

第1章 制图的基本知识

1.1 尺规绘图的工具及其使用

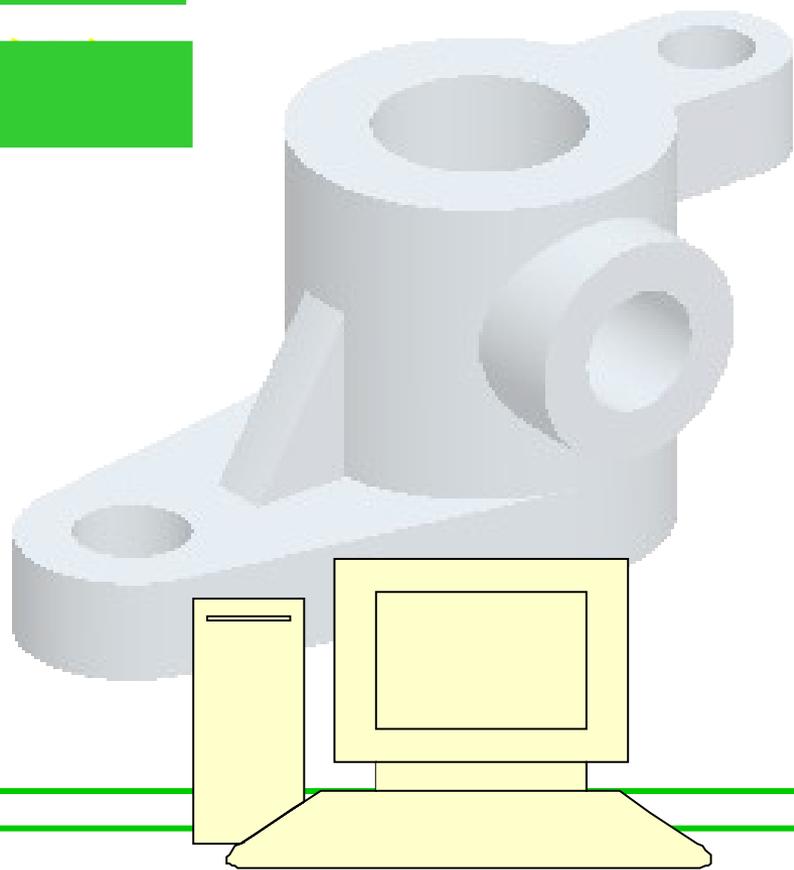
1.2 国家关于制图的基本规定

1.3 尺寸标注

1.4 几何作图

1.5 平面图形的画法

1.6 徒手画图的方法



1.1 手工绘图工具、仪器及用品

1.1.1 图板、丁字尺、三角板

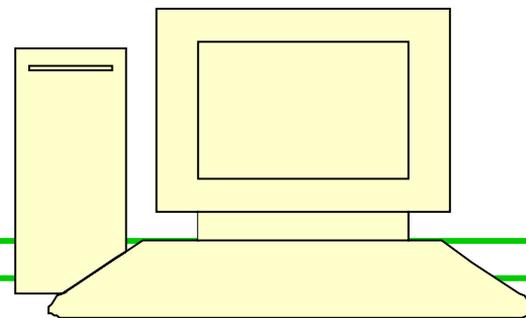
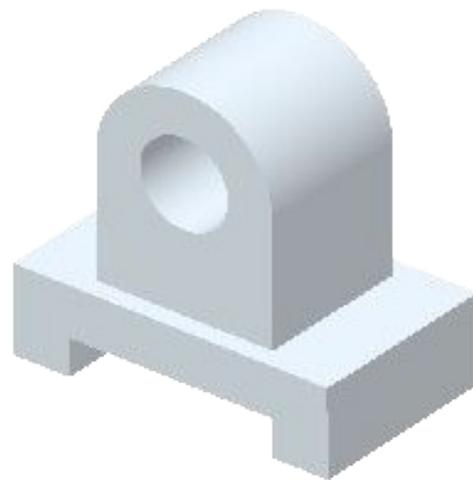
1.1.2 圆规和分规

1.1.3 比例尺

1.1.4 曲线板

1.1.5 铅笔

1.1.6 专用绘图机



返回目

图样绘制的质量好坏与速度快慢取决于绘图工具和仪器的质量，同时也取决于其能否正确使用。因此，要能够正确挑选绘图工具和仪器，并养成正确使用和经常维护、保养绘图工具和仪器的良好习惯。

1.1.1 图板、丁字尺、 三角板

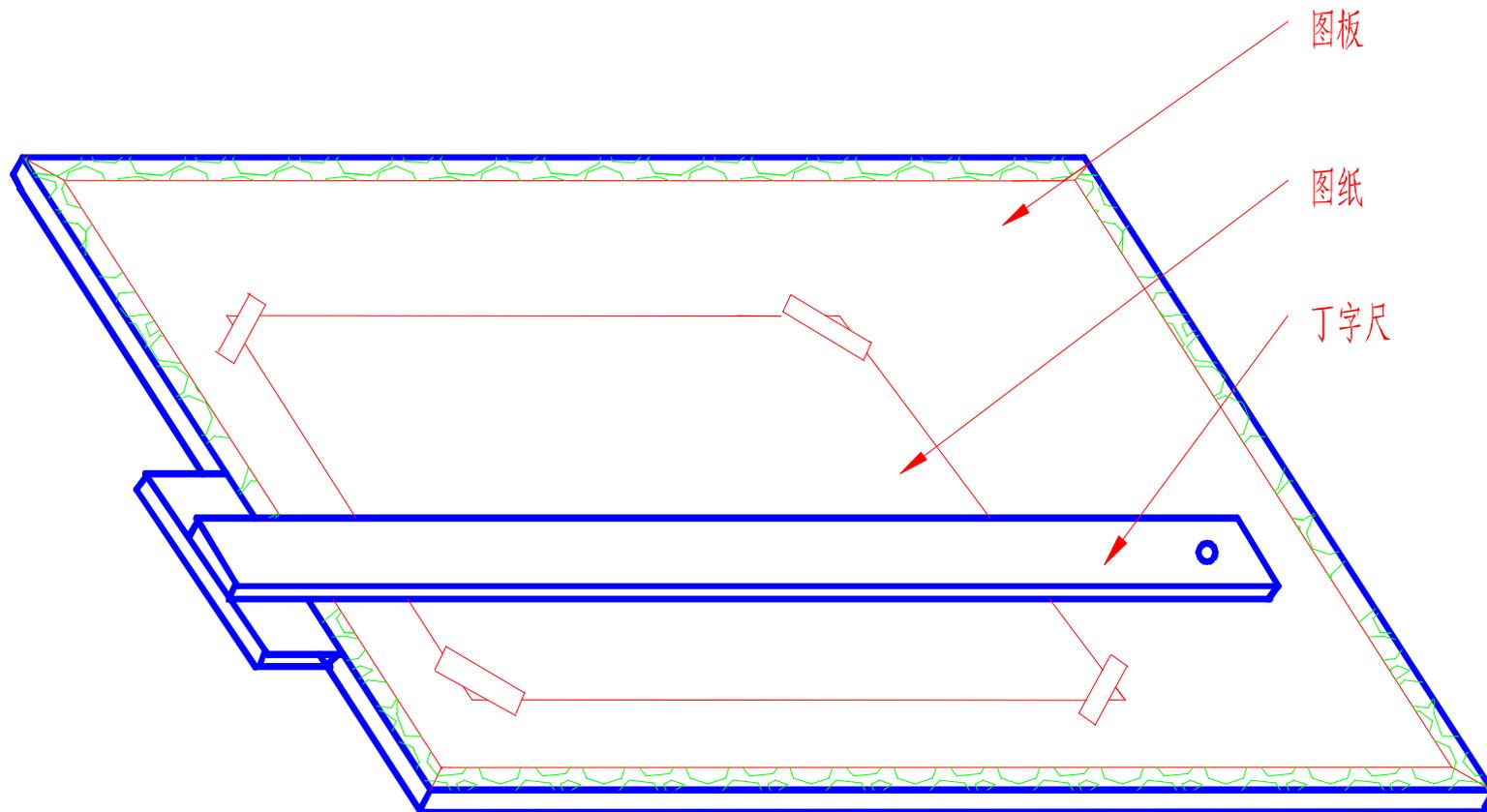


图 1-1 图板及丁字尺

1. 图板图板是用来铺放和固定图纸的。板面要求平整光滑，图板四周一般都镶有硬木边框，图板的左边是工作边，称为导边，需要保持其平直光滑。使用时，要防止图板受潮、受热。图纸要铺放在图板的左下部，用胶带纸粘住四角，并使图纸下方至少留有一个丁字尺宽度的空间。

图板大小有多种规格，它的选择一般应与绘图纸张的尺寸相适应，与同号图纸相比每边加长 50mm。常用的图板尺寸规格见表 1-1。

表 1-1 图板尺寸规格 (单位: mm)

图板尺寸规格代号	A0	A1	A2	A3
图板尺寸 (宽 × 长)	920×1220	610×920	460×610	305×460



2. 丁字尺 丁字尺主要用于画水平线，它由互相垂直并连接牢固的尺头和尺身两部分组成，尺身沿长度方向带有刻度的侧边为工作边。绘图时，要使尺头紧靠图板左边，并沿其上下滑动到需要画线的位置，同时使笔尖紧靠尺身，笔杆略向右倾斜，即可从左向右匀速画出水平线。应注意：尺头不能紧靠图板的其它边缘滑动而画线；丁字尺不用时应悬挂起来（尺身末端有小圆孔），以免尺身翘起变形。

3. 三角板 三角板由 45° 和 30° （ 60° ）各一块组成一副，规格用长度 L 表示，常用的大三角板有 20cm 、 25cm 、 30cm 。它主要用于配合丁字尺使用来画垂直线与倾斜线。画垂直线时，应使丁字尺尺头紧靠图板工作边，三角板一边紧靠住丁字尺的尺身，然后用左手按住丁字尺和三角板，且应靠在三角板的左边自下而上画线。画 30° 、 45° 、 60° 倾斜线时均需丁字尺与一块三角板配合使用，当画其它 15° 整数倍角的各种倾斜线时，需丁字尺和两块三角板配合使用画出，如图 1-2a 所示。同时，两块三角板配合使用，还可以画出已知直线的平行线或垂直线，如图 1-2b 所示。

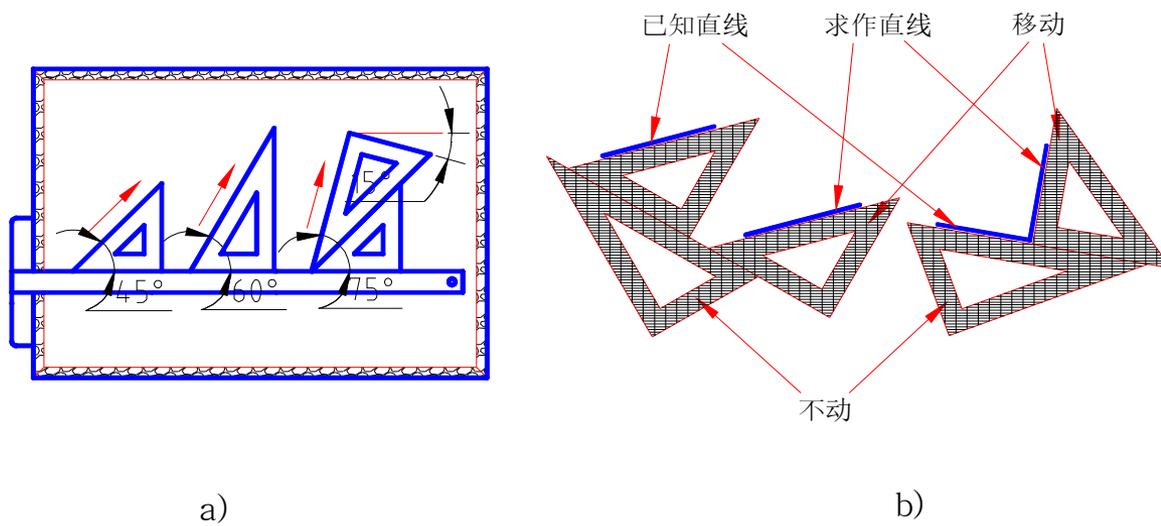


图 1-2 三角板和丁字尺的配合使用

返
回

1.1.2 圆规和分规

圆规主要是用来画圆及圆弧的。一般较完整的圆规应附有铅芯插腿、钢针插腿、直线笔插腿和延伸杆等，如图 1-43a) 所示。在画图时，应使用钢针具有台阶的一端，并将其固定在圆心上，这样可不使圆心扩大，还应使铅芯尖与针尖大致等长。在一般情况下画圆或圆弧时，应使圆规按顺时针转动，并稍向前方倾斜。在画较大圆或圆弧时，应使圆规的两条腿都垂直于纸面，如图 1-3b) 所示。在画大圆时，还应接上延伸杆，如图 1-3 c) 所示。

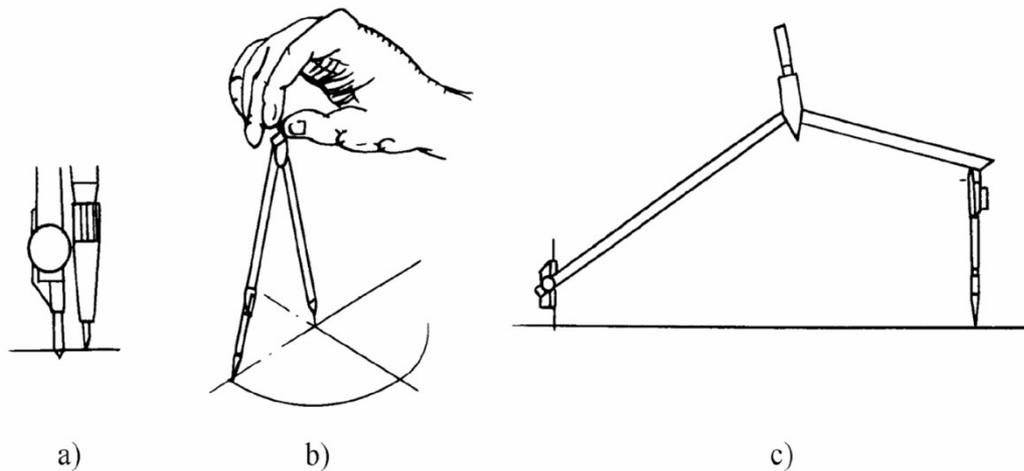


图 1-3 圆规的用法

分规主要是用来量取线段长度和等分线段的。其形状与圆规相似，但两腿都是钢针。为了能准确地量取尺寸，分规的两针尖应保持尖锐，使用时，两针尖应调整到平齐，即当分规两腿合拢后，两针尖必聚于一点，如图 1-4 a) 所示

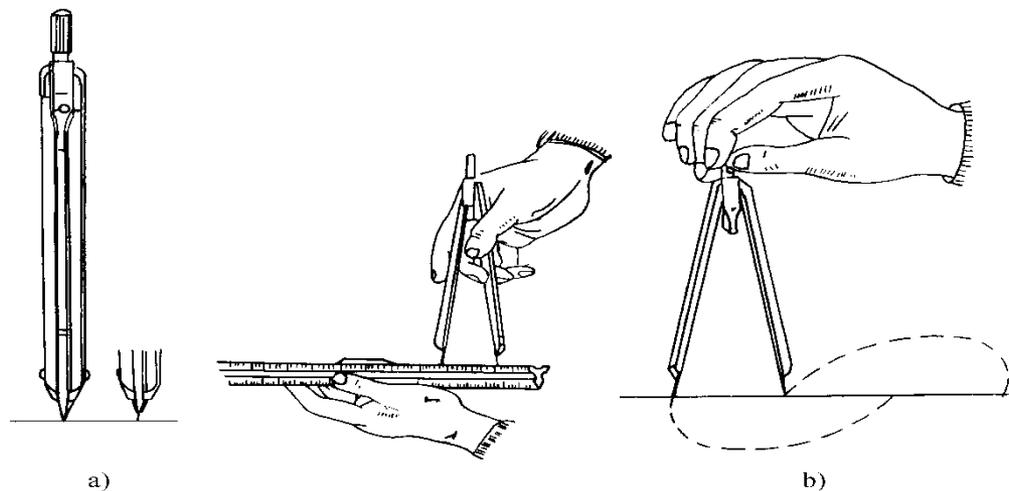


图 1-4 分规及其使用方法

等分线段时，通常用试分法，逐渐地使分规两针尖调到所需距离。然后在图纸上使两针尖沿要等分的线段依次摆动前进，如图 1-4) 所示，弹簧分规用于精确的截取距离。

1.1.3 比例尺

比例尺是用来按一定比例量取长度时的专用量尺，可放大或缩小尺寸，如图 1-5 所示。常用的比例尺有两种：一种外形成三棱柱体，上有六种（1：100、1：200、1：300、1：400、1：500、1：600）不同的比例，称为三棱尺；另一种外形象直尺，上有三种不同的比例，称为比例直尺。画图时可按所需比例，用尺上标注的刻度直接量取而不需换算。如按 1：100 比例，画出实际长度为 3m 的图线，可在比例尺上找到 1：100 的刻度一边，直接量取相应刻度即可，这时，图上画出的长度是 30mm。

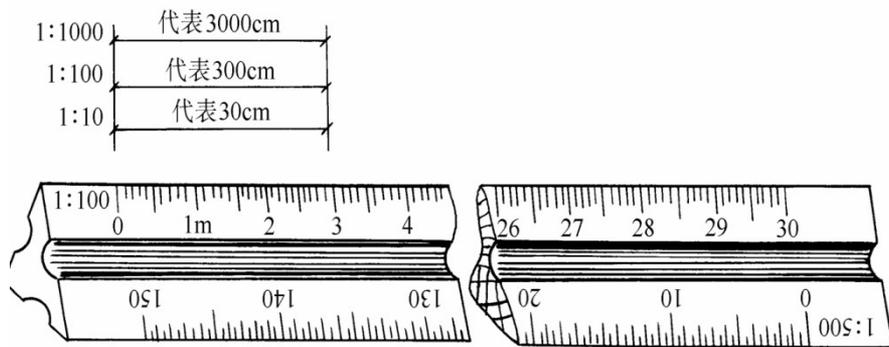


图 1-5 比例尺

1.1.4 曲线板

曲线板，也称云形尺，绘图工具之一，是一种内外均为曲线边缘（常呈旋涡形）的薄板，用来绘制曲率半径不同的非圆自由曲线。

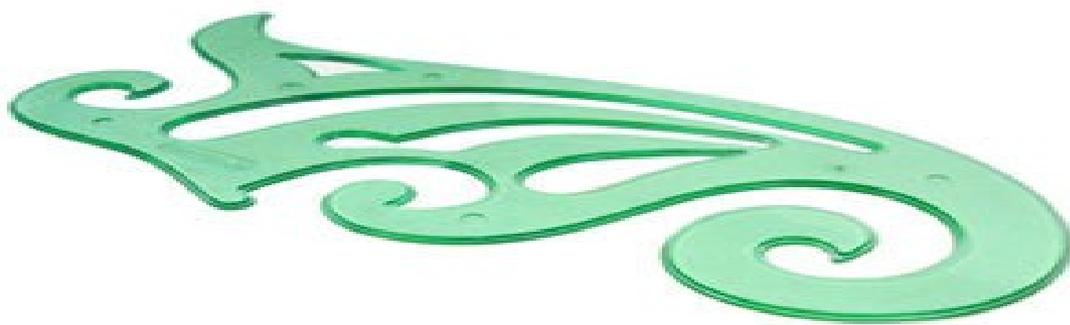


图 1-6 曲线板

1.1.5 铅笔

2. 铅笔 铅笔是用来画图线或写字的。铅笔的铅芯有软硬之分，铅笔上标注的“H”表示铅芯的硬度，“B”表示铅芯的软度，“HB”表示软硬适中，“B”、“H”前的数字越大表示铅笔越软或越硬，6H和6B分别为最硬和最软的。画工程图时，应使用较硬的铅笔打底稿，如3H、2H等，用HB铅笔写字，用B或2B铅笔加深图线。铅笔通常削成锥形或铲形，笔芯露出约6~8mm。画图时应使铅笔略向运动方向倾斜，并使之与水平线大致成75°角，如图1-7所示，且用力要得当。用锥形铅笔画直线时，要适当转动笔杆，这样可使整条线粗细均匀；用铲形铅笔加深图线时，可削的与线宽一致，以使所画线条粗细一致。

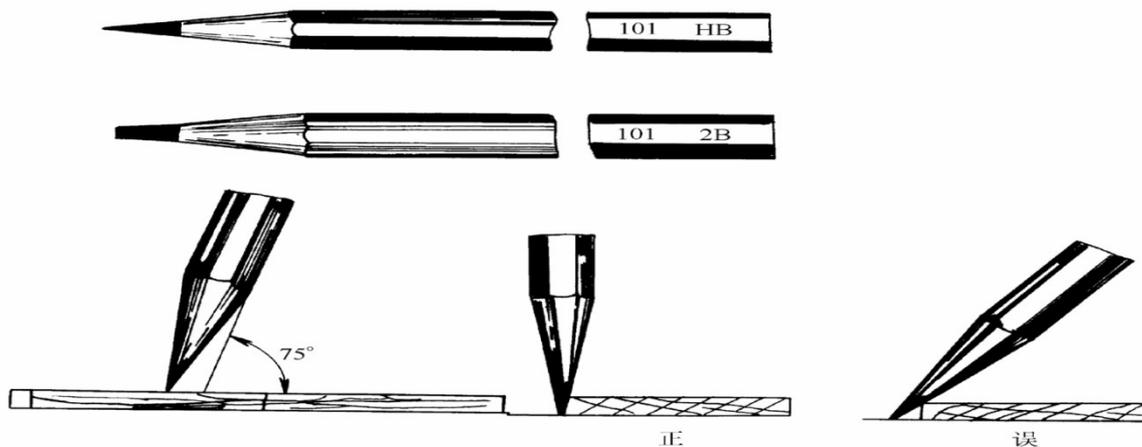


图 1-7 铅笔的使用

1.2 制图的基本规定

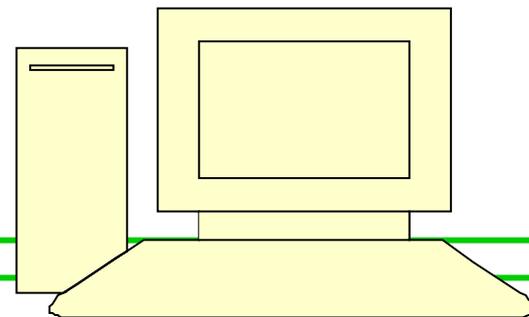
1.2.1 图纸幅面和格式（GB/T14689-1993 等效采用 ISO 5457）

1.2.2 比例（GB/T17450-1998 等同采用 ISO 128-20）

1.2.3 字体（GB/T14691-1993 等效采用 ISO 3098/1 及 3098/2）

1.2.4 图线（GB/T14690-1993 等效采用 ISO 5455

）



返回目录



机械图样是现代设计和制造机械零件与设备过程中的重要技术文件，为便于生产、管理和进行技术交流，国家质量技术监督局（原国家标准局）依据国际标准化组织制定的国际标准，制定并颁布了《技术制图》、《机械制图》等一系列国家标准，其中对于图样内容、画法、尺寸注法等都做出了统一规范。《技术制图》国家标准是一项基础技术标准，在内容上具有统一性和通用性的特点，它涵盖了机械、建筑、水利、电气等行业，处于制图标准体系中的最高层次。《机械制图》国家标准，则是机械类的专业制图标准。这两个国家标准，是机械图样绘制和使用的准则，生产和设计部门的工作人员都必须严格遵守，并牢固树立标准化的观念。

国家标准中的每一个标准都有标准代号，如 G B / T4457.4 — 2002，其中“G B”为国家标准代号，它是“国家标准”汉语拼音缩写，简称“国标”，“T”表示推荐性标准，（如果不带“T”，则表示为国家强制性的标准）“4457.4”表示该标准编号，“2002”表示该标准是2002年颁布的，以前有用两位数表示的，如 G B /T14689-93。

1.2.1 图纸幅面和图框格式 (GB/T14689-1993 等效采用 ISO 5457)

1. 图纸幅面

图纸幅面是指图纸宽度与长度组成的大小。为了方便图样的绘制、使用和管理，图样均应绘制在标准的图纸幅面上。应优先选用表 1-2 所规定的基本幅面尺寸（B 为图纸短边，L 为长边，而且 $L=B$ ，有（A0、A1、A2、A3、A4 五种常用幅面），如图 1-8 所示。

表 1-2 基本幅面尺寸及图框尺寸（第一选择）（单位：mm）

基本幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
图框尺寸	e	20		10	
	a	25			
	c	10		5	

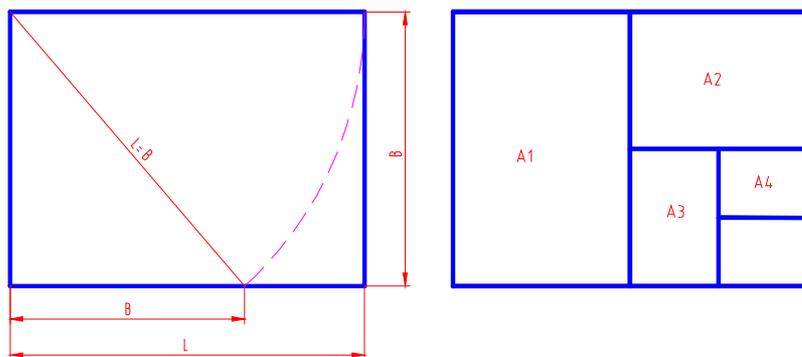


图 1-8 图纸的基本幅面

必要时长边可以加长，以利于图纸的折叠和保管，但加长的尺寸必须按照国标 GB/T50001-2001 的规定，由基本幅面的短边成整数倍增加得到，短边不得加长，如表 1-3 和表 1-4 及图 1-12。

表 1-3 加长幅面尺寸（第二选择）（单位：mm）

幅面代号	A3×3	A3×4	A4×3	A4×4	A4×5
B×L	429×891	420×1189	297×630	297×841	297×1051

表 1-4 加长幅面尺寸（第三选择）（单位：mm）

面代号	A4×9	A4×8	A4×7	A4×6	A3×7	A3×6	A3×5
B×L	297×1892	297×1682	297×1472	297×1261	420×2080	420×1783	420×1486
面代号	A2×5	A2×4	A2×3	A1×4	A1×3	A0×3	A0×2
B×L	594×2102	594×1682	594×1261	841×2378	841×1783	841×2523	1189×1682

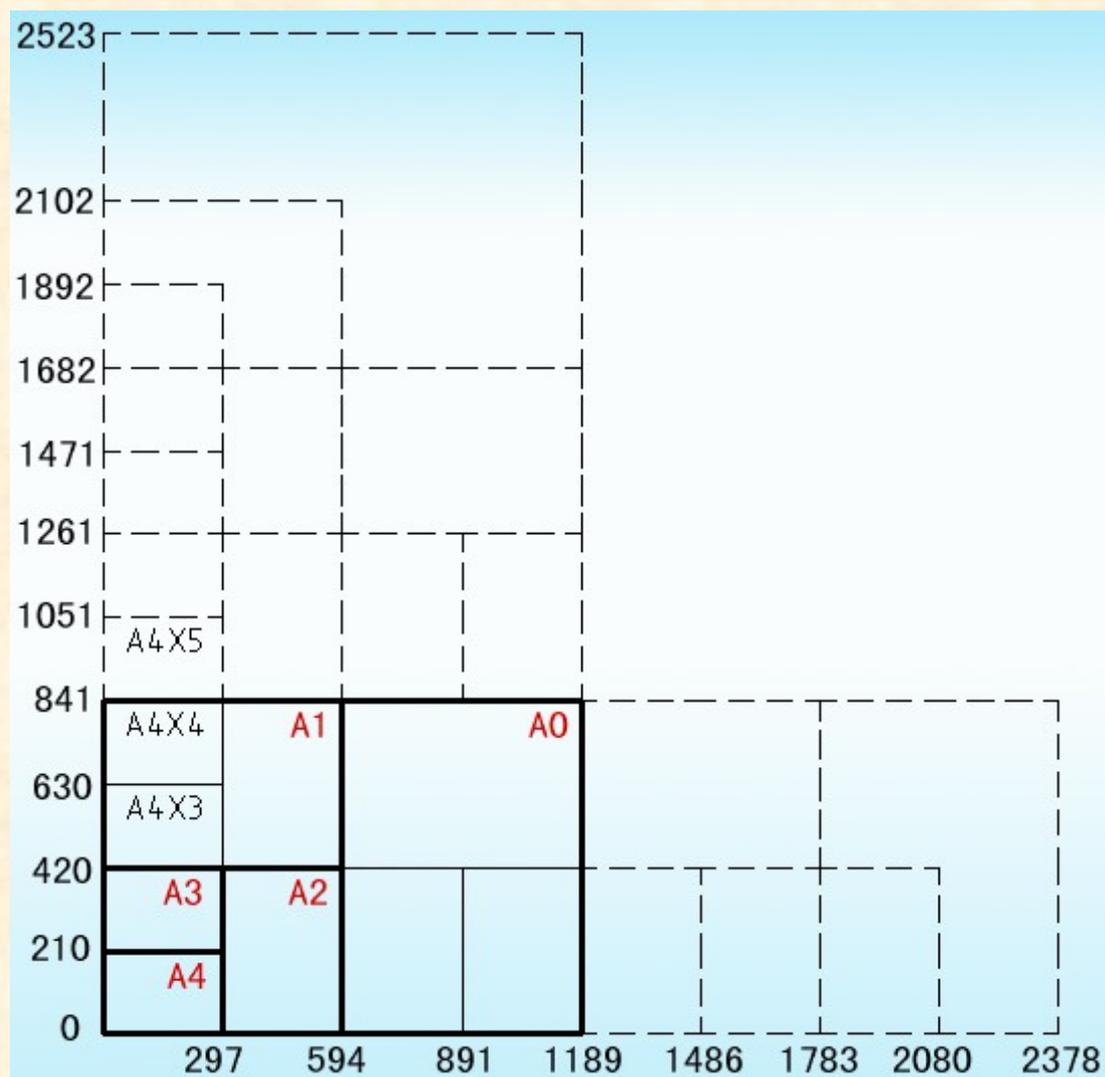


图 1-9 图纸的加长幅面

2. 图框格式

图框是图纸上限定绘图范围的线框。图样均应绘制在用粗实线画出的图框内。其格式分为不留装订边和留有装订边两种，但同一产品的图样只能采用一种格式。

留有装订边的图纸，其图框用格式如图 1-11 所示。不留装订边的图纸，其图框格式如图 1-10 所示。两种格式的周边尺寸见表 1-2。加长格式的图框尺寸，按照比所选用的基本幅面大一号的图纸的图框尺寸来确定。

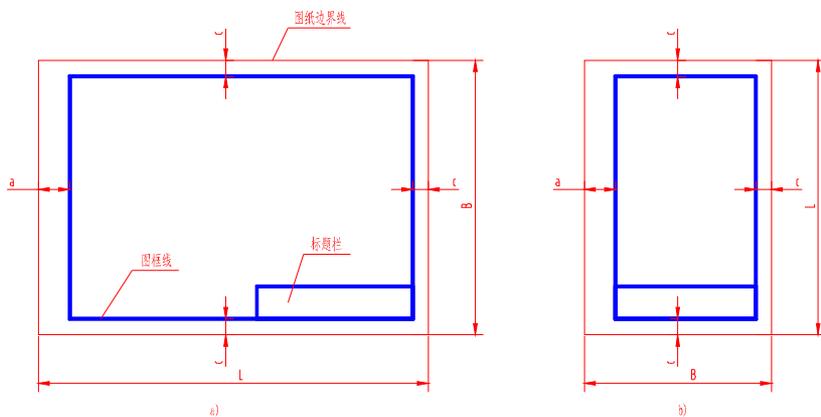


图 1-10 留有装订边的图框格式

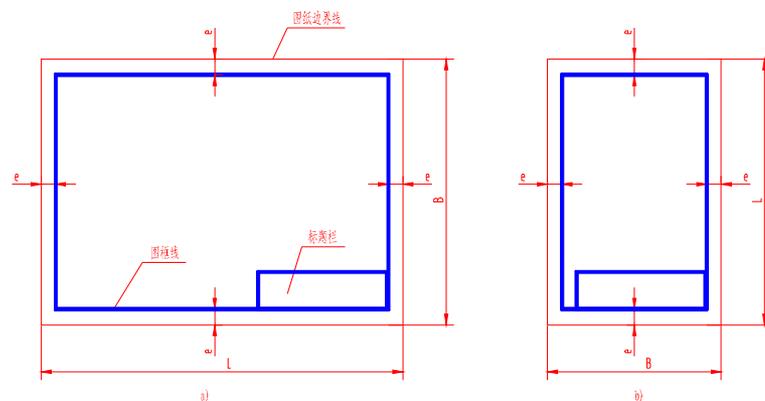


图 1-11 不留装订边的图框格式

3. 标题栏

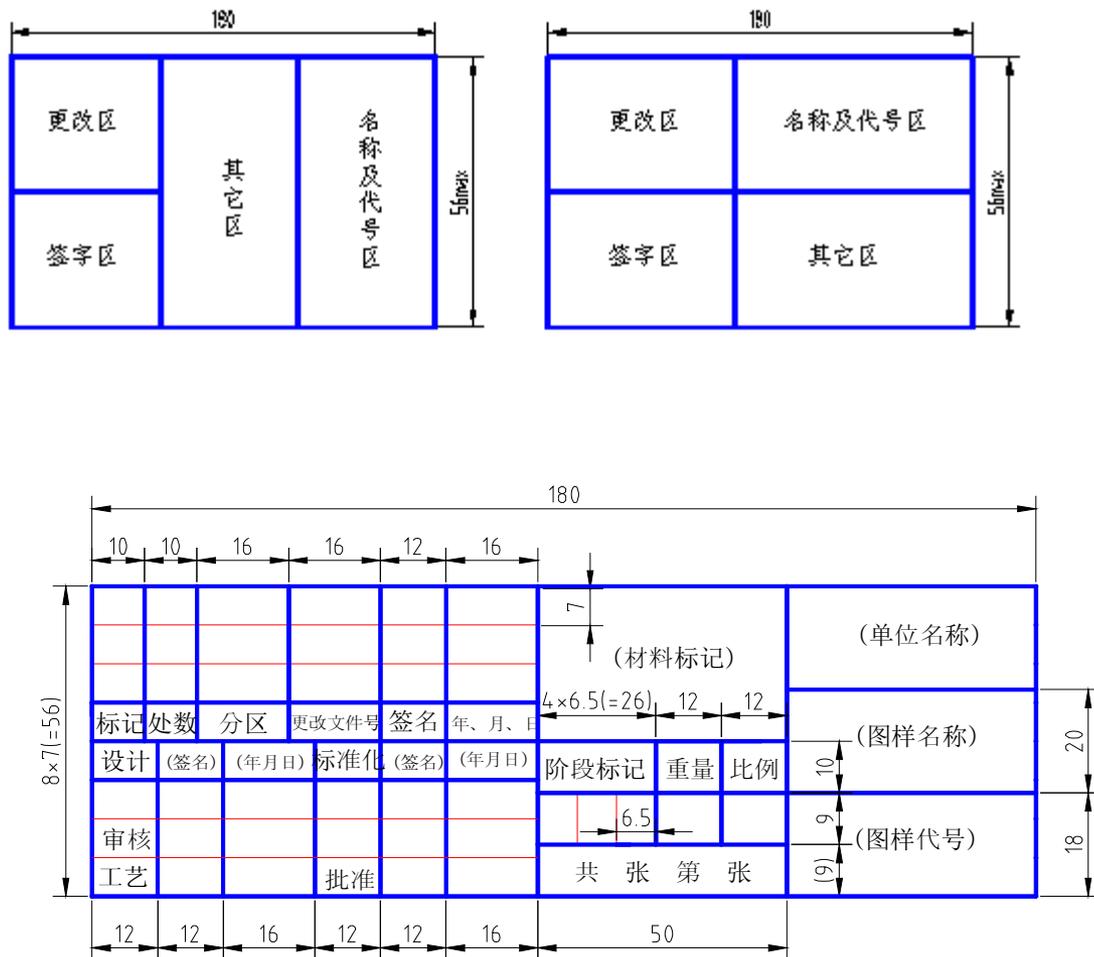


图 1-12 国标中标题栏的组成及格式

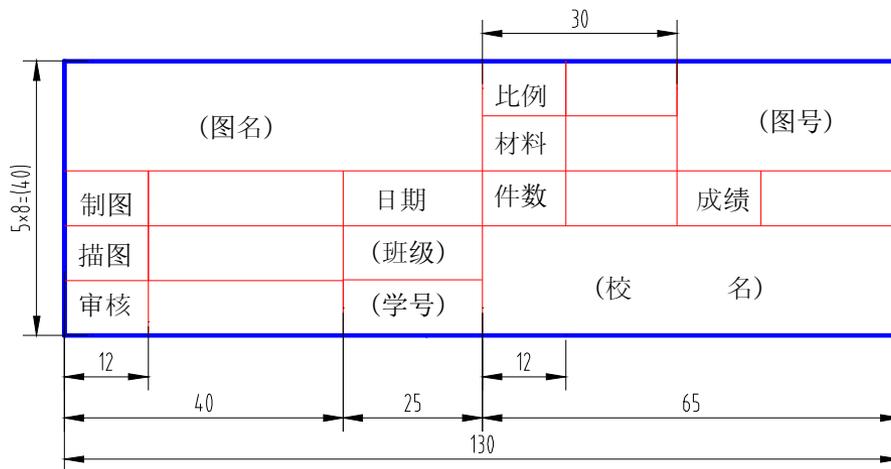


图 1-13 制图作业的标题栏格式

若标题栏的长边置于水平方向且和图纸的长边平行时，构成 X 型的图纸，也称横式幅面，如图 1-13 图；若标题栏的长边和图纸的长边垂直，则构成 Y 型的图纸，也称立式幅面，如图 1-13、1-14 中的 (b) 图。一般 A0 ~ A3 号图纸幅面宜横放，A4 号以下的图纸幅面宜竖放。

4. 其他符号

(1) 对中符号

为了缩微摄影和复制图样时定位方便，对表 1-1 中所示例的基本幅面及图 1-12 中细实线所示的加长幅面的各号图纸，均应在图纸各边长的中点处分别画出对中符号，如图 1-14 所示。对中符号用粗实线绘制，线的宽度不小于 0.5mm，长度从纸的边界开始到伸入图框内约 5mm。当对中符号处在标题栏范围内时，伸入标题栏部分则省略不画。

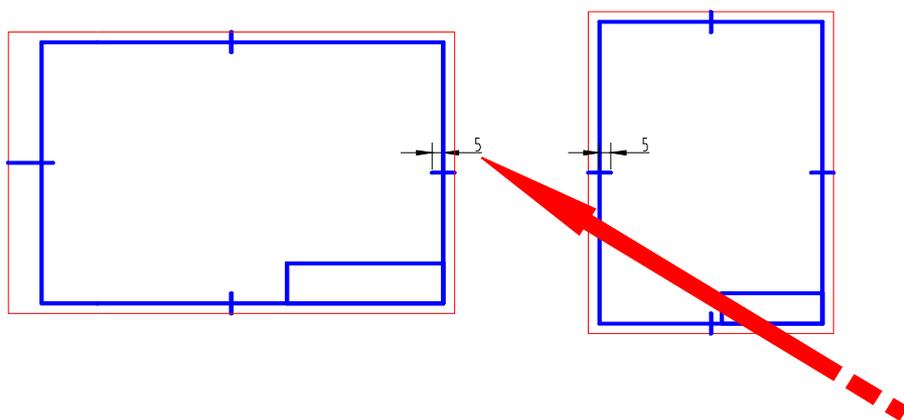


图 1-14 图纸中的对中符号

(2) 方向符号

当图纸上预先印好的标题栏与绘图看图的方向不一致时，可采用图 1-15 (a) 所示的方向符号来表明绘图看图的方向，此时，方向符号应在图纸的下边对中符号处，标题栏应位于图纸右上角。方向符号用细实线绘制的等边三角形表示，其画法如图 1-15 (b) 所示。

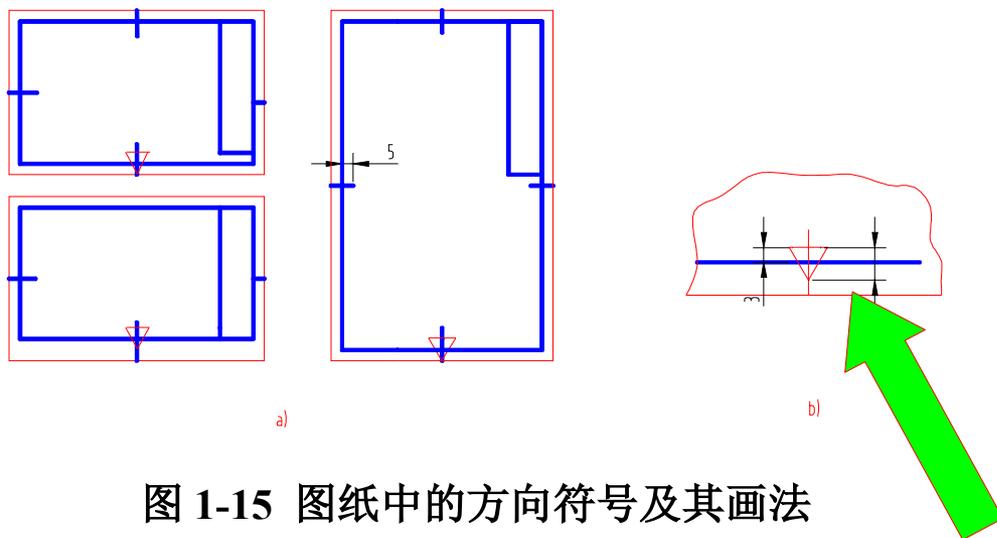


图 1-15 图纸中的方向符号及其画法

(3) 剪切符号

为使图样复制时便于剪切，可在图纸的四角上分别绘出剪切符号。剪切符号可采用直角边为 10 mm 长的黑色等腰三角形，也可将剪切符号画成线宽为 2mm，线长为 10mm 的两条粗线段，如图 1-16 所示。

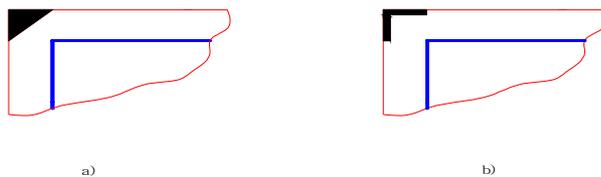


图 1-16 图纸中的剪切符号

1.2.2 比例（GB/T14690-1993，等效采用 ISO 5455）

图样不论采用放大或缩小比例，不论作图的精确程度如何，在标注尺寸时，均应按机件的实际尺寸和角度标注。一般情况下，比例应标注在标题栏中的比例一栏内。比例亦可注写在图名的下方或右侧，如图 1-17 所示。

平面图形1: 200

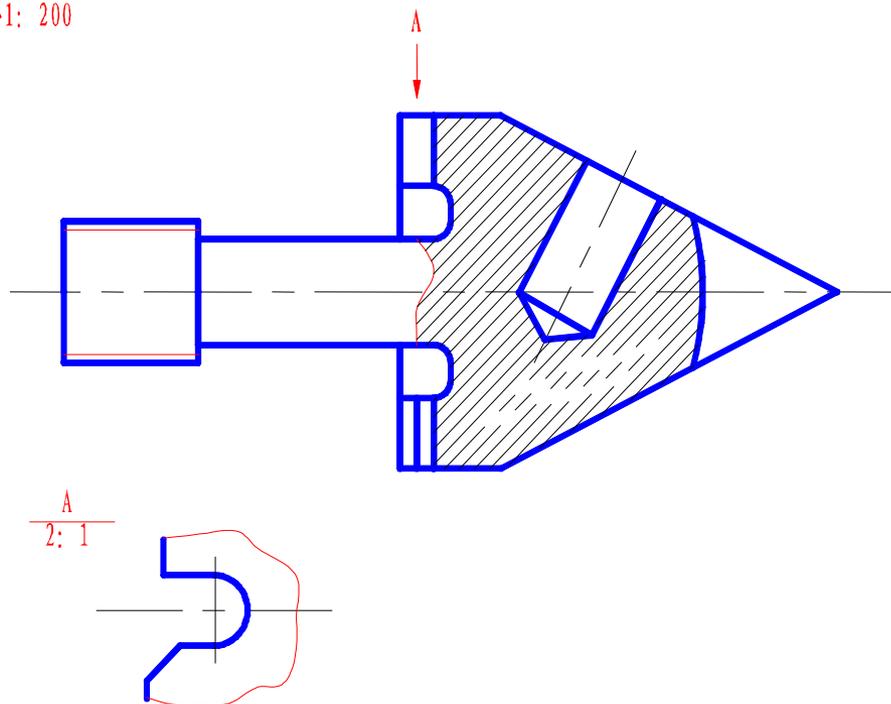


图 1-17 比例的注写

绘图时所用的比例，应根据图样的用途与被绘对象的复杂程度，从表 1-8 和表 1-9 中选用，并优先用表 1-8 中的常用比例，必要时，允许选用表 1-8 中的可用比例。一般情况下，一个图样应选用一种比例。根据专业制图的需要，同一图样可选用两种比例，即某个视图或某一部分可采用不同的比例（例如局部放大图），但必须另行标注。另行标注时，要按图 1-26 所示来标注。

表 1-8 常用比例

原值比例	1: 1
缩小比例	1: 2 1: 5 1: 10 1: 2×10 ⁿ 1: 5×10 ⁿ 1: 10×10 ⁿ
放大比例	5: 1 2: 1 5×10 ⁿ : 1 2×10 ⁿ : 1 1×10 ⁿ : 1

表 1-9 可用比例

缩小比例	1: 1.5 1: 2.5 1: 3 1: 4 1: 6 1: 1.5×10 ⁿ 1: 2.5×10 ⁿ 1: 3×10 ⁿ 1: 4×10 ⁿ 1: 6×10 ⁿ
放大比例	4: 1 2.5: 1 4×10 ⁿ : 1 2.5×10 ⁿ : 1

1.2.3 字体（GB/T14691-1993，等效采用ISO 3098/1 及 3098/2）

工程图纸上的字体均应做到笔画清晰、字体工整、排列整齐，间隔均匀，标点符号应清楚正确。汉字、数字、字母等字体的大小以字号来表示，字号就是字体的高度，用 h 来表示。图纸中字体的大小应依据图纸幅面、比例等情况从国标规定的公称尺寸系列中选用：

1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20（单位）mm。如需书写更大的字，其高度应按 $\sqrt{2}$ 的比值递增，并取毫米的整数。

1. 汉字

图样及说明中的汉字，由于笔画较多，应采用简化汉字书写，必须遵守国务院公布的《汉字简化方案》和有关规定，并用长仿宋字体。长仿宋字体的字高与字宽的比例为 1：2/3，字号不应小于 3.5mm，长仿宋字的基本笔画有：点、横、竖、撇、捺、挑、折、勾等。长仿宋字的书写要领：横平竖直，注意起落，结构匀称、填满方格。

表 1-7 长仿宋字基本笔画示例

名称	横	竖	撇	捺	挑	点	钩
形状							
笔法							

- (1) 横平竖直 横笔基本要平，可稍微向上倾斜一点。竖笔要直，笔画要刚劲有力。
- (2) 注意起落 长仿宋字体的基本笔画为横、竖、撇、捺、挑、点、钩、折。横、竖的起笔和收笔，撇的起笔，钩的转角等都要顿一下笔，形成小三角。几种基本笔画的书写如表 1-7。
- (3) 结构匀称 要注意字体的结构，即妥善安排字体的各个部分应占的比例，笔画布局要均匀紧凑。
- (4) 填满方格 上下左右笔锋要尽可能靠近字格，但也有例外的，如日、口、月、二等字都要比字格略小。长仿宋字体示例如图 1-18。

10号字体

字体工整 笔画清晰 间隔均匀 排列整齐

7号字体

横平竖直 注意起落 结构匀称 填满方格

5号字体

机械制图 螺纹齿轮表面粗糙度极限与配合 化工电子建筑船舶桥梁矿山纺织汽车航空石油

3.5号字体

图样是工程界的技术语言 国家标准《技术制图》与《机械制图》是工程技术人员必须严格遵守的基本规定并备查阅的能力

图 1-18 长仿宋字书写示例

2. 数字和字母

数字和字母（包括阿拉伯数字、罗马数字拉丁字母及少数希腊字母）按笔画宽度 d 与字高的关系情况可分为 A 型（笔画宽度 d 为 $h/14$ ）和 B 型（笔画宽度 d 为 $h/10$ ）。在同一张图纸上只能采用一种字体。其中又有直体字和斜体字之分，一般采用斜体。斜体字的字头向右倾斜，与水平方向的夹角不能小于 7.5° 。但当数字和字母与汉字混合书写时，可写成直体的。其书写示例字母如图 1-19、数字图 1-20 所示。

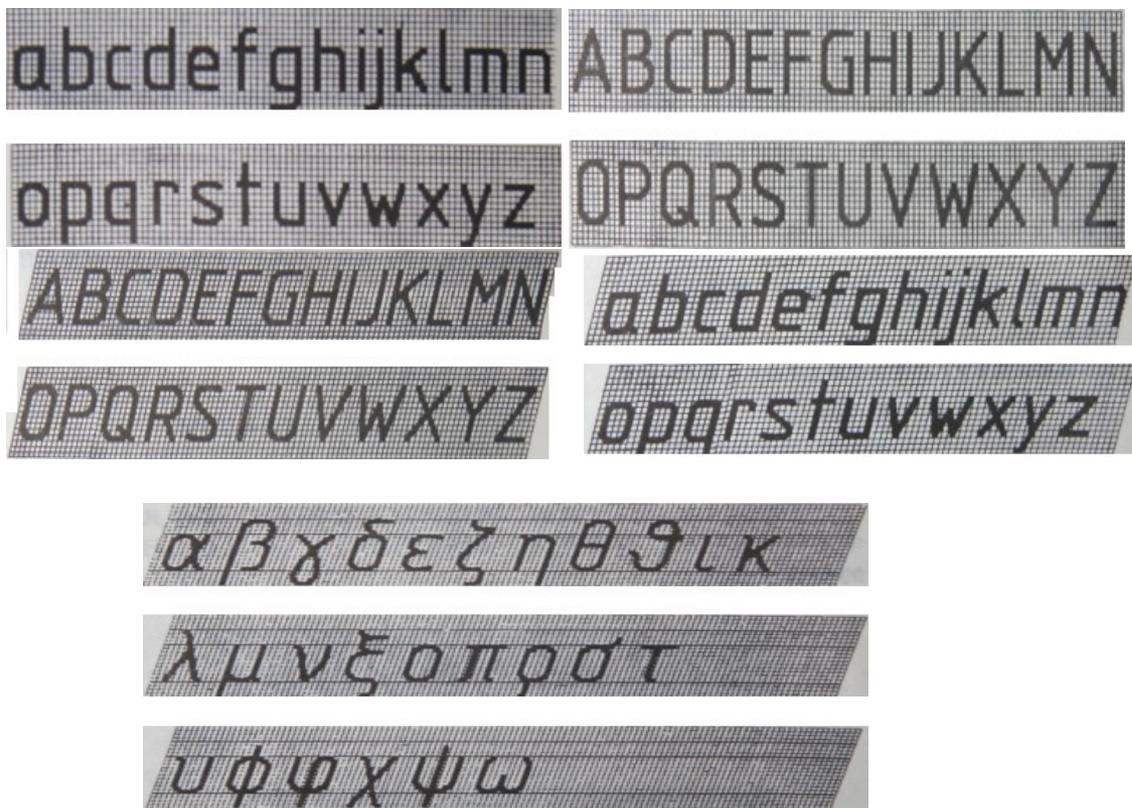


图 1-29 字母书写示例

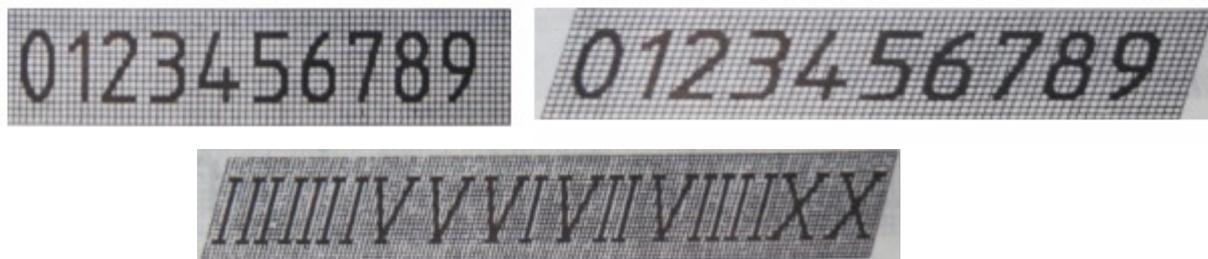


图 1-20 数字书写示例

数字和字母的字高，应不少于 2.5mm。斜体字的高度与宽度应与相应的直体字相等。

3. 其他符号

- (1) 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般应采用小一号的字体。如图 1-21 所示。
- (2) 图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号及其他符号、代号，应分别符合相应的规定。

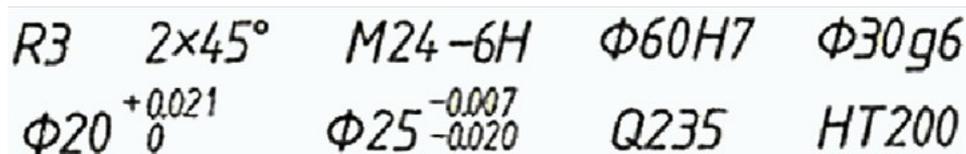


图 1-21 其它符号书写示例

1.2.4 图线（GB/T17450-1998，等同采用 ISO 128-20）

1. 线型及其应用

国家标准规定的基本线型共有 15 种型式，绘图时常用到其中的一小部分，如粗实线、细实线、虚线、点画线、双点画线、波浪线、双折线、粗点画线等，各类线型、宽度、用途如表 1-5 所示，各种线型的应用示例如图 1-22。

表 1-5 图线种类及其应用

	图线名称	图线型式	图线代码 NO.	一般用途
基本线型	粗实线		01. 2	可见棱边线、可见轮廓线、相贯线、螺纹牙顶线、齿顶圆（线）、剖切符号用线等
	细实线		01. 1	过渡线、尺寸线、尺寸界线、指引线、剖面线、重合断面的轮廓线、螺纹牙底线、齿根线等
	虚线		02. 1	不可见棱边线、不可见轮廓线
	粗虚线		02. 2	允许表面处理的表示线
	细点画线		04. 1	轴线、对称中心线、分度圆（线）、剖切线、孔系分布的中心线
	细双点画线		05. 1	相邻辅助零件的轮廓线、可动零件的极限位置轮廓线等
	粗点画线		04. 2	限定范围表示线
基本线型变形	波浪线		01. 1. 21	断裂处的边界线
	双折线		01. 1. 22	断裂处的边界线

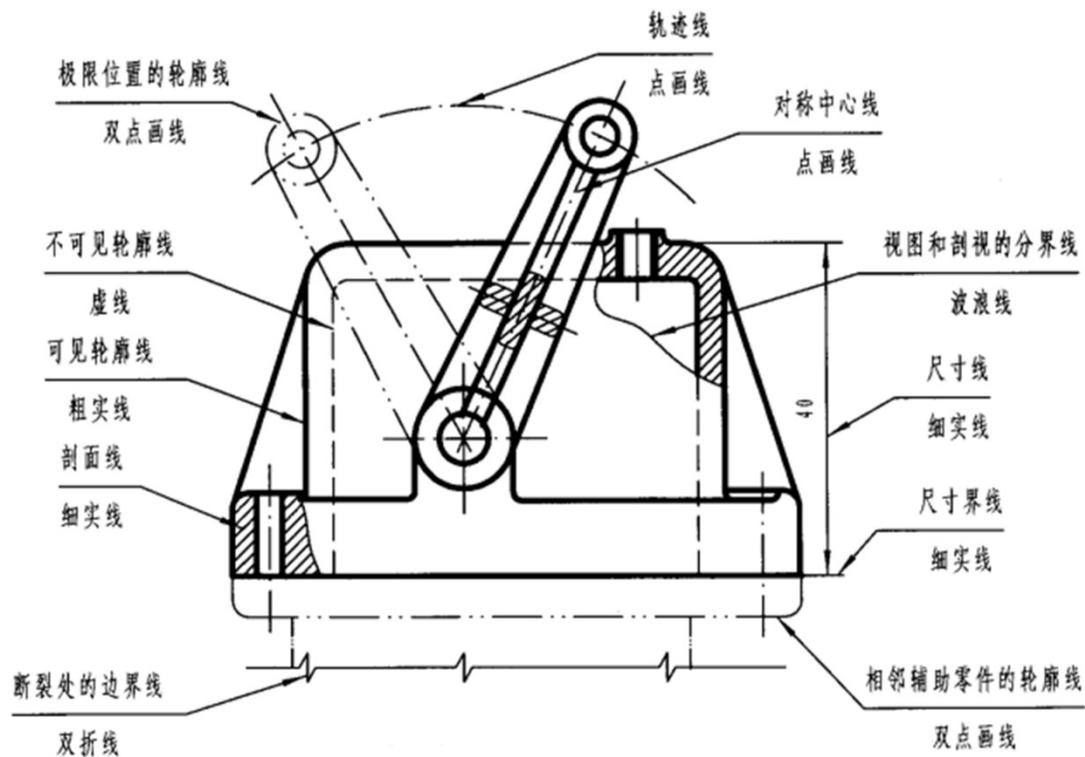


图 1-22 各种线型的应用示例

2. 图线宽度

技术制图中有粗线、中粗线、细线之分，其宽度比率为4：2：1。图线的宽度**b**，宜从下列数系中选取：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2.0（单位均为mm），在机械图样中只采用粗、细两种线宽，其宽度比率为2：1，其中粗线宽度可在表1-5中选择，优先采用0.5 mm和0.7 mm的线宽。

表 1-6 线宽组 （单位：mm）

粗线的宽度系列	0.25	0.35	0.5	0.7	1	1.4	2.0
对应细线的宽度系列	0.13	0.18	0.25	0.35	0.5	0.7	1

3. 图线的画法

- (1) 在同一张图纸内，同类图线的宽度应基本一致。
- (2) 相互平行的图线（包括剖面线），其间隙不宜小于其中的粗线宽度，且不宜小于0.7 mm。
- (3) 虚线、点画线及双点画线的线段长度和间隔应大致相等。
- (4) 单点长画线或双点长画线，当在较小图形中绘制有困难时，可用实线代替。
- (5) 点画线与点画线或点画线与其它图线相交时，应是画相交，而不应是点相交。绘制圆的对称中心线时，圆心应为画的交点。单点画线和双点画线的首末两端应是画而不是点。在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时，可用细实线代替。

(6) 虚线、点画线与其它图线相交（或同种图线相交）时，都应以画相交；当虚线是粗实线的延长线时，粗实线应画到分界点，而虚线应以间隔与之相连。

(7) 图形的对称中心线、回转体轴线等的细点画线，一般要超出图形外约 2—5 毫米。

(8) 图线不得与文字、数字或符号重叠、混淆，不可避免时，应首先保证文字等的清晰。

各种图线相交的画法示例如图 1-23。

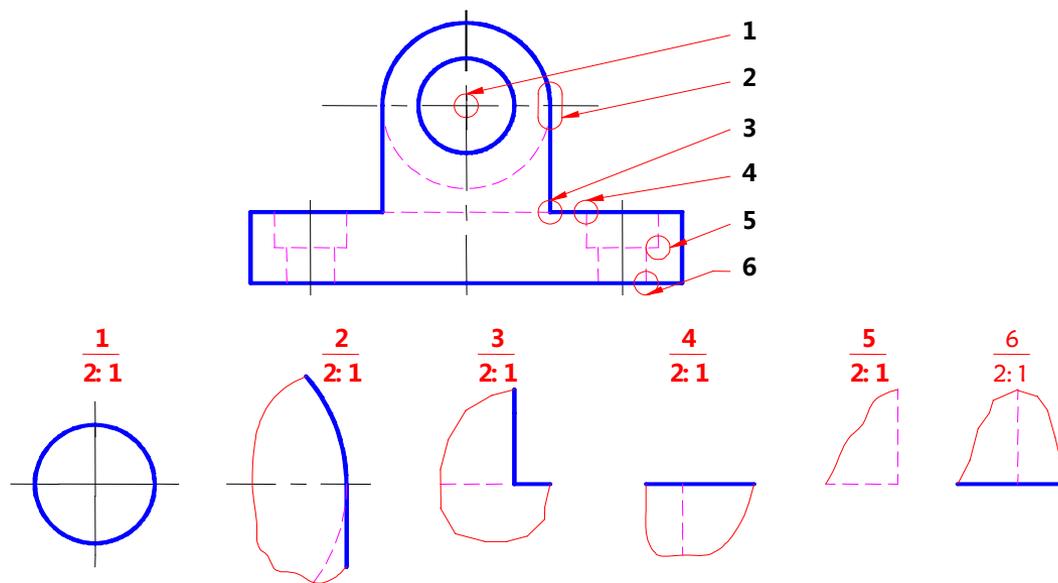


图 1-23 各种图线相交的画法示例

1.3 尺寸标注 (GB/T4458. 4-2003)

1. 基本原则

(1) 机件的真实大小应以图样所注的尺寸数值为依据, 与图形的大小、所使用的比例及绘图的准确程度无关。

(2) 图样中(包括技术要求和其它说明)的尺寸, 以毫米为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称, 若采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位的代号或名称。例如: 角度为 30 度 10 分 5 秒, 则在图样上应标注成 “30°10'5””。

(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. 尺寸的组成

图样上的尺寸包括四个要素: 尺寸界线、尺寸线、尺寸线终端和尺寸数字、符号, 如图 1-24 所示。

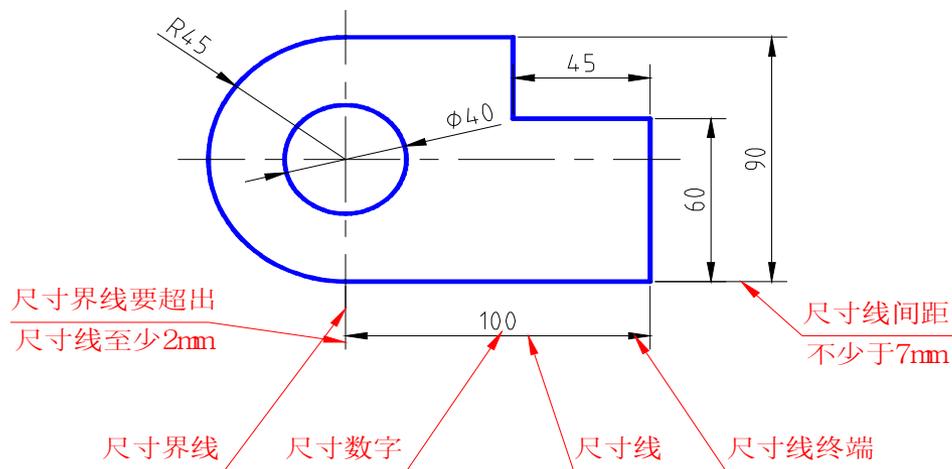


图 1-24 尺寸的组成

(1) 尺寸界线 尺寸界线用来表示所注尺寸的范围界限，应用细实线绘制，一般应与被标注长度垂直，必要时才允许与尺寸线倾斜，如光滑过渡处的标注，但两尺寸界线仍相互平行。其一端应从图样的轮廓线、轴线或对称中心线引出，另一端应超出尺寸线 $2 \sim 5\text{mm}$ 。必要时可直接利用图样轮廓线、中心线及轴线作为尺寸界线。

(2) 尺寸线 尺寸线应用细实线绘制，标注线性尺寸时，应与被注长度平行，与尺寸界线垂直相交，但不应超出尺寸界线外。互相平行的尺寸线，应从被注的图样轮廓线由近向远整齐排列，小尺寸应离轮廓线较近，大尺寸离轮廓线较远。图样轮廓线以外的尺寸线，距图样最外轮廓线之间距离不宜小于 7mm ，平行排列的尺寸线的间距为 $5 \sim 10\text{mm}$ ，并应保持一致。图样上任何图线都不得用作为尺寸线。

(3) 尺寸线终端 尺寸线终端一般用箭头或细斜线绘制，并画在尺寸线与尺寸界线的相交处。箭头的形式如图，适用于各种类型的图样。而细斜线的形式如图，其倾斜方向应以尺寸线为准逆时针旋转 45° 角，长度应为 $2 \sim 3\text{mm}$ 。箭头及斜线尺寸画法分别如图 1-25a、b 所示。在机械图样中一般采用箭头的形式，在土建图样中使用细斜线的形式。不好的箭头形式如图 1-25c 所示。

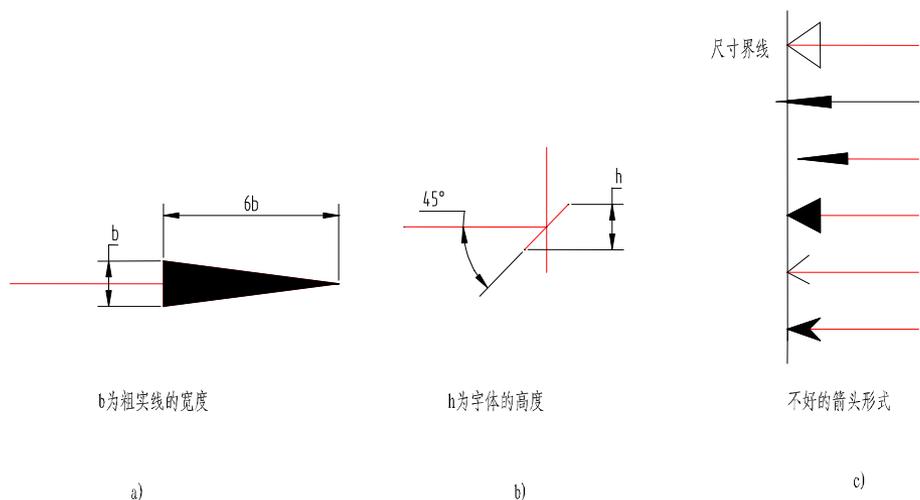
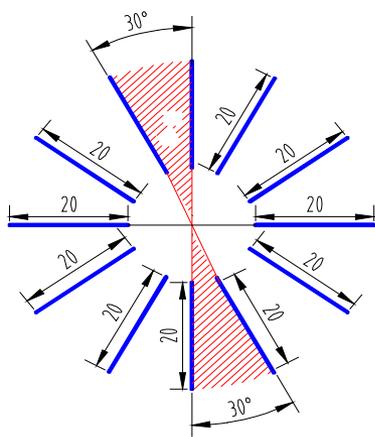


图 1-25 箭头及斜线尺寸画法

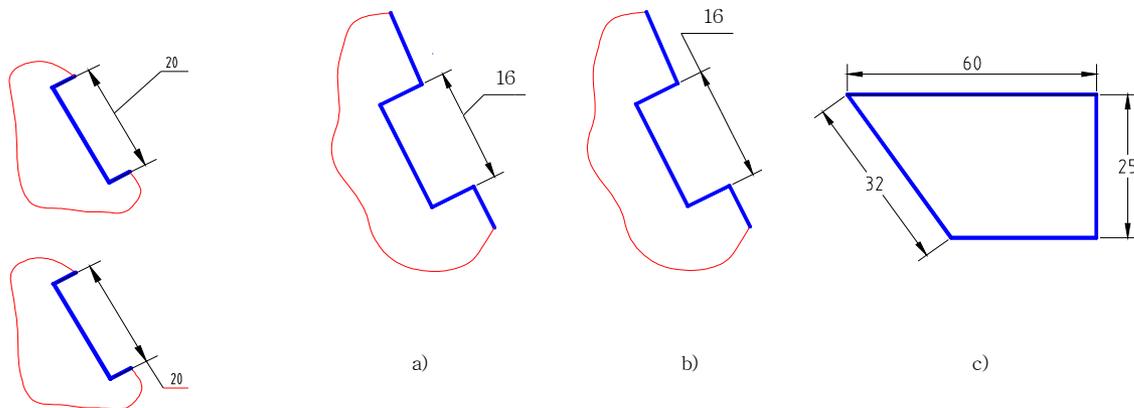
半径、直径、角度与弧长的尺寸线终端应用箭头表示。当尺寸线与尺寸界线互相垂直时，同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。当采用箭头形式时，同一图样上，箭头大小要一致，不随尺寸数值大小的变化而变化，而且在没有足够位置的情况下，允许用圆点或斜线代替箭头，见表 1-10。当尺寸线终端采用细斜线形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

(4) 尺寸数字 国标规定图样上标注的尺寸一律用阿拉伯数字标注其实际尺寸，它与绘图所用比例及准确程度无关，应以尺寸数字为准，不得从图上直接量取。图样上所标注的尺寸，除特别标明的外，一律以毫米（mm）为单位，图上尺寸数字都不再注写单位。

尺寸数字一般注写在尺寸线的中部。水平方向的尺寸，尺寸数字要写在尺寸线的上面，字头朝上；竖直方向的尺寸，尺寸数字要写在尺寸线的左侧，字头朝左；倾斜方向的尺寸，尺寸数字的方向应按图 1-26a 的规定注写。应尽可能避免在图中所示 30° 影线范围内标注尺寸数字，当无法避免时可按 1-26b 的形式注写。对于非水平方向的尺寸数字，在不致引起误解时，其数字也可水平地注写在尺寸线的中断处，如图 1-27 所示，但在同一图样中，应采用同一种方法注写尺寸数字。



a)



a)

b)

c)

图 1-27 非水平方向的尺寸数字的注写方向

图 1-26 尺寸数字的注写方向

尺寸数字如果没有足够的注写位置时，尺寸数字也可引出标注，尺寸数字不可被任何图线穿过，否则必须断开图线，见表 1-10 所示。

当对称机件采用对称省略画法时，该对称构配件的尺寸线应略超过对称符号，仅在尺寸线的一端画尺寸起止符号，尺寸数字应按整体全尺寸注写，其注写位置宜与对称符号对齐，如图 1-28 所示。

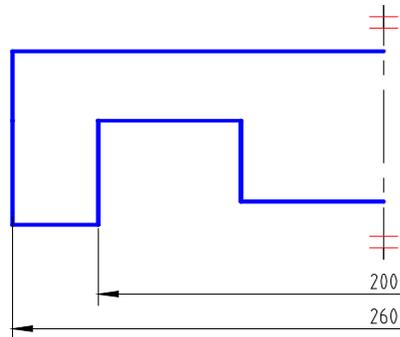


图 1-28 对称机件尺寸标注方法

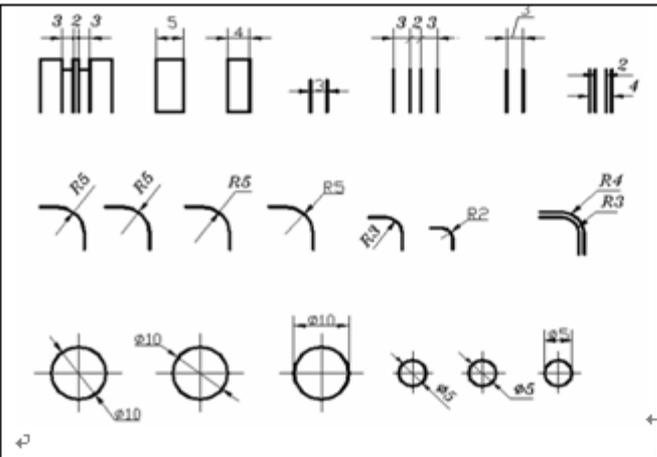
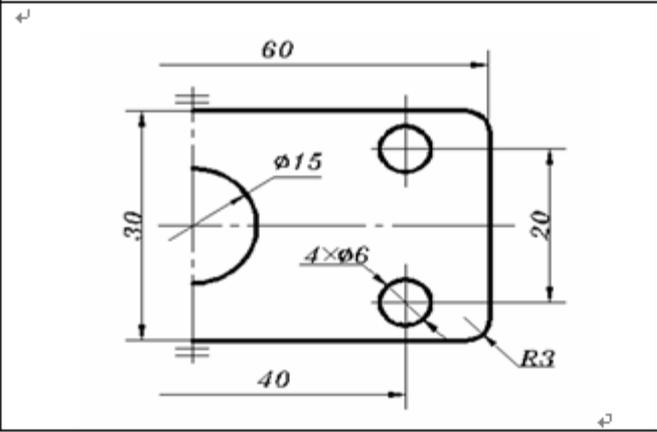
3. 尺寸注法示例

表 1-8 尺寸标注示例

标注内容	示 例	说 明
角度		<p>角度尺寸线应画成圆弧，其圆心是该角的顶点。角度尺寸界线应沿径向引出。</p> <p>角度的数字应一律写成水平方向，一般注写在尺寸线的中断处，必要时也可以注写在尺寸线的上方或外面，也可引出标注。</p>
弧长和弦长		<p>弦长和弧长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线。</p>
		<p>尺寸线应通过圆心，尺寸线的两个终端应画成箭头，在尺寸数字前应加注符号 ϕ。</p>

表 1-10 列出了国标所规定的一些尺寸注法。

<p>圆</p>		<p>当图形中的圆只画出一半或略大于一半时，尺寸线应略超过圆心，此时仅在尺寸线的一端画出箭头。</p> <p>整圆或大于半圆应注直径。</p>
<p>大圆弧</p>		<p>当圆弧的半经过大，或在图纸范围内无法标出其圆心位置时，可按图 a) 的形式标注，若不需要标出圆心位置时，可按图 b) 的形式标注。标注球面的直径或半径时，应在符号“ϕ”或“R”前再加注符号“s”。</p>
<p>圆弧半径</p>		<p>标注圆弧半径时，尺寸线的一端一般应画到圆心，以明确表示其圆心的位置，另一端画成箭头。在尺寸数字前应加注符号“R”。</p> <p>半径尺寸必须注在投影为圆弧的图形上。</p> <p>半圆或小于半圆的圆弧标注半径，如图 b) 所示。</p>
<p>光滑过渡处</p>		<p>在光滑过渡处必须用细实线将轮廓线延长，并从它们的交点处引出尺寸界线，一般应垂直，若不清晰时，则允许尺寸界线倾斜。</p>

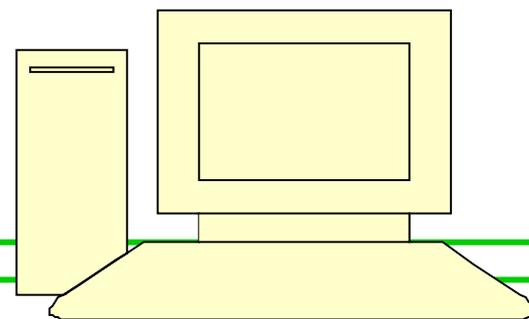
		<p>当遇到连续几个较小的尺寸时，允许用黑圆点或斜线代替箭头。</p> <p>在图形上直径较小的圆或圆弧，在没有足够的</p>
<p>小尺寸</p>		<p>位置画箭头或注写数字时，可按下图的形式标注。</p> <p>标注小圆弧半径的尺寸线，不论其是否画到圆心，但其方向必须通过圆心。</p>
<p>对称机件的标注</p>		<p>当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时，尺寸线应略超过对称中心或断裂处的边界线，此时仅在尺寸线的一端画出箭头。</p>

1.4 几何图形作图

1.4.1 几何作图

1.4.2 斜度和锥度

1.3.3 圆弧连接



返回目

1.4.1 几何作图

1. 线段和角的等分

(1) 线段的任意等分，如图 1-29 所示。

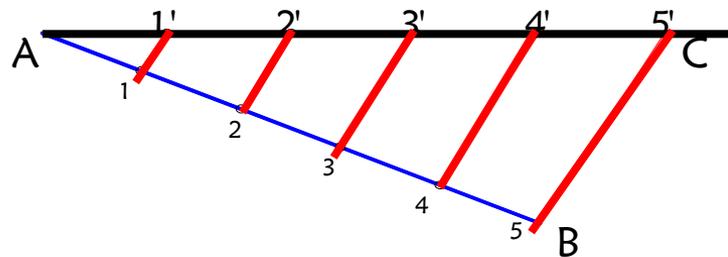


图 1-29 五等分线段 AB

步骤

过线段一端做一长度适合的线 AC

用圆规依次截取相等的五段

连接 B5'
端

过 1', 2', 3', 4' 点做 B5' 的平行线

(2) 两平行线间的任意等分, 如图 1-30 所示。

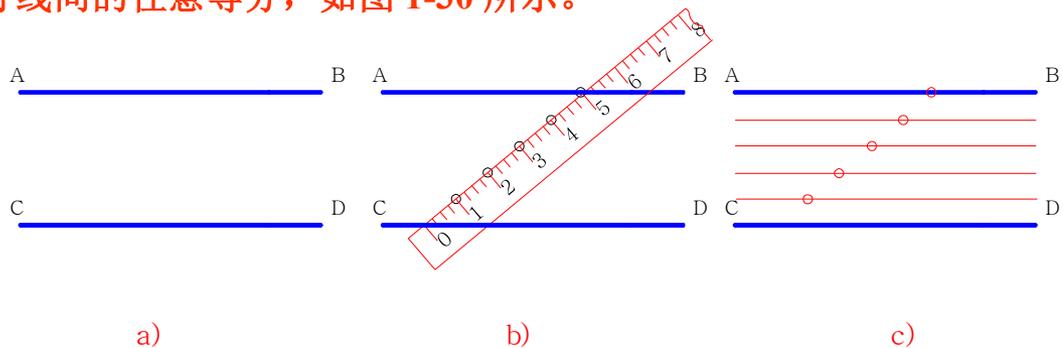


图 1-30 分两平行线 AB 和 CD 之间的距离为五等分

(3) 角的二等分, 如图 1-34 所示

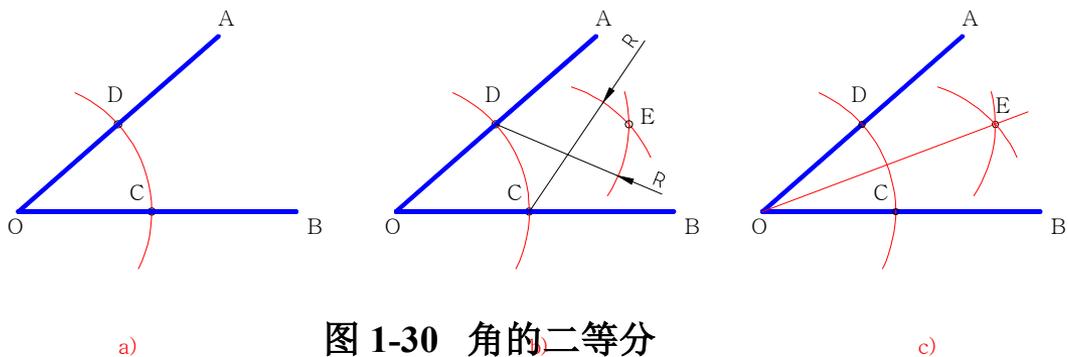


图 1-34 角的二等分

2. 等分圆周作正多边形

(1) 正三角形

1) 用圆规和三角板作圆的内接正三角形, 如图 1-31 所示。

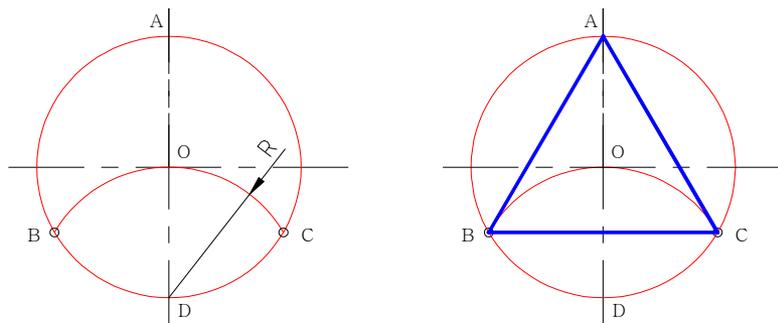


图 1-31 用圆规和三角板作圆的内接正三角形

2) 用丁字尺和三角板作圆的内接正三角形, 如图 1-32 所示

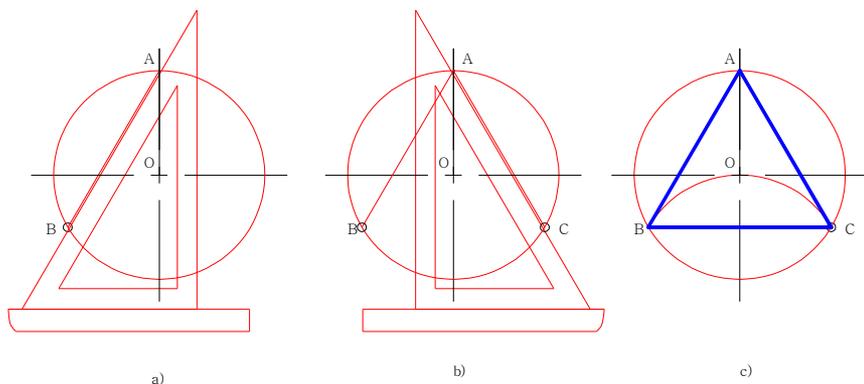


图 1-32 用丁字尺和三角板作圆的内接正三角形

(2) 正四边形

用丁字尺和三角板作圆的内接正方形，如图 1-33 所示

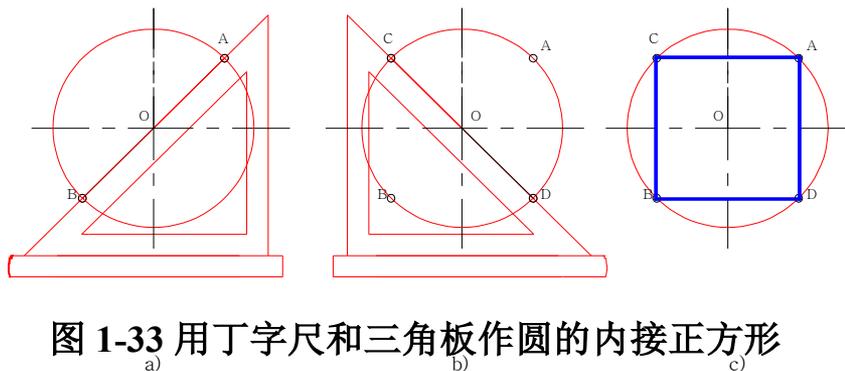


图 1-33 用丁字尺和三角板作圆的内接正方形

(3) 正五边形

作圆的内接正五边形，如图 1-34 所示。

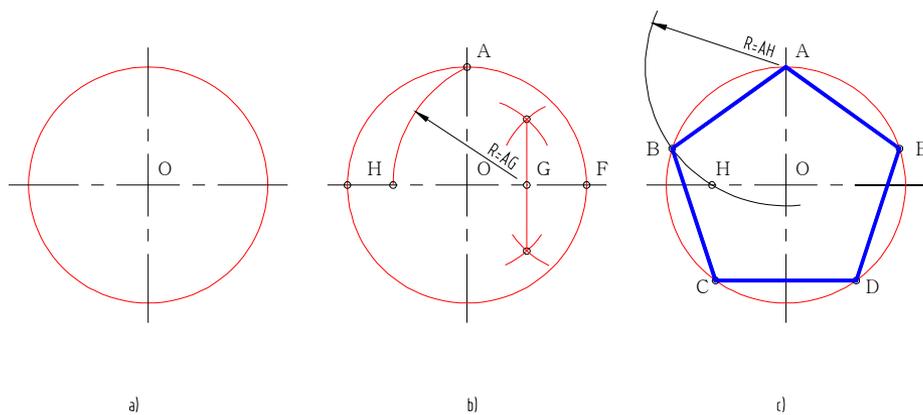


图 1-34 作圆的内接正五边形

(4) 正六边形

作圆的内接正六边形，如图 1-35 所示。

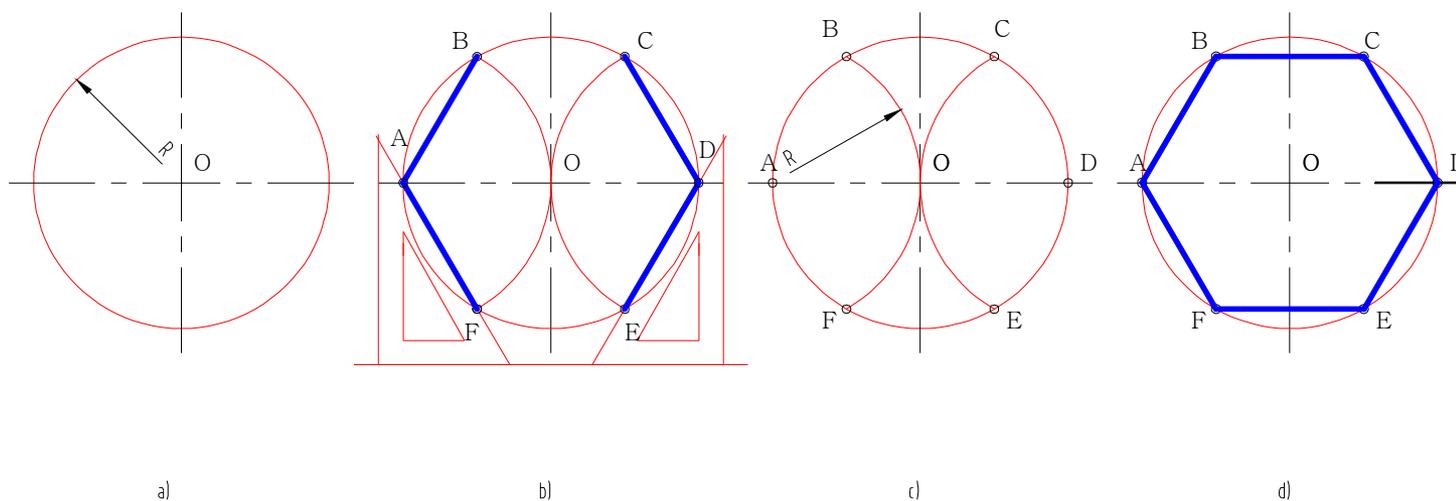


图 1-35 作圆的内接正六边形

(5) 任意正多边形的画法

如图 1-36 所示，以圆内接正七边形为例，说明任意正多边形的画法

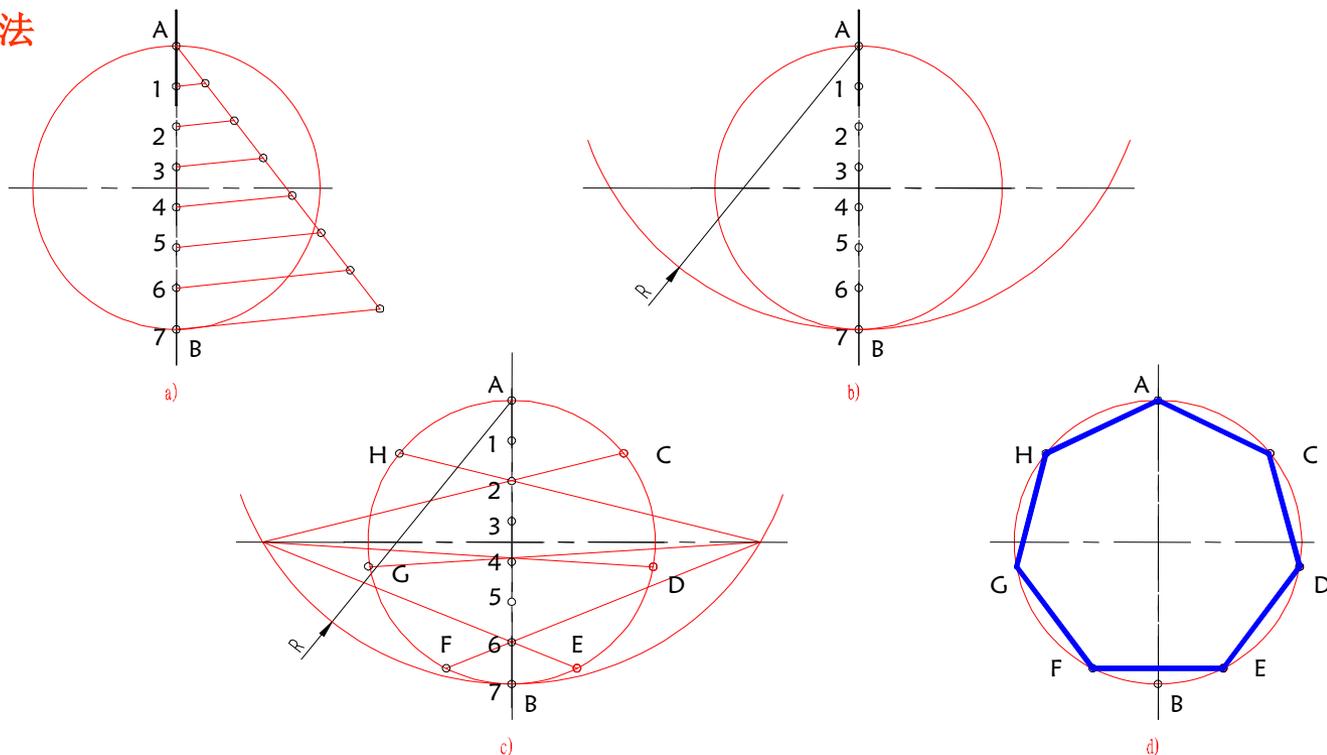


图 1-36 任意正多边形的画法

作图步骤：

- 1) 把直径 AB 分为七等分，得等分点 1、2、3、4、5、6；
- 2) 以点 A 为圆心， AB 长为半径作圆弧，交水平直径的延长线于 E 、 F 两点；
- 3) 从 E 、 F 两点分别向各偶数点（2、4、6）连线并延长相交于圆周上的 I 、 II 、 III 、 IV 、 V 、 VI 点，依次连接 A 、 I 、 II 、 III 、 IV 、 V 、 VI 各点即得所作的正七边形。

3. 椭圆画法

(1) 同心圆法

如图 1-37 所示，已知椭圆长轴 AB 、短轴 CD 、中心点 O ，求作椭圆。

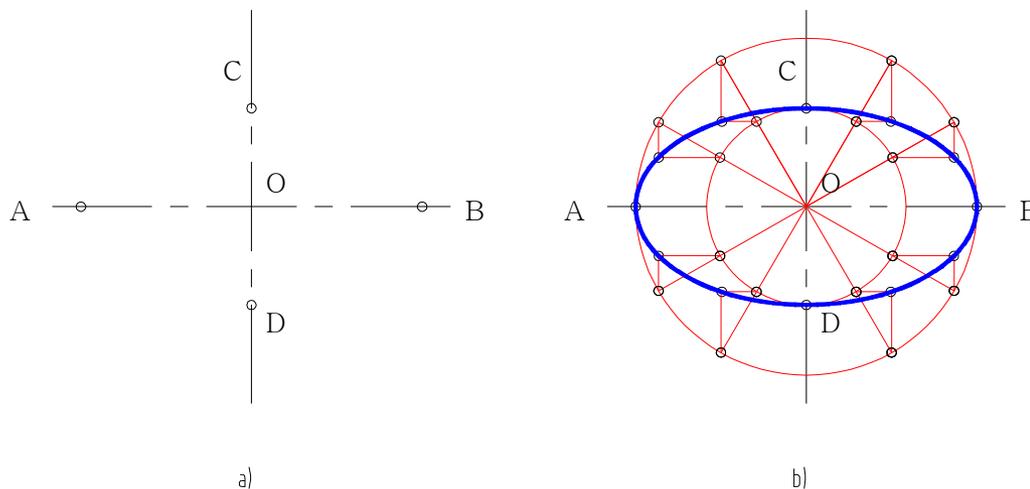


图 1-37 同心圆法画椭圆

作图步骤：

- 1) 以 O 为圆心，以 OA 和 OC 为半径，作出两个同心圆；
- 2) 过中心 O 作等分圆周的辐射线（图中作了 12 条线）；
- 3) 过辐射线与大圆的交点向内画竖直线，过辐射线与小圆的交点向外画水平线，则竖直线与水平线的相应交点即为椭圆上的点；
- 4) 用曲线板将上述各点依次光滑地连接起来，即得所画的椭圆。

(2) 四心圆法

如图 1-38 所示, 已知椭圆长轴 AB、短轴 CD、中心 O, 求作椭圆。

作图步骤:

1) 连接 AC, 在 AC 上截取点 E, 使 $CE=OA-OC$ (图 1-42a);

2) 作线段 AE 的中垂线并与短轴相交于点 O_1 , 与长轴交于点 O_2 (图 1-42b);

3) 在 CD 上和 AB 上找到 O_1 、 O_2 的对称点 O_3 、 O_4 , 则 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 即为四段圆弧的四个圆心 (图 1-42c);

4) 将四个圆心点两两相连, 得出四条连心线 (图 1-42d);

5) 以 O_1 、 O_3 为圆心, $O_1C=O_3D$ 为半径, 分别画圆弧 T_1T_2 和 T_3T_4 , 两段圆弧的四个端点分别落在四条连心线上 (图 1-42e);

6) 以 O_2O_4 为圆心, $O_2A=O_4B$ 为半径, 分别画圆弧 T_1T_3 和 T_2T_4 , 完成所作的椭圆 (图 1-42f)。

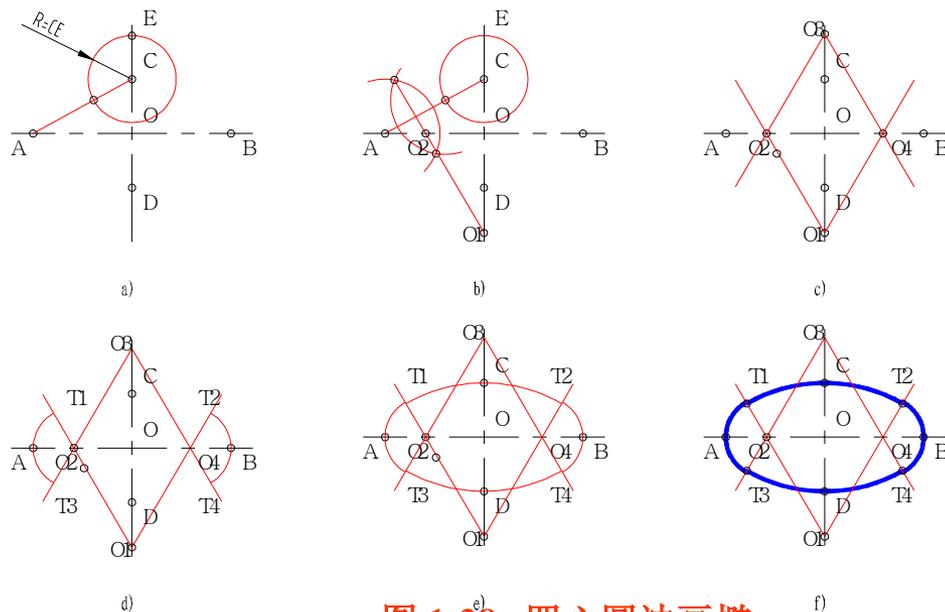


图 1-38 四心圆法画椭圆

这是个近似的椭圆, 它由四段圆弧组成, T_1 、 T_2 、 T_3 、 T_4 为四段圆弧的连接点, 也是四段圆弧相切 (内切) 的切点。

(3) 八点法

如图 1-39 所示，已知椭圆的长轴 AB、短轴 CD，求作椭圆。

作图步骤：

1) 过长短轴的端点 A、B、C、D 作椭圆外切矩形 1234，连接对角线。

2) 以 1C 为斜边，作 45° 等腰直角三角形 1KC。

3) 以 C 为圆心，CK 为半径作弧，交 14 于 M、N；在自 M、N 引短边的平行线，与对角线相交得 5、6、7、8 四点。

4) 用曲线板顺序连接点 A、5、C、7、B、8、D、6、A，即得所求的椭圆。

八点法画得椭圆不太精确。

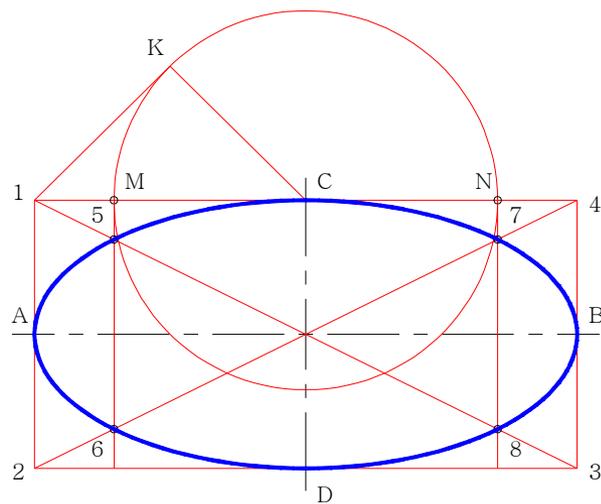


图 1-39 八点法画椭圆

1.3.3 斜度和锥度

1. 斜度

斜度是指一直线（或一平面）对另一直线（或一平面）的倾斜程度。其大小用该两直线（或平面）间夹角的正切来表示，并将比值化为 $1:n$ 的形式，即斜度 = $\tan a = H/L = 1:L/H = 1:n$

斜度的作法及斜度符号的绘制方法如图 1-40：

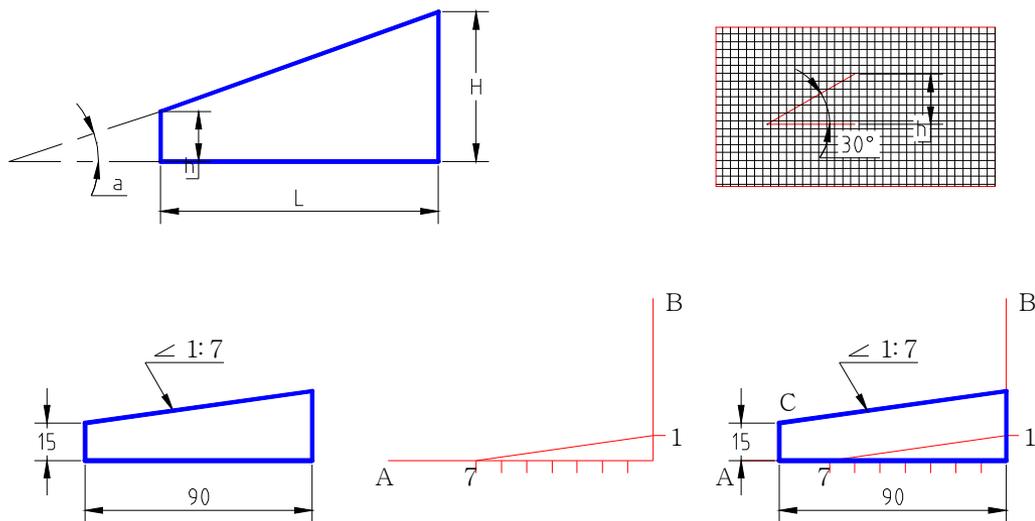
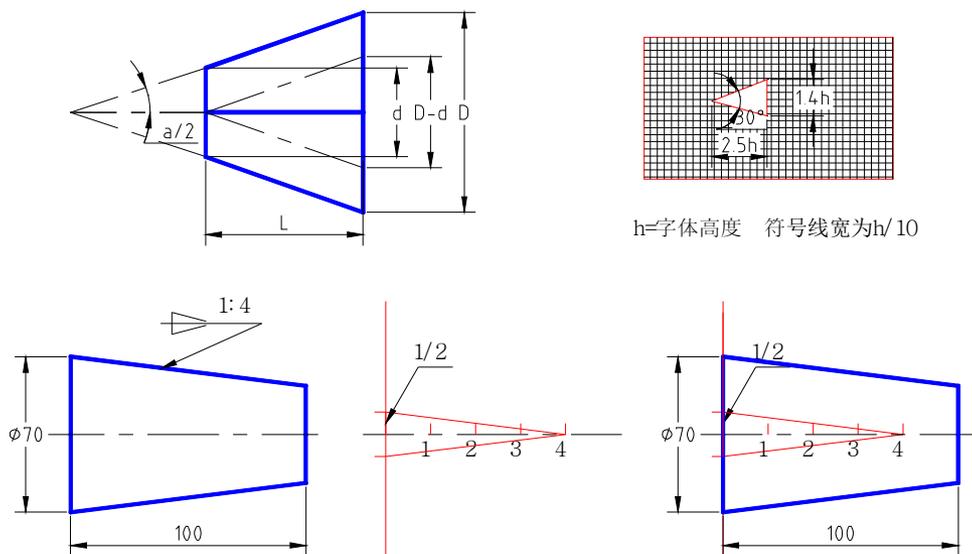


图 1-40 斜度的作法及斜度符号的绘制方法

2. 锥度 (GB / T 15754-1995)

锥度是指正圆锥的底圆直径与圆锥高度之比。如果是锥台，则为两底圆直径之差与其锥台高之比。如下所示： $\text{锥度} = D / H = (D-d)/h = 2 \tan a$

锥度的作法及锥度符号的绘制方法如图 1-41：



h = 字体高度 符号线宽为 $h/10$

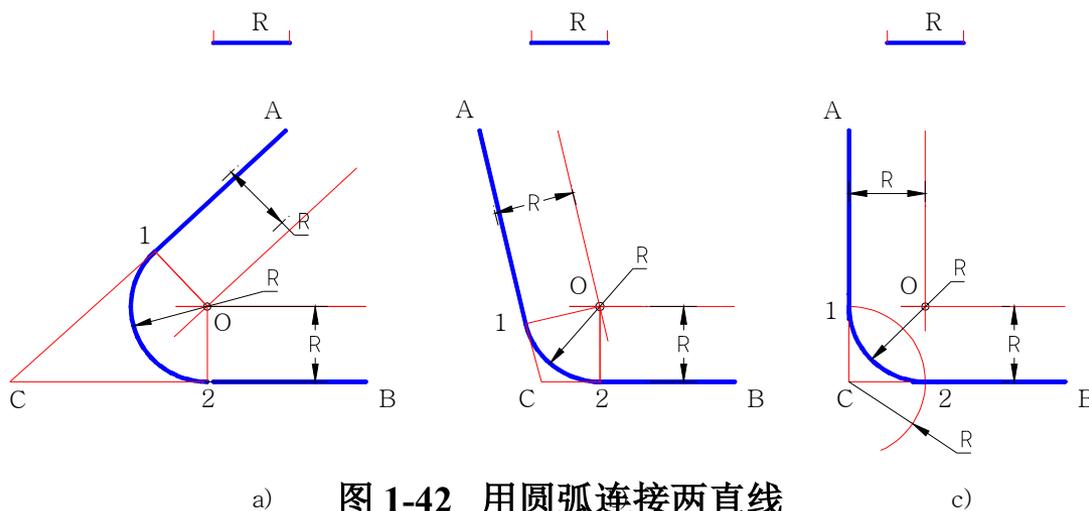
图 1-41 锥度的作法及锥度符号的绘制方法

1.3.3 圆弧连接

绘制平面图形时，经常需要用圆弧将两条直线、一圆弧与一直线或两个圆弧之间光滑地连接起来，这种连接作图称为**圆弧连接**，用来连接已知直线或已知圆弧的圆弧称为**连接圆弧**。圆弧连接的要求就是光滑，而要做到光滑连接就必须使连接圆弧与已知直线、圆弧相切，切点称为**连接点**。为了能准确连接，作图时必须先求出连接圆弧的圆心，再找连接点（切点），最后作出连接圆弧。

1. 用圆弧连接两直线

如图 1-42 所示，已知直线 AC 和 CB，连接圆弧的半径为 R，求作连接圆弧。



a) 图 1-42 用圆弧连接两直线

作图步骤：

- (1) 在直线 AC 上任找一点并以其为垂足作直线 AC 的垂线，再在该垂线上找到垂足的距离为 R 的另一端点，并过该点作直线 AC 的平行线。
- (2) 用同样方法作出距离等于 R 的 BC 直线的平行线。
- (3) 找到两平行线的交点 O 即为连接圆弧的圆心。
- (4) 自点 O 分别向直线 AC 和 BC 作垂线，得垂足 1、2，即为连接圆弧的连接点（切点）。
- (5) 以 O 为圆心、R 为半径作圆弧 12，完成连接作图。

2. 用圆弧连接一直线和一圆弧

如图 1-43 所示，已知连接圆弧的半径为 R ，被连接的圆弧圆心为 O_1 、半径 R_1 以及直线 AB ，求作连接圆弧（要求与已知圆弧外切）。

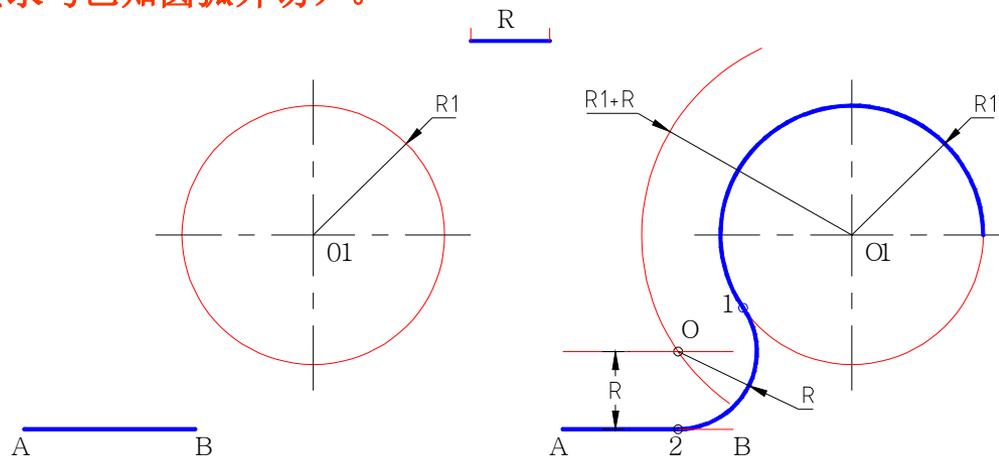


图 1-43 用圆弧连接一直线和一圆弧

作图步骤：

(1) 作已知直线 AB 的平行线，使其间距为 R ，再以 O_1 为圆心、 $R+R_1$ 为半径作圆弧，该圆弧与所作平行线的交点 O 即为连接圆弧的圆心。

(2) 由点 O 作直线 AB 的垂线得垂足 2 ，连接 OO_1 ，与圆弧 O_1 交于点 1 ， 1 、 2 即为连接圆弧的连接点（两个切点）。

(3) 以 O 为圆心， R 为半径作圆弧 12 ，完成连接作图。

3. 用圆弧连接两圆弧

(1) 与两个圆弧外切连接

如图 1-44 所示，已知连接圆弧半径为 R ，被连接的两个圆弧的圆心分别为 O_1 、 O_2 ，半径为 R_1 、 R_2 ，求作连接圆弧。

作图步骤：

1) 以 O_1 为圆心， $R+R_1$ 为半径作一圆弧，再以 O_2 为圆心、 $R+R_2$ 为半径作另一圆弧，两圆弧的交点 O 即为连接圆弧的圆心。

2) 作连心线 O_1O ，它与圆弧 O_1 的交点为 1，再作连心线 O_2O ，它与圆弧 O_2 的交点为 2，则 1、2 即为连接圆弧的连接点（外切的切点）。

3) 以 O 为圆心， R 为半径作圆弧 12 完成连接作图。

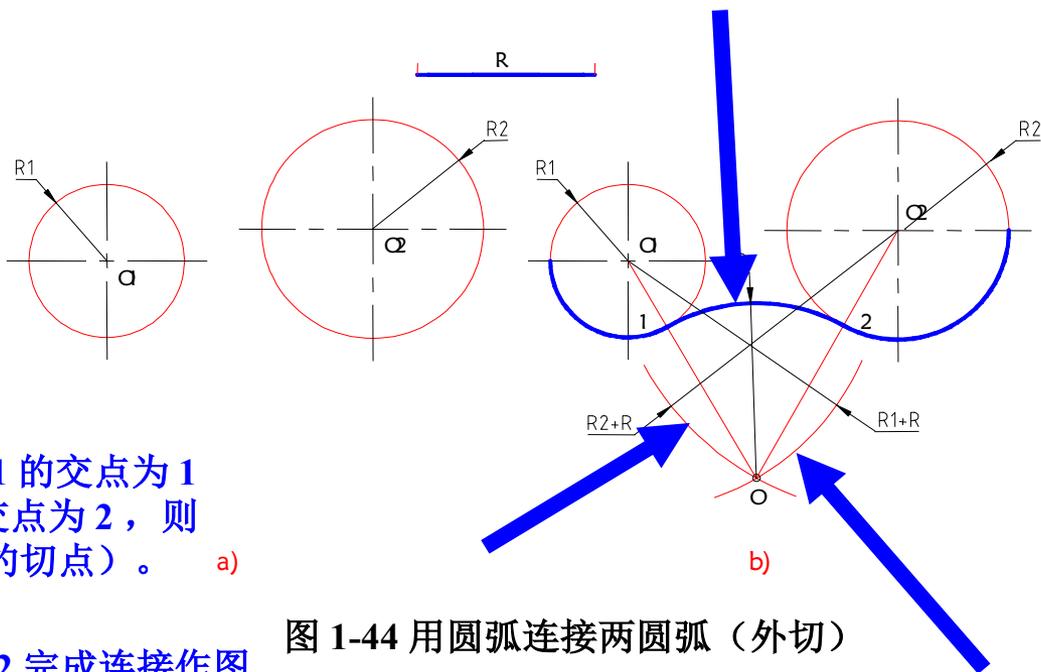


图 1-44 用圆弧连接两圆弧（外切）

(2) 与两个圆弧内切连接

如图 1-45 所示，已知连接圆弧的半径为 R ，被连接的两个圆弧圆心分别为 O_1 、 O_2 ，半径为 R_1 、 R_2 ，求作连接圆弧。

作图步骤：

1) 以 O_1 为圆心， $R-R_1$ 为半径作一圆弧，再以 O_2 为圆心、 $R-R_2$ 为半径作另一圆弧，两圆弧的交点 O 即为连接圆弧的圆心。

2) 作连心线 O_1O_1 ，它与圆弧 O_1 的交点为 1，再作连心线 O_1O_2 ，它与圆弧 O_2 的交点为 2，则 1、2 即为连接圆弧的连接点（内切的切点）；

3) 以 O 为圆心， R 为半径作圆弧 12，完成连接作图。

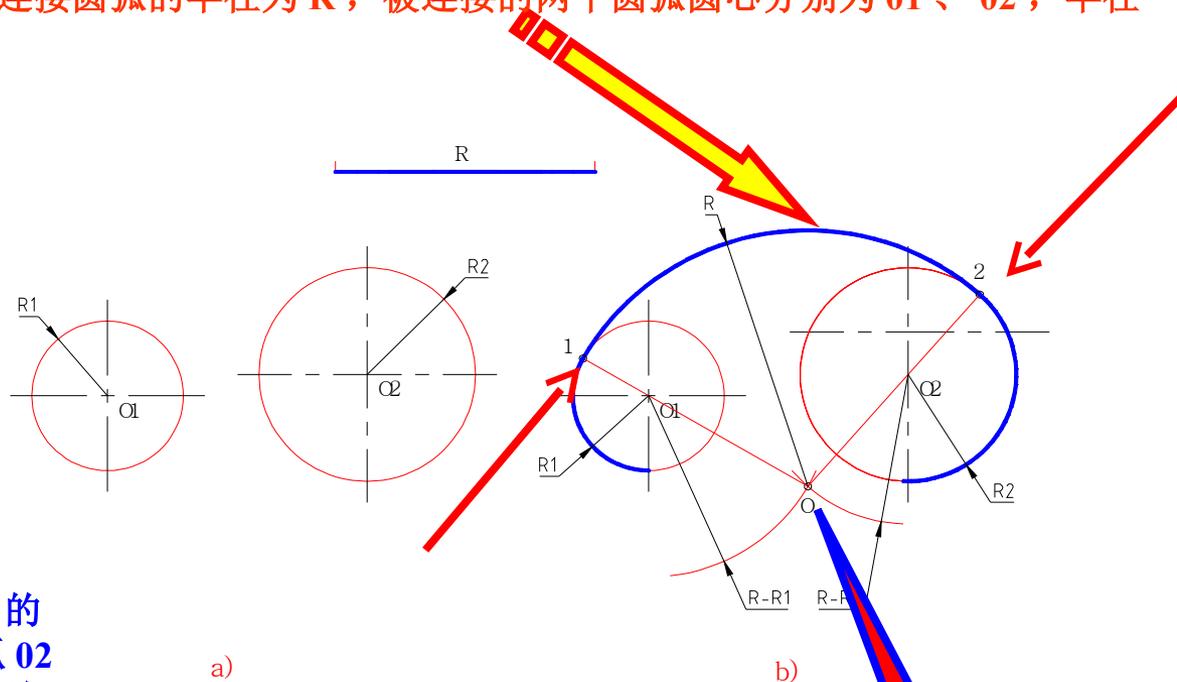


图 1-45 用圆弧连接两圆弧（内切）

圆心
O

(3) 与一个圆弧外切，与另一个圆弧内切

如图 1-50 所示，已知连接圆弧半径为 R ，被连接的两个圆弧圆心为 O_1 、 O_2 ，半径为 R_1 、 R_2 ，求作一连接圆弧，使其与圆弧 O_1 外切，与圆弧 O_2 内切。

作图步骤：

- 1) 分别以 O_1 、 O_2 为圆心， $R+R_1$ 、 $R-R_2$ 为半径作两个圆弧，两圆弧交点 O 即为连接圆弧的圆心。
- 2) 作连心线 O_1O_1 ，与圆弧 O_1 相交于 1；再作连心线 O_1O_2 ，与圆弧 O_2 相交于 2，，则 1、2 即为连接圆弧的连接点（前为外切切点、后为内切切点）；
- 3) 以 O 为圆心， R 为半径作圆弧 12，完成连接作图。

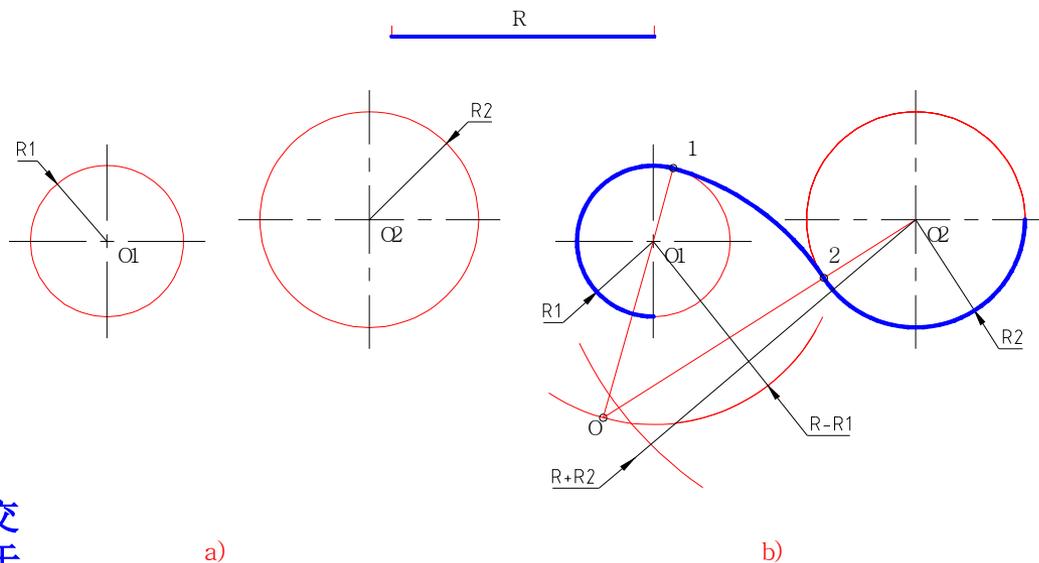


图 1-46 用圆弧连接两圆弧（一外切、一内切）

1.5 平面图形的画法

平面图形是由若干段线段所围成的，而线段的形状与大小是根据给定的尺寸确定的。现以图 1-47 所示的平面图形为例，说明尺寸与线段的关系。

1.5.1 平面图形的尺寸分析

1.5.2 平面图形的线段分析

1.5.3 平面图形的画法

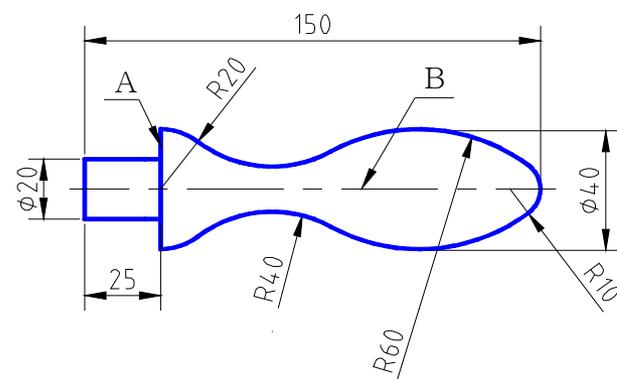
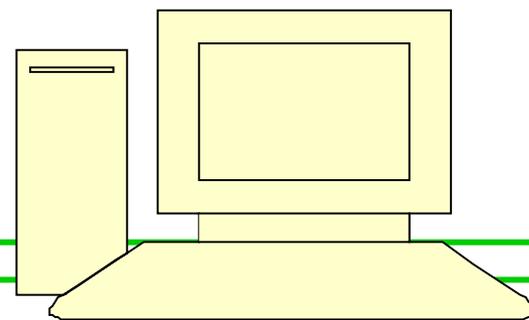


图 1-47 平面图形的尺寸与线段分析



返回目

1.5.1 平面图形的尺寸分析

1. 尺寸基准

尺寸基准是标注尺寸的起点。平面图形的长度方向和高度方向都要确定一个尺寸基准。尺寸基准常常选用图形的对称线、底边、侧边、图中圆周或圆弧的中心线等。在图 1-51 所示的平面图形中，水平中心线 B 是高度方向的尺寸基准，端面 A 是长度方向的尺寸基准。

2. 定形尺寸和定位尺寸

定形尺寸是确定平面图形各组成部分大小的尺寸，如图 1-51 中的 R60、R40、R10、 $\Phi 20$ 等；定位尺寸是确定平面图形各组成部分相对位置的尺寸，如图 1-51 中的 $\Phi 40$ 、长度 25 等，该图中还有的定位尺寸需经计算后才能确定，如半径为 R10 的圆弧，其圆心在水平中心线 B 上，且到端面 A 的距离为 $(150 - (25 + 10)) = 115$ 从尺寸基准出发，通过各定位尺寸，可确定图形中各组成部分的相对位置，通过各定形尺寸，可确定图形中各组成部分的大小。

3. 尺寸标注的基本要求

平面图形的尺寸标注要作到正确、完整、清晰。

尺寸标注应符合国家标准的规定；标注的尺寸应完整，标注的尺寸要清晰、明显，并标注在便于看图的地方。

1.5.2 平面图形的线段分析

在绘制有连接作图的平面图形时，需要根据尺寸的条件进行线段分析。平面图形的圆弧连接处的线段，根据尺寸是否完整可分为三类：

1. 已知线段

根据给出的尺寸可以直接画出的线段称为已知线段。即这个线段的定形尺寸和定位尺寸都完整。如图 1-51 中，圆心位置由尺寸 25、 $(150 - (25 + 10)) = 115$ 确定的半径为 R20、R10 的两个圆弧是已知线段（也称为已知弧）。

2. 中间线段

有定形尺寸，缺少一个定位尺寸，需要依靠两端相切或相接的条件才能画出的线段称为中间线段。如图 1-51 中 R60 的圆弧是中间线段（也称为中间弧）。

3. 连接线段

图 1-51 中圆弧 R40 的圆心，其两个方向定位尺寸均未给出，而需要用与两侧相邻线段的连接条件来确定其位置，这种只有定形尺寸而没有定位尺寸的线段称为连接线段（也称为连接弧）。

1.5.3 平面图形的画法

1. 首先对平面图形进行尺寸分析和线段分析，找出尺寸基准和圆弧连接的线段，拟定作图顺序。

2. 选定比例，画底稿。先画平面图形的对称线、中心线或基线，在顺次画出已知线段、中间线段、连接线段。

3. 画尺寸线和尺寸界线，并校核修正底稿，清理图面。

4. 按规定线型加深，写尺寸数字，再次校核修正。

抄绘图 1-47 所示平面图形的绘图步骤，如图 1-48 所示

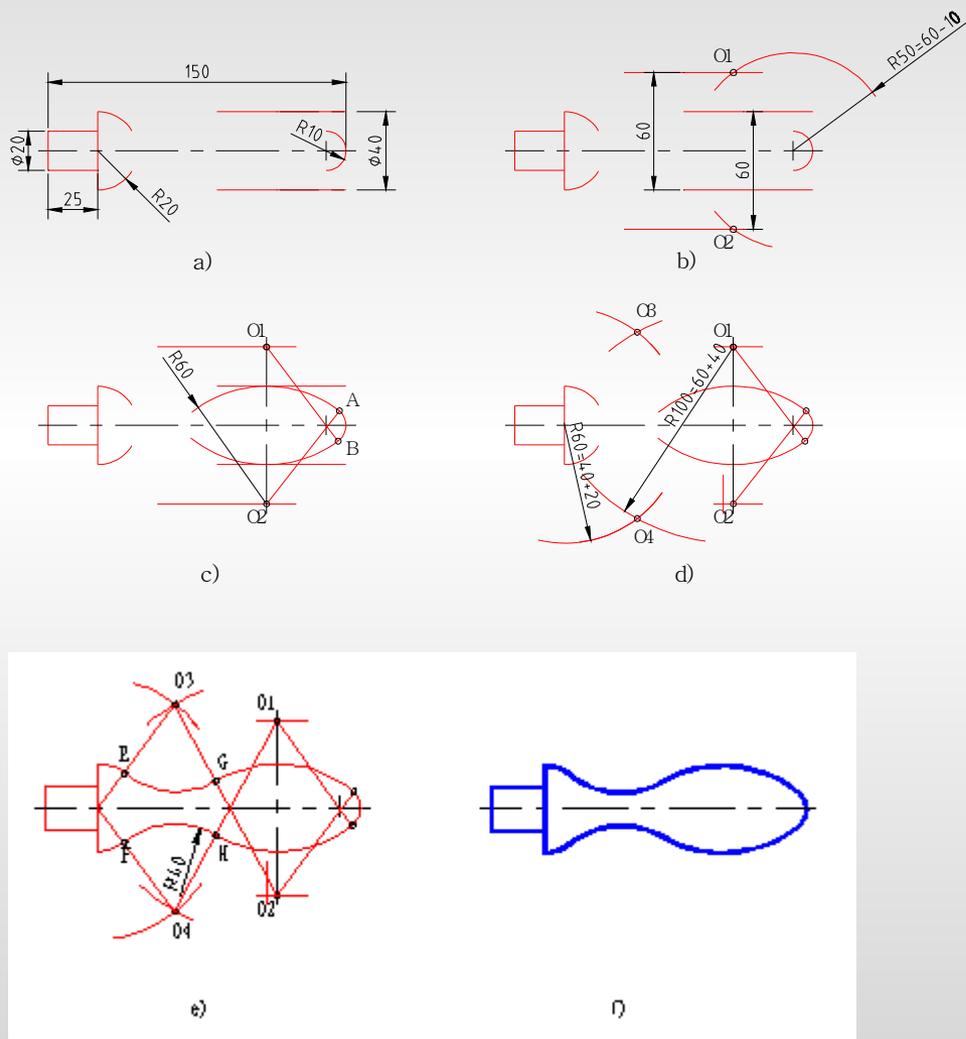
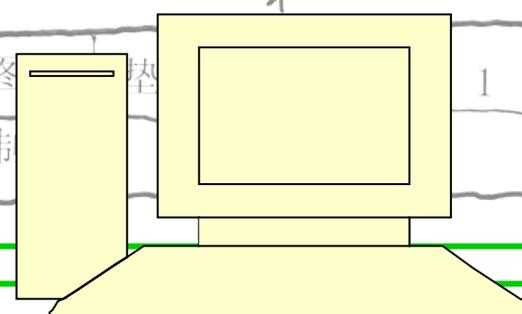
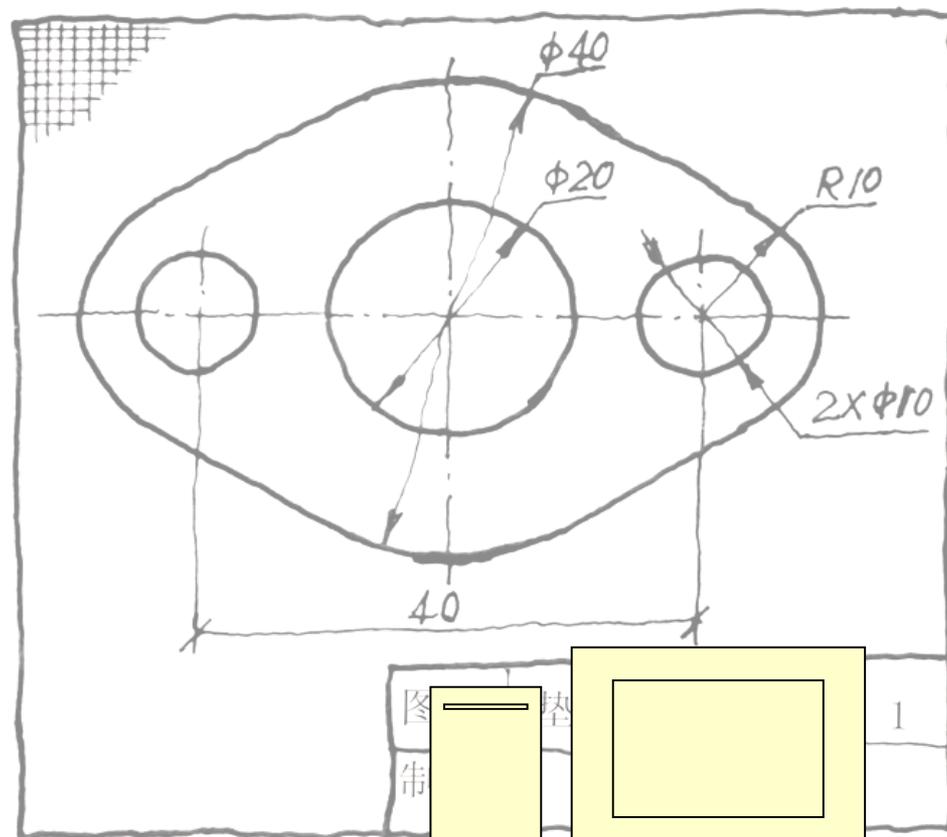


图 1-48 平面图形的画图步骤

1.6 徒手画图



返回目

用绘图仪器画出的图，称为仪器图；不用仪器，徒手作出的图称为草图。草图是技术人员交谈、记录、构思、创作的有力工具。技术人员必须熟练掌握徒手作图的技巧。

草图的“草”字只是指徒手作图而言，并没有允许潦草的含义。草图上的线条也要粗细分明，基本平直，方向正确，长短大致符合比例，线型符合国家标准。画草图的铅笔要软些，例如 B 或 2B，画水平线，竖直线和斜线的方法，如图 1-49 所示。

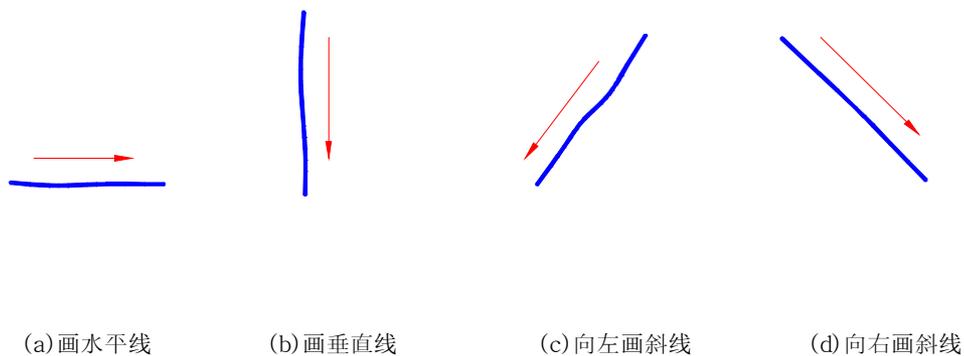


图 1-49 徒手作直线

画草图要手眼并用，作垂直线、等分一线段或一圆弧、截取相等的线段等等，都是靠眼睛估计决定的。徒手画角度的方法与步骤如图 1-50 所示；徒手画圆的方法与步骤如图 1-55 所示；徒手画椭圆的方法与步骤如图 1-51 所示。

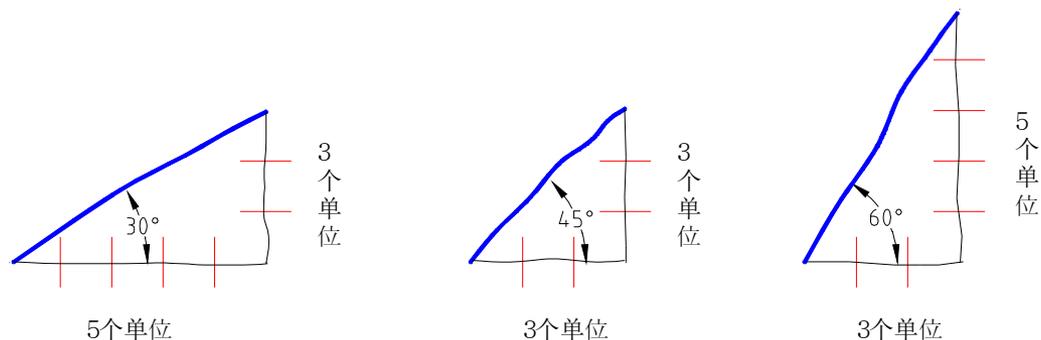


图 1-50 徒手画角度

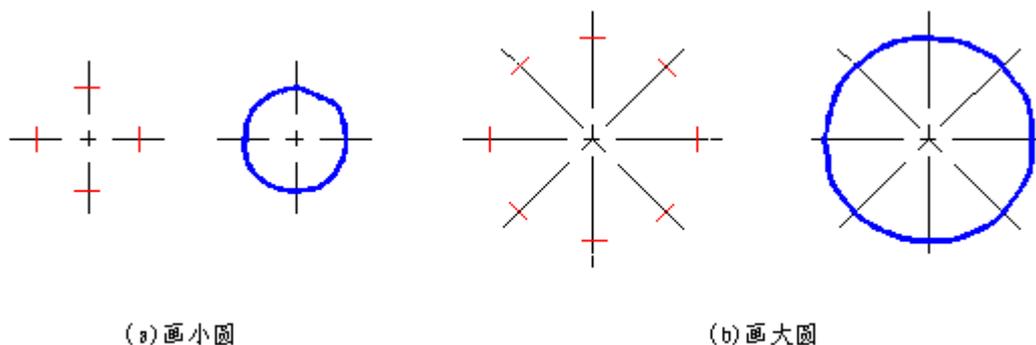


图 1-51 徒手画圆

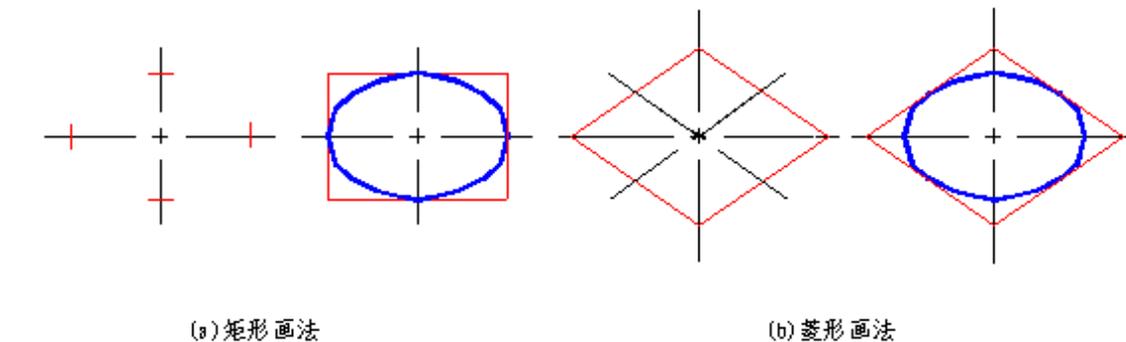


图 1-52 徒手画椭圆

徒手画平面图形时，其步骤与仪器绘图的步骤相同。不要急于画细部，先要考虑大局，即要注意图形的长与高的比例，以及图形的整体与细部的比例是否正确。要尽量做到直线平直、曲线光滑、尺寸完整。初学画草图时，最好画在方格（坐标）纸上，图形各部分之间的比例可借助方格数的比例来解决，如图 1-53 所示。熟练后可逐步离开方格纸而在空白的图纸上画出工整的草图。

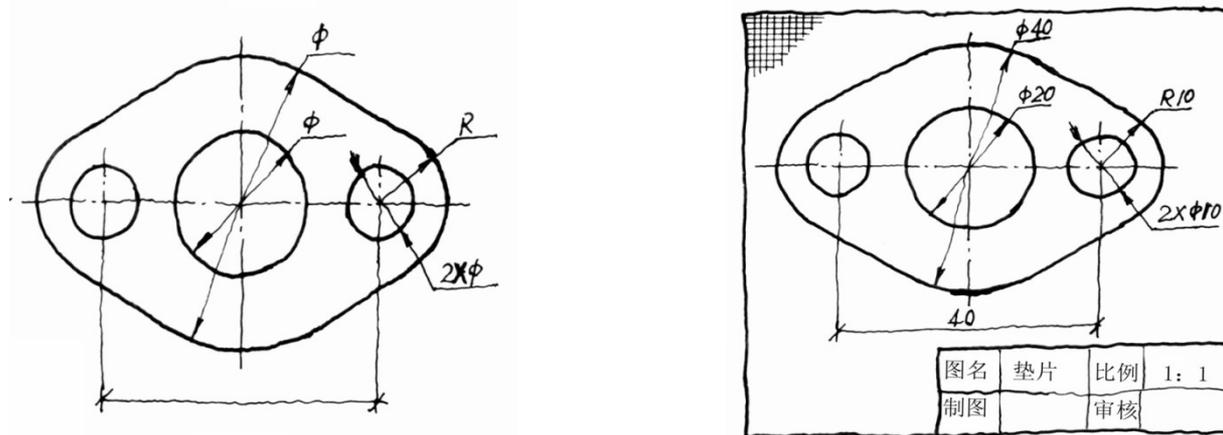


图 1-53 画物体的平面草图