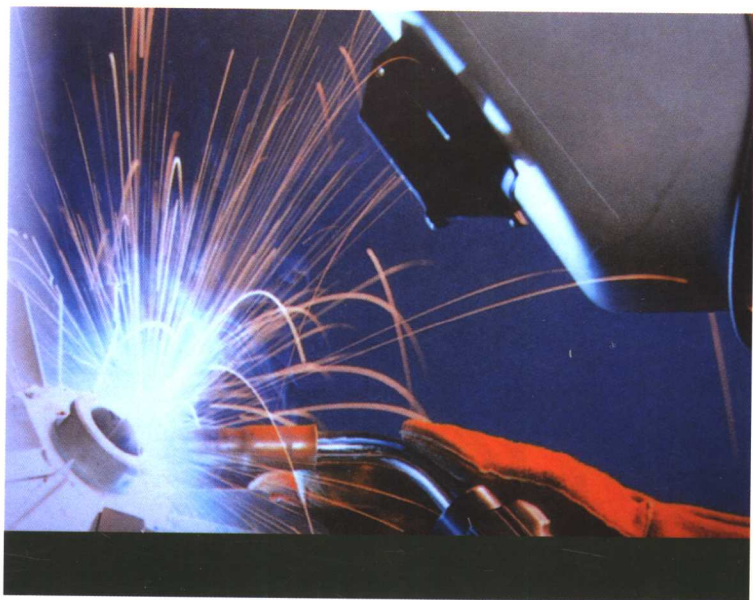


李亚江 刘 强 王 娟 等编著

焊接质量控制与检验



Chemical Industry Press



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

焊接质量控制与检验

李亚江 刘 强 王 娟 等编著



化学工业出版社

工业装备与信息工程出版中心

· 北 京 ·

内 容 提 要

焊接质量控制工程在工程结构生产中是一个很重要的方面。目前实用的有关焊接质量控制方面的书籍不多,而近年来社会发展迫切需求阐述简明、深入浅出的焊接质量控制、检验与管理方面的综合性技术书籍。本书的特点是注重实践和综合性焊接技术管理的阐述,内容包括焊接质量保证体系的建议和运行、焊接工艺规程和焊接工艺评定、焊接资质与质量认证、焊接质量检验等,还给出一些生产中焊接技术管理的成功实例,可以指导实际应用。本书适用面广泛,主要供从事与焊接制造技术相关的管理人员、工程技术人员和质量检验人员使用,也可供高等院校、科研院所、企事业单位的有关教学和技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊接质量控制与检验/李亚江等编著. —北京:化学工业出版社, 2005. 11
ISBN 7-5025-7931-1

I. 焊… II. 李… III. ①焊接-质量控制②焊接-质量检验 IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 140059 号

焊接质量控制与检验

李亚江 刘 强 王 娟 等编著

责任编辑:任文斗

文字编辑:闫 敏

责任校对:于志岩

封面设计:尹琳琳

*

化 学 工 业 出 版 社 出版发行
工业装备与信息工程出版中心

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码 100029)

购书咨询:(010)64982530

(010)64918013

购书传真:(010)64982630

[http:// www. cip. com. cn](http://www.cip.com.cn)

*

新华书店北京发行所经销
大厂聚鑫印刷有限责任公司印刷

三河市延风装订厂装订

开本 720mm×1000mm 1/16 印张 19¼ 字数 347 千字

2006 年 2 月第 1 版 2006 年 2 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7931-1

定 价: 37.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者,本社发行部负责退换

前 言

焊接质量控制在生产中是一个很重要的方面，特别是化工容器、压力管道、锅炉及压力容器、石油化工管线、船舶等的焊接，对焊接技术人员和管理者提出更高的要求。保证设备正常运行涉及到社会和企业的安全，锅炉、压力容器的焊接质量直接影响其使用寿命，一旦发生质量事故，不但会给国家财产造成极大损失，还可能造成人身伤亡事故。因此对锅炉、压力容器的制造特别是焊接质量，应严格控制与管理。

目前实用的有关焊接质量控制与管理方面的书籍不多，将焊接技术与质量管理结合在一起的属于“焊接技术管理”的书籍更少。而近年来社会发展迫切需求阐述简明、深入浅出的焊接质量控制、检验与管理方面的综合性技术书籍。特别是锅炉和压力容器焊接在近年和未来几年生产中越来越重要，很多生产厂家需要熟练掌握技术和管理的复合型人才，科学管理的市场需求潜力很大。

近年来，焊接结构不断向大型化、重型化和高参数方向发展，对焊接质量提出了越来越严格的要求，有关部门以设计规范、制造法规或规程等形式，对生产企业的焊接质量控制和质量管理工作作出了全面而科学的强制性规定。没有众多掌握各种专业技术和管理的技术人员和管理者，许多重要的焊接结构是无法制造的。

本书的特点是具有针对性和实用性，注重实践和综合性技术管理的阐述，能帮助读者发展其焊接技术和管理技能，了解质量管理、焊接质量体系的建立和运行、焊接工艺规程、焊接工艺评定以及焊接资质与认证等，书中还给出一些焊接结构生产中技术管理的成功实例。

本书适用面广，主要供从事与焊接制造技术相关的管理人员、设计人员、工程技术人员和质量检验人员使用，也可供高等院校、科研院所、企事业单位的有关教学和科研、设计人员参考。

参加本书撰写的其他人员还有：张永喜、马海军、刘鹏、郭国林、夏春智、郝滨海、陈茂爱、刘如伟、高进强、赵越、张永兰、王芳、沈孝芹、王勋鸿、何卓宁、黄海啸、张燕等。

书中内容难免存在不妥之处，恳请广大读者批评指正。

李亚江

2005年9月30日

目 录

第 1 章 概述	1
1.1 焊接容器的基本概念	1
1.1.1 焊接容器的分类和工作条件	2
1.1.2 焊接容器的组成及结构形式	4
1.1.3 焊接压力容器用钢	6
1.2 质量管理和焊接检验	8
1.2.1 质量管理的定义和控制环节	8
1.2.2 质量体系的基本准则	12
1.2.3 质量管理与焊接检验的关系	13
1.3 焊接质量保证和工艺评定	14
1.3.1 焊接质量保证	15
1.3.2 PQR 与 WPS 的重要作用	19
第 2 章 焊接结构制造及质量评定	21
2.1 焊接结构制造工艺	21
2.1.1 焊前准备	21
2.1.2 装配、预热与焊接	27
2.1.3 焊后热处理及焊件检验	36
2.2 焊接质量评定	38
2.2.1 焊接质量评定标准	38
2.2.2 影响焊接质量的技术因素	40
第 3 章 焊接缺陷	43
3.1 焊接缺陷的分类及特征	43
3.1.1 焊接裂纹	43
3.1.2 孔穴及夹杂	49
3.1.3 未熔合和未焊透	53
3.1.4 形状缺陷及其他缺陷	54
3.2 焊接缺陷对产品质量的影响	58
3.2.1 焊接缺陷的评级	58
3.2.2 焊接缺陷的危害	59

3.2.3 产生焊接缺陷的原因及防止措施·····	62
第4章 焊接质量控制 ·····	69
4.1 质量体系的建立和运行·····	69
4.1.1 焊接质量控制的概念·····	69
4.1.2 质量体系的建立和文件编制·····	71
4.1.3 焊接质量体系的控制要素·····	76
4.1.4 焊接质量体系的运行·····	81
4.2 焊接质量控制的实施·····	83
4.2.1 结构设计控制·····	83
4.2.2 母材和焊接材料的质量控制·····	91
4.2.3 焊接方法和工艺的质量控制·····	97
4.2.4 通过质量管理保证焊接质量·····	102
第5章 焊接质量管理与工艺规程 ·····	107
5.1 焊接质量管理·····	107
5.1.1 焊接质量管理的概念·····	107
5.1.2 焊接质量管理的主要环节·····	109
5.2 焊接工艺规程·····	115
5.2.1 焊接工艺规程的概念·····	115
5.2.2 焊接工艺流程和工艺要素·····	116
5.2.3 焊接工艺规程的内容·····	119
5.2.4 焊接工艺规程的编制及有效性·····	120
5.2.5 不同焊接方法的工艺规程·····	123
第6章 焊接工艺评定 ·····	141
6.1 焊接工艺评定的目的和特点·····	141
6.1.1 焊接工艺评定的目的·····	141
6.1.2 焊接工艺评定的特点·····	142
6.1.3 重要因素、补加因素和次要因素·····	144
6.2 焊接工艺评定规则、程序及内容·····	145
6.2.1 焊接工艺评定规则·····	145
6.2.2 焊接工艺评定的一般程序·····	150
6.2.3 焊接工艺指导书的编制·····	156
6.3 焊接工艺评定内容及注意事项·····	157
6.3.1 焊接工艺评定的内容·····	157
6.3.2 工艺评定试件检验项目·····	163

6.3.3	压力容器焊接工艺评定试样制备	169
6.3.4	焊接工艺评定应注意的问题	172
6.3.5	焊接工艺评定报告的管理	174
第7章	焊接质量检验	179
7.1	焊接质量检验的内容	179
7.1.1	焊缝外观形状尺寸检验	179
7.1.2	焊接缺陷的检验	181
7.1.3	焊接成品的密封性检验	183
7.2	焊接检验方法及操作步骤	185
7.2.1	焊接接头的无损检验	185
7.2.2	焊接接头力学性能试验	200
7.2.3	焊接接头金相检验	205
第8章	焊接结构的失效分析	213
8.1	失效分析的思路与方法	213
8.1.1	失效分析的方法、程序与内容	213
8.1.2	失效分析的试验技术	218
8.1.3	焊缝中的失效源	220
8.2	焊接结构的失效类型及特征	223
8.2.1	脆性失效的特征及断口分析	223
8.2.2	塑性失效的特征及断口分析	224
8.2.3	疲劳失效的特征及断口分析	226
8.2.4	应力腐蚀失效的特征及断口分析	227
8.2.5	其他类型失效的分析	228
8.3	典型焊接失效分析	229
8.3.1	水泥回转窑筒体开裂事故分析（脆性断裂失效）	229
8.3.2	公路钢桥破坏事故分析（疲劳断裂失效）	233
8.3.3	高温再热器异种钢焊接接头失效分析（由焊接缺欠引起的失效）	235
8.3.4	压力容器事故分析（焊接工艺不当造成的失效）	236
8.3.5	环境加速焊接结构失效的例子	238
第9章	焊接材料和设备的管理	241
9.1	焊接材料的使用与管理	241
9.1.1	焊条的使用与管理	241
9.1.2	焊丝的使用与管理	246

9.1.3	焊剂的使用与管理	248
9.1.4	钎焊材料的使用与管理	250
9.2	焊接设备的管理与维护	251
9.2.1	焊接设备的选用与管理	251
9.2.2	焊接设备的维护	255
9.3	焊接用气瓶的使用及管理	258
9.3.1	常用气瓶的使用及管理	258
9.3.2	氧气的使用及管理	260
9.3.3	乙炔的使用及管理	261
第 10 章	焊接培训与资格认证	263
10.1	焊接培训	263
10.1.1	焊接培训的组织与实施	263
10.1.2	焊接培训的内容	265
10.1.3	焊接操作技能培训	267
10.2	焊工资格认证	281
10.2.1	焊工资格考试的组织与监督	281
10.2.2	焊工资格考试的内容	285
10.2.3	焊工资格认证检验	293
参考文献		299

随着焊接结构不断向高参数、大型化、重型化方向发展,对焊接质量提出了越来越高的要求。在许多重要的焊接结构中,如锅炉、压力容器、高压管道、船舶、桥梁和高层建筑等,焊接接头强度和韧性不足会导致整个焊接结构的提前失效,甚至导致灾难性的后果。为了确保焊接产品质量,许多企业正在按 ISO 9000~9004 和 GB/T 10300 质量管理和质量保证标准建立或完善质量保证体系,以加强制造过程的质量控制。

1.1 焊接容器的基本概念

现代锅炉和压力容器是由许多零部件组成的焊接容器。锅炉是一种特殊的压力容器,是将燃料内蕴藏的能量、经过燃烧释放出的热量,使水加热乃至成为蒸汽,供生产和生活上使用的一种庞大而复杂的热能设备。

锅炉由锅炉的本体“锅”和“炉”以及为保证锅和炉正常运行所必需的附件等部分组成。锅(也叫汽锅)是指锅炉中盛放锅炉水和蒸汽的密封受压部分,是锅炉的吸热部分,包括锅筒(也叫汽包)、对流管(主炉管)、水冷管、集箱(联箱)、过热器和省煤器等。炉是指锅炉中使燃料进行燃烧产生高温放出热能的部分,是锅炉的放热部分,包括燃烧设备、炉墙、炉拱和钢架等。燃料在炉内通过燃烧所产生的热气,经过炉膛和各部分烟道向锅炉受热面放热,最后从锅炉的尾部排出。

锅炉的工作包括三个同时进行的过程:燃料的燃烧过程、烟气向水的传热过程、水的汽化过程。

锅炉是一种受压又直接受火的特种设备,是工业生产中的常用设备,在工业的各个领域中都得到广泛应用。如果管理不善,处理不当会引起事故,轻则停炉影响生产,重则发生爆炸,造成十分严重的人身和设备事故。因此锅炉的安全问题,必须引起高度重视。许多国家把蒸汽锅炉列为特种设备,由专门机

构进行安全监督，并颁发各项规范以供遵守。

根据锅炉的特点和多年来的实践经验，要确保锅炉的安全运行，应从锅炉的设计、制造、安装、使用、维修和改造等各个环节，全面进行管理和监察。

压力容器是一种特殊的容器。容器是石油、化学工业生产过程中的一种设备，而压力容器又是其中的一种特殊设备。从狭义上说，容器是指内部不进行化学反应或其他物理、化学过程的那些设备。在石油化学工业中广泛使用的容器，主要用于储存气态、液态或固态的原料、中间产品或成品，如原油储罐、氧气及液氨储罐、硫酸储罐等。

我国非常重视锅炉和压力容器的安全问题，国家有关部门已发布了《锅炉、压力容器安全监察条例》，为我国锅炉和压力容器的安全工作制定了法律依据。地方和基层单位也制定了相应的具体规定，锅炉和压力容器的各制造单位都有严格的质量保证体系。

1.1.1 焊接容器的分类和工作条件

(1) 焊接容器的分类

① 按容器的用途可将容器分为反应压力容器、换热压力容器、分离压力容器和储运压力容器四大类，各类容器所属的容器名称见表 1.1。

表 1.1 焊接压力容器按用途的分类

类别序号	类别名称	主要用途	容 器 名 称
1	反应压力容器	完成介质的物理化学反应	反应器、分解锅、分解塔、聚合釜、高压釜、合成塔、变换炉、蒸煮锅、蒸球、蒸压釜、煤气发生炉
2	换热压力容器	完成介质的热量交换	管壳式余热炉、热交换器、冷却器、冷凝器、蒸汽发生器、蒸发器、煤气发生炉水夹套
3	分离压力容器	平衡介质流体压力和气体的净化分离	分离器、过滤器、集油器、洗涤器、吸收塔、铜洗塔、干燥塔、汽提塔、除氧器
4	储运压力容器	盛装生产用原料气体、液体、液化气体等	液化石油气储罐、铁路罐车、汽车槽车、各种气瓶

② 根据制造容器所用材料的不同，容器可分为钢制容器、有色金属容器和复合材料容器。

③ 按容器几何形状分为球形、矩形、圆筒形、方形、圆锥形及组合形容器等。

④ 依据容器承受压力的不同，可分为不受压容器和受压容器。压力容器相对于常压容器而言，不仅在安全性方面有较高的要求，而且在设计原理上也有很大的不同。压力容器的结构、选择、壁厚要通过理论计算、强度校核而确定；常压容器则相反，要根据刚度确定。

⑤ 按容器的设计温度，可分为低温容器（设计工作温度 $\leq -20^{\circ}\text{C}$ ）、常温

容器和高温容器（设计工作温度 $\geq 450^{\circ}\text{C}$ ）。

⑥ 根据工作介质的不同，可分为气体用容器、液体用容器和气液混合用容器、直接火与非直接火容器、真空与非真空容器、受腐蚀介质作用与受辐照作用容器、易燃与非易燃容器、有毒与无毒介质作用容器等。

⑦ 按容器的装配方法分为可拆与不可拆容器。

⑧ 根据容器的壁厚分为薄壁容器和厚壁容器；当容器的外径 D_o 与内径 D_i 之比值 $D_o/D_i=m$ 不大于 $1.1\sim 1.2$ 时，为薄壁容器；比值 $m>1.1\sim 1.2$ 时，为厚壁容器。

⑨ 按承受内压的大小分为常压容器和受压容器；受压容器又分为内压容器和外压容器；承受内压在 0.1MPa 以上的容器，又称为压力容器；压力容器按其工作压力 p 分为低压、中压、高压和超高压容器四类，其压力等级划分如下：

- a. 低压容器： $0.1\text{MPa}\leq p<1.6\text{MPa}$ ；
- b. 中压容器： $1.6\text{MPa}\leq p<10\text{MPa}$ ；
- c. 高压容器： $10\text{MPa}\leq p<100\text{MPa}$ ；
- d. 超高压容器： $p\geq 100\text{MPa}$ 。

⑩ 按《压力容器安全监察规程》，从安全技术管理和监察检查的角度，根据所充装的介质危害程度，将压力容器分为三类，见表 1.2。

表 1.2 压力容器按安全技术管理的分类

I 类容器	II 类容器	III 类容器
一般工况下的低压容器	1. 中压容器 2. 易燃介质或介质毒性程度为中度危害的低压反应容器和储运容器 3. 介质毒性程度为极度和高度危害的低压容器 4. 低压管壳式余热锅炉 5. 搪玻璃压力容器	1. 高压、超高压容器 2. 高压、中压管壳式余热锅炉 3. 介质毒性为极度和高度危害的中压容器和 $pV\geq 0.2\text{MPa}\cdot\text{m}^3$ 的低压容器 4. 介质为易燃或毒性程度为中度危害，且 $pV\geq 0.5\text{MPa}\cdot\text{m}^3$ 的中压反应容器和 $pV\geq 10\text{MPa}\cdot\text{m}^3$ 的中压储运容器

注：表中 V 为容器容积； p 为容器最高工作压力。

具有 III 类容器制造资格的企业同时可以生产 I 类和 II 类容器；具有 II 类容器制造资格的企业可以生产 I 类容器，但不能生产 III 类容器；具有 I 类容器制造资格的企业只能生产 I 类容器。

(2) 焊接容器的工作条件

焊接容器的工作条件主要包括载荷、温度和介质。

① 载荷性质 大多数容器除了主要承受静载荷外，还承受疲劳载荷的作

用。静载荷包括内压、外压、温度应力、自重、水压试验时的水重等。疲劳载荷包括水压试验、开停车调试、定期检修、工作温度和压力波动等变化载荷的作用而引起的低周高应力循环载荷以及由于交变温度或振动等引起的高周低应力循环载荷。对于一些特殊要求的结构，还应考虑风、雪、地震等自然条件引起的载荷。

② 环境温度 有高温、常温和低温三类工作温度条件。

③ 工作介质 有空气、水蒸气；海洋、热带、工业和郊区环境中的大气；海水和各种成分的水质；硫化物和氮化物，石油气和天然气中的氨、氯、氧、氮、氢，各种酸和碱及其水溶液；溴化物和碘化物，某些熔融金属蒸气以及其他物质等。这些介质以气、液、固相或组合状态存在。此外，还有受到核辐射及宇宙射线的工作条件。

1.1.2 焊接容器的组成及结构形式

焊接压力容器的结构形式是多种多样的，其中以单层锻焊式和钢板卷焊式压力容器最为常见（见图 1.1）。焊接压力容器的基本组成如下。

① 筒体 筒体是压力容器最主要的组成部分，包括筒体端部、内筒、板层等，储存物料或完成化学反应所需的压力空间，大部分是由它构成。当筒体

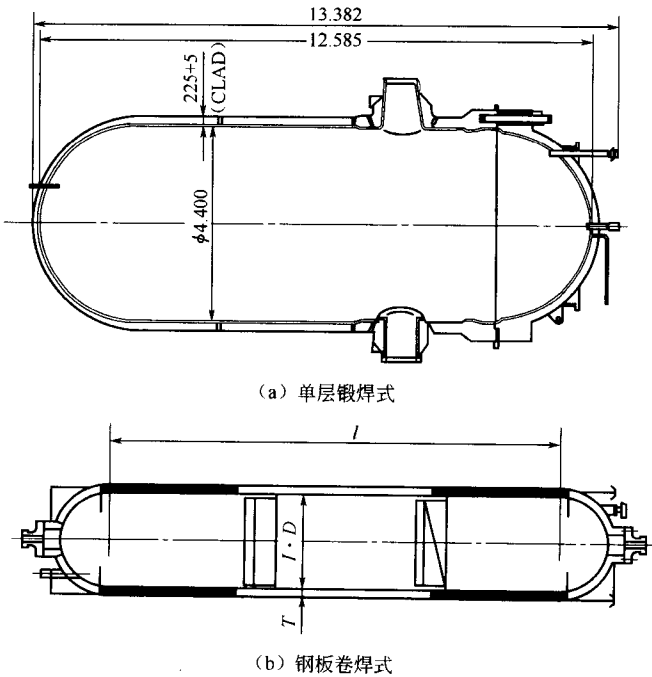


图 1.1 压力容器的结构形式

直径很小时，可用无缝钢管制成，这样的筒体无纵缝。当筒体直径较大时，筒体可用钢板卷成圆筒或压制两个半圆，然后通过焊接方法将钢板焊接成一个完整的圆柱形。此时焊缝与筒体中心轴线平行，故称之为纵焊缝。容器直径适中时，一般只有一条纵焊缝。容器的直径逐渐增大，可能有多条或两条以上纵焊缝。

当容器长度较短时，可在一个圆柱形两端焊接上、下封头，制成一个封闭的压力容器外壳。当容器较长时，有时需要卷焊成若干段筒体，每一段为一个筒节，再由两个或两个以上筒节焊成所需长度的筒体。筒节之间，筒体与上、下封头之间的连接焊缝，称为环向焊缝，简称环缝。

② 封头 封头是压力容器的重要组成部分，根据几何形状的不同，封头可分为球形封头、椭圆形封头、碟形封头、有折边锥形封头、无折边锥形封头和平盖封头等多种，图 1.2 是常见的三种压力容器封头。一般情况下，容器组装后不再需要开启时封头和筒体焊接成一体，以保证它们之间的密封。

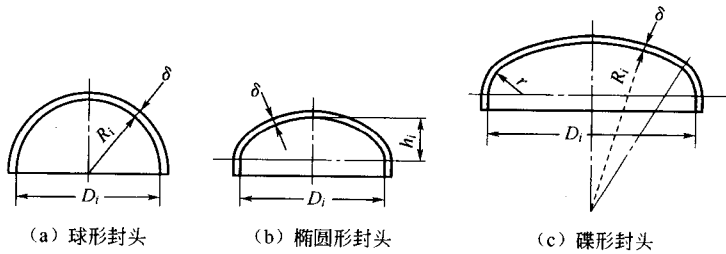


图 1.2 常见的三种压力容器封头

③ 法兰 如果容器有外接管时，必须采用法兰来连接容器和管道。法兰是压力容器及管道连接中的重要部件，它的作用是通过螺栓连接，并通过拧紧螺栓使垫片压紧而保证容器密封。用于管道连接的法兰称为管法兰；用于容器顶盖和筒体连接与密封的法兰称为容器法兰。在高压容器中，用于顶盖和筒体连接的并与筒体焊在一起的容器法兰又称为筒体端部。

容器法兰根据其本身结构分为整体式法兰、活套式法兰、随意式法兰等。在法兰的各种连接结构中，螺栓连接是应用最广泛的一种，如封头和筒体的连接，各种接管的连接、人孔、手孔盖的连接等。

④ 密封元件 密封元件被置于两个法兰或封头与筒体端部的接触面之间，借助于螺栓等连接件压紧，从而把有压力的液体或气体介质密封在容器中而不致泄漏。

⑤ 开孔与接管 由于工艺要求和检修的需要，常在焊接压力容器的筒体或封头上开设各种孔或安装接管，如人孔、手孔、视镜孔、物料进出口接管以

及安装压力表、液压表、流量计、安全阀等开口和接管。

⑥ 支座 压力容器是靠支座支承并固定在基础上。支座有立式容器支座和卧式容器支座，常用的立式容器支座又分为悬挂式支座、支承式支座、裙式支座等。球形容器常采用柱式和裙式支座。

钢板卷焊压力容器结构和组成的示例见图 1.3。

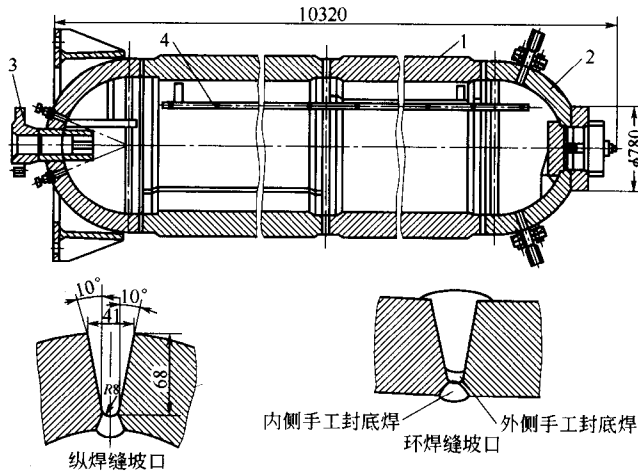


图 1.3 钢板卷焊压力容器结构和组成

1—筒体；2—封头；3—接管；4—内件

1.1.3 焊接压力容器用钢

(1) 对焊接压力容器用钢的要求

从设计选材角度，压力容器用钢应满足以下基本要求：

- ① 具有足够的强度；
- ② 具有良好的塑性和韧性；
- ③ 具有优良的焊接性和抗冷裂性；
- ④ 具有高的耐磨性。

(2) 焊接压力容器用钢的种类

焊接压力容器用钢按其用途可分为结构钢、高强度钢、耐热钢、抗氢钢、低温钢、不锈钢和抗氧化钢，其中结构钢的应用范围最广，常用于制造常温压力容器的壳体、支座和接管等部件。

选择压力容器用钢必须考虑容器的使用条件（如设计温度、设计压力、介质特性和操作特点等）、材料的焊接性能、容器的制造工艺以及经济合理性这几方面的因素。表 1.3 列出部分压力容器用钢的允许使用温度范围。压力容器

用钢按其焊接特性分为若干个类别，可供设计人员正确估价各种钢的焊接性。

表 1.3 部分压力容器用钢的允许使用温度范围

钢 号	标准	使用状态	厚度范围 /mm	常温强度		允许使用温度 /℃
				σ_b /MPa	σ_s /MPa	
Q235-AF	GB 700	热轧	3~4	370	235	20~250
Q235-A	GB 700	热轧	4.5~12	370	235	20~350
20HP	GB 6653	热轧	3~5.5	390	245	20~400
20R	GB 6654	热轧或正火	6~100	390	215	20~475
16MnR	GB 6654	热轧	6~100	450	265	20~475
16MnRC	GB 6655	热轧	6~8	510	345	20~475
15MnVR	GB 6654	热轧或正火	6~60	490	335	20~475
15MnVRC	GB 6655	热轧	6~8	550	390	20~475
15MnVNR	GB 6654	正火	17~60	530	390	20~475
18MnMoNbR	GB 6654	正火+回火	30~100	570	410	20~525
13MnNiMoNbR	—	正火+回火	50~125	570	380	20~500
16MnDR	GB 3531	正火	6~50	450	275	-50~100
09Mn2VDR	GB 3531	正火	6~32	440	305	-70~100
06MnNbDR	GB 3531	正火或调质	6~16	390	295	-70~100
15CrMoR	GB 150	退火或回火	6~30	430	245	20~550
		正火+回火	6~100	450	275	20~550
12Cr2Mo1R	GB 150	正火+回火	6~150	515	310	20~575
0Cr13	GB 4237	退火	2~60	412	206	20~500
0Cr19Ni9	GB 4237	固溶	2~60	520	206	20~700
0Cr18Ni11Ti	GB 4237	固溶或稳定化	2~60	520	206	20~700
0Cr17Ni12Mo2	GB 4237	固溶	2~60	520	206	20~700
0Cr19Ni13Mo3	GB 4237	固溶	2~60	520	206	20~700
00Cr19Ni11	GB 4237	固溶	2~60	481	177	20~425
00Cr17Ni14Mo2	GB 4237	固溶	2~60	481	177	20~450
00Cr19Ni13Mo3	GB 4237	固溶	2~60	481	177	20~450

《钢制压力容器》(GB 150) 中规定碳素沸腾钢板 Q235-AF 的适用范围为：设计压力 $p \geq 0.6\text{MPa}$ ，使用温度为 $0 \sim 250^\circ\text{C}$ ，用于制作容器壳体时钢板厚度不大于 12mm，并不得用于盛装易燃、毒性为中度、高度或极度危害介质。在碳素镇静钢板中，Q235-A 的适用范围为： $p \leq 1.6\text{MPa}$ ，使用温度为 $0 \sim 350^\circ\text{C}$ ，用于制作容器壳体时钢板厚度不大于 16mm，不得用于盛装液化石油气以及毒性为高度或极度危害介质的压力容器。Q235-B 的适用范围为： $p \leq 1.6\text{MPa}$ ，使用温度为 $0 \sim 350^\circ\text{C}$ ，用于制作容器壳体时钢板厚度不大于 20mm，不得用于毒性为高度或极度危害介质的压力容器。Q235-C 的适用范

围为： $p \leq 2.5 \text{ MPa}$ ，使用温度为 $0 \sim 350^\circ\text{C}$ ，用于制作容器壳体时钢板厚度不大于 32 mm 。关于易燃或毒性介质危害程度分级按国家劳动保障部于 1990 年颁布的《压力容器安全技术规程》规定执行。

20R 钢和列入标准的各种低合金钢适用于工作压力不大于 35 MPa 的各类压力容器。当制作压力容器壳体时，厚度大于 38 mm 的 20R、厚度大于 30 mm 的 16Mn 和厚度大于 25 mm 的 15MnVR 均应在正火状态下使用。当容器的工作温度低于 0°C 时，下列厚度的各种钢板应作最低工作温度下的 V 形缺口冲击试验：

- ① 厚度大于 25 mm 的 20R；
- ② 厚度大于 38 mm 的 16MnR、15MnVR 和 15MnVNR；
- ③ 任何厚度的 18MnMoNbR 和 13MnNiMoNbR。

几种压力容器用低合金钢低温冲击吸收功的指标为：20R 冲击吸收功 $A_{KV} \geq 18 \text{ J}$ ；16MnR 或 15MnVR 冲击吸收功 $A_{KV} \geq 20 \text{ J}$ ；15MnVNR、18MnMoNbR 或 13MnNiMoNbR 冲击吸收功 $A_{KV} \geq 27 \text{ J}$ 。

1.2 质量管理和焊接检验

1.2.1 质量管理的定义和控制环节

焊接质量管理是指从事焊接生产或工程施工的企业通过开展质量活动发挥企业的质量智能，有效地控制焊接结构质量形成的全过程。这里的质量即产品满足用户“使用要求”的适用性。大多数焊接产品应具有的是符合性质量，即产品全部质量特性的考核指标必须满足相应的标准、规范、合同或第三方的有关规定。强化焊接质量管理不仅有助于产品质量的提高，达到向用户提供满足使用需要的焊接产品的目的，而且可以推动企业的技术进步，增强产品的竞争力。

锅炉和钢制压力容器目前已广泛应用于电力、石油、化工行业中，其运行条件比较严格，尤其是储存易燃、易爆、有毒介质的压力容器，制造质量与国家和人民生命财产密切相关，稍有问题就会带来安全隐患。为此，国家质量技术监督部门制定了严格的质量措施和一系列的监察规程。其中焊接质量控制是最重要的环节之一。

(1) 质量管理的几个基本定义

1) 质量 (Quality)

质量的定义为：产品或服务满足规定或潜在需要的特征和特性的总和。这一关于质量的定义实际上由两个层次的含义构成：第一层次所讲的“需要”，实

质上是指产品（或服务）必须满足用户需要，即产品的适用性，“需要”可以包括可用性、安全性、可靠性、可维修性、可获得性、经济性和环境适宜性等几个方面；第二层次是指在第一层次成立的前提下，质量是产品（或服务）的特征和特性的总和，即产品的符合性。由于“需要”一般可转化为有指标的特征和特性，因此产品（或服务）全部符合相应的特征和特性指标的要求就是质量。

2) 质量管理 (Quality Management)

质量管理的定义为：对确定和达到质量要求所必需的职能和活动的管理。质量管理是企业管理的重要组成部分。质量管理工作的职能是负责制定企业的质量方针、质量目标、质量计划，并组织实施。为了实施质量管理，就要建立完善的质量体系，对影响产品质量的各种因素和活动进行有效地控制。焊接结构产品也不例外，特别是重要的焊接结构，如锅炉、船舶、压力容器等。

3) 质量保证 (Quality Assurance)

质量保证的定义为：为使人们确信某一产品、过程或服务能满足规定的质量需求所必需的有计划、有系统的全部活动。质量保证的核心内涵是“使人们确信”某一产品（或服务）能满足规定的质量要求。使需方对供方能否提供符合要求的产品（或服务）和是否提供了符合要求的产品（或服务）掌握充分的证据，建立足够的信心。同时，也使本企业领导者对能否提供满足质量要求的产品（或服务）有相当的把握而放心地组织生产。

质量保证又可分为内部质量保证和外部质量保证两大类。内部质量保证是为使企业领导者“确信”本企业的产品质量能否和是否满足规定的质量要求所进行的活动。这是企业内部的一种管理手段，目的是使企业领导者对本企业产品的质量做到充分的心中有数。外部质量保证是为了使需方“确信”供方的产品质量能否和是否满足规定的质量要求所进行的系列活动。如供方向需方提供其质量体系满足合同要求的各种证据，这包括质量保证手册、质量记录和质量计划等。

4) 质量体系 (Quality System)

质量体系的定义为：为保证产品、过程或服务满足规定的或潜在的要求，由组织机构、职责、程序、活动、能力和资源等构成的有机整体。由该定义可知，质量体系包括一套专门的组织机构，具体化了保证产品质量的人力和物力，明确了各有关部门和人员应有的职责和权力，规定了完成任务所必需的各项程序和活动。有必要指出，过去曾出现过的质量管理体系、质量保证体系等用语，现在均应标准化为质量体系。

5) 质量控制 (Quality Control)

质量控制的定义为：为保证某一产品、过程或服务满足规定的质量要