

项目一

制图的基本知识

机械工程图样的质量好坏，将直接影响产品的质量和经济性。因此，要掌握绘制机械图样的基本知识和技能。国家标准《技术制图》和《机械制图》是我国基本技术标准之一，它起着统一工程界的共同“语言”的重要作用。本项目通过抄绘零件图实现技术思想准确无误地交流，养成严格遵守《技术制图》和《机械制图》国家标准有关规定的习惯。

任务一 抄绘零件图

任务分析

图 1-1 所示为电极片零件图纸，其中零件轮廓形状、尺寸标注、加工技术要求和标题栏的四要素，是指导零件加工缺一不可的项目。本项目的第一个任务是抄绘电极片零件图，在这个过程中要掌握并严格遵守国家标准《技术制图》《机械制图》中的有关基本规定，要能正确使用绘图工具和仪器，正确标注尺寸，正确拟定作图步骤，并初步养成良好的绘图习惯和一丝不苟的工作作风。

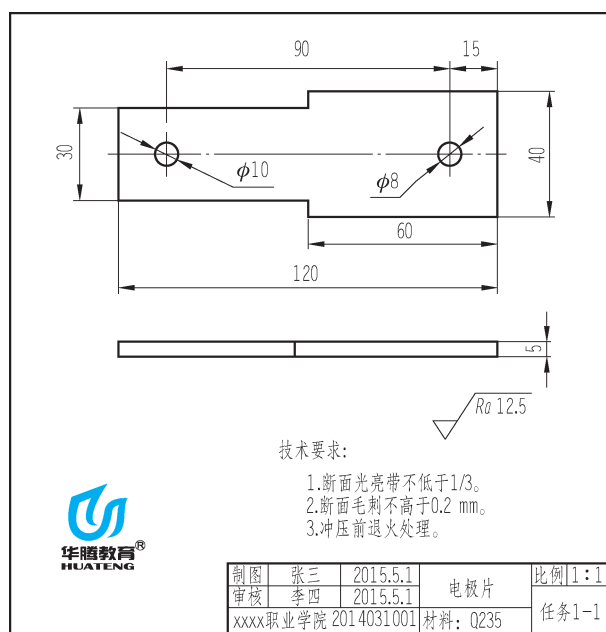


图 1-1 电极片零件图纸

相关知识

一、制图基本规定

机械图样是机械生产必不可少的重要技术文件,它是表达机械产品的载体,是工程界的共同语言。为了正确地绘制和阅读机械图样,便于指导生产及对加强我国与世界各国的技术交流,中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局发布《技术制图》和《机械制图》等一系列国家标准。《技术制图》在内容上具有统一性和通用性,它涵盖装卸、电气、水利等行业。《机械制图》则是机械类专业制图标准。《技术制图》和《机械制图》是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读工程图样的依据。工程技术人员必须熟悉和掌握有关标准与规定。

国家标准简称“国标”,其代号是GB,如GB/T 14689—2008,它是《技术制图》中图纸幅面和格式的标准代号。其中,“GB”为国家标准中“国”与“标”的第一个汉语拼音字母的组合;“T”为“推荐”中“推”的第一个汉语拼音字母;“GB/T”表示推荐性国家标准;“14689”是国家标准的编号;“—”是分隔号;“2008”是发布该标准的公元年号。国标包括强制性国标(代号GB)、推荐性国标(代号GB/T)和国标化指导性技术文件(代号GB/Z)。本部分介绍图纸幅面和格式、标题栏、比例、图线、字体等制图标准中的内容。

(一) 图纸幅面和格式(GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度(B)和长度(L)组成的图面。为了合理利用图纸和便于图样管理,国际中规定了图纸的五种基本幅面,其代号分别为A0、A1、A2、A3、A4。绘制技术图样时,优先选用表1-1中的基本幅面尺寸,基本幅面的尺寸关系如图1-2所示。必要时,可以选用加长幅面尺寸。加长幅面是按基本幅面的短边成整数倍增加的。

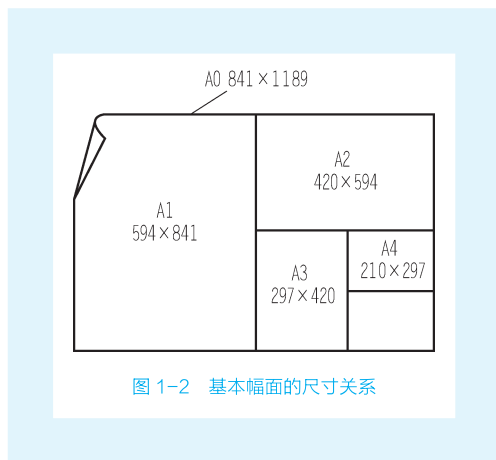


图 1-2 基本幅面的尺寸关系

表1-1 图纸基本幅面尺寸和图框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	297 × 420	210 × 297
e	20		40		
c	10			5	
a	25				

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。图框在图纸上必须用粗实线绘出,其格式分为不留装订

边和留装订边,如图 1-3 所示。 e 、 c 、 a 等值均按表 1-1 中的规定数值。同一产品的图样只能采用一种格式。

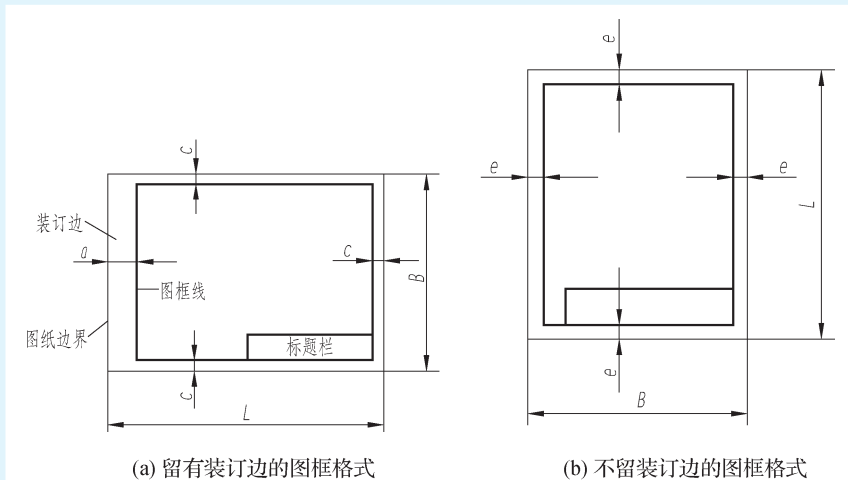


图 1-3 图框格式

3. 对中符号和方向符号

为了便于图样复制和缩微摄影,在图纸各边的中点处绘制对中符号。对中符号是从周边画入图框内 5 mm 的一段短粗实线。当对中符号在标题栏范围内时,则伸入标题栏内的部分予以省略。如果使用预先印制的图纸,需要改变标题栏的方位,那么必须将其旋转至图纸的右上角。此时,为了明确绘图与看图的方向,应在图纸的下边对中符号处画出方向符号,如图 1-4 所示。

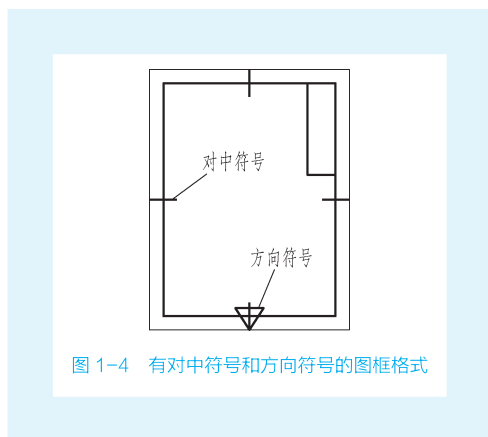


图 1-4 有对中符号和方向符号的图框格式

(二) 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

图框右下角必须绘制标题栏,标题栏中的文字方向为看图方向。标题栏用来填写图样的综合信息,国家标准规定的标题栏格式如图 1-5 所示。在学校的制图作业中可采用如图 1-6 所示的简化形式的标题栏。

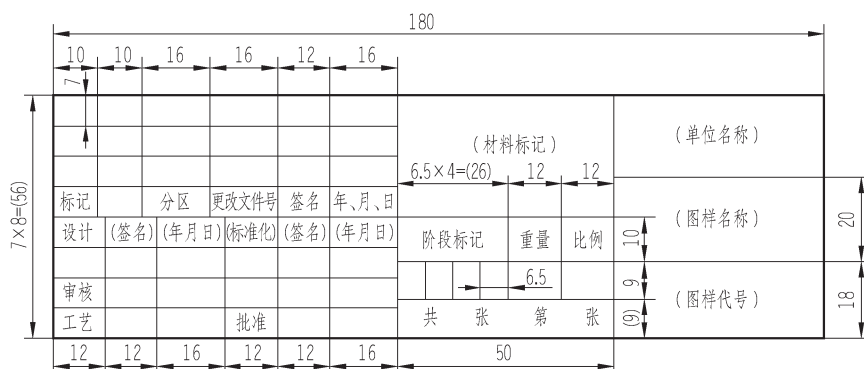
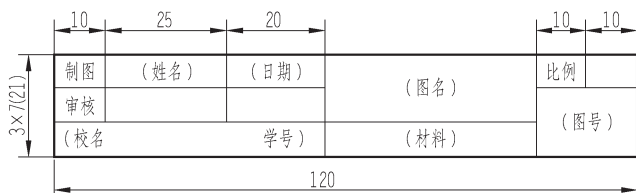
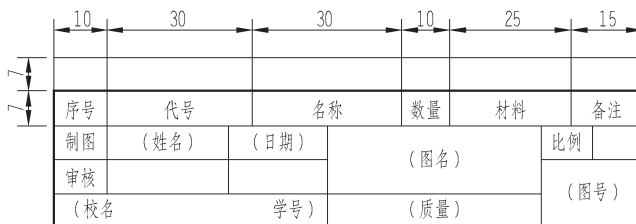


图 1-5 国家标准规定的标题栏格式



(a) 学校采用的零件图标题栏



(b) 学校采用的装配图标题栏

图 1-6 学校用简化形式的标题栏

(三) 比例 (GB/T 14690—1993)

图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比称为比例。绘图时，应从表 1-2 所列的常用比例中选取。

表 1-2 常用比例

原值比例	1 : 1						
缩小比例	1 : 1.5	1 : 2	1 : 2.5	1 : 3	1 : 4	1 : 5	1 : 10 ⁿ
	1 : 1.5 × 10 ⁿ		1 : 2 × 10 ⁿ	1 : 2.5 × 10 ⁿ		1 : 5 × 10 ⁿ	
放大比例	2 : 1	2.5 : 1		4 : 1	5 : 1	(10 × n) : 1	

比例一般分为原值比例、缩小比例和放大比例三种类型。绘制图样时，尽可能采用原值比例，

以便从图中看出实物的大小。根据需要也可以采用放大或缩小的比例，但不论采用何种比例，图中所注尺寸数字仍为机件设计要求的尺寸。另外，图样按比例放大或缩小，仅限于图样上各线性尺寸而与角度无关。如图 1-7 所示。

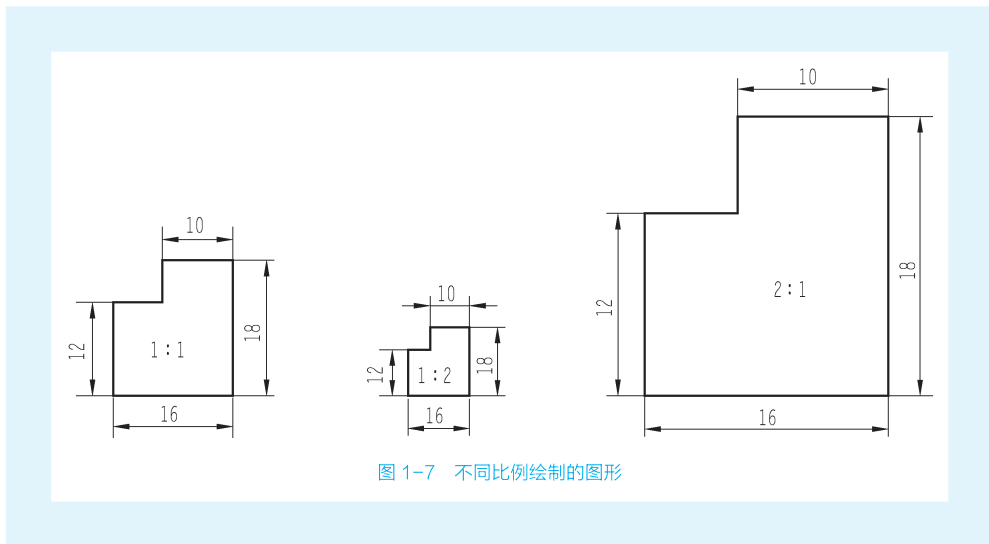


图 1-7 不同比例绘制的图形

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中统一填写，当某个视图采用了不同的比例时，必须在该视图名称的上方以分数形式标注出该图形所采用的比例，如

$\frac{A}{2:1}$ 、 $\frac{I}{1:100}$ 等。标注示例如图 1-8 所示。

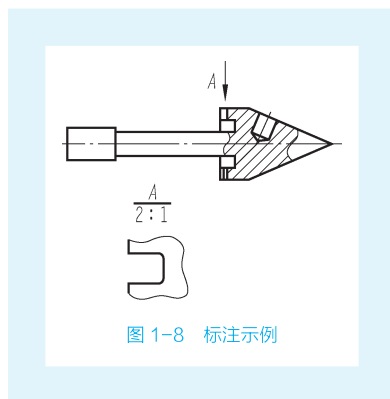


图 1-8 标注示例

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

1. 图线的型式及应用

国家标准《技术制图 图线》规定了绘制各种技术图样的 15 种基本线型。根据基本线型及其变形，机械图样中规定了如表 1-3 所列的 9 种图线，应用示例如图 1-9 所示。

表 1-3 基本线型及一般应用

图线名称	线 型	线 宽	一般应用
粗实线		粗 (d)	可见轮廓线
细实线		细 ($d/2$)	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面轮廓线 过渡线

续表

图线名称	线 型	线 宽	一般应用
细虚线	-----	细 ($d/2$)	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线	— · — · — ·	细 ($d/2$)	轴线 对称中心线
粗点画线	— · — · — ·	粗 (d)	限定范围表示线(特殊要求)
细双点画线	— · — · — ·	细 ($d/2$)	相邻辅助零件的轮廓线 轨迹线 极限位置的轮廓线 中断线
波浪线	~~~~~	细 ($d/2$)	断裂处边界线 局部剖分界线
双折线	— ∩ — ∩ —	细 ($d/2$)	断裂处边界线 视图与局部剖视图的分界线
粗虚线	-----	粗 (d)	允许表面处理的表示线

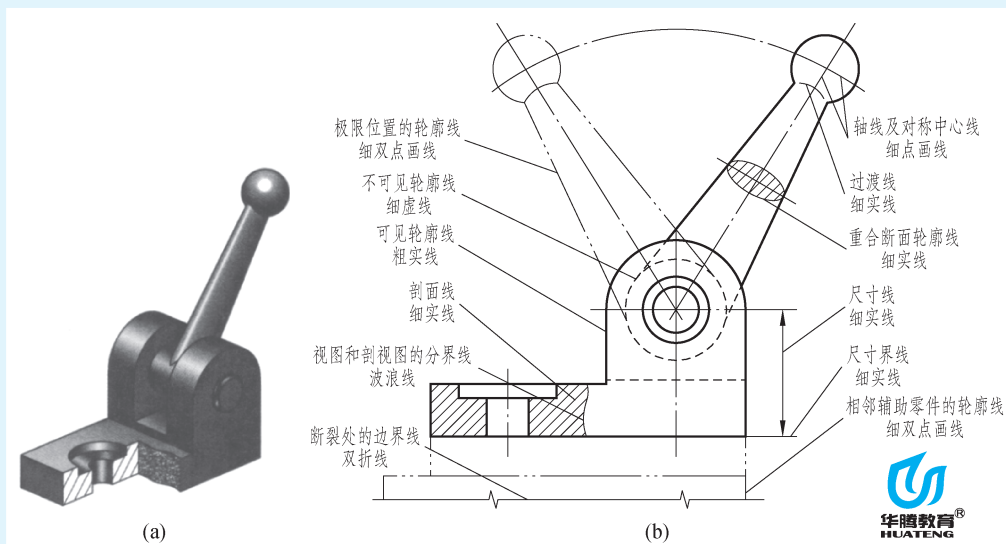


图 1-9 图线应用示例

2. 图线宽度

在机械图样中采用粗细两种线宽，它们之间的比例为 2 : 1。图线的宽度 d 应根据图形的大小和复杂程度，在下列数系中选择：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2（单位：mm）。通常情况下，粗线的宽度采用 0.5 mm 或 0.7 mm。为了保证图样清晰、便于复制，图样上应尽量避免出现宽度小于 0.18 mm 的图线。在同一图样中，同类图线的宽度应一致。

3. 注意事项

如图 1-10 所示, 图样上图线绘制要注意如下几点:

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。

(2) 绘制圆的对称中心线时, 圆心应为线段的交点, 点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是点, 且应超出图形外 3 ~ 5 mm。当所绘圆的直径较小(小圆直径一般小于 8 mm), 绘制点画线或双点画线有困难时, 允许用细实线代替。

(3) 细虚线、点画线、双点画线相交时, 应该是线段相交。当虚线是粗实线的延长线时, 在连接处应断开。

(4) 当各种线型重合时, 应按粗实线、虚线、点画线的优先顺序画出。

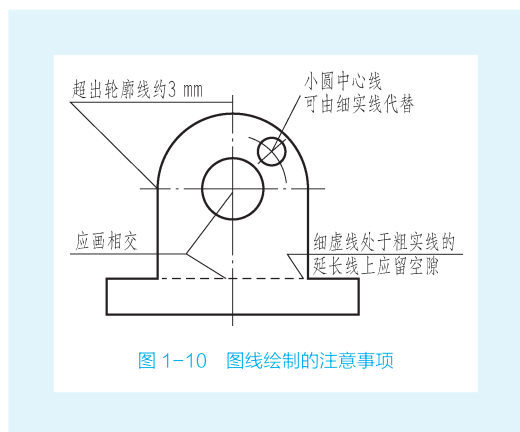


图 1-10 图线绘制的注意事项

(五) 字体 (GB/T 14691—1993)

图样中除图形时, 还需要汉字、数字和字母等进行标记或说明, 它是图样的重要组成部分。字体包括汉字、数字及字母的字体, 必须做到: 字体端正、笔画清楚、排列整齐、间隔均匀。字体的号数即字体的高度 h , 分别为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 (单位: mm) 8 种, 字体的宽度约等于字体高度的 $2/3$ 。数字及字母的笔画宽度约为字高的 $1/10$ 。

汉字应写成长仿宋字体, 并应采用国家正式公布的简化字, 汉字高度不应小于 3.5 mm, 其宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

长仿宋体汉字的书写要领是横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。汉字常由几个部分组成, 为了使字体结构匀称, 书写时应恰当分配各组成部分的比例。

数字和字母分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/14$; B 型字体的笔画宽度 d 为字高 h 的 $1/10$ 。数字和字母有直体和斜体之分, 在图样中通常采用斜体。斜体字的字头向右倾斜, 与水平成 75° 角。

在同一图样上, 只允许选用一种形式的字体。

字体示例:

汉字

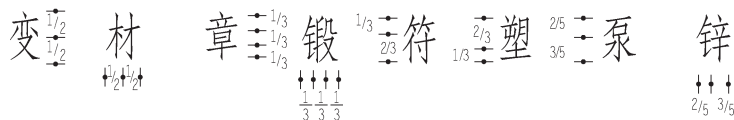
字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

制图制图机械电子汽车船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

圈纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

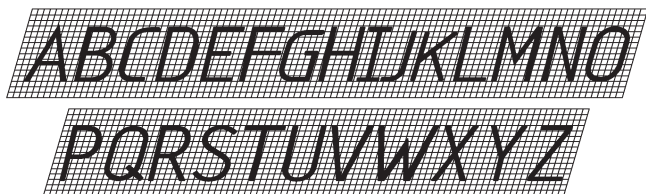
汉字结构分析:



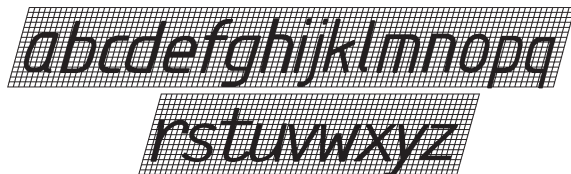
阿拉伯数字



大写拉丁字母



小写拉丁字母



罗马数字



二、尺寸标注 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 16675.2—2012)

图形只能表示物体的形状, 而其大小由标注的尺寸确定。尺寸是图样中的重要内容之一, 是加工机件的直接依据。因此, 在标注尺寸时, 必须严格遵守国家标准有关规定, 做到正确、齐全、清晰和合理。

(一) 基本规则

- (1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据, 与图形的大小及绘图的准确度无关。
- (2) 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸, 以毫米(mm)为单位时, 不需标注计量单位符号或名称, 如采用其他单位, 则应注明相应的单位符号。
- (3) 图样中所标记的尺寸, 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。

(二) 尺寸标注的要素

一个完整的尺寸,由尺寸界线、尺寸数字、尺寸线和终端(箭头或斜线)组成,如图1-11所示。尺寸界线和尺寸线画成细实线。如图1-12所示,尺寸线的终端有箭头[见图1-12(a)]和斜线[见图1-12(b)]两种形式。通常机械图样的尺寸线终端画箭头,土建图的尺寸线终端画斜线。当没有足够的地方画箭头时,可以用小圆点代替[见图1-12(c)]。

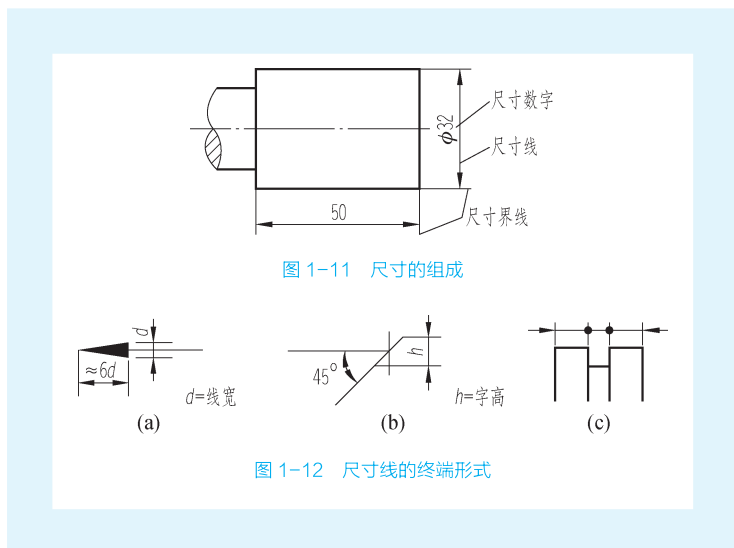


图 1-11 尺寸的组成

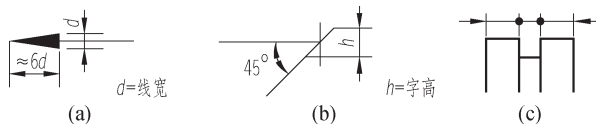


图 1-12 尺寸线的终端形式

(三) 常用尺寸标注方法

在实际绘图中,尺寸标注的形式很多,常用尺寸标注方法见表1-4。

表1-4 常用尺寸标注方法

尺寸种类	图例	说明
尺寸界线		<p>尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可以利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。</p> <p>尺寸界线一般应与尺寸线垂直并超过尺寸线 2 ~ 3 mm</p>
尺寸线		<p>尺寸线不能用其他图线代替,也不得与其他图线重合或在其延长线上。尺寸线应与所标注的线段平行,其与轮廓线的间隔及两平行的尺寸线间的间隔以 5 ~ 7 mm 为宜。尺寸线间或尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交</p>

续表

尺寸种类	图 例	说 明
尺寸数字		<p>尺寸数字一般书写在尺寸线的上方或中断处。线性尺寸数字的注写方向如图(a)所示,应避免在图示30°范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图(b)的形式标注。尺寸数字不可被任何图线所穿过,当不可避免时,必须如图(c)所示将图线断开。</p>
直径和半径		<p>当标注直径时,在尺寸数字前加注符号“ϕ”;当标注半径时,在尺寸数字前加注符号“R”,其尺寸线应通过圆心,尺寸线的终端应画成箭头,如图(a)所示。相同圆孔的直径前应加圆孔数量,如“$2 \times \phi 6$”;相同圆弧的半径尺寸前不必加数量;当圆弧半径过大,在图纸范围内无法标出其圆心位置时,可按图(b)的形式标注</p>
角度		<p>尺寸界线沿径向引出;尺寸线为以角度顶点为圆心的圆弧。尺寸数字一律水平写,一般写在尺寸线的中断处,也可注在外边或引出标注</p>

续表

尺寸种类	图 例	说 明
小尺寸		<p>当位置不够时,箭头可画在外边,允许用小圆点或斜线代替两个连续尺寸间的箭头。在特殊情况下,标注小圆的直径允许只画一个箭头;有时为了避免产生误解,可将尺寸线断开</p>
对称尺寸		<p>对称机件的图形如只画出一半或省略大于一半时,尺寸线应略超过对称中心线或断裂处。此时只在靠尺寸界线的一端画出箭头</p>
球面		<p>一般应在“φ”或“R”前面加注符号“S”。但不致引起误解的情况下,也可不加注</p>
弧长和弦长		<p>尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线;表示弧长的尺寸线用圆弧,同时在尺寸数字上加注“$\overset{\frown}$”</p>

(四) 标注尺寸的符号及缩写词

尺寸标注常用符号及缩写词见表 1-5。

项目一

项目二

项目三

项目四

项目五

项目六

项目七

项目八

项目九

项目十

表1-5 尺寸标注常用符号及缩写词

名词	直径	半径	球直径	球半径	厚度	正方形	45°倒角	深度	沉孔或铰平	埋头孔	均布
符号或缩写词	Φ	R	$S\Phi$	SR	t	□	C	↓	┌	∇	EQS

三、绘图工具的使用

正确使用制图工具对提高绘图速度和图面质量起着重要的作用,熟练掌握制图工具的使用方法是一名工程技术人员必备的基本素质。常用的制图工具有图板、丁字尺、三角板、圆规、分规、铅笔、比例尺、曲线板、擦图片、绘图橡皮、胶带纸、削笔刀等,本书主要介绍前6种。

(一) 图板和丁字尺

图板根据大小有多种型号,图板的短边为导边;丁字尺是用来画水平线的,丁字尺的上面那条边为工作边。

绘图时,先将图纸固定在图板上,丁字尺头部紧靠图板导边,画线时铅笔垂直纸面向右倾斜30°,如图1-13(a)所示。丁字尺上下移动到画线位置,自左向右画水平线,如图1-13(b)所示。

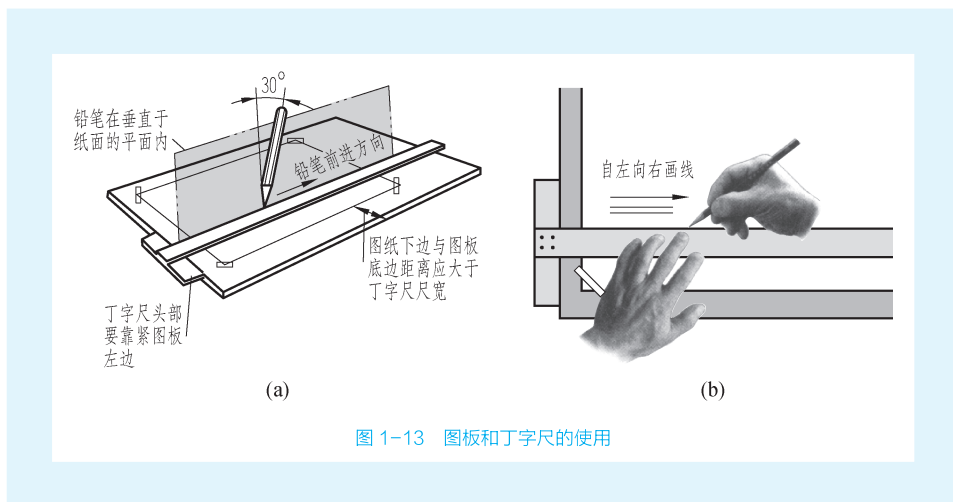


图1-13 图板和丁字尺的使用

(二) 三角板

一副三角板由45°和30°(60°)两块直角三角板组成。三角板与丁字尺配合使用可画垂直线,还可以画出与水平线成30°、45°、60°以及75°、15°的倾斜线,如图1-14所示。

如图1-15所示,两块三角板配合使用,可画任意已知直线的平行或垂直线。

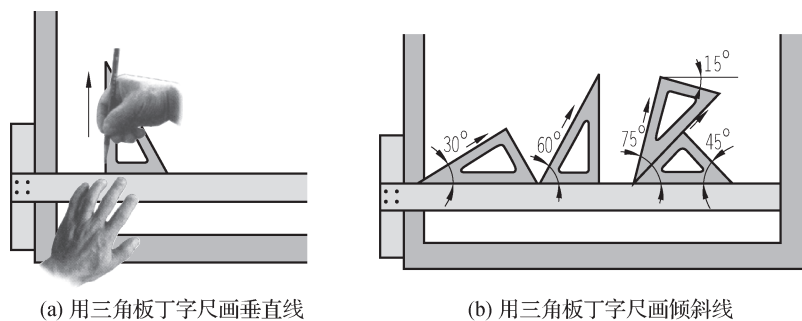


图 1-14 丁字尺与三角板配合画线

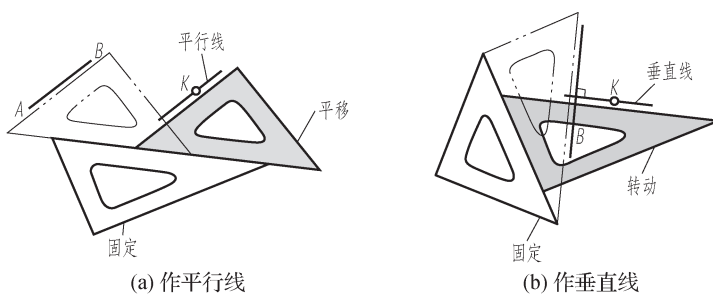


图 1-15 两块三角板配合画线

(三) 圆规与分规

圆规用来画圆和圆弧。如图 1-16 所示，画圆时，圆规的钢针使用有台阶的一端，以避免图纸上的针孔不断扩大，并使笔尖与纸面垂直。

如图 1-17 所示，分规用来截取线段、等分直线或圆周，以及从尺上量取尺寸。分规的两个针尖并拢时应对齐。

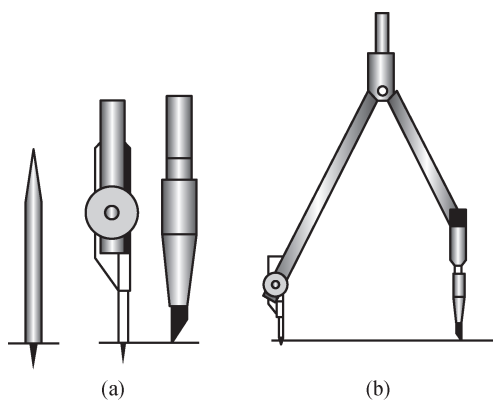


图 1-16 圆规的使用

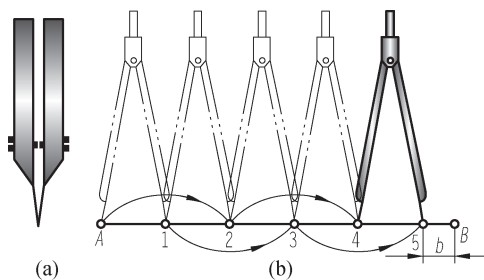


图 1-17 分规的使用

(四) 铅笔

在绘图工程图样时要选择专用的绘图铅笔,通常用“B”和“H”代表铅芯的软硬程度。“B”表示软性铅笔,B前的数字越大,铅芯越软,画出来的图线就越黑;“H”表示硬性铅笔,H前的数字越大,铅芯越硬,画出来的图线就越淡;“HB”表示铅芯软硬适中。画粗实线常用B或HB,画细线常用H或2H,画细实线、点画线、双点画线、虚线和写字常用HB。画底稿时建议用2H铅笔。画圆或圆弧时,圆规中的铅芯比画直线的铅芯软1~2挡。

铅笔应从无硬度标记的一端削起,用于画粗实线的铅笔铅芯应磨成矩形断面,其余的磨成圆锥形,如图1-18所示。

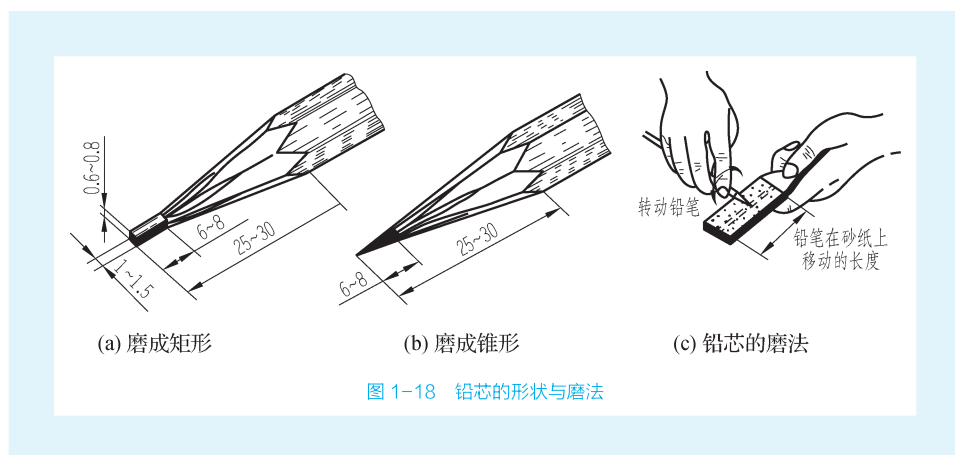


图 1-18 铅芯的形状与磨法

四、尺规绘图的方法与步骤

(一) 准备工作

- (1) 分析图形的尺寸与线段,初拟作图步骤。
- (2) 确定比例,选取图纸幅面。
- (3) 绘制图框和标题栏。

(二) 绘制底稿

- (1) 绘制基准线,确定图形位置。
- (2) 依次绘制图形轮廓,完成图形底稿。
- (3) 绘制尺寸界线和尺寸线。
- (4) 检查底稿,修正错误,擦去多余作图线。

(三) 描深

按标准线型描深图线,描深顺序如下:

- (1) 先粗后细。先描深全部粗实线(用HB或B铅笔),再描深全部虚线、点画线和细实线(用H或2H铅笔),以提高绘图速度,并保证同类线型粗细一致。
- (2) 先曲后直。描深同一线型时,应先画圆弧,后画直线段,以保证连接光滑。
- (3) 先水平后垂直。先从上而下画水平线,再从左到右画垂直线,最后画倾斜线,以保证图面清洁。

(4) 画箭头, 填写尺寸数字及标题栏等。

任务实施

一、绘图准备

(一) 工具准备

分析图 1-1 所示的电极片零件图, 图形主要为圆弧和直线, 要用到丁字尺、三角板和圆规, 图形的大体尺寸 $120\text{ mm} \times 60\text{ mm}$, 所以选择 A4 图纸即可按 $1:1$ 绘制。需要 HB 铅笔、2B 铅笔、图板、丁字尺、三角板、A4 图纸、橡皮、透明胶等工具。

(二) 图形分析

图 1-1 所示的图纸中有图 1-19 所示的两个视图(视图的概念将在后续项目中介绍), 其中俯视图图形简单, 矩形长为主视图的全长, 宽度为 5 mm 。主视图形状和尺寸关系也比较简单, 可以参考图 1-20 所示步骤绘制。

(1) 绘制水平中心线(垂直方向基准)和最右侧竖直线(水平方向基准)。

(2) 根据尺寸绘制与水平中心线对称距离为 30 mm 和 40 mm 的对称水平线。

(3) 绘制垂直中心线、距离最右侧竖直线 60 mm 的线段, 以及最左侧垂直线。

(4) 绘制直径为 10 mm 和 8 mm 的圆。

(5) 按顺序逐一标注尺寸。

(6) 按顺序描深(描深之前要完成俯视图)。

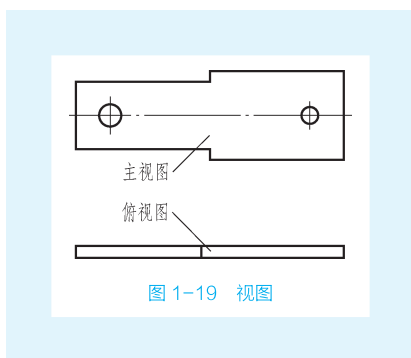


图 1-19 视图

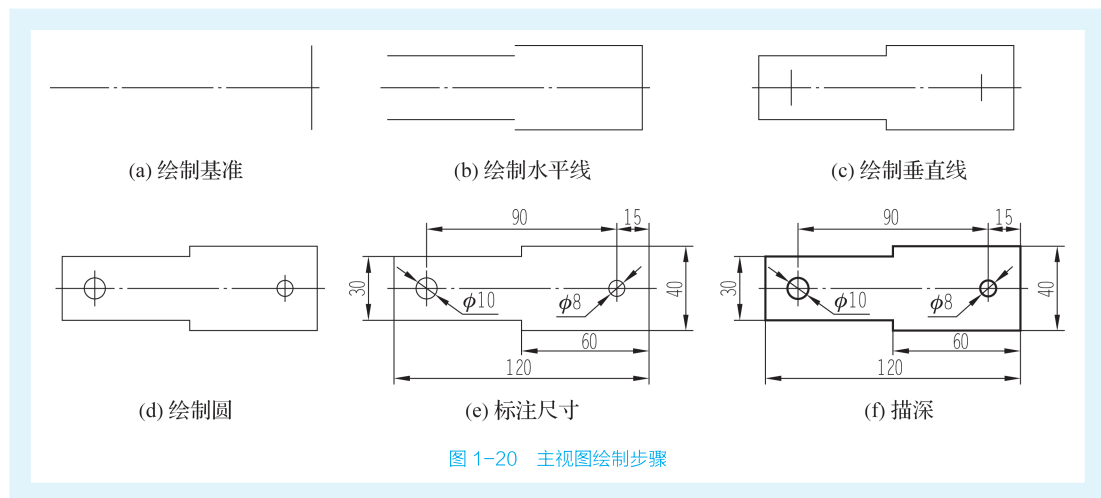


图 1-20 主视图绘制步骤

(三) 绘制图框和标题栏

按图 1-21 所示尺寸绘制图框和标题栏。因线条加粗后会在后续绘图时将线条铅粉抹乱弄脏图画,

所以为了保证图面清洁, 暂不要将图框和标题栏框加粗。

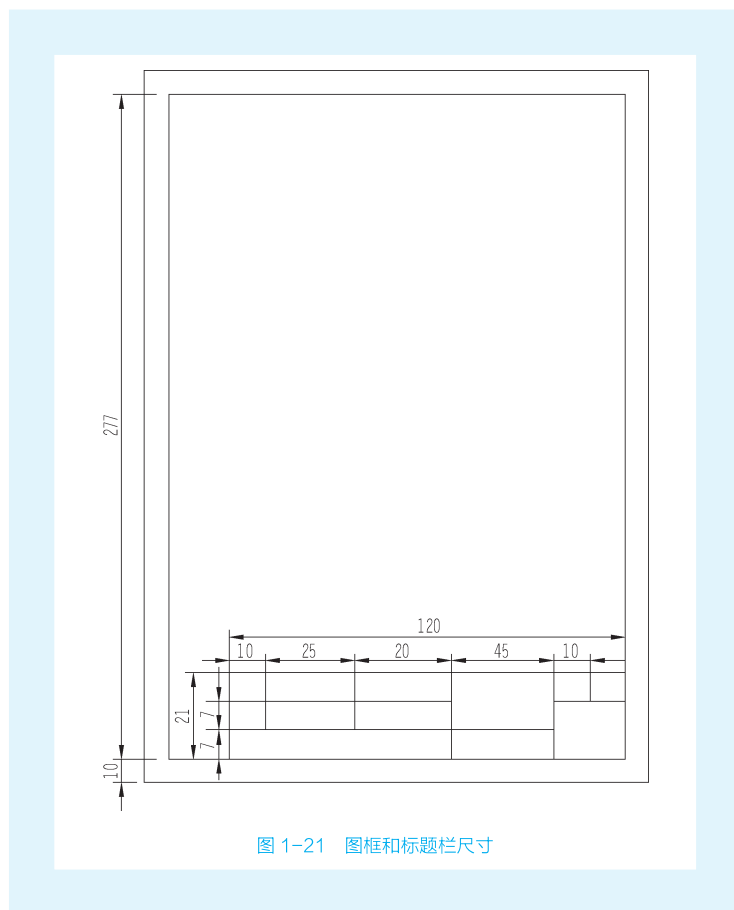


图 1-21 图框和标题栏尺寸

二、绘制底稿

(一) 绘制主视图

1. 绘基准线

基准线的位置对整个图幅的布置影响非常大, 所以要合理布置相对位置。建议布置位置如图 1-22 所示。

2. 绘制水平线

如图 1-23 所示, 绘制以中心线为对称线, 距离为 30 mm 和 40 mm 的四条水平线, 长度可以适当长一点, 后面可以擦掉。

3. 绘制垂直线

如图 1-24 所示, 绘制距离右侧基准线为 60 mm 和 120 mm 的三条垂直线段, 以及两个圆的垂直中心线。

4. 绘制圆

如图 1-25 所示, 绘制 $\phi 10$ mm 和 $\phi 8$ mm 的圆。

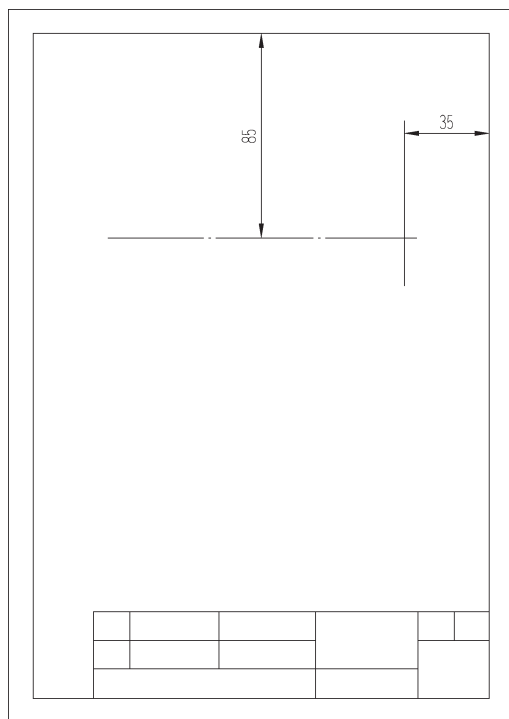


图 1-22 绘基准线

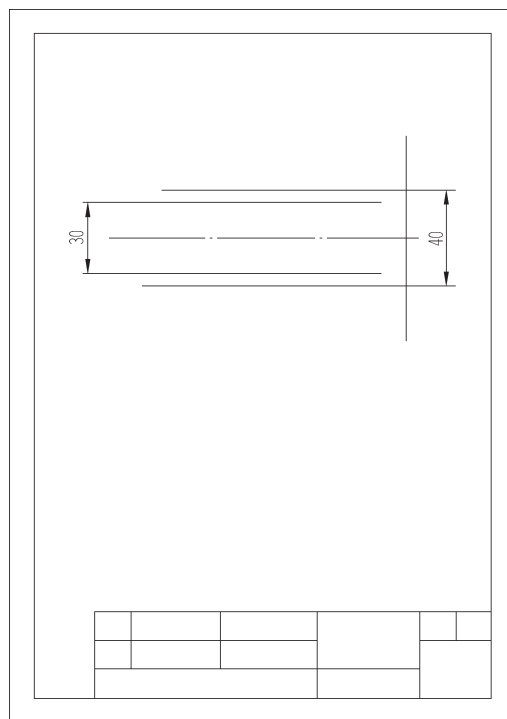


图 1-23 绘制水平线

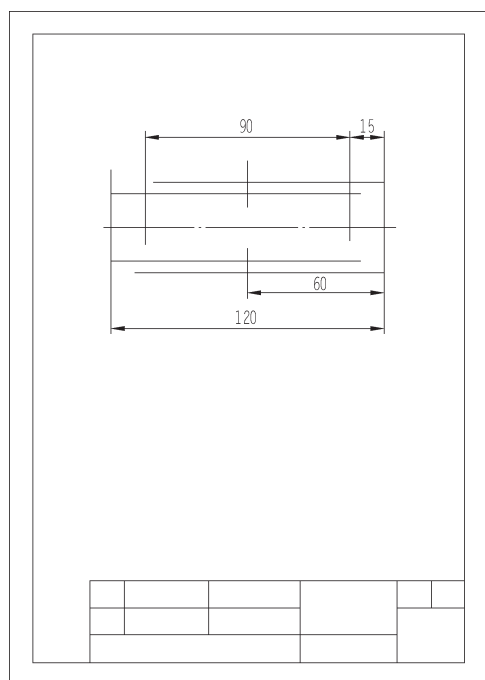


图 1-24 绘制垂直线

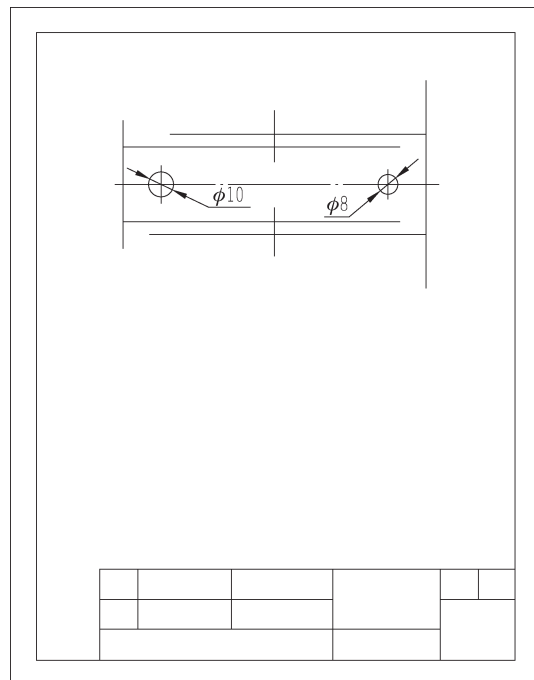


图 1-25 绘制圆

(二) 绘制俯视图

如图 1-26 所示, 先在主视图水平中心线下方约 60 mm 处绘制距离 5 mm 的两条水平线; 然后对应主视图的三条垂直线段绘制俯视图的三条线段, 形成投影关系 (投影将在项目二中学习)。

(三) 擦除多余线条

对照图 1-1, 将多余的线条用橡皮擦擦除, 得到图 1-27 所示底稿效果。

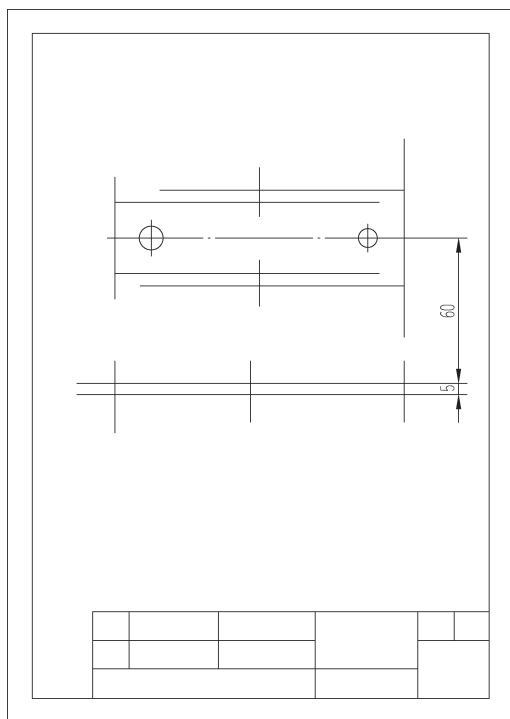


图 1-26 绘制俯视图

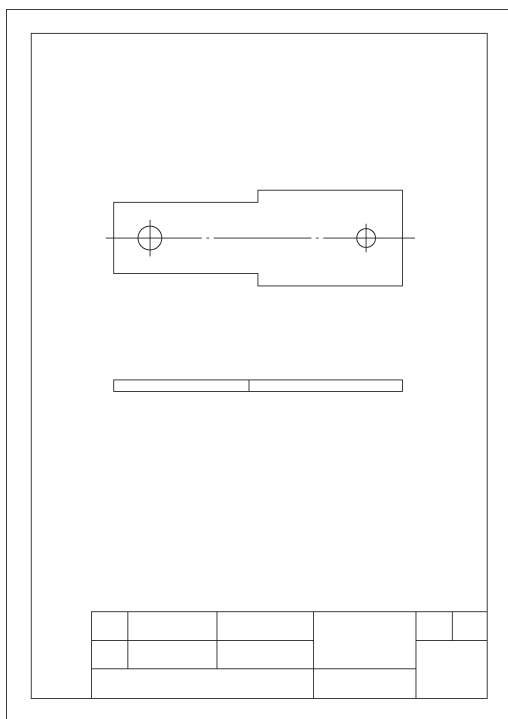


图 1-27 底稿效果

三、标注尺寸、书写文字

(一) 标注尺寸

按照尺寸标注标准 (GB/T 4458.4—2003、GB/T 19096—2003), 对照图 1-1 标注如图 1-28 所示尺寸。

(二) 书写文字

按照字体标准 (GB/T 14691—1993), 对照图 1-1 书写如图 1-29 所示的文字。

四、加粗线条, 完善图纸

按照图线标准 (GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—2002), 对照图 1-1 将图框、标题栏框、图形轮廓加粗, 完善图纸, 得到图 1-30 所示效果。

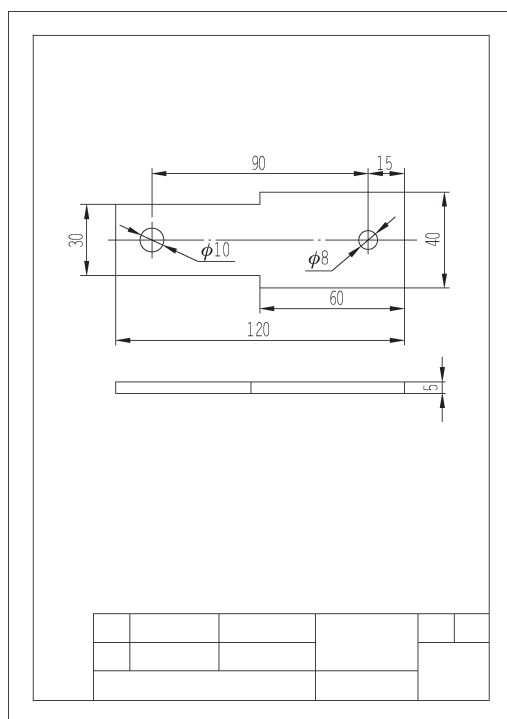


图 1-28 标注尺寸

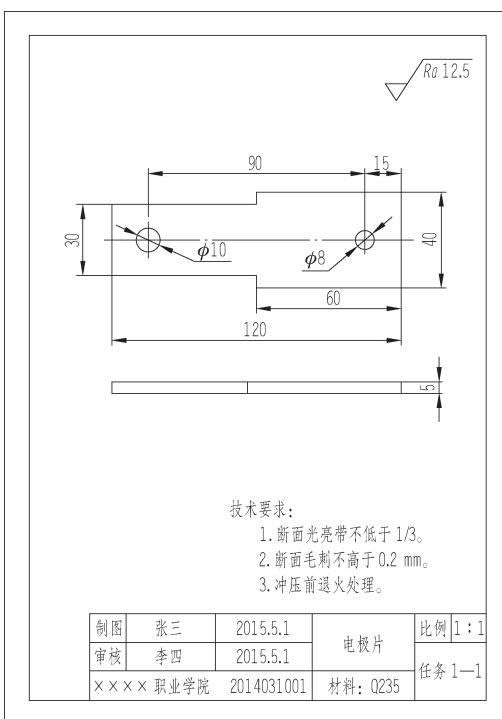


图 1-29 书写文字

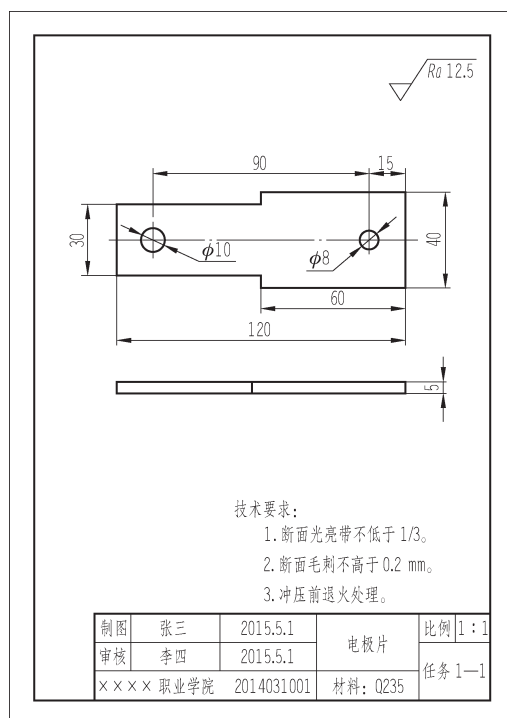


图 1-30 加粗线条

拓展训练

拓展 1-1：抄绘垫板图纸

图 1-31 所示为垫板图纸，抄绘该图纸。

拓展 1-2：抄绘角度样板图纸

图 1-32 所示为角度样板图纸，抄绘该图纸。

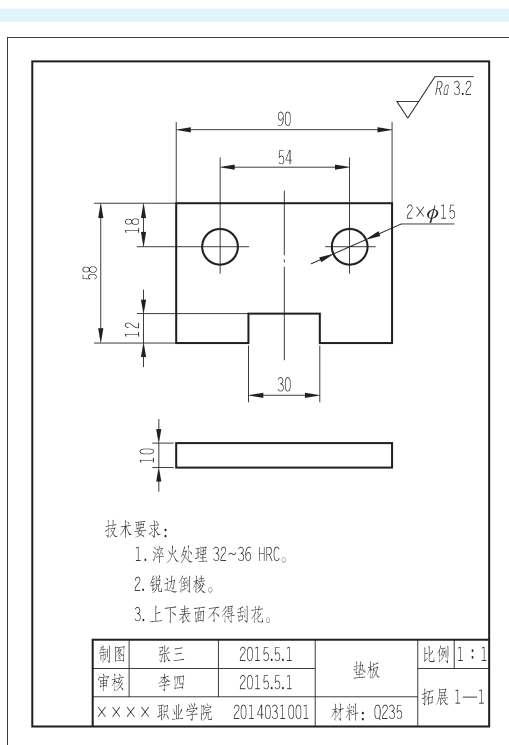


图 1-31 垫板图纸

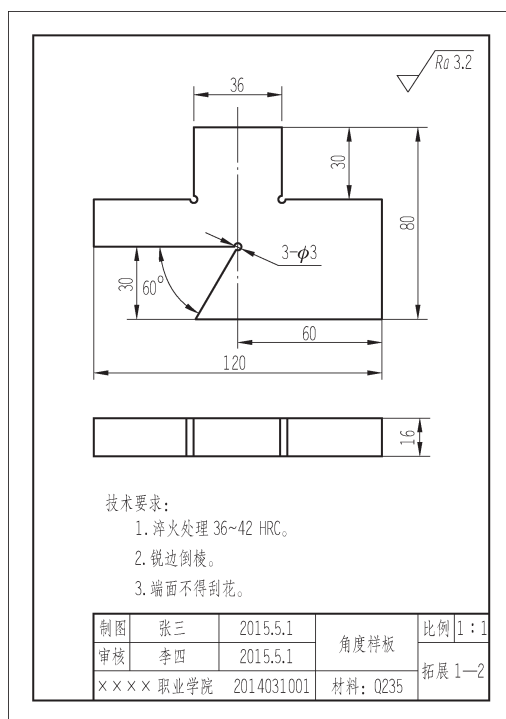


图 1-32 角度样板图纸

提示：绘制角度样板零件时，除要注意图形分析外，要特别注意 60° 斜线的绘制，其绘制方法如图 1-33 所示。

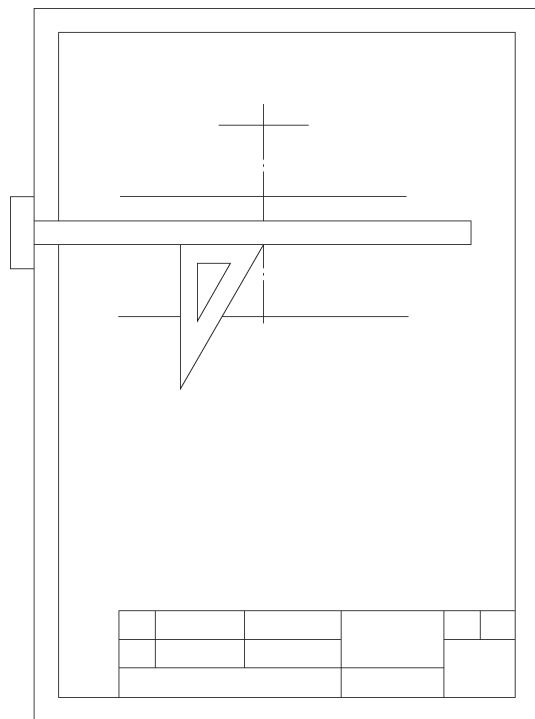


图 1-33 60° 斜线的绘制方法

任务二 绘制平面图形

任务分析

图 1-34 所示为手柄的平面图形, 包括零件轮廓形状、零件尺寸标注。绘制平面图形是本项目的第二个任务, 在这个过程中要掌握并严格遵守国家标准《技术制图》《机械制图》中的有关基本规定, 正确使用绘图工具和仪器, 掌握平面图形的尺寸分析和线段分析方法, 正确拟定平面图形的作图步骤, 并初步养成良好的绘图习惯和一丝不苟的工作作风。

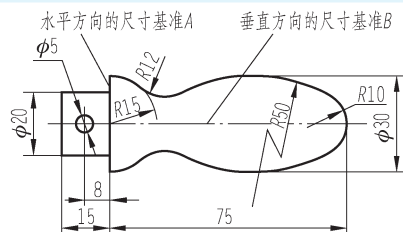


图 1-34 手柄的平面图形(一)

相关知识

机件的轮廓形状基本上都是由直线、圆弧和一些其他曲线组成的几何图形,绘制几何图形的方法称为几何作图。下面介绍几种常用的几何作图方法。

一、等分作图

(一) 等分直线段

可用平行线法将已知线段 AB 分成 n 等份。例如,将已知线段 AB 进行五等分,其作图步骤如图 1-35 所示。

(1) 从已知线段的一端 A 任作一条不与原线段及其延长线重合的射线 AC 。

(2) 由端点 A 起利用直尺或圆规在射线 AC 上,以适当长度截取 5 个等分点。

(3) 将射线上的等分终点与已知直线另一端点 B 连接,并过射线上各等分点作此连线的平行线与已知直线段相交,交点即为所求。

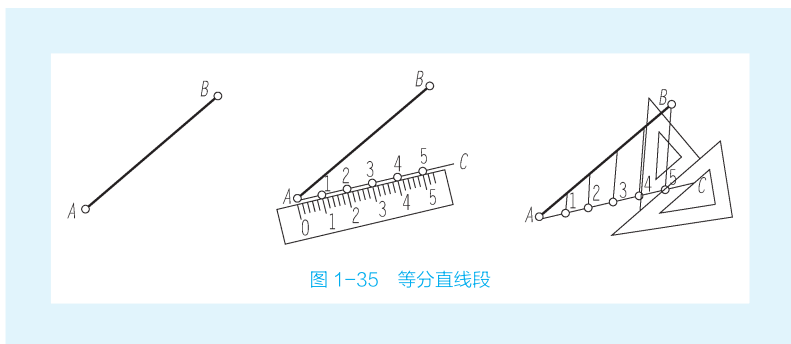


图 1-35 等分直线段

(二) 等分圆周并作正多边形

1. 将圆周三、四、六等分

用三角板配合丁字尺,可将圆周三、四、六等分,即作等边三角形、正方形和正六边形。其作图方法如图 1-36 所示。此外,也可利用圆的半径 R 将圆周六等分,然后用直线连接各等分点,即成为圆的内接正六边形。

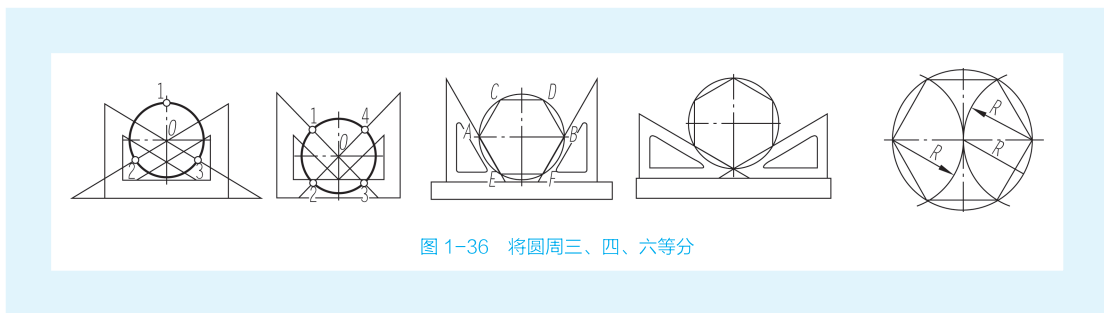


图 1-36 将圆周三、四、六等分

2. 将圆周五等分

用圆规等分圆周，可将圆周五等分，即绘制正五边形。作图方法如图 1-37 所示。

- (1) 以圆的象限点 A 为圆心， OA 为半径画圆弧，交外接圆于点 E 和点 F ，连接 EF 交直线 OA 于点 B 。
- (2) 以点 B 为圆心， BC 为半径画弧，交 OA 于点 D 。
- (3) 以点 C 为圆心， CD 为半径画弧，交圆于 G 、 H 两点。
- (4) 分别以 G 、 H 两点为圆心，以 CG 和 HC 为半径画圆弧，即可得到点 M 和点 N ，然后依次连接各等分点即可得到正五边形。

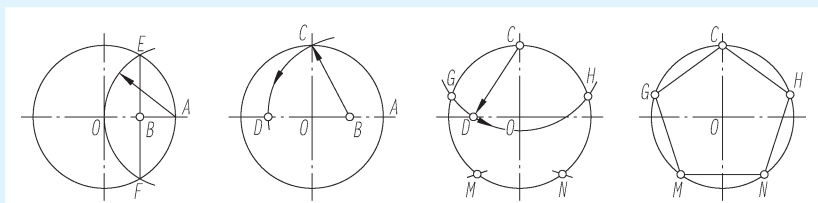


图 1-37 将圆周五等分

二、斜度和锥度

(一) 斜度

一直线对另一直线或一平面对另一平面的倾斜程度，称为斜度，在图样中以 $1:n$ 的形式标注。斜度的符号、标注方法如图 1-38 (a)、图 1-38 (b) 所示 (h 为字高)。斜度符号的方向必须与斜度方向一致。

例如，已知斜度为 $1:5$ ，其作法如图 1-38 (c) 所示。

- (1) 作水平线，取 AB 等于 5 个单位长度。
- (2) 过点 B 作 BC 垂直于 AB ，使 BC 等于 1 个单位长度。
- (3) 连接 AC ，其斜度即为 $1:5$ 。

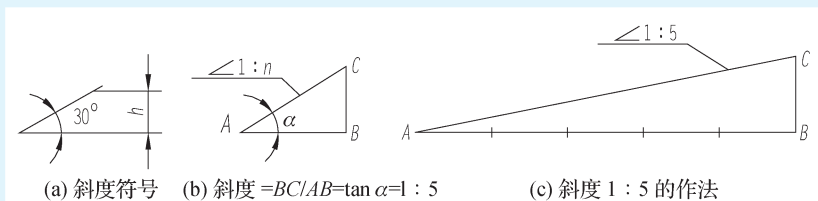


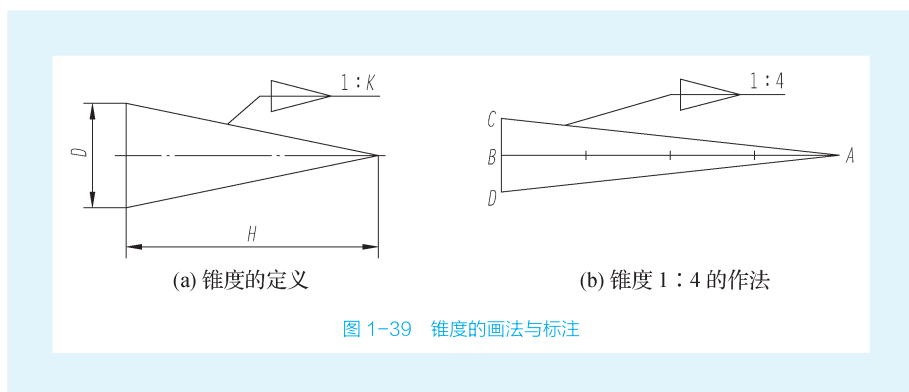
图 1-38 斜度的画法与标注

(二) 锥度

正圆锥体底圆直径与锥高之比或圆锥台的上下底圆直径之差与圆锥台高度之比,称为锥度,在图样中以 $1:n$ 的形式标注。锥度的符号、标注方法如图1-39(a)所示,锥度符号的方向必须与锥度方向一致。

例如,已知圆锥体的锥度为 $1:4$,其作法如图1-39(b)所示。

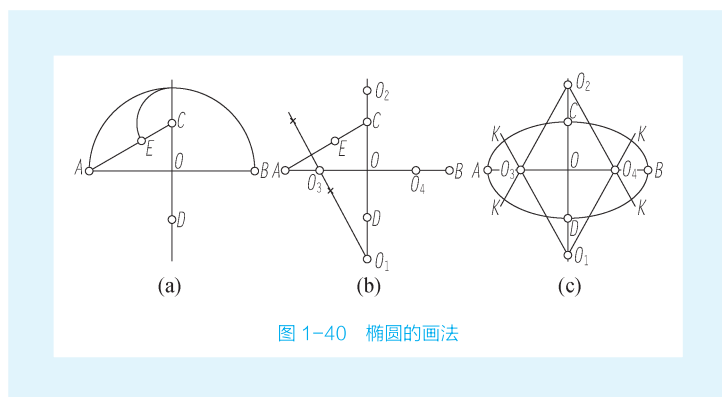
- (1) 作 AB 垂直于 CD ,并截取 $CB=BD$ 。
- (2) 截取 $AB=4CD$,即 $CD:AB=1:4$,连接 AC 和 AD ,则圆锥体的锥度为 $1:4$ 。



三、椭圆

已知长、短轴长度,可用四心圆法近似作椭圆。如图1-40所示,作图步骤如下:

- (1) 画出长、短轴 AB 、 CD ,连接 AC ,以 C 为圆心,长半轴与短半轴之差为半径画弧交 AC 于 E 点。
- (2) 作 AE 的中垂线与长、短轴交于 O_3 、 O_1 点,并作出其对称点 O_4 、 O_2 。
- (3) 分别以 O_1 、 O_2 为圆心, O_1C 为半径画大弧,以 O_3 、 O_4 为圆心, O_3A 为半径画小弧,即得椭圆。



四、圆弧连接

用一段圆弧光滑地连接另外两条已知线段（直线或圆弧）的作图方法称为圆弧连接。要保证圆弧连接光滑，就必须使圆弧与线段在连接处相切。要使圆弧和已知相邻线段光滑连接，作图关键是求作连接圆弧的圆心及确定连接圆弧与已知线段的切点。

圆弧连接的作图方法和步骤见表 1-6。

表 1-6 圆弧连接的作图方法和步骤

连接类型	已知条件及实例	作图方法和步骤		
圆弧连接两已知直线		<p>①求连接弧圆心</p>	<p>②求连接点(切点)</p>	<p>③画连接弧并描粗</p>
圆弧内连接两已知圆弧		<p>①求连接弧圆心</p>	<p>②求连接点(切点)</p>	<p>③画连接弧并描粗</p>
圆弧外连接两已知圆弧		<p>①求连接弧圆心</p>	<p>②求连接点(切点)</p>	<p>③画连接弧并描粗</p>
圆弧连接已知直线和圆弧		<p>①求连接弧圆心</p>	<p>②求连接点(切点)</p>	<p>③画连接弧并描粗</p>

五、平面图形的分析与作图

平面图形是由若干直线和曲线封闭连接组合而成的。画平面图形时,首先应对这些直线和曲线的尺寸和线段性质进行分析,才能确定平面图形的作图步骤。

下面以图 1-34 所示手柄为例,说明平面图形的分析和作图步骤。

(一) 平面图形的尺寸分析

在图形中,根据所起的作用不同,尺寸分为定形尺寸和定位尺寸两类。

1. 定形尺寸

用以确定图形中各部分几何形状大小的尺寸,称为定形尺寸。如直线的长度、倾斜的角度和圆或圆弧的直径、半径等,如图 1-34 中的 $R15$ 、 $R10$ 、 $R50$ 、 $R12$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 5$ 等尺寸。

2. 定位尺寸

用以确定各部分图形之间相对位置的尺寸,称为定位尺寸。如图 1-34 中尺寸 8 用于确定小圆 $\phi 5$ 的位置,75 用于确定 $R10$ 圆弧中心的位置, $\phi 30$ 用于确定 $R50$ 的圆弧的位置。

有的尺寸既有定形尺寸的作用,又有定位尺寸的作用,如图 1-34 中的 $\phi 30$ 。

标注尺寸还有一个基准问题,所谓尺寸基准就是标注尺寸的起始点、线。对平面图形来说,一般有水平和垂直两个方向的基准,如图 1-34 所示的手柄是以水平轴线作为垂直方向的尺寸基准,以手柄中间端面作为水平方向的尺寸基准。

(二) 平面图形的线段分析

组成该平面图形中的线段(直线、圆、圆弧)有的可以直接画出,如 $\phi 20$ 、 $\phi 5$ 、 15 、 $R10$ 、 $R15$ 等;有的必须把有关线段画出之后才能画出,如 $R50$;有的则只有在其他有关线段都画出之后,根据相邻线段之间的几何连接关系才能最后画出,如 $R12$ 。按照上述的分析顺序,可以把平面图形中的线段按其尺寸是否标注齐全分为三类,即已知线段、中间线段和连接线段。

(1) 已知线段。已知线段指定形、定位尺寸均齐全的线段,如图 1-34 中的 $\phi 5$ 、 $R10$ 。

(2) 中间线段。中间线段指只有定形尺寸和一个定位尺寸,而缺少另一个定位尺寸的线段。此类线段要在其相邻一端的线段画出后,再据连接关系通过几何作图的方法画出,如图 1-34 中的 $R50$ 。

(3) 连接线段。连接线段指只有定形尺寸而缺少定位尺寸的线段,如图 1-34 中的 $R12$ 。

任务实施

一、工具准备

分析图 1-34 所示的手柄的平面图形,图形主要为圆弧和直线,图形的大体尺寸 $90\text{ mm} \times 30\text{ mm}$,所以选择 A4 图纸即可按 $1:1$ 绘制。需要用到 HB 铅笔、2B 铅笔、图板、丁字尺、三角板、圆规、A4 图纸、橡皮、透明胶等工具。

拓展 1-4：绘制扳手的平面图形

图 1-43 所示为扳手的平面图形，绘制其平面图形。

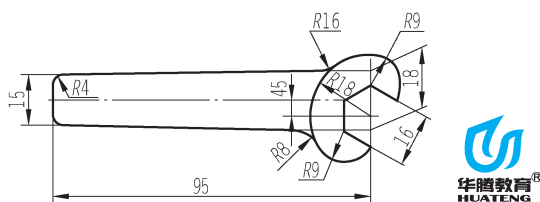


图 1-43 扳手的平面图形

项目一

项目二

项目三

项目四

项目五

项目六

项目七

项目八

项目九

项目十