

MOXIAO JIAGONG SUCHA SHOUC

磨削加工 速查手册

周增宾 ◎ 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

磨削加工速查手册

主编 周增宾

参编 李志乔 刘利剑 贾广飞

薛建强 边跃建 常 峰



机械工业出版社

本书是一本磨削加工速查工具书。其主要内容包括：磨削基础知识、磨料磨具和磨床工艺装备、磨削液、磨削加工工艺、常用磨削加工、特殊磨削加工、刀具刃磨、磨削缺陷产生的原因和防止措施等。本书内容全面，数据翔实可靠，实用性强；书中内容主要以图表形式给出，使读者一目了然，便于学习；在附录中列出了全书图表一览，便于读者查找。

本书可供机械加工技术人员及磨削加工技术工人使用，也可供相关专业技校师生参考。

图书在版编目（CIP）数据

磨削加工速查手册/周增宾主编. —北京：机械工业出版社，2010.7
ISBN 978-7-111-31050-1

I. ①磨… II. ①周… III. ①磨削-技术手册
IV. ①TG58-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2010）第 115677 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：陈保华 责任编辑：陈保华

版式设计：霍永明 责任校对：吴美英

封面设计：王伟光 责任印制：杨 曦

北京京丰印刷厂印刷

2010 年 9 月第 1 版 · 第 1 次印刷

148mm × 210mm · 10.125 印张 · 296 千字

0 001—4 000 册

标准书号：ISBN 978-7-111-31050-1

定价：28.00 元

凡购本书，如有缺页、倒页、脱页，由本社发行部调换

电话服务

策划编辑：(010) 88379734

社服务中心：(010) 88361066

网络服务

销售一部：(010) 68326294

门户网：<http://www.cmpbook.com>

销售二部：(010) 88379649

教材网：<http://www.cmpedu.com>

读者服务部：(010) 68993821

封面防伪标均为盗版

前 言

机械制造业是国民经济的基础工业，磨削加工是机械制造业的重要组成部分。近年来，我国机械行业发展很快，主要是国际、国内因素共同作用的结果。国际上，新一轮产业调整正在进行，制造业正在逐步向发展中国家转移；国内方面，经济连续多年平稳较快地发展，大量需要技能型人才，尤其是高级技能人才。正是在这一背景下，我们认识到编写本书的重要性，我们的主要目的是给磨削加工生产一线的技术人员及操作工人提供一本能够快速查阅的工具书。

本书主要由五部分组成。第一部分为第1章，内容主要是磨削基础知识，包括常用数据与公式、金属材料、钢的热处理、机械制图基础、公差、配合及表面粗糙度等，这是作为一名机械加工技术从业人员所不可缺少的基础知识。第二部分为第2章、第3章和第4章，主要讲述磨料磨具和磨床工艺装备、磨削液及磨削加工工艺，这是作为一名磨削加工人员应具备的专业基础知识。第三部分为第5章和第6章，主要讲解常用磨削加工技术和特殊磨削加工技术。第四部分为第7章，主要讲解各种刀具刃磨技术。第五部分为第8章，主要讲解磨削缺陷产生的原因和防止措施，提供一些解决实际问题的方案。

本书内容安排合理，层次清楚，是一本既注重理论，又注重实践；既注重基础，又注重提高的易学易查的实用手册。本书内容全面，数据翔实可靠，实用性强；书中内容主要以图表形式给出，使读者一目了然，便于学习。

本书由周增宾任主编，参加编写的还有李志乔、刘利剑、贾广飞、薛建强、边跃建和常峰等同志。其中第2、6、7、8章及附录主要由周增宾编写，第3、4、5章主要由李志乔编写，第1章主要由刘利剑编写，其他同志也参与了部分章节的编写工作。本书借鉴了国内外同行的资料与文献以及部分厂家的资料，并得到有关院校、工厂的热情帮助，在此一并表示感谢！

在本书编写过程中，得到了机械工业出版社的大力支持，在此表

IV 磨削加工速查手册

示衷心的感谢!

由于编者水平有限,在编写中难免有不妥和错误之处,真诚希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 磨削基础知识	1
1.1 常用数据与公式	1
1.1.1 我国法定计量单位与换算	1
1.1.2 常用数学计算公式	13
1.1.3 中心孔的类型及参数	16
1.1.4 交换齿轮选取表	20
1.2 工程材料	29
1.2.1 常用工程材料的物理性能	29
1.2.2 常用材料的工艺性能和力学性能	31
1.2.3 钢的分类和用途	33
1.2.4 铸铁的分类和用途	40
1.2.5 铸钢	42
1.2.6 有色金属	42
1.2.7 常用非金属材料	48
1.2.8 钢的热处理工艺	52
1.3 互换性基础	56
1.3.1 极限与配合	56
1.3.2 形状和位置公差	79
1.3.3 表面粗糙度	86
1.4 机械制图基础	89
1.4.1 投影	89
1.4.2 视图	89
1.4.3 剖视图、断面图和局部放大图	94
1.4.4 画图和识图的基本方法	97

第2章 磨料磨具和磨床工艺装备	102
-----------------------	-----

2.1 磨料磨具	102
2.1.1 普通磨料代号及其选择	103
2.1.2 固结磨具代号及其选择	111
2.2 砂轮的组成、特性及选用	126
2.2.1 砂轮的分类	126
2.2.2 砂轮的特性及选用	127
2.3 砂轮的检查、安装、平衡和修整	129
2.3.1 砂轮的检查	129
2.3.2 砂轮的安装	130
2.3.3 砂轮的平衡	134
2.3.4 砂轮的修整	136
2.4 各种砂轮的安全线速度	136
2.5 磨床类型和技术参数	138
2.5.1 磨床类型	138
2.5.2 磨床的技术参数	148
2.6 常用磨床通用夹具	158
2.6.1 磨床夹具的种类和用途	158
2.6.2 卡盘类夹具	159
2.6.3 顶尖类夹具	164
2.6.4 鸡心夹头	165
2.6.5 花盘	166
2.6.6 电磁吸盘	167
2.7 常用磨床专用夹具	169
2.7.1 心轴类夹具	169
2.7.2 中心孔柱塞	169
2.7.3 典型磨床专用夹具	170
2.8 磨床常用量具	172
2.8.1 游标卡尺	172
2.8.2 千分尺	176
2.8.3 机械式测微仪	179
2.8.4 角度尺	181
2.8.5 量规和样板	182
2.9 磨床维护与保养	187

2.9.1 磨床的安全防护	187
2.9.2 磨床的日常保养	188
第3章 磨削液	190
3.1 磨削液的作用	190
3.2 磨削液的种类和组成	190
3.3 磨削液的选用	192
3.3.1 磨削液的组成及应用	192
3.3.2 切削液的使用方法和注意事项	199
3.3.3 磨削液选用的注意事项	201
第4章 磨削加工工艺	202
4.1 普通磨削	203
4.1.1 磨削加工的分类	203
4.1.2 普通磨削的加工形式	204
4.2 高速磨削	204
4.2.1 高速磨削的特点	205
4.2.2 高速磨削对机床的要求	205
4.3 砂带磨削	206
4.3.1 砂带磨削的加工机理	206
4.3.2 砂带磨削的特点及方式	206
4.3.3 单颗磨粒的磨削过程	215
4.4 PCD 磨削	217
4.4.1 PCD 刀具的制造工艺	217
4.4.2 PCD 材料的磨削加工特点	218
4.4.3 PCD 切削刀具刃磨对工装的要求	219
4.4.4 PCD、PCBN 刀具的刃磨工艺	220
4.5 数控磨削	221
4.5.1 数控磨床的组成	222
4.5.2 数控磨床的保养与维护	223
4.5.3 数控磨削加工工艺分析	228
4.5.4 数控坐标磨削的基本方法	229

第5章 常用磨削加工	234
5.1 外圆磨削加工	234
5.1.1 工件的装夹	234
5.1.2 外圆磨削运动	235
5.1.3 外圆磨削用量	236
5.1.4 外圆磨削常用方法	240
5.2 内圆磨削加工	241
5.2.1 工件的装夹	241
5.2.2 内圆磨削运动	242
5.2.3 内圆磨削用量	242
5.2.4 内圆磨削常用方法	249
5.3 平面磨削加工	249
5.3.1 平面磨削加工工件的安装	249
5.3.2 平面磨削运动	251
5.3.3 平面磨削用量	251
5.3.4 平面磨削常用方法	254
5.4 圆锥面磨削加工	254
5.4.1 圆锥的种类	254
5.4.2 圆锥面的常用磨削方法	257
5.4.3 圆锥的检验	257
5.5 无心磨削加工	258
5.5.1 无心磨削的磨削运动	258
5.5.2 无心磨削常用方法	258
第6章 特殊磨削加工	260
6.1 薄片工件磨削加工	260
6.2 细长轴的磨削加工	261
6.3 螺纹的磨削加工	262
6.3.1 螺纹的分类	262
6.3.2 螺纹的磨削方法	266
6.3.3 螺纹的测量方法	268
6.4 蜗杆的磨削加工	270
6.4.1 蜗杆的尺寸计算	270

6.4.2 蜗杆的磨削方法	271
6.4.3 蜗杆的测量方法	271
第7章 刀具刃磨	272
7.1 刃磨刀具时砂轮的选择	272
7.2 刃磨一般刀具时砂轮形状与外径的选择	274
7.3 刃磨直齿插齿刀时砂轮直径的选择	274
7.4 砂轮和支片安装位置的确定	275
7.5 刃磨刀具时刀具、砂轮、支片的常见安装位置	276
7.6 车刀刃磨	280
7.6.1 刃磨机床与磨具	280
7.6.2 刃磨工艺	280
7.6.3 刃磨注意事项	280
第8章 磨削缺陷产生的原因和防止措施	283
8.1 常见的磨削缺陷及其产生原因和防止措施	283
8.1.1 外圆磨削中常见的缺陷及其产生原因和防止措施	283
8.1.2 内圆磨削中常见的缺陷及其产生原因和防止措施	287
8.1.3 平面磨削中常见的缺陷及其产生原因和防止措施	289
8.2 磨削裂纹	291
8.2.1 磨削裂纹的特征及产生机理	292
8.2.2 磨削裂纹的防止措施	292
附录	295
附录 A 切削加工工艺守则	295
附录 B 全书图表一览	300
参考文献	311

第1章 磨削基础知识

1.1 常用数据与公式

1.1.1 我国法定计量单位与换算

1. 我国的法定计量单位

1) 国际单位制的基本单位见表1-1。

表 1-1 国际单位制的基本单位

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。

3. 人民生活和贸易中, 质量习惯称为重量。

2) 国际单位制的辅助单位见表1-2。

表 1-2 国际单位制的辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
平面角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

3) 国际单位制中具有专门名称的导出单位见表 1-3

表 1-3 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	其它表示式例
频率	赫[兹]	Hz	s^{-1}
力;重力	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
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

4) 国家选定的非国际单位制单位见表 1-4

表 1-4 国家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	$1 \text{ min} = 60 \text{ s}$
	[小]时	h	$1 \text{ h} = 60 \text{ min} = 3600 \text{ s}$
	天(日)	d	$1 \text{ d} = 24 \text{ h} = 86400 \text{ s}$
平面角	[角]秒	($''$)	$1'' = (\pi/648000) \text{ rad}$ (π 为圆周率)
	[角]分	($'$)	$1' = 60'' = (\pi/10800) \text{ rad}$
	度	($^{\circ}$)	$1^{\circ} = 60' = (\pi/180) \text{ rad}$
旋转速度	转每分	r/min	$1 \text{ r/min} = (1/60) \text{ s}^{-1}$
长度	海里	n mile	$1 \text{ n mile} = 1852 \text{ m}$ (只用于航程)
速度	节	kn	$1 \text{ kn} = 1 \text{ n mile/h} = (1852/3600) \text{ m/s}$ (只用于航行)

(续)

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系和说明
质量	吨	t	$1\text{t} = 10^3\text{kg}$
	原子质量单位	u	$1\text{u} \approx 1.6605655 \times 10^{-27}\text{kg}$
体积	升	L(l)	$1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$
能	电子伏	eV	$1\text{eV} \approx 1.6021892 \times 10^{-19}\text{J}$
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	$1\text{tex} \approx 1\text{g/km}$

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。

5) 用于构成十进倍数和分数单位的词头见表 1-5。

表 1-5 用于构成十进倍数和分数单位的词头

所表示的因数	词头名称	词头符号
10^{18}	艾[可萨]	E
10^{15}	拍[它]	P
10^{12}	太[拉]	T
10^9	吉[咖]	G
10^6	兆	M
10^3	千	k
10^2	百	h
10^1	十	da
10^{-1}	分	d
10^{-2}	厘	c
10^{-3}	毫	m
10^{-6}	微	μ
10^{-9}	纳[诺]	n
10^{-12}	皮[可]	p
10^{-15}	飞[母托]	f
10^{-18}	阿[托]	a

注： 10^4 称为万， 10^8 称为亿， 10^{12} 称为万亿，这类数词的使用不受词头名称的影响，但不应与词头混淆。

2. 常用法定计量单位及其换算（表 1-6）

表 1-6 常用法定计量单位及其换算

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
长度	米	m	费密	Å	1 费密 = 1 fm = 10 ⁻¹⁵ m
	海里	n mile	埃	yd	1 Å = 0. 1 nm = 10 ⁻¹⁰ m
			码		1 yd = 0. 914 4 m
			[市]里		1 里 = 500 m
			丈		1 丈 = (10/3) m = 3. 3 m
			尺		1 尺 = (1/3) m = 0. 33 m
			寸		1 寸 = (1/30) m = 0. 033 m
			[市]分		1 分 = (1/300) m = 0. 003 m
			英尺	ft	1 ft = 0. 304 8 m
			英寸	in	1 in = 0. 0254 m
面积			英里	mile	1 mile = 1 609. 344 m
			密耳	mil	1 mil = 25. 4 × 10 ⁻⁶ m
	平方米	m ²	公亩	a	1 a = 100 m ²
	公顷	hm ² ①	平方英尺	ft ²	1 ft ² = 0. 092 903 0 m ²
			平方英寸	in ²	1 in ² = 6. 451 6 × 10 ⁻⁴ m ²
			平方英里	mile ²	1 mile ² = 2. 589 99 × 10 ⁶ m ²
			平方码	yd ²	1 yd ² = 0. 836 127 m ²
			英亩	acre	1 acre = 4 046. 856 m ²
			亩		1 亩 = 10 000/15 m ² = 666. 6 m ²

(续)

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
体积	立方米	m^3	立方英尺	ft^3	$1ft^3 = 0.028\ 316\ 8m^3$
	升	L, (l)	立方英寸	in^3	$1in^3 = 1.638\ 71 \times 10^{-5} m^3$
			立方码	yd^3	$1yd^3 = 0.764\ 554\ 9m^3$
			英加仑	UKgal	$1UKgal = 4.546\ 09dm^3$
			美加仑	USgal	$1USgal = 3.785\ 41dm^3$
			英品脱	UKpt	$1UKpt = 0.568\ 261dm^3$
			美液品脱	USliqpt	$1USliqpt = 0.473\ 176\ 5dm^3$
			美干品脱	USdrypt	$1USdrypt = 0.550\ 610\ 5dm^3$
			美桶(用于石油)		$1\text{美桶} = 158.987\ 3dm^3$
			英液盎司	UKfloz	$1UKfloz = 28.413\ 06cm^3$
速度	米每秒	m/s	英尺每秒	ft/s	$1ft/s = 0.304\ 8m/s$
			英里每[小]时	mile/h	$1\text{mile/h} = 0.447\ 04m/s$
加速度	米每二次方秒	m/s^2	英尺每二次方秒	ft/s^2	$1ft/s^2 = 0.304\ 8m/s^2$
			伽	Gal	$1Gal = 0.01m/s^2$
质量	千克(公斤)	kg	磅	lb	$1lb = 0.453\ 592\ 37kg$
	吨	t	英担	cwt	$1cwt = 50.802\ 3kg$
	原子质量单位	u	英吨	ton	$1ton = 1\ 016.05kg$
			短吨	sh ton	$1\text{sh ton} = 907.185kg$

(续)

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
质量	千克(公斤)	kg	盎司	oz	1 oz = 28.349 5g
			格令	gr	1 gr = 0.064 798 91g
			夸特	qr, qtr	1 qr = 12. 700 6kg
			[米制] 克拉		1 米制克拉 = 2×10^{-4} kg
体积质量 [质量] 密度	千克每立方米	kg/m ³	磅每立方英尺	lb/ft ³	1 lb/ft ³ = 16. 018 5kg/m ³
	吨每立方米	t/m ³	磅每立方英寸	lb/in ³	1 lb/in ³ = 27 679. 9kg/m ³
	千克每升	kg/L	盎司每立方英寸	oz/in ³	1 oz/in ³ = 1 729. 99kg/m ³
	立方米每千克	m ³ /kg	立方英尺每磅	ft ³ /lb	1 ft ³ /lb = 0. 062 428 0m ³ /kg
质量 比体积			立方英寸每磅	in ³ /lb	1 in ³ /lb = $3. 612 73 \times 10^{-5}$ m ³ /kg
	千克每米	kg/m	旦[尼尔]	den	1 den = 0. 111 112 $\times 10^{-5}$ kg/m
	特[克斯]	tex	磅每英尺	lb/ft	1 lb/ft = 1. 488 16kg/m
			磅每英寸	lb/in	1 lb/in = 17. 858 0kg/m
转动惯量			磅每码	lb/yd	1 lb/yd = 0. 496 055kg/m
	千克二次方米	kg · m ²	磅二次方英尺	lb · ft ²	1 lb · ft ² = 0. 042 140 1kg · m ²
			磅二次方英寸	lb · in ²	1 lb · in ² = $2. 926 40 \times 10^{-4}$ kg · m ²
			英司二次方英寸	oz · in ²	1 oz · in ² = $1. 829 00 \times 10^{-5}$ kg · m ²
动量	千克米每秒	kg · m/s	磅英尺每秒	lb · ft/s	1 lb · ft/s = 0. 138 255kg · m/s
			达因秒	dyn · s	1 dyn · s = 10^{-5} kg · m/s

(续)

物理量名称	法定计量单位		非法定计量单位		单位换算
	单位名称	单位符号	单位名称	单位符号	
力	牛〔顿〕	N	达因	dyn	1 dyn = 10 ⁻⁵ N
			千克力	kgf	1 kgf = 9. 806 65 N
			磅力	lbf	1 lbf = 4. 448 22 N
			吨力	tf	1 tf = 9. 806 65 × 10 ³ N
			盎司力	ozf	1 ozf = 0. 278 014 N
			磅达	pdl	1 pdl = 0. 138 255 N
动量矩角动量	千克二次方米每秒	kg·m ² /s	磅二次方英尺每秒	lb·ft ² /s	1 lb·ft ² /s = 0. 042 140 1 kg·m ² /s
力矩	牛〔顿〕米	N·m	千克力米	kgf·m	1 kgf·m = 9. 806 65 N·m
力偶矩			磅力英尺	lbf·ft	1 lbf·ft = 1. 355 82 N·m
转距			磅力英寸	lbf·in	1 lbf·in = 0. 112 985 N·m
			达因厘米	dyn·cm	1 dyn·cm = 10 ⁻⁷ N·m
			盎司力英寸	ozf·in	1 ozf·in = 7. 061 55 × 10 ⁻³ N·m
压力	帕〔斯卡〕	Pa	达因每平方厘米	dyn/cm ²	1 dyn/cm ² = 0. 1 Pa
压强			英寸汞柱	inHg	1 inHg = 3 386. 39 Pa
正应力			英寸水柱	inH ₂ O	1 inH ₂ O = 249. 082 Pa
切应力			巴	bar	1 bar = 10 ⁵ Pa
			千克力每平方厘米	kgf/cm ²	1 kgf/cm ² = 0. 098 066 5 MPa
			毫米水柱	mmH ₂ O	1 mmH ₂ O = 9. 806 65 Pa