

航空工艺装备设计手册

通用部分



国防工业出版社

PDG

航空工艺装备设计手册

通用部分

《航空工艺装备设计手册》编写组 编

国防工业出版社

内 容 简 介

本册是航空工艺装备设计手册的《通用部分》分册。本分册共分十二章，内容包括：常用计量单位及其换算；工艺装备用材料的物理机械性能；常用数学、力学及电学的计算公式；零件结构要素；公差与配合、表面光洁度、螺纹、齿轮、键联结、弹簧、滚动轴承等标准以及工艺装备用材料及其热处理。还简要地叙述了齿轮和弹簧的有关设计和计算。此外，还列入了一些有关的航空产品标准（如一般尺寸公差和锻、铸件毛坯公差等），以便设计工艺装备时查阅。

本手册供从事航空工业工艺装备设计的人员参考使用，亦可供从事航空产品设计和工艺工作的人员以及航空院校师生参考。

航空工艺装备设计手册

通用部分

《航空工艺装备设计手册》编写组 编

*

国防工业出版社 出版

北京市书刊出版业营业登记证出字第074号

国防工业出版社印刷厂印装 内部发行

*

787×1092¹/₁₆ 印张 43 插页 2 1142 千字

1978年3月第一版 1978年3月第一次印刷 印数：0,001—7,000册

统一书号：N15034·1577 定价：6.00元

出版说明

在毛主席无产阶级革命路线指引下,二十多年来,特别是无产阶级文化大革命和批林批孔运动以来,我国的航空工业得到了迅速的发展。为适应这种大好形势的需要,我们遵照毛主席关于“独立自主、自力更生”和“要认真总结经验”的伟大教导,经过广泛的调查研究,在有关单位的大力支持和热情帮助下,组成了有工人、技术人员和干部参加的三结合编写小组,编写了这套《航空工艺装备设计手册》。其中包括:《通用部分》、《刀具设计》、《量具设计》、《夹具设计》、《冷冲模设计》、《铸模设计》、《锻模设计》、《橡胶、塑料模设计》、《飞机装配夹具设计》等九个分册。

手册中所选内容,主要以总结各有关工厂、院、校、所在航空工艺装备设计、制造和使用方面的实践经验为主;同时搜集整理了部分与航空工艺装备设计有关的国家标准、部颁标准和企业标准;对工艺装备设计中的一些关键性问题和设计方法也作了简明扼要的阐述和分析。

在调查研究、编写和审稿过程中,曾得到很多工厂、科研单位和大专院校的大力支持和协助,并提供了不少宝贵的资料,在此表示衷心的感谢。

由于我们的路线觉悟不够高,技术水平有限,再加经验不足,时间仓猝,因此,手册中难免存在缺点和错误,恳切希望同志们批评指正。

目 录

第一章 常用计量单位	
第一节 单位代号	9
一、表示倍数和分数计量单位的词冠及其代号	9
二、常用公制计量单位及其代号	9
第二节 单位换算	12
长度单位换算表	12
面积单位换算表	12
体积单位换算表	13
容积(容量)单位换算表	13
重量单位换算表	13
密度单位换算表	13
速度单位换算表	13
压力单位换算表	14
力的单位换算表	14
功、能及热量单位换算表	14
功率单位换算表	14
英寸与毫米换算表	15
英尺与米换算表	16
分数英寸化为小数英寸与毫米对照表	16
毫米与英寸换算表	17
英寸千位小数与毫米换算表	18
磅/英寸 ² 与公斤/厘米 ² 换算表	18
马力与千瓦换算表	18
摄氏、华氏温度对照表	19
第二章 常用数据	
第一节 常用材料的物理性能	20
常用材料比重表	20
常用材料的线膨胀系数	22
常用材料的弹性模数	23
材料的摩擦系数	24
滚动摩擦系数	24
第二节 钢的硬度和强度换算	24
一、硬度测量计算和换算的一般知识	24
二、黑色金属硬度及强度换算	25
第三章 常用计算公式	
第一节 数学公式	30
一、初等代数	30
二、平面三角	41
三、球面三角	50
四、解析几何	56
五、点在空间绕法轴旋转	65
六、空间直线投影角的计算	67
七、角度的合成与分解的计算	69
八、常用微积分计算公式	70
九、面积和各种几何体的表面积及体积的计算	74
十、弧线及直线连接计算	80
第二节 力学	85
一、静力学公式	85
二、材料力学公式	91
第三节 电学	109
一、直流电路	109
二、交流电路	110
三、电阻电热元件的计算	112
四、简单磁路计算	114
第四章 基础标准	
第一节 技术标准种类和航空工业专用工艺装备的编号	115
一、技术标准种类及其代号	115
二、部(局)标准代号	115
三、地区性企业标准代号的分子	116
四、部(局)标准旧代号	116
五、航空工业专用工艺装备的编号办法 (摘自 HB35-73)	117
第二节 一般要素标准	118
一、标准直径和标准长度(摘自 JB176-60和 JB177-60)	118
二、扳手口和放扳手处尺寸公差	122
三、扳手空间位置尺寸	123
第三节 机械加工件结构要素标准	124
一、标准锥度(摘自 GB157-59)	124
二、莫氏锥体的锥度及专用锥度	125
三、锥度公差(JB 1-59)	125
四、自由角度公差(摘自 JB 7-59)	126
五、中心孔(GB145-59)	126
六、T型槽(GB158-59)	127
七、滚花(JB 2-59)	128
八、砂轮越程槽(JB 3-59)	129
九、润滑槽型式、尺寸(JB 4-59)	130
十、零件倒角与倒圆半径(摘自 JB5-59)	131
十一、球面半径(摘自 JB6-59)	133
十二、刻线尺寸	133
十三、燕尾形导轨	134
第四节 联结零件结构要素标准	136

一、螺栓、螺钉及双头螺栓末端 (GB2-58).....	136
二、螺纹收尾、螺纹退刀槽、倒角尺寸 (摘自GB3-58).....	137
三、普通螺纹的螺纹余留长度、钻孔深度 及螺栓突出螺母末端的收尾长度 (GB3-58).....	140
四、粗牙螺栓、螺钉的拧入深度.....	141
五、连接零件沉头座及通孔尺寸 (摘自GB152-59).....	142
第五节 锥体标准	143
一、工具圆锥尺寸 (GR2-60).....	143
1. 带扁尾的外圆锥.....	143
2. 不带扁尾的外圆锥.....	144
3. 不带扁尾锥柄端部推荐形状.....	145
4. 内圆锥.....	146
二、工具圆锥公差 (GR3-60).....	147
三、短工具锥体.....	148
1. 短工具锥体 (HB218-62).....	148
2. 短莫氏锥体.....	149
四、1:30工具锥体.....	149
五、量规用1:50的锥体.....	150
六、布朗-沙比 (Brown & Sharpe) 锥体.....	151
七、铣床主轴用7:24锥体.....	152

第五章 公差

第一节 公差与配合	153
一、公差与配合制度.....	153
1. 精度等级和配合种类.....	153
2. 配合的分布 (GB159-59).....	154
3. 1~500毫米国家标准 GB 与 ISA、 OCT 配合对照.....	155
4. 基准件公差 (GB 159-59).....	156
二、各种配合的极限偏差.....	157
1. 尺寸0.1~1毫米基孔制配合 (GB162-59).....	157
2. 尺寸0.1~1毫米基轴制配合 (GB163-59).....	158
3. 尺寸1~500毫米基孔制静配合, 过渡配合, 动配合 (GB164-59, 165-59, 166-59).....	159
4. 尺寸1~500毫米基轴制静配合, 过渡配合, 动配合 (GB167-59, 168-59, 169-59).....	164
5. 尺寸500~10000毫米基孔制静配合 (GB170-59).....	168
6. 尺寸500~10000毫米基孔制过渡配合 (GB171-59).....	169
7. 尺寸500~10000毫米基孔制动配合 (GB172-59).....	170
8. 尺寸500~10000毫米基轴制过渡配合 (GB173-59).....	171
9. 尺寸500~10000毫米基轴制动配合 (GB174-59).....	172
第二节 一般尺寸公差	173
一、航空产品用一般尺寸公差 (HB761-66).....	173
1. 切削加工零件.....	173
2. 冷冲压零件.....	177

3. 焊接件和管子弯曲.....	179
4. 塑料压制的零件.....	180
5. 标记方法.....	180
二、工艺装备用一般尺寸公差.....	181
第三节 铸件尺寸公差和加工余量 (摘自HB0-7-67).....	181
一、用途.....	181
二、尺寸种类及其代号.....	182
三、标记方法.....	182
四、公差一般规定.....	182
五、极限偏差.....	183
六、拔模斜度.....	190
七、加工余量.....	190
八、各级精度铸件所对应的铸造方法.....	191
第四节 模锻件尺寸公差 (摘自HB0-6-67).....	191
一、尺寸分类.....	191
二、精度等级及用途.....	192
三、模锻件尺寸公差及加工余量.....	192
四、用模锻件制造的零件其加工表面与不加工 表面间的尺寸公差.....	197
第五节 表面形状和位置公差	198
一、表面形状和位置公差的术语及定义 (GB1183-75).....	198
1. 一般规定.....	198
2. 形状公差.....	199
3. 位置公差.....	203
二、表面形状和位置公差的选择.....	216
三、表面形状和位置公差数值 (GB1184-75).....	218
不直度、不平度公差.....	219
不圆度 (棱圆度) 公差.....	220
椭圆度、不柱度公差.....	220
不同轴度、不对称度公差.....	221
径向跳动公差.....	222
平行度、不垂直度、端面跳动公差.....	223
四、表面形状和位置公差代号及其注法 (GB1182-74).....	224
第六章 表面光洁度	
第一节 金属表面光洁度级别和代号 (按GB1031-68).....	237
一、概述.....	237
二、分级.....	238
三、附录.....	239
第二节 表面光洁度级别的选择	240
一、表面光洁度选择的一般原则.....	240
二、零件表面光洁度的选择.....	240
三、表面光洁度的级别名称及其表面状况.....	241
四、一般典型零件表面光洁度的实例.....	242
五、各种加工方法所能达到的表面光洁度.....	244
六、表面光洁度与加工精度和配合之间的 关系 (轴).....	248

七、表面光洁度与加工精度和配合之间的关系(孔)	248
-------------------------------	-----

第三节 木材零件表面光洁度级别及符号	249
一、木材表面光洁度级别	249
二、木材零件表面光洁度的选择	250

第七章 螺 纹

第一节 螺纹的种类、特点及应用	251
第二节 普通螺纹	251
一、普通螺纹牙型与公差带的基本概念 (摘自GB192-63)	251
二、普通螺纹直径与螺距(摘自GB193-63)	253
第三节 常用螺纹标准	256
一、航空工业用螺纹标准的种类与用途	256
二、普通螺纹(HB241-75)	257
三、工艺装备用普通螺纹 (摘自GB196~197-63)	263
四、间隙螺纹(HB242-70)	264
五、过盈螺纹(HB243-70)	271
六、圆柱管螺纹	276
七、锥螺纹(HB247-72)	277
八、梯形螺纹(摘自GB784~785-65)	280
九、锯齿形螺纹(JB923-66)	287
十、英寸制螺纹	294
十一、矩形螺纹	297

第八章 齿轮、蜗杆传动

第一节 啮合基本知识及啮合要素尺寸计算	298
一、圆柱齿轮传动	298
二、圆锥齿轮传动	316
三、普通蜗杆传动	335
第二节 齿轮及蜗杆传动公差	345
一、概况	345
二、圆柱齿轮传动公差	346
1. 公差的定义和代号(摘自国家标准草案及 JB305-67)	346
2. 精度等级	351
3. 圆柱齿轮传动公差表(摘自国家标准草案)	353
4. 小模数圆柱齿轮传动公差表(摘自JB305-67)	361
三、圆锥齿轮传动公差	372
1. 公差的定义和代号(摘自JB180-60、 JB306-62)	372
2. 精度等级	376
3. 圆锥齿轮传动公差(摘自JB180-60)	377
4. 小模数圆锥齿轮传动公差(摘自JB306-62)	385
四、蜗杆传动公差	391
1. 公差的定义和代号(摘自JB162-60)	391
2. 精度等级	396
3. 蜗杆传动公差表(摘自JB162-60)	398
4. 小模数蜗杆传动公差表	407
五、齿条传动公差	416

1. 模数 $m = 1 \sim 30$ 毫米的直齿和斜齿齿条 传动公差表	416
2. 模数 $m = 0.3 \sim 4$ 毫米的齿条传动公差表	419

第九章 键联结

第一节 平键联结	420
一、圆头普通平键	420
1. 键的剖面及键槽尺寸、公差 (摘自GB1095-72)	420
2. 圆头普通平键的形式尺寸 (摘自GB1096-72)	421
二、半圆键	421
1. 键的剖面及键槽尺寸、公差 (摘自GB1098-72)	422
2. 半圆键的形式尺寸(摘自GB1099-72)	422
三、楔形键	423
1. 键的剖面及键槽尺寸、公差 (HB1865-71)	423
2. 楔形键的形式尺寸(HB1865-71)	424
四、T形键	425
T形键的键槽及形式尺寸(HB1864-71)	425
第二节 花键联结	425
一、渐开线花键联结(GB1104-72)	425
1. 渐开线花键联结的要素、代号及公式	426
2. 尺寸系列	426
3. 定中心方式	427
4. 公差、配合及检验	428
5. 附录	430
二、三角花键联结(GB1145-74)	451
1. 三角花键联结的要素、代号及公式	451
2. 尺寸系列	452
3. 公差、配合及检验	453
4. 标记示例	454
5. 附录	455
三、矩形花键联结(GB1144-74)	464
1. 尺寸系列	464
2. 定心方式	466
3. 公差与配合	467
4. 标记代号	469
5. 附录	470

第十章 弹 簧

第一节 圆柱螺旋弹簧	471
一、圆柱螺旋弹簧分类	471
二、弹簧的材料及许用应力	472
三、圆柱螺旋压缩和拉伸弹簧的计算	473
四、圆柱螺旋扭转弹簧的计算公式	476
五、圆柱螺旋弹簧制造精度及允许偏差	477
六、圆柱螺旋弹簧工作图示例	480
第二节 碟形弹簧	481
一、碟形弹簧的类型	481

二、碟形弹簧材料及许用应力	482
三、碟形弹簧计算公式	482
四、碟形弹簧的尺寸偏差	483
五、碟形弹簧工作图示例	484
第三节 片簧	484

第十一章 滚动轴承

第一节 常用滚动轴承的尺寸及性能

一、单列向心球轴承 (摘自 GB276-64)	486
二、双列向心球面球轴承 (摘自 GB281-64)	488
三、单列向心短圆柱滚子轴承 (摘自 GB283-64)	489
四、双列向心球面滚子轴承 (摘自 GB286-64)	490
五、滚针轴承 (摘自 GB289-64)	491
六、单列向心推力球轴承 (摘自 GB292-64)	492
七、单列圆锥滚子轴承 (摘自 GB297-64)	493
八、单向推力球轴承 (摘自 GB301-64)	495
九、双向推力球轴承 (摘自 GB302-64)	496
十、钢球 (摘自 GB308-64)	497
十一、滚针 (摘自 GB309-64)	497

第二节 滚动轴承的配合

一、套圈负荷类型	498
二、向心轴承和向心推力轴承的配合 (摘自 GB275-64)	498
三、推力轴承的配合 (摘自 GB275-64)	499
四、D 和 C 级精度滚动轴承与轴的配合 (摘自 GB275-64)	499
五、D 和 C 级精度滚动轴承与外壳的配合 (摘自 GB275-64)	499
六、G、(F) 和 E 级精度滚动轴承与轴的配合 (摘自 GB275-64)	500
七、G、(F) 和 E 级精度滚动轴承与外壳的配合 (摘自 GB275-64)	500

第三节 滚动轴承的装配倒角, 轴和外壳孔的圆角半径 (摘自 GB274-64)

第四节 轴、外壳与轴承配合的表面光洁度 (摘自 GB275-64)

第十二章 工艺装备用材料及热处理

第一节 金属材料

一、钢	502
二、铸铁	521
1. 灰铸铁	521
2. 耐热铸铁	522
3. 球墨铸铁	522
三、有色金属	522
1. 钢和铜合金	522
2. 铝和铝合金	524
3. 低膨胀合金	524
四、丝材、带材的机械性能	525
1. 碳素钢、弹簧钢和工具钢的钢丝和钢带	525

2. 不锈钢钢丝和钢带	527
3. 青铜丝和青铜带	527

第二节 金属材料的品种和规格

一、钢材的品种和规格	528
1. 角钢、槽钢、工字钢	528
2. 棒钢	536
3. 钢丝、钢板、钢带	539
4. 钢管	541
5. 钢丝网	544
二、有色金属的品种和规格	544
1. 铜及铜合金	544
2. 铝及铝合金	548
3. 膨胀合金半成品规格	549

第三节 硬质合金

第四节 非金属材料

一、环氧树脂 (HG2-741-72)	552
二、酚醛塑料粉 (JB893-66)	553
三、酚醛棉纤维塑料 (ODG503-045)	553
四、酚醛层压纸板	553
五、酚醛层压布板	554
六、硬聚氯乙烯	555
七、软聚氯乙烯	556
八、工业用有机玻璃	557
九、工业用橡胶板	557
十、橡胶石棉板和耐油橡胶石棉板	558
十一、铜纸板	558
十二、工业用细毛毡	560
十三、玻璃布层压板	560
十四、航空胶合板 (梓木胶合板)	561
十五、阔叶材普通胶合板	561
十六、皮革	562
十七、衬垫云母板	563
十八、石棉板	563
十九、石棉绳	564

第五节 热处理

一、铁碳平衡图	565
二、钢的金相组织与性质	566
三、钢的热处理种类和应用	568
四、表面化学热处理和应用	571

第六节 表面处理

一、钢和铜及铜合金的表面处理	573
二、铝及铝合金的表面处理	577

附 录

一、常用字母表

附表 1 汉语拼音字母	579
附表 2 希腊字母	579

二、金属材料的符号及代号

附表 3 主要元素的化学符号、原子量和比重	580
附表 4 材料中常用化学元素命名符合	580
附表 5 钢铁产品命名代号	581

附表 6	有色金属及合金和专用合金命名代号	581	附表 12	度转化为分和秒	616
附表 7	有色金属及合金产品的状态、热处理、 表面处理代号	582	附表 13	角度和弧度对照表	617
附表 8	钢材精度、表面质量和状态代号	583	附表 14	0°~5°角度和弧度对照表 (间隔: 10秒)	618
三、常用数表		584	附表 15	0°~60°渐开线函数表 $\text{inv}\alpha = \text{tg}\theta - \theta$ (间隔: 1分)	628
附表 9	常用数学符号 (GB789-65)	584	附表 16	15°~31°渐开线函数表 (间隔: 10秒)	634
附表 10	数学常数及其对数	585	附表 17	三角函数表	666
附表 11	数的平方、平方根、立方、立方根表	586			

第一章 常用计量单位

第一节 单位代号

一、表示倍数和分数计量单位的词冠及其代号

表1-1 表示倍数和分数计量单位的词冠及其代号

倍数和分数	10^{12}	10^9	10^6	10^3	10^2	10	10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}	10^{-6}	10^{-9}	10^{-12}	10^{-15}	10^{-18}
单位的词冠	兆兆	千兆	兆	千	百	十	分	厘	毫	微	毫微	微微	毫微微	微微微
代号	T	G	M	k	h	da	d	c	m	μ	n	p	f	a

二、常用公制计量单位及其代号

表1-2 常用公制计量单位及其代号

类 别	单 位 名 称	代 号	换 算 关 系
力 学 单 位	微 米	μ	$= 10^{-6}$ 米
	毫 米	mm	$= 10^{-3}$ 米
	厘 米	cm	$= 10^{-2}$ 米
	分 米	dm	$= 10^{-1}$ 米
	米	m	
	公 里(千米)	km	$= 10^3$ 米
面 积	平方毫米	mm ²	$= 10^{-6}$ 米 ²
	平方厘米	cm ²	$= 10^{-4}$ 米 ²
	平方分米	dm ²	$= 10^{-2}$ 米 ²
	平方米	m ²	
	平方公里(平方千米)	km ²	$= 10^6$ 米 ²
体 积	立方毫米	mm ³	$= 10^{-9}$ 米 ³
	立方厘米	cm ³	$= 10^{-6}$ 米 ³
	立方分米	dm ³	$= 10^{-3}$ 米 ³
	立方米	m ³	
容 积	毫 升	ml(c. c.)	$= 10^{-3}$ 升 ≈ 1 厘米 ³
	升	l	$= 1000$ 厘米 ³
	千 升	kl	$= 10^3$ 升 ≈ 1 米 ³
重 量	毫 克	mg	$= 10^{-6}$ 公斤
	克	g	$= 10^{-3}$ 公斤
	公 斤(千克)	kg	
	吨	t	$= 10^3$ 公斤

(续)

类 别	单 位 名 称	代 号	换 算 关 系
力	时	s	
	分	min	= 60秒
	小时	h	= 3600秒
	频率	赫 芝 千 赫 兆 赫	Hz(c/s) kHz MHz
面 角	度	°	= $\frac{\pi}{180}$ 弧度
	分	'	= $\frac{1}{60}$ 度 = $\frac{\pi}{180 \times 60}$ 弧度
	秒	"	= $\frac{1}{3600}$ 度 = $\frac{\pi}{180 \times 3600}$ 弧度
	弧度	rad	= $\frac{1}{2\pi}$ 周 = $57^{\circ}17'44.8''$
学 度	米/秒	m/s	
	米/分	m/min	= 0.01667米/秒
	公里/时	km/h	= 0.2778米/秒
加速度	米/秒 ²	m/s ²	
单 度	弧度/秒	rad/s	
	转/分	r. p. m	= $\frac{\pi}{30}$ 弧度/秒
	转/秒		= 2π 弧度/秒
角加速度	弧度/秒 ²	rad/s ²	
力	克 力	gf(或G)	= 9.807×10^{-3} 牛顿
	公斤力	kgf(或kG)	= 9.807×10^5 达因 = 9.807牛顿(≈10牛顿)
	吨 力	tf	= 9807牛顿
	牛 顿	N(kg·m/s ²)	= 1公斤 × 1米/秒 ² = 0.102公斤力
达 因	dyn(g·cm/s ²)	= 1.02×10^{-6} 公斤力 = 10^{-5} 牛顿	
比 重	公斤力/米 ³	kgf/m ³	= 9.807牛顿/米 ³ (≈10牛顿/米 ³)
	牛顿/米 ³	N/m ³	
功 与 能	公斤力·米	kgf·m	= 9.807焦耳(≈10焦耳)
	焦 耳	J(N·m)	
	尔 格	erg	= 1达因·厘米 = 10^{-7} 焦耳
	瓦 时	w·h	= 367.1公斤力·米 = 3600焦耳
千瓦 时	kw·h		= 367.1×10^3 公斤力·米 = 3600×10^3 焦耳
功 率	瓦	W(J/s)	
	千 瓦	kW	= 10^3 瓦 = 102公斤力·米/秒
	公斤力·米/秒	kgf·m/s	= 9.807瓦
	马力(公制)	PS	= 735.5瓦 = 75公斤力·米/秒

(续)

类 别	单 位 名 称	代 号	换 算 关 系
力 学 单 位	压	公斤力/米 ² 公斤力/厘米 ² 公斤力/毫米 ² 牛顿/米 ² 巴	kgf/m ² kgf/cm ² kgf/mm ² N/m ² bar
	力	大气压(标准大气压) 汞柱(毫米) 水柱(毫米) 水柱(米)	atm mmHg mmH ₂ O mH ₂ O
	运动粘度系数	厘 沲 米 ² /秒	cst m ² /s
热 学 单 位	温 度	绝对温度 摄氏温度 华氏温度	°K °C °F
	热 量	卡 千 卡 焦 耳	cal kcal J
	传热系数 导热系数	千卡/米 ² ·时·度 瓦/米 ² ·度 千卡/米·时·度 瓦/米·度	kcal/m ² ·h·deg W/m ² ·deg kcal/m·h·deg W/m·deg
电 磁 学 单 位	电 流	微 安 毫 安 安 培	μA mA A
	电 量	库 仑 法 拉	C F
	电 压	微 伏 毫 伏 伏 特 千 伏	μV mV V kV
	电 阻	微 欧 欧 姆 千 欧 兆 欧	μΩ Ω kΩ MΩ

$= 9.807 \text{ 牛顿/米}^2 (\approx 10 \text{ 牛顿/米}^2)$
 $= 9.807 \times 10^4 \text{ 牛顿/米}^2 (\approx 10^5 \text{ 牛顿/米}^2)$
 $= 1 \text{ 工程大气压 (at)}$
 $= 9.807 \times 10^6 \text{ 牛顿/米}^2 (\approx 10^7 \text{ 牛顿/米}^2)$
 $= 1 \text{ 达因/厘米}^2 = 102 \times 10^4 \text{ 公斤力/米}^2$
 $= 10^3 \text{ 牛顿/米}^2$
 $= 760 \text{ 毫米汞柱} = 101325 \text{ 牛顿/米}^2$
 $= 133.322 \text{ 牛顿/米}^2$
 $= 9.807 \text{ 牛顿/米}^2$
 $= 9.807 \times 10^3 \text{ 牛顿/米}^2$

$= 10^{-6} \text{ 米}^2/\text{秒}$

$= 10^{-3} \text{ 牛顿} \cdot \text{秒/米}^2$
 $= 10^{-1} \text{ 牛顿} \cdot \text{秒/米}^2$
 $= 9.807 \text{ 牛顿} \cdot \text{秒/米}^2$

$= \text{°C} + 273.2^\circ$
 $= \frac{5}{9} (\text{°F} - 32^\circ)$
 $= \frac{9}{5} \text{°C} + 32^\circ$

$= 0.42645 \text{ 公斤力} \cdot \text{米} = 4.1868 \text{ 焦耳}$
 $= 426.45 \text{ 公斤力} \cdot \text{米} = 4.1868 \times 10^3 \text{ 焦耳}$

$= 1.163 \text{ 瓦/米}^2 \cdot \text{度}$

$= 1.163 \text{ 瓦/米} \cdot \text{度}$

$= 10^{-6} \text{ 安培}$
 $= 10^{-3} \text{ 安培}$
 $= 1 \text{ 库仑/秒}$

$= 1 \text{ 安培} \cdot \text{秒}$
 $= 965 \times 10^2 \text{ 库仑}$

$= 10^{-6} \text{ 伏特}$
 $= 10^{-3} \text{ 伏特}$
 $= 10^3 \text{ 伏特}$

$= 10^{-6} \text{ 欧姆}$
 $= 10^3 \text{ 欧姆}$
 $= 10^6 \text{ 欧姆}$

(续)

类别	单位名称	代号	换算关系	
电 磁 学 单 位	电容	微微法拉	$= 10^{-6}$ 微法拉 $= 10^{-12}$ 法拉	
		微法拉	$= 10^{-6}$ 法拉	
		法拉		
	电感	微亨	μH	$= 10^{-6}$ 亨利
		毫亨 亨利	mH , H	$= 10^{-3}$ 亨利 $= 1$ 欧姆·秒
磁通量	麦克斯韦	MX	$= 1$ 高斯·厘米 ² $= 10^{-8}$ 韦伯	
	韦伯	Wb	$= 1$ 伏特·秒	
	高斯 韦伯/厘米 ²	G Wb/cm ²	$= 10^{-8}$ 韦伯/厘米 ²	
磁场强度	奥斯特	Oe	$= 0.8$ 安培/厘米	
光学单位	烛光	cd		
	流明	lm	$= (1 \text{ 烛光}), (1 \text{ 球面度})$	
	斯梯	Sb	$= 1 \text{ 烛光/厘米}^2$	
	勒克斯	lx	$= 1 \text{ 流明/米}^2$	
声学单位	分贝	dB		

第二节 单位换算

表1-3 长度单位换算表

毫米	厘米	米	市尺	英寸	英尺	码
1	0.1	0.001	0.003	0.03937	0.00328	0.001094
10	1	0.01	0.03	0.3937	0.03281	0.01094
1000	100	1	3	39.37	3.2808	1.0936
333.33	33.333	0.3333	1	13.123	1.0936	0.3645
25.4	2.54	0.0254	0.0762	1	0.08333	0.02778
304.8	30.48	0.3048	0.9144	12	1	0.3333
914.4	91.44	0.9144	2.7432	36	3	1

表1-4 面积单位换算表

毫米 ²	厘米 ²	米 ²	市尺 ²	英寸 ²	英尺 ²	码 ²
1	0.01	1×10^{-6}	9×10^{-6}	1.55×10^{-3}	1.076×10^{-6}	1.196×10^{-8}
100	1	1×10^{-4}	9×10^{-4}	0.155	1.076×10^{-3}	1.196×10^{-4}
1×10^6	1×10^4	1	9	1550	10.764	1.196
111111	1111	0.1111	1	172.22	1.196	0.13276
645.16	6.4516	6.45×10^{-4}	5.806×10^{-3}	1	6.944×10^{-3}	7.716×10^{-4}
92903	929.03	0.0929	0.8361	144	1	0.1111
836125	8361.25	0.8361	7.5251	1296	9	1

表1-5 体积单位换算表

米 ³	市尺 ³	码 ³	英尺 ³	英寸 ³
1	27	1.3079	35.3147	61023.8
0.037037	1	0.04843	1.3080	2260.2
0.7646	20.648	1	27	46656
0.0283	0.7646	0.037037	1	1728
1.6387×10^{-6}	4.425×10^{-4}	2.143×10^{-5}	5.787×10^{-4}	1

注：1 厘米³ = 1 毫升；1 米³ = 1000000 厘米³ = 1000 市升 = 1000 公升。

表1-6 容积(容量)单位换算表

毫 升	升	英 加 仑	美 加 仑
1	0.001	2.2×10^{-4}	2.642×10^{-4}
1000	1	0.2200	0.2642
4546	4.5460	1	1.2009
3785.4	3.7854	0.8327	1

表1-7 重量单位换算表

克	公 斤	吨	市 斤	磅	英 吨	美 吨
1	0.001	1×10^{-6}	0.002	2.205×10^{-3}	9.842×10^{-7}	1.102×10^{-6}
1000	1	0.001	2	2.2046	9.842×10^{-4}	1.102×10^{-3}
1×10^6	1000	1	2000	2204.6	0.9842	1.1023
500	0.5	5×10^{-4}	1	1.1023	4.921×10^{-4}	5.51×10^{-4}
453.6	0.4536	453×10^{-4}	0.9072	1	4.46×10^{-4}	5.0×10^{-4}
1016047	1016.05	1.01605	2032.1	2240	1	1.12
907185	907.185	0.9072	1814.4	2000	0.8929	1

注：1 克 = 5 克拉(ct)。

表1-8 密度单位换算表

克/厘米 ³ 或吨/米 ³	公斤/米 ³ 或克/升	磅/英寸 ³	磅/英尺 ³	磅/英加仑	磅/美加仑
1	1000	0.03613	62.43	10.02	8.345
0.001	1	3.613×10^{-5}	0.06243	0.01002	8.35×10^{-3}
27.68	27680	1	1728	277.362	231
0.01602	16.02	5.8×10^{-4}	1	0.1606	0.1337
0.09976	99.76	3.61×10^{-3}	6.228	1	0.83283
0.1198	119.8	4.329×10^{-3}	7.481	1.2007	1

表1-9 速度单位换算表

米/秒	米/分	英尺/秒	英尺/分	公里/时	哩/时
1	60	3.2808	196.85	3.6	2.237
0.01667	1	0.05468	3.2808	0.06	0.03727
0.3048	18.288	1	60	1.09728	0.68182
5.08×10^{-3}	0.3048	0.01667	1	0.01828	0.011363
0.27778	16.6668	0.91134	54.682	1	0.62137
0.44704	26.8224	1.46667	88	1.60935	1

表1-10 压力单位换算表

百 万 巴 ^③	公斤/厘米 ² ^①	磅/英寸 ² ^②	大 气 压	汞 柱(毫米)	水 柱(米)
1	1.01972	14.504	0.98692	750.1	10.197
0.98067	1	14.223	0.96784	735.6	10.0003
0.068947	0.07031	1	0.06805	51.72	0.70306
1.01325	1.0332	14.696	1	760	10.332
1.3332×10^{-3}	1.3595×10^{-3}	1.9337×10^{-2}	1.31579×10^{-3}	1	1.3595×10^{-2}
0.09806	0.1	1.4223	0.09678	73.56	1

① 1 工程大气压 = 1 公斤/厘米² = 10000 公斤/米²;

② 1 磅/英寸² = 144 磅/英尺²;

③ 由于巴的单位太小 (1 巴 = 102×10^{-8} 公斤/厘米²), 在气象学上一般把百万巴及其千分之一作为大气压力的单位, 而将百万巴叫做巴, 将百万巴的千分之一叫做毫巴。

表1-11 力的单位换算表

牛 顿	公 斤 力	达 因	斯 坦
1	0.102	10^5	10^{-3}
9.807	1	9.807×10^5	9.807×10^{-3}
10^{-6}	1.02×10^{-6}	1	10^{-8}
10^3	102	10^8	1

表1-12 功、能及热量单位换算表

焦 耳	公斤·米	千瓦小时	公制马力小时	英制马力小时	千 卡	英热单位 (BTU)
1	0.10204	2.778×10^{-7}	3.777×10^{-7}	3.723×10^{-7}	2.389×10^{-4}	9.48×10^{-4}
9.8	1	2.722×10^{-6}	3.701×10^{-6}	3.649×10^{-6}	2.341×10^{-3}	9.29×10^{-3}
3.6×10^6	3.673×10^5	1	1.36	1.34	859.9	3421
2.648×10^6	2.702×10^5	0.7355	1	0.9858	632.5	2510
2.686×10^6	2.741×10^5	0.7461	1.014	1	641.6	2546
4186	427.2	1.163×10^{-3}	1.581×10^{-3}	1.558×10^{-3}	1	3.968
1055	107.6	2.93×10^{-4}	3.984×10^{-4}	3.927×10^{-4}	0.252	1

表1-13 功率单位换算表

公斤·米/秒	千 瓦	公制马力	英制马力	磅英尺/秒	千卡/秒	英热单位/秒
1	9.81×10^{-3}	0.01332	0.01314	7.233	2.342×10^{-3}	9.3×10^{-3}
102	1	1.3596	1.3405	737.6	0.2389	0.947
75	0.7355	1	0.9859	542.3	0.17565	0.696
76.07	0.7457	1.0144	1	550	0.17803	0.707
0.1383	1.36×10^{-3}	1.84×10^{-3}	1.82×10^{-3}	1	3.239×10^{-4}	1.29×10^{-3}
426.85	4.186	5.69133	5.6135	3086.4	1	3.968
107.6	1.055	1.437	1.414	777.6	0.252	1

表1-14 英寸与毫米换算表

英寸	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0	—	25.400	50.800	76.200	101.600	127.000	152.400	177.800	203.200	228.600	254.000	279.400
1/64	0.397	25.797	51.197	76.597	101.997	127.397	152.797	178.197	203.597	228.997	254.397	279.797
1/32	0.794	26.194	51.594	76.994	102.394	127.794	153.194	178.594	203.994	229.394	254.794	280.194
3/64	1.191	26.591	51.991	77.391	102.791	128.191	153.591	178.991	204.391	229.791	255.191	280.591
1/16	1.588	26.988	52.388	77.788	103.188	128.588	153.988	179.388	204.788	230.188	255.588	280.988
5/64	1.984	27.384	52.784	78.184	103.584	128.984	154.384	179.784	205.184	230.584	255.984	281.384
3/32	2.381	27.781	53.181	78.581	103.981	129.381	154.781	180.181	205.581	230.981	256.381	281.781
7/64	2.778	28.178	53.578	78.978	104.378	129.778	155.178	180.578	205.978	231.378	256.778	282.178
1/8	3.175	28.575	53.975	79.375	104.775	130.175	155.575	180.975	206.375	231.775	257.175	282.575
9/64	3.572	28.972	54.372	79.772	105.172	130.572	155.972	181.372	206.772	232.172	257.572	282.972
5/32	3.969	29.369	54.769	80.169	105.569	130.969	156.369	181.769	207.169	232.569	257.969	283.369
11/64	4.366	29.766	55.166	80.566	105.966	131.366	156.766	182.166	207.566	232.966	258.366	283.766
3/16	4.763	30.163	55.563	80.963	106.363	131.763	157.163	182.563	207.963	233.363	258.763	284.163
13/64	5.159	30.559	55.959	81.359	106.759	132.159	157.559	182.959	208.359	233.759	259.159	284.559
7/32	5.556	30.956	56.356	81.756	107.156	132.556	157.956	183.356	208.756	234.156	259.556	284.956
15/64	5.953	31.353	56.753	82.153	107.553	132.953	158.353	183.753	209.153	234.553	259.953	285.353
1/4	6.350	31.750	57.150	82.550	107.950	133.350	158.750	184.150	209.550	234.950	260.350	285.750
17/64	6.747	32.147	57.547	82.947	108.347	133.747	159.147	184.547	209.947	235.347	260.747	286.147
9/32	7.144	32.544	57.944	83.344	108.744	134.144	159.544	184.944	210.344	235.744	261.144	286.544
19/64	7.541	32.941	58.341	83.741	109.141	134.541	159.941	185.341	210.741	236.141	261.541	286.941
5/16	7.938	33.338	58.738	84.138	109.538	134.938	160.338	185.738	211.138	236.538	261.938	287.338
21/64	8.334	33.734	59.134	84.534	109.934	135.334	160.734	186.134	211.534	236.934	262.334	287.734
11/32	8.731	34.131	59.531	84.931	110.331	135.731	161.131	186.531	211.931	237.331	262.731	288.131
23/64	9.128	34.528	59.928	85.328	110.728	136.128	161.528	186.928	212.328	237.728	263.128	288.528
3/8	9.525	34.925	60.325	85.725	111.125	136.525	161.925	187.325	212.725	238.125	263.525	288.925
25/64	9.922	35.322	60.722	86.122	111.522	136.922	162.322	187.722	213.122	238.522	263.922	289.322
13/32	10.319	35.719	61.119	86.519	111.919	137.319	162.719	188.119	213.519	238.919	264.319	289.719
27/64	10.716	36.116	61.516	86.916	112.316	137.716	163.116	188.516	213.916	239.316	264.716	290.116
7/16	11.113	36.513	61.913	87.313	112.713	138.113	163.513	188.913	214.313	239.713	265.113	290.513
29/64	11.509	36.909	62.309	87.709	113.109	138.509	163.909	189.309	214.709	240.109	265.509	290.909
15/32	11.906	37.306	62.706	88.106	113.506	138.906	164.306	189.706	215.106	240.506	265.906	291.306
31/64	12.303	37.703	63.103	88.503	113.903	139.303	164.703	190.103	215.503	240.903	266.303	291.703
1/2	12.700	38.100	63.500	88.900	114.300	139.700	165.100	190.500	215.900	241.300	266.700	292.100
33/64	13.097	38.497	63.897	89.297	114.697	140.097	165.497	190.897	216.297	241.697	267.097	292.497
17/32	13.494	38.894	64.294	89.694	115.094	140.494	165.894	191.294	216.694	242.094	267.494	292.894
35/64	13.891	39.291	64.691	90.091	115.491	140.891	166.291	191.691	217.091	242.491	267.891	293.291
9/16	14.288	39.688	65.088	90.488	115.888	141.288	166.688	192.088	217.488	242.888	268.288	293.688
37/64	14.684	40.084	65.484	90.884	116.284	141.684	167.084	192.484	217.884	243.284	268.684	294.084
19/32	15.081	40.481	65.881	91.281	116.681	142.081	167.481	192.881	218.281	243.681	269.081	294.481
39/64	15.478	40.878	66.278	91.678	117.078	142.478	167.878	193.278	218.678	244.078	269.478	294.878
5/8	15.875	41.275	66.675	92.075	117.475	142.875	168.275	193.675	219.075	244.475	269.875	295.275
41/64	16.272	41.672	67.072	92.472	117.872	143.272	168.672	194.072	219.472	244.872	270.272	295.672
21/32	16.669	42.069	67.469	92.869	118.269	143.669	169.069	194.469	219.869	245.269	270.669	296.069
3/64	17.066	42.466	67.866	93.266	118.666	144.066	169.466	194.866	220.266	245.666	271.066	296.466
11/16	17.463	42.863	68.263	93.663	119.063	144.463	169.863	195.263	220.663	246.063	271.463	296.863
45/64	17.859	43.259	68.659	94.059	119.459	144.859	170.259	195.659	221.059	246.459	271.859	297.259
23/32	18.256	43.656	69.056	94.456	119.856	145.256	170.656	196.056	221.456	246.856	272.256	297.656
47/64	18.653	44.053	69.453	94.853	120.253	145.653	171.053	196.453	221.853	247.253	272.653	298.053
3/4	19.050	44.450	69.850	95.250	120.650	146.050	171.450	196.850	222.250	247.650	273.050	298.450
49/64	19.447	44.847	70.247	95.647	121.047	146.447	171.847	197.247	222.647	248.047	273.447	298.847
25/32	19.844	45.244	70.644	96.044	121.444	146.844	172.244	197.644	223.044	248.444	273.844	299.244
51/64	20.241	45.641	71.041	96.441	121.841	147.241	172.641	198.041	223.441	248.841	274.241	299.641
13/16	20.638	46.038	71.438	96.838	122.238	147.638	173.038	198.438	223.838	249.238	274.638	300.038
53/64	21.034	46.434	71.834	97.234	122.634	148.034	173.434	198.834	224.234	249.634	275.034	300.434
27/32	21.431	46.831	72.231	97.631	123.031	148.431	173.831	199.231	224.631	250.031	275.431	300.831
55/64	21.828	47.228	72.628	98.028	123.428	148.828	174.228	199.628	225.028	250.428	275.828	301.228
7/8	22.225	47.625	73.025	98.425	123.825	149.225	174.625	200.025	225.425	250.825	276.225	301.625
57/64	22.622	48.022	73.422	98.822	124.222	149.622	175.022	200.422	225.822	251.222	276.622	302.022
29/32	23.019	48.419	73.819	99.219	124.619	150.019	175.419	200.819	226.219	251.619	277.019	302.419
59/64	23.416	48.816	74.216	99.616	125.016	150.416	175.816	201.216	226.616	252.016	277.416	302.816

(续)

英寸	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
15/16	23.813	49.213	74.613	100.013	125.413	150.813	176.213	201.613	227.017	252.413	277.813	303.213
61/64	24.209	49.609	75.009	100.409	125.809	151.209	176.609	202.009	227.409	252.809	278.209	303.609
31/32	24.606	50.006	75.406	100.806	126.206	151.606	177.006	202.406	227.806	253.206	278.606	304.006
63/64	25.003	50.403	75.803	101.203	126.603	152.003	177.403	202.803	228.203	253.603	279.003	304.403

注: 1英寸按25.4毫米计算。

表1-15 英尺与米换算表

英尺	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0		0.305	0.610	0.914	1.219	1.524	1.829	2.134	2.438	2.743
10	3.048	3.353	3.658	3.962	4.267	4.572	4.877	5.182	5.486	5.791
20	6.096	6.401	6.706	7.010	7.315	7.620	7.925	8.229	8.534	8.839
30	9.144	9.449	9.753	10.058	10.363	10.668	10.972	11.277	11.582	11.887
40	12.192	12.496	12.801	13.106	13.411	13.716	14.020	14.325	14.630	14.935
50	15.239	15.544	15.849	16.154	16.459	16.763	17.068	17.373	17.678	17.983
60	18.287	18.592	18.897	19.202	19.507	19.811	20.116	20.421	20.726	21.031
70	21.335	21.640	21.945	22.250	22.555	22.859	23.164	23.469	23.774	24.079
80	24.383	24.688	24.993	25.298	25.602	25.907	26.212	26.517	26.822	27.126
90	27.431	27.736	28.041	28.346	28.651	28.955	29.260	29.565	29.870	30.174
100	30.479	30.784	31.089	31.394	31.698	32.003	32.308	32.613	32.918	33.222

表1-16 分数英寸化为小数英寸与毫米对照表

英寸(分数)	英寸(小数)	毫米	英寸(分数)	英寸(小数)	毫米
1/64	0.015625	0.397	33/64	0.515625	13.097
1/32	0.03125	0.794	17/32	0.53125	13.494
3/64	0.046875	1.191	35/64	0.546875	13.891
1/16	0.0625	1.588	9/16	0.5625	14.288
5/64	0.078125	1.984	37/64	0.578125	14.684
3/32	0.09375	2.381	19/32	0.59375	15.081
7/64	0.109375	2.778	39/64	0.609375	15.478
1/8	0.125	3.175	5/8	0.625	15.875
9/64	0.140625	3.572	41/64	0.640625	16.272
5/32	0.15625	3.969	21/32	0.65625	16.669
11/64	0.171875	4.366	43/64	0.671875	17.066
3/16	0.1875	4.763	11/16	0.6875	17.463
13/64	0.203125	5.159	45/64	0.703125	17.859
7/32	0.21875	5.556	23/32	0.71875	18.256
15/64	0.234375	5.953	47/64	0.734375	18.653
1/4	0.25	6.35	3/4	0.75	19.05
17/64	0.265625	6.747	49/64	0.765625	19.447
9/32	0.28125	7.144	25/32	0.78125	19.844
19/64	0.296875	7.541	51/64	0.796875	20.241
5/16	0.3125	7.938	13/16	0.8125	20.638
21/64	0.328125	8.334	53/64	0.828125	21.034
11/32	0.34375	8.731	27/32	0.84375	21.431
23/64	0.359375	9.128	55/64	0.859375	21.828
3/8	0.375	9.525	7/8	0.875	22.225
25/64	0.390625	9.922	57/64	0.890625	22.622
13/32	0.40625	10.319	29/32	0.90625	23.019
27/64	0.421875	10.716	59/64	0.921875	23.416
7/16	0.4375	11.113	15/16	0.9375	23.813
29/64	0.453125	11.509	61/64	0.953125	24.209
15/32	0.46875	11.906	31/32	0.96875	24.606
31/64	0.484375	12.303	63/64	0.984375	25.003
1/2	0.5	12.7	1	1	25.4