


高等学校教材

TU MU GONG CHENG ZHI TU

土木工程制图

孙靖立 主编



 吉林科学技术出版社

土木工程制图

孙靖立 主编

吉林科学技术出版社

内 容 提 要

本教材是高等工科院校土建类各专业图学配套教材之一，与《画法几何》可配套使用，亦可单独使用。

主要内容包括：制图的基本知识、形体的表达方法、建筑施工图、结构施工图、给水排水工程图、电气工程图、道路路线工程图、桥隧工程图、涵洞工程图、结施平法等。

本教材除适用于高等工科院校土建类各专业图学学习外，亦可作为相近的其他专业和职工大学、业大、函授大学、电视大学、自学读者及有关工程技术人员的参考书。

此外，同时出版的还有与本教材配套的《土木工程制图习题集》，亦可供上述人员参考。

前 言

本教材是根据新修订的国家标准《房屋建筑图统一标准》GBJ1-86、《总图制图标准》GBJ103-87、《建筑制图标准》GBJ104-87、《建筑结构制图标准》GBJ105-87、《给水排水制图标准》GBJ106-87、《民用建筑电气设计规范》JGJ/T16-92、《道路工程制图标准》GBJ162-92等进行编写的。本套教材共分四册——《画法几何》、《画法几何习题集》、《土木工程制图》、《土木工程制图习题集》。本教材应与《画法几何》配套使用，并应根据各专业进行选取不同的章节。

根据“厚基础、宽专业”的精神，结合国民经济发展的速度和建筑领域的变异，本教材注意理论联系实际选取工程图样，使学生在已具备空间分析问题和解决问题能力的基础上，进一步熟悉与所学专业相关的工程图样，以及逐步提高阅读和绘制工程图样的能力。

本教材在以房屋建筑施工图和结构施工图的基础上，增加了给水排水工程图、电气工程图、道路路线工程图、桥隧工程图、涵洞工程图等章节，并将国家科委和建设部指定推广的《房屋建筑结构施工图平面表示法》工程设计新技术编入了本教材，以便各专业（相近专业）的学习和互相渗透与了解。在各章节中，力求内容丰富、形式新颖、简明扼要、通俗易懂。所选的图样做到了清晰可读、便于教学、且实践性强。（注：带有“*”的章节可根据专业和学时不同进行取舍）。

参加本教材编写的有（按姓氏音序排列）：董光宇、吕梅、孙靖立、王凤国、战斗。具体编写如下：董光宇——第一章、第四章；吕梅——第三章；孙靖立——绪论、第二章、第五章、第六章、第九章、第十章；王凤国——第七章；战斗——第八章。本教材由各参编者协定编写纲目，由孙靖立统稿、定稿，并任主编，吕梅任副主编。

参加本教材插图设计与绘制工作的还有：吉林建筑工程学院监理公司的吴丽丽——建筑施工图部分；杨红光——结构施工图部分；冯永——给水排水工程图部分；孙宏伟——电气工程图部分；并由赵鸣负责审阅。

本教材在编写、出版过程中，曾得到了吉林建筑工程学院戴昕、于铁民以及吉林科学技术出版社的支持和协助，在此深致谢意。

由于编者水平有限，书中难免有不足之处，敬请读者批评指正。

编者
2001年1月

绪 论

工程结构物(如一幢房屋、一座桥梁、一个管道网络系统等)用图样来表达其形状特征是语言和文字所无法相比的。因此,图样被喻为工程界的技术“语言”。作为土建类各专业的学生和工程技术人员,应有驾驭这种技术“语言”的能力,方能顺利地进行学习,从事科研和设计等技术性的工作。

任何工程结构物都必须“按图施工”,可见图样在生产中的地位和作用。学习《土木工程制图》,好比掌握了打开技术“语言”大门的钥匙,为工程技术人员表达设计意图、交流技术思想提供了最有说服力的“语言”工具。

《土木工程制图》是一门技术基础课。在已经学习的《画法几何》课程的基础上,再学习《土木工程制图》的主要任务是:

1. 运用投影理论,结合国家标准的有关规定,培养正确表达工程图样的能力;
2. 培养作为工程技术人员所必须掌握的绘图基本技能;
3. 培养阅读土建类工程图样的初步能力。

学习本课程,注意能力的培养,除了听课外,更主要的是要完成一定数量的习题和绘图,只有多练、多画、多读、多想,才能巩固所学的基本知识,了解国家标准的一系列规定,做到熟能生巧、融汇贯通、运用自如、准确无误。

工程图样中的每一条线、每一个尺寸、每一个字符,都具有其一定的含义,运用不当,不仅会给施工带来困难,甚至还会造成程度不同的经济损失。因此,要求在学习中,明确学习目的,端正学习态度,养成严谨认真、一丝不苟的工作作风,为成为一个具有创新精神的高质量的工程技术人员奠定坚实的基础。

计算机绘图虽已普及,但在本课程中的手工抄绘图样这一基本功训练是必不可少的,犹如学字,如果不写、不读,则不识,也就无法运用。没有手工绘图的基本功,也就无法识别和应用计算机绘图。所以,完成必要的手工绘图不仅是本课程学习任务的一部分,同时也为学习和掌握计算机绘图打好基础。

根据各专业特点与学习内容不同,学习本课程约完成绘图8~10幅。绘图前必须读懂图样,切忌似懂非懂地抄图,应将读图与绘图的训练紧密地结合起来。学习本课程课堂学时与课后学时比例应控制在1:2.5左右。

应该强调的是:在本课程的学习过程中,要进一步增强自学能力,随着学习进度及时复习和小结。必须学会通过自己阅读教材和绘图指导来解决习题和绘图中的问题,作为培养今后查阅有关的标准、规范、手册等资料来解决工程实际问题能力的起步。

目 录

绪 论

| | |
|--------------------------|--------|
| 第一章 制图的基本知识 | (1) |
| § 1-1 基本规定 | (1) |
| § 1-2 制图工具 | (9) |
| § 1-3 几何作图 | (12) |
| § 1-4 绘图的一般方法和步骤 | (18) |
| 第二章 形体的表达方法 | (20) |
| § 2-1 视图 | (20) |
| § 2-2 视图的选择 | (25) |
| § 2-3 尺寸标注 | (27) |
| § 2-4 剖面图 | (30) |
| § 2-5 断面图 | (36) |
| 第三章 建筑施工图 | (39) |
| § 3-1 概述 | (39) |
| § 3-2 总平面图 | (41) |
| § 3-3 建筑平面图 | (45) |
| § 3-4 建筑立面图 | (55) |
| § 3-5 建筑剖面图 | (60) |
| § 3-6 建筑详图 | (63) |
| 第四章 结构施工图 | (72) |
| § 4-1 结构施工图的主要内容 | (72) |
| § 4-2 钢筋混凝土简介 | (73) |
| § 4-3 钢筋混凝土结构图 | (75) |
| § 4-4 基础图 | (80) |
| 第五章 给水排水工程图 | (81) |
| § 5-1 概述 | (81) |
| § 5-2 给水排水工程图 | (84) |
| § 5-3 阅读给水排水工程图 | (91) |
| 第六章 电气工程图 | (98) |
| § 6-1 概述 | (98) |

| | |
|--------------------------|--------------|
| § 6-2 电气照明工程图 | (104) |
| 第七章 道路路线工程图 | (109) |
| § 7-1 公路路线工程图 | (109) |
| § 7-2 城市道路路线工程图 | (113) |
| § 7-3 道路路口 | (120) |
| 第八章 桥隧工程图 | (128) |
| § 8-1 概述 | (128) |
| § 8-2 钢筋混凝土梁桥工程图 | (129) |
| § 8-3 斜拉桥 | (137) |
| § 8-4 桥梁工程图的阅读与绘制 | (142) |
| § 8-5 隧道工程图 | (144) |
| 第九章 涵洞工程图 | (149) |
| § 9-1 涵洞的分类 | (149) |
| § 9-2 涵洞工程图 | (150) |
| * 第十章 结施平法 | (155) |
| § 10-1 概述 | (155) |
| § 10-2 平法制图规则 | (155) |
| § 10-3 梁 | (156) |
| § 10-4 柱 | (161) |
| § 10-5 剪力墙 | (165) |

第一章 制图的基本知识

建筑工程图是表达建筑工程设计的重要技术资料,是施工的依据。为了使工程图规格基本统一,图面清晰简明,便于交流技术思想,满足设计、施工、存档的要求,国家计划委员会于1988年实施的国家标准《房屋建筑制图统一标准》(GBJ1-86)、《总图制图标准》(GBJ103-87)、《建筑制图标准》(GBJ104-87)、《建筑结构制图标准》(GBJ105-87)、《给水排水制图标准》(GBJ106-87)和1992年、1993年实施的国家标准《道路工程制图标准》(GBJ162-92)。工程人员在工作中必须遵守上述标准。

本章主要讲述《房屋建筑制图统一标准》、绘图工具和仪器的使用方法、几何作图等制图基本知识。

§ 1-1 基本规定

一、图纸幅面和标题栏

1. 图纸幅面

图纸幅面,即图幅是指图纸的大小尺寸,应符合表1-1的规定和图1-1、图1-2的格式。

表 1-1 图纸幅面及图框尺寸(mm)

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

表 1-2 图纸长边加长尺寸

| 幅面代号 | 长边尺寸 | 长边加长后尺寸 | | | | |
|------|------|---------|------|------|------|------|
| A0 | 1189 | 1338 | 1487 | 1635 | 1784 | 1932 |
| | | 2081 | 2230 | 2387 | | |
| A1 | 841 | 1051 | 1261 | 1472 | 1682 | 1892 |
| | | 2102 | | | | |
| A2 | 594 | 743 | 892 | 1041 | 1189 | 1338 |
| | | 1487 | 1635 | 1784 | 1932 | 2081 |
| A3 | 420 | 631 | 841 | 1051 | 1261 | 1472 |
| | | 1682 | 1892 | | | |

从表 1-1 可以看出, 图纸幅面边长尺寸相当于 $\sqrt{2}$ 系列, 即 $l = \sqrt{2}b$ 。A1 幅面是 A0 幅面的对裁; A2 幅面是 A1 幅面的对裁, 其余以此类推。图纸幅面分为横式幅面和立式幅面 2 种形式。以长边为水平边的图纸称为横式幅面, 以短边为水平边的图纸称为立式幅面。图纸短边不能加长, 图纸长边可以加长, 长边加长尺寸必须遵守 GBJ1 - 86 的规定, 如表 1-2。有特殊需要的图纸, 可采用 $b \times l$ 为 841×892 与 1189×1261 的幅面。

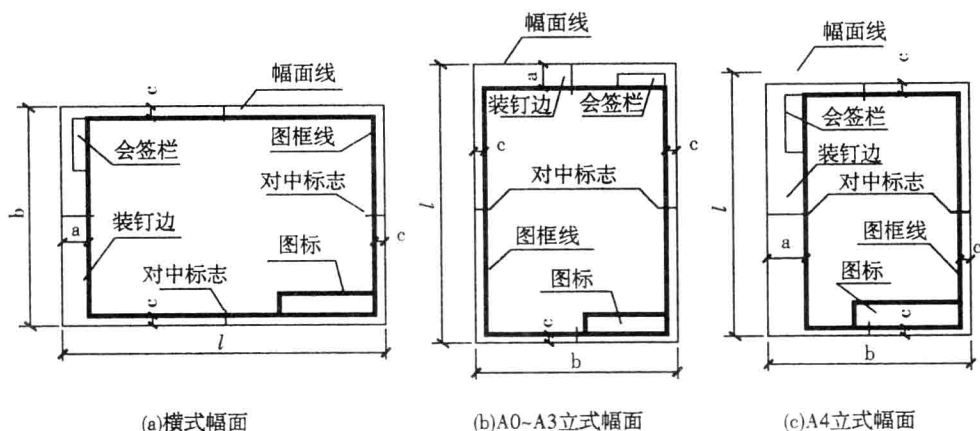


图 1-1 图纸横式幅面

图 1-2 图纸立式幅面

2. 标题栏

图纸的标题栏简称为**图标**, 一般画在图纸的右下角, 在图标内填写工程名称、图名、图号、设计者、审核者等内容, 这一项国标没有条文规定。学生制图作业的图标(即标题栏), 可采用图 1-3 所示的格式。

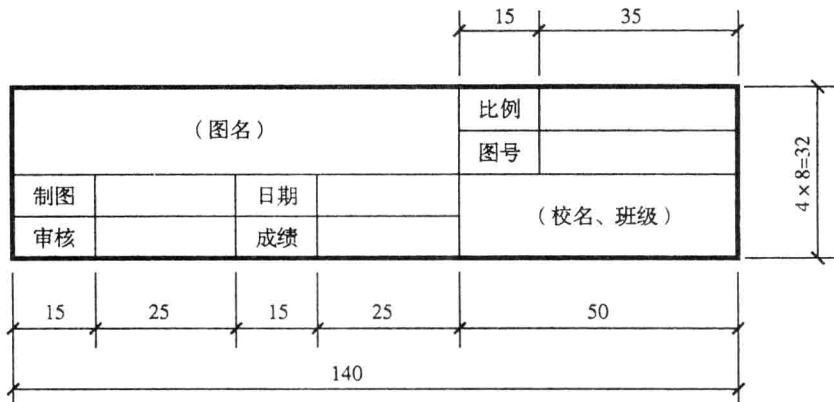













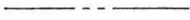


图 1-3 标题栏的格式

二、图线

在工程制图中, 采用不同的线型和不同粗细的图线表达图样的不同内容。在《画法几何》第一章 § 1-4 中已介绍了五种图线, 即粗、细实线、虚线、点划线、双点划线, 这里增加了折断线、波浪线等。实线、虚线、点划线、双点划线又有三种不同的宽度, 即粗、中、细, 它们的比例为

b : 0.5b : 0.35b, 如表 1-3。

表 1-3 图线的种类及用途

| 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 |
| | 细 |  | 0.35b | 可见轮廓线、图例线等 |
| 虚线 | 粗 |  | b | 见有关专业制图标准 |
| | 中 |  | 0.5b | 不可见轮廓线 |
| | 细 |  | 0.35b | 不可见轮廓线、图例线等 |
| 点划线 | 粗 |  | b | 见有关专业制图标准 |
| | 中 |  | 0.5b | 见有关专业制图标准 |
| | 细 |  | 0.35b | 中心线、对称线等 |
| 双点划线 | 粗 |  | b | 见有关专业制图标准 |
| | 中 |  | 0.5b | 见有关专业制图标准 |
| | 细 |  | 0.35b | 假想轮廓线, 成型前原始轮廓线 |
| 折断线 波浪线 | |  | 0.35b | 断开界线 |
| | |  | 0.35b | 断开界线 |

每个图样应根据形体的具体情况确定基本线宽 b, “国标”规定 $b = 0.18 \sim 2.0\text{mm}$, 常用的 b 值为 $1.0 \sim 1.2\text{mm}$ 。b 值确定之后, 每一组粗、中、细线的宽度称为**线宽组**。如表 1-4。

表 1-4 线宽组 (mm)

| | | | | | | |
|-------|-----|-----|------|------|------|------|
| b | 2.0 | 1.4 | 1.0 | 0.7 | 0.5 | 0.35 |
| 0.5b | 1.0 | 0.7 | 0.5 | 0.35 | 0.25 | 0.18 |
| 0.35b | 0.7 | 0.5 | 0.35 | 0.25 | 0.18 | |

画图线的注意事项: 如图 1-4 所示。

1. 在同一张图纸中, 采用相同比例绘制的各图, 应选用相同的线宽组。
2. 虚线的线段长度和间隔应相等, 线段长为 $3 \sim 6\text{mm}$, 间距为 $0.5 \sim 1\text{mm}$, 虚线与虚线或其他图线相交时, 应保证线段相交, 虚线为实线的延长线时, 应留一段 (1mm 左右) 空隙。
3. 点划线、双点划线的线段长度和间隔应相等, 线段长为 $15 \sim 20\text{mm}$, 短划和间距均为 1mm ; 点划线与点划线或与其他图线相交时, 应保证线段相交; 点划线或双点划线, 在较小的图形中可用细实线代替; 点划线作为中心线或对称线时, 应超出轮廓线 $2 \sim 5\text{mm}$ 。
4. 折断线应通过被折断的全部并超出 $2 \sim 5\text{mm}$, 折断线直线间的符号和波浪线都应徒手画出。

以上注意事项曾在《画法几何》中指出, 这里进一步强调, 可见其重要。

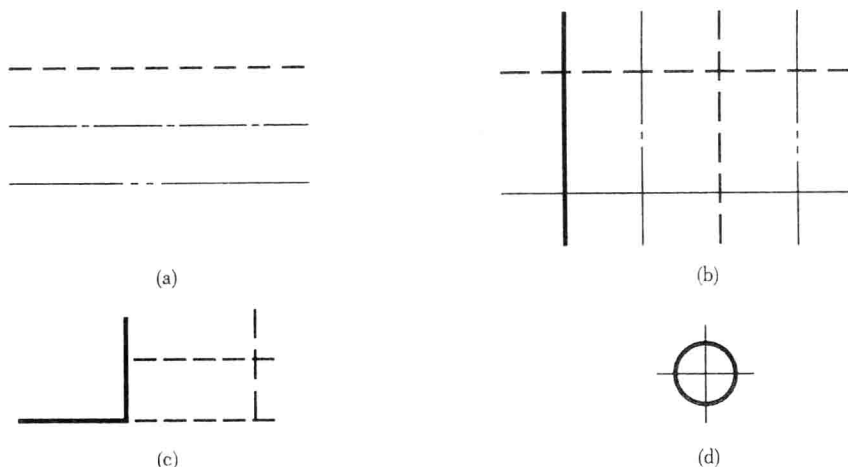


图 1-4 画图线注意事项

三、比例

图样中图形与实物相对应的线性之比,称为比例。比例用阿拉伯数字表示,如1:10、1:100。比例的大小是指比值的大小,如1:50 < 1:20。

图样中的比例应该注写在图名的右侧,其字号大小应该比图名的字号小一号,如图1-5所示。

绘图时所用的比例应该根据图样的用途及所画形体的复杂程度从表1-5中选用,并应优先选用表中的常用比例。

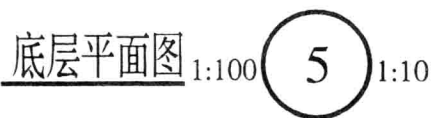


图 1-5 比例的注写

表 1-5 绘图所用比例



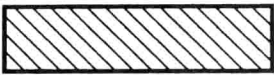




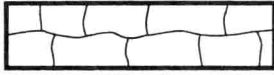




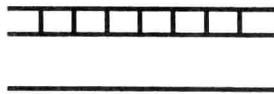
| | 1:1 | 1:2 | 1:5 | 1:10 | 1:20 | 1:50 |
|------|---------|----------|----------|---------|-------|------|
| 常用比例 | 1:100 | 1:200 | 1:500 | 1:1000 | | |
| | 1:2000 | 1:5000 | 1:10000 | 1:20000 | | |
| | 1:50000 | 1:100000 | 1:200000 | | | |
| | | | | | | |
| 可用比例 | 1:3 | 1:15 | 1:25 | 1:30 | 1:40 | 1:60 |
| | 1:150 | 1:250 | 1:300 | 1:400 | 1:600 | |
| | 1:1500 | 1:2500 | 1:3000 | 1:4000 | | |
| | 1:6000 | 1:5000 | 1:30000 | | | |

四、建筑材料图例

在建筑工程图中,用图例表示建筑材料,表1-6是常用的建筑材料图例,其余的图例可查阅《房屋建筑制图统一标准》。

表 1-6

常用建筑材料图例

| 材料名称 | 图例 | 说明 |
|-----------|---|---|
| 自然土壤 |  | 包括各种自然土壤 |
| 夯实土壤 |  | |
| 普通砖 |  | 1. 包括砌体、砌块 2. 断面较窄,不易画出图例线时,可涂红 |
| 砂、灰土、粉刷 |  | 靠近轮廓线点较密的点 |
| 混凝土 |  | 1. 本图例仅适用于能承重的混凝土和钢筋混凝土 2. 包括各种强度等级、骨料、添加剂的混凝土 |
| 钢筋混凝土 |  | 3. 在剖面图上画出钢筋时,不画图例线 4. 断面较窄,不易画出图例线时,可涂黑 |
| 天然石材 |  | 包括岩层、砌体、铺地、贴面等材料 |
| 毛石 |  | |
| 多孔材料 |  | 包括水泥珍珠岩、沥青珍珠岩、泡沫混凝土、非承重加气混凝土、泡沫塑料、软木等 |
| 木材 |  | 1. 上图为横断面,左上图为垫木、木砖、木龙骨 2. 下图为纵断面 |
| 金属 |  | 包括各种金属,图形断面窄小时,可涂黑 |
| 碎砖三合土、砂砾石 |  | |
| 防水材料 |  | 构造层次多或比例较大时采用上图例 |

五、尺寸标注

图样只能表达物体的形状,它的大小和各部分的相对位置由标注的尺寸来确定。因此,正确地标注尺寸极为重要。标注尺寸时,要求准确、详尽和清晰。

(一) 标注尺寸的四要素

尺寸线、尺寸界线、尺寸起止符号和尺寸数字称为标注尺寸的四要素,如图 1-6。

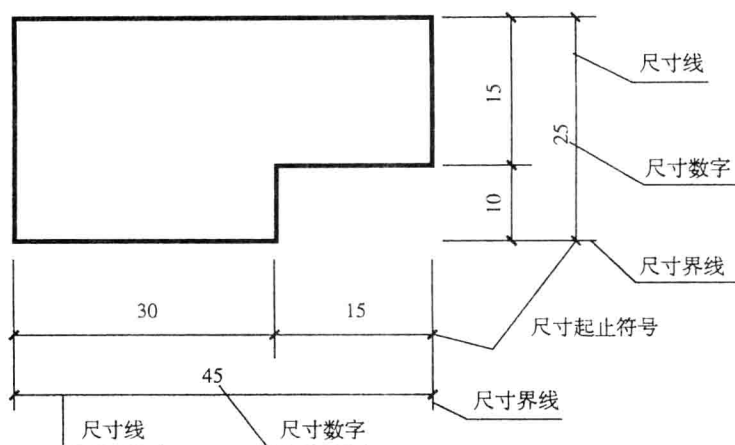


图 1-6 尺寸的组成

1. 尺寸线

尺寸线应与所标注的线段相互平行;尺寸线用细实线;尺寸线不能超出尺寸界线;尺寸线不能用其他图线代替;尺寸线与所标注的线段的间距大于 10mm,两个尺寸线的间距为 7 ~ 10mm。

2. 尺寸界线

尺寸界线应与所标注的线段垂直;尺寸界线用细实线;尺寸界线可以用其他图线代替;尺寸界线与所标注的线段的间距大约 2mm;尺寸界线超出尺寸线 2 ~ 3mm。

3. 尺寸起止符号

尺寸起止符号用中实线;长度为 2 ~ 3mm;方向从右上至左下;其倾斜方向为 45°;标注半径、直径、角度、弧长尺寸时宜用箭头;当相邻尺寸界线的间隔都很小时,尺寸起止符号可用涂黑的小圆点,如图 1-7。

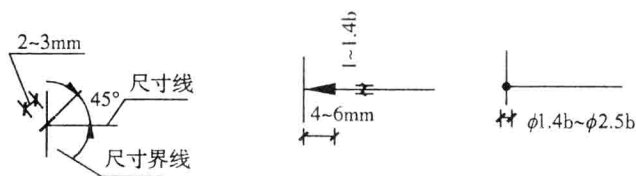


图 1-7 尺寸起止符号(b为粗实线宽度)

4. 尺寸数字

尺寸数字用阿拉伯数字注写;同一张图纸上的尺寸数字大小应相同;尺寸数字一般选 3.5

号字或5号字;尺寸数字不得与其他图线相交,不可避免时,必须断开尺寸数字处的图线;尺寸数字注写在水平方向尺寸线的上方、竖直方向尺寸线的左方,与尺寸线的距离大约为1mm;当尺寸界线间隔太小时,可注写在尺寸界线外侧或将相邻的尺寸数字错开注写,如图1-8。

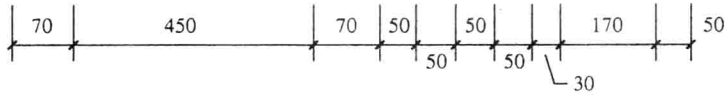


图 1-8 尺寸数字的注写位置

图样上的尺寸单位,除标高及总平面图以 m 为单位外,一般以 mm 为单位。标注尺寸时,数字不注单位。尺寸数字的注写和辨认方向为读数方向,规定为三种,水平数字,字头向上;竖直数字,字头向左;倾斜的数字,字头应有向上的趋势,如图1-9所示。若 30° 斜线范围需标注尺寸,则按图1-9右侧两图示标注。

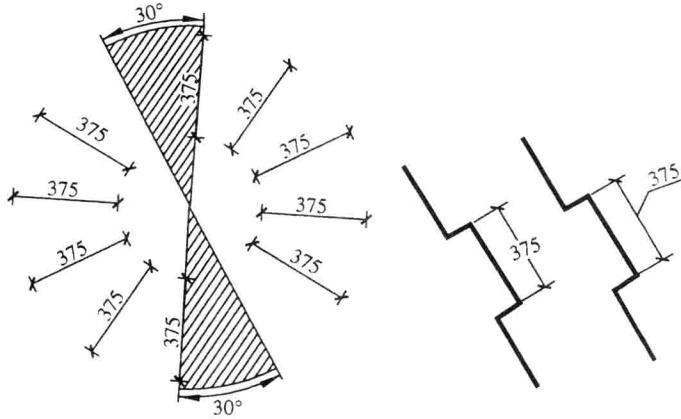


图 1-9 尺寸数字的注写方向

(二) 半径、直径的尺寸标注

1. 半径尺寸的标注

尺寸线从圆心注起,箭头指至圆弧。 R 表示半径,加注在数字前,如图1-10所示。

2. 直径尺寸的标注

尺寸线通过圆心,两端画箭头指至圆弧。直径数字前加注“ ϕ ”,如图1-11所示。

在半径或直径的尺寸标注符号前再加注“ S ”时,如“ SR ”或“ $S\phi$ ”,则表示球的半径或直径。

(三) 角度、弧长、弦长的标注

1. 角度的标注

角度的尺寸线画成圆弧,其圆心是该角度的顶点,角度的两边作为尺寸界线,任何方位的角度,其数字都要水平书写,如图1-12(a)。

2. 弧长的标注

弧长的尺寸线应是该圆弧的同心圆弧,尺寸界线垂直于该圆弧的弦,在弧长数字的上方画符号“ \frown ”,如图1-12(b)。

3. 弦长的标注

尺寸线平行于该弦的直线,尺寸界线重垂直于该弦,如图1-12(c)。

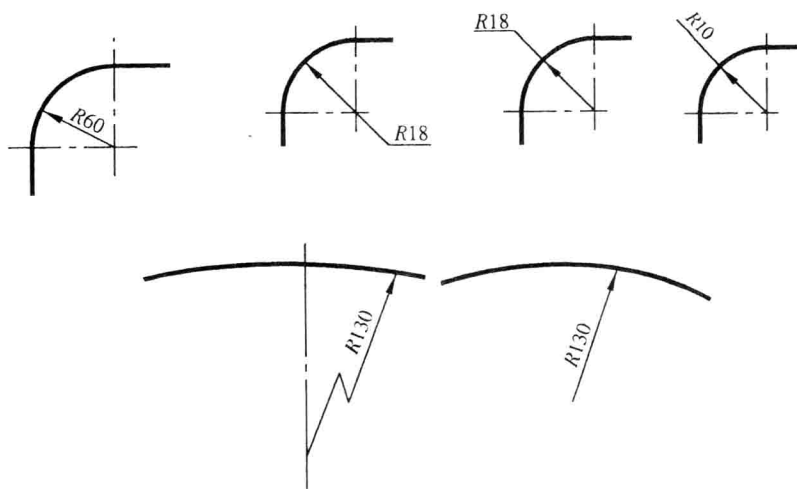


图 1-10 半径尺寸的标注

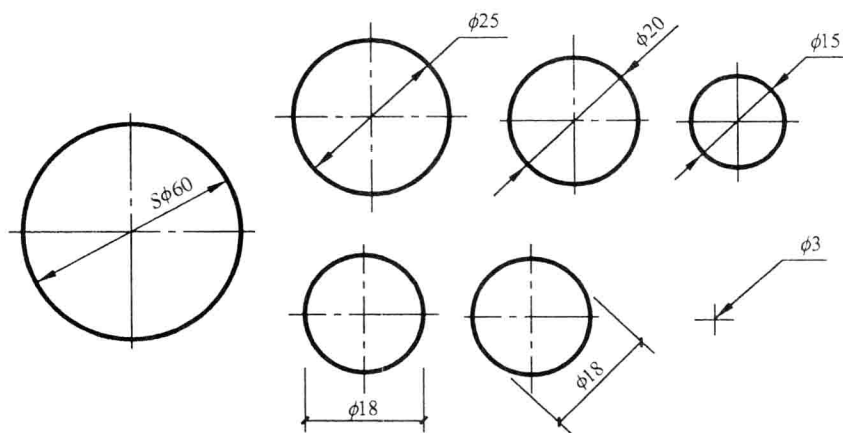


图 1-11 直径尺寸的标注

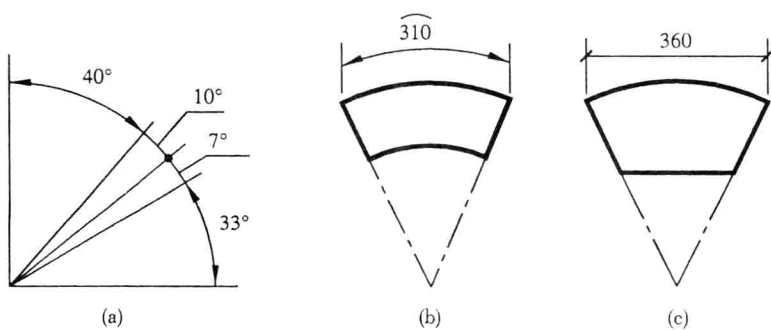


图 1-12 角度、弧长、弦长的标注

(四) 坡度的标注

平面的倾斜度称为坡度。有三种注法：

(1) 用百分数表示 20% 表示每 100 单位长抬高 20 单位，箭头表示下坡方向，如图 1-13(a)。

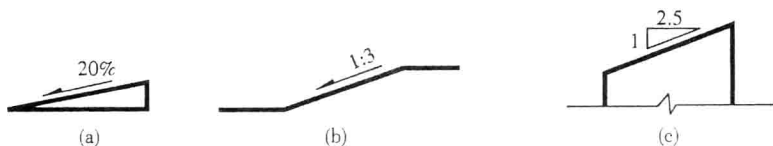


图 1-13 坡度的标注

(2) 用比数表示 1 : 3 表示每升高 1 单位，水平距离为 3 单位，如图 1-13(b)。

(3) 用直角三角形表示 用高度 1 单位和水平距离 2.5 单位为两直角边的斜边，表示平面的坡度，如图 1-13(c)。

(五) 简化标注

对于单线条的图(一般为长杆件图，如桁架或管道线路图)，把长度尺寸数字沿着相应杆件或管线的一侧标注，数字方向遵守读数方向规定，如图 1-14 所示。

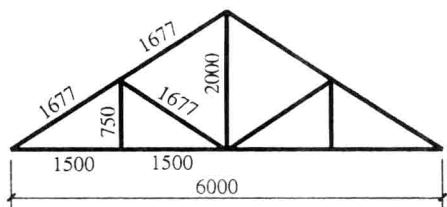


图 1-14 简化标注

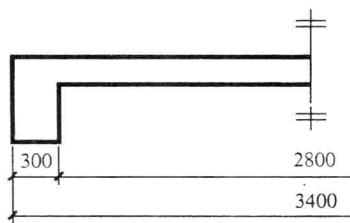


图 1-15 对称构件的尺寸标注

(六) 对称尺寸的标注

采用对称省略画法时，尺寸线应略超过对称符号，只在尺寸线的一端画尺寸起止符号，尺寸数字按全尺寸注写，注写位置应与对称符号对齐，如图 1-15 所示。

§ 1-2 制图工具

为了保证绘图质量，提高绘图速度，我们必须了解绘图工具和仪器的性能，熟练掌握它们的正确使用方法。

一、图板

图板有三种规格，即 0 号(900mm × 1200mm)、1 号(600mm × 900mm) 和 2 号(445mm × 600mm)。图板用于放置绘图的图纸，因此要求板的表面光洁、平整，板的工作边必须平直。制图作业通常选用 1 号图板或 2 号图板。

二、丁字尺

丁字尺是由相互垂直的尺头和尺身组成的,尺身带有刻度。丁字尺主要用于画水平线。绘图时,尺头内侧必须靠紧图板的左侧工作边,用左手按住尺身,沿尺身上边缘从左至右画出一系列的水平线。画水平线的顺序是从上至下,画同一张图纸用一个丁字尺,丁字尺用完之后倒挂起来,防止尺身变形,如图 1-16 所示。

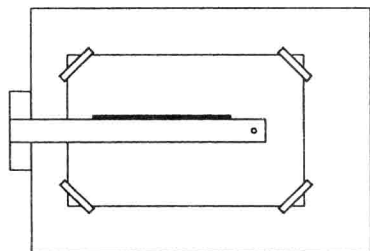


图 1-16 丁字尺的使用

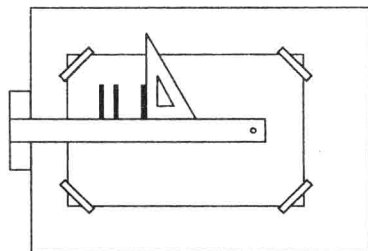


图 1-17 丁字尺与三角板配合画铅垂线

三、三角板、圆规、分规和铅笔

这几种工具在《画法几何》中已了解和掌握其使用方法,在此介绍与其他工具配合使用的方法。三角板和丁字尺配合画铅垂线,画铅垂线的顺序是从左至右。画线时先推丁字尺到线的下方,移动三角板使其一直角贴紧丁字尺的工作边,用左手按住三角板和丁字尺,右手握笔由下而上画出一系列的铅垂线,如图 1-17。丁字尺与三角板配合使用,也可以画出 15° 、 30° 、 45° 、 60° 、 75° 的倾斜直线及它们的平行线,如图 1-18 所示。

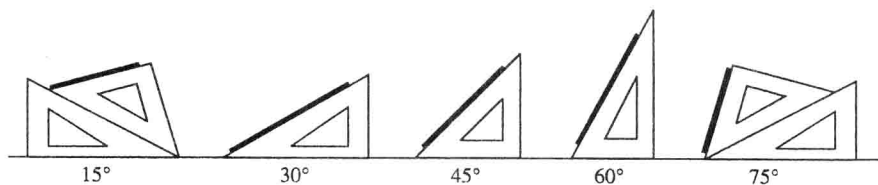


图 1-18 丁字尺与三角板配合画倾斜直线

画细线或写字用的铅笔削成图 1-19(a) 图所示的锥形,画中粗线或粗线用的铅笔削成图 1-19(b) 图所示的扁形。

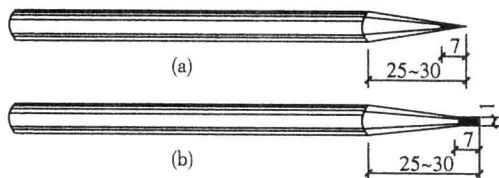


图 1-19 铅笔的修削形式