

工程图学基础教程

(第二版)

钱志峰 刘 苏 主编



科学出版社

工程图学基础教程

(第二版)

钱志峰 刘 苏 主编

科学出版社

2001

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,结合当前系列课程教学改革的具体情况编写而成。全书共11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;零件图和装配图等。书中的每一章融入了计算机绘图内容及大量计算机绘图实例。书末有附录和参考文献。本书配有教学辅导光盘一张,内含电子教案和习题指导两部分。

本书可作为高等院校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,刘苏主编.2版.-北京:科学出版社,2001

ISBN 7-03-009519-7

I.工… II.①钱… ②刘… III.工程制图 IV.TB23

中国版本图书馆CIP数据核字(2001)第053863号

科学出版社 出版

北京市黄城根北街16号

邮政编码 100717

<http://WWW.sciencep.com>

新蕾印刷厂 印刷

科学出版社发行 各地新华书店经销

*

1998年8月第 一 版 开本 787×1092 1/16

2001年9月第 二 版 印张:21

2001年9月第二次印刷 字数:483 000

印数 4 001—10 000

定价:38.00元(含光盘)

(如有印装质量问题,我社负责调换〈环伟〉)

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 80~120 学时。

本书第一版于 1998 年 8 月出版。根据使用后反馈的信息以及教学改革深入发展的现状,本书在本次再版时作了较大的修改和调整。

本书修改后的主要特点是:

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,再建立正交二维图形,然后由正交二维图形再逐步建立起三维实体的构架。这样编排更符合教学规律和认识规律,在节省教学时数的同时,教学效果明显。

二、本书中将计算机绘图内容融入各章节,并增加了大量计算机绘图实例,在加强徒手绘图能力的同时,强调贯彻手工绘图和计算机绘图并重的原则,经过教学实践,效果很好。

三、本书新增配套教学辅导光盘一张,光盘内含电子教案和习题指导两部分。教师在多媒体教室将本光盘与教材和习题集配套使用,效果更佳;学生亦可在微机上使用本光盘自行预习或复习,加深理解。该教改成果经课堂教学实践并推广后,已获得省级优秀教学成果一等奖。

本书由南京航空航天大学机电学院设计工程系组织本系有关教师编写。本书教材部分由钱志峰教授主编,光盘由刘苏副教授主编。教材部分具体参加编写的有钱志峰(前言,目录,绪论),钱晓星(第一、二、九章,附录 2),王静秋(第三、四、五、六、七章,附录 1),卜林森(第八、十、十一章),全书由王荣珏教授主审。光盘部分电子教案由刘苏、李海燕、徐文胜、钱晓星、王静秋制作完成,习题指导由李海燕、刘苏制作完成,光盘由王荣珏、钱志峰教授主审。

本书在编写过程中得到了校、院及系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,书中不当之处在所难免,恳请读者批评指正。

编 者

2001 年 4 月

目 录

前言

绪论	(1)
第一章 制图的基本知识与技能	(3)
§ 1.1 制图的基本规定	(3)
§ 1.2 常用绘图工具及其使用	(8)
§ 1.3 绘图的方法和步骤	(10)
§ 1.4 计算机绘图概述	(14)
§ 1.5 AutoCAD 的基本绘图和编辑命令	(17)
第二章 点、直线、平面的投影	(43)
§ 2.1 投影法	(43)
§ 2.2 三视图的形成及其投影规律	(44)
§ 2.3 点的投影	(46)
§ 2.4 直线的投影	(48)
§ 2.5 平面的投影	(56)
第三章 直线与平面、平面与平面的相对位置	(62)
§ 3.1 直线与平面平行、平面与平面平行	(62)
§ 3.2 直线与平面相交、平面与平面相交	(64)
§ 3.3 直线与平面垂直、平面与平面垂直	(67)
§ 3.4 点、线、面综合题解	(68)
第四章 投影变换	(72)
§ 4.1 概述	(72)
§ 4.2 换面法	(73)
§ 4.3 旋转法——绕投影面垂直轴旋转	(81)
第五章 立体投影	(88)
§ 5.1 平面立体	(88)
§ 5.2 常见回转体	(91)
§ 5.3 两曲面立体相交	(103)
§ 5.4 直线与立体相交	(111)
§ 5.5 其它绘图命令	(114)
第六章 轴测投影	(119)
§ 6.1 轴测投影的基本知识	(119)
§ 6.2 正等轴测图的画法	(121)
§ 6.3 斜二轴测图的画法	(128)
§ 6.4 AutoCAD 轴测图的绘制	(129)
第七章 组合体	(133)
§ 7.1 组合体的组合方式	(133)

§ 7.2	组合体的分析方法	(135)
§ 7.3	组合体的画图方法	(136)
§ 7.4	组合体视图的尺寸注法	(139)
§ 7.5	组合体的读图方法	(143)
§ 7.6	图层	(150)
§ 7.7	三视图的绘制	(152)
§ 7.8	尺寸标注	(157)
第八章	机件的常用表达方法	(166)
§ 8.1	视图	(166)
§ 8.2	剖视图	(169)
§ 8.3	断面图	(176)
§ 8.4	局部放大图和简化画法	(179)
§ 8.5	机件的各种表达方法综合举例	(181)
§ 8.6	第三角投影法简介	(182)
§ 8.7	图案填充	(183)
第九章	常用件的表示法	(191)
§ 9.1	螺纹和螺纹紧固件	(191)
§ 9.2	键、销连接	(208)
§ 9.3	齿轮	(218)
§ 9.4	弹簧	(221)
§ 9.5	滚动轴承	(221)
§ 9.6	图块的定义和使用	(223)
第十章	零件图	(232)
§ 10.1	零件图的内容	(232)
§ 10.2	零件的表达分析	(232)
§ 10.3	零件图上的尺寸标注	(236)
§ 10.4	零件图上的技术要求	(241)
§ 10.5	常见的零件工艺结构	(256)
§ 10.6	零件的测绘	(258)
§ 10.7	看零件图	(260)
§ 10.8	计算机绘制零件工作图举例	(262)
第十一章	装配图	(264)
§ 11.1	装配图的作用和内容	(264)
§ 11.2	部件的表达方法	(266)
§ 11.3	装配图上的尺寸标注	(268)
§ 11.4	装配图中的编号、明细表和标题栏	(269)
§ 11.5	部件结构的工艺性	(271)
§ 11.6	部件测绘和装配图画法	(272)
§ 11.7	看装配图及拆画零件图的方法	(277)
§ 11.8	计算机绘制装配图举例	(283)
附录 A	曲线和曲面简介	(285)
§ A.1	曲线	(285)

§ A.2 曲面	(290)
§ A.3 曲面的切平面	(297)
附录 B 工程制图常用参考表	(299)
§ B.1 螺纹	(299)
§ B.2 螺纹联结件	(302)
§ B.3 键	(309)
§ B.4 销	(311)
§ B.5 滚动轴承	(312)
§ B.6 公差与配合	(313)
§ B.7 标准尺寸及各种孔的尺寸注法	(320)
§ B.8 常用材料及热处理	(322)
参考文献	(326)

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的能力、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 20 世纪 80 年代以来,西方国家工业设计图纸的 80% 是在计算机上设计和成图的;我国的一些大型企业,计算机成图比例也达到了 60%,还有相当一些大企业已进入无图纸生产阶段。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,对于刚进大学校门的学生来说,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分量。

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。

再次,正确对待作业。由于本门课是实践性很强的一门课程,所以作业量比较大。在做作业时,学生普遍感到费时、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。

第一章 制图的基本知识与技能

本章介绍的内容有:制图的基本规定;绘图工具和仪器的使用方法;绘图的方法和步骤;计算机绘图概述;Auto CAD 的基本命令等。

§ 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中的规定,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)不留装订边,(c)、(d)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

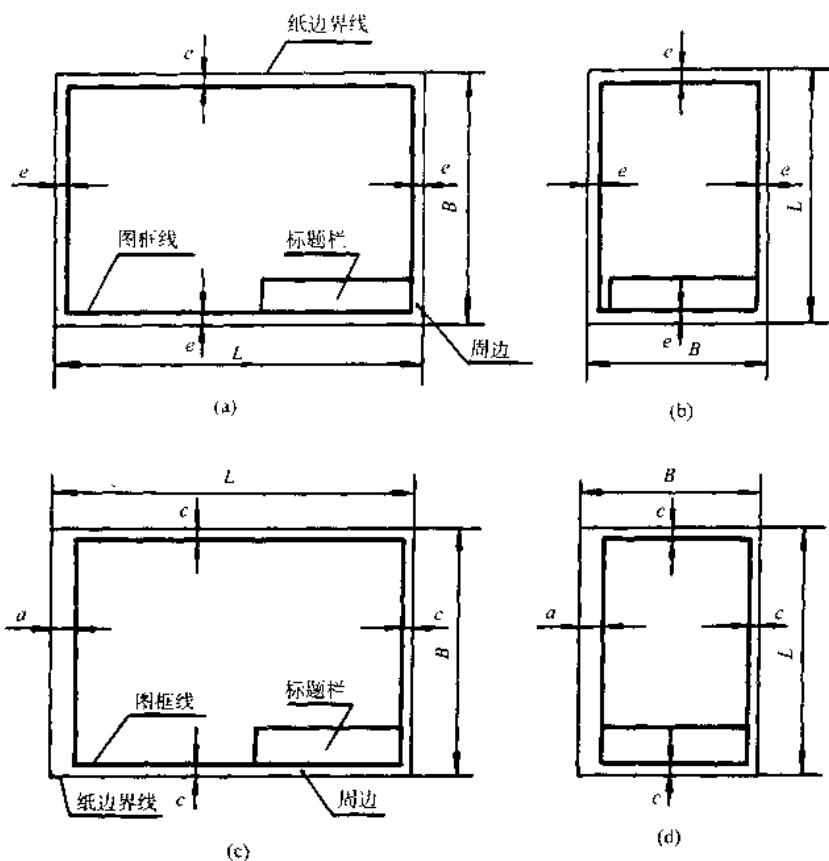


图 1.1 图框格式

130					
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

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。

表 1.2 比例

种 类	第 一 系 列	第 二 系 列
原值比例	1:1	
放大比例	5:1 2:1 5 × 10 ⁿ :1 2 × 10 ⁿ :1 1 × 10 ⁿ :1	4:1 2.5:1 4 × 10 ⁿ :1 2.5 × 10 ⁿ :1
缩小比例	1:2 1:5 1:10 1:2 × 10 ⁿ 1:5 × 10 ⁿ 1:1 × 10 ⁿ	1:1.5 1:2.5 1:3 1:4 1:6 1:1.5 × 10 ⁿ 1:2.5 × 10 ⁿ 1:3 × 10 ⁿ 1:4 × 10 ⁿ 1:6 × 10 ⁿ

三、字体 (GB/T 14691-93)

图样中的字体在书写时必须做到:字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。

图样中各种字体的大小应根据国家标准规定的大小进行选取。国标规定字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为:1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20mm。字体高度代表字体号数。

图样中的汉字应写成长仿宋体,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm,字宽一般为 $h\sqrt{2}$ 。

长仿宋体的书写要领是:横平竖直,注意起落,结构匀称,填满方格。

下面是一些常用字体的示例。

(一) 长仿宋体示例

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直,注意起落,结构均匀,填满方格

(二) 拉丁字母示例

A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z

(三) 希腊字母示例

A B Γ Δ E Z H Θ I K Λ M N Ξ O Π P Σ T Υ Φ X Ψ Ω

α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν ξ ο π ρ σ τ υ φ χ ψ ω

(四) 阿拉伯数字示例

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

(五) 罗马数字示例

I II III IV V VI VII VIII IX X

四、图线 (GB 4457.4-84)

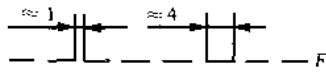
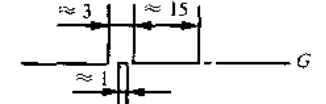
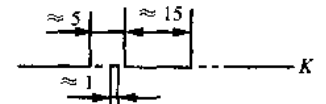
(一) 图线型式及应用

各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图样上的一般应用见表 1.3 和图 1.3。

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度,在 0.5 ~ 2mm 之间选择,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	图线形式及代号	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

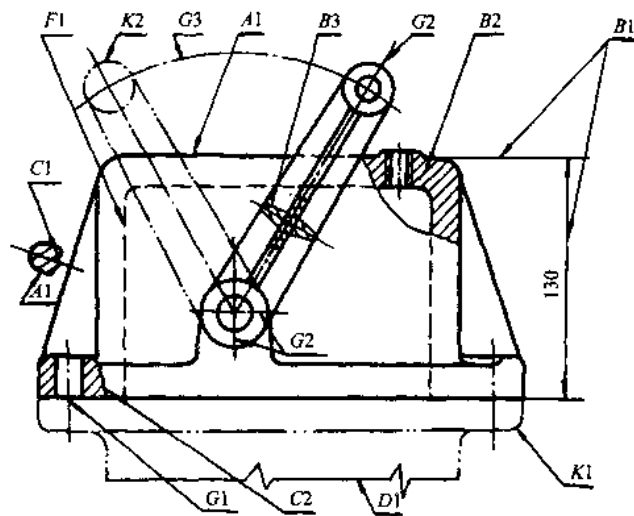


图 1.3 图线型式及一般应用

(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 0.7mm。

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 (GB4458.4-84)

(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确度无关。

2. 图样中(包括技术要求和其它说明)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。如采用其它单位,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。

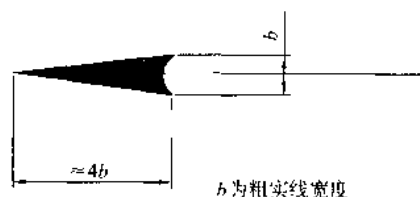


图 1.4 箭头形式

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。尺寸线不能用其它图线代替,也不得与其它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。

表 1.4 常见尺寸的标注形式

图例	
说明	1. 尺寸线必须与所标计的线段平行。 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,在尺寸数字前面加符号“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。
小尺寸注法	图例	

§ 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、分规、铅笔等。同时随着计算机技术本身的不断进步和其应用领域的不断拓展,计算机以其大容量、高运行速度、高精度度的特点,迅速成为绘制工程图样的一种高效快捷的工具,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。

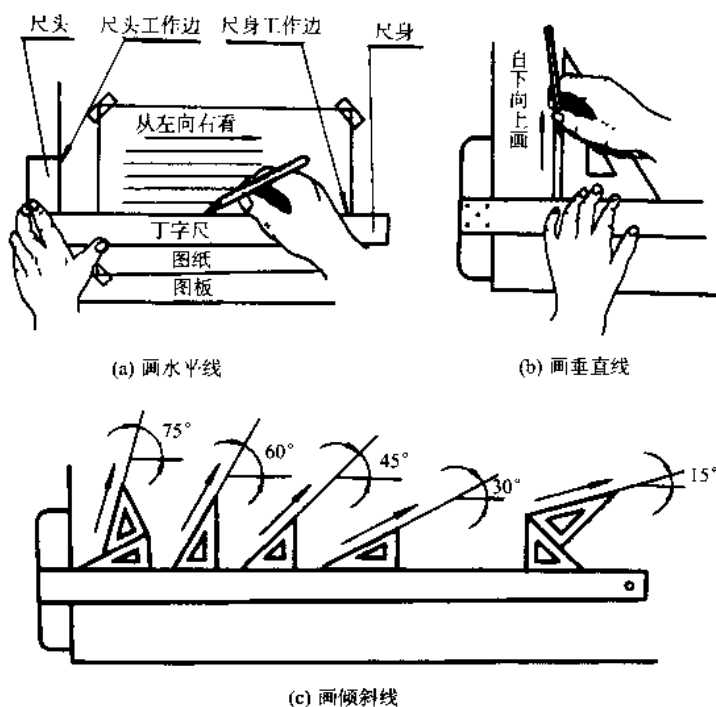


图 1.5 图板、丁字尺和三角板的使用

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的铅芯软些。

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分法,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

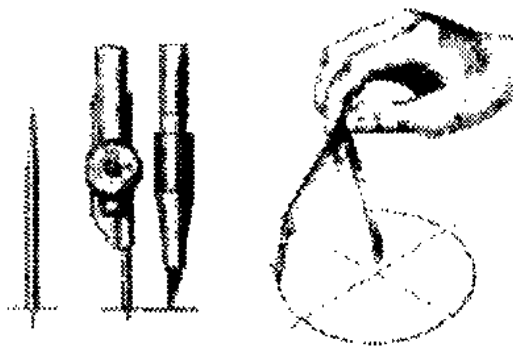


图 1.6 圆规的用法

越硬, B 前数字越大, 铅芯越软。绘图时推荐采用: 打底稿用 H (或 HB), 加深图线或写字用 HB (或 B), 圆规用 B (或 2B)。在削铅笔时, 铅芯伸长 6~8mm 为宜, 一般磨成圆锥形, 也可磨成扁平形, 见图 1.8。

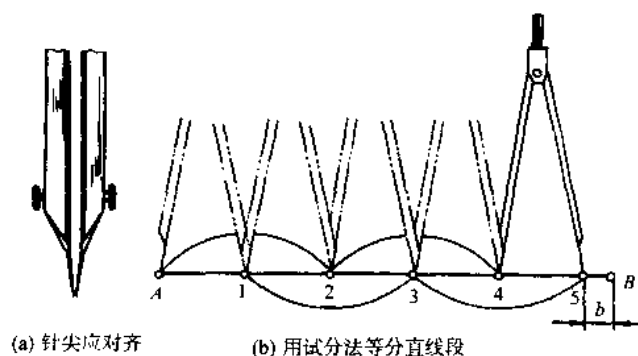


图 1.7 分规的用法

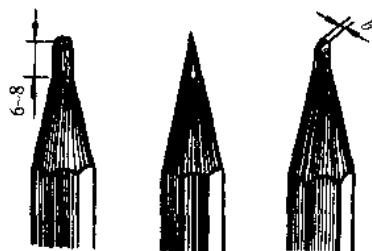


图 1.8 铅笔的削法

§ 1.3 绘图的方法和步骤

要使图样绘得又快又好, 除有一套得心应手的绘图工具并正确使用外, 还必须掌握一定的作图方法和步骤。

一、绘图的一般方法和步骤

(一) 绘图前的准备工作

在绘图前首先应准备好图纸及各种绘图工具, 包括图板、丁字尺、三角板、圆规、铅笔等工具及用品, 并将铅笔按用途削好; 图板、丁字尺、三角板擦干净; 图纸用胶带纸固定在图板左上角。

(二) 绘制底稿

根据图形的大小和个数, 在图框中的有效绘图区域合理布图, 要求做到布图匀称。然后用 H 或 HB 铅笔将图中所有图线 (剖面线除外) 画出底稿。

(三) 铅笔加深

为了保证成图的整洁与美观, 加深时的顺序和技巧是至关重要的, 建议采用下列加深顺序:

第一步: 从上往下、从左往右用 B 铅加深细实线和点划线的圆及圆弧。

第二步: 从上往下、从左往右用 HB 铅加深细实线和点划线的直线, 其中剖面线一次画成。

第三步: 从上往下、从左往右用 2B 铅加深粗实线的圆及圆弧。

第四步: 从上往下、从左往右用 B 铅加深粗实线的直线。

第五步: 从上往下、从左往右用 HB 铅画尺寸箭头, 注写尺寸数字, 填写标题栏等。

在加深过程中, 应经常擦干净丁字尺和三角板, 尽量用干净白纸盖住已画好的图线,