



穿臨界ORC系統之 開發與性能測試研究

Characteristics of Trans-Critical Organic Rankine Cycle System
for Low-Grade Waste Heat Recovery

鄭屹

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電技術研究室部

李毓仁

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電技術研究室

謝瑞青

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電技術研究室

張永源

工研院綠能所
資源應用技術組
動能與溫差發電技術研究室
經理

關鍵詞(Keywords)

- 穿臨界有機朗肯循環
Trans-critical Organic Rankine Cycle (TRC)
- 有機朗肯循環
Organic Rankine Cycle (ORC)
- 低溫熱能發電
Low Grade Heat to Power

摘要(Abstract)

有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle, ORC)系統的關鍵元件包含泵、蒸發器、膨脹機與冷凝器,其工作原理係利用合適的有機工作流體,即能在兼顧效率與經濟效益下,將中低溫熱能轉換為

電力輸出。有鑒於未來 ORC 發展方向為提升效率與降低價格,穿臨界有機朗肯循環(TRC)系統,因具有高效率以及高取熱率(heat recovery rate),未來有機會成為 ORC 產業之下世代產品。本研究研發創新穿臨界有機朗肯循環系統技術的可行性,採用雙螺桿膨脹機(twin screw expander)為系統核心動力元件,選用 R218 為工作流體,設計開發 20kW 級穿臨界原型機組,藉由系統分析及系統性能測試結果,研發成果可直接應用於低溫工業廢熱、地熱/溫泉、生質熱能及太陽熱能發電。

An organic Rankine cycle (ORC) consists of a pump, an evaporator, a condenser, an expander, and a generator. Using low boiling-point organic working fluid, an ORC can convert low-grade heat into power. This energy exchange process goes through only the heat exchange among working fluid, cold source and



heat source. Therefore, the ORCs give high thermodynamic efficiency and promising economic profit. Since the future development direction of ORC is high efficiency and cost down. TRC has the chance to be the next generation product because it has two advantages: high efficiency and high heat recovery. This research develops the innovative trans-critical system technology. We use twin screw expander as the core engine and R218 as the working fluid to design a 20kW TRC prototype. The performance and experimental results were explored in this research. It can be used for heat energy conversion to electricity in waste heat, geothermal, biomass, and solar thermal energy.

1. 前言

中低溫熱能由於普遍存在於各種工業製程與天然資源中，潛能極大；過去因能源價格低落，大多未加以利用。近年來，由於石油危機與環保意識高漲，各國致力於節能技術開發，中低溫熱能的再利用議題隨之發燒。其中，熱能轉換電能是最能廣泛使用的一種方式，傳統 ORC 技術因系統構造單純，其穩定輸出特性可做為基載電力，近十年來蓬勃發展，數十至數百 kW 規格化之機組商品因應而生，並逐步應用於工業廢熱發電、地熱發電、太陽熱能發電等。為求增進機組效能，提高該機組發電量主要方式有二：(1)

熱效率(thermal efficiency)提升，與(2)取熱量(heat recovery rate)提升。穿臨界 ORC 系統即具有上述兩大議題之效益，因在穿臨界循環中，工作流體吸收外界熱源熱能的過程(圖 1 中 2→3)為非等溫過程(次臨界 ORC 為等溫蒸發過程)，故使其具有較佳的系統熱效率(thermal efficiency)以及對熱源較佳的取熱率(heat recovery rate)。前人研究顯示，於相同條件下，穿臨界系統相較於傳統次臨界 ORC 系統具有較高之熱效率(約可提升 8~20%) [1, 2]，更重要的是其取熱量可為傳統次臨界 ORC 之 1.5~2 倍。此外，由於其穿臨界系統循環中的高壓超過工作流體的臨界壓力，相對於次臨界循環，壓力高出許多，致使穿臨界 ORC 系統構型較為緊緻，對於未來應用於小型熱源如工業廢熱上，其緊緻的體積所需的空間較小，有利於工業廢熱發電利用之推廣，故穿臨界 ORC 系統之開發研究為中低溫熱能利用之未來方向[3-5]。

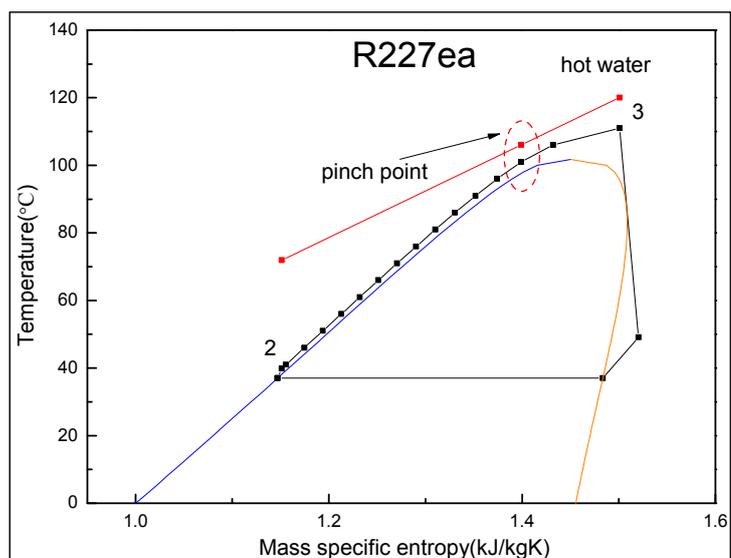


圖 1 穿臨界 ORC 之 T-S 圖

更完整的內容

請參考【機械工業雜誌】403期・105年10月號

每期220元・一年12期2200元

劃撥帳號：07188562 工業技術研究院機械所

訂書專線：03-591-9342

傳真訂購：03-582-2011

機械工業雜誌官方網站：www.automan.tw

機械工業雜誌信箱：jmi@itri.org.tw