
模块 1

平面几何图形

任务 1-1 机械制图国家标准的基本规定

图样是工程界的技术语言，也是铁道运输、轨道交通行业表达和交流技术思想的重要工具，是指导全行业生产运营的重要技术文件。国家标准对图样的绘制和阅读做了统一的规定。每个从事铁道运输、轨道交通生产运营的工作人员都必须掌握并严格执行这些国家标准（简称国标）。本任务简要介绍机械制图国家标准的基本规定。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—2008）

1. 图纸幅面

绘制机械图样时，应优先采用国家标准规定的图纸基本幅面，如表 1-1 所示。基本幅面共 5 种，其尺寸关系如图 1-1 所示。必要时，也可选用国家标准中所规定的加长幅面，加长幅面的尺寸应为基本幅面的短边整数倍增加后得出。

表 1-1 图纸幅面 mm

幅面代号	幅面尺寸	边框尺寸		
	$B \times L$	a	c	e
A0	841×1 189	25	10	20
A1	594×841			
A2	420×594		5	10
A3	297×420			
A4	210×297			

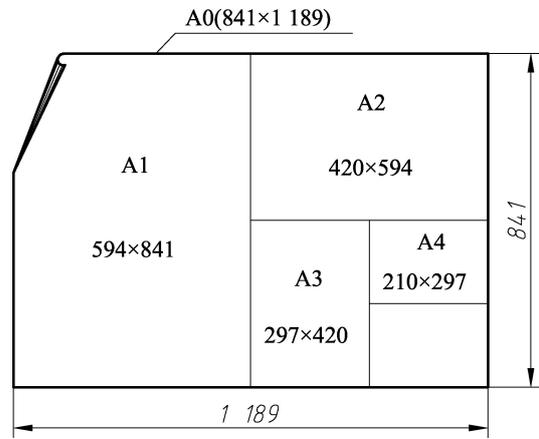


图 1-1 基本幅面的尺寸关系 (单位: mm)

2. 图框格式

图纸上必须用粗实线绘出图框, 其格式分为留装订边和不留装订边两种, 如图 1-2、图 1-3 所示。同一产品的图样只能采用同一种格式。

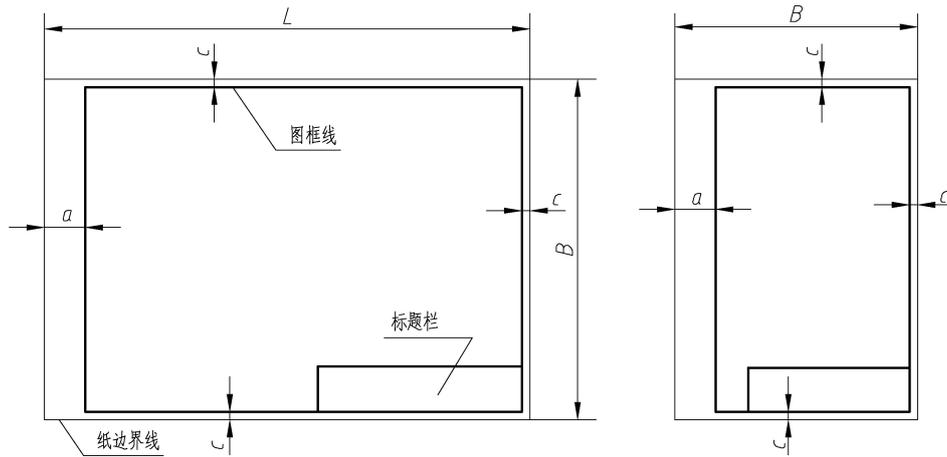


图 1-2 留装订边的图框格式

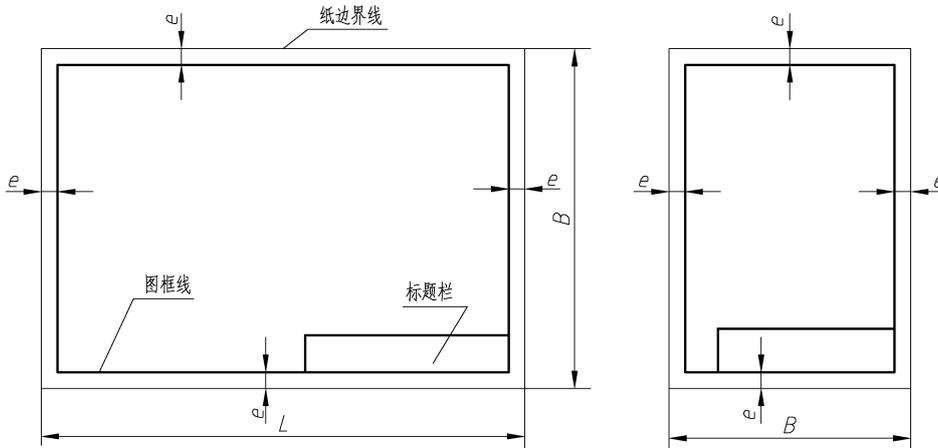


图 1-3 不留装订边的图框格式

二、标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

每张图样都必须绘制标题栏。国家标准对标题栏的内容、格式和尺寸做了统一规定。本书建议教学中采用简化的标题栏格式，如图 1-4 所示。标题栏一般绘制在图纸右下角，如图 1-2、图 1-3 所示。

三、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时，应选择国家标准规定的比例，如表 1-2 所示。注意：不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与绘图比例、图形大小无关。

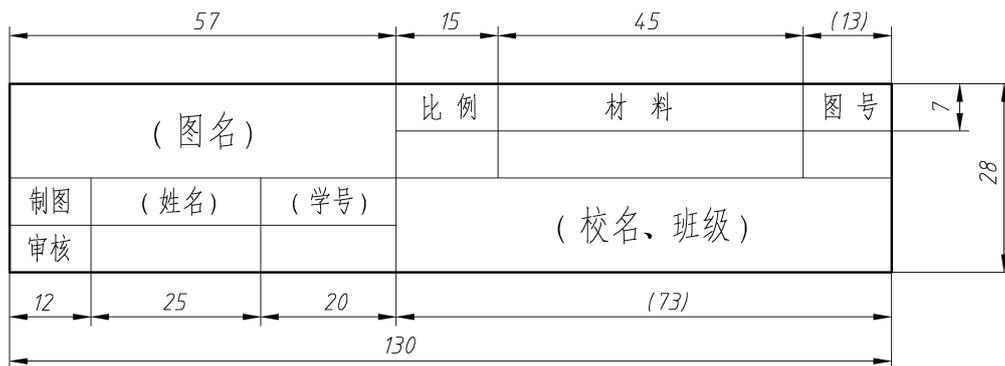


图 1-4 标题栏格式 (简化版)

表 1-2 比例系列

种 类	优先选择系列	允许选择系列
原值比例	1 : 1	—

放大比例	5 : 1 $5 \times 10^n : 1$	2 : 1 $2 \times 10^n : 1$	1 : 1 $1 \times 10^n : 1$	4 : 1 $4 \times 10^n : 1$	2.5 : 1 $2.5 \times 10^n : 1$	
缩小比例	1 : 2 $1 : 2 \times 10^n$	1 : 5 $1 : 5 \times 10^n$	1 : 10 $1 : 1 \times 10^n$	1 : 1.5 $1 : 1.5 \times 10^n$	1 : 2.5 $1 : 2.5 \times 10^n$	1 : 3 $1 : 3 \times 10^n$
				1 : 4 $1 : 4 \times 10^n$	1 : 6 $1 : 6 \times 10^n$	

注：n 为正整数。

四、字体 (GB/T 14691—1993)

国家标准对图样上的字体做了详细的规定，如表 1-3 所示。在图样上书写汉字、字母和数字时，必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。书写长仿宋体字的要领是：横平竖直不连笔，结构匀称长方形。

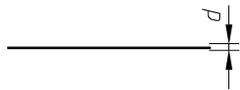
表 1-3 字体示例

字体		示 例
长仿宋体汉字	10 号	高等职业教育
	7 号	铁道运输 城市轨道交通 机械制图
	5 号	机车驾驶 车辆检修 牵引供电 通信信号 运营管理
拉丁字母	大写斜体	<i>ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ</i>
	小写斜体	<i>abcdefghijklmnopqrstuvwxyz</i>
阿拉伯数字	斜体	<i>123456789</i>
	正体	123456789
罗马数字	正体	I II III IV V VI VII VIII IX X

五、图线 (GB/T 17450—1998; GB/T 4457.4—2002)

国家标准规定了图样中采用的 9 种图线，其名称、型式、宽度和应用如表 1-4 所示。

表 1-4 图线线型及其应用 (摘自 GB/T 4457.4—2002)

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		<i>d</i>	1. 可见轮廓线; 2. 可见棱边线; 3. 相贯线

细实线		$d/2$	1. 尺寸线及尺寸界线; 2. 剖面线; 3. 过渡线
细虚线		$d/2$	1. 不可见轮廓线; 2. 不可见棱边线
细点画线		$d/2$	1. 轴线; 2. 对称中心线; 3. 剖切线
波浪线		$d/2$	1. 断裂处的边界线; 2. 视图与剖视图的分界线
双折线		$d/2$	1. 断裂处的边界线; 2. 视图与剖视图的分界线
双点画线		$d/2$	1. 相邻辅助零件的轮廓线; 2. 可动零件的极限位置和轮廓线; 3. 成形前的轮廓线; 4. 轨迹线
粗点划线		d	限定范围的表示线
粗虚线		d	允许表面处理的表示线

图线的宽度应根据图纸幅面的大小和所表达对象的复杂程度来选取。图线宽度常用的值有 $d = 0.35, 0.5, 0.7, 1$ (mm)。在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。图线的画法及应用如图 1-5 所示。当不同图线重合时, 根据图线所表达对象的重要程度, 按粗实线、细虚线、细实线、细点划线、细双点划线的先后顺序选择绘制。

画图线应注意以下几个问题:

- (1) 细点画线、细双点画线的首尾两端应是划, 不能是点。
- (2) 各种线型相交时, 都要以划相交, 而不能以点或间隔相交。
- (3) 画圆的中心线时, 圆心应是划的交点; 圆的中心线、对称中心线及轴线的两端应超出物体轮廓线 $2 \sim 5$ mm。
- (4) 当圆的图形较小时, 绘制其中心线允许用细实线代替细点画线。

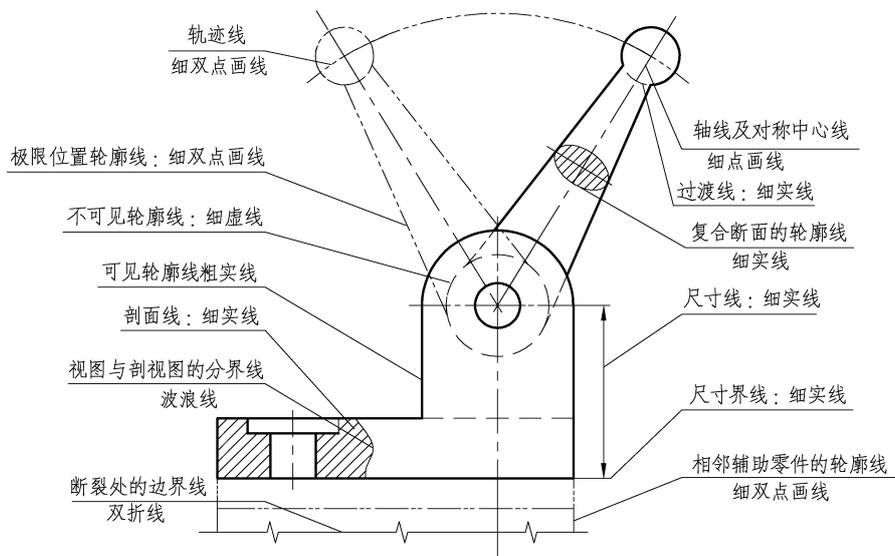


图 1-5 图线应用举例

六、尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003; GB/T 19096—2003)

图形表示物体的形状，尺寸表示物体的大小。尺寸是图样中最重要的内容之一，是制造机件的直接依据，也是图样中指令性最强的部分。因此，标注尺寸时，必须严格遵守国家标准的有关规定。

1. 标注尺寸的基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上标注的尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸以 mm 为单位符号时，无须标注计量单位的符号（或名称）。如采用其他单位，则必须注明相应的单位符号。

(3) 机件上的每一尺寸，一般只标注一次，并标注在表示该结构最清晰的图形上。

(4) 图样中所注尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸，否则应另加说明。

(5) 常用的标注尺寸的符号和缩写词如表 1-5 所示。

表 1-5 常用的符号和缩写词

含 义	符号或缩写词	含 义	符号或缩写词
直径	ϕ	45°倒角	C
半径	R	深度	T
球直径	$S\phi$	沉孔或铤平	
球半径	SR	埋头孔	

厚度	t	均布	EQS
正方形	\square	弧长	\frown

2. 标注尺寸的三要素

(1) 尺寸界线：表示尺寸的起止位置，用细实线绘制，也可以用轮廓线或中心线代替。

(2) 尺寸线：平行于被标注要素的线段，两端有箭头（或斜线）与尺寸界线相接触，用细实线绘制。

注意：尺寸线必须单独画出，不得用任何图线或其延长线代替。

(3) 尺寸数字：水平的尺寸数字注写在尺寸线的上方，自左而右地读数；竖直的尺寸数字注写在尺寸线的左方，自下而上地读数。

注意：尺寸数字不允许被任何图线断开！当不可避免时，必须把图线断开。具体标注如图 1-6 所示。

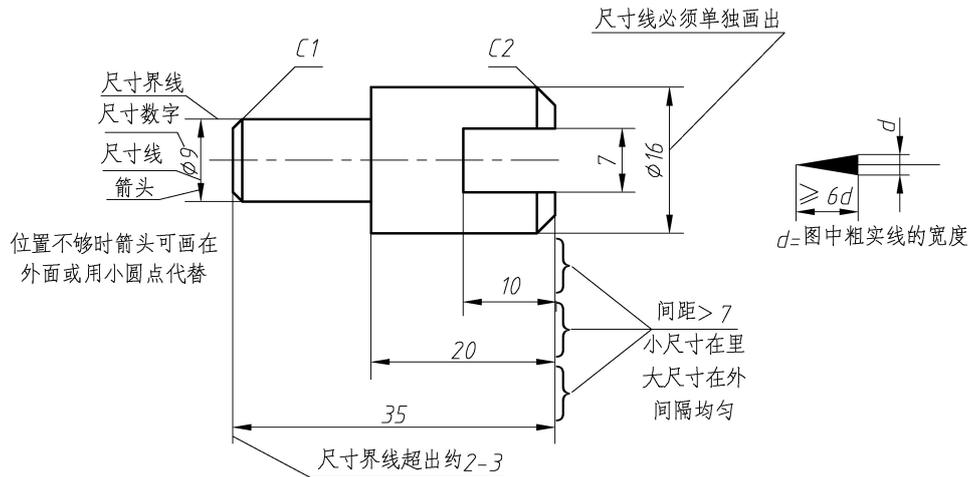
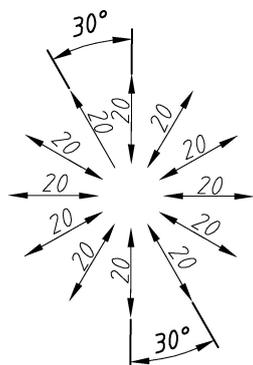


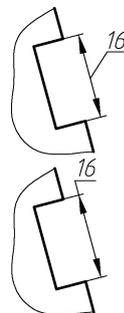
图 1-6 尺寸的组成及标注示例

七、尺寸标注示例

尺寸标注示例见图 1-7 ~ 图 1-11。



(a) 避免在图示 30°范围内注尺寸



(b) 30°范围内尺寸注法

图 1-7 尺寸数字注法

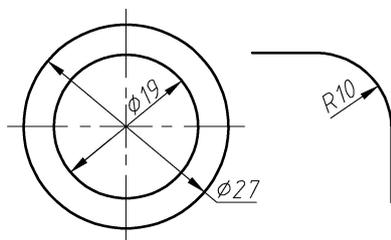


图 1-8 圆及圆弧尺寸注法

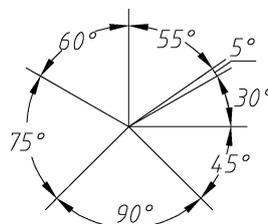


图 1-9 角度尺寸注法

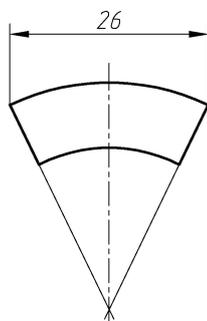


图 1-10 弦长尺寸注法

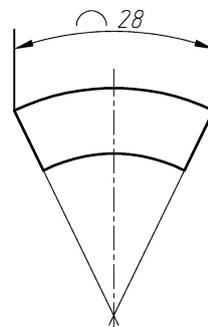


图 1-11 弧长尺寸注法

任务 1-2 几何作图

机件轮廓图形是由直线、圆（圆弧）和其他曲线组成的几何图形。因此，熟练掌握几何图形的正确作图方法，是提高绘图速度，保证制图质量的必备技能。

一、斜 度

斜度是指一直线（或平面）对另一直线（或平面）的倾斜程度。其大小用这两条直线（或平面）间夹角的正切值来表示，如图 1-12 (a) 所示。即

$$\text{斜度} = \tan \alpha = H/L = 1 : n$$

斜度符号如图 1-12 (b) 所示。

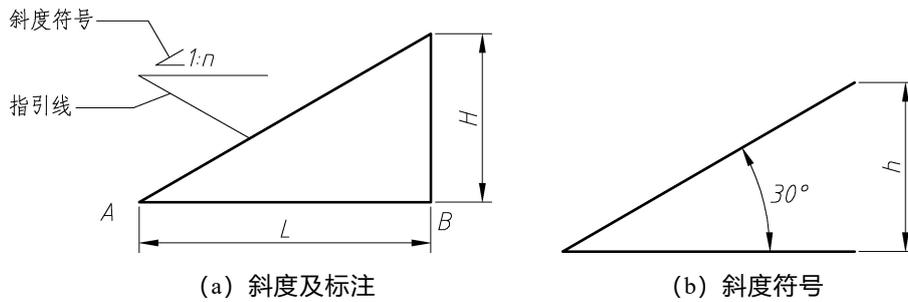


图 1-12 斜度及其标注

斜度在图样上通常以 $1 : n$ 的形式标注。斜度符号 “ \sphericalangle ” 的方向应与图形中斜度方向一致。斜度的画法如图 1-13 所示：在图形内（或外）按斜度值和斜度方向，作一细实线的直角三角形，然后在欲画斜度线的位置，作直角三角形斜边的平行线即可。

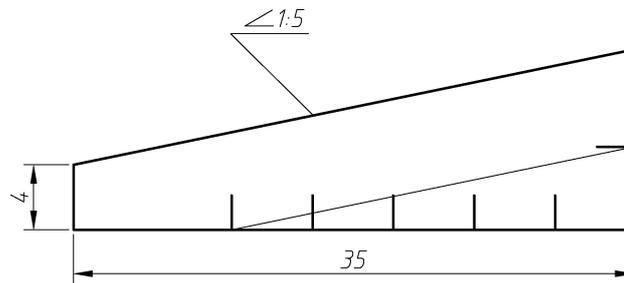


图 1-13 斜度的画法

二、锥 度

锥度是指圆锥的底圆直径 D 与圆锥高度 H 之比，如图 1-14 (a) 所示。即

$$\text{锥度} = D/H = 1 : n$$

锥度符号如图 1-14 (b) 所示。

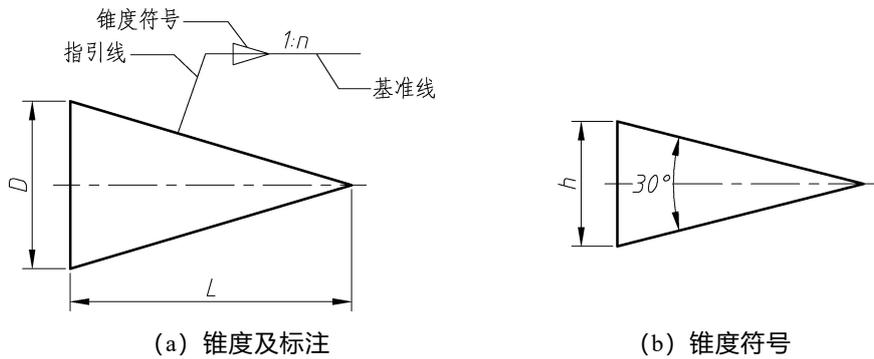


图 1-14 锥度及其标注

锥度在图样上通常以 $1:n$ 的形式表示。锥度符号“ \triangleleft ”或“ \triangleright ”的方向应与图形中锥度方向一致，基准线与圆锥轴线平行。

锥度的作图方法如图 1-15 所示：在图形内或外，先按锥度值和锥度方向作一细实线的等腰三角形，然后在欲作锥度线的位置作等腰三角形两腰的平行线即可。

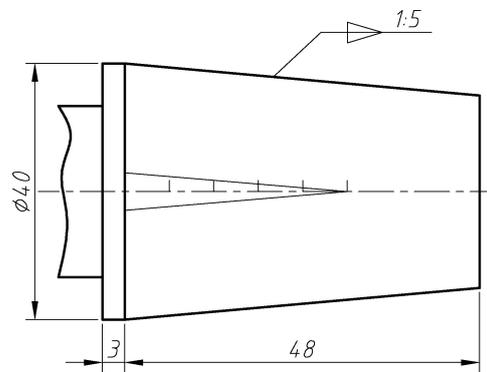


图 1-15 锥度的画法

三、等分作图

1. 等分线段

(1) 平行线法。

如图 1-16 所示，将线段 AB 分为五等分。

从线段端点 A 任引一直线 AC ，在 AC 上以适当长度截取五等份，得 $6, 7, 8, 9$ 点；连接 C, B ；过 $6, 7, 8, 9$ 各点分别作 CB 的平行线，交 AB 于 $1, 2, 3, 4$ 点，即为线段 AB 的等分点。

(2) 试分法。

如图 1-17 所示，将线段 AB 分为五等分。

先将分规开度大约调整至线段 AB 的 $1/5$ 长（目测），然后试分线段 AB 得 $1, 2, 3, 4, 5$ 点（点 5 也许在端点 B 之外）；调整分规，使其长度增加（或减少） $5B$ 的 $1/5$ （目测），继续试分，直至将线段 AB 五等分。

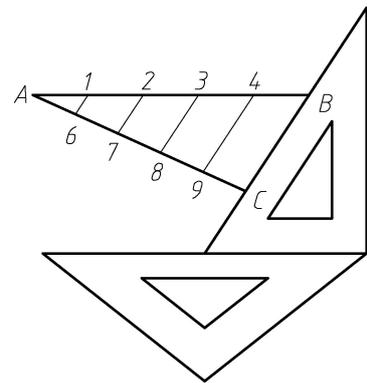


图 1-16 平行线法等分线段