

机械工人实用技术手册系列



焊工

实用技术手册

邱言龙 聂正斌 雷振国 主编

✧ 写作起点较低，进阶式自学的好帮手

✧ 多以图和表来讲解，更加直观和生动

✧ 内容新、资料全、操作内容讲解详细



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

机械工人实用技术手册系列



焊工 实用技术手册

邱言龙 聂正斌 雷振国 主编



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内容提要

为了适应机械加工技术发展,提高机械工人综合素质和实际操作能力,特组织编写了《机械工人实用技术手册系列》,以为读者提供一套内容新、资料全、操作内容讲解详细的工具书。本套书注重实用性,且均按现行最新国家标准编写。

本书为其中一本。共十六章,主要内容包括:常用资料及计算、金属材料及其热处理、焊条电弧焊、埋弧焊、气体保护焊、等离子弧焊接与切割、电渣焊、热喷涂、钎焊、电阻焊、气焊与气割、焊接应力与变形、焊接检验、焊接质量与焊接管理、焊接与切割安全技术、焊接新工艺及发展趋势等。

本书可供广大焊工和有关技术人员使用,也可供相关专业学生参考。

图书在版编目(CIP)数据

焊工实用技术手册/邱言龙,聂正斌,雷振国主编. —北京:中国电力出版社,2008
(机械工人实用技术手册系列)
ISBN 978-7-5083-6697-5

I. 焊… II. ①邱…②聂…③雷… III. 焊接—技术手册 IV. TG4-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第011039号

中国电力出版社出版、发行
(北京三里河路6号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)
北京盛通印刷股份有限公司印刷
各地新华书店经售

*

2008年7月第一版 2008年7月北京第一次印刷
850毫米×1168毫米 32开本 19.875印张 608千字
印数0001—3000册 定价40.00元

敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究

《机械工人实用技术手册系列》

编 委 会

主 任：何志祥

副主任：邱言龙 刘继福

委 员：李文林 尹述军 周少玉 雷振国
李德富 谭修炳 王秋杰 魏天普

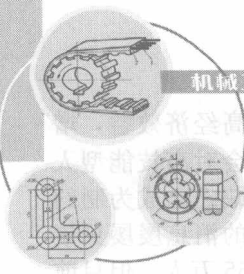
《焊工实用技术手册》

编 委 会

主 编：邱言龙 聂正斌 雷振国

参 编：邱言龙 雷振国 聂正斌 靳 力
蔡建明 洪曙东

审 稿：胡 农 周少玉 魏天普



随着社会主义市场经济的不断发展,特别是中国加入 WTO 实现了与世界经济的接轨,中国的经济出现了前所未有的持续快速增长势头,大量中国制造的优质产品出口到国外,并迅速占领大部分国际市场;我国制造业在世界上所占的比重越来越大,成为“世界制造业中心”的进程越来越快。与此同时,我国制造业也随之面临国际市场日益激烈的竞争局面,与国外高新技术的企业相比,我国企业无论是在生产设备能力与先进技术应用领域,还是在人才的技术素质与培养方面,都还普遍存在着差距。要改变这一现状,势必在增添先进设备以及采用先进的制造技术(如 CAD/CAE/CAM、高速切削、快速原型制造与快速制模等)之外,更加需要大力培养能掌握各种材料成形工艺和模具设计、制造技术,且能熟练应用这些高新技术的专业技术人才。因此,我国企业不但要有高素质的管理者,更要有高素质的技术工人。企业有了技术过硬、技艺精湛的操作技能人才,才能确保产品加工质量,才能有效提高劳动生产率,降低物资消耗和节省能源,使企业获得较好的经济效益。

制造业是经济发展与社会发展的物质基础,是一个国家综合国力的具体体现,它对国民经济的增长有着巨大的拉动效应,并给社会带来巨大的财富。据统计:美国 68% 的财富来源于制造业,日本国民经济总产值的 49% 是由制造业提供的。在我国,制造业在工业总产值中所占的比例为 40%。近十年来我国国民生产总值的 40%、财政收入的 50%、外贸出口的 80% 都来自于制造业,制造业还解决了大量人员的就业问题。因此,没有发达的制造业,就不可能有国家真正的繁荣和强大。而机械制造业的发展规模和水平,则是反映国民经济实力和科学技术水平的重要标志之一。提高加工效率、降低生产成本、提高加工质量、快速更新产品,是制造业竞争和发展的基础和制造业先进技术水平标志。

制造业也是技术密集型的行业,工人的操作技能水平对于保

证产品质量,降低制造成本,实现及时交货,提高经济效益,增强市场竞争力,具有决定性的作用。近几年来社会对高能型人才的需求越来越大,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。如深圳 2005 年全市的技能人才需求量为 165 万人,但目前只有技术工人 116 万人,技师和高级技师类的高技能人才只有 1400 多人,因此许多企业用高薪聘请高级技术工人,一些高级蓝领的薪酬与待遇都是相当不错的,有的甚至薪金高于一般的经理和硕士研究生。有资料显示,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。

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,我们精心策划组织编写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《机械工人实用技术手册系列》,以为读者提供一套内容新、资料全、操作内容讲解详细的工具书。本套丛书包括《钳工实用技术手册》、《车工实用技术手册》、《铣工实用技术手册》、《磨工实用技术手册》、《机修钳工实用技术手册》、《工具钳工实用技术手册》、《装配钳工实用技术手册》、《模具钳工实用技术手册》、《焊工实用技术手册》等。

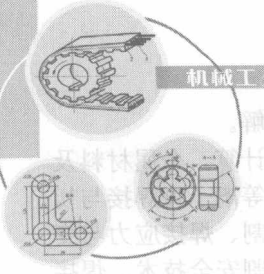
本套丛书是在作者多年从事机械加工技术方面的研究和实践操作的基础上总结撰写而成的。内容紧密结合企业生产和技术工人工作实际,内容写作起点较低,易于进阶式自学和掌握。内容包括技术工人应熟练掌握的基础理论、专业理论和其他相关知识,从一定层次上介绍了设备应用、操作技能、工艺规程、生产技术组织管理和国内、外新技术的发展和应用等内容,并列举了大量的工作实例。此外,本套丛书选材注重实用,编排全面系统,叙述简明扼要,图表数据可靠。全书采用了最新国家标准。

本套丛书的作者有长期从事中等、高等职业教育的理论和培训专家,也有长期工作在生产一线的工程技术人员、技师和高级

技师。

尽管我们在编写的过程中，力求完美，但是仍难免存在不足之处，诚恳希望广大读者批评指正！

《机械工人实用技术手册系列》编委会



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。国务院组织召开的“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。

高级技术工人应该具备技术全面、一专多能、技艺高超、生产实践经验丰富的优良的技术素质。他们需要担负组织和解决本工种生产过程中出现的关键或疑难技术问题,开展技术革新、技术改造,推广、应用新技术、新工艺、新设备、新材料以及组织、指导初、中级工人技术培训、考核、评定等工作任务。而要想这些技术工人做到这些,则需要不断的学习和提高。

为此,我们编写了本书,以期满足广大焊工学习的需要,帮助他们提高相关理论与技能操作水平。本书的主要特点如下:

- (1) 标准新。本书采用了国家新标准、法定计量单位和最新名词术语。
- (2) 内容新。本书除了讲解传统焊工应掌握的内容之外,还加入了一些新技术、新工艺、新设备、新材料等方面的内容。
- (3) 注重实用。在内容组织和编排上特别强调实践,书中的大量实例来自生产实际和教学实践。实用性强,除了必须的基础知识和专业理论以外,还包括许多典型的加工实例、操作技能及最新技术的应用,兼顾先进性与实用性,尽可能地反映现代加工技术领域内的实用技术和应用经验。

- (4) 写作方式易于理解和学习。本书在讲解过程中,多以图和

序

前言

第一章 常用资料及计算	1
第一节 常用的字母、代号与符号	1
一、常用的字母及符号	1
二、常用的标准代号	2
三、电工的常用符号	3
四、主要金属元素的化学符号、相对原子质量 和密度	4
第二节 常用数表	5
一、 π 的重要函数表	5
二、 π 的近似分数表	5
三、25.4 的近似分数表	6
四、镀层金属的特性	6
五、常用材料的线膨胀系数	6
第三节 常用三角函数的计算	7
一、 30° 、 45° 、 60° 的三角函数值	7
二、常用三角函数的计算公式	7
第四节 常用几何图形的计算	8
一、常用几何图形的面积计算公式	8
二、常用几何体的表面积和体积计算公式	11
三、圆周等分分数表	15
四、角度与弧度换算表	16
第五节 法定计量单位及其换算	17
一、国际单位制 (SI)	17

二、常用法定计量单位与非法定计量单位的换算	19
三、单位换算	25
第六节 机械制造的基础知识	28
一、圆锥的各部分尺寸计算	28
二、机械加工定位、夹紧符号	30
三、标准件与常用件的画法	43
四、孔的标注方法	52
第二章 金属材料及其热处理	56
第一节 常用金属材料的性能	56
一、常用金属材料的弹性模量	56
二、常用金属材料的熔点	57
三、常用金属材料的线胀系数	58
四、常用金属材料的力学性能和用途	58
第二节 金属材料的热处理	84
一、钢热处理的常用方法和用途	84
二、钢化学热处理的常用方法和用途	87
三、钢的热处理代号	92
第三章 焊条电弧焊	96
第一节 概述	96
一、焊条电弧焊的定义	96
二、焊条电弧焊的特点	96
第二节 焊条电弧焊的基础知识	96
一、电弧的特性	96
二、焊接冶金的特点	99
第三节 焊条电弧焊的基本操作技术	100
一、引弧	100
二、运条	100
三、接头	103
四、收弧	103

五、各种位置的焊接技术	104
六、单面焊双面成形技术	108
第四节 焊条	124
一、焊条的分类	124
二、焊条的型号	124
三、焊条的选用原则	132
第五节 焊条电弧焊设备	133
一、焊条电弧焊对焊机的要求	133
二、焊机的种类	133
三、逆变弧焊机	141
四、焊条电弧焊设备的选择	144
五、焊条电弧焊的辅助设备及工具	145
六、焊条电弧焊设备常见的故障及解决方法	150
第六节 常用金属材料的焊接	152
一、碳素钢的焊接	152
二、低合金结构钢的焊接	159
三、耐热钢的焊接	162
四、低温钢的焊接	165
五、不锈钢的焊接	167
六、异种钢的焊接	174
七、铜及铜合金的焊接	184
八、铝及铝合金的焊接	185
九、耐磨合金的堆焊	188
十、铸铁的焊接	194
第七节 锅炉、压力容器焊接的典型工艺	198
一、板对接平焊的焊接工艺	198
二、板对接立焊的焊接工艺	199
三、板对接横焊的焊接工艺	200
四、板对接仰焊的焊接工艺	202
五、小管对接垂直固定焊的焊接工艺	203
六、小管对接水平固定焊的焊接工艺	204

第四章 埋弧焊	206
第一节 概述	206
一、埋弧焊的特点	206
二、埋弧焊的应用范围	207
第二节 埋弧焊设备	207
一、埋弧焊电源	207
二、埋弧焊机	208
三、埋弧焊的辅助设备	209
四、埋弧焊机的常见故障及排除方法	212
第三节 埋弧焊接头坡口的基本形式	214
第四节 埋弧焊用焊接材料	216
一、焊丝	216
二、焊剂的分类与用途	217
三、焊剂的化学成分	220
四、常用焊剂与焊丝的匹配	223
第五节 常用金属材料的埋弧焊	224
一、焊接工艺及焊接参数的选择	224
二、碳素钢埋弧焊	226
三、不锈钢埋弧焊	229
四、铜及铜合金埋弧焊	231
第六节 埋弧焊焊接缺陷产生的原因及防止方法	234
第五章 气体保护焊	236
第一节 概述	236
一、气体保护焊的定义	236
二、气体保护焊的特点	236
三、气体保护焊常用的保护气体	236
四、气体保护焊的分类及应用范围	239
第二节 手工钨极氩弧焊	240
一、手工钨极氩弧焊的应用特点	240

二、焊丝、钨极和保护气体	240
三、钨极氩弧焊设备	245
四、手工钨极氩弧焊焊接技术	254
第三节 熔化极气体保护焊	261
一、熔化极气体保护焊原理	261
二、熔化极气体保护焊的分类及特点	262
三、熔化极气体保护电弧焊的设备	263
四、CO ₂ 气体保护电弧焊工艺	271
五、CO ₂ 气体保护电弧焊焊接技术	280

第六章 等离子弧焊接与切割 296

第一节 概述	296
一、等离子弧的特点	296
二、等离子弧的形成	297
三、等离子弧的类型	297
四、等离子弧的应用	298
第二节 焊接与切割设备	299
一、等离子弧焊接设备	299
二、等离子弧切割设备	307
第三节 等离子弧焊的焊接工艺	309
一、等离子弧焊的基本方法	309
二、等离子弧焊的接头形式	311
三、等离子弧焊的焊件装配与夹紧	311
四、双弧现象	312
五、等离子弧焊气体的选择	313
六、常用金属等离子弧焊的焊接参数	314
第四节 等离子弧的切割工艺	318
一、等离子弧切割的分类	318
二、等离子弧切割气体的选择	319
三、常用金属的等离子弧切割工艺参数	320
第五节 等离子弧焊接与切割的质量分析	322

一、焊接缺陷及防止措施	322
二、切割缺陷及防止措施	323
第六节 等离子弧焊接与切割的工程实例	324
一、不锈钢筒体的等离子弧焊	324
二、双金属锯条的等离子弧焊	326
三、波纹管部件的微束等离子弧焊	330
四、螺旋焊管的水再压缩式空气等离子弧在线切割	331

第七章 电渣焊 333

第一节 概述	333
一、电渣焊的特点	333
二、电渣焊的分类及应用	335
第二节 电渣焊设备	337
一、电渣焊设备的组成	337
二、电渣焊接的过程控制	339
三、电渣焊机的技术数据	341
第三节 电渣焊用焊接材料	343
一、电极材料	343
二、焊剂	344
三、管极涂料	345
第四节 电渣焊工程实例	347
一、立辊轧机机架的熔嘴电渣焊	347
二、 $\phi 250\text{mm}$ 轧机中辊支架的板极电渣焊	349

第八章 热喷涂 351

第一节 概述	351
一、热喷涂的特点	351
二、热喷涂工艺的分类及特性	351
三、喷涂层的结合形式	353
第二节 喷涂材料	353
一、热喷涂材料的分类	353

二、热喷涂用合金粉末	354
第三节 热喷涂的喷涂方法	364
一、电弧线材喷涂	364
二、气体火焰喷涂	365
三、等离子喷涂	372
第四节 热喷涂工程实例	373
一、水闸门火焰线材喷涂的防腐涂层	373
二、200m ³ 球罐的火焰粉末喷涂修复	374
三、大制动鼓密封盖的等离子弧喷涂修复	375

第九章 钎焊

第一节 概述	377
一、钎焊的特点	377
二、钎焊的分类	377
第二节 钎料	379
一、对钎料的基本要求	379
二、钎料的分类	380
三、钎料的选择	380
第三节 钎剂	384
一、对钎剂的基本要求	384
二、钎剂的分类	384
第四节 钎焊工艺	390
一、钎焊接头的设计	390
二、焊前焊件的表面处理	391
三、焊件装配及钎料放置	393
四、钎焊方法	395
五、钎焊的焊接参数	399
六、钎焊后的清洗	400
七、钎焊接头的缺陷	400
第五节 常用金属材料的钎焊	401
一、碳素钢及低合金钢的钎焊	401

102	二、不锈钢的钎焊	402
102	三、铜及铜合金的钎焊	403
102	四、铝及铝合金的钎焊	406
302	第六节 钎焊工程实例	408
302	一、铜管翅式散热器的软钎焊	408
302	二、大型铝板换热器的盐浴浸渍钎焊	410
第十章 电阻焊		413
132	第一节 概述	413
132	一、电阻焊的特点	413
132	二、电阻焊的分类	413
132	第二节 点焊	414
132	一、点焊的过程	414
132	二、点焊工艺	414
132	三、常用金属材料的点焊	415
132	四、点焊接头的质量	418
132	五、点焊设备	418
132	第三节 缝焊	420
132	一、缝焊的基本形式	420
132	二、缝焊工艺	420
132	三、常用金属材料的缝焊	422
132	四、焊接接头的质量	425
132	五、缝焊设备	425
132	第四节 凸焊	426
132	一、凸焊的过程	426
132	二、凸焊接头的准备	426
132	三、凸焊焊接的工艺参数	427
132	四、凸焊机	427
132	第五节 对焊	427
132	一、电阻对焊	428
132	二、闪光对焊	428