



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

焊工 (中级)

国家职业资格培训教材编审委员会 编
刘云龙 主编



依据 **劳动和社会保障部**

制定的《国家职业标准》要求编写



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



ISBN 7-111-19802-6

封面设计：饶 薇

领你入门

帮你取证踏上理想之岗

教你技能

祝你成功步入人才殿堂

- 覆盖面广——多工种多层次 任你选
- 实用性强——重专业重技能 上手快
- 编排科学——分级别分领域 易培训
- 便于检测——题库试卷答案 全具备



邮购方式

地址：北京市西城区百万庄大街 22 号 机械工业出版社 邮编：100037

销售中心电话：(010) 68326335; 88379670

直销热线：(010) 68993821; 88379639; 88379643

网址：<http://www.cmpbook.com>



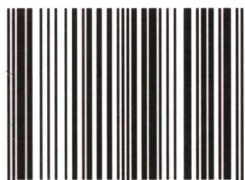
咨询热线

机械工业出版社技能教育分社

社长电话：(010) 68329397; 88379080; 88379083

上架指导：工业技术 / 机械工程 / 焊接

ISBN 7-111-19802-6



9 787111 198024 >

定价：40.00元(含1VCD)

编辑热线：(010)88379083

地址：北京市百万庄大街22号 邮政编码：100037
联系电话：(010) 68326294 网址：<http://www.cmpbook.com>
(010) 68993821 E-mail: online@cmpbook.com

技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

焊工（中级）

国家职业资格培训教材编审委员会 编
刘云龙 主编



机械工业出版社

本书是依据《国家职业标准》中级焊工的知识要求和技能要求,按照岗位培训需要的原则编写的。内容包括:焊接材料、焊前生产准备、焊条电弧焊技能训练实例、埋弧焊、手工钨极氩弧焊、CO₂ 气体保护焊、等离子弧焊与切割、电阻焊、焊接接头、焊接应力与变形、低合金钢、珠光体耐热钢、低温钢、奥氏体不锈钢的焊接,以及焊接质量检验共 15 章。书末附有与之配套的试题库和答案,以便于企业培训、考核鉴定和读者自测自查。为弥补师资力量不足企业的培训和读者自学,本书还配制了 VCD 光盘。

本书主要用作企业培训部门、职业技能鉴定培训机构、再就业和农民工培训机构的教材,也可作为技校、中职、各种培训班的教学用书,还可以作为读者自学用书。

图书在版编目 (CIP) 数据

焊工: 中级/刘云龙主编. —北京: 机械工业出版社, 2006. 9
国家职业资格培训教材
ISBN 7-111-19802-6

I. 焊... II. 刘... III. 焊接—技术培训—教材
IV. TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 097315 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑: 俞逢英 版式设计: 霍永明 责任校对: 樊钟英
封面设计: 饶 薇 责任印制: 李 妍
保定市中国画美凯印刷有限公司印刷
2007 年 1 月第 1 版第 1 次印刷
148mm×210mm A5·16.875 印张·483 千字
0001—5000 册
定价: 40.00 元

凡购本书, 如有缺页、倒页、脱页, 由本社发行部调换
本社购书热线电话 (010) 68326294
编辑热线电话 (010) 88379083
封面无防伪标均为盗版

国家职业资格培训教材

编审委员会

主 副 委	任 主 员	于 珍			
		郝广发 李 奇 洪子英			
		(按姓氏笔画排序)			
		王 蕾	王兆晶	玉英杰	王昌庚
		田力飞	刘云龙	刘书芳	刘亚琴 (常务)
		朱 华	沈卫平	汤化胜	李春明
		李家柱	李晓明	李超群 (常务)	
		李培根	李援璞	吴茂林	何月秋 (常务)
		张安宁	张吉国	张凯良	陈业彪
		周新模	郑 骏	杨仁江	杨君伟
		杨柳青	卓 炜	周立雪	周庆轩
		施 斌	荆宏智 (常务)		柳吉荣
		徐 彤	(常务)	黄志良	潘 茵
		潘宝权	戴 勇		
顾 策 本 本 本 本	问 划 书 主 参 主 参	吴关昌			
		李超群 荆宏智 何月秋			
		刘云龙			
		田智杰 徐向军			
		杜则裕			
		李伟森 段国谋 马海芹			

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38个职业的159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 中国职工技术协会常务副会长)

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，落实国家人才发展战略目标，促进农村劳动力转移培训，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。那么，开展职业培训的重要基础是什么呢？

众所周知，“教材是人们终身教育和职业生涯的重要学习工具”。顾名思义，作为职业培训的重要基础，职业培训教材当之无愧！编写出版优秀的职业培训教材，就等于为技能培训提供了一把开启就业之门的金钥匙，搭建了一座高技能人才培养的阶梯。

加快发展我国制造业，作为制造业龙头的机械行业责无旁贷。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38个职业159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20多种公共基础教材。

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,同时还根据需求为近20种教材配制了VCD光盘。

增加教材的可读性、提升教材的品质是我们策划这套教材的又一亮点。为便于培训、鉴定、考工部门在有限的时间内把最需要的知识和技能传授给学员，同时也便于学员抓住重点，提高学习效率，对需要掌握的重点、难点、考点和知识鉴定点加有旁白提示并采用双色印刷。

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

本书是依据劳动和社会保障部最新制定的《国家职业标准——焊工》编写的，为中级焊工职业资格培训教材。包括专业知识和技能训练两方面内容，特点是理论知识与技能操作有机结合，以符合国家职业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，做到图文并茂、深入浅出、通俗易懂。书中还引入了最新国家标准与技术名词术语。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；在训练内容安排上注意了通用性及典型考核鉴定实例，并注意收集各地焊工（中级工）考核中实际操作技能试题，使学员使用本教材培训之后，既能懂得焊接的基础知识，又能掌握焊接操作的基本要领和操作技能，能自如地参加焊工鉴定考核，取证上岗。

需指出的是，凡本书正文中排仿宋体字的文字，均为与书末所附题库相吻合的理论试题鉴定重点，可方便教师培训与学员复习考试。

本书中第一、三、五、七~九、十二~十四章由刘云龙教授级高工编写；第二、四、六、十、十一、十五章由田智杰高级工程师、徐向军高级工程师编写。全书由刘云龙主编，天津大学材料学院博士生导师杜则裕教授主审，李伟森高级工程师、段国谋副总工程师、马海芹高级工程师参审。

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；秦皇岛港务集团有限公司卫生环保中心陈静、刘志强工程师参与部分文字整理，在此一并致谢！

限于编者水平，书中肯定会有各种缺点和不足，敬请各位读者多加指正。

编 者

目 录

M U L U

序

前言

第一章 焊接材料	1
第一节 焊剂	1
一、焊剂的分类	1
二、焊剂的型号	2
三、焊剂的牌号	7
四、焊剂的选用原则	9
五、焊剂的烘干和储存	10
第二节 焊丝	12
一、实芯焊丝的分类	12
二、药芯焊丝的分类	14
三、实芯焊丝的型号、牌号	16
四、药芯焊丝的型号、牌号	19
五、常用埋弧焊焊剂及配用焊丝	23
六、常用的各种类型焊丝型号、牌号对照	24
七、焊丝的选用	27
第三节 保护气体	29
一、氩气	29
二、氮气	30
三、二氧化碳气	30
四、氦气	32
五、混合气体	32
第四节 钨极	33

一、钨极的种类	33
二、钨极的使用电流	35
三、钨极端头的形状	35
第五节 焊条	36
一、不锈钢焊条	36
二、低温钢焊条	39
复习思考题	40
第二章 焊前生产准备	42
第一节 焊件坡口准备	42
一、焊件坡口的形状	42
二、坡口的几何尺寸	46
三、不同焊接位置的坡口选择	47
四、坡口的加工方法	47
第二节 焊前预热	48
一、焊前预热的目的	48
二、焊前预热的方法	49
第三节 焊前组装及定位焊	50
一、焊件焊前组装的检查	50
二、板材焊件的组装及定位焊	51
三、管材焊件的组装及定位焊	53
四、管板焊件的组装及定位焊	54
复习思考题	55
第三章 焊条电弧焊技能训练实例	56
训练1 低碳钢板对接向上立焊的单面焊双面成形	56
训练2 低碳钢板对接横焊单面焊双面成形	62
训练3 低碳钢板对接仰焊	67
训练4 大直径低碳钢管垂直固定对接单面焊双面成形	70
训练5 插入式低碳钢管板垂直固定对接单面焊双面成形	74
训练6 插入式低碳钢管板水平固定对接单面焊双面成形	78

训练 7 $\phi 51\text{mm} \times 4\text{mm}$ 低碳钢管水平固定对接单面焊双面成形	82
复习思考题	86
第四章 埋弧焊	87
第一节 埋弧焊概述	87
一、埋弧焊的工作原理	87
二、埋弧焊的工艺特点	88
三、埋弧焊的应用范围	90
第二节 埋弧焊的焊接参数	90
一、焊接电源的极性	90
二、焊接电流	91
三、电弧电压	91
四、焊接速度	92
五、焊丝直径	93
六、焊丝倾角	93
七、焊件倾斜	94
八、焊丝伸出长度	95
九、焊剂堆高和粒度	95
十、坡口形式	95
第三节 埋弧焊机	96
一、埋弧焊机的分类及组成	96
二、埋弧焊机的型号及主要技术参数	99
三、埋弧焊机的焊接操作	100
第四节 埋弧焊技能训练实例	104
训练 1 厚 10mmQ235 低碳钢板 I 形坡口对接双面焊 (带焊剂垫)	104
训练 2 筒体环缝对接双面埋弧焊	105
第五节 埋弧焊的安全操作规程	107
一、个人防护用品	107
二、防止触电	108
三、防止火灾	108

复习思考题	109
第五章 手工钨极氩弧焊	110
第一节 手工钨极氩弧焊概述	110
一、手工钨极氩弧焊的工作原理	110
二、手工钨极氩弧焊的工艺特点	111
三、手工钨极氩弧焊的应用范围	111
第二节 手工钨极氩弧焊的焊接参数	112
一、焊接电源的种类和极性	112
二、焊接电流	114
三、钨极直径和形状	114
四、钨极伸出长度	114
五、电弧电压	114
六、保护气体流量	115
七、喷嘴直径	115
八、焊接速度	116
第三节 手工钨极氩弧焊机	116
一、手工钨极氩弧焊机的分类及组成	116
二、手工钨极氩弧焊机的型号及技术数据	122
第四节 手工钨极氩弧焊的操作技术	123
一、手工钨极氩弧焊的引弧	123
二、手工钨极氩弧焊的定位焊	124
三、手工钨极氩弧焊焊缝的接头	124
四、手工钨极氩弧焊焊缝的收弧	124
五、手工钨极氩弧焊的填丝操作技术	124
六、焊枪的移动	126
七、焊接操作手法	128
第五节 手工钨极氩弧焊技能训练实例	129
训练1 低碳钢管垂直固定对接单面焊双面成形	129
训练2 插入式低碳钢管板垂直固定对接单面焊双面成形	132
训练3 不锈钢薄板 I 形坡口对接平焊单面焊双面成形	136

第六节 手工钨极氩弧焊的安全操作规程	139
一、防止弧光辐射	139
二、人体安全防护	139
三、燃烧和爆炸	140
复习思考题	140
第六章 CO ₂ 气体保护焊	142
第一节 CO ₂ 气体保护焊概述	142
一、CO ₂ 气体保护焊的工作原理	142
二、CO ₂ 气体保护焊的工艺特点	143
三、CO ₂ 气体保护焊的冶金特点	144
四、CO ₂ 气体保护焊过程中的熔滴过渡	145
五、CO ₂ 气体保护焊的气孔	146
六、CO ₂ 气体保护焊的飞溅	147
七、CO ₂ 气体保护焊的应用	149
第二节 CO ₂ 气体保护焊的焊接参数	150
一、焊丝直径	150
二、焊接电流	151
三、电弧电压	151
四、焊接速度	152
五、CO ₂ 气体的流量	153
六、焊丝伸出长度	153
七、电源极性	154
八、回路电感	155
九、焊枪的倾角	155
第三节 CO ₂ 气体保护焊焊机	156
一、CO ₂ 气体保护焊焊机的分类及组成	156
二、CO ₂ 气体保护焊焊机型号及主要技术参数	162
三、CO ₂ 气体保护焊操作技术	164
第四节 CO ₂ 气体保护焊技能训练实例	170

训练1 薄板对接平焊单面焊双面成形	170
训练2 薄板对接立焊单面焊双面成形	173
训练3 厚12mm板V形坡口对接横焊单面焊双面成形	177
复习思考题	179
第七章 等离子弧焊与切割	181
第一节 等离子弧焊与切割概述	181
一、等离子弧的产生及特点	181
二、等离子弧焊方法的分类	184
三、等离子弧切割	186
第二节 等离子弧焊的焊接参数	186
一、焊接电源、电极及气体	186
二、焊接参数	190
三、主要焊接参数的匹配规律	192
第三节 等离子弧的切割参数	193
一、切割分类	193
二、切割参数	194
第四节 等离子弧焊与切割技能训练实例	196
训练1 1Cr18Ni9Ti不锈钢板的对接平焊单面焊双面成形	196
训练2 碳素钢板空气等离子弧切割	197
第五节 等离子弧焊与切割的安全操作规程	199
一、电击	199
二、有害气体	199
三、金属粉尘	199
四、噪声	200
五、弧光辐射	200
六、高频电磁场	200
复习思考题	201
第八章 电阻焊	202
第一节 电阻焊概述	202

一、电阻焊的分类及原理	202
二、电阻焊的工艺特点	203
三、电阻焊的应用范围	204
第二节 电阻焊设备	204
一、点焊机的分类及组成	204
二、对焊机的分类及组成	206
三、缝焊机的分类及组成	208
四、凸焊机的分类及组成	211
五、电阻焊电源	212
六、电阻焊机用电极	214
第三节 电阻焊工艺	218
一、点焊工艺	218
二、闪光对焊工艺	221
第四节 电阻焊技能训练实例	224
训练1 低碳钢薄板 (2mm + 2mm) 的点焊	224
训练2 低碳钢筋 ($\phi 6\text{mm} + \phi 6\text{mm}$) 的闪光对焊	227
第五节 电阻焊的安全操作规程	228
复习思考题	229
第九章 焊接接头	230
第一节 焊接接头概述	230
一、焊接接头的组成	230
二、焊接接头的形式	233
第二节 焊接热循环概述	233
一、焊接热循环的主要特点	233
二、影响焊接热循环的因素	234
第三节 焊缝金属的组织与性能	236
一、焊缝熔池的一次结晶	236
二、焊缝金属的二次结晶	239
三、焊接热影响区的组织与性能	241
第四节 改善焊接接头性能的方法	245