

極大化太陽能應用-RayGen 發電模式介紹

台灣經濟研究院研究一所 黃冠維助理研究員提供

壹、前言

在台灣提到太陽能，多數人可能第一個聯想到的是太陽能板，但其實利用太陽能發電可分為利用太陽光激發太陽能電池中的電子產生電流的光電效應(Photovoltaic effect)及利用太陽光的熱能驅動發電機等兩種途徑，而太陽能板為前者。

為有效率運用太陽熱能進行發電，自 2004 年起，許多國家都投入資源發展聚光太陽能熱發電(Concentrated Solar Power, CSP)，此系統概念即為透過鏡面反射，將一定區域內之太陽光反射集中至一點，將光能轉化為熱能驅動發電機。截至 2021 年，全球 CSP 發電案場裝置容量達約 6,800MW，但因太陽能板(Photovoltaic Panel, PV Panel)製作成本逐年下降，全球開始大規模建置太陽光電案場，根據蘇黎世聯邦理工學院環境決策研究所教授 Johan Lilliestam 統計，2017 年，全球太陽光電案場已設置容量達 300,000MW，而聚光太陽能熱發電案場約為 5,000MW。

貳、RayGen 發電模式

雖聚光太陽能熱發電技術逐漸式微，但一家澳洲太陽能公司 RayGen 開始將聚焦型太陽能結合太陽能板，發展出了結合太陽能熱能及太陽光電之發電模式，該模式仍需建立一個塔狀基座並於頂點設置接收器，該接收器為 RayGen 自行製作之太陽能板(PV Ultra module)，由多層材料組成，分別為磷化銦鎵(GaInP)、砷化銦鎵(GaInAs)及鍺(Ge)，單就太陽光電模組而言，以聚焦之太陽光結合 RayGen 開發之模組單位面積發電效率可達傳統太陽能板 4000 倍左右，即若以傳統 PV 單位面積發電效率為 $0.18\text{kW}/\text{m}^2$ 計算，RayGen 的 PV Ultra 模組可達 $750\text{kW}/\text{m}^2$ 。

但聚焦之陽光照在 PV Ultra 模組上，約僅有 1/3 會轉為電能，剩下 2/3 仍會持續累積至模組上產生高熱，長時間下來仍會使模組損毀，故 RayGen 效法傳統 CSP 作法，為模組安裝主動式水冷系統，並再建兩個蓄水池，一

個儲存用以冷卻 PV Ultra 模組之熱水，另一個則利用 PV Ultra 模組產生之電能驅動冰水主機將水從常溫降至 4°C，使兩個蓄水池維持 90°C 以上的溫差，如此一來即可利用此溫差在夜間搭配有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle, ORC)發電機進行發電，兩個蓄水池可蓄能長達 10 小時，案場整體運行示意圖如圖 1 所示。根據 RayGen 分析，整套發電系統所廠生之太陽光電及太陽熱能發電比例約為 1：2，整體能源效率達 32%，約為傳統 PV 案場 2 倍，整體運行用發電功率變化如圖 2 所示。

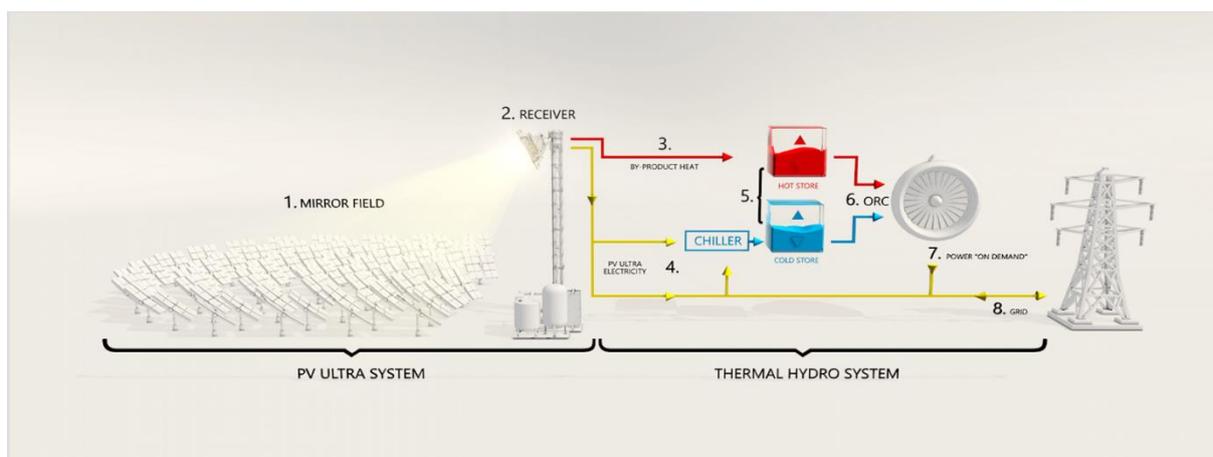


圖 1、RayGen 案場整體運行示意圖

資料來源：RayGen 官網

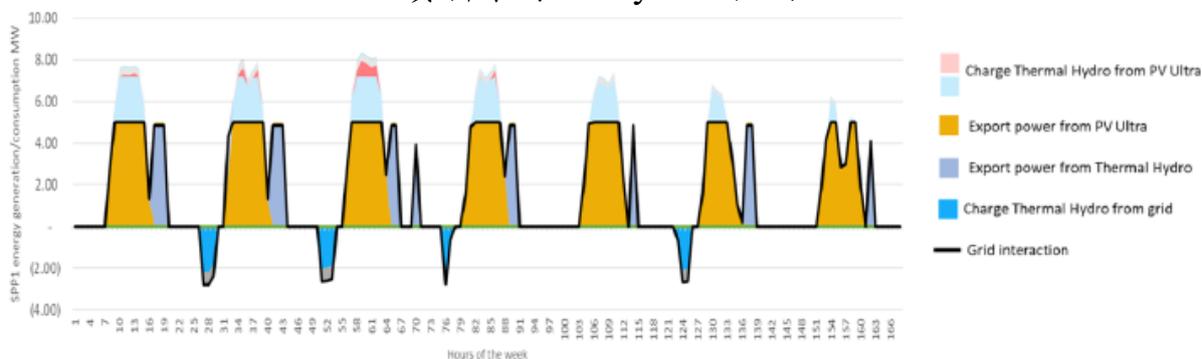


圖 2、RayGen 案場億周用發電功率示意圖

資料來源：RayGen Power Plant Carwarp FAQs

參、小結

RayGen 提出之發電方案可在日照充足之地區提供發電效率高於傳統 PV 發電、且具儲能功能之發電模式，若可將多個 PV Ultra 系統與單一個熱水循環發電系統串聯，則可進一步提升土地利用效率，使此發電模式更具經濟效益。

此發電模式會受到日照強度、日照時數、氣溫、大氣相對濕度及風速等因素影響，日照強度會影響 PV Ultra 發電量及熱水池蓄熱量，氣溫、大氣相對濕度、風速則會影響熱水池及冷水池保溫能力，故相較傳統 PV 而言，此發電模式有更嚴格的環境需求。

澳洲氣候屬於溫帶氣候，與處於亞熱帶氣候之台灣相比降雨較少且天氣也較穩定，故此發電模式是否適用於台灣，仍需審慎評估。



圖 3、RayGen 案場位置圖

資料來源：RayGen 官網

參考文獻

- [1] Johan Lilliestam, “After the Desertec hype: is concentrating solar power still alive?”, 2017, ZUKUNFTSBLOG.
- [2] RayGen, “THE RAYGEN SOLAR POWER PLANT WORLD-LEADING TECHNOLOGY FOR A BETTER FUTURE”, website :

<https://raygen.com/technology>

[3] RayGen, “RayGen Power Plant Carwarp FAQs”