



“工学结合、校企合作” 高等职业教育改革创新教材

焊接质量检验

HANJIE ZHILIANG JIANYAN

李丽茹 © 主编



“工学结合、校企合作”高等职业教育改革创新教材

焊接质量检验

主 编 李丽茹
副主编 李 莉
参 编 魏同锋 王 军 庞成学
主 编 高海良



机械工业出版社

本书是紧密围绕高等职业教育培养高素质技能型人才的培养目标,为适应焊接技术及自动化专业教学改革的要求而编写的。本书突出职业教育的特点,以工作过程为导向,采用项目化形式组织内容,融入职业技能鉴定理论和技能知识要求,注重理论和实践一体,以实现教、学、做一体化教学,同时注重学习能力培养与可持续发展。本书主要包括:焊接缺陷和焊接生产检验过程、目视检测、射线检测、超声检测、磁粉检测、渗透检测、致密试验与压力试验。

本书可作为高职高专、各类成人教育焊接技术及自动化专业教材或培训用书,亦可供从事无损检测技术工作的工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊接质量检验/李丽茹主编. —北京:机械工业出版社, 2014. 5

“工学结合、校企合作”高等职业教育改革创新教材

ISBN 978-7-111-46635-2

I. ①焊… II. ①李… III. ①焊接—质量检验—高等职业教育—教材
IV. ①TG441. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2014)第 091755 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:齐志刚 责任编辑:齐志刚 周璐婷

版式设计:霍永明 责任校对:樊钟英

封面设计:张 静 责任印制:乔 宇

北京机工印刷厂印刷(三河市南杨庄国丰装订厂装订)

2014 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

184mm×260mm·11.5 印张·279 千字

0 001—1 500 册

标准书号:ISBN 978-7-111-46635-2

定价:25.00 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

社 服 务 中 心:(010)88361066 教 材 网:<http://www.cmpedu.com>

销 售 一 部:(010)68326294 机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销 售 二 部:(010)88379649 机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203 封面无防伪标均为盗版

前 言

本书是为了进一步贯彻“国务院关于大力推进职业教育改革与发展的决定”的文件精神,加强职业教育教材建设,满足现阶段职业院校焊接技术及自动化专业教学改革对教材的需求,结合现阶段焊接技术及自动化专业发展现状及国家有关法规、标准的规定,依据教学标准的要求和高职教育的人才培养目标组织编写的。

本书紧密结合职业教育的办学特点和教学目标,强调实践性、应用性和创新性。在编写过程中注重教学内容的实用性,基础知识以应用为目的,以够用为度,在教材中以企业中的典型焊接产品的质量检验为任务,并尽量满足实施教、学、做一体化教学模式的要求。在习题的处理上加入了学生考取职业资格证书的习题,为学生考取职业资格证书打下良好的基础。

本书共分为七个项目,由李丽茹任主编,李莉任副主编,具体编写人员及分工如下:李丽茹编写了项目三、项目五,李莉编写了项目四,王军编写了项目二,魏同锋编写了项目六,庞成学编写了项目一、项目七。全书由渤海船舶重工有限责任公司高级工程师高海良任主审。

本书编写过程中,除了参考了国内外的相关专著、教材、手册和文献外,还参考了其他行业的培训教材,并将编者在多年检测工作中积累的经验和在教学中的体会编入其中,使理论与实践有机地结合为一体。

在本书编写过程中,作者参阅了最新的标准,参考了国内外出版的一些专著、教材、手册、标准,并摘录和选用了一些参考资料上的内容及图片,在此对相关的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限,书中的错误和疏漏在所难免,欢迎广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

项目一 焊接缺陷和焊接生产检验过程	1
任务一 焊接缺陷	1
任务二 焊接检验过程	4
 综合训练	8
项目二 目视检测	10
任务一 目视检测的光学基础	10
任务二 焊接件的目视检测	13
 综合训练	19
项目三 射线检测	21
任务一 射线检测物理基础	21
任务二 焊接接头的射线透照	23
任务三 暗室处理	42
任务四 射线照相底片的评定	50
 综合训练	60
项目四 超声检测	66
任务一 超声波检测的物理基础	66
任务二 对接焊接接头超声检测	75
任务三 板材的超声检测	95
 综合训练	105
项目五 磁粉检测	109
任务一 磁粉检测基础	109
任务二 焊缝的磁粉检测	114
任务三 轴类工件的磁粉检测	126
 综合训练	135
项目六 渗透检测	139
任务一 渗透检测基础	139
任务二 水洗型渗透检测	142
任务三 后乳化型渗透检测	155
任务四 溶剂去除型渗透检测	160



 综合训练	165
项目七 致密试验与压力试验	169
任务一 压力试验	169
任务二 致密性试验	172
 综合训练	175
参考文献	177

焊接缺陷和焊接生产检验过程

焊接产品的生产过程中的每个环节的质量检验,对产品的质量保证都具有重要的作用。因此,焊接质量检验贯穿焊接生产的全过程。通过在焊接产品生产的不同阶段的焊接检验的控制,为焊接产品的质量提供可靠的保证。

任务一 焊接缺陷

►【学习目标】

- 1) 了解焊接缺陷的分类。
- 2) 掌握常见的焊接缺陷的特征。

一、焊接缺陷的分类

焊接缺陷是指焊接过程中在焊接接头发生的金属不连续、不致密或连接不良的现象。焊接缺陷的种类很多,这里主要介绍熔化焊产生的焊接缺陷。

按焊接缺陷在焊缝中位置的不同,焊接缺陷可分为外部缺陷和内部缺陷两大类。外部缺陷位于焊缝区的外表面,肉眼或用低倍放大镜即可观察到。如焊接尺寸不符合要求、咬边、焊瘤、弧坑、烧穿、下塌、外部气孔、表面裂纹等。内部缺陷位于焊接接头的内部,如焊接裂纹、未焊透、未熔合、夹渣、夹杂物、气孔等。根据 GB/T 6417.1—2005《金属熔化焊接头缺欠分类及说明》,可将熔化焊焊接缺陷分为裂纹、孔穴、固体夹杂、未熔合和未焊透、形状缺陷以及其他缺陷六类。

二、常见的熔化焊的焊接缺陷的特征

1. 焊接裂纹

焊接裂纹是焊接生产中常见的、危害最大的一类焊接缺陷。焊接裂纹对产品的制造质量与使用性能都有很大的影响。在焊接生产中,由于母材和结构形式不同可能出现各种各样的裂纹,在研究各种焊接裂纹的形成及影响因素中,通常按其产生的条件分为以下几类:

(1) 焊接热裂纹 焊接热裂纹是在焊接过程中,焊缝和热影响区金属冷却到固相线附近的高温区产生的焊接裂纹。根据产生热裂纹的机理、温度区间和形态的不同,热裂纹又可分为结晶裂纹、多边化裂纹和液化裂纹等。

(2) 焊接冷裂纹 焊接冷裂纹是在焊接接头冷却到较低温度(对钢来说,在 M_s 点温度以下)时产生的焊接裂纹。由于被焊材料和结构形式的不同,冷裂纹可分为延迟裂纹、淬



硬脆化裂纹和低塑性脆化裂纹等。

(3) 消除应力裂纹 含有碳化物形成元素的金属材料焊后在消除应力热处理时，或在该温度范围长期工作时的焊接结构，再次加热时，由于高温及残余应力的共同作用而产生的晶间裂纹，称为消除应力裂纹，又叫再热裂纹。

(4) 层状撕裂 在焊接构件中，沿钢板轧层形成的阶梯状的一种裂纹，称为层状撕裂。

(5) 应力腐蚀开裂 金属材料在一定温度下受腐蚀介质和拉伸应力共同作用而产生的裂纹称为应力腐蚀开裂。

各种裂纹的分类及基本特征见表 1-1，裂纹的外观形貌如图 1-1 所示。

表 1-1 各种裂纹的分类及基本特征

裂纹分类	基本特征	母材	产生的位置	裂纹走向
热裂纹	结晶裂纹	杂质较多的碳钢、低中合金钢、奥氏体钢、镍基合金及铝	焊缝上，少量在热影响区	沿奥氏体晶界
	多边化裂纹	纯金属及单相奥氏体合金	焊缝上，少量在热影响区	沿奥氏体晶界
	液化裂纹	含 S、P、C 较多的镍铬高强度钢、奥氏体钢、镍基合金	热影响区及多层焊的层间	沿晶界开裂
消除应力裂纹		含有沉淀强化元素的高强度钢、珠光体钢、奥氏体钢、镍基合金等	热影响区的粗晶区	沿晶界开裂
冷裂纹	延迟裂纹	中、高碳钢，低、中合金钢，钛合金等	热影响区，少量在焊缝	沿晶或穿晶开裂
	淬硬脆化裂纹	含碳的 Ni-Cr-Mo 钢，马氏体不锈钢，工具钢	热影响区，少量在焊缝	沿晶或穿晶开裂
	低塑性脆化裂纹	铸铁、堆焊硬质合金	热影响区及焊缝	沿晶或穿晶开裂
层状撕裂		含有杂质的低合金高强度钢厚板结构	热影响区附近	沿晶或穿晶开裂
应力腐蚀开裂		碳钢、低合金钢、不锈钢、铝合金等	焊缝和热影响区	沿晶或穿晶开裂



2. 气孔

气孔是由于焊接过程中熔池内的气泡在凝固时未能及时逸出而残留下来所形成的空穴。气孔不仅出现在焊缝表面，也会出现在焊缝内部，有时以弥散状分布在整个焊缝的断面上。有时气孔是单个存在的，有时成堆聚集在局部区域。气孔的特征与分布见表 1-2。

3. 固体夹杂

在焊缝金属中残留的固体夹杂物称为固体夹杂。固体夹杂主要来自于残留在焊缝中的夹渣，焊缝金属中的焊剂或熔剂，凝固过程中在焊缝金属中残留的金属氧化物，残留在焊缝金属中的来自于外部的金属颗粒等。

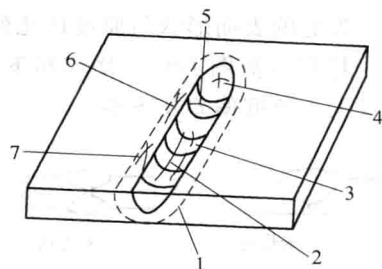


图 1-1 各种裂纹的外观形貌

1—热影响区 2—纵向裂纹 3—间断裂纹
4—弧坑裂纹 5—横向裂纹 6—枝状裂纹
7—放射状裂纹

表 1-2 气孔的特征与分布

名称	特征	分布
气孔	1) 氢气孔的断面形多为螺纹形，从焊缝表面上看呈圆喇叭形，其四周有光滑的内壁 2) 氮气孔与蜂窝相似，常成堆出现 3) CO 气孔的表面光滑，像条虫状 4) 在含氢量较高的焊缝金属中出现的鱼眼缺陷，实际上是圆形或椭圆形氢气孔，在其周围分布有脆性裂纹，形成围绕气孔的白色环脆断区，形貌如鱼眼	1) 氢气孔出现在焊缝表面上 2) 氮气孔多出现在焊缝的表面 3) CO 气孔多产生于焊缝内部，沿其结晶方向分布 4) 横焊时，气孔常出现在坡口上部边缘，仰焊时常分布在焊缝底部或焊层中，有时候也出现在焊道的接头部位及弧坑处

(1) 夹渣 焊后残留在焊缝中的焊渣称为夹渣。其形状比较复杂，一般呈线状、长条状、颗粒状等。主要发生在坡口边缘和焊道之间的非圆滑过渡的部位，在焊道形状突变或在深沟的部位容易产生夹渣，如图 1-2 所示。

坡口边缘夹渣



非圆滑过渡处夹渣

(2) 夹钨 在进行钨极氩弧焊时，若钨极不慎与熔池接触，钨的颗粒就会进入焊缝金属中而造成夹钨。

图 1-2 夹渣

4. 未熔合和未焊透

在焊缝金属和母材之间或焊道金属与焊道金属之间未完全结合的部分称为未熔合。常出现在坡口的侧壁、多层焊的层间及焊缝的根部（见图 1-3）。往往在未熔合区末端产生微裂纹。

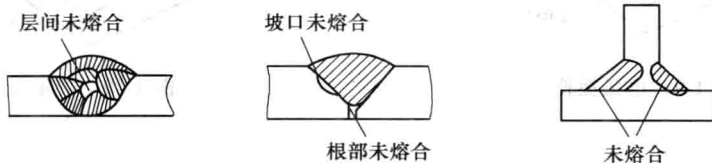


图 1-3 未熔合

焊接时，母材金属之间应该熔合而未焊上的部分称为未焊透。多出现在单面焊的坡口根部及双面焊的坡口钝边处（见图 1-4）。未焊透造成较大的应力集中，往往从其末端产生裂纹。

5. 形状缺陷



焊缝的表面形状与原设计几何形状的偏差称为形状缺陷。形状缺陷包括咬边（见图 1-5）、焊瘤（见图 1-6）、烧穿和下塌（见图 1-7）、错边与角变形（见图 1-8）、焊缝超高、凸度过大、角度偏差及下垂。

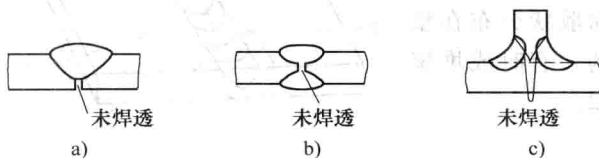


图 1-4 未焊透

a) 单面焊未焊透 b) 双面焊未焊透 c) 角焊缝未焊透

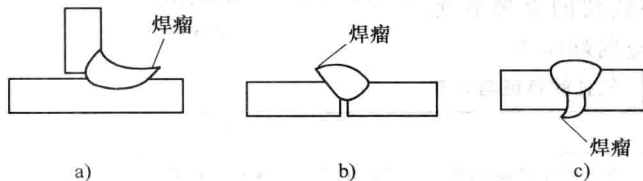


图 1-6 焊瘤

a) 角焊缝焊瘤 b) 对接焊缝焊瘤 c) 根部焊瘤

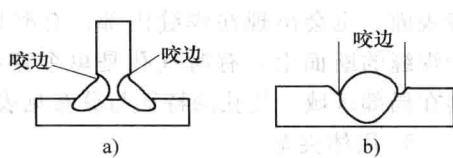


图 1-5 咬边

a) 角焊缝咬边 b) 对接焊缝咬边

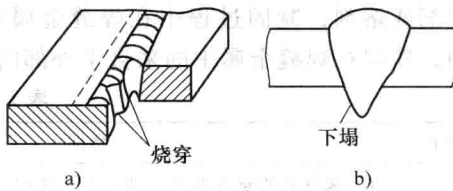


图 1-7 烧穿和下塌

a) 烧穿 b) 下塌

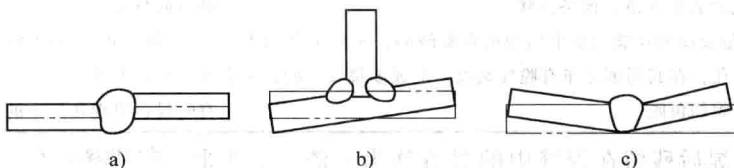


图 1-8 错边和角变形

a) 错边 b) 角焊缝的角变形 c) 对接焊的角变形

6. 其他缺陷

其他缺陷是指在五类缺陷以外的所有缺陷，主要包括电弧擦伤（见图 1-9）、飞溅（见图 1-10）、表面撕裂、磨痕与凿痕、打磨过量等。

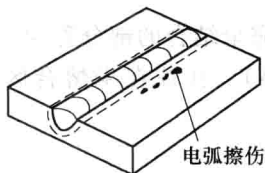


图 1-9 电弧擦伤

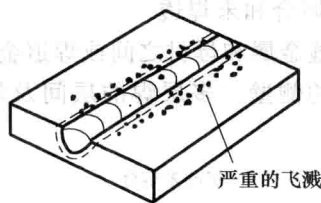


图 1-10 严重飞溅

任务二 焊接检验过程

➤ 【学习目标】

- 1) 了解焊接质量检验的基本过程。
- 2) 掌握各检测阶段的检验内容。



焊接生产的整个过程包括焊接前准备、装配、焊接和焊后热处理等工序过程。在焊接结构生产的整个过程中的每一个环节的质量控制都非常重要，所以，焊接施工的质量控制应该是一项全过程的质量管理。主要包括：焊接前的质量控制、焊接过程中的质量控制、焊后质量检测等三个环节。

一、焊前的质量控制

焊前做好各项准备工作，主要包括材料的准备、人员的准备、技术的准备等，最大限度地避免或减少焊接缺陷的产生，保证焊接质量。

1. 金属材料的质量检验

金属材料是制造焊接结构的基础材料，用于焊接结构的金属材料称为基本金属或母材，是焊接的对象。为保证金属材料使用的正确性，投料时应检查下列项目。

(1) 检查投料单据 投料单据是材料发放出库的凭证，投料前应检查材料投料生产号是否与你所焊产品生产号一致。材料牌号、规格是否符合图样规定。

(2) 检查实物标记 金属材料的实物标记应清楚、齐全，有入厂检验编号，金属材料的牌号、规格应与投料单据相符。

(3) 检查实物表面质量 金属材料表面不应有裂纹、分层及超过标准规定的凹坑、划伤等缺陷。

(4) 检查投料划线、标记移植 检查人员应检查划线的正确性和标记移植的齐全性，并及时作好检验记录。

2. 焊接材料的质量检验

焊接时所消耗的焊条、焊丝、焊剂、保护气体等统称为焊接材料。正确选择焊接材料是保证焊接质量的基本条件。

(1) 核对焊接材料选用是否正确 根据焊接工艺文件，核对焊接材料选用是否符合图样或技术条件的规定。

(2) 核对焊接材料实物标记 检查包装标记或焊接材料本身的标记，焊接材料的牌号和规格应符合选用要求，检查焊条尾部标记或涂色标记，以及焊丝盘挂牌或写字涂色标记等。合金钢焊丝可采用光谱分析检验。

(3) 焊接材料表面质量检验 焊条、焊丝表面应无油污、无铁锈，焊条药皮无开裂、脱落和霉变。

(4) 检查焊接材料的工艺性处理 焊接材料在使用前，焊条要进行烘干处理、焊丝除锈或酸洗处理、保护气体的预热和干燥处理等。一般情况下，碱性焊条的烘干温度为 $350 \sim 400^{\circ}\text{C}$ ，保温 2h；酸性焊条的烘干温度为 $80 \sim 150^{\circ}\text{C}$ ，保温 1h；不锈钢焊条的烘干温度为 $200 \sim 250^{\circ}\text{C}$ ，保温 1h；熔炼焊剂的烘干温度为 $350 \sim 400^{\circ}\text{C}$ ，保温 2h。

3. 焊接坡口质量检验

根据设计和工艺需要，在焊件的待焊部位加工成一定几何形状和尺寸，经装配后形成的沟槽称为坡口。

(1) 坡口的选择基本原则 在保证焊接质量的前提下，为减少填充金属和提高焊接效率，坡口截面尺寸越小越好。坡口的形状和尺寸首先应满足焊接工艺要求，使焊条、焊丝或焊炬能直接伸到坡口底部，并在坡口内可以作相应的摆动。坡口尺寸的标注方法如图 1-11



所示。

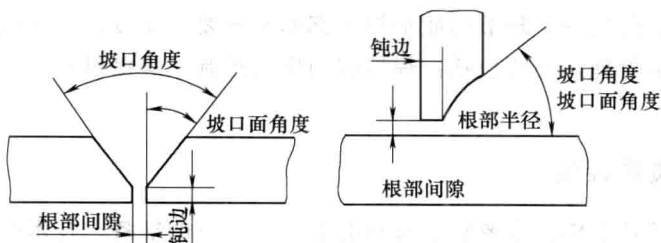


图 1-11 坡口尺寸标注方法

(2) 坡口加工质量的检验 坡口质量主要检查坡口形状、尺寸及表面粗糙度是否符合要求。如图 1-12 所示，用焊接检验尺和样板测量坡口面角度、钝边尺寸及根部半径。

(3) 检查坡口表面及周围的清理情况 坡口及其附近不应有飞边、焊渣、油污、铁锈等杂质。

(4) 坡口面的探伤 对于屈服强度大于 392MPa 或 Cr-Mo 低合金钢材料，用火焰加工坡口时，如果不采用预热切割工艺，应对坡口面进行探伤检验，如发现裂纹，应及时处理。

4. 焊件装配质量的检验

装配质量的好坏直接影响焊接质量的好坏，如装配间隙、对接错边量和装配工艺等。

(1) 装配结构的检验 零部件的相对位置和它们的空间角度应符合图样及有关标准的规定，检验焊接结构装配尺寸时要考虑焊接变形的影响，保证焊后的焊接质量。

焊缝的分布及其位置应符合图样和工艺拼图的规定，如压力容器环缝装配后，应检查相邻筒节的纵缝错开量一般应大于 3 倍筒节壁厚，且不小于 100mm，以减小焊接应力与变形。

坡口组装后的形状、间隙、错边量和方位都应符合坡口设计的要求。测量方法如图 1-13 和图 1-14 所示。

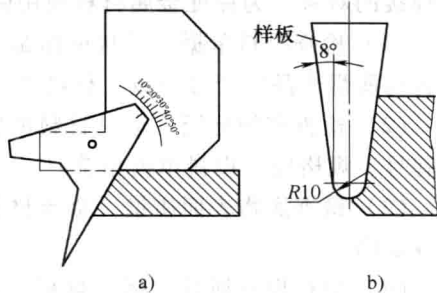


图 1-12 测量坡口加工的形状和尺寸

a) 测量坡口角度 b) 用样板测量坡口形状

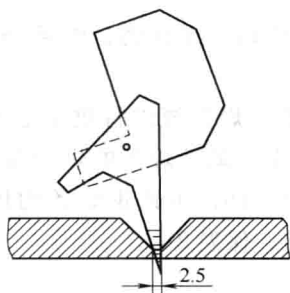


图 1-13 用焊接检验尺测量坡口间隙

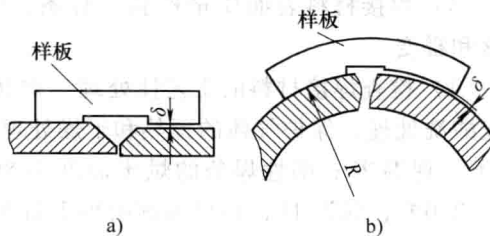


图 1-14 用样板测量坡口错边量

a) 平板对接错边量的测量 b) 用圆弧样板测量错边量

(2) 装配工艺的检验 装配工艺检验主要检验定位焊预热和装配顺序。

1) 检验定位焊预热。对于低合金高强钢和铬钼耐热钢，为了避免定位焊时产生表面裂



纹，应在定位焊部位进行预热。

2) 检验装配顺序。装配顺序应考虑焊接结构生产的可焊到性、可检验性，应在完成内部焊缝的焊接和检验工作后，再继续组装。

3) 定位焊质量的检验。定位焊缝是正式焊缝的一部分，焊接质量的好坏，将直接影响正式焊缝的焊接质量。其质量和检验方式应与正式焊缝相同。如发现超标的缺陷应及时消除；定位焊缝所用的焊接材料应与正式焊缝一致。

5. 焊工资格的认证

焊工的技术水平是决定焊接质量的重要因素，特别是手工焊接的方法，如操作技能差，容易使焊缝中产生焊接缺陷，影响焊接接头的质量。对重要的焊接结构，必须由经过专业考试并取得合格证的焊工施焊。

焊工资格检验主要检验的内容包括以下三个方面。

1) 焊工合格证。焊工合格证是证明焊工操作技术水平的有效凭证，只有取得相应等级合格证的焊工，才有资格上岗焊接。

2) 检验焊工合格的有效期。焊工合格证具有有效期限，例如按国家质量监督检验检疫总局《锅炉压力容器压力管道焊工考试与管理规则》规定：焊工合格证（合格项目）有效期为三年，在合格项目有效期满前三个月，继续担任焊接工作的焊工，应向所属焊工考委会做出申请，由该考委会安排焊工考试或免试等事宜。中断受监察设备焊接工作六个月以下的，再从事受监察设备焊接工作时，也必须重新考试。年龄超过 50 岁的焊工，其焊工合格项目有效期满后，如继续从事监察设备的焊接工作须重新考试，一般不得免考。

3) 检验考试项目。检验焊接方法和焊接位置与焊接产品的一致性；检验考试钢材和焊接材料与产品的一致性；检验试样形式、规格与焊接产品的一致性。考试项目与焊接产品不符者，不能上岗进行焊接操作。

6. 焊接环境的检验

焊接环境对焊接质量有较大的影响，特别是在露天的条件下进行焊接操作时，焊接环境对焊接质量的影响更加严重。GB 150—2011《压力容器》标准对焊接环境作出具体规定。当施焊环境出现以下任一情况，且无有效防护措施时，禁止施焊。

- 1) 雨雪天气。
- 2) 相对湿度大于 90%。
- 3) 焊条电弧焊时风速大于 10m/s。
- 4) 气体保护焊风速大于 10m/s。
- 5) 当焊接温度低于 0℃ 时，应在施焊范围内预热到 15℃ 左右。

二、焊接过程中质量检验

焊接过程中质量检验包括焊接时的环境条件、焊接参数的执行情况、焊接预热、焊接后热等。

1. 焊接规范执行情况检验

焊接规范是指焊接过程中的工艺参数，主要包括焊接电流、焊接电压、焊接速度、焊条或焊丝直径、焊接层数、焊接顺序、焊接电源种类及极性等。

焊接过程中要严格按照焊接工艺规格中的焊接规范进行焊接操作，不同的焊接方法有不



同的内容和要求,焊接操作工及检验人员应在焊接过程中检查焊接规范执行的情况,要认真地填写施焊记录。当焊接方法发生变化时,应办理焊接材料、焊接坡口及焊接工艺等变更手续,严守工艺记录。

2. 焊前预热、焊后后热的检查

检验预热主要是检验预热方法、预热部位、预热范围和预热温度等。根据焊接工艺规程的规定,检验预热温度。一般情况下,允许预热温度略高于规定的温度,特别是在施焊环境温度较低时的情况下,允许超出更多些。

后热主要检查加热时间、加热温度、加热持续时间、加热宽度范围、保温措施等。

预热、后热温度可用测温笔或测温计测量。温度测点应根据焊缝的形状和大小选择。当焊缝部位的结构比较简单、工件较薄、焊接工作量较小时,测点可距焊缝远些。当焊缝部位的结构比较复杂、工件较厚、焊接工作量较大时,测点可距焊缝近些。通常预热、后热温度的测点应距焊缝边缘 100 ~ 300℃。

三、焊后质量控制的检验

焊接结构焊后的质量控制检验主要包括焊接结构的几何尺寸检验,焊缝外观质量及尺寸检验,焊缝的表面、近表面及内部缺陷的检验,焊缝的承载能力及致密性检验。

焊接结构的几何尺寸检验主要是判断焊接结构几何尺寸是否合格。焊接结构上的几何尺寸有两类:一类是在图样上直接给出公差要求,对这类尺寸的检验可直接按图样要求进行检查;另一类是图样上不标公差的尺寸(自由公差),对这类尺寸的检验则应根据不同行业 and 产品的有关标准或国标规定进行检验。

焊缝表面、近表面及内部缺陷的检验一般采用无损探伤的方法进行检验。



综合训练

一、判断题

1. 按焊接缺陷在焊缝中的位置不同,可分为外部缺陷和内部缺陷两大类。()
2. 未焊透和未熔合属于外部缺陷。()
3. 焊接热裂纹是在焊接过程中,焊缝和热影响区金属冷却到室温时产生的焊接裂纹。()
4. 焊后残留在焊缝中的焊渣称为夹渣,主要发生在坡口边缘和焊道之间的非圆滑过渡的部位。()
5. 咬边、焊瘤、烧穿和下塌、错边与角变形都属于形状缺陷。()
6. 一般情况下,碱性焊条的烘干温度为 350 ~ 400℃,保温 1h。()
7. 在保证焊接质量的前提下,为减少填充金属和提高焊接效率,坡口截面尺寸越大越好。
8. 正式焊缝所用的焊接材料可以与正式焊缝一致。()
9. 检验预热温度。一般情况下,允许预热温度略高于规定的温度。()
10. 后热主要检查加热时间、加热温度、加热持续时间、加热宽度范围、保温措施等。



()

11. 当施焊环境的相对湿度大于80%时,禁止施焊。()

12. 只要焊工的操作水平达到相应的等级要求,没有焊工合格证也可以上岗进行焊接操作。()

二、填空题

1. 焊接缺陷是指焊接过程中在焊接接头发生的_____、_____和_____的现象。

2. 由于被焊材料和结构形式的不同,冷裂纹可分为_____、_____和_____。

3. 在焊缝金属和母材之间或焊道金属与焊道金属之间_____称为未熔合。常出现在_____、_____及_____。

4. 焊接时,母材金属之间应该熔合而未焊上的部分称为_____。多出现在单面焊的坡口根部及_____处。

5. 焊接生产的整个过程包括_____、_____、_____和_____等工序过程。

6. 焊条、焊丝表面应_____,焊条药皮_____,脱落和霉变。

7. 焊接过程中质量检验包括_____,_____和_____等。

8. 检验预热主要是检验_____,_____和_____等。

9. 焊接结构上的几何尺寸有两类:一类是_____,对这类尺寸的检验可直接按图样要求进行检查;另一类是_____,对这类尺寸的检验则应根据不同行业 and 产品的有关标准或国标规定进行检验。

10. 装配顺序应考虑焊接结构生产的_____,_____,应在完成_____和检验工作后,再继续组装。

三、问答题

1. 焊接接头的常见缺陷类型有哪些?各类缺陷有哪些特征?

2. 焊接材料质量检验的检验内容主要有哪些?

3. 焊接检验过程中如何检查焊接预热和焊接后热?

4. 装配工艺检验主要检验内容有哪些?

5. 为保证焊接质量,对焊接环境的检验规定有哪些?

6. 焊工资格检验主要检验的内容包括哪几个方面?

7. 装配工艺的检验内容有哪些?

目视检测

目视检测是在进行其他无损检测之前所进行的一种表面质量无损检测方法。从广义上说只要依靠人们视觉所进行的检测都称为目视检测。现代的目视检测通常指用于检测工件的几何尺寸、结构完整性、形状缺陷等的表面质量检测。

任务一 目视检测的光学基础

►【学习目标】

- 1) 了解光的传播特性。
- 2) 掌握光通量、发光强度、照度、亮度的定义。
- 3) 了解目视检测人员的视力要求。

一、光学中的基本物理量

目视检测要在具有一定的光源的环境中进行观察才能进行检测和评价,可见光是由发光体辐射的波长在 400 ~ 600nm 之间的电磁波,描述光的物理量主要有光通量、发光强度、照度及亮度等。

1. 光通量

光源发出的辐射能向周围的所有方向进行辐射,在单位时间内通过某一面积的辐射能,叫做通过这个面积的辐射能通量。由于各色光的频率不同,眼睛对各色光的敏感度也有所不同,即使各色光的辐射能通量相等,在视觉上也并不能产生相同的明亮程度。按照产生明亮程度来估计辐射能通量的物理量称为光通量,其国际单位是流明 (lm)。

2. 发光强度

光源发光的强弱,用发光强度来描述,发光强度简称光度。点光源向各个方向发出光能 (见图 2-1),在某一方向上划出一个微小的立体角 $d\omega$,则在此立体角的范围内光源发出的光通量 $d\Phi$ 与 $d\omega$ 的比值称为点光源的发光强度。

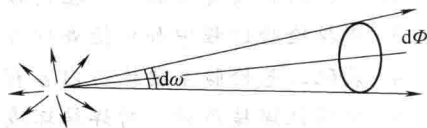


图 2-1 点光源发光强度定义示意图

$$I = d\Phi/d\omega$$

式中 I ——发光强度 (cd);

Φ ——光通量 (lm);

ω ——立体角。



3. 照度

物体单位面积上所得到的光通量称为物体表面上的光照度,简称照度,如图 2-2 所示。在均匀照明情况下,可用公式表示为

$$E = \Phi / S$$

式中 E ——照度 (lx);

Φ ——光通量 (lm);

S ——面积 (m^2)。

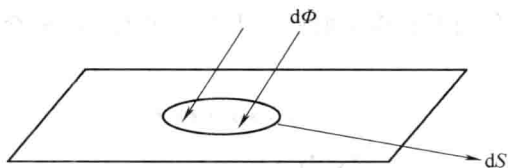


图 2-2 照度定义示意图

4. 亮度

一个有限面积的光源,尽管在某一方向的发光强度与另一点光源在相同方向的发光强度相同,但会明显地感觉到点光源会更亮一些,亮度是光源单位面积上的发光强度。一般光源的亮度在不同辐射方向上有不同的值,也有一些光源,其亮度不随方向而改变,这种亮度为常数的光源称为朗伯光源。

二、光的传播特性

光在各向同性的均匀介质中是沿着直线方向传播的,当光线倾斜入射到两种介质界面上时,光的传播方向会发生变化,即产生反射和折射。

1. 光的反射与折射

当光线倾斜入射到两种介质界面时,光就分成两部分,一部分在原来的介质里改变传播方向,一部分进入另一种介质,从界面开始改变传播方向。前一种现象称为光的反射,后一种现象称为光的折射,如图 2-3 所示。

当光线发生反射与折射时,入射光线 SO 和介质分界面的法线 NO 间的夹角 $\angle SON = i$ 称为入射角;反射光线 OS' 和法线 NO 之间的夹角 $\angle NOS' = i'$ 称为反射角;折射光线 OS'' 和法线之间的夹角 $\angle NOS'' = i''$ 称为折射角;反射光线与折射光线会遵守反射定律与折射定律。反射光线位于反射面内,且反射角等于入射角;折射光线位于折射面内,入射角的正弦和折射角的正弦之比,对于一定的两种介质来说是一个和入射角无关的常数。

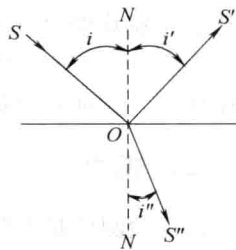


图 2-3 光的反射与折射

由于反射面的性质不同,有两种反射现象,如果物体的表面粗糙,各点的法线不平行,即使入射光线是平行的,反射时并不能沿单一方向,这种现象叫做漫反射(见图 2-4);如果平行的光线照射到光滑物体表面,反射后仍然是平行光线,叫做单向反射或正反射(见图 2-5)。当物体表面发生漫反射时,能看到不发光的物体,而且能从不同的方向看到它;当物体表面发生单向反射时,只能在一定方向上看到由单向反射所成的像或反射出来的光。

利用光的反射定律,可以控制光的传播方向,平面镜在控制光路方向有极广泛的作用。如图 2-6 所示,光线垂直照射到平面镜上时,可使光逆着原来的入射方向反射;当光的入射角等于 45° 时,反射角也等于 45° 。利用这一性质,可使水平方向的入射光线经平面镜反射后变为垂直方向的反射,或者垂直方向的入射变为水平方向的反射。图 2-6c 中两平面镜相互平行,可使入射光与反射光平行且方向相同,可以使光线避开障碍物而继续传播。图 2-6d