

## 内 容 简 介

本书是根据1978年铁道部批准的教学大纲编写的。内容以制图基本知识、基本理论和方法为主，同时对较新的绘图仪器和工具、对自动化绘图的原理、绘图机的构造及自动绘图系统等，也作了简单介绍。

全书共分八章及四个附录，适用于土木建筑各专业教学用，亦可作为工矿企业培训班教材用。

高等学校试用教材

### 工 程 制 图

西南交通大学

北方交通大学 合编

长沙铁道学院

中国铁道出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

中国铁道出版社印刷厂印

开本：787×1092毫米 印张：10.25 字数：229千

1980年9月第1版 1980年9月第1次印刷

印数：0001—22,000册 定价：1.10元

## 目 录

前言	1
第一章 制图基本知识	2
§ 1—1 绘图仪器、工具及其使用方法	2
§ 1—2 基本制图标准	8
§ 1—3 绘图的方法和步骤	15
§ 1—4 几何作图	17
第二章 投影图	25
§ 2—1 三面投影图	25
§ 2—2 三面投影图的画法	26
§ 2—3 标注尺寸的基本方法	29
§ 2—4 读图和由二已知投影补作第三投影	33
§ 2—5 剖面	39
§ 2—6 断面	43
§ 2—7 折断画法和断开画法	44
§ 2—8 读图示例	45
第三章 钢筋混凝土结构图	47
§ 3—1 钢筋的基本知识	47
§ 3—2 钢筋布置图的特点	48
§ 3—3 钢筋布置图的阅读	52
第四章 钢结构图	55
§ 4—1 钢结构的连接方法	55
§ 4—2 钢屋架结构图	58
§ 4—3 钢梁结构图	61
第五章 桥隧工程图	67
§ 5—1 桥墩图	67
§ 5—2 桥台图	70
§ 5—3 涵洞图	74
§ 5—4 隧道洞门图	78
第六章 房屋建筑图	82
§ 6—1 总平面图	82
§ 6—2 平面图、立面图和剖面图的形成	84
§ 6—3 平面图	85
§ 6—4 立面图	91
§ 6—5 剖面图	94

§ 6—6	建筑施工详图	97
§ 6—7	结构施工图	107
第七章	机械图	112
§ 7—1	概述	112
§ 7—2	零件图	115
§ 7—3	几种常用零件	125
§ 7—4	装配图	136
第八章	制图自动化简介	145
§ 8—1	绘图机的构造和基本动作	145
§ 8—2	绘图机的绘图原理	146
§ 8—3	自动绘图系统	147
§ 8—4	关于程序	148
附录		
附录一	常用螺纹	152
附录二	螺纹连接件	154
附录三	键和销	157
附录四	基孔制配合尺寸偏差表	159

# 前 言

在现代化工程建设中，无论是设计房屋、道路、桥梁、隧道或机器，还是进行施工或制造，都离不开工程图样。它是设计文件的重要组成部分，是施工、制造的主要依据。

工程制图就是研究绘制和如何阅读工程图样的一门学科。在工科院校中，它是一门必修的技术基础课。在掌握了画法几何的基本理论和方法的基础上，通过这门课程的学习，应能：

(1) 按制图的基本理论和规格，运用形体分析的方法，以图形来正确表达一般工程物体的形状和大小，并能正确读懂这类图形；

(2) 掌握绘制和阅读一般土木工程图和简单机械图的方法；

(3) 正确使用绘图仪器作图，并具有徒手作图的初步技能。

对工程图样的基本要求是准确、清晰和合乎规定。图纸上一字一线之差不但影响读图，有时还造成生产上的极大浪费。因此在学习过程中要严肃认真，耐心细致，具有刻苦钻研、一丝不苟的学习态度和作风。

本课程所授的有关知识和绘图技能，需要通过一系列的练习和作业来获得，所以要多画、多看，反复实践。

制图的标准规格较多，作图时必须严格遵守，并应熟悉这些规定，使图面符合要求。

本教材是根据1978年铁道工程专业教学大纲要求编写的。西南交通大学朱育万主持了编写工作。参加编写人员有：西南交通大学高法忱、李睿谟；北方交通大学许华仑、宋兆全、朱自珍、叶达荣、林卓英；长沙铁道学院甄守仁、易南华、彭福英、袁秀全。此外，在编写过程中，兰州铁道学院、上海铁道学院的部分教师也分别参加了审稿工作。

希望读者对本书提出批评意见。

编 者

## 第一章 制图基本知识

### § 1—1 绘图仪器、工具及其使用方法

绘图应具备绘图仪器和工具。绘图仪器和工具的质量、使用方法和运用的熟练程度，都将直接影响绘图速度和图面质量。因此，了解各种绘图仪器和工具的特点，掌握正确使用这些仪器和工具的方法是十分必要的。

随着科学技术的现代化，电子仪器的普遍使用，绘图仪器和工具也在日益发展。这里仅就目前常用的及某些已在使用的绘图仪器和工具介绍如下：

#### 一、图板

图板是放置图纸用的矩形木板。板面由质地轻软、富于弹性、平坦无节、不易变形的木材制成。图板要用硬木镶边，保证各边光滑平直。

固定图纸时，最好使用胶带纸或胶水把图纸的四角贴在图板上。为保护板面，不宜用图钉固定图纸。

#### 二、丁字尺

丁字尺主要是用来画水平线的。它由尺头和尺身构成。绘图时，尺头内侧必须紧靠图板的左侧边缘，尺身密贴在图纸上，铅笔沿尺身上边缘自左向右画出水平线，如图 1—1 所示。

尺头紧靠图板左侧边缘上下移动，可画出图纸内任何位置的水平线。

丁字尺用后应挂起，以避免尺身挠曲变形。

#### 三、三角板

三角板主要用来画竖直线、互相垂直的直线、互相平行的斜线和特殊角度的直线等。

画竖直线时，通常和丁字尺配合使用。将三角板靠在丁字尺尺身的上边缘上，使三角板的一条直角边向着左方，自下而上地画线（图 1—2 a）。

三角板与丁字尺配合使用，可以画出与水平线成  $15^\circ$  整倍数角度的斜线（图 1—2 b、c）。

#### 四、比例尺

比例尺是用来把实际的尺寸按一定比例缩小或放大成所需要的大小，以便绘制物体的图形。比例尺的样式有多种，常用的三棱尺如图 1—3 a 所示。尺上刻有预先选定的六种缩小比例的刻度。如尺上标记 1:100，即表示尺上的一个单位长代表实际上的 100 个单位长。有些比例可用尺上的比例推算出来。比如，1:100 缩小到其十分之一即为 1:1000，放大十倍即为 1:10。以此类推就可扩大比例尺的比例种类。

比例尺只能用来量度尺寸，不能用来画线。用比例尺量度尺寸时，要注意姿势，以保证所量尺寸的准确度，并不致损伤尺面。正确的量度方法如图 1—3 b、c 所示。

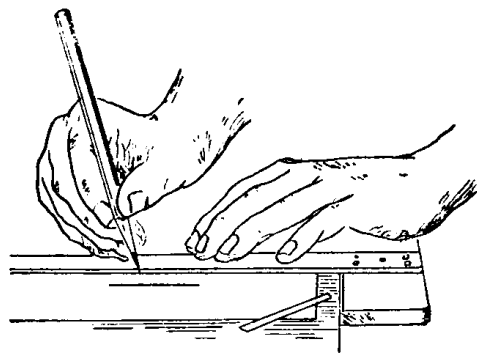
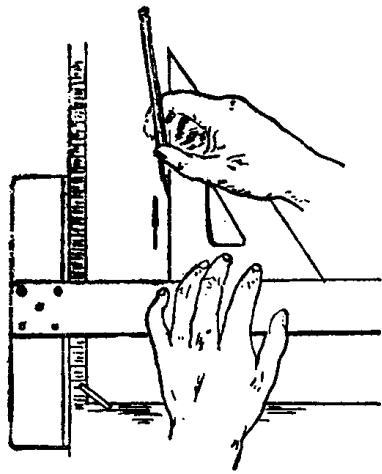
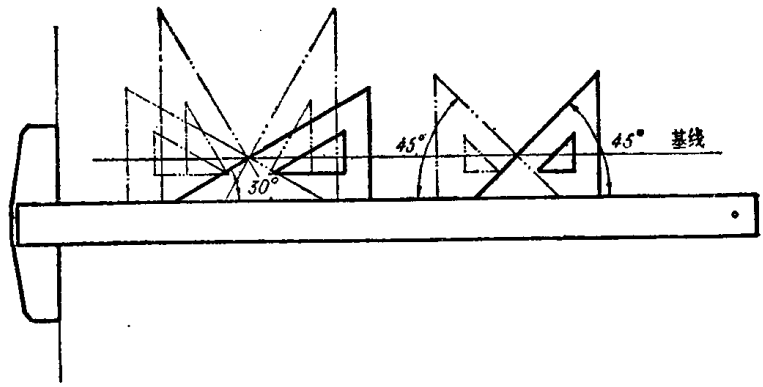


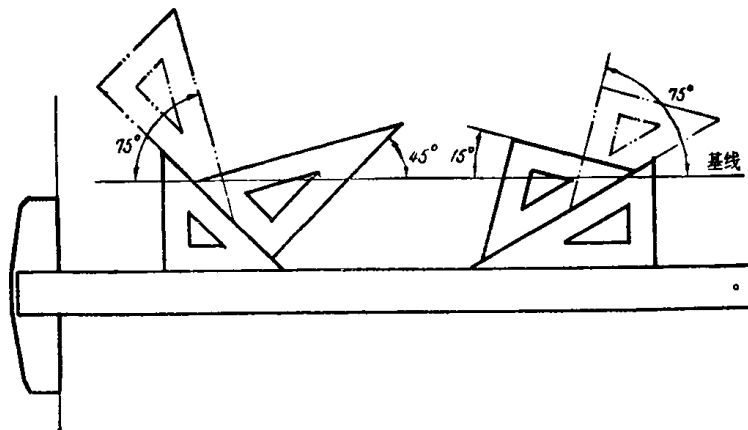
图 1—1 沿丁字尺画水平线



(a) 画竖直线

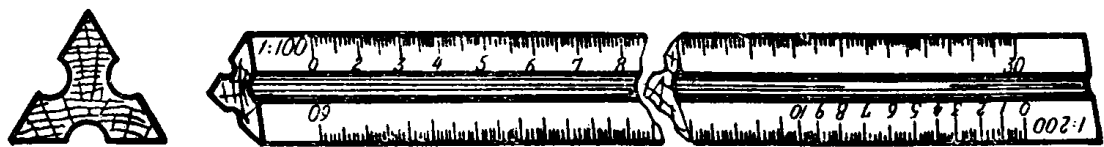


(b) 一块三角板配合丁字尺画特殊角度的直线

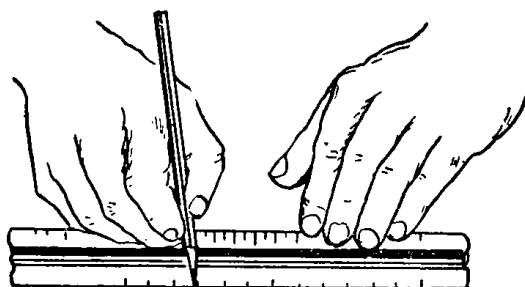


(c) 两块三角板配合丁字尺画特殊角度的直线

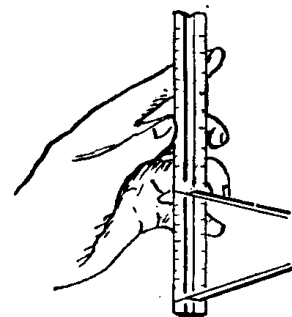
图 1-2 三角板的使用



(a) 比例尺



(b) 直接在图纸上量尺寸



(c) 用分规在比例尺上量取尺寸

图 1-3 比例尺及其用法

### 五、铅笔

绘图应采用绘图铅笔。削铅笔时，应保留铅笔上的硬度符号，以便识别。铅笔的硬度根

据字母H和B来辨别，字母H表示硬，字母B表示软。画图时常用的铅笔是3H、2H、HB、B等几种。铅笔的修削形式如图1—4所示，这种形式可使画出的线条清晰、匀整。

### 六、擦图片

擦图片是擦除图纸上多余的或需修改的线条所用的工具。通常有金属的和胶质的两种，也可以用胶片自行刻制。擦图片的形状如图1—5所示。

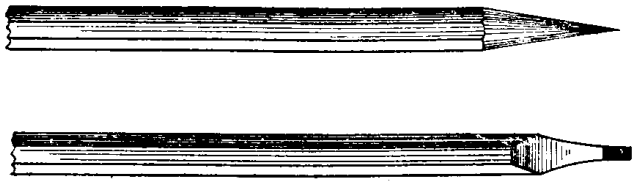


图1—4 铅笔的修削形式

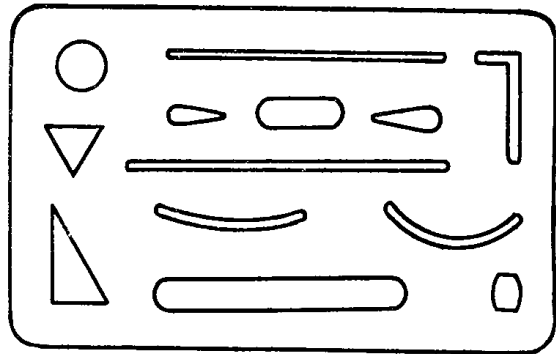


图1—5 擦图片

使用时，将擦图片的孔洞对准要擦去的线条，而把需要保留的线条盖住，然后用橡皮擦拭。

### 七、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线用的，它由透明胶片制成。曲线板上的曲线在不同的部位具有不同的曲率。

在定出了属于曲线的一系列点后，用曲线板来连线，其方法如下（图1—6）：

1. 徒手用铅笔轻轻地把各已知点连成曲线（图1—6 a）。
2. 选择曲线板上的曲线段使其与所画的铅笔线密合，并通过三个以上的已知点（图1—6 b）。

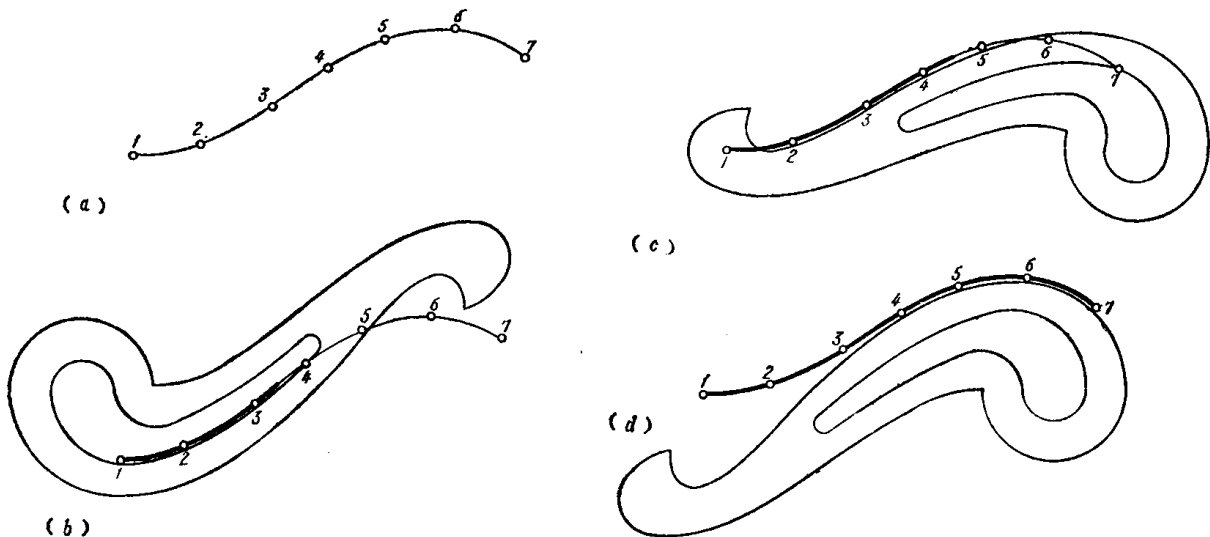


图1—6 曲线板的用法

3. 沿曲线板画线直到曲线板所通过的最后两点之间为止。
4. 再选择曲线板上另一段曲线，使其通过上次连线时所通过的最后两点及以下各点。按上述方法沿曲线板画线（图1—6 c）。重复这一过程直至把全部曲线画完为止（图1—

6 d)。

### 八、绘图仪器

绘图仪器通常成套装在盒中。一般包括圆规、分规、鸭咀笔、接长杆和点圆规等。

#### 1. 圆规

圆规是用来画圆和圆弧的。使用前先将圆规两腿并拢，调节针尖或铅芯，使针尖的小平台与铅芯或鸭咀笔插腿的尖端对齐（图 1—7 a）。

画圆或圆弧时，将圆规两腿分开，使两尖端的距离与所要画的圆或圆弧的半径相等。然后把针尖准确地扎入圆心（图 1—7 b），并按顺时针方向转动圆规画圆或圆弧。转动时，应使圆规稍向前进方向倾斜，如图 1—7 c 所示。

画较大半径的圆时，应使圆规两腿大致与纸面垂直（图 1—7 d）。当画大半径的圆或圆弧时，应使用接长杆，如图 1—7 e 所示。

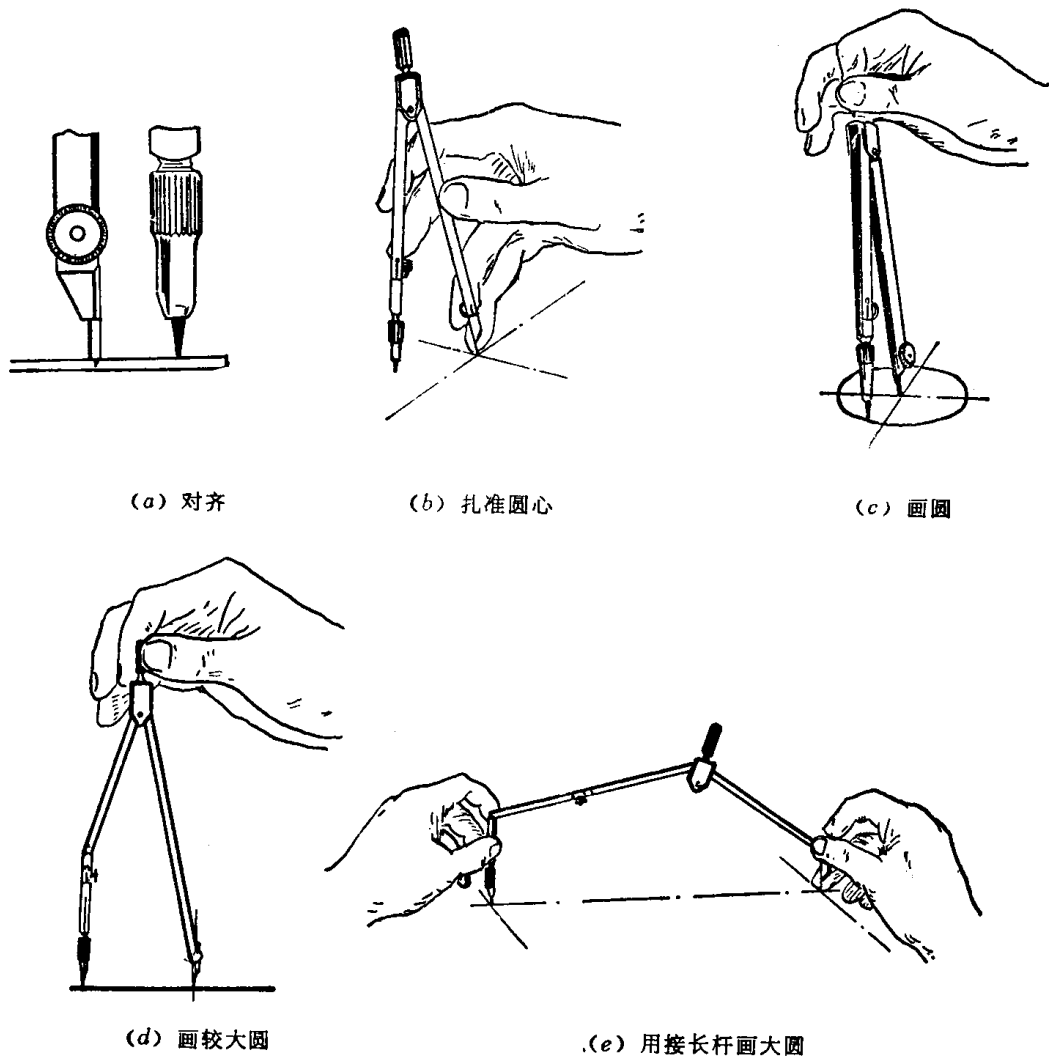


图 1—7 圆规的用法

#### 2. 分规

分规用于量取线段的长度（图 1—3 c），也可用来用试分法等分线段和圆弧（图 1—8）。使用分规前要注意使两针尖对齐。

#### 3. 鸭咀笔

鸭咀笔用于绘制墨线图，其使用方法如图 1—9 所示。



鸭咀笔的笔头由两片薄钢片组成。使用时应先将笔头擦拭干净，用小钢笔或绘图墨水瓶盖上的加墨管加墨。一般鸭咀笔的含墨高度以3~5毫米为宜（图1-9 a、b）。墨量过多，容易滴落污染图纸。墨量过少，在画长线时会中途缺墨。待加墨后再画，容易造成图线接头处粗细不匀，影响图面质量。

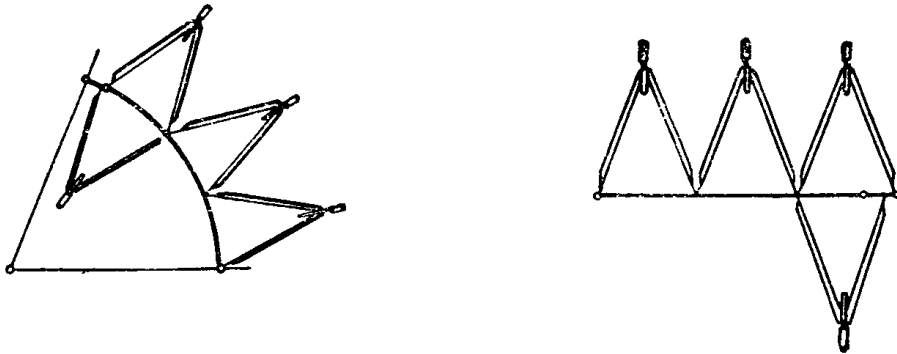


图1-8 用分规等分线段和圆弧

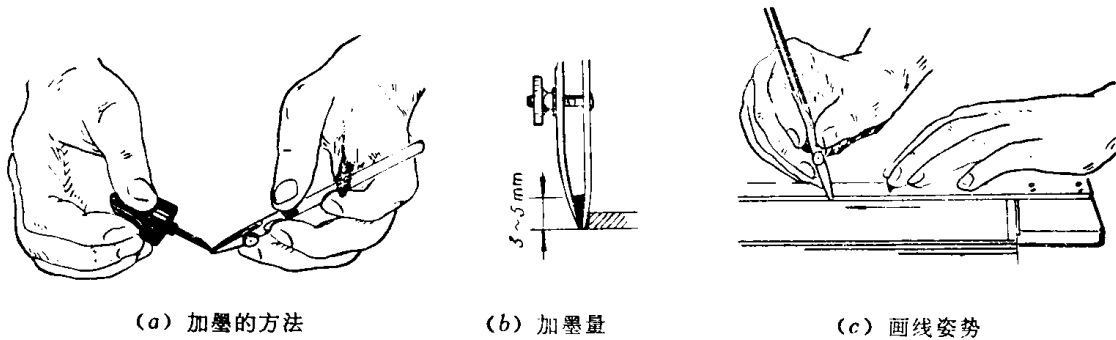


图1-9 鸭咀笔的用法

画线时，应根据线段的粗细调节好鸭咀笔两钢片间的距离。加墨后应先在质地相同的纸上试画，粗细合适时再在图纸上画线。

画线时应使笔杆位于通过所画直线的铅垂面内并向画线方向倾斜20°左右的角。这样才能保证鸭咀笔的两钢片同时与纸面接触（图1-9 c）。

鸭咀笔使用完毕后，应擦拭干净，不得留有残余墨斑，还要把调整钢片距离的螺母拧松以延长鸭咀笔的使用寿命。

图1-10是两种特种鸭咀笔，一种叫等高线笔，专门用于画不规则的曲线（如等高线）；另一种叫双线笔，专门用来绘制表示运河，铁路等的双线条。

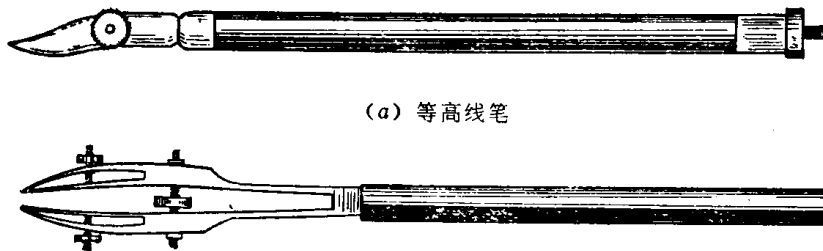


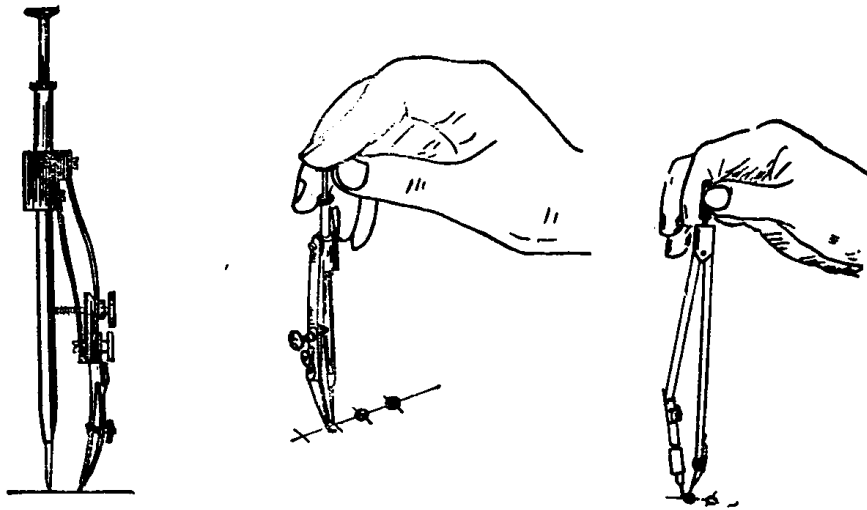
图1-10 特种鸭咀笔

#### 4. 点圆规

点圆规用于画直径小于5毫米的小圆。画小圆时，先调节好圆规两尖端的距离，把针尖插入圆心处，用食指压住针脚顶端，用中指和拇指转动另一腿，即可画出所需的小圆（图

1-11 a)。

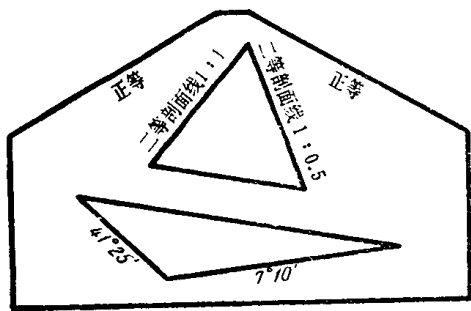
用普通圆规按图 1-11 b 所示的方法，也可画出小圆。



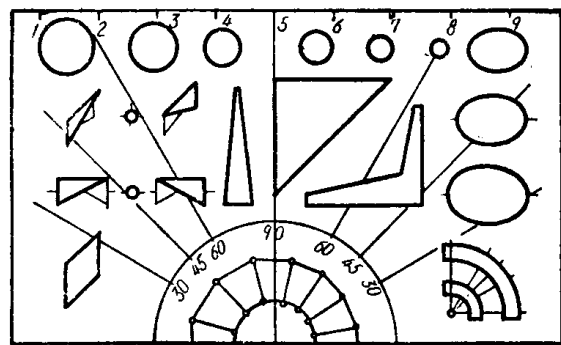
(a) 用点圆规画小圆

(b) 用普通圆规画小圆

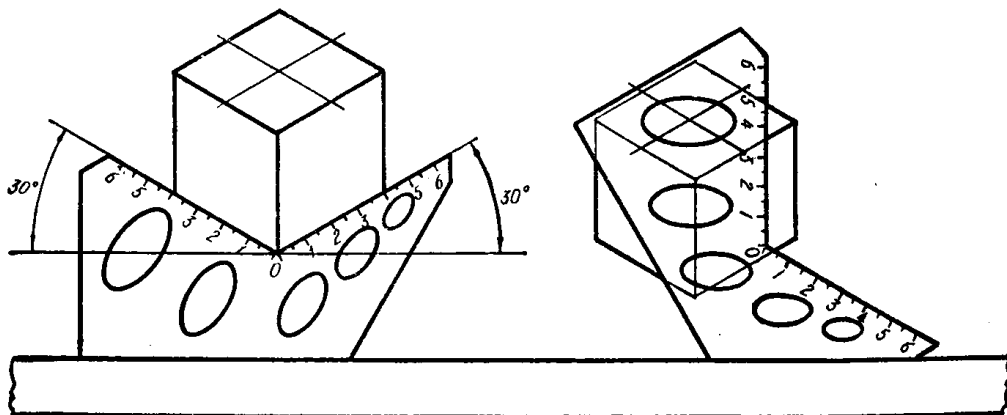
图 1-11 画小圆



(a)



(c)



(b)

图 1-12 绘图模板

### 九、其他绘图工具

如何提高绘图的速度与质量，一直是绘图工作中需要解决的问题。下面所介绍的就是为解决这一问题而发展起来的绘图工具。

### 1. 绘图模板

为了提高绘图速度，广大科技人员创造了各种各样的专用模板。如虚线板、剖面线板、六角螺栓头和螺母模板、画各种轴测图的轴测轴模板等。图 1—12 所示为常见的绘图模板。

### 2. 绘图墨水笔

这是一种用来绘制墨线图的工具，也便于与各种模板配合使用。绘图墨水笔不仅可以画直线，也可以和圆规配合，画墨线圆或圆弧。

我国的 71-A 型英雄绘图笔，每套有三支，并附有三个笔头，可以画 0.3、0.45、0.6、0.8、1.0 和 1.2 毫米六种粗细的图线。在笔杆内注入绘图墨水后就可画图，使用比较方便，对提高绘图的速度和质量都有帮助。图 1—13 所示就是 71-A 型绘图墨水笔。

### 3. 一字尺

一字尺是由水平直尺和导绳组成（图 1—14）。水平直尺能沿图板上下移动，和丁字尺的作用相同。

### 4. 绘图机

绘图机是一种综合性的绘图工具（图 1—15）。可以代替丁字尺、三角板、比例尺等。图板的高度和倾斜度可以调整，使用方便，绘图效率高。



图 1—13 绘图墨水笔

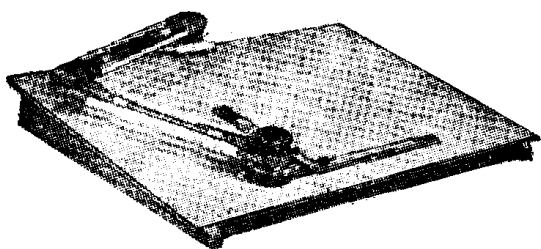


图 1—15 绘图机

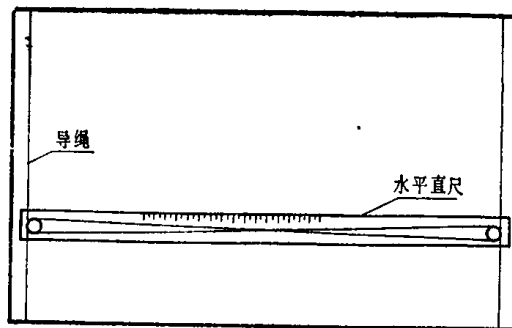


图 1—14 一字尺

### 5. 电子计算机绘图系统

这是一种先进的绘图工具，它可以根据输入的信息绘制出各种图形，还可以通过一定的输出、输入设备进行人机对话，由自动绘图系统辅助设计。

计算机绘图系统改变了目前的手工操作状态，节省了大量的人力和物力，它使形和数紧密结合，对工业生产将带来深远的影响。

关于电子计算机绘图系统的工作原理和使用方法，将在第八章中作概略介绍。

## § 1—2 基本制图标准

为了适应生产的需要和便于进行技术交流，作为工程技术语言主要形式的图，必须有一个统一的标准。也就是说，对图的内容、格式和表达方法都应有所规定。现根据建筑制图国家标准和机械制图国家标准，规定了下面几种基本制图标准。

### 一、图幅

图幅就是图纸的基本幅面，它应该符合表 1—1 中所列的尺寸。

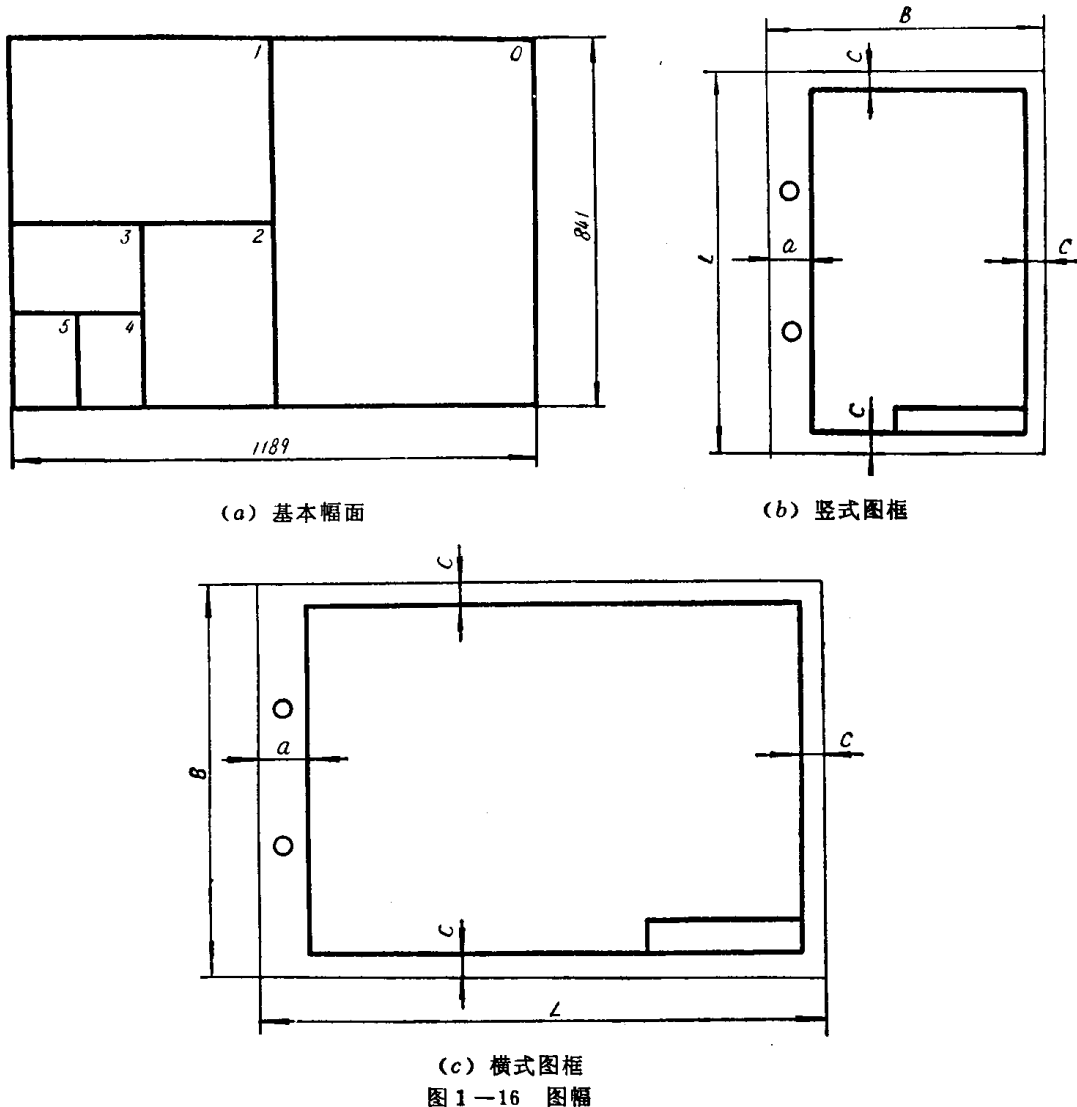
图 纸 幅 面

表 1—1

幅 面 代 号	0	1	2	3	4	5
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297	148 × 210
c	10			5		
a	25					

注：表中尺寸单位为毫米，代号意义见图 1—16。

图纸不论是否装订，均需画出边框，其格式如图 1—16 b、c 所示。



## 二、标题栏和图纸折迭

每张图纸的右下角必须画有标题栏。标题栏的格式没有统一规定。建议采用图 1—17所示的格式。

图纸如需装订保管，建议按 4 号图幅进行折迭，折迭方法如图 1—18所示。这种往返式折迭法，便于展开。

## 三、比例

在大多数情况下，图样不可能画得和实物一样大。如绘制房屋、桥梁等大型建筑物的图样时，需要采用缩小的比例；当绘制较小而复杂的零件图样时，则需要用放大的比例。

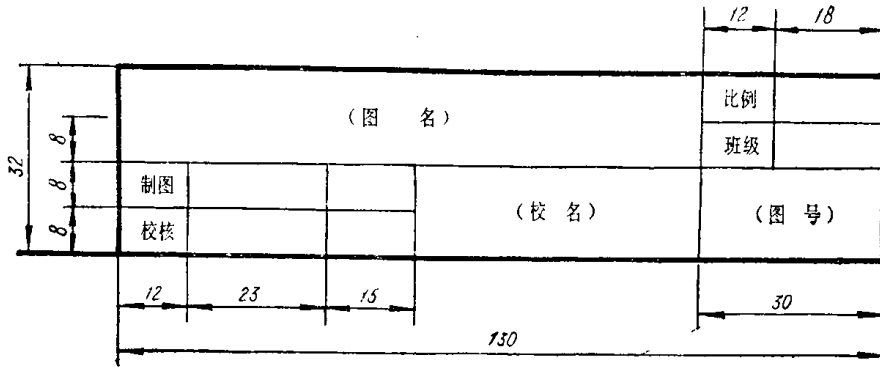


图 1—17 标题栏

绘图时应选用表 1—2 中所列的比例。

图 的 比 例

表 1—2

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

注：n为正整数。

#### 四、字体

为了使图样中的字体整齐、美观、清楚、易认，所有文字、数字等书写时都必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

图上的汉字要用长仿宋体书写，并应采用国家正式公布的简化字。书写汉字的要领是横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

字体的号数即字体的高度(单位为毫米)，分为20、14、10、7、5、3.5和2.5七种。字体的宽度约等于字体高度的2/3。

仿宋体各笔划的书写方法示于表 1—3 中。图 1—19为长仿宋体字样。

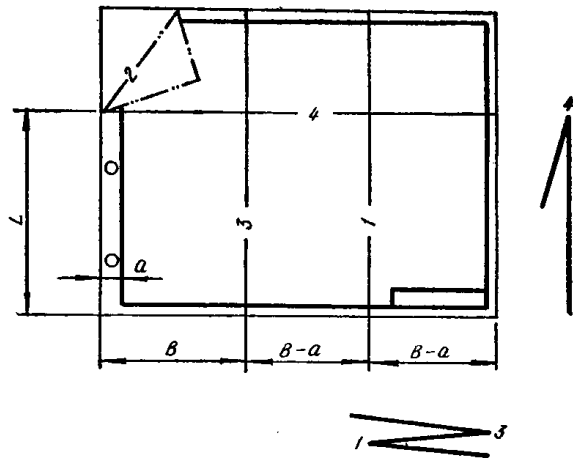


图 1—18 图纸折迭法

图 1—20所示，为斜体的阿拉伯数字和罗马数字的字样。图 1—21则为斜体大、小写汉语拼音字母（其形式与拉丁字母一样）和部分小写希腊字母的字样。

10 号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7 号

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布铤平镀抛光研视图  
向旋转前后表面展开图两端中心孔锥销

图 1—19 长仿宋体字样

仿宋字笔划的写法

表 1—3

类型	横	竖	撇	捺	点		挑
形状	—		丿	㇏	丶	丶	㇇
笔序							

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

I II III IV V VI VII VIII IX X

图 1—20 数字字样

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

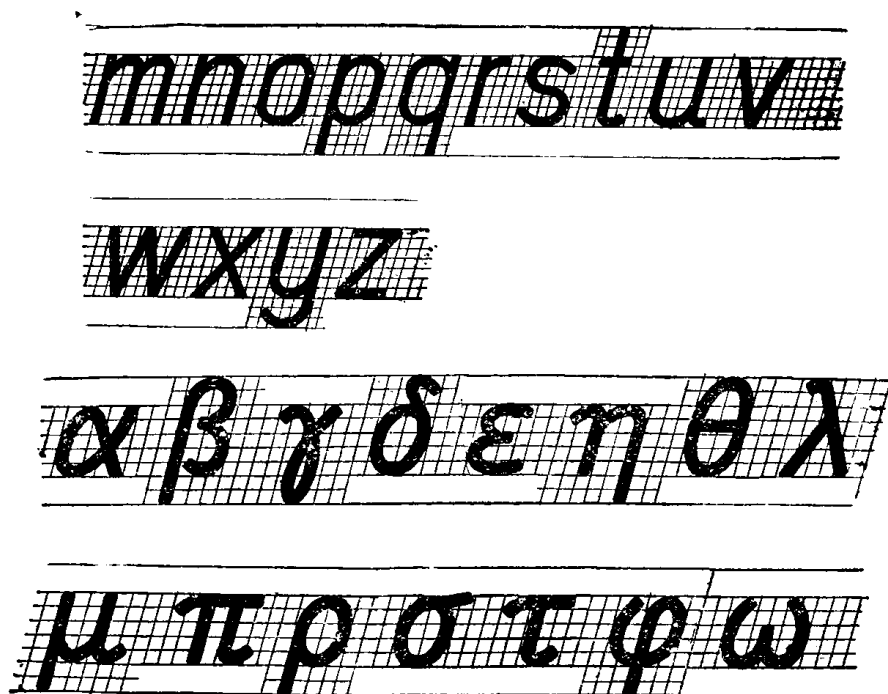








图 1—21 字母字样

### 五、图线

图样中的线条以不同形式、不同粗细来区分。表 1—4 中列出了几种常用图线的型式、粗度及其应用。

图 线

表 1—4

图线名称	线 型	粗 度	应 用
粗实线		$b$	一般的可见轮廓线
虚 线		$b/2$ 左右	不可见的轮廓线
细实线		$b/3$ 或更细	(1) 尺寸线及尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 引出线
点划线		$b/3$ 或更细	(1) 轴线 (2) 中心线
双点划线		$b/3$ 或更细	(1) 假想轮廓线 (2) 表示某一个零件极限位置的轮廓线
波浪线		$b/3$ 或更细	断裂线及机械断裂处的边界线。

注： $b$ 一般采用0.4~1.2毫米。

画虚线和点划线时应注意：

1. 虚线的线段长度及间距大小在同一张图中应保持一致，首末两端应为线段（图 1—22a）。

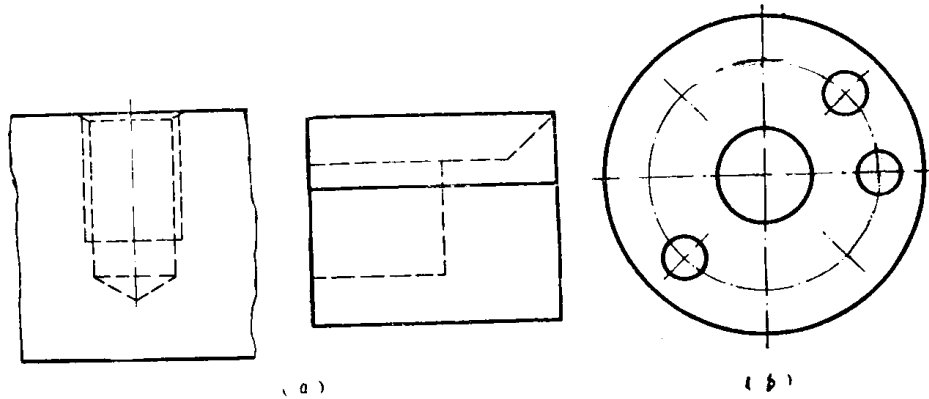


图 1—22 虚线及点划线的画法

2. 点划线与点划线相交或点划线与尺寸线相交时，应交于线段处。点划线作为轴线或中心线时，应适当超出图形的轮廓（图 1—22b）。

## 六、尺寸注法

### 1. 尺寸的基本知识

图形表达了物体的形状，在图上还必须注出物体的尺寸，以表明其大小。图中的尺寸数值表明物体的真实大小，与绘图时所采用的比例、图形大小及绘图的准确度无关。

图样中的尺寸单位随所画的对象不同而异。机械图中的尺寸以毫米为单位；房屋图中标高及总平面图中的尺寸以米为单位，其余也以毫米为单位；其他土木建筑工程图的尺寸单位，一般均需在图中加以说明。

一个完整的尺寸，应具有尺寸界线，尺寸线、箭头、尺寸数字及尺寸单位。当所采用的尺寸单位符合上述规定时，尺寸数字之后不必注明尺寸单位。尺寸的形式如图 1—23 所示。

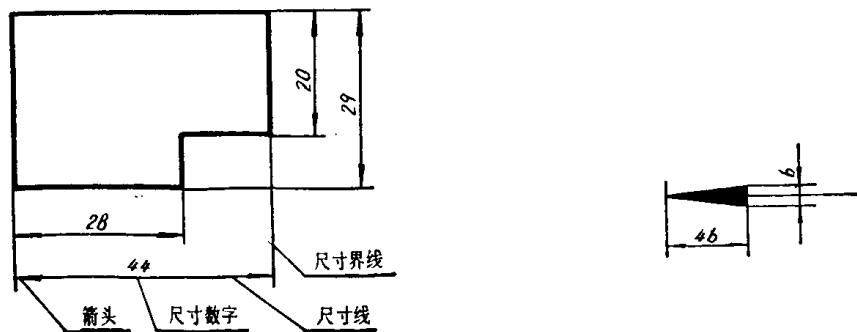


图 1—23 尺寸形式

### 2. 标注尺寸的基本规定

(1) 尺寸界线用细实线绘制，从图形的轮廓线、轴线或中心线处引出，也可利用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。尺寸界线应超出尺寸线约 2~3 毫米。

尺寸界线应与尺寸线垂直，在特殊情况下，才允许画成倾斜的（图 1—24a）。标注角度的尺寸界线应沿径向引出（图 1—24b）。表示弧长和弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线（图 1—23c）。

(2) 尺寸线用细实线画在两尺寸界线之间，两端用箭头指到尺寸界线上，箭头的形式见图 1—23。土木建筑工程图中常在尺寸线和尺寸界线的交点处画一与尺寸线成 45° 角的短粗线代替箭头。



尺寸线应与要标注的长度方向平行。尺寸线不能用轮廓线、轴线、中心线、尺寸界线或它们的延长线来代替。

标注角度及弧长时，尺寸线用圆弧画出（图 1—24c）。

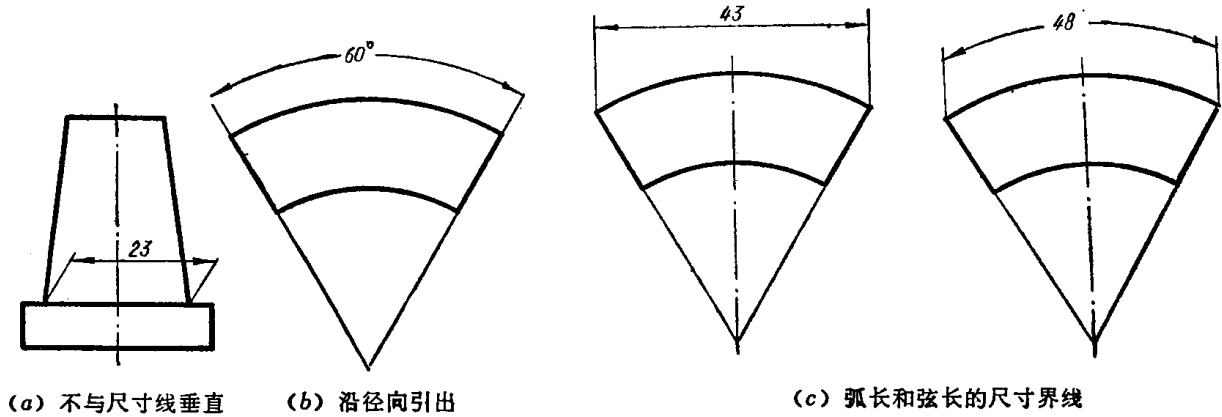


图 1—24 特殊情况下的尺寸界线

标注圆的直径和圆弧半径时，尺寸线按图 1—25 绘制。

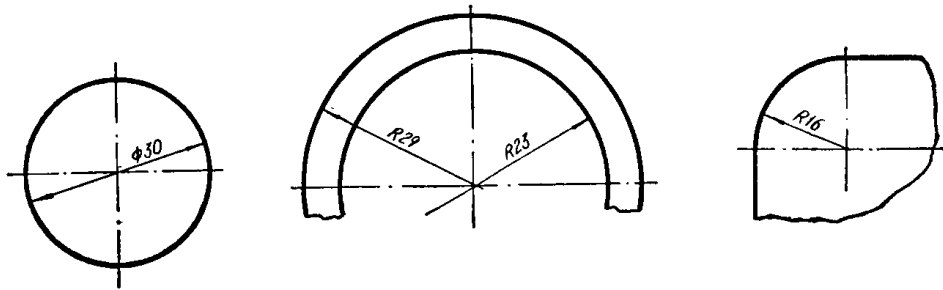


图 1—25 圆和圆弧的尺寸线

对于较小的尺寸，在没有足够的位置画箭头或写数字时，允许将箭头画在尺寸界线的外侧或用圆点代替，如图 1—26 所示。

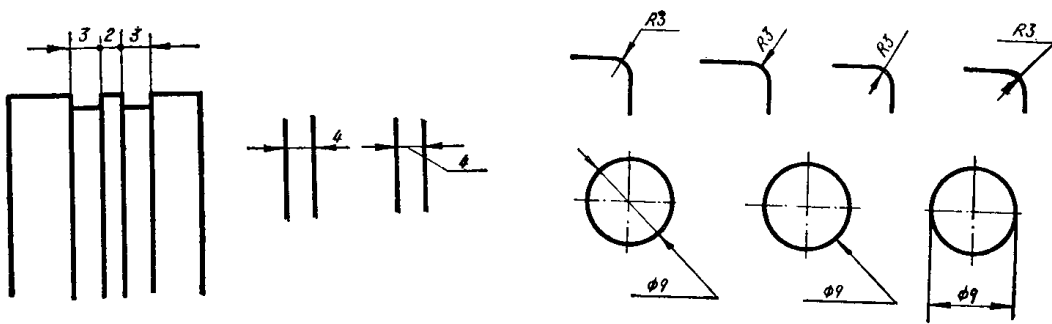


图 1—26 小尺寸的尺寸线

(3) 尺寸数字一般写在尺寸线的上方或中间断开处，但同一张图上只能采用一种形式。在各种角度位置上尺寸数字的书写方向如图 1—27a 所示。图中画有网格的  $30^\circ$  角范围内，应尽量避免标注尺寸，倘若无法避免时，可按图 1—27b 的形式标注。

角度的尺寸数字一般应水平书写在尺寸线的中间断开处（图 1—27c）。必要时也可以在尺寸线的外面或引出线上书写。