

模块一 绘图基础

【学习目标】

(1) 掌握制图国家标准关于图幅、比例、线型、字体、尺寸标注等的基本规定；了解徒手绘图的方法及常用绘图工具的使用方法。

(2) 正确理解正投影的基本理论及投影特性；理解并掌握三视图的形成及投影规律；掌握基本体的形体特点、投影特征及投影图的绘制；掌握点、线、面的投影规律及投影特性；掌握基本体表面取点、取线的方法。

(3) 掌握特殊位置平面截切平面立体和曲面立体的截交线画法；掌握两圆柱正贯和同轴回转体相贯的相贯线和立体投影的画法；掌握组合体的形体分析法和组合体的组合形式；学会组合体的三视图画法和尺寸标注；熟练掌握识读组合体三视图的方法和步骤。

(4) 熟悉轴测投影的基本概念、特性和常用轴测图的种类；掌握轴测投影的基本性质；掌握绘制正等轴测图的基本画法；熟悉绘制斜二轴测图的基本方法；能够通过绘制简单形体的正等轴测图，提高空间想象能力。

(5) 通过学习，了解 AutoCAD 用户界面，熟悉 AutoCAD 2008 的工作空间，掌握 AutoCAD 2008 启动和退出方法、图形文件的常用操作以及命令的执行方法。

任务一 绘制手柄的平面图形

【任务描述】

读如图 1-1-1 所示手柄的平面图形，看懂其结构形状、尺寸大小，能够绘制该平面图形。

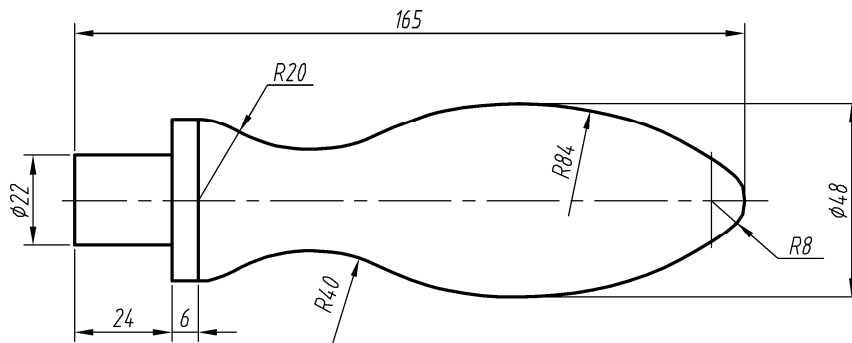


图 1-1-1 手柄的平面图形

【任务分析】

手柄的平面图形是由若干直线和曲线按一定关系连接而成的封闭图形，线段的形状、大小，线段之间的相对位置和连接关系是由给定尺寸确定的。在平面图形中，有些线段的尺寸已完全给定，可以直接画出，而有些线段要根据相切的连接关系才能画出。因此，绘图前应对所绘图形进行分析，以确定正确的作图方法和步骤。

【相关知识】

一、制图的基本规定

《机械制图》和《技术制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准，是绘制和阅读机械图样的准则和依据。为了正确绘制和阅读机械图样，必须熟悉有关标准和规定。

1. 图纸幅面和格式

(1) 图纸幅面。

为了使图纸幅面统一，便于装订和管理，《技术制图》国家标准规定了五种基本幅面，具体内容见表 1-1-1 (符号 B 、 L 、 a 、 c 、 e 见图 1-1-2)。

表 1-1-1 图纸幅面和图框尺寸

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		

(2) 图框格式。

① 在图纸上必须用粗实线画出图框，其格式分为不留装订边和留有装订边两种，如图

1-1-2 所示。

② 同一产品图样只能采用一种图框格式，装订时通常采用 A3 横装或 A4 竖装。

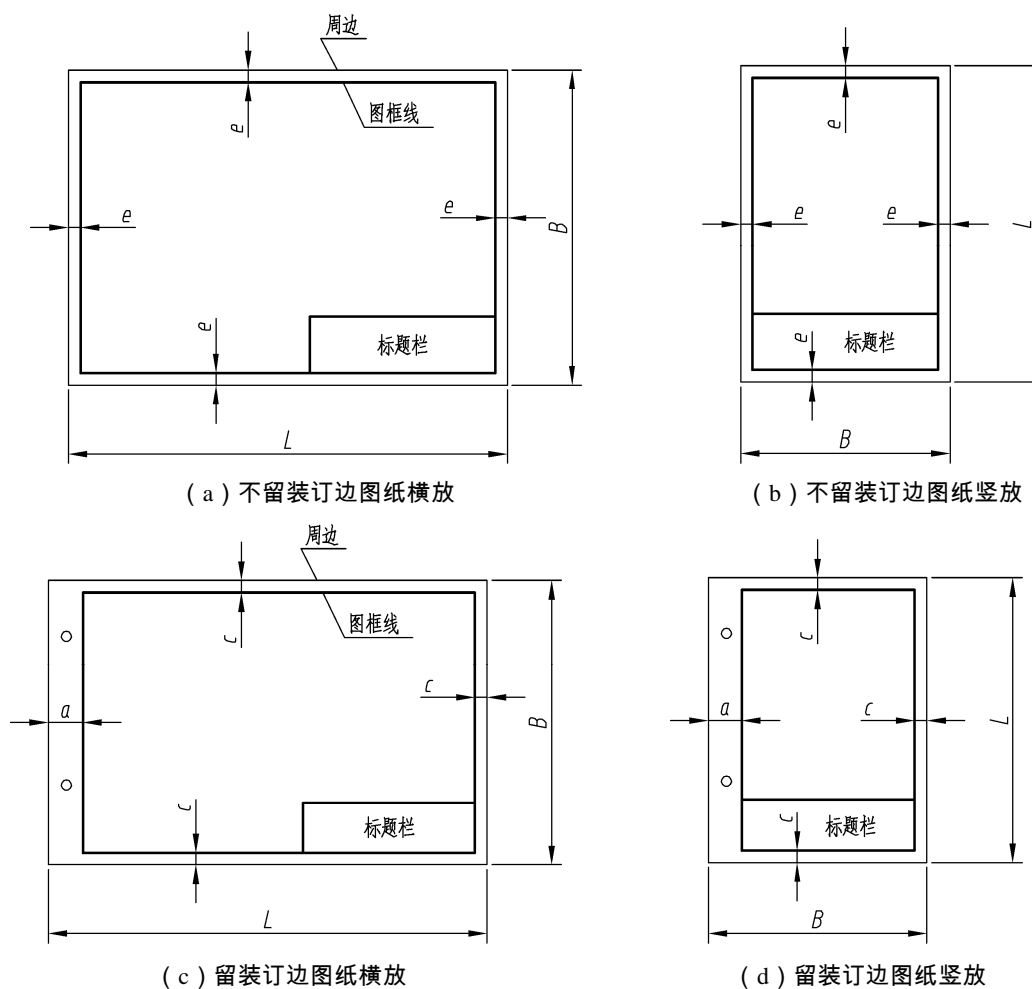


图 1-1-2 图框格式

(3) 标题栏。

每张图纸上都必须画出标题栏，标题栏应位于图纸的右下角。为了简化作图，在制图作业中建议采用如图 1-1-3 所示的简易标题栏格式。

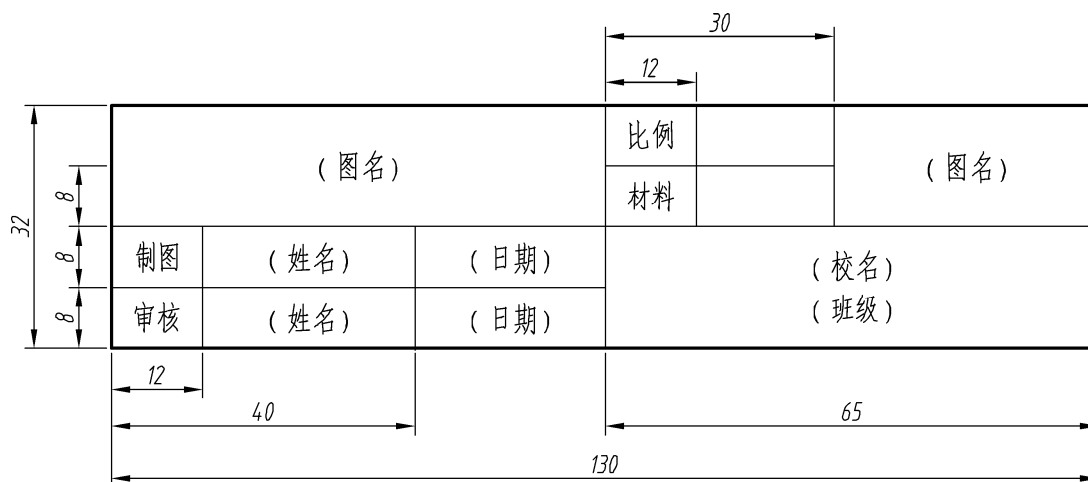


图 1-1-3 简易标题栏格式

2. 比例

比例是指图样中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。绘图时应根据图纸幅面及物体大小使用适当的比例，常见的比例见表 1-1-2。

表 1-1-2 常见的比例

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物体的大小，绘图时应优先采用原值比例。若物体太小或太大，可采用缩小或放大的比例绘图。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。绘图时不论采用何种比例，图样中所注尺寸数值必须为物体的实际大小，与绘图比例

无关，如图 1-1-4 所示。同一机件的各个图形一般应采用相同的比例，并在标题栏中的比例栏内写明采用的比例。

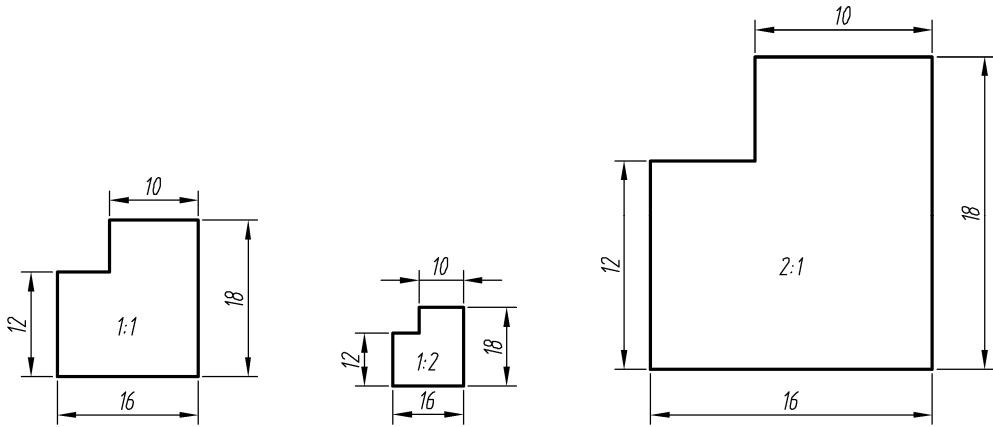


图 1-1-4 不同比例绘制的图形

3. 字 体

图样上除了表达机件形状的图形外，还需要用文字和数字说明机件的大小、技术要求等其他内容。图样中书写的汉字、数字和字母必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

(1) 各种字体的大小要选择适当。字体大小分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5、1.8 八种号数。

(2) 图样上的汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm，字宽约等于字高的 $1/\sqrt{2}$ 。

长仿宋字的书写要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

(3) 数字和字母有正体和斜体之分，一般情况下用斜体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线呈 75° 。字母和数字按笔画宽度情况分为 A 型和 B 型两类，A 型字体的笔画宽度 (d) 为字高 (h) 的 $1/14$ ，B 型字体的笔画宽度为字高的 $1/10$ ，即 B 型字体比 A 型字体的笔画要粗

一点。

(4) 字体示例。汉字、字母、数字的示例见表 1-1-3。

4. 图 线


(1) 图线的形式及应用。

国家标准规定了机械图样中常见的 9 种图线的代码、名称、形式、宽度及一般应用，具体见表 1-1-4。图线应用示例如图 1-1-5 所示。

表 1-1-3 字体示例

字体		示例
长仿宋汉字	10号	字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐
	7号	横平竖直注意起落结构均匀填满方格
	5号	技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5号	螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤
拉丁字母	大写斜体	ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
	小写斜体	abcdefghijklmnopqrstuvwxyz
阿拉伯数字	斜体	0123456789
	正体	0123456789

表 1-1-4 机械图样中常用图线的代码、名称、形式、宽度及一般应用

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用举例
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线及尺寸界线 剖面线 重合断面的轮廓线

			过渡线
细虚线	----	$d/2$	不可见轮廓线
细点画线	— · — · — ·	$d/2$	轴线 对称中心线
粗点画线	— · — · — ·	d	限定范围表示线
细双点画线	— · — · — ·	$d/2$	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	~~~~~	$d/2$	断裂处的边界线
双折线	— / — / — /	$d/2$	视图与剖视的分界线
粗虚线	----	d	允许表面处理的表示线

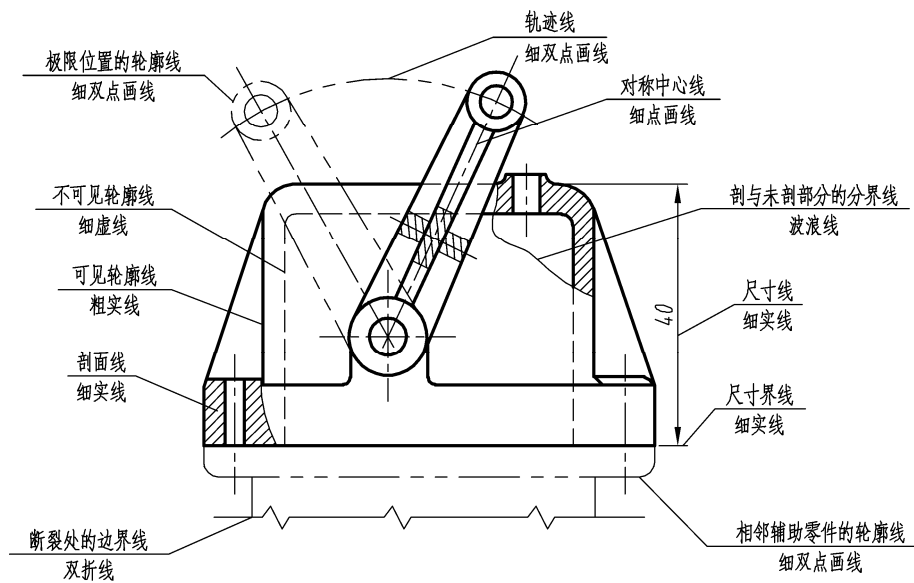


图 1-1-5 图线应用示例

(2) 图线宽度。

机械图样中采用粗、细两种线宽，它们之间的比例为 2 : 1。图线宽度 d 应根据图样的类型、大小、比例的要求，在下列数值中选取：0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1.0 mm、1.4 mm、2 mm。粗线宽度 d 通常采用 0.5 mm 或 0.7 mm。

(3) 图线画法的注意事项。

- ① 在同一图样中，同类图线的宽度应一致，虚线、点画线的线段长度和间隔应大致相同。
- ② 绘制圆的中心线时，圆心应以线段相交，中心线应超出圆的轮廓线 3~5 mm。
- ③ 虚线与虚线或其他图线相交时，应画成线段相交。虚线为粗实线的延长线时，应留有

空隙，如图 1-1-6 所示。

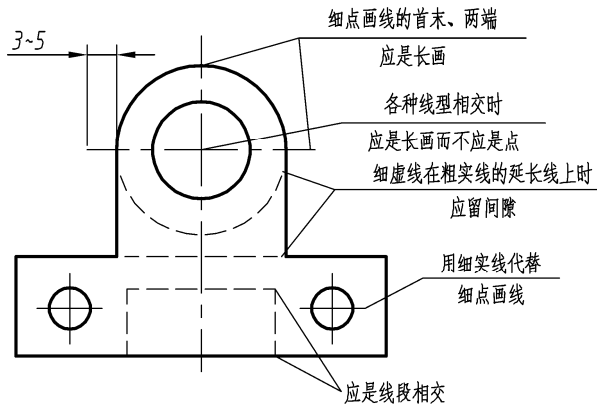


图 1-1-6 图线画法

二、尺寸标注

图形只能表示物体的形状，其大小是由所标注的尺寸确定的。尺寸是图样中的重要内容之一，是制造机件的依据。国家标准规定了在图样中标注尺寸的基本规则。

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，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸，以毫米为单位，不需标注单位符号（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. 尺寸界线、尺寸线和尺寸数字

一个完整的尺寸由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字 3 个要素组成，如图 1-1-7 所示。

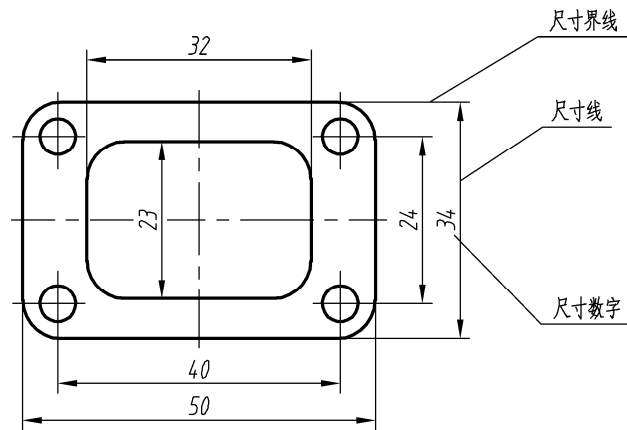


图 1-1-7 尺寸要素

(1) 尺寸界线。

尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、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出尺寸界线。

(2) 尺寸线。

尺寸线用细实线绘制，其终端有箭头和斜线两种形式。机械图样中一般采用箭头作为尺寸线的终端，当没有足够的位置画箭头或注写数字时，允许用圆点或斜线代替箭头，如图 1-1-8 所示。

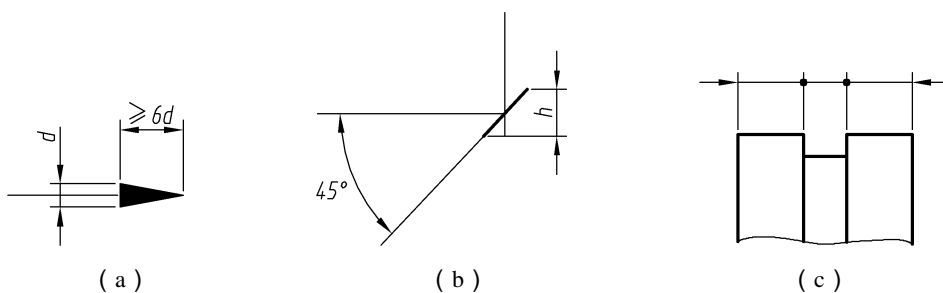


图 1-1-8 尺寸线终端形式

标注线性尺寸时，尺寸线应与所标注的线段平行。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延长线上。

(3) 尺寸数字。

线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，且尺寸数字不可被任何图线所通过，否则应将该图线断开。线性尺寸数字一般按图 1-1-9 (a) 所示的方向注写，即水平方向字头朝上，竖直方向字头朝左，倾斜方向的字头保持朝上的趋势，并尽量避免在图示 30° 所在范围内标注尺寸，当无法避免时，可按图 1-1-9 (b) 的形式标注。

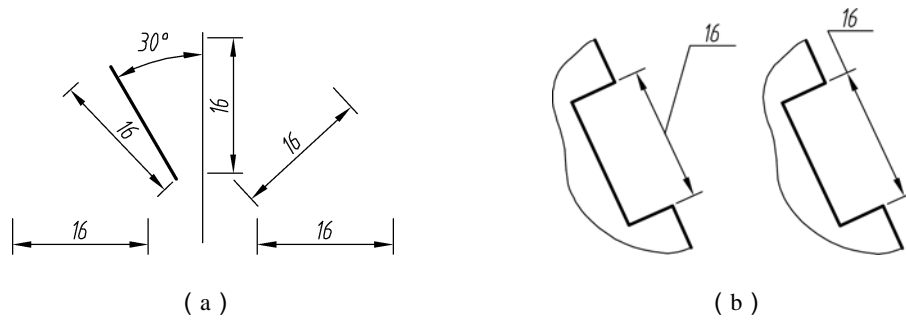


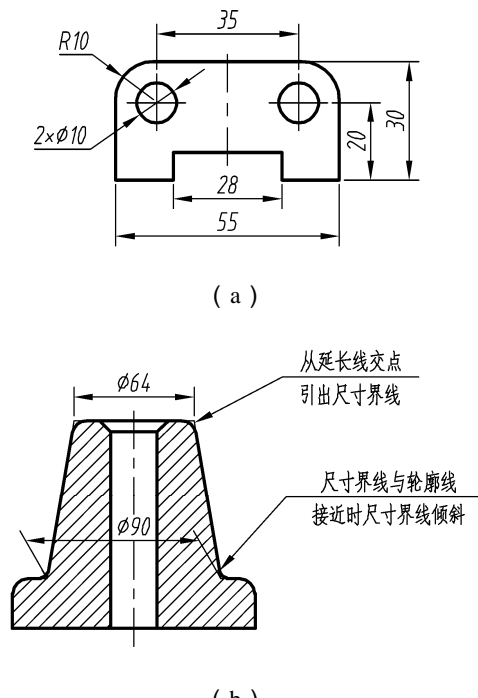
图 1-1-9 尺寸数字的注写方向

3. 尺寸标注示例

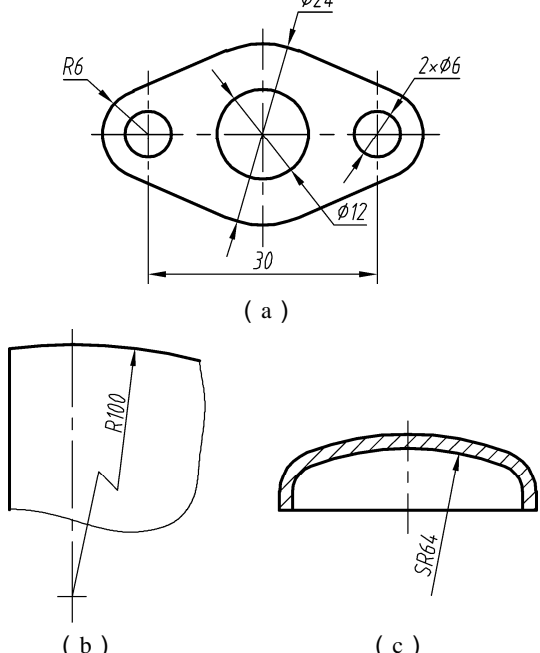
常见尺寸标注示例见表 1-1-5。

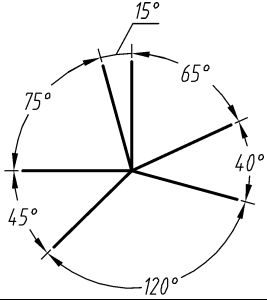
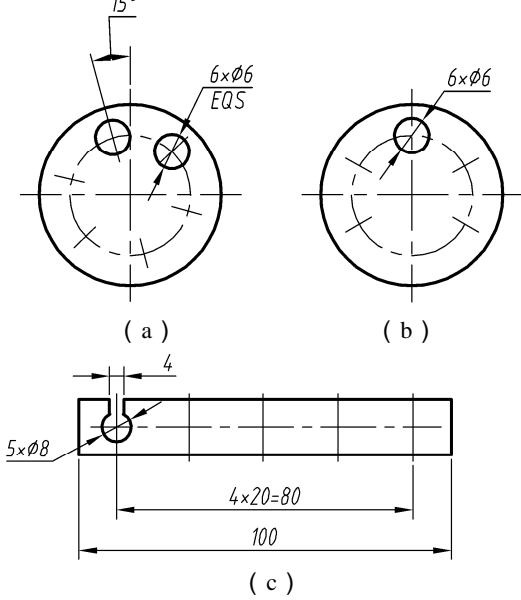
表 1-1-5 常见尺寸标注示例

尺寸类型	图 例	说 明
------	-----	-----

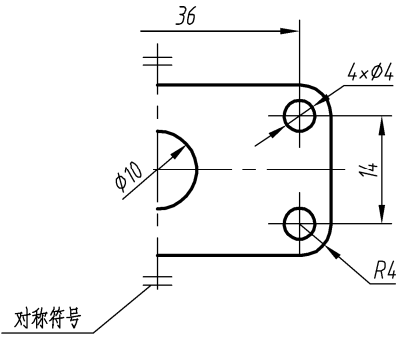
<p>线性尺寸的注法</p>	 <p>(a)</p> <p>(b)</p>	<p>① 尺寸线应与所标注的线段平行。并列尺寸的尺寸线由小到大、从内到外依次排列，如图 (a) 所示。串联尺寸的尺寸线箭头对齐，排成一条直线。</p> <p>② 尺寸界线一般应与尺寸线垂直，必要时才允许倾斜，如图 (b) 所示。尺寸界线超出尺寸线 2~3 mm。</p> <p>③ 尺寸线之间或尺寸线与尺寸界线之间应避免相交</p>
----------------	---	--

续表

尺寸类型	图 例	说 明
<p>圆的直径和圆弧半径的注法</p>	 <p>(a)</p> <p>(b)</p> <p>(c)</p>	<p>① 圆或者大于半圆的圆弧应标注直径，标注直径时，在尺寸数字前加注符号“ϕ”。小于等于半圆的圆弧应标注半径，标注半径时，在尺寸数字前加注符号“R”。</p> <p>② 圆的直径和圆弧的半径的尺寸线的终端应画成箭头，并按图 (a) 所示方法标注。当圆弧的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。若不需要标出其圆心位置时，可按图 (c) 的形式标注</p>

<p>角度尺寸 的注法</p>		<p>① 标注角度的尺寸界线应沿径向引出，尺寸线应画成圆弧，圆心是该角的顶点。</p> <p>② 角度的数字一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时也可用指引线引出标注</p>
<p>均匀分布的 重复结构要素的 尺寸注法</p>		<p>零件中成规律分布的重复结构，允许只绘制其中一个或几个完整的结构，并用中心线反映其分布情况。在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等要素，可仅在一个要素上注出其尺寸和数量，并用缩写词“EQS”表示“均匀分布”，如图（a）所示；当组成要素的定位和分布情况在图形中已明确时，可不注其角度，并省略“EQS”，如图（b）所示</p>

续表

尺寸类型	图 例	说 明
<p>对称图形 采用简化 画法时的 尺寸注法</p>		<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线或断裂处的边界线，此时仅在尺寸线的一端画出箭头</p>

三、绘图工具及使用方法

为了提高尺规绘图的质量和效率，必须学会正确使用各种绘图工具和仪器。下面介绍几种常用的绘图工具及其使用方法。

1. 图板、丁字尺和三角板

(1) 图板。图板是用来铺放、固定图纸用的矩形木板，板面要求平整，左边为导边，必须平直。

(2) 丁字尺。丁字尺由尺头和尺身构成，主要用来画水平线。使用时尺头内侧必须紧靠图板的导边，左手推动丁字尺上下移动，移到所需位置后，右手执笔，自左向右画水平线。

(3) 三角板。一副三角板由 45° 和 30° (60°) 两块组成。三角板与丁字尺配合使用，可画垂直线以及与水平方向呈 30° 、 45° 、 60° 的倾斜线；两块三角板可画与水平线呈 15° 、 75° 的倾斜线，还可画出任意已知直线的平行线或垂直线。

图板、丁字尺和三角板的用法如图 1-1-10 所示。

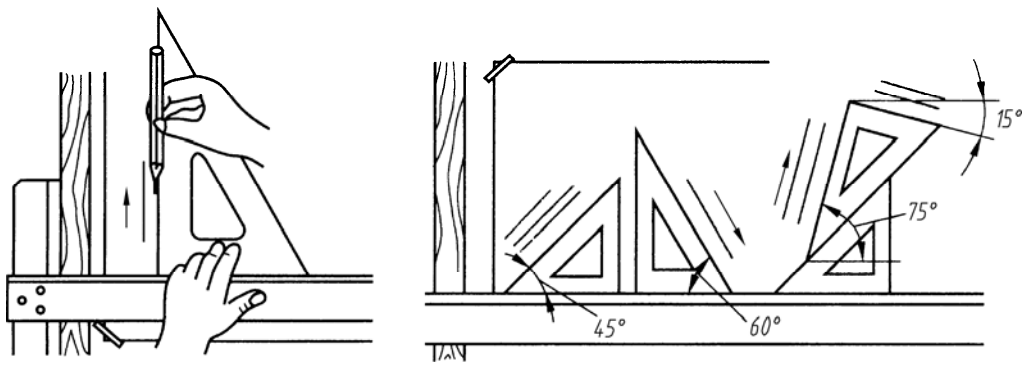


图 1-1-10 图板、丁字尺和三角板的用法

2. 圆规和分规

(1) 圆规。圆规用来画圆和圆弧。画圆时，圆规和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 1-1-11 所示。

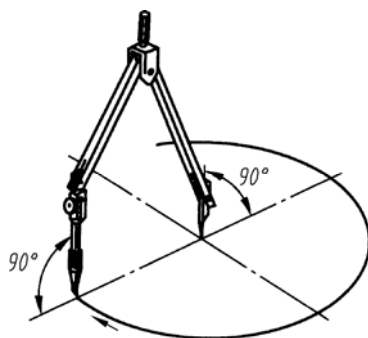


图 1-1-11 圆规的使用方法

(2) 分规。分规是用来截取线段、等分直线或圆周，以及从尺上量取尺寸的工具。分规的两个顶尖并拢时应对齐。分规的使用方法如图 1-1-12 所示。

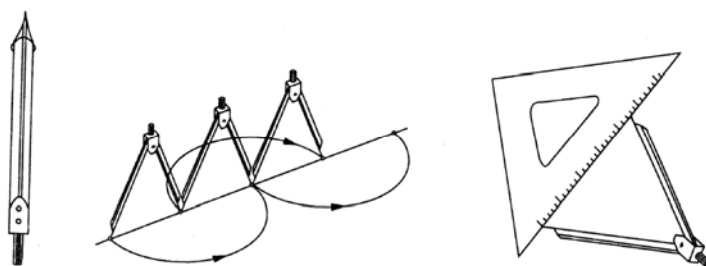


图 1-1-12 分规的使用方法

3. 铅笔

绘图铅笔用 B 和 H 表示软硬程度。B 表示软性铅笔，B 前面的数字越大，表示铅芯越软。H 表示硬性铅笔，H 前面的数字越大，表示铅芯越硬。HB 表示铅芯软硬适中。画细线常用 H 或 2H 铅笔，画粗线常用 B 或 2B 铅笔，写字常用 HB 铅笔。

【任务实施】

手柄的平面图形（见图 1-1-13）是由若干直线和曲线按一定关系连接而成的封闭图形，线段的形状、大小，线段之间的相对位置和连接关系是由给定尺寸确定的。在平面图形中，有些线段的尺寸已完全给定，可以直接画出，而有些线段要根据相切的连接关系才能画出。因此，绘图前应对所绘图形进行分析，以确定正确的作图方法和步骤。

一、平面图形的分析

1. 尺寸分析

平面图形中的尺寸按其作用可分为定形尺寸和定位尺寸两大类。

(1) 定形尺寸：确定图形中各线段形状大小的尺寸，如图 1-1-13 中的 $\phi 22$ 、24、6、 $R20$ 、 $R40$ 、 $R84$ 、 $R8$ 等。

(2) 定位尺寸：确定图形中各线段间相对位置的尺寸，如图 1-1-13 中的 165、 $\phi 48$ 。

定位尺寸通常以图形的对称线、圆的中心线以及其他线段作为标注尺寸的起点，这些起点称为尺寸基准。一个平面图形有长度和高度两个方向的尺寸基准。如图 1-1-14 (a) 所示，水平中心线为高度方向的尺寸基准，左侧轮廓线为长度方向的尺寸基准。

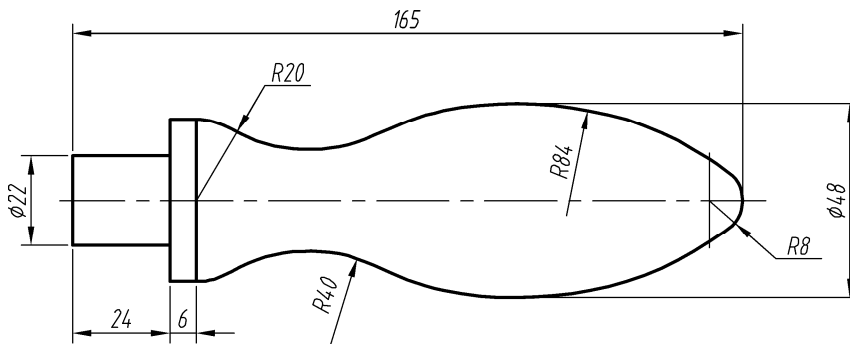


图 1-1-13 手柄的平面图形

2. 线段分析

平面图形中的线段按给定尺寸的完整与否可分为三类。

(1) 已知线段：定形、定位尺寸齐全，根据给定的尺寸可直接画出的线段，如图 1-1-13 中的左端由尺寸 $\phi 22$ 、24、6 确定的线段和由尺寸 $R20$ 确定的圆弧以及右端由尺寸 $R8$ 确定的圆弧。

(2) 中间线段：注出定形尺寸和一个方向的定位尺寸，必须依靠相邻线段间的连接关系才能画出的线段，如图 1-1-13 中 $R84$ 的圆弧。

(3) 连接线段：只注出定形尺寸，未注出定位尺寸，必须根据该线段与相邻两线段的连接关系才能画出的线段，如图 1-1-13 中 $R40$ 的圆弧。

二、平面图形的作图步骤

(1) 画基准线、定位线，如图形的对称线、圆的中心线等，如图 1-1-14 (a) 所示。

(2) 画已知线段，如图 1-1-14 (b) 所示。

(3) 画中间线段，如图 1-1-14 (c) 所示。

(4) 画连接线段，如图 1-1-14 (d) 所示。

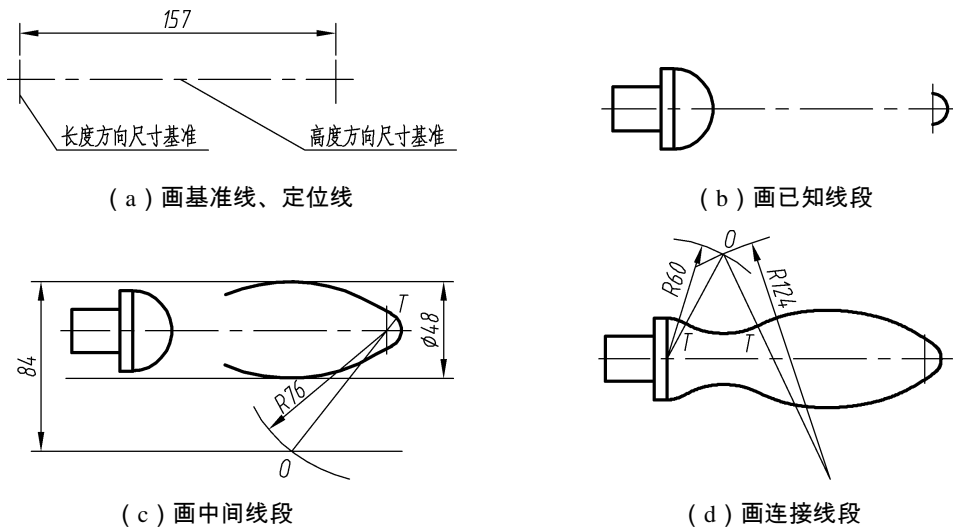


图 1-1-14 平面图形的作图步骤

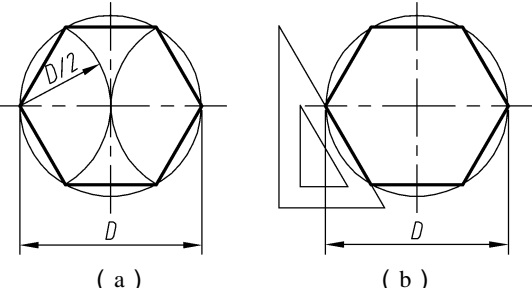
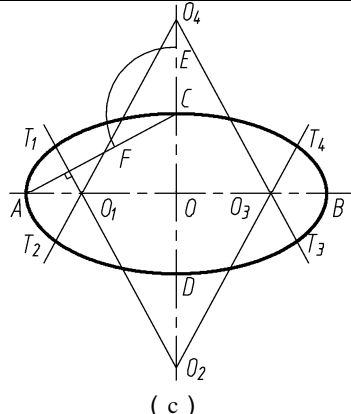
【知识拓展】

一、常见几何图形的作图方法

机件的轮廓形状虽然多种多样，但在工程图样中，表达机件结构形状的图形，都是由直线、圆（圆弧）和其他一些平面曲线所组成的几何图形。常见几何图形的作图方法见表 1-1-6。

表 1-1-6 常见几何图形的作图方法

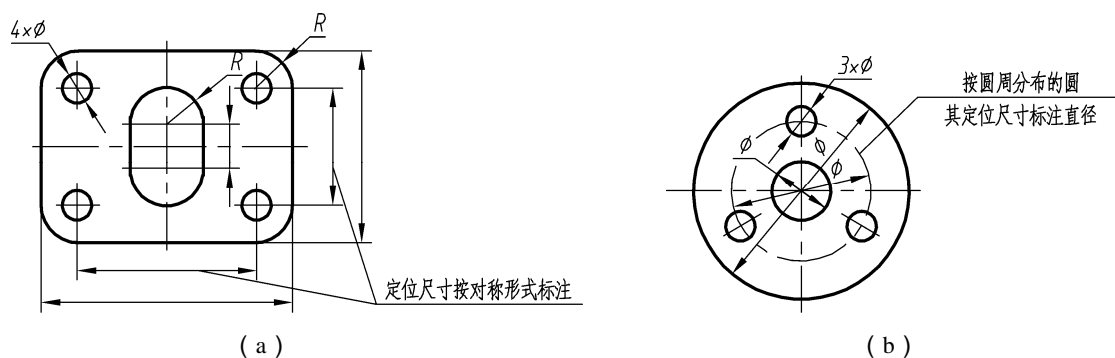
类型	作图方法	步骤说明
----	------	------

正六边形	 <p style="text-align: center;">(a) (b)</p>	<p>作法一：用圆规等分圆周作正六边形，如图 (a) 所示；</p> <p>作法二：用 60° 三角板作正六边形，如图 (b) 所示</p>
椭圆	 <p style="text-align: center;">(c)</p>	<p>四心圆法：</p> <p>① 连接椭圆长、短轴的端点 A, C，取 $OE=OA$，以 C 为圆心、CE 为半径画圆，交 AC 于 F；</p> <p>② 作 AF 的中垂线，交椭圆两轴于 O_1, O_2，并作对称点 O_3, O_4；</p> <p>③ 分别以 O_1, O_2, O_3, O_4 为圆心，以 O_1A, O_2C, O_3B, O_4D 为半径作弧，切圆心连线于 T_1, T_2, T_3, T_4，即得近似椭圆</p>

二、平面图形的尺寸标注

平面图形尺寸标注的基本要求是：正确、完整（不重复或遗漏）、清晰。因此，在标注尺寸时应注意以下几点：

(1) 尺寸注法遵守国家标准的基本规定，且标注尺寸时应注意布局清晰，按照由小到大、从内到外的顺序排列尺寸，如图 1-1-15 (a) 所示。



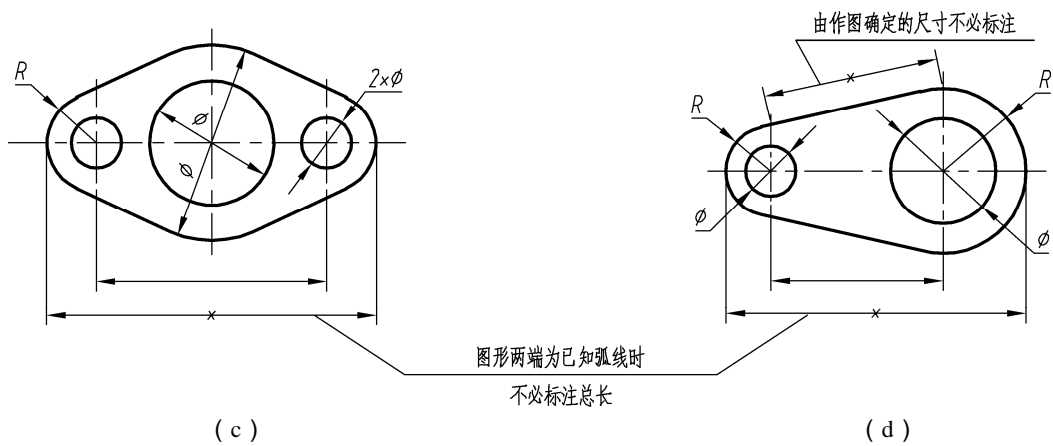


图 1-1-15 平面图形的尺寸标注示例

(2) 按圆周均匀分布的要素，其定位尺寸应标注直径，如图 1-1-15 (b) 所示。

(3) 当平面图形的两端是圆弧，且是已知圆弧时，不必再标注总长，如图 1-1-15 (c)、(d)

所示。

(4) 图中通过几何作图确定的线段不需标注尺寸，如图 1-1-15 (d) 所示。

三、平面图形的草图绘制

1. 绘制草图的要求

草图也称徒手图，是用目测来估计物体的大小，不借助绘图工具，徒手绘制的图样。工程技术人员应熟练掌握徒手作图的技巧，以使用不同的方式记录产品的图样或表达的设计思想。

(1) 草图的“草”字仅针对徒手作图而言，并没有允许潦草的意思。绘制草图时应做到图形清晰、线型分明、比例匀称，并应尽可能使图线光滑、整齐，绘图速度要快，标注尺寸要准确、齐全、字体工整。

(2) 画草图时要手、眼并用。绘制垂直线、等分线段或圆周以及截取相等的线段等，都是靠眼睛来估计确定的。

(3) 徒手画平面图形时不要急于画细部，要先考虑大局。画草图时，要注意图形长与高

的比例以及整体与细部的比例是否正确，图形各部分之间的比例可借助方格数的比例来确定。

2. 目测的方法

画中、小物体时，可用铅笔当尺直接放在实物上测量各部分的大小，然后按测量的大体尺寸画出草图；也可用此方法估计出各部分的相对比例，画出缩小的草图，如图 1-1-16 所示。

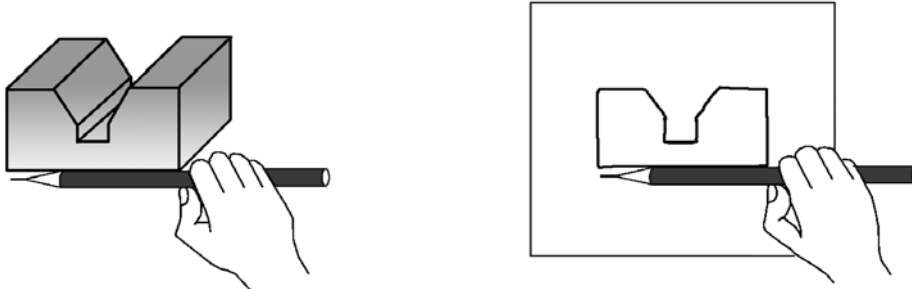


图 1-1-16 目测的方法

3. 绘制草图的方法

(1) 徒手画直线。

执笔要稳，眼睛看着图线的终点，均匀用力，匀速运笔。画水平线时，为了便于运笔，可将图纸微微左倾，自左向右画线；画竖直线时，应自上而下运笔画线；画斜线时，先自左向下，再向右上，如图 1-1-17 所示。

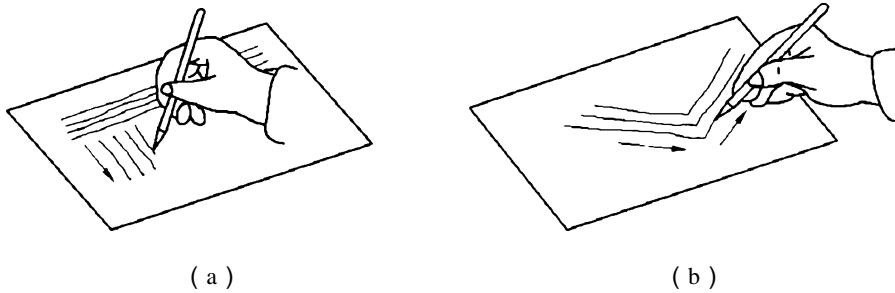


图 1-1-17 徒手画直线

(2) 徒手画圆。

徒手画圆时，先画出两条中心线，定出圆心，再根据直径大小目测估计半径的大小，在

中心线上截得四点，便可画圆。对于较大的圆，还可再画一对 45° 的斜线，按半径在斜线上也定出 4 个点，然后将这 8 个点徒手连成圆，如图 1-1-18 所示。

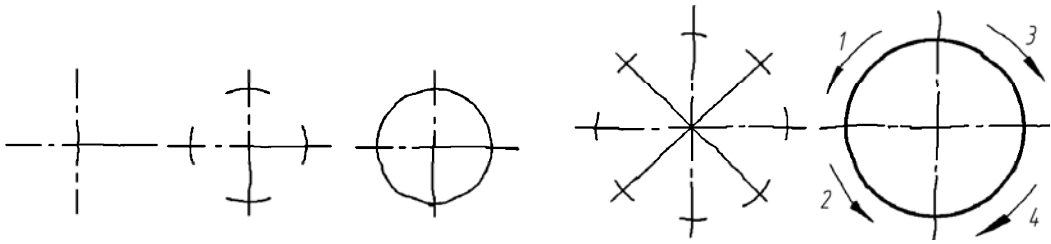


图 1-1-18 徒手画圆

(3) 徒手等分角度 (见图 1-1-19)。

- ① 以角顶点 B 为圆心，以适当长度为半径，画圆弧 AC 。
- ② 目测并调节分规，约为 \overline{AC} 长的 $1/3$ ，一次截取后再进行调整，直至将 \overline{AC} 分尽。
- ③ 将角顶点 B 与各分点连接，即将角度等分。

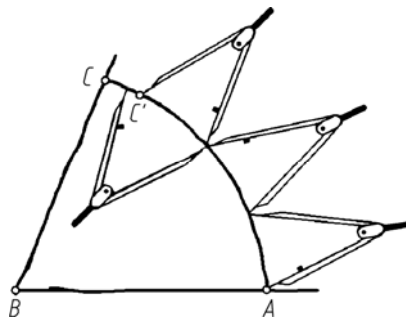


图 1-1-19 徒手等分角度

(4) 徒手画角度。

如图 1-1-20 所示，画 30° 、 45° 、 60° 等常见角度时，可根据两直角边的比例关系先定出两端点，然后连接两端点即可，读者可自行分析。

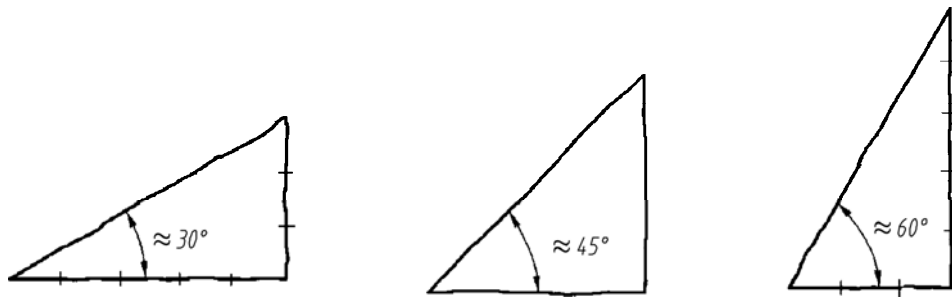


图 1-1-20 徒手画角度

4. 绘制草图

初学者徒手绘图，最好在方格纸上进行，以便控制图线的平直和图形大小。如图 1-1-21

所示的平面图形，读者可自行练习。

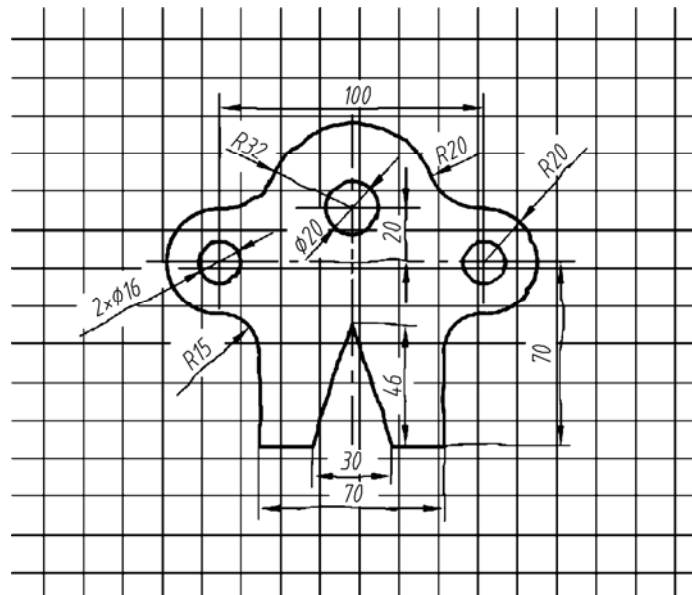


图 1-1-21 徒手绘制平面图形