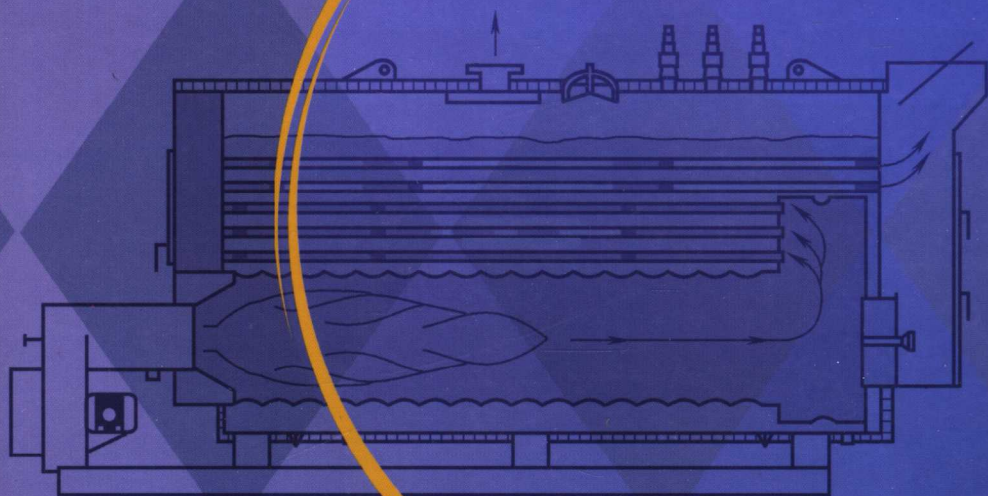


锅炉运行 与操作指南

辛广路 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



锅炉运行与操作指南

主 编 辛广路

副主编 孙 涛

参 编 陈俊平 肖文菊 孙立民 王庆梅
张淑兰 张海燕 李彩英 张向民
邢云贤 张光水 贾连彬



机 械 工 业 出 版 社

本书用简捷明了的语言、大量的图表,全面细致地介绍了锅炉基础知识、结构、燃烧设备、安全附件与仪表、辅机、水处理、故障和事故处理、锅炉房管理等方面的内容。为了适应城乡生产、生活的需要,对电热锅炉、燃气锅炉、介质油锅炉、流化床锅炉、常压热水锅炉知识进行了阐述。

本书内容丰富、新颖、实用,可作为司炉工人培训考核教材,也可供安全技术管理干部和锅炉安全监察检验人员以及锅炉设计、制造、安装等工作人员学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉运行与操作指南/辛广路主编. —北京:机械工业出版社, 2006.6

ISBN 7-111-19516-7

I. 锅... II. 辛... III. ①锅炉运行—基本知识 ②锅炉—操作—基本知识 IV. TK22

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 073421 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

策划编辑:李万宇 责任编辑:白刚 版式设计:霍永明

责任校对:王欣 封面设计:鞠杨 责任印制:杨曦

北京机工印刷厂印刷

2006 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

169mm × 239mm · 12.5 印张 · 484 千字

0 001—4 000 册

定价:35.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

编辑热线电话(010)68351729

封面无防伪标均为盗版

前言

随着我国国民经济的快速发展,人民生活的不断提高,锅炉的使用范围越来越广泛,不仅用于城市的生产和生活,也用于广大农村。由于锅炉是一种特殊设备,承受高温高压,有爆炸危险,所以科学地掌握锅炉技术及性能,正确地进行操作,加强管理,对保证锅炉安全运行,防止事故发生,使国家和人民生命财产不受损失有着极其重要的意义。

为了加强司炉人员的技术培训,提高操作水平,根据国务院颁布的《特种设备安全监察条例》和国家质检总局发布的有关规程、规定,结合作者几十年从事锅炉监察和检验工作所积累的经验,特编写了《锅炉运行与操作指南》一书,以满足广大司炉人员和锅炉安全技术管理人员的需要。

本书在全面论述以往锅炉知识的前提下,又增加了燃气锅炉、电加热锅炉、介质油锅炉、流化床锅炉、常压热水锅炉等新内容。从实际应用着手,分别阐述了各种炉型、燃烧设备、辅机等特点、性能、运行及故障维修方面的知识,以提高司炉人员的实际操作水平和预防、处理事故的能力。

本书语言简捷,通俗易懂,并采用了大量的图表,深入浅出地向司炉人员介绍了必须掌握的锅炉应知应会的知识,是一本内容新颖、全面细致、实用性较强的司炉培训用书。本书也可作为锅炉安全监察检验人员以及锅炉设计、制造、安装等工作人员学习参考。

本书共分十一章,由辛广路、孙涛分别担任主编和副主编。其中第一章由大庆石油管理局物业集团张淑兰编写;第二章由(以下单位同上)肖文菊编写;第三章由王庆梅编写;第四章由贾连彬编写;第五章由张海燕编写;第六章由大庆特种设备监督检验研究中心张向民编写;第七章由大庆石油管理局物业集团(以下单位同)李彩英编写;第八章由邢云贤编写;第九章由陈俊平编写;第十章由张光水编写;第十一章由孙立民编写,书中文字、图样由李晶君参与整理和绘制。全书由辛广路、孙涛修改审核定稿。

本书在编写过程中,哈尔滨工业大学热能工程教研室教授陈崇枢同志,黑龙江省牡丹江市质量技术监督局锅炉科科长陈志军、孙天祥同志,黑龙江省农垦总局齐齐哈尔分局锅炉检验所所长、高级工程师高博义同志,黑龙江省黑河市质量技术监督局锅炉科科长孙庆云同志,黑龙江省大兴安岭地区质量技术监督局副局长吴宗玉同志及锅炉科科长牧人同志,黑龙江省伊春市质量技术监督局锅炉科科长张丽芬同志,黑龙江省绥化市质量技术监督局锅炉科科长张伟同

IV

志，给予了大力支持和帮助，在此一并表示衷心的感谢。

由于编著者水平有限，书中疏漏和不妥之处在所难免，敬请读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第一章 锅炉基本知识	1
第一节 锅炉分类	1
第二节 锅炉型号	2
一、燃煤、燃油（气）锅炉型号	2
二、有机热载体锅炉型号	4
三、电加热锅炉型号	6
第三节 锅炉参数	7
一、蒸发量	7
二、压力	7
三、温度	8
第四节 常用专业术语及专业名称	9
一、专业术语	9
二、专业名称	11
第五节 锅炉的工作过程	19
一、燃料的燃烧过程	19
二、火焰、烟气向锅水和蒸汽的传热过程	19
三、水被加热、汽化的过程	19
第六节 燃料及其燃烧	19
一、固体燃料	21
二、液体燃料	24
三、气体燃料	27
四、水煤浆	31
五、燃烧	32
第七节 锅炉水循环	36
一、水与水蒸气的性质	36
二、锅炉水循环	37
第八节 有机热载体	39
一、有机热载体的性质	39
二、有机热载体的质量及性能指标	40
第九节 锅炉热效率和热损失	41
一、锅炉热效率	41
二、锅炉热损失	41

第十节 锅炉常用材料	44
一、锅炉常用材料分类	44
二、锅炉常用金属材料	44
三、锅炉常用非金属材料	48
第二章 锅炉类型与结构	49
第一节 锅炉结构的一般要求	49
一、锅炉结构的安全要求	49
二、锅炉结构的经济要求	51
第二节 锅炉主要受压部件	51
一、锅筒（汽包）	51
二、汽水分离装置	51
三、水冷壁	53
四、对流管束	53
五、封头（管板）	53
六、集箱（联箱）	54
七、拉撑件	54
八、烟火管	54
九、炉胆	54
十、人孔、人孔盖、手孔、手孔盖	55
第三节 立式锅炉	55
一、立式横水管锅炉	55
二、立式横火管锅炉	56
三、立式直水管锅炉	58
四、立式弯水管锅炉	59
五、立式无管锅炉	60
第四节 卧式水火管锅炉	61
一、卧式内燃水火管锅炉	61
二、卧式外燃水火管锅炉	62
第五节 水管锅炉	64
一、单锅筒纵置水管锅炉	65
二、单锅筒横置水管锅炉	66
三、双锅筒纵置水管锅炉	67
四、双锅筒横置水管锅炉	69
第六节 常压热水锅炉和汽水两用锅炉	71
一、常压热水锅炉	71
二、汽水两用锅炉	77
第七节 燃油燃气锅炉	81
一、结构特点与类型	81

二、小型立式燃油燃气锅炉	81
三、卧式内燃燃油燃气锅炉	84
四、水管燃油燃气锅炉	87
第八节 有机热载体锅炉	89
一、结构特点	89
二、类型	90
第九节 电加热锅炉	93
一、结构特点	93
二、类型	96
第十节 流化床锅炉	100
一、结构特点	100
二、类型	102
第三章 锅炉燃烧设备	107
第一节 燃烧方式	107
第二节 手烧炉	107
一、手烧炉的结构	107
二、手烧炉燃烧特点	108
三、手烧炉优缺点	109
第三节 双层炉排及反烧炉	109
一、结构	109
二、燃烧特点	110
三、优缺点	110
第四节 链条炉排炉	111
一、链条炉排结构	111
二、链条炉排燃烧特点	114
三、链条炉排对煤种的要求	116
第五节 往复炉排炉	116
一、往复炉排结构	117
二、往复炉排燃烧特点	118
三、往复炉排优缺点	119
第六节 抛煤机炉	119
一、抛煤机炉结构	119
二、抛煤机炉燃烧特点	120
三、抛煤机炉优缺点	121
第七节 煤粉炉	121
一、煤粉炉特点	121
二、制粉设备	122
三、燃烧器及布置形式	124

第八节 燃油燃气炉	126
一、燃烧器	126
二、油嘴	127
三、调风装置	131
四、燃烧器的构成及功能	132
第九节 流化床(沸腾)燃烧炉	136
一、燃烧原理	137
二、结构特点	137
第十节 炉墙与炉拱	139
一、炉墙结构	139
二、炉墙材料	143
三、炉拱	150
第四章 锅炉附件与仪表	153
第一节 阀门	153
一、阀门基础知识	153
二、安全阀	158
三、截止阀	164
四、调节阀	167
五、闸阀	168
六、止回阀	171
七、旋塞	173
八、减压阀	173
九、疏水阀	174
十、对阀门的要求	176
第二节 压力表	177
一、压力表作用	177
二、压力表结构	177
三、对压力表的要求	179
第三节 水位表	180
一、水位表作用	180
二、水位表结构	180
三、对水位表的要求	184
第四节 高低水位报警器和连锁保护装置	185
一、水位报警器的作用	185
二、水位报警器的结构	185
三、连锁保护装置	187
第五节 锅炉管道	188
一、管道材料与规格	188

二、管道热膨胀伸长及补偿	189
三、管道零件	190
四、管道支吊架	190
五、管道试压与吹洗	191
六、管道保温、油漆和标志	192
第六节 排污装置	193
一、排污的作用与分类	193
二、排污阀的类型	193
三、对排污装置的要求	194
四、定期排污的操作办法	195
五、锅炉排污操作的要求及注意事项	195
第七节 防爆门	196
一、防爆门的作用	196
二、防爆门的种类	197
三、对防爆门的要求	197
第五章 锅炉辅机设备	198
第一节 燃料输送设备	198
一、运煤系统	198
二、煤的制备设备	199
三、煤的提升和水平运输设备	200
四、煤场运输机械	203
五、燃油供应系统	204
六、供气系统	206
第二节 通风设备	207
一、通风方式	207
二、风机及风道	209
三、烟囱及烟道	214
第三节 除渣设备	216
一、机械除渣设备	216
二、水力除渣设备	219
第四节 除尘设备	221
一、锅炉烟尘与排放标准	221
二、除尘设备分类	223
第五节 给水设备	230
一、往复泵	230
二、离心泵	231
三、注水器	232
四、给水设备选择及计算	234

第六节 其他附属设备	236
一、水箱	236
二、取样冷凝器	236
三、分汽缸	238
四、排污膨胀器	238
五、集汽罐	239
六、吹灰装置	240
七、分层加煤斗	242
八、除污器	242
第六章 锅炉水处理	244
第一节 锅炉水处理的重要性	244
一、锅内结垢	244
二、锅炉金属腐蚀	246
三、蒸汽品质污染	247
第二节 锅炉水质标准	248
一、蒸汽锅炉水质标准	248
二、热水锅炉水质标准	248
第三节 天然水中杂质对锅炉的危害	249
一、天然水中的杂质	249
二、水中杂质对锅炉的危害	250
第四节 锅外水处理	251
一、锅炉水处理的目的及技术要求	251
二、锅炉给水软化	251
三、钠离子交换软化系统	252
四、固定床离子交换系统	253
第五节 锅内水处理	255
一、常用药剂	255
二、加药装置	256
三、加药要求	256
第六节 锅炉给水除氧	257
一、热力除氧	257
二、化学除氧	259
三、真空除氧	260
第七节 锅内水垢的清除	261
一、机械除垢	261
二、化学除垢	261
第七章 锅炉运行	263
第一节 基本要求	263

一、锅炉投入运行的必要条件	263
二、锅炉运行操作必须注意的事项	263
第二节 烘炉与煮炉	264
一、蒸汽锅炉的烘炉	264
二、蒸汽锅炉的煮炉	266
三、热水锅炉的烘炉和煮炉	267
第三节 安装后的验收	268
一、蒸汽严密性试验	268
二、安全阀调整和排气试验	268
三、总体验收	269
四、热水锅炉验收	270
第四节 点火前的检查与准备	271
一、蒸汽锅炉点火前的准备工作	271
二、热水锅炉点火前的准备工作	272
第五节 点火升压与并炉	273
一、点火注意事项	273
二、点火	274
三、升压操作	274
四、并炉	275
五、热水锅炉的升温与并炉	276
第六节 锅炉正常运行	276
一、水位调节	277
二、压力调节	277
三、汽温调节	277
四、燃烧调节	278
五、炉膛负压调节	279
六、排污	279
七、除灰	280
八、拨火	281
九、清炉	281
第七节 燃烧设备运行操作	281
一、手烧炉运行操作	281
二、链条炉运行操作	282
三、往复炉运行操作	284
四、抛煤机炉运行操作	284
五、煤粉炉运行操作	285
六、沸腾炉运行操作	286
七、燃油燃气锅炉运行操作	288
八、电加热锅炉运行操作	292

九、热水锅炉运行操作	292
十、有机热载体炉运行操作	296
第八节 锅炉的停炉与维护保养	297
一、压火停炉	297
二、正常停炉	298
三、紧急停炉	298
四、日常维护	300
五、定期检修	301
六、压力保养	301
七、湿法保养	301
八、干法保养	301
九、充气保养	302
第九节 锅炉的一般检验	302
一、外部检验	302
二、内外部检验	303
三、水压试验	303
第八章 锅炉常见故障与处理	304
第一节 燃烧设备常见故障与处理	304
一、下饲式炉排	304
二、双层炉排	304
三、倾斜往复炉排	305
四、水平往复炉排	305
五、链条炉排	313
六、抛煤机炉	315
七、煤粉炉	315
八、沸腾炉	316
第二节 燃油燃气锅炉燃烧器常见故障与处理	317
第三节 有机热载体炉带汽与处理	322
第四节 电加热锅炉常见故障与处理	322
第五节 安全附件和阀门常见故障与处理	323
一、压力表	323
二、水位表	324
三、安全阀	325
四、高低水位报警器	326
五、排污装置	327
六、阀门	328
第六节 水泵风机常见故障与处理	329
一、往复泵	329

二、电动离心泵	329
三、注水器	330
四、风机	331
第七节 给水处理设备常见故障与处理	331
第八节 汽水共腾	333
第九节 热水锅炉锅水汽化	333
第十节 锅炉和管道水击	334
一、锅筒内水击	334
二、给水管道内水击	334
三、蒸汽管道内水击	334
四、省煤器内水击	335
第十一节 炉墙损坏	335
第九章 锅炉事故与处理	336
第一节 锅炉事故分类	336
一、锅炉事故定义	336
二、锅炉事故分类	336
第二节 锅内缺水	337
第三节 锅内满水	338
第四节 锅炉超压	339
第五节 爆管事故	339
一、水冷壁管或对流管爆管事故	339
二、过热器爆管事故	340
第六节 锅炉受热面变形事故	341
第七节 炉膛、烟道爆炸	342
第八节 尾部烟道二次燃烧事故	342
第九节 事故报告处理程序	343
第十章 锅炉自动控制	347
第一节 锅炉自动控制概述	347
第二节 给水自动调节	347
一、单冲量给水自动调节系统	347
二、双冲量给水自动调节系统	348
三、三冲量给水自动调节系统	349
第三节 燃油自动调节	350
第四节 燃烧自动调节	351
第五节 锅炉电控柜	352
一、概述	352
二、电控柜类型	352
三、电控柜新技术介绍	353

第六节 工业锅炉自动控制	353
一、KIL—4P 锅炉自动控制系统	353
二、KIL—10D 锅炉控制系统简介	355
三、仪表操作与使用	359
四、微型计算机在工业锅炉控制中的运用	361
第十一章 锅炉房管理	370
第一节 锅炉房安全技术要求	370
一、锅炉房的设置	370
二、锅炉房通道尺寸	371
三、对分汽缸（分水器）的要求	371
四、锅炉房附属设施	372
五、通风和防尘	372
第二节 锅炉的使用登记	373
一、锅炉使用登记的目的	373
二、锅炉使用登记证的签发与管理	373
三、锅炉变更登记	373
四、锅炉报废	374
第三节 司炉人员的培训、考核和发证	375
一、培训考核单位的认定	375
二、司炉人员基本条件	375
三、司炉人员培训时间要求	376
四、司炉人员考试命题	376
五、司炉证类别	376
第四节 锅炉房规章制度与记录	377
一、锅炉房制度	377
二、锅炉房记录	377
附录	379
附录 A 饱和蒸汽热力特性表	379
附录 B 常用物理量的法定计算单位及其与工程单位制的换算表	380
参考文献	383

第一章 锅炉基本知识

锅炉发展至今已有 200 多年历史，随着科学技术的发展，要求锅炉产品不断改进更新。锅炉发展方向是增加蒸发（供热）量，提高工作压力和蒸汽（热水）温度；适应燃烧劣质煤，节煤节电，消烟除尘，节约金属耗量，制造、维修、操作方便，降低成本；缩小外形尺寸，减小占地面积；提高机械化操作和自动化水平，提高安全可靠性和提高热效率。

锅炉顾名思义是由“锅”和“炉”两大主要部分组成，锅与炉结合起来通称为锅炉。“锅”是指锅炉中盛装水和蒸汽或其他介质的密封受压部件，是锅炉的吸热部分，主要包括：锅筒（汽包）、水冷壁、对流管、集箱（联箱）、过热器和省煤器等吸热面。

“炉”是指锅炉中释放热能的部分，主要包括：燃烧设备、烟道、炉墙、炉拱等。

锅炉上装设有很多安全附件和仪表，通常包括：安全阀、压力表、水位表与高低水位报警器、排污、吹灰、汽水管道、阀门等装置以及有关仪表。

锅炉的配套附属设备一般包括：燃料的供给与制备系统，如上煤、磨粉、燃油、燃气、电热元件等设备与部件；通风系统，如鼓风机、引风机及烟风道等；给水系统，如给水泵和水处理设备；以及出渣、清灰、除尘等装置。

近年来，由于对锅炉的自动化要求不断提高，锅炉上配置自动控制和附件仪表也越来越多，如给水自动调节装置、燃料自动调节装置、鼓引风机连锁保护装置、超压及超温保护装置、过程控制装置等。

第一节 锅炉分类

根据锅炉的装置和用途等，通常的分类方法见表 1.1-1。

表 1.1-1 锅炉分类

按烟气在锅炉的流动状况分类	水管锅炉、锅壳锅炉、水火管组合式锅炉
按锅筒放置的方式分类	立式锅炉、卧式锅炉
按用途分类	生活锅炉、工业锅炉、电站锅炉
按介质分类	蒸汽锅炉、热水锅炉、汽水两用锅炉、有机热载体锅炉
按安装方式分类	固定式锅炉、移动式锅炉，又可分为快装锅炉、组装锅炉、散装锅炉

(续)

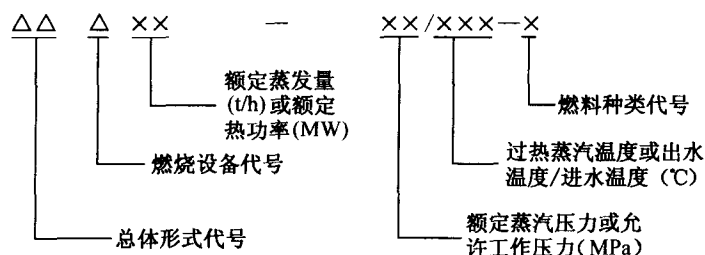
按燃料分类	燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉、余热锅炉、电加热锅炉、生物质锅炉
按水循环分类	自然循环锅炉、强制循环锅炉、混合循环锅炉
按压力分类	常压锅炉、低压锅炉、中压锅炉、高压锅炉、超高压锅炉
按燃烧设备分类	固定炉排锅炉、链条炉排锅炉、往复炉排锅炉、抛煤机炉排锅炉、振动炉排锅炉、反烧炉、煤粉炉、沸腾炉、燃油锅炉、燃气锅炉、电加热锅炉、余热锅炉
按锅筒数量分类	单锅筒锅炉、双锅筒锅炉
按燃烧室在锅筒内部或外部分类	内燃式锅炉、外燃式锅炉
按制造证级别分类	A 级锅炉、B 级锅炉、C 级锅炉、D 级锅炉

第二节 锅炉型号

一、燃煤、燃油（气）锅炉型号

1. 型号

按《工业锅炉产品型号编制方法》规定，锅炉型号由三部分组成，各部分之间用短横线相连，如下面所示：



型号的第一部分表示锅炉和燃烧设备的形式及锅炉容量，共分三段。第一段用两个汉语拼音字母代表锅炉整体形式（见表 1.2-1、表 1.2-2）；第二段用一个汉语拼音字母代表燃烧设备（见表 1.2-3）；第三段用阿拉伯数字表示蒸汽锅炉额定蒸发量（t/h）或热水锅炉额定热功率（MW）。

型号的第二部分表示介质参数，共分两段（热水锅炉分三段），中间用斜线相连。第一段表示额定蒸汽压力或允许工作压力；第二段表示过热蒸汽温度（蒸汽温度为饱和温度时不表示）；热水锅炉第二段和第三段表示出水温度和进水温度。