

特種設備安全

SAFETY OF SPECIAL EQUIPMENT

1991-5 創刊 2021-2 出刊

雙月刊 第70期

發行所 台灣省鍋爐協會
發行人 邱華瑞
總編輯 賴桂堂
發行地址 台中市 40452 北區崇德路
一段 631 號 10F-2

電話 (04) 2235-1628
傳真 (04) 2238-0960
E-mail tw.boiler@msa.hinet.net
網址 www.tbva.org.tw

台中職訓中心 台中市 40452 北區崇德路
一段 629 號 4F-3

電話 (04) 2236-2977
傳真 (04) 2236-2997
E-mail boiler.tw@msa.hinet.net

彰化職訓中心 彰化市 50056 中央路 184
號 3 樓之 3

南投職訓中心 南投縣 54048 南投市文昌
街 45 號 4 樓之 2

印刷廠 洪記印刷有限公司
電話 (04) 2314-0788
E-mail hg2527@ms32.hinet.net

行政院新聞局局版字第 11469 號
中華郵政台中雜字第 2056 號登記證
台中郵局許可證台中字第 1321 號登記為
雜誌交寄 發行數：3000 本

廣告索引

國方化工科技股份有限公司
大震企業股份有限公司
三浦鍋爐股份有限公司
大華高科股份有限公司
金瑛發機械工業股份有限公司
岱洋股份有限公司
台灣紳藝實業有限公司
利峰機械有限公司
東庚實業股份有限公司
興志五金企業有限公司
天鴻興業股份有限公司
潔康企業有限公司
宏榮鋼瓶股份有限公司
東立鐵工廠有限公司
辰鼎企業有限公司
增大股份有限公司
中昌機械股份有限公司
吾豐機電廠股份有限公司
原鈺峰工業有限公司
鴻羽有限公司
崑鼎企業有限公司
正熊機械股份有限公司
志豪工業有限公司
霖興機械工業股份有限公司

目錄

CONTENTS

會務訊息

- ★勞動部中彰投分署 110 年度
產業人才投資計畫 2

技術報導

- ★淺談空污法規與防制技術實務 3
- ★小型貫流式鍋爐利用 RO (逆滲透水)
進行節能 13
- ★燃煤鍋爐脫硫技術的應用 20
- ★淺談彈簧式安全閥 27

訓練訊息

- ★本會舉辦各項訓練日程表
台中職業訓練中心 31
彰化職業訓練中心 32
南投職業訓練中心 32

本刊內容已刊載於本會網頁，請進
台灣鍋爐協會網站 (www.tbva.org.tw) :
點進“刊物報導”進入覽閱

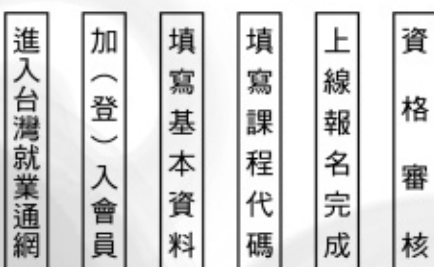
勞動部中彰投分署 110 年度產業人才投資計畫 訓練費補助 80~100%

課程名稱	課程代碼	費用	上課時間	報名日期
堆高機操作人員訓練班 (第 01 期)	135726	5920 元	2/18 ~ 2/26 (夜間班)	01 月 18 日
甲種職業安全衛生業務主管訓練班 (第 01 期)	135727	7000 元	3/11 ~ 4/1 (夜間班)	01 月 25 日
堆高機操作人員訓練班 (第 02 期)	135728	5920 元	4/12 ~ 4/21 (夜間班)	03 月 12 日
架空式三公噸以上固定式起重機操作 人員訓練班 (第 01 期)	135729	9000 元	4/19 ~ 5/5 (夜間班)	03 月 19 日
營造業甲種職業安全衛生業務主管訓 練班 (第 01 期)	135730	7000 元	5/3 ~ 5/25 (夜間班)	04 月 03 日
堆高機操作人員訓練班 (第 03 期)	135731	5920 元	6/2 ~ 6/11 (夜間班)	05 月 02 日
架空式三公噸以上固定式起重機操作 人員訓練班 (第 02 期)	135732	9000 元	6/17 ~ 7/7 (夜間班)	05 月 17 日

- ◎ 各班報名日期當日中午 12 點開始在職訓練網報名！
- ◎ 若為第一次報名課程，請先至台灣就業通網站加入會員。
- ◎ 政府補助一般身分參訓學員 80% 訓練費用，補助全額訓練費用適用對象 100%。
- ◎ 補助對象為年滿 15 歲以上具就業保險、勞工保險或農民健康保險被保險人身分之在職勞工。
- ◎ 上課地點：台灣省鍋爐協會附設台中職訓中心
台中市北區崇德路一段 629 號 4 樓之 3



◎ 報名流程：



1. E-mail 通知繳費及資料
2. 完成手續即報名成功

勞動部勞動力發展署－產業人才投資方案線上報名（可至本會網站，政府補助課程連結報名）

***** 本次課程配合即測即評及發證技能檢定（原地考照）*****

淺談空污法規與防制技術實務

環興科技股份有限公司
謝永昌

前言

上篇「淺談空污常識」談到有關空污相關基本觀念和常見的思想誤區，例如近年空污現況、排放量、應重視「被吸入人體」的濃度、排放量≠濃度、PM2.5≠霧霾，並說明了空污與生活密切相關等重要基礎環節，本篇進一步淺談空污法規與防制技術實務，以利鍋爐製造商或操作、使用者，快速掌握法規精神與重點，瞭解環保單位注重的是什麼、怎麼配合，也要瞭解如何保護自己應有的重要權益。

首先，我們先從法規位階開始說明，瞭解眾多法規之中，怎麼區分輕重，要如何符合各項法規。

一、法規位階：法規也有高下之分

很多人在剛開始接觸法規時，都會覺得環保法規非常龐雜，抓不到重點，也不知道是否須要符合哪些法規；如果有多重身份，法規結構就更為複雜。請看以下案例。

【案例】例如某家工廠內有鍋爐，因為其有工廠（固定污染源）的身份，就應該符合「固定污染源空氣污染物排放標準」；因為具有鍋爐，所以也應該要符合「鍋爐空氣污染物排放標準」，如果我又燒廠內廢棄物，還要符合「廢棄物焚化爐空氣污染物排放標準」、「廢棄物焚化爐戴奧辛管制及排放標準」或「中小型廢棄物焚化爐戴奧辛管制及排放標準」和「公私場所固定污染源燃料混燒比例及成分標準」…如果他們限制各不相同，又該聽哪個法規的呢？

如果大家查詢全國法規資料庫 (<https://law.moj.gov.tw/>) 或環保署主管法規查詢系統 (<https://a0-oaout.epa.gov.tw/law/index.aspx>)，會發現法規類別又區分為幾個子項目，像是法律、法規命令、行政規則、草案預告等，其實有其重要意義。

政府行政機關和公務員都是要依「法」行政的，如果沒有依法，就不能行政，例如沒有任何法要求廠商做某件事，那麼政府及公務員就不能要求廠商一定做這件事，自然也不能開單處分，這是憲法賦予人民的重要權利^{註1}，所以政府希望廠商普遍配合什麼事，就要訂在法裡。

行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

主管法規查詢系統
Laws and Regulations Retrieving System

請輸入關鍵字 整合查詢

最新訊息 法規體系 法規檢索 行政函釋 英譯法規 草案預告 相關網站

現在位置：最新訊息

最新訊息

全部 法律 法規命令 實質法規命令 行政規則 草案預告

序	資料日期	主旨	法規類別
1.	109.09.29	行政院環境保護署令：修正「事業廢棄物清理計畫書審查收費標準」	命令
2.	109.09.25	行政院環境保護署公告：預告「行政院環境保護署再生資源回收再利用促進委員會組織規程」第4條修正草案 (預告起迄日：109.09.30 ~ 109.10.13)	法規草案
3.	109.09.25	行政院環境保護署公告：預告「排放管道中聯苯胺檢測方法—高效能液相層析儀/紫外光偵測器法 (NIEA A815.70B)」草案 (預告起迄日：109.09.30 ~ 109.11.30)	法規草案

圖 1 環保署主管法規查詢系統

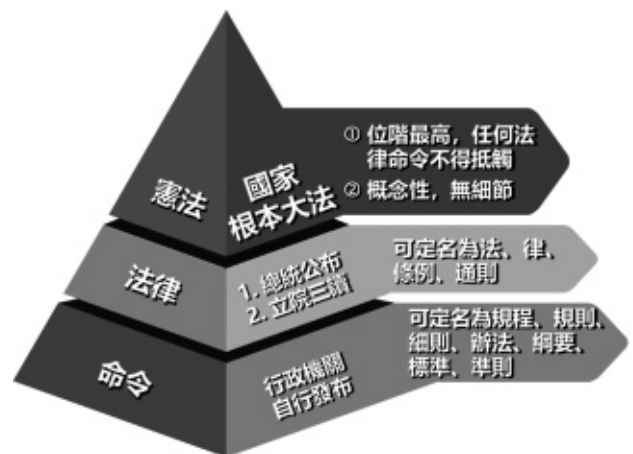
中華民國憲法

第 22 條：凡人民之其他自由及權利，不妨害社會秩序公共利益者，均受憲法之保障。

第 23 條：以上各條列舉之自由權利，除為防止妨礙他人自由、避免緊急危難、維持社會秩序，或增進公共利益所必要者外，不得以法律限制之。

第 24 條：凡公務員違法侵害人民之自由或權利者，除依法律受懲戒外，應負刑事及民事責任。被害人民就其所受損害，並得依法律向國家請求賠償。

法也有分位階高低，例如憲法位階最高，但是想要管的事情很多，不可能一一寫出，只能寫個大綱，所以其他的部分就要往下訂定各種法律（指總統公布或立法院三讀通過的法、律、條例、通則），如果還不夠周全，就再往下訂定命令（指行政機關自行發布的規程、規則、細則、辦法、綱要、標準、準則），大原則是高位階的法要授權，政府機關才有權訂定低位階的法，而訂出的低位階法，當然不能抵觸高位階的法。



資料來源：環興公司彙編

圖 2 法的位階簡圖

以空污法規來說，「空氣污染防制法」就是屬於法律（通常名稱叫○○法，如民法、刑法及戶籍法等），位階最高，由於有關空污防制的範疇太廣，不宜在一個法內規定種種細節，所以又再往下訂「空氣污染防制法施行細則」來規範細部規定，屬於命令，在該施行細則第 1 條就敘明了「本細則依空氣污染防制法第 99 條規定訂定之」，這條說明了兩件事，一是這個施行細則的位階是在「空氣污染防制法」之下的，二是這個施行細則是經由「空氣污染防制法」授權才能訂的，兩者之間有母子關係，所以我們俗稱「空氣污染防制法」為空污領域裡的「母法」，施行細則等其他命令就是它的「子法」。

這兩個法規之間必然有「親子關係」，即穩固的關連性，例如「空氣污染防制法」要達成某個空污防制的目的，所以才必須要訂「空氣污染防制法施行細則」來幫忙達到這個目的，也就是說，子法必須符合母法的精神，才有訂定的充分合理性。

這樣做還有一個重要好處，就是當要修法時，如果全部寫在法律裡，就要由指總統公布或立院三讀通過，往往相當耗時，如果是子法（如施行細則），由行政機關自行修訂發布即可，相對彈性與機動性都較強。

有了上面的位階觀念，只是知道誰大誰小，但還是不能說明到底要先遵從誰，所以我們要導入第二個重要觀念，就是「特別法優先於普通法」。

普通法是指全國一般人及一般事項均可適用的法律，特別法則是僅限於特定人、特定事項、特定時期、特定地域適用的法律。中央法規標準法第 16 條規定：「法規（特別法）對於其他法規（普通法）所規定之同一事項而為特別之規定者，應優先適用之。其他法規（普通法）修正後，仍應優先適用。」即對於同一事項，或同一之人，普通法與特別法並為規定時，應儘先適用特別法。

有了這兩個觀念，我們就可以回到先前提到的案例，舉個簡化的實際案例來釐清觀念了。

【案例】如果某工廠有一座汽電共生設備鍋爐，因為是固定污染源（工廠），所以應該要符合「固定污染源空氣污染物排放標準」，其鍋爐又要符合「鍋爐空氣污染物排放標準」，又因為是汽電共生，所以還要符合「電力設施空氣污染物排放標準」。這三者都有規定 TSP、SO_x 和 NO_x，應該符合哪個法？

這三個法規中，前兩個較具普通法的性質，例如只要是固定污染源就要符合「固定污染源空氣污染物排放標準」、只要有鍋爐（不管是不是固定污染源）就要符合「鍋爐空氣污染物排放標準」，而「電力設施空氣污染物排放標準」則不同，該標準僅適用於火力發電廠及各行業工廠用於發電之汽力機組、氣渦輪機組、複循環機組、引擎機組等發電機組及汽電共生設備鍋爐，所以有著針對性、特別性，所以這個「特別法」就高於前面兩個「普通法」，所以如果「電力設施空氣污染物排放標準」有規定的部分（例如 TSP、SO_x、NO_x）就必須優先符合，沒有規定的部分，才要符合普通法（例如 VOCs、CO、HCl...）。

為了避免誤解，所以「鍋爐空氣污染物排放標準」在第 3 條第一項規定「本標準適用對象為各行業所設鍋爐設施」之餘，還很貼心地在第二項規定「電力設施空氣污染物排放標準另有管制之鍋爐，或區域另訂有較嚴標準者優先適用該標準」，就是在說明「特別法高於普通法」的原則。順道一提，即使「電力設施空氣污染物排放標準」比「鍋爐空氣污染物排放標準」還要寬鬆，廠商還是只需符合「電力設施空氣污染物排放標準」的標準即可。

那麼如果兩個都是特別法，位階相同，廠商應該要符合哪個法呢？答案是由於兩法位階相同，所以兩者都要符合；所就是說，要符合兩者中較嚴格者，才能同時符合兩法的要求。

二、鍋爐廠商常用空污法規

綜上所述，使用鍋爐的廠商，常需符合以下幾種法規：

- (一)固定污染源空氣污染物排放標準：每個固定污染源（工廠）都要符合。通常這是工廠最基本的、最容易達到的法規，不過有時有些特別法會因為特殊原因規定較為寬鬆，此時就優先符合特殊法即可，污染物濃度高於「固定污染源空氣污染物排放標準」也不會受罰，例如「玻璃業空氣污染物排放標準」規定的既存熔融爐的粒狀物、新設／既存熔融爐的硫氧化物及空氣助燃熔融爐的氮氧化物排放標準，都比「固定污染源空氣污染物排放標準」高，此即環保署為了玻璃業製程特有的污染物排放特性所制訂的特別法，就比普通法更為優先適用。
- (二)固定污染源戴奧辛排放標準：每個固定污染源（工廠）都要符合。既存污染源要低於 1.0 ng-TEQ/Nm^3 ，新設污染源低於 0.5 ng-TEQ/Nm^3 。
- (三)鍋爐空氣污染物排放標準：無論是不是固定污染源（工廠），只要有鍋爐都要符合。109 年 7 月 1 日起，TSP 應低於 30 mg/Nm^3 、 SO_x 低於 50 ppm、 NO_x 低於 50 ppm，如果在期限內無法完成改善，則環保署在該標準第 6 條給予彈性，規定工廠應於 109 年 4 月 1 日前向環保局提出空氣污染改善計畫之申請，環保局會依廠商需求酌予考量，給予既存鍋爐最多 2 年緩衝期，展延改善期限最晚不超過 111 年 7 月 1 日；如遭遇管線施工遭遇陳情抗爭或施工工期、天然氣供氣量不足等影響、天然氣事業或目的事業主管機關證明供氣管線無法到達等特殊狀況，則展延改善期限最晚不超過 116 年 7 月 1 日。
- (四)最佳可行控制技術（BACT）及最低可達成排放率控制技術（LAER）：對受管制的三級防制區新設或變更的固定污染源都要符合最佳可行控制技術（BACT），另有特定大型污染源者，應採用最低可達成排放率控制技術（LAER）之規定，基本上與 BACT 規定相仿。可用手機掃描 QE Code 或以電腦瀏覽器進入環保署主管法規查詢系統查詢「固定污染源最佳可行控制技術」，點擊附表一，開啓後以行業別或製程別屬性查詢相關規定。

空氣污染防治法

第 3 條第 1 項第 11 款：控制技術：指固定污染源為減少空氣污染物所採取之污染減量技術，主要類別如下：

- (一)最佳可行控制技術：指考量能源、環境、經濟之衝擊後，污染源應採取之已商業化並可行污染排放最大減量技術。
- (二)最低可達成排放率控制技術：指考量能源、環境、經濟、健康等衝擊後，並依據科學方法，污染源應採取之減少污染物排放至最低排放率之技術。

第 6 條第 3 項：三級防制區內，既存之固定污染源應削減污染物排放量；新設或變更之固定污染源污染物排放量達一定規模者，應採用最佳可行控制技術，其屬特定大型污染源者，應採用最低可達成排放率控制技術，且新設或變更之固定污染源污染物排放量應經模式模擬證明不超過污染源所在地之防制區及空氣品質同受影響之鄰近防制區污染物容許增量限值。

第 6 條第 4 項：二、三級防制區之污染物排放量規模、污染物容許增量限值、空氣品質模式模擬規範、三級防制區特定大型污染源之種類及規模、最佳可行控制技術、最低可達成排放率控制技術及既存固定污染源應削減污染物排放量之準則，由中央主管機關定之。





行政院環境保護署
Environmental Protection Administration
Executive Yuan, R.O.C. (Taiwan)

主管法規查詢系統
Laws and Regulations Retrieving System

最新訊息
法規體系
法規檢索
行政函釋
英譯法規

現在位置：法規內容

📍 法規內容

法規名稱：	固定污染源最佳可行控制技術
公發布日：	民國 104 年 05 月 26 日
修正日期：	民國 109 年 07 月 10 日
發文字號：	環署空字第1090051026號公告
法規體系：	空氣品質保護及噪音管制處/固定源空污防制
立法理由：	中華民國109年7月10日修正總說明及公告對照表.pdf 中華民國105年5月12日修正總說明及公告對照表.pdf 中華民國104年5月26日修正總說明及公告對照表.pdf
圖表附件：	中華民國109年7月10日環署空字第1090051026號公告.pdf 附表一、最佳可行控制技術.pdf 附表二、控制設備應核定操作參數項目.pdf

法規內容
條文檢索
法規沿革
歷史法規

資料來源：環保署主管法規查詢系統

圖 3 固定污染源最佳可行控制技術

(五) 其他：依據行業別和地區別，尚有其他多種法規需要注意，例如汽電共生等使用電力設備業者，要注意是否須符合「電力設施空氣污染物排放標準」、高屏地區業者要注意「高屏地區空氣污染物總量管制計畫」，甚至各縣市還有自訂鍋爐或電力業等法規，建議需要申請固定污染源設置及操作許可證的廠商，可先與配合的環工技師或當地環保局確認，以免掛萬漏一。

三、建議使用 BACT 設備

BACT (Best Available Control Technology) 就是最佳可行控制技術，根據「空氣污染防治法」第 3 條第 1 項第 11 款第 1 目，BACT 是指考量能源、環境、經濟之衝擊後，污染源應採取之已商業化並可行污染排放最大減量技術。

這其中的關鍵字是「已商業化」，意思是這項技術是在商業市場中已經歷過很多實戰考驗的成熟技術，並不是什麼黑科技，就這觀點來說，甚至可說是相當傳統的技術，成熟度高，風險就低，所以不會使廠商有踩地雷、試誤的感覺，很多廠商都在用，效果佳且穩定，相對是易於入手的優良空污防制設備。例如常見的袋式或靜電集塵器、濕式排煙脫硫 (FGD)、選擇性觸媒還原 (Selective Catalytic Reduction, SCR) 等。

不管是站在環保或經濟層面的角度，筆者皆優先推薦 BACT 設備，希望廠商可以一次到位的達到最高標準，而不要跟著法規逐步更新，長久而言這樣反而會花費更高的代價。

舉例來說，某廠商買了 1 台旋風集塵器，5 年後空污法規加嚴，要換袋式集塵器才能符合，這時才發現場地空間不夠，就算勉強有場地，也要重新調整設備佈局才放得下袋式集塵器，除了多花一筆設備遷移費用外，施工方面還十分麻煩；另因要放置袋式集塵器，空間不足且無法再放置旋風集塵器而必須移除，仍能符合法規，但失去旋風集塵器的保護，袋式集塵器卻必須更常換濾袋，提高了購買濾袋的費用；賣旋風集塵器時又發現只能以廢鐵的價格賣，經濟損失還不小，整體來說還不如一開始就規劃空出適當的場地空間，各買 1 台旋風集塵器和袋式集塵器（一步到位）。

環保护法規的趨勢常是不斷加嚴，廠商也慢慢朝向 BACT 的方向在走，筆者建議不要為了配合法規而一直調整、買新設備，這樣累積起來的花費其實很高，汰舊二手設備時又常只能用破銅爛鐵的價格販售，又造成了大量資源和金錢的消耗，不如一步到位，買好一點的 BACT 設備，風險低又可長期符合法規，長遠來看還是相對比較划算的；對環保單位來說審查時也比較放心核准。

以下簡要說明常見的 BACT 設備。

(一) 粒狀物 (PM) 控制設備：常見的 BACT 設備是袋式與靜電集塵器，袋式集塵器又大致可分為濾袋與觸媒濾袋或濾管可針對戴奧辛或特定物種加強去除效率，部分陶瓷

濾管還可處理高溫廢氣，甚至噴塗上觸媒層可去除戴奧辛等特定污染物，俗稱為觸媒濾管，近年也陸續有不少廠商使用。靜電集塵器又分為濕式與乾式，兩者去除效率都非常高，主要差別在於濕式可避免部分煙氣中含有油份時爆炸火災的風險。

- (二) 硫氧化物 (SO_x) 控制設備：常見者為乾式、濕式排煙脫硫設備 (FGD)，以鹼性物質與硫或硫化物產生中和反應達到去除 SO_x 的目的，濕式去除率較高，但必須處理產生的污水，乾式則相反。另也有半乾式 (泥漿狀的鹼性物質) 排煙脫硫，不用處理污水，效率介於兩者之間。
- (三) 氮氧化物 (NO_x) 控制設備：常見者為低氮燃燒器 (LNB)、選擇性觸媒還原設備 (SCR)、非觸媒還原設備 (SNCR)，其中 SCR 效率最高，但其觸媒較昂貴，不過觸媒毒化之後通常可還原再生；SNCR 通常最有效的溫度區間在 $900\sim 1,050^\circ\text{C}$ ，故能適用的鍋爐相對較少，許多鍋爐安裝後，僅能發揮 3~4 成的 NO_x 去除效率，較為可惜。
- (四) 揮發性有機物 (VOCs) 或異味控制設備：常見者為熱焚化設備、活性炭吸附設備及冷凝設備等，如要處理的廢氣成分為單一有機物 (如溶劑) 時，建議以冷凝設備回收再利用，通常回收率甚高；廢氣成分複雜者，通常濃度高時使用熱焚化設備，活性低時使用活性炭吸附設備，惟要注意廢氣進入活性炭前如含有水氣，會造成堵塞活性炭孔隙而失效，且活性炭必須按照操作許可證登載的頻率更換，否則亦難以發揮最高效能。

筆者曾以 107 年排放資訊，繪製主流空污防制設備效率一覽表，由該表可發現 BACT 設備防制效率確實較高，但似乎沒有廠商宣稱值或理論值那麼高，例如廠商宣稱袋式及靜電集塵器，效能皆在 99% 以上，實際值卻偏低，並不一定是廠商誇大宣傳或販售劣質設備之故，而是因為使用者維護、耗材更換頻率、操作上有所缺失，所以未能達到設計效能，例如平常沒有巡視袋式集塵器的壓損導致破袋等。如正確操作防制設備，預計防制效能應可提高，所以使用端也要瞭解，好東西也要用心使用，不是買來隨使用就可達到高效能的。

以上大致提供廠商選用空污防制設備的大致概念，設備材質、風量、先後順序等細節也相當繁多，建議與專業設備製造商討論幾種方案，分析利弊得失，最終方能選擇最適合的設備與流程。在討論時，別忘了一定要納入上節提到的各項應符合法規中最嚴格的部分，才能買到合用的設備。如果買了空污防制設備卻無法符合法規標準，要修改設備或重新尋商、議價、簽約、施工等，都是相當麻煩的，建議在初期規劃時就盡量將所需條件詳細完整地列出討論。

表 1 主流空污防制設備效率一覽表

主要防制物種	控制效率(%) 防制設備	粒狀污染物	硫氧化物	氮氧化物	揮發性有機物	使用數 (普及度)
		TSP	SO _x	NO _x	VOCs	
粒狀污染物 TSP	靜電集塵器(ESP)	96%	0%	0%	0%	中
	袋式集塵器	86%	0%	0%	0%	高
	陶瓷多管式集塵器	83%	0%	0%	0%	低
	文式洗滌塔	65%	30%	15%	10%	低
	多管式旋風集塵器	62%	0%	0%	0%	低
	旋風集塵器	55%	6%	3%	5%	極高
	重力/慣性沉降室	41%	0%	0%	0%	中
硫氧化物 SO _x	濕式排煙脫硫(濕式FGD)	50%	69%	14%	0%	極高
	乾式排煙脫硫(乾式FGD)	0%	78%	0%	0%	中
	水洗塔	51%	46%	13%	22%	極高
氮氧化物 NO _x	選擇性觸媒還原(SCR)	0%	0%	69%	0%	中
	選擇性非觸媒還原(SNCR)	0%	0%	61%	0%	中
	低氮氧化物燃燒器(LNB)	0%	0%	36%	0%	中
	煙氣迴流	0%	0%	35%	0%	低
揮發性有機物 VOCs	蓄熱式焚化爐(RTO)	0%	0%	0%	93%	低
	活性炭吸附	0%	0%	0%	60%	低

四、依許可證操作及注意事項

工廠要操作鍋爐或製程，需要先向環保局申請固定污染源操作許可證，而環保局之所以可以放心核發許可證，是因為工廠申請的許可文件內，有環工技師依據檢測、係數、文獻等資料計算出來的排放濃度及排放量可以符合相關法規的要求，所以工廠必須依照申請時的內容來操作，才能達到確保符合法規的結果。

所以簡單來說，當工廠提出許可申請文件時，就代表「依本廠計算，這樣操作是可以符合法規的，所以如果環保局核准發證，本廠未來就打算這樣操作」，有點「聲明書」或「承諾書」的意味。

環保局依據廠商申請的固定污染源操作許可證內容審查並核定後用印，會以函文方式發證並要求廠商照許可證內容操作，廠商也許是委託環工技師事務所撰寫申請文件並申請，自己並未對申請與發證內容非常清楚，故廠商應在收到核定版操作許可證後熟讀，並達到承諾的操作方式和處理效率。環保局稽查人員會依據許可證內容來查核，常見查核方式就是比對許可證中重要的參數，例如袋式集塵器的廢氣處理量（看

流量計)可以用來判斷處理量是否超過集塵器的負荷、壓降(看壓力計)可以用來判斷使用者是否正常更換濾袋,就是常見的稽查重點。

項目	設置條件
廢氣處理量	180 ~ 300 Nm ³ /min
處理效率	應大於 95%
監測儀錶	壓差計、廢氣入口溫度計、廢氣出口溫度計
* 氣布比	0.51 ~ 0.85 m ³ /m ² -min
* 經濾袋之壓降	最小: ~最大: mmH ₂ O
* 入口氣體溫度	最小: ~最大: °C
* 出口氣體溫度	最小: ~最大: °C
* 濾袋清灰方式	脈動式
* 濾袋清灰頻率	
* 集塵器壓降	0.29 ~ 1.96 kPa

資料來源: 環保署固定污染源管理資訊公開平台網站 (<https://aodmis.epa.gov.tw/>)

圖 4 許可證登載頁面-環保單位查核重點

另外在固定污染源操作許可證的最後幾頁「其他規定事項」中,常會紀錄重要的提醒或應配合事項,例如總防制效率、應配合空品惡化時期之措施等,是比較容易忽略的地方,亦應多加注意。

<p>十、公私場所原物料、燃料涉及「廢棄物」或「再利用」應依「廢棄物清理法」或「經濟部事業廢棄物再利用管理辦法」向業務主管單位申請相關許可文件,並於取得許可文件後,始得依核發之固定污染源操作許可證內容進行操作。</p> <p>十一、空氣污染物經 A133、A134 串聯處理,其粒狀污染物總處理效率應大於 97.5%、硫氧化物總處理效率應大於 70%、氮氧化物總處理效率應大於 10%。</p> <p>十二、蒸氣鍋爐(E137)設計蒸氣蒸發量為 40 公噸/小時。</p> <p>十三、相關法規有變更或新公告時,應依新規定辦理。</p> <p>十四、流程圖備註事項:</p> <ol style="list-style-type: none"> E131、E132、E133 為煙煤卸料後啟動,屬批次處理,每批約 1 小時,每天約 4 小時,一年 360 天。 E139 每日破碎 12 小時。 柴油為啟爐時使用,每年最多點火 8 次,每次用 1.25 公秉。 煙煤含硫使用上限為 0.56%。 紡織污泥為廠內產出自行再利用,並無使用或購買他廠污泥。 紡織殘料為廠內產出自行再利用,並無使用或收受他廠紡織殘料。 紡織污泥加上紡織殘料為輔助燃料,與煙煤主要燃料比例為 1:5。 蒸氣鍋爐(E137),為循環流體化床型式,每日滿載時數為 12 小時。 生煤許可包含 M11、M13、M14, M13 獨立進煤不經過 M11、M14 堆置場。 <p>十五、各級空氣品質惡化防制計畫:發佈空氣品質預警或嚴重惡化警告時,將依據空氣品質惡化各級空氣品質惡化防制計畫:防制計畫書之內容啟動。</p> <p>(以下空白)</p>

資料來源: 環保署固定污染源管理資訊公開平台網站 (<https://aodmis.epa.gov.tw/>)

圖 5 許可證登載頁面-其他應注意事項

五、廠商權益：免罰條款

最後提醒廠商，上述講的大部分都是政府要求廠商做的管制方面事項，其實法規中也有賦予廠商的重要權益，例如「空氣污染防治法」就有幾項免罰條款。

「空氣污染防治法」第 89 規定，工廠如因設施故障等不可抗力原因發生後 1 個小時內，要向環保單位報備，為了保護雙方權益，筆者建議可留下雙方都可查證的記錄，例如 E-Mail、傳真記錄等，傳送內容要清楚告訴環保單位發生了什麼事故、預計怎麼處理、什麼時候處理完成、達到什麼效果，並在 24 小時內修復，短時間內無法修復就要停止操作，建議在 15 天內用發文方式向環保單位提出書面報告，即使超標或未按許可證操作，亦可免罰。

同法第 90 條則是從事消防演練、緊急防止傳染病而燃燒受感染之動植物（例如禽流感、豬瘟等特殊狀況）、取得山林田野引火燃燒許可從事燃燒等特殊狀況，只要「在做之前」向環保單未申請審查並經核可，就可以免罰。

從這兩條法規就可清楚看出，環保署的規定是邏輯清晰嚴謹的：法規雖嚴，但如發生「為了更重要的防災」、「幫助政府」而有違法可能時，給予一條免罰之路，但前提是「互相尊重」，也就是盡量提前報備、等核准了之後再做，不能先斬後奏；如果因為「非故意」、「不可抗」的狀況，例如空污防制設備臨時故障等不能提前報備的狀況，不是廠商的錯，不怪廠商，但是廠商要在事故發生之後儘速向環保單位報備，同時也告知發生的原因與預計處理的作法，讓環保單位放心。

最後筆者想跟廠商分享一個心得，就是廠商常有「多說多錯，少說少錯」的想法，不敢或不願意與環保單位溝通，雙方因此衍生許多誤會與歧見，我們鼓勵雙方多溝通，多討論，如涉及專業問題，不妨也請配合的環工技師或顧問和環保局委託審查單位共同參與討論，先建立共識，通常後續較能圓滿解決。

安全閥檢測暨設備壓力試驗訓練班

◎ 上課日期：110.05.19 ~ 110.05.21（日間上課）

◎ 上課地點：台中市北區崇德路一段 629 號 4 樓之 3

台灣省鍋爐協會附設台中職訓中心（04）2236-2977

◎ 費用：5,000 元（含 5% 營業稅）

名額有限，敬請把握

小型貫流式鍋爐利用 RO（逆滲透水）進行節能

摘日本鍋爐研究第 415 號刊
譯者 鴻羽有限公司 黃馨儀

一、前言

小型貫流式鍋爐（多管式特殊循環鍋爐）的給水多以自來水或地下水為主，工業用水經軟化處理後進行使用。這些水質因地區或水源而有所差異，另降雨狀況等自然條件亦會對其產生影響。

於 JIS B 8223 · 2015 中規定，為防止產生汽水共出之現象，使用軟水之多管式特殊循環鍋爐爐水，其電導度之基準值為 400mS/m 以下（使用壓力 1MPa 以下）。因此，當給水的電導度高時，需增加連續排放量，排放熱損隨之增加。

活用 RO 水為減少連續排放量的一個方法。利用 RO 裝置所得到的 RO 水，可將原水中的溶存成分濃度降到 1/10 以下（圖 1），達到減少排放熱損，及減少藥品使用量之效果。

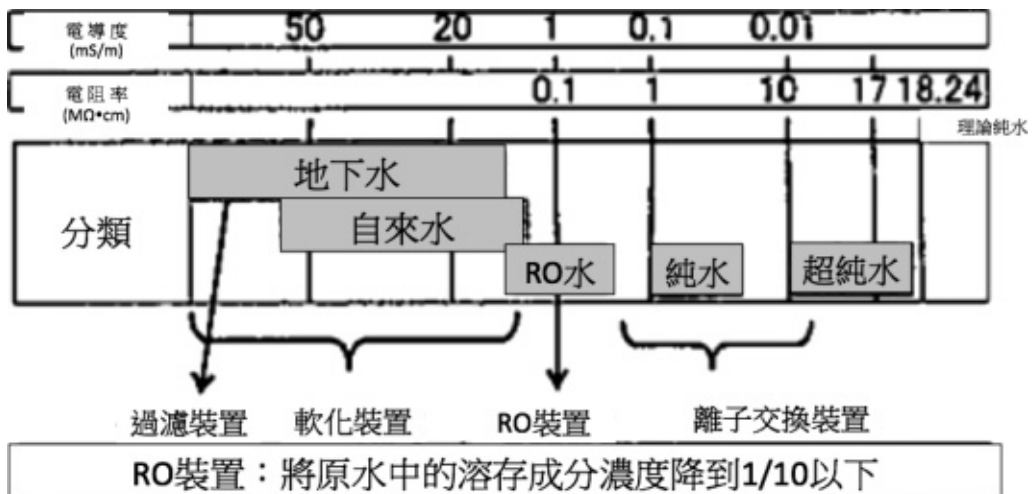


圖 1 水的電導度

二、RO 處理

RO 是利用 RO 膜使水能通過但溶存物質無法通過的處理方法。如圖 2 所示，將不同鹽類濃度的水，以 RO 膜隔開放置在同一容器中，水往鹽類濃度低方向移動，高鹽

類濃度側水位上昇；此時高濃度側及低濃度側的水位差為滲透壓。相反地，若在高鹽類濃度水側施加高於滲透壓之壓力，水會從高鹽類濃度水側往低濃度水側滲透，由於離子等溶存成分幾乎無法通過 RO 膜，可以去除離子得到純度高的 RO 水。利用此原理，即可去除溶存成分。

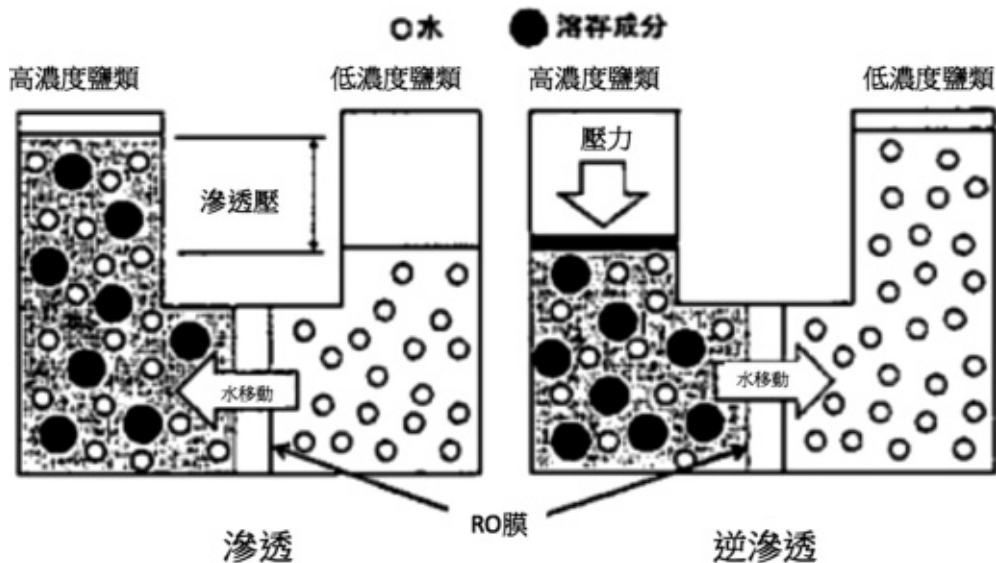


圖 2 RO 膜之稼動

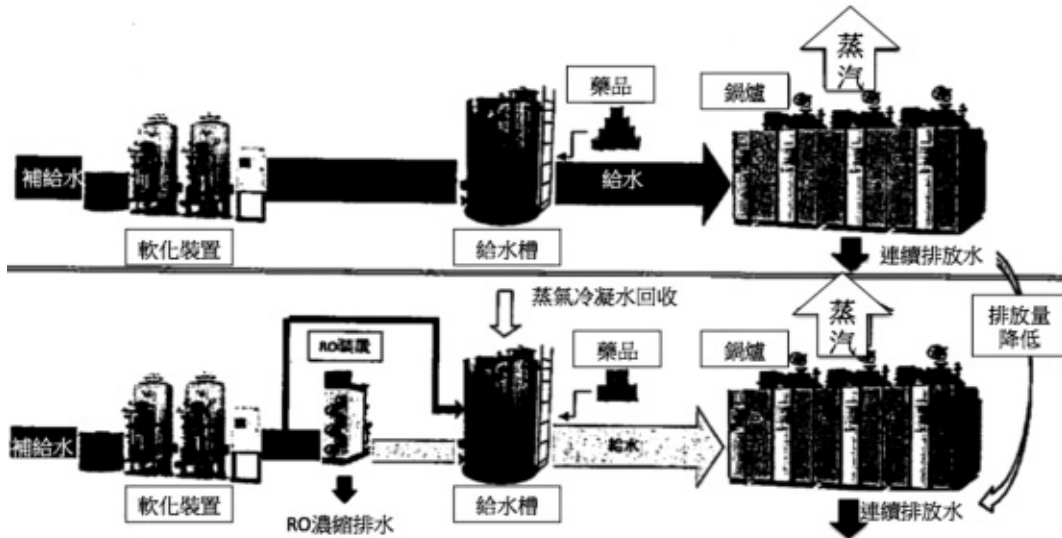
氯離子及硫酸根離子為鍋爐腐蝕的主因。另外，碳酸根離子在鍋爐內熱解時會產生二氧化碳，其為造成冷凝水配管腐蝕的主因（降低蒸氣冷凝水 pH 值）。若能降低這些物質的濃度，能減少清罐劑或復水處理劑的用量。

軟水中含有 1.0mg/L 以下的微量硬度（JIS B 8223 · 2015 給水基準）如此一來，除了可達到降低鍋爐水排放量的目的，亦可降低腐蝕、水垢等障害產生。

三、降低排放量方法

若使用電導度高原水作為鍋爐給水時，鍋爐運轉時需要高排放率，不僅只增加熱損，為了補充排放時流失的水量及水處理藥劑，會增加水及藥品的成本。圖 3 為降低排放量的案例，為了達到節能節水，將蒸氣冷凝水再利用為鍋爐給水，亦可有效降低鍋爐的排放量，但由於「蒸氣已直接使用」、「有種類繁多的蒸氣利用設備，若要提高回收率會增加設備成本」等理由，有很多幾乎無法回收的狀況，小型貫流鍋爐、小規模鍋爐的平均冷凝水回收率大約在 30% 左右。

針對冷凝水幾乎無法回收或使用含有高濃度溶存成分的水等狀況，RO 裝置為有實例的降低排放量對策，另外，亦將降低高腐蝕性水質的水處理藥劑及保護鍋爐系統納入目的的案例也有增加。



*下方流程追加 RO 設備，降低補給水的電導度及溶存成分的方式有利用① RO 水，或利用① RO 水+②軟水的混合水

圖 3 排放量降低之例

四、運轉成本試算

運轉成本試算的項目及計算方法整理於表 1。

排放率可由給水或鍋爐水氯離子濃度進行計算。鍋爐水的管理基準值為 JIS 所記載的基準值項目（電導度、氯離子等）、或若有水處理及鍋爐廠商自行設計製造時，鍋爐運轉所設定的排放量，其所有的水質項目以不能超過水質基準值為原則下制定。

軟水所含碳酸氫根離子在鍋爐內熱解會產生容易導電的氫氧根離子，因此碳酸氫根離子高時，鍋爐水電導度會有容易變高的傾向。軟水中的二氧化矽有讓 pH 值上升的緩衝作用，二氧化矽濃度高的水質讓電導度難以上升。相同的給水電導度也會因水質所需管理的排放度不同，電導度或碳酸氫根濃度高而二氧化矽濃度低的水質，可利用 RO 水讓排放量的降低效果增加（圖 4）。

在導入 RO 設備時，必須要將 RO 膜清洗或交換費用、包含前處理裝置的裝置保養費用，計入運轉成本中。另外，由於 RO 裝置的回收率高，可抑制給水費或 RO 裝置的濃縮排水處理費亦為其中一個重點。

關於降低排放量之運轉成本為將表 1 的 A+B+C 合計試算，再加上導入設備所產生的初始成本，包含將保護鍋爐設備（抑制腐蝕等）作為目的時，其效果產生的成本降低等，必須要考慮通盤進行判斷。

為能達到積極對應針對古往今來的環境問題之目的，針對有進行節能、CO₂ 排放減量等企業，有在滿足一定條件下給予補助款的制度，針對導入包含 RO 裝置等鍋爐設備，可活用此補助款制度。

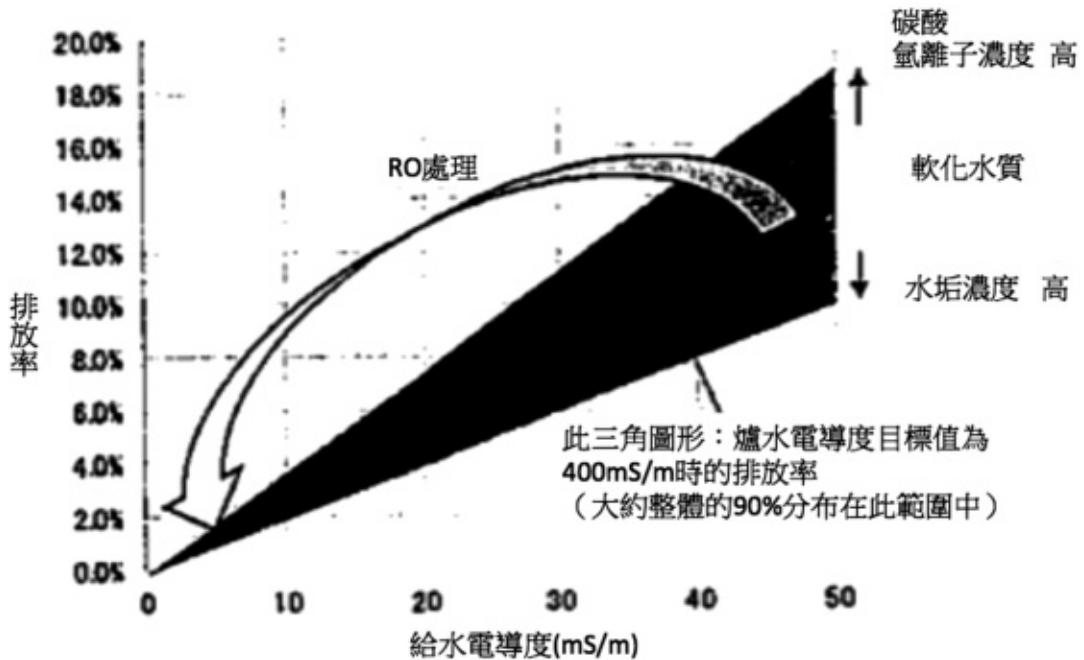


圖 4 給水電導度跟排放量之關係

表 1 運轉成本試算之項目及計算方法

排放率	$\frac{\text{連續排放量}}{\text{鍋爐給水量}} \times 100$ $\frac{\text{給水氯離子濃度}}{\text{鍋爐水氯離子濃度}} \times 100$	%
濃縮倍率	$\frac{\text{鍋爐水氯離子濃度}}{\text{給水氯離子濃度}}$	
補給水量	$\frac{\text{鍋爐給水量}}{(1 - \text{排放回收率})}$ RO 裝置使用時： $\frac{\text{鍋爐給水量}}{(1 - \text{排放回收率})} / \text{RO 裝置回收率}$ (回收率：從原水製作 RO 處理水的比例)	m ³ /年
連續排放量	鍋爐給水量 * 排放率	m ³ /年
排放熱損	連續排放量 * 排放水熵	MJ/年
燃料低熱值		MJ/m ³ , MJ/kg
燃料費		元/m ³ , 元/kg
補給水費	自來水、工業用水、地下水等軟化水	元/m ³
排水處理費		元/m ³
A) 排放熱損費用	排放熱損 * 燃料費 / 燃料低熱值 / 鍋爐效率	元/年
B) 水費	補給水量 * 補給水費 連續排放量 * 排水處理費、RO 裝置濃縮排水 * 排水處理費	元/年
C) 水處理費用	水處理藥劑、水處理裝置保養費等	元/年

五、RO 裝置的節能節水機能

介紹最新 RO 裝置本體的節能節水機能如下。

(一) 定流量控制運轉所得節能效果 (圖 5)

由於水的黏性會隨著水溫變化而產生變化，過去的 RO 裝置是隨著水溫變化其處理流量隨之改變；而現在可讀取流量感應器的數值，利用逆變器控制幫浦，即使水溫變化時亦能安定地供給其設定水量。因此，已經不必為了因應水溫低時（冬季）流量降低而須慎選機種，亦無需為了加熱給水而產生費用。利用這樣的反饋定流量控制，以最低所需電力即能進行運轉，可得到很大的節能效果。

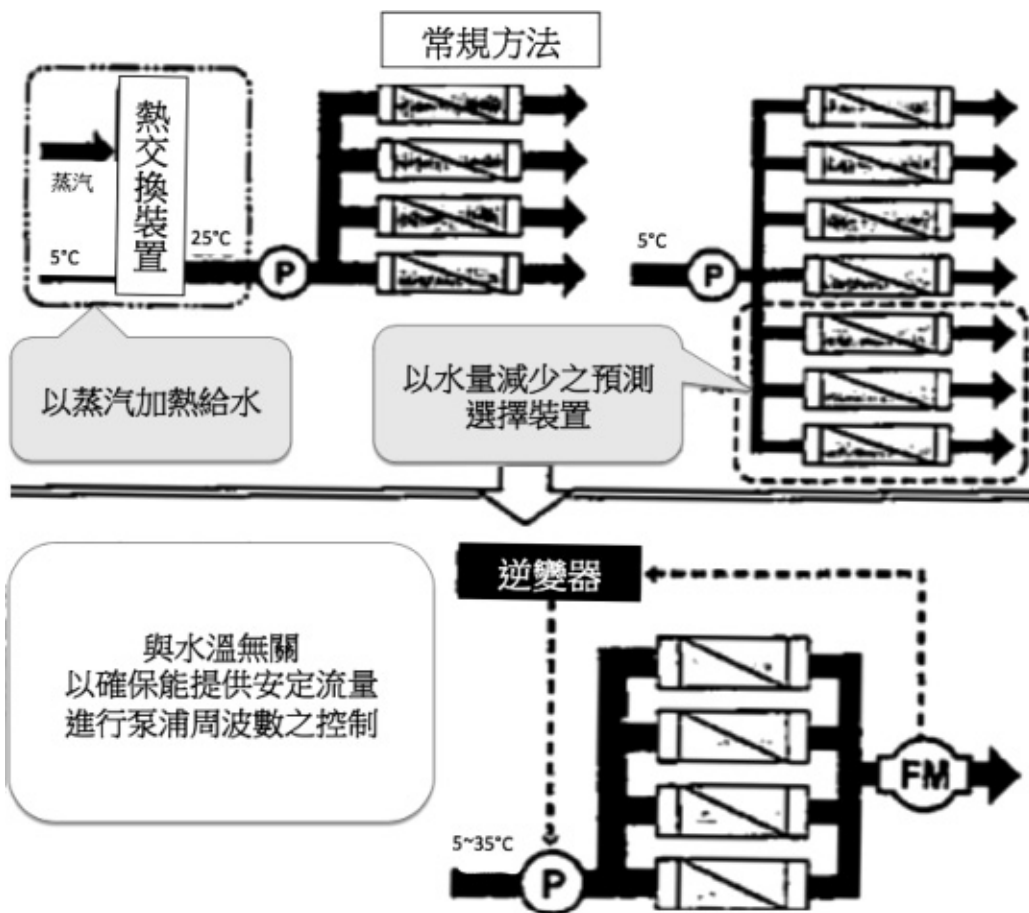


圖 5 定流量控制運轉之節能

(二) 給水壓力控制所得節能效果 (圖 6)

過去的 RO 裝置是將原水壓力進行減壓，必須以一定的壓力進行補水；因應其運轉條件，利用自動調節給水壓力的方式，能壓低 RO 裝置幫浦的消費電力。

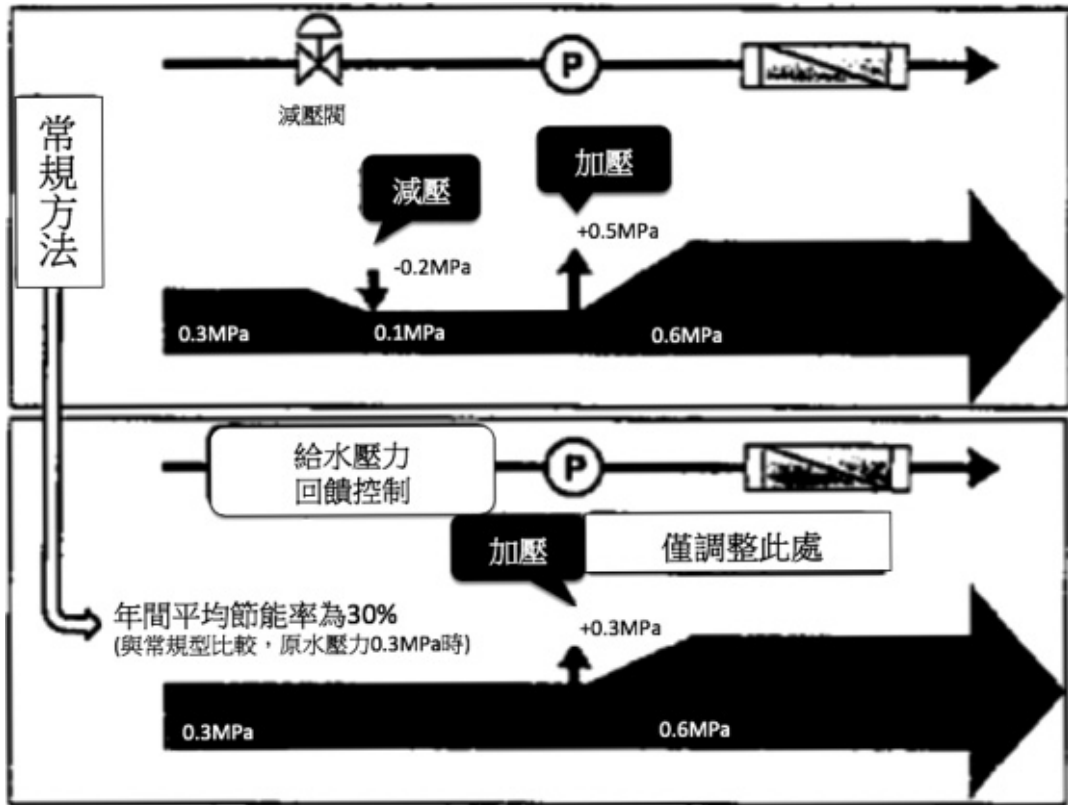


圖 6 給水壓力控制之節能

(三) 控制自動回收率所得之節水效果 (圖 7)

提高 RO 裝置的回收率，排水濃度亦隨之上升，使得產生水垢造成膜塞住的風險增加。RO 裝置的前段使用軟化裝置可提高回收率，但軟化裝置無法處理的二氧化矽才是決定回收率的主要因素。由於二氧化矽有在水溫低時溶解度下降的特性，為了防止膜堵塞，假設水溫低時，於安全側決定回收率，水溫升高時會產生無法使用的濃縮排水，因應水溫變化調整 RO 裝置的容許回收率，隨著回收率進行多段式的回收，可得到高的節水效果。

六、小結

本文中介紹利用 RO 設備作為鍋爐系統節能的一個方法，並說明計算成本效益的重點。考量綜合的成本效益，控制在產生成本優勢的範圍內，依據條件能將投資回收的案例也逐漸增加。

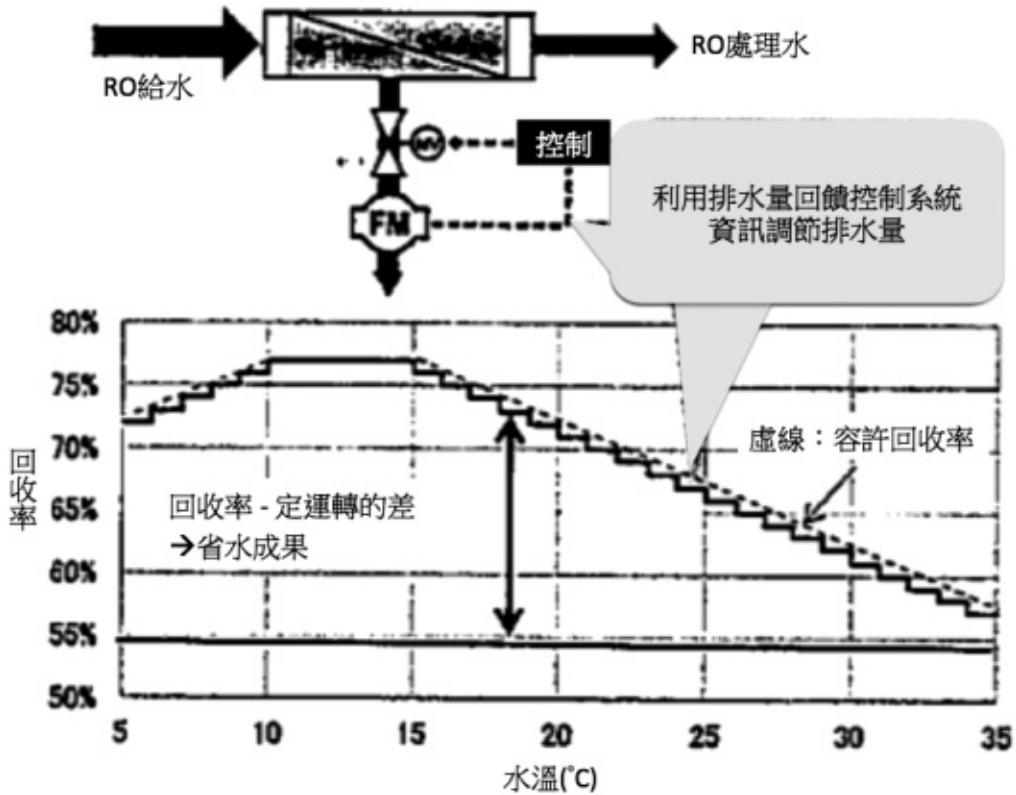


圖 7 自動回收率控制之省水

別讓您的權利睡著了！
 新購鍋爐時，別忘了
 委託本會作鍋爐"燃燒效率"
 及"蒸汽乾度"檢測

本會技術服務項目

- 外銷鍋爐、壓力容器、熔接、構造檢查。
- 小型鍋爐、小型壓力容器構造檢查及定期自動檢查。
- 鍋爐燃燒效率及蒸汽乾度檢測。
- 中國特種設備－鍋爐、壓力容器等相關法規、標準諮詢。



聯絡人：林佳慶 專員 0937-750800

燃煤鍋爐脫硫技術的應用

摘自 中國特種設備安全第 25 卷第 5 期

《國民經濟和社會發展第十一個五年規劃綱要》明確提出“十一五”時期二氧化硫排放總量比“十五”末要減少 10%，這是必須完成的約束性指標。熱電工業是二氧化硫排放的主要行業，超過全國二氧化硫排放總量的 50%。

為解決日趨嚴重的環境污染問題，江蘇省政府早在 2005 年 6 月份就已發出通知，要求全省燃煤電廠煙氣脫硫限期治理。至 2007 年 12 月逾期未完成限期治理任務的燃煤電廠，環保部門將依法給予處罰，甚至關停。“節能減排全民行動”也已經於 2007 年 9 月 1 日開始全面啓動，因此針對企業的節能減排工作事在必行。而作為燃煤電廠減排則是關鍵難點，只有加大煙氣脫硫技術的改造力度，認真按照環保部門相關指標進行達標排放。

筆者單位是一個專為化工生產供汽供電的小型自備熱電廠。老廠區有 4 台 35t/h 次高壓鏈條爐排式鍋爐，並配套有 2 台 3MW 背壓式發電機組、1 台 6MW 抽汽式汽輪發電機組和 1 台 5MW 後置式純凝機組。新廠區有 2 台 75t/h 次高壓循環流化床鍋爐，和 1 台 12MW 抽汽式汽輪發電機組。2 個廠區所採用的脫硫裝置因鍋爐型號的不同而有所區別。

一、使用過的脫硫裝置

(一)水膜除塵脫硫裝置

老廠區的 4 台 35t/h 鏈條爐，煙氣除塵脫硫設備選用的是煙氣水膜除塵脫硫裝置。其工藝流程如圖 1 所示：

由於筆者單位為化工企業，所以有很多廢鹼液，因此採用了這種除塵脫硫裝置，利用水泵將 pH 值大於 8 的鹼液通過噴淋裝置噴入塔內，煙氣中的硫化物與水反應後形成酸性物

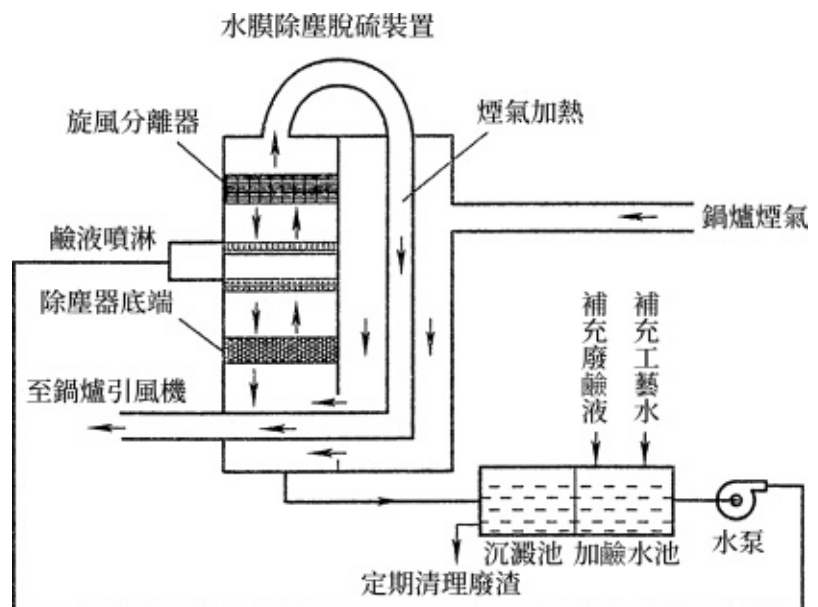


圖 1 水膜除塵脫硫裝置流程示意圖

質，再與噴淋裝置噴出的鹼霧發生中和反應，經過氣水旋風分離器，返回到吸收塔底部並流入到沉澱池中進行沉澱。分離出的煙氣由於與鹼液接觸，溫度偏低，濕度較大，為保證煙氣排放後不形成酸霧，便利用鍋爐出口熱煙氣進行加熱，從而達到抬高煙溫的目的，減少了對引風機葉輪和煙道的腐蝕。

這種水膜除塵脫硫裝置的缺點是：

1. 煙氣中含水，使得煙氣中小量的灰塵積附到引風機葉輪上。時間一長就會影響引風機的正常運行。因此需要定期清理引風機葉輪和煙道內的積灰。
2. 沉澱池內的廢渣中除了含有硫酸鈣等物質外還含有大量的污泥，其綜合利用性不高，需專門場所堆放。

(二) 爐內添加石灰石脫硫工藝

新廠區共有 2 台 75t/h 次高壓循環流化床鍋爐，由於循環流化床鍋爐的燃燒特性，正常運行時，爐膛內的床料燃燒溫度一般可控制在 900℃ 以下，所以基本限制了氮氧化物的形成。並且在這種溫度下，碳酸鈣可以分解生成氧化鈣和二氧化碳。而生成的氧化鈣可以直接與硫氧化物發生反應，生成固態中性物質，可通過排渣和除塵方式排出。所以這種型號的鍋爐一般采用的是爐內添加石灰石的方式進行脫硫，其工藝流程如圖 2 所示。

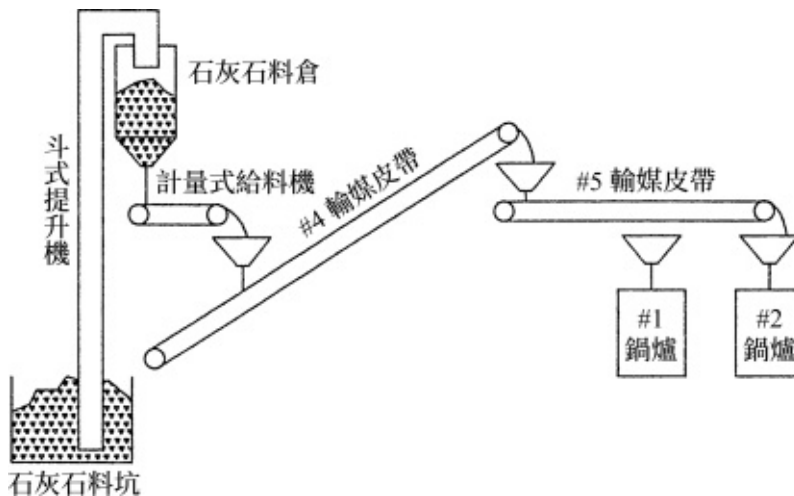


圖 2 爐內添加石灰石脫硫工藝流程示意圖

添加石灰石前必須先對所使用的煤種進行分析，根據煤種含硫量以及鍋爐生產廠家提供的鈣硫比，通過以下公式計算出石灰石的添加量，在給鍋爐輸煤的同時向煤中添加該數量的石灰石，來達到脫硫目的。

$$G_{\text{石灰石}} = \frac{\frac{S\% \times M}{32} \times R_{\text{Ca/S}} \times 56}{52.5\%}$$

整理簡化後，公式如下：

$$G_{\text{石灰石}} = \frac{S \times M}{12}$$

式中：G_{石灰石} —— 石灰石添加量；

S% —— 煤中硫的百分含量；

M —— 鍋爐用煤量；

R_{Ca/s} —— 鈣硫比，取 2.5 進行計算；

32 —— 硫的摩爾質量；

56 —— CaO 的摩爾質量；

52.5% —— 石灰石中氧化鈣的含量

爐內添加石灰石方法脫硫優點明顯：

1. 煙氣的溫度可以保證，煙氣中不會帶水，引風機葉輪、葉殼內幾乎沒有積灰產生，延長了引風機葉輪的使用壽命；
2. 床溫控制在 900℃ 以下脫硫效果明顯，並且能達到環保部門的要求；
3. 脫硫裝置投資成本低。

量然這種脫硫方法優點很多，但也有缺點：

1. 需長期採購石灰石，並且生成的硫酸鈣不能被利用，生產成本增加；
2. 爐內加入石灰石後，分解需吸收熱量，造成鍋爐熱效率降低，耗煤量增加；
3. 由於添加石灰石的量是根據取樣煤分析計算得來，因此煙氣含硫量會隨煤種變化而上下波動；
4. 通過實際遠行時發現，當鍋爐達到額定負荷時，爐膛溫度超過 900℃，此時已經不利於脫硫反應的進行，為保證煙氣達標排放，必須降低鍋爐運行負荷。這樣一來對熱電廠的生產任務的完成帶來很大壓力；
5. 脫硫效率僅為 75% 左右。

二、采用石灰石/石膏濕法煙氣脫硫工藝

目前，隨著環保要求的不斷提高，為了保證企業在經濟、環保的要求下進行生產，“石灰石/石膏濕法煙氣脫硫技術”受到越來越多熱電企業的歡迎。

系統基本工藝流程簡介

石灰石（石灰）/石膏濕法脫硫工藝系統主要有：煙氣系統、吸收氧化系統、漿液制備系統、石膏脫水

系統、排放系統組成。其基本工藝流程如圖 3 所示。

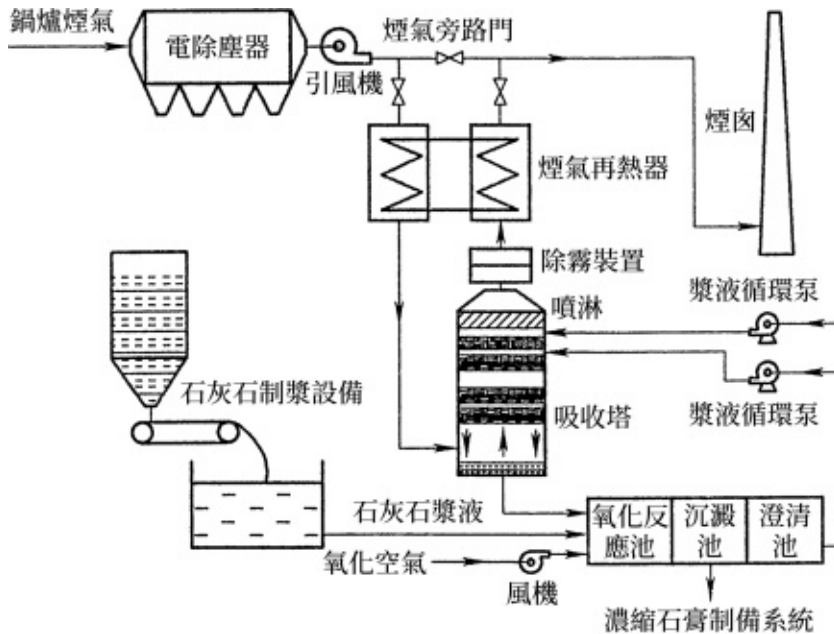


圖 3 石灰石/石膏濕法煙氣脫硫工藝流程圖

鍋爐煙氣經電除塵器除塵後，通過引風機、煙氣再熱器降溫後進入吸收塔。在吸收塔內煙氣向上流動且被向下流動的循環漿液以逆流方式洗滌。循環漿液則通過噴漿層內設置的噴嘴噴射到吸收塔中，以便脫除 SO_2 、 SO_3 、 HCl 和 H_2S ，與此同時在“氧化反應池”的處裡下反應的副產物被導入的空氣氧化為石膏（ $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ），並消耗作為吸收劑的石灰石。循環漿液通過漿液循環泵向上輸送到噴淋層中，通過噴嘴進行霧化，可使氣體和液體得以充分接觸。每令泵通常與其各自的噴淋層相連接，即通常采用單元制。

在吸收塔中，石灰石與二氧化硫反應生成石膏，這部分石膏漿液通過沉澱池和濃縮石膏制備系統制成石膏。

經過淨化處理的煙氣流經兩級除霧器除霧，在此處將清潔煙氣中所攜帶的漿液霧滴去除。同時按特定程序不時地用工藝水對除霧器進行沖洗。進行除霧器沖洗有 2 個目的，一是防止除霧器堵塞，二是沖洗水同時作為補充水，穩定吸收塔液位。

在吸收塔出口，煙氣一般被冷卻到 $46\sim 55^\circ\text{C}$ 左右，此時所含的水蒸汽處於飽和狀態。通過煙氣換熱器將煙氣加熱到 80°C 以上，以提高煙氣的抬升高度和擴散能力。

最後，潔淨的煙氣通過煙道進入煙囪排向大氣。

(一) 脫硫過程主反應

1. $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$ 吸收
2. $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ 中和
3. $\text{CaSO}_3 + 1/2 \text{O}_2 \rightarrow \text{CaSO}_4$ 氟化

4. $\text{CaSO}_3 + 1/2 \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_3 \cdot 1/2 \text{H}_2\text{O}$ 結晶
5. $\text{CaSO}_4 + 2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ 結晶
6. $\text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ pH 控制

同時煙氣中的 HCl、HF 與 CaCO_3 的反應，生成 CaCl_2 或 CaF_2 。吸收塔中的 pH 值通過注入石灰石漿液進行調節與控制，一般 pH 值在 5.5~6.2 之間。

(二) 主要工藝系統涉及的設備及功能

1. 煙氣系統

煙氣系統包括煙道、煙氣擋板、引風機和煙氣再熱器等關鍵設備。吸收塔入口煙道及出口至擋板的煙道，煙氣溫度較低，煙氣含濕量較大，容易對煙道產生腐蝕，需進行防腐處理。

煙氣擋板是脫硫裝置進入和退出運行的重要設備，分為主煙道煙氣擋板和旁路煙氣擋板。前者安裝在脫硫裝置系統的進出口，它一般是由雙層煙氣擋板組成，當關閉主煙道時，雙層煙氣擋板之間連接密封空氣，以保證脫硫裝置系統內的防腐襯膠等不受破壞。旁路擋板安裝在原鍋爐煙道的進出口。當脫硫裝置系統運行時，旁路煙道關閉，這時煙道內連接密封空氣。旁路煙氣擋板設有快開機構，保證在脫硫裝置系統故障時迅速打開旁路煙道，以確保鍋爐的正常運行。

經濕法脫硫後的煙氣從吸收塔出來一般在 46~55℃ 左右，含有飽和水汽、殘餘的 SO_2 、 SO_3 、HCl、HF、 NO_x ，其攜帶的 SO_4^{2-} 、 SO_3^{2-} 、鹽等會結露，如不經過處理直接排放，易形成酸霧，且將影響煙氣的抬升高度和擴散。為此濕法脫硫裝置系統通常配有一套煙氣再熱裝置，利用未脫硫的熱煙氣（一般 130~150℃）去加熱已脫硫的濕煙氣，一般加熱到 80℃ 左右，然後排放，以避免低溫濕煙氣腐蝕煙道、煙囪內壁，並可提高煙氣抬升高度。煙氣再熱器是濕法脫硫工藝的一項重要設備，由於熱端煙氣含硫最高、溫度高，而冷端煙氣溫度低、含水率大，故煙氣再熱器的煙氣進出口均需用耐腐蝕材料，如搪玻璃、柯登鋼等，傳熱區一般用搪瓷鋼。

另外，從電除塵器出來的煙氣溫度高達 130~150℃，因此進入脫硫裝置前要經過煙氣再熱器降溫，避免煙氣溫度過高，損壞吸收塔的防腐材料和除霧器。

2. 吸收系統

吸收系統的主要設備是吸收塔，它是脫硫裝置設備的核心裝置，系統在塔中完成對 SO_2 、 SO_3 等有害氣體的吸收。濕法脫硫吸收塔有許多種結構，如填料塔、湍球塔、噴射鼓泡塔、噴淋塔等等，其中噴淋塔因為具有脫硫效率高、阻力小、適應性、可用率高等優點而得到較廣泛的應用，因而目前噴淋塔是石灰石/石膏濕法煙氣脫硫工藝中的主導塔型。

噴淋層設在吸收塔的中上部，吸收塔漿液循環泵對應各自的噴淋層。每個噴

淋層都是由一系列噴嘴組成，其作用是將循環漿液進行細化噴霧。一個噴淋層包括母管和支管，母管的側向支管成對排列，噴嘴就布置在其中。噴嘴的這種布置安排可使吸收塔斷面上實現均勻的噴淋效果。

吸收塔循環泵將塔內的漿液經過澄清池循環打入噴淋層，為防止沉澱物吸入泵體造成泵的堵塞或損壞及噴嘴的堵塞，循環泵前都裝有網格狀不鏽鋼濾網。單台循環泵故障時，脫硫裝置系統可正常進行，若全部循環泵均停運，脫硫裝置系統將保護停運，煙氣走旁路。

氧化空氣系統是吸收系統內的一個重要部分，氧化空氣的功能是保證吸收塔反應池內生成石膏。氧化空氣注入不充分將會引起石膏結晶的不完善，還可能導致吸收塔內壁的結垢，因此，對該部分的優化設置對提高系統的脫硫效率和石膏的品質顯得尤為重要。

吸收系統還包括除霧器及其沖洗設備，在吸收塔上部還設有二級除霧器，它主要用於分離由煙氣攜帶的液滴，應採用阻燃性材料制成。

3. 石灰石漿液制備系統

漿液制備通常分濕磨制漿與干粉制漿 2 種方式，不同的制漿方式所對應的設備也各不相同。至少包括以下主要設備：磨機（濕磨時用）、粉倉（干粉制漿時用）、漿液箱、攪拌器、漿液輸送泵。漿液制備系統的任務是向吸收系統提供合格的石灰石漿液。通常要求粒度為 90% 小於 325 目。

4. 派縮石膏制備系統（石膏脫水系統）

石膏脫水系統包括水力旋流器和真空皮帶脫水機等關鍵設備。

水力旋流器作為石膏漿液的一級脫水設備，其利用了離心力加速沉澱分離的原理，漿液流切進入水力旋流器的入口，使其產生環形運動。粗大顆粒富集在水力旋流器的周邊，而細小顆粒則富集在中心。已澄清的液體從上部區域溢出（溢流）；而增稠漿液則在底部流出（底流）。

真空皮帶脫水機將已經水力旋流器一級脫水後的石膏漿液進一步脫水至含固率達到 90% 以上。

5. 排放系統

排放系統主要由事故漿池、區域漿池及排放管路組成。

6. 熱工自控系統

為了保證煙氣脫硫效果和煙氣脫硫設備的安全經濟運行，系統可裝備完整的熱工測量、自動調節、控制、保護及熱工信號報警裝置。其自動化水平將使運行人員無需現場人員配合，在控制室內即可實現對煙氣脫硫設備及其附屬系統的啓、停及正常運行工況的監視、控制和調節，系統同時具備異常與事故工況時的報警、連鎖和保護功能。

(三)石灰石／石膏濕法煙氣脫硫技術的特點

1. 脫硫效率高達 95% 以上，有利於地區和電廠奕行總量控制；
2. 技術成熟，設備運行可靠性高（系統可利用率達 98% 以上）；
3. 單塔處理煙氣量大，SO₂ 脫除量大；
4. 適用於任何含硫量的煤種的煙氣脫硫；
5. 對鍋爐負荷變化的適應性強（30% ~ 100% BM-CR）；
6. 設備布置緊湊減少了場地需求；
7. 處理後的煙氣含坐量大大減少；
8. 吸收刻（石灰石）資源豐富，價廉易得；
9. 脫硫副產物（石膏）便於綜合利用，經濟效益顯著。

三、最終經濟可行的方案

綜上所述，石灰石／石膏濕法煙氣脫硫技術，應該是當前解決煙氣脫硫較為可行的技術。值得關注的是，筆者公司工廠新廠區有大量的電石渣廢鹼液，電石渣主要成分就是 Ca(OH)₂，這樣一來，可以直接利用現成的廢鹼液通過鹼液泵噴入吸收塔內，進行脫硫，反應後的廢液再直接返回到電石渣壓濾車間進行處理。由於廢鹼液澄清池和沉澱池原本廠內就有，這樣脫硫裝置投用就不需要再考慮諸如制漿設備、排放系統、石膏制備系統等等，一方面大大降低了初期建設投資成本和運行成本，另一方面又可以達到以廢治廢的目的。可以說是一舉三得。當然在改造煙氣脫硫裝置的同時，也面臨著許多諸如空間位置、煙道走向的難題，具體實行起來，就需要重新設計布置。

〔摘自中國特種設備安全第 25 卷第 5 期〕

徵稿

本雙月刊免費贈閱會員、廠商，發行情 3,000 份。竭誠歡迎各界人士有關鍋爐及壓力容器相關專業技術及最新資訊，踴躍贈稿，請備電子檔及註明真實姓名、通訊地址及聯絡電話，經審核後刊登並贈稿費。（本會 E-mail 註於目錄首頁）

淺談彈簧式安全閥

摘自中國特種設備安全 第 23 卷 第 9 期

安全閥是鍋爐、壓力容器、壓力管道上的重要安全裝置之一，它的安全與否直接關係著設備、生產及人身的安全。據國內外事故統計資料表明，77.9%的事故都是由於安全閥裝置失靈或未能選用適當的裝置而導致發生的。筆者在多年安全閥校驗及運行檢驗實踐中發現，近 50%的用戶在購置、使用、管理彈簧式安全閥等環節上存在著許多盲點、誤解、隱患甚至無知，直接影響及威脅著各用戶的生命和財產安全，亟待警示提醒和改正。

一、彈簧式安全閥

安全閥的主要作用是在鍋爐、壓力容器、受壓設備及連接管路上，當達到最高允許工作壓力時安全閥可靠的開啓；當壓力降至一定值時及時有效的關閉，以保證所用設備安全運行。對它的要求是能準確、適時的開啓，穩定的排放和及時有效的回座關閉。

安全閥分類：按介質、壓力、適用溫度、連接方式、密封副的材料、作用、閥加載形式、動作、開啓高度、有無背後平衡機構、氣體排放方式等可分 10 餘類。彈簧式安全閥就在這 10 餘種之內。

彈簧式安全閥的工作原理是利用螺旋壓縮彈簧以產生外加關閉力，使之關閉件達到必需的密封性。當被保護系統中介質壓力升高時，關閉力也隨之減小。當此關閉力小到一定程度時介質開始穿過閥瓣與閥座封閉面，封閉面形成微小的間隙，進而產生局部洩漏，並由繼續的洩漏而逐步產生成連續的洩漏。隨著介質壓力的進一步升高，閥瓣即脫離閥座向上升起，繼而排放。當介質壓力處於正常工作壓力時，閥瓣在彈簧的作用下，重新關閉，即安全回座。

二、選用和購置中應注意的幾個問題

欲達到設備安全，實現安全閥安全關鍵條件是購買安全閥、使用安全閥的人必須懂專業，守規程，講嚴格，用細心，這樣才能保證安全閥的安全。

選用的安全閥必須能在額定的壓差內排放出鍋爐、壓力容器內的超壓介質。不受鍋爐、壓力系統內的溫度、壓力、介質相態的影響，以保證用閥設備的安全運行。實際檢驗中發現許多購買者，甚至操作者對安全閥的性能認識不足，認為買 2 個安上即可，誤認為有了安全閥的鍋爐、壓力容器就可以放心使用，就可以保證安全運行了，就可以高枕無憂了，結果是險象環生出很多問題。

(一)介質是氣體的鍋爐卻購置微啓式安全閥

鍋爐裡的蒸汽是可壓縮氣體，當氣體超過正常工作額定壓力，漸漸達到開啓壓力（整定壓力）時，全啓式安全閥便會適時的全部開啓，大量的蒸汽便會從全部開啓的安全閥排放口噴發出去。當壓力降到一定的壓力值時又能適時關閉，以保證鍋爐的正常運行。這裡的正常開啓，是以安全閥質量性能百分之百合格為基礎的，是以設備配套符合要求為前提的。而有的單位卻不按規程辦事，購置的卻是微啓式安全閥。這樣當鍋爐內蒸汽超壓安全閥開啓排汽時，卻只能開啓 1/40~1/20，使鍋爐內的超壓蒸汽不能迅速及時的外排，導致壓力不能及時的降低而造成鍋爐受壓部件長時間的超壓，形成閥口盤根漏水、排放噪音較大、時間又長，成為安全生產的隱患。

校驗中還發現有的鍋爐生產廠家，在使用戶買鍋爐時隨意配置安全閥給用戶埋下了禍根。結果在日常的校驗和使用中造成了很多不必要的麻煩。

(二)蒸汽鍋爐購置封閉式安全閥和沒有手把的安全閥

正因為用戶認為鍋爐上有安全閥就安全了，所以個別的蒸汽鍋爐所購置的都是封閉式安全閥，使鍋爐在運行時高溫的閥內彈簧不能及時很好的散熱，造成整定後的壓力失準。（《蒸汽鍋爐安全技術監察規程》曾提出安全閥的校驗一般應在鍋爐運行狀態下進行，有的資料上曾提出要在冷態整定壓力後的安全閥上加係數）。加之又沒有手把、安全閥不能人為的定期起動使閥瓣和閥座粘連鏽死，形成嚴重的安全隱患。

(三)購置不適用的安全閥

用戶在購置安全閥時對各類安全閥的參數不清。如鍋爐使用工作壓力是 0.7MPa，可買回來的安全閥參數是 0.3~0.7MPa 的，當整定校驗時調到 0.7MPa 就沒餘地了，一旦用上此閥就產生頻跳的顫振。

(四)安全閥帽拆卸困難

外螺紋安全閥（如 A27H-10T），固定閥帽的都是 M8、M6、且十字頭或一字頭的螺絲，每次校驗拆卸必須用改錐進行。但因安全閥所處環境不好，受水、溫度、濕度、灰塵的影響，固定閥帽的螺絲經常鏽死擰不動而無法拆卸；還有是 M5 的沉頭開口螺絲頭和閥帽一平，所刷油漆又過多就是新閥也會把螺絲擰變了形，最後只好擴孔重新攻螺紋，給校驗工作帶來極大的不便。

綜上所述，安全閥在廠家生產、購買或選用開始，就應該十分注意，一定要購買符合規定的、正規產品，為日後安全生產提供最基本必要的條件。

三、安裝使用中存在的問題

(一)安全閥安裝的不合理

1. 安全閥在安裝時按要求都裝有泄放管（排汽管），並裝接到安全地點。可有的安

全閥雖然接有泄放管，但坡向裝反，安全閥的出口處大大的低於泄放管的出口處，造成安全閥泄放後剩水倒流，積存在安全閥裡面（安全閥排汽管底部雖設有疏水管但無人開排）。由於安全閥的動作次數少，致使水在閥內長時間積存，造成導向套和應活動的閥芯及閥杆嚴重鏽蝕，輕者失靈，重者完全鏽死不能使用。

2. 2 個安全閥共用 1 個泄放管（排汽管）進行泄放。1 台鍋爐上的 2 個安全閥在校驗整定壓力按《蒸汽鍋爐安全技術監察規程》和《熱水鍋爐安全技術監察規程》的要求整定的數值是不一樣的。當 1 個超壓起跳後而另外 1 個在壓力不增加時會靜止不動的，起跳的安全閥會噴出大量的汽水。汽水衝向不起跳的安全閥閥芯之上形成背壓，久而久之那只不起跳的安全閥就會產生 1) 的問題。
3. 安全閥泄放管沒有被固定。安全閥在超壓起跳後，高速的汽水在泄放管往外噴發時會產生很大的摩擦阻力，使沒有固定裝置的泄放管振動、顫振、久而久之易出現問題。
4. 安全閥的泄放管（排汽管）與安全閥連接是用活接連接的。用戶為了拆卸方便，使用活接來連接閥與管。這樣由於長久的熱脹冷縮以及排放時產生管向前拉力使活接經常滴水，特別是坡向接反了的，滴水更多，造成鍋筒及爐包皮會產生不同程度的腐蝕。

(二) 外界因素

燃料多樣性對安全閥也有著一定不可忽視的影響。有許多使用鍋爐的單位，所用燃料是鋸末、刨花、稻殼、木材邊角料、沙光粉等，這些燃料產生的粉塵極大。長時間的運行使大量的粉塵進入了安全閥的彈簧座內。由於粉塵大，鍋爐房內經常用水來沖刷爐上及室內所掛的灰塵，這樣水極易衝進安全閥的簧座中。而簧座中已積灰，再進水，就會對彈簧產生致命的影響，如：嚴重的腐蝕，彈簧螺紋之間產生硬塊影響起跳，影響安全閥性能的發揮。

(三) 使用中的安全閥密封面不嚴

鍋爐上使用中的安全閥按要求都經過質監部門批准，由有資質的檢驗部門校驗過的。起跳後能立即回座封閉嚴密的。可有些安全閥在起跳後，由於多種原因產生不嚴密而漏水漏氣，使閥芯和閥座的密封面上都有不同程度的磨損和鏽蝕，以致於不能研磨而報廢。

(四) 操作鍋爐的司爐人員失職

有些責任心不強的司爐工經常造成高水位和滿水事故。使沒有經過水處理而進入鍋筒裡的水所含雜質粘掛在閥芯與閥座上，又沒有按規程進行人為搬動安全閥手把進行定期試動，致使閥芯和閥座粘連，超壓時也不能起跳，產生了極大的不安全因素。

(五) 安全閥調節圈失靈

由於安全閥長期使用，回座壓力也一直不變。所以調節圈一直處於不動狀態，時

間一久，便和閥座粘鏽到一塊，形成一體了。想調節怎麼也擰不動了。雖然有些是不同材質的，但還是想盡辦法也擰不下來了，因而影響了回座壓力的調整和無法研磨。

(六)搬運安全閥時方法不當

有些搬運人員在搬運閥時，為了方便省力，便經常地提拎安全閥的手把，結果使新安全閥和校驗合格的安全閥的閥芯和閥座的密封面上微開，進去了灰塵或雜質粘到密封面上，當此閥安裝在爐上後就會產生不嚴現象結果回來重新校驗。

(七)運行中的故障

運行中的熱水鍋爐由於各種原因有時產生汽化。在啓動循環水泵前又沒有及時排汽造成啓動循環水泵時安全閥起跳，產生汽水齊出、使水中的一些雜質停掛在安全閥的密封面上而產生不嚴的後果。

(八)安裝不合理

有些單位為了使安全閥的泄放管在安全閥起跳時，裡面的汽水能流到安全地點，便人為的把泄放管接到了鍋爐的排污管上，這樣就造成了安全閥起跳後回座不嚴或其他原因產生的滴漏現象而不易察覺，久而久之就形成了密封面的磨損、腐蝕、報廢。

四、管理

(一)司爐工違反操作規程

按要求，熱水鍋爐應該執行低溫長送或水溫在不超過 80~90℃時要啓動循環水泵進行熱水循環防止爐水汽化，但個別司爐工是“一鍋一送”，等水溫達到了 95℃以上才送水（又不排汽）。這樣就容易產生水擊現象，造成螺紋、法蘭處漏水，安全閥起跳，使密封面夾雜了異物造成不嚴而漏水的問題。

(二)人為不起動安全閥

蒸汽鍋爐按要求應在 70%的工作壓力下，人為進行手動排放，防止安全閥座芯粘連，個別單位怕浪費燃料，又怕搬動後回座不嚴影響生產而不去搬動。結果使安全閥粘住，超壓時也不起跳而產生不安全隱患。

(三)減少恢復工序

個別單位安全閥校驗回來後，將原有的安全閥排放管不再接在安全閥的出口上，特別是熱水鍋爐一旦汽化或異物堵塞在安全閥起跳時會出水傷人，發生事故。

(四)領導的錯誤決定

正在使用的安全閥已經產生了滴漏現象，可個別領導卻說沒事掉以輕心，或說堅持一個階段一塊停爐時再說，結果越漏越厲害最後導致安全閥報廢。要想人身設備都安全，必須有安全思想，尤其是領導的安全理念更重要。有了安全第一的思想，再加上有安全設備，我們才能達到安全生產，安全生活的目的。