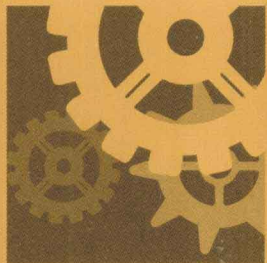


高等学校教材

机械设计 课程设计手册

第4版



■ 清华大学 吴宗泽 高志 主编
■ 北京科技大学 罗圣国 李威

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

高等学校教材

机械设计课程设计手册

Jixie Sheji Kecheng Sheji Shouce

第4版

清华大学 吴宗泽 高 志 主编
北京科技大学 罗圣国 李 威



高等教育出版社·北京
HIGHER EDUCATION PRESS BEIJING

内容提要

本手册是在第3版的基础上,根据教育部高等学校机械基础教学指导分委员会最新制定的“高等学校工科本科机械设计课程教学基本要求”,充分吸收机械设计课程设计教学改革成果,并结合众多院校在实际使用过程中提出的改进意见修订而成的。为适应目前机械原理课程设计、机械设计课程设计的整合趋势,本手册增加了机械系统方案设计的内容。为了满足不同类型学校的需要,本手册还新增了一些参考图例与设计题目。

由于计算机辅助设计技术的不断更新,本手册所附《机械设计课程设计辅助系统2.0》光盘也做了修订。

本手册共三篇21章。第一篇机械设计常用标准和规范;第二篇机械设计课程设计指导书;第三篇参考图例与设计题目。本手册全部采用了最新的国家标准。

本手册可作为高等工科大学机械类专业的教材,也可供相关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计手册/吴宗泽等主编.--4版.
--北京:高等教育出版社,2012.5
ISBN 978-7-04-034801-9

I. ①机… II. ①吴… III. ①机械设计-课程设计-高等学校-教材 IV. ①TH122-41

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第045621号

策划编辑 卢广 责任编辑 卢广 封面设计 李卫青 版式设计 于婕
插图绘制 宗小梅 责任校对 张小镝 责任印制 田甜

出版发行	高等教育出版社	网 址	http://www.hep.edu.cn
社 址	北京市西城区德外大街4号		http://www.hep.com.cn
邮政编码	100120	网上订购	http://www.landraco.com
印 刷	北京宏伟双华印刷有限公司		http://www.landraco.com.cn
开 本	787mm×1092mm 1/16	版 次	1992年3月第1版
印 张	20		2012年5月第4版
字 数	480千字	印 次	2012年5月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	37.30元(含光盘)
咨询电话	400-810-0598		

本书如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请到所购图书销售部门联系调换

版权所有 侵权必究

物料号 34801-00

第4版前言

机械设计课程设计是机械设计课程的一个重要实践环节,也是学生接受的第一次较全面、较规范的设计训练。近年来,随着我国高校机械设计课程教学改革的不断深入,机械设计课程设计等实践教学环节也越来越受到重视。各校在机械设计课程设计的内容、选题和指导方法等方面进行了诸多改革,更加注重培养学生的创新意识和设计能力,取得了良好的教学效果,积累了丰富的经验。为了满足机械设计课程设计的教学需求,反映教学改革和科技发展的最新成果,本书在第3版的基础上做了进一步修订。与第3版相比,本版做了以下几个方面的修改:

1. 增加新的设计题目。本书引入了近几年本课程教学改革的成果,特别是开展研究性教学的经验,在设计题目选取上更加重视学生能力的培养。为了加强机械系统设计的内容,本版增加了一些新的有关系统设计方面的题目。

2. 更新国家标准。2008年和2009年发布了大量的新国家标准,如机械制图(表面粗糙度标注、明细表、标题栏等),常用结构(倒圆、倒角等),材料(灰铸铁、球墨铸铁、普通结构钢、弹簧钢、型钢、铜合金、铝合金等)以及螺栓连接、齿轮传动、滚动轴承、电动机、润滑剂等。本书第一篇机械设计常用标准与规范所提供的标准全部是最新的国家标准,本书全部插图也均按照最新国家标准绘制。

3. 同步修订所附光盘。在计算功能中增加了过盈连接计算和滚动轴承轴系结构分析计算;在绘图功能中增加了联轴器绘图;在查询功能中增加了中心孔、球面半径、倒角与圆角、滚花、润滑槽、砂轮越程槽、优先数与优先数系、标准尺寸、齿轮与蜗杆传动标准和黑色金属硬度与强度换算表等内容的查询;在教学功能中增加了弹簧、铰链、螺旋传动、密封、轮结构设计和滚动轴承等内容。另外,光盘中涉及的国家标准也进行了更新。

本手册由清华大学吴宗泽、高志,北京科技大学罗圣国、李威主编。参加第4版修订工作的有:清华大学高志(第一章至第十二章),北京科技大学李威、王小群(第十三章至第十六章、第十九章、第二十章)、清华大学刘莹(第十七章、第十八章)。第二十一章的设计题目由参加编写人员共同提供。

本手册所附《机械设计课程设计辅助系统2.0》(光盘)由清华大学高志、刘向锋主编。

本手册由北京科技大学朱孝录教授审阅。朱教授提出了许多宝贵的意见和建议,使本手册质量进一步提高,在此表示衷心的感谢。

本手册一定还存在不足之处,敬请各位读者指正。

编者
2012年2月

目 录

第一篇 机械设计常用标准和规范

第一章 常用数据和一般标准	3	平面砂轮及 V 形砂轮越程槽	15
一、常用数据	3	燕尾导轨砂轮越程槽	15
金属材料熔点、热导率及比热容	3	矩形导轨砂轮越程槽	15
材料线[膨]胀系数 $\alpha \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$	3	刨切越程槽	15
常用材料的[质量]密度	3	零件倒圆与倒角	16
常用材料的弹性模量及泊松比	4	倒圆、倒角形式	16
机械传动和摩擦副的效率概略值	4	倒圆、倒角(45°)的四种装配形式	16
各种传动的传动比(参考值)	5	倒圆、倒角尺寸	16
黑色金属硬度对照表	5	与直径 ϕ 相应的倒角 C 、倒圆 R 的 推荐值	16
常用材料的摩擦因数	5	内角倒角、外角倒圆时 C_{\max} 与 R_1 的关系	16
物体的摩擦因数	6	圆形零件自由表面过渡圆角(参考)	16
滚动摩擦力臂	6	圆柱形轴伸	17
常用法定计量单位及换算关系	7	机器轴高	17
二、一般标准	8	轴肩和轴环尺寸(参考)	17
图纸幅面、图样比例	8	操作件	18
明细表格式(本课程用)	8	定位手柄座	18
装配图或零件图标题栏格式(本课程用)	8	手柄球	18
机构运动简图符号	9	手柄套	19
标准尺寸(直径、长度、高度等)	11	手柄杆	19
滚花	11	铸件最小壁厚(不小于)	20
圆锥的锥度与锥角系列	12	铸造斜度	20
一般用途圆锥的锥度与锥角	12	铸造过渡斜度	20
特殊用途圆锥的锥度与锥角	12	铸造外圆角	20
中心孔	13	铸造内圆角	20
中心孔表示法	13	焊缝符号表示法	21
齿轮滚刀外径尺寸	13	基本符号	21
齿轮加工退刀槽	14	补充符号	21
插齿空刀槽	14	焊缝尺寸符号	22
滚切人字齿轮退刀槽	14	焊缝尺寸符号及其标注位置	22
滑移齿轮的齿端倒圆和倒角尺寸(参考)	14	焊缝符号应用举例	23
三面刃铣刀尺寸	14	第二章 材料	24
砂轮越程槽	15	一、黑色金属材料	24
回转面及端面砂轮越程槽的形式 及尺寸	15		

钢的常用热处理方法及应用	24	全螺纹—A 和 B 级	42
常用热处理工艺及代号	24	六角头铰制孔用螺栓—A 和 B 级	43
灰铸铁	25	六角头螺杆带孔螺栓—A 和 B 级	43
球墨铸铁	25	双头螺柱 $b_m = d, b_m = 1.25d, b_m = 1.5d$	44
一般工程用铸造碳钢	26	地脚螺栓	45
碳素结构钢	26	内六角圆柱头螺钉	45
优质碳素结构钢	27	十字槽盘头螺钉、十字槽沉头螺钉	46
弹簧钢	28	开槽盘头螺钉、开槽沉头螺钉	47
合金结构钢	29	紧定螺钉	48
非调质机械结构钢	30	吊环螺钉	49
二、型钢及型材	31	三、螺母	50
冷轧钢板和钢带	31	I 型六角螺母—A 和 B 级、六角薄螺母—A	
热轧钢板和钢带	31	和 B 级—倒角	50
热轧圆钢直径和方钢边长尺寸	32	I 型六角开槽螺母—A 和 B 级	50
热轧等边角钢	32	四、垫圈	51
热轧槽钢	33	小垫圈、平垫圈	51
热轧工字钢	33	标准型弹簧垫圈、轻型弹簧垫圈	51
三、有色金属材料	34	外舌止动垫圈	52
铸造铜合金、铸造铝合金和铸造轴承合金 ..	34	工字钢、槽钢用方斜垫圈	52
铸造铜合金	34	五、螺纹零件的结构要素	53
铸造铝合金	34	普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角	53
铸造轴承合金	34	单头梯形外螺纹与内螺纹的退刀槽	53
铜及铜合金拉制棒材的力学性能	35	螺栓和螺钉通孔及沉孔尺寸	54
铜及铜合金板材的力学性能	35	普通粗牙螺纹的余留长度、钻孔余留深度 ..	54
铝及铝合金挤压棒材的力学性能	36	粗牙螺栓、螺钉的拧入深度和螺纹孔尺寸 ..	55
铝及铝合金板带的力学性能	36	扳手空间	55
四、工程塑料	37	第四章 键连接和销连接	56
五、常用材料大致价格比	37	一、键连接	56
第三章 螺纹连接和螺纹零件		平键连接的剖面 and 键槽尺寸、普通平键的	
结构要素	38	形式和尺寸	56
一、螺纹	38	导向平键的形式和尺寸	57
普通螺纹基本尺寸	38	矩形花键的尺寸、公差	58
普通螺纹旋合长度	39	二、销连接	59
米制锥螺纹	39	圆柱销、圆锥销	59
55°密封管螺纹	40	螺尾锥销	59
55°非密封管螺纹	40	内螺纹圆柱销、内螺纹圆锥销	60
梯形螺纹设计牙型尺寸	41	开口销	60
梯形螺纹直径与螺距系列	41	无头销轴、销轴	61
梯形螺纹基本尺寸	41	第五章 轴系零件的紧固件	62
二、螺栓、螺柱、螺钉	42	一、挡圈	62
六角头螺栓—A 和 B 级、六角头螺栓—		轴肩挡圈	62

锥销锁紧挡圈、螺钉锁紧挡圈	62	压配式压注油杯	91
轴端挡圈	63	旋盖式油杯	91
螺钉紧固轴端挡圈	63	压配式圆形油标	92
螺栓紧固轴端挡圈	63	长形油标	92
轴端单孔挡圈的固定	63	管状油标	93
孔用弹性挡圈—A型	64	杆式油标	93
轴用弹性挡圈—A型	65	外六角螺塞、纸封油圈、皮封油圈	93
二、圆螺母	66	三、密封件	94
圆螺母、小圆螺母	66	毡圈油封及槽	94
三、圆螺母用止动垫圈	67	液压气动用 O 形橡胶密封圈	94
四、轴上固定螺钉用的孔	67	旋转轴唇形密封圈的型式、尺寸及其安装	
轴上固定螺钉用孔	67	要求	95
第六章 滚动轴承	68	J 形无骨架橡胶油封	96
一、常用滚动轴承	68	油沟式密封槽	96
深沟球轴承	68	迷宫式密封槽	96
圆柱滚子轴承	71	甩油环(高速轴用)	96
调心球轴承	73	甩油盘(低速轴用)	96
调心滚子轴承	75	第八章 联轴器 and 离合器	97
滚针轴承	76	一、联轴器轴孔和键槽形式	97
角接触球轴承	77	轴孔和键槽的形式、代号及系列尺寸	97
圆锥滚子轴承	79	二、联轴器	98
推力球轴承	82	凸缘联轴器	98
二、滚动轴承的配合	85	GICL 型鼓形齿式联轴器	99
向心轴承载荷的区分	85	滚子链联轴器	100
安装向心轴承的轴公差带代号	85	弹性套柱销联轴器	101
安装向心轴承的孔公差带代号	85	带制动轮弹性套柱销联轴器	102
安装推力轴承的轴和孔公差带代号	86	弹性柱销联轴器	103
轴和外壳的几何公差	86	梅花形弹性联轴器	104
配合面的表面粗糙度	86	滑块联轴器	105
三、滚动轴承座	87	三、离合器	106
滚动轴承立式轴承座	87	简易传动用矩形牙嵌式离合器	106
四、其他	88	矩形、梯形牙嵌式离合器	106
向心推力轴承和推力轴承的轴向游隙(参考)	88	第九章 极限与配合、几何公差	
0 级向心轴承公差	88	和表面粗糙度	107
第七章 润滑与密封	89	一、极限与配合	107
一、润滑剂	89	公称尺寸至 800 mm 的标准公差数值	108
常用润滑油的主要性质和用途	89	轴的各种基本偏差的应用	109
常用润滑脂的主要性质和用途	90	公差等级与加工方法的关系	110
二、润滑装置	90	优先配合特性及应用举例	110
直通式压注油杯	90	轴的极限偏差	111
接头式压注油杯	91	孔的极限偏差	116

线性尺寸的未注公差	120	$F''_{i\Sigma c}$ 、 F_{vj} 值	148
二、几何公差	120	锥齿轮的 $\pm f_{pt}$ 、 f_c 和齿轮副的 $f''_{i\Sigma c}$ 值	148
几何特征符号、附加符号及其标注	120	接触斑点	148
直线度、平面度公差	121	周期误差的公差 f'_{zk} 值(齿轮副周期误差 的公差 f'_{zk} 值)	149
圆度、圆柱度公差	122	齿圈轴向位移极限偏差 $\pm f_{AM}$ 值	149
平行度、垂直度、倾斜度公差	123	锥齿轮副的 f'_{zrc} 、 $\pm E_{\Sigma}$ 、 $\pm f_a$ 值	150
同轴度、对称度、圆跳动和全跳动公差	124	3. 齿轮副侧隙	150
三、表面粗糙度	125	最小法向侧隙 j_{nmin} 值	151
表面粗糙度主要评定参数 R_a 、 R_z 的数值系列	125	齿厚公差 T_s 值	151
表面粗糙度主要评定参数 R_a 、 R_z 的 补充系列值	125	最大法向侧隙(j_{nmax})的制造误差补偿部分 E_{za} 值	151
加工方法与表面粗糙度 R_a 值的关系	126	齿厚上极限偏差 E_{sa} 值	152
表面粗糙度符号代号及其注法	126	4. 齿坯公差	152
表面粗糙度标注方法示例	127	齿坯公差值	152
第十章 齿轮传动、蜗杆传动和链 传动公差	129	5. 图样标注	152
一、渐开线圆柱齿轮精度	129	6. 锥齿轮和非变位圆柱齿轮的齿厚及 齿高	153
渐开线圆柱齿轮精度标准体系	129	非变位直齿圆柱、锥齿轮分度圆上弦齿厚 及弦齿高($\alpha_0 = 20^\circ$, $h_a^* = 1$)	153
1. 定义与代号	129	三、圆柱蜗杆、蜗轮精度	154
轮齿同侧齿面偏差的定义与代号	129	1. 精度等级和公差组	154
径向综合偏差与径向跳动的定义与代号	132	蜗杆、蜗轮及其传动的公差组	154
2. 精度等级及其选择	132	蜗杆传动的加工方法及应用范围	154
各种精度等级齿轮的适用范围	133	蜗杆、蜗轮部分误差的定义和代号	155
按 DIN 3960 ~ DIN 3967 选择啮合精度和 检验项目	134	2. 蜗杆、蜗轮及传动的检验与公差	156
3. 极限偏差值	134	推荐的蜗杆、蜗轮及其传动的检验项目	156
轮齿同侧齿面偏差的允许值	135	蜗杆的公差和极限偏差 f_h 、 f_{hl} 、 f_{px} 、 f_{pxL} 、 f_{fl} 、 f_r 值	156
径向综合偏差与径向跳动的允许值	138	蜗轮的 F_p 、 F_{pk} 、 $\pm f_{pt}$ 、 f_{ρ} 值	157
4. 其他检验项目	139	蜗轮的 F_r 、 F'_r 、 f''_i 值	157
二、锥齿轮精度	145	蜗杆副接触斑点的要求	158
1. 精度等级	145	蜗杆副的 $\pm f_a$ 、 $\pm f_s$ 、 $\pm f_{\Sigma}$ 值	158
锥齿轮第 II 公差组精度等级与圆周速度 的关系	145	3. 蜗杆传动的侧隙	158
2. 公差组与检验项目	145	齿厚偏差计算公式	158
锥齿轮和齿轮副的公差组及 各检验组的应用	146	蜗杆副的最小法向侧隙 j_{nmin} 值	159
推荐的锥齿轮和齿轮副的检验项目	146	蜗杆齿厚上偏差(E_{sa1})中的误差补偿部分 E_{sa} 值	160
推荐的锥齿轮及齿轮副检验项目的名称、 代号和定义	147	蜗轮齿厚公差 T_{s2} 、蜗杆齿厚公差 T_{s1} 值	160
锥齿轮的 F_p 、 F_{pk} 、 F_r 和齿轮副的		4. 齿坯公差和蜗杆、蜗轮的表面粗糙度	161
		齿坯公差值	161
		蜗杆、蜗轮的表面粗糙度 R_a 推荐值	161

5. 图样标注	161	外形尺寸	176
四、传动用短节距精密滚子链和套筒链链轮		Y 系列(IP44)三相异步电动机	
公差	162	的参考比价	176
链轮齿根圆直径极限偏差 Δd_f 或量柱测量距		二、YZR、YZ 系列冶金及起重用三相异步	
极限偏差 ΔM_{R1}	162	电动机	177
量柱测量距 M_R	163	YZR 系列电动机技术数据	177
第十一章 减速器设计资料	164	YZR、YZ 系列电动机安装形式及其代号	178
铸铁减速器箱体主要结构尺寸	164	YZR 系列电动机的安装及外形尺寸	
凸台及凸缘的结构尺寸	167	(IM1001、IM1003 及 IM1002、	
起重吊耳和吊钩	167	IM1004 型)	178
视孔盖	167	YZR 系列电动机的安装及外形尺寸(IM3001、	
通气器的结构形式及其尺寸	168	IM3003 型)	179
圆柱齿轮的结构及其尺寸	169	YZR 系列电动机的安装及外形尺寸(IM3011、	
锥齿轮的结构及其尺寸	170	IM3013 型)	179
蜗杆的结构及其尺寸	170	YZ 系列电动机技术数据	180
蜗轮的结构及其尺寸	171	YZ 系列电动机的安装及外形尺寸(IM1001、	
凸缘式轴承盖	172	IM1002、IM1003、IM1004 型)	180
嵌入式轴承盖	172	YZ 系列电动机的安装及外形尺寸(IM3001、	
套杯	172	IM3003 型)	181
第十二章 电动机	173	三、小功率异步电动机	181
一、Y 系列三相异步电动机	173	YS 系列电动机技术数据	182
Y 系列(IP44)电动机的技术数据	173	YU 系列电动机技术数据	182
电动机安装代号	174	YC 系列电动机技术数据	183
机座带底脚、端盖无凸缘(B3、B6、B7、B8、		YY 系列电动机技术数据	184
V5、V6 型)电动机的安装及外形尺寸	174	YL 系列电动机技术数据	184
机座带底脚、端盖有凸缘(B35、V15、V36 型)		YS、YU、YY、YL 系列电动机的安装尺寸及	
电动机的安装及外形尺寸	175	外形尺寸	185
机座不带底脚、端盖有凸缘(B5、V3 型)和		YC 系列电动机的安装尺寸及外形尺寸	186
立式安装、机座不带底脚、端盖有凸缘、轴		YS、YU、YC、YY、YL 系列 IMB35(IMB36) 型	
伸向下(V1 型)电动机的安装及		电动机的安装尺寸及外形尺寸	187

第二篇 机械设计课程设计指导书

第十三章 机械设计课程设计概述	191	四、传动方案设计	198
一、机械设计课程设计的目的	191	第十五章 传动装置总体设计	203
二、机械设计课程设计的内容	191	一、计算总传动比及分配各级传动比	203
三、机械设计课程设计的步骤	191	二、计算传动装置的运动和动力参数	203
四、机械设计课程设计中应注意的问题	192	第十六章 传动零件的设计计算	205
第十四章 机械系统总体设计	193	一、选择联轴器类型及型号	205
一、机械系统运动方案选择	193	二、减速器外传动零件设计	205
二、动力机选择	194	三、减速器内传动零件设计	206
三、执行机构设计	197	四、计算机辅助设计	206

第十七章 总装图和部件装配图的设计	211
一、概述	211
二、减速器装配图设计的准备	212
三、初绘装配底图	212
四、验算轴系零件	227
五、设计和绘制箱体及其附件的结构	228
六、装配底图检查	237
七、完成装配图	238
八、计算机绘制部件装配工作图	241

第十八章 减速器零件工作图设计	244
一、概述	244
二、视图选择	244
三、尺寸及其偏差的标注	244
四、表面粗糙度的标注	246
五、几何公差的标注	247
六、零件工作图的技术要求	248
七、传动件的啮合参数表	248
八、零件工作图的标题栏	248
九、计算机辅助零件图设计	248

第十九章 编写设计说明书和准备答辩	249
--------------------------------	-----

第三篇 参考图例及设计题目

第二十章 参考图例	253	(同轴式焊接箱体)	278
图 20-1 工件运输机总图	254	图 20-20 一级锥齿轮减速器装配图	280
图 20-2 卸卷机总图	256	图 20-21 二级圆锥-圆柱齿轮减速器	
图 20-3 带式输送机总图	258	结构图	282
图 20-4 一级圆柱齿轮减速器装配图	260	图 20-22 一级圆柱齿轮减速器结构图	
图 20-5 直齿圆柱齿轮零件工作图	262	(立式)	284
图 20-6 轴零件工作图	262	图 20-23 直齿锥齿轮零件工作图	285
图 20-7 齿轮轴零件工作图	263	图 20-24 一级蜗杆减速器装配图	286
图 20-8 箱盖零件工作图	264	图 20-25 一级蜗杆减速器装配图	
图 20-9 箱座零件工作图	265	(带风扇)	288
图 20-10 一级圆柱齿轮减速器装配图		图 20-26 轴装式蜗杆减速器结构图	290
(模块式结构)	266	图 20-27 二级蜗杆减速器(立式)	291
图 20-11 一级圆柱齿轮减速器结构图	268	图 20-28 二级行星圆柱齿轮减速器	
图 20-12 一级立轴圆柱齿轮减速器结		结构图	292
构图	269	图 20-29 蜗杆零件工作图	293
图 20-13 二级圆柱齿轮减速器装配图		图 20-30 蜗轮部件装配图	294
(焊接箱体)	270	图 20-31 蜗轮零件工作图	295
图 20-14 焊接箱座零件工作图	272	第二十一章 设计题目	296
图 20-15 焊接齿轮零件工作图	274	一、带式运输机传动装置的设计	296
图 20-16 二级圆柱齿轮减速器结构图		二、步进式推钢机设计	298
(展开式)	275	三、塑封包装机封合机构主传动机构设计	299
图 20-17 二级圆柱齿轮减速器结构图		四、高架灯提升装置设计	300
(同轴式套装轴承)	276	五、硬币队列化输送装置设计	301
图 20-18 二级同轴式圆柱齿轮减速器		六、自动盖章机设计	303
结构图(电动机减速器)	277	七、曲柄连杆式飞剪机设计	303
图 20-19 二级圆柱齿轮减速器结构图		八、管道机器人	305
参考文献	306		

第一篇

机械设计常用标准和规范

第一章 常用数据和一般标准

一、常用数据

表 1-1 金属材料熔点、热导率及比热容

名称	熔点 /°C	热导率 /[W/(m·K)]	比热容 /[J/(kg·K)]	名称	熔点 /°C	热导率 /[W/(m·K)]	比热容 /[J/(kg·K)]
灰铸铁	1 200	46.4 ~ 92.8	544.3	铝	658	203	904.3
铸 钢	1 425		489.9	铅	327	34.8	129.8
低碳钢	1 400 ~ 1 500	46.4	502.4	锡	232	62.6	234.5
黄 铜	950	92.8	393.6	锌	419	110	393.6
青 铜	995	63.8	385.2	镍	1 452	59.2	452.2

注：表中的热导率(导热系数)值为 0 ~ 100 °C 范围内的值。

表 1-2 材料线[膨]胀系数 $\alpha \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

材 料	温度范围/°C								
	20	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900	70 ~ 1 000
黄 铜	18.44 ~ 24.5	17.8	18.8	20.9					
青 铜		17.6	17.9	18.2					
铸铝合金									
铝合金		22.0 ~ 24.0	23.4 ~ 24.8	24.0 ~ 25.9					
碳 钢		10.6 ~ 12.2	11.3 ~ 13	12.1 ~ 13.5	12.9 ~ 13.9	13.5 ~ 14.3	14.7 ~ 15		
铬 钢		11.2	11.8	12.4	13	13.6			
3Cr13		10.2	11.1	11.6	11.9	12.3	12.8		
1Cr18Ni9Ti		16.6	17	17.2	17.5	17.9	18.6	19.3	
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						17.6
砖	9.5								
水泥、混凝土	10 ~ 14								
胶木、硬橡胶	64 ~ 77								
玻璃		4 ~ 11.5							
有机玻璃		130							

表 1-3 常用材料的[质量]密度

材料名称	[质量]密度 /(g·cm ⁻³)	材料名称	[质量]密度 /(g·cm ⁻³)	材料名称	[质量]密度 /(g·cm ⁻³)
碳钢	7.8 ~ 7.85	铅	11.37	无填料的电木	1.2
合金钢	7.9	锡	7.29	赛璐珞	1.4
球墨铸铁	7.3	镁合金	1.74	酚醛层压板	1.3 ~ 1.45
灰铸铁	7.0	硅钢片	7.55 ~ 7.8	尼龙 6	1.13 ~ 1.14
紫铜	8.9	锡基轴承合金	7.34 ~ 7.75	尼龙 66	1.14 ~ 1.15
黄铜	8.4 ~ 8.85	铅基轴承合金	9.33 ~ 10.67	尼龙 1010	1.04 ~ 1.06
锡青铜	8.7 ~ 8.9	胶木板、纤维板	1.3 ~ 1.4	木材	0.7 ~ 0.9
无锡青铜	7.5 ~ 8.2	玻璃	2.4 ~ 2.6	石灰石	2.4 ~ 2.6
碾压磷青铜	8.8	有机玻璃	1.18 ~ 1.19	花岗石	2.6 ~ 3
冷拉青铜	8.8	矿物油	0.92	砌砖	1.9 ~ 2.3
工业用铝	2.7	橡胶石棉板	1.5 ~ 2.0	混凝土	1.8 ~ 2.45

表 1-4 常用材料的弹性模量及泊松比

名 称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ	名 称	弹性模量 E/GPa	切变模量 G/GPa	泊松比 μ
灰铸铁、白口铸铁	115 ~ 160	45	0.23 ~ 0.27	铸铝青铜	105	42	0.25
球墨铸铁	151 ~ 160	61	0.25 ~ 0.29	硬铝合金	71	27	
碳钢	200 ~ 220	81	0.24 ~ 0.28	冷拔黄铜	91 ~ 99	35 ~ 37	0.32 ~ 0.42
合金钢	210	81	0.25 ~ 0.3	轧制纯铜	110	40	0.31 ~ 0.34
铸钢	175	70 ~ 84	0.25 ~ 0.29	轧制锌	84	32	0.27
轧制磷青铜	115	42	0.32 ~ 0.35	轧制铝	69	26 ~ 27	0.32 ~ 0.36
轧制锰黄铜	110	40	0.35	铅	17	7	0.42

表 1-5 机械传动和摩擦副的效率概略值

种 类		效率 η	种 类		效率 η	
圆柱 齿轮 传动	很好跑合的 6 级精度和 7 级精度齿轮 传动(油润滑)	0.98 ~ 0.99	摩擦 传动	平摩擦轮传动	0.85 ~ 0.92	
	8 级精度的一般齿轮传动(油润滑)	0.97		槽摩擦轮传动	0.88 ~ 0.90	
	9 级精度的齿轮传动(油润滑)	0.96		卷绳轮	0.95	
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)	0.94 ~ 0.96	联轴器	十字滑块联轴器	0.97 ~ 0.99	
	铸造齿的开式齿轮传动	0.90 ~ 0.93		齿式联轴器	0.99	
锥齿 轮传 动	很好跑合的 6 级和 7 级精度的齿轮传 动(油润滑)	0.97 ~ 0.98	弹性 联轴器	弹性联轴器	0.99 ~ 0.995	
	8 级精度的一般齿轮传动(油润滑)	0.94 ~ 0.97		万向联轴器($\alpha \leq 3^\circ$)	0.97 ~ 0.98	
	加工齿的开式齿轮传动(脂润滑)	0.92 ~ 0.95		万向联轴器($\alpha > 3^\circ$)	0.95 ~ 0.97	
	铸造齿的开式齿轮传动	0.88 ~ 0.92	滑动 轴承	润滑不良	0.94(一对)	
蜗杆 传动	自锁蜗杆(油润滑)	0.40 ~ 0.45		润滑正常	0.97(一对)	
	单头蜗杆(油润滑)	0.70 ~ 0.75		润滑特好(压力润滑)	0.98(一对)	
	双头蜗杆(油润滑)	0.75 ~ 0.82		液体摩擦	0.99(一对)	
	四头蜗杆(油润滑)	0.80 ~ 0.92	滚动 轴承	球轴承(稀油润滑)	0.99(一对)	
	环面蜗杆传动(油润滑)	0.85 ~ 0.95		滚子轴承(稀油润滑)	0.98(一对)	
带传 动	平带无压紧轮的开式传动	0.98	卷筒		0.96	
	平带有压紧轮的开式传动	0.97		减 变 速 器	单级圆柱齿轮减速器	0.97 ~ 0.98
	平带交叉传动	0.90			双级圆柱齿轮减速器	0.95 ~ 0.96
	V 带传动	0.96			行星圆柱齿轮减速器	0.95 ~ 0.98
链传 动	焊接链	0.93	单级锥齿轮减速器		0.95 ~ 0.96	
	片式关节链	0.95	双级圆锥-圆柱齿轮减速器	0.94 ~ 0.95		
	滚子链	0.96	无级变速器	0.92 ~ 0.95		
	齿形链	0.97	摆线-针轮减速器	0.90 ~ 0.97		
复滑 轮组	滑动轴承($i=2 \sim 6$)	0.90 ~ 0.98	螺旋 传动	滑动螺旋	0.30 ~ 0.60	
	滚动轴承($i=2 \sim 6$)	0.95 ~ 0.99		滚动螺旋	0.85 ~ 0.95	

表 1-6 各种传动的传动比(参考值)

传动类型	传动比	传动类型	传动比
平带传动	≤5	锥齿轮传动:	
V带传动	≤7	1) 开式	≤5
圆柱齿轮传动:		2) 单级减速器	≤3
1) 开式	≤8	蜗杆传动:	
2) 单级减速器	≤6	1) 开式	15~60
3) 单级外啮合和内啮合行星减速器	3~9	2) 单级减速器	8~40
		链传动	≤6
		摩擦轮传动	≤5

表 1-7 黑色金属硬度对照表(GB/T 1172—1999 摘录)

洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 $F/D^2 = 30\text{HBW}$	洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 $F/D^2 = 30\text{HBW}$	洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 $F/D^2 = 30\text{HBW}$	洛氏 HRC	维氏 HV	布氏 $F/D^2 = 30\text{HBW}$
68	909	—	55	596	585	42	404	392	29	280	276
67	879	—	54	578	5 969	41	393	381	28	273	269
66	850	—	53	561	552	40	381	370	27	266	263
65	822	—	52	544	535	39	371	360	26	259	257
64	795	—	51	527	518	38	360	350	25	253	251
63	770	—	50	512	502	37	350	341	24	247	245
62	745	—	49	497	486	36	340	332	23	241	240
61	721	—	48	482	470	35	331	323	22	235	234
60	698	647	47	468	455	34	321	314	21	230	229
59	676	639	46	454	441	33	313	306	20	226	225
58	655	628	45	441	428	32	304	298			
57	635	616	44	428	415	31	296	291			
56	615	601	43	416	403	30	288	283			

注:表中 F 为试验力,kgf; D 为试验用球的直径,mm。

表 1-8 常用材料的摩擦因数

摩擦副材料	摩擦因数 μ		摩擦副材料	摩擦因数 μ	
	无润滑	有润滑		无润滑	有润滑
钢-钢	0.1	0.05~0.1	青铜-青铜	0.15~0.20	0.04~0.10
钢-软钢	0.2	0.1~0.2	青铜-钢	0.16	—
钢-铸铁	0.18	0.05~0.15	青铜-夹布胶木	0.23	—
钢-黄铜	0.19	0.03	铝-不淬火的 T8 钢	0.18	0.03
钢-青铜	0.15~0.18	0.1~0.15	铝-淬火的 T8 钢	0.17	0.02
钢-铝	0.17	0.02	铝-黄铜	0.27	0.02
钢-轴承合金	0.2	0.04	铝-青铜	0.22	—
钢-夹布胶木	0.22	—	铝-钢	0.30	0.02
铸铁-铸铁	0.15	0.07~0.12	铝-夹布胶木	0.26	—
铸铁-青铜	0.15~0.21	0.07~0.15	钢-粉末冶金	0.35~0.55	—
软钢-铸铁	—	0.05~0.15	木材-木材	0.2~0.5	0.07~0.10
软钢-青铜	—	0.07~0.15	铜-铜	0.20	—

表 1-9 物体的摩擦因数

名称		摩擦因数 μ	名称		摩擦因数 μ
滑动轴承	液体摩擦	0.001 ~ 0.008	滚动轴承	深沟球轴承	0.002 ~ 0.004
	半液体摩擦	0.008 ~ 0.08		调心球轴承	0.001 5
	半干摩擦	0.1 ~ 0.5		圆柱滚子轴承	0.002
密封软填料盒中填料与轴的摩擦		0.2		调心滚子轴承	0.004
制动器普通石棉制动带(无润滑) $p=0.2 \sim 0.6 \text{ MPa}$		0.35 ~ 0.46		角接触球轴承	0.003 ~ 0.005
离合器装有黄铜丝的压制石棉 $p=0.2 \sim 1.2 \text{ MPa}$		0.40 ~ 0.43		圆锥滚子轴承	0.008 ~ 0.02
				推力球轴承	0.003

表 1-10 滚动摩擦力臂

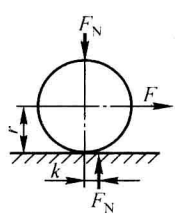

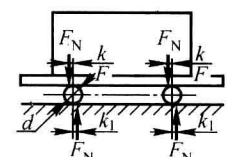
 <p>圆柱沿平面滚动,滚动阻力矩为 $M = F_N k = Fr$ k 为滚动摩擦力臂</p>	 <p>两个具有固定轴线的圆柱,其中主动圆柱以 F_N 力压另一圆柱,两个圆柱相对滚动。主动圆柱上遇到的滚动阻力矩为 $M = F_N k \left(1 + \frac{r_1}{r_2} \right)$ k 为滚动摩擦力臂</p>	 <p>重物压在圆辊支承的平台上移动,每个圆辊承受的载重为 F_N。克服一个辊子上摩擦阻力所需的牵引力 F $F = \frac{F_N}{d} (k + k_1)$ k 和 k_1 依次是平台与圆辊之间和圆辊与固定支持物之间的滚动摩擦力臂</p>	
摩擦材料	滚动摩擦力臂 k/mm	摩擦材料	滚动摩擦力臂 k/mm
软钢与软钢	0.05	表面淬火车轮与钢轨	
淬火钢与淬火钢	0.01	圆锥形车轮	0.8 ~ 1
铸铁与铸铁	0.05	圆柱形车轮	0.5 ~ 0.7
木材与钢	0.3 ~ 0.4	橡胶轮胎对沥青路面	2.5
木材与木材	0.5 ~ 0.8	橡胶轮胎对土路面	10 ~ 15

表 1-11 常用法定计量单位及换算关系

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	
转速	转每分	r/min			1 r/min = (1/60) r/s
长度	米	m	埃 英寸	Å in	1 Å = 0.1 nm = 10 ⁻¹⁰ m 1 in = 0.025 4 m = 25.4 mm
面积	平方米	m ²	公顷 市亩	ha	1 ha = 10 ⁴ m ² 1 市亩 = 666.67 m ²
体积、容积	立方米 升	m ³ l, L (1 l = 1 dm ³)	立方英尺 加仑(英) 加仑(美)	ft ³ gal(英) gal(美)	1 ft ³ = 0.028 316 8 m ³ = 28.316 8 dm ³ 1 gal(英) = 4.546 09 dm ³ 1 gal(美) = 3.785 41 dm ³
质量	千克(公斤) 吨	kg t	磅 长吨、英吨	lb	1 lb = 0.453 592 37 kg 1 英吨 = 1 长吨 = 1 016.05 kg
力、重力	牛[顿]	N	达因 千克力 吨力	dyn kgf tf	1 dyn = 10 ⁻⁵ N 1 kgf = 9.806 65 N 1 tf = 9.806 65 × 10 ³ N
力矩	牛[顿]米	N · m	千克力米	kgf · m	1 kgf · m = 9.806 65 N · m
压力、压强	帕[斯卡]	Pa	巴	bar	1 bar = 0.1 MPa = 10 ⁵ Pa (1 Pa = 1 N/m ²)
应力			标准大气压	atm	1 atm = 101 325 Pa
			约定毫米汞柱	mmHg	1 mmHg = 133.322 4 Pa
			工程大气压	at(kgf/cm ²)	1 at = 1 kgf/cm ² = 9.806 65 × 10 ⁴ Pa
			千克力每平方米	kgf/mm ²	1 kgf/mm ² = 9.806 65 × 10 ⁶ Pa
[动力]黏度	帕[斯卡]秒	Pa · s	泊	P	1 P = 0.1 Pa · s
运动黏度	二次方米每秒	m ² /s	斯[托克斯]	St	1 St = 1 cm ² /s = 10 ⁻⁴ m ² /s
能[量]、功	焦[耳]	J	千克力米	kgf · m	1 kgf · m = 9.806 65 J
热量			尔格	erg	1 erg = 10 ⁻⁷ J
			热化学卡	cal _{th}	1 cal _{th} = 4.184 0 J
功率	瓦[特]	W	[米制]马力		1 [米制]马力 = 735.498 75 W
比热容	焦[耳]每千克开[尔文]	J/(kg · K)			
传热系数	瓦[特]每平方米开[尔文]	W/(m ² · K)			
热导率,(导热系数)	瓦[特]每米开[尔文]	W/(m · K)			