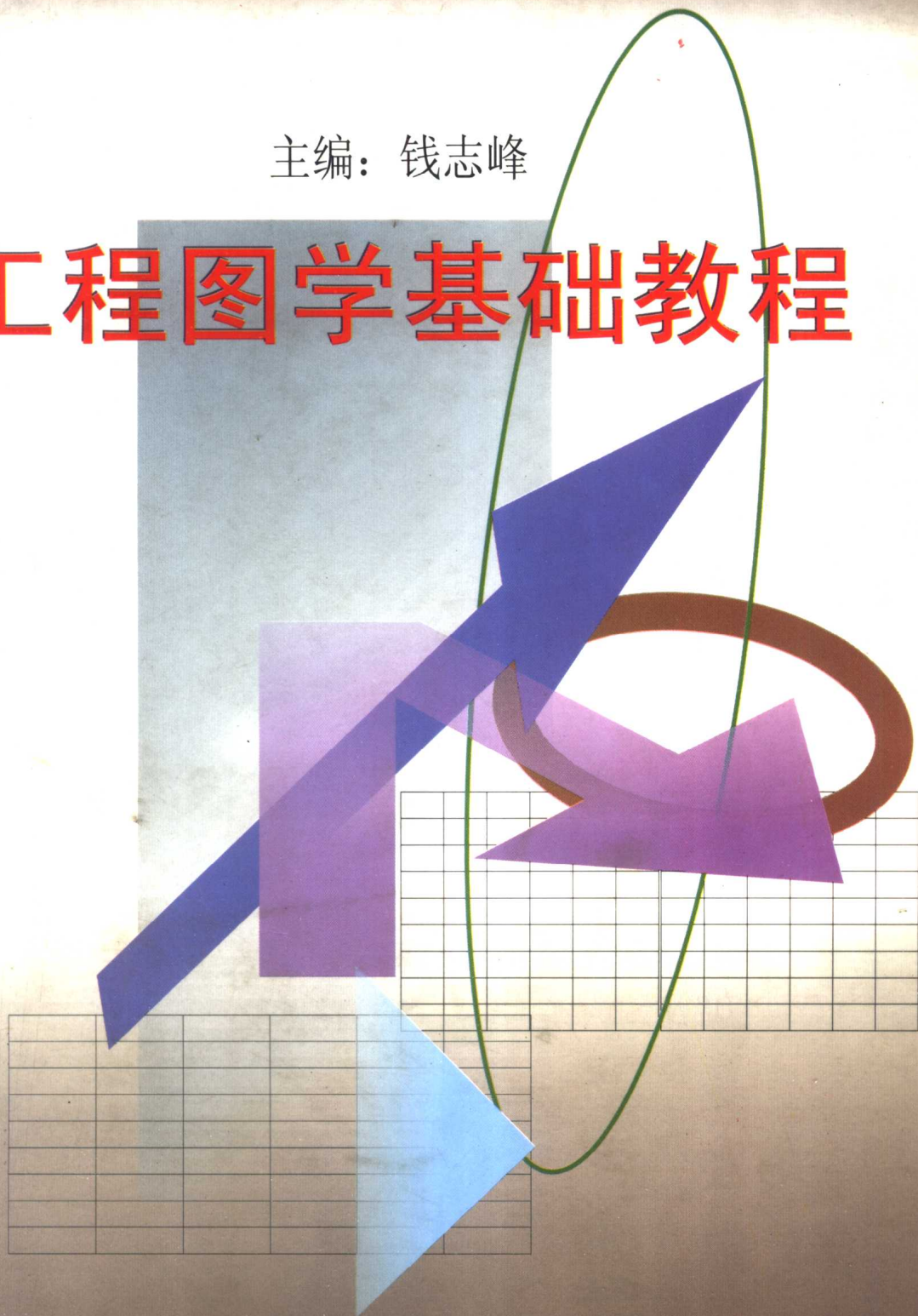


主编：钱志峰

工程图学基础教程



科学出版社

内 容 简 介

本书根据1994年制订的“画法几何及机械制图课程教学基本要求”的精神,结合当前系列课程改革的实际情况编写而成。全书共12章,主要介绍制图的基本知识与技能;点、直线、平面的投影;直线与平面、平面与平面的相对位置;投影变换;立体投影;轴测投影;组合体;机件的常用表达方法;常用件的表示法;零件图;装配图和计算机绘图基础等。书末有附录和参考文献。

本书可作为工科有关专业的教材,也可供工程设计、制图等有关科技人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础教程/钱志峰主编. -北京:科学出版社,1998.8
ISBN 7-03-006690-1

I. 工… II. 钱… III. 工程制图-教材 IV. TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(98)第12207号

科学出版社 出版

北京东黄城根北街16号
邮政编码:100717

新世纪印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1998年8月第 1 版 开本:787×1092 1/16
1998年8月第一次印刷 印张:22 1/2
印数:1~4 000 字数:516 000

定价:30.00元

(如有缺页倒装,本社负责掉换。(新欣))

前 言

本书根据 1994 年制订的“画法几何及机械制图课程教学基本要求”(机械类专业适用)的精神,结合系列课程教学改革的具体情况组织编写。适用学时为 90~110 学时。

本书的主要特点是:

一、对全书的传统结构体系作了调整,使画法几何与机械制图结合得更为紧密。采用先有三维实体,再建立二维图形,然后由二维图形再逐步建立起三维实体,这样编排更符合教学规律和认识规律,既可节省教学时数,又可提高教学效果。

二、本书全面采用最新国家标准。

三、贯彻了国家教委课程指导委员会关于计算机绘图教学内容的精神,并结合教改实际情况,加强了计算机绘图章节的编写。计算机绘图部分的内容按教学规律编排,并经课堂实际教学验证,有利于教和学。

本书由南京航空航天大学工程图学教研室组织本教研室的教师编写。具体参加编写的有钱志峰(绪论,第一、二、三、九章,附录),王静秋(第四、六章),陈炳发(第五、七章),伍铁军(第八章),卜林森(第十、十一章),钱晓星(第十二章)。该书由钱志峰主编,王荣珏教授主审。

本书在编写过程中得到了校、院及教研室其他教师的大力支持和帮助,在此特向他们表示衷心感谢。

限于编者水平,书中不当、甚至错误之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2008.10.16

绪 论

一、本课程的性质和任务

本课程是工程类专业的一门必修的技术基础课。它研究解决空间几何问题以及绘制和阅读工程图样的理论和方法。

本课程的主要任务如下：

1. 学习投影法（主要是正投影法）的基本理论及其应用。
2. 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
3. 培养空间几何问题的图解能力。
4. 培养阅读和绘制机械图样的基本能力。
5. 培养用计算机绘制机械图样的基本能力。

此外，在教学过程中还必须有意地培养学生自学能力、分析问题和解决问题的能力，以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的发展和学习方法

由于计算机技术的飞速发展，计算机图形技术也得到了相应的发展。自 80 年代以来，西方国家工业设计图纸的 60% 是在计算机上设计和成图的。我国的一些大型企业中，计算机成图比例也可达到 20% ~ 50%。不难预料，随着本课程的发展，计算机绘图必将逐步取代传统的手工绘图。

为了顺利学好本课程，必须掌握正确的学习方法。

首先，必须掌握正确的思维方法。本课程的学习一般都安排在大学一年级进行。对于刚进大学门的学生来说，一般都习惯于用逻辑思维的方法学习。而学习本课程却必须采用空间思维的学习方法。空间思维包含了逻辑思维和形象思维，两者相互依存，共同发展。在学习的初期阶段应以形象思维为主，不断地由物画图，由图想物，由浅入深，逐步搞清和理解三维空间物体和二维平面图形之间的对应关系。随着学习的不断深入，应逐渐增加逻辑思维的份量。

其次，提高听课效率。进入大学的学生，在中学时期一般都已养成良好的记笔记的习惯。由于本门课研究的是图形，在课堂上作图形笔记有一定难度，费时且影响听课效果。所以，在课堂上不提倡作传统笔记，而提倡在书上作旁注的形式。当你听到对你有启发的讲课时，可在书上有关地方进行旁注，这样效果好。

再其次，正确对待作业。由于本门课是实践性很强的一门课，所以，作业量比较大。在做作业时，普遍感到费时、难做，有的甚至应付作业，觉得反正后面要用计算机来画图，手工做作业马虎些无妨。这是错误的观点。事实上，要熟练掌握用计算机来画图，清晰的投影概念是必不可少的，而前面的手工做作业正是为了加深和理解课堂上所讲的投影概念，因此，必须认真完成每堂课后的作业。

最后，由于图样在生产中起着很重要的作用，绘图和读图的差错，都会给生产带来

损失。所以，在做作业时，必须培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

本课程只能为学生的绘图和读图能力打下初步基础，在后继课程中还要继续培养和提高这种能力。

目 录

前言	
绪论	(vii)
第一章 制图的基本知识与技能	(1)
§ 1.1 制图的基本规定	(1)
§ 1.2 常用绘图工具及其使用	(7)
§ 1.3 几何作图	(9)
§ 1.4 平面图形分析和画法	(11)
§ 1.5 绘图的方法和步骤	(12)
第二章 点、直线、平面的投影	(14)
§ 2.1 投影法	(14)
§ 2.2 三视图的形成及其投影规律	(15)
§ 2.3 点的投影	(17)
§ 2.4 直线的投影	(19)
§ 2.5 平面的投影	(28)
第三章 直线与平面、平面与平面的相对位置	(35)
§ 3.1 直线与平面平行、平面与平面平行	(35)
§ 3.2 直线与平面相交、平面与平面相交	(37)
§ 3.3 直线与平面垂直、平面与平面垂直	(40)
§ 3.4 点、线、面综合题解	(42)
第四章 投影变换	(47)
§ 4.1 概述	(47)
§ 4.2 换面法	(48)
§ 4.3 旋转法——绕投影面垂直轴旋转	(57)
第五章 立体的投影	(65)
§ 5.1 平面立体	(65)
§ 5.2 常见回转体	(69)
§ 5.3 两曲面立体相交	(83)
§ 5.4 直线与立体相交	(93)
第六章 轴测投影	(97)
§ 6.1 轴测投影的基本知识	(97)
§ 6.2 正等测轴测图的画法	(99)
§ 6.3 斜二测轴测图的画法	(107)
第七章 组合体	(109)
§ 7.1 组合体的组合方式	(109)

§ 7.2	组合体的分析方法	(111)
§ 7.3	组合体的画图方法	(112)
§ 7.4	组合体视图的尺寸注法	(115)
§ 7.5	组合体的读图方法	(120)
第八章	机件视图的常用表达方法	(128)
§ 8.1	视图	(128)
§ 8.2	剖视图	(131)
§ 8.3	剖面图	(139)
§ 8.4	局部放大图和简化画法	(141)
§ 8.5	机件的各种表达方法综合举例	(144)
§ 8.6	第三角投影法简介	(145)
第九章	常用件的表示法	(147)
§ 9.1	螺纹和螺纹紧固件	(147)
§ 9.2	键、销连接	(164)
§ 9.3	齿轮	(168)
§ 9.4	弹簧	(175)
§ 9.5	滚动轴承	(178)
第十章	零件图	(181)
§ 10.1	零件图的内容	(181)
§ 10.2	零件的表达分析	(181)
§ 10.3	零件图上的尺寸标注	(185)
§ 10.4	零件图上的技术要求	(190)
§ 10.5	常见的零件工艺结构	(206)
§ 10.6	零件的测绘	(208)
§ 10.7	看零件图	(210)
第十一章	装配图	(213)
§ 11.1	装配图的作用和内容	(213)
§ 11.2	部件的表达方法	(215)
§ 11.3	装配图上的尺寸标注	(218)
§ 11.4	装配图中的编号、明细表和标题栏	(218)
§ 11.5	部件结构的工艺性	(220)
§ 11.6	部件测绘和装配图画法	(222)
§ 11.7	看装配图及拆画零件图的方法	(227)
第十二章	计算机绘图基础	(233)
§ 12.1	计算机绘图概述	(233)
§ 12.2	计算机绘图系统的组成	(233)
§ 12.3	AutoCAD (R12) 软件的启动和运行	(236)
§ 12.4	AutoCAD 实用绘图命令	(242)
§ 12.5	编辑命令及显示控制命令	(252)

§ 12.6	其它图元的绘制和进一步编辑命令	(265)
§ 12.7	图层	(280)
§ 12.8	块和剖面线	(284)
§ 12.9	尺寸标注	(288)
§ 12.10	二维图形的生成和变换	(293)
附录 1	曲线和曲面简介	(306)
附1.1	曲线	(306)
附1.2	曲面	(311)
附1.3	曲面的切平面	(318)
附录 2		(320)
附2.1	螺纹	(320)
附表 1	普通螺纹的基本牙型及螺纹代号 (GB192-81, GB193-81)	(320)
附表 2	梯形螺纹基本尺寸 (GB5796.1-5796.4-86)	(322)
附表 3	非螺纹密封的管螺纹 (GB7307-87)	(323)
附2.2	螺纹联结件	(324)
附表 4	六角头螺栓—C级 (GB5780-86) 六角头螺栓—A和B级 (GB5782-86)	(324)
附表 5	双头螺柱	(325)
附表 6	开槽圆柱头螺钉 (GB65-85)	(326)
附表 7	开槽沉头螺钉 (GB68-85)	(327)
附表 8	紧定螺钉 (GB71-85, GB73-85, GB75-85)	(328)
附表 9	I型六角螺母—A和B级 (GB6170-86)	(329)
附表 10	平垫圈—A级 (GB97.1-85)	(330)
附表 11	平垫圈 倒角型—A级 (GB97.2-85)	(330)
附2.3	键	(331)
附表 12	普通平键的型式尺寸 (GB1096-79)	(331)
附表 13	平键—键和键槽的剖面尺寸 (GB1095-79)	(332)
附2.4	销	(332)
附表 14	圆柱销 (GB119-86)	(332)
附表 15	圆锥销 (GB117-86)	(333)
附2.5	滚动轴承	(333)
附表 16	深沟球轴承 (GB276-86)	(333)
附2.6	公差与配合	(335)
附表 17	基本尺寸至 500mm 的标准公差 (GB1800-79)	(335)
附表 18	轴的基本偏差数值 (GB1800-79)	(336)
附表 19	孔的基本偏差数值 (GB1800-79)	(338)
附表 20	优先配合中轴的极限偏差 (GB1801-79)	(340)
附表 21	优先配合中孔的极限偏差 (GB1801-79)	(341)
附2.7	标准尺寸及各种孔的尺寸注法	(342)
附表 22	标准尺寸	(342)
附表 23	螺孔和沉孔等尺寸注法	(343)

附2.8 常用材料及热处理.....	(344)
附表 24 常用钢材牌号	(344)
附表 25 常用铸铁牌号	(345)
附表 26 常用有色金属牌号	(346)
附表 27 常用热处理名词解释	(346)
参考文献	(348)

第一章 制图的基本知识与技能

本章介绍制图的基本规格；绘图工具和使用方法；几何作图；平面图形的分析与画法；绘图的方法和步骤等。

§ 1.1 制图的基本规定

图样是工程技术中用来进行技术交流和指导生产的重要技术文件之一，是工程界的共同语言。为此，国家制订了绘制图样的一系列标准，简称国标。其代号为“GB”。国标对图样的画法作了严格的统一规定，我们在绘制图样时必须严格遵守国家标准的规定，以充分发挥图样的语言功能。

一 图纸幅面和格式 (GB/T 14689—93)

(一) 图纸幅面尺寸 绘制图样时，应优先采用基本幅面。必要时，也允许选用加长幅面。基本幅面共有五种，幅面代号和幅面尺寸见表1.1。

表 1.1 图纸基本幅面代号和尺寸					单位: mm
幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

(二) 图框格式 在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。不留装订边和留有装订边的图框格式见图1.1，其中(a)，(b)为不留装订边，(c)，(d)为留有装订边。图中 e ， c ， a 为图框离开纸边的距离，其数值见表1.1。

(三) 标题栏的方位及格式 每张图纸上都必须画出标题栏。标题栏的位置应位于图纸的右下角，如图1.1所示。国家标准 (GB10609·1—89) 推荐的标题栏格式比较复杂，学生在做作业时建议采用教学用简化标题栏，见图1.2。

二 比例 (GB/T 14690—93)

图样中图形与其实物相应要素之间的线性尺寸之比称为比例。国家标准规定了绘制图样时一般应采用的比例，见表1.2。

绘制图样时，应根据机件的大小及其结构的复杂程度来选取相应的比例，一般应尽

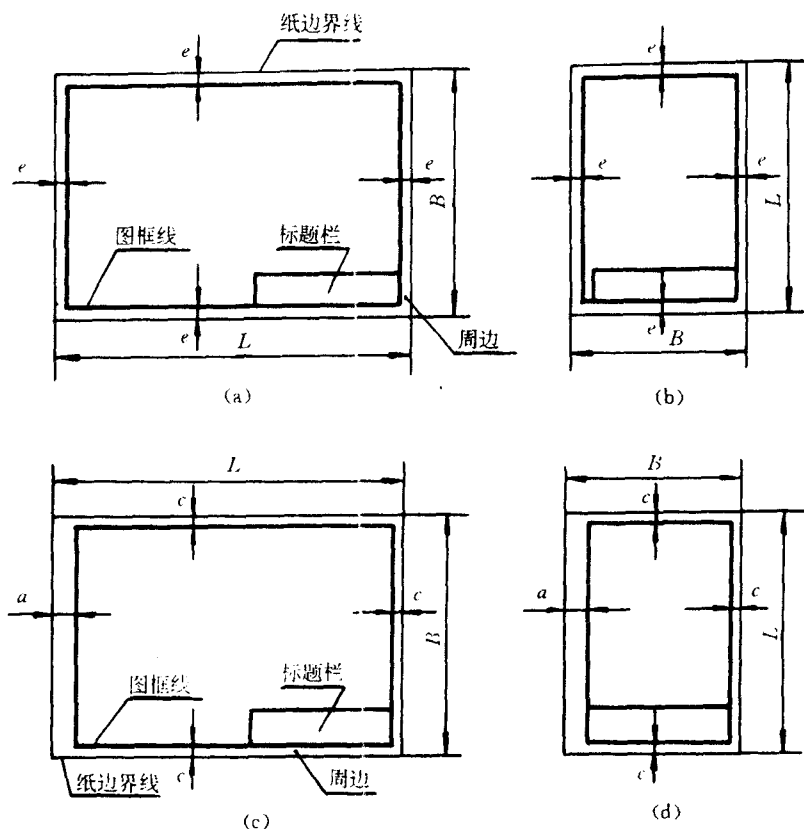


图 1.1 图框格式.

130					
12		28		12	28
7 × 4 (= 28)	绘图	(签名 年月 日)	(图样名称)	材料	
	班级			数量	
	学号		(学校名称)	比例	
	审核	(签名 年月 日)		图号	

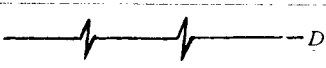
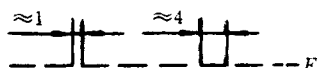
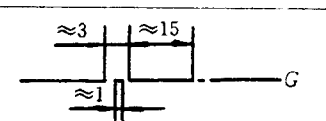
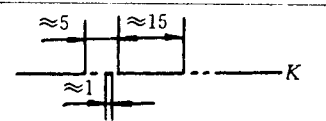
图 1.2 教学用简化标题栏.

可能按机件的实际大小 (1:1) 画出, 以便直接从图样上看出机件的真实大小. 当机件大而简单时, 可采用缩小的比例; 当机件小而复杂时, 可采用放大的比例. 无论采用缩小还是放大的比例, 在标注尺寸时, 都按机件的实际尺寸标注, 而在标题栏的比例栏中填写相应的比例.

择，细线的宽度约为 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为：0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1, 1.4, 2mm。

表 1.3 图线型式及一般应用

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线
细实线	 B	约 $b/3$	B1 尺寸界线及尺寸线；B2 剖面线 B3 重合剖面轮廓线
波浪线	 C	约 $b/3$	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线	 D	约 $b/3$	D1 断裂处的边界线
虚线	 F	约 $b/3$	F1 不可见轮廓线
细点划线	 G	约 $b/3$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线
粗点划线		b	有特殊要求的线或面的表示线
双点划线	 K	约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

(二) 图线画法

1. 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔应各自大致相等。

2. 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的两倍宽度，其最小距离不得小于 0.7 mm。

3. 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划。

4. 在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替。

五 尺寸注法 (GB 4458.4 — 84)

(一) 基本规则

1. 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准

工程制图

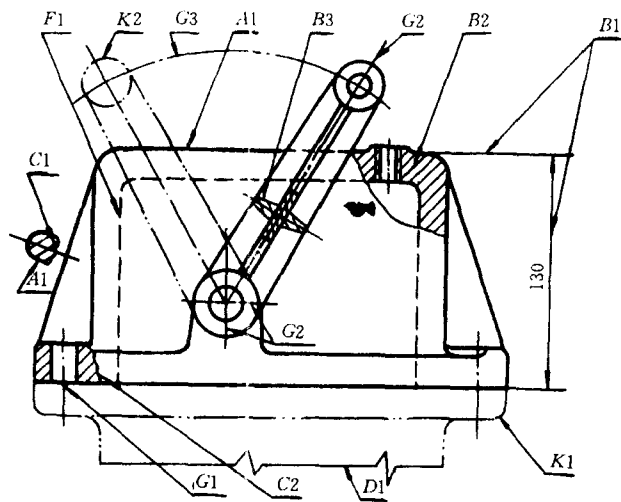


图 1.3 图线型式及一般应用。

确度无关。

2. 图样中（包括技术要求和说明）的尺寸，以毫米（mm）为单位时，不需标注计量单位的代号或名称。如采用其他单位，则必须注明相应计量单位的代号或名称。

3. 图样中所标注的尺寸，为该图样所示机件的最后完工尺寸。否则应另加说明。

4. 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

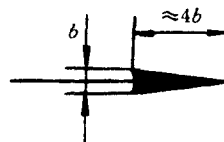
（二）尺寸的组成 一个完整的尺寸应由尺寸数字（或加有关符号）、尺寸线和尺寸界线组成。

1. 尺寸数字。尺寸数字要严格按照标准字体书写清楚，同一张图样上保持字高一致，且不能被任何图线通过。

2. 尺寸线。尺寸线用细实线绘制，其终端形式常采用箭头，见图1.4。箭头应与尺寸界线接触。尺寸线不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

3. 尺寸界线。尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。

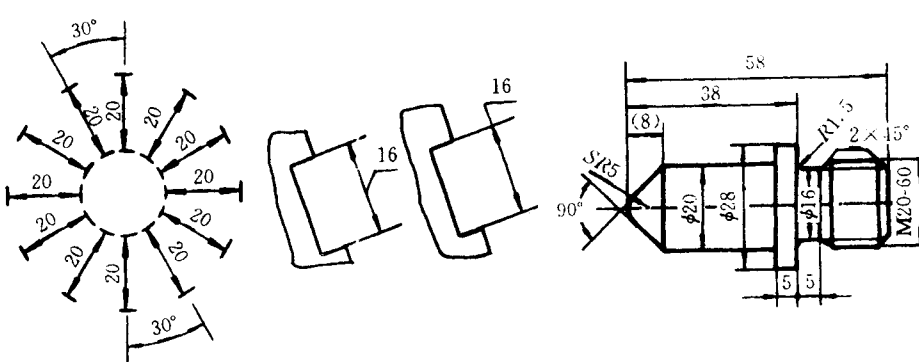
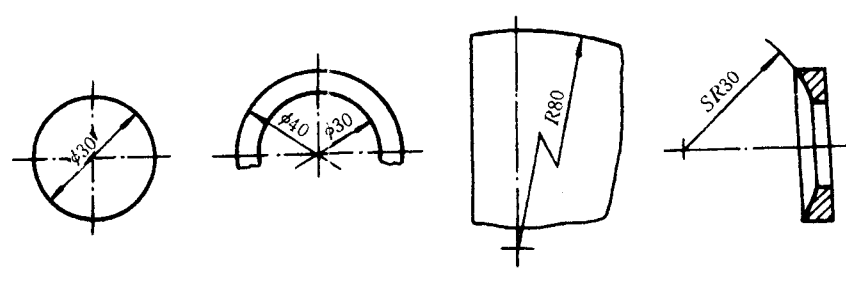
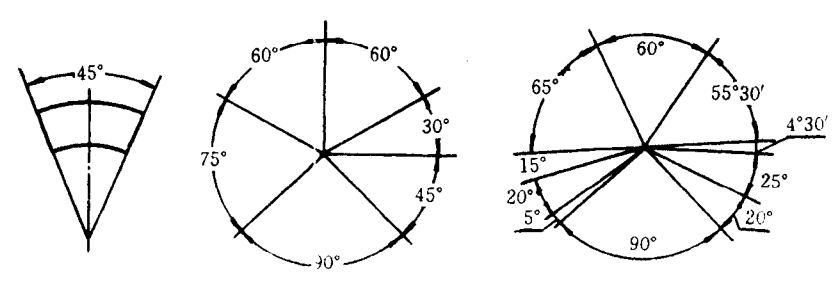
（三）尺寸的注法 尺寸的标注形式多样，这里列出一些常见尺寸的标注形式，见表1.4。

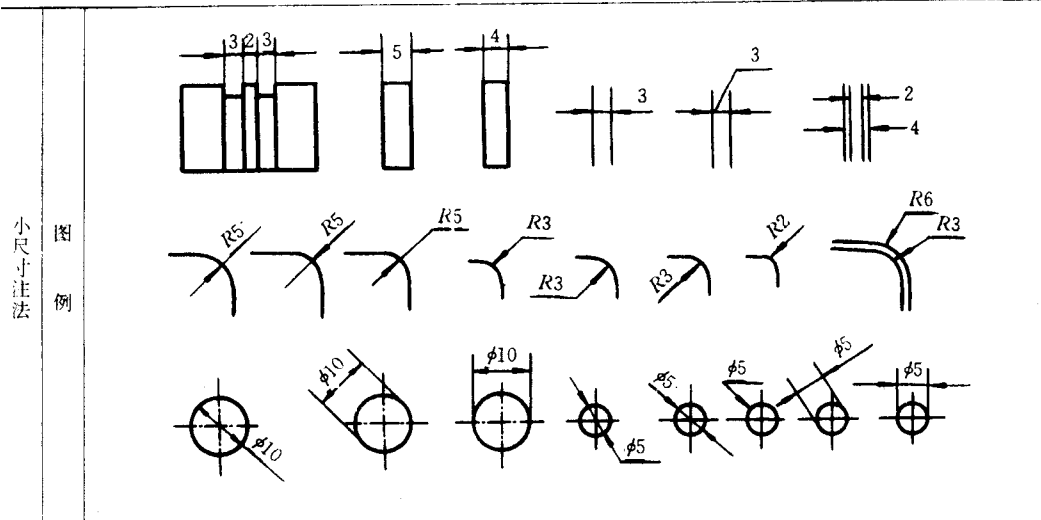


b 为粗实线宽度

图 1.4 箭头形式。

表 1.4 常见尺寸的标注形式

线性尺寸注法	图例 
说明	1. 尺寸线必须与所标注的线段平行。 2. 尺寸数字：水平方向注写在尺寸线上方，字头朝上；垂直方向注写在尺寸线左方，字头朝左；倾斜方向注写在尺寸线斜上方，字头朝上。应避免在 30° 范围内注写，不可避免时可引出标注。
圆、圆弧、球面尺寸注法	图例 
说明	标注直径尺寸时，在尺寸数字前加符号“ϕ”。标注半径尺寸时，在尺寸数字前加符号“R”。标注球面尺寸时，在“ϕ”或“R”前加符号“S”。
角度尺寸	图例 
说明	表示角度的数值一律水平书写，并注明单位。



§ 1.2 常用绘图工具及其使用

正确使用绘图工具是保证绘图质量和提高绘图速度的一个重要方面。因此，必须养成正确使用绘图工具的良好习惯。常用绘图工具有：图板、丁字尺、三角板、圆规、分

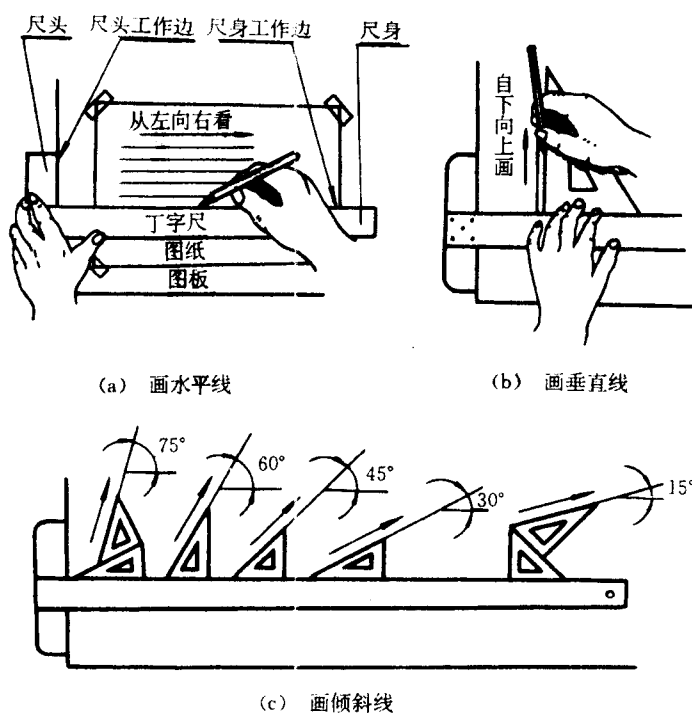


图 1.5 图板、丁字尺和三角板的使用。

规、铅笔等，下面分别介绍。

一 图板、丁字尺和三角板

图板、丁字尺和三角板一般应联合使用。画图时，应将图纸固定在图板上。让丁字尺的尺头紧靠着图板左侧的导边，利用尺身自左至右画水平线。上下移动丁字尺可画一系列互相平行的水平线。三角板除了直接用来画直线外，配合丁字尺可画铅垂线和其它角度的倾斜线，见图1.5。

二 圆规和分规

圆规是画圆和圆弧的工具。使用前应先调整针脚，使针尖略长于铅芯，见图1.6。需说明一点，为了保证图面质量，圆规上的铅芯应比画直线用铅芯软些。

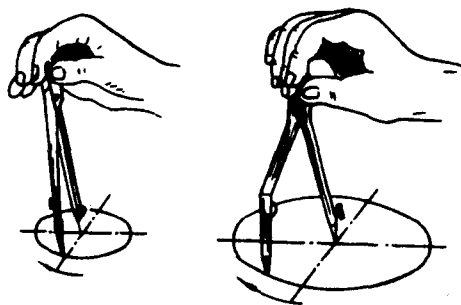


图 1.6 圆规的用法。

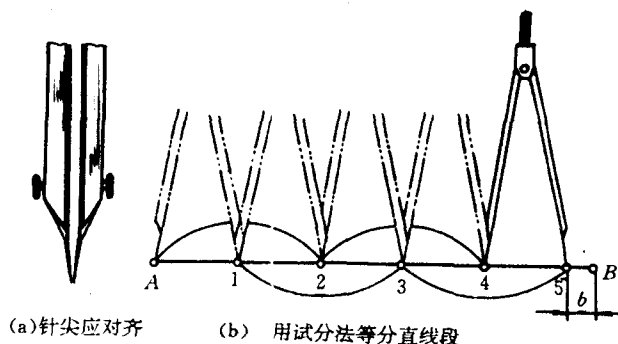


图 1.7 分规的用法。

分规是量取线段或等分线段用的工具。分规两脚的针尖并拢后应能对齐，见图1.7(a)。分规在等分线段时采用试测法，见图1.7(b)。

三 铅笔

绘图铅笔一般分为H~6H，HB和B~6B共13种规格。H前数字越大，铅芯越硬，