

# 模块 2

## 制图工具及用品



### 知识目标

- (1) 熟悉常用的绘图工具及其使用方法。
- (2) 正确地使用和维护保养绘图工具。



### 能力目标

通过本模块的学习,学生应能正确地使用制图工具和用品。

道路桥梁工程图的绘图工具和用品有图板、丁字尺、三角板、铅笔、比例尺、圆规、分规、绘图墨水笔、图纸及其他用品等,如图 2-1 所示。了解它们的性能,会正确使用,并注意维护保养,是提高绘图质量、加快绘图速度的保证。

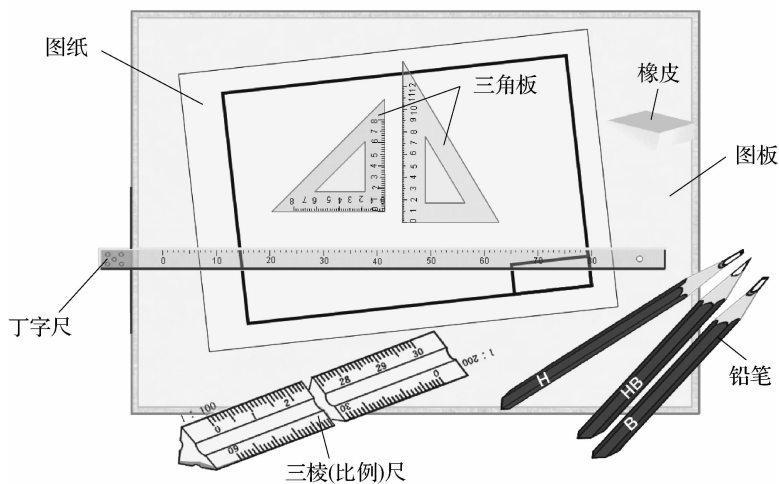


图 2-1 常用制图工具

绘图可分计算机绘图和手工绘图两种。计算机绘图是由硬件和软件组成的计算机辅助设计系统完成的。常用的硬件有计算机、显示器、键盘、鼠标、绘图仪或打印机等。本模块主要介绍常用的手工绘图工具及仪器等的使用知识。

正确地使用和维护绘图工具是提高绘图质量的前提。为了提高绘图速度,保证绘图质量,必须掌握绘图工具的正确使用方法,现介绍几种常用的绘图工具及仪器的使用方法。

## 2.1 铅笔、图板、丁字尺和三角板

### 2.1.1 铅笔

绘图铅笔用标号表示铅芯的软硬程度。标号中 H 表示硬, B 表示软。H 或 B 前面的数字越大,表示越硬或越软。HB 表示不硬不软。

绘图时常用 H 或 2H 的铅笔打底稿,用 HB 的铅笔写字和徒手画图,用 B 或 2B 铅笔加深描粗图线。

削铅笔时,应保留有标号一端,以便识别。如图 2-2 所示,铅笔可削成锥状,用于画底稿、加深细线及写字;也可削成四棱状,用于加深粗线。

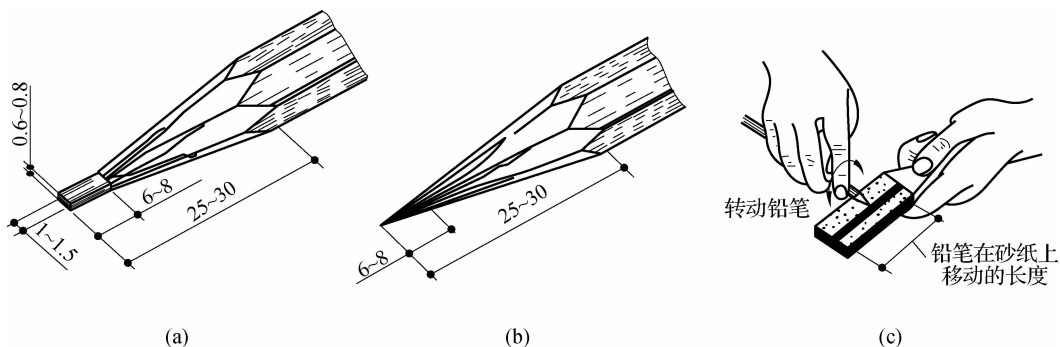


图 2-2 削铅笔的方法

(a)磨成矩形 (b)磨成锥形 (c)铅笔的磨法

### 2.1.2 图板

图板是固定图纸用的,如图 2-3 所示。图板要求板面平整、板边平直,尤其左边的工作边一定要垂直。用透明胶带将图纸的四角粘贴在图板上,图纸正面向上,图纸平整,紧贴图板。不能用图钉、小刀等损伤板面,更不能受潮、暴晒或烘烤,以防板面翘曲或开裂。

图板的大小有 0 号、1 号、2 号等各种不同规格,可根据所画图幅的大小而选定。



图 2-3 图板



### 2.1.3 丁字尺

丁字尺一般用有机玻璃等制成。尺头与尺身相互垂直构成丁字形,如图 2-4 所示。尺头与尺身牢固连接。尺头的内边缘为丁字尺导边,尺身上边缘为工作边,都要求平直光滑。丁字尺用完后应挂起来,防止尺身变形。

丁字尺可用来画水平方向平行线。使用丁字尺时,须用左手握住尺头,使它始终紧靠图板的左边,上下推动到要画水平线的位置后,将左手移到画线部位,压住尺身,再从左向右画水平线。画一组水平线时,应从上到下逐条画出。

切勿把丁字尺头靠图板的右边、下边或上边画线,也不得用丁字尺的下边缘画线。

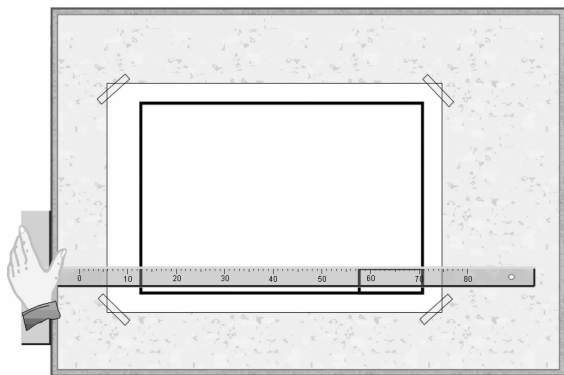


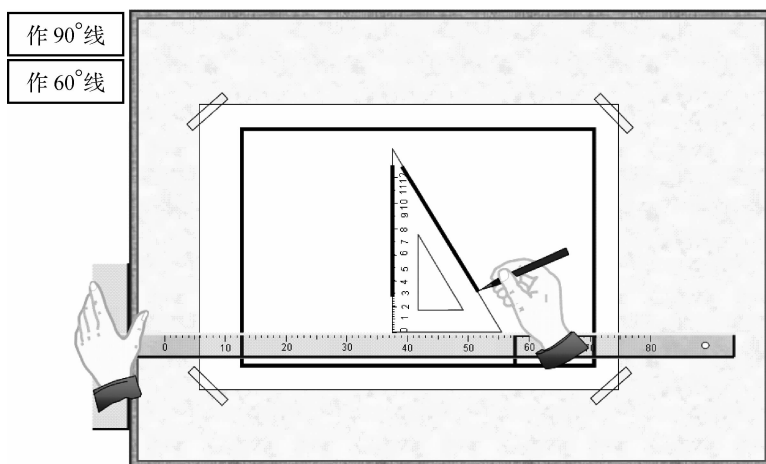
图 2-4 丁字尺



### 2.1.4 三角板

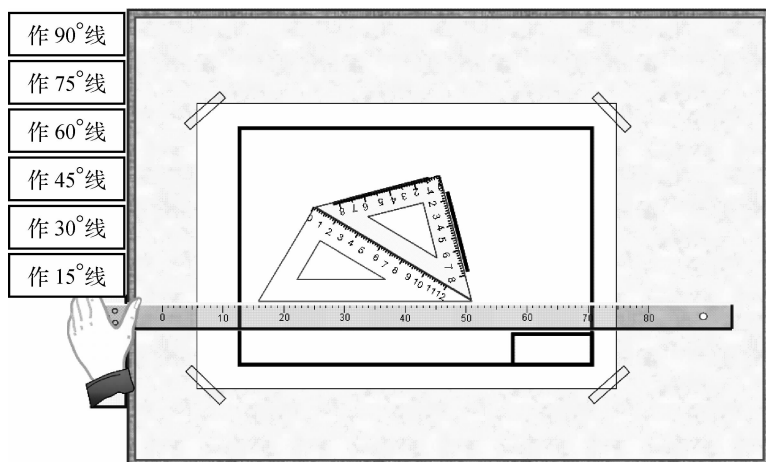
一副三角板有  $45^\circ$  和  $30^\circ$ 、 $60^\circ$  的各一块。其一般用有机玻璃制成,要求板平边直,角度准确。三角板的规格以  $45^\circ$  三角板斜边或  $30^\circ$ 、 $60^\circ$  三角板长垂边的长度定。

用两块三角板与丁字尺配合可画铅垂线、与水平线成  $15^\circ$  及其倍数的斜线,如图 2-5、图 2-6 所示。



作  $90^\circ$  线  
作  $60^\circ$  线

图 2-5 画铅垂线



作  $90^\circ$  线  
作  $75^\circ$  线  
作  $60^\circ$  线  
作  $45^\circ$  线  
作  $30^\circ$  线  
作  $15^\circ$  线

图 2-6 画与水平线成  $15^\circ$  及其倍数的斜线

## 2.2 分规与圆规

### 2.2.1 分规

分规是截量长度和等分线段的工具,使用方法如图 2-7 所示。使用分规时应保持清洁,防止碰坏,并使两针尖接触对齐。

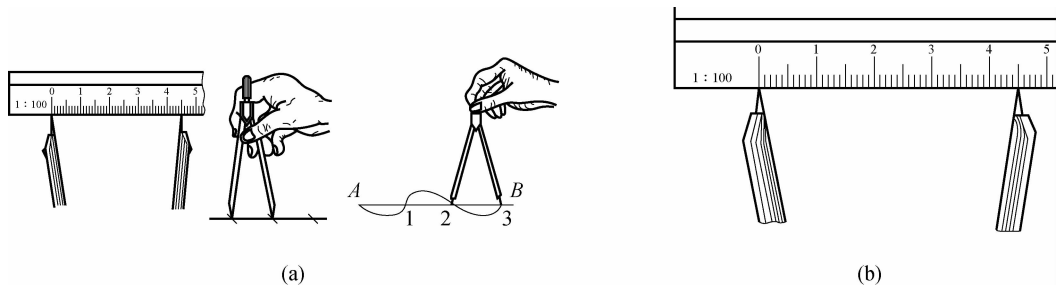


图 2-7 分规的使用  
(a)量取线段 (b)等分线段

### 2.2.2 圆规

圆规是用来画圆或圆弧的仪器。其附件有钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插脚等,如图 2-8 所示。

画圆时,圆规的钢针应使用有肩台一端,针尖插入图板后,肩台与铅芯或鸭嘴笔尖平齐,如图 2-9 所示。圆规应略向画线前进方向倾斜,画线速度必须均匀。画大圆时在圆规插脚上接延伸插脚,圆规两脚皆应垂直纸面,如图 2-10 所示。

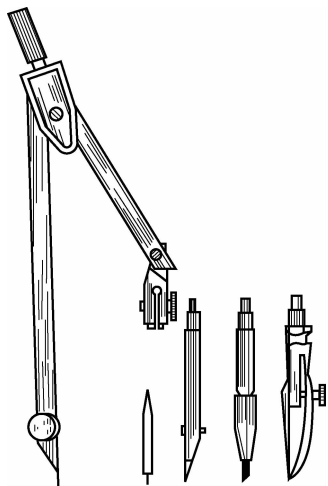


图 2-8 圆规及其附件

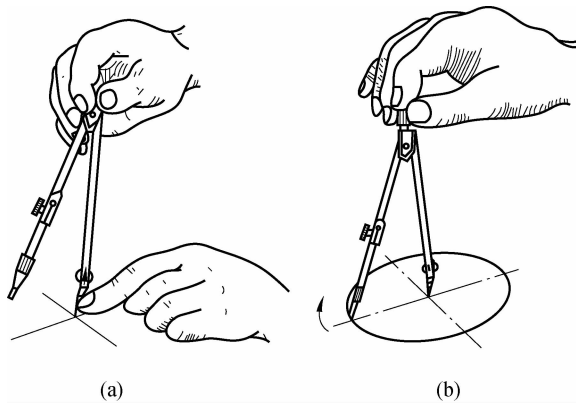


图 2-9 圆规用法

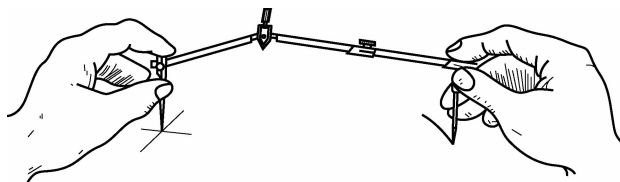


图 2-10 圆规画大圆用法

圆规上铅芯型号应比画同类直线所用铅芯软一号。打底稿时铅芯应磨成  $65^\circ$  斜面,加深时可将铅芯磨成与线宽一致的扁状。

## 2.3 曲线板和擦图片

### 2.3.1 曲线板

曲线板用来画非圆曲线。描绘曲线时,先徒手将已求出的各点顺序轻轻地连成曲线,再根据曲线曲率大小和弯曲方向,从曲线板上选取与所绘曲线相吻合的一段与其贴合,每次至少对准四个点,并且只描中间一段,前面一段为上次所画,后面一段留待下次连接,以保证连接光滑流畅,如图 2-11 所示。

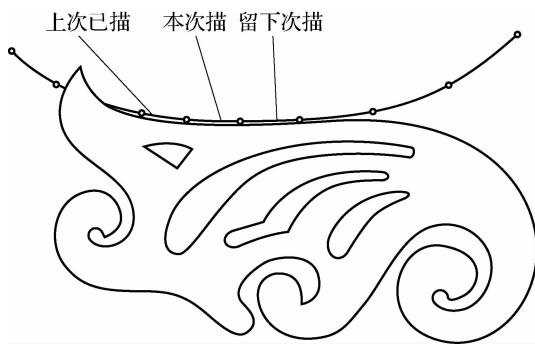


图 2-11 曲线板的用法

### 2.3.2 擦图片

如图 2-12 所示,擦图片是用透明胶片或金属片制成的,是用来擦去画错图线的工具。使用时选择适当形状的挖孔框住图上需擦去的线条,左手压紧擦图片,再用橡皮擦去框住的线条,这样擦图的准确性很高,可避免误擦有用的图线。

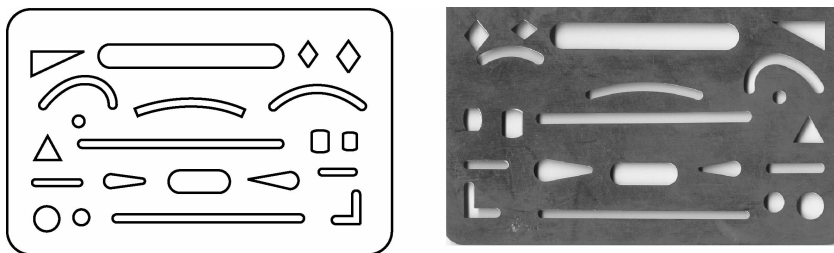


图 2-12 擦图片



## 2.4 建筑模板和绘图用品



### 2.4.1 建筑模板

建筑模板是用塑料片制成的,如图 2-13 所示。在建筑模板上预先加工了不同直径的圆、用于画标高符号的 45°等腰孔等规定的形状,使用建筑模板能比较方便地画出规定的圆、标高符号等图形形状。

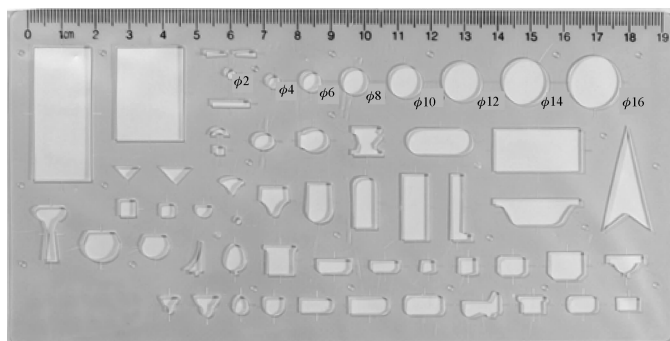


图 2-13 建筑模板



### 2.4.2 绘图用品

常用的绘图用品有绘图纸、绘图铅笔、橡皮、小刀、砂纸、胶带纸等。

绘图纸要求纸面洁白、质地坚实,橡皮擦拭不易起毛,画墨线时不洇透。绘图时应鉴别正反面,使用正面。描图纸用于描绘复制蓝图的墨线图,要求洁白、透明度好。描图纸薄而脆,使用时应避免折皱和受潮。为方便作图,应将图纸贴在靠图板左下角一些,并用丁字尺校正底边。

固定图纸用的透明胶带、扫橡皮末用的毛刷、磨铅芯用的砂纸、为提高绘图质量和速度用的模板等,都是绘图必不可少的工具,如图 2-14 所示。

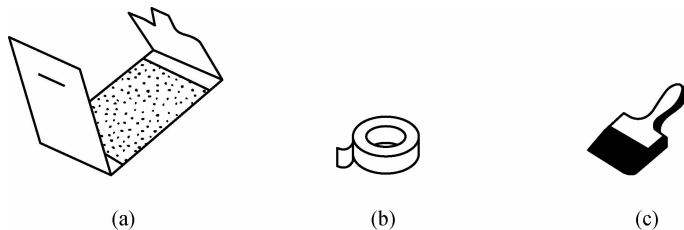


图 2-14 绘图用品

(a)砂纸 (b)胶带纸 (c)毛刷

## 技能实训

本次实训的目的是:通过动手绘图,掌握绘图的工具及一般步骤,进而熟悉几何作图的步骤。通过本次实训,可以巩固和提升学生的作图能力,为专业绘图打好基础。

主要步骤及方法如下:

### 1. 固定图纸

将平整的图纸放在图板偏左、偏下的部位,将丁字尺压住图纸往上推,稍微调整图纸使纸的上边沿大致与尺身工作边平行,然后用透明胶带将图纸四周固定在图板上。在这个过程中,图纸要平整,胶带纸要贴牢,如图 2-15 所示。



图 2-15 图纸的固定方法

### 2. 绘图底稿

给出一幅比较正式的工程图纸,让学生临摹。绘图的时候,要先作底稿。作底稿时先要用较硬的铅笔绘制,绘制的线条细而淡,并且能够分清线型。绘制底稿分如下两个步骤:

(1)绘制图框和标题栏,按照图幅的大小及相应的标题栏大小绘制,并且根据选用的比例合适地安排各图样在图框内的合适位置。

(2)开始画图样,绘制图样时应先画主轴线或者中心线,再画主要轮廓和细部结构,如图 2-16 所示。

### 3. 铅笔加深底稿

检查底稿无误后,进行图样的加深,一般是用铅笔加深(少数用墨线描黑),加深顺序一般为由上而下,由左至右依次画出同一线宽的各线型图线,除了图形本身的图线外,还包括尺寸线、剖面线等图线的加深。

### 4. 画各种符号及标注各种信息

徒手画出各种材料符号,标注尺寸数字、图样名称、比例及相关的文字说明,填写标题栏,并且对整个图纸进行检查,清理画面。



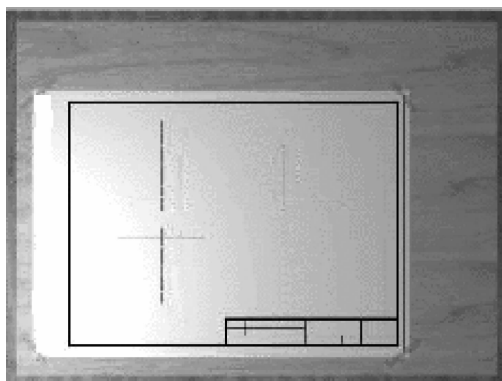


图 2-16 绘制图框标题栏

# 模块 3

## 几何作图



### 知识目标

- (1) 了解几何作图的概念。
- (2) 掌握直线的平行线、垂直线、等分线段、圆弧连接的作法。
- (3) 掌握绘图的一般方法和步骤。



### 能力目标

- (1) 学会正确使用三角板、圆规、分规、曲线板等绘图工具和仪器。
- (2) 掌握常规的几何作图方法和技巧。
- (3) 能准确地绘制各种平面图形。

土木工程建筑物的形状虽然多种多样,但其投影轮廓却是由一些直线、圆弧或其他曲线组成的几何图形。因此,我们应当掌握常用几何图形的作图原理、作图方法及图形与尺寸间相互依存的关系。

几何作图是指用作图工具(三角板、圆规等工具)绘出特定图形的作图方法。为了能够迅速、准确地绘出较为复杂的平面图形,除了要正确使用绘图工具外,还要熟练掌握各种图形的作图方法,本模块将介绍几种常用的几何作图方法。

## 3.1 绘制平行线和垂直线

直线是工程上最常用的几何要素,工程形体的轮廓线中直线是必不可少的组成要素,而我们所学的道路桥梁等几何结构物更是以直线为基本的组成单位。在直线中,直线的平行线和垂直线又是直线中用得最多的直线相互位置关系,下面来看看这种最常见的直线是如



何用几何作图的方法绘出的。



### 3.1.1 绘制直线的平行线

过已知点  $A$  作已知直线  $BC$  的平行线,作图步骤如图 3-1 所示。

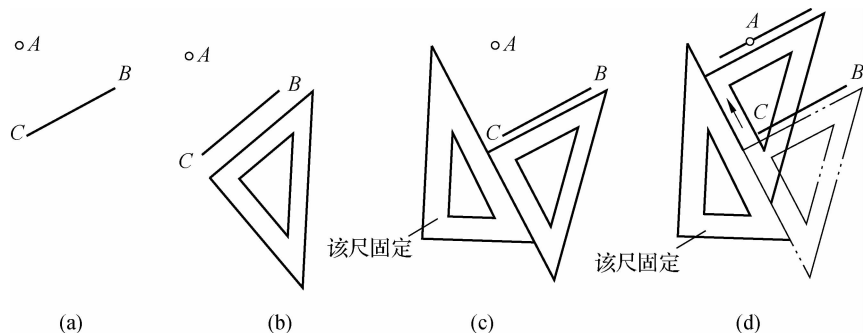


图 3-1 过已知点作已知直线的平行线



### 3.1.2 绘制直线的垂直平分线

已知直线  $AB$ ,求作直线的垂直平分线,作图步骤如图 3-2 所示。

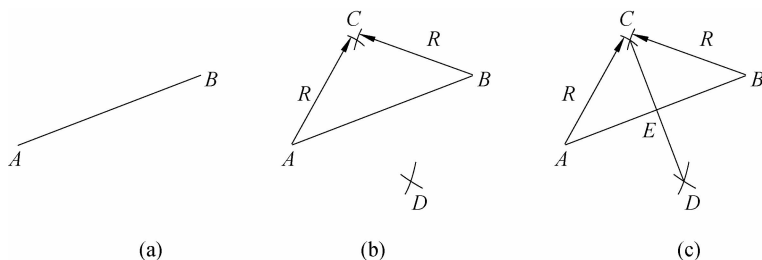


图 3-2 作已知直线的垂直平分线

## 3.2 等分线段绘图法



### 3.2.1 平行线法

已知线段  $AB$ (见图 3-3),作它的五等分。

(1)过端点  $A$  作任意直线  $AC$ 。

(2)用分规在  $AC$  上量取 1、2、3、4、5 各等分点。

(3)连接  $5B$ ,分别过 1、2、3、4 等分点作  $5B$  的平行线,与  $AB$  相交得  $1'$ 、 $2'$ 、 $3'$ 、 $4'$  点,即所求的等分点。

### 3.2.2 试分法

已知线段  $AB$  (见图 3-4), 作它的三等分。

- (1) 过已知线段的一端点  $A$  任作一直线  $AC$ 。
- (2) 分规以任意长度自  $A$  点在  $AC$  上截取三等分, 得 1、2、3 点。
- (3) 连接  $3B$ , 并过 1、2 点作  $3B$  的平行线交  $AB$  于 1'、2', 即得线段  $AB$  上的三等分点。

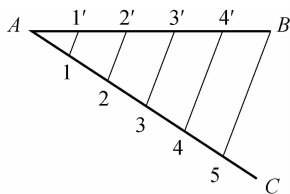


图 3-3 平行线法

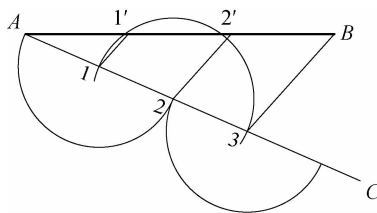


图 3-4 试分法

## 3.3 等分圆周绘图法

### 3.3.1 圆周的三、六、十二等分

可用丁字尺、 $30^\circ$  ( $60^\circ$ ) 三角板或圆规来作图。

- (1) 圆周的三等分作图步骤如图 3-5 所示。

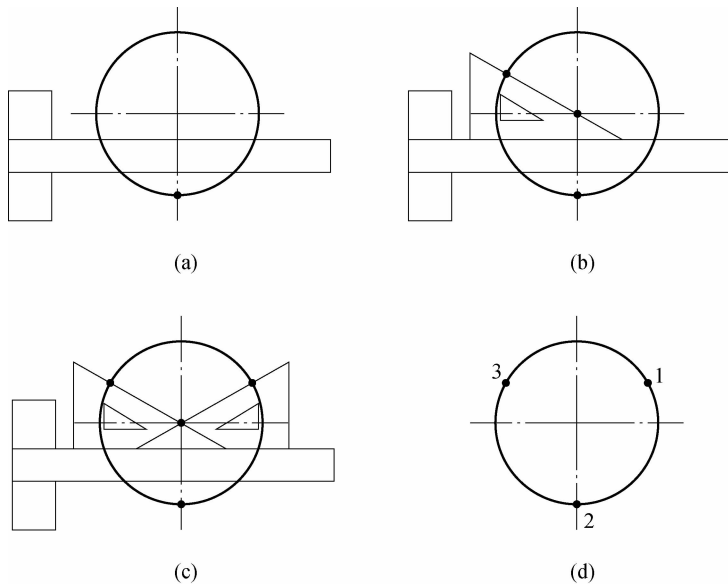


图 3-5 圆周三等分作图步骤



(2) 圆周六等分作图步骤如图 3-6 所示。

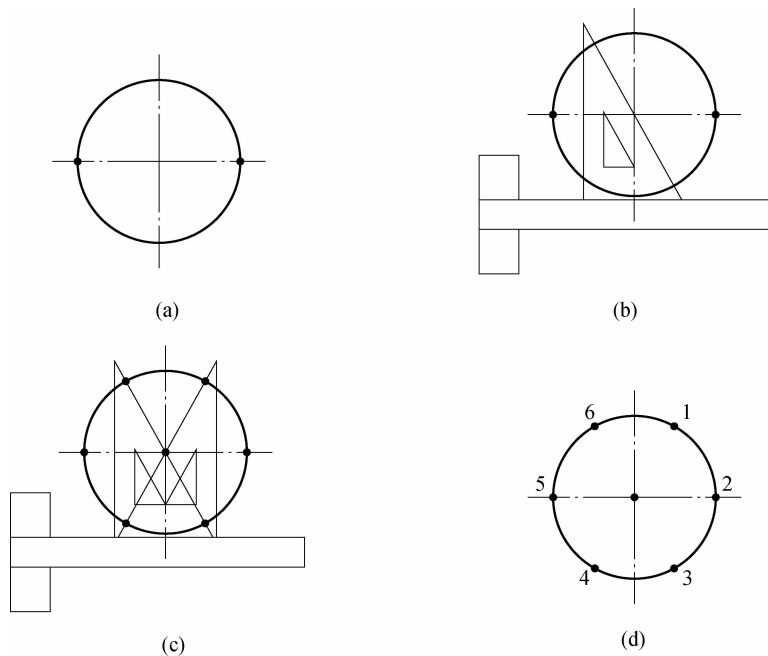


图 3-6 圆周六等分作图步骤

(3) 圆周的十二等分作图步骤如图 3-7 所示。

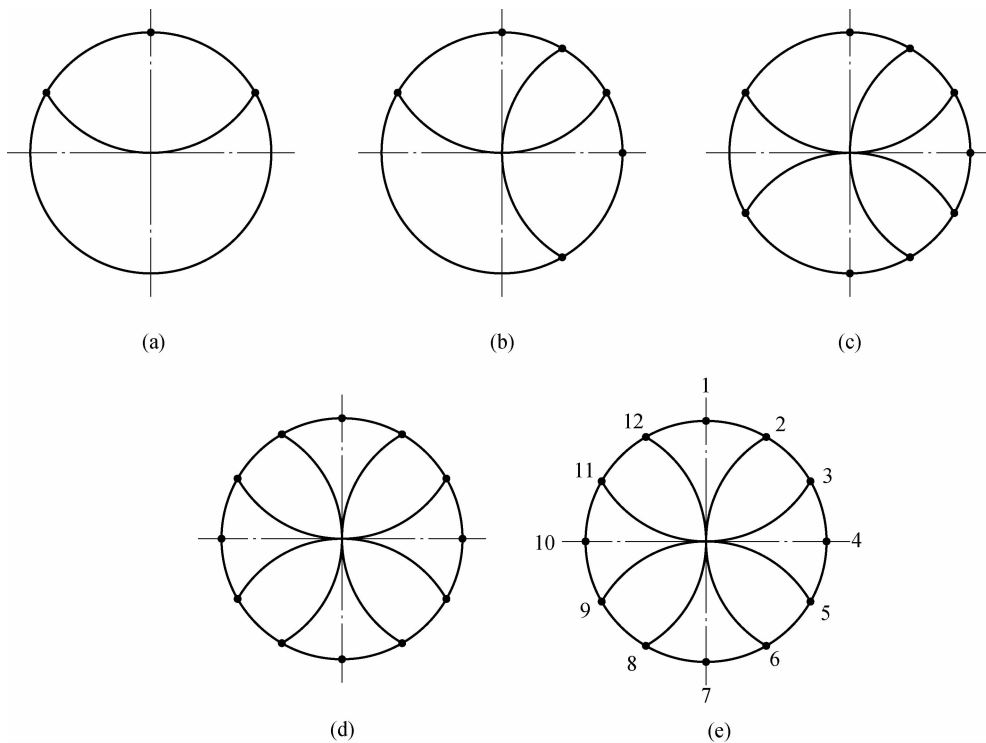


图 3-7 圆周十二等分作图步骤

### 3.3.2 圆的五等分

圆的五等分作图步骤如图 3-8 所示。

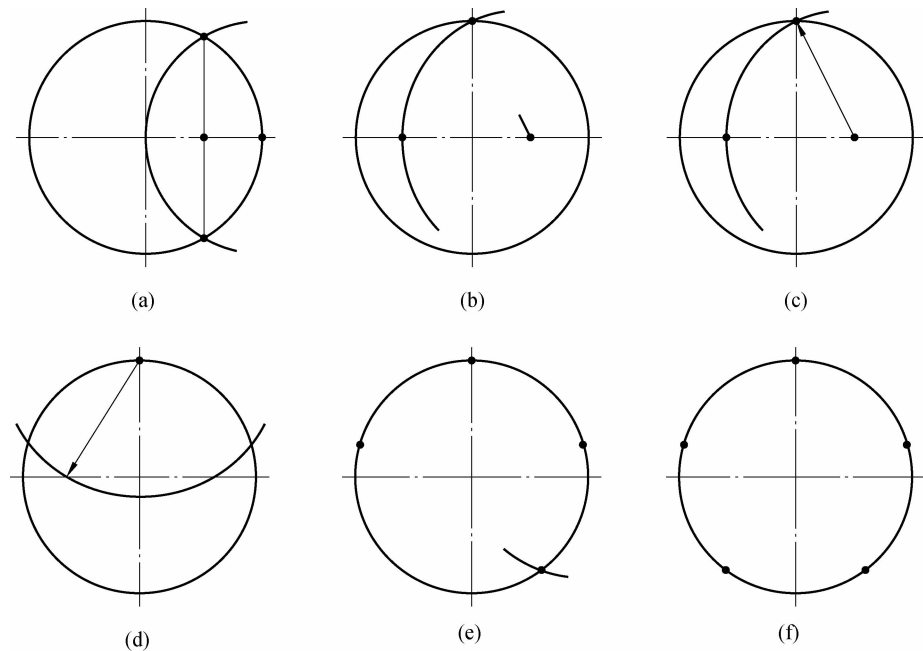


图 3-8 圆的五等分作图步骤

## 3.4 圆弧连接绘图法

用已知半径的圆弧光滑连接(相切)两已知线段(直线或圆弧),称为圆弧连接。该已知半径的圆弧称为连接弧。圆弧连接作图的要点就是根据已知条件准确地定出连接弧的圆心与切点。道路工程图中经常用到圆弧与直线连接或圆弧与圆弧连接,如道路的平面曲线、涵洞的洞口、隧道的洞门等。图 1-20 所示的公路的立交平面图就是用圆弧与直线连接而成的。圆弧连接的形式很多,其关键是根据已知条件,准确地求出连接弧的圆心和切点(连接点)。

### 3.4.1 圆弧连接的作图原理

下面介绍已知半径的圆弧与一条已知线段相切时,该圆弧圆心的轨迹和切点的求法。

(1) 当一个半径为  $R$  的连接圆弧与已知直线连接(相切)时,则连接圆弧圆心  $O$  的轨迹是与定直线相距为  $R$  且平行于定直线的直线,切点即连接弧圆心向已知直线所作垂线的垂足  $T$ ,如图 3-9(a)所示。

(2) 当一个半径为  $R$  的连接圆弧与已知圆弧(半径为  $R_1$ )外切时,则连接圆弧圆心的轨



迹是已知圆弧的同心圆弧,其半径为  $R_1 + R$ ;切点即两圆心的连线与已知圆的交点  $T$ ,如图 3-9(b)所示。

(3) 当一个半径为  $R$  的连接圆弧与一已知圆弧(半径为  $R_1$ )内切时,则连接圆心的轨迹是已知圆弧的同心圆弧,其半径为  $R_2 - R$ ;切点即两圆心连线的延长线与已知圆的交点  $T$ ,如图 3-9(c)所示。

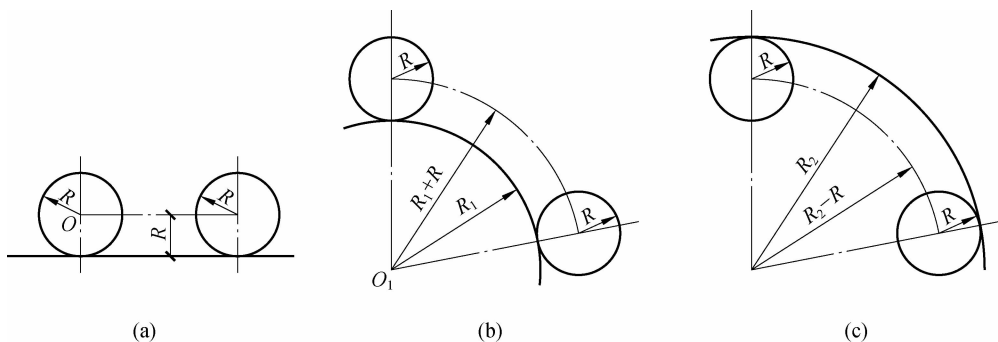


图 3-9 圆弧连接的作图原理  
(a)与定直线相切 (b)与定圆外切 (c)与定圆内切



### 3.4.2 圆弧连接

#### 1. 圆弧连接两直线

(1) 用圆弧连接成锐角或钝角的两条直线。其作图步骤如下:

- ① 作与已知两边分别相距为  $R$  的平行线,交点即连接弧圆心。
- ② 过  $O$  点分别向已知角两边作垂线,垂足  $T_1$ 、 $T_2$  即切点。
- ③ 以  $O$  为圆心,  $R$  为半径在两切点  $T_1$ 、 $T_2$  之间画连接圆弧,即得所求,如图 3-10 所示。

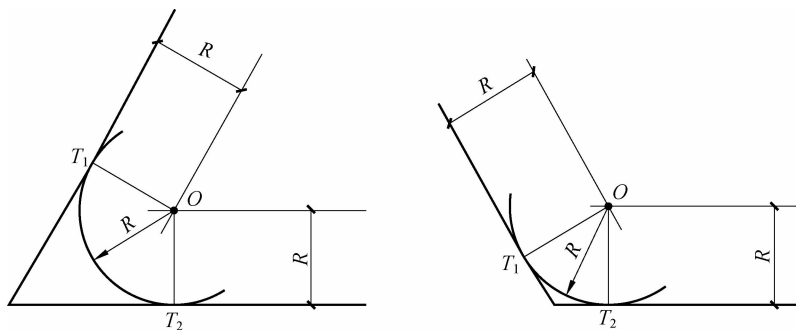


图 3-10 圆弧连接成锐角和钝角的两条直线

(2) 用圆弧连接成锐直角的两条直线。作图步骤如下:

- ① 以直角顶点为圆心,  $R$  为半径作圆弧交直角两边于  $T_1$  和  $T_2$ 。
- ② 以  $T_1$  和  $T_2$  为圆心,  $R$  为半径作圆弧相交得连接弧圆心  $O$ 。
- ③ 以  $O$  为圆心,  $R$  为半径在切点  $T_1$  和  $T_2$  之间作连接弧,即得所求,如图 3-11 所示。

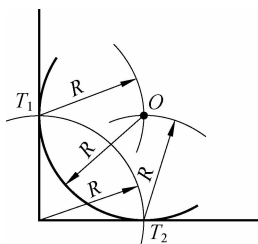


图 3-11 圆弧连接成锐直角的两条直线

## 2. 圆弧与圆弧连接

用圆弧连接两已知圆弧有三种情况：圆弧与圆弧外连接、圆弧与圆弧内连接、圆弧与圆弧内外连接。

(1) 圆弧与圆弧外连接。其作图步骤如下：

- ① 分别以  $O_1$ 、 $O_2$  为圆心， $R+R_1$ 、 $R+R_2$  为半径画弧，交得连接弧圆心  $O$ 。
- ② 分别连  $OO_1$ 、 $OO_2$ ，交得切点  $T_1$ 、 $T_2$ 。
- ③ 以  $O$  为圆心， $R$  为半径画弧，即得所求，如图 3-12 所示。

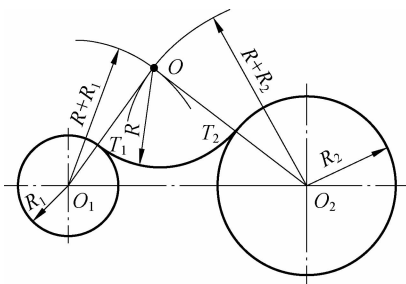


图 3-12 外连接

(2) 圆弧与圆弧内连接。其作图步骤如下：

- ① 分别以  $O_1$ 、 $O_2$  为圆心， $R-R_1$ 、 $R-R_2$  为半径画弧，交得连接弧圆心  $O$ 。
- ② 分别连  $OO_1$ 、 $OO_2$  并延长交得切点  $T_1$ 、 $T_2$ 。
- ③ 以  $O$  为圆心， $R$  为半径画弧，即得所求，如图 3-13 所示。

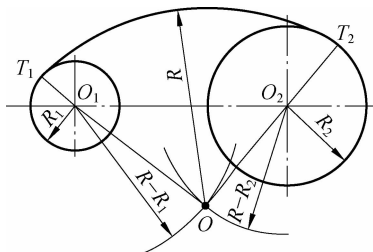


图 3-13 内连接

(3) 圆弧与圆弧内外连接。其作图步骤如下：

- ① 分别以  $O_1$ 、 $O_2$  为圆心， $R+R_1$ 、 $R-R_2$  为半径画弧，交得连接弧圆心  $O$ 。
- ② 连  $OO_1$  交得切点  $T_1$ ，连  $OO_2$  延长交得切点  $T_2$ 。





③以  $O$  为圆心,  $R$  为半径画弧, 即得所求, 如图 3-14 所示。

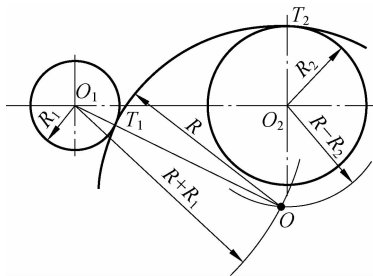


图 3-14 内外连接

### 3.5 平面图形的分析及画法

平面图形的分析包括尺寸分析和线段分析。分析图形的主要目的是从尺寸中弄清楚图形中线段之间的关系, 从而确定正确的作图步骤。



#### 3.5.1 平面图形的尺寸分析和线段分析

##### 1. 平面图形的尺寸分析

平面图形的尺寸按作用分为定形尺寸和定位尺寸两类。

(1) 定形尺寸。确定图中线段长短、圆弧半径大小、角度的大小等的尺寸称为定形尺寸, 如图 3-15(a) 所示的  $R78$ 、图形底部的  $R13$  是确定圆弧大小的尺寸, 60 和 64 是确定扶手上下方向和左右方向的大小尺寸, 这些尺寸都属于定形尺寸。

(2) 定位尺寸。确定图中各部分(线段或图形)之间相互位置的尺寸称为定位尺寸。平面图形的定位尺寸有左右和上下两个方向。在每一个方向都需要有一个标注尺寸的起点。标注定位尺寸的起点称为尺寸基准。在平面图形中, 通常以图形的主轴线、对称线、中心线及较长的直轮廓边线作为定位尺寸的基准。图 3-15(a) 中是把对称线作为左右方向的尺寸基准, 扶手的底边作为上下方向的尺寸基准。有时同一方向的基准不止一个, 还可能同一尺寸既是定形尺寸, 又是定位尺寸, 如图 3-15(a) 中的尺寸 80 是扶手的定形尺寸, 又是左右侧两外凸圆弧的定位尺寸。

##### 2. 平面图形的线段分析

按图上所给尺寸齐全与否, 图中线段可分为已知线段、中间线段和连接线段三类。

(1) 已知线段。具备齐全的定形尺寸和定位尺寸, 不需依靠其他线段而能直接画出的线段称为已知线段。对圆弧而言, 就是它既有定形尺寸(半径或直径), 又有圆心的两个定位尺寸, 如图 3-15(a) 所示扶手的大圆弧  $R78$  和扶手下端的左右两圆弧  $R13$  的半径均为已知, 同时它们的圆心位置又能被确定, 所以该两圆弧都是已知线段。对直线而言, 就是要知道直线的两个端点, 如图 3-15(a) 所示图形的底边(尺寸 64、5)是已知线段。

(2) 中间线段。定形尺寸已确定, 而圆心的两个定位尺寸中缺少一个, 需要依靠与其一

端相切的已知线段才能确定它的圆心位置的线段称为中间线段。例如,图 3-15(a)所示的半径为 13 左右外凸的圆弧具有定形尺寸  $R13$ ,但只知道左右方向的一个定位尺寸 80(因 80 两端的尺寸界线与  $R13$  的圆弧相切,所以由  $80/2-13$  后作出与  $R13$  圆弧的切线平行的直线后就等于知道了圆心左右方向的一个尺寸),要确定圆心的位置还要依靠与  $R13$  圆弧相切的已知线段( $R78$ )才能完全确定圆心的位置,所以该  $R13$  的圆弧是中间线段。

(3)连接线段。定形尺寸已定,而圆心的两个定位尺寸都没有确定,需要依靠其两端相切或一端相切另一端相接的线段才能确定圆心位置的线段称为连接线段,如图 3-15(a)所示的与两个  $R13$  相切的  $R13$  的圆弧。

### 3. 作图步骤

画圆弧连接的图形时,必须先分析出其已知线段、中间线段和连接线段,然后依次作出这些线段,顺次连接起来。如图 3-15(a)所示,对扶手断面图已经做过图形的线段分析,下面将其作图步骤说明如下:

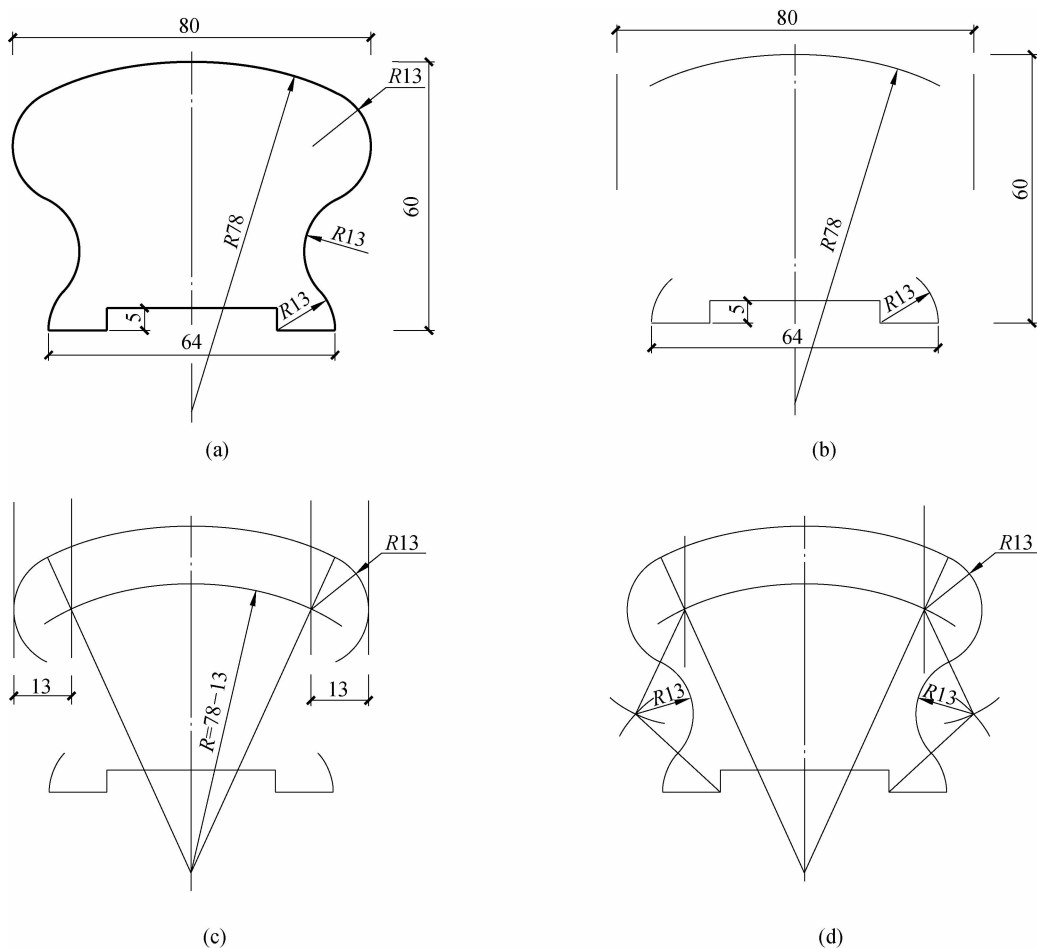


图 3-15 平面图形的线段分析及连接作图

(a)扶手断面 (b)画基准线和已知线段 (c)画中间线段 (d)画连接线段



(1)画基准线和已知线段。作左右方向的基准即图形的对称线,作上下方向的基准,即尺寸为 64 的底边。画已知线段,如  $R78$ 、 $R13$ 、5、60、80 等,如图 3-15(b)所示。

(2)画中间线段。根据定位尺寸 80 和外凸圆弧的半径 13,作出与该圆弧切线间距为 13 的平行线,再作半径为  $78-13=65$ 、与  $R78$  同心的圆弧,此圆弧与该平行线的交点即中间圆弧的圆心,如图 3-15(c)所示。

(3)画连接线段。以中间圆弧的圆心为心,以该圆弧的半径加连接圆弧的半径为半径作弧,以扶手下方  $R13$  的圆弧心为圆心,以  $R13+R13$  为半径作圆弧,两圆弧的交点即连接圆弧的圆心。作各有关的圆心连线找出切点后,光滑地连接各圆弧完成全图,如图 3-15(d)所示。

(4)描深粗实线,标注尺寸,完成全图,如图 3-15(a)所示。



### 3.5.2 绘图的一般方法和步骤

为了提高绘图的质量与速度,除了掌握常规绘图工具和仪器的使用外,还必须掌握各种绘图方法和步骤。为了满足对图样的不同需求,常用的绘图方法有尺规绘图、徒手绘图和计算机绘图,这里仅介绍尺规绘图和徒手绘图。

#### 1. 尺规绘图

使用绘图工具和仪器画出的图称为工作图。工作图对图线、图面质量等方面要求较高,所以画图前应做好准备工作,然后再动手画图。画图又分为画底稿和加深图线(或上墨)两个步骤。

用尺规绘制图样时,一般可按下列步骤进行:

##### (1)准备工作。

①准备绘图工具和仪器。将铅笔和圆规的铅芯按照绘制不同线型的要求削、磨好;调整好圆规两脚的长短;图板、丁字尺和三角板等用干净的布或软纸擦拭干净;工作地点选择在使光线从图板的左前方射入的地方,并且将需要的工具放在方便之处,以便顺利地进行制图工作。

②选择图纸幅面。根据所绘图形的大小、比例及所确定图形的多少、分布情况选取合适的图纸幅面。需要注意的是,选取时必须遵守图 1-1、图 1-2 的规定。

③固定图纸。丁字尺尺头紧靠图板左边,图纸按尺身摆正后用胶纸条固定在图板上。注意使图纸下边与图板下边之间保留 1~2 个丁字尺尺身宽度的距离,以便放置丁字尺和绘制图框与标题栏。绘制较小幅面图样时,图纸尽量靠左固定,以充分利用丁字尺根部,保证作图的准确度。

(2)画底稿。画底稿时,所有图线均应使用细线,即用较硬的 H 或 2H 铅笔轻轻地画出。画线要尽量细和轻淡,以便于擦除和修改,但要清晰。对于需上墨的底稿,在线条的交接处可画出头,以便辨别上墨的起止位置。

①画图框及标题框。按图 1-1、图 1-2 的要求用细线画出图框及标题栏,可暂不将粗实线描黑,留待与图形中的粗实线一次同时描黑。

②布图。布置图形应力求匀称、美观。根据图形的大小和标注尺寸的位置等因素进行布图。图形在图纸上分布要均匀,不可偏向一边,相互之间既不可紧靠,也不能相距甚远。

确定位置后,再按所设想好的布图方案先画出各图形的基准线,如中心线、对称线等。

③画图形。先画物体主要平面(如形体底面、基面)的线;再画各图形的主要轮廓线;然后绘制细节,如小孔、槽和圆角等;最后画其他符号、尺寸线、尺寸界线、尺寸数字横线和仿宋字的格子等。

绘制底稿时要按图形尺寸准确绘制,要尽量利用投影关系,几个有关图形应同时绘制,以提高绘图速度。

(3)加深。铅笔加深时,加深图线时用力要均匀,使图线均匀地分布在底稿线的两侧。用铅笔加深图形的一般顺序为先粗后细、先圆后直、先左后右、先上后下。

(4)完成其余内容。画符号和箭头,标注尺寸,写注解,描深图框及填写标题栏等。

(5)检查。全面检查,如有错误,立即更正,并做必要的修饰。

(6)上墨。上墨的图样一般用描图纸,其步骤与用铅笔加深的步骤相同。

## 2. 徒手绘图

徒手绘图指的是用铅笔,不用丁字尺、三角板、圆规(或部分使用绘图仪器)的手工绘图。草图(徒手图)是指以目测估计比例,徒手绘制的图形。

徒手绘制草图的要求:画线要稳,图线要清晰;目测尺寸尽量准确,各部分比例匀称;绘图速度要快;标注尺寸无误,字体工整。

(1)徒手绘图的方法。

①握笔的方法。手握笔的位置要比尺规作图高一些,以利于运笔和观察目标。笔杆与纸面成 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 角,执笔稳而有力。

②直线的画法。画直线时,手腕不宜紧贴纸面,轻轻移动手腕和手臂,沿着画线方向移动,眼睛看着终点,使图线画直。为了控制图形的大小比例,可利用方格纸画草图。

画水平线时,图纸倾斜放置,从左至右画出,如图3-16(a)所示。画垂直线时,应由上而下画出,如图3-16(b)所示。画倾斜线时,应从左下角至右上角画出,或从左上角至右下角画出,如图3-16(c)所示。

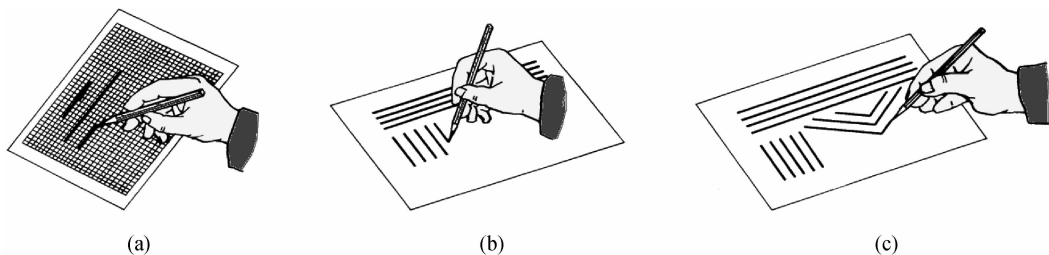


图 3-16 徒手画直线

(a)画水平线 (b)画垂直线 (c)画倾斜线

画 $30^{\circ}$ 、 $45^{\circ}$ 等特殊角度的斜线时,可利用两直角边的比例关系近似地画出,如图3-17所示。

③圆和椭圆的画法。画直径较小的圆时,先画中心线定圆心,并在两条中心线上按半径大小取四点,然后过四点画圆,如图3-18(a)所示。

画较大的圆时,先画圆的中心线及外切正方形,连对角线,按圆的半径在对角线上截取四点,然后过这些点画圆,如图3-18(b)所示。

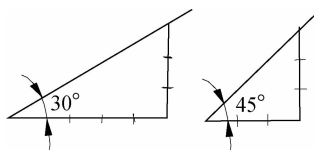


图 3-17 角度的徒手画法

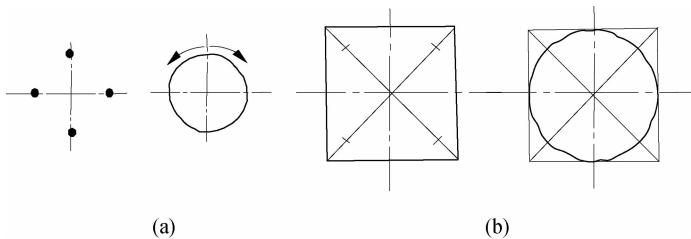


图 3-18 圆的徒手画法

当圆的直径很大时,如图 3-19(a)所示,可取一纸片标出半径长度,利用它从圆心出发定出许多圆周上的点,然后通过这些点画圆。或者用手作圆规,以小手指的指尖或关节作圆心,使铅笔与它的距离等于所需的半径,用另一只手小心地慢慢转动图纸,即可得到所需的圆,如图 3-19(b)所示。

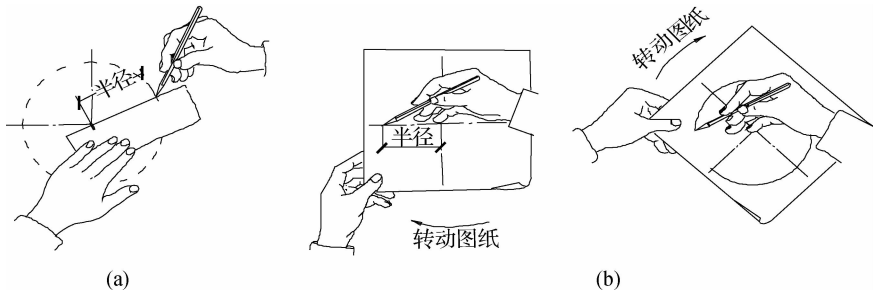


图 3-19 画大圆的方法

画椭圆时,可利用长、短轴作椭圆,先在互相垂直的中心线上定出长、短轴的端点,过各端点作一矩形,并画出其对角线。按目测把对角线分为六等分,如图 3-20(a)所示。以光滑曲线连长、短轴的各端点和对角线上接近四个角顶的等分点(稍外一点),如图 3-20(b)所示。

由共轭直径作椭圆的方法如图 3-21(a)所示, $AB$ 、 $CD$  为共轭直径,过共轭直径的端点作平行四边形并作出其对角线,按目测把对角线分为六等分,用光滑曲线连共轭直径的端点  $A$ 、 $B$ 、 $C$ 、 $D$  和对角线上接近四个角顶的等分点(稍外一点),如图 3-21(b)所示。

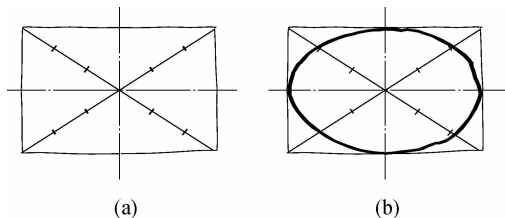


图 3-20 由长短轴作椭圆

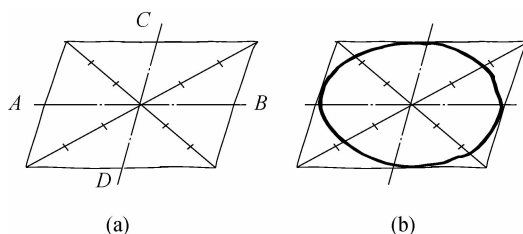


图 3-21 由共轭直径作椭圆

(2)目测的方法。画中、小物体时,可用铅笔当尺直接放在实物上测各部分的大小,然后按测量的大体尺寸画出草图,如图 3-22 所示。也可用此方法估计出各部分的相对比例,画出缩小的草图。

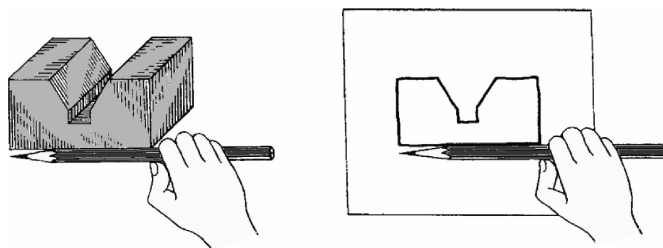


图 3-22 用铅笔当参照物

画较大的物体时,用手握一铅笔进行目测度量。目测时,人的位置保持不动,握铅笔的手臂要伸直。如图 3-23 所示,人和物体的距离大小应根据所需图形的大小来确定。在绘制及确定各部分相对比例时,建议先画大体轮廓。

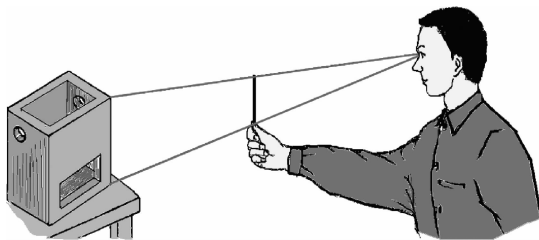


图 3-23 目测度量

总之,画徒手图的基本要求是:画图速度尽量要快,目测比例尽量要准,画面质量尽量要好。对于一个工程技术人员来说,除了熟练地使用仪器绘图以外,还必须具备徒手绘制草图的能力。

## 技能实训

本次实训的目的是:通过平面图形的分析,弄清楚图形中线段之间的关系,从而确定正确的作图步骤,为绘制专业工程图打好基础。前面我们共同学习了各种平面图形的几何画



法,那么在实际绘制图形时对于一个复杂的或者是综合的图形应如何下手呢?首先要弄清楚的就是图中的各个尺寸的作用,下面请对手柄图(见图 3-24)进行尺寸、线段分析。

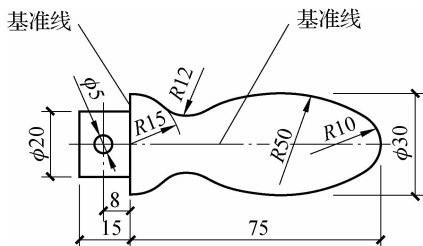


图 3-24 手柄图

### 1. 尺寸分析

(1)要正确地绘制平面图形,必须对平面图形的\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_进行分析,才能明确对该图形应从何处着手,以及按什么顺序作图。

(2)平面图形中的尺寸按作用可分为\_\_\_\_\_和\_\_\_\_\_。

(3)定形尺寸是\_\_\_\_\_,如\_\_\_\_\_。

(4)定位尺寸是\_\_\_\_\_。

(5)定位尺寸通常都是以\_\_\_\_\_、\_\_\_\_\_及其他线段作为标注尺寸的起点,这些起点即\_\_\_\_\_。

### 2. 线段分析

(1)已知线段:\_\_\_\_\_,如\_\_\_\_\_。

(2)中间线段:\_\_\_\_\_,如\_\_\_\_\_。

(3)连接线段:\_\_\_\_\_,如\_\_\_\_\_。