

ORC產品技術及應用

漢力能源科技股份有限公司

HanPower Energy Technology Co., Ltd.

E-mail: cronkuo@hanpower.com.tw

Mobile: +886-918-116769

Lab : 桃園市幼獅工業區高獅路897號

(NO.897, Gaoshi Road, Youth Industrial Park, Yangmei Dist., Taoyuan City, Taiwan, R.O.C.)

Office : 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.)

<http://hanpower.com.tw>

Tel: +886-3-4855177

2024年10月

大綱

公司簡介

1. 技術原理

2. 產品設計與開發

3. 產品應用

Q & A



■ 漢鐘集團子公司，主要股東漢鐘、漢力、力菱、威達真空...

■ 產品與服務

- 螺桿ORC發電機：10 kW~300 kW
- 渦輪ORC發電機：250kW~2,000kW
- 背壓式汽輪發電機：50kW~10,000kW
- EPC工程總承包服務



■ 經營理念

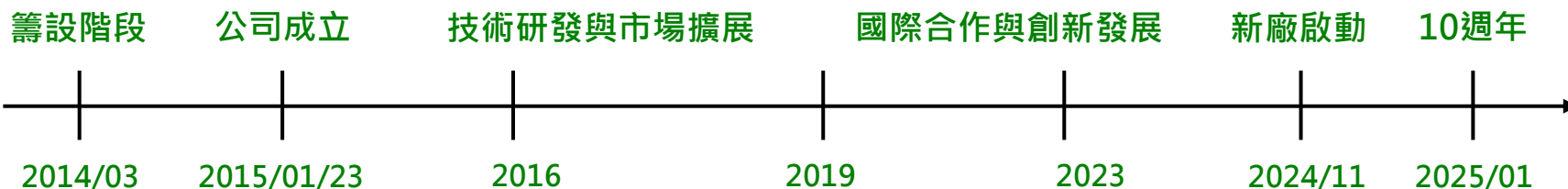
-  願景
-  使命
-  經營策略
-  核心價值

成為世界頂尖的ORC設備開發及系統建造廠 ← 目前台灣第一

廢能轉電、綠能發電 ← 工業餘熱/廢熱、地熱/生質熱能/太陽熱能/海洋溫差能等

系統分析、量身訂製、顧客滿意；立足台灣、進軍全球

節能、綠電、淨零碳排



公司沿革與產品發展歷程



公司成立

- ◆ 籌備
2014,03
- ◆ 成立
2015,1,23
- ◆ 產品
半封閉式
螺桿ORC

技術開展

- ◆ 開啟式螺桿ORC
- ◆ 單級渦輪ORC
 - 半封閉式 (~1000kW)
 - 開啟式 (~1000kW)
- ◆ 背壓式汽輪機
 - 中國大陸

市場驅動

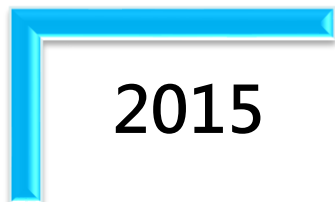
- ◆ 地熱渦輪ORC
 - 500kW
 - 400kW
 - 300kW
- ◆ 工業餘熱、地熱
~1000kW
- ◆ 事業廢棄物餘熱
- ◆ 蒸汽壓降

性能精進

- ◆ 多級渦輪ORC
 - 半封閉式 (~1000kW)
 - 開啟式 (~1500kW)
- ◆ 地熱電廠EPC
- ◆ 多級汽輪機
 - 美國、印度

更上層樓

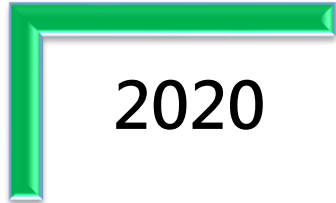
- ◆ 新廠落成
- ◆ 高效率ORC
 - 多級渦輪機
 - 高蒸發溫度
 - 低GWP工質
- ◆ EPC管理及能力
- ◆ 蒸汽壓降
 - MW級汽輪機



2015



2018



2020



2022



2024

產品實績

工業餘熱/餘壓應用

- ✓ 超過50台螺桿發電機
- ✓ 16台渦輪發電機
- ✓ 12台汽輪發電機組

地熱ORC渦輪發電

- ✓ 台東金崙 2台
- ✓ 宜蘭清水 2台
- ✓ 宜蘭仁澤 1台

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



冷凍空調業 45kW螺桿ORC
 熱源：32T/h 105°C 熱水
 冷源：廠區循環冷卻水
 發電量：360,000 度/年
 減碳量：178.2 公噸/年
 節電效益：4.5 萬美元/年



石化業 850kW渦輪ORC
 熱源：40T/h 220°C 熱水
 冷源：廠區循環冷卻水
 發電量：6,800,000 度/年
 減碳量：3,366 公噸/年
 節電效益：61.2 萬美元/年



鋼鐵業 230kW螺桿ORC
 熱源：105T/h 95°C 熱水
 冷源：廠區循環冷卻水
 發電量：1,840,000 度/年
 減碳量：910.8 公噸/年
 節電效益：23.6 萬美元/年



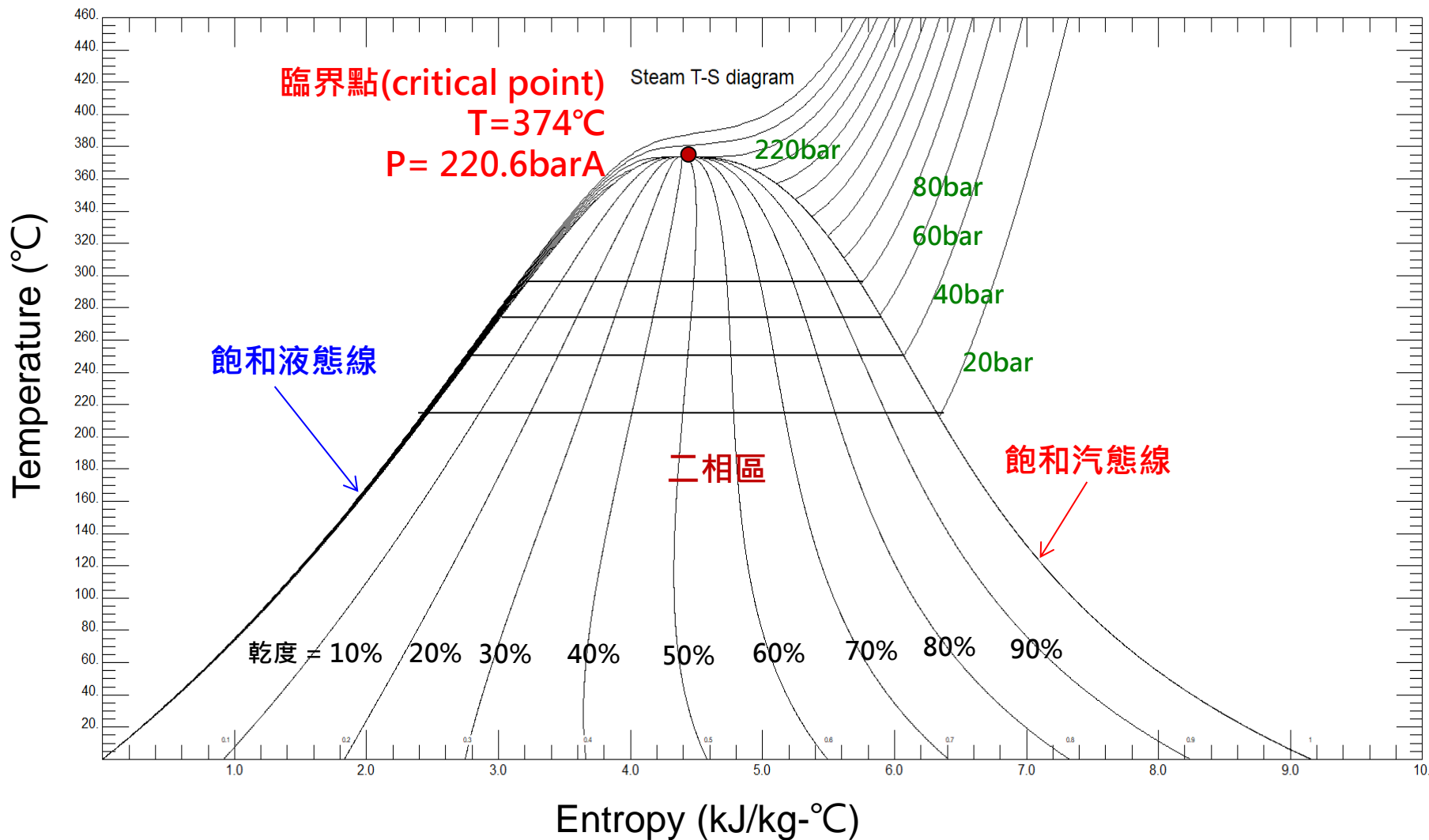
化學產業 113kW螺桿ORC
 熱源：55T/h 111°C 熱水
 冷源：廠區循環冷卻水
 發電量：904,000 度/年
 減碳量：447.5 公噸/年
 節電效益：7 萬美元/年



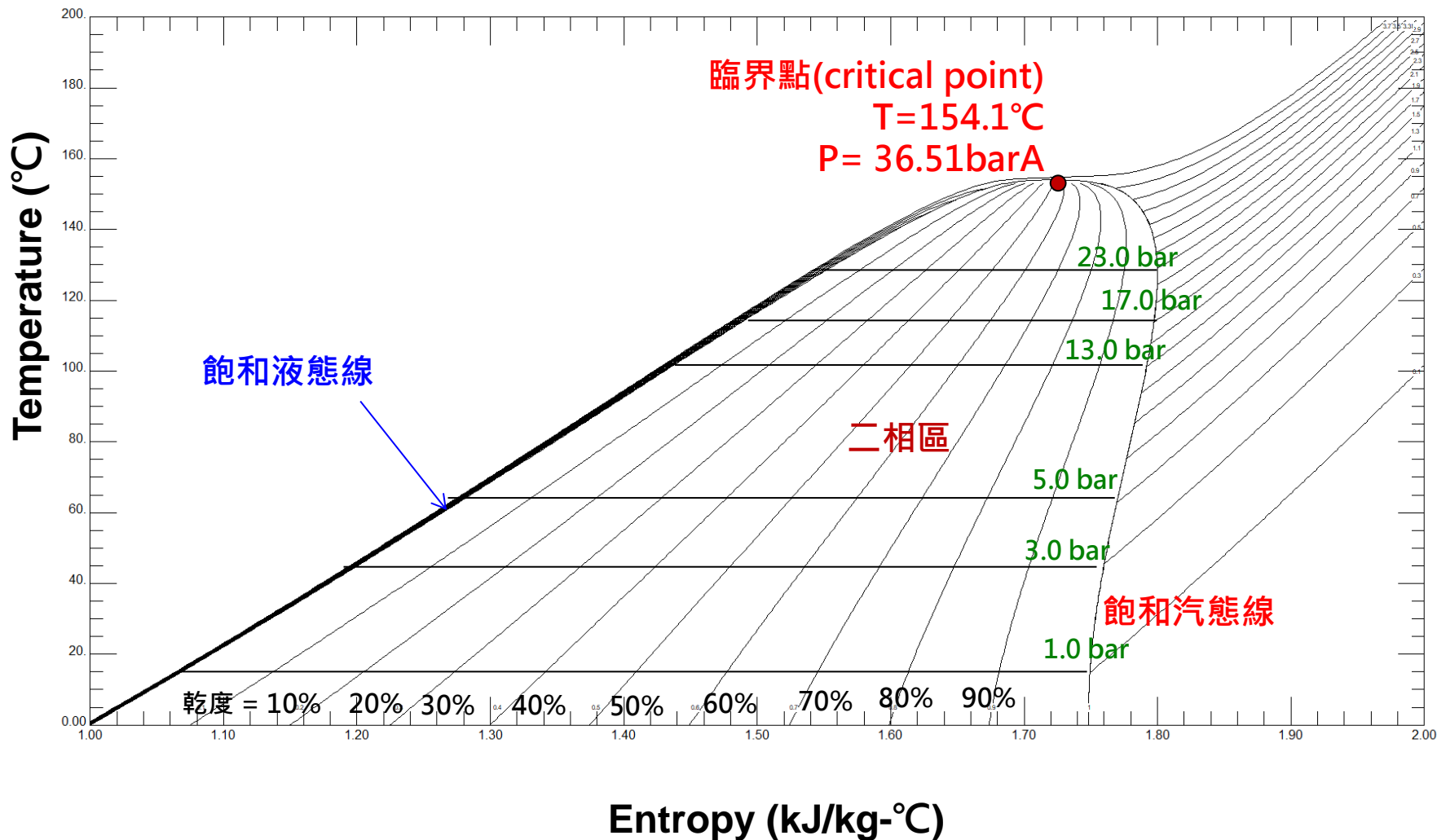
食品業 75kW背壓式汽輪機
 熱源：2.1T/h 2°C 飽和蒸汽
 冷源：廠區循環冷卻水
 發電量：600,000 度/年
 減碳量：297 公噸/年
 節電效益：9.2 萬美元/年

註：
 1. 運轉8000時/年
 2. 0.495公斤CO₂e/度(二氧化碳當量)【2022年電力排碳係數(能源局)】
 3. 各國電價數據來源截至<https://zh.globalpetrolprices.com/>【參考值】

蒸汽T-s (溫度-熵)

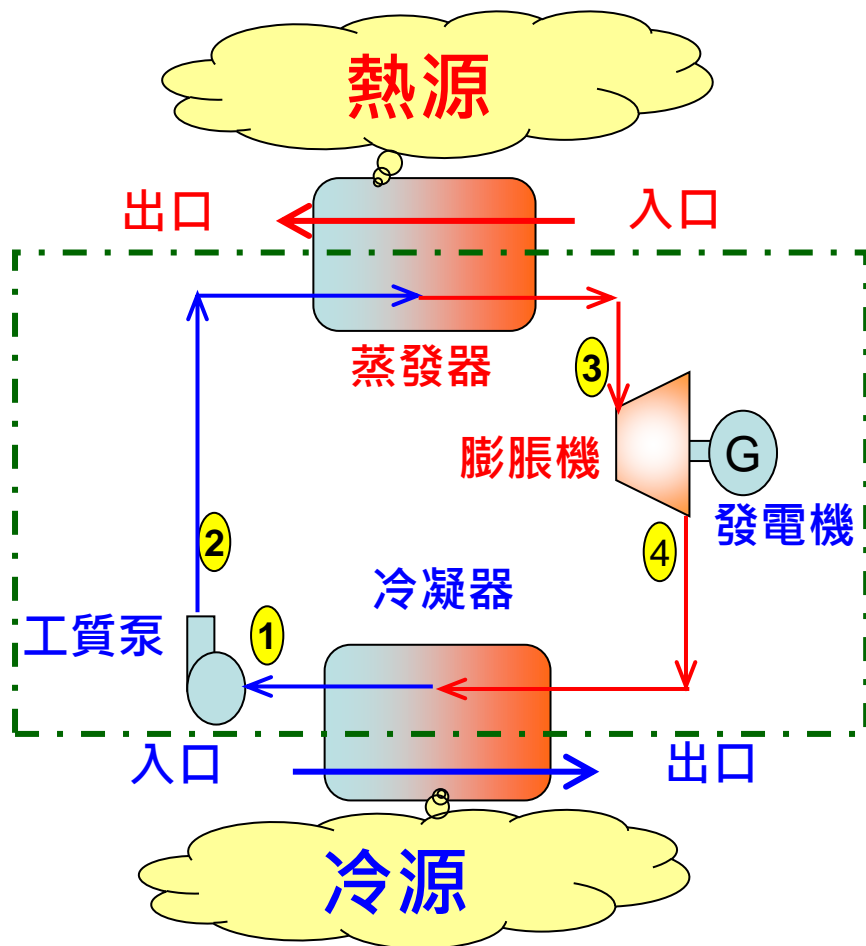


R245f Organic Rankine Cycle T-s (溫度-熵)

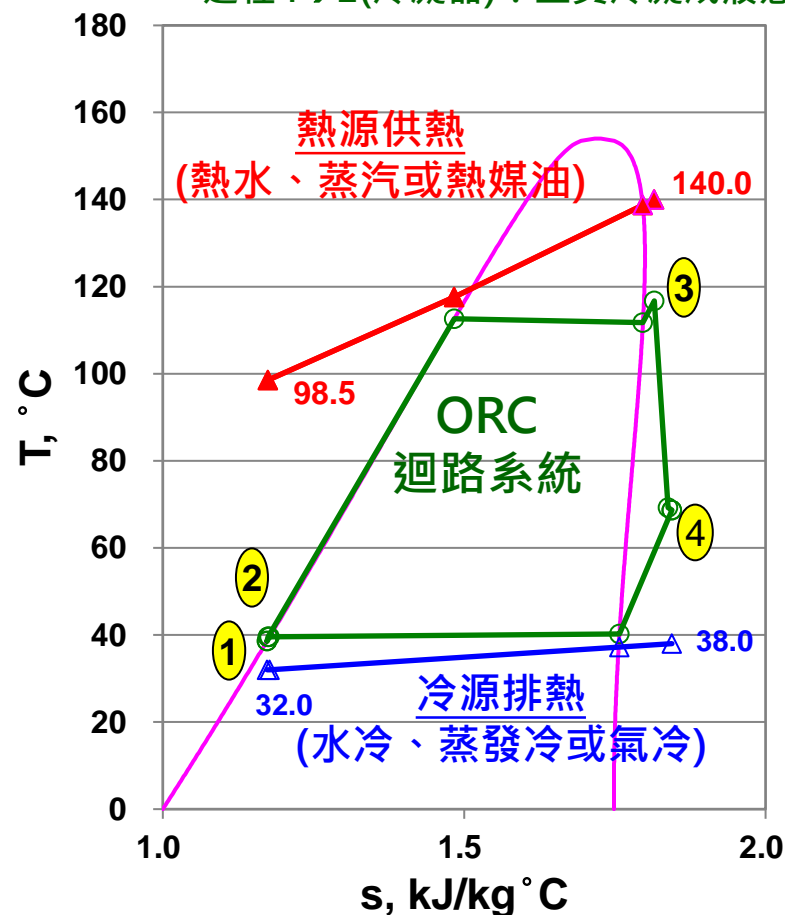


有機朗肯循環 (Organic Rankine Cycle)

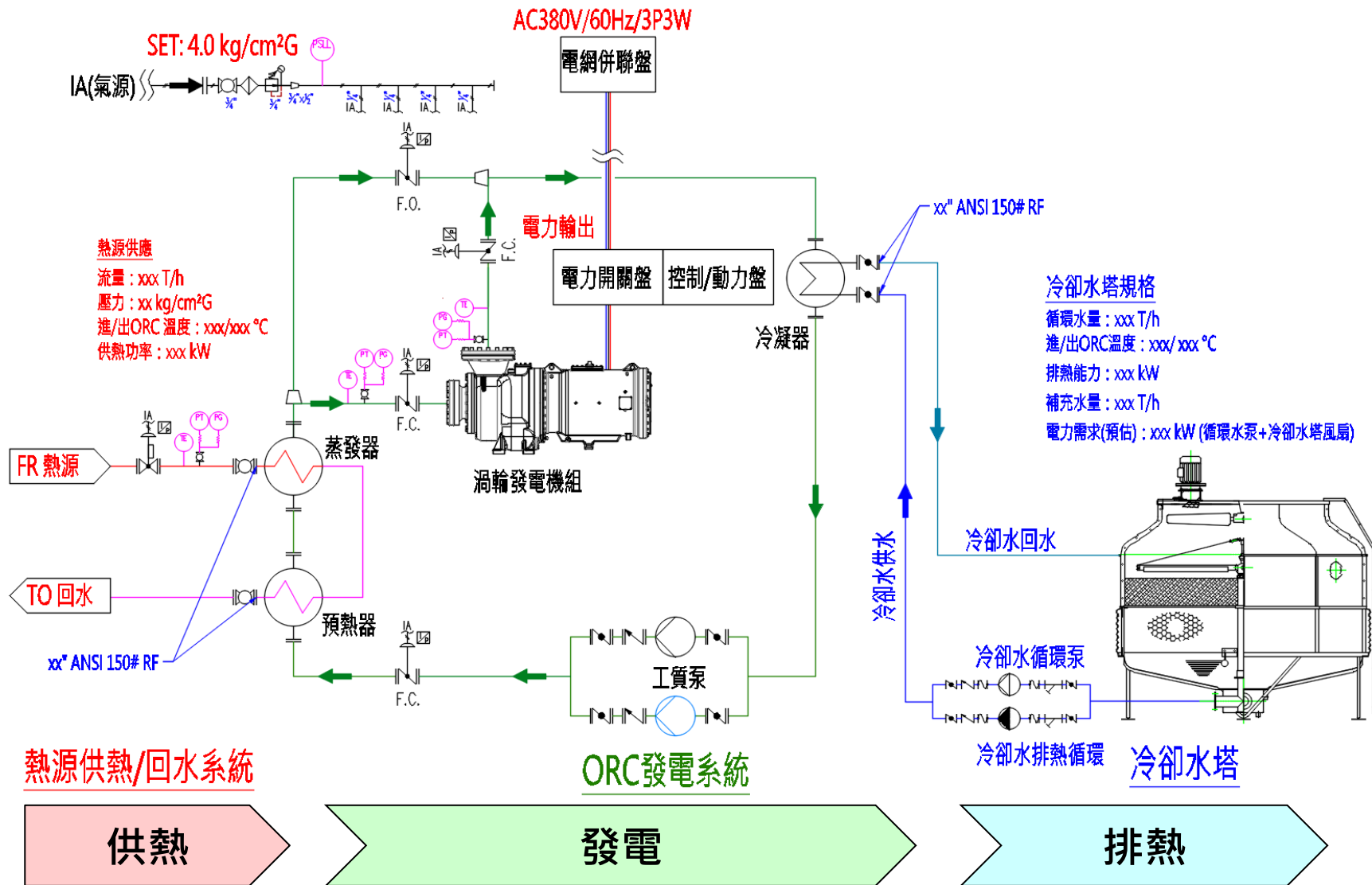
利用低溫沸點工作流體(冷媒)，將熱源、冷源溫差能轉換為電力輸出



- 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



ORC發電站配置



純質工作流體

■ 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 ← R1233ZD

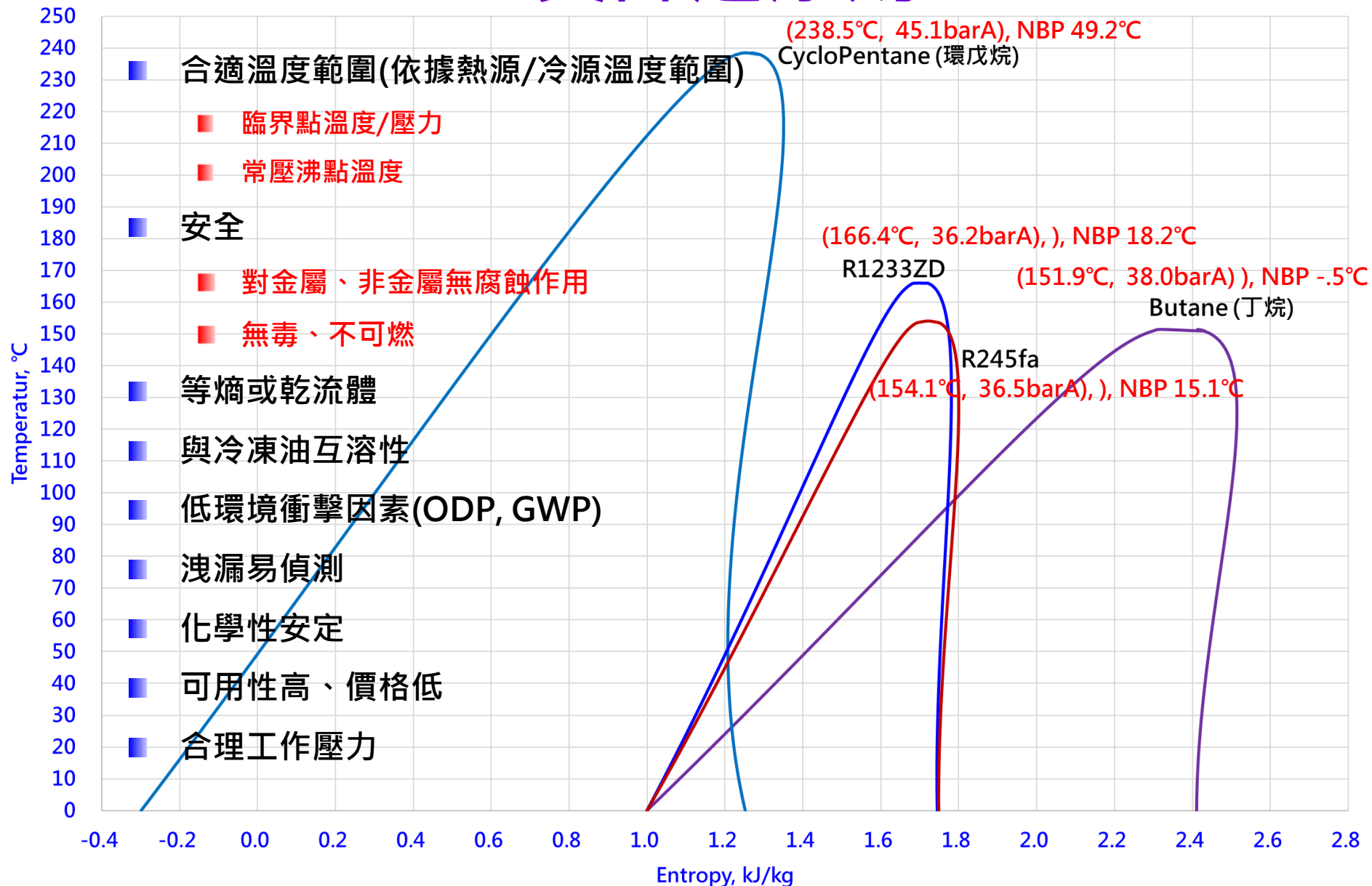
■ 飽和碳氫化合物工質

- 甲烷、乙烷、丙烷、丁烷和環狀有機化合物(例如：環戊烷) ← 易燃

- 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

工質篩選原則



ORC應用範疇

工業節能領域

工作流體(冷媒)

- (1) HFC : R245fa, R134a...
- (2) HFO : R1233ZD...
- (3) HC: Butane, C-Pentane

蒸汽、熱水
Steam, hot water

工業餘熱、煙氣
Industrial waste heat

ORC發電站
ORC Power Unit

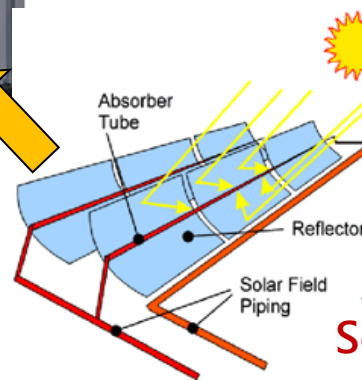
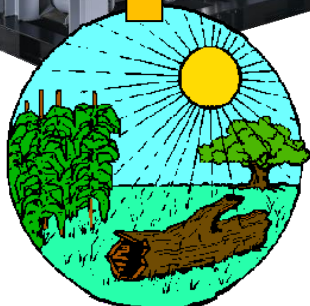
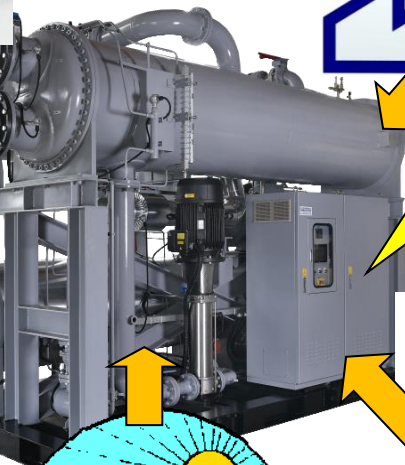
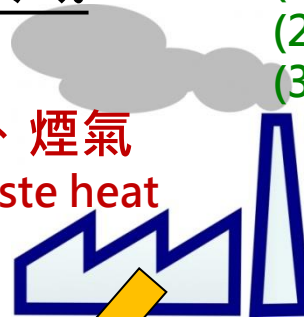
電力供應
Electricity Supply

地熱、溫泉
Geothermal heat, hot spring

生質熱、沼氣
Biomass heat

再生能源領域

太陽熱
Solar heat



需求分析&客製化設計

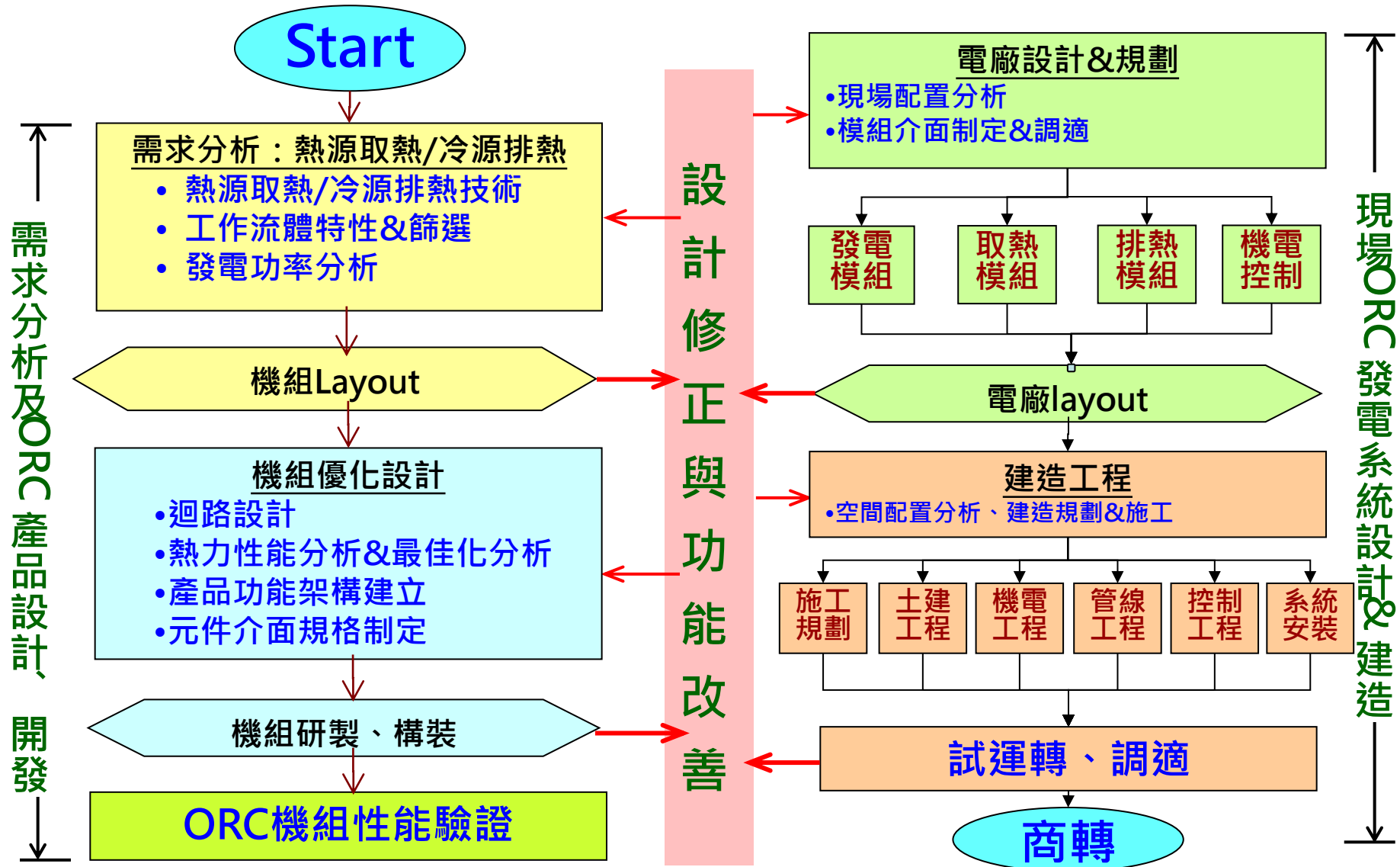
- 因應冷、熱源條件，優化ORC系統和機組設計，供應多樣化構型配置和多級距發電範圍的ORC產品

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	$\geq 80^{\circ}\text{C}$	$\geq 100^{\circ}\text{C}$	$\geq 180^{\circ}\text{C}$

(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

流程圖



ORC配置及主要部件

種類

動力系統

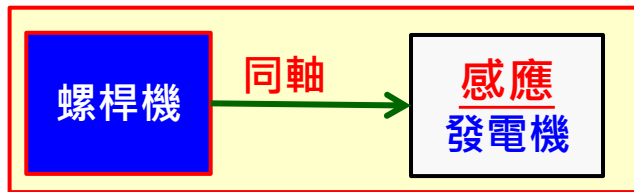
熱交換器

控制/通訊

**螺桿
ORC**

10~300kW

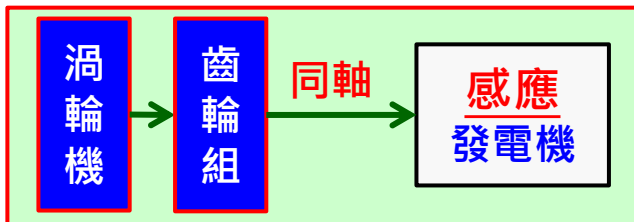
半封密式



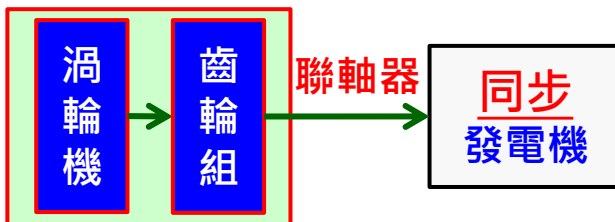
開啟式



半封密式



開啟式



**渦輪
ORC**

250~2,000kW

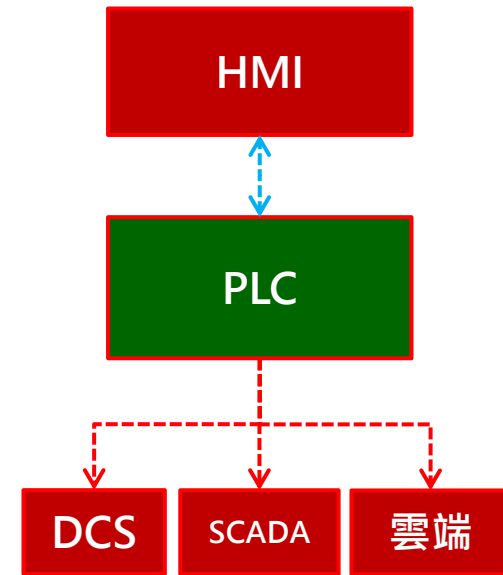
蒸發器
(板式/管殼式)

預熱器
(板式/管殼式)

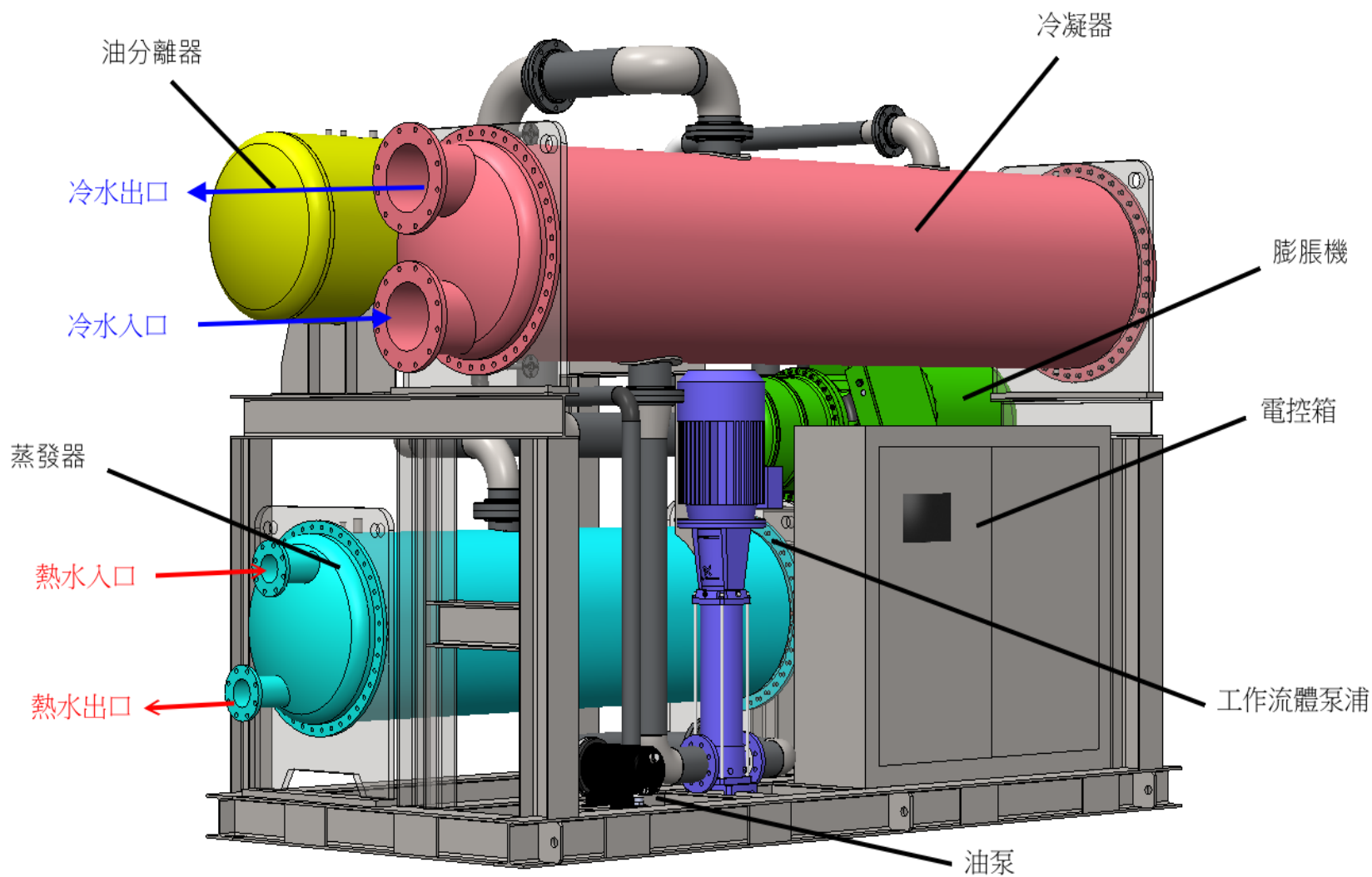
回熱器
(板式/管殼式)

水冷式冷凝器
(板式/管殼式)

空冷式冷凝器
(鰭片式散熱管)



螺桿ORC發電機組配置圖



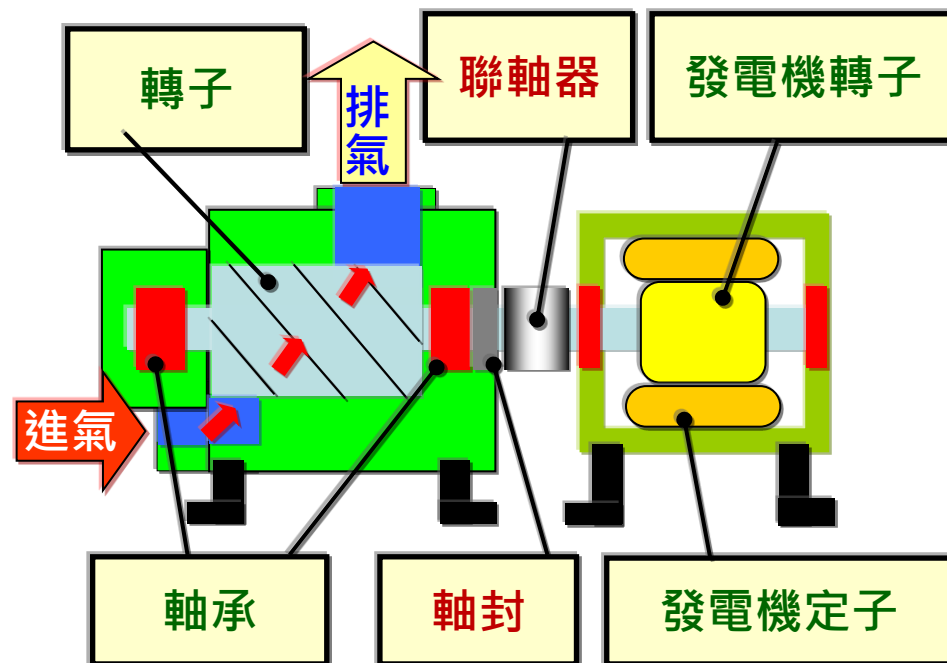
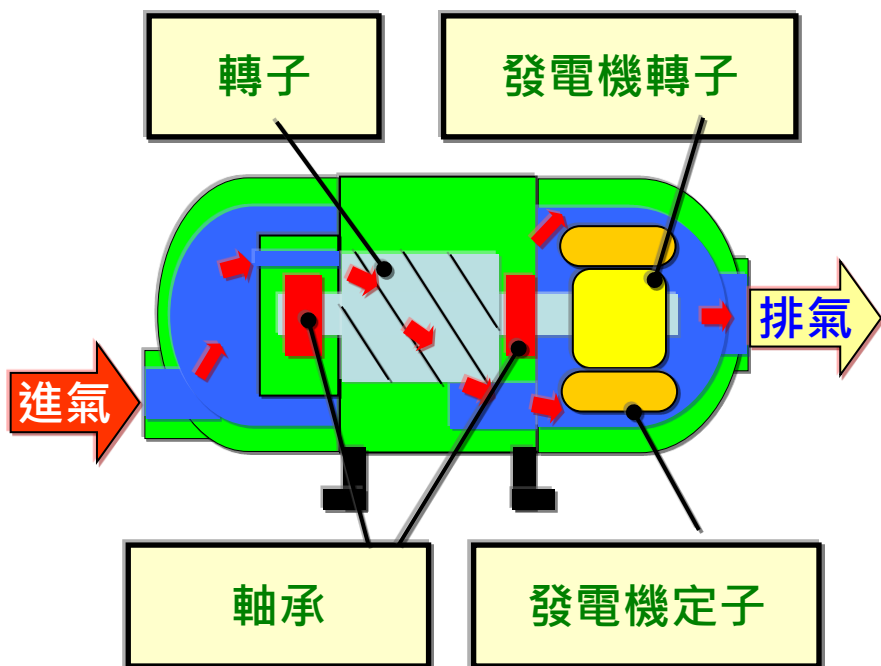
動力系統型態(螺桿機+發電機)

半封密式

- 不需聯軸器：膨脹機、發電機轉子同軸
- 不需軸封：膨脹機、發電機安裝於一機匣內
- 不需風扇：工質直接冷卻發電機

開啟式

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



螺桿發電機及產品特性

● 高效能雙螺桿發電機

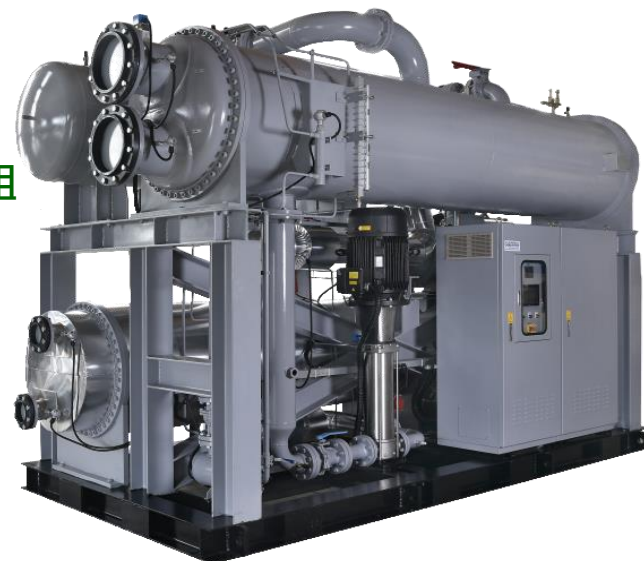
- 高效率螺桿機齒型專利
- 高穩定度轉子-軸系
- 高效率感應或同步發電機
 - 頻率(Hz) : 50/60
 - 電壓(V) : 220, 380~480, 3K/6K/10K



半封密式螺桿發電機(感應發電機)

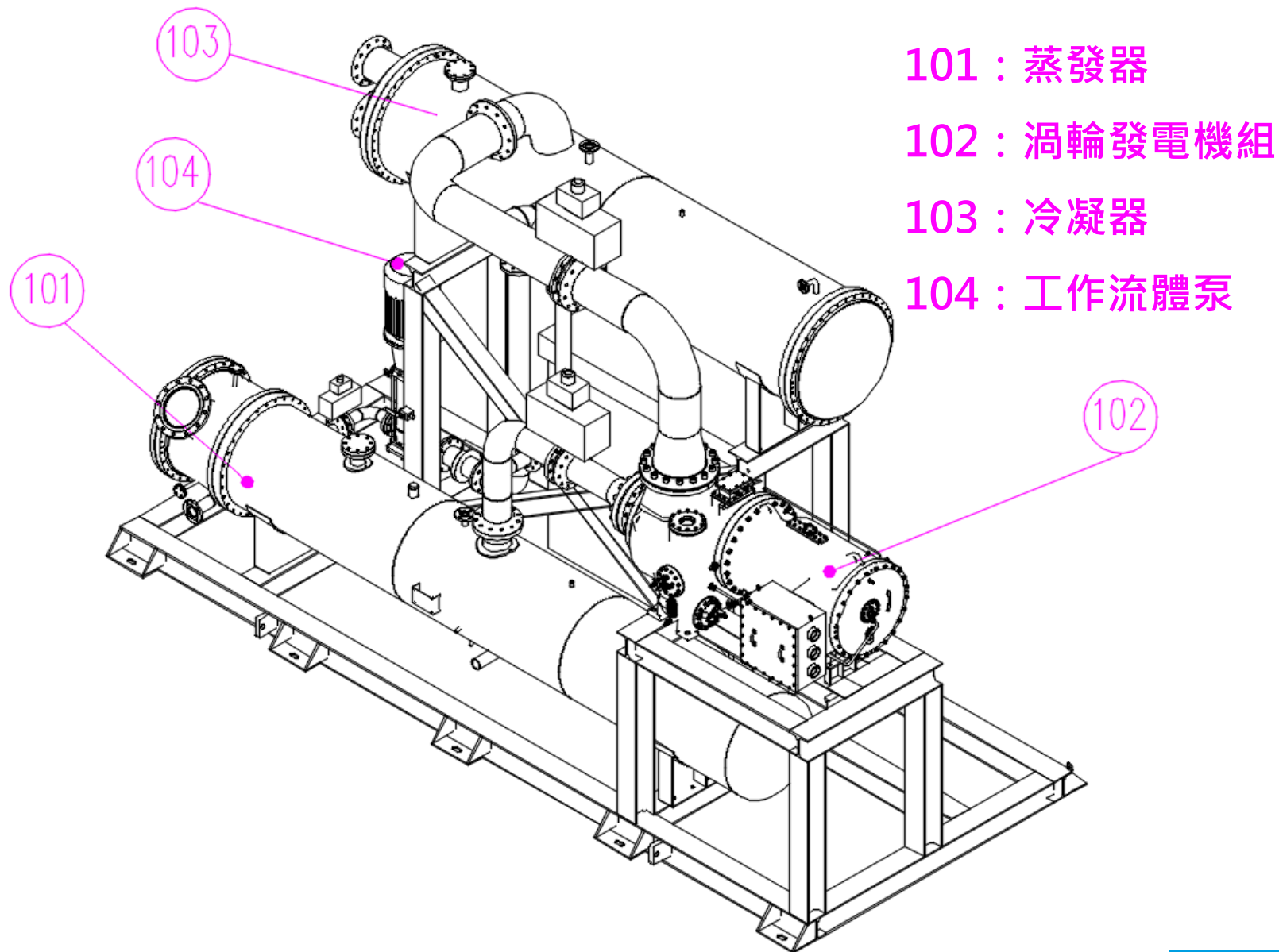
● 產品特性

- 產品系列
 - 發電機容量 : 10kW ~ 300kW
 - 量身訂製 : 依據工況，優化設計，開發最適機組
 - 100% MIT : 100% 研發及自製能力
- 操作範圍(turndown ratio)寬廣
 - 發電功率10%~110%額定發電量內順暢運行
- 產品壽期超過20年
 - 低維修需求、低維修成本



螺桿ORC發電機組

渦輪ORC發電機組配置圖



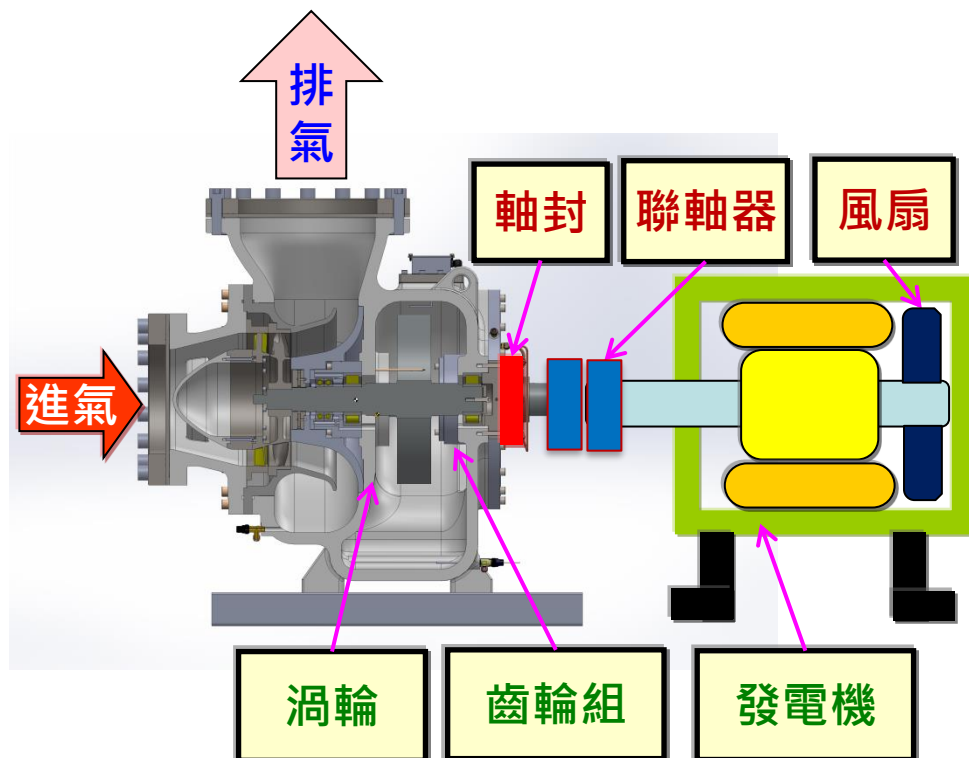
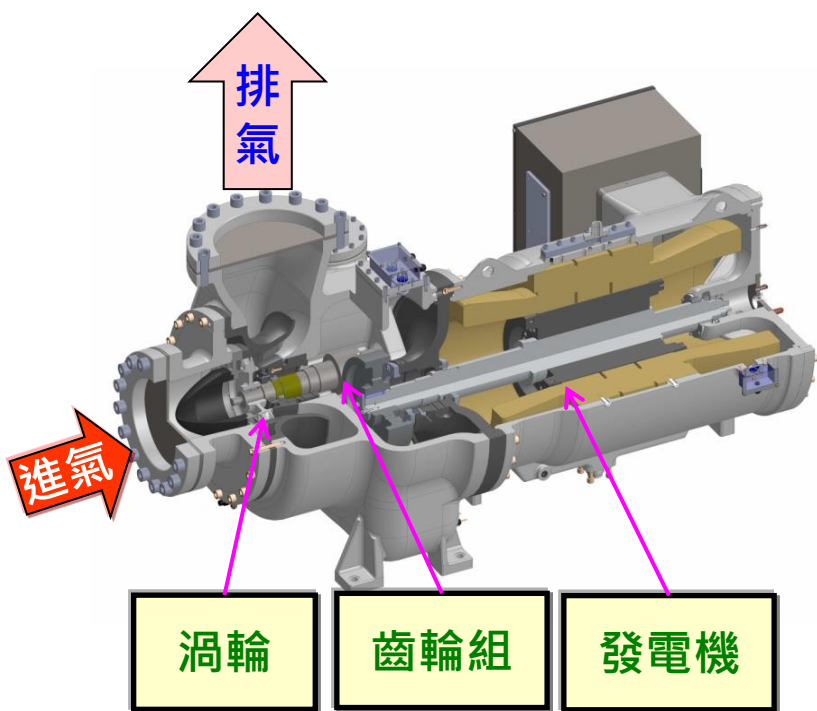
動力系統型態(渦輪+齒輪組+發電機)

半封密式

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

開啟式

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



渦輪發電機及產品特性

■ 高效能渦輪機

■ 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



軸流渦輪(5軸加工)+齒輪組

半封密式：渦輪+感應發電機

■ 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



渦輪ORC發電機組

渦輪發電機：設計、開發&測試



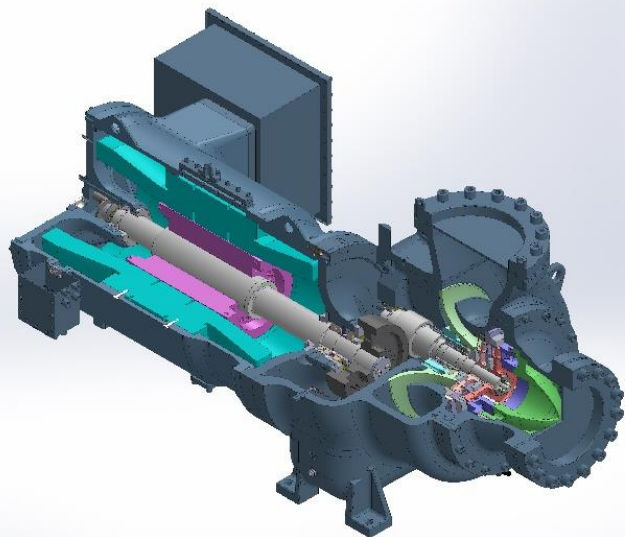
軸流渦輪(靜子+轉子)：5軸加工



單級軸流渦輪+齒輪組



二級軸流渦輪+齒輪組

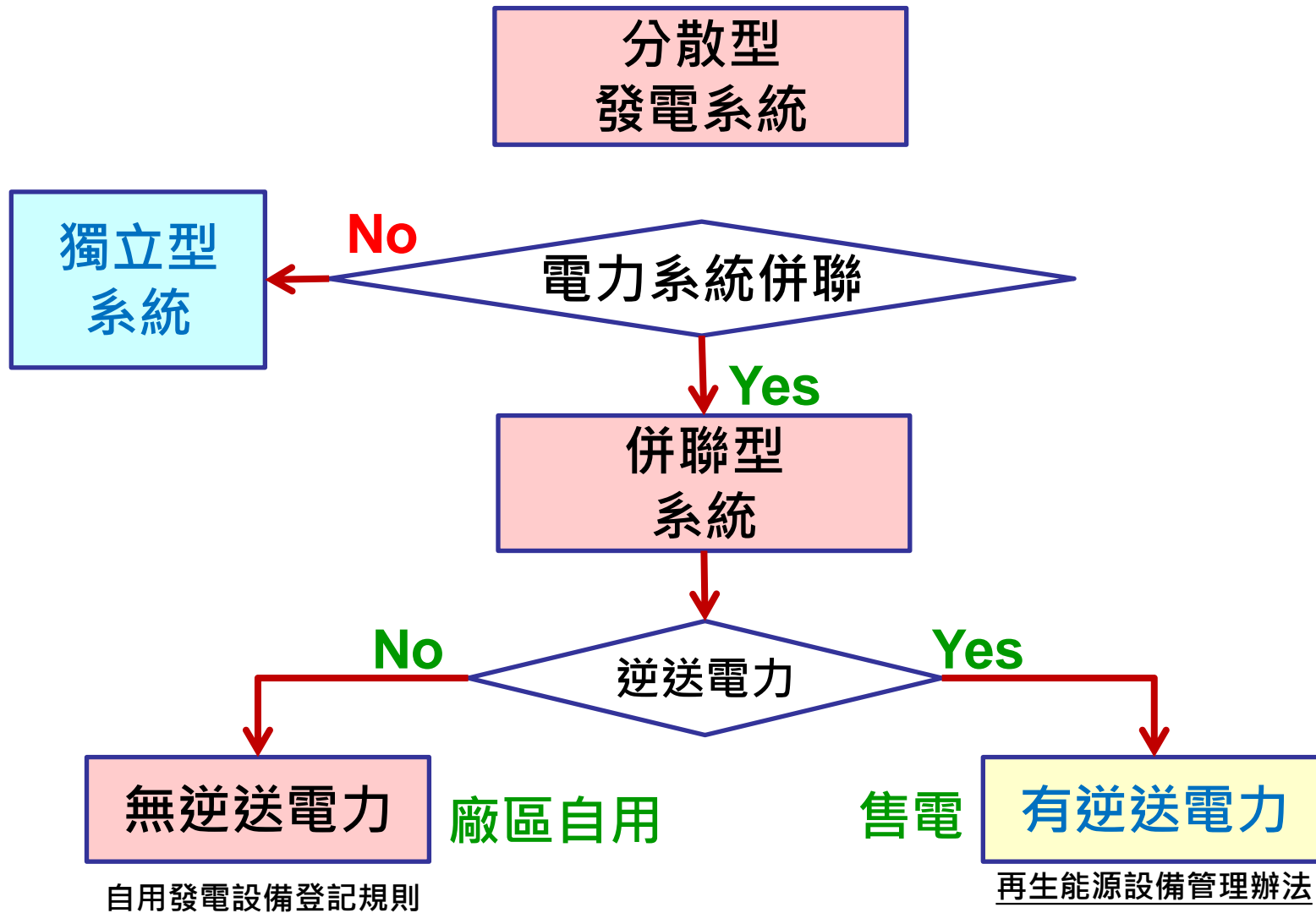


渦輪發電機剖面圖



渦輪發電機實體圖

電力系統併聯



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

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)

- 供應一直流電給轉子繞組形成一**電磁鐵**
- 轉子設計成**永久磁鐵**

■ 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

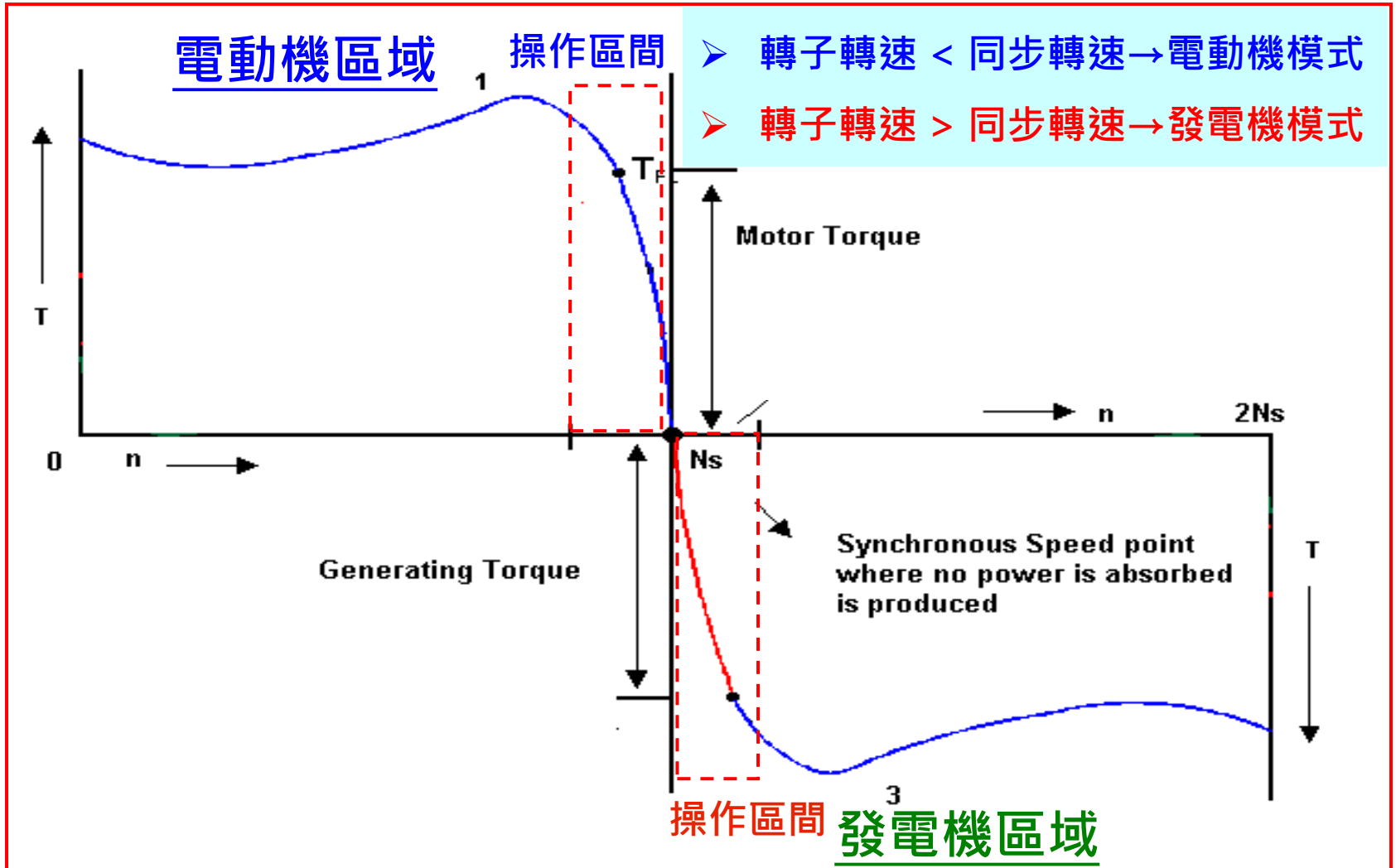
■ 氣隙旋轉磁場切割定子繞組，輸出三相電力

併聯型發電機特性比較

	<u>感應</u> 發電機	<u>同步</u> 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

併聯型感應(異步)發電機

電網三相電流 → 定子旋轉磁場 → 轉子感應電流 → 轉子感應磁場



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(L₁₀): 5萬~7萬小時

■ 機組操作

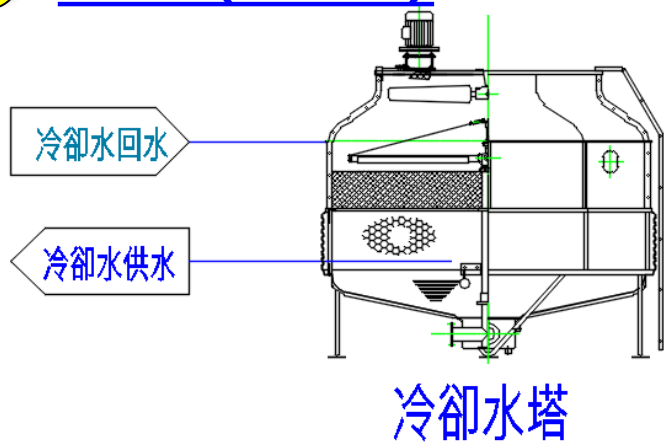
- 全自動控制(起機、運轉、發電、停機、事故處理等)、離點操作範圍寬廣
- 無須專人照料(Install & forget)

■ 維護保養

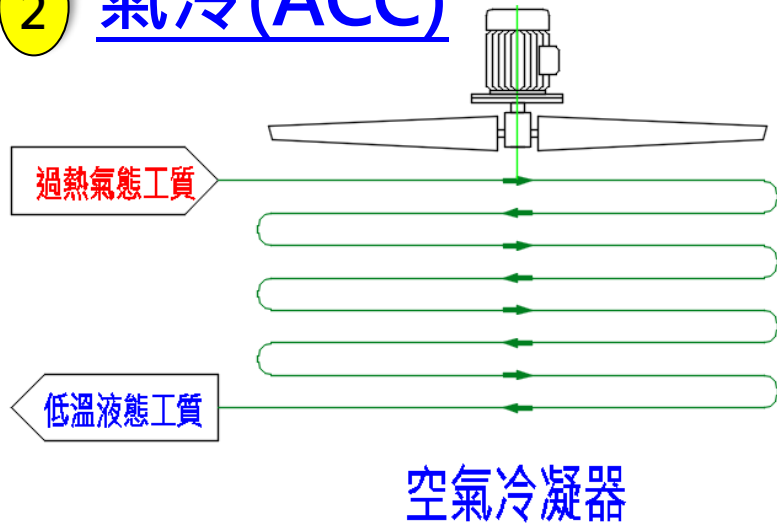
△：檢查或清潔 ○：更換

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		○		△/○		△/○		△/○

1 水冷(WCC)



2 氣冷(ACC)



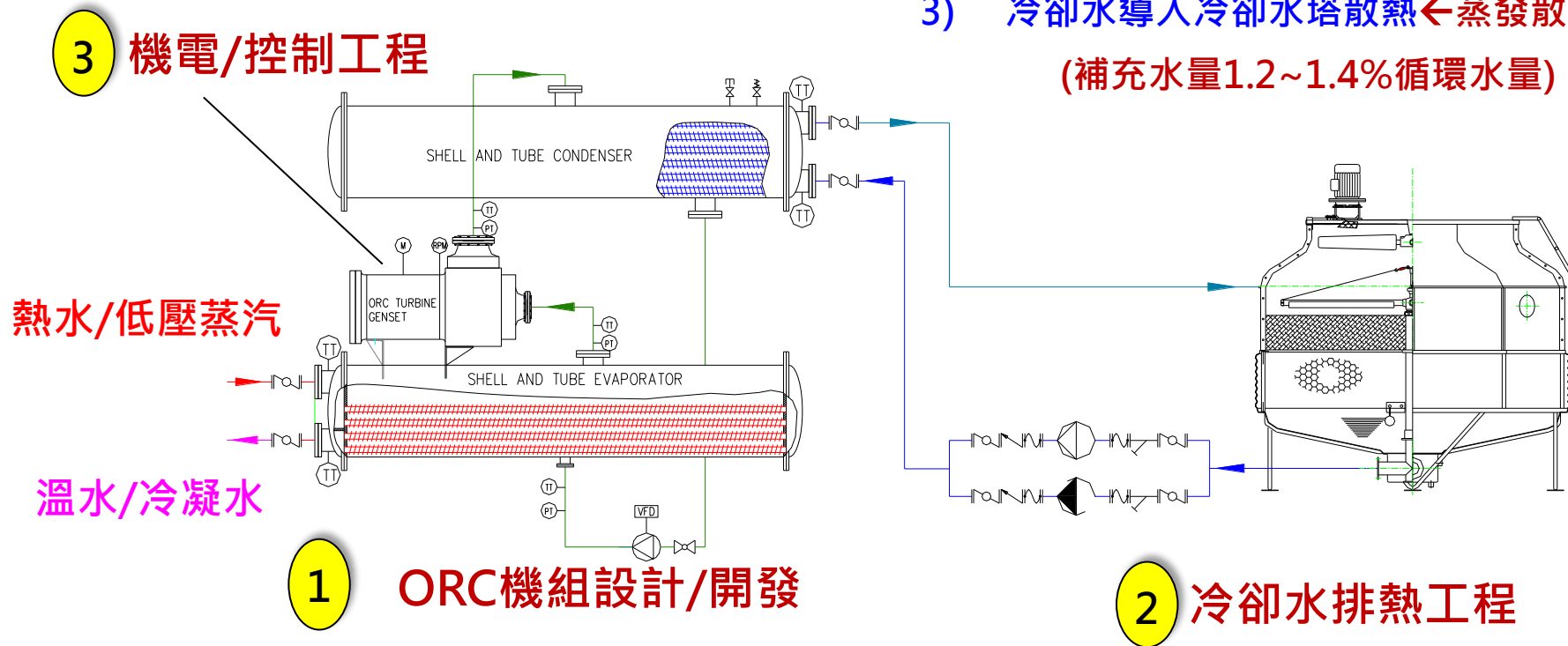
	水冷式	氣冷式
裝置		
冷卻方式	工質(冷媒)-->水-->空氣	工質(冷媒)-->空氣
冷卻介質	水(蒸發散熱)	空氣(對流散熱)
馬達功率	小(循環水泵、風扇)	大(風扇)
冷卻介質熱傳效率	高	低
熱傳面積需求	小	大
冷凝壓力/溫度	低	高
ORC效率	高	低
環境		
汙染	熱汙染、排放水汙染	熱汙染
孳生病菌	容易	不易
使用環境資源	水、空氣	空氣
經濟性		
裝置成本	低	高
佔地成本	小	大
維護成本	低	視安裝環境而定
IRR	高	低

熱源：熱水/熱油/低壓蒸汽

水冷式冷凝器(WCC, water cooled condenser)

- 1) 氣態工作流體進入殼管式冷凝器
- 2) 冷卻水通過管排帶走熱能
- 3) 冷卻水導入冷卻水塔散熱 ← 蒸發散熱

(補充水量1.2~1.4%循環水量)

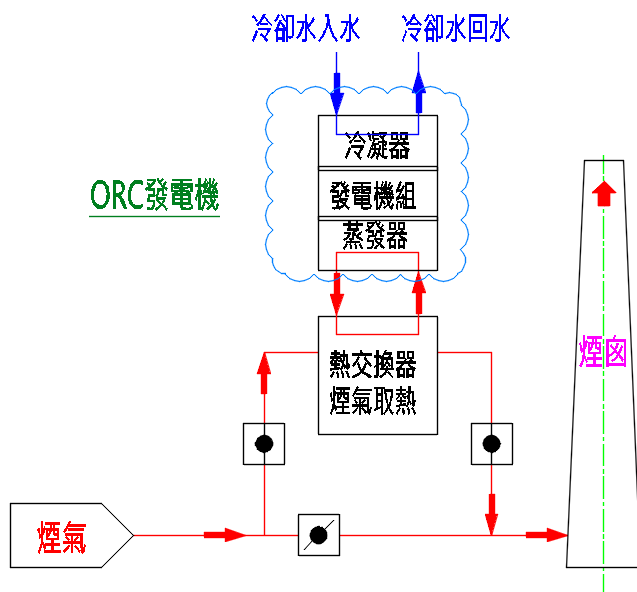
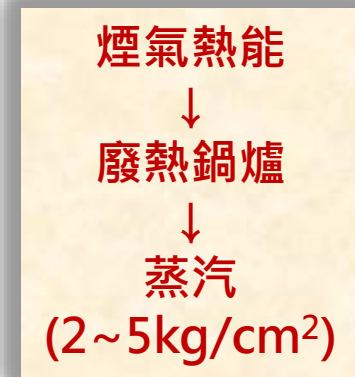


熱源：煙氣

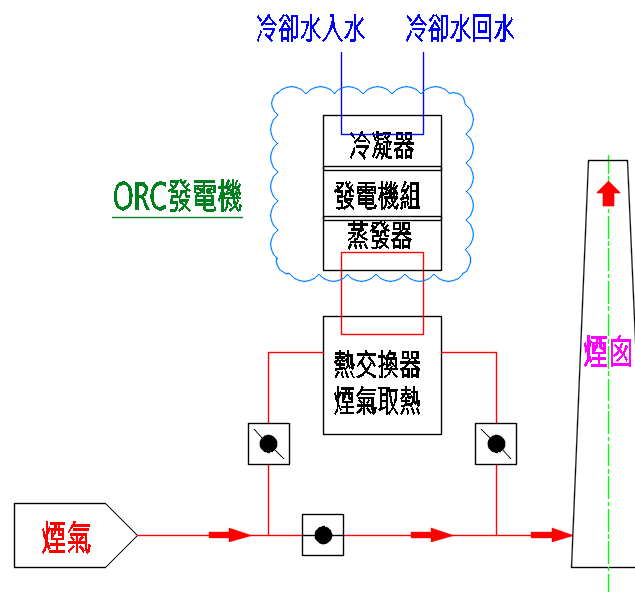
煙氣餘熱ORC發電系統配置圖

NOTE:

1. 排氣溫度、流量、煙氣成分
2. 煙氣取熱熱交換器
 - 2.1. 型式：廢熱鍋爐(waste heat recovery boiler)或節能器(economizer)
 - 2.2. 限制：壓損及取熱後最低排放溫度
3. ORC發電機組
 - 3.1. 電力條件(例如：AC380V/60Hz/3P3W)
 - 3.2. 安裝位置：防爆區或非防爆區、戶內或戶外
 - 3.3. 空間尺寸限制



煙氣餘熱ORC發電系統：ORC運行發電



煙氣餘熱ORC發電系統：ORC停車

熱源：地熱水

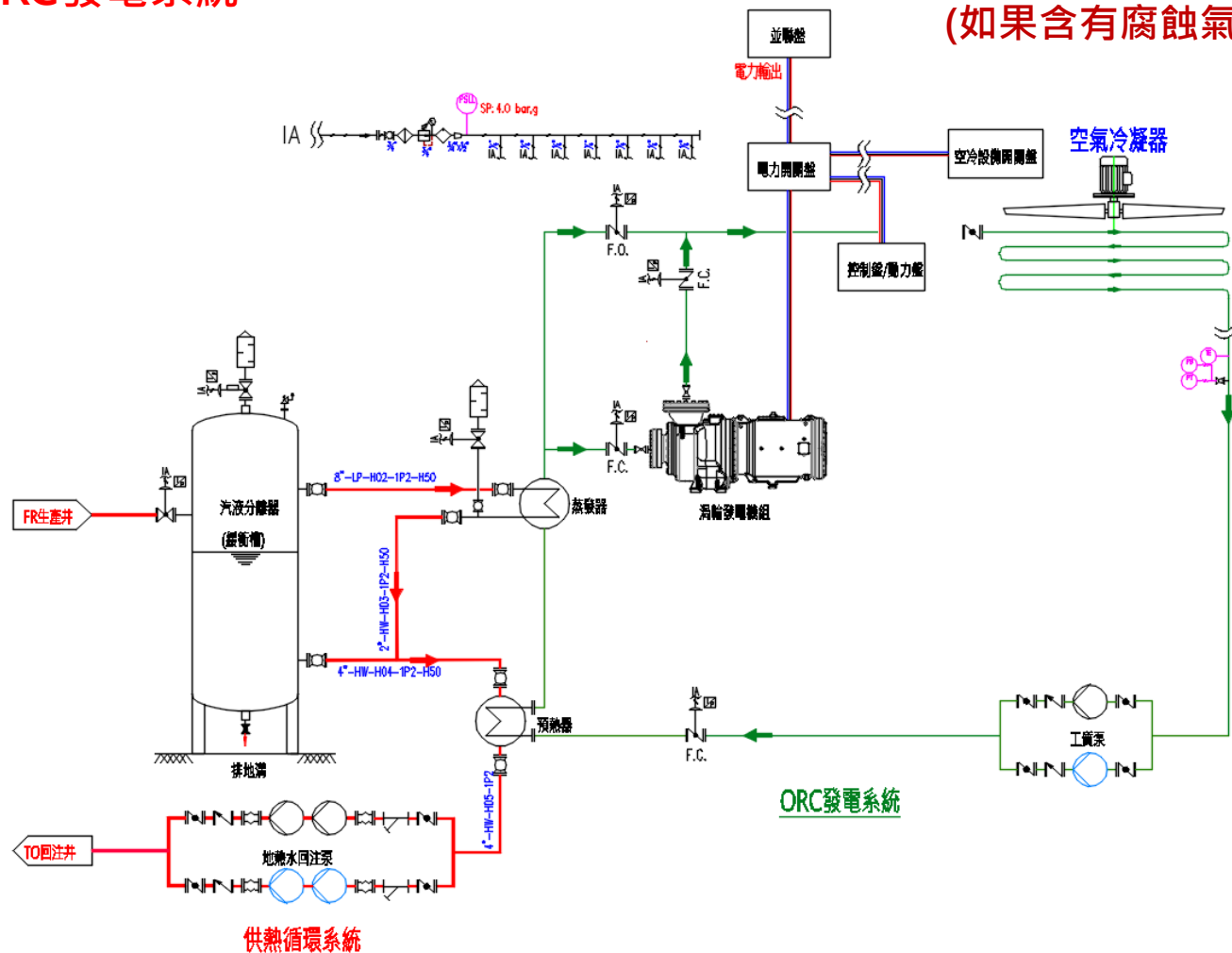
採用雙循環型ORC發電系統

- (1) 地熱水供熱/回注系統
- (2) ORC發電系統

氣冷式冷凝器(ACC, air cooled condenser)

- 1) 氣態工作流體進入鰭片管排
- 2) 空氣通過管排散熱 ← 對流散熱

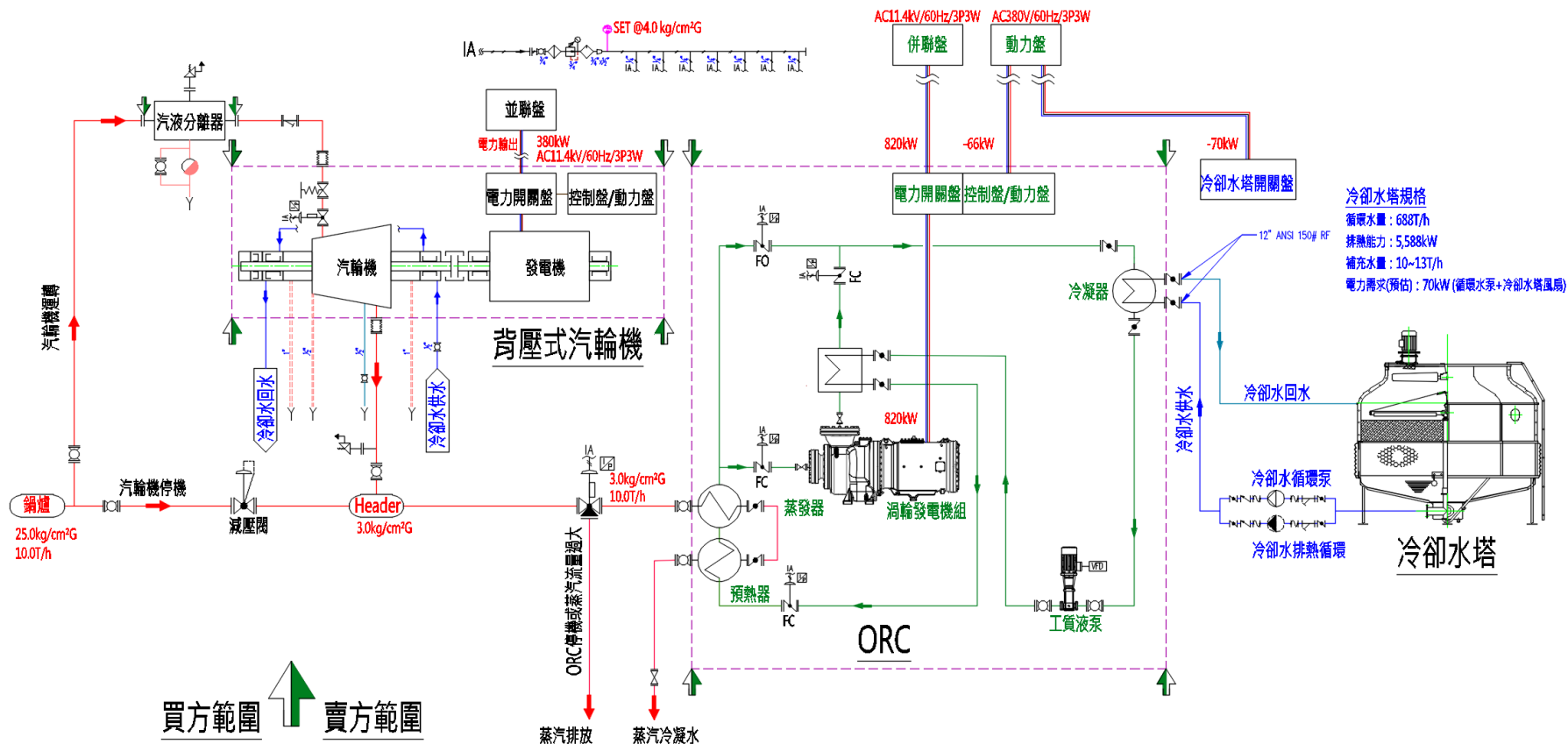
(如果含有腐蝕氣體，管排易受腐蝕)



蒸汽餘壓、餘熱發電

階梯式能源利用：

(1) 蒸汽壓降發電(汽輪機) → (2) 餘熱發電(ORC)



Q&A



Thank You