

第 1 章 制图的基本知识和技能

1.1 制图国家标准简介

图样是产品或工程设计结果的一种表达形式,是产品制造和工程施工的依据,是组织和管理生产的重要技术文件,是“工程技术界的共同语言”。为了便于交流技术思想,对图样必须作出统一的规定。技术制图国家标准(如:GB/T 13361—2012 和 GB/T 14689—2008)是基础技术标准,机械制图国家标准(如:GB 4457.4—2002 和 GB 4458.4—2003)是机械专业制图标准,它们是图样绘制和使用的准绳。

1.1.1 图纸幅面与格式(GB/T 13361—2012、GB/T 14689—2008、GB/T 10609.1—2008)

绘制图样时,优先采用表 1-1 中规定的基本幅面尺寸。

表 1-1 图纸幅面尺寸

	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		

图纸可以横放或竖放。图纸无论装订与否,均用粗实线画出图框线和标题栏框线。需要装订的图样,其图框格式如图 1-1 所示,一般采用 A3 幅面横装或 A4 幅面竖装。不需装

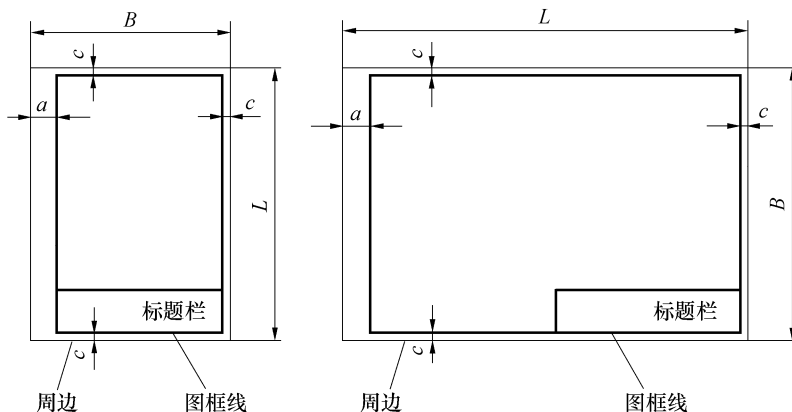


图 1-1 需要装订的图框格式

订的图样,只需将图 1-1 中的尺寸 a 和 c 均改为表 1-1 中的尺寸 e 即可。必要时,可加长图纸幅面,幅面尺寸由基本幅面的短边成倍数增加后得出。

每张图样都必须有标题栏。标题栏的位置应按图 1-1 所示的形式配置。必要时,也采用图 1-2 所示的格式。看图的方向一般与看标题栏的方向一致。

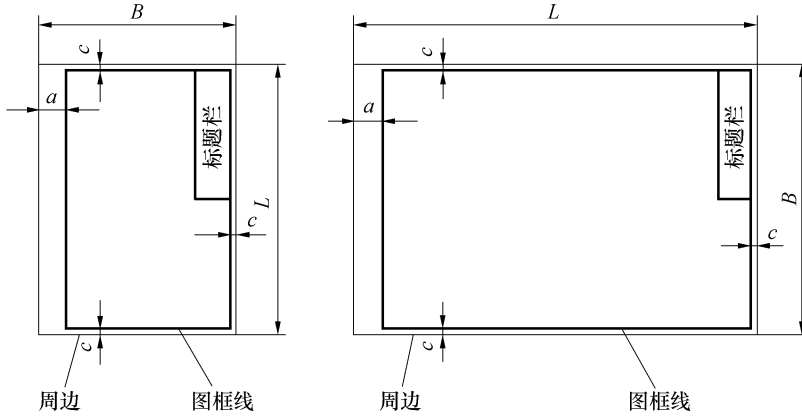


图 1-2 标题栏配置方式

国家标准对标题栏的格式、内容和尺寸作了统一规定。制图作业的标题栏可采用图 1-3 所示的简化格式。

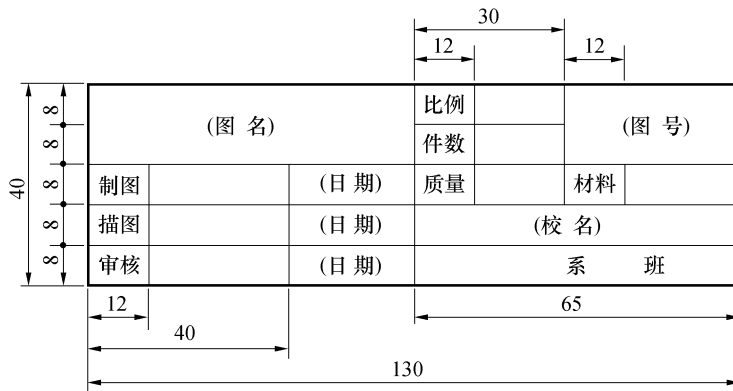


图 1-3 简化标题栏格式

1.1.2 比例(GB/T 13361—2012、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。

绘制图样时,应尽可能按机件的实际大小采用 1 : 1 的比例画出。如需要放大或缩小比例绘制图样,应从表 1-2 规定的系列中选取不带括号的合适比例,必要时也可选取表中带括号的比例。图样所采用的比例,应填写在标题栏的“比例”栏内。

表 1-2 绘图的比例

与实物相同	1 : 1								
缩小的比例	(1 : 1.5)	1 : 2	(1 : 2.5)	(1 : 3)	(1 : 4)	1 : 5	(1 : 6)	1 : 10 ⁿ	(1 : 1.5 × 10 ⁿ)
	1 : 2 × 10 ⁿ	(1 : 2.5 × 10 ⁿ)	(1 : 3 × 10 ⁿ)	(1 : 4 × 10 ⁿ)	1 : 5 × 10 ⁿ	(1 : 6 × 10 ⁿ)			
放大的比例	2 : 1	(2.5 : 1)	(4 : 1)	5 : 1	10 ⁿ : 1	2 × 10 ⁿ : 1	(2.5 × 10 ⁿ : 1)	(4 × 10 ⁿ : 1)	
	5 × 10 ⁿ : 1								

注：n 为正整数。

1.1.3 字体(GB/T 14691—1993)

图样中书写的汉字、数字和字母必须做到：字体端正、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的号数，即字体的高度，分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm，其宽度约为高度的 2/3。为了保证字体大小一致和整齐，书写时最好先按所选字号的高宽尺寸画好格子。

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不宜小于 3.5mm。长仿宋体字的书写要领是：横平竖直，锐角分明，结构匀称，高宽足格。长仿宋体基本笔画有点、横、竖、撇、捺、挑、钩、折，如图 1-4 所示，汉字示例见图 1-5。



图 1-4 汉字的基本笔画

图样中的汉字、数字和字母必须写得

字体端正 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1-5 长仿宋体汉字示例

数字和字母有斜体和直体两种，通常采用斜体。斜体字头向右倾斜，与水平线成 75° 倾角。数字和字母分为 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。用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号的字体；图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号应符合国家有关法令和标准的规定。数字及字母的示例如图 1-6 所示。

1.1.4 图线(GB/T 14665—2012、GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002)

绘制机械工程图样时，应采用规定的各种图线。表 1-3 及图 1-7 列出了各种形式图线的名称、型式、宽度及主要用途，其他的用途可查国家标准。



图 1-6 数字、字母及其综合示例

表 1-3 图线的名称、型式、宽度和主要用途

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
粗实线		b	可见轮廓线, 可见过渡线
细实线		$b/2$	尺寸线, 尺寸界线, 剖面线, 引出线, 重合剖面的轮廓线, 螺纹的牙底线, 齿轮的齿根线, 分界线, 范围线
波浪线		$b/2$	断裂处的边界线, 视图和剖视的分界线

续表

图线名称	图线型式	图线宽度	主要用途
双折线		$b/2$	断裂处的边界线
虚线		$b/2$	不可见轮廓线,不可见过渡线
细点画线		$b/2$	轴线,对称中心线,轨迹线,节圆及节线
粗点画线		b	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$b/2$	相邻辅助零件的轮廓线,极限位置的轮廓线,假想投影轮廓线,中断线

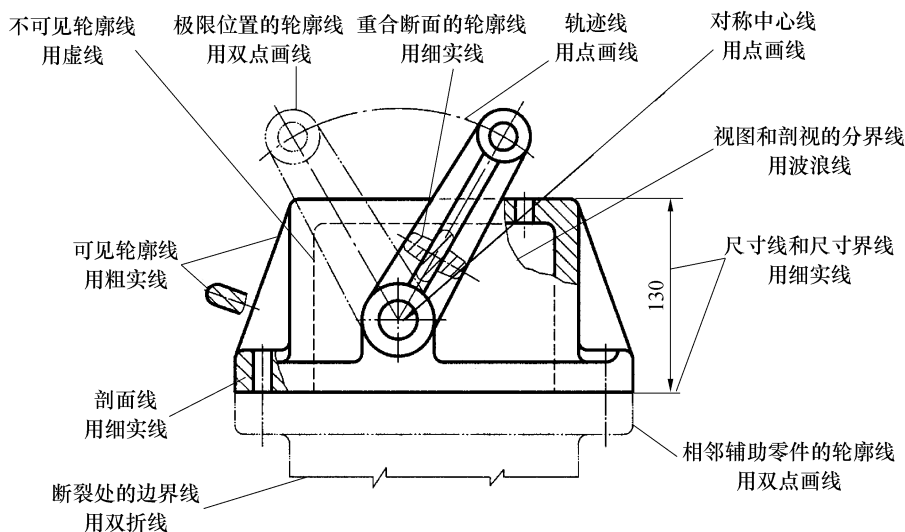


图 1-7 图线的应用示例

图线分为粗、细两种。粗线的宽度 b 应按图的大小和复杂程度确定,在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 之间选择,细线的宽度约为 $b/2$ 。图线宽度的推荐系列为: $0.18, 0.25, 0.35, 0.5, 0.7, 1.1, 2\text{mm}$,其中 0.18mm 应避免采用。在本课程的制图作业中粗线一般以选用 0.7mm 为宜。

绘图时通常应注意以下几点:

(1) 同一图样的同类图线宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等。点画线和双点画线中的“点”应画成长约 1mm 的短画,点画线和双点画线的首尾两端应是线段而不是短画。

(2) 两条平行线间的距离应不小于粗实线宽度的两倍,其最小距离不得小于 0.7mm 。

(3) 绘制圆的对称中心线时,圆心应是线段的交点。

(4) 绘制轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的双点画线时,宜超出轮廓线约 2mm 。

(5) 在较小的图形上绘制点画线时,可用细实线代替。

(6) 当虚线是粗实线的延长线时,粗实线应画到分界点,虚线应留有空隙。当虚线与粗实线或虚线相交时,不应留有空隙。当虚线圆弧和虚线直线相切时,虚线圆弧的线段应画至切点,虚线直线则应留有空隙。

(7) 粗实线与虚线或点画线重叠,应画粗实线。虚线与点画线重叠,应画虚线。

图 1-8 所示为图线画法的图例。

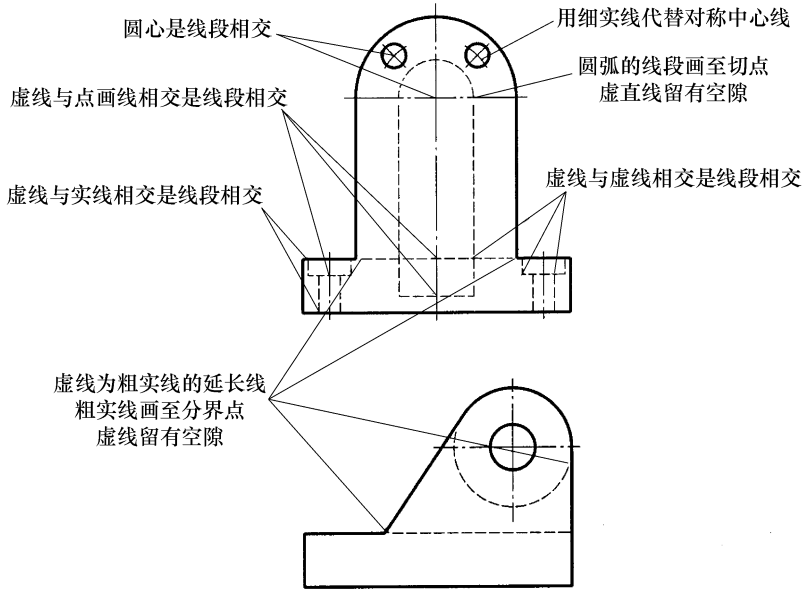


图 1-8 图线画法示例

1.1.5 尺寸注法(GB/T 16675.2—2012、GB/T 4458.4—2003)

图样上的图形主要表达机件的结构形状,而机件的大小则根据图样上标注的尺寸数值确定。标注尺寸时,应符合国家标准有关尺寸注法的规定。

1. 基本规则

- (1) 图样上所标注的尺寸为机件的真实大小,与图形的比例和绘图的准确度无关。
- (2) 图样中(包括技术要求和说明)的尺寸以 mm 为单位时,不需标注计量单位的代号或名称,否则必须注明相应的计量单位的代号或名称。
- (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. 尺寸组成

如图 1-9 所示,一个完整的尺寸包括尺寸线、尺寸界线、尺寸终端和尺寸数字。

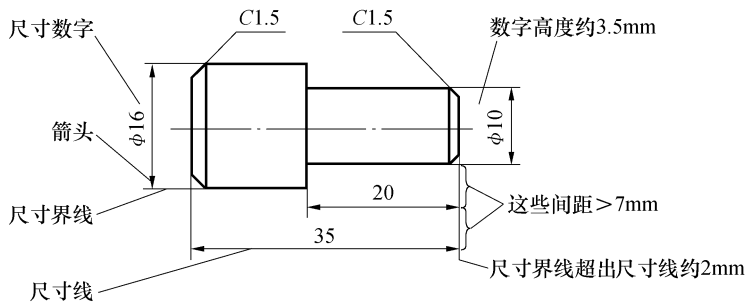


图 1-9 尺寸的组成及标注示例

1) 尺寸线

尺寸线用细实线绘制,不得与其他图线重合或画在其延长线上。线性尺寸的尺寸线必须与所标注的线段平行;当有几条互相平行的尺寸线时,其间距应均匀,间隔应大于7mm(如图1-9),且大尺寸要标注在小尺寸外面。在圆或圆弧上标注直径或半径尺寸时,尺寸线一般应通过圆心或延长线通过圆心。

2) 尺寸界线

尺寸界线用细实线绘制,并应自图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出。也可利用轮廓线、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,并超出尺寸线的终端约2mm,如图1-9所示。如果尺寸界线垂直于尺寸线,图线很不清晰,此时尺寸界线允许倾斜,如表1-5中所列“光滑过渡处的尺寸”。

3) 尺寸终端

尺寸终端有两种形式:箭头和斜线,如图1-10所示。箭头适用于各种类型的图样,在机械图样中主要采用这种形式。狭小部位的尺寸可用圆点或斜线代替箭头。斜线用细实线绘制。

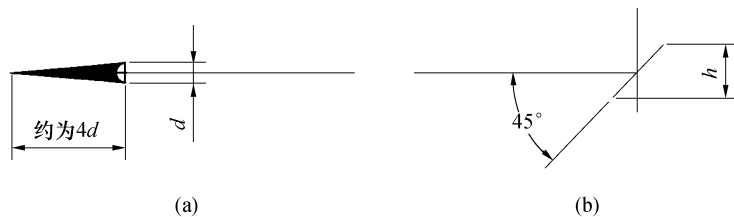


图1-10 尺寸终端的两种形式

(a) 箭头; (b) 斜线

4) 尺寸数字

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方或左方,也可以注写在尺寸线的中断处,如图1-11(a)、(b)所示。线性尺寸数字的方向一般应按图1-11(c)所示的方法注写,并尽可能避免在图示 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图1-11(d)所示形式标注。在不致引起误解时,对于非水平方向的尺寸,其数字也允许水平地注写在尺寸线的中断处,如图1-11(e)。但在同一图样中,应尽可能按同一种形式注写。尺寸数字不能被任何图线所通过,无法避免时应将图线断开。国家标准还规定了尺寸数字部分所使用的一些符号和缩写词,如表1-4所列。

表1-4 尺寸标注常用符号及缩写词

名称	直径	半径	球直径	球半径	厚度	正方形	45°倒角	深度	沉孔或铳平	埋头孔	均布
符号或缩写词	ϕ	R	S ϕ	SR	t	□	C	↓	└	V	EQS

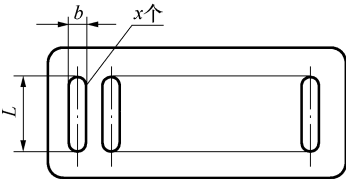
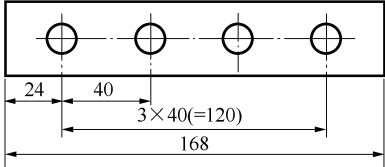
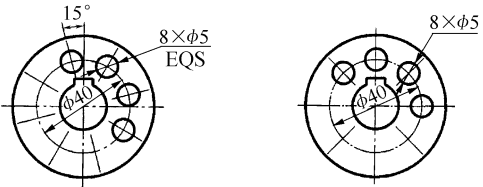
3. 尺寸注法示例

表1-5中列出了国家标准规定的一些尺寸注法。

续表

标注内容	示 例	说 明
球面		<p>标注球面的直径或半径时,应在符号“ϕ”或“R”前加注符号“S”,在不致引起误解的情况下可省略(如右图)</p>
弦长和弧长		<p>弦长和弧长的尺寸界线应平行于弦的垂直平分线。当弧度较大时,可沿径向引出。弦长的尺寸线应与弦平行;弧长的尺寸线用圆弧,尺寸数字上方加注符号“\frown”</p>
薄板厚度		<p>标注薄板零件的厚度尺寸时,在尺寸数字前加注符号“t”</p>
对称图形		<p>当对称图形只画出一半或略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线,仅在尺寸线的一端画出箭头。在对称中心线两端分别画出两条与其垂直的平行细实线(对称符号)</p>
光滑过渡处的尺寸		<p>在光滑过渡处,必须用细实线将轮廓线延长。从它们的交点处引出尺寸界线</p>
正方形结构		<p>标注剖面为正方形结构的尺寸时,可在边长数字前加注符号“\square”。或用“$B \times B$”代替(B为正方形的边长)</p>
其他		<p>在同一图形中具有几种尺寸数值相同而又重复的要素(如孔等)时,可采用涂色标记(上图)或标注字母(下图)等方法。孔的尺寸和数量可直接注在图形上。个数后面的“\times”,也可用“$-$”代替</p>

续表

标注内容	示 例	说 明
其他		<p>同一图形中,对于相同尺寸的成组要素(如孔、槽等),可仅在一个要素上注出其尺寸和数量</p>
		<p>间隔相等的链式尺寸,可采用图中所示方法标注</p>
		<p>均匀分布的相同要素(如孔等)的尺寸可按左图所示方法标注,当要素的定位和分布情况在图形中已明确时,可省略定位尺寸和“EQS”或“均布”的标注(如右图所示)</p>

1.2 绘图的主要方式

绘图的主要方式有徒手绘图、仪器绘图和计算机绘图,它们都是工程技术人员必须掌握的基本技能。

1.2.1 徒手绘图

目测物体各部分的尺寸比例、不用绘图仪器和工具而徒手绘制的图样称为草图,又叫徒手绘图。现场测绘、修配机器或表达设计思想和技术思路时,都要绘制草图。草图绝无潦草之意,徒手草图仍应做到:图线粗细分明、方向正确、基本平直;图形比例匀称;标注尺寸准确、齐全;字体书写工整。

画草图一般选用较软的铅笔(HB、B或2B),常在印有浅色方格的纸上进行,以便控制图线的平直和图形的大小。

1. 直线的画法

画直线时,眼睛看着图线的终点以控制方向。运笔方向一般是:画水平线由左向右;画铅垂线由上向下;画斜线由左下向右上或者左上向右下。当直线较长时,可在直线中间定出几个点,然后分段画出。画短线多用手腕运笔,画长线多用手臂动作。

画 30° 、 45° 、 60° 的斜线,按两直角边的比例关系,定出端点并连成直线,如图1-12所示。

2. 圆的画法

画直径较小的圆时,在中心线上按半径目测定出4个点,然后徒手连成圆,如图1-13(a)