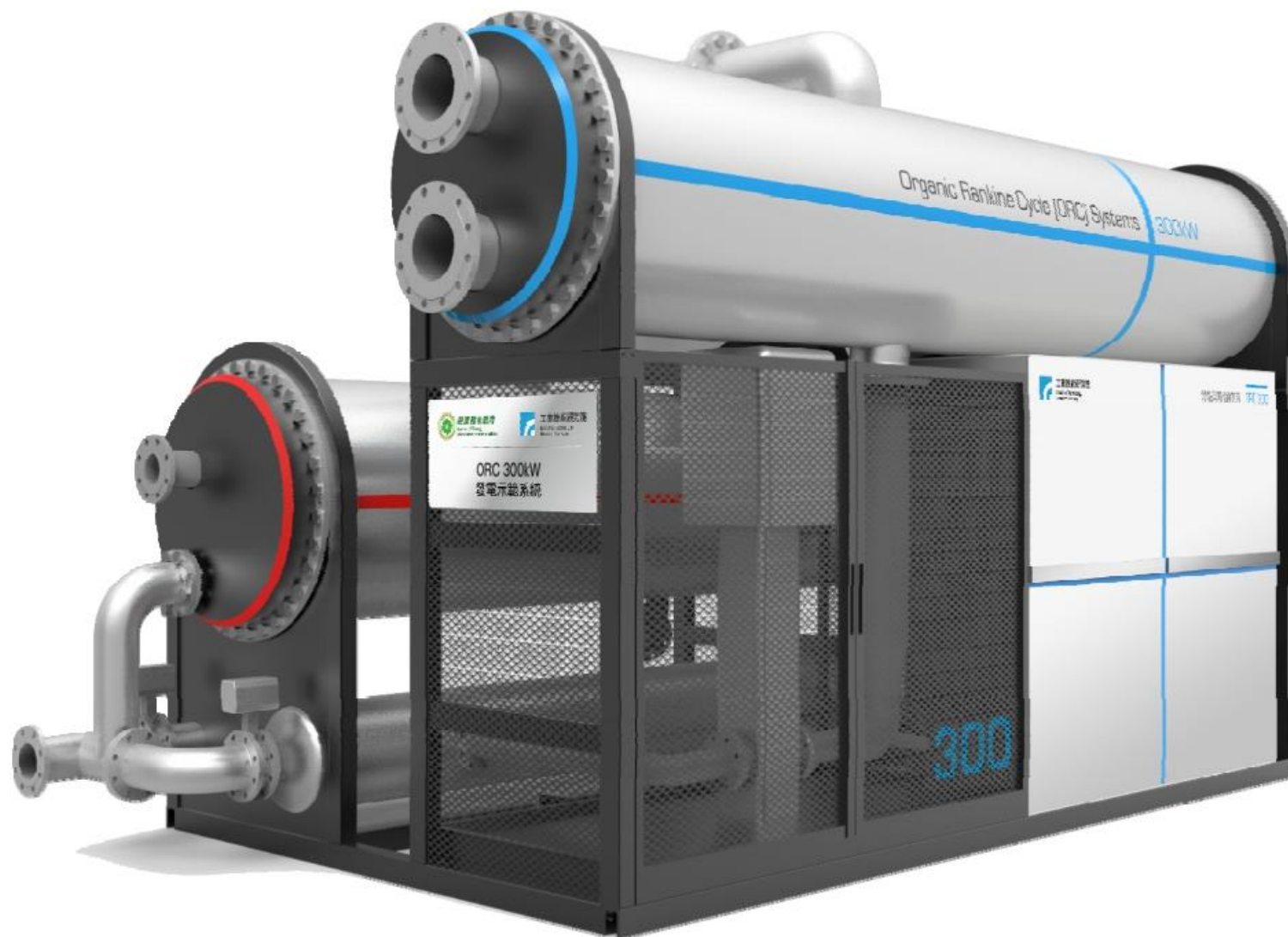


廢熱回收發電技術原理介紹與應用例分享



影片介紹



工業技術研究院/綠能與環境研究所/節能設備技術組/高速流體機械實驗室

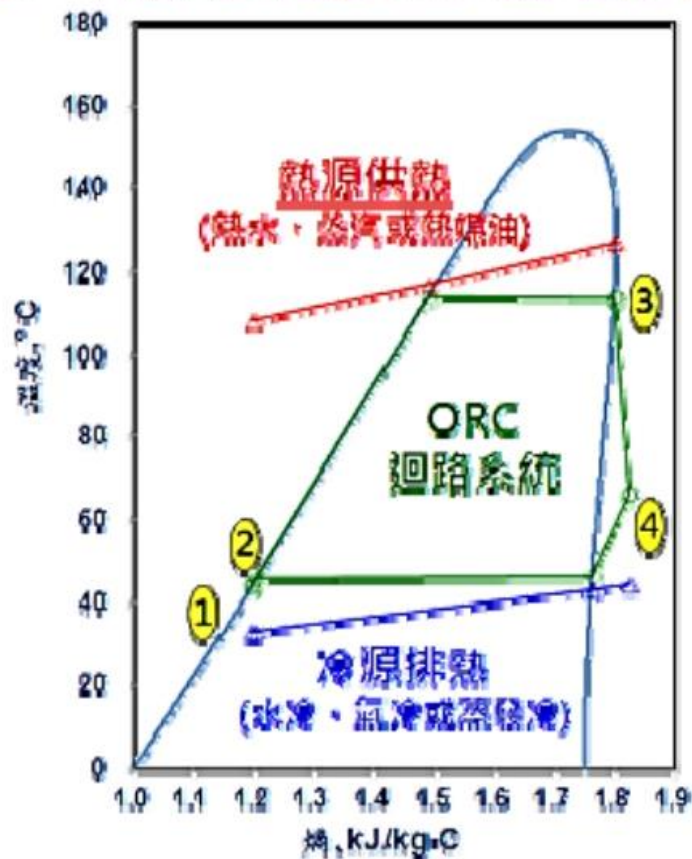
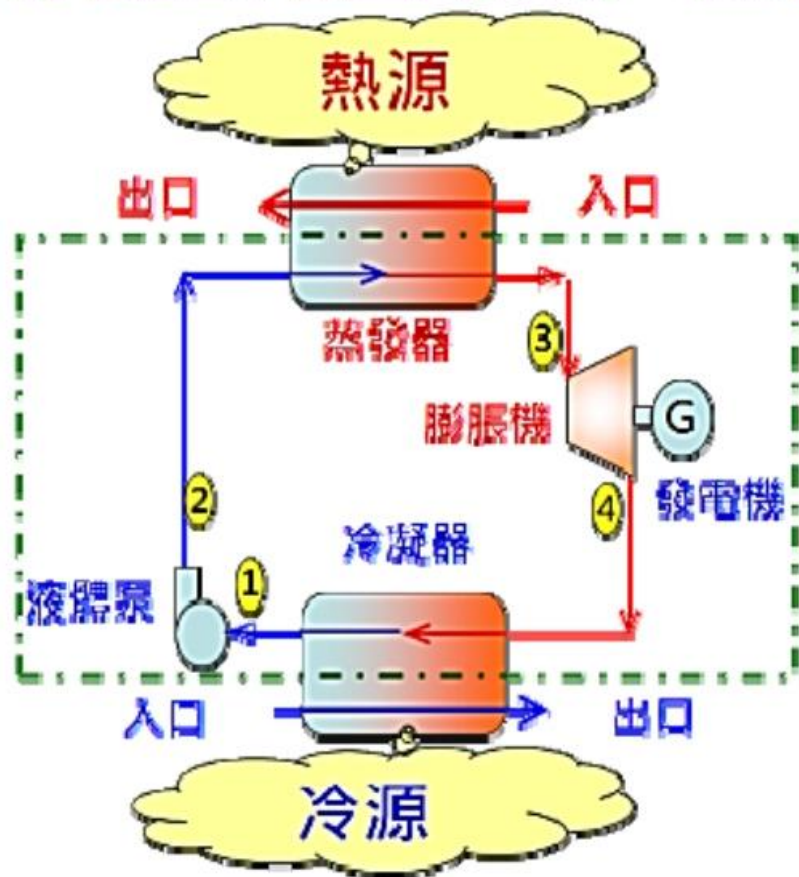


ORC技術

ORC原理簡介

有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle)

利用低溫沸點工質(冷媒)，將熱源、冷源溫差能轉換為電力輸出

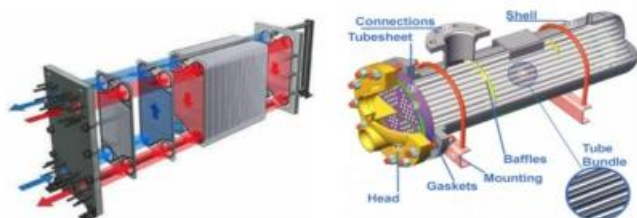


依多樣化的熱源、冷源參數及條件，ORC系統可選用不同工質種類，運行於多種熱源型態及溫度範圍

工研院ORC技術能量

- 機組容量5kW~1000kW ORC系統
- 熱源溫度80°C~130°C
- 機組系統最大效率≥10%。
- 符合工業餘熱或地熱變動式熱源，變動範圍可達25%~120%。

Heat Exchangers



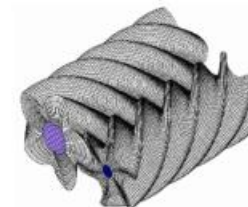
Evaporator and condenser :
Customized by waste heat conditions

Pumping Machine

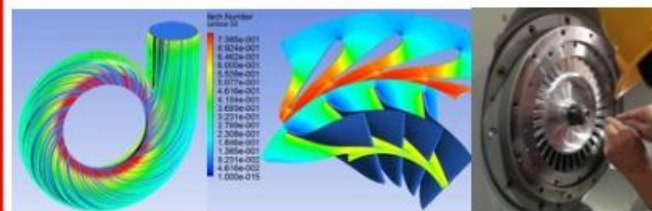


Multistage centrifugal pump

Expansion Machines

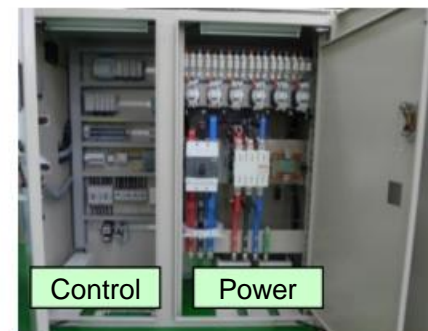


10~200kWe : Screw



≥200kWe : Turbine

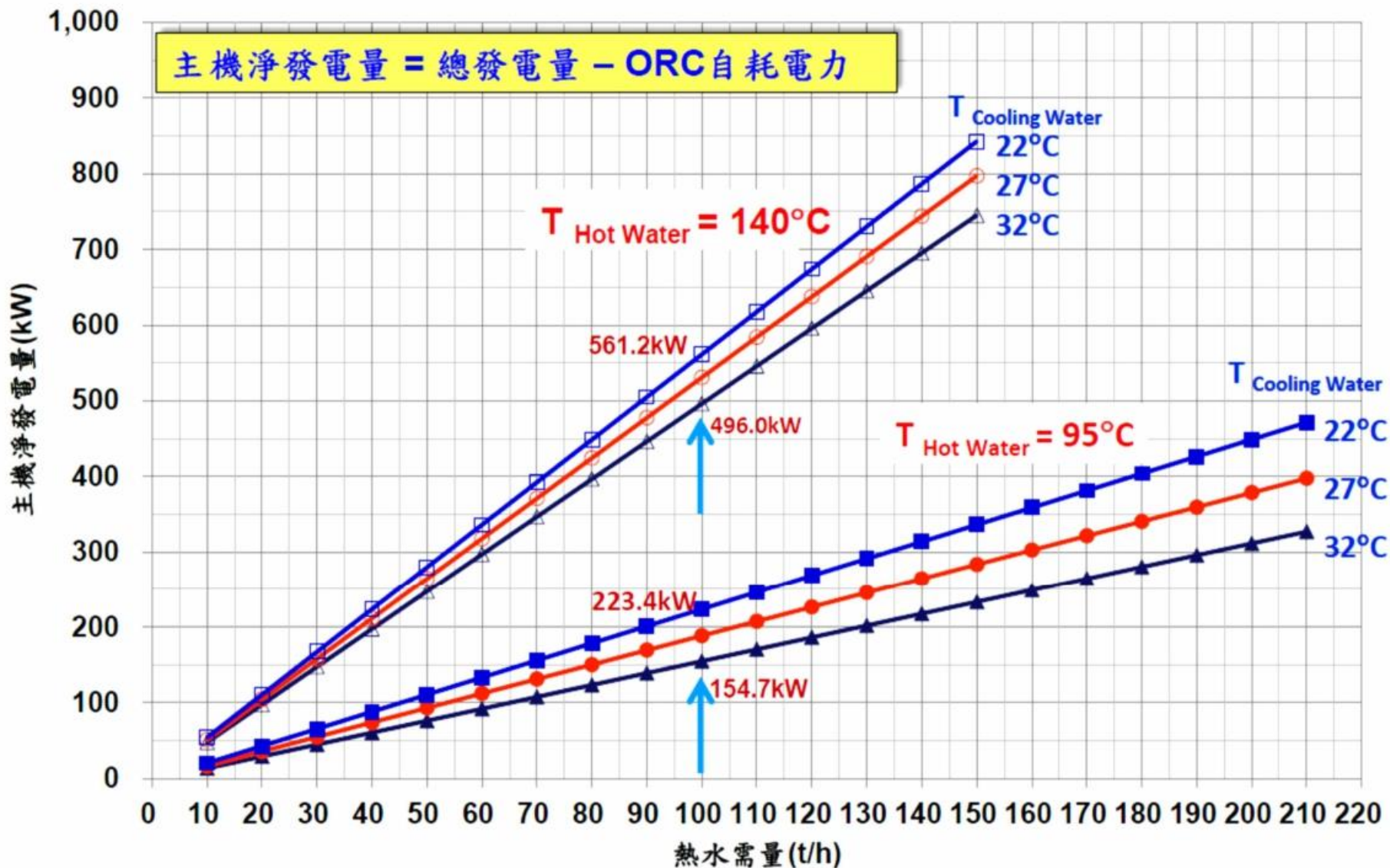
Control System



Intelligent control system :
Customized for user



熱源量體與ORC發電量估算



ORC熱能發電應用

熱源



表層海水

溫度：24~30°C



工業廢熱/餘熱

溫度：80~350°C



地熱/溫泉

溫度：70~200°C



生質/廢棄物熱能

溫度：80~350°C



太陽熱能

溫度：80~350°C

取熱(直接/間接)

- 工業廢熱/餘熱發電
- 綠能發電
 - ✓ 海洋溫差、地熱
 - 生質熱能、太陽熱能
- 冷能發電



- 電力輸出
- 軸功應用

排熱(冷凝器/冷卻水塔/水冷/氣冷)

深層海水

溫度：4~20°C

河水/井水

溫度：15~30°C

乾/濕式冷卻塔

溫度：15~30°C

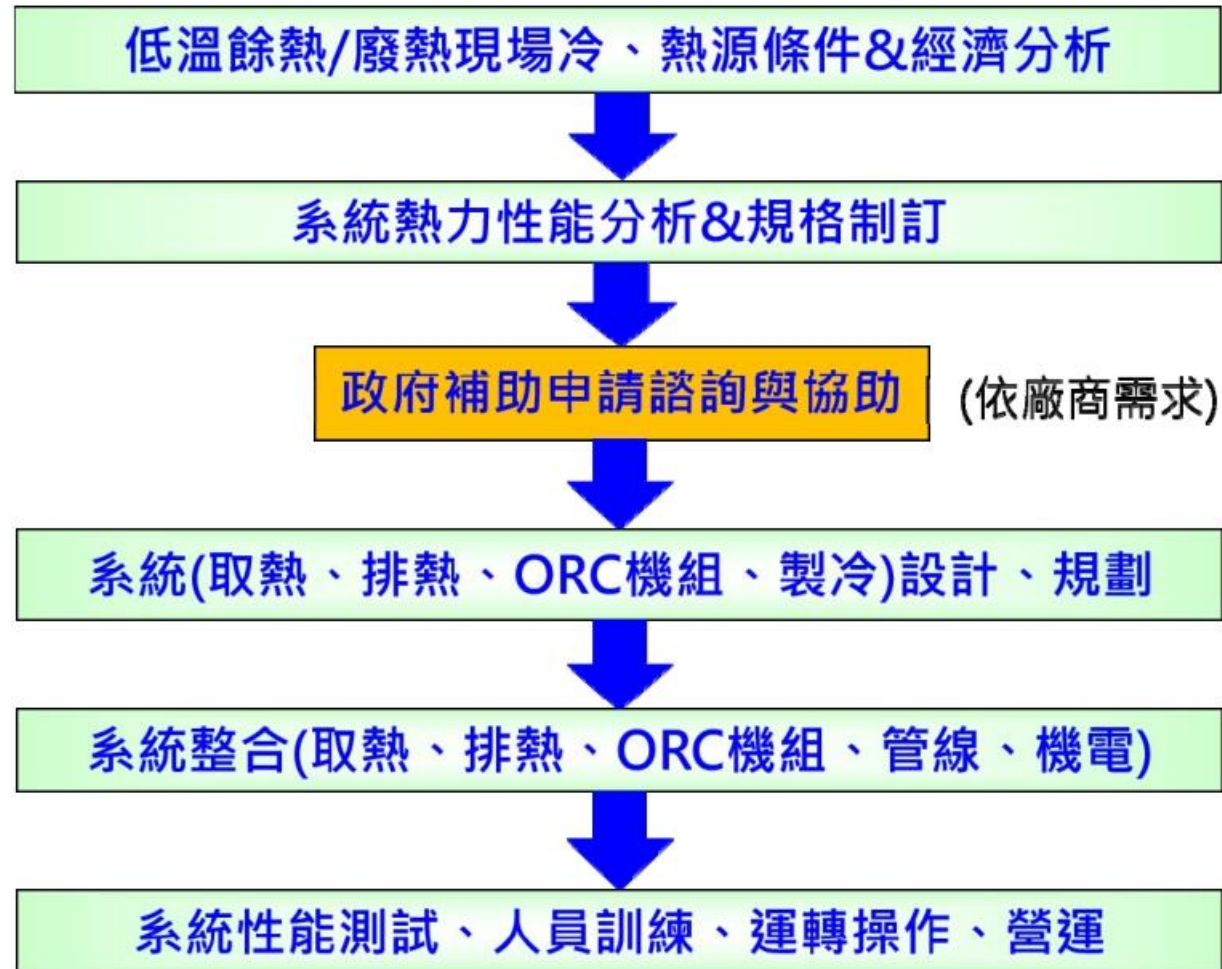
極低溫冷能

溫度：-160°C

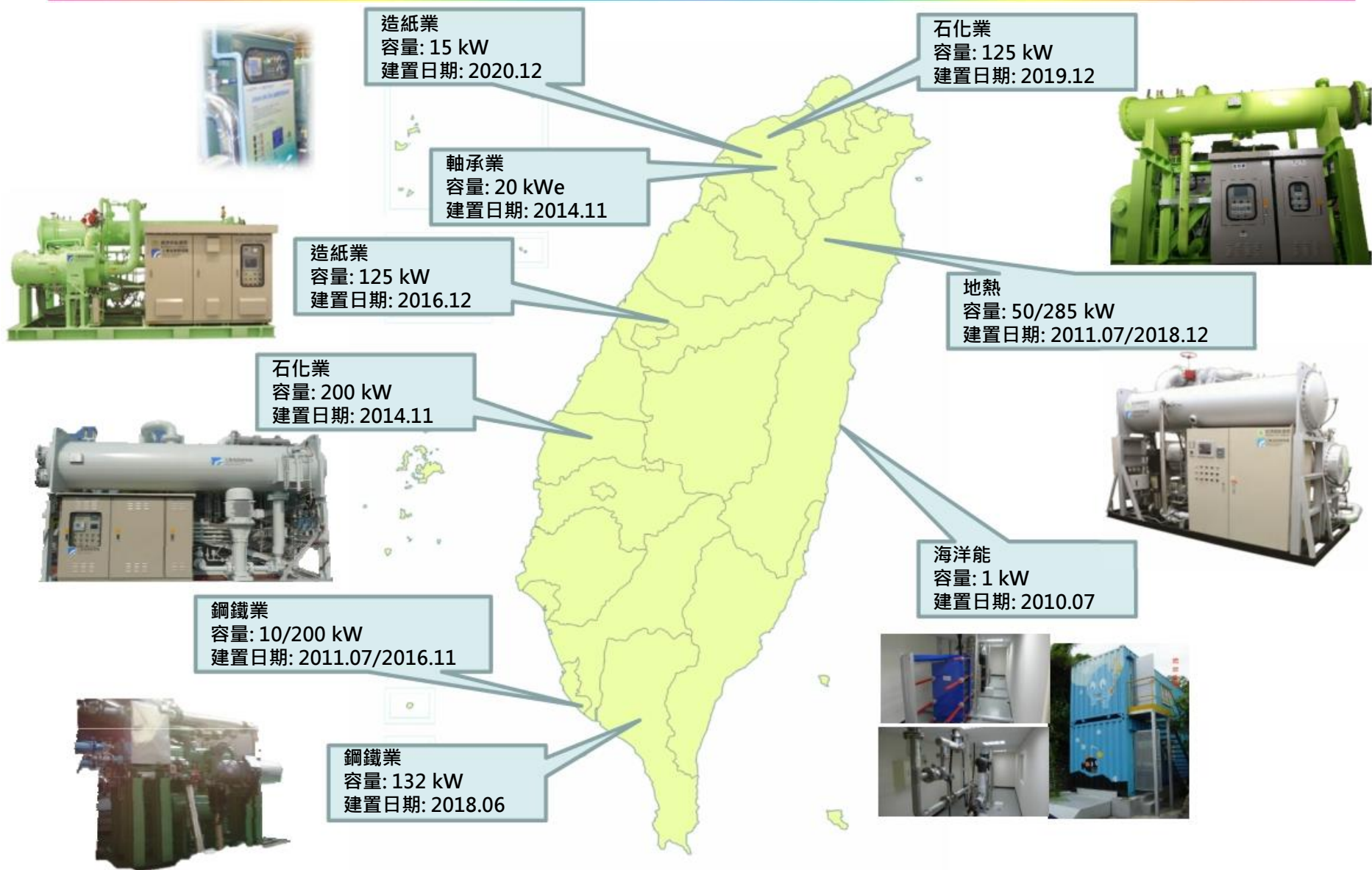
冷源



ORC系統設計與建置流程



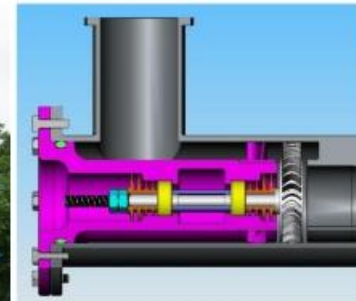
ORC建置場域建置實績



海洋能ORC機組示範案

■ 國內首座海洋能渦輪ORC發電系統(1kWe)

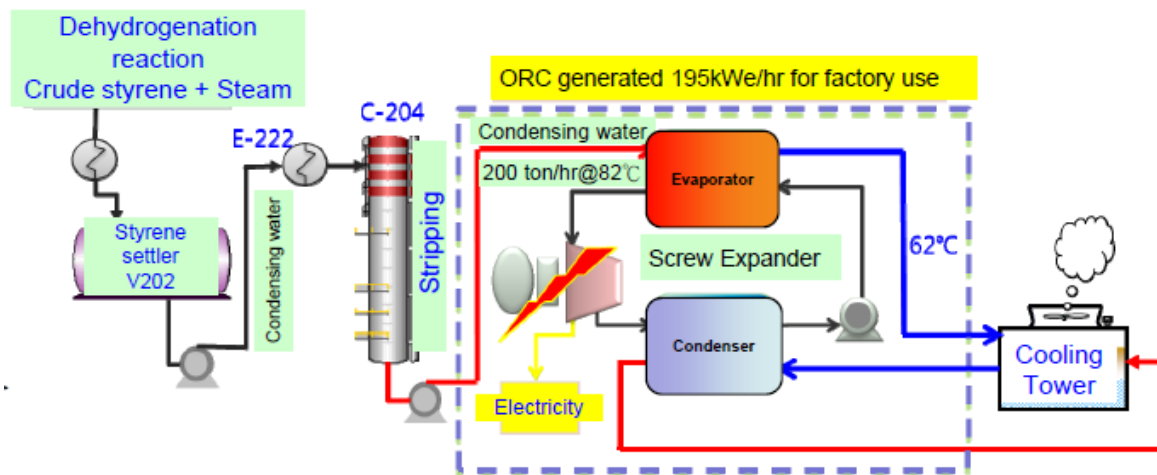
- 建置時間：99年07月
- 合作業者：深層海洋水生產公司
- 溫差 $\geq 8^{\circ}\text{C}$ 即可發電
- 溫差達 15°C 時，發電量達1 ~1.5kW
- 運轉順暢，熱力性能重現性、機械特性可靠度皆符合機組設計規範



石化業 冷凝水 ORC 機組

■ 國內首座石化業廢熱發電ORC系統(200kWe)

- 建置時間：103年11月
- 合作業者：石化產業
- 淨發電量195-215 kWe
- 製程冷凝水200TPH，溫度由82°C降為62°C，降低冷卻水塔負荷



■ 產業效益

- 每年節省約NT\$378萬電費
- 每年節省30萬噸冷卻水
- ROI約2.5年

■ 能源效益/環境效益

- 年減碳量：1,713 Tons
- 年可發電達1,700,000 kWh
- 年運轉率達到97.1%以上 (>8,500小時/年)



鋼鐵業 煙氣 ORC 機組

■ 完成國內首座鋼鐵業煙道取熱 廢氣熱源發電機組(200kWe)

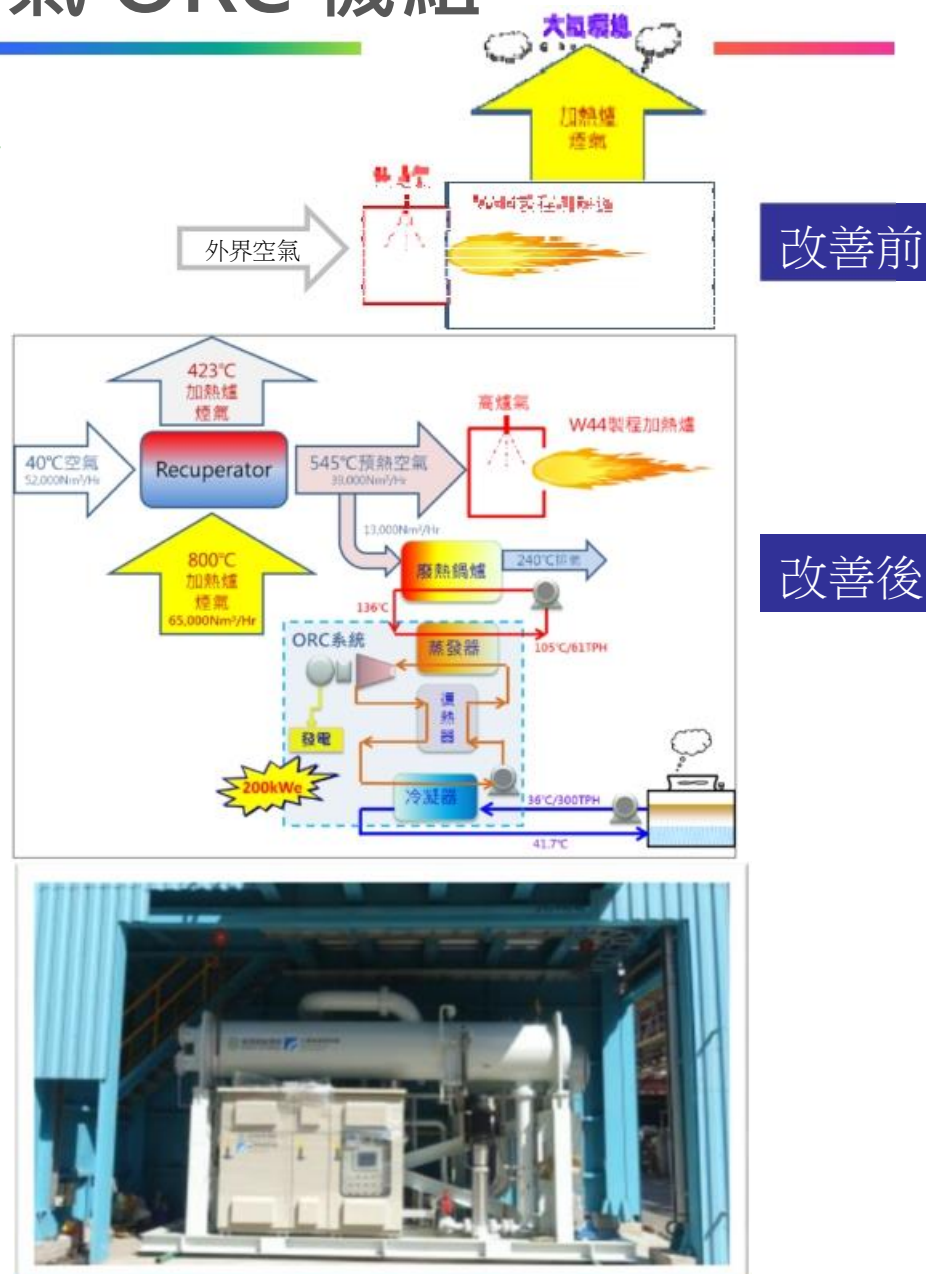
- 建置時間：105年11月
- 合作業者：中鋼公司
- 整合複熱器循環設計，系統效率可達**11.7%**
- 可於製程供熱**35~120%**變動條件下穩定運轉，機組操作區間寬廣

■ 產業效益

- 每年節省約NT\$400萬電費支出
- ROI約3.2年

■ 能源效益/環境效益

- 年減碳量：1,095 Tons
- 年可發電達1,660,000 kWh



造紙業 熱水 ORC 機組

■ 國內首座造紙業廢熱發電渦輪ORC系統(125kWe)

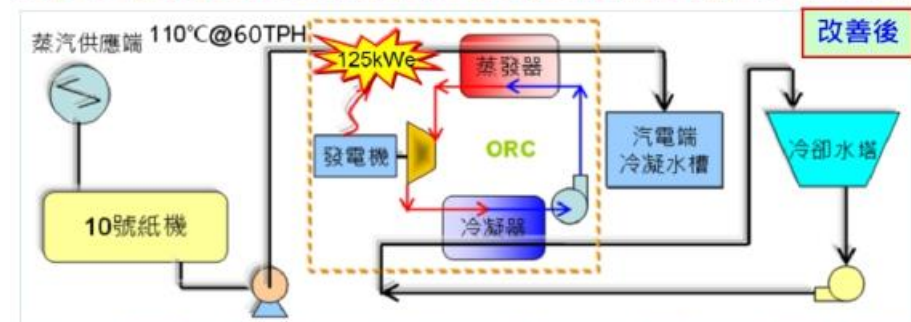
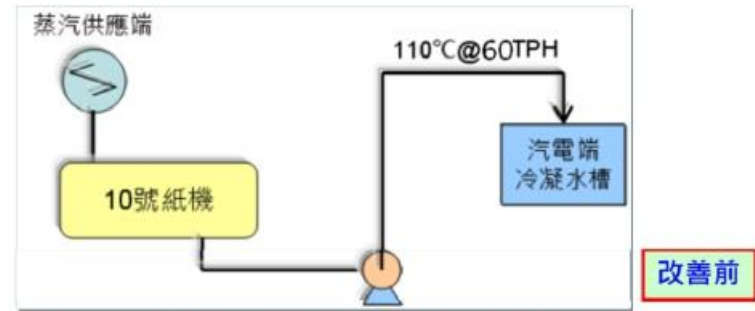
- 建置時間：105年12月
- 合作業者：造紙業
- 鍋爐熱水60PH，溫度110°C
- 實測 淨發電量達138kW，系統效率可達9.03%

■ 產業效益

- 每年節省約NT\$255萬電費支出
- 避免鍋爐給水溫度過高
- ROI約2.55年

■ 能源效益/環境效益

- 年減碳量：675 Tons
- 年可發電達1,000,000 kWh



廢棄物處理業 蒸氣 ORC 機組

國內廢棄物處理業廢熱發電渦輪ORC系統 (255kWe)

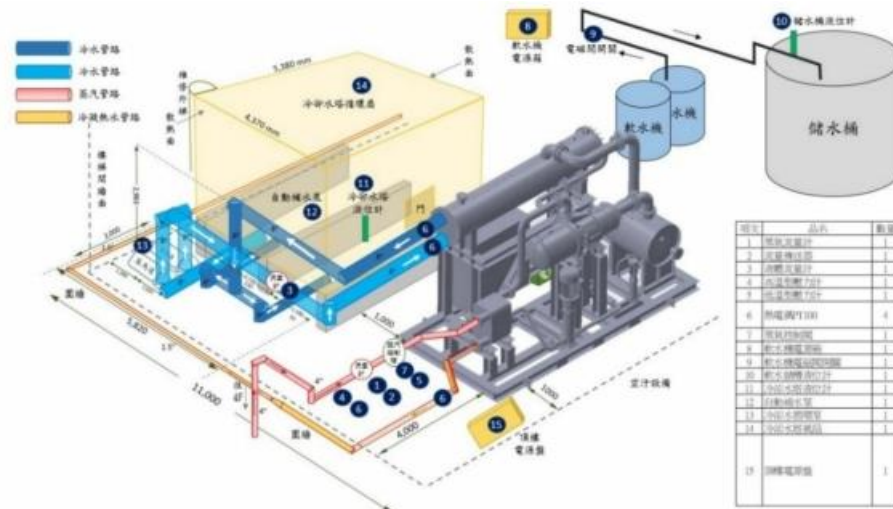
- 建置時間：108年12月
- 合作業者：廢棄物處理業
- 廢蒸氣 4.0 TPH，溫度約 165°C
- 實測 淨發電量達230kW

產業效益

- 每年節省約NT\$430萬電費支出
- ROI 約2.8年

能源效益/環境效益

- 年減碳量：1200 Tons
- 年可發電達2,000,000 kWh

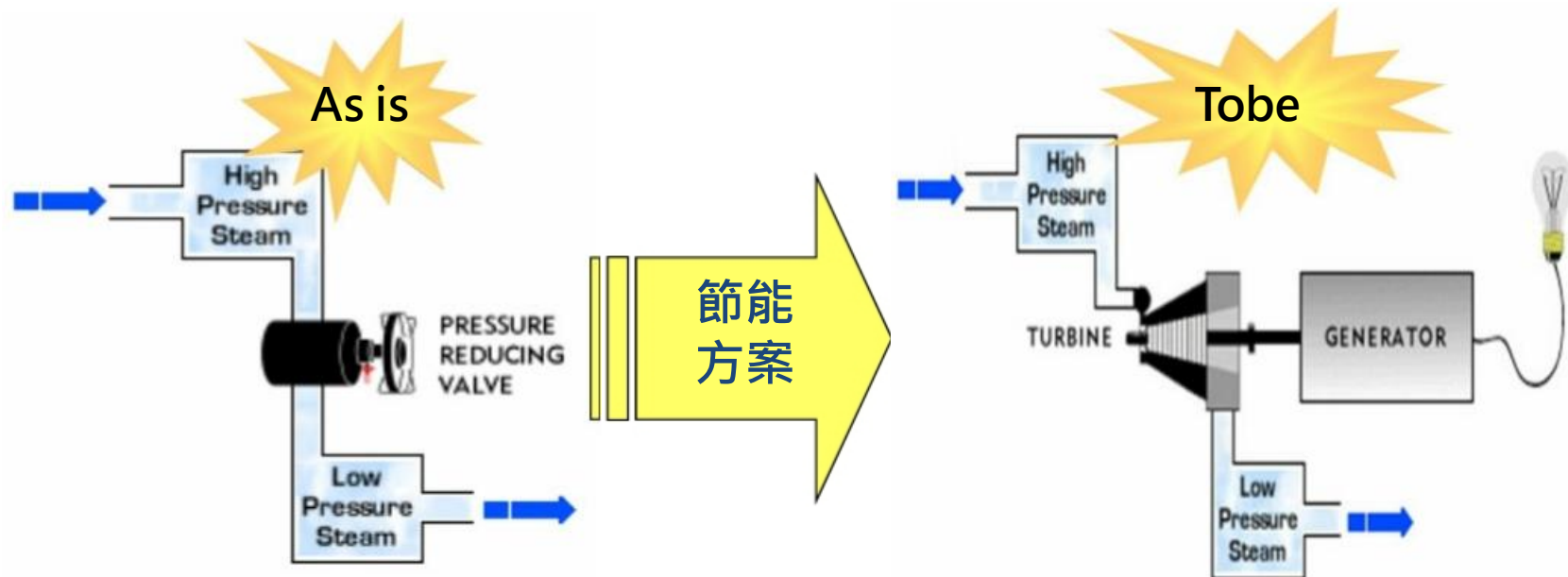




ECT技術

節能蒸汽渦輪機-省能/節能

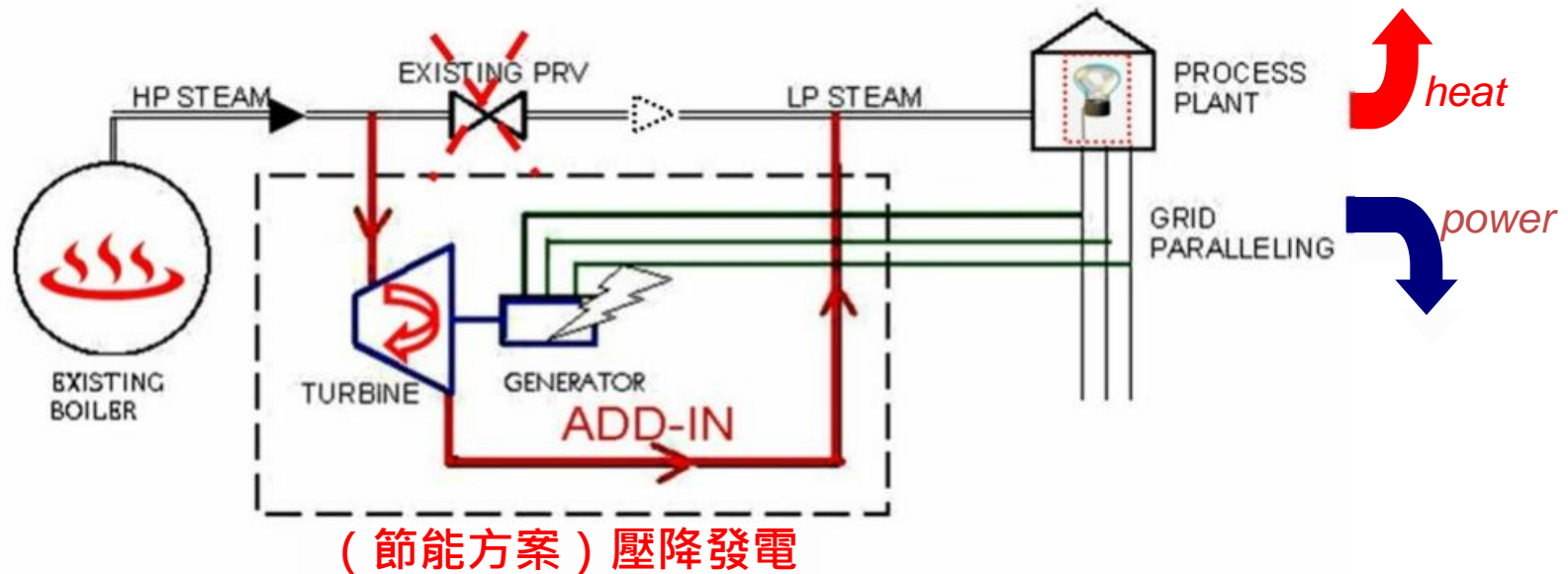
1. 背壓式蒸汽渦輪機(Back Pressure Steam Turbine)
 - 因應多樣熱製程、蒸汽傳輸損失減少和管徑縮減等需求，提高鍋爐出口蒸汽壓力，但部分製程端須降壓。
2. 凝汽式蒸汽渦輪機(Condensing Steam Turbine)
 - 製程端排放的蒸汽可用能仍高
 - 已無蒸汽應用需求



蒸汽壓降發電系統

■ 壓降發電適用條件：

- 蒸汽壓力能 → 渦輪旋轉動能 → 電力(或軸功)輸出
 - 鍋爐端(或供汽端) 蒸汽壓力 > 製程端使用蒸汽壓力
 - 製程端排放的蒸汽可用能仍高



■ 可適用蒸汽規格：

- 蒸汽量：2~50TPH
- 上游蒸汽壓(HP Steam)：3~50bar
- 壓降條件：↑ 2bar



ECT汽輪機剖視圖



ECT發電機組構裝型式

機械軸功率輸出：

拖動旋轉機械：例如泵浦、風扇、鼓風機、壓縮機等

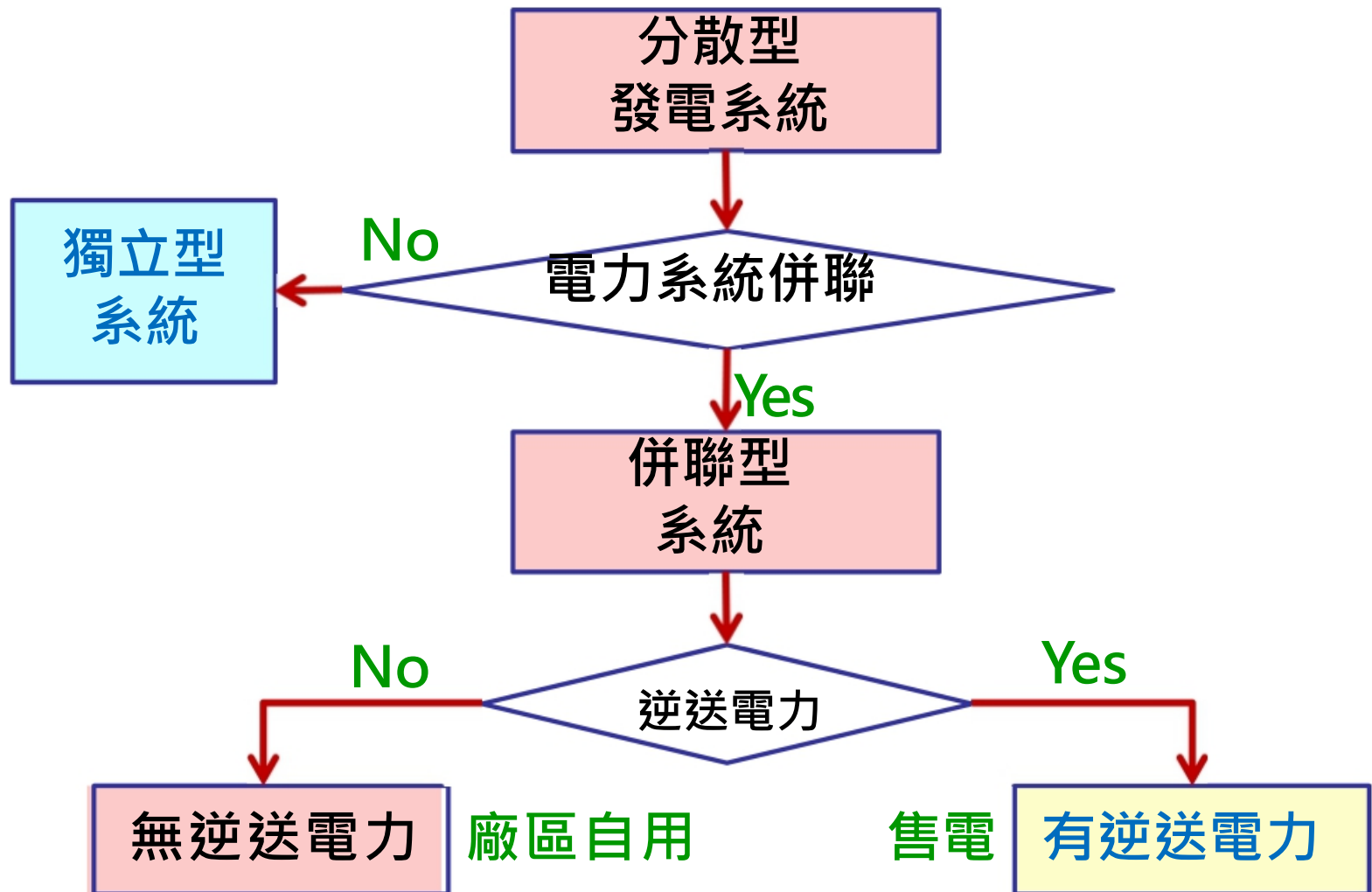
發電機輸出：

拖動感應電機或同步電機進行發電

型式：渦輪以直驅或以齒輪箱與發電機連結



電力系統併聯類型



自用發電設備登記規則

<https://law.moj.gov.tw/LawClass/LawAll.aspx?pcode=J0030071>

再生能源設備設置管理辦法

https://www.moeaboe.gov.tw/ECW/populace/Law/Content.aspx?menu_id=1096

設計參數(用戶提供參數)

蒸汽參數

流量

入口條件

飽和/過熱蒸汽

蒸汽壓力、溫度

出口條件：出口壓

設置環境

空間

非防爆區/防爆區

屋內/屋外有遮雨棚/屋外無遮雨棚

機組架設於水泥地面上，需鋪設汽輪機基礎

電力

感應發電機/同步發電機

電壓：AC380~480V/3kV/6kV/11kV

控制盤、電力盤配置

電力直接饋接於廠區電網，供廠區用電/售電



節能與經濟效益

- 展現節能、減排、綠能(永續能源)及經濟等多效益。
- 以淨發電量500kW、運轉8000時/年的汽輪發電機組為例：
 - 發電量/年 = $500\text{kW} \times 8,000\text{時/年} = 4,000,000\text{度/年}$
 - 節能效益
 - 減碳量 = $0.502\text{公斤CO}_2\text{e/度} \times 4,000,000\text{度/年} = 2,008\text{公噸/年}$
 - 原油當量 = $0.2387\text{升原油當量/度} \times 4,000,000\text{度/年} = 955\text{公秉/年}$
 - 節電效益 = $2.5\text{元/度} \times 4,000,000\text{度/年} = 1\text{仟萬元/年}$

註：

1. 0.502公斤CO₂e/度(2020年電力排碳係數)
2. 0.2387升原油當量/度(發電效率40%)
3. 電價=2.5元/度

工研院蒸汽壓降應用實績

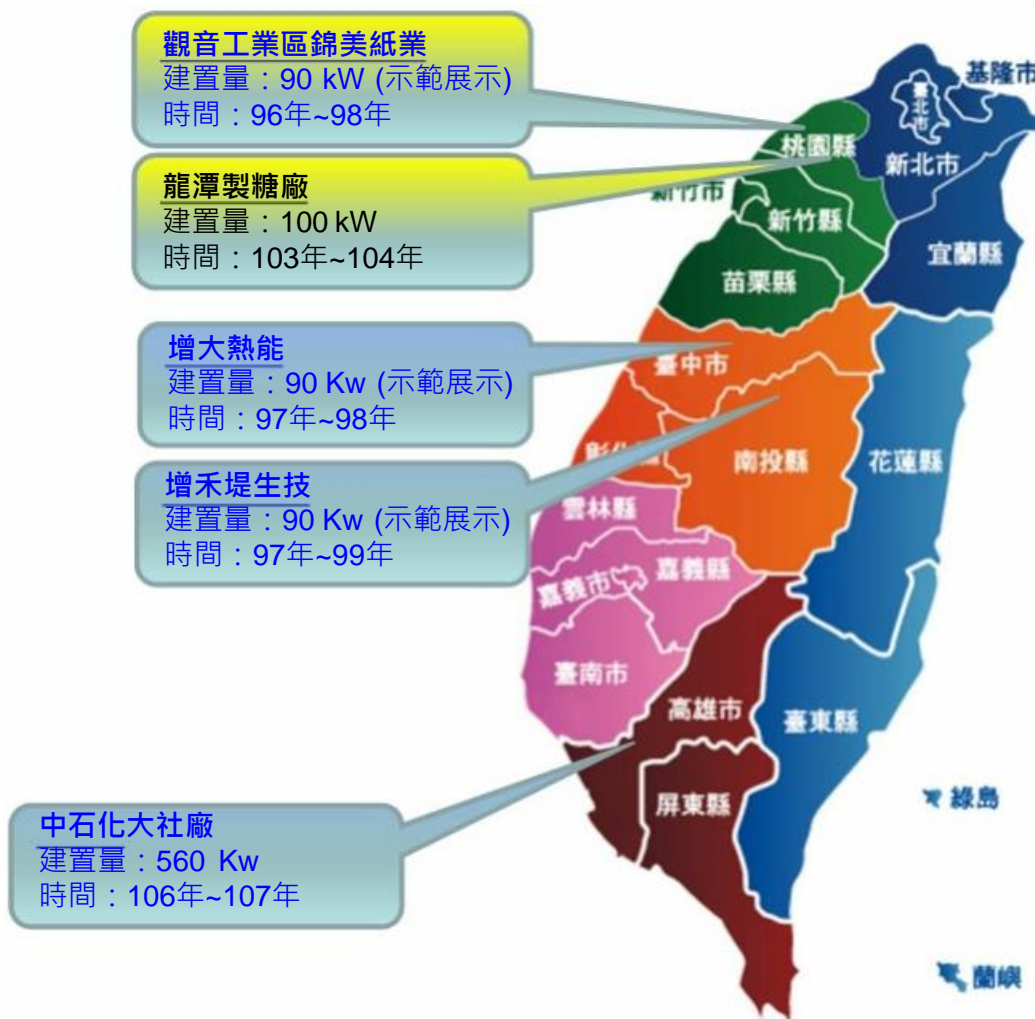
■ 工研院ECT技術特點-

- 不須任何燃料且不產生排放物，可適用於各型高低壓蒸汽管線
- 利用蒸汽管線原有減壓閥上下游之壓降能量推動背壓式渦輪轉子，輸出電力，達到壓力能回收發電的效果
- 2006~2007年- 執行SBIR計畫，藉由國際技術引進，於桃園紙業蒸汽廠，完成90kW系統示範展示運轉
- 2008~2010年- 執行能源局計畫，建立ECT系統工程開發技術，於南投生技食品廠，完成開發與建置100kW e機組
- 2014~2015年- 於龍潭製糖廠，完成100kW e機組規劃及建置
- 2014~2015年- 於高雄石化廠，完成560kW e機組規劃及建置，協助業主通過與執行廢熱回收補助申請，獲補助款500萬元。





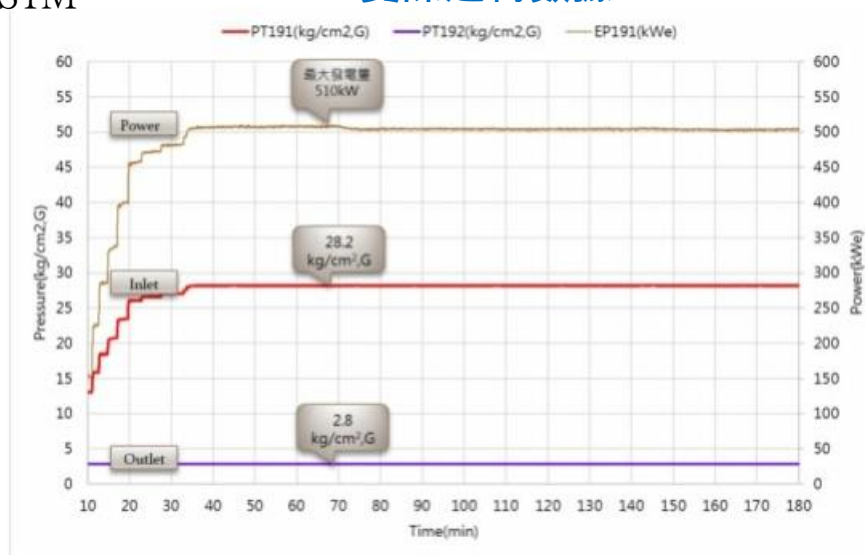
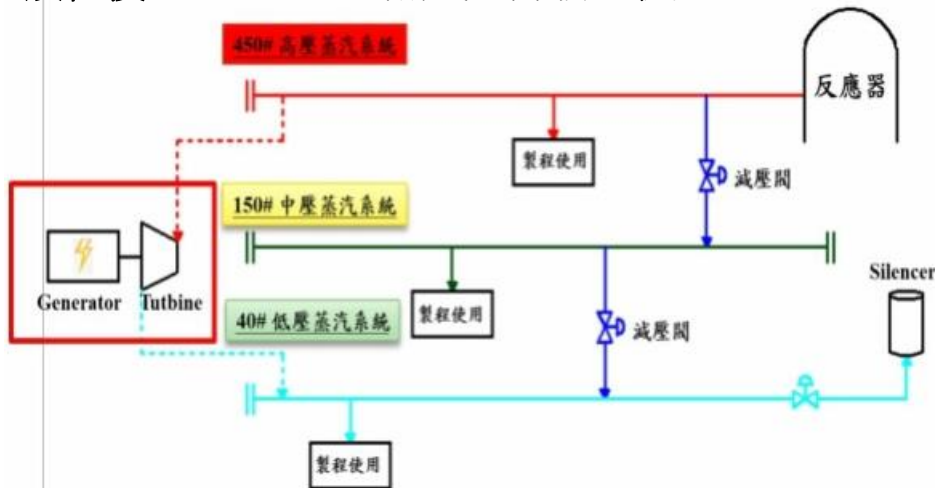
工研院ECT發電機組裝置實績



蒸汽減壓廢熱再利用之發電系統專案

改善前：450#STM→減壓閥→150#STM→減壓閥→40#STM
改善後：450#STM→蒸汽壓降發電機組→40#STM

實際運轉數據



獲106年度廢熱回收補助500萬元

Q & A

**感謝聆聽！
敬請指教！**