

简明 机械 零件 设计 手册

朱龙根 主编

第2版

 机械工业出版社
CHINA MACHINE PRESS



简明机械零件设计手册

第 2 版

主 编 朱龙根
副主编 应富强
竺志超
沈萌红



机械工业出版社

本手册是机械零件设计通用工具书第2版,内容包括常用机械零部件设计计算方法、规范及现行标准。全书共23章,包括常用资料和数据,基础标准,机械工程材料,螺纹联接,键、花键、销及过盈联接,螺旋传动,带传动,链传动,渐开线圆柱齿轮传动,直齿锥齿轮传动,圆柱蜗杆传动,渐开线行星齿轮传动,滑动轴承,滚动轴承,轴,联轴器、离合器和制动器,弹簧,搬运机械零件和操纵件,润滑与密封,常用液压及气动元件,减速器,交流三相异步电动机,小功率电动机和直流电动机等。

本手册可供广大机械工程技术人員使用,而且配合机械工程类专业教学,也可供普通高校、电大、高职、职大、函大,以及中等专科学校师生使用。

图书在版编目(CIP)数据

简明机械零件设计手册/朱龙根主编. —2版. —北京:机械工业出版社,2005.6
ISBN 7-111-05502-0

I. 简… II. 朱… III. 机械元件-机械设计-技术手册 IV. TH13-62

中国版本图书馆CIP数据核字(2005)第041577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:余茂祚

责任编辑:余茂祚 版式设计:冉晓华

责任印制:洪汉军 责任校对:程俊巧

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2005年8月第2版·第1次印刷

787mm×1092mm $1/16$ ·53.75印张·2插页·1847千字

0 001—5 000册

定价:87.00元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68326294

封面无防伪标均为盗版

第2版前言

本手册第1版自1997年出版以来,已历八载,重印4次。由于本手册遵循实用、简明的宗旨,以有用、够用、易用为原则,围绕机械工程类专业的教学和一般机械的设计需要精选内容,内容覆盖面广而篇幅不大,因此深得中小企业技术人员和广大师生的欢迎。

近年来,我国的科学技术有了较大的发展和进步,很多标准和技术规范都已更新,本手册第1版的不少内容已不适用,为此进行修订。

本次修订的原则是:

1. 遵循第1版确定的编写宗旨和原则。保持第1版的内容体系、结构和风格。

2. 凡有国家新标准的一律采用新标准,至发稿止全部采用了目前最新颁布的国家及行业标准。

3. 一般只引用常用设计资料、规范和标准的中小规格数据,为简缩篇幅、便于使用,在编写时对引用内容作了结构和格式上的调整和简化。

4. 少数较早发布现仍有效的规范和标准中,若使用的名词不符合后发布规范和标准的,修订时按后发布的进行统一。对于不同规范和标准中同一物理量用不同符号的,修订时考虑在不引起误解和混淆的前提下,按我国法定计量单位进行统一。

本次修订的内容有:

1. 按现行规范和标准更新全部内容。

2. 对第1版中的疏漏进行补正。

3. 根据读者建议、国内技术进步状况及使用中发现的不足,适当增加一些内容,如关节轴承,气动元件,圆弧圆柱蜗杆传动,圆弧圆柱蜗杆减速器,谐波减速器,伺服电动机等。

第2版编写人员及分工:朱龙根(浙江科技学院,编写第1、9、10、11、12章)、楼少敏(浙江科技学院,编写第2章)、杨庆华(浙江工业大学,编写第3章)、应富强(浙江工业大学,编写第4章)、王晨(浙江工业大学,编写第5章)、王颖玉(浙江工业大学,编写第6章)、叶纲(中国计量学院,编写第7、8章)、沈萌红(浙江大学,编写第13、19章)、章维明(浙江大学,编写第14章)、杨文珍(浙江理工大学,编写第15章)、竺志超(浙江理工大学,编写第16章)、高荣慧(合肥工业大学,编写第17、18章)、詹建潮(浙江大学,编写第20章)、李革(浙江理工大学,编写第21章)、宋德玉(浙江科技学院,编写第22、23章)。

需提请读者注意的是,各种规范和标准都会不断被更新,新的规范和标准也会不断颁布,而作为工具书的手册不可能即时地跟踪这些变化。因此,在使

用中读者应随时关注新规范和新标准的发布，在设计中贯彻和采用最新的规范 and 标准。

在此再版之际，编者对多年来关心、支持本手册的广大读者表示由衷的感谢。
对书中疏漏、不当、错误之处，诚望广大读者指正。

编 者

目 录

第2版前言

第1章 常用资料和数据 1

- 1.1 标准代号 1
 - 1.1.1 国内部分标准代号 1
 - 1.1.2 国外部分标准代号 1
- 1.2 常用数据 2
 - 1.2.1 常用物理量常数 2
 - 1.2.2 常用材料的体积质量 2
 - 1.2.3 常用材料的线膨胀系数 3
 - 1.2.4 常用材料的弹性模量及泊松比 3
 - 1.2.5 常用材料极限强度的近似关系 3
 - 1.2.6 常用硬度值的对照 4
 - 1.2.7 常用金属材料的质量热容和热导率 4
 - 1.2.8 松散物料的堆体积质量和安息角 5
 - 1.2.9 无润滑表面的摩擦因数 5
 - 1.2.10 润滑表面的摩擦因数 6
 - 1.2.11 工程塑料的摩擦因数 6
 - 1.2.12 有润滑轴承的摩擦因素 7
 - 1.2.13 密封材料的摩擦因数 7
 - 1.2.14 各类机械传动的传动比 7
 - 1.2.15 机械传动和摩擦副效率的概略值 7

第2章 基础标准 9

- 2.1 法定计量单位 9
 - 2.1.1 国际单位制 9
 - 2.1.2 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位 10
 - 2.1.3 部分非法定计量单位与 SI 单位的换算 10
- 2.2 优先数系和标准尺寸 11
 - 2.2.1 优先数系 11
 - 2.2.2 标准尺寸 11
- 2.3 机械制图 14
 - 2.3.1 图样幅面、格式及比例 14
 - 2.3.2 标题栏 15
 - 2.3.3 明细栏 15

- 2.3.4 机构运动简图符号 15
- 2.3.5 螺纹及螺纹紧固件画法 26
- 2.3.6 齿(链)轮及齿(链)轮啮合画法 28
- 2.3.7 花键画法 30
- 2.3.8 弹簧画法 32
- 2.3.9 滚动轴承画法 34
- 2.3.10 中心孔表示法 36
- 2.3.11 焊缝符号表示法 36
- 2.4 极限与配合 39
 - 2.4.1 标准公差等级与相应加工方法 39
 - 2.4.2 轴的各种基本偏差的应用 42
 - 2.4.3 基孔制与基轴制常用优先配合 44
 - 2.4.4 优先配合选用说明 45
 - 2.4.5 轴与孔的常用极限偏差 46
 - 2.4.6 未注公差的线性尺寸和角度尺寸的公差 59
- 2.5 形状和位置公差 59
 - 2.5.1 形状和位置公差项目符号 59
 - 2.5.2 形状和位置公差标注方法 60
 - 2.5.3 形状和位置公差的选用 65
 - 2.5.4 形状和位置公差值 68
- 2.6 表面粗糙度 70
 - 2.6.1 表面粗糙度的符号、代号及其标注方法 70
 - 2.6.2 评定表面粗糙度的参数及其数值系列 75
 - 2.6.3 表面粗糙度的选用 76
- 2.7 一般标准 81
 - 2.7.1 锥度与锥角 81
 - 2.7.2 圆锥角公差 83
 - 2.7.3 中心孔 85
 - 2.7.4 铆钉用通孔直径 86
 - 2.7.5 T形槽和相应螺栓 87
 - 2.7.6 球面半径 88
 - 2.7.7 滚花 89
 - 2.7.8 倒圆与倒角 89
 - 2.7.9 滚人字齿轮退刀槽 90
 - 2.7.10 刨切越程、插齿空刀槽及砂

轮越程槽	90	3.2.2 优质碳素结构钢	124
2.7.11 轴伸与轴孔及键槽形式 与尺寸	92	3.2.3 低合金高强度结构钢	127
2.8 铸造零件结构要素	99	3.2.4 合金结构钢	128
2.8.1 铸件最小允许壁厚	99	3.2.5 弹簧钢	132
2.8.2 铸造内圆角及过渡尺寸	99	3.2.6 工具钢	133
2.8.3 壁厚过渡	100	3.2.7 不锈钢	135
2.8.4 铸造斜度	100	3.3 非铁金属(有色金属)	137
2.8.5 加强肋	101	3.3.1 铜及铜合金加工产品	137
2.8.6 铸造凸台	101	3.3.2 铝及铝合金加工产品	140
2.8.7 最小铸孔直径	102	3.4 型钢及型材	144
2.9 锻造零件结构要素	102	3.4.1 冷轧钢板	144
2.9.1 在锻锤及压力机上模锻件锻 造斜度	102	3.4.2 冷轧钢带	144
2.9.2 在锻锤及压力机上模锻件最小内外 圆角半径	102	3.4.3 热轧钢板和钢带	145
2.9.3 在锻锤及压力机上模锻件腹板 最小厚度	103	3.4.4 连续热浸镀锌铝稀土合金镀层钢板 和钢带	145
2.9.4 在锻锤及压力机上模锻件肋的 高宽比和最小距离	103	3.4.5 热处理弹簧钢带	145
2.9.5 在锻锤及压力机上模锻件凹腔的 深宽比	103	3.4.6 热轧圆钢、方钢	146
2.9.6 腹板上冲孔的限制条件	103	3.4.7 热轧六角钢、八角钢	146
2.9.7 平锻机上顶锻模锻斜度及圆 角半径	104	3.4.8 热轧等边角钢	146
2.10 冲压件零件结构要素	104	3.4.9 热轧不等边角钢	148
2.10.1 冲裁件最小尺寸	104	3.4.10 热轧普通槽钢	149
2.10.2 精冲件最小圆角半径	105	3.4.11 热轧普通工字钢	150
2.10.3 精冲件最小孔径、孔边距及 孔心距	105	3.4.12 结构用热轧钢管	151
2.10.4 精冲件最小相对槽宽	105	3.4.13 结构用冷拔、冷轧钢管	151
2.10.5 弯曲件最小弯曲半径	106	3.4.14 结构用不锈钢焊接钢管	152
2.10.6 管子最小弯曲半径	106	3.4.15 液体输送用不锈钢焊接钢管	152
2.10.7 内孔一次翻边的参考尺寸	107	3.4.16 钢丝	153
2.10.8 卷边直径	107	3.5 粉末冶金材料	153
2.10.9 加强肋及加强窝的参考尺寸	107	3.5.1 粉末冶金铁基结构材料力学 性能	153
第3章 机械工程常用材料	109	3.5.2 粉末冶金机械零件尺寸及精度	154
3.1 铸造合金	109	3.6 非金属材料	155
3.1.1 铸铁	109	3.6.1 工程塑料	155
3.1.2 铸钢	112	3.6.2 橡胶	156
3.1.3 铸造非铁合金	114	3.6.3 石棉板	157
3.2 钢铁材料(黑色金属)	123	3.6.4 毛毡	158
3.2.1 碳素结构钢	123	第4章 螺纹联接	159
3.2.2 优质碳素结构钢	124	4.1 螺纹及螺纹联接的分类和应用	159
3.2.3 低合金高强度结构钢	127	4.1.1 螺纹的种类、特点和应用	159
3.2.4 合金结构钢	128	4.1.2 螺纹联接的基本类型和应用	160
3.2.5 弹簧钢	132	4.2 普通螺纹	160
3.2.6 工具钢	133	4.2.1 普通螺纹基本尺寸	160
3.2.7 不锈钢	135	4.2.2 普通螺纹公差带和旋合长度	162

4.3 管螺纹	164	6.2 滚动螺旋传动	265
4.3.1 55°非密封管螺纹	164	6.2.1 滚动螺旋传动的设计计算	265
4.3.2 55°密封管螺纹	166	6.2.2 滚动螺旋副的参数	266
4.3.3 60°密封管螺纹	168	6.2.3 滚动螺旋副的尺寸系列及其承载能力	266
4.3.4 管路用普通螺纹	169	6.2.4 滚动螺旋副的精度	269
4.4 螺纹紧固件	170	6.2.5 滚动螺旋副的材料及热处理	269
4.4.1 螺栓	171	第7章 带传动	270
4.4.2 双头螺柱	178	7.1 平带传动	270
4.4.3 螺钉	181	7.1.1 平带传动计算	270
4.4.4 螺母	191	7.1.2 平带传动形式	271
4.4.5 垫圈	201	7.1.3 平带轮最小直径	273
4.4.6 挡圈	205	7.1.4 平带和带轮尺寸	274
第5章 键、花键、销及过盈联接	214	7.1.5 单位宽度平带允许传递功率	274
5.1 键联接	214	7.1.6 平带轮的结构、直径和辐板厚度	275
5.1.1 键和键联接的类型、特点和应用	214	7.2 普通 V 带传动	276
5.1.2 键联接的强度计算	215	7.2.1 普通 V 带传动设计计算	276
5.1.3 键的标准	215	7.2.2 普通 V 带基准长度系列	278
5.2 花键联接	225	7.2.3 普通 V 带的额定功率	278
5.2.1 花键联接的类型、特点和应用	225	7.2.4 V 带轮设计要求	282
5.2.2 矩形花键联接	225	7.2.5 V 带轮基准直径系列	282
5.2.3 渐开线花键联接	227	7.2.6 基准宽度制 V 带轮槽形尺寸及最小基准直径	283
5.3 销联接	238	7.2.7 V 带轮材料	283
5.3.1 销和销联接的类型、特点和应用	238	7.2.8 V 带轮结构	283
5.3.2 销的选择和销联接的强度校核	239	7.3 窄 V 带传动	284
5.3.3 销的标准	240	7.3.1 窄 V 带传动设计计算	284
5.4 过盈联接	246	7.3.2 窄 V 带有效长度系列和有效直径系列	287
5.4.1 过盈联接的类型、特点和应用	246	7.3.3 窄 V 带的额定功率	287
5.4.2 过盈联接的计算	247	7.3.4 有效宽度制窄 V 带轮槽形尺寸及槽角	293
第6章 螺旋传动	253	7.4 同步带传动	293
6.1 滑动螺旋传动	253	7.4.1 同步带传动设计计算	293
6.1.1 螺旋传动的分类、特点和应用	253	7.4.2 同步带轮齿数系列及最小许用齿数	295
6.1.2 滑动螺旋传动的设计计算	254	7.4.3 同步带节线长度及基准宽度	295
6.1.3 螺旋副的螺纹种类、特点和应用	257	7.4.4 同步带齿尺寸	296
6.1.4 梯形螺纹的基本尺寸	257	7.4.5 同步带轮基本尺寸	296
6.1.5 梯形螺纹的精度和公差	259	7.4.6 同步带基准额定功率	296
6.1.6 锯齿形 (3°、30°) 螺纹的基本尺寸	261	第8章 链传动	300
6.1.7 锯齿形 (3°、30°) 螺纹的精度和公差	262	8.1 滚子链传动	300
6.1.8 螺杆、螺母的材料与许用应力	264		

8.1.1 滚子链传动选择指导	300	选择	353
8.1.2 滚子链的基本参数与尺寸	302	9.5.4 内啮合齿轮传动变位因数的 选择	357
8.1.3 滚子链链轮的主要尺寸	304	9.6 渐开线圆柱齿轮承载能力 校核计算	358
8.1.4 滚子链链轮常用材料及热处理	306	9.6.1 齿面接触强度校核计算	358
8.1.5 滚子链传动的润滑	306	9.6.2 轮齿弯曲强度校核计算	366
8.2 齿形链传动	307	9.6.3 齿轮静强度校核计算	371
8.2.1 齿形链传动设计计算	307	9.6.4 变载荷工况下齿轮强度校核计算	371
8.2.2 齿形链的结构和基本参数	313	9.6.5 齿面胶合承载能力计算	372
8.2.3 齿形链链轮齿形及参数	313	9.7 齿轮传动的润滑	376
8.2.4 润滑油选用	316	9.7.1 齿轮传动润滑油种类选择	376
第9章 渐开线圆柱齿轮传动	317	9.7.2 齿轮传动润滑油粘度选择	376
9.1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓 和模数	317	9.7.3 齿轮传动润滑方式选择	377
9.1.1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓	317	9.8 图样上应注明的尺寸数据及 结构形式	377
9.1.2 渐开线圆柱齿轮模数	318	9.8.1 图样上应注明的尺寸数据	377
9.2 渐开线圆柱齿轮精度	318	9.8.2 圆柱齿轮的结构形式	378
9.2.1 齿轮偏差的定义和代号	318	第10章 直齿锥齿轮传动	382
9.2.2 齿轮精度等级及其选择	319	10.1 直齿锥齿轮基本齿廓和模数	382
9.2.3 齿轮的公差或极限偏差数值	320	10.1.1 直齿锥齿轮基本齿廓	382
9.2.4 侧隙与齿厚偏差	326	10.1.2 锥齿轮模数	382
9.2.5 齿坯公差	326	10.2 锥齿轮精度	382
9.2.6 中心距极限偏差和轴线平行度	328	10.2.1 锥齿轮、锥齿轮副误差及侧隙的 定义和代号	382
9.2.7 齿面粗糙度	329	10.2.2 锥齿轮及锥齿轮副精度等级、侧 隙及图样标注	386
9.2.8 轮齿的接触斑点	329	10.2.3 锥齿轮、锥齿轮副公差及极限 偏差值	387
9.2.9 齿轮偏差项目的检验组	330	10.3 直齿锥齿轮传动设计计算	392
9.3 齿条精度	330	10.3.1 直齿锥齿轮传动强度初步 计算	392
9.3.1 齿条、齿条副误差及侧隙的定义 和代号	330	10.3.2 直齿锥齿轮传动主要参数的 选择	393
9.3.2 齿条精度等级及齿条副侧隙	334	10.4 直齿锥齿轮传动几何尺寸 计算	394
9.3.3 齿条及齿条副的检验组	334	10.5 直齿锥齿轮传动承载能力校 核计算	396
9.3.4 齿条公差及极限偏差值	334	10.6 锥齿轮图样上应注明的尺寸 数据及结构形式	400
9.4 渐开线圆柱齿轮传动设计计算	335	10.6.1 锥齿轮图样上应注明的 尺寸数据	400
9.4.1 渐开线圆柱齿轮传动强度初 步计算	335		
9.4.2 齿轮基本参数的选择	341		
9.4.3 齿轮材料的选择	342		
9.5 渐开线圆柱齿轮传动几何 尺寸计算	347		
9.5.1 外啮合圆柱齿轮传动几何 尺寸计算	347		
9.5.2 内啮合圆柱齿轮传动几何尺寸 计算	349		
9.5.3 外啮合齿轮传动变位因数的			

10.6.2 直齿锥齿轮的结构形式	400	12.1.2 常用渐开线行星齿轮传动的类型 与主要性能	432
第 11 章 圆柱蜗杆传动	402	12.1.3 常用渐开线行星齿轮传动的传动比 与效率计算	434
11.1 圆柱蜗杆基本齿廓、模数和分度 圆直径	402	12.2 渐开线行星齿轮传动主要参数 的确定	435
11.1.1 圆柱蜗杆基本齿廓	402	12.2.1 齿轮齿数及行星轮数的确定	435
11.1.2 圆柱蜗杆模数和分度圆直径	402	12.2.2 齿轮变位方法和变位因数 的选择	438
11.2 圆柱蜗杆、蜗轮精度	402	12.3 渐开线行星齿轮传动承载 能力计算	440
11.2.1 蜗杆、蜗轮及其传动的误差与 侧隙的定义和代号	403	12.3.1 渐开线行星齿轮传动作 用力计算	440
11.2.2 蜗杆、蜗轮及其传动的公差组 和检验组	408	12.3.2 渐开线行星齿轮传动承载能力 计算	442
11.2.3 蜗杆、蜗轮精度等级的选择	408	12.4 渐开线行星齿轮传动的均载 机构	444
11.2.4 蜗杆传动的侧隙	409	12.4.1 均载机构的形式	444
11.2.5 蜗杆、蜗轮的图样标注	409	12.4.2 浮动构件浮动量的确定	445
11.2.6 蜗杆、蜗轮的各项公差值	409	第 13 章 滑动轴承	447
11.3 圆柱蜗杆传动的设计计算	413	13.1 滑动轴承的类型、材料和 选择	447
11.3.1 圆柱蜗杆传动作用力和滑动 速度计算	413	13.1.1 滑动轴承的分类及性能比较	447
11.3.2 圆柱蜗杆传动主要尺寸的 初步计算	413	13.1.2 常用滑动轴承材料的许用值	448
11.3.3 圆柱蜗杆传动基本参数	414	13.2 滑动轴承的设计资料	450
11.3.4 蜗杆、蜗轮的材料及许用应力	419	13.3 滑动轴承的结构标准	451
11.3.5 圆柱蜗杆传动几何尺寸计算	420	13.4 关节轴承	456
11.3.6 圆柱蜗杆传动承载能力校核 计算	422	13.4.1 关节轴承的基本类型和特点	456
11.3.7 蜗杆传动效率和散热计算	422	13.4.2 关节轴承的代号	457
11.4 圆弧圆柱蜗杆 (ZC 蜗杆) 传动	423	13.4.3 常用关节轴承的规格	458
11.4.1 ZC ₁ 蜗杆的基本齿廓	424	13.5 不完全液体润滑滑动轴承	463
11.4.2 ZC ₁ 蜗杆传动主要尺寸的初步 确定	424	13.6 动压液体润滑滑动轴承	465
11.4.3 ZC ₁ 蜗杆传动蜗杆、蜗轮参数 匹配	426	13.6.1 动压液体润滑向心滑动轴承	465
11.4.4 ZC ₁ 蜗杆传动的几何尺寸计算	428	13.6.2 动压液体润滑推力滑动轴承	465
11.4.5 ZC ₁ 蜗杆传动承载能力校核 计算	428	第 14 章 滚动轴承	472
11.5 蜗杆传动的润滑	429	14.1 滚动轴承的类型、特性和 代号	472
11.6 圆柱蜗杆、蜗轮图样上应注明的 尺寸数据	430	14.1.1 常用滚动轴承的类型和特性	472
第 12 章 渐开线行星齿轮传动	432	14.1.2 滚动轴承的代号	476
12.1 行星齿轮传动的类型与性能	432	14.2 滚动轴承的承载能力计算	480
12.1.1 行星齿轮传动的组成	432	14.2.1 滚动轴承的寿命计算	480

14.2.2 滚动轴承的静载荷计算	485	16.1.1 常用联轴器的性能、特点和 应用	549
14.2.3 滚动轴承的极限转速	485	16.1.2 联轴器的选择与计算	549
14.3 滚动轴承的组合设计	486	16.1.3 套筒联轴器	551
14.3.1 滚动轴承精度选择	486	16.1.4 凸缘联轴器	552
14.3.2 滚动轴承的配合和安装	486	16.1.5 弹性套柱销联轴器	554
14.3.3 与滚动轴承相配合表面粗 糙度选择	488	16.1.6 弹性柱销联轴器	556
14.3.4 滚动轴承组合典型结构	489	16.1.7 弹性柱销齿式联轴器	558
14.4 常用滚动轴承的主要尺寸和 性能	491	16.1.8 梅花形弹性联轴器	560
14.4.1 调心球轴承	491	16.1.9 轮胎式联轴器	565
14.4.2 调心滚子轴承	493	16.1.10 TGL鼓形齿式联轴器	566
14.4.3 圆锥滚子轴承	495	16.1.11 万向联轴器	569
14.4.4 推力球轴承	501	16.1.12 膜片联轴器	571
14.4.5 深沟球轴承	504	16.1.13 弹性活销联轴器	573
14.4.6 角接触球轴承	509	16.2 离合器	573
14.4.7 圆柱滚子轴承	512	16.2.1 常用离合器的形式、特点和 应用	573
14.4.8 滚针轴承	516	16.2.2 离合器的选择与计算	573
14.5 直线运动球轴承	522	16.2.3 牙嵌离合器	575
14.5.1 常用直线运动球轴承的结构类型 和特性	522	16.2.4 转键离合器	580
14.5.2 常用直线运动球轴承的 基本代号	522	16.2.5 片式离合器	583
14.5.3 常用直线运动球轴承的 基本尺寸	522	16.2.6 圆锥离合器	587
第15章 轴	525	16.2.7 片式电磁离合器	589
15.1 轴的材料	525	16.2.8 滚柱式超越离合器	591
15.2 轴的结构设计	527	16.2.9 闸块式离心离合器	596
15.2.1 初步估算轴径	527	16.3 制动器	600
15.2.2 轴上零件的固定	527	16.3.1 常用制动器的性能、特点和 应用	600
15.2.3 轴的加工及装配工艺性	530	16.3.2 制动力矩的计算	600
15.2.4 提高轴疲劳强度的措施	530	16.3.3 外抱块式制动器	602
15.3 轴的强度计算	531	16.3.4 带式制动器	609
15.3.1 按许用弯曲应力计算	531	第17章 弹簧	612
15.3.2 安全因数校核计算	531	17.1 普通圆柱螺旋弹簧	612
15.4 轴的刚度计算	540	17.1.1 普通圆柱螺旋弹簧的类型及 尺寸系列	612
15.4.1 轴的弯曲刚度计算	540	17.1.2 普通圆柱螺旋弹簧的设计计算	612
15.4.2 轴的扭转刚度计算	540	17.1.3 圆柱螺旋弹簧的材料及技术 要求	617
15.5 软轴	545	17.1.4 圆柱螺旋压缩弹簧的尺寸及 参数	622
15.5.1 软轴的结构	545	17.1.5 圆柱螺旋弹簧的工作图样	624
15.5.2 软轴的选择与使用	546	17.2 碟形弹簧	625
第16章 联轴器、离合器和制动器	549	17.2.1 碟形弹簧的结构及系列	625
16.1 联轴器	549		

17.2.2 碟形弹簧的设计计算	625	20.1.1 液压气动系统及元件的公称 压力系列	723
17.2.3 碟形弹簧的材料及技术要求	628	20.1.2 液压泵及马达公称排量系列	723
17.2.4 碟形弹簧的尺寸及参数	629	20.1.3 液压缸、气缸内径及活塞杆 外径系列	723
17.2.5 碟形弹簧的工作图样	631	20.1.4 液压缸、气缸活塞行程系列	724
17.3 片弹簧	631	20.1.5 液压元件的油口螺纹联接尺寸	724
17.3.1 片弹簧的设计计算	631	20.2 常用液压元件	724
17.3.2 片弹簧的材料及许用应力	632	20.2.1 液压泵和液压马达	724
17.4 环形弹簧	633	20.2.2 液压控制阀	727
17.4.1 环形弹簧的设计计算	633	20.2.3 液压缸	733
17.4.2 环形弹簧主要参数的选择	635	20.2.4 液压辅件	738
17.4.3 环形弹簧的材料及许用应力	635	20.3 常用气动元件	739
第 18 章 搬运机械零件和操作件	636	20.3.1 气源处理元件	739
18.1 起重机械零件	636	20.3.2 QDC 电控换向阀	742
18.1.1 钢丝绳和绳具	636	20.3.3 气缸	744
18.1.2 卷筒	649	20.3.4 气动辅件	751
18.1.3 滑轮	657	第 21 章 减速器	755
18.1.4 起重运输用链条和链轮	661	21.1 减速器设计	755
18.1.5 吊钩	668	21.1.1 常用减速器的形式、特点 和应用	755
18.1.6 车轮与轨道	671	21.1.2 减速器基本参数	757
18.2 带式输送机零件	676	21.1.3 圆柱齿轮减速器通用技术条件	759
18.2.1 输送带	676	21.2 标准减速器	761
18.2.2 滚筒	679	21.2.1 圆柱齿轮减速器	761
18.2.3 托辊	684	21.2.2 NGW 行星齿轮减速器	766
18.2.4 卸料器和清扫器	686	21.2.3 谐波传动减速器	774
18.3 操作件	688	21.2.4 圆弧圆柱蜗杆减速器	781
18.3.1 手柄和手柄座	688	第 22 章 交流三相异步电动机	787
18.3.2 手轮	695	22.1 常用交流三相异步电动机的特点 和用途	787
18.3.3 把手	699	22.2 Y 系列 (IP23) 三相异步 电动机	789
18.3.4 嵌套	703	22.3 Y 系列 (IP44) 三相异步 电动机	793
第 19 章 润滑与密封	704	22.4 YR 系列三相异步 电动机	800
19.1 润滑剂与润滑装置	704	22.5 YD 系列 (IP44) 变极多速三 相异步电动机	802
19.1.1 石油产品及润滑剂的总分类	704	22.6 YCT 系列电磁调速电动机	803
19.1.2 润滑油	704	22.7 YCJ 系列齿轮减速电动机	804
19.1.3 润滑脂	705		
19.1.4 常用固体润滑剂	706		
19.1.5 常用润滑方法与润滑装置	707		
19.2 密封方法与密封件	714		
19.2.1 常用密封方法、性能及应用	714		
19.2.2 常用密封件	717		
第 20 章 常用液压及气动元件	723		
20.1 基础标准	723		

22.8	YEP 系列旁磁制动三相异步电动机	811
22.9	YEJ 系列电磁铁制动三相异步电动机	811
22.10	YH 系列高转差率三相异步电动机	815
22.11	YB 系列隔爆型三相异步电动机	816
22.12	YZ、YZR 系列起重及冶金用三相异步电动机	820

第 23 章	小功率电动机和直流电动机	826
23.1	小功率电动机和直流电动机的特点和用途	826
23.2	小功率电动机	827
23.3	Z4 系列直流电动机	832
23.4	交流和直流伺服电动机	836
23.5	步进电动机	842
	参考文献	845

第 1 章 常用资料和数据

1.1 标准代号

1.1.1 国内部分标准代号 (见表 1-1)

表 1-1 国内部分标准代号

代号	名 称
GB	国家标准
GBJ	国家工程建设标准
GB _n	国家内部标准
GJB	国家军用标准
BB	包装行业包装
CB	船舶行业标准
CH	测绘行业标准
CJ	城市建设行业标准
DL	电力行业标准
DZ	地质矿产行业标准
EJ	核工业行业标准
FZ	纺织行业标准
GC	金属切削机床行业标准
GJ	工程机械行业标准
HB	航空工业行业标准
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
KY	中国科学院标准
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
MT	煤炭行业标准
NJ	农机行业标准
NY	农业行业标准
QB	轻工行业标准
QC	汽车行业标准
QJ	航天行业标准
SH	石油化工行业标准
SJ	电子行业标准
SL	水利行业标准
SY	石油天然气行业标准

(续)

代号	名 称
TB	铁路运输行业标准
WB	物资行业标准
WJ	兵工民品行业标准
XB	稀土行业标准
YB	黑色冶金行业标准
YD	通信行业标准
YS	有色冶金行业标准

注：在代号后加“/T”为推荐性标准；不加/T的为强制性标准；在代号后加“/Z”为指导性技术文件。

1.1.2 国外部分标准代号 (见表 1-2)

表 1-2 国外部分标准代号

代号	名 称
ISO	国际标准化组织标准
IEC	国际电工委员会标准
ABC	美、英、加联合标准
AGMA	美国齿轮制造商协会标准
AISI	美国钢铁学会标准
ANSI	美国国家标准
ASA	美国标准协会标准
ASME	美国机械工程师协会标准
ASTM	美国材料与试验协会标准
BS	英国国家标准
CSA	加拿大标准协会标准
DIN	德国工业标准
DS	丹麦国家标准
EN	欧洲（共同体）标准
IEEE	美国电气与电子工程师协会标准
IFI	美国工业紧固件协会标准
JIS	日本工业标准
JGMA	日本齿轮制造商协会标准
NF	法国国家标准
SAE	美国汽车工程师协会标准
SIS	瑞典国家标准
SNV	瑞士国家标准
UNI	意大利国家标准
TOCT	俄罗斯国家标准

1.2 常用数据

1.2.1 常用物理量常数 (见表 1-3)

表 1-3 常用物理量常数

名 称	符号	数值及单位
冰点的热力学温度	T_0	273.15K
纯水三相点的热力学温度	T	273.16K
通用气体常数	R	8.314 41 J/(mol·K)
4°C 时水的体积质量		0.999 973g/cm ³
0°C 时水银的体积质量		13.595 1g/cm ³
在标准条件下干燥空气的体积质量		0.001 293g/cm ³
标准重力加速度	g_n	980.665cm/s ²
标准条件下空气中的声速	c	331.4m/s
真空中的光速	c_0	$2.997\ 92 \times 10^{10}$ cm/s
真空介电常数	ϵ_0	$8.854\ 187\ 818 \times 10^{-12}$ F/m
真空磁导率	μ_0	$4\pi \cdot 10^{-7}$ H/m
基本电荷	e	$1.602\ 189\ 2 \times 10^{-20}$ emu
		$4.803\ 242 \times 10^{-10}$ esu

1.2.2 常用材料的体积质量 (见表 1-4)

表 1-4 常用材料的体积质量

(单位: g/cm³)

材料名称	体积质量
碳素钢	7.8 ~ 7.85
铸钢	7.8
高速钢($w(W) = 9\%$)	8.3
高速钢($w(W) = 18\%$)	8.7
合金钢	7.9
镍铬钢	7.9
灰铸铁	7.0
白口铸铁	7.55
可锻铸铁	7.3
纯铜	8.9
黄铜	8.4 ~ 8.85
铸造黄铜	8.62
锡青铜	8.7 ~ 8.9
无锡青铜	7.5 ~ 8.2
轧制磷青铜	8.8
冷拉青铜	8.8
工业用铝	2.7
可铸铝合金	2.7
铝镍合金	2.7
镍	8.9
锰	7.43

(续)

材料名称	体积质量
轧锌	7.1
铅	11.37
锡	7.29
金	19.32
银	10.5
汞	13.55
镁合金	1.74
硅钢片	7.55 ~ 7.8
锡基轴承合金	7.34 ~ 7.75
铅基轴承合金	9.33 ~ 10.67
硬质合金(钨钴)	14.4 ~ 14.9
硬质合金(钨钴钛)	9.5 ~ 12.4
胶木板、纤维板	1.3 ~ 1.4
纯橡胶	0.93
皮革	0.4 ~ 1.2
聚氯乙烯	1.35 ~ 1.40
聚苯乙烯	0.91
有机玻璃	1.18 ~ 1.19
无填料的电木	1.2
赛璐珞	1.4
各类机油	0.9 ~ 0.95
酚醛层压板	1.3 ~ 1.45
尼龙 6	1.13 ~ 1.14
尼龙 66	1.14 ~ 1.15
尼龙 1010	1.04 ~ 1.06
橡胶夹布传动带	0.8 ~ 1.2
木材	0.4 ~ 0.75
石灰石	2.4 ~ 2.6
花岗石	2.6 ~ 3.0
砌砖	1.9 ~ 2.3
混凝土	1.8 ~ 2.45
生石灰	1.1
熟石灰	1.2
水泥	1.2
粘土耐火砖	2.10
硅质耐火砖	1.8 ~ 1.9
镁质耐火砖	2.6
镁铬质耐火砖	2.8
高铬质耐火砖	2.2 ~ 2.5
碳化硅	3.10
大理石	2.6 ~ 2.7
陶瓷	2.3 ~ 2.45

1.2.3 常用材料的线膨胀系数(见表 1-5)

表 1-5 常用材料的线膨胀系数 α_t (单位: $\times 10^{-6}/^{\circ}\text{C}$)

材料	温度范围 $t/^{\circ}\text{C}$					
	20	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600
工程用铜	—	16.6 ~ 17.1	17.1 ~ 17.2	17.6	18.0 ~ 18.1	18.6
黄铜	—	17.8	18.8	20.9	—	—
青铜	—	17.6	17.9	18.2	—	—
铸铝合金	18.44 ~ 24.5	—	—	—	—	—
铝合金	—	22 ~ 24	23.4 ~ 24.8	24.0 ~ 25.9	—	—
碳素钢	—	10.6 ~ 12.2	11.3 ~ 13.0	12.1 ~ 13.5	12.9 ~ 13.9	13.5 ~ 14.3
铬钢	—	11.2	11.8	12.4	13	13.6
铸铁	—	8.7 ~ 11.1	8.5 ~ 11.6	10.1 ~ 12.1	11.5 ~ 12.7	12.9 ~ 13.2
镍铬合金	—	14.5	—	—	—	—
砖	9.5	—	—	—	—	—
水泥、混凝土	10 ~ 14	—	—	—	—	—
胶木、硬橡皮	64 ~ 77	—	—	—	—	—
玻璃	—	4.0 ~ 11.5	—	—	—	—
赛璐珞	—	100	—	—	—	—
有机玻璃	—	130	—	—	—	—

1.2.4 常用材料的弹性模量及泊松比(见表 1-6)

表 1-6 常用材料的弹性模量及泊松比

材料名称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ
灰铸铁	118 ~ 126	44.3	0.3
球墨铸铁	173	—	0.3
碳钢、合金钢	206	79.4	0.3
铸钢	202	—	0.3
轧制纯铜	108	39.2	0.31 ~ 0.34
冷拔纯铜	127	48	—
轧制磷锡青铜	113	41.2	0.32 ~ 0.35

(续)

材料名称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ
轧制锰青铜	108	39.2	0.35
铸铝青铜	103	41.1	0.3
铸锡青铜	103	—	0.3
冷拔黄铜	89 ~ 97	34.3 ~ 36.3	0.32 ~ 0.42
轧制铝	68	25.5 ~ 26.5	0.32 ~ 0.36
硬铝合金	70	26.5	0.3
铅	16	6.8	0.42
玻璃	55	1.96	0.25
有机玻璃	2.35 ~ 29.42	—	—
橡胶	0.0078	—	0.47
电木	1.96 ~ 2.94	0.69 ~ 2.06	0.35 ~ 0.38
夹布酚醛塑料	3.92 ~ 8.83	—	—
赛璐珞	1.71 ~ 1.89	0.69 ~ 0.98	0.4
尼龙 1010	1.07	—	—
硬聚氯乙烯	3.14 ~ 3.92	—	0.34 ~ 0.35
聚四氟乙烯	1.14 ~ 1.42	—	—
低压聚乙烯	0.54 ~ 0.75	—	—
高压聚乙烯	0.147 ~ 0.245	—	—
混凝土	13.73 ~ 39.2	4.9 ~ 15.69	0.1 ~ 0.18

1.2.5 常用材料极限强度的近似关系(见表 1-7)

表 1-7 常用材料极限强度的近似关系

材料名称	极限强度					
	对称应力疲劳极限			脉动应力疲劳极限		
	抗拉疲劳极限 σ_{-1}	抗弯疲劳极限 σ_{-1b}	抗扭疲劳极限 τ_{-1}	抗拉脉动疲劳极限 σ_0	抗弯脉动疲劳极限 σ_{0b}	抗扭脉动疲劳极限 τ_0
结构钢	$\approx 0.3\sigma_b$	$\approx 0.43\sigma_b$	$\approx 0.25\sigma_b$	$\approx 1.42\sigma_{-1}$	$\approx 1.33\sigma_{-1}$	$\approx 1.5\tau_{-1}$
铸铁	$\approx 0.225\sigma_b$	$\approx 0.45\sigma_b$	$\approx 0.36\sigma_b$	$\approx 1.42\sigma_{-1}$	$\approx 1.35\sigma_{-1}$	$\approx 1.35\tau_{-1}$
铝合金	$\approx \sigma_b/\sqrt{6} + 73.5\text{MPa}$			$\approx (0.55 \sim 0.58)\sigma_{-1}$	$\approx 1.5\sigma_{-1}$	—

注: σ_b —抗拉强度。

1.2.6 常用硬度值的对照(见表 1-8)

表 1-8 常用硬度值的对照

HRC	HV	HBS(HBW)
20	226	225(—)
21	230	229(—)
22	235	234(—)
23	241	240(—)
24	247	245(—)
25	253	251(—)
26	259	257(—)
27	266	263(—)
28	273	269(—)
29	280	276(—)
30	288	283(—)
31	296	291(—)
32	304	298(—)
33	313	306(—)
34	321	314(—)
35	331	323(—)
36	340	332(—)
37	350	341(—)
38	360	350(—)
39	371	360(—)
40	381	370(370)
41	393	380(381)
42	404	391(392)
43	416	401(403)

(续)

HRC	HV	HBS(HBW)
44	428	413(415)
45	441	424(428)
46	454	436(441)
47	468	449(455)
48	482	—(470)
49	497	—(486)
50	512	—(502)
51	527	—(518)
52	544	—(535)
53	561	—(552)
54	578	—(569)
55	596	—(585)
56	615	—(601)
57	635	—(616)
58	655	—(628)
59	676	—(639)
60	698	—(647)
61	721	—
62	745	—
63	770	—
64	795	—
65	822	—
66	850	—
67	879	—

1.2.7 常用金属材料的质量热容和热导率(见表 1-9)

表 1-9 常用金属材料的质量热容和热导率

材料名称	20℃		热导率 $\lambda/W(m \cdot K)^{-1}$								
	质量热容 c/J $(kg \cdot K)^{-1}$	热导率 λ/W $(m \cdot K)^{-1}$	温度 $t/^\circ C$								
			- 100	0	100	200	300	400	600	800	1000
纯铝	902	236	243	236	240	238	234	228	215	—	—
铝合金 ($w(Al) = 92\%$, $w(Mg) = 8\%$)	904	107	86	102	128	148	—	—	—	—	—
铝合金 ($w(Al) = 87\%$, $w(Si) = 13\%$)	871	162	139	158	173	176	180	—	—	—	—
纯铜	386	398	421	401	393	389	384	379	366	352	—
铝青铜 ($w(Cu) = 90\%$, $w(Al) = 10\%$)	420	56	—	49	57	66	—	—	—	—	—
青铜 ($w(Cu) = 89\%$, $w(Sn) = 11\%$)	343	24.8	—	24	28.4	33.2	—	—	—	—	—
黄铜 ($w(Cu) = 70\%$, $w(Zn) = 30\%$)	377	109	90	106	131	143	145	148	—	—	—
灰铸铁 ($w(C) \approx 3\%$)	470	39.2	—	28.5	32.4	35.8	37.2	36.6	20.8	19.2	—
碳素钢 ($w(C) \approx 0.5\%$)	465	49.8	—	50.5	47.5	44.8	42	39.4	34	29	—
碳素钢 ($w(C) \approx 1\%$)	470	43.2	—	43	42.8	42.2	41.5	40.6	36.7	32.2	—
碳素钢 ($w(C) \approx 1.5\%$)	470	36.7	—	36.8	36.6	36.2	35.7	34.7	31.7	27.8	—
铬钢 ($w(Cr) \approx 5\%$)	460	36.1	—	36.3	35.2	34.7	33.5	31.4	28	27.2	27.2
铬钢 ($w(Cr) \approx 13\%$)	460	26.8	—	26.5	27	27	27	27.6	28.4	29	29
铬钢 ($w(Cr) \approx 26\%$)	460	22.6	—	22.6	23.8	25.5	27.2	28.5	31.8	35.1	38
铬镍钢 ($w(Cr) = 18\% \sim 20\%$, $w(Ni) = 8\% \sim 12\%$)	460	15.2	12.2	14.7	16.6	18	19.4	20.8	23.5	26.3	—
铬镍钢 ($w(Cr) = 17\% \sim 19\%$, $w(Ni) = 9\% \sim 13\%$)	460	14.7	11.8	14.3	16.1	17.5	18.8	20.2	22.8	25.5	28.2
镍钢 ($w(Ni) \approx 1\%$)	460	45.5	40.8	45.2	46.8	46.1	44.1	41.2	35.7	—	—
镍钢 ($w(Ni) \approx 35\%$)	460	13.8	10.9	13.4	15.4	17.1	18.6	20.1	23.1	—	—
锰钢 ($w(Mn) \approx 0.4\%$)	440	51.2	—	—	51	50	47	43.5	35.5	27	—
铅	128	35.3	37.2	35.5	34.3	32.8	31.5	—	—	—	—
铂	133	71.4	73.3	71.5	71.6	72	72.8	73.6	76.6	80	84.2