富威電力 Foxwell Power | 正崴集團

經濟部產業園區管理局臺中分局

ESCO節能改善技術交流座談會—

高溫製程與熱能回收應用

簡報人：林振芳

lin1290@fwp.com.tw

+886-2-2269-9888 #26315

+886-911-285090

啟動永續未來　Empowering a Greener Future

Foxwell Power | All rights reserved

林振芳





一. 經歷：

富威電力股份有限公司(109.11~)
旭威認證股份有限公司(兼任114.04~114.12)
台塑網科技股份有限公司(101.07~109.08)
財團法人臺灣綠色生產力基金會(94.01~101.07)
財團法人中國技術服務社節能中心(82.02~93.12)

二. 學歷：

國立臺北大學 自然資源與環境管理研究所碩士

三. 證照

ISO 14064 溫室氣體盤查主任稽核員
ISO 50001 能源管理系統主任稽核員

四. 著作:

節能減碳愛地球-新自然主義出版有限公司-94年

Foxwell Power | All rights reserved

南崗工業區概況



一. 南崗工業區廠商~以金屬、化工、食品為核心的產業聚落，主要產業分布如下：

1. 金屬製品製造業：包含金屬加工、零件製造，是家數最多的類別
2. 化學製品與醫藥：涵蓋特用化學品、製藥及塑膠製品製造
3. 食品加工業：南投在地特色產業，包含卜蜂、南投縣農會食品廠等
4. 電子零組件業：雖然佔比較金屬、化工低，但產值較高
5. 其餘產業：木竹製品、紙製品、機械設備及運輸工具零件製造

二. 在製程加熱系統方面(以環境部固定汙染源排放資料庫)：

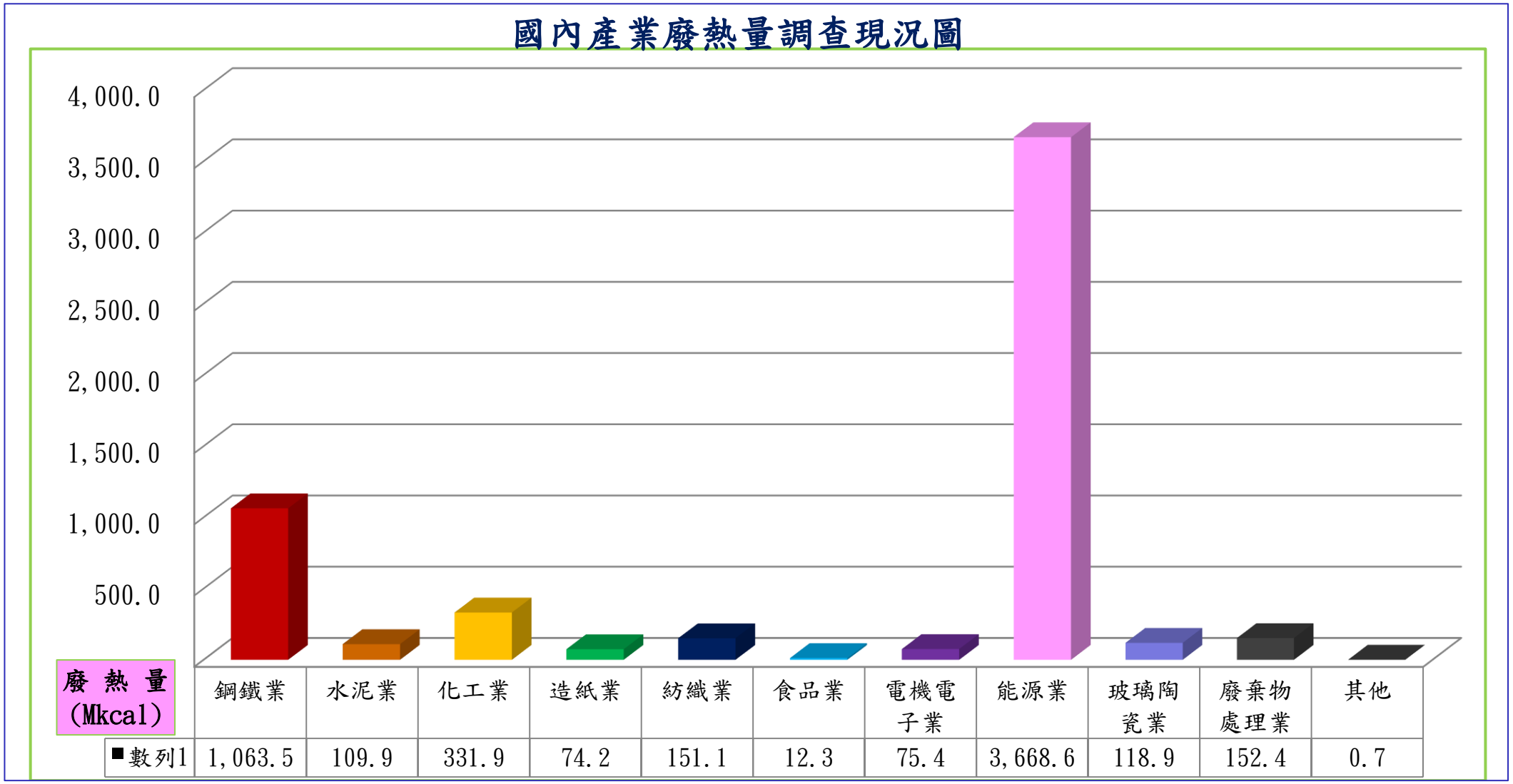
1. 燃料占比（以鍋爐為例）：
   - 1）燃油（重油/柴油）：約 65%
   - 2）天然氣：約13%
   - 3）燃煤：約10%
   - 4）電力加熱:約12%

三. 能源轉型壓力：

1. 受「空氣污染防制計畫」及「淨零排放」政策影響，正推動工業鍋爐改用低污染燃料或電力化系統
2. 電子零組件及精密化學品廠商，其製程中使用的恆溫系統與小型加熱器，多已採用電力加熱以利精準控溫
3. 天然氣尚未全面普及主因在於管線佈建成本與廠商設備更換意願

Foxwell Power | All rights reserved

國內產業廢熱排棄分布圖

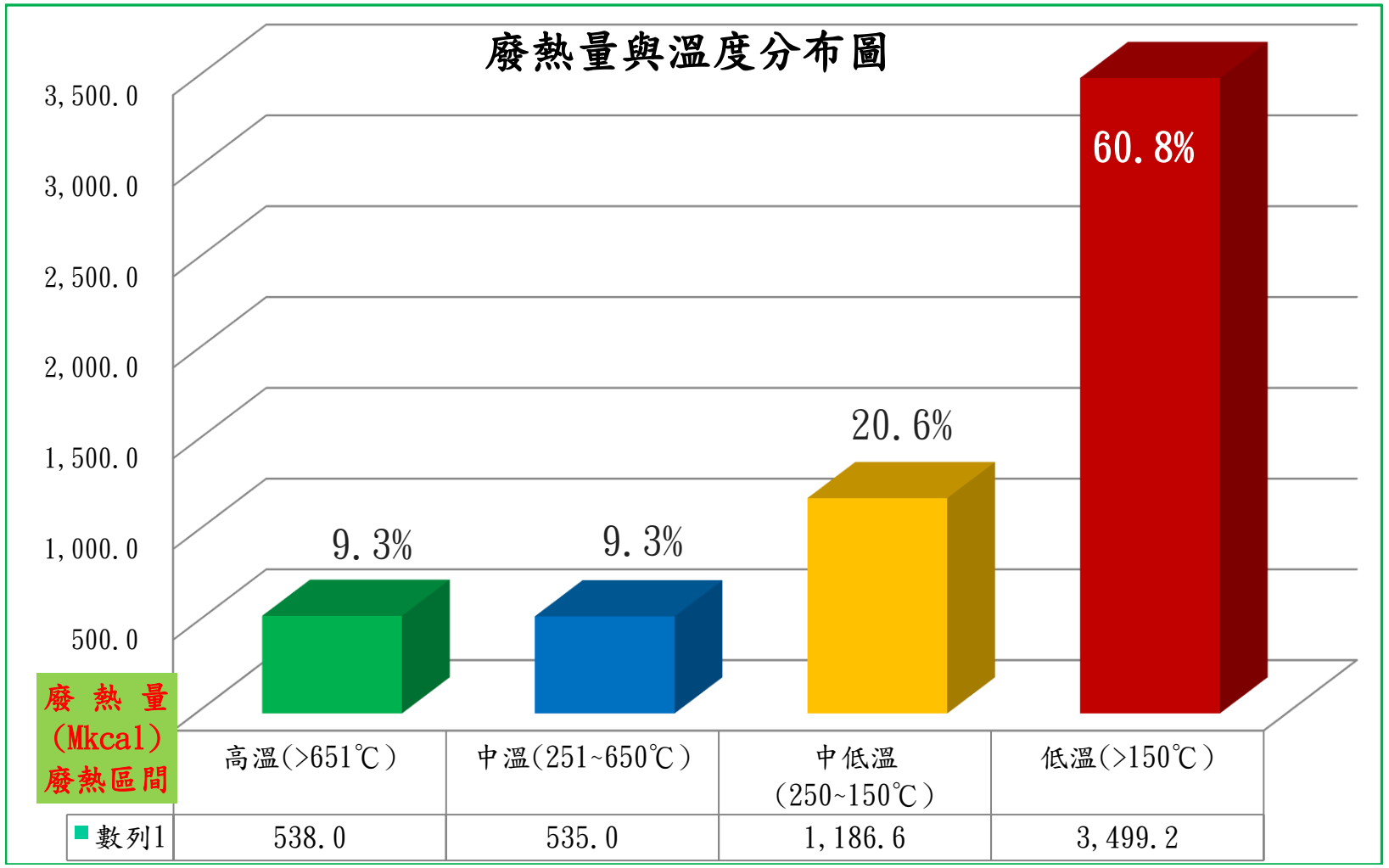


廢熱量(Mkcal)	鋼鐵業	水泥業	化工業	造紙業	紡織業	食品業	電機電子業	能源業	玻璃陶瓷業	廢棄物處理業	其他
■數列1	1,063.5	109.9	331.9	74.2	151.1	12.3	75.4	3,668.6	118.9	152.4	0.7

資料來源：工研院綠能所—施顏崇

Foxwell Power | All rights reserved

國內廢熱量與溫度範圍調查彙整圖



1. 目前我國能源形勢嚴峻的根本原因，在於用能效率低。
2. 我國每公秉油當量的產出效率僅相當於日本的70~75%、美國的80~85%。
3. 我國工業使用能源中近50~60%的能源轉化為廢熱資源，其中溫度低於350℃以下的低溫廢熱，約占廢熱總量的83%，目前技術尚無法實現對其有效的回收利用。

資料來源：工研院綠能所—施顏崇

Foxwell Power | All rights reserved

資源的再利用













資料來源：https://chat.baidu.com/search

Foxwell Power | All rights reserved

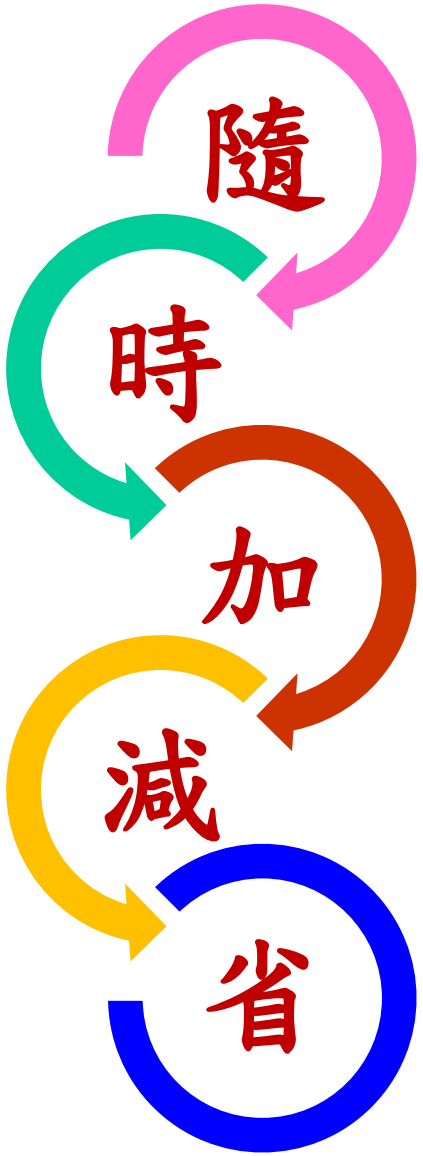
能源ESG管理五大手法











隨手關燈、門［行為管理］

即時數據分析［能源管理系統］

加裝控制設備［監控系統］

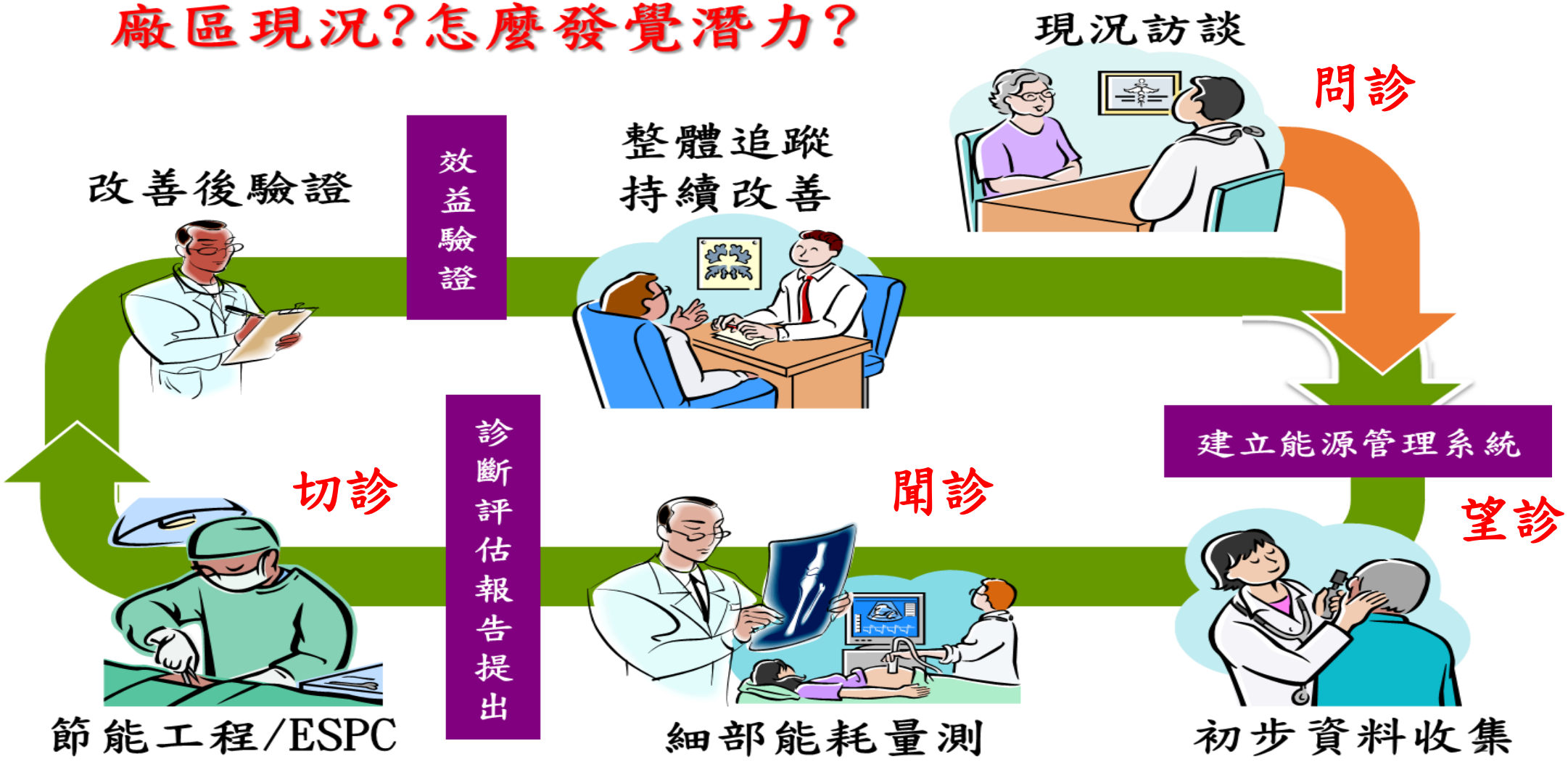
減量措施［設備操作管理］

換省電設備［汰舊換新］

Foxwell Power | All rights reserved

節能首要依靠「望、聞、問、切」

廠區現況?怎麼發覺潛力?



Foxwell Power | All rights reserved

節能首要依靠「望、聞、問、切」

節能率目標估算方式係依綠基會編撰之鍋爐高效率作業技術手冊中，節約能源與能源效率提升評估方式:

鍋爐系統效率改善技術	空調系統效率提升	能源節約潛力（%）
降低過剩空氣量	適當的換氣量	5
加裝節熱器	加裝外氣空調箱回收冷能	3
減少水垢及積灰	冷卻水水質管理	2~9
減少沖放/排放	降低溢流水和蒸發水損失	1
沖放/排放水的廢熱回收	冷凝水回收	1
降低蒸汽使用壓力	調控送風風壓和冰水流速	1
保持鍋爐於最佳效率的負載下運轉	單機及系統效率優化	2~5
預熱燃燒空氣	新鮮風預冷降溫及除濕	1
霧化介質由蒸汽更換為空氣	空調箱電阻式預熱改熱回收水預熱	1
避免鍋爐負載變動過劇或開/關過於頻繁	裝設變頻器或多台主機負載分配	5~10
避免燃燒機積碳或維持最佳霧化狀態	強化主機冷凝與蒸發器保養降低水垢	1~5

Foxwell Power | All rights reserved

節能首要依靠「望、聞、問、切」

節能率目標估算方式係依綠基會編撰之鍋爐高效率作業技術手冊中，關於鍋爐效率改善與節能潛力評估準則和項目：

鍋爐作業條件最適化

(1)調整燃料霧化條件：飛灰殘碳↓1.0%，鍋爐效率↑0.8%～1.0%。

(2)調整空氣比控制器：排氣含氧↓1.0%，鍋爐效率↑0.4%～0.6%。

(3)調整給水穩定液位：變動範圍↓5.0%，鍋爐效率↑0.1%～0.2%。

(4)控制爐水減量排放：洩放水量↓1.0%，鍋爐效率↑0.1%～0.2%。

(5)檢修加強爐體保溫：爐壁溫度↓10℃，鍋爐效率↑0.3%～0.5%。

(6)阻隔強風或冷氣流：爐壁風速↓1m/s，鍋爐效率↑0.3%～0.4%。

(7)排氣廢熱回收裝置：排氣溫度↓10℃，鍋爐效率↑0.5%～0.6%。

(8)增加冷凝水回收率：給水溫度↑10℃，鍋爐負載↓1.0%～1.2%。

(9)多台鍋爐併聯分配：視個別鍋爐負載特性影響總效率提升程度。

(10)避免換熱管群破裂：視本體及熱回收特性影響總效率損失程度

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱/餘熱的來源

1. 廢熱：

廢熱（Waste Heat）指在能源轉換或工業過程中**未被有效利用**或**無熱回收設備**而以**直接**或**間接**方式排放至環境的熱能，常見來源包括：

A. 發電廠（燃煤/天然氣機組排氣溫度可達200-500°C）
B. 鋼鐵/水泥廠（高爐廢氣含30-40%總能耗）
C. 交通工具（內燃機60%能量以廢熱散失）
D. 電子設備（數據中心伺服器散熱需求年增10%）







2. **直接**排放而言多屬**高溫**氣體:

包含工業加熱設備-如**金屬加熱爐、水泥旋窯、垃圾焚化爐、煉鋼電弧爐、蒸汽鍋爐、熱媒鍋爐**等之**煙道氣體**排放，和如**蒸汽系統中**的冷凝水、閃發蒸汽，其中多數仍有相當的熱能未被有效利用。

3. **間接排放則主要以製程因設備操作及系統需求**

需要**用水冷卻**或**風車氣冷**等方式，透過直接或間接帶走製程內多餘熱能，來因應後續製程所需，或者是將製程排放水進一步冷卻，以達到**廢水處理**的要求和排放，例如**空壓機、冰水機、金屬熔煉澆鑄爐**的冷卻水等。

圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱和餘熱資源來源

	高溫（>650℃）	中溫(250~650℃)	低溫(<250℃)
廢熱熱源	熔爐	乾燥爐	冷卻水
	電弧爐	氣渦輪機	乾燥箱
	加熱爐	熱處理爐	製程烘乾
	退火爐	汽電鍋爐	蒸汽冷凝水
	旋轉窯	往復式引擎	蒸汽鍋爐
	焚化爐	催化裂解塔	熱媒鍋爐
	精煉鋁爐	蒸汽渦輪機	射出成型機
	精煉高爐	VOC燃燒設備	鍋爐爐水
	熱處理爐	柴油引擎發電機	VOC燃燒設備







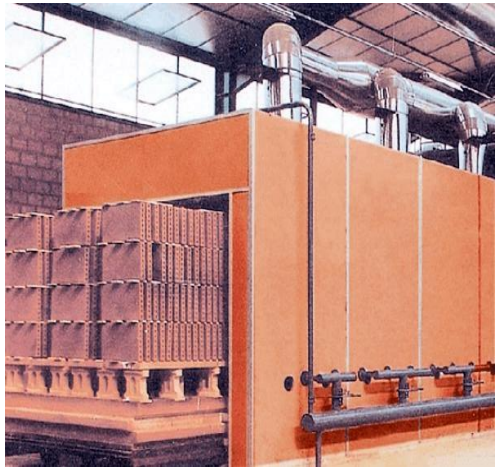


圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱和餘熱資源來源

工業部門	餘熱&廢熱來源	餘熱所占燃料比例
冶金工業	高爐、轉爐、熔鋁爐、軋鋼加熱爐	33%
化學工業	蒸餾塔、聚合塔、乾燥爐、化學反應槽	15%
機械工業	退火爐、鑄造加熱爐、熱處理爐、熱風乾燥爐	15%
造紙工業	蒸汽鍋爐、造紙烘缸、瓦楞紙貼合機	15%
玻璃陶瓷業	玻璃熔爐、陶瓷轉爐、陶瓷隧道窯	17%
建材工業	製磚隧道窯、磁磚燒結爐	14%



圖片資料來源:https://image.baidu.com/

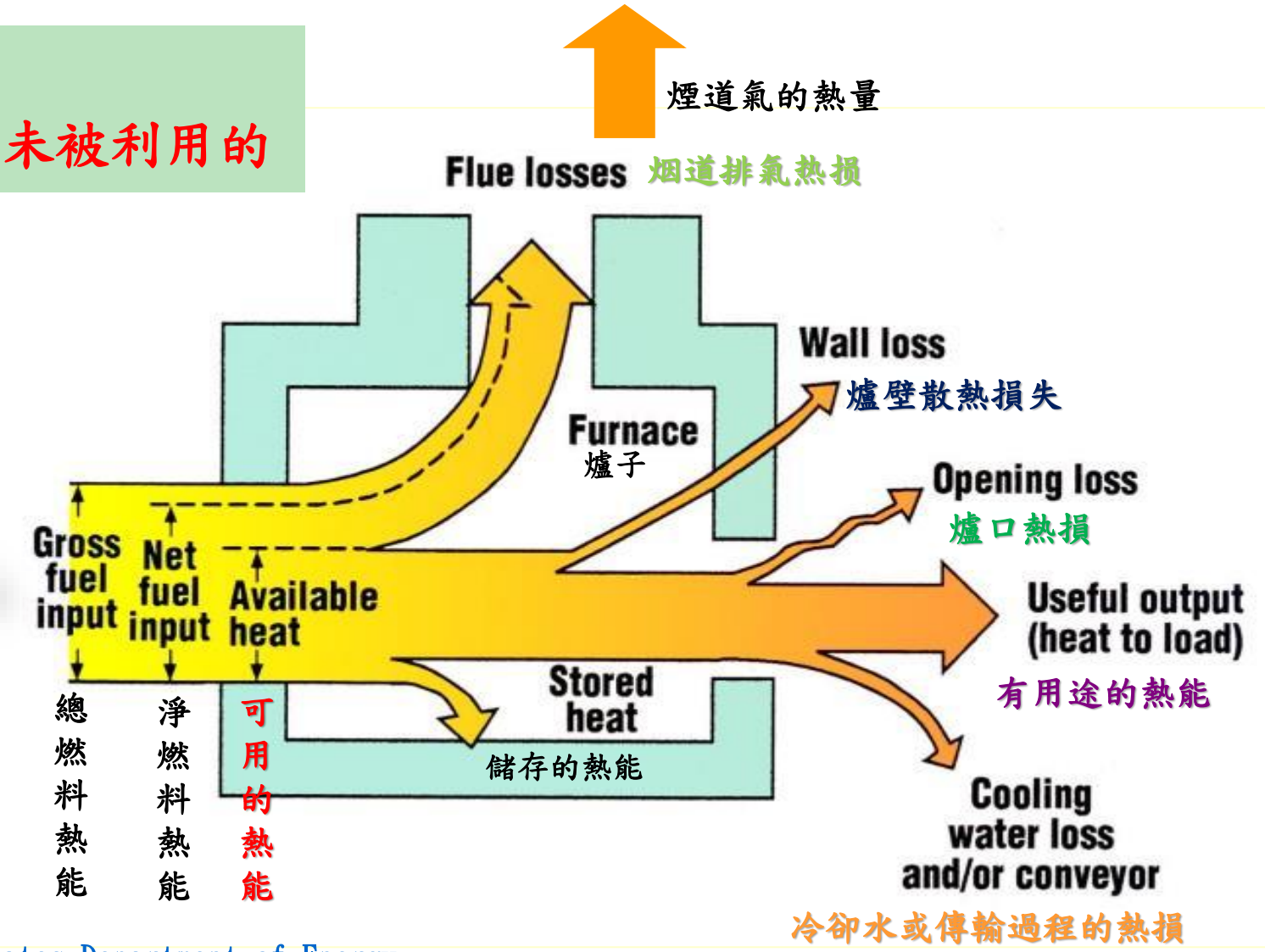
Foxwell Power | All rights reserved

加熱系統中的熱能資源分佈

US DOE 統計約有
25~60%的熱能是未被利用的



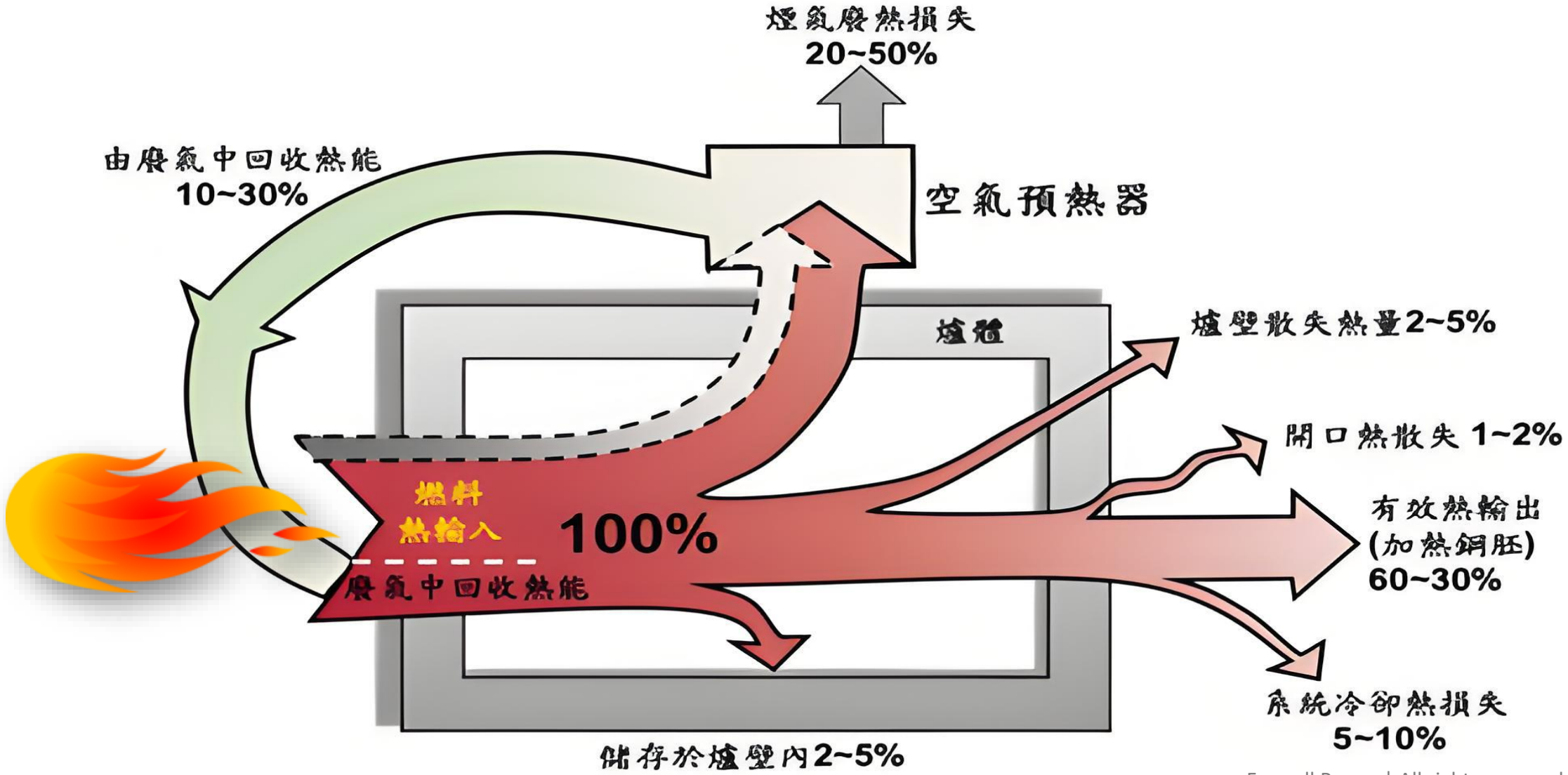
鍋爐燃料熱能輸入源



US DOE 美国能源部-- United States Department of Energy

Foxwell Power | All rights reserved

加熱系統中的熱能逸散損失



Foxwell Power | All rights reserved

廢熱和餘熱資源來源

項次	回收方式	廢熱資源回收分析
1	氣⇆氣 熱回收系統	回收設備成本最低 利用鍋爐煙道排氣熱回收預熱進氣 廢熱回收效益受限於設備運轉狀況熱轉換效率略差 回收設備名稱:殼管式&鰭片式
2	氣⇆液 熱回收系統	回收設備成本稍高 利用鍋爐煙道排氣熱回收預熱鍋爐飼水 廢熱回收效益會受設備運轉狀況熱轉換效率佳 回收設備名稱:殼管式&鰭片式&板式
3	氣⇆汽 熱回收系統	回收設備成本最高 利用鍋爐煙道排氣加熱產製蒸汽通常是用來發電 廢熱回收效益佳效率略高 回收設備名稱:蒸汽產生器&廢熱鍋爐







圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱/餘熱的來源

4. 廢熱關鍵回收技術比較：

技術類型	運作溫度範圍	典型效率	應用場景
熱交換器	100-600°C	50-70%	工業製程預熱
有機朗肯循環	80-300°C	8-15%	低溫廢熱發電
熱電材料	200-600°C	5-8%	汽車排氣管/太空探測器
吸收式制冷	70-200°C	0.6-0.8 COP	區域供冷系統

5. 政策與經濟影響

根據國際能源署（IEA）《2024廢熱回收白皮書》：

A. 全球工業廢熱潛力達11,400TWh/年，相當於歐盟總用電量1.5倍

B. 回收率每提升10%，可減少7.2億噸CO_2排放

C. 「節能是最好的能源」（Energy efficiency is the first fuel）

需建立：

a）熱能交易市場機制(熱水&冰水互換或交易)

b）跨產業熱網基礎建設(區域冷熱整合)

c）熱效率分級認證制度(回收效益認證)



圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱/餘熱回收?

一.顯熱（Sensible Heat）：

顯熱是物質在不改變相態（如固態、液態、氣態之間不發生轉變）的情況下，吸收或放出熱量時伴隨溫度變化的熱量。**例如:** 加熱水時，水溫升高但未沸騰，此過程吸收的熱量就是顯熱。

計算公式為：

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T$$

物質的質量(m)、比熱容(c)以及溫度變化量(ΔT) 成正比。
數值為正表示吸熱（升溫），為負表示放熱（降溫）

計算將100g的水（比熱c＝4.18J/g·℃）從20℃加熱到30℃所需的熱量：
Q =100g(m) × 4.18J/g·℃(c) × 10℃(ΔT =30℃-20℃)＝4,180J





圖片資料來源:https://image.baidu.com/

顯熱回收應用範例

A. 鋼鐵廠餘熱鍋爐：將800℃煙氣降溫至200℃，回收顯熱用於產製蒸汽用於發電

B. 數據中心液冷系統：利用水冷卻CPU，水溫從25℃升至45℃

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱/餘熱回收?

二. 顯熱回收:

1. 鍋爐廢熱回收:

鍋爐在運作過程中會產生高溫廢氣，這些廢氣中含有大量的顯熱，可以通過熱交換器回收，用來預熱鍋爐給水、加熱其他製程用流體，或者用於乾燥、空調等。

2. 煙氣餘熱回收:

工業爐、窯爐等設備產生的煙氣也含有大量的顯熱，可以通過熱交換器回收，提高能源利用效率。

3. 高溫冷卻水回收:

製程中產生的冷卻水溫度較高，可以通過熱交換器回收，用於預熱用水或加熱其他製程用流體。







圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱/餘熱回收?

三. 潛熱（Latent Heat）

潛熱則是物質在發生相態變化（如固態變為液態、液態變為氣態等（固↔液↔氣））過程中，吸收或釋放的熱量，在這個過程中溫度保持不變。

例如:水沸騰時，繼續加熱水會變成水蒸汽，雖然吸收熱量但溫度始終維持在沸點，此時吸收的熱量即為潛熱。

計算式為：Q = m · L

以水為例，相變潛熱值：

A. 融化：334 kJ/k(79.8kcal/kg)（0℃冰→水）

B. 汽化：2,257 kJ/kg (539.2kcal/kg)（100℃水→蒸汽）

C. 昇華：2,835 kJ/kg (677.3kcal/kg)（乾冰直接氣化）





圖片資料來源:https://image.baidu.com/

潛熱儲能技術

太陽能熱電站：熔鹽（60%$NaNO_3$+40%KNO_3）在290℃固↔液相變儲能

Foxwell Power | All rights reserved

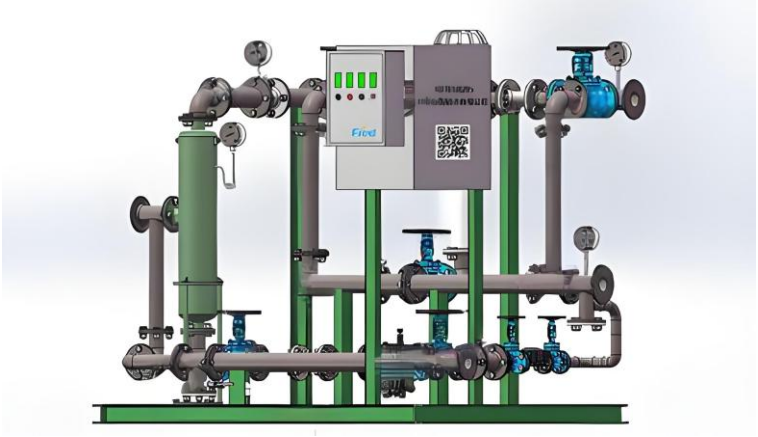
廢熱/餘熱回收?

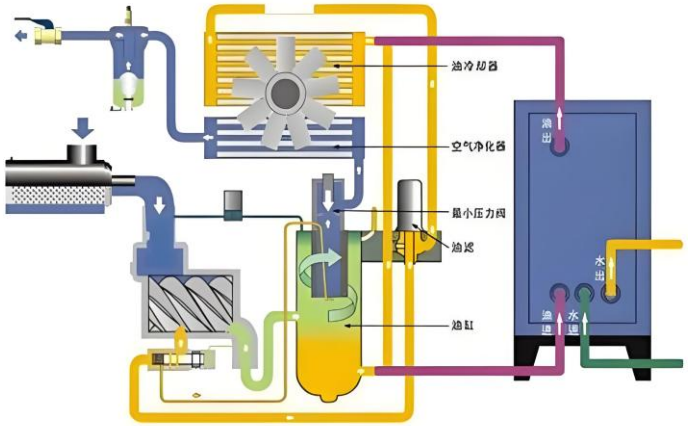
四.潛熱回收:

1. **蒸汽冷凝水回收:**
   蒸汽在釋放熱量後會凝結成冷凝水，其中含有大量的潛熱，可以通過回收冷凝水，利用其潛熱來預熱給水或用於其他製程。

2. **空壓機冷卻水回收:**
   空壓機運作過程中會產生高溫冷卻水，其中含有潛熱，可以通過回收冷卻水來預熱製程用水或用於其他製程。

3. **蓄熱式氧化爐(RTO)回收:**
   RTO設備在處理廢氣時會產生高溫氣體，可以將其用於預熱廢氣或提供其他製程用熱。





圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱/餘熱回收?

五. 回收項目的選擇:

選擇合適的回收項目需要根據工廠的具體情況，包括廢熱的溫度、數量、排放方式，以及可利用的製程需求等因素進行綜合考慮。例如:

1. 對於高溫煙氣，可以優先考慮使用熱交換器進行顯熱回收
2. 而對於蒸汽冷凝水，則可以優先考慮回收潛熱。

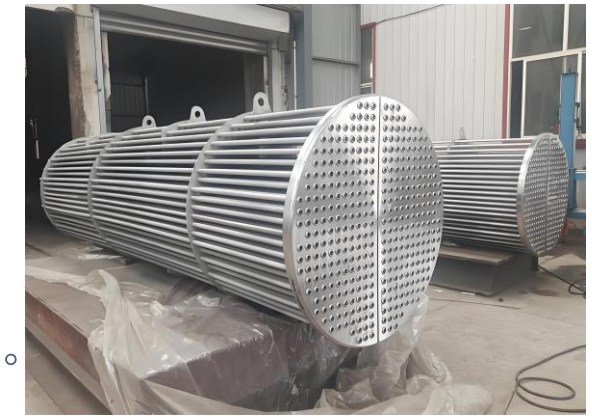
廢熱和餘熱回收不僅可以降低能源消耗，減少碳排放，還可以降低生產成本，提高能源利用效率，對工廠的可持續發展具有重要意義。



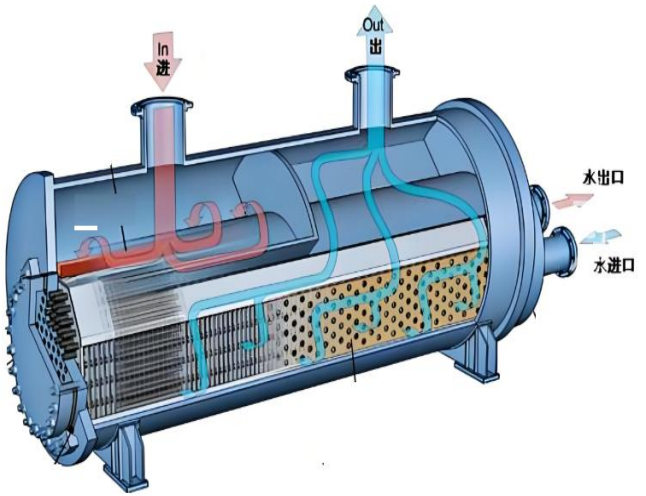
Foxwell Power | All rights reserved

廢熱和餘熱回收設備原理

殼管式熱交換器（Shell and Tube Heat Exchanger）~~是一種常見的熱交換設備，其原理是讓兩種不同溫度的流體在管束和殼體之間流動，通過管壁進行熱量交換，實現熱量從高溫流體向低溫流體的轉移。



1. 工作原理:
   1）**流體流動:**
      熱流體和冷流體分別通過熱交換器的管程和殼程流動。
   2）**熱量傳遞:**
      兩種流體在管壁處進行熱量交換，熱量從高溫流體流向低溫流體。
2. 殼管結構:
   1）**殼體:**圓筒形，容納管束和流體。
   2）**傳熱管束:**內部裝有管束，管束兩端固定在管板上。
   3）**管板:**封閉管束的端部，將管束與殼體連接，並承受壓力差。
   4）**折流板:**改變殼程流體的流動方向，增加熱交換效率。
   5）**管箱:**包含進出口，用於引入和排出流體。



圖片資料來源:https://image.baidu.com/

優點:
結構簡單，易於製造和維護。
適用於高溫、高壓和流量大的工況。
可根據工藝要求，選擇不同的管材和管束結構。

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱和餘熱回收設備原理

板式熱交換器（Plate Heat Exchanger，簡稱PHE）~~是一種高效能的熱交換設備，其原理是通過一系列金屬板片，將兩種流體分隔開，使它們的熱量互相傳遞，但不會混合。 這種設計能有效提高熱交換效率，同時具有結構緊湊、易於維護的優點。

1. 工作原理:
   1）**流體流動:**
      板式熱交換器由多個薄金屬板片組成，這些板片交替排列，形成兩個獨立的流體通道，分別供冷流體和熱流體通過。
   2）**熱量傳遞:**
      冷熱流體在板片兩側流動，熱量通過板片壁面進行傳導，從高溫流體傳遞到低溫流體，實現熱量交換。 。
2. 結構:
   1）**高效率設計**：板片上通常有特殊的波紋或凹凸設計，增加流體的紊流，增大換熱面積，提高熱傳遞效率。
   2）**密封與連接:**相鄰的板片之間通過墊片密封，防止流體洩漏，同時確保兩種流體不會混合。
   3）**多種配置:**板式熱交換器可以根據需要，調整板片數量和流道設計，適應不同的工況和流體類型。

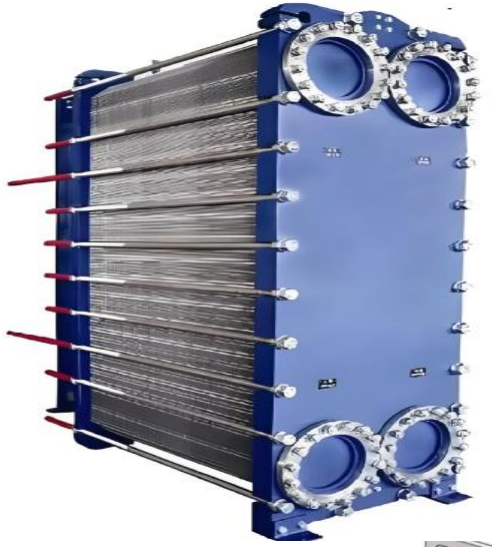
Foxwell Power | All rights reserved

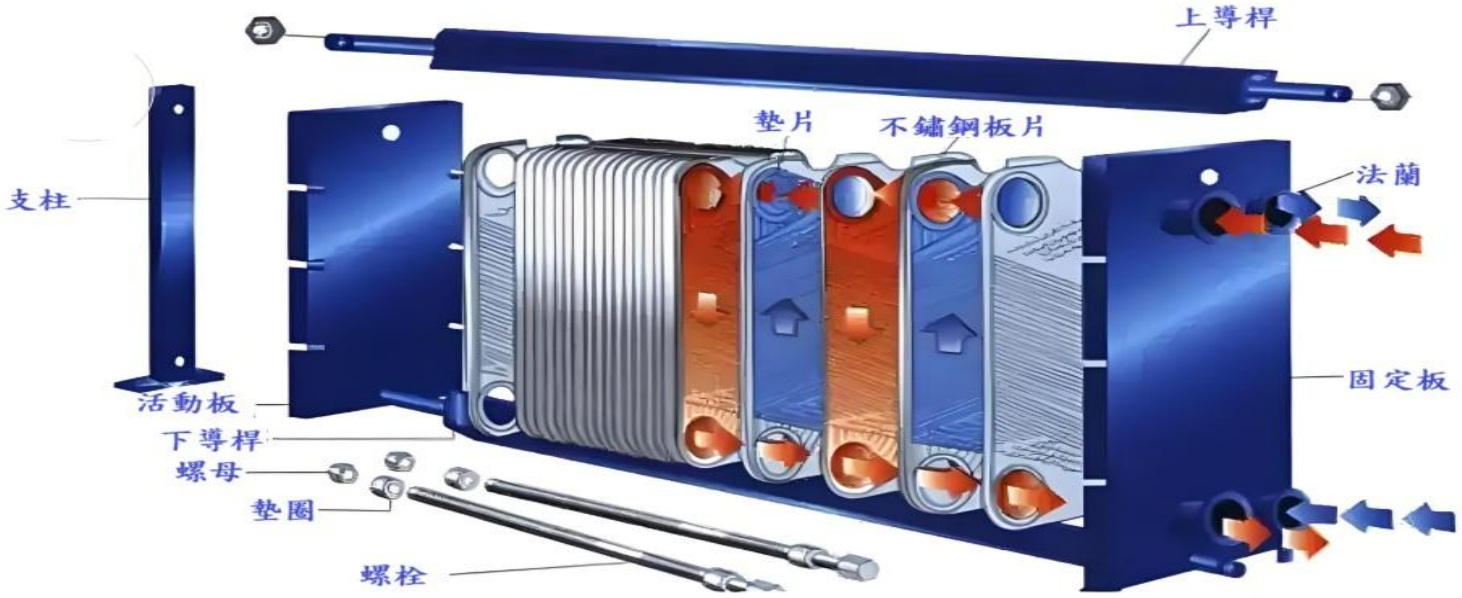
廢熱和餘熱回收設備

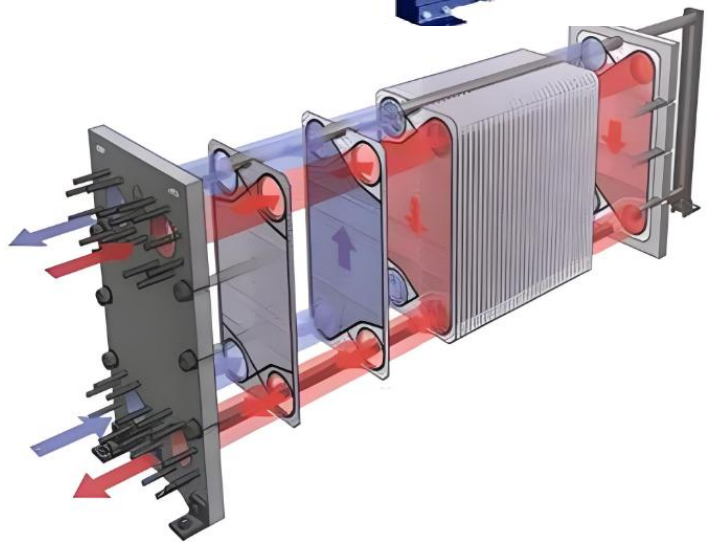
板式熱交換器（Plate Heat Exchanger--PHE）

優點:

1）結構簡單，易於製造和維護。
2）適用於高溫、高壓和流量大的工況。
3）可根據工藝要求，選擇不同的管材和管束結構。







圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

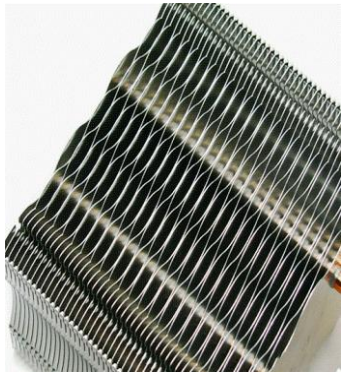
廢熱和餘熱回收設備

鰭片式熱交換器（Finned Tube Heat Exchanger）~~



它由一組帶有鰭片的管道組成，鰭片增大與流體的接觸面積，促進熱量從高溫流體傳遞到低溫流體，其原理是通過增加熱交換的表面積來提高熱量傳遞效率。

1. 工作原理:
   1) **增大表面積:**
      鰭片是熱交換器中關鍵的結構。它們被附著在管道外部，顯著增加了流體與管道的接觸面積。
   2) **高熱傳遞:**
      當高溫流體（例如熱空氣或熱水）流經管道時，熱量通過管道壁傳導到鰭片上。同時，低溫流體（例如冷空氣或冷水）流經鰭片周圍，吸收鰭片上的熱量。



2. 結構:
   1) **對流增強設計**：鰭片的存在增加了流體與熱交換器表面之間的對流換熱，使熱量更有效地傳遞到低溫流體中。
   2) **多種流體組合:**鰭式熱交換器可以處理氣體和液體，例如空氣和水，也可以處理兩種液體之間的熱交換。
   3) **多種配置:**板式熱交換器可以根據需要，調整板片數量和流道設計，適應不同的工況和流體類型。

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱和餘熱回收設備

鰭片式熱交換器（Finned Tube Heat Exchanger）

優點:

1）**高熱交換效率**

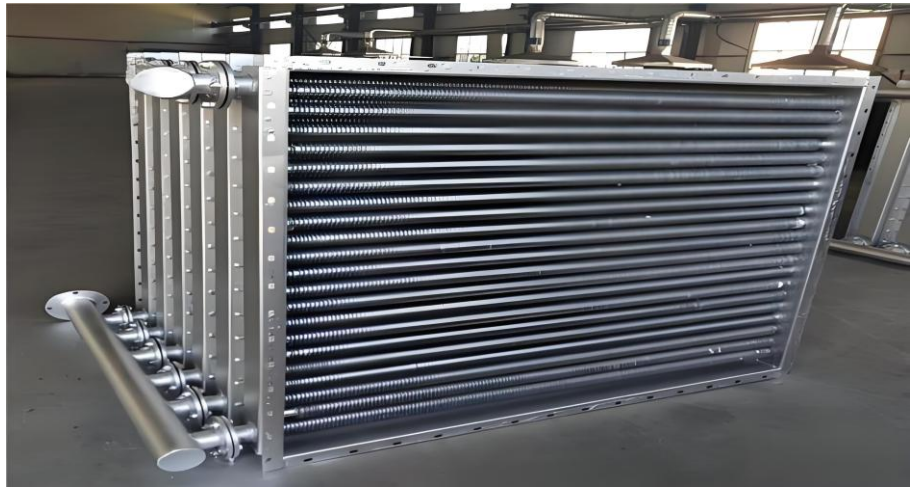
增大表面積的設計使得鰭片式熱交換器具有很高的熱交換效率。

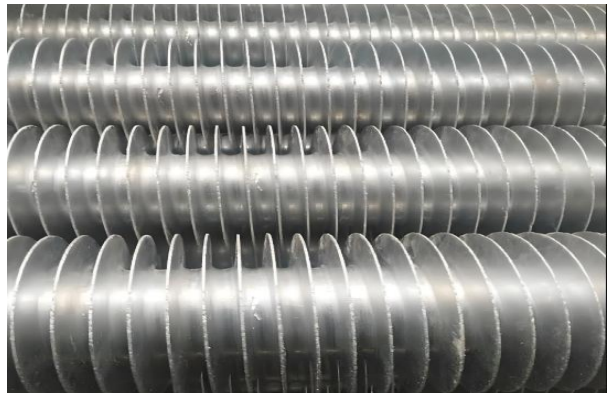
2）**結構簡單，易於維護**

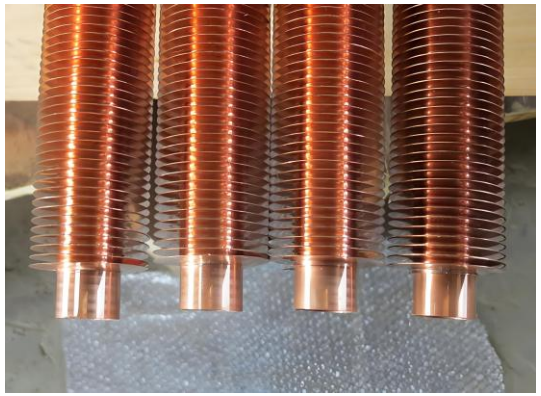
相較於其他類型的熱交換器，鰭片式熱交換器結構相對簡單，易於製造和維護。

3）**適用於多種流體**

鰭片式熱交換器可以處理各種液體和氣體，具有較強的適應性。







圖片資料來源:https://image.baidu.com/

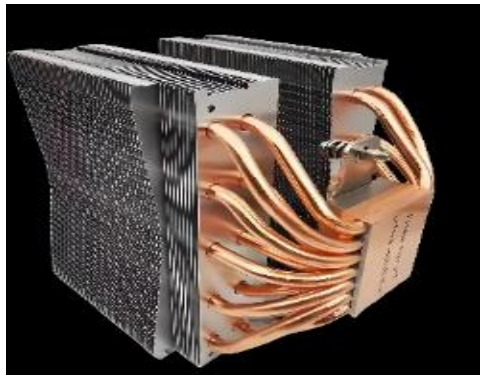
Foxwell Power | All rights reserved

廢熱和餘熱回收設備

熱管熱交換器（Heat Pipe Heat Exchanger）~~利用冷媒在密閉管路中進行相變(蒸發和冷凝）來達到高效的熱傳導。 當熱量從高溫端傳入時，冷媒會吸收熱量並蒸發成氣體，氣體流向低溫端，釋放熱量並凝結回液體。 冷凝後的液態冷媒，藉由毛細作用或重力回流到高溫端，形成一個持續的循環，而不需要額外的動力，達到高效的熱傳遞。

1. 工作原理:
   1) **封閉管路和工作流體:**
      熱管是一個封閉的管狀結構，內部充有工作流體(例如液態冷媒)。
   2) **蒸發與冷凝:**
      當熱管的一端(蒸發端）吸收到熱量時，工作流體會吸收熱量並蒸發成氣體。氣體流向熱管的另一端(冷凝端)。在冷凝端，氣體會釋放熱量，凝結回液體。
2. 結構:
   1) **毛細作用或重力回流：**冷凝後的液體，會藉由毛細作用(例如，在熱管內壁上設置毛細結構）或重力作用，流回蒸發端，完成一個循環。
   2) **高效熱傳導:**由於液體和氣體之間的相變，熱管的傳熱效率非常高，且溫差較小，因此適用於各種需要高效熱傳導的場合。





圖片資料來源:https://chain-tietc.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廢熱和餘熱回收設備

熱管熱交換器（Heat Pipe Heat Exchanger）

優點:

1）**高效的熱傳導率**

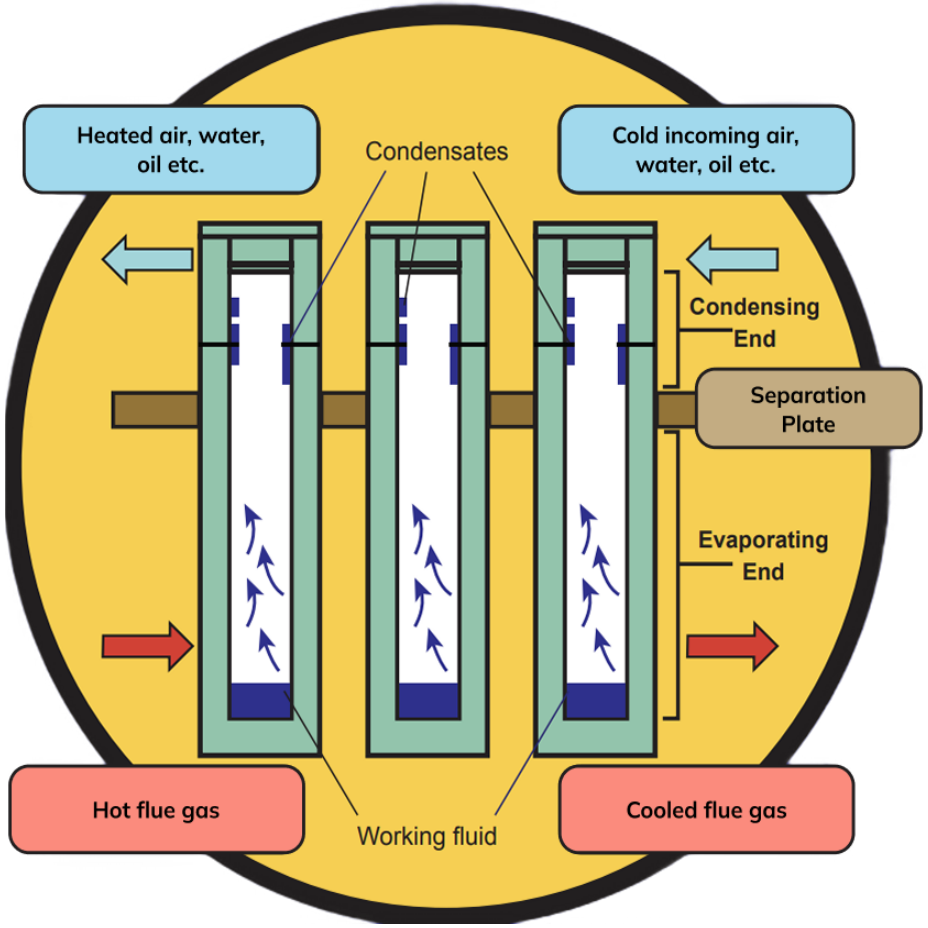
透過相變傳熱，熱管能以很小的溫差實現高效的熱傳遞。

2）**無活動部件**

熱管內部沒有活動部件，結構簡單，可靠性高，維護成本低。

3）**適用性廣泛**

熱管式熱交換器可以應用於各種不同的溫度和壓力環境，適用於多種應用場合。



圖片資料來源:https://chain-tietc.com/

Foxwell Power | All rights reserved

思考廢熱和餘熱是否做回收利用

廢熱來源 (Where)	廢熱源溫度 >60℃	廢熱產生量 How Many 連續還是不連續
執行 行動方案 Action Plan	廢熱回收 評估準則	改善前 場域或設備狀況
改善後 預期達到效果&效益 Effect	使用什麼回收設備 What	減少什麼使用能源 (電、燃料)



圖片來源：Stefan Gara@Flickr



圖片來源：https://www.jc-heatpipe.com/news/news15.html

資料來源:https://emis.itri.org.tw/

Foxwell Power | All rights reserved

謝謝聆聽　歡迎指教！

Thanks your！

我們不是因爲生存而工作
我們是爲了人類生存而工作

森崴能源
企業官網

聯絡人：林振芳　0911-285090
電話　　：02-2269-9888 #26319
email　：lin1290@fwp.com.tw

富威電力 Foxwell Power | 正崴集團

經濟部產業園區管理局臺中分局

ESCO節能改善技術交流座談會—

高溫製程與熱能回收應用案例

簡報人：林振芳

lin1290@fwp.com.tw

+886-2-2269-9888 #26315

+886-911-285090

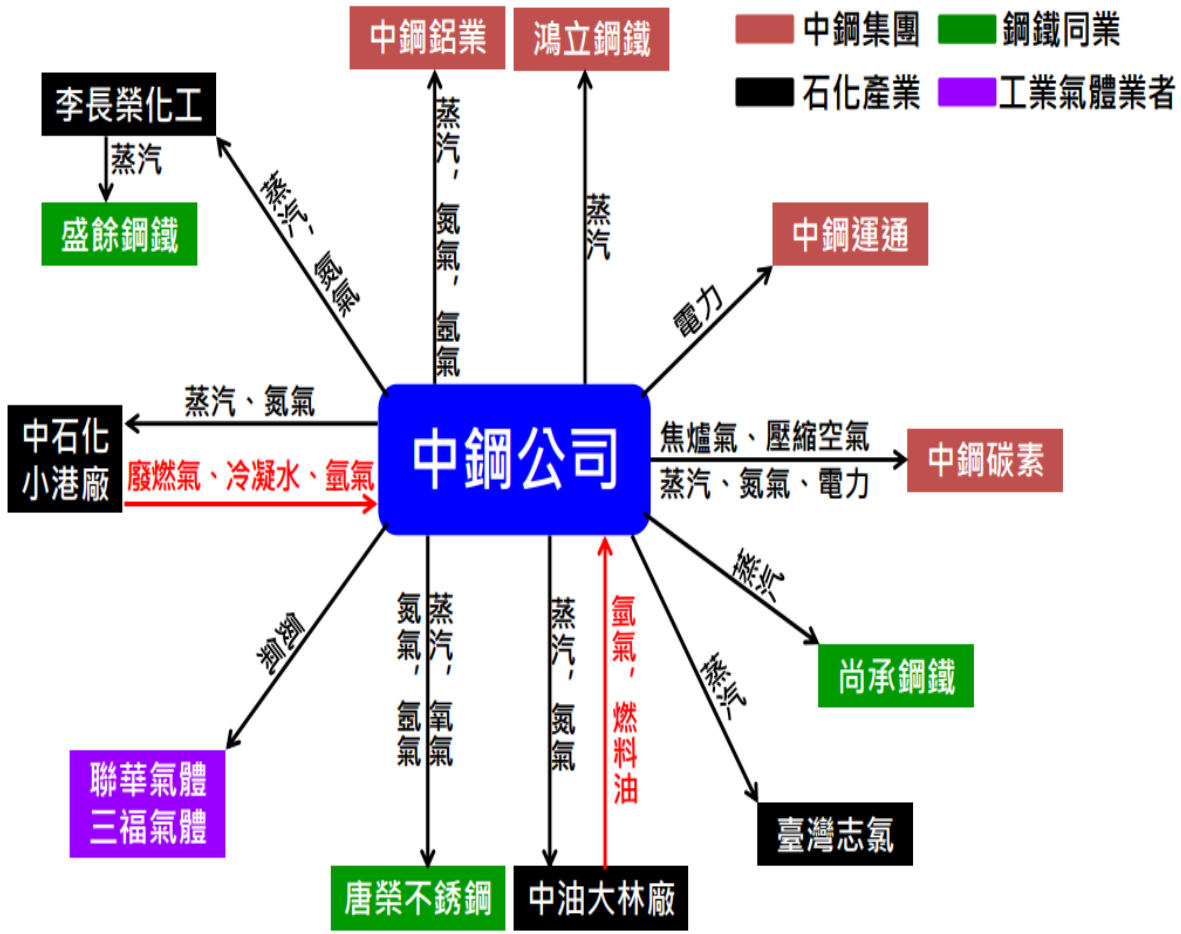
啟動永續未來　Empowering a Greener Future

Foxwell Power | All rights reserved

高溫製程與熱能回收應用案例

中國鋼鐵公司節能應用案例：

1. 中鋼位處高雄市臨海工業區內，生產製程伴隨產出之副產能源甚多，可利用汽電共生系統及廢熱回收等產製蒸汽，以及氧氣工場產出之各項工業氣體等，與工業區內鄰近工廠互通多餘能源，包括蒸汽、氧氣、氮氣、氬氣、氫氣及冷凝水等，目前共有14家能源鏈結廠家，將區域能資源做最有效率的整合，同時達成提高能源使用效率、減少資源耗用、降低區域內污染排放及溫室氣體減量等目的，有效降低環境衝擊和改善環境品質，達成中鋼、客戶和環境三贏效果。



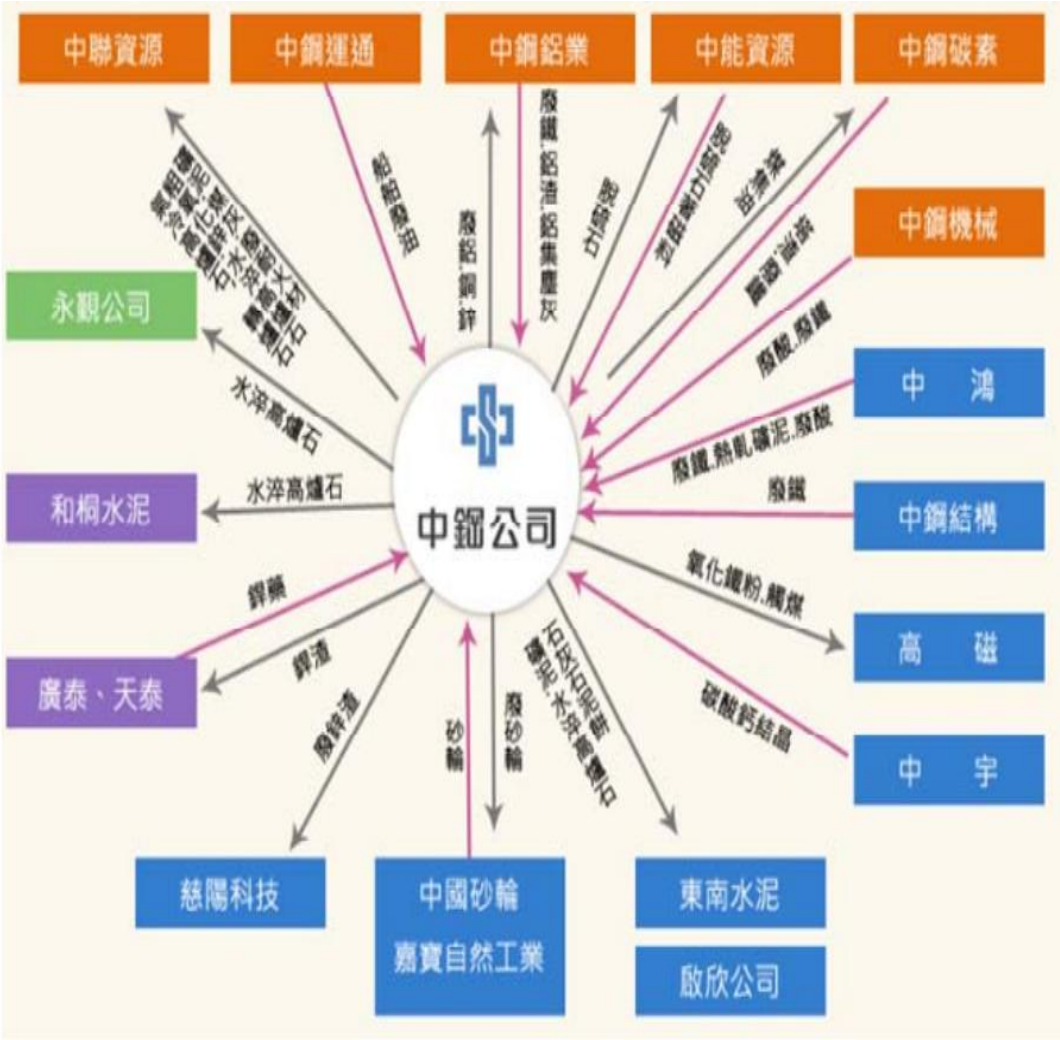
案例資料來源:https://research.kcg.gov.tw/Upload/EpaperFile/636349284662207579.pdf

Foxwell Power | All rights reserved

高溫製程與熱能回收應用案例

中國鋼鐵公司節能應用案例：

2. 中鋼公司為臨海工業區能資源整合中心，長期投入能資源鏈結已累積顯著成效。以113年區域能源整合之蒸汽外售量138.0萬公噸，約相當於節約12.1萬公秉低硫燃料油，可減少溫室氣體排放量約33.1萬公噸CO_2e、1,053噸硫氧化物、700噸氮氧化物以及100噸粒狀污染物。
3. 中鋼一年產出的製程副產物約560萬噸，為提高資源化比率，除與集團子公司建立資源化再鏈結，也與臨海工業區的廠商共同建構產業間資源共享與資源循環利用網路。
4. 目前以中鋼為核心的產業生態網共包含19家企業，以傳統產業為主，包括高爐水淬爐石、轉爐石、礦泥、廢油、鋅渣、廢酸、廢耐火材等之資源化鏈結。



案例資料來源:https://research.kcg.gov.tw/Upload/EpaperFile/636349284662207579.pdf

Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

蒸汽鍋爐廢熱回收的應用案例：

一. 現況說明

1. 瓦楞紙板加工廠設有9.6噸/小時蒸汽鍋爐1台(工時:14h/d×280d/y＝3,920h/y)，燃料為天然氣(≒720m^3/hr;熱值:8,900kcal/m^3)，排氣含氧量3%，排氣溫度178℃，助燃空氣35~45℃($\dot{m}_{air}$≒9,967kg/h) ，鍋爐暫態效率90.41%
2. 未安裝置廢熱回收設備，除了浪費廢熱資源外，並增加環境負荷(熱汙染)

二. 改善措施

1. 裝置空氣預熱器1組，溫度-廢氣側入口約178℃、廢氣側出口約84.5℃、空氣側入口約44℃、空氣側出口約143℃，空氣比熱($C_{p,air}$)以0.24kcal/kg·℃計
2. 改善後鍋爐燃燒空氣溫度提高99℃($\triangle T_{air}$)

三. 效益計算

1. 運轉時數以每天14小時、年280天計算，空氣預熱器熱交換效率+保溫損失×熱量回收效率以80%計算，熱回收計算公式: $Q = \dot{m}_{air} \times C_{p,air} \times \Delta T_{air}$
2. 回收熱量：9,967 kg/h ×（0.24kcal/kg·℃ × 99℃）≒ 236,816 kcal/h
3. 回收效益:236,816 kcal/h × 3,920h/y × 80% ÷ 8,900kcal/m^3 ≒ 83,444 m^3/年
4. 節省費用:83,444 m^3/年 × 21元/m^3 ≒175.2萬元/年

案例資料來源:https://emis.itri.org.tw/Case/Content?ID=134

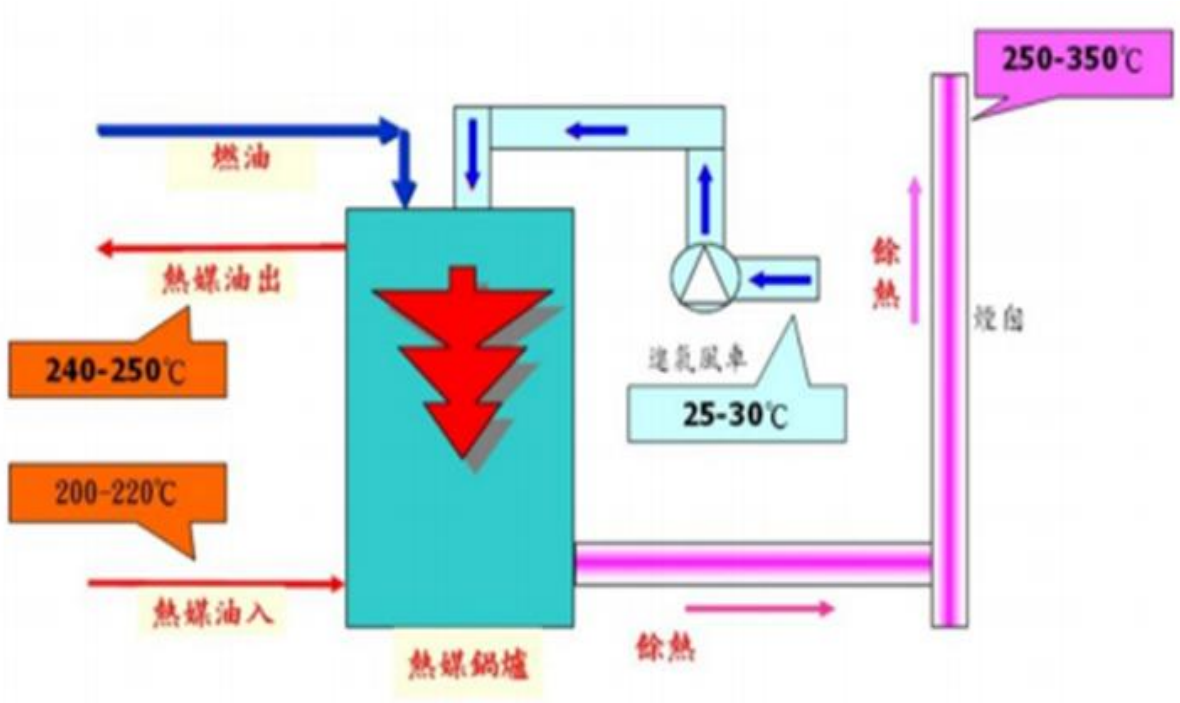
Foxwell Power | All rights reserved

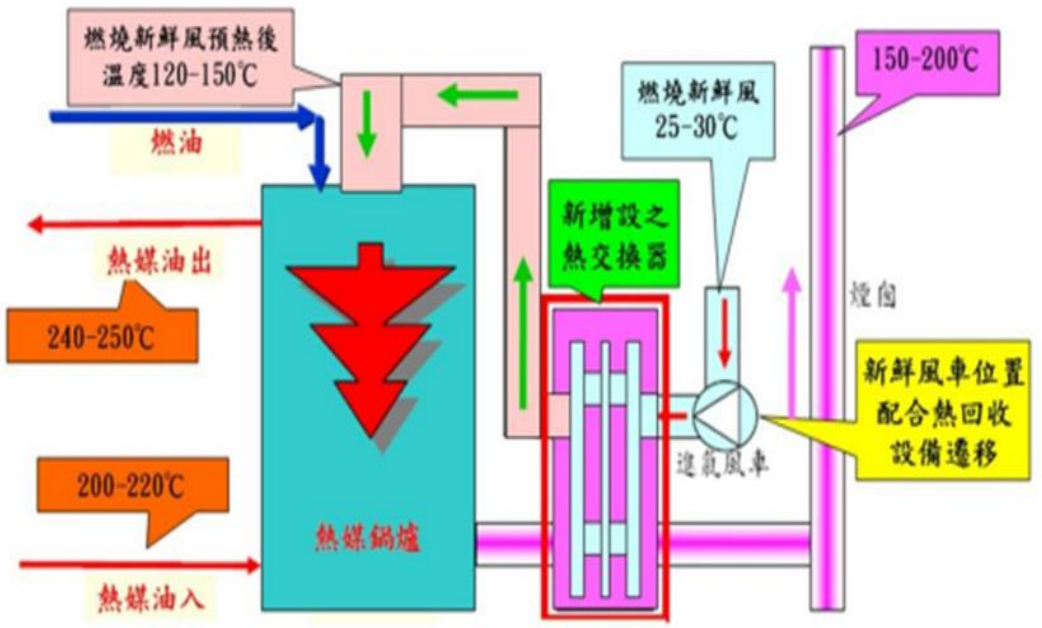
廠區常見的熱回收應用

熱媒鍋爐廢熱回收的應用案例：

一. 現況說明

1. 嘉義某銅箔基板廠設置三台熱媒鍋爐(500萬kcal×2、350萬kcal×1(備用機))，燃料使用甲種低硫重油，平均約391 kL/月，煙囪排氣溫度依負載狀況約250~350℃
2. 未安裝置廢熱回收設備，除了浪費廢熱資源外，並增加環境負荷(熱汙染)
3. 一般設置排氣廢熱回收裝置：**排氣溫度↓10℃，鍋爐效率↑0.5%～0.6%**





案例資料來源:https://emis.itri.org.tw/Case/Content?ID=134

Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

熱媒鍋爐廢熱回收的應用案例：

二. 廢熱回收改善

1. 增設殼管式熱交換器回收煙囪餘熱，助燃空氣溫度約30℃提高至140℃，提升整體熱媒鍋爐效率由83.4%增加至87.9%，年操作工時:8,064h/y(24hr/d× 28d/m×12m/y)

1)節省重油用量:(120-30)℃ × 0.5% ＝ 4.5%

391kL/月 × 4.5% × 12月/年 ≒ 211 kL/年

2)節省重油費用: 211kL/年 × 22,024元/kL ＝ 4,647,064 元/年

2. 助燃空氣風車由原 15hp加大至20hp

1)增加用電量：($\sqrt{3}$ × 380V × (23.2-17.6)A × 0.85(COSθ) × 8,064h/y) ÷ 1,000W/kW ≒ 25,264 kWh/年

2)增加電費:25,264 kWh/年 × 2.3元/kWh ＝ 58,107 元/年

3. 改善效益:

1)4,647,064 元/年 － 58,107 元/年 ＝ 4,588,957 元/年 ≒ 458.9 萬元/年

2)CO_2抑制量: 616 ton CO_2e/年

3)回收年限: 400 萬元 ÷ 458.9 萬元 ≒ 0.9 年

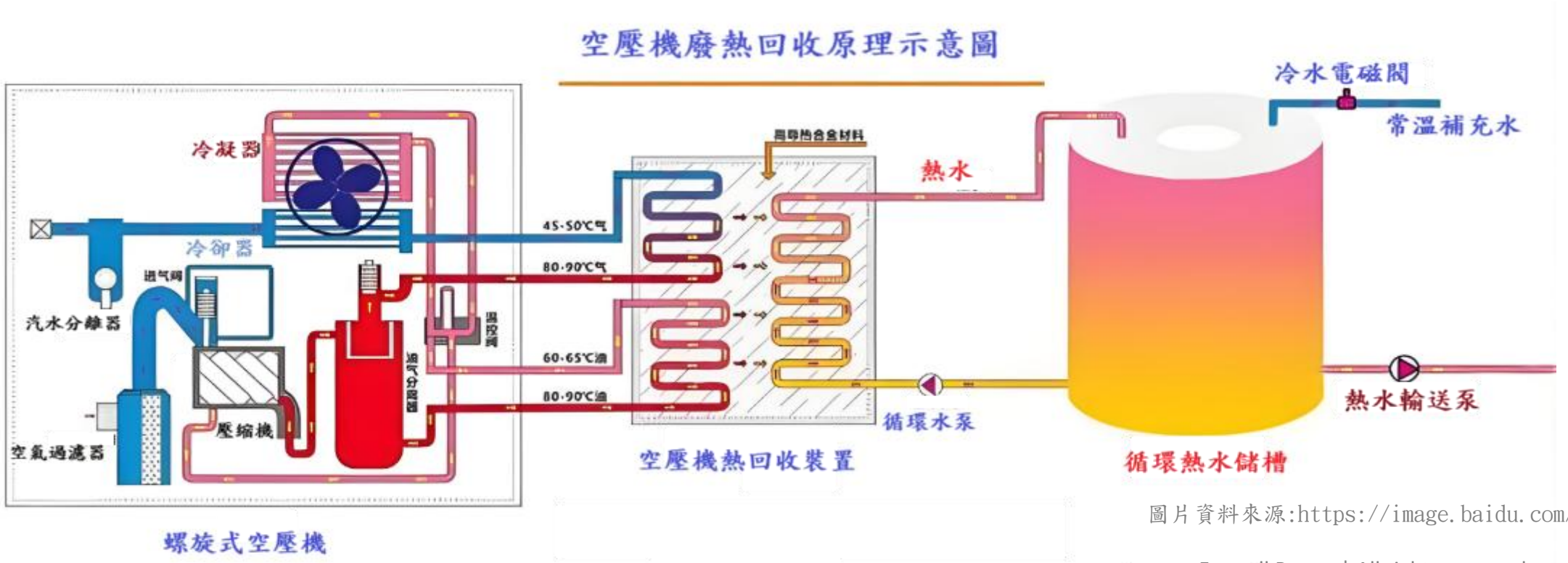
案例資料來源:https://emis.itri.org.tw/Case/Content?ID=134

Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

空壓機在壓縮空氣的過程中有80~93%的空壓機電能，轉換為大量的熱能，這些熱能通常有50~90%被視為廢熱，並藉由風扇排放到大氣中或以冷卻水進行冷卻，而空壓機熱回收是指將空壓機運轉時產生的**廢熱回收再利用**，空壓機壓縮熱的回收使用，是很有價值的資源!

熱回收系統利用熱交換器將這些熱能從冷卻器中回收，用來加熱水、提供製程熱能，或用於其他需要熱能的應用，以達到節省能源和降低成本的目。



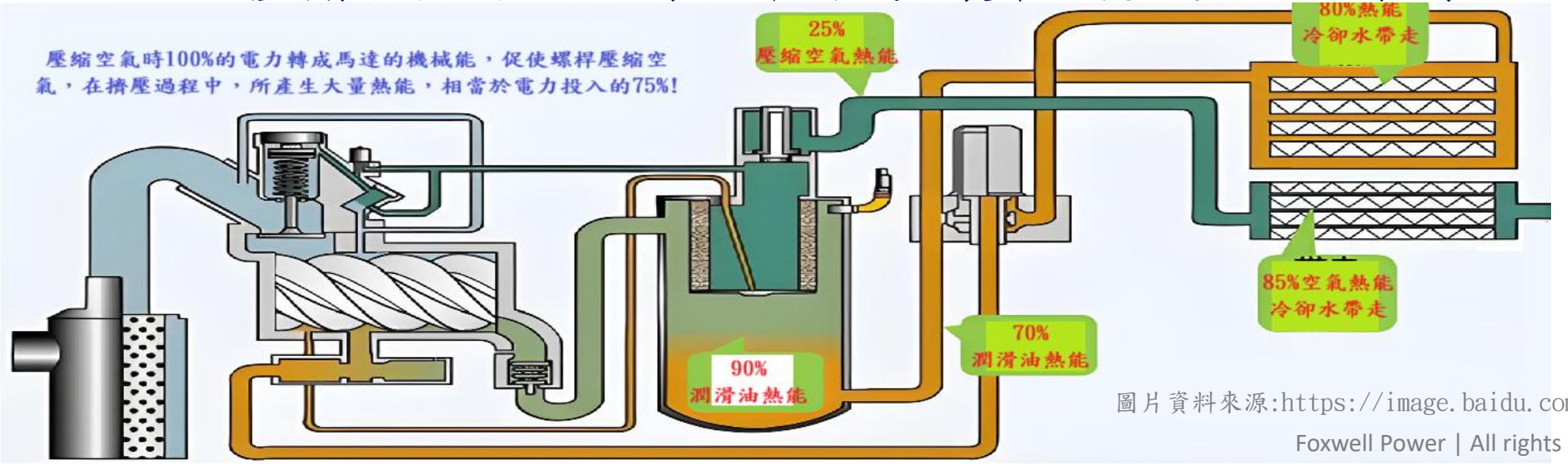
圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

空壓機熱回收的應用：

1. **熱水供應：**
   回收空壓機的熱能，加熱生活用水或工業用水，如洗澡、製程用水等。
2. **製程加熱：**
   將回收的熱能用於加熱製程中的液體或氣體，如清洗、乾燥等。
3. **空調系統預熱：**
   將回收的熱能用於預熱空調系統的送風，提高空調效率。
4. **其他應用：**
   如用於鍋爐預熱補充水、低溫熱風乾燥機、農業生技溫室用的加熱等。



圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

空壓機熱回收的應用案例：

數據顯示，使用壓縮機熱水系統製造生活用熱水後，可完全取代柴油的使用。此外，使用壓縮機熱水系統後，空氣壓縮機的油溫亦因此下降，從而節省推動空氣壓縮機的電量。

按記錄，空氣壓縮機的潤滑油溫降低了8~10℃，產氣率提高約4%，而兩台150hp空氣壓縮機每天可以節省耗電94千瓦時(94 kW/h)。







財務分析

- 每一公升柴油約值5.4元人民幣，每年共節省柴油費用
  ＝ 8,544.17 × 12 × 5.4 ＝ 553,660元人民幣
- 每一度電約值0.75元人民幣，於水泵系統的省電費用
  ＝ (1,428 - 1,208.89) × 12 × 0.75 ＝ 1,972元人民幣/年
- 於空氣壓縮機節省用電費用 ＝ 94 × 360 × 0.75 ＝ 25,380元人民幣/年
- 每年共節省 ＝ 553,660 + 1,972 + 25,380 = 581,012元人民幣
- 本項目投資約357,000元人民幣，回本期＝ 357,000 ÷ 581,012 = 0.61年

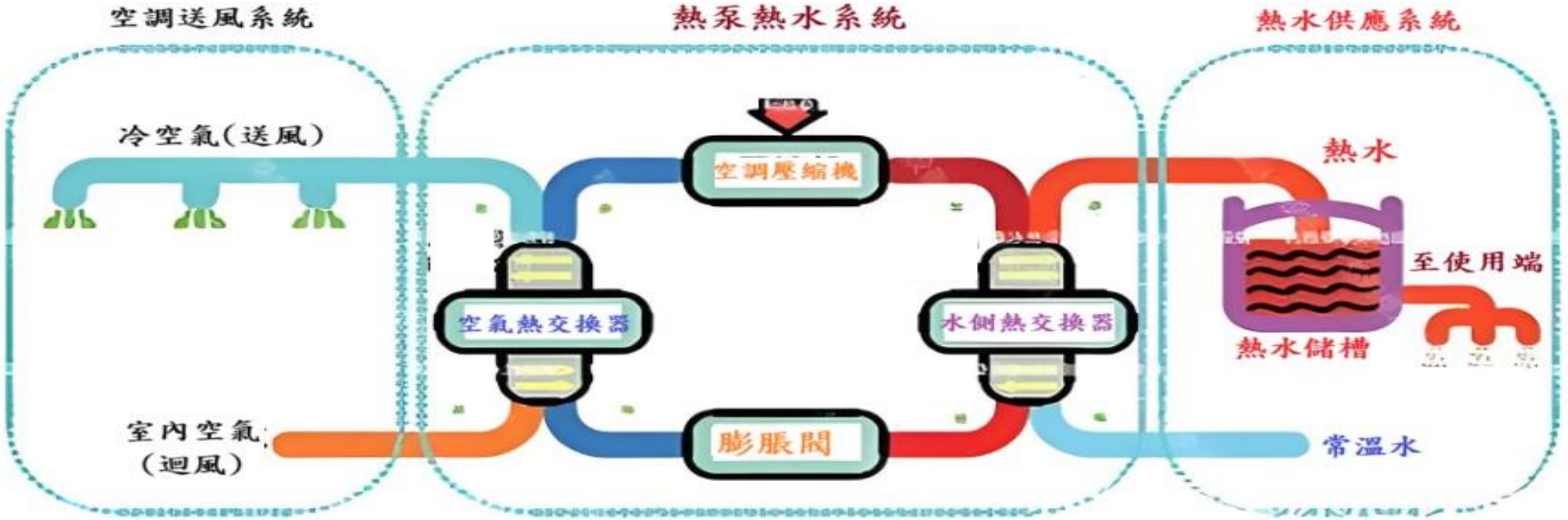
若加上節省操作柴油鍋爐的人力及維護成本等，項目的投資回本期會更短。

Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

熱泵熱回收原理是利用冷媒在蒸發器中吸收空氣或其他環境中的熱能，然後經過壓縮機加壓升溫，再通過熱交換器將熱能傳遞給需要加熱的物體（如水）。
簡單來說，熱泵就像一台「搬運」熱量的機器，將低溫環境的熱量搬運到高溫環境，達到加熱的目的。熱泵的應用：

1. **熱泵熱水器**：通過吸收空氣中的熱能，將水加熱。
2. **熱泵空調**: 同時具有製冷和製熱功能，可以提供舒適的室內環境。
3. **工業熱泵**: 用於工業生產過程中的熱能回收和利用。



圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

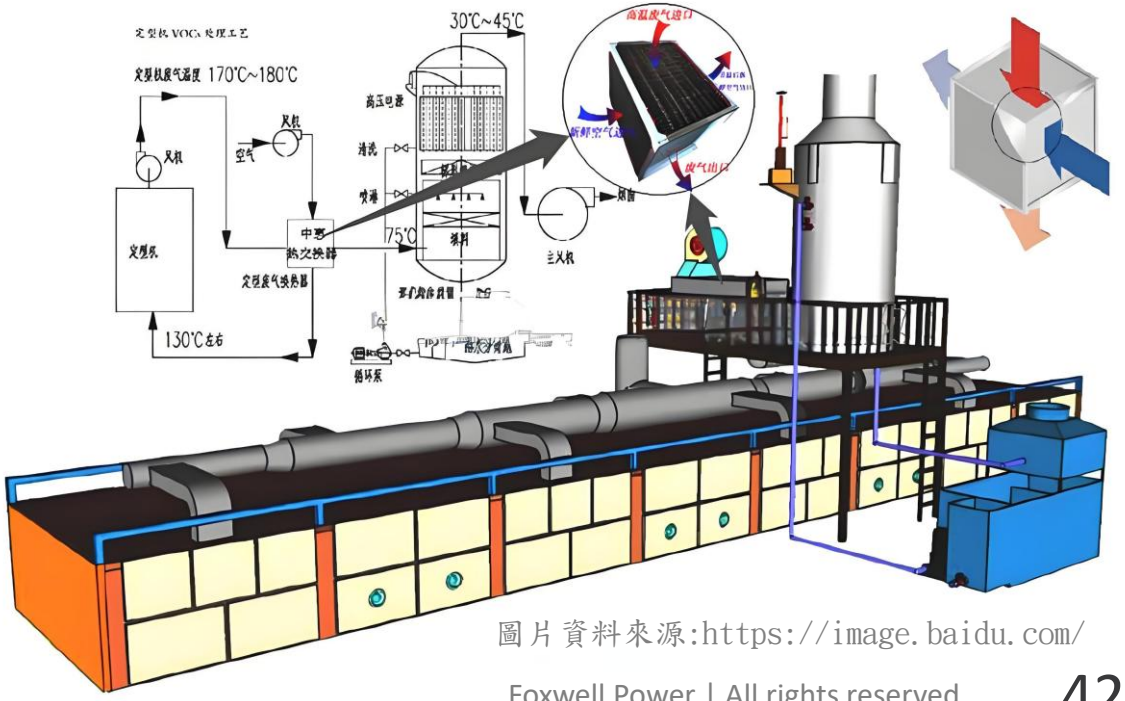
紡織定型機熱回收是指將定型機運作過程中產生的廢熱(75~120℃)，透過回收系統再利用，達到節省能源和降低成本的目的!

熱回收的應用做法：

1. **廢熱回收系統:**
   透過特殊設計的熱交換器，將定型機排放的熱氣或廢水中的熱能回收，並轉換成其他能源形式，例如加熱水、空氣或蒸汽，供其他製程使用。
2. **熱能儲存:**
   將回收的熱能儲存起來，以便在需要時使用，例如在非生產時間或在其他製程中。
3. **熱能應用:**
   回收的熱能可以應用於定型機的預熱、烘乾、染色等製程，或是其他工廠的加熱需求，例如空調系統或生活用水加熱。







圖片資料來源:https://image.baidu.com/

Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

外氣空調箱冷能回收指的是利用特殊的空調系統設計，將排出空調箱的冷卻空氣中的能量回收再利用，以達到節省能源的目的。
這種技術可以有效降低空調系統的能耗，特別是在空調需求大的場所，如醫院、數據中心等。

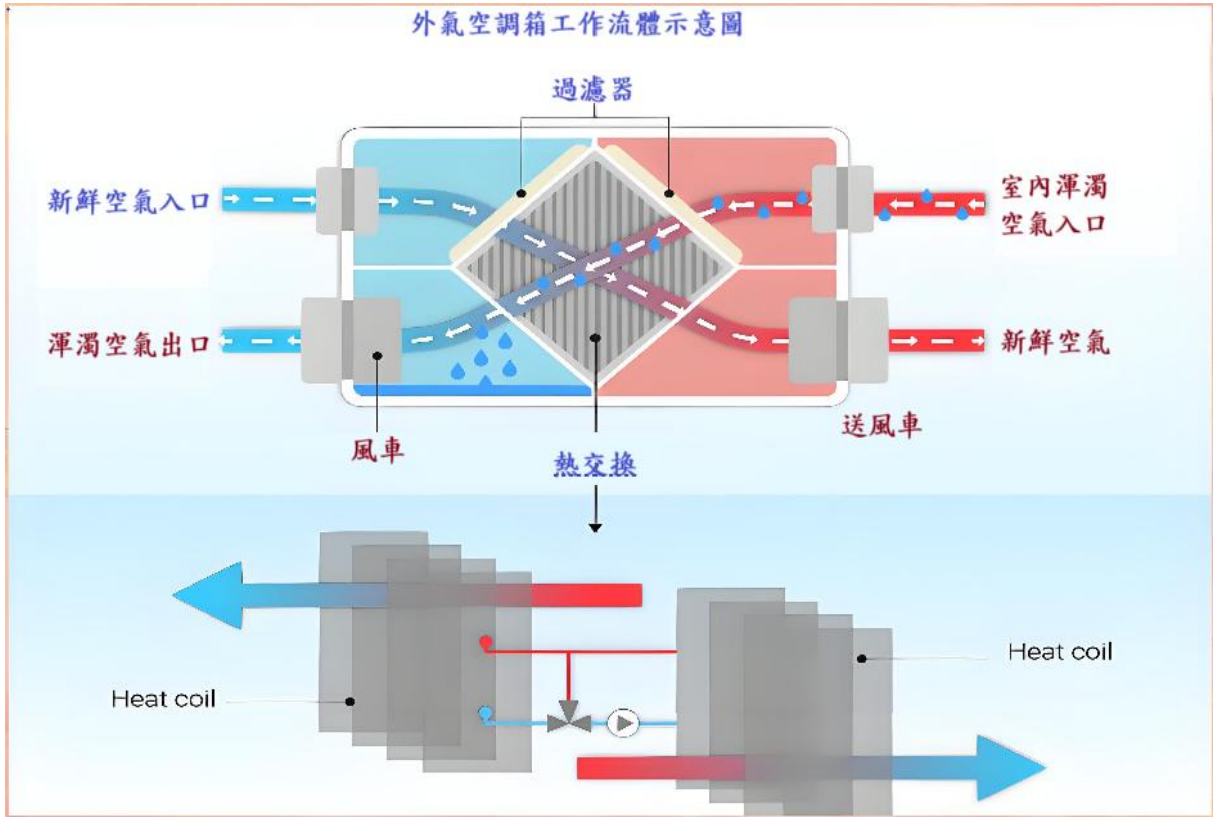
核心概念:

A. 冷能回收:

傳統空調系統在冷卻室內空氣後，將廢熱直接排放到室外，造成能源浪費。 冷能回收技術則通過特殊設計，將這些廢熱回收，用於預冷新風或加熱其他場所，減少額外的能源消耗。

B. 外氣空調箱:

外氣空調箱是專門處理新風的空調設備，負責將室外空氣經過過濾、降溫、除濕等處理後送入室內。



Foxwell Power | All rights reserved

廠區常見的熱回收應用

外氣空調箱常見的冷能回收方法:

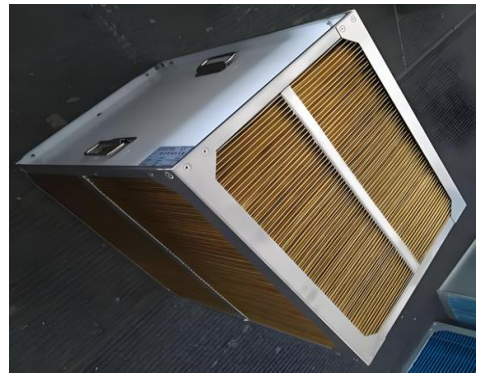
1. **顯熱回收:**
   利用熱交換器，將排出空氣的顯熱轉移到新風中，達到預冷新風的效果。
2. **潛熱回收:**
   利用吸附除濕材料，將排出空氣的潛熱（水蒸氣中的能量）回收，用於再生除濕材料，同時達到除濕和回收冷能的效果。
3. **冷卻水回收:**
   將冷卻水（如冷卻塔排出的水）的熱能回收，用於預冷新風或其他用途。
4. **應用場景:**
   1）**數據中心:**
   數據中心產生大量熱能，冷能回收技術可以有效地將這些熱能回收，用於預冷新風或其他輔助系統，大幅降低空調能耗。
   2）**醫院:**
   醫院對空調系統的穩定性和能效要求較高，冷能回收技術可以提高空調系統的效率，同時保證室內空氣品質。

5. **技術發展趨勢:**

1）**高效熱交換器:** 開發效率更高的熱交換器，提高冷能回收的效率。

2）**新型吸附材料:** 研究新型吸附材料，提高潛熱回收的效率和穩定性。

3）**智能化控制:** 利用智能化控制系統，根據不同的工況，優化冷能回收策略。



Foxwell Power | All rights reserved

廢熱回收補助資源

目　　的

為推動節約能源工作，鼓勵業者進行廢熱與廢冷回收節約能源技術之研究及應用發展，成立廢熱與廢冷回收技術示範應用專案，補助產業購置廢熱與廢冷回收相關設備提升整體能源使用效率，並帶動國內產業廢熱與廢冷回收再生利用。

補助對象

契約用電容量超過100 瓩，且依法設立登記之法人。

補助範圍

以執行廢熱與廢冷回收相關技術研究開發及應用計畫，導入下列技術進行全廠或部分製程改造，所購置之全新設備為限：

（一）有機朗肯循環（Organic Rankine Cycle, ORC）廢熱回收發電技術。
（二）固態熱電材料廢熱回收發電技術。
（三）工業加熱器熱輻射選擇性吸收技術。
（四）蓄熱式燃燒技術。
（五）全熱交換系統低溫廢熱回收技術。
（六）吸附式廢熱製冷技術。
（七）吸收式廢熱製冷技術。
（八）其他經證明具有顯著節能效益或研究發展潛力之廢熱與廢冷回收技術。

補助金額不得逾設備購置成本之1/3，並以新臺幣500 萬元為上限。

聯絡窗口

- 節能發展及管理組（節能技術發展科）：張技士寰生
  電話：02-2775-7727
  傳真：02-2775-7772
  電子信箱：hschang@moeaea.gov.tw

- 財團法人工業技術研究院：蔡岳峰先生
  電話：06-363-6791
  電子信箱：steven.tsai@itri.org.tw

相關連結

- 廢熱與廢冷回收技術示範應用專案補助要點

經濟部能源署
Energy Administration, Ministry of Economic Affairs

經濟部能源署補助連結網站：
https://www.moeaea.gov.tw/ECW/populace/content/Content.aspx?menu_id=8786

Foxwell Power | All rights reserved

謝謝聆聽　歡迎指教！

Thanks your！

我們不是因爲生存而工作
我們是爲了人類生存而工作

森崴能源
企業官網

聯絡人：林振芳　0911-285090
電話　　：02-2269-9888 #26319
email　：lin1290@fwp.com.tw