

学生版

简明机械设计手册

于惠力 于霁厚 编著



学生版简明机械设计手册

于惠力 于霁厚 编著



机械工业出版社

《学生版简明机械设计手册》介绍了从事机械设计所必须的常用数据和资料、常用标准和规范、常用材料、公差配合与表面粗糙度、螺纹连接、键连接、销连接、铆接、焊接、胶接、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器、减速器、电动机等内容，并附有相应的设计计算实例，融设计手册与通用机械零部件设计计算方法为一体。本手册实用性强，内容全面，通用性好，涉及的标准全部为最新国家标准，是一部简明的机械设计工具书。

本手册可供各类工科院校相关专业的学生进行课程设计和毕业设计时参考使用，也适合从事机械设计的工程技术人员作为工具书，还适合生产第一线的操作人员使用。

图书在版编目 (CIP) 数据

学生版简明机械设计手册/于惠力, 于霁厚编著. —北京: 机械工业出版社, 2013. 11

ISBN 978-7-111-44095-6

I. ①学… II. ①于…②于… 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 (2013) 第 222099 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: 黄丽梅 责任编辑: 黄丽梅 版式设计: 霍永明

责任校对: 张晓蓉 封面设计: 陈 沛 责任印制:

印刷厂印刷

2014 年 2 月第 1 版第 1 次印刷

184mm × 260mm · 41.25 印张 · 1050 千字

0001— 册

标准书号: ISBN 978-7-111-44095-6

定价: 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

目前出版的各种各样的机械设计手册很多，但大多数手册内容偏多、涵盖面过宽。如何编写一本融机械设计手册与通用机械设计计算方法为一体、涵盖各种通用的机械零部件设计规范及现行标准的简明设计手册，满足机械设计工作者尤其是满足工科院校学生课程设计和毕业设计的需要，是我们编写本手册的初衷。结合编者多年来从事教学和科研的实践，从内容选择方面尽量做到精选内容、及时更新、实用性强、通用性好；在编写方法方面尽量做到通俗易懂、启发思考、增加设计实例、利于读懂。本书涉及的标准全部为最新国家标准。

全书共分 24 章，主要包括：机械设计常用数据和资料、常用标准和规范、常用材料、公差与配合、形状和位置公差、表面粗糙度、螺纹连接、键连接、销连接、铆接、焊接、粘接、带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动、轴、滚动轴承、滑动轴承、联轴器、离合器、减速器、Y 系列三相异步电动机及设计实例等内容。

本手册可供各类工科院校相关专业的学生进行课程设计和毕业设计时参考使用，也适合从事机械设计的工程技术人员作为工具书使用，还适合生产第一线的操作人员使用。

本手册由于惠力和于霁厚编著，同时还借鉴了许多同行编写的优秀教材、著作和手册，在此向他们一并表示衷心的感谢。

由于编者水平有限，时间仓促，错误和不妥之处在所难免，诚恳地希望广大读者对书中的错误和欠妥之处提出批评指正。

编 者

目 录

前言

第 1 章 常用数据和资料 1

1 常用标准代号 1

1.1 国内部分标准代号 1

1.2 国外部分标准代号 2

2 常用计量单位及换算 2

2.1 法定计量单位 2

2.1.1 国际单位制的基本单位 2

2.1.2 导出单位 2

2.1.3 我国常用法定计量单位 3

2.1.4 用于构成十进倍数和分数单位的 SI 词头 4

2.2 常用计量单位及换算 4

3 常用数据 5

3.1 常用材料弹性模量及泊松比 5

3.2 各种硬度值对照表 6

3.3 材料线胀系数 6

3.4 常用材料的密度 7

3.5 常用材料的摩擦因数 7

3.6 机械传动效率和传动比范围 8

3.7 常用材料极限强度的近似关系 9

3.8 常用金属材料的熔点、比热容和 热导率 10

第 2 章 常用标准和规范 11

1 机械制图常用标准 11

1.1 图框格式和图幅尺寸 11

1.2 标题栏和明细栏 12

1.3 比例和线型 14

1.4 剖面符号 15

1.5 装配图中零、部件序号及其 编排方法 15

1.6 尺寸标注 16

1.7 机械运动简图符号 18

1.8 常用零件的规定画法 20

1.8.1 螺纹及螺纹紧固件表示法 20

1.8.2 齿轮、蜗轮的画法 23

1.8.3 花键的画法 25

1.8.4 滚动轴承表示法 26

1.8.5 弹簧的画法 27

2 零部件冷加工工艺性常用标准及规范 27

2.1 标准尺寸 27

2.2 配合表面的圆角半径和倒角尺寸 28

2.3 优先数和优先数列 29

2.4 圆锥的锥度和锥角 30

2.5 中心孔 31

2.6 越程槽尺寸 32

2.7 角度的标准系列 34

2.8 零件的倒圆与倒角 34

2.9 齿轮滚刀外径、弧形键槽铣刀外径 尺寸 35

2.10 齿轮加工退刀槽 36

2.11 直齿三面刃铣刀尺寸 36

2.12 滚花 37

2.13 球面半径 37

3 铸件工艺性常用标准和规范 38

3.1 铸件最小壁厚 38

3.2 最小铸孔 38

3.3 铸造斜度 38

3.4 壁厚过渡尺寸 39

3.5 铸造外圆角 39

3.6 铸造内圆角及过渡尺寸 40

3.7 铸造外壁、内壁与筋的厚度 40

3.8 加强筋 40

4 锻造和冲压设计工艺性常用标准及 规范 41

4.1 胎膜锻和自由锻锤上固定模模锻的 圆角半径 41

4.2 胎膜锻和自由锻锤上固定模模锻的 模锻斜度 41

4.3 胎膜锻和自由锻锤上固定模模锻的 冲孔连皮尺寸 41

4.4 冷冲压件的结构要素 42

4.4.1 冲孔的位置安排 42

4.4.2 最小可冲孔尺寸 42

4.4.3 翻边尺寸及其距离边缘的最小 距离 42

4.4.4 常用最小冲裁圆角半径	43	5 圆锥公差与配合	118
4.4.5 最小弯曲圆角半径	43	第5章 形状和位置公差	121
4.4.6 冲压零件的尺寸公差	44	1 表面形状和位置公差的符号	121
5 焊接工艺性常用标准及规范	45	2 表面形状和位置公差的数值及应用	122
5.1 焊接材料及选择	45	3 几种主要加工方法的几何公差等级	126
5.1.1 选择焊条的基本原则	45	第6章 表面粗糙度	127
5.1.2 国标焊条的类别及型号	45	1 评定表面粗糙度的参数及其数值系列	127
5.2 常用金属的焊接性	47	2 表面粗糙度常用符号及其标注法	127
5.2.1 常用钢材的焊接性	47	3 不同加工方法得到的表面粗糙度	130
5.2.2 铸铁的焊接性	47	第7章 螺纹连接和螺纹连接结构	
5.2.3 常用异种金属间的焊接性	48	要素	132
5.3 焊缝	48	1 螺纹	132
5.3.1 焊接方法代号	48	1.1 普通螺纹	132
5.3.2 常用焊缝符号表示法	49	1.2 梯形螺纹	142
5.3.3 碳钢、低合金钢焊缝坡口的		1.3 锯齿形螺纹	146
基本形式和尺寸	51	1.4 矩形螺纹	150
6 热处理常用规范	57	2 螺纹零件的结构要素	151
6.1 零件工作图应注明的热处理要求	57	2.1 外螺纹末端	151
6.2 常用零件的热处理实例	58	2.2 普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、	
6.3 常用热处理工艺代号	58	倒角	154
第3章 常用材料	60	2.3 普通螺纹内、外螺纹余留长度、	
1 黑色金属材料	60	钻孔余留深度	155
1.1 碳素结构钢、合金结构钢	60	2.4 紧固件通孔及螺栓、螺钉通孔和	
1.2 灰铸铁	64	沉孔尺寸	156
1.3 球墨铸铁	65	2.5 粗牙螺纹、螺钉的拧入深度、	
1.4 一般工程用铸造碳钢	66	攻螺纹深度和钻孔深度	157
2 常用有色金属材料	67	2.6 地脚螺栓孔和凸缘尺寸	157
3 非金属材料	67	2.7 扳手空间	158
4 冷轧钢板和钢带	69	3 常用螺纹连接件及其标准数据	159
5 特殊用途钢	70	3.1 螺栓	159
5.1 弹簧钢	70	3.2 螺母	166
5.2 滚动轴承钢	71	3.3 螺柱	185
5.3 碳素工具钢	72	3.4 螺钉	187
5.4 不锈钢	74	3.5 垫圈	198
第4章 公差与配合	80	3.6 挡圈	210
1 标准公差和基本偏差	80	4 螺纹连接设计计算	219
1.1 标准公差	80	4.1 螺纹连接类型及防松方法	219
1.2 基本偏差及代号	82	4.2 螺纹连接常用材料的力学性能	
2 孔、轴的极限偏差	83	等级	221
2.1 孔的极限偏差	83	4.3 螺栓组连接的受力分析与强度	
2.2 轴的极限偏差	99	计算	223
3 未注公差的线性和角度尺寸的一般		第8章 键连接	224
公差	117	1 键连接的类型特点及应用	224
4 基孔制与基轴制优先和常用配合	117		

2 平键连接	225	4 铆钉的公称杆径、通孔直径及铆钉间的 距离	278
2.1 普通平键	225	第 11 章 焊接	279
2.2 薄型平键 键槽的剖面尺寸	227	1 不同材料焊接方法的优先选择	279
2.3 导向型 平键	228	2 焊接符号表示法	280
2.4 楔键	229	3 常用碳钢焊条	286
2.5 半圆键	232	4 焊缝的静载许用应力	287
2.6 切向键	234	5 设计系数 a 、 b 值	287
3 花键连接——矩形花键	237	第 12 章 粘接	288
第 9 章 销连接	241	1 粘接的特点与应用	288
1 销连接的类型特点及应用	241	2 常用粘合剂简介	288
2 圆柱销	242	3 粘接的结构设计要点	290
2.1 圆柱销 不淬硬钢和奥氏体不锈钢、 淬硬钢和马氏体不锈钢	242	4 粘合剂分类	290
2.2 内螺纹 圆柱销 不淬硬钢和 马氏体不锈钢	245	5 几种常用粘合剂的性能	290
2.3 内螺纹 圆柱销 不淬硬钢和 奥氏体不锈钢	246	6 几种常用粘合剂粘接层剪切强度的 比较	291
2.4 直槽轻型弹性圆柱销	248	7 粘接的结构设计实例	291
2.5 开口销	251	第 13 章 带传动	293
2.6 销轴	253	1 V 带传动	293
3 圆锥销	256	1.1 V 带及窄 V 带选型图	293
3.1 圆锥销	256	1.2 V 带的额定功率和单根普通 V 带 功率增量	294
3.2 内螺纹圆锥销	258	1.3 V 带设计用系数	299
3.3 开尾锥销	259	1.4 V 带的截面尺寸及基准带长	300
3.4 螺尾锥销	260	1.5 V 带轮的轮槽尺寸及基准直径 系列	302
4 槽销	262	2 平带	303
4.1 槽销全长锥槽	262	3 同步带	306
4.2 槽销半长锥槽	263	4 多楔带	316
4.3 沉头槽销	265	5 带轮结构设计	323
第 10 章 铆接	266	第 14 章 链传动	325
1 常用铆钉的形式、规格和用途	266	1 滚子链及齿形链的选型图表	325
2 常用铆钉标准	267	2 滚子链	331
2.1 半圆头铆钉	267	2.1 滚子链的主要参数	331
2.2 小半圆头铆钉	267	2.2 滚子链的设计系数	333
2.3 平头铆钉	268	3 齿形链	335
2.4 平锥头铆钉 (粗制)	269	3.1 齿形链的基本参数和尺寸	335
2.5 扁平头、扁圆头半空铆钉	269	3.2 齿形链传动系数	339
2.6 90°沉头铆钉	270	4 链轮	339
2.7 120°沉头铆钉	272	4.1 链轮的材料	339
2.8 沉头抽芯铆钉	274	4.2 链轮的结构	340
2.9 开口型平圆头抽芯铆钉	275	4.3 滚子链链轮的技术数据	342
2.10 封闭型平圆头抽芯铆钉	276	4.4 齿形链链轮轮槽尺寸	345
2.11 击芯铆钉	277		
3 铆钉许用应力、材料及热处理	277		

4.5 双节距链链轮的技术数据	350	3 蜗杆及蜗轮常用材料	424
4.6 弯板链链轮的技术数据	352	4 润滑及润滑剂	425
5 链传动的布置、张紧及润滑	354	第 17 章 轴	426
5.1 链传动的布置	354	1 轴的常用材料及其性能	426
5.2 链传动的张紧	355	2 各种截面轴的抗弯与抗扭截面模量计算 公式	428
5.3 链传动的润滑方法	356	3 轴各种强度计算系数	428
第 15 章 齿轮传动	358	4 轴的刚度计算数据	431
1 齿轮传动的设计系数	358	第 18 章 滚动轴承	433
1.1 圆柱齿轮传动的设计系数	358	1 常用滚动轴承的类型、特点及应用	433
1.2 直齿锥齿轮传动的设计系数	364	2 滚动轴承的代号	434
2 精度等级及其选择	368	2.1 代号的组成	434
2.1 圆柱齿轮的精度等级及其选择	369	2.2 基本代号	435
2.2 直齿锥齿轮的精度等级及选择	371	2.3 前置代号和后置代号	436
3 圆柱齿轮精度	372	3 常用滚动轴承的尺寸和主要性能参数	438
3.1 轮齿同侧齿面偏差	372	3.1 深沟球轴承	438
3.2 径向综合偏差与径向圆跳动	383	3.2 角接触球轴承	440
3.3 齿轮副	386	3.3 圆柱滚子轴承	442
4 锥齿轮的精度	393	3.4 圆锥滚子轴承	445
4.1 锥齿轮传动的精度等级及应用	393	4 滚动轴承计算相关系数	448
4.2 锥齿轮传动公差组	394	4.1 寿命计算相关系数	448
4.3 锥齿轮检验组	394	4.2 当量动载荷的计算系数 X 、 Y 值	449
4.4 对齿轮副的检验要求	395	4.3 静负荷计算的相关系数	450
4.5 对齿轮坯的检验要求	396	4.4 极限转数的相关系数	450
4.6 各项公差和极限偏差	396	4.5 滚动轴承的润滑和密封	450
4.7 图样标注	396	4.6 滚动轴承的公差与配合	452
5 齿轮常用材料、效率和润滑	402	5 滚动轴承的寿命计算实例	454
6 齿轮结构	405	第 19 章 滑动轴承	458
6.1 齿轮坯结构的选择	405	1 常用数据	458
6.2 齿轮的结构形式	406	1.1 常用材料及其性能	458
第 16 章 蜗杆传动	408	1.2 常用设计参数	461
1 设计参数	408	1.3 流体动压径向滑动轴承的 $S_0 - \varepsilon$ 曲线图	462
1.1 普通圆柱蜗杆基本参数及与蜗轮 参数的匹配	408	1.4 流体动压径向滑动轴承的流量 系数 \bar{q}_v	463
1.2 几何计算	413	1.5 流体动压径向滑动轴承的摩擦 特性系数 $\bar{\mu}$	463
1.3 圆柱蜗杆传动效率	414	1.6 滑动轴承座的结构尺寸	464
1.4 设计参数	414	1.7 常用润滑参数及润滑装置	468
2 蜗杆传动精度数据	416	2 滑动轴承的设计	473
2.1 蜗杆传动的精度等级及应用	416	2.1 不完全液体润滑滑动轴承的设计 计算实例	473
2.2 公差组	417	2.2 液体动压径向滑动轴承的设计计算 实例	473
2.3 蜗杆传动检验组	417		
2.4 对蜗轮副的检验要求	417		
2.5 对齿坯的检验要求	418		
2.6 各项公差和极限偏差	418		
2.7 图样标注	423		

第 20 章 联轴器	477	1.1 常用减速器的类型、特点及应用	548
1 常用联轴器的尺寸及性能参数	477	1.2 常见的几种减速器结构	548
1.1 刚性联轴器	477	2 减速器设计指导	550
1.2 非金属弹性元件的挠性联轴器	484	2.1 传动装置的总体设计	550
1.3 无弹性元件的挠性联轴器	499	2.2 传动零件的设计计算	556
1.4 金属弹性元件挠性联轴器——挠性 杆联轴器	502	2.3 减速器装配草图的设计	557
1.5 安全联轴器	507	2.4 完成减速器装配图的设计	573
2 联轴器的选择计算	512	2.5 零件工作图的设计	575
2.1 设计参数	512	2.6 编写设计计算说明书	581
2.2 联轴器的选择计算实例	517	2.7 减速器参考图例	581
第 21 章 离合器	519	3 减速器设计参数	606
1 常用离合器的尺寸及性能参数	519	3.1 圆柱齿轮减速器的标准中心距	606
1.1 摩擦离合器	519	3.2 减速器主要零件的公差配合	607
1.2 牙嵌离合器	521	3.3 减速器的润滑与密封	607
1.3 超越离合器	524	3.4 减速器附件	614
1.4 牙嵌式电磁离合器	529	第 23 章 Y 系列三相异步电动机	619
1.5 安全离合器	530	1 Y 系列三相异步电动机的技术数据	619
1.6 ALY 液压安全离合器（联轴器）	536	2 Y 系列三相异步电动机的安装尺寸	620
2 离合器的选择计算	542	第 24 章 机械设计实例	627
2.1 设计参数	542	1 设计展开式两级斜齿圆柱齿轮减速器	627
2.2 离合器的选择与计算实例	543	2 设计简易起重设备——壁上手动绞车	642
第 22 章 减速器	548	3 弓形锯床主传动及工作机构设计	644
1 常用减速器简介	548	参考文献	650

第 1 章 常用数据和资料

1 常用标准代号

1.1 国内部分标准代号（见表 1-1）

表 1-1 常用国家标准代号

国内标准代号	标准名称	国内标准代号	标准名称
GB	国家标准(强制性标准)	JC	建材行业标准
GB/T	国家标准(推荐性标准)	JG	建筑工业行业标准
GBJ	国家工程建设标准	JJ	原国家建委、城建部标准
GBn	国家内部标准	JT	交通行业标准
GJB	国家军用标准	JY	教育行业标准
GB5	国家工程建设标准	LD	劳动和劳动安全行业标准
JB	机械行业(原工业部)标准	LY	林业行业标准
ZB	原国家专业标准	MH	民用航空行业标准
BB	包装行业标准	MT	煤炭行业标准
CB	船舶行业标准	MZ	民政工业行业标准
CH	测绘行业标准	NY	农业行业标准
CJ	城市建设行业标准	QB	原轻工行业标准
DA	档案工作行业标准	QC	汽车行业标准
DL	电力行业标准	QJ	航天工业行业标准
DZ	地质矿业行业标准	SB	国内贸易行业标准
EJ	核工业行业标准	SD	原水利电力标准
FJ	原纺织工业标准	SH	石油化工行业标准
FZ	纺织行业标准	SJ	电子行业标准
GA	社会公共安全行业标准	SL	水利行业标准
GD	原一机部锻压、机械标准	SY	石油天然气行业标准
GY	广播电影电视行业标准	SC	水产行业标准
GZ	原一机部铸造机械标准	TB	铁道行业标准
HB	航空工业行业标准	WB	物质行业标准
HG	化工行业标准	WJ	兵工民品行业标准
HJ	环境保护行业标准	WM	对外经济贸易行业标准
HS	海关行业标准	WS	原卫生部标准
HY	海洋行业标准	XB	稀土行业标准
JB/TQ	原机械部石化通用标准	YB	黑色冶金行业标准
JB/GQ	原机械部机床工具标准	YD	通信行业标准
JB/ZQ	原机械部重型矿山标准	YS	有色冶金行业标准
JB/DQ	原机械部电工标准	YY	医药行业标准
JB/Z	机械工业指导性技术文件	YZ	邮政局行业标准

1.2 国外部分标准代号 (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
ISA	国际标准协会标准	BS	英国国家标准
ISO	国际标准化组织标准	CSA	加拿大标准协会标准
IAM	国际机械师协会标准	UNI	意大利国家标准
IEC	国际电工委员会标准	NF	法国国家标准
BIPM	国际计量局标准	AFNOR	法国标准协会标准
CEN	欧洲标准化委员会标准	CPC	法国常设标准化委员会标准
ANSI	美国国家标准学会标准	DIN	德国国家标准
NBS	美国国家标准局标准	JIS	日本工业标准
ASA	美国标准协会标准	JSME	日本机械学会标准
AAA	美国汽车协会标准	JGMA	日本齿轮工业协会标准
AISI	美国钢铁学会标准	SNV	瑞士标准协会标准
ASME	美国机械工程学会标准	VSM	瑞士机械工业协会标准
MIL	美国军用标准	AS	澳大利亚国家标准
AGMA	美国齿轮制造者协会标准	SIS	瑞典国家标准
API	美国石油协会标准	IS	印度国家标准

2 常用计量单位及换算

2.1 法定计量单位

2.1.1 国际单位制的基本单位 (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	量的符号	单位符号
长度	米	l, L	m
质量	千克(公斤)	m	kg
时间	秒	t	s
电流	安[培]	I	A
热力学温度	开[尔文]	T	K
物质的量	摩[尔]	$n, (v)$	mol
发光强度	坎德拉	$I, (I_v)$	cd

注: 1. 圆括号中的名称是其前面名称的同义词。

2. 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简称。

2.1.2 导出单位 (见表 1-4)

表 1-4 含 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	量的符号	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	$\alpha, \beta, \gamma, \theta, \psi$	弧度 ^①	rad	1 rad = 1 m/m = 1
立体角	Ω	球面度 ^②	sr	1 sr = 1 m ² /m ² = 1
频率	f, ν	赫[兹]	Hz	1 Hz = 1/s

(续)

量的名称	量的符号	SI 导出单位		
		名称	符号	用 SI 基本单位和 SI 导出单位表示
力	F	牛[顿]	N	$1\text{N} = 1\text{kg} \cdot \text{m}/\text{s}^2$
压力,压强,应力	p	帕[斯卡]	Pa	$1\text{Pa} = 1\text{N}/\text{m}^2$
能[量],功,热量	E, W, Q	焦[耳]	J	$1\text{J} = 1\text{N} \cdot \text{m}$
功率,辐[射能],通量	$P, \Phi(\Phi_e)$	瓦[特]	W	$1\text{W} = 1\text{J}/\text{s}$
电荷[量]	Q	库[仑]	C	$1\text{C} = 1\text{A} \cdot \text{s}$
电压,电动势,电位(电势)	V, E, U	伏[特]	V	$1\text{V} = 1\text{W}/\text{A}$
电容	C	法[拉]	F	$1\text{F} = 1\text{C}/\text{V}$
电阻	R	欧[姆]	Ω	$1\Omega = 1\text{V}/\text{A}$
电导	G	西[门子]	S	$1\text{S} = 1/\Omega$
磁通[量]	Φ	韦[伯]	Wb	$1\text{Wb} = 1\text{V} \cdot \text{s}$
磁通[量]密度,磁感应强度	B	特[斯拉]	T	$1\text{T} = 1\text{Wb}/\text{m}^2$
电感	L	亨[利]	H	$1\text{H} = 1\text{Wb}/\text{A}$
摄氏温度	t, θ	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$	$1^{\circ}\text{C} = 1\text{K}$
光通量	$\Phi(\Phi_v)$	流[明]	lm	$1\text{lm} = 1\text{cd} \cdot \text{sr}$
[光]照度	$E(E_v)$	勒[克斯]	lx	$1\text{lx} = 1\text{lm}/\text{m}^2$

① 弧度是一个圆内两条半径之间的平面角,这两条半径在圆周上截取的弧弓长度与半径相等。

② 球面度是一个立体角,其面点位于球心,而它在球面上所截取的面积等于以球半径为边长的正方形面积。

2.1.3 我国常用法定计量单位 (见表 1-5)

表 1-5 我国常用法定计量单位

量	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系	备注
时间	分[钟]	min	$1\text{min} = 60\text{s}$	
	[小]时	h	$1\text{h} = 60\text{min} = 3600\text{s}$	
	日,(天)	d	$1\text{d} = 24\text{h} = 86400\text{s}$	
角度	度	($^{\circ}$)	$1^{\circ} = (\pi/180)\text{rad}$	
	[角]分	($'$)	$1' = (1/60)^{\circ} = (\pi/10800)\text{rad}$	
	[角]秒	($''$)	$1'' = (1/60)' = (\pi/648000)\text{rad}$	
长度	海里		$1\text{海里} = 1852\text{m}$	只用于航程
	公里		$1\text{公里} = 1\text{km}$	
面积	公亩	a	$1\text{a} = 10\text{dam}^2 = 10^2\text{m}^2$	
	公顷	ha	$1\text{ha} = 1\text{hm}^2 = 10^4\text{m}^2$	
体积、容积	升	L(l)	$1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$	
质量	吨	t	$1\text{t} = 10^3\text{kg}$	
转速	转每分	r/min	$1\text{r}/\text{min} = (1/60)\text{s}^{-1}$	
压强(压力)	巴	bar	$1\text{bar} = 0.1\text{MPa} = 10^5\text{Pa}$	
	标准大气压	atm	$1\text{atm} = 101325\text{Pa}$	
动力粘度	泊	P	$1\text{P} = 0.1\text{Pa} \cdot \text{s}$	
运动粘度	斯	St	$1\text{St} = 1\text{cm}^2/\text{s} = 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$	
能、功	瓦小时	W·h	$1\text{W} \cdot \text{h} = 3600\text{J}$	

2.1.4 用于构成十进倍数和分数单位的 SI 词头 (见表 1-6)

表 1-6 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^{24}	yotta	尧[它]	Y	10^{-1}	deci	分	d
10^{21}	zetta	泽[它]	Z	10^{-2}	centi	厘	c
10^{18}	exa	艾[可萨]	E	10^{-3}	milli	毫	m
10^{15}	peta	拍[它]	P	10^{-6}	micro	微	μ
10^{12}	tera	太[拉]	T	10^{-9}	nano	纳[诺]	n
10^9	giga	吉[咖]	G	10^{-12}	pico	皮[可]	p
10^6	mega	兆	M	10^{-15}	femto	飞[母托]	f
10^3	kilo	千	k	10^{-18}	atto	阿[托]	a
10^2	hecto	百	h	10^{-21}	zepto	仄[普托]	z
10^1	deca	十	da	10^{-24}	yocto	幺[科托]	y

2.2 常用计量单位及换算 (见表 1-7)

表 1-7 常用计量单位及换算

量的名称	法定计量单位		非法定计量单位		换算关系
	名称	符号	名称	符号	
长度	米	m	埃	\AA	$1 \text{\AA} = 0.1 \text{nm} = 10^{-10} \text{m}$
			英尺	ft	$1 \text{ft} = 0.3048 \text{m} = 304.8 \text{mm}$
			英寸	in	$1 \text{in} = 0.0254 \text{m} = 25.4 \text{mm}$
			英里	mile	$1 \text{mile} = 1609.344 \text{m}$
面积	平方米	m^2	公亩	a	$1 \text{a} = 10^2 \text{m}^2$
			公顷	ha	$1 \text{ha} = 10^4 \text{m}^2$
			平方英尺	ft^2	$1 \text{ft}^2 = 0.0929030 \text{m}^2$
体积、容积	立方米	m^3	立方英尺	ft^3	$1 \text{ft}^3 = 0.0283168 \text{m}^3 = 28.3168 \text{dm}^3$
	升	L(1)	英加仑	UKgal	$1 \text{UKgal} = 4.54609 \text{dm}^3$
			美加仑	USgal	$1 \text{USgal} = 3.78541 \text{dm}^3$
质量	千克(公斤)	kg	磅	lb	$1 \text{lb} = 0.45359237 \text{kg}$
	吨	t	长吨(英吨)	ton	$1 \text{ton} = 1016.05 \text{kg}$
			短吨(美吨)	shton	$1 \text{sh ton} = 907.185 \text{kg}$
			盎司	oz	$1 \text{oz} = 28.3495 \text{g}$
温度	开[尔文]	K	华氏度	$^{\circ}\text{F}$	$^{\circ}\text{F} = \frac{9}{5} \text{K} - 459.67 = \frac{9}{5} \text{C} + 32$
	摄氏度	$^{\circ}\text{C}$			$\text{K} = \text{C} + 273.15 = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} + 459.67)$ $\text{C} = \text{K} - 273.15 = \frac{5}{9} (^{\circ}\text{F} - 32)$
速度	米每秒	m/s	英里每小时	mile/h	$1 \text{mile/h} = 0.44704 \text{m/s}$
	米每分	m/min	英尺每秒	ft/s	$1 \text{ft/s} = 0.3048 \text{m/s}$
加速度	米每平方秒	m/s^2	伽	Gal	$1 \text{Gal} = 10^{-2} \text{m/s}^2$
角速度	弧度每秒	rad/s	度每秒	$(^{\circ})/\text{s}$	$1 (^{\circ})/\text{s} = 0.01745 \text{rad/s}$
力、重力	牛[顿]	N	达因	dyn	$1 \text{dyn} = 10^{-5} \text{N}$
			千克力	kgf	$1 \text{kgf} = 9.80665 \text{N}$
			磅力	lbf	$1 \text{lbf} = 4.44822 \text{N}$
力矩	牛[顿]米	$\text{N} \cdot \text{m}$	千克力米	kgf · m	$1 \text{kgf} \cdot \text{m} = 9.80665 \text{N} \cdot \text{m}$
			磅力英尺	lbf · ft	$1 \text{lbf} \cdot \text{ft} = 1.35582 \text{N} \cdot \text{m}$

(续)

量的名称	法定计量单位		非法定计量单位		换算关系
	名称	符号	名称	符号	
压力、压强	帕[斯卡]	Pa	巴	bar	1 bar = 0.1 MPa = 10 ⁵ Pa
			托(=毫米汞柱)	Torr(=mmHg)	1 Torr(=1mmHg) = 133.3224 Pa
			毫米水柱	mmH ₂ O	1 mmH ₂ O = 9.80665 Pa
			标准大气压	atm	1 atm = 101325 Pa
			千克力每平方米 (工程大气压)	kgf/cm ² (at)	1 kgf/cm ² (at) = 9.80665 × 10 ⁴ Pa
应力	帕[斯卡]	Pa	千克力每平方米	kgf/mm ²	1 kgf/mm ² = 9.80665 × 10 ⁶ Pa
动力黏度	帕[斯卡]秒	Pa·s	泊	P	1 P = 0.1 Pa·s
			厘泊	cP	1 cP = 10 ⁻³ Pa·s
运动黏度	平方米每秒	m ² /s	斯[托克斯]	St	1 St = 10 ⁻⁴ m ² /s
			厘斯[托克斯]	cSt	1 cSt = 10 ⁻⁶ m ² /s
能量、功热	焦[耳] 千瓦小时	J kW·h	尔格	erg	1 erg = 10 ⁻⁷ J
			千克力米	kgf·m	1 kgf·m = 9.80665 J
			卡	cal	1 cal = 4.1868 J
			英热单位	Btu	1 Btu = 1055.06 J
功率	瓦[特]	W	千克力米每秒	kgf·m/s	1 kgf·m/s = 9.80665 W
			马力	Ps	1 Ps = 735.499 W
			英马力	HP	1 HP = 745.7 W
			电工马力	—	1 电工马力 = 746 W
			卡每秒	cal/s	1 cal/s = 4.1868 W
密度	千克每立方米	kg/m ³	磅每立方英尺	lb/ft ³	1 lb/ft ³ = 16.0185 kg/m ³
比体积	立方米每千克	m ³ /kg	立方英尺每磅	ft ³ /lb	1 ft ³ /lb = 0.0624280 m ³ /kg
质量流量	千克每秒	kg/s	磅每秒	lb/s	1 lb/s = 0.453592 kg/s
			磅每小时	lb/h	1 lb/h = 1.25998 × 10 ⁻⁴ kg/s
体积流量	立方米每秒	m ³ /s	立方英尺每秒	ft ³ /s	1 ft ³ /s = 0.0283168 m ³ /s
	升每秒	L/s	立方英寸每小时	in ³ /h	1 in ³ /h = 4.55196 × 10 ⁻⁶ L/s
比热容、比焓	焦[耳]每千克 开[尔文]	J/(kg·K)	千卡每千克开[尔文]	kcal/(kg·K)	1 kcal/(kg·K) = 4186.8 J/(kg·K)
			英热单位每磅华氏度	Btu/(lb·°F)	1 Btu/(lb·°F) = 4186.8 J/(kg·K)

3 常用数据

3.1 常用材料弹性模量及泊松比 (见表 1-8)

表 1-8 常用材料弹性模量及泊松比

名称	弹性模量 E	切变模量	泊松比 μ	名称	弹性模量 E	切变模量	泊松比 μ
	GPa				GPa		
灰铸铁	118 ~ 126	44.3	0.3	轧制锌	82	31.4	0.27
球墨铸铁	173	—	0.3	铅	16	6.8	0.42
碳钢、镍铬钢	206	79.4	0.3	玻璃	55	1.96	0.25
合金钢	—	—	—	有机玻璃	2.35 ~ 29.42	—	—
铸钢	202	—	0.3	橡胶	0.0078	—	0.47
轧制纯铜	108	39.2	0.31 ~ 0.34	电木	1.96 ~ 2.94	0.69 ~ 2.06	0.35 ~ 0.38
冷拔纯铜	127	48.0	—	夹布酚醛塑料	3.92 ~ 8.83	—	—
轧制磷锡青铜	113	41.2	0.32 ~ 0.35	赛璐珞	1.71 ~ 1.89	0.69 ~ 0.98	0.4

(续)

名称	弹性模量 E	切变模量	泊松比 μ	名称	弹性模量 E	切变模量	泊松比 μ
	GPa	GPa			GPa	GPa	
冷拔黄铜	89 ~ 97	34.3 ~ 36.3	0.32 ~ 0.42	尼龙 100	1.07	—	—
轧制锰青铜	108	39.2	0.35	硬聚氯乙烯	3.14 ~ 3.92	—	0.34 ~ 0.35
轧制铝	68	25.5 ~ 26.5	0.32 ~ 0.36	聚四氟乙烯	1.14 ~ 1.42	—	—
拔制铝线	69	—	—	低压聚氯乙烯	0.54 ~ 0.75	—	—
铸铝青铜	103	11.1	0.3	高压聚氯乙烯	0.147 ~ 0.245	—	—
铸锡青铜	103	—	0.3	混凝土	13.73 ~ 39.2	4.9 ~ 15.69	0.1 ~ 0.18
硬铝合金	70	26.5	0.3				

3.2 各种硬度值对照表 (见表 1-9)

表 1-9 各种硬度值对照表

洛氏 HRC	肖氏 HS	维氏 HV	布 氏		洛氏 HRC	肖氏 HS	维氏 HV	布 氏	
			HBW (30D ²)	d/mm (10/3000)				HBW (30D ²)	d/mm (10/3000)
70		1037	—	—	43	57.1	411	401	3.05
69		997	—	—	42	55.9	399	391	3.09
68	96.6	959	—	—	41	54.7	388	380	3.13
67	94.6	923	—	—	40	53.5	377	370	3.17
66	92.6	889	—	—	39	52.3	367	360	3.21
65	90.5	856	—	—	38	51.1	357	350	3.26
64	88.4	825	—	—	37	50	347	341	3.30
63	86.5	795	—	—	36	48.8	338	332	3.34
62	84.8	766	—	—	35	47.8	329	323	3.39
61	83.1	739	—	—	34	46.6	320	314	3.43
60	81.4	713	—	—	33	45.6	312	306	3.48
59	79.7	688	—	—	32	44.5	304	298	3.52
58	78.1	664	—	—	31	43.5	296	291	3.56
57	76.5	642	—	—	30	42.5	289	283	3.61
56	74.9	620	—	—	29	41.6	281	276	3.65
55	73.5	599	—	—	28	40.6	274	269	3.70
54	71.9	579	—	—	27	39.7	268	263	3.74
53	70.5	561	—	—	26	38.8	261	257	3.78
52	69.1	543	—	—	25	37.9	255	251	3.83
51	67.7	525	501	2.73	24	37	249	245	3.87
50	66.3	509	488	2.77	23	36.3	243	240	3.91
49	65.0	493	474	2.81	22	35.5	237	234	3.95
48	63.7	478	461	2.85	21	34.7	231	229	4.00
47	62.3	463	449	2.89	20	34	226	225	4.03
46	61	449	436	2.93	19	33.2	221	220	4.07
45	59.7	436	424	2.97	18	32.6	216	216	4.11
44	58.4	423	413	3.01	17	31.9	211	211	4.15

注: D —压头直径 (mm); d —压痕直径。

3.3 材料线胀系数 (见表 1-10)

表 1-10 材料线胀系数

材料名称	线胀系数 ($10^{-6}/K$)			
	20℃	20 ~ 100℃	20 ~ 200℃	20 ~ 300℃
铸铁	—	8.7 ~ 11.1	8.5 ~ 11.6	10.1 ~ 12.2
碳钢	—	10.6 ~ 12.2	11.3 ~ 13	12.1 ~ 13.5
铬钢	—	11.2	11.8	12.4

(续)

材料名称	线胀系数($10^{-6}/K$)			
	20℃	20 ~ 100℃	20 ~ 200℃	20 ~ 300℃
40CrSi	—	11.7	—	—
30CrMnSiA	—	11	—	—
3Cr13	—	10.2	11.1	11.6
1Cr18Ni9Ti	—	16.6	17.0	17.2
镍铬合金	—	14.5	—	—
工程用铜	—	16.6 ~ 17.1	17.1 ~ 17.2	17.6
纯铜	—	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
砖	9.5	—	—	—
水泥、混凝土	10 ~ 14	—	—	—
胶木、硬橡皮	64 ~ 77	—	—	—
玻璃	—	4 ~ 11.5	—	—
赛璐珞	—	100	—	—
有机玻璃	—	130	—	—

3.4 常用材料的密度 (见表 1-11)

表 1-11 常用材料的密度

(单位: g/cm^3)

材料名称	密度	材料名称	密度	材料名称	密度
灰铸铁	7.25	锌铝合金	6.3 ~ 6.9	工业用毛毡	0.3
白口铸铁	7.55	铝镍合金	2.7	纤维蛇纹石	2.2 ~ 2.4
可锻铸铁	7.3	软木	0.1 ~ 0.4	角闪石石棉	3.2 ~ 3.3
工业铸铁	7.87	胶合板	0.56	工业橡胶	1.3 ~ 1.8
铸钢	7.8	竹材	0.9	平胶板	1.6 ~ 1.8
钢材	7.85	木炭	0.3 ~ 0.5	皮革	0.4 ~ 1.2
高速钢	8.3 ~ 8.7	石墨	2 ~ 2.2	有机玻璃	1.18 ~ 1.19
不锈钢、合金钢	7.9	石膏	2.2 ~ 2.4	泡沫塑料	0.2
硬质合金	14.8	凝固水泥块	3.05 ~ 3.15	玻璃钢	1.4 ~ 2.1
硅钢片	7.55 ~ 7.8	混凝土	1.8 ~ 2.45	尼龙	1.04 ~ 1.15
纯铜	8.9	硅藻土	2.2	ABS 树脂	1.02 ~ 1.08
黄铜	8.4 ~ 8.85	普通黏土砖	1.7	石棉板	1 ~ 1.3
铝	2.7	粘土耐火砖	2.1	酒精	0.8
锡	7.29	石英	2.5	汽油	0.66 ~ 0.75
钛	4.51	大理石	2.6 ~ 2.7	煤油	0.78 ~ 0.82
金	19.32	石灰石	2.6	柴油	0.83
银	10.5	花岗岩	2.6 ~ 3		
镁	1.74	金刚石	3.5 ~ 3.6		

3.5 常用材料的摩擦因数 (见表 1-12)

表 1-12 常用材料的摩擦因数

摩擦副材料	摩擦因数		摩擦副材料	摩擦因数	
	无润滑	有润滑		无润滑	有润滑
钢-钢	0.15	0.1 ~ 0.12	钢-轴承合金	0.2	0.04
钢-软钢	0.2	0.1 ~ 0.2	钢-夹布胶木	0.22	
钢-铸铁	0.2 ~ 0.3	0.05 ~ 0.15	钢-粉末冶金材料	0.35 ~ 0.55	
钢-黄铜	0.19	0.03	钢-冰	0.027	
钢-青铜	0.15 ~ 0.18	0.1 ~ 0.15	石棉基材料-铸铁或钢	0.25 ~ 0.4	0.08 ~ 0.12
钢-铝	0.17	0.02	皮革-铸铁或钢	0.3 ~ 0.5	0.12 ~ 0.15

(续)

摩擦副材料	摩擦因数		摩擦副材料	摩擦因数	
	无润滑	有润滑		无润滑	有润滑
木材-铸铁或钢	0.2~0.35	0.12~0.16	青铜-钢	0.16	
软木-铸铁或钢	0.3~0.5	0.15~0.25	青铜-酚醛树脂层压材	0.23	
钢纸-铸铁或钢	0.3~0.5	0.12~0.17	青铜-钢纸	0.24	
毛毡-铸铁或钢	0.22	0.18	青铜-塑料	0.21	
软钢-铸铁	0.2	0.05~0.15	青铜-硬橡胶	0.36	
软钢-青铜	0.2	0.07~0.15	青铜-石板	0.33	
铸铁-铸铁	0.15	0.15~0.16	青铜-绝缘物	0.26	
铸铁-青铜	0.28	0.16	铝-黄铜	0.27	0.02
铸铁-皮革	0.55	0.15	铝-青铜	0.22	
铸铁-橡胶	0.8	0.5	铝-钢	0.3	
橡胶-橡胶	0.5		铝-酚醛树脂层压材	0.26	
皮革-木料	0.4~0.5		硅铝合金-酚醛树脂层压材	0.34	
铜-铜	0.2		硅铝合金-钢纸	0.32	
黄铜-黄铜	0.17	0.02	硅铝合金-树脂	0.28	
黄铜-钢	0.3	0.02	硅铝合金-硬橡胶	0.25	
黄铜-硬橡胶	0.25		硅铝合金-石板	0.26	
黄铜-石板	0.25		硅铝合金-绝缘物	0.26	
黄铜-绝缘物	0.27		木材-木材	0.4~0.6	0.1
青铜-黄铜	0.16		麻绳-木材	0.5~0.8	
青铜-青铜	0.15~0.2	0.04~0.1			

3.6 机械传动效率和传动比范围 (见表 1-13)

表 1-13 机械传动效率和传动比范围

类别	传动形式	效率	传动比范围(单级)	
			最大	常用
圆柱齿轮传动	很好跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮传动(稀油润滑)	0.98~0.99	10	3~5
	8 级精度的一般齿轮传动(稀油润滑)	0.97		
	9 级精度的齿轮传动(稀油润滑)	0.96		
	加工齿的开式齿轮传动	0.94~0.96	15	4~6
	铸造齿的开式齿轮传动	0.90~0.93		
圆锥齿轮传动	很好跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮传动(稀油润滑)	0.97~0.98	6	2~3
	8 级精度的一般齿轮传动(稀油润滑)	0.94~0.97	6	2~3
	开式齿轮传动	0.92~0.95	6	4
蜗杆传动	自锁蜗杆	0.4~0.45	闭式 100 开式 80	10~40
	单头蜗杆	0.7~0.75		
	双头蜗杆	0.75~0.82		
	一头和四头蜗杆	0.8~0.92		
	圆弧面蜗杆传动	0.85~0.95		
带传动	平型带无压紧轮的开式传动	0.98	5	2~4
	平型带有压紧轮的开式传动	0.97		
	平型带交叉传动	0.9		
	V 带传动	0.96	7	
	同步齿形带传动	0.96~0.98		
链传动	焊接链	0.93	6	2~5
	片式关节链	0.95		
	滚子链	0.96		
	无声链	0.97		