

常用技术数据速查丛书

焊接 速查手册

最新版

龙伟民 主编

 河南科学技术出版社

常用技术数据速查丛书

焊接速查手册

龙伟民 主编

河南科学技术出版社

·郑州·

内 容 提 要

本手册共分为 10 章, 分别介绍了焊接基础、焊条电弧焊、气焊及气割、钨极氩弧焊、熔化极氩弧焊、CO₂ 气体保护焊、电阻焊、钎焊、焊接缺欠及检验、焊接机切割安全技术。

本手册主要供从事焊接工作的一线工人、工程技术人员和管理人员使用, 也可供高等院校、科研单位的相关人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

焊接速查手册/龙伟民主编. —郑州: 河南科学技术出版社, 2012. 6

(常用技术数据速查丛书)

ISBN 978 - 7 - 5349 - 5236 - 4

I. ①焊… II. ①龙… III. ①焊接 - 技术手册 IV. TG4 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2011) 第 159907 号

出版发行: 河南科学技术出版社

地址: 郑州市经五路 66 号 邮编: 450002

电话: (0371) 65737028 65788613

网址: www.hnstp.cn

策划编辑: 孙 彤

责任编辑: 张 建

责任校对: 张东明

封面设计: 张 伟

责任印制: 朱 飞

印 刷: 河南省瑞光印务股份有限公司

经 销: 全国新华书店

幅面尺寸: 130 mm × 185 mm 印张: 12.5 字数: 370 千字

版 次: 2012 年 6 月第 1 版 2012 年 6 月第 1 次印刷

定 价: 35.00 元

如发现印、装质量问题, 影响阅读, 请与出版社联系并调换。

编委名单

主 编：龙伟民

副主编：张 雷 钟素娟 李杏瑞

编 委：（按姓氏笔画排序）

卢广玺 孙华为 张立超

陈 永 程亚芳 潘继民

审 稿：乔培新

前 言

焊接作为现代加工制造业中重要的连接手段，已经广泛应用于机械制造、航空航天、汽车制造、轨道交通等各个领域。焊接质量的优劣直接影响到产品的质量、可靠性、寿命以及生产成本、生产安全。《焊接速查手册》从实用角度出发，对现代工业生产中常见的焊接方法、焊接设备、焊接材料、焊接工艺及焊接缺欠、焊接安全防护等内容进行了系统的阐述。

本手册的最大特点为“速查、新颖、实用”，所列数据大都选自近年来的技术资料，所参照与引用的焊接标准全部为最新版本；通过大量的图表编排，可以方便一线焊工工人与技术人员查阅。此外，本手册将“常用焊接材料中外牌号对照表”、“中外常用焊接标准代号及名称”、“焊接材料消耗定额的制定”等收入附录，以期为读者在进行相关工作时提供帮助。

本手册主要供从事焊接工作的一线工人、工程技术人员和管理人员使用，也可供高等院校、科研单位的相关人员参考。

本手册共分为10章。第1、9章由陈永、龙伟民编写，第2、10章由李杏瑞、钟素娟编写，第3、4、5章由潘继民、孙华为编写，第6、7章由卢广玺、张立超、张雷编写，第8章由龙伟民、张雷编写，附录由程亚芳、钟素娟编写。焊接标准的引用由程亚芳负责。本手册由龙伟民担任主编，龙伟民、张雷负责统稿；郑州机械研究所所长、新型钎焊材料与技术国家重点实验室主任乔培新教授在百忙中抽出时间审阅本手册，并提出了宝贵的修改意见。

本手册在编写过程中参考了国内外同行大量的文献资料，书中难以一一列出，在此向原作者表示衷心的感谢。由于编者水平有限，对于书中的不当之处，敬请广大读者批评指正。

编者

2011年9月于郑州

目 录

第1章 焊接基础	(1)
1.1 常用基础数据	(1)
1.2 法定计量单位	(2)
1.3 金属材料理论质量计算公式	(4)
1.4 金属材料相关知识	(7)
1.4.1 常用金属材料力学性能术语	(7)
1.4.2 各种硬度间的换算关系	(8)
1.4.3 金属材料强度与硬度的换算关系	(9)
1.4.4 常用金属材料的密度	(13)
1.5 国家标准及行业标准代号	(19)
1.6 焊接术语	(21)
1.6.1 一般术语	(21)
1.6.2 熔焊术语	(26)
1.6.3 压焊术语	(31)
1.6.4 钎焊术语	(35)
1.7 常用金属材料的焊接性	(36)
1.7.1 金属材料焊接性的定义及其影响因素	(36)
1.7.2 焊接性的评价	(37)
1.7.3 铸铁的焊接性	(37)
1.7.4 碳素钢及低合金结构钢的焊接性	(37)
1.7.5 铜、铝及其合金的焊接性	(38)
1.8 焊接工艺知识	(38)
1.8.1 焊接接头的基本形式	(38)
1.8.2 焊缝的种类	(38)
1.8.3 焊接位置	(40)
1.8.4 坡口类型	(40)

1.9 焊缝符号表示方法	(41)
1.9.1 基本符号	(41)
1.9.2 基本符号的组合	(44)
1.9.3 补充符号	(44)
1.9.4 尺寸符号	(45)
1.10 常用焊接方法适用的接头形式及焊接位置	(46)
第2章 焊条电弧焊	(48)
2.1 焊条电弧焊的特点及应用	(48)
2.2 焊条	(50)
2.2.1 焊条的组成及作用	(50)
2.2.2 焊条的分类、型号和牌号	(53)
2.2.3 焊条的要求及选用原则	(67)
2.2.4 焊条电弧焊设备	(69)
2.3 焊条电弧焊的基本操作技术工艺	(82)
2.3.1 焊接参数选择	(82)
2.3.2 各种位置的焊接技术	(85)
2.3.3 焊条电弧焊操作技术	(88)
2.4 常用金属材料的焊条电弧焊	(92)
2.4.1 低碳钢、普通低合金钢的焊条电弧焊	(92)
2.4.2 中碳钢的焊条电弧焊	(94)
2.4.3 不锈钢的焊条电弧焊 (以奥氏体不锈钢为例)	(96)
2.4.4 铸铁的焊补	(97)
2.4.5 镍及镍合金的焊条电弧焊	(98)
第3章 气焊及气割	(100)
3.1 气焊、气割的特点及应用	(100)
3.2 气焊火焰	(102)
3.2.1 可燃气体的发热量及火焰温度	(102)
3.2.2 氧-乙炔火焰的种类及应用	(103)
3.3 气焊接头及坡口形式	(104)
3.4 气焊工艺参数的选择及操作技术	(108)
3.4.1 主要气焊工艺参数的选择	(108)

3.4.2	气焊的操作技术	(111)
3.5	气割及其工艺特点	(115)
3.5.1	气割的原理、工艺条件及特点	(115)
3.5.2	氧-乙炔切割	(117)
3.5.3	氧-液化石油气切割	(118)
3.6	气焊、气割工具及设备	(120)
3.6.1	气焊炬的分类	(120)
3.6.2	气割炬的分类	(122)
3.6.3	割嘴的种类	(123)
3.6.4	乙炔发生器的种类	(125)
3.6.5	常用回火保险器的种类及特点	(125)
3.6.6	气瓶、阀门和减压器的种类及特点	(127)
3.7	气焊工艺	(130)
3.7.1	合金结构钢的气焊	(130)
3.7.2	铸铁的焊补	(131)
3.7.3	常用金属材料气焊的焊接参数	(133)
3.8	气割工艺	(134)
3.8.1	低碳钢气割工艺	(134)
3.8.2	大厚度钢板气割的工艺要点	(135)
第4章	钨极氩弧焊	(137)
4.1	钨极氩弧焊的特点及应用	(137)
4.2	钨极氩弧焊设备	(139)
4.2.1	钨极氩弧焊焊机	(140)
4.2.2	钨极氩弧焊辅助设备	(144)
4.3	钨极氩弧焊技术	(146)
4.3.1	钨极氩弧焊焊接电源的选用	(146)
4.3.2	钨极氩弧焊的电极及选用	(147)
4.3.3	钨极氩弧焊主要工艺参数的选择	(148)
4.3.4	钨极氩弧焊操作技术	(151)
4.4	常用金属材料的钨极氩弧焊	(155)
4.4.1	不锈钢的钨极氩弧焊	(155)

4.4.2	铝及铝合金的钨极氩弧焊	(157)
4.4.3	铜及铜合金的钨极氩弧焊	(159)
第5章	熔化极氩弧焊	(162)
5.1	熔化极氩弧焊的特点及应用	(162)
5.2	熔化极氩弧焊用焊丝和保护气体	(165)
5.2.1	焊丝	(165)
5.2.2	保护气体的特点及选用	(170)
5.3	熔化极氩弧焊设备	(172)
5.3.1	设备组成	(172)
5.3.2	焊机的选用	(173)
5.3.3	工艺参数	(173)
5.3.4	熔化极氩弧焊熔滴过渡类型	(176)
5.4	常用金属材料的熔化极氩弧焊	(178)
5.4.1	低碳钢和低合金结构钢的熔化极氩弧焊	(178)
5.4.2	不锈钢的熔化极氩弧焊	(181)
5.4.3	铝及铝合金的熔化极氩弧焊	(184)
第6章	CO ₂ 气体保护焊	(188)
6.1	CO ₂ 气体保护焊的特点及应用	(188)
6.2	CO ₂ 气体保护焊的焊机	(190)
6.3	CO ₂ 气体保护焊的焊接材料	(194)
6.4	CO ₂ 气体保护焊的焊接规范	(198)
6.4.1	各工艺参数选取原则	(198)
6.4.2	焊接规范举例	(200)
6.5	药芯焊丝 CO ₂ 气体保护焊	(206)
6.6	CO ₂ 气体保护电弧点焊	(209)
第7章	电阻焊	(211)
7.1	电阻焊的分类及焊机型号	(211)
7.2	点焊	(215)
7.2.1	特点	(215)
7.2.2	应用范围	(215)
7.2.3	点焊机	(216)

7.2.4 常用金属材料点焊的焊接参数	(216)
7.3 缝焊	(219)
7.3.1 特点、种类及应用	(219)
7.3.2 缝焊机	(221)
7.3.3 缝焊接头质量	(221)
7.3.4 缝焊的焊接规范	(221)
7.4 凸焊	(224)
7.4.1 特点及应用	(224)
7.4.2 凸焊机	(225)
7.4.3 凸焊的焊接规范	(227)
7.5 对焊	(230)
7.5.1 特点及应用	(230)
7.5.2 对焊机	(231)
7.5.3 电阻对焊焊接规范	(236)
7.5.4 闪光对焊焊接规范	(236)
第8章 钎焊	(239)
8.1 钎焊材料	(239)
8.1.1 钎剂	(239)
8.1.2 钎料	(244)
8.2 钎焊方法	(258)
8.2.1 几种常见的钎焊方法	(258)
8.2.2 各种钎焊方法的比较	(264)
8.3 钎焊生产工艺	(265)
8.3.1 工件表面准备	(265)
8.3.2 典型钎焊接头	(266)
8.3.3 接头的固定和钎料的安置	(267)
8.4 钎焊接头的缺欠及其成因	(268)
8.5 钎焊实例	(269)
8.5.1 硬质合金刀具的钎焊	(269)
8.5.2 铜管的火焰钎焊	(270)
8.5.3 铝合金框架的火焰钎焊	(271)

8.5.4 动车油泵涡轮的炉中钎焊	(271)
第9章 焊接缺欠及检验	(273)
9.1 焊接缺欠种类及表示符号	(273)
9.1.1 焊接缺欠的概念	(273)
9.1.2 焊接缺欠的代号和分类	(273)
9.2 不同焊接方法易产生的各种焊接缺欠	(296)
9.2.1 不同熔焊方法易产生的各种焊接缺欠	(296)
9.2.2 不同压焊方法易产生的各种焊接缺欠	(301)
9.2.3 不同钎焊方法易产生的各种焊接缺欠	(303)
9.3 焊接缺欠对接头质量的影响	(305)
9.4 焊接缺欠的常用检验方法	(306)
9.4.1 外观检验	(306)
9.4.2 力学性能试验	(310)
9.4.3 焊缝金属化学成分分析	(311)
第10章 焊接与切割安全技术	(312)
10.1 焊接与切割作业特点	(312)
10.2 焊接的有害因素及对应的安全生产措施	(313)
10.2.1 触电	(313)
10.2.2 焊接弧光辐射	(314)
10.2.3 有害气体和烟尘	(317)
10.2.4 放射性物质	(318)
10.2.5 噪声	(319)
10.2.6 高频电磁场	(320)
10.2.7 燃烧与爆炸	(320)
10.3 常用焊接方法的安全技术	(321)
10.3.1 焊条电弧焊	(321)
10.3.2 气焊与气割	(322)
10.3.3 CO ₂ 气体保护焊	(322)
10.3.4 氩弧焊、等离子弧焊及等离子弧切割	(322)
附录	(324)
附录 A 常用焊接材料中外牌号对照表	(324)

附录 B	中外常用焊接标准代号及名称·····	(356)
附录 C	焊接材料消耗定额的制订·····	(375)
参考文献	·····	(379)

第 1 章 焊接基础

1.1 常用基础数据

1. 希腊字母（表 1-1）。

表 1-1 希腊字母（GB 3101—1993）

正体		斜体		名称	正体		斜体		名称
大写	小写	大写	小写		大写	小写	大写	小写	
A	α	A	α	阿尔法	N	ν	N	ν	组
B	β	B	β	贝塔	Ξ	ξ	Ξ	ξ	克西
Γ	γ	Γ	γ	伽马	O	ο	O	ο	奥米克戎
Δ	δ	Δ	δ	德尔塔	Π	π	Π	π	派
E	ε	E	ε	艾普西隆	P	ρ	P	ρ	柔
Z	ζ	Z	ζ	泽塔	Σ	σ	Σ	σ	西格马
H	η	H	η	伊塔	T	τ	T	τ	陶
Θ	θ, θ	Θ	θ, θ	西塔	Υ	υ	Υ	υ	宇普西隆
I	ι	I	ι	药 (yāo) 塔	Φ	φ, φ	Φ	φ, φ	斐
K	κ	K	κ	卡帕	X	χ	X	χ	希
Λ	λ	Λ	λ	拉姆达	Ψ	ψ	Ψ	ψ	普西
M	μ	M	μ	缪	Ω	ω	Ω	ω	奥米伽

2. 主要化学元素的名称及特性（表 1-2）。

表 1-2 主要化学元素的名称及特性

元素名称	元素符号	原子序数	相对原子质量	相对密度	元素名称	元素符号	原子序数	相对原子质量	相对密度	元素名称	元素符号	原子序数	相对原子质量	相对密度	元素名称	元素符号	原子序数	相对原子质量	相对密度
银	Ag	47	107.88	10.5	钴	Co	27	58.94	8.8	铌	Nb	41	92.91	8.6	锶	Sr	38	87.63	2.6
铝	Al	13	26.97	2.7	铬	Cr	24	52.01	7.19	镍	Ni	28	58.69	8.9	钽	Ta	73	180.88	16.6
砷	As	33	74.91	5.73	氟	F	9	19.00	1.11	磷	P	15	30.98	1.82	钍	Th	90	232.12	11.5
金	Au	79	197.2	19.3	铁	Fe	26	55.85	7.87	铅	Pb	82	207.21	11.34	钛	Ti	22	47.90	4.54
硼	B	5	10.82	2.3	锗	Ge	32	72.60	5.36	铂	Pt	78	195.23	21.45	碲	Te	52	127.6	—
钡	Ba	56	137.36	3.5	汞	Hg	80	200.61	13.6	镭	Ra	88	226.05	5	铀	U	92	238.07	18.7
铍	Be	4	9.02	1.9	碘	I	53	126.92	4.93	铷	Rb	37	85.48	1.53	钒	V	23	50.95	5.6
铋	Bi	83	209.00	9.8	铱	Ir	77	193.1	22.4	钌	Ru	44	101.7	12.2	钨	W	74	183.92	19.15
溴	Br	35	79.916	3.12	钾	K	19	39.096	0.86	硫	S	16	32.06	2.07	锌	Zn	30	65.38	7.17
碳	C	6	12.01	1.9-2.3	镁	Mg	12	24.32	1.74	锑	Sb	51	121.76	6.67	锆	Zr	40	91.22	6.49
钙	Ca	20	40.08	1.55	锰	Mn	25	54.92	7.3	硒	Se	34	78.96	4.81					
铜	Cu	29	63.54	8.93	钼	Mo	42	95.95	10.2	硅	Si	14	28.06	2.35					
镉	Cd	48	112.41	8.65	钠	Na	11	22.997	0.97	锡	Sn	50	118.70	7.3					

1.2 法定计量单位

1. 国际单位制的基本单位（表 1-3）。

表 1-3 国际单位制（SI）的基本单位

量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m
质量	千克，（公斤）	kg
时间	秒	s
电流	安〔培〕	A
热力学温度	开〔尔文〕	K
物质的量	摩〔尔〕	mol
发光强度	坎〔德拉〕	cd

注：1. [] 内的字，是在不致混淆的情况下可以省略的字，下同。
2. () 内的字为前者的同义语，下同。

2. 国际单位制中具有专门名称的导出单位（表1-4）。

表1-4 国际单位制中具有专门名称的导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示
频率	赫〔兹〕	Hz	s^{-1}
力	牛〔顿〕	N	$kg \cdot m/s^2$
压力，压强，应力	帕〔斯卡〕	Pa	N/m^2
能量，功，热量	焦〔耳〕	J	$N \cdot m$
功率，辐射能通量	瓦〔特〕	W	J/s
电荷量	库〔仑〕	C	$A \cdot s$
电位，电压，电动势	伏〔特〕	V	W/A
电容	法〔拉〕	F	C/V
电阻	欧〔姆〕	Ω	V/A
电导	西〔门子〕	S	$A/V, \Omega^{-1}$
磁通量	韦〔伯〕	Wb	$V \cdot s$
磁通量密度，磁感应强度	特〔斯拉〕	T	Wb/m^2
电感	亨〔利〕	H	Wb/A
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	—
光通量	流〔明〕	lm	$cd \cdot sr$
光照度	勒〔克斯〕	lx	lm/m^2
放射性活度	贝可〔勒尔〕	Bq	s^{-1}
吸收剂量	戈〔瑞〕	Gy	J/kg
剂量当量	希〔沃特〕	Sv	J/kg

3. 中国选定的非国际单位制单位（表1-5）。

表1-5 中国选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
时间	分	min	1 min = 60 s
	〔小〕时	h	1 h = 60 min = 3600 s
	天，（日）	d	1 d = 24 h = 86400 s
平面角	〔角〕秒	（″）	$1'' = (\pi/648000) \text{ rad}$ （ π 为圆周率）
	〔角〕分	（′）	$1' = 60'' = (\pi/10800) \text{ rad}$
	度	（ $^{\circ}$ ）	$1^{\circ} = 60' = (\pi/180) \text{ rad}$

续表

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
旋转速度	转每分	r/min	1 r/min = (1/60) s ⁻¹
长度	海里	n mile	1 n mile = 1852 m (只用于航程)
速度	节	kh	1 kh = 1 n mile/h = (1852/3600) m/s (只用于航行)
质量	吨 原子质量单位	t u	1 t = 10 ³ kg 1 u ≈ 1.6605655 × 10 ⁻²⁷ kg
体积	升	L, (l)	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1 eV ≈ 1.6021892 × 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特 [克斯]	tex	1 tex = 1 g/km

- 注：1. 周、月、年（年的符号为 a）为一般常用时间单位。
2. 角度单位度、分、秒的符号不处于数字后时加圆括号。
3. 升的符号中，小写字母 l 为备用符号。
4. r 为“转”的符号。

1.3 金属材料理论质量计算公式

1. 钢铁材料理论质量计算公式（表 1-6）。

表 1-6 钢铁材料理论质量计算公式

钢材类别	理论质量 W/ (kg/m) 或 (kg/m ²)	备注
圆钢、线材、钢丝	$W=0.00617 \times \text{直径}^2$	(1) 角钢、工字钢和槽钢的准确计算公式很复杂，表中所列的简单计算公式用于计算近似值 (2) f 值：一般型号及带 a 的为 3.34，带 b 的为 2.65，带 c 的为 2.26
方钢	$W=0.00785 \times \text{边长}^2$	
六角钢	$W=0.0068 \times \text{对边距离}^2$	
八角钢	$W=0.0065 \times \text{对边距离}^2$	
等边角钢	$W=0.00785 \times \text{边厚} \times (2 \text{ 边宽} - \text{边厚})$	
不等边角钢	$W=0.00785 \times \text{边厚} \times (\text{长边宽} + \text{短边宽} - \text{边厚})$	

续表

钢材类别	理论质量 W / (kg/m) 或 (kg/m ²)	备注
工字钢	$W=0.00785 \times \text{腰厚} [\text{高} + f (\text{腿宽} - \text{腰厚})]$	(3) e 值: 一般型号及带 a 的为 3.26, 带 b 的为 2.44, 带 c 的为 2.24 (4) 各长度单位均为 mm
槽钢	$W=0.00785 \times \text{腰厚} [\text{高} + e (\text{腿宽} - \text{腰厚})]$	
扁钢、钢板、钢带	$W=0.00785 \times \text{宽} \times \text{厚}$	
钢管	$W=0.02466 \times \text{壁厚} (\text{外径} - \text{壁厚})$	

注: 腰高相同的工字钢, 如有几种不同的腿宽和腰厚, 需在型号右边加 a 、 b 、 c 予以区别, 如 32a[#]、32b[#]、32c[#]等。腰高相同的槽钢, 如有几种不同的腿宽和腰厚也需在型号右边加 a 、 b 、 c 予以区别, 如 25a[#]、25b[#]、25c[#]等。

2. 有色金属材料理论质量计算公式 (表 1-7)。

表 1-7 有色金属材料理论质量计算公式

序号	名称	理论质量 W 的计算公式		计算举例
1	纯铜棒	$W=0.00698 \times d^2$	d ——直径 (mm)	直径 100 mm 的纯铜棒, 求 1 m 质量 1 m 质量 = 0.00698×100^2 kg = 69.8 kg
2	六角纯铜棒	$W=0.0077 \times d^2$	d ——对边距离 (mm)	对边距离为 10 mm 的六角纯铜棒, 求 1 m 质量 1 m 质量 = 0.0077×10^2 kg = 0.77 kg
3	纯铜板	$W=8.89 \times t$	t ——厚度 (mm)	厚度 5 mm 的纯铜板, 求 1 m ² 质量 1 m ² 质量 = 8.89×5 kg = 44.45 kg
4	纯铜管	$W=0.02794 \times t(D-t)$	D ——外径 (mm) t ——壁厚 (mm)	外径为 60 mm、壁厚 4 mm 的纯铜管, 求 1 m 质量 1 m 质量 = $0.02794 \times 4 \times (60 - 4)$ kg = 6.26 kg
5	黄铜棒	$W=0.00668 \times d^2$	d ——直径 (mm)	直径为 100 mm 的黄铜棒, 求 1 m 质量 1 m 质量 = 0.00668×100^2 kg = 66.8 kg