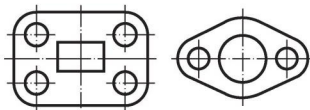


工程图样是现代工业生产中的重要技术资料，也是工程界交流技术信息的共同语言，具有严格的规范性。掌握制图基本知识 with 技能，是画图和读图能力的基础。本单元将着重介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中的有关规定，并简要介绍绘图工具的使用以及平面图形的画法。

第一节 绘制简单平面图形

通过绘制右图所示的简单平面图形，学会使用绘图工具作图，掌握等分圆周及作正多边形的方法，了解图样中各种线型规格，从而具备绘图的初步能力。



一、尺规绘图工具和仪器的用法

1. 图板和丁字尺

画图时，先将图纸用胶带纸固定在图板上，丁字尺头部紧靠图板左边。画线时，铅笔垂直纸面向右倾斜约 30° （图 1-1a）。丁字尺上下移动到画线位置，自左向右画水平线（图 1-1b）。

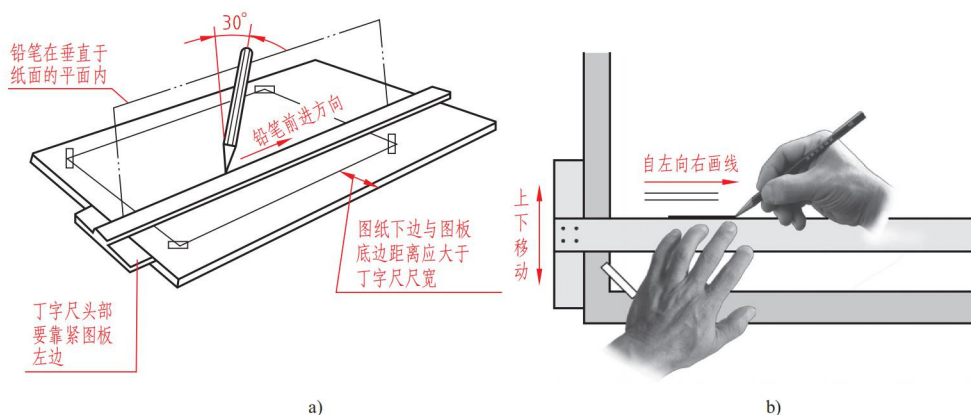


图 1-1 图板和丁字尺



2. 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 (图 1-2), 还可画出与水平线成 45° 、 60° 、 30° 以及 75° 、 15° 的倾斜线 (图 1-3)。

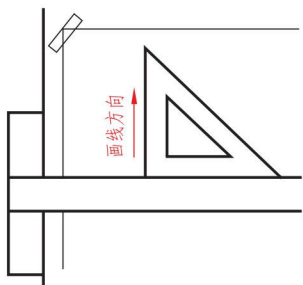


图 1-2 用三角板丁字尺画垂直线

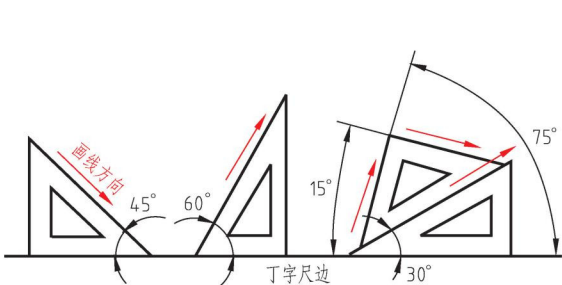


图 1-3 用三角板画常用角度斜线

两块三角板配合使用, 可画任意已知直线的平行线或垂直线 (图 1-4)。

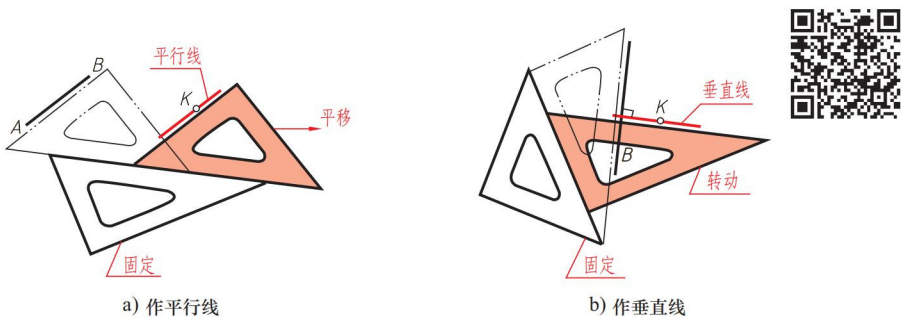


图 1-4 两块三角板配合使用

3. 圆规和分规

(1) 圆规 圆规用来画圆和圆弧。画圆时, 圆规的钢针应使用有台阶的一端, 以避免图纸上的针孔不断扩大, 并使笔尖与纸面垂直。圆规的使用方法如图 1-5 所示。

(2) 分规 分规用来截取线段、等分直线或圆周, 以及从尺上量取尺寸 (图 1-6b)。分规的两个针尖并拢时应对齐 (图 1-6a)。

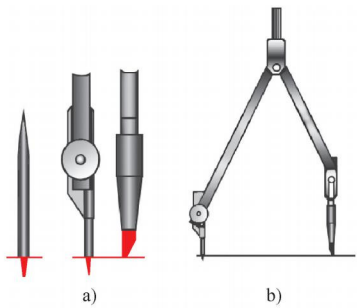


图 1-5 圆规的使用

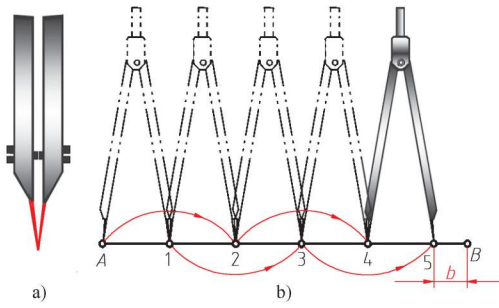


图 1-6 分规的使用



4. 铅笔

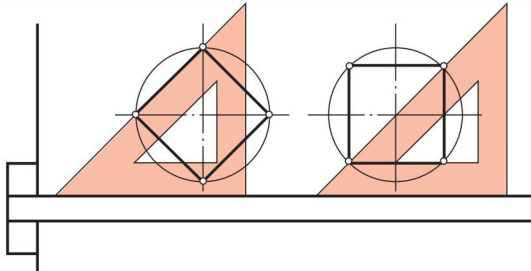
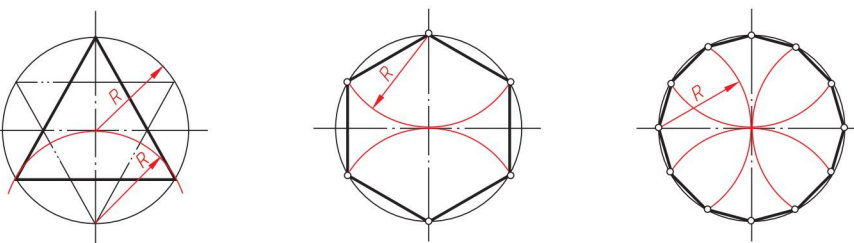
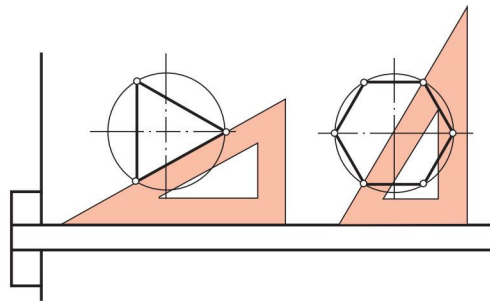
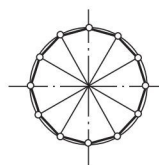
绘图铅笔用“B”和“H”代表铅芯的软硬程度。“B”表示软性铅笔，B前面的数字越大，表示铅芯越软（黑）；“H”表示硬性铅笔，H前面的数字越大，表示铅芯越硬（淡）。“HB”表示铅芯软硬适中。画粗线常用B或HB，画细线常用H或2H，写字常用HB或H。画底稿时，建议用2H铅笔。画圆或圆弧时，圆规插脚中的铅芯应比画直线的铅芯软1~2档。

除了上述工具外，绘图时还要备有削铅笔的小刀，磨铅芯的砂纸，橡皮以及固定图纸的胶带纸等。

二、等分圆周作正多边形

机件轮廓形状虽各有不同，但都是由各种基本几何图形组成的，所以绘制平面图形前应掌握常见几何图形的画法。表1-1列出了常见的圆周等分以及作正多边形的作图方法和步骤。

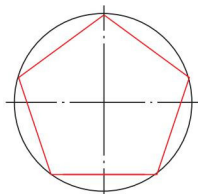
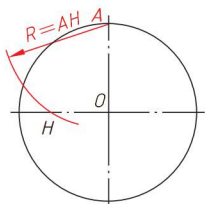
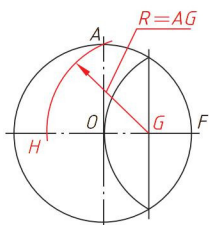
表 1-1 常见的圆周等分以及作正多边形的作图方法和步骤

圆周四、八等分					
	用 45° 三角板和丁字尺配合作图,可直接作出圆周的四、八等分,并作四边形和八边形				
圆周三、六等分					
	用圆规作出圆周的三、六等分,并作出三角形和六边形、十二边形				
圆周三、六等分					
	用 30° 、 60° 三角板和丁字尺配合作图作出各多边形				



(续)

圆周五等分

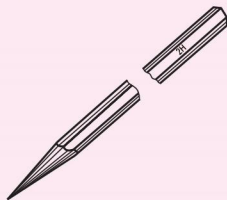


1. 作半径 OF 的等分点 G , 以 G 为圆心、 AG 为半径画圆弧交水平直径线于 H
2. 以 AH 为半径, 分圆周为五等份, 顺序连接各分点即成

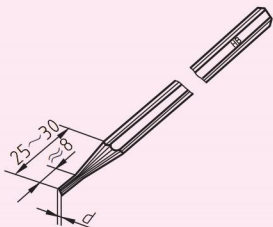


小技巧

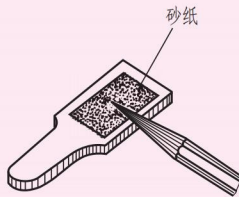
铅笔应从没有标号的一端开始削起, 木杆削去 25~30mm, 铅芯外露约 8mm。用于画底稿线、细线和写字的铅笔, 其铅芯宜磨成圆锥形 (图 1-7a); 用于画粗线的铅笔, 其铅芯建议磨成宽度 d 接近粗线宽度的扁四棱柱形 (图 1-7b); 修磨铅芯, 可在砂纸上进行 (图 1-7c)。如果采用自动铅笔绘图, 应备有 0.3mm (画细线) 和 0.5mm (画粗线及写字) 两种铅芯。



a) 圆锥形



b) 四棱柱形



c) 在砂纸上修磨

图 1-7 削铅笔

三、图线 (GB/T 4457.4—2002)^①

1. 图线的型式及应用

绘图时应采用国家标准规定的图线型式和画法。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 9 种图线,

① 《标准化法》规定, 国家标准分为强制性标准和推荐性标准。“G”“B”“T” 分别为“国家”“标准”“推荐”汉语拼音第一个字母。4457.4 为发布顺序号, 2002 是年号。



其名称、型式、宽度及应用示例见图 1-8 和表 1-2。

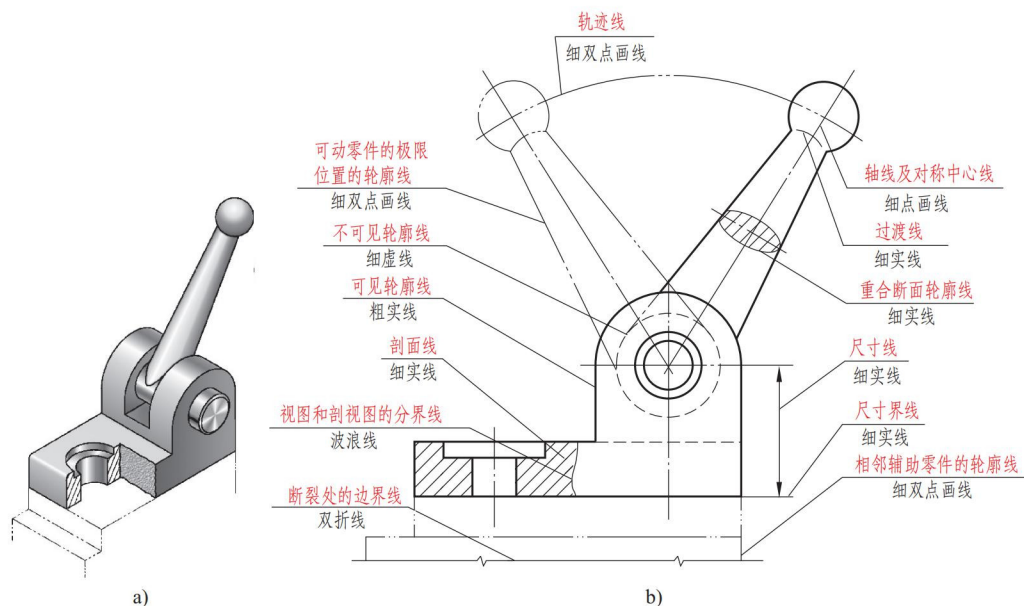


图 1-8 图线应用示例

表 1-2 图线的名称、型式、宽度及应用（根据 GB/T 4457.4—2002）

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用举例
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,重合断面的轮廓线,过渡线,指引线,基准线
细虚线		细($d/2$)	不可见轮廓线
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
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($d/2$)	断裂处的边界线,视图与剖视图的分界线
双折线		细($d/2$)	同波浪线
粗虚线		粗(d)	允许表面处理的表示线

2. 图线宽度

机械图样中采用粗细两种图线宽度，它们的比例关系为 $2:1$ 。图线的宽度 (d) 应按图样的类型和尺寸大小，在下列数系中选取：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1.0、1.4、2（单位：mm）。粗线宽度通常采用 $d=0.5\text{mm}$ 或 0.7mm 。为了保证图样清晰，便于复制，图样上尽量避免出现线宽小于 0.18mm 的图线。

3. 图线的画法

1) 在同一图样中，同类图线的宽度应一致，虚线、点画线、双点画线和线段长度和间



隔应大致相同。

2) 画圆的中心线时, 圆心应是长画的交点, 细点画线的两端应超出圆外 3mm 左右 (图 1-9a); 当圆的图形较小 (如圆的直径小于 8mm) 时可用细实线代替细点画线 (图 1-9b)。

3) 图线相交时, 都应以画相交, 而不应在点或间隔处相交; 当细虚线为粗实线的延长线时, 虚、实线之间应留空隙 (图 1-10)。

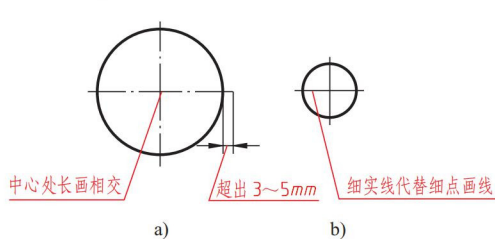


图 1-9 圆的中心线画法

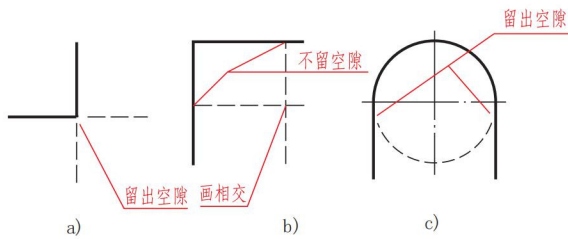


图 1-10 细虚线画法



典型案例

【案例 1-1】 绘制图 1-11 所示的平面图形。

作图

先画出水平和垂直的两条中心线, 再按给出的尺寸画出大小两个矩形, 然后定出四角小圆的圆心, 最后画出小圆和圆弧。

作图步骤 (图 1-12)。

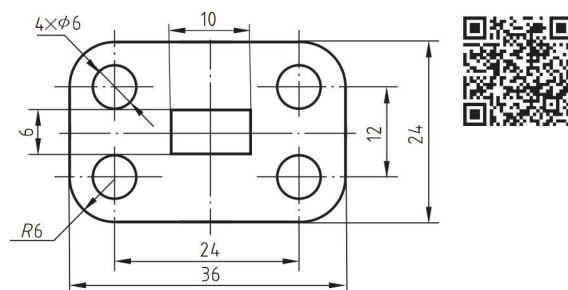


图 1-11 平面图形 (一)

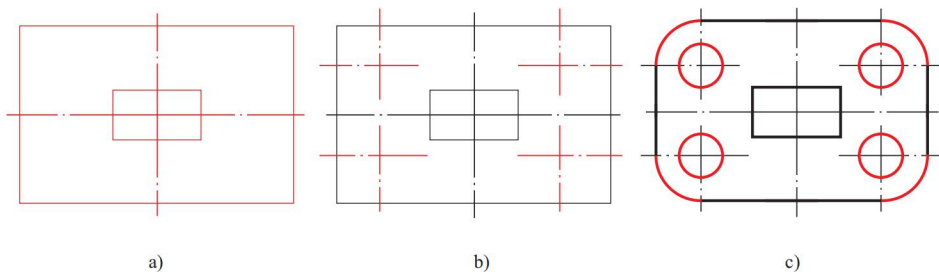


图 1-12 平面图形 (一) 作图步骤

【案例 1-2】 绘制图 1-13 所示的平面图形。

作图

先画出水平和垂直的两条中心线, 并定出两边小圆的位置; 画出中间的大圆和两边的小圆; 再根据 $\phi 24$ 和 $R6$ 画出四段圆弧; 最后作

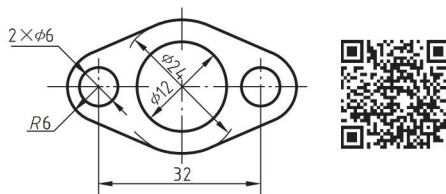


图 1-13 平面图形 (二)



圆弧的公切线。

作图步骤（图 1-14）。

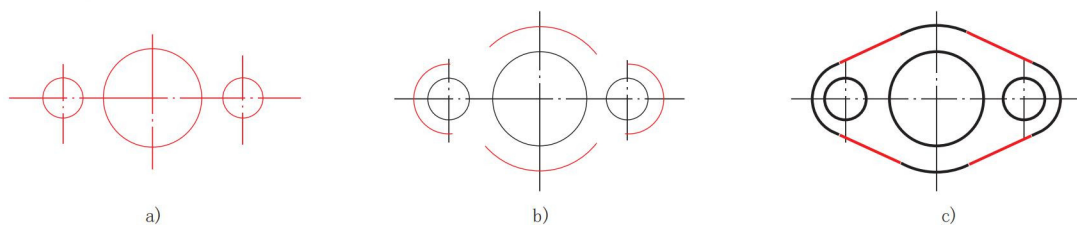
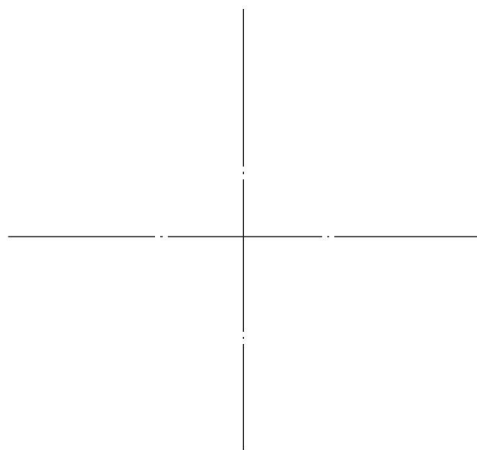
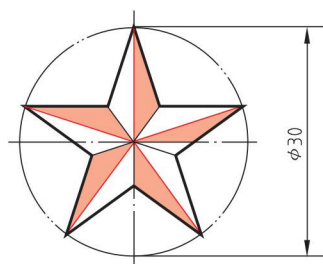


图 1-14 平面图形（二）作图步骤



课堂讨论

1. 由几个正三角形可以拼成一个正六边形？蜂巢的造型是由哪个多边形构成？仔细观察足球是由哪些多边形组合而成的？
2. 参考下面左图在右图中作五角星（放大一倍）。

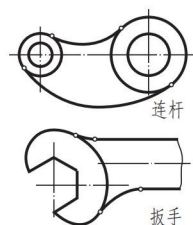


第二节 绘制复杂平面图形

连杆或扳手等机件（轮廓形状）的平面图形通常是由若干线段（直线或圆弧）连接而成，图形比较复杂。作图前应对图形中的线段和尺寸进行必要的分析。通过绘制这些机件的平面图形，学会各种圆弧连接的作图方法，了解标注尺寸的规则和方法。

一、圆弧连接

用一段圆弧光滑地连接相邻两已知线段（直线或圆弧）的作图方法称为圆弧连接。例





如，在图 1-15 中，用 $R16$ 圆弧连接两直线，用 $R12$ 圆弧连接一直线和一圆弧，用 $R35$ 圆弧连接两圆弧等。要保证圆弧连接光滑，作图时必须先求作连接圆弧的圆心以及连接圆弧与已知线段的切点，以保证线段与线段在连接处相切。圆弧连接作图见表 1-3。

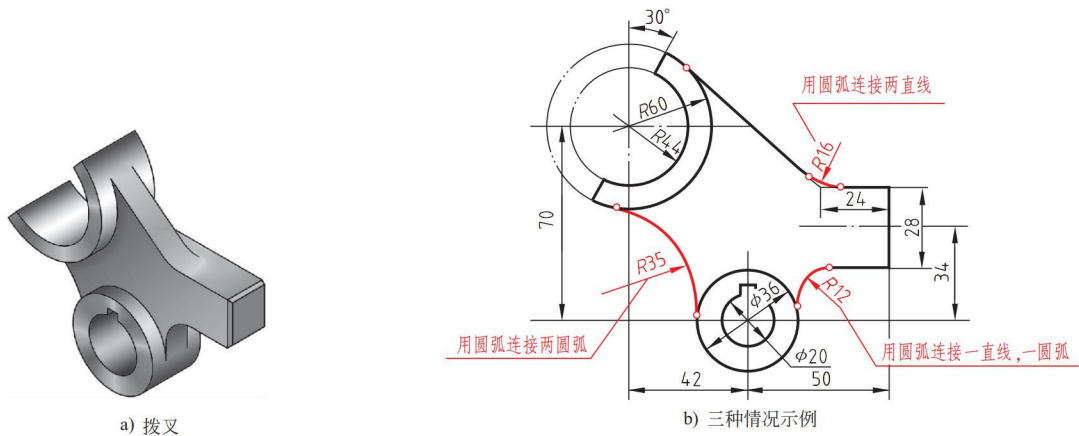


图 1-15 圆弧连接的三种情况

表 1-3 圆弧连接作图

	已知条件	作图方法和步骤		
		1. 求连接弧圆心 O	2. 求连接点(切点) A 、 B	3. 画连接弧并描粗
圆弧连接两已知直线				
圆弧连接已知直线和圆弧				
圆弧外切连接两已知圆弧				



(续)

	已知条件	作图方法和步骤		
		1. 求连接弧圆心 O	2. 求连接点(切点) A 、 B	3. 画连接弧并描粗
圆弧内切连接两已知圆弧				

二、尺寸注法

1. 标注尺寸的基本规则

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

2) 图样中的尺寸以毫米 (mm) 为单位时, 不必标注计量单位的符号 (或名称)。如果采用其他单位, 则必须注明相应的单位符号。本书中没有注明单位符号的尺寸, 均以毫米为单位。

3) 图样中所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注一次, 并应标注在表示该结构最清晰的图形上。

2. 标注尺寸的要素

标注尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个要素组成 (图 1-16)。

尺寸界线和尺寸线画成细实线, 尺寸线的终端有箭头 (图 1-17a) 和斜线 (图 1-17b) 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。当没有足够的空间画箭头时, 可用小圆点代替 (图 1-17c)。尺寸数字一般注写在尺寸线的上方。

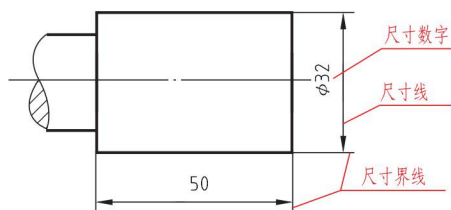


图 1-16 标注尺寸的要素

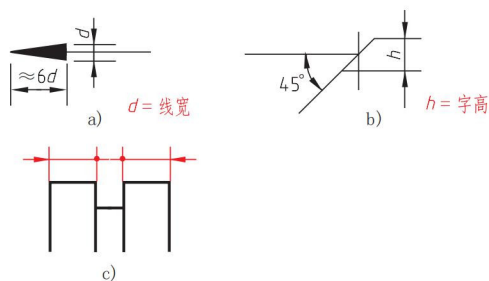


图 1-17 尺寸线的终端形式



3. 尺寸注法示例（表 1-4）

表 1-4 尺寸注法示例

项目	图 例	说 明
尺寸界线		尺寸界线应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线处引出,也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线 尺寸界线一般应与尺寸线垂直并超过尺寸线 2~3mm
尺寸线		尺寸线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他图线的延长线上 尺寸线应平行于被标注的线段,其间隔及两平行的尺寸线间的间隔以 5~7mm 为宜 尺寸线间或尺寸线与尺寸界线之间应尽量避免相交
尺寸数字		水平方向线性尺寸数字一般书写在尺寸线的上方或中断处,垂直方向线性尺寸数字一般写在尺寸线的左方或中断处 线性尺寸数字的注写方向如图 a 所示,并尽量避免在 30° 范围内标注尺寸,当无法避免时,可按图 b 所示的形式标注 尺寸数字不能被图样上的任何图线所通过,当不可避免时,必须将图线断开,如图 c 所示



(续)

项目	图 例	说 明
直径和半径		标注直径时,在尺寸数字前加注符号“ϕ”,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(图 a) 当圆弧半径过大或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
角度		标注角度尺寸的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线是以角度顶点为圆心的圆弧线,角度的数字应水平注写,一般注写在尺寸线的中断处,必要时也可注写在尺寸线的上方、外侧或引出标注
小尺寸		无足够位置注写小尺寸时,箭头可外移或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可写在尺寸界线外或引出标注

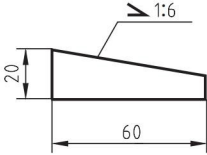
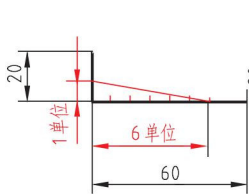
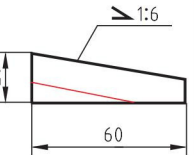
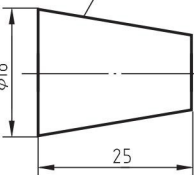
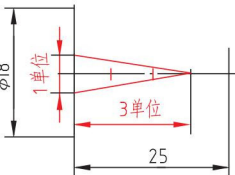
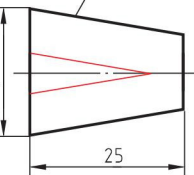
三、斜度和锥度

(1) 斜度 斜度指一直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度,在图样上通常以 $1:n$ 的形式标注,并在前面加上斜度符号。

(2) 锥度 锥度指正圆锥底圆直径与圆锥高度之比,在图样上通常以 $1:n$ 的形式标注,并在前面加上锥度符号。

斜度和锥度的画法（表 1-5）。

表 1-5 斜度和锥度的画法

项目	作图步骤	说 明
斜度	1.  2.  3. 	1. 给出图形 2. 作斜度 1 : 6 的辅助线 3. 完成作图并标注尺寸 注:标注斜度符号时,其符号的斜边的斜向应与斜度的方向一致
锥度	1.  2.  3. 	1. 给出图形 2. 作锥度 1 : 3 的辅助线 3. 完成作图并标注尺寸 注:标注锥度符号时,其锥度符号的尖端应与圆锥的锥顶方向一致

四、平面图形的尺寸分析和线段分析

1. 尺寸分析

平面图形所注尺寸，按其作用可分为定形尺寸和定位尺寸。

(1) **定形尺寸** 确定平面图形中各组成部分的形状和大小的尺寸称为定形尺寸，如图 1-18 中所示的长度、宽度尺寸 40、25，四个圆孔的直径 $\phi 10$ 和圆角半径 $R5$ 。

(2) **定位尺寸** 确定平面图形中各组成部分之间相对位置的尺寸称为定位尺寸，如图 1-18 中所示的尺寸 30、15，就是用来确定四个圆孔位置的尺寸。

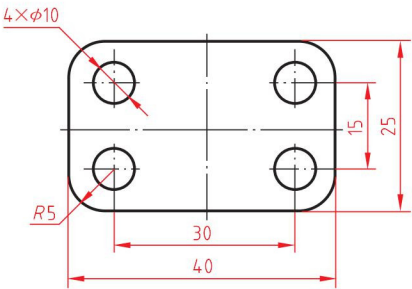


图 1-18 尺寸分析

2. 线段分析

平面图形中，有些线段尺寸齐全，可根据其定形、定位尺寸直接作出。有些线段的定位尺寸未完全注出，需根据已注出的尺寸和该线段与相邻线的连接关系，通过几何作图才能画出。

在实际绘图中，按线段的尺寸是否标注齐全将线段分为三类：

(1) **已知线段** 具有定形尺寸和齐全的定位尺寸的线段称为已知线段，具有圆弧半径



或直径大小和圆心的两个定位尺寸的圆弧为已知圆弧。例如，图 1-19 所示拨钩中，半径为 $R25$ 、 $R52$ 、 $R10$ 的圆弧和直径为 $\phi 12$ 的圆均为已知圆弧。已知线段根据所给尺寸能够直接作出。

(2) 中间线段 具有定形尺寸和不齐全的定位尺寸的线段称为中间线段，具有圆弧半径或直径大小和圆心的一个定位尺寸的圆弧为中间圆弧。图 1-19 所示半径为 $R12$ 的圆弧为中间圆弧。中间线段需要一端的相邻线段作出后才能作出。

(3) 连接线段 只有定形尺寸而没有定位尺寸的线段称为连接线段。图 1-19 所示半径为 $R3$ 的圆弧就是连接圆弧。连接线段需要在两端相邻线段作出后才能作出。

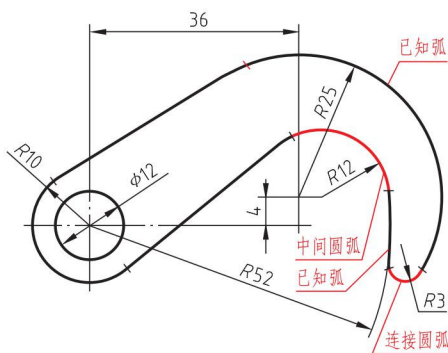


图 1-19 线段分析



典型案例

【案例 1-3】 绘制图 1-20 所示手柄的轮廓平面图形。

1. 尺寸分析

一般情况下，应根据尺寸在图形中所起作用来分析它属于哪类尺寸。

图 1-20 中的 $R15$ 、 $R12$ 、 $R50$ 、 $R10$ 等都是确定圆弧形状大小的定形尺寸；尺寸 8 是确定圆 $\phi 5$ 的圆心在水平方向位置的尺寸，尺寸 45 是确定圆弧 $R50$ 的圆心在水平方向位置的尺寸，尺寸 75 则可确定圆 $R10$ 的圆心在水平方向的位置，所以都是定位尺寸。

有时，同一个尺寸既是定形尺寸又是定位尺寸，如图 1-20 中的尺寸 75，它既是决定手柄长度的定形尺寸，又是圆弧 $R10$ 的定位尺寸。

标注平面图形的定位尺寸时，首先要确定标注尺寸的起始位置，标注尺寸的起点即为尺寸基准^①。平面图形尺寸有水平和垂直两个方向，每个方向都必须确定尺寸基准。通常以对称线、较长的直线或圆的中心线作为尺寸基准，如图 1-20 所示。

2. 线段分析

平面图形中的线段，根据其定位尺寸是否完整，可分为已知线段、中间线段和连接线段

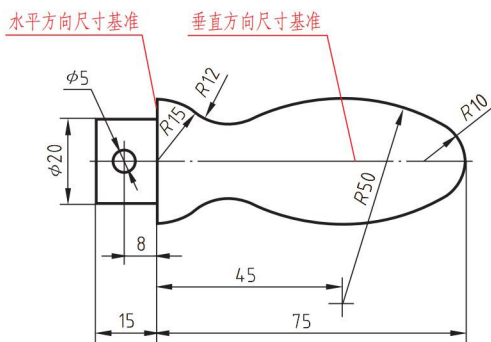


图 1-20 手柄



① 基准指在机构中或加工时用以确定零件及其几何元素位置的一些点、线、面。在平面图形中，确定尺寸位置的几何元素称为尺寸基准。



三类线段。下面着重分析图 1-21 中圆弧的性质。

(1) 已知弧 图 1-21 中 $R15$ 和 $R10$ 的圆心位置已确定，属已知弧。

(2) 中间弧 图 1-21 中 $R50$ ，其圆心在长度方向的定位尺寸为 45，而高度方向的定位尺寸没有给出，属中间弧。画图时要根据它和 $R10$ 相切的条件才能画出。

(3) 连接弧 图 1-21 中的 $R12$ ，只有半径尺寸，没有给出圆心的两个定位尺寸，属连接弧。画图时可利用该圆弧与 $R50$ 及 $R15$ 相切的条件作出。

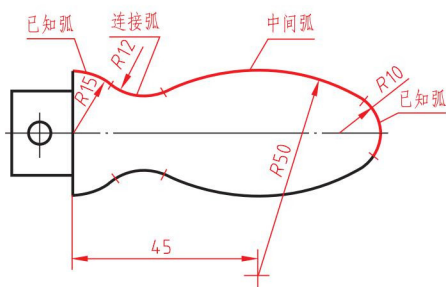


图 1-21 线段分析

通过以上分析可知，画图时应首先画出图形中的已知弧，再画中间弧，最后画连接弧。

3. 作图步骤

根据上述分析，手柄轮廓平面图形的作图步骤（图 1-22）。

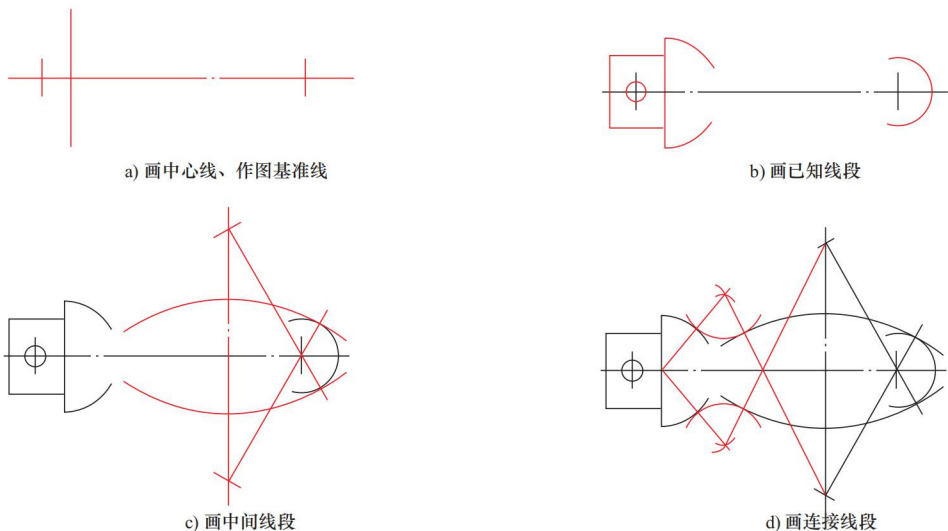


图 1-22 手柄轮廓平面图形的作图步骤



课堂讨论

根据图 1-19 所示拨钩的图形，参照图 1-22 的作图步骤，在图 1-23 已知线段的图形上逐步作出中间弧和连接弧。

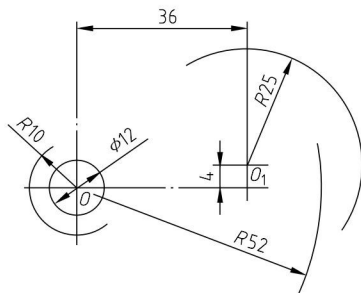


图 1-23 拨钩

**小技巧**

已知长轴 AB 和短轴 CD ，用四心圆法作椭圆。

- 1) 取 $CE=CF$ ，作出点 E (图 1-24a)。
- 2) 作 AE 中垂线与两轴交于点 O_3 、 O_1 ，并作出对称点 O_4 、 O_2 (图 1-24b)。
- 3) 分别以 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 为圆心作四段圆弧 (切点 K 在相应的连心线上) (图 1-24c)。

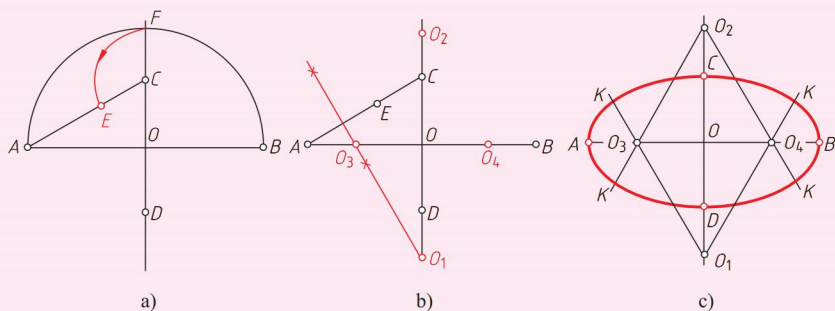


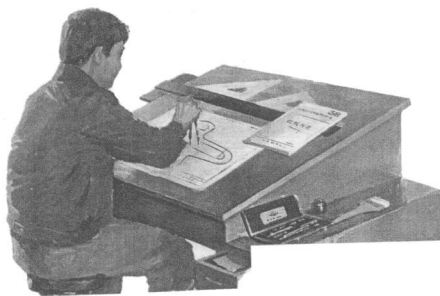
图 1-24 四心圆法作椭圆

第三节 尺 规 绘 图

尺规绘图指用铅笔、丁字尺、三角板和圆规等绘图仪器和工具来绘制图样。

虽然目前技术图样已经逐步由计算机绘制，但尺规绘图仍是工程技术人员必备的基本技能，同时也是学习和巩固图学理论知识不可忽视的训练方法，因此必须熟练掌握。

本节简要介绍图纸幅面和格式、比例、字体等国家标准有关规定。



一、图纸幅面和格式 (GB/T 14689—2008)

1. 图纸幅面

图纸幅面指由图纸宽度与长度组成的图面。

为了使图纸幅面统一，便于装订和管理，并符合缩微复制原件的要求，绘制技术图样时应按以下规定选用图纸幅面。

1) 应优先采用表 1-6 中规定的图纸基本幅面（表中符号 B 、 L 、 e 、 c 、 a 如图 1-26 所示）。基本幅面共有 5 种，其尺寸关系如图 1-25 所示。

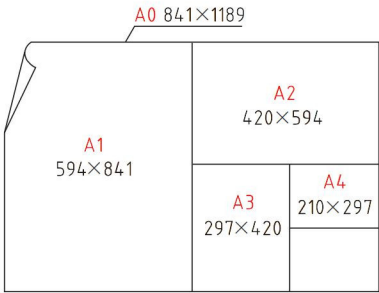


图 1-25 基本幅面的尺寸关系

表 1-6 图纸幅面尺寸 (单位: mm)

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

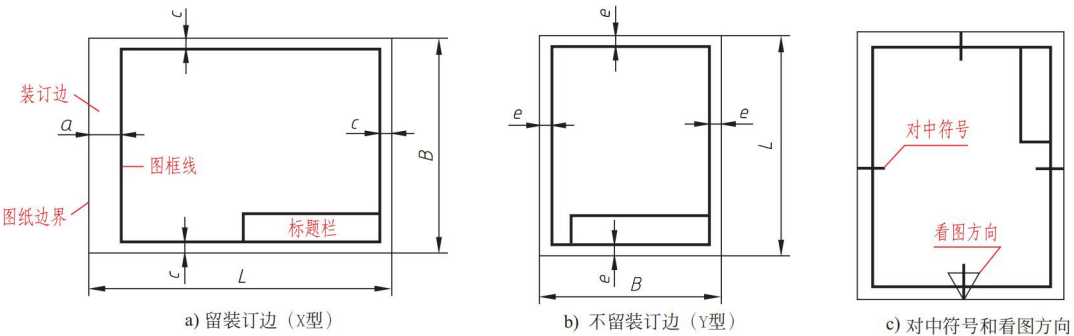


图 1-26 图框格式和看图方向

2) 必要时允许选用加长幅面，其尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

2. 图框格式

图纸上限定绘图区域的线框称为图框。

1) 在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为留装订边和不留装订边两种（图1-26 a、b）。

2) 同一产品图样只能采用一种格式。

3. 对中符号和看图方向

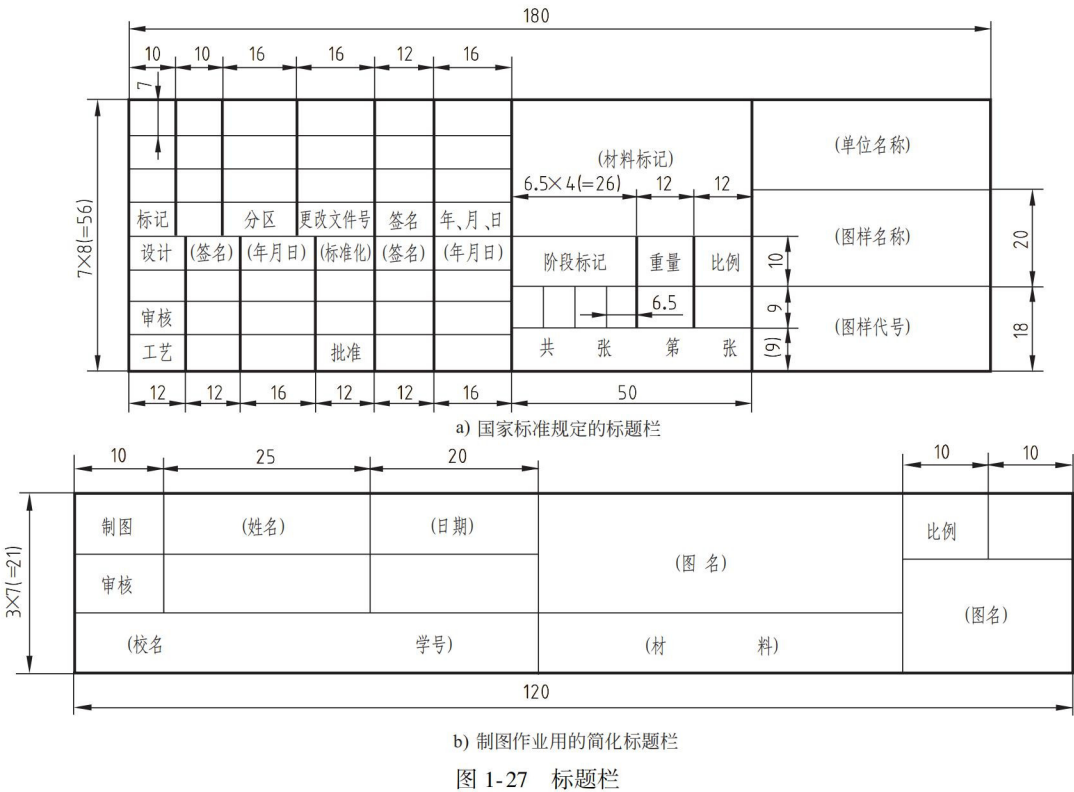
图框右下角必须画出标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。为了使图样复制时定位



方便，应在各边长的中点处分别画出对中符号（粗实线）。如果使用预先印制的图纸，需要改变标题栏的方位时，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（图 1-26c）。

4. 标题栏

国家标准（GB/T 10609.1—2008）对标题栏的内容、格式及尺寸作了统一规定（图 1-27a）。本书在制图作业中建议采用图 1-27b 所示的格式。



二、比例（GB/T 14690—1993）

比例指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时，应从表 1-7 规定的常用的比例中选取比例。

表 1-7 常用的比例

种 类	比 例
原值比例	1 : 1
放大比例	2 : 1 2.5 : 1 4 : 1 5 : 1 10 : 1
缩小比例	1 : 1.5 1 : 2 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 5



为了从图样上直接反映实物的大小，绘图时应优先采用原值比例。若机件太大或太小，可采用缩小或放大比例绘制。选用比例的原则是有利于图形的清晰表达和图纸幅面的有效利用。必须注意，不论采用何种比例绘图，标注尺寸时，均按机件的实际尺寸大小注出，如图 1-28 所示。

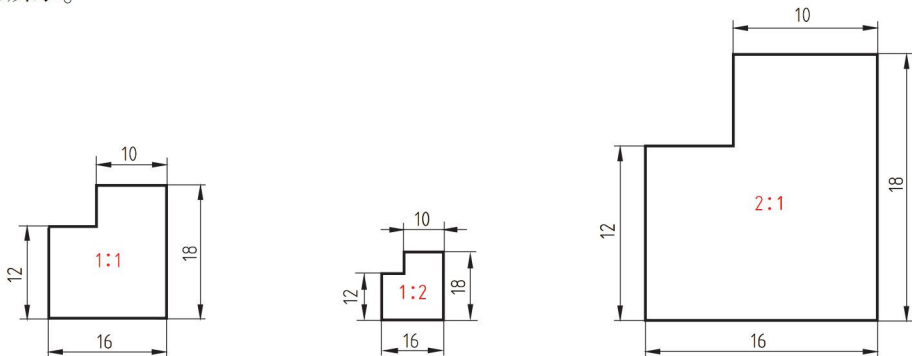


图 1-28 不同比例绘制的图形

三、字体（GB/T 14691—1993）

图样中书写的汉字、数字和字母，必须作到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。字体的号数即字体的高度 h 分为八种，即 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8（单位：mm）。

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5mm，其宽度一般为字高 h 的 $1/\sqrt{2}$ 。

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 $1/10$ 。数字和字母可写成直体或斜体（常用斜体），斜体字字头向右倾斜，与水平基准线约成 75° 。

字体示例：

汉字 10 号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7 号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

5 号字

技术制图机械电子汽车船舶土木建筑矿山井港口纺织服装

3.5 号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸阀坝棉麻化纤

变 材 章 锻 符 塑 泵 锌

变: 1/2, 1/2; 材: 1/2, 1/2; 章: 1/3, 1/3, 1/3; 锻: 1/3, 2/3; 符: 1/3, 2/3; 塑: 2/5, 3/5; 泵: 2/5, 3/5; 锌: 2/5, 3/5

汉字结构分析



阿拉伯数字

0123456789

大写拉丁字母

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

小写拉丁字母

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

罗马数字

I II III IV V VI VII VIII IX X

四、尺规绘图的方法和步骤

1. 画图前的准备工作

- 1) 分析图形的尺寸与线段，拟订作图步骤。
- 2) 确定比例，选取图纸幅面。
- 3) 画出图框和标题栏。

2. 画底稿

- 1) 画作图基准线，确定图形位置。
- 2) 依次画出已知线段、中间线段和连接线段，完成图形。
- 3) 画尺寸界线和尺寸线。
- 4) 检查底稿，修正错误，擦去多余作图线。

底稿宜用 H 或 2H 铅笔轻淡地画出，便于修改。

3. 描深

按标准线型描深图线，描深的顺序如下：



- 1) 先粗后细 先描深全部粗实线 (HB 或 B 铅笔), 再描深全部虚线、点画线和细实线 (H 或 2H 铅笔), 以提高绘图速度和保证同类线型粗细一致。
- 2) 先曲后直 描深同一种线型时, 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、填写标题栏等。



典型案例

【案例 1-4】 绘制图 1-29a 所示扳手的平面轮廓图形。

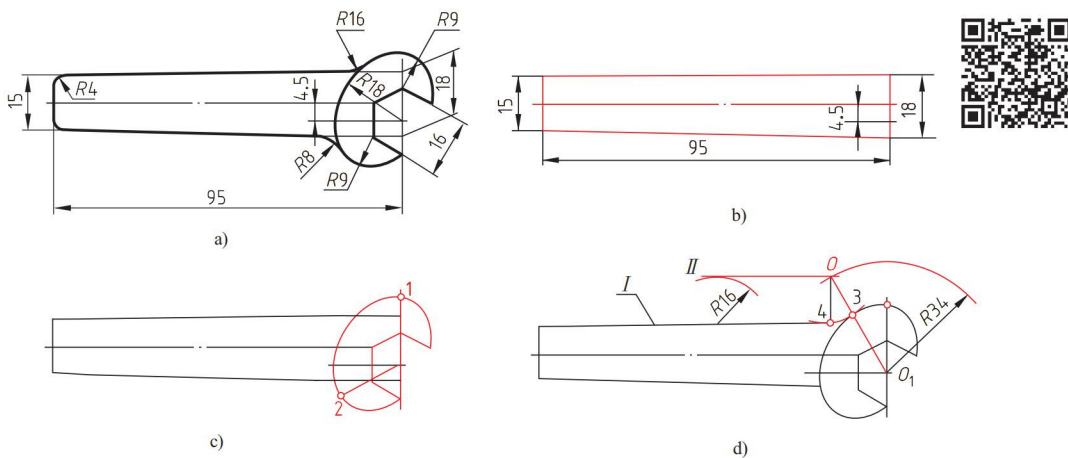


图 1-29 扳手的画图步骤

1. 图形分析

扳手钳口是正六边形的四条边。扳手弯头形状由一个 $R18$ 圆弧和两个 $R9$ 圆弧组成, 圆心位置已知, $R16$ 、 $R8$ 、 $R4$ 均为连接圆弧。

2. 画底稿

底稿一般用较硬的铅笔 (H 或 2H) 轻淡地画出。画底稿的步骤如下:

- 1) 根据已知尺寸画出扳手轴线和中心线及手柄的轮廓 (图 1-29b)。
- 2) 根据尺寸 16 作出正六边形, 再由 $R18$ 和两个 $R9$ 圆弧作出扳手头部弯头的图形, 圆弧的连接点是 1 和 2 (图 1-29c)。
- 3) 作连接圆弧 $R16$ 的圆心。以 O_1 为圆心, 以 $R=18+16=34$ 为半径画弧, 作与直线 I 平行且距离为 16 的直线 II, 直线 II 与圆弧的交点 O 即为圆心。作 $R16$ 圆弧, 点 3、4 为切点 (图 1-29d)。 $R8$ 和 $R4$ 圆弧的圆心求法相同。



3. 描深

底稿完成后，要仔细校对，修正错误，并擦去多余的作图线，再按各种图线的线宽要求进行描深，一般用 B 或 HB 铅笔描深粗实线，圆规用的铅芯应比画直线用的铅笔芯软一号。描深粗实线时，先描深圆或圆弧，再从图的左上方开始，顺次向下描深所有水平方向的粗实线；仍从图的左上方开始，顺次向右描深所有垂直方向的粗实线。

按上述顺序，用 H 铅笔描深全部细线（细实线、细点画线、细虚线）。

4. 画箭头、注尺寸、填写标题栏

图 1-30 所示为完成的扳手平面图形。

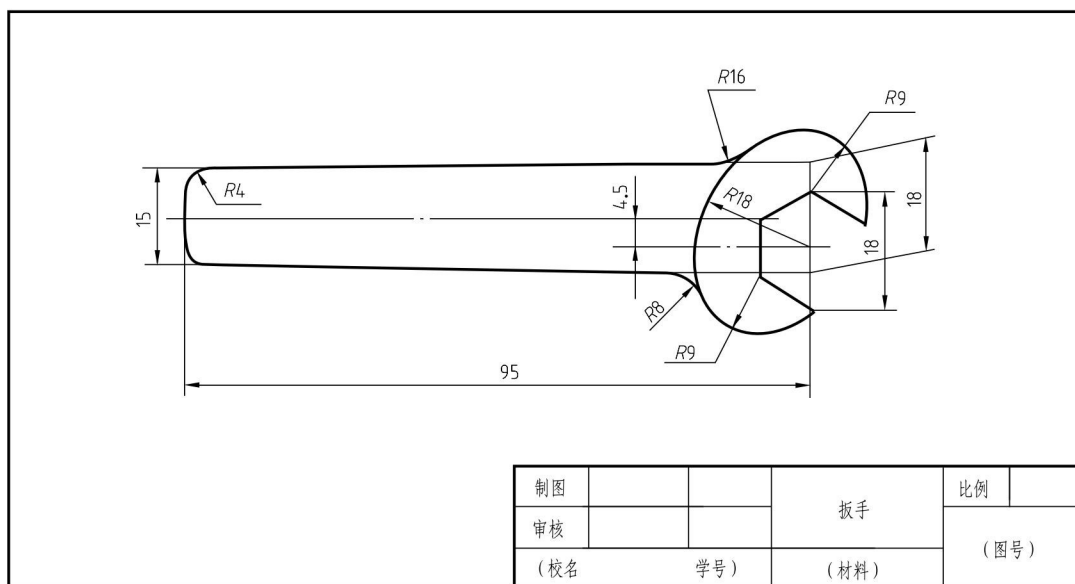


图 1-30 扳手平面图形