

地熱發電專利分析

蕭子訓

國家原子能科技研究院-綜合企劃處研發策略室

2024/10

本文聚焦於地熱發電的專利分析，使用 Patsnap 所建置之專利資料庫，進行 2001 年後地熱發電專利的數據彙整，並分別探討整體地熱技術的發展及前瞻地熱技術的發展，其檢索式分示如下：

- 整體地熱技術檢索式：(TAC:((地熱 \$PRE5 電) OR (地熱 \$PRE5 能源) OR (geothermal \$PRE5 plant) OR (geothermal \$PRE5 power) OR (geothermal \$PRE5 generat*) OR (geothermal \$PRE5 energy)) OR IPC:(F03G4)) AND PRIORITY_DATE:[20010101 TO 20240606]
- 前瞻地熱技術檢索式：((TAC:((地熱 \$PRE5 電) OR (地熱 \$PRE5 能源) OR (geothermal \$PRE5 plant) OR (geothermal \$PRE5 power) OR (geothermal \$PRE5 generat*) OR (geothermal \$PRE5 energy)) OR IPC:(F03G4)) AND PRIORITY_DATE:[20010101 TO 20240606]) AND TAC:((geothermal \$PRE5 Enhance*) OR (geothermal \$PRE5 Advance*) OR (geothermal \$PRE5 Supercritical) OR (geothermal \$PRE5 Super critical) OR (地熱 \$PRE5 增強) OR (地熱 \$PRE5 先進) OR (地熱 \$PRE5 臨界) OR (high temperature \$PRE5 rock) OR (高溫 \$PRE5 岩層))

檢索於 2024 年 6 月 5 日。

地熱發電技術自 2001 年至今共有 10,421 個專利申請，共有 7,420 個 INPADOC (International Patent Documentation Center) 專利家族，其中前瞻地熱發電技術自 2001 年至今共有 214 個專利申請，共有 136 個 INPADOC 專利家族，相較之下，前瞻地熱發電技術的專利申請僅占整體地熱發電技術的 2.1%。基於發明專利 18 個月的早期公開制度，本次檢索僅有至 2022 年 11 月的相關資料為完整資料。

壹、專利整體申請趨勢分析

從表 1 來看，全球雖有 7,420 個相關專利，然僅中國大陸就有 4,626 個專利，占全球專利的 62.3%，顯示中國大陸是地熱發電主要的應用市場，具有最多的相關專利申請，REN21 的 Renewables 2022 Global Status Report 也指出，中國大陸是 2021 年地熱發電新增最多裝置量的國家。然中國大陸專利數量較多，除了市場因素外，亦有中國大陸近年支持專利申請的政策因素，由於中國大陸專利占比過高，為了避免誤判趨勢，在相關資訊及趨勢的解讀上，需額外探討不包含中國大陸的專利申請趨勢。除了中國大陸之外，美國是相關專利申請最多的國家，共有 944 個專利申請，美國亦是目前全球地熱裝置量最高的國家。其他相關專利申請較多的地區，還包含了日本、韓國、WIPO 的 PCT 申請等地區，台灣相關專利的申請共有 103 個，排名全球第八。

若以前瞻地熱發電技術來看，中國大陸亦是相關專利申請最多的國家，共有

89 個相關專利，美國排名第二，共有 22 個相關專利，台灣排名第 6，共有 2 個相關專利。

表 1、地熱發電專利申請全球分布

整體地熱發電技術		前瞻地熱發電技術	
地區	專利數量	地區	專利數量
中國	4,626	中國	89
美國	944	美國	22
日本	463	韓國	10
韓國	274	日本	6
WIPO	262	加拿大	2
歐洲專利局	171	臺灣	2
德國	106	WIPO	2
臺灣	103	德國	1
印度	74	歐洲專利局	1
俄羅斯	58	俄羅斯	1

利用資料庫進行檢索，可發現全球地熱發電相關專利自 2001 年至 2012 年申請量有明顯的增加，並於 2012 年到達頂峰；2015 年至今則因中國大陸的大量申

請，專利申請量又明顯上升（如圖 1 所示）。若排除中國大陸的專利，則可以發現全球專利的申請在 2009 年到達頂峰，2009 年至 2019 年呈現申請量逐漸下降的趨勢，2019 年至今則有再度增加的趨勢，此亦顯示了中國大陸相關技術發展及應用需求，主導了地熱專利發展，且就整體地熱發電的技術生命週期來看，目前已接近成熟期。

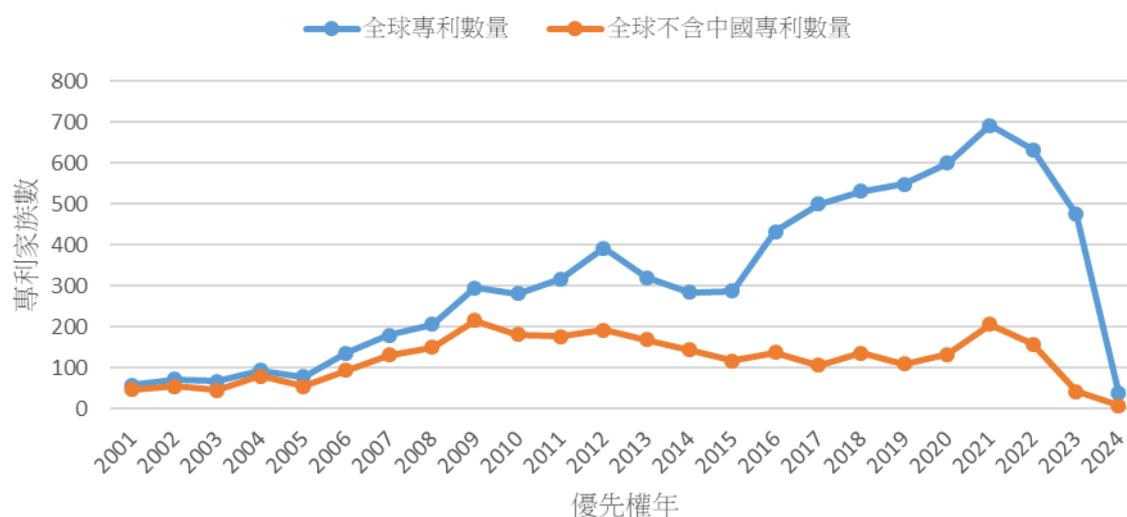


圖 1、2001 年迄今整體地熱發電專利家族數量

備註：基於發明專利 18 個月的早期公開制度，本次檢索僅有至 2022 年 11 月的相關資料為完整資料。

然而，未來若要應用深層地熱，仍需仰賴前瞻地熱技術研發，從圖 2 之前瞻地熱逐年專利申請趨勢來看，近年申請量有略為增加的趨勢，但相關專利的數量遠少於整體地熱技術專利，可推論前瞻地熱技術開發還在萌芽期。

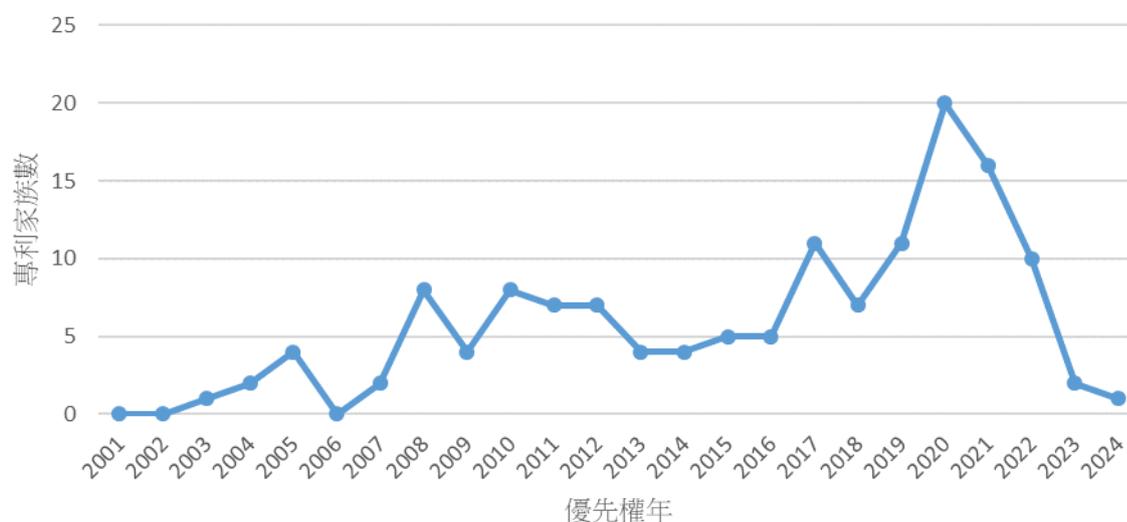


圖 2、2001 年迄今前瞻地熱發電專利家族數量

備註：基於發明專利 18 個月的早期公開制度，本次檢索僅有至 2022 年 11 月的相關資料為完整資料。

從表 2 來看，全球地熱相關專利申請最多的是中國華能集團清潔能源技術研究院，共有 68 個相關專利的申請，中國大陸亦為全球主要地熱發電專利申請人，前十大專利權人中，就有 7 個來自中國大陸，其中有逾一半為學研單位，而相關專利申請最多的 3 個中國大陸專利權人，則為中國華能集團清潔能源技術研究院、西安交通大學、陝西科林能源發展股份有限公司，其中包含了兩家企業，據此亦可推論，中國大陸相關技術應正由學研界研發轉至業界應用。

除了中國大陸之外，前十大專利權人中，以來自日本者最多，包含谷川和永、谷川浩保、東芝株式会社。台灣的專利權人中，在全球共有 8 個專利申請，但其

較為分散。

表 2、整體地熱發電主要專利權人分布

專利權人	專利家族數	國家
中國華能集團清潔能源技術研究院	68	中國
西安交通大學	61	中國
陝西科林能源發展股份有限公司	60	中國
天津大學	53	中國
谷川和永	42	日本
谷川浩保	42	日本
西安熱工研究院有限公司	36	中國
東芝株式會社	34	日本
東南大學	33	中國
中國石油大學(華東)	31	中國

而在前瞻地熱發電技術中，如表 3 所示，以韓國之獨立專利權人이시우持有 7 個專利最多，前 5 大專利權人還包含中國的中國能源建設集團山西省電力勘測設計院有限公司、天津大學、陝西德龍地熱開發有限公司、山西意迪光華電力測量設計有限公司。

表 3、前瞻地熱發電主要專利權人分布

專利權人	專利家族數	國家
이시우	7	韓國
中國能源建設集團山西省電力勘測設計院有限公司	5	中國
天津大學	5	中國
陝西德龍地熱開發有限公司	5	中國
山西意迪光華電力測量設計有限公司	5	中國

貳、專利整體申請趨勢分析

分析全球整體地熱發電專利申請主要涵蓋的 International Patent Classification 分類號（簡稱 IPC 分類號）可發現，F03G 4/00「依靠地熱能量產生機械功之裝置」及 F24J 3/08「利用地熱來產生及利用熱量」是最主要的技術分類，而由於過去主要技術的研發多著重淺層地熱應用，因此 IPC 分類號 F25B 30/06「以低潛熱源為特徵的熱泵」亦是重要的技術研發項目，但在前瞻的深層地熱發電技術中，低潛熱源熱泵則已不再是研發的重心（見下表 4）。

表 4、整體地熱發電主要技術分布

IPC 分類號	專利家族數	IPC 分類號之定義
F03G 4/00	1232	依靠地熱能量產生機械功之裝置
F24J 3/08	723	利用地熱來產生及利用熱量
F25B 30/06	486	以低潛熱源為特徵的熱泵
F24F 5/00	454	空氣調節系統或設備
F24T 10/20	374	用地下水做為工作流體；用工作流體注入地表，如注水井及回收井的地熱收集器
F24D 19/10	344	控制裝置或安全裝置之配置或安裝
F01D 15/10	300	用於驅動發電機或與發電機組合之裝置
F24T 50/00	282	地熱系統
F24T 10/00	252	地熱能集熱器
F01K25/10	241	蒸汽係冷的，如氨、二氧化碳、乙醚之應用特殊工作流體之裝置或發動機

表 5 為地熱發電應用領域之統計分析，該應用領域之統計，乃是 PatSnap 透過對專利文件進行解構基礎上的語義分析，並配合行業專家模型驗證，開拓的一套以技術應用領域為導向的分類體系。分析結果顯示，以氣候變遷相關之應用，包含家用供熱、減少溫室氣體、可持續建築為主要的應用領域，除此之外，地熱發電機相關機械結構亦為主要的應用領域。

表 5、整體地熱發電應用領域分布

應用領域分類	專利家族量
家用供熱	4006
減少溫室氣體	3609
機器/發動機	1823
永續建築	1018
發熱裝置	879
製冷和液化	876
產生機械動力的機構	832
電路裝置	518
可持續製造/加工	508
井眼/井部件	458

圖 3 為整體地熱專利價值的分布統計，專利價值的評估，乃是 PatSnap 基於深度加工的專利大數據，運用市場法，結合機器學習模型進行價值估算而得。圖三的結果可以發現，多數專利的價值低於 10,000 美元，僅有 104 個專利其價值高於 1000,000 美元，其中，持有較多專利價值高於 1000,000 美元的專利權人為中國的綠地能源有限公司以及日本的富士電機株式會社。

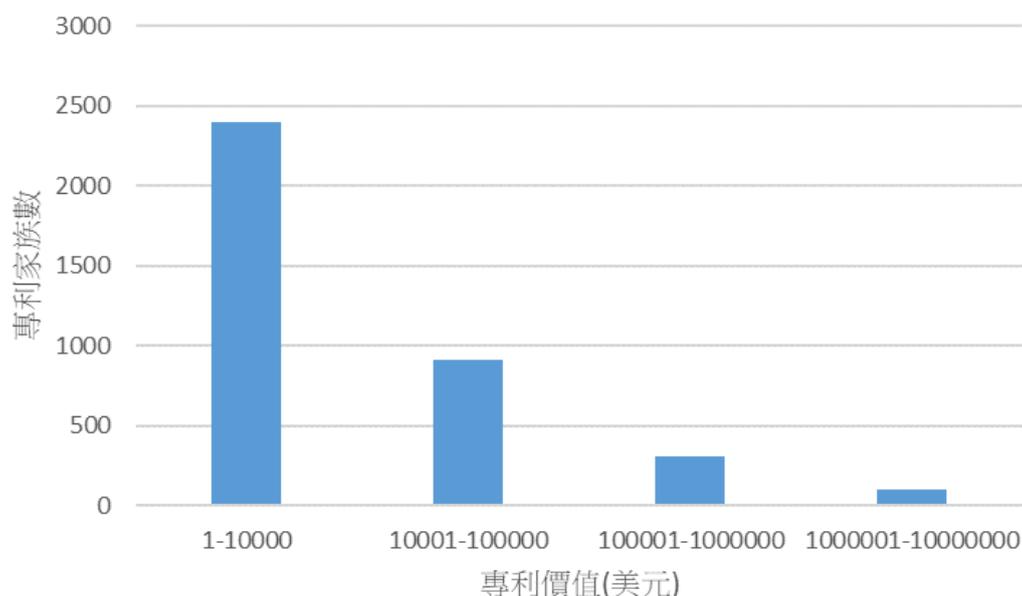


圖 3、整體地熱發電專利價值分布

參、前瞻地熱發電技術面統計

表 6 分析全球前瞻地熱發電專利申請主要涵蓋的 IPC 分類號可發現，F03G 4/00「依靠地熱能量產生機械功之裝置」及 F24J 3/08「利用地熱來產生及利用熱量」亦為最主要的技術分類，除此之外可以發現，相較於傳統地熱，前瞻地熱較為聚焦於 F01K25/10「蒸汽係冷的，如氨、二氧化碳、乙醚之應用特殊工作流體之裝置或發動機」及 F24T10/17「用一端封閉之管，即回流管，插入地面中之鑽孔之地熱收集器」的技術開發。

表 6、前瞻地熱發電主要技術分布

IPC 分類號	專利家族數	IPC 分類號之定義
F03G 4/00	38	依靠地熱能量產生機械功之裝置
F24J 3/08	19	利用地熱來產生及利用熱量
F01K25/10	15	蒸汽係冷的，如氨、二氧化碳、乙醚之應用特殊工作流體之裝置或發動機
F24T10/17	11	用一端封閉之管，即回流管，插入地面中之鑽孔之地熱收集器
F24T 50/00	9	地熱系統

圖 4 為前瞻地熱專利價值的分布統計，可以發現，多數專利的價值低於 10,000 美元，僅有 3 個專利其價值高於 1000,000 美元，分別為埃沃爾技術股份有限公司、PARDEV、基沃德股份有限公司所持有之專利。

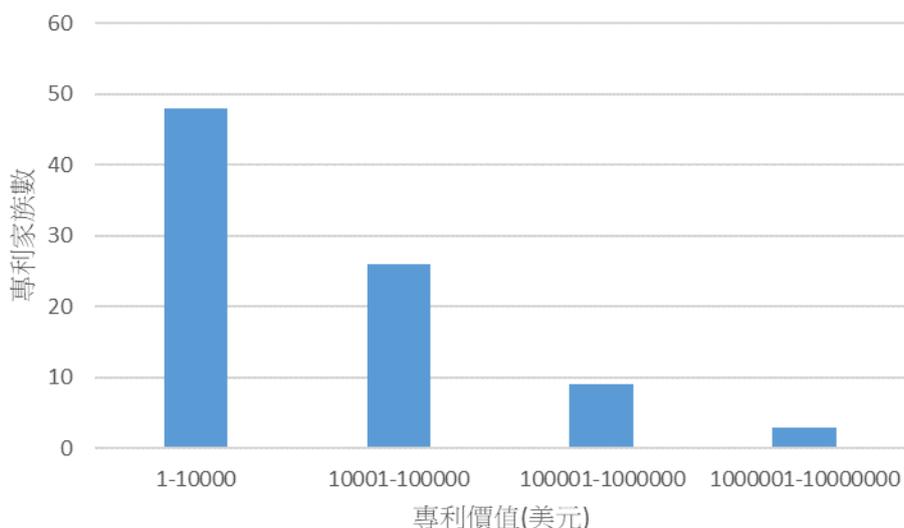


圖 4、前瞻地熱發電專利價值分布

由於地熱發電具有可成為基載電力的特性，但考量使用過程中引發地震的風險及地震發生時相關設施對於周遭的影響，未來相關技術勢必需要解決這些問題，才能夠被使用者所接受，並避免鄰避效應。前瞻地熱發電技術尚處於早期研發階段，雖然成功的收益較高，但投資風險也較高，未來或可針對「防止誘發地震」之技術進行開發，如地熱發電設施的結構及材料，即可能是未來使用時，必要的核心技術項目。

肆、結論

本研究透過對全球地熱發電專利的分析，展示了地熱發電技術的全球發展趨勢及市場分布特徵。結果顯示，中國在地熱發電領域具有顯著的專利優勢，佔全球專利申請的主要部分，這不僅反映出其技術研發的積極性，也顯示了中國政策支持的重要性。相較之下，前瞻地熱技術的專利數量遠低於整體地熱技術，從其專利數量可以觀察到，該領域仍處於早期開發階段，發展潛力巨大。未來，隨著深層地熱應用需求的增加和技術進步，前瞻地熱技術的研發將成為焦點。為促進技術的廣泛應用，需解決相關風險，特別是地震誘發問題，以提高技術接受度並減少社會的反對聲浪。整體而言，地熱發電技術具有成為未來基載電力的重要潛力，但仍需進一步技術突破和風險管控。