

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：112-2001-02-20-02

行政院原子能委員會
(核能研究所)

「淨零排放-電網韌性分析計畫」
(核定版)

計畫全程：112 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：112-2001-02-20-02

計畫名稱：淨零排放-電網韌性分析計畫

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	依計畫核定結果，僅保留原列子項「電網韌性分析」。	本計畫依據計畫結果，僅保留原列子項「電網韌性分析」。計畫團隊完成計畫書相關章節之強化與修訂，分述如下列各項。 - 關於其中原「無碳能資源整合驗證」相關內容，已於核定版計畫書中予以刪除。 - 關於計畫名稱之修正： - 計畫名稱(原本)： 「淨零排放-無碳能資源整合驗證與電網韌性分析計畫」 - 計畫名稱(修正後)： 「淨零排放-電網韌性分析計畫」 - 關於計畫經費之修正： - 計畫經費(原本之送審數)： 112 年：175,000 千元 113 年：175,000 千元 - 計畫經費(修正後之核定數) 112 年：75,000 千元 113 年：75,000 千元 - 除調整計畫主持人、聯絡人、計畫緣起、擬解決問題之釐清、SWOT 分析及參考文獻等內容外，亦針對主要之計畫內容，予以強化；包括：計畫目標、關鍵成果、基本資料及概述表(A003)含績效指標(KPI)、最終效益與各年度里程碑規劃表、計畫目標與執行方法、預期效益及效益評估方式規劃及經費需求等章節。	p.7~13, p.14~26, p.29~57 及 p.59~64 等處

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：175,000 千元 113 年：175,000 千元	核定數 112 年：75,000 千元 113 年：75,000 千元	修正說明
	112 年度 目標 1： 生質精煉廠轉型為碳資源精煉技術試驗中心，與石化業異業合作建立循環零廢棄之工業基礎原料生質乳酸準量產製程之示範驗證，乳酸生成效率及純度分別達 90%以上，建立數位化與智慧化之碳資源精煉資訊管理平台，並進行海外可交易碳權及生質能料源之引進潛能調查，完成海外生質顆粒料源品質評估與試燒發電研究。 關鍵成果 1：與石化業合作完成工業常用基礎原料-生質乳酸之準量產製程示範驗證，朝降低石化原料依賴轉型。 關鍵成果 2：建立碳資源精煉技術試驗中心，可與國內碳捕捉技術垂直整合，擴大碳捕捉技術經濟性及應用價值。 關鍵成果 3：完成紐西蘭、東南亞可交易碳權或生質能料源引進潛能之調查，並進行料源品質調查及試燒發電測試研究。 關鍵成果 4：建立數位化與智慧化之碳資源精煉資訊管理平台，彙整數位雙生的原始實體運轉資料。 113 年度 目標 1：與石化業異業合作完成生質乳酸衍生之乳酸酯或聚乳酸等高值化應用的示範驗證，並以甲醇	無	依計畫核定結果，僅保留原列「電網韌性分析」子項，並據以調整本計畫書。 故核定版中計畫目標及預期關鍵成果，僅保留「電網韌性分析」相關內容；而原列子項「無碳能資源整合驗證」相關內容皆已移除。

轉換琥珀酸製程，建立碳捕捉資源利用為低碳化學品之示範案例，同時建立碳資源履歷及進行資料檢核，並完成無碳生質能電廠之示範運用，以不同類型之設備、操作方式與料源組合下之發電效率達25%為目標。 關鍵成果1：與石化業異業合作完成生質乳酸高值化衍生應用技術驗證，替代產業使用之石化溶劑或材料。 關鍵成果2：建立甲醇轉換琥珀酸製程，作為碳捕捉資源再利用技術之示範驗證。 關鍵成果3：整合引進之碳權及生質能料源，進行無碳生質能電廠之示範應用。 關鍵成果4：建立碳資源履歷及進行資料檢核，整合數位雙生動態資料回饋，提供淨零碳排可查驗性與可追溯性，並完成1件碳資源履歷案例。		
112 年度 目標2：完成電網脆弱度及重要度分析模式，建立能源關鍵設備量化風險評估案例，開發能源關鍵設備之線上狀態監測系統。 關鍵成果1：建立電網脆弱度及重要度之分析方法，研析能源供應設施/變電站/電網等三元素之關聯性，完成電網脆弱度及重要度分析模式。 關鍵成果2：確認電廠之評估範圍與執行數據分析，完成能源供應設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析。 關鍵成果3：開發能源關鍵設備之線上狀態監測系統，進行狀態監測與效能評估，並於至少一處應用場域試行。	112 年度 目標：完成電網脆弱度及重要度分析模式，建立能源關鍵設備量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析，開發能源關鍵設備之動態監測與分析系統。 關鍵成果1：建立電網脆弱度及重要度之分析方法，研析能源供應設施/變電站/電網等三元素之關聯性，完成電網脆弱度及重要度分析模式。 關鍵成果2：確認電廠之評估範圍與執行數據分析，完成能源供應設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析。 關鍵成果3：開發供電場域關鍵設備之動態監測與分析系統，建立輸供電網測距電驛標置設定與訊號傳遞技術，並試行應用於一處場	依計畫核定結果，僅保留原列「電網韌性分析」子項，並據以調整本計畫書。 故核定版中計畫目標及預期關鍵成果，僅保留「電網韌性分析」相關內容；而原列子項「無碳能資源整合驗證」相關內容皆已移除。

	113 年度 目標 2:建置包含我國本島 31 座超高壓變電所之視覺化脆弱度分析工具，完成先導電廠量化風險評估案例，探討後果嚴重之危害項目，建立能源關鍵設備之性能提升運轉策略，包括:可靠度與效率等。 關鍵成果 1:納入我國本島 31 座超高壓變電所，進行天然災害事件對電網之影響評估，完成電網脆弱度及重要度評估之標準評估程序，建置視覺化脆弱度分析工具。 關鍵成果 2：完成先導電廠量化風險評估案例，確認與辨識後果嚴重之危害項目，提供降低電廠年供電失效頻率低於 5%之運維策略。 關鍵成果 3：依據國際標準或導則，並利用詮釋資料(Metadata)，建立不同環境條件下之能源關鍵設備性能提升運轉策略，包括：可靠度與效率等，並於至少一處應用場域試行。	域。 113 年度 目標：建立包含我國本島 31 座超高壓變電所之視覺化脆弱度分析工具，完成先導電廠量化風險評估案例，探討後果嚴重之危害項目，建立能源關鍵設備之性能提升運轉策略。 關鍵成果 1:納入我國本島 31 座超高壓變電所，進行天然災害事件對電網之影響評估，完成電網脆弱度及重要度評估之標準評估程序，建立視覺化脆弱度分析工具。 關鍵成果 2：完成先導電廠量化風險評估案例，確認與辨識後果嚴重之危害項目，提供降低電廠年供電失效頻率低於 5%之運維策略。 關鍵成果 3：發展供電場域關鍵設備之運轉效能提升策略，建立輸供電網測距電驛之保護協調自動驗證與故障訊號分析技術，並試行應用於一處場域。	
--	--	--	--

■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).....	7
附錄 - 最終效益與各年度里程碑規劃表	12
貳、計畫緣起	14
一、 政策依據	14
二、 擬解決問題之釐清.....	16
三、 目前環境需求分析與未來環境預測說明.....	20
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.....	27
參、計畫目標與執行方法.....	30
一、 目標說明	30
二、 執行策略及方法	37
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	55
四、 與以前年度差異說明.....	57
五、 跨部會署合作說明.....	57
六、 與本計畫相關之其他預算來源、經費及工作項目	58
肆、前期重要效益成果說明.....	59
伍、預期效益及效益評估方式規劃.....	60
一、全程預期效益.....	60
二、112 年效益評估方式規劃	60
三、113 年效益評估方式規劃	60
陸、自我挑戰目標.....	62
柒、經費需求/經費分攤/槓桿外部資源.....	63
捌、儀器設備需求.....	68
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	74
拾、附錄	75
一、政府科技發展計畫自評結果(A007).....	75
二、中程個案計畫自評檢核表(請以正本掃描上傳).....	78
三、性別影響評估檢視表.....	81
四、風險管理評估檢視表.....	91
五、政府科技發展計畫審查意見回復表(A008).....	95
六、資安經費投入自評表(A010).....	112

七、其他補充資料.....	113
---------------	-----

壹、基本資料及概述表(A003)

審議編號	112-2001-02-20-02		
計畫名稱	淨零排放-電網韌性分析計畫(1/3)		
申請機關	行政院原子能委員會		
預定執行機關 (單位或機構)	核能研究所		
預定 計畫主持人	姓名	詹○○	職稱
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所	
	電話		電子郵件
計畫摘要	配合國發會發布之「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，從能源減碳，透過穩供氣與穩供電以強化電網韌性。 應用量化風險評估(Probabilistic Risk Assessment, PRA)技術於電網與能源供應設施領域，開發能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術，擴展至電網韌性分析，以穩定電力供應，健全電力系統及電網之韌性與安全餘裕，輔助我國 2050 年淨零排放政策下能源轉型與落實。		
計畫目標、預期關鍵成果及與部會科技施政目標之關聯	計畫目標及預期關鍵成果		與部會科技施政目標之關聯
	112 年度	113 年度	
	計畫目標： 完成電網脆弱度及重要度分析模式，建立能源關鍵設備量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析，開發能源關鍵設備之動態監測與分析系統。 關鍵成果 1：建立電網脆弱度及重要度之分析方法，研析能源供應設施/變電站/電網等三元素之關聯性，完成電網脆弱度及重要度分析模式。 關鍵成果 2：確認電廠之評估範圍與執行數據分析，完成能源供應設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析。 關鍵成果 3：開發供電場域關鍵設備之動態監測與分析	計畫目標： 建立包含我國本島 31 座超高壓變電所之視覺化脆弱度分析工具，完成先導電廠量化風險評估案例，探討後果嚴重之危害項目，建立能源關鍵設備之性能提升運轉策略。 關鍵成果 1：納入我國本島 31 座超高壓變電所，進行天然災害事件對電網之影響評估，完成電網脆弱度及重要度評估之標準評估程序，建立視覺化脆弱度分析工具。 關鍵成果 2：完成先導電廠量化風險評估案例，確認與辨識後果嚴重之危害項目，提供降低電廠年供電失效頻率低於 5%之運維策	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

	系統，建立輸供電網測距電驛標置設定與訊號傳遞技術，並試行應用於一處場域。	略。 關鍵成果 3：發展供電場域關鍵設備之運轉效能提升策略，建立輸供電網測距電驛之保護協調自動驗證與故障訊號分析技術，並試行應用於一處場域。	
預期效益	全程預期效益如下： 完成電網脆弱度分析與先導電廠量化風險評估，以風險告知技術降低供電規劃潛在弱點，提出具效益的改善策略。開發能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術，優化電廠運轉效能與電網保護協調機制，增強電網防災韌性與應變能力。協助國內電網與能源供應等產業，提升風險管控能力，強化電網供電穩定及供電安全餘裕之迫切需求。		
計畫群組及比重	☐ 生命科技 ____ % ☒ 環境科技 <u>100</u> % ☐ 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		
前瞻項目	☒ 綠能建設 ☐ 數位建設 ☐ 人才培育促進就業之建設		
推動 5G 發展	☐ 是 ☒ 否		
資通訊建設計畫	☐ 是 ☒ 否		
政策依據	1. EYGUID-01110305000000 行政院 111 年度施政方針 - 五、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。 2. NEM-0104030101010000 全國能源會議(第四次) - 1.1.1 我國長期減碳路徑評估規劃與跨部會合作機制建構：1. 推動「國家綠能低減碳總行動方案」並逐年滾動式檢討，積極推展各部門具體減量行動。 3. NSTP-20210204010000 國家科學技術發展計畫(民國 110 年至 113 年)；2-4-1.強化科技風險評估；策略 1.強化科技風險評估；措施(1).建立基礎設施風險評估與應用技術。		
計畫額度	☒ 前瞻基礎建設額度		
執行期間	112 年 01 月 01 日 至 113 年 12 月 31 日		
全程期間	112 年 01 月 01 日 至 114 年 08 月 31 日		
前一年度預算	年度	經費(千元)	
	111	0	
資源投入	年度	經費(千元)	
	110	0	

	111	0				
	112	75,000				
	113	75,000				
	114	50,000				
	合計	200,000				
	112 年度	人事費				
		材料費				
		其他經常支出				
		經常門小計				
		經費小計(千元)			75,000	
	113 年度	人事費				
		材料費				
		其他經常支出				
		經常門小計				
		經費小計(千元)			75,000	
部會施政計畫 關鍵策略目標	發展能源及後端技術，推廣產業應用					
本計畫在機關 施政項目之定 位及功能	核研所配合國家能源政策之推動，深耕能源技術研發及整合應用多年，多項領域已達到國際水準，技術深具競爭力。核研所因應大量再生能源併入電網，突破現行電網系統技術，應強化電網韌性與效能，進而有效管理再生能源，已建置本土化配電網路管理平台及應用台電場域。 基於國內未來面臨淨零排放之重大挑戰，對於能源轉型及擴大再生能源占比，本計畫契合相關能源技術之發展，包括電網脆弱度分析、能源關鍵基礎設施量化風險評估(PRA)技術及關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術。 透過本計畫之整體成果將可貢獻於穩定電力供應與提升供電效能，並協助提升電網防災韌性與應變能力，以期達成淨零排放與推廣產業應用之目標。					
計畫架構說明	依細部計畫說明					
	細部計畫 名稱	淨零排放-電網韌性分析計畫				
	112 年度 概估經費(千元)	75,000	計 畫 性 質	產 業 應 用 技 術 開 發	預 定 執 行 機 構	核能研究 所
	113 年度 概估經費(千元)	75,000				
	細部計畫 重點描述	112 年： 1. 完成電網脆弱度及重要度分析模式。 2. 建立能源關鍵基礎設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析。				

		3. 開發供電場域關鍵設備之動態監測與分析系統，並建立輸供電網測距電驛標置設定與訊號傳遞技術。 113 年： 1. 建立包含我國本島 31 座超高壓變電所之視覺化脆弱度分析工具。 2. 完成先導電廠量化風險評估案例，探討後果嚴重之危害項目，建立能源關鍵設備之關鍵設備性能提升運轉策略。 3. 發展供電場域關鍵設備之運轉效能提升策略，並建立輸供電網測距電驛之保護協調自動驗證與故障訊號分析技術。		
	主要績效指標 KPI	112 年主要績效指標： 1. 論文 2 篇 2. 研究報告 6 篇 3. 專利 1 件 4. 技轉或技服 1 件 5. 製作教材/手冊/軟體 1 件		
		113 年主要績效指標： 1. 論文 2 篇 2. 研究報告 5 篇 3. 專利 1 件 4. 技轉或技服 2 件 5. 製作教材/手冊/軟體 1 件 6. 技術報告 1 本		
前一年計畫或相關之前期程計畫名稱	無			
前期主要績效	無前期計畫			
跨部會署計畫	☐ 是 ☒ 否			
	合作部會署 1		112 年度經費 (千元)	
			113 年度經費 (千元)	
	負責內容			
	合作部會署 2		112 年度經費 (千元)	

			113 年度經費 (千元)	
	負責內容			
中英文關鍵詞	量化風險評估、韌性、脆弱度、可靠度、關鍵基礎設施、淨零排放、測距電 驛、保護協調、動態監測、效能提升 probabilistic risk assessment, resilience, vulnerability, reliability, critical infrastructure, net zero emissions, distance relay, protection and coordination, dynamic surveillance, efficitveness improvement.			
計畫連絡人	姓名	吳○○	職稱	
	服務機關	行政院原子能委員會核能研究所		
	電話		電子郵件	

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. 以量化風險評估技術建立電網與關鍵能源供應設施風險控管工具，利用統計數據以科學方法系統化進行量化風險評估，發掘電力系統薄弱環節及風險重要度排序，並依據風險洞見掌握脆弱點，訂定有效強化措施，將國家資源進行更有效的應用。 2. 開發能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術，並應用於供電場域與測距電驛，優化電廠運轉效能與電網保護協調機制。 3. 計畫總體期能有效應對天然災害及氣候變遷的潛在威脅，於國家能源政策轉型期間，健全電網韌性，並強化供電穩定度與安全餘裕，促進民生與經濟發展，以協助落實淨零排放路徑關鍵戰略之推動。	無
112 年度里程碑： 1. 完成電網脆弱度及重要度分析模式。 2. 建立能源關鍵基礎設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析。 3. 開發供電場域關鍵設備之動態監測與分析系統，並建立輸供電網測距電驛標置設定與訊號傳遞技術。	無
113 年度里程碑： 1. 建立包含我國本島 31 座超高壓變電所之視覺化脆弱度分析工具。 2. 完成先導電廠量化風險評估案例，探討後果嚴重之危害項目，建立能源關鍵設備之性能提升運轉策略。 3. 建立輸供電網測距電驛之保護協調自動驗證與故障訊號分析技術，並發展供電場域關鍵設備之效能提升運轉策略。	無

最終效益(Endpoint)與里程碑(Milestone)規劃	修正說明
114 年度(8 月)里程碑： 1. 檢視電力系統檢修排程之適切性，以提升整體電網穩定性及安全餘裕。 2. 建立撰定之關鍵電廠量化風險評估之作業程序，以提升關鍵電廠運轉穩定性。 3. 整合能源供應設備之運轉偏離鑑別與維保系統，並完成測距電驛系統之雲端標置查詢與自動推播系統，提高調度與運轉人員的事故處理效率。	無

貳、計畫緣起

一、政策依據

(一)蔡總統於 110 年世界地球日宣示台灣跟上國際步伐[1]，相關跨部會開始規劃 2050 年達到淨零排放目標與路徑，國發會於 111 年 3 月發布臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明[2]，摘述如下：制定減碳基礎法制，完善基礎設施：行政院優先檢討減碳基礎法制，將現行「溫室氣體減量及管理法」修正為「氣候變遷因應法」，同時完善再生能源、能源管理、運輸及住宅等相關法令，並藉由綠色金融行動方案 2.0，引導產業轉型，以兼顧環境及經濟永續發展。

(二)鑒於日益嚴重的溫室氣體效應與氣候變遷，淨零排放與能源轉型擴大再生能源發電成為未來趨勢。行政院 112 年度施政方針當中的參、五訂定：推動淨零轉型並確保穩定供電，強化節能，加速再生能源發展，布建儲能及智慧電網，推動能源轉型並朝淨零目標邁進，實現非核家園。

(三)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[3]。

(四)配合 110 年至 113 年「國家科學技術發展計畫」以推動本計畫，依據「國家科學技術發展計畫之目標二.完善科研體系、布局前瞻科技；子目標 4.強化科技風險評估；策略 1.強化科技風險評估；措施(1).建立基礎設施風險評估與應用技術」加以辦理。

節錄國家科學技術發展計畫內容如下：「評估新興科技對基礎設施各

系統及整體造成風險的成因及後果，以供政府擬定相應風險管理策略之參考，可避免與有效因應大範圍基礎設施崩潰或造成之社會功能癱瘓。風險評估技術亦推廣應用於非核能之能源基礎設施，如：天然氣接收站及輸配電網路等方面，亦已成果豐碩，無論理論研發與實務經驗，均有一定之能量，可作為建立新興科技風險評估之起始研發技術。」

(五)經濟部能源局規劃研擬「智慧電網總體規劃方案(核定本)」，由行政院101年核定，並於109年2月修正，經濟部能源局於去碳能源工作圈系統整合技術評估小組評估未來淨零排放議題，110年8月13日會議結論在主要關鍵議題「電網應變能力強化」項目，包括「電網在極端氣候下，造成大規模區域停電，應強化電網之彈性及韌性，減少停電問題」；以及「應依我國內外環境及電力系統特性，進行電網量化風險評估(Probabilistic Risk Assessment, PRA)，提出強化我國電網韌性與彈性的改善方案，找到有效的應變能力措施，同時取得社會認同」。

(六)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)」，以「解決問題」為導向，借鏡國際智慧電網發展趨勢，並結合儲能系統、大數據分析及資通訊技術等先進技術，以達到「提升電力系統穩定運轉」、「強化電網韌性及供電品質」及「促使用戶參與節能」等目標，落實能源轉型及再生能源發展的政策目標[4]。

二、 擬解決問題之釐清

世界許多國家相繼宣示，以淨零排放(Net zero emissions)與碳中和(Carbon neutrality)為目標，為達成環境變遷及永續發展之目標，各國早有共識並提出淨零排放發展路徑，納入各國法規之中。我國政府部門也於 110 年啟動相關討論規劃，於 111 年 3 月 30 日由國發會發布臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明[2]。民國 111 年 4 月 21 日行政院第 3799 次會議也完成環境保護署擬具「溫室氣體減量及管理法」修正草案，並將法案名稱修正為「氣候變遷因應法」，送立法院審議中。修訂第四條說明時程及全民參與「國家溫室氣體長期減量目標為中華民國一百三十九年溫室氣體淨零排放。為達成前項目標，各級政府應與國民、事業、團體共同推動溫室氣體減量、發展負排放技術及促進國際合作。」。修法之主要精神包含「減緩與調適並重，強化氣候治理」及「加速減碳，提升產業競爭力」等目的或方法，希望達到「化危機為轉機並掌握商機」之效益[5]。

為達成 2050 淨零排放的政策目標，針對本計畫之主要執行概念與研究架構，可透過淨零碳排之角度(如圖 1(a))與台灣電力供應架構之面向(如圖 1(b))，以充份了解，詳如圖 1 所示。

圖1(a)

想法

作法

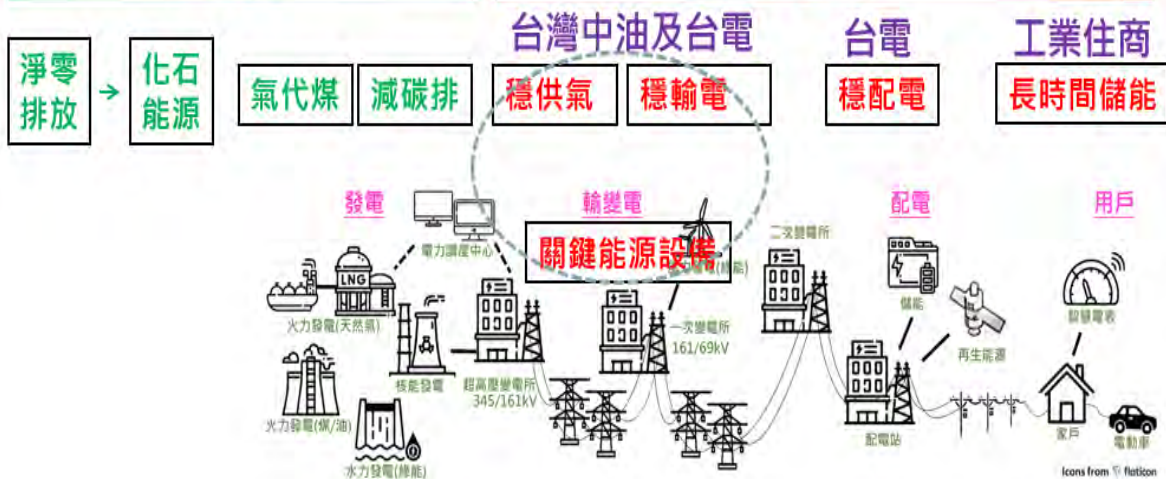


圖1(b)

電網韌性分析—執行面向 台灣電力供應架構

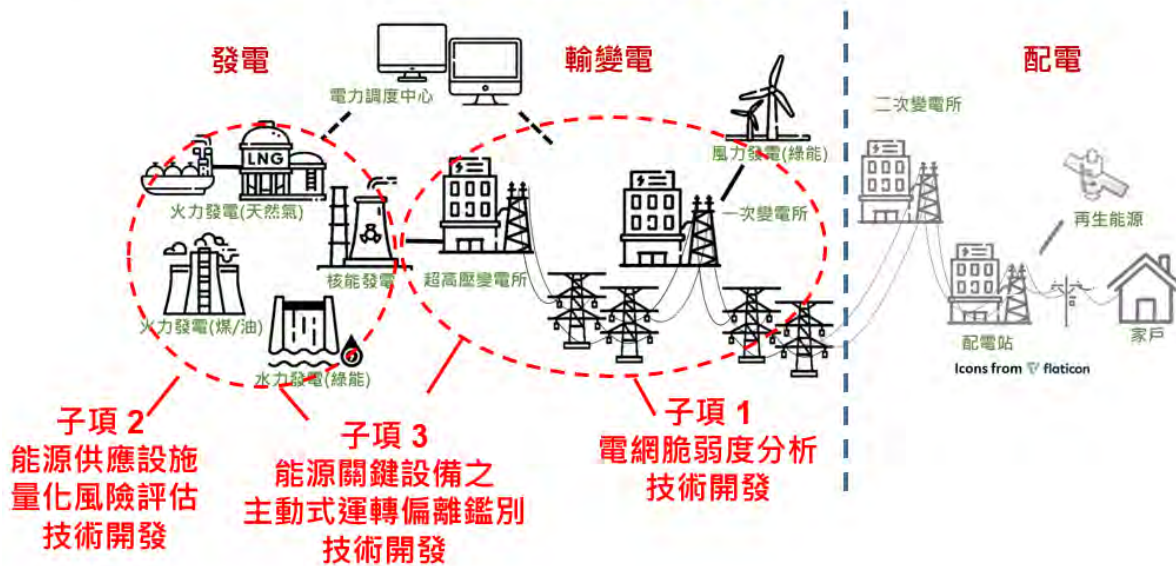


圖 1、本計畫架構示意圖

近年來國內發生數起大規模停電事件，例如 106 年 815 事件、110 年 513 事件及 111 年 303 事件等，在在突顯了我國電力與能源基礎設施關於系統設計、人員操作、營運與調度管理各方面存在的潛在風險，實質影響全台整體電力供應穩定，因此有效掌握電網與能源供應設施風險並予以提出管控建議，方可降低風險，提升電網韌性。本計畫所指能源供應設施涵蓋：發電、輸電與配電等關鍵設施，包括發電上游能源供應設施，如液化天然氣接收站與電廠等，以及中游負責電網輸供電網保護與協調控管的測距電驛與相關資訊整合系統等。本計畫之問題解析如下：

1. 能源轉型之電網脆弱度量化基礎需有科學論證：目前較為成熟之太陽光電及風力發電等再生能源，俱有發電間歇性與不確定性的本質。因此再生能源占比增加對於供電穩定與天然災害影響緊急供電安全的挑戰更是雪上加霜，對電網與能源供應設施供電穩定之量化風險評估研究可有效緩和供電系統的穩定與安全。
2. 滿足電力穩定供應及電廠擴建需求宜兼顧各環節關鍵基礎設施妥善率：台灣之電網為獨立系統，在面臨未來電力需求不斷上升之情況，如何確保電力穩定供應，並能同時兼顧經濟發展與環境永續，已是重中之重的國安議題。透過電網脆弱度分析、電廠量化風險分析及能源關鍵設備主動式運轉偏離鑑別等方式，以系統化方法評估電網、關鍵電廠及設備對整體電力系統之影響程度，並透過強化電廠可靠度與能源關鍵基礎設施妥善率等以提升電網韌性，可有效緩解電網供電不穩及供電安全餘裕不足之問題。量化風險評估技術將可藉由科學分析方法與數據，以提供中立且客觀之量化結果，在公眾或利害關係者、決策管制機關及營運單位，三方進行能源政策討論時，能建立平衡之風險溝通對話基礎。
3. 目前電網之保護協調機制無法因應大量再生能源併網供電：未來

再生能源擴增時，傳統電廠運轉模式將隨之頻繁升降載，電網之拓樸結構也將隨之頻繁改變；因此，每天都需要使用電驛標置設定平台，規劃輸供電網的保護協調機制，以阻斷電網發生事故的蝴蝶效應。然而，目前使用中之設定平台過於老舊，計算點數有上限限制，除在多次大規模停電事件中，未能發揮應有的保護功能外，更無法因應未來大量再生能源併網供電的需求。藉由電驛狀態分析與整合系統之開發，改善輸供電網測距電驛的保護協調機制，提升電網防災韌性與應變能力。

三、 目前環境需求分析與未來環境預測說明

淨零排放已成為國際共識，目前淨零排放已從氣候問題轉變成世代之能源轉型正義問題，甚至牽動未來企業生存與國民經濟之動脈。

在擴大再生能源使用的同時又能兼顧電網穩定運轉，藉由導入電網脆弱度分析技術及能源供應設施量化風險評估技術，提升能源關鍵設備運轉的可靠度與妥善率，可大幅降低機組運轉時發生突發性故障的機率，增加能源供應設施的安全並提高供電可靠度，更可以提升電力資訊掌握及應用能力，強化電網供需、事故處理等彈性調度能力，提升電網安全及韌性。

因此「淨零排放-電網韌性分析計畫」擬解決問題之目前環境需求與未來環境預測如下所述，並輔以 SWOT 分析說明國內現況、本研究團隊之優勢及執行此計畫之必要性與合理性。

擬解決之問題	目前環境需求	未來環境預測
1.近年我國數起大規模區域停電事件，例如106年815及110年513等事件，均顯見國內現今電力與能源基礎設施存在各項潛在之弱點，影響全台電力供應穩定度[10,11]。 2.因我國近年經濟快速成長，使得能源供應需求迫切之重要性日增，且因再生能源占比增加、氣候變遷及天然災害影響，對供電穩定與安全之挑戰更是雪上加霜[7]。 3.針對公眾或利害關係者、決策管制機關及營運單位等三方面，關於能源政策之風險溝通，現今我國缺少一平衡之對話基礎[6,8]。 4.電廠大多已應用電力監控系統(SCADA)，作為設備自動化運轉及管理作業之基礎，惟現行之監控系統尚無法提供運轉優化與即時鑑別偏離功能。 5.目前使用中之測距電驛設定平台過於老舊，計算點數有上限限制，除在多次大規模停電事故中，未能發揮應有的保護與協調功能外，更無法因應未來大量再生能源併網供電的需求。	1.關於國內現今電力與能源基礎設施於系統設計、人員操作、營運與調度管理等重要方面，在數起大規模區域停電事件發生之後，其中隱藏之弱點，更顯著地影響全台電力品質與供應穩定度。凸顯電網與能源供應設施風險管控的重要性[9,11,12]。 2.因能源政策對於再生能源占比之增加，加上天然災害之雙重影響之下，對於電力品質、調度穩定與供電安全之要求顯著性日增，故電網與能源供應設施對供電穩定之量化風險評估研究刻不容緩。 3.因應全台電力需求之快速成長，相關基礎設施(能源供應設施與電網)之運轉或興建為必然之方向。當公眾或利害關係者、決策管制機關、及營運單位等三方缺少平衡對話基礎時，將無法取得三方間之共同最大利益。量化風險評估技術之引入將可提供其間之技術基礎[6,8]，例如解決顯著之人為誤失議題。 4.因應電力需求成長，確保能源關鍵設備運行之可靠性與安全性，需導入運轉狀態分析與效能優化技術，提升電力資訊掌握及應用能力。目前，國際設備供應商，均已開發整合管理平台，但受限於軟硬體相容性、擴充性、環境條件等議題，應培植本土之研究機構與系統廠家，因地制宜開發符合使用者需求之本土化整合管理平台。 5.開發新的測距電驛標置設定平台與狀態分析整合系統，擴	1.因季節變化、能源需求成長與能源配比調整等之客觀環境影響，提升供電穩定與電力調度的難度，為降低大規模區域停電與減少停電問題之可能性，應審視現有電網運轉彈性及韌性，並予以強化[10,11]。 2.從全域電網的觀點出發(涵蓋綠能、核能、水力及火力等)，納入天然災害與電力需求增加的影響，發展電網脆弱度分析模型、界定發電設施之績效指標與確認影響後果，並進行電網調度案例研究，量化整體電網風險，強化供電穩定[18]。針對電網中的各個節點(即能源供應設施)亦須進行量化風險評估，建立可靠度管理模型並納入人為誤失影響，且延伸反應於能源供應設施之運維策略，提升能源供應設施的穩定度。 3.應依我國內外環境及電力系統特性，進行電網量化風險評估，提出強化我國電網韌性與運轉彈性的改善方案，找到有效的應變能力措施，以利社會溝通與建立共識。量化風險評估藉由科學分析技術與數據，提供中立且客觀之量化結果，給予公眾或利害關係者、決策管制機關及營運單位等三方，使其能建立平衡之風險溝通對話基礎。 4.未來大量具有間歇性之再生能源加入併網，恐將影響系統穩定度，且受到氣候變遷及人為因素等影響，導致限電危機，須建立能源關鍵設備資訊整合平台等相關系統，因應電網供需與事故處理等彈性調度

擬解決之問題	目前環境需求	未來環境預測
	充計算點數的上限，並能執行具多端子與雙向流輸電線路之電驛標置計算與設定，以改善目前電網對抗災害的韌性與應變能力。	能力。 5. 未來大量再生能源並網供電時，電網拓樸結構也將隨之頻繁改變，需要更全面性與即時性的測距電驛標置設定更新系統。另外，輸、配線路設備的老/劣化也會嚴重影響電網的穩定度，若能對電驛所收集的歷史事故波形進行分類與整合管理，並運用大數據與訊號處理進行分析，則可實現狀態基準監測機制，達成預先排除部分事故之發生。

基於前述問題及現況說明，「淨零排放-電網韌性分析計畫」評估 SWOT 分析說明如下：

SWOT 分析	
優勢(Strengths)	劣勢(Weakness)
- 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：電廠發電機部份放電分析、配電變壓器故障早期預警、風力發電機組故障早期預警等，有助於儲能電站關鍵設備監測與診斷技術開發。 - 核研所執行核能電廠量化風險評估已有四十年經驗，具備電廠維護排程、風險管理(含人為誤失評估)及廠外事件耐震評估等分析能力。 - 核研所參與供電與供水關鍵基礎設施脆弱度之定性影響評估、台灣中油液化天然氣接收站量化風險評估及迴旋加速器可靠度分析等，實務經驗與相關成果皆極為豐碩。 - 以核能電廠量化風險評估之經驗為起始點，藉關鍵基礎設施之供電設施可靠度分析為基礎，建立天然災害等情境對於能源供應設施造成衝擊之方法論。	- 風力或太陽能等再生能源的配比不斷增加，不確定因素增加，電網複雜度增加。 - 除核電廠外，一般電廠對於系統及設施的可靠度要求較低，若須進行數據解析，通常會使用資料收集與監控系統套裝軟體(如 SCADA 系統)，所能提供的管理資訊不夠充分。 - 進行量化風險評估較一般定性評估困難，需蒐集許多數據，投注的時間人力、物力也較多。 - 目前電力公司使用多種廠牌的電驛，除了標置設定格式不同的困難度。
機會(Opportunities)	威脅(Threats)
- 近幾年備轉容量率低，供電吃緊，台電對每部機組供電可靠度與輸變電設施穩定度都特別重視。 - 配合政府能源政策，台電公司提升再生能源占比，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。 2017 年電業法修法與 2019 年再生能源發展條例通過後，我國電業邁向自由化市場，促使未來再生能源蓬勃發展。然而部分變動式再生能源具發電間歇性(Intermittent)，可能致使併網點附近電壓劇烈變化。此外，變動式再生能源具有不可控性(Uncontrollable)，無法像傳統電廠一樣控制其發電量，例如太陽光電(只能在白天有陽光時發電)，或是風力發電(受	- 西門子、ABB 與 GE 等國外廠家，在供電設備與電驛的運轉狀態分析系統已有多年經驗，並且本身即為相關設備的原始製造商。 - 以電力潮流分析進行節點探討為即時評估，利用量化風險評估找出整體電網配置弱點，主要著重於討論長時間電力供應問題，適用於討論備轉容量是否足夠、關鍵組件維修策略與大修排程選擇。 - 與國外相較，國內產業於淨零排放之推動起步較晚，須加速推展，方能配合國際趨勢之發展，維持國際競爭力。

風速與風向等因素造成發電量起伏)，皆會對電網供電品質造成衝擊。 4. 在 303 事件過後，台電公司預計增加多個升壓站與輸電迴路，將藉由「分散直供」及「區域支援」的功能來提升電網韌性，屆時全台電網架構勢必顯著改變。由於電驛最主要的功能是在隔離故障區域，以保護人員與設備的安全，其標置的設定關乎整個電網的脆弱度與韌性，故台電對於測距電驛的狀態分析與整合系統更新，有急迫之需求性。	
--	--

參考文獻

- [1] 中華民國總統府，世界地球日 總統：臺灣正積極部署在 2050 年達到淨零排放目標的可能路徑，
<https://www.president.gov.tw/News/26056> (accessed May 5, 2022)。
- [2] 國家發展委員會，臺灣 2050 淨零排放路徑，
https://www.ndc.gov.tw/Content_List.aspx?n=FD76ECBAE77D9811
(accessed May 5, 2022)。
- [3] 行政院，前瞻基礎建設-綠能建設，106 年 3 月，
<https://www.ey.gov.tw/achievement/648018B7647F60F7> (accessed May 5, 2022)。
- [4] 經濟部能源局，強化電網運轉彈性公共建設計畫(核定本)，2020 年 9 月，
<https://www.ey.gov.tw/File/C5051BB576409892> (accessed May 5, 2022)
- [5] 行政院，溫室氣體減量及管理法修正草案，111 年 04 月 21 日，
<https://www.ey.gov.tw/Page/AE106A22FAE592FD/aa485234-545d-4460-8f5e-65b8c8f5cc52> (accessed Jun 6, 2022)。
- [6] Kao, Tsu-Mu, "Risk Analysis of Taiwan Food Import from Japan after the Fukushima Nuclear Accident", 2019 Conference Program of the Fifth World Congress on Risk", 2019.
- [7] Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator, "Natural Disasters and Vulnerability Analysis Report of Experts Group Meeting," Geneva: UNDRO, 1980.
- [8] 高梓木，風險管理與黑天鵝效應，科學發展月刊，525 期，第 56~60 頁，台灣台北，2016 年 9 月。
- [9] Maxx Dilley, Robert S. Chen, Uwe Deichmann, Arthur L. Lerner-Lam, Margaret Arnold., "Natural Disaster Hotspots: A Global Risk Analysis," World Bank, Washington, DC, 2005.
- [10] Stephen E. Flynn., "America the Resilient Defying Terrorism and Mitigating Natural Disasters," Council on Foreign Relations, 2008.
- [11] Jonas Johansson, Henrik Hassel, and Enrico Zio., "Reliability and vulnerability analyses of critical infrastructures: Comparing two approaches in the context of power systems," Reliability Engineering and System Safety, vol. 120, pp. 27-38, 2013.
- [12] Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), "Climate Change

2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability,” 2022.

- [13] 台電公司網站，電廠電網分布圖，
<https://www.taipower.com.tw/tc/page.aspx?mid=37> (accessed May 5, 2022)
- [14] National Infrastructure Advisory Council of America (NIAC), “Water Sector Resilience: Final Report and Recommendations”, 2016.
- [15] Office of the United Nations Disaster Relief Coordinator, “Natural Disasters and Vulnerability Analysis Report of Experts Group Meeting,” Geneva: UNDRO, 1980.
- [16] United Nations Office for Disaster Risk Reduction (UNDRR),
<https://www.undrr.org/terminology> (accessed June 2, 2022).
- [17] 行政院，國家關鍵基礎設施安全防護指導綱要，107 年 5 月 18 日訂正。
- [18] U.S. Nuclear Regulatory Commission, “Reactor Safety Study: An Assessment of Accident Risks in U.S. Commercial Nuclear Power Plants,” NUREG-75/014, WASH-1400, 1975.

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. 藉由電網韌性分析，整合國內現有之電網韌性分析與能源供應設施量化風險評估與可靠度管理，協助能源產業及電廠於發電端(例如不同型式的發電廠)與輸電端(含超高壓變電所及一次變電所)，提升電網整體營運穩定度與安全，以及於電廠運轉與維護策略提出風險告知洞見的改善方案，維持電網整體穩定性與所需之安全餘裕。
2. 未來，面對電網調度的韌性與檢修維護作業時，分散電網供輸電之拓撲架構須能動態調整，以維持整體電網穩定性與所需之安全餘裕，故測距電驛的保護協調機制更顯重要。

(二)產業技術：

1. 以局部節點的分析角度作為出發點，建立對應之發電設施可靠度模型，提出量化風險評估結果，後續將其回饋至電網韌性模型中，整體考量發電設施、變電所與電網三者間關係，並將其中重要的因素，例如季節變化、電力需求增加、天然災害等因子納入考量，以了解其影響程度。

(三)生活品質：

1. 建立電網與能源供應設施相關技術於風險管理之分析基礎，技術成果可作為能源產業於供電、輸電與調度時之重要參考資訊，藉由執行計畫的技術貢獻與帶來的效益，將有助於用電穩定進而提升電力用戶的生活品質。

(四)環境永續：

1. 整體而言，針對能源產業及電廠，可藉由執行電廠可靠度與發電效

益評估，依據評估結果判定運維策略，指出供電規劃之潛在弱點，以風險告知技術，於調整或改善運維策略時，提出具效益的技術參考與依據，將可提升風險管控能力，提高發電設施之運轉穩定度及安全餘裕。此一技術貢獻將可提升營運績效與效率，檢討不必要之基礎設施興建，達到環境永續的目標。

2. 未來再生能源擴增時，傳統電廠運轉模式將隨之頻繁升降載，電網之拓樸結構也將隨之頻繁改變，藉由本計畫研發成果之應用，除了可以提升電網防災韌性與應變能力外，亦能協助強化再生能源設施併網供電的滲透率與妥善率。

(五)學術研究：

1. 針對本計畫研發的電網分析與能源供應設施可靠度評估等研究成果，以及所開發的關鍵技術與研究分析方法論，將可提升技術深度與廣度、擴展研究領域及應用於相關研究計畫；並為重要之參考基準或依據，以增強國內電網/能源供應設施技術發展之基礎。此外，整體之技術研發成果將發表於國際期刊、會議論文或關鍵研究報告，彰顯我國技術能量及提昇國際能見度。

(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發電、輸電與配電等電力系統領域中，風險評估、電網脆弱度分析、能源供應設施可靠度評估及測距電驛標置設定與訊號分析等專業人才。
2. 另一方面，針對原本非屬前述專長之核研所計畫團隊成員，亦可藉在職訓練的機會，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電力系統及電網韌性研究領域之研究人力素質。
3. 此外，本計畫工作團隊之相關研究工作推動目前有多位優秀的女性

技術與工程分析人員，並於參與計畫執行的過程中，持續接受栽培與訓練，鼓勵其持續於本計畫之工作領域投入研究與精進，以提升女性專業技術研發工作能力。

參、計畫目標與執行方法

一、目標說明

依據國發會於民國 111 年 3 月發布臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明進行。核研所基於既有量化風險評估技術應用在核電廠、液化天然氣接收站及相關領域之技術基礎，配合國家重要政策方向，研擬「淨零排放-電網韌性分析計畫」，藉由提升電網脆弱度分析技術開發、能源供應設施量化風險評估技術開發，加速淨零排放路徑推行，配合國家政策目標進行後續擴散。本計畫架構分為三個子項計畫，架構圖如圖 2 所示，而相關規劃及內容分述如下。

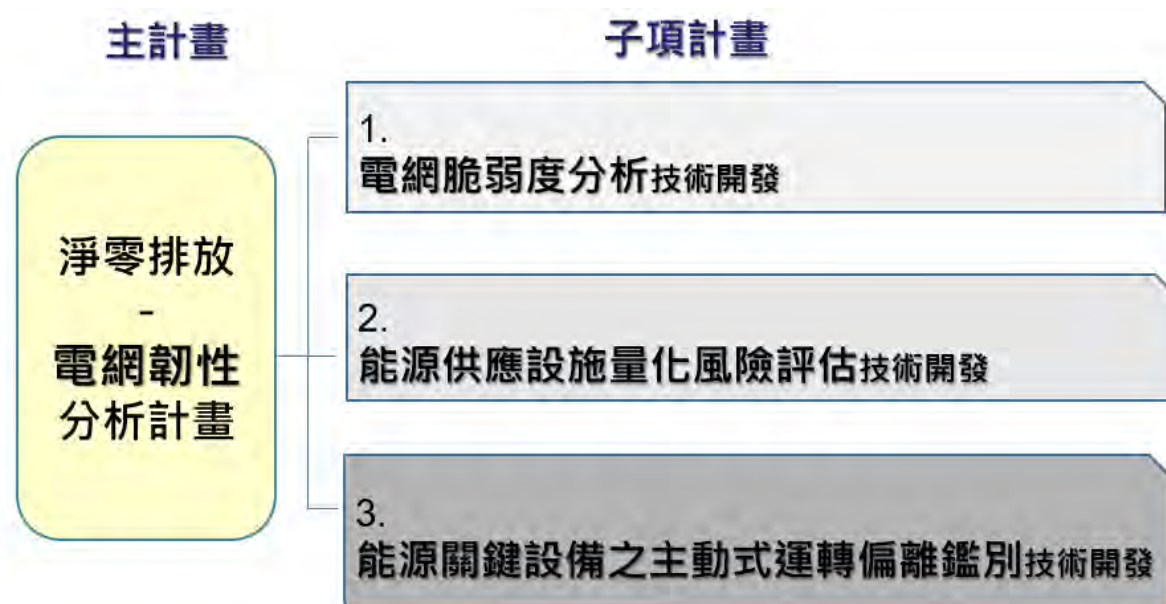


圖 2、本計畫架構圖

配合政府能源轉型政策，電源型態也將由傳統的大型、集中式電源，走向間歇性、分散式的電源。當大量具有間歇性之再生能源加入併網，勢必影響系統穩定度，加上受到氣候變遷及人為因素等影響，增加限電危機。110 年 5 月 13 日，台電路北超高壓變電所擴充工程發生接地事

故，造成兩次卸載約 91 萬瓩共 82 萬戶停電，以及後續全台一般民生及小商店用戶約 415 萬戶、工商業用戶約 6,300 戶分區輪流停電；110 年 5 月 17 日，興達電廠一號機控制模組故障導致跳脫，造成卸載約 53 萬瓩共 42.2 萬戶停電，以及後續約 62.5 萬戶分區輪流停電；111 年 3 月 3 日，興達電廠 345kV(北)開關場事故與連鎖效應，造成減少約 1,050 萬瓩的供電能力，高達 549 萬戶用戶停電。

近年數起大規模停電事件，影響全台電力供應穩定度，突顯我國電力與能源基礎設施於系統設計、人員操作、營運與調度管理存在各項潛在之弱點，將藉由本計畫來強調電網與能源供應設施風險管控的重要性，並提出應對策略。此外因經濟成長同時使得能源供應需求迫切增加，當納入因再生能源占比增加與天然災害之雙重影響時，對於供電穩定與安全的壓力更是雪上加霜，為達成供電穩定之目標，電網脆弱度分析及能源供應設施量化風險評估之研究刻不容緩。量化風險評估技術將可藉由科學分析方法與數據，提供給公眾或利害關係者、決策管制機關及營運單位中立與客觀之結果，使三方能達成平衡之風險溝通對話基礎。

能源供應與保護設備為電力業的關鍵基礎設施，然而許多的設備與平台已運轉了數十年，除既有的監控系統無法提供異常運轉的鑑別功能，平台軟體老舊而無法擴充監控及計算點數，更不能跟現有的資料擷取及即時通訊軟體相互整合。隨著用電的需求持續攀升，電力系統中的能源供應與保護設備數量也必須隨之成長，但管理這些設備的核心系統卻沒有更新，一旦發生事故而無法及時隔離故障時，便會像蝴蝶效應般蔓延至整個電廠或電力系統。未來，面對大量間歇性再生能源併網供電時，分散電網供輸電之拓撲架構須能動態調整，才能提升電網的調度韌性與縮短維護檢修的時效性，故測距電驛的保護協調機制更顯重要。

電力穩定供應是為一國家安全層面之重大議題，應具有全面的危機

意識，並需要預做準備，才能提升電力系統容忍力與回復力。因應極端氣候與能源轉型等挑戰。

本計畫將實際依據台灣地區電廠與電網分布情形(圖 3)，整合脆弱度分析、量化風險評估與主動式運轉偏離鑑別等三項技術，提升電網穩定性與安全餘裕之整體風險管控能力，以達到電網韌性之政策目標，評估架構如圖 4 所示，藉由下列三項技術策略之開發以達成。執行方法摘要如下：

1. 電網脆弱度分析技術開發：透過納入能源供應設施之評估結果，考量天然災害之影響，開發電網脆弱度分析系統與進行評估，量化整體電網脆弱度，強化電網供電穩定及提升安全餘裕。透過檢視後續評估及因應作為所需要的數據之完整性及適切性，確認電網脆弱度之定義與研究範疇，確認能源供應設施、變電站與電網等三項關鍵元素之關聯性，完成電網脆弱度及重要度評估之分析模式。電廠及電網分布圖-以發電設施作為節點並發展量化風險評估[13]如圖 3。
2. 能源供應設施量化風險評估技術開發：考量人為可靠度分析及人為誤失之影響，完成先導電廠之量化風險評估，建立可靠度管理模型；透過能源供應設施之量化評估與可靠度分析，找出電廠中風險顯著之關鍵設備，作為能源產業及電廠於進行調整與改善運維策略之技術基礎或依據。
3. 能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術開發：為了能更全面性提高關鍵設備之運轉妥善率，並能快速發揮故障隔離與多層防護功效，本計畫將應用大數據分析、人工智慧建模、數位訊號處理與轉換、輸電線路阻抗動態分析等技術，分別針對上游之能源供應設備與中游之輸供電網測距電驛，進行即時運轉偏離鑑別與保護協調機制設置，以便於故障發生時能適時隔離事故區域，縮小故障範圍不使故

障區域再度擴大，並自動將相關訊息推播至系統，提高運轉人員的
事故處理與維修保養效率，整體效益如圖 5 所示。

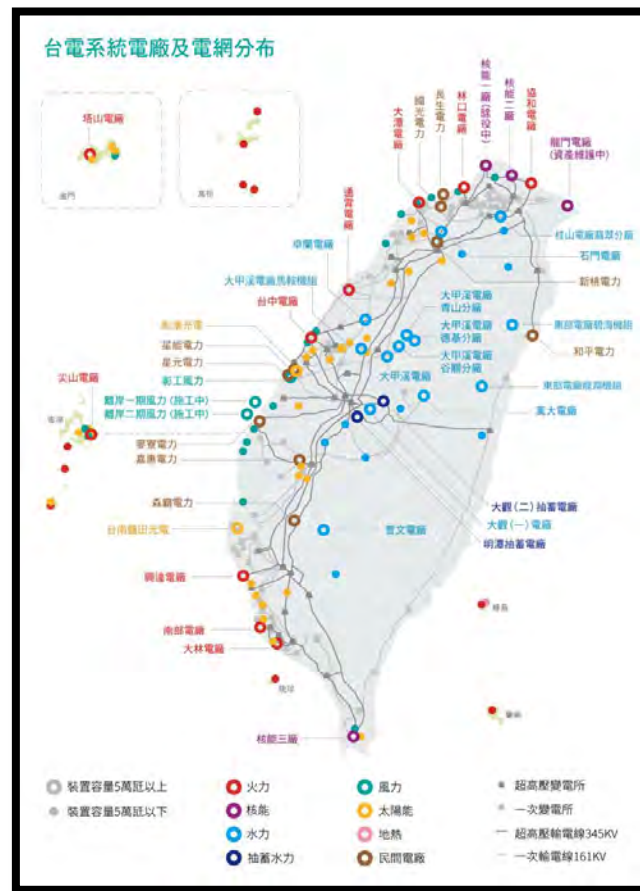


圖 3、電廠及電網分布圖-以發電設施作為節點並發展量化風險評估

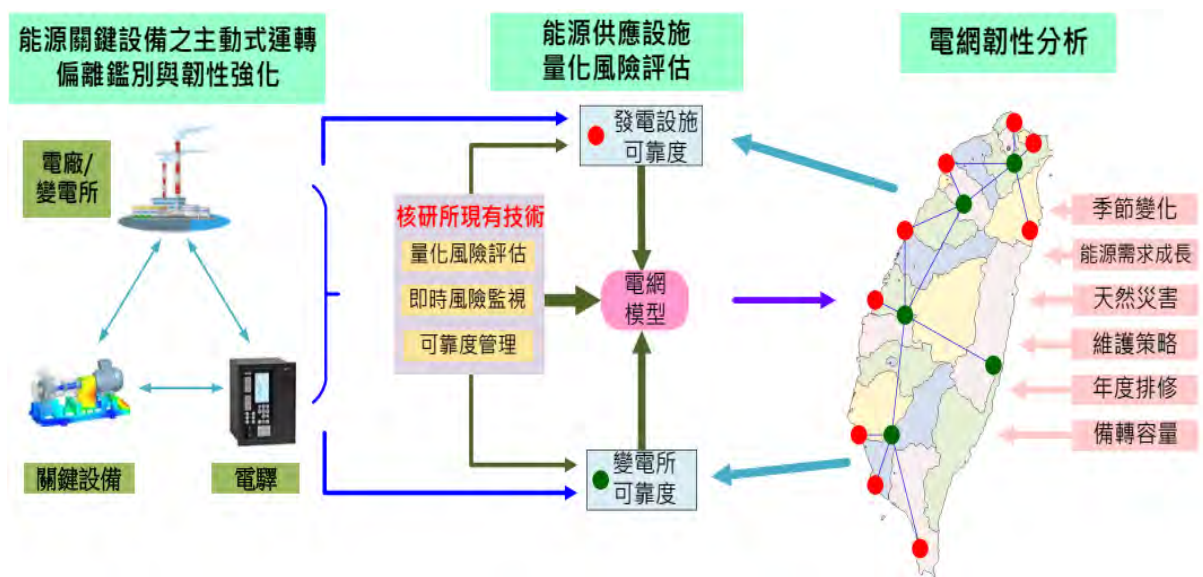


圖 4、電網韌性評估架構示意圖

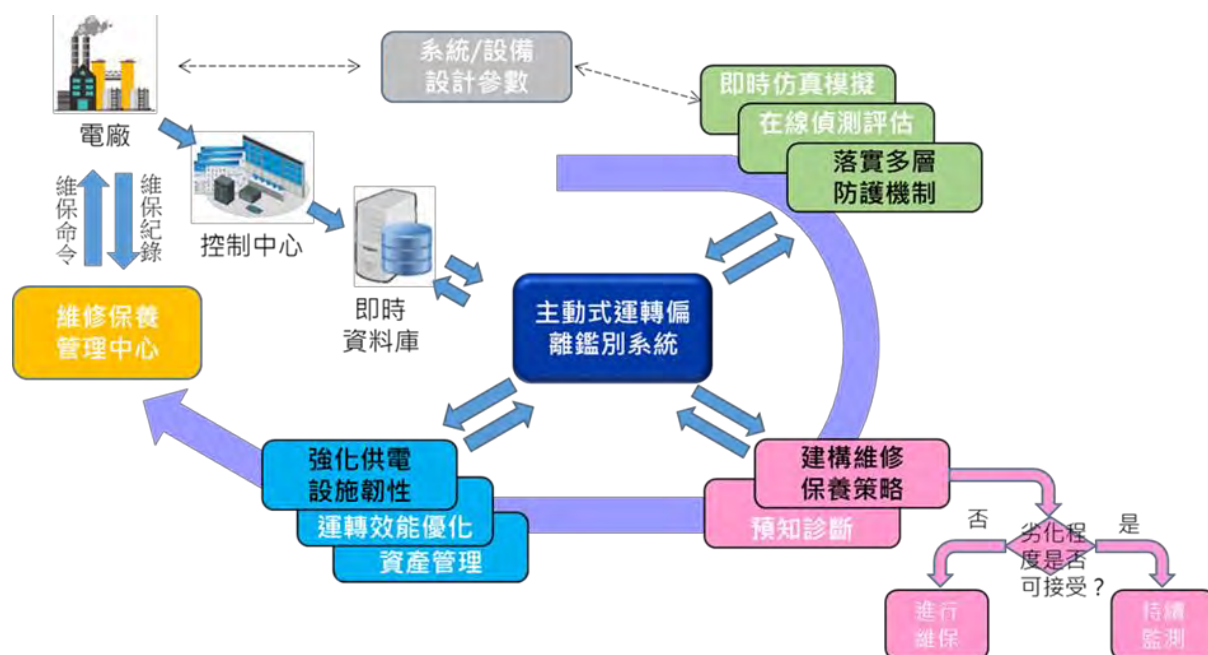


圖 5、能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別整體效益

計畫全程總目標(Endpoint)			
1. 完成電網脆弱度及重要度分析模式與標準評估程序，建立視覺化脆弱度分析工具，用以檢視電力系統檢修排程之適切性。 2. 建立能源供應設施之故障樹分析與系統分析，完成先導電廠量化風險評估案例，確認與辨識後果嚴重之危害項目，建立擇定之關鍵電廠量化風險評估之作業程序。 3. 開發能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術，並應用於供電場域與測距電驛，進行電廠運轉效能與電網保護協調機制優化，改善電網防災韌性與應變能力。			
里程碑(Milestone)			
年度	第一年 民 112 年	第二年 民 113 年	第三年 民 114 年 (8 月)
年度目標	(1) 建立電網脆弱度及重要度之分析方法，研析能源供應設施/變電站/電網等三元素之關聯性。 (2) 確認電廠之評估範圍與執行數據分析，執行故障樹分析與系統分析。 (3) 開發供電場域關鍵設備之動態監測與分析系統，並建立輸供電網測距電驛標置設定與訊號傳遞技術。	(1) 納入我國本島 31 座超高壓變電所，進行天然災害事件對電網之影響評估。 (2) 執行先導電廠量化風險評估案例，確認與辨識後果嚴重之危害項目。 (3) 發展供電場域關鍵設備之運轉效能提升策略，並建立輸供電網測距電驛之保護協調自動驗證與故障訊號分析技術。	(1) 檢視能源供應設施/變電站檢修排程之適切性，作為電力調度之風險管理預警基準。 (2) 整合先導電廠之評估流程、成果與風險洞見。 (3) 整合能源供應設備之運轉偏離鑑別與維保系統，並完成測距電驛系統之雲端標置查詢與故障自動推播系統。
預期關鍵成果	(1) 建立電網脆弱度及重要度之分析方法，研析能源供應設施/變電站/電網等三元素之關聯性，完成電網脆弱度及重要度分析模式。 (2) 確認電廠之評估範圍與執行數據分析，完成能源供應設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分	(1) 納入我國本島 31 座超高壓變電所，進行天然災害事件對電網之影響評估，完成電網脆弱度及重要度評估之標準評估程序，建立視覺化脆弱度分析工具。 (2) 完成先導電廠量化風險評估案例，確認與辨識後果嚴重之危害項目，提供降低電廠年供電失效頻率達 5% 之運維策略。	(1) 檢視能源供應設施/變電站檢修排程之適切性，作為電力調度之風險管理預警基準，以提升整體電網穩定性及安全餘裕。 (2) 整合先導電廠之評估流程、成果與風險洞見，建立擇定之關鍵電廠量化風險評估之作業程序。

	析。 (3) 完成供電場域 2 種關鍵設備之動態監測與分析系統開發與建立，完成 5000 點以上具 3 端子輸供電網測距電驛標置設定程式，以及 3 廠牌之電驛訊號傳遞技術，並試行應用於一處場域。	(3) 完成供電場域關鍵設備之運轉效能最佳化決策系統，提升 5%運轉效能，完成輸供電網測距電驛之 3 區域以上之保護協調自動驗證模組，以及 3 種類以上之輸供電網故障訊號分析與鑑別模組，並試行應用於一處場域。	(3) 完成能源供應設備之運轉偏離鑑別與維保系統整合，達成 1%減碳效益，並完成測距電驛系統之雲端標置查詢與故障自動推播系統開發。
年度目標達成情形 (重大效益)			

二、 執行策略及方法

本計畫「淨零排放-電網韌性分析計畫」執行策略如下：主計畫基於「子項計畫 1-電網脆弱度分析技術開發」、「子項計畫 2-能源供應設施量化風險評估技術開發」及「子項計畫 3-能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術開發」技術應用，相關執行策略及方法分述如下。

關於「子項計畫 1 電網脆弱度分析技術開發」，電網風險評估概念如圖 6 所示，利用節點之脆弱度後果與威脅等因子評估電網整體風險與韌性，並藉由改善重要節點的可靠度來提升電網韌性。電網韌性評估與電網脆弱度分析相關研究及預計執行方法分述如下：

- (1) 美國國家基礎設施諮詢委員會(National Infrastructure Advisory Council of America, NIAC)[14]對於基礎設施韌性之定義：「基礎設施韌性是減少破壞性事件的規模和持續時間的能力。」基礎設施韌性可分成三個部分來檢視：(1)即預防(anticipate and prevent)：避免災情或降低災損；(2)反應(react and resolve)；(3)恢復(adapt and recover)：災後復原。提升韌性一般可藉下列兩個方向著手：(1)提升恢復力：備妥搶修機具與人力，加快災後復原速度；(2)提升承受力：妥善規劃防範措施，事先預判災情以降低災損。
- (2) 要提升韌性必須進行風險分析以先瞭解重要風險來源，國際間韌性及風險評估領域有相當多的研究文獻，例如 1979 年聯合國救災組織(United Nations Disaster Relief Organization, UNDRO) Natural Disasters and Vulnerability Analysis[15]報告中確立了有關風險和脆弱性的概念，闡述各項之定義，並指出評估災害風險之三要素：自然危害(natural hazard)、風險要素 (elements at risk)及脆弱性(vulnerability)。風險係指由於特定自然現象而導致的預期生命損失、人員受傷、財產損失和經濟活動中斷，以及特定風險和風險要素的

結果；自然危害係指在特定時段、給定區域內，具破壞性的自然現象發生的機率；風險要素係指特定區域內處於危險中的人口、建築物和土木工程、經濟活動、公共服務、公用事業和基礎設施等；而脆弱性則指由於發生一給定自然現象而導致一給定風險要素的損失程度，並從 0 (無損失)到 1 (總損失)的範圍表示。此概念後來被廣泛運用，更衍伸為現今 UNDRR 所採用之公式。2017 年聯合國減災署 (United Nations Disaster Risk Reduction, UNDRR)[16] 重新定義 2009 年「國際減少災害風險術語」，將「風險」改為「災害風險」。前者定義傾向於強調概率、不確定性和後果的作用，而後者則側重於危害、曝露與脆弱度之間交互作用的結果。災害風險為在給定時間內因災害造成的生命損失、傷害或破壞和損害的可能性，關係式表示為：災害風險 (risk) = 危害度 (hazard) × 曝露度 (exposure) × 脆弱度 (vulnerability)。其中危害度指導致生命損失、傷害或其他健康影響、財產損失、社會和經濟破壞或環境退化的過程、現象或人類活動，危害度的特點包含其所在位置、強度、頻率及機率；脆弱度係指對災害影響的敏感程度，包含物理因子、社會因子、經濟因子及環境因子之交互作用；曝露度指位於災害易發地區的人員、基礎設施、居住地、生產能力和其他資產可能受到不利影響的地方。

(3) 關鍵基礎設施

「國家關鍵基礎設施安全防護指導綱要」要求設施提供者：實施風險評估、撰擬防護計畫、定期舉行演習；以驗證辨識出之風險是否均能有效控制，防護計畫是否能確實降低災害損失，迅速復原。[17]

國家關鍵基礎設施 (Critical Infrastructure, CI) 定義為「指公有或私有、實體或虛擬的資產、生產系統及網絡，因人為破壞或自然災害受損，進而影響政府及社會功能運作，造成人民傷亡或財產損

失，引起經濟衰退，以及造成環境改變或其他足使國家安全或利益遭受損害之虞者。」2021 年 2 月，政府首度核定並完成八大領域關鍵基礎設施的指定，包括：能源、水資源、通訊傳播、交通、銀行與金融、緊急救援與醫院、中央與地方政府運作、科技園區與工業區等。

(4) 電力供應風險盤點

以下從天然災害、極端氣候、減碳壓力及人為因素等四個面向，加以討論電力供應之風險因子。

- a. 天然災害(地震與颱風)：針對地震，例如 1999 年 9 月 21 日大地震，造成全台約 650 萬戶停電，大量重要輸電設備受損，限電約 20 天；針對颱風，例如 2016 年 9 月 25-28 日梅姬颱風，造成全台約 400 萬戶停電。
- b. 極端氣候(乾旱與暴雨)：針對乾旱，例如 2020 年暖冬少雨，2021 年 6 月日月潭水位僅剩 733 公尺，影響水力機組發電能力，導致 513/517 大停電；針對暴雪，例如 2021 年 2 月 15-19 日暴風雪，大量電源與電網無法運轉，造成德州約 450 萬戶停電，電價劇烈波動。
- c. 減碳壓力(減排與轉型)：針對能源轉型，以風力及太陽能為主之綠能，會因為間歇性或不穩定性等影響電力系統穩定，例如 2020 年 8 月 15-19 日美國加州輪流停電超過 20 萬戶；針對空氣污染減排，空氣污染日益嚴重，電廠環保法規隨之加嚴，影響排碳機組供電能力，例如 2021 年中國發生多次無預警停電。
- d. 人為因素(資安與恐攻)：針對駭客，設備聯網伴隨資安風險，2021 年印度、波多黎各電網皆受攻擊而停電，台灣數家公司也受勒索病毒攻擊；針對恐怖攻擊，恐怖攻擊或人為操作錯誤，可能造成嚴重停電，例如 2020 年 8 月 24 日敘利亞天然氣管爆炸，全國停電。

(5) 脆弱度分析工具開發及弱點偵測

為達成電網供電穩定及提升安全餘裕之計畫目標，將透過開發脆弱度分析系統的方式以實現，考量能源供應設施案例評估結果，納入天然災害之影響，執行電網脆弱度分析，量化整體電網脆弱度，並予以排序找出重要節點。經分析電網發電及輸電線路等硬體設施之韌性，進行電網脆弱度體檢；針對重要節點提出強化方案，提高電網耐受力。

將計畫進度規劃依序執行與推動相關工作，首先，擇定後續評估及因應作為所需要的數據之完整性，確認電網脆弱度之定義與研究範疇，研析能源供應設施/變電站/電網等三元素之關聯，發展電網脆弱度及重要度評估之基礎分析方法。其次，建立電網脆弱度分析及重要度之標準評估程序，進行天然災害事件對電網之影響評估。最終，實際應用標準評估程序於電網分析，開發脆弱度分析系統，整合重要度分析流程，以提升其整體電網穩定與安全餘裕及可靠度。

而關於脆弱度分析工具與相關工作與分析功能，其工具之開發流程可經由下列三個階段加以實現，如圖 7 所示。首先為「檔案輸入/輸出」，包括 輸入檔案及格式、輸出檔案及圖表等 2 步驟。其次為「分析工具本體」：主要為分析邊界之設定與定義，包括運跑次數(模擬次數)及輸電線傳輸設定。最後則為「重要度計算」，例如：連結度、效率性及貢獻度排序等。

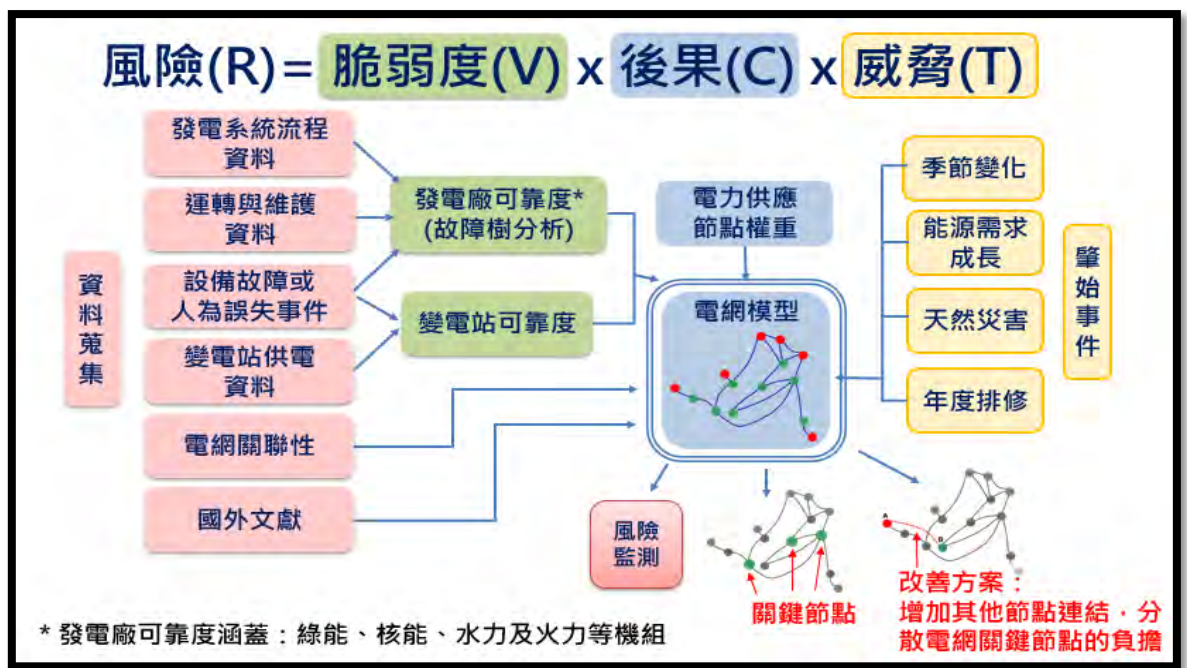


圖 6、電網脆弱度分析工具概念輪廓

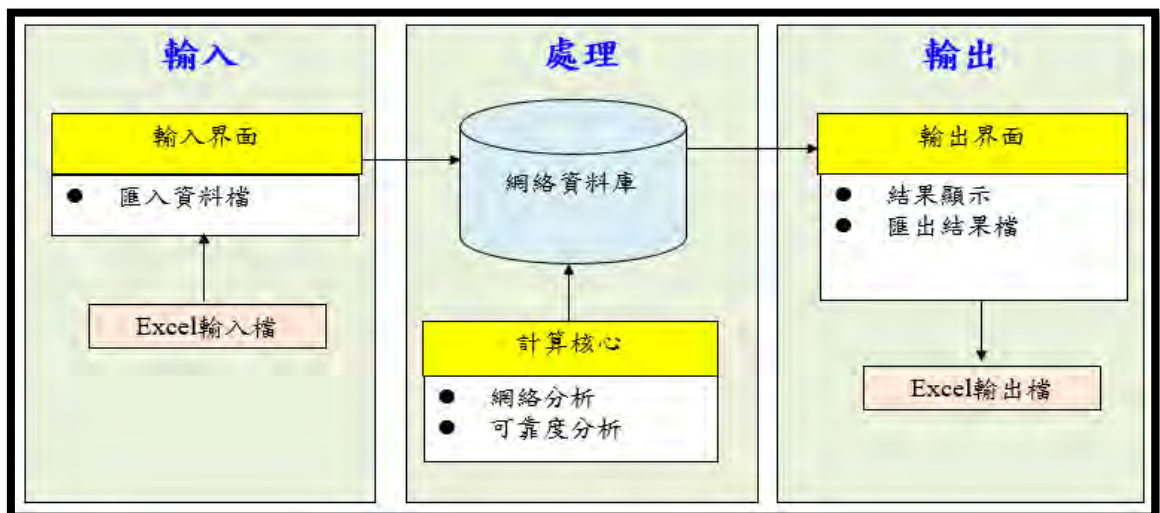


圖 7、脆弱度分析工具流程圖

關於「子項計畫 2 能源供應設施量化風險評估技術開發」

(1) 量化風險評估技術相關研究與成果

透過量化風險評估瞭解設施、設備或系統的風險等級及重要失效原因，可有效檢視能源供應設施的防範能力，如有不及，將透過風險洞見提出改善方向，將資源作有效應用，強化反應，有助降低災損。核研所透過量化風險評估技術分析核能電廠風險及弱點，已累積超過 30 年深厚基礎與豐富經驗，相關技術在核能安全應用案例已十分成熟。工作團隊藉由量化風險評估(PRA)方法以回答風險管理中三個關鍵問題：(a) What can go wrong? (找出肇因之情節) (b) How likely are these scenarios? (估算情節發生的可能性) (c) What are their consequences? (估算後果)。量化風險評估可整合其他方面科技，並透過度量其風險程度，選擇可接受的風險度作為決策依據。廣義的風險(Risk)一詞定義為「發生肇因/危害/事故的可能性與後果的乘積」，風險意指某件事會造成生命與財產的可能損失與傷害，其中可能性為發生的機率或頻率，而後果(Consequences)則可例如為人員傷亡數目或財產的損失數值。理想狀態下，雖然可藉助備用設備(redundancy)、人員訓練(training)、安全檢查(safety reviews)等多重屏障(multiple barriers)概念來避免危害(hazard)所帶來的影響與後果，達到安全(safe)的理想；但於真實世界中，例如可能因安全系統設計缺失、運作程序缺失及人員操作失誤等...。這就是風險管理的主要價值與重要性。此一方面，美國核能管制委員會於 1975 年即發表反應器安全研究(WASH-1400)報告，可從評估之結論了解核能電廠與自然災害及人為事故風險，如下圖所示[18]。

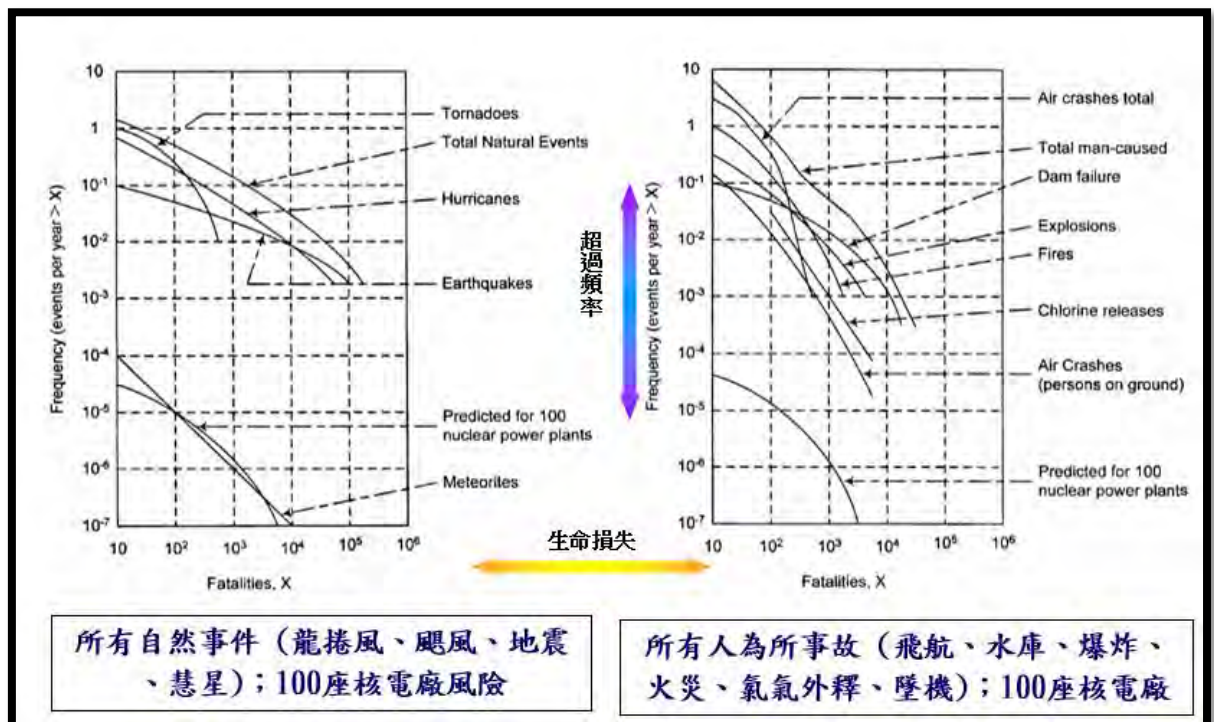


圖 8、核能電廠與自然災害及人為事故風險之比較

(2) 量化風險評估-技術要項：故障樹分析

欲量化設施、設備或系統之失效機率須透過故障樹分析(Fault Tree Analysis)，故障樹分析是一種將各種不希望發生的故障情況「不樂見事件」(如注水泵不可用)，以邏輯推理由上而下(Top-Down)及逐層分析物理系統失效的圖解方法。用以估算系統失效機率，可確認系統可能失效的途徑，辨識系統脆弱環節，提供評估系統改善策略的工具。故障樹分析的主要步驟流程說明於圖 9。針對故障樹之頂端事件，依其故障樹邏輯及布林(Boolean) 代數運算，得到各種基本事件失效之失效組合(Cut set)，每個組合都會造成頂端事件發生(如圖 10)。

運轉員誤失往往會占整廠風險的顯著比例，往往會比硬體失效的機率高；可分為三類：判斷的疏失(不知道去做)、反應的疏失(來不及做)、動作的疏失(做錯了)。此外，人為動作重要性可藉由過往的三次核能事故為例加以了解：(a) 三哩島事故：維護誤失、緊急飼水閥未開、運轉員忘關釋壓閥、誤解冷卻水流失事故訊號，關掉注水；(b) 車諾比事故：強行違反程序書與設計；(c) 日本福島事故：文化與組織因素、多機組事件的相互影響。

(4) 量化風險評估-技術要項：數據分析

關於數據分析，主要包括兩種類型：蒐集個廠經驗(Plant-Specific Data)以求反應實際狀況，參考國內外一般數據(Generic Data)以求客觀。而所評估之基本事件機率則涵蓋下列項目：評估組件可靠度與失效機率(例如隔離閥無法開啟、注水泵無法起動/運轉)、組件不可用(因測試或維護)與人為誤失等。透過數據分析以反應實際狀況並經正確模式分析之數據，而能進一步作為決策參考。

透過先導電廠之量化風險評估技術與其技術要項之開發，建立可靠度管理模型，並且量化能源供應設施可靠度。此部份成果將提供相關能源產業及電廠於調整與改善運維策略之技術參考與依據；此外透過量化風險評估技術來整合先導電廠可能存在之風險，審視分析設施運轉、維護、檢修及偵測等重要數據，建立技術要項能力(故障樹分析、人為可靠度分析及數據分析)；進而延伸反應於運維策略，執行電廠可靠度與發電效益評估，提高發電設施之運轉穩定度及安全餘裕。

透過量化風險評估技術結合運用關鍵基礎設施脆弱度分析，因應天候環境變化或基礎設施失效之狀況，預先發掘潛在的問題，提

出加強與改善建議，供相關單位及早規劃因應，提升我國相關政府單位的防災預警與防範作為。電力系統供電/輸電之韌性與可靠性攸關電力穩定供應，若經常發生缺電或大停電，造成我國社會經濟損失與對於產業造成衝擊，這也是我國政府努力維持電力系統韌性主要目的。此一議題為國際上長期關注與追蹤的課題，本計畫將藉由發展電網與能源供應設施量化風險評估之相關技術，以朝向解決此議題的方向進行。

能源政策屬國家安全議題-風險控管之重要性：透過納入包括人為誤失之各設施可靠度量化模型，釐清電力供應基礎設施的潛在風險；並可預知風險弱點強化電網韌性，提升風險管控之風險意識，落實電力供應風險管理，有效避免大規模停電。

量化風險評估技術以系統化科學方法提供客觀建議：可協助國家強化長遠電網韌性規劃；提供科學化角度及數據，為第三方客觀建言。

於經濟效益提升之層面：以量化風險評估技術驗證電網建設及改善方案成效，作為改善經費與人力分配優先順序之規劃參考，將有限的資源用在刀口上。

近期大規模停電事故之省思與肇因檢討。例「303 停電事故檢討報告」指出，事故係肇因於人為誤失，台電公司人員在未確認設備情況下操作，同時未能妥善落實多層防護機制。此外，單一失效事件所造成的單一電廠跳機，即喪失電網平衡而引發其他發電機組或變電設施跳脫導致 1/3 電網解聯，造成大範圍的停電，顯示國內現今電網仍存在潛在的弱點。303 停電事故之影響層面廣泛，引發民眾高度關切供電的品質及穩定性，此事故反映電網韌性及分散式電網發展對於穩定供電的重要性，鑒於電網安全關係國家安全與民

生發展，應投入相當的國家資源以加速提升電網韌性。

關於「子項計畫 3 能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術開發」電力系統供電/輸電之韌性與可靠性攸關電力穩定供應，然而目前許多相關設備均已運轉達數十年，若經常發生事故而導致缺電或大停電，將造成社會經濟損失與產業發展衝擊，這也是我國政府努力改善電力系統韌性主要目的。設備運轉偏離鑑別與輸供電網保護協調優化為國際上長期關注與追蹤的課題，並將針對上游之能源供應設備與中游之輸供電網測距電驛，提出以下三項工作。

(1) 開發供電設備之運轉狀態鑑別與效能優化系統

有關運轉狀態鑑別方面：係透過監測裝置以記錄設備即時運轉數據，運用訊號處理與大數據分析技術，萃取運轉數據之故障特徵，並針對不同故障模式(Failure Modes)發展相應之時域與頻域運轉偏離鑑別模型，評估能源關鍵設備之健康狀況，若有異常及早進行預警，降低非預期停止運轉事件之發生，確保設備安全穩定運轉，整體流程如圖 11 所示。



圖 11、供電設備之運轉狀態鑑別流程圖

有關運轉效能優化方面：運用神經網路技術，即時分析飼水、產汽與發電之供需關係；運用進階模式辨識技術，針對如鍋爐組件、飼水泵浦、冷凝系統等關鍵設備進行性能分析，並結合歷史運轉數據以建立運轉效能評估指標；再藉由機組質能平衡模型，執行熱功性能分析，開發整體熱功性能分析系統，監測整廠熱效率與組件之運轉性能；最後，結合人工智慧與專家系統演算法，分析各機組最佳產汽與發電量，以及運轉餘裕度，達成機組能源調度管理優化，並確保機組穩定輸出(供電、供汽、供水)及安全運轉，整體流程如圖 12 所示。

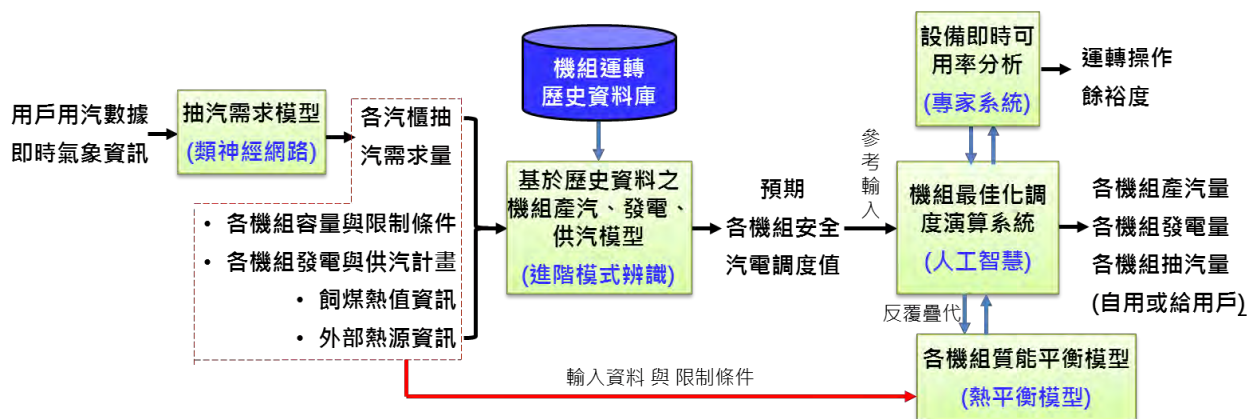


圖 12、供電設備之運轉效能優化流程圖

(2) 開發輸供電網測距電驛標置設定與驗證系統

當電力系統或設備發生故障時，會產生電壓驟降、故障電流驟增情況，而根據歐姆定律，輸電線的阻抗與電壓、電流相除所得的歐姆值成正比。因此，測距電驛是根據輸電線路的距離資料，以及事故發生時所偵測到之電壓與電流值，經適當換算來判定事故點發生的位置。測距電驛的標置與協調設定，則是在設定阻抗值，提供電驛是否作動的判斷規則，對與故障發生時能否快速跳脫與正確清除故障至關重要。

本計畫將協助台電公司供電處開發新的測距電驛標置設定與驗證系統，除了克服原本僅有 5000 個計算點數的上限外，並且將原本只能進行如圖 13(a)之二與三端線路的標置設定與驗證，擴充成能夠進行如圖 13(b)之四端以上放射狀且具有雙向流線路的標置設定與驗證，以解決未來大量再生能源與儲能系統併網時的保護協調需求。除此之外，還要加入視在阻抗(Apprariant Impedence)的計算，以及各區域之動作延時的自由設定，以解決如圖 14 所示之架構，因備援需求(圖 14 中紅色線條)而出現雙 T 引接供電方式時，有可能因為反向電流的出現，造成視在阻抗變化而難以發揮快速動作的功能，導致主保護延遲而仰賴後衛保護，使得停電區間擴大。最後，再將作業平台網頁化及線上雲端化，以利將設定與驗證結果發布給各區之電驛管理員。

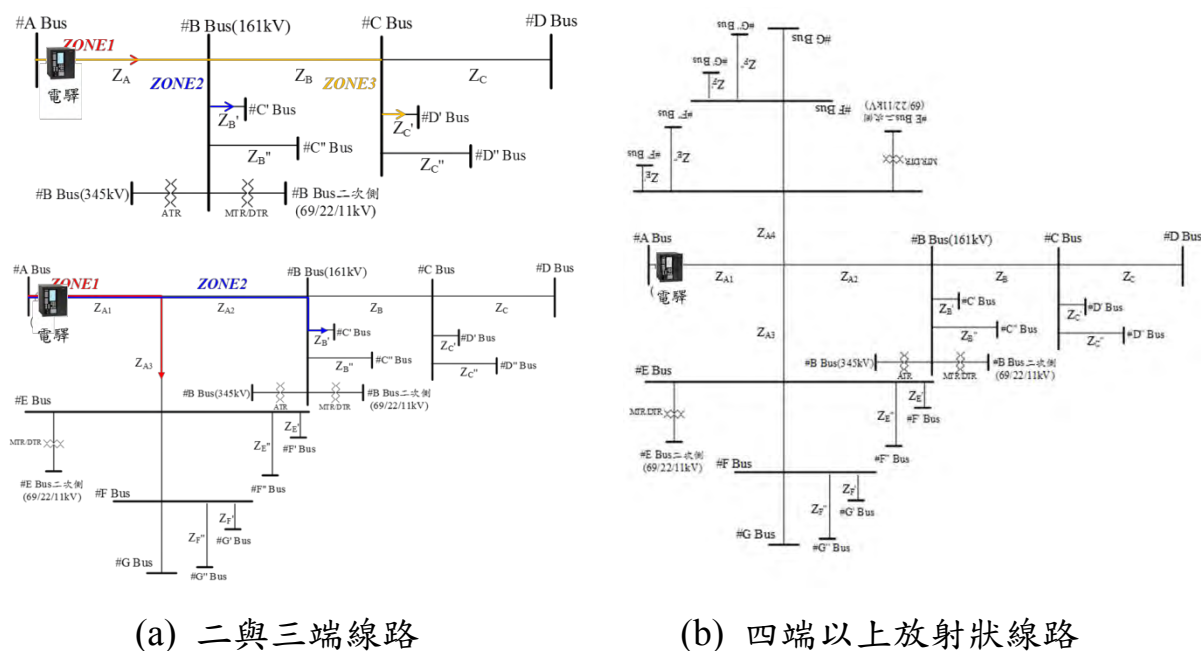


圖 13、多端線路之測距電驛標置設定

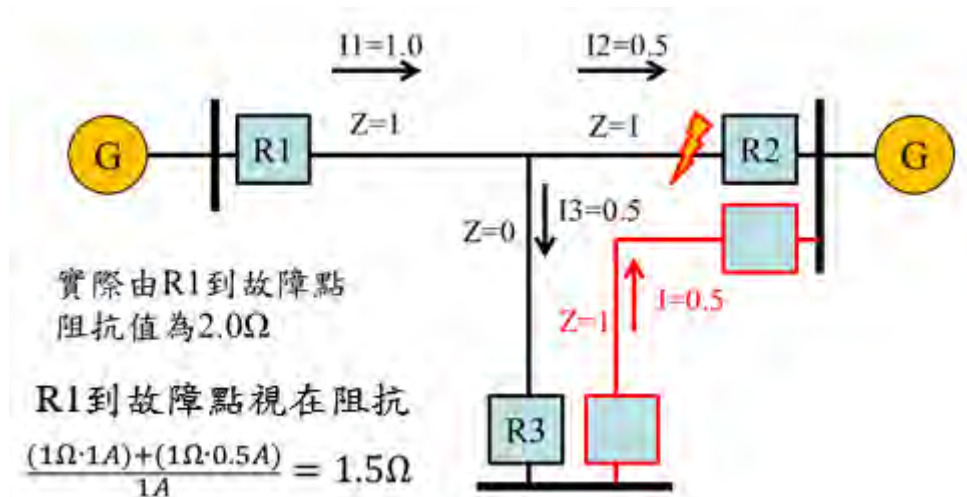


圖 14、雙 T 引接供電方式導致視在阻抗改變

(3) 開發輸供電網測距電驛故障訊號分析與自動推播整合系統

當電網遭受颱風、地震、雷擊與鹽霧害等天然災害，或者動物、人為過失而導致突發性的故障事件，如何在最短的時間內找出事故點並儘速修復送電，是台電另一項當前亟需解決的問題。本計畫將協助建立事故訊號自動回傳與推播整合系統(如圖 15 所示)，一旦輸電線路發生故障，則將電驛或示波器所記錄之作動程序與暫態波形等事故資料，自動回傳至區處監控系統，值班人員可以迅速判斷事故可能之位置，並推播通知維護人員儘速至現場排除，免去連線相關設備與下載事故資料時間，大幅提升事故處理的時效性。

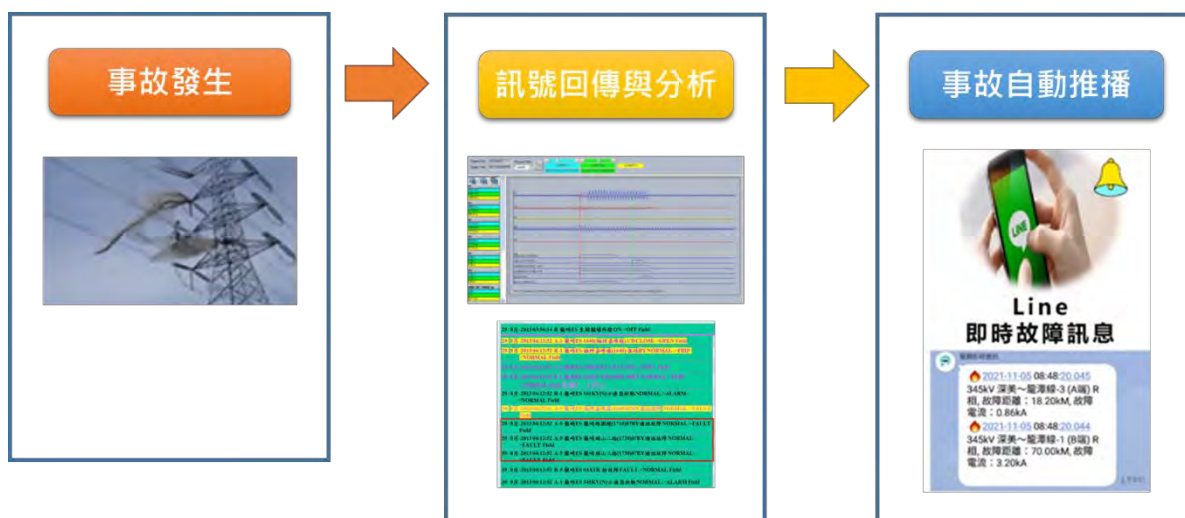


圖 15、電驛故障訊號分析與自動推播流程

另一方面，台電使用中之電驛與示波器具有多種廠牌，本計畫除協助開發訊號轉換模組(如圖 16 所示)，將電驛故障回傳訊號整合為共通資料格式，並將運用大數據與訊號處理技術，對電驛所收集的歷史事故波形進行分類與整合管理，則可協助台電實現輸供電網測距的狀態基準監測機制(Condition Based Monitoring, CBM)；未來，若能持續分析電驛回傳的訊號，便能預先排除部分事故之發生。

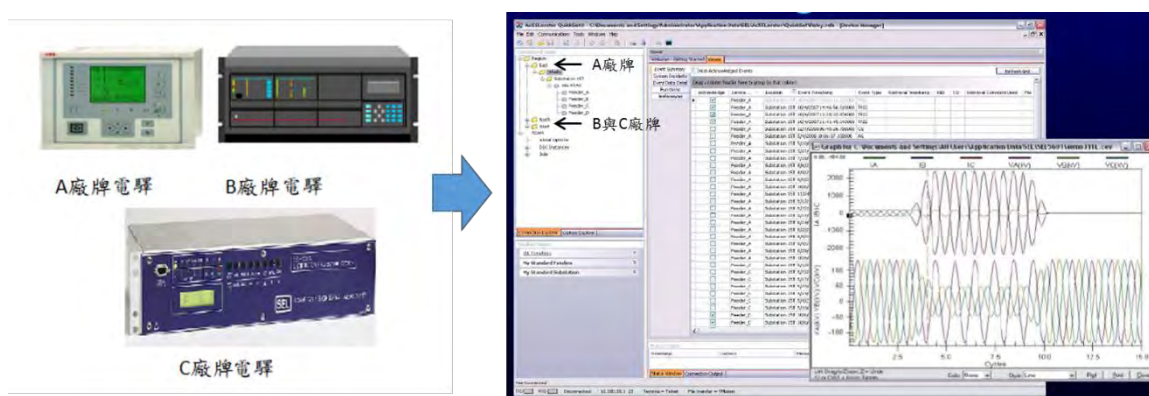


圖 16、電驛訊號轉換模組示意圖

透過上述三個子項計畫的說明，整體而言，電力系統供電/輸電之韌性與可靠性攸關電力穩定供應，若經常發生缺電或大停電，造成我國社會經濟損失與對於產業造成衝擊，這也是我國政府努力維持電力系統韌性主要目的。此一議題為國際上長期關注與追蹤的課題，本計畫將藉由發展電網與能源供應設施量化風險評估之相關技術，以朝向解決此議題的方向進行。

計畫工作最終目標期達到：

從端點到節點，由 PRA 探電網；強化電網韌性，照亮寶島台灣。

細部計畫名稱	執行策略說明(請依細部、子項計畫逐層說明)
淨零排放-電網韌性分析計畫	1. 電網脆弱度分析技術開發 開發脆弱度分析系統，納入能源供應設施案例之評估結果，考量天然災害之影響，進行電網脆弱度分析，量化整體電網脆弱度，強化電網供電穩定及提升安全餘裕。 112 年： 擇定後續評估及因應作為所需要的數據之完整性，界定電網脆弱度定義與研究範疇，評估能源供應設施/變電站/電網等三元素之關聯，完成電網脆弱度及重要度評估之分析模式。 113 年： 完成電網脆弱度分析及重要度之標準評估程序，進行天然災害事件對電網之影響評估。 114 年： 實際應用標準評估程序於電網分析，檢視能源供應設施/變電站檢修排程之適切性，作為電力調度之風險管理預警基準，以提升其整體電網穩定性與安全餘裕。 2. 能源供應設施量化風險評估技術開發 完成先導電廠之量化風險評估技術，納入人為誤失之影響，建立可靠度管理模型，量化能源供應設施可靠度，提供相關能源產業及電廠於調整與改善運維策略之技術參考與依據。 112 年： 擇定後續評估及因應作為所需要的數據之完整性，界定發電設施定義與研究範疇，完成能源供應設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析。 113 年： 完成先導電廠量化風險評估案例，確認與辨識後果嚴重之危害項目。 114 年： 整合先導電廠之量化風險評估成果，分析設施運轉經驗、維護、檢修及偵測等重要數據，建立擇定之關鍵電廠量化風險評估之作業程序。 3. 能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別系統發展 開發能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術，優化電廠運轉效能與電網保護協調機制，增強電網防災韌性與應變能力。

	112 年： 開發供電場域關鍵設備之動態監測與分析系統，並建立輸供電網測距電驛標置設定與訊號傳遞技術。 113 年： 發展供電場域關鍵設備之運轉效能提升策略，並建立輸供電網測距電驛之保護協調自動驗證與故障訊號分析技術。 114 年： 整合能源供應設備之運轉偏離鑑別與維修保養系統，並完成測距電驛系統之雲端標置查詢與自動推播系統，提高調度與運轉人員的事故處理效率。
--	---

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

本計畫將引入量化風險評估技術，完成先導電廠可靠度管理模型，開發能源供應設施之可靠度分析工具，進行整體電網脆弱度分析，強化電網供電穩定及提升供電安全餘裕。

1. 韌性分析：將納入能源供應設施案例之評估結果，考量天然災害之影響，進行電網韌性分析，量化整體電網脆弱度，強化電網供電穩定及提升安全餘裕。關於電網配置韌性之檢視：納入重要電廠和變電所(節點)及其關聯性(連線)，靜態檢視節點與連線的重要度，指出供電規劃之潛在弱點，以風險告知技術，提出具效益的改善政策；逐一審視節點或連線失效造成的影響，檢視電網之安全餘裕，並可作為大修排程參考。
2. 先導電廠量化風險評估技術：將首先建立可靠度管理模型，量化能源供應設施可靠度，提供相關能源產業及電廠於調整與改善運維策略之技術參考與依據。關於風險量化並找出供電規劃潛在弱點：將利用量化風險評估技術整合先導電廠可能存在之風險，審視分析設施運轉、維護、檢修及偵測等重要數據，建立故障樹分析能力；延伸反應於運維策略，執行電廠可靠度與發電效益評估，提高發電設施之運轉穩定度及安全餘裕。
3. 跨部門整合：以燃氣電廠為例，此相關工作內容範疇將涉及液化天然氣接收站、輸送管線、燃氣電廠等單位，除發電廠自身問題，亦需檢視不同單位間可能存在的問題。故配合計畫進度規劃，需請相關單位提供計畫團隊必要協助，例如 (A) 燃料端(煤/油/天然氣)：液化天然氣接收站之運轉/維護等相關資料；(B) 發電端：先導電廠 (例如火力電廠) 之發電機組基本相關資料；

(C) 輸電端：變電所之運轉與維護等相關資料。本計畫計畫團隊於計畫規劃與前置準備階段，積極與相關單位針對計畫構想加以討論、徵詢實務上計畫執行方向及取得計畫執行的認同。

4.平衡風險溝通對話基礎之建立：因應全台電力需求之快速成長，相關基礎設施(能源供應設施與電網)之運轉或興建為必然之方向。當公眾或利害關係者、決策管制機關及營運單位等三方缺少平衡對話基礎時，將無法取得三方間之共同最大利益。為解決此難題，應依我國內外環境及電力系統特性，以核研所已發展 30 餘年的量化風險評估技術做基礎，進行電網量化風險評估與關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別，並提出強化我國電網韌性與彈性的改善方案，找到有效的應變能力措施，同時取得社會認同。

四、 與以前年度差異說明

本計畫「淨零排放-電網韌性分析計畫」(112-113 年度)無前期計畫：

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	為一新增項目，並無前期計畫	完成電網脆弱度及重要度評估分析模式，建立電網脆弱度分析與重要度之標準評估程序，進行天然災害事件對電網之影響評估。 發展先導電廠量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析，探討後果嚴重之危害項目，並完成能源關鍵基礎設施量化風險評估案例。 開發供電場域關鍵設備之動態監測與分析系統與運轉效能提升策略，建立輸供電網測距電驛標置設定與訊號傳遞技術，完成保護協調自動驗證與故障訊號分析。

五、 跨部會署合作說明

- (1) 主計畫之工作內容範疇涉及燃料端/發電端/輸電端等面向，除發電廠自身問題，亦需檢視不同單位間可能存在的問題。故配合計畫進度規劃，需請相關單位提供計畫團隊必要協助。計畫團隊於計畫規劃與前置準備階段，針對計畫構想已積極和台電公司(含台電總管理處、系統規劃處、調度處及發電處)等相關單位，透過面對面溝通與需求了解的方式，陸續深入討論、徵詢實務上計畫執行方向已獲得台電公司對計畫執行的認同與肯定。此外，針對行政院 111 年第 1 次國土安全業務會議紀錄之結論，進一步於參與「國家關鍵基礎設施(CI)安全防護執行情形檢視」過程中，再擴展至重要關鍵基

礎設施 (例如電網設施與發電廠)，透過了解其現有設備現況與未來可能面對的挑戰，於主計畫中予以加強。

- (2) 能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別：計畫預計將配合台電發電處之穩定供電與改善空污目標，強化既有火力機組運轉能力與發電效率，並優化電廠維修保養管理機制，維持機組可用與堪用。計畫近期執行滾動式檢討，面對未來電網的調度韌性與維護檢修時，分散電網供輸電之拓撲架構(Topology)須能動態調整，故測距電驛的保護協調機制更顯重要；本案將納入「標置設定驗證與故障訊號分析」工作項目，其研發成果將應用於台電公司 69kV 以上之供電系統的測距電驛設定，且相關工作已完成與台電公司供電處詳細討論分工，可互補並相輔相成。

六、 與本計畫相關之其他預算來源、經費及工作項目

(請依 112、113 年度拆分說明)

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

請說明前期計畫(含延續執行項目)截至 110 年之主要績效。內容應包括分年度重要執行成果、里程碑達成情形，及可量化/不可量化之經濟效益等。

一、分年度重要執行成果

二、里程碑達成情形

三、可量化經濟效益

四、不可量化經濟效益

伍、預期效益及效益評估方式規劃

一、全程預期效益

完成電網脆弱度分析與先導電廠量化風險評估，以風險告知技術降低供電規劃潛在弱點，提出具效益的改善政策，開發能源供應設施之動態監測與分析系統，開發能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術，優化電廠運轉效能與電網保護協調機制，增強電網防災韌性與應變能力，協助國內電網與能源供應等產業，提升風險管控能力，強化電網供電穩定及提升供電安全餘裕之迫切需求。

二、112 年效益評估方式規劃

1. 建立電網脆弱度及重要度之分析方法，研析能源供應設施/變電站/電網等三元素之關聯性，完成電網脆弱度及重要度分析模式。
2. 確認電廠之評估範圍與執行數據分析，完成能源供應設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析。
3. 完成供電場域 2 種關鍵設備之動態監測與分析系統開發與建立，完成 5000 點以上具 3 端子輸供電網測距電驛標置設定程式，以及 3 廠牌之電驛訊號傳遞技術，並試行應用於一處場域。
4. 完成論文 2 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件、技轉或技服 1 件、製作教材/手冊/軟體 1 件。

三、113 年效益評估方式規劃

1. 納入我國本島 31 座超高壓變電所，進行天然災害對電網之影響評估，完成電網脆弱度及重要度評估之標準評估程序，建立視覺化脆弱度分析工具。
2. 完成先導電廠量化風險評估案例，確認與辨識後果嚴重之危害項目，提供降低電廠年供電失效頻率低於 5% 之運維策略。

3. 完成供電場域關鍵設備之運轉效能最佳化決策系統，提升 5%運轉效能，完成輸供電網測距電驛之 3 區域以上之保護協調自動驗證模組，以及 3 種類以上之輸供電網故障訊號分析與鑑別模組，並試行應用於一處場域。
4. 完成論文 2 篇、研究報告 5 篇、專利 1 件、技轉或技服 2 件、製作教材/手冊/軟體 1 件、技術報告 1 本。

陸、自我挑戰目標

112 年度

挑戰將能源供應設施之實際狀況適當地納入量化風險評估的模式中，並針對計畫成果，提供具體之設備可靠度與重要度排序，並以實際案例驗證設備失效之影響程度。

113 年度

挑戰將所完成之電網脆弱度分析與重要度之標準評估程序，選擇一座燃氣電廠為先導電廠，進行量化風險評估，納入實際狀況(如大規模停電之相關肇因)進行模擬，驗證模式與實際案例之準確度，針對前述計畫成果，實際獲得相關產業界單位之認同。促進合作廠商發展能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別系統，並實際應用於民間電力供應業者。

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	無前期計畫	無前期計畫
達成 情形	同上	同上

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
淨零排放-電網韌性分析計畫	E. 產業應用技術開發	75,000			75,000			50,000		

- 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
淨零排放-電網韌性分析計畫	完成電網脆弱度及重要度分析模式，建立能源關鍵基礎設施量化風險評估案例之故障樹分析與系統分析，開發供電場域關鍵設備之動態監測與分析系統，並建立輸供電網測距電驛標置設定與訊號傳遞技術。	論文 2 篇、研究報告 6 篇、專利 1 件、技轉或技服 1 件、製作教材/手冊/軟體 1 件。	75,000					

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
淨零排放-電網韌性分析計畫	建立包含我國本島 31 座超高壓變電所之視覺化脆弱度分析工具。完成先導電廠量化風險評估案例，探討後果嚴重之危害項目，建立能源關鍵設備之關鍵設備性能提升運轉策略。發展供電場域關鍵設備之運轉效能提升策略，並建立輸供電網測距電驛之保護協調自動驗證與故障訊號分析技術。	完成論文 2 篇、研究報告 5 篇、專利 1 件、技轉或技服 2 件、製作教材/手冊/軟體 1 件、技術報告 1 本。	75,000						

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	°C~ °C	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

核研所宣傳公共政策事項已行之有年，包括每年由原能會主辦/核研所協辦之科普展，展示地點包含台北、新竹、台中、彰化及屏東等地，讓相關綠能生活概念普及(圖 17)。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綠色能源理念，使民眾深刻體會當前政策方向與計畫執行成果。



圖 17、核研所同仁於屏東科普展與民眾互動

拾、附錄

一、政府科技發展計畫自評結果(A007)

(一)計畫名稱：淨零排放-電網韌性分析計畫

審議編號：112-2001-02-20-02

計畫類別：前瞻基礎建設計畫

(二)自評委員：

日期：111 年 6 月 7 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)

【計畫工作團隊補充說明】

針對下列原子能委員會核能研究所自評委員所提審查意見，當中有部份相關意見屬於原「無碳能資源整合驗證」。

原因說明如下：

依據本計畫核定結果，僅保留「電網韌性分析」，計畫團隊已依據此結果調整本計畫書。關於送審版中，原「無碳能資源整合驗證」，已於核定版計畫書中刪除相關內容。

序號	審查意見	回復說明
1	本計畫牽涉電網韌性與無碳能整合之研究，均為我國達成淨零碳排放目標承諾的重要環節。淨零排須處理再生資源整合，也必須針對過程中可能遭遇之過渡性困難，按部就班妥為因應，避免民生經濟受到巨大影響。因此建議本計畫應優先執行。	感謝委員支持。
2	我國能源結構朝向低碳方向發展，再生能源投入電力供應之比重將大幅增加，現有電力基礎設施須大幅調整，以順應再生能源供給特性，預先提升電網韌性。核研所在配電效能提升與量化風險評估等領域之技術在國內也屬	感謝委員支持。計畫團隊將依國內現況及未來可能發展路徑，藉由規劃及執行相關計畫內容，以協助產業減碳及支持能源轉型政策等。

	領先群，若能執行電網韌性研究，應可期待獲致顯著成效。	
3	計畫團隊過往微電網團隊在我國地區配電系統的調度與故障排除效率提升有顯著貢獻，所開發智慧配電網路管理系統(iDNMS)系統已獲台電地方區處調度中心採用，並獲得 2021 年百大研發獎國際殊榮，可再擴大應用於電廠與/或輸電系統。計畫團隊的量化風險評估技術早已應用於我國核能電廠與天然氣接受站評估，均為重要的能源與電力基礎設施，此項技術也適合做為我國投入電網韌性的研究與應用的先行者。	感謝委員支持及肯定。
4	配合政府淨零碳排及能源轉型的政策目標，及確保於天然災害發生時，國內能源系統及電網之電力供應的穩定性，計畫單位以既有生質精煉、電網韌性分析等技術為基礎，提出「電網韌性分析與無碳能資源整合驗證計畫」。計畫目標明確，且有其迫切需求性，值得積極投入。	謝謝委員支持及肯定。
5	電網韌性分析子項工作，為能真正了解電廠運轉上的瓶頸點與急需解決之問題，應事先與其洽談各項工作內容與試作場地，以利計畫之執行。目前計畫端已初步和台電討論、徵詢實務上計畫執行方向，此為很好的開始，期望計畫的執行能提出強化我國電網的有效改善方案及應變能力。此外，除台電外其他民營電廠亦是未來計畫成果推廣及應用的目標，亦可多加強雙方之聯繫，以利未來成果之推廣。	感謝委員肯定及建議，目前已與台電聯繫，計畫成案亦會安排與台灣中油洽談，未來有機會亦不排除與其他民營電廠接觸，以擴大本計畫之推廣與應用。

6	本計畫規劃兩項子項計畫皆為核研所深耕多年且具相當程度研發成果之技術，並有推動國際合作之基礎，配合國家 2050 淨零排放策略方向，藉由進一步擴大整合測試與示範運用，有助於無碳能資源循環經濟發展與提升能源系統之韌性，計畫規劃具體可行。	謝謝委員意見。
7	子項計畫 2 規劃發展輸電網脆弱度分析、能源供應設施(發電廠)量化風險評估及能源關鍵設備即時監測與預兆診斷等技術，涉及燃料端/發電端/輸電端等面向，以期強化整體供電系統之穩定性。計畫執行過程需要台電公司、台灣中油或相關單位密切合作，除了積極溝通取得計畫執行認同外，建議建立具體合作模式以落實計畫成效。	謝謝委員意見，本計畫之執行需要台電及台灣中油公司提供詳細資料，故先前與台電公司進行多次溝通，並已取得台電高層之認同與支持；未來計畫執行過程中亦可邀請台電與台灣中油參與，持續維持良好溝通，以落實計畫成效。
8	本計畫配合行政院政策目標，並扣合政府「2050 淨零排放路徑及策略」之政策規畫，進行相關技術示範應用展開與規劃。其目標符合國內政府政策重點項目，值得推動。	感謝委員支持。
9	貳、一、政策依據 當引用已定案之政策作為計畫之依據時，建議應加入政策編號；以利相關單位查詢，並藉以略窺政策全貌及關鍵環節。	感謝委員建議，已修訂增列政策編號於計畫書中。

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		「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)經費比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)	√		√		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		√		√	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)		√		√	
	(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		√		√	
	(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		√		√	
	(5)若涉及原住民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		√		√	
8.風險評估	是否對計畫內容進行風險評估	√		√		
9.環境影響分析 (環境政策評估)	是否須辦理環境影響評估		√		√	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	√		√		
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		√		√	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		√		√	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		√		√	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		√		√	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		√		√	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		√		√	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		√		√	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。
	(2)是否規劃採用綠建築或其他節能減碳措施		√		√	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。

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	
	(3)是否檢附相關說明文件		√		√	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	√		√		

主辦機關核章：承辦人

單位主管

首長

主管部會核章：研考主管

會計主管

首長

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。

(四) 計畫名稱：淨零排放-電網韌性分析計畫

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) (請填列提案機關/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. 本計畫為淨零排放-電網韌性分析計畫，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(含所長、副所長、組長及副組長等)共11人，其中有2位女性。 (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111年4月30日止)共819人，男性共610人(占74%)，女性共209人(占26%)。 2.本計畫服務提供者： 本計畫由係由核工組及核儀組共同執行，截至111年4月30日止共174人，男性共136人(占78%)，女性共38人(占22%)。 3.本計畫受益者： 本計畫屬於科技研究與技術

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)。	發展應用計畫，主要針對電網脆弱度分析技術開發及能源供應設施量化風險評估技術開發技術研究，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。	綜合 1-1 及 1-2 評估結果，本計畫性別議題有： 本計畫屬電網韌性分析之研究計畫，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

d.展覽、演出或傳播內容 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。	有女性護理人員協助相關事宜；(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	□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

演出；參加運動競賽）。 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。	育女性專業人才，提升女性專業技術研發工作能力。 (詳 p.28~29)
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	□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。(詳 p.28~29)

(例如：提供交通接駁、臨時托育等友善服務；優先保障名額；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。 1. 本所為公務機關，同仁均依規定進行年度政策能力訓練，包含國家重要政策、環境教育、性平教育、行政中立等訓練，因此滿足性別意識之培力要求。另外針對單位主管及計畫主持人亦規劃性別主流化訓練課程。 2. 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，繼續努力讓性別落差更縮小。 3. 計畫在培訓人才方面將依專業及能力表現，不因性別差異，選送具有發展潛力計畫同仁出國進修實習。	
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）	本計畫不論相關參與及成果受益對象，均無涉及性別偏見，將持續鼓勵女性研究人力參與計畫之各項工作，讓性別落差縮小，促進性別平等。
	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 6 月 1 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：_____ 職稱：_____ 電話： (03)471-1400 填表日期： 111 年 4 月 30 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○○ 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 5 月 23 日 至 111 年 5 月 30 日
2.參與者姓名、職稱、服務單位及其專長領域	姓名：張○○ 服務單位與職稱：臺灣警察專科學校 專長：公共政策；性別主流化政策；性別影響評估擬議與審查；人事行政暨人力資源管理
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	合宜
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	本計畫就內容檢視，無涉性別議題；就自填之性別影響評估之內容來看，似已符合性別主流化工具之應用，包括性別統計、性別分析等，惟請在研究成員是否多已接受性別意識之培力等性平教育訓練課程，請再與敘明，其餘在建置性別友善環境方面，堪稱符合性平政策及 CEDAW 之要求。本計畫除於前揭自填期望「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」外，亦請本諸性別平等之精神一併提升與增強男性研究人

	員於國際視野之廣度與深度，方能達成性別平權之目標。
(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 ○ ○	

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

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)	
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：112-2001-02-20-02

計畫名稱：淨零排放-電網韌性分析計畫

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	(資安處) 1. 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20%,投入項目尚屬合理,符前揭資源投入要求。	謝謝委員肯定。	無需修正
2	(財政部) 1. 為達到2050淨零排放目標,多數國家已設定淨零排放目標以呼應全球淨零趨勢。我國政府亦推動2050淨零轉型,並提出「十二項關鍵戰略」,以落實淨零轉型長期願景目標。淨零排放計畫之研提係屬推動國家重要政策需要,涉專業技術面規劃,尊重專家學者意見;至經費需求,因其屬跨部會合作事宜,相關資源應於不重複配置原則下辦理,其核列額度尊重行政院主計總處權責意見。	謝謝委員意見。	無需修正
3	(性平處) 1. 本計畫主要在發展能源及後端技術,推廣產業應用,涉及培育女性科研人力及強化女性參與能源領域等議題,建議將性別影響評估檢視表【2-1】及	謝謝委員意見,將依建議修訂計畫書。	p. 28-29

	【2-2】所提相關內容納入計畫本文(例如貳、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章節),以積極推動及落實性別平等並於前述檢視表欄位標註計畫本文頁次。(P7、33-35、133-136)。		
4	(主計總處:項次第 4~6) 1. 料源減碳部分: (1)查現行石化業辦理減碳方式包括進口碳中和液化天然氣、以氫能發電代替化石燃料使用、導入二氧化碳捕捉及再利用等,本計畫是否有擴大辦理石化業於生質料源量產製程之必要,宜請原能會補充說明,復查經濟部技術處特別預算所提「淨零排放-減碳場域示範技術計畫」包括協助石化業解決產業製程之高碳排放量與去化問題,與本計畫辦理項目類同,建請釐清有無重複辦理。	1.(1) 謝謝委員意見,謹說明如下: 本計畫參酌國際趨勢,從源頭減碳(生質原料取代化石原料)有其必要性,技術處計畫則從排放端進行碳減排與去化(二氧化碳捕捉及再利用),兩者無重複辦理,對於石化業從減碳到零碳,有互補效應。石化業包含產品多元,前述 2 種方式,各有其應用場域,均有其必要性。 i. 石化業轉換採用生質料源開發製程已為國際趨勢:參酌 Shell、BASF、Dow 等國際石化產業近期減碳作為可知,目前仍需結合多元策略進行減碳,其中除了碳捕捉、再利用及封存、低碳排氫氣、再生能源、回收原料等作為外,以生質原料取代石化原料,發展生質精煉取代石油煉製亦已是國際石化產業持續關注及積極投資的重要策略(BloombergNEF, Opportunities Generated, April 20, 2022);另本計畫係與中油煉製研究所於零廢棄之生質精煉準量產製程驗證及碳捕捉技術衍生之甲醇轉化琥珀酸的示範驗證等進行合作,主要因中油公司於亦於 2021 年 11 月發表新聞稿說明,將分別以「脫油」、「減碳」及「潔淨能源」三大方向,全面加速轉型朝碳中和升級,其中環保生質塗料、生質塑化材料等生質精煉產品,與負碳排相關技術,皆已為中油公司中長期規劃之潔淨能源發展重點 (https://ctee.com.tw/people/interview/544683.html) ,故由上述可知,協助石化業發展生質料源量產製程實為國際石化產業發展趨勢,亦符合國內石化廠商轉型碳中和之規劃方向與發展需求,故應	無需修正

		有辦理之必要性。 ii. 計畫項目並無重複且具互補性：技術處「淨零排放-減碳場域示範技術計畫」係「補助業者建置低耗能日捕獲噸級示範場域運轉技術與串聯高效率觸媒轉化利用技術日去化噸級示範場域運轉」，依現有技術主要可能產製轉換為烷類、甲醇等所謂的碳捕捉資源。唯這些碳捕捉資源雖可為工業基礎原料，但與既有石化業產出之烷類、甲醇相較，則仍有經濟性不足之問題，因此配合淨零排放關鍵戰略之規劃，本計畫規劃近期仍應將上述碳捕捉資源再利用為化學品或建材，朝高值化及延伸固碳效益發展。由於目前國內在碳捕捉及轉換等負碳排技術的發展上，已有投入相當的資源，並建置有許多示範驗證設施，但於進一步將碳捕捉資源再利用為化學品或建材之轉換技術開發，相關投入則仍非常有限，因此本計畫遂規劃建立碳資源精煉技術試驗中心(本計畫主要設備投資規劃)，並進行相關精煉技術之示範應用，以解決目前碳捕捉資源缺乏高值化應用之技術缺口 綜上，2 項計畫工作內容無重複，而有互補及相輔相成之效，陳請委員諒察與支持。	
4	(主計總處) 1. 料源減碳部分： (2)另有關<u>建立無碳生質能電廠之示範應用一節</u>，為評估經費需求合理性，請原能會補充說明相關經費經費配置情形。	1.(2) 謝謝委員意見，謹說明如下： i. 無碳生質能電廠之示範應用，<u>無重新建置生質能電廠之規劃。</u> ii. <u>以合作進行示範應用：</u>本計畫執行策略係以目前正在推動之<u>台紐循環經濟合作案</u>，<u>整合國內相關生質能發電之研發能量</u>與專業人才，進行無碳生質能電廠之示範應用，其主要工作重點與合作對象包括： (i) 合作對象為民營電廠或氣化廠：整合國內生質物發電技術與設施，運用海外生質原料進行生質能發電示範運用：以不同發電設備、操作及料源搭配下之發電效率達 25% 為目標。 (ii) 超前部署海外料源：跨部會合作進行引進木質顆粒營運模式評估，例如直接引進抑或是	無需修正

		進口原木高值化應用，再以剩餘廢木片製成顆粒燃料，以突破目前日韓、歐盟等國家競爭木質顆粒供給來源之瓶頸，已有合作意願為○○應用生技公司及紐西蘭廠商○○，協助單位為中華民國駐紐代表處及紐西蘭駐台商工辦事處。(註：駐紐單位來文) (iii) 民間投資建立生質能電廠之營運模式及碳權轉換等制度評估：其推動目標係據上述運作實務，建立 MW 規模生質能電廠之營運模式，於 2030 年前帶動民間產業生產可調度生質能電力 5 億度，年減碳量達 30 萬噸，合作對象為國內再生能源憑證中心及相關智庫。 iii. 上述工作項目佔子項 1 計畫經費 15%，相關執行內容與合作對象均已完整考量現況且有具體規劃與分工，經費皆以計畫需求合理編列，請委員諒察與支持。	
5	(主計總處) 2. 電網韌性分析部分：與原能會前瞻特別預算「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」所提辦理配電及微電網技術研發及開發變電設備在線損傷診斷評估系統等，具高度關聯，宜請檢討整併規劃。	2. 謝謝委員意見，謹說明如下： 本計畫電網韌性分析部分與本所目前執行之前瞻特別預算「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」所需的專業技術不同且對象不同，具有互補性，成果可相輔相成。 (1). 本(電網韌性)分項計畫主要工作領域在發電系統及輸電系統：計畫從電網脆弱分析，量化發電/輸電設施之風險，到鑑別電廠關鍵設備弱點(如電廠汽輪機、發電機等轉動設備)，再從電廠關鍵設備之運轉偏離狀態，降低發電/輸電設施之量化風險，修正電網脆弱度。因此規劃子項 2-1 電網脆弱度分析技術、2-2 能源供應設施量化風險評估技術與 2-3 能源供應關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別與韌性強化等 3 個項目。「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」之分項計畫「變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術」，其工作領域在配電系統中變電所中變壓器等設備，在應用標的及技術上均有所不同，具有互補性，成果可相輔相成。(註：電力	p.7~13, p.14~26, p.29~57 及 p.59~64

		系統包括：發電→輸電→配電→用戶)。 (2). 台電支持與合作：計畫團隊於規劃階段，針對電網重要議題已與台電公司(如系統規劃處、調度處及供電處)進行討論，以充分了解技術面需求及問題，台電公司專業總工程師主持討論會議中亦表達對本計畫支持，允諾提供電網韌性評估所需資訊並願積極參與本計畫執行。電網韌性分析亦透過能源關鍵設備之主動式運轉隔離鑑別與韌性強化的建立，針對阻斷電網事故的蝴蝶效應，隨著動態調整電網架構，強化電網的韌性。目前電力公司使用中之電驛標置設定平台與整合系統過於老舊，計算點數有上限限制，無法因應未來的需求，包含：(i)未來再生能源與儲能系統併網供電，需要進行雙向流饋線之保護協調設定；(ii)特別在 303 事件過後，預計增加多個升壓站與輸電迴路，將藉由「分散直供」及「區域支援」的功能來提升電網韌性，屆時全台電網架構勢必顯著改變，電驛標置分析技術與設定平台需求急迫，攸關整個電網的脆弱度與韌性，另上述工作近期已完成與台電公司供電處詳細討論與分工。 (3). 2 項計畫工作，均由本所規劃與執行，並由本所同一位副所長統籌計畫管理，技術銜接與計畫執行均可順暢推動：「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」於 109 年申請時，即提供多年規劃(110~114)，本項計畫工作則係因應國內電網韌性需求，於本(111)年新提出。相關計畫作業均配合政府作業程序辦理。	
6	(主計總處) 3. 綜上，鑒於本計畫與原能會其他計畫辦理內容似有重複，爰建議暫不予核列，請該會補充說明後，再據以評估經費合理性。	3. 謝謝委員意見，綜上所述，「淨零排放-無碳能資源整合驗證與電網韌性分析計畫」內容之工作項目研擬、經費編列及執行內容等，均已妥善規劃且未與其他本會計畫內容重複，敬請委員諒察及支持。	無需修正
7	(主筆委員:項次第 7~13) 1.本計畫分項計畫一是建立生質	1.謝謝委員意見，謹說明如下： (1). 系統觀：參酌系統觀點，本計畫之規劃構想，	無需修正

	精煉廠轉型為碳資源精煉技術試驗中心，與石化業異業合作建立循環零廢棄之工業基礎原料生質乳酸準量產製程之示範驗證。分項計畫二完成電網脆弱度及重要度分析模式，建立能源關鍵設備量化風險評估案例，開發能源關鍵設備之線上狀態監測系統。上述兩項工作屬性大不同，放在同一計畫內的原因請說明。	轉型後系統目標應儘量減少化石碳，因此計畫規劃投入面以零碳/低碳投入(源頭減碳)為重點，目前化石碳系統內重點元素為料源與能源，長期石化業及中下游應用之系統產出目標，將以零碳料源及低碳能源提供一個零碳/低碳供應鏈，並藉由一個穩定的低碳能源系統，提供產業良好基礎環境。(已參考政府先減碳後零碳之能源發展策略) (2). 零碳產品需有零碳料源及零碳能源：化石料源以生質物取代化石物質，而化石能源之減碳路徑，目前政府策略是朝先減碳後零碳之路徑發展，亦即以天然氣代替煤炭，但以氣代煤，必須從天然氣接收站到供應電廠均能穩定供氣，電網從發電到輸電均能穩定供電，減碳方能促成，2017 年 8 月 15 日天然氣供氣事件到 2022 年 3 月 3 日電網事件等數件意外事件，造成全台供電大受影響，凸顯減碳非僅碳本身相關技術，而宜就系統觀點，從投入到產出，進行分析與提供解決方案，國發會能源轉型策略之一“提升能源系統韌性”即為系統性減碳觀點之一環。 (3). 從生質料源、生質能源到能源系統，系統性思考但選擇關鍵技術開發：石化相關產業，以生質物代替化石料源技術，是目前發展零碳投入之關鍵。而能源(含化石能源)系統韌性，則需系統性考量，包括從系統脆弱的根源到硬體的維護與更新。系統脆弱度是目前亟待分析的關鍵項目。 分項計畫一(從料源減碳)：建立與國內碳捕捉技術可垂直整合之數位化與智慧化碳資源精煉技術試驗中心，與石化業合作進行循環利用零廢棄之生質精煉技術試量產製程，及碳捕捉資源再利用技術示範驗證，透過國際合作引進海外可交易碳權及生質能料源，建立碳資源履歷，進行無碳生質能電廠示範運用及擴大綠電佔比，協助國內產業解決減碳及	
--	--	---	--

		增加基載電力之需求，強化再生能源占比提升時之電網穩定性及調度彈性。 分項計畫二(從能源減碳)：應用量化風險評估技術於電網與能源供應設施領域，擴展至電網韌性分析。開發能源供應設施關鍵發電設備之線上狀態監測系統，進行狀態監測與效能評估。以提升能源供應設施穩定，健全電力系統及電網之韌性與安全餘裕，輔助我國 2050 年淨零排放政策下能源轉型與落實。 (4). 兼顧零碳料源與能源：建構零碳供應鏈與零碳能源鏈，共維生命、生活與生態。 綜上所述，「淨零排放-無碳能資源整合驗證與電網韌性分析計畫」工作項目對淨零排放具互補性，對於產業而言，零碳料源與能源亦均屬於重要迫切之議題，敬請委員諒察及支持。	
8	(主筆委員) 2. 本計畫應規劃明確的分年目標及達成策略，以利 2050 淨零排放之國家整體發展目標之確實達成。並在能源轉型之同時，亦能達成產業轉型。	2. 謝謝委員意見。已依據委員補充修訂分年目標及達成策略，後續將據此修訂計畫 OKR。預期將扣合資源循環零廢棄、碳捕捉及再利用、前瞻能源等淨零排放關鍵策略，以穩健務實原則進行規劃，並將於計畫書改版時修訂。其中重要階段性目標摘錄如下，敬請委員諒察及支持。 1. 112-113 年：於生質精煉及碳捕捉精煉技術預期於前兩年分別完成準量產製程(TRL7)及可工程放大之技術能力建置(TRL6)，無碳生質能示範應用則預計完成海外料源評估與碳權引進之管道，並據此完成至少 kW 級之生質能發電示範應用，預期可完成生質能源替代原化石能源、乳酸衍生產品替代石化材料或溶劑之碳足跡至少可降低 50% 以上之減碳目標。 2. 114 年：協助石化業評估投資生質精煉廠商轉廠之建置與營運，建立朝低碳轉型之評估依據，並藉由建構穩定的海外料源引進管道，建立國內推動生質能電廠之商務模式與指引，併同生質乳酸衍生產品及碳捕捉資源再利用之應用，完成於 2030 年帶動民間產業生產可調度生質能電力 5 億度、年減碳量達 30 萬噸之規劃，並進一步以	無需修正

		此基礎推動 2035 年產出綠電 50 億度供調度及減碳 500 萬噸 CO _{2e} 。	
9	(主筆委員) 3. 本計畫擬與石化業合作進行循環利用零廢棄之生質精煉技術試量產製程，及碳捕捉資源再利用技術示範驗證，並透過國際合作引進海外可交易碳權及生質能料源，並建立碳資源履歷，進行無碳生質能電廠之示範運用及擴大綠電佔比。請說明擬合作之企業、技術需求及減碳目標，並請說明本計畫如何能強化再生能源占比提升時之電網穩定性及調度彈性。	3. 謝謝委員意見，謹說明如下： (1) 零廢棄之生質精煉技術試量產製程：合作對象為中油煉製研究所，其在生質精煉之技術需求係完成倉儲米生產乳酸之準量產規模測試及乳酸轉換為乳酸酯綠色溶劑或生質塑膠等高值化應用驗證，作為其進行後續建置生質精煉廠之營運投資評估報告的參考依據，而該項工作減碳目標係生產之綠色溶劑或生質塑膠較替代石化品的減碳量達 50% 以上。 (2) 碳捕捉資源再利用技術：合作對項為中油煉製研究所，因中油煉研所正進行碳捕捉及轉換為甲醇之技術開發，由於甲醇僅為工業基礎原料，為提升碳捕捉技術之經濟性，故對於甲醇高值化應用具技術需求，因此規劃與本所合作，進行碳捕捉甲醇轉化琥珀酸(工業常使用之化學品)製程進行示範驗證，而該項工作減碳目標係技術生產之琥珀酸較替代石化品的減碳量達 50% 以上。 (3) 無碳生質能電廠之示範運用：在海外料源及碳權引進方面，主要是配合台紐循環經濟合作案之推動辦理，其合作對象為○○應用生技公司及紐西蘭廠商○○，協助單位為駐台紐西蘭商工辦事處及中華民國駐紐代表處，至於在運用海外木質顆粒進行生質能電廠之示範應用方面，合作對象包括再生能源憑證中心、相關智庫及民營電廠，其技術需求包括(1)引進木質顆粒營運模式評估，例如直接引進抑或是進口原木高值化應用，再以剩餘廢木片製成顆粒燃料，以突破目前日韓、歐盟等國家競爭木質顆粒供給來源之瓶頸；(2) 整合國內生質物發電技術，透過不同發電設備、操作及料源搭配，使發電效率達 25%；(3)民間投資建立生質能電廠之營運模式及碳權轉換等政策或制度等，而減碳目標係據此建立 MW 規模生質能電廠之操作	無需修正

		指引，於 2030 年前帶動民間產業生產可調度生質能電力 5 億度，年減碳量達 30 萬噸。 (4) 強化再生能源占比提升時之電網穩定性及調度彈性：基載電力如火力廠及核能廠，系統運轉模式可手動或自動(例如核三廠)配合電網調度進行升降載，進行負載追隨(Load following)，而調整電力輸出，提升電網穩定性及調度彈性。 <u>生質能料源電廠之運轉模式類同火力廠</u>，其料源固定(風電、光電屬間歇式來源)，因此<u>已被視為一種具基載電力特性之再生能源</u>，既可增加再生能源占比，亦可作為基載電力與尖峰電力間之可調度電力，對電網穩定性及調度彈性亦可助益。 (5) 未來再生能源(風、光)擴增時，傳統電廠運轉模式將隨之頻繁升降載，電網之拓撲結構(Topology)也將隨之頻繁改變，藉由電網韌性分析計畫可以強化能源供應設施妥善，降低事故發生，並且改善饋線測距電驛的保護協調機制，提升電網防災韌性與應變能力。 敬請委員諒察及支持。	
10	(主筆委員) 4. 經濟部淨零排放-產業淨零碳排放推動計畫(1/4)亦投入冶金及熔煉業、石化業、紡織業、造紙業、水泥業等產業之減碳解決方案，本計畫與該計畫之工作內容重複性高。	4. 謝謝委員意見，謹說明如下： 在石化業減碳方面，經審視後確認本計畫與經濟部淨零排放-產業淨零碳排放推動計畫(1/4)係各自以不同策略推動石化業低碳轉型，分就<u>源頭及製程減碳</u>，工作內容<u>無重複，而有互補及相輔相成之效</u>。 (1) 產業淨零碳排放推動計畫(1/4)，聚焦重點在於<u>既有的石化製程，技術定位屬於減碳技術</u>：主要是藉由能效提升、製程改善、燃料轉換、原物料取代等減碳作為，降低石化業能資源消耗。 (2). <u>本計畫重點在源頭減碳</u>，採用生質料源等<u>低碳或負碳原料，技術定位屬於碳中和技術</u>：著重開創生質精煉及碳捕捉資源精煉等創新技術，協助石化業據以生產具低碳特徵之化學品；另就整體計畫而言，本計畫重點著重於協助石化業降低石化原料依賴，並推動生質能發電之示範應用。	無需修正

		綜上所述，本計畫規劃內容扣合資源循環零廢棄、碳捕捉利用、前瞻能源等淨零排放關鍵戰略，符合產業需求，敬請委員諒察及支持。	
11	(主筆委員) 5. 本計畫另擬進行電網韌性分析，將建置包含全島 31 座超高壓變電所之視覺化脆弱度分析工具，完成先導電廠量化風險評估案例，探討後果嚴重之危害項目，與建立能源關鍵設備之性能提升運轉策略等。本項目非常的專業，而且需要變電所之設計及運轉資料，加上台灣全島電網的精確模型，非核研所之能力所能達成。另一方面台電於 303 事件後，已規劃相關電網韌性之分析與改進方案，目前正實施中。	5. 謝謝委員的意見，謹說明如下： 子項二所提規劃工作均獲得未來台電公司應用單位支持，亦具有急迫性，除可提高發電設施可靠度，另一方面將提供強化我國電力供電穩定性之務實對策，對國內強化電網韌性之政策需求有實質助益，敬請委員諒察及支持。相關說明如下： (1). 符合政策：依據 110 年 8 月 13 日經濟部能源局-去碳能源工作圈會議，「電網應變能力強化」結論中強調，針對大規模區域停電相關議題，應進行電網量化風險評估之必要性，以提出強化我國電網韌性與彈性的改善方案。 (2). 先期溝通與釐清問題：核能研究所工作團隊於計畫前置準備階段，針對電網韌性相關重要議題，已分別與台電公司系統規畫處、調度處及供電處進行討論，充分了解台電公司於技術面之需求，台電公司專業總工程師主持的討論會議中表達對本計畫之支持，除允諾提供電網韌性評估所需資訊外(例變電所之設計及運轉資料等)，並將積極參與本計畫之執行。例如面對未來電網的調度韌性與維護檢修時，分散電網供輸電之拓撲架構(Topology)須能動態調整，故測距電驛的保護協調機制更顯重要。近期滾動式檢討本案將納入「測距電驛標置分析技術」開發與系統平台建置，其研發成果將應用於台電公司 69kV 以上之供電系統的測距電驛設定，且相關工作已完成與台電公司供電處詳細討論分工，可互補並相輔相成。 (3). 技術評估範疇與要項：原子能委員會核能研究所「淨零排放-無碳能資源整合驗證與電網韌性分析計畫」子項二工作，即因應國家政策實務需求，聚焦於國內電網超高壓輸電端引發大規模停電事件之量化風險評估，範圍涵蓋超高壓電力輸送網路之所有供電設施、31 座超高壓變	無需修正

		電所及 55 座一次變電所。 (4). 技術能力已經產業實證：(i) 量化風險評估技術由美國核能管制委員會(USNRC)推動，40 幾年應用在核能電廠風險管理，已獲極大肯定與認同。核能研究所量化風險評估技術亦已累積超過 30 年研究經驗，除自行開發量化風險評估所需各項軟體與應用工具外，在我國核能業界及液化天然氣產業均有實務應用經驗。(ii) 量化風險評估的主要目的為透過客觀的科學數據與系統化的分析，尋找所評估系統的潛在弱點，並提出具有實質風險效益的因應改善措施。 (5). 預期貢獻：有鑑於政府決心要從根本進行改善，台電公司目前提出「強化電網千億預算計畫」(經濟部 111 年 3 月 31 日)將以「推動分散電網工程」，執行硬體設備之增設及設備可靠度之提昇。若納入本計畫量化風險評估技術所提供之風險洞見，在短期內可及時了解現行電網弱點，亦可協助規劃短、中、長期具實效的改善措施，將有限的經費投注在刀口上優先實施，藉由計畫推動加速並有效優先改善弱點等，使「強化電網千億預算計畫」更臻完善，以提升國家整體電網韌性。	
12	(主筆委員) 6. 子項 1-112-113 年其他費用編列很高，卻未說明主要用途	謝謝委員意見，謹補充說明如下： 因遵循計畫書格式設定，故未呈現細項，本計畫相關規劃均依計畫需求編列。 本計畫相關經費均依計畫執行需求之必要性及合理性編列，於執行過程均依政府採購法規定及撙節公帑精神，充分發揮經費產生之效能，敬請委員支持原編列預算，以利相關計畫工作執行。 相關支出摘要說明如下： 1. 經常門依計畫執行需要水電支出、資訊系統、通訊費用、稅捐規費及實驗室與測試場/廠維護等。 2. 配合計畫執行作業需要，擬聘具有專業能力之勞務承攬人員，協助計畫各項業務執行與推動，每年於業務費項下編列外包人力費。 3. 計畫因應兩年期工作需求，需委託外部勞務進行	無需修正

		相關專利評估、精煉製程放大規模測試之操作與設備維護、租用民間大型發酵設施進行準量產製程驗證、乳酸高值化應用之製程工程化設計、特定項目委外分析、海外少量木質顆粒引進、木質顆粒品質分析與燃燒測試、與民間電廠合作進行無碳生質能電廠示範應用、減碳效益評估、測試場運轉之廢水處理、物料及量產樣品運送等。 4. 執行菌株精進研究、海外料源與碳權調研、數位雙生(digital twin)技術開發與設計等委託研究等。 5. 配合碳資源精煉試驗中心建置與新製程研發需求，需以經常門支應部分舊設備維修或拆除、管線及改善部分廠務設施；另進行製程設施之數位化與智慧化，需增設感測器及相關軟硬體配置。 6. 其他包含貴重儀器養護費、廢棄物或廢液處理費用、國內外出差費、儀器或軟體租金、教育訓練費及專利申請審查等相關費用。 7. 材料費主要應用於生質乳酸準量產測試之藥劑與培養基、乳酸酯化及聚合測試之化學藥劑、甲醇轉化琥珀酸測試之藥劑及培養基、纖維料源解聚之水解酵素生產培養基與化學藥劑、樣品分析前處理及化學藥劑、廠務用之燃油等相關消耗性材料；製程測試定期更換之閥件、感測器、五金材料、手工具等非消耗性材料。	
13	(主筆委員) 7. 子項 2-112-113 年其他費用編列很高，卻未說明主要用途	謝謝委員意見，謹補充說明如下： 因遵循計畫書格式設定，故未呈現細項，本計畫相關規劃均依計畫需求編列。 本計畫相關經費均依計畫執行需求之必要性及合理性編列，於執行過程均依政府採購法規定及撙節公帑精神，充分發揮經費產生之效能，敬請委員支持原編列預算，以利相關計畫工作執行。 相關支出摘要說明如下： 1. 需要水電支出、資訊系統、通訊費用、稅捐規費及實驗室維護等經費。 2. 辦理執行計畫所需之機械設備養護，以及開發電廠模型、電力系統模型與人工智慧演算法等所需之軟體租賃。	無需修正

		3. 計畫執行所需資訊操作維護費。 4. 委託學研機構辦理「電網模擬分析與驗證工作」、「輸電線路保護與電驛設定」以及「具綠能發電設備併網之電網韌性強化」。 5. 配合計畫執行作業需要，擬聘具有專業能力之勞務承攬人員，協助計畫進行資料蒐集與整理，以及應用程式開發等工作，每年於業務費項下編列外包人力費。 6. 計畫執行所需國內外差旅費。 7. 參加或辦理學術相關研討會。 8. 學者專家審查出席費及國外專家演講或授課費。	
14	(科會辦：項次第 14~17) 1. 本計畫符合臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明規劃。	謝謝委員肯定。	無需修正
15	(科會辦) 2. 目標與關鍵成果為發展循環利用零廢棄之生質精煉及碳捕捉資源再利用技術之示範驗證，以及電網脆弱度分析與先導電廠量化風險評估，符合政策目標。	謝謝委員肯定。	無需修正
16	(科會辦) 3. 針對目標與關鍵成果部分，生質物發電技術於國外已經行之有年，而過去石油能源基金計畫亦針對生質物發電與生質電廠建置等項目進行過相關研究，請補充說明執行生質能電廠示範應用之效益與發展潛能評估之必要性；如無必要性，則建議刪除生質能電廠示範應用之效益與發展潛能評估工作。	3. 謝謝委員意見，謹說明如下： 本計畫生質能發電示範應用為跨部會合作工作項目，並無重新建置生質能電廠或進行生質能發電技術開發之規劃，與石油能源基金計畫補助辦理之生質能相關研究無重複，而有互補效益，對國內擴大再生能源占比及滿足供應鏈產業綠電需求有其必要性，茲說明具體差異及概要執行內容如下： 1. 目前石油能源基金計畫補助辦理之生質能相關研究主要在觸媒氣化、沼氣生產等技術開發工作，而本計畫有關生質能發電示範驗證之規劃，著重以實際示範案例解決產業應用之實務問題，主要重點係結合核研所目前正推動之台紐循環經濟合作案，以建立長期穩定木質顆粒引進管道與創新商務模式為目標，並整合國內既有生質能發電之設施及研發能量，建立示範	無需修正

		案例，據此協助國內建立生質能減碳展綠之國際認證、轉換碳權與操作指引等商務面相關制度。 2. 主要工作重點與合作對象包括： (1) 跨部會合作進行引進木質顆粒營運模式評估： 例如直接引進抑或是進口原木高值化應用，再以剩餘廢木片製成顆粒燃料，以突破目前日韓、歐盟等國家競爭木質顆粒供給來源之瓶頸，合作對象為○○應用生技公司及紐西蘭廠商○○，協助單位為中華民國駐紐代表處及紐西蘭駐台商工辦事處。 (2) 整合國內生質物發電技術與設施，運用海外生質原料進行生質能發電示範運用：以不同發電設備、操作及料源搭配下之發電效率達 25% 為目標，合作對象為民營電廠或氣化廠。 (3) 以上述示範運用案例協助國內建立生質能減碳展綠之相關制度：預期將協助建立民間投資建立生質能電廠之營運模式、國際認證、轉換碳權等相關制度，並據此建立 MW 規模生質能電廠之操作指引，期藉由實際示範案例及搭配相關制度面之建立，於 2030 年前帶動民間產業生產可調度生質能電力 5 億度及衍生之年減碳量 25 萬噸，合作對象為國內再生能源憑證中心及相關智庫。 由上述說明，本計畫規劃執行之生質能發電示範應用、效益與發展潛能評估，對國內擴大再生能源占比及滿足供應鏈產業綠電需求，實有必要性與重要性。上述工作項目預期將以經常門支出相關勞務、料源調查及引進或委託評估測試等為主，相關執行內容與合作對象均已完整考量現況，且有具體規劃與分工，亦與既有生質能技術研究範疇無重複而為互補相成關聯，因此經費皆以計畫需求合理編列，請委員諒察與支持。	
17	(科會辦) 4.請補充說明本案分項計畫「電網韌性分析」與「綠能發配電智	謝謝委員意見，謹說明如下： 1. 本分項計畫「電網韌性分析」主要工作領域在發電系統及輸電系統，計畫從電網脆弱分析，	無需修正

	慧管理與效能提升技術發展計畫」中分項計畫「變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術」之差異性，並進行整併。	量化發電/輸電設施之風險，到鑑別電廠關鍵設備弱點(如電廠汽輪機、發電機等轉動設備)，再從電廠關鍵設備之運轉偏離狀態，修正發電/輸電設施之量化風險，修正電網脆弱度。因此規劃子項 2-1 電網脆弱度分析技術、2-2 能源供應設施量化風險評估技術與 2-3 能源供應關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別與韌性強化等 3 個項目。「綠能發配電智慧管理與效能提升技術發展計畫」之分項計畫「變電所損傷診斷與預知維護資產管理技術」，其工作領域在配電系統中變電設備與切換設備，在應用標的及技術上均有所不同。 2. 本計畫透過脆弱度分析、後果及威脅等韌性關鍵要項之評估，聚焦於電網超高壓輸電端引發大規模停電事件之影響。本計畫探討系統中風險潛在弱點，並提出具有實質風險效益的因應改善措施，以期有系統化的強化我國電網韌性。透過本所量化風險評估技術進行客觀與系統化的科學評估，以發電廠角度開發供電設施量化風險評估模型；運用本所故障樹分析與可靠度評估之技術基礎，建立可靠度管理模型及績效指標，延伸於能源供應設施之運維策略。 3. 近期工作的滾動式檢討，面對未來電網的調度韌性與維護檢修時，分散電網供輸電之拓撲架構(Topology)須能動態調整，故測距電驛的保護協調機制更顯重要。本案將納入「測距電驛標置分析技術」開發與系統平台建置，其研發成果將應用於台電公司 69kV 以上之供電系統的測距電驛設定，且相關工作已完成與台電公司供電處詳細討論分工，可互補並相輔相成。 4. 2 項計畫工作，均由本所規劃與執行，並由本所同一位副所長統籌計畫管理，技術銜接與計畫執行均可順暢推動：兩項計畫之應用範疇具有上下游關係，因此可以相互支援。在計畫申請作業上，因計畫提出時間點不同，因此分屬兩個計畫，相關計畫作業均配合政府作業程序辦	
--	--	--	--

		理。 敬請委員諒察及支持。	
18	(最終審查意見：項次第 18~22) 1. 本計畫分項計畫一是建立生質精煉廠轉型為碳資源精煉技術試驗中心，與石化業異業合作建立循環零廢棄之工業基礎原料生質乳酸準量產製程之示範驗證。項計畫二完成電網脆弱度及重要度分析模式，建立能源關鍵設備量化風險評估案例，開發能源關鍵設備之線上狀態監測系統。	1. 謝謝委員肯定。	無需修正
19	(最終審查意見) 2. 本計畫擬與中油煉製研究所合作零廢棄之生質精煉技術試量產製程與碳捕捉資源再利用技術：在海外料源及碳權引進方面之合作對象為翰森應用生技公司及紐西蘭廠商。相關減碳目標應明列於計畫書。	2. 謝謝委員建議。 委員所提意見之對應對象，並未獲得核可，故將於計畫書中加以移除。	無需修正
20	(最終審查意見) 3. 經濟部淨零排放產業淨零碳排推動計畫（1 / 4）與本計畫均與協助石化業減碳有關。	3. 謝謝委員建議。 委員所提意見之對應對象，並未獲得核可，故將於計畫書中移除。	無需修正
21	(最終審查意見) 4. 有關電網韌性評估所需資訊（含變電所之設計及運轉資料等）之提供及本計畫之參與，應有台電公司之具體允諾。	4. 謝謝委員建議。 計畫團隊於規劃階段，針對電網重要議題已與台電公司進行討論，包括台電總管理處、系統規劃處、調度處及供電處等，以期充分了解技術面需求及問題。相關討論會議中皆表達對本計畫支持，允諾提供電網韌性評估所需資訊並願積極參與本計畫執行。	無需修正
22	(最終審查意見) 5. 本計畫兩分項非直接相關，可僅執行電網韌性分析分項。	5. 謝謝委員建議。 計畫團隊將依據審查結果，僅保留原列子項「電網韌性分析」，並進行本計畫之相關調整。	p.7~13, p.14~26, p.29~57 及

			p.59~64
--	--	--	---------

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)

部會		行政院原子能委員會		單位	核研所		
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
112-2001-02-20-02	淨零排放-電網韌性分析計畫	2	150,000				
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				
2	113	B1	資安及其他共用軟體使用維護費				
總計							

備註：

- 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。
 - 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%。
 - 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。
- 投入項目類別請用下列代號填寫：
 - 系統開發
 - 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。
 - 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」。
 - 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。
 - 軟硬體採購
 - 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。
 - 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。
 - 各項設備應導入政府組態基準(Government Configuration Baseline, GCB)。
 - 其他建議項目
 - 資安檢測標準研訂。
 - 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。
 - 新興資安領域之人才培育。
 - 編撰資安訓練教材。

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

淨零排放-電網韌性分析計畫(112 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。

(三) 選擇方案及替代方案

原能會核研所(以下簡稱核研所)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。此外在執行上述技術開發及與其他子項工作搭配之既有基礎上，本計畫有其不可替代性。

(四) 成本效益分析

藉由電網韌性分析，整合國內現有之電網韌性析與能源供應設施量化風險評估與可靠度管理，協助能源產業及電廠於發電端(例如不同型式的發電廠)與輸電端(含超高壓變電所及 1 次變電所)，提升電網絡整體營運穩定度與安全，以及優化電廠運轉效能與電網保護協調機制，維持電網整體穩定性與所需之安全餘裕。

(五) 財源籌措

本計畫屬前瞻基礎建設計畫，藉由本計畫之跨業整合，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，本計畫屬前瞻基礎建設計畫，規劃 3 年期(112~114 年)，預算來源為特別預算，自 112 年度開始執行，112、113 與 114 年度規劃數分別為 75,000 千元、75,000 千元與 50,000 千元。

(六) 資金運用

本計畫規劃執行「電網脆弱度分析技術開發」、「能源供應設施量化風險評估技術開發」與「能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術開發」等個子項計畫，112、113 與 114 年度規劃經費分別為 75,000 千元、75,000 千元與 50,000 千元。

本計畫全程(112-114 年度)執行重點如下：

配合淨零排放政策推行，需從電力源頭進行減碳。完成電網脆弱度分析，完成先導電廠量化風險評估案例，探討後果嚴重之危害風險影響。開發能源關鍵設備之主動式運轉偏離鑑別技術，優化電廠運轉效能與電網保護協調機制，增強電網防災韌性與應變能力。

(七) 結語

核研所執行核能電廠量化風險評估已有四十年經驗，具備電廠維護排程、風險管理及廠外事件耐震評估等能力，並參與供電與供水關鍵基礎設施脆弱度之定性影響評估、台灣中油液化天然氣接收站量化風險評估及迴旋加速器可靠度分析等，實務經驗可作為關鍵基礎設施供電設施可靠度分析之基礎，建立天然災害等情境對於能源供應設施造成衝擊之方法論，以強化電網韌性及安全性。

本計畫由核研所負責執行，工作內容是配合國發會 111 年國家淨零排放政策，進行展開與規劃工作項目，子項計畫均對應未來國家發展關鍵策略，成果可對國內能源設施業者提供配套方案以協助國內產業符合未來趨勢。

(八) 其他

本計畫工作項目預期於短中長程可衍生之減碳及綠電潛力，如下表。

淨零科技布局重點與路徑 -永續及前瞻能源

技術項目	關鍵技術	減碳潛力	里程碑			
			2025	2030	2040	2050
電網韌性分析	能源供應設施量化風險評估與脆弱度分析	預估每年可產生3萬噸減碳效益	開發具視覺化脆弱度分析工具，完成先導電廠之量化風險評估。	完成火力電廠之量化風險評估。	完成水力電廠之量化風險評估。 完成所有型式電廠之量化風險評估以應用於全島電網韌性評估。	依電網韌性分析與能源供應設施量化風險評估技術之成果，實現2050淨零碳排目標。