

淨零科技方案

(2023-2026 年)

(核定本)

2023 年 3 月

目 錄

壹、 背景說明	1
一、 緣起	1
二、 國際發展趨勢	1
貳、 淨零科技方案願景與策略	5
一、 臺灣的挑戰	5
二、 願景與發展策略	5
三、 淨零科技方案推動架構	7
參、 推動主軸	9
一、 主軸一：永續及前瞻能源領域	9
二、 主軸二：低(減)碳領域	14
三、 主軸三：負碳領域	17
四、 主軸四：循環領域	21
五、 主軸五：人文與社會科學領域	24
肆、 目標與預期效益	28
一、 總體指標	28
二、 預期效益	29
伍、 經費規劃	32
陸、 推動與管考機制	33
一、 推動機制	33
二、 淨零科技方案指導委員會	33
三、 跨部會協作機制	34
四、 執行與管考策略	34
柒、 參考文獻	36

圖 目 錄

圖 1：淨零科技方案發展策略.....	6
圖 2：淨零科技方案之推動架構.....	8
圖 3：五大淨零科技領域與淨零十二項關鍵戰略之對應.....	9
圖 4：淨零科技方案指導委員會組織架構.....	33
圖 5：淨零科技推動小組之組織架構與任務.....	34

壹、背景說明

一、緣起

2050 年達成淨零碳排已是國際減緩氣候變遷的共識，為阻止氣候變遷的影響加劇，全球溫室氣體排放到 2030 年需要減半，並在本世紀中達到淨零排放。為達到《巴黎協定》中將全球升溫控制在 1.5°C 以內，近期各國積極研擬減量目標，致力於實現淨零排放目標(Net Zero Emission)，全球目前已有超過 130 個國家宣布推動「淨零排放」，包含美國、歐盟、日韓等國家宣布 2050 達到淨零。

臺灣為推進 2050 淨零排放跨世代、跨領域、跨國際之轉型工程，蔡英文總統於 2021 年世界地球日宣布「2050 淨零轉型是全世界的目標，也是臺灣的目標！」。據此，在行政院統籌下，委由國家發展委員會(以下簡稱國發會)與各部會分工評估及規劃臺灣在 2050 年達到淨零排放目標的可能路徑，並於 2022 年 3 月 30 日公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」，以能源、產業、生活與社會等四大轉型，結合科技研發與氣候法制等兩大基礎，推動國家整體淨零轉型。

其中科技創新發展為達成淨零轉型關鍵要素，在蔡總統指示下，由國家科學及技術委員會(以下簡稱國科會)與中央研究院偕同各部會，研擬淨零科技發展路徑，並規劃推動國家級淨零科技方案。

本方案將以目標導向，依據淨零轉型過程所需減碳與負碳潛力之技術為研發主題，採取跨部會合作，並適予納入產業及民間意見，串連產業上、中、下游技術發展與應用。此外，亦借鏡國際淨零科技技術發展與經驗，強化國際合作，以期加速我國淨零轉型之實現。

二、國際發展趨勢

為達成 2050 年淨零排放，聯合國政府間氣候變化專門委員會 (Intergovernmental Panel on Climate Change, 以下簡稱 IPCC)與主要國家對於淨零排放評估皆指出，欲達淨零排放，能源部門消費需大幅降低，並大幅降低對化石燃料之依賴，例如：發展再生能源、電氣化或轉為無碳/低碳燃料等，同時減少化石能源使用。而國際能源總署(International Energy Agency, 以下簡稱 IEA)指出現今可使用的技術僅能達成淨零目標所需減少溫室氣體排放的一半，另一半的溫室氣體減量需依賴尚處於示範或研發階段之技術實現，特別是能

源、交通、建築、工業等領域，多數解決方案都尚未商業化，為及時為這些領域提供創新解決方案，必需投注更多資源在所有處於研發、量產化、擴散、市場化等階段的新技術。

目前世界主要領導綠色永續科技發展之國家，皆規劃淨零科技推動方案，以支援達到 2050 年實現國家綠色新政氣候中和(Climate Neutral)、溫室氣體淨零排放(Net Zero)、採用 100%再生能源為主要等目標，各國淨零科技方案分述如下。

(一)美國

面對氣候變遷影響的緊迫性，美國提出 2050 年實現溫室氣體淨零排放的目標，透過電力脫碳化、發展潔淨能源、交通、建築與工業製程電氣化、工業轉型、減少甲烷和其他強效非二氧化碳溫室氣體的排放、增加自然碳匯等，實現 2030 年國家自主貢獻(Nationally Determined Contribution, NDC)朝向淨零排放的目標前進。美國已承諾到 2030 年將溫室氣體淨排放量比 2005 年水準減少 50%至 52%。為達到此目標，美國實施一系列新政策以加速現有減排目標，例如：加強推廣電動汽車、熱泵等新技術，並建設國家電網等重要系統基礎設施。

此外，為促進潔淨能源發展，推動《降低通膨法案(Inflation Reduction Act, 以下簡稱 IRA)》，該計畫著重於投資氫能、碳捕捉、再利用與封存(Carbon Capture, Utilization and Storage，以下簡稱 CCUS)、太陽能和風能等傳統潔淨能源。IRA 為鼓勵能源創新的技術發展，制定一項有效期至 2026 年 9 月的 58 億美元計畫，將用於投資減少鐵鋼、水泥和化學生產等難以減排的能源密集型產業的製程改善與提升能源效率。

(二)歐盟

歐盟執行委員會在 2019 年底提出《歐洲綠色政綱(The European Green Deal)》，宣示在 2050 年成為全球第一個碳中和的區域，其目的在於將氣候和環境變遷挑戰轉化為機會，並在轉型過程中確保公正與包容性。

《歐洲綠色政綱》涵蓋層面廣泛，包含交通、能源、農業、建築、鋼鐵、水泥、資訊與通信訊科技(Information and Communication Technology, ICT)、紡織與化工等產業，並闡明如何減少排放、恢復自然環境、保護野生動植物、創造新的經濟機會以及改善人民的生活品質。同時，也提供明確的行動藍圖，包括藉由循環經濟、阻止氣候變遷、降低生物多樣性損失和減少污染等措施

來提高能資源的有效利用、財務工具與永續投資，並強調說明如何在轉型過程中確保公正與包容性。該行動藍圖從氣候行動、潔淨可負擔且安全的能源、工業部門循環經濟策略、智慧環境友善運輸、農場到餐桌、生物多樣性、零污染、永續納入歐盟政策、國際關係及公眾參與等十個面向著手，並在每個面向訂定應採取的行動。

(三)英國

英國於 2020 年提出《綠色工業革命十項計畫(The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution)》，計畫藍圖涵蓋潔淨能源、運輸、自然與創新等技術，政府預計投入 120 億英鎊，吸引企業投資 360 億英鎊，創造和支持 25 萬個綠色就業機會。以期英國在 2050 年達到對抗氣候變遷之目標。計畫投入重點包含離岸風電、氢能、核能、電動汽車、綠色公共運輸、自行車以及步行、航空零排放以及綠色船舶、綠色建築、碳捕捉、封存及再利用(CCUS)、自然環境保育、創新綠色金融與創新等十項。

(四)荷蘭

為應對氣候變化，荷蘭經濟事務和氣候政策部(Ministry of Economic Affairs and Climate Policy)於 2019 年 11 月提出《2021-2030 整合國家能源和氣候計畫(Integrated National Energy and Climate Plan，以下簡稱 NECP)》，包含荷蘭未來 10 年氣候和能源政策的主要優先事項，以支持到 2030 年實現二氧化碳相對於 1990 年減排 49% 的政策目標。

為了實踐 2050 淨零的目標，NECP 設定 2050 年完全零碳排放的電力系統、零碳排放的建築環境、工業中的原材料、產品和製程實現碳中和，並且至少 80% 可循環、人員和貨物的無排放流動性、農業和自然系統實現淨氣候中和等任務，並規劃離岸風電、陸地和建築環境中的再生能源發電、加快建成環境能源改造、建築環境(包括溫室園藝)中的再生熱能(和制冷)、平衡建築環境中的新能源系統、完善 CCUS 產業鍊圈、零碳的工業熱系統、電氣化和徹底更新的過程、永續能源載體的創新傳輸和使用以促進機動性、人員和貨物的特定運輸、糧食和非糧食的氣候中和生產、土地和水在二氧化碳封存和使用方面的最佳化、強健且得到社會支持的能源系統等十三個任務導向的多年度創新計畫。

(五)日本

日本在 2020 年 10 月宣布將在 2050 年實現碳中和、脫碳社會的目標，並於當年 12 月由日本經濟產業省(The Ministry of Economy, Trade and Industry, METI)與相關部門和機構合作制定提出《2050 年實現碳中和的綠色成長戰略(Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050)》，預計在 2050 年將再生能源發電占比提高至 50% 到 60%(相當於現行占比的 3 倍)，並在離岸風電、燃料氫與氫能、新世代熱能、核能、汽車蓄電池、半導體與資通訊、船舶航運、物流與民生基礎設施、食品農林水產業、航空產業、碳回收、住宅建築、次世代太陽能、資源循環及生活相關產業相關等十四個重點領域推進溫室氣體減排。

(六)韓國

韓國政府(The Government of the Republic of Korea)於 2020 年 12 月提出《大韓民國 2050 年碳中和戰略-邁向永續發展的綠色社會(2050 Carbon Neutral Strategy of The Republic of Korea -Towards A Sustainable And Green Society)》報告。韓國朝向 2050 年實現碳中和的目標，將利用綠色創新和先進的數位化技術作為韓國綠色和數位新政的兩大支柱，亦將著重支持和投資開發創新氣候技術，以在 2050 年之前實現碳中和的目標。2050 年願景的關鍵要素，包含在所有部門擴大潔淨能源和氫的使用、顯著提高能源效率、碳去除和其他未來技術的商業布署、擴大循環經濟以提高工業永續性及加強碳匯等五個關鍵要素，指導綠色轉型政策制定、社會轉型和技術創新。

貳、淨零科技方案願景與策略

一、臺灣的挑戰

綜觀各國 2050 年對於淨零行動方案及重點發展推動項目，目標在阻止氣候變遷與因應環境挑戰，加速淘汰燃煤提升再生能源投資等策略，並在轉型過程中確保公正與包容性。從技術面來看，國際在淨零技術能量發展著重於太陽光電、離岸風電、氫能、新一代核能、電動汽車、綠色公共運輸、航空零排放及綠色船舶、綠色建築、住宅建築、零碳工業熱系統、CCUS 等淨零科技，推進溫室氣體減排以支援實現碳中和與脫碳社會之目標。

臺灣推動淨零轉型，存在能源自給率低、可用土地面積有限等先天自然環境條件限制，此外，經濟高度仰賴能源密集之製造業，其中石化業又為我國製造業中總排碳居首。面對淨零議題推動策略應有在地思維，淨零科技研發布局更需聚焦在克服臺灣面對淨零轉型的具體挑戰。

首先，臺灣若要達到淨零世代以及高再生能源使用率之願景情境，發展永續及前瞻能源科技尤為重要，除各領域發展新能源之外，建構穩定電力供應系統亦刻不容緩。政府需有效連結再生能源與其他不同領域之能源，亦需消弭影響能源供給穩定之各種風險因子，因此，整合儲能與智慧電網系統之科技發展至關重要，為建構臺灣永續能源領域必要條件。其次，產業轉型所需的低碳、強化能資源循環利用等技術亦為發展重點，而布局具長期減碳潛力之負碳技術以及自然碳匯，則為淨零目標的最終關鍵步驟。然而在技術發展的同時，全體社會在面對淨零轉型的衝擊影響與長期調適，需搭配相關社會科學研究論證，作為相關配套政策與社會溝通基礎，並透過與民間團體協作，落實淨零科技，共同邁向淨零新生活。

二、願景與發展策略

我國在淨零科技研發布局方面，考量國際淨零行動方案及重點發展推動項目，將聚焦在如何克服臺灣面對淨零轉型的具體挑戰，為達成 2050 淨零排放目標，國家科學及技術委員會(以下簡稱國科會)於 111 年 3 月起透過 8 場民間/專家交流會議與 12 場跨部會溝通會議，凝聚各界對於淨零科技發展之共識，進而提出本方案之發展策略、架構與預期效益等說明，並以跨部會協作、公私協力、國際合作等方式進行全面性、系統性的淨零轉型推動。

本科技方案聚焦「以人為本」、「以終為始」、「布局未來」與「比肩國際」等四項核心重點發展策略(圖 1)，其中「以人為本」將透過人文社會系統面引導科技投入，結合民間力量推動淨零新生活；「以終為始」為串連科技研發與落地實踐，促進產業全生命週期發展；「布局未來」為投入高減碳效益潛力科技，探索突破式創新研發；「比肩國際」為策略性與全球指標性機構合作，掌握具國際領先之關鍵科技。



圖1：淨零科技方案發展策略

(一)以人為本：擴大支持生活與社會轉型

健全人文社會系統以引導科技投入，建立公開透明之社會溝通平台，推動淨零經濟體系及數位碳足跡管理等措施。此外，結合民間力量推動淨零新生活，由生活面(食衣住行)推動淨零新生活運動。

(二)以終為始：由落地需求串接上下游

發展串連科技研發與落地實踐之產業生態系，投入鋼鐵、石化、電子等高碳排產業之低碳製程研發，以可落地應用之技術產業為優先考量，並促進產業全生命週期發展，以廢棄物量大、低回收率優先，強化營建與紡織等廢棄物資源循環體系。

(三)布局未來：投入前瞻科研挑戰突破創新

投入高減碳效益潛力科技，探索淨零排放突破式創新研發，並且強化氫能、浮動式風電、深層地熱及海洋能等能源科技研發落地。

(四)比肩國際：國際合作掌握優勢關鍵科技

策略性鏈結國際領先科研機構，例如：美國、英國、德國、法國、日本等國家，進行氫能、低碳運具、碳捕捉、再利用與封存、超深地熱、新潔淨能源等淨零科技人才培育與創新前瞻技術合作，建立中長期合作關係與引進優勢技術，整合推動國際合作，掌握具國際領先之關鍵科技，以期加速國際領先之淨零科技落地實施。

三、淨零科技方案推動架構

為達成 2050 淨零轉型之四大轉型策略及兩大治理基礎，本方案將從治理基礎之淨零科技研發協助「能源轉型」、「產業轉型」、「生活轉型」、「社會轉型」等四大轉型推動，故提出我國淨零科技方案發展架構，包含永續及前瞻能源、低(減)碳、負碳、循環及人文社會科學等五大科技領域(圖 2)，短期以成熟技術擴大建置，中期以示範技術加速科技研發，長期以發展前瞻科技，提供各面向轉型所需技術，進而達成 2050 淨零排放之目標。

- (一) 永續及前瞻能源領域：再生能源、氫能發電、儲能、電網韌性與系統整合以及其他。
- (二) 低(減)碳領域：工業部門、住商部門、綠色營建工程與綠運輸。
- (三) 負碳領域：碳捕捉利用及封存、自然碳匯。
- (四) 循環領域：工業與民生廢棄物循環、水資源循環、生物循環。
- (五) 人文社會科學領域：淨零綠生活(低碳生活)、綠色金融、淨零治理策略、公正轉型、效益評估。

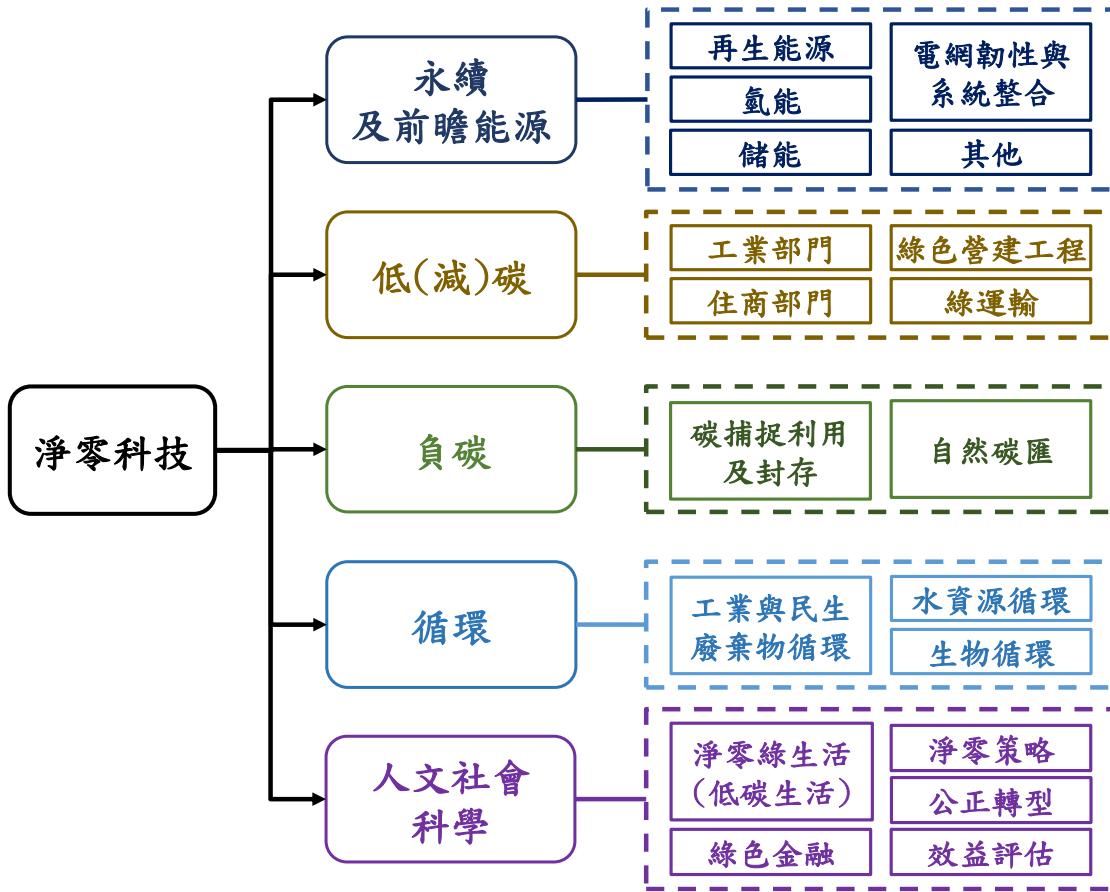


圖2：淨零科技方案之推動架構

此外，本方案之五大淨零科技領域扣合國發會公布之淨零十二項關鍵戰略（圖3），將攜手各部會，整合跨部會資源，並透過公私協力與國際合作等方式，打造台灣成為淨零科技典範國家。國科會也將扮演政府、產業、社會、與民眾的淨零科技發展溝通平台，以科技應用促進全民共同參與未來的淨零新生活。



圖3：五大淨零科技領域與淨零十二項關鍵戰略之對應

參、推動主軸

一、主軸一：永續及前瞻能源領域

(一)背景與目的

臺灣在推動淨零轉型的過程中，因考量國內產業、環境與社會等限制因素下，規劃契合我國淨零特性之本土化推動架構。因此，要達到淨零世代之願景情境，發展永續及前瞻能源科技極為重要，除各領域新能源發展外，建構一穩定之電力供應系統亦刻不容緩。相關政府單位需有效整合再生能源與其他不同形態能源，亦需消弭影響供電穩定之各種風險因子，因此整合儲能與智慧電網系統之科技發展，為完備臺灣永續能源發展之重要關鍵之一，並輔以其他前瞻綠能科技研發，以期達到國內淨零目標。以下將分別描述永續及前瞻能源中重點技術發展背景與目的。

1. 再生能源

再生能源是零碳能源，可促成我國能源轉型更安全，協助產業轉型更

具競爭力。臺灣部分地區日照充足，適宜發展太陽光電，也有適宜發展風能發電之陸上與離岸風場條件。臺灣推動再生能源的主要挑戰，包括光風電等再生能源因受天氣條件影響之間歇性及不穩定性，以及可供建置之土地有限等因素，因此提高轉換效率技術與整合天氣或氣候預報系統之發電量預測，並搭配儲能設施及智慧電網以穩定提供電力為主要研發推動方向。臺灣於豐水期之降雨豐沛、地形高低落差大，亦具備發展水力發電之天然條件。另一方面，臺灣亦有適合作為基載電力之豐富地熱可供發展，未來需著力於資源調查與技術布局，擴大再生能源占比。

2. 氢能

氢能為能源轉型重要關鍵之一，氫氣可作為潔淨能源選項，具備高靈活度、低碳潔淨性，以及對於發電、工業生產、儲存以及運輸等領域之廣泛應用特性，為具有極大發展潛力之前沿能源技術。此外，氫燃料電池相對其他儲能系統另一大優勢為其電轉氣儲能系統，具有儲存量大及放電時間長之特性。因此，氢能為淨零藍圖上之核心發展技術之一，應提前規劃所需之基礎建設及擬定相關政策與法規配套。

3. 儲能

全球淨零趨勢下，電力與能源跨領域耦合至關重要。我國再生能源布局以高佔比例之光風電為主，皆屬於間歇性再生能源，其電力供應受季節、氣候與日夜等條件而大幅變動，對供電穩定與電網調控造成極大技術挑戰，儲能系統為因應再生能源佔比逐步提高過程之關鍵基礎設施，提供電力供應削峰填谷功能以強化電力調度彈性，避免再生能源間歇性對電網穩定性產生衝擊，加速再生能源之利用極大化。

4. 電網韌性及系統整合

我國屬於獨立電網系統，電力短缺或電網系統失衡時無法依賴其他國家進行備援，且面臨地緣政治與特殊國際政治處境，能源安全課題至關重要。能源部門淨零轉型須納入國家整體能源安全之戰略思維，以確保能源穩定供應及韌性。面對電力需求持續增加且逐步推動應對能源轉型過程，應避免大規模停電事故或其他緊急狀態衝擊工業生產與民生用電需求，如何確保穩定供電為電網維運不可避免之挑戰，包括提升整體供電品質、電力系統靈活性及安全性，發展分散式電網以降低集中式能源設施帶來的風險，避免個別發電端異常影響整體電力供應，利用資通訊及先進監測設備，

提升電力供需預測準確性以縮小電力事故的停電範圍，達到整合高再生能
源占比且同時提升電網韌性之目標。

國際能源總署(IEA)即指出未來各國電網將朝向分散化及智慧化發
展。同時，臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明也訂出「提升能源系統
韌性，以確保供電穩定」等目標。因應 2050 淨零排放所需新增電網設備，
以及確保電力系統關鍵基礎設施的正常運作，關鍵性的電力產業自主，應
系統性整合國造資源及技術深根，避免電力供應中斷之風險，亦有助於打
造另一個關鍵性產業。

5. 其他

淨零目標需各部門與跨領域技術提升所共同促成，亦需要關注國際前
瞻淨零科技發展與國際合作，例如：生質能負碳技術為各種減碳措施之餘
可達成淨零之關鍵選項，透過國際合作促進核融合技術商轉進程之進展，
均需持續關注並投入前瞻創新技術研究。

(二) 推動策略

各國為達成淨零排放目標皆透過整合各界多方面向共同參與，除政府各
部門擬定相關策略以聚焦各技術發展路徑之外，社會上對於我國因應氣候變
遷及達成淨零排放所需之治理、法律、社會、經濟與環境等面向之議題與推
動建議，皆有待各界產官學專家與學者進行整體需求檢視，以提出切合我國
淨零需求之推動建議與執行方針。本方案遂以「科技研發」為核心，研擬科
技研發策略、架構與路徑協助我國達到淨零目標。相關推動策略簡述如下：

- **發揮前瞻科技優勢，超越現有科技框架：**以突破前瞻性新科技創造淨零機會，朝向全球淨零排放之共同目標，並翻轉能資源過度集中與利用之限
制，積極推動循環永續作為國內相關產業轉型之基石，更以現有科技做
為踏板，創造全新永續能源技術以活化淨零經濟，打造淨零生活新樣貌。
- **匯集產學研綠能科技能量，扣合國際綠能發展趨勢：**在科研管理架構上，
參考國際上任務型計畫(例如：美國能源部能源先進研究計畫署 ARPA-
E)之推動精髓，藉重專業科技管理人才，結合國內外產學研前瞻綠能技
術能量，專注投入目標導向之創新科技研發，並透過系統化科研整合平
台，大幅提升科技專案管理效率，強化淨零科技關鍵技術之國際鏈結與
國內落地應用。

➤ 開發適合國內零碳電力技術，探尋其他再生能源選項：推動風光電再生能源發展過程，需關注如何降低社會疑慮與環境衝擊，並積極投入其他前瞻創新綠能技術之科技研發，例如產氫、氫儲運、氫能應用、前瞻儲能技術等，而隨著再生能源佔比逐步提高，應強化建置 GW 級之儲能基礎設施，並整合智慧與分散式電網系統建置，以確保整體供電穩定與安全。

扣合上述三大推動策略，以下再將永續及前瞻能源細分為再生能源、氫能發電、儲能、電網韌性及系統整合與其他五大類，說明技術推動方向。

1. 再生能源

我國規劃 2050 淨零排放初步藍圖，再生能源於整體電力占比達 60~70%，可使進口能源依存度由 2021 年 97.4%，降至 2050 年 50% 以下，降低國際能源市場衝擊與價格波動對我國能源安全影響。本方案規劃投入於(1)太陽光電，例如：深耕研發技術發展高效光電模組；(2)離岸風電，例如：朝向 15 百萬瓦(15MW)級大型機組之浮動式離岸風電商轉目標推進；(3)地熱，例如：進行深層地熱地質資源調查與資料整合建構；(4)海洋能，例如：波浪發電、溫差發電(海水溫差)以及洋流能(黑潮發電)研究。

2. 氢能

氫能為未來淨零重要技術項目之一，其應用將著重於產業零碳製程、重型運輸載具與發電無碳燃料等範疇。而我國目前氫能技術尚處於研發與示範階段，在規劃開發高性能與低成本之產儲氫技術基礎下，進一步發展高效能、高穩定性及低量產成本之產儲氫技術為總體目標。本方案規劃投入於(1)法規調適與社會溝通，因應未來氫能應用情境，需投入法規調適與社會溝通，減少氫能基礎設施建設之阻力；(2)低碳/綠色氫氣生產技術及驗證，例如：去碳燃氫生產技術、創新產氫技術研發；(3)氫能輸配儲運基礎設施研發，例如：氫能儲運基礎設施(含液氫接收站設置場域可行性評估)、氫運輸/替代技術(例如：氫、甲烷等)；(4)氫能燃料電池，例如：建立氫能動力及系統開發相關技術、高溫燃料電池發電系統運轉測試與驗證。

3. 儲能

儲能技術之研發重點，以提升效率、增加安全、降低成本以及資源循

環為主，未來將著重於(1)電池系統，例如：開發低成本高能量密度固態電池與材料技術、下世代先進電池系統技術驗證、促進電池資源永續循環再利用；(2)小型分散式儲能系統，例如：開發雙向充電(電動車至電網(Vehicle-to-Grid，以下簡稱 V2G)；電網至電動車(Grid-to-Vehicle 以下簡稱 G2V)技術；(3)儲能管理系統，例如：開發高功率調節器(Power Control System，以下簡稱 PCS)技術、電池管理系統(Battery Management System, BMS)技術、能量型長程儲能系統檢測驗證等推動面向。

另投入分散式儲能(家用儲能、V2G)與微電網整合技術開發：於平時可提高電網韌性(調度)及緊急用電(備源)，自發自用，儲能支撐夜間尖峰用電；於災害特殊狀況(必要時)，電網可獨立運轉，提供民生基礎必須電力。

4. 電網韌性及系統整合

電網韌性及系統整合需優先強化電網建設，提升電網韌性以解決再生能源併網熱區電力傳輸壅塞現象。另外，為因應未來再生能源占比提高，需提升再生能源供給之預測能力，並擴大資源整合強化量能，提升系統供電彈性以強化電網韌性。因應未來分散電網與智慧電網之趨勢，需進行負載管理與市場機制之佈署。藉由數位化電力系統結合機器學習技術大幅提升電力供需預測準確性，例如：推動電網資訊整合及精進智慧電網技術，落實分散式資源聚合與多元資源排程控制技術等，並強化綠能及儲能系統之彈性輔助能力技術研發，提高綠能併網的供電效率。除各項電力與電網相關基礎設施，亦需系統分析等關鍵技術，整合產、官、學界資源，推動電力產業橫向及縱向的國造及技術深根。

5. 其他

其他能源係指例如：生質能(Bio-energy)與核融合在內之新能源。生質能不僅被視為低碳能源，亦為減負碳技術選項之一，本方案規劃投入於例如：固體回收燃料(Solid recovered fuel, SRF)與農業廢棄物能源化利用、擴大生質原料取得、完善法規及避免環境衝擊等。而核融合為具高減碳潛力之潔淨能源，需持續關注國際上核融合技術與商轉的發展，在適當的時間點啟動相關規範的建立，目前著重於以國際合作方式，參與磁約束高溫電漿技術研發，培育相關淨零科技人才，並建立新能源技術引入之評估能力。

(三) 主要績效目標(2023-2026 年)

- 1. 再生能源：**(1)太陽光電主要以提升太陽光電模組效率，降低土地需求，達成模組效率>26%為目標。(2)離岸風電主要為推動大型機組技術，朝向 15MW 級之浮動式離岸風電商轉目標。(3)地熱技術則為落實深層地質資源調查與技術，以及布局深層地熱發電技術發展。(4)海洋能主要推展百瓩(kW)、百萬瓦(MW)級波浪能、溫差發電技術以及洋流能技術研究等。
- 2. 氢能：**(1)完成工業用高壓氣氫儲運場域驗證；(2)發展氫能儲運基礎設施(含液氫氣接收站設置場域可行性評估)、氫運輸/替代技術(如氫、甲烷等)、去碳燃氫生產技術，；(3)擴大氫能應用，例如：重型氫能運輸載具、氫能煉鋼、氫能發電應用。
- 3. 儲能：**(1)開發新一代低成本 500Wh/kg 鋰金屬固態電池與材料技術；(2)由小規模試行雙向充電樁(V2G)，進一步運行與併網測試加速放大裝置量及併網。
- 4. 電網韌性及系統整合：**主要在(1)推動分散式電網並強化電網韌性。例如完成離岸風力加強電力網第一期計畫及太陽光電 9 所新設併網點(R/S)等加強電力網工程，強化電網基礎設施之韌性與可靠度；(2)推動電網數位化與操作彈性提升電網應變能力，運用資通訊物聯網技術促進系統及數據資料整合。例如智慧電表布建及智慧變電所布建(導入 IEC 61850 及變電所 IEC61850 自動化設備汰換或輸電級數位保護電驛汰換)；(3)擴大因應再生能源變動所需儲能等彈性資源整合規劃。例如導入儲能、電動車及需量反應等新興資源，以智能調控(EMS)參與電力市場運作；(4)規劃關鍵性電力產業製造園區，整合電力產業資源及聚落化。
- 5. 其他：**建立新能源技術之基礎能量，做為未來新技術導入之銜接評估、生質能以在地供應解決在地需求為發展方向。

二、主軸二：低(減)碳領域

(一)背景與目的

臺灣在全球的供應鏈中扮演重要的角色，尤其是在工業產品以及電子資訊產業方面更是擁有極大的領先優勢，其中工業產品的輸出占我國國內生產毛額(Gross Domestic Product, GDP)的五成以上，更在半導體的晶圓代工與

封裝測試占全球的 78%與 60%，但也形成我國製造部門用電量及排碳量居高不下，例如 2019 年製造部門溫室氣體排放量為 147.46 百萬公噸二氧化碳當量(MtCO₂e)，占全國總排放量約 51%。然由於製造部門對我國的經濟及就業極具重要性，為因應全球減碳之趨勢，我國生產之產品也應逐步朝去碳邁進，以強化我國在全球供應鏈之競爭力。近期我國產業為因應全球減碳趨勢及政府政策之規定，積極推動減碳措施，其中包括：零碳電力、節能、低碳燃料、去碳之創新技術研發，以及電子業含氟氣體削減等，並探尋產業轉型策略與新商機。另外，根據國際能源總署(IEA)評估報告說明，當前技術之減碳效益有限，尚無法達成淨零排放目標，因此未來之減碳技術尚需仰賴突破性創新技術，並於 2030 年後進行示範導入，積極布局並朝商業化導入邁進，以達到 2050 淨零排放。

(二)推動策略

為因應國際淨零趨勢，達成國家 2050 年淨零排放目標，政府與各部會將輔導各產業進行減碳，且積極投入開發及引進相關技術，並推動相關策略與措施。低碳領域主要將針對工業部門、住商部門、綠色營建工程以及綠運輸(行)進行減碳。相關推動策略簡述如下：

- **創新技術協助我國產業減碳轉型：**工業部門需著手推動製程改善、能源轉換以及循環經濟等面向，使高碳排產業邁向低碳製程，亦串連科技研發與落地實踐、促進產業全生命週期發展，並依循先大企業後小企業的模式，由國營事業以身作則逐步實施。同時結合產業公協會及供應鏈中心廠，推動中小企業建立碳盤查與減碳能力，驅動上、下游廠商，進行綠色採購、綠色生產，形成綠色供應鏈，創造我國淨零轉型競爭力。另外，運輸部門方面，未來需提高電動運具數量占比、兼顧環境配套、運用再生燃料、低碳運輸網絡，以及產業技術升級轉型，減少我國運輸部門溫室氣體排放。而住商部門，著重於降低電力使用需求、提升既有建築物之能源效率，以及研析相關替代建材減少住商與建築部門所造成的排碳。
- **認知與行為調適，推動低碳技術落地：**帶動低碳能源等創新技術落地的關鍵成功因素，仍取決於企業及民眾之認知與行為改變的調適，因此在積極尋求零碳電力技術、創新零碳與負碳技術以及突破性新科技研發之際，應推行創新節能技術示範應用，與激勵企業與民眾節能行為調適，擴大未來技術解方的成效。

扣合上述兩項推動策略，以下在將低碳領域分別針對工業部門、住商部門、綠色營建工程以及綠運輸，說明技術推動方向。

1. 工業部門

工業部門將就鋼鐵、石化、電子等製程進行技術研發與提升，本方案規劃投入於(1)無碳鋼鐵製程：採用替代燃料或材料研發還原技術、無碳鋼鐵製程，取代剩餘煤炭使用、提升材料與能源效率，以及提升廢鋼廢渣回收再利用，導入 CCUS 技術應用；(2)低碳石化製程：加速投入發展替代燃料及低碳新料源、二氧化碳再利用之先進製程、蒸汽裂解裝置電氣化、高效製程與熱循環整合、高溫能源管理等相關技術；(3)電子製程：發展高碳當量溫室氣體減量技術，以及半導體節電製程及週邊設備節能等關鍵技術。

2. 住商部門

住商部門將著重於(1)高效率用能設備，例如：設備器具能效標準制訂與後市場管理、車輛與冰水機能源效率提升等；(2)能源管理系統與輔導，例如：服務業能源大用戶強制性節能法規與節能輔導、中小用戶節能診斷服務與節能診斷人才培養、建築物導入智慧節能管理技術，以及促進智慧建築能源數據蒐集及開放應用等；(3)大數據分析與政策規劃，例如：創新能源消費及能源效率資料科學研究；(4)商業低碳轉型，例如：建構智慧科技低碳模式輔導業者低碳轉型，以及提供企業低碳模式及耗能設備規劃診斷，輔導企業改變商業模式。

3. 綠色營建工程

綠色營建工程本方案規劃投入於(1)智慧設計監造，例如：綠建築導入被動式節能設計、建置營建工程減碳平台，導入人工智慧(Artificial Intelligence，以下簡稱 AI)辨識及節能輔助監造，建構建築資訊建模(Building Information Modeling, BIM)、建築減碳計算與評估等應用技術等；(2)低碳工法與材料，例如：預鑄工法蒐集與導入、技術升級及減碳績效評估分析、低碳混凝土配比開發及 3D 列印運用於混凝土塊、廢棄物利用之低碳工法、建築材料碳儲存、被動式節能建築，以及木質構造防火技術驗證；(3)導入淨零採購指引與規範，例如：於公共工程招標與政府採

購程序中導入使用循環材料或低碳工法等規範，由政府部門引領民間業者投入相關技術開發。

4. 綠運輸

綠運輸(行)將著重於(1)電動運具，例如：充電站雙向充電關鍵技術；(2)重型氫能運具，例如：中型氫能巴士與中、重型卡車之開發。

(三) 主要績效目標(2023-2026 年)

1. 工業部門：(1) 建立高效率電爐熔煉技術，使能耗由 450 度/噸降至 350 度/噸；(2)完成開發廢塑轉化石油腦新料源、創新循環材料試量產與擴展應用；(3)完成半導體節能系統開發，並導入上游晶圓產業。
2. 住商部門：朝向公有新建建築物達建築能效 1 級或近零碳建築。
3. 綠色營建工程：(1)綠建築導入被動式節能設計；(2)建置工程減碳平台，導入 AI 辨識及節能輔助監造；(3)預鑄工法蒐集、技術升級及減碳績效評估分析；(4)低碳混凝土配比開發及 3D 列印運用於混凝土塊。
4. 綠運輸：(1)建置 1 座可移動式加氫示範站；(2)開發 3.5 噸電動小貨車；(3)量產具智慧非均流、安全檢測、V2G 等技術之充放電樁；(4)達成可應用於中型電巴之氫能燃料電池模組與整合系統；(5)在物流倉儲集發貨站，建置物流車隊示範案例。

三、主軸三：負碳領域

(一) 背景與目的

聯合國政府間氣候變化專門委員會(IPCC)報告指出，負碳技術(Negative Emission Technologies, NETs)是指相對於碳排放，將二氧化碳從大氣中去除(Carbon Dioxide Removal，以下簡稱 CDR)的技術。為實現巴黎協定目標途徑，將需在本世紀下半葉大規模部署負排放技術，並根據 IPCC 計算，2050 年後，每年必須捕捉和儲存大約 120 億噸，相當於目前全球排放量的 1/3。負碳技術主要發展約可分為生產製程之碳捕捉利用及封存(CCUS)、由大氣中之直接碳移除(CDR)或相關處理、及環境系統可吸儲之碳匯(Carbon Sink)等主要技術領域。未來臺灣若要建構去碳能源系統，除了大規模增加再生能源使用外，也需要導入負碳技術，以達到淨零轉型目標。

根據國際能源總署(IEA)報告指出，在追求淨零轉型的過程，除了電氣化、氫能和永續生質能源以外，CCUS 將需要發揮重要作用。它是唯一能夠直接減少關鍵部門的排放並消除二氧化碳以平衡無法避免的排放的技術。我國已於 2023 年 2 月 15 日正式公告修正「溫室氣體減量及管理法」為「氣候變遷因應法」，並明訂國家溫室氣體長期減量目標為 2050 年溫室氣體淨零排放，同時亦將二氧化碳之捕捉、再利用及封存納入規範，以利相關負碳技術發展。

(二)推動策略

國際能源署(IEA)長期以來一直強調，要實現國際能源和氣候目標，沒有單一或簡單的解決方案。若要在未來 30 年間快速地減少二氧化碳排放，相較現有手段，需要更廣泛的政策方法與技術，而且減少排放是不夠的，還必須積極地從大氣中去除溫室氣體。

即使我國可以創造大量低或零碳電力，或透過其他部門電氣化策略以降低溫室氣體排放量，但以我國能源使用結構，仍有部分排放源無法以低或零碳電力替代(例如：製程需有高溫鍋爐之產業)。而為達成我國 2050 淨零排放目標，仍須要針對化石燃料發電設施與工廠設施等大型排放源之煙道氣，導入負碳技術應用。

負碳的技術方法涉及兩個主要步驟，包含從大氣中去除溫室氣體並長期儲存，該過程最適合去除二氧化碳。而去除二氧化碳是透過多種方法實現的，例如：涉及生物學、加速與岩石的自然無機反應或化工過程，然後將碳儲存在生質物、地下地質構造、海洋或建築環境中。本主軸主要著重探討如何以科技協助我國的負碳工作，以發展碳捕捉與再利用為主，碳捕捉封存為輔，擴大 CO₂ 應用產業之範圍，同時提升國內森林、土壤與海洋碳匯之量能。以下在將負碳領域分別針對碳捕捉再利用及封存及自然碳匯說明其技術推動方向說明推動策略，相關推動策略簡述如下：

- **加速碳捕捉再利用技術研發，擴大應用規模：**為能加速既有碳捕捉技術商業化運用，推動我國負碳技術建立碳捕捉技術先導示範，例如加速鈣迴路與化學吸收碳捕捉技術達商業規模。並以國營事業帶頭示範啟動「鋼化聯產」，應用同步研發之先進觸媒，創造碳循環價值鏈產值。
- **評估我國碳封存潛力場址，建立安全性驗證場域：**除再利用技術外，地質封存為最適合大量長期儲存所捕獲二氧化碳的技術，因此需投入碳封

存試驗可行性研究，短期推動陸域小型注儲試驗及長期海域試驗場址注儲，建立注儲安全驗證技術，並由中央主管機關研擬「氣候變遷因應法」相關法規政策配套。

➤ **自然碳匯極大化，同時接軌國際自然碳匯方法學**：增加森林碳匯，包括增加林地面積、加強經營管理人造林、提高國產木材產量，同時投入其他自然碳匯潛力研究，例如海洋、土壤與農業等。建立自然碳匯科學評估與認證機制、碳移除量潛能評估等。

扣合上述三大推動策略，本主軸將以發展碳捕捉與再利用為主，碳捕捉封存為輔，擴大 CO₂ 應用產業之範圍，同時提升國內森林、土壤與海洋碳匯之量能。以下在將負碳領域分別針對碳捕捉再利用及封存、自然碳匯說明其技術推動方向。

1. 碳捕捉再利用及封存

二氧化碳捕捉後，後續須加以處理才有具負碳效益，可透過再利用納入循環概念，或將二氧化碳進行封存。本方案規劃投入於(1)碳捕捉成熟技術精進與前瞻技術開發，例如：化學吸收、鈣迴路以及薄膜等技術；(2)碳再利用前瞻技術開發，例如：CO₂ 轉製燃料或化學品技術、高效率與新型的觸媒等；(3)鋼化聯產示範產線建置運轉及技術建立；(4)碳封存前瞻技術開發，例如：地質探勘與封存潛能評估、封存場域評估、地質調查與社會溝通、注儲、封存監測及維運技術等；(5)開發環保及具高負碳效益之以微藻及固態材料進行之直接空氣碳捕捉，以及後續衍生生質能源與碳捕捉和儲存(Bio-energy with Carbon Capture And Storage，以下簡稱 BECCS)前瞻試驗。

2. 自然碳匯

自然碳匯淨零科技路徑主要依森林、土壤及海洋等三大潛力領域進行規劃，因自然碳匯工作高度仰賴技術突破，依據國際各項報告與共識顯示，若僅依賴現有技術，全球將難以於所定期限達到淨零排放目標，為確實落實自然碳匯各項措施，亟需投入大量資源取得科技創新突破，爰於前期階段(2030 年前)積極推動相關科研工作，以增加碳匯為目標思維，期透過科技研究及產業輔導等多管齊下的方式，創建一個鼓勵農民及相關產業投入之永續環境。

為將增匯效益極大化，同時接軌國際自然碳匯方法學，主要以自然碳匯森林、土壤及海洋等三大潛力領域發展增匯科研策略，包括促進森林碳匯之經營模式與技術研究、開發負碳農耕模式、海洋與漁業碳匯技術及效益評估研究及建立農業碳匯計量方法學及增匯誘因機制等內容，以利展開後續自然碳匯相關工作，提高增匯效益。

- (1) 強化森林碳匯相關技術科技研發能量：以淨零排放觀點，針對可促進森林碳匯之森林經營模式進行研析，並以科學方法量化及發展監測體系追蹤經營的碳匯成效及動態變化，以及發展林產加工技術提升碳保存效益，促進林產業振興發展，並展開森林相關計量方法學及碳匯監測、報告與驗證 (Monitoring, Reporting and Verification, MRV) 機制研擬。
- (2) 強化土壤碳匯相關技術科技研發能量：
 - A. 增進土壤碳匯效益及開發提高農糧作物負碳貢獻度栽培模式之研究：強化土壤管理方式以建立土壤碳儲量之評估基準與分析技術，推動增加碳儲之農業活動，並展開土壤相關計量方法學及 MRV 機制研擬。
 - B. 建構推動負碳農法：評估及調整作物耕作模式及作物種類之碳匯貢獻度，開發土壤生物資源如研發適合農業副產物及具固碳能力之土壤微生物，促進農業副產物再利用。
- (3) 強化海洋碳匯相關技術科技研發能量：
 - A. 海洋碳匯技術及效益評估：調查臺灣周邊海域碳匯生態系基礎資料及建立效益評估模式。進行複合式養殖達成碳中和之可行性試驗，並調查養殖漁業（藻類等）碳匯基礎資料及建立評估碳匯效益方法。
 - B. 建立海洋及濕地保育方法學：建構我國海洋及濕地適用復育方法學，供後續養護管理應用，並展開海洋 MRV 機制研擬。

(三) 主要績效目標(2023-2026 年)

1. 建立碳捕捉甲醇轉化低碳材料之技術與應用(低碳材料替代石化材料之減碳比例 50%以上)。
2. 建置碳捕捉(6 噸/年)及再利用試驗設備(甲醇 1 噸/年)。

3. 開發碳酸化固碳技術（年產 4 萬噸碳酸鈣）。
4. 完成封存潛力場域地質調查、建置封存試驗場域進行技術驗證與可行性評估。
5. 增加林地面積、加強經營管理人造林、提高國產木材產量建立國際接軌之自然碳匯方法學，提升國內森林、土壤與海洋碳匯之量能。陸域方面以開發土壤有機碳量測技術，以及研究高碳匯營林體系及劣化地造林技術；海域方面以建立海草/海藻增匯方法學，並取得國內與接軌國際主流機構之認證方法學。

四、主軸四：循環領域

(一)背景與目的

循環經濟主要強調生產、消費、回收/再利用等資源循環再生之系統，希望可以取代目前的線性經濟模式，在此種經濟概念下，將透過使用再生材料、重新設計產品或是製程等方式降低廢棄物的產生或提升廢棄物的循環再生。根據我國溫室氣體排放清冊中各部門排放量數據，可以看出廢棄物部門占總排放量的 1%，而農業部門(含農業、林業、漁業及畜牧業)占 2.1%，廢棄物部門主要來自廢棄物處理過程中所產生的排放，包含廢水、掩埋、垃圾焚化等，農業部門則是來自農業操作的直接排放(例如：堆肥等)、農業用電及作業過程中的燃料燃燒，是故為達循環經濟之目的，將來的科技發展將著重於工業與民生廢棄物循環、水資源循環及生物循環三面向。

(二)推動策略

工業及民生廢棄物循環的推動重點為減少廢棄物的產生，因此須導入創新科技來開發可循環之再生材料及提升廢棄物循環再生的能力，目前不同形式的廢棄物皆各自對應至不同的策略，但其整體重點皆為善用回收/再利用系統，主要對策為使用再生材料替代原生材料、導入產品全生命週期，延長產品使用壽命、協助以輸出為導向之紡織、製鞋與消費性電子等民生工業廢棄物發展再利用技術。

而在水資源日益稀少的情況下，水資源循環的推動策略便更顯重要，目前的推動策略旨在回收處理廢水及開發新興水資源，例如：處理污水中廢棄

物(氮氣、氮、重金屬、藥物等)以及淡化半鹹水等，除了解決廢水回收再利用外，因廢水而產生的溫室氣體，例如：甲烷及沼氣等，亦是未來科技發展的關注之一，未來將結合尖端科技，收集並再利用此些溫室氣體。

此外，將農業部門來的推動重點亦包含在生物循環觀念下，發展利用生質原料(例如：糖、藻類等)產生化學產品及塑膠，進而減少因使用傳統化石原料生產而產出之碳排放。相關推動策略簡述如下：

- **研發新興減廢科技，推動循環經濟模式**：以創新科技減少廢棄物生成的問題，研發可循環再生之原料，以及回收或裂解廢棄物之技術等，減低使用化石原料製造產品的機率，從根本上降低廢棄物的製造量，並藉此打破既有的線性生產模式，以循環再生系統取代，使其作為未來的主要經濟模式。
- **提升回收科技技術，強化產業供應鏈韌性**：提升回收技術以處理廢棄物中所含之特殊原料，例如：氮、重金屬、藥物等，並發展通過低碳技術進行回收處理，避免於過程中產生更多碳排放量，進而達到通過循環經濟，減少廢棄物的棄置，降低對於國外原物料之依賴。
- **善用科技優勢，開發全新生物技術**：利用現代科技研析各種資源與廢棄物之特性，開發合適的生質原料，發展及生產友善環境之技術或產品，從各方面(例如：農業等)降低人們對化石原料的依賴性，與提升可燃廢棄資源及生物質能源化，實現通過科技與自然共存之永續生活的目標。

推動循環經濟所牽涉到的層面甚廣，包含一般廢棄物、污水、農業廢棄物等，配合上述三大推動策略，以下將循環領域細分為工業與民生廢棄物、水資源循環以及生物循環三大類別，分別詳述各類別科技研發的推動方向。

1. 工業與民生廢棄物循環

2018 年我國廢棄物的溫室氣體排量占全國總排放量的 1%，廢棄物處理過程中的排放量占比最大，高達九成，主要排放源為事業及生活廢水(約占 63%)、掩埋(25%)、垃圾焚化(6%)，因此加速導入廢棄物再利用的創新技術為減碳的關鍵。未來將著重於(1)可循環(再生)材(原)料，例如：以材料循環促進鋼鐵再生、提升國內營建混合物的可循環材料使用率、開發紙製產品的可循環原料、食品接觸級再生料技術研發；(2)廢熱發電與熱應用，例如：以生質原料無氧裂解過程中產生的廢熱進行熱循環、餘熱轉化為電能用於場內照明；(3)製程廢棄物循環，例如：發展能源用之材料回用

技術(例如：易拆解之太陽能板、回收處理風機葉片、火力發電廠煤灰再利用等)；(4)營建廢棄物，例如：營建廢棄物全回收利用模式與機制、發展石綿循環利用技術，再利用營建廢棄物、建立瀝青刨除料循環利用技術；(5)塑膠與紡織廢棄物，例如：紡織廢棄物全回收利用模式與機制、源頭設計淘汰非必要的塑膠包裝、回收廢塑膠減少碳排、廢塑料辨識關鍵光學模組開發、研發廢塑料裂解技術及開發永續紡織品；(6)民生廢棄物，例如：消費性電子產品、電池等貴金屬回收再利用。

2. 水資源循環

廢棄物處理過程所產生的碳排放量占整體廢棄物部門排放量的九成，其中 34%來自事業廢水處理，29%來自生活廢水處理，事業廢水的主要排放源便是製造業、化工業及電子業，然而目前臺灣的污水處理率仍然偏低(低於 70%)，且尚未有針對處理廢水過程中產生之甲烷的回收技術，因此提高污水處理率及甲烷回收率將是未來的主要方向，此外，在既有水資源日益稀缺的情況下，開發新興水資源亦是未來的發展重點。未來將著重於(1)民生用水循環，例如：研發自廢水收集低通量低濃度甲烷技術；(2)農業灌溉用水循環，例如：研發氨氣廢水與含氮廢水資源循環處理技術；(3)工業用水循環，例如：使用上流式厭氧汙泥床處理工業廢水、發展廢水中關鍵物料回收技術與應用、難降解物質處理技術開發與應用；(4)新興水資源，例如：研發低碳半鹹水淡化技術。

3. 生物循環

未來將著重於農林漁畜牧業資源(與廢棄物)再利用，例如：發展農業循環回收技術、使用生物防治技術控制營養鹽的釋出，提升肥料使用效率、生物製程轉化利用為能源及化學品(Bioenergy and biochemicals)、利用生質原料生產塑膠、剩餘料源研發高值化應用、提升廢棄物厭氧消化沼氣發電等廢轉能創新技術、促進衍生物之處理去化。

(三) 主要績效目標(2023-2026 年)

1. **工業與民生廢棄物循環：**(1)發展能源用之材料回用技術，例如：太陽能板、風機葉片、火力發電廠煤灰等；(2)研發消費性電子產品、電池等貴金屬回收再利用；(3)推動營建與紡織廢棄物全回收利用模式與機制。且應優發展具低碳排潛力之回收再利用技術。

2. **水資源循環利用**：(1)工業用水循環方面，主要完成輔導產業增加工業用水循環量，減少水資源開發量 90 萬噸；(2)新興水資源方面，主要完成海淡鹵水資源化技術、研發提煉有價物質及養藻產製碳中和燃料技術。
3. **生物循環**：(1)農林漁畜牧業資源(與廢棄物)再利用方面，主要發展農業循環回收技術、完成有機廢棄物肥料化施用成長率提升至 60%、優化生物質堆肥化減碳技術及驗證示範，於 2026 年達成 250 萬噸生物質堆肥化減碳、開發生物質纖維利用產製技術以及建立生質乳酸及木質素衍生之綠色化學品及生質材料試量產技術（替代石化品降低碳排放 50%以上）。

五、主軸五：人文與社會科學領域

(一)背景與目的

臺灣的淨零轉型除了從永續能源、低碳與負碳、循環經濟等領域切入外，人文與社會科學亦為一關鍵領域。由於溫室氣體排放根本上是為滿足社會大眾生活需求所提供之服務或產品，因此民眾所選擇的生活型態與消費行為會大幅影響碳排。透過建立對話平台、促進公民參與和落實「淨零生活」，將有望自消費端建立需求管理方，帶動產業供給端改變，進一步降低住商、運輸部門的排放量，促使臺灣加速邁向淨零。

為使社會科學與自然科學能相結合以達到永續發展的良性循環，以國家為首的整體淨零策略扮演極重要角色，透過建構效益評估模型、滾動式檢討各項策略施行成效勢在必行。依據國家淨零轉型策略，不僅應於規劃過程建立公開透明的資訊揭露與公正的轉型之相關配套機制，建立合理有效的碳交易平臺及碳定價機制，引導未來碳市場之健全發展，亦需協力金融部門以導引資金的方式，支援綠色及永續發展產業，讓經濟、社會與環境間能夠共榮發展。

(二)推動策略

面對淨零轉型議題，除自然科學、工程與技術研發外，必須鏈結人文與社會科學領域，透過跨域討論與對話激盪，才能對社會發展與進步產生積極效益。然而，轉型的過程中勢必會對既有的經濟環境與社會結構造成衝擊，例如：推動運具電動化及無碳化將提升電動車市占率，但會威脅到傳統燃油

車與相關維修廠的運營；擴大再生能源設置將帶來綠色就業機會，同時也會影響傳統發電業及其勞工權益，並排除社會疑慮與降低環境衝擊。因此淨零轉型推動過程中，從完善轉型策略規劃、充分與社會大眾溝通，到策略效益評估與滾動式檢討，亟需公司私部門與社會民眾共同參與與推動，才能儘早實現臺灣 2050 淨零排放之目標。相關推動策略簡述如下：

- **建立溝通平台，透過碳足跡管理平台追蹤投入效益**：由於淨零議題涉及諸多部會、產業與利害關係人，必須擇定專責單位統籌與協調政策方向與推進跨部會的討論工作，透過數位科技的導入，將生產與消費端碳排放納入計算，再輔以社會科學角度衡量政策施行成效、滾動式調整策略，以發揮資源投入效益最大化的目標。
- **倡導民眾加入淨零新生活行列，並廣納各界意見以落實公正轉型**：低碳生活涵括了食衣住行育樂所衍生的產品與服務等商業行為，因此若能推動一般大眾落實「淨零綠生活」、提升「綠色消費」意識，將有機會促進業者加快淨零的腳步，啟動正向循環帶來之效益。此外，透過社會溝通平台進行對話、推廣社區參與模式、結合公民團體、非營利組織與藝文團體活動等，除能凝聚各界對於淨零目標的共識、加速推廣淨零觀念，亦能聆聽社會民眾對於轉型的真實想法，減緩轉型過程中的潛在爭議與降低衝突。
- **推動淨零經濟體系，並結合金融機構投融資力量加速產業轉型**：金融機構作為資金中介的角色，擁有結合資金與永續發展之關鍵力量。近年來金融機構也逐漸意識到氣候變遷可能引發的氣候財務風險，使其愈加重視淨零轉型與永續發展等相關議題，並積極透過與投融資對象進行議和，發揮正向影響力以協助企業邁向低碳轉型的商業模式。

扣合上述三大推動策略，以下在將人文與社會科學細分為淨零綠生活(低碳生活)、綠色金融、公正轉型、淨零策略與效益評估五大類，分別詳述其推動方向。

1. 淨零綠生活(低碳生活)

為了推動淨零綠生活，民眾的食衣住行必須從本質上做改變，同時促進業者建構減碳商業模式，以因應消費型態的轉變。未來將著重於：(1)擴大公民團體參與淨零綠生活的推動，透過獎補助方式，協助公民團體拓展淨零創新服務之規模與範圍，達成由點到面整體性的淨零綠生活推動，例如：淨零生活示範案；(2)空間規劃與環境研究，例如：建構智慧化氣候友

善校園先導型計畫；(3)文化產業，例如：研究文化產業減碳路徑及相關策略(4)淨零公共場館與設施，例如：強化公共運輸場站或綠色運具與步行環境之連結。

2. 綠色金融

為引導金融業與企業重視氣候變遷和永續發展等議題，金管會參考國際趨勢，建構可促進綠色與永續金融市場運作之架構與基礎，包括提升ESG資訊揭露品質和透明度、設計永續分類標準雛型，並引導金融機構從對綠能產業投融資，擴及到對綠色與永續發展提供資金支持，培養金融業因應氣候變遷風險之韌性。未來綠色金融將著重於：(1)綠色金融商品與服務，例如：精進永續分類法、推動永續金融評鑑；(2)碳盤查揭露，例如：金融業實施碳盤查及碳足跡計量方法、建置金融業永續金融數據資料庫；(3)碳定價制度研擬，例如：碳權、碳交易制度、碳費與碳稅等運行制度研析。

3. 公正轉型機制

公正轉型戰略之關鍵核心是廣納各界意見和建構完善的推動機制，目標為「盡力不遺落任何人」。推動策略除需建立公開透明公私溝通平台，更重要的是釐清受影響的關鍵對象及範疇，例如：涉及勞工就業權利、產業轉型、區域資源分配、全民生活需求與影響等面向。透過界定各主要推動面向中受影響之關鍵對象，結合公私部門資源、研擬可行之公正轉型對策與配套措施。未來將著重於：(1)法規調適，例如：精進衝突與爭議的處理機制；(2)支持體系之機制建立，例如：建構淨零政策與社會調適所需之社會科學基礎；(3)綠色就業，例如：因應運具電動化，推動汽車修護技工專業技術公正轉型訓練；(4)公眾溝通與公民參與，例如：向產業、民眾、青年、公民團體等所有利害關係人溝通。

4. 淨零策略與國際合作

為推動淨零排放與達成國家淨零目標，擬定國家淨零策略、定期評估碳排放發展趨勢與減量成效、輔導企業因應國內外法規與投入減碳設備與技術等面向均環環相扣。本方案規劃投入於：(1)國家淨零策略，例如：策略規劃、路徑評估、機制規劃、成果推廣；(2)國際合作，例如：研析巴黎協定第六條市場與非市場相關機制規則書、發展減量方法應用及國際合作策略藍圖；(3)人才培育，例如：碳管理人才培育、打造永續示範教育基地、社會對話與培力活動；(4)政策配套/調適，例如：淨零轉型決策支援、產

業因應國內外法規及配套；(5)數位碳足跡/盤查，例如：制度與環境建構、盤查資源與訓練、盤查輔導與診斷。

5. 效益評估

運用社會科學人才專長，投入國家淨零策略之整體效益評估，以衡量各項政策對經濟、社會帶來的影響，並透過社會科學視角對淨零策略提出精進或改善方向，以達成 2050 淨零轉型之目標。本方案規劃投入於：(1)淨零系統模型與模擬情境，例如：利用整合模型評估 12 項關鍵戰略的執行效益；(2)社經衝擊與共伴效益評估，例如：建立臺灣淨零綠生活情境模型；(3)淨零投資與經濟模型；(4)人文社會科學減碳效益評估與策略研析；(5)國家淨零財務分析。

(三) 主要績效目標(2023-2026 年)

1. 支持體系之機制建立方面，完備氣候法制協助技術落地推廣。
2. 公眾溝通與公民參與方面，建立公民參與淨零轉型之機制，與公民團體合作，引領民眾參與淨零綠生活。
3. 國家淨零策略方面，研提國際碳管制(綠色供應鏈、碳邊境調整機制(Carbon Border Adjustment Mechanism, CBAM))整合因應策略、完成淨零法制基礎整合評估、建立跨部會淨零資訊分享平台。
4. 政策配套與調適方面，建立淨零轉型目標與去碳能源科技應用及產業發展、研析國際去碳能源及減碳相關法制發展趨勢、國家能源及減碳發展情境描繪及重點劇本因應策略。
5. 數位碳足跡/盤查方面先行完備國內農產品產品類別規則(Product Category Rules, PCR)與主要農、漁、畜、林產品之碳足跡盤查及建構農業領域淨零人才培育體系，並擴增國內碳查驗機構能量。
6. 社經衝擊與共伴效益評估方面，完成建立臺灣淨零綠生活情境模型。
7. 碳定價制度方面，分階段針對排放溫室氣體之排放源徵收碳費，透過徵收碳費專款專用，投入淨零科技技術領域發展等項目，協助我國溫室氣體長期減量目標及各期階段管制目標，促進我國環境、經濟及社會之永續發展。
8. 2026 年前建立與國際接軌的碳定價機制。

肆、目標與預期效益

一、總體指標

本科技方案 2023~2026 之整體目標聚焦達成國家 2030 淨零政策目標所需之淨零科技基盤建置，透過五大淨零科技領域整合推動，加速技術落地應用與導入前瞻科技研發，強化社會、經濟、政策與科技研發支持體系之建立與運作，透過產官學研與社會各界共同投入，完善科技研發治理基礎。

本科技方案之 2050 長程目標將扣合國發會公布「臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明」之規劃，包括：(1)於永續及前瞻能源領域，布局再生能源、氫能、儲能與系統整合與前瞻能源技術開發，協助於 2050 年達成再生能源占比

60-70%，並強化電網韌性；(2)低(減)碳領域，以數位結合淨零科技協助產業減碳轉型，打造數位淨零體系；(3)於負碳領域，投入碳捕獲、封存與再利用技術之開發，與自然碳匯方法學之建立，於 2050 年達成 CCUS 技術處理量達 4020 萬公噸，自然碳匯 2250 萬公噸之目標；(4)循環領域從源頭設計開始減少廢棄物，提升資源循環，以降低人均物質消費量與提升資源生產力；(5)社會科學領域，推動淨零生活型態轉型，降低社會衝擊、促進公平正義與創造機會。

二、預期效益

(一)永續及前瞻能源

1. 再生能源：(1)太陽光電方面，透過提升太陽光電模組效率>26%，擴大裝置容量，減少土地利用需求；(2)離岸風電方面，擴大離岸風電開發場域以推升累計裝置容量，投入 15 百萬瓦(MW)級水深大於 50 公尺之抗颱式浮動平台技術研發；(3)地熱方面，落實整合地質資源調查與地熱開發技術布局，擴大地熱發電設置量，並就法規調適、深層地質探勘、海洋地熱地質探勘等進行布局；(4)海洋能方面，以減碳潛力高、離岸距離短及工程技術較成熟先行，建置百 kW~MW 級示範發電機組，布局波浪發電、溫差發電等示範技術，發展具成熟商業運轉技術。
2. 氢能：(1)進行氢能基礎設施設置場域之社會溝通、場域規劃與法規配套研析，逐步達成國內氢能去碳電力與工業氢能淨零商轉應用，並由國營事業示範先行以帶動企業投入；(2)建立穩定氫氣來源，以國內再生能源產氫及進口氫氣等供應，建立長期且穩定之氫氣供應，協助達成 2050 氢能發電占比 9-12%之目標。(3)擴大重型運輸載具、氢能煉鋼、氢能發電應用。儲能：促進固態電池、非鋰系電池等新儲能技術發展，並藉由家戶儲能與 V2G、G2V 技術以協助強化國內電網韌性，及完成儲能設施相關法規配套研析。
3. 電網韌性與系統整合：透過投入電力設備之開發，提升能源系統韌性，以確保供電穩定。(1)推動分散式電網並強化電網韌性。例如完成離岸風力加強電力網第一期計畫及太陽光電 9 所新設併網點(R/S)等加強電力網工程，強化電網基礎設施；(2)推動電網數位化與操作彈性提升電網應變能力，運用資通訊物聯網技術促進系統及數據資料整合。例如智慧電表布建及智慧變電所布建(導入 IEC61850 及變電所 IEC61850 自動化設備汰換或輸電級數位保護電驛汰換)；(3)擴大因應

再生能源變動所需儲能等彈性資源整合規劃。例如導入儲能、電動車及需量反應等新興資源以智能調控(EMS)參與電力市場運作；(4)規劃關鍵性電力產業製造園區，整合電力產業資源及聚落化。

4. 其他：(1)建立新能源技術之基礎能量，做為未來新技術導入之銜接評估；(2)建構生質能以在地供應解決在地需求之應用情境。

(二)低(減)碳領域

1. 工業部門：開發低碳製程及低碳燃料轉換，提升產業能源效率。擴大產業導入前瞻技術，優先布局製造部門產業轉型所需淨零科技技術研發。
2. 住商部門：公部門示範推廣先行、法制化強制實施、商業低碳轉型，引領民間跟進。能源效率源頭管理並導入智慧化規範，採取最佳化節能改善措施，使既有建築物為近零碳建築。
3. 綠色營建工程：建置智能設計監造系統，運用節能監控並開發低碳材料工法配合自然治理進階執行。綠色轉型與數位轉型結合同步發展，促進近零碳建築產業發展。
4. 綠運輸：發展電動運具關鍵技術，推動運具電動化並完善基礎設施，同時建立低碳運輸網絡。投入低碳或零碳化運具之技術開發與環境建構，搭配政策都市規劃、綠運輸生活等，加速促成運輸部門淨零轉型。

(三)負碳領域

1. 透過投入 CCUS 技術開發、封存場域之社會溝通與完善法規調適等工作，提升國內 CCUS 技術及產業鏈發展，協助於 2030 年達到 460 萬噸/年之減碳目標。
2. 碳捕捉甲醇轉換低碳材料技術達準驗證規模，建立 BECCS 負碳情境之發展基礎，低碳材料替代石化材料減碳比例達 50% 以上；完成 BECCS 試量產技術驗證及商轉規模模組製程設計，推動 BECCS 商轉應用。
3. 建立陸域與海域之碳匯監測、報告與驗證機制(Monitoring, Reporting and Verification, MRV)並接軌國際標準，並完成開發土壤有機碳農耕管理模式及驗證生物資源增加土壤碳匯效益；強化林業經營管理技

術；建立海草碳匯基線資料，同時接軌國際自然碳匯方法學。

(四)循環領域

1. 開發及成立各循環領域所需之技術及資料庫，建立產業上中下游之鏈結，建構零碳排放產業，例如：營建業的建材生命週期與碳排放資料庫，完成健全的循環經濟以及零碳產業鏈，並提供產業應用資料庫之數據。
2. 開發及應用創新再生材料與化學回收之技術，推動再生資源高值化，發展無機廢棄物循環利用技術，落實廢棄物再利用之概念。預計可於2025年前減少百萬噸之二氧化碳。擴大再生粒料於各領域之應用(例如：再生產品、全台港區填築工程等)，推動我國經濟模式自線性經濟轉型為循環經濟，促進資源有效利用與創造資源最大價值，締造全民低碳生活。
3. 研發水資源回收再利用之技術，輔導產業提升用水循環效率，減少水資源使用之碳排放量，並發展使用新興水資源(例如：海淡鹵水等)之技術。污水循環再利用之技術將有助減少水資源開發，並減少水資源浪費，另外於產業中導入低耗能水處理技術及智慧水管理，則有助於提升工業用水循環效率，以上技術皆能降低水資源利用過程中整體生命週期之碳排放量。而海淡鹵水的採礦結果經過提煉後可用於製造碳中和燃料，其將於每年有效回收二氧化碳，達到減碳目標。
4. 優化生物質之處理技術與研發廢棄物轉為資源利用之相關創新技術，降低廢棄物處理過程中產生的污染及碳排，並加速生物資源跨產業的研發與應用，例如：生質原料，落實發展生物經濟。廢棄物能源化之技術除解決廢棄物棄置及沼氣產生的問題外，亦可出售碳權予有需求之企業，打造雙贏結果。此外，生質原料的研發亦將有助於生物質資源循環減碳，提供各產業生產利用，並因跨產業之合作落實發展生物經濟。

(五)人文與社會科學領域

1. 定期滾動評估淨零相關策略，加速落實產業淨零轉型，評估再生能源產業人才及技術需求，提升我國產業因應碳管制能力與維持國際競爭力，並協助產業面對國內與國際碳議題的要求，輔導企業碳盤查和建立碳足跡數位工具以掌握碳排放熱點，並導入高效率節能減碳系統或

設備，持續與國際減碳趨勢接軌。

2. 研析國際去碳能源及減碳相關法制與發展趨勢，持續協助法規調適並滾動檢討與修正法律制度，並研擬因應國際碳管制整合策略，完善淨零法制基礎整合與評估，以提升我國淨零資訊整合力，並排除產業淨零轉型與發展障礙，改善轉型投資環境。
3. 建立與落實公民參與淨零轉型之機制，促進民眾改變消費行為，企業更願意提供綠色產品與服務，並藉由與公民團體合作，辦理淨零轉型議題之社會溝通，與促進民眾參與淨零新生活運動，以提升民眾淨零素養。適時揭露透明公開並建立之淨零相關資訊，並建立溝通機制，促進利害關係人資訊對等，確保淨零轉型過程兼顧世代正義與弱勢族群，並創造機會。
4. 建構符合臺灣淨零綠生活情境模型，以情境模型預測作為各類生活轉型情境之科學基礎減排標的，並與相關目的事業主管機關協助確認情境假設、引用參數及計算公式可行性、合理性及代表性，據以計算減碳效益。規劃自 2023 年起透過科技計畫執行不同假設情境之模型假設推估模擬，推估 2030 年因行為改變而造成之碳排減少量較 2019 年溫室氣體排放總量減少 1%，2050 年因行為改變造成碳排減少量較 2019 年溫室氣體排放總量減少 4%。
5. 碳定價制度方面，分階段針對排放溫室氣體之排放源徵收碳費，透過徵收碳費專款專用，投入淨零科技技術領域發展等項目，協助我國溫室氣體長期減量目標及各期階段管制目標，促進我國環境、經濟及社會之永續發展。

伍、經費規劃

本方案主要預算來源包含重點政策(綠能科技、循環經濟與淨零科技)、等科技預算，以及前瞻基礎建設計畫—綠能建設科技發展部分，與溫室氣體管理基金-碳費基金等。

本方案項下各計畫之執行，均由中央政府年度總預算與特別預算等公務預算或基金支應。後續計畫推動，由涉及之各主管機關，在個別計畫之中程概算額度下編列相關經費，並依經費審查程序每年循序報請行政院核定。本方案第一階段(2023 年至 2026 年)以平均每年約 150 億元之規模基礎上，編列相關預算，報院核定後實施。

陸、推動與管考機制

一、推動機制

為完善我國淨零科技方案推動體系，提升科技研發績效與強化跨部會串連，本方案將成立淨零科技方案指導委員會(以下簡稱指委會)，並以「淨零科技推動小組(以下簡稱推動小組)」推動相關工作(圖 4)，推動機制規劃(如圖 5)包含(1)淨零科技路徑規劃及國際淨零技術研析；(2)治理策略研析提供政策法規調適建議；(3)產業化追蹤及上下游研究與發展，促成淨零產業技術落地與串接；(4)國際參與、研究合作與國際技術鏈結及(5)淨零新生活推動及社會轉型機制溝通，達成社會生活調適。

二、淨零科技方案指導委員會

淨零科技方案指導委員會主要任務為督導淨零科技方案執行成果以及相關重大政策指導，並以行政院政務委員兼國家科學及技術委員會(以下簡稱國科會)主任委員為召集人，中央研究院院長為共同召集人，邀集國發會、經濟部、行政院環境保護署、行政院農業委員會、相關部會、產業/公民團體等代表(淨零業務督導副首長級以上)為指導委員會之委員成員。

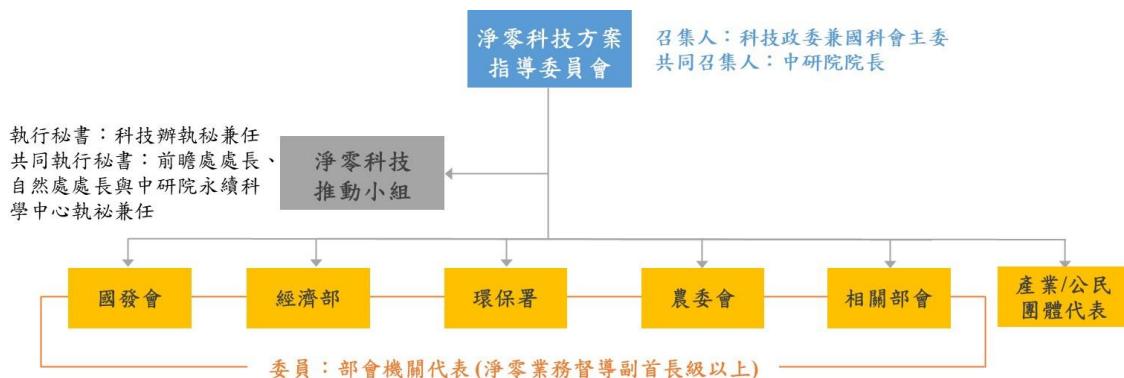


圖4：淨零科技方案指導委員會組織架構

此外，為能強化推動效能，同時成立「淨零科技推動小組」，主要統籌淨零科技發展與路徑規劃、產官學研與跨部會溝通以及推動小組管理等工作，由國科會科技辦公室執行秘書兼任推動小組之執行秘書，以及國科會前瞻及應用科技處處長、自然科學及永續研究發展處處長與中央研究院永續科學中心執秘兼任推動小組之共同執行秘書，負責統整淨零科技發展規劃與跨部會溝通等工作，並設立主任 1 位，負責督導各工作群組、推動小組管理等工作，副主任 2 位各別負責工作群組之專案管理，推動科技路徑規劃、治理策略、淨零產業、

國際參與及合作與社會推動等任務，相關工作由法人智庫組成專案團隊協助支援。另邀集產官學研專家設立淨零領域專家群，且就永續及前瞻能源、低(減)碳、負碳、循環及人文社會科學等五大科技領域分別聘請各領域召集人5位及每個領域2-3位核心領域專家，並邀集外部專家學者共同推動科技路徑、治理策略、淨零產業、國際合作、社會推動及行政協調等六大任務，協助議題規劃諮詢，與提供專業淨零科技建言。

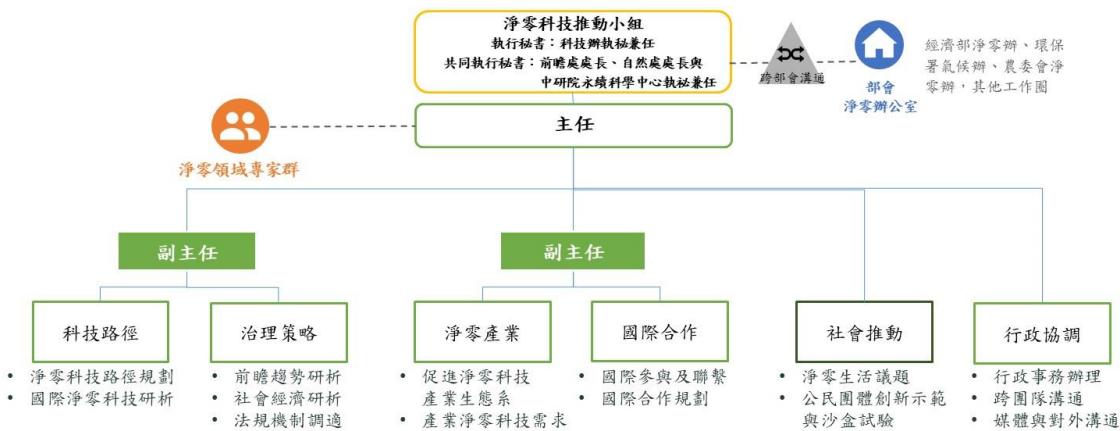


圖5：淨零科技推動小組之組織架構與任務

三、跨部會協作機制

為使淨零科技方案達到2025淨零轉型之目標，除透過淨零科技方案指導委員會督導及重大政策指導制定明確之淨零目標及計畫，並需鏈結跨部會之淨零工作圈及各部會淨零辦公室之間的執行方向及進度，故透過淨零科技推動小組建立跨部會溝通平台，促進各淨零工作圈及淨零辦公室之間的交流和合作，將以定期舉辦跨部會交流會議及電子郵件提高溝通效率及協調能力。此外，也會定期邀集執行各部會相關淨零計畫之智庫法人單位，召開交流及溝通會議，以達到各部會計畫之間分工及協作。

四、執行與管考策略

本方案將由淨零科技推動小組協助執行與管考，包含政策指導、科技領域管考及溝通與交流，擬定期及不定期辦理檢視會議、管考會議、跨部會交流、溝通座談會議及國際參與活動等工作項目。

(一)政策指導

1. 淨零科技方案指導委員會會議：主要任務為督導淨零科技方案執行成

效，原則上每季舉辦一次，由指委員之召集人及共同召集人擔任會議主席，參與人員包含指委會之委員、產業/公民團體代表、推動小組之主任與副主任。

2. 里程碑及最終效益檢視會議：主要任務為每年檢視及修正淨零路徑，原則上每年預計舉辦一次，由國科會副主任委員與推動小組之執行秘書擔任會議主席，參與人員包含主任、副主任、部會代表與淨零智庫專家。

(二)科技領域管考

1. 跨部會交流：主要任務為協調及溝通與跨部會淨零辦公室執行計畫，原則上不定期辦理，由推動小組之執行秘書或共同執行秘書擔任會議主席，參與人員包含主任、副主任、部會代表與淨零智庫專家。
2. 進度檢視會議：主要任務為檢視整體淨零科技計畫方向及彙整執行進度，原則上每月舉辦一次，由推動小組之召集人擔任會議主席，參與人員包含執秘、共同執秘、主任、副主任與科技辦公室成員。
3. 例行工作會議：主要任務為協調及檢視當年度各部會淨零科技計畫，及參與各部會相關會議執行情形，原則上每2週舉辦一次，由執秘共同執秘擔任會議主席，參與人員包含主任、副主任與淨零智庫專家。

(三)溝通與交流

1. 工作坊/溝通座談會/社會溝通平台：主要任務為辦理相關淨零計畫辦理工作坊與產業界交流，原則上不定期辦理，由推動小組之執行秘書或共同執行秘書擔任會議主席，參與人員包含主任、副主任、部會代表、產官學研單位、專家室專家與外部專家。
2. 國際參與及合作：主要任務為針對各淨零領域邀請國內外知名學者、國際組織進行交流合作，原則上不定期辦理，由推動小組之主任或副主任擔任會議主席，參與人員包含淨零智庫專家與產官學研單位。
3. 媒體與對外溝通：參與重大活動事件，協助淨零科技推動小組進行交流與傳遞，擬定相關對外內容，以達到傳遞政府政策相關訊息、形塑組織形象及強化與外界之關係，主要協助定期更新管考平台、對外擬定文件之撰寫等事項。

柒、參考文獻

- [1] European Commission, A European Green Deal, N.D.,
<https://ec.europa.eu/info/strategy/priorities-2019-2024/european-green-deal/>.
- [2] FCH JU, Nomination of Member States and Associated Countries representatives to the States Representative Group of the FCH JU,
https://www.fch.europa.eu/sites/default/files/SRG%20members%20web%20page_7.pdf.
- [3] HM Government, The Ten Point Plan for a Green Industrial Revolution, 2020/11/18,
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/936567/10_POINT_PLAN_BOOKLET.pdf.
- [4] Ministry of Economic Affairs and Climate Policy (2019), Integrated National Energy and Climate Plan 2021-2030.
- [5] Nationaler Wasserstoffrat (2021), Wasserstoff Aktionsplan Deutschland 2021 – 2025.
- [6] The Government of the Republic of Korea (2020), 2050 Carbon Neutral Strategy of The Republic of Korea -Towards A Sustainable and Green Society.
- [7] 中央研究院(2022)，臺灣淨零科技研發政策建議書。
- [8] 日本經濟產業省(2020)，《Green Growth Strategy Through Achieving Carbon Neutrality in 2050》。
- [9] 行政院環境保護署(2022)，淨零排放路徑 112-115 緬要計畫。
- [10] 行政院環境保護署(2022)，淨零綠生活關鍵戰略(草案)。
- [11] 行政院環境保護署(2022)，臺灣 2050 淨零轉型「淨零綠生活」關鍵戰略行動計畫(草案)。
- [12] 行政院環境保護署氣候公民對話平臺(2022)，關鍵戰略社會溝通會議資料。
- [13] 金融監督管理委員會(2022)，綠色金融行動方案 3.0。
- [14] 科技辦公室(2022)，淨零科技方案規劃-科技優先序簡報。

- [15] 科技辦公室(2022)，淨零科技路徑 1111206_修正簡報。
- [16] 國家科學及技術委員會(2022)，2050 淨零轉型關鍵戰略行動計畫草案。
- [17] 國家發展委員會(2022)，淨零 12 項關鍵戰略彙整表(Excel 檔)(僅內部參考資料)，2022 年 4 月 30 日。
- [18] 國家發展委員會(2022)，臺灣 2050 淨零排放路徑及策略總說明。
- [19] 國家實驗研究院(2022)，20221205 國科會委員會報告_淨零科技方案規劃 v17。
- [20] 國家實驗研究院(2022)，國家科學及技術委員會 林敏聰 副主任委員，以核心價值驅動跨域研究福國利民的推手，科儀新知，232 期 <https://www.tiri.narl.org.tw/Files/Doc/Publication/InstTdy/232/02320041.pdf>。
- [21] 國家實驗研究院(2022)，推動小組執行架構 20221208v2。