

面向21世纪高等院校

机械类

专业规划教材



机械设计课程设计手册

张龙 主编



国防工业出版社

National Defense Industry Press

TH122
486

面向 21 世纪高等院校机械类专业规划教材

机械设计课程设计手册

张龙 主编

国防工业出版社

·北京·

图书在版编目(CIP)数据

机械设计课程设计手册 / 张龙主编. —北京: 国防工业出版社, 2006.5

面向 21 世纪高等院校机械类专业规划教材

ISBN 7-118-04400-8

I. 机... II. 张... III. 机械设计 - 课程设计 - 高等学校 - 教材 IV. TH122

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2006)第 017741 号

※

国防工业出版社 出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

新艺印刷厂印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 23 字数 532 千字

2006 年 5 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—4000 册 定价 30.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010)68428422

发行邮购: (010)68414474

发行传真: (010)68411535

发行业务: (010)68472764

前 言

计算机技术和先进制造技术的发展,推动了机械设计在设计方法和设计形式等方面的变革和进步。典型的机电一体化技术和多学科交叉趋势构成了现代机械设计的鲜明特征。依据大专院校机械专业的教学特点和工程技术人员一般机械设计的要求,编写了《机械设计课程设计手册》。本手册简明且相对完整,更方便学生的使用,也适用于工程技术人员的快速查阅和使用。编写过程中力求满足以下要求:

1. 既是资料手册,也是设计指导书,对学生而言,学生能查到所有的相关课程设计数据和得到更多的指导帮助。对从事一般机械设计的工程技术人员来说,则能更有效地使用本手册。

2. 采用最新的国家标准。

3. 编写控制用微型电动机,满足机电产品的设计要求。

4. 编写常用机构设计部分,满足机械创新设计要求。

5. 对圆柱齿轮部分作较大精简编入手册,主要对齿轮参数和测量参数进行编写,适合一般齿轮设计和分析计算。

6. 编写圆柱螺旋弹簧的简易设计计算方法,既考虑了设计手册的简明性,又考虑满足一般机械设计工程技术人员的需求。

参加编写人员有刘雪洪(第4章、第5章、第6章、第11章)、宋梅利(第3章、第7章、第8章)、张龙(第1章、第2章、第9章、第10章、第12章)。王华坤、范元勋、张庆对本手册的编写工作提供了许多建议和帮助,在此表示衷心的感谢。

本手册在编写过程中,对许多部分作了较大改动。由于编者经验和学识有限,错误和不足之处在所难免,敬请读者不吝指正、提出宝贵的意见和建议,并表示诚挚的谢意。

编 者

内 容 简 介

机械设计课程设计手册包括了机械设计的一些常用资料,适用于一般通用机械零部件的设计参考。本书主要内容:机械设计常用资料和数据及制图标准、机械工程常用材料、公差配合、表面粗糙度、螺纹和螺纹连接、键和销连接、常用机构设计、渐开线圆柱齿轮传动、齿轮减速器、滚动轴承、联轴器、常用电动机和控制用微型电动机、密封和圆柱螺旋弹簧设计。本机械设计手册充分考虑了一般机械零部件设计过程最常用的设计数据与相关资料,力求简明和相对完整。许多部分编写了必要的文字说明,便于读者能更全面理解相关内容和正确选择设计参数。本书不仅提供常用数据资料,而且具有对机构与机械设计的指导作用。

本书可作为大专院校机械专业学生课程设计和毕业设计的参考用书,也可作为从事机械设计、制造和机械维修工程技术人员的简明机械设计手册。

目 录

第 1 章 常用资料、数据和制图标准	1
1.1 常用资料和数据	1
1.1.1 国内外部分标准代号	1
1.1.2 计量单位和单位换算关系	2
1.1.3 常用几何体的面积、体积及重心位置	6
1.1.4 常用力学公式	7
1.1.5 常用数据	10
1.2 制图标准	14
1.2.1 图纸幅面及图框格式	14
1.2.2 比例	16
1.2.3 标题栏	16
1.2.4 明细栏	17
1.2.5 复制图的折叠方法	18
1.2.6 图线的形式、宽度及应用	20
1.2.7 特定剖面符号及画法	22
1.2.8 图样画法	23
第 2 章 机械工程常用材料	35
2.1 黑色金属	35
2.1.1 碳素结构钢和低合金结构钢牌号和性能	35
2.1.2 合金结构钢	41
2.1.3 特殊用途钢	46
2.1.4 铸钢和铸铁牌号与性能	62
2.1.5 钢的型材、板材、管材和线材	67
2.2 有色金属	84
2.2.1 铜和铜合金	84
2.2.2 铝和铝合金	91
2.2.3 钛和钛合金	95
2.3 非金属材料	100
2.3.1 常用工程塑料性能与应用	100
2.3.2 常用橡胶种类与用途	103
第 3 章 公差配合与表面粗糙度	106
3.1 公差配合	106

3.1.1	标准公差数据	106
3.1.2	基本偏差系列	106
3.1.3	基本尺寸至 500mm 孔、轴优先、常用和一般用途公差带	108
3.1.4	基本尺寸至 500mm 轴的极限偏差	108
3.1.5	基本尺寸至 500mm 孔的极限偏差	108
3.1.6	各种加工方法能达到的公差等级	125
3.1.7	配合的选择	125
3.2	形状与位置公差	128
3.2.1	形位公差的分类符号及公差框格	128
3.2.2	形状与位置公差符号和图样表示法	129
3.2.3	形状与位置公差值	133
3.3	表面粗糙度	137
3.3.1	表面粗糙度主要评定参数的定义	137
3.3.2	表面粗糙度评定参数的数值系列	138
3.3.3	选用表面粗糙度评定参数值的参考图表	138
3.3.4	表面粗糙度符号、代号及其注法	141
第 4 章	螺纹和螺纹连接	144
4.1	螺纹	144
4.1.1	普通螺纹	144
4.1.2	梯形螺纹	150
4.1.3	锯齿形螺纹	153
4.2	螺纹紧固件	154
4.2.1	紧固件分类	154
4.2.2	紧固件结构要素	155
4.2.3	螺栓	159
4.2.4	螺母	165
4.2.5	螺钉	170
4.2.6	垫圈	175
第 5 章	键连接和销连接	182
5.1	键连接	182
5.1.1	键和键连接特点和应用	182
5.1.2	键连接尺寸系列、公差配合和表面粗糙度	183
5.2	花键连接	189
5.2.1	花键连接的类型、特点和应用	189
5.2.2	矩形花键连接	189
5.2.3	渐开线花键连接	192
5.3	销连接	193
5.3.1	普通圆柱销	193
5.3.2	圆锥销	194

第 6 章 常用机构分析与设计	195
6.1 运动副及构件的表示法	195
6.2 机构自由度	196
6.2.1 机构自由度计算公式	196
6.2.2 计算机构自由度应注意的问题	196
6.3 常用机构分析	198
6.3.1 实现匀速转动的机构	198
6.3.2 实现非匀速转动的机构	200
6.3.3 实现往复移动机构	201
6.3.4 实现往复摆动的机构	202
6.3.5 平行和定向运动机构	204
6.3.6 行程放大(或缩小)机构	204
6.3.7 实现直线轨迹机构	206
6.3.8 实现各种特殊形状曲线轨迹机构	208
第 7 章 渐开线圆柱齿轮传动	210
7.1 渐开线圆柱齿轮基本齿廓与模数系列	210
7.1.1 基本齿廓	210
7.1.2 模数系数	210
7.2 渐开线圆柱齿轮传动几何尺寸计算公式	211
7.2.1 外啮合标准圆柱齿轮传动几何尺寸计算	211
7.2.2 内啮合标准圆柱齿轮传动几何尺寸计算	212
7.2.3 齿轮齿条传动几何尺寸计算	213
7.3 渐开线圆柱齿轮的测量尺寸	213
7.3.1 公法线长度	213
7.3.2 分度圆弦齿厚	214
7.3.3 固定弦齿厚	215
7.4 圆柱齿轮传动几何尺寸计算及检验有关数表	215
7.5 齿轮材料	225
7.6 渐开线圆柱齿轮传动的设计计算	228
7.6.1 圆柱齿轮传动的作用力计算	229
7.6.2 轮齿主要失效形式和相应承载能力计算标准	229
7.6.3 齿轮主要参数的选择	230
7.6.4 主要尺寸参数的初步确定	231
7.6.5 齿面接触疲劳强度与齿根弯曲疲劳强度校核计算	232
7.6.6 开式齿轮传动的强度计算和设计特点	248
7.7 圆柱齿轮结构	249
7.7.1 齿轮轮坯结构形式的选择	249
7.7.2 锻造齿轮结构	249
7.7.3 铸造齿轮结构	251

7.8	齿轮传动润滑	252
7.8.1	润滑剂种类和润滑方式选择	252
7.8.2	润滑油种类和黏度的选择	252
7.8.3	其他经验数据	253
7.9	渐开线圆柱齿轮的精度	254
7.9.1	精度等级及其选择	254
7.9.2	精度等级的图样标注	255
7.9.3	图样上应注明的尺寸数据	256
7.10	渐开线圆柱齿轮设计实例及零件工作图	256
第8章	滚动轴承	265
8.1	滚动轴承类型和代号	265
8.1.1	滚动轴承类型	265
8.1.2	滚动轴承代号	265
8.2	滚动轴承装置设计	269
8.2.1	滚动轴承的支承与组合结构	269
8.2.2	滚动轴承的轴向固定	275
8.2.3	轴承的公差与配合选择	277
8.2.4	滚动轴承润滑	279
8.2.5	滚动轴承密封	279
第9章	联轴器	302
9.1	联轴器分类	302
9.2	联轴器轴孔、键槽形式及其尺寸	302
9.2.1	联轴器轴孔形式及其代号	302
9.2.2	联轴器轴孔的键槽形式及其代号	303
9.3	凸缘联轴器	304
9.4	GICL型鼓形齿式联轴器	306
9.5	非金属弹性元件挠性联轴器	308
9.5.1	弹性套柱销联轴器	308
9.5.2	弹性柱销联轴器	309
第10章	常用电动机	312
10.1	电动机的工作制与定额	312
10.2	电动机的防护等级	313
10.3	电动机类型选择	314
10.4	异步电动机基本系列	315
10.4.1	Y系列(IP23)防护式笼形三相异步电动机	315
10.4.2	Y系列(IP44)封闭笼形三相异步电动机	317
10.4.3	YH系列高转差率三相异步电动机	320
10.5	控制用微型电动机	321
10.5.1	交流伺服电动机	321

10.5.2	直流伺服电动机	326
10.5.3	步进电动机	332
第 11 章	密封	334
11.1	密封装置分类	334
11.2	胶密封	334
11.2.1	聚硫橡胶密封胶	334
11.2.2	硅橡胶密封胶	335
11.2.3	液态密封胶	336
11.2.4	厌氧胶	338
11.3	弹塑性体接触动密封	339
11.3.1	橡胶 O 形圈	339
11.3.2	唇形密封圈	341
11.3.3	防尘密封圈	342
11.3.4	毡圈密封	343
11.4	防尘密封	343
第 12 章	圆柱螺旋弹簧	347
12.1	尺寸系列	347
12.2	弹簧常用材料	348
12.3	弹簧材料许用应力	350
12.4	压缩弹簧、拉伸弹簧的设计	353
12.4.1	弹簧结构和载荷—变形图	353
12.4.2	设计目标	353

第 1 章 常用资料、数据和制图标准

1.1 常用资料和数据

1.1.1 国内外部分标准代号

表 1-1 国内部分标准代号

名称	代号	名称	代号	名称	代号
国家标准	GB	机械行业标准	JB	煤炭行业标准	MT
国家内部标准	GB _n	重型机械企业标准	JB/ZQ	石油化工行业标准	SH
国家工程建设标准	GBJ	金属切削机床标准	GC	化学行业标准	HG
国家军用标准	GJB	仪器、仪表标准	Y、ZBY	地质矿产行业标准	DZ
国家专业标准	ZB	农业机械标准	NJ	水力行业标准	SD
中国科学院标准	KY	工程机械标准	GJ	石油行业标准	SY
国家计量局标准	JJC	电子行业标准	SJ	纺织行业标准	FJ
国家建材局标准	JC	黑色冶金行业标准	YB	轻工行业标准	QB、SG

注：在代号后加“/Z”为指导性技术文件，如“YB/Z”为冶金部指导性技术文件；加“/T”为推荐性标准

表 1-2 国外部分标准代号

名称	代号	名称	代号
国际标准化组织标准	ISO ^①	加拿大标准协会标准	CSA
国际标准化协会标准	ISA	美国国家标准	ANSI
国际电工委员会标准	IEC	美国汽车协会标准	SAE
联合国工业发展组织标准	IDO	美国国家标准局标准	NBS
法国标准协会标准	AFNOR	美国标准协会标准	ASA
法国国家标准	NF	美国钢铁学会标准	AISI
日本工业标准	JIS	美国齿轮制造者协会标准	AGMA
日本工业产品标准统一调查会标准	JES	美国机械工程师学会标准	ASME
日本机械学会标准	JSME	美国材料试验标准	ASTM
日本齿轮工业协会标准	JGMA	美国航空材料技术规格	AMS
英国标准	BS	俄罗斯国家标准	ГОСТ
德国工业标准	DIN	意大利国家标准	UNI
德国工程师协会标准	VDI	瑞典国家标准	SIS

① ISO 的前身为 ISA

1.1.2 计量单位和单位换算关系

1.1.2.1 国际单位制(SI)单位

表 1-3 SI 基本单位

量的名称	单位名称	单位符号	量的名称	单位名称	单位符号
长度	米	m	热力学温度	开[尔文]	K
质量	千克(公斤)	kg	物质的量	摩[尔]	mol
时间	秒	s	发光强度	坎[德拉]	cd
电流	安[培]	A			

注:1. 圆括号中的名称是它前面名称的同义词,下同
 2. 无方括号的量的名称与单位名称均为全称。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名称的简称
 3. 标准所称的符号,除特殊指明外,均指我国法定计量单位中所规定的符号以及国际符号

表 1-4 包括 SI 辅助单位在内的具有专门名称的 SI 导出单位

量的名称	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	弧度	rad	1 rad = 1 m/m = 1
立体角	球面度	sr	1 sr = 1 m ² /m ² = 1
频率	赫[兹]	Hz	1 Hz = 1 s ⁻¹
力	牛[顿]	N	1 N = 1 kg·m/s ²
压力,压强,应力	帕[斯卡]	Pa	1 Pa = 1 N/m ²
能[量],功,热量	焦[耳]	J	1 J = 1 N·m
功率,辐[射能]通量	瓦[特]	W	1 W = 1 J/s
电荷[量]	库[仑]	C	1 C = 1 A·s
电压,电动势,电位(电势)	伏[特]	V	1 V = 1 W/A
电容	法[拉]	F	1 F = 1 C/V
电阻	欧[姆]	Ω	1Ω = 1V/A
电导	西[门子]	S	1 S = 1Ω ⁻¹
磁通[量]	韦[伯]	Wb	1 Wb = 1V·s
磁通[量]密度,磁感应强度	特[斯拉]	T	1 T = 1 Wb/A
电感	亨[利]	H	1H = 1 K
摄氏温度	摄氏度	℃	1lm = 1 cd·sr
光通量	流[明]	lm	1 lx = 1 lm/m ²
[光]照度	勒[克斯]	lx	

表 1-5 SI 词头

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

1.1.2.2 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位

表 1-6 可与国际单位制单位并用的我国法定计量单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时间	分	min	$1\text{min} = 60\text{s}$
	[小]时	h	$1\text{h} = 60\text{min} = 3\,600\text{s}$
	日,(天)	d	$1\text{d} = 24\text{h} = 86\,400\text{s}$
[平面]角	度	$^{\circ}$	$1^{\circ} = (\pi/180)\text{rad}$
	[角]分	'	$1' = (1/60)^{\circ} = (\pi/10\,800)\text{rad}$
	[角]秒	"	$1'' = (1/60)' = (\pi/648\,000)\text{rad}$
体积,容积	升	L,(l)	$1\text{L} = 1\text{dm}^3 = 10^{-3}\text{m}^3$
质量	吨	t	$1\text{t} = 10^3\text{kg}$
	原子质量单位	u	$1\text{u} \approx 1.660\,540\,55 \times 10^{-27}\text{kg}$
旋转速度	转每分	r/min	$1\text{r/min} = (1/60)\text{s}^{-1}$
长度	海里	n mile	$1\text{n mile} = 1\,852\text{m}$ (只用于航程)
速度	节	kn	$1\text{kn} = 1\text{n mile/h} = (1\,852/3\,600)\text{m/s}$ (只用于航程)
能	电子伏	eV	$1\text{eV} \approx 1.602\,177 \times 10^{-19}\text{J}$
级差	分贝	dB	
线密度	特[克斯]	tex	$1\text{tex} = 10^{-6}\text{kg/m}$
面积	公顷	hm ²	$1\text{hm}^2 = 10^4\text{m}^2$

注:1. 平面角单位度、分、秒的符号,在组合单位中应采用($^{\circ}$)、($'$)、($''$)的形式。例如,不用 $'/\text{s}$ 而用($^{\circ}$)/s
2. 升的两个符号属同等地位,可任意选用
3. 公顷的国际通用符号为 ha

1.1.2.3 计量单位换算

表 1-7 常用计量单位换算表

单位名称及符号	单位换算	单位名称及符号	单位换算
长度		·[角]分 (')	
·米	m	·[角]秒 (")	$(\pi/10\ 800)\text{rad}$
·海里	n mile	时间	
英里	mile	·秒	s
英尺	ft	·分	min
英寸	in	·[小]时	h
码	yd	·天,(日)	d
密耳	mil	速度	
埃	Å	·米每秒	m/s
费密		·节	kn
面积		·千米每小时	km/h
·平方米	m ²	·米每分	m/min
公顷	ha	英里每小时	mile/h
公亩	a	英尺每秒	ft/s
平方英里	mile ²	英寸每秒	in/s
平方英尺	ft ²	加速度	
平方英寸	in ²	·米每二次方秒	m/s ²
体积,容积		英尺每二次方秒	ft /s ²
·立方米	m ³	伽	Gal
·升	L, (l)	角速度	
立方英尺	ft ³	·弧度每秒	rad/s
立方英寸	in ³	·转每分	r/min
英加仑	UKgal	度每分	(°)/min
美加仑	UKgal	度每秒	(°)/s
平面角		质量	
·弧度	rad	·千克(公斤)	kg
·度	(°)	·吨	t
·原子质量单位	u	磅二次方英尺	1b ft ²
英吨	ton	磅二次方英寸	1b in ²
英担	cwt	能量;功;热	
磅	lb	·焦[耳]	J
夸特	qr, qtr	·电子伏	eV
盎司	oz	·千瓦小时	kW·h
格令	gr, gn	千克力米	kgf·m
线密度,纤度		卡	cal
·千克每米	kg/m	尔格	erg
·特[克斯]	tex	英热单位	Btu
旦尼尔		功率;辐射通量	

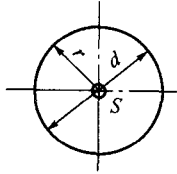
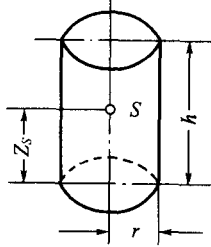
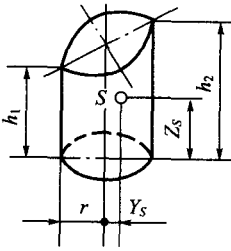
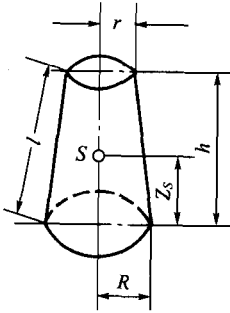
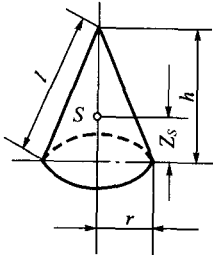
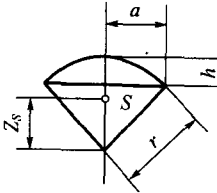
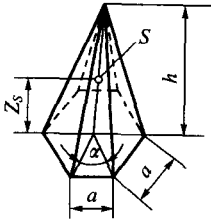
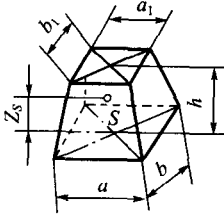
(续)

单位名称及符号		单位换算	单位名称及符号		单位换算
磅每英尺	lb/ft	1.488 16 kg/m	·瓦[特]	W	
磅每英寸	lb/in	17.858 0 kg/m	乏	var	1W
密度			伏安	VA	1 W
·千克每立方米	kg/m ³		马力	PS	735.499 W
·吨每立方米	t/m ³	1 000 kg/m ³	英马力	HP	745.7 W
·千克每升	kg/L	1 000 kg/m ³	电工马力		746 W
磅每立方英尺	lb/ft ³	16.018 5 kg/m ³	卡每秒	cal/s	4.186 8 W
磅每立方英寸	lb/in ³	27 679.9 kg/m ³	千卡每小时	kcal/h	1.163 W
比容,(比体积)			质量流量		
·立方米每千克	m ³ /kg		·千克每秒	kg/s	
立方英尺每磅	ft ³ /lb	0.062 428 0 m ³ /kg	磅每秒	lb/s	0.453 592 kg/s
立方英寸每磅	in ³ /lb	3.612 73 × 10 ⁻⁵ m ³ /kg	磅每小时	lb/h	1.259 98 × 10 ⁻⁴ kg/s
力;重力			体积流量		
·牛[顿]	N		·立方米每秒	m ³ /s	
千克力	kgf	9.806 65 N	立方英尺每秒	ft ³ /s	0.028 316 8 m ³ /s
磅力	lbf	4.448 22 N	立方英寸每小时	in ³ /h	4.551 96 × 10 ⁻⁶ L/s
达因	dyn	10 ⁻⁵ N	动力黏度		
吨力	tf	9.806 65 × 10 ³ N	·帕[斯卡]秒	Pa·s	
压力,压强;应力			泊	P, Po	0.1 Pa·s
·帕[斯卡]	Pa		厘泊	cP	10 ⁻³ Pa·s
巴	bar	10 ⁵ Pa	千克力秒每平方米		9.806 65 Pa·s
托	Torr	133.322 Pa		kgf·s/m ²	
毫米汞柱	mmHg	133.322 Pa	磅力秒每平方英尺		47.880 3 Pa·s
毫米水柱	mmH ₂ O	9.806 65 Pa		lbf·s/ft ²	
工程大气压	at	98 066.5 Pa	磅力秒每平方英寸		6 894.76 Pa·s
标准大气压	atm	101 325 Pa		lbf·s/in ²	
力矩;转矩;力偶矩			运动黏度		
·牛[顿]米	N·m		·二次方米每秒	m ² /s	
公斤力米	kgf·m	9.806 65 N·m	斯托克斯	St	10 ⁻⁴ m ² /s
克力厘米	gf·cm	9.806 65 × 10 ⁻⁵ N·m	厘斯托克斯	cSt	10 ⁻⁶ m ² /s
达因厘米	dyn·cm	10 ⁻⁷ N·m	二次方英尺每秒	ft ² /s	9.290 30 × 10 ⁻² m ² /s
磅力英尺	lbf·ft	1.355 82 N·m	二次方英寸每秒	in ² /s	6.451 6 × 10 ⁻⁴ m ² /s
转动惯量					
·千克二次方米	kg·m ²				

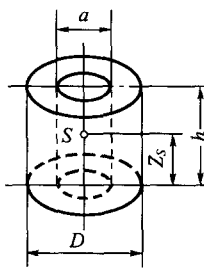
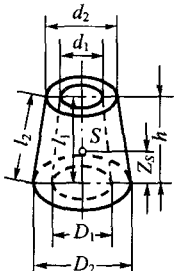
注:1. 表中前面加点的词为法定计量单位的名称
2. 单位名称中带方括号的字可省略
3. 圆括号中的字为前者的同义语

1.1.3 常用几何体的面积、体积及重心位置

表 1-8 常用几何体的面积、体积及重心位置

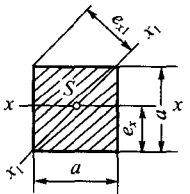
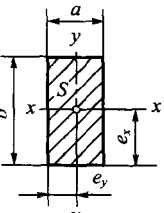
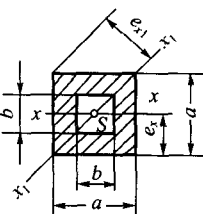
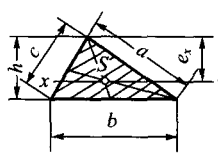
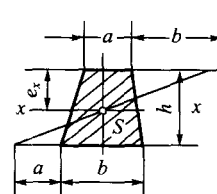
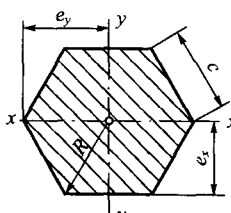
<p>1. 球体</p>  $A_n = 4\pi r^2 = \pi d^2$ $V = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{\pi d^3}{6} = 0.5236d^3$	<p>2. 正圆柱体</p>  $Z_S = \frac{h}{2}$ $A_n = 2\pi r(h + r)$ $A = 2\pi rh$ $V = \pi r^2 h$
<p>3. 斜截圆柱体</p>  $Y_S = \frac{r(h_2 - h_1)}{4(h_2 + h_1)}$ $Z_S = \frac{h_2 + h_1}{4} + \frac{(h_2 - h_1)^2}{16(h_2 + h_1)}$ $A = \pi r(h_2 + h_1)$ $V = \frac{\pi r^2(h_2 + h_1)}{2}$	<p>4. 平截正圆锥体</p>  $Z_S = \frac{h(R^2 + 2Rr + 3r^2)}{4(R^2 + Rr + r^2)}$ $A = \pi l(R + r)$ $A_n = A + \pi(R^2 + r^2)$ $V = \frac{\pi h}{3}(R^2 + Rr + r^2)$ $l = \sqrt{(R - r)^2 + h^2}$
<p>5. 正圆锥体</p>  $Z_S = \frac{h}{4}$ $A = \pi rl$ $V = \frac{\pi r^2 h}{3}$ $l = \sqrt{r^2 + h^2}$	<p>6. 球面扇形体</p>  $Z_S = \frac{3}{8}(2r - h)$ $A_n = \pi r(2h + a)$ $A = \pi ar$ $V = \frac{2}{3}\pi r^2 h$
<p>7. 正棱锥体</p>  $Z_S = \frac{h}{4}$ $V = \frac{na^2 h}{12} \cot \frac{\alpha}{2}$ $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$ <p>n = 底边数目</p>	<p>8. 平截方锥体</p>  $Z_S = \frac{h(ab + ab_1 + a_1b + 3a_1b_1)}{2(2ab + ab_1 + a_1b + 2a_1b_1)}$ $V = \frac{h}{6}(2ab + ab_1 + a_1b + 2a_1b_1)$

(续)

<p>9. 空心圆柱体</p>  <p> $Z_s = \frac{h}{2}$ $A = \pi h(D + d)$ $V = \frac{\pi h}{4}(D^2 - d^2)$ </p>	<p>10. 平截空心圆锥体</p>  <p> $Z_s = \frac{h}{4} \times \left[\frac{D_2^2 - D_1^2 + 2(D_2d_2 - D_1d_1)^2 + 3(d_2^2 - d_1^2)}{D_2^2 - D_1^2 + D_2d_2 - D_1d_1 + d_2^2 - d_1^2} \right]$ $A = \frac{\pi}{2} [l_2(D_2 + d_2) + l_1(D_1 + d_1)]$ $V = \frac{\pi h}{12} (D_2^2 - D_1^2 + D_2d_2 - D_1d_1 + d_2^2 - d_1^2)$ </p>
<p>S—重心位置; A_n—全面积; A—侧面积; V—体积</p>	

1.1.4 常用力学公式

表 1-9 常用截面几何及力学特性公式

简图	计算式	简图	计算式
<p>1.</p> 	<p> $A = a^2$ $J = a^4/12$ $W_x = a^3/6$ $W_{x1} = 0.1179a^3$ $e_x = a/2$ $e_{x1} = 0.7071a$ $i = a/\sqrt{12} = 0.289a$ </p>	<p>2.</p> 	<p> $A = ab$ $J_x = ab^3/12; J_y = a^3b/12$ $W_x = ab^2/12; W_y = a^2b/6$ $e_x = b/2; e_y = a/2$ $i_x = 0.289b; i_y = 0.0289a$ </p>
<p>3.</p> 	<p> $A = a^2 - b^2$ $J = (a^4 - b^4)/12$ $W_x = (a^4 - b^4)/6a$ $W_{x1} = 0.1179 \frac{a^4 - b^4}{a}$ $e_x = a/2$ $e_{x1} = 0.7071a$ $i = 0.289 \sqrt{a^2 + b^2}$ </p>	<p>4.</p> 	<p> $A = bh/2 = \sqrt{P(P-a)(P-b)(P-c)}$ 式中 $P = (a + b + c)/2$ $J_x = bh^3/36$ $W_x = bh^2/24$ $e_x = 2h/3$ $i = 0.236h$ </p>
<p>5.</p> 	<p> $A = h(a + b)/2$ $J_x = \frac{h^3(a^2 + 4ab + b^2)}{36(a + b)}$ $W_{xm} = \frac{h^2(a^2 + 4ab + b^2)}{12(a + b)}$ $W_{xb} = \frac{h^2(a^2 + 4ab + b^2)}{12(2a + b)}$ $e_x = h(a + 2b)/3(a + b)$ $i_x = \frac{h}{3(a + b)} \cdot \sqrt{\frac{a^2 + 4ab + b^2}{2}}$ </p>	<p>6.</p> 	<p> $A = 2.598C^2 = 3.464r^2$ $c = R$ $r = 0.866R$ $J_x = 0.5413R^4$ $W_x = 0.625R^3;$ $W_y = 0.5413R^3$ $e_x = 0.866R; e_y = R$ $i = 0.4566R$ </p>