



机电类 **新技师** 培养规划教材

焊接检验与质量管理

HANJIE JIANYAN YU ZHILIANG GUANLI

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会
机电专业委员会

组编

徐卫东 主编

赠送 电子教案



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



机电类新技师培养规划教材

焊接检验与质量管理

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会 组编

徐卫东 主编



机械工业出版社

本教材是根据中国机械工业教育协会、全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织制定的技师教学计划和教学大纲编写的。本教材的主要内容包括：焊接结构生产所涉及到的常规焊接检验的内容、焊接试验和检验的方法与步骤、焊接工艺评定和焊接质量管理等方面的内容，以期使焊接检验与焊接质量管理的理论知识、操作水平和综合运用能力等方面达到焊工技师国家职业标准的相应要求，本书突出理论与实践相结合，理论与操作技能一体化。

本教材的教学计划和大纲是依据《国家职业标准》中对技师的要求制定的，内容立足岗位，以必需、够用为度，符合职业教育的特点和规律。本教材配有教学计划和大纲、电子教案，可供高级技校、技师学院、高等职业院校等教育培训机构使用。

图书在版编目（CIP）数据

焊接检验与质量管理/徐卫东主编. —北京：机械工业出版社，2008.8
机电类新技师培养规划教材
ISBN 978-7-111-24896-5

I. 焊… II. 徐… III. ①焊接-检验-技术培训-教材
②焊接-质量管理-技术培训-教材 IV. TG441.7

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2008）第 124797 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：王英杰 侯宪国

责任编辑：王英杰 侯宪国 责任校对：魏俊云

封面设计：王伟光 责任印制：邓 博

北京京丰印刷厂印刷

2008 年 10 月第 1 版·第 1 次印刷

184mm×260mm·12.75 印张·314 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-24896-5

定价：22.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换
销售服务热线电话：（010）68326294

购书热线电话：（010）88379639 88379641 88379643

编辑热线电话：（010）88379037

封面无防伪标均为盗版

机电类新技师培养规划教材 编审委员会名单

主 任 郝广发 季连海

副主任 刘亚琴 徐 彤 周学奎 何阳春 林爱平 李长江 付志达

李晓庆 王 军 赵杰士 李 涛 刘大力 张跃英 董桂桥

委 员 于正明 王 德 王兆山 王英杰 冯小平 李全利 许炳鑫

张正明 杨君伟 何月秋 何秉戌 周冠生 孟广斌 郝晶卉

贾恒旦 徐卫东 凌爱林 奚 蒙 章振周 梁文侠 喻勋良

曾燕燕

策 划 组 王英杰 徐 彤 何月秋 荆宏智

本书主编 徐卫东

本书参编 王 存 郗恒昌

本书主审 王云程

前言

随着全球知识经济的快速发展,我国工业化建设也呈现迅猛发展之势,因而技术工人十分缺乏。为了顺应形势的发展要求,我国出台了一系列大力发展职业教育的政策:劳动和社会保障部颁布了最新《国家职业标准》,继续实行职业准入制度,并将国家职业资格由三级(初、中、高)改为五级(初、中、高、技师、高级技师),对技术工人的工作内容、技能要求和相关知识进行了重新界定。教育部根据国务院“大力开展职业教育”的精神进行了职业教育的改革,高职院校、中职学校相应地改制、扩招,以培养更多的技术工人。

经过几年的努力,技术工人在数量上的矛盾在一定程度上得到缓解,但在结构比例上的矛盾突显出来。高级工、技师、高级技师等高技能人才在技术工人中的比重远远低于发达国家,而且他们年龄普遍偏大,文化程度偏低,学习高新技能比较困难。为打破这一局面,加快数量充足、结构合理、素质优良的技术技能型、复合技能型和知识技能型高技能人才的培养,劳动和社会保障部提出的“新技师培养带动计划”,即在完成“3年50万”新技师培养计划的基础上,力争“十一五”期间在全国培养技师和高级技师190万名,培养高级技工700万名,使我国从“世界制造业大国”逐步转变为“世界制造业强国”。为此,劳动和社会保障部决定:除在企业中培养和评聘技师外,要探索出一条在技师学院中培养技师的道路来。中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会经研究决定,制定机电行业的技师培养方案。

在上述原则的指导下,中国机械工业教育协会和全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会组织30多所高级技校、技师学院和企业培训中心等单位,经过广泛的调研论证,决定首批选定五个工种(职业)——模具工、机修钳工、电气维修工、焊工、数控机床操作工作为在技师学院培养技师的试点。对学制、培养目标、教学原则、专业设置、教学计划、教学大纲、课程设置、学时安排、教材定位、编写方式等,参照《国家职业标准》中相关工种对技师和高级技师的要求,结合各校、各地区企业的实际,经过历时三年的充分论证,完成了教学计划和教学大纲的制定和审定工作,并明确了教材编写的思想。

使用本套“机电类新技师培养规划教材”在技师学院培养技师,招收的学员必须符合的条件是:已取得高级职业资格(国家职业资格三级)的高级技校的毕业生,或具有高级职业资格证书的本职业或相近职业的人员。本套教材的编写充分体现“教、学、做”合一的职教办学原则,其特点如下:

(1) 教材内容新,贴合岗位实际,满足职业鉴定要求。当今国际经济大格局的进程加快了各类型企业的先进加工技术、先进设备和新材料的使用,作为技师必须适应这种要求,教材中也相应增加了新知识、新技术、新工艺、新设备等方面的内容。另外,教材的内容以《国家职业标准》中对技师和高级技师的知识技能要求为基础,设置的实训项目或实例从岗

位的实际需要出发,是生产实践中的综合性、典型性的技术问题,既最大限度地体现学以致用,又满足学生毕业考工取得职业资格证书的需要。

(2) 针对每个工种(职业),均编写一本《相关工种技能训练》。随着全球化进程的加快,我国的生产力发展水平和职业资格体系应与国际相适应,因此,技师应该是具有高超操作技能的复合型人才。例如,模具工技师不应仅是模具工方面的行家里手,还应懂得车、铣、磨、刨、镗和线切割、电火花、数控等加工,以适应现代制造业的发展趋势,故此《相关工种技能训练(模具工)》中,就包含上述内容。其他工种与此类似。

(3) 理论和技能有机结合。劳动和社会保障部颁布的“新技师培养带动计划”中明确指出“建立校企合作培养高技能人才”的制度,现在许多技师学院从企业中聘请具有丰富实践经验的工程技术人员作为技能课教师,各专题理论与实践融合在一起的编写方式,更适于这种教学制度。

(4) 单独编写了两本公共课教材——《实用数学》和《应用文写作》。新时代对技师的要求不仅是技术技能型人才,还应是知识技能型甚至是复合技能型的高技能人才,有一定的数学理论基础和写作能力是新技师必备的素质。《实用数学》运用微积分知识分析解决生产中的实际问题,少推理,重应用;《应用文写作》除介绍、普通事务文书、经济文书、法律文书、日常事务文书的写法外,还教授科技文书的写法,其中科技论文的写法对于技师论文的写作会有很大裨益。

(5) 本套教材配有电子教案。电子教案包括教学计划、教学大纲、每章的培训目标、内容简介、重点难点,教师上课的板书,本章小结、配套习题及答案等等。

(6) 练习题是国家题库及各地鉴定考题的综合归纳和提升。

本套教材的编写得到了各技师学院、高级技工学校领导的高度重视和大力支持,编写人员都是职业教育教学一线的优秀教师,保障了这套教材的质量。在此,对为这套教材出版给予帮助和支持的所有学校、领导、老师表示衷心的感谢!

本书由徐卫东统稿并任主编,王存、郅恒昌参加编写,王云程任主审。

由于编写时间和编者水平所限,书中难免存在不足或错误,敬请广大读者不吝赐教!

中国机械工业教育协会

全国职业培训教学工作指导委员会机电专业委员会

目 录

前言	72
第一章 焊接检验及其分类	1
第一节 焊接检验的作用	1
第二节 焊接检验的依据	2
第三节 焊接检验的分类	3
一、按焊接检验特点及内容的分类	3
二、按焊接检验过程的分类	4
复习思考题	6
第二章 焊接缺欠	7
第一节 焊接缺欠的分类和特征	7
一、金属熔焊焊接缺欠及其特征	7
二、金属压焊接头缺欠及其分类	14
三、钢熔焊接头的要求和缺欠分级	20
四、焊接缺欠识别技能训练	21
第二节 焊接缺欠分析	22
一、焊接缺欠的危害	22
二、焊接缺欠产生的原因及防止措施	23
三、影响钢熔焊焊接接头质量的技术因素	26
四、焊接缺欠实例分析	28
复习思考题	30
第三章 无损检测	31
第一节 外观检查	31
一、外观检查方法的分类	31
二、焊缝外形尺寸的检查	31
三、焊接缺欠的检查	37
四、外观检查技能训练	37
第二节 无损检测	40
一、X射线探伤	40
二、超声波探伤	52
三、磁粉探伤	58
四、渗透探伤	60
五、无损检测技能训练	64
第三节 密封性检验	69
一、气密性试验方法	69
二、气密性试验技能训练	70
第四节 耐压检验	72
一、水压试验方法与技能训练	72
二、气压试验方法与技能训练	74
复习思考题	77
第四章 破坏检验	78
第一节 焊接接头力学性能试验	78
一、焊接接头力学性能试验取样方法	78
二、焊接接头拉伸试验方法	81
三、焊接接头拉伸试验技能训练	84
四、焊缝及熔敷金属拉伸试验方法	88
五、焊接接头弯曲及压扁试验方法	89
六、焊接接头弯曲试验技能训练	92
七、焊接接头冲击试验方法	93
八、焊接接头冲击试验技能训练	94
第二节 金相检验	95
一、焊接接头宏观金相检验	95
二、焊接接头微观金相检验	96
三、焊接接头金相组织分析技能训练	97
第三节 化学分析试验	99
复习思考题	101
第五章 焊接工艺评定	102
第一节 焊接工艺评定及其意义	102
第二节 焊接工艺评定的方法与步骤	103
一、焊接工艺评定项目的确定	103
二、编制焊接工艺评定任务书	106
三、拟定焊接工艺指导书	106
四、焊接工艺评定试件的准备与施焊	106
五、焊接工艺评定试件的检验与试验结果评定	107
六、焊接工艺评定报告	108
第三节 焊接工艺评定技能训练	108
一、训练课题	108
二、训练目标	108
三、训练内容	109
四、训练场地及设备	109
五、训练组织方法	109
六、评定方法及步骤指导	109
复习思考题	112

第六章 焊接性试验	113	二、焊接材料的验收与保管	154
第一节 焊接性试验及其分类	113	三、焊接材料的领用与代用	154
一、材料的焊接性	113	四、焊接材料管理的技能训练	156
二、焊接性试验及其分类	115	第四节 焊接工艺规程	158
第二节 斜 Y 形坡口焊接裂纹试验	116	一、焊接工艺守则	158
一、试验方法	117	二、焊接工艺卡	159
二、技能训练	120	三、焊缝返修	159
第三节 搭接接头焊接裂纹试验	123	四、编制焊接工艺技能训练	160
一、试验方法	124	第五节 焊接结构的检验	161
二、技能训练	127	一、焊接检验工艺	162
第四节 T 形接头焊接裂纹试验	129	二、典型焊接结构的焊接检查与验收	163
复习思考题	131	三、焊接结构检验技能训练	172
第七章 其他焊接试验方法	132	第六节 焊接设备与工装的管理	175
第一节 焊缝金属中扩散氢的测定	132	第七节 焊接生产管理	175
一、测定方法	132	一、焊接生产准备工作	175
二、技能训练	136	二、焊接生产过程管理	176
第二节 焊接用插销冷裂纹试验	137	复习思考题	176
复习思考题	141	附录	178
第八章 焊接质量管理	142	附录 A 射线探伤报告样表	178
第一节 焊接质量控制体系	142	附录 B 超声波探伤报告样表	183
一、焊接质量管理的一般要求	142	附录 C 磁粉探伤报告样表	185
二、焊接质量控制体系	144	附录 D 渗透探伤报告样表	187
第二节 焊工管理	145	附录 E 试验委托单	189
一、焊工培训	146	附录 F 材料性能原始记录	189
二、焊工考核与资格管理	146	附录 G 材料性能试验报告	190
三、焊接作业质量控制	148	附录 H 焊接试件试验报告	190
四、焊工档案	148	附录 I 金相试验原始记录	191
五、焊工技师培训能力与管理技能	148	附录 J 金相试验报告	191
的训练	148	附录 K 焊接工艺指导书	192
第三节 焊接材料的管理	154	附录 L 焊接工艺评定报告	193
一、焊接材料的采购	154	参考文献	196

第一章 焊接检验及其分类

本章应知

1. 焊接检验的作用。
2. 焊接检验的依据。
3. 焊接检验的分类。

现代化生产要求全面质量管理，即要求产品从设计、制造、一直到出厂后的销售服务等所有环节都实行质量保证和质量控制。焊接质量检验是生产过程中质量保证和控制的重要手段之一，它要求贯穿在整个生产过程的始终。

第一节 焊接检验的作用

焊接检验是以近代物理学、化学、力学、电子学和材料科学为基础的焊接学科之一，是全面质量管理科学与无损评定技术紧密结合的一个领域。先进的检测方法及仪器设备、严密的组织管理制度和高素质的焊接检验人员，是实现现代化焊接产品质量控制、安全运行的重要保证。随着锅炉、压力容器、化工机械、海洋构造物、航空航天和原子能工程等向大型化高参数方向发展，要求焊接结构件的质量越来越高，否则，在运行中出现事故必将造成严重损失，这也就要求在生产过程中要采用合理而先进的焊接检验技术。

焊接生产的质量检验简称焊接检验，它是根据产品的标准和技术要求，对焊接生产过程中的原材料、半成品、成品的质量以及工艺过程进行检查和验证。目的是保证产品符合质量要求，防止废品的产生。焊接检验的主要作用可概括为以下几方面：

1. 确保产品质量

重要的焊接结构，施焊前一般首先根据产品设计要求、企业实际工艺条件，按照可靠性和经济性原则制定焊接工艺指导书，然后按照焊接工艺指导书进行焊接工艺评定，通过焊接检验评定焊接工艺指导书所制定焊接工艺的正确性。施焊时按照评定合格的焊接工艺进行焊接，以确保产品质量。

2. 降低产品成本

焊接检验贯穿于焊接生产过程的始终，能够及时发现问题，及时解决问题，使问题消灭在既成事实之前，避免了原材料、工时和能源的浪费，因此焊接检验具有降低产品成本，提高经济效益的作用。

3. 确保焊接结构安全运行

产品制造过程中通过焊接检验来预防缺陷的产生和废品的产生，为用户提供合格产品，在运行中通过检验手段监控其运行情况，确保在设计寿命期限内按规定的使用条件安全运行。

4. 促使焊接技术的广泛应用

由于焊接检验的预防、把关作用,使得焊接产品价格便宜,使用可靠,焊接产品广泛应用,促使焊接技术进一步发展。

焊接检验对生产者,是保证产品质量的手段;对主管部门,是对企业进行质量评定和监督的手段;对用户,则是对产品进行验收的重要手段。检验结果是产品质量、安全和可靠性评定的依据。

第二节 焊接检验的依据

在检验工作中,确定产品制造过程的检验内容、方式和方法必须有依据;制订验收标准时,也需要有依据。这些检验依据就是:焊接生产的图样、技术标准、检验文件和订货合同。

1. 施工图样

施工图样是保证产品使用性能而出具的设计文件,也是制订生产计划,组织生产和施工的直接依据。图样规定了产品加工后必须达到的材质特性、几何尺寸(如形状、尺寸等)以及加工精度(如公差等)等要求,同时规定了焊缝位置、坡口形式与尺寸及焊缝的检验要求等,因此是焊接施工的必备文件和主要依据。

2. 技术标准

技术标准包括国家的、行业的、企业的有关技术标准和技术法规。它规定焊接产品的质量要求和质量评定方法,是产品设计、制造、检验与验收的依据。

3. 产品制造的工艺文件和检验文件

产品制造的工艺文件和检验文件包括加工工艺、检验工艺等,这些文件规定了加工方法和步骤,加工工艺参数、使用设备和工艺装备、检验方法、检验程序和合格标准,是加工人员和检验人员的施工和检验依据。此外,还包括检查过程中的原始资料,如检验报告单、不良品处理通知单、设计或工艺更改通知单、焊缝返修通知单、材料代用通知单等。

4. 订货合同

在订货合同中有时会对产品提出附加要求,作为图样和技术文件的补充规定,同样是制造和验收过程中的依据。

目前,在我国焊接生产中已经颁布的可作为检验依据的国家通用标准有:

- 1) GB 2649—1989 ~ GB 2654—1989 焊接接头力学性能试验方法
- 2) GB/T 6417.1—2005《金属熔化焊接头缺欠分类及说明》
- 3) GB/T 3323—2005《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》
- 4) JB/T 9217—1999《射线照相探伤方法》
- 5) GB/T 12605—1990《钢管环缝熔化焊对接接头射线透照工艺和质量分级》
- 6) GB/T 11345—1989《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果的分级》
- 7) GB 50236—1998《现场设备、工业管道工程施工及验收规范》
- 8) GB 50094—1998《球形储罐施工及验收规范》
- 9) GB 150—1998《钢制压力容器》
- 10) GB 151—1999《钢制管壳式换热器》
- 11) GB 12337—1998《钢制球形储罐》

- 12) 《压力容器安全技术监察规程》
- 13) JB/T 9218—2007 《渗透探伤方法》
- 14) JB 4730—2005 《承压设备无损检测》
- 15) GB/T 229—1994 《金属夏比缺口冲击试验方法》
- 16) GB/T 12467—1998 《焊接质量要求 金属材料的熔化焊》
- 17) JB/T 6061—2007 《无损检测 焊缝磁粉检测》
- 18) JB/T 6066—2004 《无损检测磁粉检测用环形试块》
- 19) JB 3223—1996 《焊接材料质量管理规程》
- 20) GB/T 8619—1988 《钎缝强度试验方法》
- 21) GB/T 11363—1989 《钎焊接头强度试验方法》
- 22) JB/T 4291—1999 《焊接接头裂纹张开位移 (COD) 试验方法》
- 23) JB/T 5104—1991 《焊接接头脆性破坏的评定》
- 24) GB/T 7735—2004 《钢管涡流探伤方法》
- 25) GB 324—1988 《焊缝符号表示方法》
- 26) GB/T 5185—2005 《焊接及相关工艺方法代号》
- 27) JB/T 4710—2005 《钢制塔式容器》
- 28) JB/T 4731—2005 《钢制卧式容器》
- 29) JB/T 4734—2002 《铝制焊接容器》
- 30) JB/4745—2002 《钛制焊接容器》

第三节 焊接检验的分类

一、按焊接检验特点及内容的分类

焊接检验可分为破坏性检验、非破坏性检验和工艺性检验三类，每类中又有若干具体检验方法，详见表 1-1。

表 1-1 焊接检验方法及分类

类 别	特 点	内 容	
破坏性检验	检验过程中须破坏被检验对象的结构	力学性能试验	拉伸试验、弯曲试验、冲击试验、压扁试验、硬度试验、疲劳试验等
		化学分析与试验	化学成分分析、晶间腐蚀试验、铁素体含量测定
		金相与断口的分析试验	宏观组织分析、微观组织分析、断口检验与分析
非破坏性检验	检验过程中不破坏被检验对象的结构和材料	外观检查	母材、焊材、坡口、焊缝等表面质量检验，成品或半成品的外观几何形状和尺寸的检验
		强度试验	水压试验、气压试验
		致密性试验	气密性试验、吹气试验、氨渗漏试验、煤油试验、载水试验、沉水试验、水冲试验、渗透检验、氮检漏试验
		无损检测	射线探伤、超声波探伤、磁粉探伤、渗透探伤、涡流探伤

(续)

类 别	特 点	内 容
工艺性检验	在产品制造过程中为了保证工艺的正确性而进行的检验	材料焊接性试验、焊接工艺评定、焊接电源检验、工艺装备检验、辅机及工具检验、结构的装配质量检验、焊接参数检验及预热、后热和焊后热处理检验

二、按焊接检验过程的分类

按焊接检验进行的过程,焊接检验可分为焊前检验(见表1-2)、焊接过程中检验(见表1-3)、焊后检验(见表1-4)、安装调试质量检验(见表1-5)和产品服役质量检验(见表1-6)五个环节。

表 1-2 焊前检验

序号	名 称	主 要 内 容
1	母材质量检验	检查材料质量证书和复验单,确认其化学成分、力学性能和表面质量是否符合标准要求,检查领料单,确认领料是否正确,检查材料上的原始标记,检查标记移植是否正确清楚;同时做好检查记录
2	焊接材料质量检验	检查焊材的质量证书和复验单,确认其化学成分、力学性能和表面质量是否符合标准要求,核对是否符合图样、文件规定,检查领料单,确认领料是否正确,检查焊材上的原始标记是否清晰;焊接材料代用时,是否有审批手续
3	焊接结构设计工艺审查	结构设计是否满足加工成形、焊接及其检验工艺要求
4	坡口检查	检查坡口形状、尺寸是否符合要求,检查坡口表面粗糙度、清理情况等表面质量
5	焊接装配质量检验	检查坡口间隙、错边量、坡口角度等是否符合要求,是否强力对接;定位焊及其焊缝质量是否符合要求
6	焊接试板检验	检查焊接试板的材质、规格、批号、坡口尺寸等是否符合要求
7	工艺装备检验	检查工艺装备的灵活性、定位精度和夹紧力等是否符合要求,装卡方法和位置是否正确,是否牢固
8	焊接环境检验	检查环境温度、空气湿度、风速、雨雪等环境是否超过允许范围,超过时必须采取措施
9	焊前预热检验	检查预热方法、预热温度、预热范围等是否符合要求
10	焊工资格检验	检查焊工是否有合格证并在有效期内,合格项目是否与所焊产品一致

表 1-3 焊接过程中检验

序号	名 称	主 要 内 容
1	焊接环境检验	检查环境温度、空气湿度、风速、雨雪等环境是否超过允许范围,超过时必须采取措施
2	焊接材料检验	检查焊接材料的牌号或型号、尺寸是否符合要求
3	焊接工艺规范检验	检查焊接电流、电弧电压、焊接速度等焊接参数是否符合要求,检查焊接顺序、焊接方向是否符合要求

(续)

序号	名 称	主 要 内 容
4	焊缝表面质量检验	检查焊缝表面有无裂纹、未熔合、夹渣、气孔等不允许或超标缺陷
5	后热检验	检查后热温度、保温时间等
6	焊后热处理检验	检查焊后热处理是否按照热处理曲线的工艺参数进行

表 1-4 焊后检验

序号	名 称	主 要 内 容
1	外观检查	检查焊缝表面尺寸和表面缺陷，检查焊接接头表面清理情况 详见第三章、第四章
2	无损检测	
3	力学性能检验	
4	金相检验	
5	焊缝晶间腐蚀检验	
6	致密性检验	各项检验项目均合格后进行水压试验或气压试验
7	焊缝强度检验	

表 1-5 安装调试质量检验

项目	主 要 内 容
现场组装焊接质量检验	(1) 施工环境检查；(2) 焊工资格检查；(3) 组装质量检查；(4) 焊接质量检查
综合验收	(1) 检验程序和检验项目 ①检验资料的齐全性；②核对质量证明文件；③检查实物和质量证明的一致性；④安装规程和技术文件检查；⑤对产品重要部位、易产生质量问题的部位、运输中易破损和变形的部位应重点检验；⑥致密性检验；⑦试运行检验 其检验方法和验收标准应与产品制造过程中所采用的检验方法、验收标准相同 (2) 现场焊接质量问题处理 ①发现漏检，应作补充检查并补齐质量证明文件；②因检测方法、检验项目或验收标准不同而引起的质量问题，应尽量采用同样的检验方法和评定标准，以确定焊接产品是否合格；③可修可不修的焊接缺欠一般不返修，焊接缺欠明显超标应返修，其中大型结构应尽量在现场修复

表 1-6 产品服役质量检验

项 目	主 要 内 容
运行质量监控	采用场发射等技术进行监控
定期检查	对苛刻条件（腐蚀介质、交变载荷、热应力）下工作的焊接产品或有特殊规定的产品，应有计划地定期检查
质量问题现场处理	重要产品的修复要制定修复工艺方案并经焊接工艺评定验证，严格按工艺方案修复并做好记录

(续)

项 目	主要内容
焊接结构破坏事故现场调查	1) 现场调查: 保护现场, 收集所在运行记录, 查明操作是否正确, 查明断裂位置, 检查断口部位的焊接接头表面质量和断口质量, 测量破坏结构厚度, 核对该厚度是否符合图样要求, 并为设计校核提供依据 2) 取样分析: 金相检验, 复查化学成分, 复查力学性能 3) 设计校核 4) 复查制造工艺

复习思考题

1. 焊接检验的作用和意义有哪几方面?
2. 焊接检验的依据有哪些?
3. 焊接检验按其检验的特点及内容分哪几类?
4. 非破坏性检验有哪几种?
5. 焊接检验的过程分哪几个阶段?
6. 焊前检验的内容包括哪些?
7. 焊接过程中检验的内容包括哪些?
8. 焊后检验的内容包括哪些?
9. 安装调试质量检验的内容包括哪些?
10. 产品服役质量检验的内容包括哪些?
11. 焊接材料质量检验的内容包括哪些?

第二章 焊接缺欠

本章应知

1. 掌握金属熔焊常见焊接缺欠的种类定义及其特征。
2. 了解电阻焊焊接接头缺欠的种类定义及其特征。
3. 掌握金属熔焊常见缺欠的危害、产生原因和防止措施。

本章应会

1. 能够识别金属熔焊常见的焊接缺欠。
2. 能够进行焊接缺欠分析。

在焊接过程中,由于焊接工艺、焊前准备及操作方法不当等,会使焊缝中出现一些缺欠,焊接缺欠直接关系到焊缝强度和产品质量的好坏,影响焊件的使用安全。要想使焊缝的质量得到保证,必须对焊接缺欠的类型及其特征有比较深刻的了解,一方面找出产生缺欠的原因,采取有效措施,防止缺欠产生;另一方面是在焊接结构的制造和使用过程中,选择合适的检验方法发现缺欠,对焊接质量实现定性、定量的评定,使焊接检验达到控制焊接缺欠超标的目的。

第一节 焊接缺欠的分类和特征

焊接缺欠种类很多。焊接及检验人员必须熟悉焊接缺欠的种类及其特征,才能发现缺欠,保证生产顺利进行。

本节重点介绍金属熔焊和电阻焊的焊接缺欠。

一、金属熔焊焊接缺欠及其特征

焊接缺欠是指在焊接接头中因焊接产生的金属不连续、不致密或连接不良的现象,简称缺欠,而焊接缺陷是超过规定限值的缺欠。

根据国标 GB/T 6417.1—2005《金属熔化焊接头缺欠分类及说明》,焊接缺欠分为以下六类:裂纹、孔穴、固体夹杂、未熔合及未焊透、形状和尺寸不良及其他缺欠。

1. 裂纹

裂纹就是指在焊接应力及其他致脆因素的共同作用下,焊接接头中局部地区金属原子之间的结合力遭到破坏而形成的新界面所产生的缝隙,是一种在固态下局部断裂产生的缺欠,可能源于冷却或应力效果。

在焊接生产中,裂纹的成因和形式是多种多样的,按裂纹产生的温度及范围,可以分为热裂纹、冷裂纹、再热裂纹和层状撕裂;按裂纹的大小和多少可以分为微观裂纹、宏观裂纹、单个裂纹和裂纹群。下面按裂纹的外观形貌予以介绍。

(1) 微观裂纹 在显微镜下才能观察到的裂纹叫做微观裂纹。

(2) 纵向裂纹 基本上与焊缝轴线平行的裂纹,称之为纵向裂纹。纵向裂纹可能存在

于焊缝金属中、熔合线上、热影响区中及母材中,如图 2-1 所示。

(3) 横向裂纹 基本上与焊缝轴线垂直的裂纹,称之为横向裂纹。横向裂纹可能存在于焊缝金属中、热影响区中或母材中,如图 2-2 所示。

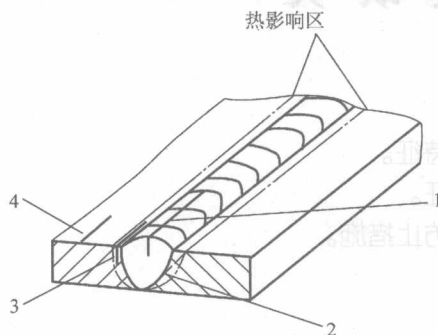


图 2-1 纵向裂纹

- 1—位于焊缝金属中的纵向裂纹
- 2—位于熔合线上的纵向裂纹
- 3—位于热影响区中的纵向裂纹
- 4—位于母材中的纵向裂纹

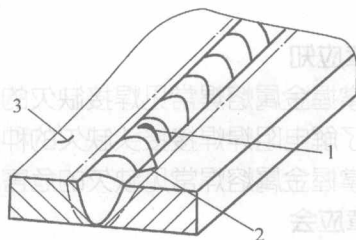


图 2-2 横向裂纹

- 1—位于焊缝金属中的横向裂纹
- 2—位于热影响区中的横向裂纹
- 3—位于母材中的横向裂纹

(4) 放射状裂纹 具有某一公共点的放射状裂纹,称为放射状裂纹,这种类型的小裂纹也可以叫做星形裂纹,如图 2-3 所示。放射状裂纹可能位于焊缝金属中、热影响区中或母材中。

(5) 弧坑裂纹 在焊缝收弧弧坑处的裂纹,称为弧坑裂纹,如图 2-4 所示。这种裂纹有纵向的、横向的,还有可能是星形的。

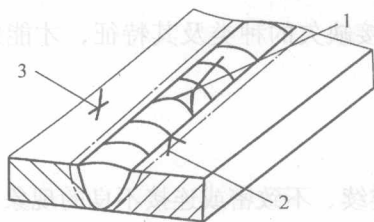


图 2-3 放射状裂纹

- 1—位于焊缝金属中的放射状裂纹
- 2—位于热影响区中的放射状裂纹
- 3—位于母材中的放射状裂纹

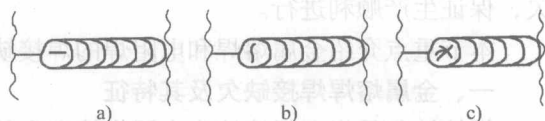


图 2-4 弧坑裂纹

- a) 纵向弧坑裂纹
- b) 横向弧坑裂纹
- c) 星形弧坑裂纹

(6) 间断裂纹群 一组间断的裂纹,称间断裂纹群,可能位于焊缝金属中、热影响区中或母材中,如图 2-5 所示。

(7) 枝状裂纹 由某一公共裂纹派生的一组裂纹,它与间断裂纹群和放射状裂纹不同,可能存在于焊缝金属中、热影响区中或母材中,如图 2-6 所示。

2. 孔穴

孔穴按其成因可以分为两类:即气孔和缩孔。

(1) 气孔 熔池中的气体在凝固时未能逸出而残留下来形成的孔穴称为气孔。气孔按

其形状和分布状态可以分为球形气孔、均布气孔、局部密集气孔、链状气孔、条形气孔、虫形气孔和表面气孔七种类型。

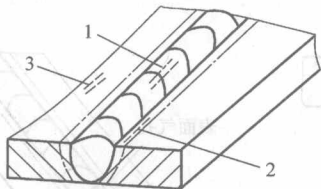


图 2-5 间断裂纹

- 1—位于焊缝金属中的间断裂纹群
- 2—位于热影响区中的间断裂纹群
- 3—位于母材中的间断裂纹群

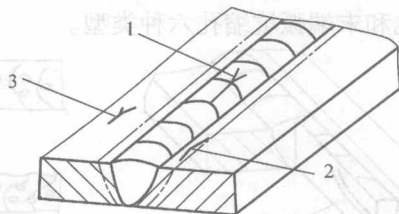


图 2-6 枝状裂纹

- 1—位于焊缝金属中的枝状裂纹
- 2—位于热影响区中的枝状裂纹
- 3—位于母材中的枝状裂纹

1) 球形气孔：近似球形的孔穴称为球形气孔，如图 2-7 所示。

2) 均布气孔：大量气孔比较均匀地分布在整個焊缝金属中，这种气孔称为均布气孔，如图 2-8 所示。

3) 局部密集气孔：存在于焊缝金属中的呈任意几何分布的一群气孔，称为局部密集气孔，如图 2-9 所示。

4) 链状气孔：与焊缝轴线平行的一串气孔，称为链状气孔，如图 2-10 所示。注意与均布气孔相区分。

5) 条形气孔：长度方向与焊缝轴线近似平行的非球形的长气孔，称为条形气孔，如图 2-11 所示。

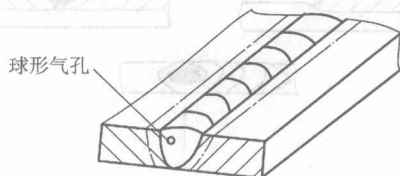


图 2-7 球形气孔

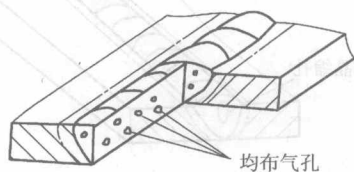


图 2-8 均布气孔

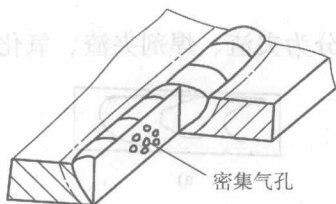


图 2-9 密集气孔

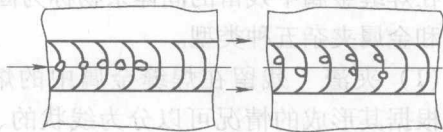


图 2-10 链状气孔

6) 虫形气孔：是指由于气体在焊缝金属中溢出而引起的一种管状孔穴，其位置和形状是由凝固的形式和气体的来源决定的。通常，它们成串聚集并且呈鲱骨形状分布，如图 2-12 所示。

7) 表面气孔：暴露在焊缝表面的气孔，称为表面气孔，如图 2-13 所示。