



普通高等教育规划教材




# 土木工程制图与CAD

冯小平 王俭 郭全花 主编



人民交通出版社  
China Communications Press

 普通高等教育规划教材

# 土木工程制图与CAD

冯小平 王俭 郭全花 主编

人民交通出版社

# 前 言

土木工程制图与 CAD 是土木类本科生的一门必修技术基础课,它不仅理论严谨、与工程联系紧密,同时也是一门实践性很强的课程。其目的是培养学生阅读和绘制建筑工程图的能力。目前,计算机技术的应用已越来越广泛,尤其在工程设计领域的应用愈发普及。我国建筑业计算机应用与发展十分迅速,几乎所有设计、施工与管理部门都大量使用计算机进行计算、绘图与管理。因此,高等院校培养的未来从事工程设计、施工与管理的学生必须掌握计算机应用方面的知识。

本书的编写力求将计算机图形学与传统建筑制图紧密结合,把其内容体系划分为土木工程制图基础、计算机绘图基础、专业制图三个模块。重视土木工程制图的基础理论,同时重视 CAD 软件的应用,在每一个知识点的教学过程中,都有机地融合了 CAD 知识的学习和应用。

全书共 7 章。第 1 章至第 3 章主要介绍建筑制图、建筑形体和建筑施工图的基本知识。第 4 章介绍 AutoCAD 基本操作,包括系统环境设置、绘图辅助工具、二维绘图命令、图形编辑、创建图块和图案填充、文字与表格、尺寸标注等内容。第 5 章通过工程实例介绍应用 AutoCAD 绘制建筑施工图的方法和步骤,包括建筑样板文件的制作,建筑平面图、建筑立面图、建筑剖面图、建筑详图绘制方法和技巧等内容。第 6 章介绍建筑结构施工图和 AutoCAD 绘制图建筑结构施工图的方法。第 7 章介绍建筑设备施工图。

为巩固所学知识,掌握建筑制图和绘图技能,每章后有适量的习题和上机练习题,帮助读者巩固学习的内容,以检验自己的学习效果。

本书由江南大学、河北建筑工程学院共同编写。参加编写工作的人员有:江南大学冯小平(第 2~7 章)、江南大学王俭(第 6 章)、河北建筑工程学院郭全花(第 1 章)。在本书编写的过程中,参考了部分国内同类教材,少量专业图取自网易行业门户网站 <http://www.col188.com>,在此特向有关作者表示感谢。此外,本书的编写得到了江南大学教学研究项目基金的资助。

由于作者水平有限,书中难免会有疏漏和错误,恳请广大读者提出宝贵意见。

编 者

2011 年 3 月

# 目 录

<b>第 1 章 建筑制图基本知识</b> .....	1
1.1 建筑制图基本规定 .....	1
1.2 绘图工具和仪器的使用方法 .....	7
1.3 几何作图 .....	10
本章小结 .....	15
习题 .....	15
<b>第 2 章 建筑形体</b> .....	19
2.1 建筑形体的基本表达方法 .....	19
2.2 建筑形体的画法 .....	20
2.3 建筑形体的尺寸标注 .....	22
2.4 建筑形体剖面图 .....	23
2.5 断面图 .....	27
2.6 建筑形体的读图方法 .....	29
习题 .....	32
<b>第 3 章 建筑施工图</b> .....	37
3.1 概述 .....	37
3.2 建筑总平面图 .....	38
3.3 建筑平面图 .....	42
3.4 建筑立面图 .....	48
3.5 建筑剖面图 .....	51
3.6 绘制建筑详图 .....	55
复习思考题 .....	61
习题 .....	61
<b>第 4 章 计算机绘图基础</b> .....	64
4.1 CAD 技术简介 .....	64
4.2 AutoCAD 2009 简介 .....	64
4.3 认识 AutoCAD 坐标系 .....	66
4.4 系统环境设置 .....	68
4.5 绘图辅助工具 .....	75
4.6 AutoCAD 二维绘图命令 .....	85
4.7 AutoCAD 图形编辑 .....	96
4.8 创建图块和图案填充 .....	113

4.9 文字与表格 .....	124
4.10 尺寸标注 .....	130
习题 .....	138
<b>第5章 绘制建筑施工图 .....</b>	<b>145</b>
5.1 创建样板图形文件 .....	145
5.2 绘制建筑平面图 .....	156
5.3 绘制建筑立面图 .....	165
5.4 绘制建筑剖面图 .....	171
习题 .....	180
<b>第6章 结构施工图 .....</b>	<b>183</b>
6.1 结构施工图基础知识 .....	183
6.2 钢筋混凝土基本知识 .....	191
6.3 基础施工图 .....	193
6.4 结构平面布置图 .....	205
6.5 构件详图 .....	211
6.6 平面整体表示法 .....	223
6.7 钢结构图 .....	225
复习思考题 .....	229
习题 .....	229
<b>第7章 建筑设备施工图 .....</b>	<b>231</b>
7.1 给排水工程施工图 .....	231
7.2 供暖、通风系统施工图 .....	241
7.3 建筑电气设备施工图 .....	251
本章小结 .....	255
习题 .....	255
<b>参考答案 .....</b>	<b>257</b>
<b>参考文献 .....</b>	<b>259</b>

# 第 1 章 建筑制图基本知识

## 1.1 建筑制图基本规定

图样是工程界的技术语言,为了使房屋建筑制图规格基本统一,保证制图质量,提高制图效率,便于工程建设及技术交流,绘制工程图样必须遵守统一的规定,这个在全国范围内统一的规定就是制图国家标准,简称“国标”。

制图国家标准是一项所有工程人员在设计、施工、管理中必须严格执行的国家条例。由国家质量监督检验检疫总局、原建设部联合发布的有关建筑制图的 6 种国家标准为:《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)、《总图制图标准》(GB/T 50103—2010)、《建筑制图标准》(GB/T 50104—2010)和《建筑结构制图标准》(GB/T 50105—2010)、《建筑给水排水制图标准》(GB/T 50106—2010)和《暖通空调制图标准》(GB/T 50114—2010)。下面介绍上述标准中的部分相关内容。

### 1.1.1 图纸幅面

#### 1. 图幅与图框

图纸幅面简称图幅,是指图纸本身的大小规格。为了使图纸整齐,便于保管和装订,在国标中规定了图幅尺寸。常见的图幅有 A0、A1、A2、A3、A4,详见表 1-1。

图幅及图框尺寸 (mm)

表 1-1

尺寸代号 \ 图幅代号	A0	A1	A2	A3	A4
$b \times l$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
$c$	10			5	
$a$	25				

由表 1-1 可以看出,A1 图幅是 A0 图幅的对裁,A2 图幅是 A1 图幅的对裁,其余类推。表中代号意义如图 1-1 所示。

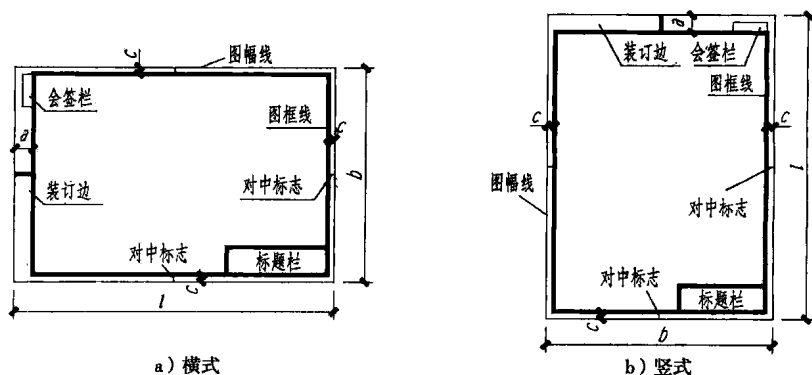


图 1-1 图纸的幅面和图框格式

图纸的使用方式有两种：横式和竖式。一般 A0~A3 图幅宜横式使用，如图 1-1a) 所示，必要时也可竖式使用。A4 图幅必须竖式使用，如图 1-1b) 所示。

根据实际需要，图纸幅面的长边可适当加长，但加长的尺寸应符合国标的规定，详见表 1-2。图纸短边不得加长。

图纸长边加长尺寸 (mm)

表 1-2

幅面代号	长边尺寸	长边加长后尺寸
A0	1189	1486、1635、1783、1932、2080、2230、2378
A1	841	1051、1261、1471、1682、1892、2102
A2	594	743、891、1041、1189、1338、1486、1635、1783、1932、2080
A3	420	630、841、1051、1261、1471、1682、1892

图纸上必须用粗实线画出图框，图框是图纸所提供绘图范围的边线。

## 2. 标题栏与会签栏

标题栏位于图框的右下角，用来填写工程名称、设计单位、图名、图纸编号等内容，其尺寸和分区格式见《房屋建筑制图统一标准》(GB/T 50001—2010)。

结合学习期间的实际情况，制图作业的标题栏建议采用如图 1-2 所示的格式。

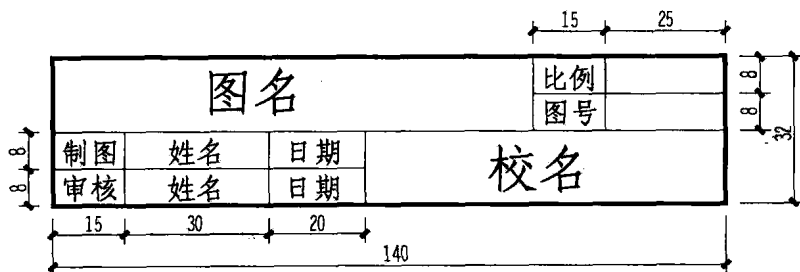


图 1-2 标题栏

会签栏是为各工种负责人签字用的表格，放在图纸左上角的图框线外，不需会签的图纸，可不设会签栏。











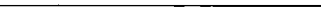
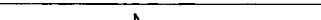

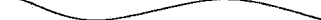
### 1.1.2 图线

画在图上的线条统称图线。工程图中每条图线都有其特定的作用和含义，绘图时必须按照制图标准的规定，正确使用不同的线型和线宽。

建筑工程图的图线线型有实线、虚线、单点长画线、双点长画线、折断线、波浪线等。每种线型(除折断线、波浪线外)又有粗、中、细三种线宽。粗细不同，其用途也不同。表 1-3 列出了工程图样中常用线型的名称和适用范围。每个图样应根据其复杂程度及比例，选用适当的线宽，比例较大的图样选用较宽的图线。粗线的宽度  $b$  可在 2.0mm、1.4mm、1.0mm、0.7mm、0.5mm、0.35mm 中选用。当粗线的宽度  $b$  确定后，中线及细线的宽度也就随之确定。例如，如果粗线宽度  $b$  选 1.0mm，则中线的宽度为  $0.5b$ ，即 0.5mm；细线的宽度为  $0.25b$ ，即 0.25mm。每一组粗、中、细线的宽度，如 1.0mm、0.5mm、0.25mm 称为线宽组。

绘图线时应注意：

- (1) 同一张图纸内，相同比例的各个图样，应采用相同的线宽组。
- (2) 虚线、单点长画线或双点长画线的线段长度和间隔宜各自相等。如图 1-3 所示。

名称	线 型	线宽	一 般 用 途	
实线	粗		$b$	主要可见轮廓线
	中		$0.5b$	可见轮廓线、尺寸起止符号等
	细		$0.25b$	可见轮廓线、图例线
虚线	粗		$b$	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	不可见轮廓线
	细		$0.25b$	不可见轮廓线、图例线等
单点长画线	粗		$b$	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	中心线、对称线等
双点长画线	粗		$b$	见各有关专业制图标准
	中		$0.5b$	见各有关专业制图标准
	细		$0.25b$	假想轮廓线、成形前原始轮廓线
折断线		$0.25b$	断开界线	
波浪线		$0.25b$	断开界线	

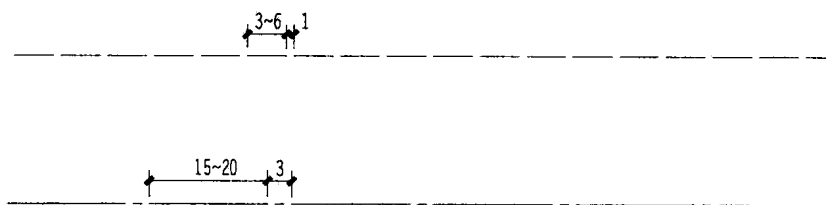


图 1-3 图线的画法

(3)单点长画线或双点长画线的两端,不应是点,且应超出轮廓线 2~5mm。

(4)虚线与虚线交接、点画线与点画线交接、虚线或点画线与其他图线交接时,均应交于线段处。当虚线为实线的延长线时,则应留一间隔。它们的正确画法和错误画法如图 1-4 所示。

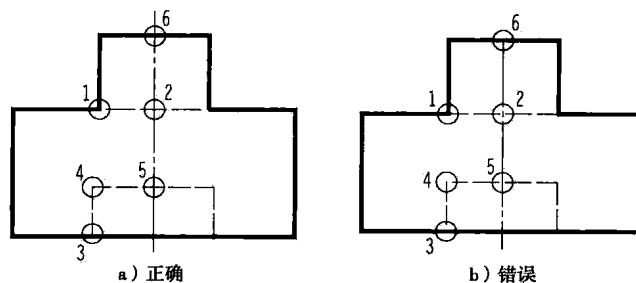


图 1-4 图线的交接

(5)图线不得与文字、数字或符号重叠、相交。不可避免时,应首先保证文字等的清晰。

(6)相互平行的图线,其间隙不宜小于其中的粗线宽度,且不宜小于 0.7mm。

(7)单点长画线或双点长画线,当在较小图形中绘制有困难时,可用实线代替。



目前的计算机辅助设计绘图系统,一般会提供多种线型供用户选择。因此,在绘制图形时,应注意为图线选择合适的线型及线宽,对于除实线外的其他线型,注意调整线型比例,以显示合适形状。

### 1.1.3 字体

图样上除了有表达形体形状的图形外,还要用文字和数字说明形体的大小、技术要求等内容。书写字体必须做到:字体端正、排列整齐、笔画清晰、间隔均匀。

#### 1. 字体高度

字体的高度(用  $h$  表示),其公称尺寸系列为:1.8mm,2.5mm,3.5mm,5mm,7mm,10mm,14mm,20mm。如果要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数,如7号字即字高为7mm。

#### 2. 汉字

汉字应写成长仿宋体,并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度  $h$  应不小于 3.5mm,其字宽一般为  $h/\sqrt{2}$ 。汉字的宽度与高度的关系,应符合表 1-4 的规定。

长仿宋字高宽关系(mm)

表 1-4

字高	20	14	10	7	5	3.5
字宽	14	10	7	5	3.5	2.5

书写长仿宋体的要点为:横平竖直、起落分明、结构匀称、笔锋满格。长仿宋体示例如图 1-5 所示。

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶 土木建筑矿山井坑港口纺织服装

图 1-5 长仿宋字示例

#### 3. 字母与数字

拉丁字母、阿拉伯数字与罗马数字可根据需要写成斜体字或直体字,斜体字字头与水平线向右倾斜  $75^\circ$ ,字高  $h$  应不小于 2.5mm,如图 1-6 所示。

目前的计算机辅助设计绘图系统,已经能够生成并输出各种字体和各种大小的文字,而且快捷正确,整齐美观,可以节省大量手工写字的时间。

### 1.1.4 比例

图样的比例,为图形与实物相对应的线性尺寸之比。宜注写在图名的右侧,字的基准线

应取平,比例的字高,应比图名的字高小一或两号;图名下画一条粗实线,其长度与图名文字所占长短相当,比例下不画线,如图 1-7 所示。当同一张图纸上的各图只选用一种比例时,也可把比例统一注写在标题栏内。

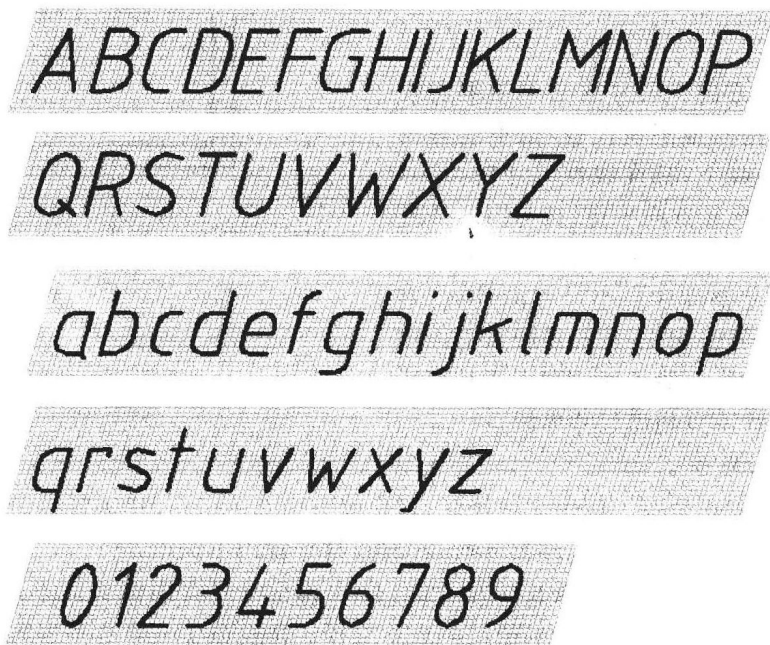


图 1-6 字母及数字示例

底层平面图 1:100

图 1-7 比例的注写

绘图时所用的比例,应根据图样的用途与被绘制对象的复杂程度,选用表 1-5 中的比例。

常用比例

表 1-5

图 名	比 例
建筑物或构筑物的平面图、立面图、剖面图	1:50, 1:100, 1:200
建筑物或构筑物的局部放大图	1:10, 1:20, 1:50
配件及构件详图	1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 1:20, 1:50

一般情况下,一个图样应选用一种比例。根据专业制图的需要,同一图样也可选用两种比例。

### 1.1.5 尺寸标注

在建筑工程图中,图样除了画出建筑物及其各部分的形状外,还必须准确、详尽、清晰地标注尺寸,以确定其大小,作为施工时的依据。

图样上的尺寸由尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字组成,如图 1-8 所示。

### 1. 尺寸界线

表示尺寸的范围。用细实线绘制，一般应与被注长度方向垂直，其一端应离开图样轮廓线不小于 2mm，另一端宜超出尺寸线 2~3mm。必要时，图样轮廓线、中心线及轴线都允许用作尺寸界线。

### 2. 尺寸线

表示尺寸的方向。尺寸线必须用细实线单独绘制，不能用其他图线代替，也不能画在其他图线的延长线上；标注线性尺寸时，尺寸线必须与所注的尺寸方向平行，且与图形最外轮廓距离不小于 10mm；当有几条相互平行的尺寸线时，大尺寸要标注在小尺寸的外面，避免尺寸线与尺寸界线相交；在圆或圆弧上标注直径尺寸时，尺寸线一般应通过圆心或其直径的延长线；尺寸线不宜超出尺寸界线。

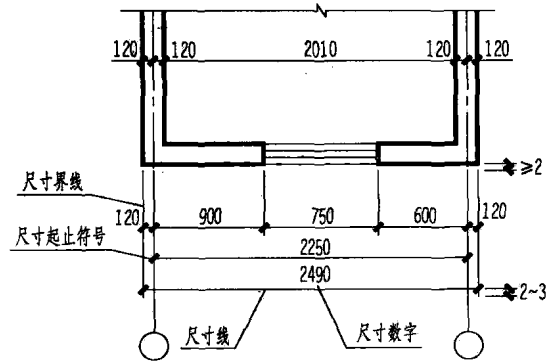


图 1-8 尺寸的组成

### 3. 尺寸起止符号

表示尺寸的起止位置。用中实线绘制，其长度宜为 2~3mm，其倾斜方向应与尺寸界线顺时针成 45°角。在轴测图中标注尺寸时，其起止符号宜用小圆点。

在标注半径、直径、角度与弧长等尺寸时，尺寸起止符号宜用箭头而不用 45°短斜线表示，如图 1-9 所示。图中“R”表示半径，“ $\phi$ ”表示直径。角度数字一律水平书写。标注球的半径或者直径时，应在尺寸数字前加注“SR”或“S $\phi$ ”。

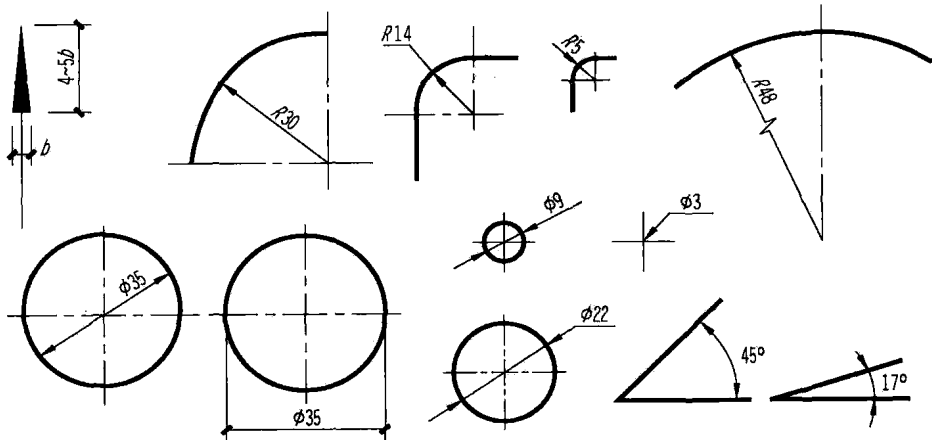


图 1-9 箭头的画法及半径、直径、角度的标注

### 4. 尺寸数字

表示线段长度的真实大小，与绘图所用的比例无关。尺寸数字一律用阿拉伯数字书写。国标规定，图样上标注的尺寸，除标高及总平面图以米(m)为单位外，其余均以毫米(mm)为单位，图上尺寸数字后都不再注写单位。图样中的尺寸，应以所注尺寸数字为准，不得从图上直接量取。

线性尺寸的数字一般注在尺寸线的中部。水平方向的尺寸，尺寸数字要写在尺寸线上 1mm 处，字头朝上；垂直方向的尺寸，尺寸数字要写在尺寸线的左侧，字头朝左；倾斜方向的

尺寸,尺寸数字字头要保持朝上的趋势,如图 1-10a)所示。应避免在图中所示  $30^\circ$  范围内标注尺寸,当实在无法避免时,可按图 1-10b)的形式书写。当尺寸界线间隔较小时,尺寸数字可注在尺寸界线外侧,或上下错开,或用引线引出再标注,如图 1-10c)所示。

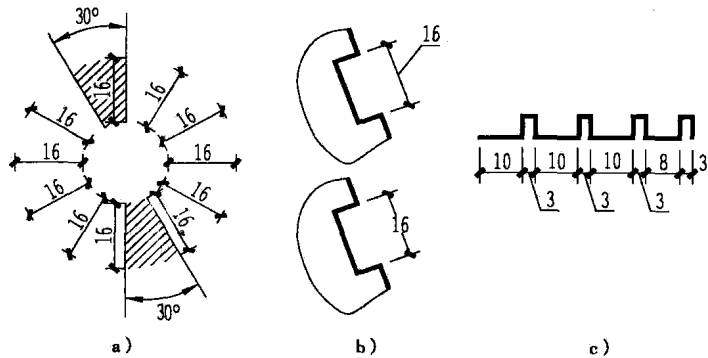


图 1-10 尺寸的书写形式

标注尺寸时应注意的一些问题,如表 1-6 所示。

尺寸的标注

表 1-6

说明	正 确	错 误	说 明	正 确	错 误
尺寸数字写在尺寸线的中间,水平方向的尺寸从左向右写在尺寸线的上方;竖直方向的尺寸从下向上写在尺寸线的左方			同一张图纸内的尺寸数字应大小一致		
尺寸界线不能作为尺寸线			在断面图中书写数字时,数字处应留空不画断面线		
小的尺寸在内,大尺寸在外			轮廓线、中心线可以作为尺寸界线,但不能用作尺寸线		

目前的计算机辅助设计绘图系统,包含各种尺寸标注形式,并且可以灵活设置适合于国标的标注样式,使尺寸标注快捷方便,整齐美观。

## 1.2 绘图工具和仪器的使用方法

正确使用制图工具和仪器,是确保绘图质量、提高绘图速度的重要因素。因此,必须养成正确使用、维护绘图工具和仪器的好习惯。

## 1.2.1 图板、丁字尺和三角板

图板用于铺贴图纸,要求其表面平坦光洁,图板的左边用作丁字尺的导边,所以必须平直。图纸用胶带纸固定在图板上,一般在图板的左下方,如图 1-11 所示。

丁字尺主要用来画水平线,由尺头和尺身组成,尺身带有刻度,便于画线时直接度量。画图时,用左手握住尺头,使其紧靠图板左侧的导边,利用尺身工作边由左向右画水平线。由上往下移动丁字尺,可画出一组水平线,如图 1-12 所示。

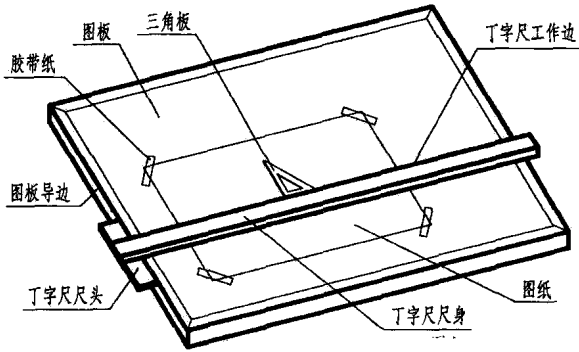


图 1-11 图板、丁字尺、三角板与图纸

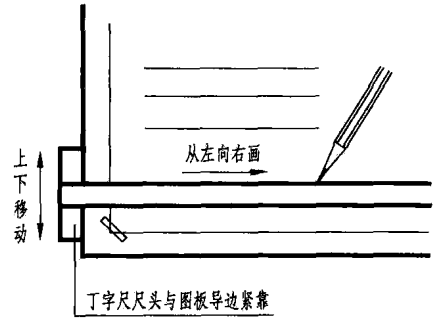


图 1-12 用丁字尺画水平线

三角板两块为一副,除直接用来画直线外,也可配合丁字尺画铅垂线和与水平线成  $15^\circ$ 、 $30^\circ$ 、 $45^\circ$ 、 $60^\circ$ 、 $75^\circ$  的倾斜线,如图 1-13 所示。两块三角板相互配合还可画出已知直线的平行线和垂直线,如图 1-14 所示。

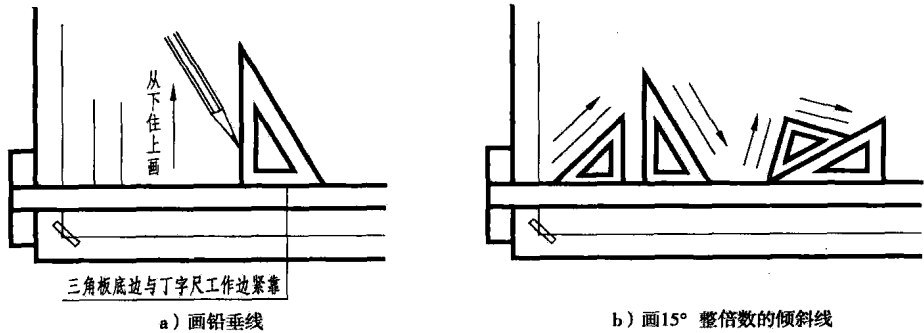


图 1-13 丁字尺与三角板配合画铅垂线和倾斜线

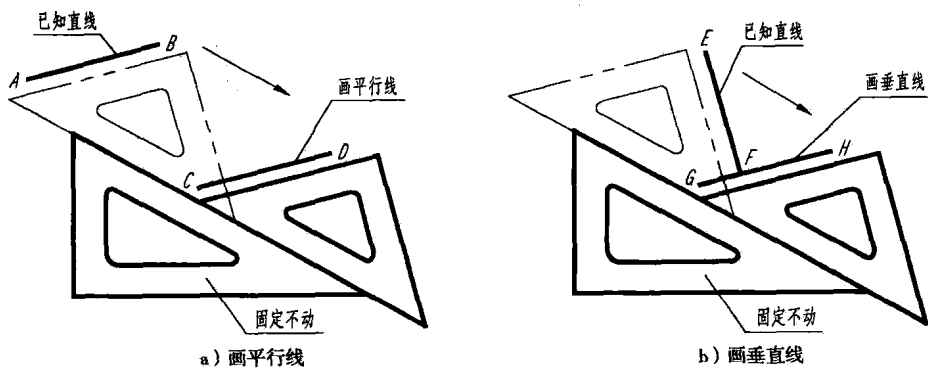


图 1-14 用一副三角板画已知直线的平行线和垂直线

### 1.2.2 绘图铅笔

绘图铅笔按笔芯的软硬有 B、HB、H 等多种标号, B 前面的数值越大, 表示铅芯越软; H 前面的数值越大, 表示铅芯越硬; HB 表示铅芯软硬适中。B 型铅笔画粗实线, HB 型铅笔写字及画箭头, H 型铅笔画细线和打底稿。铅笔尖端根据作图线型不同可削成锥状和铲状。图 1-15 为铅笔的削法, 锥状铅芯用作打底稿、写字, 铲状铅芯用作加深。圆规用铅芯的削法如图 1-16 所示, 楔形铅芯用于画细线, 正四棱柱形铅芯用作画粗线。画相同线宽的图线, 圆规铅芯的硬度要比铅笔芯的硬度软一号。如画粗直线用 B 型铅笔, 画粗圆弧则要用 2B 铅芯的圆规。

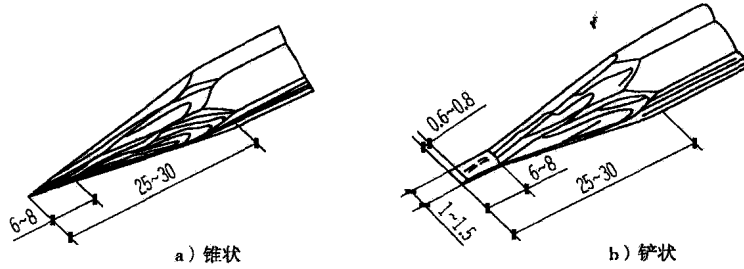


图 1-15 铅笔削法

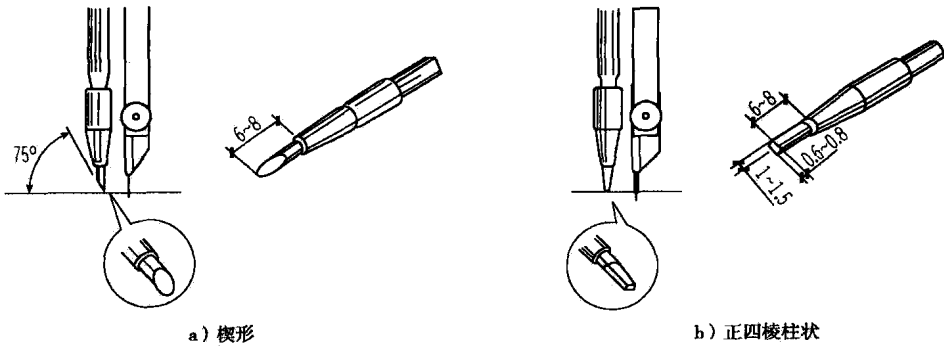


图 1-16 圆规用铅芯削法

### 1.2.3 圆规和分规

圆规用来画圆和圆弧, 大圆规可接换不同的插脚、加长杆, 以满足不同的作图要求。

在使用前, 应先调整针脚, 使针尖略长于铅芯尖。画圆或画弧时, 将带台阶的一端针尖扎入圆心处纸面, 铅芯接触纸面, 并将圆规向前进方向稍微倾斜, 按顺时针方向一次画成, 注意用力要均匀, 如图 1-17 所示。根据不同的直径, 尽量使钢针和铅芯同时垂直于纸面, 若需

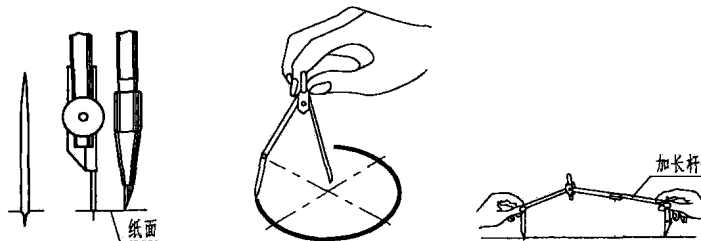


图 1-17 圆规的使用方法

画较大圆或圆弧时,可接加长杆。画小圆可用弹簧圆规。若用钢针接腿替换铅芯插腿时,圆规可作分规用。

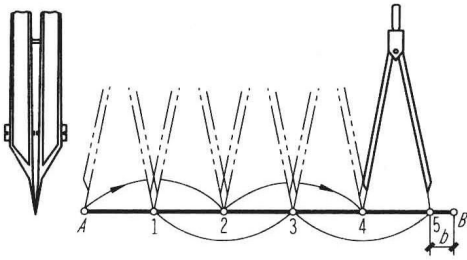


图 1-18 分规的使用方法

分规主要用来量取线段长度或等分已知线段。为了准确地度量尺寸,分规的两针尖应平齐。从比例尺上量取长度时,针尖不要正对尺面,应使针尖与尺面保持倾斜。用分规等分线段时,将分规的两针尖调整到所需距离,然后用右手拇指、食指捏住分规手柄,使分规两针尖沿线段交替作为圆心旋转前进,如图 1-18 所示。分规等分线段通常用试分法。

### 1.2.4 曲线板

曲线板用于绘制非圆曲线,其轮廓线由多段不同曲率半径的曲线组成。作图时,先用细线徒手把曲线上的一系列点按顺序连接起来,然后选择曲线板上曲率合适的部分与徒手连接的曲线贴合,分段描绘,每次连接应至少通过曲线上三个点,并注意在两段连接处要有一小段重复,以保证所连曲线光滑过渡,如图 1-19 所示。

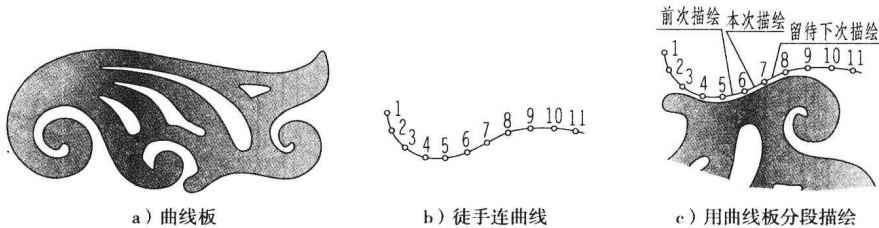


图 1-19 曲线板的使用方法

### 1.2.5 其他制图工具

除上述常用的绘图工具外,还有比例尺、擦图片、胶带纸、毛刷、橡皮、小刀等绘图工具。

比例尺是刻有不同比例的直尺,其比例分别刻在三个侧面上,可放大或缩小尺寸,如图 1-20a)所示。比例尺用于直接在图上度量尺寸或用分规从比例尺上量取尺寸。

利用擦图片上各种形式的镂空,可擦去多余的线条,以保持图面清洁,如图 1-20b)所示。

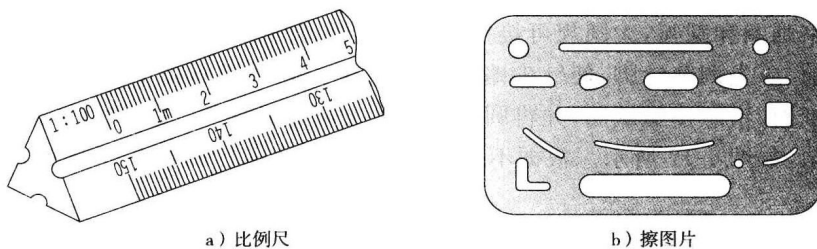


图 1-20 比例尺和擦图片

## 1.3 几何作图

形体的轮廓形状是多种多样的,但基本上都是由直线、圆和其他一些曲线所组成的平面几何图形。因此应掌握一些基本的几何作图方法。

### 1.3.1 等分已知线段

以五等分已知线段  $AB$  为例,作图步骤如图 1-21 所示。

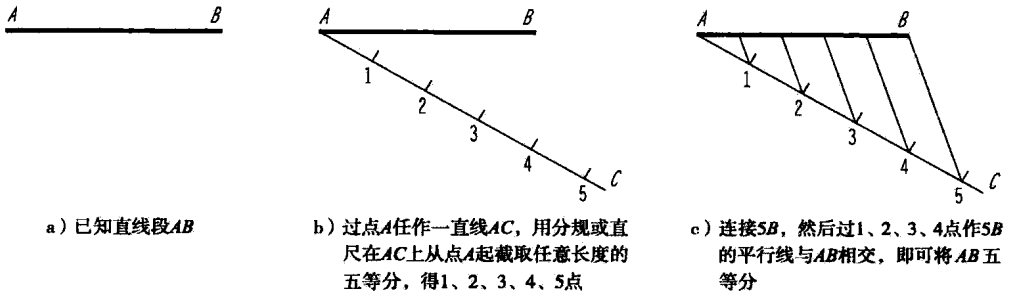


图 1-21 等分已知线段

以上作图方法适用于任意等分已知线段。

### 1.3.2 正多边形的画法

#### 1. 正六边形的画法

##### (1) 作已知圆的内接正六边形

已知正六边形外接圆半径  $R$ , 作正六边形。作图方法有两种, 如图 1-22 所示。

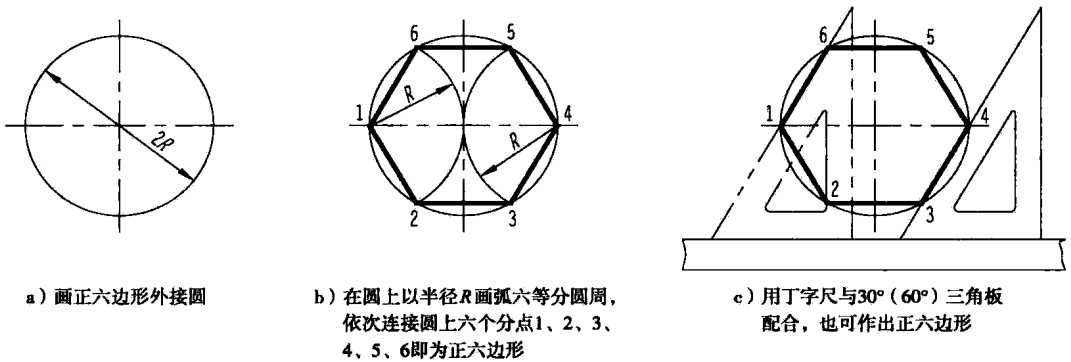


图 1-22 作圆的内接正六边形

##### (2) 作已知圆的外切正六边形

已知正六边形内切圆半径  $R_1$ , 作正六边形。作图方法如图 1-23 所示。

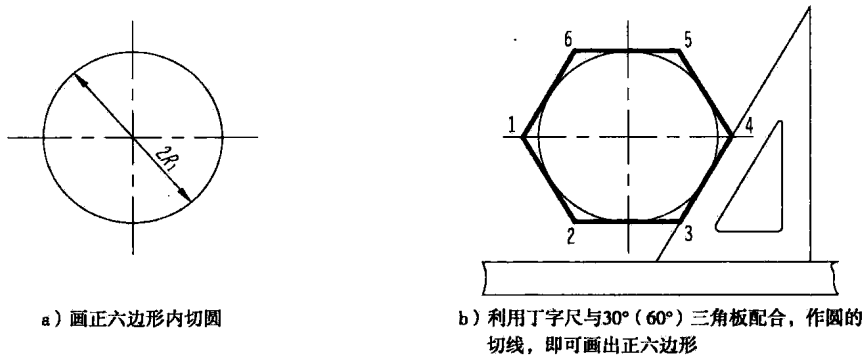


图 1-23 作圆的外切正六边形



## 2. 正五边形的画法

已知正五边形外接圆直径,作正五边形。作图步骤如图 1-24 所示。

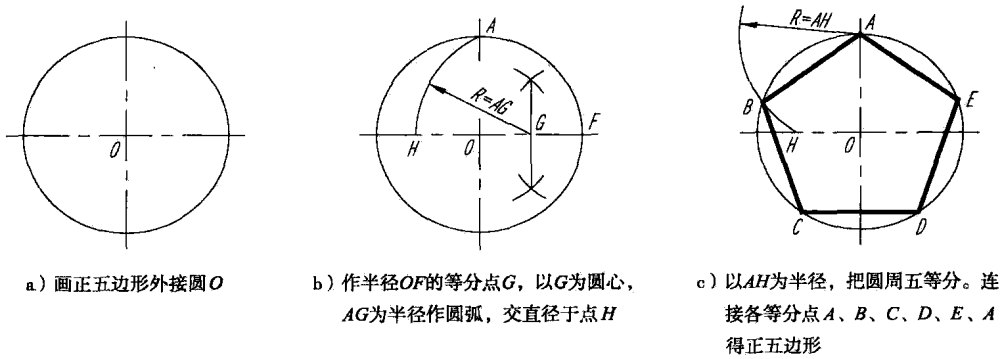


图 1-24 作圆的内接正五边形

## 1.3.3 圆弧连接的画法

在制图中,用已知半径的圆弧(称连接圆弧)光滑连接(相切)已知线段(直线或圆弧),称为圆弧连接。为了保证相切,必须准确地作出连接圆弧的圆心和切点。

圆弧连接的作图步骤为:①求出连接圆弧的圆心;②定出切点的位置;③准确画出连接圆弧。

### 1. 圆弧与直线连接

作半径为  $R$  的圆弧与已知直线  $AB$  相切,如图 1-25a)所示。圆弧圆心  $O$  的轨迹是距离直线  $AB$  为  $R$  的两条平行线。如果选择以圆心为  $O$  的圆弧作为连接圆弧,则过  $O$  作直线  $AB$  的垂线,垂足  $T$  即为连接点(切点)。

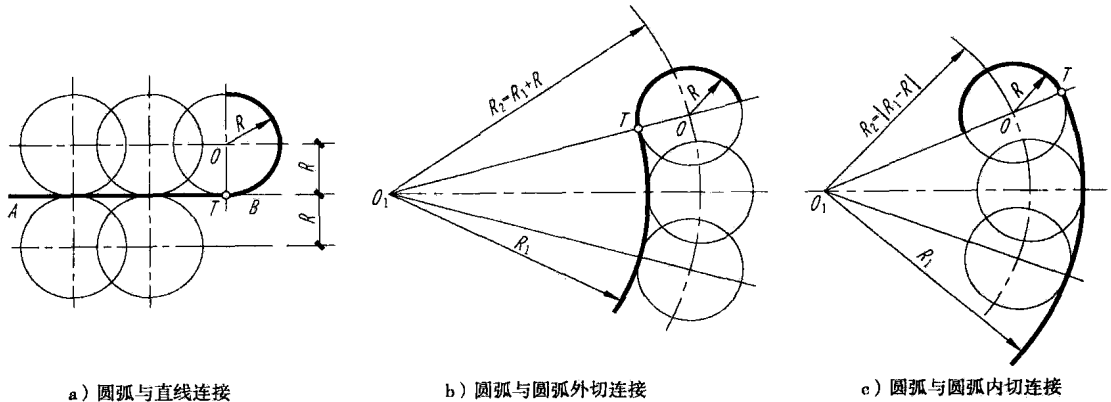


图 1-25 圆弧连接的作图原理

### 2. 圆弧与圆弧连接

作半径为  $R$  的圆弧与已知圆弧(圆心为  $O_1$ 、半径为  $R_1$ )相切。连接圆弧圆心  $O$  的轨迹是已知圆弧的同心圆,此同心圆的半径  $R_2$  视相切情况(外切或内切)而定。当两圆弧外切时,轨迹圆的半径为两圆弧半径之和  $R_2 = R_1 + R$ ,如图 1-25b)所示;当两圆弧内切时,轨迹圆的半径为两圆弧半径之差  $R_2 = |R_1 - R|$ ,如图 1-25c)所示。如果选择  $O$  为连接圆弧的圆心,两圆心的连线  $O_1O$  与已知圆弧的交点  $T$  即为连接点(切点)。