

特种设备作业人员培训考核教材

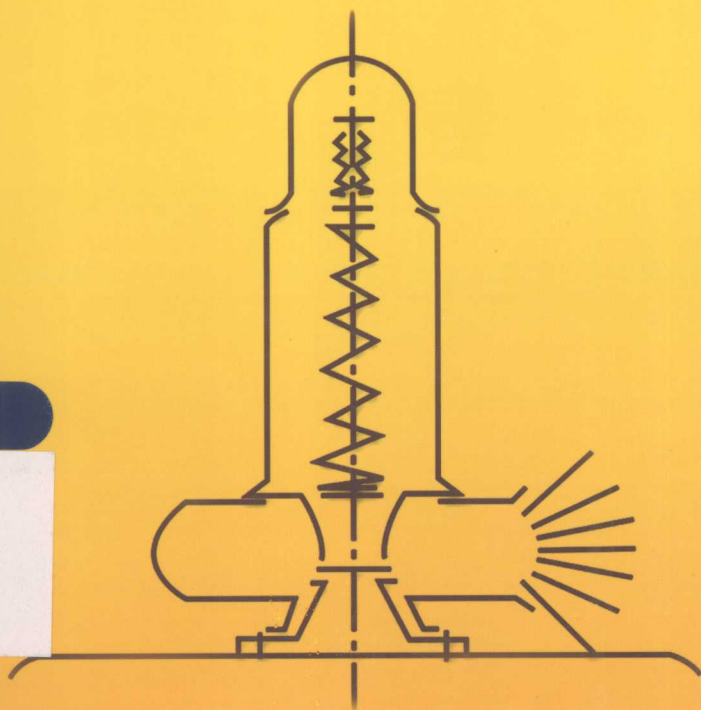
TRAINING INSTRUCTION FOR SPECIAL EQUIPMENT OPERATING ENGINEER

安全阀 (第2版)

SAFETY VALVE (SECOND EDITION)

周震 主编
ZHOU ZHEN CHIEF EDITOR

宋继红 主审
SONG JIHONG CHIEF REVISER



C14010087

TH134
20-2

特种设备作业人员培训考核教材
Training Instruction for Special Equipment Operating Engineer

安全阀 (第2版)

Safety Valve (2nd edition)

周 震 主 编
Zhou Zhen Chief editor

宋继红 主 审
Song Jihong Chief reviser



中国标准出版社

Standards Press of China

北 京



北航

C1696377

TH134
20-2

780010310

图书在版编目(CIP)数据

安全阀/周震主编. —2版. —北京:中国标准出版社,2013. 10

特种设备检验检测人员培训考核教材

ISBN 978-7-5066-7232-0

I. ①安… II. ①周… III. ①安全阀—技术培训—教材 IV. ①TH134

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2013)第 211055 号

内 容 提 要

本书根据锅炉压力容器压力管道设备上防止超压用安全阀的特点,系统地介绍了锅炉压力容器压力管道基础知识,安全阀有关规定和标准,安全阀基础知识、作用原理和特性,安全阀设计、制造、监督检查、选用、使用修理和维护保养等内容,为各级锅炉压力容器压力管道安全监督检查部门从事安全阀专业管理和检验的人员提供了较全面的理论知识和丰富的实践操作方法。

本书是特种设备检验检测人员培训考核教材,读者对象主要为企业质量管理人员、工程技术人员、安全阀检验人员等。

中国标准出版社出版发行

北京市朝阳区和平里西街甲 2 号(100013)

北京市西城区三里河北街 16 号(100045)

网址:www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235

读者服务部:(010)68523946

中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷

各地新华书店经销

*

开本 787×1092 1/16 印张 21.5 字数 445 千字

2013 年 10 月第二版 2013 年 10 月第二次印刷

*

定价 45.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换

版权专有 侵权必究

举报电话:(010) 68510107

编 委 会

主 编 周 震

副主编 孔令伟 孙 琦 武学忠 赵东宁

主 审 宋继红

编 委 李 搏 李景文 钱树芬 许红娟

邵大伟 刘振营

前言

为了贯彻中华人民共和国第十二届全国人民代表大会常务委员会第3次会议于2013年6月29日通过、于2013年6月29日中华人民共和国主席令第4号公布、自2014年1月1日起施行的《中华人民共和国特种设备安全法》和国家质量监督检验检疫总局颁布的《安全阀安全技术监察规程》(TSG ZF001)、《压力管道阀门安全技术监察规程》(征求意见稿 TSG DB001)、NB/T47014《承压设备焊接工艺评定》等特种设备有关规定标准,提高锅炉压力容器压力管道安全阀设计、制造、安装修理改造、使用、检验单位的技术人员理论水平和实际操作技能,为了规范安全阀安全技术质量监督检验工作标准,应广大读者要求,由辽宁省质量技术监督局特设处周震高级工程师主持,邀请国家电力、石油化工、冶金、机械、食品卫生、医疗行业及国家科研机构有较高理论水平和丰富实践经验的安全阀工程技术人员重新编写了此书。

和第一版《锅炉压力容器压力管道安全泄放装置实用手册 安全阀》相比,本书中新增的内容有:俄罗斯、德国、日本等国家有关安全阀安全监督检验的规定标准;编者在芬兰、俄罗斯、德国、荷兰、日本、马来西亚等国家进行锅炉压力容器监督制造的检验经验;对国内安全阀制造厂进行监督检验的经验;正在使用的安全阀设计、制造、安装修理改造、使用、监督检验方面的工艺规程性文件等。本书是编者在认真总结30多年安全阀设计、制造、安装修理改造、使用、监督检验方面经验的基础上完成,并汇集了众多安全阀工程技术人员专业的实践经验和知识积累。

本书重新编写时,特别采用了国家最新的特种设备安全阀监督检验安全技术规范和新标准工艺方面的内容,是目前同类书中采用国家现行新规定和新标准内容比较全、比较规范的书籍。本书为相关专业工程技术人员编制安全阀工艺方案及填写高质量的安全阀监督检验报告和记录等方面提供了非常重要的、适用性较强的技术资料。本书中的各种工艺规程案例可以拿来直接使用,减轻了工程技术人员编写工艺文件的负担,减少了咨询环节。本书适用于安全阀设计、制造、安装修理改造、使用、监督检验等行业的工程技术人员和管理人员,亦可作为大中专院校安全阀专业的教学或参考用书。

参加本书编写的有:深圳市特种设备监督检验院孙琦、鞍山市特种设备检验所李搏、沈阳市特种设备检测研究院孔令伟、阜新市锅炉压力容器检验研究所李景文、辽宁省安全科学研究院钱树芬等同志,还有武学忠、许红娟、邵大伟、刘振营、赵东宁等同志。

以上专家都是高级工程师或高级压力管道检验师。

在本书的编写过程中，国家质量监督检验检疫总局特种设备安全监察局局长宋继红和有关领导对本书编写工作进行了直接指导；奋斗在安全阀设计、制造、安装修理改造、使用、监督检验等行业第一线的工程技术人员，对编写安全阀技术工艺、监督检验技术报告和典型安全阀技术工艺报告案例内容进行了详细审查和修改，并提供了大量宝贵的技术资料，充实了许多实践性强的工艺内容。编者特向所有关心本书编写工作的专家、领导和同志们致以衷心的感谢。

由于编者水平有限，错误之处在所难免，诚望读者批评指正。

周 震
2013年7月

Foreword

In order to implement Special Equipment Safety Law of the People's Republic of China and special equipment of national standards General Administration of Quality Supervision, Inspection and Quarantine of the People's Republic of China promulgated, such as *Safety Valve Safety Technology Supervision Regulation* (TSG ZF001), *Pressure Pipe Valve Safety Technology Supervision Regulation* (draft TSG DB001), *Pressure Equipment Welding Technology Assessment* (NB/T 47014) and so on, and improve theoretical level and practical skills of personnel major in safety valve, Zhou zhen, senior engineer in Quality and Technology Supervision Bureau of Liaoning Province, invited many experts to rewrite this book.

Compared with the first edition of *Safety Valve*, this new book include: supervision and inspection standards of safety valve in Russia, Germany, Japan and other countries; editor's experience for inspection of boiler and pressure vessel manufacturing of supervision in Finland, Russia, Germany, Holland, Japan, Malaysia and other countries; domestic safety valve factory inspection experience; technical documents of safety valve etc.

This book provides new national standard and technology specification of safety valve; provides a lot of important applicable technical data and reports for safety valve engineering. All kinds of process case can be used directly, reduce the engineering technical personnel to write technical documentation burden, reduce the counseling session. This book is for engineering and technical personnel and management personnel in the safety valve design, manufacturing, installation and repair transformation, use, supervision and inspection and other industries, can be used as training instruction in College.

Participate in the writing of this book are: Sun Qi, Special Equipment Supervision and Inspection Institute in Shenzhen; Li Bo, Institute of Special Equipment Inspection in Anshan; Kong Lingwei, Institute of Special Equipment Inspection in Shenyang; Li Jingwen, Institute of Boiler and Pressure Vessel Inspection in Fuxin; Qian Shufen, Liaoning Safety Science Institute; and Wu Xuezhong, Xu Hongjuan Shao Dawei, Liu Zhenying, Zhao Dongning etc. These experts are senior engineers or senior pressure pipeline inspector.

We are grateful for guidance from Song Jihong, the leader of Bureau of Safety Supervision in Special Equipment and for given lots of valuable technical information from engineers working on the front of line. We are grateful for all people who care this book.

Due to our limited ability, mistakes can hardly be avoided, expect readers criticism.

Zhou Zhen
July, 2013

目 录

第一章 锅炉压力容器压力管道基础知识

第一节	锅炉压力容器压力管道的特殊性	1
第二节	锅炉压力容器压力管道的分类	6
第三节	锅炉压力容器压力管道的结构	11
第四节	锅炉压力容器压力管道的质量控制	13

第二章 安全阀有关法规和标准摘要

第一节	特种设备安全监察条例	19
第二节	锅炉安全技术监察规程	19
第三节	锅炉定期检验规则	23
第四节	固定式压力容器安全技术监察规程	24
第五节	压力容器定期检验规则	26
第六节	气瓶安全监察规程	32
第七节	医用氧舱安全管理规定	33
第八节	移动式压力容器安全技术监察规程	33
第九节	安全阀安全技术监察规程	36

第三章 安全阀基础知识

第一节	安全阀常用技术术语和性能要求	38
第二节	安全阀结构与用途	44

第四章 安全阀作用原理和特性

第一节	安全阀作用原理	57
第二节	安全阀动力学特性	59
第三节	安全阀动态稳定性	67

第五章 安全阀设计

第一节	设计依据和原则	70
第二节	安全阀结构	76
第三节	安全阀密封	84
第四节	安全阀弹簧	90
第五节	安全阀阀体材料	104
第六节	安全阀进、出口管道设计	110
第七节	安全阀计算实例	119

第六章 安全阀制造

第一节	阀体制造	126
第二节	关闭件制造	128
第三节	弹簧制造	137
第四节	阀体装配及调试	147
第五节	安全阀密封面的堆焊工艺	148
第六节	安全阀零部件的制造工艺典型示例	155

第七章 安全阀的检验与安全监察

第一节	主要部件检验	183
第二节	安全阀成品试验与调试	200
第三节	安全阀试验装置	211
第四节	安全阀型式试验	220
第五节	在用安全阀校验	240
第六节	蒸汽安全阀冷态与热态校验	255
第七节	特殊用安全阀试验	260
第八节	安全阀的安全监察	267

第八章 安全阀安装和选用

第一节	安全阀适用场合	290
-----	---------------	-----

第二节	安全阀型号编制方法	291
第三节	安全阀公称压力的确定	294
第四节	安全阀公称通径的确定	297
第五节	安全阀型式的选择	311
第六节	阀门订货须知	313
第七节	安全阀的主要结构尺寸	315
第八节	常用安全阀的型号及适用场合	317
 第九章 安全阀的使用修理及维护保养		
第一节	安全阀的使用	321
第二节	安全阀的修理	325
第三节	安全阀的维护与保养	330
参考文献		332

第一章 锅炉压力容器压力管道基础知识

第一节 锅炉压力容器压力管道的特殊性

一、锅炉压力容器压力管道的定义

(一) 锅炉的定义

锅炉(boiler),是指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。它是由“锅”(即锅炉本体压力部分)、“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。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。

《特种设备安全监察条例》中锅炉是指利用各种燃料、电或其他能源,将所盛装的液体加热到一定的参数,并对外输出热能的设备。其范围规定为最高安全水位时存水容积大于或等于 30 L 的承压蒸汽锅炉;出口水压大于或等于 0.1 MPa(表压),且额定功率大于或等于 0.1 MW 的承压热水锅炉、有机热载体锅炉。

锅炉还包括其安全附件、安全保护装置和与安全保护装置相关的设施。

《锅炉安全技术监察规程》第 2 条有关锅炉范围的规定:本规程适用于符合《特种设备安全监察条例》要求的固定式承压蒸汽锅炉、承压热水锅炉、有机热载体锅炉,包括:

1. 锅炉本体及锅炉范围内管道

(1) 电站锅炉,包括锅炉本体以及锅炉主给水管、主蒸汽管、再热蒸汽管、旁路管、排污管以及减温器、冷渣器等。

(2) 非电站锅炉,包括:

① 有分汽(水、油)缸的锅炉,包括锅炉本体以及锅炉给水(油)阀出口和分汽(水、油)缸出口第一条焊缝以内的压力管道(含分汽(水、油)缸);

② 无分汽(水、油)缸的锅炉,包括锅炉本体以及锅炉给水(油)阀出口和锅炉主蒸汽(水、油)出口阀以内的压力管道。

2. 锅炉辅助设备及系统

(二) 压力容器的定义

压力容器(pressure vessel)是容器的一种,是指盛装气体或液体,承载一定压力的密闭

设备。

《特种设备安全监察条例》中压力容器是指盛装气体或液体,承载一定压力的密闭设备,其范围规定为最高工作压力大于或等于 0.1 MPa(表压),且压力与容积的乘积大于或等于 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 的气体、液化气体和最高工作温度高于或等于标准沸点的液体的固定式容器和移动式容器;盛装公称工作压力大于或等于 0.2 MPa(表压),且压力与容积的乘积大于或等于 $1.0 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 的气体、液化气体和标准沸点低于或等于 60°C 液体的气瓶;氧舱等。

1. 固定式压力容器

原国家技术监督局颁发的《固定式压力容器安全技术监察规程》中做了具体规定,即固定式压力容器是指安装在固定位置使用的压力容器。该规程适用于同时具备下列条件的压力容器:

- 1) 工作压力大于或等于 0.1 MPa;^①
- 2) 工作压力与容积的乘积大于或等于 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{L}$;^②
- 3) 盛装介质为气体、液化气体以及介质最高工作温度高于或等于其标准沸点的液体^③。

2. 移动式压力容器

国家质量监督检验检疫总局颁发的《移动式压力容器安全技术监察规程》(TSG R0005)中规定:移动式压力容器是指由罐体或大容积钢质无缝气瓶(以下简称气瓶)与走行装置或框架采用永久性连接组成的运输装备,包括铁路罐车、汽车罐车、长管拖车、罐式集装箱和管束式集装箱等。

1) 罐体是指铁路罐车、汽车罐车、罐式集装箱中用于充装介质的压力容器,其设计制造按照本规则的有关规定进行。

2) 气瓶是指长管拖车、管束式集装箱中用于充装介质的压力容器。其设计制造按照《气瓶安全监察规程》的有关规定进行。

3. 简单压力容器

国家质量监督检验检疫总局颁发的《简单压力容器安全技术监察规程》(TSG R0003)指出,本规程所称的简单压力容器是指结构简单、危险性较小的压力容器。本规程适用于同时满足以下条件的简单压力容器:

- 1) 容器由筒体和平封头、凸形封头(不包括球冠形封头),或由两个凸形封头组成;
- 2) 筒体、封头、接管等主要受压元件的材料为碳素钢、奥氏体不锈钢;
- 3) 设计压力小于或等于 1.6 MPa;
- 4) 容积小于或等于 1000 L ;

① 工作压力,是指压力容器在正常工作情况下,其顶部可能达到的最高压力(表压力)。

② 容积,是指压力容器的几何容积,即由设计图样标注的尺寸计算(不考虑制造公差)并且圆整。一般应当扣除永久连接在压力容器内部的内件的体积。

③ 容器内介质为最高工作温度低于其标准沸点的液体时,如果气相空间的容积与工作压力的乘积大于或等于 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 时,也属于本规程的适用范围。

- 5) 工作压力与容积的乘积大于或等于 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{L}$, 并且小于或等于 $1000 \text{ MPa} \cdot \text{L}$;
- 6) 介质为空气、氮气和医用蒸馏水蒸发而成的水蒸气;
- 7) 设计温度大于或等于 -20°C , 最高工作温度小于或等于 150°C ;
- 8) 非直接火焰的焊接容器。

4. 超高压容器

国家质量监督检验检疫总局颁发的《超高压容器安全技术监察规程》(TSG R0002)对该规程涉及的超高压压力容器范围规定如下:

- 1) 设计压力大于或等于 100 MPa (表压, 不含液体静压, 下同), 且设计压力与容积的乘积大于或等于 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 的气体、最高工作温度高于或等于标准沸点的液体的超高压容器;
- 2) 超高压容器与外部管道或装置用螺纹连接的第一个螺纹接头、法兰连接的第一个法兰密封面、专用连接件或管件连接的第一个密封面;
- 3) 超高压容器开孔部分的承压盖及其紧固件;
- 4) 超高压容器所用的爆破片(帽)、压力表、测温表等安全附件。

5. 非金属压力容器

国家质量监督检验检疫总局颁发的《非金属压力容器安全技术监察规程》(TSG R7001)规程适用范围(部分内容)如下:

最高工作压力大于或等于 0.1 MPa (表压, 不含液体静压), 且压力与容积的乘积大于或等于 $2.5 \text{ MPa} \cdot \text{L}$ 的盛装介质为气体、液化气体和最高工作温度高于或等于标准沸点的液体的非金属压力容器, 包括石墨制压力容器、纤维增强热固性树脂(以下简称玻璃钢)制压力容器、移动式非金属压力容器等。

(三) 压力管道的定义

压力管道是指所有承受内压或外压的管道。压力管道是管道中的一部分, 管道是用以输送、分配、混合、分离、排放、计量、控制和制止流体流动的, 由管子、管件、法兰、螺栓连接、垫片、阀门、其他组成件或受压部件和支承件组成的装配总成。

《特种设备安全监察条例》中压力管道是指利用一定的压力, 用于输送气体或液体的管状设备, 其范围规定为最高工作压力大于或等于 0.1 MPa (表压)的气体、液化气体、蒸汽介质或可燃、易爆、有毒、有腐蚀性、最高工作温度高于或等于标准沸点的液体介质、且公称直径大于 25 mm 的管道。

二、锅炉的工作特点

(一) 锅炉工作条件恶劣

锅炉承受一定压力, 同时还在高温条件下运行, 锅炉受热面内外接触烟、火、灰、水、汽等物质, 这些物质在一定条件下对锅炉各元件起着严重地腐蚀作用, 并承受不同的内、外压力而产生相应的应力。由于工作温度的不同, 热胀冷缩程度不同而产生附加应力。随着负

荷和燃烧及锅内水循环来冷却受热面的变化而产生应力,这种应力也发生变化,使部分受压元件产生疲劳破坏。另外,缺水、结水垢、水循环破坏,传热发生障碍等,都可能使高温区的受热面烧损、鼓包、开裂。另外,飞灰造成磨损、渗漏引起的腐蚀等都将使锅炉设备损坏。

(二) 具有爆炸的危险

锅炉是一种密闭承压受热的特殊容器,在运行中因某种因素的变化而引发突然爆炸。引发爆炸的因素很多,归纳起来主要有三种。

1. 超压事故

气压急剧上升,超过许可工作压力,而安全附件失灵,未能及时报警与泄压,致使锅炉内部压力继续升高,当压力超过某一受压元件所能承受的极限压力时,锅炉就发生爆炸。

2. 爆管事故

爆管时可听到汽水喷射的响声,严重时有明显的爆破声。炉膛由负压燃烧变为正压燃烧,并且有炉烟和蒸汽从炉墙的门孔及漏风处大量喷出。

3. 材料损伤

设备附件或材料因素,在正常工作压力下,由于受压元件本身有缺陷或使用后造成损坏,或钢材疲劳失效,而不能承受原来允许的工作压力时,也能突然破裂爆炸。

锅炉爆炸其破坏性很大。由于锅炉爆炸时,锅内压力急骤降低,高温饱和水也因此快速汽化,其体积成百倍的膨胀,形成巨大的冲击波,不但使锅炉本体或构件被炸毁,而且会冲垮建筑物,造成严重的破坏与人身伤亡。

(三) 锅炉使用

锅炉的使用十分广泛,工农业和人民日常生活都离不开它。它是火力发电厂的“心脏”,是石油、化工、纺织、轻工等行业中的关键性设备。锅炉一般是连续运行,不同于其他设备,可以随时停车检修。因此,国家有一系列管理、规定、标准、要求,以保证锅炉必须安全经济运行。

三、压力容器的工作特点

(一) 压力容器的工作条件恶劣

压力容器一般工作压力较高,有时还处于高温或低温下工作,有的压力容器还盛有毒、易燃、易爆或腐蚀性介质,这些介质对容器的安全运行和使用寿命影响很大。一旦容器在运行过程中损坏或泄漏,除了造成爆炸事故外,还可能发生由于内部介质向外扩散,引起化学爆炸、着火燃烧、有毒气体污染环境。如果发生事故或爆炸,涉及公共安全,将会给国家和人民生命财产造成巨大损失。

(二) 具有爆炸危险

压力容器的结构、材料、受力情况较复杂,特别是设备开孔附近和结构不合理处,会引起各种不同的附加应力,有的甚至会引起应力集中。因此,在设计、选材、制造、检验及使用管理上一旦存在问题,在一定条件下就会引发爆炸事故。

(三) 应用广泛

压力容器的用途极为广泛,在工农业、军工及民用等许多部门,在科学研究的许多领域都起着重要作用,尤其石油化学工业应用更为普遍。

四、压力管道的工作特点

压力管道作为分布极广、涉及人民生命财产安全的特种设备,具有以下工作特点:

(一) 压力管道的工作条件恶劣

压力管道通常在较高的压力、高温或低温,或埋地下或曝露于大气中,受地震和风蚀侵害,或在压缩机、风机等振动下长期工作,条件恶劣。

(二) 压力管道输送介质复杂

压力管道常输送有毒、易燃、易爆、腐蚀性以及粘滞性介质,这些介质对压力管道的安全运行和使用寿命影响很大。

(三) 具有爆炸危险

压力管道在压力、温度及工作环境等外界因素的作用下,特别是对于输送以燃易爆介质的压力管道,具有爆炸的危险。如果发生爆炸,将在瞬间猛烈地释放出巨大的能量,其摧毁力惊人,后果不堪设想。

(四) 损坏和泄漏后造成的危害大

对于输送有毒或易燃易爆介质的压力管道,损坏或泄漏后会造成大面积中毒、污染环境,其危害性大。

(五) 压力管道尺寸变化大

压力管道是管状设备,其长度变化较大,是其他设备无法比拟的,短则很短,长则几十米几十米或几十千米,甚至上百千米,给管理和检查带来了困难。

(六) 压力管道密封部位多

压力管道由于在长度上的变化大及其配件多,特别是对于较长的管道,其连接处的密封部位多,控制密封较为困难。

(七) 受力复杂

压力管道的结构虽然简单,但受力情况较复杂,特别是振动或温差应力、管路的支撑、安装的器件及其连接处等,在一定的条件下都会引起各种不同的附加应力,有时甚至会引起应力集中。综合管道的受力和压力、温度、介质的性质以及使用环境等复杂因素的共同作用,若在设计、选材、制造、安装修理改造、检验及使用质量管理上存在问题,在一定条件下都可能引发事故。

(八) 应用广泛

压力管道的用途极为广泛,在工农业、军工、民用以及在科学研究的许多领域都起着重

要作用。石油、天然气的长距离输送,城镇燃气和公用动力蒸汽的输送,各种石油、化工工业生产装置等都有大量使用管道。

五、焊接对锅炉、压力容器、压力管道质量的影响

焊接在锅炉、压力容器、压力管道产品制造安装修理改造工作上,越来越显示其重要性,焊接质量的好坏在某种意义上来说,可以代表锅炉、压力容器、压力管道产品的制造质量,也在很大程度上决定着锅炉、压力容器、压力管道的使用寿命和安全。因此,为了保证焊接质量,锅炉、压力容器、压力管道制造单位应建立完整的锅炉、压力容器、压力管道焊接质量控制系统,使焊接中的各项工作质量处于受控状态,最大限度地预防焊接质量事故发生。

第二节 锅炉压力容器压力管道的分类

一、锅炉分类和锅炉参数

(一) 锅炉分类

根据锅炉特点和作用,以及压力的高低和蒸发量的大小,可按以下几个方面进行分类:

1. 按烟气在锅炉流动的状况分

水管锅炉、锅壳锅炉(火管锅炉)、水火管组合式锅炉。

2. 按锅筒放置的方式分

立式锅炉、卧式锅炉。

3. 按锅筒数量分

单锅筒锅炉、双锅筒锅炉。

4. 按用途分

生活锅炉、工业锅炉、电站锅炉、车船用锅炉。

5. 按介质分

蒸汽锅炉、热水锅炉、汽水两用锅炉、有机热载体锅炉。

6. 按安装方式分

快装锅炉、组装锅炉、散装锅炉。

7. 按燃料分

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。

8. 按水循环分

自然循环、强制循环、直流锅炉、复合循环。

9. 按压力分

常压锅炉、低压锅炉、中压锅炉、高压锅炉、超高压锅炉。