



工业用小容量蒸汽锅炉 设备的安全技术

苏联Н.Ф.穆罗姆斯基著

电力工业出版社

內 容 提 要

本書闡述了工業用蒸汽鍋爐的損壞，檢修方法和預防鍋爐事故的措施。

本書可供從事工業企業鍋爐設備運行的工程技術人員和鍋爐監察局的監察員之用，同時對於在工業鍋爐房工作的其他專業人員也是有用的。

Н. Ф. Муромский

ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ В УСТАНОВКАХ
ПРОМЫШЛЕННЫХ ПАРОВЫХ КОТЛОВ МАЛОЙ МОЩНОСТИ

ГОСЭНЕРГОИЗДАТ

МОСКВА

1953

工業用小容量蒸汽鍋爐

設備的安全技術

根據蘇聯國立動力出版社1953年莫斯科版翻譯

張景泰譯

723R189

電力工業出版社出版(北京前門外廠胡同)

北京市書刊出版業營業證可登出字第082號

北京市西四印刷廠排印 新華書店發行

787×1092 $\frac{1}{2}$ 開本 * 7 $\frac{1}{8}$ 印張 * 147千字 * 定價(第10類)1.00元

1957年12月北京第1版

1957年12月北京第1次印刷(0001—1,900冊)

原 序

在共产党的领导下，苏联人民在和平建设的劳动战线上，一再地获得了卓越的胜利。

共产党鼓舞着并组织我们人民建立英雄的劳动功绩，指导着人民的创造能力向着统一的目标——共产主义的胜利迈进。

苏联的国民经济，在统一的国家计划组织下，以空前未有的高速度发展着。

1951年的工业产量达到了战前1940年产量的两倍以上。

制造生产工具的工业，发展得特别迅速，1951年的生产达到战前水平的2.4倍，而在1952年达到了战前水平的2.7倍左右（根据T. M. 马林科夫同志在苏联共产党第十九次代表大会上的报告）。

苏联现在生产的钢，相当于英国、法国、比利时和瑞典的总和。

苏联的技术继续不断地在进步着，并且在我国的全国电气化的发展方面获得了伟大的成就。

在1951年投入运行的新建发电厂和新增发电设备的总容量，约等于像第聂伯水电站一样的大型发电厂的五倍。

根据斯大林同志的倡导，社会主义的基本法则是：在高度的技术基础上，使社会主义生产不断增长和不断完善，以保证最大限度地满足整个社会经常增长的物质和文化的需要。

国民的收入一年年地增长着，苏联政府在这个基础上实

行了有系統地降低人民日用品價格的政策。近幾年來已經五次降低了糧食和工業品的國家零售價格，保證了進一步地提高工人和職員的實際工資，並且使農民在購買廉價的工業品時減輕了消費。

在資本主義國家里的情形又是怎樣呢？

美國和歐洲的資產階級為了追求最大限度的利潤，殘酷地剝削着工人；任何技術上的成就都被資本家們用來加緊剝削，造成數百萬失業者隊伍的增加和勞動羣衆的進一步貧困。企業主在追求利潤中忽視技術保安的基本要求那是很自然的，因為這對他們沒有利，尤其是法律中沒有規定企業主有關心工人的健康與安全的義務。

甚至官方所發表的已經縮小了的統計數字，也都說明在資本主義國家里生產中的慘劇在增長着。

例如，在美國，每年人身事故和職業病發生兩千萬件，其中十萬件得到了死亡的結果。在蘇聯沒有這樣的事情，也不可能。

在蘇聯國內，每個勞動者，包括發電廠鍋爐車間的工作人員，都知道勞動生產率的急速升高，因而才能逐年地超額完成規模宏大的工業建設計劃和工業產品生產計劃，與資本主義國家中不同，主要是依靠繁重生產過程的高度機械化和在工業上應用最新的科學成就。在蘇聯，勞動生產率的提高在任何情況下從來沒有可能造成失業和增加人身事故的結果。

蘇聯首創了最先進的勞動保護法，並且在這個基礎上，我們的工會以及廣大的工人羣衆都被吸收參加了保障文明的和健康與生命安全的勞動條件的偉大工作。

對生產中的慘劇進行鬥爭的勝利，不僅是依靠一貫地遵

守劳动保护法规定的所有技术保安的要求，而且还依靠劳动者們对待委託給他們的工作採取了自觉的态度。

鍋爐和鍋爐車間的設備是复杂的机組，要求熟練的維護。

鍋爐車間的服务人員应当熟知委託給他們的設備的構造，技术运行法規，以及可能引起威胁工人健康和生命安全的鍋爐事故的原因。

只有依靠鍋爐監察員們遵照技术保安規則进行严格的監督，和鍋爐車間工作人員本身坚持不懈地提高自己的熟練程度，並改进对委託給他們的設備的維護，以上兩方面的共同努力，才能完全消除鍋爐設備維護人員在生产中的慘劇。

這本書的出版所担負的任务是尽可能地介紹給讀者各种不同型式鍋爐的工作特点和保障它們安全运行的技术措施。

在這本書里主要討論了工業用蒸汽鍋爐的安全运行問題，簡要地敘述了鍋爐的損坏情况，修理的方法和預防損坏及事故的方法。

在本書里省略了对大家都很熟悉而与安全沒有直接关系或沒有重大意义的零件的敘述，以及關於燃料和爐膛結構問題的敘述。某些提出討論的鍋爐現在已不制造了（汽鼓式，橫水管式，整联箱式，及其他），但是在工業企業里它們的数目很多，並且还要工作很久；另外一些直到現在还在制造（双火管式，鍋駝机，等等）。

因为發电厂用的大容量鍋爐机組的安全运行問題应当由專門的書籍來講述，这里就不再涉及那些問題了。

除了敘述鍋爐的損坏情况以外，在書里面还列入了關於修理鍋爐用的材料和在修理鍋爐时所採用的焊接方法的簡短資料。

作者

目 录

原序.....	1
第一章 从安全运行的观点上看各式鍋爐的特点.....	6
1-1. 圓筒式鍋爐.....	6
1-2. 火管式鍋爐.....	13
1-3. 鍋駝机的鍋爐.....	20
1-4. 混合式鍋爐.....	26
1-5. 立式鍋爐.....	29
1-6. 橫水管联箱式鍋爐.....	34
1-7. 橫水管分联箱式鍋爐.....	47
1-8. 舒霍夫式鍋爐.....	53
1-9. 立水管式鍋爐.....	58
第二章 省煤器,蒸汽过热器和蒸汽管路	78
2-1. 省煤器.....	78
2-2. 蒸汽过热器.....	84
2-3. 蒸汽管路.....	89
第三章 制造鍋爐所採用的材料.....	91
3-1. 關於蒸汽鍋爐材料的基本知識.....	91
3-2. 制造和修理蒸汽鍋爐用的材料.....	99
3-3. 旧蒸汽鍋爐的材料試驗.....	110
第四章 鍋爐强度計算的基本知識.....	112
4-1. 鍋爐的圓筒形汽鼓.....	113
4-2. 火管.....	122
4-3. 用緊固螺絲或穿釘加强的平板壁.....	122
4-4. 裝烟管的管棚.....	123

4-5. 沿其外边固定的長方形板壁.....	124
4-6. 用角铁紧固着的封头板.....	125
4-7. 帶卷边的平封头板.....	125
4-8. 承受內压力的拱形封头板.....	125
4-9. 承受外压力的拱形封头板.....	126
4-10. 椭圆弧形封头板	126
4-11. 鉚釘联接	130
4-12. 过热器联箱 (方形截面的光面管子).....	131
第五章 蒸汽鍋爐的制造和修理中焊接的採用.....	133
5-1. 概論.....	133
5-2. 各种焊接方法的特点和应用范围的簡述.....	136
5-3. 用焊接来制造和修理鍋爐时的基本要求.....	140
第六章 鋼的腐蝕和水垢的構成.....	150
6-1. 鋼的腐蝕.....	150
6-2. 水垢.....	157
6-3. 排污.....	166
第七章 保証鍋爐运行安全的技术措施.....	169
7-1. 水循环.....	169
7-2. 鍋爐工作人員的守則.....	170
7-3. 鍋爐的檢查.....	171
7-4. 鍋爐房的設備.....	175
7-5. 在煤場上存煤的安全技术措施.....	177
7-6. 除灰.....	184
7-7. 工業企業技師用的鍋爐設備安全技术簡明导則.....	185
第八章 鍋爐和省煤器的爆炸和事故.....	191
8-1. 鍋爐的爆炸.....	191
8-2. 省煤器的爆炸.....	200
附 录.....	205

第一章 从安全运行的观点上 看各式鍋爐的特点

1-1. 圓筒式鍋爐

單純的圓筒式鍋爐由於缺点很多和运行不安全，近来几乎已經不用了。

在鍋底上，受着火焰的直接作用，积聚了所有的沉淀和污泥。当爐水穢污的时候，在汽鼓的下部常常会造成臟疤，如果爐火很旺，鍋壁可能破裂甚至發生鍋爐爆炸。

为了得到生产上所需要的压力不高的蒸汽（一般是 5~7 表大气压），在鍋爐容積較大對於变动的負荷具有意义的小鍋爐裝置上，可使用由几个重疊佈置或併排佈置的圓筒形汽鼓所組成的水筒式鍋爐。这种鍋爐由於構造簡單和維護簡便，曾流行过一时。

目前水筒式鍋爐已不制造了。这种鍋爐的缺点如下：

1. 由於鍋爐構造的剛硬，当受热膨脹，特別是在急速昇火或趕火的时候，在它的材料中会产生危險的应力，因而鉚接的地方有發生漏洩的可能。

2. 在鍋爐上裝設过热器不方便。

3. 循环力薄弱，因而在每个汽鼓里都可能形成蒸汽空間，使得蒸汽流入联箱相当困难。

4. 受热面的負荷不大（15 公斤/公尺²·小时以下）。

5. 鍋爐不大适合用硬水运行，因为受着最强烈的火焰影响的鍋爐鋼板，时常会损坏。

6. 因为它的体积大，磚牆的散热面积也相当大。

7. 鍋爐房地面面积的利用率很低。
8. 清除鍋爐的水垢不方便。
9. 昇火的时间長，並需要消耗大量的燃料。

圓筒式鍋爐的損壞

1. 在爐膛鋼板的下部(圖 1-1)，由於沉积了大量的污垢，可能使筒壁过热和造成膿疱。

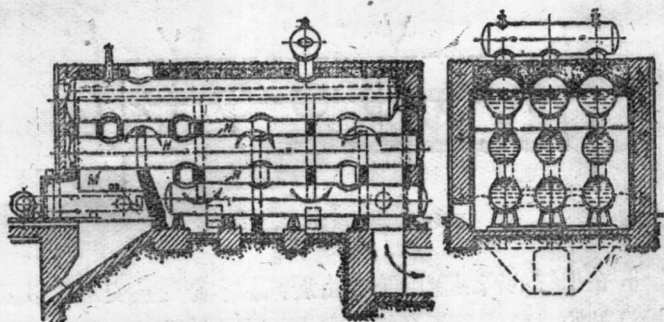


圖 1-1 水筒式鍋爐

如果膿疱的面积大而相对的高度不大(20~50 公厘)时，在組織了严格的監視后，鍋爐还可以繼續运行。同时，必須用經常清洗鍋爐或是預先处理給水的办法，来消除結垢超过 0.5~1 公厘的可能性。如果膿疱的面积不大但相当高(50~80 公厘)，而且沒有裂紋，那就可以把它整平。否則，为了避免在鍋爐鋼板上打补丁，那就只好更換鋼板。这种膿疱多半是不能矯正的，因为在这种地方可能产生破裂。即使膿疱是矯正了，也必須防止再結垢，並且要組織对矯正了的表面情况进行适当的監視。

当鍋爐强帶負荷，通風不好和爐膛空間不够高时，都会

增加膿疱出現的可能性。在最後的那種情形下，就應當降低爐排。

2. 在中間的和下面的汽鼓上部，由於蒸汽的聚積也可能出現膿疱。這些膿疱的尺寸一般有 250~400 公厘。如果膿疱不太高，並且沒有裂紋，那麼膿疱就可以不矯正。否則，必須割掉損傷的地方並打上補丁。保留着的膿疱或是補丁都應當用磚蓋好，並且對它進行適當的監視。

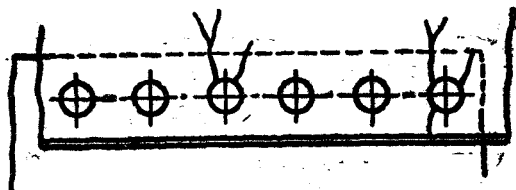


圖 1-2 鋼板鉚釘處的裂縫

3. 在煙氣的高溫影響下和由於汽鼓本身受熱變形，以及由於汽鼓的材料質量不合格，在汽鼓的鉚接縫處可能發生裂紋——從鉚釘孔裂向邊緣（圖 1-2）。如果裂紋數目不多（每個接縫有 2~3 條），而且裂紋沒有伸出鉚釘孔很遠，就可以焊補。若是裂紋數目很多，而且形勢危險（從鉚釘孔向鋼板里面伸展），或是處在鉚釘孔之間（圖 1-3），就必須進行鍋爐大檢修，更換鋼板或汽鼓。

為了預防這種裂縫的出現，必須將接縫裝置在爐膛以外，並且將熱煙氣能沖刷到的接縫用磚蓋起來。

4. 在聯通管的環形接縫的地方，受着上面盛着水的汽鼓重量的影響和由於汽鼓受熱變形（構造堅硬性），可能從鉚釘孔到邊緣或在鉚釘孔之間出現裂縫。同樣的原因也可能使這種裂縫在汽鼓的接縫本身上或在它的附近發生。



圖 1-3 鉚釘孔間的裂縫

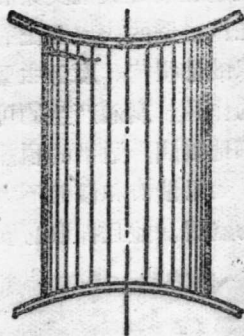


圖 1-4 联通管上的裂縫

如果裂縫数目不多(1~2条),而且有条件装設上汽鼓的独立支架,就可以焊补裂縫。如果汽鼓上有吊架,而且当吊架保証能适当調整时,也可以对裂縫进行焊补。若是裂縫数目相当多,就必须更換联通管或汽鼓的鋼板。

为了預防这种裂縫的發生,不仅必須用支架,而且要悬挂水筒式鍋爐的汽鼓。

上述的原因,可以造成联通管壁的裂縫和折断(圖1-4)。这种裂縫很难查出,因为上汽鼓把它們压紧着。这里的焊补只是更換联通管以前的临时办法,因为这地方是在复杂的应力之下工作(主要是弯折),裂縫很快地会重新出現。

5. 放在支架上的下汽鼓受到上面帶水的汽鼓重量的影响,可能被压扁。

当压扁的范围不大的时候,在沒有损坏处的下面重新佈置支架,以此压扁面积大的鍋爐鋼板垫上,並且裝置了上汽鼓的吊架以后,可以讓它留着。若是压扁的范围很大,特别是还有裂紋时,那就必須把坏了的鋼板換掉。預防这种压扁現象

的措施就是正确地裝置支架和上汽鼓的吊環。

6. 在汽鼓壁的內表面上有個別細小的潰爛或侵透性的腐蝕，面積散佈很廣。腐蝕主要是由於溶解於給水里的氧和二氧化碳的作用。腐蝕產生的可能性和預防它的方法將在第六章里詳細地談到。適當的預熱給水以預防腐蝕能獲得最有效的結果。如果潰傷和侵蝕不太深（1~1.5 公厘），就應當對它作仔細的監視，並且採取必要的措施以停止它的繼續發展。



圖 1-5 單個的潰傷



圖 1-6 大批的潰傷

深的，但是直徑不大的（15~20 公厘）个别的潰伤（圖 1-5）对鍋爐的安全沒有特殊的影响；若是在表面上，特别是在接縫的区域里佈滿了潰伤（圖 1-6），那么它們就大大地降低了鍋爐的强度。

關於因为腐蝕而減薄了鍋壁的鍋爐能否运行的資料列於第六章中。不大的潰伤可以补（用焊的方法）。当腐蝕的面积很大时，修理就只能是挖去汽鼓壁再貼补，或者更換鋼板。

7. 在鍋爐最冷的部分的汽鼓壁的外表面，由於潮气的凝結（第六章）可能使鋼腐蝕。它對於鍋爐强度的影响和它的修理方法，同汽鼓内表面的腐蝕一样。为了預防發生腐蝕，也必須适当地預热給水。

如果接縫不嚴也可能造成同样的金屬損伤。

在使用含硫的煤时（由於硫酸的形成 $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{H}_2\text{SO}_3$ ），汽鼓壁外面的腐蝕过程进展得相当快。

最危險的是隐藏在火磚里面的損伤，因为在檢查鍋爐的时候很难發現它。

8. 在修理鍋爐的时候（打补丁，更換鋼板等等），需要仔細地監視工作的进行。

在圖 1-7 中表示出了最典型的鉚釘缺陷：

a) 鉚釘头和鋼板貼靠不緊，是由於鉚釘桿和鉚釘头平面不垂直，偏斜的頂靠，偏斜的鉚打；

б) 鉚釘头緊合偏在一边，是由於在穿孔的时候疏忽或錯誤（如果偏移是在鉚釘原有的头上，是在頓头或扣模的时候中心移动）；只是鉚打头偏在一边，可能是由於用手鉚的时候头鉚不正确（偏在一边）；

в) 鉚打头尺寸小，是由於用手鉚合时鉚釘桿不够長；

г) 鉚釘头沒有打实，是由於用机械鉚合时鉚釘桿不够

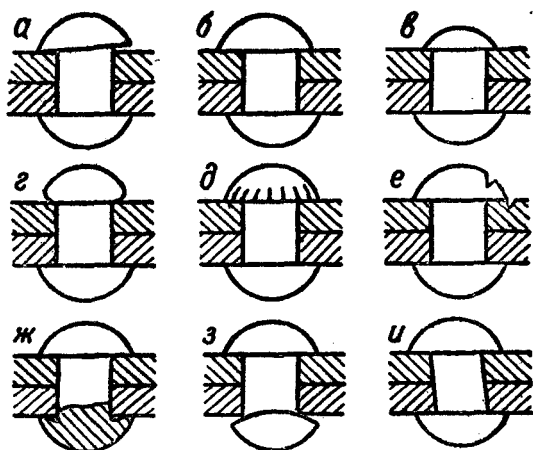


圖 1-7 鉚釘頭的缺點

長；

а) 鉚釘頭邊緣上有裂紋和輻向的開裂，是由於材料的質量不好或是鉚釘在爐內加熱的時候過熱；

е) 鋼板和鉚釘頭上有切痕，是由於使用鉚錘不熟練或不小心的；

ж) 蘑菇形的鉚釘頭——在製造鉚釘的時候，用了磨損了的模子；

з) 鉚釘頭的周邊貼合不嚴——鉚釘是在磨損了的模子里製造的；

и) 鉚釘裝偏斜，是由於在鑽孔的時候就偏斜了。

如果個別鉚釘偏斜不大，還可以應用；偏斜若是比較厲害，應當擴大鉚釘孔，換用較粗而直的新鉚釘，或者甚至將損壞的鋼板都完全換新的。

因為鉚的不正確而成為有缺陷的鉚釘照例是要換新的。

1-2. 火管式鍋爐

帶有一個或兩個火管的鍋爐，曾在各種工業部門（紡織業，食品業，化工業等）的小型設備里獲得很廣泛的流行。它有下列優點：因為鍋爐的水容積大，容易在很不穩定的蒸汽需要條件下保證蒸汽的供應；蒸發面積大，能保證蒸發過程平靜；鍋爐的檢修和維護很簡單；鍋爐便於清洗和內部檢查等等。

火管式鍋爐有下列缺點：

鍋爐相當重：每平方公尺受熱面的重量幾乎比水管式鍋爐大一倍。

由於鍋爐本體的直徑大，必須用厚的鋼板製造，彎制和裝配都困難。

蒸發量和壓力都有限制。

火管式鍋爐結構剛硬使得在受熱變形時，材料有受到過度應力的危險：火管的上部比下部要熱的多，整個火管比鍋爐本體要熱的多，並且火管膨脹的時候還要彎曲。波形的火管在熱應力方面就比較好一些。

鍋爐的出力與燃料種類和質量有關，因為爐床的面積被火管的直徑尺寸限制住了。

因為火管上面的水層不厚（100~140 公厘），如果在維護上疏忽就可能缺水，以致於造成事故或鍋爐爆炸。

循環不良，特別是在兩個火管的鍋爐中。

由於水的容積大，鍋爐的爆炸就帶有劇烈的破壞性。

很少採用三個火管的鍋爐，因為清洗鍋爐內部困難，並且價值也很貴。

在現有的設備中還有帶平封頭的鍋爐在運行着，但是用

縱的鉚接縫搭接鍋爐外殼的方法製造的火管式鍋爐已經見不到了。平封頭堅固的構造，要求特別堅固而複雜的鉚接縫，近來已不製造。封頭板都是做成在板邊上有半徑足夠大的彎弧，尽可能地使封頭板成接近橢圓曲線的形狀。波形的火管有很大的優點。這種火管能更好地抵抗外面的壓力，而主要的是它在軸向上彈性較大，在鍋爐受熱膨脹時極有利。除此以外，波形還增加火管的受熱面積。

火管鍋爐受熱面的蒸發強度是 20~25 公斤/平方公尺·小時。

在蘇聯曾製造過受熱面為 100 平方公尺的雙火管鍋爐，工作壓力到 12 個大氣壓。近來在塔干羅格鍋爐製造廠里用電焊製造這種型式的鍋爐；受熱面為 92.8 平方公尺，壓力為 8 個大氣壓。

單火管鍋爐的一般煙道構造如下：第一行程——火管，第二行程——在鍋爐旁邊，靠火管偏向鍋爐外殼使水室縮窄的一邊，第三行程——在鍋爐本體的另一邊（圖 1-8, a）。

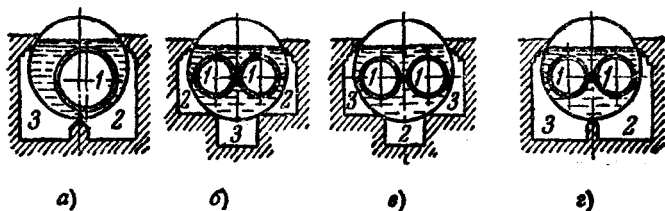


圖 1-8 火管式鍋爐煙道的構造

雙火管鍋爐的煙道構造有幾種：

1. 煙氣從火管出來後沿着鍋爐的兩側向前，然後由鍋爐下面向後轉（圖 1-8, b）。在這種情況下，鍋爐兩側比其他部

分的受热要剧烈得多，因此在材料中由於不均匀的膨胀产生危险的应力。

2. 烟气从火管出来后沿着鍋爐下面向前，再轉到兩側向后（圖 1-8, θ ）。在这种情形下，鍋爐受热比較均匀，其受热的变形减少一些，但是在鍋爐下部积聚污泥和水垢可能使鍋爐鋼板过热。

3. 烟气从火管出来先到鍋爐的一側再轉到另一側（圖 1-8, ι ）。这种办法對於热的傳导是有利的，並且在烟道里檢查和清除鍋爐上的污垢以及修砌磚牆都相当地便利。

4. 热的烟气从火管出来走到鍋爐下面的一个总的烟道里，然后翻上去到鍋爐上面，加热容汽空間。这样常常会使得鍋爐鋼板在不靠水的地方过热而出現膿疱。而且，在赶火的时候，煤層厚、空气不足，在爐膛里沒有完全燃燒的一氧化碳到鍋爐上面的烟道里会有很好的条件繼續燃燒。烟道瓦斯的繼續燃燒也可能發生在燒用含水份多的油料的时候，一旦噴燃器临时灭火就会产生大量的烟道瓦斯。可能使鍋爐容汽空間金屬壁过热的烟道系統是不应允許採用的。

燒油料的鍋爐在第一节火管上必須仔細地加絕热層（用火磚做襯）。

为了使鍋爐本体由於受热膨胀在支架上来回伸縮的时候不受损伤，所有的支点都应当是活动的，只有一个例外。靠近反火箱的支点应当是固定的，为的是使后面的鍋爐封头板直接接触反火箱拱碰的地方移动最少；否則就在这个地方填塞石棉。

支点最好是佈置在外面的鋼板底下，不使靠近支点的橫接縫受到破坏影响，同时要讓开接縫处的鋼板邊緣，以便檢查。