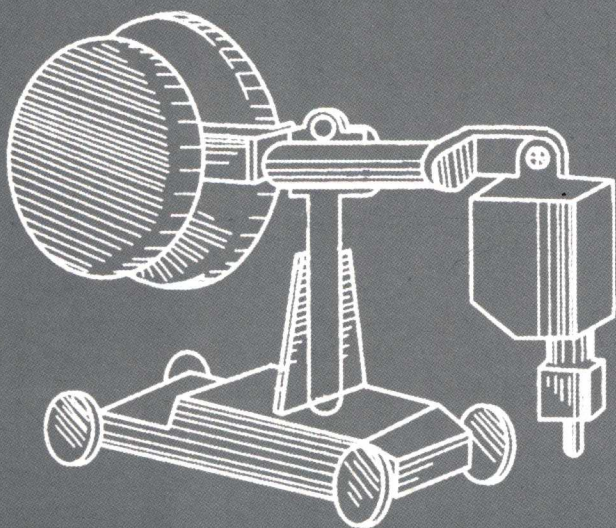




国家职业资格培训教材
技能型人才培养用书

依据最新《国家职业技能标准》编写



第2版

焊工(技师、高级技师)

HANGONG

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
刘云龙 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

焊工(技师、高级技师)

第2版

国家职业资格培训教材编审委员会 组编

刘云龙 主编

总策划

本书主编

本书参编

本书主审

本书参审



机械工业出版社

本书是依据 2009 年修订的《国家职业技能标准 焊工》(技师、高级技师)的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的。主要内容包括:管径 $\leq 76\text{mm}$ 不锈钢管或异种钢管的焊接、高合金钢大径管的焊接、铸铁的焊接、铝及铝合金的焊接、铜及铜合金的焊接、钛及钛合金的焊接、新型材料的焊接、焊接生产、焊接技术管理、焊接疑难问题的处理、焊接结构生产、焊接接头静载强度计算和结构可靠性分析、焊接质量管理、焊工培训与指导、焊接施工组织管理等 15 章。每章章首有培训学习目标,章末有复习思考题,书末附有与之配套的试题库、模拟试卷样例及其答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。

本教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的培训教材,又可作为高级技校、技师学院、高职高专以及各种培训班的专业课教材,还可以作为读者考前复习用书,也可以供有关焊接工程技术人员、焊工和相关专业人参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊工:技师、高级技师/刘云龙主编;国家职业资格培训教材编审委员会组编.—2版.—北京:机械工业出版社,2015.4

国家职业资格培训教材 技能型人才培养用书

ISBN 978-7-111-49589-5

I. ①焊… II. ①刘…②国… III. ①焊接—技术培训—教材 IV. ①TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 047432 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 俞逢英

版式设计:常天培 责任校对:刘秀芝

封面设计:路恩中 责任印制:乔宇

唐山丰电印务有限公司印刷

2015 年 7 月第 2 版第 1 次印刷

169mm $\times$ 239mm $\cdot$ 28.5 印张 $\cdot$ 552 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-49589-5

定价:49.80 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

服务咨询热线:010-88361066 机工官网:www.cmpbook.com

读者购书热线:010-68326294 机工官博:weibo.com/cmp1952

010-88379203 金书网:www.golden-book.com

封面防伪标均为盗版

教育服务网:www.cmpedu.com

5. 同步最新技术标准——对原教材中按旧的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。

国家职业资格培训教材(第2版)

7. 配备免费电子教案——为方便教师教学，我们为本书教材开发配备了配套的电子教案，免费

编 审 委 员 会

主 任 王瑞祥

副 主 任 李 奇 郝广发 杨仁江 施 斌

委 员 员 (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 刘云龙

本书参编 田智杰 徐向军 伦秀丽 范军旗 温庆军

刘博伟

本书主审 周大鹏

本书参审 温庆军

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，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员工培训的品牌教材。

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，提炼应重点掌握的必需的专业知识和技能，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，补充了新的内容。



5. 同步最新技术标准——对原教材中按旧的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, 我们为本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, 曾经得到许多企业、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!

虽然我们已尽了最大努力, 但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和拥有大量技术娴熟、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做出贡献！

李永安

(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，提出批评指正。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

本教材是依据中华人民共和国人力资源和社会保障部 2009 年修订的《国家职业技能标准 焊工》(技师、高级技师)的理论知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则,在第 1 版教材的基础上进行修订的。

本教材包括专业知识和操作技能两个方面的内容,其特点是理论知识与技能操作有机结合,以符合国家职业技能标准和职业技能培训的要求。在专业知识方面注意基础理论的阐述和对焊接工艺分析能力的培养,内容紧密结合生产实际,力求重点突出、少而精,深入浅出、通俗易懂。对于近几年来出现的焊接新技术也有所介绍,以扩大焊工的视野。在技能训练方面贯彻了学以致用原则,既有焊接操作步骤、又有注意事项和焊接检验要求等内容;使学员使用本教材培训之后,既能懂得焊接的基础理论知识,又能掌握焊接操作的关键性要领和操作技能,能轻松自如地参加焊工鉴定考核,取证上岗。

本教材书中第一章至第七章,第八章第一节、第四节,第九章第二节,第十章第三节至第六节,第十一章第五节至第七节,第十二章,第十四章和第十五章第三节由刘云龙教授级高级工程师编写;第八章第二节、第三节、第五节至第七节,第十章第一节、第二节、第七节,第十一章第一节至第四节,第十三章,第十五章第一节、第二节由田智杰高级工程师、徐向军高级工程师、伦秀丽高级讲师、范军旗高级工程师编写;第九章第一节、第三节至第五节由温庆军高级工程师编写;第十一章第五节由刘博伟主任医师编写。全书由刘云龙统稿并任主编,南京市化工局周大鹏高级工程师主审,温庆军高级工程师参审。

在本书的编写过程中,承蒙交通部秦皇岛港务局离休干部刘秀山先生、李宝茹先生多方指教;同时,秦皇岛港务集团有限公司卫生环保中心陈静检验师为本书提供了许多卫生环保专业方面有关的建议和资料,在此一并致谢!

限于编者水平,书中难免会有各种缺点和不足,敬请各位读者多加指正。

编 者

目 录

第2版序	
第1版序一	
第1版序二	
前言	
技师篇	
第一章 管径 $\leq 76\text{mm}$ 不锈钢管或异种钢管的焊接	2
第一节 12Cr18Ni9 钢管对接 45°固定加十字障碍的焊条电弧焊	2
一、不锈钢焊条的型号及牌号	2
二、不锈钢焊条的选用原则	10
三、不锈钢管对接 45°上斜固定加障碍焊的障碍形式	13
四、 $\phi 50\text{mm} \times 4\text{mm}$ 不锈钢管对接 45°上斜固定加十字障碍的焊条电弧焊	14
第二节 异种钢管对接 45°固定加十字障碍的焊条电弧焊	17
一、异种金属焊接的主要难度	17
二、奥氏体不锈钢与珠光体钢的焊接性	18
三、奥氏体不锈钢与珠光体钢的焊接	19
四、 $\phi 50\text{mm} \times 4\text{mm}$ 不锈钢管与珠光体钢管对接 45°上斜固定加十字障碍的焊条电弧焊	21
第三节 不锈钢管对接 45°上斜固定加十字障碍的手工钨极氩弧焊	24
一、 $\phi 42\text{mm} \times 5\text{mm}$ 不锈钢管对接 45°上斜固定加十字障碍手工钨极氩弧焊的难度	24
二、焊接工艺	25
第四节 小径不锈钢管加排管障碍的手工钨极氩弧焊常见缺陷及预防措施	29
复习思考题	30
第二章 高合金钢大径管的焊接	31
第一节 不锈钢大径管对接水平固定手工钨极氩弧焊打底、焊条电弧焊盖面	31
第二节 不锈钢大径管对接垂直固定手工钨极氩弧焊打底、焊条电弧焊盖面	35
复习思考题	38
第三章 铸铁的焊接	39
第一节 铸铁的焊接性	39
一、铸铁的分类	39



二、铸铁的牌号和性能	40
三、铸铁焊条的种类、型号、牌号及选用	44
四、灰铸铁的焊接性	45
第二节 灰铸铁焊条电弧焊冷焊的焊补	47
一、灰铸铁同质焊缝的焊条电弧冷焊	47
二、灰铸铁异质焊缝的焊条电弧冷焊	48
第三节 灰铸铁焊接技能训练实例	51
·训练 灰铸铁底座裂纹的焊条电弧焊补焊	51
复习思考题	53
第四章 铝及铝合金的焊接	55
第一节 铝及铝合金概述	55
一、铝及铝合金的分类	55
二、铝及铝合金的特性	55
三、铝及铝合金的牌号	56
四、铝及铝合金的焊接特点	58
五、铝及铝合金焊件的焊前准备及焊后清理	60
第二节 铝及铝合金的氩弧焊	62
一、铝及铝合金手工钨极氩弧焊的工艺要点	62
二、铝及铝合金熔化极氩弧焊的工艺要点	65
三、铝及铝合金熔化极脉冲氩弧焊的工艺要点	66
四、铝及铝合金焊丝的选择	69
五、铝及铝合金的焊接缺陷及防止措施	71
第三节 铝及铝合金焊接技能训练实例	72
·训练1 5A02 (LF2) 铝合金板对接平焊的手工钨极氩弧焊	72
·训练2 铝及铝合金薄板对接平焊的熔化极脉冲氩弧焊	73
复习思考题	74
第五章 铜及铜合金的焊接	75
第一节 铜及铜合金概述	75
一、铜及铜合金的分类	75
二、铜及铜合金的牌号	76
三、铜及铜合金的焊前准备和焊后处理	78
第二节 铜及铜合金的焊接材料	81
一、铜及铜合金的焊丝型号	81
二、焊丝型号和牌号对照	82
第三节 铜及铜合金的焊接工艺	82
一、铜及铜合金的焊接性	82
二、铜及铜合金的熔化极氩弧焊	84

第四节 铜及铜合金焊接技能训练实例	86
• 训练1 纯铜的熔化极氩弧焊	86
• 训练2 黄铜的熔化极氩弧焊	87
复习思考题	89
第六章 钛及钛合金的焊接	90
第一节 钛及钛合金概述	90
一、钛及钛合金的分类	90
二、钛及钛合金的牌号	90
三、钛及钛合金的特性	91
四、钛及钛合金的焊前准备	91
第二节 钛及钛合金的焊接材料	92
一、钛及钛合金的氩弧焊用保护气体	92
二、钛及钛合金的保护焊用焊丝	93
第三节 钛及钛合金的焊接工艺	93
一、钛及钛合金的焊接性	93
二、钛及钛合金的焊接方法及焊接工艺	95
第四节 钛及钛合金焊接技能训练实例	102
• 训练1 厚1mm钛合金板的对接平焊手工钨极氩弧焊	102
• 训练2 厚0.8mm钛合金板的对接平焊低频脉冲钨极氩弧焊	103
• 训练3 厚8mm钛合金板的对接平焊熔化极氩弧焊	105
复习思考题	106
第七章 新型材料的焊接	107
第一节 镍及镍合金的熔焊	107
一、镍及镍合金的成分和性能	107
二、镍及镍合金的焊接性	109
三、镍及镍合金的焊接操作要领	109
四、纯镍板材的焊接实例	110
第二节 锆及锆合金的焊接	111
一、锆及锆合金的成分和性能	111
二、锆及锆合金的焊接性	112
三、锆及锆合金的焊接操作要领	113
四、锆板材的焊接实例	114
第三节 铂及铂合金的焊接	115
一、铂及铂合金的成分和性能	115
二、铂及铂合金的焊接性	116
三、铂及铂合金的焊接方法及焊接工艺	116
第四节 低温钢的焊接	117

一、低温钢的分类	117
二、低温钢的特性	118
三、低温钢的焊接工艺	119
四、3.5Ni 低温钢板材的焊接实例	123
第五节 高合金细晶粒钢的焊接	125
一、T91/P91 钢的焊接性	125
二、T91 钢管对接水平固定手工钨极氩弧焊打底、焊条电弧焊盖面单面焊双面成形	126
复习思考题	129
第八章 焊接生产	130
第一节 金属焊接性	130
一、金属焊接性的概念	130
二、常用的焊接性试验方法	131
三、评判 Q460 钢材的焊接性	135
第二节 焊接工艺规程概述	136
一、焊接工艺规程	136
二、制定焊接工艺规程的依据	137
三、制定焊接工艺规程的内容	137
第三节 焊接工艺评定	143
一、焊接工艺评定的意义	143
二、焊接工艺评定的前提条件	143
三、焊接工艺评定的程序和步骤	148
四、焊接工艺评定实例	150
第四节 焊接设备的使用	154
一、焊接设备的验收标准	154
二、焊接设备验收步骤和内容	154
三、埋弧焊机的验收与维修	154
四、钨极氩弧焊机的验收与维修	156
五、CO ₂ 气体保护焊机的验收与维修	157
第五节 焊接结构的工装夹具设计	158
一、工装夹具在钢结构生产中的作用	158
二、工装夹具的设计要点	158
三、工装设计实例	160
第六节 焊接结构检验	163
一、焊接结构检验的目的	163
二、焊接结构检验的分类	163
三、焊接结构检验的依据	165
四、焊接检验对不合格焊缝的处理	165

第七节 复杂焊接结构工程的检验实例	167
一、原材料的检验	167
二、钢板的预处理质量检查	168
三、板件放样、划线、号料尺寸的检查	168
四、板件下料后外形尺寸的检查	168
五、焊接坡口或板件边缘加工质量的检查	168
六、组装前对待焊区清理的检查和组装尺寸的检查	168
七、焊接质量检验	170
八、杆件焊后外形尺寸的检查	172
九、钢桥的试装检验	173
复习思考题	174
第九章 焊接技术管理	176
第一节 焊接生产成本核算	176
一、成本核算的基本概念	176
二、成本控制的内容	176
三、成本控制的程序	177
第二节 焊接材料、电力消耗和劳动工时定额的管理	178
一、焊条消耗定额的制定	178
二、焊丝消耗定额的制定	181
三、焊剂消耗定额的制定	182
四、保护气体消耗量的计算	183
五、电弧焊时电能消耗的计算	183
六、焊接工人的劳动工时定额管理	184
第三节 技术论文和技术总结的撰写	186
一、技术论文的定义及构成	186
二、论文的撰写	187
三、撰写论文应注意事项	189
四、技术总结的撰写	190
五、技术论文的答辩	190
第四节 焊工培训	191
一、国家职业技能标准中关于焊工职业的概述	191
二、国家职业技能标准对焊工的基本要求	193
三、国家职业技能标准对焊工的职业技能要求	195
第五节 特种设备焊接操作人员的培训及考试	199
一、焊工资质	200
二、焊工考试内容	200
三、考试项目代号	206

四、焊工管理	207
复习思考题	207
高级技师篇	
第十章 焊接疑难问题的处理	210
第一节 复杂结构的装配-焊接概述	210
一、焊接结构装配-焊接工艺的重要性	210
二、焊接结构装配的分类方法	212
第二节 复杂结构的装配-焊接工艺规程	215
一、复杂结构的装配-焊接工艺规程的种类	215
二、复杂结构的装配-焊接工艺规程的设计	216
三、复杂结构的装配-焊接工艺规程实例	218
第三节 焊接接头的应力分析	223
一、焊接接头的工作应力分布	223
二、应力集中的概念	228
第四节 不锈钢与纯铜的焊条电弧焊	228
一、不锈钢与纯铜的焊条电弧焊的焊接性	228
二、12Cr18Ni9 (1Cr18Ni9) 不锈钢与 T1 纯铜的焊条电弧焊的焊接工艺	229
第五节 $\phi 500\text{mm} \times 6\text{mm}$ 防锈铝管的熔化极氩弧焊	230
一、板材下料	230
二、铝筒节的焊接	231
三、焊接变形和焊接残余应力的控制方法	233
第六节 $\phi 168\text{mm}$ 高合金马氏体钢管的手工钨极氩弧焊打底、焊条电弧焊盖面	234
一、X20CrMoV121 (F12) 高合金马氏体耐热钢的焊接性	234
二、X20CrMoV121 (F12) 高合金马氏体耐热钢管对接水平固定的手工钨极氩弧焊打底、焊条电弧焊盖面	235
第七节 低碳钢薄板的机器人点焊	238
一、点焊机器人的组成	238
二、点焊机器人的特点和应用	240
三、点焊机器人的原理	242
四、点焊机器人工艺	242
五、点焊机器人的操作技术	245
六、影响机器人点焊熔核偏移的因素	245
七、机器人点焊焊缝的外观质量	246
八、点焊机器人的安全操作规程	247
第八节 可达性差的结构焊接	249
一、可达性差的结构焊接基本概念	249



二、可达性差的结构焊接工艺特点	249
三、可达性差的结构焊接操作要求	249
复习思考题	251
第十一章 焊接结构生产	252
第一节 焊接设备的检查与调试	252
一、埋弧焊机的检查与调试（见表 11-1）	252
二、钨极氩弧焊机的检查与调试（见表 11-2）	253
三、CO ₂ 气体保护焊机的检查与调试（见表 11-3）	254
第二节 焊接结构生产过程	254
一、焊接结构生产的工艺过程	254
二、焊接结构生产的必备条件	258
第三节 复杂焊接结构的生产实例	258
一、桥式起重机箱形主梁的装配和焊接	258
二、立式储罐的装配和焊接	261
第四节 复杂焊接结构的工装夹具设计	263
一、焊接工艺装备的组成及分类	263
二、焊接工艺装备在生产中的作用	264
三、焊接工艺装备设计原则和注意事项	264
第五节 焊接安全生产	265
一、焊接作业的危险因素	265
二、焊接作业的有害因素	266
第六节 特殊环境中焊接与切割作业安全技术	272
一、焊接、切割作业特殊环境的基本特征	273
二、焊接、切割作业特殊环境的分类	273
三、特殊环境中焊接与切割作业的安全技术	274
四、高处焊接与切割作业的安全技术	276
五、水下焊接与切割作业的安全技术	278
六、化工燃料容器、管道焊补的安全技术	279
第七节 焊接与切割作业的安全生产	282
一、焊接与切割生产的基本要求	282
二、焊接与切割作业人员的基本条件	284
三、焊接与切割安全生产对各级领导的要求	284
复习思考题	284
第十二章 焊接接头静载强度计算和结构可靠性分析	286
第一节 焊接接头应力	286
一、焊接接头的基本概念	286
二、焊接接头的力学性能	287