

金属切削 工艺技术手册

陈宏钧 主编



机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS

金属切削工艺技术手册

陈宏钧 主编



机械工业出版社

《金属切削工艺技术手册》一书,采用了现行国家行业标准,内容翔实,工艺数据准确,融理论与技能于一体,层次清楚,语言简炼,以图表为主,便于读者使用。全书共分7章,主要内容有:常用技术资料,金属切削机床及辅具,机械加工工艺规程制定,机械加工质量控制,机床夹具的分类及应用,机械加工工序间的加工余量和技术测量及量具等。

本手册可供中、小型企业机械加工工程师、工艺设计员、工艺装备设计员、生产车间工艺施工员、技师、高级技术工人及工科院校相关专业的师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

金属切削工艺技术手册/陈宏钧主编. —北京:机械工业出版社, 2013.4

ISBN 978 - 7 - 111 - 41329 - 5

I. ①金… II. ①陈… III. ①金属切削—技术手册 IV. ①TG5 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2013) 第 020044 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:孔 劲 责任编辑:刘彩英

版式设计:霍永明 责任校对:陈秀丽 刘秀丽

责任印制:杨 曦

北京圣夫亚美印刷有限公司印刷

2013 年 5 月第 1 版·第 1 次印刷

169mm×239mm·48.5 印张·2 插页·1087 千字

0001—3000 册

标准书号:ISBN 978 - 7 - 111 - 41329 - 5

定价:128.00 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

网络服务

社服务中心:(010)88361066

教材网:<http://www.cmpedu.com>

销售一部:(010)68326294

机工官网:<http://www.cmpbook.com>

销售二部:(010)88379649

机工官博:<http://weibo.com/cmp1952>

读者购书热线:(010)88379203

封面无防伪标均为盗版

前 言

金属切削工艺是实现产品设计，保证产品质量，节约能源，降低消耗的重要手段，是企业进行生产准备、计划调度、加工操作、安全生产、技术检测和健全劳动组织的重要依据，也是企业上品种、上质量、上水平，加速产品更新，提高经济效益的技术保证。

为适应我国工艺发展的新形势，新要求，为满足中、小型企业广大工艺人员工作及学习的需要，我们编写了这本《金属切削工艺技术手册》一书。

本手册以工艺基础为主线，结合企业实际工作程序，综合了工艺设计、工艺装备设计、材料消耗定额制定和劳动定额的制定等相关工艺技术内容编写而成。全书共分7章，主要内容包括：常用技术资料，金属切削机床及辅具，机械加工工艺规程制定，机械加工质量控制，机床夹具的分类及应用，机械加工工序间的加工余量，技术测量及量具等。

本手册编写以基础、标准、规范、实用为原则，并结合作者多年在企业一线工作的经验，进一步合理安排全书结构，做到层次清楚，语言简炼，工艺数据准确，融理论与技能于一体，便于读者使用。

本手册由陈宏钧任主编，参加编写的人员有：张建龙、王学汉、李凤友、李桂芬、洪二芹、单立红、陈环宇、洪寿兰等。

由于我们水平有限，在编写中难免有不妥和错误之处，真诚地希望广大读者批评指正。

编 者

目 录

前言

第1章 常用技术资料	1
1.1 常用字母、标准代号及化学元素符号	1
1.1.1 拉丁字母	1
1.1.2 希腊字母	1
1.1.3 国家标准代号及含义	2
1.1.4 部分行业标准代号及含义	2
1.1.5 主要元素的化学符号、相对原子质量和密度	2
1.2 法定计量单位及其换算	3
1.2.1 国际单位制 (SI)	3
1.2.2 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算	5
1.2.3 常用单位换算	7
1.3 产品几何技术规范	10
1.3.1 极限与配合	10
1.3.2 工件几何公差的标准和方法	61
1.3.3 表面结构	81
1.4 常用零件画法	91
1.4.1 螺纹及螺纹紧固件	91
1.4.2 齿轮、齿条、蜗杆、蜗轮及链轮的画法	98
1.4.3 矩形花键的画法及其尺寸标注	101
1.4.4 弹簧画法	103
1.4.5 中心孔表示法	106
1.4.6 滚动轴承表示法	107
1.4.7 动密封圈表示法	120
1.5 常用金属材料热处理工艺	127
1.5.1 热处理工艺分类及代号	127
1.5.2 热处理工艺	128
1.5.3 常用金属材料热处理工艺参数	133
第2章 金属切削机床及辅具	154
2.1 金属切削机床型号编制方法	154
2.1.1 通用机床型号表示方法	154
2.1.2 专用机床的型号	156
2.1.3 机床自动线的型号	157
2.2 通用机床技术参数与辅具	175

2.2.1 车床	175
2.2.2 铣床	196
2.2.3 钻床	225
2.2.4 镗床	248
2.2.5 磨床	278
2.2.6 拉床	308
2.2.7 齿轮加工机床	319
2.2.8 螺纹加工机床	332
2.2.9 刨床与插床	339
2.2.10 锯床	345
第3章 机械加工工艺规程制订	349
3.1 工艺规程制订工作基础	349
3.1.1 机械制造工艺基本术语	349
3.1.2 机械加工定位、夹紧符号	365
3.1.3 工艺技术选择	375
3.1.4 零件切削加工工艺性	382
3.2 工艺规程的制订	430
3.2.1 制订工艺规程的基本要求	430
3.2.2 制订工艺规程的主要依据	430
3.2.3 定位基准的选择	430
3.2.4 零件表面加工方法的选择	431
3.2.5 加工顺序的安排	431
3.2.6 工序尺寸的确定	433
3.2.7 加工余量的确定	439
3.2.8 工艺装备的选择	448
3.2.9 切削用量的选择	449
3.2.10 材料消耗工艺定额的编制	449
3.2.11 劳动定额的制订	452
3.3 典型零件机械加工工艺过程卡举例	453
3.3.1 输出轴	453
3.3.2 缸套	455
3.3.3 密封件定位套	457
3.3.4 齿轮轴	459
3.3.5 轴承座	461
3.3.6 曲轴	463
3.3.7 连杆	467
3.3.8 小型蜗轮减速器箱体	472
第4章 机械加工质量控制	475
4.1 机械加工精度	475

4.1.1 影响加工精度的因素及改善措施	475
4.1.2 各种加工方法的加工误差	480
4.1.3 机械加工的经济精度	482
4.2 机械加工表面质量	494
4.2.1 表面粗糙度	494
4.2.2 加工硬化与残余应力	502
4.2.3 机械加工中的振动	505
第5章 机床夹具的分类及应用	507
5.1 通用夹具	507
5.1.1 顶尖	507
5.1.2 夹头	513
5.1.3 拨盘	516
5.1.4 卡盘	517
5.1.5 过渡盘	525
5.1.6 花盘	528
5.2 专用夹具	529
5.2.1 机床夹具设计基本要求	529
5.2.2 专用夹具典型结构示例	550
5.2.3 机床夹具常用标准零部件	585
5.3 可调夹具	626
5.3.1 可调整夹具的特点、适用范围与设计要点	626
5.3.2 可调整夹具结构示例	626
5.4 组合夹具	629
5.4.1 组合夹具的使用范围与经济效果	629
5.4.2 组合夹具的系列、元件类别及作用	630
5.4.3 组合夹具典型结构举例	632
5.4.4 组合夹具的扩大使用	642
第6章 机械加工工序间的加工余量	646
6.1 装夹及下料尺寸余量	646
6.1.1 棒材、板材及焊接后的板材结构件各部分的加工余量	646
6.1.2 夹持长度及夹紧余量	646
6.1.3 下料尺寸余量	647
6.2 轴的加工余量	656
6.2.1 外圆柱表面的加工余量及偏差	656
6.2.2 轴端面的加工余量及偏差	660
6.2.3 槽的加工余量及公差	662
6.3 孔的加工余量及偏差	663
6.3.1 基孔制7级公差等级(H7)孔的加工	663
6.3.2 基孔制8级公差等级(H8)孔的加工	664

6.3.3 用金刚石刀精镗孔的加工余量	665
6.3.4 研磨孔的加工余量	665
6.3.5 单刃钻后深孔的加工余量	665
6.3.6 刮孔的加工余量	666
6.3.7 多边形孔的拉削余量	666
6.3.8 内花键的拉削余量	666
6.4 平面的加工余量及偏差	666
6.4.1 平面第一次粗加工余量	666
6.4.2 平面粗刨后精铣的加工余量	667
6.4.3 铣平面的加工余量	667
6.4.4 磨平面的加工余量	667
6.4.5 铣及磨平面时的厚度偏差	668
6.4.6 刮平面的加工余量及偏差	668
6.4.7 凹槽加工的加工余量及偏差	668
6.4.8 研磨平面的加工余量	669
6.4.9 外表面拉削的加工余量	669
6.5 切除渗碳层的加工余量	669
6.6 齿轮和花键的精加工余量	670
6.6.1 精滚齿和精插齿的齿厚加工余量	670
6.6.2 剃齿的齿厚加工余量	671
6.6.3 磨齿的齿厚加工余量	671
6.6.4 直径大于 400mm 渗碳齿轮的磨齿齿厚加工余量	671
6.6.5 珩齿的加工余量	671
6.6.6 交错轴斜齿轮精加工的齿厚加工余量	672
6.6.7 锥齿轮精加工的齿厚加工余量	672
6.6.8 蜗轮精加工的齿厚加工余量	672
6.6.9 蜗杆精加工的齿厚加工余量	672
6.6.10 精铣花键的加工余量	672
6.6.11 磨花键的加工余量	673
6.7 有色金属及其合金零件的加工余量	673
6.7.1 有色金属及其合金一般零件的加工余量	673
6.7.2 有色金属及其合金圆筒形零件的加工余量	674
6.7.3 有色金属及其合金圆盘形零件的加工余量	675
6.7.4 有色金属及其合金壳体类零件的加工余量	675
6.8 攻螺纹前底孔直径和套螺纹前圆杆直径尺寸的确定	677
6.8.1 攻螺纹前钻孔用麻花钻直径	677
6.8.2 套螺纹前工件圆杆直径尺寸	680
第7章 技术测量及量具	681
7.1 测量方法及测量误差	681

7.1.1	测量常用术语	681
7.1.2	测量方法的分类	681
7.1.3	测量误差的分类、产生原因及消除方法	682
7.2	机械零件常规检测	682
7.2.1	形位误差的检测	682
7.2.2	表面粗糙度的检测	696
7.2.3	螺纹的检测	698
7.2.4	齿轮检测	706
7.3	常用计量器具	725
7.3.1	游标类量具规格及示值误差	725
7.3.2	螺旋测微量具规格及示值误差	726
7.3.3	机械式测微仪	732
7.3.4	角度量具	735
7.3.5	量块及量规	742

第 1 章 常用技术资料

1.1 常用字母、标准代号及化学元素符号

1.1.1 拉丁字母（表 1-1）

表 1-1 拉丁字母

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	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	喔	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			

1.1.2 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
A	α	阿耳法	N	ν	纽
B	β	贝塔	Ξ	ξ	克西
Γ	γ	伽马	$\omicron$	$\omicron$	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	衣塔	T	τ	滔
Θ	θ	西塔	Υ	υ	依普西隆
I	ι	约塔	Φ	φ	费衣
K	κ	卡帕	X	χ	喜
Λ	λ	兰姆达	Ψ	ψ	普西
M	μ	谬	Ω	ω	欧米嘎

1.1.3 国家标准代号及含义 (表 1-3)

表 1-3 国家标准代号及含义

标准代号	含 义	标准代号	含 义
GB	强制性国家标准	GBJ	国家工程建设标准
GB/T	推荐性国家标准	GBW	国家卫生标准
GBn	国家内部标准	CJB	国家军用标准
GB/Z	国家标准化指导性技术文件	GSB	国家实物标准

1.1.4 部分行业标准代号及含义 (表 1-4)

表 1-4 部分行业标准代号及含义

标准代号	含 义	标准代号	含 义
BB	包装行业标准	JC	建材行业标准
CB	船舶行业标准	JG	建筑工业行业标准
CH	测绘行业标准	JT	交通行业标准
CJ	城镇建设行业标准	LD	劳动和劳动安全行业标准
DL	电力行业标准	LY	林业行业标准
DZ	地质矿产行业标准	QJ	航天工业行业标准
EJ	核工业行业标准	SH	石油化工行业标准
FZ	纺织行业标准	SJ	电子行业标准
HB	航空行业标准	SL	水利行业标准
HG	化工行业标准	SY	石油天然气行业标准
MH	民用航空行业标准	TB	铁路运输行业标准
MT	煤炭行业标准	WB	物资管理行业标准
NY	农业行业标准	WJ	兵工民品行业标准
QB	轻工行业标准	XB	稀土行业标准
QC	汽车行业标准	YB	黑色冶金行业标准
HJ	环境保护行业标准	YD	通信行业标准
JB	机械行业标准	YS	有色冶金行业标准

1.1.5 主要元素的化学符号、相对原子质量和密度 (表 1-5)

表 1-5 主要元素的化学符号、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)
银	Ag	107.88	10.5	铋	Bi	209.00	9.8
铝	Al	26.97	2.7	溴	Br	79.916	3.12
砷	As	74.91	5.73	碳	C	12.01	1.9~2.3
金	Au	197.2	19.3	钙	Ca	40.08	1.55
硼	B	10.82	2.3	镉	Cd	112.41	8.65
钡	Ba	137.36	3.5	钴	Co	58.94	8.8
铍	Be	9.02	1.9	铬	Cr	52.01	7.19

(续)

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)
铜	Cu	63.54	8.93	镭	Ra	226.05	5
氟	F	19.00	1.11	铷	Rb	85.48	1.53
铁	Fe	55.85	7.87	钌	Ru	101.07	12.2
锗	Ge	72.60	5.36	硫	S	32.06	2.07
汞	Hg	200.61	13.6	铋	Sb	121.76	6.67
碘	I	126.92	4.93	硒	Se	78.96	4.81
铱	Ir	193.1	22.4	硅	Si	28.06	2.35
钾	K	39.096	0.86	锡	Sn	118.70	7.3
镁	Mg	24.32	1.74	锶	Sr	87.63	2.6
锰	Mn	54.93	7.3	钽	Ta	180.88	16.6
钼	Mo	95.95	10.2	钍	Th	232.12	11.5
钠	Na	22.997	0.97	钛	Ti	47.90	4.54
铌	Nb	92.91	8.6	铀	U	238.07	18.7
镍	Ni	58.69	8.9	钒	V	50.95	5.6
磷	P	30.98	1.82	钨	W	183.92	19.15
铅	Pb	207.21	11.34	锌	Zn	65.38	7.17
铂	Pt	195.23	21.45				

1.2 法定计量单位及其换算

1.2.1 国际单位制 (SI) (GB 3100—1993)

1) 国际单位制的基本单位见表 1-6。

表 1-6 国际单位制的基本单位

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

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. 本表所称的符号，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。

2) 国际单位制中具有专门名称和符号的导出单位见表 1-7。

表 1-7 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	$1 \text{ rad} = 1 \text{ m/m} = 1$
立体角	球面度	sr	$1 \text{ sr} = 1 \text{ m}^2/\text{m}^2 = 1$
频率	赫 [兹]	Hz	$1 \text{ Hz} = 1 \text{ s}^{-1}$
力	牛 [顿]	N	$1 \text{ N} = 1 \text{ kg} \cdot \text{m/s}^2$
压力, 压强, 应力	帕 [斯卡]	Pa	$1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$
能 [量], 功, 热量	焦 [耳]	J	$1 \text{ J} = 1 \text{ N} \cdot \text{m}$
功率, 辐 [射能] 通量	瓦 [特]	W	$1 \text{ W} = 1 \text{ J/s}$
电荷 [量]	库 [仑]	C	$1 \text{ C} = 1 \text{ A} \cdot \text{s}$
电压, 电动势, 电位 (电势)	伏 [特]	V	$1 \text{ V} = 1 \text{ W/A}$
电容	法 [拉]	F	$1 \text{ F} = 1 \text{ C/V}$
电阻	欧 [姆]	Ω	$1 \Omega = 1 \text{ V/A}$
电导	西 [门子]	S	$1 \text{ S} = 1 \Omega^{-1}$ 或 1 A/V
磁通 [量]	韦 [伯]	Wb	$1 \text{ Wb} = 1 \text{ V} \cdot \text{s}$
磁通 [量] 密度, 磁感应强度	特 [斯拉]	T	$1 \text{ T} = 1 \text{ Wb/m}^2$
电感	亨 [利]	H	$1 \text{ H} = 1 \text{ Wb/A}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} = 1 \text{ K}$
光通量	流 [明]	lm	$1 \text{ lm} = 1 \text{ cd} \cdot \text{sr}$
[光] 照度	勒 [克斯]	lx	$1 \text{ lx} = 1 \text{ lm/m}^2$

3) 国际单位制词头见表 1-8。

表 1-8 国际单位制词头

因 数	词头名称	符 号	因 数	词头名称	符 号
10^{24}	尧 [它]	Y	10^{-1}	分	d
10^{21}	泽 [它]	Z	10^{-2}	厘	c
10^{18}	艾 [可萨]	E	10^{-3}	毫	m
10^{15}	拍 [它]	P	10^{-6}	微	μ
10^{12}	太 [拉]	T	10^{-9}	纳 [诺]	n
10^9	吉 [咖]	G	10^{-12}	皮 [可]	p
10^6	兆	M	10^{-15}	飞 [母托]	f
10^3	千	k	10^{-18}	阿 [托]	a
10^2	百	h	10^{-21}	仄 [普托]	z
10^1	十	da	10^{-24}	幺 [科托]	y

4) 可与国际单位制单位并用的我国法定非国际单位制计量单位见表 1-9。

表 1-9 我国选定的非国际单位制单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时 间	分	min	1 min = 60s
	[小]时	h	1 h = 60min = 3600s
	日(天)	d	1 d = 24h = 86400s
[平面]角	[角]秒	"	1" = (π /648000) rad (π 为圆周率)
	[角]分	'	1' = 60" = (π /10800) rad
	度	°	1° = 60' = (π /180) rad
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 = 1852m (只用于航程)
速度	节	kn	1 kn = 1 n mile/h = (1852/3600) m/s (只用于航行)
质量	吨	t	1 t = 10 ³ kg
	原子质量单位	u	1 u $\approx$ 1. 660540 $\times$ 10 ⁻²⁷ kg
体积	升	L(l)	1 L = 1 dm ³ = 10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1 eV $\approx$ 1. 602177 $\times$ 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1 tex = 10 ⁻⁶ kg/m = 1 g/km
面积	公顷	hm ²	1 hm ² = 10 ⁴ m ²

注：1. 公顷的国际通用符号为 ha。
2. 升的符号中，小写字母 l 为备用符号。

1.2.2 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算（表 1-10）

表 1-10 常用法定计量单位与非法定计量单位的换算

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	公里		1 公里 = 10 ³ m
	海里	n mile	费密		1 费密 = 1 fm = 10 ⁻¹⁵ m
			埃	Å	1 Å = 0. 1 nm = 10 ⁻¹⁰ m
			英尺	ft	1 ft = 0. 3048 m
			英寸	in	1 in = 0. 0254 m
			英里	mile	1 mile = 1609. 344 m
			密耳	mil	1 mil = 25. 4 $\times$ 10 ⁻⁶ m

(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	
面积	平方米	m ²	公亩	a	1a = 10 ² m ²
	公顷	hm ²	平方英尺	ft ²	1ft ² = 0.0929030m ²
			平方英寸	in ²	1in ² = 6.4516 × 10 ⁻⁴ m ²
			平方英里	mile ²	1mile ² = 2.58999 × 10 ⁶ m ²
体积、容积	立方米	m ³	立方英尺	ft ³	1ft ³ = 0.0283168m ³
	升	L(1)	立方英寸	in ³	1in ³ = 1.63871 × 10 ⁻⁵ m ³
			英加仑	UKgal	1UKgal = 4.54609dm ³
			美加仑	USgal	1USgal = 3.78541dm ³
质量	千克(公斤)	kg	磅	lb	1lb = 0.45359237kg
	吨	t	英担(英)	cwt(UK)	1cwt = 50.8023kg
	原子质量单位	u	英吨(长吨)	ton	1ton = 1016.05kg
			美吨(短吨)	sh ton	1sh ton = 907.185kg
			盎司	oz	1oz = 28.3495g
			格令	gr, gn	1gr = 0.06479891g
			夸特	qr, qtr	1qr = 12.7006kg
			[米制]克拉		1[米制]克拉 = 2 × 10 ⁻⁴ kg
热力学温度	开[尔文]	K			表示温度差和温度间隔时: 1℃ = 1K
	摄氏度	℃	华氏度	°F	1°F = 1°R = $\frac{5}{9}$ K 表示温度的数值时: $\frac{t}{℃} = \frac{T}{K} - 273.15$
			兰氏度	°R	$\frac{t_F}{°F} = \frac{9}{5} \frac{t}{℃} + 32 = \frac{9}{5} \frac{T}{K} - 459.67$ $\frac{t_R}{°R} = \frac{9}{5} \frac{T}{K} = \frac{9}{5} \frac{t}{℃} + 491.67$
力	牛[顿]	N	达因	dyn	1dyn = 10 ⁻⁵ N
			千克力	kgf	1kgf = 9.80665N
			磅力	lbf	1lbf = 4.44822N
			吨力	tf	1tf = 9.80665 × 10 ³ N
压力, 压强, 应力	帕[斯卡]	Pa	巴	bar	1bar = 10 ⁵ Pa
			千克力每平方厘米	kgf/cm ²	1kgf/cm ² = 0.0980665MPa
			毫米水柱	mmH ₂ O	1mmH ₂ O = 9.80665Pa
			毫米汞柱	mmHg	1mmHg = 133.322Pa
			托	Torr	1Torr = 133.322Pa

(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	
压力, 压强, 应力	帕[斯卡]	Pa	工程大气压 标准大气压 磅力每平方英尺 磅力每平方英寸	at atm lbf/ft ² lbf/in ²	1at = 98066.5Pa = 98.0665kPa 1atm = 101325Pa = 101.325kPa 1lbf/ft ² = 47.8803Pa 1lbf/in ² = 6894.76Pa = 6.89476kPa
速度	米每秒 节 千米每小时 米每分	m/s kn km/h m/min	英尺每秒 英寸每秒 英里每 [小]时	ft/s in/s mile/h	1ft/s = 0.3048m/s 1in/s = 0.0254m/s 1mile/h = 0.44704m/s 1km/h = 0.277778m/s 1m/min = 0.0166667m/s
加速度	米每二次方秒	m/s ²	标准重力 加速度 英尺每二次方秒 伽	gn 1ft/s ² Gal	1gn = 9.80665m/s ² 1ft/s ² = 0.3048m/s ² 1Gal = 10 ⁻² m/s ²
密度	千克每立方米	kg/m ³	磅每立方英尺 磅每立方英寸	lb/ft ³ lb/in ³	1lb/ft ³ = 16.0185kg/m ³ 1lb/in ³ = 27679.9kg/m ³
力矩	牛[顿]米	N·m	千克力米 磅力英尺 磅力英寸	kgf·m lbf·ft lbf·in	1kgf·m = 9.80665N·m 1lbf·ft = 1.35582N·m 1lbf·in = 0.112985N·m

1.2.3 常用单位换算

1) 长度单位换算见表 1-11。

表 1-11 长度单位换算

米 (m)	厘米 (cm)	毫米 (mm)	英寸 (in)	英尺 (ft)	码 (yd)	市尺
1	10 ²	10 ³	39.37	3.281	1.094	3
10 ⁻²	1	10	0.394	3.281 × 10 ⁻²	1.094 × 10 ⁻²	3 × 10 ⁻²
10 ⁻³	0.1	1	3.937 × 10 ⁻³	3.281 × 10 ⁻³	1.094 × 10 ⁻³	3 × 10 ⁻³
2.54 × 10 ⁻²	2.54	25.4	1	8.333 × 10 ⁻²	2.778 × 10 ⁻²	7.62 × 10 ⁻²
0.305	30.48	3.048 × 10 ²	12	1	0.333	0.914
0.914	91.44	9.10 × 10 ²	36	3	1	2.743
0.333	33.333	3.333 × 10 ²	13.123	1.094	0.366	1

2) 面积单位换算见表 1-12。

表 1-12 面积单位换算

米 ² (m ²)	厘米 ² (cm ²)	毫米 ² (mm ²)	英寸 ² (in ²)	英尺 ² (ft ²)	码 ² (yd ²)	市尺 ²
1	10 ⁴	10 ⁶	1.550 × 10 ³	10.764	1.196	9
10 ⁻⁴	1	10 ²	0.155	1.076 × 10 ⁻³	1.196 × 10 ⁻⁴	9 × 10 ⁻⁴
10 ⁻⁶	10 ⁻²	1	1.55 × 10 ⁻³	1.076 × 10 ⁻⁵	1.196 × 10 ⁻⁶	9 × 10 ⁻⁶
6.452 × 10 ⁻⁴	6.452	6.452 × 10 ²	1	6.944 × 10 ⁻³	7.617 × 10 ⁻⁴	5.801 × 10 ⁻³
9.290 × 10 ⁻²	9.290 × 10 ²	9.290 × 10 ⁴	1.44 × 10 ²	1	0.111	0.836
0.836	8361.3	0.836 × 10 ⁶	1296	9	1	7.524
0.111	1.111 × 10 ³	1.111 × 10 ⁵	1.722 × 10 ²	1.196	0.133	1

3) 体积单位换算见表 1-13。

表 1-13 体积单位换算

米 ³ (m ³)	升 (L)	厘米 ³ (cm ³)	英寸 ³ (in ³)	英尺 ³ (ft ³)	美加仑 (USgal)	英加仑 (UKgal)
1	10 ³	10 ⁶	6.102 × 10 ⁴	35.315	2.642 × 10 ²	2.200 × 10 ²
10 ⁻³	1	10 ³	61.024	3.532 × 10 ²	0.264	0.220
10 ⁻⁶	10 ⁻³	1	6.102 × 10 ⁻²	3.532 × 10 ⁻⁵	2.642 × 10 ⁻⁴	2.200 × 10 ⁻⁴
1.639 × 10 ⁻⁵	1.639 × 10 ⁻²	16.387	1	5.787 × 10 ⁻⁴	4.329 × 10 ⁻³	3.605 × 10 ⁻⁵
2.832 × 10 ⁻²	28.317	2.832 × 10 ⁴	1.728 × 10 ³	1	7.481	6.229
3.785 × 10 ⁻³	3.785	3.785 × 10 ³	2.310 × 10 ²	0.134	1	0.833
4.546 × 10 ⁻³	4.546	4.546 × 10 ³	2.775 × 10 ²	0.161	1.201	1

4) 质量单位换算见表 1-14。

表 1-14 质量单位换算

千克 (kg)	克 (g)	毫克 (mg)	吨 (t)	英吨 (ton)	美吨 (shton)	磅 (lb)
1000			1	0.9842	1.1023	2204.6
1	1000		0.001			2.2046
0.001	1	1000				
1016.05			1.0161	1	1.12	2240
907.19			0.9072	0.8929	1	2000
0.4536	453.59					1

注：1 千克即 1 公斤，英吨又名长吨 (long ton)，美吨又名短吨 (short ton)。