



国家职业资格培训教材  
理论鉴定培训系列

# 焊工 (高级) 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



國家職業技能培訓教材  
新編職業培訓教材

# 焊工 (高級)

## 鑒定培訓教材

國家職業技能培訓教材編審委員會 編審  
劉成忠 主編

根據《人力資源部特色保障計劃 2009》

制定《國家職業技能培訓教材》編審編寫

国家职业资格培训教材  
理论鉴定培训系列

# 焊工（高级） 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（高级）的知识要求为依据，紧扣国家职业技能鉴定理论知识考试的要求编写的，主要内容包括：焊条电弧焊、熔化极气体保护焊、非熔化极气体保护焊、气焊、焊接设备的调试、锅炉及压力容器的焊接、梁及柱的焊接、焊接安全生产和气割设备共9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（高级）鉴定培训教材/刘云龙主编. —北京：  
机械工业出版社，2012.7

国家职业资格培训教材·理论鉴定培训系列  
ISBN 978-7-111-38113-6

I. ①焊… II. ①刘… 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（2012）第074830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：俞逢英 责任编辑：俞逢英

版式设计：刘怡丹 责任校对：胡艳萍

责任印制：杨曦

北京京丰印刷厂印刷

2012年7月第1版·第1次印刷

148mm×210mm·10.5印张·298千字

0 001—4 000册

标准书号：ISBN 978-7-111-38113-6

定价：25.00元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换  
网络服务

社服务中心：(010)88361066

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售一部：(010)68326294

销售二部：(010)88379649

教材网：<http://www.cmpedu.com>

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

## 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	李援璞	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达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

## VI

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 多名从事技能培训和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

本教材是依据国家人力资源和社会保障部 2009 年修订的《国家职业技能标准》对高级焊工职业技能所要求的相关专业理论知识,紧扣国家职业技能鉴定理论知识考试的实际,按岗位培训的需要编写的。教材以“实用、够用”为宗旨,重点提炼必需的专业知识。

本教材的特点是注意基础理论的阐述和对焊接工艺分析能力的培养。在编写过程中力求教材内容精练、实用、通俗易懂、突出重点、覆盖面广和通用性强。近年来出现的焊接新技术也有所介绍,以扩大焊工的视野。另外,本教材采用了最新国家标准、法定计量单位和名词术,可基本满足焊工职业培训的需要。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,又可作为取证人员考前复习用书,还可作为职业技术学院、技工院校的相关专业课教材。

本教材第一章~第四章,第六章~第九章由刘云龙教授级高级工程师编写;第五章由田智杰、徐向军高级工程师编写。全书由刘云龙任主编,天津大学材料学院博士生导师杜则裕教授任主审,温庆军高级工程师参审。

在本教材的编写过程中,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,河北港口集团有限公司卫生环保中心陈静检验师,为本书提供了许多与卫生环保方面有关的专业知识和资料,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 焊条电弧焊 .....	1
第一节 低碳钢板的对接仰焊 .....	1
一、焊条电弧焊的熔滴过渡类型及影响因素 .....	1
二、板对接仰焊的坡口准备 .....	4
三、板对接仰焊的装配及定位 .....	7
四、酸性焊条（断弧焊）板对接仰焊的单面 焊双面成形 .....	8
五、碱性焊条（连弧焊）板对接仰焊的单面 焊双面成形 .....	14
第二节 $\phi \leq 76\text{mm}$ 低碳钢管的焊接 .....	19
一、低碳钢管的焊接特点 .....	19
二、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 低碳钢管对接垂直固定 断弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	22
三、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 低碳钢管对接垂直固定 连弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	27
四、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 低碳钢管对接水平固定 断弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	30
五、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 低碳钢管对接水平固定 连弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	35
第三节 $\phi \leq 76\text{mm}$ 不锈钢管的焊接 .....	39
一、不锈钢的焊接特点 .....	39
二、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 不锈钢管对接垂直固定	

断弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	57
三、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 不锈钢管对接垂直固定 连弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	61
四、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 不锈钢管对接水平固定 连弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	64
五、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 不锈钢管对接水平固定 断弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	68
第四节 $\phi \leq 76\text{mm}$ 异种钢管的焊接 .....	70
一、异种钢的焊接特点 .....	70
二、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 异种钢管对接垂直固定 断弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	83
三、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 异种钢管对接垂直固定 连弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	87
四、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 异种钢管对接水平固定 断弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	90
五、 $\phi 76\text{mm} \times 5\text{mm}$ 异种钢管对接水平固定 连弧焊单面焊双面成形的操作要领 .....	94
复习思考题 .....	97
<b>第二章 熔化极气体保护焊</b> .....	99
第一节 低碳钢板对接仰焊的活性气体保护焊单面 焊双面成形 .....	99
一、熔化极气体保护焊用气体类型 .....	99
二、 $\text{CO}_2$ 气体保护焊的熔滴过渡 .....	102
三、板对接仰焊的坡口准备 .....	103
四、板对接仰焊前的清理 .....	105
五、板对接仰焊的组对及定位焊 .....	106
六、 $\text{CO}_2$ 气体保护焊的焊接参数 .....	107
七、板对接仰焊的操作要领 .....	113
八、Q235 低碳钢板 $\text{CO}_2$ 气体保护焊对接 仰焊的焊接实例 .....	117

九、板对接仰焊的外观质量检查 .....	119
第二节 不锈钢板对接平焊脉冲富氩混合 气体保护焊 .....	119
一、熔化极脉冲氩弧焊的工艺特点 .....	119
二、熔化极气体保护焊的主要熔滴过渡形式 .....	121
三、熔化极脉冲氩弧焊的焊接参数 .....	122
四、熔化极脉冲氩弧焊的操作要领 .....	123
五、不锈钢熔化极脉冲氩弧焊的应用实例 .....	124
复习思考题 .....	125
<b>第三章 非熔化极气体保护焊 .....</b>	<b>126</b>
第一节 低合金钢管对接手工钨极氩弧焊 .....	126
一、低合金钢管对接垂直固定的单面焊双面成形 .....	126
二、低合金钢管对接水平固定的单面焊双面成形 .....	130
三、焊接操作应注意的事项 .....	133
四、手工 TIG 焊焊接缺陷产生的原因及解决方法 .....	134
第二节 不锈钢钢管对接手工钨极氩弧焊 .....	136
一、不锈钢钢管对接垂直固定的单面焊双面成形 .....	137
二、不锈钢钢管对接水平固定的单面焊双面成形 .....	140
第三节 不锈钢钢板的等离子弧焊 .....	144
一、等离子弧产生原理、特点及类型 .....	144
二、等离子弧电源、电极及气体 .....	148
三、等离子弧焊的焊接参数 .....	152
四、主要参数的匹配规律 .....	155
五、板厚 1mm 12Cr18Ni9 不锈钢的对接平焊 等离子弧单面焊双面成形 .....	155
六、等离子弧焊与切割的安全操作规程 .....	156
复习思考题 .....	159
<b>第四章 气焊 .....</b>	<b>160</b>
第一节 铸铁的气焊 .....	160

一、铸铁的种类 .....	160
二、铸铁焊接材料 .....	164
三、气焊焊接参数的选择 .....	168
四、气焊的基本操作技术 .....	174
五、铸铁的焊接特点 .....	177
六、焊缝质量检查 .....	185
第二节 $\phi 51\text{mm} \times 4\text{mm}$ 低合金钢管对接 $45^\circ$ 固定气焊 .....	185
一、低合金结构钢的焊接性简述 .....	185
二、低合金结构钢的焊接工艺特点 .....	187
三、 $\phi 51\text{mm} \times 4\text{mm}$ 低合金钢管对接 $45^\circ$ 上斜固定气焊 .....	190
复习思考题 .....	192
<b>第五章 焊接设备的调试 .....</b>	<b>193</b>
第一节 埋弧焊焊机的调试 .....	193
一、埋弧焊焊机的调试内容 .....	193
二、埋弧焊焊机的调试方法 .....	193
三、埋弧焊机焊接小车的调试 .....	194
四、埋弧焊焊机的试焊 .....	194
第二节 钨极氩弧焊焊机的调试 .....	195
一、钨极氩弧焊焊机的调试内容 .....	195
二、钨极氩弧焊焊机的调试方法 .....	195
三、钨极氩弧焊焊机的试焊 .....	196
第三节 $\text{CO}_2$ 气体保护焊焊机的调试 .....	196
一、 $\text{CO}_2$ 气体保护焊焊机的调试内容 .....	196
二、 $\text{CO}_2$ 气体保护焊焊机的调试方法 .....	196
三、 $\text{CO}_2$ 气体保护焊焊机的试焊 .....	197
复习思考题 .....	197
<b>第六章 锅炉及压力容器的焊接 .....</b>	<b>198</b>
第一节 锅炉概述 .....	198
一、锅炉的工作特点 .....	198

二、锅炉的分类 .....	198
三、锅炉铭牌上的参数 .....	199
四、锅炉主要受压部件的作用 .....	202
五、锅炉的运行特点 .....	205
第二节 锅炉的焊接制造 .....	206
一、锅炉受压部件的焊接技术要求 .....	206
二、焊前准备 .....	208
三、焊接接头 .....	209
四、焊前预热 .....	210
五、焊后热处理 .....	211
六、锅炉的焊接检验 .....	211
七、焊接缺陷的返修和焊补 .....	213
第三节 压力容器概述 .....	214
一、压力容器的工作特点 .....	214
二、压力容器的分类 .....	214
三、压力容器的工艺参数 .....	216
四、压力容器的结构 .....	217
第四节 压力容器的焊接制造 .....	220
一、焊件的冷热加工成形 .....	221
二、筒节与壳体的组装 .....	222
三、焊前预热 .....	223
四、焊后热处理 .....	224
五、压力容器常见的缺陷及其检验方法 .....	226
六、压力容器的修理 .....	234
复习思考题 .....	237
第七章 梁及柱的焊接 .....	238
第一节 梁的焊接 .....	238
一、梁的结构 .....	238
二、梁的连接 .....	241
三、梁的焊接操作技术 .....	243

第二节 柱的焊接 .....	247
一、柱的结构 .....	247
二、柱的焊接操作技术 .....	251
第三节 梁、柱焊接缺陷的产生原因及防止措施 .....	252
一、梁、柱的焊接变形 .....	252
二、梁、柱焊接的其他缺陷 .....	256
复习思考题 .....	259
<b>第八章 焊接安全生产 .....</b>	<b>260</b>
第一节 焊接安全生产技术 .....	260
一、化工燃料容器、管道焊补的安全技术 .....	260
二、高处焊接与切割的安全技术 .....	264
三、触电急救 .....	265
第二节 焊接安全操作要求 .....	269
一、气焊与气割的安全操作要求 .....	269
二、焊条电弧焊的安全操作要求 .....	273
三、埋弧焊的安全操作要求 .....	275
四、气体保护焊的安全操作要求 .....	276
五、等离子弧焊与切割的安全操作要求 .....	278
六、碳弧气刨和切割的安全操作要求 .....	279
七、电阻焊的安全操作要求 .....	280
第三节 焊接与切割劳动保护 .....	281
一、焊接与切割操作中的安全 .....	281
二、眼睛和头部的防护用品 .....	283
三、工作服 .....	284
四、手套 .....	284
五、防护鞋 .....	284
六、其他防护用品 .....	285
第四节 焊接作业场所的通风和防火 .....	285
一、焊接作业场所的通风 .....	285
二、焊接和切割中的防火 .....	287

第五节 焊接安全生产的重要意义 .....	288
一、安全生产的重要意义 .....	288
二、新形势下的安全生产工作 .....	289
复习思考题 .....	290
<b>第九章 气割设备</b> .....	<b>292</b>
第一节 气割设备概述 .....	292
一、气割的原理与分类 .....	292
二、金属可气割的条件 .....	293
三、主要气割方法 .....	294
四、常用切割机 .....	298
第二节 典型切割机的实际操作 .....	304
一、CG1—30 型半自动切割机 .....	304
二、CG1—30 型半自动切割机的操作 .....	305
三、SDYQ 系列数控等离子氧乙炔切割机的操作 .....	307
第三节 切割机切割安全操作规程 .....	310
一、CG1—30 型切割机的安全操作规程 .....	310
二、SDYQ 系列数控等离子氧乙炔气割机的 安全操作规程 .....	311
复习思考题 .....	315
<b>参考文献</b> .....	<b>316</b>



## 第一章

# 焊条电弧焊



**培训目标** 为了达到高级焊工的焊接技能操作水平，除了应熟练地掌握初级、中级焊工的焊接技能操作项目外，还应该通过讲解单面焊双面成形的焊接特点，从而使焊工进一步掌握平板对接仰焊位的单面焊双面成形技术。

### 第一节 低碳钢板的对接仰焊

板对接仰焊的焊接位置是难度最大的施焊位置。因为，在焊接过程中，熔滴金属的重力将阻碍熔滴向焊缝熔池中过渡，已熔化的熔池金属受自身的重力作用，也将产生下塌，使焊缝成形困难。

#### 一、焊条电弧焊的熔滴过渡类型及影响因素

##### 1. 焊接电弧的构造

焊条电弧焊焊接时，电弧是用来熔化金属的热源，所用的焊接材料和母材依靠电弧加热熔化，才能形成焊缝。焊接电弧主要由阴极区、阳极区和弧柱区三部分组成。

(1) 阴极区 阴极区在电源的负极处（直流正接），该区很窄，大约只有  $10^{-4}$  mm 左右。由于阴极表面有一个明显光亮的斑点，是电子发射的发源地，称为阴极斑点。它是阴极区温度最高的部分，具有主动寻找氧化膜、破碎氧化膜的特点，把焊件接在负极上，就是利用阴极斑点的这个特性。