



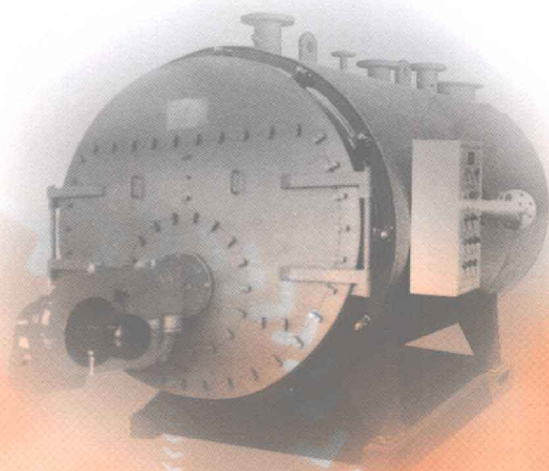
现 | 代 | 生 | 产 | 安 | 全 | 技 | 术 | 丛 | 书 第二版

锅炉安全技术

GUOLU ANQUAN JISHU

第二版

崔政斌 吴进成 编著



化学工业出版社



现|代|生|产|安|全|技|术|丛|书 第二版

锅炉安全技术

GUOLU ANQUAN JISHU

第二版

崔政斌 ◎ 吴进成 编著



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书是《现代生产安全技术丛书》(第二版)的一个分册。

锅炉是利用燃料能源的热能或工业生产中的余热,将工质加热到一定温度和压力的换热设备,在工业中具有十分重要的作用。同时,锅炉又是具有爆炸危险性的热力设备,生产过程中如果使用和管理不当常会导致恶性事故。

本书主要介绍了锅炉主要受压零件安全技术、锅炉安全运行与科学管理、锅炉的水处理、锅炉的检验方法、锅炉的维护与维修、锅炉事故预处理等。因锅炉在运行过程中发生的事故大多与水质有关,本书对锅炉的水处理做了着重介绍,这是本书的一大亮点。

本书可供工业锅炉运行人员、管理人员、维修人员在工作过程中使用,也可供有关院校的师生阅读。

图书在版编目(CIP)数据

锅炉安全技术/崔政斌,吴进斌编著. —2版. —北京:化学工业出版社, 2009.2

(现代生产安全技术丛书,第二版)

ISBN 978-7-122-04165-4

I. 锅… II. ①崔…②吴… III. 锅炉-安全技术 IV. TK223.6

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第184816号

责任编辑:杜进祥 郭乃铎

文字编辑:林丹

责任校对:宋玮

装帧设计:关飞

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印装:三河市延风印装厂

850mm×1168mm 1/32 印张9½ 字数263千字 2009年3月北京第2版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价: 24.00 元

版权所有 违者必究

序

当前，我国正处在全面建设小康社会，加快推进社会主义现代化建设的发展阶段，经济社会发展呈现出系列重要的阶段性特征，这些阶段性特征，表明了我们正处在一个新的历史起点上，既是一个发展的机遇期，又是一个矛盾凸显期。就安全生产领域而言，纵观世界上许多工业化国家走过的历程，在人均国内生产总值1000美元至3000美元之间，往往是生产安全事故的易发期。在这个历史阶段，是改革与发展面临的客观形势，也是我们必须直面的具体问题。如果应对的好，措施得力，可以加快经济和社会的发展，如果应对不力，政策失误，也会造成社会的动荡。安全生产问题是现代化进程中不可避免的重大问题，发展规律不可逾越，我们不能超越历史阶段，绕过事故易发期，但也不能重蹈许多工业化国家的旧辙。我们要凭借后发优势和社会制度的优势，借鉴、吸收外国的经验教训，通过自身的积极努力，完全可以用较短的时间走过西方工业化国家几十年甚至上百年走过的路程，把各类事故大幅度地降下来，实现安全生产的可持续发展。

2004年我们组织有关人员编写了《现代生产安全技术丛书》，四年来这套丛书得到广大读者的厚爱，受到了社会的好评。但随着安全生产的深入发展，新技术、新工艺、新装备的不断涌现，企业安全技术工作也越来越需要进一步发展。面对如此新形势，我们感觉有必要对《现代生产安全技术丛书》进行修订，以适应安全发展的新形势和新要求。

《现代生产安全技术丛书》第二版在第一版的基础上，将《防尘防毒技术》，《噪声与振动控制技术》，《个人防护装备基础知识》三个分册合并而成为《职业危害控制技术》。从第一版《压力容器

安全技术》中划出“气瓶安全”单独成册为《气瓶安全技术》，另根据危险化学品、建筑高危行业的特点，第二版增设《建筑施工安全技术》和《危险化学品安全技术》两个分册，旨在强化这两个高危行业的安全技术。

本丛书各分册编写中均参考了大量文献，在此，我们对原著作者表示衷心的感谢。本丛书在编写过程中得到了化学工业出版社有关领导和编辑同志们的悉心指导，在此，我们也表示真诚的谢意。同时，由于时间的限制和水平的限制，书中可能存在一些错漏和谬误，敬请读者给予指正。

崔政斌 石跃武

2009 年 1 月

第一版序

安全生产在全面建设小康社会，实现可持续发展战略方面有着重要的地位和作用。搞好安全生产，保障人民群众的生命和财产安全，体现了最广大人民群众的根本利益，反映了先进生产力的发展要求和先进文化的前进方向，是企业生存和发展的基本要求。

我国正处于计划经济转型为市场经济的发展初期，由于工业安全生产基础薄弱，安全生产管理水平不高，同时受生产力发展水平和从业人员素质等因素的制约和影响，造成当前安全生产形势相当严峻，重大特重大事故频繁发生，造成了巨大的人员伤亡和财产损失。这种局面若不能有效地控制，将直接影响我国经济的可持续、健康发展和全面建设小康社会目标的实现。

随着社会主义市场经济体制的进一步完善和国民经济持续快速发展，推动了工业现代化的进程，工业安全与事故的预防和控制工作将面临新的挑战。以公有制为主体、多种经济成分共同发展的经济模式，使工业安全的监管对象多元化，监管的难度增大；矿山、建筑、危险化学品等行业高速发展，西部大开发和东北等老工业基地的调整改造等战略的实施，数以亿计的农民工进入劳动力市场，涌向工矿企业，使工业安全面临更大的压力；经济全球化带来工业发达国家向我国转移“高风险产业”等现象，使工业安全的形势更加严峻。

如此严峻的安全生产新形势、新情况、新问题，是摆在安全生产及安全科技工作者面前的重大课题，如何有效地预防与控制工业中的各种安全生产的风险，从被动防范事故向控制源头、往本质安全化方面转变，从以控制伤亡事故为主向全面做好职业安全健康工作转变，把职业安全健康工作作为以人为本、珍惜生命、保护大众

的安全健康工作来抓，这是安全生产工作的出发点和归宿。为此，我们组织有关专家、学者、企业安全管理干部和技术人员，编写了这套《现代生产安全技术丛书》，旨在从企业安全生产的基础工作做起，结合企业生产安全的实用技术，为我国工业生产的安全工作尽一点微薄之力。

本套丛书的主要特点是，从企业安全生产的各项具体工程技术入手，有针对性地提出解决安全问题的方法和措施，理论联系实际，注重理论性，更强调实用性，推荐给读者的方法，能有效地解决生产过程中的实际问题。书中大量引用企业在具体安全工作中的常见典型实例，验证了书中安全方法的可行性，使读者易于理解并在实践中运用。丛书中也大量引用了有关专家、学者的研究成果，在此表示衷心的感谢。

组织和编写这套《现代生产安全技术丛书》，工作量比较大，且时间仓促，加上作者水平的限制，书中定会存在不少欠缺之处，望广大读者不吝赐教。本丛书的编写和出版，得到了化学工业出版社安全科学与工程出版中心有关人员的指导和帮助，在此一并致谢。

崔政斌 徐德蜀

2004 年 2 月

前 言

我国有各种工业锅炉上百万台，对发展工业生产具有十分重要的作用。随着国民经济的迅速发展，人民生活的普遍提高，工业锅炉的使用越来越广泛，数量还在不断增加，工业锅炉的技术也有很大的进步。但在锅炉的设计、制造、安装、使用、检修、维护、改造等各个方面还存在一些问题。尤其是部分从事锅炉运行管理工作的人员和司炉人员素质还不高，表现在锅炉事故时有发生，特别是锅炉爆炸、爆管和缺水等恶性事故还不能根除，直接危及着生产及人身安全。从近几年来锅炉事故统计资料的分析可知，因运行、管理不当发生的锅炉重大事故占到 80% 以上，已成为引起锅炉事故的主要原因。

在经济上，锅炉的节能工作也是很有潜力的。如何安全地保持锅炉的稳定运行，仅从提高管理水平、改进操作等措施入手，锅炉的热效率就能提高 5%~10%，也就是说，保证锅炉的安全稳定运行，每年全国的工业锅炉就可节煤上千万吨，相当于一个特大型煤矿一年的产量，这是一笔非常重要的财富。

针对上述情况，在化学工业出版社《现代生产安全技术丛书》改版之际，我们编写了这本《锅炉安全技术》，扼要地介绍了工业锅炉管理工作中各个环节的技术措施，还总结了有关实用知识和管理经验，力求简练、深入浅出、通俗易懂。作为使用工业锅炉的管理人员、维修人员和司炉工的工作参考书，愿为工业锅炉的安全稳定运行尽一点微薄之力。

本书在编写过程中得到了化学工业出版社责任编辑和领导的悉心指导，在此一并致谢。

由于编写者水平有限，错误和不足之处在所难免，望读者朋友们批评指正。

崔政斌 吴进成

2008 年 11 月

第一版前言

在工业生产中，蒸汽作为动力，带动蒸汽轮机发电，或驱动透平压缩机，作为热能用于物料加热、蒸煮、烘干等，同时还作为工艺用汽，以满足生产的工艺要求。锅炉是产生蒸汽或热水、具有爆炸危险的热力设备。近年来，随着锅炉的广泛使用，从业人员的不断扩大，技术水平有了较大提高，并积累了一些成功经验。但锅炉由于设计、制造不合理，尤其是人的使用和管理不当等原因，导致事故的发生频率较高，这给锅炉安全运行带来一定的困难。因此，目前迫切需提高锅炉运行人员和检修人员的技术水平，使他们尽快掌握理论基础、安全运行基本知识和丰富的实践经验，更好地在实际工作中运用。为了帮助锅炉运行、检修人员及锅炉管理人员提高技术水平和管理水平，特编写本书。本书由浅入深，通俗易懂，突出安全，实用性强，可供相关人员使用和学习参考。

编著者

2004 年 3 月

目 录

第一章 锅炉主要受压零件安全技术 1

第一节 ● 概述	1
一、锅炉类型及蒸汽参数系列	2
二、发展趋向	5
第二节 ● 主要受压组件安全技术	6
一、锅壳式锅炉的结构特点	6
二、主要受压组件的安全技术要求	7
三、水管锅炉各受压组件的安全技术要求	9
四、对锅炉本体结构的基本安全技术要求	16
第三节 ● 工业锅炉安全附件	18
一、安全阀	18
二、压力表的选用与装设	31
三、水位表	33
四、温度测量仪表	39
五、排污阀	41

第二章 锅炉安全运行与科学管理 45

第一节 ● 锅炉的启动	45
一、点火前的检查	45
二、点火前的准备	47
三、点火、升压、暖管和并汽	50
第二节 ● 锅炉运行中的监督调整与管理	51
一、水位的调节	52
二、汽压的调节	53

三、汽温的调节	54
四、排污	55
五、吹灰	56
六、水位表的冲洗	57
第三节 ● 停炉及停炉后的保养	58
一、压火停炉	58
二、正常停炉	59
三、紧急停炉	60
四、停炉保养	62

第三章 锅炉的水处理 66

第一节 ● 概述	66
一、天然水中的杂质及其危害	66
二、工业锅炉水质指标	68
三、天然水及锅炉用水的分类	72
四、工业锅炉水处理目的及选择水处理方式的基本原则	74
第二节 ● 工业锅炉水质标准	75
一、低压锅炉水质标准	75
二、水质标准的制定	77
第三节 ● 工业锅炉用水的预处理	80
一、地表水的预处理	80
二、自来水的预处理	102
三、高硬度和高碱度水的预处理	106
第四节 ● 离子交换树脂及离子交换原理	114
一、离子交换树脂的分类	115
二、离子交换树脂的物理性能	117
三、离子交换树脂的化学性能	119
四、离子交换器的工作过程	124
第五节 ● 软化及降碱联合处理系统	131
一、钠离子交换软化及药剂降碱联合处理系统	131
二、H-Na 离子交换系统	140
三、NH ₄ -Na 离子交换系统	149
四、Cl-Na 离子交换系统	158

第六节 ● 各种软化、脱碱联合处理系统的比较	163
第七节 ● 水的除盐处理	166
一、水的化学除盐	166
二、化学除盐系统	168
三、化学除盐水质	170
四、除盐系统的布置原则	172
五、双层床除盐工艺	173
第八节 ● 反渗透	175
一、渗透和反渗透	175
二、反渗透膜	179
三、反渗透脱盐机理	183
四、反渗透膜组件	186
五、反渗透除盐系统	189
第九节 ● 锅炉水质的监督与管理	192
一、锅炉水质监督检验的内容	192
二、水质管理工作中常见的问题和改进方法	194

第四章 锅炉的检验方法 197

第一节 ● 常规检验	197
一、外观检验	198
二、锤击检验	198
三、灯光检验	199
四、拉线检查和直尺检查	199
五、样板检查	200
六、超声波测厚仪检查组件壁厚	200
七、钻孔检查	200
第二节 ● 无损探伤检验	202
一、液体渗透探伤	202
二、磁粉探伤	205
三、射线探伤	210
四、超声波探伤	214
第三节 ● 水压试验	220
一、水压试验的目的	220

二、水压试验前的准备	222
三、水压试验压力的规定, 试验方法和合格标准	222

第五章 锅炉的维护与修理 225

第一节 ● 锅炉常见缺陷及产生的部位	225
一、腐蚀	225
二、裂纹	229
三、变形	231
四、磨损	231
五、渗漏	232
六、钢材组织缺陷	232
第二节 ● 缺陷的检查	233
一、腐蚀的检查	233
二、裂纹的检查	234
三、变形的检查	234
四、磨损的检查	234
五、组织缺陷的检查	234
第三节 ● 缺陷的修理	234
一、腐蚀和磨损的修理	234
二、裂纹的修理	237
三、变形、鼓包的处理	238
四、泄漏的处理	240
第四节 ● 对存在缺陷锅炉的处理原则	240
一、继续使用	240
二、监护使用	240
三、降压使用	241
四、修理使用	241
五、更换部件	241
六、判废	241
第五节 ● 锅筒的检修	241
一、锅筒常见缺陷	241
二、缺陷的检查	242
三、缺陷的修理	243

第六节 ● 水冷壁管和对流管束的检修	243
一、常见的缺陷	243
二、缺陷的修理	244
三、集箱的检修	245
四、省煤器的检修	245
五、过热器的检修	247
六、空气预热器的检修	248

第六章 锅炉事故与处理 250

第一节 ● 锅炉事故处理的意义和分类	250
一、锅炉事故的定义	250
二、锅炉事故的分类	250
三、锅炉事故处理的意义	251
第二节 ● 锅炉缺水事故	251
一、锅炉缺水事故的现象	251
二、锅炉缺水事故的原因	252
三、锅炉缺水事故的处理	252
四、锅炉缺水事故处理应注意的问题	254
第三节 ● 锅炉满水事故	254
一、锅炉满水事故的现象	254
二、锅炉满水事故的原因	254
三、锅炉满水事故的处理	255
四、锅炉满水事故处理应注意的问题	255
第四节 ● 锅炉超压事故	256
一、锅炉超压事故的现象	257
二、锅炉超压事故的原因	257
三、锅炉超压事故的处理	257
四、锅炉超压事故处理应注意的问题	257
第五节 ● 锅炉汽水共腾事故	258
一、锅炉汽水共腾事故的现象	258
二、锅炉汽水共腾事故的原因	258
三、锅炉汽水共腾事故的处理	259
第六节 ● 锅炉爆管事故	259

一、锅炉爆管事故的现象	259
二、锅炉爆管事故的原因	260
三、锅炉爆管事故的处理	261
四、锅炉爆管事故处理应注意的问题	261
第七节 ● 锅炉过热器爆管事故	261
一、锅炉过热器爆管事故的现象	262
二、锅炉过热器爆管事故的原因	262
三、锅炉过热器爆管事故的处理	263
第八节 ● 锅炉省煤器管损坏事故	263
一、锅炉省煤器管损坏事故的现象	263
二、锅炉省煤器管损坏的原因	264
三、锅炉省煤器管损坏事故的处理	264
第九节 ● 锅炉燃烧室、烟道爆炸和尾部烟道燃烧事故	265
一、锅炉燃烧室、烟道爆炸和尾部烟道燃烧事故的现象	265
二、锅炉燃烧室、烟道爆炸和尾部烟道燃烧事故的原因	265
三、锅炉燃烧室、烟道爆炸和尾部烟道燃烧事故的处理	266
第十节 ● 锅炉的水冲击事故	267
一、蒸汽管道内的水冲击事故	267
二、锅筒内的水冲击事故	268
三、给水管道内的水冲击事故	269
四、省煤器内的水冲击事故	269
第十一节 ● 典型事故案例分析	270
一、广西合山电厂锅炉下降管爆破	270
二、上海大众汽车公司锅炉烧坏	271
附录一 ● 饱和水与干饱和水蒸气表 (按温度排列)	273
附录二 ● 饱和水与干饱和水蒸气表 (按压力排列)	275
附录三 ● 未饱和水与过热蒸汽表	277

第一章

锅炉主要受压零件安全技术

第一节 概 述

锅炉（蒸汽发生器）是利用燃料或其它能源，把工质（一般为净化的水）加热到一定参数（温度、压力）的换热设备。

通常把燃料的燃烧、放热、排渣等称为炉内过程，把工质的流动、传动、热化学等称为锅内过程。图 1-1 为燃烧煤粉的自然循环锅炉及其辅机工作原理图。

锅炉按用途可分为电站锅炉、工业锅炉和船舶锅炉，其工作原

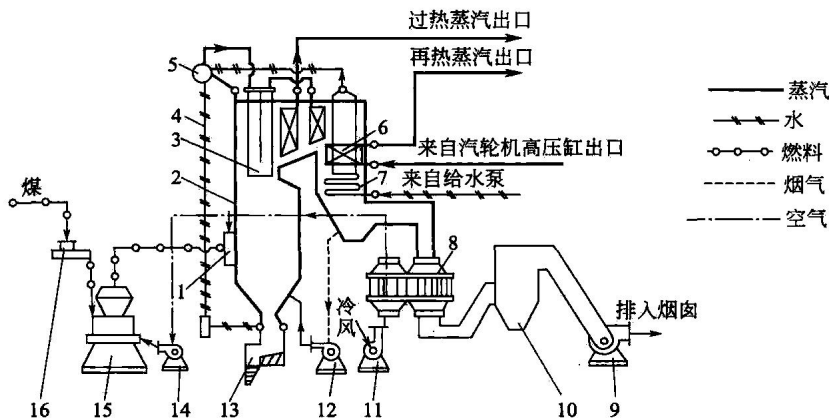


图 1-1 煤粉锅炉工作流程图

- 1—燃烧器；2—水冷壁；3—过热器；4—下降管；5—锅筒；6—再热器；7—省煤器；
8—空气预热气；9—引风机；10—除尘器；11—送风机；12—再循环风机；
13—排渣装置；14—吹风机；15—磨煤机；16—给煤机