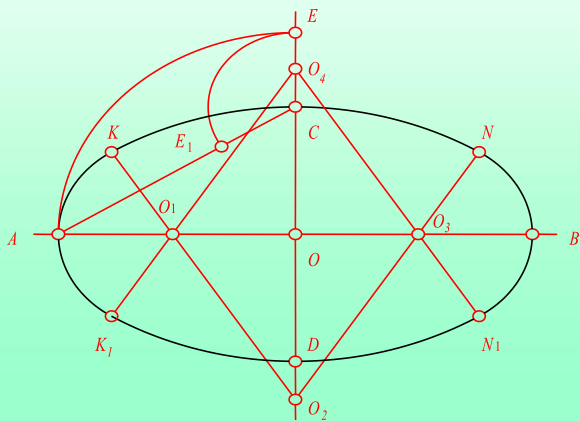






第一章制图基本知识

§ 1-1 绘图工具和用品的使用

§ 1-2 制图的基本规定

§ 1-3 尺寸注法

§ 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 绘图工具 and 用品的使用

一、图板

二、丁字尺

三、三角板

四、圆规

五、分规

六、比例尺

七、曲线板

八、铅笔

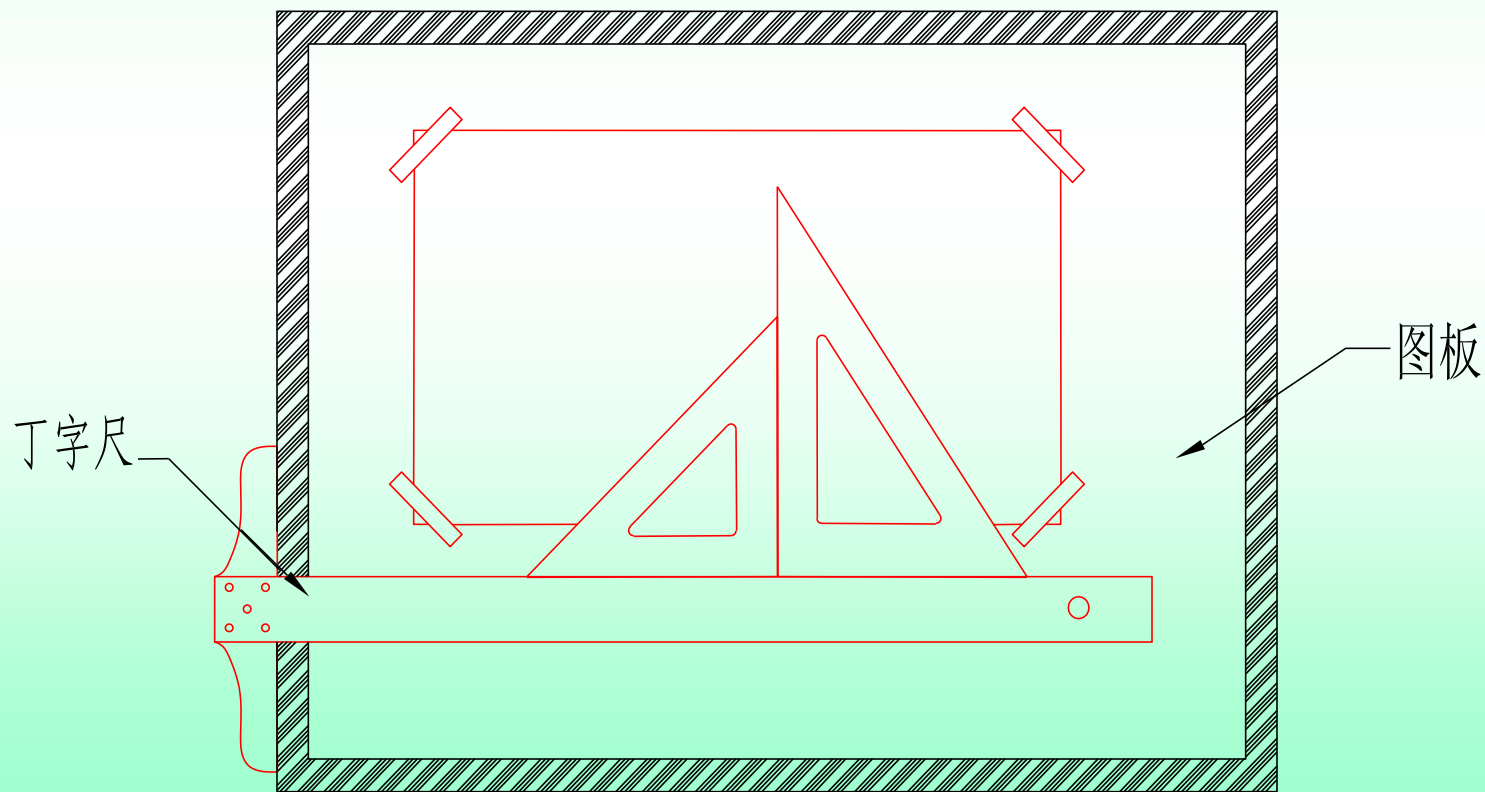
九、绘图纸

十、其他绘图工具



一、图板

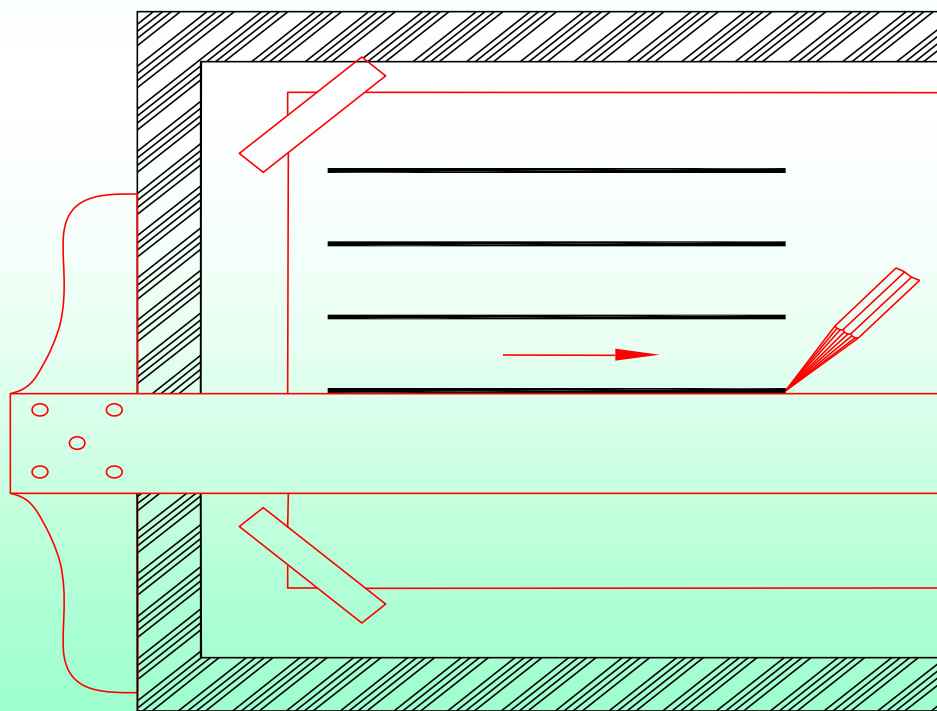
图板是供铺放、固定图纸用的矩形木版。图板一般用胶合板制成,板面要求平整光滑,左侧为导边,必须平直。使用时,应注意保持图板的整洁完好。





二、丁字尺

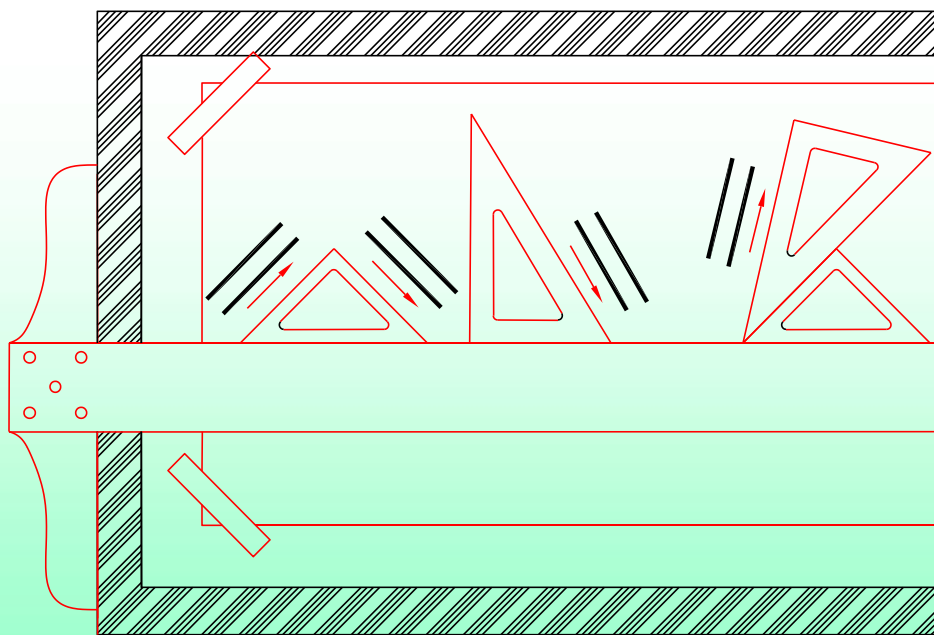
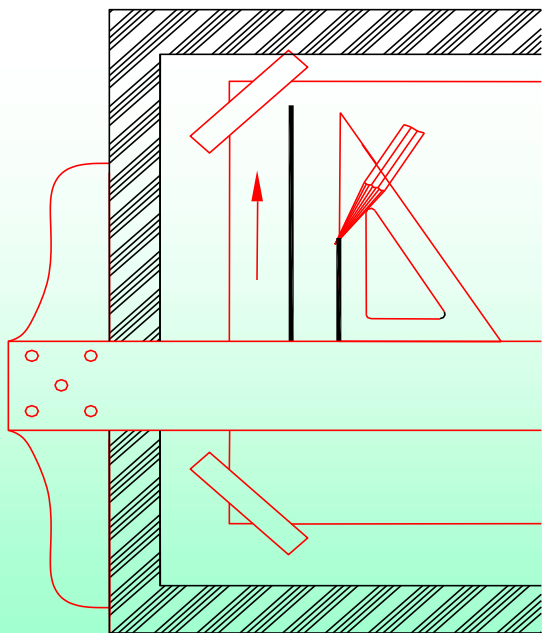
丁字尺由尺头和尺身构成。主要用来画水平线。使用时, 尺头内侧必须靠紧图板的导边, 用左手推动丁字尺上、下移动。移动到所需位置后, 改变手势, 压住尺身, 用右手有左至右画水平线, 如图所示。



三、三角板



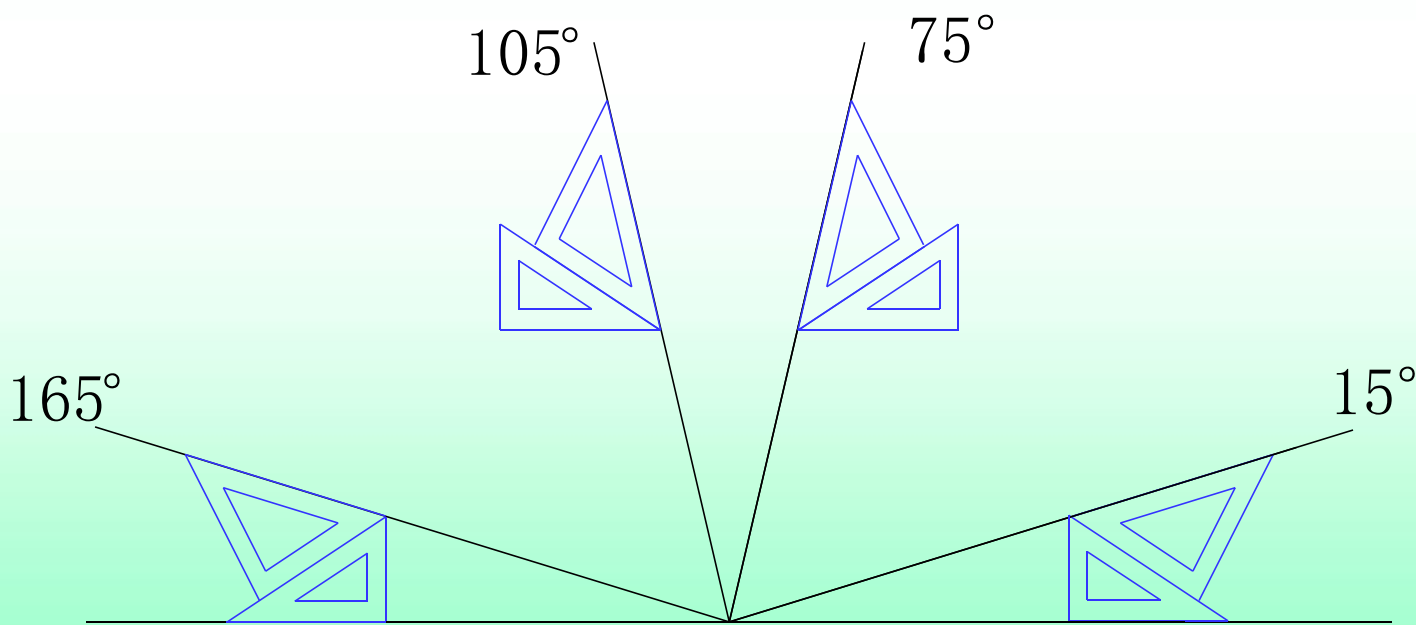
三角板由 45° 和 30° 、 60° 两块合成为一副。将三角板和丁字尺配合使用,可作出垂直线、倾斜线和一些常用的特殊角度,如 15° 、 75° 、 105° 等。如将两块三角板配合使用,还可以画出已知直线的平行线或垂直线,具体如图所示。



三、三角板



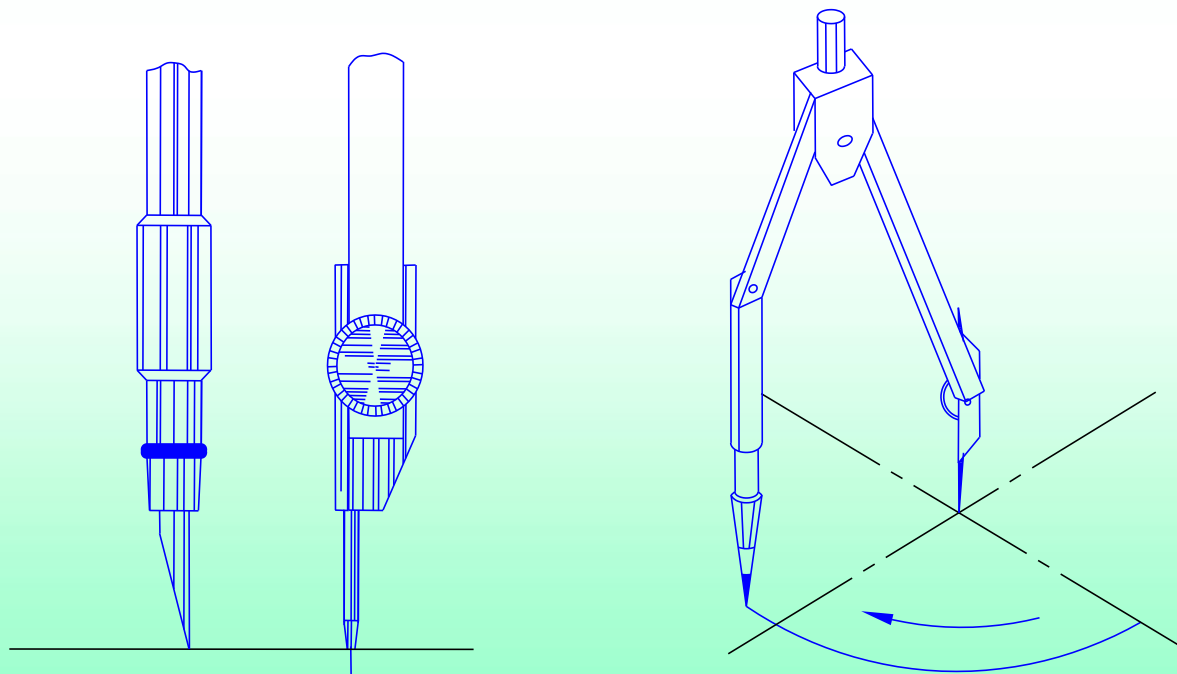
三角板由 45° 和 30° 、 60° 两块合成为一副。将三角板和丁字尺配合使用,可作出垂直线、倾斜线和一些常用的特殊角度,如 15° 、 75° 、 105° 等。如将两块三角板配合使用,还可以画出已知直线的平行线或垂直线,具体如图所示。





四、圆 规

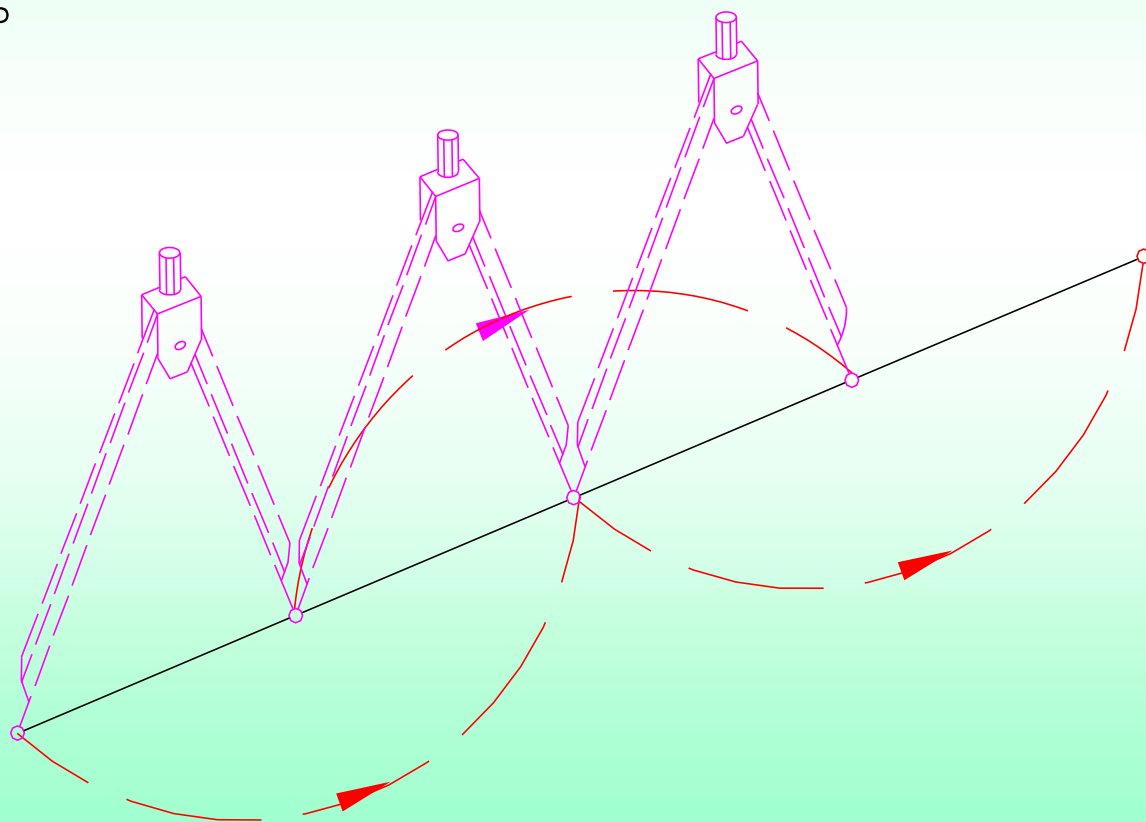
圆规主要用来画圆或圆弧，圆规的附件有：钢针插脚、铅芯插脚、鸭嘴插脚和延伸插杆等。画图时，圆规的钢针应使用有肩台的一端，并使肩台与铅心尖平齐。圆规的使用方法如图所示。





五、分 规

分规是用来截取尺寸、等分线段圆周的工具。分规的两个针尖并拢时应平齐。用分规截取尺寸的手法如图所示。



六、比例尺

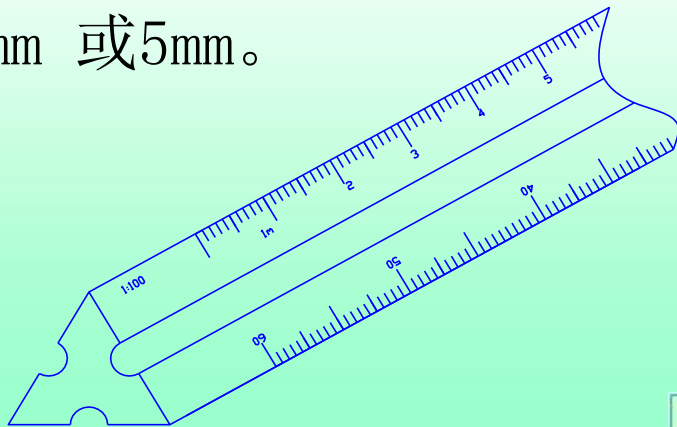


比例尺俗称三棱尺，是供给不同比例的图形使用的。使用时，将比例尺放在图纸的作图部位，根据所需的刻度用笔尖在图纸上作一记号。当同一尺寸需要次数较多时，可用分轨在其上量出，再在图上截取。

1. 刻有1: 100或1: 1000的比例尺，可作1: 1绘图使用，即每一小格刻度为1mm。

2. 刻有1: 200或1: 2000的比例尺，可作1: 2绘图使用，即每一小格刻度为2mm 。

3. 刻有1: 500的比例尺，可作2: 1或1: 5绘图使用，即每一小格刻度为0.5mm 或5mm。



七、 曲线板



曲线板用于绘制不规则的非圆曲线。

(1) 作图时，为保证线条流畅、准确，应先按相应的作图方法定出所需画的曲线上足够数量的点，然后用曲线板联结相关点而成。

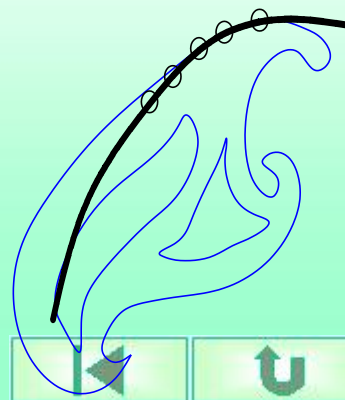
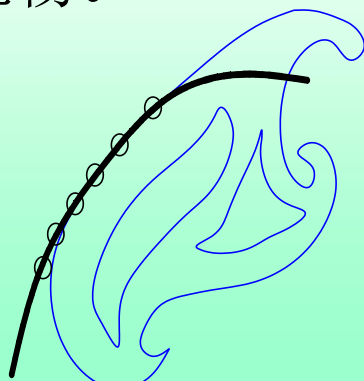
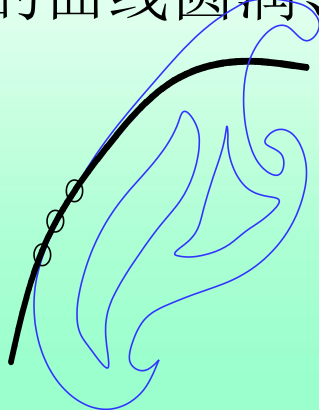
(2) 具体的用法及步骤是：

①按相应的作图法作出曲线上一些点；

②用铅笔徒手把各点依次连成曲线；

③找出曲线板与曲线相吻合的线段，并画出该线段；

④按同样的方法找出下一段，相邻曲线段之间应留一小段共同段作为过渡，即应有一小段与已画曲线段重合，以保证最后画成的曲线圆润、流畅。

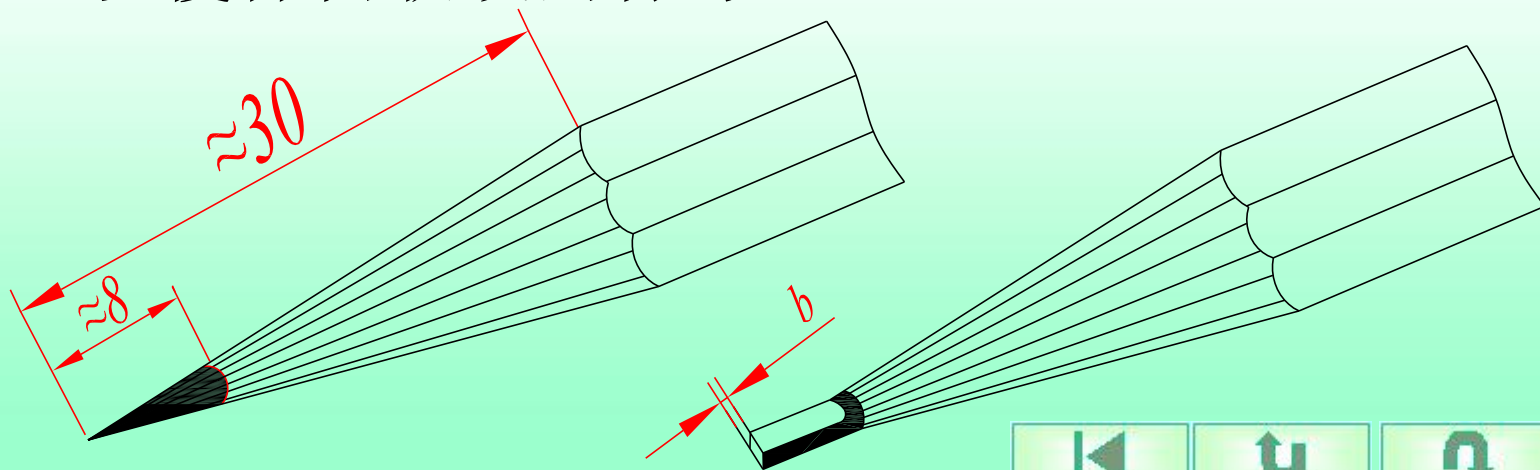


八、铅笔



铅笔分硬、中、软三种。标号有：6 H、5 H、4 H、3 H、2 H、H、H B、2 B、3 B、4 B、5 B和6 B等十三种。6 H为最硬，H B为中等硬度，6 B为最软。

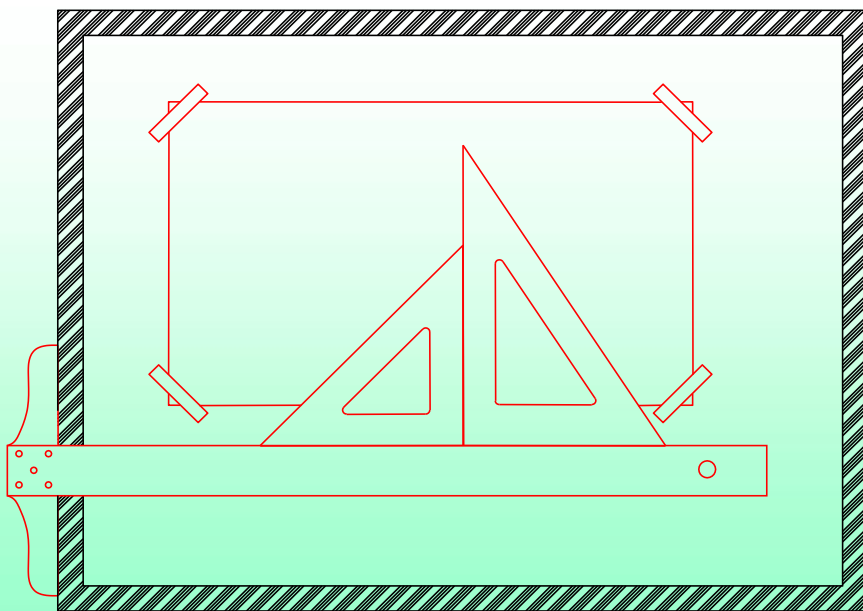
绘制图形底稿时，建议采用2 H或3 H铅笔，并削成尖锐的圆锥形；描黑底稿时，建议采用B或2 B铅笔，削成扁铲形。铅笔应从没有标号的一端开始使用，以便保留软硬的标号。





九、绘 图 纸

绘图纸的质地坚实，用橡皮擦拭不易起毛。必须用图纸的正面画图。识别方法是用橡皮擦拭几下，不易其毛的一面即为正面。画图时，将丁字尺尺头靠紧图板，以丁字尺上缘为准，将图纸摆正，然后绷紧图纸，用胶带纸将其固定在图板上。当图幅不大时，图纸宜固定在图板的左下方，图纸下方留出足够放置丁字尺的地方。





十、其他绘图工具

- | | |
|--------|----------|
| 1. 橡皮 | 7. 打印机 |
| 2. 小刀 | 8. 绘图仪 |
| 3. 砂纸 | 9. 绘图机 |
| 4. 胶带纸 | 10. 毛刷 |
| 5. 直尺 | 11. 绘图模板 |
| 6. 擦图板 | |



§ 1-2 制图的基本规定

国家标准《技术制图》是一项基础技术标准；国家标准《机械制图》是一项机械专业制图标准。它们是图样的绘制与使用的准绳，必须认真学习和遵守。

“GB/T”为推荐性国家标准的代号，“14689”
“4457.4”为标准的批准顺序号，“1993”、“1996”、
“1984”表示标准发布的年号。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689 - 1993）

二、比例（GB/T 14690 - 1993）

三、字体（GB/T 14691 - 1993）

四、图线（GB/T 17450 - 1998）



一、 图纸幅面和格式

1. 图纸幅面
2. 图框格式
3. 标题栏
4. 附加符号



1. 图纸幅面

绘制图样时：(1)应优先采用基本幅面(表1-1)。
(2)必要时,允许选用加长幅面,但加长后幅面的尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。(表1-1)

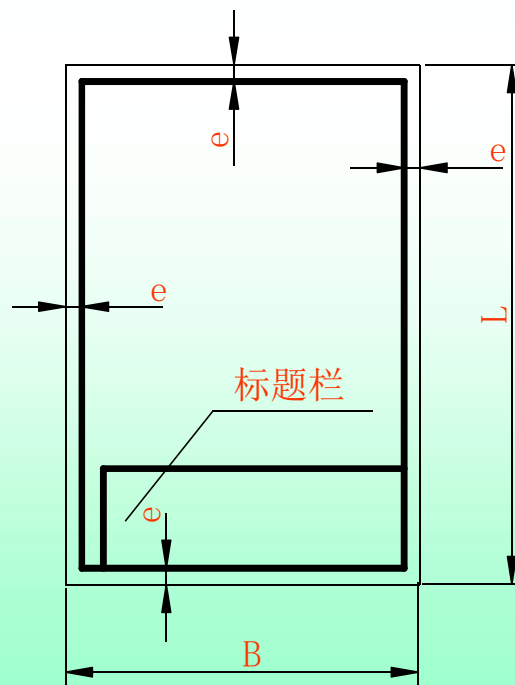
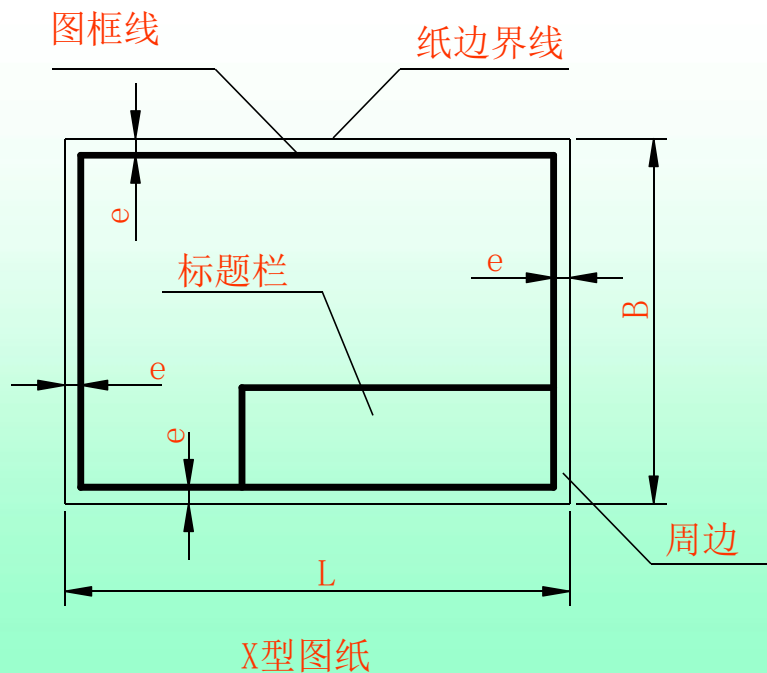
代号	尺寸 $B\times L$	周边尺寸		
		a	e	c
A0	841×1189	25	20	10
A1	594×841		10	
A2	420×594			5
A3	297×420			
A4	210×297			

注：A0号图纸幅面最大，沿长边将其对裁，可获得A1号图纸两张。依此类推，沿某号幅面的图纸的长边对裁就能获得该号的下一号幅面的图纸。



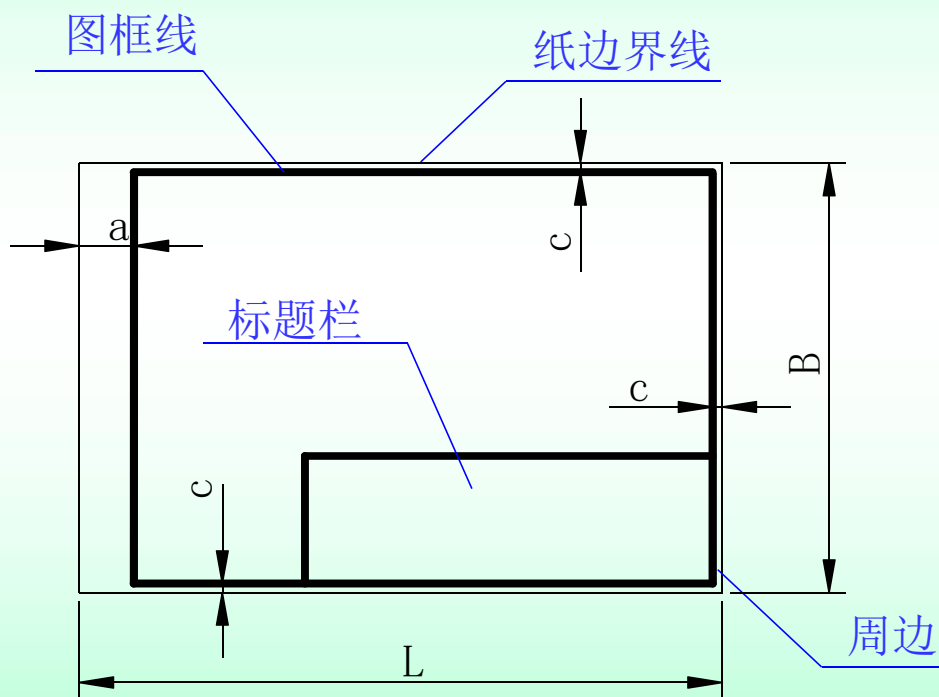
图框格式

图样中的图框由内、外两框组成, 外框用细实线绘制, 大小为幅面尺寸, 内框用粗实线绘制, 图框格式分为留有装订边和不留装订边两种, 两种格式图框周边尺寸 a 、 c 、 e , 同一产品的图样只能采用一种格式。图样绘制完毕后应沿外框线裁边。如图所示为不留装订边图框格式。

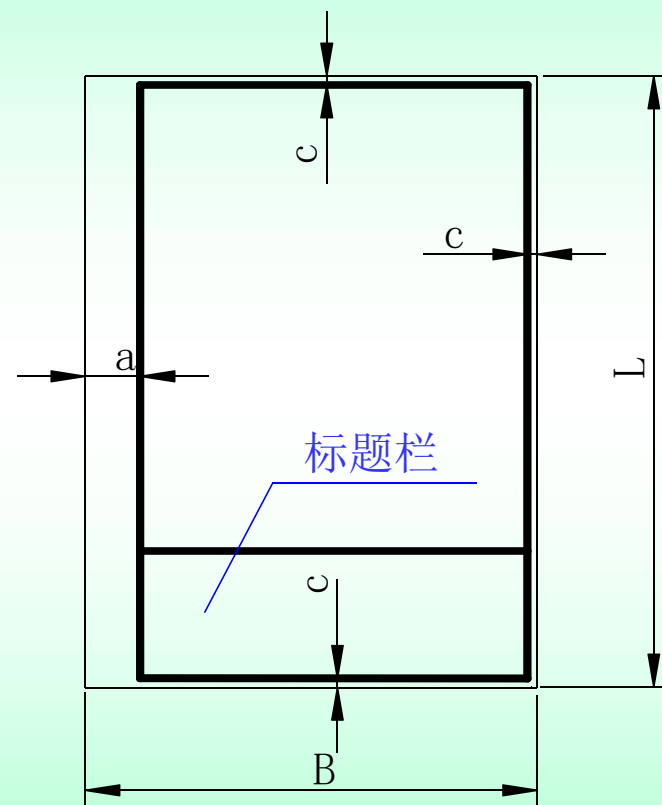




如图所示为留有装订边图框格式。尺寸表1-1



X型图纸



Y型图纸



3. 标题栏

(1) 每张技术图样中均应画出标题栏。标题栏的格式和尺寸按GB10609.1-1989的规定。作业中可以采用下图简化后标题栏。

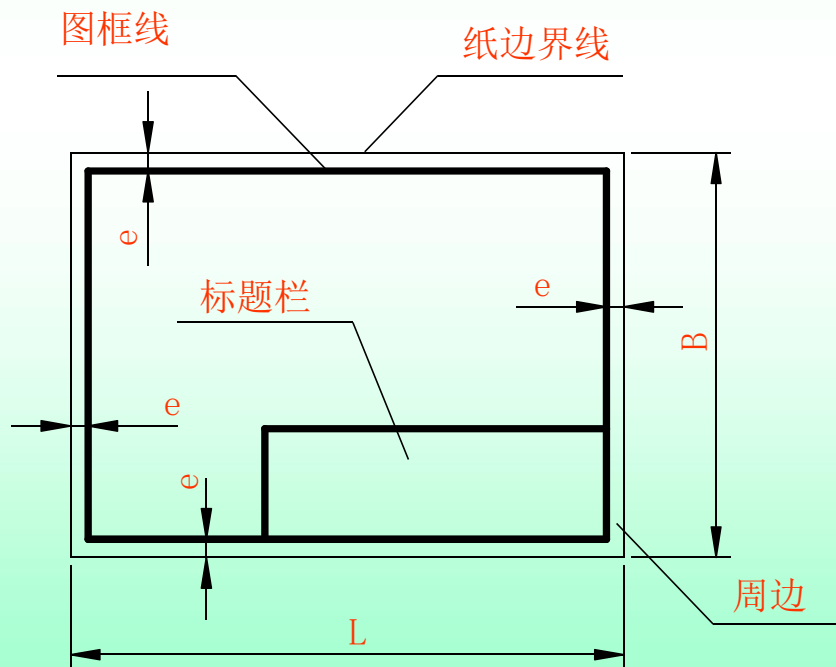
(图名)			比例	数量	材料	图号
制图	(姓名)	(学号)	(校名、班级)			
设计						
审核						

Dimensions (in mm):

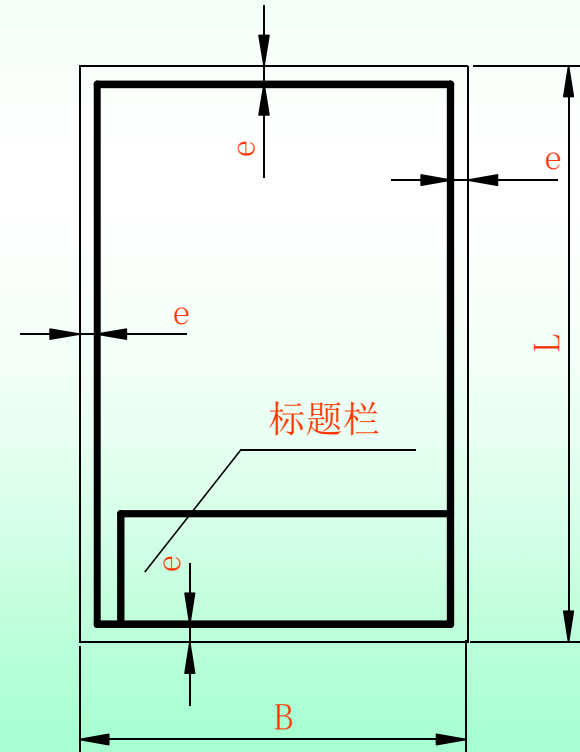
- Top row: 57, 15, 15, 30, (13)
- Right side: 7, 35, 5X7=(
- Bottom row: 17, 20, 20, (73)
- Bottom total: 130



(2) 标题栏一般应位于图纸的右下角, 当标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 则构成X型图纸, 当标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成Y型图纸。看图的方向与看标题栏的方向一致, 即标题栏中的文字方向为看图方向。



X型图纸

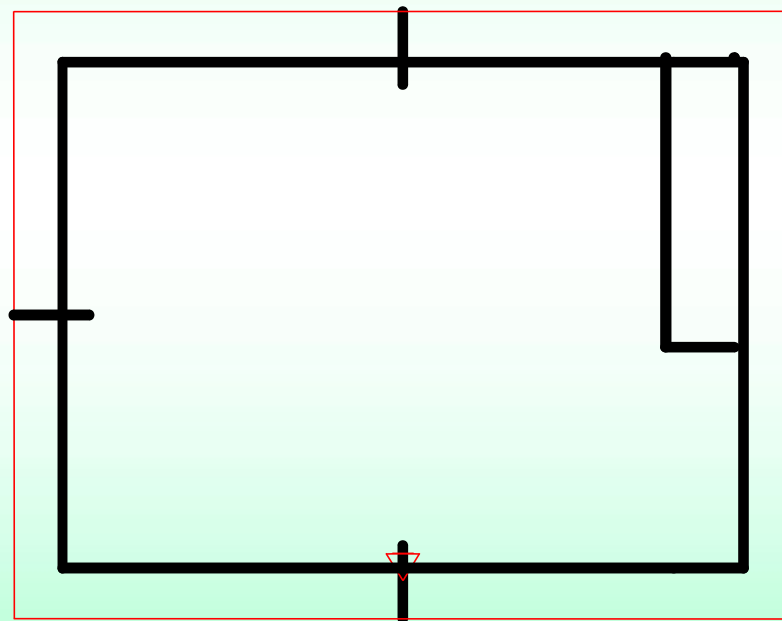
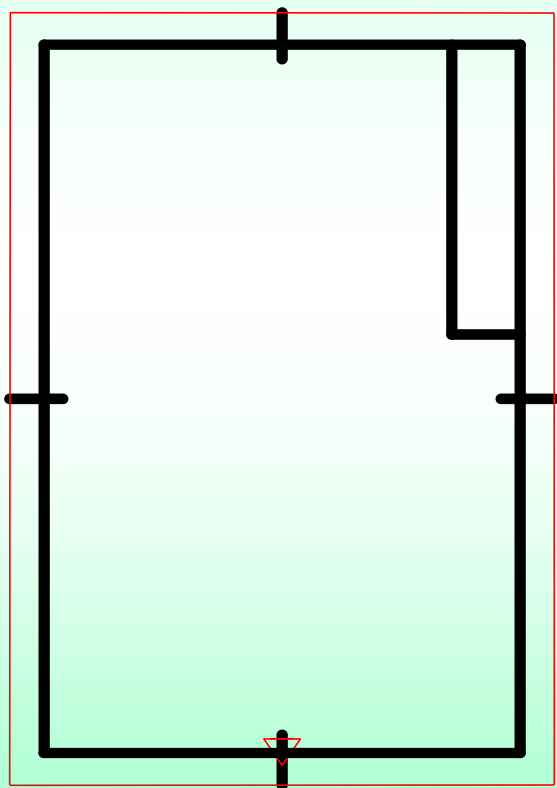


Y型图纸





(3) 对于预先印好的图纸, 允许X型图纸竖用和Y型图纸横用, 此时标题栏应位于图纸的右上角。

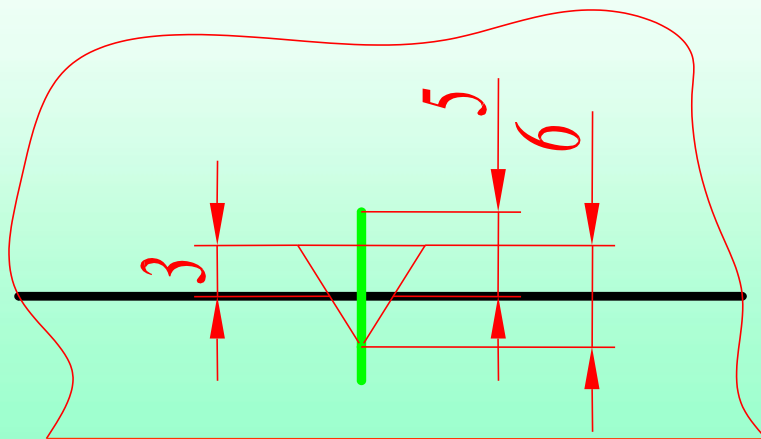


4. 附加符号



(1) 对中符号:为了使图样复制和缩放摄影时定位方便,对基本幅面的各号图纸,均应在图纸各边中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制。线宽不小于0.5mm,长度为从纸边界开始至伸入图框内约5mm。位置误差应不大于0.5mm。

(2) 方向符号:对于预先印好的图纸,为了明确绘图与看图的方向,应在图纸的下边对中符号处用细线画一等边三角形作为方向符号。





二、 比例

1. 术语
2. 比例系列
3. 标注方法



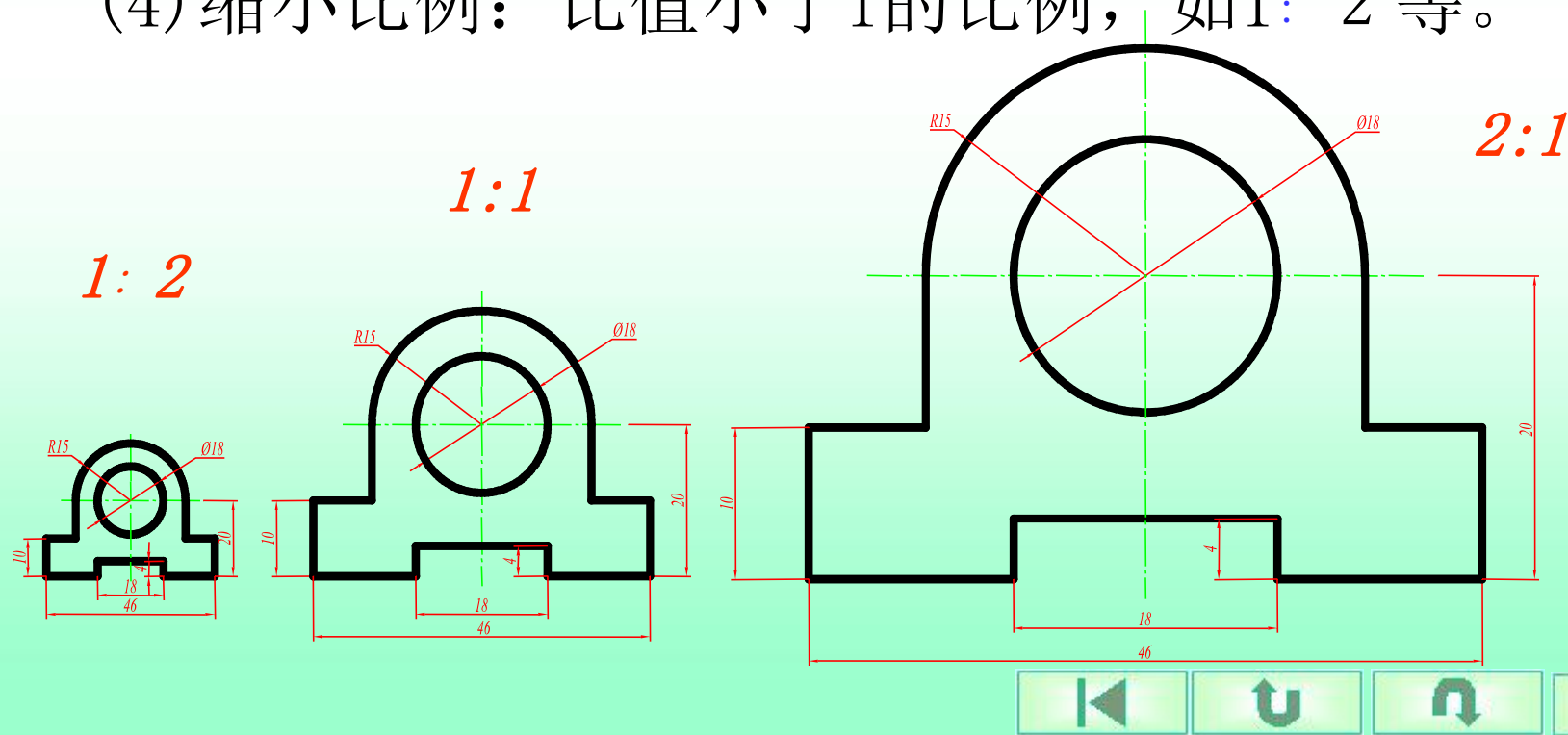
1. 术语

(1) 比例：图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

(2) 原值比例：比值为1的比例，即1:1。

(3) 放大比例：比值大于1的比例，如2:1等。

(4) 缩小比例：比值小于1的比例，如1:2等。



2. 比例系列



(1) 需要按比例绘制图样时, 首先应由表1-2规定的系列中选取适当的比例。

(2) 必要时, 也允许从表1-2 “优先选择系列”中选取。为了从图样上直接反映出实物的大小, 绘图时应尽量采用原值比例. 因各种事物的大小与结构千差万别, 绘图时, 应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。

种类	优先选择的比例	允许选择的比例
原值比例	1:1	—
放大比例	2:1, 5:1, $1 \times 10^n:1$, $2 \times 10^n:1$, $5 \times 10^n:1$	2.5:1, 4:1, $2.5 \times 10^n:1$, $4 \times 10^n:1$
缩小比例	1:2, 1:5, $1:1 \times 10^n$, $1:2 \times 10^n$, $1:5 \times 10^n$	$1:1.5$, $1:2.5$, 1:3, 1:4, 1:6, $1:1.5 \times 10^n$, $1:2.5 \times 10^n$, $1:3 \times 10^n$, $1:4 \times 10^n$, $1:6 \times 10^n$

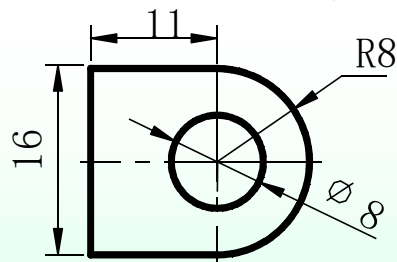


3. 标注方法

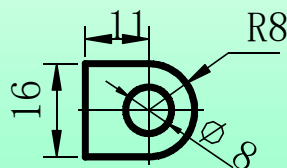
(1) 比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如：1: 1、2: 1 、5: 1等。

(2) 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

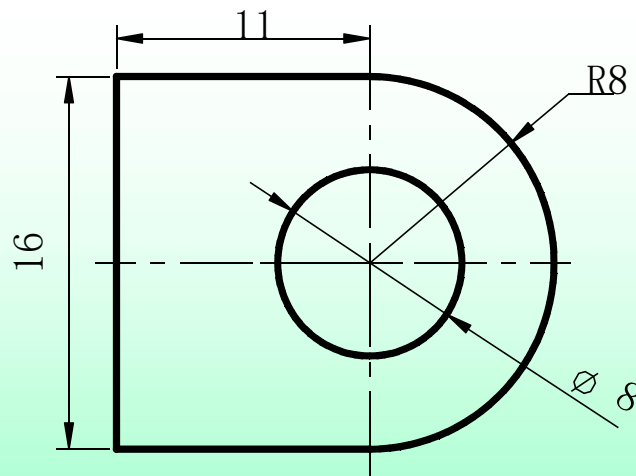
不论采用何种比例, 图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小, 与图形的比例无关。



1: 1
原值比例



1: 2
缩小比例



2: 1
放大比例





三、字体

图样上除了表达机件形状的图形外，还要用文字和数字说明机件的大小、技术要求和其他内容。在图样中书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

1. 基本要求
2. 字体示例



1. 基本要求

(1) 书写字体必须做到：字体工整、笔画清楚、间隔均匀，排列整齐。

(2) 字体高度（用 h 表示）的公称尺寸系列为：

1. 8mm, 2. 5mm, 3. 5mm, 5mm, 7mm, 10mm, 14mm, 20mm。如果需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(4) 字母和数字分 $\sqrt{2}$ 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。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

(5) 字母和数字可写成斜体或直体，斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。



2. 书写示例

汉字应写成长仿宋体字, 并采用正式公布推行的《汉字方案》中规定的简化字。汉字的高度不应小于3.5mm, 其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$, 汉字书写的要点在于横平竖直, 注意起落, 结构均匀, 填满方格。

字体端正笔划清楚
排列整齐间隔均匀

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X



图样中的书写规定

用作分数、指数、极限偏差、注脚等的字母和数字一般应采用小一号的字体。

Tr

102

$\Phi 30^{+0.012}_{-0.025}$

$20^{+0.021}_{+0.011}$

图样中的数学符号、物理量符号、计量单位符号以及其它符号和代号应分别符合国家的有关规定和标准。



四、图 线

1. 线型及图线尺寸
2. 图线的应用
3. 图线的画法



1. 图线型式及尺寸

(1) 国标规定了9种基本线型和若干种基本线型的变种。

(2) 所有线型的图线宽度 d 应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择：0.13mm, 0.18mm, 0.25 mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1.0mm, 1.4mm, 2mm。

(3) 在同一图样中, 同类图线的宽度应一致。

(4) 机械工程图样上采用两类线宽, 称为粗线和细线, 其宽度比例关系为2:1。

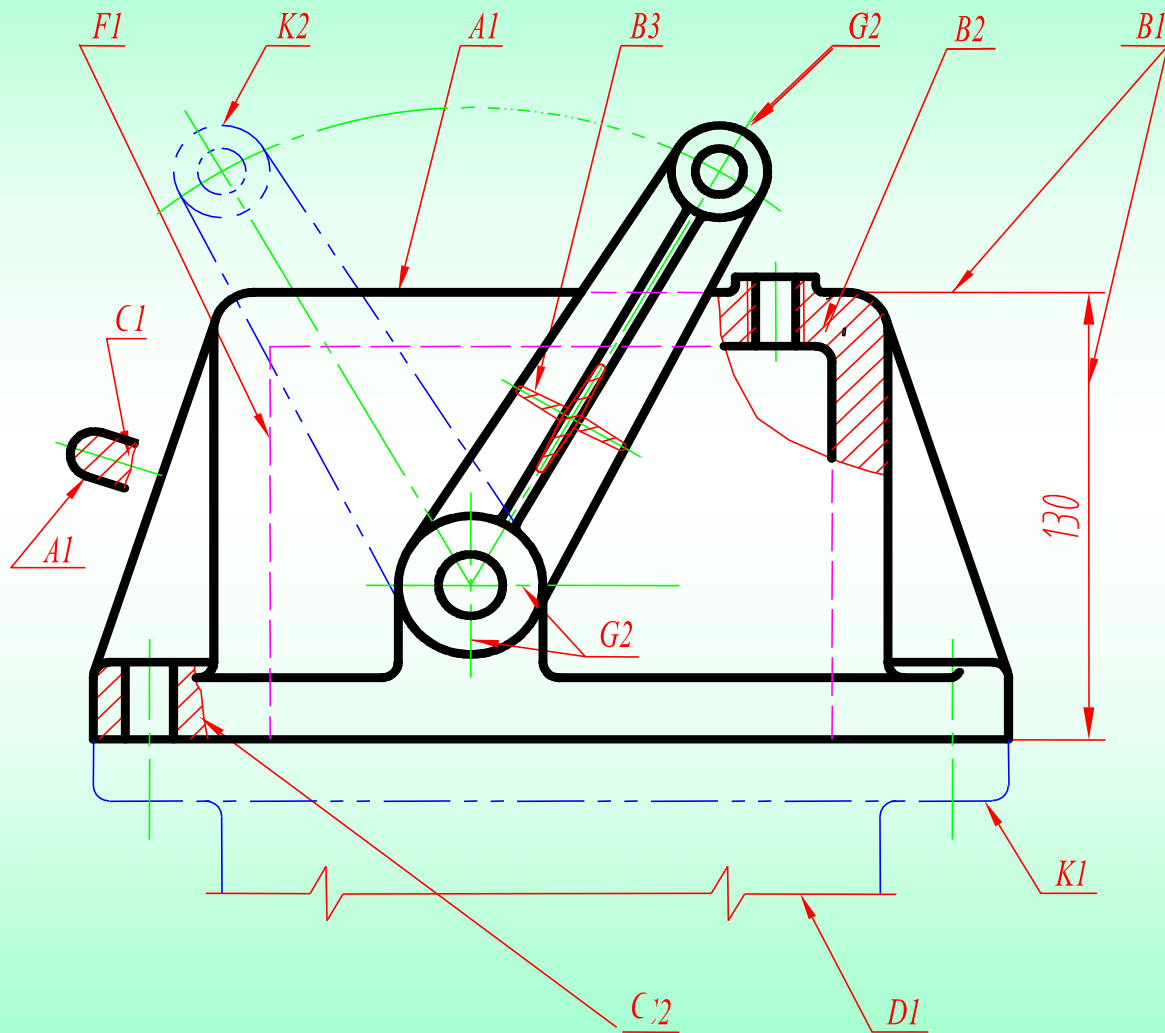


2. 图线的应用

图线名称	图线型式	图线宽度	图线应用举例（见图1-24）
粗实线		d	可见轮廓线；可见过渡线
细实线		约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线、重合断面的轮廓线及指引线等
波浪线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线等
双折线		约 $d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
虚线		约 $d/2$	不可见轮廓线；不可见过渡线
细点画线		约 $d/2$	轴线、对称中心线等
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		约 $d/2$	极限位置的轮廓线、相邻辅助零件的轮廓线等



图线应用示例



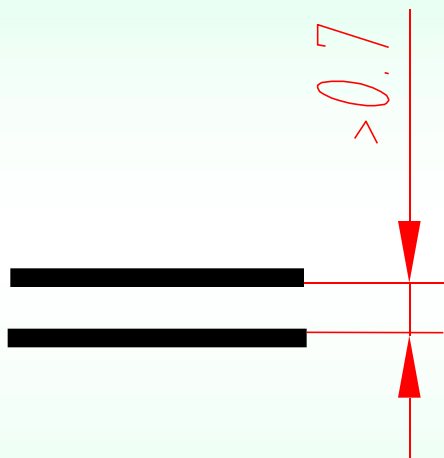
- A1 可见轮廓线
- B1 尺寸线及尺寸界线
- B2 剖面线
- B3 重合断面的轮廓线
- C1 断裂处的边界线
- C2 视图和剖视的分界线
- D1 断裂处的边界线
- F1 不可见轮廓线
- G2 对称中心线
- K1 相邻辅助零件的轮廓线
- K2 极限位置的轮廓线



3. 图线的画法及其注意事项

图线平行、相交画法：

为保证图样的清晰度，两条平行线之间的最小间隙不得小于0.7 mm。



点画线双点画线的首末两端应是画而不是点。
右图为错误画法。

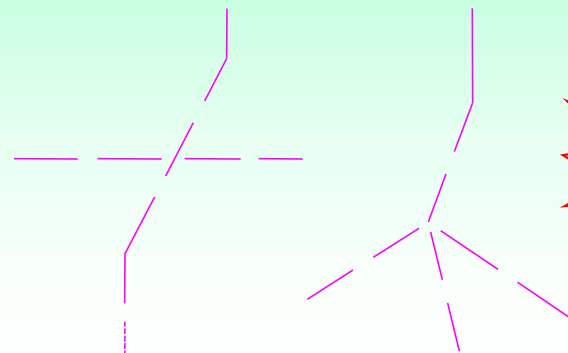
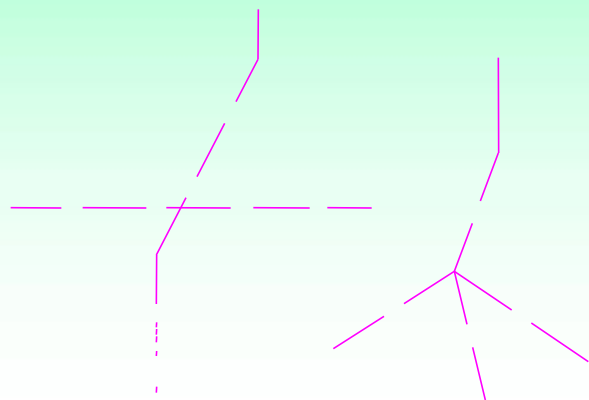
正确



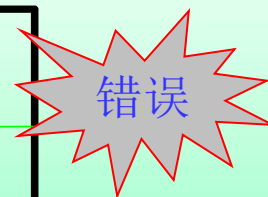
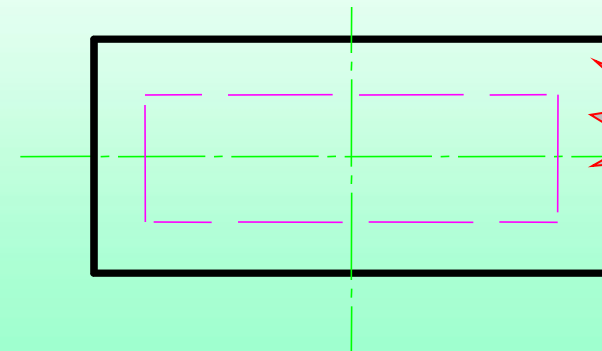
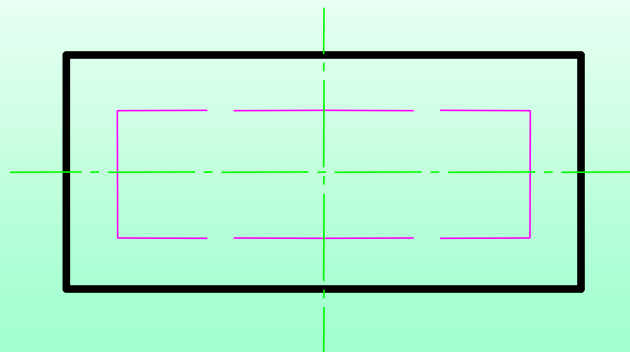
错误



各种线型相交时，都应画相交，而不应该是点或间隔。

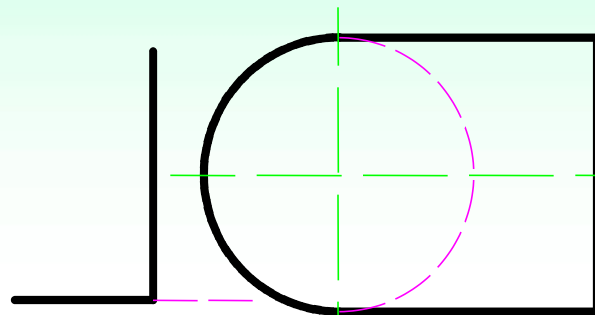
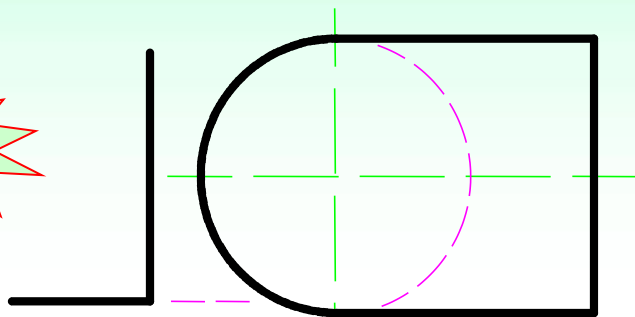


各类线型应恰当的相交于画线处：图线起始于相交处；画线形成完全的相交；画线形成部分的相交。

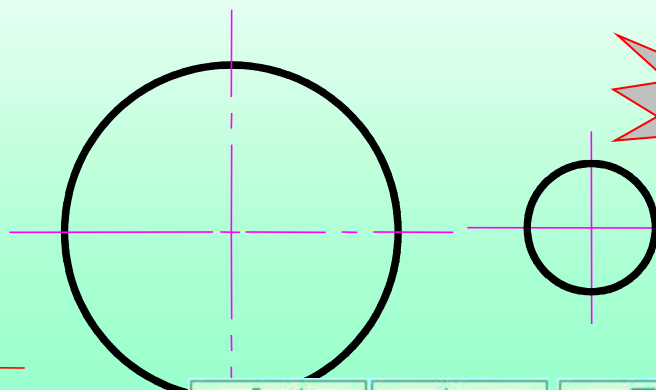
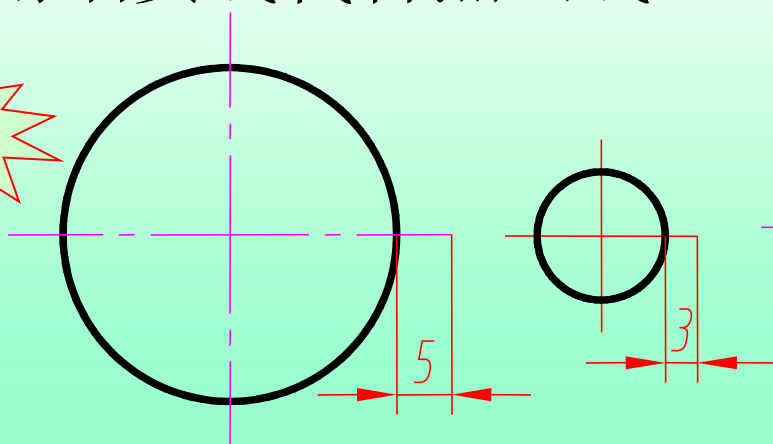




虚线直线在粗实线的延长线上相接时, 虚线应留出间隔; 虚线圆弧与粗实线相切时, 虚线圆弧应留出间隔。



画圆的中心线时, 圆心应是画的交点, 点画线的两端应超出轮廓线2-5mm; 当圆的图形较小时, 允许用细实线代替点画线。





当几种线条重合时，按照下列优先顺序画出：
粗实线—虚线—点划线—细实线。

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。



§ 1-3尺寸注法

尺寸是图样中的重要内容之一,是制造机件的直接依据,也是图样中指令性最强的部分。因此,GB/T4458.4-1984《机械制图 尺寸注法》和GB/T16675.2-1996《技术制图 简化表示法 第2部分:尺寸注法》中对其标注作了专门规定,这是在绘制识读图样时所必须遵守的,否则会引起混乱,甚至给生产带来损失。

一、标注尺寸的基本规则

二、尺寸的组成

三、常见尺寸的标注

四、尺寸简化标注



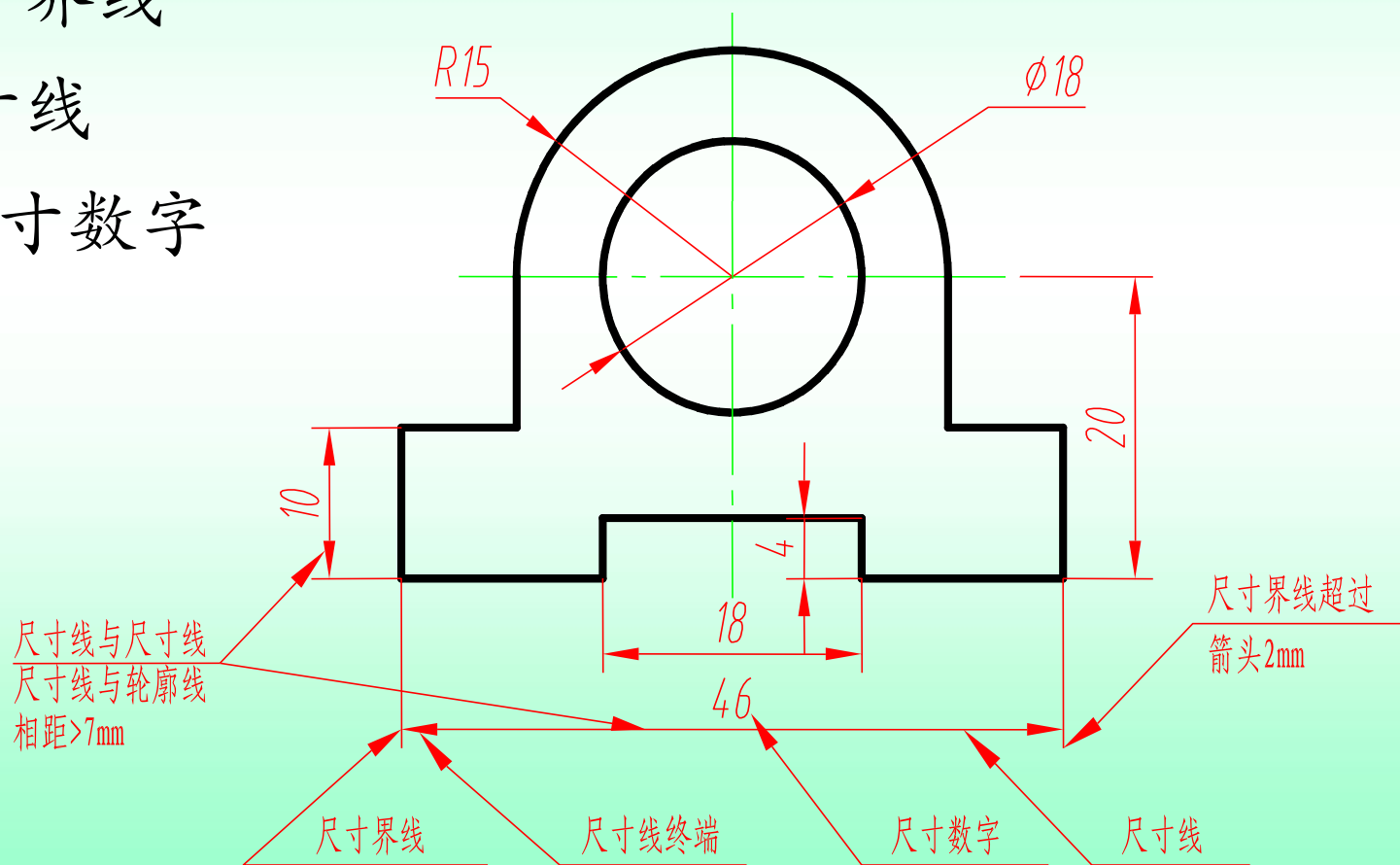
一、标注尺寸的基本规则

1. 机件的真实大小应以图上所注尺寸数值为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。
2. 图样中的尺寸，以mm为单位时，不需标注计量单位的代号或名称，如采用其它单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。
3. 对机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。
4. 标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。



二、尺寸的组成

1. 尺寸终端—箭头、斜线
2. 尺寸界线
3. 尺寸线
4. 尺寸数字





三、常见尺寸的标注

尺寸数字

尺寸线

尺寸界线

直径与半径

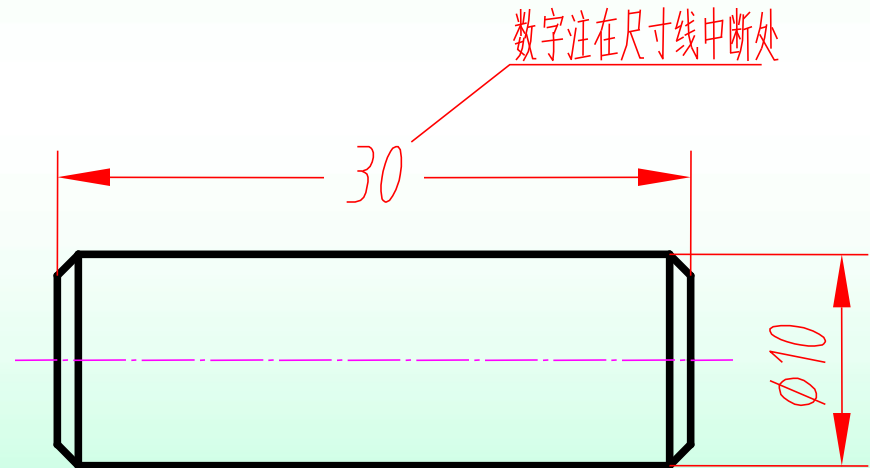
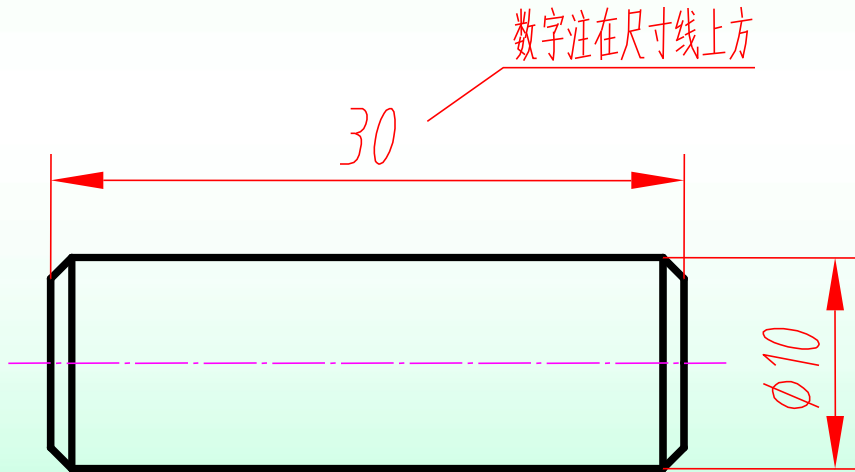
小尺寸的注法

角度



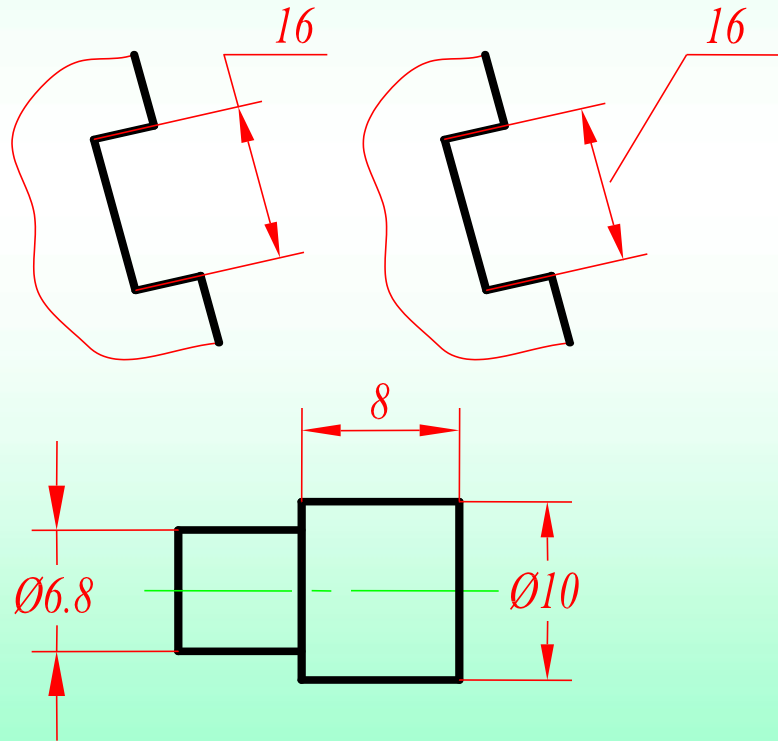
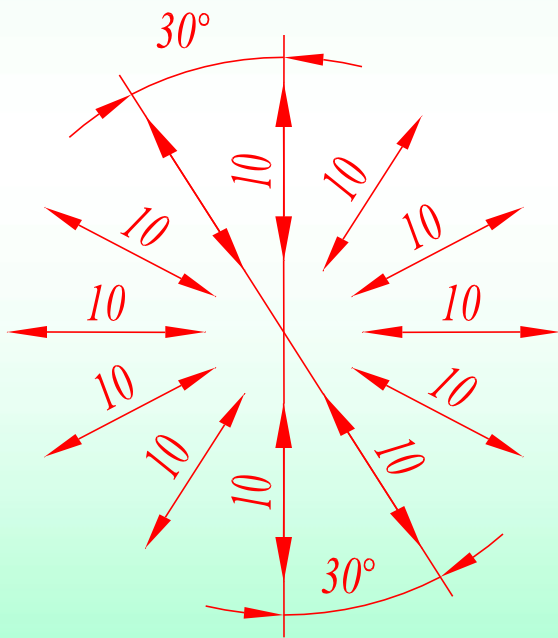
尺寸数字

1. 线性尺寸的数字一般注在尺寸线的上方，也允许填在尺寸线的中断处。



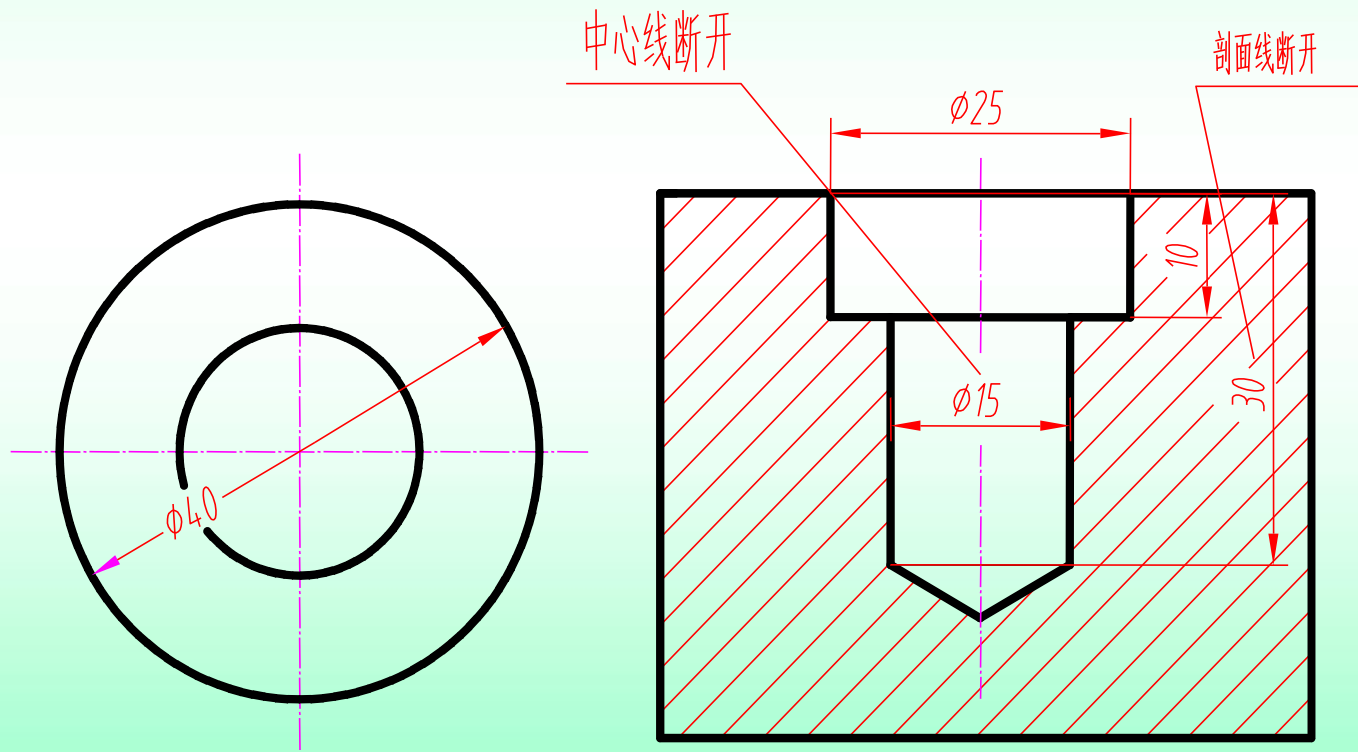


2. 线性尺寸的数值应按左图所示的方向填写，并尽量避免在图示 30° 范围内标注尺寸，竖直方向尺寸数字也可按右图形式标注。





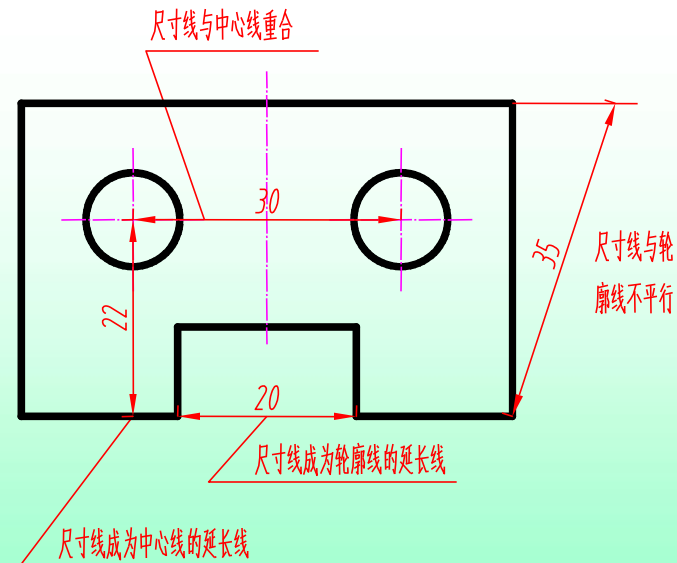
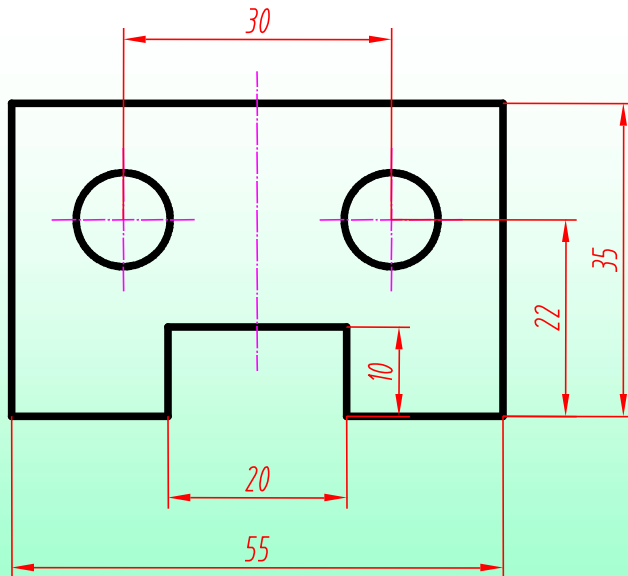
3. 数字不可被任何图形所通过。当不可避免时，图线必须断开。





尺寸线

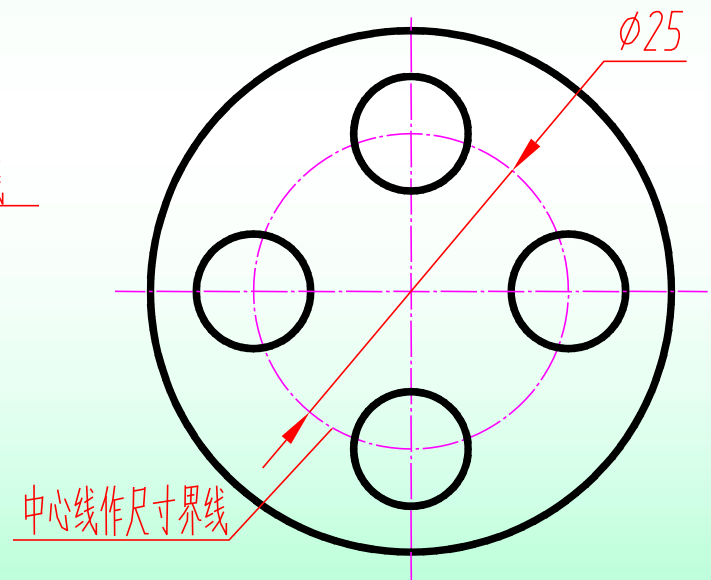
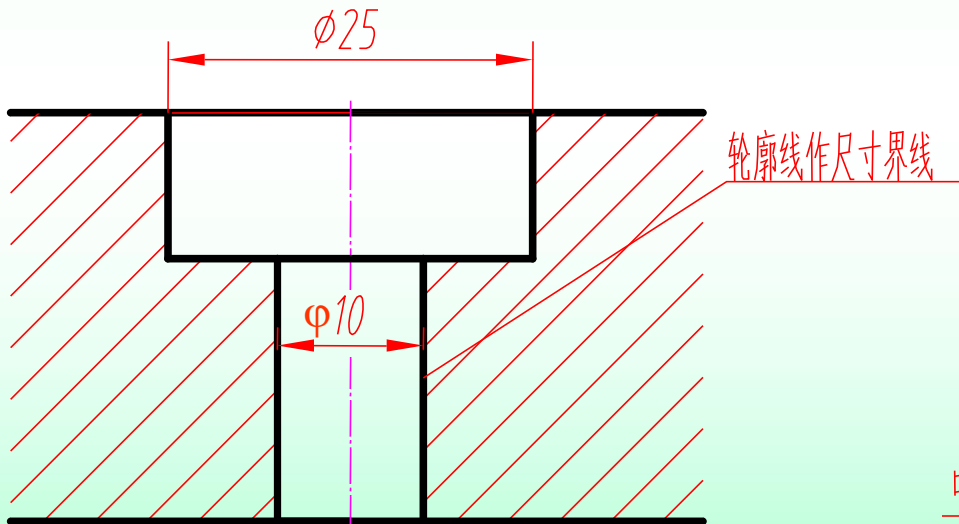
1. 尺寸线必须用细实线单独画出。轮廓线、中心线或它们的延长线均不可作尺寸线使用。
2. 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。





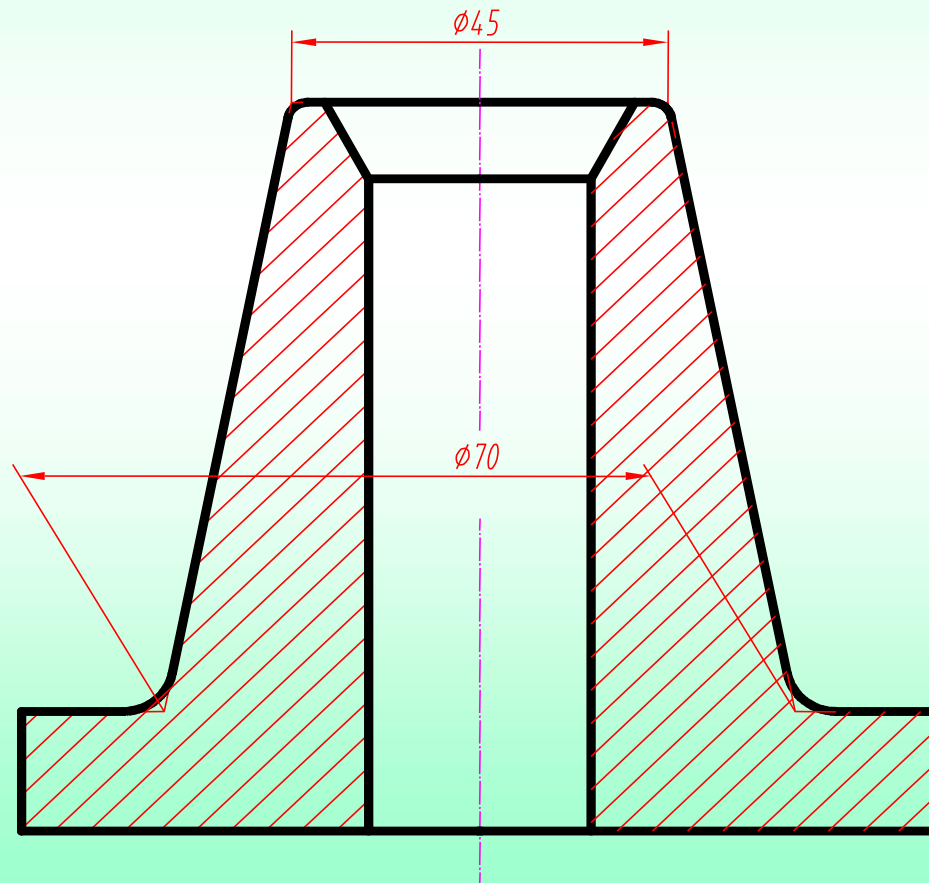
尺寸界线

1. 尺寸界线用细实线绘制，也可以利用轮廓线或中心线作尺寸界线。



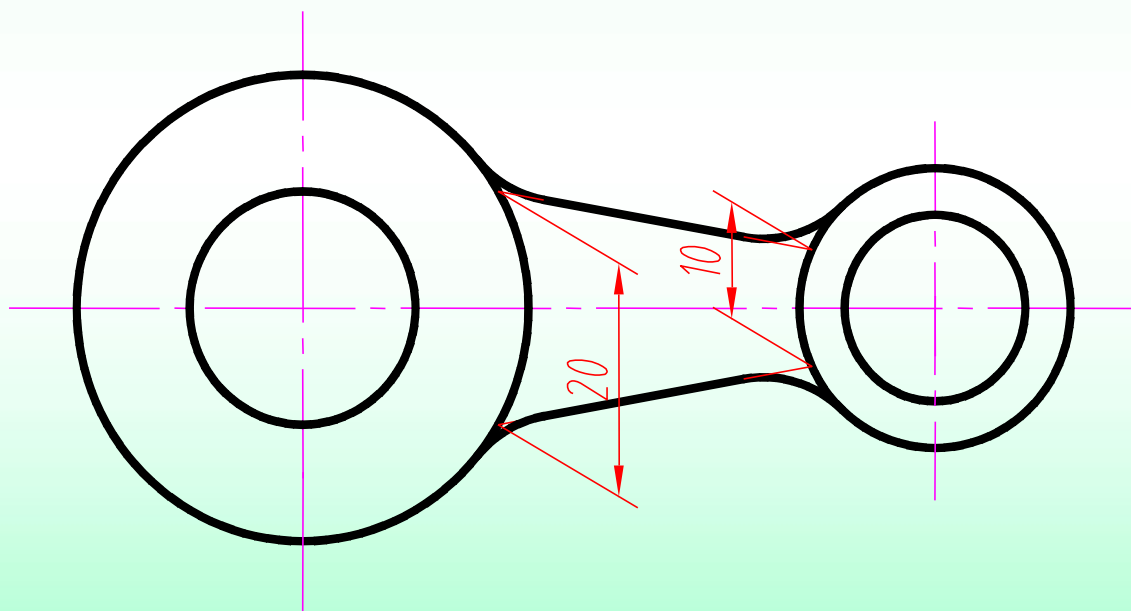


2. 尺寸界线应与尺寸线垂直。当尺寸界线过于贴近轮廓线时，允许倾斜画出。





3. 在光滑过渡处标注尺寸时，必须用细实线将轮廓线延长，从它们的交点引出尺寸界线。



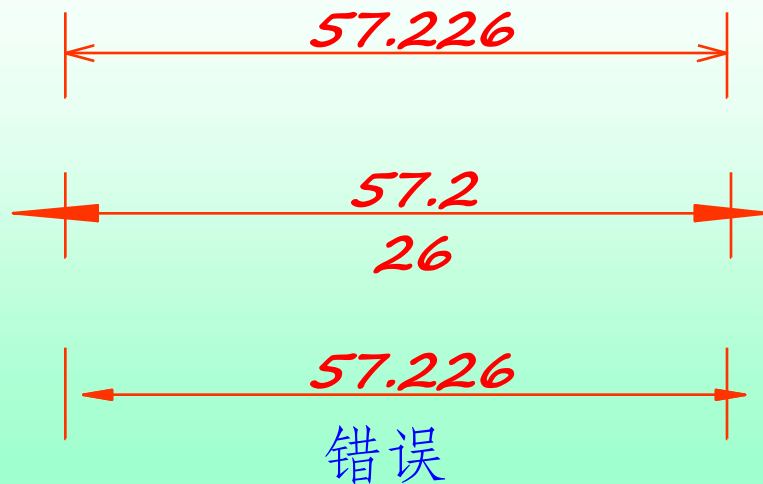
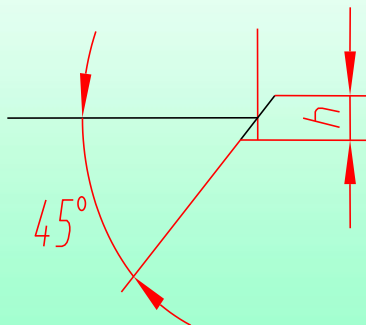
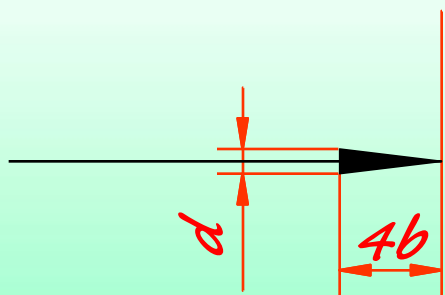


尺寸终端

尺寸线有箭头和斜线两种终端形式，箭头适用于各种类型的图样，斜线用细实线绘制，当尺寸线的终端采用斜线形式时，尺寸线必须与尺寸界线垂直。

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的形式。

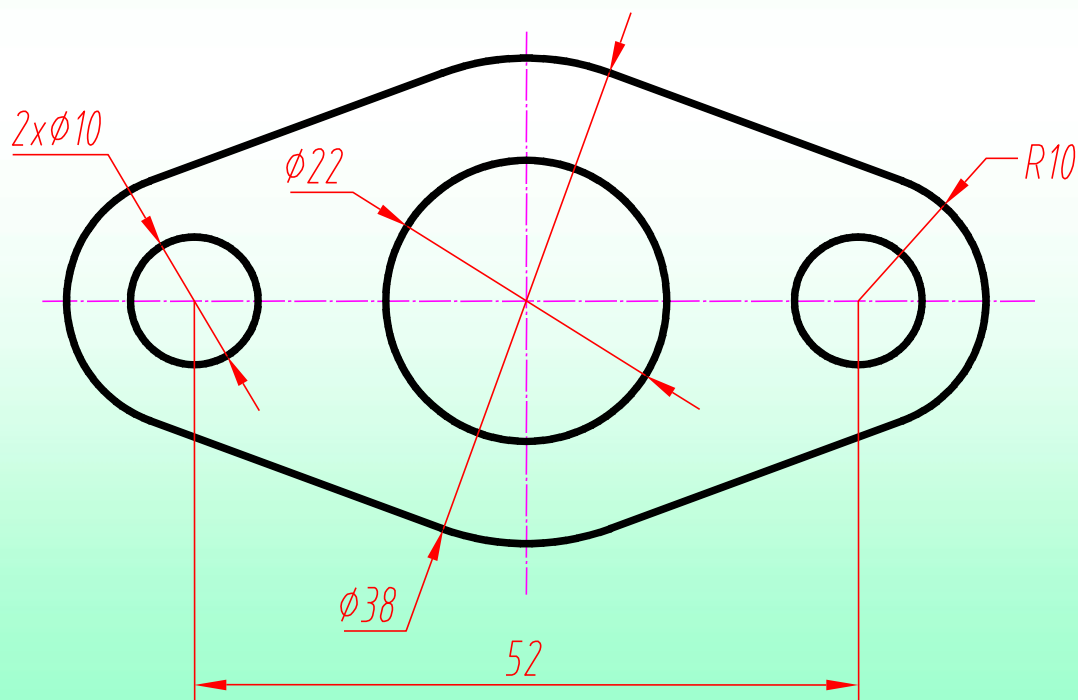
在地位不够的情况下，还允许用圆点或斜线代替箭头。





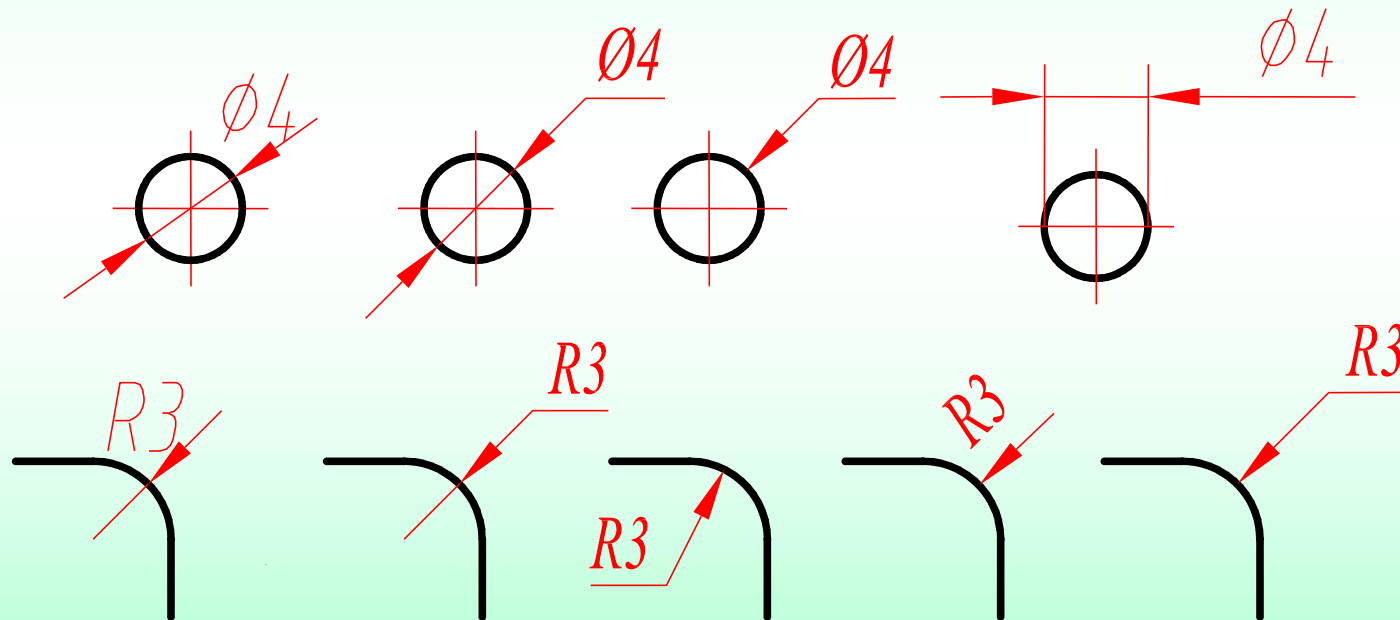
直径与半径

1. 标注直径尺寸时，应在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”；标注半径尺寸时，加注半径符号“R”，尺寸线应通过圆心。





2. 标注小直径或小半径尺寸时，箭头和数字都可以布置在外面。

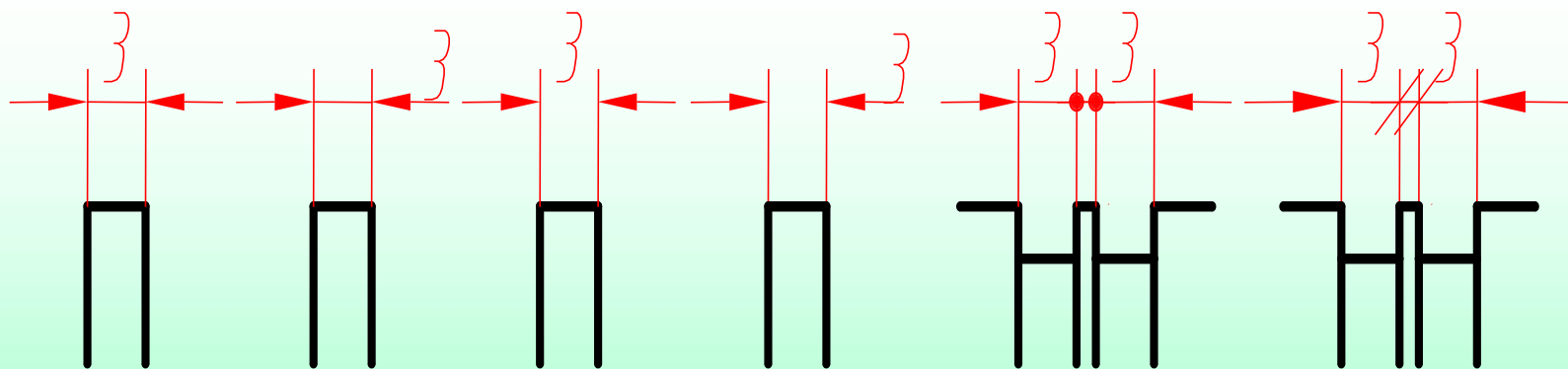




小尺寸的注法

1. 标注一连串的小尺寸时，可用小圆点或细实线代替箭头，但外两端箭头仍应画出。

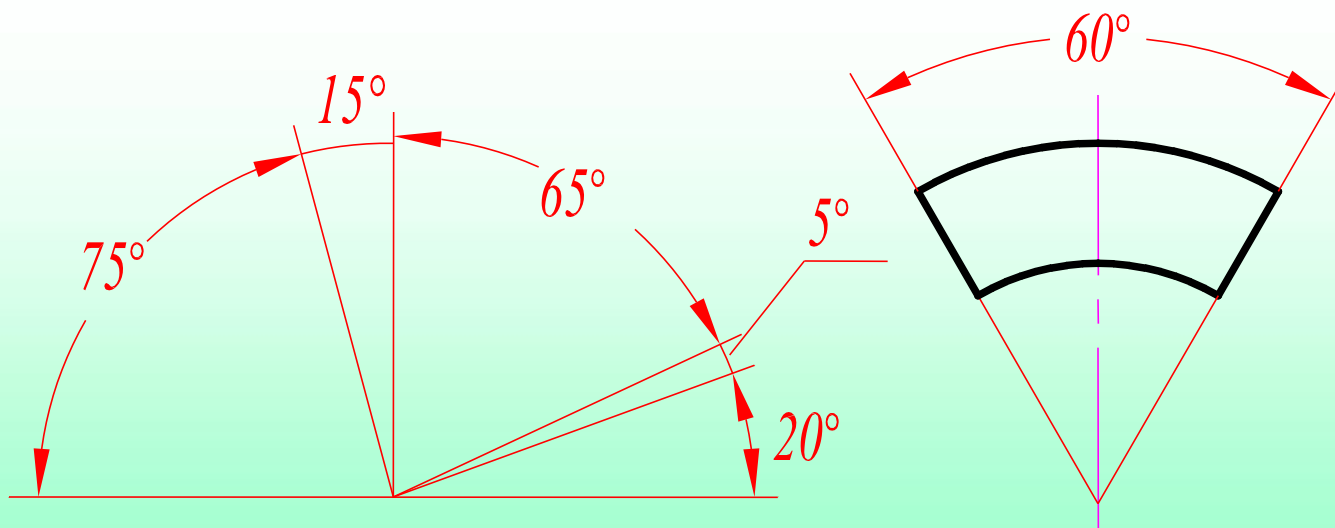
2. 小尺寸可按右图画出。





角 度

1. 角度的数字一律水平填写。
2. 角度的数字应写在尺寸线的中断处，必要时允许写在外面或引出标注。
3. 角度的尺寸界线必须沿径向引出。





四、尺寸简化标注

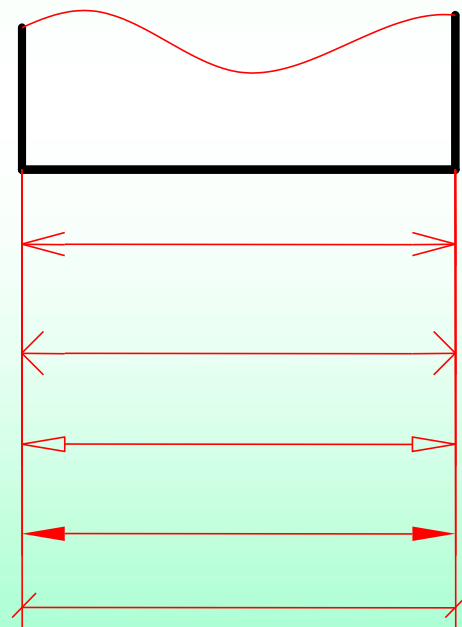
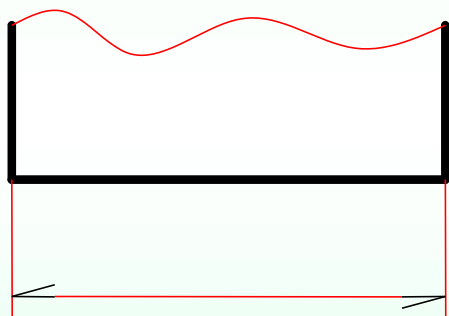
标注尺寸时尽量采用标注符号和缩写词，如：
倒角C、直径 ϕ 、半径R等。

名 称	符号和缩写词	名 称	符号和缩写词
直 径	ϕ	45° 倒角	C
半 径	R	深 度	
球直径	S ϕ	沉孔或铳平	
球半径	SR	埋头孔	
厚 度	t	均 布	EQS
正方形			



四、尺寸简化标注

1. 标注尺寸时，可使用单边箭头。

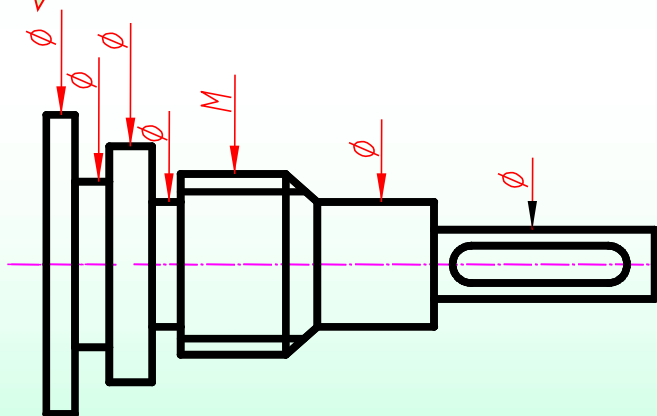




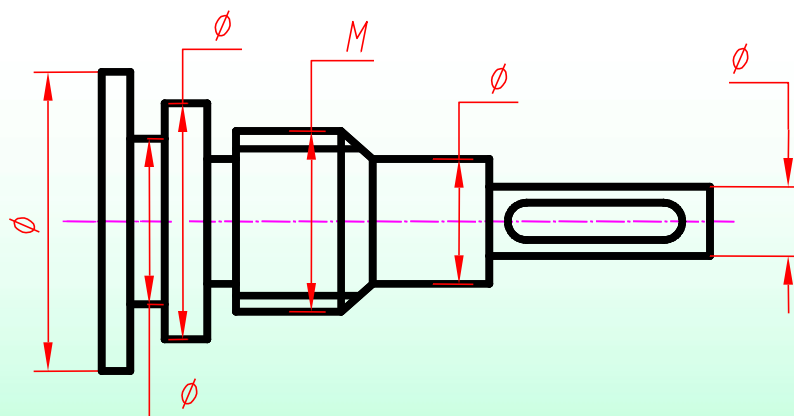
四、尺寸简化标注

2. 标注尺寸时，可采用带箭头的指引线。

简化后



不简化

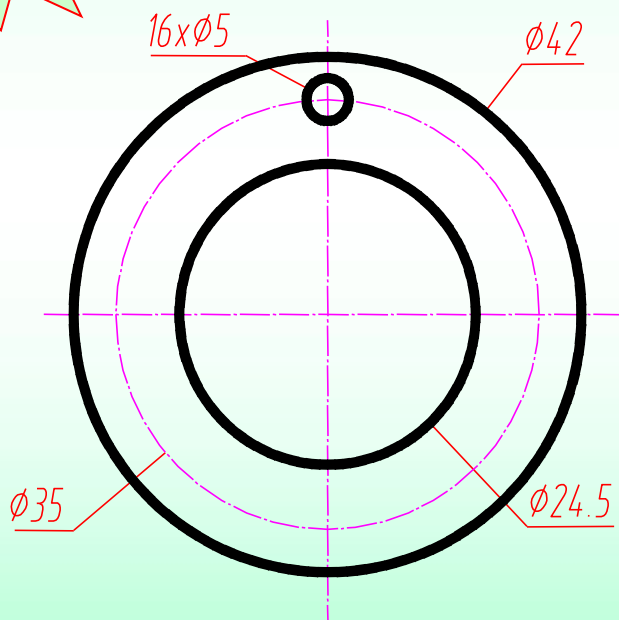




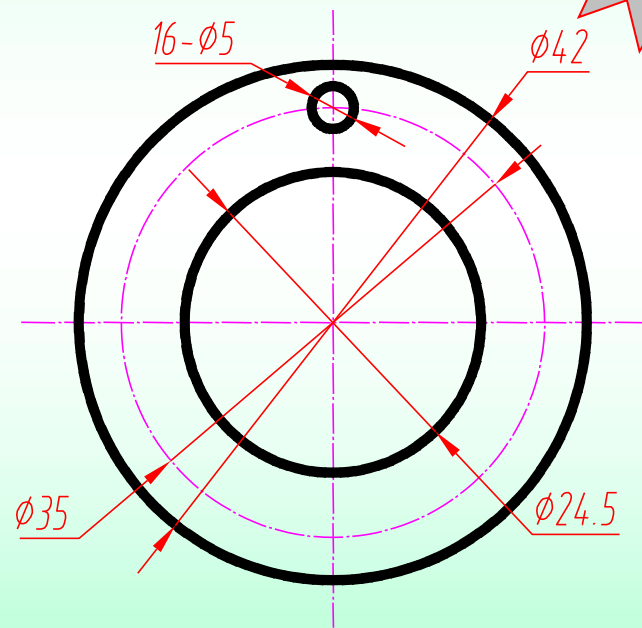
四、尺寸简化标注

3. 标注尺寸时，也可采用不带箭头的指引线。

简化后



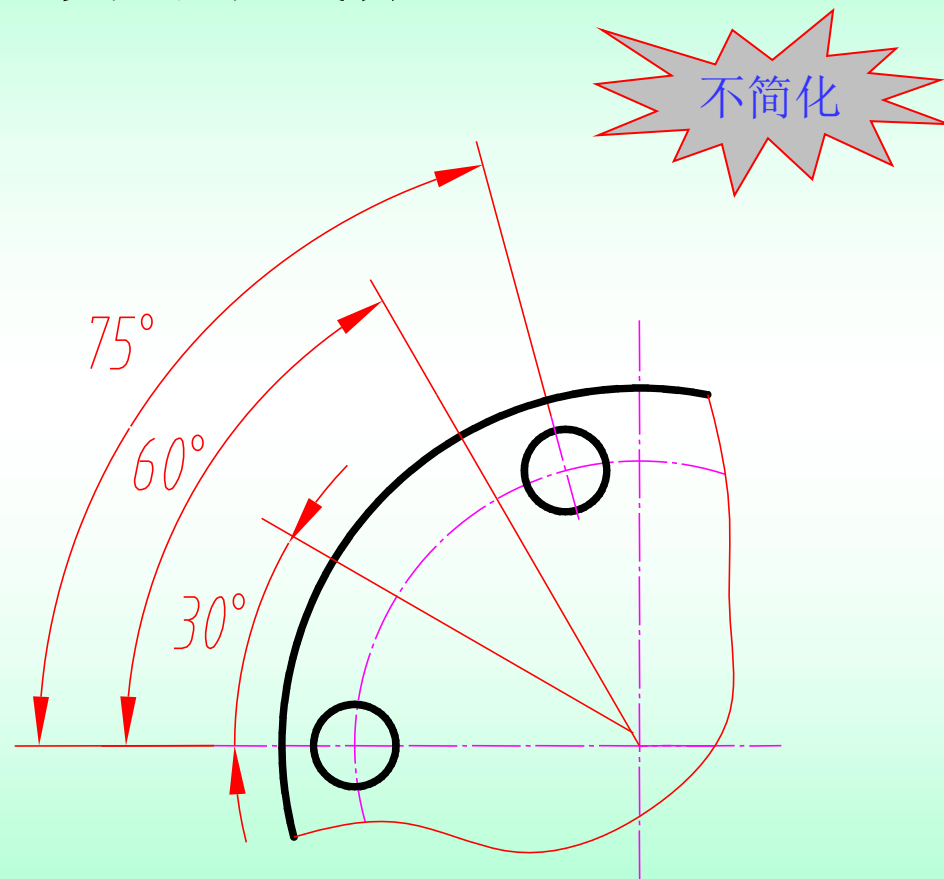
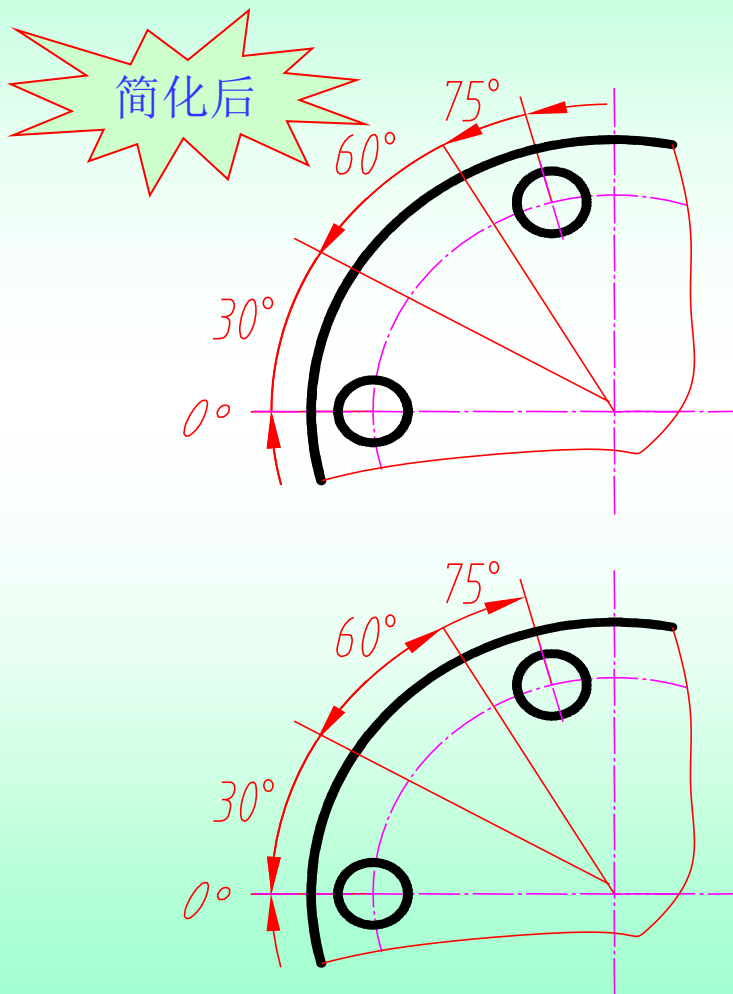
不简化





四、尺寸简化标注

4. 从同一基准出发等形式标注。

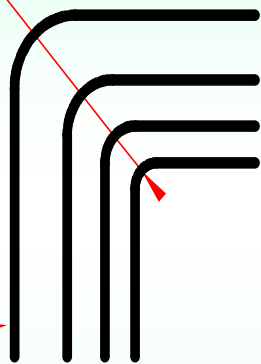


四、尺寸简化标注



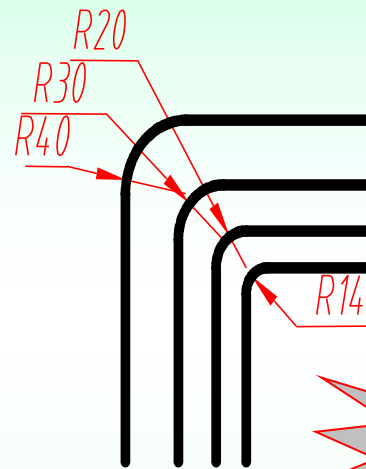
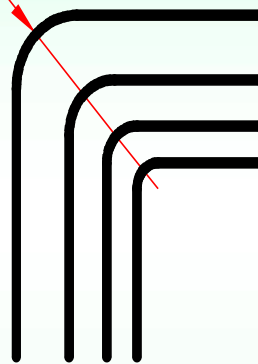
5. 一组同心圆弧或圆心位于一条直线上的多个不同心圆弧的尺寸, 可用共用的尺寸线和箭头依次表示。

$R14, R20, R30, R40$



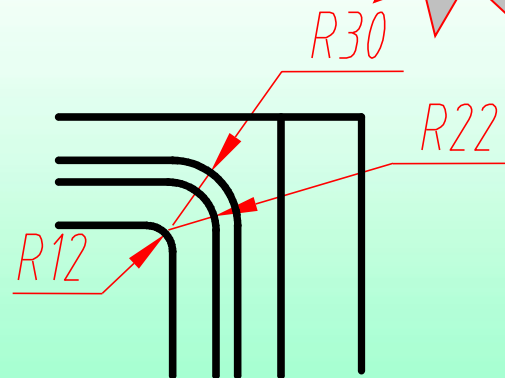
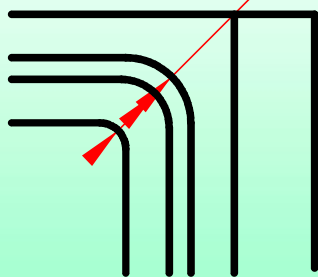
简化后

$R40, R30, R20, R14$



不简化

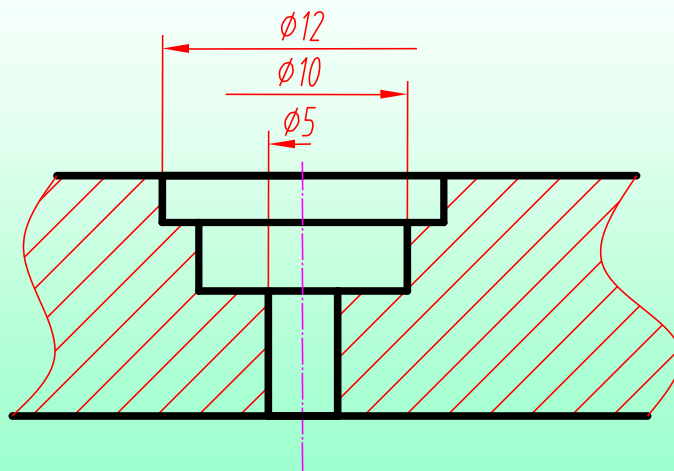
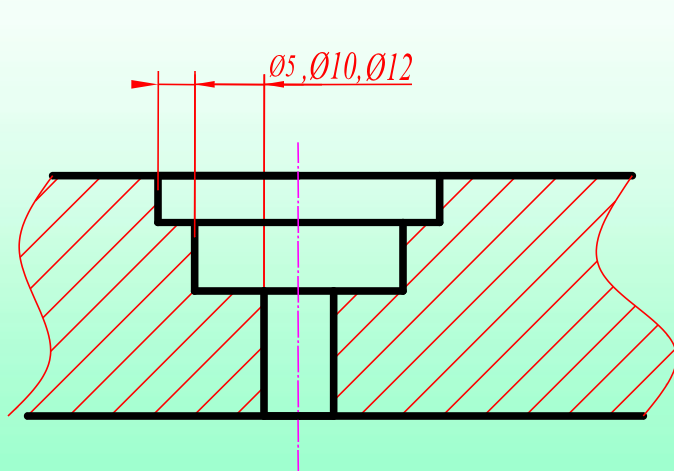
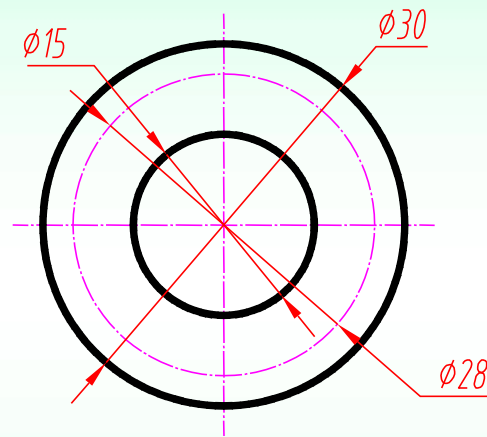
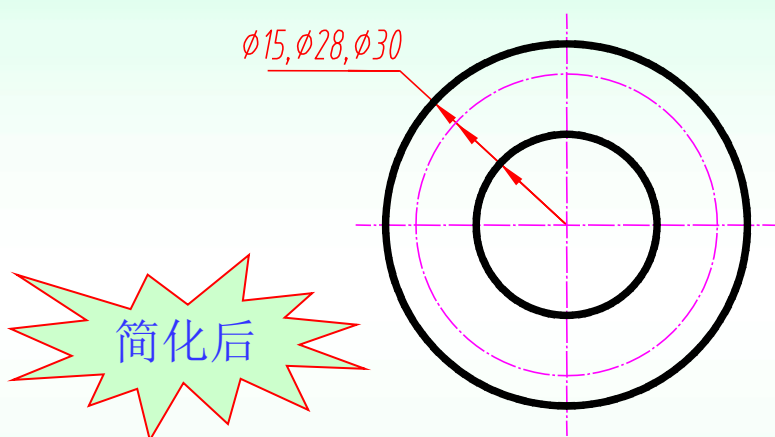
$R12, R22, R30$





四、尺寸简化标注

6. 一组同心圆弧或尺寸较多的台阶孔的尺寸。也可用共用的尺寸线和箭头依次表示。

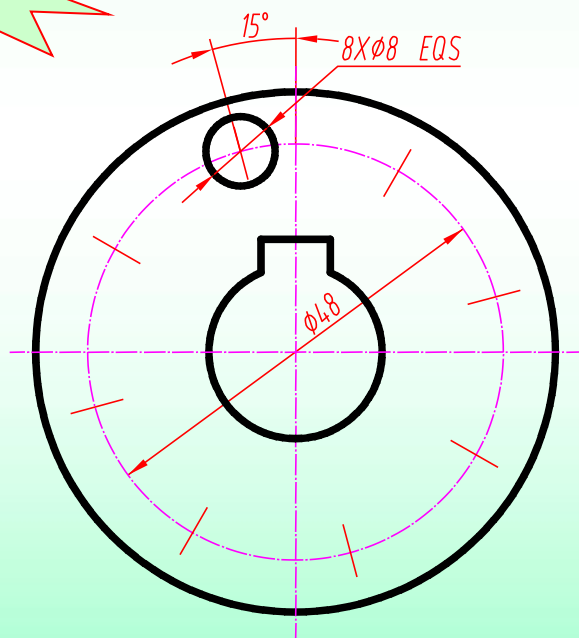


四、尺寸简化标注

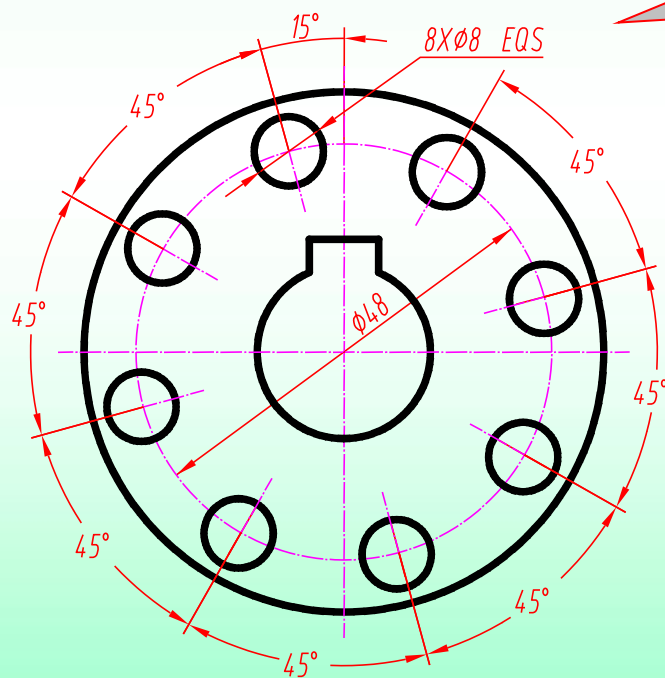


7. 在同一图形中，对于尺寸相同的孔、槽等组成要素，可仅在一个要素上注出其尺寸和数量。

简化后



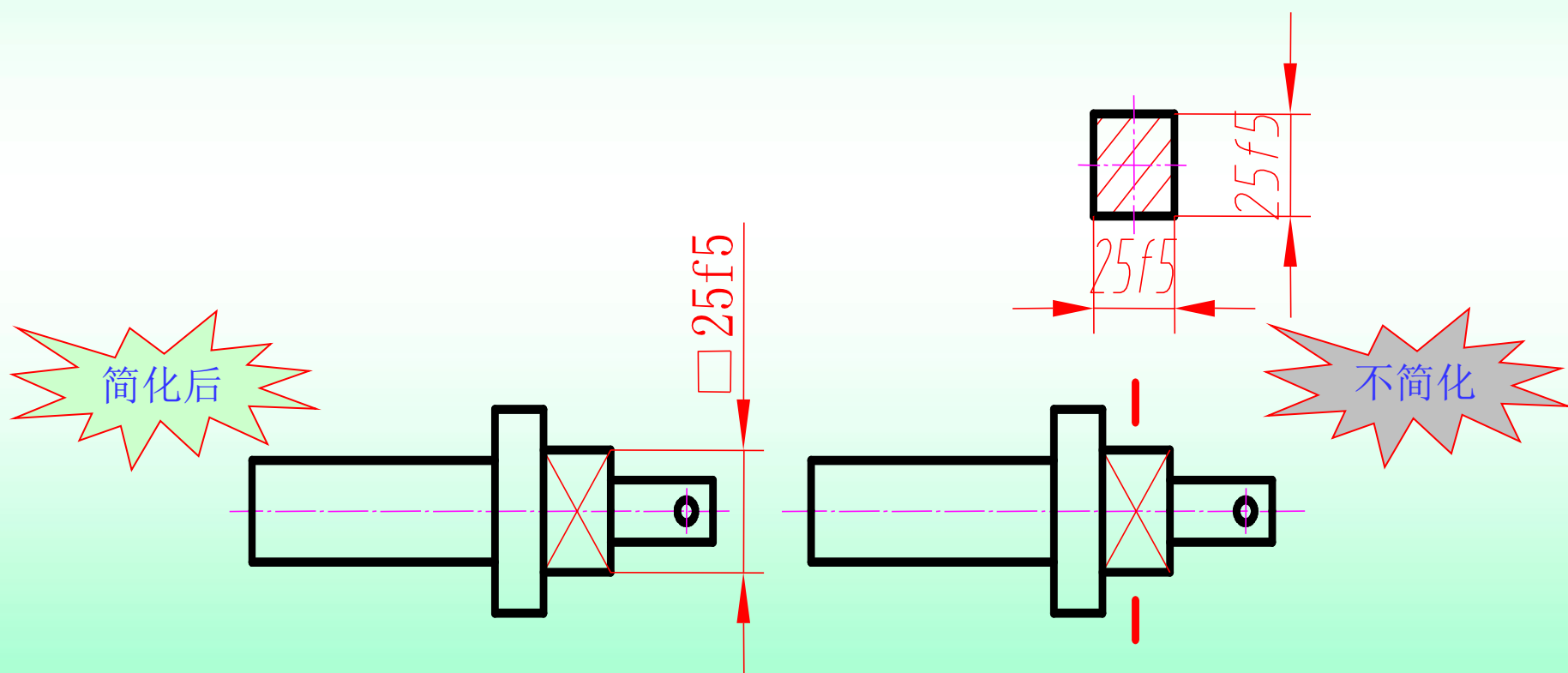
不简化





四、尺寸简化标注

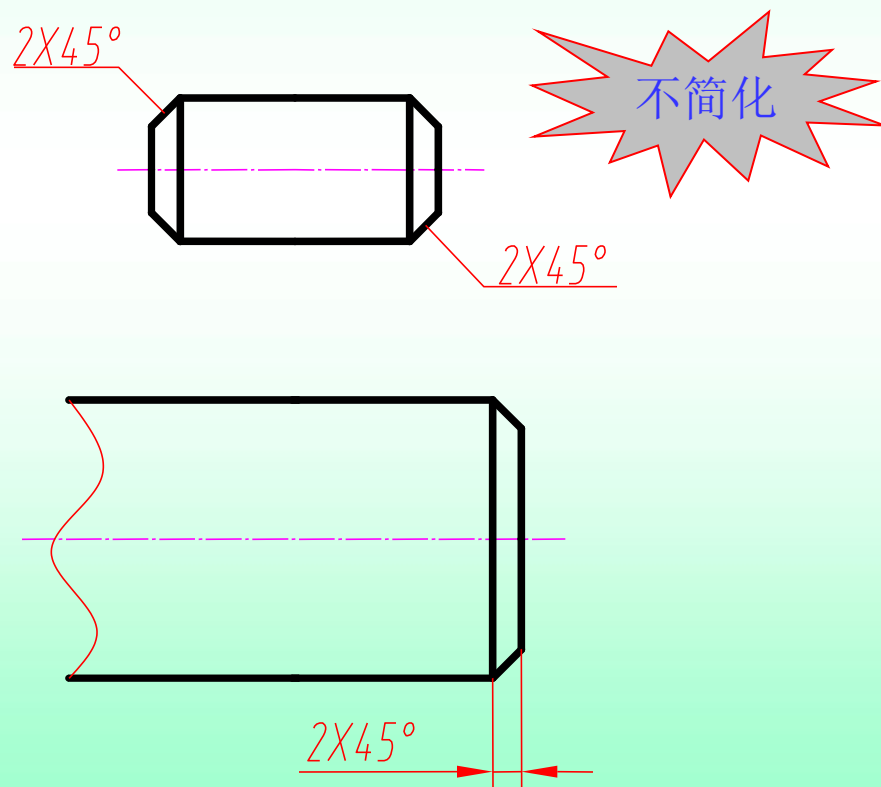
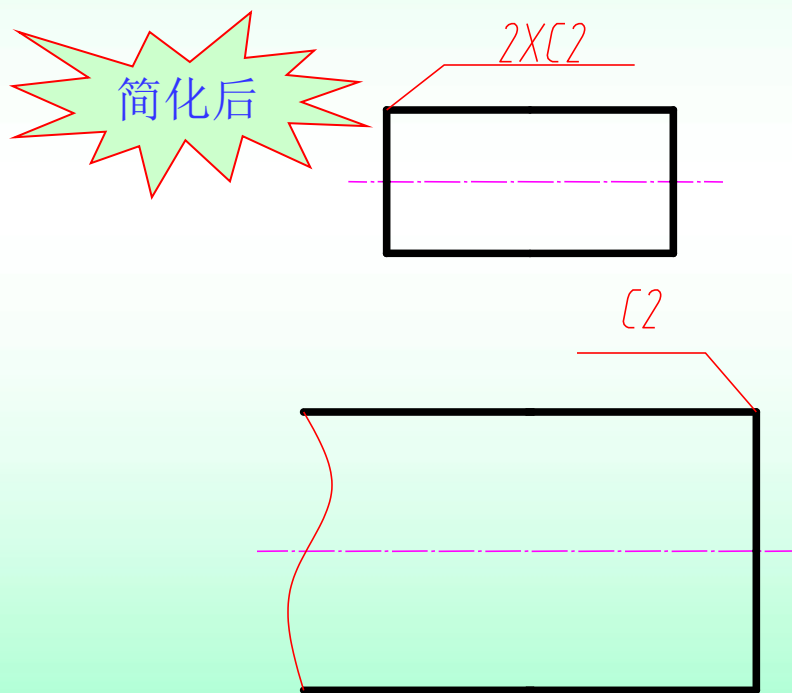
8. 标注正方形结构的尺寸时，可在正方形边长尺寸数字前加注“□”符号。





四、尺寸简化标注

9. 在不致引起误解时，零件图中的倒角可以省略不画，其尺寸也可简化标注。





§ 1-4几何作图

机件的形状虽各有不同，但都是由各种基本的几何图形所组成。所以，绘制机械图样应当首先掌握常见几何图形的作图原理、作图方法，以及图形与尺寸间相互依存的关系。

一、等分作图

二、圆弧连接

三、圆弧的切线

四、斜度和锥度

五、常用的平面曲线



一、等分作图

1. 等分线段

(1) 试分法

(2) 平行线法

2. 等分圆周和正多边形的作法

(1) 圆周的四、八等分

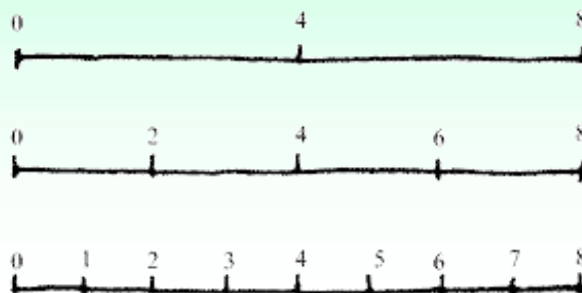
(2) 圆周的三、六、十二等分

(3) 圆周的五、十等分

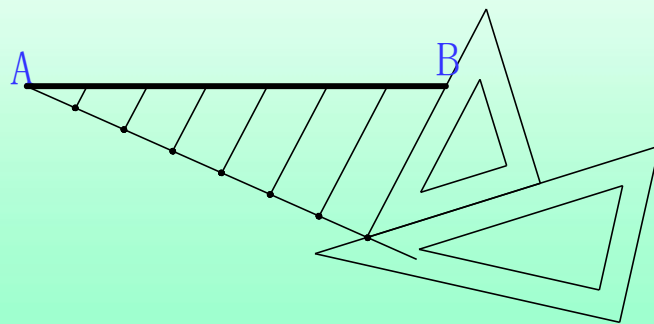
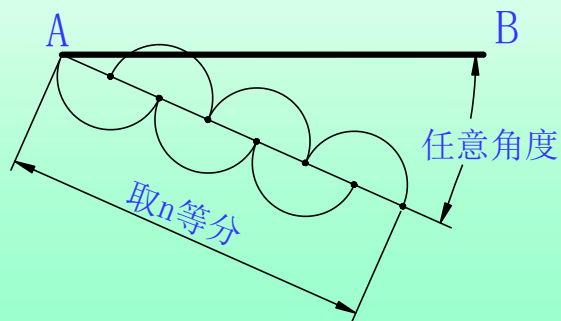
1. 等分线段



(1) 试分法：等分线段时，根据等分数的不同，应凭目测，先分成相等或成一定比例的两（或几）大段，然后，再逐步分成符合要求的多个相等小段。



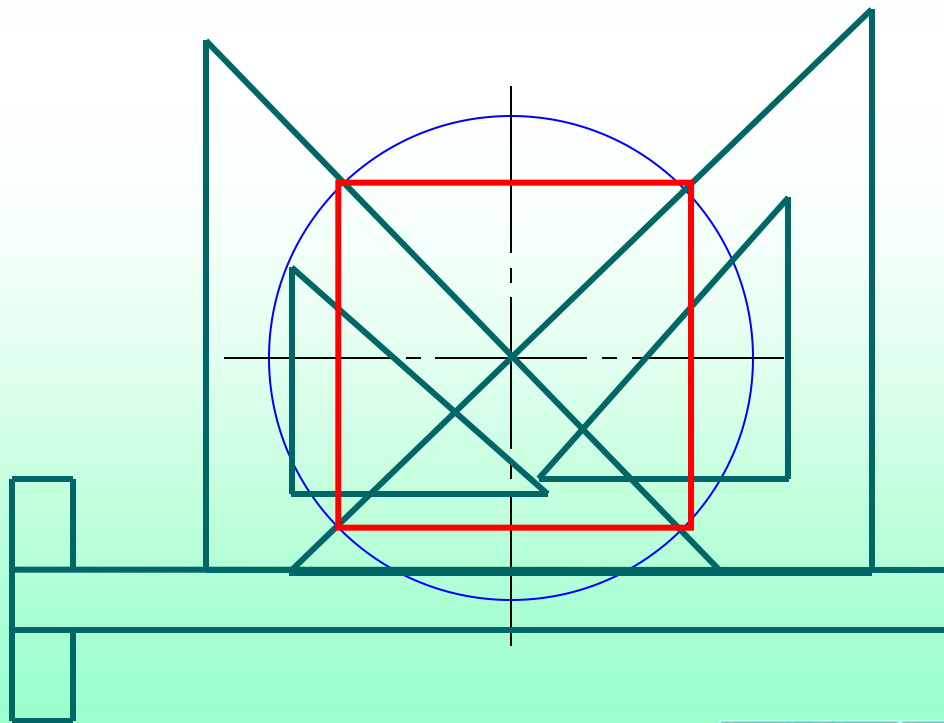
(2) 平行线法：首先过一端点作任意直线，用分规在这条直线上截取 N 等份，然后连接等分的终点和已知线段的另一端点，最后过直线上各等分点作连线的平行线，平行线与线段交点即将线段 n 等分。





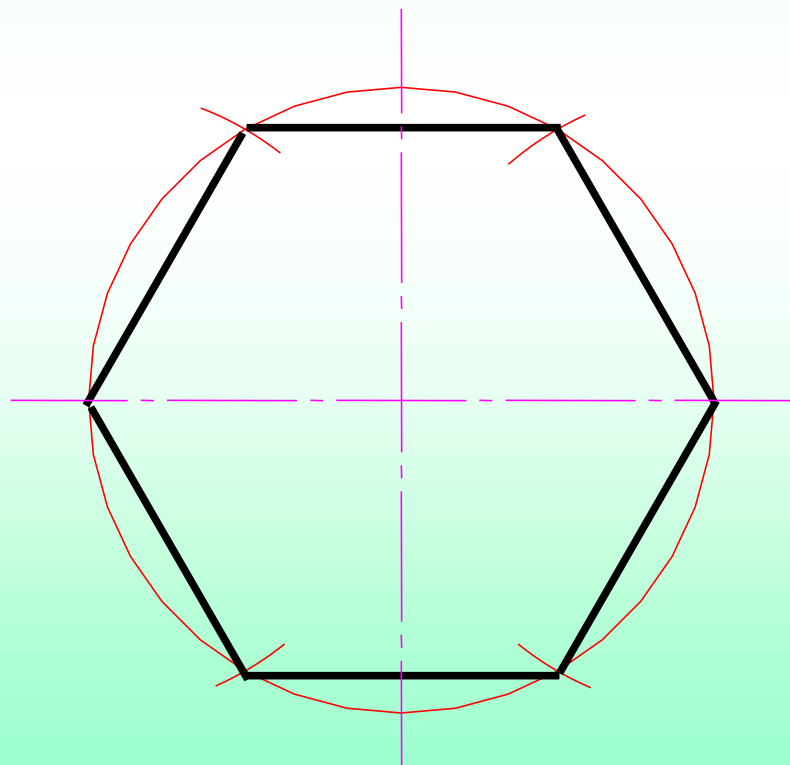
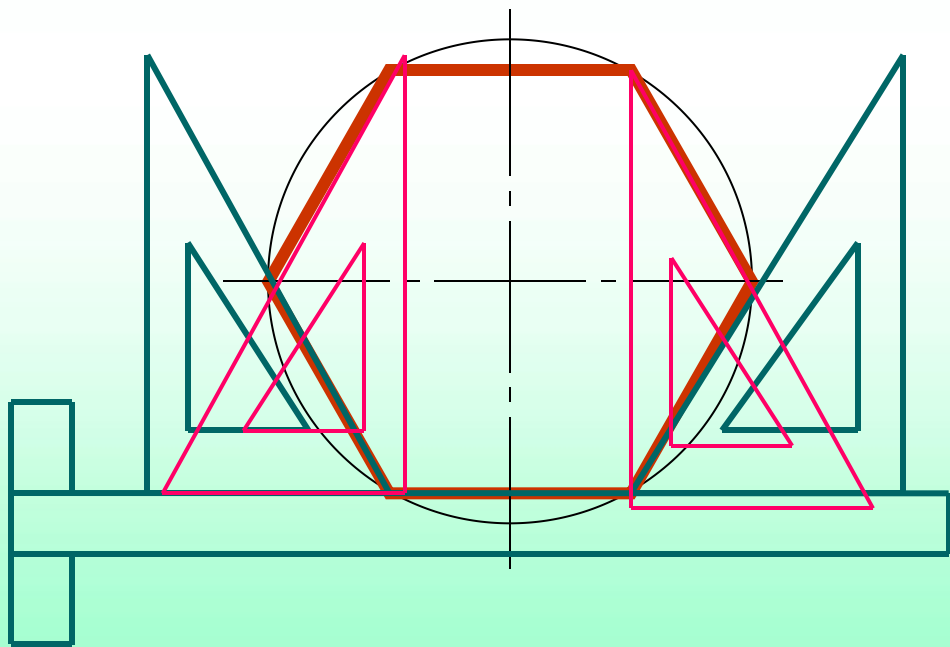
2. 等分圆周和正多边形的做法

(1) 圆周的四、八等分：用 45° 三角板和丁字尺配合作图，可直接将圆周进行四、八等分。将各等分点依次连接，既可分别作出圆的内接四边形或八边形。





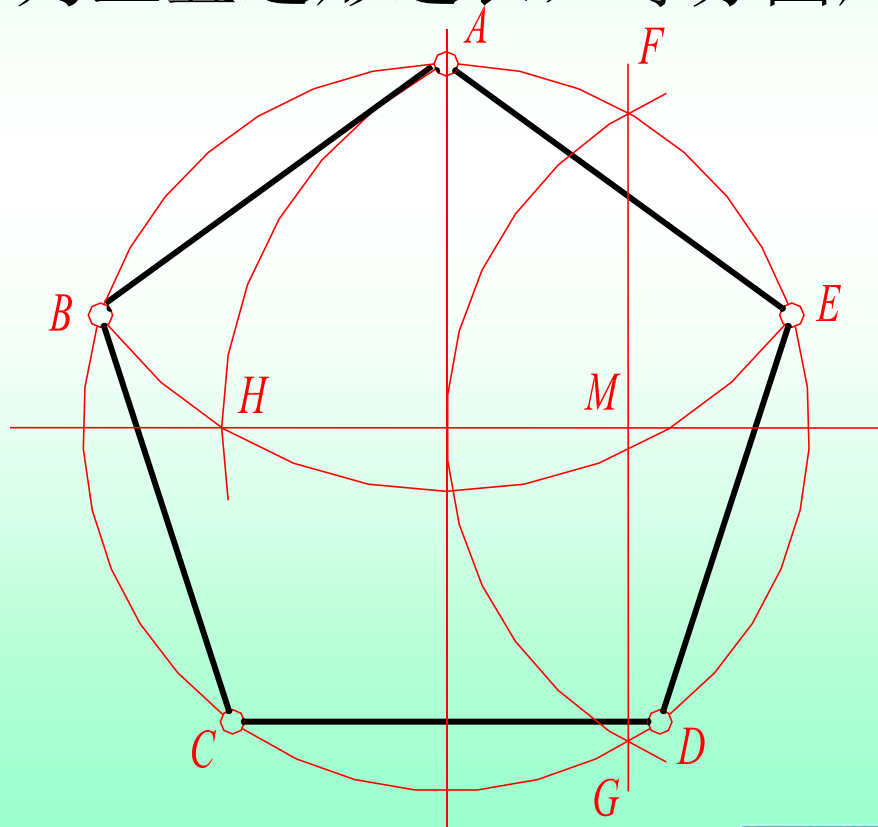
(2) 圆周的三、六、十二等分：以正六边形为例，绘制正六边形，一般利用正六边形的边长等于外接圆半径的原理绘制。也可以以A、D两点为圆心，圆半径为半径画弧连接。





(3) 圆周的五等分：以正五边形为例

- ① 取半径的中点M;
- ② 以M点为圆心，MA为半径画圆弧与直径交与得到H点;
- ③ AH即为正五边形边长，等分圆周得到五个顶点。





二、圆弧连接

用一圆弧光滑地连接相临两线段的作图方法，称为圆弧连接。

1. 作图原理

2. 两直线间圆弧连接

3. 直线与圆弧及两圆弧之间的连接圆弧：

(1) 直线和圆弧间的圆弧连接

(2) 两圆弧间的圆弧连接： ① 外连接

② 内连接

③ 混合连接





1. 作图原理

圆弧连接的作图，可归结为求连接圆弧的圆心和切点。

圆弧与直线连接（相切）

圆弧与圆弧连接（外切）

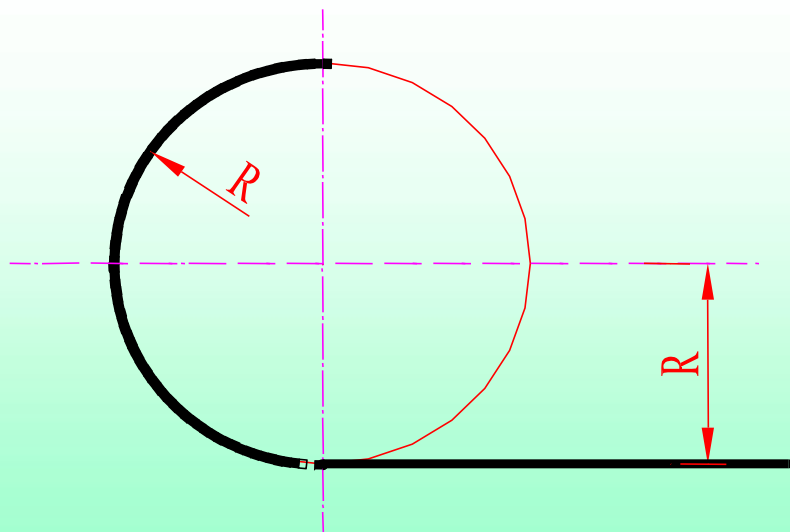
圆弧与圆弧连接（内切）



圆弧与直线连接（相切）

连接弧圆心的轨迹为一平行于已知直线的直线。
两直线间的垂直距离为连接弧的半径 R 。

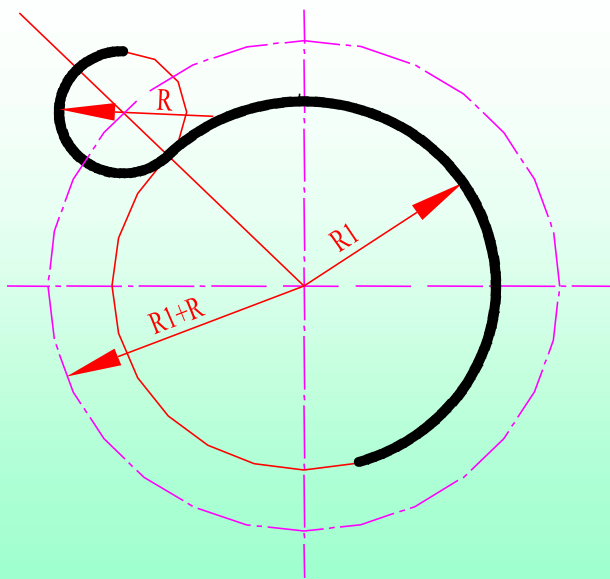
由圆心向已知直线作垂线，其垂足即为切点。





圆弧与圆弧连接（外切）

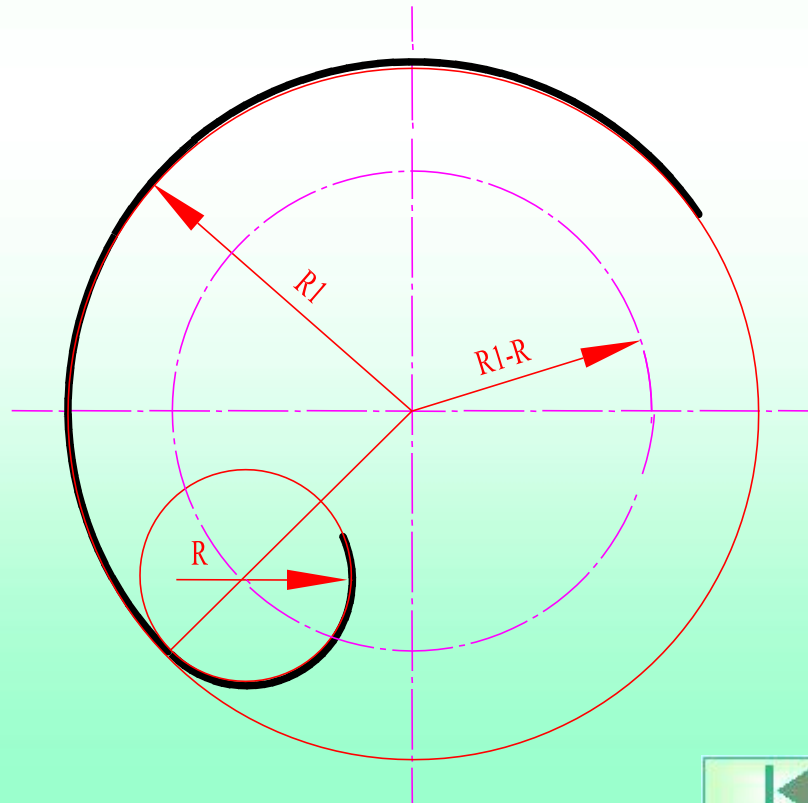
1. 连接弧圆心的轨迹为一与已知圆弧同心的圆，该圆的半径为两圆弧半径之和（ $R_1 + R$ ）。
2. 两圆心的连线与已知圆弧的交点即为切点。





圆弧与圆弧连接（内切）

1. 连接弧圆心的轨迹为一与已知圆弧同心的圆，该圆的半径为两圆弧半径之差（ $R_1 - R$ ）。
2. 两圆心连线的延长线与已知圆弧的交点即为切点。



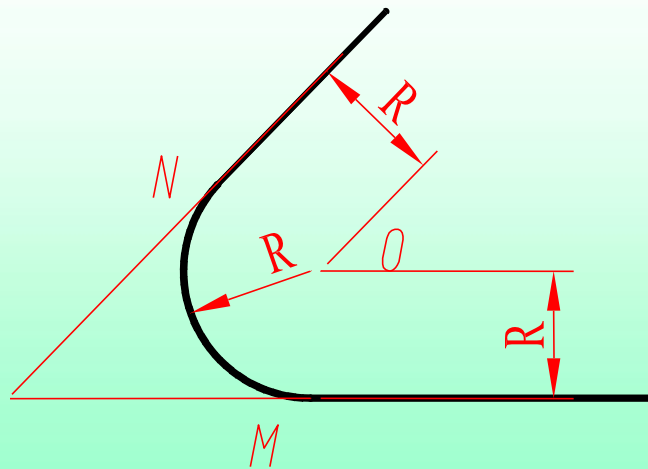
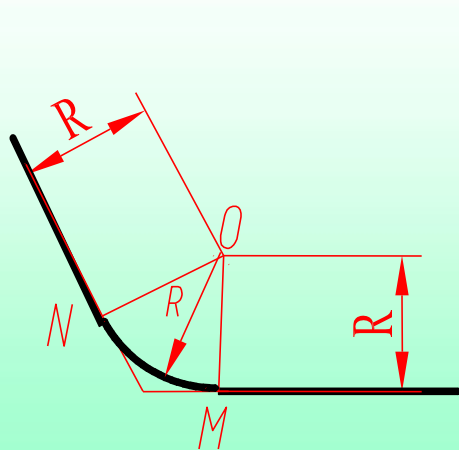


2. 两直线间圆弧连接（锐角、钝角）

①作与已知角两边分别相距为 R 的平行线，交点 O 即为连接弧圆心。

②自 O 点分别向已知角两边作垂线，垂足 M 、 N 即为切点。

③以 O 为圆心， R 为半径在两切点 M 、 N 之间画连接弧即为所求。



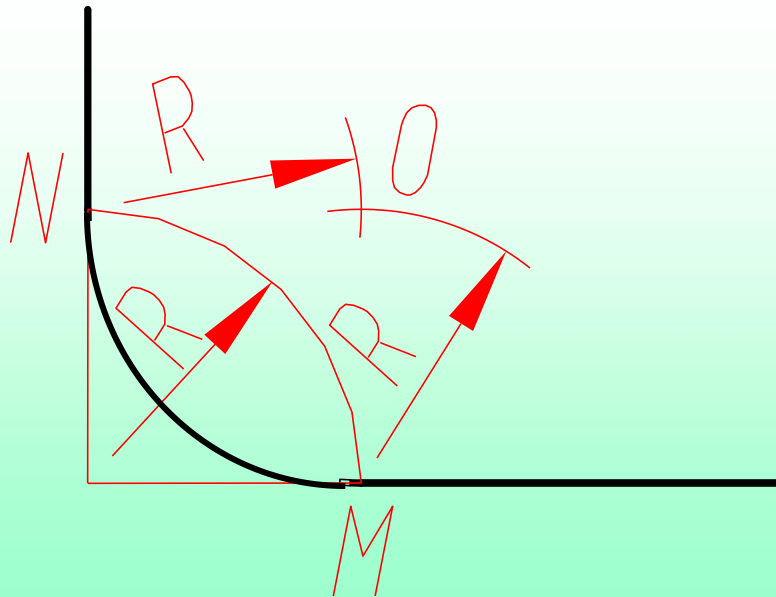


2. 两直线间圆弧连接（直角）

①. 以角顶为圆心， R 为半径画弧，交直角两边于 M 、 N

②. 以 M 、 N 为圆心， R 为半径画弧，相交得连接弧圆心 O

③. 以 O 为圆心， R 为半径，在 M 、 N 间画连接弧即为所求



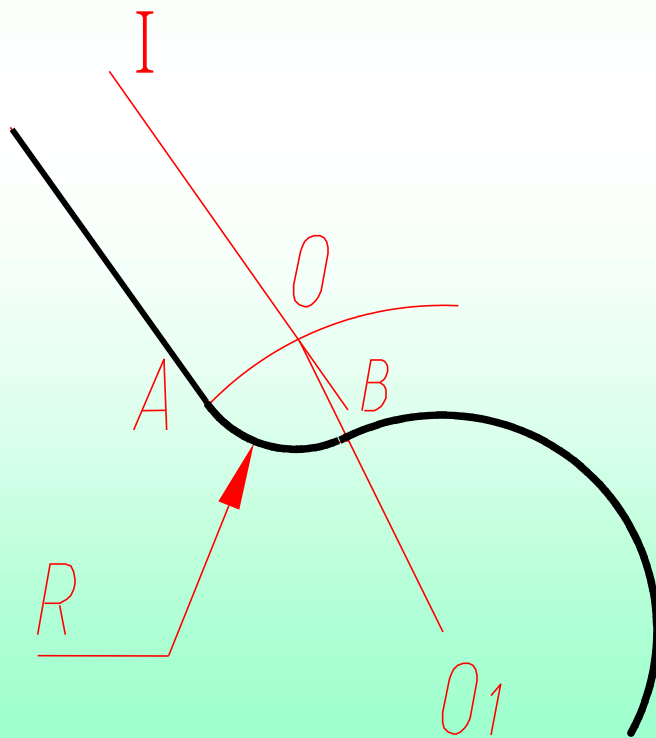


3. 直线与圆弧及两圆弧之间的连接圆弧： 直线和圆弧间的圆弧连接

①作直线II平行于直线I;再作已知圆弧的同心圆(半径为 R_1+R)与直线II相交于O。

②作OA垂直于直线I;连OO₁已知圆弧于B, A、B即为切点。

③以O为圆心, R为半径画圆弧, 连接直线I和圆弧O₁于A、B即完成作图。



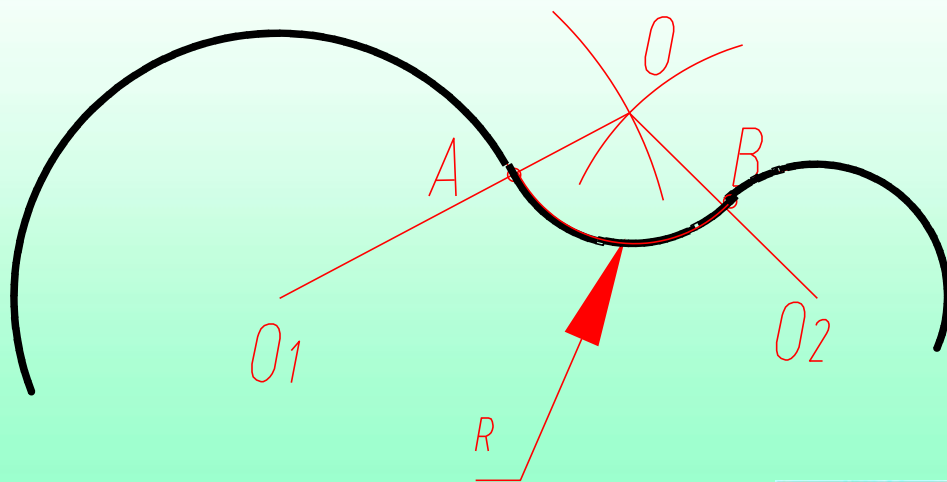


3. 直线与圆弧及两圆弧之间的连接圆弧： 圆弧与圆弧连接（外连接）

①分别以 (R_1+R) 及 (R_2+R) 为半径， O_1 、 O_2 为圆心，画弧交于 O 。

②连 OO_1 交已知弧于 A ，连 OO_2 交已知弧于 B ， A 、 B 即为切点。

③以 O 为圆心， R 为半径画圆弧，连接已知圆弧于 AB 即完成作图。



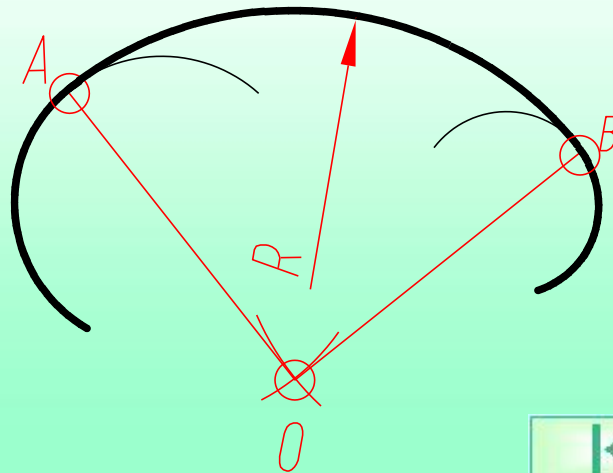


3. 直线与圆弧及两圆弧之间的连接圆弧： 圆弧与圆弧连接（内连接）

①分别以 $(R-R_1)$ 和 $(R-R_2)$ 为半径， O_1 和 O_2 为圆心，画弧交于 O 。

②连 OO_1 、 OO_2 并延长，分别交已知弧于 A 、 B ， A 、 B 即为切点。

③以 O 为圆心， R 为半径画圆弧，连接两已知弧于 AB 即完成作图。



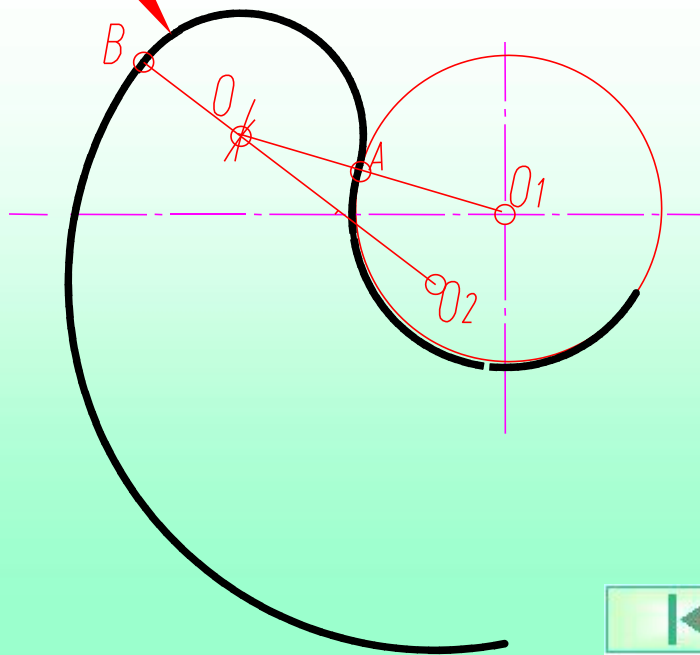
3. 直线与圆弧及两圆弧之间的连接圆弧： 圆弧与圆弧连接（混合连接）



①分别以 (R_1+R) 及 (R_2-R) 为半径， O_1 、 O_2 为圆心，画弧交于 O 。

②连 OO_1 交已知弧于 A ； OO_2 并延长交已知弧于 B ， A 、 B 即为切点。

③以 O 为圆心， R 为半径画弧，连接两已知弧于 A 、 B 即完成作图。





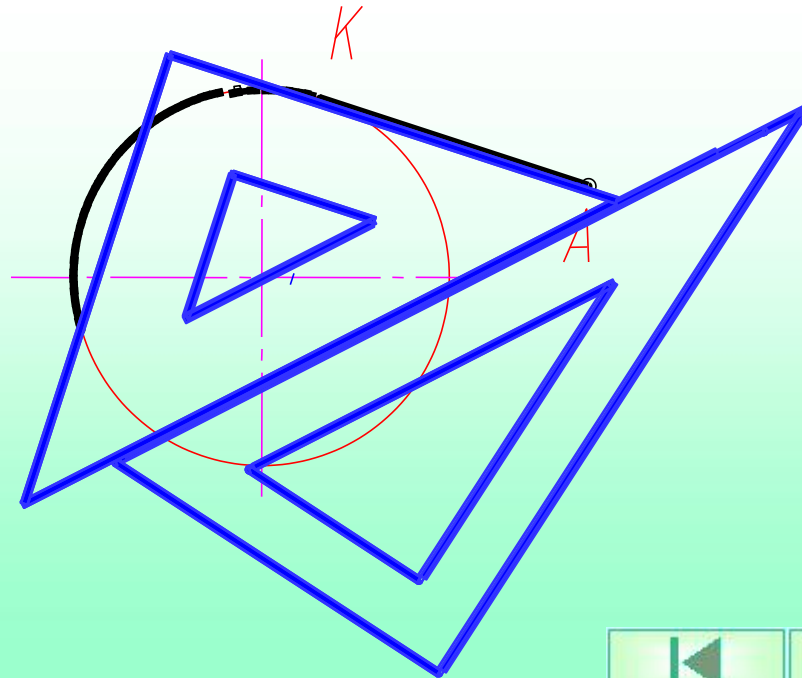
三、 圆弧的切线

1. 利用两块三角板过定点作已知圆的切线
2. 利用两块三角板作已知两圆的一条内公切线



1. 利用两块三角板过定点作已知圆的一条切线

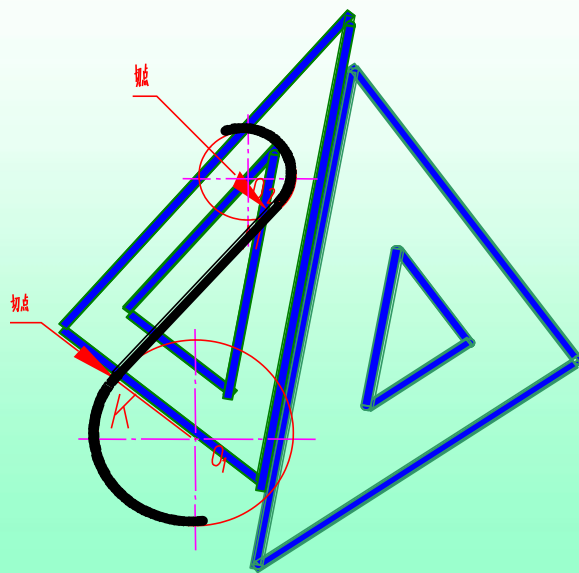
作图可分为两步。第一步：把第一块三角板的一直角边，放在过点A且与已知圆相切的位置上，再把第二块三角板靠紧第一块三角板的斜边。第二步：使第一块三角板沿第二块三角板滑动，当另一直角边通过圆心时作直线，与圆相交得切点K，AK即作出切线。





2. 利用两块三角板作已知两圆的一条内公切线

作图可分为两步。第一步：把第一块三角板的一直角边放在内公切线的位置上，再把第二块三角板的斜边靠紧第一块三角板的斜边。第二步：使第一块三角板沿第二块三角板滑动，当另一直角边通过圆心 O_1O_2 时，分别作直线，与圆相交得切点K、M，连KM即作出内公切线。



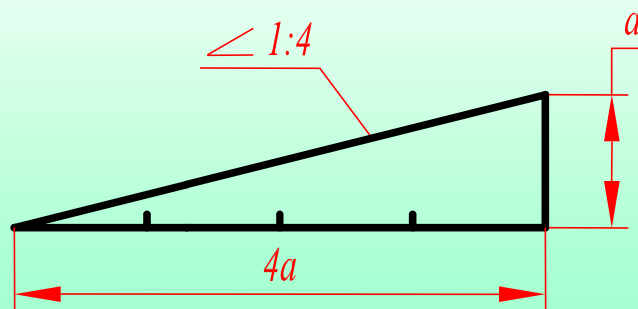
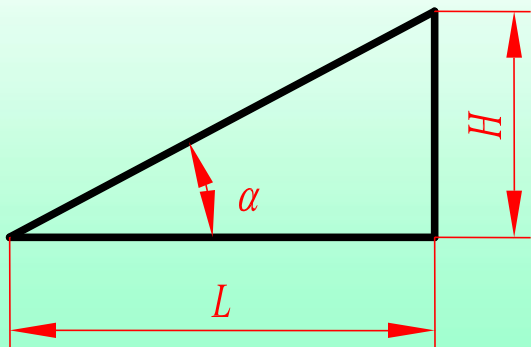


四、斜度和锥度 1.斜度 S

斜度是棱体高之差与平行于棱并垂直一个棱面的两个截面之间的距离之比，用代号“ s ”表示。它等于最大棱体高 H 与最小棱体高 h 之差对棱体长度 L 之比。关系式为： $S=(H-h)/L$ ，斜度 S 与角度 β 的关系为：

$$S=\tan\beta =1:\cot\beta。$$

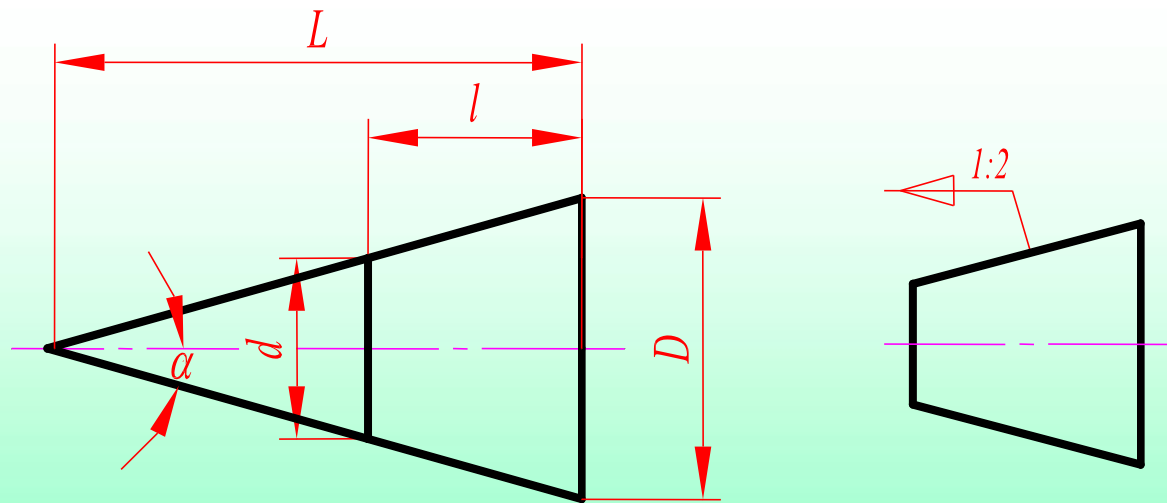
在图样中标注斜度时，用直角三角形对边与邻边的比值来表示，习惯上把比例的前项化简为 1 而写成 $1:n$ 的最简单形式。





2. 锥度 C (GB/T 15754-1995)

锥度是指两个垂直圆锥轴线截面的圆锥直径差与该两截面间的轴向距离之比。在图中，锥度 $C = (D - d) / L = 2 \tan(\alpha / 2)$ ，其中 α 为顶角。锥度也可以简化的形式 $1:n$ 表示。锥度的作图方法如图所示。





五、常用的平面曲线

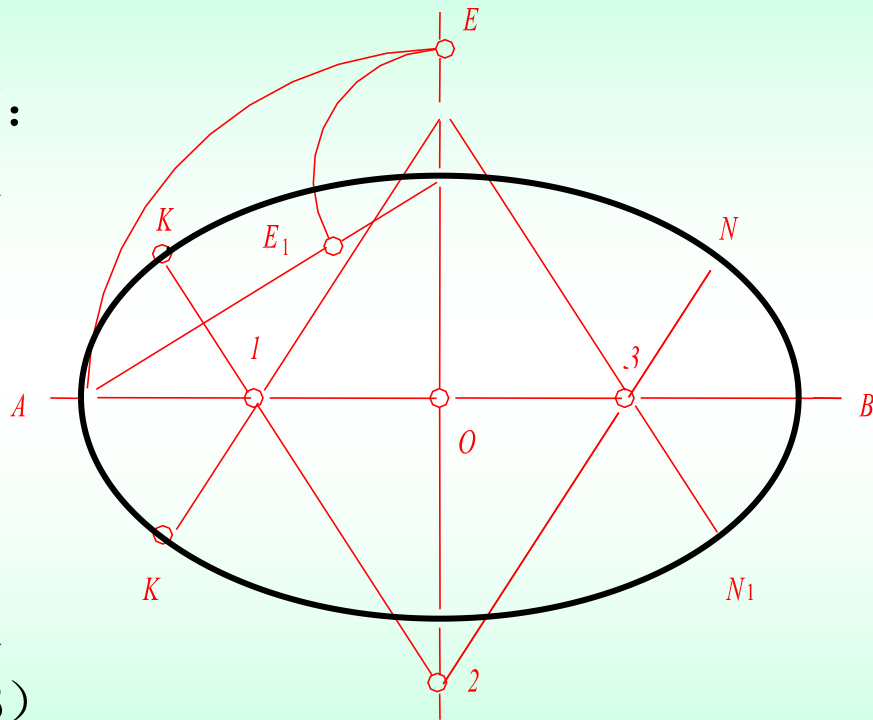
1. 椭圆的画法

(1) 四心近似画法：即用四段圆弧连接起来的图形近似代替椭圆。如果已知椭圆的长、短轴AB、CD，则其近似画法的步骤如下：

①画出长轴AB和短轴CD。连接AC，并在AC上截取CF，使其等于AO与CO之差；

②作AF的垂直平分线，使其分别交AO和OD（或其延长线）于1和2点。以O为对称中心，找出1的对称点3及2的对称点4，此1、2、3、4各点即为所求的四圆心。通过2和1、2和3、4和1、4和3各点，分别作连线。

③分别以2和4为圆心，2C（或4D）为半径画两弧。再分别以1和3为圆心，1A（或3B）为半径画两弧，使所画四弧的接点，分别位于21、23、41和43的延长线上，即得所求的椭圆。





1. 椭圆的画法

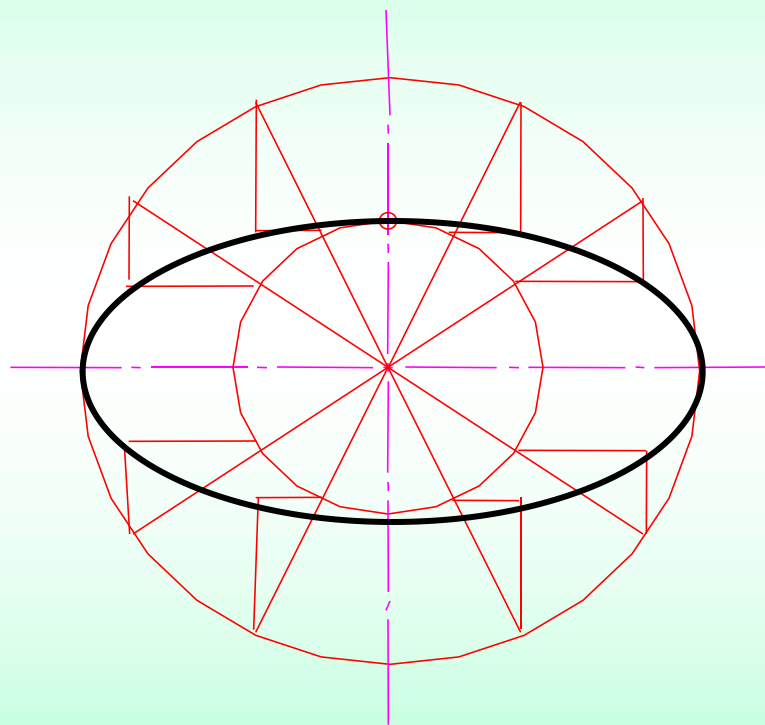
(2) 同心圆法：已知相互垂直且平分的长轴和短轴，用同心圆法画椭圆。步骤如下：

①以椭圆中心为圆心，分别以长、短轴长度为直径，作两个同心圆；

②过圆心作任意直线交大圆于1、2两点，交小圆于3、4两点，分别过1、2引垂线，过3、4引水平线，它们的交点即为椭圆上的点；

③按第二步的方法重复作图，求出椭圆上的一系列的点；

④用曲线板光滑的连接诸点，即得所求的椭圆。

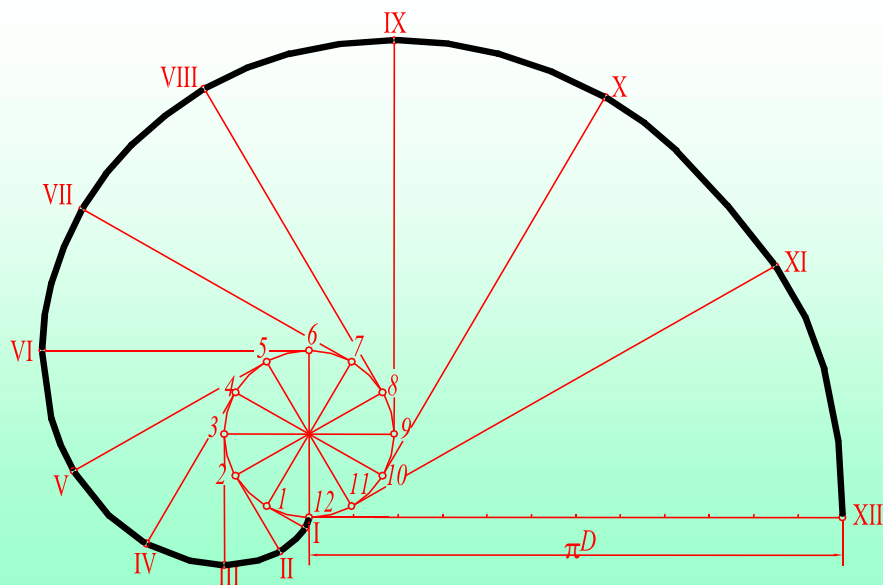




2. 渐开线的近似画法

渐开线的近似画法：直线在圆周上作无滑动的滚动，该直线上一点的轨迹即为此圆（称作基圆）的渐开线。齿轮的齿廓曲线大都是渐开线，如图所示，其作图步骤如下：

- 画基圆 D 分成任意等分，并将基圆的展开长度 πD 也分成相同的等分(图1-21中， $n=12$)；
- 在圆周的各等分点处，按同一方向作圆的切线；
- 在切线上依次截取 πD 的 $1/12$ 、 $2/12$ 、 $3/12$ $\cdots$ 得一系列的点，用曲线板光滑连接诸点，即为所求的渐开线。





§ 1-5 平面图形的画法

- 一、尺寸分析
- 二、线段分析
- 三、绘图的方法和步骤

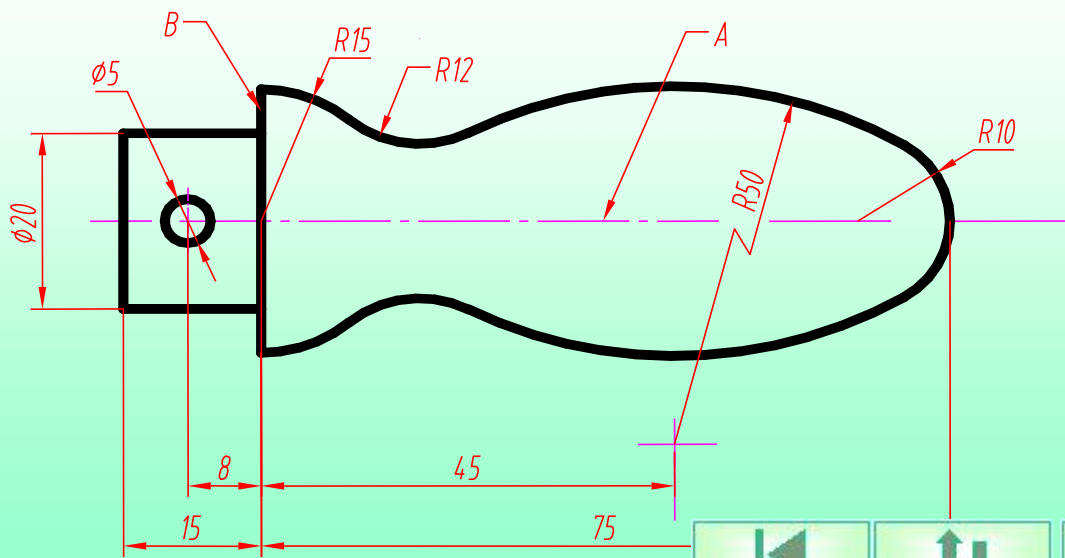


一、尺寸分析

平面图形中的尺寸,按其作用可分为两大类:

(1) 定形尺寸: 用于确定线段的长度、圆弧的半径(或圆的直径)和角度大小等的尺寸,称为定形尺寸。如图中的 $\phi 20$ 、 $\phi 5$ 、 $R10$ 、 $R50$ 等。

(2) 定位尺寸: 用于确定线段在平面图形中所在位置的尺寸。如圆心的位置尺寸等。它需要从尺寸基准出发标注。图中的 $\phi 20$ 、8定位尺寸。



二、线段分析



平面图形中的线段（直线或圆弧），根据其定位尺寸的完整与否，可分为三类（因为直线连接的作图比较简单，所以这里只讲圆弧连接的作图问题）。

（1）已知圆弧

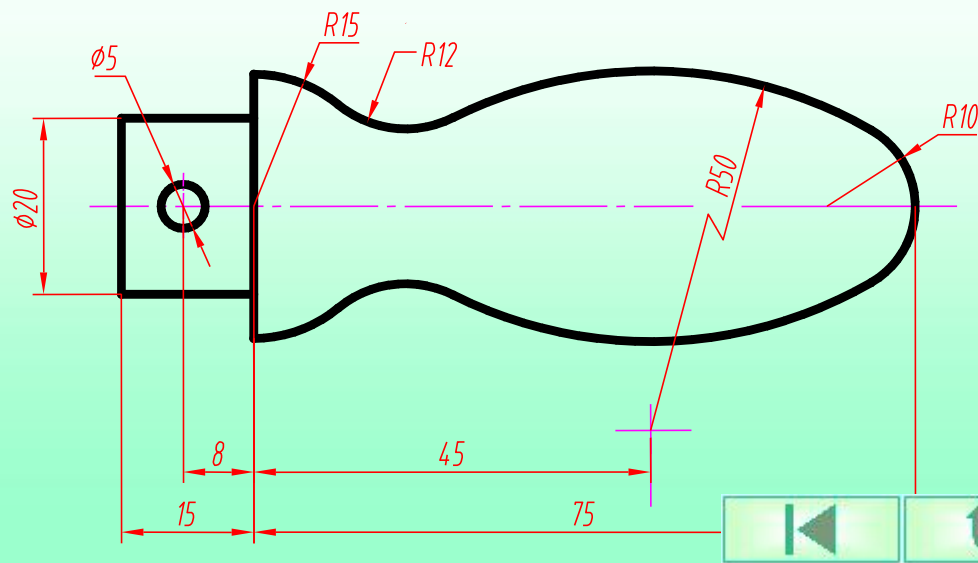
具有两个定位尺寸的圆弧，如图1-46中的R10。

（2）中间圆弧

具有一个定位尺寸的圆弧，如图1-46中的R50。

（3）连接圆弧

没有定位尺寸的圆弧，如图1-46中的R12。





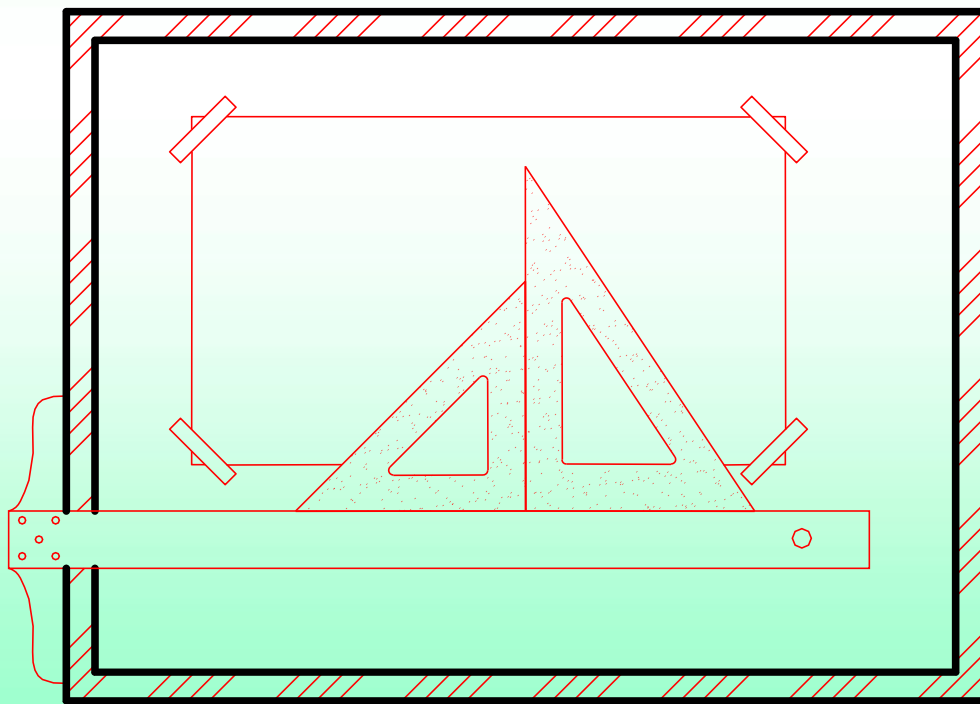
三、 绘图的方法和步骤

- 1.准备工作
- 2.绘制底稿
- 3.铅笔描深底稿



1. 准备工作

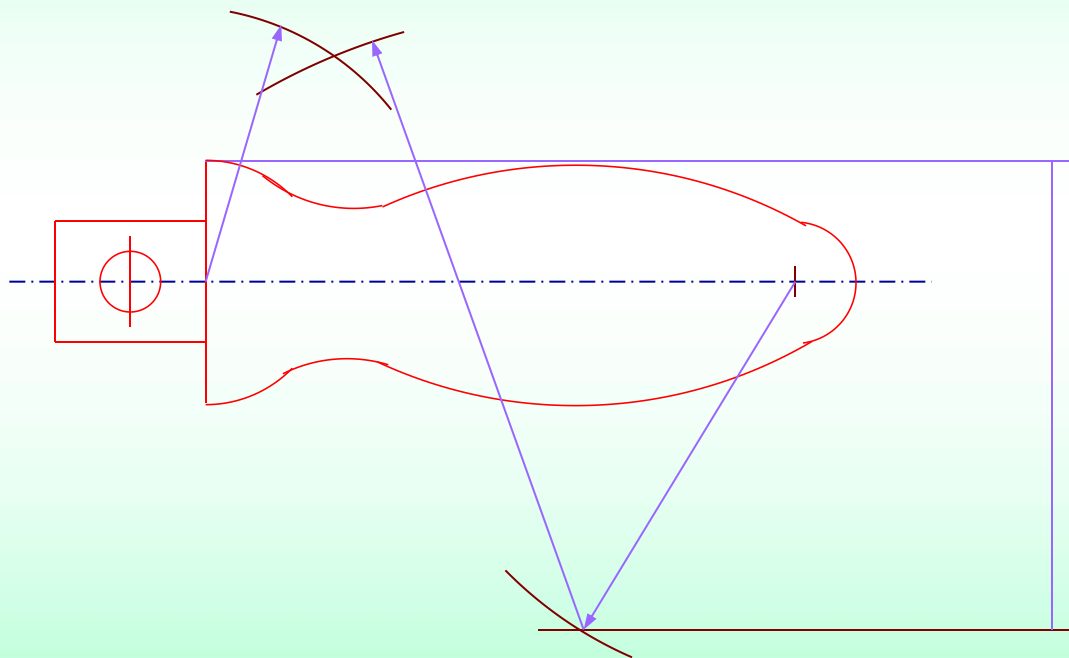
- ① 分析图形的尺寸及线段
- ② 确定比例、图副，并且固定图纸
- ③ 拟定具体的作图顺序





2. 绘制底稿

(1) 画底稿的步骤。





(2) 画底稿时，应注意以下几点：

1) 画底稿用铅笔，铅芯应经常修磨以保持尖锐；

2) 底稿上，各种线型均暂不分粗细，并要画得很轻很细。

3) 作图力求准确；

4) 画错的地方，在不影响画图的情况下，可先作记号，待底稿完成后一起擦掉。



3. 铅笔描深底稿

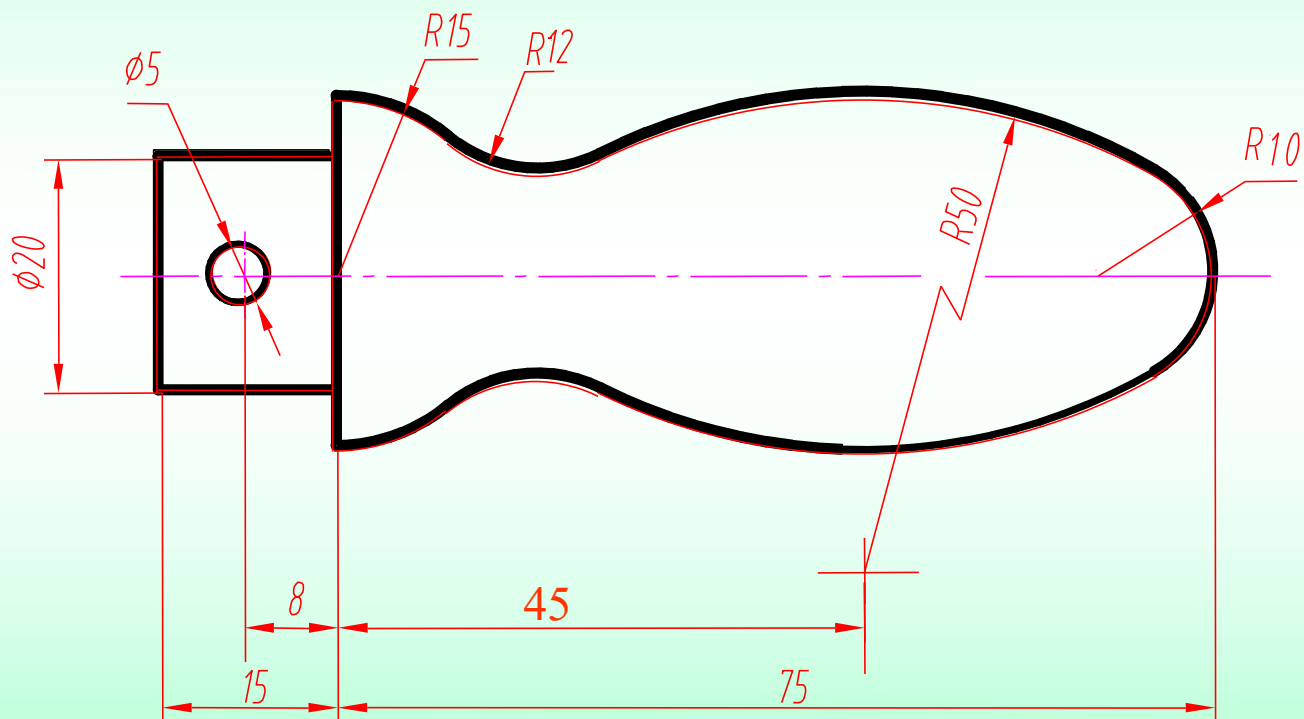
(1) 描深底稿的步骤

①先粗后细——一般先描深全部粗实线，再全部描深虚线、点画线及细实线等，这样既可提高绘图效率，又可保证同一线型在全部图中粗细一致，不同线型之间的粗细也符合比例关系。

②先曲后直——在描深同一种线型（特别是粗实线）时，应先描深圆弧和圆，然后描深直线，以保证连接圆滑。

③先水平后垂斜——先用丁字尺自上而下画出全部相同线型的水平线，再用三角板自左向右画出全部相同线型的垂直线，最后画出倾斜的直线。

④画箭头、填写尺寸数字、标题栏等，此步骤可将图纸从图板上取下来进行。





(2) 描深底稿的注意事项

1) 在铅笔描深以前，必须全面检查底稿，修正错误，把画错的线条及作图辅助线用软橡皮轻轻擦净。

2) 用H、HB、B、2B铅笔描深各种图线，用力要均匀一致，以免线条浓淡不均。

3) 为避免弄脏图面，要保持双手和三角板及丁字尺的清洁。描深过程中应经常用毛刷将图纸上的铅芯浮末扫净，并应尽量减少三角板在以描深得图纸上反复推摩。

4) 描深后的图纸很难擦净，故要尽量避免画错。需要擦掉时，可用软橡皮顺着图线的方向擦拭。



§ 1-6徒手画图的方法

徒手画图的基本知识

徒手画图的基本要求

- 一、握笔的方法
- 二、直线的画法
- 三、常用角度的画法
- 四、圆的画法
- 五、圆角、曲线连接及椭圆的画法



徒手画图的基本知识

徒手图也叫草图（但并非潦草的图），它是以目测估计图形与实物的比例，按一定画法要求徒手（或部分使用绘图仪器）绘制的图，在生产实践中人们经常借助它来记录或表达技术思想，因此徒手图是工程技术人员必备的一项重要基本技能。

徒手画图主要用于：机器的测绘、讨论设计方案、技术交流、现场参观等。

由于徒手草图并不是潦草的图，因此，徒手草图仍应基本做到：图形正确，线型分明，比例匀称，字体工整，图面整洁。



徒手画图的基本要求

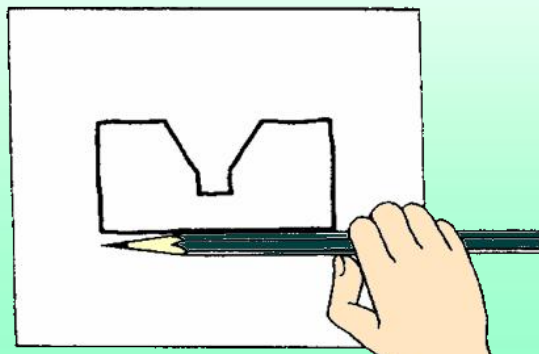
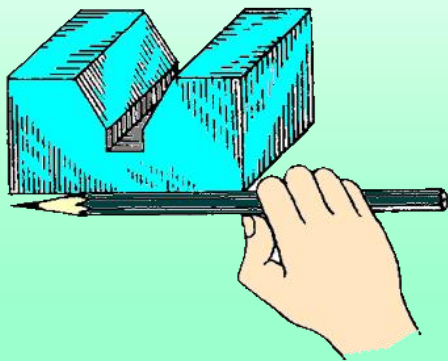
1. 画线要稳, 图线要清晰。

2. 目测尺寸要准(尽量符合实际), 各部分比例均匀; 画中、小物体时, 可用铅笔当尺直接放在实物上测各部分的大小, 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。

3. 绘图速度要快。

4. 字体工整, 标注尺寸无误。

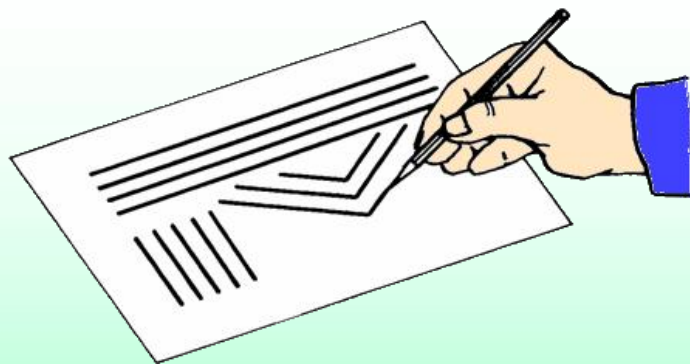
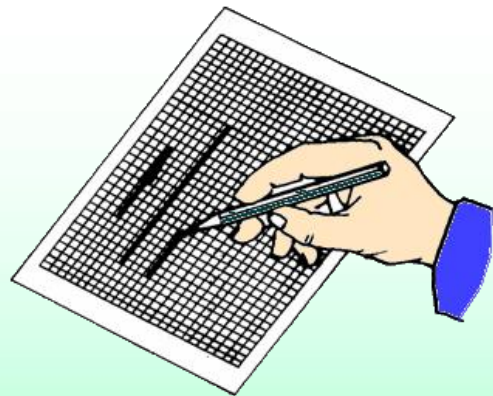
5. 绘图铅笔要比仪器画图的铅笔软一号, 并且削成圆锥形, 画粗实线笔尖要秃些, 画细线时笔尖要细些。





一、握笔的方法

手握笔的位置要比仪器绘图时高些，以利于运笔和观察目标。笔杆与纸面成 45° - 60° 角，执笔稳而有力。



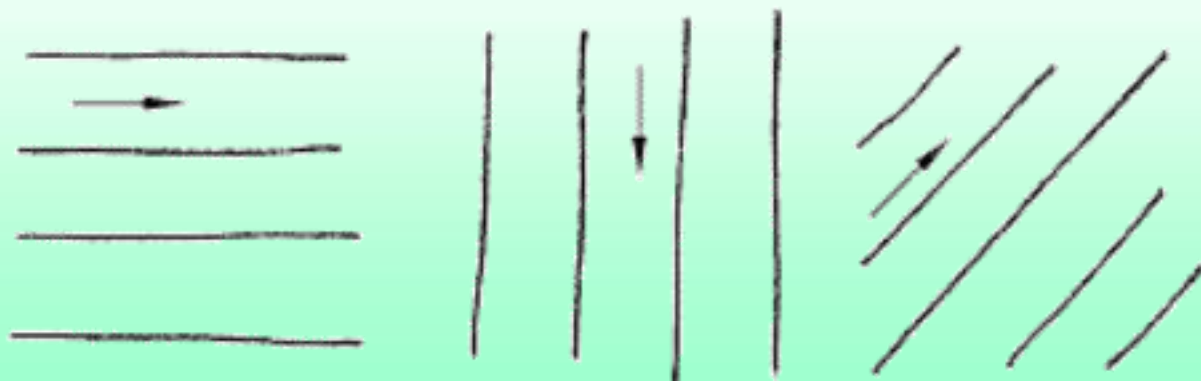


二、直线的画法

①画直线时手腕要靠着纸面，沿着画线方向移动，并且眼睛要注意终点方向，以便与控制直线，保证尽量画直。

②画水平线时，图纸可以放斜一点，不要固定图纸，以便随时旋转图纸到最为顺手的位置。

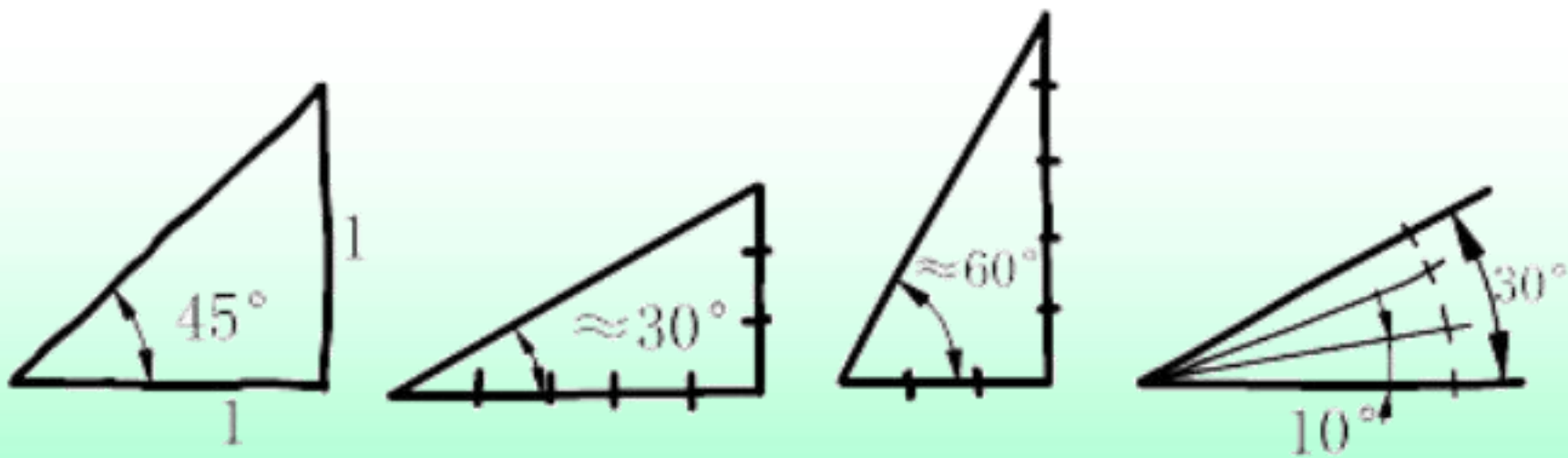
③画垂直线时，要自上向下运笔。





三、常用角度的画法

画 45° 、 30° 、 60° 常见角度，可根据两直角边的比例关系，在两直角边上定出几点，然后连线而成。画线的运笔方向，如图所示。

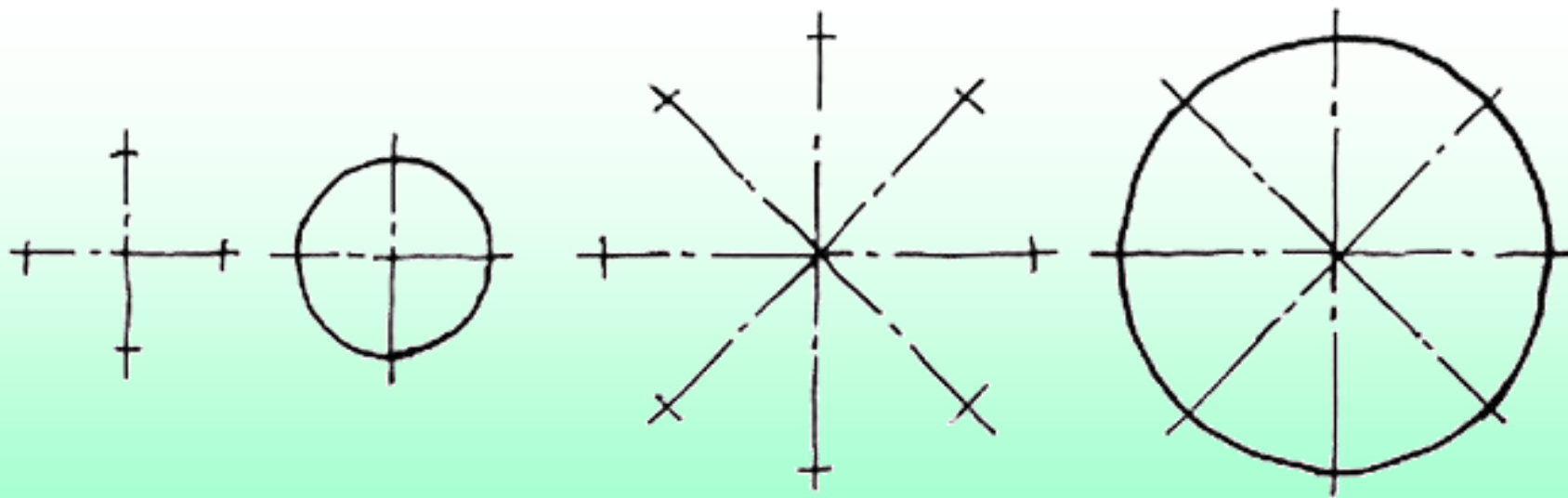




四、圆的画法

①画直径较小的圆时，先在中心线上按半径目测定出四点，然后徒手将各点连接成圆。

②当画较大的圆时，可过圆心加画一对十字线，按半径目测定出八点，连接成圆。

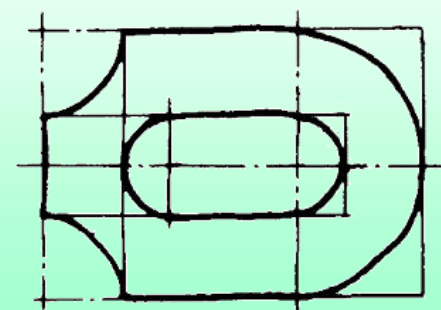
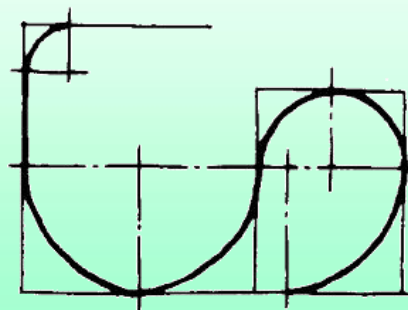
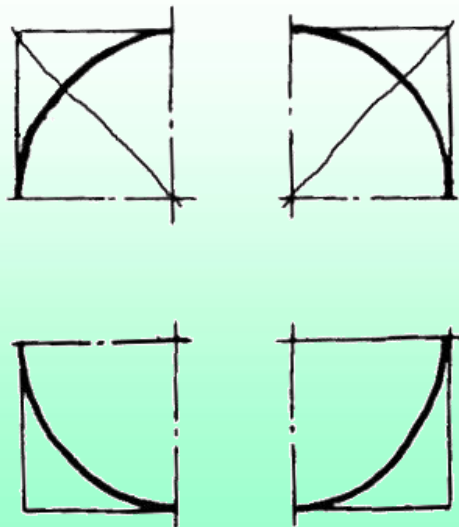




五、圆角、曲线连接及椭圆的画法

1. 圆角的画法

画圆角时，先将两直线画成相交，然后目测，在分角线上定出圆心位置，使它与角两边的距离等于圆角半径的大小，过圆心向两边引垂线，定出圆弧的起点和终点，并在分角线上也定出一圆周点，最后画圆弧连接三点即可。





2. 椭圆的画法

画椭圆时，先目测定出其长短轴上的四个端点，然后分段画出四段圆弧（注意图形的对称性）。

