



**SHIYONG
QIEXIAOSHOUCE**

实用切削手册

张以鹏 主编

实用切削手册

张以鹏 主编

辽宁科学技术出版社

沈 阳

图书在版编目(CIP)数据

实用切削手册/张以鹏主编. -沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2007. 5

ISBN 978-7-5381-4833-6

I. 实… II. 张… III. 金属切削 - 技术手册 IV. TG5-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 105199 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路 29 号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳市北陵印刷厂

经销者: 各地新华书店

幅面尺寸: 140mm×203mm

印 张: 27.25

字 数: 832 千字

印 数: 1~4000

出版时间: 2007 年 5 月第 1 版

印刷时间: 2007 年 5 月第 1 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 邹 亮

版式设计: 于 浪

责任校对: 李 雪

书 号: ISBN 978-7-5381-4833-6

定 价: 45.00 元

联系电话: 024-23284372

邮购热线: 024-23284502 23284357

E-mail: lkzxb@mail.lnpgc.com.cn

<http://www.lnkj.com.cn>

辽宁科学技术出版社精品机械图书

书 名	定 价
手册系列	
数控车床实际操作手册	22.80
热处理工实际操作手册	39.80
管道工实际操作手册	32.80
冷作钣金工实际操作手册	32.00
维修电工实际操作手册	22.80
电气设备安装工实际操作手册	34.80
焊工实际操作手册	39.80
冲压工实际操作手册	34.00
机修装配钳工实际操作手册	32.00
新编钣金展开计算手册	52.00
实用新编五金手册	85.00

FANUC 系统实用技术丛书

数控铣床加工中心	32.00
数控车床	32.00
数控机床维修	28.00
数控加工实例	28.00

服务热线: 024—23284502

fxyg@mail.lnpgc.com.cn

前 言

机械制造业是国民经济的基础工业，切削加工是机械制造业的重要组成部分。现代机械制造业的发展，不仅需要高水平的工程技术人员，更需要高水平的技术工人。随着切削加工技术的不断发展，新的切削加工方法、加工材料不断涌现，对机械加工工程技术人员和技术工人提出了新的要求。

为了满足更多的机械加工工艺人员和技术工人的需求，通过归纳、整理，结合生产实践，我们编写了《实用切削手册》。

本书主要由两部分组成。第一章至第五章，收集和选编了机械制造现场常用的必备资料和数据，其内容涉及公差、材料、机械零件、刀具、夹具及量具等相关基础知识。第六章至第十二章，收录了车、铣、刨、磨、镗、齿轮加工及数控加工等切削加工方法，介绍了在各类机床上加工各种典型零件的加工工艺和操作方法，以指导读者解决生产实际问题。

本书力求内容简明，结构合理，层次清楚，语言简练，技术难度适当，便于查找使用。

本手册由张以鹏主编，戴戈、吕中刚为副主编，参加编写的还有刘兴隆、赫鑫、裴彤、林晓峰、冯杰、姜宏军、王海涛、杜艳霞等同志。

本书在编写过程中，得到了辽宁科学技术出版社的大力支持，也得到了沈阳大学机械工程学院高级实验师王慧敏的大力帮助，在此表示衷心的感谢。

由于我们水平有限，书中难免有错误或不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

前 言	1
第一章 常用数据和公式	1
第一节 常用资料	1
第二节 常用数表	7
第二章 公差配合与表面粗糙度	19
第一节 极限与配合	19
第二节 形状和位置公差	56
第三节 表面粗糙度	79
第三章 常用材料及性能	87
第一节 钢	87
第二节 铸铁和铸钢	102
第三节 有色金属及其合金	115
第四节 其他材料	134
第四章 机械零件	149
第一节 螺纹	149
第二节 圆锥	210
第三节 渐开线齿轮	222
第四节 常用零件结构要素	236
第五章 刀具、夹具、量具	257
第一节 刀具	257
第二节 通用夹具	275
第三节 常用量具和量仪	310
第六章 车削加工	339
第一节 车削加工范围及装夹方法	339

第二节	车削加工刀具	344
第三节	车削用量	363
第四节	车床精度及调整	370
第五节	典型零件表面的加工	376
第六节	螺纹的车削	404
第七章	铣削加工	428
第一节	铣床加工方式及铣床的调整	428
第二节	铣刀	440
第三节	铣削用量	484
第四节	分度头及其应用	490
第五节	平面、垂直面、平行面和斜面的铣削	503
第六节	直角沟槽和键槽的铣削	511
第七节	凸轮的铣削	513
第八节	牙嵌式离合器的铣削	522
第九节	成形面的铣削	536
第十节	弧形面的铣削	539
第十一节	刀具齿槽的铣削	549
第八章	刨削加工	554
第一节	刨刀、刨削用量及工件的夹紧	554
第二节	平面的刨削	565
第三节	槽的刨削	571
第四节	曲面的刨削	576
第九章	磨削加工	581
第一节	砂轮	581
第二节	平面磨削	589
第三节	外圆磨削	600
第四节	内圆柱面磨削	609
第五节	细长、薄壁和薄片工件磨削	617
第六节	磨削加工的缺陷及其消除措施	619
第十章	镗削加工	628

第一节	镗刀及其辅具	628
第二节	卧式镗床加工	642
第三节	坐标镗床加工	660
第四节	金刚镗床加工	670
第五节	影响镗削加工质量的因素与解决措施	674
第十一章	齿轮加工	682
第一节	滚齿加工	682
第二节	插齿加工	718
第三节	刨齿加工	746
第四节	齿轮的测量	785
第十二章	数控加工	795
第一节	数控机床	795
第二节	数控工艺及其在编程中的处理	806
第三节	典型零件的加工工艺设计	837

第一章 常用数据和公式

第一节 常用资料

一、汉语拼音字母 (表1-1)

表1-1 汉语拼音字母

字 母		名 称		字 母		名 称	
A	a	ㄚ	啊	N	n	ㄋㄝ	讷
B	b	ㄅㄝ	玻	O	o	ㄛ	喔
C	c	ㄘㄝ	雌	P	p	ㄘㄝ	坡
D	d	ㄉㄝ	得	Q	q	ㄑㄩ	欺
E	e	ㄜ	鹅	R	r	ㄚㄦ	日
F	f	ㄝㄣ	佛	S	s	ㄝㄣ	思
G	g	ㄍㄝ	哥	T	t	ㄊㄝ	特
H	h	ㄏㄚ	喝	U	u	ㄨ	乌
I	i	ㄣ	衣	V	v	ㄛㄝ	维
J	j	ㄐㄣ	基	W	w	ㄨㄚ	娃
K	k	ㄎㄝ	科	X	x	ㄒㄣ	希
L	l	ㄝㄌ	勒	Y	y	ㄣㄚ	呀
M	m	ㄝㄇ	摸	Z	z	ㄗㄝ	资

二、英文字母 (表1-2)

表1-2 英文字母

大写	小写	读音	大写	小写	读音	大写	小写	读音
A	a	爱	J	j	街	S	s	爱斯
B	b	比	K	k	克	T	t	提
C	c	西	L	l	爱耳	U	u	由
D	d	低	M	m	爱姆	V	v	维衣
E	e	衣	N	n	恩	W	w	打不留
F	f	爱福	O	o	欧	X	x	爱克斯
G	g	基	P	p	皮	Y	y	歪
H	h	爱曲	Q	q	克由	Z	z	挤
I	i	哀	R	r	啊耳			

三、希腊字母 (表1-3)

表1-3 希腊字母

大 写	小 写	读 音	大 写	小 写	读 音
A	α	阿尔法	N	ν	纽由
B	β	贝塔	Ξ	ξ	克塞衣
Γ	γ	伽玛	O	$\omicron$	欧米克戎
Δ	δ	得儿他	Π	π	派
E	ε	厄泼西隆	P	ρ	罗欧
Z	ζ	捷塔	Σ	σ	西格马
H	η	衣他	T	τ	套
Θ	θ	西衣他	Y	υ	宇普西龙
I	ι	约他	Φ	φ	费
K	κ	卡帕	X	χ	西
Λ	λ	兰姆达	Ψ	ψ	普塞
M	μ	迷由	Ω	ω	欧米嘎

四、常用计量单位名称与符号

国际单位制 (SI) (GB 3100—1993) 见表1-4, 国际单位制中具有专门名称和符号的导出单位见表1-5。

表1-4 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) 圆括号中的名称, 是它前面的名称的同义词, 下同。

(2) 无方括号的量的名称与单位名称均为全称。方括号中的字, 在不致引起混淆、误解的情况下, 可以省略。去掉方括号中的字即为其名称的简称, 下同。

(3) 本标准所称的符号, 除特殊指明外, 均指我国法定计量单位中所规定的符号以及国际符号, 下同。

(4) 人民生活和贸易中, 质量习惯称为重量。

表1-5 国际单位制中具有专门名称和符号的导出单位

量的名称	SI导出单位		
	名 称	符 号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
[平面] 角	弧度	rad	1rad=1m/m=1
立体角	球面度	sr	1sr=1m ² /m ² =1
频率	赫 [兹]	Hz	1Hz=1s ⁻¹
力	牛 [顿]	N	1N=1kg·m/s ²
压力, 压强, 应力	帕 [斯卡]	Pa	1Pa=1N/m ²
能 [量], 功, 热量	焦 [耳]	J	1J=1N·m
功率, 辐 [射能] 通量	瓦 [特]	W	1W=1J/s
电荷 [量]	库 [仑]	C	1C=1A·s
电压, 电动势, 电位 (电势)	伏 [特]	V	1V=1W/A
电容	法 [拉]	F	1F=1C/V
电阻	欧 [姆]	Ω	1Ω=1V/A
电导	西 [门子]	S	1S=1Ω ⁻¹ 或 1A/V
磁通 [量]	韦 [伯]	Wb	1Wb=1V·s
磁通 [量] 密度, 磁感应强度	特 [斯拉]	T	1T=1Wb/m ²
电感	亨 [利]	H	1H=1Wb/A
摄氏温度	摄氏度	℃	1℃=1K
光通量	流 [明]	lm	1lm=1cd·sr
[光] 照度	勒 [克斯]	lx	1lx=1lm/m ²

五、常用单位换算 (表1-6)

表1-6 常用单位换算

长度单位换算	1英寸 (in) =0.0254 (米) m	1码 (yd) =0.9144 (米) m
	1英尺 (ft) =0.3048 (米) m	1英里 (mile) =1609.344 (米) m
面积单位换算	1公顷 (a) =1×10 ² (米 ²) m ²	1公顷 (ha) =1×10 ⁴ (米 ²) m ²
体积单位换算	1升=0.001 (米 ³) m ³	
质量单位换算	1吨 (t) =1×10 ³ (千克) kg	1盎司 (oz) =0.0283495 (千克) kg
	1磅 (lb) =0.45359237 (千克) kg	
密度单位换算	1磅/英寸 ³ (16/in ³) =27679.9 (千克/米 ³) kg/m ³	

续表

压力和应力单位换算	$1 \text{ 千克力/厘米}^2 (\text{kgf/cm}^2) \approx 9.80665 \times 10^4 (\text{帕}) \text{ Pa}$ $1 \text{ 毫米汞柱 (mmHg)} = 133.322 (\text{帕}) \text{ Pa}$
功率单位换算	$1 \text{ 米制马力} = 735.499 (\text{瓦}) \text{ W}$ $1 \text{ 英制马力 (hp)} = 745.700 (\text{瓦}) \text{ W}$
温度单位换算	$C = K - 273.15$ $F = \frac{9}{5}K - 459.67$ $F = \frac{9}{5}C + 32$ 式中: K 为开氏度, K ; C 为摄氏度, $^{\circ}\text{C}$; F 为华氏度, $^{\circ}\text{F}$

六、常用材料滑动摩擦系数 (表1-7)

表1-7 常用材料的摩擦系数

摩擦材料	滑动摩擦系数 (μ 或 μ')	
	无润滑	有润滑
钢—钢	0.1 (0.15)	0.05~0.1 (0.05~0.1)
钢—软钢	0.2	0.1~0.2
钢—不淬火的 T8 钢	0.15	0.03
钢—铸铁	0.16~0.18 (0.2~0.3)	0.05~0.15
钢—黄铜	0.19	0.03
钢—青铜	0.15~0.18	0.07 (0.1~0.15)
钢—铝	0.17	0.02
钢—轴承合金	0.2	0.04
钢—夹布胶木	0.22	—
钢—钢纸	0.22	—
皮革—铸铁或钢	0.3~0.5	0.12~0.15
硬木—铸铁或钢	0.2~0.35	0.12~0.16
软木—铸铁或钢	0.3~0.5	0.15~0.25
钢纸—铸铁或钢	0.3~0.5	0.12~0.17
毛毡—铸铁或钢	0.22	0.18
软钢—铸铁	0.18 (0.2)	0.05~0.15
软钢—青铜	0.18 (0.2)	0.07~0.15
铸铁—铸铁	0.15	0.07~0.12 (0.15~0.16)

续表

摩擦材料	滑动摩擦系数 (μ 或 μ')	
	无润滑	有润滑
铸铁—青铜	0.15~0.21 (0.28)	0.07~0.15 (0.16)
铸铁—皮革	0.28 (0.55)	0.12 (0.15)
铸铁—橡皮	0.8	0.5
皮革—木料	0.03~0.05 (0.4~0.5)	—
铜—T8 钢	0.15	0.03
黄铜—不淬火 T8 钢	0.19	0.03
黄铜—淬火 T8 钢	0.14	0.02
黄铜—黄铜	0.17	0.02
黄铜—钢	0.30	0.02
黄铜—硬橡皮	0.25	—
黄铜—石板	0.25	—
黄铜—绝缘物	0.27	—
青铜—不淬火 T8 钢	0.16	—
青铜—黄铜	0.16	—
青铜—青铜	0.15~0.2	0.04~0.1
青铜—钢	0.16	—
青铜—夹布橡胶	0.23	—
青铜—钢纸	0.24	—
青铜—树脂	0.21	—
青铜—硬橡皮	0.36	—
青铜—石板	0.33	—
青铜—绝缘物	0.26	—
铝—不淬火 T8 钢	0.18	0.03
铝—淬火 T8 钢	0.17	0.02
铝—黄铜	0.27	0.02
铝—青铜	0.22	—
铝—钢	0.30	0.02
铝—夹布胶木	0.26	—
硅铝合金—夹布胶木	0.34	—
硅铝合金—钢纸	0.32	—
硅铝合金—树脂	0.28	—
硅铝合金—硬橡胶	0.25	—
硅铝合金—硬橡胶	0.26	—
硅铝合金—石板	0.26	—

注：括号内为静滑动摩擦系数 μ ，其余为动滑动摩擦系数 μ' 。

七、常用材料滚动摩擦系数 (表1-8)

表1-8 滚动摩擦系数

相摩擦或相接触的物体	滚动摩擦系数 k (mm)	相摩擦或相接触的物体	滚动摩擦系数 k (mm)
铸铁—铸铁	0.5	软钢—钢	0.05
刚直车轮—钢轨	0.5	有滚珠轴承的料车—钢轨	0.09
木—钢	0.3~0.4	无滚珠轴承的料车—钢轨	0.21
木—木	0.5~0.8	钢质车轮—木面	1.5~2.5
软木—软木	1.5	轮胎—路面	2~1

八、常用金属材料熔点 (表1-9)

表1-9 常用金属材料熔点

名 称	熔点 (°C)	名 称	熔点 (°C)
灰铸铁	1200	铝	658
铸钢	1425	铅	327
软钢	1400~1500	锡	232
黄铜	950	锌	419
青铜	995	镍	1452
紫铜	1083		

九、常用金属材料的线膨胀系数 (表1-10)

表1-10 常用金属材料线膨胀系数 $\alpha \times 10^{-6}$

材 料	温度范围 (°C)					
	20	20~100	20~200	20~300	20~400	20~600
工程用铜		16.6~17.1	17.1~17.2	17.6	18~18.1	18.6
紫铜		17.2	17.5	17.9		
黄铜		17.8	18.8	20.9		
锡青铜		17.6	17.9	18.2		
铝青铜		17.6	17.9	19.2		
碳钢		10.6~12.2	11.3~13	12.1~13.5	12.9~13.9	13.5~14.3
铬钢		11.2	11.8	12.4	13	13.6
40CrSi		11.7				
30CrMnSiA		11				
3Cr13		10.2	11.1	11.6	11.9	12.3
1Cr18Ni9Ti		16.6	17.0	17.2	17.5	17.9
铸铁		8.7~11.1	8.5~11.6	10.1~12.2	11.5~12.7	12.9~13.2
镍铬合金		14.5				
铝		23.9				
砖	9.5					
水泥、混凝土	10~14					
胶木、硬橡皮	64~77					
玻璃		4~11.5				
有机玻璃		130				

十、主要元素的化学符号、原子量和密度 (表1-11)

表1-11 主要元素的化学符号、原子量和密度

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)
银	Ag	107.88	10.5	氟	F	19.00	1.11
铝	Al	26.97	2.7	铁	Fe	55.85	7.87
砷	As	74.91	5.73	锗	Ge	72.60	5.36
金	Au	197.2	19.3	汞	Hg	200.61	13.6
硼	B	10.82	2.3	碘	I	126.92	4.93
钡	Ba	137.36	3.5	铱	Ir	193.1	22.4
铍	Be	9.02	1.9	钾	K	39.096	0.86
铋	Bi	209.00	9.8	镁	Mg	24.32	1.74
溴	Br	79.916	3.12	锰	Mn	54.93	7.3
碳	C	12.01	1.9~2.3	钼	Mo	95.95	10.2
钙	Ca	40.08	1.55	钠	Na	22.997	0.97
镉	Cd	112.41	8.65	铌	Nb	92.91	8.6
钴	Co	58.94	8.8	镍	Ni	58.69	8.9
铬	Cr	52.01	7.19	磷	P	30.98	1.82
铜	Cu	63.54	8.93	铅	Pb	207.21	11.34
铂	Pt	195.23	21.45	锶	Sr	87.63	2.6
镭	Ra	226.05		钽	Ta	180.88	16.6
铷	Rb	85.48	1.53	钍	Th	232.12	11.5
铹	Ru	101.7	12.2	钛	Ti	47.90	4.54
硫	S	32.06	2.07	铀	U	238.07	18.7
锑	Sb	121.76	6.67	钒	V	50.95	5.6
硒	Se	78.96	4.81	钨	W	183.92	19.15
硅	Si	28.06	2.35	锌	Zn	65.38	7.17
锡	Sn	118.70	7.3				

第二节 常用数表

一、常用数表

π 的重要函数见表1-12, π 的近似分数见表1-13, 25.4的近似分数见表1-14。

表1-12 π 的重要函数表

π	3.141593	$\sqrt{2\pi}$	2.506628
π^2	9.869604	$\sqrt{\frac{\pi}{2}}$	1.253314
$\sqrt{\pi}$	1.772454	$\sqrt[3]{\pi}$	1.464592
$\frac{1}{\pi}$	0.318310	$\sqrt{\frac{1}{2\pi}}$	0.398942
$\frac{1}{\pi^2}$	0.101321	$\sqrt{\frac{2}{\pi}}$	0.797885
$\sqrt{\frac{1}{\pi}}$	0.564190	$\sqrt[3]{\frac{2}{\pi}}$	0.682784

表1-13 π 的近似分数

近似分数	误差	近似分数	误差
$\pi \approx 3.1400000 = \frac{157}{50}$	0.0015927	$\pi \approx 3.1417112 = \frac{25 \times 47}{22 \times 17}$	0.0001185
$\pi \approx 3.1428571 = \frac{22}{7}$	0.0012644	$\pi \approx 3.1417004 = \frac{8 \times 97}{13 \times 19}$	0.0001077
$\pi \approx 3.1418181 = \frac{32 \times 27}{25 \times 11}$	0.0002254	$\pi \approx 3.1416666 = \frac{13 \times 29}{4 \times 30}$	0.0000739
$\pi \approx 3.1417322 = \frac{19 \times 21}{127}$	0.0001395	$\pi \approx 3.1415929 = \frac{5 \times 71}{113}$	0.0000002

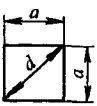
表1-14 25.4的近似分数

近似分数	误差	近似分数	误差
$25.40000 = \frac{127}{5}$	0	$25.39683 = \frac{40 \times 40}{7 \times 9}$	0.00317
$25.41176 = \frac{18 \times 24}{17}$	0.01176	$25.38461 = \frac{11 \times 30}{13}$	0.01539

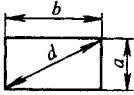
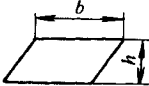
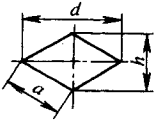
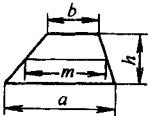
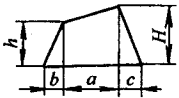
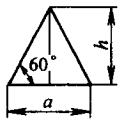
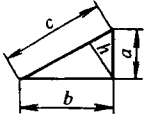
二、常用几何图形计算

常用几何图形计算公式见表1-15，圆周等分系数表见表1-16，圆弧长度计算表见表1-17。

表1-15 常用几何图形计算

名称	图形	计算公式
正方形		面积 $A = a^2$ $a = 0.707d$ $d = 1.414a$

续表

名 称	图 形	计算公式
长方形		面积 $A=ab$ $d=\sqrt{a^2+b^2}$ $a=\sqrt{d^2-b^2}$ $b=\sqrt{d^2-a^2}$
平行四边形		面积 $A=bh$ $h=\frac{A}{b}$ $b=\frac{A}{h}$
菱形		面积 $A=\frac{dh}{2}$ $a=\frac{1}{2}\sqrt{d^2+h^2}$ $h=\frac{2A}{d}$ $d=\frac{2A}{h}$
梯形		面积 $A=\frac{a+b}{2}h$ $m=\frac{a+b}{2}$ $h=\frac{2A}{a+b}$ $a=\frac{2A}{h}-b$ $b=\frac{2A}{h}-a$
斜梯形		面积 $A=\frac{(H+h)}{2}a+bh+cH$
等边三角形		面积 $A=\frac{ah}{2}=0.433a^2=0.578h^2$ $a=1.155h$ $h=0.866a$
直角三角形		面积 $A=\frac{ab}{2}$ $c=\sqrt{a^2+b^2}$ $h=\frac{ab}{c}$