

工 业 锅 炉

(第 2 版)

张永照 陈听宽 黄祥新 等编

机 械 工 业 出 版 社

(京)新登字054号

本书是根据1982年版的《工业锅炉》进行修订的。全书共15章,除了对原有的燃料、燃烧产物计算、各类型燃烧设备的基本原理和设计、锅炉受热面设计布置原理及热工计算、锅炉元件强度计算、通风计算、消烟除尘设备、水处理装置、锅炉炉墙、附件及辅助设备等各章做了较多的充实和修订外,还增添了节能技术、热水锅炉及其供热系统、环境保护三章。另外涉及到锅炉的钢材以及安全经济运行的各章也做了很多的补充。

本书可供从事工业锅炉设计、制造、运行以及工业锅炉改造等方面的工程技术人员、工人以及有关专业的高等院校师生阅读参考。

工 业 锅 炉

(第 2 版)

张永照 陈听宽 黄祥新 等编

*

责任编辑:王 琳 陈瑞藻 责任校对:黄 薇

封面设计:姚 毅 版式设计:霍永明

责任印制:王国光

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)

邮政编码:100037

(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)

机械工业出版社京丰印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092^{1/16}$ ·印张 $29^{3/4}$ ·字数 733 千字

1981年12月北京第1版

1993年10月北京第2版·1993年10月北京第4次印刷

印数 39 901—44 000·定价:20.00元

*

ISBN 7-111-03657-3/TK·140

目 录

再版前言

第一章 工业锅炉的种类和结构

简介 1

第一节 火管锅炉 1

第二节 水管锅炉 6

第三节 快装锅炉 11

第四节 热水锅炉 13

第五节 余热锅炉(废热锅炉) 16

参考文献 21

第二章 工业锅炉的基本知识 22

第一节 工业锅炉的基本规范、参数系列和型号 22

第二节 蒸汽性质 24

第三节 锅炉传热概要 28

第四节 常用材料的基本知识 31

参考文献 36

第三章 燃料及燃烧产物计算 37

第一节 锅炉用燃料 37

第二节 燃料的燃烧 48

一、加热和干燥 48

二、挥发分析出和焦炭的形成 48

三、挥发分燃烧和燃料着火 48

四、焦炭燃烧 49

五、灰渣形成 49

第三节 燃料燃烧所需空气量 50

第四节 燃烧后烟气量的计算 51

第五节 空气焓和烟气焓的计算 54

参考文献 56

第四章 工业锅炉的燃烧设备 57

第一节 手烧炉 57

第二节 链条炉排 63

一、链条炉排种类和结构 63

二、炉排上的燃烧过程 70

三、链条炉的送风特性 71

四、炉拱与二次风 72

五、链条炉对煤种的适应性 77

六、链条炉排的工作能力 79

七、链条炉的燃烧调整及运行 79

第三节 振动炉排 82

一、振动炉排的结构 82

二、振动炉排的工作原理 83

三、振动炉排的调试 85

四、振动炉排的燃烧和运行 86

第四节 往复式推动炉排 89

第五节 配有抛煤机的燃烧方式 95

一、抛煤机的结构及其工作原理 95

二、抛煤机固定炉排锅炉 95

三、抛煤机锅炉运行的几个问题 99

第六节 沸腾炉 101

一、沸腾炉结构 103

二、沸腾床工作原理 104

三、沸腾燃烧锅炉的设计 108

四、沸腾燃烧锅炉存在的问题和发展

趋向 112

第七节 煤粉炉 115

一、煤粉燃烧的特点 115

二、磨煤机 116

三、制粉系统 118

四、燃烧器及其工作原理 119

五、炉室 121

第八节 燃油锅炉 123

一、油的燃烧 123

二、重油燃烧过程组织 125

三、油喷嘴 127

四、调风器 132

第九节 各种燃烧设备的特性 134

第十节 工业锅炉机械化燃烧方式的比较 137

参考文献 138

第五章 锅炉本体的设计与计算 140

第一节 锅炉受热面的基本定义和设计

要求 140

第二节 锅炉热平衡 140

一、锅炉热效率和燃料消耗量 141

二、锅炉热损失	142	五、筒体弯曲应力的校核	216
第三节 炉膛传热计算	146	第六节 承受内压力的封头计算	216
一、炉膛传热计算原理	147	一、椭球形封头和球形封头的计算	216
二、系统黑度及火焰黑度	149	二、平端盖、平堵头及平板的计算	217
三、水冷壁角系数及有效辐射受 热面	150	第七节 孔的加强计算	219
四、原苏联热力计算标准方法	151	一、未加强孔的最大允许直径	219
五、炉膛传热简化计算	152	二、孔的加强计算	219
第四节 对流受热面传热计算	153	第八节 锅壳式锅炉受压元件的强度 计算	221
一、基本传热方程	153	一、锅壳式锅炉受压元件的许用 应力	221
二、传热系数	154	二、承受内压力的锅壳(筒壳)和大横 水管的计算	223
三、对流放热系数	158	三、承受外压力的圆筒形平炉胆 的计算	224
四、辐射放热系数	164	四、承受内压力的凸形封头和承受外压力 的炉胆顶、半球形炉胆的计算	224
五、温压	166	五、有拉撑加固的平板和管板的 计算	224
第五节 锅炉本体的设计与布置	171	六、拉撑件	227
一、工业锅炉本体设计的特点	171	第九节 锅炉受压元件强度计算实例	229
二、水冷壁受热面的设计与布置	171	一、锅筒筒体的强度计算	229
三、对流蒸发受热面的设计与布置	173	二、有孔封头的强度计算	232
四、辅助受热面的设计与布置	174	三、火管锅炉管板的强度计算	232
第六节 锅炉热力计算方法及计算 实例	180	参考文献	234
第七节 锅炉水循环	189	第七章 锅炉通风计算及通风装置 的选择	235
一、水循环基本原理	189	第一节 概述	235
二、水循环计算	191	第二节 通风计算原理	235
三、水循环故障	196	第三节 烟道计算	243
四、水循环回路的设计	198	一、烟道阻力	243
第八节 汽水分离	199	二、自生通风力	244
一、锅筒	199	三、烟道总压降	245
二、蒸汽带水的原因及影响因素	200	第四节 风道计算	245
三、汽水分离装置	201	第五节 自然通风烟囱计算	247
参考文献	205	第六节 锅炉通风装置的选择	248
第六章 锅炉钢材及锅炉受压元件 的强度计算	206	参考文献	249
第一节 本章所用符号	206	第八章 热水锅炉及其供热系统	250
第二节 锅炉钢材	207	第一节 热水供热的优越性	250
第三节 金属的力学性能	208	第二节 热水供热系统	251
第四节 钢材的许用应力	209	第三节 热水锅炉的型式与结构	255
第五节 承受内压力的锅筒筒体及 圆筒形元件的计算	211	一、热水锅炉的工作特点	255
一、计算公式	211	二、热水锅炉的型式	256
二、减弱系数 Φ 的确定	212		
三、管孔布置的要求	215		
四、附加壁厚	215		

三、蒸汽锅炉改造为热水锅炉的方法	261	第六节 烟气的脱硫和脱硝技术简介	330
第四节 热水锅炉的水动力问题	265	一、石灰石膏-飞灰干法喷雾脱硫技术	331
一、强制循环热水锅炉的水动力稳定性	265	二、流化床直接脱硫技术	331
二、上锅筒中锅水的分层现象及其对自然循环的影响	266	参考文献	333
三、热水锅炉中的过冷沸腾及其对受热面温度工况的影响	268	第十一章 工业锅炉的水处理	334
参考文献	274	第一节 概述	334
第九章 工业锅炉改造	275	第二节 化学软化水处理	335
第一节 改造的原则和方法	275	一、石灰软化处理	335
一、工业锅炉改造的原则	275	二、石灰-纯碱软化处理	336
二、工业锅炉改造的方法	276	三、化学-热能综合软化法	336
第二节 燃烧设备的改造	277	第三节 离子交换软化法	338
一、炉排的改造	277	一、钠离子交换软化法	338
二、炉拱及炉膛的改造	278	二、部分钠离子交换软化法	339
三、配风装置的改造	279	三、氢离子交换软化法	339
四、关于二次风的加装问题	283	四、铵离子交换软化法	340
第三节 锅炉本体的改造	284	五、钠离子交换软化水的操作运行	342
一、炉型改造	285	六、连续式离子交换	344
二、炉膛的改造	287	第四节 磁化法水处理	345
三、锅炉管束的改造	288	第五节 锅内水处理	348
第四节 尾部受热面和辅助设备的加装及改造	289	第六节 水的除氧	350
一、尾部受热面的加装及改造	289	第七节 除垢	353
二、辅助设备的加装及改造	291	参考文献	354
第十章 环境保护	294	第十二章 锅炉的安全经济运行	355
第一节 环境科学的发展和我国环保方针	294	第一节 锅炉的运行	355
第二节 锅炉燃烧和大气污染的关系	295	一、锅炉的起动	355
第三节 三种主要污染物(烟尘、 SO_x 、 NO_x)的危害性	298	二、锅炉的正常运行	358
一、烟尘	298	三、锅炉的正常停用	361
二、二氧化硫	299	第二节 锅炉的维护与保养	361
三、氮氧化物	299	第三节 锅炉运行中的典型事故及其处理	362
第四节 工业锅炉常用的除尘设备	300	第四节 锅炉的技术管理	366
一、粉尘特性	300	参考文献	368
二、除尘装置的性能	303	第十三章 工业锅炉节能技术	369
三、工业锅炉的除尘装置	304	第一节 概述	369
第五节 除尘效果的测定	325	第二节 蒸汽的有效利用	370
一、除尘效率的测定	325	第三节 区域锅炉房集中供热	377
二、除尘器阻力的测定	330	第四节 热水采暖	378
		第五节 热电联产	382
		第六节 裕压发电	390
		第七节 热管换热器	393
		第八节 蓄热器	399
		参考文献	402

第十四章 锅炉炉墙、附件及辅助

设备	403
第一节 炉墙	403
一、锅炉炉墙的作用和要求	403
二、炉墙的结构	403
三、炉墙材料	408
第二节 锅炉控制件	412
一、压力表	412
二、安全阀	413
三、水位表及水位警报器	415
四、给水自动调节器	417
第三节 阀门及管道	419
一、阀门	419
二、管道	422
第四节 给水机械	424
一、蒸汽活塞泵	424
二、电动离心泵	424
三、蒸汽注水器	425
第五节 通风设备	426
一、锅炉通风设备的型式	426
二、离心式通风机的特性	428
三、锅炉通风量的调节	429

四、离心式通风机的性能指标在相似	
条件下的变化规律	430
五、离心式通风机的无因次特性及其	
应用	433

参考文献	438
------------	-----

第十五章 工业锅炉的热效率

试验	439
第一节 试验的分类、组织和一般要求	439
第二节 正平衡试验的原理和方法	442
一、原理和计算公式	441
二、试验方法和各热工参数的测量	442
第三节 反平衡试验的原理和方法	451
一、原理和计算公式	451
二、试验方法和各热工参数的测量	455
第四节 锅炉热效率试验举例	462
参考文献	464

附录	465
附录A 本书常用符号说明	465
附录B 工业锅炉设计用代表性煤种	466
附录C 几类有害物质的排放标准	467
附录D 用盐酸加“02—钢铁缓蚀剂”	
清除锅炉水垢	468

第一章 工业锅炉的种类和结构简介

随着生产的发展,工业锅炉由简单到复杂、由低参数到高参数、由单一的品种发展到系列化产品,已经有200多年历史了。最早用于生活的是圆筒型锅炉,它的结构十分简单,参数很低,热效率也不高,很难适应工业发展的需要。以后随着工业生产的发展,在燃烧装置方面出现了种种机械化燃烧设备,由于材料和制造工艺,特别是焊接技术得到了飞速的发展,工业锅炉的容量、参数、品种都增加了,质量提高了,结构更加完善了。一台现代化的工业锅炉大概由三部分组成,即燃烧设备、锅炉本体(包括辐射和对流受热面)、锅炉辅助设备(包括上煤出灰、炉墙构架、管道阀门、仪表及自动控制设备)。因此,要区分工业锅炉的种类,也只能从这三方面的不同结构和特点来加以分类。由于辅助设备很难代表一台工业锅炉的特征,因此,很少用辅助设备的不同来对工业锅炉分类的。要对工业锅炉进行分类,只能从燃烧设备和锅炉本体结构的差异方面来进行。燃烧设备可以分手烧和机械化燃烧两大类,机械化燃烧又可分链条炉、振动炉、抛煤机炉、往复推动炉、下饲炉、沸腾炉和煤粉炉等,其详细结构情况,本书将在第四章中介绍。本章将介绍按锅炉本体结构分类的工业锅炉,就工业锅炉本体结构的特点而言,可以将锅炉分为火管锅炉(包括烟管锅炉)、水管锅炉、快装锅炉、热水锅炉、废热锅炉等,下面就其结构特点作简要介绍。

第一节 火管锅炉

锅炉在工业上使用最早的就是火管锅炉。随着社会生产力的不断发展,火管锅炉的发展大致如图1-1中左边二行所示。

圆筒形锅炉结构比较简单,一般均为手烧。这种锅炉金属耗量大、容量小、参数低、锅炉效率在45%左右、单位面积蒸发率在 $20\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 或更低,由此现代锅炉中已不再采用。

火管锅炉中的康尼许锅炉早在1808年就有了,到1844年发展为兰开夏锅炉,这种锅炉结构仍比较简单,除了锅筒而外(锅筒直径可达2m以上)就是一个或二个火筒(炉胆),火筒尺寸在650~950mm,为了保证热膨胀及火筒必要的强度,火筒均造成波浪式的,这种锅炉容量可达 $2\text{t}/\text{h}$ 以上,工作压力可达 0.8MPa (表压),锅炉效率在55%左右,平均的单位面积蒸发率仍比较低,一般在 $20\sim 30\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 。

这种锅炉的结构和布置见图1-2。

图1-2所示的锅炉是手烧的, $2\text{t}/\text{h}$ 左右, 0.8MPa ,产生蒸汽为饱和蒸汽,炉排为一般的条形炉排,置于两个内径为800mm左右的火筒内,燃烧后的烟气沿火筒内向后流动构成第一烟道,在锅炉后部向下折回炉前,冲刷锅筒外壁的下部构成第二烟道,在炉前烟气分别左、右转弯冲刷锅筒的两侧向炉后流动构成第三烟道,最后烟气经烟囱排入大气。

这种锅炉有以下缺点:

(1) 传热差。只有在火筒的前部2m以内,其蒸发率较高,可达 $100\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 以上,火筒后部传热则很差,蒸发率一般在 $10\sim 20\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 或更低。因此耗费钢材多,例如一台

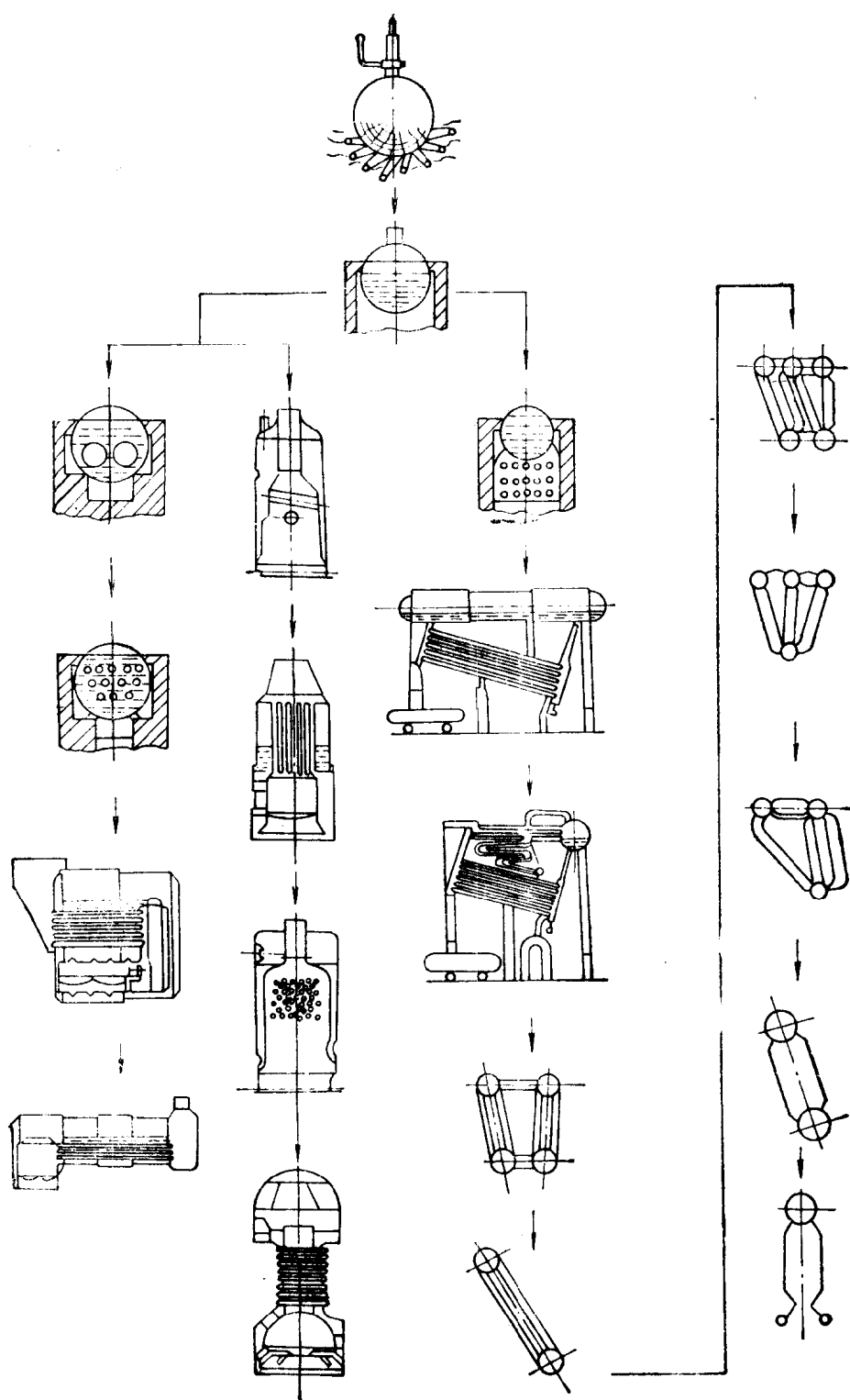


图1-1 锅炉发展示意图

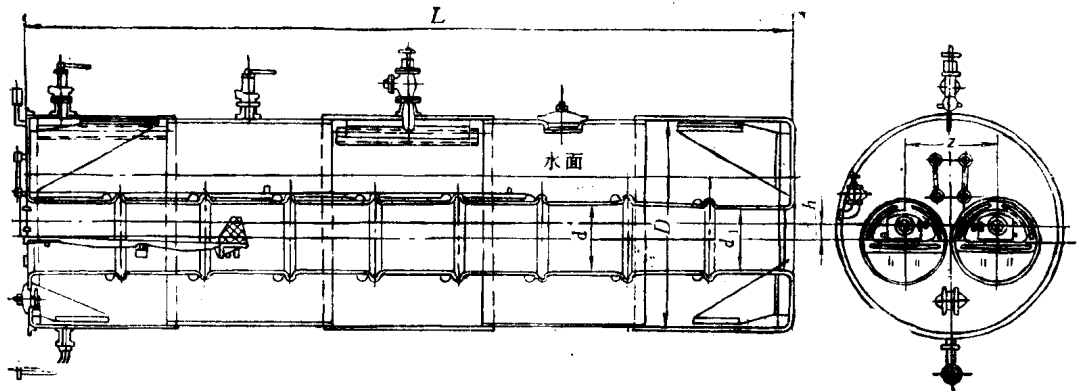


图1-2 WSG2-0.8型卧式双火筒锅炉

2.34t/h的兰开夏锅炉要耗费钢材22t, 相当于每吨蒸汽耗钢材10t左右。

(2) 热效率低, 煤耗大。

(3) 因为用大直径锅筒, 蒸汽参数的提高受限制。

(4) 占地面积大。康尼许锅炉每 $1.3\sim 2.0\text{m}^2$ 受热面占地 1m^2 ; 兰开夏锅炉每 $1.8\sim 2.5\text{m}^2$ 受热面占地 1m^2 。

(5) 燃烧在火筒中进行, 空间小, 不宜燃用劣质煤。

(6) 由于采用手烧, 锅炉加煤、拨火、除灰均用人工进行, 这是一项繁重的工作, 对这种锅炉而言, 每隔 $5\sim 10\text{min}$ 要加煤一次, 两次加煤之间要拨火 $1\sim 2$ 次, 另外每班中要除灰 $1\sim 2$ 次, 这些工作均由司炉工人进行操作, 这些操作除了劳动强度高外, 工作条件也较艰苦。

由于以上原因, 现代工业锅炉中一般不宜再采用这种锅炉。

值得一提的是这种锅炉有如下优点:

(1) 这种锅炉的水容积较大, 锅炉启动时间较长, 但是一旦锅炉启动后, 其压力和水位波动较小, 能较好地满足在外界短时间里提高负荷的要求, 即一般所说的“上汽”性能好。另外其蒸汽空间亦大, 因此一般不会出现蒸汽带水的现象。

(2) 使用这种锅炉不必进行水处理。

(3) 烟、风阻力较小, 可以采用自然通风。

考虑了以上优点, 在有特殊需要的地方, 经适当的改装仍然可以采用这种锅炉。

从兰开夏锅炉的试验资料中可以看到, 在火筒的前部有良好的辐射传热, 其蒸发率可达 $100\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 以上, 因此保留它的优点, 改进它的对流受热面, 这就出现了烟管锅炉或烟、火管组合锅炉。烟管锅炉效率可达 $65\%\sim 75\%$, 烟火管组合锅炉使用机械燃烧和机械通风时, 效率可达 75% 或以上。这种锅炉的蒸发率一般可达 $30\text{kg}/(\text{m}^2\cdot\text{h})$ 左右, 其中烟、火管组合锅炉可以更高些。由于较好地布置了辐射和对流受热面, 这种锅炉的金属消耗量较火筒锅炉大大下降了, 一般为每吨蒸汽耗钢材6t左右。

图1-3表示一台2t/h烟管锅炉的结构和布置图。

图1-4表示一台4t/h烟火管组合锅炉结构和布置图。

烟管锅炉的结构和布置在图1-3中已经表示得十分清楚了, 锅炉仍然是手烧的, 和兰开夏锅炉不同之处是锅炉没有火筒, 燃烧不在火筒中进行, 而在锅筒外进行。这就是采用外燃

的锅炉。燃烧后的烟气冲刷锅筒外壁,然后经烟管进入烟囱,有些烟管锅炉也有第三回程的。烟管一般是外径为57~76mm的钢管,烟管和锅筒的连接是胀接的,个别也有焊接的,锅炉的其他结构见图。这种锅炉现在也很少生产。

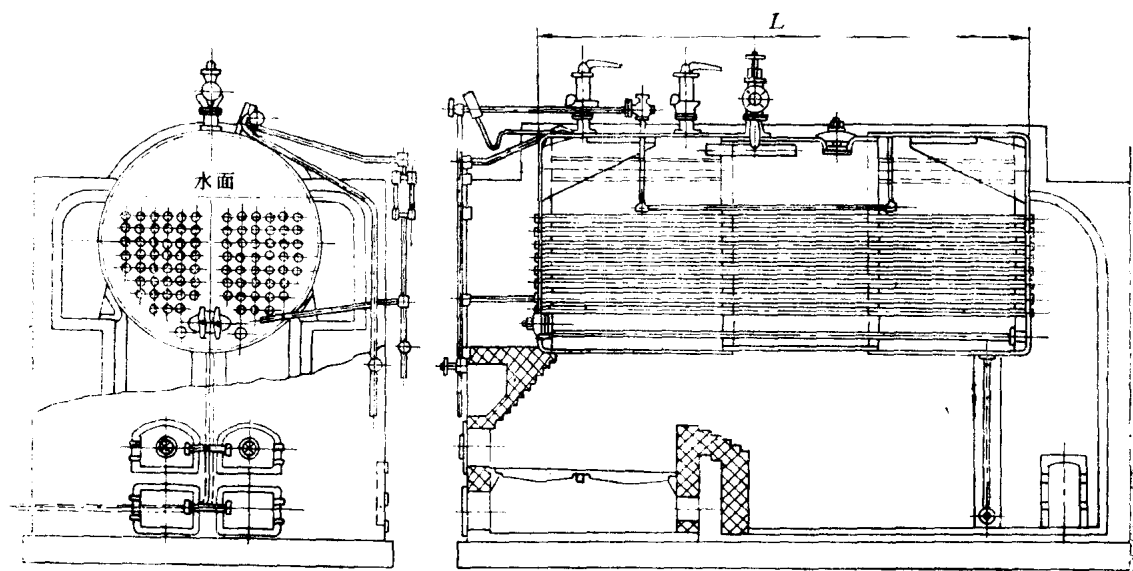


图1-3 WWG2-0.81 型外燃卧式回火管锅炉

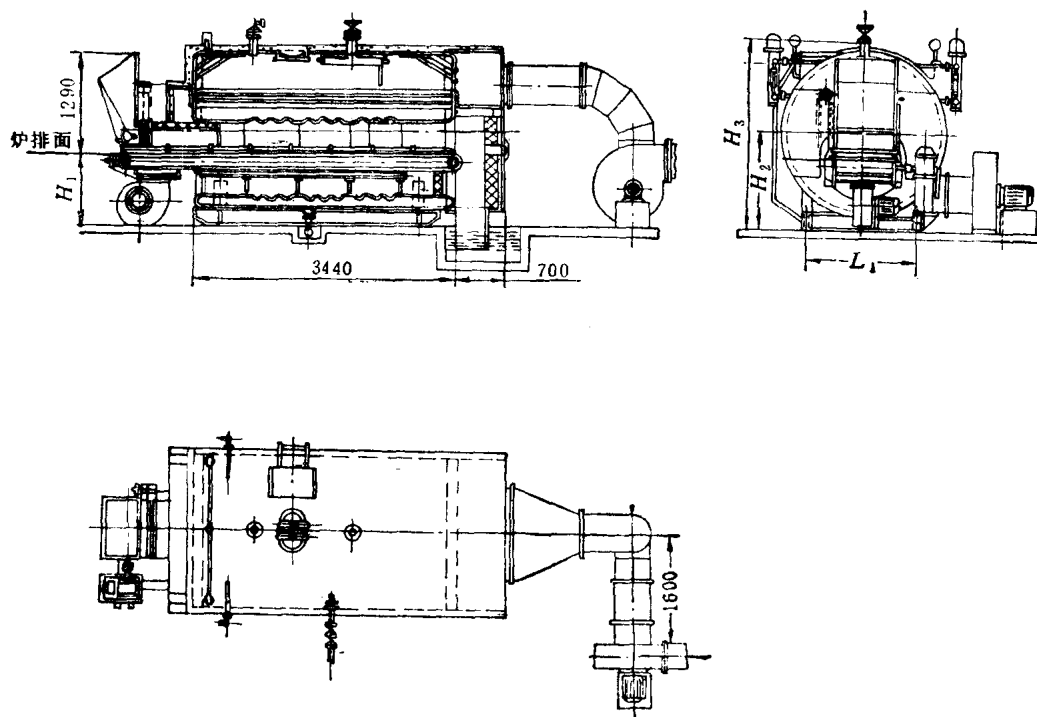


图1-4 WNL-4-1.3A4t/h 卧式内燃三回程锅炉

目前生产最多的是卧式内燃的火管锅炉。

烟、火管组合的卧式内燃火管锅炉的结构见图1-4。锅炉规范如下：蒸发量4t/h，工作压力1.3MPa（表压）（饱和温度），受热面143.2m²，炉排面积4.44m²，燃用烟煤，锅炉总重约18.6t。锅炉是机械燃烧的，采用链条炉，煤斗中的煤经月亮门落在缓缓移动的链条炉排上，进煤量由炉排速度和煤层厚度来控制，炉排速度是可变的，煤层厚度由可上升下降的煤闸门来控制，煤闸门后有耐火材料砌成的点火拱，专为煤的点火之用，锅炉后部有专设的灰渣坑和出灰小车，燃烧后的烟气第一回程冲刷火筒，在锅炉后部进入火筒两侧的烟管构成第二回程，再在锅炉前部经前烟箱进入火筒上部的烟管构成第三回程，最后经引风机进入烟囱。燃料燃烧所需的空气由专设的送风机供给，锅炉的其余结构和尺寸见图。

烟管锅炉或烟火管组合锅炉较火筒锅炉是前进了一步，但是烟管本身却带来以下缺点：其一是，一般烟管为胀接的，因为烟管锅炉刚性较大，如果胀接工艺进行得不恰当就容易泄漏；其二是烟管的间距小，清洗水垢比较困难，这就对给水提出了较高的要求；第三烟管水平放置易于积灰，加上烟管为纵向冲刷，积灰后传热情况大大恶化。另外，大量使用烟管使锅炉金属耗量增加，有时烟管中烟速较高而使通风阻力大增。因此，在设计和制造这种锅炉时必须很好地考虑这些问题。

以上介绍的都是卧式火管锅炉，火管锅炉的另一类型为立式的，其简单结构和型式可参看图1-1的左边第二行，总的来说它和卧式的情况差不多，但其占地面积小，通风情况也较卧式为好。缺点是排烟烟尘浓度较高，有时难以达到排放标准的要求。

立式火管锅炉种类颇多，有立式大横水管、立式小横水管、立式横火管、立式直水管和立式弯水管等。前四种型式由于种种原因目前很少生产，立式弯水管锅炉的结构见图1-5。

这种锅炉的结构特点是在立式锅炉的炉胆内部和炉壳外部增加了管子，从而增加了辐射和对流受热面，排烟温度较低，锅炉效率较高，锅炉结构上也考虑了清灰的方便。这种锅炉的缺点是对锅炉给水要求较高。

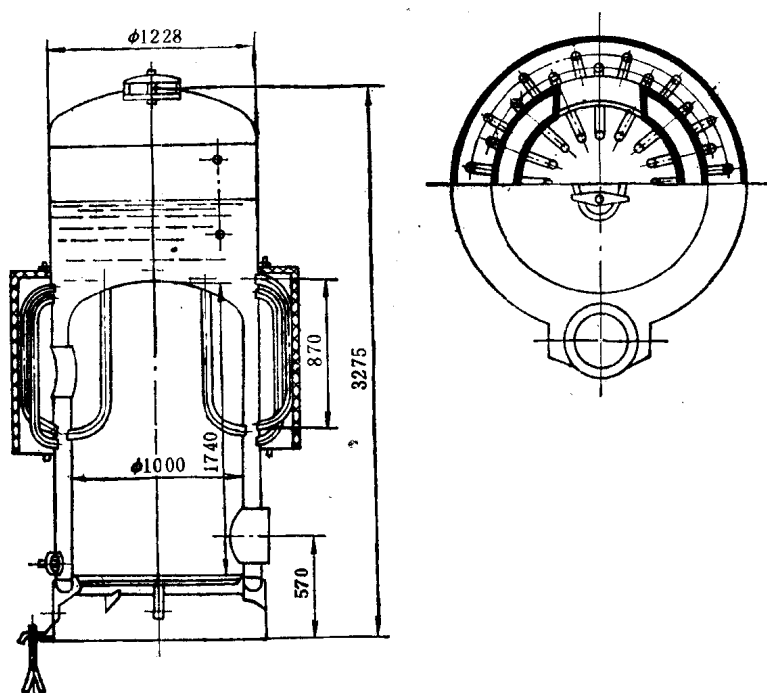


图1-5 立式弯水管锅炉(LSG0.2-0.5-A)结构图

综上所述，火管锅炉具有结构简单、设备不太复杂、运行技术水平要求较低、给水不必进行严格水处理等优点。但是，由于结构上的限制，火管锅炉的蒸汽参数较低，加上热效率低，消耗钢材量大，因此均在小容量采用，目前我国生产的火管锅炉一般在2t/h左右。

第二节 水管锅炉

上一节中已经讲到，火管锅炉由于结构上的限制，不能满足日益增长的工业用汽的需要。例如，当锅炉容量增加到4t/h以上时，再用火管锅炉就要加大锅筒直径和壁厚，这不但会大大消耗钢材，而且大直径的锅筒要实现蒸汽参数的提高也是困难的，在这种情况下必须使用水管锅炉。水管锅炉和火管锅炉的显著区别是汽水在管内流动，烟气在管外冲刷流动。在大多数情况下烟气在管外可作横向冲刷流动。这就大大改善了传热情况，在同样烟速、烟温条件下，和火管锅炉相比水管锅炉金属消耗量可以大大下降，蒸发量和效率可以明显地提高。加上水管锅炉受热面布置简便，清垢除灰等情况又均比烟管锅炉为好，由此水管锅炉在近百年内得到了大量的发展。

水管锅炉的发展可参看图1-1中右边二行。

水管锅炉基本上可以分成两大类，即横水管锅炉和竖水管锅炉。横水管锅炉最早是整联箱锅炉，这种锅炉联箱的尺寸太大，因此锅炉强度得不到保证，后来做成分联箱锅炉，虽然强度上得到了保证，但联箱和手孔的制造比较麻烦，金属消耗量也比较大，另外水管水平放置对锅炉水循环也不利，因此，这种锅炉现在已经很少采用。

水管锅炉中现在广泛应用的是竖水管锅炉，开始时为了增加受热面，曾出现过多锅筒锅炉，这种锅炉金属耗量大，另外对流管束太多，特别是后面的几束其传热效果较差，不如设置省煤器有利，因此以后发展为双锅筒和单锅筒锅炉，在工业锅炉中双锅筒锅炉用得较多，在大的电站锅炉中大多用单锅筒水管锅炉。

在工业锅炉中用得很多的双锅筒水管锅炉，其效率可达65%~80%，单位面积蒸发率可达25~60kg/(m²·h)，每吨蒸汽钢材消耗量在5t左右，蒸发量可达20t/h左右，蒸汽压力可达1.3~2.5MPa，个别锅炉可以设置过热器，蒸汽过热温度可达250~400℃。

在工业锅炉中，因为蒸汽参数较低，锅炉吸热量中用于蒸发的比例较大，因此，在水管锅炉的锅炉本体中总有大量对流管束，为合理布置这些为数较多的对流管束，一般工业锅炉中所用水管锅炉以双锅筒为宜，也有很多产品是单锅筒的，但其对流管束布置困难，安装与检修也不方便。

按锅筒放置的位置可分为双锅筒纵置式锅炉和双锅筒横置式锅炉。双锅筒纵置式常见的有D型和DKB型(即长短锅筒型)两种。图1-6为一台配振动炉排的D型水管锅炉，其主要规格列于表1-1中。

SZZ型锅炉配有振动炉排，因此锅炉的加煤和除灰均可以机械化。锅炉是双汽包的，上、下锅筒尺寸均为φ800mm×12mm，炉室内设有水冷壁，燃烧后的烟气从锅炉炉室出来后在对流管束中水平绕行两次，通过布置于锅炉后部的可拆式省煤器后进入烟囱，这种锅炉受热面布置有这样的特点，如若锅炉容量要增加，锅炉受热面布置可以不作太大的变化而适应容量的增大。锅炉的其余尺寸和结构见图。

D型布置的锅炉结构紧凑、体积小、重量轻。但其燃烧室只能单面操作，锅炉房单层布置时尾部受热面布置困难，对流受热面冲刷不好。DKB型水管锅炉见图1-7，其主要规格列于表1-2中。

SZP型水管锅炉配有风力机械抛煤机摇动炉排。锅炉本体由纵置的上下锅筒(一长一

短)和对流管束组成。燃烧室中布置有水冷壁,水管均为 $\phi 51\text{mm} \times 3\text{mm}$ 无缝钢管。上锅筒内装有汽水分离和连续排污装置,下锅筒内装有定期排污装置。对流管束装有蒸汽吹灰装置。锅炉尾部布置省煤器。这种结构的锅炉仍具有结构紧凑、钢材消耗量低等优点。但其锅筒内件采用锅内旋风分离器,阻力大,应注意水循环安全等问题。

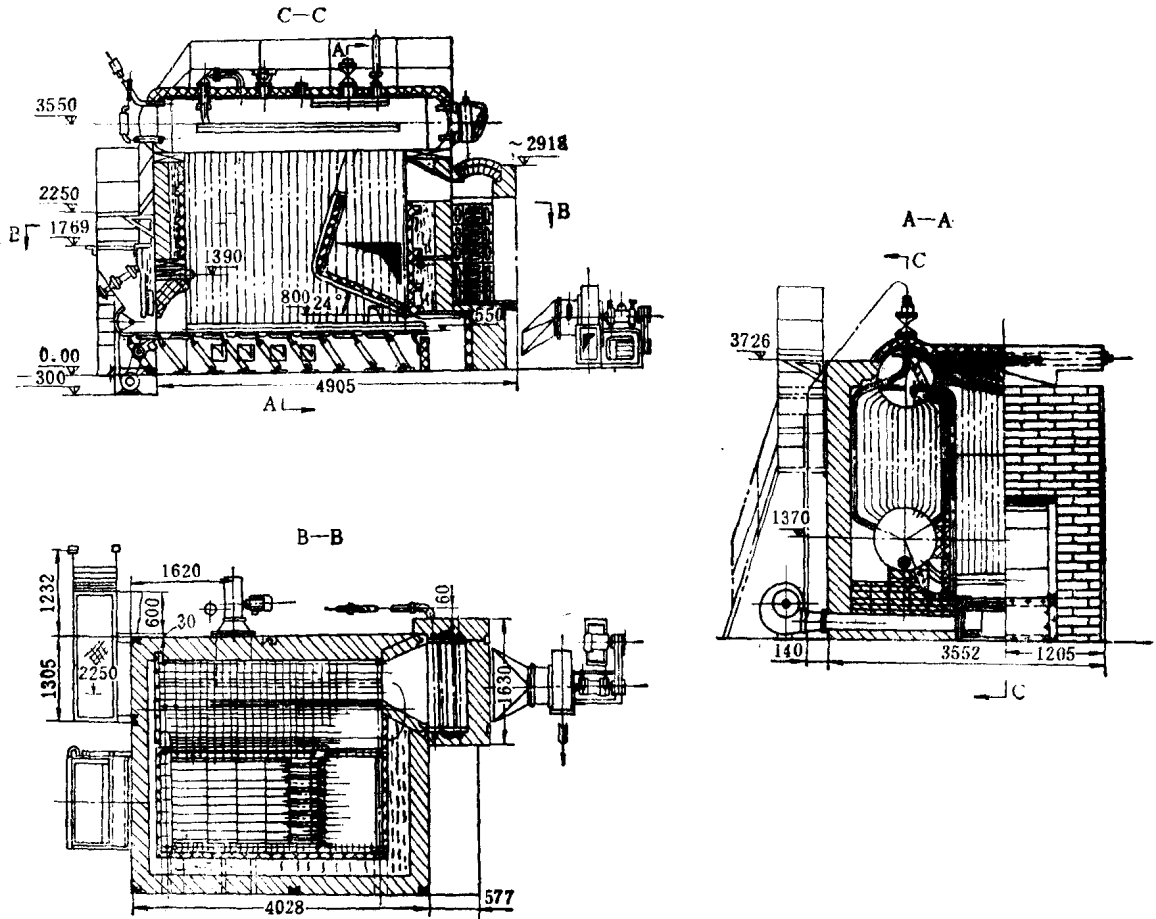


图1-6 SZZ4-1.3-A型振动炉排锅炉外形尺寸图

表1-1 SZZ型锅炉主要规格

名 称	单 位	SZZ4-1.3-A	名 称	单 位	SZZ4-1.3-A
蒸 发 量	t/h	4.0	炉排面积	m ²	4.08
工作压力	MPa	1.3	适用燃料		烟煤
蒸汽温度	℃	饱和	锅炉效率	%	79
给水温度	℃	60	燃烧方式		煤斗层燃
受热面积	m ²		炉排结构		振动炉排
本 体		104.7	外形尺寸 (长×宽×高)	mm	6320×3450×3780
省 煤 器		47.4			

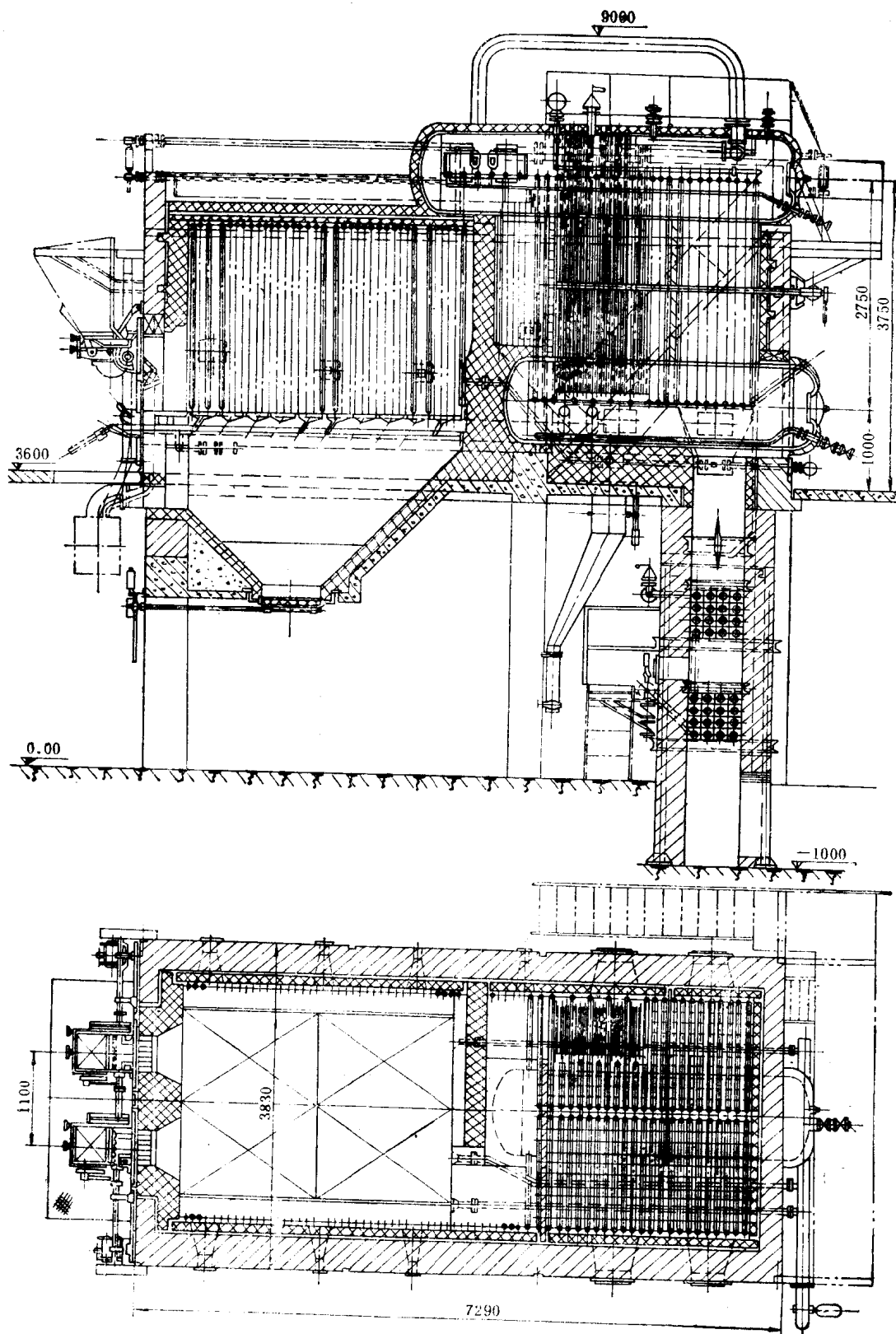


图1-7 SZP6.5-1.3-A双锅筒纵置式锅炉

表1-2 SZP6.5-1.3-A锅炉主要规格

名 称		单 位	规 格	
			SZP6.5-1.3-A	SZP6.5 1.3/350-A
蒸发量		t/h	6.5	6.5
工作压力		MPa	1.3	1.3
蒸汽温度		℃	饱和	350
给水温度		℃	50~105	50~105
设计燃料		—	烟煤	烟煤
受热面积	锅炉本体	m ²	230	226
	省煤器	m ²	94	94
	过热器	m ²	—	34
炉排有效面积		m ²	6.7	6.7
上锅筒规格(内径×长)		mm	φ1000×4317	φ1000×4317
下锅筒规格(内径×长)		mm	φ1000×3560	φ1000×3560
外形尺寸(长×宽×高)		m	7.29×3.83×7.35	7.29×3.83×7.35

双锅筒横置式锅炉使用很普遍，图1-8为一台20t/h链条炉，其主要规格见表1-3。

SHL20-1.3型锅炉的结构和尺寸在图上都可以看清楚了。要说明的是，这种锅炉已经具

有中、大型锅炉的特点，燃烧设备是机械化的链条炉排，炉排是鳞片式的，采用分段送风。出灰有灰渣井，井中有碎渣设备。锅炉炉室内设有前、后拱，在燃用不同煤种时拱的型线设计也不同。燃烧后的烟气从炉室出来后在对流管束中多次绕行，然后进入尾部烟道，在尾部烟道中设有省煤器和空气预热器，以加热给水和预热空气。在有需要时锅炉可以安设过热器，为了不使传热恶化，锅炉的过热器、省煤器均设有蒸汽吹灰装置，锅炉的其余结构和尺寸见图示。

燃油的锅炉，除了卧式内燃的火管锅炉外，大部分都是双锅筒水管锅炉。图1-9为一台6.5~10t/h双纵锅筒燃油锅炉，这种系列的燃油锅炉主要规格见表1-4。

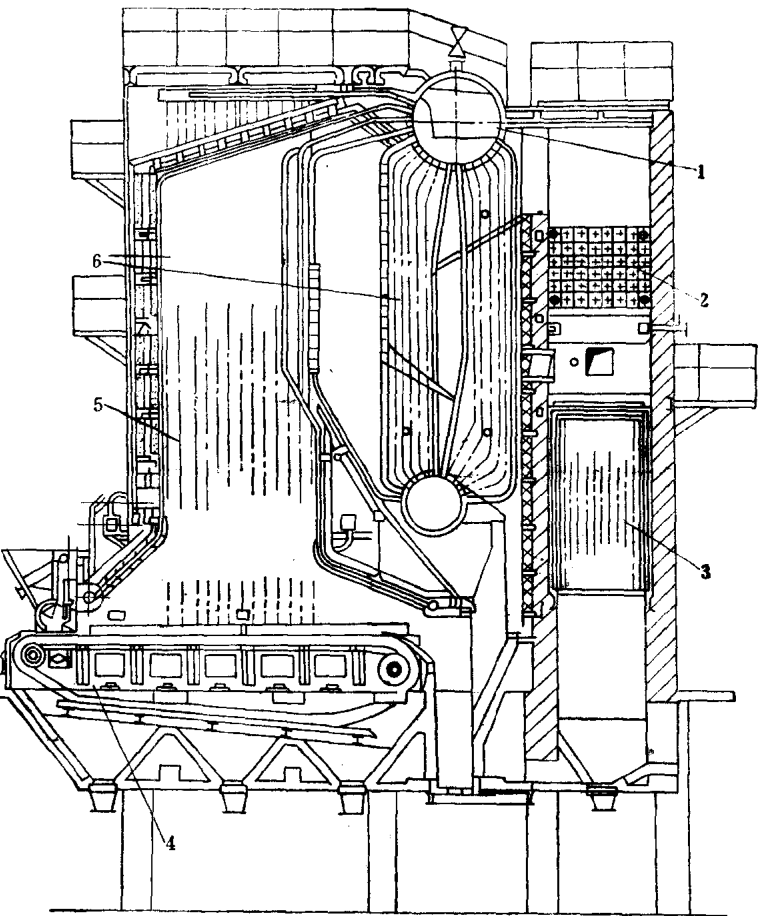


图1-8 SHL20-1.3型锅炉剖面图

1—锅筒 2—省煤器 3—空气预热器 4—链条炉排 5—水冷壁 6—对流管束

表1-3 SHL型锅炉主要规格表

名 称	工厂型号	蒸发量	工作压力	蒸汽温度	给水温度	受热面积(m ²)				炉排面积	适用燃料	锅炉效率	燃烧方式	外形尺寸	金属耗量
		t/h	MPa	℃	℃	本体	过热器	省煤器	空气预热器	m ²	kJ/kg	%	炉排结构	长×宽×高(mm)	kg
双横锅筒 水管锅炉	SHL 20-1.3	20	1.3	饱和	60~105	404	—	268	313	20.5	烟煤 ≥21000	78	链条 炉排	12320× 4670× 12100	106600
双横锅筒 水管锅炉	SHL 20-1.3/300	20	1.3	300	60~105	404	62	268	313	20.5	烟煤 ≥21000	78	链条 炉排	12320× 4670× 12100	112200
双横锅筒 水管锅炉	SHL 20-2.5/400-A	20	2.5	400	105	345	90	230	394	18.8	烟煤	78	链条 炉排	13500× 7800× 11400	105000

表1-4 SZS型油炉主要规格

项 目		单 位	SZS6.5-1.3-Y	SZS6.5-1.3/300-Y	SZS10-1.3/300-Y
蒸 发 量		t/h	6.5	6.5	10
工作压力		MPa	1.3	1.3	1.3
蒸汽温度		℃	194	300	300
给水温度		℃	60	60	60或105
燃 料		—	100号重油	100号重油	100号重油
雾化方式		—	机械回油	同左	同左
受热面	炉室及对流管	m ²	194	167	241
	过 热 器	m ²	—	23	35
锅炉效率		%	87	86	86
燃烧方式			微正压	微正压	微正压
外形尺寸(长×高×宽)		m	6.78×4.8×4.0	6.78×4.8×4.0	8.1×4.8×4.0

SZS型燃油锅炉为自然循环锅炉，双纵锅筒。锅炉左边为炉室，右边为对流管束和过热器。燃烧器布置在前墙，烟气自炉室出来后，顺次横向流过第一对流管束、过热器和第二对流管束，然后排至烟囱。为避免尾部受热面烟气侧腐蚀，锅炉没有布置省煤器和空气预热器。

燃油锅炉可采用微正压燃烧，这样可消除漏风，降低排烟损失，并可省去引风机，节省用电，还能强化燃烧，提高炉室容积热负荷，缩小锅炉尺寸。另外，由于降低了炉室过量空气系数，还可以降低烟气露点，减轻和防止腐蚀，这样做也可减少大气污染。燃油锅炉均系全自动化。配有一项程序控制(锅炉起动、停炉都按程序进行)，四项自动调节(燃烧、给水、油压、油温)和四项保护(高低水位、熄火、超压、低油压)。燃油锅炉大多采用整装式，锅筒、水管、过热器、炉墙、燃烧器等部件均整装在一起并安装在金属结构上，这样既保证了质量又缩短了安装周期。