



技能型人才培养用书

国家职业资格培训教材

焊工 (高级)

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



TG4
604

技能型人才培养用书
国家职业资格培训教材

焊工(高级)

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》高级焊工的知识要求和技能要求,按岗位培训需要的原则编写的。内容包括:焊接安全生产、铸铁焊接、铝及铝合金焊接、铜及铜合金焊接、钛及钛合金焊接、异种金属焊接、焊条电弧焊单面焊双面成形、锅炉及压力容器焊接、梁及柱的焊接、焊接设备调试、气割设备等。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,还配备了 VCD 光盘。

本书主要用作企业培训部门,职业技能鉴定、培训机构的培训教材,也可作为高级技校、技师学院、高职高专以及各种短训班焊接专业的教学用书,还可供有关焊接工程技术人员、焊工和相关专业人员参考使用。

图书在版编目(CIP)数据

焊工(高级)/刘云龙主编. —北京:机械工业出版社,
2007.3

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-20886-0

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(2007)第 021148 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:申春香

封面设计:饶薇 责任印制:李妍

北京铭成印刷有限公司印刷

2007 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

148mm×210mm·13.25 印张·378 千字

0001—4000 册

标准书号:ISBN 978-7-111-20886-0

ISRC CN-M10-07-0008-D/V·T(光盘)

定价:35.00 元(含 1VCD)

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
销售服务热线电话:(010)68326294

购书热线电话:(010)88379639 88379641 88379643

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 任	于 珍				
副 主 任	郝广发	李 奇	洪子英		
委 员	(按姓氏笔画排序)				
	王 蕾	王兆晶	王英杰	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	李援璇	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 问	吴关昌				
策 划	李超群	荆宏智	何月秋		
本书主编	刘云龙				
本书参编	周大鹏	田智杰	徐向军	刘滨伟	
本书主审	杜则裕				
本书参审	韩正其				

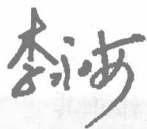
序 一

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。

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,为高级焊工职业资格培训教材,包括专业知识和技能培训两方面内容。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,内容紧密联系生产实际,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的原则,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(高级工)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字体的文字,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。

本书第一~七章、第十一章及技能要求试题由刘云龙教授级高级工程师编写;第七章部分内容 by 刘滨伟编写;第八章由周大鹏高级工程师编写;第九章、第十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,天津大学材料科学与工程学院博士生导师杜则裕教授主审,唐山钢铁股份有限公司韩正其教授级高级工程师参审。

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,在此一并致谢!

限于编者水平,本书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

序一

序二

前言

第一章 焊接安全生产	1
第一节 焊接安全生产技术	1
一、化工燃料容器、管道补焊的安全技术	1
二、高处焊接与切割的安全技术	5
三、触电急救	6
第二节 焊接安全操作要求	10
一、气焊气割的安全操作要求	10
二、焊条电弧焊的安全操作要求	14
三、埋弧焊的安全操作要求	16
四、气体保护焊的安全操作要求	17
五、等离子弧焊与切割的安全操作要求	19
六、碳弧气刨和切割的安全操作要求	20
七、电阻焊的安全操作要求	21
第三节 焊接与切割劳动保护	22
一、焊接与切割操作中的安全	22
二、眼睛、头部的防护用品	24
三、工作服	25
四、手套	25
五、防护鞋	25
六、其他防护用品	26
第四节 焊接作业场所的通风和防火	26

一、焊接作业场所的通风	26
二、焊接、切割中的防火	28
第五节 焊接安全生产的重要意义	29
一、安全生产的重要意义	29
二、新形势下的安全生产工作	30
复习思考题	31
 第二章 铸铁的焊接	33
第一节 铸铁概述	33
一、铸铁的分类	33
二、铸铁的牌号	35
第二节 铸铁用焊接材料	36
一、铸铁焊条的类别	36
二、铸铁焊丝	39
三、铸铁气焊用熔剂	40
第三节 灰铸铁的焊接	41
一、灰铸铁的焊接性	41
二、灰铸铁的焊接工艺	43
第四节 球墨铸铁的焊接	53
一、球墨铸铁的焊接性	53
二、球墨铸铁的焊接工艺	54
第五节 铸铁焊接技能训练实例	57
训练1 灰铸铁底座裂纹的焊条电弧焊补焊	57
训练2 球墨铸铁的补焊	60
复习思考题	62
 第三章 铝及铝合金的焊接	63
第一节 铝及铝合金概述	63
一、铝及铝合金的分类	63
二、铝及铝合金的特性	63
三、铝及铝合金的牌号	64

四、铝及铝合金的焊前准备及焊后清理	64
第二节 铝及铝合金用焊接材料	69
一、铝及铝合金焊条	69
二、铝及铝合金焊丝	71
三、铝及铝合金气焊用熔剂	73
第三节 铝及铝合金的焊接特点及工艺	74
一、铝及铝合金的焊接特点	74
二、铝及铝合金的焊接工艺	77
第四节 铝及铝合金焊接技能训练实例	86
训练1 铝合金管的对接水平固定手工钨极氩弧焊	86
训练2 5A02 铝合金板的电阻点焊	89
复习思考题	91
第四章 铜及铜合金的焊接	93
第一节 铜及铜合金概述	93
一、铜及铜合金的分类	93
二、铜及铜合金的特性	94
三、铜及铜合金的牌号	94
四、铜及铜合金的焊前准备和焊后处理	96
第二节 铜及铜合金用焊接材料	101
一、铜及铜合金焊条	101
二、铜及铜合金焊丝	104
三、铜及铜合金气焊用熔剂	107
第三节 铜及铜合金的焊接特点及工艺	108
一、铜及铜合金的焊接性	108
二、纯铜的焊接	110
三、黄铜的焊接	121
四、锡青铜的焊接	125
五、铝青铜的焊接	126
六、硅青铜的焊接	128
第四节 铜及铜合金焊接技能训练实例	130

训练 1 纯铜板的对接手工钨极氩弧焊	130
训练 2 黄铜板的对接焊条电弧焊	132
复习思考题	133
第五章 钛及钛合金的焊接	134
第一节 钛及钛合金概述	134
一、钛及钛合金的分类	134
二、钛及钛合金的牌号	134
三、钛及钛合金的特性	135
四、钛及钛合金的焊前准备	136
第二节 钛及钛合金用焊接材料	137
一、钛及钛合金氩弧焊用保护气体	137
二、钛及钛合金气体保护焊用焊丝	137
第三节 钛及钛合金的焊接特点及工艺	138
一、钛及钛合金的焊接性	138
二、钛及钛合金的焊接工艺	140
第四节 钛及钛合金焊接技能训练实例	150
训练 1 厚 1mm 钛合金板的平对接手工钨极氩弧焊	150
训练 2 厚 0.8mm 钛合金板的平对接低频脉冲钨极氩弧焊	152
复习思考题	154
第六章 异种金属的焊接	155
第一节 异种金属概述	155
一、异种金属的分类	155
二、异种金属焊接的主要问题	156
三、异种金属的焊接方法	156
四、异种金属接头的连接形式	158
第二节 奥氏体不锈钢与珠光体钢的焊接	161
一、奥氏体不锈钢与珠光体钢的焊接性	161
二、奥氏体不锈钢与珠光体钢的焊接工艺	163
第三节 低碳钢与低合金钢的焊接	166

一、低碳钢与低合金钢的焊接性	166
二、低碳钢与低合金钢的焊条电弧焊	168
三、低碳钢与低合金钢的 CO ₂ 气体保护焊	170
四、低碳钢与低合金钢的埋弧焊	173
第四节 不锈复合钢板的焊接	177
一、不锈复合钢板的焊接特点	177
二、常用的不锈复合钢板	180
三、不锈复合钢板用焊接材料	180
四、不锈复合钢板的焊接工艺要点	181
复习思考题	183
第七章 焊条电弧焊的单面焊双面成形	185
第一节 平板对接仰焊的单面焊双面成形	185
一、酸性焊条(断弧焊)平板对接仰焊的单面焊双面成形	185
二、碱性焊条(连弧焊)平板对接仰焊的单面焊双面成形	193
第二节 小直径管对接水平固定焊条电弧焊的单面焊 双面成形	198
第三节 小直径管对接垂直固定加障碍管焊条电弧焊 的单面焊双面成形	205
一、酸性焊条(断弧焊)小直径管对接垂直固定加障碍管单面 焊双面成形	205
二、碱性焊条(连弧焊)小直径管对接垂直固定加障碍管单面 焊双面成形	211
第四节 小直径管对接 45° 倾斜固定焊条电弧焊的单 面焊双面成形	215
一、酸性焊条(断弧焊)小直径管对接 45° 倾斜固定的单 面焊双面成形	215
二、碱性焊条(连弧焊)小直径管对接 45° 倾斜固定的单面焊双面 成形	219
复习思考题	222

第八章 锅炉及压力容器的焊接	223
第一节 锅炉概述	223
一、锅炉的工作特点	223
二、锅炉的分类	223
三、锅炉铭牌上的参数	224
四、锅炉主要受压部件的作用	227
五、锅炉的工作特点	230
第二节 锅炉的焊接制造	231
一、锅炉受压部件的焊接技术要求	231
二、焊前准备	233
三、焊接接头	234
四、焊前预热	235
五、焊后热处理	236
六、锅炉焊接检验	237
七、焊接缺陷的返修和补焊	238
第三节 压力容器概述	239
一、压力容器的工作特点	239
二、压力容器的分类	240
三、压力的容器的主要参数	241
四、压力容器的结构	242
第四节 压力容器的焊接	245
一、焊件的冷热加工成形	246
二、筒节与壳体的组装	247
三、焊前预热	249
四、焊后热处理	250
五、压力容器常见的缺陷和检验方法	252
六、压力容器的修理	259
复习思考题	262
第九章 梁及柱的焊接	263
第一节 梁的焊接	263

一、梁的结构	263
二、梁的连接	266
三、梁的焊接	269
第二节 柱的焊接	272
一、柱的结构	272
二、柱的焊接要点	276
第三节 梁、柱焊接缺陷产生原因及防止措施	277
一、梁、柱的焊接变形	277
二、梁、柱焊接的其他缺陷	281
复习思考题	283
第十章 焊接设备的调试	285
第一节 埋弧焊焊机的调试	285
一、埋弧焊焊机的调试内容	285
二、埋弧焊焊机的调试方法	285
三、埋弧焊焊机小车的调试	286
四、埋弧焊焊机的试焊	286
第二节 钨极氩弧焊焊机的调试	287
一、钨极氩弧焊焊机的调试内容	287
二、钨极氩弧焊焊机的调试方法	287
三、钨极氩弧焊焊机的试焊	288
第三节 CO ₂ 气体保护焊焊机的调试	288
一、CO ₂ 气体保护焊焊机的调试内容	288
二、CO ₂ 气体保护焊焊机的调试方法	288
复习思考题	289
第十一章 气割设备	290
第一节 气割设备概述	290
一、气割设备的分类	290
二、金属可气割的条件	291
三、主要气割方法	292

四、常用切割机	296
第二节 典型气割机的实际操作	301
一、CG1-30 型半自动切割机	301
二、CG1-30 型半自动切割机的操作	302
三、SDYQ 系列数控等离子氧乙炔切割机的操作	304
第三节 气割机的切割安全操作规程	308
一、CG1-30 型半自动切割机的安全操作规程	308
二、SDYQ 系列数控等离子氧乙炔切割机的安全操作规程	309
复习思考题	312
试题库	313
知识要求试题	313
第一章 试题(313) 答案(396)	
第二章 试题(316) 答案(396)	
第三章 试题(321) 答案(397)	
第四章 试题(325) 答案(397)	
第五章 试题(328) 答案(398)	
第六章 试题(330) 答案(398)	
第七章 试题(333) 答案(399)	
第八章 试题(334) 答案(399)	
第九章 试题(341) 答案(400)	
第十章 试题(343) 答案(400)	
第十一章 试题(345) 答案(401)	
技能要求试题	347
一、Q345(16Mn) 钢板仰对接焊条电弧焊	347
二、大直径管对接水平固定焊条电弧焊	349
三、骑座式管板焊条电弧焊的垂直仰焊	351
四、小直径管对接垂直固定焊条电弧焊	354
五、小直径管对接水平固定加障碍管手工 TIG 焊打底, 焊条电 弧焊盖面	357
六、小直径管对接 45° 倾斜固定焊条电弧焊	360