地熱ORC發電技術及應用

漢力能源科技股份有限公司

HanPower Energy Technology Co., Ltd.

E-mail: cronkuo@hanpower.com.tw

http://hanpower.com.tw

Mobile:+886-918-116769

Tel:+886-3-4855177#168

工廠/辦公室：桃園市楊梅區楊湖路一段585巷68號

(No. 68, Ln. 585, Sec. 1, Yanghu Rd., Yangmei Dist., Taoyuan City 326018, Taiwan, R.O.C.)

集團辦公室：台北市中山區南京東路二段124號4樓

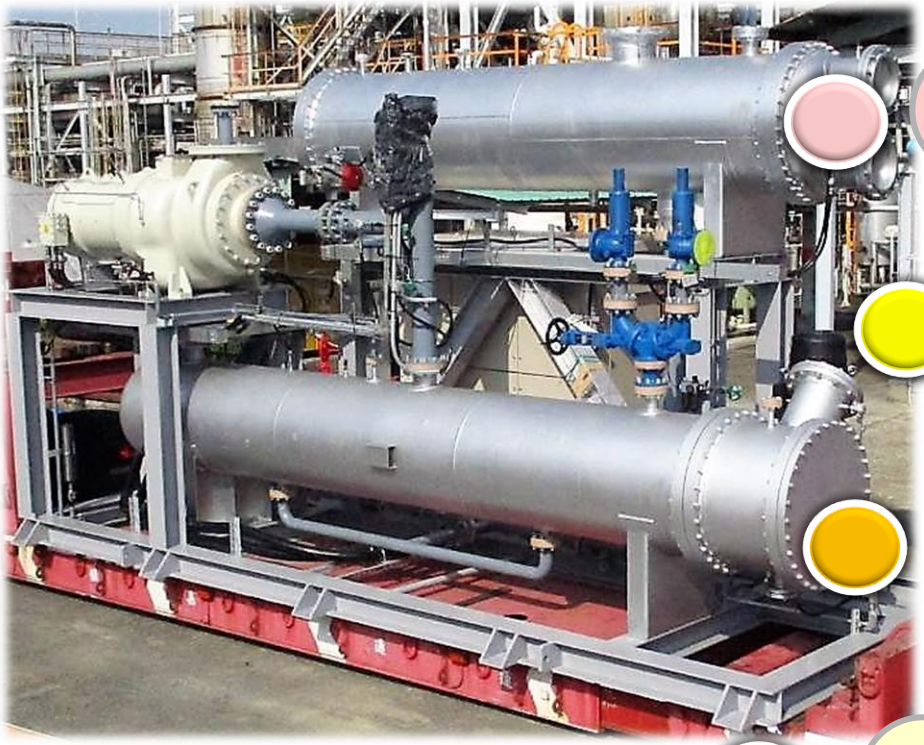
(4F. No. 124, Section 2, Nanjing East Rd., Zhongshan Dist., Taipei City, 10491, Taiwan, R.O.C.)

2025年6月

Copyright 2025 漢力能源科技

內容

1. 公司簡介



2. 雙循環ORC發電技術

3. 地熱電廠設計

4. 地熱電廠實績

Q&A

Copyright 2025 漢力能源科技

公司簡介

- 漢鐘集團子公司，主要股東漢鐘、漢力、力菱、威達真空...
- 經營理念

願景：成為世界頂尖的ORC設備開發及其系統建造廠 ← 目前台灣第一

使命：廢能轉電、綠能發電 ←工業餘熱/廢熱、地熱/生質/太陽/海洋溫差等熱能

經營策略：系統分析、量身訂製、顧客滿意、後勤服務；立足台灣、進軍全球

核心價值：節能、綠電、淨零碳排

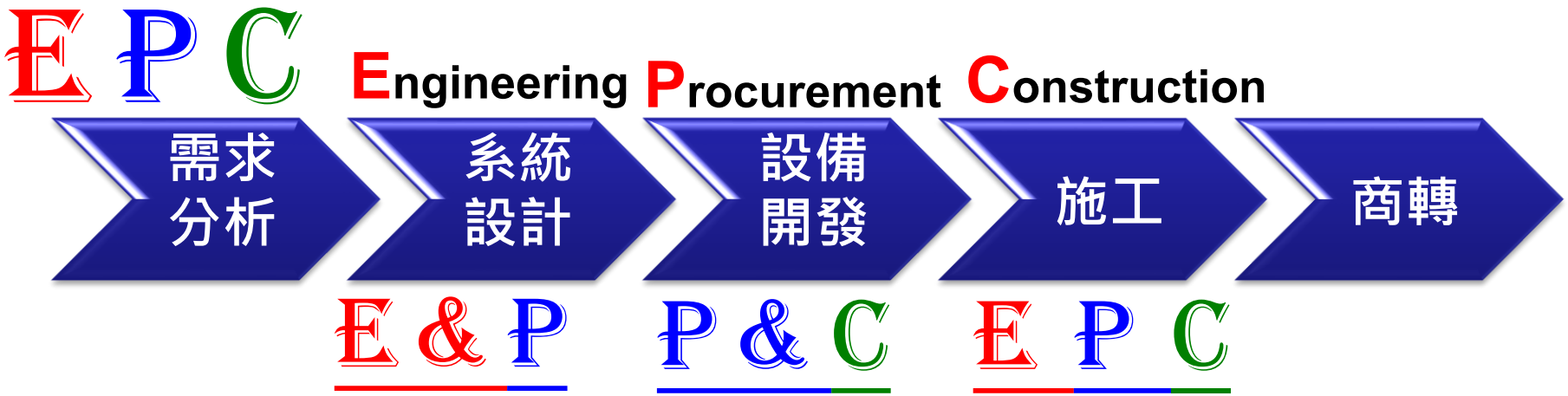
10th+ anniversary

2025年1月
新廠開幕暨10周年慶



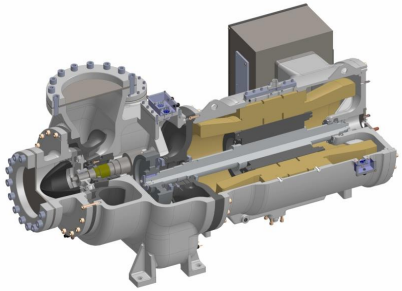
產品與服務

1. 餘熱/廢熱/地熱發電：螺桿ORC（ 10kW ~ 300kW)
2. 餘熱/廢熱/地熱發電：渦輪ORC (250kW~2,000kW)
3. 蒸汽壓降/餘壓發電：汽輪發電機（ 50kW~10,000kW)



Copyright 2025 漢力能源科技

ORC產品與技術Roadmap



2015 公司成立

2018

2020

2022

2025 新廠開幕






螺桿ORC　單級渦輪ORC　多級渦輪ORC　地熱 ORC 電廠EPC

Copyright 2025 漢力能源科技

汽輪機產品與技術Roadmap

70kW



500kW



380kW



105kW



2018 → 2020 → 2022 → 2025



1,000kW



300kW



400kW

- 多級背壓式汽輪機
- 多級凝汽式汽輪機

單級背壓式汽輪機+發電機 (防爆/非防爆)

實績

工業餘熱/餘壓→ORC→電力

- ✓ 超過50台螺桿發電機
- ✓ 超過20台渦輪發電機
- ✓ 12台汽輪發電機

全球頂尖實績

- 韓國：螺桿發電機 1台，發電量 45kW
- 越南：螺桿發電機4台，發電量 292kW
- 泰國：螺桿發電機2台，發電量250kW
- 中國：螺桿發電機17台、渦輪發電機8台，發電量10,407kW
- 菲律賓：螺桿發電機 1台、汽輪機發電機 1台，發電量250kW

台灣創新應用

- 台北：螺桿發電機 1台，發電量 16kW
- 桃園：螺桿發電機3台、汽輪發電機3台，發電量325kW
- 新竹：螺桿發電機 1台，發電量300kW
- 苗栗：汽輪發電機 1台，發電量380kW
- 台中：螺桿發電機 1台、汽輪發電機 1台，發電量1,110kW
- 彰化：螺桿發電機 1台，發電量100kW
- 雲林：螺桿發電機8台、渦輪發電機3台、汽輪發電機 1台，發電量4,496kW
- 台南：螺桿發電機3台、汽輪發電機 1台，發電量546kW
- 高雄：螺桿發電機3台、渦輪發電機4台、汽輪發電機4台，發電量4,242kW
- 屏東：螺桿發電機2台，發電量427kW
- 台東：螺桿發電機 1台，發電量 16kW
- 宜蘭：渦輪發電機 1台，發電量 12kW
- 金門：螺桿發電機 1台，發電量144kW

地熱→ORC→電力

- ✓ 台東金崙 2台 (500kW級)
- ✓ 宜蘭清水 2台
- ✓ 宜蘭仁澤 (台電)1台
- ✓ 台東金崙 2台 (1,000kW級，預計2025年開發、明年商轉)



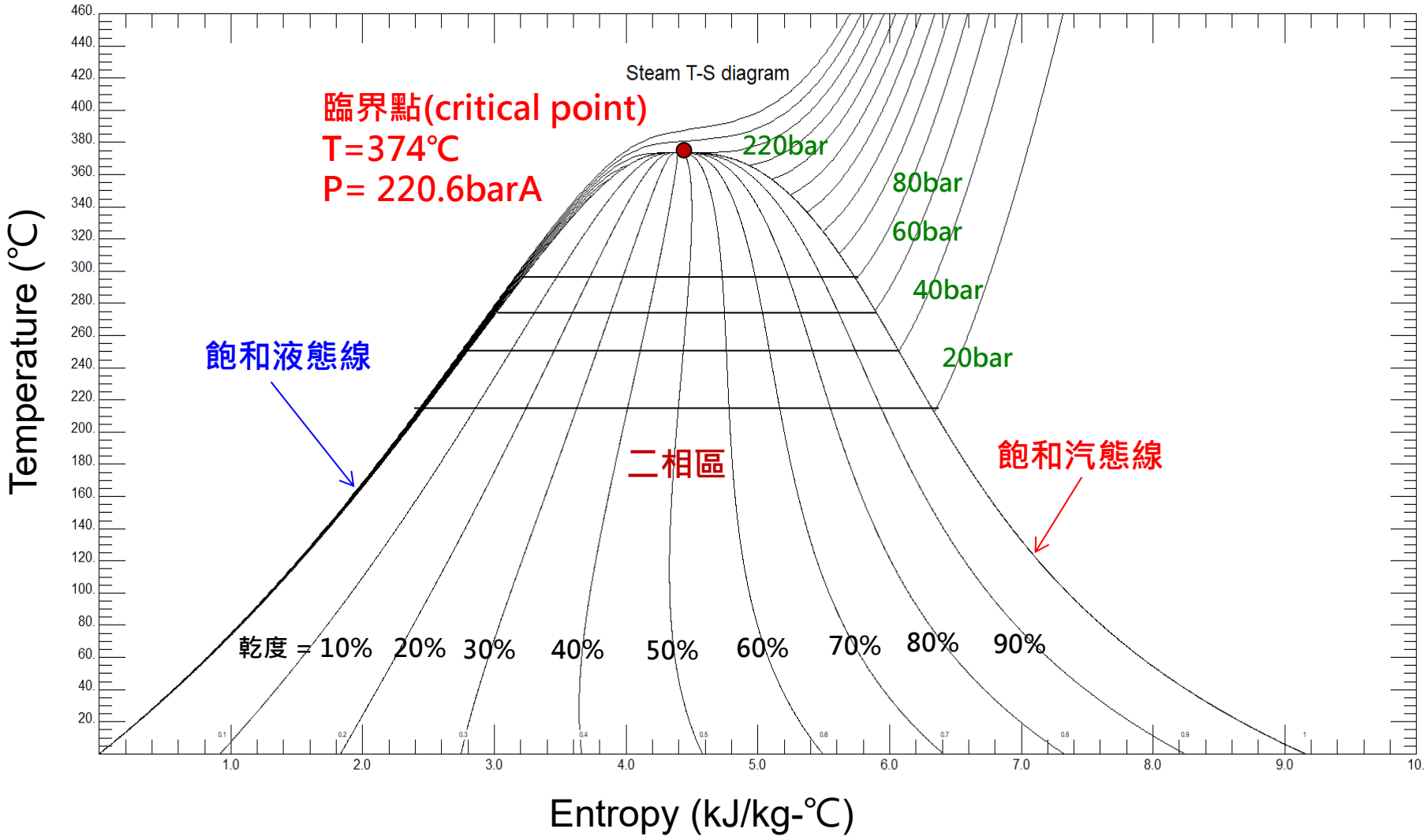
熱能→發電

發電技術	溫度範圍	適用性
蒸汽朗肯循環發電 (Steam Rankine Cycle)	中、高	熱源溫度≧300℃ 火力電廠、核電廠、汽電共生廠等
有機朗肯循環發電 (Organic Rankine Cycle)	低、中	熱源溫度≧80℃ 工業餘熱/廢熱、地熱、生質熱
卡林那循環發電 (Kalina Cycle)	低、中	熱源溫度≧80℃ 工業餘熱/廢熱、地熱、生質熱
熱電發電 (Thermoelectric Generation)	中、高	未有商業發電機組
壓電發電 (Piezoelectric Generation)	低	未有商業發電機組

Copyright 2025 漢力能源科技

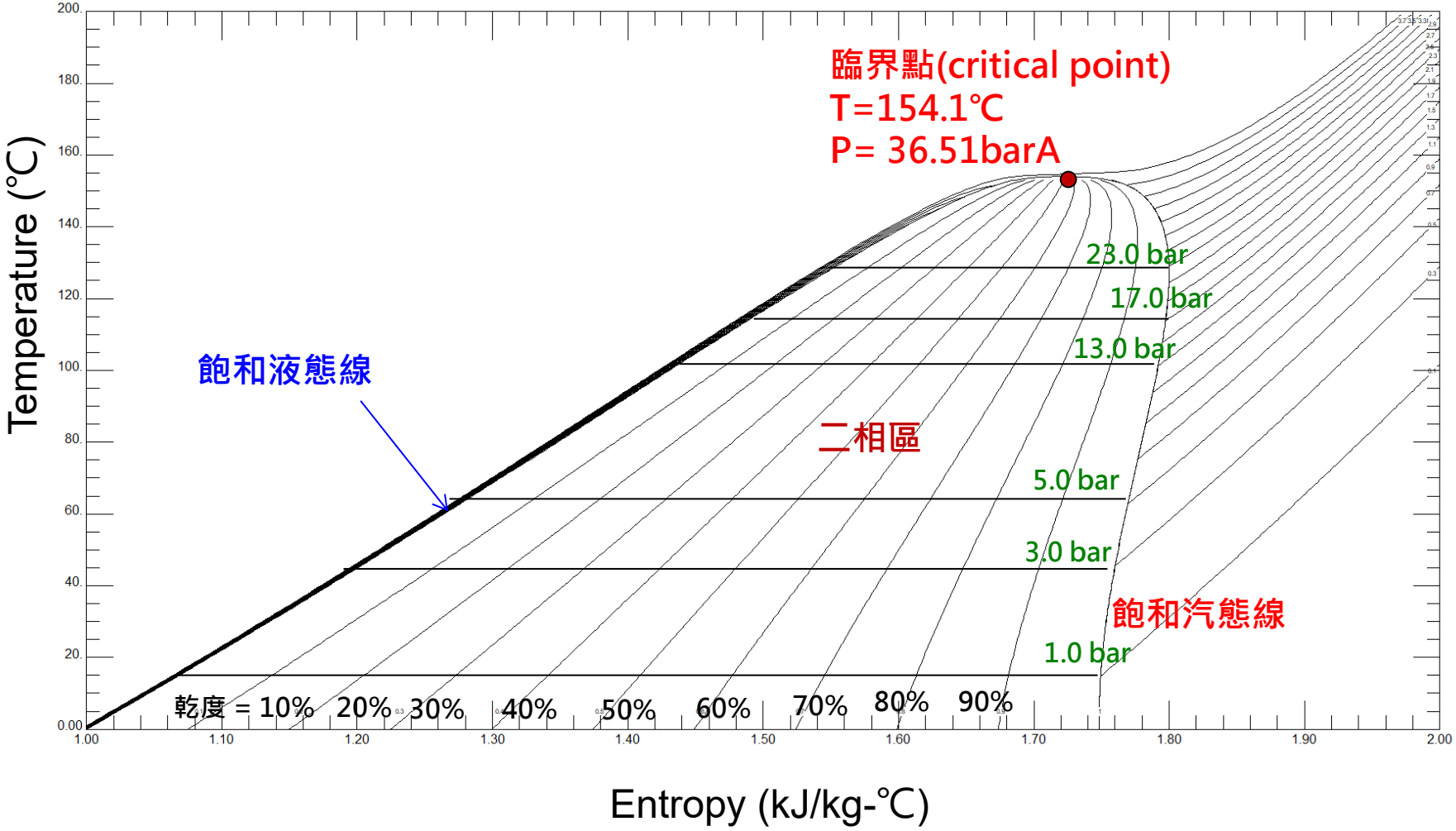
蒸汽T-s (溫度-熵)圖

高溫、高壓過熱蒸汽發電採用蒸汽朗肯循環系統(Steam Rankine Cycle)



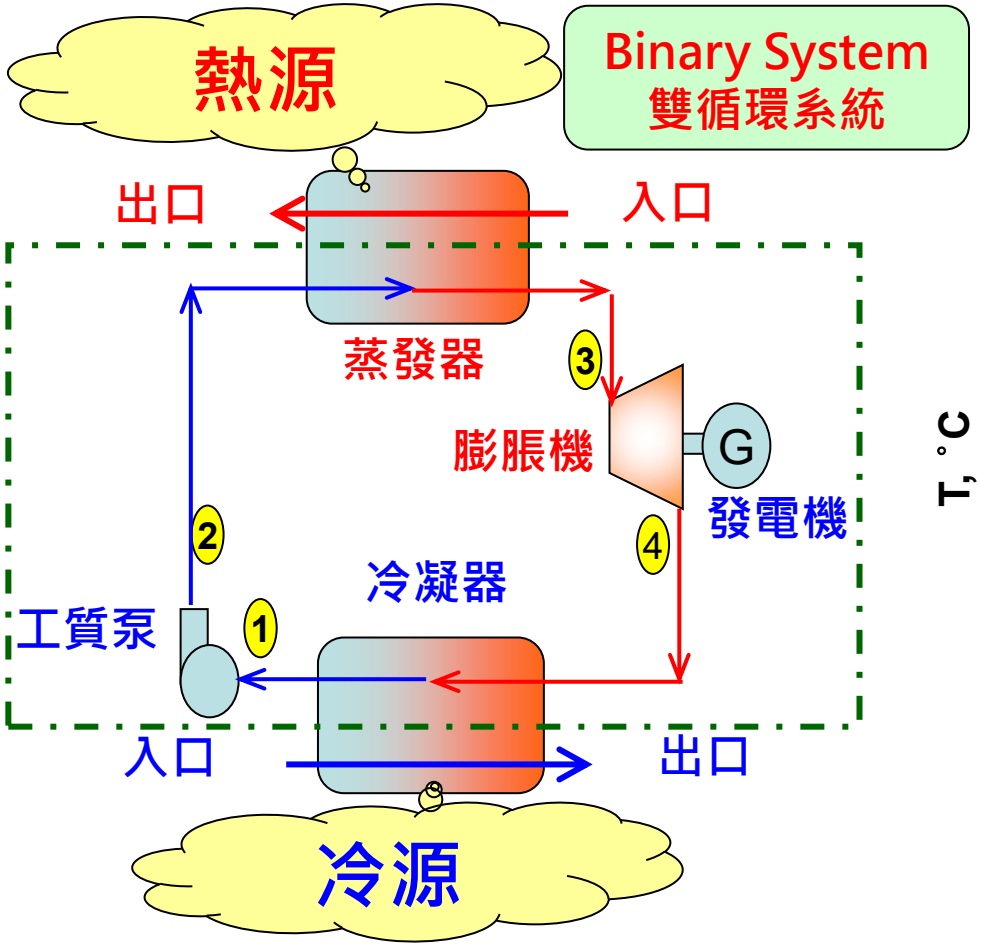
R245f T-s (溫度-熵)圖

低階熱能發電採用有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle)系統

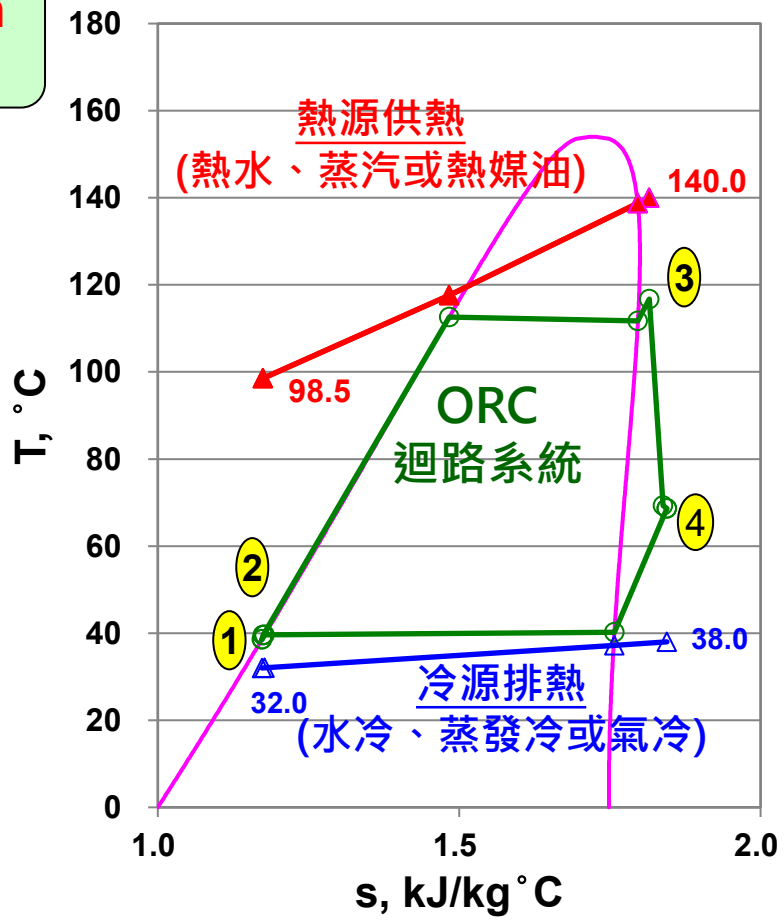


有機朗肯循環(Organic Rankine Cycle)

利用低溫沸點工作流體(工質)，將熱源、冷源溫差能轉換為電力輸出



- 過程1→2(工質液泵)：工質升壓
- 過程2→3(蒸發器)：工質蒸發成汽態
- 過程3→4(膨脹機)：工質做功
- 過程4→1(冷凝器)：工質冷凝成液態



熱源(Heat Source)

節能 (energy saving)

- 工業餘熱 80~500°C
- 引擎廢氣/水套熱水 煙氣:200-500°C,熱水:~90°C

再生能源 (renewable energy)

- 溫泉/地熱 70~200°C
- 生質能 100~500°C
- 太陽熱能 80~350°C

直接取熱、間接取熱





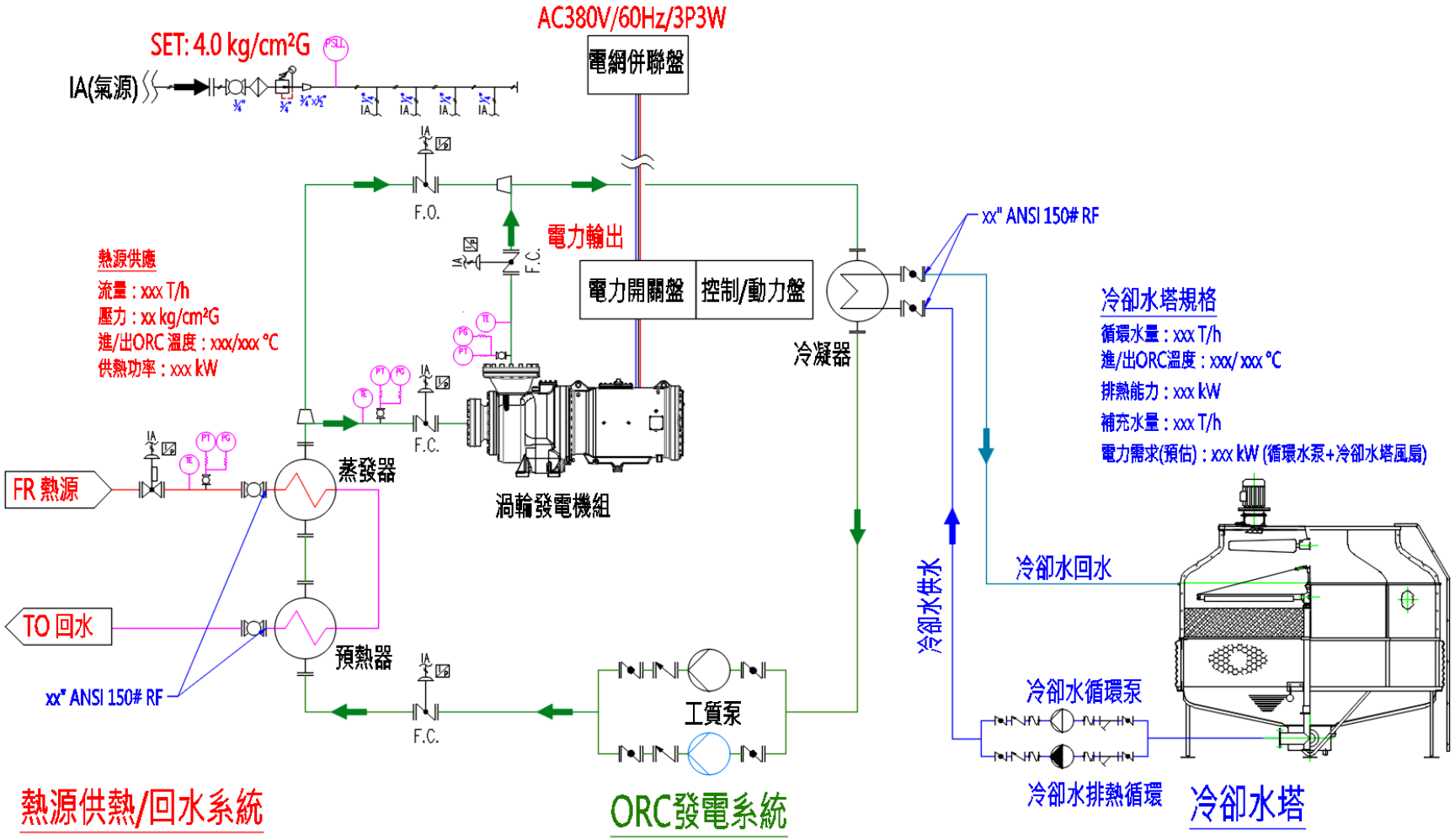
電網併聯

排熱

- 河水、井水 10~30°C
- 冷卻水 10~40°C
- 氣冷 10~40°C
- 超低溫冷能 -180~-150°C

冷源(Heat Sink)

ORC發電站配置


AC380V/60Hz/3P3W
電網併聯盤
SET: 4.0 kg/cm²G
IA(氣源)
F.O.
F.C.
電力輸出
電力開關盤
控制/動力盤
熱源供應
流量 : xxx T/h
壓力 : xx kg/cm²G
進/出ORC 溫度 : xxx/xxx °C
供熱功率 : xxx kW
冷凝器
xx" ANSI 150# RF
冷卻水塔規格
循環水量 : xxx T/h
進/出ORC溫度 : xxx/ xxx °C
排熱能力 : xxx kW
補充水量 : xxx T/h
電力需求(預估) : xxx kW (循環水泵+冷卻水塔風扇)
FR 熱源
蒸發器
渦輪發電機組
TO 回水
預熱器
xx" ANSI 150# RF
工質泵
冷卻水回水
冷卻水供水
冷卻水循環泵
冷卻水排熱循環
冷卻水塔
熱源供熱/回水系統
ORC發電系統
供熱
發電
排熱

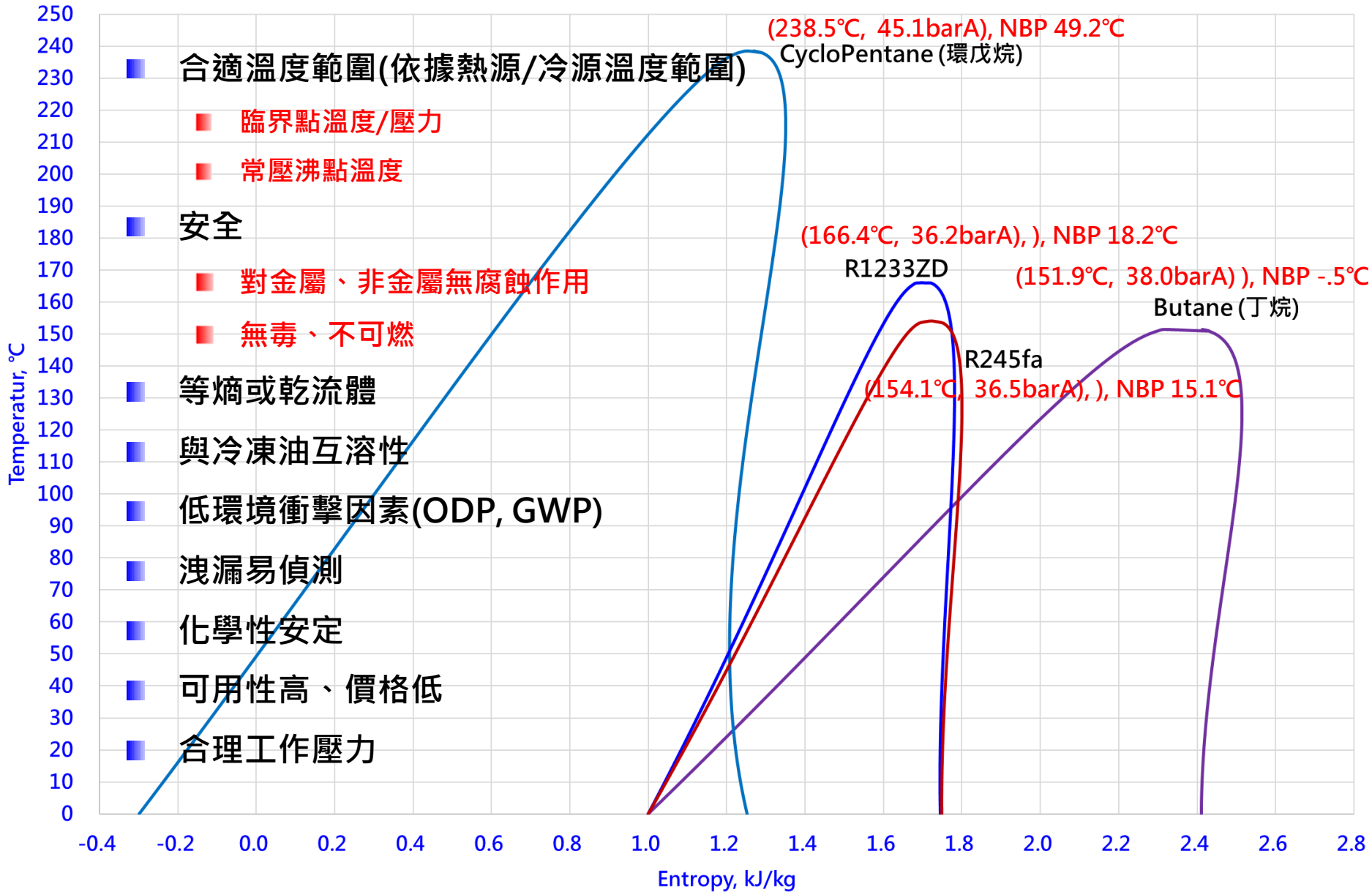
純質工質(工作流體)

- 鹵碳化合物工質
  - CFCs、HCFCs(管制冷媒)
  - HFCs(氫氟烴、第3代環保冷媒, ODP = 0, GWP高) ← R134a, R245fa
  - HFOs(氫氟烯烴、第4代環保冷媒, ODP = 0, GWP低) ← R1234ZE, R1233ZD
- 飽和碳氫化合物工質
  - 甲烷、乙烷、丙烷、異丁烷、丁烷、環戊烷 ← 易燃 (防爆)
  - 不飽和碳氫化合物工質
  - 乙烯、丙烯和它們的鹵族元素衍生物

Copyright 2025 漢力能源科技

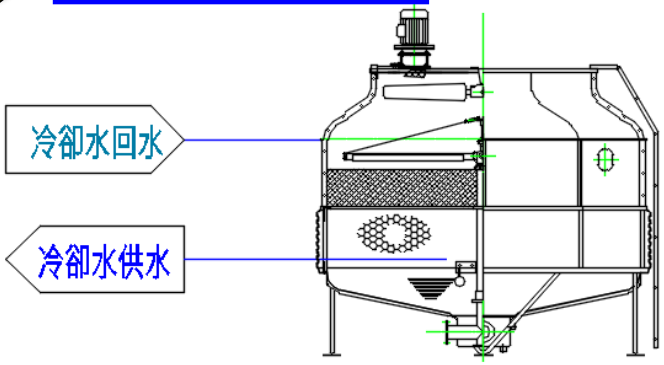
工作流體篩選原則

- 合適溫度範圍(依據熱源/冷源溫度範圍)
  - 臨界點溫度/壓力
  - 常壓沸點溫度
- 安全
  - 對金屬、非金屬無腐蝕作用
  - 無毒、不可燃
- 等熵或乾流體
- 與冷凍油互溶性
- 低環境衝擊因素(ODP, GWP)
- 洩漏易偵測
- 化學性安定
- 可用性高、價格低
- 合理工作壓力



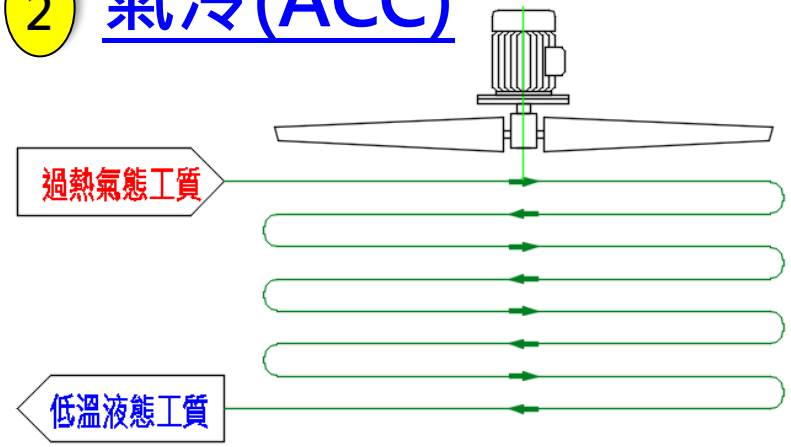
ORC排熱系統

1 水冷(WCC)



冷卻水塔

2 氣冷(ACC)



空氣冷凝器

	水冷式	氣冷式
裝置		
冷卻方式	工質(冷媒)-->水-->空氣	工質(冷媒)-->空氣
冷卻介質	水(蒸發散熱)	空氣(對流散熱)
馬達功率	小 (循環水泵、風扇)	大 (風扇)
冷卻介質熱傳效率	高	低
熱傳面積需求	小	大
冷凝壓力/溫度	低	高
ORC效率	高	低
環境		
汙染	熱汙染、排放水汙染	熱汙染
孳生病菌	容易	不易
使用環境資源	水、空氣	空氣
經濟性		
裝置成本	低	高
佔地成本	小	大
維護成本	低	視安裝環境而定
IRR	高	低

Copyright 2025 漢力能源科技

ORC配置及主要部件

類型

螺桿 ORC

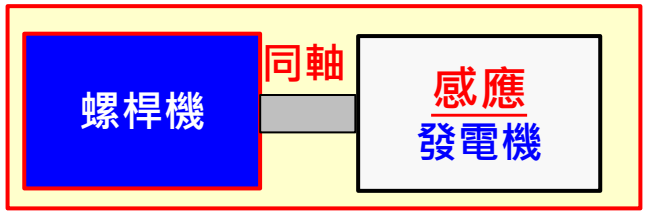
10~300kW

渦輪 ORC

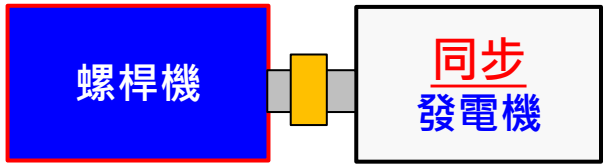
250~2,000kW

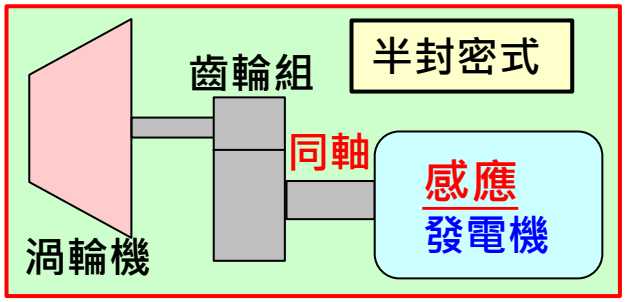
動力系統

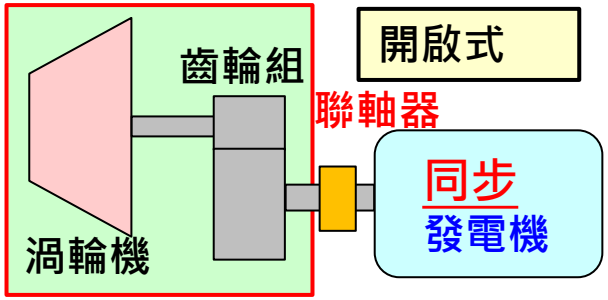
半封密式



開啟式　聯軸器



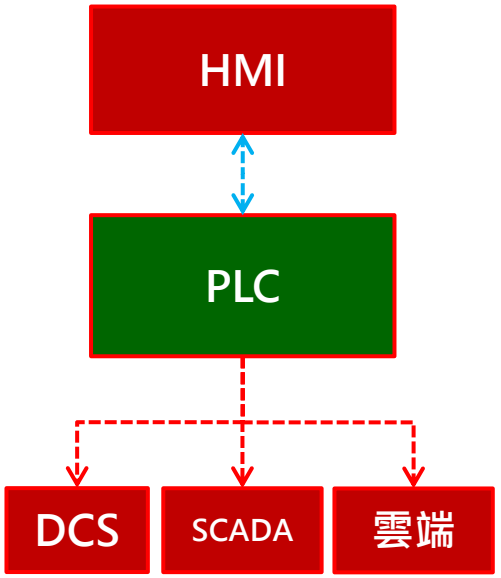




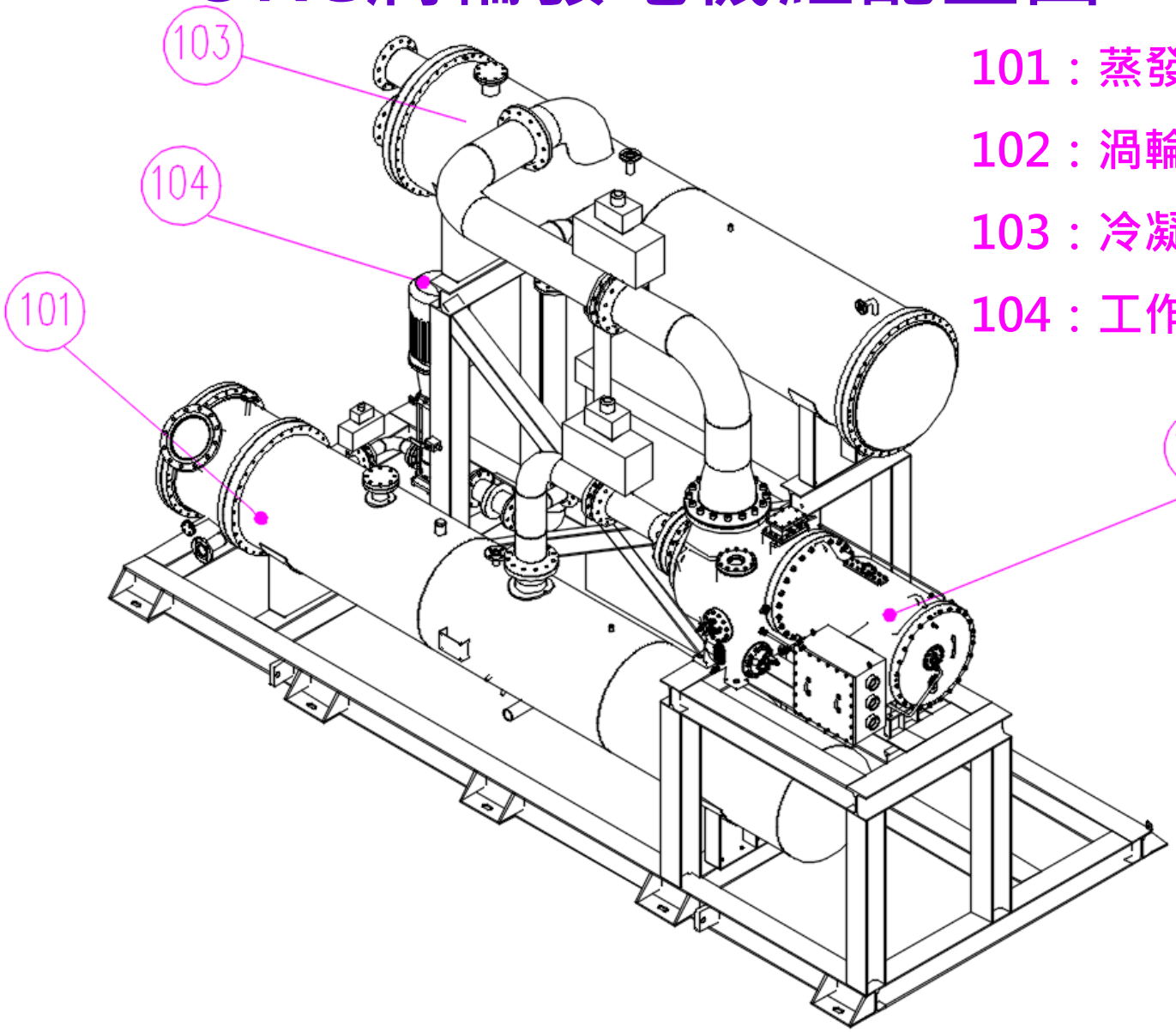
熱交換器

- 蒸發器 (板式/管殼式)
- 預熱器 (板式/管殼式)
- 回熱器 (板式/管殼式)
- 水冷式冷凝器 (板式/管殼式)
- 空冷式冷凝器 (鰭片式散熱管)

控制/通訊



ORC渦輪發電機組配置圖



101：蒸發器

102：渦輪發電機組

103：冷凝器

104：工作流體泵

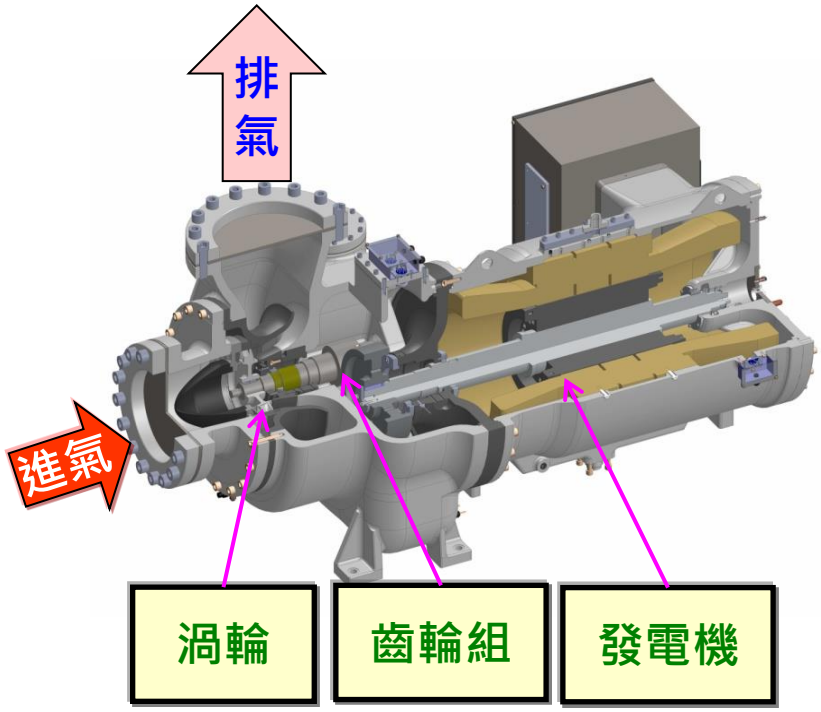
動力系統型態(渦輪+齒輪組+發電機)

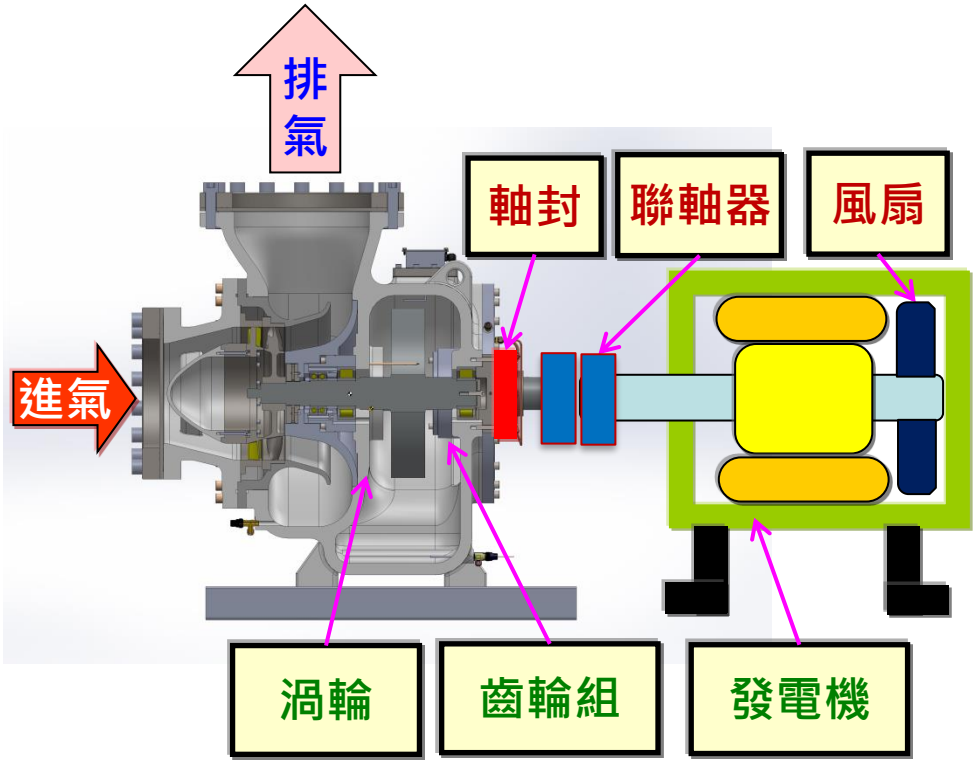
半封密式

- O 不需聯軸器：渦輪+齒輪組+發電機
- O 不需軸封：安裝於同一機匣內
- O 不需風扇：工質直接冷卻發電機

開啟式

- X 需聯軸器：有對心、振動問題
- X 需軸封：有老化及工質洩漏問題
- X 需散熱風扇：降低發電機效率





渦輪發電機及ORC產品特性

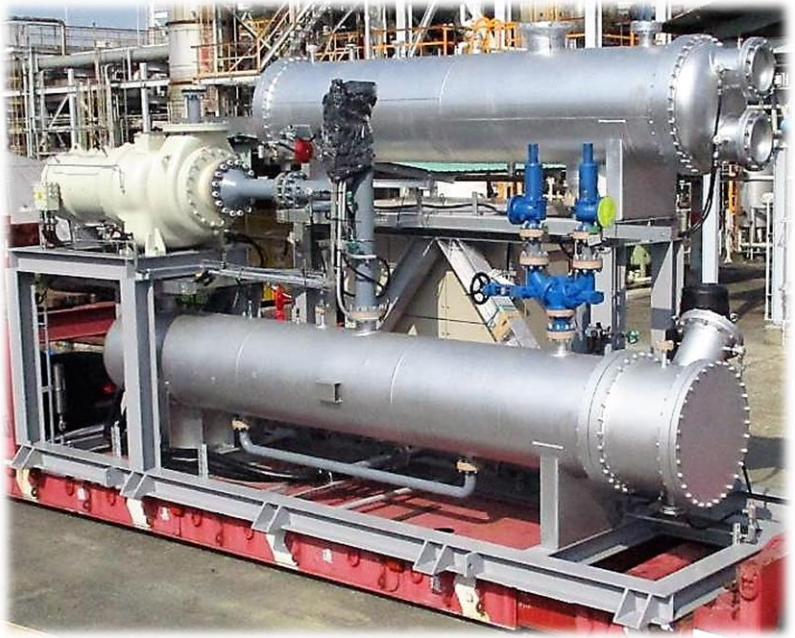
- 高效能渦輪發電機
  - 核心引擎：渦輪+齒輪組+發電機
    - 軸流式渦輪：結構簡單
    - 等熵效率：
      - 單級~80%
      - 雙級~85%
  - 剛性轉子，操作區間無共振
  - 高效率感應或同步發電機
    - 頻率(Hz)：50/60
    - 電壓(V)：380~480,3K/6K/10K
- ORC產品特性
  - 產品系列
    - 發電機容量：250kW ~2,000kW
    - 量身訂製：依據工況，優化設計
    - 100% MIT：100% 研發及自製能力
  - 操作範圍(turndown ratio)寬廣
    - 發電功率30%~110%額定發電量
  - 產品壽期超過20年
    - 高可靠度、低維修需求及成本



軸流渦輪(5軸加工)+齒輪組

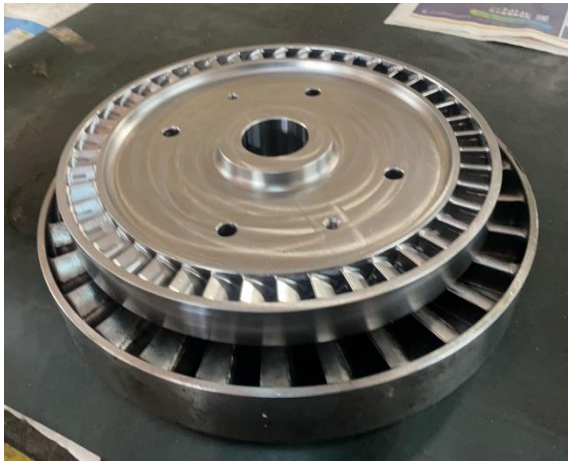


半封密式：渦輪+感應發電機



渦輪ORC發電機組

渦輪發電機：設計、開發&測試



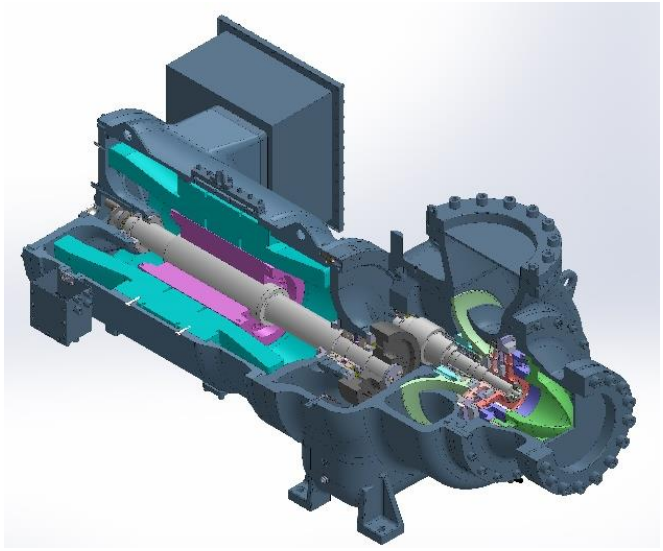
軸流渦輪(靜子+轉子)：5軸加工



單級軸流渦輪+齒輪組



二級軸流渦輪+齒輪組

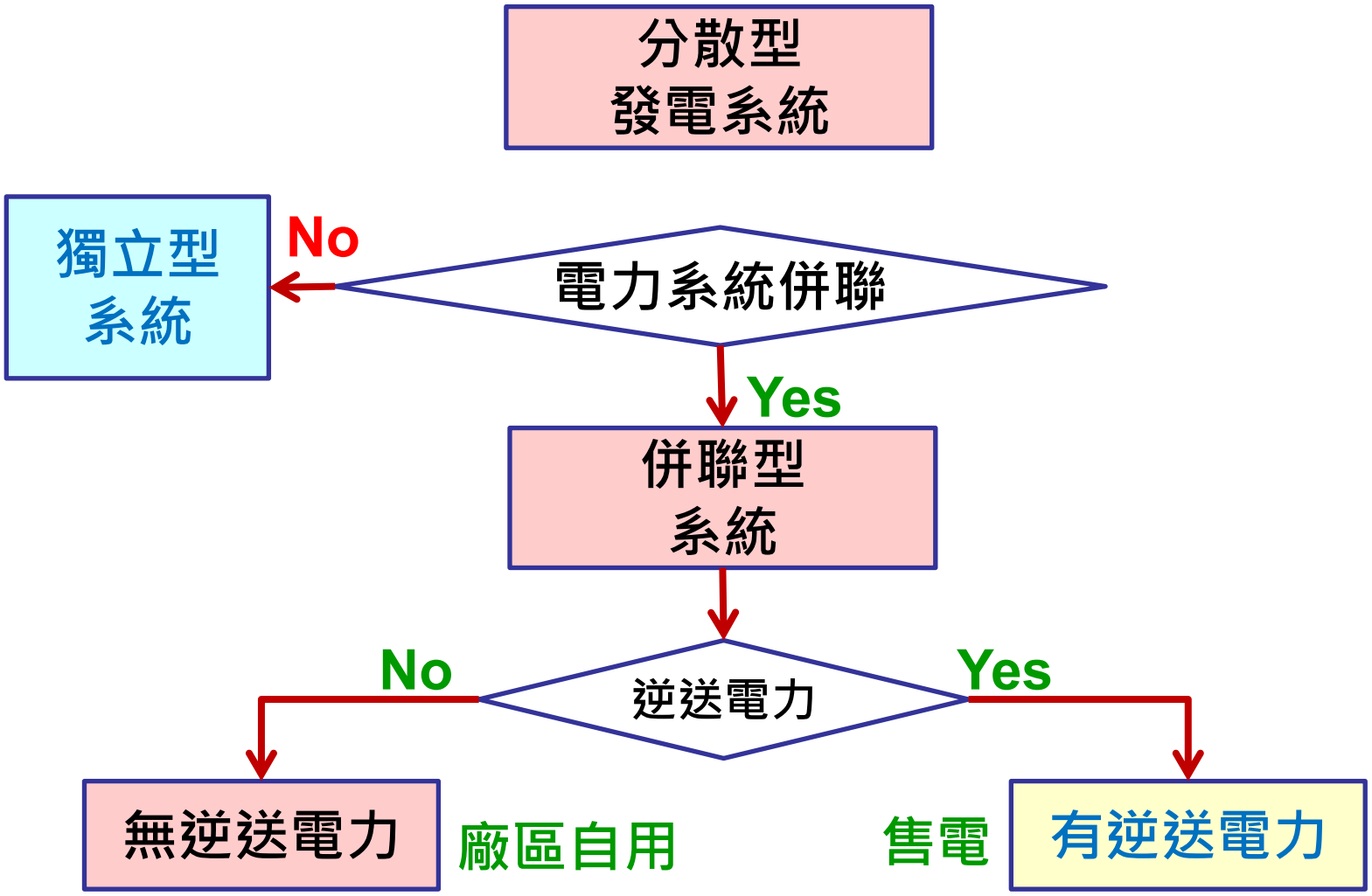


渦輪發電機剖面圖



渦輪發電機實體圖

電力系統併聯



再生能源設備管理辦法

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

交流發電機

- 同步發電機(synchronous generator)
  - 轉子磁場(場繞組)
    - 轉子設計成永久磁鐵
    - 供應一直流電給轉子繞組形成一電磁鐵
  - 旋轉磁場
    - 原動機(例如：汽輪機)帶動發電機轉部，電機內部產生旋轉磁場
  - 定子繞組(電樞繞組)
    - 旋轉磁場感應發電機定子繞組，輸出三相電力
- 感應(異步)發電機(induction generator)
  - 旋轉磁場
    - 通入三相電流到定子的三相繞組(在空間相隔120°電機角)，定子產生旋轉磁場
  - 氣隙旋轉磁場：定子與轉子磁場合成氣隙旋轉磁場
  - 氣隙旋轉磁場切割定子繞組，輸出三相電力

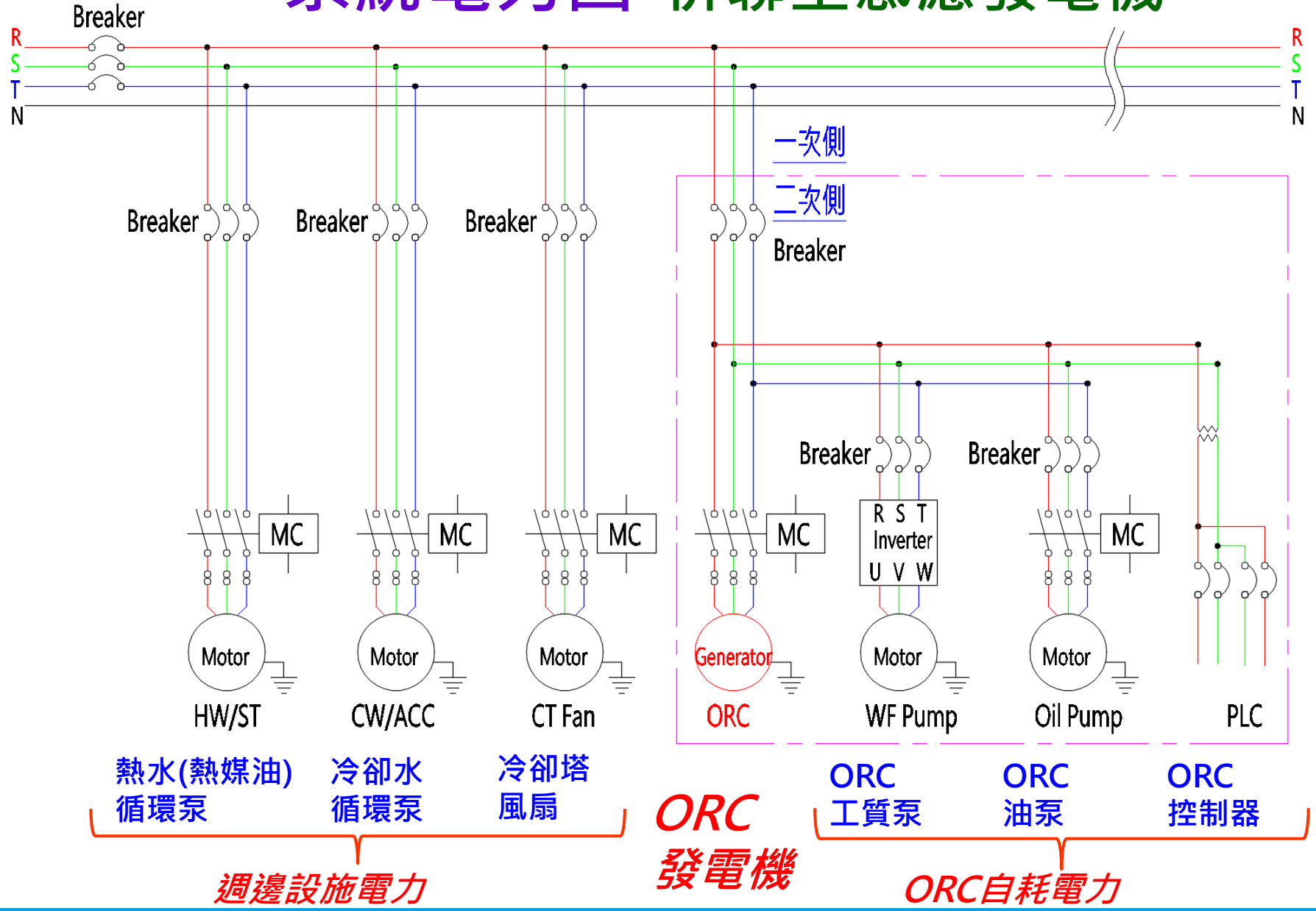
Copyright 2025 漢力能源科技

併聯型發電機特性比較

	感應發電機	同步發電機
併網方式	直接併網	同步盤控制
電壓調整	跟隨電網	併網前：激磁系統 併網後：跟隨電網
頻率調整	跟隨電網	併網前：激磁系統 併網後：跟隨電網
負載發電功率	螺桿機10~110%、渦輪機30~110%	
設備可靠度	高	高
運轉,維修成本	低	中
系統建構	簡易	中
功率因數	≧85% (可電容補償)	≧95% (可自動調整)
孤島效應	自動解聯	防孤島效應裝置

Copyright 2025 漢力能源科技

系統電力圖-併聯型感應發電機



產品經濟期與操作維護

- 產品壽期
  - ORC機組壽期> 20年、軸承壽期(L_{10}): 5萬~7萬小時
- 機組操作
  - 全自動控制(起機、運轉、發電、停機、事故處理等)、離點操作範圍寬廣
  - 無須專人照料(Install & forget)
- 維護保養

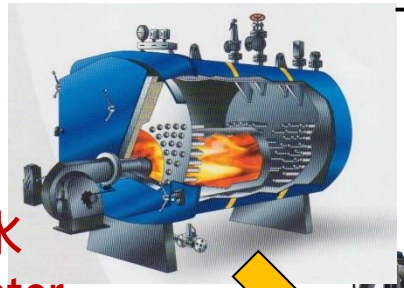
△：檢查或清潔　○：更換

項目	500 hrs	3,000 hrs	6,000 hrs	10,000 hrs	15,000 hrs	20,000 hrs	25,000 hrs	30,000 hrs
油位檢查	△	△	△	△	△	△	△	△
冷凍油過濾器	△	△	△	△	△	△	△	△
電氣絕緣				△		△		△
管路及外觀				△		△		△
蒸發器				△		△		△
冷凝器				△		△		△
冷凍油		○		△/○		△/○		△/○

ORC應用範疇

工業節能領域

工質
(1) HFC：R245fa, R134a
(2) HFO：R1234ZE, R1233ZD
(3) HC: Butane, Cyclopentane



蒸汽、熱水
Steam, hot water

工業餘熱、煙氣
Industrial waste heat



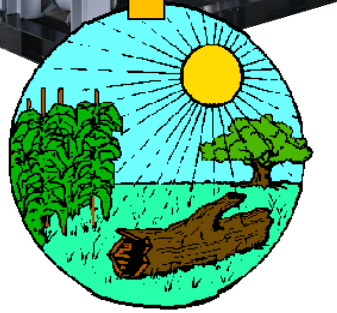


ORC發電站
ORC Power Unit

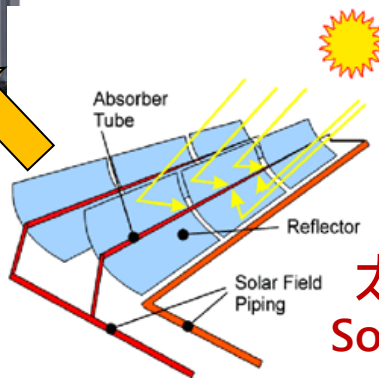
電力供應
Electricity Supply



地熱、溫泉
Geothermal heat, hot spring



生質熱、沼氣
Biomass heat



太陽熱
Solar heat

再生能源領域

需求分析&客製化設計

- 因應冷、熱源條件，優化ORC系統和機組設計，供應多樣化構型配置和多級距發電範圍的ORC產品

熱源形式	熱水/熱油	蒸汽(濕/飽和/過熱)/混合汽	煙氣/熱空氣
適用溫度	≧80°C	≧100°C	≧180°C

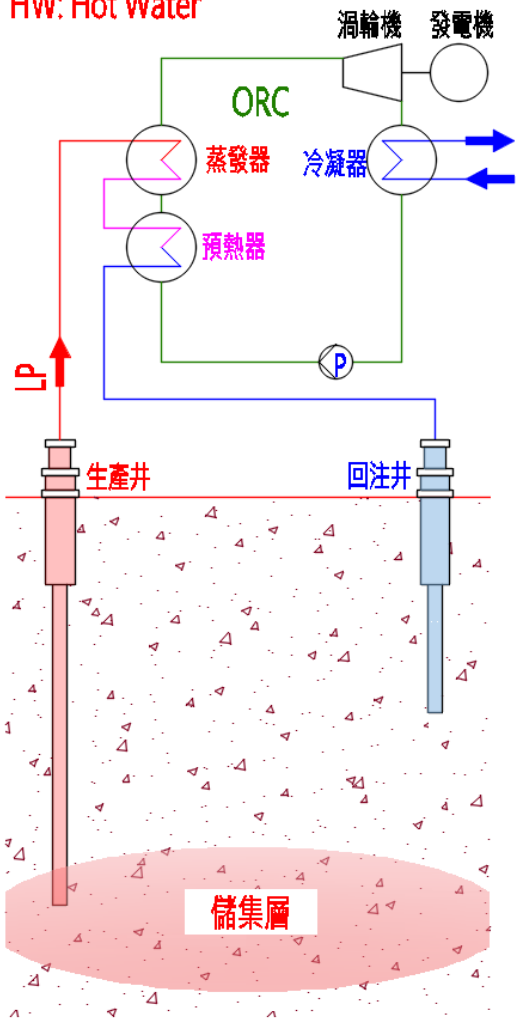
(以冷卻水入水溫32°C為參考)

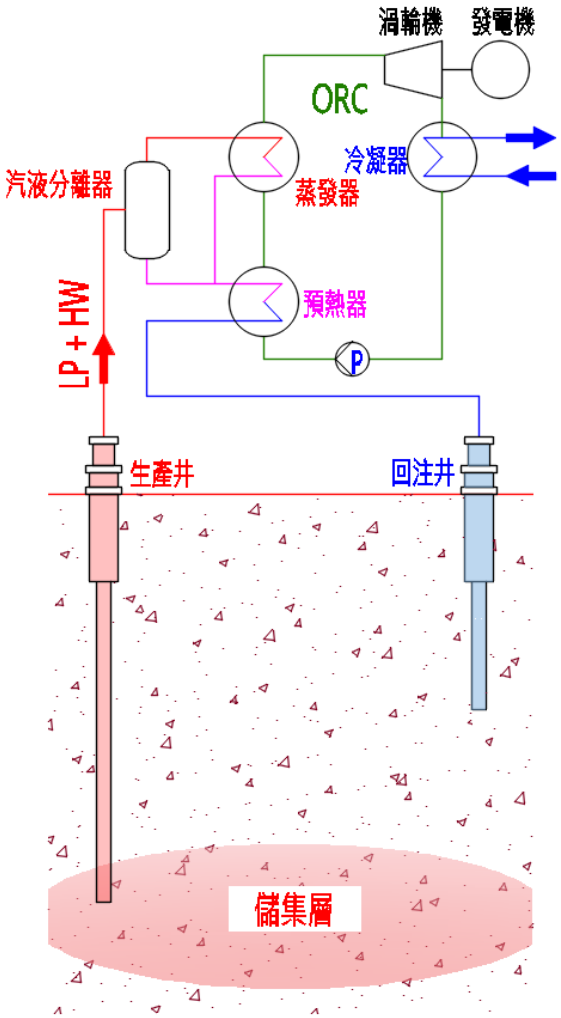
- 量身訂做ORC機組，最大化餘熱利用及妥善率
- 寬廣操作範圍，最大化機組年稼動率

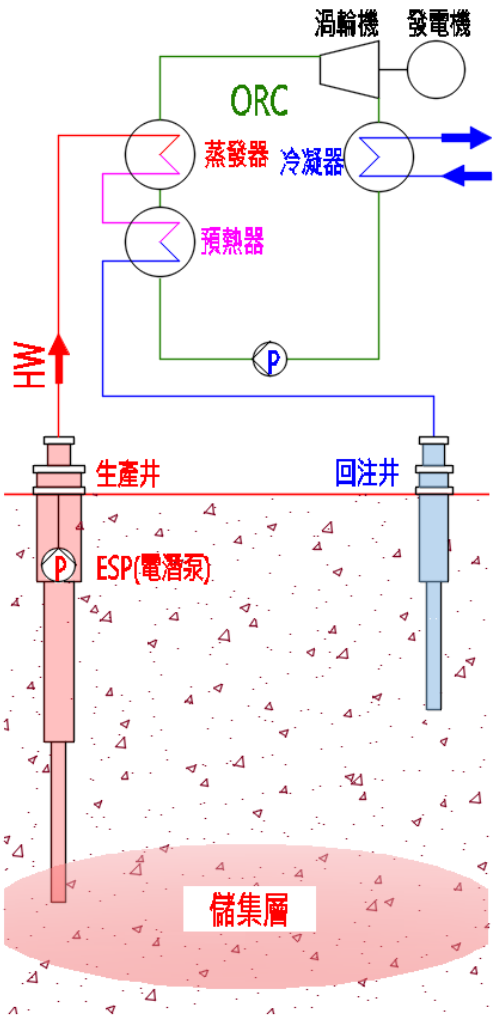
Copyright 2025 漢力能源科技

台灣生產井熱源特性及ORC發電系統配置

LP: Low Pressure Steam
HW: Hot Water







設計參數

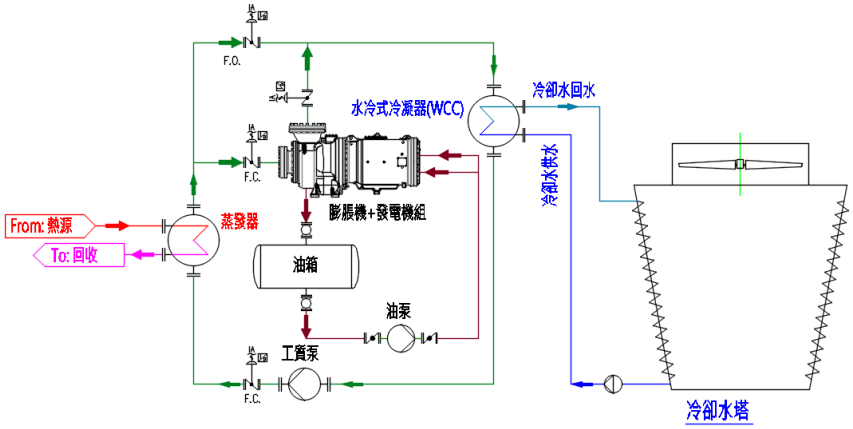
- 地熱水(供熱)←地熱井產能測試
  - 流量：地熱水占比、蒸汽占比、不凝結氣體占比 ←產能測試
  - 成分：物理、化學特性(腐蝕性、潔淨度、結垢.....) ←泉質分析
  - 出井溫度/壓力←產能測試
  - 回注溫度/壓力←回注指數
- 排熱(水冷/氣冷)
  - 水冷(環境溫度、濕球溫度)←氣象資料
  - 氣冷(環境溫度) ←氣象資料
- 電力
  - 發電機型式：感應發電機、同步發電機
  - 低壓：AC380~480V
  - 高壓：AC3.3kV或AC6.6kV或AC11.4kV
- 安裝位置
  - 室內或室外(有遮雨棚或露天)
  - 非防爆區或防爆區

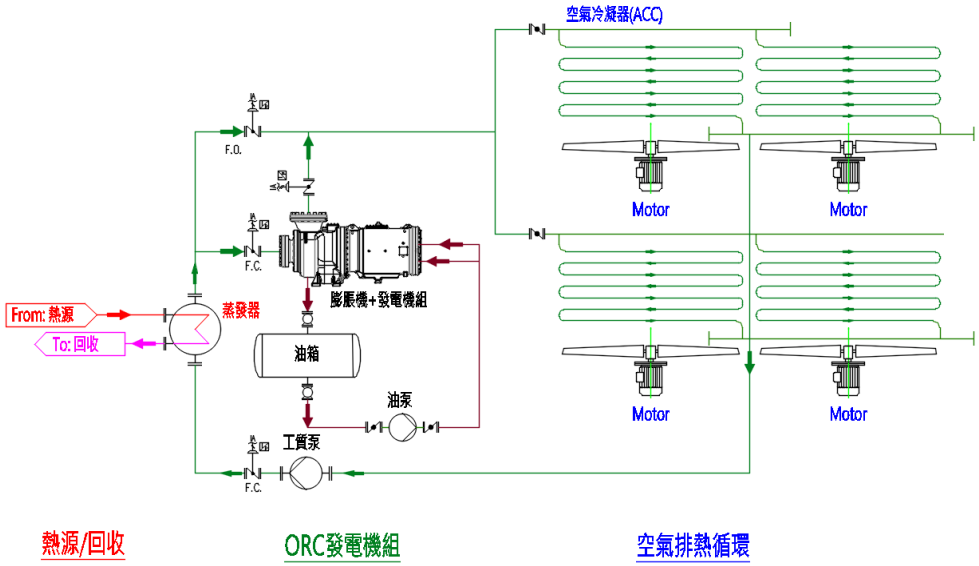
Copyright 2025 漢力能源科技

水冷式 ORC vs.氣冷式ORC

- 水冷式 (WCC, water cooled condenser)
  - 需有冷卻水源
  - 廠區循環冷卻水、井水、河水等
    - 過熱態工作流體進入殼管式冷凝器
    - 冷卻水通過管排帶走熱能
  - 補充水：循環水量1.2~1.4%
- 熱轉電效率：高
- 建造成本：低
- 操作成本：視環境條件

- 氣冷式 (ACC, air cooled condenser)
  - 不需冷卻水源
  - 環境空氣
    - 過熱態工作流體進入鰭片管排
    - 空氣通過管排散熱←對流散熱
  - 占地面積大
- 熱轉電效率：低
- 建造成本：高
- 操作成本：視環境條件



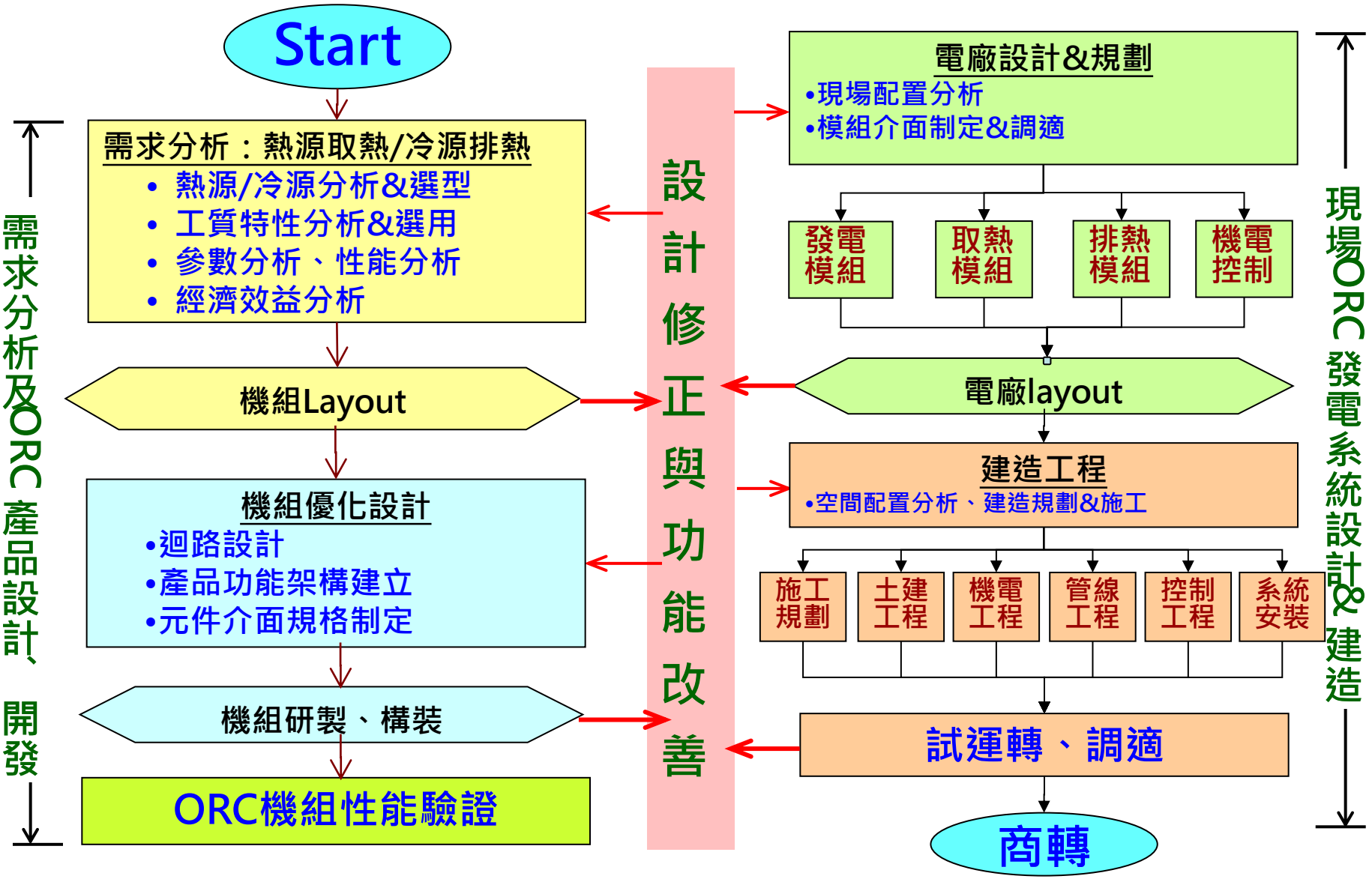


方案分析：設計參數

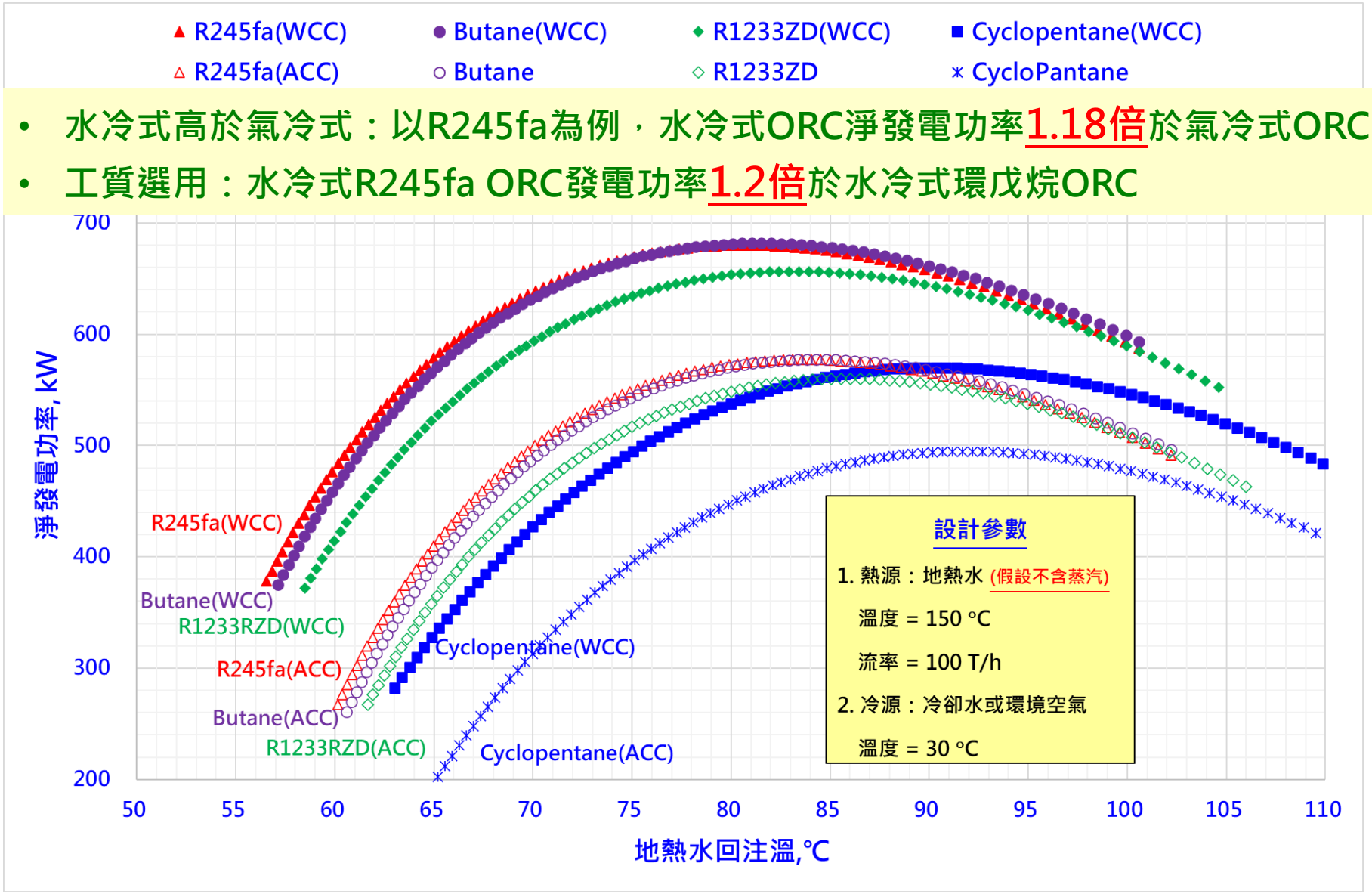
- 地熱水(供熱)←地熱井產能測試
  - 流量：100T/h、出井溫度： 150℃
- 排熱(水冷/氣冷)
  - 水冷：30℃
  - 氣冷(環境溫度)：30℃
- 工作流體 (工質)
  - 鹵碳化合物
    - 1：R245fa：單一機組、階梯式熱能利用機組
    - 2：R1233ZD
  - 碳氫化合物
    - Cyclopentane(環戊烷)
    - Butane(丁烷)
- 電力
  - 發電機型式：並網型鼠籠式感應發電機
  - 高壓：AC11.4kV
- 安裝位置
  - 戶外、非防爆區(或防爆區)

Copyright 2025 漢力能源科技

流程圖


Start
需求分析：熱源取熱/冷源排熱
• 熱源/冷源分析&選型
• 工質特性分析&選用
• 參數分析、性能分析
• 經濟效益分析
機組Layout
機組優化設計
•迴路設計
•產品功能架構建立
•元件介面規格制定
機組研製、構裝
ORC機組性能驗證
需求分析及ORC產品設計、開發
設計修正與功能改善
電廠設計&規劃
•現場配置分析
•模組介面制定&調適
發電模組
取熱模組
排熱模組
機電控制
電廠layout
建造工程
•空間配置分析、建造規劃&施工
施工規劃
土建工程
機電工程
管線工程
控制工程
系統安裝
試運轉、調適
商轉
現場ORC發電系統設計&建造

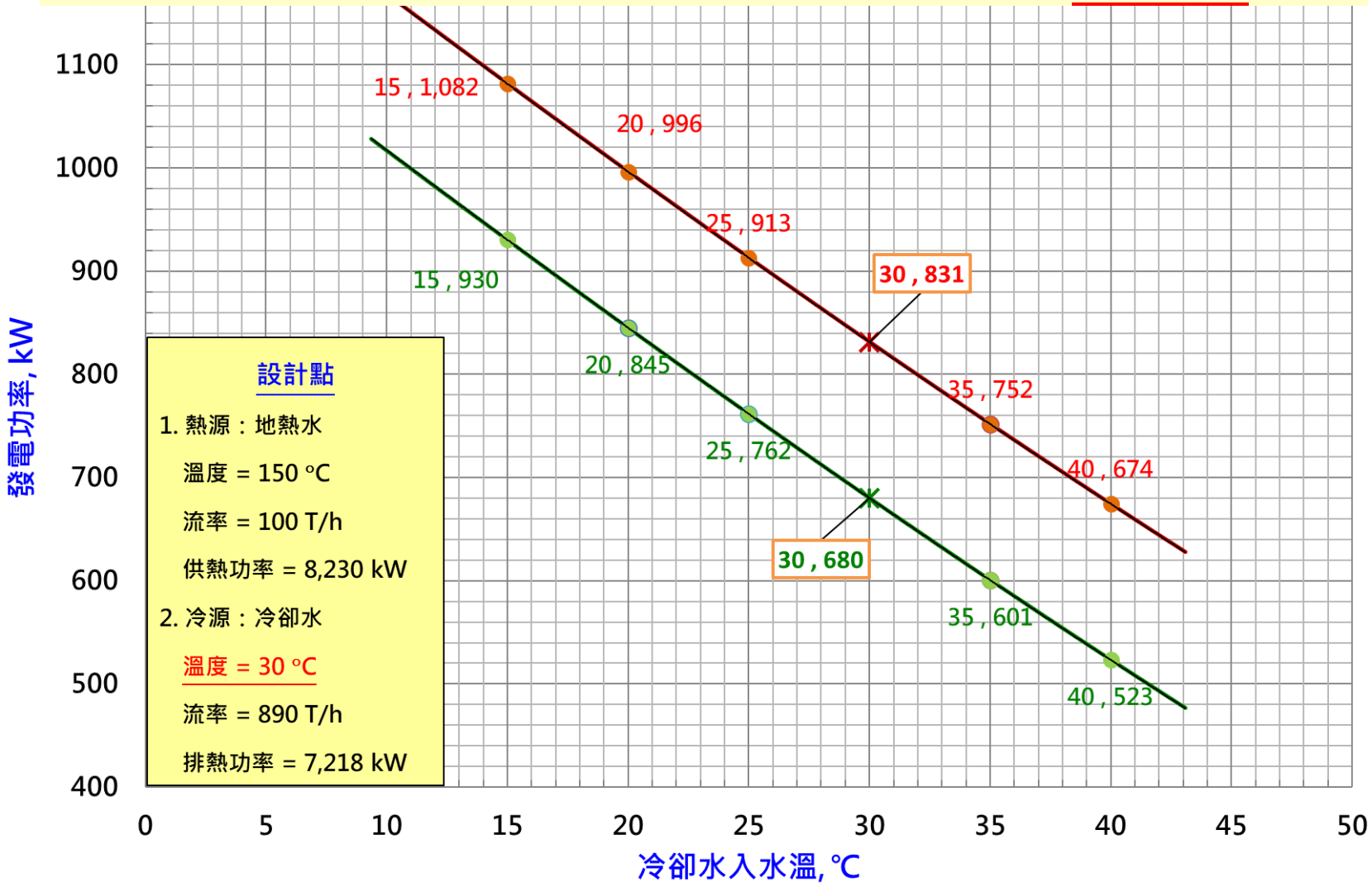
參數分析：系統淨發電功率比較



- 水冷式高於氣冷式：以R245fa為例，水冷式ORC淨發電功率1.18倍於氣冷式ORC
- 工質選用：水冷式R245fa ORC發電功率1.2倍於水冷式環戊烷ORC

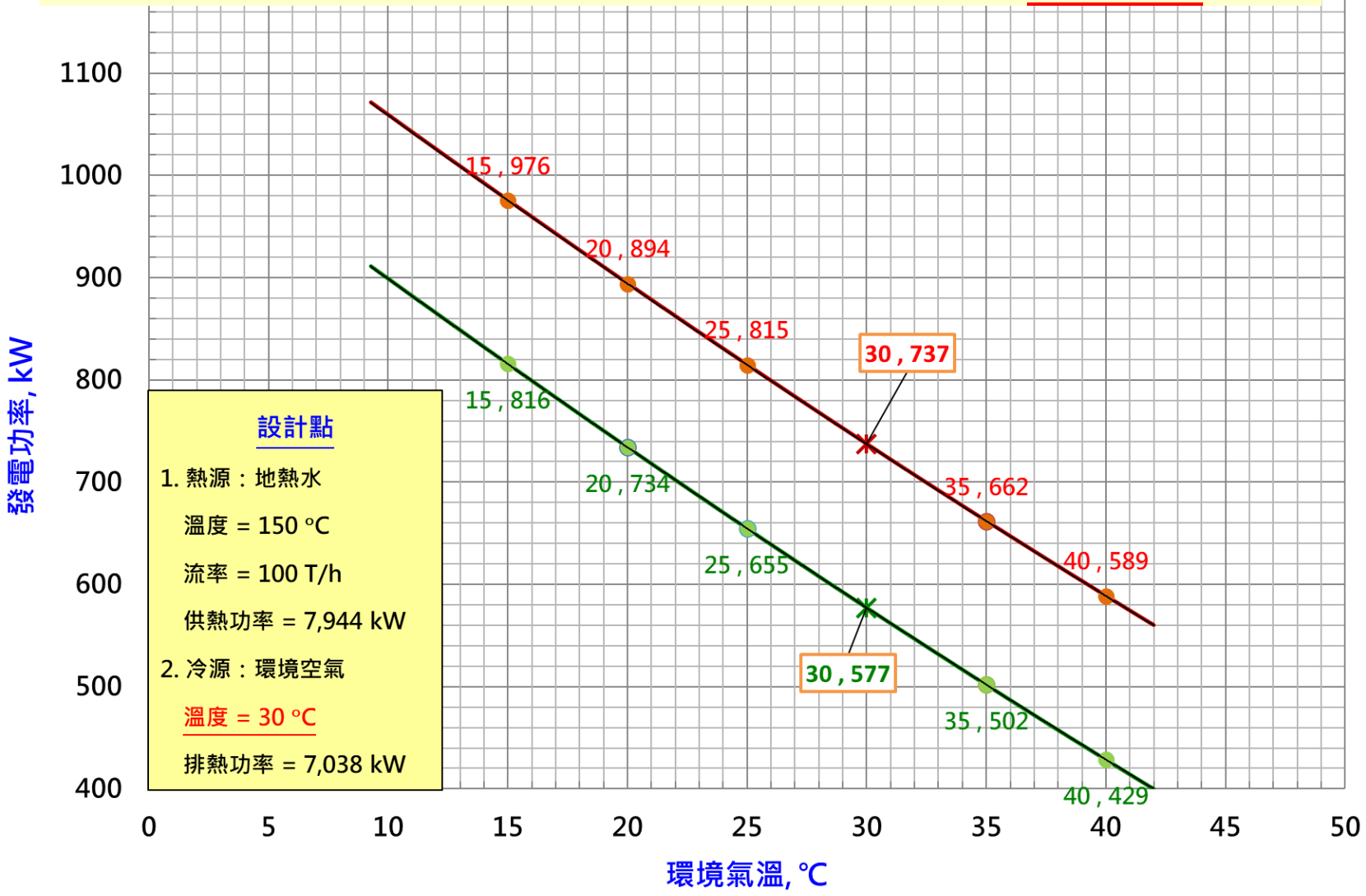
WCC ORC發電功率 vs.冷卻水入水溫

冷卻水水溫越低、發電功率越大，比較發電功率時，必須以相同水溫為基準



ACC ORC發電功率 vs. 環境氣溫

環境溫度越低、發電功率越大，比較發電功率時，必須以相同溫度為基準



節能及經濟效益

- 展現節能、減排、綠能(永續能源)及經濟等多效益。
- 以淨發電功率1,000kW、運轉8000時/年為例：
  - 發電量/年 = 1,000kW x 8,000時/年 = 8,000,000度/年
  - 節能效益
    - 減碳量　= 0.474公斤CO2e/度 x 8,000,000度/年 = 3,792公噸/年
  - 售電效益 = 5.9459元/度 x8,000,000度/年 = 47,567,200元/年

註：

1. 0.474公斤CO2e/度(二氧化碳當量) [2024年電力排碳係數(能源署)]
2. 電價 = 5.9459元/度 (2024年地熱固定20年躉購費率)

Copyright 2025 漢力能源科技

台灣地熱電廠(截至2024年3月)

裝置容量 (kW)	地熱水供應	發電設備	製造商	場址	商轉	業主
4,200	自湧	氣冷式渦輪ORC (同步發電機)	Ormat	宜蘭清水地熱區	2021/11	宜元 [台汽電+結元(將捷)]
499	ESP	水冷式渦輪ORC (感應發電機)	漢力能源	台東金崙地熱區	2022/11	全陽(李長榮)
450	自湧	水冷式渦輪ORC (感應發電機)	漢力能源	宜蘭清水地熱區	2023/2	結元(將捷)
300	自湧	水冷式渦輪ORC (感應發電機)	漢力能源	宜蘭清水地熱區	2023/2	結元(將捷)
840	自湧	氣冷式渦輪ORC (感應發電機)	漢力能源	宜蘭鳩之澤地熱區	2023/10	台電
1,000	自湧	氣冷式渦輪ORC (感應發電機)	Ormat	新北市金山四磺子坪	2023/11	結元(將捷)

Copyright 2025 漢力能源科技

300kW渦輪ORC(自湧地熱流體)

- 供應商：漢力能源
- 裝機地點

  地熱發電業/宜蘭清水

  屋內、非防爆區
- 商轉: 2022年6月

- 軸流式渦輪 + 感應發電機
  - AC380V/60Hz、工質R245fa
- 殼管式蒸發器/冷凝器
- 熱源：地熱水、溫度140°C
- 冷源：冷卻水、溫度32°C





450kW渦輪ORC(自湧地熱流體)

- 供應商：漢力能源
- 出廠試車：2021年5月
- 裝機地點

  地熱發電業/宜蘭清水

  屋內、非防爆區
- 商轉: 2022年11月

- 軸流式渦輪 + 感應發電機
  - AC380V/60Hz 、工質R245fa
- 板式預熱器、殼管式蒸發器/冷凝器
- 熱源：蒸汽(地熱流體)
- 冷源：冷卻水、溫度32°C





Copyright 2025 漢力能源科技

550kW渦輪ORC(ESP加壓地熱流體)

- 供應商：漢力能源
- 出廠試車：2021年6月
- 裝機地點

  地熱發電業/台東金崙

  屋內、非防爆區
- 商轉: 2021年10月

- 軸流式渦輪 + 感應發電機
  - AC380V/60Hz、工質R245fa
- 組合式板式(鈦合金)蒸發器/殼管式冷凝器
- 熱源：地熱水、溫度140°C
- 冷源：冷卻水、溫度30°C





840kW渦輪ORC(自湧地熱流體)

- 供應商：漢力能源
- 裝機地點
  - 地熱發電業/宜蘭仁澤
  - 屋外(有遮雨棚)、非防爆區
- 現場試車：2023年6月
- 商轉: 2023年9月

- 軸流式渦輪 +感應發電機(裝置容量840kW)
  - AC11.4V/60Hz、工質R245fa
- 殼管式蒸發器/冷凝器
- 熱源：142℃地熱蒸汽+地熱熱水→氣液分離器
- 冷源：空氣(空氣冷凝器, ACC)











HANPOWER ENERGY TECHNOLOGY

Q&A



Thank You