



全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械设计基础 课程设计

第2版

主 编 陈立德

 高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

全国教育科学“十一五”规划课题研究成果

机械设计基础课程设计

Jixie Sheji Jichu Kecheng Sheji

第2版

主编 陈立德



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

内容提要

本书是全国教育科学“十一五”规划课题研究成果,可与陈立德主编《机械设计基础》(第3版)配套使用,是根据国家教育部制订的“高等学校机械设计、机械设计基础课程教学基本要求”,并结合编者多年来高等工科院校应用型人才培养的教改实践经验编写的。

全书内容共分为5篇19章及附录,其内容有机械设计常用标准和规格、机械设计基础课程实验、机械设计基础课程大作业、机械设计基础课程设计指导书、机械设计基础课堂讨论及附录等。

课程设计指导书是按课程设计步骤编写的,对每一设计步骤都说明其工作内容和进行顺序。指导书以二级圆柱齿轮减速器为例说明其机械设计的过程。在有关章节中编入了设计计算实例,以便学生更好地掌握教学内容。同时,书中还设有相关参考图册、装配图常见错误示例、答辩参考题等。

本书可作为高等院校机械类、近机类的机械设计、机械设计基础课程的实践性教学环节的教材,同时可供学生进行毕业设计及有关工程技术人员进行工程设计参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械设计基础课程设计/陈立德主编. —2版. —北京:高等教育出版社,2011.6

ISBN 978-7-04-031605-6

I. ①机… II. ①陈… 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(2011)第062131号

策划编辑 宋 晓 责任编辑 李京平 封面设计 于 涛 责任绘图 尹 莉
版式设计 王 莹 责任校对 杨雪莲 责任印制 韩 刚

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.landaco.com
印 刷	三河市杨庄长鸣印刷装订厂		http://www.landaco.com.cn
开 本	787×960 1/16	版 次	2006年7月第1版
印 张	21.75		2011年6月第2版
字 数	400 000	印 次	2011年6月第1次印刷
购书热线	010-58581118	定 价	31.80元
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 31605-00

郑重声明

高等教育出版社依法对本书享有专有出版权。任何未经许可的复制、销售行为均违反《中华人民共和国著作权法》，其行为人将承担相应的民事责任和行政责任，构成犯罪的，将被依法追究刑事责任。为了维护市场秩序，保护读者的合法权益，避免读者误用盗版书造成不良后果，我社将配合行政执法部门和司法机关对违法犯罪的单位和个人进行严厉打击。社会各界人士如发现上述侵权行为，希望及时举报，本社将奖励举报有功人员。

反盗版举报电话 (010)58581897 58582371 58581879

反盗版举报传真 (010)82086060

反盗版举报邮箱 dd@hep.com.cn

通信地址 北京市西城区德外大街4号 高等教育出版社法务部

邮政编码 100120

第 2 版前言

本书是在第 1 版的基础上,依据国家教育部制订的“高等学校机械设计、机械设计基础课程教学基本要求”,并广泛征求读者意见修订而成的。本书可与陈立德主编的《机械设计基础》(第 3 版)配套使用。

本次修订的原则为:

1. 保持第 1 版特色,是集机械设计常用设计资料、实验、大作业、课程设计指导书、课堂讨论及附录为一体的具有实践性教学环节的教材。
2. 对有关的文字与列表等作必要的修改和内容的增删。
3. 采用近年来颁布的新国家标准。

参加本书修订工作的有陈立德、凌秀军、卞咏梅(第 8~17 章及有关资料收集),毛炳秋(第 7 章),姜小菁(第 6 章部分、第 18 章、部分附录),罗卫平(第 1~5 章、第 6 章部分、部分附录)。本书由金陵科技学院陈立德教授担任主编,并负责全书的统稿,由毛炳秋、罗卫平任副主编。

南京航空航天大学欧阳祖行教授仔细地审阅了书稿内容,提出了很多宝贵的意见和建议,在此表示衷心的感谢。

本书在编写过程中得到了陈焯、褚天承等同志的大力支持和帮助,在此表示感谢。

由于编者水平有限,书中错误或不妥之处在所难免,敬请读者指正。

编者

2010 年 8 月于南京

目 录

第 1 篇 机械设计常用标准和规格

第 1 章 常用数据和一般标准	3
1.1 图纸格式	3
1.2 常用数据	4
第 2 章 螺纹	19
2.1 普通螺纹	19
2.2 梯形螺纹	21
2.3 管螺纹	22
第 3 章 材料	23
3.1 黑色金属材料	23
3.2 非铁金属材料	34
3.3 工程塑料	35
第 4 章 公差与配合	36
4.1 极限与配合	36
4.2 几何公差	43
4.3 表面粗糙度	48
第 5 章 齿轮传动、蜗杆传动公差	53
5.1 渐开线圆柱齿轮的精度(GB/T 10095.1—2008,GB/T 10095.2—2008 摘录)	53
5.2 锥齿轮精度(GB/T 11365—1989 摘录)	62
5.3 圆柱蜗杆、蜗轮精度(GB/T 10089—1988 摘录)	72

第 2 篇 机械设计基础课程实验

第 6 章 课程实验	81
6.1 概述	81
6.2 实验	82

第 3 篇 机械设计基础课程大作业

第 7 章 课程大作业	91
7.1 概述	91
7.2 大作业指导书	91

第 4 篇 机械设计基础课程设计指导书

第 8 章 绪论	109
8.1 课程设计的目的	109
8.2 课程设计的内容和任务	109
8.3 课程设计的步骤	110
8.4 课程设计中应注意的问题	111
第 9 章 传动方案设计	113
9.1 确定传动类型	113
9.2 选择电动机	119
9.3 计算总传动比并分配传动比	125
9.4 计算传动装置的运动和动力参数	127
第 10 章 传动零件的设计计算	130
10.1 选择联轴器的类型和型号	130
10.2 设计减速器以外的传动零件	130
10.3 设计减速器内部的传动零件	131
第 11 章 减速器轴及轴承装置的设计	134
11.1 轴的设计	134
11.2 轴承装置的设计	138
第 12 章 减速器箱体及附件的设计	140
12.1 减速器箱体设计	140
12.2 减速器附件及其结构设计	147
第 13 章 减速器装配工作图的设计	157
13.1 装配图设计的第一阶段	158
13.2 装配图设计的第二阶段	161
13.3 装配图设计的第三阶段	169
13.4 减速器装配图常见错误示例	177
第 14 章 减速器零件工作图设计	181
14.1 零件工作图的内容和要求	181
14.2 轴类零件工作图的设计要求	182
14.3 齿轮类零件工作图的设计要求	185
14.4 齿轮类零件精度等级的标注	188
第 15 章 编写设计计算说明书	192
15.1 设计计算说明书的内容	192
15.2 设计计算说明书的编写要求	192
15.3 设计计算说明书的书写格式示例	193

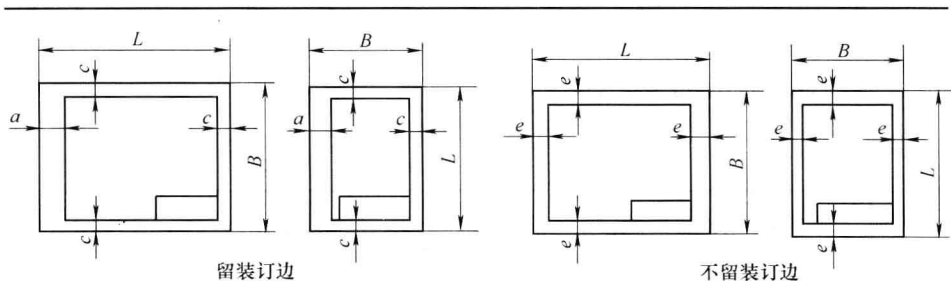
第 16 章 课程设计的答辩	196
16.1 准备答辩	196
16.2 答辩参考题	197
16.3 成绩评定	202
第 17 章 参考图例及设计题目	203
17.1 参考图例	203
17.2 课程设计题目	238
第 18 章 用计算机设计	248
18.1 计算机绘图的硬件系统	248
18.2 计算机辅助绘图	249
18.3 计算机辅助设计	251
第 5 篇 机械设计基础课堂讨论	
第 19 章 课堂讨论	255
19.1 概述	255
19.2 课堂讨论	255
附录一 润滑与密封	260
附录二 电动机	269
附录三 联轴器	279
附录四 滚动轴承	287
附录五 连接的标准元件	314
参考文献	339

第 1 篇
机械设计常用标准和规格

第 1 章 常用数据和一般标准

1.1 图纸格式

表 1.1 图纸幅面、图样比例



图纸幅面 (GB/T 14689—2008 摘录)					图样比例 (GB/T 14690—2008)				
基本幅面(第一选择)		加长幅面(第二选择)			原值比例	缩小比例	放大比例		
幅面代号	$B \times L$	a	c	e	幅面代号	$B \times L$			
A0	841 × 1 189	20	10	5	A3 × 3	420 × 891	1:1	1:2 1:2 × 10 ⁿ 1:5 1:5 × 10 ⁿ 1:10 1:1 × 10 ⁿ	5:1 5 × 10 ⁿ :1 2:1 2 × 10 ⁿ :1 1 × 10 ⁿ :1
A1	594 × 841				A3 × 4	420 × 1 189	必要时允许选取 1:1.5 1:1.5 × 10 ⁿ 1:2.5 1:2.5 × 10 ⁿ 1:3 1:3 × 10 ⁿ 1:4 1:4 × 10 ⁿ 1:6 1:6 × 10 ⁿ	必要时允许选取 4:1 4 × 10 ⁿ :1 2.5:1 2.5 × 10 ⁿ :1	
A2	420 × 594	A4 × 3	297 × 630						
A3	297 × 420	A4 × 4	297 × 841						
A4	210 × 297	A4 × 5	297 × 1 051	n ——正整数					

注：1. 加长幅面的图框尺寸，按比所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定。例如对 A3 × 4，按 A2 的图框尺寸确定，即 e 为 10 mm（或 c 为 10 mm）。

2. 加长幅面（第三选择）的尺寸见 GB/T 14689—2008。

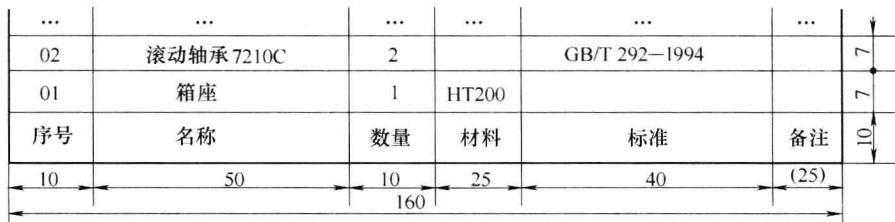


图 1.1 明细栏格式(本课程用)

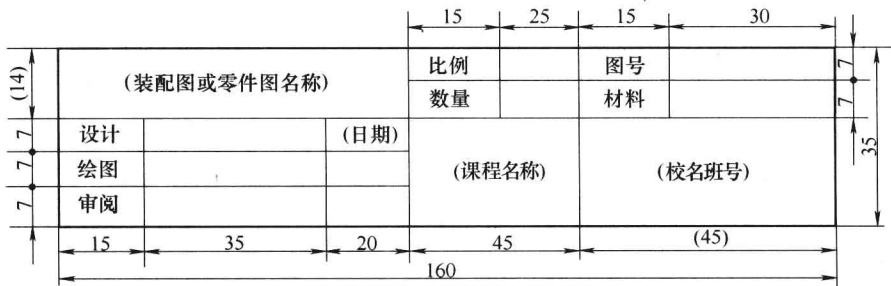
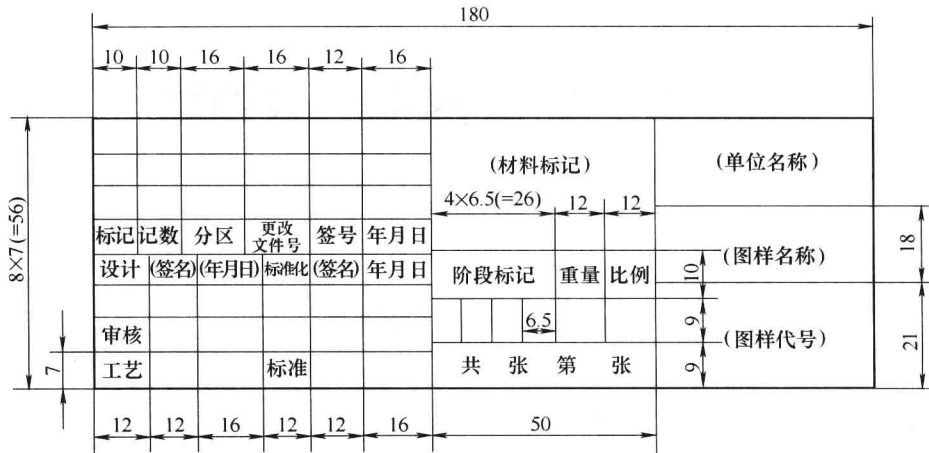


图 1.2 装配图或零件图标题栏格式(参考)

1.2 常用数据

表 1.2 一些金属材料的熔点、热导率及比热容

名称	熔点	热导率	比热容	名称	熔点	热导率	比热容
	℃				W/(m·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 1.3 材料线[膨]胀系数 α_t $\times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$

材 料	温度范围/ $^\circ\text{C}$								
	20	20 ~ 100	20 ~ 200	20 ~ 300	20 ~ 400	20 ~ 600	20 ~ 700	20 ~ 900	70 ~ 1 000
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		22.0 ~ 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、硬橡皮	64 ~ 77								
玻璃		4 ~ 11.5							
有机玻璃		130							

表 1.4 常用材料的[质量]密度

材料名称	[质量]密度	材料名称	[质量]密度	材料名称	[质量]密度
	$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$		$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$		$\frac{\text{g}}{\text{cm}^3} \left(\frac{\text{t}}{\text{m}^3} \right)$
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	纵纤维木材	0.7 ~ 0.9
无锡青铜	7.5 ~ 8.2	玻璃	2.4 ~ 2.6	横纤维木材	0.7 ~ 0.9
碾压磷青铜	8.8	有机玻璃	1.18 ~ 1.19	石灰石、花岗石	2.4 ~ 2.6
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 1.5 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 1.6 黑色金属硬度对照表 (GB/T 1172—1999 摘录)

洛氏 HRC	表面洛氏			维氏 HV	布氏 HBS	洛氏 HRC	表面洛氏			维氏 HV	布氏 HBS
	HR15N	HR30N	HR45N				HR15N	HR30N	HR45N		
20.0	68.8	40.7	19.2	226	225	36.0	77.5	55.8	38.2	340	332
22.0	69.8	42.6	21.5	235	234	38.0	78.7	57.6	40.6	360	350
24.0	70.8	44.5	23.9	247	245	40.0	79.9	59.5	43.0	381	370
25.0	71.4	45.5	25.1	253	251	42.0	81.1	61.3	45.4	404	391
27.0	72.4	47.3	27.5	266	263	44.0	82.3	63.2	47.7	428	413
28.0	73.0	48.3	28.7	273	269	46.0	83.5	65.0	50.1	454	436
29.0	73.5	49.2	29.9	280	276	48.0	84.6	66.8	52.4	482	
30.0	74.1	50.2	31.1	288	283	50.0	85.7	68.6	54.7	512	
32.0	75.2	52.0	33.5	304	298	52.0	86.8	70.4	57.1	544	
34.0	76.4	53.9	35.9	321	314	54.0	87.9	72.2	59.4	578	

表 1.7 常用材料的摩擦系数

材料名称	摩擦系数 f				材料名称	摩擦系数 f			
	静摩擦		滑动摩擦			静摩擦		滑动摩擦	
	无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂		无润滑剂	有润滑剂	无润滑剂	有润滑剂
钢 - 钢	0.15	0.1 ~ 0.12	0.15	0.05 ~ 0.1	钢 - 夹布胶木			0.22	
钢 - 低碳钢			0.2	0.1 ~ 0.2	青铜 - 夹布胶木			0.23	
钢 - 铸铁	0.3		0.18	0.05 ~ 0.15	纯铝 - 钢			0.17	0.02
钢 - 青铜	0.15	0.1 ~ 0.15	0.15	0.1 ~ 0.15	青铜 - 酚醛塑料			0.24	
低碳钢 - 铸铁	0.2		0.18	0.05 ~ 0.15	淬火钢 - 尼龙 9			0.43	0.023
低碳钢 - 青铜	0.2		0.18	0.07 ~ 0.15	淬火钢 - 尼龙 1010				0.039 5
铸铁 - 铸铁		0.18	0.15	0.07 ~ 0.12	淬火钢 - 聚碳酸酯			0.30	0.031
铸铁 - 青铜			0.15 ~ 0.2	0.07 ~ 0.15	淬火钢 - 聚甲醛			0.46	0.016
皮革 - 铸铁	0.3 ~ 0.5	0.15	0.6	0.15	粉末冶金 - 钢			0.4	0.1
橡胶 - 铸铁			0.8	0.5	粉末冶金 - 铸铁			0.4	0.1

表 1.8 物体的摩擦系数

名 称		摩擦系数 f	名 称		摩擦系数 f
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 1.9 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			
体积、容积	立方米	m ³	立方英尺	ft ³	1 ft ³ = 0.028 316 8 m ³ = 28.316 8 dm ³
	升	l, L (1 l = 1 dm ³)	加仑(英) 加仑(美)	gal(英) gal(美)	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 标准大气压 约定毫米汞柱 工程大气压	bar atm mmHg at(kgf/cm ²)	1 bar = 0.1 MPa = 10 ⁵ Pa (1 Pa = 1 N/m ²) 1 atm = 101 325 Pa 1 mmHg = 133.322 4Pa 1 at = 1 kgf/cm ² = 9.806 65 × 10 ⁴ Pa
应力			千克力每平方米	kgf/mm ²	1 kgf/mm ² = 9.806 65 × 10 ⁶ Pa
[动力]粘度	帕[斯卡]秒	Pa · s	泊	P	1 P = 0.1 Pa · s
运动粘度	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 热量	焦[耳]	J	千克力米 尔格 热化学卡	kgf · m erg cal _{th}	1 kgf · m = 9.806 65 J 1 erg = 10 ⁻⁷ J 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)			

表 1.10 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		
	拉伸疲劳极限 σ_{-1t}	弯曲疲劳极限 σ_{-1}	扭转疲劳极限 τ_{-1}	拉伸脉动疲劳极限 σ_{0t}	弯曲脉动疲劳极限 σ_0	扭转脉动疲劳极限 τ_0
结构钢	$\approx 0.3\sigma_b$	$\approx 0.43\sigma_b$	$\approx 0.25\sigma_b$	$\approx 1.42\sigma_{-1t}$	$\approx 1.33\sigma_{-1}$	$\approx 1.5\tau_{-1}$
铸铁	$\approx 0.225\sigma_b$	$\approx 0.45\sigma_b$	$\approx 0.36\sigma_b$	$\approx 1.42\sigma_{-1t}$	$\approx 1.35\sigma_{-1}$	$\approx 1.35\tau_{-1}$
铝合金	$\approx \frac{\sigma_b}{6} + 73.5 \text{ MPa}$	$\approx \frac{\sigma_b}{6} + 73.5 \text{ MPa}$	$\approx (0.55 \sim 0.58)\sigma_{-1}$	$\approx 1.5\sigma_{-1t}$		

表 1.11 标准尺寸 (直径、长度、高度等) (GB/T 2822—2005 摘录) mm

R			R'			R			R'		
R10	R20	R40	R'10	R'20	R'40	R10	R20	R40	R'10	R'20	R'40
2.50	2.50		2.5	2.5			22.4	22.4		22	22
	2.80			2.8				23.6			24
3.15	3.15		3.0	3.0		25.0	25.0	25.0	25	25	25
	3.55			3.5				26.5			26
4.00	4.00		4.0	4.0			28.0	28.0		28	28
	4.50			4.5				30.0			30
5.00	5.00		5.0	5.0		31.5	31.5	31.5	32	32	32
	5.60			5.5				33.5			34
6.30	6.30		6.0	6.0			35.5	35.5		36	36
	7.10			7.0				37.5			38
8.00	8.00		8.0	8.0		40.0	40.0	40.0	40	40	40
	9.00			9.0				42.5			42
10.0	10.0		10.0	10.0			45.0	45.0		45	45
	11.2			11				47.5			48
12.5	12.5	12.5	12	12	12	50.0	50.0	50.0	50	50	50
		13.2			13			53.0			53
	14.0	14.0		14	14		56.0	56.0		56	56
		15.0			15			60.0			60
16.00	16.0	16.0	16	16	16	63.0	63.0	63.0	63	63	63
		17.0			17			67.0			67
	18.0	18.0		18	18		71.0	71.0		71	71
		19.0			19			75.0			75
20.0	20.0	20.0	20	20	20	80.0	80.0	80.0	80	80	80
		21.2			21			85.0			85