



前瞻地熱推動與綠色金融策略

地熱作為穩定且可持續供應的綠能是邁向淨零排放的關鍵

推動緣由

全球溫室效應所引發的種種環境問題，尋求乾淨、再生的能源及減少二氧化碳的排放，成為各國政府現今最重要的挑戰。有別於容易受天氣影響的風力和太陽能，位於地底下的地熱屬於基載能源，除非設備發生故障，否則可以 24 小時全年無休地提供電力，故被先進各國視為重要綠能之一並積極開發。地熱發電效率比太陽能和風力發電高，可完善儲存電力和應用於各個層面，是一個能減少對化石燃料倚賴，並減少碳排放的最佳選擇。

臺灣位處環太平洋火山帶，地下仍有非常旺盛的板塊及火山運動，提供了臺灣相對豐富的地熱資源 [1]，深具發展之潛力。我國地熱裝置容量目標為 2025 年達 20MW、2030 年達 10 倍增、2050 年達 6GW[2]，主要推動方向為明確地熱潛能區、短期擴充鑽井量能、長期佈局新興次世代取熱技術等。

國內外發展現況

地熱能源在全球能源轉型中扮演著越來越重要的角色，各國政府和企業正積極投入資源，推動地熱發電技術的創新與應用，以實現永續發展目標。地熱發電項目通常需要高昂的前期資本，尤其是探勘、鑽井等初期階段，如何有效降低資金壓力，鼓勵民營部門參與地熱開發，各國都投入大量政策支援措施：包括訂定專法、法規鬆綁、金融工具

投入、資金補助、稅務補貼等，透過引導資金促成投資及產業追求綠色永續發展之良性循環。

根據經濟部能源署統計，截至 2023 年止，臺灣的火力發電佔總發電比例為 83.14%，而地熱發電僅有 0.01%。臺灣因獨特地理位置及天然優勢，地熱能深具發展潛力，為鼓勵地熱開發，臺灣政府近年已逐步推出相關政策，

包括：經濟部於 2022 年成立「地熱發電單一服務窗口」，以簡化開發流程 [3]，協調跨部會法規，並發布「地熱能探勘與開發許可及管理辦法」進一步明確了地熱開發的規範和流程，提供開發商更穩建的法律依據；地礦中心現於 10 處地熱潛能區持續進行地熱探勘，並已建置地熱探勘資訊平臺，將地熱資源分布相關調查分析之探勘成果，公開各界參用，以承擔探勘前期之風險。

此外，國營事業中油及台電公司皆帶頭開發國內深層地熱。中油近年積極與國際地熱領導業者合作導入深層地熱技術，並規劃於 2024 年底宜蘭員山開鑽國內第一口 4 公里深井，目標建置 25 MW 大規模深層地熱示範案；台電則於大屯山進行地熱探勘，未來將與國際知名地熱開發商及技術服務公司聯合探勘，後續將視探勘成果評估開發建廠之可行性。學研單位部分，中研院主要著重地球物理探測、地球化學分析等研究，作為我國地熱關鍵學術顧問，將與中油合作在宜蘭員

山進行 4~5 公里深層地熱探勘；工研院擁有國內領先的地球物理探測技術，協助探勘國內之重要潛能地熱區，具有執行經濟部地熱能源科技研究發展計畫之經驗；臺灣大學、中央大學、成功大學等則投入地球物理探測、地質分析調查、地質模型、環境影響 / 風險評估、生產模擬、經濟分析等研究議題。

在資金支持上，透過「地熱能發電示範獎勵辦法」提供最高 50% 的風險分攤機制，類似於鑽井保險，且帶有無息貸款的性質，這為地熱開發創造了更具吸引力的融資條件。此外，已有銀行開始提供地熱電廠的設備融資，如：永豐銀行針對台東縣太麻里鄉金崙地區，以獨家融資方式，提供興建地熱電廠所需資金。土地銀行也提供將捷集團子公司結元能源融資 7.2 億元，支應「新北市硫磺子坪地熱發電示範區」開發營運資金，透過金融機構的投融资支持，進一步降低了開發門檻。

推動策略架構

地熱作為具穩定性的基載能源，在臺灣實現綠色轉型的過程中具備關鍵意義。透過回顧臺灣地熱發展潛力、當前的政策支持，並借鑒多個國家的成功經驗，從日本的政府資金擔保 [4]、印尼的法規架構 [5]，到土耳其的躉購價格制度和設備補貼。這些國家的經驗表明，有效的政策工具與創新金融機制是地熱發展的重要推動力。

策略 1：投入地熱能源探勘及前瞻工程技術研發

可參考日本、土耳其作法，早期由政府承擔更多初期探勘風險，經濟部地質調查及礦業管理中心將地熱調查列為長期重點業務，

統籌全國地熱潛能區調查工作，未來可以與中油合作，中油過去油井鑽井經驗豐富，透過累積新的鑽井地質資料，公開給開發商參考，降低開發商的初期探勘風險。

在技術部分，應持續投入深層式地熱發電先進技術研發，例如：進階型 (Advanced Geothermal System, AGS) 技術、增強型 (Enhanced Geothermal System, EGS) 技術、超臨界地熱發電技術 (Supercritical Geothermal System, SGS)、高效探勘技術、儲集層工程與管理，以及科研計畫等，並應要求一定比例技術要實際落實到地熱開發區內。



圖 1 國內先進地熱技術與綠色金融推動布局規劃

資料來源：臺灣淨零科技方案推動小組 (2024)。

策略 2：強化地熱開發法規配套研議，健全開發環境

地熱能開發各進程，涉及溫泉探勘與利用、原住民族土地、水土保持、環境生態與電廠建置等議題，目前均有各行政機關依其業管法規及權責規範，為了協助突破地熱發展瓶頸，政府應積極調適相關法規，如：再生能源發展條例中的地熱專章內容，明定地熱探勘、開發、營運階段相關申請、審查程序，相關許可由中央主導並會同地方進行審查，但在地熱開發上仍有許多法規放寬之議題待突破（例如：土地權、環境評估…等）。

策略 3：完善地熱綠色金融與風險管理機制，吸引民間參與

金融機構在地熱投融资的實務上所面臨的困難，包括：前期探鑽成本太難以掌控且投入成本過大，風險與效益顯不對稱；國內具備開發、興建、商轉經驗的業者過於稀少；地熱在國內再生能源發展較為新穎，其躉購費率相對風光電偏低，且政策支持力道、行政流程、市場及產業面等，都尚待完備。如何協助金融機構願意投入資金到地熱發電領域，將成為地熱開發重要關鍵。

由於深層式地熱開發為高投資、高風險，短期無法進入再生能源自由市場，建議政府可以成立地熱開發基金，透過成功地熱開發案例回饋並累積基金規模，以支持後續地熱先期探勘開發作業，降低開發風險與成本，讓地熱產業發展具有可持續性，達成 GW 規模。

未來建議經濟部會同相關部會，可以提供地熱資源技術風險分析等資訊，協助金管會，進一步擬定更為完善的地熱技術研發投融资認定方法與範圍，以協助後續金融機構審核，加速金融機構進行投融资。

策略 4：建立人才培育及國際合作平台，提升深層地熱技術能量

地熱發電之發展，可分為資源探勘評估、鑽井驗證生產、電廠開發營運及環境資源管理等階段，皆且須熟悉本土地熱地質構造之專業經驗人士協助，但而該經驗卻不容易尋求國外協助。因此，一方面初期發展不易且風險高，另一方面因為必須仰賴本土專業人士，因此培養我國本土具有地熱發電實務經驗的人才更為重要。

策略 5：建立公民參與機制，建立地熱開發社會意識

申請地熱能探勘或開發涉及原住民族土地或部落及其周邊土地，應於申請前依《原住民族基本法》規定辦理諮商並取得其同意，原住民得分享相關利益。為積極促進業者規劃開發地熱能，可考慮仿效紐西蘭與當地土著毛利人合作開發地熱能發電之方式。紐西蘭協助毛利人成立信託公司作為溝通平台，除可共享地熱能開發利益，亦可兼顧環境保護與滿足當地住民之需求，透過機制設計，強化公民參與，建立地熱開發的社會意識。

策略 6：國營企業潛在開發案場推動深層地熱科技示範

國營事業中油及台電公司皆帶頭開發國內深層地熱，中油近年積極與國際地熱領導業者合作導入深層地熱技術，並規劃於 2024 年底宜蘭員山開鑽國內第一口 4 公里深井，目標建置 25 MW 大規模深層地熱示範案；而台電則於大屯山進行地熱探勘，未來將與國際知名地熱開發商及技術服務公司聯合探勘，後續將視探勘成果以評估開發建廠之可行性。

推動效益

地熱屬於穩定的基載能源，能全年無間斷發電，減少臺灣對化石燃料的依賴，**提升能源自主性**，且地熱發電符合臺灣邁向淨零轉型的政策目標，達成**推動永續發展**的目標。另外，藉由導入綠色金融工具，有助於引導資金投入地熱產業，提升產業規模，**促進綠色經濟成長**。最後，借鏡國際經驗與技術，並與成熟的國際開發商合作，有助於**提升臺灣地熱開發技術成熟度和效率**，使地熱能源真正成為臺灣綠色轉型的重要基石。

參考文獻

[1] 林子耕. (2018). 地熱發電：台灣發展地熱發電之優勢. 科技大觀園. <https://scitechvista.nat.gov.tw/Article/c000003/detail?ID=73cecc88-f60d-4f46-8aa0-4d6a4586606b>, 最後檢視時間，2024.10.10

[2] EnergyOMNI. <https://www.energy-omni.com/product/detail/AT005005>, 最後檢視時間，2024.10.10

[3] 地熱發電單一服務窗口. <https://www.geothermaltaiwan.org.tw/>, 最後檢視時間，2024.10.20

[4] 日本 JOGMEC 地熱開發推動戰略. <https://www.jogmec.go.jp/geothermal/index.html> 最後檢視時間，2024.10.20

[5] Pambudi, N. A., & Ulfa, D. K. (2024). The geothermal energy landscape in Indonesia: A comprehensive 2023 update on power generation, policies, risks, phase and the role of education. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 189. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1364032123008663?via%3Dihub>

聯絡人：陳明俐 | 電子信箱：carey.mlchen@narlabs.org.tw
聯絡電話：(02) 2737-8178 | 臺灣淨零科技方案推動小組