電力研究簡訊
Power Research Newsletter

112 年第 3 季 (112.07 No.129)

台電綜合研究所 TPRI

地址：(100046) 台北市中正區羅斯福路 4 段 198 號　電話：(02)2360-1191　傳真：(02)2365-8477

目 錄

研究計畫成果

一、配電工程設計輔助圖面電腦化研究 1

二、2015~2020 年台電輸電線路雷害網格圖之研究 2

三、開放式核網架構研析 4

四、低壓 AMI 交叉驗證系統 5

五、電力轉直供業務規劃之研究 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、配電工程設計輔助圖面電腦化研究

(負載管理研究室：蔡森洲、張文奇、沈宜絹、陳俊瑋、游晴幃；配電處：陳忠源；台中區營業處：張淑珠)

(一) 研究背景：

台電公司配電相關作業電腦化已發展逾 20 多年，陸續發展出配電圖資管理系統(Distribution Mapping Management System, DMMS)、配電場(室)資料卡管理系統、人手孔資料卡繪製系統等多項設備管理系統，建構資訊化圖資標準，在新配電工程資訊系統(New Distribution Construction Information System, NDCIS)，也已具備工程材料、案件狀態與等施工管理，因此在配電設備工程維運發展上，經由規劃設計、現場施工、電腦圖資管理等階段持續更新圖資，方能確保電腦圖資能與現場一致，故發展配電工程設計輔助圖面電腦化管理，亦是配電維運資訊化的重要環節。

(二) 研究成果：

本研究為建構配電工程輔助設計系統(Distribution Construction Auxiliary Design, DCAD)，考量降低圖資使用者軟體授權費用，採用開放源始碼(Open Source)的網頁式地理資訊系統架構，並探討配電設計流程與配電圖資繪製準則，針對各配電設備分類建立圖例樣板、建立設計案件版本管控與作業流程管理，透過系統介接 NDCIS 工程案件，於 DCAD 進行相關設計工作，提供設計人員套疊 DMMS 各種配電主題圖，完成網頁化編輯配電設計圖、配電場(室)資料卡、人手孔資料卡與相關輔助設計工具，以滿足配電工程設計作業需求。

配電設計為配電系統建置之源頭，本研究以自主化方式發展便利的配電圖資設計圖繪製工具，其中介接公司既有 DMMS 各類配電系統圖層，和 NDCIS 設計案件，提供電腦化繪製配電線路設計案件系統功能，透過套疊既有配電圖資直接編輯線路設計圖，進而提高設計圖資的完整性與正確性，大幅提升整體配電工程作業效率，系統流程如圖 1 所示。

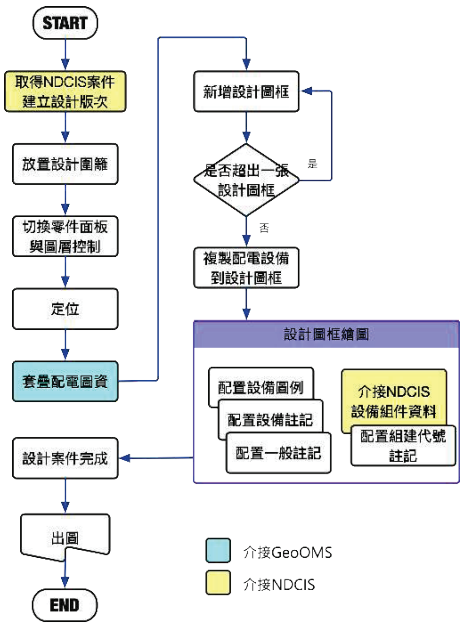


圖 1 配電工程輔助設計系統繪製作業

(三) 未來展望：

本研究系統程式利用開源軟體進行開發，所有功能皆需額外撰寫程式，因此可於上線後，蒐集更多同仁繪製設計圖習慣與建議精進，以讓設計人員能更加方便操作。甚至思考繪製好的設計圖直接提供竣工圖入圖使用，以加速竣工圖繪製作業，惟本研究設計圖爲直角坐標非標準圖資，因此爲本研究未來精進的目標。

二、2015~2020 年台電輸電線路雷害網格圖之研究

(高壓研究室：陳柏江、林彥廷、李政崇)

(一) 研究背景、目的、方法：

本研究採用 2015~2020 年台灣本島實測雲對地(Cloud to Ground, CG) CG≧1kA 雷電流資料作爲雷害分布圖(Ground Flash Density, GFD) GFD 演算之基礎，分別建立 CG≧5kA、≧10kA 與≧20kA 等 3 種不同 kA 值之「台灣本島 GFD 網格分布圖」，清楚顯示台灣各本島雷害程度分布之情況，可供爲户外電力設施與建築物防雷設計之依據。亦計算出台電各級輸電線路逆擊閃絡及繞擊閃絡之危險雷電流值，利用地理圖資軟體 MapInfo 之數值分析及自然斷裂分類法,繪製「台電輸電電網雷害 GFD 分布圖」，可準確區分各級輸電鐵塔塔號之雷害種類及雷害等級，並篩選出最嚴重雷害等級之輸電鐵塔塔號，排定雷害防制的優先次序，以提高雷擊防護措施之針對性和有效性。

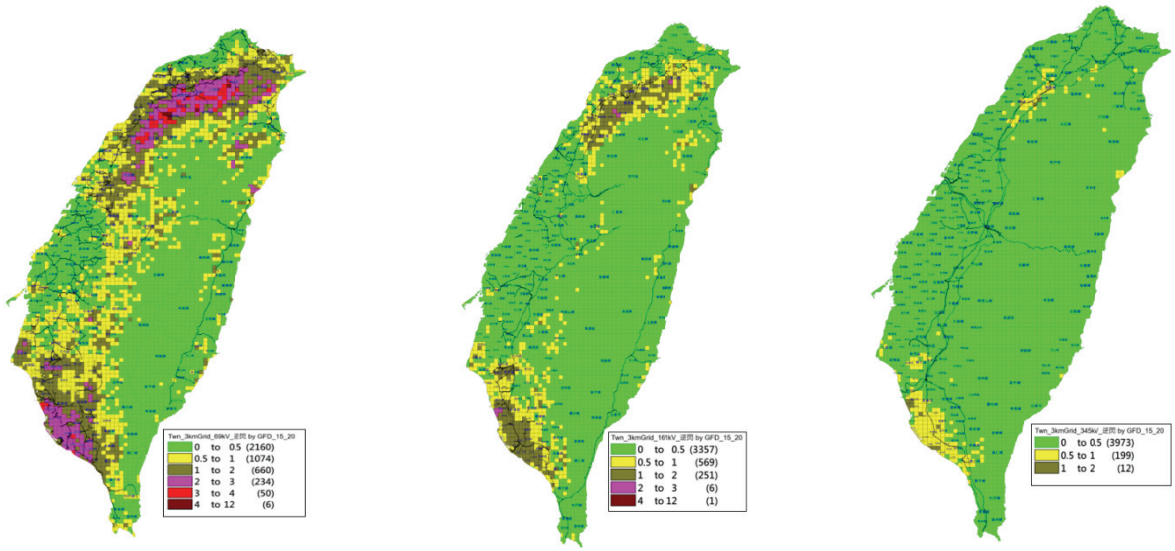
(二) 成果及應用：

現場 13 座台電雷電偵測站分佈全省而構成一個落雷偵測網，可偵測台灣本島及鄰近海域的所有雷雲放電現象，如圖 1 所示，包括雲中放電與雲對地放電所產生的電磁輻射信號，再利用本公司內部通訊 E1 電路，將現場所偵測電磁脈衝信號傳送至本公司電力通信處機房，再以光纖傳輸至綜研所樹林所區的落雷資料處理伺服器，依據各偵測站的 GPS 時間同步信號，針對同一筆落雷資料進行交叉定位及雷電流參數演算，定位與演算後的即時落雷資訊，以網路方式傳送至本公司電力調度處中央調度中心、供電處各區域調度中心及綜研所落雷資料庫，作爲雷害防制及研究等相關應用。

本研究所採用的 CG 資料，係由台電綜合研究所現場雷電偵測站實際偵測 CG 電磁波脈衝訊號而獲得，這些偵測結果可以得知雷擊突波對輸電線路的相關影響；更重要的是，利用地理圖資軟體 MapInfo 的輔助建立各種 GFD 分布圖及一種可行的雷害防制方法，預先對台電各級輸電線路鐵塔來加以篩選與排序，進而規劃出的一套有效的雷害防制對策，並且在經濟性與系統可靠性兩者之間取得最佳的平衡。本案所建立 69kV、161kV 及 345kV 輸電線路逆擊閃絡與繞擊閃絡雷害網格圖(如圖 2 與圖 3)，皆依台電輸電線路之電壓等級、絕緣強度、鐵塔高度、上層相導體高度、架空地線保護角、地面傾斜角等參數，並參考 IEEE 標準之最大雷距、最大繞擊電流等相關公式，計算出各網格之危險雷電流區間分布及落雷密度。

資料來源：本研究

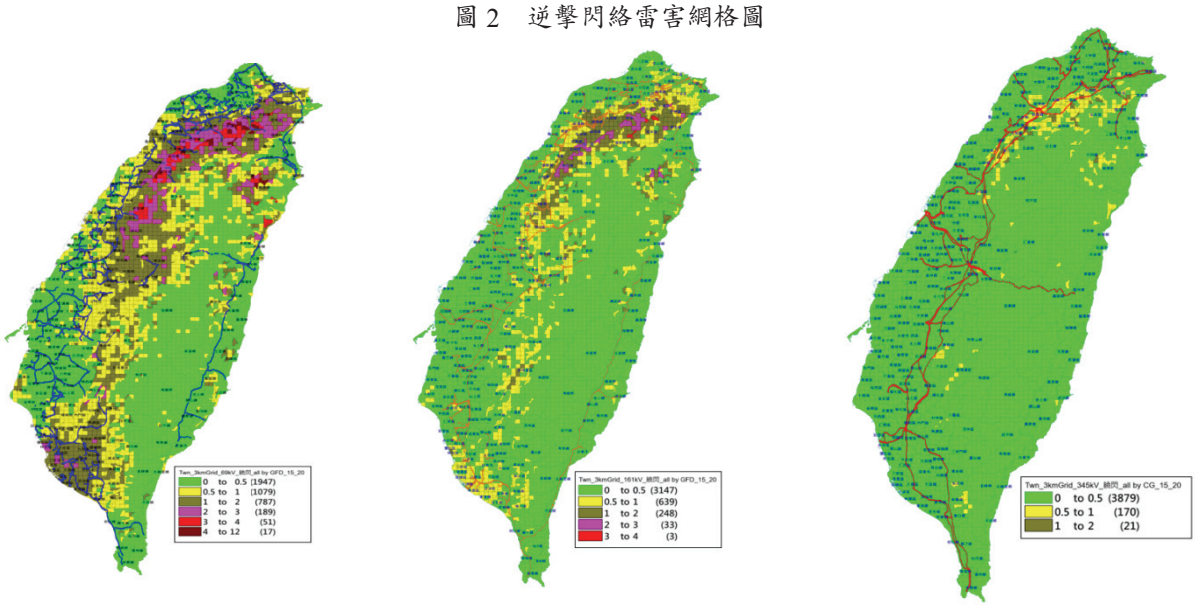
圖 1　台電 TLS200 型與 LS7002 型雷電偵測站分佈圖



69kV　161kV　345kV

資料來源：本研究

圖 2　逆擊閃絡雷害網格圖



69kV　161kV　345kV

資料來源：本研究

圖 3　繞擊閃絡雷害網格圖

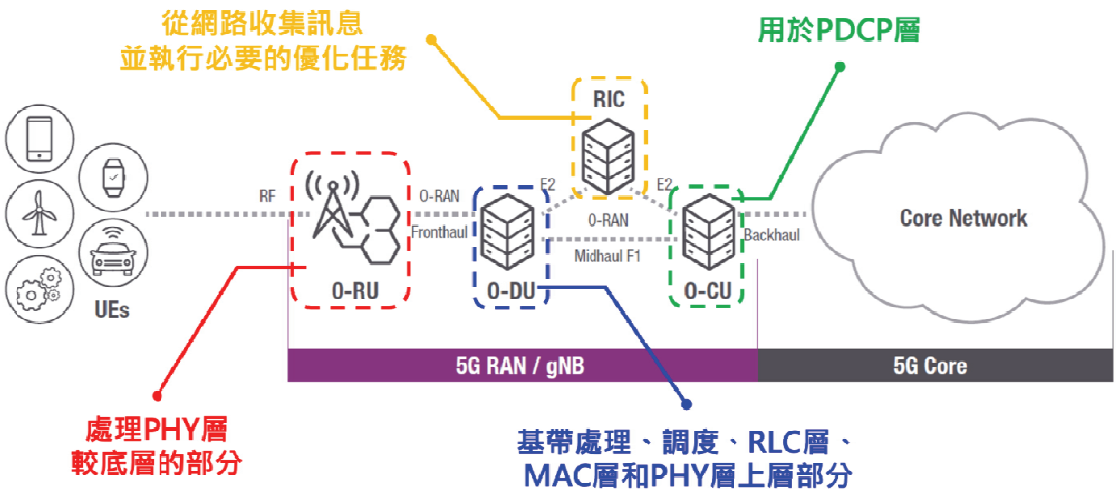
三、開放式核網架構研析

(資訊與通信研究室：徐珮真、洪瑞呈)

(一) 研究緣由：

隨著科技的進步，大數據、人工智慧、物聯網等應用服務的出現，使得無線通訊技術有了顯著的成長。5G 的技術發展與特性，讓網路架構走向開放式，也大幅降低建置的成本，像是美國、日本、歐洲等電信大廠，已經導入 O-RAN(開放式無線接取網路)的技術。在國內，經濟部也和多家廠商合作，打造「全台首座 5G 開放式架構網路實驗平台」，以搶進國際市場。

O-RAN 的網路架構(如下圖 1)，它將傳統 4G RAN(Radio Access Network)的網路功能拆分，增加網路部署的彈性和靈活性。再加上使用的軟硬體爲開源系統，也就是所謂的白牌設備，大幅降低網路佈建的成本，故 O-RAN 被認爲是下一代 RAN 最可行的解決方案。目前 O-RAN 聯盟已進行了概念驗證，以演示基於 O-RAN 的網路設備功能以及多供應商得互操作性，並提出了開發可商用的 O-RAN 生態系之重要性。



資料來源：Keysight_The Essential Guide for Understanding O-RAN

圖 1　O-RAN 架構示意圖

因 O-RAN 屬於白牌設備，其成本低且能夠快速佈建，此外其可控性高、易與行動邊緣運算(Mobile Edge Computing, MEC)接取等特性，再加上 O-RAN 的設備台灣網通廠商也有開發，有望作爲電力領域的開發運用。台電可考慮建立該網路設備。如果考慮資安層面的問題，也可依照 3GPP 標準自行布建規劃無線技術，再依智慧電網之需求進行最佳化。綜整上述，本計畫目標研究 O-RAN 核心網路之架構，並評估此技術導入台電智慧電網的可行性。

(二) 研究成果：

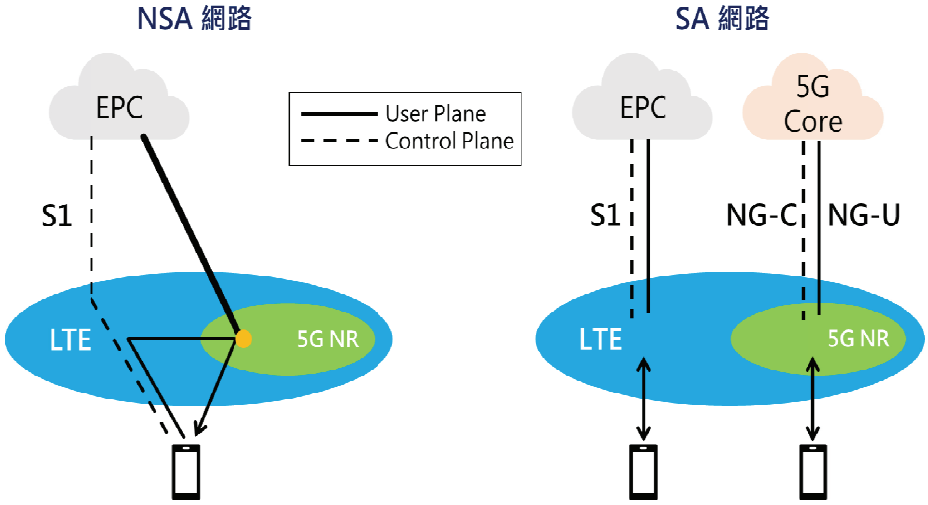
本研究購置一套 Open RAN 的無線通訊網路設備，屬於獨立組網 (Stand-Alone, SA)架構的無線網路，相比於非獨立組網(Non-Standalone, NSA)架構，不須透過 LTE(即 4G)的基地台與 4G 核心網路(Evolved Packet Core, EPC)，僅需使用 5G 基地台及 5G 核心網路(5G Core)即可，NSA 和 SA 網路架構示意圖如圖 2。本案亦取得實驗網路及電臺設置許可，所取得之電臺發射頻率爲 4.8-4.9 GHz，此頻段爲目前政府核配給各企業使用之專用頻段，未來亦可向數位發展部申請實驗網移用以取得專用網路執照。

經實際量測，本套系統在單一終端(User Equipment, UE)情境下，且 DL/UL 比例爲 8:2 時(下行比例爲 8，上行比例爲 2)，其下行吞吐量(Downlink Throughput)約可達 800 Mbps，上行吞吐量(Uplink Throughput)約可達 200 Mbps。以目前測速的結果以及行動網路的特性來看，可將此套系統應用於小型

電力場域，如收集一電力場域內的電力設備資訊，並回傳至控制中心等應用。其次，若有短期佈建無線網路的需求，透過 O-RAN 設備快速部署的特性，可作爲前期評估案場效能的施作草案。

目前此套 O-RAN 系統的實驗網路僅限於所申請之場域進行無線電波發射，並且不可接取公眾電信網路，以確保行動寬頻專用電信網路之獨立性與封閉性，因受電信管理法之限制；此外考量資安相關疑慮，本系統尚未連接內網。

未來可進一步運用此 O-RAN 系統並搭配行動邊緣運算(Mobile Edge Computing, MEC)，讓數據可以在更接近其來源的地方進行處理和分析，將運算、儲存和網路頻寬等資源移到盡可能靠近用戶(或端點)的位置，來減輕頻寬限制並減少數據誤差與傳送延遲。再加上 MEC 可使資料留在本地端，配合台電自建專頻專網，可提高資料安全性，並提升對電信網路的掌控程度，以滿足電力應用對通訊的要求。



資料來源：本研究

圖 2　NSA 及 SA 網路架構

四、低壓 AMI 交叉驗證系統

(電表組：吳聲霈、張祐嘉)

(一) 研究背景：

因台灣電表設置位置複雜，本公司低壓智慧電表故決定採取通訊與計量模組化分離設計架構，其優點爲可最大化的支援不同的通訊技術，可因地制宜的選擇於電表安裝場域最適合的通訊技術，並降低日後通訊調校與維運成本。另因通訊技術日新月異，當未來新的通訊技術如 5G 成熟後，此模組化架構可透過換置通訊模組即可完成更新，無須替換整具電表，有效節省作業工時、物料及人工成本。雖模組化的 AMI 系統可提供上述優點，但其開放式的缺點爲電表各單元間互通整合的問題，爲解決此問題，台電公司針對 AMI 各組件進行定義並研發其標準通訊介面，作爲各廠商生產相關設備的通訊規範。惟因各製造商的電表及通訊系統因設計理念及技術皆有所差異，於規範訂定層面，尚無法涵蓋現場所有情形，測試實際上線之電表及控制中心通訊模組(以下簡稱 FAN)系統間各排列組合眾多，爲了避免正式上線之後出現之相容性問題，因此需要建立低壓 AMI 交叉驗證系統。

(二)研究內容：

本低壓 AMI 交叉驗證系統架構示意圖如圖 1、圖 2 所示。本系統主要係由「一 FAN vs. 多表測試平台」、「一表 vs. 多 FAN 測試平台」及「測試平台驗證系統」組成，其中「一 FAN vs. 多表測試平台」使用之表盤的每個掛位將安裝不同型號之電表，以測試同一型號之 FAN 通訊系統之讀表行爲；而「一表 vs. 多 FAN 測試平台」使用之表盤的每個掛位則將安裝相同型號之電表，以測試不同型號之 FAN 通訊系統之讀表行爲。

本系統之「一 FAN vs. 多表測試平台」及「一

表 vs.多 FAN 測試平台」可透過測試平台驗證系統執行下列測試項目：

1. CVT-1(Crossover Validation Test)定期讀表：電表須定期的透過通訊系統傳送用電資料(包含 kwh 以及 kvarh)至測試平台進行資料驗證。
2. CVT-2 隨選讀表：依預先設定之條件進行負載輸出(0.5A~2.5A)，由測試平台隨機下達隨選讀表項目(包含負載數值) ，電表須透過通訊系統傳送電表負載相關資料至測試平台進行資料驗證。
3. CVT-3 午夜資料讀取：設定每日午夜之排程讀表，電表須透過通訊系統按照排程回傳負載資料至測試平台進行資料驗證。
4 CVT-4 Last Gasp 效能驗證：驗證系統可依預先之設定或手動方式，下達電源切離訊號至指定之遠端開關並將該開關聯接之表盤斷電。電表斷電後須即時回傳斷電訊息至驗證系統。
5 CVT-5 Restart 效能驗證：驗證系統依預先之設定或手動方式，下達電源導通訊號至指定之遠端開關並將該開關聯接之表盤復電。電表復電後須即時回傳復電訊息至驗證系統。

測試平台驗證系統即爲以上所做測試之資料驗證，可以計算出整體以及分別電表、FAN 模組的連線成功率，若有出現不合格之狀況可以告知廠商並協助排除原因。

(三)研究成果：

於 112 年年底建置完成，並於 113 年初依測試需求優化相關 UI 介面。113 年電表裝設現場發生數起故障事件，事件成因疑爲電表與通訊模組溝通異常所產生，本組使用此測試平台配合配電處使用該型電表與各個通訊廠商介接持續測試兩個月，協助排除兩造廠商設定問題。並於今年五月協同配電處、本所電力室同仁至該表廠排查 FAN 模組電壓不穩定之情形。

(四)結論：

未來智慧電表大量佈建，提升產能的同時，穩定度與品質必須兼顧。

電表與通訊模組相容性是個很重要的議題，藉由本組與電力室共同開發的交叉測試平台能有效的提升電表與通訊模組的品質。

此低壓 AMI 交叉驗證系統在建置初期以達到預期之效益，今年度還有多家通訊模組廠商要進行評鑑，未來會將此 AMI 驗證系統納入規範，以降低新舊 FAN 模組、電表介接相容性問題的機率。

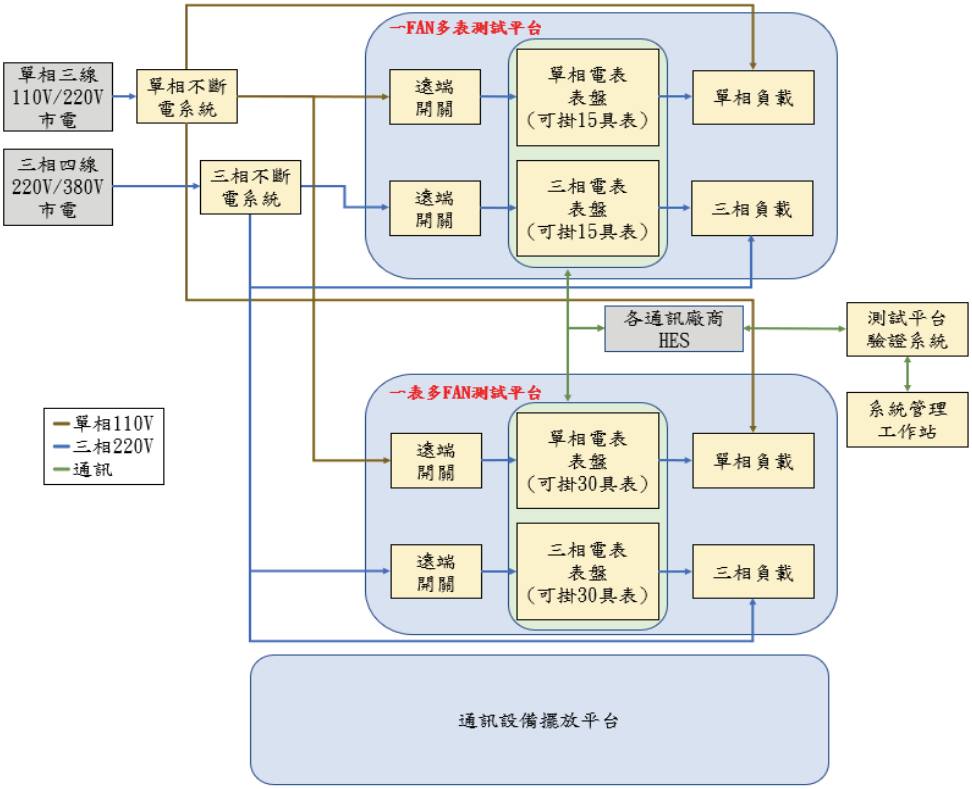


圖 1　低壓 AMI 交叉驗證系統架構示意圖

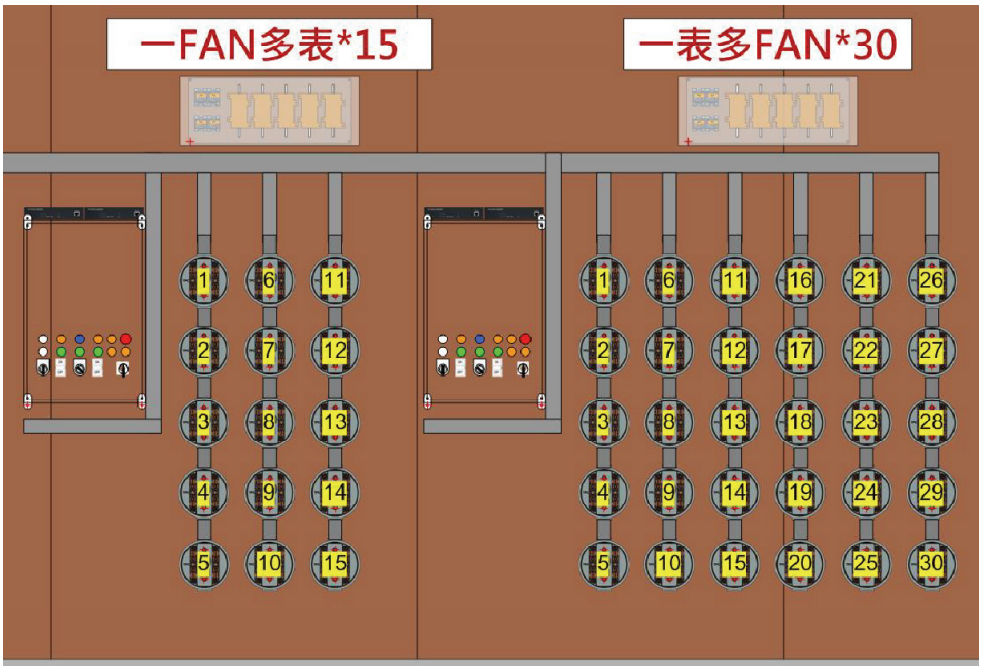


圖 2　低壓 AMI 交叉驗證系統表盤示意圖

五、電力轉直供業務規劃之研究

(電經室：余長河；台灣綜合研究院：陳宏義、蔡宗憲、吳志剛、黃毅鵬)

(一)研究背景：

爲配合電業法修正及再生能源相關政策，如用電大户、再生能源設置及企業 RE100 綠電等需求，因應未來大量轉直供服務申請案件、目前所遇特殊表設申請案例及儲能設備加入系統等因素，致使現行轉直供營運規章、契約、申請流程、轉直供計量方式與電能轉直供作業管理資訊系統人機介面功能等，恐無法滿足利害關係人所需，須召集利害關係人會議，針對轉直供服務申請流程簡化程序與轉直供計量方式進行研究。

因此，本研究主要目標爲協助台電公司規劃適合轉直供利害關係人之電能轉直供營運規章及服務申請流程，以及提供管理資訊系統之軟硬體建置前期規劃過程之諮詢服務，以達成精進申請流程與流程電子化改善目標。

(二)研究內容：

1. 邀集產官學界專家委員、利害關係人説明會，收集相關建議與需求反饋。
2. 完成以簡化現行轉直供服務申請、契約變更與解約作業流程爲目的，規劃轉直供業務整體架構與執行方式。
3. 研擬「電能轉直供作業管理資訊系統」需求規範書、招標規範、開發計劃書。
4. 協同出席相關會議及提供顧問服務。
5. 需要專人進駐本公司，並與本公司進行雙週會議報告進度。
6. 出席電能轉直供相關會議，提供顧問服務，後續增修第一年完成之成果。
7. 協助電能轉直供作業管理資訊系統之軟硬體建置工作。
8. 持續配合政府政策與利害關係人需求，滾動檢討第一年之轉直供營運規章與申請程序之適宜性，規劃台電公司內部須配合之組織架構，擬訂合乎時宜之申請流程與作業流程。
9. 爲因應未來市場進一步開放轉直供範疇與對象，擬具前瞻性可行對策，進行後續先導研究。
10. 訓練課程與研討會
    (1)彙整前述轉直供研究成果報告，並製作教學所需資料。
    (2)舉辦教育訓練課程。
    (3)邀請產、官、學各界與利害關係人，舉辦六場研討會。

(三)研究成果：

1. 完成營運規章、契約與申請流程，以及流程電子

化研擬建議方案，包括將結構分爲規章、契約與附約等三層級之規劃建議，並透過未來資訊系統電子化，針對全新案件、契約變更，以及轉供契約與躉購契約之轉換過程，設計其快速通關之分流機制與審查處理程序(如圖 1)。

2. 研擬電能轉直供作業管理系統 15 項模組內容，並交付「電能轉直供作業管理資訊系統」需求規範書、招標規範、開發計畫書(如圖 2)。
3. 提出「組級方案+轉直供服務課」基礎上分析規劃。先爭取於系統規劃處內成立「電力代輸組」作爲過渡方案供參。其後並經系統規劃處於經營會議上爭取並獲定案。另已提出台電公司轉直供營運規章及作業程序滾動檢討修訂建議，並提送台電公司審視。

(四)結論：

本研究針對轉直供業務整體架構與執行方式，規劃電能轉直供營運規章、契約修訂解決方案研擬建議，配合轉直供資訊管理系統主要模組功能設計，提出電子化之申請流程，將大幅簡化業者申請案件時程，並針對特殊表設可能態樣進行計算公式研擬，解決目前轉直供業務面臨之難題，使未來轉直供業務執行得以更加順利。

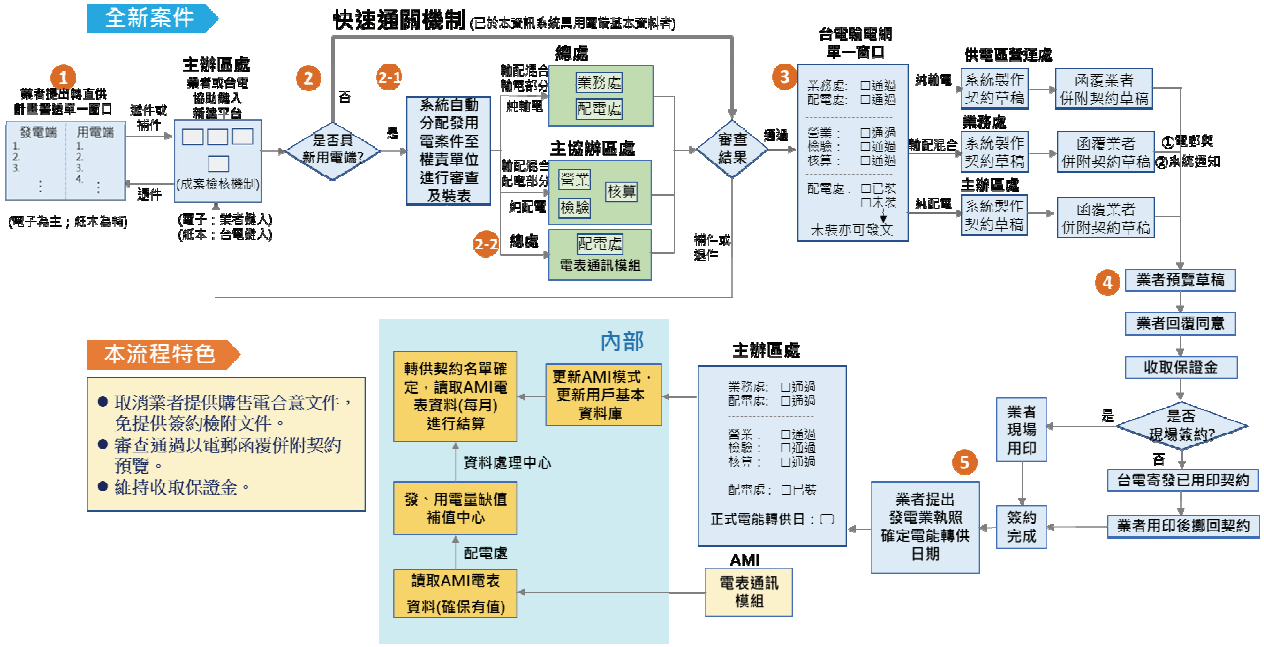


圖 1　電能轉直供流程改善示意圖

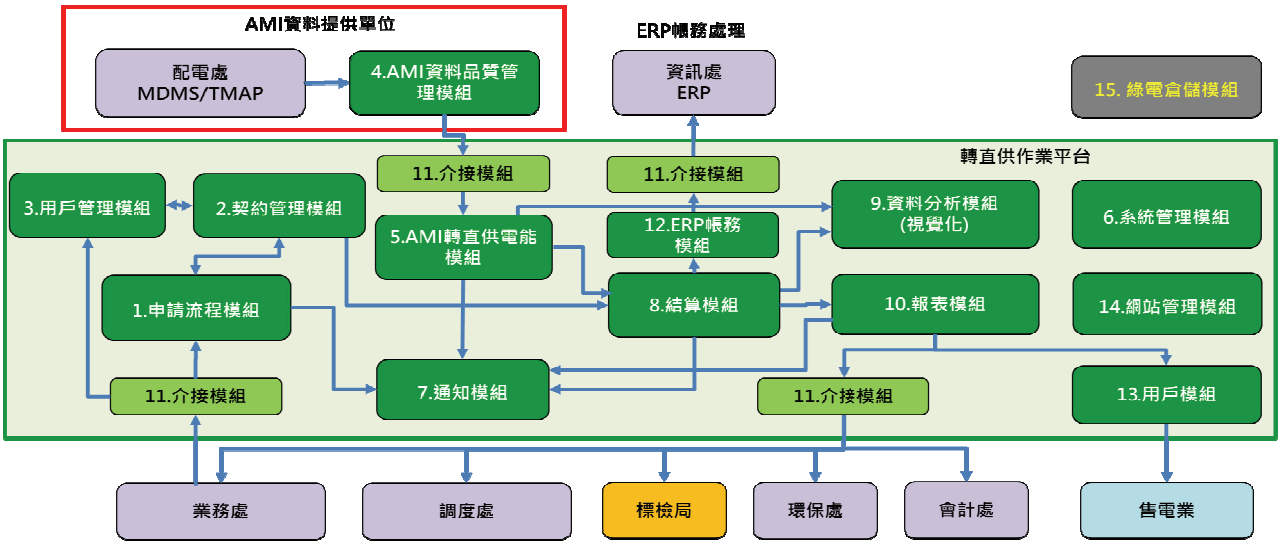


圖 2　研擬電能轉直供作業管理系統示意圖