

机械设计制图

郑长福 主编

JIXIE SHEJI ZHITU

重庆大学出版社

TH126
Z39

290775

机械设计制图

郑长福 主 编

重庆大学出版社

内 容 提 要

本书包括“画法几何及工程制图”、“机械设计基础”两门课程的基本内容,为常用零部件的简易设计提供基础知识和实用方法而组成新的教学体系。

全书共十九章,书末安排有附录,其主要内容有:制图基本知识,投影法基本知识,轴测图,立体表面的交线,组合体,机件的表达方法,机器的组成及机械设计概论,部件及其装配图,零件及其工作图,工程力学基本知识,零件的连接,平面四杆机构,凸轮机构,带传动,齿轮传动,轴的设计,滚动轴承,轮系和减速器,设计实例及附录。还编有《机械设计制图习题集》与本书配套使用。

本书可作为高等院校工科非机类各专业的教材(学时数为100左右),也可供有关工程技术人员参考。

机械设计制图

郑长福 主 编

责任编辑 梁 涛

*

重庆大学出版社出版发行

新华书店经销

重庆建筑大学印刷厂印刷

*

开本:787×1092 1/16 印张:21.25 字数:530 千

1996年9月第1版 1996年9月第1次印刷

印数:1—4000

ISBN 7-5624-1178-6/TH·57 定价:19.50元

(川)新登字 020 号

前 言

“机械设计制图”是重庆大学教学改革的产品。1988年,由机械工程一系和电气工程系共同倡议,对原“画法几何及工程制图”课程体系进行改革试点,将“画法几何及工程制图”和“机械设计基础”两门课程,针对电类专业教学的特点与要求,围绕常用零部件的简易设计,重新组合成“机械设计制图”新课程体系。

本书是在总结了教学改革试点经验,在原有讲义的基础上,经修改和补充后编写而成的。全书共十九章,书末附有附录,另编“机械设计制图习题集”与本书配套使用。

本书把常用机构和通用零部件的工作原理、几何关系、设计和选用的基本方法、零件图和装配图的绘制等内容融合在一起,组成了新的编写体系。突出设计制图的基本内容,着重结构分析,删减复杂公式的推导,使本书简明实用。在使用本书时可根据专业特点对内容作适当增删。

参加本书编写工作的有郑长福(第一章、第二章、第三章、第四章、第五章、第六章、第十章、第十一章、第十二章、第十三章、第十四章、第十五章、第十九章)、丁一(第七章、第八章、第九章)、钮志红(第十六章、第十七章、第十八章)。由郑长福担任主编。

编写过程中曾得到何玉林、陈文吉、马荣宗和姜诗英等同志的热忱关怀和鼎力支持,谨致谢意。

由于我们的水平有限,更兼时间仓促,不妥之处在所难免,万望广大读者多提宝贵意见。

编者

1995年12月于重庆大学

目 录

第一章 制图的基本知识.....	1
第一节 制图的基本规定.....	1
第二节 平面图形的画法及尺寸标注法	10
第三节 绘图的一般步骤	12
第四节 画徒手图的一般方法	14
第二章 投影基础	16
第一节 投影法概述	16
第二节 点	17
第三节 直线	20
第四节 平面	24
第五节 基本几何体	27
第三章 轴测图	33
第一节 基本知识	33
第二节 正等轴测图	34
第三节 斜二等轴测图	40
第四章 立体表面的交线	43
第一节 截交线	43
第二节 相贯线	48
第五章 组合体	54
第一节 组合体及其形体分析法	54
第二节 组合体三视图画法	55
第三节 组合体尺寸标注法	58
第四节 组合体三视图读法	62
第五节 组合体构形设计	66
第六章 机件的表达方法	70
第一节 视图	70
第二节 剖视图	72
第三节 剖面图	80
第四节 其它画法	82
第五节 第三角投影法简介	85
第七章 机器的组成及机械设计概论	88
第一节 机器的组成	88
第二节 零件、部件、构件、机构的基本概念.....	89
第三节 机构运动简图	91

第四节 机械设计概论	93
第八章 部件及其装配图	95
第一节 部件的组成	95
第二节 公差与配合简介	96
第三节 部件装配图	105
第四节 部件工艺结构	112
第九章 零件及其工作图	115
第一节 零件设计原则	115
第二节 零件构形过程	116
第三节 零件图	121
第四节 零件图的技术要求	127
第十章 零件的强度与刚度	139
第一节 物体的受力分析	139
第二节 内力与变形的基本形式	146
第三节 拉伸、压缩和金属材料的机械性能	148
第四节 剪切和圆轴的扭转	153
第五节 梁的平面弯曲	158
第六节 交变应力	168
第十一章 连接	171
第一节 螺纹及螺纹连接	171
第二节 销连接	185
第三节 键连接	186
第十二章 平面四杆机构	189
第一节 平面四杆机构的基本类型	190
第二节 铰链四杆机构中曲柄存在的条件	192
第三节 压力角、死点	193
第四节 平面四杆机构设计	194
第十三章 凸轮机构	196
第一节 从动件常用的运动规律	197
第二节 按给定的从动杆运动规律绘制凸轮轮廓	200
第三节 凸轮设计中的几个问题	204
第四节 凸轮与滚子材料的选择和凸轮工作图	207
第十四章 带传动	209
第一节 带传动的类型和应用	209
第二节 带传动的受力分析	211
第三节 带的应力分析	213
第四节 带传动的弹性滑动与传动比	215
第五节 普通 V 带传动的计算	216
第六节 V 带轮的结构	224

第十五章 齿轮传动	227
第一节 概述	227
第二节 齿轮传动的平稳性	228
第三节 标准直齿圆柱齿轮各部分名称及其基本尺寸计算	230
第四节 一对渐开线齿轮的啮合传动	231
第五节 轮齿的失效形式和齿轮材料	233
第六节 直齿圆柱齿轮的强度计算	234
第七节 斜齿圆柱齿轮传动	238
第八节 齿轮的结构	242
第九节 标准直齿圆柱齿轮测绘	243
第十六章 轴的设计	246
第一节 概述	246
第二节 轴的设计	247
第三节 设计举例	251
第四节 轴的零件图	254
第十七章 滚动轴承	256
第一节 滚动轴承的类型及代号	256
第二节 滚动轴承类型和尺寸选用	259
第三节 滚动轴承的组合设计	259
第十八章 轮系和减速器	263
第一节 轮系的分类	263
第二节 定轴轮系传动比的计算	264
第三节 周转轮系的组成和分类	266
第四节 周转轮系传动比的计算	268
第五节 混合轮系传动比的计算	271
第六节 减速器简介	273
第十九章 设计实例	280
第一节 按工艺要求选定设计方案	280
第二节 传动机构设计	282
第三节 工作机构设计	285
第四节 结构设计	288
第五节 绘制装配图、拆画零件图	289
附录	293

第一章 制图的基本知识

第一节 制图的基本规定

为了在工程技术中顺利地进行图样交流和管理,我国颁布了国家标准《机械制图》。本节摘要介绍其中的一些规定。

一、图纸幅面及图框格式(GB4457. 1—84)

绘图时,应优先采用表 1-1 中规定的幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面						(mm)
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
$B\times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	20			5		
e	20		10			

必要时可以将表 1-1 中幅面沿长边加长,A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 1/8 的整数倍增加;A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的 1/4 的整数倍增加。A0、A1 幅面也允许同时加长两边。

图纸可以横放或竖放。无论图样是否需要装订,均按以下格式留出周边。需要装订时,一般采用 A4 幅面竖装,或 A3 幅面横装。如图 1-1、图 1-2 所示。

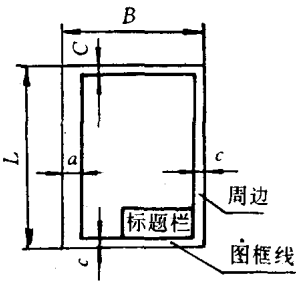


图 1-1 有装订边的图框格式

(a)竖装(A4 幅面) (b)横装(A3 幅面)

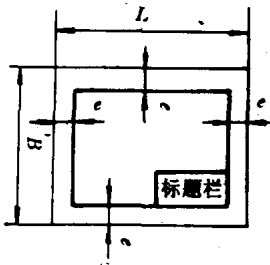
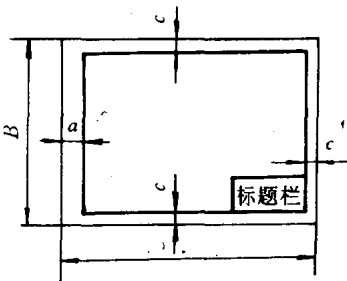


图 1-2 无装订边的图框格式

国家标准对标题栏的格式未作统一规定,制图作业建议采用图 1-3 的格式。

	15	45	15	20	25	
8	序号	零件名称	数量	材料	备注	
8			比例	②	图号	
8		①		③	④	
8	制图			(校名)		
8	审核			专业	班	
	15	30	15	60		
						120

图 1-3 标题栏格式及尺寸

注:1.除①栏填写“图名或机件名称”采用10号字书写外,其余各栏皆用7号字书写。

2. 仅在零件图中, ②栏填写“材料”两字, 并在③栏中写出该零件的材料名称或牌号。

3. ④栏内填写该图的“图号”，图号编法如下：

(1)零件图前的作业的图号按顺序编为 01,02,03,……。

(2)零件图的图号编为：“部件编号—零件序号”。例如：“部件编号”为“18”，“零件序号”为“03”，则写出“18—03”。

(3) 装配图中的图号, 仅写出“部件编号”。例如“18”。

二、比例(GB4457.2—84)

比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。绘图时一般应采用表 1-2 中规定的比例。

表 1-2 绘图的比例

与实物相同	1 : 1						
缩小的比例	1 : 1.5	1 : 2	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 10 ⁿ
	1 : 1.5 × 10 ⁿ		1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 2.5 × 10 ⁿ		1 : 5 × 10 ⁿ	
放大的比例	2 : 1	2.5 : 1	4 : 1	5 : 1	(10 × n) : 1		

注: n 为正整数

为了使图形能更好地反映机件实际大小的真实概念,绘图时应尽量采用 1:1。

三、字体(GB4457.3—84)

在机械图样中书写尺寸数字、技术要求等,必须做到:字体端正,笔划清楚,排列整齐,间隔均匀。以使图样清晰、美观,便于交流。

汉字应写成长仿宋体,采用国家正式公布的简化字。

字体的号数就是字体的高度(毫米为单位),分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七种。字体的宽度约等于字体高度的 $\frac{2}{3}$ 。

字体书写示例如图 1-4。

中文字体采用长仿宋体 写仿宋体要领
横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

图样和技术文件中书写的字必须做到
字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

1234567890

图 1-4 字体示例

四、图线(GB4457.4—84)

绘制图样时,应采用表 1-3 所规定的图线。用法如图 1-5 所示。

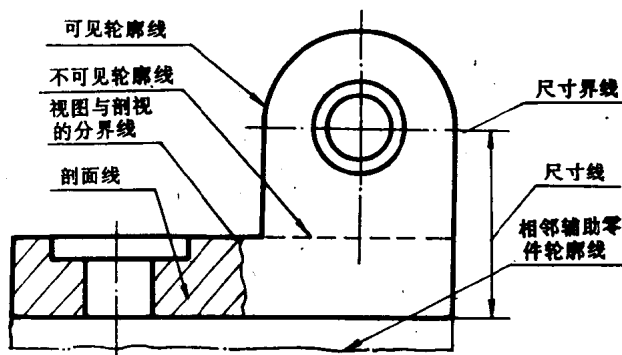


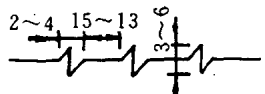
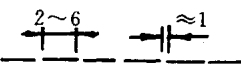
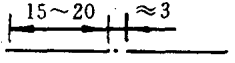
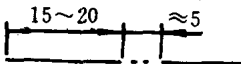
图 1-5 图线的应用举例

粗实线和粗点划线的宽度 b , 应根据图形的大小和复杂程度, 在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择。

画图线的注意事项(如图 1-5):

- 1) 同一图样中, 同类图线的宽度、形式应一致;
- 2) 点划线和双点划线的首尾应是线段而不是点, 应超出轮廓线 $2 \sim 5\text{mm}$, 当它们相交时, 应是线段相交;
- 3) 当虚线处于粗实线的延长线上时, 粗实线应画到位, 而虚线在接近粗实线处应留出空隙。一虚线与另一线段相交时, 应画成线段相交。

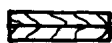
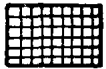
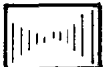
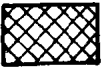
表 1-3 图 线

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	主 要 用 途
粗 实 线		A	$b=0.5\sim 2$ mm	可见轮廓线,可见过渡线
细 实 线		B	约 $b/3$	尺寸线,尺寸界线,剖面线, 引出线,辅助线
波 浪 线		C	约 $b/3$	断裂处的边界线,视图与剖视 的分界线
双 折 线		D	约 $b/3$	断裂处的边界线
虚 线		F	约 $b/3$	不可见轮廓线,不可见过渡线
细点划线		G	约 $b/3$	轴线,对称中心线,节圆及节线
粗点划线		J	b	有特殊要求的线或面的表面线
双点划线		K	约 $b/3$	假想投影轮廓线,相邻辅助 零件轮廓线,中断线

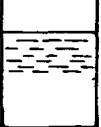
五、剖面符号(GB4457.5—84)

在剖视图和剖面图中,根据机件材料的种类,采用表 1-4 所规定的剖面符号。

表 1-4 剖面符号

金 属 材 料 (已有规定剖面符号者除外)		木质胶合板(不分层 数)	
线圈绕组元件		基础周围的泥土	
转子、电枢、变压器和阻流器 等的迭钢片		混凝土	
非金属材料(已有规定剖面符 号者除外)		钢筋混凝土	

(续)

型砂、填砂、砂轮、陶瓷刀片及硬质合金刀片、粉末冶金			砖	
玻璃及供观察用的其它透明材料			格网(筛网、过滤网等)	
木材	纵剖面		液体	
	横剖面			

注:1. 表中所规定的剖面符号,仅表示材料的类别。材料的名称和代号必须另行注明。

2. 金属材料、非金属材料等剖面符号中的剖面线均用细实线画成间隔相等、方向相同且与水平成 45° 的平行线,方向可朝左或朝右,剖面线间的距离一般取 $1\sim 6\text{mm}$ 。属于同一零件中的剖视图和剖面图,其剖面线方向和间距均应相同。若图形中的主要轮廓线与水平成 45° 或接近 45° 时,则该图形的剖面线应画成与水平成 30° 或 60° 的平行线,但倾斜方向仍应与其它剖视图中的剖面线方向一致。

3. 叠钢片的剖面线方向,应与束装中的迭钢片的方向一致。

4. 叠钢片、木材、玻璃、液体、砂轮……等剖面符号,也可以在外形视图中画出一部分或全部作为材料的标志。液体剖面符号的剖面线用细实线绘制。

六、尺寸标注法(GB4458. 4—84)

图样中除用图形表示机件形状外,还必须标注尺寸。尺寸标注必须符合 GB4458. 4—84 的基本规则和有关规定。

1. 基本规则

1) 机件的真实大小以图样中所标注尺寸数值为依据,与图形大小和绘图准确度无关。

2) 图样中的尺寸以毫米(mm)为单位时,不需注明 mm;采用其它单位时,则必须注明单位的代号或名称。

3) 图样中,机件的每一尺寸,一般只标注一次,并标注在反映结构最清晰的图形上。

4) 图样中所标注的尺寸,是机件的最后完工尺寸。否则应另加说明。

2. 尺寸组成

一个完整的尺寸,一般应由尺寸界线、尺寸线及其终端、尺寸数字三部分组成。见图 1-6 所示。

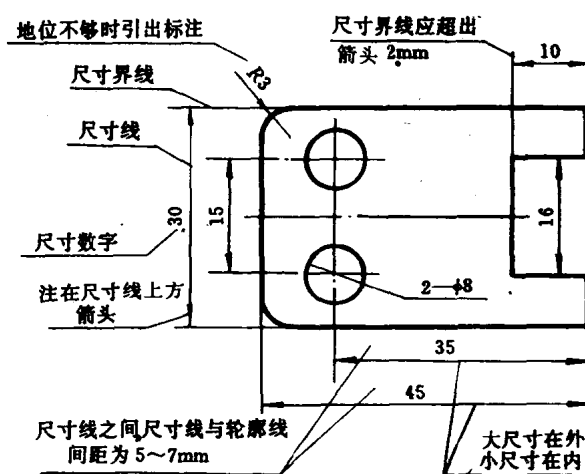


图 1-6 尺寸的组成及标注法示例

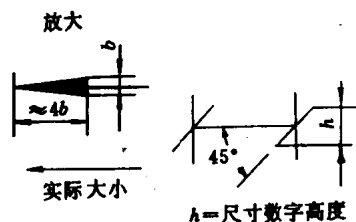


图 1-7 箭头和斜线的画法

(1) 尺寸界线 尺寸界线线型为细实线,由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,并超出尺寸线约 2mm。

(2) 尺寸线及其终端 尺寸线必须用细实线画出,不用其它图线代替。

尺寸线终端表示尺寸的起止。可采用箭头和斜线两种形式。

箭头多用于机械图样。图 1-7 是放大的尺寸箭头。

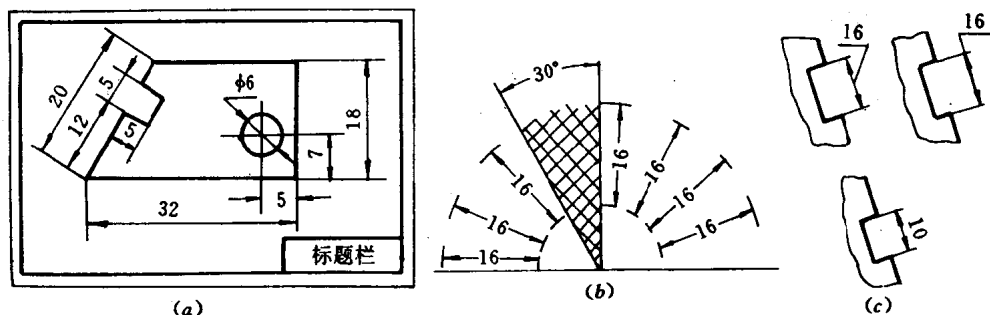


图 1-8 注写尺寸数字的方向及规定

斜线主要用于土建图和金属结构图。如图

1-7 所示。

在同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

(3) 尺寸数字 线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方,也允许注写在尺寸线的中断处,当位置不够时也可引出标注。如图 1-8 所示。

角度尺寸的注写如图 1-9 所示。

尺寸标注法示例列在表 1-5 和表 1-6 中。

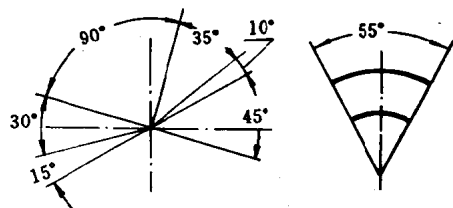


图 1-9 角度尺寸的标注法

表 1-5 常用的尺寸标注法

内容	说 明	图 例
直径标注法	标注直径尺寸时,应在尺寸数字前面加注符号“ ϕ ”,且尺寸线应通过圆心	
半径标注法	标注半径尺寸时,应在尺寸数字前面加注符号“R”。其尺寸线必须通过圆弧圆心,并在指向圆弧的一端画出箭头。当圆弧半径过大或圆心在图纸外时,可按右图(b)的形式标注	

(续)

内容	说 明	图 例
球面标注法	在球的直径 ϕ 或半径 R 之前,加“S”字母,如 $S\phi 30$, $SR30$ 。对于螺钉,铆钉的头,轴颈(包括螺杆)的端部及手柄的端部在不致引起误解的情况下允许省略“S”	
小尺寸标注法	当没有足够位置画箭头或写数字时,数字可写在外面或引出标注,且允许用圆点或斜线代替箭头。小尺寸的圆和圆弧可按右图所示的图例标注,半径尺寸线皆通过圆弧的圆心	
对称图形注法	当图形具有对称中心线时,分布在对称中心线两边的相同结构,可仅标注其中一边的结构尺寸。如右图中的 $R5$ 对称机件只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂线;而且只在尺寸线的一端画出箭头。如右图中的48、60、 $\phi 12$ 等	
光滑过渡处的标注法	在光滑过渡处标注尺寸时,必须用细实线将轮廓线延长从它们的交点处引出尺寸界线 必要时允许尺寸界线与尺寸线倾斜	

(续)

内容	说 明	图 例
正方形结构标注法	剖面为正方形时,可在正方形边长尺寸数字“14”前加注符号“□”或用“14×14”标注出,如右图所示	
锥度标注法	锥度用符号表示,符号的方向应与所表示的锥度的方向一致。锥度标注法如右图	锥度符号 h = 尺寸数字高 符号线宽 = $h/10$
斜度标注法	斜度用符号表示,符号的方向应与所表示的斜度的方向一致。斜度标注法如右图	斜度符号 h = 尺寸数字高 符号线宽 = $h/10$
倒角标注法	一般 45°倒角按右图“45°倒角”的形式标注,其中“2×45°”是“宽度×角度” 30°或 60°倒角,应分别标注出宽度和角度	45°倒角 非 45°倒角
退刀槽标注法	退刀槽可按右图标注,其中尺寸“2×φ8”是“槽宽×直径”;尺寸“2×1”是“槽宽×槽深”	
板厚度标注法	标注板状零件的厚度时,需在厚度尺寸数字前加注符号“δ”,如右图所示	

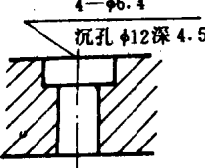
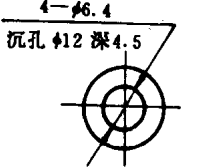
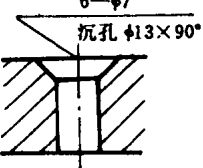
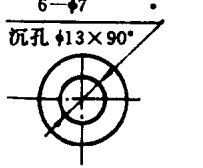
(续)

内容	说 明	图 例
相同的孔和槽的标注法	在同一图形中,对于尺寸相同的孔、槽等组成要素,可仅在一个要素上标注出其尺寸和数量,如右图(a)、(b)、(c)所示 直径相同的孔,呈均匀分布时,其尺寸按右图(b)所示的方法标注。当其定位和分布情况在图形中已明确时,可不标注角度,并省略“均布”两字。如右图(c)所示	
	在同一图形中具有几种尺寸数值相近而又重复的孔时,可采用涂色分类标记的方法,如右图所示	

表 1-6 圆锥销孔、光孔、螺孔、沉孔的旁注方法

圆 锥 销 孔		光 孔	
注:φ4 为所配圆锥销的公称直径		注:4-φ4 深 10 表示 4 个光孔皆为 φ4 孔深皆为 10	
螺 孔		沉 孔	

(续)

沉	孔	沉	孔
			

第二节 平面图形的画法及尺寸标注法

平面图形通常由直线、圆和圆弧所组成。要正确画出平面图形,应先作线段分析,弄清哪些线段尺寸齐全,可直接作出;哪些线段尺寸不全,必须通过作图才能确定。

一、平面图形的尺寸分析

如图 1-10 所示,一个平面图形是由多个简单的图形组成的。该平面图形有两个尺寸基准。图形中的尺寸按其作用可分为定形尺寸和定位尺寸。

1. 尺寸基准

尺寸基准是图形中许多尺寸的起始点。平面图形中,一般都有水平和垂直两个方向的基准。如图 1-10 所示的手柄,以对称轴线作为垂直方向的尺寸基准 I;以铅垂线作为水平方向的尺寸基准 II。

2. 定形尺寸

用以确定平面图形中各封闭图形、线段长度、圆的直径、圆弧半径和角度大小等的尺寸称为定形尺寸。如图 1-10 中的 $\phi 8$ 、11、 $\phi 20$ 、5、 $R3$ 、 $R31$ 等。

3. 定位尺寸

确定平面图形某线段或封闭图形与基准线之间相互位置的尺寸称为定位尺寸。如图 1-10 中的尺寸 40、 $R5$ 、 $\phi 16$ 、6 等。

二、平面图形的线段分析

平面图形中的线段(直线或圆弧)按所给尺寸的数量可分为三类:已知线段、中间线段和连接线段。下面主要分析圆弧。

作平面上的一段圆弧时,须知其圆心的两个

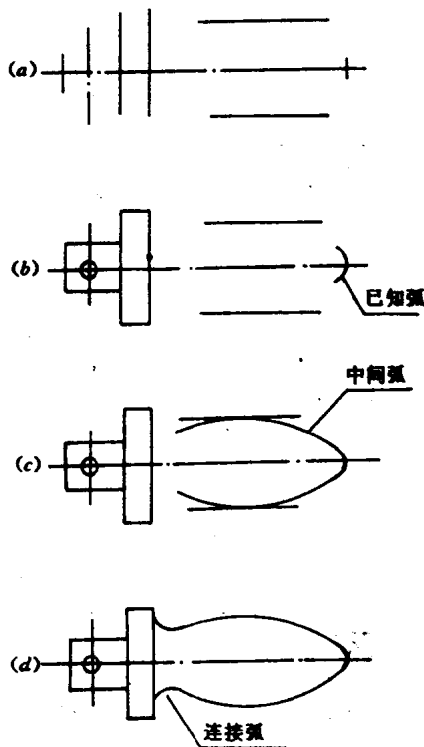
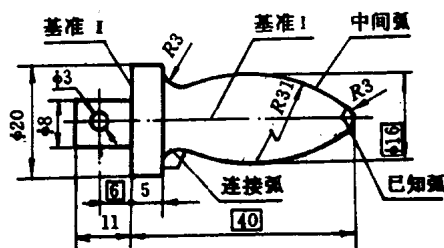


图 1-10 手柄的画法