

## 另類再生能源-地熱能介紹

台灣經濟研究院研究一所 黃冠維助理研究員提供

### 壹、另類再生能源

根據美國環保署(United States Environmental Protection Agency, USEPA)定義，地熱能與太陽能、風力及小型水力發電同為對於環境最有利的綠色能源(Green Power)，但地熱能與其他綠能不同，地熱發電不受氣候因素引響，地熱能為源自地表下的能源，隨深度增加而升高地層岩溫(地溫梯度)，地球中心(地核)溫度推測高達攝氏 6,000 度。而除非發生大型的地質事件，通常一地的地溫梯度不會有太大變化，故地熱能可說是最適合成為基載電力的再生能源。

### 貳、地熱發電模式類型

現代地熱發電模式可依系統設計不同而分為以下兩種：

#### 一、 閃發蒸汽式 (Flash Steam) 發電：

閃發蒸汽 (Flash Steam) 適用於地層中的流體為水汽混合型態，為目前最常見之地熱能發電站類型。此類型發電站需要流體溫度至少 180°C，甚至更高。流體在自身壓力下，流經管道至分離器 (Separator)，在此由於壓力下降而產生閃蒸現象，於此將蒸汽與水分離，並將蒸汽用於推動渦輪發電機。剩餘的水和冷凝的蒸汽都可以注入回到地層中。

#### 二、 雙循環式 (Binary cycle) 發電：

雙循環系統是存在熱源以及工作流體兩個封閉循環的發電系統，透過熱交換器以熱源加熱工作流體，使其汽化並產生推力推動發電機組已達發電目的。利用雙循環系統來進行地熱發電，由於地下熱流體僅透過熱交換器加熱工作流體，並無進入發電循環中及地表，可以避免傳統蒸氣渦輪地熱發電排放地下有害氣體的缺點，且地下酸性流體不會侵蝕膨脹機等管線系統，可以延長發電機組壽命，節省維護費用。若

是工作流體為有機化合物，則稱為有機朗肯循環(Organic Rankine cycle，簡稱 ORC)。這種類型的站的熱效率通常約為 6~12%。

### 參、台灣地熱發展概況

早在 1960 年代，台灣便開始進行地熱探勘，台灣地熱分布依據地體構造、成因和國際對於地熱的分類，可分為四大類型，分別為岩漿火山型(Magmatic-volcanic field type)、張裂型(Extensional domain type)、造山帶/前陸盆地型(Orogenic belt/foreland basin type)和地壓地熱型(Geopressured geothermal system)，其中以岩漿火山型的大屯火山群具有最高的地熱蘊藏量 514MW，然因其地下水為酸性，具相當腐蝕性，如欲開發利用，需要耐酸抗蝕生產設備，難符當時經濟條件，直至 2020 年 5 月，才有業者宣布進行探勘開鑽。

大屯山探勘結束後，根據地熱區普查結果，工研院選定宜蘭清水地熱區為首要潛能區，並進行系統性探勘。1976 年中油公司加入探勘行列，在該區鑽探深井成功，地熱流體產能與品質甚佳。有鑑於此，國科會(科技部前身)責成工研院、中油及台電等三機構負責探勘、生產及發電的任務，於 1977 年建造裝置容量為 1500kW 的先驅型地熱試驗電廠，並於 1981 年建造裝置容量達 3MW 的閃發式地熱電廠，但由於熱液產能因孔內結垢問題造成逐年衰減，以致發電量隨之遞減，於 1993 年停止發電試驗。

近年清水地熱電廠在能源局、工研院及民間業者共同努力下，於 2018 年重新啟動，透過高效率 ORC 發電系統，建置裝置容量為 300kW 的宜蘭清水地熱先導電廠，目前前導試產之局部發電量已可供清水地熱公園全區使用，而宜蘭土場、花蓮瑞穗、台東知本、金鋒、金崙等地亦陸續恢復地熱開發計畫，希望在 2025 年能達到 200 兆瓦(MW)發電裝置容量的目標。

### 參考文獻

- [1] 宋聖榮，2021，「台灣的地熱資源與分布」，台大科學教育發展中心 CASE 報科學。

[2] 李毓仁、劉力維、宜蘭清水、柳志錫、郭泰融，2013，「地熱溫差發電機組介紹」，財團法人工業技術研究院綠能所。