



# ORC 低階熱能 發電技術與應用

Organic Rankine Cycle  
for Low Grade Heat to Power Technology and Application

**郭啟榮**

工研院  
綠能與環境研究所  
資源應用技術組  
地熱利用技術研究室

**徐崧蔚**

工研院  
綠能與環境研究所  
資源應用技術組  
地熱利用技術研究室

## 關鍵詞(Keywords)

- 有機朗肯循環 organic Rankine cycle
- 低階熱能發電 Low grade heat to power
- 膨脹機 Expander

## 摘要(Abstract)

化石能源價格飆漲、溫室氣體減排倡議，高能源利用率和再生能源利用技術成為能源應用和發展的全球趨勢，也鋪路低碳經濟產業到來。多樣化的低階熱能潛能豐富、熱源穩定，具備經濟開發價值，若妥善擷取與利用，可大幅降低化石能源耗量並開創經濟產業。有機朗肯循環系統由液泵、蒸發器、冷凝器、膨脹機和發電機組等主

要元件構成，係利用常壓低沸點的有機工作流體透過蒸發器吸收低階熱能，以膨脹機轉換工作流體熱能為機械軸功率再以發電機產生電力；循環為密閉式迴路系統，迴路內的工作流體保持潔淨，提供元件良好操作環境。因此，產品具備經濟壽期長(≥ 20 年)、穩定性佳、可靠度高、維修少等特性。有機朗肯循環為目前發電效率最高且經濟效益最佳的低階熱能發電方法，廣泛應用於工業廢熱、地熱/溫泉、生質熱能/廢棄物熱能、太陽熱能等發電領域。本研究主要探討低階熱能取熱、有機朗肯循環發電技術及其應用。

With fossil fuel prices soaring and reduction of greenhouse gas (GHG) emissions a priority, improving fossil fuel energy efficiency and developing renewable energy applications are global trends that will lead to an emerging low carbon economy. Low grade heat is a diverse form of



energy potential that can be captured to significantly increase useful energy without burning more fossil fuels. An organic Rankine cycle (ORC) consists of a pump, evaporator, condenser, expander and alternator. By using a low boiling-point organic working fluid, an expander to convert work fluid heat to mechanical torque power, and a generator to produce electricity. Circulation in closed-circuit systems protects the work fluid against contamination and maintains a good operating environment for components. The ORC give presently the highest thermodynamic efficiency and the most promising economic profit; therefore, they are widely employed to recover industrial waste heat, geothermal/hot spring, biomass energy, and solar heat into power. This article explores heat extraction technologies from low grade heat, product design and development of ORCs and their applications.

## 1. 前言

現有能源以熱能(thermal energy)形式使用佔能源消耗量 90 %以上，其中僅有 50~70 %熱能轉換為製程熱能、機械功、電力或化學能，其餘則以廢熱形式排放於環境，因而造成溫室氣體排放、熱污染和能源浪費等問題。台灣每年能源耗量達 100~120 百萬公秉油當量(圖 1)，但是自有石化能源匱乏，超過 99 %需進口；為了解決對石化能源依存度以避免能源價格波動影響經濟活動和人民生計、並降低溫室氣體排放以舒緩全球氣候劇烈變遷，政府將高能源利用率和石化能源替代方案列為台灣能源政策重要策略和執行方針。由於熱能來源充沛、持續、且無須額外燃料費用，在高能源利用率方面，可著手於工業廢熱回收和利用，在石化能源替代方案方面，則可著手於地熱、生質能/廢棄物熱能、海洋溫差能開發和利用。

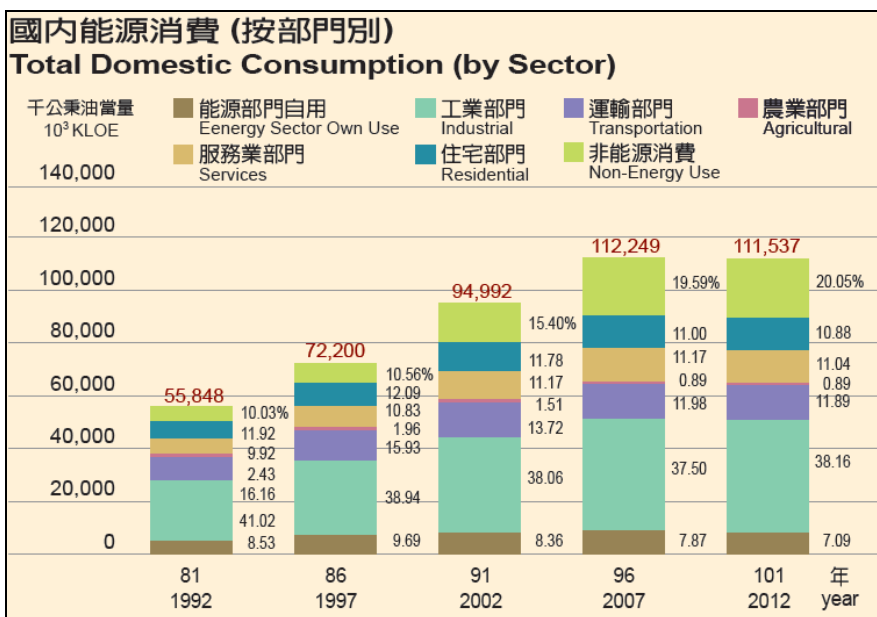


圖 1 台灣各部門能源耗量分布

資料來源：2012 年能源統計手冊[1]