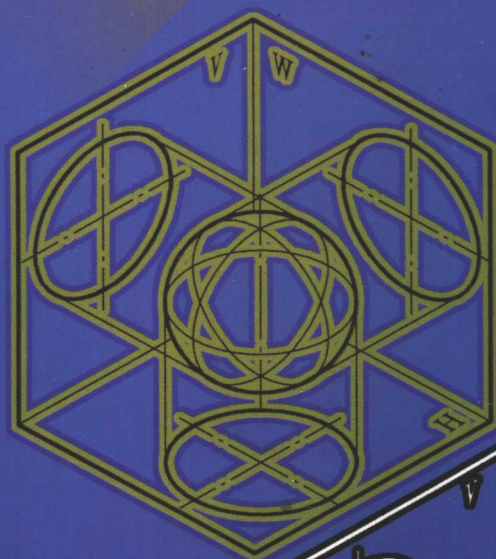


高等学校教材

工程图学基础

北方交通大学 李雪梅 主编



中国铁道出版社

G
O
N
G
C
H
E
N
G
T
U
X
U
E

3

高等学校教材

工程图学基础

北方交通大学 李雪梅 主编
北方交通大学 宋兆全 主审

中国铁道出版社
2002年·北京

(京)新登字 063 号

内 容 简 介

本书为非机、非土类专业工程制图课程的教学用书。内容包括制图基本知识、投影基本知识、平面立体、曲面及曲面体、组合体、轴测投影、图样画法、透视投影、机械图、土木工程图等,并简要介绍了计算机辅助绘图的基本知识。

图书在版编目(CIP)数据

工程图学基础/李雪梅主编. —北京:中国铁道出版社,2002.2

高等学校教材

ISBN 7-113-04522-7

I. 工… II. 李… III. 工程制图-高等学校-教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 098911 号

书 名:工程图学基础

作 者:李雪梅

出版发行:中国铁道出版社(100054,北京市宣武区右安门西街8号)

责任编辑:李丽娟 编辑部电话(010)51873135

封面设计:李艳阳

印 刷:中国铁道出版社印刷厂

开 本:787×1092 1/16 印张:10 字数:247 千

版 本:2002年2月第1版 2002年2月第1次印刷

印 数:1~3 000 册

书 号:ISBN 7-113-04522-7/TU·688

定 价:15.00 元

版权所有 侵权必究

凡购买铁道版的图书,如有缺页、倒页、脱页者,请与本社发行部调换。

联系电话(010)63545969

前 言

本教材是为了适应高等教育改革的需要,立足于加强素质教育、培养创新能力等新的教育观念,结合多年的教学实践及近年来工程制图课程改革的经验编写而成的,并配有相应的习题集,适合电子类、通信类、管理类等非机非土类专业的工程制图课程使用。

本教材在编写时,针对读者群的特点,弱化了画法几何的理论部分,着重于图形表达能力、空间想像力和创新能力的培养,并编有机械图和土木工程图的内容。

本书的主要特点是:

1. 从立体入手,将直线、平面的投影特性融入立体的投影之中,将理论与实际的应用有机地结合起来,便于读者空间概念的建立及后续内容的学习。

2. 编入轴测图润饰和透视投影的基本知识,既完整地介绍了两种投影法,又加强了图形表达能力的培养,使读者能够了解掌握多种图形表达的方法。

3. 考虑到读者的专业特点,在编写机械图和土木工程图时,注重内容和深度的选择,以适应读者在学习、工作和生活中的需要。

4. 在计算机绘图部分,考虑了软件的特点与学习的规律,并结合实践经验进行编写,便于读者能在较短的篇幅内对计算机绘图有概括的了解并快速入门。

本教材深入浅出,图文并茂,采用了最新的相关国家标准。

本书由北方交通大学李雪梅任主编,白雁、邝明任副主编,北方交通大学宋兆全教授主审。参加编写的有李雪梅(绪论、第二章、第三章、第八章、第十章)、白雁(第一章、第六章)、邝明(第四章、第五章、第六章第五节)、周伟忠(第七章)、郭伟杰(第九章)、崔玲(第十一章)。

本书在编写过程中,得到了北方交通大学周仙芳副教授的指导和帮助,书中的部分插图由高悦、刘杰帮助绘制,在此表示真挚的感谢。

欢迎读者对本书的缺点和错误予以批评指正。

编 者

2001.11

于北方交通大学

目 录

绪 论	1
第 1 章 制图基本知识	2
§ 1-1 制图的基本规定	2
§ 1-2 绘图工具和仪器的用法	9
§ 1-3 几何作图	12
第 2 章 投影基本知识	19
§ 2-1 投影的形成及分类	19
§ 2-2 三面正投影图	22
§ 2-3 物体上几何元素的投影特性	25
第 3 章 平面立体	32
§ 3-1 平面立体的投影	32
§ 3-2 平面立体表面上的直线段和点	34
§ 3-3 平面立体的截切	38
第 4 章 曲面及曲面立体	43
§ 4-1 曲 面	43
§ 4-2 曲面立体	47
§ 4-3 曲面立体的截切	50
§ 4-4 曲面立体相贯	55
第 5 章 组 合 体	61
§ 5-1 组合体的组成分析	61
§ 5-2 组合体的绘制	62
§ 5-3 组合体的读图	66
§ 5-4 组合体的尺寸标注	72
§ 5-5 构形设计	76
第 6 章 轴测投影	81
§ 6-1 基本知识	81
§ 6-2 正轴测投影	82
§ 6-3 斜轴测投影	87

§ 6-4 轴测图的润饰	89
第 7 章 图样画法	92
§ 7-1 视图	92
§ 7-2 剖视图	95
§ 7-3 断面图	98
§ 7-4 局部放大图和简化画法	100
§ 7-5 第三角投影简介	101
第 8 章 透视投影	103
§ 8-1 基本知识	103
§ 8-2 两点透视和一点透视	106
§ 8-3 三点透视	109
第 9 章 机械图	111
§ 9-1 螺纹及螺纹紧固件	111
§ 9-2 零件图	116
§ 9-3 装配图	120
第 10 章 土木工程图	123
§ 10-1 房屋建筑施工图	123
§ 10-2 桥梁工程图	130
第 11 章 计算机辅助绘图	136
§ 11-1 计算机绘图简介	136
§ 11-2 计算机绘图的基本知识	137
§ 11-3 Auto CAD 的绘图与编辑	140
§ 11-4 Auto CAD 中的尺寸标注	151
参考文献	154

绪 论

一、本课程的研究对象及设置目的

各种工程的设计和生产,都是通过图样来表达设计意图,并根据图样指导生产和进行技术交流的。工程图样被喻为“工程界的语言”。

图形是表达物体形象的便利工具,也是表达形象思维结果的重要手段,而形象思维能力是创造性思维能力的重要基础,本课程的学习过程,就是空间想象力的培养过程。

理工课程较多地运用逻辑思维,而缺少形象思维的训练,因此,本课程既是一门技术基础课,又是一门提高学生综合思维能力的课程。

二、本课程的主要学习任务

1. 学习投影法的基本理论及其应用,重点在正投影法。
2. 培养三维形状与相关位置的空间逻辑思维和形象思维能力。
3. 培养绘制和阅读正投影图的能力。
4. 了解工程图的表达方法及基本内容。
5. 培养利用计算机绘制图形的初步能力。

三、本课程的学习方法

本课程包括制图基本知识、投影法、工程图和计算机绘图四部分内容。制图基本知识主要是学习制图的基本规定及方法、图样画法及相关的国家标准。投影法主要学习正投影图、轴测投影图及透视投影图的绘制原理和方法。工程图主要是学习机械图和土建图的表达和阅读方法。计算机绘图主要是学习计算机软件的应用。各部分内容之间既有各自的特点,又有着紧密的联系。在学习时应注意以下问题:

1. 明确空间关系,养成空间思维的习惯

本课程解决的核心问题是二维图形和三维实体的相互转化,因此,在学习投影规律时,应从空间关系入手,理解空间过程,养成空间思维的习惯,而不能死背条文。开始可以借助模型或立体图,加强对物体的感性认识,但要逐步减少对模型的依赖,直到能够靠自己的空间想像完成二维图形和三维实体的相互转化。

2. 多作练习,积极实践

本课程的实践性很强,无论习题中的投影练习,还是手工绘图或计算机绘图,都必须经过反复练习,才能做到快速、准确。

3. 自觉培养自学能力、创新能力和审美能力

随时观察各种物体的形态,主动思考、比较,积累感性知识。

4. 养成认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风

图面上一丝一毫的差错,都会给生产实践带来严重的后果,因此,从学习时就要养成良好的习惯。而且任何工作都需要认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第 1 章 制图基本知识

制图是投影理论在实践中的应用,制图的基本知识是工程技术人员准确、快速绘制工程图样所必备的。本章主要介绍国家标准中《技术制图》的一般规定和尺规制图的常用工具及其使用方法等。

§ 1-1 制图的基本规定

为适应生产和便于技术交流,工程图样的规格、内容、画法和尺寸标注等,必须遵循国家技术制图标准的规定,国家标准也简称“国标”。本节结合制图课程的要求介绍其中一些基本规定。

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—93)

1. 图纸幅面尺寸

图纸的幅面是指图纸本身的大小规格。绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的五种基本幅面。必要时,也允许按规定加长幅面。

表 1-1 基本幅面类别和尺寸(mm)

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

2. 图框格式

图框是图纸上绘图范围的边线。绘制技术图样时,应用粗实线画出图框。图纸按是否留有装订边,分为两种格式,但同一产品的图样只能采用一种格式。每种格式又分为 X 型和 Y 型两种,X 型图纸标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行,如图 1-1(a)所示;Y 型图纸标题栏的长边与图纸的长边垂直,如图 1-1(b)所示。

留装订边的图纸,其图框格式如图 1-1 所示,尺寸按表 1-1 的规定。

不留装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示,尺寸按表 1-1 的规定。

3. 标题栏

标题栏的位置应该位于图纸的右下角,用于填写设计单位、工程名称、图名、图纸编号、比例、设计者和审核者等内容。如图 1-1、图 1-2 所示。必要时可按图 1-3 所示位置配置,并应加注方向符号。

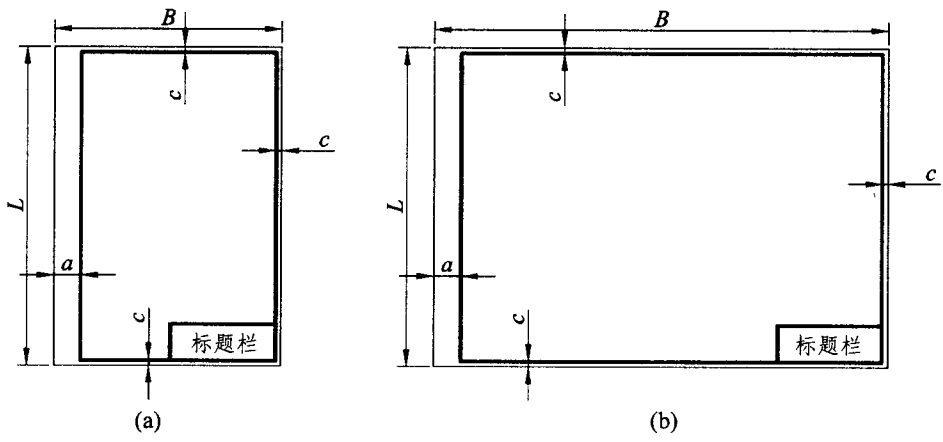


图 1-1 有装订边的图框格式

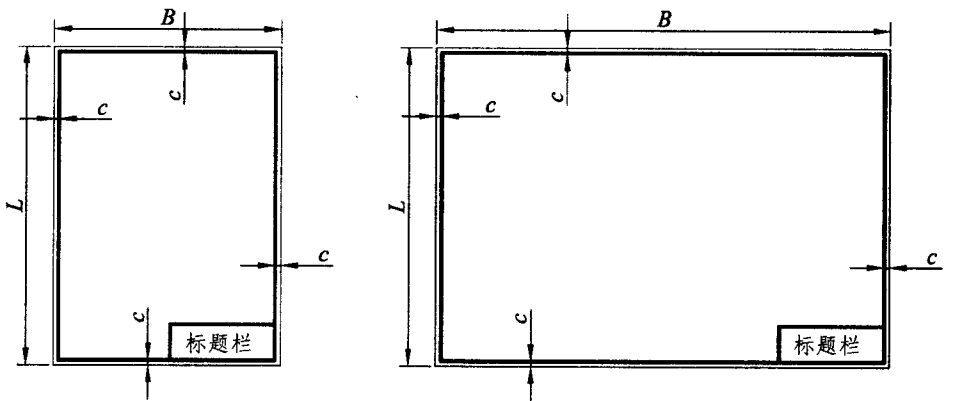


图 1-2 无装订边的图框格式

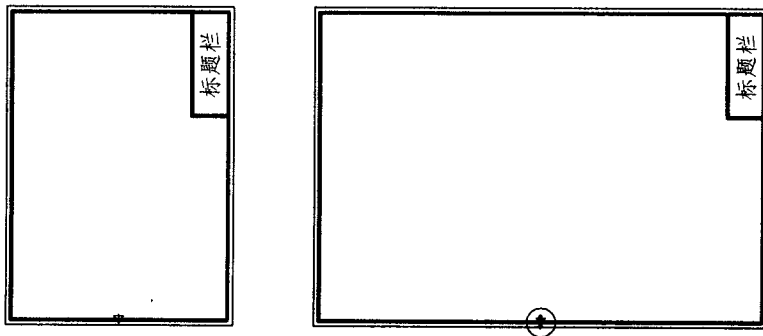


图 1-3 标题栏的配置

本教材中采用图 1-4 作为学生制图作业使用的标题栏。

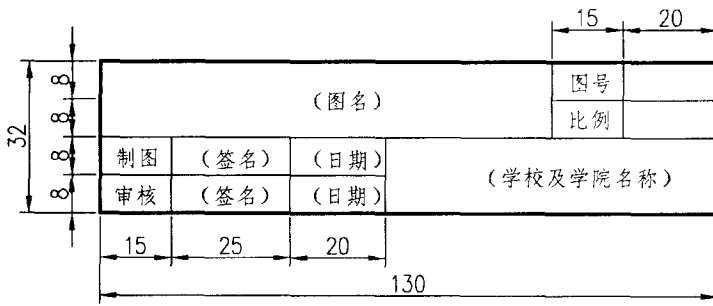


图 1-4 学校用标题栏推荐格式

二、比 例(GB/T 14690—93)

图样的比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。它分为三种:比值为 1 的比例(即 1:1),称为原值比例;比值大于 1 的比例(如 2:1 等),称为放大比例;比值小于 1 的比例(如 1:2 等),称为缩小比例。

需要按比例绘制图样时,应从表 1-2 规定的系列中选用适当的比例。

表 1-2 常用比例

种 类	比 例		
原值比例	1:1		
放大比例	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数。

必要时,也允许选用表 1-3 中的比例。

表 1-3 可用比例

种 类	比 例				
放大比例	$4 \times 10^n : 1$		$2.5 \times 10^n : 1$		
缩小比例	$1 : 1.5 \times 10^n$	$1 : 2.5 \times 10^n$	$1 : 3 \times 10^n$	$1 : 4 \times 10^n$	$1 : 6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

三、字 体(GB/T 14691—93)

图样中的字体应按照国家标准规定书写。书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数用字体的高度表示,字号分为 8 种,其字体高度(单位:mm)分别为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。如需书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比例递增。

图样中的汉字应写成长仿宋体字,并应采用国家正式颁布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm。其字宽与字高的关系应符合表 1-4 的规定。

表 1-4 长仿宋体规格

字 高	20	14	10	7	5	3.5
字 宽	14	10	7	5	3.5	2.5

汉字书写的要领是横平竖直、起落分明、笔锋满格,上下左右笔锋要尽可能靠近字格,但如日、口等框形字,要比字格略小,笔划布局要均匀紧凑。图 1-5 所示为长仿宋体字的字样。

排列整齐字体端正笔划清晰注意起落

7 号字

字体笔划基本上是横平竖直结构匀称写字前先画好格子

5 号字

阿拉伯数字拉丁字母罗马数字和汉字并列书写时它们的字高比汉字高小

图 1-5 汉 字

字母和数字的书写分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十四分之一, B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的十分之一。两种字体均可写成直体和斜体。图 1-6 所示为阿拉伯数字和字母的部分示例,其中图 1-6(a)为 A 型正体字体,图 1-6(b)为 B 型斜体字体。

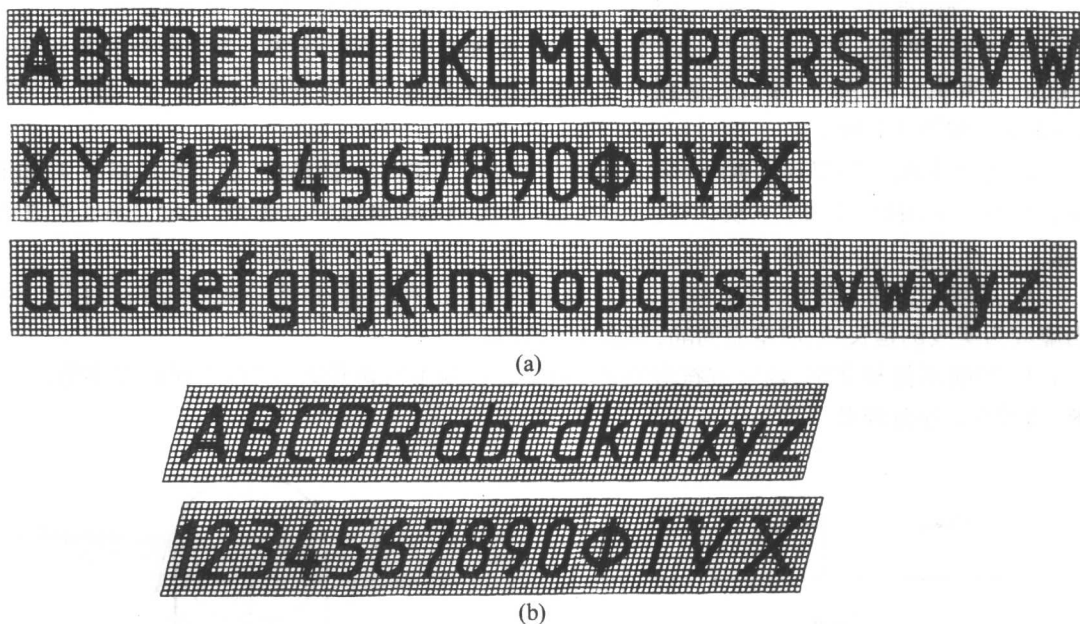







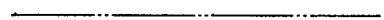
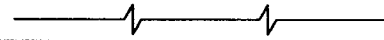
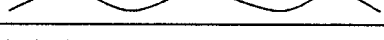


图 1-6 数字及字母

四、图 线(GB/T 17450—1998)

图线的形状可以是直线或曲线,连续线或不连续线。图线的线型有实线、虚线、点画线、折断线、波浪线等,图线又有粗、细之分(土木工程图样线型分为粗、中、细三种,见有关专业制图标准)。各类线型、线宽的图线用途如表 1-5 所示。

表 1-5 图 线

名 称	图 线	一般用途
粗实线		可见轮廓线
细实线		尺寸线、尺寸界限 剖面线 图例线等
粗虚线		见有关专业制图标准
细虚线		不可见轮廓线
粗单点长画线		见有关专业制图标准
细单点长画线		中心线、对称线、轴线等
粗双点长画线		见有关专业制图标准
细双点长画线		假想轮廓线、成型前原始轮廓线
折断线		断裂处的边界线
波浪线		断裂处的边界线

所有线型的线宽应根据图样的复杂程度和比例的大小从以下宽度系列中选择：即 0.13 mm, 0.18 mm, 0.25 mm, 0.35 mm, 0.5 mm, 0.7 mm, 1 mm, 1.4 mm, 2 mm。粗线、中粗线和细线的宽度比率为 4:2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

图线的画法和要求：

1. 绘制图线时,应用力一致,速度均匀,线条应达到光滑、圆润、浓淡一致的要求。

2. 虚线、单点长画线和双点长画线的线段长度和间隔应保持一致。虚线每段线段长 2~4 mm,间隔 0.5~1 mm。单点长画线和双点长画线每段线段长度为 15~20 mm,间隔分别为 3~5 mm,如图 1-7 所示。

3. 单点长画线和双点长画线的起止端不应是点。在较小的图形中,若绘制单点长画线和双点长画线有困难,可用细实线代替。当单点长画线用作轴线或中心线时,应超出图形的轮廓线 2~3 mm,如图 1-8 所示。

4. 虚线与虚线,点画线与点画线,虚线及点画线与其他线段相交时,必须是线段相交,但当虚线为实线的延长线,应留有间隔,如图 1-8 所示。

5. 图线不得与文字、数字或符号重叠、相交。若为不可避免时,应首先保持文字等的清晰,图线在文字处断开。

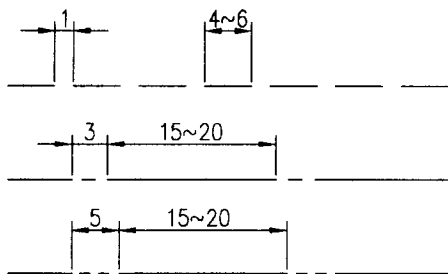


图 1-7 图线画法

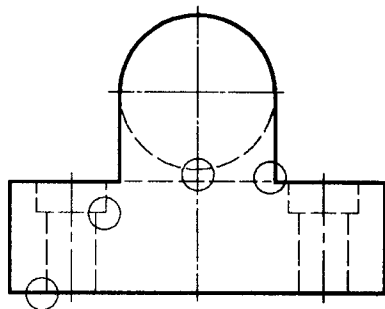


图 1-8 图线交接的画法

五、尺寸标注(GB/T 4458.4—84)

图样只能表达物体的形状,物体的真实大小还需要详尽、清晰的尺寸标注。一个完整的尺寸,由尺寸界线、尺寸线、尺寸起止符号和尺寸数字及尺寸单位组成,如图 1-9 所示。

1. 具体规定

(1)图样上所注的尺寸数值表示物体的真实大小,与绘图比例及绘图的准确度无关。

(2)图样(包括技术要求和其他说明)中的尺寸,一般以毫米为单位,并且不需标注“毫米”或“mm”字样。如采用其他尺寸单位,则应注明其计量单位的代号或名称。

(3)物体的每一尺寸,一般只标注一次,并应标注在反映该结构最清晰的视图上。

(4)图样中所注的尺寸,为该图样所示物体的最后完工尺寸。

2. 尺寸要素

(1)尺寸线

尺寸线用细实线绘制,用以标注尺寸。线性尺寸线应与被注长度平行,两端不宜超出尺寸界线。

(2)尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,一般应与被注长度垂直。尺寸界线由图形的轮廓线、轴线或中心线处引出,另一端宜超出尺寸线 2~3 mm。

图 1-10 为一些特殊的尺寸界线的标注方法。

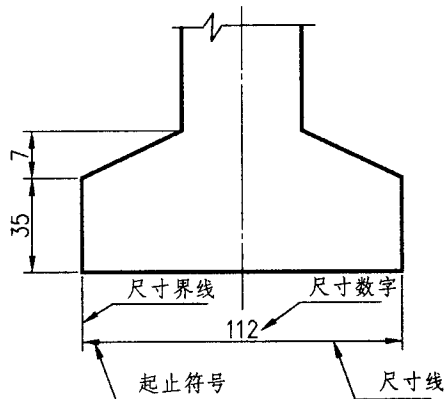
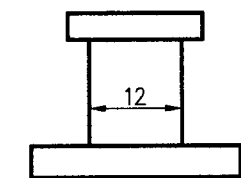
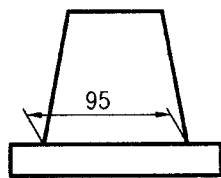


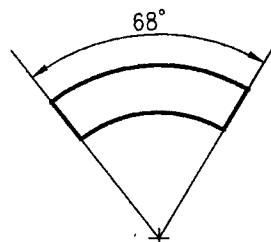
图 1-9 尺寸的组成



(a)用轮廓线代替尺寸界线



(b)尺寸界线和尺寸线相互倾斜



(c)角度的尺寸界线沿径向引出

图 1-10 特殊的尺寸界线

3. 尺寸起止符号

尺寸起止符号在尺寸线与尺寸界线的交点。一般用箭头(建筑制图中用与尺寸线成 45°角的中粗短斜线,长度约为 2~3 mm)绘制。在轴测图中,尺寸起止符号为小圆点。箭头的尺寸及标注方法见图 1-11 所示,图中的 b 表示粗实线的宽度。

4. 尺寸数字

图中任何图线不得穿过尺寸数字,若为不可避免,则在该处断开图线,以保证尺寸数字的完整清晰,如图 1-12 所示。

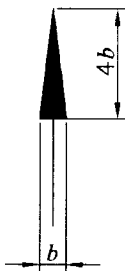
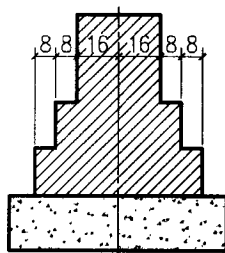


图 1-11 箭头的画法

图 1-12 尺寸数字标注
在图线断开处

尺寸数字的注写和辨认方向称为读数方向,在水平尺寸线上的应由左到右写在尺寸线上方,在竖直尺寸线上的应由下到上写在尺寸线的左方,在倾斜的尺寸线上,字头应有向上的趋势,应避免在图 1-13 所示 30° 阴影线范围内标注尺寸线。若不可避免可将数字引出标注,或在尺寸线断开处水平标注,如图 1-13 所示。当两尺寸界线之间比较窄,没有足够位置书写尺寸数字时,可注在尺寸界线外侧,或上下错开,或用引出线引出再标注,若箭头位置不够,可用圆点代替,如图 1-14 所示。

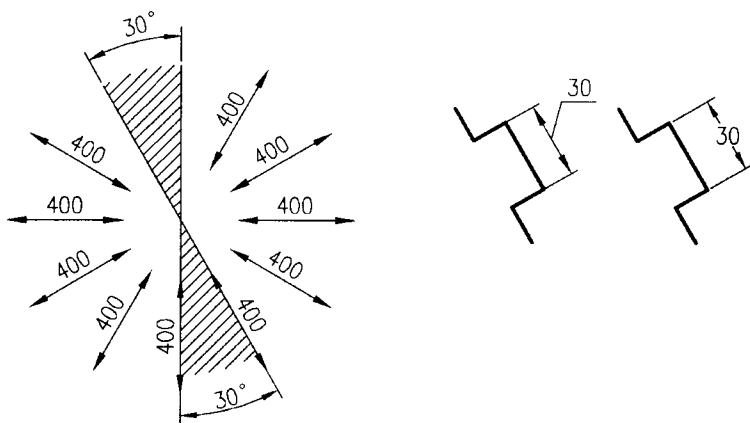


图 1-13 尺寸数字的注写

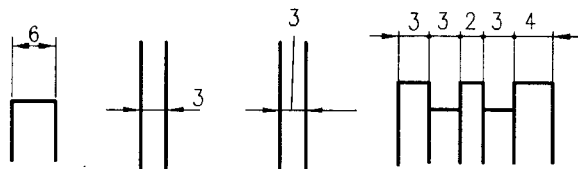


图 1-14 小尺寸的注写

5. 半径、直径、球径、角度、弧长的标注

半径、直径、球径、角度、弧长尺寸标注的尺寸起止符号不用 45° 短斜线,一律用箭头表示。若箭头的位置不够时,可用小圆点代替。角度数字一律水平书写,在数字的右上角注出角度单位度、分、秒的符号。半径、直径、球径尺寸可根据具体情况进行标注。在标注尺寸时,应在数字前加上半径符号 R 、直径符号 ϕ 、球半径符号 SR 、球直径符号 $S\phi$,如图 1-15~图 1-18 所示。

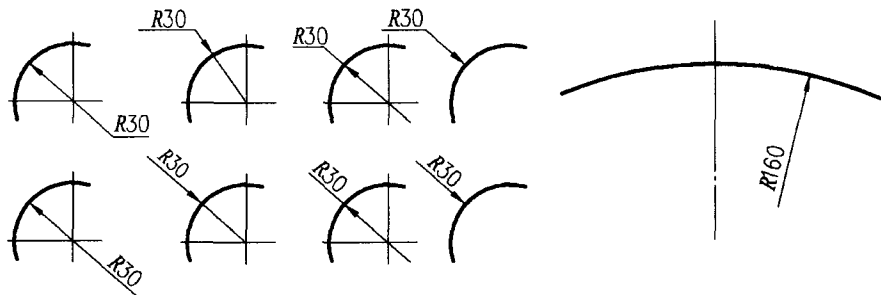


图 1-15 半径的标注

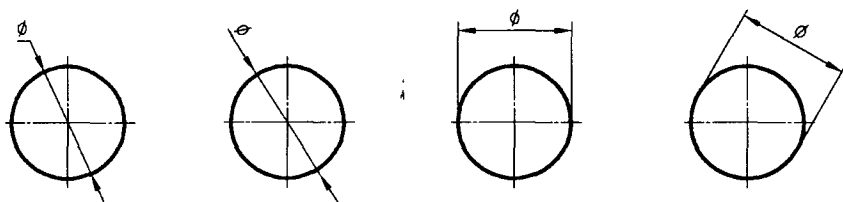


图 1-16 直径的标注

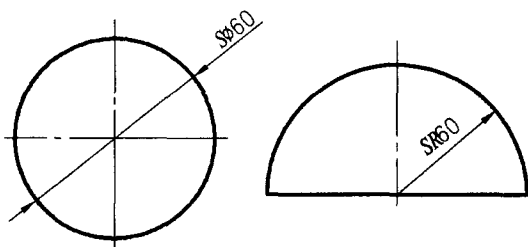


图 1-17 球半径、直径的标注

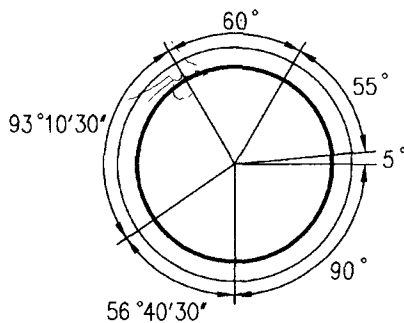


图 1-18 角度的标注

§ 1-2 绘图工具和仪器的用法

本节介绍手工绘图常用的绘图工具和仪器,包括图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔、比例尺等。学习制图首先要了解各种绘图工具和仪器的性能,熟练掌握它们的正确使用方法,注意维护保养,才能保证绘图质量,提高绘图速度。

一、绘图工具

1. 图板

图板用于绘图时放置图纸。四周为硬木镶边,并保持笔直,板面由稍有弹性、平坦无节、不易变形的软木材制成。图板的大小有不同的规格,可根据需要选用。绘图时,安放板身要略为倾斜。

固定图纸时用胶带纸将图纸的四角贴在图板上,如图 1-19 所示。

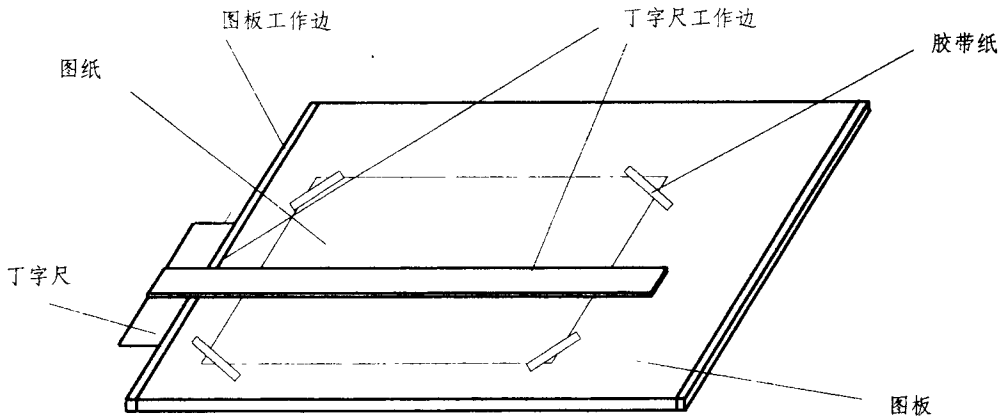


图 1-19 图板的使用

2. 丁字尺

丁字尺主要用于绘制水平线,如图 1-20 所示。丁字尺由相互垂直的尺头和尺身构成。绘图时,左手把住尺头,使其内侧紧贴图板左侧边缘,尺身紧贴在图板上,沿尺身上缘(有刻度的一边)由左至右画出水平线。尺头沿图板左侧上下移动,可画出不同位置的水平线。注意,不允许将尺头靠在图板右边、上边和下边画线。

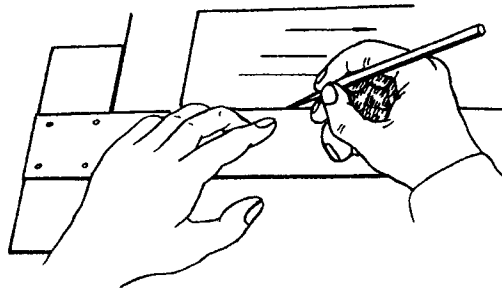


图 1-20 丁字尺的使用

3. 三角尺

三角尺主要用于绘制竖直线、互相垂直的直线、互相平行的斜线和特殊角度(45° 、 30° 、 60° 、 15° 、 75°)的斜线。一般三角板与丁字尺配合使用。注意绘制竖直线时,应是持铅笔由下而上画线,如图 1-21 所示。

4. 比例尺

比例尺主要用于绘制不同比例的图形。比例尺常做成三棱柱状,又称三棱尺。其上有 1:100、1:200、1:300、1:400、1:500 和 1:600(或 1:1 000~1:6 000)共六种比例的刻度,均以 mm 为单位。如图 1-22。

5. 铅笔

绘图使用的铅笔有专用的绘图铅笔。在铅笔的一端印有表示铅芯软硬程度的符号,分别用 H 和 B 来表示(H 表示硬,B 表示黑)。H 和 B 前的数字越大表示越硬或越黑。常用的有

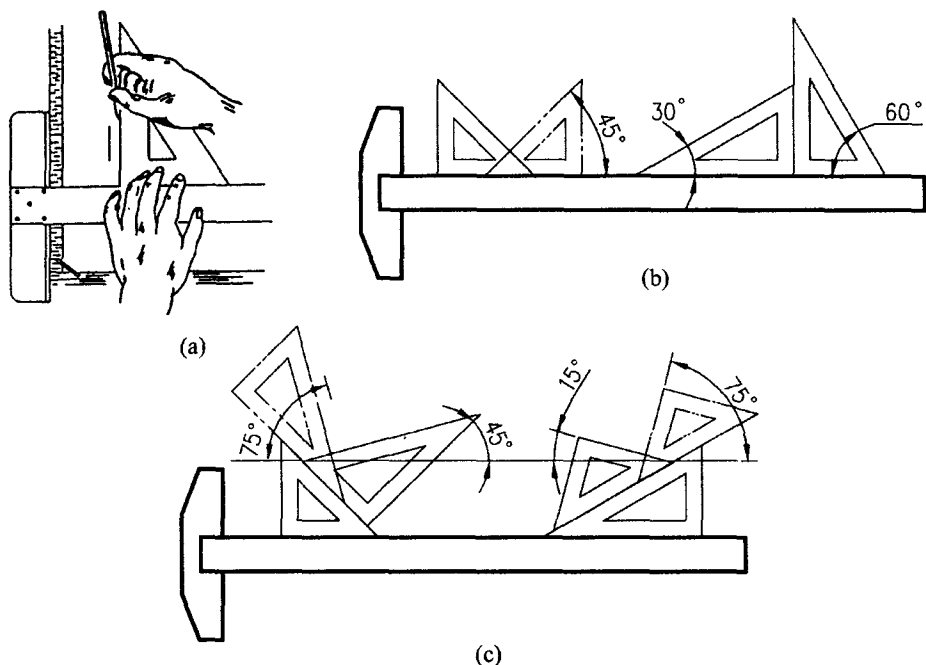


图 1-21 丁字尺和三角板的使用

2H、H、HB、B 等几种。一般用 H 或 2H 笔画底稿,用 HB 笔写字和加深细线,用 B 笔加深粗线。

绘图时,用铅笔画的各种图线应符合国标的规定。图线宽度应符合要求,色度上要深浅一致。根据不同用途,铅笔可削成两种不同的形状:一种削成圆锥形,用于打底稿、画细线或写字;另一种削成扁平的楔形,并使其宽度等于粗实线的宽度。铅笔的削法如图 1-23 所示。

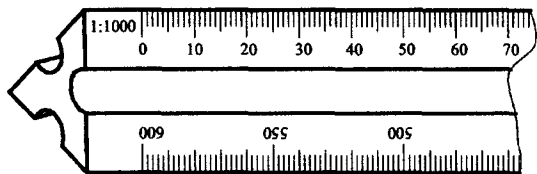


图 1-22 比例尺

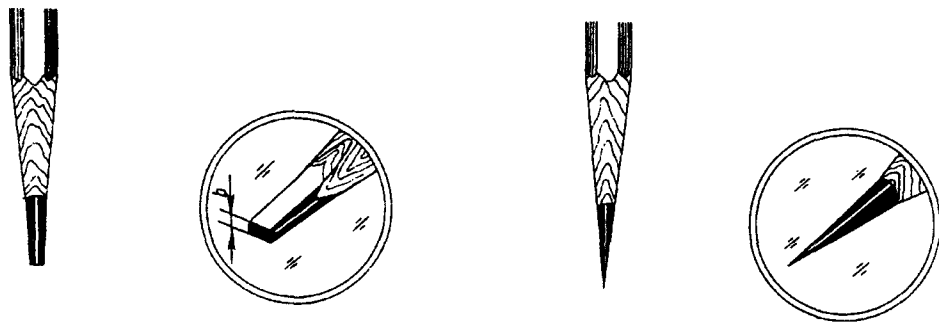


图 1-23 铅笔的削法