

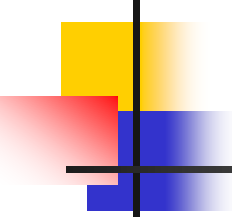
節能應用技術課程

蒸汽系統

簡坤煌

財團法人台灣綠色生產力基金會

2012年03月30日

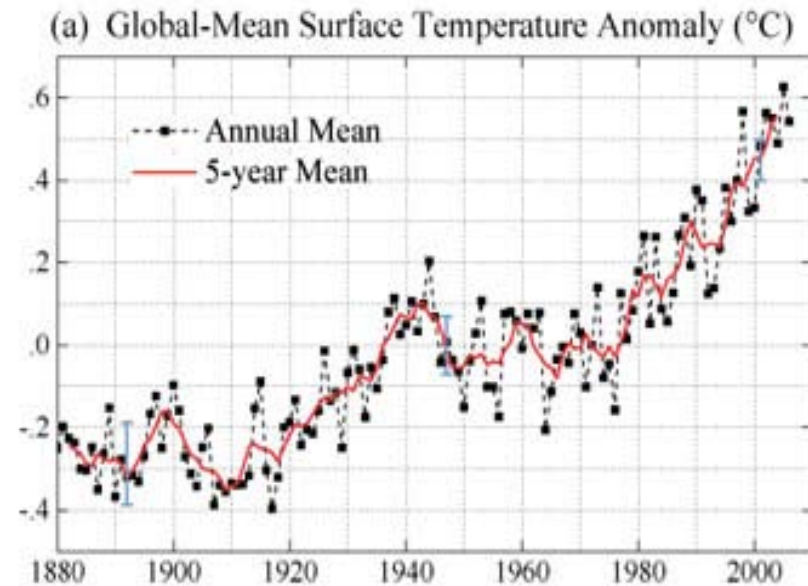


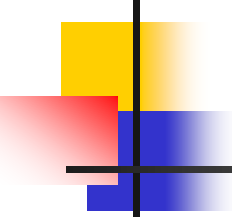
大綱

- 一、蒸汽系統基本知識
- 二、基本概念及原理
- 三、節能基本概念
- 四、節能相關事項
- 五、節能管理
- 六、效率提升的改善
- 七、案例介紹
- 八、結論

一、蒸汽系統基本知識

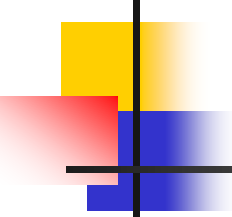
- 種種跡象的顯示，與全球平均溫度及海水平面仍有上升的趨勢，所以溫室氣體減量的實際行動勢在必行！
- 國內蒸汽鍋爐產能20噸/h 壓力 $30\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下的數量最多
- 如何更有效率的使用能源？
- 目前的腳步？影響如何？





一、蒸汽系統基本知識

- 飽和水
- 飽和蒸汽



一、蒸汽系統基本知識

相當蒸發量(Kg/h):

在條件各不相同之多數鍋爐，僅以蒸發量作為鍋爐大小之比較，顯然不妥當。故以 100℃ 之飽和水作為給水使其產生 100℃ 之飽和蒸汽（絕對壓力 1.03 kg/cm^2 ）為換算標準，經此標準條件換算所得之蒸發量稱之為相當蒸發量，相當蒸發量對實際蒸發量之比為蒸發係數。其關係如下：

一、蒸汽系統基本知識

$$W_e = W \times \frac{H-h}{539}$$

W_e ：相當蒸發量 (kg / hr)

W ：實際蒸發量 (kg / hr)

H ：實際產生蒸汽之全熱量 (kcal / kg)

h ：給水所含之全熱量 (kcal / kg)

$\frac{H-h}{539}$ ：蒸發係數

539：係 100℃ 之飽和水在常壓下的蒸發熱 (kcal/kg)

實際蒸發量：於操作狀況 (特定之蒸汽壓力，溫度及給水溫度) 下，每小時所生產之飽和蒸汽量。

一、蒸汽系統基本知識

$$\text{蒸 發 率} = \frac{W}{S} \quad (\text{kg} / \text{m}^2 - \text{hr})$$

$$\text{相當蒸發率} = \frac{W_e}{S} \quad (\text{kg} / \text{m}^2 - \text{hr})$$

W：每小時實際蒸發量 (kg / hr)

W_e：每小時相當蒸發量 (kg / hr)

S：傳熱面積 (m²)

$$\text{蒸 發 倍 數} = \frac{\text{相當蒸發量 (kg / hr)}}{\text{燃料使用量 (kg / hr)}}$$

如為同燃料時，蒸發倍數與鍋爐效率成正比。

一、蒸汽系統基本知識

鍋爐效率

$$\eta_b = \frac{\text{鍋爐所產生之熱量}}{\text{燃料燃燒時所生之熱量}} \times 100\%$$

η_b ：鍋爐的效率

燃燒效率

$$\eta_c = \frac{(\text{燃料燃燒時所生之熱量}) - (\text{由煙囪逸出之熱量})}{\text{燃料燃燒時所生之熱量}} \times 100\%$$

一、蒸汽系統基本知識

系統熱效率

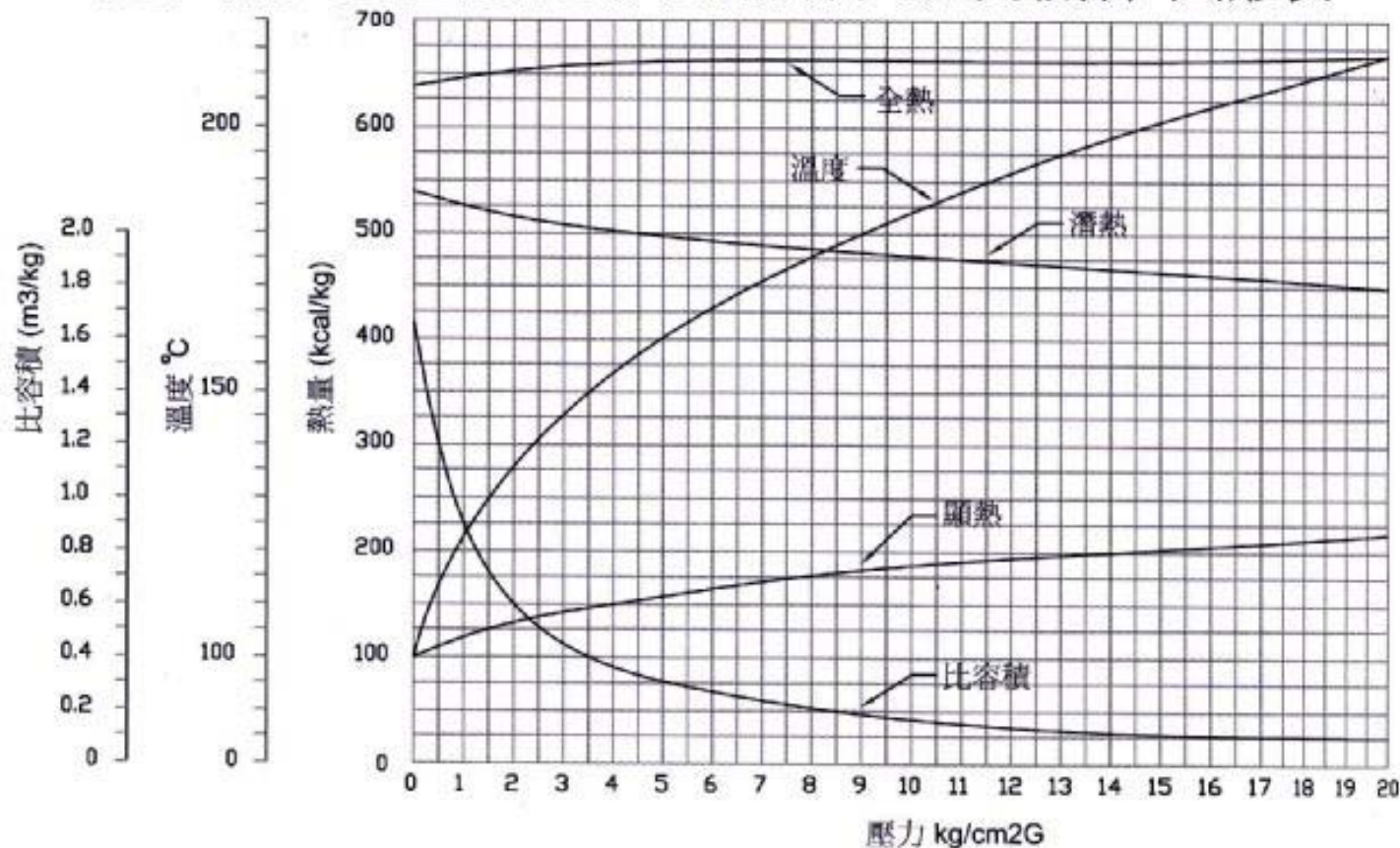
$$\eta_s = \frac{\text{鍋爐所產生之熱量}}{\text{燃料燃燒時所生之熱量} + \text{輔助能量}} \times 100 \%$$

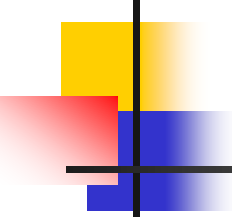
η_s ：系統熱效率

輔助能量：供給風車與泵浦的電能；霧化所需的能量，灰爐去除，燃料輸送所需能量……等。

一、蒸汽系統基本知識

飽和蒸汽之溫度,比容積,熱焓,與壓力關係 圖形表





一、蒸汽系統基本知識

- 一. **蒸汽鍋爐**：係指以火焰、燃燒氣體、其他高溫氣體或以電熱加熱於水，使發生**超過大氣壓之壓力蒸汽**，供給他用之裝置及其附屬過熱器（Superheater）與節煤器（Economizer）。
- 二. **熱水鍋爐**：係指以火焰、燃燒氣體、其他高溫氣體或以電熱加熱於**有壓力之水**，供給他用之裝置。

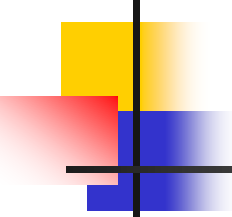
一、蒸汽系統基本知識

小型鍋爐，係指鍋爐未達危險性設備之容量而合於左列規定之一者：

1. 最高使用壓力在 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下，且傳熱面積在 1m^2 以下之蒸汽鍋爐
2. 最高使用壓力在 $1\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下，且胴體內徑在 300mm 以下，長度在 600mm 以下之蒸汽鍋爐。
3. 傳熱面積在 3.5m^2 以下，且裝有內徑 25mm 以上開放於大氣中之蒸汽管之蒸汽鍋爐。
4. 傳熱面積在 3.5m^2 以下，且在蒸汽部裝有內徑 25mm 以上之U字形豎立管，其水頭壓力在 5m 以下之蒸汽鍋爐。
5. 水頭壓力在 10m 以下，且傳熱面積在 8m^2 以下之熱水鍋爐。
6. 最高使用壓力在 $10\text{kg}/\text{cm}^2$ 以下，且傳熱面積在 10m^2 以下之貫流鍋爐

二、基本概念及原理

- 鍋爐在業界被歸納為**耗能設備**之一。
- 於應用中採取高效率鍋爐，相當符合政府節約能源政策，除可達到節省能源之功效外，亦可減緩台灣整體二氧化碳及溫室氣體的排放。

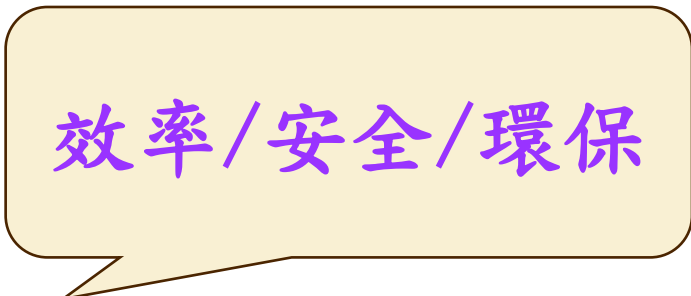


二、基本概念及原理

- 固體燃料：以固體狀態使用之燃料謂之固體燃料，如：木材、蔗渣、煤炭。
- 液體燃料：以液體狀態使用之燃料謂之液體燃料。
- 氣體燃料：以氣體狀態使用之燃料謂之氣體燃料，氣體燃料可分為由地下噴出之可燃天然氣，工業副產品之煤氣、鍊鋼爐氣、液化石油氣等。
- 廢熱：

二、基本概念及原理

運轉目的



效率/安全/環保

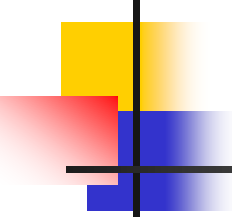
- 供應使用場所蒸汽量/熱水量的需求。
- 供應合格的蒸汽汽壓、汽溫。
- 供應合格的蒸汽品質。



二、基本概念及原理

運轉調整的主要任務

- 鍋爐運轉中的監視和調整。
- 保持鍋爐蒸發量/熱水量在額定範圍內，滿足使用場所蒸汽量/熱水量的需求。
- 保持鍋爐正常水位。
- 保持壓力、溫度在規定範圍。
- 水質調整在規定範圍。
- 保證燃燒良好，提高鍋爐熱效率。
- 保證鍋爐機組安全經濟運轉。



二、基本概念及原理

- 燃燒也就是燃料之氧化作用，
- 燃料燃燒氣組成
- 鍋爐如要有效率與安全的燃燒必須實現全自動控制，此系統一般必須包括有自動點火、自動燃燒、空燃控制、自動換向、自動控溫、系統自檢、熄火保護、低壓信號和自動切斷、安全保護..等。
- 燃燒設備有單段、雙段或無段式燃燒。
- 燃燒設備能有較好的適應負荷變化。

研究、分析有關利用蒸汽的節約能源對策時，最簡便的方法是將其項目分類為：

蒸汽的生產—對於蒸汽的生產，即已有節煤器、省油器等的按裝、空氣預熱器的裝設等，各種為提高鍋爐效率的改良設計。

輸送—關於防止輸送途中熱損失的重要措施：例如蒸汽管路的保溫，也有保溫特性良好的保溫材料、施工方法等，不斷地被研究、開發出來使用。

利用—有關現場所設置的能源利用設備，不斷有經改良的高效率熱交換器等出現，而管理水準的提高也逐漸受到一般的重視。

回收—至於熱量的回收利用，不僅於能源使用設備的設計階段就應予考慮，其他各使用階段的熱回收利用研究，亦已達無微不至的程度。

三、節能基本概念

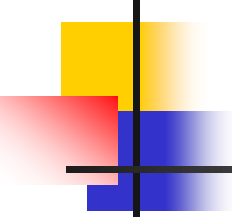
- 實施全面性的管制。
- 規畫與設計階段需在系統上作詳細評量的選用、採購階段需在過程中訂定檢驗等級與實施檢驗程序。
- 推動「節能始於規劃設計」，將節能規範納入系統規劃設計標準中，同時實施驗收程序。
- 使用階段需透過管理將系統維持在高效率水準。
- 系統規劃設計中應用價值工程尋求最佳方案。
- 建立標準操作程序(SOP)及標準保養程序(SMP)。
- 持續改進組織的能源效率和持續使用之架構。
- 對相關設備進行量測記錄及趨勢管理。

三、節能基本概念

鍋爐系統

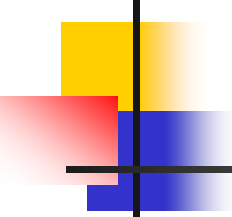
- 鍋爐本體
- 給水系統
- 飼水系統
- 蒸汽/熱水供應系統
- 燃料系統
- 燃燒空氣系統
- 廢氣排放系統
- 爐水排放系統
- 調節控制系統
- 安全系統





三、節能基本概念

- 能量的輸出
- 能量的輸入
- 能量的洩漏
- 能量的散失
- 能量的利用與回收使用



三、節能基本概念

- 排放熱損：燃燒排氣至煙道的損耗
- 不完全燃燒造成的熱損：燃燒不良出現未燃部分引起的熱損
- 散熱引起的熱損：因與外氣的溫度差而從本體和管道處散熱的熱損
- 其他熱損：上述以外的熱損

三、節能基本概念

鍋爐效率

- 高燃值HHV (GHV)

燃料成份燃燒熱值，其水份以氣態計算

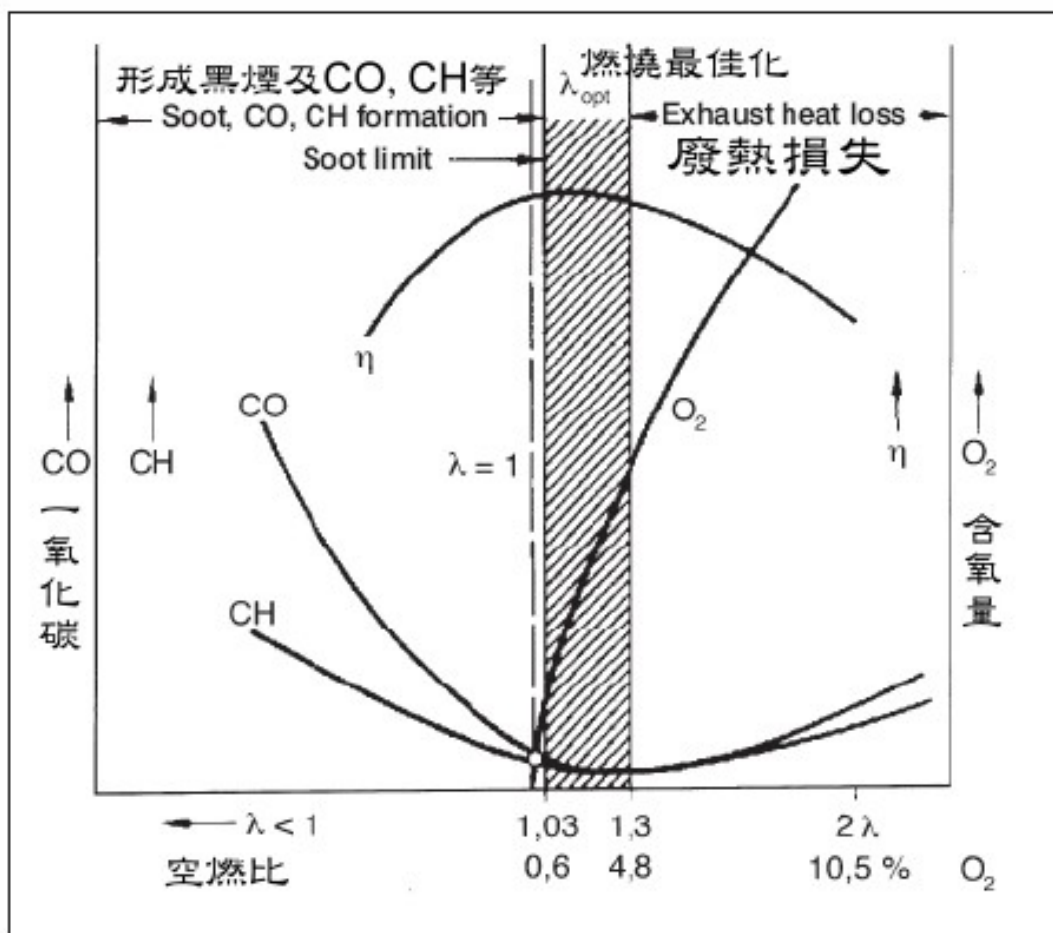
- 低熱值LHV (NHV)

燃料成份燃燒熱值，其水份以液態計算

二者差異在水份之潛熱，以燃油而言，熱值差異約6%。

三、節能基本概念

含 O_2 量與過剩空氣比



三、節能基本概念

鍋爐能源效率標準公告

- 經濟部 公告
- 中華民國九十年九月十二日
- 經(九0)能字第0九00四六一八九八0號
- 主 旨：修正「鍋爐能源效率標準」與實施日期。
- 依 據：「能源管理法」第十四條。
- 公告事項：修正後之「鍋爐能源效率標準」如附表，實施日期為九十二年 七月一日。

三、節能基本概念

鍋爐能源效率標準

種類	容量(公噸/小時)	能源效率標準(%)	備註
水管式燃油鍋爐	三十以上	九十二・五	標準適用範圍及計算方式：1、本效率標準適用於以燃油或燃氣為燃料之蒸汽鍋爐，不適用於貫流式鍋爐。2、效率標準依國家標準（CNS2141）之熱損失法計算，並依燃料低熱值計算涵蓋廢熱回收裝置之鍋爐全載時之能源效率。
	十以上未達三十	九十一	
	五以上未達十	八十九・五	
	未達五	八十八・五	
水管式燃氣鍋爐	三十以上	九十三・五	
	十以上未達三十	九十二・五	
	五以上未達十	九十一・五	
	未達五	九十・五	
煙管式燃油鍋爐	三十以上	九十	
	十以上未達三十	八十九	
	五以上未達十	八十八	
	未達五	八十七	
煙管式燃氣鍋爐	三十以上	九十二	
	十以上未達三十	九十一	
	五以上未達十	九十	
	未達五	八十九	
二、本鍋爐能源效率標準自民國九十二年七月一日起施行。			

三、節能基本概念

鍋爐效率比較

- 以10 T/H燃油鍋爐概算：

- 80%效率，全年8000 hr鍋爐費用

= 9,900 萬元

- 85%效率，全年8000 hr鍋爐費用

= 9,300 萬元

費用差異

$9,900 - 9,300 = 600$ 萬元

5%效率提升，即可節省600萬燃料費用。

三、節能基本概念

水質調整事項

- 給水、爐水水質調整
- PH
- 雜質——懸浮、氣體雜質
- 硬度
- 腐蝕
- 脆化

四、節能相關事項

祛水器

- 機械浮球
- 機械倒筒
- 熱靜力雙金屬
- 熱靜力膨脹環
- 熱動力圓盤
- 孔口節流

型 式	利 用 原 理	種 類
機 械 作 動 型 (Mechanical Steam Traps)	利用水蒸汽與凝結 水密度之差異	直桶式祛水器 (Open Bucket Traps) 倒桶式祛水器 (Inverted Bucket Traps) 浮球式祛水器 (Free Float Traps) 浮桶式祛水器 (Free Ball Bucket Traps)
靜 熱 作 動 型 (Thermostatic Steam Traps)	利用水蒸汽與凝結 水溫度之差異	脹管式祛水器 (Bellows Type Traps) 雙金屬式祛水器 (Bimetallic Traps)
熱 力 作 動 型 (Thermodynamic Steam Traps)	利用水蒸汽與凝結 水熱力性質之差異	推進式祛水器 (Impulse Type Traps) 圓盤式祛水器 (Disc Type Traps) 細孔板式祛水器 (Orifice Type Traps)

四、節能相關事項

1. 浮球式蒸汽祛水器 (Float Trap)

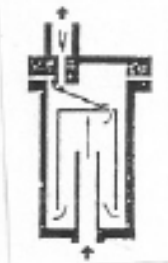


操作原理：

在祛水器本體內，設計了一個中空的鋼製圓形浮球並焊接一條連桿，由連桿控制一個主閥口。主閥口的開關完全經連桿由浮球的上下移動來控制。當凝結水流入本體內，本體內的液面升高，由於中空鋼球的比重較水輕，因而隨著液面而升高，帶動連桿上的主閥口張開排出凝結水，凝結水排出後，本體內液面自然下降，浮球因本身的重量隨水面的移動而下移，同樣的作動原理將閥口關閉。

四、節能相關事項

2. 倒筒式蒸汽祛水器 (Inverted Bucket Steam Trap)



操作原理：

基本操作原理與浮球式祛水器相同，也是應用蒸汽及凝結水在祛水器本體的比重不同。將一個開口向下的鋼製空心筒插入本體內的水面下。蒸汽由下端入口進入筒內，將筒內的水排出，體積增加筒子比重減少因而上浮，當筒浮力增加，漸漸向本體上端出口閥座接近，由筒子經連桿帶動閥口，關閉閥座。當冷凝水進入筒子內，筒內蒸汽冷凝，蒸汽體積縮小，筒子浮力減小而下沉，將關閉的閥口打開，使凝結水排出，如此筒子上下，反覆作動。

四、節能相關事項

5. 熱動式蒸汽祛水器 (Therdynamica Steam Trap)



操作原理：

這種形式的祛水器可說是構造最簡單但操作原理最複雜的一種。當凝結水從祛水器高壓進口端流到低壓的出口端，由於壓力的不同，不僅速度會增加，同時能量也改變，因為有部份凝結水，瞬間產生再生蒸汽，高速通過控制開關的圓盤 (Disc) 下端，因為動壓及靜壓的差異，作用在圓盤表面上端的靜壓大於圓盤下端，圓盤被推動下壓將閥口關閉，同時造成圓盤上端形成一個密封的空間，又稱為變壓室。當變壓室的蒸汽因散熱而冷凝，使控制圓盤下壓的壓力消失，冷凝水重新向上頂開圓盤，開啓閥門排水，如此不停上下開關循環，故又稱為衝動式蒸汽祛水器。

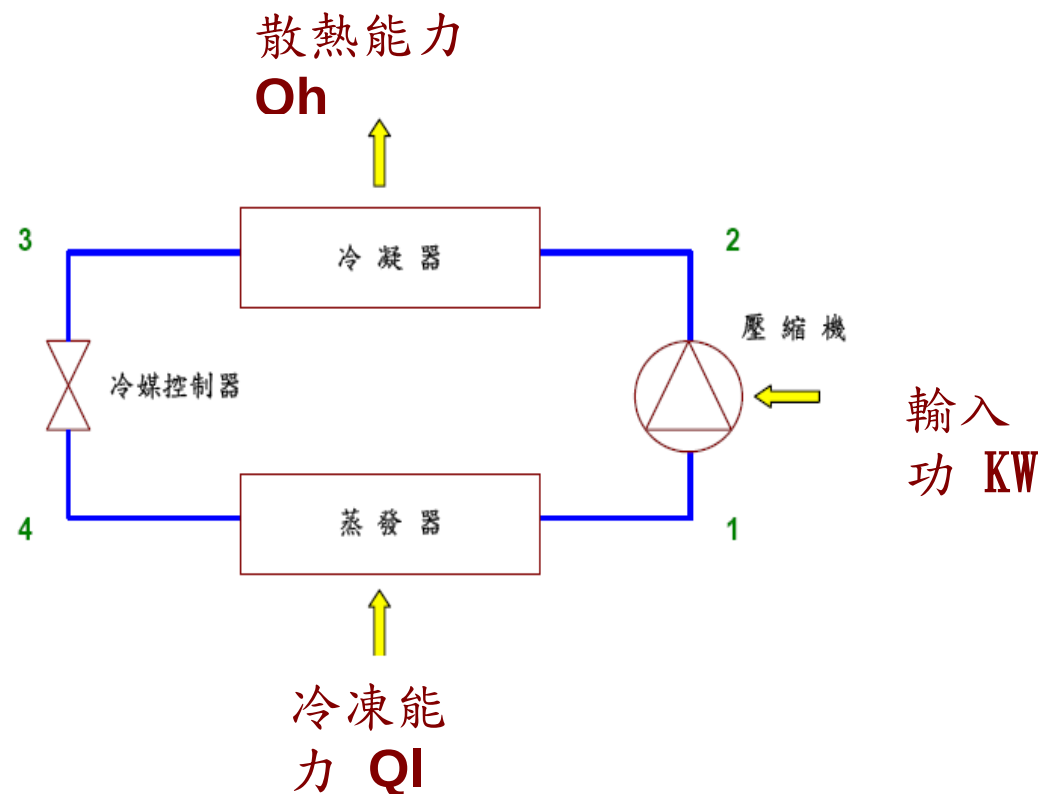
祛水器依使用壓力區分 %	祛水器依壓力及凝結負荷區分 %
9 % 400 psig 以上 (高 壓)	< 1 % 高凝結負荷 (> 3000 lb/h) 1 % 中凝結負荷 (500-3000 lb/h) 8 % 低凝結負荷 (< 500 lb/h)
13 % 100 - 400 psig (中 壓)	- 1 % 高凝結負荷 (> 2000 lb/h) 2 % 中凝結負荷 (200-2000 lb/h) 10 % 低凝結負荷 (< 200 lb/h)
78 % 5 - 100 psig (低 壓)	< 1 % 高凝結負荷 (> 1000 lb/h) 2 % 中凝結負荷 (100-1000 lb/h) 76 % 低凝結負荷 (< 100 lb/h)

	個別祛水方式 (Individual trapping) 較集體祛水方式 (Group trapping) 為佳。	
	入口管路之口徑不可小於祛水器 ，以免產生蒸汽封鎖與空氣盲堵 現象。	
	用足夠容量的一個祛水器即可。	
	蒸汽祛水器必須裝設在閥之前。	

四、節能相關事項

熱泵概念

- 熱泵系統的概念是利用冷媒於蒸發器吸收大氣中/廢熱或水中（低溫熱源）的熱能並將之轉換於冷凝器加熱水溫（高溫熱源）使水溫升高，並同時供應低溫空氣冷卻、除溼，達到以低能源輸入（kW）便能同時供應冰水、冷氣（ Q_l ）及熱水（ Q_h ）。



四、節能相關事項

熱泵

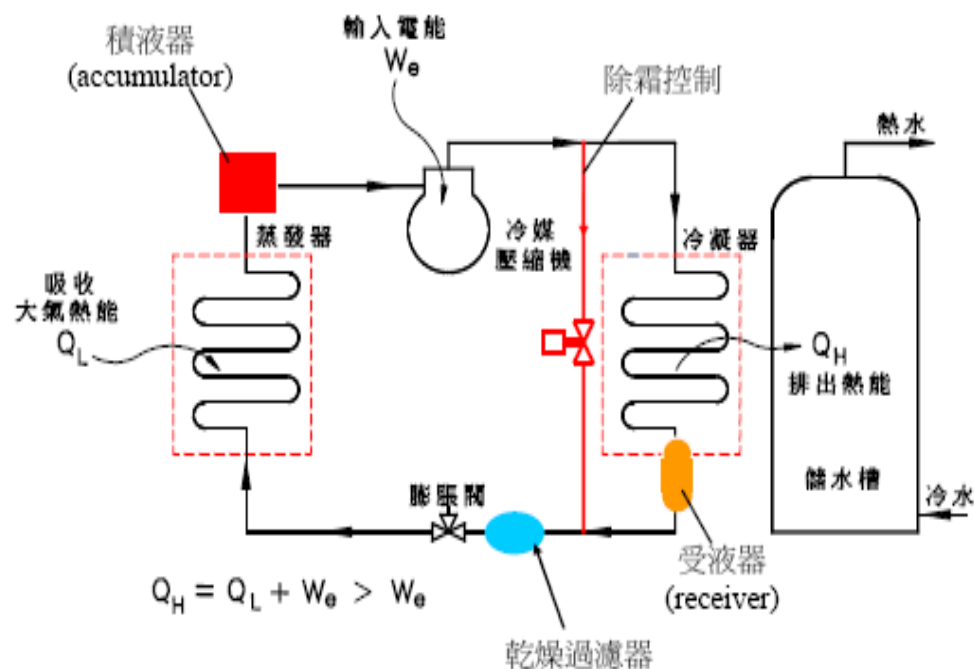
- 熱泵若在合理規劃運作下，加熱性能係數COP (coefficient of performance)都可大於3 以上時，取代傳統電力、瓦斯、柴油熱水鍋爐，節能效益及運轉費用可達60%以上。
- 熱源+熱泵壓縮機驅動耗能。
- 空氣對水熱泵系統(air to water)
- 水對水熱泵系統(water to water)=熱泵熱水及冰水(冷氣)供應系統
- 電能鍋爐+空調系統-----熱泵熱水附加冷氣系統+既有設備當備用

四、節能相關事項

熱泵製熱效率

- 空氣對水熱泵
製熱效率COP_h
3.5-6.3
- 水對水熱泵製
熱效率COP_h
3.8-6.0
- 製熱COP_h = Q_h / W_e

熱泵熱水器配件



五、節能管理

管理制度與目標訂定程序

- ISO 50001能源管理系統之導入
- 目標管理
- 設立管理目標與管理項目
- 績效衡量指標——總指標
- 建立分項指標

五、節能管理

工作步驟

- 採用了綜合節能措施及省能設備，是最重要的技術保證。
- 鍋爐系統資料的收集與整理。
- 鍋爐操作負載特性檢測。
- 使用熱損失法或出入熱法計算出鍋爐效率。
- 能源審查。
- 制定效率分析手冊。
- 根據分析結果擬定最適方案。

五、節能管理

能源審查

- 目的——藉由執行能源先期審查的目的是要**管理狀況與問題浮現化**。
- 調查——調查的程度至少需包含**能源輸入**(如電力、石油、天然氣或其他)、**能源使用**(熱交換過程、能源轉換過程、幫浦使用、冷卻、壓縮空氣或其他)及**能源效率與績效**。
- 鑑別——了解“**重大能源消耗的領域**”與藉由能源平衡分析了解分佈狀況，亦即將設備“**使用能源細部化**”以使問題容易確認、鑑別**能源消耗的過程和影響**及讓**損失透明化**。
- 行動——組織也能夠根據這些能源審查的結果來制訂降低能源消耗**相關行動的優先順序**與**執行計畫和實施**。
- 趨勢——要掌握**能源消耗趨勢**。

五、節能管理

推動系統高效率化方式



目的：為使系統之能源
使用達到高效率化。



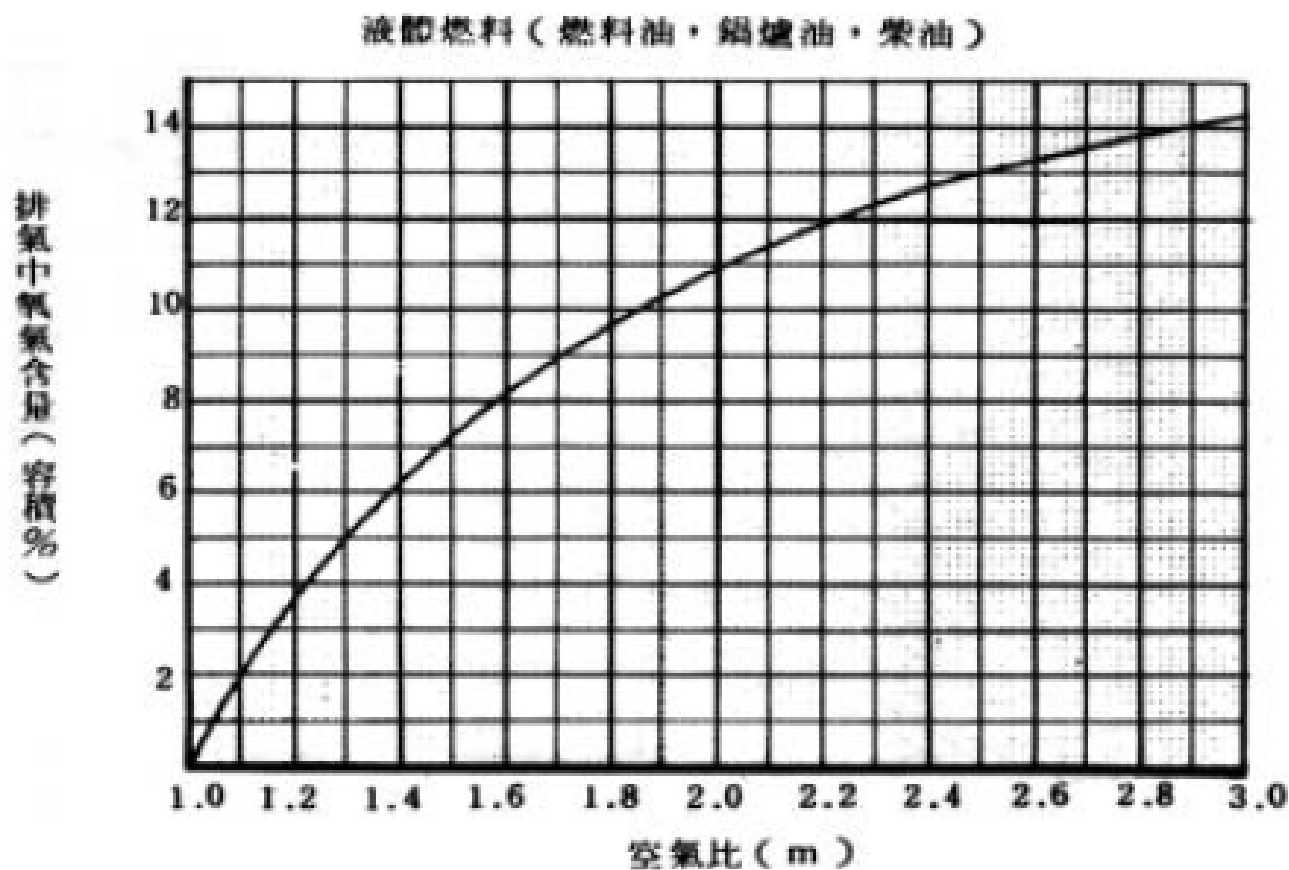
分兩階段推動：

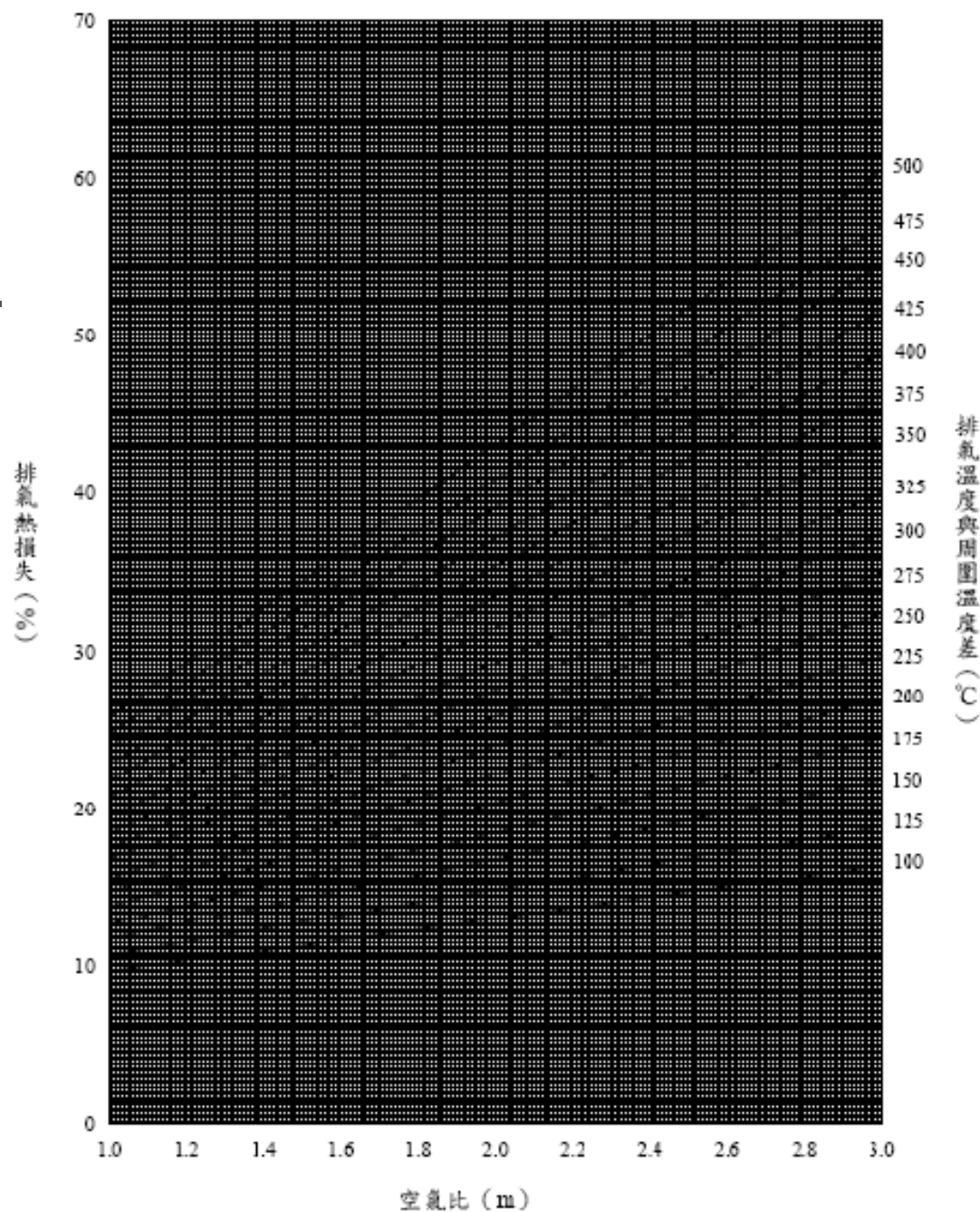
- 第一階段：為使系統
損失低減必須先實施
簡易診斷與改善。
- 第二階段：為使系統
效率更高化必須實施
精密診斷與改善。

$$\text{進熱} = \text{出熱} + \text{熱損}$$

六、效率提升的改善

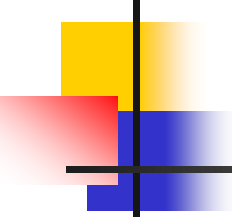
過剩空氣與煙氣中含氧量關係圖





六、效率提升的改善

- 加裝水錶、油錶、溫度計強化操作管理
- 降低鍋爐操作壓力
- 降低鍋爐排氣含氧量
- 加強水質管理與避免熱傳表面積垢
- 減少壓損
- 加強冷凝水的回收
- 採密閉式凝結水回收系統
- 多台鍋爐並聯最適負載分配
- 能源整合使用



六、效率提升的改善

- 鍋爐汰舊換新
- 加強熱能損失與洩漏管理
- 回收鍋爐放水廢熱
- 回收鍋爐煙道排氣廢熱
- 將高壓冷凝水閃沸成低壓蒸汽
- 保溫-管線冷凝水回收管、給水槽、閥類、鍋爐爐壁
- 減少停爐熱損失
- 調整燃油到適當霧化溫度、壓力

七、案例介紹

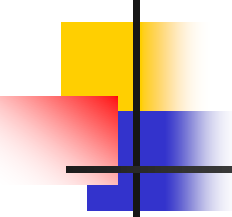
改善前：

- 某燃油鍋爐其排氣溫度高達 200°C ，應可以再降低排氣溫度，且以0.5%低硫燃油而言，應無因此而造成低溫腐蝕之虞。
- 建議可改善鍋爐系統空氣預熱器，如此應可降低排氣溫度至 150°C ，回收熱能，可增加鍋爐效率2%。

七、案例介紹

改善後節能成效：

- 該工廠鍋爐全年工作360天，且24小時連續運轉，全年燃油量為13,932公秉，平均燃油量為每小時1.6公秉，排氣量以19,500Nm³/h估算，煙氣比熱0.3kcal/°C Nm³，燃料油熱能以9,200千卡/公秉計，計算其省能效益為：
- $(200 - 150)^{\circ}\text{C} \times 19,500\text{Nm}^3/\text{h} \times 0.3\text{kcal}/^{\circ}\text{C Nm}^3 = 292,500$ 千卡/時
- $292,500 \text{ 千卡/時} \div 9,200 \text{ 千卡/公秉} \times 360 \text{ 天/年} \times 24 \text{ 時/天} \div 1,000 = 274.7$ 公秉/年
- 節省費用 = 440萬元/年



八、結論

- 台灣自產能源缺乏，99%以上能源仰賴國外進口大家應有共識積極的推動節能減碳。
- 節能減碳為經常性、持續性的推動執行方有成效，有待大家共同努力。
- 積極應用“價值工程”手法使節能減碳達到最高化。
- 節能技術與減碳技術是在實施ISO 50001能源管理系統最重要的步驟。



簡報完畢

敬請指教

黃山松樹