

机 · 电 · 技 · 术 · 手 · 册 · 系 · 列

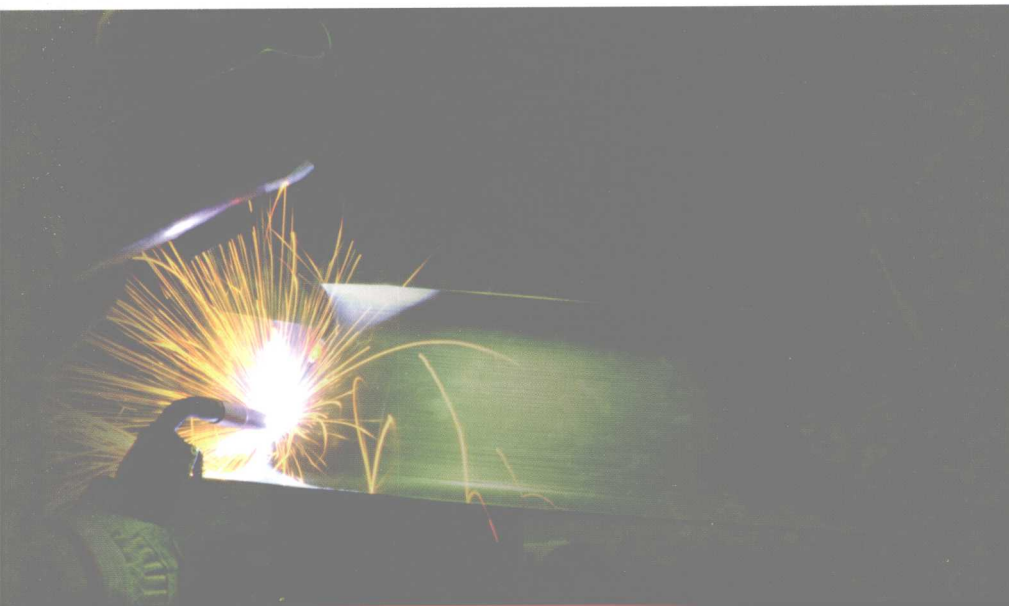
HANGONG
CHANGYONG JISHU SHOUC

洪松涛 胡宝良 彭玮华

编

焊工

常用技术手册



上海科学技术出版社

机电技术手册系列

连续 (911) 目录附录查件图

焊工常用技术手册

洪松涛 胡宝良 彭玮华 编

上海科学技术出版社

图书在版编目 (C I P) 数据

焊工常用技术手册 / 洪松涛, 胡宝良, 彭暉华编. —上海: 上海科学技术出版社, 2009. 6
(机电技术手册系列)
ISBN 978-7-5323-9689-4

I. 焊… II. ①洪…②胡…③彭… III. 焊接—技术手册
IV. TG4-62

中国版本图书馆CIP数据核字 (2008) 第184194号

上海世纪出版股份有限公司 出版、发行
上海科学技术出版社
(上海钦州南路71号 邮政编码200235)

新华书店上海发行所经销

上海宝山译文印刷厂印刷

开本 850×1168 1/32 印张: 15 插页 4

字数: 350 千字

2009年6月第1版 2009年6月第1次印刷

印数: 1-4 250

ISBN 978-7-5323-9689-4/TG·181

定价: 30.00 元

本书如有缺页、错装或损坏等严重质量问题,
请向工厂联系调换

内 容 提 要

本书较详细地介绍了气焊与气割、焊条电弧焊、埋弧焊和气体保护焊的操作方法和技术要领,对电渣焊、电阻焊、钎焊也作了阐述;对常用金属材料的焊接作了较详细的分析;书中还对焊接基础知识、焊接应力与变形、焊接质量常用的检验方法及焊接安全技术作了介绍。

本书可供焊工和焊接技术人员阅读与参考。

前 言

本手册内容是以《国家职业标准》四级(中级)焊工为主,部分内容结合五级及三级焊工的基本要求,并结合生产实际编写而成。

本手册在编写中的指导思想,坚持以实用为主,尽量达到科学性、系统性。内容力求资料丰富,简明扼要,可操作性强,并采用表格、图示等形式,便于读者查阅。

本手册所引用的有关技术标准,均采用最新的国家标准和部颁标准。全书采用法定计量单位。

本手册由洪松涛、胡宝良、彭玮华编写,并由洪松涛担任主编,手册中不妥之处,敬请广大读者指正。

编 者

目 录

第一章 焊接基础知识	1
一、电工常识	1
(一) 电路	1
(二) 正弦交流电路	5
(三) 磁路及变压器	13
(四) 半导体元件及其应用	19
二、电弧焊接的基础	27
(一) 焊接电弧的特性	27
(二) 对弧焊电源的要求	28
三、弧焊电源	31
(一) 焊机型号的编制	31
(二) 焊机的主要技术指标	31
(三) 焊条电弧焊机	32
(四) 焊条电弧焊电源的维护及故障处理	38
四、金属学与热处理的基础知识	44
(一) 金属材料的力学性能	44
(二) 铁—碳合金相图	50
(三) 钢的热处理常识	53
(四) 焊件常用热处理方法及选用	55
(五) 焊接接头及其组织特性	57
五、焊缝符号及坡口的基本形式	59
(一) 焊缝符号	59
(二) 焊接接头形式、焊缝坡口的基本形式与尺寸	65

(三) 焊缝形式	70
(四) 焊缝的位置	70
六、焊接相关的计算	78
(一) 焊工电工基础计算	78
(二) 碳当量的计算	81
(三) 热输入的计算	82
(四) 焊缝成形系数和熔合比的计算	82
(五) 负载持续率的计算	84
(六) 焊接接头静载强度的计算	85
(七) 焊接材料的定额计算	91
(八) 电弧焊时电能消耗的计算	97
七、焊接接头常见缺陷分析	98
 第二章 焊接应力与变形	105
一、焊接应力与变形的种类	105
(一) 焊接应力的种类	105
(二) 焊接变形的种类	106
二、影响焊接结构变形的因素	109
三、控制与矫正变形的方法及减小与消除应力的方法	113
(一) 减少焊接应力及变形的措施	113
(二) 焊接变形的矫正	120
(三) 焊接应力的消除	122
 第三章 常用金属材料的焊接	124
一、焊接性	124
(一) 焊接性概述	124
(二) 焊接性试验	126
二、碳素钢的焊接	132
(一) 碳素钢的分类	132

(二) 低碳钢的焊接	137
(三) 中碳钢和高碳钢的焊接	139
三、低合金结构钢的焊接	141
(一) 低合金结构钢的分类	141
(二) 低合金高强度结构钢的焊接	142
四、特殊用途钢的焊接	149
(一) 特殊用途钢的分类	149
(二) 特殊用途钢焊接工艺	149
五、不锈钢的焊接	158
(一) 不锈钢的分类	158
(二) 铬、镍奥氏体不锈钢的焊接特点	158
(三) 铬、镍奥氏体不锈钢的焊接方法与主要工艺措施	158
六、铸铁的焊接	162
(一) 铸铁的分类	162
(二) 铸铁的焊接特点与补焊方法	163
(三) 铸铁补焊的工艺	166
七、铝及铝合金的焊接	170
(一) 铝及铝合金的分类、主要焊接特点与工艺措施	170
(二) 铝及铝合金的焊接要点	171
八、铜及铜合金的焊接	177
(一) 铜及铜合金的分类与代号	177
(二) 铜及铜合金的主要焊接特点与主要工艺措施	178
(三) 铜及铜合金的焊接方法	179
第四章 气焊与气割	190
一、气焊与气割的设备及工具	190
(一) 气瓶	190
(二) 减压器	193
(三) 回火保险器	195

(四) 焊炬和割炬	198
(五) 胶管及胶管快速接头	204
二、气焊操作技术	205
(一) 氧—乙炔火焰	205
(二) 气焊焊接参数	206
(三) 左焊法与右焊法	207
(四) 焊炬与焊丝的摆动	207
(五) 各种位置焊接方法	208
(六) 管子的气焊	209
三、气割操作技术	211
(一) 气体火焰切割	211
(二) 氧气切割的参数	211
(三) 气割操作要点	212
(四) 切割的质量	214
第五章 焊条电弧焊	217
一、焊芯与焊条	217
(一) 焊芯	217
(二) 焊条的种类	217
(三) 焊条型号、牌号的编制	223
(四) 焊条的选用	243
(五) 焊条的使用和保管	245
二、主要焊接参数	246
(一) 焊条直径	246
(二) 焊接电流	246
(三) 电弧电压与焊接速度	247
三、焊条电弧焊操作技术	248
(一) 焊条电弧焊操作技术的基本动作	248
(二) 运条的基本动作与常用的运条方法	250

(三) 定位焊与定位焊缝	252
(四) 各种焊接位置的操作要点	252
(五) 单面焊双面成形操作	255
(六) 水平固定(全位置)焊管对接操作	259
第六章 埋弧焊	263
一、埋弧焊设备	264
(一) 埋弧焊焊接过程的自动化简介	264
(二) 埋弧焊机的组成	264
(三) 埋弧焊操作的辅助机械装置	267
(四) 埋弧焊机的维护	271
二、埋弧焊焊接材料	272
(一) 埋弧焊焊丝牌号编制及选用原则	272
(二) 埋弧焊焊剂牌号编制及选用原则	272
(三) 焊剂使用的注意事项与常用焊剂的牌号及用途举例	276
三、埋弧焊工艺与操作技术	284
(一) 埋弧焊工艺	284
(二) 埋弧焊操作技术	289
(三) 埋弧焊的操作实例	301
第七章 气体保护电弧焊	303
一、概述	303
(一) 气体保护电弧焊的概念	303
(二) 气体保护焊的分类	303
(三) 各种气体保护焊的原理及主要工艺特点	304
二、钨极氩弧焊	306
(一) TIG 焊的分类及主要特点	307
(二) TIG 焊的设备及 TIG 焊用的焊接材料	309
(三) TIG 焊的主要工艺因素	315

(四) TIG 焊的操作技术	318
三、脉冲钨极氩弧焊	327
(一) 脉冲钨极氩弧焊的分类、焊缝形成过程、工艺特点及 适用范围	327
(二) 脉冲钨极氩弧焊的焊接参数	329
(三) 典型脉冲钨极氩弧焊焊接参数举例	329
四、熔化极氩弧焊	330
(一) MIG 焊的设备分类、熔滴过渡与焊材选择	331
(二) MIG 焊的焊接参数及焊接工艺	334
五、CO ₂ 气体保护焊	340
(一) CO ₂ 气体保护焊的分类与设备组成	340
(二) CO ₂ 气体保护焊的主要工艺要素与基本操作技术	341
(三) 药芯焊丝气体保护焊	350
六、混合气体保护焊	354
(一) 混合气体保护焊设备、混合气体及焊丝	354
(二) 混合气体保护焊的焊接参数	357
(三) 典型钢种混合气体保护焊焊接参数	359
七、等离子弧焊	363
(一) 等离子弧的形成、类型及等离子弧焊的适用范围	363
(二) 等离子弧焊的分类及设备	365
(三) 等离子弧焊的焊接工艺	372
第八章 其他常用焊接方法	381
一、电渣焊	381
(一) 电渣焊的焊缝成形过程、特点与分类	381
(二) 电渣焊设备	383
(三) 电渣焊焊接工艺	385
二、电阻焊	392
(一) 电阻焊及其分类	392

(二) 电阻焊设备	393
(三) 点焊	398
(四) 缝焊	406
(五) 对焊	409
三、钎焊	412
(一) 钎焊的基本原理与常用的钎焊方法	412
(二) 钎料和钎剂	415
(三) 钎焊接头	427
(四) 钎焊前焊件表面处理和焊后焊缝的清理	431
(五) 钎焊接头的缺陷	434
第九章 焊接质量常用的检验	435
一、目视检验	436
(一) 目视检验概念及要求	436
(二) 焊缝目视检验的项目	436
(三) 焊接检验尺	436
二、耐压检验	439
三、无损探伤	439
四、力学性能试验	441
五、金相检验	442
(一) 金相检验对试样的要求	442
(二) 宏观金相检验	443
(三) 微观金相检验	444
六、化学分析试验	444
(一) 焊缝金属的化学分析	444
(二) 焊接接头晶间腐蚀试验	445
第十章 焊接安全技术	447
一、焊接作业的劳动卫生	447

(一) 电弧辐射及防护	447
(二) 焊接过程产生的有害物质及卫生防护	448
二、焊、割作业现场安全作业	451
三、燃烧及焊割作业的灭火措施	455
(一) 燃烧	455
(二) 焊割作业的灭火措施	456
四、常用电弧焊安全技术要点	458
五、气焊、气割安全技术要点	461
参考文献	464

第一章 焊接基础知识

一、电工常识

(一) 电路

1. 电路的概念、组成及分类

电路是电流流通过径,其组成见表 1-1。

表 1-1 电路的组成

名 称	含 义	举 例
电源	提供电能的装置(将其他形式的能量转换为电能)	发电机、干电池、蓄电池等
负载	用电设备统称(电能的主要消耗对象)	电动机、电灯、电焊机 etc
中间环节	起传递、控制和分配电能的作用	连接导线、控制电器、测量装置等

根据供电电源种类的不同,电路可分为直流电路和交流电路。直流电路由直流电源供电,图 1-1 所示的手电筒电路是一个最简单的直流电路,其特点是输出电压的大小和方向不随时间变化(理想)。交流电路由交流电源供电,其特点是电源输出电压大小和方向随时间而变化。

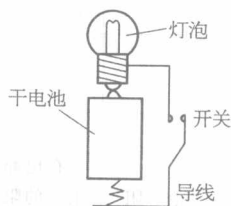


图 1-1 直流电路

2. 电路的基本物理量

电路的基本物理量见表 1-2。

表 1-2 电路的基本物理量

名称	含 义	计算公式	说 明
电 流 (电流强度)	带电粒子在外力(电场力)作用下作有规则的定向移动而形成电流 单位时间内通过导体横截面的电荷量叫电流强度,简称电流,用符号“ I ”表示	$I = \frac{Q}{t}$ 式中 I —— 电流(电流强度)(A); Q —— 电量(C); t —— 时间(s)	习惯上规定正电荷的运动方向为电流方向,在金属导体中,电流的方向与自由电子定向移动的方向相反
电 压	在电路中,电场力将单位正电荷从 a 点移到 b 点所作的功,称为 a, b 两点间的电压,用符号“ U ”表示	$U_{ab} = \frac{W_{ab}}{Q}$ 式中 U_{ab} —— 电压(V); W_{ab} —— 电场力所作的功(J); Q —— 电量(C)	电压的方向规定为电压降低的方向,即从高电压点指向低电压点
电动势	电源将非电能转换成电能的物理量。即电源内部存在着外力,把流到低电位的正电荷移动到高电位所作的功,称电动势,用符号“ E ”表示	$E = \frac{W_E}{Q}$ 式中 E —— 电动势(V); W_E —— 电源内的力作的功(J); Q —— 电量(C)	电动势的方向规定在电源内部由电源负极指向电源正极
电 阻	在电路中,导体对电流的阻碍作用,用符号“ R ”表示	$R = \rho \frac{L}{S}$ 式中 R —— 导体的电阻(Ω); ρ —— 导体的电阻率($\Omega \cdot \text{m}$); L —— 导体的长度(m); S —— 导体的横截面积(m^2)	当电流流过电源时也会受到阻碍作用,称为电源的内阻,用符号“ r ”表示

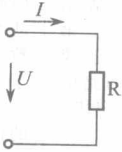
(续表)

名称	含 义	计算公式	说 明
电 功	电流所做的功,简称电功,用符号“W”表示	$W = IUt = Pt$ 式中 W —— 电流在 t 时间内做的功(J); I —— 电流强度(A); U —— 负载的电压(V); P —— 负载的功率(W); t —— 电流做功的时间(s)	电 流 流 过 负 载,负载就将电能换成其他形式的能
电流的热效应	电流流过导体时使导体发热的现象,用符号“Q”表示	$Q = I^2 R t$ 式中 Q —— 电流产生的热量(J); I —— 导体中的电流强度(A); R —— 导体的电阻(Ω)	将电能转换成热能的效应,又称焦耳—楞次定律

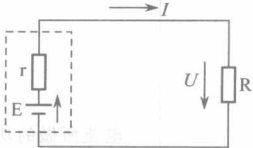
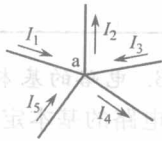
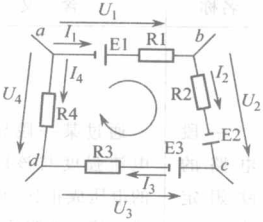
3. 电路的基本定律

电路的基本定律见表 1-3。

表 1-3 电路的基本定律

名称	含 义	计算公式	电路图或说明
一段电路的欧姆定律	通过某一段导体的电流强度与该段导体的电压成正比,而与这段导体的电阻成反比	$I = \frac{U}{R}$ 式中 I —— 某段电路电流(A); R —— 某段电路电阻(Ω); U —— 该段电路两端电压(V)	

(续表)

名称	含 义	计算公式	电路图或说明
全电路欧姆定律	在闭合电路中电流与电源的电动势成正比,和电源的内阻与外电阻之和成反比	$I = \frac{E}{R+r}$ 或 $E = IR + Ir$ $= U_{\text{外}} + U_{\text{内}}$ 式中 I ——电路中的电流(A); E ——电源电动势(V); R ——外电路电阻(Ω); r ——电源内阻(Ω)	 电路的三种状态归纳如下: ① 通路 R: 常数 $I = \frac{E}{R+r}$ $U_{\text{外}} = E - Ir$ ② 断路 $R \rightarrow \infty$ $I = 0$ $U_{\text{外}} = E$ ③ 短路 $R \rightarrow 0$ $I_{\text{短}} = \frac{E}{r}$ $U_{\text{外}} = 0$
基尔霍夫第一定律 (节点电流定律)	在任一时刻流入一个节点的电流之和恒等于流出这个节点的电流之和	$\sum I = 0$	 节点 a 方程为: $I_1 + I_2 + I_5 - I_2 - I_4 = 0$
基尔霍夫第二定律 (回路电压定律)	在任意回路中,电动势的代数和恒等于各电阻上电压降的代数和	$\sum E = \sum IR$	 回路 $a-b-c-d$ 的电压方程为: $E_1 + E_2 + E_3 = I_1 R_1 + I_2 R_2 + I_3 R_3 - I_4 R_4$