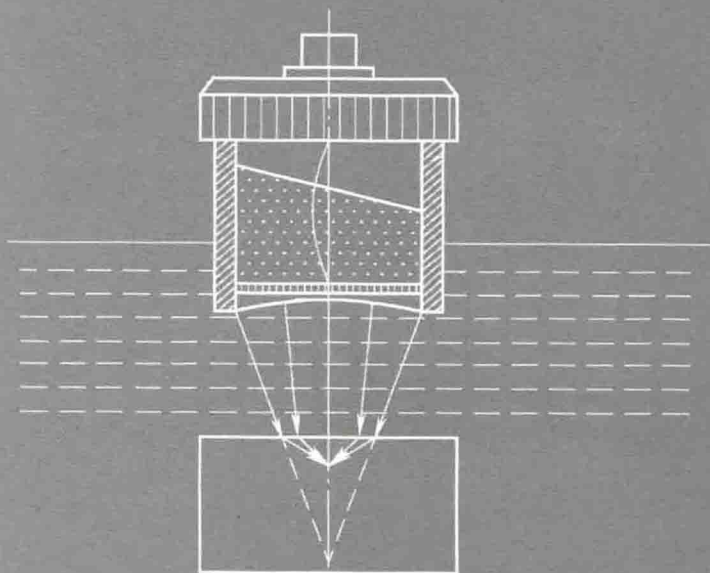




国家职业资格培训教材  
技能型人才培养用书

依据最新《国家职业标准》编写



# 无损检测员

# —— 超声波检测

国家职业资格培训教材编审委员会 组编  
李以善 汪立新 主编

 机械工业出版社  
CHINA MACHINE PRESS

国家职业资格培训教材  
技能型人才培养用书

# 无损检测员——超声波检测

国家职业资格培训教材编审委员会 组编  
李以善 汪立新 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准 无损检测员》中超声波检测部分的知识要求和技能要求,按照满足岗位培训需要的原则编写的。本书的主要内容包括:超声波检测原理和物理基础、超声波发射声场与规则反射体的回波声压、超声波探伤仪和探头、超声波检测技术、钢板超声波检测、钢管超声波检测、锻件和铸件超声波检测、铁素体钢焊缝超声波检测、奥氏体不锈钢和有色金属焊缝超声波检测、超声波检测新技术。书末附有试题库和答案,以便于企业培训、考核和读者自查自测。

本书主要用作企业培训和职业技能鉴定培训教材,还可供无损检测技术人员和相关人员自学使用。

### 图书在版编目(CIP)数据

无损检测员——超声波检测/李以善,汪立新主编;国家职业资格培训教材编审委员会组编. —北京:机械工业出版社,2013.6

国家职业资格培训教材.技能型人才培养用书

ISBN 978-7-111-43197-8

I. ①无… II. ①李… ②汪… ③国… III. ①无损检验—技术培训—教材②超声检验—技术培训—教材 IV. ①TG115.28

中国版本图书馆CIP数据核字(2013)第150268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:侯宪国 责任编辑:侯宪国 王华庆

版式设计:霍永明 责任校对:申春香

封面设计:饶薇 责任印制:李洋

中国农业出版社印刷厂印刷

2013年11月第1版第1次印刷

169mm×239mm·25.25印张·491千字

0001—4000册

标准书号:ISBN 978-7-111-43197-8

定价:39.90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 封面防伪标均为盗版

# 国家职业资格培训教材（第2版）

## 编 审 委 员 会

主 副 委	任	王瑞祥					
	主 任 员	李 奇	郝广发	杨仁江	施 斌		
		(按姓氏笔画排序)					
		王兆晶	王昌庚	田力飞	田常礼	刘云龙	
		刘书芳	刘亚琴	李双双	李春明	李俊玲	
		李家柱	李晓明	李超群	李援瑛	吴茂林	
		张安宁	张吉国	张凯良	张敬柱	陈建民	
		周新模	杨君伟	杨柳青	周立雪	段书民	
		荆宏智	柳吉荣	徐 斌			
总 策 划		荆宏智	李俊玲	张敬柱			
本 书 主 编		李以善	汪立新				
本 书 副 主 编		仇道太	张明贤				
本 书 参 编		王春茂	李 震	王洪良			

## 第2版序

在“十五”末期，为贯彻落实“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，加快培养一大批高素质的技能型人才，机械工业出版社精心策划了与原劳动和社会保障部《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。这套教材涵盖41个职业工种，共172种，有十几个省、自治区、直辖市相关行业的200多名工程技术人员、教师、技师和高级技师等从事技能培训和鉴定的专家参加编写。教材出版后，以其兼顾岗位培训和鉴定培训需要，理论、技能、题库合一，便于自检自测的特点，受到全国各级培训、鉴定部门和广大技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定和读者自学的需要，在“十一五”期间为培养技能人才发挥了重要作用，本套教材也因此成为国家职业资格鉴定考证培训及企业职工培训的品牌教材。

2010年，《国家中长期人才发展规划纲要（2010—2020年）》《国家中长期教育改革和发展规划纲要（2010—2020年）》《关于加强职业培训促就业的意见》相继颁布和出台，2012年1月，国务院批转了七部委联合制定的《促进就业规划（2011—2015年）》，在这些规划和意见中，都重点阐述了加大职业技能培训力度、加快技能人才培养的重要意义，以及相应的配套政策和措施。为适应这一新形势，同时也鉴于第1版教材所涉及的许多知识、技术、工艺、标准等已发生了变化的实际情况，我们经过深入调研，并在充分听取了广大读者和业界专家意见的基础上，决定对已经出版的《国家职业资格培训教材》进行修订。本次修订，仍以原有的大部分作者为班底，并保持原有的“以技能为主线，理论、技能、题库合一”的编写模式，重点在以下几个方面进行了改进：

1. 新增紧缺职业工种——为满足社会需求，又开发了一批近几年比较紧缺的以及新增的职业工种教材，使本套教材覆盖的职业工种更加广泛。

2. 紧跟国家职业标准——按照最新颁布的《国家职业技能标准》（或《国家职业标准》）规定的工作内容和技能要求重新整合、补充和完善内容，涵盖职业标准中所要求的知识点和技能点。

3. 提炼重点知识技能——在内容的选择上，以“够用”为原则，提炼出应重点掌握的必需专业知识和技能，删减了不必要的理论知识，使内容更加精练。

4. 补充更新技术内容——紧密结合最新技术发展，删除了陈旧过时的内容，补充了新的技术内容。



5. 同步最新技术标准——对原教材中按旧技术标准编写的内容进行更新，所有内容均与最新的技术标准同步。

6. 精选技能鉴定题库——按鉴定要求精选了职业技能鉴定试题，试题贴近教材、贴近国家题库的考点，更具典型性、代表性、通用性和实用性。

7. 配备免费电子教案——为方便培训教学，我们为这套教材开发配备了配套的电子教案，免费赠送给选用本套教材的机构和教师。

8. 配备操作实景光盘——根据读者需要，部分教材配备了操作实景光盘。

一言概之，经过精心修订，第2版教材在保留了第1版精华的同时，内容更加精练、可靠、实用，针对性更强，更能满足社会需求和读者需要。全套教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习和自测使用的复习用书，也可供职业技能鉴定部门在鉴定命题时参考，还可作为职业技术学院、技工院校、各种短训班的专业课教材。

在本套教材的调研、策划、编写过程中，得到了许多企业、鉴定培训机构有关领导、专家的大力支持和帮助，在此表示衷心的感谢！

虽然我们已经尽了最大努力，但是教材中仍难免存在不足之处，恳请专家和广大读者批评指正。

**国家职业资格培训教材第2版编审委员会**

# 第1版序一

当前和今后一个时期，是我国全面建设小康社会、开创中国特色社会主义事业新局面的重要战略机遇期。建设小康社会需要科技创新，离不开技能人才。“全国人才工作会议”“全国职教工作会议”都强调要把“提高技术工人素质、培养高技能人才”作为重要任务来抓。当今世界，谁掌握了先进的科学技术并拥有大量技术娴熟、手艺高超的技能人才，谁就能生产出高质量的产品，创出自己的名牌；谁就能在激烈的市场竞争中立于不败之地。我国有近一亿技术工人，他们是社会物质财富的直接创造者。技术工人的劳动，是科技成果转化成为生产力的关键环节，是经济发展的重要基础。

科学技术是财富，操作技能也是财富，而且是重要的财富。中华全国总工会始终把提高劳动者素质作为一项重要任务，在职工中开展的“当好主力军，建功‘十一五’和谐奔小康”竞赛中，全国各级工会特别是各级工会职工技协组织注重加强职工技能开发，实施群众性经济技术创新工程，坚持从行业和企业实际出发，广泛开展岗位练兵、技术比赛、技术革新、技术协作等活动，不断提高职工的技术技能和操作水平，涌现出一大批掌握高超技能的能工巧匠。他们以自己的勤劳和智慧，在推动企业技术进步，促进产品更新换代和升级中发挥了积极的作用。

欣闻机械工业出版社配合新的《国家职业标准》为技术工人编写了这套涵盖41个职业的172种“国家职业资格培训教材”。这套教材由全国各地技能培训和考评专家编写，具有权威性和代表性；将理论与技能有机结合，并紧紧围绕《国家职业标准》的知识点和技能鉴定点编写，实用性、针对性强，既有必备的理论知识和技能知识，又有考核鉴定的理论和技能题库及答案，编排科学，便于培训和检测。

这套教材的出版非常及时，为培养技能型人才做了一件大好事，我相信这套教材一定会为我们培养更多更好的高技能人才作出贡献！



(李永安 中国职工技术协会常务副会长)

## 第1版序二

为贯彻“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”精神，全面推进技能振兴计划和高技能人才培养工程，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们精心策划了这套与劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》配套的《国家职业资格培训教材》。

进入21世纪，我国制造业在世界上所占的比重越来越大，随着我国逐渐成为“世界制造业中心”进程的加快，制造业的主力军——技能人才，尤其是高级技能人才的严重缺乏已成为制约我国制造业快速发展的瓶颈，高级蓝领出现断层的消息屡屡见诸报端。据统计，我国技术工人中高级以上技工只占3.5%，与发达国家40%的比例相去甚远。为此，国务院先后召开了“全国职业教育工作会议”和“全国再就业会议”，提出了“三年50万新技师的培养计划”，强调各地、各行业、各企业、各职业院校等要大力开展职业技术培训，以培训促就业，全面提高技术工人的素质。

技术工人密集的机械行业历来高度重视技术工人的职业技能培训工作，尤其是技术工人培训教材的基础建设工作，并在几十年的实践中积累了丰富的教材建设经验。作为机械行业的专业出版社，机械工业出版社在“七五”“八五”“九五”期间，先后组织编写出版了“机械工人技术理论培训教材”149种，“机械工人操作技能培训教材”85种，“机械工人职业技能培训教材”66种，“机械工业技师考评培训教材”22种，以及配套的习题集、试题库和各种辅导性教材约800种，基本满足了机械行业技术工人培训的需要。这些教材以其针对性、实用性强，覆盖面广，层次齐备，成龙配套等特点，受到全国各级培训、鉴定和考工部门和技术工人的欢迎。

2000年以来，我国相继颁布了《中华人民共和国职业分类大典》和新的《国家职业标准》，其中对我国职业技术工人的工种、等级、职业的活动范围、工作内容、技能要求和知识水平等根据实际需要进行了重新界定，将国家职业资格分为5个等级：初级（5级）、中级（4级）、高级（3级）、技师（2级）、高级技师（1级）。为与新的《国家职业标准》配套，更好地满足当前各级职业培训和技术工人考工取证的需要，我们精心策划编写了这套《国家职业资格培训教材》。

这套教材是依据劳动和社会保障部最新颁布的《国家职业标准》编写的，





为满足各级培训考工部门和广大读者的需要，这次共编写了41个职业的172种教材。在职业选择上，除机电行业通用职业外，还选择了建筑、汽车、家电等其他相近行业的热门职业。每个职业按《国家职业标准》规定的工作内容和技能要求编写初级、中级、高级、技师（含高级技师）四本教材，各等级合理衔接、步步提升，为高技能人才培养搭建了科学的阶梯型培训架构。为满足实际培训的需要，对多工种共同需求的基础知识我们还分别编写了《机械制图》《机械基础》《电工常识》《电工基础》《建筑装饰识图》等近20种公共基础教材。

在编写原则上，依据《国家职业标准》又不拘泥于《国家职业标准》是我们这套教材的创新。为满足沿海制造业发达地区对技能人才细分市场的需要，我们对模具、制冷、电梯等社会需求量大又已单独培训和考核的职业，从相应的职业标准中剥离出来单独编写了针对性较强的培训教材。

为满足培训、鉴定、考工和读者自学的需要，在编写时我们考虑了教材的配套性。教材的章首有培训要点、章末配复习思考题，书末有与之配套的试题库和答案，以及便于自检自测的理论和技能模拟试卷，同时还根据需求为20多种教材配制了VCD光盘。

为扩大教材的覆盖面和体现教材的权威性，我们组织了上海、江苏、广东、广西、北京、山东、吉林、河北、四川、内蒙古等地相关行业从事技能培训和考工的200多名专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师参加编写。

这套教材在编写过程中力求突出“新”字，做到“知识新、工艺新、技术新、设备新、标准新”，增强实用性，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，是企业培训部门、各级职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的理想教材，也可作为技工学校、职业高中、各种短训班的专业课教材。

在这套教材的调研、策划、编写过程中，曾经得到广东省职业技能鉴定中心、上海市职业技能鉴定中心、江苏省机械工业联合会、中国第一汽车集团公司以及北京、上海、广东、广西、江苏、山东、河北、内蒙古等地许多企业和技工学校的有关领导、专家、工程技术人员、教师、技师和高级技师的大力支持和帮助，在此谨向为本套教材的策划、编写和出版付出艰辛劳动的全体人员表示衷心的感谢！

教材中难免存在不足之处，诚恳希望从事职业教育的专家和广大读者不吝赐教，批评指正。我们真诚希望与您携手，共同打造职业培训教材的精品。

国家职业资格培训教材编审委员会

# 前言

随着经济与社会的快速发展，无损检测行业对技能型人才提出了数量、质量和结构方面的要求，快速培养掌握无损检测技术的技能型人才已成为当务之急。针对这一需求，并配合“国家高技能人才培养工程”，我们依据《国家职业标准 无损检测员》，编写了这套无损检测员国家职业资格培训教材，包括《无损检测员——基础知识》《无损检测员——超声波检测》《无损检测员——射线检测》《无损检测员——磁粉检测》和《无损检测员——渗透检测》。

本套培训教材系统地介绍了无损检测技术知识、相关检测设备的工作原理和操作方法，涵盖全部常规无损检测技术的理论知识和技能鉴定要点，使读者通过对应用实例的学习，掌握典型无损检测的工艺原理和操作步骤，以及各种无损检测工艺的拟定和检测设备的操作方法，为考取相应的国家职业资格证书奠定良好的基础。

《无损检测员——超声波检测》是这套培训教材之一，主要介绍了超声波检测原理和物理基础、超声波发射声场与规则反射体的回波声压、超声波探伤仪和探头、超声波检测技术、钢板超声波检测、钢管超声波检测、锻件和铸件超声波检测、铁素体钢焊缝超声波检测、奥氏体不锈钢和有色金属焊缝超声波检测、超声波检测新技术。本书采用现行国家标准规定的术语、符号和法定计量单位，知识体系和技能要点符合行业或国家标准。

本书由山东省特种设备检验研究院李以善、汪立新主编，中国特种设备检验协会仇道太、山东省特种设备检验研究院王春茂、山东省医疗器械研究所李震、青岛富吉机电设备制造集团公司王洪良参加编写。山东省特种设备检验研究院唐杰、黄克帅、肖宏川、戴家辉、陈占军、张明贤、柳长磊、邹石磊、赵昆、许洋，济南市质量技术监督局邢兆辉，青岛锅炉压力容器检验所刘海滨、周成、山东大学刘秀忠，山东建筑大学罗辉、杨凤琦，中国石油大学（华东）王勇、韩彬、崔娜，山东电力研究院肖世荣，济南钢铁集团公司侯文科等，对本书的编写提供了大力支持，在此表示衷心的感谢。

在本书的编写工程中，参考了相关文献资料，在此向这些文献资料的作者表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，再加上编写时间仓促，书中难免有疏漏之处，敬请广大读者批评指正。

# 目录

第2版序

第1版序一

第1版序二

前言

第一章 超声波检测原理和物理基础	1
第一节 振动和波动	1
一、振动的概念	1
二、谐振动	2
三、波动	2
四、超声波的特性	4
第二节 超声波的传播	5
一、波形和波阵面	5
二、连续波和脉冲波	6
三、波的叠加、干涉和驻波现象以及惠更斯原理	6
四、超声波的波型	8
五、超声波的波速	10
六、超声波的声压、声强和声特性阻抗	12
第三节 平界面上的垂直入射	15
一、超声波在单一平面上的反射和透射	15
二、超声波在多层平面上的反射和透射	18
第四节 平界面上的斜入射	19
一、斜入射时界面上的反射、折射和波型转换	20
二、声压反射系数	22
三、声压往复透射系数	23
四、超声波在规则界面上的反射、折射和波型转换	25
第五节 超声波聚焦和发散	28
一、平面波入射至弯曲面上的反射回波	28
二、球面波入射至弯曲面上的反射回波	29
三、平面波透过曲面透镜后的聚焦和发散	29
第六节 声波的衰减	30
一、产生衰减的原因	30



二、衰减系数 .....	31
三、衰减系数的测定 .....	31
复习思考题 .....	32
<b>第二章 超声波发射声场与规则反射体的回波声压</b> .....	<b>33</b>
第一节 超声波的获得和超声场 .....	33
一、超声波的获得 .....	33
二、超声场 .....	33
第二节 超声波发射声场 .....	33
一、圆盘波源辐射的纵波声场 .....	33
二、矩形波源辐射的纵波声场 .....	39
三、近场区在两种介质中的分布 .....	40
四、实际声场与理想声场的比较 .....	41
第三节 横波发射声场 .....	43
一、假想横波波源 .....	43
二、横波声场的结构 .....	44
第四节 超声波的绕射、散射和对规则反射体的回波声压 .....	47
一、超声波的绕射和散射 .....	47
二、远声场中各种规则反射体的回波声压 .....	48
三、缺陷声压反射系数及其应用 .....	49
四、制作 AVG 曲线 .....	52
复习思考题 .....	56
<b>第三章 超声波探伤仪和探头</b> .....	<b>57</b>
第一节 超声波探伤仪 .....	57
一、超声波探伤仪的特点 .....	57
二、模拟式超声波探伤仪的一般工作原理和基本组成 .....	57
三、数字智能探伤仪 .....	60
四、超声波探伤仪的维护保养 .....	63
五、自动检测设备 .....	63
六、超声波测厚仪 .....	64
第二节 超声波探头 .....	66
一、压电效应及压电材料 .....	67
二、压电材料的主要性能参数 .....	67
三、探头的种类和结构 .....	69
四、探头的型号 .....	71
第三节 超声波检测试块 .....	73
一、试块的分类 .....	73
二、试块的要求和维护 .....	73



三、国内外常用试块简介 .....	73
第四节 超声检测系统的性能 .....	86
一、检测仪的性能 .....	86
二、探头的性能及测试 .....	88
三、超声检测仪和探头的组合性能及测试 .....	91
复习思考题 .....	95
第四章 超声波检测技术 .....	96
第一节 超声波检测方法的分类 .....	96
一、按原理分类 .....	96
二、按波型分类 .....	99
三、按探头数目分类 .....	100
四、按探头接触方式分类 .....	102
五、按显示方式分类 .....	103
第二节 超声波探伤仪的调节及常用性能指标的测试 .....	105
一、衰减器衰减误差的测试 .....	106
二、垂直线性误差的测试 .....	106
三、动态范围的测试 .....	108
四、水平线性误差的测试 .....	108
五、直探头的测试 .....	110
六、斜探头的测试 .....	114
七、双晶直探头的测试 .....	116
第三节 脉冲反射式超声波检测的技术要求 .....	118
一、检测仪的选择 .....	119
二、探头的选择 .....	119
三、耦合剂的选择 .....	121
四、检测面的准备 .....	121
五、材质衰减和耦合损耗的测定 .....	122
第四节 超声纵波检测技术 .....	125
一、扫描速度的调节 .....	125
二、检测灵敏度的调节 .....	126
三、缺陷的定位 .....	127
四、缺陷尺寸的测量 .....	129
第五节 超声横波检测技术 .....	134
一、横波扫描速度的调节 .....	134
二、横波检测面为平面时缺陷的定位 .....	136
三、横波周向检测圆柱曲面时缺陷的定位 .....	140
四、横波检测时缺陷的定量 .....	141
第六节 缺陷自身高度的测定 .....	142



一、端点衍射波法 .....	142
二、端部最大回波法 .....	145
三、半波高度法 .....	146
第七节 缺陷性质的分析与判别 .....	147
一、缺陷性质的估判依据 .....	148
二、缺陷性质的估判程序 .....	148
三、缺陷类型的识别 .....	149
第八节 影响缺陷定位、定量的主要因素 .....	152
一、影响缺陷定位的主要因素 .....	152
二、影响缺陷定量的因素 .....	154
复习思考题 .....	157
第五章 钢板超声波检测 .....	158
第一节 钢板生产加工过程中可能产生的缺陷 .....	158
第二节 钢板直探头超声纵波检测 .....	159
一、对探伤仪的要求 .....	159
二、检测方式和扫查面 .....	161
三、缺陷的测定与记录 .....	161
四、缺陷的评定方法 .....	163
五、缺陷的评定和报告 .....	163
第三节 钢板斜探头超声横波检测 .....	165
一、探头和试块的选用 .....	165
二、基准灵敏度的确定 .....	165
三、扫查方法 .....	166
四、验收标准 .....	166
第四节 复合钢板超声波检测 .....	166
一、探头的选用 .....	166
二、基准灵敏度的确定 .....	166
三、对比试块 .....	167
四、检测工艺 .....	168
五、检测方法 .....	169
六、未接合缺陷的评定 .....	169
第五节 钢板超声波自动检测 .....	173
一、钢板超声波自动检测系统 .....	173
二、对比试块 .....	173
三、检测灵敏度 .....	174
四、检测方法 .....	175
五、缺陷的评判 .....	175



复习思考题 .....	175
<b>第六章 钢管超声波检测 .....</b>	<b>176</b>
第一节 钢管中常见的缺陷 .....	176
第二节 钢管的超声波检测方法 .....	177
一、钢管超声横波检测 .....	177
二、周向检测时缺陷的定位 .....	180
三、探头入射点与折射角的测定 .....	180
第三节 小直径钢管的超声波检测 .....	182
一、接触法检测 .....	182
二、液浸法检测 .....	183
第四节 大直径薄壁钢管超声波检测 .....	188
一、纵波垂直入射检测法 .....	189
二、横波周向检测法 .....	189
三、横波轴向检测法 .....	190
复习思考题 .....	190
<b>第七章 锻件和铸件超声波检测 .....</b>	<b>191</b>
第一节 铸件和锻件的内部缺陷 .....	191
一、铸件内部常见缺陷 .....	191
二、锻件内部常见缺陷 .....	192
三、铸件和锻件超声波检测的特点 .....	193
第二节 碳素钢锻件的超声波检测 .....	194
一、探头和试块的选用 .....	194
二、检测技术 .....	196
三、灵敏度的确定 .....	197
四、工件材质衰减系数的测定 .....	197
五、缺陷当量的确定 .....	198
六、缺陷记录 .....	199
七、质量分级等级评定 .....	200
八、钢锻件超声横波检测 .....	200
九、缺陷性质分析 .....	201
十、非缺陷回波分析 .....	203
十一、常见缺陷的波形特征 .....	204
第三节 奥氏体钢锻件的超声波检测 .....	208
一、直探头检测 .....	209
二、斜探头检测 .....	210
第四节 铸件的超声波检测 .....	210
一、检测条件的选择 .....	210



二、灵敏度的调整和缺陷的检测 .....	211
三、耦合衰减的测定 .....	214
四、不同类型缺陷的评定 .....	216
复习思考题 .....	221
<b>第八章 铁素体钢焊缝超声波检测 .....</b>	<b>222</b>
<b>第一节 铁素体钢焊缝常见缺陷 .....</b>	<b>222</b>
<b>第二节 钢板对接焊缝的检测 .....</b>	<b>225</b>
一、检测准备 .....	225
二、距离-波幅曲线的绘制与应用 .....	228
三、扫查方式 .....	234
四、缺陷位置的测定 .....	236
五、纵向接头焊缝的检测方法 .....	237
六、缺陷大小的测定 .....	243
七、焊缝质量评级 .....	243
八、校验灵敏度 .....	244
<b>第三节 小径管对接焊缝超声波检测 .....</b>	<b>245</b>
一、小径管焊缝的检测特点 .....	245
二、检测条件的选择 .....	245
三、检测位置及探头移动区 .....	246
四、耦合剂 .....	247
五、距离-波幅曲线的绘制 .....	247
六、扫查 .....	247
七、缺陷定量的检测 .....	247
八、缺陷的评定 .....	248
九、质量分级 .....	248
<b>第四节 角焊缝超声波检测 .....</b>	<b>248</b>
一、角焊缝的检测 .....	249
二、检测条件的选择 .....	249
三、仪器的调整 .....	249
四、扫查检测 .....	250
五、缺陷的质量分级 .....	252
<b>第五节 钢结构用 T、K、Y 形管节点焊缝的超声波检测 .....</b>	<b>253</b>
一、T、K、Y 形管节点焊缝的结构与检测方法 .....	253
二、检测条件的选择 .....	254
三、仪器的调整 .....	255
四、缺陷的测定与判别 .....	256
<b>第六节 焊接缺陷性质的估判 .....</b>	<b>258</b>
一、对接焊缝的根部定位及缺陷判定 .....	258





二、双面焊缝中间未焊透的检测 .....	260
三、不同缺陷的回波动态波形 .....	261
四、缺陷的识别 .....	265
五、缺陷尺寸的估计与缺陷检测程序 .....	268
第七节 检测工艺和检测报告范例 .....	269
复习思考题 .....	289
<b>第九章 奥氏体不锈钢和有色金属焊缝超声波检测</b> .....	<b>290</b>
<b>第一节 奥氏体不锈钢焊缝超声波检测</b> .....	<b>290</b>
一、奥氏体不锈钢的组织特点及检测难点 .....	290
二、检测条件的选择 .....	291
三、对比试块 .....	291
四、仪器调节 .....	291
五、检测准备 .....	292
六、扫查 .....	292
七、缺陷记录 .....	293
八、缺陷评定 .....	293
九、质量分级 .....	294
<b>第二节 堆焊层超声波检测</b> .....	<b>294</b>
<b>第三节 铝焊缝超声波检测</b> .....	<b>297</b>
一、铝焊缝的特点与常见缺陷 .....	297
二、检测条件的选择 .....	298
三、检测准备 .....	298
四、扫查 .....	299
五、缺陷的定量检测 .....	299
六、铝焊缝质量评定与分级 .....	299
复习思考题 .....	300
<b>第十章 超声波检测新技术</b> .....	<b>301</b>
<b>第一节 衍射时差法检测技术</b> .....	<b>301</b>
一、衍射时差法检测技术概述 .....	301
二、衍射时差法检测原理 .....	302
三、衍射时差法检测应用实例 .....	310
<b>第二节 超声相控阵检测技术</b> .....	<b>314</b>
一、超声相控阵检测技术概述 .....	314
二、超声相控阵检测原理 .....	315
三、超声相控阵典型检测工艺 .....	325
<b>第三节 超声导波检测技术</b> .....	<b>331</b>
一、超声导波概述 .....	331