

机械设计制图

简明手册

刘小年 主 编

范冬英 胡竞湘 副主编



62



机械工业出版社
China Machine Press

机械设计制图简明手册

主 编 刘小年
副主编 范冬英 胡竞湘
参 编 曹力同 郭镜清
 温澄心 喻 捷
 王桂芬



机械工业出版社

本书主要内容有：常用设计资料及数据，几何图形的作法，零部件常用表达方法及选择，零部件常见合理工艺结构，通用标准件及选用，机械传动及传动件，零件尺寸及技术要求的选用与注法，操作件、管件、密封件与润滑件，展开图、焊接、铆接及电动机及其选择等。

本书具有标准新、指导性强、实用方便、图例丰富、紧密结合专业与生产实践等优点，是高等工科院校师生制图测绘、课程设计、毕业设计和广大工程技术人员从事一般机械设计绘图时必备的小型工具书。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械设计制图简明手册/刘小年主编. --北京：机械工业出版社，2000.3
ISBN 7-111-07873-X

I. 机… II. 刘… III. 机械制图-技术手册 IV. TH12-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2000) 第 03261 号

机械工业出版社 (北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)
责任编辑：林 松 版式设计：霍永明 责任校对：孙志筠
封面设计：姚学峰 责任印制：何全君
煤炭工业出版社印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行
2000 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷
787mm × 1092mm¹/₁₆·18.5 印张·452 千字
0 001—3000 册
定价：25.00 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) 68993821、68326677-2527

前 言

随着我国机械工业的不断发展和科学技术水平的日益提高,近年来,我国的基础标准、基础件标准、技术制图标准、公差标准、材料标准、电动机标准、润滑油标准等进行了几次较大的修订,还陆续颁布了许多新标准。因此,我们在设计绘图时迫切需要一本标准资料新、指导性强、简明实用、方便易查且具权威性的小型工具书。为此,我们根据设计绘图时的实际需要,在总结多年教学经验、实际工作经验和掌握大量最新标准资料的基础上,编写了这本手册。

全书共十章,主要内容有常用设计资料及数据,常见几何图形的做法,零部件常用表达方法及选择,零部件常见合理工艺结构,通用标准常用件及选用,机械传动及传动件,零件尺寸及技术要求的选用与注法,操作件、管件、密封件与润滑件,展开图、焊接、铆接及机构运动简图,电动机及其选择等。

本书具有标准最新、指导性强、实用方便、图例丰富、内容精炼、紧密结合专业与生产实际需要等优点。不仅为读者提供了设计绘图时所需的各种标准资料,而且注重在制图技能技巧、表达方法、零部件结构分析、工艺原则与方法、零件尺寸与技术要求选用与注法等方面加强指导。本书是高等工科院校师生制图测绘、课程设计、毕业设计和广大工程技术人员从事一般机械设计绘图时必备的小型工具书。

本书由全国高等工程专科机械工程类专业协会《工程制图》课程组组织编写。全书由刘小年主编,范冬英、胡竞湘为副主编。参加本书编写的人员有:湘潭机电高等专科学校刘小年(第一、七、九章),范冬英(第二、八、十章),胡竞湘(第四、五章),上海理工大学曹力同(第六章),哈尔滨理工大学工程技术学院郭镜清(第十章部分内容),郑州机械高等专科学校温澄心(第三章),沙州职业工学院喻捷老师和湖南纺织高等专科学校的王桂芬老师也参加了部分内容的编写。

由于我们水平有限,书中缺点和错误在所难免,恳请使用本书的读者批评指正。

编 者

目 录

第一章 常用设计资料及数据	1	四、联轴器	117
一、国际单位制及其应用	1	五、弹簧	120
二、常用法定计量单位与换算关系	2	六、制动器	123
三、常用材料的力学性能、熔点	4	七、摩擦离合器	127
四、常用元素和材料的物理、电学性能	5	八、减速器	129
五、机械传动的效率	6	第六章 机械传动及传动件	133
六、常见几何形体的重心、面积和体积	7	一、带传动	133
七、机器轴高与轴伸	8	二、齿轮传动	139
第二章 常用几何图形的作法	10	三、套筒滚子链传动	156
一、关于直线的作图	10	第七章 操作件、管件、润滑件与	
二、关于角的作图	11	密封件	164
三、等分圆周和作圆内接正多边形	13	一、操作件	164
四、线段连接	15	二、管件	175
五、斜度和锥度	19	三、润滑与密封	181
六、工程上常用的非圆曲线	20	第八章 零件尺寸和技术要求的	
第三章 零、部件常用表达方法	24	注法	192
一、投影的基本知识	24	一、尺寸注法	192
二、视图	27	二、表面粗糙度	203
三、剖面符号	29	三、圆柱体结合的公差与配合	209
四、剖视图	30	四、形状和位置公差	229
五、断面	33	五、常用材料	241
六、局部放大图	33	第九章 展开图、焊接、铆接及机构	
七、简化及规定画法	33	运动简图	253
八、部件的表达方法	40	一、展开图	253
第四章 零部件常见合理的工艺		二、焊接	260
结构	44	三、铆接	269
一、常用标准结构	44	四、机构运动简图	273
二、铸造的合理工艺结构	63	第十章 电动机及其选择	276
三、零件结构的切削加工工艺性	65	一、异步电动机	276
四、装配合理工艺结构	65	二、直流电动机	281
第五章 常用标准件与通用件	81	三、调速电机	286
一、螺纹联接	81	四、电动机的选择	289
二、键与销	100	参考文献	290
三、轴承	105		

第一章 常用设计资料及数据

一、国际单位制及其应用

1. SI 基本单位 (表 1-1)

表 1-1 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			

2. SI 辅助单位 (表 1-2)

表 1-2 SI 辅助单位

量的名称	单位名称	单位符号
〔平面〕角	弧度	rad
立体角	球面度	sr

3. 具有专门名称的 SI 导出单位 (表 1-3)

表 1-3 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	表示式	
			用 SI 单位	用 SI 基本单位
频率	赫〔兹〕	Hz	—	s^{-1}
力, 重力	牛〔顿〕	N	—	$m \cdot kg \cdot s^{-2}$
压力, 压强, 应力	帕〔斯卡〕	Pa	N/m^2	$m^{-1} \cdot kg \cdot s^{-2}$
能〔量〕, 功, 热量	焦〔耳〕	J	$N \cdot m$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2}$
功率, 辐〔射能〕通量	瓦〔特〕	W	J/s	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3}$
电荷〔量〕	库〔仑〕	C	—	$s \cdot A$
电压, 电动势, 电位, (电势)	伏〔特〕	V	W/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-1}$
电容	法〔拉〕	F	C/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^4 \cdot A^2$
电阻	欧〔姆〕	Ω	V/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-3} \cdot A^{-2}$
电导	西〔门子〕	S	A/V	$m^{-2} \cdot kg^{-1} \cdot s^3 \cdot A^2$
磁通〔量〕	韦〔伯〕	Wb	$V \cdot s$	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
磁通〔量〕密度, 磁感应强度	特〔斯拉〕	T	Wb/m^2	$kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-1}$
电感	亨〔利〕	H	Wb/A	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-2} \cdot A^{-2}$
摄氏温度	摄氏度	$^{\circ}C$	—	K
光通量	流〔明〕	lm	—	$cd \cdot sr$
〔光〕照度	勒〔克斯〕	lx	lm/m^2	$m^{-2} \cdot cd \cdot sr$

4. 可与 SI 并用的我国法定计量单位 (表 1-4)

表 1-4 由于使用十分广泛而且重要, 可与 SI 并用的单位

量的名称	单位名称	单位符号	与 SI 单位的关系
时 间	分	min	1min = 60s
	[小] 时	h	1h = 60min = 3600s
	日, (天)	d	1d = 24h = 86400s
〔平面〕角 ^①	度	°	1° = (π/180) rad
	〔角〕分	'	1' = (1/60)° = (π/10800) rad
	〔角〕秒	"	1" = (1/60)' = (π/648000) rad
体积 ^②	升	L	1L = 1dm ³ = 10 ⁻³ m ³
质 量	吨	t	1t = 10 ³ kg

① 平面角单位度、分、秒的符号, 在组合单位中应采用 (°), (′), (″) 的形式。例如, 不用 °/s 而用 (°)/s。

② 升的两个符号属同等级地位, 可任意选用。今后是否取消其中之一, 待国际上有新规定后再行修改。

5. 用于构成十进制倍数和分数单位的 SI 词头 (表 1-5)

表 1-5 SI 词头

所表示的因数	词头名称	词头符号	所表示的因数	词头名称	词头符号	所表示的因数	词头名称	词头符号
10 ¹⁸	艾〔可萨〕	E	10 ²	百	h	10 ⁻⁹	纳〔诺〕	n
10 ¹⁵	拍〔它〕	P	10 ¹	十	da	10 ⁻¹²	皮〔可〕	p
10 ¹²	太〔拉〕	T	10 ⁻¹	分	d	10 ⁻¹⁵	飞〔母托〕	f
10 ⁹	吉〔咖〕	G	10 ⁻²	厘	c	10 ⁻¹⁸	阿〔托〕	a
10 ⁶	兆	M	10 ⁻³	毫	m			
10 ³	千	k	10 ⁻⁶	微	μ			

注: [] 内的字, 是在不致混淆的情况下, 可以省略的字。

二、常用法定计量单位与换算关系 (表 1-6)

表 1-6 常用法定计量单位与换算关系

量的名称	非法定单位名称及符号	换 算 系 数
〔平面〕角	冈 gon	1 ^g = 1gon = $\frac{\pi}{200}$ rad 1 ^g = 0.0157080 rad
长 度	光年 (l.y.) 公里 费密 〔市〕里 丈 尺 寸 〔市〕分	1l.y. = 9.46053 × 10 ¹⁵ m 1 公里 = 10 ³ m 1 费密 = 10 ⁻¹⁵ m 1 〔市〕里 = 500 m 1 丈 = 10/3 m = 3.3̄ m 1 尺 = 1/3 m = 0.33̄ m 1 寸 = 1/30 m = 0.033̄ m 1 〔市〕分 = 1/300 m = 0.003̄ m
面 积	亩 〔市〕分 〔市〕厘	1 亩 = 10000/15 m ² = 666.6̄ m ² 1 〔市〕分 = 1000/15 m ² = 66.6̄ m ² 1 〔市〕厘 = 100/15 m ² = 6.6̄ m ²

(续)

量的名称	非法定单位名称及符号	换算系数
时间	回归年 a_{trop}	一回归年大约等于 $365.242\ 20d = 31\ 556\ 926s$
质量	〔统一的〕 u 米制克拉	$1u = 1.660\ 565\ 5 \times 10^{-27} \text{kg}$ $1\text{米制克拉} = 200\text{mg}$
力	达因 dyn 千克力 kgf (公斤力)	$1\text{dyn} = 10^{-5}\text{N}$ $1\text{kgf} = 9.806\ 65\text{N}$
力矩	千克力米 $\text{kgf}\cdot\text{m}$	$1\text{kgf}\cdot\text{m} = 9.806\ 65\text{N}\cdot\text{m}$
压力	千克力每平方厘米 kgf/cm^2 (工程大气压) (at) 千克力每平方毫米 kgf/mm^2 托 Torr 毫米水柱 mmH_2O 毫米汞柱 mmHg	$1\text{kgf}/\text{cm}^2 = 1\text{at} = 98\ 066.5\text{Pa}$ $1\text{kgf}/\text{mm}^2 = 9.806\ 65 \times 10^6\text{Pa}$ $1\text{Torr} = 133.322\text{Pa}$ $1\text{mmH}_2\text{O} = 9.806\ 65\text{Pa}$ $1\text{mmHg} = 133.322\text{Pa}$
〔动力〕粘度	泊 P	$1\text{p} = 0.1\text{Pa}\cdot\text{s}$
运动粘度	斯〔托克斯〕 St	$1\text{St} = 10^{-4}\text{m}^2/\text{s}$
功能〔量〕	千克力米 $\text{kgf}\cdot\text{m}$	$1\text{kgf}\cdot\text{m} = 9.806\ 65\text{J}$
功率	千克力米每秒 $\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{s}$ (米制) 马力	$1\text{kgf}\cdot\text{m}/\text{s} = 9.806\ 65\text{W}$ $1\text{〔米制〕马力} = 735.499\text{W}$
热, 热量	15℃卡: cal_{15} 国际蒸汽表卡: cal 热化学卡: cal_{th}	$1\text{cal}_{15} = 4.185\ 5\text{J}$ $1\text{cal} = 4.186\ 8\text{J}$ $1\text{Mcal} = 1.163\text{kW}\cdot\text{h}$ $1\text{cal}_{\text{th}} = 4.184\text{J}$
热导率, (导热系数)	国际蒸汽表卡每秒厘米开〔尔文〕: $\text{cal}/(\text{s}\cdot\text{cm}\cdot\text{K})$ 热化学卡每秒厘米开〔尔文〕: $\text{cal}_{\text{th}}/(\text{s}\cdot\text{cm}\cdot\text{K})$	$1\text{cal}/(\text{s}\cdot\text{cm}\cdot\text{K}) = 418.68\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$ $1\text{cal}_{\text{th}}/(\text{s}\cdot\text{cm}\cdot\text{K}) = 418.4\text{W}/(\text{m}\cdot\text{K})$
传热系数 〔总〕传热系数	国际蒸汽表卡每秒平方厘米开〔尔文〕: $\text{cal}/(\text{s}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{K})$ 热化学卡每秒平方厘米开〔尔文〕: $\text{cal}_{\text{th}}/(\text{s}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{K})$	$1\text{cal}/(\text{s}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{K}) = 4.1868 \times 10^4\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$ $1\text{cal}_{\text{th}}/(\text{s}\cdot\text{cm}^2\cdot\text{K}) = 4.184 \times 10^4\text{W}/(\text{m}^2\cdot\text{K})$
比热容	国际蒸汽表卡每克开〔尔文〕: $\text{cal}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 热化学卡每克开〔尔文〕: $\text{cal}_{\text{th}}/(\text{g}\cdot\text{K})$	$1\text{cal}/(\text{g}\cdot\text{K}) = 4186.8\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ $1\text{cal}_{\text{th}}/(\text{g}\cdot\text{K}) = 4184\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
比熵	国际蒸汽表卡每克开〔尔文〕: $\text{cal}/(\text{g}\cdot\text{K})$ 热化学卡每克开〔尔文〕: $\text{cal}_{\text{th}}/(\text{g}\cdot\text{K})$	$1\text{cal}/(\text{g}\cdot\text{K}) = 4186.8\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$ $1\text{cal}_{\text{th}}/(\text{g}\cdot\text{K}) = 4184\text{J}/(\text{kg}\cdot\text{K})$
比内能	国际蒸汽表卡每克: cal/g 热化学卡每克: $\text{cal}_{\text{th}}/\text{g}$	$1\text{cal}/\text{g} = 4186.8\text{J}/\text{kg}$ $1\text{cal}_{\text{th}}/\text{g} = 4184\text{J}/\text{kg}$

注: 国际蒸汽表卡常被简称为卡, ISO用 Cal_{T} 作为其符号。

三、常用材料的力学性能、熔点

1. 常用材料的力学性能 (表 1-7)

表 1-7 常用材料的力学性能

材料名称	抗拉强度均值	屈服点均值	伸长率均值 $\bar{\delta}$ (%)	硬 度		材料名称	抗拉强度均值	屈服点均值	伸长率均值 $\bar{\delta}$ (%)	硬 度	
	σ_b (N·mm ⁻²)	σ_s (N·mm ⁻²)		名称	均值		σ_b (N·mm ⁻²)	σ_s (N·mm ⁻²)		名称	均值
碳素钢	667	443	25.41	HBS	221	灰铸铁	173	—		HBS	186.8
锰 钢	614	418	14.25	HRC	46.5	球墨铸铁 65-45-15 系列 80-55-06 系列	5452	3953	15.63	HBS	166.85
钼 钢	1729	1392	6.95				7450	4985	10.32	HBS	216.82
低回 合火 金温 钢度	370℃	1406	13.75	RC	37.0	铜合金 锰青铜 铝青铜 A 铝青铜 B	—	5675	30.00		
	454℃	1215	7.5	RC	29.5		7716	3294	12.36	HBS	178.2
	538℃	1075	7.75	RC	26.5		8560	4884	10.40	HBS	217.6
	620℃	995	12.5	RB	62.0						
高强度合金钢	1805	1691	5.592	RC	49.99	钛合金	1141	—	9.00		

2. 常用材料的熔点及比热容 (表 1-8)

表 1-8 常用材料的熔点及比热容

名称	熔点 ℃	比热容 (J/kg·K)	名称	熔点 ℃	比热容 (J/kg·K)	名称	熔点 ℃	比热容 (J/kg·K)
灰口铁	1200	544.28	青铜	995	385.19	锡	232	234.46
铸钢	1425	489.86	纯铜	1083	376.81	锌	419	401.93
软钢	1400~1500	502.42	铝	658	904.35	镍	1452	452.17
黄铜	950	401.93	铅	327	129.79	钛	1668	527.53

3. 常用材料的摩擦系数 (表 1-9、表 1-10)

表 1-9 常用材料的滚动摩擦系数

材 料 名 称	滚动摩擦系数 k cm	材 料 名 称	滚动摩擦系数 k cm
低碳钢与低碳钢	0.005	木材与木材	0.05~0.08
淬火钢与淬火钢	0.001	表面淬火的车轮与钢轨	
铸铁与铸铁	0.005	圆锥形车轮	0.08~0.1
木材与钢	0.03~0.04	圆柱形车轮	0.05~0.07

表 1-10 常用材料的滑动摩擦系数

材料名称	摩擦系数 f			材料名称	摩擦系数 f		
	静摩擦		动 摩 擦		静摩擦		动 摩 擦
	无润滑剂	有润滑剂	有润滑剂		无润滑剂	有润滑剂	有润滑剂
钢-钢	0.15, 0.1~0.12*	0.15	0.05~0.10	钢-铸铁	0.3	0.18	0.05~0.15
钢-软钢		0.2	0.1~0.2	钢-青铜	0.15, 0.1~0.15*	0.15	0.1~0.15

(续)

材料名称	摩擦系数 f			材料名称	摩擦系数 f						
	静摩擦	动摩擦			静摩擦	动摩擦					
	无润滑剂	无润滑剂	有润滑剂		无润滑剂	无润滑剂	有润滑剂				
钢-巴氏合金	0.35~0.55 0.9 0.09~0.1*	0.15~0.3	0.05~0.1	硬钢-硬质橡胶	0.18*	0.38	0.07~0.12				
钢-铜铝合金		0.15~0.3		硬钢-石墨		0.15					
钢-粉末金属		0.6~0.8		铸铁-铸铁		0.15~0.2		0.07~0.15			
钢-橡胶		0.3~0.5		铸铁-青铜		0.8		0.5			
钢-塑料		0.15~0.39		铸铁-橡皮		0.6		0.15			
钢-尼龙		0.2		0.05~0.15		铸铁-皮革		0.3~0.5,	0.6	0.15	
钢-软木						0.15*		0.15*	0.3		
软钢-软钢						0.40		铸铁-层压纸板	0.65	0.3~0.5	0.2
软钢-铸铁						0.18		铸铁-榉木	0.65	0.3~0.5	0.2
软钢-黄铜						0.46		铸铁-榆、杨木	0.4	0.4	0.1
软钢-铝合金	0.30		青铜-青铜		0.1*	0.2	0.07~0.1				
软钢-铅	0.40		黄铜-黄铜		0.1*	0.8~1.5					
软钢-镍	0.40		铅-铅		0.1*	1.2					
软钢-铝	0.36		镍-镍		0.1*	0.8					
软钢-青铜	0.18		0.07~0.15		镉-镉	0.8~1.5					
软钢-铅基白合金	0.40	0.1	铈-铈	0.8~1.5							
软钢-锡基白合金	0.30		锌-锌	0.35~0.65							
软钢-铜镍合金	0.35		钛-钛	0.35~0.65							
软钢-油膜轴承合金	0.18		镍-石墨	0.24							
软钢-铝青铜	0.20		青铜-榉木	0.6	0.3						
软钢-玻璃	0.51		玻璃-玻璃		0.7						
软钢-石墨	0.21		玻璃-硬质橡胶		0.53						
软钢-榉木	0.6, 0.12*		0.4~0.6	0.1	0.1						
软钢-榆木	0.25			0.2		0.1~0.2					
硬钢-红宝石	0.24			橡胶-纸	1.0						
硬钢-蓝宝石	0.35		砖-木	0.6							
硬钢-二硫化钼	0.15		皮革(外)-榉木	0.6	0.3~0.5						
硬钢-电木	0.35		皮革(内)-榉木	0.4	0.3~0.4						
硬钢-玻璃	0.48		木材-木材	0.4~0.6, 0.1*	0.2~0.5	0.07~0.15					

注：表中标有*号者表示有润滑剂的情况。

四、常用元素和材料的物理、电学性能

1. 常用元素和材料的物理性能 (表 1-11)

表 1-11 常用元素和材料的物理性能

符号	名称	密度 ρ (20℃) $\rho / (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	熔点 $\frac{101\text{kPa}}{\text{℃}}$	沸点 $\frac{101\text{kPa}}{\text{℃}}$	符号	名称	密度 ρ (20℃) $\rho / (\text{g} \cdot \text{cm}^{-3})$	熔点 $\frac{101\text{kPa}}{\text{℃}}$	沸点 $\frac{101\text{kPa}}{\text{℃}}$
Ag	银	10.49	960.8	2210	Ni	镍	8.90	8.90	1453
Al	铝	2.6984	660.1	2500	Pb	铅	11.34	327.3	1750
Au	金	19.32	1063	2966	S	硫	2.07	115	444.6
Cr	铬	7.19	1903	2642	Si	硅	2.329	1412	3310
Fe	铁	7.87	1537	2930	Sn	锡	7.298	231.91	2690
Hg	汞	13.546 (液态)	-38.87	356.58	W	钨	19.3	3380	5900
Mg	镁	1.74	650	1108	Zn	锌	7.134 (25℃)	419.505	907
Mn	锰	7.43	1244	2150	Cu	铜	8.96	1083	2580
Mo	钼	10.22	2625	4800					

2. 常用元素和材料的电学性能 (表 1-12)

表 1-12 常用元素和材料的电学性能

名称	符号	电阻率 ρ		名称	符号	电阻率 ρ	
		$\frac{(0^\circ\text{C})}{(10^{-2}\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m})}$	电阻温度系数 $\frac{(0^\circ\text{C})}{(10^{-3}/^\circ\text{C})}$			$\frac{(0^\circ\text{C})}{(10^{-2}\Omega\cdot\text{mm}^2/\text{m})}$	电阻温度系数 $\frac{(0^\circ\text{C})}{(10^{-3}/^\circ\text{C})}$
银	Ag	1.59	4.29	钼	Mo	5.17	4.71
铝	Al	2.655	4.23	镍	Ni	6.84	5.0~6.0
金	Au	2.065	3.5	铜	Cu	1.67~1.68 (20°C)	4.3
铬	Cr	12.9	2.5	铅	Pb	18.8	4.2
铁	Fe	9.7 (20°C)	6.0	硫	S	2×10^{23} (20°C)	—
汞	Hg	94.07	0.99	硅	Si	10	0.8~1.8
镁	Mg	4.47	4.1	锡	Sn	11.5	4.4
锰	Mn	185 (20°C)	1.7	钨	W	24.8~26	2.8
锌	Zn	5.75	4.2				

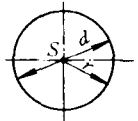
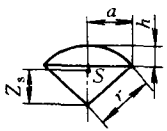
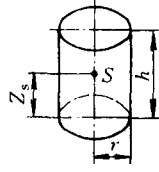
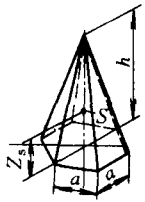
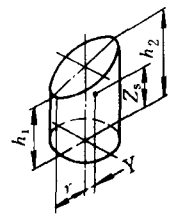
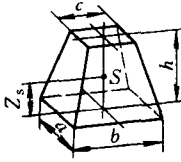
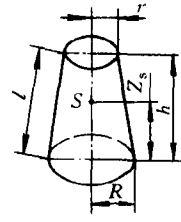
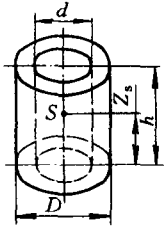
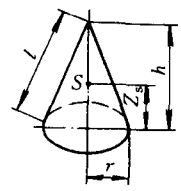
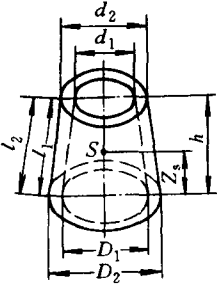
五、机械传动的效率 (表 1-13)

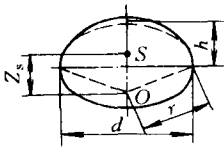
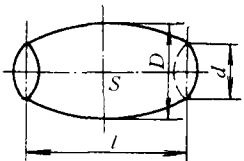
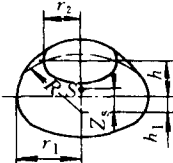
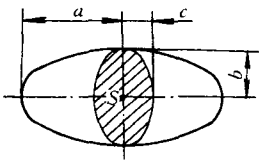
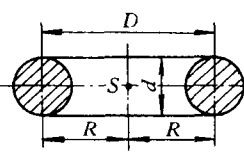
表 1-13 机械传动和摩擦副的效率 (概略值)

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	浮动联轴器 (十字沟槽联轴器 etc)	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
圆锥齿轮传动	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	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)
	三头和四头蜗杆 (油润滑)	0.80~0.92	滚动轴承	球轴承 (稀油润滑)	0.99 (一对)
	圆弧圆柱蜗杆传动 (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	油池内油的飞溅和密封摩擦		0.95~0.99
	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
	链轮传动	焊接链		0.93	单级圆锥齿轮减速器
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 ($i=2\sim6$)	0.90~0.98	丝杠传动	滑动丝杠	0.30~0.60
	滚动轴承 ($i=2\sim6$)	0.95~0.99		滚动丝杠	0.85~0.95

六、常见几何形体的重心、面积和体积 (表 1-14)

表 1-14 常用几何形体的重心、面积和体积
(S—重心位置; A_n —全面积; A—侧面积; V—体积)

<p>1. 圆球体</p>  $A_n = 4\pi r^2 = \pi d^2$ $V = \frac{4\pi r^3}{3} = \frac{\pi d^3}{6}$	<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>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>7. 棱锥体</p>  $Z_s = \frac{h}{4}$ $A = \frac{1}{2} nal$ $V = \frac{na^2 h}{12} \cot \frac{\alpha}{2}$ $A_n = \frac{1}{2} na \left(\frac{a}{2} \cot \frac{\alpha}{2} + l \right)$ $\alpha = \frac{360^\circ}{n}$
<p>3. 斜截圆柱体</p>  $y_s = \frac{r (h_2 - h_1)}{4 (h_2 + h_1)}$ $Z_s = \frac{h_2 + h_1}{4} + \frac{(h_2 - h_1)^2}{16 (h_2 + h_1)}$ $A = \pi r (h_2 + h_1)$ $A_n = \pi r \left[h_1 + h_2 + r + \sqrt{r^2 + \left(\frac{h_2 - h_1}{2} \right)^2} \right]$ $V = \frac{\pi r^2 (h_2 + h_1)}{2}$	<p>8. 平截长方棱锥体</p>  $Z_s = \frac{h}{2} \frac{(ab + ab_1 + a_1b + 3a_1b_1)}{(2ab + ab_1 + a_1b + 2a_1b_1)}$ $V = \frac{h}{6} (2ab + ab_1 + a_1b + 2a_1b_1)$
<p>4. 平截正圆锥体</p>  $Z_s = \frac{h}{4} \frac{(R^2 + 2Rr + 3r^2)}{(R^2 + Rr + r^2)}$ $A = \pi l (R + r)$ $A_n = A + \pi (R^2 + r^2)$ $V = \frac{\pi h}{3} (R^2 + Rr + r^2)$ $l = \sqrt{(R - r)^2 + h^2}$	<p>9. 空心圆柱体</p>  $Z_s = \frac{h}{2}$ $A = \pi h (D + d)$ $V = \frac{\pi h}{4} (D^2 - d^2)$
<p>5. 正圆锥体</p>  $Z_s = \frac{h}{4}$ $A = \pi rl$ $A_n = \pi r (l + r)$ $V = \frac{\pi r^2 h}{3}$ $l = \sqrt{r^2 + h^2}$	<p>10. 平截空心圆锥体</p>  $Z_s = \frac{h}{4} \cdot \left[\frac{D_2^2 - D_1^2 + 2(D_2 d_2 - D_1 d_1) + 3(d_2^2 - d_1^2)}{D_2^2 - D_1^2 + D_2 d_2 - D_1 d_1 + d_2^2 - d_1^2} \right]$ $A = \frac{\pi}{2} [l_2 (D_2 + d_2) + l_1 (D_1 + d_1)]$ $V = \frac{\pi h}{12} (D_2^2 - D_1^2 + D_2 d_2 - D_1 d_1 + d_2^2 - d_1^2)$

<p>11. 球缺</p>  $Z_s = \frac{3}{4} \cdot \frac{(2r-h)^2}{3r-h}$ $A = 2\pi rh = \frac{\pi}{4} (d^2 + 4h^2)$ $A_n = \pi h (4r - h)$ $V = \pi h^2 \left(r - \frac{h}{3} \right)$	<p>14. 桶形</p>  <p>对于抛物线形桶板:</p> $V = \frac{\pi l}{15} (2D^2 + Dd + \frac{3}{4}d^2)$ <p>对于圆形桶板:</p> $V = \frac{1}{12} \pi l (2D^2 + d^2)$ $= 0.262l (2D^2 + d^2)$
<p>12. 球台</p>  $Z_s = h_1 + \frac{h}{2}$ $A = 2\pi Rh$ $A_n = \pi [2Rh + (r_1^2 + r_2^2)]$ $V = \frac{\pi h}{6} (3r_1^2 + 3r_2^2 + h^2)$ $= 0.5236h (3r_1^2 + 3r_2^2 + h^2)$	<p>15. 椭圆球</p>  $V = \frac{4}{3} abc\pi$ <p>(A 和 A_n 不能用简单公式表示)</p>
<p>13. 圆环</p>  $A_n = 4\pi^2 Rr = 39.478Rr$ $V = 2\pi^2 Rr^2 = \frac{\pi^2 Dd^2}{4}$ $= 19.74Rr^2$	

七、机器轴高与轴伸

1. 机器的轴高 (表 1-15)

表 1-15 机器轴高 (摘自 GB12217—90 参照 ISO496—73)

(mm)

轴高 h 基本尺寸系列				轴高 h 基本尺寸系列				轴高 h 基本尺寸系列				轴高 h 基本尺寸系列			
I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
25	25	25	25				75			225	225				670
			26		80	80	80				236			710	710
		28	28				85	250	250	250	250			800	800
			30			90	90				265		800	800	800
	32	32	32				95			280	280			900	900
			34	100	100	100	100			315	315			950	950
		36	36				105		315	315	315			1000	1000
		38	38			112	112				335	1000	1000	1000	1000
40	40	40	40				118			355	355			1060	1060
			42		125	125	125				375			1120	1120
		45	45				132	400	400	400	400			1180	1180
			48			140	140				425		1250	1250	1250
		50	50				150			450	450			1320	1320
			53	160	160	160	160				475			1400	1400
		56	56				170		500	500	500			1500	1500
			60			180	180				530	1600	1600	1600	1600
63	63	63	63				190			560	560				
			67		200	200	200				600				
		71	71				212	630	630	630	630				

注: 1. 机器轴高适用于主动机器和从动机器, 系指轴伸中心线到机器支承平面的距离, 该距离不包括安装所用的垫片在内, 如果机器需配备绝缘垫片时, 其垫片的厚度应包括在内。

2. 机器轴高优先选用第 I 系列数值, 如果不能满足需要时, 可选用第 II 系列值, 尽量不采用第 IV 系列数值。

第二章 常用几何图形的作法

一、关于直线的作图 (表 2-1)

表 2-1 关于直线的作图

	说 明	图 例
分 割	<p>(1) 已知直线 AB</p> <p>(2) 过线段的端点 A (或 B) 任作一直线 AC</p> <p>(3) 在直线 AC 上, 以任意长度为单位截取 5 个等分点得 1_0、2_0、3_0、4_0、5_0</p> <p>(4) 连 $B5_0$, 过 AC 上各等分点作 $B5_0$ 的平行线交 AB 于 1、2、3、4, 即得</p>	
线 段	<p>(1) 已知直线 AB</p> <p>(2) 分别以线段的端点 A、B 为圆心, 大于 AB 之半的适当长度为半径画弧, 交于 C、D 两点</p> <p>(3) 连 CD 交 AB 于 E, CD 即为所求垂直平分线</p>	
作 直 线 内 一 点 作 垂 线	<p>方法 1</p> <p>(1) 已知直线 AB 及线内一点 M</p> <p>(2) 以 M 为圆心, 以适当长度为半径画弧, 交 AB 于 C、D 两点</p> <p>(3) 分别以 C、D 为圆心, 以大于 $1/2CD$ 长为半径画弧, 二弧交于 E 点, 连 EM, 则 $EM \perp AB$</p>	
作 直 线 的 垂 线	<p>方法 2</p> <p>(1) 已知直线 AB 及线内一点 M</p> <p>(2) 以线外适当位置的任意点 O 为圆心, 以 OM 为半径画圆交 AB 于 C</p> <p>(3) 连 CO 并延长交圆于 D, 连 DM, 则 $DM \perp AB$</p>	
作 直 线 外 一 点 作 垂 线	<p>方法 1</p> <p>(1) 已知直线 AB 及线外一点 M</p> <p>(2) 过点 M 任作一直线与 AB 交于点 C</p> <p>(3) 以 CM 的中点 O 为圆心, 以 OC 长为半径画圆交 AB 线于点 D</p> <p>(4) 连接 DM, 即 $DM \perp AB$</p>	

(续)

	说 明	图 例
作直线的垂线	<p>方法 2</p> <p>(1) 已知直线 AB 与线外一点 M</p> <p>(2) 以 M 为圆心, 适当长度为半径画圆弧交 AB 线于 C、D 两点</p> <p>(3) 分别以 C、D 为圆心, 大于 $1/2CD$ 为半径画弧交于点 E</p> <p>(4) 连接 EM, 则 $EM \perp AB$</p>	
作平行线	<p>(1) 已知直线 AB, 距离 S</p> <p>(2) 在 AB 上任取两点, M 和 N, 过 M、N 分别作垂线</p> <p>(3) 在两垂线上各截取长度 $MT_1 = MT_2 = S$</p> <p>(4) 连接 T_1、T_2, 则 $T_1T_2 \parallel AB$</p>	
作平行线	<p>(1) 已知直线 AB 和线外一点 M</p> <p>(2) 以 M 为圆心, 以适当长 l 为半径画弧 I 交 AB 于 C; 再以 C 为圆心, 以 l 为半径画弧 II 交 AB 于 D</p> <p>(3) 以 C 为圆心, 以 $R_1 = MD$ 为半径画弧交圆弧 I 于 N</p> <p>(4) 连接 MN, 则 $MN \parallel AB$</p>	

二、关于角的作图 (表 2-2)

表 2-2 关于角的作图

	说 明	图 例
常用角度	<p>用丁字尺和三角板画出不同方向的常用角度</p>	

	说 明	图 例
角 作一个角使之等于已知任意角	<p>(1) 已知任意角 BAC</p> <p>(2) 以 A 为圆心, 任意的适当长 R 为半径画弧, 交角 BAC 的 AC 边于 M, 交 AB 边于 N; 作直线 A_0C_0, 以 A_0 为圆心, 同样长 R 为半径画弧, 交 A_0C_0 于 M_0.</p> <p>(3) 以 M_0 为圆心, 以 MN 长为半径画弧, 交前弧于 N_0; 连 A_0N_0 并延长至 B_0, 则角 $B_0A_0C_0$ 即为所求</p>	
二等分已知任意角	<p>(1) 已知角 BAC</p> <p>(2) 以角顶 A 为圆心, 以适当的任意长为半径画弧, 分别交 AB、AC 于 M、N 二点</p> <p>(3) 分别以 M、N 为圆心, 以大于 $1/2MN$ 相同的长度为半径画弧交于点 K 连 AK, 即将角 BAC 二等分</p>	
等分角 近似三等分任意角	<p>情况 1</p> <p>(1) 已知任意锐角 AOB, 以角顶 O 为圆心, 以任意的适当长为半径画弧交 OA、OB 于 C、D, 连 CD 并以其为直径画圆</p> <p>(2) 作角 AOB 的分角线, 交圆于 E, 并将直径 CD 的右半圆三等分, 得 G、H 点</p> <p>(3) 连 EG、EH, 交 CD 于 M、N; 连 OM、ON 即得</p> <p>情况 2</p> <p>(1) 已知任意钝角 AOB, 延长其夹角边 BO 至 C; 以 O 为圆心, 以任意的适当长 R 为半径画半圆, 交 BC 于 D、F, 交 OA 于 E</p> <p>(2) 分别以 D、F 为圆心, 以 DF 之长为半径分别画弧, 二弧交于 M; 连 ME 交 OF 于 G; 将 DG 线段三等分, 可得点 H、K</p> <p>(3) 连 MH、MK, 并延长使之与半圆相交于 P、Q, 连 OP、OQ, 即得</p>	
三等分直角	<p>(1) 已知直角 BAC</p> <p>(2) 以 A 为圆心, 以适当的任意长 R 为半径画弧, 分别交二直角边 AB、AC 于 E、F 两点</p> <p>(3) 再分别以 E、F 为圆心, 以 R 为半径画弧, 分别交 EF 弧于 M、N 连 AM、AN 即得</p>	