

钳工 实用手册

赵长祥 林立 主编



中国电力出版社
www.cepp.com.cn

钳工 实用手册

主 编 赵长祥 林 立
主 审 李元初



中国电力出版社

www.cepp.com.cn

内 容 提 要

本手册共分四篇二十八章,基础资料篇的内容包括常用资料及数据,常用材料,机械制图,极限与配合、形位公差及表面粗糙度,常用量具与测量,电工常用基本知识;钳工基本操作技能资料篇的内容包括钳工常用设备、划线、锯削、铣削、锉削、钻削、铰削、铰孔、攻螺纹与套螺纹、刮削、研磨、矫正与弯曲、铆接;设备检修、安装资料篇的内容包括一般标准及规范、常用机械零件、机械装配、设备修复工艺、液压系统的修复、设备安装;其他资料篇的内容包括冷冲模,钻床夹具,钳工实用电动、气动工具。本手册内容丰富、数据完整,是一本实用的工具书。

本手册可供机械、电力、煤炭、石油、冶金、化工、交通等行业从事钳工工作或设备安装、检修工作的广大技术工人使用,也可供上述行业的工程技术人员和工科职业技术学校的师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

钳工实用手册/赵长祥,林立主编.—北京:中国
电力出版社,2009

ISBN 978-7-5083-8024-7

I. 钳… II. ①赵…②林… III. 钳工-技术手册
IV. TG9-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2008)第 157568 号

中国电力出版社出版、发行

(北京三里河路 6 号 100044 <http://www.cepp.com.cn>)

北京市同江印刷厂印刷

各地新华书店经售

*

2009 年 6 月第一版 2009 年 6 月北京第一次印刷

787 毫米×1092 毫米 16 开本 26 印张 866 千字

印数 0001—3000 册 定价 48.00 元

中国电力出版社
no. mo 敬告读者

本书封面贴有防伪标签,加热后中心图案消失
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前 言

钳工实用手册

随着科学技术的不断创新和发展,各种新技术、新工艺、新材料、新设备不断涌现,对机械、电力、煤炭、石油、冶金、化工、交通等行业从事钳工工作或设备安装、检修工作的广大技术工人提出了更高的要求。为了适应国家职业技能鉴定规范和新的国家标准的实施,为广大钳工工作者在日常工作中提供一本较完备且实用的技术资料性工具书,受中国电力出版社的委托编写了这本《钳工实用手册》。

本手册以表格和图解为主要方式介绍有关技术资料,同时适当地采用了文字叙述的方式。编写中注意突出实用性,在有限的篇幅内尽可能多地包含钳工工作中可能涉及的有关资料。手册中采用了目前国家颁布的各种最新标准。手册共分为四篇:第一篇为基础资料篇,着重介绍一些常用资料及有关计算公式和数据、常用材料、机械制图的有关规定和图样的画法、公差配合与形位公差及表面粗糙度、常用量具与测量、电工常用基本知识等有关技术资料;第二篇为钳工基础操作技能资料篇,着重介绍各种钳工基本操作工艺及工具;第三篇为设备检修、安装资料篇,包括一般标准及规范、常用机械零件、机械装配、设备修复工艺、液压系统的修复、设备安装等内容;第四篇为其他资料篇,包括冷冲模,钻床夹具,钳工常用电动、气动工具等内容。

本手册由赵长祥、林立主编,具体分工:李元初(第一、十七、十八、二十章)、秦凯力(第三、四章)、龙斌(第二、五、十二章)、赵冀、李杨(第六章)、李连启、黎世俊(第七~十一章)、赵长祥、尚影(第十三~十六、十九章)、游明军、马元忠(第二十一、二十二章)、吴光泉(第二十三、二十五章)、饶世光(第二十六、二十七章)、林立(第二十四、二十八章)。

全书由李元初主审,参加审稿工作的还有屈珂、吴畏、唐继跃、舒广奇等。

本手册在编写过程中得到重庆市电力公司、重庆电力技师学院、重庆机械电子技师学院、重庆五一技师学院、重庆工业技师学院、重庆市工业学校、重庆电力高等专科学校、北京市电力公司培训中心等单位的支持和帮助,在此仅表示深切的谢意。

由于编者水平有限,书中难免有不足和疏漏之处,恳请广大读者给予批评指正。

编者

2007年10月



目 录

钳工实用手册

881	钳工常用设备	124	一、锯削工具	141
181	一、台虎钳的种类、规格、基本参数	124	二、锯削操作要点	142
181	二、钻床的种类及基本参数	125	三、锯削操作实例	142
181	三、砂轮机的种类、型号及参数	127	四、锯条损坏的原因及防止方法	143
881	划线	128	第十章 锉削	144
181	一、划线工具	128	一、锉削工具	144
181	二、划线涂料	131	二、锉削操作	145
881	三、划线基准	131	三、锉削操作实例	145
181	四、平面划线	132	四、锉子的刃磨与热处理	146
181	五、立体划线	136	五、锉削安全注意事项	146
181	第九章 锯削	141	第十一章 锉削	148
181	一、常用字母、标准代号和计量单位	1	一、锉削工具	148
181	二、常用数据	4	二、常用零部件和结构要素的特殊表示法	70
181	三、常用数学公式及函数表	8	第四章 极限与配合、形位公差及表面粗糙度	79
181	第二章 常用材料	23	一、极限与配合	79
181	一、金属材料性能	23	二、表面粗糙度	89
181	二、金属材料中化学元素的名称及符号	24	三、形位公差	95
181	三、钢	25	第五章 常用量具与测量	103
181	四、铸铁	39	一、基本知识	103
181	五、有色金属及合金	40	二、检测方法	108
181	六、硬质合金及合金刀具材料	44	三、水平仪的应用	113
181	七、金属材料的热处理	44	第六章 电工常用基本知识	115
181	八、非金属材料	46	一、常用的有关名词、计算公式和文字符号及图形符号	115
181	第三章 机械制图	54	二、绝缘电线与电缆电线的型号、名称及用途	119
181	一、投影与视图	54	三、常用低压电器	120
181	二、图样画法	55	四、电动机的种类、特点及应用	123
181	三、尺寸标注方法	64	五、安全用电知识	123
181	第一篇 基础资料篇			
181	第一章 常用资料及数据	1		
181	第二篇 钳工基础操作技能资料篇			
181	第七章 钳工常用设备	124		

二、锉削方法	149	五、套螺纹操作	182
三、锉配	150	第十六章 刮削	183
四、锉削产生废品的形式及原因	151	一、刮削种类及特点	183
第十二章 钻削	152	二、刮削工具	183
一、标准麻花钻	152	三、刮削余量和显示剂	185
二、群钻	157	四、基准工具和检验工具	186
三、钻具	160	五、刮削操作	187
四、钻削用量	161	六、刮削质量检查的内容和要求	191
五、钻削切削液的选用	163	七、刮削面常见缺陷、产生原因及防止方法	192
六、常用钻孔方法	163	第十七章 研磨	193
第十三章 铤削	166	一、研磨的应用	193
一、铤钻的种类及用途	166	二、研磨工具	193
二、铤削速度及进给量的选择	167	三、研磨余量和研磨用量	194
三、铤孔操作要点及注意事项	167	四、研磨轨迹	195
第十四章 铰孔	168	五、研磨方法	196
一、铰削工具	168	六、研磨常见缺陷及预防方法	197
二、铰削余量和铰削用量的选用	170	第十八章 矫正与弯曲	199
三、铰削时切削液的选用	170	一、手工矫正方法	199
四、铰孔操作	170	二、弯曲方法	200
五、铰孔缺陷产生原因及防止措施	171	三、钣金咬缝类型	201
六、铰刀的修磨	171	四、手工盘弹簧	201
七、铰刀损坏原因及处理方法	172	五、展开长度计算	202
第十五章 攻螺纹与套螺纹	173	六、常见图形的展开	202
一、螺纹基本知识	173	第十九章 铆接	204
二、切螺纹工具	175	一、铆接的种类	204
三、攻螺纹前底孔直径的选择	178	二、铆钉	204
四、攻螺纹操作	180	三、铆接操作	205

第三篇 设备检修、安装资料篇

第二十章 一般标准及规范	209	九、滚花	216
一、标准尺寸	209	十、螺纹收尾、肩距、退刀槽和倒角	217
二、锥度和角度系列	211	第二十一章 常用机械零件	219
三、中心孔	211	一、常用螺纹连接件的种类、规格	219
四、平面上用的润滑槽形式和尺寸	214	二、常用键和销的种类、规格	227
五、静配合零件嵌入倒角	214	三、V带及V带轮	233
六、砂轮超越程	214	四、滑动轴承	236
七、刨削越程槽	215	五、常用滚动轴承的种类、规格	236
八、T形槽及螺栓头部尺寸	216		

和配合公差	239	二、常用液压元件	329
六、标准齿轮及蜗杆的尺寸计算、 齿轮公差	253	三、液压基本回路	334
七、链轮与链条	256	四、液压系统的安装要点	336
第二十二章 机械装配	258	五、机床液压系统的调试	337
一、基础知识	258	六、液压系统的维护和保养	338
二、典型零部件的装配	262	第二十五章 设备安装	343
三、装配尺寸链的解法	285	一、吊装一般知识	343
四、旋转件找平衡	287	二、设备安装定位	348
五、总装配	295	三、设备安装基础的处理	349
第二十三章 设备修复工艺	297	四、地脚螺栓的安装	350
一、修复基本知识	297	五、垫铁	352
二、机械零件的修复工艺	305	六、设备的找正、找平	354
第二十四章 液压系统的修复	327	七、设备的二次灌浆	358
一、基本知识	327	八、试压与试运转	359
第四篇 其他资料篇			
第二十六章 冷冲模	361	五、分度装置	389
一、冷冲模的种类	361	六、夹具体	391
二、冷冲模的装配与安装	364	七、夹具加工的技术要求	392
三、冷冲模的调试	369	八、组合夹具	396
第二十七章 钻床夹具	378	九、典型钻夹具简介	400
一、夹具分类	378	第二十八章 钳工常用电动、气动 工具	401
二、工件的定位	378	一、电动工具	401
三、工件的夹紧	385	二、气动工具	404
四、钻套	386		
参考文献	408		

基础资料篇

第一章 常用资料及数据

一、常用字母、标准代号和计量单位

1. 汉语拼音字母(见表 1-1-1)

表 1-1-1 汉语拼音字母

大写	小写	读音	大写	小写	读音
A	a	啊	N	n	讷
B	b	玻	O	o	喔
C	c	雌	P	p	坡
D	d	得	Q	q	欺
E	e	鹅	R	r	日
F	f	佛	S	s	思
G	g	哥	T	t	特
H	h	喝	U	u	乌
I	i	衣	V	v	维
J	j	基	W	w	娃
K	k	科	X	x	希
L	l	勒	Y	y	呀
M	m	摸	Z	z	资

2. 希腊字母(见表 1-1-2)

表 1-1-2 希腊字母

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

3. 俄文字母(见表 1-1-3)

表 1-1-3 俄文字母

大写	小写	读法	大写	小写	读法
A	a	啊	P	p	爱耳
Б	б	贝	С	с	斯
В	в	窝	Т	т	泰
Г	г	该	У	у	乌
Д	д	待	Ф	ф	爱夫
Е	е	耶	Х	х	哈
Ё	ё	约	Ц	ц	采
Ж	ж	热	Ч	ч	切
З	з	兹	Ш	ш	师
И	и	伊	Щ	щ	希奇
Й	й	依	Ъ	ъ	(硬音符)
К	к	卡	Ы	ы	该
Л	л	乐	Ь	ь	(软音符)
М	м	爱母	Э	э	爱
Н	н	恩	Ю	ю	优
О	о	奥	Я	я	亚
П	п	派			

4. 国内部分标准代号(见表 1-1-4)

表 1-1-4 国内部分标准代号

标准代号	标准类别	标准代号	标准类别
GB	国家标准	TH, TH/Z	通用机械
GB/T	国家推荐标准	GC	机床
JB, JB/Z, JZ	机电, 仪表	GL	量具
NJ, NJ/Z	农业机械	GR	刃具
ZJ, ZZ, ZQ	重型机械	QB, SG	轻工
ZB, ZX, ZH	重型机械	FZ, FJ, FJ/Z	纺织
Q/ZB	重型机械	WS ₂ , WS ₂ /Z	医疗器械
DZ, ODG	电机, 电器	HB, HB/Z	航空
ODD, Q/D	电机, 电器	SJ, SJ/Z, NE, E	电子工业
Y	仪表	QJ, QJ/Z	航天
JJG	计量	TB, TB/Z	铁道
YB, YB/Z	冶金	SD, DL	水电
HG, HGB	化工	YD, YD/Z	邮电
SY	石油	CB, CZ, CB/Z	船舶
MT, MT/Z	煤炭	JT, JT/Z	交通
JG, JC	建筑材料		

5. 用于构成十进位倍数和分数单位的词头(见表 1-1-5)

表 1-1-5 用于构成十进位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。

6. 常用计量单位及换算

(1) 中华人民共和国法定计量单位。我国的法定计量单位是以国际单位制(SI)的单位为基础, 同时适当增加了部分非国际单位制单位构成的。

1) 国际单位制的基本单位(见表 1-1-6)。

表 1-1-6 国际单位制的基本单位 (GB 3100—1993)

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 ()内的字为前者的同义语。

2 []内的字在不致混淆的情况下可以省略。

3 在日常生活中, 人们常把质量惯称为重量。

2) 国际单位制的辅助单位(见表 1-1-7)。

表 1-1-7 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) 国际单位中具有专门名称的导出单位(见表 1-1-8)。

表 1-1-8 国际单位中具有专门名称的导出单位 (GB 3100—1993)

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示示例
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	$A \cdot s$
电压, 电动势, 电位(电势)	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(GB 3100—1990)(见表 1-1-9)。

表 1-1-9 国家选定的非国际单位制单位 (GB 3100—1990)

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系
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	$1\text{d}=24\text{h}=86\,400\text{s}$
[平面]角	[角]秒	"	$1''=(\pi/648\,000)\text{rad}$
	[角]分	'	$1' = 60'' = (\pi/10\,800)\text{rad}$
	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	$1\text{n mile}=1852\text{m}$
速度	节	kn	$1\text{kn}=1\text{n mile/h}$ $=(1852/3600)\text{m/s}$
质量	吨	t	$1\text{t}=10^3\text{kg}$
	原子质量单位	u	$1\text{u}\approx 1.660\,565\,5 \times 10^{-27}\text{kg}$

续表

量的名称	单位名称	单位符号	换算关系
体积	升	L(l)	1L=1dm ³ =10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1eV≈1.602 189 2×10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1tex=1g/km
面积	公顷	hm ²	1hm ² =10 ⁴ m ²

注 1 周、月、年为一般常用时间单位, 年的符号为 a。

2 角度单位度、分、秒的符号不处于数字后时加圆括号

()。

3 r 为转的符号。

(2) 常用计量单位及其换算(见表 1-1-10)。

表 1-1-10 常用计量单位及其换算

项目	换算关系
长度	1 米(m)=10 分米(dm)=10 ² 厘米(cm) =10 ³ 毫米(mm) 1 毫米(mm)=10 ³ 微米(μm)(人们日常说的“丝”, 1 丝=0.01mm=10 微米) 1 千米(km)=10 ³ 米(m)=2[市]里 =0.621 4 英里(mile) 1 米(m)=3.280 8 英尺(ft) 1 英尺(ft)=12 英寸(in); 1 英寸(in)=25.4 毫米(mm); 1 码(yd)=3 英尺(ft)=0.914 4 米(m)
面积	1 平方米(m ²)=10 ² 平方分米(dm ²)=10 ⁴ 平方厘米(cm ²) 1 平方英尺(ft ²)=0.092 903 平方米(m ²) 1 公顷(hm ²)=10 ⁴ 平方米(m ²)=15 亩=2.471 英亩
体积	1 立方米(m ³)=10 ³ 立方分米(dm ³) =10 ⁶ 立方厘米(cm ³) 1 立方英尺(in ³)=0.028 316 8 立方米(m ³)
容积	1 立方米(m ³)=10 ³ 升(L); 1 升(L)=1 立方分米(dm ³)=10 ³ 毫升(ml) 1 立方米(m ³)=219.969 英加伦=264.2 美加伦
质量	1 千克(kg)=10 ³ 克(g)=2[市]斤=2.204 6 磅(lb) =35.274 盎司(oz) 1 吨(t)=10 ³ 千克(kg)=0.984 2 英吨 =1.102 3 美吨
密度	1 千克/立方米(kg/m ³)=10 ⁻³ 吨/立方米(t/m ³) =10 ⁻³ 克/立方厘米(g/cm ³)
流量	1 立方米/秒(m ³ /s)=6×10 ⁴ 升/分(L/min)
力	1 牛(N)=10 ⁵ 达因=0.101 97 千克力(kgf) =0.224 81 磅力(lbf)
压力	1 帕(Pa)或牛/平方米(N/m ²)=10 ⁻⁵ 巴(bar) 1 千克力/平方厘米(kgf/cm ²)=9.806 65×10 ⁴ 帕 ≈0.1 兆帕(MPa) 1 帕=9.87×10 ⁻⁶ 标准大气压 =1.02×10 ⁻⁵ 工程大气压 1 工程大气压=0.967 8 标准大气压 1 帕=0.101 974 毫米水柱=7.5×10 ⁻³ 水银柱

续表

项目	换算关系
功、能	1 焦(J)=0.101 971 6 千克力·米(kgf·m) =2.777 778×10 ⁻⁷ 千瓦·时 =3.776×10 ⁻⁷ 米制马力·时
功率	1 千瓦(kW)=10 ³ 瓦(W)=101.971 6 千克力·米/秒 =1.36 米制马力
角度	1°=60′=3600″ 1 弧度(rad)=57.295 8°

(3) 英寸、毫米换算(见表 1-1-11 和表 1-1-12)。

表 1-1-11 英寸、毫米换算表

英寸(in)	毫米(mm)	
	分数	小数
1/64		0.015 625
1/32		0.031 250
3/64		0.046 875
1/16		0.062 500
5/64		0.078 125
3/32		0.093 750
7/64		0.109 375
1/8		0.125 000
9/64		0.140 625
5/32		0.156 250
11/64		0.171 875
3/16		0.187 500
13/64		0.203 125
7/32		0.218 750
15/64		0.234 375
1/4		0.250 000
47/64		0.734 375
9/32		0.281 250
19/64		0.296 875
5/16		0.312 500
21/64		0.328 125
11/32		0.343 750
23/64		0.359 375
3/8		0.375 000
25/64		0.390 625
13/32		0.406 250
27/64		0.421 875
7/16		0.437 500
29/64		0.453 125
15/32		0.468 750
31/64		0.484 375
1/2		0.500 000
33/64		0.515 625
17/32		0.531 250
35/64		0.546 875
9/16		0.562 500
37/64		0.578 125



续表

英寸(in)		毫米 (mm)
分数	小数	
19/32	0.593 750	15.081 3
39/64	0.609 375	15.478 1
5/8	0.625 000	15.875 0
41/64	0.640 625	16.271 9
21/32	0.652 500	16.668 8
43/64	0.671 875	17.065 6
11/16	0.687 500	17.462 5
45/64	0.703 125	17.859 4
23/32	0.718 750	18.256 3
47/64	0.734 375	18.653 1
3/4	0.750 000	19.050 0
49/64	0.765 625	19.446 9
25/32	0.781 250	19.843 8
51/64	0.796 875	20.240 6
13/16	0.812 500	20.637 5
53/64	0.828 125	21.034 4
27/32	0.843 750	21.431 3
55/64	0.859 375	21.828 1
7/8	0.875 000	22.225 0
57/64	0.890 625	22.621 9
29/32	0.906 250	23.018 8
59/64	0.921 875	23.415 6
15/16	0.937 500	23.812 5
61/64	0.953 125	24.209 4
31/32	0.968 750	24.606 3
63/64	0.984 375	25.003 1
1	1.000 000	25.400 0

表 1-1-12 毫米(mm)、英寸(in)换算表

mm	in	mm	in
1	0.039 4	18	0.708 7
2	0.078 7	19	0.748 0
3	0.118 1	20	0.787 4
4	0.157 5	21	0.826 8
5	0.196 9	22	0.866 1
6	0.236 2	23	0.905 5
7	0.275 6	24	0.944 9
8	0.315 0	25	0.984 3
9	0.354 3	26	1.023 6
10	0.393 7	27	1.063 0
11	0.433 1	28	1.102 4
12	0.472 4	29	1.141 7
13	0.511 8	30	1.181 1
14	0.551 2	31	1.220 5
15	0.590 6	32	1.259 8
16	0.629 9	33	1.299 2
17	0.669 3	34	1.338 6

续表

续表

mm	in	mm	in
35	1.378 0	68	2.677 2
36	1.417 3	69	2.716 5
37	1.456 7	70	2.755 9
38	1.496 1	71	2.795 3
39	1.535 4	72	2.834 6
40	1.574 8	73	2.874 0
41	1.614 2	74	2.913 4
42	1.653 5	75	2.952 8
43	1.692 9	76	2.992 1
44	1.732 3	77	3.031 5
45	1.771 7	78	3.070 9
46	1.811 0	79	3.110 2
47	1.850 4	80	3.149 6
48	1.889 8	81	3.189 0
49	1.929 1	82	3.228 3
50	1.968 5	83	3.267 7
51	2.007 9	84	3.307 1
52	2.047 2	85	3.346 5
53	2.086 6	86	3.385 8
54	2.126 0	87	3.425 2
55	2.165 4	88	3.464 6
56	2.204 7	89	3.503 9
57	2.244 1	90	3.543 3
58	2.283 5	91	3.582 7
59	2.322 8	92	3.622 0
60	2.362 2	93	3.661 4
61	2.401 6	94	3.700 8
62	2.440 9	95	3.740 2
63	2.480 3	96	3.779 5
64	2.519 7	97	3.818 9
65	2.559 1	98	3.858 3
66	2.598 4	99	3.897 6
67	2.637 8	100	3.937 0

二、常用数据

1. 常用材料弹性模量及泊松比(见表 1-1-13)

表 1-1-13 常用材料弹性模量及泊松比

名称	弹性模量 E (MPa)	弹剪模量 G (MPa)	泊松比 μ
灰铸铁	$(1.15 \sim 1.60) \times 10^5$	4.5×10^4	0.23~0.27
可锻铸铁	1.55×10^5		
碳钢	$(2.0 \sim 2.1) \times 10^5$	8.1×10^4	0.24~0.28
镍铬钢、 合金钢	2.1×10^5	8.1×10^4	0.25~0.30



续表

续表

名称	弹性模量 E (MPa)	弹剪模量 G (MPa)	泊松比 μ
轧制纯铜	1.1×10^5	4.0×10^4	0.31~0.34
冷拔纯铜	1.3×10^5	4.9×10^4	
轧制磷青铜	1.15×10^5	4.2×10^4	0.32~0.35
冷拔黄铜	$(0.91 \sim 0.99) \times 10^5$	$(3.5 \sim 3.7) \times 10^4$	0.32~0.42
轧制锰黄铜	1.1×10^5	4.0×10^4	0.35
轧制铝	0.69×10^5	$(2.6 \sim 2.7) \times 10^4$	0.32~0.36
拔制铝线	0.7×10^5		
铸铝青铜	1.05×10^5	4.2×10^4	
硬铝合金	0.71×10^5	2.7×10^4	
轧制锌	0.84×10^5	3.2×10^4	0.27
铅	0.17×10^5	0.7×10^4	0.42
玻璃	0.55×10^5	2.2×10^4	0.25

洛氏硬度		维氏硬度 HV	布氏硬度 30D ²	
HRC	HRA		HB	d(mm)
52.0	76.9	543		
51.0	76.3	525		
50.0	75.8	509		
49.0	75.3	493		
48.0	74.7	478		
47.0	74.2	463	449	2.886
46.0	73.7	449	436	2.927
45.0	73.2	436	424	2.967
44.0	72.6	423	413	3.006
43.0	72.1	411	401	3.049
42.0	71.6	399	391	3.087
41.0	71.1	388	380	3.130
40.0	70.5	377	370	3.171
39.0	70.0	367	360	3.214
38.0		357	350	3.258
37.0		347	341	3.299
36.0		338	332	3.343
35.0		329	323	3.388
34.0		320	314	3.434
33.0		312	306	3.477
32.0		304	298	3.522
31.0		296	291	3.563
30.0		289	283	3.611
29.0		281	276	3.655
28.0		274	269	3.701
27.0		268	263	3.741
26.0		261	257	3.783
25.0		255	251	3.826
24.0		249	245	3.871
23.0		243	240	3.909
22.0		237	234	3.957
21.0		231	229	3.998
20.0		226	225	4.032
19.0		221	220	4.075
18.0		216	216	4.111
17.0		211	211	4.157

2. 常用材料的硬度及硬度对照表(见表 1-1-14)

表 1-1-14 常用材料的硬度及硬度对照表

洛氏硬度		维氏硬度 HV	布氏硬度 30D ²	
HRC	HRA		HB	d(mm)
70.0	86.6	1037		
69.0	86.1	997		
68.0	85.5	959		
67.0	85.0	923		
66.0	84.4	889		
65.0	83.9	856		
64.0	83.3	825		
63.0	82.8	795		
62.0	82.2	766		
61.0	81.7	739		
60.0	81.2	713		
59.0	80.6	688		
58.0	80.1	664		
57.0	79.5	642		
56.0	79.0	620		
55.0	78.5	599		
54.0	77.9	579		
53.0	77.4	561		



3. 材料的线膨胀系数(见表 1-1-15)

材 料	温度范围(°C)					
	20~100	20~200	20~300	20~400	20~600	20~700
工程用钢	$(16.6\sim17.1)\times10^{-6}$	$(17.1\sim17.2)\times10^{-6}$	17.6×10^{-6}	$(18\sim18.1)\times10^{-6}$	18.6×10^{-6}	
纯铜	17.2×10^{-6}	17.5×10^{-6}	17.9×10^{-6}			
黄铜	17.8×10^{-6}	18.8×10^{-6}	20.9×10^{-6}			
锡青铜	17.6×10^{-6}	17.9×10^{-6}	18.2×10^{-6}			
铝青铜	17.6×10^{-6}	17.9×10^{-6}	19.2×10^{-6}			
碳钢	$(10.6\sim12.2)\times10^{-6}$	$(11.3\sim13)\times10^{-6}$	$(12.1\sim13.5)\times10^{-6}$	$(12.9\sim13.9)\times10^{-6}$	$(13.5\sim14.3)\times10^{-6}$	$(14.7\sim15)\times10^{-6}$
铬钢	11.2×10^{-6}	11.8×10^{-6}	12.4×10^{-6}	13×10^{-6}	13.6×10^{-6}	
40CrSi	11.7×10^{-6}					
30CrMnSiA	11×10^{-6}					
3Cr13	10.2×10^{-6}	11.1×10^{-6}	11.6×10^{-6}	11.9×10^{-6}	12.3×10^{-6}	12.8×10^{-6}
1Cr18Ni9Ti	16.6×10^{-6}	17.0×10^{-6}	17.2×10^{-6}	17.5×10^{-6}	17.9×10^{-6}	18.6×10^{-6}
铸铁	$(8.7\sim11.1)\times10^{-6}$	$(8.5\sim11.6)\times10^{-6}$	$(10.1\sim12.2)\times10^{-6}$	$(11.5\sim12.7)\times10^{-6}$	$(12.9\sim13.2)\times10^{-6}$	

4. 常用材料的密度(见表 1-1-16)

续表

材料名称	密度 ρ
工业纯铁	7.87
钢材	7.85
铸钢	7.8
低碳钢	7.85
中碳钢	7.82
高碳钢	7.81
灰铸铁	6.8~7.2
可锻铸铁	7.2~7.4
高速钢(含钨量 9%)	8.3
高速钢(含钨量 18%)	8.7
不锈钢(含铬量 13%)	7.75
纯铜	8.89
黄铜	8.4~8.85
压力加工用黄铜	8.4~8.85
铸造用黄铜	8.622
压力加工用铝青铜	8.65~8.9
铸造用铝青铜	7.5~8.6
压力加工用铝合金	2.62~2.8
铸造用铝合金	2.6~2.85
锡基轴承合金	7.34~7.75
铅基轴承合金	9.33~10.67

材料名称	密度 ρ
钨钴类硬质合金	14.4~14.9
钨钴钛类硬质合金	9.5~12.4
汞	13.6
锰	7.43
铬	7.19
铋	6.62
金	19.3
银	10.5
铂	21.4
硅钢片	7.55~7.8
玻璃	2.4~2.6
有机玻璃	1.18~1.19
混凝土	1.8~2.45

5. 材料的摩擦因数

(1) 常用材料的摩擦因数(见表 1-1-17)。

表 1-1-17 常用材料的摩擦因数

材料名称	摩擦因数			
	静摩擦		动摩擦	
	无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
钢对钢	0.15	0.1~0.12	0.15	0.05~0.10
钢对软钢			0.2	0.1~0.2
钢对铸铁	0.3		0.18	0.05~0.15

续表

材料名称	摩擦因数			
	静摩擦		动摩擦	
	无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
钢对青铜	0.15	0.1~0.15	0.15	0.1~0.15
软钢对铸铁	0.2		0.18	0.05~0.15
软钢对青铜	0.2		0.18	0.07~0.15
铸铁对铸铁		0.18	0.15	0.07~0.12
铸铁对青铜			0.15~0.2	0.07~0.15
青铜对青铜		0.1	0.2	0.07~0.10
皮革对铸铁	0.3~0.5	0.15	0.6	0.15
橡皮对铸铁			0.8	0.5
钢对夹布胶木			0.22	
纯铝对钢			0.17	0.02
青铜对酚醛塑料			0.24	
纯铝对黄铜			0.27	0.02
淬火钢对尼龙9			0.43	0.023
淬火钢对尼龙1010				0.039 5

(2) 滑动轴承的摩擦因数(见表 1-1-18)。

表 1-1-18 滑动轴承的摩擦因数

轴承摩擦状态	摩擦因数
液体摩擦	0.001~0.01
半液体摩擦	0.01~0.1
半干摩擦	0.1~0.5

(3) 滚动轴承的摩擦因数(见表 1-1-19)。

表 1-1-19 滚动轴承的摩擦因数

轴承类型	摩擦因数	
单列深沟轴承	径向载荷	0.002
	轴向载荷	0.004
单列角接触球轴承	径向载荷	0.003
	轴向载荷	0.005
双列调心球轴承		0.001 5
圆柱滚子轴承		0.002
单列圆锥滚子轴承	径向载荷	0.008
	轴向载荷	0.02
双列调心滚子轴承		0.004
螺旋滚子轴承		0.006
滚针轴承		0.003
推力轴承		0.003

6. 金属材料的熔点、导热系数及比热容(见表 1-1-20)

表 1-1-20 金属材料的熔点、导热系数及比热容

材料名称	熔点 (°C)	导热系数 (热导率)	比热容 [J/(kg·K)]
		[W/(m·K)]	
软钢	1400~1500	46.4	502.4
黄铜	950	92.8	393.6
青铜	995	63.8	385.2
纯铜	1083	393	376.9
铝	658	203	904.3
铅	327	34.8	129.8
锡	232	62.6	234.5
锌	419	110	393.6
镍	1452	59.2	452.2
灰铸铁	1200	46.4~92.8	554.3
铸钢	1425		489.9

注 表中导热系数指 0~100°C 范围内的值。

7. 机械传动效率(见表 1-1-21)

表 1-1-21 机械传动效率概略值

类别	传动形式	效率
圆柱 齿轮 传动	6、7级精度, 跑合良好, 稀油润滑的齿轮传动	0.98~0.99
	8级精度的一般齿轮传动, 稀油润滑	0.97
	9级精度齿轮传动, 稀油润滑	0.96
	加工齿的开放式齿轮传动, 干油润滑	0.94~0.96
圆锥 齿轮 传动	铸造齿开放式齿轮传动	0.90~0.93
	6、7级精度, 跑合良好, 稀油润滑的齿轮传动	0.97~0.98
	8级精度的一般齿轮传动, 稀油润滑	0.94~0.97
	加工齿的开放式齿轮传动, 干油润滑	0.92~0.95
蜗杆 传动	铸造齿开放式齿轮传动	0.88~0.92
	自锁蜗杆	0.40~0.45
	单头蜗杆	0.70~0.75
	双头蜗杆	0.75~0.82
带传 动	三、四头蜗杆	0.80~0.92
	圆弧面蜗杆	0.85~0.95
	平带无压紧轮的开式传动	0.98
	平带有压紧轮的开式传动	0.97
	平带交叉传动	0.9
	V带传动	0.96



续表

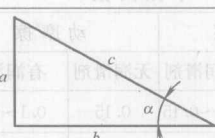
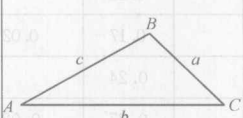
类别	传动形式	效率
链轮传动	滚子链	0.96
	无声链	0.97
滑动轴承	润滑不良	0.94
	润滑正常	0.97
	压力润滑	0.98
	液体摩擦	0.99
滚动轴承	球轴承	0.99
	滚柱轴承	0.98
摩擦传动	平摩擦传动	0.85~0.92
	槽摩擦传动	0.88~0.90
联轴器	齿轮联轴器	0.99
	弹性联轴器	0.99~0.995
	万向联轴器($\alpha \leq 3^\circ$)	0.97~0.98
	万向联轴器($\alpha \geq 3^\circ$)	0.95~0.97
丝杆传动	滑动丝杆	0.3~0.6
	滚动丝杆	0.85~0.95
减速箱	单级圆柱齿轮减速器	0.97~0.98
	双级圆柱齿轮减速器	0.95~0.96

三、常用数学公式及函数表

1. 常用数学公式(见表 1-1-22)

项目	常用数学公式
指数	(1) $a^m \cdot a^n = a^{m+n}$ (2) $a^m / a^n = a^{m-n}$ (3) $(a^m)^n = a^{mn}$ (4) $(ab)^m = a^m \cdot b^m$ (5) $\left(\frac{a}{b}\right)^m = \frac{a^m}{b^m}$ (6) $a^{\frac{1}{n}} = \sqrt[n]{a^m} = (\sqrt[n]{a})^m$ (7) $a^0 = 1$ (8) $a^{-m} = \frac{1}{a^m}$
对数	前提: $a > 0, a \neq 1$ (1) 若 $a^x = N$, 则 $\log_a N = x$ (2) $\log_a 1 = 0$ (3) $\log_a a = 1$ (4) $\log_a (MN) = \log_a M + \log_a N$ (5) $\log_a \frac{M}{N} = \log_a M - \log_a N$ (6) $\log_a (M^n) = n \cdot \log_a M$ (7) $\log_a \sqrt[n]{M} = \frac{1}{n} \cdot \log_a M$ (8) $\ln N = 0.434 3 \lg N$ (9) $\ln N = 2.302 6 \lg N$

续表

项目	公式		
直角三角形	 <p>勾股弦定理 $c = \sqrt{a^2 + b^2}$ 同角三角函数 正弦 $\sin \alpha = \frac{a}{c}$ 余弦 $\cos \alpha = \frac{b}{c}$ 正切 $\tan \alpha = \frac{a}{b}$ 余切 $\cot \alpha = \frac{b}{a}$ 正割 $\sec \alpha = \frac{c}{b}$ 余割 $\csc \alpha = \frac{c}{a}$</p>	$\sin^2 \alpha + \cos^2 \alpha = 1$ $\sec^2 \alpha - \tan^2 \alpha = 1$ $\csc^2 \alpha - \cot^2 \alpha = 1$ $\tan \alpha = \frac{\sin \alpha}{\cos \alpha}$ $\cot \alpha = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}$	
	任意三角形	 <p>(1) 正弦定理 $\frac{a}{\sin A} = \frac{b}{\sin B} = \frac{c}{\sin C} = 2R$ (R 为外接圆半径) (2) 余弦定理 $a^2 = b^2 + c^2 - 2bc \cos A$ $b^2 = a^2 + c^2 - 2ac \cos B$ $c^2 = a^2 + b^2 - 2ab \cos C$</p>	(3) 正切定理 $\tan \frac{A-B}{2} = \frac{a-b}{a+b} \cdot \cot \frac{C}{2}$ 或 $\frac{a-b}{a+b} = \frac{\tan \frac{A-B}{2}}{\tan \frac{A+B}{2}}$ (4) 半角公式 $\sin \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 - \cos \alpha}{2}}$ $\cos \frac{\alpha}{2} = \sqrt{\frac{1 + \cos \alpha}{2}}$ $\tan \frac{\alpha}{2} = \frac{\sin \alpha}{1 + \cos \alpha}$
		换算法	(1) $\sin 2\alpha = 2 \sin \alpha \cdot \cos \alpha$ (2) $\cos 2\alpha = \cos^2 \alpha - \sin^2 \alpha = 1 - 2 \sin^2 \alpha = 2 \cos^2 \alpha - 1$ (3) $\tan 2\alpha = \frac{2 \tan \alpha}{1 - \tan^2 \alpha}$ (4) $\cot 2\alpha = \frac{\cot^2 \alpha - 1}{2 \cot \alpha}$ (5) $\sin^2 \alpha = \frac{1}{2} (1 - \cos 2\alpha)$ (6) $\cos^2 \alpha = \frac{1}{2} (1 + \cos 2\alpha)$ (7) $\sin^3 \alpha = \frac{1}{4} (3 \sin \alpha - \sin 3\alpha)$ (8) $\cos^3 \alpha = \frac{1}{4} (\cos 3\alpha + 3 \cos \alpha)$

2. 特殊角三角函数表(见表 1-1-23)

表 1-1-23 特殊角三角函数表		30°	45°	60°
角	函数			
	sin	$\frac{1}{2} = 0.5$	$\frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707 11$	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866 03$
	cos	$\frac{\sqrt{3}}{2} = 0.866 03$	$\frac{\sqrt{2}}{2} = 0.707 11$	$\frac{1}{2} = 0.5$
	tan	$\frac{\sqrt{3}}{3} = 0.577 35$	1	$\sqrt{3} = 1.732 05$
	cot	$\sqrt{3} = 1.732 05$	1	$\frac{\sqrt{3}}{3} = 0.577 35$



3. 三角函数表(见表 1-1-24)

表 1-1-24		三角函数表(0°~90°)							
(°)	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	(°)	
0	0.000 00	0.002 91	0.005 82	0.008 73	0.011 64	0.014 54	0.017 45	89	
1	0.017 45	0.020 36	0.023 27	0.026 18	0.029 08	0.031 99	0.034 90	88	
2	0.034 90	0.037 81	0.040 71	0.043 62	0.046 53	0.049 43	0.052 34	87	
3	0.052 34	0.055 24	0.058 14	0.061 05	0.063 95	0.066 85	0.069 76	86	
4	0.069 76	0.072 66	0.075 56	0.078 46	0.081 36	0.084 26	0.087 16	85	
5	0.087 16	0.090 05	0.092 95	0.095 85	0.098 74	0.101 63	0.104 53	84	
6	0.104 53	0.107 42	0.110 31	0.113 20	0.116 09	0.118 98	0.121 87	83	
7	0.121 87	0.124 76	0.127 64	0.130 53	0.133 41	0.136 29	0.139 17	82	
8	0.139 17	0.142 05	0.144 93	0.147 81	0.150 69	0.153 56	0.156 43	81	
9	0.156 43	0.159 31	0.162 18	0.165 05	0.167 92	0.170 78	0.173 65	80	
10	0.173 65	0.176 51	0.179 37	0.182 24	0.185 09	0.187 95	0.190 81	79	
11	0.190 81	0.193 66	0.196 52	0.199 37	0.202 22	0.205 07	0.207 91	78	
12	0.207 91	0.210 76	0.213 60	0.216 44	0.219 28	0.222 12	0.224 95	77	
13	0.224 95	0.227 78	0.230 62	0.233 45	0.236 27	0.239 10	0.241 92	76	
14	0.241 92	0.244 74	0.247 56	0.250 38	0.253 19	0.256 01	0.258 82	75	
15	0.258 82	0.261 63	0.264 43	0.267 24	0.270 04	0.272 84	0.275 64	74	
16	0.275 64	0.278 43	0.281 22	0.284 02	0.286 80	0.289 59	0.292 37	73	
17	0.292 37	0.295 15	0.297 93	0.300 71	0.303 48	0.306 25	0.309 02	72	
18	0.309 02	0.311 78	0.314 54	0.317 30	0.320 06	0.322 82	0.325 57	71	
19	0.325 57	0.328 32	0.331 06	0.333 81	0.336 55	0.339 28	0.342 02	70	
20	0.342 02	0.344 75	0.347 48	0.350 21	0.352 93	0.355 65	0.358 37	69	
21	0.358 37	0.361 08	0.363 79	0.366 50	0.369 21	0.371 91	0.374 61	68	
22	0.374 61	0.377 30	0.379 99	0.382 68	0.385 37	0.388 05	0.390 73	67	
23	0.390 73	0.393 41	0.396 08	0.398 75	0.401 41	0.404 08	0.406 74	66	
24	0.406 74	0.409 39	0.412 04	0.414 69	0.417 34	0.419 98	0.422 62	65	
25	0.422 62	0.425 25	0.427 88	0.430 51	0.433 13	0.435 75	0.438 37	64	
26	0.438 37	0.440 98	0.443 59	0.446 20	0.448 80	0.451 40	0.453 99	63	
27	0.453 99	0.456 58	0.459 17	0.461 75	0.464 33	0.466 90	0.469 47	62	
28	0.469 47	0.472 04	0.474 60	0.477 16	0.479 71	0.482 26	0.484 81	61	
29	0.484 81	0.487 35	0.489 89	0.492 42	0.494 95	0.497 48	0.500 00	60	
30	0.500 00	0.502 52	0.505 03	0.507 54	0.510 04	0.512 54	0.515 04	59	
31	0.515 04	0.517 53	0.520 02	0.522 50	0.524 98	0.527 45	0.529 92	58	
32	0.529 92	0.532 38	0.534 84	0.537 30	0.539 75	0.542 20	0.544 64	57	
33	0.544 64	0.547 08	0.549 51	0.551 94	0.554 36	0.556 78	0.559 19	56	
34	0.559 19	0.561 6	0.564 01	0.566 41	0.568 80	0.571 19	0.573 58	55	
35	0.573 58	0.575 96	0.578 33	0.580 7	0.583 07	0.585 43	0.587 79	54	
36	0.587 78	0.590 14	0.592 48	0.594 82	0.597 16	0.599 49	0.601 82	53	
37	0.601 81	0.604 14	0.606 45	0.608 76	0.611 07	0.613 37	0.615 66	52	
38	0.615 66	0.617 95	0.620 24	0.622 51	0.624 79	0.627 06	0.629 32	51	
39	0.629 32	0.631 58	0.633 83	0.636 08	0.638 32	0.640 56	0.642 79	50	
40	0.642 79	0.645 01	0.647 23	0.649 45	0.651 66	0.653 86	0.656 06	49	
41	0.656 06	0.658 25	0.660 44	0.662 62	0.664 80	0.666 97	0.669 13	48	
42	0.669 13	0.671 29	0.673 44	0.675 59	0.677 73	0.679 87	0.682 00	47	
43	0.682 00	0.684 12	0.686 24	0.688 35	0.690 46	0.692 56	0.694 66	46	
44	0.694 66	0.696 75	0.698 83	0.700 91	0.702 98	0.705 05	0.707 11	45	
(°)	60'	50'	40'	30'	20'	10	0'	(°)	

cos



cos								
(°)	0'	10'	20'	30'	40'	50'	60'	(°)
0	1.000 00	1.000 00	0.999 98	0.999 96	0.999 93	0.999 89	0.999 85	89
1	0.999 85	0.999 79	0.999 73	0.999 66	0.999 58	0.999 49	0.999 39	88
2	0.999 39	0.999 29	0.999 17	0.999 05	0.998 92	0.998 78	0.998 63	87
3	0.998 63	0.998 47	0.998 31	0.998 13	0.997 95	0.997 76	0.997 56	86
4	0.997 56	0.997 36	0.997 14	0.996 92	0.996 68	0.996 44	0.996 19	85
5	0.996 19	0.995 94	0.995 67	0.995 40	0.995 11	0.994 82	0.994 52	84
6	0.994 52	0.994 21	0.993 9	0.993 57	0.993 24	0.992 90	0.992 55	83
7	0.992 55	0.992 19	0.991 82	0.991 44	0.991 06	0.990 67	0.990 27	82
8	0.990 27	0.989 86	0.989 44	0.989 02	0.988 58	0.988 14	0.987 69	81
9	0.987 69	0.987 23	0.986 76	0.986 29	0.985 80	0.985 31	0.984 81	80
10	0.984 81	0.984 30	0.983 78	0.983 25	0.982 72	0.982 18	0.981 63	79
11	0.981 63	0.981 07	0.980 5	0.979 92	0.979 34	0.978 75	0.978 15	78
12	0.978 15	0.977 54	0.976 92	0.976 3	0.975 66	0.975 02	0.974 37	77
13	0.974 37	0.973 71	0.973 04	0.972 37	0.971 69	0.971 00	0.970 30	76
14	0.970 30	0.969 59	0.968 87	0.968 15	0.967 42	0.966 67	0.965 93	75
15	0.965 93	0.965 17	0.964 4	0.963 63	0.962 85	0.962 06	0.961 26	74
16	0.961 26	0.960 46	0.959 64	0.958 82	0.957 99	0.957 15	0.956 30	73
17	0.956 30	0.955 45	0.954 59	0.953 72	0.952 84	0.951 95	0.951 06	72
18	0.951 06	0.950 15	0.949 24	0.948 32	0.947 40	0.946 46	0.945 52	71
19	0.945 52	0.944 57	0.943 61	0.942 64	0.941 67	0.940 68	0.939 69	70
20	0.939 69	0.938 69	0.937 69	0.936 67	0.935 65	0.934 62	0.933 58	69
21	0.933 58	0.932 53	0.931 48	0.930 42	0.929 35	0.928 27	0.927 18	68
22	0.927 18	0.926 09	0.924 99	0.923 88	0.922 76	0.921 64	0.920 50	67
23	0.920 5	0.919 36	0.918 22	0.917 06	0.915 90	0.914 72	0.913 55	66
24	0.913 55	0.912 36	0.911 16	0.909 96	0.908 75	0.907 53	0.906 31	65
25	0.906 31	0.905 07	0.903 83	0.902 59	0.901 33	0.900 07	0.898 79	64
26	0.898 79	0.897 52	0.896 23	0.894 93	0.893 63	0.892 32	0.891 01	63
27	0.891 01	0.889 68	0.888 35	0.887 01	0.885 66	0.884 31	0.882 95	62
28	0.882 95	0.881 58	0.880 20	0.878 82	0.877 43	0.876 03	0.874 62	61
29	0.874 62	0.873 21	0.871 78	0.870 36	0.868 92	0.867 48	0.866 03	60
30	0.866 03	0.864 57	0.863 10	0.861 63	0.860 15	0.858 66	0.857 17	59
31	0.857 17	0.855 67	0.854 16	0.852 64	0.851 12	0.849 59	0.848 05	58
32	0.848 05	0.846 50	0.844 95	0.843 39	0.841 83	0.840 25	0.838 67	57
33	0.838 67	0.837 08	0.835 49	0.833 89	0.832 28	0.830 66	0.829 04	56
34	0.829 04	0.827 41	0.825 77	0.824 13	0.822 48	0.820 82	0.819 15	55
35	0.819 15	0.817 48	0.815 80	0.814 12	0.812 42	0.810 72	0.809 02	54
36	0.809 02	0.807 3	0.805 58	0.803 86	0.802 12	0.800 38	0.798 64	53
37	0.798 64	0.796 88	0.795 12	0.793 35	0.791 58	0.789 80	0.788 01	52
38	0.788 01	0.786 22	0.784 42	0.782 61	0.780 79	0.778 97	0.777 15	51
39	0.777 15	0.775 31	0.773 47	0.771 62	0.769 77	0.767 91	0.766 04	50
40	0.766 04	0.764 17	0.762 29	0.760 41	0.758 51	0.756 62	0.754 71	49
41	0.754 71	0.752 80	0.750 88	0.748 96	0.747 03	0.745 09	0.743 15	48
42	0.743 15	0.741 20	0.739 24	0.737 28	0.735 31	0.733 33	0.731 35	47
43	0.731 35	0.729 37	0.727 37	0.725 37	0.723 37	0.721 36	0.719 34	46
44	0.719 34	0.717 32	0.715 29	0.713 25	0.711 21	0.709 16	0.707 11	45
(°)	60'	50'	40'	30'	20'	10	0'	(°)

sin