

高职高专“十二五”规划教材

安全技术系列

特种设备安全技术

TEZHONG SHEBEI ANQUAN JISHU

张斌 主编

蔡艳

陆春荣

副主编



化学工业出版社

本书较为全面地介绍了根据《特种设备安全监察条例》规定需强制监督的特种设备安全知识,旨在提高特种设备操作和管理人员的安全素质,为经济发展和人民生活构建一个安全稳定的环境。编写人员具有多年从事特种设备检验检测/安装以及对特种设备安全操作人员的培训工作经验。

全书共分六章,内容包括锅炉安全技术、压力容器(含气瓶)安全技术、压力管道安全技术、起重机械(含电梯)安全技术、场(厂)内专用机动车辆安全技术和客运索道及大型游乐设施安全技术。

本书可作为高等职业技术学院安全专业的教材,也可作为安全管理及特种设备操作人员的培训教材或参考用书。

特种设备安全技术

图书在版编目(CIP)数据

特种设备安全技术/张斌主编. —北京:化学工业出版社, 2013. 2

高职高专“十二五”规划教材. 安全技术系列

ISBN 978-7-122-16230-4

I. ①特… II. ①张… III. ①设备安全-安全技术-
高等职业教育-教材 IV. ①X931

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 001800 号

责任编辑:张双进
责任校对:陈静

文字编辑:林丹
装帧设计:王晓宁

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮编100011)

印装:大厂聚鑫印刷有限责任公司

787mm×1092mm 1/16 印张14¼ 字数350千字 2013年4月北京第1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: 32.00 元

版权所有 违者必究

前 言

广义上讲,特种设备是指危险性大,在生产和使用过程中稍有不慎就会对生产造成重大破坏或重大人身伤亡事故、财产损失的设备。《特种设备安全监察条例》(以下简称《条例》)对于特种设备的定义是指涉及生命安全、危险性较大的锅炉、压力容器(含气瓶)、压力管道、电梯、起重机械、客运索道、大型游乐设施和场(厂)内专用机动车辆。

随着生产的发展和人民生活水平的提高,这类设备已日益广泛应用于工业生产和人们的日常生活中,为生产的发展和人们生活水平的提高带来了极大的帮助,但是由此而带来的事故也触目惊心。

据国家质检总局统计,2009年全国共发生特种设备事故380起,其中,较大事故101起,死亡315人,受伤402人,直接经济损失6181万元,万台设备事故起数为0.92起,万台设备死亡人数为0.76人,与2008年同期相比,万台设备事故起数增加24.3%。统计还显示,当年全国特种设备事故主要发生在使用环节,共有258起,占事故总起数的67.9%。从监管环节上来看,违规使用特别是违章作业仍是造成事故的主要原因,约占事故总起数的66%。具体表现为作业人员违章操作、操作不当甚至无证作业、维护缺失、管理不善、使用非法设备等。因设备制造、安装以及运行过程中产生的质量安全缺陷导致的事故约占事故总起数的15%。从技术层面来看,锅炉缺水、压力容器和压力管道中危险化学品介质泄漏、氧气瓶内混有油脂、电梯维保过程中人员安全防护措施不当、起重机械存在机械隐患、场(厂)内专用机动车辆行驶中撞压等是造成事故的重要原因。

为了配合对特种设备安全知识的宣传教育,提高特种设备操作和管理人员的安全技术技能,从根本上减少和杜绝特种设备事故,真正做到让特种设备有益于生产,造福于人类,我们编写了这本《特种设备安全技术》。

全书共分6章,内容包括锅炉安全技术、压力容器(含气瓶)安全技术、压力管道安全技术、起重机械(含电梯)安全技术、场(厂)内专用机动车辆安全技术和客运索道及大型游乐设施安全技术。较为全面地介绍了根据《条例》规定需强制监督的特种设备安全知识,旨在提高特种设备操作和管理人员的安全素质,为经济发展和人民生活构建一个安全稳定的环境。

本书可作为高等职业院校安全专业的教材,也可作为安全管理及特种设备操作人员的培训教材或参考用书。

本书由南京化工职业技术学院张斌担任主编,蔡艳、陆春荣担任副主编。张斌编写了第一、三、五章,蔡艳编写了第二章,陆春荣编写了第六章,曹洪印编写了第四章。长期从事特种设备安全监察、培训工作的盐城市盐都质量技术监督局副局长陆仁和对本书的编写提供了很大的帮助和建设性意见,并担任本书的主审,在此表示感谢。

由于编者水平有限,时间仓促,不妥之处在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编者

2012年10月

目 录

第一章 锅炉安全技术	1	九、锅炉受热面变形事故	35
第一节 锅炉的基本知识	1	自测题	35
一、锅炉的概念	1	复习思考题	38
二、锅炉的分类	2	第二章 压力容器安全技术	39
三、锅炉的参数	2	第一节 压力容器基本知识	39
四、锅炉的型号表示法	3	一、概述	39
五、法律法规对锅炉安全的规定	4	二、压力容器分类	40
第二节 锅炉安全附件及其安全技术	7	三、压力容器的类别	42
一、锅炉安全装置简介	7	四、压力容器代号标记法	42
二、安全装置的分类	8	五、压力容器事故率高的原因	43
三、安全泄压装置的种类	8	六、压力容器事故分析程序	43
四、安全阀	9	七、法律法规对压力容器安全的规定	47
五、压力表	11	第二节 压力容器运行、使用、维护保养	
六、爆破片	13	安全技术	51
七、水位计	14	一、压力容器运行安全技术	51
八、排污装置	16	二、压力容器使用安全技术	58
第三节 锅炉给水安全技术	17	三、压力容器维护保养安全技术	65
一、锅炉用水的基本概念	17	第三节 气瓶安全技术	67
二、锅炉用水的主要评价指标	19	一、气瓶的概述和分类	67
三、水垢的危害	20	二、气瓶的结构及附件	68
四、水垢的清除	21	三、气瓶的漆色和标记	69
五、锅炉水处理	22	四、气瓶的设计压力与充装量	71
第四节 锅炉运行的安全管理技术	25	五、气瓶的使用管理	73
一、承压系统的安装及检查	25	六、气瓶的检验技术	76
二、锅炉启动前的准备	25	自测题	79
三、锅炉点火	26	复习思考题	82
四、锅炉升压	27	第三章 压力管道安全技术	83
五、并炉和送汽	27	第一节 压力管道的基本知识	83
六、锅炉运行时的管理与维护	27	一、管道的基本知识	83
七、停炉及停炉后的保养	30	二、压力管道	85
第五节 常见锅炉事故种类及处理技术	32	三、压力管道的特点	85
一、锅炉超压事故	32	四、压力管道的类别划分	85
二、锅炉缺水事故	32	五、法律法规对压力管道安全的规定	86
三、锅炉满水事故	33	第二节 压力管道安全技术	88
四、锅炉汽水共腾事故	33	一、压力管道事故常见原因及防范	
五、锅炉爆管事故	33	措施	88
六、过热器管爆破事故	34	二、压力管道金属材料的选用	89
七、省煤器管爆破事故	34	三、压力管道施工过程中焊接质量的	
八、锅炉水锤事故	35	管理	94

四、压力管道运行使用管理	96	三、主要技术参数	162
五、压力管道日常管理	98	四、基本结构与功能	164
自测题	100	第二节 场（厂）内专用机动车辆操作	
复习思考题	101	安全技术	165
第四章 起重机械安全技术	102	一、场（厂）内专用机动车辆安全操作	
第一节 概述	102	的重要性	165
一、起重机械分类及型号编制	102	二、场（厂）内专用机动车辆使用安全	
二、起重机主要技术参数	106	技术	166
三、起重机工作类型	107	三、场（厂）内专用机动车辆安全操作	
四、起重机工作级别	108	技术	170
五、起重机机构工作级别	109	四、场（厂）内专用机动车辆维护安全	
六、起重机形式及工作级别	111	技术	172
第二节 起重机械零部件的安全技术	112	第三节 场（厂）内专用机动车辆事故	
一、吊钩	112	防范技术	176
二、吊索具	114	一、场（厂）内专用机动车辆伤害事故	
三、抓斗	115	的主要原因	176
四、电磁吸盘	116	二、场（厂）内安全运输的基本措施	177
五、钢丝绳	117	三、场（厂）内专用机动车辆防火	
六、滑轮和滑轮组	128	技术	177
七、卷筒和安全圈	132	四、场（厂）内专用机动车辆伤害事故	
八、车轮与轨道	134	预防技术	179
九、制动器	136	五、场（厂）内专用机动车辆伤害事故	
第三节 起重机械的安全防护装置	139	的预防措施	184
一、限位器	139	自测题	187
二、缓冲器	140	复习思考题	188
三、防碰撞装置	141	第六章 客运索道及大型游乐设施安全	
四、防偏斜和偏斜指示、调整装置	142	技术	189
五、夹轨器和锚定装置	142	第一节 客运索道安全技术	189
六、超载限制器	143	一、客运索道基本知识	189
七、力矩限制器	144	二、法律法规对客运索道安全的规定	191
八、其他安全防护装置	145	三、客运索道事故特点和应急措施	193
第四节 电梯安全技术	147	四、客运索道使用安全技术	193
一、概述	147	第二节 大型游乐设施安全技术	195
二、电梯的分类及型号编制	147	一、大型游乐设施基本知识	195
三、电梯的组成	149	二、法律法规对大型游乐设施安全的	
四、电梯安全装置	150	规定	197
五、电梯安全常识	154	三、大型游乐设施安全使用要求	199
自测题	156	四、大型游乐设施使用安全技术	200
复习思考题	158	五、游乐设施安全管理措施	202
第五章 场（厂）内专用机动车辆		自测题	202
安全技术	159	复习思考题	203
第一节 概述	159	参考文献	219
一、基本概念	159		
二、分类及用途	160		

第一章 锅炉安全技术

学习目标

1. 了解锅炉的基本知识。
2. 熟悉法律法规对锅炉安全的规定和要求。
3. 掌握锅炉的安全装置及运行安全管理要求。
4. 熟悉锅炉常见事故的处理及预防措施。

事故案例

[案例 1] 1993 年 3 月 10 日 14 时 07 分, 宁波××发电厂与 1 号机组配套的锅炉发生了炉膛爆炸, 死亡 23 人, 重伤 8 人, 轻伤 16 人, 事故造成直接经济损失 780 万元, 停炉抢修 132 天。

[案例 2] 2011 年 7 月 6 日凌晨 6 点 40 分, 新疆喀什一洗衣粉厂蒸汽锅炉发生物理爆炸, 爆炸造成锅炉厂房和北侧毗邻的两户砖木结构的民房坍塌, 正在厂内作业的 4 名工人以及两户居民房中 9 人不同程度伤亡, 其中 4 人死亡, 1 人重伤, 4 人轻伤。

[案例 3] 1999 年 1 月 14 日 0 点 5 分许, 宁夏××矿务局一办事处家属院锅炉房内发生爆炸事故, 造成 1 人死亡, 锅炉房房顶、窗户、墙体等受到严重损坏。

第一节 锅炉的基本知识

一、锅炉的概念

锅炉是利用燃料燃烧释放的热能或其他热能加热水或其他工质, 以生产规定参数(温度、压力)和品质的蒸汽、热水或其他工质的设备。

锅炉是一种能量转换设备, 向锅炉输入的能量有燃料中的化学能、电能、高温烟气的热能等形式, 而经过锅炉转换, 向外输出具有一定热能的蒸汽、高温水或有机热载体。应用于加热水使之转变为蒸汽的锅炉称为蒸汽锅炉; 应用于加热水使之转变为热水的锅炉称为热水锅炉; 而应用于加热有机载体的锅炉称为有机载热体锅炉。

锅炉中产生的热水或蒸汽可直接为工业生产和人民生活提供所需热能, 也可通过蒸汽动力装置转换为机械能, 或再通过发电机将机械能转换为电能。提供热水的热水锅炉, 主要用于生活, 工业生产中也有少量应用。产生蒸汽的蒸汽锅炉, 常简称为锅炉, 多用于火电站、船舶、机车和工矿企业。

锅炉是由“锅”(即锅炉本体水压部分)、“炉”(即燃烧设备部分)、附件仪表及附属设备构成的一个完整体(见图 1-1)。

锅炉在“锅”与“炉”两部分同时进行, 水进入锅炉以后, 在汽水系统中锅炉受热面将吸收的热量传递给水, 使水加热成一定温度和压力的热水或生成蒸汽, 被引出应用。在燃烧

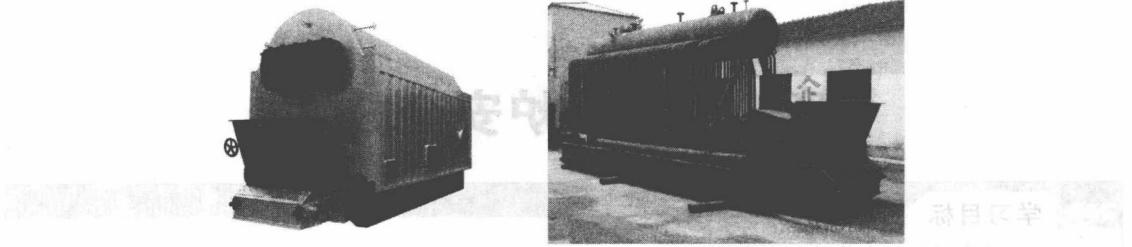


图 1-1 锅炉外观和内部结构

设备部分，燃料燃烧不断放出热量，燃烧产生的高温烟气通过热的传播，将热量传递给锅炉受热面，而本身温度逐渐降低，最后由烟囱排出。

二、锅炉的分类

锅炉的分类方法较多，通常有以下几种。

- ① 按用途可分为：电站锅炉、工业锅炉、机车船舶锅炉、生活锅炉。
- ② 按烟气在锅炉流动的状况可分为：水管锅炉、火管锅炉、水火管锅炉。
- ③ 按介质可分为：蒸汽锅炉、热水锅炉、汽水两用锅炉、有机热载体锅炉。
- ④ 按安装方式可分为：快装锅炉、组装锅炉、散装锅炉。
- ⑤ 按燃料种类和来源可分为：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。
- ⑥ 按蒸汽压力可分为：低压锅炉 ($p \leq 2.5 \text{MPa}$)、中压锅炉 ($p = 3.0 \sim 4.9 \text{MPa}$)、高压锅炉 ($p = 7.8 \sim 11.0 \text{MPa}$)、超高压锅炉 ($p = 12.0 \sim 15.0 \text{MPa}$)、亚临界锅炉 ($p = 15.0 \sim 20.0 \text{MPa}$)、超临界锅炉 ($p \geq 22.1 \text{MPa}$)。

三、锅炉的参数

锅炉的参数是表示锅炉性能的主要指标，包括容量、压力、温度等。

1. 容量

锅炉的容量又称锅炉的出力，蒸汽锅炉用蒸发量表示，热水锅炉用供热量表示。

(1) 蒸发量 即蒸汽锅炉每小时所产生的蒸汽数量，用符号 D 表示，单位为 t/h 。新锅炉出厂时，铭牌上所标示的蒸发量指的是这台锅炉的额定蒸发量。额定蒸发量是指锅炉燃用设计的燃料品种在规定的出口压力、温度和效率下，长期连续运行时所产生的蒸汽量。

(2) 供热量 指的是热水锅炉每小时出水的有效带热量，用符号 Q 表示，单位为 MW 。热水锅炉在额定回水温度、压力和额定循环量下，每小时出水的有效带热量，称为额定供热量。

2. 压力

蒸汽压力实际上是压强，亦即垂直作用在单位面积上的力，用符号 p 表示，单位为 MPa ，它是由锅炉的承压能力决定的。

锅炉的承压能力是根据所用金属材料在一定的温度条件下的强度，受压元件的几何形状以及受压特点等条件，按照国家颁布的有关强度计算标准，对各个受压元件分别进行强度计算，然后从中选出一个所能承受的压力最低值，作为这台锅炉的最高允许使用压力，即额定压力，锅炉的工作压力不得高于此数值。

3. 温度

蒸汽温度是指锅炉输出蒸汽的温度，一般不高于其额定温度。对于无过热器的蒸汽锅炉，额定温度是指锅炉在额定压力下的饱和蒸汽压；对于有过热器的蒸汽锅炉，额定温度是指过热器出口处的蒸汽温度；对于热水锅炉，额定温度是指锅炉出口的水温。

四、锅炉的型号表示法

锅炉产品的型号表示法由 3 部分组成，中间用短线连接，其形式如下：

\triangle	\triangle	\triangle	$\times\times$	-	$\times\times$	/	$\times\times\times$	-	\triangle	\times
锅炉	燃烧	燃烧	额定蒸发		介质出		过热蒸汽温		燃烧	设计
形式	方式	方式	量或额定		口压力		度或出-回		种类	次序
			供热量				水温度			

型号的第一部分表示锅炉形式、燃烧方式、额定蒸发量或额定供热量，共分 3 段。前两个“ \triangle ”是两个汉语拼音字母，表示锅炉总体形式，各字母所表示的具体意义见表 1-1、表 1-2；后一个“ \triangle ”是一个汉语拼音字母，表示不同的燃烧方式，具体含义见表 1-3；最后两个“ $\times\times$ ”是阿拉伯数字，表示锅炉的额定蒸发量或额定供热量。

表 1-1 锅壳式锅炉总体形式代号

锅炉总体形式	代号	锅炉总体形式	代号
立式水管	LS	卧式外燃	WW
立式火管	LH	卧式内燃	WN

表 1-2 水管锅炉总体形式代号

锅炉总体形式	代号	锅炉总体形式	代号
单锅筒立式	DL	双锅筒横置式	SH
单锅筒纵置式	DZ	纵横锅筒式	ZH
单锅筒横置式	DH	强制循环式	QX
双锅筒纵置式	SZ		

表 1-3 锅炉燃烧方式代号

燃烧方式	代号	燃烧方式	代号
固定炉排	G	振动炉排	Z
活动手摇炉排	H	下饲炉排	A
链条炉排	L	沸腾炉	F
往复推动炉排	W	半沸腾炉	B
抛煤机	P	室燃煤	S
倒转炉排加抛煤机	D	旋风炉	X

型号的第二部分表示介质参数，共分两段，中间以斜线相隔。第一段两个“ \times ”是用阿拉伯数字表示介质出口压力；第二段的 3 个“ \times ”是用阿拉伯数字表示过热蒸汽温度或热水锅炉出水温度/回水温度，蒸汽温度为饱和温度时，型号的第二部分无斜线和第二段，因为饱和温度取决于压力，型号中的介质压力即间接表示了饱和温度。

型号的第三部分表示燃料种类和设计次序，共分两段。前面一个“ \triangle ”是一个汉语拼音及相应的罗马数字，表示燃烧种类，见表 1-4；第二段阿拉伯数字表示设计次序，如锅炉系原形设计则无第二段。

表 1-4 燃料种类代号

燃料种类	代号	燃料种类	代号
I类 石煤/煤矸石	SI	褐煤	H
II类 石煤/煤矸石	SII	贫煤	P
III类 石煤/煤矸石	SIII	木材	M
I 无烟煤	WI	稻糠	D
II 无烟煤	WII	甘蔗渣	G
III 无烟煤	WIII	油气	Y
I 烟煤	AI	气	Q
II 烟煤	AII	油母页岩	YM
III 烟煤	AIII		

例如，WNG-7-A II 表示卧式内燃固定炉排锅壳式锅炉、额定蒸发量为 1t/h、蒸发压力为 0.69MPa (7kgf/cm²)，蒸汽温度为饱和温度，燃用 II 烟煤，原型设计。

SZS10-16/350-YQ2 表示双筒纵置式室燃水管锅炉、额定蒸发量 10t/h、蒸汽压力 1.57MPa (16kgf/cm²)，过热蒸汽温度为 350℃，燃油燃气并用，以油为主，系第二次设计产品。

QXW360-7/95/70-A II 表示强制循环往复炉排热水锅炉，额定供热量 4186kW (3.6 × 10⁶ kcal/h)，出水压力为 0.69MPa (7kgf/cm²)，出水温度 95℃，回水温度 75℃，燃料用 II 烟煤，系原型设计。

五、法律法规对锅炉安全的规定

1. 锅炉的设计管理

根据《条例》规定，锅炉的设计文件，应当经国务院特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构鉴定，方可用于制造。目前对锅炉设计的安全监察采用审查图纸的方式，凡经审查批准的锅炉总图上盖有审批标记。未经审批的锅炉设计图纸不准制造、出厂及使用。

锅炉受压元件所用的金属材料及焊接材料应符合有关国家和行业标准。材料制造单位应提供质量证明书。制造锅炉受压元件的金属材料必须是镇静钢。

2. 锅炉的制造管理

从事锅炉制造的单位必须要具备专业技术人员和工人；有相适应的生产条件和检测手段；有健全的质量管理制度和责任制度。

锅炉制造单位应当经国务院特种设备安全监督管理部门的许可，方可从事相应的活动。锅炉制造实行许可级别划分，级别划分见表 1-5。

表 1-5 锅炉制造许可级别划分

级别	制造锅炉范围
A	不限
B	额定蒸汽压力 ≤ 2.5MPa 的蒸汽锅炉 (表压, 下同)
C	额定蒸汽压力 ≤ 0.8MPa 且额定蒸发量小于及等于 1t/h 的蒸汽锅炉； 额定出水温度 < 120℃ 的热水锅炉
D	额定蒸汽压力 ≤ 0.1MPa 的蒸汽锅炉； 额定出水温度 < 120℃ 且额定热功率小于及等于 2.8MW 的热水锅炉

锅炉制造过程必须经国务院特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构按照安全技术规范的要求进行监督检验；未经监督检验合格的不得出厂或者交付使用。

对于监检合格的锅炉产品发给监检证书。

3. 锅炉的安装改造维修管理

根据国务院发布的《条例》规定，凡在我国境内从事《条例》规定范围内锅炉及其锅炉范围内管道的安装改造工作的单位必须取得国家质量监督检验检疫总局颁发的《特种设备安装改造维修许可证》，且只能从事许可证范围内的锅炉安装改造工作。已获得锅炉制造许可的锅炉制造企业可以改造本企业制造的锅炉和安装本企业制造的整（组）装出厂的锅炉，无需另取许可证。

锅炉安装改造的许可工作中的受理、审批由锅炉安装改造单位所在地的省、自治区、直辖市质量技术监督部门负责。安装改造许可证级别划分见表 1-6。

表 1-6 锅炉安装改造许可证级别划分

级别	许可安装改造锅炉的范围
1	参数不限
2	额定出口压力 ≤ 2.5 MPa
3	额定出口压力 ≤ 1.6 MPa 的整（组）装锅炉；现场安装、组装铸铁锅炉

凡是在我国境内安装《条例》规定范围的锅炉，其安装过程应进行监督检验。在安装单位自检合格的基础上，由国家质量监督检验检疫总局核准的检验检测机构对安装过程进行的强制性、验证性的法定检验。并由监检机构将出具《锅炉安装监督检验证书》及锅炉安装监督检验报告。

锅炉的维修单位应当有与锅炉维修相适应的专业技术人员和工人以及必要的检测手段，并经省、自治区、直辖市特种设备安全监督管理部门的许可，方可从事相应的维修活动。对获得锅炉制造许可的锅炉制造企业，可以维修本企业制造的锅炉，不需要另取锅炉维修资格许可证。许可证级别划分见表 1-7。

表 1-7 锅炉维修许可证级别划分

级别	许可维修锅炉的范围
1	参数不限
2	额定出口压力 ≤ 2.5 MPa
3	额定出口压力 ≤ 1.6 MPa 的整（组）装锅炉

锅炉重大维修过程，必须经国务院特种设备安全监督管理部门核准的检验检测机构按照安全技术规范的要求进行监督检验；未经监督检验合格的不得出厂或者交付使用。

锅炉维修分为重大维修和一般维修。重大维修是指更换、维修锅炉的受压元件。其余均为一般维修。

4. 锅炉的使用登记

锅炉安装、改造、维修的施工单位应在施工前将拟进行的锅炉安装、改造、维修情况书面告知直辖市或设区的市的特种设备安全监督管理部门，告知后即可施工。

锅炉使用单位的安全管理部门或其他相关部门，在锅炉正式投运前或者在投运后 30 日内，应当向直辖市或者设区的市的特种设备安全监督管理部门办理登记手续，国家大型发电

公司所属电站锅炉的使用登记由省级质量技术监督部门办理。在锅炉投运后，应建立健全各项规章制度，抓好司炉人员的培训管理工作，加强日常运行的安全监督，预防事故的发生。

(1) 使用登记的目的

① 通过登记办证，使特种设备安全监察机构能全面掌握本地区在用锅炉的基本情况，有针对性地抓好锅炉安全的薄弱环节。

② 促进使用单位在办证基础上建立锅炉技术档案，为锅炉的安全使用、检验、修理和改造提供重要依据。

③ 通过登记发证手续，可阻止无安全保障的锅炉投入使用。

(2) 登记取证手续 使用单位申请办理使用登记应当按照下列规定，逐台向登记机关提交锅炉的有关文件。

① 安全技术规范要求的设计文件、产品质量合格证明、安装及使用维修说明、制造、安装过程监督检验证明。

② 进口锅炉安全性能监督检验报告。

③ 锅炉安装质量证明书。

④ 锅炉水处理方法及水质指标。

⑤ 锅炉使用安全管理的有关规章制度。

办理下列锅炉使用登记只需提交①、②项文件：

a. 水容量小于 50L 的蒸汽锅炉；

b. 额定蒸汽压力不大于 0.1MPa 的蒸汽锅炉；

c. 额定出水温度小于 120℃且额定热功率不大于 2.8MW 的热水锅炉。

使用单位申请办理使用登记，应当逐台填写《锅炉登记卡》一式两份，交予登记机关。登记机关向使用单位发证时退还提交的文件和一份填写表卡。使用单位应当建立安全技术档案，将使用登记证、登记文件妥善保管。

5. 司炉的考核

锅炉是具有爆炸危险的设备，锅炉司炉人员是特种设备技术人员，须经培训、考试合格，并取得地市级以上安全监察机构或经授权的县级安全监察机构发放的司炉证后，方准独立操作相应类别的锅炉。

对取得司炉操作证的司炉工人，一般每两年应进行 1 次复审。

6. 锅炉的检验检测

锅炉是长期在高温高压下工作的设备，它时刻受到烟、火、汽、水、空气和烟灰等物质的侵蚀，同时又可能制造、安装、运行不当，因此易产生腐蚀、磨损、裂纹和变形。

对锅炉产生缺陷，若及时发现和消除，运行中可能导致爆炸事故，被迫停炉、停产、危及人身安全。因此必须对锅炉进行检验。

(1) 在用锅炉检验的目的

① 及时发现和消除设备缺陷和事故隐患。

② 保证锅炉安全经济运行，延长使用寿命。

③ 保证安全附件灵敏可靠。

④ 为大修做好准备。

(2) 检验分类 锅炉定期检验工作包括外部检验、内部检验和水压试验 3 种。锅炉的外部检验一般每年进行 1 次，内部检验一般每 2 年进行 1 次，水压试验一般每 6 年进行 1 次。

对于无法进行内部检验的锅炉，应每3年进行1次水压试验。

电站锅炉的内部检验和水压试验周期可按照电厂大修周期进行适当调整。

只有当内部检验、外部检验和水压试验均在合格有效期内，锅炉才能投入运行。

第二节 锅炉安全附件及其安全技术

锅炉的安全附件是指为了使锅炉能够安全运行而装设在设备上的一种附属设备，习惯上人们还把一些显示设备中与安全有关的计量仪器，也称为安全附件。

一、锅炉安全装置简介

1. 水位保护

蒸汽锅炉配有2台水泵，运行和备用。

锅炉配套1~2只板式水位计，应经常相互比较，发现指示不一致的，须立即校正。水位计应每班进行冲洗，以确定其真实水位。同时还配有电极点水位平衡筒，可以准确地采集水位信号以发出报警或进行给水泵控制。

2. 压力保护

锅炉压力超过额定值时，需进行联锁保护：方法是停炉，燃烧系统停止工作；也可改变火嘴，单段或双段燃烧，亦可调节油量，从而降压，确保锅炉安全运行。

蒸汽锅炉压力保护与水位一样，采用多重保护。

(1) 压力控制器 一般用2个压力控制器，将压力信号转化为电气信号的机电转换装置，它的功能将压力高、低不同的信号输给电气开关，对外线路进行自动控制或联锁保护。

常用压力控制器及电接点压力表，能使蒸汽压力超压报警，达到极限时切断燃烧器；压力控制器根据实际运行压力调节单火或双火燃烧；对于大型燃烧器，可根据压力大小调节燃油量的大小，始终保持压力稳定运行。

(2) 安全阀 安全阀是锅炉保护中的最后一道防线，在锅炉压力超过极限时，根据安全阀设计所配的整定压力，排汽泄压，确保锅炉正常运行。

3. 温度保护

温度保护是锅炉安全运行过程中的重要程序，对于蒸汽锅炉温度的调节及保护尤为重要；同时在热水锅炉超温时达到调节保护作用。锅炉常用的温度保护装置为双金属温度控制器。

4. 熄火保护

为防止炉膛爆炸事件的发生，燃油（气）锅炉必须设置熄火保护装置，以监测炉膛内燃烧情况（包括点火，当点火失败或燃烧中途熄灭时，一般在5s内重新点火，1s内运行，关闭进油（气）电磁阀，并接通和发出声光报警信号，这时鼓风机继续运转，吹扫炉膛内残余的可燃气体，经过20~30s的吹扫后，自动切断鼓风机及各种辅机电源，锅炉停止运行）。熄火保护装置由火焰监测器和控制装置组成。

火焰监测器的作用是将控制装置发出火焰存在或中断的信号。主要使用的是光电倍增管、光敏电阻和光电池，它们都有紫外型或红外型。工作原理是将光照辐射的强弱转变成相应的强弱电流，并呈线性状态输出。有时感应电流弱，要通过放大，才能对控制器产生作用。

5. 停电自锁保护

在突发电源中断情况下，锅炉运行立即停炉自锁，若电流恢复通电，随时启动，必须复位解除自锁，才能重新点火启动。

采用进口彩色和单色触摸屏控制系统，运行过程实现全自动化，具有自动补水、缺水、超温、超压、自动断电并报警、漏电保护等安全保护系统。

二、安全装置的分类

锅炉的安全装置按其使用性质或用途可以分为以下几种类型。

1. 联锁装置

联锁装置是指为了防止操作失误而装设的控制机构，如联锁开关、联动阀等。锅炉中的缺水联锁保护装置、熄火联锁保护装置、超压联锁保护装置等均属此类。

2. 警报装置

警报装置是指设备在运行过程中出现不安全因素致使其处于危险状态时，能自动发出声、光或其他明显报警信号的仪器，如高低水位报警器、压力报警器、超温报警器等。

3. 计量装置

计量装置是指能自动显示设备运行中与安全有关的参数或信息的仪表、装置，如压力表、温度计等。

4. 泄压装置

泄压装置是指设备超压时能自动排放介质、降低压力的装置。在承压设备的安全装置中，最常用、最关键的是安全泄压装置。

三、安全泄压装置的种类

为了确保锅炉的安全运行，防止设备由于过量超压而发生事故，除了从根本上采取措施消除或减少可能引起锅炉产生超压的各种因素以外，在锅炉上还需要安全泄压装置。

安全泄压装置是为了保证锅炉安全运行，防止其超压的一种装置。它具有下列功能：当容器在正常的工作压力下运行时，保持严密不漏；一旦容器内的压力超过规定，就能自动地、迅速地排泄出容器内的介质，使设备内的压力始终保持在最高许用压力范围内。实际上，安全泄压装置除了具有自动泄压这一主要功能外，还有自动报警的作用。当它启动排放气体时，由于气体高速喷出，发出较大的声响，相当于发出了设备压力过高的报警音响信号。

安全泄压装置按其结构形式分为阀型、断裂型、熔化型和组合型等几种。

1. 阀型安全泄压装置

阀型安全泄压装置即安全阀，设备超压时，通过阀自动开启排泄介质降低设备内的压力。这种安全泄压装置的优点是：仅仅排泄设备内高于规定的部分压力，而当设备内的压力降至正常操作压力时，它即自动关闭。所以可以避免一旦出现设备超压就得把全部介质排出而造成的浪费和生产中断。装置本身可重复使用多次，安全阀调整也比较容易。这类安全泄压装置的缺点是密封性能较差，即使是合格的安全阀，在正常的工作压力下也难免有轻微的泄漏，由于弹簧等的惯性作用，阀的开放有滞后现象，泄压反应较慢；另外，安全阀所接触的介质不洁净时，有被堵塞或粘住的可能。

阀型安全泄压装置适用于介质比较洁净的气体，如空气、水蒸气等的设备，不宜用于介质具有剧毒性的设备，也不能用于器内有可能产生剧烈化学反应而使压力急剧升高的设备。

2. 断裂型安全泄压装置

常见的有爆破片和爆破帽，前者用于中低压容器，后者多用于超高压容器。这类安全泄压装置是通过爆破元件（爆破片）在较高压力下发生断裂而排放介质的。其优点是密封性能较好，泄压反应快，气体中的污物对装置元件的动作压力影响较小。缺点是在完成降压作用以后，元件不能继续使用，容器也得停止运行；爆破元件长期在高压作用下易产生疲劳损坏，因而元件寿命短；此外爆破元件的动作压力也不易采用。

3. 熔化型安全泄压装置

熔化型安全泄压装置即易熔塞。它是利用装置内低熔点合金在较高的温度下熔化，打开通道，使气体从原来填充有易熔合金的孔中排放出来而泄放压力的。其优点是结构简单，更换容易，由熔化温度而确定的动作压力较易控制。缺点是在完成降压作用后不能继续使用，导致容器停止使用，而且因易熔合金强度的限制，泄压面积不能太大。这类装置还可能在不应该动作时脱落或熔化，致使发生意外事故。

熔化型安全泄压装置仅用于器内介质压力完全取决于温度的小型容器，如气瓶等。

4. 组合型安全泄压装置

组合型安全泄压装置同时具有阀型和断裂型或阀型和熔化型的泄压结构。常见的是弹簧式安全阀与爆破片的串联组合。这种类型的安全泄压装置同时具有阀型和断裂型优点，它既可以防止阀型安全泄压装置的泄漏，又可以在排放过高的压力以后使容器继续运行。组合装置的爆破片，可以根据不同的需要设置在安全阀的入口侧或出口侧。前者可以利用爆破片把安全阀与气体隔离，防止安全阀受腐蚀或被气体中的污物堵塞或黏结。当容器超压时，爆破片断裂，安全阀开放后再关闭，容器可以继续暂时运行，待设备检修时再装上爆破片。这种结构不但要求爆破片的断裂不妨碍后面安全阀的正常运行，而且要求在爆破片与安全阀之间设置检查仪器，防止其间有压力，影响爆破片的正常运作。后一种（即爆破片在安全阀出口侧）可以使爆破片免受气体压力与温度的长期作用而产生疲劳，而爆破片则用以防止安全阀泄漏。这种结构要求及时将安全阀与爆破片之间的气体排出（由安全阀漏出），否则，安全阀即失去作用。

由于结构复杂，组合型安全泄压装置用于剧毒或稀有介质容器；又因为安全阀的滞后作用，它不能用于器内升压速度极高的反应容器。

四、安全阀

安全阀是锅炉不可缺少安全附件。每台锅炉必须安装灵敏可靠的安全阀。当锅炉压力超过规定的工作压力时，安全阀就会自动开启，排出蒸汽；当锅炉压力降低到规定的工作压力以下时，安全阀会自动关闭。这样，锅炉就可以避免超压而发生爆炸事故。因此，不安装安全阀或安全阀失灵的锅炉是绝对禁止运行的。

锅炉上常用的安全阀有两种：弹簧式安全阀和杠杆式安全阀。

1. 结构原理

(1) 弹簧式安全阀 弹簧式安全阀的结构如图 1-2 所示。它利用蒸汽压力和弹簧压力之间的压力差变化，达到自动开启和关闭的要求。弹簧的压力向下，将阀芯压紧在阀套上，当蒸汽压力超过弹簧压力时阀芯被顶起。从而排出蒸汽；当蒸汽压力降低到规定工作压力以下时，则阀芯关闭。弹簧式安全阀的排汽压力是通过调整弹簧的张力来实现的，使用时是通过拧动调整螺钉控制弹簧的松紧程度来完成。

弹簧式安全阀具有结构紧凑、灵敏轻便，并能承受振动而不漏汽等优点。但由于弹簧的弹性系数随时间和温度等因素而发生变化，可靠性较差。因此，必须定期校验，并应注意弹簧的腐蚀等问题。

此类安全阀的选用，应根据锅炉在额定蒸发量下的实际工作压力下与蒸汽温度来决定，当蒸汽温度超过 235℃ 时，为避免安全阀的弹簧受高温蒸汽的影响和被腐蚀，弹簧应置于阀壳之外而不应直接与排汽相接触，即采用高压、高温弹簧安全阀。

(2) 杠杆式安全阀 杠杆式安全阀的结构如图 1-3 所示，它由阀体、阀芯、阀座、杠杆、限制导架、支点及重锤等组成。当锅炉的压力超过重锤及杠杆作用在阀芯上面的压力时，阀芯就会被顶起，从而排出蒸汽，降低压力；当锅炉压力降低到规定的工作压力时，则阀芯关闭。安全阀的排汽压力，是通过调整杠杆上重锤的位置来实现的。重锤离支点的距离越远，安全阀的开启压力就越大；反之，重锤离支点的距离越近，安全阀的开启压力就越小。重锤的位置确定后，为了防止重锤自行移动，必须用固定螺钉把重锤固定牢靠。

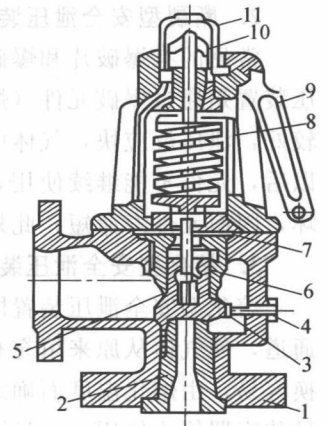


图 1-2 弹簧式安全阀

- 1—阀体；2—阀套；3—导环；4—支承螺栓；5—阀芯；6—套筒；7—轴杆；8—弹簧；9—手柄；10—调节弹簧帽；11—调节弹簧压力杆

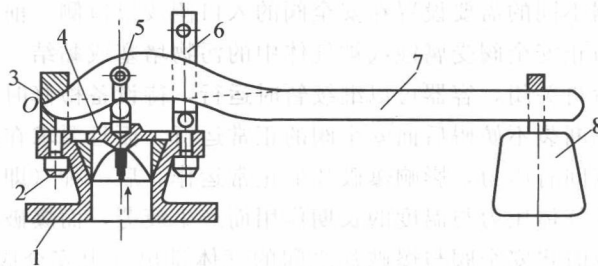


图 1-3 杠杆式安全阀

- 1—阀体；2—阀座；3—支点；4—阀芯；5—力点；6—限制导架；7—拉杆；8—重锤

这种安全阀的优点是：结构简单、调整方便、动作灵活、准确可靠。但与弹簧式安全阀比较，仍存在笨重且灵敏度较差的缺点。

2. 安全阀的安装和使用要求

① 蒸发量大于 0.5t/h 的锅炉至少应安装两个安全阀（不包括省煤器），其中一个是控制安全阀；蒸发量不大于 0.5t/h 的锅炉，至少应装一个安全阀。

② 安全阀应垂直安装，并尽可能装在锅筒、联箱的最高位置。安全阀与锅筒或安全阀与联箱连接短管之间，不得装有取用蒸汽的出口管和阀门。

③ 安全阀的总排汽能力必须大于锅炉的最大连续蒸发量，并保证锅筒和过热器上所有安全阀开启后，锅炉内蒸汽压力上升的幅度不得超过设计压力的 1.1 倍。

④ 可分式省煤器出口处（或入口处）和蒸汽过热器出口处都必须装设安全阀。过热器出口处安全阀的排汽量，应能保证在该排汽量下，过热器有足够的冷却，不至于烧坏。省煤器安全阀的截面积，由设计单位确定。

⑤ 安全阀上必须有下列装置：弹簧式安全阀要有提升手柄和防止随便拧动调整螺钉的

装置，杠杆式安全阀要有防止重锤自行移动的装置和限制杠杆越出正常范围的导架。

⑥ 几个安全阀共同装在一个与锅筒直接相连接的短管上时，短管的通路截面应不小于所有安全阀排汽面积的 1.75 倍。额定蒸汽压力不大于 3.9MPa 的锅炉，安全阀喉径应不小于 25mm。

⑦ 安全阀一般应装排汽管。排汽管应尽量直通室外，并有足够的截面，保证排汽通畅。

⑧ 安全阀排汽管底部应装有接到安全地点的泄水管，在排汽管和泄水管上不允许装置阀门。

⑨ 为了防止安全阀阀芯和阀座粘住，应定期对安全阀进行手动的放水或放汽检验。

⑩ 锅筒和过热器上的安全阀，开启压力按表 1-8 的规定进行调整和检验。省煤器的开启压力，应为装置地点工作压力的 1.1 倍。

表 1-8 安全阀开启压力的确定

锅炉工作压力/MPa	安全阀开启压力/MPa	备注
<1.3	工作压力+0.02	控制安全阀 工作安全阀
1.3~3.9	工作压力×1.04 工作压力×1.06	控制安全阀 工作安全阀
>3.9	工作压力×1.05 工作压力×1.08	控制安全阀 工作安全阀

⑪ 安全阀经过校验后，应加销或铅封，严禁用加重物、移动重锤、将阀芯卡死等手段，任意提高安全阀的排汽压力或使安全阀失效。并将校验后的开启压力、起座压力和回座压力等校验结果记入锅炉技术档案。

3. 安全阀常见故障及其产生原因

安全阀在使用过程中常见故障及产生原因列于表 1-9。

表 1-9 安全阀在使用过程中常见的故障及产生原因

常见故障	产生原因
漏汽	阀芯和阀座接触不严密，或其间有脏物；阀杆中心线不正或阀杆弯曲；弹簧的平行面不平行，或杠杆与支点发生偏斜，使阀座接触面压力不均而损坏
到开启压力时还不排汽	阀芯与阀座被粘住；弹簧调整压力过大或重锤向后移动等；杠杆被卡住或杠杆的枢轴生锈
不到开启压力时开启排汽	弹簧的弹力不足或调整的压力不准确；调整螺钉固定不牢；重锤向前移动

五、压力表

压力表又称压力计，是用来测量锅炉水汽压力的一种计量仪表，它可以显示锅炉内的压力，使操作人员能够正确操作，防止设备超压和引起事故。

压力表的种类较多，有液压式、弹簧元件式、活塞式和电量式 4 大类。目前使用较多的是弹簧元件式，其中大多数是弹簧管式压力表。这是由于它具有结构简单、使用方便和准确可靠等优点的缘故。

1. 弹簧管式压力表的结构原理

弹簧管式压力表是根据弹簧弯管在内压作用下发生位移的原理制成的，按位移的转变机构可分为扇形齿轮式和杠杆式两种。最常用的是扇形齿轮式单弹簧管式压力表，它的结构如