



# 轉廢為寶 螺桿膨脹機在 蒸汽壓降/ORC廢熱發電 介紹及應用

開山安葆股份有限公司

說明人：溫世光

Tel: (+886) 02-29105658 ext:888

Fax: (+886) 02-29105668

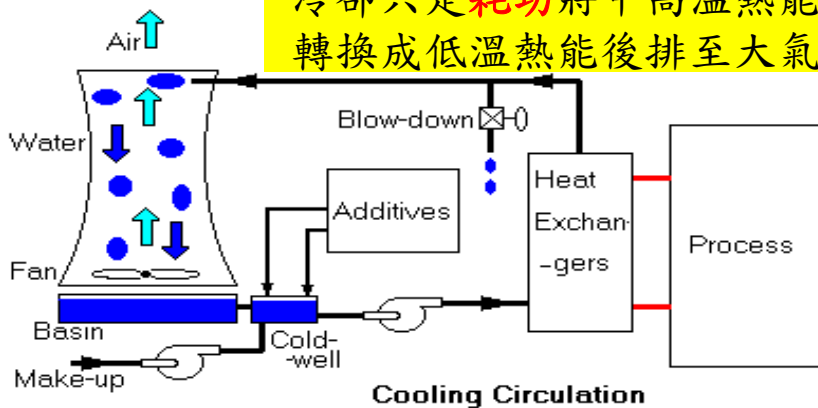
Cell Phone: (+886)0913-562771

E-mail:sky@ks-app.com

新北市新店區建國路276號11樓 TEL: 02-29105658 FAX: 02-29105668 160627

## 被浪費的廢熱餘壓

冷卻只是**耗功**將中高溫熱能  
轉換成低溫熱能後排至大氣



- 剩餘蒸汽
- 蒸汽動力機排汽
- 閃沸蒸汽尾水
- 放熱反應冷卻
- 製程流體降溫
- 冷卻缸套水
- 燃燒焚化
- 尾氣排放



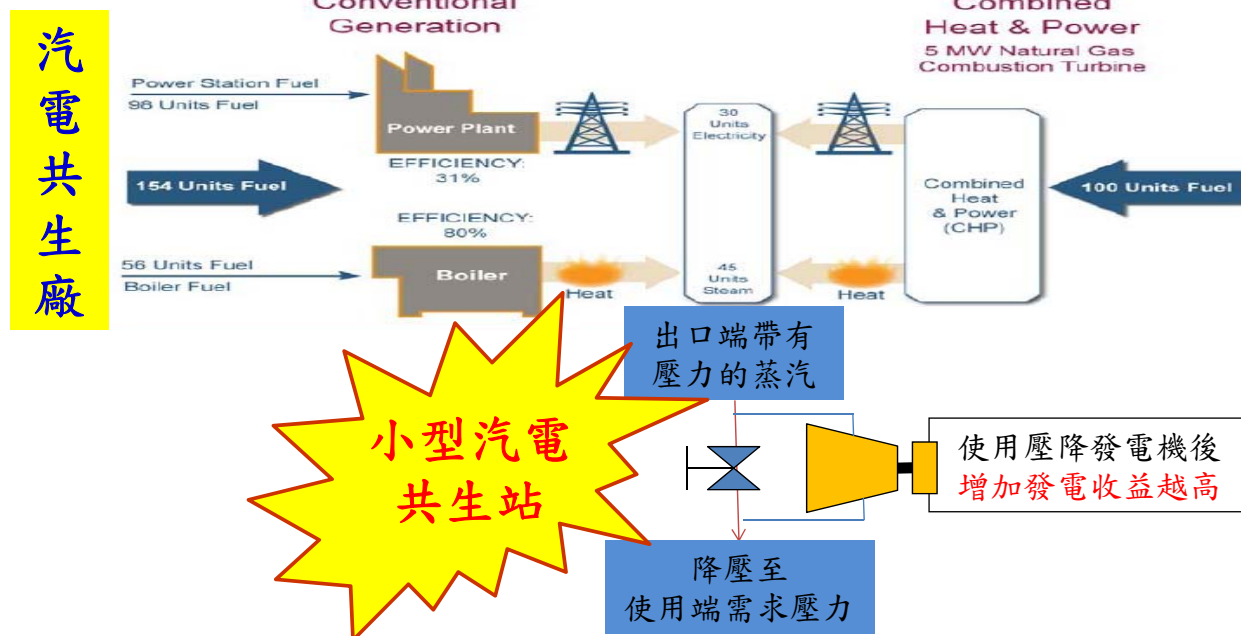
減壓閥未充分利用壓力能

- 蒸汽減壓
- 氣體減壓



# 能源使用最佳化：串級再串級

- 小型汽電共生站：大型汽電共生廠雖已有效利用蒸汽，但在後續減壓閥減壓過程，能源仍未有效利用。例如：利用剩餘壓力能做蒸汽壓降發電，可再進一步增加能源使用效益。



## 蒸汽壓降/ORC廢熱發電機

有效益的節能減碳最佳伙伴

蒸汽壓降發電機



ORC廢熱發電機



蒸汽系統  
(減壓閥)



生質鍋爐



內燃引擎



燃燒、焚化



石油化工廠  
天然氣工業



地熱、溫泉



金屬冶煉廠



一般工廠廢熱



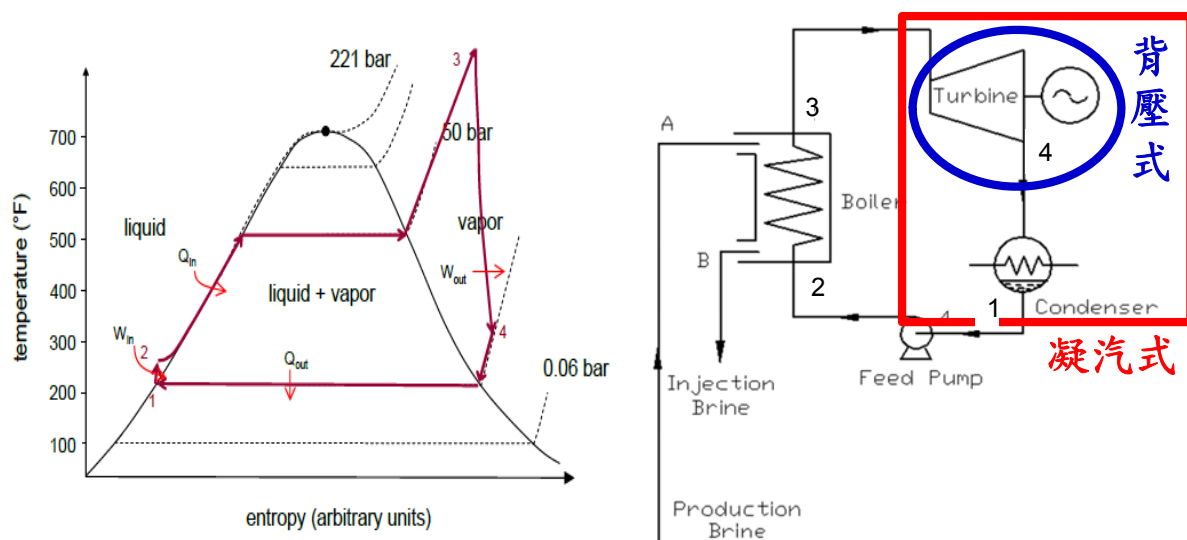
# 朗肯循環(Rankine Cycle) 的四個過程

1→2：等熵加壓(Isentropic Pumping)

2→3：等壓蒸發(Isobaric Evaporation)

3→4：等熵膨脹(Isentropic Expansion)

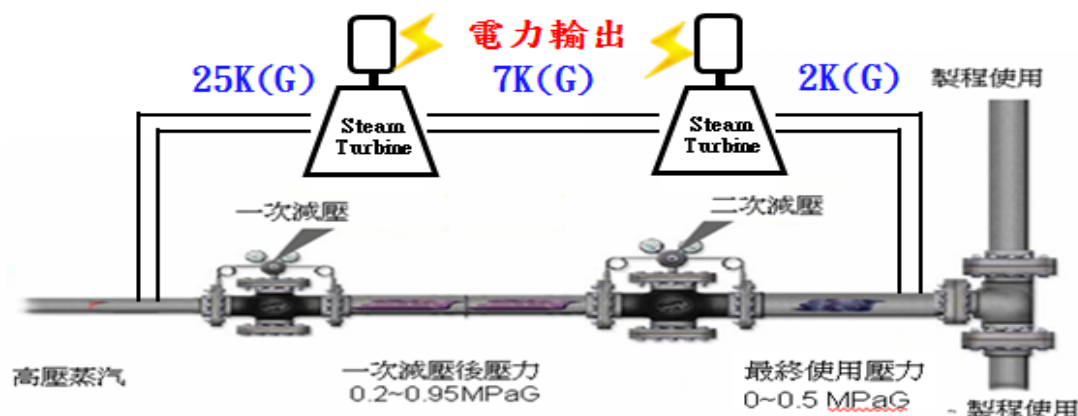
4→1：等壓冷凝(Isobaric Condensation)



## 背壓式蒸汽壓降發電機

蒸汽系統：蒸汽以高壓製造、高壓傳送可使管路建設成本、壓損及保溫獲得比較好的效益；使用時則因低壓時潛熱高，因此蒸汽之使用有高壓輸送、低壓使用之特性。(亦可應用於氣體直接膨脹，如：天然氣、氮氣.....)

- 背壓式蒸汽壓降發電機(Back Pressure Steam Generator)  
後續仍有製程熱能需求，因蒸汽高壓輸送，低壓使用之需求因此通常在靠近至製程端時須利用減壓閥減壓。

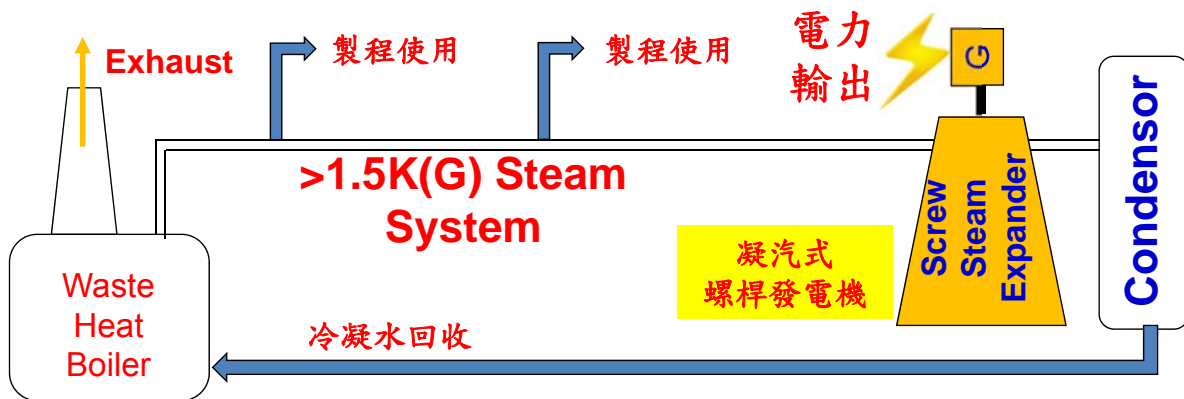




## 凝汽式蒸汽壓降發電機

因廢熱回收鍋爐、焚化爐或製程冷卻需求，導致有多餘帶壓力的排放蒸汽；或放熱製程產生蒸汽需經冷凝回收的多餘帶壓力蒸汽；或高溫背壓水產生連續帶壓力閃沸蒸汽；或蒸汽驅動設備如馬達、泵、空壓機等動力機械排放帶壓力蒸汽：

- 凝汽式蒸汽壓降發電機(Condensing Steam Generator)後續無製程熱能需求，通常需要冷卻系統冷卻(浪費能源)，或對大氣排放(浪費寶貴水資源且造成噪音、熱污染)



## 有機朗肯循環 Organic Rankine Cycle

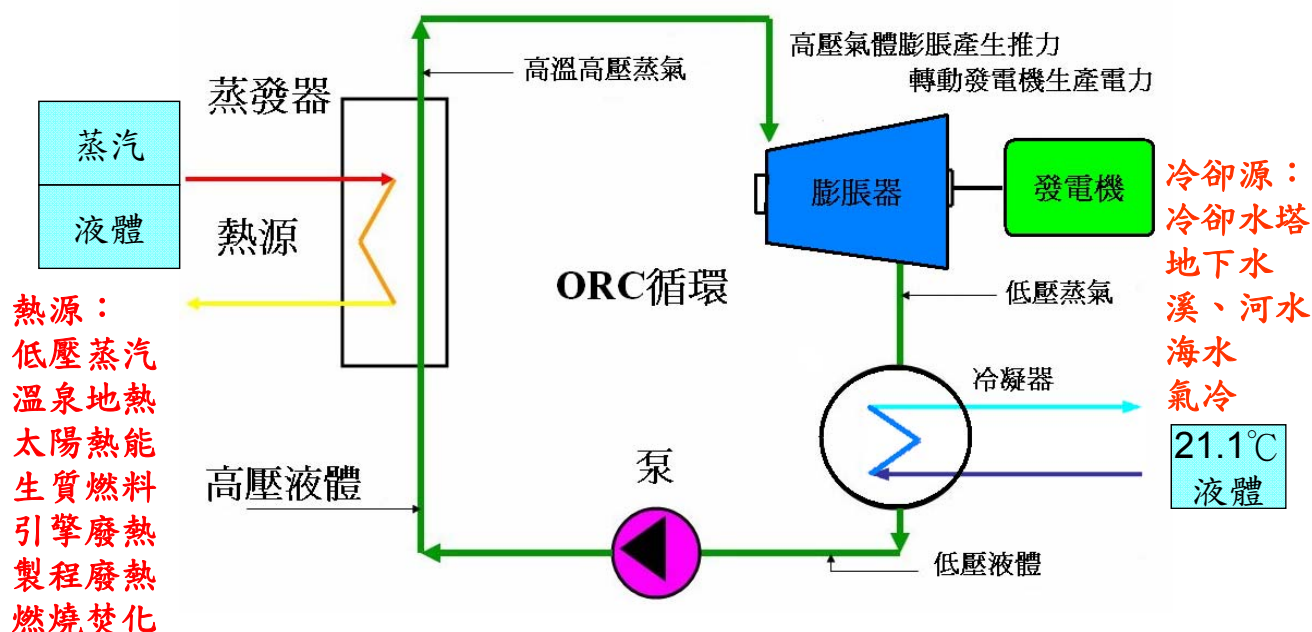
利用有機物質如冷媒取代水做為工作流體

- 工作原理與傳統利用水蒸汽朗肯循環 (Steam Rankine Cycle) 相同，並不是一個新技術 → 系統成熟穩定
- 使用有機物質當作工作流體，相同溫度時，跟水比起來有較低的沸點與較高的蒸發壓力 → 適用於低溫系統
- 較低工作溫度 → 安全性高

pressure	water	working fluid
1 bar ( 14.5 psi)	100°C (212°F)	15.6°C ( 60°F)
19.6 bar (284.2 psi)	212°C (413°F)	121.1°C (250°F)

# 有機朗肯循環(ORC)系統

有效將液態廢熱/兩相/低壓蒸汽轉換為電力

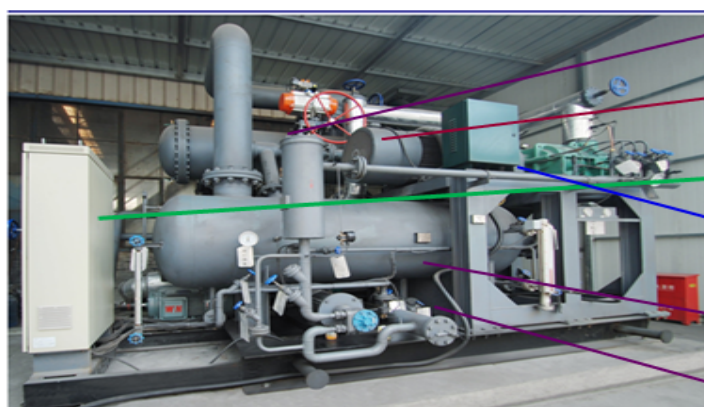
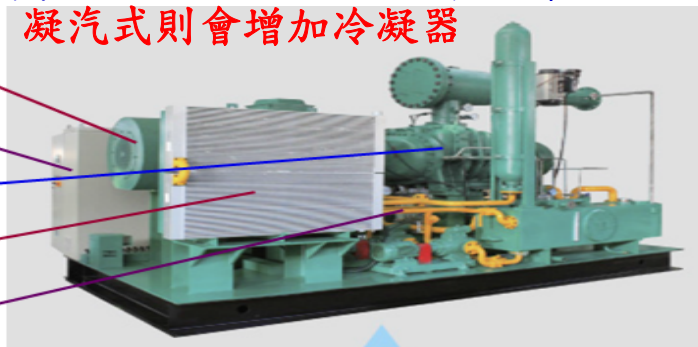


## 蒸汽壓降/ORC廢熱 發電機基本構造

蒸汽  
壓降



凝汽式則會增加冷凝器



ORC

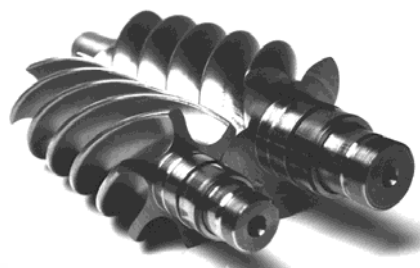
冷媒

Pump

蒸發器  
(冷凝器)

# Expander選擇

- 動力輸出範圍
- 工作溫度、壓力
- 轉速與葉輪直徑
- 工作流體
- 對蒸汽品質要求
- 製造、保養成本低



Twin Screw (50kW—500kW)



Axial turbo (&gt; 5MW)\*



Radial turbo (200kW--5MW)\*

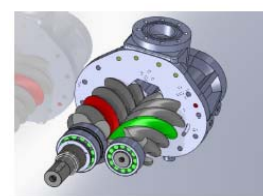
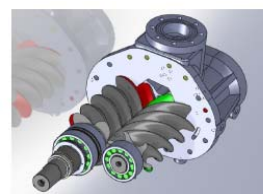
目前我們螺桿機已  
提升至**3,000kW**  
足可取代小型渦輪  
且較傳統利用壓縮機  
修改而成之膨脹機  
有更佳效率及穩定性

資料來源：Hank Leibowitz, Waste Heat Solutions LLC.

## 螺桿膨脹機的優勢

膨脹機等熵膨脹後，蒸汽如果落入二相區產生液滴，將造成液擊現象。**開山螺桿型膨脹機**專門設計用來供膨脹機使用，穩定性高且具更大的容忍度，可以規劃較寬廣的取熱區間，充分發揮**高等熵效率**，所以**有較佳的投資效益**。

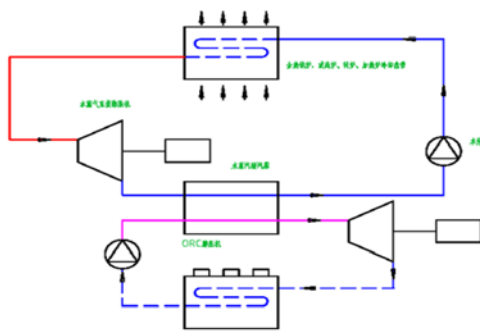
膨脹機	特性
螺桿式	<ul style="list-style-type: none"> <li>轉速低，通常可與發電機直接連軸(ORC)</li> <li>過熱、飽和蒸汽皆可應用，即使膨脹後深入兩相區亦可適用。因此使用範圍大(大於1.5公斤，可以凝汽式蒸汽直接膨脹發電)</li> <li>離點運轉時穩定性佳(變工況條件適應佳)</li> <li>結構簡單，維護費用較低</li> </ul>
渦輪式	<ul style="list-style-type: none"> <li>轉速高，通常需要減速箱與冷卻系統</li> <li>葉片容易因液擊而受損，對蒸汽品質要求高，適用於過熱蒸汽，使用範圍受限</li> <li>離點運轉時波動大，穩定性欠佳</li> <li>維護費用較高</li> </ul>





## 蒸汽壓降及ORC廢熱發電之應用

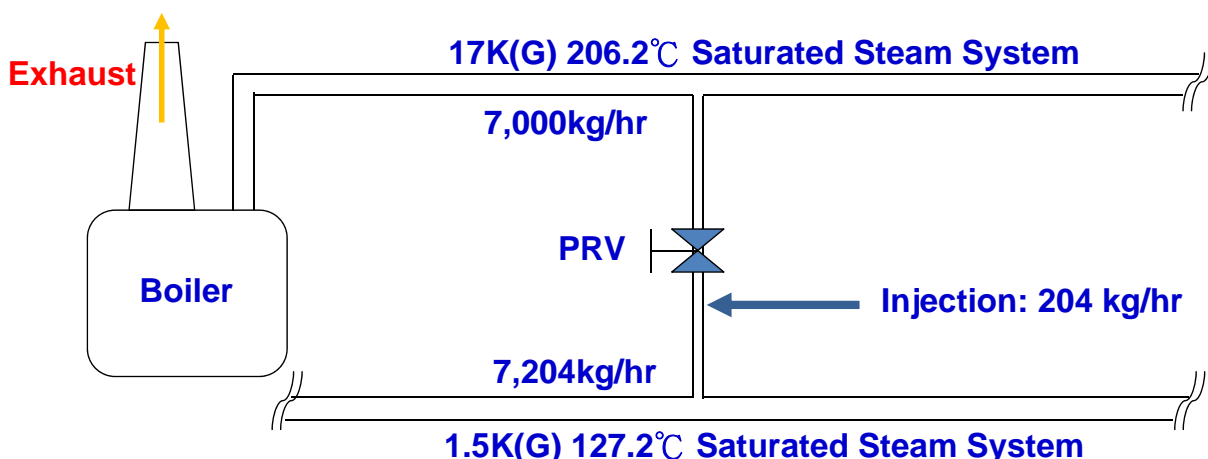
- 凝汽式蒸汽壓降發電：0.25Mpa(A)以上，溫度250℃以下
- 背壓式蒸汽壓降發電：依照入口壓力可分為高壓型(3.0Mpa(A)以下)及常規型(1.3Mpa(A)以下)。最大發電量可達2,900 kW。
- ORC廢熱發電：80℃以上熱水(液)、100℃以上蒸汽、300℃以上廢熱氣需先轉換為熱水(液)。最大發電量可達2,000 KW。(溫度如低於上述溫度時請先洽本公司)
- 可靈活利用背壓式、凝汽式及ORC廢熱發電機依照熱源特性組合成最有效益之發電組合。



## 蒸汽17K(G)減壓閥減壓(安裝前)

### 第一階段：17K(G)減壓至1.5K(G)

蒸汽入口：7,000kg/hr@17K(G) 206.2℃ 飽和蒸汽  
經減壓閥(站)減壓注水204kg/hr降溫及甩水後可得：  
蒸汽出口：7,204kg/hr@1.5K(G) 127.2℃ 飽和蒸汽

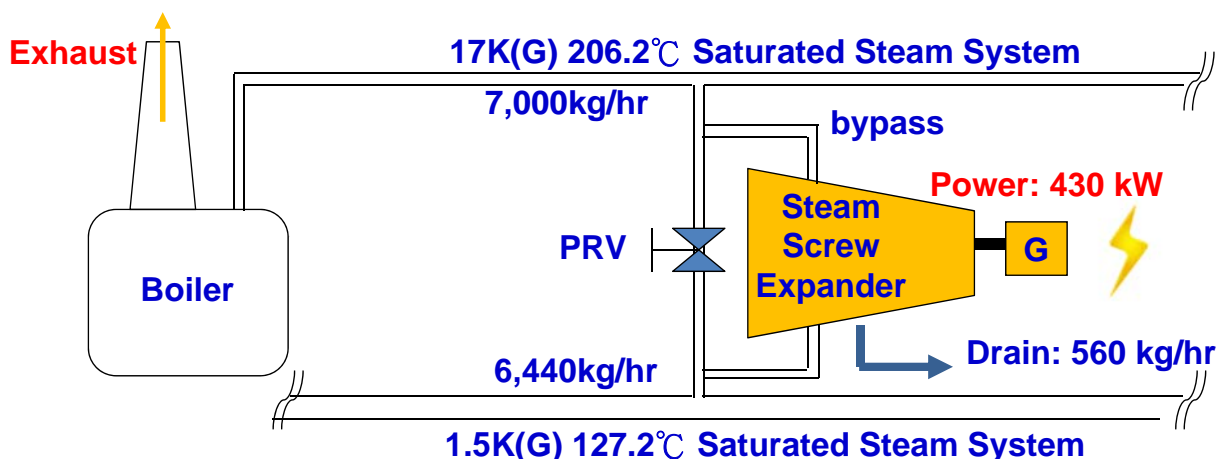


## 背壓式蒸汽壓降發電機 (安裝後)

### 第一階段：17K(G)減壓至1.5K(G)

蒸汽入口：7,000kg/hr@17K(G) 206.2°C 飽和蒸汽，  
經背壓式蒸汽壓降發電機減壓後可得：

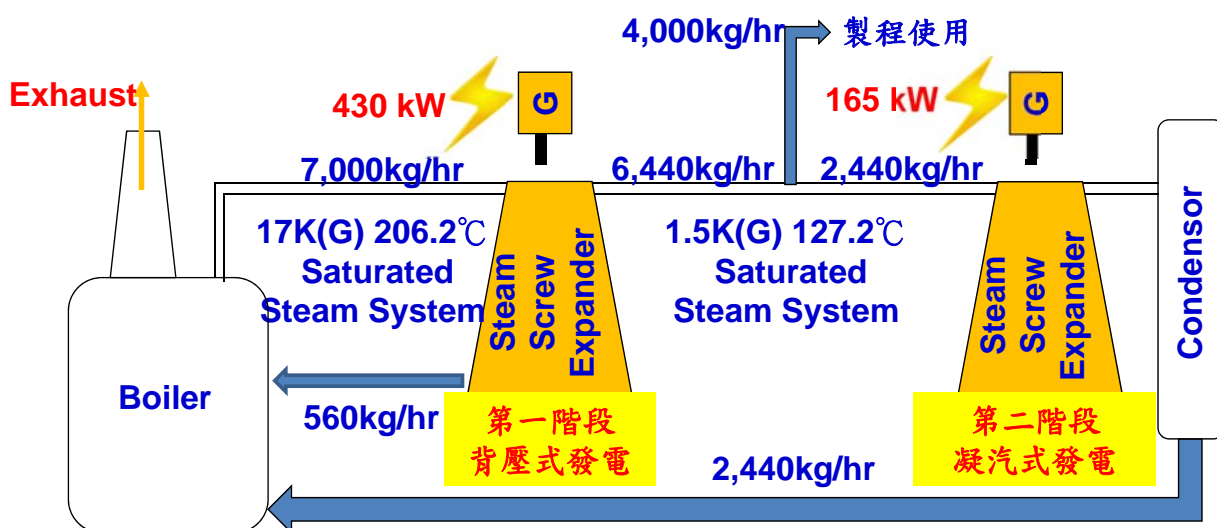
蒸汽出口：6,440kg/hr@1.5K(G) 127.2°C 飽和蒸汽，  
並可額外發電430kW及產生560kg/hr之凝結水。



## 凝汽式蒸汽壓降發電機 (安裝後)

### 第二階段：1.5K(G)減壓至負壓並凝結成水回收

銜接第一階段因製程需使用4,000kg/hr，因此剩餘  
2,440 kg/hr@ 1.5K(G) 127.2°C 飽和蒸汽經凝汽式蒸汽  
壓降發電機可得165kW之發電量及2,440kg/hr之凝結水。





# 17K(G)蒸汽壓降發電量整體效益說明

## (含製程抽出使用4,000KG/HR)

- 背壓式：利用利用430kW級背壓式蒸汽壓降發電，即可將原本7,000kg/hr @ 17K(G)/206°C飽和蒸汽減壓可得430kW之電力及6,440kg/hr之1.5K(G)/127°C低壓蒸汽。
- 凝汽式：因製程需要使用4,000kg/hr，因此剩餘2,440kg/hr之蒸汽可利用165kW級凝汽式蒸汽壓降發電機發電，發電量為165kW。
- 串級使用：綜合背壓式及凝汽式發電機，每年運轉8,000小時計，一年可獲取4,760,000度電(保守發電量90%計算：4,320,000度電)。

### 發電效益(扣除蒸汽補償)：

若以內部電價NTD:2.9元/度計算，

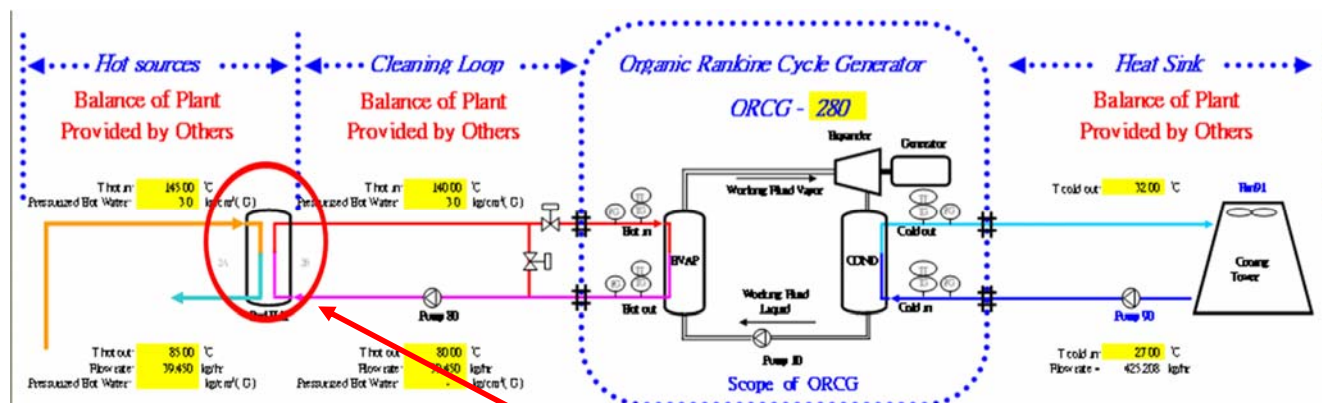
則售電收入為：10,722,400元(保守發電量：9,446,400元)

**CO2減排：2,499,667公斤(保守發電量：2,305,987公斤)**

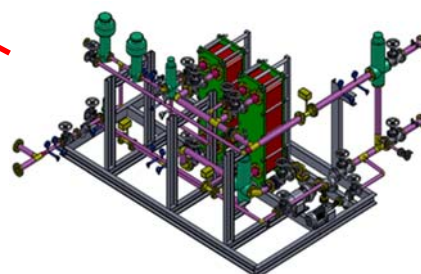
說明：能源局公告2013年電力CO2 排放係數0.522kg/度電

# ORC熱水(液)廢熱發電系統

## (間接熱源 / 直接熱源)



二次熱交換系統：  
設置二次熱交換器，將  
兩相液交換成熱水(液)或  
避免蒸發器結垢、腐蝕。



## ORC熱水餘熱發電應用(蒸發冷)

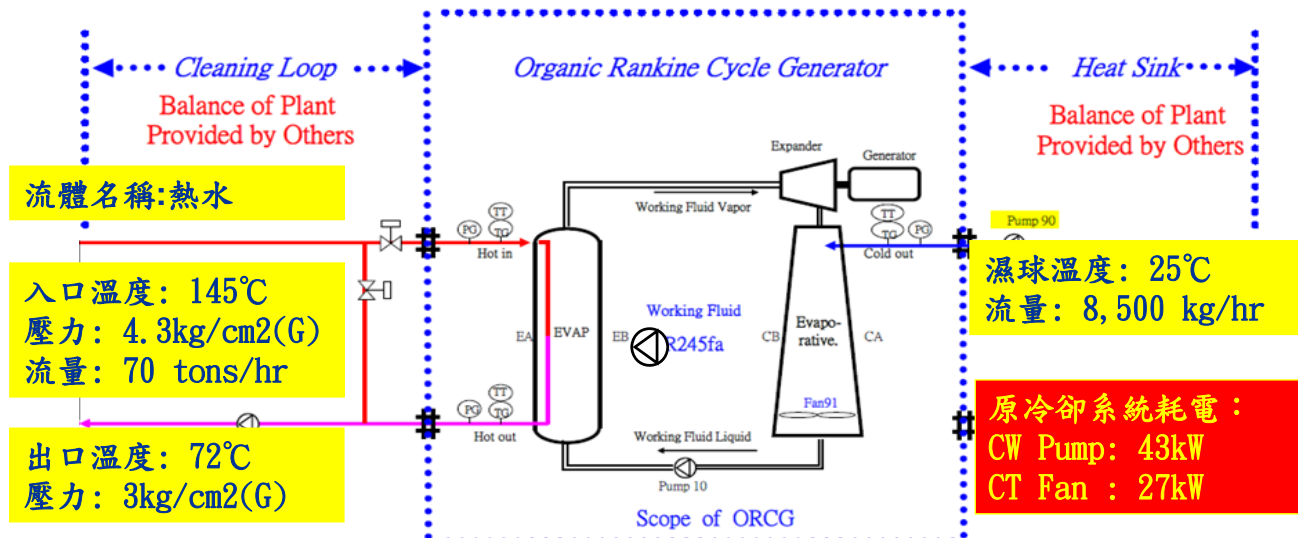
熱源：熱水70 tons/hr @ 145 °C in / 72 °C out

蒸發式冷凝器冷水補水：8.5噸/hr @ 25°C 濕球溫度

可裝設ORC發電站KE800一台，

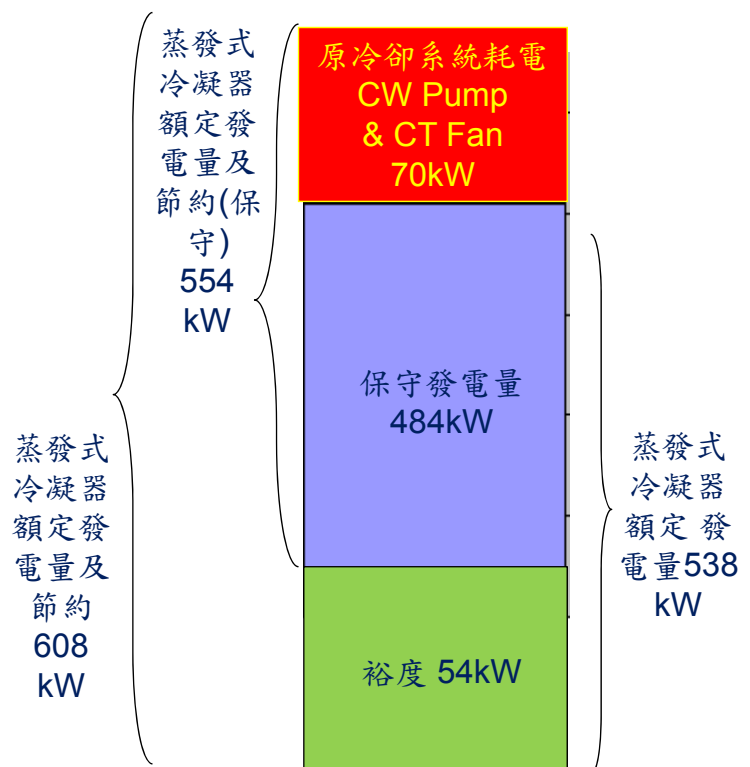
於上述額定條件下，淨發電量為538kW(已扣除蒸發冷耗功)

ORCG Net Output = **538** kW



## ORC背壓熱水餘熱發電說明(蒸發冷)

- 蒸發式冷凝器額定發電量：以蒸發式冷凝器其額定發電量為538kW
- 保守發電量：以蒸發式冷凝器額定發電量之90% 計算，應為484kW(裕度54kW)
- 實際淨發電量及節約：以蒸發式冷凝器其額定發電量為538kW加上節約70kW後為608kW。以保守發電量計則為554kW。



## ORC熱水餘熱發電效益說明(蒸發冷)

利用KE800kW蒸發式冷凝器ORC餘熱發電機一台，無需額外燃料(故無CO2排放的問題)，即可將原本需要冷卻之熱水70 tons/hr @ 145°C，轉化為乾淨無污染的電力。**因裝設蒸發式冷凝器，原本需要藉由冷卻水循環泵浦及冷卻風扇之冷卻系統耗電70kW可以節約下來。**因此以前述條件熱水推動ORC發電效益為538kW，總發電量及節約效益為608kW，每年運轉8,000小時計，可得系統發電效益及CO2減排量為：

輸出說明	淨發電量 (KW)	年運轉時數 (hours/)	年發電度數 (kWh)	年發電效益 (NTD)	排碳係數 (kg/kWh)	CO2減排 (kg/年)
100%全輸出	538.0	8,000	4,304,000	10,243,520	0.522	2,246,688
發電量及節約	608.0	8,000	4,864,000	11,576,320	0.522	2,539,008

**發電效益：**若以平均電價NTD:2.38元/度計算，

發電效益為 NTD:10,243,520元

如計算總發電量及節約效益為NTD：11,576,320元

**CO2減排：2,246,688公斤(保守發電量：2,539,008公斤)**

說明：能源局公告2013年電力CO2 排放係數0.522kg/度電

## 蒸汽壓降發電機

- 背壓式或凝汽式可供選用。
- 蒸汽壓力最高使用至3.0Mpa(A)，溫度250°C，使用範圍廣。

蒸汽膨脹機 型號	名義工況 發電量(kW)	水蒸汽量 (t/h)	備註
KSGe469150	496	9.7	常規機型
KSGe367143	225	4.4	常規機型
KSGe286150	112	2.4	常規機型
KSGe329125	616	12	高壓機型

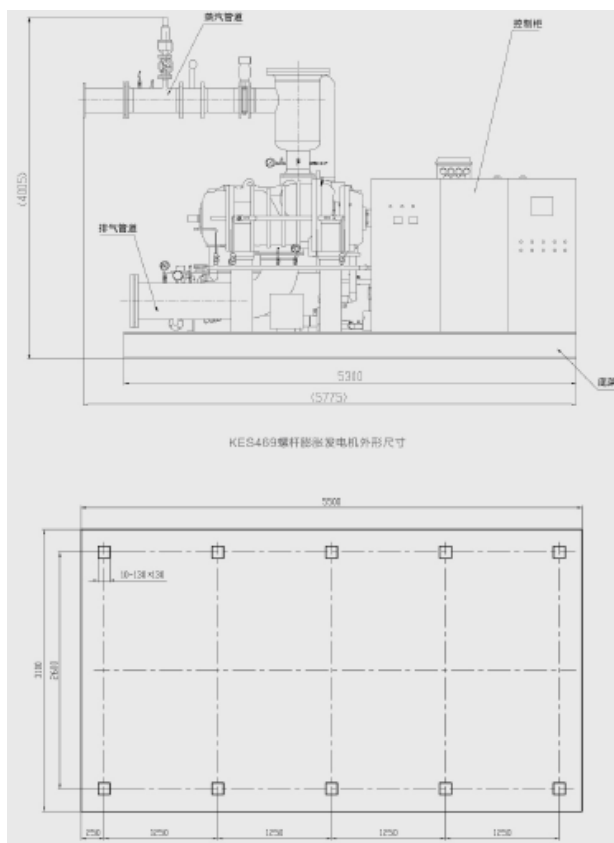
常規型 蒸汽型膨脹機名義工況

飽和蒸汽入口	入口壓力	MPa(a)	0.6
蒸汽出口	出口壓力	MPa(a)	0.108

高壓型 蒸汽型膨脹機名義工況 (溫度250°C以下)

飽和蒸汽入口	入口壓力	MPa(a)	2.5
蒸汽出口	出口壓力	MPa(a)	0.5

**非上述條件時，請洽業務人員**



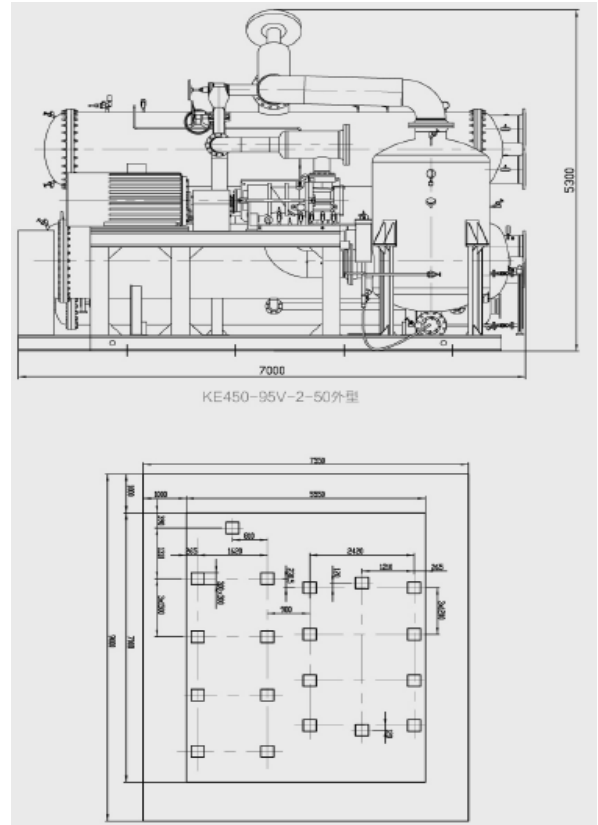


## ORC 廢熱發電機

- 熱源可為蒸汽、水、製程流體，工作溫度使用範圍廣。
- 冷源溫度即使較高，仍可透過適當選型，使發電機輸出仍在一定水準以上，特別適合在亞熱帶、熱帶區域使用。(與歐、美、日產品以ISO標準條件：15°C，RH：60%下設計，高出10~20%輸出)

ORC 型號	飽和蒸汽溫度 (°C)	蒸汽量 (t/h)	額定淨發電量(kW)	備註
KE132-110V-1-50	115°C	1.8	109	蒸發冷
KE280-110V-1-50	115°C	3.6	218	蒸發冷
KE600-110V-1-50	115°C	8.3	508	蒸發冷
KE1200-110V-1-50	115°C	16.5	1016	蒸發冷

非上述條件時，請洽業務人員



## 蒸汽壓降/ORC廢熱發電機服務流程

- 客製化設計能力：可依照客戶現場實際熱源及冷源之溫度、流量條件進行最佳化設計。
- 機種選擇多，以最佳選型、最高效益滿足不同需求
- 現場勘查、評估、製造、安裝、試車、保養、維修，提供一條龍服務。

設備介紹及說明



現場勘查(熱源、冷源條件)  
：溫度、壓力、流量



發電量、效益評估



定型、設計、製造



現場安裝、試車



訓練、保養、維修

# 使用實際案例

(其他更多案例請洽業務人員)



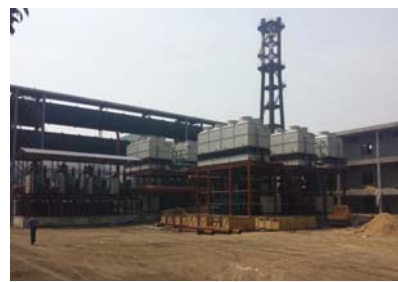
中石化海南煉製廠



浙江曙陽化工



天津天豐鋼鐵

新墨西哥州地熱  
(USA)棕梠油廠  
(菲律賓)

華宏特鋼一期

## 晉巨化工背壓式壓降發電現場（防爆區）



在晉巨化工現有2.1—2.4MPa（表壓），6—10t/h的飽和蒸汽，原先透過減壓閥減壓至0.45-0.55 Mpa。由於蒸汽量小、波動大、壓力不穩等原因，一直沒有找到合適的設備來回收利用。開山為此裝置了一台KES450裝機功率450kW，在蒸汽壓力為1.76MPa（g），流量9.8t/h，淨發電功率高達366kW！不僅完美的替代了減壓閥，而且實現了能源的高效回收利用。

# 關於開山安葆

- 亞洲最大、全球第三的空壓機製造企業
- 深圳證券交易所掛牌上市
- 獨特串級使用，發揮能源最大效益

**KERRY**  
(北美研發)

- 美國壓縮機品牌
- 30年以上螺桿壓縮機及離心壓縮機研發經驗
- 專利Y型線轉子技術，高效率可靠產品

**開山**

**開山  
安葆**

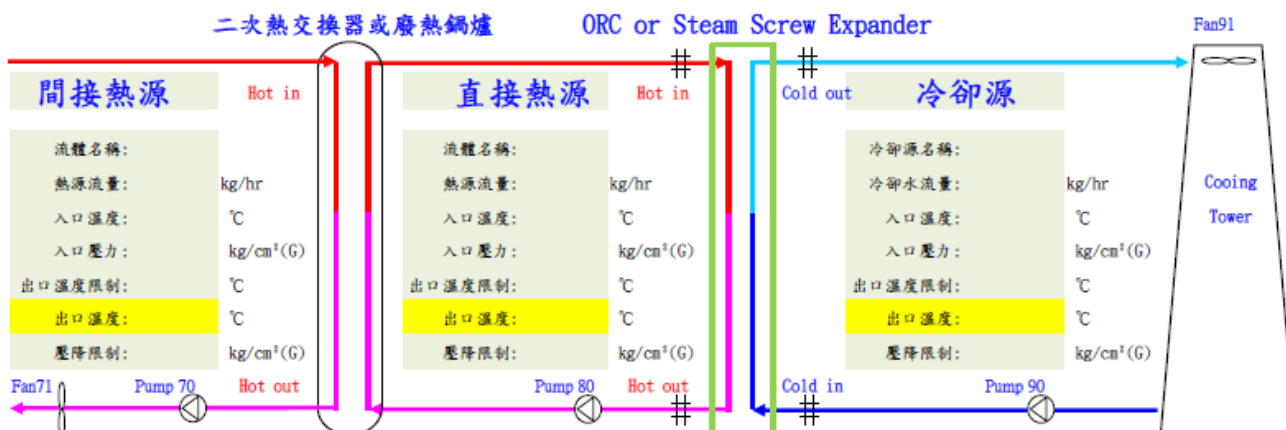
**安葆**  
(台灣經驗)

綜合三家合作夥伴的優勢，以北美研發的領先技術加上台灣統包的豐富經驗，立足台灣放眼亞太市場，提供廢熱餘壓發電應用的設備及服務，實現「轉廢為寶」的核心價值。

- 創立於1994年
- 全方位的電力系統統包廠商
- 豐富的現場規劃經驗及施工團隊

## 蒸汽壓降/ORC廢熱發電 設計條件

業主案號：	聯絡人：	裝機地址：
電話：	傳真：	e mail：
電價：NTD/kwh	蒸汽價格：NTD/噸	年運轉：
環境溫度：℃	環境溫度：% RH	冷卻方式：水冷 / 氣冷
防爆等級：	壓力容器：	電力規格：V, Hz, 3Φ
周邊環境：	裝機位置：	
其他特殊要求：		





## 待討論/確認事項

- 防爆等級：D IIB T4、GB(中)
- 壓力容器：國內、CE/PED(歐)、ASME(美)、GB(中)
- 電力：三相380V、電價
- 冷源性質：進出口溫度、壓力(kpa)限制、流量、物性(超純水、比重、比熱)、潔淨度(結垢)、腐蝕性(PH值)、冷媒相容性(安全性)、壓力(kpa)、銅離子
- 熱源性質：進出口溫度、壓力(kpa)限制、流量、物性(超純水、比重、比熱)、潔淨度(結垢)、腐蝕性(PH值)、冷媒相容性(安全性)、壓力(kpa)、銅離子。
- 蒸汽：補償量(凝結水量)、蒸汽價格
- 蒸發器：殼管、板式、材質(銅、碳鋼、不鏽鋼)、壓降(kpa)
- 冷凝器：殼管、板式、材質(銅、碳鋼、不鏽鋼)、壓降(kpa)
- 現場配置：空間限制、室內(IP23)、戶外(IP54)、平面、樓層、吊運方式

# 敬請指教

