

简明 机械设计手册



李连进 主编

王东爱 朱殿华 副主编

CONCISE
HANDBOOK
MECHANICAL
DESIGN



化学工业出版社

简明 机械设计手册



李连进 主编
王东爱 朱殿华 副主编



化学工业出版社

· 北京 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

简明机械设计手册/李连进主编. —北京: 化学工业出版社, 2017. 6

ISBN 978-7-122-28800-4

I. ①简… II. ①李… III. ①机械设计-技术手册
IV. ①TH122-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 321391 号

责任编辑: 王 烨 项 激
责任校对: 王 静

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 刘丽华

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)
印 装: 高教社 (天津) 印务有限公司
787mm×1092mm 1/16 印张 42 字数 1136 千字 2017 年 6 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899
网 址: <http://www.cip.com.cn>
凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 169.00 元
京化广临字 2017—2

版权所有 违者必究

前言



FOREWORD

目前,市场上有多种版本的机械设计手册,大多数手册的内容涵盖面过宽、篇幅过多,使用不便。我们按照现代机械设计的体系和特点,深入设计院所、企业和学校,进行广泛的社会调查,邀请机械方面的专家、学者座谈,多方面收集国内外涌现出来的新技术和新方法,并结合多年来从事教学和科研的实践经验,选择实用性强、通用性好的内容,最大限度地满足广大机械设计人员的需要。

本书的特点是技术资料齐全,涵盖常用的数学公式、力学公式、机械设计规范及现行标准,将机械设计方法与设计实例融为一体,资料翔实可靠,使用简捷方便。

全书共分19章,主要内容包括:常用资料和力学公式、常用工程材料、设计常用标准和规范、零件结构设计工艺性、螺纹连接、键、花键、销及过盈连接、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轴、联轴器和离合器、滚动轴承、滑动轴承、弹簧、润滑与密封、常用液压元件、减速器、电动机等。

本书由李连进主编,王东爱、朱殿华任副主编。全书共分19章,第1、4、17、19章由李连进编写;第6~12章由王东爱编写;第13~16章及第18章由朱殿华编写;第5章、第3章的3.5~3.7节由代伟业编写;第2章由乔志霞编写;第3章的3.1节由梁艳书编写;第3章的3.2~3.4节由刘美华编写。李连进负责全书的策划、统稿、整理、补充及定稿。

在本书的编写过程中,得到了李牧、王明贤的帮助,参考了相关文献资料,在此一并表示谢意。

本书可供从事机械设计、制造、维修及管理的工程技术人员及销售人员使用,也可作为科研单位和大专院校技术人员的参考书。

由于水平有限,书中难免存在不足之处,恳请广大读者批评指正。

编 者

目录

CONTENTS

第1章 常用资料和力学公式

1.1 常用标准代号	1	1.3.9 黑色金属材料的硬度与强度换算关系	14
1.1.1 国内标准代号	1	1.4 常用数学公式	18
1.1.2 常用国际标准代号	1	1.4.1 代数	18
1.2 常用计量单位及换算	2	1.4.2 三角函数	19
1.2.1 法定计量单位	2	1.4.3 导数与微分	19
1.2.2 常用物理量符号及其法定单位	4	1.4.4 几何体的表面积和体积	21
1.2.3 常用计量单位及换算	6	1.5 常用力学公式	23
1.2.4 优先数和优先数系	9	1.5.1 静力学的常用计算公式	23
1.3 常用数据	10	1.5.2 运动学的计算公式	26
1.3.1 常用材料的弹性模量及泊松比	10	1.5.3 动力学的计算公式	27
1.3.2 常用材料的密度	11	1.5.4 物体转动惯量的计算	29
1.3.3 常用材料的线胀系数	11	1.5.5 强度理论及适用范围	30
1.3.4 常见金属材料的熔点、热导率及比热容	11	1.5.6 材料力学的计算公式	31
1.3.5 常用材料的摩擦因数	12	1.5.7 等截面梁的弯矩、挠度及转角等计算公式	34
1.3.6 物体的摩擦因数	12	1.5.8 截面的几何特性	38
1.3.7 机械传动和轴承的效率值	13		
1.3.8 常用金属材料的硬度	13		

第2章 常用工程材料

2.1 黑色金属材料	42	2.2.2 铝和铝合金	77
2.1.1 结构钢	42	2.3 常用塑料	82
2.1.2 特殊用途钢	56	2.3.1 常用热塑性塑料的特性及应用	82
2.1.3 铸钢、铸铁	69	2.3.2 常用热固性塑料的特性及应用	84
2.2 常用有色金属材料	72	2.3.3 常用塑料选用	85
2.2.1 铜和铜合金	72	2.4 复合材料	85

第3章 设计常用标准和规范

3.1 机械制图常用标准	87	3.1.5 装配图中零、部件序号及编排方法(GB/T 4458.2—2003)	90
3.1.1 图框格式和图幅尺寸(GB/T 14689—2008)	87	3.1.6 尺寸注法(GB/T 4458.4—2003)	91
3.1.2 标题栏(GB/T 10609.1—2008)和明细栏(GB/T 10609.2—2009)	88	3.1.7 常用零件的规定画法	99
3.1.3 比例(GB/T 14690—1993)和线型(GB/T 4457.4—2002)	88	3.1.8 机构运动简图符号(GB/T 4460—2013)	111
3.1.4 剖面符号(GB/T 4457.5—2013)	89	3.2 公差与配合	113
		3.2.1 标准公差和基本偏差	113

3.2.2 孔、轴的极限偏差	115	3.6 常用焊接工艺性规范	193
3.2.3 未注公差线性尺寸和角度尺寸 的一般公差	168	3.6.1 焊接方法及其应用	193
3.2.4 基孔制与基轴制的优先、常用 配合	168	3.6.2 焊接结构的设计原则	193
3.2.5 圆锥公差与配合	169	3.6.3 焊接材料及选择	194
3.2.6 过盈配合的计算和选用	171	3.6.4 常用金属的焊接性	197
3.3 几何公差	173	3.6.5 焊缝	198
3.3.1 几何公差的符号	173	3.6.6 焊接件的几何尺寸公差和形位 公差	207
3.3.2 几何公差的数值及应用	174	3.6.7 焊接质量检验	208
3.3.3 几种主要加工方法的几何公差 等级	177	3.7 机加工常用规范	209
3.3.4 几何公差的应用	177	3.7.1 标准尺寸	209
3.4 表面粗糙度	178	3.7.2 角度的标准系列	210
3.4.1 表面粗糙度的主要参数	178	3.7.3 圆锥的锥度和锥角	210
3.4.2 表面粗糙度常用符号及其标注法	180	3.7.4 中心孔配合	211
3.4.3 几种主要加工方法得到的表面 粗糙度	182	3.7.5 越程槽尺寸	213
3.5 常用热处理规范	183	3.7.6 表面的圆角半径和倒角尺寸	214
3.5.1 常用热处理工艺代号	183	3.7.7 零件的倒圆与倒角	215
3.5.2 零件工作图应注明的热处理要求	185	3.7.8 齿轮滚刀外径、弧形键槽铣刀 外径尺寸	216
3.5.3 常用零件的热处理实例	186	3.7.9 齿轮加工退刀槽	216
3.5.4 热处理零件结构设计的注意事项	186	3.7.10 直齿三面刃铣刀尺寸	217
		3.7.11 滚花	217
		3.7.12 球面半径	217

第4章 零件结构加工工艺性

4.1 铸件结构加工工艺性	218	冲孔连皮尺寸	225
4.1.1 常用铸件的性能和特点	218	4.2.5 胎模锻和自由锻锤上模模锻的筋 高宽比	225
4.1.2 铸件最小壁厚	219	4.2.6 扁钢辗成圆柱形端尺寸	226
4.1.3 铸造外壁、内壁与筋的厚度	219	4.2.7 圆钢锤扁尺寸	226
4.1.4 铸造斜度	219	4.3 冷冲压件结构加工工艺性	227
4.1.5 铸造外圆角	220	4.3.1 冲压材料和冲压方法的选用	227
4.1.6 铸造内圆角	221	4.3.2 冲孔的位置和最小可冲孔尺寸	227
4.1.7 最小铸孔	221	4.3.3 最小弯曲圆角半径	227
4.1.8 铸造公差	221	4.3.4 翻孔尺寸及其距离边缘的 最小值	228
4.1.9 壁厚过渡尺寸	222	4.3.5 常用最小冲裁圆角半径	228
4.2 锻件结构加工工艺性	223	4.3.6 冲裁最小尺寸	229
4.2.1 常用锻造方法和材料成形特点	223	4.4 常用塑料件结构加工工艺性	229
4.2.2 胎模锻和自由锻锤上固定模模锻的 圆角半径	224	4.4.1 塑料件设计的一般规范	229
4.2.3 胎模锻和自由锻锤上固定模模锻的 模锻斜度	225	4.4.2 塑料件的尺寸公差	233
4.2.4 胎模锻和自由锻锤上固定模模锻的			

第5章 螺纹连接

5.1 螺纹及螺纹连接的分类和选用	235	5.1.1 普通螺纹	236
-------------------------	-----	------------------	-----

5.1.2 梯形螺纹	242	5.2.6 扳手空间	254
5.1.3 锯齿形螺纹	243	5.3 常用螺纹连接件	256
5.1.4 矩形螺纹	251	5.3.1 螺栓	256
5.2 螺纹零件的结构要素	251	5.3.2 螺母	262
5.2.1 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、 倒角	251	5.3.3 螺柱	280
5.2.2 普通螺纹内、外螺纹余留长度， 钻孔余留深度	252	5.3.4 螺钉	282
5.2.3 紧固件通孔及螺栓、螺钉通孔和 沉孔的尺寸	253	5.3.5 垫圈	293
5.2.4 粗牙螺纹、螺钉的拧入深度、 攻螺纹深度和钻孔深度	253	5.3.6 挡圈	305
5.2.5 地脚螺栓孔和凸缘尺寸	254	5.4 螺纹连接设计计算	312
		5.4.1 螺纹连接常用材料的力学性能 等级	312
		5.4.2 螺纹连接类型及防松方法	314
		5.4.3 螺栓连接的受力分析与强度计算	316

第6章 键、花键、销及过盈连接

6.1 键连接	318	6.2.3 花键连接的尺寸、公差配合	331
6.1.1 键连接的类型、特点及应用	318	6.3 销连接	333
6.1.2 键的选择与键连接的强度计算	319	6.3.1 销连接的类型、特点及应用	333
6.1.3 键连接的尺寸、公差配合和表面 粗糙度	320	6.3.2 销的选择和销连接的强度计算	334
6.2 花键连接	330	6.3.3 常用标准销	334
6.2.1 花键连接的类型、特点及应用	330	6.4 过盈连接	341
6.2.2 花键连接的强度计算	330	6.4.1 过盈连接的方法、特点和应用	341
		6.4.2 过盈连接的设计与计算	341

第7章 带传动

7.1 带传动的特点与设计	343	7.2.3 V带传动的设计	351
7.1.1 带传动的类型、特点及应用	343	7.3 同步带传动	361
7.1.2 带传动设计的一般内容	345	7.3.1 同步带的类型和标记	361
7.2 V带传动	348	7.3.2 梯形同步带的规格尺寸	361
7.2.1 基准宽度和有效宽度制	348	7.3.3 梯形同步齿形带的性能	362
7.2.2 尺寸规格	348	7.3.4 同步带传动的设计	362

第8章 链传动

8.1 链传动的特点与应用	366	8.4.1 链轮材料及热处理	380
8.2 滚子链	367	8.4.2 链轮结构	381
8.2.1 滚子链的基本参数和尺寸	367	8.4.3 链轮图例	382
8.2.2 滚子链传动设计计算	369	8.5 链传动的布置、张紧及润滑	383
8.3 齿形链	373	8.5.1 链传动的布置	383
8.3.1 齿形链的规格和尺寸	373	8.5.2 链传动的张紧	383
8.3.2 齿形链传动设计计算	376	8.5.3 链传动的润滑方法	384
8.4 链轮	380		

第9章 齿轮传动

9.1 齿轮传动的类型、特点及应用	386	9.2 渐开线圆柱齿轮传动	387
-------------------------	-----	---------------------	-----

9.2.1	渐开线圆柱齿轮模数系列	387
9.2.2	渐开线圆柱齿轮传动设计	387
9.2.3	齿轮的材料、效率和润滑	395
9.2.4	圆柱齿轮的结构	396
9.2.5	渐开线圆柱齿轮精度	398
9.2.6	渐开线圆柱齿轮图例	416

9.3	直齿锥齿轮传动	418
9.3.1	直齿锥齿轮的模数系列	418
9.3.2	锥齿轮传动设计	418
9.3.3	锥齿轮的结构	422
9.3.4	锥齿轮传动的精度	424
9.3.5	锥齿轮图例	426

第10章 蜗杆传动

10.1	圆柱蜗杆基本设计	429
10.1.1	普通圆柱蜗杆传动主要设计参数	429
10.1.2	普通圆柱蜗杆传动的承载能力计算	435
10.1.3	蜗杆及蜗轮常用材料	436
10.2	圆柱蜗杆传动精度数据	437

10.2.1	圆柱蜗杆传动的精度等级及应用	437
10.2.2	对蜗轮副的检验要求	438
10.2.3	各项公差和极限偏差	439
10.3	润滑及润滑剂	443
10.4	图例	444

第11章 轴

11.1	轴的常用材料及其性能	446
11.2	轴的结构设计	449
11.2.1	零件在轴上的定位和固定	449
11.2.2	轴的加工和装配工艺性	451
11.2.3	轴的典型结构示例	451
11.3	轴的强度计算	452

11.3.1	按扭转强度或刚度计算	452
11.3.2	按弯扭合成强度计算	453
11.3.3	精确强度校核计算	454
11.4	轴的刚度计算	456
11.5	图例	457

第12章 联轴器和离合器

12.1	联轴器	458
12.1.1	联轴器轴孔和连接形式	458
12.1.2	刚性联轴器	461
12.1.3	非金属弹性元件的挠性联轴器	465
12.1.4	金属弹性元件挠性联轴器	467
12.1.5	安全联轴器	469
12.2	离合器	470

12.2.1	摩擦离合器	470
12.2.2	牙嵌离合器	472
12.2.3	超越离合器	475
12.2.4	牙嵌式电磁离合器	478
12.2.5	安全离合器	479
12.2.6	ALY 液压安全离合器	481

第13章 滚动轴承

13.1	常用滚动轴承的类型、特点及应用	483
13.1.1	滚动轴承的类型	483
13.1.2	滚动轴承的代号	484
13.1.3	常用滚动轴承的类型选择	488
13.2	滚动轴承的承载能力计算	488
13.2.1	基本概念	488
13.2.2	滚动轴承寿命计算	489
13.3	滚动轴承的组合设计	491

13.3.1	轴承的安装方式与支撑结构	491
13.3.2	滚动轴承的公差与配合	492
13.3.3	滚动轴承的润滑和密封	494
13.4	常用滚动轴承主要尺寸和性能	495
13.4.1	深沟球轴承	495
13.4.2	角接触球轴承	497
13.4.3	圆柱滚子轴承	499
13.4.4	圆锥滚子轴承	501
13.5	滚动轴承的寿命计算实例	503

第14章 滑动轴承

14.1 常用数据	504	实例	507
14.1.1 滑动轴承的类型和应用特点	504	14.2.3 轴向推力滑动轴承	508
14.1.2 一般设计资料	504	14.3 常用轴承材料及性能	509
14.2 滑动轴承的设计	506	14.4 滑动轴承座结构	511
14.2.1 动压润滑径向滑动轴承	506	14.5 润滑方式和润滑剂的选择	514
14.2.2 混合润滑径向滑动轴承计算			

第15章 弹簧

15.1 常用弹簧的主要类型	516	的设计	527
15.2 普通圆柱螺旋弹簧	517	15.4.1 几何参数计算	527
15.2.1 圆柱螺旋弹簧的基本参数	517	15.4.2 强度计算	527
15.2.2 圆柱螺旋弹簧的标准尺寸系列		15.4.3 压缩(拉伸)弹簧的刚度和	
(摘自 GB/T 1358—1993)	519	变形计算	528
15.2.3 圆柱螺旋弹簧的端部结构	519	15.4.4 压缩弹簧的稳定性校核	528
15.3 常用弹簧材料	522	15.4.5 弹簧的强度校核	529
15.3.1 常用弹簧材料及其应用特点	522	15.4.6 弹簧的振动校核	530
15.3.2 常用弹簧钢丝的力学性能	523	15.5 圆柱螺旋扭转弹簧的设计	530
15.3.3 弹簧材料的许用应力	525	15.5.1 扭转弹簧的强度计算	530
15.3.4 弹簧丝工作极限应力的选取		15.5.2 扭转弹簧的变形量与刚度计算	530
原则	526	15.5.3 扭转弹簧其他参数的确定	531
15.4 圆柱螺旋压缩(拉伸)弹簧			

第16章 润滑与密封

16.1 润滑剂	532	16.2.1 机械设备常见润滑方式	540
16.1.1 润滑脂	532	16.2.2 常见润滑装置	541
16.1.2 润滑油	533	16.3 密封	544
16.1.3 固体润滑剂	537	16.3.1 常用密封类型	544
16.1.4 添加剂	538	16.3.2 常用密封材料	545
16.1.5 润滑剂的选用原则	540	16.3.3 常用密封装置	546
16.2 润滑方式及润滑装置	540		

第17章 常用液压元件

17.1 基础标准	559	17.1.6 液压泵站油箱公称容量系列	
17.1.1 液压系统及常用元件的公称压力系列		(JB/T 7938—2010)	561
(GB/T 2346—2003)	559	17.1.7 液压系统用硬管外径和软管外径	
17.1.2 液压泵及液压马达公称排量系列		(GB/T 2351—2005)	561
(GB/T 2347—1980)	559	17.1.8 液压阀油口、底板、控制装置和	
17.1.3 液压缸内径及活塞外径系列		电磁铁的标识 (GB/T 17490—	
(GB/T 2348—1993)	560	1998)	561
17.1.4 液压缸活塞行程系列		17.2 液压传动系统的形式与选用	562
(GB/T 2349—1980)	560	17.2.1 液压传动系统的形式和设计	
17.1.5 液压元件的油口螺纹连接尺寸		步骤	562
(GB/T 2878—2011)	561	17.2.2 液压件的选择	563

17.3 液压泵和液压马达	564	17.4.2 液压缸的安装方式	570
17.3.1 液压泵和液压马达的类型	564	17.4.3 液压缸的主要技术参数的计算	570
17.3.2 液压泵和液压马达的选用	566	17.4.4 液压缸的设计选用	575
17.4 液压缸	568	17.5 控制阀	576
17.4.1 液压缸的分类	568		

第18章 减速器

18.1 常用减速器简介	581	18.2.5 零件工作图的设计	603
18.1.1 常用减速器的类型、特点及应用	581	18.2.6 编写设计计算说明书	607
18.1.2 常见的减速器结构	582	18.2.7 减速器参考图例	607
18.2 减速器设计指导	586	18.3 减速器设计参数	618
18.2.1 传动装置的总体设计	586	18.3.1 圆柱齿轮减速器的标准中心距	618
18.2.2 传动零件的设计计算	590	18.3.2 减速器主要零件的公差配合	619
18.2.3 减速器装配草图的设计	591	18.3.3 减速器的润滑与密封	619
18.2.4 减速器装配图的设计	601	18.3.4 减速器附件	624

第19章 电动机

19.1 电动机的分类及用途	630	异步电动机	641
19.1.1 电动机的分类	630	19.3.3 YR (IP23) 系列防护式绕线型三相异步电动机	646
19.1.2 常用电动机的特点及用途	632	19.3.4 YR (IP44) 三相封闭式绕线转子异步电动机	647
19.2 电动机的选择	635	19.3.5 YCJ 系列齿轮减速异步电动机	650
19.2.1 选择电动机的基本原则和方法	635	19.3.6 YX 系列高效三相异步电动机	651
19.2.2 电动机类型的选择	636	19.3.7 YH 系列高转差率三相异步电动机	652
19.2.3 电动机额定电压的选择	636	19.3.8 YEJ 系列电磁制动三相异步电动机	654
19.2.4 电动机额定转速的选择	637	19.3.9 电动机轴的中心高度	655
19.2.5 电动机容量的选择	637	19.3.10 步进电动机	655
19.3 常用电动机规格	638		
19.3.1 Y 系列 (IP23) 防护式笼型三相异步电动机	638		
19.3.2 Y 系列 (IP44) 封闭式笼型三相异步电动机	638		

参考文献

第1章

常用资料和力学公式

1.1 常用标准代号

1.1.1 国内标准代号

国家标准分为强制性国标（GB）和推荐性国标（GB/T）。国家标准的编号由国家标准的代号、国家标准发布的顺序号和国家标准发布的年号（采用发布年份的后两位数字）构成。强制性国标是保障人体健康、人身、财产安全的标准和法律及行政法规规定强制执行的国家标准；推荐性国标是指生产、交换、使用等方面，通过经济手段或市场调节而自愿采用的国家标准。

《中华人民共和国标准化法》将我国标准分为国家标准、行业标准、地方标准、企业标准四级。常用标准代号见表 1-1。

表 1-1 常用国家标准代号

代号	标准名称	代号	标准名称
GB	强制性国家标准	GJB	国家军事标准
GB/T	推荐性国家标准	GBn	国家内部标准
GBJ	国家工程建设标准	GSB	国家实物标准
GBW	国家卫生标准	GB/Z	国家标准化指导性技术文件
BB	包装行业标准	CB	船舶行业标准
CH	测绘行业标准	CJ	城镇建设行业标准
DB	地震行业标准	DL	电力行业标准
DZ	地质矿业行业标准	EJ	核工业行业标准
FZ	纺织行业标准	GA	公共安全行业标准
HB	航空行业标准	HG	化工行业标准
HJ	环境保护行业标准	JB	机械行业标准
JC	建材行业标准	JG	建筑工业行业标准
JT	交通行业标准	LD	劳动和劳动安全行业标准
LY	林业行业标准	MH	民用航空行业标准
SC	水产行业标准	SH	石油化工行业标准
SJ	电子行业标准	SY	石油天然气行业标准

1.1.2 常用国际标准代号

常用国际标准代号见表 1-2。

表 1-2 常用国际标准代号

代号	标准名称	代号	标准名称
ISO	国际标准化组织标准	CSA	加拿大标准协会标准
IEC	国际电工委员会标准	DIN	德国标准协会标准
OIML	国际法定计量组织标准	BS	英国标准协会标准
CEN	欧洲标准化委员会标准	NF	法国标准协会标准
ANSI	美国标准协会标准	SNV	瑞士标准协会标准
ASME	美国机械工程师协会标准	SFS	芬兰标准协会标准
ASTM	美国材料试验协会标准	SIS	瑞典标准协会标准
AGMA	美国齿轮制造业协会标准	NBN	比利时标准协会标准
AWS	美国焊接工程协会标准	NS	挪威标准协会标准
SAE	美国自动车工程师协会标准	ON	奥地利标准协会标准
JIS	日本工业规格协会标准	CNS	中国台湾中央标准局标准
JSME	日本机械学会标准	KS	韩国标准协会标准
JEM	日本电机工业会标准	MS	马来西亚标准协会标准
JGMA	日本齿车工业会标准	SS	新加坡标准及工业研究所标准
JASO	日本自动车标准组织标准	AS	澳洲标准协会标准

1.2 常用计量单位及换算

1.2.1 法定计量单位

法定计量单位是强制性的，各行业、各组织都必须遵照执行，以确保单位的一致。

(1) 国际单位制（SI）单位

国际单位制（SI）的基本单位见表 1-3。

表 1-3 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

(2) 国际单位制的辅助单位

国际单位制的辅助单位见表 1-4。

表 1-4 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) 导出单位

在选定了基本单位和辅助单位之后，按物理量之间的关系，由基本单位和辅助单位以相乘或相除的形式所构成的单位称为导出单位（表 1-5）。

表 1-5 导出单位

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示实例
频率	赫[兹]	Hz	s ⁻¹
力,重力	牛[顿]	N	kg·m/s ²

续表

量的名称	单位名称	单位符号	其他表示实例
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	N/m ²
能[量],功,热量	焦[耳]	J	N·m
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	J/s
电荷[量]	库[仑]	C	A·s
电位,电压,电动势,(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·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	°C	K
光通量	流[明]	lm	cd·sr
[光]照度	勒[克斯]	lx	lm/m ²

(4) 我国常用法定计量单位

我国的法定计量单位是以国际单位制(SI)为基础并选用少数其他单位制的计量单位来组成的。国家选定的非国际单位制单位见表1-6。

表 1-6 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	1min=60s
	[小]时	h	1h=60min=3600s
	天(日)	d	1d=24h=86400s
平面角	[角]秒	([″])	1 [″] =($\pi/648000$)rad(π 为圆周率)
	[角]分	([′])	1 [′] =60 [″] =($\pi/10800$)rad
	度	([°])	1 [°] =60 [′] =($\pi/180$)rad
旋转速度	转每分	r/min	1r/min=(1/60)r/s
长度	海里	n mile	1n mile=1852m(只用于航程)
速度	节	kn	1kn=1n mile/h =(1852/3600)m/s(只用于航程)
质量	吨	t	1t=1000kg
	原子质量单位	u	1u $\approx$ 1.6605655 $\times$ 10 ⁻²⁷ kg
体积	升	L,(l)	1L=1dm ³ =10 ⁻³ m ³
能	电子伏	eV	1eV $\approx$ 1.6021892 $\times$ 10 ⁻¹⁹ J
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	1tex=1g/km

(5) 用于构成十进倍数和分数单位的词头

用于构成十进倍数和分数单位的 SI 词头见表1-7。

表 1-7 用于构成十进倍数和分数单位的 SI 词头表

因数	词头名称		符号	因数	词头名称		符号
	英文	中文			英文	中文	
10 ¹⁸	exa	艾[可萨]	E	10 ⁻¹	deci	分	d
10 ¹⁵	peta	拍[它]	P	10 ⁻²	centi	厘	c
10 ¹²	tera	太[拉]	T	10 ⁻³	milli	毫	m
10 ⁹	giga	吉[咖]	G	10 ⁻⁶	micro	微	μ
10 ⁶	mega	兆	M	10 ⁻⁹	nano	纳[诺]	n
10 ³	kilo	千	k	10 ⁻¹²	pico	皮[可]	p
10 ²	hecto	百	h	10 ⁻¹⁵	femto	飞[母托]	f
10 ¹	deca	十	da	10 ⁻¹⁸	atto	阿[托]	a

1.2.2 常用物理量符号及其法定单位

常用物理量符号及其法定单位见表 1-8。

表 1-8 常用物理量符号及其法定单位

类别	量的名称	量的符号	单位的名称	单位的符号
时间和空间	[平面]角	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \varphi$	弧度	rad
	立体角	Ω	球面度	sr
	长度	l, L	米	m
	半径	r, R	米	m
	直径	d, D	米	m
	距离	s	米	m
	面积	A, S	平方米	m ²
	体积	V	立方米	m ³
	时间	T	秒	s
	角速度	ω	弧度每秒	rad/s
	角加速度	ϵ	弧度每二次方秒	rad/s ²
	速度	v, u	米每秒	m/s
	加速度	a	米每二次方秒	m/s ²
	重力加速度	g	米每二次方秒	m/s ²
周期及有关现象	周期	T	秒	s
	频率	f	赫[兹]	Hz
	角频率	ω	弧度每秒	rad/s
	波长	λ	米	m
力学	质量	m	千克(公斤)	kg
	密度	ρ	千克每立方米	kg/m ³
	质量体积	v	立方米每千克	m ³ /kg
	动量	p	千克米每秒	kg·m/s
	动量矩	L	千克二次方米每秒	kg·m ² /s
	转动惯量	J	千克二次方米	kg·m ²
	力	F	牛[顿]	N
	重力	W	牛[顿]	N
	力矩	M	牛[顿]米	N·m
	转矩	M, T	牛[顿]米	N·m
	压力	p	帕[斯卡]	Pa
	正应力	σ	帕[斯卡]	Pa
	切应力	τ	帕[斯卡]	Pa
	线应变	ϵ		
	切应变	γ		
	泊松比	μ, ν		
	弹性模量	E	帕[斯卡]	Pa
	体积压缩率	κ	每帕[斯卡]	Pa ⁻¹
	惯性矩	I	四次方米	m ⁴
	极惯性矩	I_p	四次方米	m ⁴
	截面系数	W, Z	三次方米	m ³
	静摩擦因数	μ_s, f_s		
	动摩擦因数	μ, f		
	黏度	η, μ	帕[斯卡]秒	Pa·s
	运动黏度	ν	二次方米每秒	m ² /s
	功	W	焦[耳]	J
	动能	E_k	焦[耳]	J
	势能	E_p	焦[耳]	J
	功率	P	瓦[特]	W
	质量流量	q_m	千克每秒	kg/s
	体积流量	q_v	立方米每秒	m ³ /s

续表

类别	量的名称	量的符号	单位的名称	单位的符号
热学	温度	t	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$
	膨胀系数	α	每开[尔文]	K^{-1}
	热量	Q	焦[耳]	J
	热流量	Φ	瓦[特]	W
	热导率	λ	瓦[特]每米开[尔文]	$\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$
	传热系数	K	瓦[特]每平方米开[尔文]	$\text{W}/(\text{m}^2 \cdot \text{K})$
	比热容	C	焦[耳]每千克开[尔文]	$\text{J}/(\text{kg} \cdot \text{K})$
	熵	S	焦[耳]每开[尔文]	J/K
电磁学	热扩散率	α	平方米每秒	m^2/s
	电流	I	安[培]	A
	电荷	Q	库[仑]	C
	电场强度	E	伏[特]每米	V/m
	电位势	V	伏[特]	V
	电动势	E	伏[特]	V
	电通量	Ψ	库[仑]	C
	电容	C	法[拉]	F
	介电常数	ε	法[拉]每米	F/m
	电流密度	J	安[培]每平方米	A/m^2
	电阻	R	欧[姆]	Ω
	(复数)阻抗	Z	欧[姆]	Ω
	电阻率	ρ	欧[姆]米	$\Omega \cdot \text{m}$
	自感	L	亨[利]	H
	互感	M	亨[利]	H
	磁场强度	H	安[培]每米	A/m
	磁通势	F	安[培]	A
	磁通密度	B	特[斯拉]	T
	磁通量	Φ	韦[伯]	Wb
	磁导率	μ	亨[利]每米	H/m
	磁化强度	M, H_i	特[斯拉]	T
	磁阻	R_m	每亨[利]	H^{-1}
	磁导	$A, (P)$	亨[利]	H
光学	辐射量(能)	Q, W	焦[耳]	J
	辐射功率	W	瓦[特]	W
	辐射强度	I	瓦[特]每球面度	W/sr
	光通量	$\Phi, (\Phi_v)$	流[明]	lm
	光量	$Q, (Q_v)$	流[明]秒	$\text{lm} \cdot \text{s}$
	发光强度	$I, (I_v)$	坎[德拉]	cd
	[光]亮度	$L, (L_v)$	坎[德拉]每平方米	cd/m^2
	[光]照度	$E, (E_v)$	勒[克斯]	lx
声学	曝光量	H	勒[克斯]秒	$\text{lx} \cdot \text{s}$
	声压	p	帕[斯卡]	Pa
	声速	c	米每秒	m/s
	声能密度	W	焦[耳]每立方米	J/m^3
	声强	I	瓦[特]每平方米	W/m^2
	声阻抗	Z_a	帕[斯卡]秒每立方米	$\text{Pa} \cdot \text{s}/\text{m}^3$
	声功率级	L_w	贝[尔]	B
	声压级	L_p	贝[尔]	B
	声强级	L_I	贝[尔]	B
	隔声量	R	贝[尔]	B

1.2.3 常用计量单位及换算

(1) 长度单位换算

长度单位换算见表 1-9。

表 1-9 长度单位换算

公里 (km)	米 (m)	厘米 (cm)	(市)里	尺	寸	英里 (mile)	英尺 (ft)	英寸 (in)
1	1000		2	3000		0.6214	3280.8	
0.001	1	100		3	30		3.2808	39.37
	0.01	1		0.03	0.3		0.0328	0.3937
0.5	500		1	1500		0.3107	1640.4	
	0.3333	33.333		1	10		1.0936	13.123
		3.333		0.1	1		0.1093	1.3123
1.6093	1609.3		3.2187	4828		1	5280	
	0.3048	30.48		0.9144	9.144		1	12
	0.0254	2.54		0.0762	0.762		0.0833	1

(2) 面积单位换算

面积单位换算见表 1-10。

表 1-10 面积单位换算

公顷 (ha)	平方米 (m ²)	平方厘米 (cm ²)	亩	市分	市厘	英亩	平方英尺 (ft ²)	平方英寸 (in ²)	町(日)	步(坪)
1	10000		15	150	1500	2.471	107639		1.008	
0.0001	1	10000	0.0015	0.015	0.15		10.7639	1550		0.3025
	0.0001	1					0.00108	0.155		0.00003
0.0667	666.7		1	10	100	0.1647	7176		0.0672	201.646
	66.67		0.1	1	10	0.016	717.6		0.007	20.16
	6.667	66667	0.01	0.1	1	0.0016	7.97	10333		2.016
0.4047	4046.8		6.07	60.7	607	1	43560		0.408	1224
	0.0929	929.03			0.014		1	144		0.0281
		6.4516					0.0069	1		
0.9917	9917.35		14.87	148.7	1487	2.4506			1	3000
	3.3058	33057.9		0.05	0.496		35.5832	5123.98	0.0033	1

(3) 容积单位换算

容积单位换算见表 1-11。

表 1-11 容积单位换算

立方米 (m ³)	升 (L)	立方厘米 (cm ³)	立方尺	立方寸	英加仑 (Imp. gal)	美加仑(液) (U. S. gal)	立方英尺 (ft ³)	立方英寸 (in ³)
1	1000		27	27000	220.09	264.2	35.315	61030
0.001	1	1000	0.027	27	0.2201	0.2642		
	0.001	1		0.027				0.061
0.037	37.037	37037	1	1000	8.1515	9.7841	1.3079	2253
	0.037	37.037	0.001	1	0.0081	0.0098	0.0013	2.253
0.0045	4.5437	4543.7	0.1227	122.7	1	1.2003	0.1605	277.27
0.0038	3.7854	3785.4	0.1022	102.2	0.8331	1	0.1338	231
0.0283	28.317	28317	0.7646	764.6	6.2305	7.4805	1	1728
	0.0164	16.3871		0.443				1

注：1 美加仑(干)=268.8 立方英寸=0.125 美蒲式耳；1 英加仑=0.125 英蒲式耳。

(4) 质量单位换算

质量单位换算见表 1-12。

表 1-12 质量单位换算

吨(t)	千克(kg)	克(g)	(市)担	斤	两	英吨(tn)	美吨(sh·tn)	磅(lb)	盎司(oz)
1	1000		20	2000		0.9842	1.1023	2204.6	
	1	1000		2	20			2.2046	35.274
	0.001	1		0.002	0.02				0.0353
0.05	50		1	100	1000	0.0492		110.23	
	0.5	500	0.01	1	10			1.1023	17.637
	50			0.1	1			0.1102	1.7637
1.0161	1016.05		20.321	2032.1		1	1.12	2240	
0.9072	907.19		18.144	1814.4		0.8929	1	2000	
	0.4536	453.59		0.9072	9.072			1	16
	0.0284	28.35						0.0625	1

(5) 力的单位换算

力的单位换算见表 1-13。

表 1-13 力的单位换算

牛顿(N)	千牛顿(kN)或斯坦(sn)	达因(dyn)	千克力(kgf)	磅力(lbf)
1	10^{-3}	10^5	0.10197	0.22481
10^3	1	10^8	101.97	224.81
10^{-5}	10^{-8}	1	1.02×10^{-6}	2.25×10^{-6}
9.80665	9.81×10^{-3}	980665	1	2.2046
4.4483	4.45×10^{-3}	444830	0.4536	1

(6) 压力和应力单位换算

压力和应力单位换算见表 1-14。

表 1-14 压力和应力单位换算

帕[斯卡](Pa) 或牛[顿]每 平方米(N/m ²)	巴 (bar)	标准大气 压(atm)	工程大气压(at) 或千克力每平方 厘米(kgf/cm ²)	毫米汞柱 (mmHg)或 托(Torr)	毫米水柱 (mmH ₂ O)	磅力每平方 英寸(lbf/in ²)	英寸水柱 (inH ₂ O)
1	10^{-5}	9.87×10^{-6}	1.02×10^{-5}	7.5×10^{-3}	0.101974	1.45×10^{-4}	4.015×10^{-3}
10^5	1	0.98692	1.01972	750.06	10197.4	14.50365	401.46
101325	1.01325	1	1.03323	760	10332.56	14.69582	406.73
98066.5	0.98067	0.96784	1	735.57	10000.28	14.2232	393.71
133.3224	0.00133	0.00132	0.00136	1	13.6	0.01934	0.5354
9.806375	9.81×10^{-5}	9.68×10^{-5}	10^{-4}	0.0736	1	0.00142	0.03937
6894.82	0.06895	0.06805	0.07031	51.71	703.1	1	27.681
249.08	0.00249	0.00246	0.00254	1.868	25.4	0.03613	1

(7) 功、能及热量单位换算

功、能及热量单位换算见表 1-15。

表 1-15 功、能及热量单位换算

焦[耳] (J)	千克力米 (kgf·m)	千瓦时 (kW·h)	米制马力时 (PS·h)	国际蒸汽 表千卡 (kcal _{IT})	热化学千卡 (kcal _{th})	20℃千卡 (kcal ₂₀)	15℃千卡 (kcal ₁₅)	英热单位 (Btu)
1	0.1019716	2.777778×10^{-7}	3.776727×10^{-7}	2.388459×10^{-4}	2.390057×10^{-4}	2.3914×10^{-4}	2.3892×10^{-4}	9.47814×10^{-4}
9.80665	1	2.724069×10^{-6}	3.703704×10^{-6}	2.342278×10^{-3}	2.343846×10^{-3}	2.3452×10^{-3}	2.3430×10^{-3}	9.29489×10^{-3}