

国家技能型紧缺人才
职业教育城市轨道交通专业任务驱动、项目导向改革创新示范教材

城市轨道交通工程识图

主编 张俊宾 陆广华
主审 田爱军 王德铭

CHENGSHI GUIDAO
JIAOTONG
GONGCHENG SHITU



国防工业出版社

National Defense Industry Press

国家技能型紧缺人才

职业教育城市轨道交通专业任务驱动、项目导向改革创新示范教材

城市轨道交通工程识图

主 编 张俊宾 陆广华

主 审 田爱军 王德铭

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书遵循认知规律,将工程实践与理论相融合,以规范为指导,通过工程实例、图文结合,循序渐进地介绍了机械、道路、桥涵、电气等工程识图的基本知识,以及识图的思路、方法和技巧,强调实用性和可读性。

本书共分8个项目:制图的基本知识、投影基础、机件表达方法、标准件和常用件、零件图和装配图、识读道路路线工程图、识读桥涵工程图和电气识图。

本书可作为职业院校城市轨道交通相关专业的教材,也可作为职业技能培训、岗位培训教材和其工程技术人员的参考书。

图书在版编目(CIP)数据

城市轨道交通工程识图/张俊宾,陆广华主编. —北京:
国防工业出版社,2017. 1
职业教育城市轨道交通专业任务驱动、项目导向改革创新示范教材
ISBN 978-7-118-11005-0
I. ①城… II. ①张… ②陆… III. ①城市铁路—铁路工程—工程制图—识图—职业教育—教材 IV. ①U239.5
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 291957 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100048)

三河市德鑫印刷有限公司印刷

新华书店经售

*

开本 787×1092 1/16 印张 24¼ 字数 595 千字

2017 年 1 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—3000 册 总定价 59.60 元 教材 39.80 元
工作单 19.80 元

(本书如有印装错误,我社负责调换)

国防书店:(010)88540777

发行邮购:(010)88540776

发行传真:(010)88540755

发行业务:(010)88540717

前 言

城市轨道交通有城市交通的主动脉之称。随着中国经济的飞速发展和城市化进程的加快,城市轨道交通也进入了大发展时期。截至 2015 年 12 月 31 日,中国共有北京、天津、上海、苏州、广州、武汉、郑州、西安、重庆、成都、昆明、沈阳、哈尔滨、大连 14 座城市新增开通了城市轨道交通线路,总计新增运营线路 24 条,新增运营里程 428.39 千米,车站 275 座,今后我国还将继续修建 6000 多千米的城市轨道交通。我国的城市轨道交通行业步入了一个跨越式发展的新阶段,中国已经成为世界最大的城市轨道交通市场。

巨大的轨道交通市场形成了对轨道交通专业人才的强大需求。轨道交通行业是一个高新技术的综合体,它涉及机械、建筑、电子、电气等多个行业。轨道交通的行业特点决定了轨道交通的从业人员必须是具有综合职业能力的技术性人才。

《城市轨道交通工程识图》作为城市轨道交通各专业的基础课配套教材,适应了城市轨道交通行业的专业特点。第一,本教材在内容上涵盖了机械、道路、桥涵、电气等工程识图,读者通过本教材的学习,为后面的专业基础课(如“城市轨道交通概论”)和专业课打好基础。第二,本教材在编写上遵循认知规律,将工程实践与理论相融合,以规范为指导,通过工程实例、图文结合,循序渐进地介绍了机械、道路、桥涵、电气等工程识图的基本知识,以及识图的思路、方法和技巧,强调实用性和可读性,读者通过学习本书能较快地获得识读工程图的基本知识和技能。

本书共分 8 个项目:制图的基本知识、投影基础、机件表达方法、标准件和常用件、零件图和装配图、识读道路路线工程图、识读桥涵工程图和电气识图。

本书及配套学习工作单由江苏省徐州技师学院轨道交通学院张俊宾、陆广华主编,田爱军、王德铭主审。项目 1 由江苏省徐州技师学院汽车工程学院的王宏伟编写,项目 3 由陆广华编写,项目 4、项目 5 分别由江苏省徐州技师学院蒋余强、杨荣顺编写,项目 6、项目 7 由张俊宾编写,项目 8 由江苏省徐州技师学院惠文编写,项目 2 由济南铁路局济南西机务段兖州段区吴希锋工程师编写。

本书的编写得到了江苏省徐州技师学院轨道交通学院的相关领导的大力支持,特别是王德铭老师对本书的编写进行了具体指导,提出了具体的编写思路,在此表示衷心的感谢。另外,本书在编写中参阅了大量的资料,在此对原著者表示感谢。

由于本书篇幅有限,内容上不可能做到面面俱到,加上编者的水平有限,书中难免存在疏漏和不足之处,敬请读者批评指正。

编者

2016 年 12 月

目 录

项目 1 制图的基本知识	1
1.1 机械制图国家标准的一般规定	1
1.2 绘图工具及仪器的使用	8
1.3 几何作图	11
1.4 平面图形的绘制	17
项目 2 投影基础	19
2.1 投影法及三视图的形成	19
2.2 点的投影	23
2.3 直线的投影	25
2.4 平面的投影	29
2.5 基本体与三视图	32
2.6 平面立体的投影	34
2.7 曲面立体的投影	41
2.8 平面与立体表面的交线——截交线	49
2.9 两立体表面的交线——相贯线	62
2.10 组合体的分析方法	72
2.11 组合体的画法	78
2.12 组合体的尺寸标注	81
2.13 读组合体视图	84
项目 3 机件表达方法	91
3.1 视图	91
3.2 剖视图	95
3.3 断面图	107
3.4 其他表达方法	110
项目 4 标准件和常用件	114
4.1 螺纹及螺纹连接件	114

4.2 键和销连接	123
4.3 齿轮	126
4.4 弹簧	131
4.5 滚动轴承	133
项目 5 零件图和装配图	137
5.1 零件图的作用和内容	137
5.2 零件图的视图选择	138
5.3 零件图的尺寸标注	143
5.4 表面粗糙度标注	147
5.5 公差标注	150
5.6 读零件图	156
5.7 装配图的作用和内容	159
5.8 装配图的表达方法	161
5.9 读装配图	165
项目 6 识读道路路线工程图	168
6.1 平面图	168
6.2 纵断面图	171
6.3 横断面图	173
项目 7 识读桥涵工程图	177
7.1 桥涵概述	177
7.2 钢筋混凝土结构图	181
7.3 识读桥梁工程图	185
7.4 识读涵洞工程图	190
项目 8 电气识图	193
8.1 电气图的分类和特点	193
8.2 电气图和连接线的表示方法	210
8.3 识读电气图	224
附表	233
参考文献	247

项目1

制图的基本知识

知识目标:

- ◇ 掌握机械制图国家标准的一般规定;
- ◇ 灵活应用绘图工具。

能力目标:

- ◇ 能绘制较复杂的平面图。

1.1 机械制图国家标准的一般规定

图样是工程界语言,按照工程类别,制图主要有机械制图、建筑制图、电气制图等。在这里,我们先介绍机械制图。为了正确地绘制和阅读机械图样,必须熟悉和掌握机械制图国家标准的一般规定。

国家标准的代号是 GB,是汉语拼音 GUO JIA BIAO ZHUN 的首写字母,简称“国标”。如 GB4457.1—1984 中 GB 代表“国标”,4457.1 为该标准的批准顺序号,1984 为颁布实施的年份。在机械制图中也应用了一些技术制图的国家标准,如 GB/T17452—1998,其中的 T 是“推荐性”的意思,为汉语拼音 TUI JIAN XING 的首写字母,GB/T 代表“推荐性国标”17452 为编号,发布的年号为 1998 年。

一、图纸幅面和格式 (GB/T14689—1993)

1. 图纸幅面和尺寸

图纸幅面分为基本幅面和加长幅面,绘制图样时应优先选用表 1-1 所列的基本幅面尺寸的图纸。

表 1-1 基本幅面尺寸(单位:mm)

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

必要时也允许采用加长幅面,加长幅面是将基本幅面的短边按整数倍增加,如 A3×3 是将

A3 图纸的短边 297 增大 3 倍,其幅面尺寸为 420×891 ;A4 $\times$ 4 是将 A4 图纸的短边 210 增大 4 倍,其幅面尺寸为 297×841 ,常用图纸的加长幅面可参阅 GB/T14689—1993 选取。

2. 图框格式

无论图样是否装订,在图纸上必须画出图框线,图框线用粗实线绘制,其格式有不留装订边和留有装订边两种。如图 1-1(a)为不留装订边的图框格式,1-1(b)为留有装订边的图框格式,其周边尺寸 e 、 a 、 c 按表 1-1 中的规定选取。

加长幅面的图框尺寸,按所选用的基本幅面大一号的图框尺寸确定,如 A3 $\times$ 3 应按 A2 确定。

3. 标题栏

绘制图样时,每张图纸必须有标题栏,标题栏位于图框的右下角,标题栏的文字方向为看图方向,其格式按 GB/T10609. 1—1989 的规定绘制,如图 1-2 所示。为了学习方便,在学校制图作业中建议采用如图 1-3 所推荐的格式。

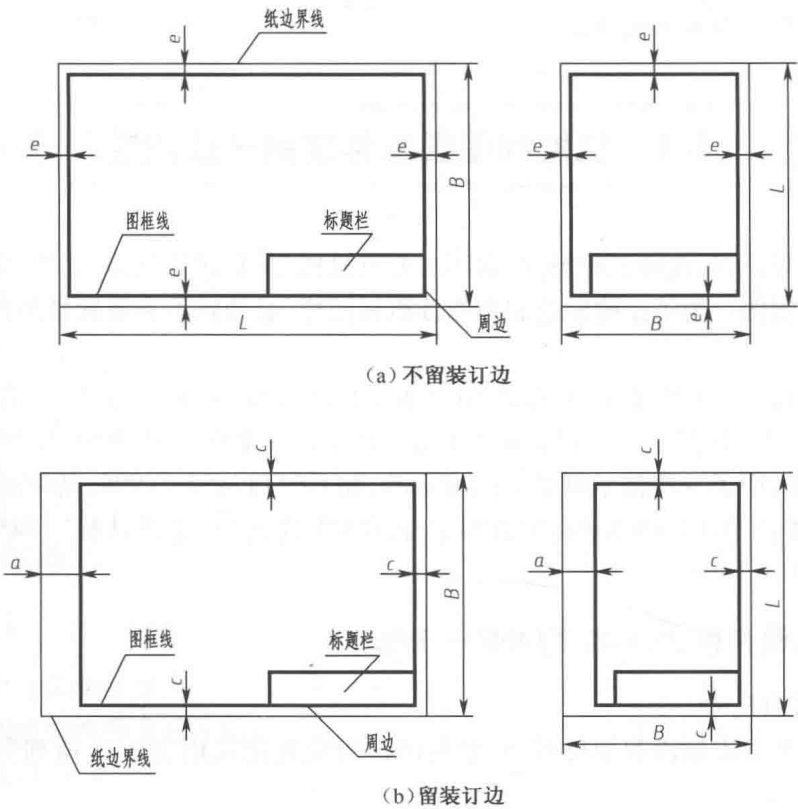


图 1-1 图框格式

二、比例 (GB/T14691—1993)

图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比例分为原值比例、放大比例和缩小比例三种。绘制图样时,一般要按比例来绘制,其数值优先按表 1-2 选取,必要时也允许按表 1-3 选取。

为了反映机件的真实大小,绘制图样时应尽可能按原值比例绘制。比例用符号“:”表示,

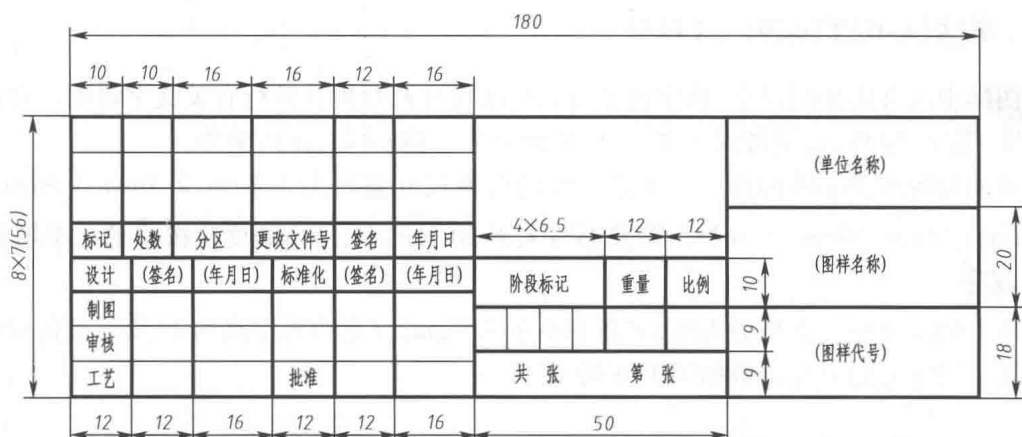


图 1-2 标题栏格式

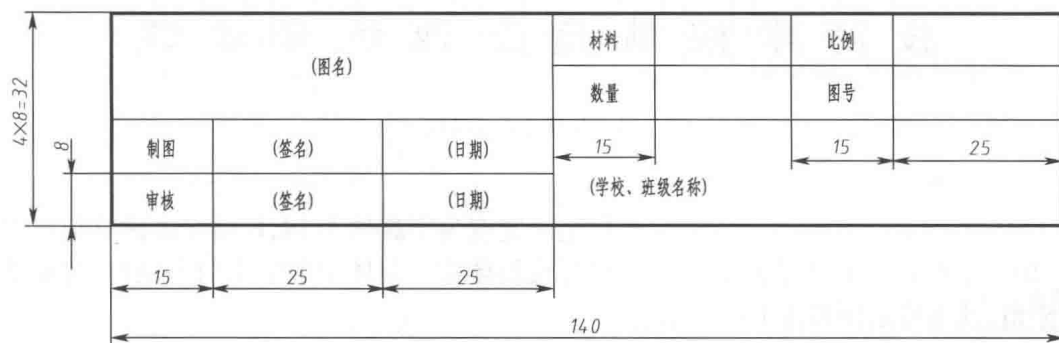


图 1-3 制图作业中推荐的标题栏格式

一般应注写在标题栏的“比例”栏内,如 1:1、1:5 等。必要时可在视图名称的下方或右侧标注,如 $\frac{I}{2:1}$ 、 $\frac{A \text{ 向}}{1:100}$ 、 $\frac{B-B}{2.5:1}$ 、平面图 1:100 等。

表 1-2 绘图比例(一)

种类	比例
原值比例(比值为 1 的比例)	1 : 1
缩小比例(比值小于 1 的比例)	1 : 2 1 : 5 1 : 10 1 : 2×10 ⁿ 1 : 5×10 ⁿ 1 : 1×10 ⁿ
放大比例(比值大于 1 的比例)	5 : 1 2 : 1 5×10 ⁿ : 1 2×10 ⁿ : 1 1×10 ⁿ : 1

注: n 为正整数

表 1-3 绘图比例(二)

种类	比例
缩小比例	$1:1.5$ $1:2.5$ $1:3$ $1:4$ $1:6$ $1:1.5 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:3 \times 10^n$ $1:4 \times 10^n$ $1:6 \times 10^n$
放大比例	$4:1$ $2.5:1$ $2.5 \times 10^n:1$ $4 \times 10^n:1$
注: n 为正整数	

三、字体(GB/T14691—1993)

在图样中经常需要用汉字、数字和字母来标注尺寸及对机件进行有关文字说明。在图样中书写汉字、数字、字母,必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数即为字体的高度。字体高度的公称尺寸系列为 1.8mm、2.5mm、3.5mm、5mm、7mm、11mm、14mm、20mm,共 8 种。若要书写大于 20 号的字,字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率增加。

1. 汉字

图样上的汉字应写成长仿宋体,字高不小于 3.5mm,字宽约为字高的 $1/\sqrt{2}$ 。长仿宋体的基本笔画及常用字号的书写示例如图 1-4 所示。



图 1-4 长仿宋体书写示例

2. 字母和数字

字母及数字分 A 型和 B 型,A 型字体的笔画宽度为字高的 $1/14$,B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ 。字母和数字可写成直体字,也可写成斜体字。斜体字的字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 角,其书写示例如图 1-5 所示。

小写斜体:

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

大写斜体:

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

数字斜体:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

图 1-5 斜体字书写示例

3. 其他

在图样标注时,用作指数、分数、注脚、极限偏差等的数字和字母,一般采用小一号的字体书写。

四、图线(GB/T 4457.4—1984、GB/T4457.4—2002)

1. 线型

国标中规定的机械图样的图线名称、型式、宽度及用途,如表 1-4 所示。

表 1-4 图线的类型及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		d	可见轮廓线、移出断面轮廓线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、重合断面轮廓线
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线
虚线		约 $d/2$	不可见的轮廓线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线等
粗点画线		D	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $d/2$	假想投影轮廓线、极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线

2. 线宽

(1) 图线的宽度分粗、细两种,粗线的宽度应在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择,其公称系列为 0.13mm 、 0.18mm 、 0.25mm 、 0.35mm 、 0.5mm 、 0.7mm 、 1mm 、 1.4mm 、 2mm ,细线的宽度约为粗线宽度的 $1/2$ 。

(2) 轮廓线、虚线、细点画线、细实线重合时,按轮廓线—虚线—细点画线—细实线取舍。

(3) 各类图线相交时,必须是线段相交。

(4) 绘制圆的对称中心线时,圆心应为线段的交点,首末两端应是线段而不是短画或点,且应超出图形轮廓线外 $2\text{mm} \sim 5\text{mm}$,如图 1-6 所示。

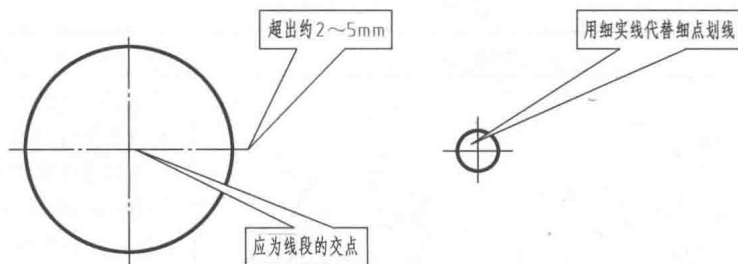


图 1-6 圆对称中心线的画法

(5) 在较小图形上绘制细点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。

(6) 虚线、点画线或双点画线处于粗实线的延长线上时,连接处应断开,如图 1-7 所示。

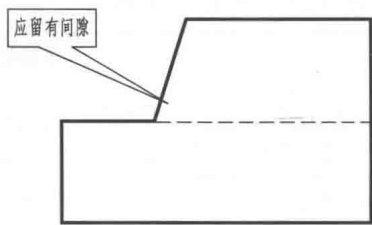


图 1-7 虚线的画法

五、尺寸注法 (GB 4458. 4—1984)

在生产中为了统一语言,国家标准机械制图中规定了尺寸标注的基本规则及方法,在绘制图样时必须严格遵守的,否则将会引起混乱。

1. 基本规则

- (1) 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据,与图形的大小及绘图的准确度无关。
- (2) 图样中的尺寸,以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,若采用其他单位,必须注明。
- (3) 图样中所标注的尺寸,为该图样最后要求的尺寸,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明显的图形上。

2. 标注尺寸的三要素

每个完整的尺寸,一般包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个基本要素,如图 1-8 所示。

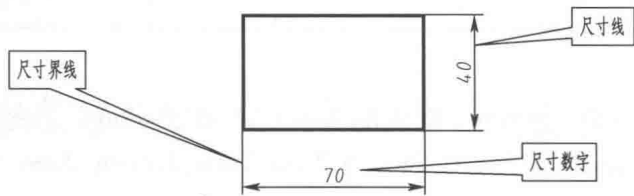


图 1-8 标注尺寸三要素

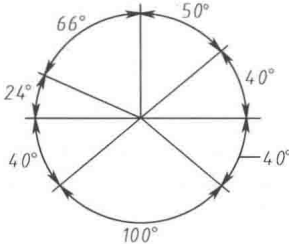
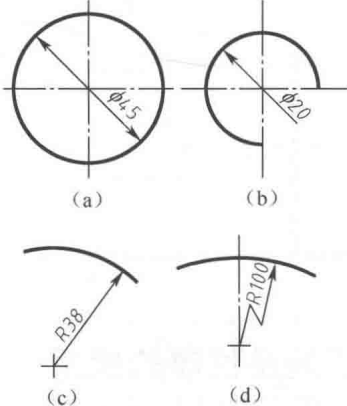
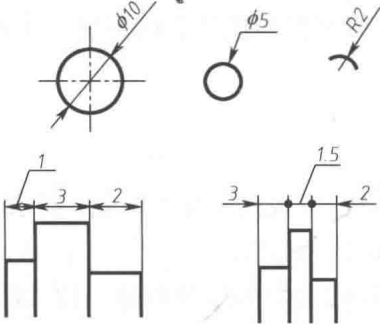
1) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线,一般与尺寸线垂直并超过尺寸线 2mm~3mm(表 1-5)。

表 1-5 尺寸注法

尺寸标注的类型	图例	说明
线形尺寸		线形尺寸的尺寸线与所标注的线段平行;互相平行的尺寸线一般按小尺寸在内、大尺寸在外的原则标注,且两尺寸线之间的间隔应大致相等;尺寸间或与尺寸界线间应避免相交。 线形尺寸的尺寸数字注写如左图所示,水平尺寸数字头朝上,垂直尺寸数字头朝左,并尽量避免在图示 30°范围内标注尺寸,当无法避免时可采用右图形式标注

(续)

尺寸标注的类型	图例	说明
角 度		角度尺寸的尺寸界线沿径向引出,尺寸线是以角度顶点为圆心的圆弧线,尺寸数字一律水平书写,一般注写在尺寸线中断处,必要时可注写在尺寸线的上方、外面,也可引出标注
圆 和 圆 弧		在直径、半径的尺寸数字前应分别加注符号“ ϕ ”“ R ”,如图(a)、(b)、(c),大圆弧的标注如图(d)所示
小 尺 寸		当没有足够地方画箭头或注写尺寸数字时,可按如图的形式标注

2) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制。线形尺寸的尺寸线必须与所标注的线段平行,尺寸线不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或在其延长线上。

尺寸线的终端有箭头和斜线两形式,如图 1-9 所示,采用斜线时,尺寸线与尺寸界线必须是直线且相互垂直,同一图样中箭头大小要一致,尺寸线的终端形式应统一。



图 1-9 尺寸线终端形式

3) 尺寸数字
尺寸数字不允许被任何图线通过,当无法避免时,必须将图线断开。

3. 常用尺寸的注法
常用尺寸标注法见表 1-5。

4. 尺寸标注中常用的符号
尺寸标注中常用的符号见表 1-6。

表 1-6 尺寸标注中常用的符号

名称	符号	名称	符号
直径	ϕ	均布	EQS
半径	R	埋头孔	
球直径	S ϕ	沉孔或锪平	
球半径	SR	深度	
厚度	t	45°倒角	C
正方形	$\square$		

1.2 绘图工具及仪器的使用

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,现将几种常用的绘图工具及仪器的使用方法介绍如下。

一、图板和丁字尺

图板是绘图时用来固定图纸的矩形木版,由板面和导边组成,常用的有 0 号、1 号、2 号。板面必须平整,用于固定图纸,左侧作为丁字尺的导边。

丁字尺主要用来画水平线,由互相垂直的尺头和尺身组成。使用时左手按住尺头,且紧贴图板左导边,根据需要上下移动用来画水平线或对图纸进行定位。如图 1-10 所示。

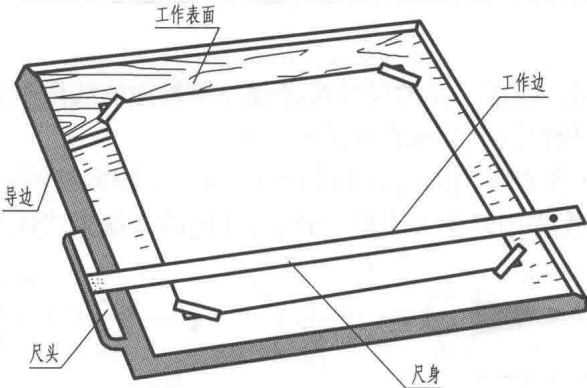


图 1-10 图板和丁字尺

二、三角板

每副三角板有两块,一块为 45° ,另一块为 $30^\circ \sim 60^\circ$,两块三角板配合使用,可画出已知直线的平行线或垂直线,图 1-11 所示。

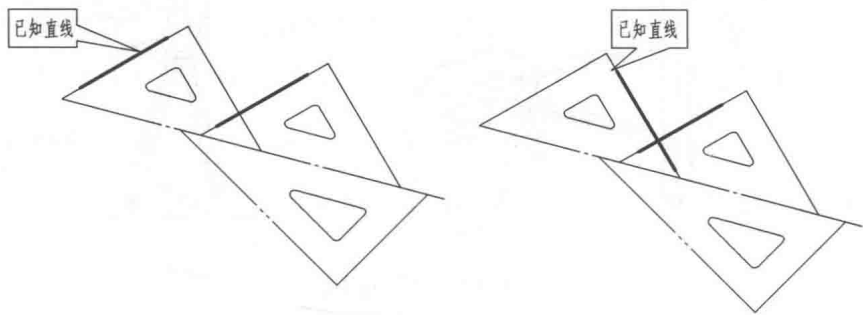


图 1-11 作已知直线的平行线和垂直线

三角板与丁字尺配合时可画出垂直线以及与水平方向成 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 等角度的倾斜线,如图 1-12 所示。

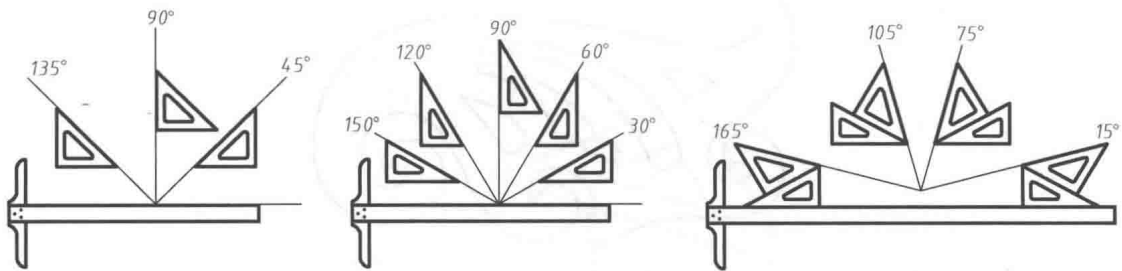


图 1-12 特殊角度线

三、圆规和分规

圆规是用来画圆和圆弧的工具。使用前应调节好针脚,使针尖略长于铅芯,且应使针尖和笔尖与纸面大致保持垂直。圆规上使用的铅芯,应比铅笔的铅芯软一号,圆规的用法如图 1-13 所示。

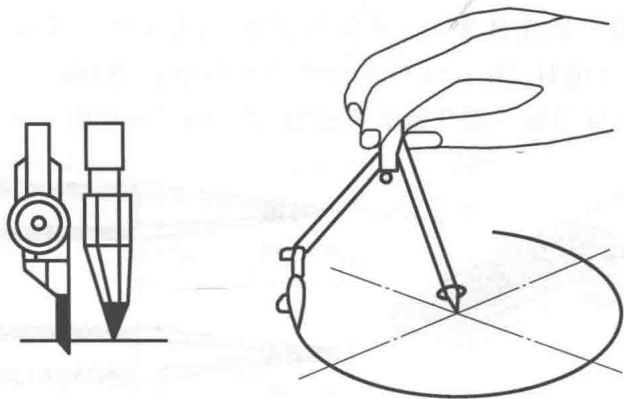


图 1-13 圆规的用法

分规是等分线段、量取尺寸的工具。分规两脚的针尖在并拢后应能对齐,分规的使用如图 1-14 所示。

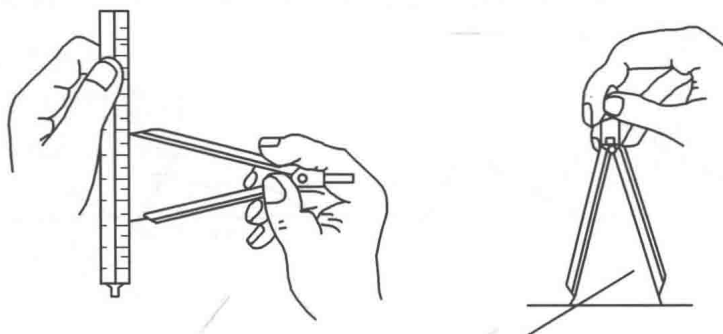


图 1-14 分规的用法

四、曲线板

曲线板是用来画非圆曲线,常用曲线板如图 1-15 所示。



图 1-15 曲线板

画图时,应徒手轻轻用铅笔把所求曲线上各点大致相连,然后选择曲线板上曲率与之相吻合的线段将徒手连成的曲线光滑地画出,注意各段曲线的末端应留一段不画,以用于连接下一段曲线。

五、铅笔

铅笔的铅芯的软硬用 B 或 H 表示。B 前数字越大,表示铅芯越软;H 前数字越大,表示铅芯越硬。绘图时,一般采用 H、2H 画细实线、虚线、细点画线;用 HB 写字、注尺寸;用 B、2B 加深粗实线。铅笔应从没有标号的一段开始削磨使用,铅笔的削法如图 1-16 所示。

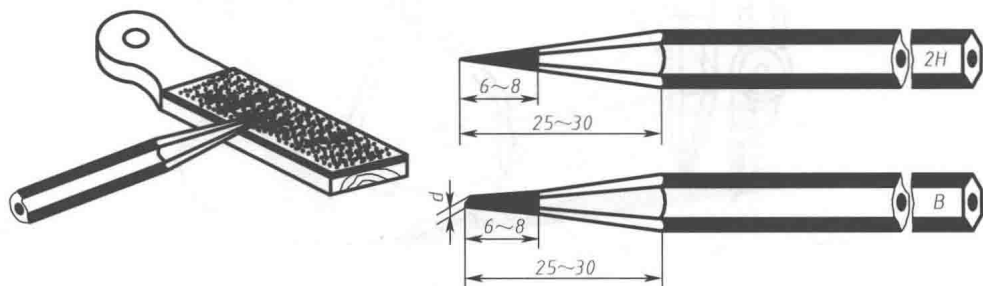


图 1-16 铅笔的削磨

1.3 几何作图

在绘制机械图样时,经常会遇到各种复杂的图形,它们一般都是由直线、圆、圆弧和其他非圆曲线组合而成,因此必须掌握它们的基本作图方法。

一、线段的等分

已知线段 AB , 求作任意等分(如三等分)。其作图方法如图 1-17(a)、(b)、(c) 所示。

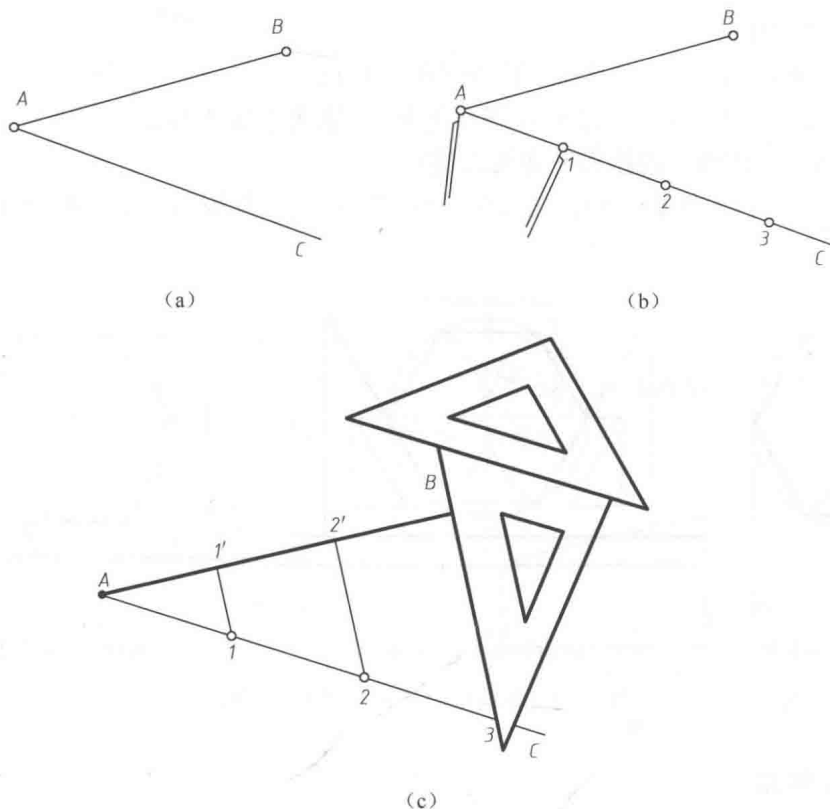


图 1-17 线段的等分

作图步骤:

- (1) 过端点 A 作直线 AC , 与已知线段 AB 成任意一个锐角。
- (2) 用分规在 AC 上截取任意相等的长度的各等分点 $1, 2, 3$ 。
- (3) 连接 $3B$, 并过 $1, 2, 3$ 点作 $3B$ 的平行线, 在 AB 上即得 $1', 2'$ 各等分点。

二、圆周的等分

1. 五等分圆周和作圆的内接正五边形

圆的内接正五边形的作图方法如图 1-18 所示。

作图步骤: