

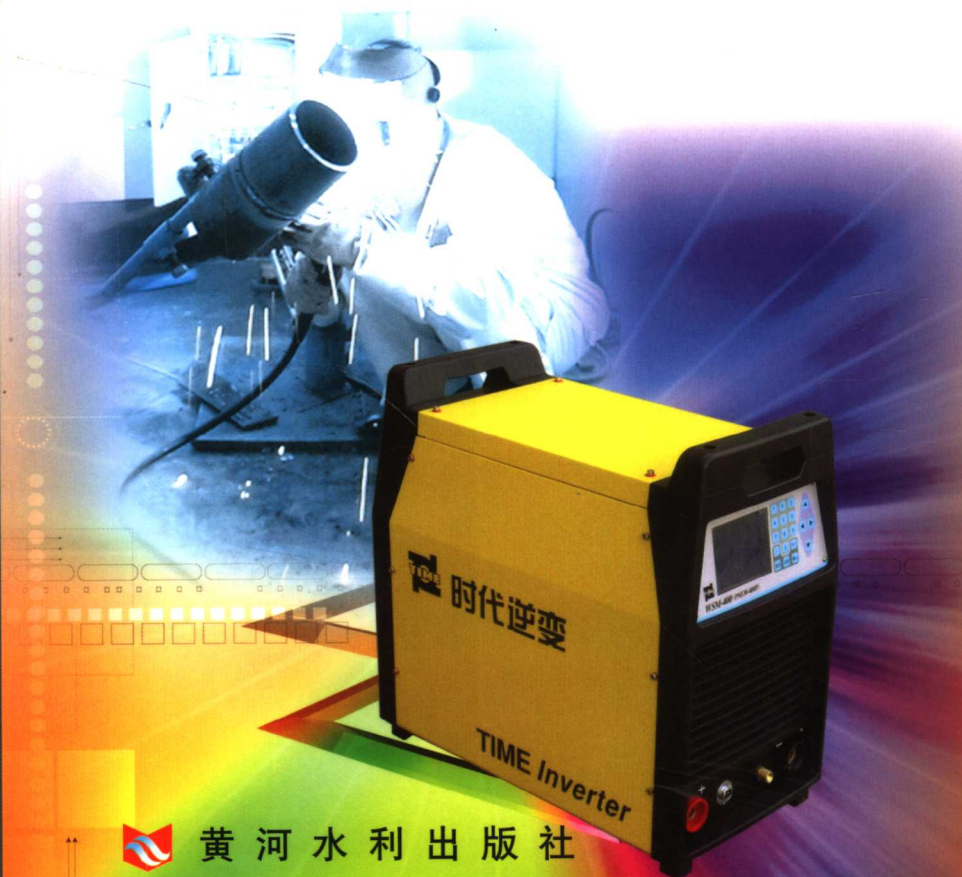
TEZHONG SHEBEI HANGONG PEIXUN
JIAOCHENG

特种设备

焊工培训

主编 江文琳 张兆杰

教程



黄河水利出版社

特种设备焊工培训教程

本

江文琳 张兆杰 主编

黄河水利出版社

内 容 提 要

本书共分 13 章,主要介绍了锅炉基本知识、压力容器及压力管道基本知识、水工金属结构基础知识、钢材的基础知识、焊接材料、焊接设备、常用焊接方法、焊缝与接头形式及其表示方法、焊接接头组织和性能及其影响因素、焊接变形与焊接应力、常用金属材料的焊接、焊接缺欠、焊接安全技术等内容。

本书为特种设备焊工培训教材,也可供相关行业的管理人员和技术人员阅读参考。

图书在版编目(CIP)数据

特种设备焊工培训教程/江文琳,张兆杰主编. — 郑州:
黄河水利出版社,2006.1

ISBN 7-80621-781-9

I. 特… II. ①江… ②张… III. 焊接-技术培训-
教材 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 114490 号

出 版 社:黄河水利出版社

地址:河南省郑州市金水路 11 号 邮政编码:450003

发行单位:黄河水利出版社

发行部电话:0371-66026940

传真:0371-66022620

E-mail:yrp@public.zz.ha.cn

承印单位:黄河水利委员会印刷厂

开本:787 mm×1 092 mm 1/16

印张:16.5

字数:381 千字

印数:1—3 100

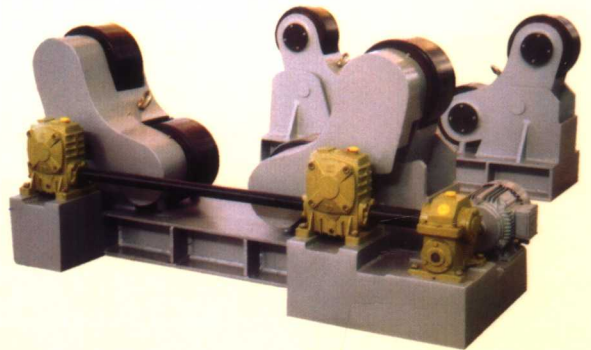
版次:2006 年 1 月第 1 版

印次:2006 年 1 月第 1 次印刷

书号:ISBN 7-80621-781-9/TG·2

定价:32.00 元





《特种设备焊工培训教程》

编审委员会

主 编	江文琳	张兆杰	
主 审	李中铎	李耀中	
副主编	庞振平	周 波	韩红民
	刘保民	李清雅	
编 委	陈 敏	齐晓冰	常立公
	陈 松	黄新超	李文广
	禹红丽	佟 桁	高绪广

前 言

焊接结构广泛应用于国民经济的各有关领域中,可以说焊接结构应用在一定程度上促进了现代化工业的发展。

《特种设备焊工培训教程》一书,自 2003 年开始着手编写。在编写过程中力求实用、可操作性强、更有广泛性,并充分考虑了国家近几年发布的新法规、标准及焊接的新方法、新工艺。2004 年 2 月,征求了中国长城铝业工程建设公司、水利部水工金属结构质检中心、中原石油勘探局工程建设总公司、河南省锅炉压力容器安全科学研究院、河南石油勘探局油建工程建设有限公司、洛阳隆惠石化工程有限公司等部门十多个从事锅炉压力容器、压力管道、水工金属结构焊工考试委员会专家对第一稿的具体修改意见。2005 年 4 月又邀请了部分焊接专家对第二稿作了进一步修订。

本书由水利部水工金属结构质检中心江文琳教授级高级工程师、河南省锅炉压力容器安全科学研究院张兆杰高级工程师担任主编,各章编写人员及分工为:庞振平编写第一、二、四章;王翠萍、何佩排编写第三章;朱晓英编写第五章;周波编写第六章;刘保民编写第七、十章;李清雅编写第八章;韩红民编写第九章;陈敏编写第十一章;禹红丽编写第十二章;黄新超、齐晓冰编写第十三章。

参加本书编写工作的还有吕鸣涛、常立公、齐淑改、齐容宇、漆卫国、文天运、吴芳等,在此深表感谢。

编 者

2005 年 8 月



《特种设备焊工培训教程》读者意见反馈卡

亲爱的读者,读完本书后,请把您的想法填在本卡上,寄给作者,以便修订再版时使本书内容更完善。谢谢您的合作。

您的个人资料

姓名_____性别_____

工作单位_____

通讯地址_____

联系电话_____

邮政编码_____

1. 您认为哪些章节编写得好?

2. 您认为哪些章节应做哪些修改?

3. 您对本书的意见和建议。

回函请寄:

河南省郑州市中原中路 152 号河南省锅炉压力容器安全科学研究院 张兆杰

邮政编码:450007

联系电话:13703922768 0371 - 67647903

裁切线



目 录

前 言

第一章 锅炉基本知识	(1)
第一节 概 述	(1)
第二节 锅炉的分类	(1)
第三节 锅炉的构成	(2)
习 题	(4)
第二章 压力容器及压力管道基本知识	(5)
第一节 概 述	(5)
第二节 压力容器分类	(5)
第三节 压力容器的基本构成	(7)
第四节 压力管道概述	(8)
习 题	(9)
第三章 水工金属结构基础知识	(11)
第一节 水工钢闸门组成及分类	(11)
第二节 拦污栅	(15)
第三节 压力钢管	(16)
第四节 启闭机械	(17)
习 题	(19)
第四章 钢材的基础知识	(20)
第一节 钢的表示方法	(20)
第二节 钢的分类	(22)
第三节 钢的性能	(23)
第四节 锅炉压力容器用钢	(29)
习 题	(31)
第五章 焊接材料	(32)
第一节 焊 条	(32)
第二节 焊 丝	(37)
第三节 焊 剂	(40)
第四节 焊接用气体	(44)
第五节 钨电极	(47)
习 题	(47)
第六章 焊接设备	(49)
第一节 焊接电弧	(49)

第二节	焊接电源	(51)
第三节	半自动焊机	(57)
第四节	自动焊设备	(59)
第五节	焊接工具	(62)
习 题		(64)
第七章	常用焊接方法	(66)
第一节	焊条电弧焊	(66)
第二节	手工钨极氩弧焊	(77)
第三节	埋弧焊	(80)
第四节	熔化极气体保护电弧焊	(81)
第五节	电渣焊	(92)
第六节	螺柱焊	(93)
第七节	长输管道焊接技术	(98)
习 题		(104)
第八章	焊缝与接头形式及其表示方法	(107)
第一节	焊缝形式与接头形式	(107)
第二节	焊缝代号	(110)
第三节	焊缝的图样识别	(116)
习 题		(117)
第九章	焊接接头组织和性能及其影响因素	(119)
第一节	概 述	(119)
第二节	焊接热循环	(119)
第三节	焊缝金属的组织 and 性能	(122)
第四节	熔合区和热影响区的组织和性能	(125)
第五节	影响焊接接头性能的因素	(128)
第六节	焊接接头的质量控制	(131)
习 题		(132)
第十章	焊接变形与焊接应力	(135)
第一节	焊接应力与焊接变形产生的原因	(135)
第二节	焊接变形及其控制	(140)
第三节	焊接应力及其控制	(150)
习 题		(157)
第十一章	常用金属材料的焊接	(160)
第一节	碳素钢的焊接	(160)
第二节	低合金钢的焊接	(161)
第三节	不锈钢和高铬热强钢的焊接	(165)
第四节	铜和铜合金的焊接	(169)
第五节	铝和铝合金的焊接	(172)

第六节 镍和镍合金的焊接·····	(174)
第七节 钛和钛合金的焊接·····	(178)
习 题 ·····	(180)
第十二章 焊接缺欠 ·····	(183)
第一节 概 述·····	(183)
第二节 焊接接头的外部缺欠·····	(184)
第三节 焊接接头的内部缺欠·····	(186)
第四节 焊接缺欠的危害·····	(190)
第五节 焊接质量检验·····	(190)
第六节 焊接缺欠的返工·····	(196)
习 题 ·····	(197)
第十三章 焊接安全技术 ·····	(200)
第一节 焊接设备的安全技术·····	(200)
第二节 电焊工操作安全技术·····	(202)
第三节 电焊工劳动保护·····	(204)
习 题 ·····	(207)
附录一 锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则 ·····	(209)
附录二 各章习题参考答案 ·····	(233)
参考文献 ·····	(251)

第一章 锅炉基本知识

第一节 概 述

一、锅炉的定义

锅炉是指利用各种燃料或者其他能源,将所盛装的液体加热到一定的参数及压力的密闭设备。

锅炉是由“锅”和“炉”两大部分组成的。“锅”是指接受热量,并把热量传给水的受热面系统;“炉”是指把燃料的化学能转变为热能的空间和烟气流通的通道——炉膛和烟道。尽管锅炉的结构形式很多,其制造的难易程序相差悬殊,但它们一般都包含锅筒(锅壳)、封头、炉胆、炉胆顶、集箱、下降管、水冷壁管和烟管、冲天管、过热器和省煤器等受压元件。这些受压元件一般都要通过焊接的方法制成并相互连接。

锅炉压力容器受压元件的焊接质量直接关系到锅炉压力容器使用的安全性能,所以焊接锅炉压力容器的焊工必须经过专门培训,基本理论知识和操作技能考试合格后,方可从事钢制受压元件的焊接。

二、锅炉的用途

锅炉可为发电设备、机车、轮船提供动力,也可为炼油、化工、纺织、印染、医药等工业部门的生产过程提供必需的热能。

锅炉生产的热水或蒸汽还可用于取暖供热、食品加工、卫生消毒等人民生活的许多方面。

第二节 锅炉的分类

一、按使用方式分类

可分为固定式锅炉和移动式锅炉。

二、按用途分类

可分为电站锅炉、工业锅炉、采暖锅炉、机车锅炉和船舶锅炉。

三、按出口介质状态分类

可分为蒸汽锅炉、热水锅炉和汽水两用锅炉。

四、按压力分类

可分为:

低压锅炉:额定工作压力 ≤ 2.45 MPa;

中压锅炉:额定工作压力 $= 3.82$ MPa;

高压锅炉:额定工作压力 ≥ 9.81 MPa;

超高压锅炉:额定工作压力 > 13.73 MPa;

亚临界锅炉:额定工作压力 $= 15.70 \sim 17.66$ MPa;

超临界锅炉:额定工作压力 $= 24.13 \sim 26.49$ MPa。

五、按蒸发量分类

可分为:

小型锅炉:每小时蒸发量小于 20 t;

中型锅炉:每小时蒸发量为 20~75 t;

大型锅炉:每小时蒸发量大于 75 t。

六、按结构分类

可分为火管锅炉、水管锅炉和水火管组合锅炉。

七、按燃料分类

可分为燃煤锅炉、燃油锅炉、燃气锅炉和原子能锅炉。

八、按燃烧方式分类

可分为层燃炉、沸腾炉和室燃炉。

层燃炉又分手烧炉、链条炉排炉、往复炉排炉、双层炉排炉、振动炉排炉和抛煤机炉等。

九、按循环方式分类

可分为自然循环锅炉、多次强制循环锅炉和直流锅炉。

第三节 锅炉的构成

一、炉

炉,是由燃烧设备、炉墙、炉拱和钢架等部分组成,它使燃料进行燃烧,产生灼热烟气,烟气经过炉膛和各段烟道向锅炉受热面放热,最后从锅炉尾部进入烟囱排出。

二、锅

锅,即锅炉本体部分,它包括锅筒(汽包)、水冷壁管、对流管束、烟管、下降管、集箱(联

箱)、过热器、省煤器等受压部件,是盛装锅水和蒸汽的密闭受压部分。

(一) 锅筒

锅筒的作用是汇集、贮存、净化蒸汽和补充给水。热水锅炉的锅筒内盛装的全部是热水;而蒸汽锅炉下锅筒盛装的是热水,上锅筒下部是热水,上部为蒸汽。水的表面称水面,汽水分界的位置叫水位线。

(二) 水冷壁

水冷壁是布置在炉膛四周的辐射受热面。它是锅炉的主要受热面,有些水冷壁管两侧焊有或带有翼片,又称鳍片。鳍片增大了对炉墙的遮挡面积,可以更多地接受炉膛辐射的热量,提高锅炉产汽量,降低炉膛内壁的温度,保护炉墙,防止炉墙结渣。

(三) 对流管束

对流管束是锅炉的对流受热面。它的作用是吸收高温烟气的热量,增加锅炉受热面,对流管束吸热情况与烟气流速、管子排列方式、烟气冲刷的方式等都有关。

(四) 烟管、火管

烟管是锅炉的对流受热管,它与对流管束的作用相同,不同的是对流管束烟气流经管外,而烟管是烟气流经管内。

火管有两种情况,直径较大的火管一般称为炉胆,里面可以装置炉排,是立式锅炉和卧式内燃锅炉的主要辐射受热面;直径较小的火管又称为烟管。

(五) 下降管

下降管的作用是把锅筒里的水输送到下箱,使受热面管子有足够的循环水量,以保证可靠的运行。下降管必须采取绝热措施。

(六) 集箱

集箱也称联箱,它的作用是汇集、分配锅水,保证各受热面管子可靠地供水或汇集各管子的水或汽水混合物。

(七) 过热器

过热器是蒸汽锅炉的辅助受热面,它的作用是在压力不变的情况下,从锅筒中引出饱和蒸汽,再经加热,使饱和蒸汽中的水分蒸发并使蒸汽温度升高,提高蒸汽品质,成为过热蒸汽。

(八) 省煤器

省煤器是布置在锅炉尾部烟道内,利用排烟的余热来提高给水温度的热交换器,作用是提高给水温度,减少排烟热损失,提高锅炉热效率。

三、附件仪表

为保证锅炉正常、安全地运行,锅炉上需装置一些附件仪表,有安全阀(包括水封式安全装置)、压力表、水位表(包括双色水位计)、高低水位报警器、低地位水位计、低水位连锁保护装置、温度仪表、超温报警器、流量仪表、排污装置、防爆门、常用阀门以及自动调节装置等。

四、附属设备

附属设备是安装在本体之外的必备设备,它是燃料供应系统、通风系统、给水系统、除

渣除尘系统等的装置设备,如球磨机、运煤设备、水泵、水处理装置、鼓风机、引风机、除渣机、除尘器以及吹灰装置等。

习 题

一、名词解释

1. 锅炉 2. 亚临界锅炉

二、判断题

1. 锅是由燃烧设备、炉墙、炉拱和钢架等部分组成,使燃料进行燃烧产生灼热烟气,部分烟气经过炉膛和各段烟道向锅炉受热面放热,最后从锅炉尾部进入烟囱排出。 ()
2. 焊接锅炉压力容器的焊工必须经过专门培训,基本理论知识和操作技能考试合格后,方可从事钢制受压元件的焊接。 ()
3. 在火管式锅炉中,烟管烟气流经管外。 ()

三、选择题

1. 额定工作压力大于等于()MPa 的锅炉称为高压锅炉。
A. 3.82 B. 9.81 C. 13.73 D. 24.13
2. 低压锅炉的额定工作压力应()。
A. ≤ 2.45 MPa B. ≥ 2.45 MPa C. ≤ 3.82 MPa D. ≥ 3.82 MPa
3. 按蒸发量分,小型锅炉每小时蒸发量为()。
A. 小于 20 t B. 20~75 t C. 大于 50 t D. 大于 75 t

四、填空题

1. 锅炉的受压元件一般包含_____等。
2. 超高压锅炉是指额定工作压力_____的锅炉。
3. 锅炉上常见的安全附件仪表有_____、_____、_____。
4. 锅炉按使用方式可分为_____和_____。

五、问答题

1. 锅炉是如何分类的?
2. 简述锅筒、水冷壁、对流管束和集箱的作用。

第二章 压力容器及压力管道基本知识

第一节 概 述

一、压力容器的定义

压力容器,是指盛装气体或者液体,承载一定压力的密闭设备。

二、压力容器的用途

压力容器在工业领域中应用非常广泛,如化学工业、炼油、制药、炸药、油脂、化肥、食品工业、皮鞋制造、水泥、冶金、涂料、合成树脂、合成橡胶、塑料、合成纤维、造纸、深海探测器、潜水舱、火力发电站、航空、深冷、运输储罐、原子能发电等。就当前来说,以石油化学工业应用的最为普遍,占压力容器总数的 50% 左右。

第二节 压力容器分类

常用的分类有以下几种。

一、按压力分类

按承受压力(P)的高低,压力容器可分为低压、中压、高压、超高压四个等级。

(1) 低压容器: $0.1 \text{ MPa} \leq P < 1.6 \text{ MPa}$

(2) 中压容器: $1.6 \text{ MPa} \leq P < 10 \text{ MPa}$;

(3) 高压容器: $10 \text{ MPa} \leq P < 100 \text{ MPa}$;

(4) 超高压容器: $P \geq 100 \text{ MPa}$ 。

二、按壳体承压方式分类

按壳体承压方式不同,压力容器可分为内压(壳体内部承受介质压力)容器和外压(壳体外部承受介质压力)容器。

三、按设计温度分类

按设计温度(t)的高低,压力容器可分低温容器($t \leq -20 \text{ }^{\circ}\text{C}$)、常温容器($-20 \text{ }^{\circ}\text{C} < t < 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$)和高温容器($t \geq 450 \text{ }^{\circ}\text{C}$)。

四、按使用方式分类

按使用方式分类,压力容器可分为固定式容器和移动式容器。

(一)固定式容器

指有固定的安装和使用地点,工艺条件和使用操作人员也比较固定,一般不是单独装设,而是用管道与其他设备相连接的容器。如合成塔、蒸球、管壳式余热锅炉、热交换器、分离器等。

(二)移动式容器

指储装容器,如气瓶、汽车槽车等。其主要用途是装运有压力的气体。这类容器无固定使用地点,一般也没有专职的使用操作人员,使用环境经常变迁,管理比较复杂,较易发生事故。

五、按在生产工艺过程中的作用原理分类

按在生产工艺过程中的作用原理分类,压力容器可分为反应容器、换热容器、分离器和储存容器。

(一)反应压力容器(代号 R)

指用于完成介质的物理、化学反应的压力容器,如反应器反应釜、分解锅、硫化罐、分解塔、聚合釜、高压釜、超高压釜、合成塔、变换炉、蒸煮锅、蒸球、蒸压釜、煤气发生炉等。

(二)换热压力容器(代号 E)

指用于完成介质的热量交换的压力容器,如管壳式余热锅炉、热交换器、冷却器、冷凝器、蒸发器、加热器、消毒锅、染色器、烘缸、蒸炒锅、预热锅、溶剂预热器、蒸锅、蒸脱机、电热蒸汽发生器、煤气发生炉水夹套等。

(三)分离压力容器(代号 S)

指用于完成介质的流体压力平衡缓冲和气体净化分离的压力容器,如分离器、过滤器、集油器、缓冲器、洗涤器、吸收塔、铜洗塔、干燥塔、汽提塔、分汽缸、除氧器等。

(四)储存压力容器(代号 C,其中球罐代号 B)

指用于储存、盛装气体、液体或液化气体等介质的压力容器,如各种型式的储罐。

在一种压力容器中,如同时具备两个以上的工艺作用原理时,应按工艺过程中的主要作用来划分品种。

六、《压力容器安全技术监察规程》对压力容器的分类

为有利于安全技术管理和监督检查,根据容器的压力高低、介质的危害程度以及在生产过程中的重要作用,《压力容器安全技术监察规程》将其适用范围的容器划分为三类。

(一)第三类压力容器

- (1)高压容器;
- (2)中压容器(仅限毒性程度为极度和高度危害介质);
- (3)中压储存容器(仅限易燃或毒性程度为中度危害介质,且 $PV \geq 10 \text{ MPa} \cdot \text{m}^3$);
- (4)中压反应容器(仅限易燃或毒性程度为中度危害介质,且 $PV \geq 0.5 \text{ MPa} \cdot \text{m}^3$);
- (5)低压容器(仅限毒性程度为极度和高度危害介质,且 $PV \geq 0.2 \text{ MPa} \cdot \text{m}^3$);
- (6)高压、中压管壳式余热锅炉;
- (7)中压搪玻璃压力容器;