

王兵 主编 奚亚洲 张继红 副主编

金属切削手册

HANDBOOK
 FMETAL
CUTTING



化学工业出版社

金属切削手册

王 兵 主编 奚亚洲 张继红 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

金属切削手册/王兵主编. —北京: 化学工业出版社, 2015.4

ISBN 978-7-122-23139-0

I. ①金… II. ①王… III. ①金属切削-加工工艺-技术手册 IV. ①TG506-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 039139 号

责任编辑: 王 烨

责任校对: 宋 玮

装帧设计: 韩 飞

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

850mm × 1168mm 1/32 印张 18¼ 字数 495 千字

2015 年 5 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 59.00 元

版权所有 违者必究

前言

随着工业现代化的飞速发展，成为一名知识面广、专业技术扎实、操作技能过硬的现代技术工人，是现代化企业对技术工人的迫切要求。为顺应我国经济发展的形势，使机械技术工人能系统了解机械制造方面的知识，帮助他们在生产工作中更方便地查到切削方法和切削数据，更快地掌握和应用最新的现代国家标准，我们精心编写了此书。

本手册是按机械工厂中金属切削加工有关人员经常用到的基础理论和技术资料进行编写的，内容丰富，简明实用，数据可靠，查阅方便。编写中力图更多地介绍新技术、新工艺、新标准，旨在向广大机械工人提供一本具有实用性、先进性和系统性的既可查阅技术资料，又可学习的工具书。

本书由王兵主编，奚亚洲、张继红副主编，丁轶、曾艳、刘璇、张军、吴万平、刘迎久、叶广明参编。

由于笔者水平所限，加之时间仓促，书中难免有不妥和疏漏之处，还望广大读者指正，以利提高。

编 者

目录

金·属·切·削·手·册

第1章 常用资料及其计算 1

- 1.1 常用字母、代号及符号 2
 - 1.1.1 常用字母及符号 2
 - 1.1.2 常用标准代号 4
 - 1.1.3 金属元素化学标准与材料特性及常用系数 5
- 1.2 常用数表与计算 6
 - 1.2.1 函数 6
 - 1.2.2 三角函数的计算 8
 - 1.2.3 常用图形的计算 10
- 1.3 法定计量单位及换算 22
 - 1.3.1 国际单位制 22
 - 1.3.2 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算 23
 - 1.3.3 长度单位 28
 - 1.3.4 单位换算 28

第2章 常用材料及热处理 33

- 2.1 工件材料及钢的热处理 34
 - 2.1.1 工件材料 34
 - 2.1.2 钢的热处理 41
 - 2.1.3 热处理工序在机械加工中的安排 44
 - 2.1.4 热处理质量检验与变形趋向 46
 - 2.1.5 钢的火花鉴别 48

2.2 铸铁	51
2.2.1 铸铁的种类	51
2.2.2 铸铁的热处理工艺	54
2.3 有色金属及其合金	55
2.3.1 铜及其合金	55
2.3.2 铝及其合金	59
2.3.3 钛及钛合金	63
2.3.4 轴承合金	64

第3章 极限配合与技术测量 67

3.1 极限与配合	68
3.1.1 配合制	68
3.1.2 标准公差系列	68
3.1.3 基本偏差系列	74
3.1.4 公差带	74
3.1.5 配合的基本概念与种类	76
3.1.6 一般公差(线性尺寸的未注公差)	80
3.1.7 尺寸公差与配合在图样上的标注	81
3.2 形状和位置公差	84
3.2.1 形位公差带与基本符号	84
3.2.2 形位公差的标注	87
3.2.3 常用机械加工方法可达到的形位公差等级	87
3.3 表面粗糙度	94
3.3.1 表面粗糙度的评定参数	94
3.3.2 表面结构的符号与代号	96
3.3.3 表面结构要求在图样上的标注方法	99
3.3.4 各种加工方法所能到的 Ra 值范围	101
3.4 常用量具	104
3.4.1 量具的分类与参数特性	104
3.4.2 游标卡尺及其使用	105

3.4.3	千分尺及其使用	109
3.4.4	百分表及其使用	114
3.4.5	角度量具与测量	119
3.4.6	量规	119
3.4.7	量具的选择与使用注意事项	125

第4章 常用机械零件与生产工艺..... 129

4.1	图样规定与尺寸标注	130
4.1.1	制图国家标准的基本规定	130
4.1.2	图线的应用	132
4.1.3	图样的识读与零件草图绘制常识	134
4.1.4	零件图的尺寸标注	139
4.2	机械零件	145
4.2.1	螺纹连接	145
4.2.2	销连接	149
4.2.3	键连接	150
4.3	零件结构要素	152
4.3.1	中心孔	152
4.3.2	滚动轴承	158
4.4	机械生产与工序安排	160
4.4.1	机械制造生产过程	160
4.4.2	生产纲领和生产类型	162
4.4.3	工艺过程与组成	163

第5章 切削刀具

5.1	刀具材料	170
5.1.1	切削刀具的分类与组成	170
5.1.2	刀具材料必备性能和常用刀具材料	172
5.1.3	高速钢	173
5.1.4	硬质合金	176

5.1.5	陶瓷与超硬刀具材料	178
5.2	刀具角度及其选择	179
5.2.1	定义和测量刀具角度的参考系	179
5.2.2	刀具主要角度的作用与选择	180
5.2.3	刀具的磨损与耐用度	190
5.3	车刀	196
5.3.1	车刀的种类与作用	196
5.3.2	焊接式车刀	197
5.3.3	可转位车刀	211
5.3.4	成形车刀	224
5.4	孔加工刀具	231
5.4.1	麻花钻	231
5.4.2	扩孔钻与铰钻	241
5.4.3	深孔钻	242
5.4.4	铰刀	245
5.4.5	镗刀和孔加工复合刀具	247
5.5	铣刀	255
5.5.1	常用铣刀	255
5.5.2	铣刀的规格	261
5.5.3	铣刀刀齿的形状	262
5.5.4	铣刀的选用	263
5.5.5	硬质合金可转位铣刀基本参数	266
5.6	螺纹刀具	271
5.6.1	螺纹车刀	271
5.6.2	丝锥与板牙	279
5.6.3	螺纹铣刀	289
5.7	其他刀具	291
5.7.1	拉刀	291
5.7.2	齿轮加工刀具	296

第6章 切削加工工艺装备与夹具

6.1	工件的定位与夹紧	299
-----	----------------	-----

6.1.1	工件六点定位原理	299
6.1.2	工件的定位方法和定位元件	302
6.1.3	工件的夹紧	313
6.2	机械加工运动与切削用量	316
6.2.1	加工运动的主要形式	316
6.2.2	主运动和进给运动	318
6.2.3	切削过程与控制	320
6.2.4	切削用量	322
6.3	切削加工工艺装备	335
6.3.1	机床型号的表示	335
6.3.2	车削主要工艺装备	340
6.3.3	铣削主要工艺装备	344
6.3.4	磨削主要工艺装备	349
6.3.5	钻削主要工艺装备	352
6.4	机床夹具	353
6.4.1	机床常用夹具	355
6.4.2	组合夹具简介	364
6.4.3	定位夹紧元件及装置符号与标注	366
6.4.4	夹具的公差配合与技术要求	375

第 7 章 车削加工 380

7.1	车外圆、端面和台阶	381
7.1.1	车外圆	381
7.1.2	车端面和台阶	386
7.1.3	端面和台阶的测量	388
7.2	车槽与切断	389
7.2.1	车外沟槽	389
7.2.2	车内沟槽	391
7.2.3	切断	394
7.3	车孔	395

7.3.1	车孔刀的安装	395
7.3.2	铰孔	397
7.4	车圆锥和成形面	400
7.4.1	车圆锥	400
7.4.2	车成形面	405
7.5	车螺纹	407
7.5.1	螺纹的种类	407
7.5.2	螺纹的基本要素与标记	409
7.5.3	螺纹的车削方法	412

第8章 钳工加工 423

8.1	划线	424
8.1.1	划线基准的选择	424
8.1.2	划直线	425
8.1.3	划圆	427
8.1.4	划线时的找正和借料	427
8.2	錾削	430
8.2.1	錾子	430
8.2.2	錾削的内容与方法	432
8.3	锯削	435
8.3.1	锯削用工具	435
8.3.2	锯削操作	436
8.4	锉削	440
8.4.1	锉刀	440
8.4.2	锉削的方法	441
8.4.3	机动锉削	445
8.5	钳工钻孔	449
8.5.1	麻花钻的安装	449
8.5.2	钳工常用钻孔的方法	450
8.6	钳工攻螺纹和套螺纹	455

8.6.1	攻螺纹	455
8.6.2	套螺纹	458
8.7	刮削	460
8.7.1	刮削工具	460
8.7.2	刮削操作	462
8.8	研磨	465
8.8.1	研磨及其加工精度	465
8.8.2	研磨工具与研磨剂	466
8.8.3	研磨的方法	469

第9章 铣削加工 471

9.1	平面与斜面的铣削	472
9.1.1	平面的铣削	472
9.1.2	斜面的铣削	475
9.2	台阶的铣削与切断	479
9.2.1	台阶铣削的技术要求	479
9.2.2	台阶的铣削	480
9.2.3	切断	482
9.3	沟槽的铣削	485
9.3.1	直角沟槽的铣削	485
9.3.2	特形沟槽的铣削	486
9.4	键的铣削	491
9.4.1	轴上键的铣削	491
9.4.2	外花键轴的铣削	496
9.5	齿的铣削	498
9.5.1	铣离合器	498
9.5.2	铣削齿形	504
9.6	分度铣削	509
9.6.1	万能分度头	509
9.6.2	分度的方法	511

第10章 磨削加工	516
10.1 砂轮	517
10.1.1 砂轮的特性与选择	517
10.1.2 砂轮的静平衡	523
10.1.3 砂轮的修整	525
10.2 外圆磨削	527
10.2.1 外圆砂轮的安裝与修整	527
10.2.2 外圆磨削时工件的装夹	529
10.2.3 外圆磨削的方法	531
10.3 内圆磨削	534
10.3.1 常用内圆磨削用砂轮选择与安裝	534
10.3.2 内圆磨削的方法	535
10.4 无心磨削	539
10.4.1 无心磨削的形式	539
10.4.2 无心磨削常用方法	540
10.5 平面磨削	546
10.5.1 平面磨削形式	546
10.5.2 平面的磨削方法	547
10.6 其他磨削加工	553
第11章 刨削与镗削	555
11.1 刨削加工	556
11.1.1 刨刀	556
11.1.2 刨削加工方法	557
11.2 镗削加工	563
11.2.1 加工准备	564
11.2.2 镗削的加工方法	566
参考文献	570



第 1 章

常用资料及其计算



1.1 常用字母、代号及符号

1.1.1 常用字母及符号

(1) 拉丁字母 (表 1-1)

表 1-1 拉丁字母

印刷体		书写体		印刷体		书写体	
大写	小写	大写	小写	大写	小写	大写	小写
A	a	<i>A</i>	<i>a</i>	N	n	<i>N</i>	<i>n</i>
B	b	<i>B</i>	<i>b</i>	O	o	<i>O</i>	<i>o</i>
C	c	<i>C</i>	<i>c</i>	P	p	<i>P</i>	<i>p</i>
D	d	<i>D</i>	<i>d</i>	Q	q	<i>Q</i>	<i>q</i>
E	e	<i>E</i>	<i>e</i>	R	r	<i>R</i>	<i>r</i>
F	f	<i>F</i>	<i>f</i>	S	s	<i>S</i>	<i>s</i>
G	g	<i>G</i>	<i>g</i>	T	t	<i>T</i>	<i>t</i>
H	h	<i>H</i>	<i>h</i>	U	u	<i>U</i>	<i>u</i>
I	i	<i>I</i>	<i>i</i>	V	v	<i>V</i>	<i>v</i>
J	j	<i>J</i>	<i>j</i>	W	w	<i>W</i>	<i>w</i>
K	k	<i>K</i>	<i>k</i>	X	x	<i>X</i>	<i>x</i>
L	l	<i>L</i>	<i>l</i>	Y	y	<i>Y</i>	<i>y</i>
M	m	<i>M</i>	<i>m</i>	Z	z	<i>Z</i>	<i>z</i>

(2) 希腊字母 (表 1-2)

表 1-2 希腊字母

大写	小写	近似读音	大写	小写	近似读音	大写	小写	近似读音
A	α	阿尔法	I	ι	约塔	P	ρ	洛
B	β	贝塔	K	κ	卡帕	Σ	σ	西格马
Γ	γ	伽马	Λ	λ	兰姆达	T	τ	陶
Δ	δ	德耳塔	M	μ	米尤	Υ	υ	宇普西隆
E	ϵ	艾普西隆	N	ν	纽	Φ	ϕ, Φ	斐
Z	ζ	截塔	Ξ	ξ	克西	X	χ	喜
H	η	艾塔	O	$\omicron$	奥密克戎	Ψ	ψ	普西
Θ	θ, ν	西塔	Π	π	派	Ω	ω	奥米伽

(3) 罗马数字 (表 1-3)

表 1-3 罗马数字

字母	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	L	C	D	M
数字	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	50	100	500	1000
汉字	壹	贰	叁	肆	伍	陆	柒	捌	玖	拾	伍拾	佰	伍佰	仟

注：罗马数字有七种基本称号 I、V、X、L、C、D 和 M，两种符号排列时，小数放在大数左边，表示大数和小数之差；小数放在大数右边，表示小数与大数之和。在符号上加一段横线，表示这个符号的数增加 1000 倍。

(4) 电工常用文字符号 (表 1-4)

表 1-4 电工常用文字符号

序号	符号	名称	序号	符号	名称
1	R	电阻(器)	24	Z	滤波器
2	L	电感(器)	25	H	指示器
3	L	电抗(器)	26	W	母线
4	RP	电位(器)	27	μA	微安
5	G	发电机	28	kA	千安
6	M	电动机	29	V	伏特
7	GE	励磁机	30	mV	毫伏
8	A	放大器(机)	31	kV	千伏
9	W	绕组或线圈	32	mA	毫安
10	T	变压器	33	C	电容(器)
11	P	测量仪表	34	W	瓦特
12	A	电桥	35	kW	千瓦
13	S	开关	36	var	乏
14	Q	断路器	37	W · h	瓦时
15	F	熔断器	38	A · h	安时
16	K	继电器	39	var · h	乏时
17	KM	接触器	40	Hz	频率
18	A	安培	41	$\cos\varphi$	功率因数
19	A	调节器	42	Ω	欧姆
20	V	晶体管	43	M Ω	兆欧
21	V	电子管	44	φ	相位
22	U	整流器	45	n	转
23	B	扬声器	46	T	温度

1.1.2 常用标准代号

(1) 国内常用标准代号 (表 1-5)

表 1-5 国内常用标准代号及其含义

序号	代号	含义	序号	代号	含义
1	CB	船舶	12	NY	农业
2	DL	电力	13	QB	轻工
3	FZ	纺织	14	QC	汽车
4	HB	航空	15	QJ	航天
5	HG	化工	16	SH	石油化工
6	HJ	环境保护	17	SJ	电子
7	JB	机械	18	TB	铁路运输
8	JG	建筑工业	19	YB	黑色冶金
9	JT	交通	20	YS	有色冶金
10	LY	林业	21	YZ	邮政
11	MH	民用航空	22	GB	国标

注：标准分为强制性标准和推荐性标准。表中给出的是强制性标准，推荐性标准的代号是在强制性标准的代号后面加“/T”，如“JB/T 5061—2008”。

(2) 各国及国际标准代号 (表 1-6)

表 1-6 各国及国际标准代号

国别	标准代号	国别	标准代号	国别	标准代号	国别	标准代号
中国	GB	瑞典	SIS	罗马尼亚	STAS	匈牙利	MSZ
美国	ASA	挪威	NS	土耳其	TS	波兰	PN
英国	BS	芬兰	SFS	希腊	ENO	意大利	UNI
日本	JIS	比利时	NBN	阿尔巴尼亚	STASH	奥地利	CNORM
德国	DIN(VDE)	丹麦	DS	朝鲜	KP	澳大利亚	AS
法国	NF	西班牙	UNE	印度	IS	墨西哥	DGN
瑞士	VSN	葡萄牙	NP	捷克(斯洛伐克)	SN	荷兰	NEN

国别	标准代号	国别	标准代号	国别	标准代号	国别	标准代号
加拿大	CSA	俄罗斯	ГОСТ, ОСТ	国际 标准 化组织 (建议 标准)	ISO		

1.1.3 金属元素化学标准与材料特性及常用系数

(1) 主要金属元素的化学称号与相对原子质量和密度 (表 1-7)

表 1-7 主要金属元素的化学称号与相对原子质量和密度

元素 名称	化学 符号	相对原 子质量	密度 /g·cm ⁻³	元素 名称	化学 符号	相对原 子质量	密度 /g·cm ⁻³	元素 名称	化学 符号	相对原 子质量	密度 /g·cm ⁻³
银	Ag	107.88	10.5	铁	Fe	55.85	7.87	铷	Rb	85.48	1.53
铝	Al	26.97	2.7	锗	Ge	72.60	5.36	钌	Ru	101.7	12.2
砷	As	74.91	5.73	汞	Hg	200.61	13.6	硫	S	32.06	2.07
金	Au	197.2	19.3	碘	I	126.92	4.93	锑	Sb	121.76	6.67
硼	B	10.82	2.3	铱	Ir	193.1	22.4	硒	Se	78.96	4.81
钡	Ba	137.36	3.5	钾	K	39.096	0.86	硅	Si	28.06	2.35
铍	Be	9.02	1.9	镁	Mg	24.32	1.74	锡	Sn	118.710	7.3
铋	Bi	209.00	9.8	锰	Mn	54.93	7.3	锶	Sr	87.63	2.6
溴	Br	79.916	3.12	钼	Mo	95.95	10.2	钽	Ta	180.88	16.6
碳	C	12.01	1.9~2.3	钠	Na	22.997	0.97	钍	Th	232.12	11.5
钙	Ca	40.08	1.55	铌	Nb	92.91	8.6	钛	Ti	47.90	4.54
镉	Cd	112.41	8.65	镍	Ni	58.69	8.9	铀	U	238.07	18.7
钴	Co	58.94	8.8	磷	P	30.98	1.82	钒	V	50.95	5.6
铬	Cr	52.01	7.19	铅	Pb	207.21	11.34	钨	W	183.92	19.15
铜	Cu	63.54	8.93	铂	Pt	195.23	21.45	锌	Zn	65.38	7.17
氟	F	19.00	1.11	镭	Ra	226.05	5				

(2) 镀层金属特性 (表 1-8)

表 1-8 镀层金属特性

种类	密度 ρ /g·cm ⁻³	熔点/℃	抗拉强度 σ_b /MPa	伸长率 δ /%	硬度/HV
锌	7.133	419.5	100~130	65~50	35
铝	2.696	660	50~90	45~35	17~23