



国家开放大学新型产业工人培养和发展助力计划



焊接检验与 质量管理

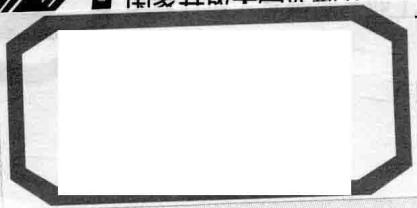
Welding Inspection and Quality Management

刘政军 主 编

苏允海 副主编



国家开放大学产业工人培养和发展助力计划



焊接检验与 质量管理

刘政军 主编

苏允海 副主编

中央广播电视大学出版社·北京

图书在版编目 (CIP) 数据

焊接检验与质量管理 / 刘政军主编. —北京: 中央
广播电视大学出版社, 2016. 1

国家开放大学新型产业工人培养和发展助力计划
ISBN 978 - 7 - 304 - 07673 - 3

I. ①焊… II. ①刘… III. ①焊接—检验—
开放大学—教材 IV. ①TG441. 7

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 317997 号

版权所有, 翻印必究。

国家开放大学新型产业工人培养和发展助力计划
焊接检验与质量管理

HANJIE JIANYAN YU ZHILIANG GUANLI

刘政军 主 编
苏允海 副主编

出版·发行: 中央广播电视大学出版社

电话: 营销中心 010 - 66490011

总编室 010 - 68182524

网址: <http://www.crtvup.com.cn>

地址: 北京市海淀区西四环中路 45 号

邮编: 100039

经销: 新华书店北京发行所

策划编辑: 邹伯夏

版式设计: 赵 洋

责任编辑: 申 敏

责任校对: 赵 洋

责任印制: 赵连生

印刷: 北京宏伟双华印刷有限公司

印数: 0001~1000

版本: 2016 年 1 月第 1 版

2016 年 1 月第 1 次印刷

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 14.25 字数: 340 千字

书号: ISBN 978 - 7 - 304 - 07673 - 3

定价: 29.00 元

(如有缺页或倒装, 本社负责退换)

前言 PREFACE



编写目的

随着科技的发展,焊接产品及结构应用日益增多,其在国民经济中的地位日益突出,应用领域遍及造船、车辆、桥梁、石油化工容器、冶金、电力、建筑、机械、电子器件以及航空航天、海洋开发等。

由于焊接过程是二次加工过程,对整体构件的性能具有很大影响,因此,要想确保焊接产品或结构的质量满足相关标准及规范的要求,必须进行焊接产品或结构的质量检验和焊接过程质量管理。

本书中首先明确了焊接缺欠的种类、特征、产生原因及预防措施,然后以此为基础,介绍了常用的破坏性检验方法和非破坏性检验方法的原理及应用,其中,无损检测方法包括射线检测、超声波检测、磁粉检测、涡流检测、渗透检测及其他新型检测技术,最后对焊接过程质量管理的相关知识进行了介绍。

教材特点

(1) 本教材在内容上力求体现“够用”和“实用”,以焊接专业必需的基本原理和基本操作方法为主,在对基础理论知识进行简要介绍的基础上,重点突出基本知识和基本技能的实际应用。

(2) 本教材是按照焊接职业岗位能力要求,侧重介绍各种常规检测方法和无损检测方法的原理、设备、方法、操作流程和应用,突出实践性。通过学习,学生能够正确使用各种焊接检测方法及设备进行操作。

(3) 本教材在编写中采用了大量的图表来描述不同检测方法的原理和操作要点,全书语言通俗易懂、层次清晰,以理论知识的阐述为基础,侧重实践操作和标准引述,使学生能熟悉常规检测和无损检测的基础知识和操作要点,并明确相应的执行标准,同时教材注重知识的先进性,体现对学生创新能力的培养。

(4) 本教材根据远程开放教育的特点,附之以网络微课程、问题库等学习资料,为学生提供学习支持。

编作者

本教材由国家开放大学焊接检验与质量管理课程教材编写组完成,第1章由沈阳工业大学刘政军教授编写,第2章由沈阳工业大学张桂清博士编写,第3章、第7章、第8章由沈阳工业大学苏允海副教授编写,第4章、第5章由沈阳特种设备检测研究院孙大超工程师编写,第6章由沈阳特种设备检测研究院刘铎高级工程师编写,第9章由鞍山科德轧辊表面处理有限公司高阳工程师编写。全书由刘政军教授担任主编,苏允海副教授担任副主编,共同负责本书的总体设计及全书统稿。本书由沈阳大学任传富副教授、沈阳理工大学张罡教授、沈阳锅炉制造有限责任公司

徐德昆高级工程师等审核。

适用对象

本书作为国家开放大学焊接技术及自动化专业的指定教材，其读者为国家开放大学开放教育专科层次学生，也可为高校焊接专业在校学生和相关企业的焊接技术操作人员；本书亦可作为焊接工程技术人员编写无损检测作业指导书的参考资料。

本书在编写过程中承蒙国家开放大学和兄弟院校及企业有关同志的大力支持，在此向他们表示衷心的感谢。此外，在本书编写过程中参考了大量的文献资料，在此向原作者表示谢意。

由于作者知识水平有限，书中难免会有错误和疏漏之处，敬请读者批评指正。

编者

2015年9月



学习目标

完成本课程的学习之后，你将达到以下目标：

1. 认知目标

- (1) 了解各种焊接检验方法的工作原理。
- (2) 掌握各种常规检测方法的特点及应用。
- (3) 掌握各种无损检测方法的设备组成、特点及应用。
- (4) 熟悉焊接质量管理的内容和应用。

2. 技能目标

- (1) 依据焊接结构或产品的结构特点选取焊接检验方法。
- (2) 能够针对特定焊接产品或结构制定焊接检测工艺。
- (3) 熟悉各种无损检测结果的评定标准，并能给出初步的评定结果。

3. 情感目标

- (1) 具有良好的语言表达与社会沟通能力。
- (2) 具有良好的组织与协调能力。
- (3) 具有良好的团队合作精神。
- (4) 具有良好的职业道德与行为操守。

学习内容

本教材包括以下内容：

1. 焊接缺欠

本部分是后续章节的基础，主要介绍焊接缺欠的种类、特征及分布，焊接缺欠的危害与预防措施。

2. 常规检验及破坏性检验

本部分主要介绍焊缝外观检验的内容和工具，焊接接头的各种密封性试验和压力试验的特点及应用，焊接接头破坏性检验的特点及应用。

3. 无损检测技术

本部分主要介绍射线检测、超声波检测、磁力及涡流检测、渗透检测等无损检测方法的原理、特点及应用。

4. 焊接质量管理

本部分主要介绍焊接质量管理及评定的相关内容，焊接质量控制内容及措施。

学习准备

在学习本课程之前，学生应具有“机械制造基础”、“金属学”、“热处理及金属熔化基础”等课程的基本知识，并具备一定的电工电子及大学物理的相关知识。

学习资源

为了帮助学生更好地掌握本教材的内容，顺利地完成开放教学，本课程在文字教材的基础上，设计开发了问题库和音视频等配套的学习资源。

1. 问题库

根据课程的内容设置知识点，建立问题库，并做了详细的解答，在国家开放大学在线学习网站发布，学生可以通过搜寻关键词随时学习想要掌握的知识。

2. 音视频教材

本课程所提供的音视频教材拟以动画形式，针对文字教材中难以表述清楚的教学内容，运用视频形式来讲授。

3. 学习活动

针对文字教材中每个单元的学习内容进行设计，以帮助学生对基本知识的理解。

学习评价

1. 评价方式

本课程的学习评价采用形成性考核和终结性考试两种方式进行。其中，形成性考核采取作业和网上形考相结合的方式，占总成绩的50%；终结性考试采用纸质笔试方式进行，占总成绩的50%，时间为90分钟。

2. 评价要求

本课程的评价重点为文字教材的基本知识、基本分析方法及操作技能，各章节均有考核要求。

3. 试题题型

本课程采用选择题、判断题、简答题三种题型编制试卷。其他说明详见国家开放大学考试中心发布的课程考试管理文件。

目 录 CONTENTS



第1章	绪 论	1
1.1	焊接检验的意义	1
1.2	焊接检验的分类	2
1.3	焊接检验的过程	5
1.4	课程特点、目的和要求	8
	本章小结	8
	自测题	8
第2章	焊接缺欠	9
2.1	焊接缺欠的概念及分类	9
2.2	焊接缺欠的特征及分布	11
2.3	焊接缺欠产生的原因	22
2.4	焊接缺欠的危害与预防措施	26
	本章小结	28
	自测题	29
第3章	常规检验及破坏性检验	30
3.1	焊缝外观检验	30
3.2	焊接接头的密封性试验及压力试验	35
3.3	焊接接头的破坏性检验	39
	本章小结	51
	自测题	51
第4章	射线检测	53
4.1	射线的产生及射线检测的基本原理	53
4.2	射线检测设备	56
4.3	射线照相法检测	64
4.4	射线实时图像法检测	88
4.5	射线的安全防护	92
	本章小结	95

自测题	95
第5章 超声波检测	96
5.1 超声波检测基本原理	96
5.2 超声波检测设备及器材	101
5.3 直接接触法超声波检测	107
5.4 液浸法超声波检测	121
5.5 计算机及数字信号处理技术在超声波检测中的应用	122
5.6 超声波检测结果的评定	125
本章小结	132
自测题	132
第6章 磁力检测与涡流检测	133
6.1 磁力检测原理及分类	133
6.2 磁粉检测设备及器材	136
6.3 磁粉检测技术	141
6.4 涡流检测	149
6.5 磁力检测与涡流检测新技术	151
本章小结	154
自测题	154
第7章 渗透检测	155
7.1 渗透检测的物理基础及原理	155
7.2 渗透检测剂及设备	158
7.3 渗透检测方法	165
7.4 渗透检测新技术	172
本章小结	174
自测题	174
第8章 无损检测新技术	176
8.1 声发射检测	176
8.2 红外线检测	180
8.3 激光全息检测	184
8.4 热中子照相检测	186
8.5 液晶检测	188
本章小结	190
自测题	190

第9章 焊接质量管理及控制	191
9.1 焊接质量管理及评定	191
9.2 焊接质量控制内容及措施	197
9.3 典型产品焊接质量分析及控制	204
本章小结	209
自测题	209
参考文献	210
自测题答案	211

第1章 绪 论

导 言

焊接检验和焊接质量管理是保证焊接接头、焊接产品质量稳定性的基础,通过对焊接产品的全程检验(焊前、焊中、焊后和服役),可以及时、准确地发现焊接产品存在的或可能存在的缺欠,并进行及时处理,这对整个焊接产品非常重要,既可以提高焊接产品或设备的安全性,也可以降低焊接产品的生产和维护成本。因此,本章对焊接检验的意义、分类和过程进行简介,使读者对焊接检验的重要性形成初步的认识。

学习目标

▲ 认知目标

1. 了解焊接检验的意义;
2. 熟悉焊接检验方法的分类;
3. 掌握焊接检验的过程及检验内容。

▲ 技能目标

根据实际情况,能确定所选的焊接检验所属类别及特点。

▲ 情感目标

树立焊接质量意识,培养焊接检验的兴趣。

1.1 焊接检验的意义

焊接就是通过加热或加压(或两者并用),并且用或不用填充材料,将两个独立的同种材料或异质材料连接起来,使焊件达到原子间结合的一种加工工艺方法。焊接作为一种重要的材料加工方法和成形技术,在工业生产中占有重要地位,被称为“工业缝纫”。但是由于焊接过程是局部受热熔化(或不熔化)凝固后成为一个整体,而且加热冷却过程十分迅速,这使得焊接接头成为一个组织、性能不均匀体,其应力分布复杂,同时在焊接过程中很难做到不产生焊接缺欠,更不能排除产品在服役运行中出现新的焊接缺欠。因此,要想保证焊接接头质量的稳定性和运行的安全性,必须对焊接接头进行相应的检验。

焊接检验是以近代物理学、化学、力学、电子学和材料学为基础的焊接学科之一,是全

面质量管理学科与无损评定技术紧密结合的一个领域。随着科技的发展，焊接检验的手段不断增多，精度不断提高，可检验的内容和范围不断扩大，这对产品质量的保证提供了积极的作用，使我们有更多的手段和技术来保证产品的安全性。

焊接检验的主要作用体现在如下几方面：

(1) 焊接检验可确保焊接产品（结构）的整体质量满足要求。通过焊接检验，可以在生产过程中及时发现和解决零部件的质量问题，避免焊接结构的整体报废，保证焊接结构的制造质量，防止不合格产品的出厂。

(2) 焊接检验是评定新工艺、改进技术的依据。创新是科技发展的基石。随着科技的发展，大量新工艺、新技术也将应用于焊接过程中，焊接检验可以评定焊接结构生产中新材料、新方法、新工艺的优劣，选择出最佳匹配，是新工艺、新技术应用推广的必要条件和评价指标。

(3) 焊接检验是保证产品运行安全的基础。焊接结构在腐蚀介质、交变载荷、热应力等苛刻条件下运行一段时间后可能产生各种形式的裂纹，通过焊接检验对焊接结构定期进行检修，可以消除隐患，防止恶性事故的发生，保证焊接产品安全、稳定地运行。

(4) 焊接检验可降低生产成本。由于焊接检验贯穿焊接产品制造全过程，因此，焊接检验结果的及时反馈、及时处理，可以避免焊接产品出现报废的现象，减少材料和工时的浪费，降低生产成本。

应当指出，焊接检验与其他质量检验一样具有两面性。为了保证产品的质量，希望检验的内容越多越好，但随着检验项目或内容的增多，检验周期和检验费用必然增多，这将加剧生产企业的负担，使其经济效益下降，生产周期延长，不利于提高企业的生产积极性。因此，焊接检验项目、内容及验收标准的设立应以保证产品质量为基础，合理、适度地采取检验手段。

1.2 焊接检验的分类

焊接检验依据分类标准的不同，有不同的分类方法。下面对常见的焊接检验的分类方法进行简单介绍。

1.2.1 按检验的数量分类

1. 全检

对焊接结构的所有焊接接头都进行检验的方法称为全检。全检主要用于重要产品或新产品的试制。压力容器的 A、B 类焊缝一般规定为全检。

2. 抽检

抽检是相对全检而言的，抽检仅对焊接结构的局部焊接接头进行检验，以被检焊接接头质量代表整批焊接接头质量，一般用于检验质量比较稳定或生产工艺较成熟的焊接结构。

抽检比例用焊接接头抽检量占全部焊接接头数量的百分比表示，焊接结构质量要求越高，抽检比例也应越高。

1.2.2 按检验方法分类

焊接检验分为破坏性检验、非破坏性检验、声发射检测三大类，每类中又有不同的检验方法，常用分类方法见图 1-1。

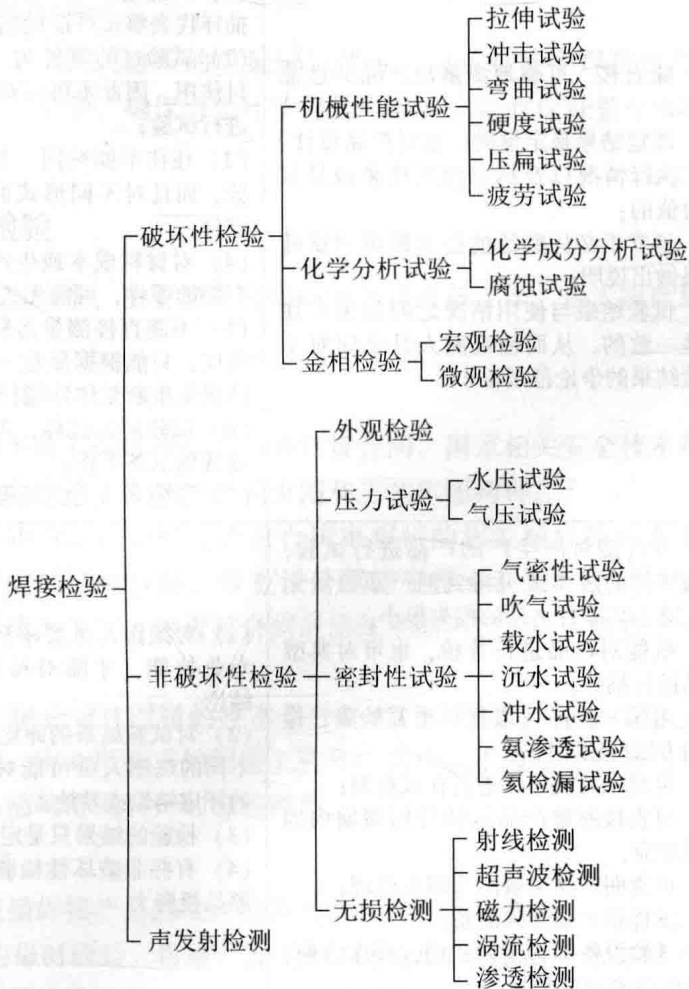


图 1-1 常用焊接检验方法

1. 破坏性检验

破坏性检验是通过相应的加工方法将原先完整的焊缝加工成各种检测试样，并进行相应的性能检测，以获得检测数据，用来评定焊接接头或焊接产品性能的优劣或评定其是否满足相应的质量要求。破坏性检验内容包括机械性能试验、化学分析试验、金相检验等。

2. 非破坏性检验

非破坏性检验是以不破坏焊接结构或产品的完整性和性能为前提的各种试验，包括外观检验、压力试验、密封性试验、无损检测等。

破坏性检验与非破坏性检验的优点和缺点对比见表 1-1。

表 1-1 破坏性检验与非破坏性检验的优点和缺点对比

检验类别	优点	缺点
破坏性检验	(1) 能直接、可靠地测量出产品的性能状态； (2) 测定结果是定量的，这对产品设计、工艺执行情况以及标准化工作来说是有价值的； (3) 通常不必凭熟练的技术即可对试验结果做出说明； (4) 试验结果与使用情况之间的关系往往是一致的，从而使观测人员之间对于试验结果的争论范围很小	(1) 只能用于某一抽样，而且需要证明该抽样代表整批产品的情况； (2) 试验过的零件为一次性的，不能再交付使用，因此不可以对在使用零件（产品）进行试验； (3) 往往不能对同一件产品进行重复性试验，而且对不同形式的试验，要用不同的试样； (4) 对材料成本或生产成本很高或利用率有限的零件，可能无法试验； (5) 不能直接测量运转使用周期内的累积效应，只能根据服役一段时间的零件试验结果来推断整体性能； (6) 试验用的试样，需要大量的机械加工或其他制备工作； (7) 投资及人力消耗很高
非破坏性检验	(1) 可直接对所生产的产品进行试验，而与零件的成本或可得到的产品数量无关，除去坏零件之外的损失很小； (2) 既能对产品进行普检，也可对典型产品进行抽检； (3) 对统一产品可以进行重复检验，检验的方法可以不同； (4) 可对产品或零件进行在线检测； (5) 可直接测量产品运转使用周期内的累积效应； (6) 可查明产品失效的原因及机理； (7) 试样很少或无须制备； (8) 试验设备多为便携式的，操作方便，劳动强度和成本低	(1) 对操作人员要求较高，需具备相应的专业技能，才能对检测结果做出说明或结论； (2) 对试验结果的评定具有一定的局限性，不同的观测人员可能对试验结果具有不同的评定结论或看法； (3) 检验的结果只是定性的或相对的； (4) 有些非破坏性检验设备或场地所需的原始投资大

3. 声发射检测

声发射检测是利用仪器检测材料在外力或内力作用下产生变形或断裂时所出现的声发射信号来确定缺欠的检测技术。声发射检测过程中若对运行状态进行监测，一般为非破坏检验，而要测量焊接产品或零件的应力状态，则需进行局部破坏，因此，声发射检测一般被列为破坏性检验和非破坏性检验之外的第三类方法。

1.2.3 按检验程序分类

根据焊接检验在整个焊接产品生产中的流程来划分，可将焊接检验分为焊前检验、焊接

过程中的检验、焊后检验和产品服役质量检验四部分。焊后检验是焊接生产中最重要检验，是整个检验工作的重点。

1.3 焊接检验的过程

焊接检验并不是仅对焊接接头的质量进行评定，而是对整个焊接过程及焊接结构（或产品）的安全运行进行检验，确保每个环节都是可控的，以此保证整个焊接结构（或产品）的性能和质量。

1.3.1 焊前检验

焊前检验是以预防为主，主要检查施焊前的各项准备工作，最大限度地避免或减少焊接缺欠的产生。

1. 施工图样的审核

施工图样审核的主要依据是焊接产品的订货合同、国家相关安全技术规范及国家或行业标准的要求。施工图样审核一般分为合同审图和工艺审图两种。

(1) 合同审图。审查设计图样是否符合国家现行的相关标准和技术规范的规定；审查设计单位是否具有相应的设计资格；审查设计图样是否有设计、校对、审核和批准人的签字，标题栏中的内容是否齐全、是否与合同或协议中的内容相同；审查本企业是否有能力承担制造任务。

(2) 工艺审图。审查设计图样的技术条件是否符合国家、行业或第三方现行的技术规范和相关规定；审查所要求的焊接工艺和焊接检验手段是否合理可行；审核所用材料的焊接性及焊接接头结构形式设计的合理性等。

2. 原材料的检验

原材料的检验包括焊接产品的母材检验和焊接材料的检验。

(1) 焊接产品的母材检验。焊接产品的母材检验包括焊接产品主材和委托外协加工件的检验，具体包括以下主要内容：

① 材料入库验收。材料入库验收的主要内容包括材料的质量证明书、数量和几何尺寸、材料标记符号、表面质量等。

② 材料的复检。对于无质量证明书或证明书与实物不符的材料、新材料、重要产品的母材，需要按批进行复验。复验的项目包括化学成分、力学性能与工艺性能试验、无损检测、金相检验等，复验项目可按安全技术规范、产品设计制造验收标准或设计文件、合同的要求确定。

③ 下料检验。下料检验的内容包括：审查领料单审批签字是否齐全、填写的内容是否准确；核实实物标记与领料单是否一致；检验下料分割线、材料标志或标记移植是否正确；检查产品编号是否正确。

(2) 焊接材料的检验。焊接材料包括焊条、焊丝、填充丝、焊带、预置金属、熔嘴、焊剂、保护气体、钎料等。焊接材料的正确选择是保证焊接质量的基本条件。焊接材料的检验包括以下内容:

① 焊接材料验收时要有质量证明书, 核对质量证明书上的性能指标是否齐全, 是否符合订货合同、国家或行业标准的要求。

② 核对焊接材料是否有实物标记, 材料牌号与标记是否一致。

③ 核对所选焊接材料的牌号和规格是否符合焊接工艺文件的规定。

④ 检查焊接材料的质量, 包括焊条药皮是否有开裂、脱落、霉变的现象, 焊条、焊丝表面是否有油污、铁锈, 保护气的纯度是否符合要求等。

3. 焊接工艺评定的审核

焊接工艺评定的审核就是检查焊接工艺评定是否与产品的实际制造情况及生产条件相符合, 工艺评定的试验项目是否齐全及所有试验报告的数据是否合格, 从而确定编制的焊接作业指导书是否正确。

4. 焊前准备工作的检验

① 检验零件的牌号、规格、所开坡口的形式和尺寸是否与相关要求一致。

② 工件装配的检验。检查零部件的相对位置、焊缝位置及接头形式、零部件组装的坡口根部间隙及错边量是否满足要求。

③ 检验坡口及距坡口边缘 20 mm 范围内的油污、铁锈等污染物是否清理干净。

④ 焊前预热的检查。检验预热方法、预热部位、预热温度是否与工艺要求一致。测量时, 测量点一般距焊缝 100 ~ 300 mm。

⑤ 检验焊丝表面的油污、铁锈是否清理干净, 焊条、焊剂是否按照要求进行烘干。

⑥ 检验焊接设备的运转状态 (设备配套的仪表应完好, 且在计量检定或计量校准期内) 和工艺装备的完好程度能否满足实际生产需求。

⑦ 检验焊接环境是否满足生产需求, 如温度、湿度、风速等。

5. 焊工资格检验

检查焊工所持合格证的有效性, 并核对合格项目中的焊接方法、焊接位置及材料类别与焊接产品的要求是否一致。

1.3.2 焊接过程中的检验

在焊接过程中进行检验, 可以防止和发现焊接缺欠并及时将焊接缺欠修复, 保证焊接结构在制造过程中的质量。在焊接过程中, 焊工要随时自检每道焊缝, 发现缺欠, 应及时修补; 在此基础上, 焊接质量检查人员在现场进行巡回监督检验, 并形成检验记录。

1.3.3 焊后检验

焊后检验是整个检验工作的重点, 是对产品焊接质量的综合性检验。焊后检验主要包括焊缝外观检验、焊接接头的无损检测 (见表 1-2)、机械性能试验、密封性试验、压力试验及其他性能检验。

在产品技术条件中,如果有其他特殊要求,如耐腐蚀性检验、延迟裂纹测定和铁素体含量检验等,一般应按照相关标准或合同中的相关规定进行。

表 1-2 常用焊接接头无损检测方法的特点及使用范围

检测方法	设备	用途	优点	缺点
射线检测	射线机(源)、胶片、增感屏、暗室处理设备	适用于检测焊缝内部的气孔、夹渣等体积型缺欠,焊接接头内部的平面型缺欠(如裂纹、未焊透、未熔合)与透照方向一致时才易检出	可以确定缺欠的位置、大小及种类,检测结果可长期保存	防辐射安全措施要求严格;不适宜检测较厚工件;要求检验人员有较高素质
超声波检测	超声波检测仪、探头、耦合剂及标准试块等	适用于检测焊缝内部的裂纹、气孔、夹渣、未熔合和未焊透等缺欠	可以检测较厚工件;可以对缺欠进行准确定位;对于平面型缺欠十分敏感;安全、方便、成本低	缺欠定性困难;检测前,工件表面一般需加工;不适用于检测形状复杂或表面粗糙的工件;细小裂纹不易检测;要求检验人员有较高素质
磁力检测	磁头、磁轭、线圈、磁粉等	用于检测铁磁材料的表面或近表面的裂纹、未焊透和夹渣等缺欠	可以确定缺欠的位置、大小及形状;安全、方便、成本低;检测灵敏度高;检测结果易解释	不能用于检测非铁磁材料;无法确定缺欠的深度及种类;检测后,工件一般需退磁
渗透检测	渗透剂、显像剂、清洗剂、标准试块、黑光灯	检测金属和非金属材料的表面开口缺欠(如气孔、裂纹)	可以确定缺欠的位置、大小及形状;设备轻便,便于携带;检测结果易解释	检测前、后必须清洁工件;无法确定缺欠的深度及性质;不适用于检测疏松的多孔性材料
涡流检测	涡流检测仪、标准试块等	用于检测导电材料的表面及近表面的裂纹、气孔和未熔合等缺欠	可以确定缺欠的位置和相对尺寸;采用非接触式检测,易实现自动化	难以对缺欠定性;无法用于检测非导电性材料

1.3.4 产品服役质量检验

焊接产品在服役过程中,由于受到工作介质、载荷的影响,其组织性能将有可能发生变化,这将直接影响产品的整体安全,因此,需对产品服役过程中的状态进行监测。产品服役质量检验一般采用声发射技术。除监测产品的服役状态外,还需对产品检修质量、现场问题处理和失效分析进行检验。