

特種機械設備安全

SAFETY OF SPECIAL MACHINE AND EQUIPMENT

1991-5 創刊 2020-02 出刊

雙月刊 第64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 40857 南屯區南屯路二段 290 號 12 樓之 1

電話 (04) 2475-1232

傳真 (04) 2475-1208

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

潔康企業有限公司
大震企業股份有限公司
三浦鍋爐股份有限公司
台灣紳藝實業有限公司
岱洋股份有限公司
大井泵浦工業股份有限公司
台灣大吳股份有限公司
金瑛發機械工業股份有限公司
天鴻興業股份有限公司
興志五金企業有限公司
東立鐵工廠有限公司
申昌機械股份有限公司
志豪工業有限公司
崑鼎企業有限公司
吾豐機電廠股份有限公司
原鈦峰工業有限公司
奧林集團有限公司
辰鼎企業有限公司
增大股份有限公司
宏榮鋼瓶股份有限公司
霖興機械工業股份有限公司
正熊機械股份有限公司
國方化工科技股份有限公司
能光興業股份有限公司

目錄

CONTENTS

會務訊息

★日本沖繩員工旅遊 2

技術報導

★鍋爐之運轉與保養技術 3

★日本平成 30 年特級鍋爐技術士試驗
問題及解答 21

訓練訊息

★本會舉辦各項訓練日程表

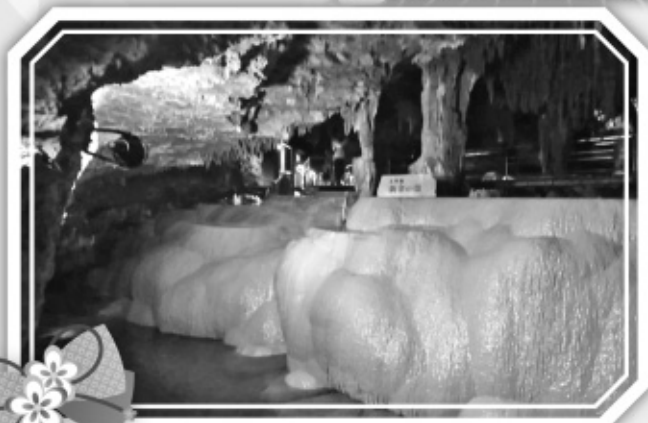
台中職業訓練中心 31

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

日本沖繩員工旅遊 2019.12



▲ 玉泉洞



▲ 名護自然動植物園



美麗海水族館



識名園 ▲▶



鍋爐之運轉與保養技術

薛進來

鍋爐是一種藉燃料燃燒所產生的熱，傳入於水中，而使水產生蒸汽的裝置。鍋爐的種類很多，且其檢修維護方法也不一樣，要一一舉出，實在不可能的。每一座鍋爐需要特別注意的地方，製造廠家都備有詳細的說明書和手冊可供參考。

一般鍋爐產生的蒸汽大多使用於製程工場的加熱過程，也有的以作動流體的型態，在發電廠的汽輪機上使用，另有的工廠在其他用途上使用。大致發電用鍋爐，小至暖房上使用的熱水鍋爐，可以說到處使用，甚為普遍的。因此鍋爐之運轉狀況在今日經濟上的地位有舉足輕重的，而不可忽視。

鍋爐運轉人員必須注意的重點如下：

1. 安全性；
2. 長期安定運轉；
3. 高效率運轉及有效熱能使用；
4. 公害防止；

大部分的鍋爐都維持在高效率運轉，這個效率也是嚴格的公害管制下，經過性能測試合格的。鍋爐之所以能夠幾乎無非預定停機作業，平時能夠長期間維持穩定安全可靠連續運轉，主要是這些鍋爐及其附屬設備機器都是依照使用目的，經過周密的設計、細心的安裝和運轉維護的結果。鍋爐運轉維護的要點，除了要將有礙運轉的異常狀況消除，防患事故於未燃之外，並且要以最少的燃料產生最多的蒸汽。

至於鍋爐的運轉則關係到燃料之燃燒和蒸汽之產生，其現象和過程與構成鍋爐的主要設備之間有相互關係，如果在安全上有所疏忽時就會變成危險狀態。燃料、空氣合夥原是爐膛發生燃燒的三要素，因此如果燃料和空氣的混合比或者式點火的時間上有所不當時，爐膛就會發生爆炸的危險。

爐膛開始燃燒後，鍋爐在產生蒸汽的同時，爐水內將積蓄熱能，此熱能產生的過程，如果在極快速的情況下進行，則會危害到壓力容器部分（Pressure parts）的危險，但鍋爐要是使用得當，也絕不是危險之物；只要依照鍋爐運轉有關的種種基本原則，使各部分維持在規定極限值內或條件下運轉，則可確保長期安全可靠的連續運轉。至於運轉有關的事，只要把構成鍋爐的主要設備機器，施以定期性之檢查和修護，鍋爐的運轉和維護實有密不可分的關係，想要避免無謂的檢修，防患事故於未然，則必須要有施行預防保養的觀念。

一、鍋爐運轉維護人員應有的觀念

大凡鍋爐為某一特定目的而設計製造，鍋爐之飼水溫度與產生蒸汽的壓力、溫度及流量都設計一定的，如果超過設計值運轉鍋爐，則其壽命必會相對地減短。

新裝鍋爐及其附屬設備機器之初次運轉，不可交予對該項設備機器毫無經驗的人擔任，很多機器的損壞和故障都是緣起於初期運轉時所做不當的運轉和處理而發生的。有關風車、泵浦及燃燒裝置之試車，或鍋爐補水、煮爐、安全閥試驗等初期試運轉之階段，必須交付予對相關機器之安全運轉具有認識和經驗的正式技術人員來擔任。鍋爐之調整與試運轉作業是設備製品之設計、製作、安裝的最終一項工事，其作業之適當與否，將直接影響全機組之好壞，因此，周密的計劃和符合滿足機器的條件下的進行工事為最重要的一環。各試運轉人員對於所擔任機器之檢點，必須由擔任者親自工作，如無法親自去做，也要請可靠的人代理。

鍋爐一旦啓用，就必須經常保持正確的紀錄，並設定初期運轉之基準值，依此基準供作日後判斷機器運轉是否良好的判斷基準，此項操作數據的差距之調整和修正，往往可以逐漸減除或避免重大事故之發生，運轉紀錄應妥善予以保存，已留存日後類似運轉之參考和比較。

機組商業運轉前之初期調整和試運轉階段為訓練運轉人員之最適切的時期，所有運轉人員必須訓練成能使機器發揮全部的功能，包含人員和設備機器的安全責任。鍋爐之初期調整和試運轉期間，控制和連鎖正在調整中，運轉步驟即將建立之時期，以及為機組的性能和能力之確定而實施初期的試驗，此時其所獲得的知識與經驗，對於將來此機組的運轉維護者具有重要的意義。但機器之調整試運轉作業非預演性質，實是一種本分的正規作業，因此，有必要由富有責任感人員的指揮控管。

鍋爐運轉人員之訓練最好在現場實際操作，在鍋爐朝向大型化與自動化的現代，即使在調整試運轉階段，其實運轉人員鮮有機會直接介入操作；又從運轉操作一端來看，也不無種種限制，在時機上則因機會較少且需要長期間之鍋爐啓動與停止之操作，以及遭遇不到異常狀況的操作實習訓練等，在短時間內又不可能作多次的反復訓練；因此，依賴短短的時機訓練，欲求實習技術能有豐富的經驗是非常困難的。近年來已有人開發成功的火力發電廠及汽電廠之模擬操作盤，此種模擬操作盤之靈活運用，確實對於鍋爐運轉人員之訓練有所幫助，但還是以實機操作的經驗為最實際的技術訓練。

鍋爐為個案訂製的典型大型機器製品，但由於技術的進步、經濟社會的變化以及環境保護的需求等影響和衝擊，經常面臨新的困難問題。最近由於國際能源供需的變化，以及我國電力之需求不斷地增多，火力發電用鍋爐不得不由基載運轉改為中負載運用的變壓運轉鍋爐，原來全部燃燒重油的鍋爐變為以燃煤為主的鍋爐；最近尚有發展以煤炭混合可燃廢棄物例如石油焦或廢輪胎或產業廢棄物等種種燃料之鍋爐；有些地區縣政府環保局為了空氣污染削減計劃，嚴格要求新建汽電共生鍋爐之排氣含有SO_x

及 NO_x 的濃度都必須控制在 50PPM 以下。因此，鍋爐運轉維護人員除了學習基本的一般技術以外，尚經常注意力投向新製品與新技術。

二、新裝鍋爐的調整與試運轉

新裝鍋爐或經過修理，或未改善而長期停用之鍋爐，在進入運轉時，應實施有系統的動手處理（Approach），其步驟因不同鍋爐而異，不管那一種鍋爐都需要一些處理步驟（Step）如下：

- (一)調整試運轉之準備和檢查作業；
- (二)水壓試驗；
- (三)儀器和控制系統之校正與調整；
- (四)輔機之試運轉；
- (五)鍋爐壓力容器水側之淨度確保及化學清洗；
- (六)鍋爐餵煮與升壓試驗；
- (七)沖放（Blowing out）；
- (八)安全閥試驗。

鍋爐之調整試運轉為設計、製造、安裝的最終目的工程，上述各項工作範圍包含甚廣，並非少數若干人所能夠進行的，而必須由一群相關技術人員的密切合作，方可逐項奏功。因此，必須先將鍋爐之調整試運轉的操作手冊編輯，與相關人員溝通工作，劃分責任範圍，並訂定明確的工期計劃，有系統的進行此工事。

(一)調整試運轉之準備和檢查作業

調整試運轉前之檢查目的是要確認所製造的鍋爐及其附屬設備的狀況，透過此項工作，讓調整試運轉之工作人員都了解狀況。

(二)水壓試驗

凡鍋爐新裝或檢修完成後，壓力容器部分必須進行設計壓力 1.5 倍高之水壓試驗，當水壓到達規定值後需維持一定時間，並檢查各部有無洩漏和異狀，水壓試驗之方法因各廠之條件和設施而異，應就其個別的情況條件下檢討，一般必須注意的事項如下：

1. 為防止安全閥在水壓試驗時開啓漏水，必須先將安全閥用夾子予以夾住，或將安全閥拆下用盲板封住，夾子之安裝或拆除期間應在安全閥設定值之 80~90% 範圍，而且在安裝或拆除期間不要讓壓力變動，如此保護安全閥之閥座和防止加諸於閥桿承受過大的壓力，水壓試驗完成後及鍋爐啓機前，必須將所有盲板或夾子予以悉數拆除。

2. 新裝鍋爐之水壓試驗通常在鍋爐初次打水時施行，因此，為防止鍋爐內面污染及銹蝕，需要使用高純度的飼水，鍋爐打水原則尚需將鍋爐之節熱器、鍋爐本體、過熱器及再熱器等依序進行補水，並避免自鍋爐上下兩方打水；如果上下同時打水，則爐內將積存或混入空氣，當爐內殘留空氣時，將難以提昇水壓來實施水壓試驗。因此，鍋爐打水前必須將其所有逸氣閥打開，當在進行打水時可將爐內空氣全部驅除，要一直打水到爐水自所有逸氣閥溢出清晰的良水為止，並確認爐內空氣已全部驅除後，關閉所有逸氣閥，然後開始進行水壓試驗。
3. 鍋爐打水和水壓試驗所用之水質當然是使用鍋爐飼水規格的純水或超純水，必須取樣分析以確認其水質合格。
4. 鍋爐之過熱器和再熱器等未設有洩水之部分設備，為顧及從水壓試驗到試車點火期間之保存，必須採用填加聯胺（ N_2H_4 ）約 500 ~ 1,000PPM 處理水打入鍋爐內；其他水壓試驗可以完全洩放存水之部分，則需採用填加聯胺（ N_2H_4 ）約 10 ~ 20PPM 處理水即可。
5. 水壓上來以後，要徐徐加以提昇壓力，釋壓時亦需徐徐降之。
6. 水壓試驗之水的溫度不可過低，以免壓力容器部分之週遭空氣露化凝結於其表面，而影響對檢漏之判斷；但是如果水溫太高，則自壓力容器部分洩漏出來的水，將有因閃沸而變成水蒸氣之虞，且以手觸檢查較為困難；因此，水壓試驗之水溫必須在適當的範圍。

(三)儀器控制裝置之調整

1. 自然循環鍋爐至少需要裝有壓力計和水位計之儀表，以檢知鍋爐內蒸汽之壓力和水位，這是鍋爐安全運轉所必備的器具；如果鍋爐設有過熱器和再熱器之場合，則尚需裝置溫度計；貫流式鍋爐則壓力計和溫度計都需要的。
2. 鍋爐需求之飼水或產出的蒸汽，以及運轉需要之燃料和空氣，這些流量的多寡在管理上相當重要，因此，必須裝置這些流體之流量計。
3. 鍋爐之燃料與空氣燃燒前後之各段風道、爐膛及煙道等必須裝置風壓計和溫度計。
4. 鍋爐運轉中所有的儀器之指示必須管制在其設計值內，因此，所有儀器都需要極高的準確性，這些儀器尚未校正達到正確前，鍋爐就不能運轉，此外，儀表校正的精確度也要適當，所有運轉的情況才可掌握在適可範圍內。
5. 大多數鍋爐裝有自動控制設備和安全保護裝置，自動控制的方法視控制目的而略分為兩類，一為鍋爐自動啓機和停止採用程序控制方式（Sequence control）；另一為鍋爐運轉中採用迴饋（Feed back）信號或迴授信號來控制；近來一些高溫高壓的大型鍋爐採用分散式微電腦控制系統，這些自動控制設備和安全保護裝置的所有動作，在未測試確認可用前，不可冒然使鍋爐置入自動操作。

(四) 輔機之試運轉

鍋爐之輔機包含所有構成鍋爐之輔助設備機器 (Auxiliary component)，這些機器性能之優劣，直接影響鍋爐之性能；鍋爐之輔機有供給鍋爐燃料用空氣的送風機及引風機、供給鍋爐飼水之泵浦、供給鍋爐燃料之設施及燃燒設備、燃燒前空氣與燃燒後燃氣熱交換之空氣預熱器等，這些輔助設備必須在鍋爐試運轉前全部先行試運轉，並確認其性能良好。

在進行輔助設備試運轉過程，應特別注意安全事項，須有充分的準備和檢查，並注意輔助設備之周圍環境的清理，如果輔機吸入灰塵，有時也會造成性能劣化之原因。

連鎖控制之安全保護裝置必須徹底測試及確認之，如果有部分安全裝置被解除時，需要紀錄其內容及注意事項，並通知相關試車人員知悉；尤其是蒸汽或儀表空氣之根閥 (Root valve) 的開啓，或電源之投入 (送電) 時，都應事先考慮到設備和人員的安全；鍋爐之安裝過程是錯綜複雜的情況在所難免，必須明確訂定試運轉人員之分配體制及指揮系統，並在試車現場豎立「閒人莫進」或「禁止入內」等禁止或標示牌，預防因送電或送氣之誤操作而引起一些電氣或儀表的錯誤事故發生。

輔助設備在試車前，先進行啓動前檢查和瞬間試轉動作，然後再進行正式的試運轉，輔助設備之試運轉原則，一般由無負荷徐徐加載升高至全負荷運轉，也要注意泵浦有最小流量之限制，必須遵照其特有設計性能進行試運轉；最高運轉數據的上限查證，儘可能包括流量和電流，依據所測得的數據而決定予以抑制在安全範圍內。

採用可燃氣體 (LPG 或 LNG) 的設備，起先不可以實用氣體來試驗，應以蒸汽或氮氣等氣體來試驗及確認合格後，才進行採實用氣體試驗較妥。

於試運轉中或試運轉結果，如果發現有不合理的狀況時，不要遷就此事實，應立即與相關人員接洽檢討，並採取適當的處理。

(五) 確保鍋爐水側之淨度及化學清洗

鍋爐之爐膛的水冷壁為構成爐膛和產生蒸汽的主要部分，也是鍋爐受熱最嚴厲的部分，為了使鍋爐能夠在啓動及全負荷運轉範圍內，維持長期安全可靠的連續運轉，使水冷壁管充分發揮其冷卻的作用，必須保持水冷壁之清淨，這對於現代追求高運轉率及高性能的高溫高壓鍋爐是非常重要的。

鍋爐之爐管水側發生髒污，會導致爐管設備發生事故；附著於管內的油污、牛油及防銹漆等，在鍋爐內燒焦而妨礙熱傳導，會使爐管發生過熱而破管；自然循環式鍋爐在汽鼓形成泡沫 (Foaming)，引起汽水共騰 (Carry over)，會影響汽鼓水位之正確指示，且爐水中所含固形物會隨蒸汽夾帶出去，尤其是二氧化矽 (Silica) 在蒸汽中具有高溶解度，容易附著於過熱器管子內及汽輪機之葉片上形成結垢，產生損傷。

為防止此類損害之發生，首要將鍋爐飼水管路及爐管內部的雜物予以沖洗（Flushing），新裝鍋爐在水壓試驗階段，初次打水時就必須採用高純度的水，並保持爐管內清淨。自然循環式鍋爐在飼水系統加入 5 ~ 10PPM 之聯胺（ N_2H_4 ），沖洗後進行煮爐過程（Boiling out），以去除附著於爐管內的油污、牛油及防銹漆等；煮爐時，爐內需要加入 200PPM 之氨水或碳酸鈉、苛性鹼、三磷酸鈉、亞硫酸鈉等以進行鹼煮程序。無論採用何種化學藥物來進行鹼煮，煮爐壓力升上 10Kg/Cm²G 時，維持 5 ~ 6 小時，排放爐水以去除上述油脂類；為有效地沖洗，最好將鍋爐系統劃分為數個區域，分區個別沖洗；沖洗結果可自爐管的排水之濁度窺知，普通濁度在 3 ~ 5PPM 即可判為良好。使用溫水沖洗亦有相當效果，採用高流量大沖放，亦可提升沖洗的效果。貫流式鍋爐及廢熱鍋爐（HRSG）也必須比照上述方法處理，這些煮爐及沖洗過程必須在鍋爐進入運轉前得實施完成的。

煮爐和沖洗工作完畢後，鍋爐和飼水管路內面將殘餘附著一層氧化鐵和微細鐵銹垢之腐蝕性生成物，會妨礙熱傳導，尤其在高熱負荷區之水冷壁內面最容易附著。新裝鍋爐在試運轉至全負荷運轉期間，容易形成多細孔狀的所謂軟質鐵銹垢，此密度極小的多細孔狀沉積物比硬質稠密物之熱阻抗較大，會引起水冷壁的金屬溫度急劇升高，必須予以特別注意，如果採用強制冷卻沖放（Blow down）和清淨（Clean up）可以去除此銹垢。

(六) 鍋爐點火升壓試驗

新裝鍋爐或經過大修或改造工程等長期停用的鍋爐，其初次點火升壓時，需特別注意鍋爐各部位之膨脹伸張、耐火材料之乾燥及輔機之運轉情況而徐徐緩慢升壓；點火升壓時爐水溫度之上升率，應在限制值之 1/2 ~ 1/3 左右，為了使鍋爐各部分的伸張及耐火材料的乾燥均勻，必須將燃燒器之點火位置予以適切的變換；鍋爐的部分如汽鼓或水鼓及爐水集管等底部需要裝設熱脹伸張計測器，在鍋爐點火升壓時，特別注意其熱膨脹量和方向。

運轉人員在鍋爐升壓過程，除了檢查各部分有無異狀外，也要了解鍋爐及其附屬設備之特性，及巡視各管路之法蘭與閥桿之墊圈（Packing）是否有洩漏現象，必要時予以鎖緊至不漏為原則；鍋爐壓力一定要升到正常操作壓力為止，如無特殊異狀，則此升壓試驗工作即告完成。

(七) 沖洗（Flushing out）

新裝汽輪機在初次送汽前，為防止被蒸汽帶過去的鐵銹和其他雜物打傷葉片或閥內元件，可以利用高速蒸汽之流動一冷一熱的反復熱振（Thermal shock）作用，使附著於過熱器、再熱器管內慢之鐵銹和雜物剝離而吹除。實際上沖洗的過程必須採用排放大氣之臨時配管，此項配管必須考慮管路可以充分吸收熱膨脹，並足夠承受蒸汽的

反動力；又排氣的裝配對人、建築物極機器不致造成傷害，同時要裝設消音器，以消除排氣噪音，而且要通知附近相關人員，注意在實施管路沖洗時之安全和噪音問題。

最有效去除管內鐵銹和雜物的方法是採用低壓高溫之蒸汽，高流速之蒸汽和管路沖洗過程，通常分為兩階段進行：

1. 以主蒸汽管路，即過熱器和主蒸汽管路為對象，因此，自主蒸汽關斷閥通至大氣中需裝設臨時配管，並在此臨時配管裡面裝置一片經過精研的試片，供檢驗沖洗效果之參考用。
2. 通過包括再熱器管路的過熱器、主蒸汽管、低溫再熱蒸汽管、再熱器、高溫再熱器的沖洗，自主蒸汽關斷閥起至低溫再熱器管、汽機出口之間裝設臨時配管，沖洗效果之檢驗方法如前述一樣。

如此分兩個階段施行沖洗的目的主要是儘可能防止各部分之鐵銹和雜物不致於被帶到其他部分；關於低溫再熱蒸汽管路不一定要特別做反復多次的沖洗，此時一定要在裝配臨時管路之前，先將低溫再熱蒸汽管路請洗乾淨。

沖洗操作過程中，要特別注意鍋爐之安全，小心操作；沖洗操作前需先將管路加以預熱，並打開其洩水閥排水，以防止水錘現象。鍋爐因在打開主蒸汽閥進行沖放時，由於壓力劇降，汽鼓內產生急劇的蒸發，水位會上升；當主蒸汽閥關閉時，蒸汽受到壓制，氣泡破解水位就會下降，因此給水操作之時機不要有耽誤。貫流式鍋爐之場合，因沖洗之量受到限制，因此需要考慮以增加沖洗的次數來補充吹除效果。

(八)安全閥試驗

一般安全閥在出廠前都已在製造廠做過嚴格的試驗，並調整妥善，但在鍋爐初次升壓至額定值後，為確認安全閥是否設定在規定值，和明瞭實際之動作情形，必須實施試驗，必要時得調整之。安全閥試驗之目的如下：

1. 確認安全閥是否能在規定值吹出；
2. 安全閥是否能在規定範圍內停止吹出；
3. 安全閥是否能開到充分的吹出量；
4. 安全閥是否動作正確。

安全閥之調整必須由專家或熟練人員來執行，安全閥之閥座容易被濕蒸汽和雜物所傷，如果損傷嚴重時，將導致洩漏之原因，因此，在安全閥試驗之前應先將塞子取出。

安全閥會隨著所裝之汽水鼓、集管或管路而形膨脹，同時也會隨著而上下左右移動，因此，安全閥之排汽管和洩水管必須注意裝配妥；安全閥是必須使其動作穩定，而且應避免吹出時產生巨大的應力，因此，一定要直接裝在和氣閥入口同樣大小，或同樣強大的壓力容器或配管之管嘴上，安全閥之排汽管和洩水管需考慮安全閥的移動在配管上要具有充分的彈性；如果有部分發生碰觸，會使安全閥受到無謂的力量，會成為洩漏和動作不良的原因，應該特別注意。

即使在中央控制室操作之鍋爐，也需要在現場實施安全閥跳動調整試驗；在各崗位上的操作人員應隨時知道鍋爐在徐徐升壓的狀況，免得發生任何問題因聯絡不及而引起事故，安全閥試驗時，所有的壓力表都必須校正，主要壓力表應採用大直徑（300mm）的表計。

汽鼓上的安全閥，通常試驗吹出壓力和停吹壓力不一樣，升壓時要一直升到吹出壓力為止，然後任其釋壓至停吹壓力以下，安全閥作動時會引起巨大的水位變化，運轉人員要特別注意這點。

超臨界壓力鍋爐之情形，因為鍋爐使用本身壓力高，安全閥吹出壓力設定在高出最高使用壓力的 16% 以上，為了試驗安全閥而將壓力升至設定壓力使其吹出試驗之方式較不妥，這種安全閥有一種新提出認可的方式，將安全閥入口側蒸汽壓力升高至吹出壓力之 75% 以上和吹出壓力以下之程度，並保持一定，然後以油壓器徐徐地將油壓提高使安全閥吹出。

再熱器之安全閥試驗，可利用沖洗時之臨時配管及盲板，自鍋爐或其他蒸汽源導入蒸汽實行，試驗前要注意預熱。

安全閥試驗，除了要試驗那支安全閥外，其他者都要把他用夾子夾住，夾子宜當壓力達額定之 80~90% 時夾上，如果從冷態開始就把他用夾子夾住時，由於閥桿和閥柄受熱膨脹會使閥桿彎曲而損害閥座。

吹出前之洩漏太大，或吹出壓力或吹止壓力超過規定範圍時，必須施行調整；同一個安全閥要儘量避免連續多次的試驗，此與跳開之間隔時間有關係，不過如果已做三次仍未能調妥時，最好中斷一段時間後，讓安全閥冷卻下來後再繼續試驗。

三、鍋爐運轉

鍋爐運轉的步驟因各個鍋爐設計而異，但凡鍋爐之運轉操作都是為達下列目的而施行：

1. 對腐蝕過熱之熱應力等壓力部之保護；
2. 防止不完全燃燒和鍋爐爆炸；
3. 防止排放廢氣、廢水、廢棄物及噪音等環境污染；
4. 防止機器故障，保持安全運轉；
5. 確保可安定供應所需要的蒸汽壓力、溫度及負載（蒸汽流量）。

因此，鍋爐操作員必須認清下列一般鍋爐施行運轉工作的敘述：

(一) 鍋爐給水

鍋爐點火前先啟動給水系統，一般鍋爐要打水至汽鼓的額定水位為止，貫流式鍋爐則打水致滿水狀態，打水的方法敘述如下：

1. 鍋爐給水之水質必須依據鍋爐飼水之水質管理基準管制合格，以防止鍋爐壓力部

之腐蝕和鐵銹及其他結垢物等形成：

2. 確認給水儲槽（純水槽或超純水槽及脫氣塔水槽）之儲水量能夠滿足鍋爐需要的給水量；
3. 鍋爐給水如係溫水，則為了避免汽鼓和管路因熱應力而彎曲，必須慢慢地打水，鍋爐壓力部如溫差太大時，將產生熱應力，縮短壓力部之壽命，又因溫差大而使扣耳（Lug）及其他壓力部之附件因熱應力而產生彎曲，如果給水溫度大於厚板壓力部之溫度達 55℃時，就得注意此問題。
4. 鍋爐打水時間須將逸氣閥啓（全開），確認有空氣逸出情況下打水，使爐管內之空氣完全逸出，以防止氧氣腐蝕之發生。
5. 一般鍋爐在點火前，須保持汽鼓在適當的水位，要打水至正常水位稍低一點即可，同時一面將水位計之管柱沖放以確認水位，大量沖放可使內部之雜物排放出去，此在新裝鍋爐啓動時，要反復多做幾次；強制循環鍋爐則在爐水循環泵啓動前，須將水位保持在正常水位之稍上方位置，以防止爐水循環泵啓動後，汽鼓水位下降致無法目視的範圍。
6. 通常鍋爐給水由脫氣塔水槽經由鍋爐飼水泵打水進入鍋爐，在鍋爐尚未啓動前或鍋爐壓力部之壓力過低時，鍋爐給水不必經由高壓的鍋爐飼水泵打水，可改由較低壓的脫氣塔之補水泵來直接打水進入鍋爐。

（二）鍋爐運轉準備

1. 接到鍋爐運轉通知後，汽機及儀電相關人員應密切聯絡，確認各項相關設備都進入運轉狀態，不致於發生故障；
2. 鍋爐啓動前須先檢查下列事項：
 - (1) 鍋爐壓力部內無任何雜物；
 - (2) 運轉人數夠用及工作安排妥當；
 - (3) 所有人孔及窺視孔都確認已封閉；
 - (4) 啓動與連鎖裝置都確認可正常動作；
 - (5) 可退縮式吹灰機（Retractable Soot Blower）必須確認在退出爐外規定的位置；
 - (6) 各馬達電源及儀表電源都確認在正常供電狀態；
 - (7) 各儀表之儀表空氣根閥都確認打開狀態，並確認壓縮空氣系統已啓動及其供應壓力充足；
 - (8) 各燃燒器之根閥及風門都在關閉位置，燃燒器角度在水平位置；
 - (9) 確認各通風機之風門都在關閉位置。
3. 確認鍋爐所有關給水、汽機旁通蒸汽、霧化蒸汽、霧化空氣、燃油、減溫噴水、蒸汽加熱等控制閥關閉和其前後阻打開，主蒸汽機關斷閥關閉，汽鼓和過熱器之逸氣閥打開，過熱器之洩水閥打開；

4. 再生式空氣預熱器、各通風機、粉煤機、飼煤機、鍋爐飼水泵、爐水循環泵、底灰輸送機等轉動機械之潤滑油是否良好狀態，冷卻水管路阻閔是否打開及是否冷卻水已通暢（並確認冷卻水系統已啟動），及其馬達啟動盤之啟動開關位置在停止等狀況，可允許隨時啟動；
5. 確認空氣預熱器、粉煤機等消防設施要備便，以防急需時可使用。
6. 確認觸煤轉換脫硝器（SCR）、靜電集塵器（EP）或袋式集塵器（BF）、出灰系統、排煙脫硫系統（FGD）等鍋爐之空氣污染防治設備可以隨時啟動。
7. 確認所有自動控制設備在手動控制位置，所有的連續遮斷裝置用手動操作，並檢查其在緊急時是否可自動操作。
8. 燃用粉煤的鍋爐在啟動以前，應將爐底之沉水式底灰輸送機的水封池補水至規定水位，將爐底密封妥；如設在煙囪前有濕式排煙脫硫系統，應可在鍋爐啟機前將其吸收塔的循環液泵浦先行啟機，進行洗滌作用，可在鍋爐點火時減少排放黑煙至大氣。

（三）爐水循環

鍋爐爐膛水冷壁之冷卻係藉流體流動（流體之重量速度）來確保，鍋爐是否可以順利地無事故運轉，端視鍋爐水循環是否良好；亦即藉良好的爐水循環使水冷壁管獲得充分的冷卻，以防止管子過熱，鍋爐就可長期安全穩定的運轉。

自然循環鍋爐係藉循環各管內流體密度差而產生循環力，以維持管內流體之重量與速度，其情況是隨著鍋爐燃燒率之增加，自爐膛受熱之蒸發管內之汽水混合物和非加熱部之降水管內水之密度差而產生水循環。

強制循環鍋爐則藉上述自然循環之力，再加上爐水循環泵之機械力量，促使爐水循環；同時也可藉入口縮孔之作用，使各管熱吸收，確保管內適當之流體重量速度。

貫泵鍋爐基本上靠飼水泵壓送管內所需的流體之流量速度，因此，為鍋爐循環系統之安全運轉，在無法以最低負荷之冷水來確保所需最小的的流體之流量速度的鍋爐，需要另外設置”啟動旁通路”或藉由循環水泵將蒸汽入口使其再循環，以確保其適當充分的水循環。

由於鍋爐之水循環係鍋爐安全運轉上重要事項之基本所在，最好依據鍋爐廠設計條件而施行鍋爐水循環試驗，以了解水循環之特性，建立運轉指南；鍋爐水循環試驗時，要檢查流量、頂部乾度、鍋爐水冷壁管流體溫度、以及金屬溫度、鍋爐水循環泵之運轉台數、入口縮管或流量控制閥之開度調整結果等。

（四）爐膛清淨（防止爐膛爆炸）

預防燃料進入爐膛立即爆炸是非常重要事項，爐膛爆炸事故大多發生在鍋爐點火或低負荷運轉時，一般爐膛爆炸的原因如下：

1. 點火不完全或點火不著，爐內殘留有未燃物；

2. 爐內殘留有未燃物和空氣混合達到爆炸極限範圍內；
3. 爐內殘留有未燃物之一部份溫度升高達著火溫度時即起爆炸。

燃料可能有下列原因使未燃物漏入爐膛的狀況：

1. 停用中燃燒器或點火裝置自根閥洩漏入燃料；
2. 熄火時無法立刻遮斷燃料；
3. 啟動時因點火發生困難而延遲著火。

依照下列事項注意，則可防止爐膛爆炸：

1. 使用已停用很久的鍋爐之啟動用燃燒器，在使用點火炬前要先進行爐膛清淨；要確認點火炬之火焰大而不熄，燃燒溫度及霧化蒸汽之乾度等燃燒需求條件必須滿足；
2. 啟動燃燒器後數秒鐘內如未點著，則必須等爐膛清淨後，才可再行點火；
3. 燃燒器點火必須由該燃燒器之點火炬點燃，切不可從其他燃燒器之點火炬引燃；
4. 對不易燃燒之主燃料附有助燃用燃燒器時，不要在助燃器熄火狀態下燃用主燃器。
5. 燃燒器熄火前必須先將該燃燒器之點火炬點燃，進行燃燒器吹驅清淨後，然後熄火；
6. 停用中燃燒器或點火炬之燃料的根閥一定要全關，並確認無漏；如係液體燃料，必須防止燃料滴漏出，及將停用中燃燒器退出爐膛；
7. 鍋爐運轉中遭遇某種原因使燃燒器突然熄火，要監視燃燒器隨時可以遮斷狀態；萬一爐膛熄火，在再點火前必須先實施爐膛清淨操作。

為使鍋爐安全運轉之爐膛清淨方法是啟動通風機，並控制通風機之通風量為鍋爐全負載風量之 25% ~ 30% 至少五分鐘，以確保殘留於爐膛內的可燃物都已驅除乾淨。

(五) 鍋爐啟動

鍋爐係藉燃料之燃燒產生高溫之煙氣，其熱能傳導入於水中因而發生高溫高壓的蒸汽之裝置，因此，無論在停止或運轉狀態，鍋爐啟動，亦即自鍋爐停止狀態變為運轉狀態之過程，運轉人員應該特別小心操作，並且注意鍋爐各部分之溫度、壓力、應力及機械伸張等殊異情況，下面就有關鍋爐啟動時應注意事項加以敘述：

1. 啟動用燃料（一般為瓦斯燃料，也有用柴油燃料的）和主燃料（重油或煤炭）兩種，必須依照順序分別啟動及切換燃料系統；採用煤炭為主燃料的鍋爐啟動後，應先經重油燃燒後，且有一定的負載時才可轉換為煤炭燃燒。
2. 使用重油為燃料時，先啟動重油泵並建立重油循環系統，並要注意其加熱溫度是否足夠，包括重油管路的加熱都有必要，正常重油加熱採用蒸汽，當無蒸汽時則採用電熱器加熱；
3. 啟動用重油燃燒器從著火性及燃燒性著想，採用蒸汽噴霧燃燒器較佳，若無蒸汽時則採用壓縮空氣噴霧燃燒器也可，啟動用燃燒器切換負載用燃燒器之時機，一

般為準備供應製程蒸汽時或汽機啓機開始昇載時：

4. 鍋爐啓動時為確保安全，需要多量的過剩空氣，其目的如下：
 - (1) 使爐內之空氣為過剩空氣，燃料送入鍋爐之爐膛後，如果因點火不良或點火過遲所發生的燃氣不致於滯留在爐膛內；
 - (2) 使再生式空氣預熱器內過剩空氣率增加，由空氣預熱器轉子轉動至燃氣混入空氣之比例減少，以防止空氣預熱器發生燒損。
5. 在鍋爐循環系統中設有循環爐水泵的鍋爐，則啓動循環爐水泵，設有啓動旁路之貫流式鍋爐須通以最小設計流量（通常為鍋爐最大連續蒸汽量之 25% ~ 30%）之給水，經啓動旁路系統使爐水循環後才點火，點火前先啓動再生式空氣預熱器，接著啓動引風機及送風機，進行爐膛清淨操作，等爐膛清淨後，將通風機和燃燒器風箱之風門調整至適於點火的風壓，點火後應確認是否點著，並調整啓動用燃燒器使火焰穩定，這可採用火焰偵測器（Flame Scanner）或爐膛之閉路電視而遙控之，一直要使用點火炬及增加支啓動用燃燒器，使爐膛溫度上升及燃燒穩定；切線式爐膛之啓動用燃燒器應採用對角增加或定時更換啓動用燃燒器，以防止爐膛加熱不均勻的現象；
6. 調整鍋爐燃燒率使水溫上升率（次臨界壓力鍋爐則為飽和蒸汽溫度上升率）或厚板壓力部（汽鼓）之內外面溫度不要超過限制值，爐水溫度上昇率是依鍋爐型式構造而異；自然循環鍋爐為 55°C/Hr，強制循環鍋爐為 100°C/Hr，貫流鍋爐為 220°C/Hr；在鍋爐啓動期間，必須調整燃燒率以維持鍋爐出口煙氣溫度或過熱器、再熱器入口煙氣溫度不要超過限制值（一般為 540°C）；這些煙氣溫度最好在啓動時於爐膛插入熱電偶橫截計側之；
7. 鍋爐啓動期間之燃燒率調整增加和操作各閥類的運轉工作相當重要，鍋爐在啓動時，其壓力部所產生的空氣、蒸汽及洩水全靠汽鼓及過熱器、再熱器之逸氣閥和洩水閥排放。當鍋爐蒸汽壓力上升超過 2Kg/Cm²Gg 時應將汽鼓及過熱器之逸氣閥關閉，在冷凝器真空建立前，須將再熱器之逸氣閥與大地連通的洩水閥關閉；關於鍋爐啓動期間之逸氣閥和洩水閥的操作觀念敘述如下：
 - (1) 鍋爐必須防止凝結水停滯而產生所謂的凝結水阻塞（Drain block），會阻止蒸汽流動而造成爐管局部過熱或管排散亂等現象；
 - (2) 在鍋爐啓動期間，蒸發部傳熱面較過熱器傳熱面之受熱率高，蒸汽的昇壓較昇溫容易些，如欲提高產汽溫度，可操作靠近汽鼓之洩水閥排放，以限制過熱器之流量來達成；
 - (3) 由各部分之逸氣閥和洩水閥排放來維持適當之蒸汽流量，以防止鍋爐之過熱現象發生。
8. 在不超越上述限制範圍內增加燃燒率，並依照特定之溫度、壓力上升計劃圖將鍋

爐昇壓起來，鍋爐蒸汽壓力超過 $2\text{Kg}/\text{Cm}^2\text{Gg}$ 時應將汽鼓及過熱器之逸氣閥和洩水閥關閉，同時慢慢打開鍋爐出口之主蒸汽關斷閥之旁通閥及製程蒸汽之汽機旁通控制閥及製程蒸汽管路之洩水閥，將蒸汽慢慢送出去預熱管路，等預熱完成後，將啓動用燃燒器切換為負載用燃燒器，慢慢打至全開鍋爐出口之主蒸汽關斷閥，依據製程需求的溫度和壓力將蒸汽送出去，啓用製程蒸汽管路之卻水器及關閉其洩水閥和鍋爐出口之主蒸汽關斷閥之旁通閥，並啓用製程蒸汽之減溫控制器來控制製程蒸汽溫度，注意控制製程蒸汽之壓力和溫度必須趨於穩定狀態。等汽輪發電機發電且負載達 40% 以上時，可將製程蒸汽之供應來源由汽機旁通閥控制器操作切換為汽機抽汽控制器操作。

9. 當鍋爐增加燃燒率達到汽機製造廠家指示之最低允許操作溫度和壓力以上時，即可送汽至汽機開始進行暖機工作；如果因鍋爐負荷率不夠時，可將鍋爐蒸汽排放經消音器排到大氣，提高鍋爐負荷率而使主蒸汽之溫度和壓力能夠達到最低允許值，就可準備啓動汽機。貫流鍋爐設有啓動用旁通管路，在其鍋爐、汽機、冷凝器及給水系統之間，此啓動旁路系統有下列功能：

- (1) 汽機送汽前之初期啓動，要確認保護鍋爐壓力部所需最小設計的蒸汽流量，以防止被高溫煙氣燒損；
- (2) 必須調整鍋爐出口之蒸汽壓力和溫度為適合於汽機啓動之蒸汽條件；
- (3) 鍋爐啓動和低負載運轉時流經旁路系統的熱量需要靠給水加熱器來吸收。

10. 鍋爐之燃燒率增加到廠家規定的允許自動控制之最低負荷率（> 30%）以上的平衡狀態時，即可將燃燒控制和汽鼓水位控制切為自動控制狀態，主蒸汽溫度控制器通常在鍋爐全負載之 70% 以上，才置入自動控制。

11. 鍋爐之燃燒率增加到廠家規定的允許燃用粉煤之最低負荷率以上的平衡狀態時，即可進行燃油切換至粉煤操作，其操作注意要點如下：

- (1) 每次啓動一台粉煤機及飼煤機，依據廠家提供之粉煤機操作手冊，先啓動粉煤機之輔助設備及密封風機（Seal air fan）和強風機（Primary air fan），再啓動粉煤機，然後將粉煤機進行預熱操作。
- (2) 當粉煤機預熱至 $78\sim 85^\circ\text{C}$ 時，且確認 Boiler & Oil Master 自動控制已趨於穩定狀態後，然後才可將該台粉煤機之飼煤機切入運轉，起初其飼煤量為最低值，等鍋爐主蒸汽控制（Master control）穩定後，才慢慢增加燃煤量，再準備啓動另一台粉煤機及飼煤機。
- (3) 當另一台粉煤機及飼煤機切入操作前，必須先將粉煤機運轉台之飼煤量慢慢的調降至比最低飼煤量略高就可，並確認 Boiler & Oil Master 自動控制已趨於穩定狀態後，然後才可將另一台飼煤機切入運轉。
- (4) 每當飼煤機切入運轉後約 2.5 分鐘，鍋爐才實際增加到最低燃煤量，此時 Boiler

Master 壓力會短暫的突升，應採手動提昇發電量來維持鍋爐主蒸汽壓力穩定。非不得已才手動調降燃油量與緊急打開蒸汽排放閥來降低主蒸汽壓力。

(5) 燃油須控制壓力不得 $< 4\text{kg/cm}^2\text{g}$ ，以利油槍燃燒；當燃油壓力 $> 10\text{kg/cm}^2\text{g}$ 時，需增加點燃一支油槍；當燃油壓力 $< 6\text{kg/cm}^2$ 時，得減少燃一支油槍。

(6) 多台粉煤機之飼煤量必須調整同等量並提昇每台略大於最低飼煤量時，才可切入 Coal & Boiler Master 自動控制，然後慢慢的降低燃油量及停止燃油槍，完成鍋爐之粉煤專燒運轉。

12. 當鍋爐已在最低負載以上運轉且也啓用燃煤系統時，鍋爐之空氣污染防治設備例如集塵、出灰、脫硝及脫硫等系統都要置入操作。

(六) 節熱器 (Economizer) 之保護

有汽鼓的鍋爐在啓動期間，在節熱器內因水流動幾無，雖節熱器處於較低溫的地方，然而還是容易產生蒸汽，不但使汽鼓水位難以維持，而且會發生水錘現象，為防止此情況發生，應將節熱器之蒸汽排出或汽鼓不斷地排水使節熱器一直有水補入流通，或將節熱器之爐水再循環旁通閥打開而進行循環，以防止節熱器內積存蒸汽，此須一直開到鍋爐給水正常運轉為止。

節熱器設有吹灰器，使煙氣傳熱面經常保持乾淨，以防止灰渣沉積在爐管表面而妨害熱傳導，但如吹灰過度或吹灰之流體含有水滴或硬質灰渣，會容易將節熱器之爐管表面磨損而發生破管事故，因此，在吹灰所當其沖的爐管正表面部分加裝保護片有其必要性。

(七) 過熱器與再熱器 (Superheater & Reheater) 之保護

過熱器與再熱器之管材設計選定都依據鍋爐正常額定運轉時之蒸汽流量、蒸汽溫度及壓力、煙氣溫度等數據來設計，其考慮因素如下：

1. 鍋爐局部蒸汽和煙氣溫度的不平衡；
2. 使用過熱減溫器時蒸汽溫度的變化。

但在鍋爐啓動時，過熱器與再熱器管內流通之蒸汽量並不十分充足，首先要考慮其保護而採過熱器與再熱器進口煙氣溫度加以限制，務使其金屬溫度抑制在管材的最高容許溫度下；在鍋爐啓動時，過熱器與再熱器之進口煙氣溫度，亦即爐膛出口煙氣溫度，通常限制在 540°C ；新裝鍋爐在最出幾次啓動時，使用熱電偶溫度測定來獲致安全燃燒率的設定，其後之鍋爐啓動就不一定需要此高溫的煙氣偵測；但若需要鍋爐急速啓動時，為了安全起見，此爐膛溫度測定是必要的；貫油鍋爐之啓動宜用爐膛煙氣溫度探測。

過熱器與再熱器於啓動時要儘量使加熱均勻，這可由爐膛之煙氣溫度偵測來判定，過熱器與再熱器入口煙氣溫度之調整，基本上要照燃燒率施行；但空氣過剩率、煙氣

再循環啓動用特種風門之檢查及調整等，應視為有效的方法之一，亦須靈活運用。

過熱器與再熱器於啓動時需要有充分的蒸汽流量，以防止過熱，從所有管群之洩水閥洩水以確保充分的蒸汽流量；在構造上設有逸氣閥和洩水閥之附件，操作上較容易，如在構造上沒有洩水閥的部分，當啓動時除了讓殘留在管內之洩水任其蒸發掉以外，別無他法，這於鍋爐啓動之際，管內因停滯的洩水一部份沒有蒸汽流通而有發生過熱之虞，因此必須將煙氣溫度限制，有洩水停滯之過熱器出口之熱電偶所指示的溫度就是蒸汽壓力之飽和溫度，若能將洩水洩放，以維持蒸汽流通，則此熱電偶所指示的溫度就會急速上升；當鍋爐一經停用，構造上無洩水排放的地方，就會有洩水發生，尤其是水壓試驗後之啓動時為滿水位之狀態，應特別注意；又鍋爐啓動期間或低負載時期，下降流過熱器與再熱器之流動較易發生阻塞，有時會發生阻塞，也應特別注意；此時如果能將負載提昇或以減壓運轉來增加體積流量，必是有效的對策。

過熱器與再熱器都設有吹灰器，使煙氣傳熱面經常保持乾淨，以防止灰渣沉積在爐管表面而妨害熱傳導，但如吹灰過度或吹灰之流體含有水滴或硬質灰渣，會容易將過熱器與再熱器之爐管表面磨損而發生破管事故，因此，在吹灰所當其沖的爐管正表面部分加裝保護片有其必要性。

(八) 鍋爐厚壁壓力部之保護

多數鍋爐啓動所需時間取決於過熱器與再熱器對於過熱溫度所需要時間，但有依鍋爐厚壁壓力部如汽鼓、管箱等對於熱應力所需保護之時間而決定。

高溫高壓鍋爐之厚壁壓力部因其鋼板之厚度特別厚，縱使在一定負載下運轉，其各部溫度之分佈或熱屏障亦不會相同，此情況在啓動時更為嚴重，而會有因熱應力而產生疲勞裂縫之虞，因此，在加熱時或冷卻時必須要徐徐地緩慢進行。

(九) 空氣預熱器之保護

再生式空氣預熱器在運轉中應勤於吹灰，使煙氣傳熱面經常保持乾淨，其風壓、溫度以及空氣過剩等儀表指示是正常運轉中必要偵測的；空氣預熱器之煙側風壓損失異常增加時，就表示有堆積物在其表面形成；排煙溫度隨負載之增加而上升，有隨負載之減少而降低，因次，燃料、負載、排煙溫度、風壓以及吹灰之使用時間等，悉數加以記入運轉紀錄表上，如有異常時應隨時予以發覺；如排煙溫度高時，可推想可能過剩空氣過多、或傳熱面太髒、或發生二次燃燒等原因。

如果空氣預熱器出口煙氣溫度發生異常急劇升高時，即表示空氣預熱器發生火災；鍋爐在啓動時燃料噴霧不良或過剩空氣過低，則空氣預熱器之低溫傳熱面或煙道上容易堆積濃縮的油煙或積炭之傾向，因而著火；因此，在鍋爐啓動期間，操作員應特別注意空氣預熱器出口溫度之變化，萬一發生火災，鍋爐應即刻停下救火。

蒸汽加熱之空氣預熱器是為防止再生式空氣預熱器低溫層之腐蝕而裝在其入口側，此加熱溫度依據燃料之含硫份多少而定；如果送風機吸入過多的灰塵髒物，此蒸汽加熱之空氣預熱器之前後風道可能發生差壓過高，因而使送風機出力增大很多，甚致於大到極限而使鍋爐無法全載轉，解決之道是設法防止送風機吸入過多的灰塵髒物，其次在此蒸汽加熱之空氣預熱器加裝清洗設備。

(十)鍋爐之停止

鍋爐最好依照計劃，在正常的運轉下，先降低負載，燃煤切換燃油操作，減少燃燒器使用，停汽輪發電機，停供製程蒸汽，再按正常的溫度壓力變化下操作停爐熄火。

鍋爐停爐程序中一面減少生產蒸汽流量，一面減少燃燒率，如係燃煤運轉的鍋爐必須切換為燃油操作，燃油燃燒器（油槍）的使用支數比照啓動時相反的順序減少，燃燒器在熄火前須點燃點火炬，施以吹驅油槍乾淨及熄火後再將燃燒器退出爐膛。

供應製程蒸汽由汽機抽汽控制器切換為汽機之旁通閥控制器操作，再切換改由其他鍋爐供應；隨著燃燒率下降，鍋爐負載降至最大連續負載之 40% 前，將汽輪發電機解聯，再停止汽輪機運轉；鍋爐負載降至最大連續負載之 30% 內，所有自動控制器改為手動操作。

將鍋爐最後一支燃燒器熄火及停點火炬後，仍然維持送風機與引風機運轉數分鐘，其目的為了進行爐膛清淨操作；當爐膛清淨完成後，停送風機與引風機，但空氣預熱器及冷風機仍要繼續維持運轉，等待爐內相當冷卻後（ $< 80^{\circ}\text{C}$ ）才停止。

在鍋爐停車期間，鍋爐相關的空氣污染防治設備也須配合操作停車，當燃煤切換為燃油操作後，可將集塵器停止操作，但其相關出灰設備繼續操作至所有飛灰已確認出清為止；脫硝及脫硫之加藥設備可停止，但濕式吸收塔之循環液泵要繼續運轉至爐膛清淨完成後才停止；所有出灰系統包括底灰與飛灰之排放設備，都必須等爐膛清淨完成後，且等所有灰渣都已出清後才可停止。

鍋爐之停用方式如下：

1. 正常停爐：依照事先計劃將鍋爐停用；
2. 短期停爐：鍋爐配合停用後，不久又準備啓動，停爐後儘量維持壓力部之壓力與溫度；
3. 緊急停爐：由於突發事故，必須緊急停爐，強制冷卻，進行搶修工作。

鍋爐強制冷卻必須控制爐水溫度下降率，依據各種鍋爐型式結構而異，自然循環鍋爐為 $55^{\circ}\text{C}/\text{Hr}$ ，強制循環鍋爐為 $100^{\circ}\text{C}/\text{Hr}$ ，貫流鍋爐為 $220^{\circ}\text{C}/\text{Hr}$ ；其冷卻之方法如下：

1. 運轉送風機與引風機，使爐內通風冷卻；
2. 操作洩水閥，排放蒸汽，使鍋爐壓力降下；

3. 一面鍋爐補水，一面爐底排水；
4. 啓動旁路系統或爐水循環泵，使爐水循環冷卻。

以上方法可單獨施行，也可同時合併進行，無論如何，爐水溫度變化率或汽鼓內外側溫度差等之限制值要嚴格遵照。

(四) 鍋爐緊急時之運轉操作

鍋爐的緊急狀態，往往出於突發，很難做到完全的判斷，處理上有欠妥當的可能性也大，因此，鍋爐運轉人員必須熟悉緊急運轉操作基本原則，發生緊急狀態時要冷靜沉著，機警靈敏，且要確實地處理操作工作。下列為鍋爐緊急時之運轉操作基本原則：

1. 汽鼓水位低下

鍋爐運轉中發生汽鼓水位低下，會發生鍋爐重大的損害事故，因此，鍋爐運轉中汽鼓的水位要嚴格的監視；汽鼓的水位計檢查工作，每班至少要做一次，當洩水閥打開時，水位計之水位如果變化遲鈍，應即追究原因，並做適當的處理；遙控水位計之聯通導管，要維護不可有阻塞或其他損傷，除了異常負載變化時之短暫水位變化外，給水不足或由於運轉人員之疏失，未注意狀況致使鍋爐水位未看不到時，應即採取適當的措施將鍋爐立即熄火，此時，鍋爐運轉人員必須遵守下列事項：

- (1) 儘速將燃料切斷熄火；
- (2) 如果確認可以給水並對壓力部不致損傷，則要以手動方式徐徐地將給水減少，絕對不能增加，避免因水位增加而使壓力部急冷，及保護汽鼓內部之金屬配件；等到可以再點火之水位時，給水調節閥就要全關；
- (3) 如果認為壓力部有損傷時，將過熱器出口集管知疏水閥開啓，徐徐地降下蒸汽壓力，為避免鍋爐急冷，儘量將空氣量減少；
- (4) 一直到爐內充分冷下，而可讓人進入爐內為止，但不要將鍋爐水洩空；汽鼓水位低下的原因一定要查清楚，並能消除原因，以及檢查是否有過熱致漏或彎曲之情形，鍋爐再運轉前必須實施水壓試驗。

2. 爐管損傷

確認爐管洩漏時，鍋爐就不可繼續運轉，因為很小的破管或較小的洩漏，其噴出高壓的蒸汽或水將衝擊其他爐管，造成連鎖反應及擴大損傷，本來小小的修理即可，而演變成非大修理不可的局面；從破管處洩漏，會影響鍋爐水循環或引起流量的變化，而其他部分的管也有過熱之虞；貫流鍋爐宜在各爐膛水冷壁管出口實施連續監視流體溫度，又因破管之洩漏將導致鍋爐熄火，此時如再行點火，將有發生爐內爆炸之虞。

一般鍋爐之爐管破漏時，其產出蒸汽流量與飼水流量之差異值增大，應詳查何處發生破管，有些可以在現場聽到汽水噴出的噓噓聲音，而判知破管的地方；如果發現節熱器出口飼水溫度與煙道溫度都已降低，這可判定此節熱器發生破管；如果發生爐膛之火焰不穩或突然熄火，這可判定爐膛之爐管發生破管；如果過熱器之減溫噴水量大增或控制閥全開，甚至於過熱器出口溫度過高，這可判定此過熱器爐管發生破管。

貫流鍋爐之爐膛水冷壁出口流體溫度上升異常時，可推想圍爐管損傷洩漏；微小的洩漏也可從鍋爐系統內微小流量、水質變化或由洩漏出的異因得知；一但發現爐管洩漏，其洩漏量較之飼水量很小時，一面保持汽鼓水位，一面依照正常停機方法進行停爐操作，如繼續運轉到飼水仍無法維持汽鼓水位時，必須依照下列方法緊急停爐：

- (1)立即鍋爐熄火，並將所有鍋爐的送汽停止；
- (2)鍋爐熄火後，開始吹驅爐膛，並停止鍋爐飼水；
- (3)鍋爐通風機和空氣遇熱器要繼續運轉到鍋爐壓力降低及溫度降到可以讓人員進入爐內為止；
- (4)鍋爐冷到人員可進入時，將所有的壓力部詳細檢查其損傷情況，必要時在爐管焊補或更新後，需要進行 X 光檢查及水壓試驗。

(下期待續)

〔續接 30 頁〕

問 5 關於一氧化氮之抑制對策，下列 A~E 相關敘述中，錯誤內容組合為何？

- (1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E

- A. NO_x 發生量會受到燃料中 N 含量之影響，目前輸入日本之原油中，N 含量大多約 0.1% ~ 0.3%；常壓殘油之重油中，N 含量約 0.15% ~ 0.4% 左右。另，煤炭運送抵達日本時，其 N 含量大多在 0.1% ~ 0.15% 左右。
- B. 針對燃氣之排氣再循環法，可有效降低熱 NO_x 。
- C. 空氣二段式燃燒法，是將火焰中之低空氣比領域及高空氣比領域實施於燃燒之軸方向。具體而言，空氣在軸方向分成一次、二次供給之燃燒法。
- D. 排氣中 NO_x ，大多數為 NO，一部分為 NO_2 。 NO_2 能輕易地被水或鹼性溶液給吸收，而去除 NO 是困難的。因此，可利用氨 (NH_3) 等將 NO 還原成 N_2 後進行去除。
- E. 以水/蒸汽吹入燃燒法降低 NO_x ，利用降低火焰溫度，可達到抑制熱 NO_x 及燃料 NO_x 之效果。

答 5 (2)

日本平成 30 年特級鍋爐技術士試驗 問題及解答

譯者 鴻羽有限公司 黃馨儀

鍋爐構造相關試題

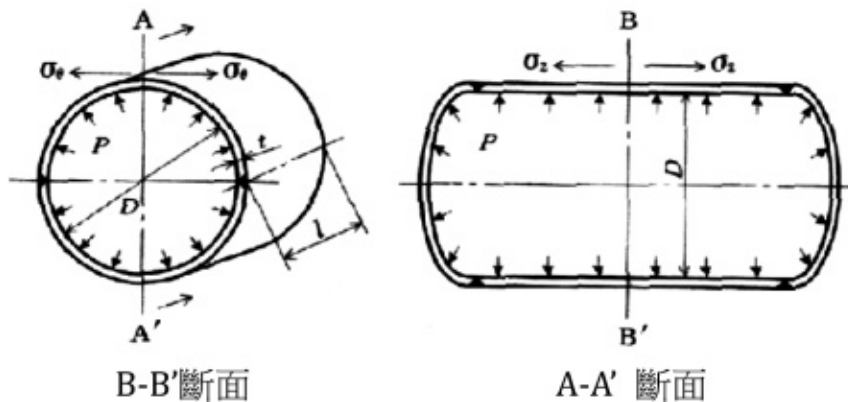
問 1 在選擇鍋爐之胴板厚度時，一般採用薄肉圓筒型來作內部蒸汽壓力之應力評量。如下圖所示，將厚度 t 鋼板作成內徑 D 圓筒以縱向接頭進行焊接，其圓筒兩端用同厚度 t 鋼板作為端板進行環焊接的鼓胴。厚度 t 與內徑 D 相比較下屬薄壁圓筒，如以蒸汽壓力 P 作為內壓加壓於此，請回答以下(1)~(3)題目。

(1) 求出於縱向斷面上所產生之周方向應力 σ_{θ} ，以圖中記號表示其公式。

(2) 求出於周方向斷面所產生之縱向應力 σ_z ，以圖中記號表示其公式。

(3) 求出周方向應力 σ_{θ} 相對於縱向應力 σ_z 之比

答案如有小數點，請四捨五入至小數點第 2 位；如為整數時，請直接以整數作表示。



答 1 (1) 於縱向斷面上所產生之周方向應力 σ_{θ}

$$2tl\sigma_{\theta} = DlP$$

$$\sigma_{\theta} = \frac{PD}{2t}$$

(2) 於周方向斷面所產生之縱向應力 σ_z

$$\pi Dt\sigma_z = \left(\frac{\pi D^2}{4}\right) \times P$$

$$\sigma_z = \frac{PD}{4t}$$

(3)周方向應力 σ_{θ} 相對於縱向應力 σ_z 之比

$$\frac{\sigma_{\theta}}{\sigma_z} = \frac{\frac{PD}{2t}}{\frac{PD}{4t}} = 2$$

問 2 關於鍋爐水循環及汽水分離之內容，請於下列文章中之_____填入正確之文句、文字、數值等。

1. 自然循環型水管鍋爐，是以汽鼓及水管間產生水循環迴路所構成。蒸發水管及非過熱水管所構成之鍋爐，在蒸發管中，水生成蒸汽產生 (1)，因 (2) 產生上升流，非加熱管中產生水之下降流形成下降管。由於非加熱下降管中水 (3)，只有管摩擦阻力、管的入口處或彎曲處等流動損失；但在加熱蒸發管內，除了這些損失之外，另外還有隨著流體 (2) 導致流速增加所產生的 (4) 損失。

這些循環迴路之全流動阻力為，下降管與蒸發管內流體之 (5) 產生壓力差（循環力）之流量平衡。熱負荷增加與蒸發管內蒸汽比例增加使 (1) 的 (2)，在某程度以上由於流速增加使流動阻力顯著增加，實際循環量並不會隨之增加。於實際鍋爐，為了維持確實循環及充分冷卻水管，蒸發管入口流速最少需設定在 (6) 以上。

另，於高壓鍋爐，由於蒸汽的 (7)，其 (1) 並不會發生 (2) 之狀況，會有循環力降低傾向；所以必須要考慮在構造上 (8)，或使下降管完全在非加熱狀態等事項。

2. 從蒸汽汽鼓取出之飽和蒸汽多少會有水滴產生，(9)、(10)、及 (11) 之大小會影響蒸汽 (12)。通過水面上升之蒸汽含有相當份量的水滴，蒸汽及蒸汽汽鼓所產生之水滴量在接近 (9) 的蒸發量上限值時極少，超過此上限值後會突然顯著增加。

此現象為 (13)，實際上鍋爐因水處理方式等會含有 (14)，在爐水中溶解及懸浮混濁因而容易產生泡沫，會產生這些溶解及懸浮混濁之物質及水份隨著蒸汽被運送出來或汽水共出現象，此上限值顯著減少。汽水分離會讓蒸汽跟水之 (5) 變大，但高壓時，此 (5) 會變小因此變得難以分離，另在汽鼓構造上 (9) 也有其界線，因此多設置有 (15) 或波形板等乾燥器。

答 2 (1)汽水混合物 (2)密度降低 (3)密度是固定的 (4)加速
 (5)密度差 (6) 0.3m/秒 (7)密度高 (8)增加上下汽鼓間之高度
 (9)蒸汽部容積 (10)水面廣度 (11) 水面高度 (12) 乾度
 (13) 汽水共生（汽水共發） (14)硬度成分 (15)旋風分離器

- 問 3** 關於鍋爐之材料、傳熱、構造等，下列 A~E 相關敘述中，何者為錯誤內容組合？
- (1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E
- A. 某定量體積之溼空氣中含有水蒸汽量與乾空氣量之質量比稱為相對濕度，某溫度之溼空氣中水蒸汽分壓與此溫度之水蒸汽飽和壓之比稱為絕對濕度。
- B. 單位質量之氣體於一定壓力下溫度上升 1K (1°C) 需要之熱量稱為定壓比熱，一定體積下溫度上升 1K (1°C) 需要之熱量稱為定容比熱 (定積比熱)。另，定壓比熱及定容比熱之比稱為比熱比。
- C. 將從 100°C 飽和水蒸發出 100°C 之乾飽和蒸汽定為基準蒸發，實際蒸發量換算成基準蒸發量稱為每時換算蒸發量，每時換算蒸發量除以每時燃料使用量之結果稱為換算蒸發倍數。
- D. 鋼鐵材料會因反覆承重產生反覆應力，被比其可承受應力還低之拉張強度破壞稱為材料疲乏。但反覆應力在低於某值以下是不會被破壞的，此應力限度稱為材料之疲乏限度。
- E. 在部分鍋爐有溫度差跟熱硬力產生，此值在碳鋼時溫度差每 4°C 約有 1N/mm²。

答 3 (2)

- 問 4** 關於鍋爐之附屬設備、附屬裝置、附屬品等，下列 A~E 相關敘述中，錯誤內容組合為何？ (1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E
- A. 關於過熱器之蒸汽溫度特性，對流型過熱器會使鍋爐負荷增加，及過熱溫度有上升傾向之特性；放射型過熱器則具有相反之特性。若依這些特性進行適當組合，可得到對負荷變化產生影響較小之過熱器溫度特性。
- B. 將佔鍋爐熱損較大部分之排氣廢熱進行回收，提供鍋爐給水進行預熱之節煤器，其排氣溫度降低 10°C，約可提高 1% 鍋爐效率。
- C. 將再生式空氣預熱器，與鋼管型或板型之傳熱式空氣預熱器相比較，每單位容積之傳熱量可增加 2~4 倍，因此可以小型化，但會產生較多空氣洩漏等缺點。
- D. 波登管壓力計區分成普通型、蒸汽用普通型、耐熱型及蒸汽用耐熱型；由於耐熱型屬使用溫度高之地方也可以使用，因此就算高溫蒸汽或高溫水進入波登管也不會產生妨礙。
- E. 2 個以上安全閥設置在共通之管台時，管台之蒸汽通路斷面積必須要比各安全閥之蒸汽入口面積之總和還要大。

答 4 (4)

- 問 5** 關於鍋爐之自動控制，下列 A~E 相關敘述中，錯誤內容組合為何？
- (1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E

- A. 鍋爐之自動控制，其目的為將蒸汽壓力、鍋爐水位等控制在規定範圍內的量稱為控制量，為了達到控制量去進行調節之量稱為操作量。例如，在『過熱蒸汽溫度之控制』中『注水式過熱低減器之注水量』即為操作量。
- B. 關於鍋爐之壓力控制方法，比率控制方法是將蒸汽壓力檢出後，依其檢驗值同時調節燃料量及空氣量之方式；並列控制方法是除蒸汽壓力以外將燃料量及空氣量檢出，依其檢驗值將燃料量及空氣量調整至適當空燃比之值。
- C. 在為了達到良好燃燒效率之空燃比控制，有利用改變燃氣成分組成，檢測出 O_2 後建立控制系統之方法，此方法雖可正確控制，但會有採取樣本造成時間延遲或過於保守等難處。目前一般通用之工具為氧化鋯式測氧計。
- D. 關於燃燒用空氣量之調節方法，有改變風扇入口葉片及出口阻尼器開度之方法。改變入口葉片開度比與改變出口阻尼器開度相較之下，可更簡單且更快得到反應，但會有在低負荷時動力損失較大之缺點。
- E. 關於燃煤鍋爐之給碳量控制，正確檢出給碳量較為困難，另還會產生較大延遲，因此必須在控制系統上花更多功夫。例如，以使用磨機讓碳粉燃燒之直接燃燒系統，調節一次空氣量使其通過磨機之同時，為了將一次空氣跟碳粉控制於定量濃度內，必須要有測量出磨機壓差，配合一次空氣量調整磨機內碳量及給碳量等複雜的控制系統。

答 5 (4)

鍋爐操作相關試題

問 1 常用壓力為 9MPa 之水管鍋爐，以 100t/h (F_w) 離子交換水作為給水，pH 值利用磷酸離子進行調整。給水水質及鍋爐水之水質管理數值如下表所示，利用連續加藥機管理鍋爐水之水質。但須考慮磷酸三鈉 (Na_3PO_4) 於傳熱面濃縮及析出，混合磷酸三鈉 (Na_3PO_4) 及磷酸一氫鈉 (Na_2HPO_4)，使 NA^+/PO_4^{3-} 之莫耳比保持在 2.8，調整 pH 值。

關於此鍋爐，請回答下列(1)~(3)之問題。解答請使用本問內容所示記號表示計算式及計算過程，解答之小數點位數請依各題要求計算。

給水水質		
電導度 (mS/m)	<i>Af</i>	0.1
二氧化矽濃度 (mgSiO ₂ /L)	<i>Cf</i>	0.02

鍋爐水水質管理值		
電導度 (mS/m)	<i>Ab</i>	15 以下
二氧化矽濃度 (mgSiO ₂ /L)	<i>Cb</i>	2 以下
磷酸離子濃度 (mgPO ₄ ³⁻ /L)	<i>Pb</i>	6

1. 請先求出各水質管理項目給水量之對應連續加藥率，再求出此鍋爐給水量之對應連續加藥率 b (%)。答案請四捨五入至小數點第 2 位。
2. 請求出混合液中磷酸三鈉之物質質量 (莫耳數) 比率 X (%) 跟磷酸一氫鈉之物質質量 (莫耳數) 比率 Y (%)。答案請四捨五入至小數點第 1 位。
3. 以 (1) 所算出之連續加藥率 b (%) 進行加藥時，請求出下列數值。
 - (1) 磷酸離子之補給量 F_p (g/h)
 - (2) 磷酸三鈉之注入量 F_x (g/h)
 - (3) 磷酸一氫鈉之注入量 F_y (g/h)

Na_3PO_4 、 Na_2HPO_4 、 PO_4^{3-} 之分子量分別為 164、142、95。答案請四捨五入至小數點第 3 位。

答 1 正確答案之例

1. 給水量之連續加藥率
電導度之連續加藥率

$$b = \frac{A_f}{A_b} \times 100 = \frac{0.10}{15} \times 100 = 0.666 \approx 0.7\%$$

2. 二氧化矽之連續加藥率

$$b = \frac{C_f}{C_b} \times 100 = \frac{0.02}{2} \times 100 = 1.000 \approx 1.0\%$$

因此， $b=1.0$ (%)

$$2. \text{Na}^+/\text{PO}_4^{3-} \text{ 莫耳比} = \frac{3X+2Y}{X+Y} = \frac{3X+2(100-X)}{X+(100-X)} = \frac{X+200}{100} = 2.8$$

因此， $X=280-200=80\%$

$$Y=100-X=100-80=20\%$$

3. 磷酸離子之補給量等

$$\begin{aligned} F_p &= F_w \times 10^3 \times \frac{b}{100} \times P_b \times 10^{-3} = 100 \times 10^3 \times \frac{1}{100} \times 6 \times 10^{-3} \\ &= 6.0000 \approx 6.00 \text{ g/h} \end{aligned}$$

$$F_x = 6.00 \times \frac{164}{95} \times \frac{X}{100} = 6.00 \times \frac{164}{95} \times \frac{80}{100} = 8.2863 \approx 8.29 \text{ g/h}$$

$$F_y = 6.00 \times \frac{142}{95} \times \frac{Y}{100} = 6.00 \times \frac{142}{95} \times \frac{20}{100} = 1.7936 \approx 1.79 \text{ g/h}$$

問 2 使用蒸汽噴霧式燃燒器之重油鍋爐，不完全燃燒有下面三種案例。請具體回答什麼樣之狀況下容易產生這些案例，並個別描述其原因，案例(1)請寫出 4 種狀況，案例(2)及(3)請個別寫出 3 種狀況。

各案例答案，請分別描述出『A原因（設備、機器、或運轉條件等）』，『B產生何種變化（狀態等）』但在同一案例中，『A原因（設備、機器、或運轉條件等）』不可以重複使用（即A中各原因只能出現1次，案例(1)需有4種不同原因，案例(2)及(3)需各有3種不同原因）。

不完全燃燒之案例

- (1) 油的噴霧粒子過大
- (2) 燃燒用之空氣量不足
- (3) 油的噴霧粒子跟燃燒空氣不充分混合

答2 正確答案之例

不完全燃燒案例	A 原因（設備、機器、或運轉條件等）	B 產生何種變化（狀態等）
(1) 油的噴霧粒子過大（右側答案中選4種狀況）	燃燒嘴	有損害
	噴霧蒸汽壓力	過低
	重油壓力	重油壓力過低
	重油加熱溫度	加熱溫度不夠導致黏度增加
	重油中不純物	重油中含有污泥、水分等
(2) 燃燒用之空氣量不足（右側答案中選3種狀況）	風扇	故障或性能低下。風扇或阻尼器有故障
	阻尼器	開合度有故障
	風道	有缺陷導致燃燒空氣洩漏
	瓦斯通路	瓦斯通路變窄
	空氣預熱器	空氣預熱器的瓦斯側中空氣洩漏增加
(3) 油的噴霧粒子跟燃燒空氣不充分混合（右側答案中選3種狀況）	燃燒控制裝置	空燃比調整不良
	燃燒器的裝置位置	燃燒器的裝置位置不良
	重油的噴霧角度	重油的噴霧角度偏離，設定不良
	穩定器	變形、脫落或裝置位置不良等之故障
	空氣暫存器	故障導致旋轉力有誤差，開合度不良等
	風箱	風箱變形導致空氣量不平均

問3 關於過熱器之操作，請於下列文章中之_____填入正確之內容。

1. 鍋爐啓動之際，常有冷凝水殘留於過熱器之狀況。由於過熱器內之冷凝水會阻礙從鍋爐過來的 (1) ，導致過熱器管溫度上升，因此，為使過熱器可以通過其必要蒸汽，過熱器出口會設置 (2) 及 (3) ，隨著壓力增減調整其開度。另，從蒸汽進入過熱器到取用蒸汽為止，為了將 (4) 維持於其使用材料之設計溫度以下，必須要調節其燃燒量。
2. 過熱器管溫度是由鍋爐之燃燒量及流經管內 (5) 之平衡進行保持。但同一

- (5) ，而 (6) 低時，會針對 (5) 增加燃燒量，因此會破壞此平衡，蒸汽溫度會上升，過熱器管溫度也會隨之上升。
3. 若採用注水式過熱低減器進行控制過熱蒸汽溫度時，為了使過熱器內不會產生排水，其注水後之蒸汽溫度必須維持高於其壓力之 (7) 的 10~15°C 以上。
 4. 鍋爐水位若比平常運轉時高，或 (8) 有異常時，鍋爐水會產生 (9) ，使鍋爐水進入過熱器中。鍋爐水之 (9) ，指鍋爐水中之 (10) 、不純物或懸浮物被帶入過熱器中，降低蒸汽純度同時，附著於過熱器管內部，導致過熱器管溫度上升。
 5. 重油中如含有硫份或其殘渣時，特別是含有高濃度 (11) 時，過熱器管或過熱器支架可能會產生 (12) 。
 6. 即使配合出口蒸汽溫度進行設計規劃，如蒸汽或燃氣產生 (13) ，局部的過熱器管產生過熱，可能會發生管膨出或破裂之狀況。因此，在進行性能檢查等時，需測定固定部位之過熱器管 (14) 及 (15) ，必要時進行對應之修補或更換等是非常重要的。

答 3 正確答案之例

- (1) 蒸汽流 (2) 排水閥 (3) 排氣閥 (4) 瓦斯溫度 (5) 蒸汽流量
 (6) 給水溫度 (7) 飽和溫度 (8) 汽水分離器 (9) 汽水共出 (10) 溶解性蒸發殘留物
 (11) 鈣 (12) 高溫腐蝕 (13) 偏流 (14) 外徑 (15) 肉厚

問 4 關於鍋爐之腐蝕及損害，下列 A~E 相關敘述中，錯誤內容組合為何？

- (1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E
- A. 為了防止鋼管型節煤器之低溫腐蝕，不論給水溫度，燃氣之溫度需維持高於燃氣露點以上。
 - B. 煙管或裝置於汽鼓部位的水管洩漏，可用擴管器擴緊。
 - C. 苛性脆化指在高壓水管鍋爐中，蒸發管內壁上之防蝕膜被濃縮之氫氧化鈉溶解而產生。
 - D. 蒸汽式空氣預熱器之管內面，可能會有排水 pH 值過低產生腐蝕之情況。
 - E. 過熱器管若遇到加熱不均，可能會有彎曲之狀況發生。輕微彎曲時尚能繼續使用，但嚴重彎曲時則需要更換。

答 4 (1)

問 5 關於鍋爐運轉中之注意事項，下列 A~E 相關敘述中，錯誤內容組合為何？

- (1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E
- A. 因負荷變動導致燃氣溫度超出正常之變動範圍而異常低時，會有鍋爐各部位產生汽水洩漏之可能性，因此需點檢或調查爐內其他鍋爐內各個部位。

- B. 鍋爐之負荷急遽下降時，出現控制遲緩，水位會突然地上升。
- C. 如遇到風損突發性變動時，可考量是由於擋火泥牆等崩塌導致燃氣短路或燃氣通道堵塞。
- D. 鍋爐負荷上升時，為了維持設定蒸汽壓力，需增加燃料量後增加燃燒空氣量。
- E. 具備複數燃燒器之鍋爐，負荷下降時，可能會低於燃燒器之最低燃燒量，此時可減少運轉中之燃燒器數量。

答 5 (4)

問 6 關於去除鍋爐水垢之酸洗，下列 A~E 相關敘述中，錯誤內容組合為何？

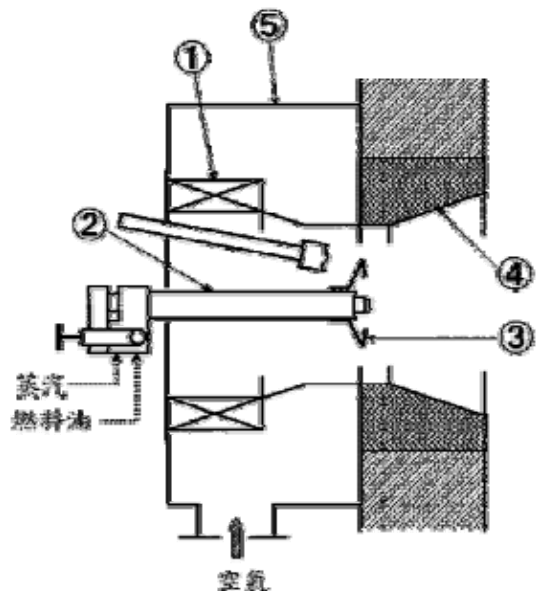
- (1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E

- A. 酸洗有三種方法。將洗劑裝滿後放置一定時間之浸泡法；洗劑在放置一定時間後，將一部分洗劑先倒回桶內，再將此洗劑倒回鍋爐內之湧動法（翻動法）；及洗淨中將洗劑循環之循環法。
- B. 關於循環法酸洗作業，洗劑流速雖然快一點好，但相對的，侵蝕或腐蝕也會加劇，因此流速盡量不要超過 6m/s。
- C. 循環法可將溶液之濃度、溫度及金屬溫度均一化，有利用溫度差及濃度差防止腐蝕發生等優點。
- D. 溶解水垢之洗劑主要成分，在酸中磷酸對水垢溶解力強，且對溶解生成物溶解度大，所以從以前就長期被使用。
- E. 水垢中，若有大量以二氧化矽為主成份之硬質水垢時，由於二氧化矽很難被酸浸透，於氫氧化鈉或碳酸鈉鹽加入潤化劑，將其軟化再以洗淨工程移除。

答 6 (4)

燃料與燃燒相關試題

問 1 右圖所示為蒸汽噴霧式油燃燒器之構成，請簡單說明①~⑤之名稱及機能。



答1 正確答案之例

編號	名稱	機能
①	空氣暫存器	將從燃燒器中心噴出之燃料油供給燃燒用空氣，使燃料及空氣有效混合，為了安定火焰調節空氣流。
②	霧化器	將燃料油微粒化，從燃燒器向爐內噴射。
③	穩定器	燃料噴流與空氣之初期混合位置，提供空氣過流或迴旋流，使其與燃料噴流接觸，能及早確實點火，並安定火焰。
④	爐磚	保持火焰直進性，利用其放射熱確實點火，使火焰安定。
⑤	風箱	提供各燃燒器燃燒用空氣。

問2 關於重油鍋爐之熱平衡，請於下列文章中之_____填入正確之內容。

1. 鍋爐熱平衡的基準如下。

- (1) 原則上每個鍋爐都需要計算熱平衡。
- (2) 熱平衡會根據使用時之每單位燃料量進行計算。
- (3) 燃料之發熱量，原則上是指使用時燃料之發熱量。由於有 ① 及 ② ，須詳細記錄使用哪一個作為基準。
- (4) 熱平衡的基準溫度，原則上是指 ③ 。
- (5) 在鍋爐中有過熱器（再熱器）、④ 及 ⑤ 。

2. 熱平衡可以顯示供給給鍋爐之熱能，是以何種型態存在、被如何分配的。熱平衡之輸入熱量有，燃料之發熱量、⑥、⑦、噴霧蒸汽熱等。熱平衡之輸出熱量有，產生蒸汽之⑧、排氣之熱損、⑨、爐渣之顯熱、⑩、及其他熱損失（吹灰、排氣、排水等）

3. 此時，排氣之熱損可由排氣保有熱及因燃燒產生之⑪潛熱求得，可經由下列方程式計算得知。

- (1) 排氣之熱損 = 排氣保有熱 + 排氣中 ⑪ 潛熱
- (2) 排氣保有熱 = 每單位燃料之濕排氣量 × ⑫ × (⑬ - ③)
- (3) 排氣中的 ⑪ 潛熱 = 每單位燃料之燃燒生成 ⑪ 量 × ⑪ 之每單位量潛熱

4. 另，燃料中 ⑭ 及 ⑮ 產生之 ⑪ 潛熱，被使用為 ① 之基準，則 ② 之基準為 0。

答2 正確答案之例

- ①高發熱量 ②低發熱量 ③外氣溫度 ④節煤器 ⑤空氣預熱器
 ⑥燃料之顯熱 ⑦空氣帶入之熱量 ⑧吸收熱 ⑨不完全燃燒之損失
 ⑩鍋爐周壁之放熱 ⑪水蒸汽 ⑫排氣比熱 ⑬排氣溫度
 ⑭氫 ⑮水分

問 3 關於煤炭，下列 A~E 相關敘述中，錯誤內容組合為何？

(1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E

- A. 煤炭為從三千萬年開始，由於三億年前地球上繁盛的植物類被埋沒在土壤中，受到地熱及地壓作用，釋放出水、碳酸氣體、甲烷等，形成碳化物質，年代越久遠之煤炭其含氧量越高。
- B. 關於煤炭之分類，世界各國有各種定義，從無煙煤開始越接近褐煤時，一般而言燃燒速度會越快，燃燒性會越高。
- C. 煤灰中酸性成份（二氧化矽、氧化鋁等）較多之煤灰，由於摩擦性較高，因此必須要抑制流經傳熱管群之氣體流速。
- D. 煤灰中鹼性比高且 Na_2O 含量多時，煤灰變得容易附著於管群上。另，由於灰之熔點在 1300°C 以下，所以必須要特別去考量，燃燒室出口氣體溫度需維持在熔點以下，加寬管與管之間距等。
- E. 煤炭之水分多吸附或凝結在煤炭之內部，一般而言碳化程度越高，其含量越高；濕氣多為水分以物理方式附著於煤炭表面，具有粒度越小則量越多之傾向。

答 3 (2)

問 4 關於氣態燃料之燃燒裝置，下列 A~E 相關敘述中，錯誤內容組合為何？

(1) A,C (2) A,E (3) B,C (4) B,D (5) D,E

- A. 預混合型瓦斯燃燒器分為，將燃燒用空氣全量跟燃料瓦斯預混合，不需要二次空氣之完全預混合型；燃燒用空氣一部分與燃料瓦斯預混合從噴嘴噴出，剩餘之必要空氣量以二次空氣進行供給之部分預混合型。
- B. 完全預混合型瓦斯燃燒器共有三種，①利用高壓的空氣壓力去吸引一定比例低壓瓦斯之高壓誘導型，②以高壓的瓦斯壓力吸引一定比例低壓空氣之低壓誘導型，③維持空氣壓力及瓦斯壓力之平衡，混合空氣及瓦斯之方式。
- C. 部分預混合型瓦斯燃燒器有二種，一是因瓦斯壓力高，吸引理論空氣量之 50% 作為一次空氣量，亦利用爐內通風自然吸引二次空氣；另一是個別強制供給瓦斯及燃燒用一次空氣。
- D. 擴散型瓦斯燃燒器以燃料噴射噴嘴進行分類，具有代表性的有，中心噴射 (Center Fire) 型、圈 (Ring) 型、環 (Annular) 型、噴濺 (Spat) 型。噴濺 (Spat) 型瓦斯燃燒器是在氣室中設置有多數瓦斯噴射孔，常用於瓦斯壓力低時。
- E. 擴張型瓦斯燃燒器的中心噴射 (Center Fire) 型瓦斯燃燒器，燃料管頂端有複數的瓦斯噴射孔，利用旋流器及盾來保持火焰。

答 4 (4)

〔續接 20 頁〕