線之監測架構如圖 1，變電所內建置一固定式電力品質監測設備，並透過公司內部 E1 專線與樹林所區連線。元五線則選擇中端及末端之 PV 併網 MOF，設置小型監錄設備，透過 3g 網卡將監測資訊送出後整合至系統。

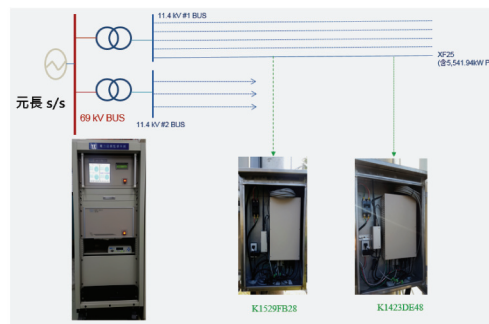


圖 1 元長 S/S 及元五線之監測架構

(三)系統功能：

本系統監測網頁 (<http://10.52.4.122>) 可查詢特定日期之系統電壓、實功率、虛功率及特定數值(如正/負序電壓、電壓不平衡率...等)。因早期設置之PV發電用戶,並無裝設智慧變流器,電壓往往仰賴電網端之調控。利用這些電力資訊,可分析冬夏季併網區域之電壓控制策略。根據監測數據,變電所匯流排電壓目前符合位階標準之時間達99%以上,電壓控管成效良好。然而在特定時段,併聯電容器(SC)之投切設定應有再最佳化空間。

本所利用 OPENDSS 建置元長 S/S 轄下元五線之模型,再以負載大小當作變數模擬 PV 發電時之區域線損率。當負載設定值約為滿載之40%時,發電及當地用電趨近平衡,線損最小。隨著負載繼續減少,線損將隨著 PV 發電的逆送功率增加,線損值統計如圖 2。

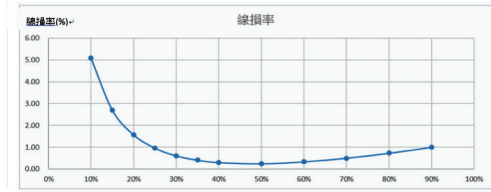


圖 2 元五線之線損值統計

本監測系統可將元長 S/S 匯流排電壓及元五線電力資訊即時顯示於網頁,線損率之顯示則利用統計迴歸所得公式再匯入網頁,顯示介面如圖 3。

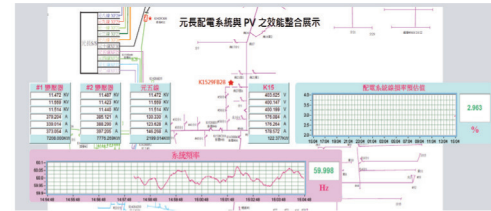


圖 3 元長 S/S 配電系統之整合顯示

五、電力需求面管理推廣工具之創新與應用研究

(負載管理研究室：楊新全、賈方霽、王玫菁)

(一) 研究背景與目標：

近年來由於地球暖化效應,每年夏季最高氣溫逐年攀升,也導致國內尖峰用電屢創新高。國內近幾年來由於廢核及興建火力電廠之環保抗爭,供電來源嚴重受限,也因此近幾年來之尖峰備載容量屢創新低。目前除了加速提高再生能源之供電佔比外,更需同時擴大需求面管理(Demand Side Management, DSM)措施之推廣,方可解決目前電力供應吃緊之燃眉之急。

DSM 措施為解決電力供需不均現象之治本手法,包括節約能源及負載管理兩種方法。節約能源方法主要以提升電器之用電效率為主,如替換變頻及 LED 等省電照明等高效率電器用品,此方法可有效降低電力之使用能量,有助於減低整體性之電力能源消耗,但對於改變整體需求面之用電曲線之助益較低;負載管理方法包括實施需量反應(Demand Response, DR)以及時間電價(Time Of Use, TOU)等方案,其目標是用來改變需求面之用電曲線,期以縮短尖離峰之用電差距,有效降低尖峰用電。

國內 DSM 措施之推動已具成效,如變頻冷氣及高效率照明於國內之普及率已相當高;而近年推出之需量競價方案,參與之用戶數亦大幅提高,但國內目前之電力環境已非常嚴峻,對於擴大 DSM 措施之推廣成效之需求相當迫切,因此為了進一步擴大 DSM 之推廣成效,藉由本研究計畫研究將行為科學及大數據分析資訊科學等技術應用於 DSM 措施之推廣,以有效導引用戶改變用電行為,進而同時達成節約能源及負載移轉的目標,以應付未來幾年預期之電力供應吃緊之危機。

本研究之目標包括:1.收集國際電業有關 DSM 推廣工具之作法並與台電公司現行作法作比較分析;2.研究需量反應措施之用戶區隔與方案定位;3.設計用戶的個人化推薦方案系統;4.創新式宣導 DM 設計;5.建置住商型簡易時間電價方案之模擬試算網站;6.建置電力需求面管理推廣工具網站,包括節電諮詢服務預約網站、用電健檢中心網站、全國村里用電地圖分析網站;7.設計整合式媒體推廣平台;8.開發推廣網頁點選流資料倉儲;9.設計宣傳媒體的用戶體驗;10.開發大數據分析之軟體服務系統。

(二)系統架構及範例畫面：

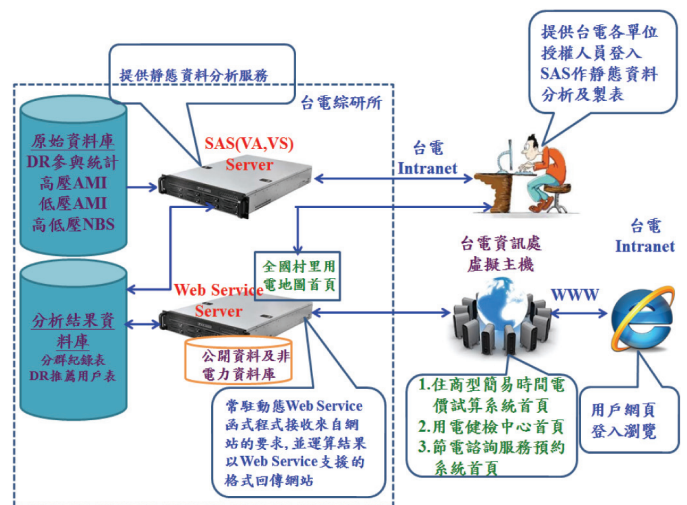


圖 1 系統架構圖



圖 2 範例畫面—用電健檢中心首頁

(三) 結論與建議：

1. 結論

- (1) 應用大數據分析技術以達精準之 DSM 方案客製化行銷本研究應用大數據分析技術作為電力需求面管理方案之分析工具，分析所得之結果再透過勸誘式行為科學理論依不同用戶類型呈現客製化的內容，此外並透過目前最新之網路媒體廣告投放，以達到需求面管理方案資訊精準有效傳遞至適合方案之用戶群。
- (2) 協助台電公司推動住商型簡易時間電價方案本研究建置之「住商型簡易時間電價方案試算系統」網站配合該方案之實施，已於民國 105 年 10 月 1 日上線，並透過台電公司「電力粉絲團」、「能源豆問」、「節

約能源園區」等臉書粉絲團，以及「Google 多媒體廣告聯播網」、「Facebook 廣告」、「Yahoo! 原生廣告」等網路媒體廣告予以宣傳，至民國 106 年 6 月 5 日為止，整體瀏覽數達 412,831 人次，而申請加入「住商型簡易時間電價方案」之用戶數已達約 15,000 戶。

2. 建議

- (1) 建立巨量混搭資料分析系統：配合 GA 分析工具，收集目前已對外上線網站之用戶瀏覽行為資料，再透過網路爬蟲程式收集目前有關人文、地戶服務大數據資料庫，建構一個資料混搭式之大數據資訊分析系統及分析模型，以更精準地分析用戶之用電行為，再透過如社群網路等個人化互動系統的推播，可提供更即時、更合適的節能資訊予用戶。
- (2) 擴大用電地圖之使用：目前全國村里用電地圖分析網站僅提供台電公司人員內部使用，未來配合低壓 AMI 系統之陸續建置，在取得用戶同意之條件下，可將用戶之即時耗電資訊透過與建物資訊之數據融合處理後之指標值（例如 EUI 指數）呈現於用戶用電地址之地圖上，以讓用戶了解其用電行為與鄰近與本身耗能相似用戶之用電比較，形成即時電力能源地圖網，以利民眾隨時檢視自身之耗電情形。
- (3) 逐步強化低壓用戶之互動服務：逐步擴大「節電諮詢服務預約系統」之服務對象以提升與用戶之互動性，未來將所有服務內容資訊化並具大量數據程度後，可發展成爲一個具自動節能諮詢服務之專家系統，可以減低服務人力，並擴大節電服務範圍。

六、模組化智慧型電表及通訊系統介面制定之研究

（電力研究室：林哲毅、范振理；工業技術研究院：梁佩芳、徐彬海）

(一) 研究背景：

本公司現已布建 1 萬戶低壓先進讀表（以下稱 AMI）系統，包含智慧型電表、集中器、通訊網路及控制中心等部分，尤以通訊網路為其系統骨幹；其中 AMI 系統通訊使用之技術與架構受國內電信法規頻段分配、裝設位置、遮蔽物、環境及變壓器接線特性等因素，於布建後需再進行通訊調校，不僅延長建置時間且增加通訊調校設備與提高後續運維人力等成本。

配合後續 AMI 系統建置，及未來物聯網發展應用趨勢，本計畫已擬定通訊技術需支援 IP 協定、模組化（計量、通訊）等具體目標，同時考量台灣的地理環境及通訊條件與其他國家不同，無法使用單一技術做為 AMI 通訊之解決方案，且為提升低壓

AMI 通訊連線品質與建置效率、降低通訊運轉與維護人力及成本，實有必要尋求最適台灣環境和通訊條件之低壓 AMI 通訊架構與技術之解決方案，本計畫主要在協助本公司後續 AMI 系統建置採購作業進行，同時評選出最適通訊技術，結合模組化電子式電表，達成降低佈建、維運及未來系統升級成本之目標。

(二) 研究內容及成果：

AMI 系統採取電表模組化、通訊系統與計量分離、HAN/FAN/WAN 通訊技術 agnostic 等原則規劃，系統架構如圖 1 所示，共包含計量單元、AMI 通訊系統、HAN 通訊單元、手持裝置、本公司後端系統、用戶端系統、金鑰管理系統與 Agent 等 7 個組件與以下 5 個介面：

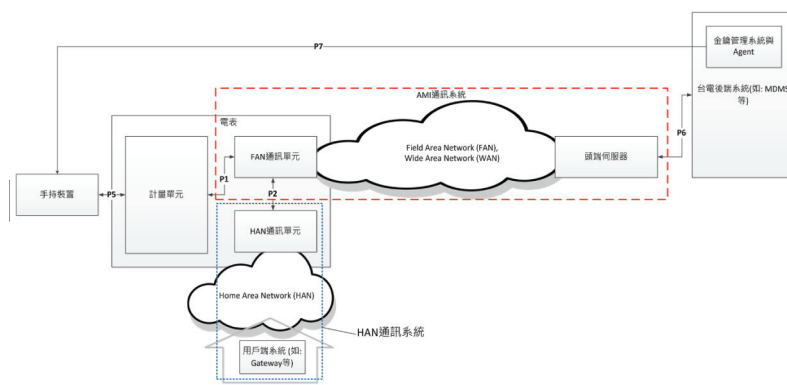


圖 1 AMI 系統架構圖

- P1：計量單元⇔AMI 通訊系統，其實體介面為 serial，使用 HDLC 進行資料交換。
- P2：AMI 通訊系統之 FAN 通訊單元（模組）⇔HAN 通訊單元（模組），其實體介面為 serial，使用 HDLC 進行資料交換。
- P5：手持裝置⇔計量單元。
- P6：AMI 通訊系統⇔本公司後端系統。
- P7：手持裝置⇔金鑰管理系統之 Agent。

配合未來物聯網趨勢，並因應通訊技術快速的演進，AMI 通訊系統網路層以支援 IP 化協定、電表端採用可插拔式之通訊模組設計（如圖 2），其中通訊模組須包括 FAN 及 HAN 端通訊（如圖 3）。依本公司需求，訂定以下三個通訊系統之標準介面規範：

- Head End System (HES) 介面 (P6)：參考國際標準（如 IEC 61968-9 等），訂定符合本公司 AMI 應用層資料交換協定規範。
- 電子式電表與 FAN 通訊模組之介面 (P1)：訂定可適用有線/無線技術於 FAN 端通訊模組之實體層介面規範（如 RJ45/RJ11 等）與應用層資料交換協定規範（如 IEC62056—DLMS/COSEM 等）。
- 電子式電表與 HAN 端通訊模組之介面 (P2)：訂定可適用家庭自動化 (HAN 端) 通訊模組之實體層介面規範（如 RJ45/UART/RJ11 等）與應用層資料交換協定規範（如 IEC62056—DLMS/COSEM、TaiSEIA 101 等）。

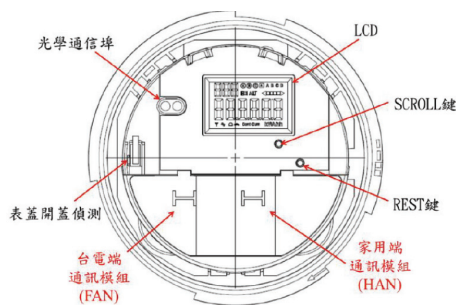


圖 2 可插拔式模組化電表

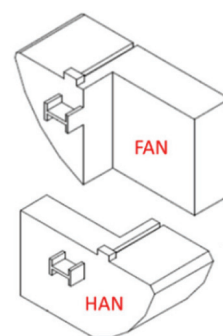


圖 3 FAN 及 HAN 端通訊模組

本 AMI 系統與通訊協定架構中計量單元採用 CNS 15593。表體內各模組的介接統一採用 serial UART 實體層與 HDLC based data link layer，應用層則由計量單元扮演 DLMS/COSEM Server 的角色，與 AMI 通訊系統、手持裝置與用戶端系統等不同的 DLMS/COSEM Clients 通訊，實現所需的 AMI 相關功能與服務。

(三) 結論：

行政院 2010 年 6 月 23 日核定經濟部研擬之「智慧型電表基礎建設推動方案（簡稱為 AMI）」，正式啟動我國 AMI 建設，高壓用戶智慧電表安裝已於 2013 年完成全數 2.4 萬戶建置，可掌握全台 60% 用電量。

本研究亦蒐集國外電表設計方式，並依台灣現有環境及廠商意見等綜合考量，經多次公開說明會公開設計型式蒐集各家廠商意見，調整設計架構、外觀、尺寸及電氣設計等，於 105 年 10 月份上網公開調整後之設計型式，另於 105 年 12 月 30 日於公共工程採購網正式公開 (PCC) 相關設計型式。106 年國內 6 家表廠均已完成電表離型開發及製作，本公司亦已依本研究案之成果完成 20 萬戶電表之公開採購案，並期於 113 年完成 3 百萬具低壓 AMI 建置作業。