



国家职业资格培训教材
理论鉴定培训系列

焊工 (中级) 鉴定培训教材

国家职业资格培训教材编审委员会 组编
刘云龙 主编

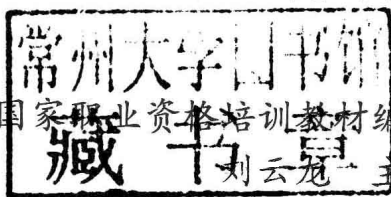
依据**人力资源和社会保障部 2009**
制定的《国家职业技能标准》要求编写



 **机械工业出版社**
CHINA MACHINE PRESS

国家职业资格培训教材
理论鉴定培训系列

焊工（中级） 鉴定培训教材



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

本教材是以《国家职业技能标准》焊工（中级）的知识要求为依据，紧扣国家职业技能鉴定理论知识考试要求编写的，主要内容包括：焊接材料，焊前生产准备，CO₂ 气体保护焊，手工钨极氩弧焊，埋弧焊，气焊，钎焊，切割，焊接接头，焊接应力与变形，低合金结构钢的焊接，奥氏体不锈钢的焊接，焊接质量检验共 13 章。每章前有培训目标，章末有复习思考题，以便于企业培训和读者自测。

本教材既可作为各级职业技能鉴定培训机构、企业培训部门的考前培训教材，又可作为读者考前复习用书，还可作为职业技术学院、技工院校的专业课教材。

图书在版编目（CIP）数据

焊工（中级）鉴定培训教材/刘云龙主编：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，2011.4

国家职业资格培训教材

ISBN 978-7-111-33941-0

I. ①焊… II. ①刘…②国… III. ①焊接—职业技能—鉴定—教材
IV. ①TG4

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2011）第 055201 号

机械工业出版社（北京百万庄大街 22 号 邮政编码 100037）

策划编辑：俞逢英 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：乔宇

北京瑞德印刷有限公司印刷（三河市胜利装订厂装订）

2011 年 8 月第 1 版第 1 次印刷

148mm × 210mm · 13.125 印张 · 372 千字

0001—3000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-33941-0

定价：28.00 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 门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010) 68326294

教材网：<http://www.cmpedu.com>

销售二部：(010) 88379649

读者购书热线：(010) 88379203 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 |
| 李俊玲 (常务) | | 李家柱 | 李晓明 |
| 李超群 | 李培根 | 李援瑛 | 吴茂林 |
| 何月秋 | 张安宁 | 张吉国 | 张凯良 |
| 张敬柱 (常务) | | 陈玉芝 | 陈业彪 |
| 陈建民 | 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 | 贾恒旦 | 徐 彤 | 黄志良 |
| 潘 茵 | 戴 勇 | | |
- 顾问 吴关昌
- 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
- 本书主审 杜则裕
- 本书参审 温庆军

序

为落实国家人才发展战略目标，加快培养一大批高素质的技能型人才，我们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，共172种。2005年出版后，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、鉴定部门和技术工人的欢迎，基本满足了培训、鉴定、考工和读者自学的需要，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培训的品牌教材。JJJ——“机工技能教育”品牌已深入人心。

按照国家“十一五”高技能人才培养体系建设的主要目标，到“十一五”期末，全国技能劳动者总量将达到1.1亿人，高级工、技师、高级技师总量均有大幅增加。因此，从2005年至2009年的五年间，参加职业技能鉴定的人数和获取职业资格证书的人数年均增长10%以上，2009年全国参加职业技能鉴定和获取职业资格证书的人数均已超过1200万人。这种趋势在“十二五”期间还将会得以延续。

为满足职业技能鉴定培训的需要，我们经过充分调研，决定在已经出版的《国家职业资格培训教材》的基础上，贯彻“围绕考点，服务鉴定”的原则，紧扣职业技能鉴定考核要求，根据企业培训部门、技能鉴定部门和读者的不同需求进行细化，分别编写理论鉴定培训教材系列、操作技能鉴定实战详解系列和职业技能鉴定考核试题库系列。

《国家职业资格培训教材——鉴定培训教材系列》用于国家职业技能鉴定理论知识考试前的理论培训。它主要有以下特色：

- 汲取国家职业资格培训教材精华——保留国家职业资格培训教材的精华内容，考虑企业和读者的需要，重新整合、更新、补充和完善培训教材的内容。



- 依据最新国家职业标准要求编写——以《国家职业技能标准》要求为依据，以“实用、够用”为宗旨，以便于培训为前提，提炼重点培训和复习的内容。

- 紧扣国家职业技能鉴定考核要求——按复习指导形式编写，教材中的知识点紧扣职业技能鉴定考核的要求，针对性强，适合技能鉴定考试前培训使用。

《国家职业资格培训教材——操作技能鉴定实战详解系列》用于国家职业技能鉴定操作技能考试前的突击冲刺、强化训练。它主要有以下特色：

- 重点突出，具有针对性——依据技能考核鉴定点设计，目的明确。

- 内容全面，具有典型性——图样、评分表、准备清单，完整齐全。

- 解析详细，具有实用性——工艺分析，操作步骤和重点解析详细。

- 练考结合，具有实战性——单项训练题、综合训练题，步步提升。

《国家职业资格培训教材——职业技能鉴定考核试题库系列》用于技能培训、鉴定部门命题和参加技能鉴定人员复习、考核和自检自测。它主要有以下特色：

- 初级、中级、高级、技师、高级技师各等级全包括。

- 试题可行性、代表性、针对性、通用性、实用性强。

- 考核重点、理论题、技能题、答案、鉴定试卷齐全。

这些教材是《国家职业资格培训教材》的扩充和完善，在编写时，我们重点考虑了以下几个方面：

在工种选择上，选择了机电行业的车工、铣工、钳工、机修钳工、汽车修理工、制冷设备维修工、铸造工、焊工、冷作钣金工、热处理工、涂装工、维修电工等近二十个主要工种。

在编写依据上，依据最新国家职业标准，紧扣职业技能鉴定考核要求编写。对没有国家职业标准，但社会需求量大且已单独培训和考核的职业，则以相关国家职业标准或地方鉴定标准和要求为依



据编写。

在内容安排上，提炼应重点培训和复习的内容，突出“实用、够用”，重在教会读者掌握必需的专业知识和技能，掌握各种类型题的应试技巧和方法。

在作者选择上，共有十几个省、自治区、直辖市相关行业 200 多名从事技能培训 and 考工的专家参加编写。他们既了解技能鉴定的要求，又具有丰富的教材编写经验。

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。

在这套教材的调研、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！

虽然我们在编写这套培训教材中尽了最大努力，但教材中难免存在不足之处，诚恳地希望专家和广大读者批评指正。

国家职业资格培训教材编审委员会

前 言

本书是依照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）要求编写的，为中级焊工职业资格培训教材。本书的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。本书引入了最新国家标准与技术名词术语。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；在技能训练方面贯彻了学以致用原则，既讲述焊接操作步骤，又突出注意事项和焊接检验要求等。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，应用自如地参加焊工技能鉴定考核，取证上岗。

本书第一、四、六、七、八、九、十二章由刘云龙教授级高工编写，第二、三、五、十、十一、十三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，温庆军高工参审。

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，书中难免会有各种缺点和不足，敬请各位读者批评指正。

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	11
第二节 焊丝	12
一、实芯焊丝的分类	13
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	20
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	26
第三节 保护气体	28
一、氩气	28
二、氦气	29
三、二氧化碳气	30
四、氮气	31
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	34
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	38
复习思考题	40
第二章 焊前生产准备	41
第一节 焊前焊件坡口准备	41
一、坡口的形状	41
二、坡口的几何尺寸	44
三、不同焊接位置的坡口选择	46
四、坡口的加工方法	46
第二节 焊前预热	47
一、焊前预热的目的	47
二、焊前预热的方法	48
第三节 焊条电弧焊的焊前组装及定位焊	48
一、焊件焊前组装的检查	48
二、板材焊件的组装及定位焊	50
三、管材焊件的组装及定位焊	51
四、管板焊件的组装及定位焊	53
五、焊条电弧焊的应用实例	53
复习思考题	81
第三章 CO₂ 气体保护焊	82
第一节 CO ₂ 气体保护焊概述	82
一、CO ₂ 气体保护焊的工作原理	82
二、CO ₂ 气体保护焊的工艺特点	83
三、CO ₂ 气体保护焊的冶金特点	84
四、CO ₂ 气体保护焊的熔滴过渡	85



五、CO ₂ 气体保护焊的气孔	86
六、CO ₂ 气体保护焊的飞溅	87
七、CO ₂ 气体保护焊的应用	89
第二节 CO ₂ 气体保护焊的焊接参数	89
一、焊丝直径	89
二、焊接电流	90
三、电弧电压	91
四、焊接速度	91
五、CO ₂ 气体的流量	92
六、焊丝伸出长度	93
七、电源极性	93
八、回路电感	94
九、焊枪角度	94
第三节 CO ₂ 气体保护焊焊机	95
一、CO ₂ 气体保护焊焊机的分类及组成	95
二、CO ₂ 气体保护焊焊机型号及主要技术数据	100
三、CO ₂ 气体保护焊的操作技术	101
第四节 CO ₂ 气体保护焊的应用实例	109
复习思考题	118
第四章 钨极氩弧焊	119
第一节 手工钨极氩弧焊概述	119
一、手工钨极氩弧焊的工作原理	119
二、手工钨极氩弧焊的工艺特点	119
三、手工钨极氩弧焊的应用范围	120
第二节 手工钨极氩弧焊焊机	121
一、手工钨极氩弧焊焊机的分类及组成	121
二、手工钨极氩弧焊焊机型号及技术数据	126
第三节 手工钨极氩弧焊的焊接参数	127
一、焊接电源的种类和极性	127
二、焊接电流	129



三、钨极直径和形状	129
四、钨极伸出长度	130
五、电弧电压	130
六、保护气体流量	131
七、喷嘴直径	131
八、焊接速度	131
第四节 手工钨极氩弧焊的操作技术	132
一、手工钨极氩弧焊的引弧	132
二、手工钨极氩弧焊的定位焊	133
三、手工钨极氩弧焊的接头	133
四、手工钨极氩弧焊的收尾	133
五、手工钨极氩弧焊的填丝	134
六、焊枪的移动	135
七、焊接操作手法	137
第五节 手工钨极氩弧焊的应用举例	138
第六节 手工钨极氩弧焊的安全操作规程	150
一、防止弧光辐射	150
二、人体安全防护	150
三、燃烧和爆炸	151
复习思考题	152
第五章 埋弧焊	153
第一节 埋弧焊概述	153
一、埋弧焊的工作原理	153
二、埋弧焊的工艺特点	153
三、埋弧焊的应用范围	155
四、双丝埋弧焊的特点	156
五、带极埋弧焊的特点	157
第二节 埋弧焊的焊接参数	158
一、焊接电源的极性	158
二、焊接电流	158



三、电弧电压	159
四、焊接速度	159
五、焊丝直径	161
六、焊丝倾角	161
七、焊件倾斜	161
八、焊丝伸出长度	162
九、焊剂堆高和粒度	162
十、坡口形式	163
第三节 埋弧焊焊机	163
一、埋弧焊焊机的分类及组成	163
二、埋弧焊焊机型号及主要技术数据	167
第四节 埋弧焊焊机的焊接操作	169
一、埋弧焊的焊剂垫	169
二、埋弧焊的引弧板和引出板	169
三、埋弧焊的引弧	171
四、埋弧焊焊丝端部位置的调整	172
五、埋弧焊的收弧	172
六、埋弧焊的应用实例	173
第五节 埋弧焊安全操作规程	177
一、个人防护用品	177
二、防止触电	177
三、防止火灾	178
复习思考题	178
第六章 气焊	179
第一节 气焊与气割设备及工具	179
一、气焊与气割设备	179
二、气焊与气割工具	181
第二节 气焊工艺及技术	189
一、气焊焊接参数的选择	189
二、气焊的基本操作技术	195



三、气焊的应用实例	198
复习思考题	204
第七章 钎焊	205
第一节 钎焊概述	205
一、钎焊的基本原理	205
二、钎焊的特点	207
三、钎焊的分类	208
第二节 钎料	208
一、对钎料的基本要求	208
二、钎料的分类	209
三、钎料型号表示方法	209
四、原冶金工业部颁布的钎料牌号表示方法	211
五、原机械工业部关于钎料的编号	211
六、钎料的选择原则	211
第三节 钎剂	212
一、对钎剂的基本要求	212
二、钎剂的分类	213
三、钎剂牌号的表示方法	214
第四节 钎焊方法	215
一、烙铁钎焊	215
二、火焰钎焊	215
三、电阻钎焊	215
四、感应钎焊	216
五、浸渍钎焊	217
六、炉中钎焊	217
第五节 钎焊工艺	218
一、钎焊接头的设计	218
二、钎焊接头的间隙	220
三、焊件的表面准备	221
四、焊件的装配和固定	222



五、涂阻流剂	224
六、钎焊接参数的选择	224
七、钎焊后的清洗	224
第六节 钎焊接头缺陷及产生原因	225
第七节 铝管搭接接头的手工火焰钎焊	225
一、铝及铝合金的钎焊性	225
二、铝及铝合金钎焊的接头形式	226
三、铝管搭接接头的手工火焰钎焊	227
复习思考题	229
第八章 切割	231
第一节 等离子弧切割	231
一、等离子弧的产生及其特点	231
二、等离子弧切割的特点	234
三、等离子弧切割参数	235
四、等离子弧切割的应用实例	237
五、等离子弧切割的安全操作规程	239
第二节 激光切割	241
一、激光切割的特点	241
二、激光切割的分类	242
三、激光切割设备	243
四、激光切割参数	243
五、激光切割的应用实例	244
六、激光切割的安全防护	245
第三节 氧乙炔气割	248
一、气割参数的选择	248
二、常用型材气割的基本操作技术	250
三、氧乙炔气割的应用实例	253
复习思考题	254
第九章 焊接接头	256



第一节 焊接接头概述	256
一、焊接接头的组成	256
二、焊接接头的形式	258
第二节 焊接热循环概述	259
一、焊接热循环的主要特点	259
二、影响焊接热循环的因素	261
第三节 焊缝金属组织与性能	262
一、焊缝熔池的一次结晶	262
二、焊缝金属的二次结晶	264
三、焊接热影响区的组织和性能	267
第四节 改善焊接接头性能的方法	271
一、选择合适的焊接工艺方法	271
二、选择合适的焊接参数	272
三、选择合适的焊接热输入	273
四、选择合理的焊接操作方法	273
五、正确选择焊接材料	273
六、正确选择焊后热处理	274
七、控制熔合比	274
第五节 焊缝金属中的有害元素	275
一、焊缝金属中的氧	275
二、焊缝金属中的氢	276
三、焊缝金属中的氮	279
四、焊缝金属中的硫	281
五、焊缝金属中的磷	282
复习思考题	283
第十章 焊接应力与变形	284
第一节 焊接应力与变形概述	284
一、焊接应力与变形	284
二、焊接应力与变形产生的原因	284
第二节 焊接残余应力	287



一、焊接残余应力的种类	287
二、控制焊接残余应力的工艺措施	289
三、消除焊接残余应力的方法	292
第三节 焊接残余变形	295
一、焊接残余变形的种类	295
二、控制焊接残余变形的工艺措施	299
三、矫正焊接残余变形的的方法	302
复习思考题	307
第十一章 低合金结构钢的焊接	308
第一节 低合金结构钢概述	308
一、低合金结构钢的分类	308
二、低合金高强度结构钢	308
三、专业用低合金结构钢	309
第二节 低合金结构钢的焊接性	327
一、焊接性的定义	327
二、碳当量及其应用	327
三、低合金结构钢的焊接性简述	328
第三节 低合金结构钢的焊接工艺	330
一、低合金结构钢的焊接工艺的特点	330
二、低合金结构钢的焊接工艺要点	331
第四节 低合金结构钢的焊接实例	335
一、Q345B（16Mn）钢的焊接	335
二、Q420（15MnVN）钢的焊接	336
复习思考题	338
第十二章 奥氏体不锈钢的焊接	339
第一节 不锈钢概述	339
一、不锈钢的分类	339
二、不锈钢的物理性能	341
第二节 奥氏体不锈钢的焊接性	341