政府科技發展中程個案計畫書

科技發展類前瞻基礎建設計畫

審議編號：112-2001-02-20-01

行政院原子能委員會

(核能研究所)

「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」

(核定版)

計畫全程：110 年 01 月至 114 年 08 月

中華民國 111 年 9 月

政府科技發展計畫書修正對照表(A009)

審議編號：112-2001-02-20-01

計畫名稱：綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫

申請機關(單位)：行政院原子能委員會核能研究所

序號	審查意見	計畫修正說明	修正處頁碼
1.	台電將以先進配電管理系統(ADMS)整合 DDCS 及 FDCS，包含以 CIM 建立配電資訊交換平台，建立配電調度作業新標準及再生能源運轉調度整合。本計畫宜補充說明所發展之配電網路管理與地理空間資訊應用、微電網與配電網共模調控技術、電動運具智慧充換電儲能電站能源管理系統等在與 ADMS 界接方面，計畫將採用通用資訊界接格式，但是具體的細節，宜於計畫補充。	修改為「透過 sFTP、RESTful、AMQP 等網路服務，強化配電管理系統之資料整合與應用，建立周邊應用程式介面(API)或連結功能，可對電力相關管理系統進行查詢或內容回應，並據以開發饋線變壓器異常示警機制，強化設備維護及檢修。」	第 54、55 頁

附表、計畫目標及預期關鍵成果之修正對照表(修正核定版填寫)

項目	送審版	核定版	
經費	送審數 112 年：115,000 千元 113 年：115,000 千元	核定數 112 年：115,000 千元 113 年：115,000 千元	修正說明
計畫目標及預期關鍵成果	112 年： 目標 1：開發饋線變壓器換相決策與異常示警功能，並將具故障電流計算與狀態估測之動態地理圖資系統，及設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率分析平台，推廣至區處使用 2 件。 關鍵成果 1：開發含再生能源配電之多目標最佳化變壓器換相決策程式，並設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率等時性分析平台，應用至區處 1 件，供區處分析各相運轉資料。 關鍵成果 2：研提饋線保護協調策略，並整合計算 3 種類型之故障電流功能於具狀態估測之地理圖資系統中，將其推廣至區處使用 1 件。 關鍵成果 3：整合 1 個台電配電區處運轉資訊，建立以訊息為基礎之動態地理圖資，運用故障指示器及變壓器訊息模型，開發饋線變壓器異常示警機制，提出變壓器毀損或過載預警。 113 年： 目標 1：研擬電驛參數動態設定策略與行動裝置視覺化顯示技術，並開發饋線四路開關分歧線調相程式，提升全區處饋線不平衡率低於 20%的比例。另將相關功能推廣至區處使用 1 件。 關鍵成果 1：分析變電所饋線口三相運轉數據，開發四路開關分	112 年： 目標 1：開發饋線變壓器換相決策與異常示警功能，並將具故障電流計算與狀態估測之動態地理圖資系統，及設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率分析平台，推廣至區處使用 2 件。 關鍵成果 1：開發含再生能源配電之多目標最佳化變壓器換相決策程式，並設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率等時性分析平台，應用至區處 1 件，供區處分析各相運轉資料。 關鍵成果 2：研提饋線保護協調策略，並整合計算 3 種類型之故障電流功能於具狀態估測之地理圖資系統中，將其推廣至區處使用 1 件。 關鍵成果 3：整合 1 個台電配電區處運轉資訊，建立以訊息為基礎之動態地理圖資，運用故障指示器及變壓器訊息模型，開發饋線變壓器異常示警機制，提出變壓器毀損或過載預警。 113 年： 目標 1：研擬電驛參數動態設定策略與行動裝置視覺化顯示技術，並開發饋線四路開關分歧線調相程式，提升全區處饋線不平衡率低於 20%的比例。另將相關功能推廣至區處使用 1 件。 關鍵成果 1：分析變電所饋線口三相運轉數據，開發四路開關分	無

	歧線調相程式，使全區處饋線不平衡率低於 20%的比例提升至95%，以減少系統損失。 關鍵成果 2：考量分散式電源發電量及饋線各節點電壓估測結果，研擬電驛參數動態設定策略，使保護設備間之保護協調時距達 0.2 秒以上，以避免故障越級跳脫。 關鍵成果 3：開發行動裝置系統 2D 或 3D 顯示技術，並建立配電地理空間資訊平台查找異常迴路，且可介接圖層，以強化配電設備管理，將其推廣至 1 個區處實際試行。	歧線調相程式，使全區處饋線不平衡率低於 20%的比例提升至95%，以減少系統損失。 關鍵成果 2：考量分散式電源發電量及饋線各節點電壓估測結果，研擬電驛參數動態設定策略，使保護設備間之保護協調時距達 0.2 秒以上，以避免故障越級跳脫。 關鍵成果 3：開發行動裝置系統 2D 或 3D 顯示技術，並建立配電地理空間資訊平台查找異常迴路，且可介接圖層，以強化配電設備管理，將其推廣至 1 個區處實際試行。	
	112 年： 目標 2：進行微電網設備之通訊與硬體迴圈調控測試；建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差低於 5%控制、及功率調節系統控制模式切換技術。 關鍵成果 1：開發 1 種調頻即時模擬策略，並完成硬體迴圈雙向通訊測試。 關鍵成果 2：建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%。 關鍵成果 3：開發三相功率調節系統模式切換及多電源(包含功率調節系統、柴油機、太陽能等 3 種電源)之併聯策略，當電源併聯後，維持饋線電壓變動率在 5%以內。 113 年： 目標 2：進行即時模擬系統穩壓調控演算法設計，與完成電力設備調控能力測試；建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上，並開發多電源電能協	112 年： 目標 2：進行微電網設備之通訊與硬體迴圈調控測試；建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差低於 5%控制、及功率調節系統控制模式切換技術。 關鍵成果 1：開發 1 種調頻即時模擬策略，並完成硬體迴圈雙向通訊測試。 關鍵成果 2：建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%。 關鍵成果 3：開發三相功率調節系統模式切換及多電源(包含功率調節系統、柴油機、太陽能等 3 種電源)之併聯策略，當電源併聯後，維持饋線電壓變動率在 5%以內。 113 年： 目標 2：進行即時模擬系統穩壓調控演算法設計，與完成電力設備調控能力測試；建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上，並開發多電源電能協	無

	調策略，達成穩定供電。 關鍵成果 1：設計微電網輔助穩壓調控演算法，並以即時共模系統之硬體迴圈完成台電實際系統設備(如饋線末端單元或電驛等)測試 1 件。 關鍵成果 2：建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上。 關鍵成果 3：開發三相功率調節系統、再生能源與柴油機等 3 種電源協調控制技術，由功率調節系統補償柴油機不平衡電流，並可全日穩定運轉。	調策略，達成穩定供電。 關鍵成果 1：設計微電網輔助穩壓調控演算法，並以即時共模系統之硬體迴圈完成台電實際系統設備(如饋線末端單元或電驛等)測試 1 件。 關鍵成果 2：建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上。 關鍵成果 3：開發三相功率調節系統、再生能源與柴油機等 3 種電源協調控制技術，由功率調節系統補償柴油機不平衡電流，並可全日穩定運轉。	
	112 年： 目標 3：開發變電所設備損傷診斷系統，降低設備失效率 10%，實際至少於 1 處台電變電所試行；規劃資產管理策略與可靠度評估準則。 關鍵成果 1：開發變電所設備損傷診斷評估系統，進行運轉效能劣化趨勢分析及故障損傷程度診斷，降低設備失效率 10%，實際至少於 1 處台電變電所試行。 關鍵成果 2：根據國際資產管理標準，完成變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備之關聯性分析與可靠度評估，以研製變電所設備資產管理策略。 113 年： 目標 3：進行設備運轉效能變化資訊挖掘與狀態評估模組開發；研製維護保養與剩餘壽命控管專家決策系統，延長設備之檢測週期 20%，實際至少於 1 處台電變電所試行。 關鍵成果 1：利用大數據分析技術，進行影響設備運轉效能變化之資訊挖掘，並開發狀態評估模	112 年： 目標 3：開發變電所設備損傷診斷系統，降低設備失效率 10%，實際至少於 1 處台電變電所試行；規劃資產管理策略與可靠度評估準則。 關鍵成果 1：開發變電所設備損傷診斷評估系統，進行運轉效能劣化趨勢分析及故障損傷程度診斷，降低設備失效率 10%，實際至少於 1 處台電變電所試行。 關鍵成果 2：根據國際資產管理標準，完成變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備之關聯性分析與可靠度評估，以研製變電所設備資產管理策略。 113 年： 目標 3：進行設備運轉效能變化資訊挖掘與狀態評估模組開發；研製維護保養與剩餘壽命控管專家決策系統，延長設備之檢測週期 20%，實際至少於 1 處台電變電所試行。 關鍵成果 1：利用大數據分析技術，進行影響設備運轉效能變化之資訊挖掘，並開發狀態評估模	無

	組，。 關鍵成果 2：應用人工智慧技術，完成變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備健康指標評估、失效風險分析、維護與維修排序、與剩餘使用壽命管控等專家決策系統發展，延長設備之檢測週期 20%，實際至少於 1 處台電變電所試行。	組，。 關鍵成果 2：應用人工智慧技術，完成變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備健康指標評估、失效風險分析、維護與維修排序、與剩餘使用壽命管控等專家決策系統發展，延長設備之檢測週期 20%，實際至少於 1 處台電變電所試行。	

■請機關檢核確認業依審議通過之預算數及各項審查意見，妥適完成計畫內容修正(含計畫目標及預期關鍵成果修正)　■是 □否

目 錄

壹、基本資料及概述表(A003)..... 8
附錄 - 最終效益與各年度里程碑規劃表 14
貳、計畫緣起 17
一、 政策依據 17
二、 擬解決問題之釐清..... 20
三、 目前環境需求分析與未來環境預測說明..... 26
四、 本計畫對社會經濟、產業技術、生活品質、環境永續、學術研究、人才培育等之影響說明..... 35
參、計畫目標與執行方法..... 37
一、 目標說明 37
二、 執行策略及方法 52
三、 達成目標之限制、執行時可能遭遇之困難、瓶頸與解決的方式或對策 70
四、 與以前年度差異說明..... 71
五、 跨部會署合作說明..... 72
六、 與本計畫相關之其他預算來源、經費及工作項目..... 73
肆、前期重要效益成果說明..... 74
伍、預期效益及效益評估方式規劃..... 90
一、全程預期效益..... 90
二、112 年效益評估方式規劃 92
三、113 年效益評估方式規劃 94
陸、自我挑戰目標..... 96
柒、經費需求/經費分攤/槓桿外部資源..... 98
捌、儀器設備需求..... 106
玖、就涉及公共政策事項，是否適時納入民眾參與機制之說明..... 112
拾、附錄 113
一、政府科技發展計畫自評結果(A007)..... 113
二、中程個案計畫自評檢核表(請以正本掃描上傳)..... 119
三、性別影響評估檢視表..... 122
四、風險管理評估檢視表..... 132
五、政府科技發展計畫審查意見回復表(A008)..... 135
六、資安經費投入自評表(A010)..... 140

七、其他補充資料..... 141

壹、基本資料及概述表(A003)

<table>
<tr><td>審議編號</td><td colspan="4">112-2001-02-20-01</td></tr>
<tr><td>計畫名稱</td><td colspan="4">綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫(3/5)</td></tr>
<tr><td>申請機關</td><td colspan="4">行政院原子能委員會</td></tr>
<tr><td>預定執行機關
(單位或機構)</td><td colspan="4">核能研究所</td></tr>
<tr><td rowspan="3">預定
計畫主持人</td><td>姓名</td><td>張○瑞</td><td>職稱</td><td></td></tr>
<tr><td>服務機關</td><td colspan="3">行政院原子能委員會核能研究所</td></tr>
<tr><td>電話</td><td></td><td>電子郵件</td><td></td></tr>
<tr><td>計畫摘要</td><td colspan="4">配合行政院核定「智慧電網總體規劃方案」之電網管理、及智慧調度與發電等構面政策目標(B2、A4、B1)，進行相關技術之研發，協助產業技術提升。
1.配合 2025 年自動化饋線下游 5 分鐘內復電事故占比之政策目標，開發本土化配電網路管理與地理空間資訊應用等技術，提升國內配電產業研發能量，避免被外商箝制，加速故障排除與修復，降低用戶停電時間。
2.開發微電網與配電網共模調控技術，由微電網提供配電網各種輔助服務，以維持區域配電網穩定運作；另當微電網進入獨立運轉模式，透過多電源協調控制技術，整合儲能、柴油機及再生能源等電源，降低柴油使用，邁向能源轉型工程。
3.開發輸/變電設備在線損傷診斷與狀態評估系統，控管輸/變電設備健康狀況與早期預警，再藉由開發變電所預知維護資產管理整合平台，建構完整解決方案，提升運轉安全與維護效率，協助國家推動智慧電網發展。</td></tr>
<tr><td rowspan="3">計畫目標、預期關鍵成果及與部會科技施政目標之關聯</td><td colspan="2">計畫目標及預期關鍵成果</td><td rowspan="2">與部會科技施政目標之關聯</td></tr>
<tr><td>112 年度</td><td>113 年度</td></tr>
<tr><td>目標 1：開發饋線變壓器換相決策與異常示警功能，並將具故障電流計算與狀態估測之動態地理圖資系統，及設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率分析平台，推廣至區處使用 2 件。

關鍵成果 1：開發含再生能源配電之多目標最佳化變壓器換相決策程式，並設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率等時性分析平台，應用至區處 1 件，供區處分析各相運轉</td><td>目標 1：研擬電驛參數動態設定策略與行動裝置視覺化顯示技術，並開發饋線四路開關分歧線調相程式，提升全區處饋線不平衡率低於 20%的比例。另將相關功能推廣至區處使用 1 件。

關鍵成果 1：分析變電所饋線口三相運轉數據，開發四路開關分歧線調相程式，使全區處饋線不平衡率低於 20%的比例提升至 95%，以減少系統損失。

關鍵成果 2：考量分散式</td><td>行政院原子能委員會：4:發展能源及後端技術，推廣產業應用</td></tr>
</table>

	資料。 關鍵成果 2：研提饋線保護協調策略，並整合計算 3 種類型之故障電流功能於具狀態估測之地理圖資系統中，將其推廣至區處使用 1 件。 關鍵成果 3：整合 1 個台電配電區處運轉資訊，建立以訊息為基礎之動態地理圖資，運用故障指示器及變壓器訊息模型，開發饋線變壓器異常示警機制，提出變壓器毀損或過載預警。	電源發電量及饋線各節點電壓估測結果，研擬電驛參數動態設定策略，使保護設備間之保護協調時距達 0.2 秒以上，以避免故障越級跳脫。 關鍵成果 3:開發行動裝置系統 2D 或 3D 顯示技術，並建立配電地理空間資訊平台查找異常迴路，且可介接圖層，以強化配電設備管理，將其推廣至 1 個區處實際試行。	
	目標 2：進行微電網設備之通訊與硬體迴圈調控測試;建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差低於 5%控制、及功率調節系統控制模式切換技術。 關鍵成果 1：開發 1 種調頻即時模擬策略，並完成硬體迴圈雙向通訊測試。 關鍵成果 2：建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%。 關鍵成果 3：開發三相功率調節系統模式切換及多電源(包含功率調節系統、柴油機、太陽能等 3 種電源)之併聯策略，當電源併聯後，維持饋線電壓變動率在 5%以內。	目標 2：進行即時模擬系統穩壓調控演算法設計，與完成電力設備調控能力測試；建立可接受電力調度命令之MW級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上，並開發多電源電能協調策略，達成穩定供電。 關鍵成果 1：設計微電網輔助穩壓調控演算法，並以即時共模系統之硬體迴圈完成台電實際系統設備(如饋線末端單元或電驛等)測試 1 件。 關鍵成果 2：建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上。 關鍵成果 3：開發三相功率調節系統、再生能源與柴油機等 3 種電源協調控制技術，由功率調節系統補償柴油機不平衡電流，並可全日	行政院原子能委員會：4:發展能源及後端技術，推廣產業應用

		穩定運轉。	
	目標 3：開發變電所設備損傷診斷系統，降低設備失效率 10%，實際至少於 1 處台電變電所試行；規劃資產管理策略與可靠度評估準則。 關鍵成果 1：開發變電所設備損傷診斷評估系統，進行運轉效能劣化趨勢分析及故障損傷程度診斷，降低設備失效率 10%，實際至少於 1 處台電變電所試行。 關鍵成果 2：根據國際資產管理標準，完成變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備之關聯性分析與可靠度評估，以研製變電所設備資產管理策略。	目標 3：進行設備運轉效能變化資訊挖掘與狀態評估模組開發；研製維護保養與剩餘壽命控管專家決策系統，延長設備之檢測週期 20%，實際至少於 1 處台電變電所試行。 關鍵成果 1：利用大數據分析技術，進行影響設備運轉效能變化之資訊挖掘，並開發狀態評估模組。 關鍵成果 2：應用人工智慧技術，完成變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備健康指標評估、失效風險分析、維護與維修排序、與剩餘使用壽命管控等專家決策系統發展，延長設備之檢測週期 20%，實際至少於 1 處台電變電所試行。	行政院原子能委員會：4:發展能源及後端技術，推廣產業應用
預期效益	全程預期效益如下： 1.藉由本土化配電網路管理與地理空間資訊應用技術開發，調和國內電力與資訊系統產業，取代電力公司現行之國外系統，避免被外商箝制。協助配電系統管理再生能源，有助於納入更多再生能源或分散式電源併網發電，並縮短停復電時間，提升系統供電品質，達成落實自動化饋線快速復電系統之政策目標。 2.開發微電網調度及控制策略，建立 MW 級微電網系統提供區域配電網輔助服務，協助台電電力系統穩定供電、提升微電網與再生能源之即時調度能力、邁向能源轉型工程，並刺激儲能、電力電子等相關產業投入市場。 3.透過損傷診斷與狀態評估技術開發，建構變電所預知維護資產管理系統，有效診斷及排除故障發生之潛在因子，協助台電公司發展狀態與預測維護，將變電所運維轉型成智慧化與自動化。		
計畫群組及比重	□ 生命科技 ____ %　■環境科技 _100_ %　□數位科技 ____ % □ 工程科技 ____ %　□人文社會 ____ %　□科技創新 ____ %		
計畫類別	■ 前瞻基礎建設計畫		

<table>
<tr><td>前瞻項目</td><td colspan="5">■ 綠能建設　□ 數位建設　□ 人才培育促進就業之建設</td></tr>
<tr><td>推動 5G 發展</td><td colspan="5">□ 是　■ 否</td></tr>
<tr><td>資通訊建設計畫</td><td colspan="5">□ 是　■ 否</td></tr>
<tr><td>政策依據</td><td colspan="5">1. NEM-0104020108040100：全國能源會議(第四次)：1.8.5.1 持續推動「智慧電網總體規劃方案」
2. PRESTSAIP-0105GR0301040000：綠能科技產業推動方案：4. 系統整合：透過智慧電網達到「系統整合」，落實完整的綠能開發計畫。
3. EYGUID-01110305000000：行政院 111 年度施政方針：五、確保穩定供電，發展新能源及再生能源；加強節能措施，提升能源效率；推動儲能系統，布建智慧電網，加速能源轉型，落實非核家園。
4. FIDP-20210101080000：前瞻基礎建設計畫(110 年修訂版)：3.1.8 綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫
5. PRESTSAIP-01090502000000：六大核心戰略產業推動方案：(二)健全綠電參與制度。</td></tr>
<tr><td>計畫額度</td><td colspan="5">■ 前瞻基礎建設額度</td></tr>
<tr><td>執行期間</td><td colspan="5">112 年 01 月 01 日　至 113 年 12 月 31 日</td></tr>
<tr><td>全程期間</td><td colspan="5">110 年 01 月 01 日　至 114 年 08 月 31 日</td></tr>
<tr><td rowspan="2">前一年度預算</td><td>年度</td><td colspan="4">經費(千元)</td></tr>
<tr><td>111</td><td colspan="4">210,000</td></tr>
<tr><td rowspan="15">資源投入</td><td>年度</td><td colspan="4">經費(千元)</td></tr>
<tr><td>110</td><td colspan="4">210,000</td></tr>
<tr><td>111</td><td colspan="4">210,000</td></tr>
<tr><td>112</td><td colspan="4">115,000</td></tr>
<tr><td>113</td><td colspan="4">115,000</td></tr>
<tr><td>114</td><td colspan="4">78,000</td></tr>
<tr><td>合計</td><td colspan="4">728,000</td></tr>
<tr><td rowspan="5">112 年度</td><td>人事費</td><td>-</td><td>土地建築</td><td>-</td></tr>
<tr><td>材料費</td><td>2,266</td><td>儀器設備</td><td>27,070</td></tr>
<tr><td>其他經常支出</td><td>55,734</td><td>其他資本支出</td><td>29,930</td></tr>
<tr><td>經常門小計</td><td>58,000</td><td>資本門小計</td><td>57,000</td></tr>
<tr><td colspan="2">經費小計(千元)</td><td colspan="2">115,000</td></tr>
<tr><td rowspan="4">113 年度</td><td>人事費</td><td>-</td><td>土地建築</td><td>-</td></tr>
<tr><td>材料費</td><td>2,766</td><td>儀器設備</td><td>27,280</td></tr>
<tr><td>其他經常支出</td><td>54,724</td><td>其他資本支出</td><td>30,230</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td></td><td></td><td>經常門小計</td><td>57,490</td><td>資本門小計</td><td>57,510</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td colspan="2">經費小計(千元)</td><td colspan="2">115,000</td></tr>
<tr><td>部會施政計畫關鍵策略目標</td><td colspan="5">發展能源及後端技術，推廣產業應用</td></tr>
<tr><td>本計畫在機關施政項目之定位及功能</td><td colspan="5">原能會核能研究所(以下簡稱核研所)為政府科技研發之國家級實驗室，配合國家能源政策之推動，以開發能源技術多樣化及能源技術產業化推廣為目標，深耕能源技術研發多年，多項領域已達到國際水準，技術深具競爭力。依據行政院 101 年核定之「智慧電網總體規劃方案」，原能會核研所為智慧電網推動小組成員之一，因應大量再生能源併入電網，需突破現行電網系統技術，以強化電網韌性與效能，進而有效管理再生能源。目前電力公司之配電系統饋線調度管理皆使用國外系統，遭受外商一定程度之箝制，而國內電力監控系統廠商與地理空間資訊廠商雖具技術能力，但卻因應用領域不同，各自發展，並未結合。核研所於 110 年持續開發本土化配電網路管理平台，並於台電雲林、高雄區處上線運轉，已有初步成果。因應未來淨零排放政策及大量再生能源併入配電饋線，藉由本計畫之跨業整合，開發本土化饋線調度管理系統產品，促成本土產業之加值應用，發揮跨業產業互惠之槓桿效應，除有利於電力公司未來之運維外，並進而提升產業技術及創新應用，創造進軍東南亞電力市場之商業契機。</td></tr>
<tr><td>計畫架構說明</td><td colspan="5">依細部計畫說明</td></tr>
<tr><td></td><td>細部計畫名稱</td><td colspan="4">綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫</td></tr>
<tr><td></td><td>112 年度概估經費(千元)</td><td>115,000</td><td rowspan="2">計畫性質</td><td rowspan="2">產業應用技術開發</td><td rowspan="2">預定執行機構</td><td rowspan="2">核能研究所</td></tr>
<tr><td></td><td>113 年度概估經費(千元)</td><td>115,000</td></tr>
<tr><td></td><td>細部計畫重點描述</td><td colspan="4">112 年：
1.開發饋線變壓器換相決策與異常示警功能，及動態地理圖資與功率分析平台，實際於台電區處試運轉。
2.建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%。
3.開發變電所設備損傷診斷系統，並實際於台電區處試運轉。
113 年：
1.開發線四路開關分歧線調相程式與行動裝置視覺化顯示技術，並實際於台電區處試運轉。
2.建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，開發多電源電能協調策略，穩定區域電網供電。
3.開發設備運轉效能變化資訊挖掘與狀態評估模組，並實際於台電區處試運轉。</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td rowspan="2"></td><td rowspan="2">主要績效指標
KPI</td><td>112 年主要績效指標：
1.論文 10 篇、研究報告 15 篇
2.專利 3 件
3.技轉或技服 2 件</td></tr>
<tr><td>113 年主要績效指標：
1.論文 10 篇、研究報告 15 篇
2.專利 3 件
3.技轉或技服 3 件</td></tr>
<tr><td>前一年計畫或相關之前期程計畫名稱</td><td colspan="2">綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫</td></tr>
<tr><td>前期
主要績效</td><td colspan="2">1.推動本土化配電網路管理系統於台電高雄區處上線運作，經統計 5 分鐘內完成下游復電之成功率由 14%(109 年)提升至 45%(統計 110 年 1~9 月)，符合行政院「智慧電網總體規劃方案」之電網管理分年目標。
2.將核研所微電網裝置容量從百 kW 級擴展至 MW 級，並完成核研所高壓 69kV 系統之快速電錶裝設。另開發微電網之輔助服務調度及控制策略，以微電網整合各種分散式電源進行需量調控，採聚合方式提供 MW 級輔助服務，發揮聚沙成塔效益。
3.核研所開發釩電池核心技術，超過 70%採用國產材料及組件，應用完成 5kW / 10kWh 釩電池儲能系統、10kW/20kWh 多元儲能系統等建置，透過併接於自行開發之微電網能源作業系統(EOS)平台，驗證 EOS 控制逆變器調度液流電池多元儲能系統之充、放電功能。
4.開發大數據運轉狀態監測技術，完成供電變壓器之狀態監測平台建置，並實際應用於台電東林變電所，進行 161kV 供電變壓器之接地電流、油中氣體、局部放電、本體振動、冷卻系統及有載分接頭切換裝置運轉狀態監測與診斷。此外，亦協助台電供電處，建置全省供電變壓器之油中氣體診斷程式，追蹤與管理供電變壓器之健康狀況。
5.本計畫以「核能研究所智慧配電網路管理系統 iDNMS」參加「2021 年全球百大科技研發獎」，從 17 個參賽國家及超過千件的參賽作品中脫穎而出，榮獲 2021 年全球百大科技研發獎(R&D 100 Awards)，科技研發實力受到國際肯定。另外，本計畫以「用於微電網之電壓控制系統及方法」專利技術，參加 2021 年「台灣創新技術博覽會」發明競賽，榮獲鉑金獎。</td></tr>
<tr><td>跨部會署計畫</td><td colspan="2">□ 是 ■ 否</td></tr>
<tr><td>中英文關鍵詞</td><td colspan="2">配電網路管理、地理空間資訊、輔助服務、能源轉型、變電所、預知診斷、資產管理系統。
Distribution network management, geographic information, ancillary services, energy transition, substation, prognostics, asset management system.</td></tr>
<tr><td rowspan="3">計畫連絡人</td><td>姓名</td><td>高◯廷</td><td>職稱</td><td></td></tr>
<tr><td>服務機關</td><td colspan="3">行政院原子能委員會核能研究所</td></tr>
<tr><td>電話</td><td></td><td>電子郵件</td><td></td></tr>
</table>

附錄 - 最終效益與各年度里程碑規劃表

最終效益(Endpoint)與里程碑(Milestone)規劃	修正說明
最終效益： 1. 開發本土化配電網路管理系統，結合地理空間資訊與現場設備資訊，提供調度與搶修人員於故障時之即時視覺化訊息，降低配電中性線電流達 20%與維持饋線保護協調時距，以減少配電保護動作所造成饋線跳脫，並正確隔離故障。 2. 建立 MW 級微電網電力輔助系統與策略、可接受輔助服務調度之功率調節系統直流電源切換技術，及交流功率快速反應輸出控制，完成微電網與配電網共同協作技術，使微電網以秒級提供電網輔助服務，並成功執行電力輔助服務 3 次以上，協助台電電力系統穩定供電，成為國內首例以微電網參與電力輔助服務之先驅 3. 完成輸變/電設備在線損傷診斷與狀態評估系統開發，降低 10%非預期停止運轉事件之發生，並建置變電所預知維護資產管理整合平台，延長設備之檢測週期 20%，實際應用於 1 處台電變電所，以及技服或技轉案 1 件，提升運維效率並降低運維成本。	1.增列降低配電中性線電流之量化指標，並依科技部(111 年 7 月 27 日改制為「國家科學及技術委員會」)建議移除責任不明確的動詞。 2.明確量化查核項目 3.變電所損傷診斷與預知維護資產管理之需求性明顯大於電動運具智慧充換電儲能電站，並且緊密攸關電網運轉安全與供電品質。
110 年度里程碑： 1. 完成配電網路與分散式電源狀態估測與三相配置策略，並建立配電地理空間資訊與設備資訊一致性，改善各饋線承載率低於 80%，可協助系統進行饋線復電操作。並與配電管理系統相關廠商進行配電圖資地理空間資訊與共通資訊模型等相關技術移轉 1 件。 2. 將微電網裝置容量從百 kW 級擴展至 MW 級，完成微電網與配電網之共同即時模擬系統、三相混合式直流端多電源切換控制策略、及功率調節系統個別相控制策略。 3. 完成與電動運具充電樁並用之液流儲能單元模組開發及關鍵組件狀態監測平台建	

最終效益(Endpoint)與里程碑(Milestone)規劃	修正說明
置，並進行其對配電網之衝擊分析。將與電機相關廠商進行大數據偵測與智慧診斷相關技術移轉 1 件。	
111 年度里程碑： 1. 完成開關操作序列及饋線拓撲追蹤技術演算法，並建立配電管理系統之設備資訊，強化再生能源管理。 2. 完成 MW 級微電網實際與台電高壓饋線併接，開發微電網之各種輔助調控決策，建立可接受調度命令之混合式功率調節系統、及功率調節系統與柴油機併聯技術，並與儲能系統廠商進行三相電力控制相關技術移轉 1 件。 3. 完成量體為 10 部充電樁之電動車電站最佳儲能電能容量分析及智慧排程演算法，並建置關鍵組件運轉效能分析基線模型。	
112 年度里程碑： 1. 開發饋線變壓器換相決策與異常示警功能，並將具故障電流計算與狀態估測之動態地理圖資系統，及設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率分析平台，推廣至區處使用 2 件。 2. 結合獨立電網開發 1 種調頻即時模擬策略，並進行電力設備之硬體迴圈(HIL)雙向通訊測試；建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%，開發功率調節系統模式切換控制策略。 3. 完成變電所之變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備損傷診斷系統開發，降低設備失效率 10%，以及變電所設備資產管理策略與可靠度評估，實際至少於 1 處台電變電所試行。	1.增列變壓器異常示警與動態地理圖資技術，並推廣至區處使用 2 件。 2.明確量化查核項目。 3.將技術應用在輸變電設備，並明確量化查核項目。

最終效益(Endpoint)與里程碑(Milestone)規劃	修正說明
113 年度里程碑： 1. 研擬電驛參數動態設定策略與行動裝置視覺化顯示技術，並開發饋線四路開關分歧線調相程式，提升全區處饋線不平衡率低於 20%的比例。另將相關功能推廣至區處使用 1 件。 2. 建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上，並開發多電源電能協調策略，達成穩定供電。 3. 完成變電所關鍵設備運轉效能變化資訊挖掘與狀態評估模組開發，以及維護保養與剩餘壽命控管專家決策系統，延長設備之檢測週期 20%，實際至少於 1 處台電變電所試行。	1.增列饋線四路開關分歧線調相與電驛參數動態設定策略功能，並推廣至區處使用 1 件。 2.無 3.將技術應用在輸變電設備，並明確量化查核項目。
114 年度(8 月)里程碑： 1. 建立動態保護決策與行動裝置通報系統，並開發降低配電中性線電流達 20%技術，減少配電保護動作所造成饋線跳脫。另將相關功能推廣至區處使用 1 件。 2. 完成微電網與配電網共同協作技術，整合 MW 級微電網各種備轉輔助服務系統整合，及功率調節系統調度指令功率輸出，可秒級提供電網輔助服務，並成功執行電力輔助服務 1 次以上；完成協調柴油發電機之儲能控制技術，可依負載需求關閉柴油機，邁向能源轉型工程，並與再生能源系統整合廠商進行能源管理控制相關技術移轉 1 件。 3. 發展損傷診斷系統之訊息回饋與增強學習機制，完成預知維護資產管理整合平台開發，應用於 1 處實際場域，並與輸/變電設備製造或維護相關廠商進行技服/技轉等 1 件。	1.訂定降低配電中性線電流量化指標，並推廣至區處使用 1 件。 2.無 3.將技術應用在輸變電設備，並明確量化查核項目。

貳、計畫緣起

一、政策依據

(一)配合行政院 101 年核定(109 年 2 月修正)「智慧電網總體規劃方案」，以智慧調度與發電、電網管理、儲能系統、需求面管理、資通訊基礎建設、產業發展、法規制度等七大構面來推動。本計畫配合電網管理、及智慧調度與發電等構面之政策目標(B2、A4、B1)，進行相關技術之研發(如圖 1)，協助產業技術提升。

- B2-饋線自動化之系統資料應用推廣：

  饋線自動化提升計畫，整合配電圖資、AMI 資訊、饋線資訊等，以強化 AMI 與配電管理系統資料在運維之應用推廣、饋線自動化之系統資料應用推廣、快速復電系統(FDIR)落實計畫。

- A4-輔助服務需求量研擬：

  依電力調度原則綱要第 14 條辦理，評估輔助服務項目及容量 (至少包含調頻備轉容量、即時備轉容量、補充備轉容量等)。

檢核項目	現況 2019		2020 目標值	2022 目標值	2025 目標值	2030 目標值
自動化饋線下游5分鐘內復電事故數占比(%)	17%		25%	35%	70%	90%
輔助服務準備量(MW)	調頻備轉	700	800	1000	1300	1300
	即時備轉	1000	1000	1100	1100	1100
	補充備轉	1000	1000	1100	1100	1100

註：2025 及 2030 年目標值將因應國內外技術發展及情勢變化滾動檢討

圖 1、行政院「智慧電網總體規劃方案」檢核點目標
(資料來源：行政院「智慧電網總體規劃方案核定本」(109 年 2 月修正)

- B1-輸電系統資料在規劃運轉及維護之應用推廣：

採用國際資通訊標準進行資訊整合及應用大數據分析強化輸、配電資產管理及系統運轉維護效率，增加系統韌性。

(二)配合綠能科技產業推動方案,2025 年打造臺灣成為亞太綠能中心之願景，該政策架構分為綠能推動、科技創新、綠色金融、產業發展等 4 個類別，其中綠能推動又包含太陽光電、風力發電、節能、儲能、系統整合等項目。本計畫是以系統整合項下智慧電網的部分進行延伸，在提高再生能源目標同時，亦藉儲能技術發展來提高電網穩定度。故本計畫開發微電網與配電網之即時調度共模技術，研析配電網路與再生能源發電變動影響，藉以發展微電網之運轉控制技術,提升微電網與再生能源之即時調度能力。此外，開發微電網能源協調分配系統，及混合式功率調節系統，並搭配分散式電源，提供配電網調頻、即時與補充備轉等輔助服務，另外，藉由微電網多電源協調控制技術，可於微電網獨立運轉時，視情況關閉柴油機，邁向能源轉型工程。

(三)鑒於日益嚴重的溫室氣體效應與氣候變遷，節能減碳與發展再生能源發電成為世界各國的必要政策。行政院於 111 年度施政方針當中的叁、五訂定：確保穩定供電，強化節能，加速發展綠電與再生能源、布建儲能及智慧電網，推動亞太綠能發展中心，落實能源轉型，實現非核家園。

(四)前瞻基礎建設-綠能建設：三、前瞻技術試驗及健全綠色金融機制：(一) 開發前瞻技術，達到能源轉型，以環境永續為主要目標，強化能源安全、創新綠色經濟、促進環境永續及社會公平，規劃發電端、用電端、系統端、產業端及環境端等建設目標；打造臺灣為亞洲綠能產業發展的重要據點，讓臺灣於 5 至 10 年內於全球綠能產業占有一席之地。

(資料來源：https://www.ey.gov.tw/achievement/648018B7647F60F7)

(五)根據 109 年 9 月經濟部能源局公布之「強化電網運轉彈性公共建設計畫(核定本)」所述：依據行政院 109 年 3 月 27 日院臺綠能字第 1080042332 號函

核定修正「智慧電網總體規劃方案」，在「解決問題」為導向的前提下，將以 114 年再生能源發展目標之穩定供電為基礎，考量供電品質及用戶服務等方向積極規劃，借鏡國際電網發展趨勢、更新電網即時監控及保護設備等，並應用 AI、大數據及資通訊技術等先進技術，達成確保電力穩定供應並兼顧能源安全、綠色經濟及環境永續，同時落實能源轉型的政策目標。

(資料來源：https://www.ey.gov.tw/File/C5051BB576409892)

二、擬解決問題之釐清

為達成 2050 淨零排放的政策目標，促進電力多元化，降低傳統電廠碳排，邁向能源轉型已成趨勢。然而，每種能源會都會有不同的特性，包含發電的反應速度、持續時間、以及穩定性，一旦占比改變，就會對傳統電網產生衝擊，嚴重時甚至會造成供需不平衡。此外，隨著分散式發電設備占比提升，部分饋線電力變為雙向潮流，除對保護協調造成衝擊之外，亦會造成用戶電力不穩，如何在減碳的同時維持民生用電穩定，亦是一重要的課題。

傳統電網的架構，分別由發電與調度、輸電、配電、及用戶等面向(如圖 2)組成，而現行電力公司之管理系統分為 4 個層級，包含中央調度(Center Dispatch, CD)、區域調度(Area Dispatch, AD)、配電調度(Distribution Dispatch, DD)及饋線調度(Feeder Dispatch, FD)等，皆為國外產品，目前已使用超過 20 年，有受國外箝制之隱憂。針對發電及輸電層級之設備與技術，因國內產業技術能力尚未成熟，無法取代國外產品；然而，在配電及用戶層級，國內電力產業已具備技術基礎，有很大的機會可以取代國外產品，近年來，隨著人工智慧(AI)技術的提升，AI 電力應用的創新需求，與日俱增，台灣資通訊產業的優勢，將更能凸顯與發揮，包含在配電自動化設備、電力轉換、能源監控與管理、微電網系統...等，皆為台灣產業的利基。且電網安全實屬國安議題，國內技術能完成，沒有道理一直由國外把持。此外，因應未來大量再生能源併入配電饋線，變電所輸變電設備電壓電流頻繁波動，使得非預期停電事故之潛在風險增加，將帶來更多故障診斷與資產管理的需求，眾多之科技創新機會油然而生，此為國內產業提升技術能量的機會，亦可作為進軍東南亞國家的技術潛能，商機無限，政府應加強智慧配電領域相關技術開發之投資。

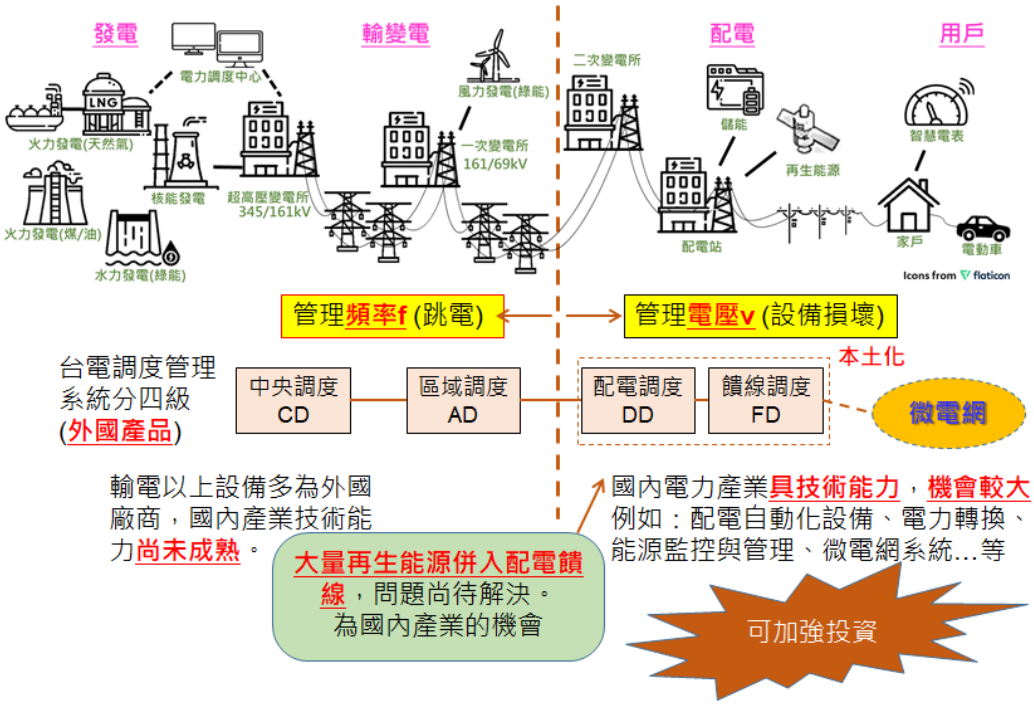


圖 2、智慧電網調度管理的分工

本計畫擬解決之問題可歸納為以下三點：

(一)整合配電管理與地理空間資訊，提高自動化饋線快速復電系統功效

1. 大量再生能源併入配電饋線，引起電壓波動或三相不平衡，進而超出規範影響供電，甚至會有接地過電流電驛動作而跳脫等問題，故應開發主幹與分歧線最佳化配置、三相配置策略、狀態估測及動態保護決策技術，使配電系統保護協調發揮功效，強化電網管理的策略目標。

2. 台電公司現行配電調度管理系統係採用國外系統，維運叫修不便，以及因地制宜進行客製化功能設計不易，隨大量再生能源併入饋線，系統複雜度日漸增加，而既有配電資料轉換尚未依循國際標準，系統資料運維費時且效率不佳之情形日益嚴重，造成調度操作畫面資料即時性不足，易有調度管理畫面與現場實際設備不一致之情形，當事故發生時，調度人員須另再進行拓樸連結及資料確認，導致復電與轉供時間較久；另一方面，未來再生能源大量併入饋線後，配電管理問題更加嚴峻，亟需發展結合配電管理與地理資訊之整合系統(圖 3)，結合配電管理系統之停限電資訊，建立以訊息為基礎之動態地理圖資及視覺化技術，運用故障指示器及變壓器訊息模型，開發饋線變壓器故障示警機制及行動裝置通報系統，強化設備維護及檢修維持電網穩定。

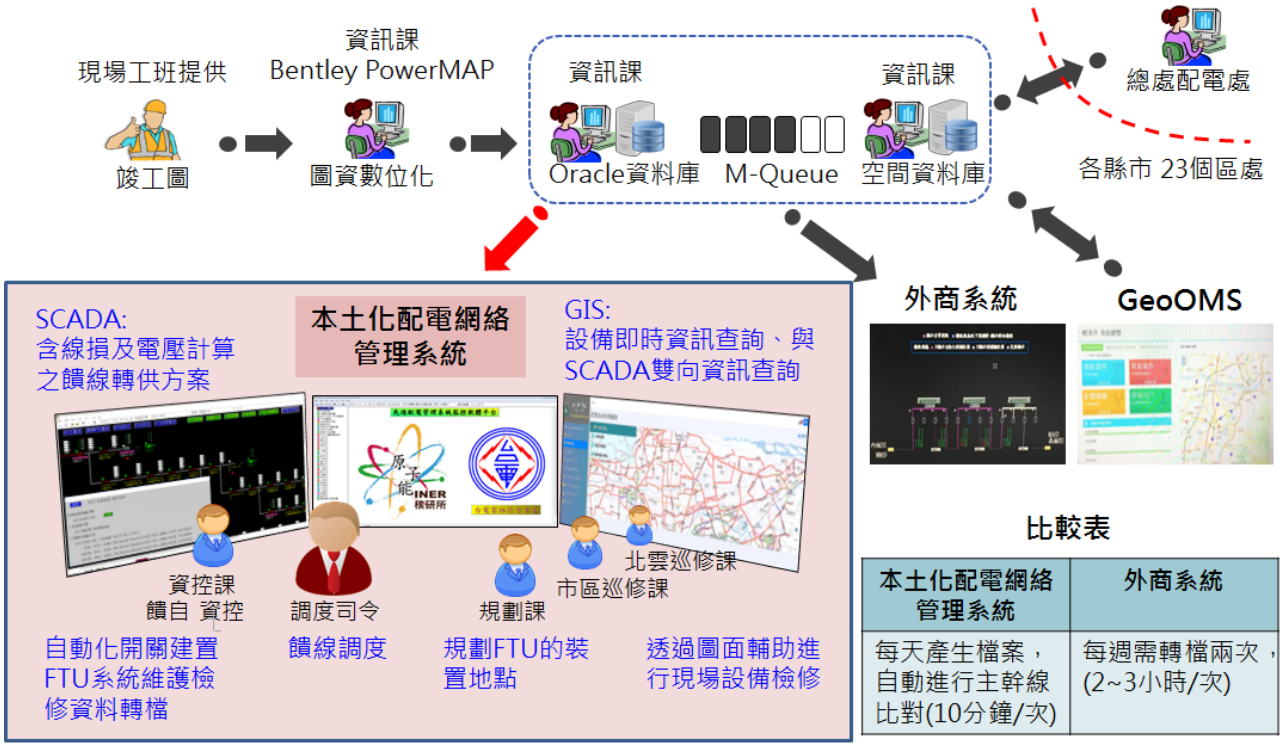
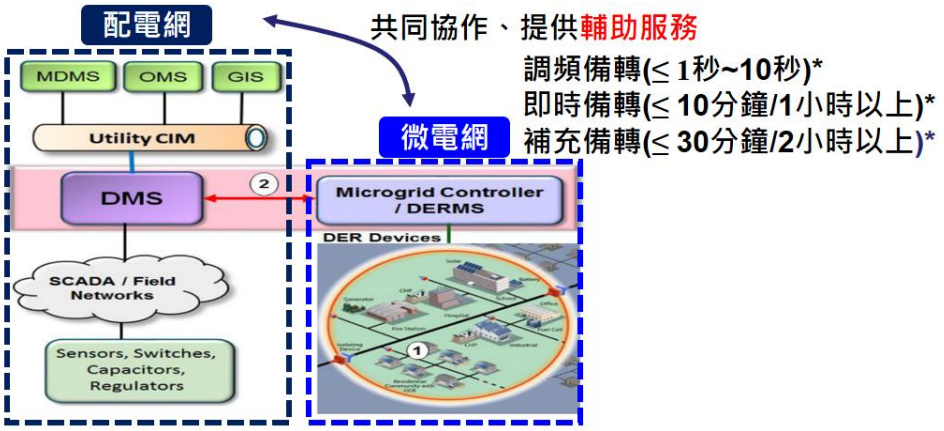


圖 3、本土化配電網路管理系統應用流程圖

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

1. 未來間歇性再生能源大量併網，可經確定性分析再生能源變動情形，當配電網發生擾動或事故時，配電網的調度將更為艱難。建立微電網與配電網共同協作(如圖 4)技術，開發微電網之能源協調分配系統、建立 MW 級微電網系統，進行分散式電源協調分配，提供配電網各種輔助服務，協助配電系統穩定運轉。
2. 離島及獨立電網運轉下，一般由柴油機作為主要電源，當再生能源加入後，柴油機易處於低載運轉的狀態，此時效率不彰，相當耗能。此外，若柴油機因故緊急停止運轉，將伴隨著再生能源跳機，造成電網全黑，且當離島有多組柴油發電機交替供電時，PV 電力轉換器設備易受島上柴油機經常起停切換而老化故障。然而，若以功率調節系統協調柴油機與再生能源，將有利長期提升發電設備運轉穩定性及再生能源併網供電效率，並有機會關閉柴油機，邁向能源轉型工程(如圖 5)。



微電網與配電網共同協作示意圖

* ( )內數字表示(反時時間/持續時間)

資料來源：美國DOE簡報資料，DOE Micro-grid Program Microgrid Controllers by Dan Ton, 2017/2/16

圖 4、微電網與配電網共同協作示意圖

(資料來源：美國 DOE 簡報資料，DOE Micro-grid Program Microgrid Controllers by Dan Ton, 2017/2/16)

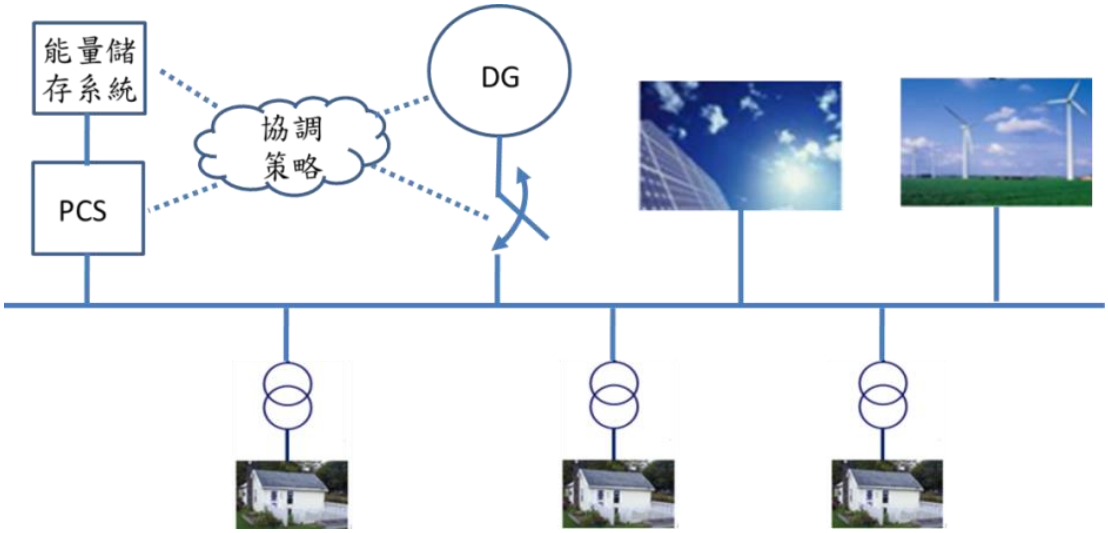


圖 5、多電源協調控制提供併網電壓源

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

1. 具間歇性與不確定性之再生能源併網會加劇電力潮流動態變動，使得變電所輸變電設備包含電力轉換、電力傳輸、電力開關與保護控制等設備，隨時處於能量頻繁變動的狀態，電壓電流的頻繁波動，使得電力設備之絕緣材料所承受的電氣應力與日俱增。由於設備使用壽命往往取決於絕緣材料的絕緣強度，未來大量再生能源併網勢必對變電所之輸變電設備造成衝擊，增加非預期停電事故之潛在風險。
2. 電力設備由於運轉操作、使用時間、使用頻率及使用環境等因素，會逐年發生性能劣化現象。目前，台電變電所設備多以人工、週期性等方式進行保養，即事先安排一定時間進行大修或更換零件，造成非必要的浪費，且無法有效診斷及排除故障發生之潛在因子，更無法有效解決大量再生能源併網所導致的設備壽命減損現象(圖 6)，若有疏忽可能影響整個電力系統的穩定與營運安全。

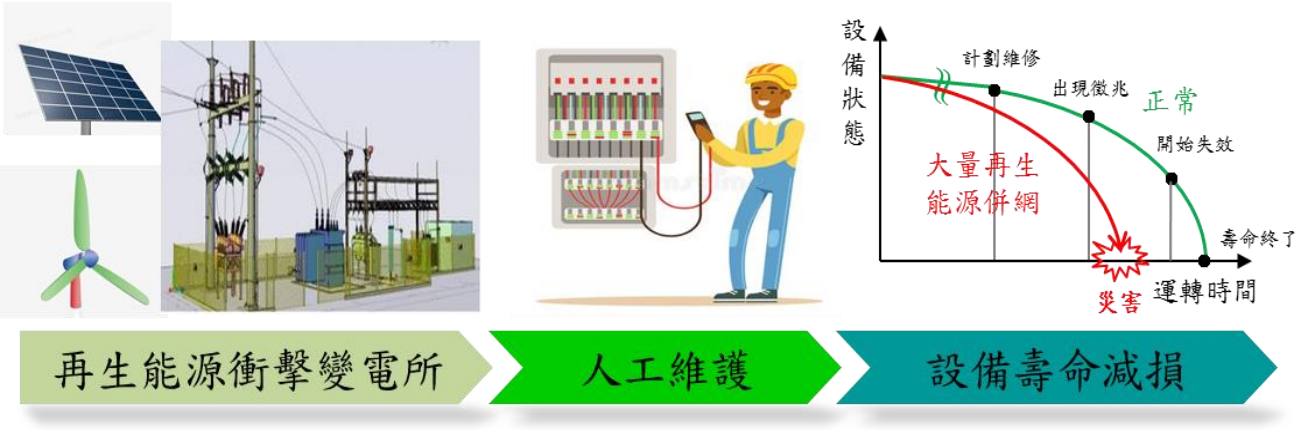


圖 6、大量再生能源併網所導致變電所設備壽命減損

三、目前環境需求分析與未來環境預測說明

隨著間歇性再生能源大量併網，經再生能源確定性分析，其瞬間功率變動顯著，故配電網對於輔助服務的需求日益增加，以維持饋線電壓及頻率穩定。輔助服務可依反應時間及持續時間分為調頻備轉、即時備轉、補充備轉等，微電網因具備多種不同發電特性之分散式電源，故可用來滿足配電網各種輔助服務需求，以協助配電網維持穩定運轉。

同時，在配電管理方面，有別於過去國內產業之電力監控技術及地理空間資訊技術均為獨立開發欠缺整合，核研所致力於調和國內電力與資訊跨業合作後，已建立本土化配電網路管理系統於台電雲林區處試行運轉，加速建立配電地理空間資訊應用，未來將持續推動三相配置策略、動態保護決策、動態地理圖資技術、2D/3D 顯示技術等，期能整合配電饋線調度系統，帶動相關技術發展及跨業應用。

配合政府穩定電網之政策，為確保變電所關鍵設備安全及效能，需就發電設備、電力轉換設備、及儲能設備之可靠度與可用率，狀態監測及故障診斷技術亦是國內外發展重點，透過即時監測以及損傷機制識別，改善變電所之操作與管理方式，達到電網安全與穩定運轉之目標。

針對「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」擬解決問題之目前環境需求與未來環境預測如下所述，並附上 SWOT 分析說明國內現況、本研究團隊之優勢、執行此計畫之必要性及合理性。

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

擬解決之問題	目前環境需求	未來環境預測
降低饋線中性線電流，整合國內配電管理與地理空間資訊技術功能，提升配電網路之再生能源管理技術，並增加饋線保護協調能力，達到提高自動化饋線快速復電系統效益。	1.當大量再生能源併入配電系統後，因其併接的位置不同，會引起不同程度的電壓波動，進而超出規範影響供電，且若是單相再生能源更會造成饋線三相不平衡現象，進而有線路損失高[1]、配電設備利用率降低、中性線電流偏高、引起接地過電流電驛誤動作使饋線跳脫等問題，對於配電調度系統將造成很大的影響，故既有管理系統架構須進行調整[2]，透過主幹與分歧線最佳化配置策略及電網三相配置策略等技術研發，有助於降低饋線承載率與配電中性線電流等效益。目前國外大廠雖有三相配置相關功能，但尚未見到實際應用於電力公司之案例。 2.在複雜的配電系統中，由於饋線主幹及分歧線的節點數量太多，若要掌握各節點的資訊，則須裝設許多量測設備，不僅成本提高且大量數據在傳遞與彙整上，具有一定的難度。當再生能源占比逐漸提高時，且節點量測資料有限的情況下，勢必難以掌握再生能源發電所引起的電壓上升情形，進而影響用電品質，故應開發狀態估測技術。且配電系統之分散式電源及再生能源漸增，傳統配電系統的功率流向從單向轉為多向，分散式電源運轉模式多樣，系統故障電流亦隨之改變，而傳統國內外保護電驛設定之 CTI(協調時距)多於 0.2 至 05 秒間[3-4]，有可能出現協調問題，使保護電驛無法準確判斷以隔離故障，故其保護協調應審慎評估。目前國外大廠已有開發出保護協調決策平台，但尚未見到將再生能源納入考慮，且具備動態調整之保護協調決策平台。 3.在電力調度之實務上，配電管理監控系統之饋線單線圖可顯示開關間之連結資訊，在計畫性或非計畫性停電中，調度人員可輕易地在畫面操作相對應之開關，使電力修復工作順利進行。隨著地理資訊系統蓬勃發展，	1.再生能源多散布於配電系統中，當單相或三相的再生能源裝置容量越來越多時，所造成的三相不平衡現象會越來越顯著，進而增加饋線中性線電流，使饋線源頭之接地過電流保護電驛動作，而導致饋線跳脫，影響供電，故透過饋線三相配置與分歧線變壓器換相等技術開發，可綜合考量最小線路損失、電壓變動最低或容納最多再生能源等多種目標組合條件下，提出饋線開關操作序列與相別配置等規劃建議，以達到降低中性線電流與減少線路損失等效益，強化饋線管理與配電網路韌性。 2.為能在有限的饋線節點資訊下，掌握再生能源發電或饋線末端的電壓狀態，透過狀態估測技術開發，結合架空或地下線路、饋線變壓器、及分散式電源等配電系統元件模型，可協助調度管理系統推估主幹、分歧線及分散能電源的各項運轉資料，可協助配電調度人員掌握系統運轉情形，以正確地作出決策。此外，當大量分散式電源發電逆送至配電網路時，由於分散式電源的不同運轉模式，恐會有相異的故障電流，進而出現饋線設備間的保護協調問題，可經分散式電源運轉模式與短路電流模型研析，應用所開發之動態保護協調策略與電驛參數決策技術，俾利於配電系統較準確地判斷出故障區間，限縮故障範圍，並提高饋線下游轉供的可靠度。 3.本計畫進行饋線調度支援系統整合開發，研擬地理空間資訊系統與配電管理系統之資料交換技術，並建立配電管理系統之設備資訊，強化再生能源管理。進行饋線調度支援系統整合開發，將

擬解決之問題	目前環境需求	未來環境預測
	其於網頁顯示與跨平台操作更加容易，已漸漸成為許多資訊匯集之平台。但國內電力監控及地理空間資訊技術屬獨立發展，尚在試行階段，應善用雙方優點，開發配電網路與地理空間資訊應用整合平台，藉以提供視覺化配電饋線資訊，協助調度人員進行饋線操作。現行饋線異常之故障旗標仰賴 FTU 資訊傳遞，惟其售價偏高，無法大量建置，故障指示器則因架構簡單且價格較低，易廣泛佈建，且同樣可達到縮小故障範圍之效用，故若能整合故障指示器及配電變壓器運轉資訊，將可提供現場調度及巡修人員加速復電與故障排除。	配電系統狀態以 2D 或 3D 方式於地理空間資訊系統呈現，提供視覺化之決策支援。另開發配電系統動態整合平台，將配電系統之故障指示器與變壓器等運轉資訊結合共同資訊模型，採一致之訊息格式，並以企業匯流排(ESB)作為訊息交換媒介，強化配電管理系統之周邊整合與應用。

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

擬解決之問題	目前環境需求	未來環境預測
1.大量間歇性再生能源布建於配電系統中，其瞬間功率變動或配電網發生事故時，須由配電網發出輔助需求，微電網提供輔助服務。然因配電網(頻域)與微電網(時域)模型尺度不同，傳統方法無法同時模擬，亦無法如實反映現實管理系統間之資訊傳送延遲，造成模擬結果與現況不符。另因微電網內各分散式電源不同發電特性，若缺乏發	1.目前市面上可使用電力系統分析軟體(如 Simulink、PSS/E、ETAP PowerStation 等)進行電力系統離線模擬，但尚無法與實際設備進行同步操作。此時若利用即時模擬結合實際硬體設備，透過通訊傳輸及硬體迴路(Hardware in the loop)的運作方式，使用者可在幾乎沒有風險的測試環境下操作設備，並即時獲得結果，加速系統開發。台電綜研所利用 RTDS(Real Time Digital Simulator)模擬器搭配電壓電流放大器進行硬體閉迴路測試，模擬故障發生時FTU是否回傳正確資料[6]。國際上，英國蘇格蘭南方能源公司(SSE)已有利用即時模擬技術測試電網控制器之案例，且個別技術介於驗證及成熟階段，但整體欠缺整合；中國電力科學研究院已將即時模擬技術應用於再生能源併入電網與非線性負載之衝擊評估。 2.隨著間歇性再生能源大量併網，當配電網發生擾動或事故時，配電網的調度更為艱難，透過再生能源確定性分析，微電網可與配電網共同協作，提供不同反應時間與持續時間需求的輔	1.隨著間歇性再生能源普及，微電網與配電網具共模調控機制，以即時模擬結合實際硬體設備進行同步操作，達成微電網需量調控與功率調節系統即時與補充備轉調度，微電網可發揮減緩電壓/頻率波動的功能，協助系統穩定供電，提升微電網與再生能源之即時調度能力。 2.在微電網儲能系統架構部分，在考慮儲能元件的充放次數、運轉壽命、快速功率輸出響應，將以鋰電池為直流源之穩態可長時充放的能量型儲能，搭配以超級電容為直流源之瞬態短時間充放功率型儲能之最佳混合式儲能系統設計，並根據區域配電網頻率變動、負載、再生能源發電的不同特性，提供區域配電網穩定運轉，另可依據電力調度命令，微電網可結合混合式功率調節系統、柴油發電機、微渦輪機、及再生能源提供自主式快速反

擬解決之問題	目前環境需求	未來環境預測
電調度策略分配，無法依發電輸出功率大小、反應時間、及持續運轉時間，來滿足配電網端各種輔助服務需求。 2.當配電網發生重大事故，微電網快速輔助服務已無法讓配電網維持正常運轉，則必須切換為獨立運轉模式，傳統獨立運轉電網係由分散式電源(如柴油機、PV 再生能源)、儲能系統、及負載等組成，當再生能源及負載變動大時，柴油機運轉於頻繁升降載或低速狀態，導致低發電效率、及三相不平衡負載用電所造成電力損耗問題。	助服務，其中若建立微電網包含儲能等分散式電源間之調度策略，可提供各種輔助服務，協助系統穩定供電。文獻[7]提出使用雙層控制策略的電力儲能系統，此系統由波動緩和控制層與功率分配控制層組合而成，可減緩風場功率輸出的波動現象，文獻[8]提出基於鋰電池充放電狀態的超級電容狀態調整方法的混合儲能控制策略，詳細討論了儲能元件的過充、過放與最大功率限制保護問題。文獻[9]提出綜合改進下降控制模式減小頻率振盪與抑制風力發電變動功能一體的混合儲能技術。 3.獨立電網運轉下，一般柴油機為主要電源，加入再生能源後，柴油機有時處於低載運轉相當耗能，若因故緊急停止運轉而失去電壓源時，再生能源將會跳機，嚴重時將造成全黑。國內有許多儲能系統商，整合國內的電池管理系統(BMS)技術以及國外的功率調節系統(PCS)，並進行能源管理系統(EMS)開發，但因國內 PCS 尚仰賴國外技術，且針對個別案場仍需開發加值功能，如協調柴油機進行儲能的控制、多電源無縫切換等功能。	應、調頻備轉、即時備轉、及補充備轉之輔助服務。 3.離島電網架構包含儲能系統、柴油機、及再生能源等，當再生能源發電量大於負載需求，柴油機將處於低速運轉，並由儲能吸收多餘之能量，以穩定負載端電壓頻率，甚至可視情況關閉柴油機，並由儲能系統提供電網電壓，維持再生能源及負載運行，達成能源轉型。

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

擬解決之問題	目前環境需求	未來環境預測
1.再生能源併網之電力潮流動態變動，使得變電所輸變電設備包含電力轉換、電力傳輸、電力開關與保護控制	1.隨著電力需求不斷地增加，以及再生能源與分散式發電設備併網量逐漸地提高，變電所設備乘受電氣應力也逐日提高，為確保變電所設備運行之可靠性與安全性，監測關鍵設備之健康狀況及	1.隨著經濟的增長，對能源和電力的需求也顯著增加，但當運轉中的設備超過原始設計壽命的極限，發生故障之機率也隨之驟升，非但是瞬間發生，且後果嚴重，因此為重要設備提

擬解決之問題	目前環境需求	未來環境預測
等設備，隨時處於能量頻繁變動的狀態，電壓電流的頻繁波動，使得非預期停電事故之潛在風險增加。 2.目前設備多以人工、週期性等方式進行保養，造成非必要的浪費，且無法有效診斷及排除故障發生之潛在因子，若有疏忽可能影響整個電力系統的穩定與營運安全。	壽命預測是必要的。目前，國際間大型電力設備商，均有開發變電所監控整合平台，但受限於軟、硬體相容性問題，以及日後功能擴充會受到原開發商之限制，應培植本土之研究機構與系統廠商，開發出符合使用者需求的變電所監控整合平台。 2.觀察國際上發展智慧電網之策略，跨領域整合是其中之關鍵，並且變電所處於電力傳輸之樞紐位置，故眾多機構紛紛投入變電所的智慧化。ABB 的 FocalPoint 電力狀態監測系統(Condition Monitoring for Electrical System, CMES)，能夠分析設備過去與當下的狀態避免事故發生，並預測設備未來狀況和能耗管理，除具有經濟價值更提升整體安全性，能延長變電所設備生命週期[10]。德國 E-Energy 公司，是由德國政府協調 ABB、EnBW、IBM 與 SAP 等廠商，進行變電所設備的智慧化整合[11]。 3.變電所關鍵設備運轉狀態數據，隨著監控技術的多元化發展，以及 SCADA 系統、生產管理系統、能源管理系統等交互利用而呈指數成長，從而展現 AI 大數據的需求。美國最大的發電公司杜克能源(Duke Energy)，自 2010 年起與 EPRI、National Instrument 及 GP Strategies 等機構合作，利用工業物聯網(IIoT)和大數據分析，以數據驅動(Data Driven)方式取代傳統物理模型，建立發電設備智慧監控與診斷系統，提供全廠設備狀態監測及預測性維護[12]。	供智慧化監控系統、及早期預警功能，可確保關鍵組件能維持其預期功能，相當重要。 2.本計畫進行智慧型損傷診斷與狀態評估系統技術開發，未來可結合變電所關鍵設備之資產管理，在設備退化和壽命方面權衡每項操作的成本效益，並與 IEC61850 相互整合，進行變電所全面數位化、自動化與智慧化，以確保電網安全與穩定運轉。

SWOT 分析表

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

SWOT 分析	
優勢(Strengths)	劣勢(Weakness)
1.本所已完成模擬多樣化配電饋線架構之軟硬體及各類分散式電源建置，並具備即時電力潮流分析功能及含再生能源之配電饋線運轉經驗。 2.本所已與國內配電系統廠商維持合作默契，對於既有 SCADA 系統已有一定程度之瞭解，有助於開發相關應用功能。 3.本所具整合本土配電系統與地理圖資系統經驗，已建立相關配電應用功能於台電配電區處試行運轉，國內廠商經調和後，相關技術已漸趨成熟與穩定，為系統整合之利基。	1.目前饋線三相配置技術開發較無實際運轉實例分析，且實際現場正確資料的取得及整併具有一定困難。 2.配電系統之分散式電源及再生能源漸增，傳統配電系統的功率流向從單向轉為多向，有可能出現協調問題，使保護電驛無法準確判斷以隔離故障。 3.國內之系統廠商多屬中小企業，其經營模式受限產業規模及研發人力等條件限制，即便在各自領域雖各有優異成果，但較難進行跨領域整合開發，亦需協助企業持續推動符合國際標準或規範之能力。
機會(Opportunities)	威脅(Threats)
1.開發饋線三相配置技術能降低線路損失、提高配電設備利用率、降低中性線電流避免接地過電流電驛動作，導致饋線跳脫等問題，以提高配電調度系統穩定度。 2.利用本計畫開發之分散式電源故障電流模型、保護協調分析、電驛參數動態設定及故障電流指示器運轉資訊傳遞等技術，可推廣至國內廠商，強化故障隔離技術。 3.配合饋線自動化以縮短停復電時間之政策目標，建構饋線調度支援系統及善用地理空間資訊，並建立通用訊息交換標準，可大幅降低設備資訊及用戶等龐大資訊之複雜度，進而加速停復電決策流程。	1.由於配電管理系統架構複雜，並具大量用戶相關資料，造成資料量龐大，導致演算法耗用大量運算資源及時間，需技巧性地進行系統分析等效並驗證。 2.因大量再生能源併入電網，若發生故障時，動態電驛保護設定需考慮電流方向、及再生能源發電情形，將增加評估保護電驛設定值之困難度。 3.國際大廠在配電管理系統具備多年開發經驗，且具有國際標準制定優勢，對於後續進入產業者將造成不小的壓力，尤其國內配電管理軟體產業多以中小企業為主，國際大廠投入國內配電領域競爭，勢必造成威脅。

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

SWOT 分析	
優勢(Strengths)	劣勢(Weakness)
1.本所具備即時模擬系統開發與硬體迴路模擬經驗，並已建立相關系統軟體模型，奠定未來即時模擬區域電網技術開發之基礎。 2.本所已開發國內首座 470kW 微電網系統，實際併接於台電龍潭 OQ38 高壓 11.4kV 饋線，並可接受 20 公里外台電桃園區處調度指令，完成微電網卸載、解聯、併聯、及電力輸出輔助服務等功能，已具備含再生	1.尚未使用兩台以上即時模擬機器進行不同尺度之共同即時模擬，且應用通訊傳輸將模擬與實際設備結合之技術仍闕如，相關技術有待開發研究。 2.目前輔助服務多著墨於儲能系統，若要以微電網提供輔助服務，因微電網內各分散式電源不同發電特性，若不易依發電輸出功率大小、反應時間、及持續運轉時間，無法滿足配電網端各種輔助服務需求。

能源之輔助服務相關經驗。 3.傳統功率調節系統只能三相平均出力，本所開發個別相控制技術，可應用在三相不平衡較嚴重的地區，保持柴油機維持基載輸出，並可避免任一相逆送至柴油機，造成跳機的問題。	3.國內過去的市場，較無功率調節系統的需求，因此造成許多廠商代理國外產品，並無自行研發。當遇到再生能源較多或其他特殊的場合，再生能源或功率調節系統有可能無法順利運行。
機會(Opportunities)	威脅(Threats)
1.針對配電網與微電網模擬分析上，多以電力系統分析軟體(如：MATLAB/Simulink、PSS/e、ETAP PowerStation…等)進行離線模擬，難以考量現場實務之訊息傳遞與通訊延遲等情形，故本技術開發後可與實務設備進行共同測試。 2.隨著大量再生能源饋入配電網，配電網所需的各種輔助服務需求也日益增加，開發微電網輔助服務調度策略，可提升微電網與再生能源之即時調度能力，滿足配電網的服務需求。 3.美國加州大學聖地牙哥分校(UCSD)的分散式微電網技術，及美國 DOE 簡報中曾提出微電網與配電網共同協作提供各種輔助服務之想法，但尚未見到實際案例。 4.隨著綠能意識抬頭，國內已有許多廠商願意轉型並投入相關技術研發，且國內研究單位在功率調節系統研究上已有相當的能量，因此，促成廠商轉型成功的機會相對來得高。	1.國外已將即時模擬技術應用於電力系統，如中國電力科學研究院應用於再生能源併入電網評估，英國蘇格蘭南方能源公司(SSE)已有利用即時模擬技術測試電網控制器之案例，以節省成本及提高系統穩定性，國內相關技術仍待研究。 2.國內目前相關產業需求仍在萌芽，微電網內各分散式電源不同發電特性，需設計搭配各式策略與功率調節系統，來滿足配電網端各種輔助服務需求。 3.國內較缺乏驗證大瓦數功率調節系統的場地，如何解決場地問題，成為廠商須優先考慮的項目。

(三) 變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

SWOT 分析	
優勢(Strengths)	劣勢(Weakness)
1.國內具有化學、材料、化工、電子、機械等領域專長研發人力，並具及具有實驗室規模、系統放大測試到工程整合研發及實績。 2.核研所已成立監測與診斷中心，並具備相關技術服務經驗，例如：電廠變壓器部份放電分析、配電變壓器故障早期預警等，有助於變壓器關鍵設備監測與診斷技術開發，且已有成效。並在幾個變壓器已找到相關故障問題，建議變電所進行改善或汰換相關設備，達到故障早期預警之功能。	1.國內變壓器智慧損傷診斷技術研究發展仍處於初期，變電所關鍵設備之大數據監測與智慧診斷，需要跨領域整合相關研發專業技術。研發規模及技術成果不易彰顯，僅能針對部分重要議題進行研究，缺乏系統性基礎研究。 2.風力或太陽能等再生能源的配比不斷增加，因間歇性的供電導致電力的不穩定性及不確定因素增加，供電與配電管理較以往更加複雜。

機會(Opportunities)	威脅(Threats)
1.近幾年備轉容量率低，供電吃緊，台電對每座機組供電可靠度與輸變電設施穩定度都特別重視。 2.配合政府能源政策，台電提升再生能源占比，重新選定作為基載電力的發電機組，電力調度情形與以往不同，造成夜間供應不足的問題，且再生能源運轉與停機次數頻繁，亦提高電力調度的難度。 3.因變電所關鍵設備的老化問題，造成設備爆炸、失火、故障，核研所此時導入大數據監測與智慧診斷，正好可為國家在變電設備之穩定性及安全性上開發相關技術，提供專業之研發能量。	1.西門子、ABB 與 GE 等國外廠家，在監測與診斷技術開發已有多年經驗，並成功地應用在不同場域。 2.變電所關鍵設備之監測需要開發可準確量測之設備，如油中氣(DGA)、部份放電(PD)等，國內尚無法自主開發生產，必須仰賴國外進口引進相關設備且設備昂貴，造成無法大量佈建至多個變電所進行即時監測，導致無法即時發現問題並加以解決。 3.變電所關鍵設備缺乏法規或標準支持，形成非技術性障礙，影響發展規模。

參考文獻

[1] Huating Xu, Zhihong Yu, Jinxiu Hou, Yawei Wei, Zhijian Zhang., “Deep Reinforcement Learning-Based Tie-Line Power Adjustment Method for Power System Operation State Calculation” IEEE Access, Vol. 7, pp. 156160-156174, 2019.

[2] Zhenfei Tan, Haiwang Zhong, Jianxiao Wang, Qing Xia, Chongqing Kang., “Enforcing Intra-Regional Constraints in Tie-Line Scheduling A Projection-Based Framework” IEEE Transactions on Power Systems, Vol. 34, No. 6, pp. 4751 - 4761, 2019.

[3] 許○興，「用戶電驛保護設備基本維護與判讀」，電驛協會會刊，第 27-44 頁，民國 103 年。

[4] Zhiqi Han, “Protection Coordination in Networks with Renewable Energy Sources,” Master Thesis of Department of Electrical and Electronic Engineering, Manchester: University of Manchester, 2014.

[5] SuperSurv 10.2，「Help 說明」，2020 年 5 月 25 日，https://www.supergeotek.com/tw/manuals/SS/quicktutorials_query.htm。

[6] 吳○成、林○洲、梁○志、黃○榕、萬○碩，「即時動態模擬於台灣電力系統應用之情形」，台電工程月刊，第 837 期，2018 年 5 月。

[7] G. Delille, B. Francois, G. Malarange., “Dynamic Frequency Control Support by Energy Storage to Reduce the Impact of Wind and Solar Generation on Isolated Power System’s Inertia,” IEEE Transactions on Sustainable Energy, vol. 3, no. 4, pp. 931-939, 2012.

[8] LI Fengbing, XIE Kaigui, ZHANG Xuesong, WANG Ke, ZHOU Dan, ZHAO Bo., “Control strategy design for hybrid energy storage system based on charge/discharge status of lithiumion battery,” Automation of Electric Power Systems, Vol. 37, No. 1, pp. 70 - 75, 2013.

[9] Jin-Hong Jeon, Jong-Yul Kim, Seul-Ki Kim, Jang-Mok Kim., “Unified compensation control of a hybrid energy storage system for enhancing power quality and operation efficiency in a diesel and wind turbine based standalone microgrid,” Proceedings of the 3rd International Symposium on Power Electronics for Distributed Generation Systems, pp. 264 - 270, 2012.

[10] “NAM Training Course Catalog – FocalPoint,” ABB ◦ 2022.1.5 access from https://new.abb.com/docs/librariesprovider139/default-document-library/nam-training-course-catalog---focalpoint-v1-1.pdf

[11] Andreas Reinhardt, and Lutz Steiner., “E-Energy German Smart Grid Projects Overview,” EPRI Smart Grid Demonstration Advisory Meeting, 2010. https://smartgrid.epri.com/doc/05_E-Energy%20German%20Smart%20Grid%20Projects.pdf

[12] Alex West., “Duke Energy Leverages IIoT for Predictive Maintenance Applications,” National Instruments, 2018. https://ni.nubicom.co.kr/img/pdf/Duke_Energy_IHS_Market_Case_Study.pdf

四、本計畫對社會經濟、產業技術、生活品質、環境永續、學術研究、人才培育等之影響說明

(一)社會經濟：

1. 藉本土化配電網路管理與地理空間資訊應用技術開發，調和國內電力與資通訊系統產業，建立本土維運供應鏈，協助配電系統管理再生能源，縮短停復電時間，提升系統供電品質。保守估計可替電網管理與資通訊基礎建設等產業帶來 218.7 億元以上的產值;此外可替電力公司減少運維費用與停電損失，預估相關效益累計可達 199 億元以上。
2. 開發微電網調度及控制策略，提供電網輔助服務以強化電網韌性、改善民生用電問題、邁向能源轉型工程，並刺激儲能、電力電子、公民電廠等相關產業投入市場，預估相關效益累計可達 235 億元。

(二)產業技術：

1. 透過計畫的技術開發，可使本土產業進行異業互補與整合，帶動國內配電產業技術發展與市場商機，提升本土廠商的國際競爭力，以配合政府新南向政策，達到產業技術輸出之目的。

(三)生活品質：

1. 計畫成果係提升配電系統之饋線與再生能源管理技術，相關功能可作為調度與搶修人員的重要參考資訊,以提高自動化饋線快速復電系統功能，及達到縮短停復電時間的效益，有助於提升用戶的生活品質。
2. 開發微電網之輔助服務調度及控制策略，可降低再生能源併網的衝擊，並提供電網輔助服務，有助於提升電網供電穩定。

(四)環境永續：

1. 本計畫透過降低配電饋線中性線電流與提高饋線保護協調能力，有助於讓配電系統納入更多再生能源或分散式電源併網發電，以呼應環境永續的長期規劃。
2. 開發功率調節系統與再生能源、柴油機等電源併聯技術，降低離島地區

柴油用量以減低發電成本及廢氣排放，邁向能源轉型工程，並刺激儲能、電力電子等相關產業投入市場。

(五)學術研究：

1. 本計畫積極促成與學界進行配電管理與地理空間資訊相關研究計畫，並將前瞻技術於國家級研究機構進行試驗，使關鍵技術應用並發揮於實際場域中，技術研發成果可發表於會議論文及撰寫成研究報告，厚實國內配電管理與地理空間資訊應用之研發實力。
2. 本計畫發表之微電網輔助服務調度、變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術等研究成果，將促成學術相關研究之參考與追隨，並形成上中下游技術之無縫鏈結，厚實國內儲能系統應用學術領域之基礎。

(六)人才培育：

1. 透過本計畫與學界進行之合作研究計畫，將能培育國內博碩士成為電力、發電、輸電、配電或地理空間資訊領域、微電網、儲能系統等相關專業人才。另一方面，針對原本非屬前述專長之本所計畫團隊成員，亦可藉在職訓練(On-the-Job Training)的機會，轉而發展個人之第二技術專長。期待整體貢獻可厚實國內於相關研究領域之研究人力素質。

參、計畫目標與執行方法

一、目標說明

配合行政院 101 年核定(109 年 2 月修正)「智慧電網總體規劃方案」，以智慧調度與發電、電網管理、儲能系統、需求面管理、資通訊基礎建設、產業發展、法規制度等七大構面來推動。這七大構面已依據問題種類及關連性，進行合理的整合與分工，本計畫乃根據上述電網管理、及智慧調度與發電等兩大構面之政策目標包含(B2、A4、B1) (如圖 7)，進行展開與規劃，故各子項之間的研究項目可形成良好的分工與互補，且成果可緊密相互應用。

- B2-饋線自動化之系統資料應用推廣：

  饋線自動化提升計畫，整合配電圖資、AMI 資訊、饋線資訊等，以強化 AMI 與配電管理系統資料在運維之應用推廣、饋線自動化之系統資料應用推廣、快速復電系統(FDIR)落實計畫。

- A4-輔助服務需求量研擬：

  依電力調度原則綱要第 14 條辦理，評估輔助服務項目及容量(至少包含調頻備轉容量、即時備轉容量、補充備轉容量等)。

- B1-輸電系統資料在規劃運轉及維護之應用推廣：

  採用國際資通訊標準進行資訊整合及應用大數據分析強化輸、配電資產管理及系統運轉維護效率，增加系統韌性。

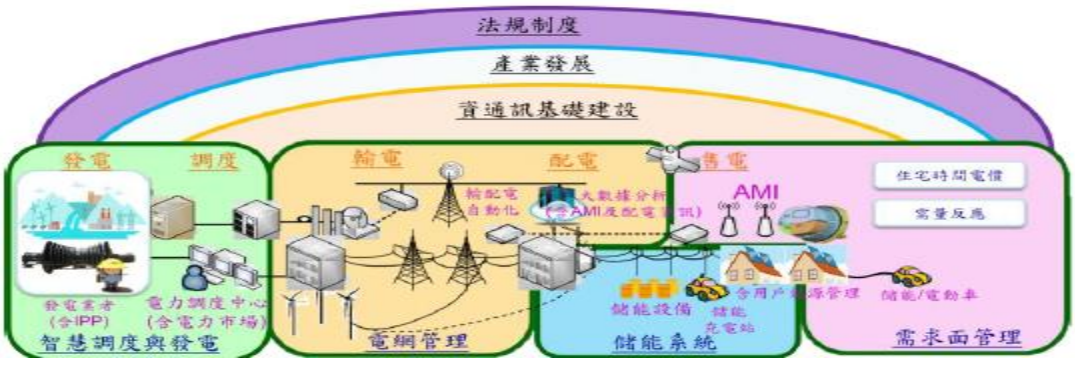


圖 7、智慧電網總體規劃架構調整
(資料來源：智慧電網總體規劃方案核定本 109 年 2 月修正)

核能研究所以既有的配電網與微電網之技術基礎，配合上述政策方向，藉由「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」，開發本土化配電網路管理與地理空間資訊應用、微電網與配電網共模調控技術開發、變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術，項下包括：電網三相配置技術開發、配電動態保護決策技術開發、饋線調度支援系統整合開發、微電網與配電系統之即時調度共模研究、微電網輔助服務調度策略研究、微電網多電源協調控制、智慧型損傷診斷與狀態評估系統發展、預知維護資產管理整合平台開發，以達智慧電網總體規劃方案之國家政策目標。本計畫架構分為三個子項及其工作項目，如圖 8 所示。

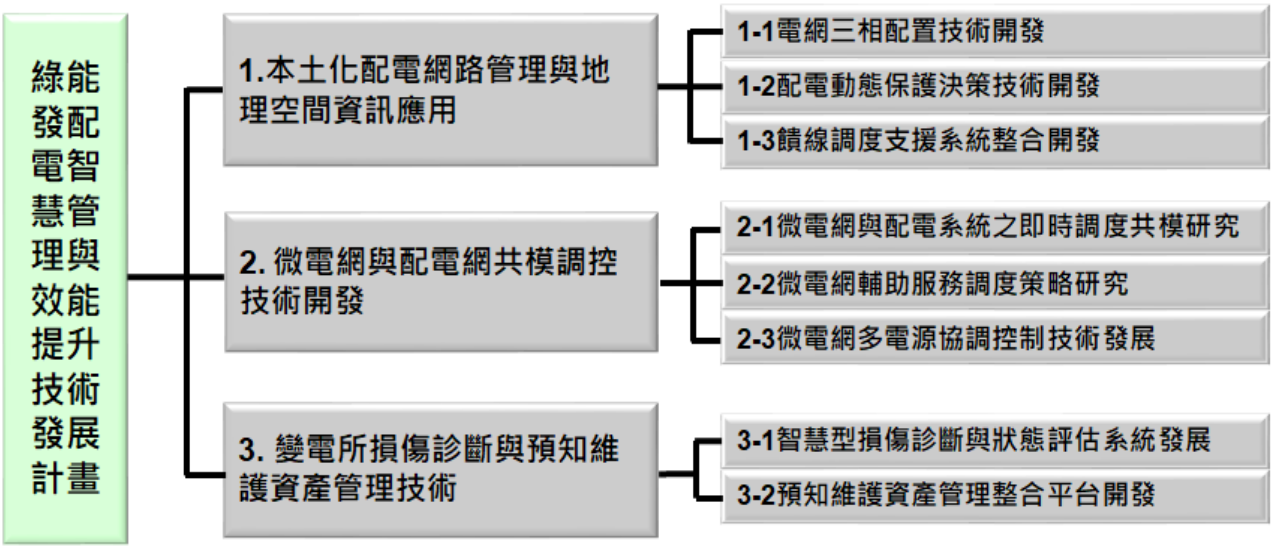


圖 8、計畫架構圖

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

當大量再生能源併入配電網路時，易引起電壓波動或三相不平衡，進而超出規範影響供電，且既有配電管理系統(國外產品)功能不敷使用，將影響自動化饋線快速復電系統之政策目標的推動。而於再生能源管理方面，目前國內電力監控及地理空間資訊技術獨立作業欠缺整合，應結合雙方優勢，自主開發配電網路管理與地理空間資訊應用於本土化系統平台中，俾利調度人員因地制宜有效管理再生能源，並縮短故障停電時間。

1. 研究團隊以配電潮流技術進行含再生能源發電之配電系統狀態估測，並針對饋線三相架構提出配電網路三相配置策略(如圖 9)，將策略與本土化配電網路管理與地理空間資訊應用系統平台進行整合開發，達到功能應用與加值(如圖 10)，改善配電饋線三相不平衡，並開發饋線主幹與分歧線動態保護決策技術，協助配電系統管理再生能源與提高饋線調度運轉效能。
2. 饋線調度支援系統整合開發，整合配電系統動態資訊與地理空間資訊(如圖 11)，提供調度人員掌握系統即時狀態；並參考國內外電力公司現場巡檢系統，提出行動裝置通報系統優化建議，使巡修人員能迅速抵達故障區域，縮短事故搶修時間。

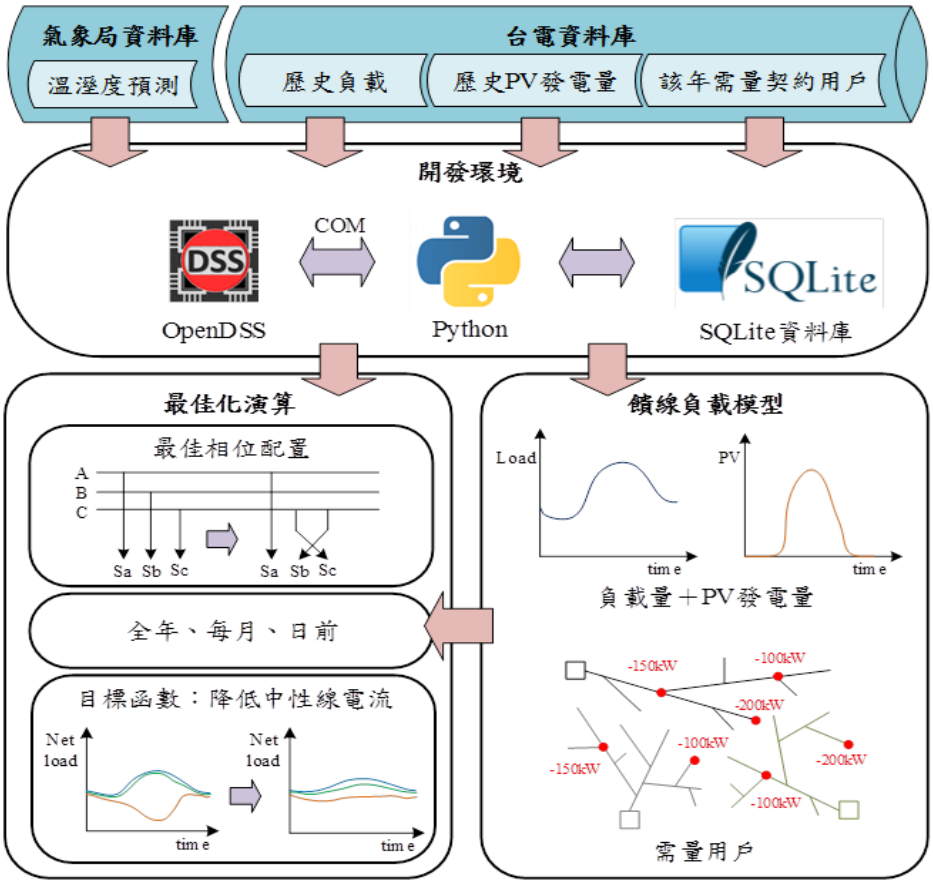


圖 9、配電網路三相配置策略

(資料來源：核研所整理)

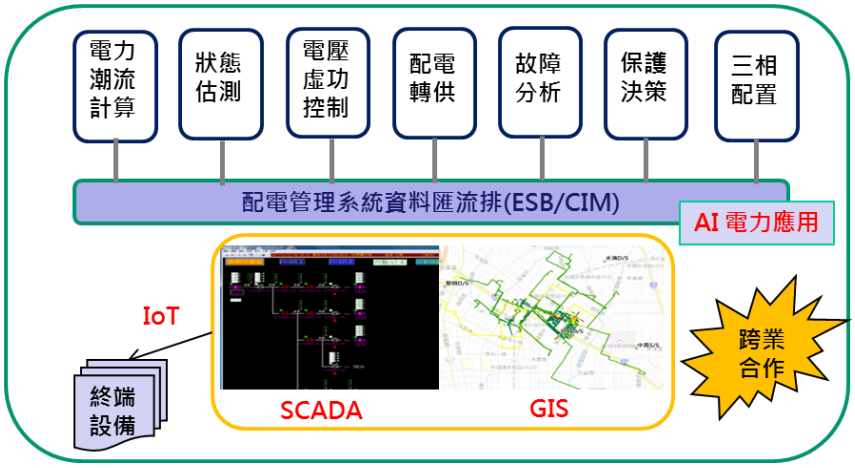


圖 10、本土化配電網路管理及地理空間資訊應用系統平台功能示意

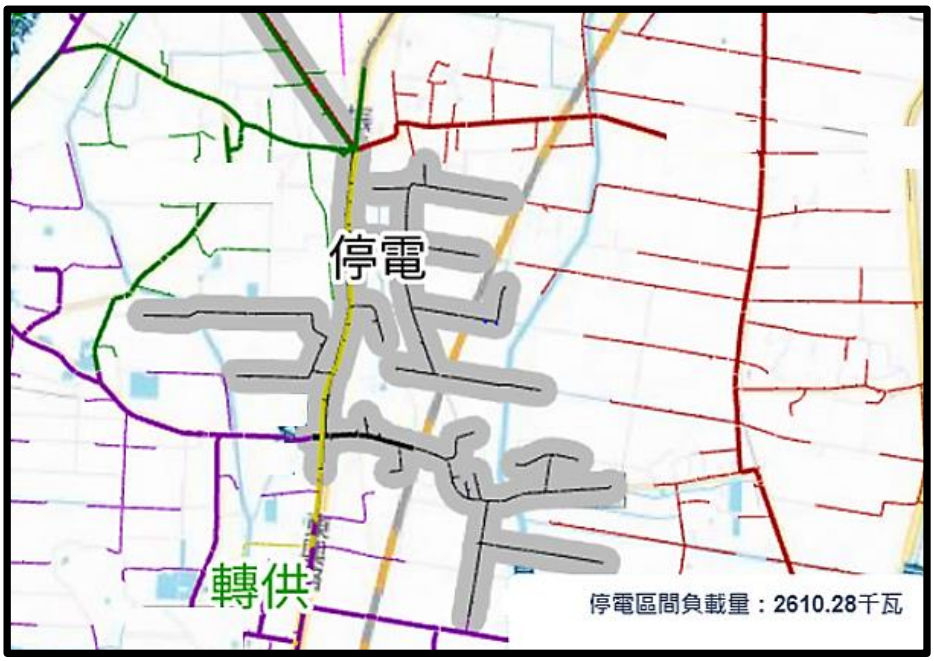


圖 11、饋線空間分布資訊

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

隨著間歇性再生能源普及，經再生能源確定性分析，其瞬間功率變動顯著，若配電網發生擾動或事故時，使得配電網路內的再生能源在調配與管理上更為艱難。另外，當配電網發生重大事故，微電網快速輔助服務已無法讓配電網維持正常運轉，則必須切換為獨立運轉模式，傳統離島及獨立運轉電網係由分散式電源(如柴油機、PV 再生能源)、儲能系統、及負載等組成，一般由柴油機作為主要電源，當再生能源及負載變動大時，柴油機運轉於頻繁升降載或低速狀態，導致發電效率低。另外，三相不平衡負載用電所造成電力損耗問題，尤以離島或偏鄉地區較為嚴重，在無形中提高發電成本，此外，傳統獨立電網若柴油機因故緊急停止運轉，將伴隨著再生能源跳機，造成電網全黑。

1. 子項二開發微電網與配電網之即時調度共模技術(如圖 12)，研析配電網與再生能源發電變動影響，藉以發展微電網之運轉控制技術，包含輔助穩頻與穩壓控制(如圖 13)，開發共模調度管理平台(如圖 14)，由配電網發送緊急輔助調控指令給微電網，在微電網接收到指令並執行響應後，回傳訊息給配電網，可更真實反應資訊傳送延遲對調控系統決策準確性之影響；另進行微電網輔助服務調度策略研究，建立 MW 級微電網系統(如圖 15)，並開發微電網能源協調分配系統，提供配電網各種輔助服務，提升微電網與再生能源之即時調度能力。
2. 開發微電網多電源協調控制技術，當於離島及微電網切換在獨立運轉模式下，以功率調節系統協調柴油機與再生能源，持續供應負載用電，並解決離島多組柴油發電機交替供電時，PV 電力轉換器設備易受島上柴油機經常起停切換而老化故障問題，提升發電設備運轉穩定性及再生能源併網供電效率，且當再生能源充足時，可視情況關閉柴油機，邁向能源轉型工程。

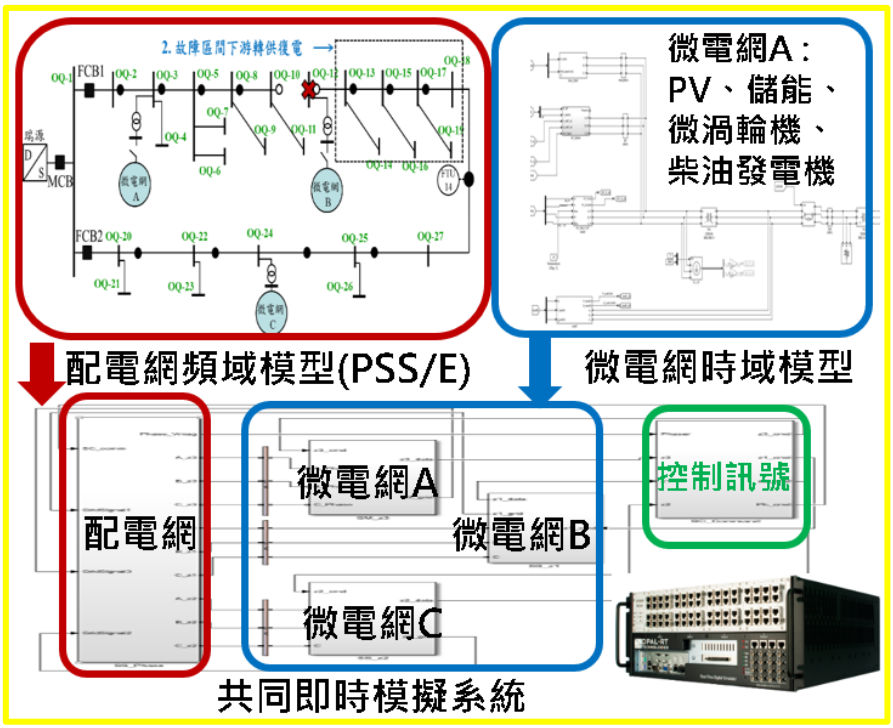


圖 12、微電網與配電網即時調度共模技術

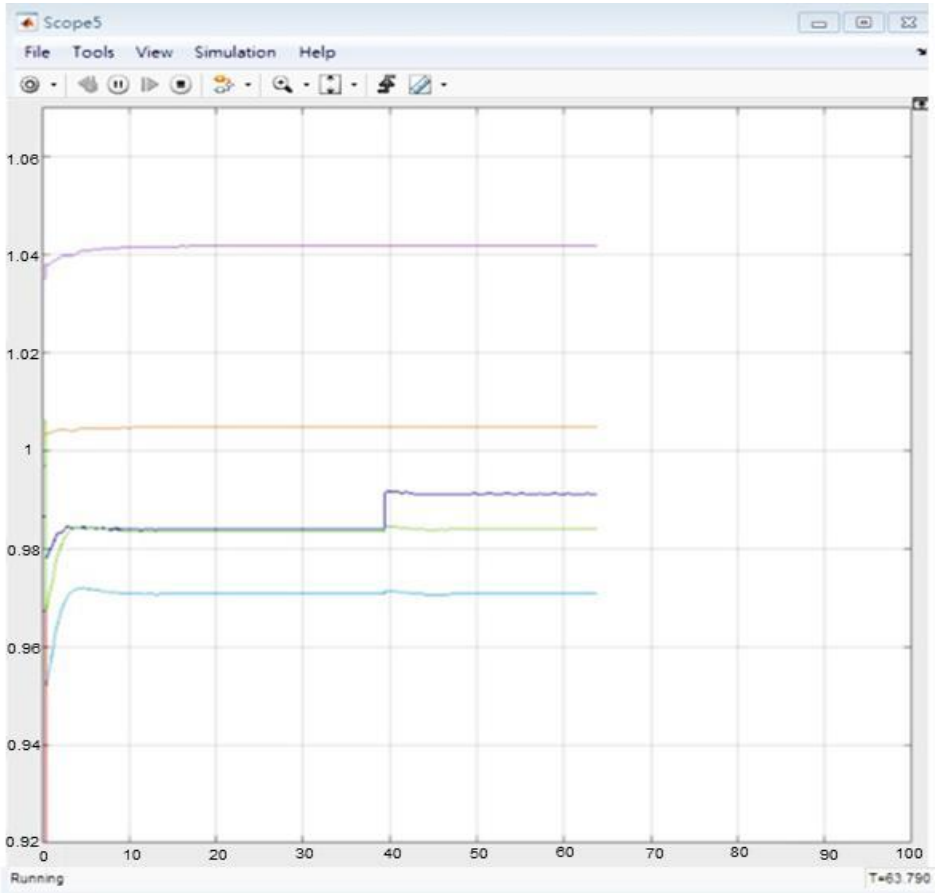


圖 13、微電網輔助穩頻與穩壓控制

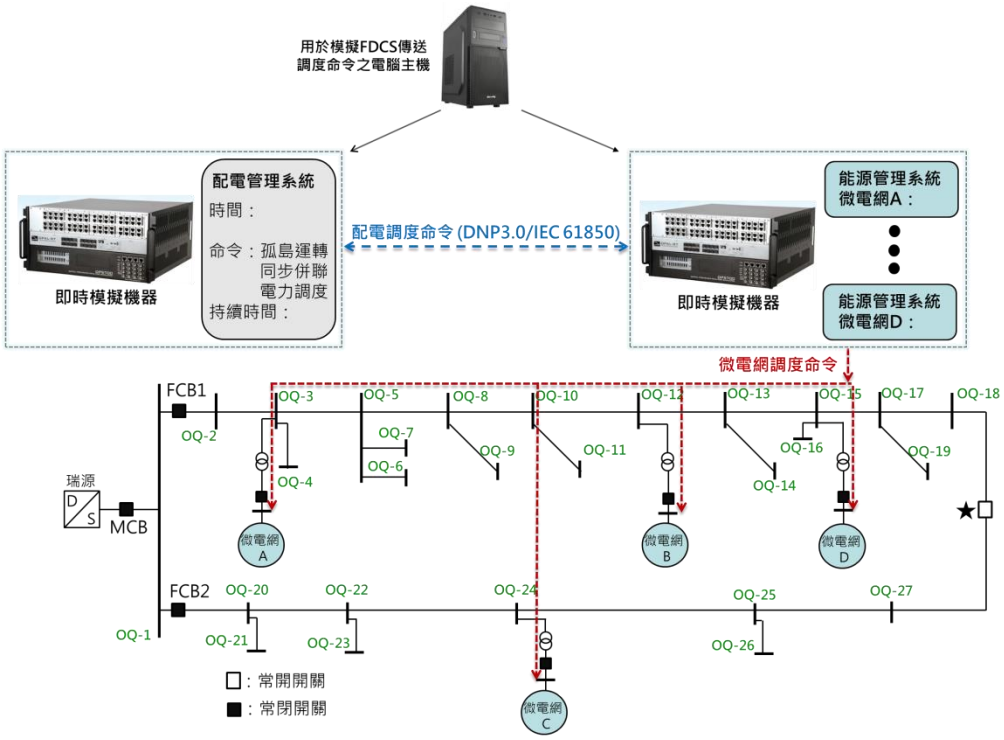


圖 14、本計畫所規劃之共模調度管理平台

圖 15、MW 級微電網系統

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

為配合政府的能源政策，智慧電網的建置非常關鍵，輸變電工程是發電與配電之間的連結，而變電所處於電力傳輸之樞紐位置，其運轉可靠度與維護時效性關乎整個電網系統的供需平衡。近年來，變動度高之再生能源併網供電，使得輸變電設備承受的電氣應力與日俱增，導致偏離其正常操作點的情況加劇，再加上人力與經營成本上揚，使得目前變電所多半為無人化運轉；資產設備負荷增加與人力萎縮的情況下，便有可能產生如110年12月12日，萬隆變電所變壓器內部過熱膨脹，造成絕緣油外洩而爆炸，導致文山、新店、中永和等地區逾 30 萬戶停電。因此，需仰賴變電所輸變電設備穩定與安全運轉，以及設備有效維護技術作為後盾，才能降低非預期停電事故發生機率，提升供電品質，達成穩定供電之政策目標。為實現上述需求，本子項計畫針對變電所智慧診斷領域提出以下執行項目：

1. 針對變電所之變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備，導入智慧型損傷診斷與狀態評估系統，藉由即時狀態監測記錄運轉狀態，從重要參數中萃取出設備運轉的特徵，再經由物理模型之驗證，完成運轉基線模型建置。在大數據監測與分析的基礎，應用人工智慧模式辨識技術，開發損傷診斷及專家評估系統，並整合至自行開發之軟體系統(如圖 16)，診斷關鍵組件健康狀況並及早進行預警，降低非預期停止運轉事件之發生，確保變電所安全穩定運轉。
2. 開發變電所預知維護資產管理平台，整合資產管理策略、專家決策系統與資產知識資料庫，依據國際資產管理標準，由設備之性能、狀態、壽命進行可靠度評估，再應用模糊推論、風險矩陣及人工智慧等方式，開發剩餘使用壽命管控與維護系統，並建構資產知識資料庫及維修保養排序決策引擎(圖 17)，降低運維成本及提升故障排除與檢修效率。

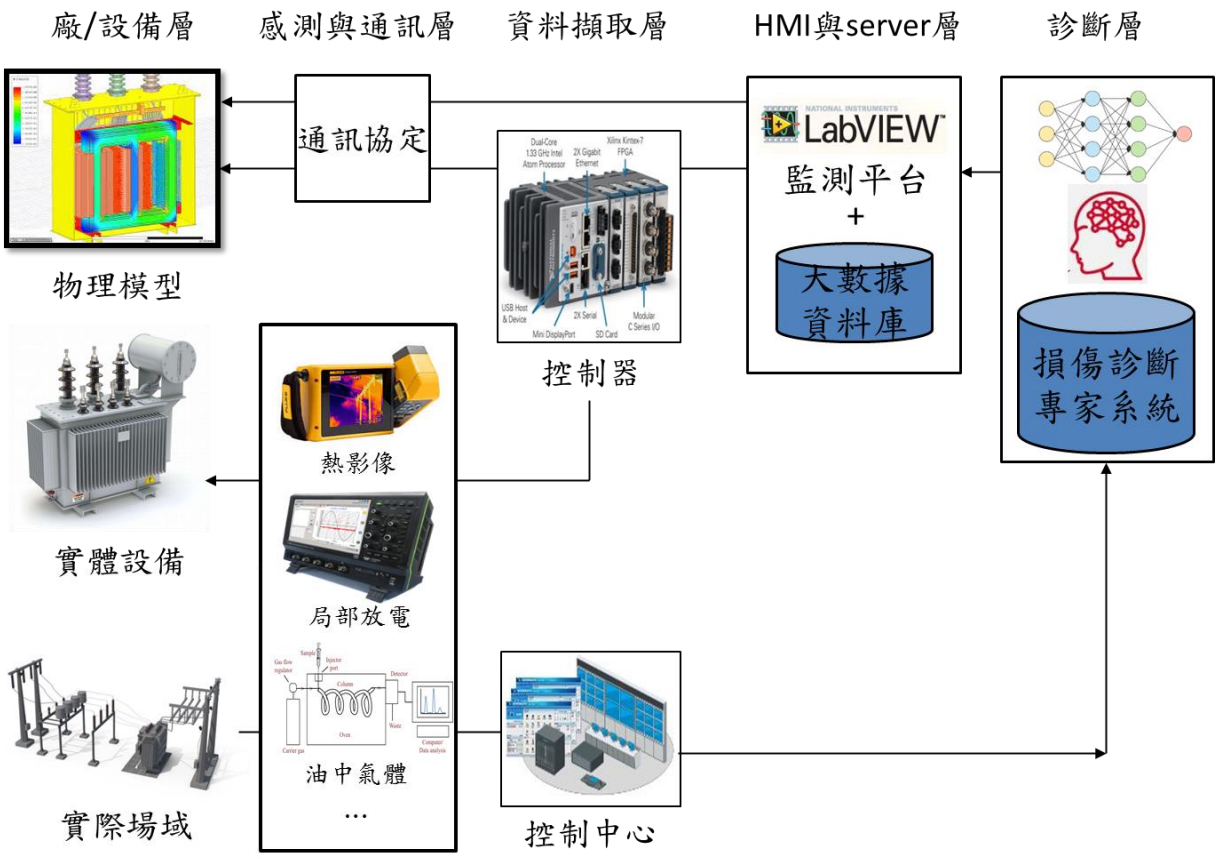


圖 16、智慧型損傷診斷與狀態評估系統

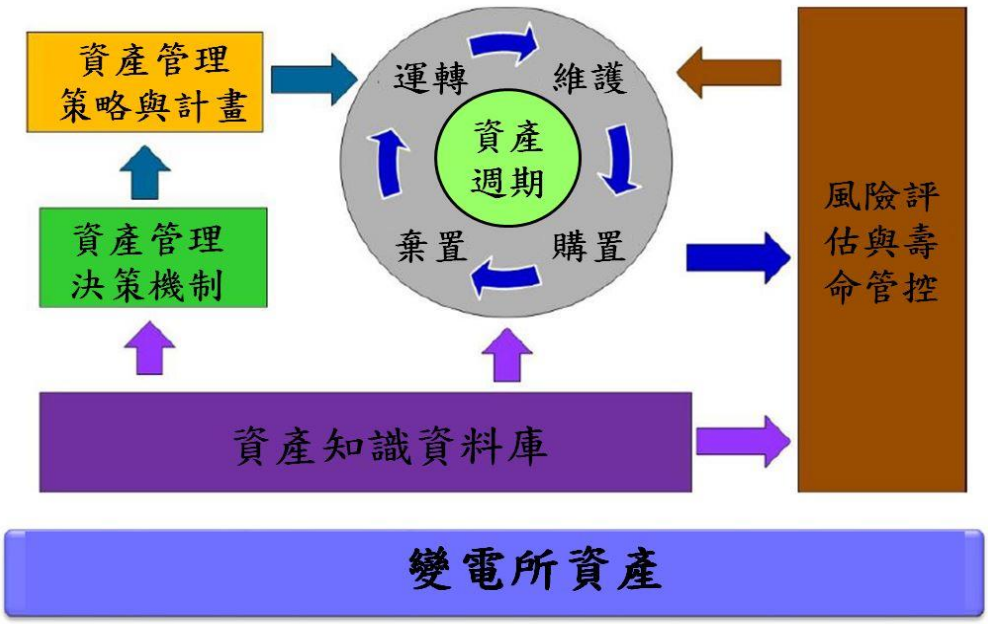


圖 17、變電所資產管理架構

計畫全程總目標(Endpoint)

(一) 本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

1. 開發電網主幹線三相配置平台，並結合 FTU 三相電流運轉數據，降低配電中性線電流達 20%，減少配電保護動作所造成饋線跳脫。
2. 開發狀態估測與配電饋線動態保護決策平台，可估算饋線電壓分布情形，並使饋線上各保護設備之間的保護協調時距達 0.2 秒以上，以正確隔離故障。
3. 建立動態地理圖資與空間資訊平台視覺化技術，提出行動裝置通報系統優化建議，使巡修人員能迅速抵達故障區域，縮短事故搶修時間。

(二) 微電網與配電網共模調控技術開發

1. 開發微電網與配電網之即時調度共模技術，研析配電網與再生能源發電變動影響，藉以發展微電網之運轉控制技術，完成微電網與配電網共同協作。
2. 開發微電網之能源協調分配系統、及可接受調度命令之功率調節系統，MW 級微電網以秒級提供配電網調頻、即時與補充備轉等輔助服務，成為國內首例以微電網參與電力輔助服務之先驅。
3. 完成微電網三相功率調節系統、再生能源與柴油機等多電源協調控制技術，使柴油機維持穩定輸出，並可視情況關閉柴油機，邁向能源轉型工程。

(三) 變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

1. 規劃於變電所導入智慧型損傷診斷與狀態評估系統，應用大數據分析與人工智慧技術，控管輸/變電設備健康狀況並及早進行預警，降低非預期停止運轉事件之發生，確保變電所安全穩定。
2. 開發預知維護資產管理平台，整合剩餘使用壽命管控專家系統、資產知識資料庫及維修保養決策引擎，建構變電所資產管理之完整解決方案，提升運維效率並降低運維成本，協助國家推動智慧電網發展。

里程碑(Milestone)

年度	第一年 民 110 年	第二年 民 111 年	第三年 民 112 年	第四年 民 113 年	第四年 民 114 年 (8 月)
年度目標	1.完成配電網路與分散式電源狀態估測與三相配置策略，並建立配電地理空間資訊與設備資訊一致性，改善各饋線承載率低於80%,可協助系統進行饋線復電操作。並與配電管理系統相關廠商進行配電圖資地理空間資訊與共通資訊模型等相關技術移轉 1 件。	1.完成開關操作序列及饋線拓撲追蹤技術演算法，並建立配電管理系統之設備資訊，強化再生能源管理。	1.開發饋線變壓器換相決策與異常示警功能，並將具故障電流計算與狀態估測之動態地理圖資系統，及設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率分析平台，推廣至區處使用 2 件。	1.研擬電驛參數動態設定策略與行動裝置視覺化顯示技術，並開發饋線四路開關分歧線調相程式，提升全區處饋線不平衡率低於 20%的比例。另將相關功能推廣至區處使用 1 件。	1.建立動態保護決策與行動裝置通報系統，並開發降低配電中性線電流達 20%技術，減少配電保護動作所造成饋線跳脫。另將相關功能推廣至區處使用 1 件。
	2.將微電網裝置容量從百 kW 級擴展至 MW 級，完成微電網與配電網之共同即時模擬系統、	2.完成 MW 級微電網實際與台電高壓饋線併接，開發微電網之各種輔助調控決	2.進行微電網設備之通訊與硬體迴圈調控測試；建立 MW 級微電網補充備轉輔助	2.進行即時模擬系統穩壓調控演算法設計，與完成電力設備調控能力測試；建立	2.應用即時模擬系統，搭配微電網場域進行實證；完成 MW 級微電網各種備轉

	三相混合式直流端多電源切換控制策略、及功率調節系統個別相控制策略。	策，建立可接受調度命令之混合式功率調節系統、及功率調節系統與柴油機併聯技術，並與儲能系統廠商進行三相電力控制相關技術移轉1件。	服務系統，完成微電網輸出功率誤差低於 5%控制、及功率調節系統控制模式切換技術。	可接受電力調度命令之MW級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上，並開發多電源電能協調策略，達成穩定供電。	輔助服務系統整合、功率調節系統功率輸出，可秒級提供電網輔助服務，成功執行電力輔助服務，並完成微電網多電源協調控制系統建置與推廣應用1件。
	3.完成與電動運具充電樁並用之液流儲能單元模組開發及關鍵組件狀態監測平台建置，並進行其對配電網之衝擊分析。將與電機相關廠商進行大數據偵測與智慧診斷相關技術移轉1件。	3.完成量體為 10 部充電樁之電動車電站最佳儲能電能容量分析及智慧排程演算法，並建置關鍵組件運轉效能分析基線模型。	3.開發變電所設備損傷診斷系統，降低設備失效率 10%，實際至少於 1 處台電變電所試行；規劃資產管理策略與可靠度評估準則。	3.進行設備運轉效能變化資訊挖掘與狀態評估模組開發；研製維護保養與剩餘壽命控管專家決策系統，延長設備之檢測週期20%，實際至少於1處台電變電所試行。	3.發展損傷診斷系統之訊息回饋與增強學習機制，完成預知維護資產管理整合平台開發，應用於 1 處實際場域，並與輸/變電設備製造或維護相關廠商進行技服/技轉案1件。
預期關鍵成果	1.(1)開發配電網路之幹線、分歧線與分散式電源狀態估測技術，進行含再生能源配電饋線主幹與分歧線之最佳化配置研究，改善各饋線承載率低於80%，有助於系統進行下游轉供，縮短復電時間。 (2)研擬配電管理系統與地理空間資訊平台之交換資料，開發配電圖面檢核技術，建立配電地理空間資訊與設備資訊一致性。	1.(1)開發含再生能源配電饋線之長期開關操作序列運轉策略，進行饋線故障電流模擬分析與實測驗證。 (2)建立饋線拓撲追蹤技術用於饋線連結性運算，用以標記饋線特定區間或萃取饋線上特定區間之設備屬性資訊。	1.(1)開發含再生能源配電之多目標最佳化變壓器換相決策程式，並設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率等時性分析平台，應用至區處 1 件，供區處分析各相運轉資料。 (2)研提饋線保護協調策略，並整合計算 3 種類型之故障電流功能於具狀態估測之地理圖資系統中，將其推廣至區處使用1件。 (3)整合 1 個台電配電區處運轉資訊，建立以訊息為基礎之動態地理圖資，運用故	1.(1)分析變電所饋線口三相運轉數據，開發四路開關分歧線調相程式，使全區處饋線不平衡率低於 20%的比例提升至 95%，以減少系統損失。 (2)考量分散式電源發電量及饋線各節點電壓估測結果，研擬電驛參數動態設定策略，使保護設備間之保護協調時距達 0.2 秒以上，以避免故障越級跳脫。 (3)開發行動裝置系統2D或3D顯示技術，並建立配電地理空間資訊平台查找異常	1.(1)開發電網主幹線三相配置平台，並結合 FTU 三相電流運轉數據，降低配電中性線電流達20%，減少配電保護動作所造成饋線跳脫。 (2)開發配電饋線動態保護決策平台，並推廣至區處應用功能 1 件，使饋線轉換後維持保護協調時距，以正確隔離故障。 (3)開發行動裝置通報系統，於接收異常訊號之 10 秒內完成資訊標示，加速故障排除，並參考現場巡檢系統，提出

			障指示器及變壓器訊息模型，開發饋線變壓器異常示警機制，提出變壓器毀損或過載預警。	迴路，且可介接圖層，以強化配電設備管理，將其推廣至 1 個區處實際試行。	巡檢系統優化建議。
	2.(1)建立整合微電網與配電系統之 4 核心即時模擬分核技術，開發混合式功率調節系統直流端多電源切換控制策略。 (2)開發三相功率調節系統之實虛功(P/Q)電流輸出，包含個別相功率輸出、四象限功率輸出、額定功率輸出。	2.(1)開發微電網與配電管理系統之緊急輔助調控決策演算法，建立可接受實虛功調度命令之鋰電池與超級電容混合式功率調節系統。 (2)建立功率調節系統與柴油機併聯技術，使柴油機以穩定基載輸出。	2.(1)開發 1 種調頻即時模擬策略，並完成硬體迴圈雙向通訊測試。 (2)建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%。 (3)開發三相功率調節系統模式切換及多電源(包含功率調節系統、柴油機、太陽能等 3 種電源)之併聯策略，當電源併聯後，維持饋線電壓變動率在 5%以內。	2.(1)設計微電網輔助穩壓調控演算法，並以即時共模系統之硬體迴圈完成台電實際系統設備(如饋線末端單元或電驛等)測試 1 件。 (2)建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上。 (3)開發三相功率調節系統、再生能源與柴油機等 3 種電源協調控制技術，由功率調節系統補償柴油機不平衡電流，並可全日穩定運轉。	2.(1)完成即時模擬系統，搭配微電網場域進行實證。 (2)完成 MW 級微電網各種備轉輔助服務系統整合，可秒級提供電網輔助服務，成功執行電力輔助服務 1 次以上。 (3)開發微電網多電源協調控制技術，當綠能充足時協調柴油機零輸出，並關閉柴油機，邁向能源轉型，並推廣應用功率調節系統 1 件。

	3.(1)完成台電實際饋線之電動運具充電站併網位置與充電排程對饋線裕度及系統電壓之衝擊分析，並整合國內自主料源及產業之儲能系統技術，開發慢速充電模式用之模組化液流儲能機組，及以代理人架構建置多元儲能系統監測平台。 (2)建置關鍵組件狀態監測平台，進行即時監測，並於監測設備中，開發訊號處理演算法，進行重要參數評估。	3.(1)完成電動運具充電站之最佳儲能容量分析及開發智慧排程演算法。 (2)應用大數據分析技術，萃取出影響組件運轉之特徵並加以量化，再利用理論模型進行驗證，完成基線模型之建立，以評估組件運轉效能。	3.(1)開發變電所設備損傷診斷評估系統，進行運轉效能劣化趨勢分析及故障損傷程度診斷，降低設備失效率10%，實際至少於1處台電變電所試行。 (2)根據國際資產管理標準，完成變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備之關聯性分析與可靠度評估，以研製變電所設備資產管理策略。	3.(1)利用大數據分析技術，進行影響設備運轉效能變化之資訊挖掘，並開發狀態評估模組，鑑別設備潛在異常狀態。 (2)應用人工智慧技術，完成變壓器、斷路器及電力傳輸等三類關鍵設備健康指標評估、失效風險分析、維護與維修排序、與剩餘使用壽命管控等專家決策系統發展，延長設備之檢測週期20%，實際至少於1處台電變電所試行。	3(1)根據診斷歷史結果進行訊息回饋，並運用AI之增強學習演算法，精進損傷診斷系統，提高設備故障預測與壽命追蹤效能，輔助運轉員掌握輸/變電設備運轉狀態。 (2)完成變電所預知維護資產管理整合平台開發，建構資產知識資料庫及維修保養決策引擎，並實際應用於1處台電變電所，及相關技服/技轉案1件。
年度目標達成情形(重大效益)	1.(1)完成配電系統狀態估測技術及配電饋線聯絡開關最佳配置策略平台開發，可使饋線承載率降至80%以下，有助於系統進行下游轉供，縮短復電時間。 (2)完成適用於台電的配電設備通用資料格式模型制定，並開發發配電圖面檢核技術，維持配電地理空間資訊與設備資訊一致性				
	2.(1)完成微電網與配電網輔助服務情境分析，並建立整合微電網與配電系統之4核心共同即時模擬分核技術。				

	(2)建立MW級微電網即時備轉輔助服務系統，申請台電輔助服務案。完成混合式功率調節系統直流端 2 種電源切換技術建立，及交流端快速反應輸出100kW持續1小時實測。 (3)開發三相功率調節系統與市電鎖相、併聯、及個別相實虛功率四象限輸出功能，並使輸出誤差小於3%。				
	3.(1)完成與電動運具充電樁並用之液流儲能單元模組開發，並已組裝在儲能機櫃中。儲能貨櫃裝置於於聯合大學示範場域，進行儲能與電動機車整合示範。 (2)實際於台電東林一次變電所設置狀態監測平台，進行161kV 供電變壓器即時狀態監測與故障診斷，協助台電公司強化變壓器運轉維護管理。				

二、執行策略及方法

本計畫「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」執行策略如下：

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

大量再生能源併入配電系統後，引起電壓波動升降或三相不平衡等問題，恐造成中性線電流偏高，進而引起接地過電流電驛跳脫，導致饋線斷電。隨著配電系統之分散式電源及再生能源漸增，傳統配電系統的功率流向從單向轉為多向，且因分散式電源運轉模式多樣化，系統故障電流亦隨之改變，使傳統保護協調機制與保護電驛無法準確判斷故障點，並進行有效隔離。當饋線發生事故時，須由巡修人員自饋線口沿線找出故障位置，並予以排除；通常饋線涵蓋範圍廣泛，尋找故障點較為費時，導致故障停電時間較長。另外，現階段台電公司配電資料庫更新的方式係採人工、定時及全部資料轉換等方式為之，非常耗時，恐使管理平台與實際現場資料並非隨時一致。當事故發生時，調度人員須另再進行拓樸連結及資料確認，導致復電與轉供時間較久。

以多年於微電網及區域配電網開發在線潮流分析技術及現場實務經驗，持續開發本土化配電管理決策程式，引導國內產業跨業合作(包含電力監控系統、地理空間資訊系統)，並導入台電配電區處試行，以強化再生能源管理與電網韌性，就既有本土化自動化饋線快速復電技術與開發配電決策程式，延伸並整合至地理空間資訊平台，透過故障定位與行動通報系統，縮短下游復電與故障排除時間，加速復電。為達成本子項目標，具體方法、步驟如下各工作項目說明：

1-1 電網三相配置技術發展

(1) 建立最佳化變壓器換相決策策略：

整合各相饋線變壓器資訊(圖 18)，開發含再生能源配電之多目標最佳化變壓器換相決策程式，並將饋線功率等時性分析平台應用至區處 1

件，供調度人員進行運轉資料分析。

(2) 開發四路開關分歧線調相程式：

分析變電所饋線口三相運轉數據，開發四路開關分歧線調相程式，使全區處饋線不平衡率低於 20%的比例提升至 95%，以減少系統損失。

(3) 開發電網主幹線三相配置平台：

開發電網主幹線三相配置平台，並結合 FTU 三相電流運轉數據，降低配電中性線電流達 20%，減少配電保護動作所造成饋線跳脫。

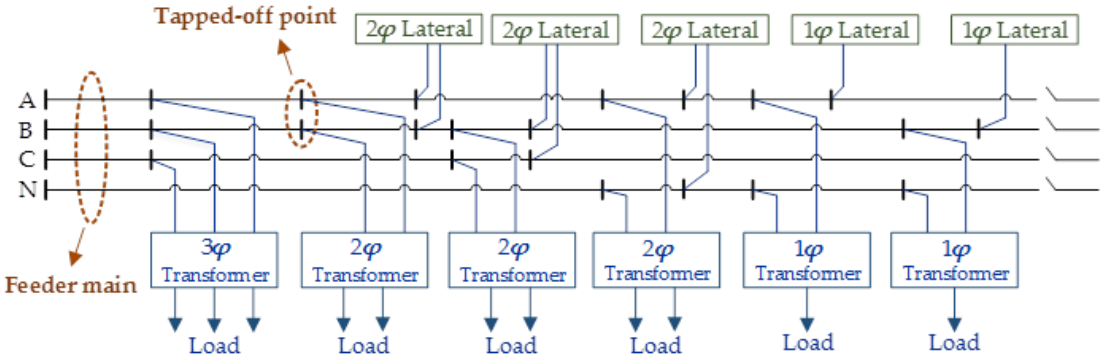


圖 18、饋線變壓器換相示意圖

1-2 配電動態保護決策技術開發

(1) 研提饋線保護協調策略：

研提饋線保護協調策略，並整合故障電流計算於具狀態估測之地理圖資系統中(圖 19 及圖 20)，將其推廣至區處使用 1 件。

(2) 研擬電驛參數動態設定策略：

考量分散式電源發電量及饋線各節點電壓估測結果，研擬電驛參數動態設定策略(圖 21)，使保護設備間之保護協調時距達 0.2 秒以上，以避免故障越級跳脫。

(3) 開發配電饋線動態保護決策平台：

開發配電饋線動態保護決策平台，並推廣至區處應用功能 1 件，使饋線轉換後維持保護協調時距，以正確隔離故障。

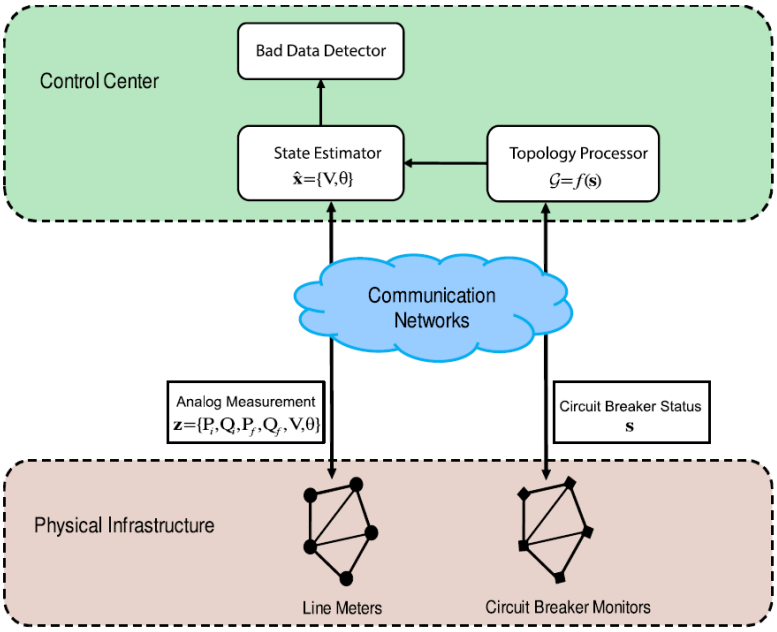


圖 19、狀態估測系統架構圖

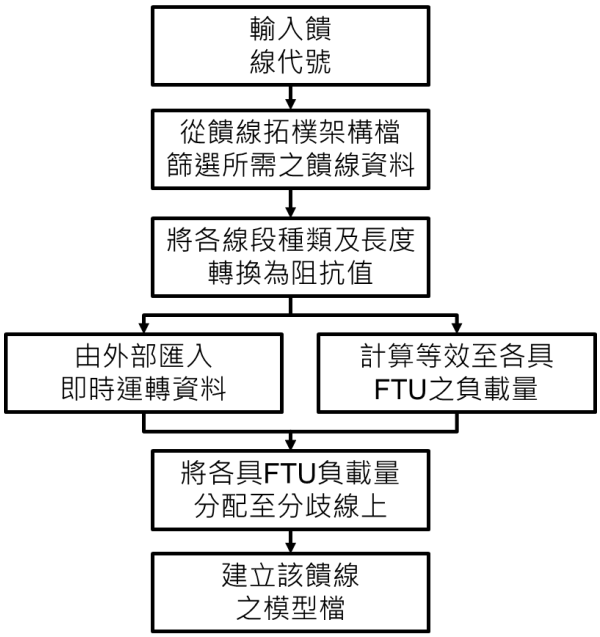


圖 20、狀態估測策略流程圖

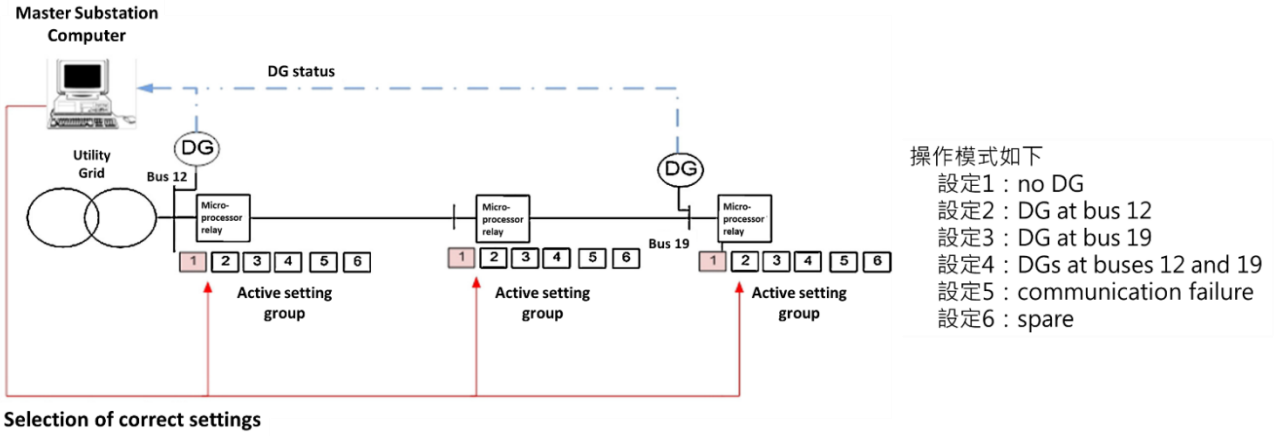


圖 21、不同運轉模式之動態保護電驛參數設定

1-3 饋線調度支援系統整合開發

(1) 建立動態地理圖資及饋線變壓器故障示警機制：

整合 1 個台電配電區處運轉資訊，建立動態地理空間平台，將配電系統之故障指示器與變壓器等運轉資訊結合共同資訊模型，採通用訊息格式進行動態圖資資訊傳遞，並輔以企業匯流排(ESB)作為訊息交換媒介，透過 sFTP、RESTful、AMQP 等網路服務，強化配電管理系統之資料整合與應用，建立周邊應用程式介面(API)或連結功能，可對電力相關管理系統進行查詢或內容回應，並據以開發饋線變壓器異常示警機制，強化設備維護及檢修。

(2) 行動化配電地理空間資訊視覺化技術：

建立跨平台之配電地理空間資訊平台視覺化技術，以 2D 或 3D 之資訊顯示技術(圖 22)，作為饋線調度人員與巡修人員之媒介，協助巡修人員查找異常迴路，以強化配電設備管理，將其推廣至 1 個區處實際試行；另開發行動裝置通報系統，於接收異常訊號之 10 秒內完成資訊標示，並參考現場巡檢系統，提出巡檢系統優化建議，加速故障排除。

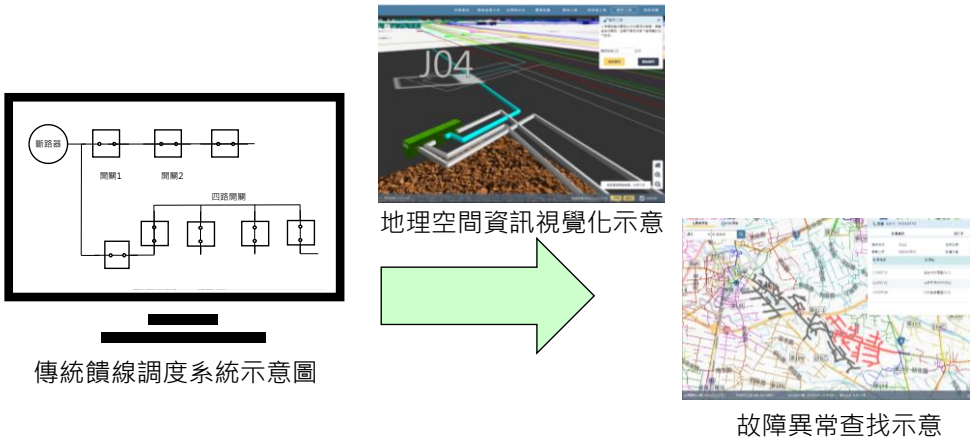


圖 22、地理空間視覺化

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

微電網是由發電機(包含柴油機組、燃氣機組及相關熱流燃燒器及動力機械材料機組件、或氫能電池、燃料電池等發電設備)、儲能系統(如液流電池、鋰系列電池、超級電容等設備)、再生能源(如太陽能、風力、生質能、地熱等綠能發電設備)、以及負載(包含館舍變電設備等民生及工業用電設備)組成，因微電網具有智慧監控的能力(由雲端計算、物聯網、大數據、影像處理及分析、預測分析、圖資應用等設備達成之功能)，且可獨立運轉或是藉由高壓電力調控設備與配電網進行併聯，可視為小型的智慧電廠。

當配電網發生事故時，須由配電網端發出輔助需求，並由微電網提供輔助服務協助配電網，然而，隨著大量間歇性再生能源併入配電系統，經再生能源確定性分析，其瞬間功率變動顯著，故如何提出正確的輔助需求，變得更為艱難。由於實際配電系統無法配合驗證事故發生時所採取的多樣化輔助策略，故以電力系統模擬進行探討，然而傳統離線模擬無法如實反映現實管理系統間之資訊傳送延遲，造成模擬結果與現況不符，將影響調控系統決策的準確性。

另當微電網接受電力輔助服務調度命令時，若缺乏能源分配策略，則無法依輸出功率大小、反應時間、及持續運轉時間，來滿足配電網各種輔助服務需求，且當微電網提供之輔助服務已無法讓配電網維持正常運轉，則必須

切換為獨立運轉模式，因傳統離島及獨立運轉電網一般由柴油機作為主要電源，當再生能源及負載變動大時，柴油機運轉於頻繁升降載或低速狀態，導致低發電效率、及三相不平衡負載用電所造成電力損耗問題。此外，若柴油機因故緊急停止運轉，將伴隨著再生能源跳機，造成電網全黑，且當離島有多組柴油發電機交替供電時，PV 電力轉換器設備易受島上柴油機經常起停切換而老化故障問題。

為解決上述問題，配合智慧電網總體規劃方案，由微電網系統提供輔助服務，並依技術層級提供自主式快速反應備轉、調頻備轉、即時備轉、補充備轉等，協助電網進行系統穩頻、穩壓。建立微電網與配電網之多尺度通訊與硬體迴圈(HIL)即時共同模擬平台，開發微電網與配電網之即時調度共模技術，研析配電網與再生能源發電變動影響，藉以發展微電網之運轉控制技術；另進行微電網輔助服務調度策略研究，開發微電網之功率調節系統及能源協調分配系統，以 MW 級微電網系統提供配電網多種輔助服務，提升微電網與再生能源之即時調度能力。另外，當微電網的輔助服務已無法協助配電網維持正常運轉，則微電網須切換為獨立運轉模式，並藉由多電源之協調控制技術，持續供應微電網內之負載用電，且當再生能源充足時，可視情況關閉柴油機，邁向能源轉型工程。為達成本子項目標，具體方法、步驟如下各工作項目說明：

2-1 微電網與配電系統之即時調度共模研究

(1) 建立即時共同模擬平台：

本計畫整合核研所微電網饋線管理系統與即時模擬系統，利用多核心分核技術，建立高度耦合、龐大且複雜之配電網(頻域)與微電網(時域)模型，應用多尺度即時共同模擬技術，並結合 Labview 建立人機監控平台，可動態分析再生能源變動對配電系統之影響(圖 23)。

(2) 建立配電網緊急決策演算法：

進行配電系統受到擾動之情境分析與規劃，藉以研析配電網緊急決策演算法，並利用即時模擬方式驗證不同情境時(圖 24)，演算法提出之各種輔助服務調度命令的妥適性。

(3) 配電調度資訊編/解譯程式開發：

參考台電通訊架構，規劃配電調度資訊編/解譯格式，並進行邏輯程式開發，完成微電網與配電網即時共模系統之硬體迴路(HIL)通訊測試(圖 25)。

(4) 配電網硬體迴圈模擬(HIL)：

利用通訊傳輸及硬體迴圈(Hardware In the Loop, HIL)模擬功能，將模擬與實際設備(如 FTU 運轉資訊)結合，進一步探討微電網響應情形，回饋與修正配電輔助服務機制，提高配電系統供電品質。

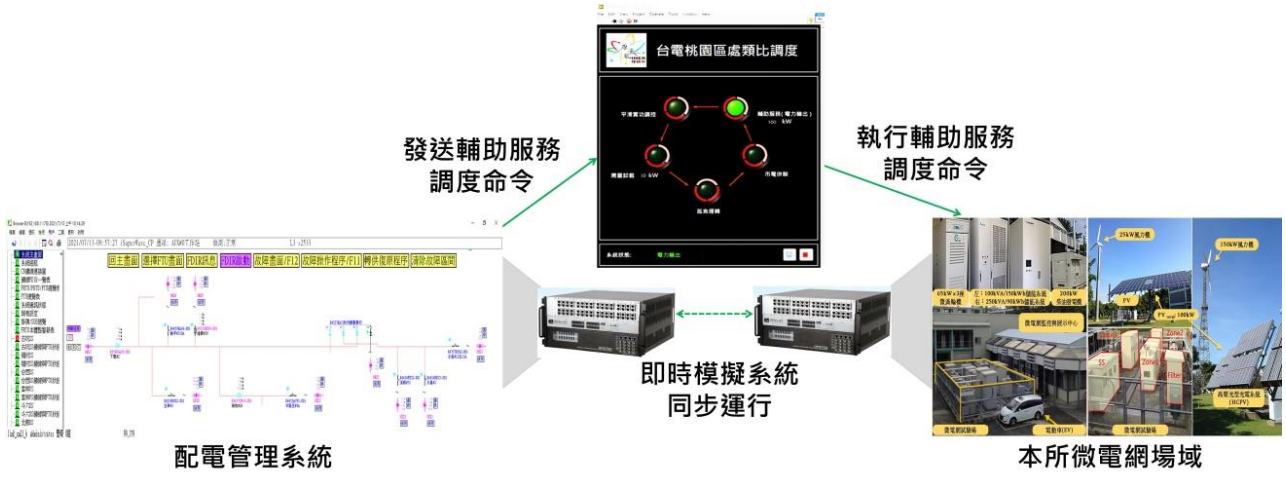


圖 23、微電網與配電網之多尺度通訊與硬體迴圈(HIL)即時共同模擬平台

<table>
<tr><td rowspan="2">分類</td><td colspan="4">彈性升降載能力</td></tr>
<tr><td>快速反應備轉容量</td><td>調頻備轉容量</td><td>即時備轉容量</td><td>補充備轉容量</td></tr>
<tr><td>需求量</td><td>500~700MW</td><td>±500MW</td><td>1000MW</td><td>1000MW</td></tr>
<tr><td rowspan="4">來源</td><td>儲能系統</td><td>儲能系統</td><td>需量反應</td><td>需量反應</td></tr>
<tr><td rowspan="2">需量反應
(Demand Response with UF-Relay)</td><td>再生能源
(with Primary Frequency Response)</td><td>自用發電設備</td><td>自用發電設備</td></tr>
<tr><td rowspan="2">發電機組
(Automatic Generation Control)</td><td rowspan="2">發電機組</td><td rowspan="2">發電機組</td></tr>
<tr><td>發電機組
(Primary Frequency Response)</td></tr>
<tr><td>反應時間</td><td>mini Second~秒</td><td>幾秒~3分鐘</td><td>~10分鐘</td><td>~30分鐘</td></tr>
<tr><td colspan="4">~5分鐘</td></tr>
</table>

圖 24、各類輔助服務一反應時間及來源分類

(資料來源：https://www.storm.mg/lifestyle/1203586)

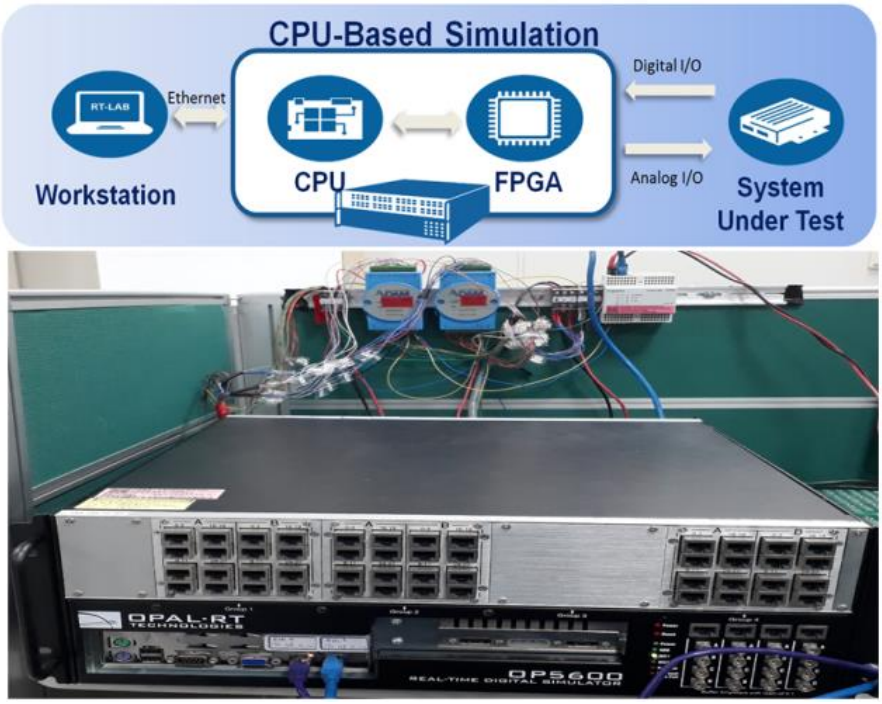


圖 25、硬體迴路模擬實際配置與模擬架構圖

(資料來源：http://www.cybernet-ap.com.tw/zh.php?m=346&c=1396921308)

2-2 微電網輔助服務調度策略研究

(1) 建置微電網能源協調分配系統：

本計畫建置微電網能源協調分配系統，當收到配電網調度需求後，

依調度需求，微電網分析內部各分散式電源之容量、反應時間、持續時間，並依調度命令功率需求大小與時間，進行能源協調分配，快速輸出調頻備轉、即時備轉、補充備轉等輔助服務。

(2) 建立 MW 級微電網系統，提供配電網各種輔助服務：

為提供配電網調頻、即時、及補充備轉輔助服務，建立 MW 級微電網系統(圖 26)，透過開發微電網輸出功率誤差控制技術、可接受電力調度命令之功率調節系統、及進行 MW 級微電網各種備轉輔助服務系統整合輸出，達成以秒級反應時間提供電網輔助服務。

圖 26、MW 級微電網提供電力輔助服務

2-3 微電網多電源協調控制技術發展

(1) 開發快速補償再生能源/負載功率變動之調節系統：

本計畫開發具快速補償再生能源/負載功率變動調節系統(圖 27)，在微電網於獨立運轉下，可補償再生能源/負載功率變動量，使柴油機維持穩定輸出，提高其發電效率。

(2) 開發功率調節系統個別相控制策略：

開發個別相控制策略(圖 27)，提供三相不平衡負載用電，降低三相

不平衡所造成之電力損耗，同時避免傳統功率調節系統於功率補償時將可能導致柴油機逆送電跳機，以提升電力利用率並維持電網穩定運轉。

(3) 開發協調柴油發電機之多電源控制技術：

區域電網於再生能源發電充足時，柴油發電機常處於低轉速之高油耗情況，開發協調柴油機與再生能源之多電源協調控制技術，由功率調節系統轉為主要電壓源取代柴油發電機，解決離島多組柴油發電機交替供電時，PV 電力轉換器設備易受島上柴油機經常起停切換而老化故障問題，提升發電設備運轉穩定性及再生能源併網供電效率，另當再生能源發電充足時，可關閉柴油發電機，使再生能源持續供應負載用電，邁向能源轉型工程。

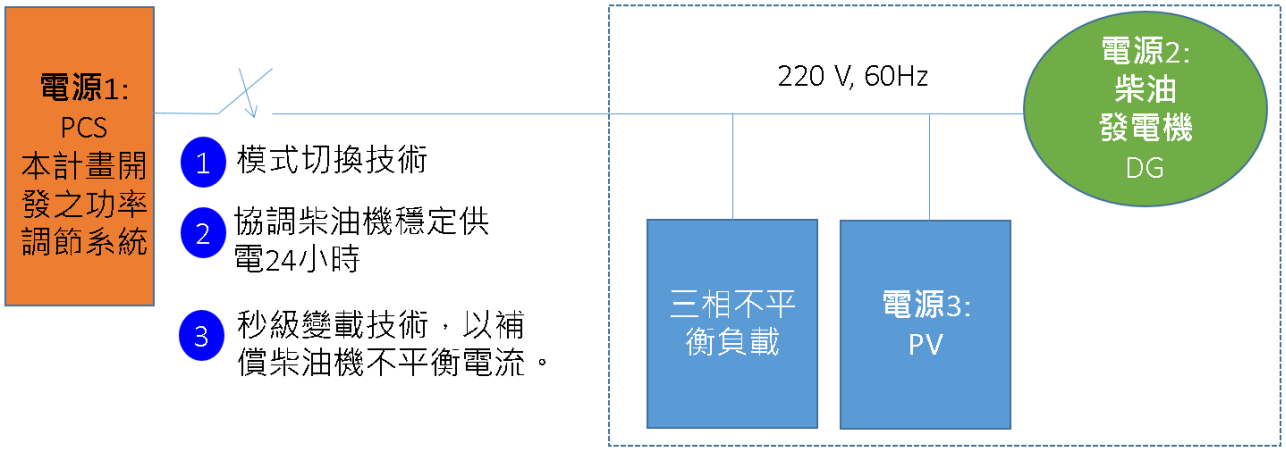


圖 27、協調柴油發電機之多電源控制技術開發

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

早期，輸、變電設備之維護採取事後維護(break-down maintenence)，即發生故障後才進行修理，除了會造成電力傳輸中斷外，損壞組件更有可能波及整個設備的損壞，導致人力成本的浪費以及維修經費的耗損。目前，台電變電所均採取預防維護(preventive maintenance)，即事先安排一定時間進行大修或更換零件，雖然能夠減少停電的發生，但仍需投入相當數量人力且須安排停電時間，設備的狀況也僅在大修時才知道，對於運轉狀況的改變也無法掌握，仍存有一定程度的非預期停止運轉事件發生機率。若要滿足電網智慧

化之政策目標，對於變電所設備之管理則須採用預知維護(predictive maintenamce)，於日常運轉中實施不停電監測與診斷，透過運轉數據之分析來發現其異常徵兆，並事先評估其劣化的嚴重程度，在未發生事故之前，安排適當時間予以維修或更換。

為提升變電所關鍵設備損傷診斷與預知維護技術，使維護工作由預防性維護轉變為預知性維護，以期在不停電情況下能診斷預知設備之異常現象，防範事故於未然，本子項計畫之具體實施方法與步驟，說明如下：

3-1 智慧型損傷診斷與狀態評估系統發展

(1) 開發損傷診斷評估系統

運用基線模型配合即時監測系統，進行自動化的損傷診斷，再透過人工智慧模式辨識技術的應用，開發損傷診斷評估系統知識庫，整合成為大數據監測與智能診斷平台(如圖 28)，達成人機交互的損傷診斷，並與歷史紀錄資料庫相互搭配，以進行關鍵組件的運轉效能劣化趨勢分析。

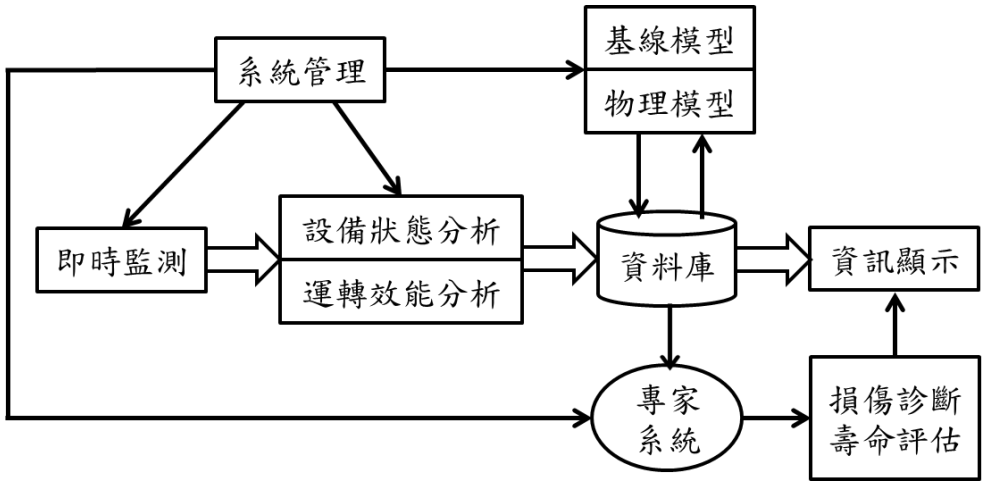


圖 28、損傷診斷評估系統運作方法

(2) 建立運轉狀態評估模組

運用大數據資料分析技術，諸如數據清理、篩選與聚類等方法，將狀態監測平台所蒐集的資料進行清理與統計，再將設備狀態資料(如電壓、電流等)，轉換成運轉效能資料(如轉換效率、增減梯度等)，進行影響設備運轉效能變化之資訊挖掘，從當中萃取出設備的運轉特徵，提供在線故障或損傷狀態的檢驗，隨時監測劣化狀態以及早進行預警(如圖 29)，降低非預期停機事件之發生，確保變電所安全穩定運轉。有鑑於變壓器絕緣油之油中氣體分析(Dissolved Gas Analysis, DGA)，能於早期診斷出變壓器內部損傷情形，而變壓器 DGA 取樣與化驗之週期不一致，本計畫將改良 IEEE C57.104 診斷流程規範(如圖 30)，以進行在線 DGA 的數據清理與異常偵測，再加入杜瓦(Duval)或曼蘇爾(Mansour)多邊形法與 CIGRE 等建議，進行異常診斷與狀態評估，有效提供故障訊息與劣化趨勢分析(如圖 31)。

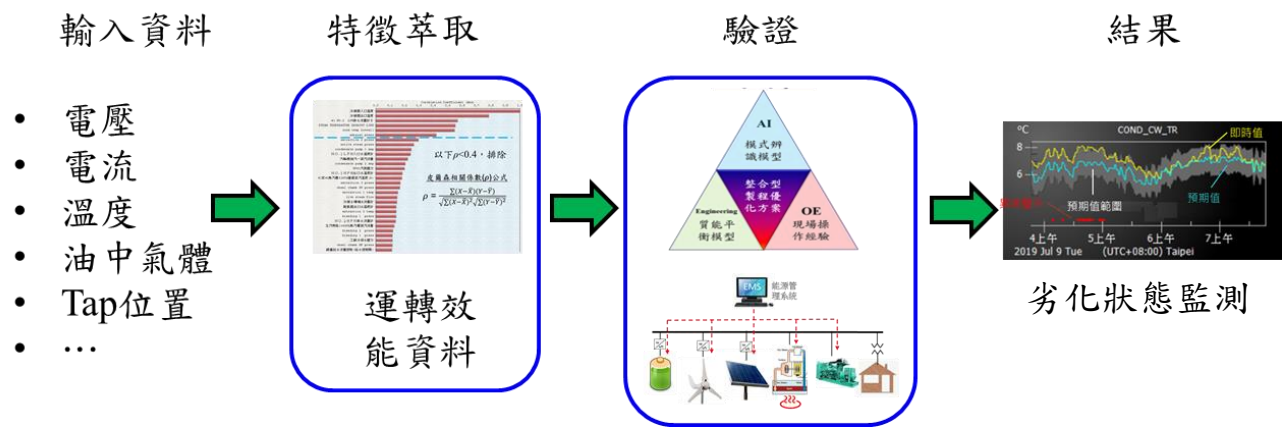


圖 29、運轉狀態評估模組之建立流程

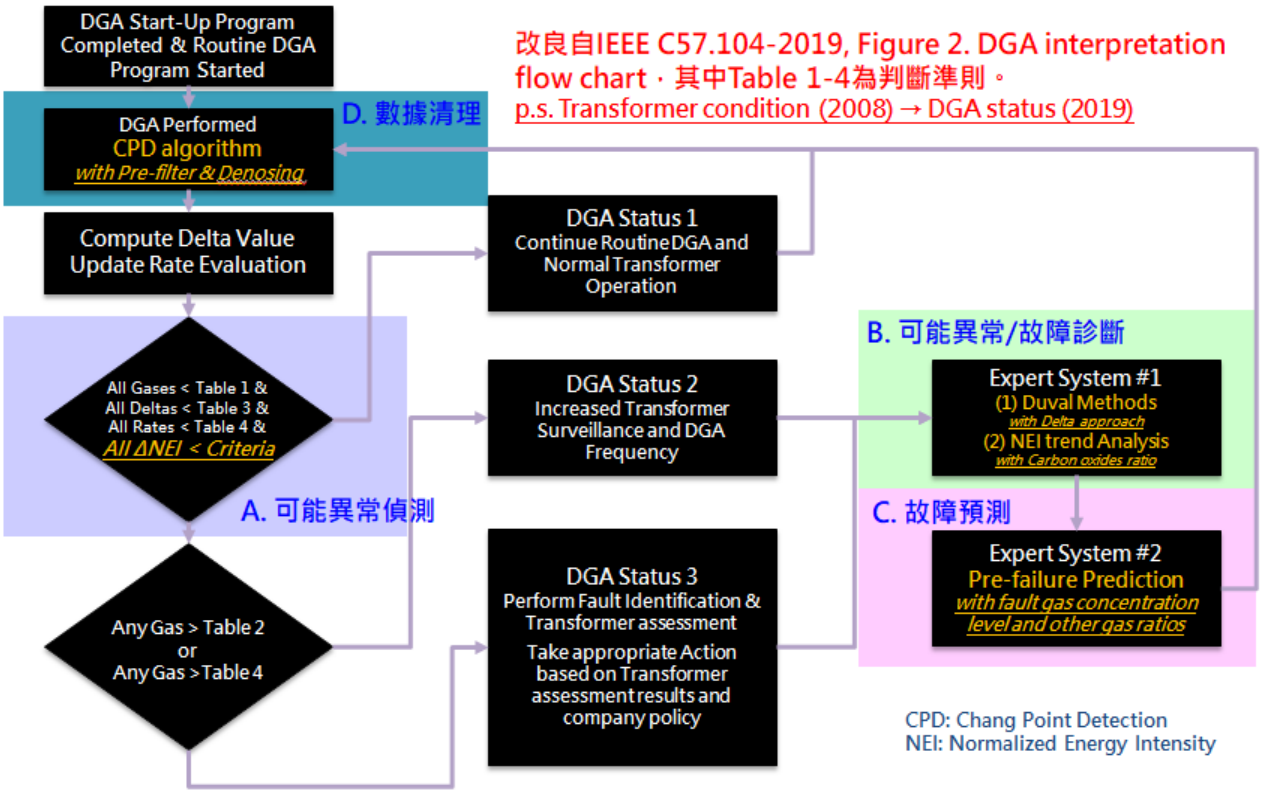


圖 30、改良式變壓器 DGA 診斷流程

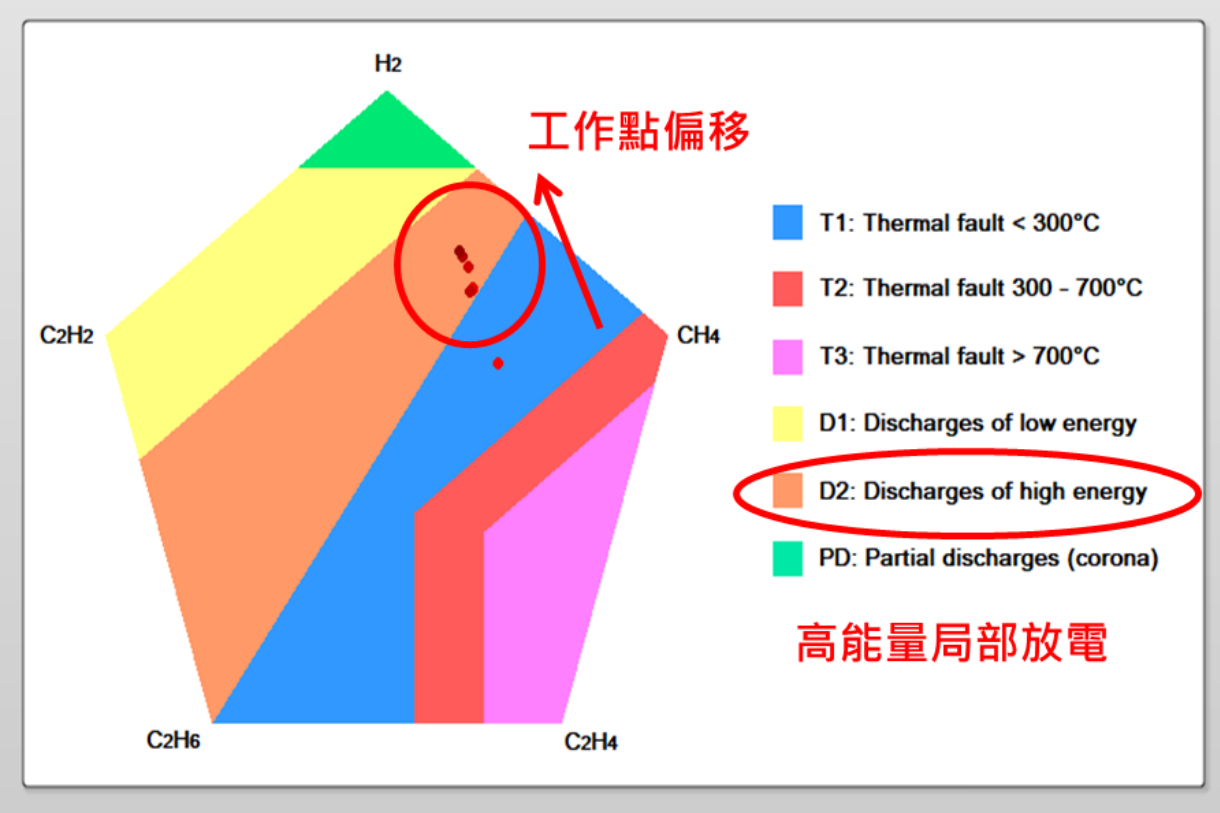


圖 31、曼蘇爾五角形法

3-2 預知維護資產管理整合平台開發

(1) 資產管理策略與可靠度評估

ISO55000 系列是國際通用的資產管理規範，其中 2018 年發行的 ISO55002:2018 Guidelines for the application of ISO 55001，詳細解說資產管理策略的實施方法。國際大型高壓電力系統理事會(International Council on Large HV Electric Systems,簡稱為 CIGRE)，則依照 ISO 的精神於 WG B3.06 TF04 文件中，制定適用於變電所的資產管理決策流程(如圖 32)。本計畫將遵循前述管理決策流程，依照設備「性能、狀態、壽命」等指標，進行設備之失效關聯性分析(如圖 33)，以評估繼續使用之可靠度。

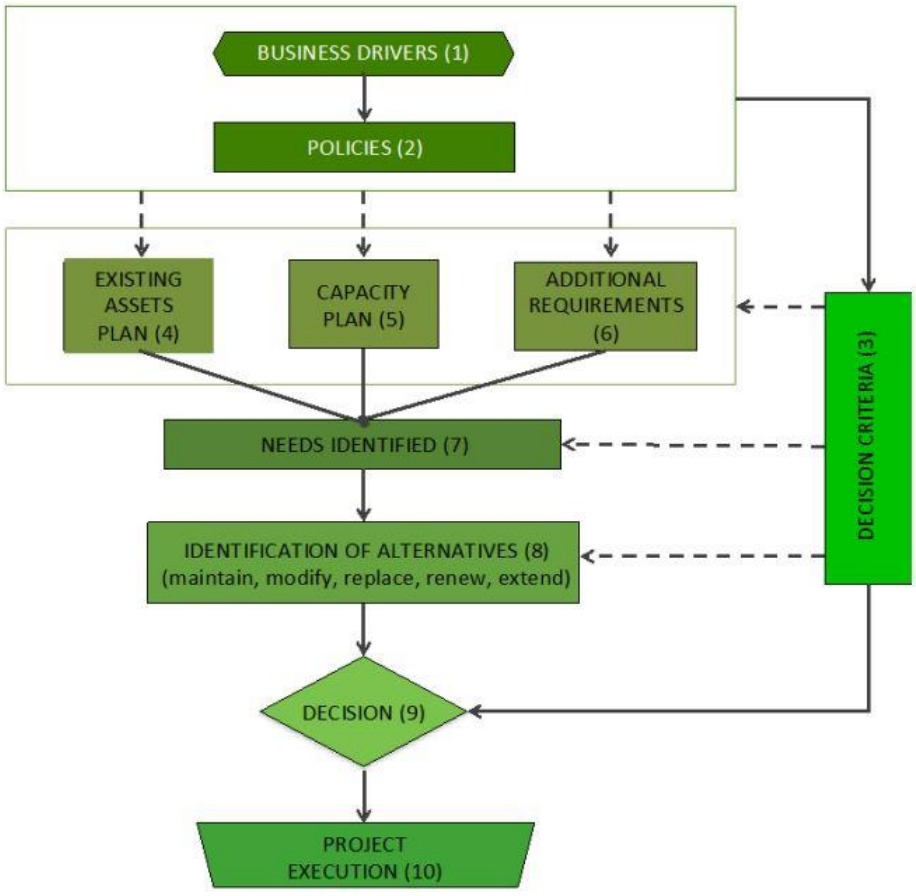


圖 32、資產管理決策流程

資料來源：

https://www.researchgate.net/publication/274633415_Trends_in_Risk-Based_Substation_Asset_Management_Lifetime_Monitoring

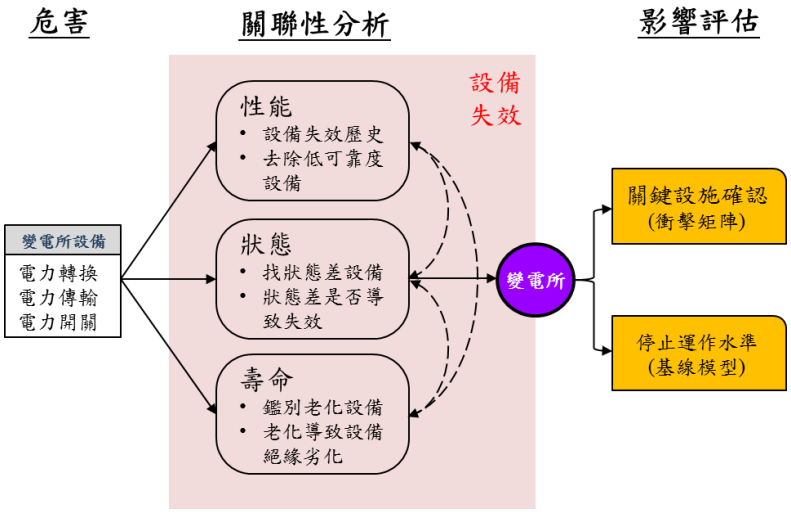


圖 33、設備可靠度評估

(2) 維修排序與壽命管控專家決策系統

目前，台電公司對於變電所的資產管理，大多採用設備年限替換，輔以定期實施檢查。本計畫將藉由智慧型損傷診斷與狀態評估系統，便可獲得許多資產管理重要參考參數據，並結合用模糊推論、風險矩陣及人工智慧等，即可預測與分析接下來會發生何種情況，以及評估資產剩餘使用壽命臨界值。其次，藉由壽命管控專家決策系統的開發，進行資產如何管控的處方性分析，為如何減緩未來風險提供決策選項與支援，並以設備剩餘使用壽命、失效風險與導致的損失、及殘值等做出維修保養與替換之建議(如圖 34)。最後，再以資產健康指標(Asset Health Index, AHI)方式呈現與排序，提供方便與友善的資產管理人機介面(如圖 35)。

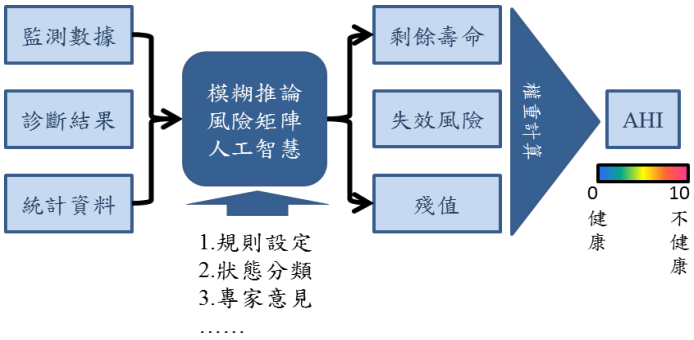


圖 34、壽命管控專家決策系統

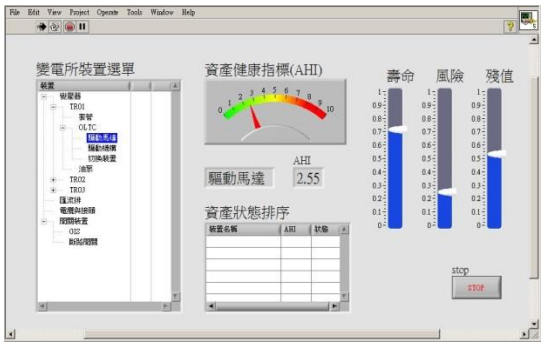


圖 35、資產管理人機介面

細部計畫名稱	執行策略說明(請依細部、子項計畫逐層說明)
綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫	**(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用** 1.電網三相配置技術發展 開發配電饋線最佳化變壓器換相決策程式，並考量饋線三相運轉資訊及饋線口數據資料，整合於電網三相配置與分歧線變壓器換相平台，降低配電饋線中性線電流達 20%，減少配電保護設備動作造成之饋線跳脫。 112 年：整合各相饋線變壓器資訊，開發含再生能源配電之多目標最佳化變壓器換相決策程式，並設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率等時性分析平台，應用至區處 1 件，供區處分析各相運轉資料。 113 年：分析變電所饋線口三相運轉數據，開發四路開關分歧線調相程式，使全區處饋線不平衡率低於 20%的比例提升至 95%，以減少系統損失。 114 年：開發電網主幹線三相配置平台，並結合 FTU 三相電流運轉數據，降低配電中性線電流達 20%，減少配電保護動作所造成饋線跳脫。 2.配電動態保護決策技術開發 基於分散式電源發電量及饋線各節點電壓估測結果，研提饋線保護協調策略及電驛參數動態設定策略，並整合故障電流計算於具狀態估測之地理圖資系統，開發配電饋線動態保護決策平台，調整饋線上各保護設備之參數，使保護協調時距達 0.2 秒以上，以正確隔離故障。 112 年：研提饋線保護協調策略，並整合計算 3 種類型之故障電流功能於具狀態估測之地理圖資系統中，將其推廣至區處使用 1 件。 113 年：考量分散式電源發電量及饋線各節點電壓估測結果，研擬電驛參數動態設定策略，使保護設備間之保護協調時距達 0.2 秒以上，以避免故障越級跳脫。 114 年：開發配電饋線動態保護決策平台，並推廣至區處應用功能 1 件，使饋線轉換後維持保護協調時距，以正確隔離故障。 3.饋線調度支援系統整合開發： 建立配電設備訊息模型，開發以訊息為基礎之動態地理圖資及視覺化技術，提出行動裝置通報系統優化建議，於接收異常訊號之 10 秒內完成資訊標示，使巡修人員能迅速抵達故障區域，縮短事故搶修時間。 112 年：整合 1 個台電區處運轉資訊，建立以訊息為基礎之動態地理圖資，運用故障指示器及變壓器訊息模型，開發饋線變壓器異常示警機制，提出變壓器毀損或過載預警。 113 年：開發行動裝置系統 2D 或 3D 顯示技術，並建立配電地理空

	間資訊平台查找異常迴路，且可介接圖層，以強化配電設備管理，將其推廣至 1 個區處實際試行。 114 年：開發行動裝置通報系統，於接收異常訊號之 10 秒內完成資訊標示，加速故障排除，並參考現場巡檢系統，提出巡檢系統優化建議。
	(二)微電網與配電網共模調控技術開發 1.微電網與配電系統之即時調度共模研究 建立即時共同模擬平台，利用多核心分核技術，建立配電網(頻域)與微電網(時域)模型，應用多尺度即時共同模擬技術，動態分析再生能源變動對配電系統之影響；建立微電網緊急輔助調控演算法，探討配電系統受到擾動時緊急輔助服務對系統之穩定度改善效益；利用通訊傳輸及硬體迴圈模擬功能，反映現實管理系統間之資訊傳送延遲，提高模擬結果之準確度。 112 年：結合獨立電網開發 1 種調頻即時模擬策略，進行電力設備之硬體迴圈通訊測試。 113 年：以配電即時模擬系統設計穩壓調控演算法，並以硬體迴圈進行台電實際系統設備(如饋線末端單元或電驛等)測試 1 件。 114 年：完成配電網即時模擬系統，搭配微電網場域進行 2 種輔助調控功能實證。 2.微電網輔助服務調度策略研究 完成 MW 級微電網系統與能源協調分配系統建置，透過開發微電網輸出功率誤差控制技術、及可接受電力調度命令之功率調節系統，依調度命令功率需求大小與時間，進行微電網各種備轉輔助服務系統整合輸出，達成以秒級反應時間提供電網輔助服務，成為國內首例以微電網參與電力輔助服務之先驅。 112 年：建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%。 113 年：建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上。 114 年：完成 MW 級微電網各種備轉輔助服務系統整合、功率調節系統功率輸出，可秒級提供電網輔助服務，並成功執行電力輔助服務 1 次以上。 3.微電網多電源協調控制技術發展 開發具快速補償功能之功率調節系統，在微電網於獨立運轉下，可補償再生能源/負載功率變動量，使柴油機維持穩定輸出，提高其發電效率；開發功率調節系統個別相控制策略，以降低三相不平衡所造成之電力損耗，並開發協調柴油機與再生能源之多電源協調控制技術，可視情況關閉柴油機，使再生能源持續供應負載用電，邁向能源轉型工程。 112 年：開發三相功率調節系統模式切換及多電源(包含功率調節系

	統、柴油機、太陽能等 3 種電源)之併聯策略，當電源併聯後，維持饋線電壓變動率在 5%以內。 113 年：開發三相功率調節系統、再生能源與柴油機等多電源併聯與協調控制技術，由功率調節系統補償柴油機不平衡電流，並可全日穩定運轉。 114 年：開發微電網多電源協調控制技術，當綠能充足時協調柴油機零輸出，並關閉柴油機，邁向能源轉型，並推廣應用功率調節系統 1 件。
	(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術 1.智慧型損傷診斷與狀態評估系統發展 於變電所導入智慧型損傷診斷與狀態評估系統，應用大數據分析與人工智慧技術，控管輸/變電設備健康狀況並及早進行預警，降低非預期停止運轉事件之發生，確保變電所安全穩定。 112 年：運用 AI 機械學習與模式辨識技術，開發變電所設備損傷診斷評估系統，進行其運轉效能劣化趨勢分析及故障損傷程度診斷。 113 年：利用數據清洗、篩選與聚類等大數據分析技術，進行影響設備運轉效能變化之資訊挖掘，並開發狀態評估模組，鑑別潛在異常狀態。 114 年：根據診斷歷史結果進行訊息回饋，並運用 AI 之增強學習演算法，精進損傷診斷系統，提高設備故障預測與壽命追蹤效能，輔助運轉員確實掌握輸變電設備運轉狀態。 2.預知維護資產管理整合平台開發 開發預知維護資產管理平台，整合剩餘使用壽命管控專家系統、資產知識資料庫及維修保養決策引擎，建構變電所資產管理之完整解決方案，提升運維效率並降低運維成本，協助國家推動智慧電網發展。 112 年：根據國際資產管理標準，規劃變電所設備資產管理策略，依據「性能、狀態、壽命」等指標進行關聯性分析與可靠度評估。 113 年：應用模糊推論、風險矩陣及人工智慧等方式，進行設備健康指標評估、失效風險分析、維護與維修排序、以及剩餘使用壽命管控等專家決策系統發展。 114 年：完成變電所預知維護資產管理整合平台開發，建構資產知識資料庫及維修保養決策引擎，並實際應用於 1 處台電變電所，及相關技服/技轉案 1 件。

三、達成目標之限制、執行時可能遭遇之困難、瓶頸與解決的方式或對策

(一)本土化配電網路管理系統相關技術開發，其與台電配電處與各配電區處息息相關，故開發過程中皆仰賴與台電調度與運維人員的密切互動，且所開發之應用功能實際上線運轉時，亦可能遭遇現場實際設備訊息傳遞延遲或資訊對應點位異常等問題，以及調度人員實務與操作意見回饋後，需配合調整與修正應用功能或增設最佳化條件與機制，故技術開發、上線試運行至符合調度人員需求，非僅單一年度可完善技術開發。故計畫團隊在執行過程中，多與台電相關人員進行訪談，需滾動式檢討配電管理應用功能，逐年逐步精進已開發之應用功能，使其能落地使用，以解決實務問題，協助台電縮短下游復電時間低於 5 分鐘達 70%，達成行政院核定「智慧電網總體規劃方案」之政策目標。

(二)本計畫將開發微電網與配電網共模調控技術，並以微電網提供配電網電力輔助服務期間，其輸出功率之反應時間、持續時間、接受調度指令等，均受台電電力平台之規範，故所開發之技術需確保功能完整性後再上線試行，以避免相關罰則；另外，本計畫擬將多電源協調控制技術推廣至離島，因離島屬於南方四島國家公園，其建物及測試場域亦受相關規範限制，後續仍須與澎湖縣政府進行協調。

(三)子項計畫三之變電所智慧診斷技術開發部分，必須實際裝設訊號監測儀器於變電所輸變電設備，方能擷取與設備壽命相關的重要資訊。但是，使用中之輸變電設備均處於上線運轉狀態，且若面臨供電尖峰期間，更是無法配合本研究以裝設訊號監測儀器。為解決此難題，本計畫將與台電供電處密切合作，協調於輸變電設備定期停機檢查期間，在台電安全人員監督的情況下裝設訊號監測儀器，除可避免影響各變電所正常供電業務外，並能減輕台電配合施工之人力安排。

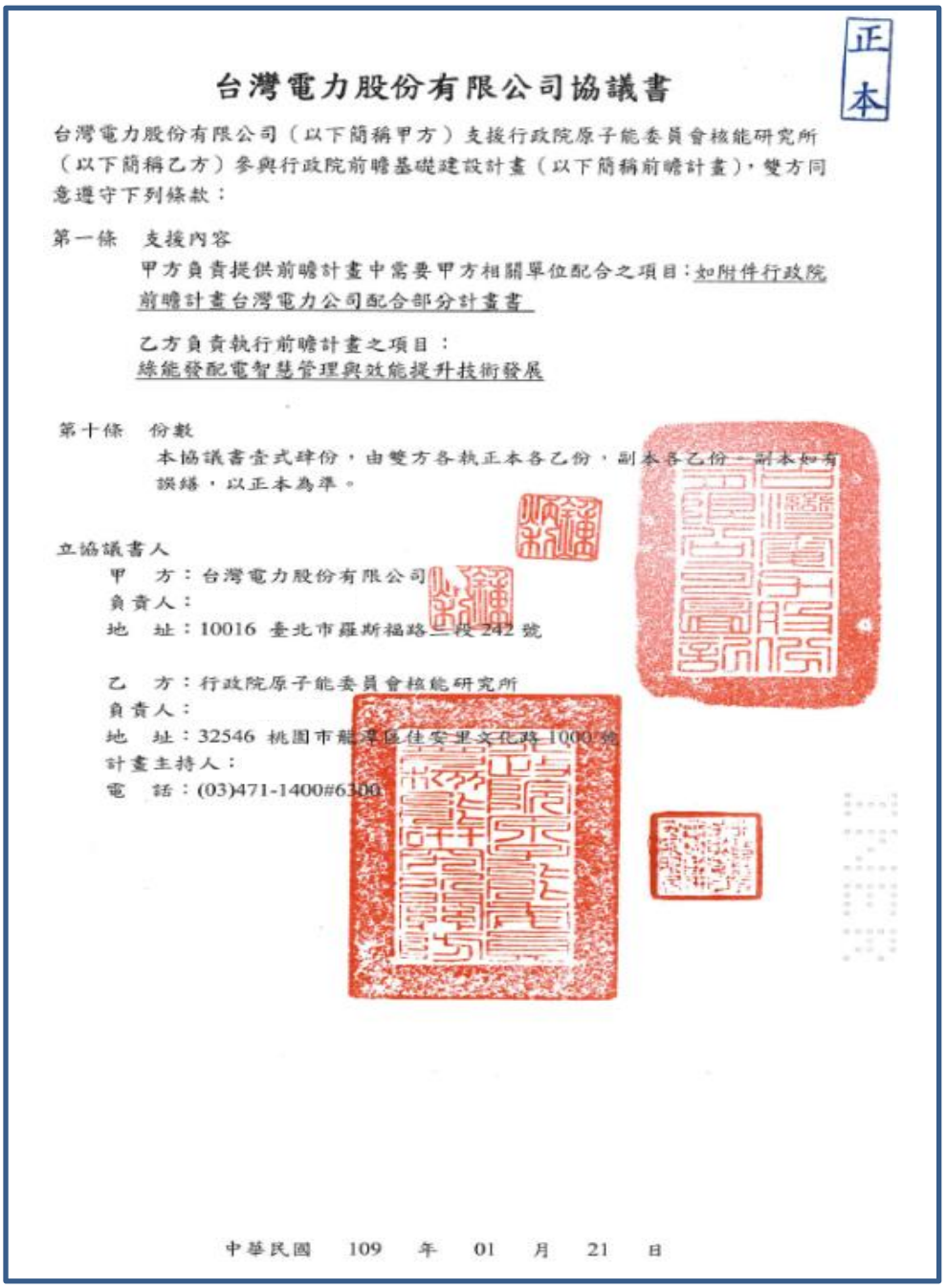
四、與以前年度差異說明

本計畫「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」(112-113 年度)與前年度計畫(110-111)之差異說明表列如下：

年度 差異項目	110-111 年度	112-113 年度
年度階段性目標與執行重點	1.完成配電網路與分散式電源狀態估測與三相配置策略，並建立配電地理空間資訊與設備資訊一致性，可協助系統進行饋線復電操作；完成饋線開關操作序列及饋線拓撲追蹤技術演算法，並建立配電管理系統之設備資訊，強化再生能源管理。	1.開發變壓器換相決策程式，以改善饋線三相不平衡，並研提饋線保護協調策略，及整合故障指示器與變壓器訊息，建立動態地理圖資技術；開發饋線四路開關分岐線調相與電驛參數動態設定策略，並建立配電地理空間資訊視覺化顯示技術。
	2.完成微電網與配電網之共同即時模擬系統、三相混合式直流端多電源切換控制策略、及功率調節系統個別相控制策略；完成微電網之各種輔助調控決策，建立可接受調度命令之混合式功率調節系統、及功率調節系統與柴油機併聯技術。	2.因應配電系統負載與再生能源變動，設計微電網輔助調頻策略及穩壓調控演算法，並完成微電網與配電網即時共模系統之硬體迴圈通訊測試，完成 MW 級微電網系統，提供電網補充、調頻備轉輔助服務，開發多電源電能協調策略，維持區域電網穩定運轉。
	3.完成與電動運具充電樁並用之模組化液流儲能機組開發及關鍵組件狀態監測平台建置；完成量體為 10 部充電樁之電動車電站最佳儲能電能容量分析及智慧排程演算法，並建置關鍵組件運轉效能分析基線模型。	3.開發變電所設備損傷診斷系統，規劃資產管理策略與可靠度評估準則。進行設備運轉效能變化資訊挖掘與狀態評估模組開發，研製維護保養與剩餘壽命控管專家決策系統。

五、跨部會署合作說明

本計畫主要由核能研究所負責執行，開發之本土化系統及相關技術，將實際應用於台電雲林區處現場上線運行測試，並已取得台電同意，雙方已於 109 年 2 月完成協議書簽訂。此外，本計畫團隊於 110 年 8 月 11 日與台電配電處滾動檢討前瞻計畫 112-114 年之工作內容規劃，雙方充分溝通。



正本

台灣電力股份有限公司協議書

台灣電力股份有限公司（以下簡稱甲方）支援行政院原子能委員會核能研究所（以下簡稱乙方）參與行政院前瞻基礎建設計畫（以下簡稱前瞻計畫），雙方同意遵守下列條款：

第一條　支援內容

甲方負責提供前瞻計畫中需要甲方相關單位配合之項目：如附件行政院前瞻計畫台灣電力公司配合部分計畫書

乙方負責執行前瞻計畫之項目：
綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展

第十條　份數

本協議書壹式肆份，由雙方各執正本各乙份，副本各乙份，副本如有誤繕，以正本為準。

立協議書人

甲　方：台灣電力股份有限公司
負責人：
地　址：10016 臺北市羅斯福路二段 242 號

乙　方：行政院原子能委員會核能研究所
負責人：
地　址：32546 桃園市龍潭區佳安里文化路 1000 號
計畫主持人：
電　話：(03)471-1400#6300

中華民國　109　年　01　月　21　日

六、與本計畫相關之其他預算來源、經費及工作項目

預算來源	經費(千元)	工作項目
科技發展		
公共建設		
基本需求 (部會施政+社會發展)		
其他(如作業基金)		

肆、前期重要效益成果說明

一、分年度重要執行成果

- 研究團隊獲獎成果

1. 研究團隊以「INER Distribution Network Management System, iDNMS(核能研究所智慧配電網路管理系統)」參加素有科技產業奧斯卡之稱的「2021 年全球百大科技研發獎(R&D 100 Awards)」，本技術從 17 個參賽國家及超過千件的參賽作品中脫穎而出，榮獲 2021 年全球百大科技研發獎，科技研發實力受到國際肯定(圖 36)。

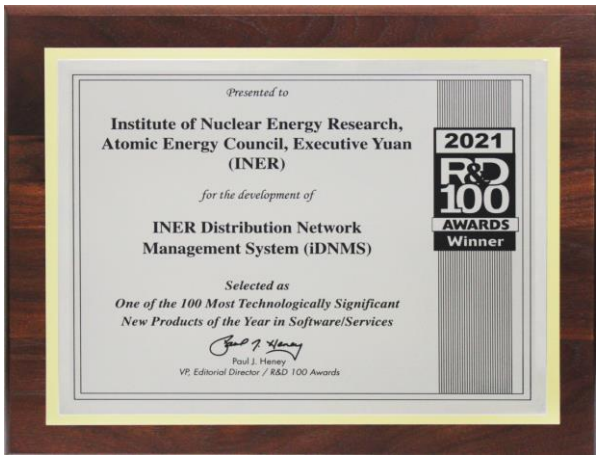


圖 36、研發成果獲全球百大科技研發獎

2. 研究團隊將配電管理與微電網關鍵技術之研發成果，以「含再生能源之智慧配(微)電網研發團隊」參加被譽為公務人員最高殊榮之「公務人員傑出貢獻獎」，於全國 47 組優秀團體中，歷經書審、簡報複審及決審(含實地訪查)3 階段的嚴選，獲選為得獎團隊，12/14 由總統頒發 110 年公務人員傑出貢獻團體獎(圖 37)。

圖 37、研發團隊獲頒全國公務人員傑出貢獻獎

3. 本計畫以「用於微電網之電壓控制系統及方法」專利技術，加值於三相功率調節系統，參加 2021 年「台灣創新技術博覽會」發明競賽，榮獲鉑金獎，如圖 38。

圖 38、榮獲 2021 年台灣創新技術博覽會(TIE)發明競賽鉑金獎

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

1. 電網三相配置技術開發

完成配電饋線聯絡開關最佳配置策平台開發，分析饋線調度系統之開關拓樸架構及饋線口歷史運轉資料庫，利用電力潮流分析出以降低變電所最大饋線承載率(電流)、線損等為最佳化目標函數，計算饋線手/自動化開關狀態，使饋線承載率更加均化。本計畫所開發之策略平台已於台電雲林區處試行，可均化相近區域饋線之承載率，使最高之饋線承載率由原本 85%降為 59%(如圖 39)，有助於系統進行下游轉供與饋線復電操作，與傳統手動開關相比，饋線下游轉供與復電時間可由數小時以上縮短至 5 分鐘內完成。

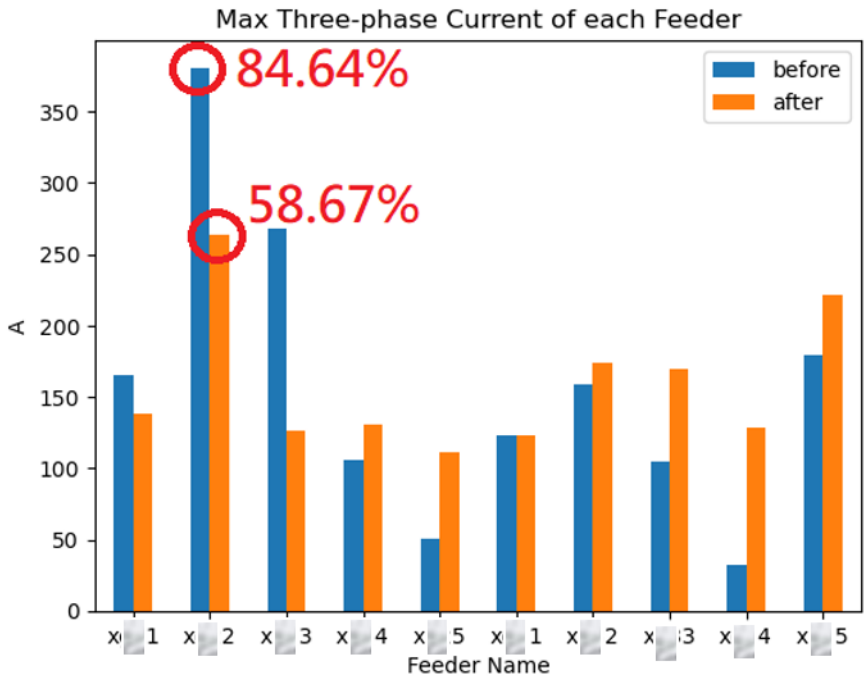


圖 39、各饋線出口端之三相電流最大值平台

2. 配電動態保護決策技術開發

完成配電系統之主幹與分岐線狀態估測技術與平台開發，以 Python

程式語言撰寫主幹與分歧線各開關間區段之負載功率建模程式，分析饋線主幹與分歧線拓撲架構、即時運轉資料、變壓器與再生能源之位置及其裝置容量、手/自動開關間連結性等資料分析，以取得饋線連結性與線路阻抗、各段負載之分配，據以建立主幹線、分岐線與分散式電源等節點的狀態估測所需模型。利用潮流分析估算饋線開關各節點的電壓值，並將狀態估測結果整合至地理圖資系統(圖40)，於系統顯示電壓分布情形，且檢測本土化配電網路管理系統之FTU 運轉數據，提出設備異常檢修通知。

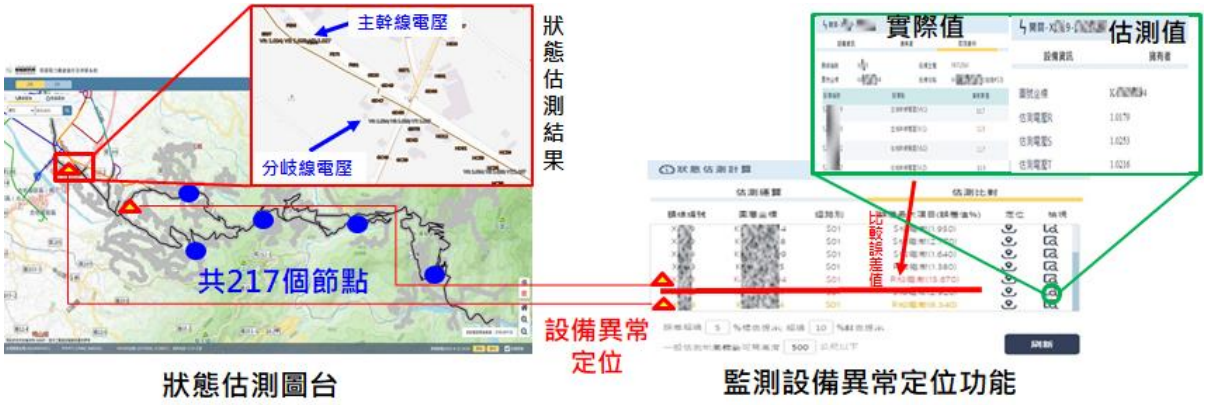


圖 40、狀態估測結果顯於地理圖資系統

3. 饋線調度支援系統整合開發：

參照國際標準 IEC 61970 及 IEC 61968，完成配電設備(包括匯流排、電容、故障指示器、高壓導線、高壓用戶、斷路器、高壓跳線、再生能源、開關、配電變壓器等 10 種)之適用台電的通用資料格式模型制定；分析配電饋線拓撲結構及設備共通資訊模型之可擴展標記式語言(XML)檔案，依其描述之設備關聯性，撰寫連結性分析程式，採用廣先搜尋演算法為基礎建立追蹤方法，可透過 XML 檔案中存在的連結關係，自饋線源頭斷路器 FCB 往下游追溯至饋線末端或是

聯絡開關，輸出適用於本土化配電網路管理系統之單線圖連結性檔案，並成功於 SCADA 系統轉換出可操作之饋線單線圖，如圖 41 所示。開發饋線拓撲轉檔程式已實際應用於台電雲林區處，經實際統計數據，配電饋線事故發生後，下游復電時間低於 5 分鐘之成功率，統計 109 年度為 29.87%，110 年 1~9 月提升至 45%。

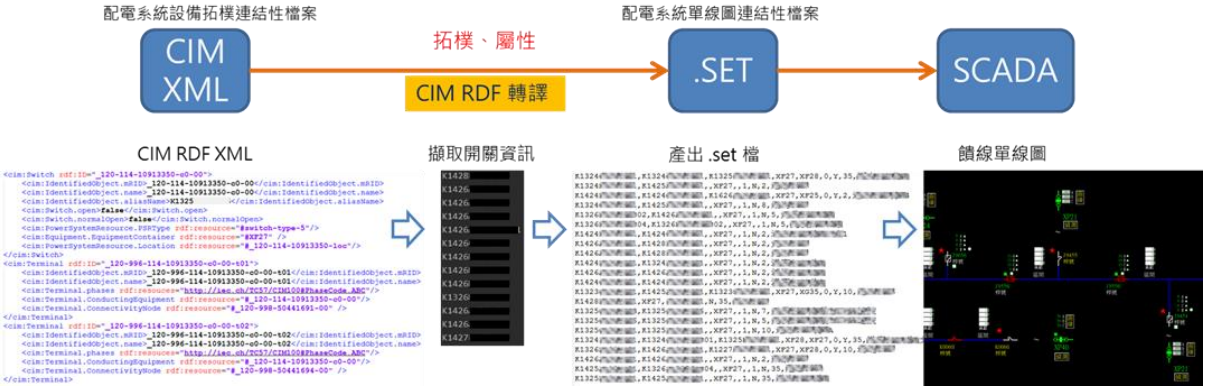


圖 41、共通資訊模型轉檔

分析現場設備與配電管理系統進行訊息交換之通訊點位格式，將通訊點位描述資訊區分為自動化開關及手動開關，並將開關圖號座標結合迴路別及開關種類等資訊，有效篩選出通訊點位與配電單線圖無法對應之情形，強化配電管理系統操作之一致性，其流程如圖 42 所示。

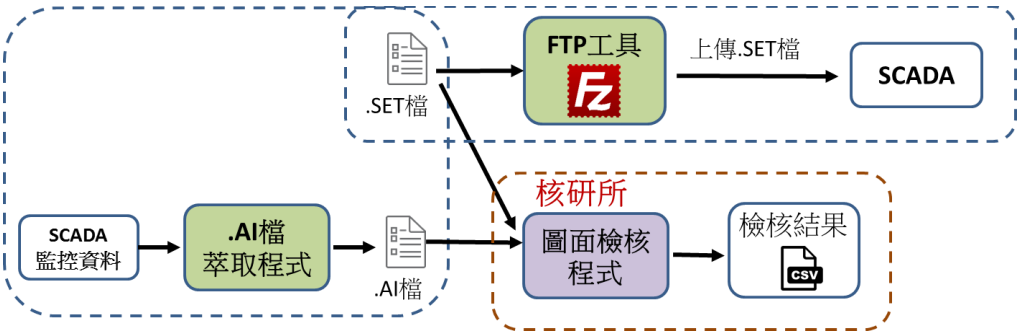


圖 42、一致性檢核流程

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

1. 微電網與配電系統之即時調度共模研究

以 4 核心分核技術建立高度耦合、龐大且複雜之配電網(頻域)與微電網(時域)模型，並將模擬步階由 10ms 降低至 0.05ms，可即時共同模擬配電饋線發生事故(故障偵測、隔離、與復電，FDIR)及開關狀態，以研析饋線調度命令給故障上游 A、故障區間 B、與非故障饋線 C 三區微電網進行輔助服務，並提出微電網在配電網遭遇事故的控制策略，回饋與修正微電網輔助服務機制，提高配電系統供電品質。圖 43 所示為結合 Labview 所建立的人機監控平台，可動態分析微電網輔助服務對配電網穩定度之改善效益。

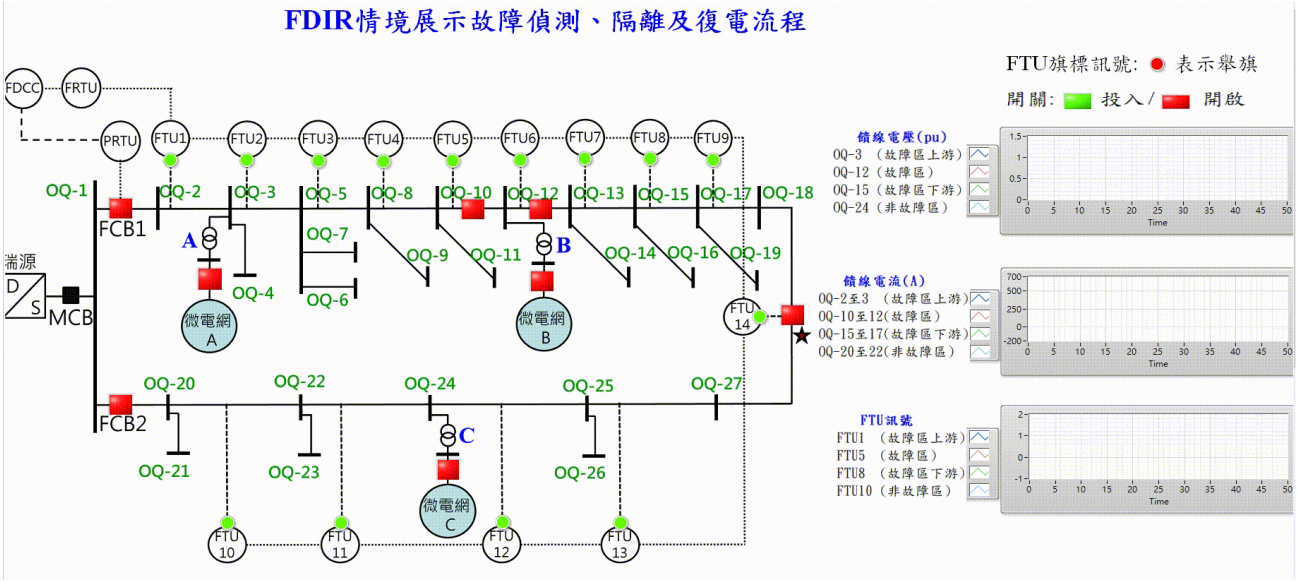


圖 43、本計畫所建立的人機監控平台，可即時監控饋線電壓、饋線電流及 FTU 訊號變化

2. 微電網輔助服務調度策略研究

將微電網裝置容量從百 kW 級擴展至 MW 級，另開發微電網之輔助服務調度及控制策略，以微電網整合各種分散式電源進行需量調控，採聚合方式提供 MW 級輔助服務，如圖 44，發揮聚沙成塔效益，將

有助於降低再生能源併網的衝擊，提升電網供電穩定。

圖 44、MW 級微電網能源協調分配平台

3. 微電網多電源協調控制技術發展

開發建置適用於離島電力系統之三相功率調節器，包含電力級電路、抗雜訊差動電路控制板之佈局，提升硬體穩定度。完成具個別相調控之三相功率調節器電流雙迴圈控制器設計，並進行數位訊號處理程式開發，同時完成功率調節系統與市電鎖相、併網之功能模擬，並實際上機輸出進行驗證，如圖 45。完成三相功率調節系統個別相輸出實測，可四象限實/虛功輸出，且誤差均小於 3%，如圖 46。

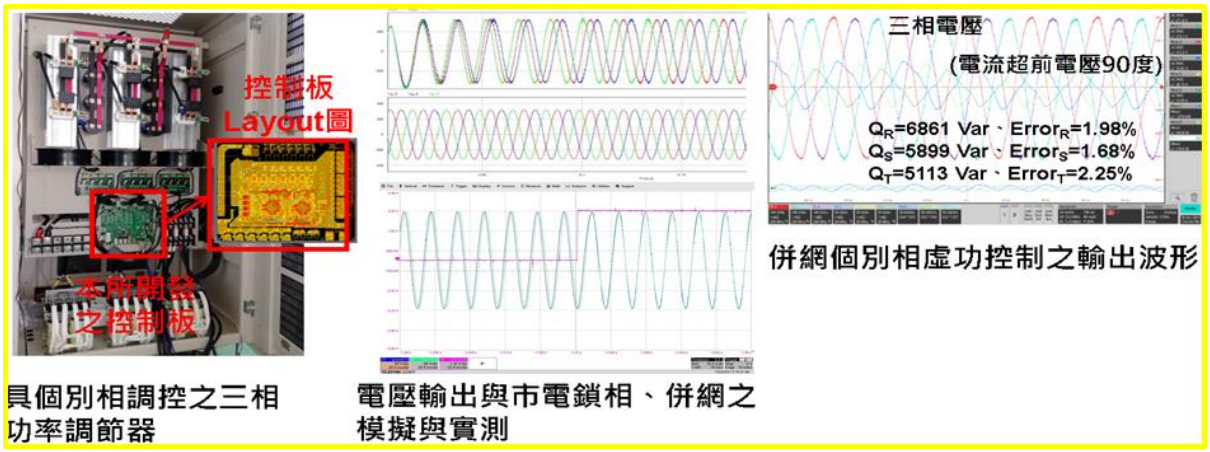


圖 45、具個別相調控之三相功率調節器開發

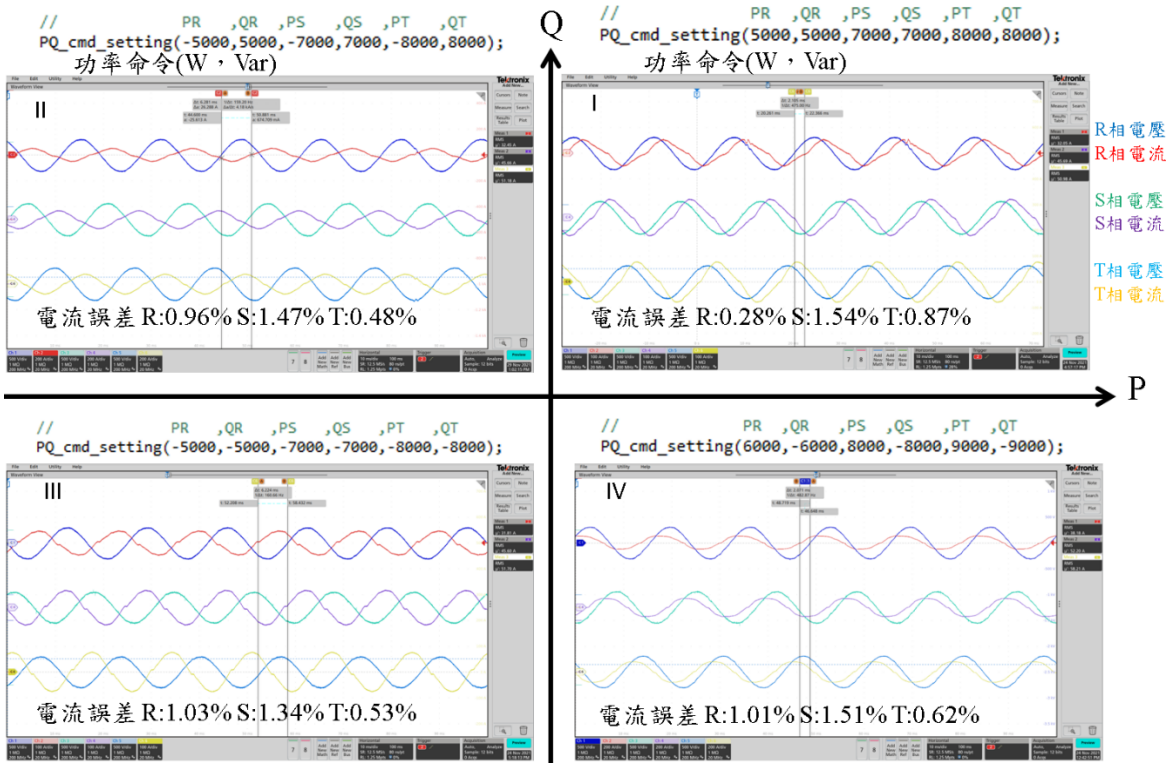


圖 46、個別相實虛功四象限控制輸出波形

(三)電動運具智慧充換電儲能電站技術發展

1. 整合式儲能系統技術開發及充換電站應用

(1)依據實際配電饋線模型，完成充換電站最大可安裝數量分析，如圖 47，若充換電站配置有 25kW VRFB(全釩氧化還原液流電池)儲能系統，最大可安裝約 97 座，相較無儲能系統時多 37 座，有助於提升充換電站數量設置。並探討電動運具不同充電排程機制，比較有無排程之差異，加入排程後可降低饋線尖峰負載達 64.4%，如圖 48，可作為未來電動運具數量提升時，對於配電系統衝擊的評估。

(2)完成模組化、機櫃型儲能系統開發，並安裝於本所示範場域，如圖 49，特色包含：(i)使用中油煉油廢觸媒作為原料，進行國內首批電解液自主料源生產作業。(ii)模組設計兼具安裝及運維便利性，可以提供停車場區與行動儲能供電需求。

(3)完成電動運具智慧充換電儲能電站能源管理系統，如圖 50，功能包含：(i)即時電力動態圖、(ii)PV 發電、(iii)儲能系統充放電、(iv)基礎負載用電、(v)警報視窗、(vi)即時天氣。並完成充電排程管理系統規劃，以均流模式或排隊模式作為排程依據，透過儲能系統充放電調控及相關參數設定，對電動車進行充電排程。

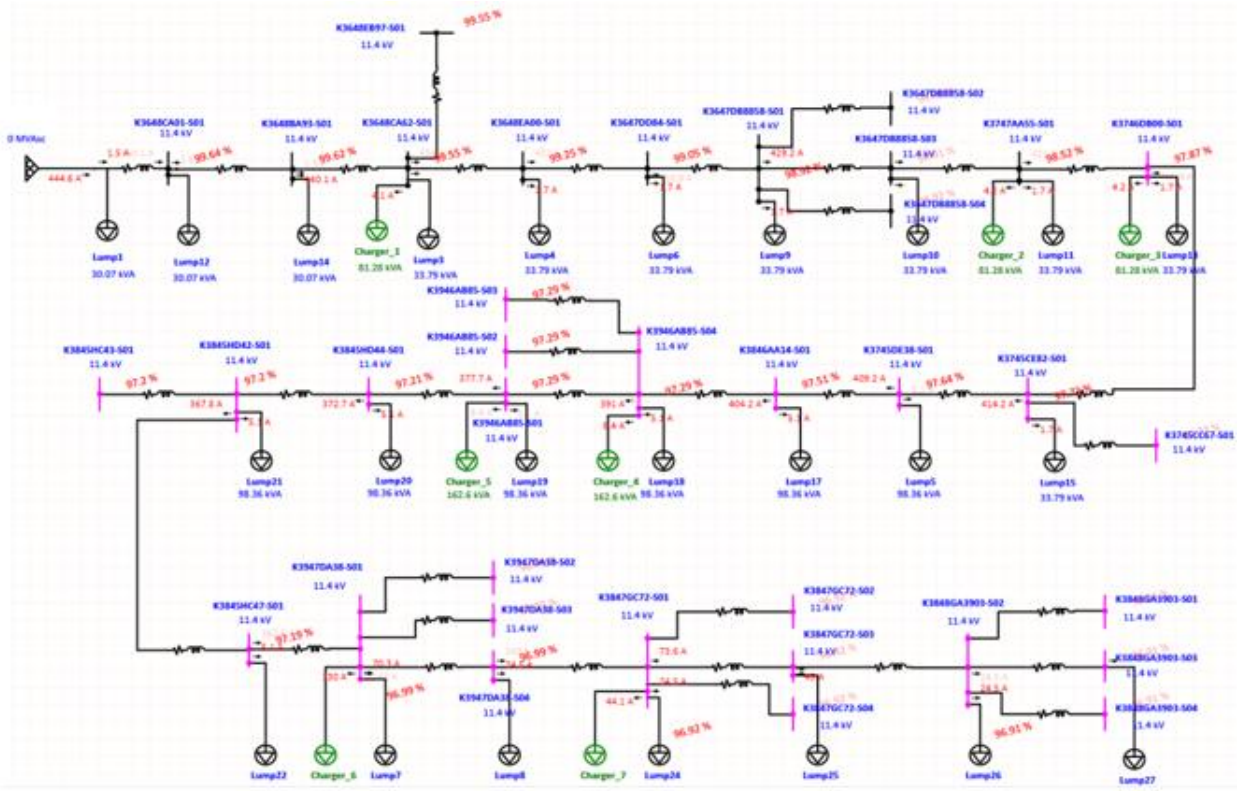


圖 47、配電饋線含充換電站電力潮流分析

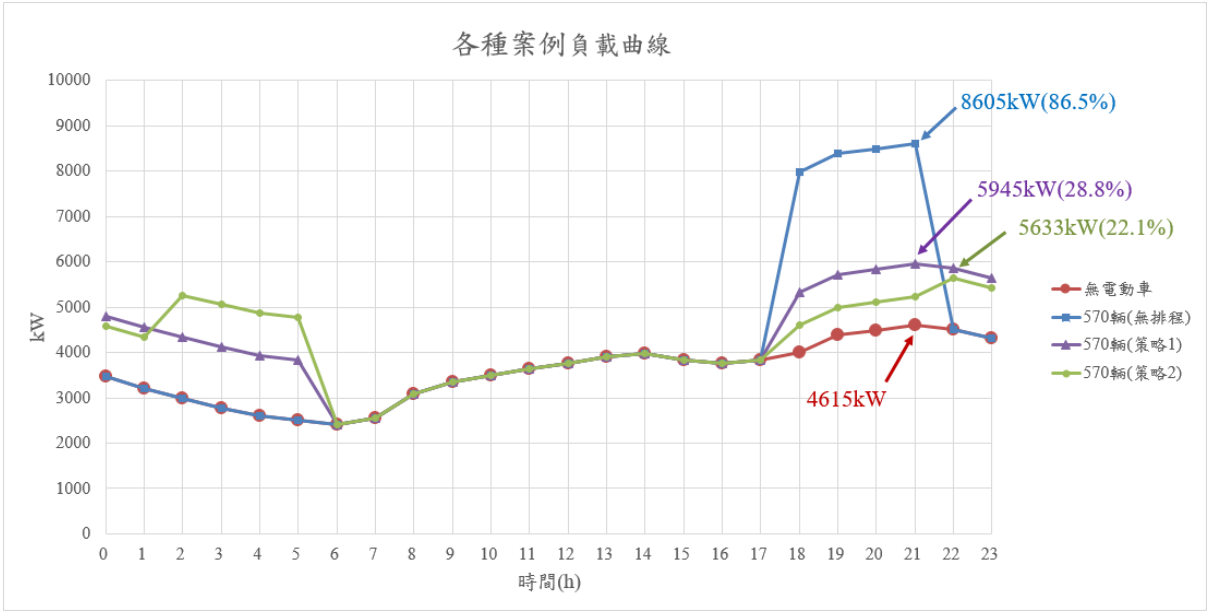


圖 48、電動車排程充電對饋線負載變化

圖 49、電動運具智慧充換電儲能電站示範場

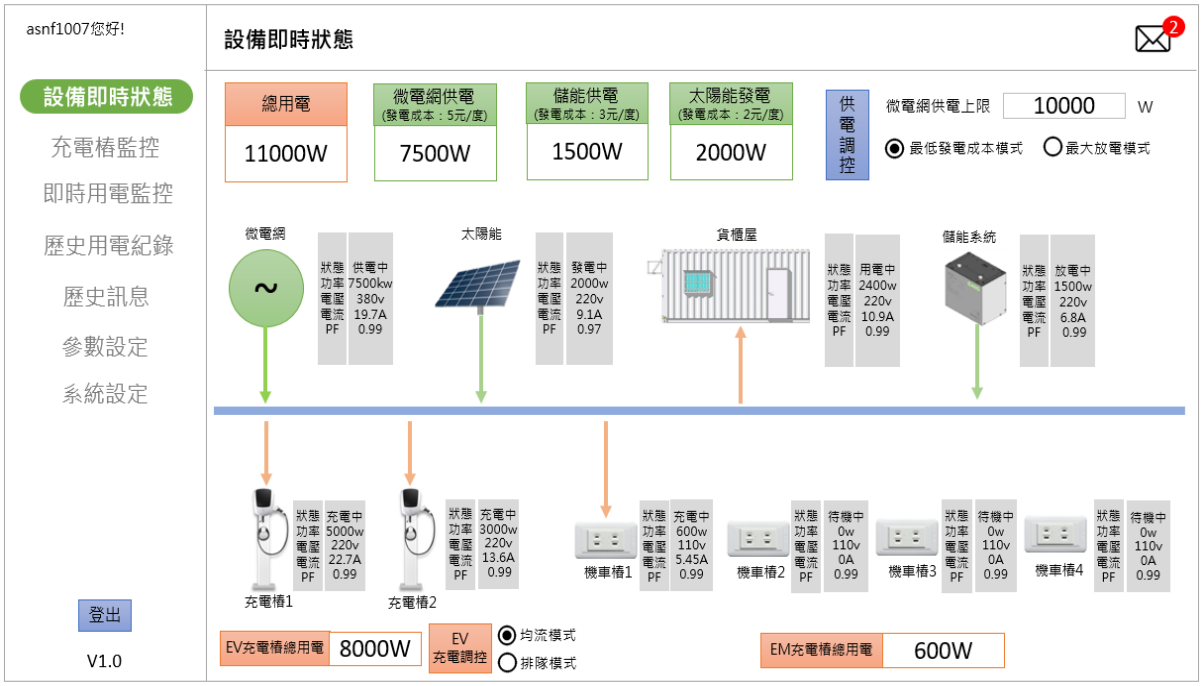


圖 50、電動運具充電站即時用電狀態監控畫面

2. 大數據監測與智慧診斷技術

實際於台電一次變電所，建置自行研發之 161kV 供電變壓器之狀態監測平台，進行接地電流、油中氣體、局部放電、冷卻系統、本體振動與有載分接頭切換器(OLTC)即時狀態監測與故障診斷(如圖 51)。運用訊號處理技術，自行開發 OLTC 切換裝置之通用型故障診斷方法，根據切換期間的振動訊號，進行時域與頻域分析及特徵變量萃取，並測得 OLTC 頻譜訊號異常，經頻譜分析與實際勘查後，確實發現齒輪嚴重磨損(如圖 52)。

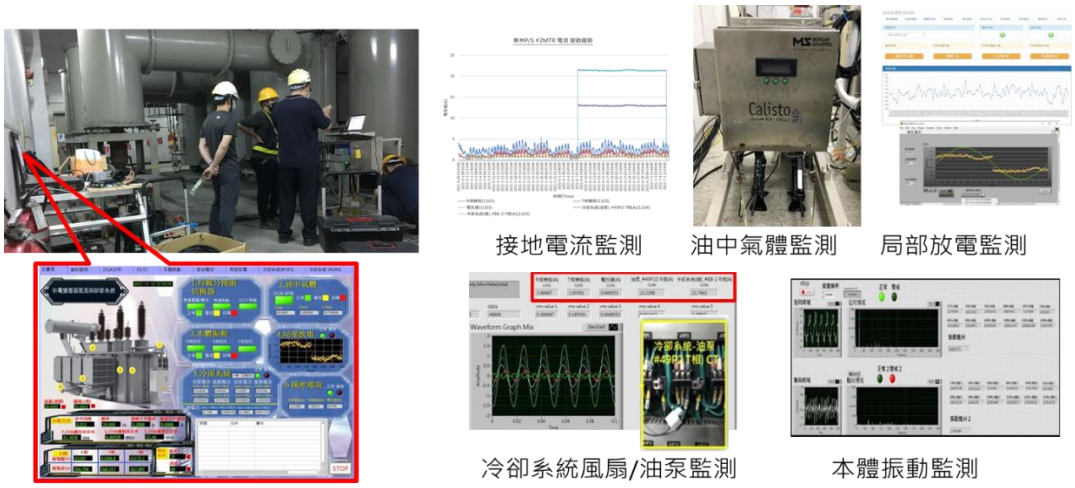


圖 51、161kV 供電變壓器之狀態監測平台

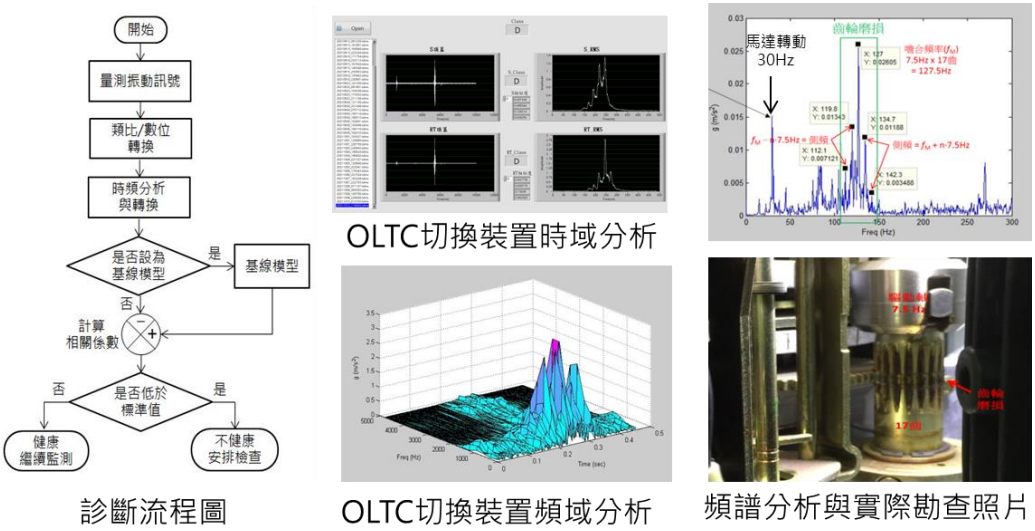


圖 52、有載分接頭切換器之狀態診斷實績

二、里程碑達成情形

(一)完成配電饋線聯絡開關最佳配置策略平台開發，以台電雲林變電所為例，可均化相近區域饋線之承載率，使最高之饋線承載率由原本 85% 降為 59%，協助調度人員操作聯絡開關，俾利系統進行饋線復電操作；完成配電系統狀態估測技術開發，可估測饋線節點電壓狀態，掌握分散式電源狀態；完成適用於台電的配電設備通用資料格式模型制定，並開發發配電圖面檢核技術，維持配電地理空間資訊與設備資訊一致性。本計畫完成與○○公司簽訂「配電訊息模型應用於配電系統之資料轉換技術」、與○○公司「電網監控系統即時數據擷取技術」，技術移轉共 2 件。

(二)已完成將微電網裝置容量從百 kW 級擴展至 MW 級，完成微電網與配電網之共同即時模擬系統、三相混合式直流端多電源切換控制策略、及功率調節系統個別相控制策略。本計畫開發功率調節系統個別相調控功能，並將「三相電力轉換器之控制器設計」技術移轉至○○公司。

(三)完成液流儲能單元模組及機櫃型儲能系統開發，其中充電站中建置之儲能系統特色包含：使用國產自主料源與本所技術，本所技服廠商○○公司，已接收 100 公噸中油煉油廢觸媒作為原料，進行國內首批電解液自主料源生產作業，並完成儲能電站之配電饋線電力潮流分析，在加入充電排程後對於饋線尖峰負載降幅可達 64.4%，有助於改善配電系統衝擊。另完成在台電 161KV 變電所如東林變電所、忠福變電所及福山變電所等重要關鍵組件狀態監測平台建置，並進行狀態監測數據的分析與智慧診斷。同時也與○○公司，完成大數據偵測與智慧診斷相關之「有載分接頭切換裝置運轉狀態偏移智慧診斷技術」技術移轉。

三、可量化經濟效益

(一)創造就業機會

1. 本計畫促成產業界雇用研發人員共 10 人。
2. 本計畫與國內學界合作共同培育人才，進入產學研界服務，俾利於資源整合與提升就業。

(二)帶動公民營企業投資

1. 本計畫促成○○科技公司投入「配電網三相數據蒐集平台」之開發，估計研發投資金額為 6,500 千元，生產投資金額為 11,000 千元。
2. 本計畫促成○○公司投入「整合配電系統狀態估測演算法之地理圖資管理系統」之開發，估計研發投資金額為 1,250 千元。
3. 本計畫促成○○公司投入「500kW 功率調節系統及鋰電池系統」之開發，估計研發投資金額為 30,000 千元，生產投資金額為 15,000 千元。
4. 使用國產自主料源建置模組化、機櫃型儲能系統，合作廠商○○公司，投資(1)射出成形機台(含混料機、粗粉碎機、送料機、烘料機料斗、細粉碎機、真空吸附系統、包射模具)、(2)組裝機台、(3)自動點膠機台、(4)雙噴頭 3D 列印等共計 5,100 千元整。

四、不可量化經濟效益

(一)協助台電公司配電處推廣本土化配電管理系統至全台各縣市區處，目前已於雲林、北北、高雄、基隆、苗栗、南投、彰化、嘉義、新營、屏東、花蓮及澎湖等十二個區處進行推廣與建置，未來將可有效管理台電約 4,000 多條饋線。

(二)本計畫開發之以本土化配電網路管理及地理空間資訊應用相關功能「智慧配電網路管理系統 iDNMS」，榮獲 2021 全球百大科技研發獎 (R&D 100 Awards)。藉本由本項技術開發，可調和國內電力與資通訊系統產業，建立本土維運供應鏈，協助配電系統管理再生能源，縮短停復電時間，提升系統供電品質。相關技術將可透過技術移轉或技術服務，提供國內產業關鍵技術能力，俾利推廣至國內外配電與微電網場域應用。

(三)研究團隊將配電管理與微電網關鍵技術之研發成果，以「含再生能源之智慧配(微)電網研發團隊」參加被譽為公務人員最高殊榮之「公務人員傑出貢獻獎」，於全國 47 組優秀團體中，歷經書審、簡報複審及決審(含實地訪查)3 階段的嚴選，獲選為得獎團隊，12/14 由總統頒發 110 年公務人員傑出貢獻團體獎獎座。

(四)完成通訊點位與操作圖面之檢核程式開發，確保配電地理空間資訊與設備資訊一致性，在饋線事故發生時，縮短因圖面不一致之處理時間，並於本土化地理空間資訊系統建立事故判斷標示：停電、故障、轉供、環路等饋線，協助台電進行饋線快速復電，可提升民眾用電便利性。

(五)以微電網整合各種分散式電源與需量調控，以聚合方式發揮聚沙成塔效益，來提供電力輔助服務，協助區域電網供電之穩定效益，同時刺激儲能、電力電子相關產業投入市場。

(六)研究團隊以「用於微電網之電壓控制系統及方法」，榮獲 2021 年台灣創新技術博覽會(TIE)發明競賽鉑金獎，該技術可加值於市面上三相功率調節系統，進而節省因超規建置所增加之建置成本，達到微電網啟動電流抑制，其技術具產品創新性與成本競爭力，並將向產業進行推廣技轉。

(七)使用國產自主料源建置模組化、機櫃型儲能系統，本所技服廠商○○公司，已接收 100 公噸中油煉油廢觸媒作為原料，進行國內首批電解液自主料源生產作業。依據中油預估廢觸媒以廢棄物處理，清運處理費 1.9 萬元/噸，處理費用約 2 億元，但廢觸媒中約含有 10%氧化釩，以近年氧化釩的平均價格來計算，本次處理 100 噸觸媒能產生約 600 萬元的有價物質。

(八)台電公司目前對於大型變壓器之維護，大多以人工、週期性等方式進行保養；本計畫開發之供電變壓器狀態監測平台，可廣泛應用於各種大型變壓器，能在不停電下診斷預知設備之異常狀況，取代人工進行即時狀態偵測與故障診斷，除可減少檢測工作停電及非預期停電事故之發生外，並可延長設備維護週期，節省維護人力。

伍、預期效益及效益評估方式規劃

一、全程預期效益

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

藉由本土化配電網路管理與地理空間資訊應用技術開發,取代電力公司現行之國外系統,避免電力系統之管理被外商箝制。本計畫完成本土化配電網路管理系統功能開發，包含、電網三相配置技術、及配電動態保護決策技術、饋線調度支援系統整合開發等研究項目，這些技術有效縮短系統下游復電策略之研擬及判斷執行時間低於 5 分鐘,加速故障排除；此外，降低配電中性電流達 20%，除降低電力損耗外，亦減少配電保護設備動作所造成饋線跳脫,如此可強化配電系統管理再生能源的能力，有助於納入更多再生能源或分散式電源併網發電,協助政府再生能源政策之推動；再則，藉由本計畫技術之開發，調和國內電力與資訊系統產業，將可整合出具特色之配電網路管理產業,提升產業技術與競爭力，進軍東南亞國際市場。

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

藉由微電網提供電力輔助服務支持配電網運作,成為國內首例以微電網參與電力輔助服務之先驅將可改善供電品質。本計畫開發微電網調頻、即時與補充備轉調度策略,並建立微電網與配電網之多尺度通訊與硬體迴圈即時共同模擬平台，以及可接受電力調度命令之 MW 級微電網系統，提供電網電力輔助服務，協助配電系統穩定供電，以強化電網韌性並改善民生用電問題。另外，開發三相功率調節系統與再生能源、柴油發電機等三種電源間之協調技術，當再生能源發電充足，且柴油機發電效率較差時，可視情況關閉柴油機，邁向能源轉型工程，並刺激儲能、電力電子等相關產業投入市場。

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

依據國外調研機構(Global Industry Analysis)預估，全球預防性維護技術之需求將從 2020 年 38 億美金，大幅增長至 2026 年 139 億美金，年均複合增長率為 23.3%。本技術可運用於高營運安全需求度之產業(如發電廠、煉油廠、石化廠等)，除可降低設備突然故障所造成之商業損失，同時提升設備的維修效率。在損傷診斷與狀態評估方面，在完成輸/變電設備在線損傷診斷與狀態評估系統，診斷關鍵組件健康狀況並及早進行預警，降低非預期停止運轉事件之發生，提升變電所運轉安全。在預知維護資產管理方面，完成變電所預知維護資產管理整合平台，實際應用於 1 處台電變電所，提升運維效率並降低運維成本。

二、112 年效益評估方式規劃

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

1. 整合各相饋線變壓器資訊，開發含再生能源配電之多目標最佳化變壓器換相決策程式,並將饋線功率等時性分析平台應用至區處1件，供調度人員進行運轉資料分析。
2. 研提饋線保護協調策略，並整合故障電流計算於具狀態估測之地理圖資系統中，將其推廣至區處使用 1 件。
3. 整合 1 個台電區處運轉資訊，建立以訊息為基礎之動態地理圖資，運用故障指示器及變壓器訊息模型,開發饋線變壓器異常示警機制，提出變壓器毀損或過載預警。
4. 完成論文 4 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件、技術服務或技術移轉 1 件。

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

1. 開發可因應饋線異常之 1 種微電網調頻即時模擬策略，及微電網與配電網之即時共模系統之硬體迴圈雙向通訊測試。
2. 建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%，達成國內首例以微電網參與電力輔助服務。
3. 開發三相功率調節系統模式切換及多電源(包含功率調節系統、柴油機、太陽能等 3 種電源)之併聯策略。
4. 完成論文 4 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件，技術服務或技術移轉 1 件。

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

1. 運用 AI 機械學習與模式辨識技術,開發變電所設備損傷診斷評估系統，進行其運轉效能劣化趨勢分析及故障損傷程度診斷，根據 IEEE C57.143 評估規範，降低設備失效率 10%，實際至少於 1 處台電變電所試行。
2. 根據國際資產管理標準，規劃變電所設備資產管理策略，依據「性能、狀態、壽命」等指標進行關聯性分析與可靠度評估。
3. 完成論文 2 篇、研究報告 3 篇、專利 1 件。

三、113 年效益評估方式規劃

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

1. 分析變電所饋線口三相運轉數據，開發四路開關分歧線調相程式，使全區處饋線不平衡率低於 20%的比例提升至 95%，以減少系統損失。
2. 考量分散式電源發電量及饋線各節點電壓估測結果，研擬電驛參數動態設定策略，使保護設備間之保護協調時距達 0.2 秒以上，以避免故障越級跳脫。
3. 開發行動裝置系統 2D 或 3D 顯示技術，並建立配電地理空間資訊平台查找異常迴路，且可介接圖層，以強化配電設備管理，將其推廣至 1 個區處實際試行。
4. 完成論文 4 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件，技術服務或技術移轉 1 件。

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

1. 以配電即時模擬系統設計輔助穩壓調控演算法，並以即時共模硬體迴圈，完成台電實際系統設備(如饋線末端單元或電驛等)測試 1 件。
2. 建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，成功執行電力輔助服務 1 次以上。
3. 開發三相功率調節系統、再生能源與柴油機等 3 種電源協調控制技術，由功率調節系統補償柴油機不平衡電流，並可全日穩定運轉。
4. 完成論文 4 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件，技術服務或技術移轉 1 件。

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

1. 利用數據清洗、篩選與聚類等大數據分析技術，進行影響設備運轉效能變化之資訊挖掘，並開發狀態評估模組，鑑別潛在異常狀態，實際至少於 1 處台電變電所試行。
2. 應用模糊推論、風險矩陣及人工智慧等方式，進行設備健康指標評估、失效風險分析、維護與維修排序、以及剩餘使用壽命管控等專家決策系統發展，延長設備之檢測週期 20%，實際至少於 1 處台電變電所試行。
3. 完成論文 2 篇、研究報告 3 篇、專利 1 件、技術服務或技術移轉 1 件。

陸、自我挑戰目標

112 年度

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

挑戰將本土化配電網路管理系統之 2 項應用功能，實際推廣至台電配電區處上線使用。

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

以 MW 級微電網系統申請台電補充備轉輔助服務，並成功執行電力輔助服務。

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

整合台電現有之變壓器三種油中氣體量測設備，進行變壓器絕緣壽命評估與故障診斷，實際至少於 1 處台電變電所試行。

113 年度

(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用

挑戰將本土化配電網路管理系統之 1 項應用功能，實際推廣至台電配電區處上線使用。

(二)微電網與配電網共模調控技術開發

開發微電網三相功率調節系統、再生能源與柴油機等 3 種電源協調控制技術，使微電網穩定供電達 100 小時，並補償含再生能源之不平衡負載。

(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術

整合損傷診斷與資產管理相關數據，利用 IEC61850 標準通訊協定進行變電所自動化試行，實際應用於 1 處台電變電所。

110 年度及 111 年度挑戰目標及達成情形		
年度	第一年 民 110 年	第二年 民 111 年
挑戰目標	1.挑戰將本土化配電網路管理系統，實際應用至 1 處配電饋線調度中心，並上線使用。 2.一般大功率的設備之電流命令與實際輸出，在輕載時約有 10%左右之誤差，本計畫將開發軟體補償方式，挑戰三相功率調節系統在功率控制模式(P/Q mode) 下，提升電流輸出精準度，使輸出誤差降至 3%以內。 3.挑戰所開發之模組化液流儲能機組，能夠符合地下與立體停車場的高度、空間限高及限寬要求，可實際專屬應用至充電樁場域 1 處，進行試運轉。	1.挑戰將本土化配電網路管理系統，實際應用至另 1 處配電饋線調度中心，並上線使用。 2.挑戰所開發的混合式功率調節系統在接受調度命令後，可輸出百 KVA 功率並持續 15 分鐘以上之調頻備轉輔助服務。 3.挑戰所開發之模組化液流儲能機組與電動運具充電基礎設施，可實際專屬應用至充電樁場域 1 處，進行試運轉。
達成情形	1.完成配電饋線聯絡開關最佳配置策略程式及其平台開發，並於 110 年 8 月 20 日將平台推廣至台電雲林區處上線試行，協助調度人員操作聯絡開關。 2.完成具個別相調控之三相功率調節器之數位訊號處理程式開發，並利用前饋控制架構，實際上機輸出 220V，60Hz 之交流電壓，完成功率調節系統與市電鎖相、併網之功能模擬與個別相輸出實測，其功率誤差小於 3%。 3.完成與電動運具充電樁並用之液流儲能單元模組開發，並已組裝在儲能機櫃中。儲能貨櫃裝置於於聯合大學示範場域，進行儲能與電動機車整合示範。	

柒、經費需求/經費分攤/槓桿外部資源

經費需求表(B005)

單位：千元

細部計畫名稱	計畫屬性	112 年度			113 年度			114 年度(8 月)		
		小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出	小計	經常支出	資本支出
綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫	E.產業應用技術開發	115,000	58,000	57,000	115,000	57,490	57,510	78,000	34,810	43,190
(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用	E.產業應用技術開發	50,300	25,210	25,090	50,300	24,360	25,940	34,100	14,290	19,810
(二)微電網與配電網共模調控技術開發	E.產業應用技術開發	45,000	22,000	23,000	45,000	21,750	23,250	30,900	13,120	17,780
(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術	E.產業應用技術開發	19,700	10,790	8,910	19,700	11,380	8,320	13,000	7,400	5,600

A. 組織維運/類業務：常態性支持與維運法人組織運作，或為支持科研發展衍生之常規性業務或研究等計畫。

B. 資通訊建設：以資通訊設備建置為計畫核心，目的在於推動資訊化社會之建設，建構完善基礎環境，規劃資訊通信關鍵應用，以帶動資訊國力提升。

C. 人才培育：計畫主軸係以人才培育為核心策略，以人力資本的投入帶動基礎研究、產業發展或轉型及公共民生之發展。

D. 基礎研究：非以專門或特定應用/使用為目的，成果不特別強調與產業的連結性；或為目前已知或未來預期面臨之問題，但尚缺乏廣泛知識基礎而進行之研究。本屬性涵蓋基礎研究核心設施。

E. 產業技術研發：進行與產業連結性高之相關技術研究與開發。

F. 產業服務與應用：將科技研究與技術應用於產業，進而推動產業發展，包括技術及產品應用或產業輔導等。

G. 環境永續與社會發展：具永續性或有助於民生及公共福祉之公共資源、公共服務、科技政策等，於短、中、長期可促進各類人民福祉之提升、環境之保全與安全之促進。

112 年度經費需求表

經費需求說明

1.經常支出：執行計畫所需材料費如消耗性物品，其他費用如水電費及清潔費、通訊費、委託研究費、房屋與設施養護費、一般事務費、國內外差旅費等多項用途。

2.資本支出：執行計畫所需儀器設備費如分析儀器，及為達成工作所需專用機械、處理系統等，其他費用如資訊設備硬體及軟體費、雜項操作設備與工具等。

3.槓桿外部資源：應用技服收入及產學合作計畫，增聘相關專業人員參與技術服務作業，創造國內就業機會。

112 年度經費需求表

單位：千元

計畫名稱	細部計畫重點描述	主要績效指標KPI	112 年度						
			小計	經常支出			資本支出		
				人事費	材料費	其他費用	土地建築	儀器設備	其他費用
綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫			115,000	-	2,266	55,734	-	27,070	29,930
(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用	開發饋線變壓器換相決策與異常示警功能，及動態地理圖資與功率分析平台，實際於台電區處試運轉。	論文 4 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件、技術服務或技術移轉 1 件	50,300	-	945	24,265	-	10,150	14,940
(二)微電網與配電網共模調控技術開發	建立 MW 級微電網補充備轉輔助服務系統，完成微電網輸出功率誤差控制低於 5%。	論文 4 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件、技術服務或技術移轉 1 件	45,000	-	757	21,243	-	14,840	8,160
(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術	開發變電所設備損傷診斷系統，並實際於台電區處試運轉。	論文 2 篇、研究報告 3 篇、專利 1 件	19,700	-	564	10,226	-	2,080	6,830

113 年度經費需求表

經費需求說明

1.經常支出：執行計畫所需材料費如消耗性物品，其他費用如水電費及清潔費、通訊費、委託研究費、房屋與設施養護費、一般事務費、國內外差旅費等多項用途。

2.資本支出：執行計畫所需儀器設備費如分析儀器，及為達成工作所需專用機械、處理系統等，其他費用如資訊設備硬體及軟體費、雜項操作設備與工具等。

3.槓桿外部資源：應用技服收入及產學合作計畫，增聘相關專業人員參與技術服務作業，創造國內就業機會。

113 年度經費需求表

單位：千元

計畫名稱	細部計畫重點描述	主要績效指標 KPI	113 年度						
			小計	經常支出			資本支出		
				人事費	材料費	其他費用	土地建築	儀器設備	其他費用
綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫			115,000	-	2,766	54,724	-	27,280	30,230
(一)本土化配電網路管理與地理空間資訊應用	開發線四路開關分歧線調相程式與行動裝置視覺化顯示技術，並實際於台電區處試運轉。	論文 4 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件、技術服務或技術移轉 1 件	50,300	-	895	23,465	-	9,090	16,850
(二)微電網與配電網共模調控技術開發	建立可接受電力調度命令之 MW 級微電網調頻備轉輔助服務系統，開發多電源電能協調策略，穩定區域電網供電。	論文 4 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件、技術服務或技術移轉 1 件	45,000	-	717	21,033	-	16,790	6,460
(三)變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術	開發設備運轉效能變化資訊挖掘與狀態評估模組，並實際於台電區處試運轉。	論文 2 篇、研究報告 3 篇、專利 1 件、技術服務或技術移轉 1 件	19,700	-	1,154	10,226	-	1,400	6,920

經費分攤表(B008)

112 年度

跨部會 主提/合提機關 (含單位)	細部計畫名稱	負責內容	主要績效指標 KPI	經費額度
經費合計				

經費分攤表(B008)

113 年度

跨部會 主提/合提機關 (含單位)	細部計畫名稱	負責內容	主要績效指標 KPI	經費額度
經費合計				

捌、儀器設備需求

(如單價 1000 萬以上儀器設備需俟受補助對象申請通過才採購而暫無法詳列者，嗣後應依規定另送科技部審查)

申購單價新臺幣 1000 萬元以上科學儀器送審彙總表(B006)

申請機關：

(單位：新臺幣千元)

年度	編號	儀器名稱	使用單位	數量	單價	總價	優先順序		
							1	2	3
112	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
總計									
113	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
總計									

填表說明：

1. 申購單價新臺幣 1000 萬元以上科學儀器設備者應填列本表。
2. 本表中儀器名稱以中文為主，英文為輔。
3. 本表中之優先次序欄內，請確實按各項儀器採購之輕重緩急區分為第一、二、三優先。
   (1) 「第一優先」係指為順利執行本計畫，建議預算有必要充分支援之儀器項目。
   (2) 「第二優先」係指當本計畫預算刪減逾 10%時，得優先減列之儀器項目。
   (3) 「第三優先」係指當本計畫預算刪減逾 5%時，得優先減列之儀器項目。

（主管機關名稱）

申購單價新臺幣 1000 萬元以上科學儀器送審表(B007)

中華民國 xxx 年度

(參考系統格式填寫)

申請機關(構)					
使用部門					
中文儀器名稱					
英文儀器名稱					
數量		預估單價(千元)		總價(千元)	
購置經費來源	□申請機構作業基金(基金名稱：　　) □行政院國家科學技術發展基金(計畫名稱：　　) □政府科技預算(政府機關名稱：　　) □前瞻基礎建設特別預算(計畫名稱：　　) □其他(說明：　　)				
期望廠牌					
型式					
製造商國別					

一、儀器需求說明

1.需求本儀器之經常性作業名稱：

2.儀器類別：(醫療診斷用儀器限醫療機構得勾選；公務用儀器係指執行法定職掌業務所需儀器，限政府機關得勾選)

□醫療診斷用儀器　□政府機關公務用儀器　□教學或研究用儀器

3.儀器用途：

4.購置必要性說明：(請詳述購置需求，以免因無法檢視儀器必要性而導致負面審查結果)

二、目前同類儀器(醫療診斷及公務用儀器專用)

1.本儀器是

□新購(申請機構無同類儀器)

□增購(申請機構雖有同類儀器，但已不符或不敷使用)

□汰購(汰舊換新)

2.若為增(汰)購，請將申請機構目前使用之同類儀器名稱、廠牌、型式、購買年份及使用狀況詳列於下：

儀器名稱	型式	廠牌	年份	數量	使用現況

二、目前同類儀器(教學或研究用儀器儀器專用)

1.本儀器是

□新購(申請機構所在區域無同類儀器)

□增購(申請機構所在區域雖有同類儀器，但已不符或不敷使用)

□汰購(汰舊換新)

2.若為增(汰)購，請將申請機構所在區域目前使用之同類儀器名稱、廠牌、型式、購買年份(未知可免填)及使用狀況詳列於下：

儀器名稱	儀器所屬機構名稱	型式	廠牌	年份	數量	使用現況

註：1000 萬元以上科學儀器請優先考量共用現有設備，並可至「貴重儀器開放共同管理平台」查詢同類儀器；如經查詢現有設備有規格不符需求、開放時段不敷使用、至設備所在位置交通成本偏高等情形，再考量購置之必要性。

三、儀器使用計畫

1.請詳述本儀器購買後 5 年內之使用規劃及其預期使用效益。(非醫療診斷用儀器請務必填寫近 5 年可能進行之研究項目或計畫)

(1)使用規劃：

(2)預期使用效益：

2.維護規劃：(請填寫儀器維護方式、預估維護費及經費來源等)

3.請詳述本儀器購買後 5 年內之擴充規劃(含配備升級等)，如儀器為整個系統之一部分，則請填寫系統擴充規劃。

(1)儀器是否為整個系統之一部分？

□否

□是，系統名稱：_____

(2)擴充規劃：

4.儀器使用時數規劃

	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	總時數
可使用時數													
自用時數													
對外開放時數													

(1)可使用時數估算說明：

(2)自用時數估算說明：

(3)對外開放時數及對象預估分析：

四、儀器對外開放計畫

□儀器對外開放，開放規劃如下：(請就管理方式、服務項目、收費標準等詳細說明，開放方式可能包含提供使用者自行檢測及分析、接受委託檢測但由使用者自行分析、接受委託檢測及分析等)

□本儀器為整個系統之一部分，系統已對外開放，開放方式如下：

□不對外開放，理由為：(除醫療診斷用及政府機關公務用儀器外，教學或研究用儀器原則對外開放，如未開放須詳述具體理由)

□醫療診斷用儀器，為醫療機構執行醫療業務專用。

□儀器為政府機關執行法定職掌業務所需，以公務優先。

□教學或研究用儀器，說明：_____

五、儀器規格

請詳述本儀器之功能及規格，諸如靈敏度、精確度及重要特性、重要附件與配合設施，並請附送估價單及規格說明書。

1.詳述功能及規格：

2.估價單(除有特殊原因，原則檢附 3 家估價單)

□僅附送_____家估價單，原因為：_____

六、廠牌選擇與評估

1.如擬購他國產品，請說明其理由。

□國產品

□他國產品，原因為：_____

2.比較可能供應廠牌之型式、性能、購置價格、維護保固、售後服務等優缺點，以及對本單位之適合性。

	廠牌(一)	廠牌(二)	廠牌(三)	…
比較項目(一)				
比較項目(二)				
比較項目(三)				
比較項目(四)				

七、人員配備與訓練

1.請詳列本儀器購進後使用操作人員簡歷(如有待聘人力，請於姓名欄位註明待聘，餘欄位填列待聘人力之學經歷要求)

姓名	性別	年齡	職稱	學歷	專長	有否受過相關訓練 （請列名稱）

2.使用操作人員進用、調配、訓練規劃(待聘人力須述明進用規劃)

□無

□有，規劃如下：_____

八、儀器置放環境

1.請描述本儀器預定放置場所之環境條件。(非必要條件，請填無)

空間大小	平方公尺	相對濕度	％～　　％
電壓幅度	伏特～　　伏特	除濕設備	
不斷電裝置		防塵裝置	
溫度	℃～　　℃	輻射防護	
其他			

2.環境改善規劃

□無，預定放置場所已符合儀器所需環境條件。

□有，環境改善規劃及經費來源如下：

(1)擬改善項目包含：_____。

(2)環境改善措施所需經費計_____千元。

(3)環境改善措施經費來源：

□尚待籌措改善經費。

□改善經費已納入本申請案預估總價中。

□改善經費已納入____年度_____預算編列。

九、優先順序

請列出本儀器在機關提出擬購儀器清單中之優先購買順序，並說明其理由。

□第一優先：為順利執行本計畫，建議預算充分支援之儀器項目。

□第二優先：當本計畫預算刪減逾 10%時，得優先減列之儀器項目。

□第三優先：當本計畫預算刪減逾 5%時，得優先減列之儀器項目。

理由說明：_____

玖、就涉及公共政策事項，是否適時納入民眾參與機制之說明

核能研究所宣傳公共政策事項已行之有年，如 107~108 年核能研究所微電網展示中心參訪之累積人數共計 1,129 人，以及由原能會主辦(核研所協辦)之科普展累積參觀人數更是突破萬人關卡(圖 53)。此外，本計畫團隊規劃於未來積極參加原能會舉辦之科普展、台北國際發明暨技術交易展，以及其他有利於技術推廣之展覽會，以互動方式向參觀民眾宣導微電網輔助服務技術與綠色能源發電的理念，使民眾深刻體會當前政策方向與計畫執行成果。

圖 53、核能研究所同仁於科普展與民眾互動

拾、附錄

一、政府科技發展計畫自評結果(A007)

(一)計畫名稱：綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫
審議編號：112-2001-02-20-01
計畫類別：前瞻基礎建設計畫

(二)自評委員：林○正、吳○基、魏○宗__

日期：111 年 02 月 07 日

(三)審查意見及回復：
(應依據計畫可行性、過去績效、執行優先性、預算額度等，進行評估及建議，自評形式及次數請自行斟酌)

序號	審查意見	回復說明
1	本案雖以綠能發配電為主題，但觀察計畫目標與關鍵成果實為電力系統自動化與異常檢測相關研究主題，再請留意直接相關性及與台電研究單位(例如綜研所)之研究分工，另扣合政策依據(發展能源及後端技術，推廣產業應用)並無明顯產業技轉相關規劃及量化數據 KPI	謝謝委員建議，本計畫研究方向係因應政策需求大量綠能併網發電造成配電自動化與輸變電設施之異常運轉，並於 110 年 8 月 11 日與台電配電處及供電處討論實務需求，進行技術研究與智慧管理功能開發，與台電綜合研究所之研究議題有所區隔。另產業技術服務或技轉相關規劃 3 件，金額達 7,500 千元，預估促進產業投資金額為 20,000 千元。
2	開發三相功率調節系統再請補充容量及電氣技術規格；進行微電網設備之通訊與硬體迴圈調控測試再請補充具體量化技術指標；專家決策系統發展再請針對不同關鍵技術宜定義相對應技術量化指標；執行電力輔助服務請增列 MW 容量等級	謝謝委員建議，本計畫將開發適用於離島電網之 100kW 以上之三相功率調節系統，並具備個別相功率調控、不平衡補償功能、模式切換等技術規格，以調控離島饋線電壓變動率在 5%以內，並可維持全日穩定運轉。另微電網設備之通訊與硬體迴圈調控測試的量化技術指標，以參考台電通訊架構，開發配電調度資訊編/解譯程式，並完成微電網與配電網共模系統硬體迴路(HIL)

		通訊測試，於秒級內完成微電網硬體設備執行響應及回傳訊息給配電網。專家決策系統之量化指標如下：根據 IEEE C57.143 評估規範，降低設備失效率 10%，延長設備之檢測週期 20%，並實際至少於 1 處台電變電所試行。另有關執行電力輔助服務 MW 容量等級定義，係建置微電網發電設備(包含儲能、PV、微渦輪機、柴油發電機等)，其總發電容量達 1MW 以上，來執行包含即時、補充、與調頻備轉之電力輔助服務。
3	攸關社會經濟相關累積效益產值推估方式應再補充說明，相關計畫產出 KPI 偏向學術(論文、報告或專利)，建議補充技術移轉及促進產業投資相關量化 KPI	**推動配電自動化之效益補充說明：** 參考行政院核定之「智慧電網總體規劃方案」內容，推動發電設備資產管理與配電自動化後，至 2030 年預估效益累計為 33 億元；智慧電表基礎建設投入後，至 2030 年預估效益累計為 76 億元；投入資通訊基礎建設後，至 2030 年綜合資通訊基礎建設相關效益累計為 83 億元；此外至 2030 年累計每戶可減少之停電時間為 86.5 分鐘，預估效益為新臺幣 7 億元。 **推動輔助服務之效益補充說明：** 參考即時輔助服務容量，每小時新臺幣 300 元/MW，以及電能價格為新臺幣 2,000 元/MWh 之價格；2025 年輔助服務準備量共須 3500MW(包含調頻備轉 1300MW、即時備轉 1100MW、補充備轉 1100MW)，該目標較 2020 年目標值成長 700MW。故以成長的 700MW 輔助服務容

		量，假設全天候待機，另每日尖峰或緊急狀況調度1小時能量共700MWh 進行估算，假設系統壽命可運行 10 年，則可促成 235 億元產值。 **推動變電所智慧診斷之效益補充說明：** 依據 110 年 5 月 13 日路北超高壓變電所輸電設備匯流排接地故障事故，台電賠償 4.7 億的災損費用，而當年度發生路北與萬隆兩處變電所故障跳電事故；若能藉由推動變電所智慧診斷，因而每年預防 2 次變電所故障跳電事故，估計可節省 9.4 億的災損。另外，依據 110 年 7 月 5 日去碳能源工作圈-系統整合技術評估小組第一次會議之能源局技術智庫評估，智慧變電所之設置成本為 37.7 百萬元，全台共有 618 座變電所，總累積效益產值高達約 233 億元；若能藉由推動變電所智慧診斷達成相關研發技術之移轉，則可扶植國內廠商爭取智慧變電所之建置與維護。 **補充技轉量化、促進產業投資量化之說明：** 產業技術服務或技轉相關規劃 3 件，金額達 7,500 千元，預估促進產業投資金額為 20,000 千元。
4	本計畫已於本土化配電網路管理系統平台完成配電饋線聯絡開關最佳配置、狀態估測、及配電圖面檢核技術等功能開發，然而為要強化配電系統韌性，達到降低配電中性線電流達 20%，避免配電保護設備動作造成饋線	謝謝委員意見。

	跳脫，以及協助台電縮短下游復電時間低於 5 分鐘達 70%等目標，尚須進行饋線開關操作序列策略、三相配置與變壓器換相策略、饋線端末單元檢測、故障電流建模程式、電驛動態設定策略、配電系統設備連結性追蹤技術、變壓器異常示警機制、視覺化顯示及行動裝置通報系統等相關技術開發，進一步提升系統供電品質。	
5	未來大量再生能源併入電網後，其間歇性與不確定性會造成電力潮流動態變動，使得變電所內包含變壓器之輸、配變電設備，隨時處於能量頻繁變動的狀態，增加非預期停電事故之潛在風險。本計畫預計於 112 後，專注於變電站損傷診斷與預知維護資產管理之技術發展，透過輸變電設備線損傷診斷與狀態評估系統開發，控管輸配電設備健康狀況並及早進行預警。	感謝委員肯定，本子項計畫於 112 年後，將專注於變電站損傷診斷與預知維護資產管理之技術發展。
6	未來台電將以先進配電管理系統(ADMS)整合 DDCS 及 FDCS，包含以 CIM 建立配電資訊交換平台，建立配電調度作業新標準及再生能源運轉調度整合。本計畫宜盡早規畫所發展之配電網路管理與地理空間資訊應用、微電網與配電網共模調控技術、電動運具智慧充換電儲能電站能源管理系統等如何與 ADMS 界接。	本計畫已參照國際標準制定適用台電之配電設備通用資料格式模型(CIM)，並供台電配電處作為 ADMS 參採，後續將以此作為本計畫相關資料與應用功能的界接使用。
7	A.計畫緣起，政策依據(目標 B2、A4、B1)之量化指標對應到本計畫三子項的明確關聯性未表明於目標及關鍵成果中。 B.例如目標 1.開發饋線變壓器換	A.本計畫係參考行政院核定之「智慧電網總體規劃方案」目標，進行配電管理系統應用功能開發與饋線自動化復電、及微電網與配電網設備之硬體迴圈控

	相決策與異常示警功能，並將具故障電流計算與狀態估測之動態地理圖資系統與功率分析平台，推廣至區處使用 2 件。雖有 2 件之量化值，但每件欲達到的成效目標值是甚麼，並未明確。其餘的目標擬定也應就欲達到的成效之目標值明定清楚，與政策依據之量化指標有所對應。 C.關鍵成果與目標之呼應也應該在要達到目標成效情況下，那些成果之效益量化值需要達成，也須更明確。 D.P.46 計畫全程總目標與里程碑的關聯性是甚麼？以及 P.2~4 的目標與 P.46 目標不同，但與里程碑相同，顯得混淆。	制技術，提供饋線輔助服務、以及藉由智慧診斷技術增加電網韌性，並於下方 B 點加強說明關聯性。 B.目標 1. 本計畫所開發變壓器換相決策與饋線功率等時性分析平台，分析三相運轉資料，及調整變壓器相別，目標為降低饋線不平衡率及中性線電流達 20%，皆有助於減少配電保護動作所造成饋線跳脫事故。另開發之故障電流計算與狀態估測之地理圖資系統，可動態設定保護設備間之保護協調時距達 0.2 秒以上，使配電管理系統正確隔離故障，協助達成「智慧電網總體規劃方案」項目 B2 之快速復電(FDIR)。 C.已依照委員建議，強化目標與關鍵成果之呼應以及成果效益量化值，並修訂於新版計畫書 P.2~4 及其他相關章節。 D.本計畫為延續型計畫，計畫全程目標乃指 110~114 年(共 5 年)目標，下方里程碑內容為各分年目標及各分年關鍵成果。另外，依行政院科技會報辦公室要求格式，P.2~4 僅撰寫 112~113 年度目標，內容與 P.47 里程碑之 112~113 年相同。
8	與 OKR 擬定存著同樣的問題，如 112 年（一）挑戰將本土化配電網路管理系統之 2 項應用功能，實際推廣至台電配電區處上線使用，上線後要達到甚麼成效指標未有明確量化，是模糊的陳述。其餘的挑戰目標也希望是在成效量化指標上以更明確的方	謝謝委員建議，已將 112 年量化指標增列於計畫書中(P.2、P.7、P.15、P.47、P.67…等)，內容為：本計畫將設計 700 具以上饋線末端單元之三相功率等時性分析平台，並應用至區處使用，俾利區處分析各相運轉資料。而故障電流計算與狀態估測之動態

	式表達。	地理圖資系統，可計算 3 種類型之故障電流，俾利區處評估饋線保護設備間之保護協調時距。

二、中程個案計畫自評檢核表(請以正本掃描上傳)

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
1.計畫書格式	(1)計畫內容應包括項目是否均已填列(「行政院所屬各機關中長程個案計畫編審要點」(以下簡稱編審要點)第 5 點、第 12 點)	V		V		本計畫未涉及公共建設。
	(2)延續性計畫是否辦理前期計畫執行成效評估，並提出總結評估報告(編審要點第 5 點、第 13 點)		V		V	
	(3)是否依據「跨域加值公共建設財務規劃方案」之精神提具相關財務策略規劃檢核表？並依據各類審查作業規定提具相關書件		V		V	
2.民間參與可行性評估	是否填寫「促參預評估檢核表」評估(依「公共建設促參預評估機制」)		V		V	本計畫未涉及公共建設。
3.經濟及財務效益評估	(1)是否研提選擇及替代方案之成本效益分析報告(「預算法」第 34 條)	V		V		本計畫之「成本效益分析報告」詳如計畫書附錄「七、其他補充資料」中。
	(2)是否研提完整財務計畫		V		V	
4.財源籌措及資金運用	(1)經費需求合理性(經費估算依據如單價、數量等計算內容)	V		V		1. 本計畫非屬政府公共建設計畫。 2. 本計畫相關費用均由計畫經費支應。
	(2)資金籌措：依「跨域加值公共建設財務規劃方案」精神，將影響區域進行整合規劃，並將外部效益內部化		V		V	
	(3)經費負擔原則： a.中央主辦計畫：中央主管相關法令規定 b.補助型計畫：中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法、依「跨域加值公共建設財務規劃方案」之精神所擬訂各類審查及補助規定	V		V		
	(4)年度預算之安排及能量估算：所需經費能否於中程歲出概算額度內容納加以檢討，如無法納編者，應檢討調減一定比率之舊有經費支應；如仍有不敷，須檢附以前年度預算執行、檢討不經濟支出及自行檢討調整結果等經費審查之相關文件	V		V		
	(5)經資比 1：2(「政府公共建設計畫先期作業實施要點」第 2 點)		V		V	
	(6)屬具自償性者，是否透過基金協助資金調度		V		V	
5.人力運用	(1)能否運用現有人力辦理	V		V		本計畫未請增人力。
	(2)擬請增人力者，是否檢附下列資料： a.現有人力運用情形 b.計畫結束後，請增人力之處理原則 c.請增人力之類別及進用方式 d.請增人力之經費來源		V		V	

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
6.營運管理計畫	是否具務實及合理性(或能否落實營運)	V		V		本計畫未涉及營運管理事項
7.土地取得	(1)能否優先使用公有閒置土地房舍		V		V	本計畫未涉及土地取得相關事宜。
	(2)屬補助型計畫，補助方式是否符合規定(中央對直轄市及縣(市)政府補助辦法第 10 條)		V		V	
	(3)計畫中是否涉及徵收或區段徵收特定農業區之農牧用地		V		V	
	(4)是否符合土地徵收條例第 3 條之 1 及土地徵收條例施行細則第 2 條之 1 規定		V		V	
	(5)若涉及原住民族保留地開發利用者，是否依原住民族基本法第 21 條規定辦理		V		V	
8.風險評估	是否對計畫內容進行風險評估	V		V		
9.環境影響分析 (環境政　策評估)	是否須辦理環境影響評估		V		V	本計畫無須進行環境影響評估。
10.性別影響評估	是否填具性別影響評估檢視表	V		V		
11.無障礙及通用設計影響評估	是否考量無障礙環境，參考建築及活動空間相關規範辦理		V		V	本計畫未涉及無障礙空間設計。
12.高齡社會影響評估	是否考量高齡者友善措施，參考 WHO「高齡友善城市指南」相關規定辦理		V		V	本計畫與人口政策無關。
13.涉及空間規劃者	是否檢附計畫範圍具座標之向量圖檔		V		V	本計畫未涉及空間規劃。
14.涉及政府辦公廳舍興建購置者	是否納入積極活化閒置資產及引進民間資源共同開發之理念		V		V	本計畫未涉及辦公廳舍興建購置。
15.跨機關協商	(1)涉及跨部會或地方權責及財務分攤，是否進行跨機關協商		V		V	本計畫原則未涉及跨部會或地方業務。
	(2)是否檢附相關協商文書資料		V		V	無。
16.依碳中和概念優先選列節能減碳指標	(1)是否以二氧化碳之減量為節能減碳指標，並設定減量目標		V		V	本計畫未訂定節能減碳指標;惟相關耗材將優先採購環保標章產品。

檢視項目	內 容 重 點 (內容是否依下列原則撰擬)	主辦機關		主管機關		備註
		是	否	是	否	
	(2)是否規劃採用綠建築或其他節能減碳措施		V		V	本計畫未規劃採用綠建築或其他節能減碳措施;惟相關耗材將優先採購環保標章產品。
	(3)是否檢附相關說明文件		V		V	無。
17.資通安全防護規劃	資訊系統是否辦理資通安全防護規劃	V		V		

說明:1.中程個案計畫,應由機關副首長召集有關單位進行自評後,報請機關首長核定。自評作業,得諮詢專家、學者、相關機關或團體意見,並應填列中程個案計畫自評檢核表,納入計畫書。

2.此表需經由長官核章後方可上傳。

三、性別影響評估檢視表

中長程個案計畫性別影響評估檢視表【一般表】

【第一部分】：本部分由機關人員填寫

【填表說明】各機關使用本表之方法與時機如下：

一、計畫研擬階段

（一）請於研擬初期即閱讀並掌握表中所有評估項目；並就計畫方向或構想徵詢作業說明第三點所稱之性別諮詢員（至少 1 人），或提報各部會性別平等專案小組，收集性別平等觀點之意見。

（二）請運用本表所列之評估項目，將性別觀點融入計畫書草案：

1. 將性別目標、績效指標、衡量標準及目標值納入計畫書草案之計畫目標章節。
2. 將達成性別目標之主要執行策略納入計畫書草案之適當章節。

二、計畫研擬完成

（一）請填寫完成【第一部分－機關自評】之「壹、看見性別」及「貳、回應性別落差與需求」後，併同計畫書草案送請性別平等專家學者填寫【第二部分－程序參與】，宜至少預留 1 週給專家學者（以下稱為程序參與者）填寫。

（二）請參酌程序參與者之意見，修正計畫書草案與表格內容，並填寫【第一部分－機關自評】之「參、評估結果」後通知程序參與者審閱。

三、計畫審議階段：請參酌行政院性別平等處或性別平等專家學者意見，修正計畫書草案及表格內容。

四、計畫執行階段：請將性別目標之績效指標納入年度個案計畫管制並進行評核；如於實際執行時遇性別相關問題，得視需要將計畫提報至性別平等專案小組進行諮詢討論，以協助解決所遇困難。

註：本表各欄位除評估計畫對於不同性別之影響外，亦請關照對不同性傾向、性別特質或性別認同者之影響。

計畫名稱：綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫

主管機關 （請填列中央二級主管機關）	原子能委員會	**主辦機關（單位）** （請填列擬案機關／單位）	核能研究所

1. **看見性別：**檢視本計畫與性別平等相關法規、政策之相關性，並運用性別統計及性別分析，「看見」本計畫之性別議題。

評估項目	**評估結果**
1-1【請說明本計畫與性別平等相關法規、政策之相關性】 性別平等相關法規與政策包含憲法、法律、性別平等政策綱領及消除對婦女一切形式歧視公約（CEDAW）可參考行政院性別平等會網站（https://gec.ey.gov.tw）。	1.本計畫為**綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展**，與「性別平等政策綱領」權力、決策與影響力篇相關： (1)在權力的平等：縮小具有決策權力上職位的性別差距，縮小男女兩性在人數上的差距。

	(2)在決策的平等：提升女性參與機會，降低參與上的性別區隔，擴大參與管道，持續推動三分之一性別比例原則。 (3)在影響力的平等：使決策具備性別敏感度，男女經驗有所不同，應使女性的經驗也能夠受到同等重視，感受得到認可，觀點獲得肯定。 2.此外，本計畫與「性別平等政策綱領」環境、能源與科技篇相關，追求平等參與、破除性別隔離，並發展積極策略，以鼓勵環境、能源、科技領域進用女性。營造**性別**友善工作環境，以吸引更多優秀女性進入相關領域就業，並確保女性能充分參與決策過程。
評估項目	**評估結果**
1-2【請蒐集與本計畫相關之性別統計及性別分析（含前期或相關計畫之執行結果），並分析性別落差情形及原因】 請依下列說明填寫評估結果： a.歡迎查閱行政院性別平等處建置之「性別平等研究文獻資源網」(https://www.gender.ey.gov.tw/research/)、「重要性別統計資料庫」(https://www.gender.ey.gov.tw/gecdb/)（含性別分析專區）、各部會性別統計專區、我國婦女人權指標及「行政院性別平等會─性別分析」(https://gec.ey.gov.tw)。 b.性別統計及性別分析資料蒐集範圍應包含下列 3 類群體： ①**政策規劃者**（例如:機關研擬與決策人員；外部諮詢人員）。 ②**服務提供者**（例如:機關執行人員、委外廠商人力）。 ③**受益者**（或使用者）。 c.前項之性別統計與性別分析應盡量顧及不同性別、性傾向、性別特質及性別認同者，探究其處境或需求是否存在差異，及造成差異之原因；並宜與年齡、族群、地區、障礙情形等面向進行交叉分析（例如：高齡身障女性、偏遠地區新住民女性），探究在各因素交織影響下，是否加劇其處境之不利，並分析處境不利群體之需求。前述經分析所發現之處境不利群體及其需求與原因，應於後續【1-3 找出本計畫之性別議題】，及【貳、回	1.本計畫政策規劃者： (1)研擬人員：本計畫於研擬過程中，召開多次計畫討論會議，邀請各領域專家共同參與，不同性別者之性別比例未達1/3。 (2)決策人員：本計畫參與決策之單位主管1人(男性) (3)另本所計畫與業務單位編制員工、聘僱人員及替代役(截至110年12月30日止)共814人，男性共607人(占75%)，女性共207人(占25%)。 2.本計畫服務提供者： 本計畫由係由核儀組、核工組、及化學組共同執行，截至 110 年 12 月 30 日止共 169 人，男性共 132 人(占 78%)，女性共 37 人(占 22%)。 3.本計畫受益者： 本計畫屬於科技研究與技術發展應用計畫，主要針對本土化配電網路管理與地理空間

應性別落差與需求】等項目進行評估說明。 d.未有相關性別統計及性別分析資料時，請將「強化與本計畫相關的性別統計與性別分析」列入本計畫之性別目標(如 2-1 之ｆ)。	資訊應用、微電網與配電網共模調控技術開發、智慧電廠效能提升技術研究，其計畫成果受益對象及於任一性別，無涉及性別偏見。本計畫將持續落實政府性別主流化政策，積極鼓勵女性研究人員投入研發、人才培訓、學術成果展現、決策規劃等，培養與強化女性研究人員於研究思維前瞻性與敏銳度、提升與增強女性研究人員於國際視野之廣度與深度，以期達成性別平權之目標。
評估項目	**評估結果**
1-3【請根據 1-1 及 1-2 的評估結果，找出本計畫之性別議題】 性別議題舉例如次： **a.參與人員** 政策規劃者或服務提供者之性別比例差距過大時，宜關注職場性別隔離（例如：某些職業的從業人員以特定性別為大宗、高階職位多由單一性別擔任）、職場性別友善性不足（例如：缺乏防治性騷擾措施；未設置哺集乳室；未顧及員工對於家庭照顧之需求，提供彈性工作安排等措施），及性別參與不足等問題。 **b.受益情形** ①受益者人數之性別比例差距過大，或偏離母體之性別比例，宜關注不同性別可能未有平等取得社會資源之機會（例如:獲得政府補助；參加人才培訓活動），或平等參與社會及公共事務之機會（例如:參加公聽會/說明會）。 ②受益者受益程度之性別差距過大時（例如:滿意度、社會保險給付金額），宜關注弱勢性別之需求與處境（例如:家庭照顧責任使女性未能連續就業，影響年金領取額度）。 **c.公共空間** 公共空間之規劃與設計，宜關注不同性別、性傾向、性別特質及性別認同者之空間使用性、安全性及友善性。 ①使用性：兼顧不同生理差異所產生的不同需求。 ②安全性：消除空間死角、相關安全設施。 ③友善性：兼顧性別、性傾向或性別認同者之特殊使用需求。 **d.展覽、演出或傳播內容**	綜合 1-1 及 1-2 評估結果，本計畫性別議題有： 本計畫屬綠能發配電智慧管理之研究計畫，計畫研究工作多需理工專業背景之人力，致使男性研究人員較高於女性研究人員。本計畫秉持性別平等意涵，顧及不同年齡、族群、地區之任一性別。且對不同性別或性向均提供公平工作機會，達預防對性別認同之刻板印象與性別隔離，且關注不同性別、性傾向、性別特質及性別認同者之空間使用性、安全性及友善性。 本所性別友善措施與設施有：(1)本所與緊鄰之中科院簽有長期行政支援協定，可使用中科院幼兒園，育兒無憂；(2)通勤有交通車；(3)在單身宿舍區，有專門之女性同仁樓層，並有門禁管制設施；(4)所區內個別大樓設有哺乳室，在醫務室亦設有哺乳室，並有女性護理人員協助相關事

藝術展覽或演出作品、文化禮俗儀典與觀念、文物史料、訓練教材、政令/活動宣導等內容，宜注意是否避免複製性別刻板印象、有助建立弱勢性別在公共領域之可見性與主體性。 **e.研究類計畫** 研究類計畫之參與者（例如:研究團隊）性別落差過大時，宜關注不同性別參與機會、職場性別友善性不足等問題；若以「人」為研究對象，宜注意研究過程及結論與建議是否納入性別觀點。	宜;(5)在大樓樓層轉角與車棚亦均有感應式燈光，戶外有路燈，以增加女性同仁夜間工作之安全感;(6)所區內有警政署之保警中隊駐紮，24 小時巡邏，安全保障高;(7)在人才培育方面，亦經常選送優秀女性研究人才赴國外實習，提升專業技術研發能力等。

貳、回應性別落差與需求：針對本計畫之性別議題，訂定性別目標、執行策略及編列相關預算。

評估項目	評估結果
2-1【請訂定本計畫之性別目標、績效指標、衡量標準及目標值】 請針對 1-3 的評估結果，擬訂本計畫之性別目標，並為衡量性別目標達成情形，請訂定相應之績效指標、衡量標準及目標值，並納入計畫書草案之計畫目標章節。性別目標宜具有下列效益： **a.參與人員** ①促進弱勢性別參與本計畫規劃、決策及執行，納入不同性別經驗與意見。 ②加強培育弱勢性別人才，強化其領導與管理知能，以利進入決策階層。 ③營造性別友善職場，縮小職場性別隔離。 **b.受益情形** ① 回應不同性別需求，縮小不同性別滿意度落差。 ② 增進弱勢性別獲得社會資源之機會（例如:獲得政府補助；參加人才培訓活動）。 ③ 增進弱勢性別參與社會及公共事務之機會（例如:參加公聽會/說明會，表達意見與需求）。 **c.公共空間** 回應不同性別對公共空間使用性、安全性及友善性之意見與需求，打造性別友善之公共空間。 **d.展覽、演出或傳播內容** ① 消除傳統文化對不同性別之限制或僵化期待，形塑或推展性別平等觀念或文化。 ② 提升弱勢性別在公共領域之可見性與主體性（如作品展出或演出；參加運動競賽）。	□有訂定性別目標者，請將性別目標、績效指標、衡量標準及目標值納入計畫書草案之計畫目標章節，並於本欄敘明計畫書草案之頁碼： ■未訂定性別目標者，請說明原因及確保落實性別平等事項之機制或方法。 1.未訂定性別目標者原因： 本計畫成果受益對象及於任一性別，無涉及性別偏見，故無法訂定性別目標。 2.確保落實性別平等事項之機制或方法： (1)在計畫規劃、決策及執行階段，能納入不同性別之經驗與意見，並強化女性之領導與管理能力，以利進入計畫決策階層，使計畫團隊增加女性人員之參與。 (2)延攬環境、能源及科技領域之女性研究人才，並加強培育女性專業人才，提升女性

e.研究類計畫 ① 產出具性別觀點之研究報告。 ② 加強培育及延攬環境、能源及科技領域之女性研究人才，提升女性專業技術研發能力。 **f.**強化與本計畫相關的性別統計與性別分析。 **g.**其他有助促進性別平等之效益。	專業技術研發工作能力。
評估項目	**評估結果**
2-2【請根據 2-1 本計畫所訂定之性別目標，訂定執行策略】 請參考下列原則，設計有效的執行策略及其配套措施： **a.參與人員** ① 本計畫研擬、決策及執行各階段之參與成員、組織或機制(如相關會議、審查委員會、專案辦公室成員或執行團隊）符合任一性別不少於三分之一原則。 ② 前項參與成員具備性別平等意識/有參加性別平等相關課程。 **b.宣導傳播** ① 針對不同背景的目標對象（如不諳本國語言者；不同年齡、族群或居住地民眾）採取不同傳播方法傳布訊息（例如：透過社區公布欄、鄰里活動、網路、報紙、宣傳單、APP、廣播、電視等多元管道公開訊息，或結合婦女團體、老人福利或身障等民間團體傳布訊息）。 ② 宣導傳播內容避免具性別刻板印象或性別歧視意味之語言、符號或案例。 ③ 與民眾溝通之內容如涉及高深專業知識，將以民眾較易理解之方式，進行口頭說明或提供書面資料。 **c.促進弱勢性別參與公共事務** ① 計畫內容若對人民之權益有重大影響，宜與民眾進行充分之政策溝通，並落實性別參與。 ② 規劃與民眾溝通之活動時，考量不同背景者之參與需求，採多元時段辦理多場次，並視需要提供交通接駁、臨時托育等友善服務。 ③ 辦理出席民眾之性別統計；如有性別落差過大情形，將提出加強蒐集弱勢性別意見之措施。 ④ 培力弱勢性別，形成組織、取得發言權或領導地位。 **d.培育專業人才** ① 規劃人才培訓活動時，納入鼓勵或促進弱勢性別參加之措施（例如:提供交通接駁、臨時托育等友善服務；優先保障名額；	□有訂定執行策略者，請將主要的執行策略納入計畫書草案之適當章節，並於本欄敘明計畫書草案之頁碼： ■未訂執行策略者，請說明原因及改善方法： 1.未訂執行策略者原因： 本計畫無涉及性別偏見，故無訂定執行策略。 2.改善方法： 本計畫研究工作多需理工專業背景之人力，未來將積極培育女性研究人力參與計畫之各項工作。

培訓活動之宣傳設計，強化歡迎或友善弱勢性別參與之訊息；結合相關機關、民間團體或組織，宣傳培訓活動）。 ② 辦理參訓者人數及回饋意見之性別統計與性別分析，作為未來精進培訓活動之參考。 ③ 培訓內涵中融入性別平等教育或宣導，提升相關領域從業人員之性別敏感度。 ④ 辦理培訓活動之師資性別統計，作為未來師資邀請或師資培訓之參考。 **e.具性別平等精神之展覽、演出或傳播內容** ① 規劃展覽、演出或傳播內容時，避免複製性別刻板印象，並注意創作者、表演者之性別平衡。 ② 製作歷史文物、傳統藝術之導覽、介紹等影音或文字資料時，將納入現代性別平等觀點之詮釋內容。 ③ 規劃以性別平等為主題的展覽、演出或傳播內容（例如:女性的歷史貢獻、對多元性別之瞭解與尊重、移民女性之處境與貢獻、不同族群之性別文化）。 **f.建構性別友善之職場環境** 委託民間辦理業務時，推廣促進性別平等之積極性作法（例如：評選項目訂有友善家庭、企業托兒、彈性工時與工作安排等性別友善措施；鼓勵民間廠商拔擢弱勢性別優秀人才擔任管理職），以營造性別友善職場環境。 **g.具性別觀點之研究類計畫** ①研究團隊成員符合任一性別不少於三分之一原則，並積極培育及延攬女性科技研究人才；積極鼓勵女性擔任環境、能源與科技領域研究類計畫之計畫主持人。 ②以「人」為研究對象之研究，需進行性別分析，研究結論與建議亦需具性別觀點。	
評估項目	**評估結果**
2-3【請根據 2-2 本計畫所訂定之執行策略，編列或調整相關經費配置】 各機關於籌編年度概算時，請將本計畫所編列或調整之性別相關經費納入性別預算編列情形表，以確保性別相關事項有足夠經費及資源落實執行，以達成性別目標或回應性別差異需求。	□有編列或調整經費配置者，請說明預算額度編列或調整情形：

	■未編列或調整經費配置者，請說明原因及改善方法： 1.未編列或調整經費配置者原因： 本計畫成果受益對象及於任一性別，無涉及性別偏見，故未編列經費。 2.改善方法： 未來計畫規劃內容中若有涉及性別觀點議題時，將適時的編列相關經費，以達成性別目標或回應性別差異需求。

【注意】填完前開內容後，請先依「填表說明二之（一）」辦理【第二部分－程序參與】，再續填下列「參、評估結果」。

參、評估結果

請機關填表人依據【第二部分－程序參與】性別平等專家學者之檢視意見，提出綜合說明及參採情形後通知程序參與者審閱。

3-1 綜合說明	謝謝委員指導與建議。 本計畫將以「女性參與計畫的比例多於本所編制內之女性員工所占的比例」為目標，加強延攬本所之女性研究人才，投入本計畫之推動與執行，亦希望強化女性人員之領導與管理能力，投入計畫決策階層，增加女性人員的參與。	
3-2 參採情形	3-2-1 說明採納意見後之計畫調整（請標註頁數）	謝謝委員指導。
	3-2-2 說明未參採之理由或替代規劃	

3-3 通知程序參與之專家學者本計畫之評估結果：

已於 111 年 1 月 17 日將「評估結果」及「修正後之計畫書草案」通知程序參與者審閱。

- **填表人姓名：__高○廷__ 職稱：____ 電話：____**

  填表日期：__111__年__1__月__3__日

- **本案已於計畫研擬初期■徵詢性別諮詢員之意見，或□提報各部會性別平等專案小組（會議日期：____年____月____日）**

- **性別諮詢員姓名：**張○玲　**服務單位及職稱：_____身分：符合中長程個案計畫性別影響評估作業說明第三點第**1、3**款**（如提報各部會性別平等專案小組者，免填）

（請提醒性別諮詢員恪遵保密義務，未經部會同意不得逕自對外公開計畫草案）

【第二部分－程序參與】：由性別平等專家學者填寫

程序參與之性別平等專家學者應符合下列資格之一： □1.現任臺灣國家婦女館網站「性別主流化人才資料庫」公、私部門之專家學者；其中公部門專家應非本機關及所屬機關之人員（人才資料庫網址:http://www.taiwanwomencenter.org.tw/）。 □2.現任或曾任行政院性別平等會民間委員。 □3.現任或曾任各部會性別平等專案小組民間委員。

（一）基本資料	
1.程序參與期程或時間	111 年 1 月 4 日 至 111 年 1 月 4 日
2.參與者姓名、職稱、服務單位及其專長領域	張瓊玲、臺灣警察專科學校海洋巡防科教授、經濟部性別平等專案小組委員。 性別政策與公共政策；性別主流化政策；性別影響評估擬議與審查；CEDAW 與友善家庭方案；文官體制與人力資源管理
3.參與方式	□計畫研商會議 □性別平等專案小組 ■書面意見
（二）主要意見（若參與方式為提報各部會性別平等專案小組，可附上會議發言要旨，免填 4 至 10 欄位，並請通知程序參與者恪遵保密義務）	
4.性別平等相關法規政策相關性評估之合宜性	合宜
5.性別統計及性別分析之合宜性	合宜
6.本計畫性別議題之合宜性	合宜
7.性別目標之合宜性	本計畫雖未能確切訂出性別目標，然於前揭表中 2-1 之評估結果亦敘明，於計畫之規畫中未來將繼續培育暨延攬女性研究人員一起加入團隊。
8.執行策略之合宜性	合宜
9.經費編列或配置之合宜性	合宜
10.綜合性檢視意見	本計畫經查係屬於科技研究與技術發展應用計畫，並於人才培育上多所著力，未來將積極培育女性研究人力參與計畫之各項工作。
（三）參與時機及方式之合宜性	合宜

本人同意恪遵保密義務，未經部會同意不得逕自對外公開所評估之計畫草案。

（簽章，簽名或打字皆可）_ 張　◯　玲

四、風險管理評估檢視表

下表資料填寫請參酌國發會公布之「行政院及所屬各機關風險管理及危機處理作業手冊」填寫。

【第一部分】：計畫現有風險圖像

嚴重 (3)			
中度 (2)			
輕微 (1)	A1、A2	A3	
影響程度 / 可能性	不太可能 (1)	可能 (2)	非常可能 (3)

【第二部分】：計畫風險評估及處理彙總表

風險項目	風險情境	現有風險對策	可能影響層面	現有風險等級		現有風險值(R)=(L)x(I)	新增風險對策	殘餘風險等級		殘餘風險值(R)=(L)x(I)
				可能性(L)	影響程度(I)			可能性(L)	影響程度(I)	
A1：實驗設備規格特殊須客製化，廠商未能如期完成履約。	實驗設備規格特殊需客製化，廠商未能如期完成履約，延誤計畫執行。	1.多次主動與廠商進行規格討論減低產品未達要求之風險。 2.實地進行採購物查驗或試運轉。	計畫執行率及目標完成度	1	1	1	無	1	1	1
A2：實驗設備建置相互影響，增加施作難度，影響計畫進度。	各子項在相同場域平行建置所需設備，建置廠商無法掌握他案執行情況，增加施作難度，影響計畫工作。	1.場域負責人掌握設備建置位置。 2.計畫執行人員相互討論。 3.委請專業技師進行設計監造。	計畫執行率及目標完成度	1	1	1	無	1	1	1
A3：疫情爆發，造成市場動盪，發生缺料以及停工等情事。	疫情造成履約延遲或停工，影響計畫執行及成果呈現。	1.採購案分成多次查核及付款。 2.以最有利標精神，確保採購品質。	計畫執行率及目標完成度	2	1	2	無	2	1	2

【第三部分】：計畫殘餘風險圖像

嚴重 (3)			
中度 (2)			
輕微 (1)	A1、A2	A3	
影響程度 / 可能性	不太可能 (1)	可能 (2)	非常可能 (3)

極度風險： 0 項(0 %)

高度風險： 0 項(0 %)

中度風險： 0 項(0 %)

低度風險： 3 項(100 %)

五、政府科技發展計畫審查意見回復表(A008)

審議編號：112-2001-02-20-01
計畫名稱：綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫
申請機關(單位)：行政院原子能委員會核能研究所

序號	審查意見	回復說明	修正頁碼
1	(科技會報) 一、符合 5+2 產業創新之綠能科技政策。 二、計畫以開發智慧電網技術為核心，內容包含電網管理系統、微電網與配電網共模調控技術、變電所損傷診斷等技術，具合理性。 三、計畫目標與關鍵成果符合「智慧電網總體規劃方案」之規劃。 四、此計畫與台電公司進行合作，於實際電網上進行驗證，暫無須搭配其他相關計畫。 五、自我挑戰目標、預期效益及效益評估方式合宜。	謝謝委員肯定。	
2	(資安處) 依據行政院訂頒「資安產業發展行動計畫」，各政府機關之中長程個案計畫應提撥一定比例經費辦理資安防護作業(計畫經費 1 億至 10 億(含)，提撥比例為 6%)；查本計畫資安經費提撥比例 6.23%，投入項目尚屬合理，符前揭資源投入要求。	謝謝委員意見。	
3	(性別平等處) 無意見	謝謝委員意見。	

4	(主計總處) 考量本計畫係賡續前期辦理本土化配電及微電網等技術研發，另新增開發變電設備在線損傷診斷評估系統，又本期(112 至 113 年度)所需經費 2.3 億元，較前期(110 及 111 年度)預算 4.2 億元，減少 1.9 億元，為期提升國內配電產業關鍵技術及供電品質，建議依所提需求核列 112 及 113 年度各 1.15 億元。	謝謝委員支持。	
5	(最終審查意見) 本計畫主要計畫目標為：a. 藉由本土化配電網路管理與地理空間資訊應用技術開發，調和國內電力與資訊系統產業，取代電力公司現行之國外系統，避免被外商箝制。協助配電系統管理再生能源，有助於納入更多再生能源或分散式電源併網發電，並縮短停復電時間，提升系統供電品質。b. 開發微電網調度及控制策略，建立 MW 級微電網系統提供區域配電網輔助服務，協助台電電力系統穩定供電、提升微電網與再生能源之即時調度能力。c. 透過損傷診斷與狀態評估技術開發，建構變電所預知維護資產管理系統，有效診斷及排除故障發生之潛在因子，協助台電公司發展狀態與預測維護，將變電所運維轉型成智慧化與自動化。以上計畫目標扣合政府重大綠能科技政策。	謝謝委員肯定。	

6	(最終審查意見) 未來大量再生能源併入電網後,其間歇性與不確定性會造成電力潮流動態變動,使得變電所內包含變壓器之輸、配變電設備,隨時處於能量頻繁變動的狀態,增加非預期停電事故之潛在風險,計畫在進行變電站損傷診斷與預知維護資產管理之技術發展上,提出應用人工智慧模式辨識技術,開發關鍵組件損傷診斷評估系統,並進行影響設備運轉效能變化之資訊探勘,以隨時監測劣化狀態以及早進行預警。在預知維護資產管理部分,計畫會依照國際通用的資產管理規範,進行設備之失效關聯性分析與可靠度評估,並開發壽命管控專家決策系統,為設備之維修保養提供最佳決策,規劃還算可行,但是如何進行數據收集與建立模型方面,實驗設計方面宜盡早進行。	感謝委員建議，本計畫目前規劃於台電東林、忠福與龍山變電所建置大數據監測平台，並裝設局部放電、油中氣體、振動訊號、掃頻儀、套管絕緣等量測設備，進行變壓器、切換開關與電抗器等關鍵設備的轉數據蒐集與診斷模型建立。	
7	(最終審查意見) 台電將以先進配電管理系統(ADMS)整合 DDCS 及 FDCS，包含以 CIM 建立配電資訊交換平台,建立配電調度作業新標準及再生能源運轉調度整合。本計畫宜補充說明所發展之配電網路管理與地理空間資訊應用、微電網與配電網共模調控技術、電動運具智慧充換電儲能電站能源管理系統等在與 ADMS 界接方面,計畫將採用通用資訊界接格式,但是具體的細節，宜於計畫補	謝謝委員的意見，計畫將透過 sFTP、RESTful、AMQP 等網路服務，強化配電管理系統之資料整合與應用，建立周邊應用程式介面(API)或連結功能，使研究成果與台電 ADMS 界接。	第 54、55 頁

	充。		
8	(最終審查意見) 本計畫提到將開發配電網調控所需饋線末端單元與電驛之硬體迴圈雙向通訊,與饋線下游微電網控制之關鍵技術,研擬傳遞調控指令與格式等內容,並以微電網場域進行功能測試,俾利未來相關業者參與共模應用與驗證,具體的作法以及推動時程宜盡早規畫。	謝謝委員的意見，本計畫已規畫於 112 年進行電力設 備硬體迴圈(雙向通訊測試；113 年進行饋線末端單元與電驛之硬體迴圈雙向通訊測試；114 年於微電網場域進行測試。	
9	(最終審查意見) 本計畫資安經費提撥比例6.23%，投入的項目為資安防護及其他相關共用軟體使用維護,應具體評估那些資安項目為迫切需要的技術。	謝謝委員建議，為提升資通訊安全，資安項目包含資通系統分級、導入資訊安全管理系統及通過公正第三方之驗證、資通安全健診、資通安全威脅偵測管理機制、防毒軟體建置、網路防火牆建置、電子郵件過濾機制、入侵偵測及防禦機制、資通安全教育訓練等皆為迫切需要的技術或辦理事項，本計畫將持續執行並更新相關技術。	
10	(最終審查意見) 近期台電發生設備異常與停電頻率增加,顯見對配電網的管理及設備預知保養需求孔急,期待能如回覆意見所述於3 處台電變電試行。	感謝委員肯定，本計畫目前已陸續針對 3 處變電所的變壓器，進行大數據監測平台建置，未來會擴展至其他關鍵設備，協助台電進行預知保養的工作。	

註：主筆委員完成審查意見後，系統將主動發信通知，請於期限前至「政府科技計畫資訊網」填寫完成意見回復。

六、資安經費投入自評表(A010)

(如有填寫疑問，請逕洽行政院資安處 3356-8063)

部會	行政院原子能委員會		單位	核能研究所			
審議編號	計畫名稱	期程(年)	總經費(千元)(A)	資訊總經費(千元)(B)	資安經費(千元)(C)	比例[註1](D)	備註
112-2001-02-20-01	綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫	2	230,000 (115,000*2)	47,590 (23,930+23,660)	3,520 (1,760+1,760)	7.4%	

資安經費投入項目

項次	年度	投入項目類別[註2]	投入項目	預估經費(千元)
1	112	B1	資安及其他共用軟體使用維護費	1,760/23,930=7.4%
2	113	B1	資安及其他共用軟體使用維護費	1,760/23,660=7.4%
總計				3,520

備註：

1、 資安經費提撥比例係依計畫總經費(A)或資訊總經費(B)計算(可多計畫合併)，各計畫可依業務性質及實際需求於計畫執行年度分階段辦理。

1-1 109 年(含)前結束之計畫，其需達成資安經費比例(D)計算方式=(資安總經費(C)/資訊總經費(B))*100%，1 億(含)以下提撥 7%、1 億以上至 10 億(含)提撥 6%、10 億以上提撥 5%。

1-2 110-114 年(含)後結束之計畫，除前述資安經費比例，另配合行政院政策逐年提高資安經費比例至「資安產業發展行動計畫(107-114 年)」所訂 114 年預期達成目標。

2、 投入項目類別請用下列代號填寫：

2-1 系統開發

(A1) **依據資通安全管理法—資通安全責任等級分級辦法之**「資通系統防護需求分級原則」，完備「資通系統防護基準」之**各項措施。**

(A2) 推動「安全軟體發展生命週期(SSDLC)」，可參考行政院國家資通安全會報技術服務中心所訂「資訊系統委外開發 RFP 資安需求範本」。

(A3) 依據經濟部工業局所訂「行動應用 APP 安全開發指引」、「行動應用 APP 基本資安檢測基準」、「行動應用 APP 基本資安自主檢測推動制度」等，進行相關資安檢測作業。

2-2 軟硬體採購

(B1) **依據資通安全管理法—資通安全責任等級之公務機關應辦事項，建置必要之縱深防禦機制，含網路層(例如：防火牆、網站防火牆等)、主機層(例如：防毒軟體、電子郵件過濾機制等)、應用系統層等資安防護措施。**

(B2) **推動國內認證/驗證規範，並將該產品通過之相關認證/驗證或符合相關規範納入建議書徵求說明書，例如：影像監控系統需符合影像監控系統相關資安標準，且經合格實驗室認證通過。**

(B3) **各項設備應導入政府組態基準(Government Configuration Baseline，GCB)。**

2-3 其他建議項目

(C1) 資安檢測標準研訂。

(C2) 新興資安領域(例如：5+2產業創新計畫)之資安風險與防護需求研究。

(C3) 新興資安領域之人才培育。

(C4) 編撰資安訓練教材。

(C5) 其他資安相關項目(例如：推動「資安產業發展行動計畫」之四項策略-建立以需求導向之資安人才培訓體系、聚焦利基市場橋接國際夥伴、建置產品淬煉場域提供產業進軍國際所需實績、活絡資安投資市場全力拓銷國際)。

七、其他補充資料

綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫(110 年度-114 年度)
選擇方案及替代方案之成本效益分析

(一) 依據

依據預算法第 34 條：「重要公共工程建設及重大施政計畫，應先行製作選擇方案及替代方案之成本效益分析報告，並提供財源籌措及資金運用之說明，始得編列概算及預算案，並送立法院備查」辦理。

(二) 計畫背景說明

配合行政院 101 年核定(109 年 2 月修正)「智慧電網總體規劃方案」，以智慧調度與發電、電網管理、儲能系統、需求面管理、資通訊基礎建設、產業發展、法規制度等七大構面來推動。這七大構面已依據問題種類及關連性，進行合理的整合與分工，本計畫乃根據上述電網管理、及智慧調度與發電等構面之政策目標 (B2、A4、B1)，同時配合國家淨零排放政策，整合能源減碳效能提升及碳資源利用的理念，進行相關技術之研發，故各子項之間的研究項目可形成良好的分工與互補，且成果可緊密相互應用。

傳統電網的架構，分別由發電與調度、輸電、配電、及用戶等面向組成，而現行電力公司之管理系統分為 4 個層級，包含中央調度(Center Dispatch, CD)、區域調度(Area Dispatch, AD)、配電調度(Distribution Dispatch, DD)及饋線調度(Feeder Dispatch, FD)等，皆為國外產品，目前已使用超過 20 年，有受國外箝制之隱憂。針對發電及輸電層級之設備與技術，因國內產業技術能力尚未成熟，無法取代國外產品；然而，在配電及用戶層級，國內電力產業已具備技術基礎，有很大的機會可以取代國外產品，近年來，隨著人工智慧(AI)技術的提升，

AI 電力應用的創新需求，與日俱增，台灣資通訊產業的優勢，將更能凸顯與發揮，包含在配電自動化設備、電力轉換、能源監控與管理、微電網系統...等，皆為台灣產業的利基。且電網安全實屬國安議題，國內技術能完成，沒有道理一直由國外把持。此外，因應未來大量再生能源併入配電饋線，變電所輸變電設備電壓電流頻繁波動，使得非預期停電事故之潛在風險增加，將帶來更多故障診斷與資產管理的需求，眾多之科技創新機會油然而生，此為國內產業提升技術能量的機會，亦可作為進軍東南亞國家的技術潛能，商機無限，政府應加強智慧配電領域相關技術開發之投資。

(三) 選擇方案及替代方案

原能會核能研究所(以下簡稱核研所)為政府科技研發之國家級實驗室，配合國家能源政策之推動，以開發能源技術多樣化及能源技術產業化推廣為目標，深耕能源技術研發多年，多項領域已達到國際水準，技術深具競爭力。依據行政院 101 年核定之「智慧電網總體規劃方案」，原能會核研所為智慧電網推動小組成員之一，因應大量再生能源併入電網，需突破現行電網系統技術，以強化電網韌性與效能，進而有效管理再生能源。目前電力公司之配電系統饋線調度管理皆使用國外系統，遭受外商一定程度之箝制，而國內電力監控系統廠商與地理空間資訊廠商雖具技術能力，但卻因應用領域不同，各自發展，並未結合。核研所於 108~109 年開發本土化配電網路管理平台，並於台電雲林區處試行運轉，已有初步成果。因應未來大量再生能源併入配電饋線，藉由本計畫之跨業整合，開發本土化饋線調度管理系統產品，促成本土產業之加值應用，發揮跨業產業互惠之槓桿效應，除有利於電力公司未來之運維外，並進而提升產業技術及創新應用，創造進軍東南亞電力市場之商業契機，有其不可取代性。

(四) 成本效益分析

1.藉本土化配電網路管理與地理空間資訊應用技術開發，調和國內電力與資通訊系統產業，建立本土維運供應鏈，協助配電系統管理再生能源，縮短停復電時間，提升系統供電品質。保守估計可替電網管理與資通訊基礎建設等產業帶來 218.7 億元以上的產值；此外可替電力公司減少運維費用與停電損失，預估相關效益累計可達 199 億元以上。

2.開發微電網調度及控制策略，提供電網輔助服務以強化電網韌性、改善民生用電問題、邁向能源轉型工程，並刺激儲能、電力電子、公民電廠等相關產業投入市場，預估相關效益累計可達 235 億元。

(五) 財源籌措

本計畫屬前瞻基建設計畫，編列特別預算投入綠能發配電智慧管理與效能提升等技術發展工作，藉由本計畫之跨業整合，開發本土化饋線調度管理系統產品，促成本土產業之加值應用，發揮跨業產業互惠之槓桿效應，並進而提升產業技術及創新應用，創造進軍東南亞電力市場之商業契機，本計畫屬前瞻基礎建設計畫，規劃 5 年期(110~114 年)，預算來源為特別預算，自 110 年度開始執行，110-111 年度審議數分別為 210,000 千元、210,000 千元；112-114 年度規劃數分別為 115,000 千元、115,000 千元、78,000 千元。

(六) 資金運用

本計畫主要規劃「本土化配電網路管理與地理空間資訊應用」、「微電網與配電網共模調控技術開發」、「電動運具智慧充換電儲能電站技術發展」三個子項計畫執行，110-111 年度審議數分別為 210,000 千元、210,000 千元；112-114 年度規劃數分別為 115,000 千元、115,000 千元、78,000 千元。

本計畫全程(110-114 年度)執行重點如下：

1. 以在線潮流技術進行含再生能源發電之配電系統狀態估測，針對三相架構提出配電網路三相配置策略，以改善配電饋線三相不平衡，並開發饋線主幹與分歧線動態保護決策技術，協助配電系統管理再生能源與提高饋線調度運轉效能。
2. 完成饋線調度支援系統整合開發，將地理空間資訊結合現場設備資訊，於故障時提供調度與搶修人員即時視覺化訊息，搭配行動裝置自動通報系統，使下游復電低於 5 分鐘，加速故障排除與修復時間，減少用戶停電時間。
3. 開發微電網與配電網之即時調度共模技術，研析配電網與再生能源發電變動影響，藉以發展微電網之運轉控制技術；另進行微電網輔助服務調度策略研究，開發微電網能源協調分配系統、混合式儲能系統之功率調節系統，以提升微電網與再生能源之即時調度能力。
4. 開發多電源功率調節系統之協調控制技術，當微電網的輔助服務已無法協助 市電維持正常運轉，微電網則切換為獨立運轉模式，持續供應微電網內之負載用電，且當再生能源充足時，可視情況關閉柴油機，邁向能源轉型工程。
5. 整合綠能開發「電動運具智慧充換電儲能電站示範系統」，以實際饋線為例，進行充換電站併網位置、容量、暫態響應之系統衝擊分析，並開發智慧充換電排程管理系統，提供整合綠能與儲能之有效減緩電力系統衝擊之方案。
6. 應用大數據與人工智慧技術，開發損傷診斷及壽命評估專家系統，診斷電力轉換、儲能、發電等關鍵組件健康狀況並及早進行預警，降低非預期停止運轉事件之發生，提升充換電站運轉安全。

(七) 結語

本計畫由核研所負責執行，工作內容是配合行政院 101 年核定(109 年 2 月修正)「智慧電網總體規劃方案」及國家淨零排放政策，進行展開與規劃，故各子項之間的研究項目可形成良好的分工與互補，且成果可緊密相互應用。

目前電力公司之配電系統饋線調度管理皆使用國外系統，遭受外商一定程度之箝制，核研所於 108~109 年開發本土化配電網路管理平台，並於台電雲林區處試行運轉，已有初步成果。本計畫藉由本計畫之跨業整合，開發本土化饋線調度管理系統產品，促成本土產業之加值應用，發揮跨業產業互惠之槓桿效應，除有利於電力公司未來之運維外，並進而提升產業技術及創新應用，創造進軍東南亞電力市場之商業契機，有其不可取代性。