

HUAFA JIHE JI JIXIE ZHITU

画法几何及机械制图

谭玉 黄素华 熊逸珍 主编

湖南大学出版社

画法几何及机械制图

刘潭玉 黄素华 熊逸珍 主编
卿 钧 主审

湖南大学出版社

1998年·长沙

内 容 简 介

本书是根据原国家教委 1996 年审定印发的高等工业学校《画法几何及工程制图课程教学基本要求》，总结作者长期教学经验和教学改革成果，并吸取兄弟院校教学经验编写成的。

全书共 14 章，内容包括：制图的基本知识和技能，投影的基本概念，点、直线、平面的投影，直线与平面、平面与平面的相互位置，基本体和组合体的投影，曲线与曲面，立体表面的交线，轴测投影，机件的常用表达方法，标准件和常用件，零件图，装配图，表面展开图，计算机绘图等。本书涉及的标准均采用 80 年代以来颁布的最新国家标准。与本书配套的《画法几何及机械制图习题集》同时出版。

本书可作为高等工业学校机械类专业教材，也可作高等专科学校、职工大学、函授大学、广播电视大学、自学考试有关专业教材，还可供有关工程技术人员参考。

画法几何及机械制图

Huafa Jihe ji Jixie Zhitu

刘潭玉 黄素华 熊逸珍 主编

-
- | | |
|-------------------------------|------------------------------|
| ☐ 责任编辑 | 俞 涛 陈灿华 |
| ☐ 装帧设计 | 杨立红 |
| ☐ 出版发行 | 湖南大学出版社 |
| | 社址 长沙市岳麓山 邮编 410082 |
| | 电话 0731-8821691 0731-8821315 |
| ☐ 经 销 | 湖南省新华书店 |
| ☐ 印 装 | 湖南大学印刷厂 |
-

- | | | | | | |
|-----------------------------|-------------------------|--|----|-----------------------------|-------|
| ☐ 开本 | 787×1092 16 开 | ☐ 印张 | 22 | ☐ 字数 | 566 千 |
| ☐ 版次 | 1998 年 9 月第 1 版 | ☐ 1998 年 9 月第 1 次印刷 | | | |
| ☐ 印数 | 1—4 000 册 | | | | |
| ☐ 书号 | ISBN 7-81053-138-7/TH·3 | | | | |
| ☐ 定价 | 24.00 元 | | | | |
-

(湖南大学版图书凡有印装差错，请向承印厂调换)

前 言

本书是根据原国家教委 1996 年审定、印发的高等工业学校《画法几何及工程制图课程教学基本要求》，在我室编写的《画法几何及机械制图》一书的基础上改编而成的。它是几十年来教学实践的结晶，其原有系统和特色，在这次编写中均予以保留。此版吸收了近年来的教学经验和教改成果，并吸取了兄弟院校教改的经验。

编写过程中，我们考虑了下列问题：

(1) 加强点线面与立体的紧密结合，使学生的学习过程中不至出现“高台阶”，加强画图和看图的相互作用；

(2) 对零件图和装配图的图例作了调整，使其难度更适当，以便于根据情况讲授和自学；

(3) 全书采用 1980 年以来颁布的国家标准《机械制图》有关部分，附表采用“国标”摘录形式；

(4) 为适应提高学生计算机绘图能力的需要，第 14 章着重介绍一个绘图软件 AUTO-CAD。

本书为高等工业学校机械类各专业《画法几何及机械制图》课程教材，也可供成人高等院校、自学考试有关专业的师生使用，还可供工程技术人员参考。与本书配套的《画法几何及机械制图习题集》同时改编出版，习题集的内容与教材紧密配合，难度适中，使用方便。

本书由刘潭玉、黄素华、熊逸珍主编，参加编写工作的有游世辉（第 1 章）、卿启湘（第 2 章、第 6 章）、黄素华（第 3 章、第 9 章）、戴立玲（第 4 章、第 8 章）、周水庭（第 5 章、第 14 章）、熊逸珍（第 7 章、第 12 章）、张爱华（第 10 章）、刘潭玉（第 11 章、第 13 章）。

本书由卿钧教授主审。在编写过程中自始至终得到他的支持。戴立玲、张银莲、杨慧庄等同志担任本书插图的描绘工作，在此向他们表示感谢。

限于编者的水平，书中难免有缺点和错误，恳请读者批评指正。

编者

1998 年 6 月

64

目 次

前 言

0 绪 论	(1)
1 制图的基本知识和技能	
1.1 机械制图的一般规定	(2)
1.2 绘图工具和仪器的使用方法	(8)
1.3 制图的基本技能	(14)
1.4 尺寸标注	(17)
1.5 几何作图	(20)
1.6 平面图形的尺寸分析和线段分析	(24)
1.7 平面曲线	(27)
2 投影的基本概念	
2.1 投影的基本概念	(29)
2.2 平行投影的基本性质	(30)
2.3 三面投影及其投影规律	(31)
3 点、直线、平面的投影	
3.1 点的投影	(36)
3.2 直线的投影	(41)
3.3 点与直线、直线与直线的相对位置	(45)
3.4 一边平行于投影面的直角的投影	(49)
3.5 平面的表示法	(50)
3.6 各种位置平面的投影特性	(51)
3.7 平面上的点和直线	(55)
3.8 平面的辅助投影	(59)
3.9 点、直线和平面绕垂直轴旋转	(60)
4 直线与平面、平面与平面的相对位置	
4.1 直线与平面平行、平面与平面平行	(64)
4.2 直线与平面相交、平面与平面相交	(66)
4.3 直线与平面垂直、平面与平面垂直	(72)
4.4 点线面综合题的解题方法和举例	(75)
5 基本体和组合体的投影	
5.1 基本体及其表面上的点和线	(82)

5.2	基本体的尺寸标注	(89)
5.3	带切口的基本体	(90)
5.4	组合体的投影	(93)
5.5	组合体的尺寸标注	(97)
5.6	读组合体投影图	(99)
5.7	组合体的形体设计	(105)
6	曲线与曲面	
6.1	曲线概述	(107)
6.2	工程中常用的曲线	(108)
6.3	曲面	(112)
6.4	曲面的切平面	(118)
7	立体表面的交线	
7.1	截交线	(120)
7.2	相贯线	(127)
7.3	立体表面交线的分析	(135)
8	轴测投影	
8.1	轴测投影的基本知识	(139)
8.2	正等测图的画法	(140)
8.3	正二测图的画法	(147)
8.4	斜轴测图的画法	(149)
8.5	轴测图的剖切画法	(152)
8.6	轴测图上表面交线的画法	(154)
9	机件的常用表达方法	
9.1	视图	(156)
9.2	剖视图	(160)
9.3	剖面图	(171)
9.4	局部放大图和简化画法	(173)
9.5	机件表达方法举例	(177)
9.6	第三角画法	(181)
10	标准件与常用件	
10.1	螺纹的基本知识	(184)
10.2	螺纹连接件	(190)
10.3	键连接	(195)
10.4	销连接	(199)
10.5	齿轮	(200)
10.6	弹簧	(209)
10.7	滚动轴承	(213)
10.8	焊接	(215)

11 零件图	
11.1 零件图的作用和内容	(220)
11.2 零件图的视图选择原则	(221)
11.3 零件图的尺寸注法	(224)
11.4 零件上常见的工艺结构	(229)
11.5 零件图上的技术要求	(231)
11.6 典型零件图例分析	(246)
11.7 零件测绘	(251)
11.8 读零件图	(254)
12 装配图	
12.1 装配图的作用和内容	(258)
12.2 部件的表达方法	(260)
12.3 装配图中的尺寸标注和技术要求	(262)
12.4 装配图中的零件编号和明细表	(263)
12.5 机器上常见的装配结构和装置	(264)
12.6 部件测绘和画装配图	(268)
12.7 读装配图和由装配图拆画零件图	(272)
13 表面展开图	
13.1 平面立体的表面展开	(285)
13.2 可展曲面的表面展开	(286)
13.3 不可展曲面的近似展开	(292)
14 计算机绘图简介	
14.1 概述	(297)
14.2 计算机绘图系统的组成	(298)
14.3 绘图程序的设计与编制	(300)
14.4 通用图形软件包 AutoCAD 绘图简介	(307)
附 录	
1 螺纹	(318)
2 常用标准件	(322)
3 公差与配合	(322)
4 常用材料及热处理名词解释	(339)

0 绪 论

0.1 本课程的研究对象和任务

在现代工业中,无论是机器、仪器、化工设备,还是工程建筑物的设计、制造、研究和施工都离不开图样。设计者通过图样表达设计对象,制造者通过图样来了解设计要求和制造设计对象。因此,图样是交流信息的重要工具。随着计算机的普及和发展,它正在促使设计制图工作的根本转变,图样信息产生、加工、存贮和传递是工程界的共同“技术语言”。每个工程技术人员都必须掌握这种语言,具备画图和看图的能力,也应具备计算机绘图能力。

本课程是一门研究用投影法绘制和阅读工程图样以及解决空间几何问题的理论和方法的学科。其主要内容包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机绘图等部分。主要任务是:

- (1)研究平行投影(主要是正投影)的基本理论;
- (2)培养绘制和阅读机械图样的能力;
- (3)培养图解空间几何问题的初步能力;
- (4)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;
- (5)培养利用计算机生成图形的初步能力。

0.2 本课程的学习方法

本课程是一门既有系统理论,又有较强实践性的技术基础课,要学好本课程,应注意下列各点:

- (1)认真听课,掌握投影基本理论,注意培养创造能力和自学能力;
- (2)注意画图与看图相结合,物体与图样相结合,细观察、多想象、勤动手,努力提高空间想象能力和独立分析及解决问题的能力;
- (3)通过完成作业,加强仪器绘图、徒手绘图和计算机绘图技能的基本训练。作业应做到:投影正确,视图选择和配置恰当,尺寸齐全,字体工整,图面整洁,符合机械制图国家标准,注意培养耐心细致、严肃认真的工作作风。

通过对本课程的学习只能为学生的读图、绘图和图解能力打下一定基础,这些能力还需要在后续的生产实习、课程设计和毕业设计中继续培养和提高,最终使学生所绘图样达到生产的要求。

1 制图的基本知识和技能

图样是现代工程技术领域中用以表达设计意图和传递技术信息的重要工具,是工程界的一种必不可少的“技术语言”。因此,图样的表达方法、尺寸注法和使用的术语、符号等都必须有统一的规定,这种由国家为制图而制订、颁发并在全中国实行的规定称为国家制图标准。学习这门课程,首先应学习制图的基本知识,严格遵守国家标准,重视绘图基本技能的训练。本章将主要介绍国家标准中有关制图的基本规定和规则,以及有关几何作图、平面曲线、绘图工具的使用等基本绘图技能和方法。

1.1 机械制图的一般规定

我国制订的国家标准《技术制图》和《机械制图》是基础性的技术标准,每一个工程技术人员在绘图时都必须遵守这两个技术标准的有关规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T 14689—93)^①

(1)图纸幅面 标准的图纸幅面共有五种,其代号分别为 A0、A1、A2、A3、A4,其幅面尺寸见表 1.1。

表 1.1 图 纸 幅 面 尺 寸 (单位:mm)

幅面代号		A0	A1	A2	A3	A4
幅面尺寸 $B\times L$		841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
周边尺寸	a	25				
	c	10			5	
	e	20		10		

绘制图样时应优先采用这五种幅面。必要时允许将图纸沿长边加长,其中 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的 1/8 倍数增加,而 A1 和 A3 幅面的加长量则按 A0 幅面短边的 1/4 的倍数增加。A0 及 A1 幅面也允许同时加长两边。

(2)图框格式 标准幅面的图纸在绘图前必须在图幅内按表 1.1 中的周边尺寸画出图框。图框线一律用粗实线绘制。

图框线有两种格式,一种是需要装订的图样,其图框格式如图 1.1(a)(b)所示,一般采用 A4 图幅竖装;A3 图幅横装。另一种是不需要装订的图纸,不需要留装订边,其图框格式如图 1.1(c)(d)所示。有时为了复制或缩微摄影的方便,还采用“对中符号”。对中符号是从周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线(图 1.1(d))。

(3)标题栏(GB 10609.1—89) 每张图纸都应配置一个标题栏。标题栏应按图 1.1(a)(b)(c)

^① 国家标准分强制性标准和推荐性标准两种。强制性国家标准代号为“GB”,推荐性国家标准代号为“GB/T”。在教学上,对两类标准同等对待。GB(GB/T)后面的数字为国家标准编号,“93”表示该标准是 1993 年颁布的。

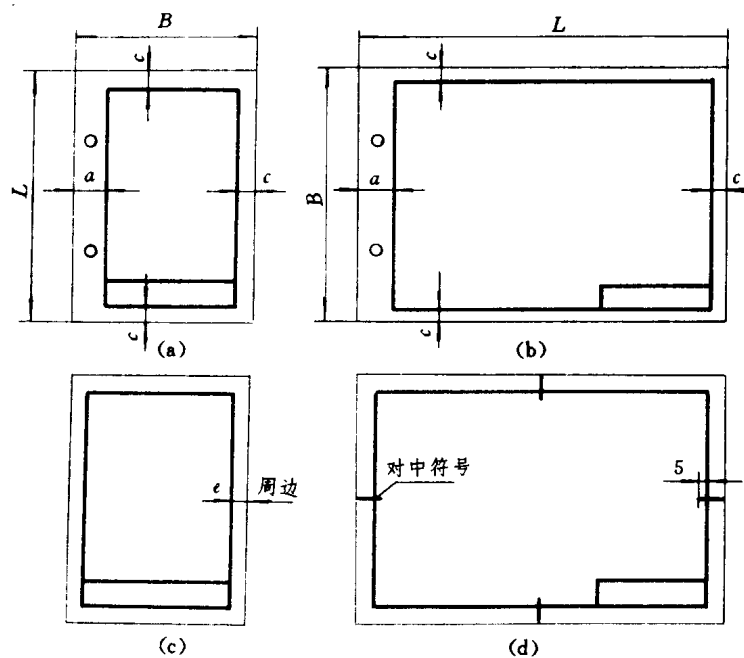


图 1.1 图框格式

(d)所示方式配置在图纸边框内的右下角。国家标准规定,标题栏中文字方向必须与看图方向一致。

标题栏的组成和填写如图 1.2(a)所示。在学校的制图作业中,也可以采用图 1.2(b)所示的格式。

8×7=56	10	10	16	16	12	16	(材料标记)			(单位名称)	
							4×6.5=26	12	12		
	标记	处数	分区	改文件号	(签名)	年月日				(图样名称)	
	设计	(签名)	(年月日)	标准化	(签名)	年月日	阶段标记	质量	比例		
	审核						6.5				
	工艺			批准			共 张	第 张		(图样代号)	
	12	12	16	12	12	16	50				
							180				

4×8=32	图 名 或 机 件 名				比例	
					材料	
	制图	(签名)	(日期)	(校名) 专业 班		(图 号)
	审核					
		15	25	15	15	25
						140

图 1.2 标题栏的格式

1.1.2 比例(GB/T 14690—93)

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称为比例。

(1)绘制图样时,应采用表 1.2 中规定的比例,并尽可能采用 1:1 的比例,以便直接从图中看出机件的真实大小。

(2)根据需要,可按表 1.2 选用放大或缩小的比例。但要注意,不论采用何种比例,图中标注的尺寸数字必须仍为机件的实际尺寸(图 1.3)。

(3)图中所采用的比例通常在标题栏内统一填写。若同一图纸上某个图形采用了不同的比例时,则必须在该图形的上方加以标注。

表 1.2 比 例

原值比例	1:1						
缩小比例	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			
放大比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1		

注: n 为正整数。

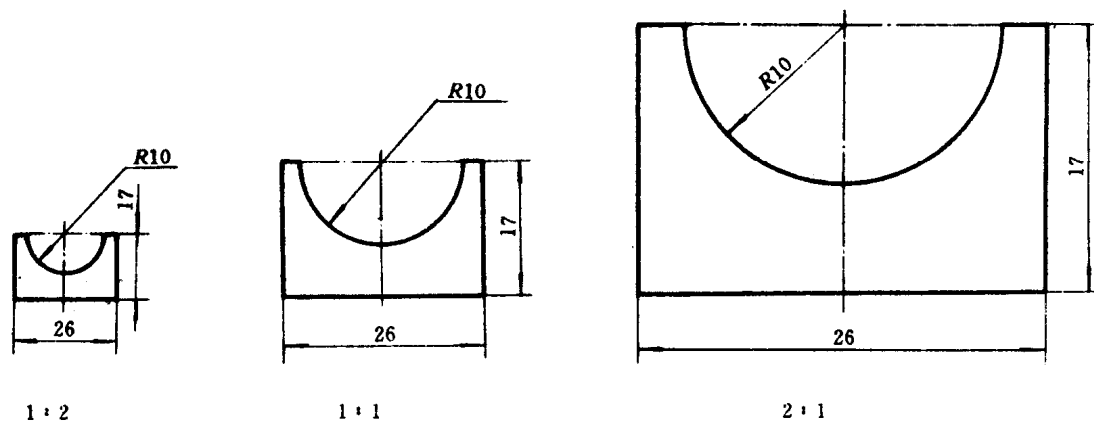


图 1.3 用不同比例所画图形

1.1.3 字体(GB/T 14691—93)

图样中的字体有汉字、数字和字母三种。在书写时,必须做到字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。

书写时要选择适当号数的字体。字体的号数即为字体的高度(以毫米为单位),分 20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5 和 1.8 等 8 种,而字体的宽度约为字高的 2/3。

(1)汉字 图样上的汉字应写成长仿宋体,并采用国家正式公布推行的简化字。书写长仿宋体的基本要求是:横平竖直、起落分明、结构匀称、笔画挺拔。书写时,首先要注意长仿宋体的基本笔画及运笔方法(表 1.3),每笔都要一笔写成,不要反复勾描,其次还应注意字形姿态及其结构特点,各部分要比例适当,尽量做到左右均衡、上下协调、排列匀称、端正大方,如图 1.4 所示。

(2)数字和字母 数字有阿拉伯数字和罗马数字两种(图 1.5),字母则常用拉丁字母(图 1.6)。它们有直体和斜体两种书写方法。图样上一般采用斜体字。斜体字字头向右倾斜,与水平线成 75°。注意在书写拉丁字母时要以直线为主体,这样既便于书写,又便于计算机绘图。数字和字母的笔画宽度要求一致,且均为字高的十分之一。

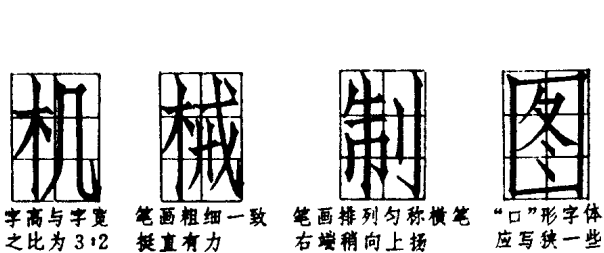


图 1.4 汉字示例

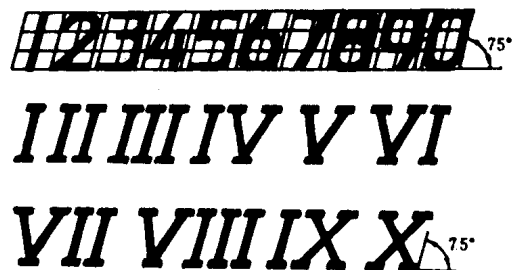


图 1.5 数字示例

表 1.3

长仿宋体的基本笔画及运笔方法

名称	点	挑	横	竖	撇	捺	厥	钩		
笔画型式	上点 丶	平挑 ㄣ	平横 一	直竖 丨	斜撇 ㄣ	斜捺 ㄣ	右厥 ㄣ 左厥 ㄣ	竖钩 丨 曲钩 乚		
	左点 丶	左挑 ㄣ	左尖横 ㄣ	上尖竖 丨	竖撇 丨	平捺 ㄣ				
	右点 丶	斜挑 ㄣ	右尖横 ㄣ	丨	ㄣ	曲头捺 ㄣ				
	垂点 丶	向上挑 ㄣ	右钩横 ㄣ	下尖竖 丨	曲撇 ㄣ	反捺 ㄣ	斜厥 ㄣ 双厥 ㄣ	包钩 丨 厥钩 丨		
	挑点 丶	ㄣ	ㄣ	丨	ㄣ	ㄣ				
例字	必 宗	法 技	若 安	件 料	序 名	张 共	以 廷	好 国	制 化	机 孔

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz



图 1.6 字母示例

用作指数、极限偏差、注脚等的数字及字母一般采用小一号字体(图 1.7)。

1.1.4 图线(GB 4457.4—84)

(1)图线的型式及应用 图线宽度分粗线与细线。粗线的宽度 b 应按图样的大小和复杂程度来定($b \approx 0.5 \text{ mm} \sim 2 \text{ mm}$)。细线宽度则为 $b/3$ 。

绘制图样时,应采用规定图线。表 1.4 列出了各种图线的名称、型式、宽度及一般应用。而图 1.8 则给出了图线应用实例。

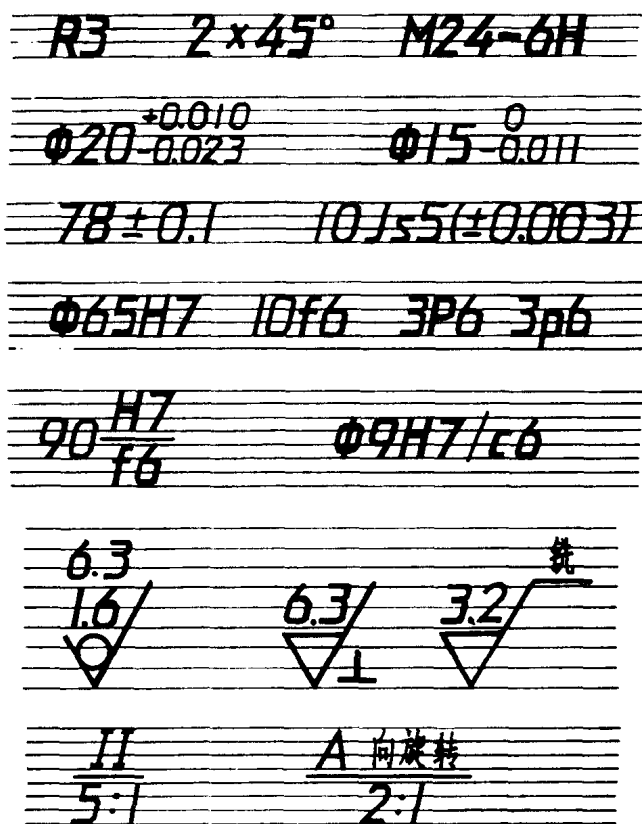


图 1.7 字体应用示例

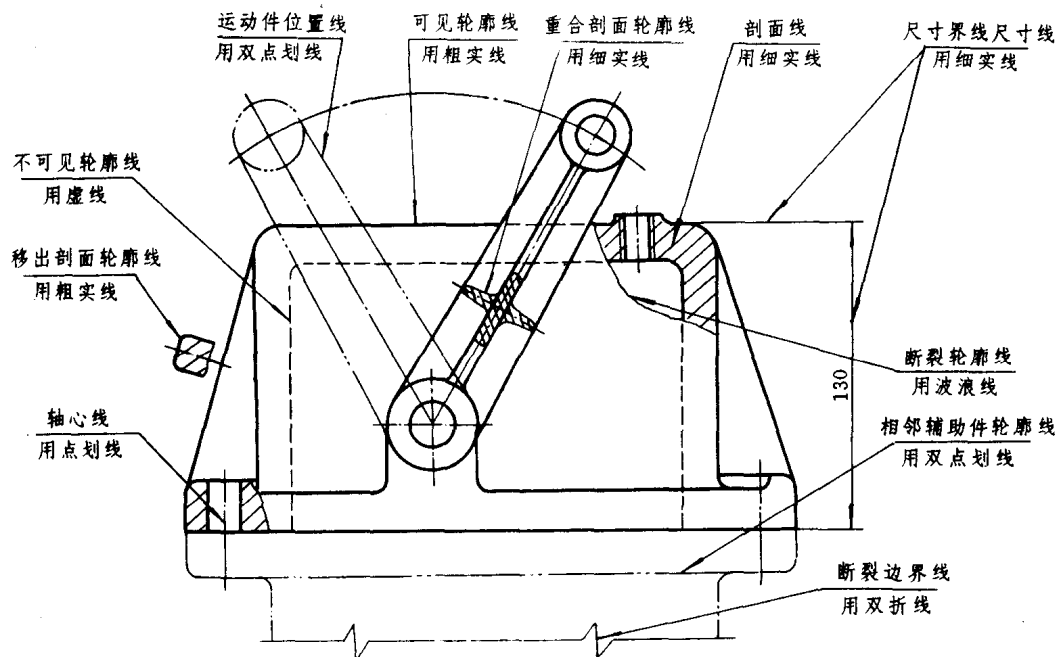
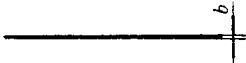
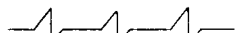
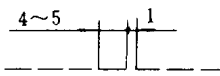
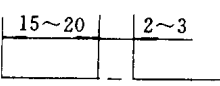
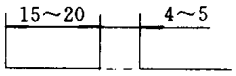


图 1.8 图线应用示例

表 1.4

图线的名称、型式和应用举例

图线名称	图线型式	代号	图线宽度	图线应用举例
粗实线		A	b (0.5 mm~2 mm)	可见轮廓线 可见过渡线
细实线		B	约 $b/3$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合剖面的轮廓线 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 引出线 分界线及范围线 弯折线 辅助线 不连续的同一表面的连线 成规律分布的相同要素的连线
波浪线		C		断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		D		断裂处的边界线
虚线		F		不可见轮廓线 不可见过渡线
细点划线		G		轴线 对称中心线 轨迹线 节圆及节线
粗点划线		J	b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		K	约 $b/3$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线 坯料的轮廓线或毛坯图中制成品的轮廓线 假想投影轮廓线 试验或工艺用结构(成品上不存在)的轮廓线 中断线

(2)图线的画法 同一张图样中的同类型图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线各自的线段长度和间隔距离应力求一致。点划线和双点划线的首末两端应为长划而非短划(图 1.8)。

绘制圆的对称中心线时,圆心应为一对线段的交点。在较小的图形上绘制点划线有困难时,可用细实线代替(图 1.9)。

绘制图样时,还应注意各种图线交接处的画法(图 1.10 (a)(b)).并注意两条平行线(包括剖面线)之间的最小间距不

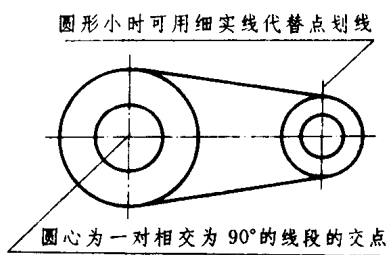


图 1.9 圆的中心线

得小于 0.7 mm。

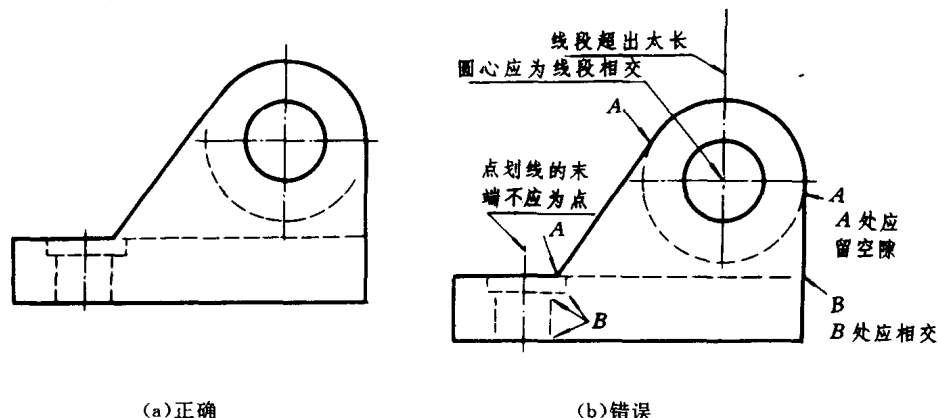


图 1.10 图线交接处的画法

1.1.5 剖面符号(GB 4457.5—84)

在绘制剖视、剖面图时,应根据不同材料的机件选用表 1.5 中规定的相应的剖面符号。

表 1.5 各种材料的剖面符号

金属材料(已有规定剖面符号者除外)		型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、陶瓷及硬质合金刀片等		木材纵剖面	
非金属材料(已有规定剖面符号者除外)		钢筋混凝土		木材横剖面	
转子、电枢、变压器和电抗器等的迭钢片		玻璃及供观察用的其他透明材料		液体	
线圈绕组元件		砖		木质胶合板(不分层数)	
				格网(筛网、过滤网等)	

1.2 绘图工具和仪器的使用方法

为了准确而迅速地绘制图样,必须学会正确并且熟练地使用绘图工具和仪器。以下介绍的是一些常用的绘图工具和仪器及其使用方法。

1.2.1 图板和丁字尺

图板用来铺平并固定图纸。它由工作面和导边组成(图 1.11)。图板工作面应光洁平整,图

纸用透明胶带固定其上。图板安放位置一经确定,则左侧周边即为导边。注意在绘制同一张图纸的整个过程中,应自始至终以同一条周边为导边,不应更换。常用的图板分为0号、1号及2号等三种规格。

丁字尺主要用于画水平线,并作为画垂直线及倾斜线时引导三角板之用(图 1.12)。丁字尺由尺头与尺身两部分组成,尺头的内侧边与尺身工作边必须平直,而且尺头与尺身必须牢固结合成 90° 。画线时将丁字尺的尺头紧贴图板导边作上下移动,移动到所需位置后,左手应在尺身中间部位压住尺身后再画线,以防画线时尺身偏斜。画线时右手握笔沿尺身上边自左向右画水平线(图 1.12)。

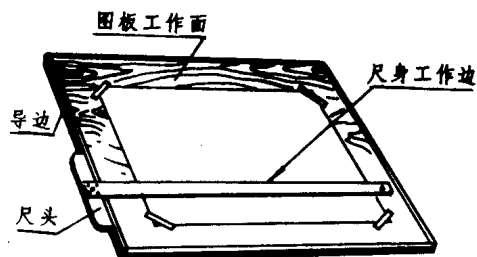


图 1.11 图板与丁字尺

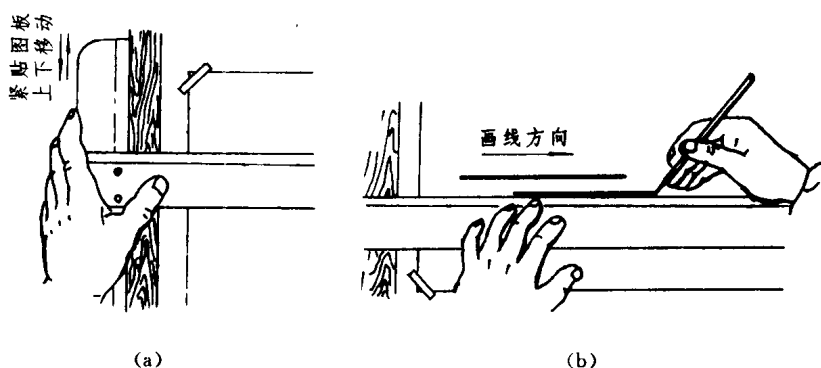


图 1.12 丁字尺与图板配合画水平线

1.2.2 三角板

一副三角板包括 45° 及 $30^\circ \sim 60^\circ$ 各一块。三角板常与丁字尺配合使用,可画出铅垂线以及 15° 倍数的角度线(图 1.13)。若同时使用一副三角板,还可画出一系列任意角度的平行斜线(图 1.14)。

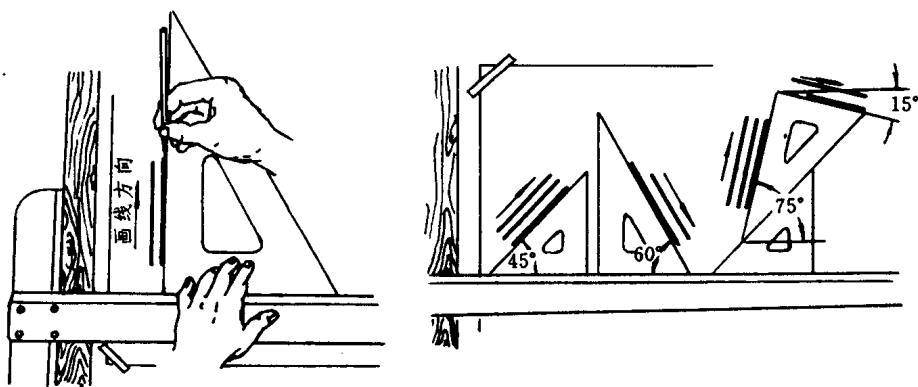


图 1.13 三角板与丁字尺配合画铅垂线和各种斜线

1.2.3 比例尺

比例尺是一种刻有不同比例刻度的直尺,形式很多。常见的比例尺为三棱尺,如图 1.15 所

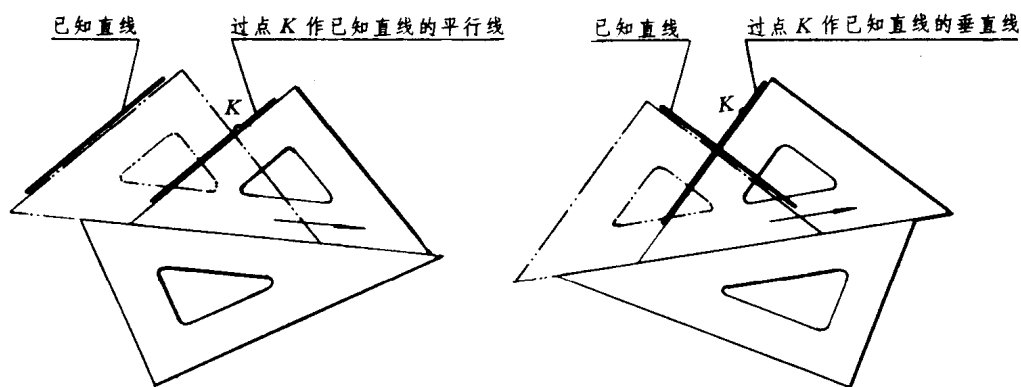


图 1.14 用一副三角板画已知直线的平行线或垂线

示。它有三个尺面分别刻有六种不同的比例尺度,如 $1:100$, $1:200$ $1:600$ 等。当使用比例尺某一比例时,可以直接按尺面上所刻的数值,截取或读出该线段的长度。例如按比例 $1:100$ 画图时,图上每一厘米长度即表示实际长度为 100 厘米。

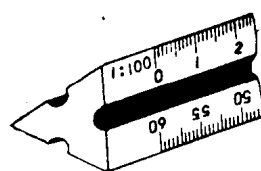
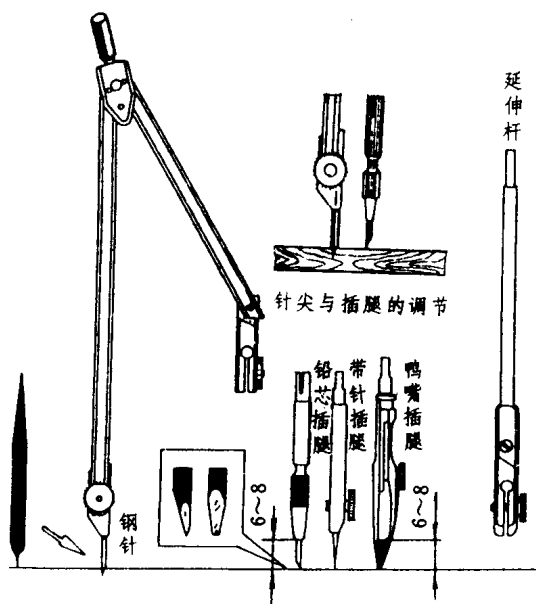


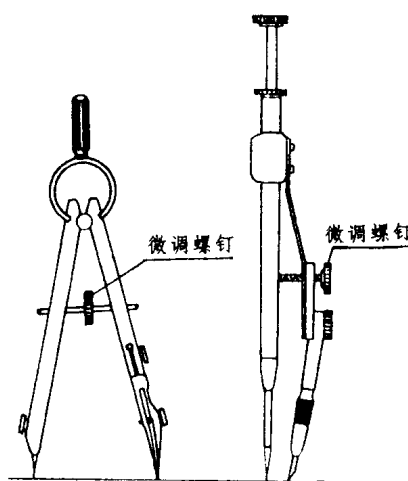
图 1.15 比例尺

1.2.4 圆规和分规

圆规是画圆和圆弧的工具,有大圆规、弹簧圆规和点圆规几种形式(图 1.16)。大圆规一般用来画直径较大的圆和圆弧。它带有铅芯插腿、带针插腿、鸭嘴插腿及延伸杆四个附件,如图 1.16(a)所示。大圆规的一条腿上装有钢针,绘图时起固定圆心的作用,其另一条腿上具有肘形关节,可分别装入各种附件。使用前,应首先调整钢针针脚,并注意装入钢针时采用有台阶的一端为针脚,以防在画图时使圆心孔扩大,同时还应注意当圆规两腿并拢时,使钢针针尖略长于铅芯(图 1.16(a))。圆规上所用铅芯要进行修



(a)圆规及附件



(b)弹簧圆规和点圆规

图 1.16