



● 涂煥昌

乾淨的 史特靈引擎

全球暖化、溫室氣體、綠色能源大概是西元 2000 年以後全球最受矚目的幾個語詞。其間錯綜複雜又密不可分的關係，背後都指向同一個語詞—能源。

18 世紀以來，各種化石燃料是人們獲得能源的最主要形式，因之發展出的內燃機充斥在生活中，從燃煤的火力發電廠，到燃燒汽油的小摩托車都是。如今，內燃機的廢氣問題，以及將要耗盡的化石燃料，已嚴重威脅著人類的未來，各國無不積極發展新能源。

太陽能是當前受矚目的一個目標，利用太陽能光電板發電，技術上已臻成熟，先進國家也積極運轉中。成功大學航太工程學系鄭金祥教授則對太陽能發電指出了另一條更乾淨的路。

鄭教授表示，利用太陽能光電板發電有幾個隱憂：能源轉換效率低，半導體材料製造與回收的環保問題，以及只能產生電力，太過專一性。太陽能是公認非常乾淨的替代性能源，但如何以更乾淨、更有效率的方法利用太陽能，是鄭教授關注的核心問題。他認為結合運用「太陽熱能聚焦系統」與「史特靈引擎」（Stirling engine）應該是一個非常值得發展的方向。



鄭金祥教授團隊成功結合太陽熱能聚焦系統與自主設計製造的史特靈引擎，打造出一套乾淨的新太陽能發電系統。

史特靈引擎是一種外燃機，是利用外部加熱的方式讓引擎運轉而發電，這與傳統汽車引擎使用的內燃機需要把燃料與空氣混合，在引擎內部燃燒，大不相同。鄭教授團隊設計的系統便是把太陽光聚焦成為熱源，直接加熱於史特靈引擎的加熱端，讓引擎運轉，最終就可發電。

鄭教授說，史特靈引擎本身有許多優點，如安靜、高能源轉換效率（至少 30%）、製造材料容易取得且環保（可回收的常見金屬如不鏽鋼、鋁等就可作為材料），可同時供應電力、熱水等。鄭教授以這種引擎為主體，成功利用太陽熱能聚焦系統作為加熱源，整合成一種聚光太陽能熱發電系統。

這種新式發電方法的整體能源轉換效率比現行的太陽能光電板發電高，並可同時供應電力與熱水，在太陽光不足時可以切換輔助能源，使發電不致中斷，且十分乾淨。美國、西班牙、以色列、印度、中國大陸、馬來西亞、澳洲等也在積極開發中。

史特靈引擎並非是新發明，其運作原理早在 1816 年便已出現，只是製作需高度依賴工業技術。早期製作的引擎運轉效率都不夠好，因此未能大規模運用。而當前特殊金屬、陶瓷、複合材料、自潤材料陸續問世且價格降低，各式精密機械加工技術、鍍膜技術、控制與量測技術，甚至是 AI 技術等先進的工業製造技術，讓史特靈引擎有機會在現代真正應用。

但目前生產這種引擎的成本仍然偏高，且先進國家無不高度保護各自的製作技術。而鄭教授數十年來致力於史特靈引擎與冷凍機技術開發，如今已經成功掌握引擎製造的核心技術，也發展可有效設計、評估史特靈引擎運轉效能的理論模式，對未來發展各式史特靈引擎提供了一種非常有效率的工具，大大提升應用發展的可能性。

涂煥昌

本刊特約文字編輯