



高职高专“十一五”规划教材

焊接质量检测

—— 乌日根 主编 ——



化学工业出版社



高职高专“十一五”规划教材

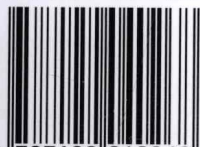
焊接技术及自动化专业

机械制图	张李铁
机械制图习题集	张李铁
机械设计基础	米广杰
金属材料与热处理	司卫华
焊接方法与设备	邱葭菲
焊接结构生产与实例	赵 岩
金属熔化焊基础	蔡南武
金属材料焊接	文申柳
弧焊电源	邓开豪
▶ 焊接质量检测	乌日根
特种焊接技术	王洪光
压力容器结构与制造	王志斌
焊接专业英语	刘松森
焊接技能实训	王新民



www.cip.com.cn
读科技图书 上化工社网

ISBN 978-7-122-04026-8



9 787122 040268 >

定 价：23.00元

高职高专“十一五”规划教材

焊接质量检测

乌日根	主 编
生利英	副主编
董俊慧	主 审



化学工业出版社

· 北 京 ·

本书以“任务驱动”为主线,以单元、模块、学习任务为层次安排编写,并且每单元还安排“学习目标”、“单元综合练习”、“相关链接”和“案例分析”部分。第一单元根据焊接结构的质量管理及控制要求,重点讲述焊前、焊接过程中及焊后质量控制中的主要项目及方法;第二单元讲授常见焊接缺陷及耐压试验方法;第三、四、五、六单元讲述目前在焊接结构生产领域中最常用的无损检测技术——射线检测、超声波检测、磁粉检测和渗透检测;第七单元主要讲述常用破坏性检验方法。其中“单元综合练习”和焊缝外观检验等相关学习任务是按照当前国家焊工理论考试和技能考试大纲要求编写,以满足高职院校的“双证制”教学要求。书后附有部分练习参考答案。

本书注重培养学生的焊接质量控制与检验岗位群所需的知识、能力和素质,使学生熟悉检测设备和常用器材的基本操作,熟悉检测方法的基本过程和工艺规程,了解常见焊接接头的评定方法和要求,并能够按照相关标准对焊缝质量做出评价。

本书可作为高等专科学校、高等职业技术学院焊接技术及自动化专业的教材和相关人员的培训教材,也可供机械类其他专业的师生、在职焊接工人及相关技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊接质量检测/乌日根主编. —北京:化学工业出版社,
2008.12

高职高专“十一五”规划教材

ISBN 978-7-122-04026-8

I. 焊… II. 乌… III. 焊接-质量检验-高等学校:技
术学院-教材 IV. TG441.7

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第165715号

责任编辑:韩庆利 高 钰

装帧设计:史利平

责任校对:李 林

出版发行:化学工业出版社(北京市东城区青年湖南街13号 邮政编码100011)

印 装:三河市延风印装厂

787mm×1092mm 1/16 印张12¼ 字数308千字 2009年1月北京第1版第1次印刷

购书咨询:010-64518888(传真:010-64519686) 售后服务:010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书,如有缺损质量问题,本社销售中心负责调换。

定 价:23.00元

版权所有 违者必究

前 言

本教材是根据教育部高职高专教育的指导思想和高等职业教育教学改革和培养目标编写，适合高职院校焊接技术及自动化专业学生使用，也可供从事焊接质量控制与检测人员使用。

教材共七个单元，第一单元根据焊接结构的质量管理及控制要求，重点讲述焊前、焊接过程中及焊后质量控制中的主要项目及方法；第二单元讲授常见焊接缺陷及耐压试验方法；第三、四、五、六单元讲述目前在焊接结构生产领域中最常用的无损检测技术——射线检测、超声波检测、磁粉检测和渗透检测；第七单元主要讲述常用破坏性检验方法。

本教材以单元、模块、学习任务为层次安排编写，并且每单元还安排“学习目标”、“单元综合练习”、“相关链接”和“案例分析”部分。其中“单元综合练习”和焊缝外观检验等相关学习任务是按照当前国家焊工理论考试和技能考试大纲要求编写，以满足高职院校的“双证制”教学要求。

在编写过程中，以“任务驱动”为主线，力求体现“理论够用，突出实践”，注重培养学生的焊接质量控制与检验岗位群所需的知识、能力和素质，使学生熟悉检测设备和常用器材的基本操作，熟悉检测方法的基本过程和工艺规程，了解常见焊接接头的评定方法和要求，并能够按照相关标准对焊缝质量做出评价。

本教材由以下人员编审：

主编乌日根（包头职业技术学院）负责全书统稿，并编写绪论、第五、七单元及全书各单元的“相关链接”；副主编生利英（包头职业技术学院）编写第三、四单元。

参编程艳艳（吉林工业职业技术学院）编写第二、六单元；李仕慧（包头轻工业职业技术学院）编写第一单元。

内蒙古工业大学董俊慧教授任主审。

在编写过程中，编者参阅国内外出版的有关教材、资料及一些网络文献，在此对相关作者一并表示衷心感谢！

由于编者水平有限，教材中漏误之处在所难免，恳请广大读者批评指正。

编 者

2008 年 11 月

目 录

绪论	1
【单元综合练习】	4
第一单元 焊接质量控制	6
第一模块 焊前的质量控制	6
学习任务1 原材料的质量控制	6
学习任务2 焊前各工序的质量控制	7
学习任务3 焊接工艺评定	12
第二模块 焊接过程中的质量控制	14
学习任务1 焊接对环境的要求	14
学习任务2 焊接工艺执行情况的监控	14
第三模块 焊后成品的质量控制	15
学习任务1 焊接接头的外观检验	15
学习任务2 致密性试验	24
学习任务3 焊接产品服役质量的检验	24
学习任务4 焊接检验档案的建立	25
【单元综合练习】	27
第二单元 焊接缺陷及耐压试验	29
第一模块 焊接缺陷	29
学习任务1 焊接缺陷的分类	29
学习任务2 常见焊接缺陷的特征及其分布	30
第二模块 耐压试验	34
学习任务1 水压试验	34
学习任务2 气压试验	37
【单元综合练习】	38
第三单元 射线检测	41
第一模块 射线的产生、性质及其衰减	41
学习任务1 射线的产生及其性质	41
学习任务2 射线的衰减	43
第二模块 射线检测方法及其原理	43
学习任务1 射线照相法	43
学习任务2 射线实时成像检测技术	44
学习任务3 射线荧光屏观察法	45

学习任务4 射线计算机断层扫描技术	46
学习任务5 高能X射线照相	46
第三模块 X射线检测的设备和器材	47
学习任务1 X射线机	47
学习任务2 X射线照相器材	50
第四模块 射线照相工艺	53
学习任务1 射线照相质量的影响因素	53
学习任务2 射线透照工艺条件的选择	55
学习任务3 焊缝透照方法	58
学习任务4 曝光曲线的制作	62
学习任务5 散射线的控制	64
学习任务6 焊缝射线检测的基本操作	65
学习任务7 胶片的暗室处理	66
第五模块 射线照相底片的评定	66
学习任务1 底片质量评定	66
学习任务2 底片缺陷影像的识别	68
学习任务3 焊缝质量的评定	71
学习任务4 射线检测报告与底片的保存	74
第六模块 射线的安全防护	75
学习任务1 射线对人体危害的基本知识	75
学习任务2 射线的防护方法	76
学习任务3 透照现场的安全	77
【单元综合练习】	78

第四单元 超声波检测	82
第一模块 超声波检测的基础知识	82
学习任务1 超声波的主要特征参数	82
学习任务2 超声场的特征值	83
学习任务3 超声波的类型	83
学习任务4 分贝的概念	84
学习任务5 超声波入射到界面时的反射和折射	84
学习任务6 超声波的衰减	86
学习任务7 纵波超声场的特点	87
学习任务8 规则反射体的回波声压	88
第二模块 超声波检测设备简介	89
学习任务1 超声波探头	89
学习任务2 超声波检测仪	92
学习任务3 超声波试块	93
学习任务4 超声波仪器和探头的性能及其测试	95
第三模块 超声波检测一般技术	98
学习任务1 直接接触式脉冲反射法	98

学习任务 2 超声波检测技术	99
学习任务 3 影响超声波检测波形的因素	104
第四模块 焊缝的超声波检测技术	106
学习任务 1 检测前准备工作	106
学习任务 2 扫查方法	110
学习任务 3 焊缝中缺陷位置与缺陷大小的测定	111
学习任务 4 焊缝中缺陷性质的判别	113
学习任务 5 焊缝质量的评定	115
学习任务 6 超声波检测记录与报告	116
学习任务 7 焊缝超声波检测的一般程序	116
【单元综合练习】	119
 第五单元 磁粉检测	121
第一模块 磁粉检测原理	121
学习任务 1 磁粉检测的原理及其特点	121
学习任务 2 漏磁场强度的影响因素	122
第二模块 焊缝磁化过程	124
学习任务 1 磁化方法	124
学习任务 2 磁化电流的选择	129
学习任务 3 磁化规范的选择	131
第三模块 磁粉检测设备与器材	133
学习任务 1 磁粉检测设备分类与应用	133
学习任务 2 磁粉检测机的组成及其作用	135
学习任务 3 磁粉检测的器材	136
第四模块 磁粉检测过程	141
学习任务 1 磁粉检测工艺过程	141
学习任务 2 磁粉检测验收标准	147
【单元综合练习】	147
 第六单元 渗透检测	150
第一模块 渗透检测原理	150
学习任务 1 渗透检测基本原理	150
学习任务 2 渗透检测方法的分类	151
学习任务 3 渗透检测的应用	152
第二模块 渗透检测剂	154
学习任务 1 渗透检测剂的组成及性能	154
学习任务 2 渗透检测对环境的污染与控制	158
第三模块 渗透检测的工艺过程	159
学习任务 1 前处理的方法及要求	159
学习任务 2 渗透方法及渗透时间要求	160
学习任务 3 乳化处理方法	161

学习任务4	清洗处理方法	162
学习任务5	干燥处理方法	162
学习任务6	显像处理方法	163
学习任务7	缺陷观察方法	164
学习任务8	后处理方法	164
第四模块	缺陷的判别分级与记录	165
学习任务1	缺陷的判别方法	165
学习任务2	缺陷的分级	166
学习任务3	检测结果的记录	168
【单元综合练习】		169
第七单元	破坏性检验	172
第一模块	破坏性检验项目与特点	172
学习任务1	破坏性检验项目	172
学习任务2	破坏性检验的特点	172
学习任务3	破坏性检验管理工作的要求	174
第二模块	焊接接头力学性能试验	174
学习任务1	力学性能试验的注意事项	174
学习任务2	拉伸试验	175
学习任务3	冲击试验	176
学习任务4	弯曲试验	178
第三模块	焊接金属化学分析	179
学习任务1	化学分析方法及其应用	179
学习任务2	化学成分分析依据的标准	181
第四模块	焊接接头的金相组织检验	181
学习任务1	金相检验方法	181
学习任务2	金相检验的应用	183
【单元综合练习】		184
部分《单元综合练习》答案		186
参考文献		188

绪 论

学习目标：通过绪论的学习，第一，了解焊接质量检验的作用和意义，明确焊接质量检验的目的；第二，了解产品质量检测中的各种质量检验方式及方法；第三，了解本教材的主要内容和要求。

随着焊接技术的发展和进步，焊接结构的应用越来越广泛，几乎渗透到国民经济的各个领域，如石油与化工设备、起重运输设备、宇航运载工具、车辆与船舶制造、冶金、矿山、建筑结构等。很多重要的焊接结构，如压力容器、核反应堆器件、桥梁、船舶等，都具有一次性生产的特征，都具有严格的质量要求。焊接检验作为焊接生产过程中质量保证和控制的重要手段之一，贯穿整个焊接生产过程的始终。其先进的检测方法及仪器设备、严密的管理制度和较高素质的焊接检验人员，是实现现代化焊接工业产品质量控制、安全运行的重要保证。

一、焊接质量检验的作用和意义

焊接生产的质量检验简称焊接检验，它是根据产品的有关标准和技术要求，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，以保证产品符合质量要求，防止废品的产生。

焊接检验既关系到企业的经济效益，也关系到社会效益。

(1) 生产过程中若每一道工序都进行检测，就能及时发现问题及时进行处理，避免了最后发现大量缺陷，难以返修而报废，造成时间、材料和劳动力浪费，使制造成本增加。

(2) 新产品试制过程中通过焊接检测就可以发现新产品设计和工艺中存在的问题，从而可以改进产品设计和焊接工艺，使新产品的质量得以保证和提高，为社会提供适用而安全可靠的新产品。

(3) 产品在使用过程中，定期进行焊接检测，可以发现由于使用过程产生尚未导致破坏的缺陷，及时消除得以防止事故发生，从而延长产品的使用寿命。

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。检测结果是产品质量、安全和可靠性评定的依据。

二、产品质量检验方式

产品在生产过程中可以采用各种检验方式来达到质量保证与控制。有些产品在标准或技术要求中就明确规定了检验方式，有些产品须在检验设计时根据需求和可能选定。表 0-1 列出常用的检验方式。

重型或大型复杂的焊接结构，多是单件或小批生产，为了及时发现制造过程中的质量问题，避免产生废品，一般对每一道关键工序采取预先检验（即焊前质量控制）、中间检验（即焊接过程中的质量控制）和最后检验（即焊后成品的质量检验）的方式。在批量生产过程中，在下列情况下宜采用全检，即 100% 的产品检验。

表 0-1 质量检验方式的分类及其基本特征

分 类	检 验 方 式	基 本 特 征
按工艺流程	预先检验	在加工之前对原材料、外协件或外购件的检验
	中间检验	加工过程中完成每道工序后或完成数道工序后进行的检验
	最后检验	完成全部加工或装配后对成品进行的检验
按检验地点	定点检验	在固定检验点(或站)进行的检验
	在线现场检验	在产品生产线上现场对产品进行检验
按检验频次	全数检验	对检查对象逐件检验,即百分百进行检验
	抽样检验	在批量生产中按原先规定的百分比抽检
按预防性	首件检验	对改变加工对象或改变生产条件后生产出的前几件产品进行的检验
	统计检验	运用数理统计和概率原理进行的检验
按检验制度	自行检验	由生产操作人员在工序完成后自行的检验
	专人检验	由质量检验部门派出专职检验人员进行的检验,通常是检验手段或技术比较复杂的检验
	监督检验	由制造、订货以外的第三方监督部门进行的检验

(1) 产品价格很高, 出现一个废品能带来很大经济损失时。

(2) 产品质量好坏会给人们生命安全带来很大危害时。

(3) 条件允许的检验, 如焊接的表面缺陷等。

(4) 抽检后发现不合格品较多或整批不合格时。

为了缩短生产周期, 减少检验费用, 在下列情况下可考虑采用抽检, 即部分产品检验。

(1) 在产品上有相同类型的焊缝, 且在同一工艺条件下焊接的, 可抽检部分焊缝。

(2) 产品数量很多, 而加工设备优良, 质量比较稳定可靠时, 可抽检其中部分产品。

(3) 被检对象是生产线上连续性产品, 如高频焊管、压制涂料时的电焊条等。

(4) 对产品的力学性能和物理性能要做破坏性试验时, 或对特殊产品做爆破试验时, 如液化石油气钢瓶、乙炔钢瓶等产品。

对于焊接结构产品, 现代焊接工程管理思想认为: “焊前准备得好, 等于已经焊接了一半。” 这表明了焊前质量控制的重要性。同样, 在施焊中焊缝及其接头的质量, 焊后的成品质量检验也是产品是否合格的关键环节。所以, 焊接质量的检验工作应从产品开始投产时便着手根据工序的特点进行。其中, 焊后检验是焊接生产中最重要最关键的检验, 是对焊缝及其接头各种质量要求达到标准的最后把关环节, 是整个检验工作的重点。

三、焊接质量检验方法及其分类

焊接质量检验的方法, 按其特点和内容可归纳为表 0-2 中三大类。

表 0-2 焊接检验方法分类

类 别	特 点	内 容	
破坏性检验	检验过程中须破坏被检对象的结构	力学性能试验	包括: 拉伸、弯曲、冲击、硬度、疲劳、韧度等试验
		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

续表

类 别	特 点	内 容	
非破坏性检验	检验过程中不破坏被检对象的结构和材料	外观检验	包括：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	水压强度试验、气压强度试验
		致密性试验	气密性试验、吹气试验、载水试验、水冲试验、沉水试验、煤油试验、渗透试验、氦检漏试验
		无损检测	射线检测；超声波检测；磁粉检测；渗透检测；涡流检测
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、焊接工艺评定试验、焊接电源检查、工艺装备检查、辅机及工具检查、结构的装备质量检查、焊接工艺参数检查、预热、后热及焊后热处理检查	

相关链接

非破坏性试验的优点：

- 1) 可直接对新生产的产品进行试验，而与零件的成本或可得到的数量无关，除损坏零件之外也没多大损失。
- 2) 既能对产品进行普查，也可对典型的抽样进行试验。
- 3) 对同一产品既可同时又可依次采用不同的试验方法。
- 4) 对同一产品可以重复进行同一种试验。
- 5) 可对使用着的零件进行试验。
- 6) 可直接测量运转使用期内的累计影响。
- 7) 可查明失效的机理。
- 8) 试样很少或无需制备。
- 9) 为了应用于现场，设备往往是携带式的。
- 10) 劳动成本往往很低，尤其是对同类零件进行重复性试验时更是如此。

非破坏性试验的局限性：

- 1) 通常都必须借助熟练的实验技术才能对结果作出说明。
- 2) 不同的观测人员可能对试验结果所表明的情况看法不一致。
- 3) 检验的结果只是定性的或相对的。
- 4) 有些非破坏试验所需的一次性投资很大。

四、产品质量检验的依据

在检验工作中，确定产品制造过程的检验内容、方式和方法时必须要有依据；当检测结果出来后，评定该制造环节是否符合质量要求时，或者制订验收标准时，也需要有依据。这些检验依据如下。

(1) 产品的施工图样 图样规定了产品加工制造后必须达到的材质特性、几何特性（如形状、尺寸等）以及加工精度（如公差等）的要求。

(2) 技术标准 包括国家的、行业的或企业的有关标准和技术法规，在这些标准或法规中规定了产品的质量要求和质量评定的方法。

(3) 产品制造的工艺文件 如工艺规程等，在这些文件中根据特点提出必须满足的工艺要求。

(4) 订货合同 在订货合同中有时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/T 985—1988《气焊、手工电弧焊及气体保护焊焊缝坡口的基本形式和尺寸》;
- 2) GB/T 986—1988《埋弧焊焊缝坡口的基本形式和尺寸》;
- 3) JB/T 7949—1999《钢结构焊缝外形尺寸》;
- 4) GB/T 12469—1990《焊接质量保证钢熔化焊接头的要求和缺陷分级》;
- 5) GB/T 13323—1987《钢熔化焊对接接头射线照相和质量分级》;
- 6) GB/T 11345—1989《钢焊缝手工超声波检测方法和检测结果分级》;
- 7) 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》;
- 8) JB 4730—1994《压力容器无损检测》;
- 9) GB/T 15830—1995《钢制管道对接环焊缝超声波检测方法和检验结果的分级》;
- 10) JB/T 6061—1992《焊缝磁粉检验方法和缺陷磁痕的分级》;
- 11) JB/T 6062—1992《焊缝渗透检验方法和缺陷迹痕的分级》;
- 12) JB/T 6966—1993《钎缝外观质量评定方法》。

五、本教材的主要内容和要求

1. 本教材的主要内容

“焊接质量检测”是高职焊接技术及自动化专业的主干课程之一。本教材主要介绍焊前、焊接过程中及焊后的质量控制项目和要求,常见焊接缺陷的分类、特征及分布,致密性试验和耐压试验方法,无损检测方法中的射线检测、超声波检测、磁粉检测和渗透检测,常用破坏性检验方法。

2. 课程要求

通过完成本教材的学习任务,学习者应达到以下能力要求。

(1) 了解焊前质量控制、焊接过程中的质量控制及焊后成品的质量控制项目;掌握焊缝外观质量检验项目及相关标准或评定要求。

(2) 了解常见焊接缺陷的分类方法、特征及分布。

(3) 掌握水压试验的操作过程,熟悉水压试验的试验压力、试验介质的规定和要求;了解气压试验和致密性试验。

(4) 了解常用四大检测方法的基本原理、相关基础知识;熟悉检测设备、各种常用器材及其基本操作。熟悉检测过程和工艺规程,掌握常见焊接接头的评定方法和要求,并能够按照相关标准对焊缝质量做出评定。

(5) 了解焊接结构常用的破坏性检验项目,熟悉拉伸试验、硬度试验和冲击试验等常规力学性能试验方法。

【单元综合练习】

一、选择题

1. 致密性试验属于_____。
A. 破坏性检验 B. 非破坏性检验 C. 工艺性检验 D. 焊前检验
2. 按_____,将产品质量检验方式分为预先检验、中间检验和最后检验三部分。
A. 检验数量 B. 检测内容和特点 C. 工艺流程 D. 产品在服役期间的检测
3. _____是破坏性检验。

- A. 目视检验 B. 拉伸试验 C. 射线检测 D. 煤油试验
4. 为避免焊接缺陷, 得到理想焊道而做的一系列必要检查, 称之为_____。
- A. 焊前检验 B. 焊中检验 C. 焊接检验 D. 焊道检验

二、判断题 (正确的打“√”, 错误的打“×”)

- () 1. 压力容器的焊缝常常被规定为全检。
- () 2. 无损检测属于一种工艺性检测。

三、简答题

1. 请说一说焊接质量检验的意义和作用。
2. 产品质量检验的依据有哪些?

四、实践题

观察焊接结构生产中的各种检测方法。

第一单元 焊接质量控制

学习目标：通过本单元的学习，第一，了解焊前和焊接过程中的常规质量控制项目及其要求；第二，熟悉并掌握各种焊接方法中的焊缝外观质量检验项目及相关标准或评定要求；第三，了解致密性试验方法的种类和适用条件。

第一模块 焊前的质量控制

学习任务 1

原材料的质量控制

1. 金属原材料的质量检验

焊接结构使用的金属原材料种类很多，即使同种类的金属原材料也有不同的型号。使用时应根据金属材料的型号，出厂质量证明书（合格证）加以鉴定。同时，还需做外部检查和抽样复核，以检查发现在运输过程中产生的外部缺陷和防止型号错乱。对于有严重外部缺陷的应挑出不用，对于没有出厂合格证或新使用的材料必须进行化学成分分析、力学性能试验及焊接性试验后才能投产使用。

2. 焊丝质量的检验

焊接碳钢和合金钢所用的焊丝化学成分、力学性能、焊接性能等应符合国家标准。在使用前，每捆焊丝必要时应进行化学成分复核、外部检查及直径测量。焊丝表面不应有氧化皮、锈蚀和油污等。若采用化学酸洗法清除焊丝上的氧化皮、锈蚀时，应注意控制酸洗的时间，若酸洗时间过长，而又立即使用时，会影响焊接质量，甚至会出现裂纹。

3. 焊条质量的检验

焊条质量检验应首先检查其外表质量，然后核实其化学成分、力学性能、焊接性能等是否符合国家标准或出厂的要求。对焊条的化学成分及力学性能进行检验时，首先用这种焊条焊成焊缝，然后对其焊缝化学成分和力学性能进行测定，合格的焊条其焊缝金属的化学成分及力学性能应符合其说明书所规定的要求。

所谓焊接性能良好的焊条，是指在说明书中所推荐的焊接参数下焊接时，焊条容易起弧、起弧稳定、飞溅少、药皮熔化均匀、熔渣不影响连续焊接、熔渣流动性好、覆盖均匀、脱渣容易；并且在一般情况下，焊缝中不应有裂纹、气孔、夹渣等工艺缺陷。

焊条药皮应是紧密的，没有气孔、裂纹、肿胀和未调匀的药团，同时要牢固紧贴在焊芯上，并且有一定的强度，直径小于4mm的焊条，从0.5m处平放自由落在钢台上，药皮不损坏。药皮与焊芯应保持同心。药皮偏心的焊条，除发生偏弧外，还会破坏其焊接性能。

使用焊条时，还需注意运输过程和保管时是否受到损伤和受潮变质。变质和损伤的焊条不能使用。焊条施焊前须经烘干，以去除水分。

4. 焊剂的检验

检验焊剂时应根据国家标准的规定进行。焊剂检验主要是检查其颗粒度、成分、焊接性能及湿度。焊剂应与焊丝配合使用方能保证焊缝金属的化学成分及力学性能满足要求,焊接不同种类的钢材,则要求不同类型的焊剂配合。具有良好性能的焊剂,其电弧燃烧稳定,焊缝金属成形良好,脱渣容易,焊缝中没有气孔和裂纹等缺陷。

焊剂颗粒度的大小随焊剂的类型不同而不同,如低硅中氟型和中硅中氟型,其颗粒的大小为 $0.4\sim 3\text{mm}$,高硅中氟型和低硅高氟型的为 $0.25\sim 2\text{mm}$ 。干燥焊剂其质量与体积之比,如玻璃状焊剂应在 $1.4\sim 1.6\text{g/cm}^3$,浮石状焊剂为 $0.7\sim 0.9\text{g/cm}^3$ 。焊剂的湿度要求取 100g 焊剂在经 $300\sim 400^\circ\text{C}$ 烘焙 2h 后,要求水分的质量分数不得超过 1% 。焊剂在使用前,必须按规定的要求烘干,没有注明要求的均须经 250°C 烘焙 $1\sim 2\text{h}$ 。

学习任务2 焊前各工序的质量控制

一、生产图纸和工艺

焊前必须首先熟悉生产图纸和工艺,这是保证焊接产品顺利生产的重要环节。主要内容包括如下几方面。

- (1) 产品的结构形式、采用的材料种类及技术要求。
- (2) 产品焊接部位的尺寸、焊接接头及坡口的结构形式。
- (3) 采用的焊接方法、焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊接顺序等,焊接过程中预热及层间温度的控制。
- (4) 焊后热处理工艺、焊件检验方法及焊接产品的质量要求。

二、母材预处理和下料

1. 母材预处理

金属结构材料的预处理主要是指钢材在使用前进行矫正和表面处理。钢材在吊装、运输和存放过程中如不严格遵守有关的操作规程,往往会产生各种变形,如整体弯曲、局部弯曲、波浪形挠曲等,不能直接用于生产而必须加以矫正。

薄钢板的矫正通常采用多辊轴矫平机,卷筒钢板的开卷也采用矫平机矫平。厚钢板的矫平则应采用大型水压机在平台上矫正,型钢的弯曲变形可采用专用的型钢矫正机进行矫正。

钢板和型钢的局部弯曲通常采用火焰矫正法矫正。加热温度一般不应超过钢材的回火温度,加热后可在空气中冷却或喷水冷却。

钢材表面的氧化物、铁锈及油污对焊缝的质量会产生不利的影响,焊前必须将其清除。清理方法有机械法和化学法两种。机械清理法包括喷砂、喷丸、砂轮修磨和钢丝轮打磨等。其中喷丸的效果较好,在钢板预处理连续生产线中大多采用喷丸清理工艺。

化学清理法通常采用酸溶液清理,即将钢材浸入 $2\%\sim 4\%$ 的硫酸溶液槽内,保持一定时间取出后放入 $1\%\sim 2\%$ 的石灰液槽内中和,取出烘干。钢材表面残留的石灰膜可防止金属表面再次氧化,切割或焊接前将其从切口或坡口面上清除即可。

2. 下料

焊件毛坯的切割下料是保证结构尺寸精度的重要工序,应严格控制。采用机械剪切、手工热切割和机械热切割法下料,应在待下料的金属毛坯上按图样和 $1:1$ 的比例进行划线。对于批量生产的工件,可采用按图样的图形和实际尺寸制作的样板划线。每块样板都应注明产品、图号、规格、图形符号和孔径等,并经检查合格后才能使用。手工划线和样板的尺寸公差应符合标准规定,并考虑焊接的收缩量和加工余量。

钢材可以采用剪床剪切下料或采用热切割方法下料。常用的热切割方法有火焰切割、等