

焊接工程质量 评定方法及检测技术

第2版

龙伟民 刘胜新 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

焊接工程质量评定方法 及检测技术

第 2 版

主 编	龙伟民	刘胜新			
副主编	黄智泉	陈 永			
参 编	杨 威	李军伟	张海燕	张永生	尼军杰
	苗晋琦	夏 静	鲁科明	孙玉福	卢广玺
	王乐军	李杏瑞	潘继民	杨 晗	马超宁



机械工业出版社

本书系统地介绍了焊接工程质量评定的方法、检测技术及应用。其主要内容包括：焊接工程质量评定、焊接工程质量工艺评定、焊接缺欠的等级评定、焊接工程质量的检测方法、焊接工程质量的理化检验、焊接工程质量的常规检测、焊接工程质量的无损检测。本书全面贯彻了最新相关技术标准，在第1版的基础上，对焊接工程质量的理化检验和无损检测等内容进行充实，使之更符合实际测试过程中的应用程序，实用性和针对性强。

本书适合从事焊接工程质量评定及检测的工程技术人员、焊接工人使用，也可供相关专业在校师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

焊接工程质量评定方法及检测技术/龙伟民，刘胜新主编.
—2版. —北京：机械工业出版社，2015.10
ISBN 978-7-111-51464-0

I. ①焊… II. ①龙…②刘… III. ①焊接-质量检验
IV. ①TC441.7

中国版本图书馆CIP数据核字（2015）第212759号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

策划编辑：陈保华 责任编辑：陈保华

版式设计：赵颖喆 责任校对：刘秀丽

封面设计：马精明 责任印制：乔宇

北京京丰印刷厂印刷

2015年10月第2版·第1次印刷

169mm×239mm·18.75印张·386千字

0 001—3 000册

标准书号：ISBN 978-7-111-51464-0

定价：48.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

网络服务

服务咨询热线：010-88361066

机工官网：www.cmpbook.com

读者购书热线：010-68326294

机工官博：weibo.com/cmp1952

010-88379203

金书网：www.golden-book.com

策划编辑：010-88379734

教育服务网：www.cmpedu.com

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

《焊接工程质量评定方法及检测技术》出版6年了。在这6年中,焊接工程质量评定及检测技术有了较大的发展,很多技术标准进行了修订,所以第1版的内容已经不能满足读者的需求。为了与时俱进,适应焊接行业发展和读者需求,决定对《焊接工程质量评定方法及检测技术》进行修订,出版第2版。

修订时,全面贯彻了焊接工程质量评定及检测技术相关最新标准,更新了相关内容;修正了第1版中的错误;在第1版的基础上,对焊接工程质量理化检验和无损检测等内容进行了充实,使之更加符合实际测试过程中的应用程序;细化了焊接接头扩散氢的测定方法;删除了焊接接头腐蚀试验和焊接工程质量控制与管理的相关内容。

工业生产上应用最广泛的连接方法是焊接技术,焊接结构在我国经济建设中占有举足轻重的地位。对焊接结构进行理化检验、常规检测和无损检测,以及对焊接工程质量进行综合评定,是保证焊接工程安全运行的重要手段。

本书主要内容包括:焊接工程质量评定、焊接工程质量工艺评定、焊接缺欠的等级评定、焊接工程质量的检测方法、焊接工程质量的理化检验、焊接工程质量的常规检测、焊接工程质量的无损检测。本书适合从事焊接工程质量评定及检测的工程技术人员阅读,也可供焊接工人自检自评使用,还可作为中等职业技术学校、各类培训学校相关专业的教材。

本书由龙伟民、刘胜新任主编,黄智泉、陈永任副主编,具体编写工作为:第1章由龙伟民、陈永编写,第2章由黄智泉、李杏瑞编写,第3章由苗晋琦、夏静、鲁科明编写,第4章由孙玉福、卢广玺、杨威、李军伟编写,第5章由李杏瑞、张海燕、张永生、尼军杰编写,第6章由潘继民、王乐军、杨晗、马超宁编写,第7章及附录由刘胜新编写。全书由陈永统稿,肖树龙对全书进行了认真审阅。

在本书编写过程中,参考了国内外同行的大量文献资料和有关标准,谨向有关人员表示衷心的感谢!

由于我们水平有限,错误和纰漏之处在所难免,敬请广大读者批评指正;同时,我们负责对书中所有内容进行技术咨询、答疑。我们的联系方式如下:

联系人:陈先生;电话:13523499166;电子邮箱:13523499166@163.com;QQ:56773139。

第1版前言

工业生产上应用最广泛的连接方法是焊接技术,2008年全球焊接结构的总量已占钢铁总产量的50%以上。从三峡水利工程到西气东输,从“神舟”号载人飞船到奥运场馆,焊接结构在我国经济建设中占有举足轻重的地位。对焊接结构进行理化检验和常规检测,以及对焊接工程质量进行综合评定,是保证焊接工程安全运行的重要手段。

目前,社会上对掌握焊接工程质量评定和检测技能的工程技术人员需求量越来越大。各类院校大多设置了质量检测专业,或在相关专业中设置了质量检测课程,同时各种关于工程质量评定及检测技术的培训也日益增多,焊接工人在生产中也需自评自检。但市场上供使用的此类图书大多是比较单一的内容,与工程实践结合极少,很大程度上限制了各类院校的教学和广大工程技术人员解决实际问题的能力。

为了促进焊接工程质量评定及检测技术的应用和发展,我们综合自身多年的教学、科研和工作实践,广泛收集了焊接工程质量评定及检测技术方面的有关资料,并调查了评定机构的大量实例,编写了这本《焊接工程质量评定方法及检测技术》,全面系统地介绍了焊接工程质量评定的方法、检测技术及应用。内容包括焊接工程质量评定、焊接工程质量工艺评定、焊接缺欠的等级评定、焊接工程质量检测方法、焊接工程质量理化检验、焊接工程质量常规检测、焊接工程质量的无损检测、焊接工程质量控制与管理。全书语言通俗易懂,内容简明扼要,采用了最新国家标准及行业标准中的相关内容,实用性和针对性强。

本书适合从事焊接工程质量评定及检测的工程技术人员阅读,也可供焊接工人自检自评使用,还可作为中等职业技术学校、各类培训学校相关专业的教材。通过本书的学习,读者可以掌握焊接质量评定和检测的基本知识,做到正确选择焊接检测方法,拟定检测工艺,进行焊接缺欠识别和焊接工程质量评定,并有效地进行质量管理及控制。

本书由郑州大学的刘胜新任主编,苗晋琦、潘继民任副主编,参加编写的人员还有卢广玺、夏静、李杏瑞、孙玉福、陈永、龙伟民、王乐军、鲁科明。中国无损检测学会射线委员会副主任、南昌航空大学无损检测技术教育部重点实验室的郭冠华教授对全书进行了认真审阅。

在本书的编写过程中,参考了国内外同行大量的文献和相关标准。另外,邓晶、包瑞辉、孙华为、张冠宇、杨娟、赵丹提供了部分相关资料和试验数据,在此谨向有关人员表示衷心的感谢!

由于我们水平有限,错误之处在所难免,敬请广大读者批评指正。

编者

目 录

第2版前言

第1版前言

第1章 焊接工程质量评定	1
1.1 焊接工程质量评定概述	1
1.1.1 焊接工程质量	1
1.1.2 焊接工程质量评定的目的和意义	2
1.2 焊接工程质量评定的依据	3
1.2.1 焊接工程质量控制标准	3
1.2.2 焊接工程质量合于使用标准	4
1.2.3 焊接工程质量评定标准对比	4
1.2.4 在役压力容器质量评定标准	5
1.2.5 在役压力容器质量评定等级	6
1.3 焊接工程质量评定的条件和时机	6
1.3.1 焊接工程质量评定的条件	6
1.3.2 焊接工程质量评定的时机	7
1.4 焊接工程质量评定程序	8
1.5 焊接工程质量评定的分类和内容	10
1.5.1 焊接工程质量评定的项目和分类	10
1.5.2 焊接工程质量评定方法的选择	11
1.5.3 焊接工程质量评定内容	11
1.6 焊接工程质量等级评定	18
1.6.1 焊接工程表面质量等级评定	18
1.6.2 焊接工程质量理化检验及无损检测等级评定	18
1.7 焊接工程综合质量评定	18
1.8 焊接工程质量评定示例	19
第2章 焊接工程质量工艺评定	22
2.1 焊接结构制造工艺概述	22
2.1.1 焊接结构的特点	22
2.1.2 焊接结构的分类	23
2.1.3 焊接结构的制造过程	23
2.1.4 焊接结构工艺过程设计	23
2.2 焊接结构工艺审查	25
2.2.1 焊接结构工艺性审查的目的	25
2.2.2 焊接结构工艺性审查的内容	25

2.2.3 焊接结构工艺性审查的程序	26
2.2.4 焊接结构工艺性审查注意事项	26
2.3 焊接工艺评定	29
2.3.1 焊接工艺评定的目的	29
2.3.2 焊接工艺评定的方式	29
2.3.3 焊接工艺评定的条件	30
2.3.4 焊接工艺评定的规则	30
2.3.5 焊接工艺评定的程序	30
2.3.6 焊接工艺评定报告	31
第3章 焊接缺欠的等级评定	34
3.1 焊接缺欠的分类和特点	34
3.1.1 焊接缺欠的概念	34
3.1.2 焊接缺欠的分类和代号	34
3.1.3 不同焊接方法易产生的各种焊接缺欠	35
3.2 焊接缺欠的危害	43
3.3 焊接缺欠的等级评定	45
3.3.1 焊接缺欠的评级依据	45
3.3.2 焊接缺欠的评级标准	46
3.3.3 常用焊接结构类型及其焊缝质量等级评定	50
3.4 在役压力容器焊接缺欠评定	51
3.4.1 平面缺欠的评定	51
3.4.2 体积缺欠的评定	53
3.5 DL标准与BS标准中焊接缺欠的评定对比	55
第4章 焊接工程质量的检测方法	60
4.1 焊接工程质量检测概述	60
4.1.1 焊接工程质量检测的作用和程序	60
4.1.2 焊接工程质量检测方法的分类	61
4.1.3 焊接工程质量检测的依据	63
4.2 焊接工程质量检测的实施	64
4.2.1 焊前检测	64
4.2.2 焊接过程中的检测	66
4.2.3 焊后成品的检测	68
4.3 焊接工程安装调试质量的检测	71
4.4 焊接工程服役质量的检测	72
第5章 焊接工程质量的理化检验	74
5.1 焊接接头的力学性能试验	74
5.1.1 焊接接头拉伸试验	74
5.1.2 焊缝十字接头和搭接接头拉伸试验	88
5.1.3 焊缝及熔敷金属拉伸试验	90

5.1.4 焊接接头弯曲试验	92
5.1.5 焊接接头冲击试验	97
5.1.6 焊接接头硬度试验	101
5.2 焊接接头的金相试验	108
5.2.1 焊接接头金相试样的制备	109
5.2.2 焊接接头金相组织检测的内容	111
5.3 焊接接头的化学分析试验	114
5.3.1 焊接接头化学成分分析	114
5.3.2 焊接接头扩散氢的测定	116
第6章 焊接工程质量的常规检测	120
6.1 外观检测	120
6.1.1 外观检测工具	120
6.1.2 外观检查方法的分类及内容	124
6.1.3 焊缝外观形状及尺寸的评定	125
6.2 压力试验	126
6.2.1 水压试验	127
6.2.2 气压试验	129
6.3 致密性检测	131
6.3.1 致密性检测方法概述	132
6.3.2 气密性试验	133
6.3.3 煤油渗漏试验	135
6.3.4 氦泄漏试验	135
第7章 焊接工程质量的无损检测	138
7.1 焊接无损检测概述	138
7.2 无损检测符号表示方法	138
7.2.1 无损检测符号要素	138
7.2.2 无损检测方法字母标识代码位置的含义	139
7.2.3 辅助符号的表示方法	141
7.2.4 技术条件及引用标准的表示方法	141
7.2.5 无损检测长度的表示方法	141
7.2.6 无损检测区域的表示方法	142
7.3 无损检测工艺规程	143
7.3.1 无损检测通用工艺规程	143
7.3.2 无损检测工艺卡	143
7.4 射线检测	144
7.4.1 射线检测基本原理	144
7.4.2 射线检测设备	144
7.4.3 焊接接头常见缺陷及识别特征	147
7.4.4 金属熔化焊焊接接头射线检测	150

7.4.5	金属管道熔化焊环向对接接头射线照相检测	168
7.4.6	对接焊缝 X 射线实时成像检测	187
7.4.7	气瓶对接焊缝 X 射线数字成像检测	192
7.5	超声波检测	201
7.5.1	超声波检测的基本原理	201
7.5.2	超声波检测设备	202
7.5.3	超声波检测方法	203
7.5.4	超声波检测技术等级	204
7.5.5	超声波检测缺欠的定位、定性和定量	204
7.5.6	超声波检测缺欠等级评定	208
7.5.7	焊缝超声无损检测	208
7.5.8	管道焊接接头超声波检验法	229
7.5.9	钢制管道环向焊缝对接接头超声波检测	240
7.6	磁粉检测	245
7.6.1	磁粉检测基本原理	245
7.6.2	磁粉检测材料	246
7.6.3	磁粉检测方法	247
7.6.4	磁粉检测时机	248
7.6.5	磁粉检测条件	248
7.6.6	磁化和退磁	249
7.6.7	磁粉显示的分类和记录	251
7.6.8	磁粉检测质量分级	252
7.6.9	焊接件的磁粉检测	252
7.6.10	焊缝的磁粉检测	256
7.7	渗透检测	260
7.7.1	渗透检测基本原理	260
7.7.2	渗透检测材料	261
7.7.3	渗透检测方法	261
7.7.4	渗透检测时机	262
7.7.5	渗透检测条件	262
7.7.6	渗透检测工艺流程	262
7.7.7	渗透显示的分类和记录	265
7.7.8	渗透检测质量评定分级	265
附录		267
附录 A	金属熔焊接头缺欠的代号、分类及说明 (GB/T 6417.1—2005)	267
附录 B	金属压焊接头缺欠的代号、分类及说明 (GB/T 6417.2—2005)	278
附录 C	金属钎焊接头缺欠的代号、分类及说明 (ISO 18279: 2003 [E])	286
参考文献		290



第 1 章

焊接工程质量评定

1.1 焊接工程质量评定概述

1.1.1 焊接工程质量

所谓工程质量，就是指企业为了保证生产出合格的产品而具备的全部条件和手段的水平。一般包括人、机器、材料、方法、环境五个方面，简称为“4M1E”。人（Man）是指人的素质，包括人的文化技术水平、操作熟练程度、组织管理能力；机器（Machine）是指机器设备和工艺技术装备的精度、适应程度和维护保养质量；材料（Material）是指原材料、辅助材料、燃料动力、毛坯、外购件、标准件的质量；方法（Method）是指工艺方法、试验检测手段、操作规程和组织管理方法；环境（Environment）是指环境的温度、湿度、清洁度、振动、噪声、美化程度等。

焊接是通过适当的手段使两个分离的固态物体产生原子或分子间结合而成为一体的连接方法。所有涉及利用焊接技术实现连接成形的过程都可以称为焊接工程。随着科学技术的发展以及焊接技术在各行业中的广泛应用，焊接工程涉及材料、结构、设计、工艺、生产、质量检测与控制、失效分析、安全卫生和环境保护等众多领域。将焊接工程作为一个系统来研究，可以反映焊接技术综合化发展趋势，推动焊接工程技术的进步。

从近年来我国完成的一些标志性工程可以看出，焊接技术发挥了重要作用。例如：2008年北京奥运会主会场鸟巢（见图 1-1），就是全部用钢结构焊接而成。三峡水利枢纽的水电装备是一套庞大的焊接系统，包括导水管、蜗壳、转轮、大轴、发电机机座等，其中马氏体型不锈钢转轮直径 10.7m、高 5.4m、重 440t，是目前世界上最大的铸一焊结构转轮。“神舟”号飞船的返回舱和轨道舱都是铝合金的焊接结构，其气密性和变形控制是焊接制造的关键。上海卢浦大桥（见图 1-2）是世界上最长的全钢焊接拱桥。国家大剧院的椭球形穹顶是世界最重的钢结构穹顶。这些大型结构都是我国最新且具有代表性的重要焊接工程。由此可见，焊接技术在国民经济建设中具有重要的作用和地位。

直观的焊接工程质量是指焊接产品符合设计技术要求的程度。焊接工程质量不仅影响焊接产品的使用性能和寿命，更重要的是影响人身和财产安全。焊接工程质量通常由产品的设计质量、加工质量、焊后处理和质量检测等环节来保证。

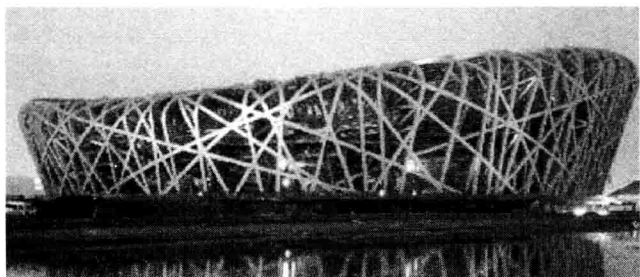


图 1-1 鸟巢

1) 设计质量是指焊接产品所选用的接头类型及其计算强度应满足实际应用的承载能力,焊接方法应适合构件的特点。焊接工艺过程应尽量减小焊后变形和应力集中,同时减少生产耗时和材料消耗,接头设计还要考虑焊后检测的方便易行。

2) 加工质量是指所采用的母材、焊丝、焊剂或焊条等焊接材料的性能应符合设计要求,焊机、辅助机具和检测仪器的性能良好。焊前,焊接材料应按规定烘干,工件的焊接坡口要符合要求并清除切割



图 1-2 上海卢浦大桥

残渣、龟裂和污物。焊接过程中应严格按照工艺规定进行操作。

3) 焊后处理包括焊接后工件变形的矫正、余高的打磨处理、接头清洗、构件焊后局部或整体热处理等。

4) 质量检测贯穿在产品从设计到成品的整个过程中,应确保所用检测方法的合理性、检测仪器的可靠性和检测人员的技术水平。焊后产品要运用各种检测方法检查接头的外表尺寸、焊接缺欠、致密性、物理性能、力学性能、金相组织、化学成分和耐蚀性。

1.1.2 焊接工程质量评定的目的和意义

影响焊接工程质量的因素很多,一般包括以下几方面:

- 1) 焊接结构的设计因素。
- 2) 金属材料的焊接性。
- 3) 焊前的备料加工质量。
- 4) 填充材料的成分及力学性能。
- 5) 焊接工艺规范选择的合理性。
- 6) 焊工的操作技术水平和焊接设备的状态。

7) 焊后热处理。

8) 焊后检测人员、检测手段,以及对结果的判断。

这些因素贯穿在整个焊接成形过程中。由于焊接结构自身的特点,在成形过程中容易产生焊接缺欠。焊接缺欠中危害性最大的是裂纹,其次是未焊透、未熔合和夹渣、气孔等缺欠。有的缺欠是允许存在的,其数量、性质依产品的使用条件和质量评定标准确定。如焊缝余高值过大,对受静载荷的产品是允许的,但对受频率较高的循环疲劳载荷的产品则是不允许的。

只有通过正确合理的焊接工艺制定、精确的操作和对焊接前、中、后的每一个工作环节进行细致的检测,才能确保焊接工程质量达到技术标准的量化要求,对焊接工程质量的优劣最终做出准确的评价。

当某分项焊接工程或整个焊接工程完成时,经大量的焊接检测工作后,应准确做出评价,从而确定其焊接工程的质量,决定是否转入下道工序或投入使用,这是焊接工程质量评定的主要内容。焊接工程质量评定是焊接工程检测和工程验收的连接枢纽,是焊接工程质量控制的重要环节,是对焊接工程质量进行最终量化评价的一项重要工作。

焊接工程质量评定工作应结合质量检查与工程验收同时进行。评定时,要坚持实事求是的基本原则,严格按照相应的标准进行评定,最终评出的质量等级应具有可靠性和可比性,可以准确地反映焊接工程的真实质量状况。

1.2 焊接工程质量评定的依据

焊接工程质量评定标准是进行焊接工程质量评定的依据,进行焊接工程质量评定是确保焊接结构安全运行的有效措施。目前应用较多的是根据 GB/T 12467.1~5—2009《金属材料熔焊质量要求》的相关规定,总结出焊接工程质量评定的总体依据和评定标准。从不同的角度出发,焊接工程质量评定标准分为两类:一类是焊接工程质量控制标准;另一类是适合于焊接产品使用要求的标准。这两类标准的出发点、原理、评定方法以及对检测的具体要求都有较大的差别。

1.2.1 焊接工程质量控制标准

焊接工程质量控制标准是从保证焊接产品的制造质量角度出发,把焊后存在的所有焊接缺欠,看成是对焊缝强度的削弱和对结构安全的隐患,不考虑具体使用情况的差别,而要求把焊接缺欠降到最低限度。以焊接产品制造质量为目的而制定的国家级、行业以及企业内部焊接工程质量验收标准,都属于质量控制标准,例如:GB/T 12467.1~5—2009《金属材料熔焊质量要求》、GB/T 3323—2005《金属熔化焊焊接接头射线照相》等。建立焊接质量控制标准的目的是确保焊接结构的质量保持在某一水平,标准所包含的条文及控制要素是焊接生产实践中经验的总结。采

用这类标准进行工程质量评定后的焊接结构, 在使用过程中的安全系数大; 但因为安全裕度大、评定结果偏于保守, 经济性较差。

1.2.2 焊接工程质量合于使用标准

适合于使用要求的标准简称“合于使用”, 这种要求是相对“完美无缺”原则而言的。在焊接结构的发展初期, 要求其在制造和使用过程中不能有任何缺欠存在, 即结构应完美无缺, 否则就要返修或报废。后来英国焊接研究所通过大量试验证明, 在有大量气孔存在的铝合金焊接接头中, 气孔缺欠并没有对接头强度产生任何不良的影响。如果进行返修反而会造成结构使用性能的降低。基于这一研究, 英国焊接研究所首先提出了“合于使用”的概念。现已逐渐发展成为国内外通用的一条原则, 其内容也逐步得到充实, 并且有了明确的定义、原理和具体要求。

在役压力容器基本上都存在各种各样的焊接缺欠, 在对其定期检修中, 常发现一些在质量控制标准中不允许存在的缺欠, 其中一些缺欠是当前制造标准所不允许的“超标”缺欠。如果将所有的“超标缺欠”一律返修或将容器判为废品, 是很不经济的; 而且过多的缺欠修复, 往往会产生更有害的或不易检测的缺欠。工程实践证明, 按质量控制标准检测合格的压力容器, 无疑可以投入使用; 但按质量控制标准检测不合格的压力容器, 仍有不少还在使用且具有一定的安全性, 说明质量不合格并不等于使用不合格。

随着断裂力学的发展和应用, 科技工作者提出了“合于使用”的原则, 用以取代“制造标准”中对在役容器中缺欠的过分要求。在工程实践中从“合于使用”的角度出发, 对“超标缺欠”加以区别对待, 只返修对安全运行造成威胁的危险性缺欠, 而保留对安全运行不构成威胁的缺欠。以合于使用为目的而制定的这一类规定, 即所谓的“合于使用”标准。这类规范是指导性文件, 并不是强制性标准。

“合于使用”标准的主要作用是对制造和使用中发现的缺欠进行评定, 确定它们对容器使用性能的影响, 计算许用应力。

1.2.3 焊接工程质量评定标准对比

质量控制是一个努力目标, 标准的安全系数大, 评定结果偏于保守, 经济性差。合于使用的标准, 则充分考虑存在缺欠焊接结构的使用条件, 以合于使用为目的, 以断裂力学为基础, 在综合分析影响安全的各种因素后, 努力减少过大的安全裕度。这类标准是在大量的试验和理论分析基础上提出的, 是一种经济性好而又可靠可信的评定标准。

两类质量评定标准在类别、目的、基础、使用难易程度、检测要求、经济性和保守性方面的对比见表 1-1。

表 1-1 两类质量评定标准的对比

对比内容 标准	标准 类别	目的	基础	使用难 易程度	检测 要求	经济性	保守性
质量控 制标准	质量 控制	质量 合格	经验	很容易	常规	差	大
合于使 用标准	合于 使用	使用 合格	断裂 力学	较难	对缺欠定 量要求高	好	小

1.2.4 在役压力容器质量评定标准

众所周知,在锅炉、压力容器、压力管道制造和安装过程中,焊接工程的质量非常重要。焊接部位最容易产生焊裂、未熔合、未焊透、咬边、夹杂物和晶界开裂等缺欠。锅炉、压力容器由于其特殊的工作环境,在设计、制造、安装、使用、检测、改造和维修过程中都要接受 TSG R0002—2005《超高压容器安全技术监察规程》和 TSG R0003—2007《简单压力容器安全技术监察规程》的监察。在役锅炉、压力容器的工程质量评定必须遵循国家相关标准、行业标准和专业标准。

目前对在役压力容器缺欠进行安全评定的标准有质量控制标准和合于使用标准两类。

1. 质量控制标准

质量控制标准是指以控制焊接工程质量为目的的标准,它要求容器的质量保持在某一水平上。在役锅炉、压力容器如存在以下任何一种情况,均应采用质量控制标准进行评定:

- 1) 锅炉、压力容器仅存在少量“超标缺欠”。
- 2) 延长检修周期。
- 3) 不具备进行可靠断裂力学计算的数据和能力。
- 4) 缺乏锅炉、压力容器的使用经验。

2. 合于使用标准

以符合使用要求为目的的标准,即合于使用标准。

断裂力学是将缺欠尺寸、应力状态以及材料抵抗破坏能力三者联系起来,综合研究结构件破坏行为的一门新学科。国内外科技工作者以断裂力学为基础,以“合于使用”为原则,制定了《压力容器缺欠评定》等规范,对含“超标”缺欠的在役压力容器进行了综合性评定,在保证安全的前提下,允许含有“超标”缺欠的压力容器继续使用,取得了显著的经济效益。

同时满足以下条件时,可采用适合于使用要求的标准进行评定。

- 1) 按质量控制标准修复锅炉、压力容器难度大,并有返修报废的危险;而采用适合于使用要求的标准评定,则可减少修复工作量,缩短工期。
- 2) 有具备资格认可的断裂安全分析人员,并可在现场对焊接缺欠进行综合判断。

3) 具有丰富的锅炉、压力容器使用经验。

1.2.5 在役压力容器质量评定等级

对于某一具体的焊接工程,确定所采用评定标准时,应根据压力容器的寿命、检测周期、安全要求,经制造单位、使用单位和质量监察部门共同确定。无论采用哪类标准进行评定,都必须以保证压力容器使用安全可靠为前提。目前,在役锅炉、压力容器安全状况分为五个等级。

- 1) 一级表示最佳安全状态。
- 2) 二级表示良好安全状态。
- 3) 三级表示安全状况一般,尚在合格范围内。
- 4) 四级表示处于在限制条件下监督运行状态。
- 5) 五级表示应停止使用或判废。

在役锅炉安全状况评定项目主要包括锅炉外部检测、汽包、汽水分离器、省煤器、水冷壁过热器、水循环泵、承重部件和安全附件检测等。在役压力容器安全状况评定项目主要包括外部检测,压力容器结构检查,压力容器腐蚀、减薄、变形检测,焊缝表面及内部质量检测等。

1.3 焊接工程质量评定的条件和时机

1.3.1 焊接工程质量评定的条件

焊接工程质量等级评定前应满足下列条件。

1. 焊工

参加某项工程焊接的焊工,应按《焊工技术考核规程》规定进行技术考核,并取得合格证书或相应的技术证书后方可进行焊接操作。

2. 焊接质量检查人员

从事焊接质量检查的人员应具有一定的实践经验和技术水平,并经过专业考核取得资格证书。焊接检测人员应做到检测及时,结论准确。检测结果的评定工作,必须由Ⅱ级以上人员担任。从事金相、光谱、力学性能检测的人员,应取得相应的资格证书。

3. 焊接设备

先进的焊接设备是提高焊接结构质量的重要保证,要有专人管理和保养,并定期维修。焊接设备及有关热处理设备、无损检测设备应定期检查。

4. 焊接材料

所使用的焊接材料应具有完整的技术资料和质量检测报告,符合设计要求和国家现行相应标准规定。质量检测报告指焊接材料的出厂合格证或补充试验的合格报

告,一般应有材料化学成分报告和力学性能试验报告。

5. 焊接工艺评定资料

某项焊接工程必须具有焊接工艺评定资料和焊接工艺指导书,才能进行质量评定。

焊接工艺评定是制定焊接工艺规程的主要依据,也是保证焊接质量的重要措施。对锅炉和压力容器制造企业,要求焊接工艺评定的覆盖率达到100%。除焊接工艺评定规程规定的检测项目外,还应根据产品的特殊性能要求,增加必要的检测项目。焊接工艺评定合格后,编制的焊接工艺规程才能生效。

6. 超标缺欠的返修

焊接接头有超过标准的缺欠时,可采取挖补方式返修。但同一位置上的挖补次数一般不超过3次,耐热钢不得超过2次。

7. 焊接操作

焊接工序的全过程已操作完毕。

8. 检测

各项检查、检测工作已经完成,并有完整的检测记录。

1.3.2 焊接工程质量评定的时机

焊接工程的检测、验收和质量等级评定工作,贯穿于整个焊接施工过程。从焊前备料到焊接施焊,再到焊后的热处理工艺,每一环节均应进行细致的检查,焊后还要作各种规定的检测和性能试验,检测和评定焊接质量是否达到技术标准要求。现代焊接工程质量管理观点特别强调焊接工程质量不是检测或评定出来的,而是通过合理的焊接工艺制造出来的,焊前及焊接过程中的质量检测和评定,远比焊后的质量检测、评定重要得多。对于焊接接头而言,即便返修后无损检测评定合格,但由于重复加热,接头材料组织、力学性能已发生变化,必然影响其使用性。因此,要很好地把握焊接检测的时机,尽量预防焊接缺欠的出现。把握焊接检测的时机有以下两个基本原则。

1. 及时

及时是指按照工作流程严格地进行焊接质量的检测,不能将上道工序的检测工作拖后。例如焊接材料的检测、焊工合格证的检测等,必须在焊接前进行,否则可能会造成严重的质量事故。单项工程初期作的检测,不能到中期或后期去作;焊接接头的割样检测和焊缝金属光谱分析,如不及时进行,等到单项工程结束后再补作,如果检测不合格,则整批的焊接接头将全部报废。

2. 合理

选择焊接检测的时机,必须掌握合理的原则。需要进行热处理的焊接接头,应在热处理后进行无损检测,这样可以发现可能发生的再热裂纹。需要进行无损检测抽检的焊接接头,不能在施工初期将规定检测的总数量一次抽查完,这样检测出来的结果不具有代表性。

1.4 焊接工程质量评定程序

焊接工程质量评定工作，一般应结合质量检查和验收同时进行。参加评定工作的人员应包括施工负责人、技术人员、质检人员。主持焊接质量评定工作的人员必须是专职人员，且具有焊接质量检查资格证书，以确保评定结果的公正、准确、有效和合法。焊接工程质量评定工作，总体分三部分进行，即自检、复验与初评、终评三级。在每一阶段完成后，均应作详细的记录和检测状态标志，以便清楚地了解检测进行程度。

1. 自检

焊工在施焊过程中应对自己所焊焊缝及时清理，按表面质量标准认真进行100%的外观检查，发现不合格的焊接接头要及时修补。逐日作好自检记录，并填写焊工自检记录表。表1-2是一种常见的焊工自检记录表。

表 1-2 焊工自检记录表

分项工程名称				工程类别	
焊件	钢号			焊接材料	焊丝
	规格				焊条
焊工钢印代号				焊口（缝）总数	
检查记录	焊口编号	接头清理	焊缝尺寸要求	缺欠及处理情况	检查日期

注：“接头已清理”和“焊缝尺寸符合要求”时，以“√”表示，“未清理”和“焊缝尺寸不符合要求”以“×”表示。

班组长：_____

焊工：_____