

绪 论

1. 本课程的性质和研究对象

工程制图是工科各专业必修的一门技术基础课,主要研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,培养学生的空间想象能力和创造性思维能力。同时,它又是学生后续课程和课程设计、毕业设计不可缺少的基础课程。

本教材的前半部分属于画法几何范畴。画法几何是研究空间几何问题图示法和图解法的学科。图示法是运用投影理论在平面上表示空间几何元素(点、线、面)及其相对位置的方法;图解法是运用投影理论在平面上用几何作图解决空间几何问题的方法。学习图示法和图解法的过程,也是逐步培养和发展空间想象能力和空间思维能力的过程。

本教材的工程制图部分则涉及工程图样的绘制和阅读。工程图样是工程技术部门的一项重要技术文件,是工程界表达、交流设计思想的语言,也被称作工程师的语言。工程图样可以用手工绘制,也可以由计算机生成。在现代工业中,设计、制造、组装各种设备时,都离不开工程图样,在使用、维修、检测设备中也需要阅读工程图样来了解其结构和性能。因此,每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

2. 本课程的任务

- (1) 培养用正投影法以二维平面图形表达三维空间立体的能力。
- (2) 培养空间想象和空间分析问题的能力。
- (3) 培养尺规绘图、徒手绘图等绘图的基本技能以及阅读简单工程图样的能力。
- (4) 熟悉技术制图与机械制图的有关国家标准,学会查阅有关标准手册。
- (5) 培养严谨细致的工作作风和认真负责的工作态度。

3. 本课程的学习方法

本课程是一门既有理论又重实践的技术基础课,因此,学习时应注意以下几点:

(1) 理论联系实际。做题时,应多画、多看、多想,将投影分析与空间分析相结合,逐步提高投影分析能力和空间想象能力。另外,工程图样上的表达对象多数是日常能够遇到的东西,所以应该多联系实际,才能很好地理解和掌握所学的知识。

(2) 重视实践。完成一定量的习题与大作业训练,是巩固基本理论和培养绘图、读图能力的基本保证。因此,对待作业要高度重视,应该认真、按时、优质地完成。

(3) 掌握正确的画图步骤和分析问题、解决问题的方法。投影理论并不难,难的是画图、看图的实际应用。因此,在学习过程中,注意掌握正确的作图步骤和方法,以便准确、快速、高质量地完成作图。

(4) 严格遵守国家标准。国家标准是评价工程图样是否正确的重要依据。

第 1 章 制图的基本知识

工程图样是工程技术人员表达设计思想、进行技术交流的工具,同时也是指导生产的重要技术文件。为了便于生产、管理和交流,《技术制图》国家标准在图样的画法、尺寸标注等方面做出了统一的规定,这些规定是绘制和阅读工程图样的准则和依据。

本章摘要介绍《技术制图》国家标准对图纸幅面和格式、比例、字体、图线以及尺寸标注等有关规定,并介绍绘图工具的使用及常见的尺规几何作图方法。

1.1 《技术制图》国家标准的基本规定

1.1.1 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

表 1-1 所列为国家标准规定的图纸幅面和图框格式的尺寸。绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面,必要时允许加长幅面,但加长量必须符合国家标准 GB/T 14689—2008 的规定。

表 1-1 图纸幅面

mm

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

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图范围的线框。图样均应绘制在用粗实线画出的图框内,其格式分为装订边和非装订边两种,但同一产品的图样只能采用一种格式。

有装订边的图纸,其图框格式如图 1-1 所示。非装订边的图纸,其图框格式如图 1-2 所示。外框表示图纸边界线,用细实线绘制,其大小为图纸幅面尺寸;内框为图框线,用粗实线绘制,其尺寸见表 1-1。

3. 标题栏(GB/T 10609.1—2008)

每种图纸上都必须画出标题栏,标题栏位于图纸的右下角。国家标准 GB/T 10609.1—2008 规定了标题栏的格式和尺寸,如图 1-3 所示。学生制图作业建议使用图 1-4 所示的简化标题栏。

4. 明细栏(GB/T 10609.2—2009)

装配图中,除了标题栏之外,还有明细栏。明细栏里填写组成装配体的各种零、部件的数量、材料等信息。国家标准 GB/T 10609.2—2009 规定了明细栏的格式和尺寸,明细栏在标题栏的上方,外框线是粗实线,内格线和顶线是细实线。制图作业中装配图的标题栏和明

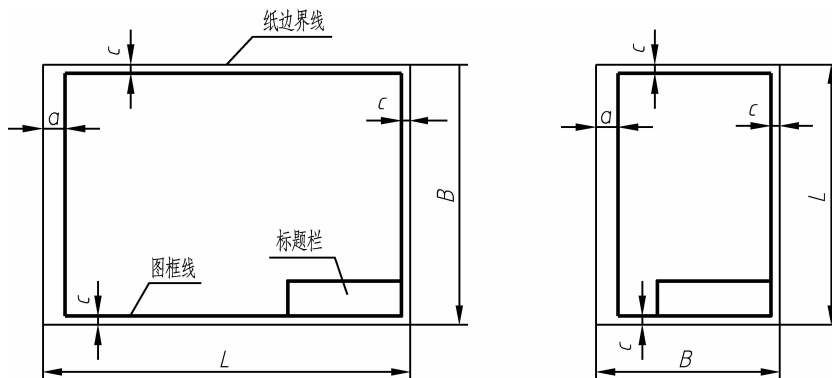


图 1-1 装订边图框格式

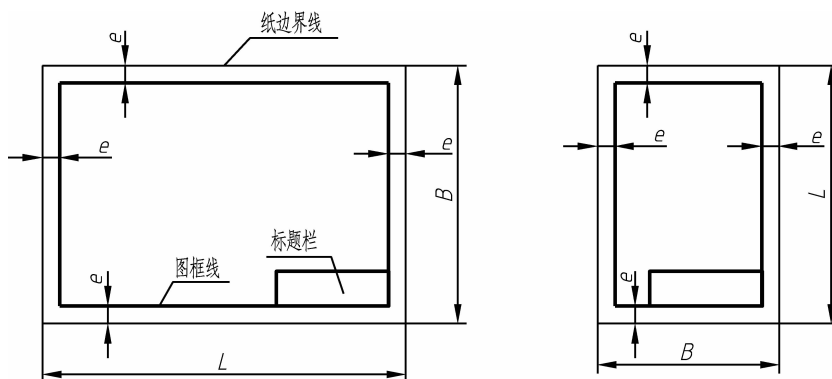


图 1-2 非装订边图框格式



图 1-3 标题栏格式

细栏的格式,建议使用如图 1-5 所示的简化格式。

1.1.2 比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图纸图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比例有三种类型:原值比例(比值为 1)、放大比例(比值大于 1)与缩小比例(比值小于 1)。

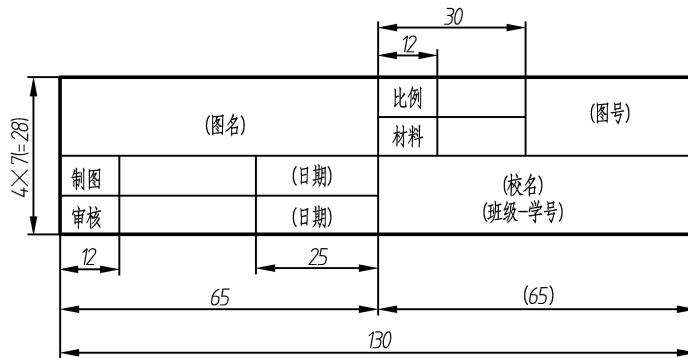


图 1-4 制图作业标题栏格式

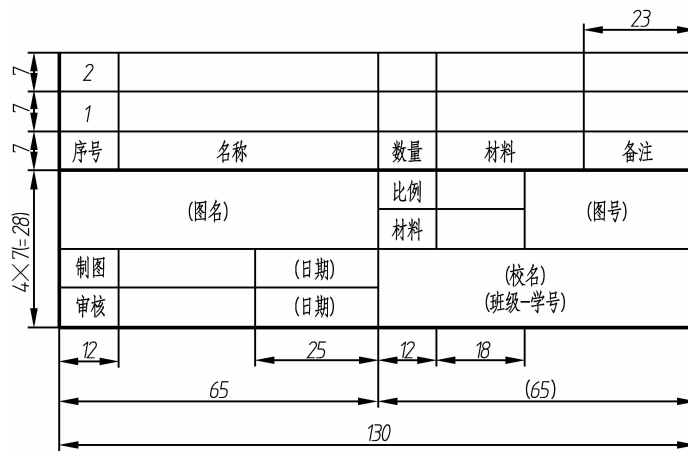


图 1-5 制图作业中装配图的标题栏与明细栏

比例的大小指比值的大小。

绘图时所用的比例,应根据图样的用途与绘制对象的复杂程度,从表 1-2 和表 1-3 中选用,并优先选用表 1-2 中的常用比例,必要时,允许选用表 1-3 中的可用比例。

表 1-2 常用比例

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

表 1-3 可用比例

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

注: n 为正整数。









1.1.3 图线(GB/T 17450—1998 GB/T 4457.4—2002)

1. 线型

图线是起点和终点以任意方式连接的一种几何图形,它可以是直线或曲线、连续线或不连续线。国家标准 GB/T 17450—1998 规定了 15 种线型的名称、型式、结构、标记及画法规则等。

机械工程图样中常用的图线型式及应用见表 1-4。各种图线应用示例如图 1-6 所示。

表 1-4 常用图线型式及应用

| 图线名称 | 图线型式 | 线宽 | 主要用途 |
|------|---|-------|---------------------------------|
| 粗实线 |  | d | 可见轮廓线 |
| 细实线 |  | $d/2$ | 尺寸线、尺寸界线、通用剖面线、引出线、重合断面的轮廓线、过渡线 |
| 虚线 |  | $d/2$ | 不可见轮廓线 |
| 细点画线 |  | $d/2$ | 轴线、圆中心线、对称线 |
| 粗点画线 |  | d | 有特殊要求的表面的表示线 |
| 双点画线 |  | $d/2$ | 假想轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线 |
| 波浪线 |  | $d/2$ | 断裂处的边界线、视图和剖视的分界线 |
| 双折线 |  | $d/2$ | 断裂处的边界线、视图和剖视的分界线 |

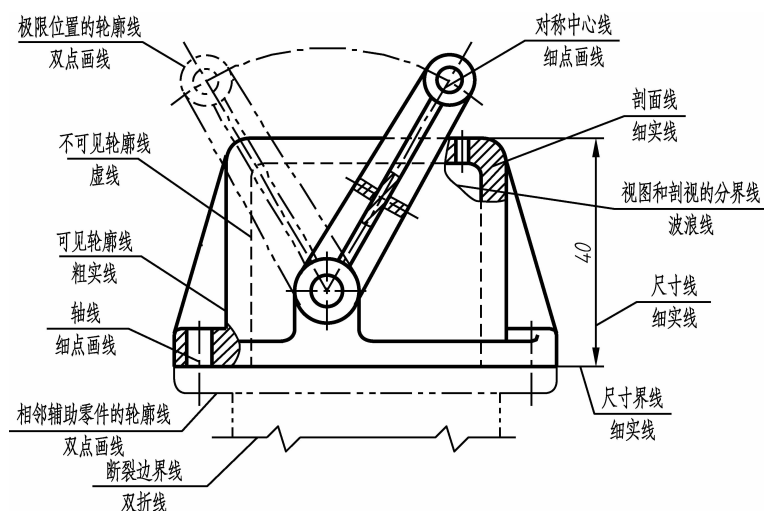


图 1-6 各种线型的应用示例

2. 图线宽度

机械图样中采用粗线和细线两种线宽,比率为 2 : 1,即粗线的线宽是 d ,细线的线宽约是 $d/2$ 。

图线的宽度 d ,从下列数系中选择: 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2(单位均为 mm)。粗线的宽度应根据图的大小和复杂程度,在 0.5~2mm 之间选择。

3. 图线的画法

如图 1-7 所示,图线的画法规定如下:

- (1) 在同一图样中,同类图线的宽度应一致。
- (2) 虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。
- (3) 绘制圆的中心线时,圆心应是长画的交点。点画线和双点画线的首末两端应是长画。点画线应超出轮廓线 2~5mm。
- (4) 在较小图形上画点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。
- (5) 点画线、双点画线、虚线与其他图线相交或自身相交时,均应交于线段处。当虚线为粗实线的延长线时,虚线与粗实线之间应留有间隙。
- (6) 当图样中的线段重合时,其优先次序为粗实线、虚线、点画线。

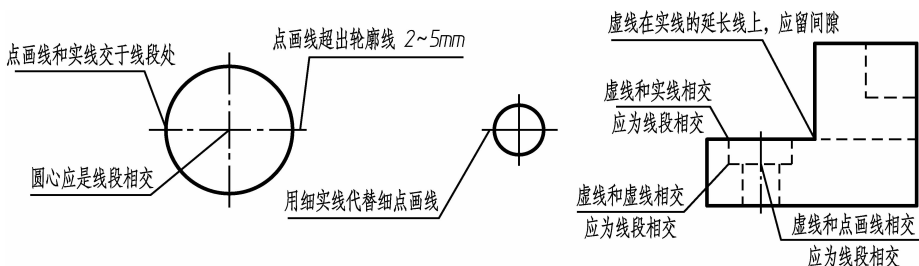


图 1-7 图线的画法

1.1.4 字体(GB/T 14691—1993)

工程图样上的字体必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

1. 字号

汉字、数字、字母等字体大小以字号表示,字号就是字体的高度,用 h 表示。图纸中字体的大小应根据图纸幅面、比例等情况从国标规定的公称尺寸系列中选用: 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20(单位 mm)。如需书写更大的字,其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比值递增,并取毫米的整数值。

2. 汉字

汉字应采用国家正式公布的简化汉字书写,并写成长仿宋字体,长仿宋字体的字高与字宽的比值为 $1 : \sqrt{2}$,汉字字号不应小于 3.5mm。长仿宋字的基本笔画有:点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾等。长仿宋字的书写要领:横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。图 1-8 是汉字的书写示例。

3. 数字和字母

数字和字母可书写成直体和斜体两种,斜体字的字头向右倾斜,与水平方向的夹角不能

小于 75° 。在同一张图纸上只能采用同一种字体。数字和字母的字高应不小于 2.5mm 。图 1-9 是数字和字母的书写示例。

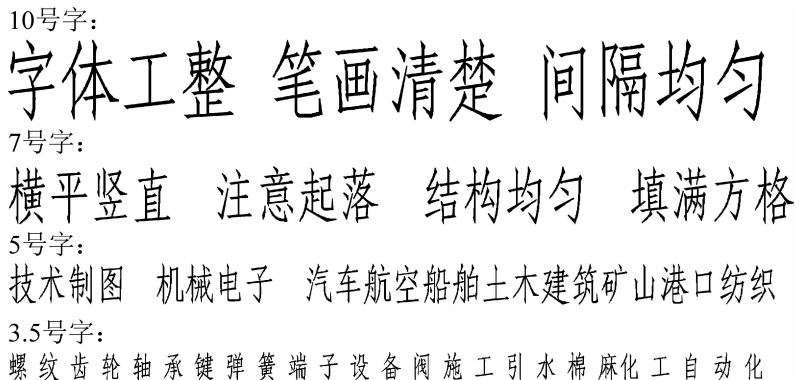


图 1-8 汉字书写示例



图 1-9 数字和字母书写示例

1.1.5 尺寸标注(GB/T 16675.2—1996 GB/T 4458.4—2003)

图样中的图形只能表达机件的形状,而机件的大小需要标注尺寸来表示。国家标准中对尺寸标注的规则和方法有详细的规定,下面介绍规定中的主要内容。

1. 基本原则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据,与图形的大小、绘图的比例及绘图的准确程度无关。

(2) 图样中的尺寸,以 mm 为单位时,不需要标注单位符号(或名称),若采用其他单位,则必须注明相应单位符号。

(3) 图样中所标注的尺寸,为该图样所示机件的最后完工尺寸,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清晰的图形上。

2. 尺寸的组成

如图 1-10 所示,一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端(箭头或斜线)和尺寸数字四部分组成。

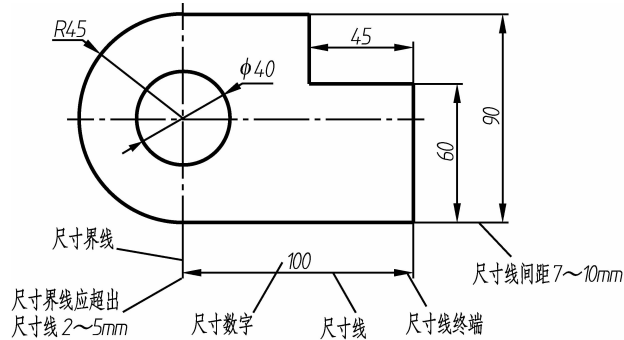


图 1-10 尺寸的组成

1) 尺寸界线

尺寸界线表示被注尺寸的起止范围,用细实线绘制,并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出,也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直,且超出尺寸线 2~5mm。如图 1-10 所示。

2) 尺寸线

尺寸线表示尺寸度量的方向,用细实线绘制,尺寸线必须单独画出,不能用其他图线代替,一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时,尺寸线应与所标注的线段平行。互相平行的尺寸线,应从被注的图样轮廓线从近到远整齐排列,小尺寸离轮廓线较近,大尺寸离轮廓线较远。图样轮廓线以外的尺寸标注,尺寸线与被标注对象的距离不宜小于 10mm。平行排列的尺寸线之间距离应一致,间隔 7~10mm。如图 1-10 所示。

3) 尺寸线终端

尺寸线的终端一般用箭头或细斜线绘制,并画在尺寸线与尺寸界线的相交处。

箭头: 箭头的形式和画法如图 1-11(a)所示,适用于各种类型的图样。

斜线: 斜线的方向和画法如图 1-11(b)所示,其倾斜方向与尺寸界线成顺时针 45°,长度为 2~3mm。当尺寸线的终端采用斜线时,尺寸线与尺寸界线应相互垂直。

机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端。

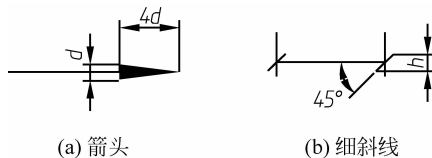


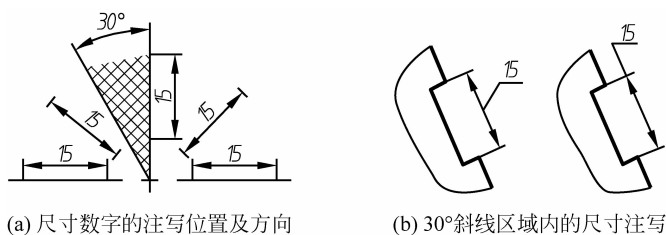
图 1-11 尺寸线终端

4) 尺寸数字

尺寸数字表示被注线段的实际大小,与绘图所用的比例和绘图准确度无关。尺寸数字一般注写在尺寸线的上方或左方,也允许注写在尺寸线的中断处。同一图样内尺寸数字字

体大小应一致。

尺寸数字的书写位置及字头方向应按图 1-12(a) 的规定注写；30°斜线区域内尽量避免注写，无法避免时，应按图 1-12(b) 所示注写。



(a) 尺寸数字的注写位置及方向

(b) 30°斜线区域内的尺寸注写

图 1-12 尺寸数字的注写

3. 尺寸标注示例

表 1-5 中列出了国标所规定尺寸标注的一些示例。

表 1-5 常用尺寸标注示例

| 标注内容 | 图 例 | 说 明 |
|---------|-----|--|
| 线性尺寸标注 | | 必要时尺寸界线与尺寸线允许倾斜 |
| 对称图形的标注 | | 当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时，尺寸线应超过对称中心线或断裂处的边界，此时只在尺寸线一端画出箭头 |
| 直径尺寸标注 | | 整圆或大于半圆标注直径，直径尺寸应在尺寸数字前加注“φ”；尺寸线应通过圆心，当尺寸线的一端无法画箭头时，尺寸线应超过圆心一段 |

续表

| 标注内容 | 图 例 | 说 明 |
|--------|-----|--|
| 半径尺寸标注 | | <p>半圆或小于半圆标注半径,半径尺寸在尺寸数字前加注“R”;尺寸线应通过圆心;在图纸范围内无法标出圆心位置时,可按图(b)标注;不需标出圆心位置时,按图(c)标注</p> |
| 球面尺寸标注 | | <p>标注球面的直径或半径时,应在“φ”或“R”前加注符号“S”</p> |
| 狭小尺寸标注 | | <p>当没有足够的位置标注尺寸时,箭头可以外移或一个小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可以写在尺寸界线外或引出标注</p> |
| 角度尺寸标注 | | <p>尺寸界线沿径向引出,尺寸线为圆弧,尺寸数字一律水平书写,尽量写在尺寸线的中断处,必要时也可引出标注</p> |