

第一章 制图的基本知识

- 教学目标
- 1. 1. 工程制图的基本规定
- 1. 2. 绘图仪器工具的使用
- 1. 3. 平面图形的画法
- 1. 4. 平面图形的分析与绘图方法
- 本章小结



教学目标

1. 掌握国家标准《技术制图》、《机械制图》中的有关基本规定，并在实践中严格遵守。
2. 正确使用绘图工具和仪器。
3. 熟练掌握几何作图的方法。
4. 掌握平面图形的尺寸和线段分析，正确拟定平面图形的作图步骤。
5. 初步养成良好的绘图习惯和一丝不苟的工作作风。



1.1. 国家标准的基本规定

本节主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》的基本内容。

每一个工程技术人员都应该树立标准化的概念，自觉贯彻执行国家标准。

1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

1.1.2. 比例

1.1.3. 字体

1.1.4. 图线及其画法

1.1.5. 尺寸注法



1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

1. 图纸幅面 (GB/T14689—1993)

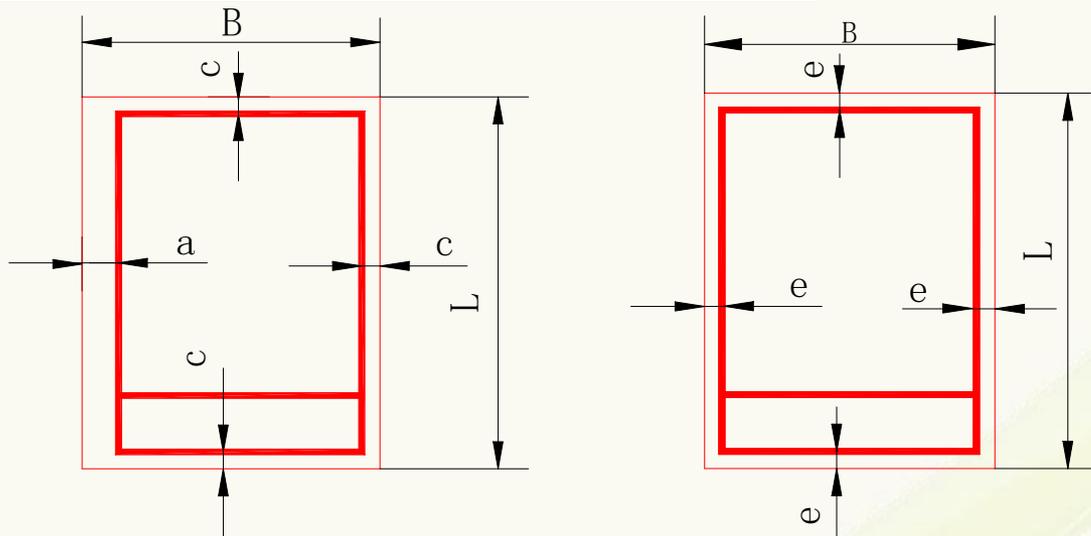
为了便于图纸的装订和保存，国家标准对图纸幅面作了统一的规定。

必要时允许加长。



1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

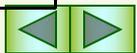
1. 图纸幅面 (GB/T14689—1993)



基本幅面及图框尺寸

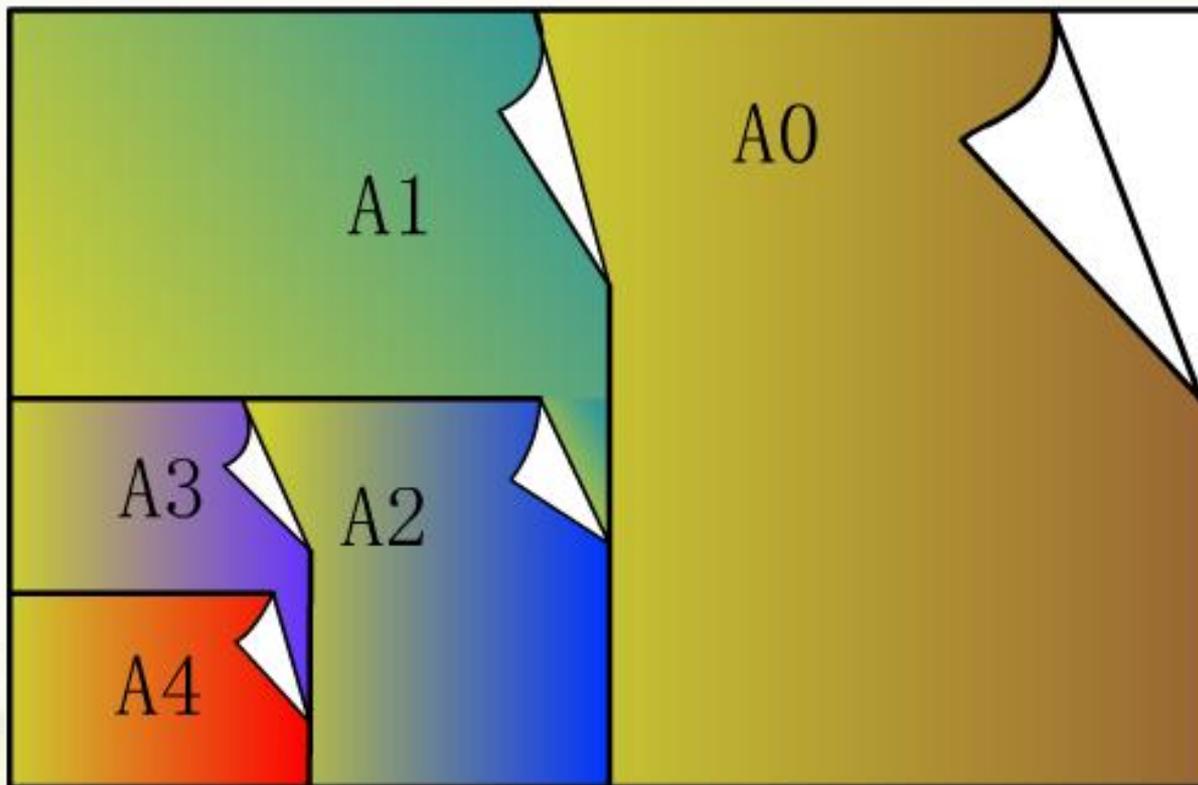
(单位:) mm

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		



1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

1. 图纸幅面 (GB/T14689—1993)

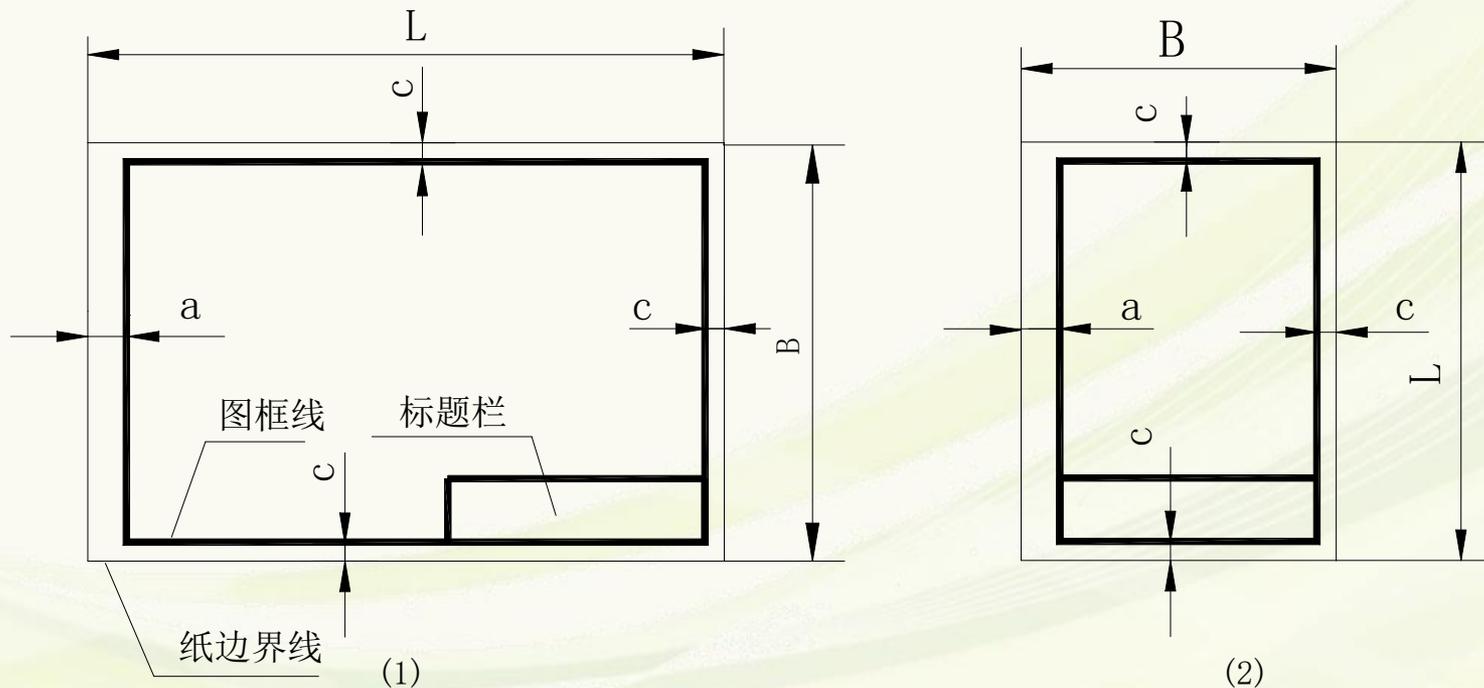


1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

2. 图框格式

(1) 需要留装订边的图样

一般采用A4竖装或A3横装，其图框格式如下图所示。



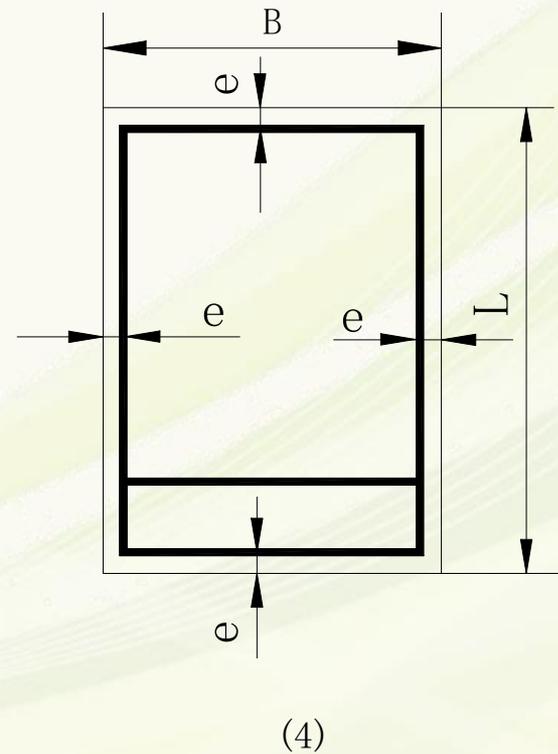
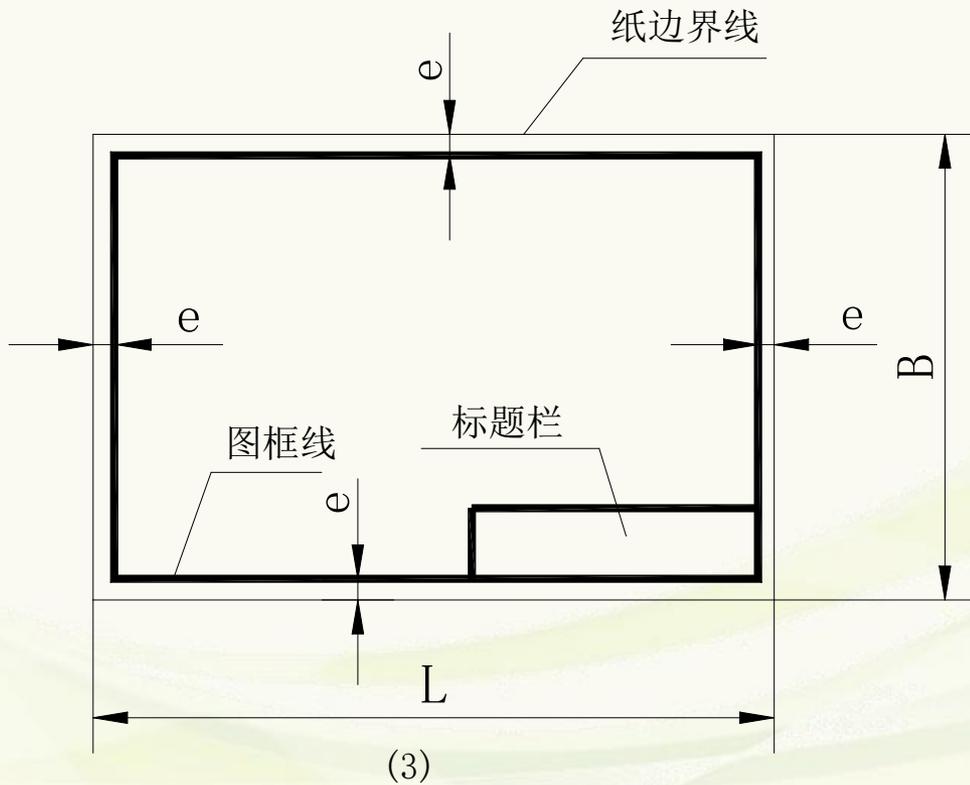
留装订边图框格式



1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

2. 图框格式

(2) 不需要留装订边的图样



不留装订边图框格式



1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

2. 图框格式

注意

无论是否留有装订边，
都应在图幅内画出图框。

图框用**粗实线**绘制。



1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

3. 标题栏(GB/T10609.1—1989)

标题栏用来填写零部件名称、所用材料、图形比例、图号、单位名称及设计、审核、批准等有关人员的签字。

标题栏应该放在图纸的右下角。

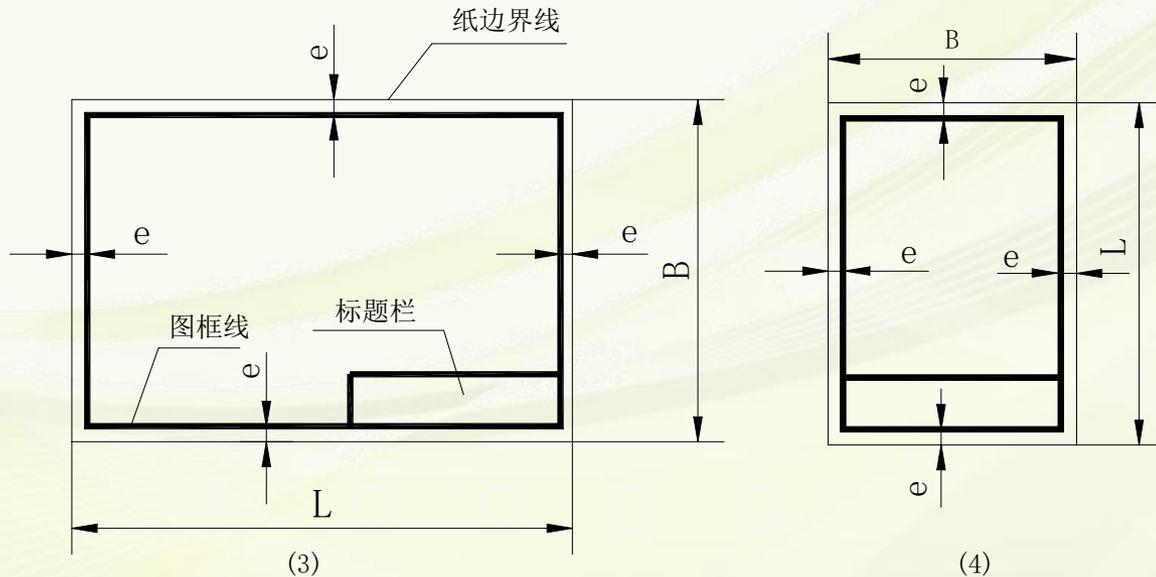
标题栏的方向一般为看图的方向。



1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

3. 标题栏 (GB/T10609.1—1989)

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，如图（a）；若标题栏的长边和图纸的长边垂直，则构成Y型的图纸，如图（b）。此时，看图方向与看标题栏方向一致。一般A0~A3号图纸幅面宜横放，A4号以下的图纸幅面宜竖放。

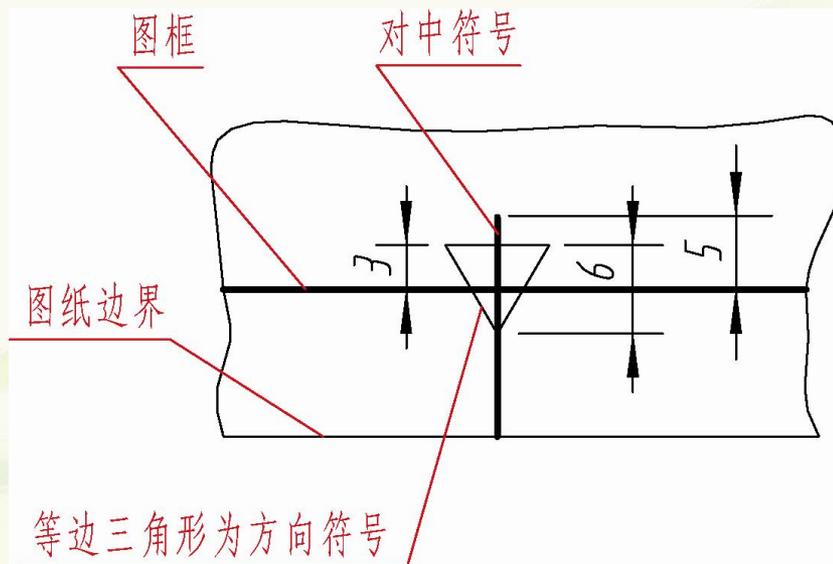


1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

3. 标题栏 (GB/T10609.1—1989)

(1) 方向符号

当看图方向与标题栏方向不一致时，可采用方向符号。如下图，即方向符号的尖角对着读图者时为看图方向。方向符号用细实线绘制。

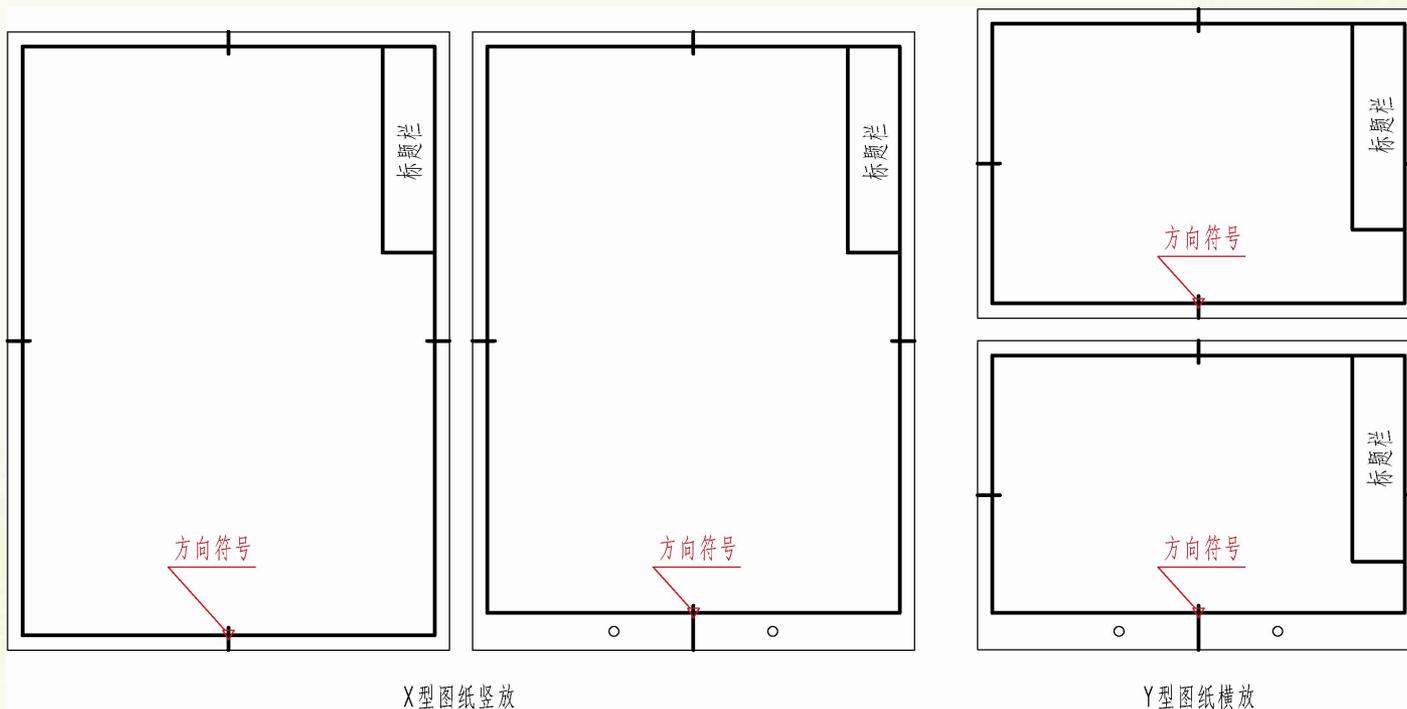


1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

3. 标题栏(GB/T10609.1—1989)

(2) 对中符号

为了使图样复制和缩微摄影时定位方便，应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。对中符号用粗实线绘制，长度从图纸边界开始伸入图框内约5mm，位置误差不大于0.5mm。当对中符号在标题栏内时，伸入标题栏内的部分省略不画。

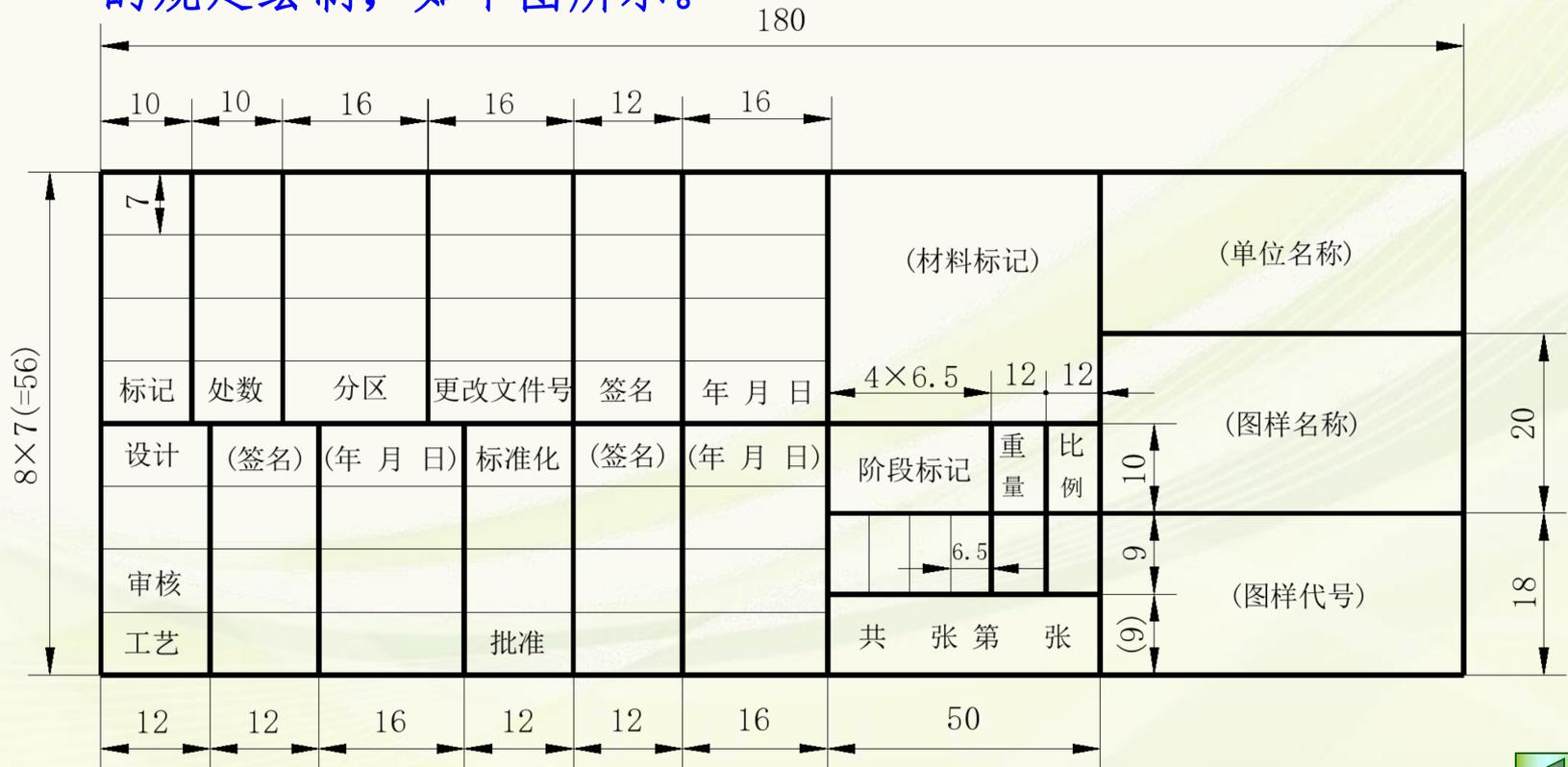


1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

3. 标题栏(GB/T10609.1—1989)

(3) 国家标准规定的标题栏

在正规的图纸上，标题栏的格式和尺寸应按GB10609.1-1989的规定绘制，如下图所示。



1.1.1. 图纸幅面、格式及标题栏

3. 标题栏 (GB/T10609.1—1989)

(4) 学校用简易标题栏

学校的制图作业一般使用下图所示的简易标题栏。



1.1.2. 比例（GB/T14690-1993）

1. 比例的定义

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比例分：原值比例、放大比例和缩小比例。



1.1.2. 比例 (GB/T14690-1993)

2. 比例系列

比例系列表

种 类	比例系列一	比例系列二
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	$1 : 2$ $1 : 5$ $1 :$ 10 $1 : 2 \times 10^n$ $1 : 5 \times$ 10^n $1 : 1 \times 10^n$	$1 : 1.5$ $1 : 2.5$ $1 : 3$ $1 : 4$ $1 :$ 6 $1 : 1.5 \times 10^n$ $1 : 2.5 \times 10^n$ $1 : 3 \times 10^n$ $1 : 4 \times 10^n$ $1 : 6 \times 10^n$



1.1.2. 比例（GB/T14690-1993）

3. 比例的选用

(1) 为了在图样上直接获得实际机件大小的真实概念，应尽量采用1:1的比例绘图。

(2) 比例符号以“:”表示，一般应标注在标题栏内。必要时，可以标注在视图名称的下方或右侧。

(3) 应优先选用“比例系列一”中的比例。

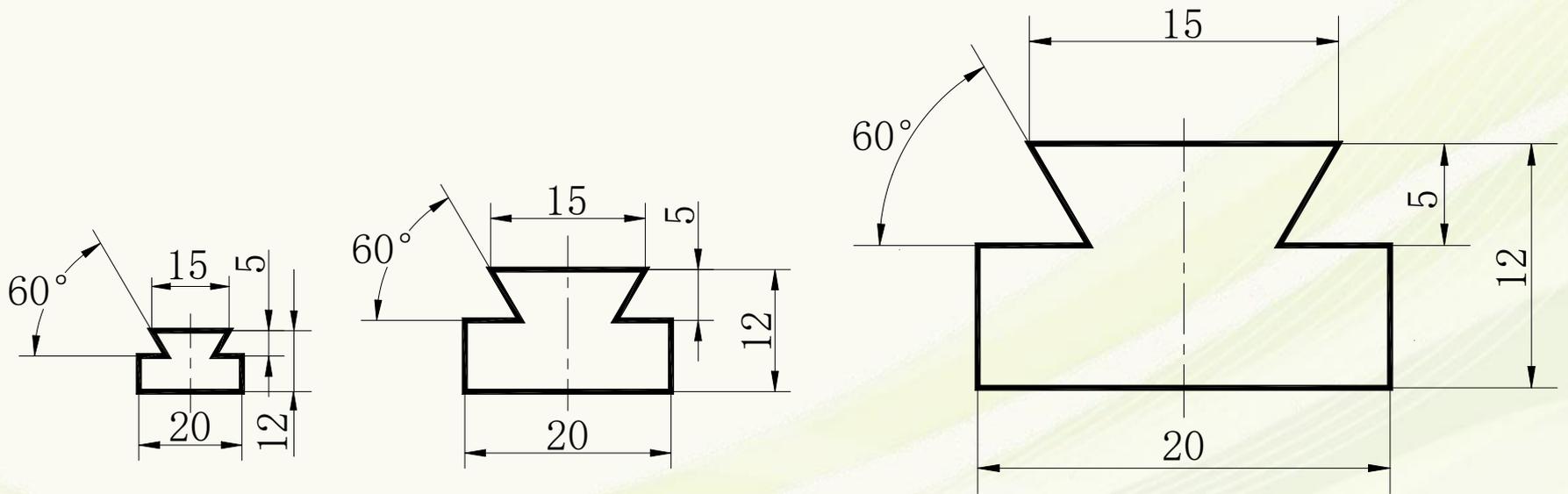
(4) 图样无论放大或缩小，图形上所注尺寸的数值大小，必须是物体的实际尺寸。



1.1.2. 比例 (GB/T14690-1993)

4. 比例的应用举例

同一机件用不同比例画出的图形



1: 2

1: 1

2: 1



1.1.3. 字体（GB/T14691-1993）

1. 字体的一般要求

图样中除了用视图表示机件的结构形状外，还要用文字和数字说明机件的技术要求和大小。

图样中书写的字体必须做到：字体工整、笔划清楚、间隔均匀、排列整齐。



1.1.3. 字体（GB/T14691-93）

2. 字体的具体规定

字体的字号规定了八种：20，14，10，7，5，3.5，2.5，1.8。字体的号数即是字体高度。字体的高度按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。如10号字，它的字高为10mm。字体的宽度一般是字体高度的2/3左右。

(1) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》中规定的简化字。汉字的高度h不应小于3.5mm。书写长仿宋体字的要领：横平竖直，注意起落，结构均匀，填满方格。书写时，应一气呵成，不宜涂描，起落分明挺拔。

(2) 字母和数字分斜体和直体两种。斜体字的字体头部向右倾斜 15° 。字母和数字各分A型和B型两种字体。A型字体的笔划宽度为字高的1/14，B型为1/10。



1.1.3. 字体（GB/T14691-93）

3. 汉字举例

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

3.5号字 螺纹齿轮 航空工业 施工排水 供暖通风 矿山港口



1.1.3. 字体 (GB/T14691-93)

4. 字母和数字

A型

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

αβγδλμφψω

0123456789

B型

ABCDEFGHIJKLMN

OPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmn

opqrstuvwxyz

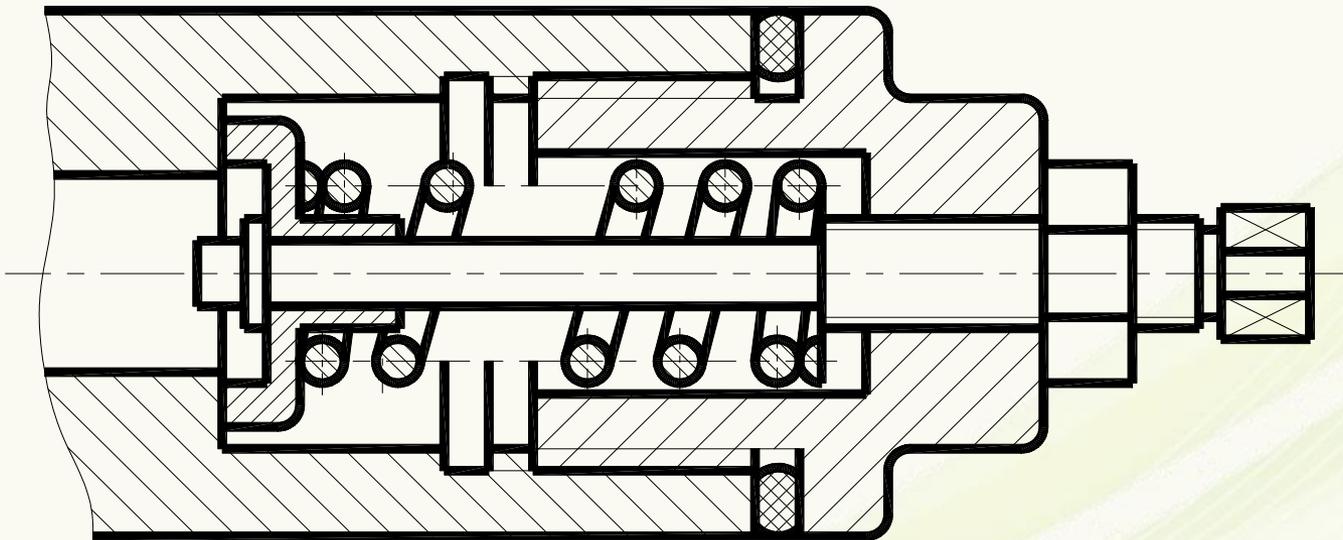
αβγδλμφψω

0123456789



1.1.4. 图线及其画法 (GB/T4457.4-002)

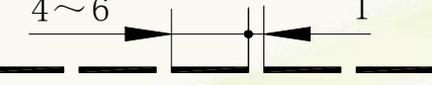
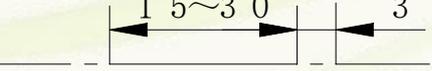
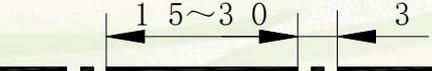
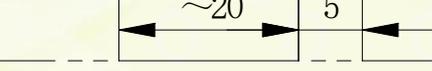
1. 图线的要求



机械图样中的图形是用各种不同粗细和型式的图线画成的，不同的图线在图样中表示不同的含义。绘制图样时，应采用下表中规定的图线型式来绘图。

1.1.4. 图线及其画法 (GB/T4457.4002)

2. 各种形式的图线

图线名称	代码 No.	线型	线宽	一般应用
细实线	01. 1		$d/2$.1 过渡线 .2 尺寸线 .3 尺寸界线 .4 指引线和基准线 .5 剖面线
波浪线	01. 1		$d/2$.21 断裂处边界线;视图与剖视图的分界线
双折线	01. 1		$d/2$.22 断裂处边界线;视图与剖视图的分界线
粗实线	01. 2		d	.1 可见棱边线 .2 可见轮廓线 .3 相贯线 .4 螺纹牙顶线
细虚线	02. 1		$d/2$.1 不可见棱边线 .2 不可见轮廓线
粗虚线	02. 2		d	.1 允许表面处理的表示线
细点画线	04. 1		$d/2$.1 轴线 .2 对称中心线 .3 分度圆(线)
粗点画线	04. 2		d	.1 限定范围表示线
细双点画线	05. 1		$d/2$.1 相邻辅助零件的轮廓线 .2 可动零件的极限位置的轮廓线



1.1.4. 图线及其画法 (GB/T4457.4-002)

3. 图线的宽度和组别

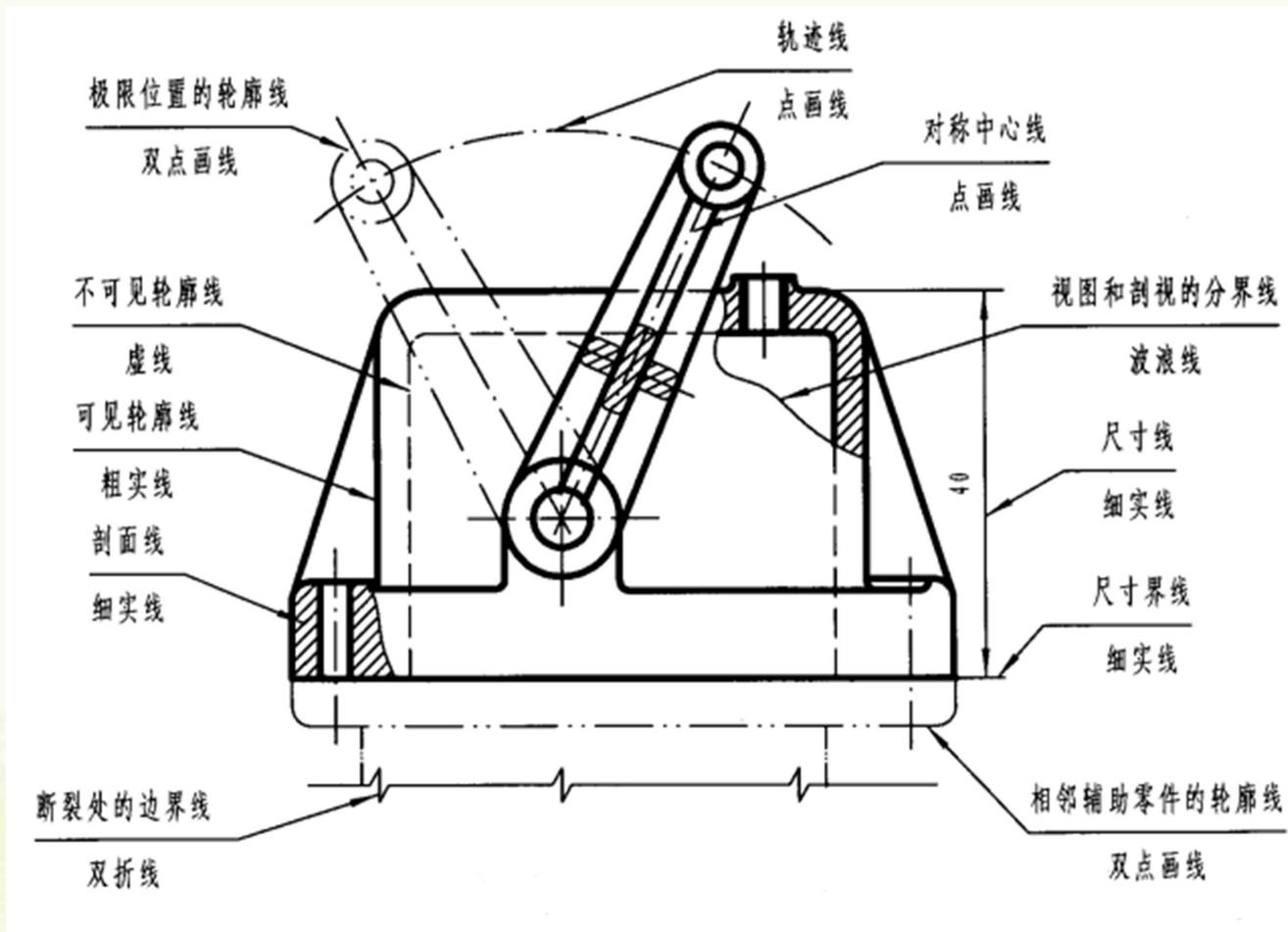
线型组别	与线型代码对应的线型宽度	
	01.2; 02.2; 04.2	01.1; 02.1; 04.1; 05.1
0.25	0.25	0.13
0.35	0.35	0.18
0.5	0.5	0.25
0.7	0.7	0.35
1	1	0.5
1.4	1.4	0.7
2	2	1

组别0.5和0.7 为优先采用的图线组别



1.1.4. 图线及其画法 (GB/T4457.4-002)

4. 图线的应用



1.1.4. 图线及其画法 (GB/T4457.4-002)

5. 图线的画法注意事项

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

(2) 两条平行线（包括剖面线）之间的距离应不小于粗实线的2倍宽度，最小距离不得小于0.7mm。

(3) 绘制圆的中心线，圆心应为线段的交点。点画线和双点画线的首末两端应是线段而不是短画。

(4) 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。点画线、双点画线的点不是点，而是一个约1mm的短画。



1.1.4. 图线及其画法 (GB/T4457.4-002)

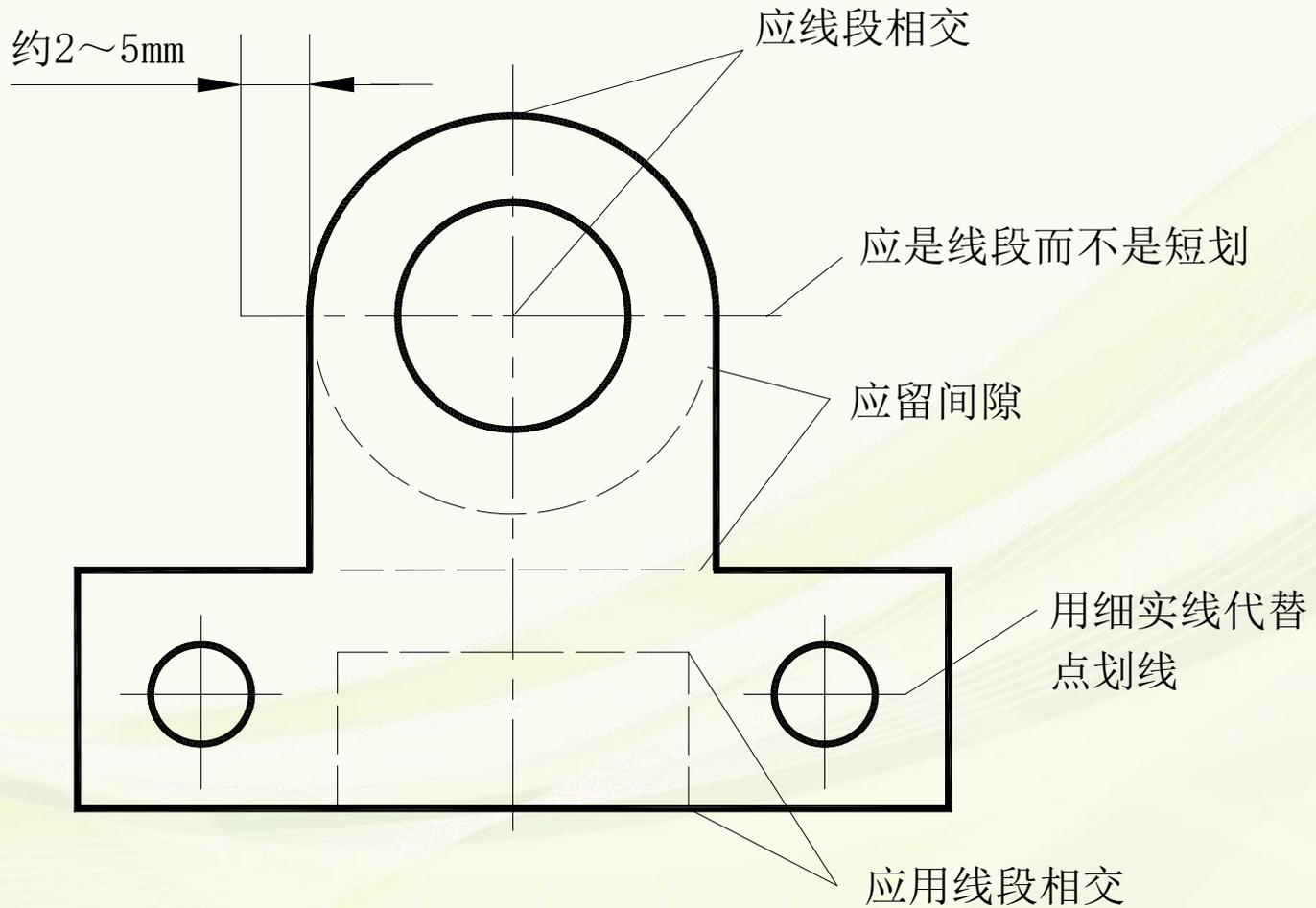
5. 图线的画法注意事项

- (5) 轴线、对称中心线、双折线和作为中断线的双点画线，应超出轮廓线2~5mm。
- (6) 虚线与虚线相交、虚线与点画线相交，应在线段相处交；
- (7) 虚线、点画线如果是粗实线的延长线，应留有空隙；虚线与粗实线相交，不留空隙。虚线圆弧和虚线直线相切时，虚线圆弧的线段应画到切点，而虚线直线需留有空隙。
- (8) 图线的颜色深浅程度要一致，不要粗线深细线浅。



1.1.4. 图线及其画法 (GB/T4457.4-002)

6. 图线的画法注意事项图例



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

图形只能反映物体的结构形状，物体的真实大小要靠所标注的尺寸来决定。

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（即所采用的比例）和绘图的准确度无关。
- (2) 图样中（包括技术要求和其它说明文件中）的尺寸，以mm毫米为单位时，不需标注计量单位的代号或名称。如果采用其它单位，则必须注明相应的计量单位的代号或名称。



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

(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。

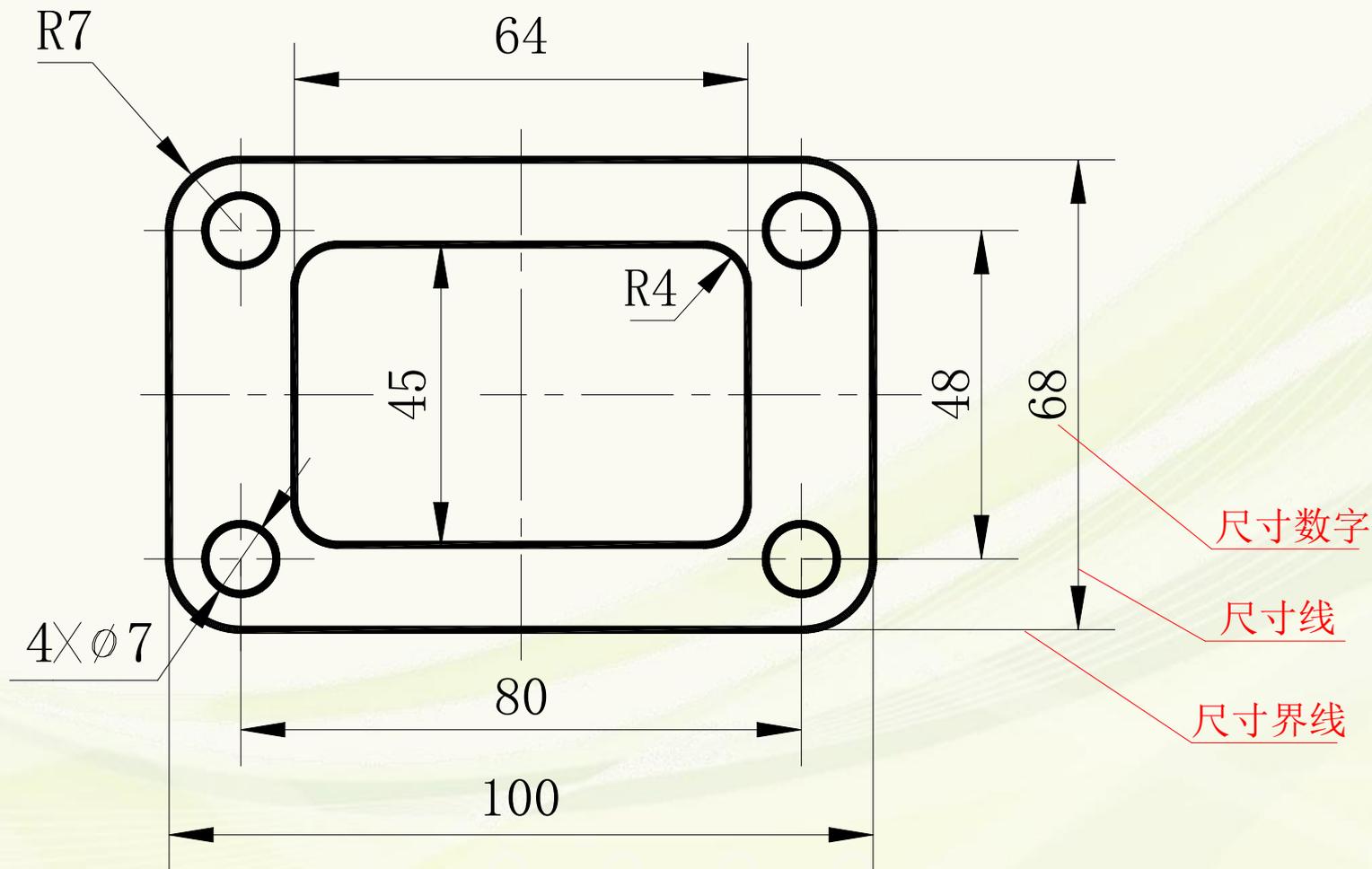
2. 尺寸三要素

标注一个尺寸，一般应包括尺寸界线、尺寸线和尺寸数字三个部分，如下图所示：



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

3. 尺寸标注图例

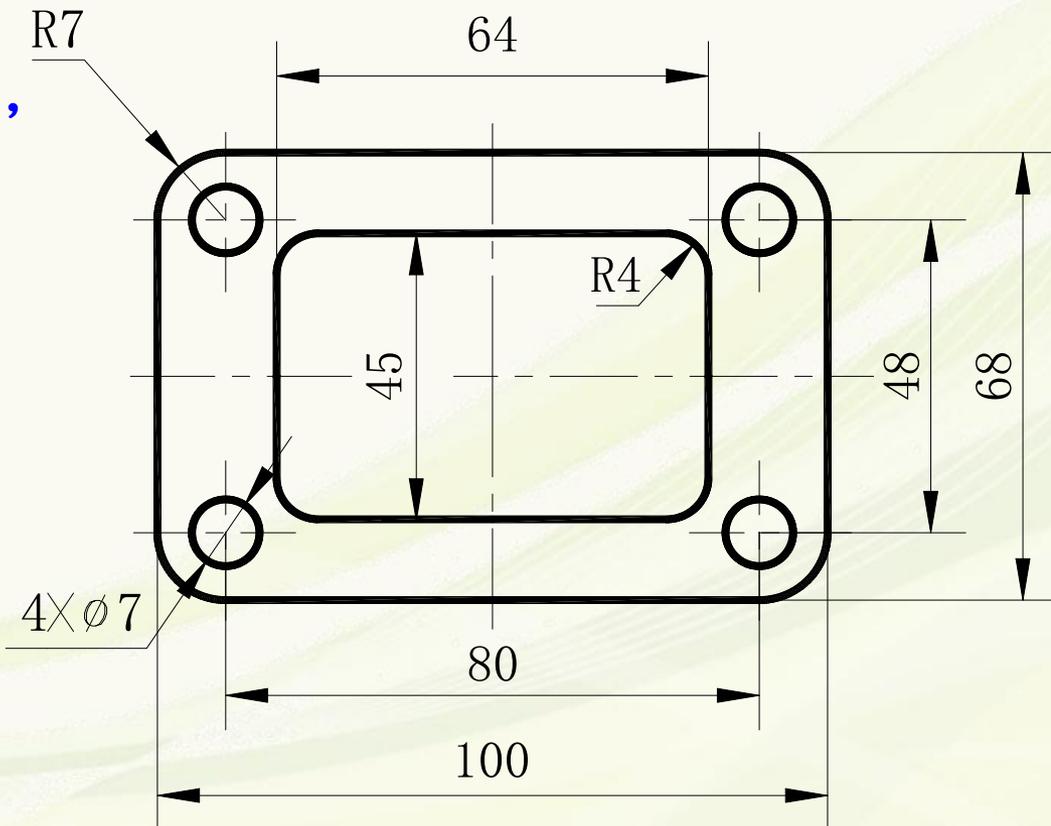


1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

4. 尺寸界线

尺寸界线用来限定尺寸度量的范围。

- (1) 尺寸界线用细实线绘制，由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可利用图形的轮廓线，轴线或对称中心线作尺寸界线。

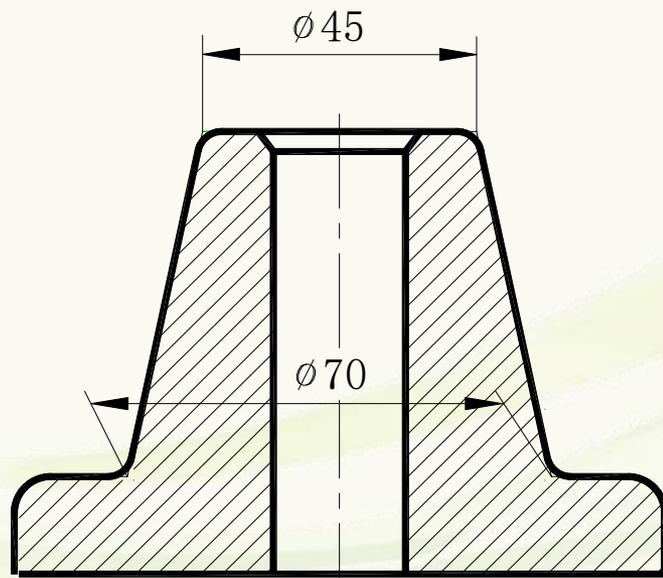


1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

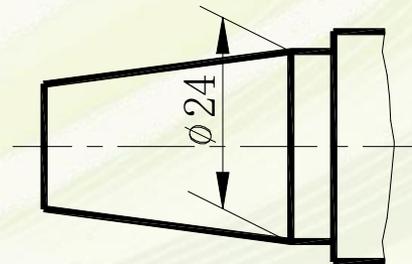
4. 尺寸界线

(2) 尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线的终端3mm左右。必要时才允许倾斜，如下图 $\phi 70$ 和 $\phi 24$ 尺寸的尺寸界线。

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



(a)



(b)

1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

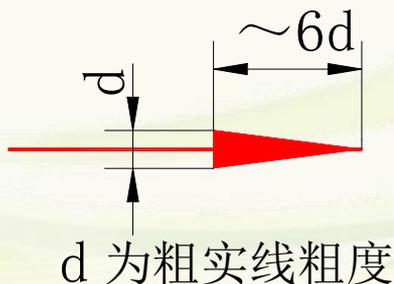
5. 尺寸线

尺寸线用来表示所注尺寸的度量方向。

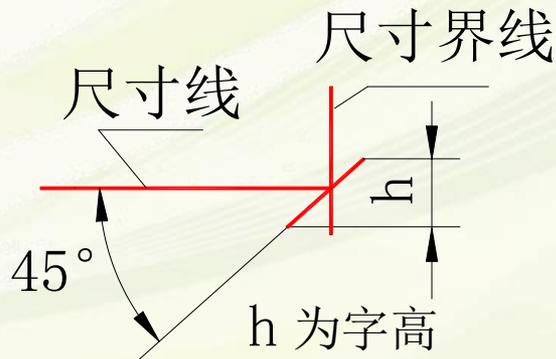
(1) 尺寸线用细实线绘制，其终端有箭头和斜线两种形式。

a. 箭头终端：适用于各种类型的图样，箭头的形状大小见 (a) 所示。

b. 斜线终端：必须在尺寸线与尺寸界线相互垂直时才能使用。斜线终端用细实线绘制，方向以尺寸线为准，逆时针旋转 45° 画出。



(a) 箭头终端画法

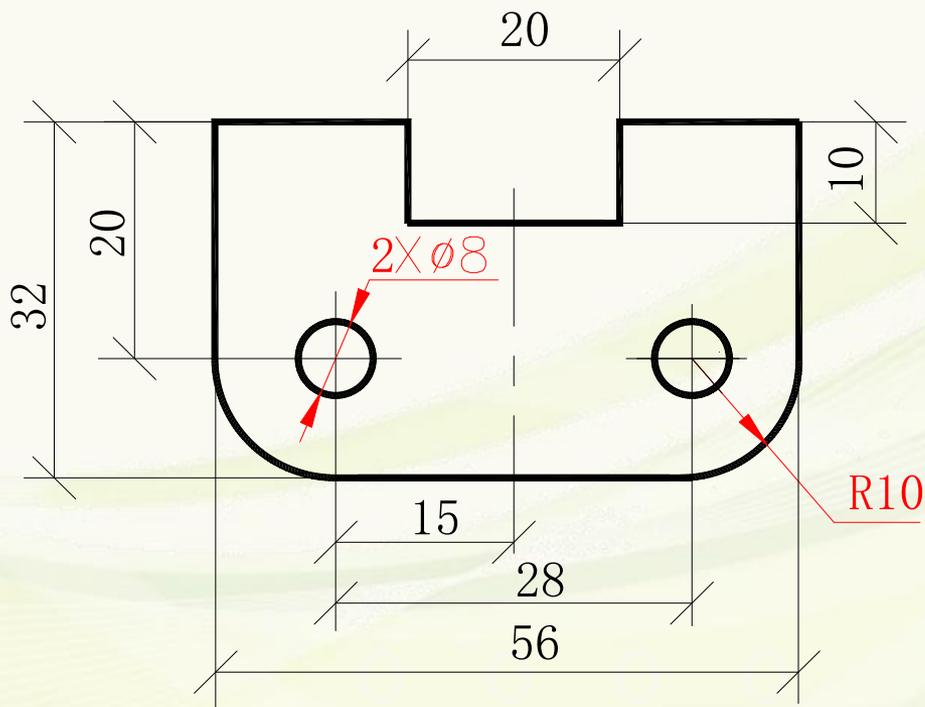


(b) 斜线终端画法

1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

5. 尺寸线

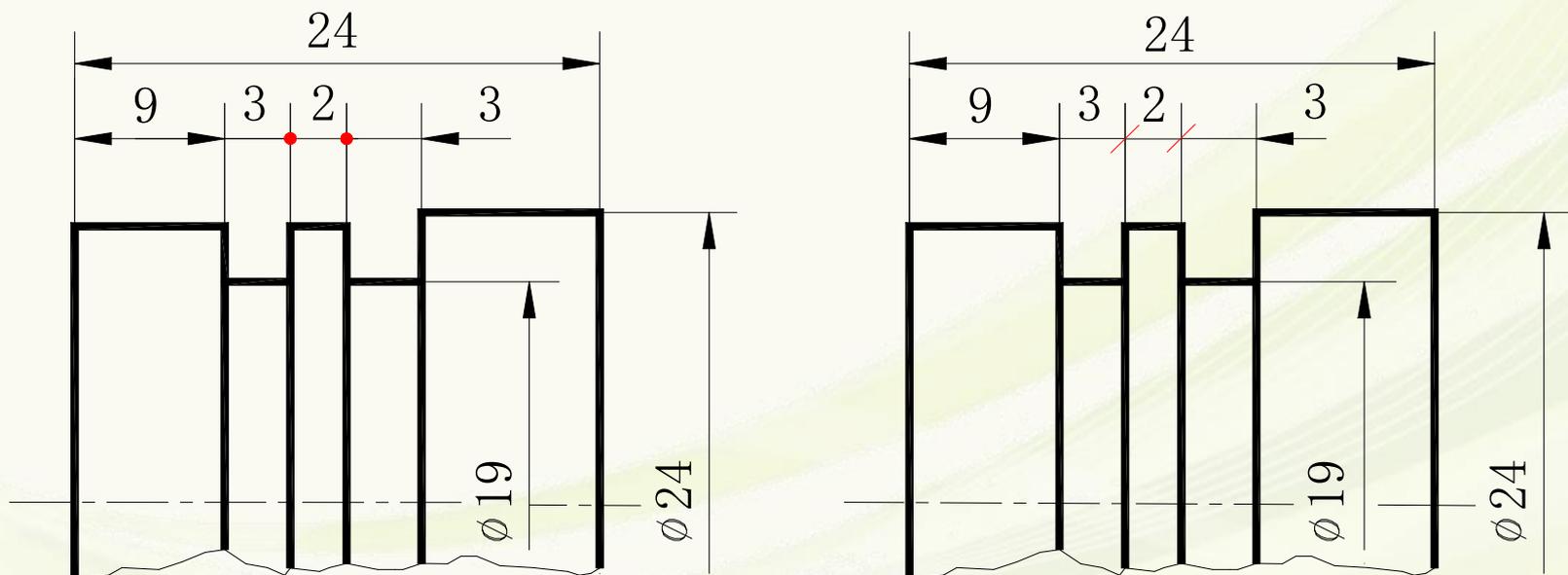
(2) 同一图样中，一般只能采用一种终端形式。但当采用斜线终端形式时，图中圆弧的半径尺寸、圆的直径尺寸及角度尺寸线终端应画成箭头。标注圆或圆弧的直径或半径尺寸时，尺寸线应通过圆心或其延长线通过圆心。



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

5. 尺寸线

(3) 当采用箭头终端形式,遇到位置不够画出箭头时,允许用圆点或斜线代替箭头。



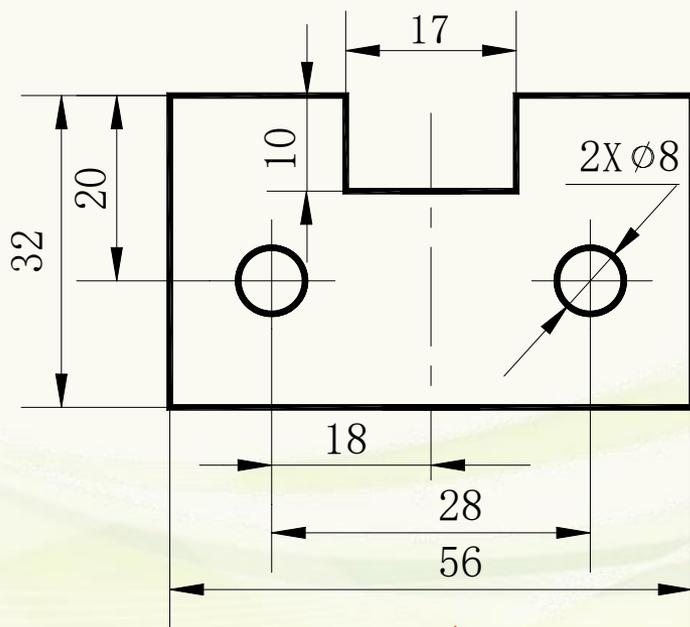
1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

5. 尺寸线

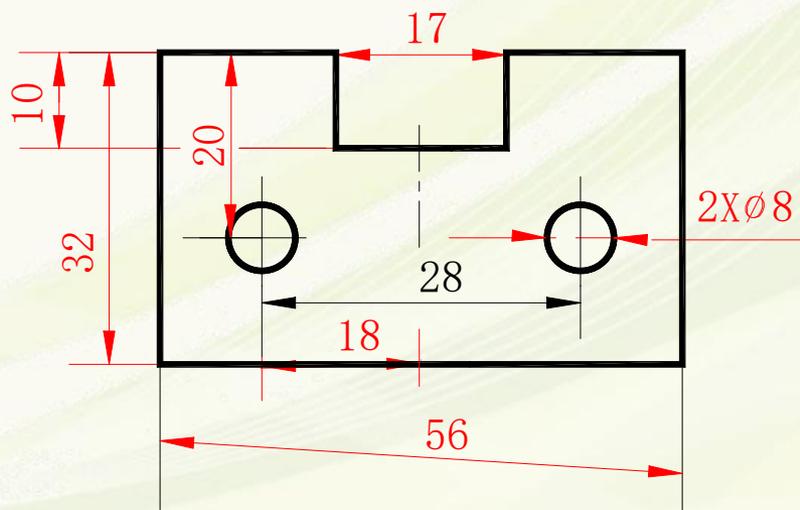
(4) 尺寸线必须单独画出，不能用其他图线代替。一般也不得与其他图线重合或画在其延长线上。

(5) 标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。

(6) 有几条相互平行的尺寸线时，尺寸线间，尺寸线与轮廓线间相距应为5~7mm，大尺寸在外。



(a) 正确



(b) 错误



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

6. 尺寸数字

尺寸数字用来表示所注尺寸的数值,是图样中指令性最强的部分。要求注写尺寸时一定要认真仔细、字迹清楚,应避免可能造成误解的一切因素。

注写尺寸数字时应符合下列规定:



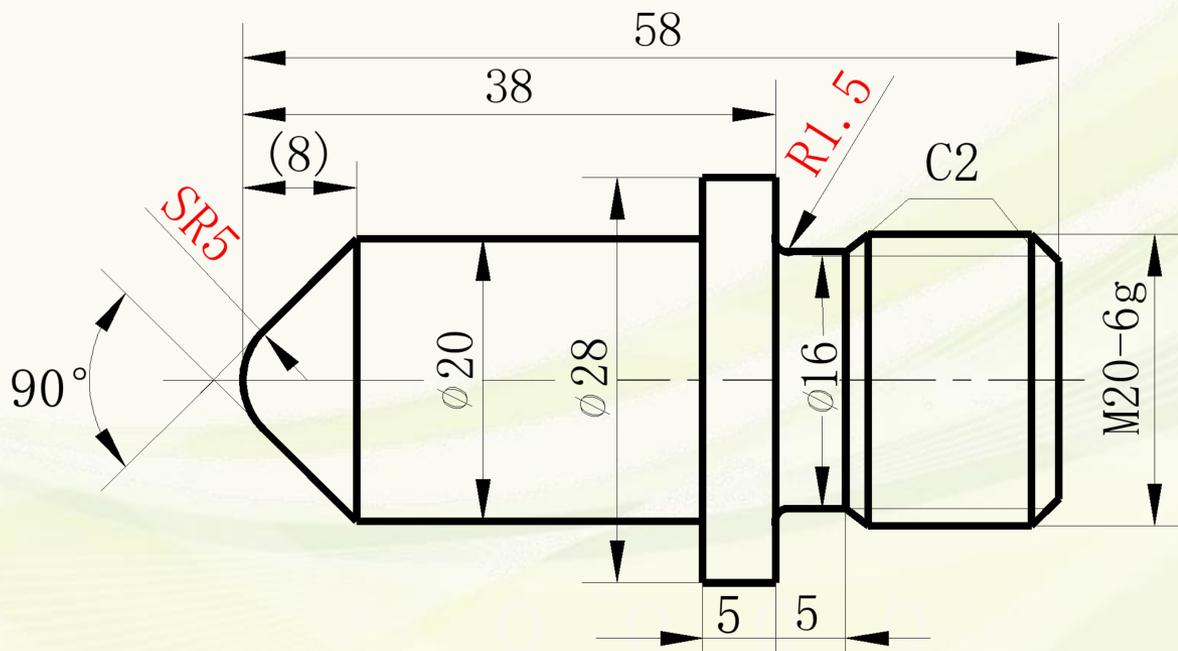
1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

6. 尺寸数字

(1) 线性尺寸数字的注写方向:

线性尺寸数字的注写方向, 有两种注写方法。

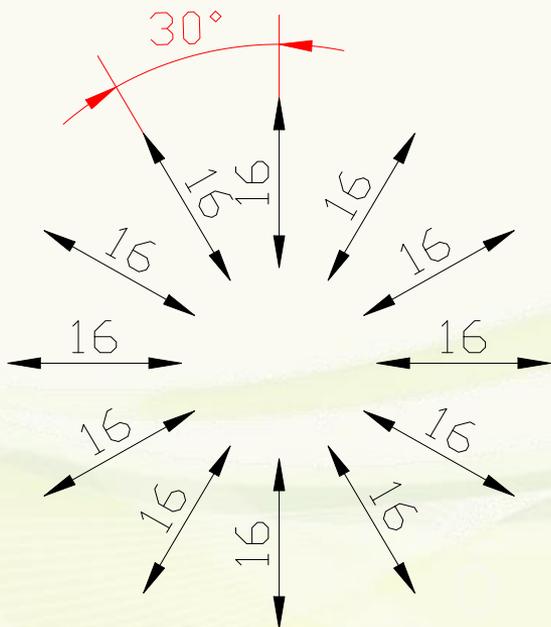
方法一: 水平尺寸的数字字头向上; 垂直尺寸的数字字头朝左; 倾斜尺寸的数字字头应偏向斜上方。也允许注写在尺寸线的中断处。



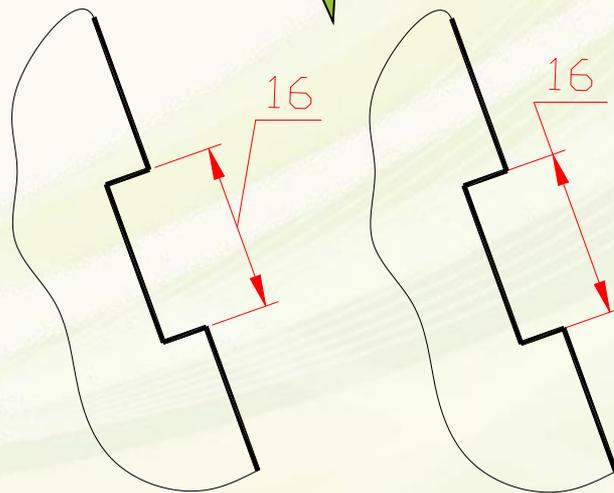
1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-1993)

6. 尺寸数字

(2) 应尽可能避免在 30° 内标注尺寸。



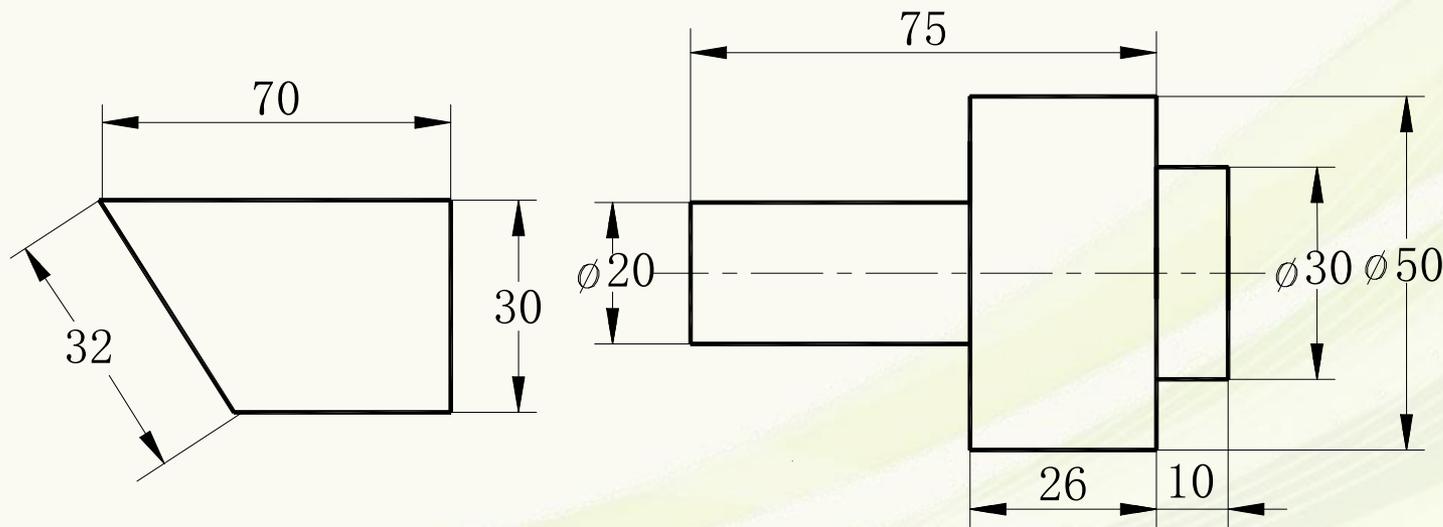
当无法避免时，可这样注写。



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-93)

6. 尺寸数字

方法二：对于非水平方向的尺寸，其尺寸数字可水平注写在尺寸线的中断处。



一般应尽量采用方法一注写。

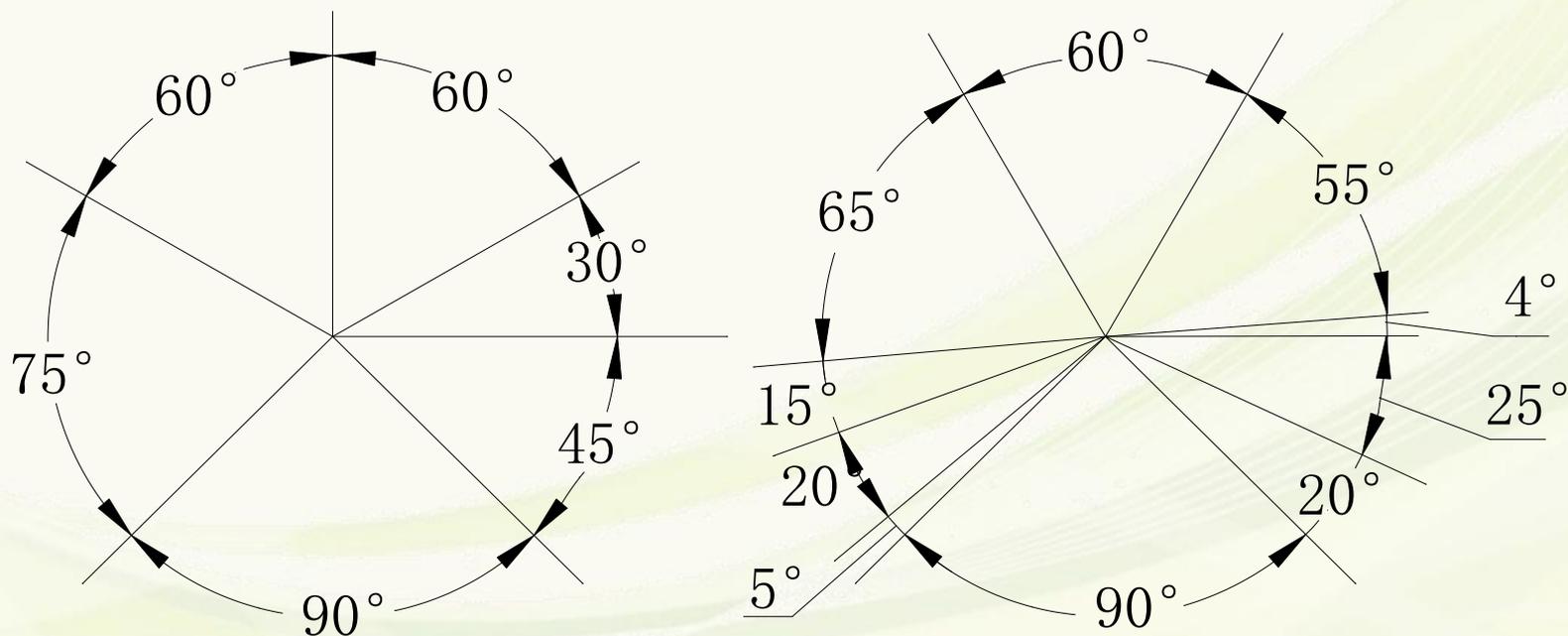
在不致引起误解时，允许采用方法二注写。



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-93)

6. 尺寸数字

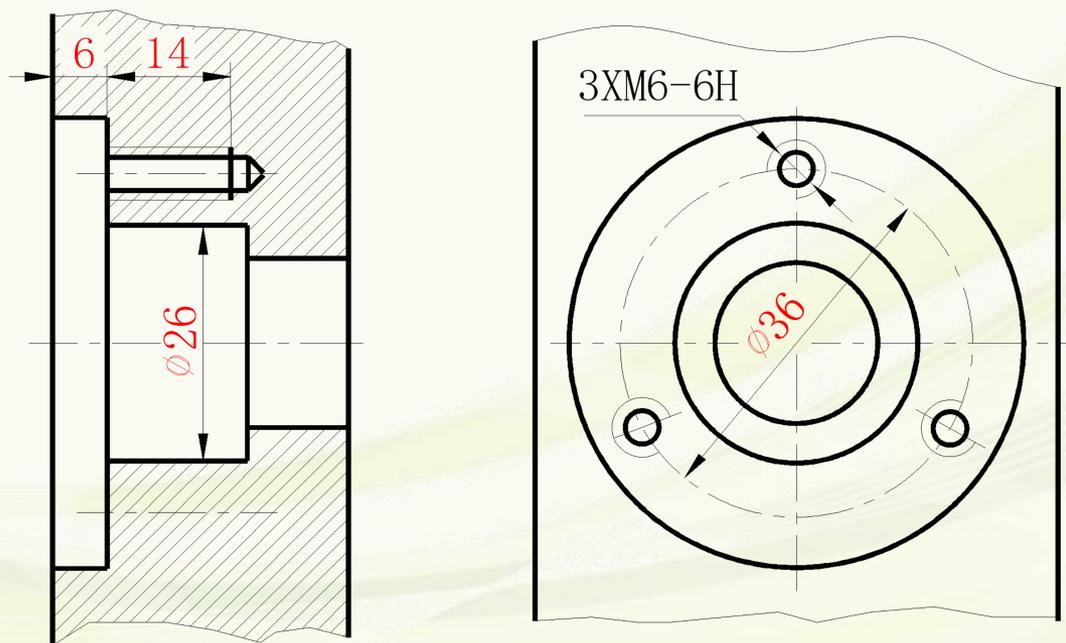
(3) 角度的数字一律写成水平方向，即数字铅直向上。一般注写在尺寸线的中断处，必要时，也可注写在尺寸线的附近或注写在引出线的上方。



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-93)

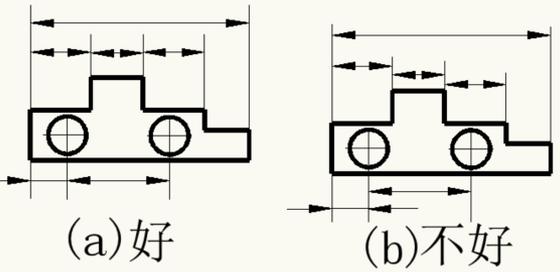
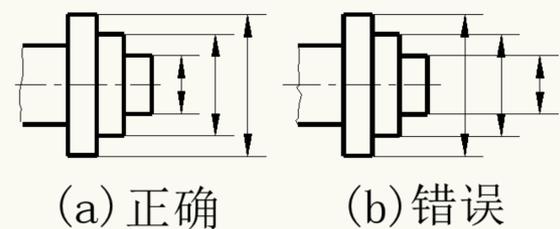
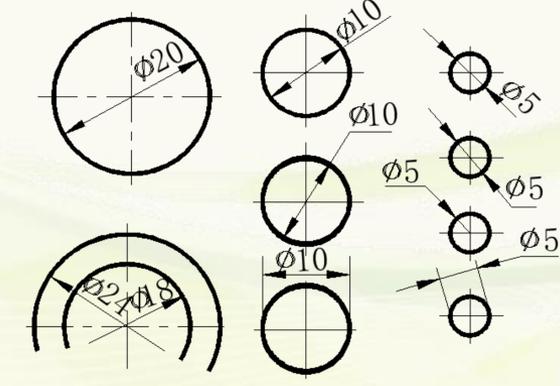
6. 尺寸数字

(4) 尺寸数字要符合书写规定，且要书写准确、清楚。要特别注意，尺寸数字不允许被任何图线所通过，否则，需将图线断开或引出标注。



1.1.5. 尺寸注法 (GB/T14690-93)

7. 常见尺寸注法举例

	图 例	说 明
直线尺寸的注法	 <p>(a)好 (b)不好</p>	串列尺寸, 箭头对齐.
直径尺寸的注法	 <p>(a)正确 (b)错误</p>	并列尺寸, 小在内. 大在外, 尺寸线间隔不小于7-10mm
直径尺寸注法		<ol style="list-style-type: none">1. 标注直径, 应在尺寸数字前加注符号“ϕ”2. 直径尺寸线应通过圆心或平行直径, 小圆尺寸线方向应指向圆心.3. 直径尺寸线与圆周或尺寸界线接触处画箭头终端.4. 不完整圆的尺寸线应超过半径.

尺寸标注中常用符号和缩写词

名 称	符 号 或 缩 写 词	名 称	符 号 或 缩 写 词
直 径	ϕ	均 布	<i>EQS</i>
半 径	<i>R</i>	正 方 形	
圆球直径	<i>S\phi</i>	深 度	
圆球半径	<i>SR</i>	沉孔或铳平	
厚 度	<i>t</i>	埋头孔	
45° 倒角	<i>C</i>		

1.2. 绘图仪器工具的使用

- 1.2.1. 绘图工具
- 1.2.2. 绘图仪器
- 1.2.3. 绘图用品



1.2.1. 绘图工具

1. 图板

图板用来固定图纸，一般用胶合板制作，四周镶硬质木条。图板的规格尺寸有：

0号

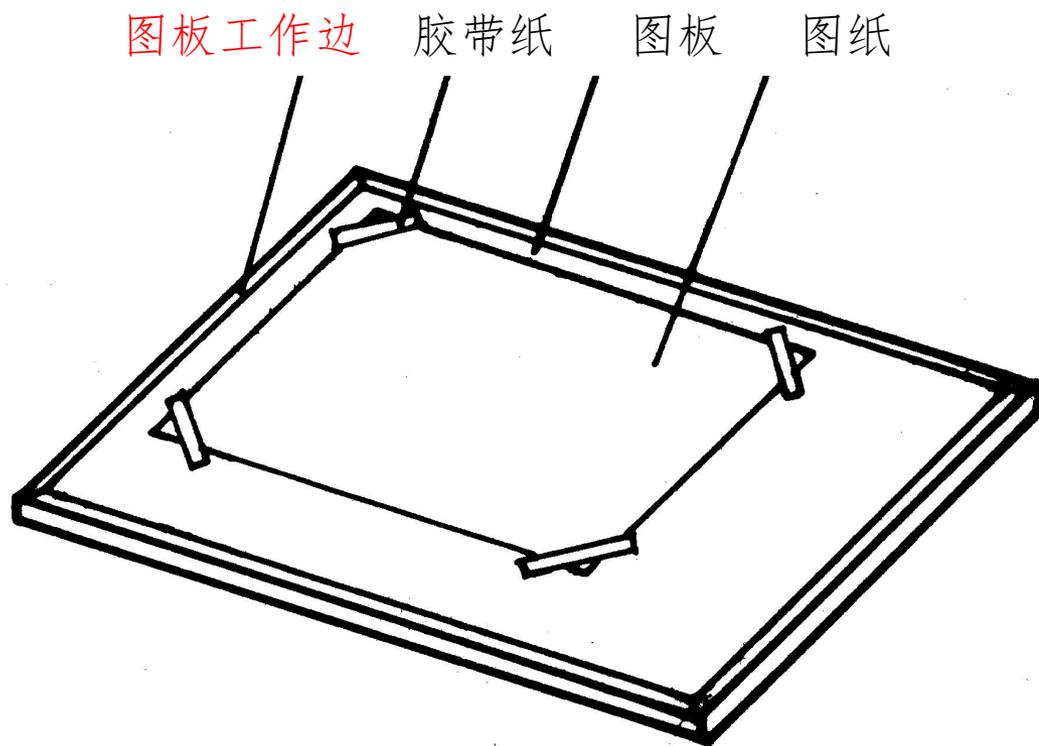
(900mm × 1200mm)

1号

(600mm × 900mm)

2号

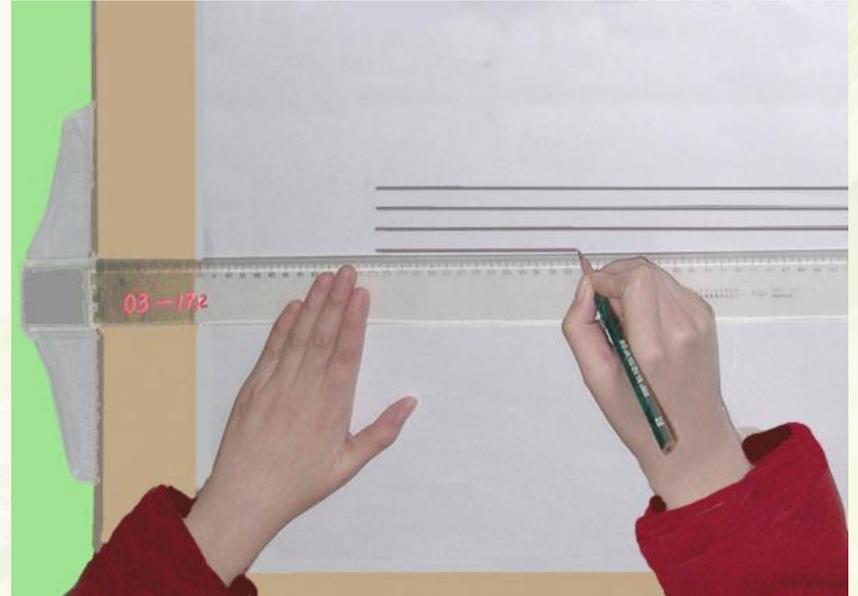
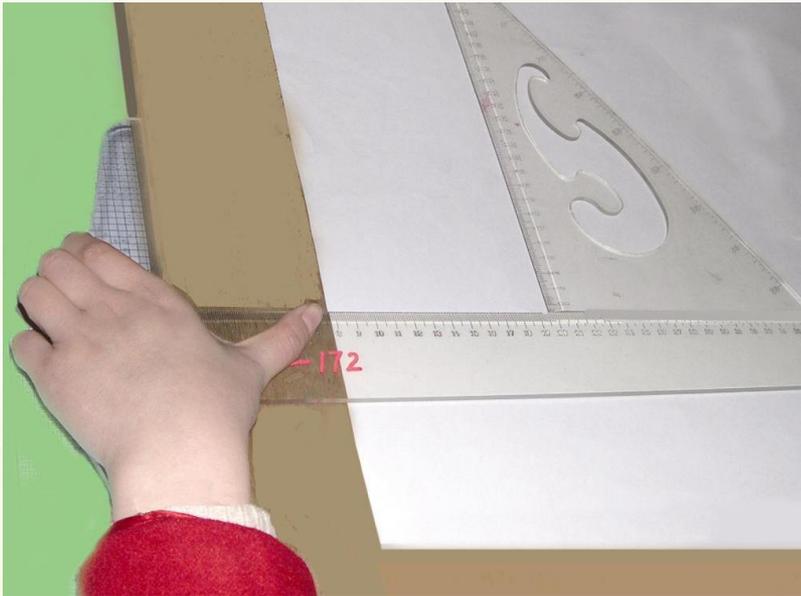
(450mm × 600mm)



1.2.1. 绘图工具

2. 丁字尺

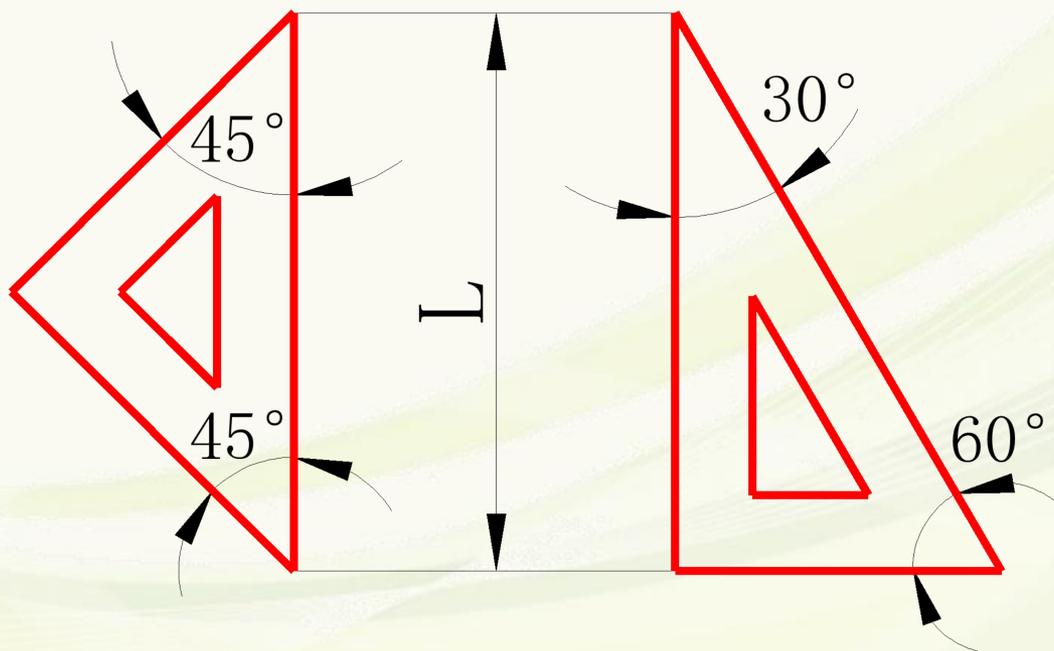
使用时，必须随时注意尺头工作边(内侧面)与图板工作边靠紧。画水平线要用尺身工作边(上边缘)，使用完毕应悬挂放置，以免尺身弯曲变形。



1.2.1. 绘图工具

3. 三角板

一副三角板由 45° 和 $30^\circ - 60^\circ$ 两块组成。L为其规格尺寸。

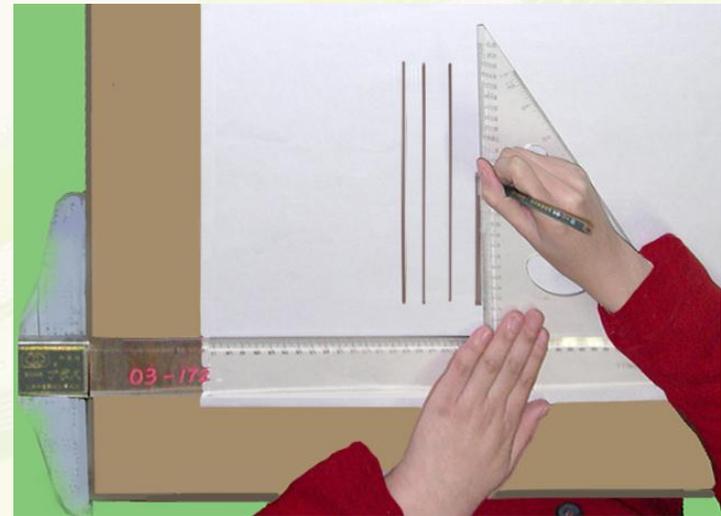
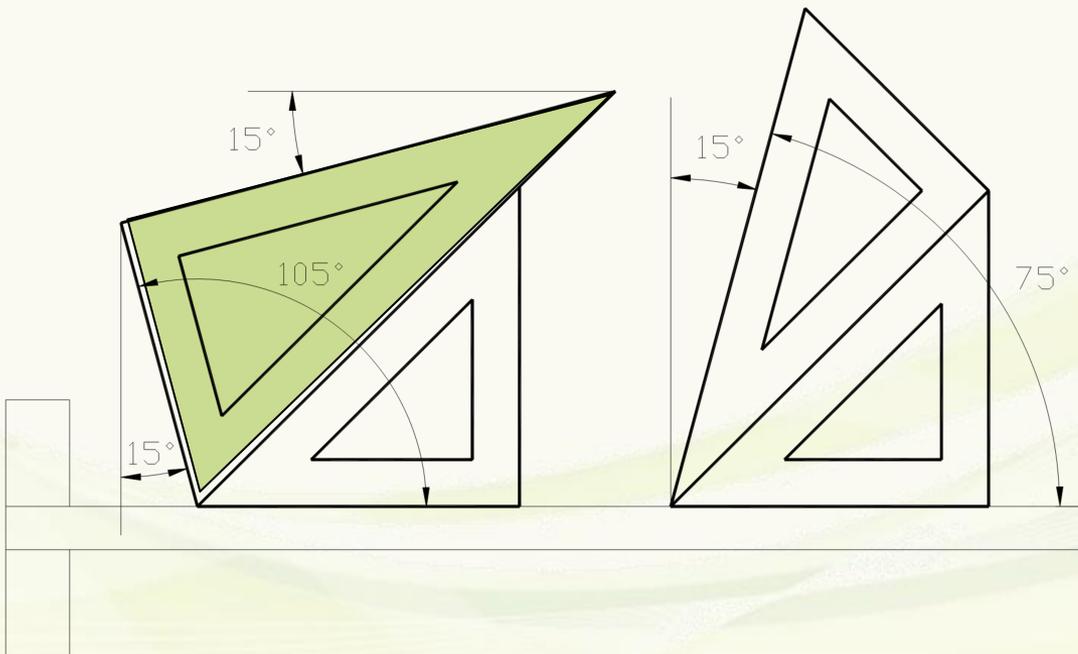


1.2.1. 绘图工具

三角板的使用

三角板与丁字尺配合，可以画垂直线、从 0° 开始间隔 15° 的倾斜线及其平行线。

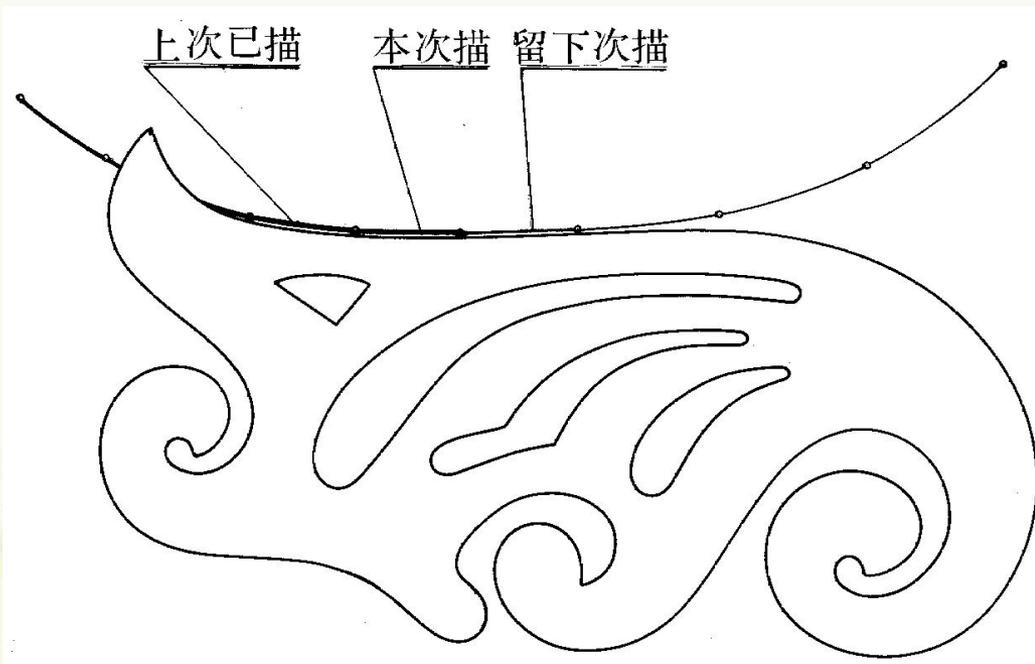
要随时注意将三角板下边缘与丁字尺尺身工作边靠紧。



1.2.1. 绘图工具

4. 曲线板板的使用

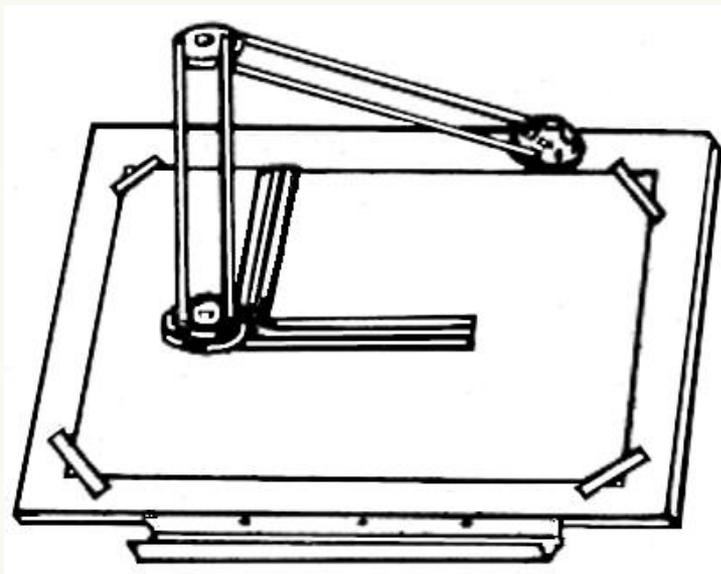
曲线板用来画非圆曲线。描绘曲线时，先徒手将已求出的各点顺序轻轻地连成曲线，再根据曲线曲率大小和弯曲方向，从曲线板上选取与所绘曲线相吻合的一段与其贴合，每次至少对准四个点，并且只描中间一段，前面一段为上次所画，后面一段留待下次连接，以保证连接光滑流畅。



1.2.1. 绘图工具

5. 绘图机

绘图机是一种综合性的手工绘图设备，可完成丁字尺、三角板和量角器等制图工具的工作，绘图效率较高。绘图机按构造不同分多种类型，下图为平行连杆机构绘图机。



绘图机

自动绘图机是由电子计算机控制的先进的电子绘图设备，绘图精度和效率都很高。



1.2.2. 绘图仪器

1. 圆规及其附件

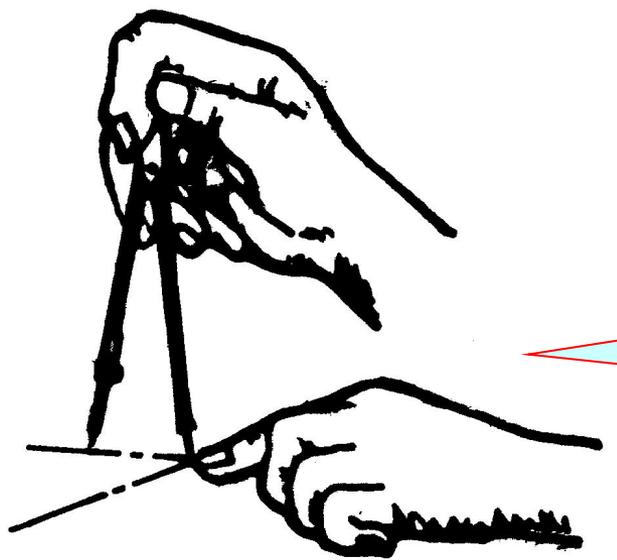
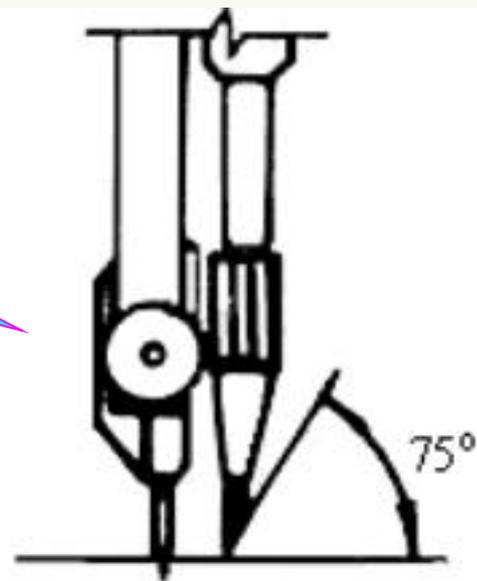
圆规是绘图仪器中的主要件，用来画圆及圆弧。



1.2.2. 绘图仪器

2. 圆规的使用方法

(1) 先调整针尖和铅心插腿的长度，使针尖略长于铅芯。



(2) 取好半径，以右手握住圆规头部，左手食指协助将针尖对准圆心。

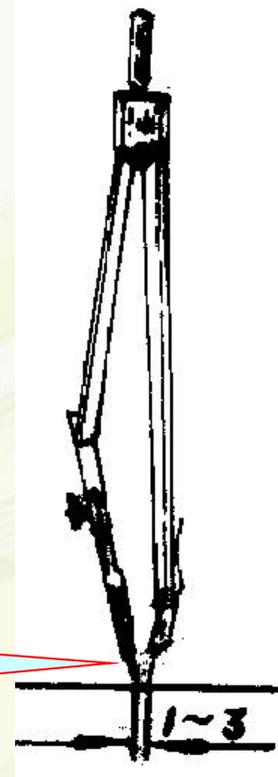
1.2.2. 绘图仪器

2. 圆规的使用方法



(3) 匀速顺时针转动圆规画圆。

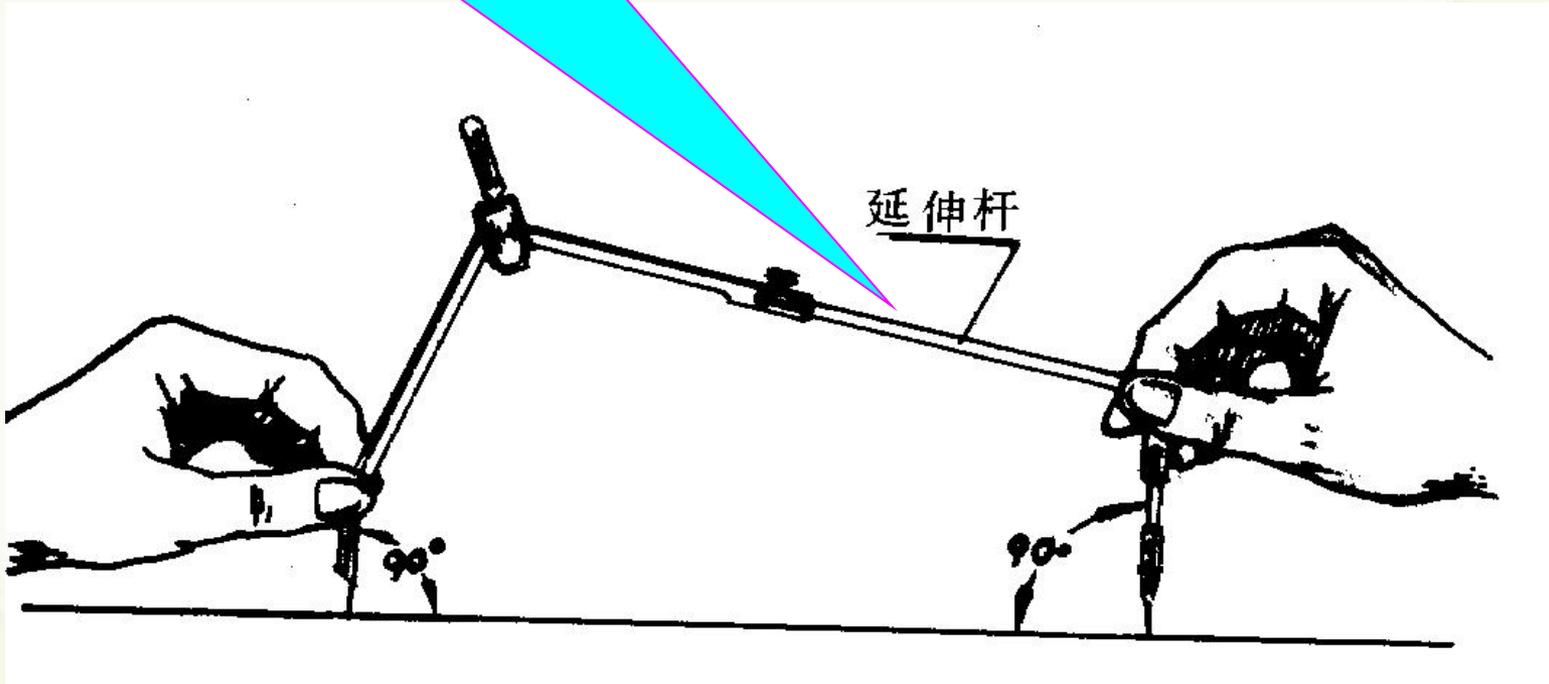
(4) 如所画圆较小，可将插腿及钢针向内倾斜。



1.2.2. 绘图仪器

2. 圆规的使用方法

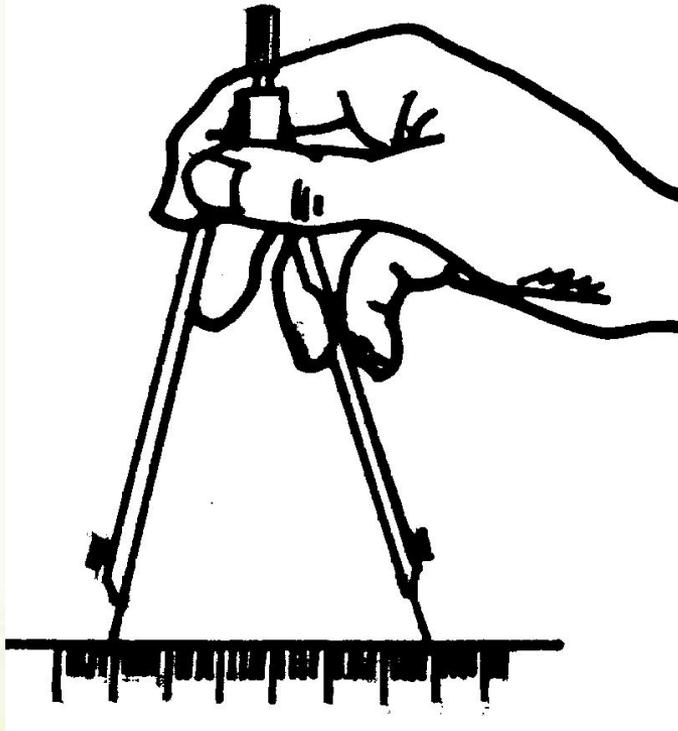
(5) 若所画圆较大，
可加装延伸杆。



1.2.2. 绘图仪器

3. 分规的使用方法

(1) 用分规量取线段



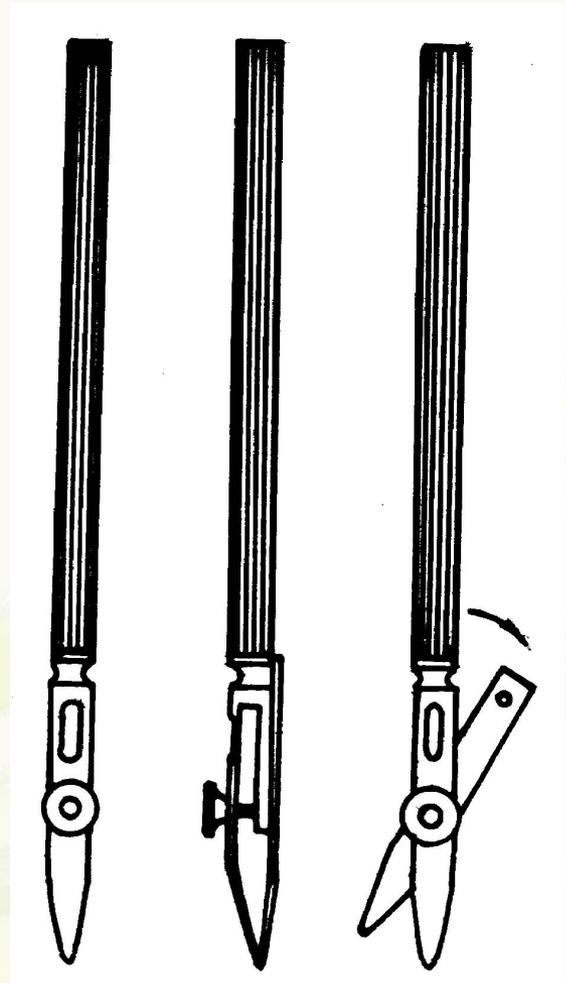
(2) 用分规等分线段



1.2.2. 绘图仪器

4. 直线笔（鸭嘴笔）

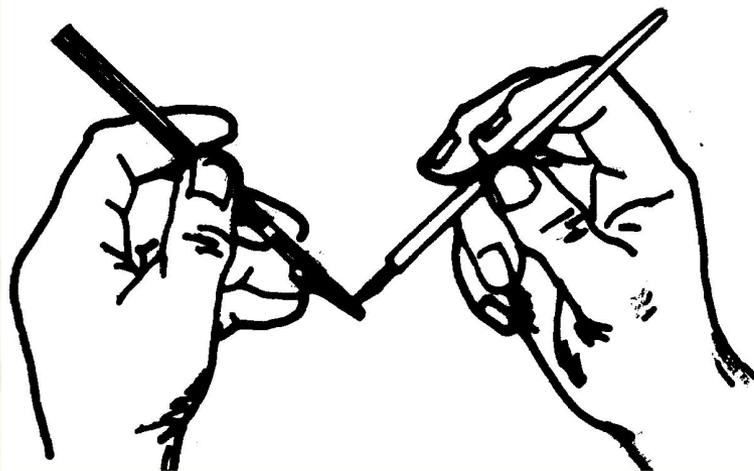
直线笔由两片钢叶片组成，用小螺母调节两叶片的间距，可达到不同的线宽要求。



1.2.2. 绘图仪器

直线笔的使用方法

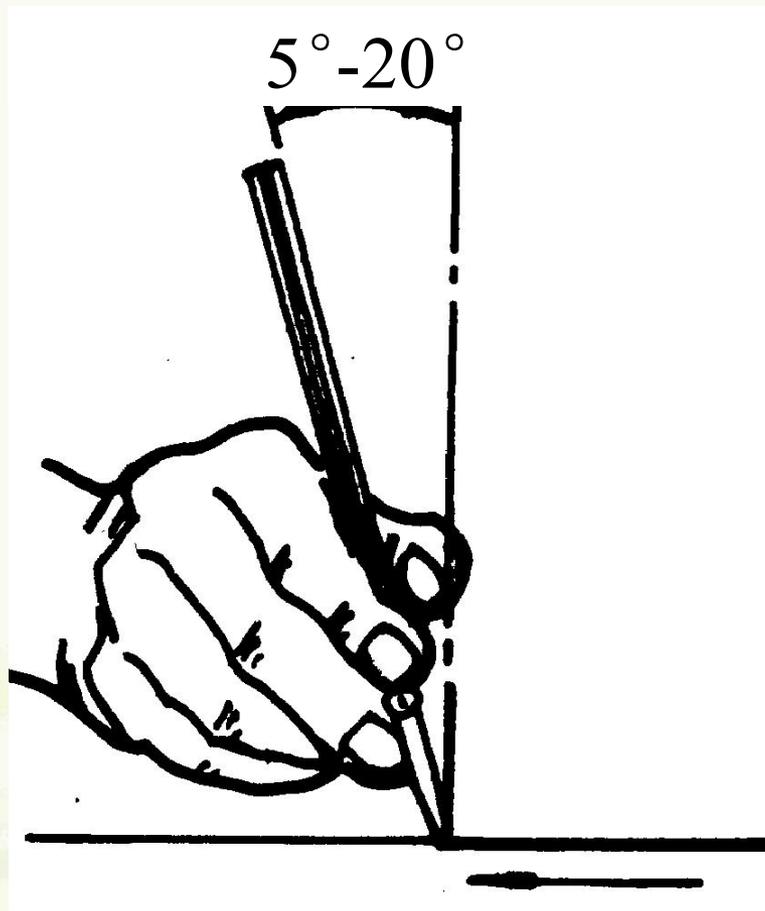
- (1) 先用蘸水钢笔在两叶片之间注入4~6mm高的墨汁，如叶片外表面沾有墨水，须及时用软布擦净。
- (2) 调节两叶片间距，并在草稿纸上试画，达到理想线宽后，再描画正图。



1.2.2. 绘图仪器

直线笔的使用方法

(3) 画线时，
笔杆与纸张在前后方
向保持 90° ，使两叶
片同时接触图纸面，
并使笔杆向移动方向
倾斜 $5^\circ \sim 20^\circ$ 。



1.2.2. 绘图仪器

5. 绘图墨水笔

绘图墨水笔也是画墨线的工具。它的笔尖是细针管，按针管直径大小分0.3mm、0.6mm、0.9mm等多种规格。这种笔象普通钢笔那样吸入墨水，使用方便。

绘图墨水笔用后应洗净放置。



1.2.3. 绘图用品

常用的绘图用品有： 绘图纸、绘图铅笔、橡皮、擦图片、小刀、砂纸、胶带纸等。

1. 绘图纸

绘图纸要求纸面洁白、质地坚实，橡皮擦拭不易起毛，画墨线时不洇透。绘图时应鉴别正反面，使用正面。

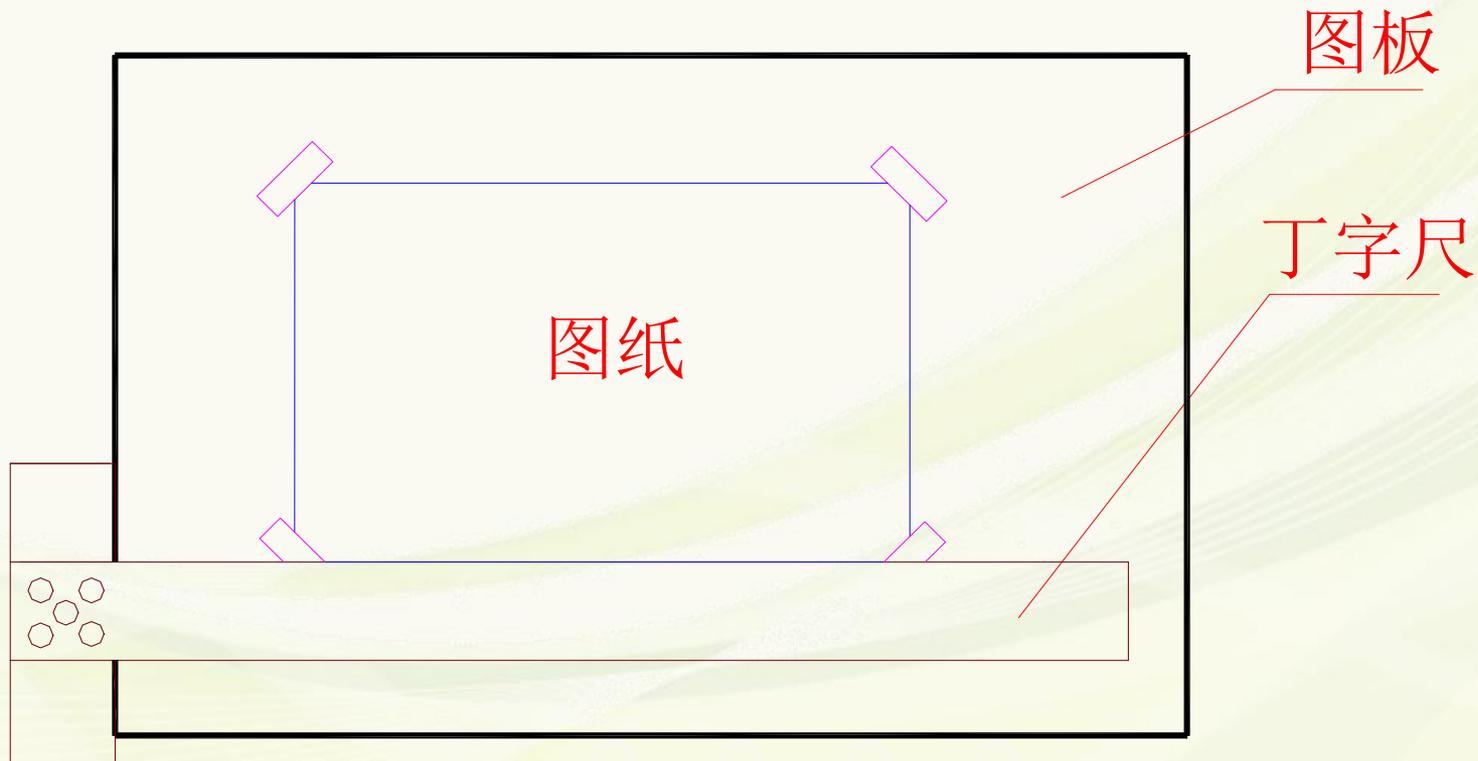
描图纸用于描绘复制蓝图的墨线图。要求洁白、透明度好。描图纸薄而脆，使用时应避免折皱，不能受潮。



1.2.3. 绘图用品

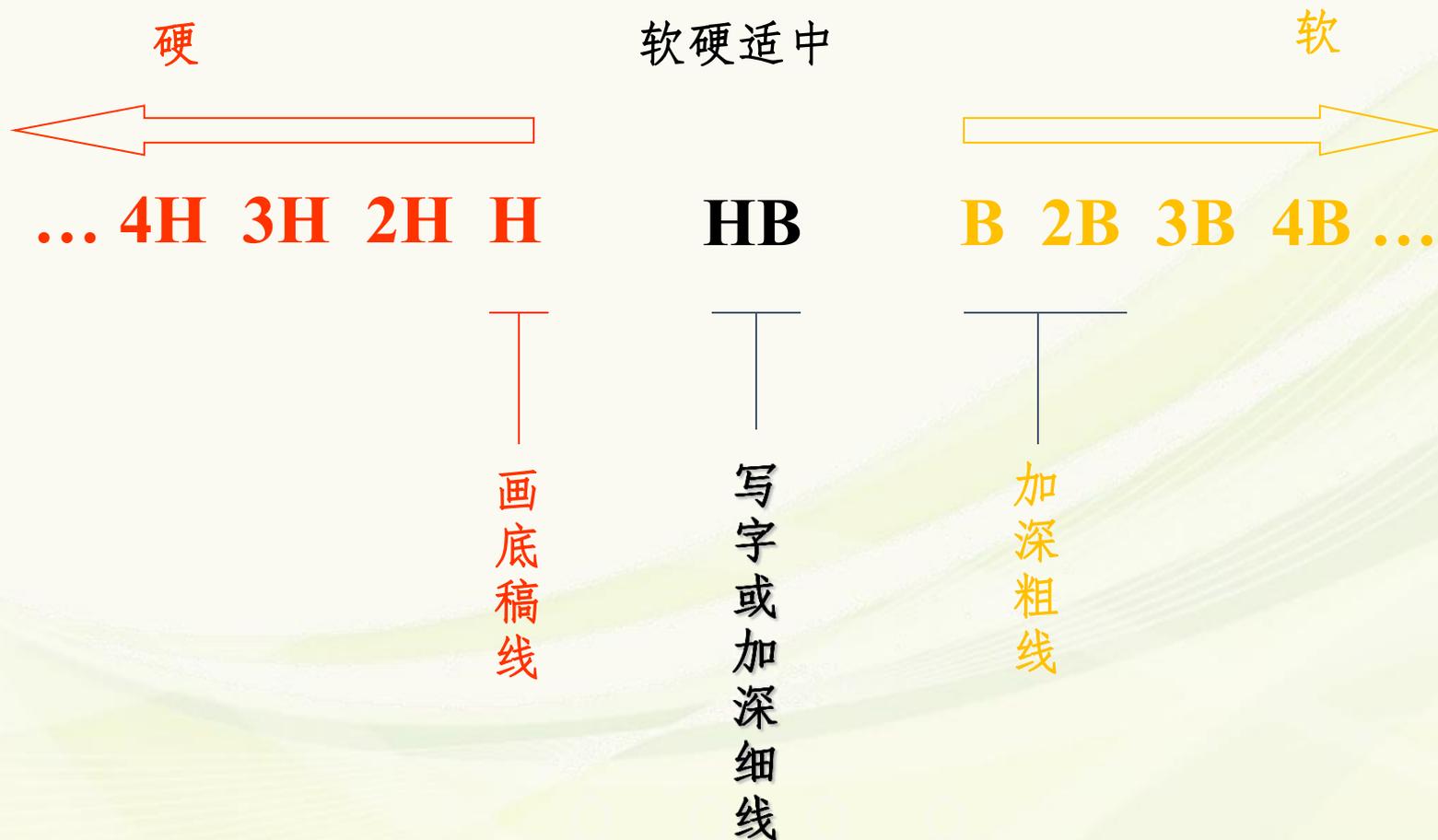
绘图纸在图板上的固定

为方便作图，应将图纸贴在靠图板左下角一些。
并用丁字尺校正底边。



1. 2. 3. 绘图用品

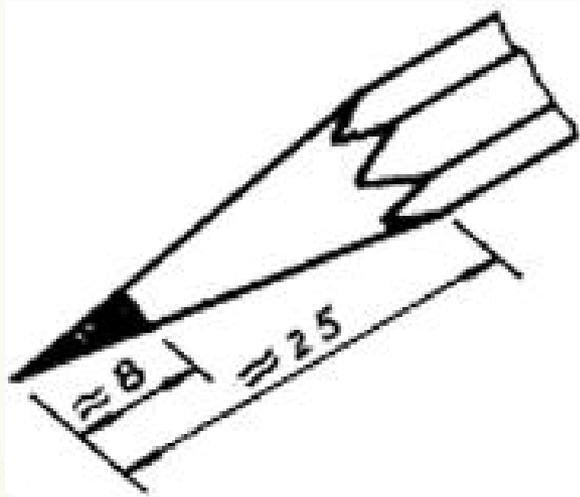
2. 绘图铅笔



1.2.3. 绘图用品

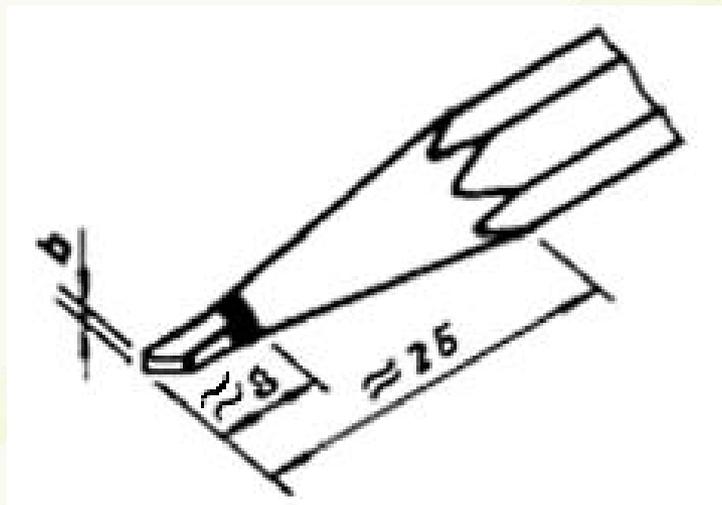
绘图铅笔的磨削形状

画底稿、细实线及
写字的铅笔形状



(圆锥形)

画粗实线的
铅笔形状



(四棱柱形，其断面成矩形)

铅笔应从没有标记的一端开始使用，保留标记易于识别。



1.2.3. 绘图用品

其它绘图用品

(3) 橡皮 应选用白色软橡皮。

(4) 墨水 碳素墨水不易凝结，适用于绘图墨水笔；绘图墨水干得较快，适用于直线笔。

(5) 刀片 用于削铅笔和修改图纸上的墨线。

(6) 胶带纸 用于固定图纸。



1.3. 常用几何作图方法

- 1.3.1. 等分线段
- 1.3.2. 等分圆周
- 1.3.3. 斜度和锥度
- 1.3.4. 圆弧连接
- 1.3.5. 平面曲线

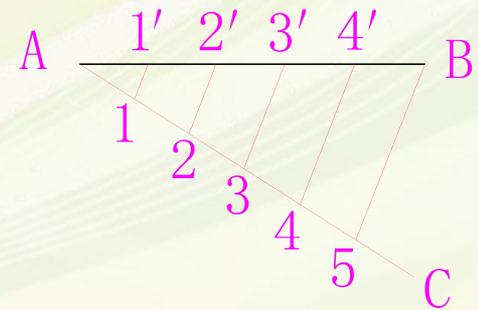
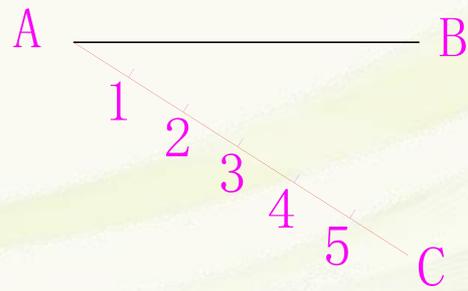
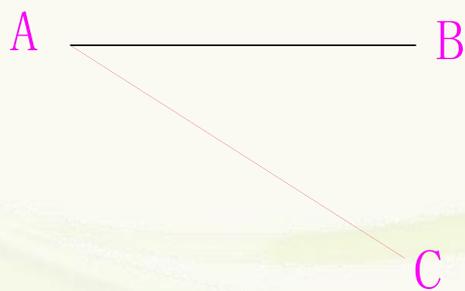


1.3.1. 等分线段

1. 平行线法

利用相似三角形的平行截割定理作图。

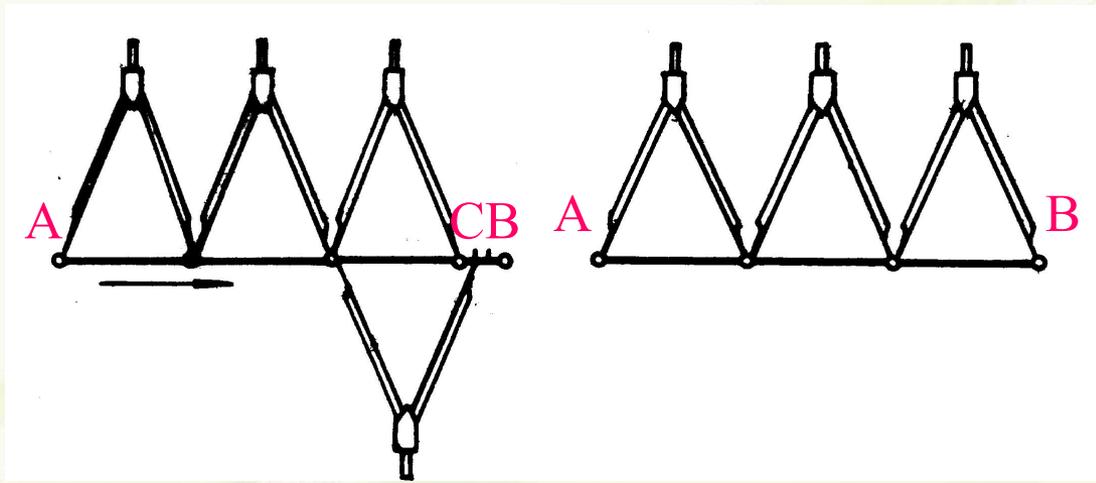
例：将已知线段 AB 五等分。



1.3.1. 等分线段

2. 分规试分法

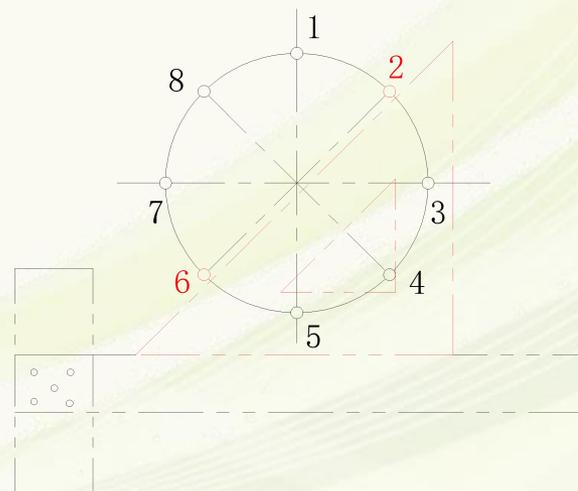
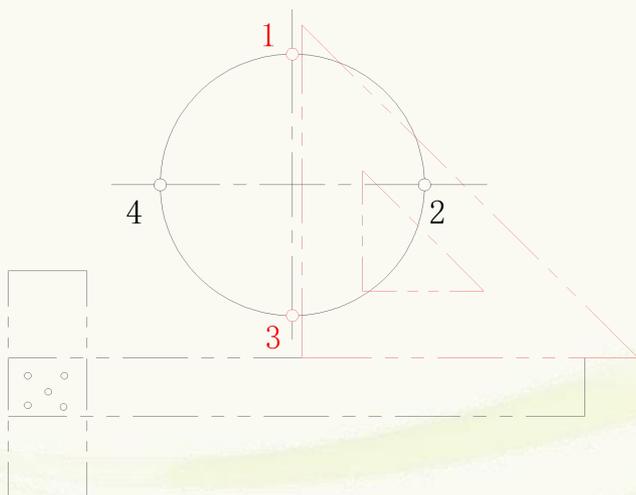
例：若将已知线段AB三等分，其作图方法和步聚如下：



1.3.2. 等分圆周

1. 圆周的四、八等分

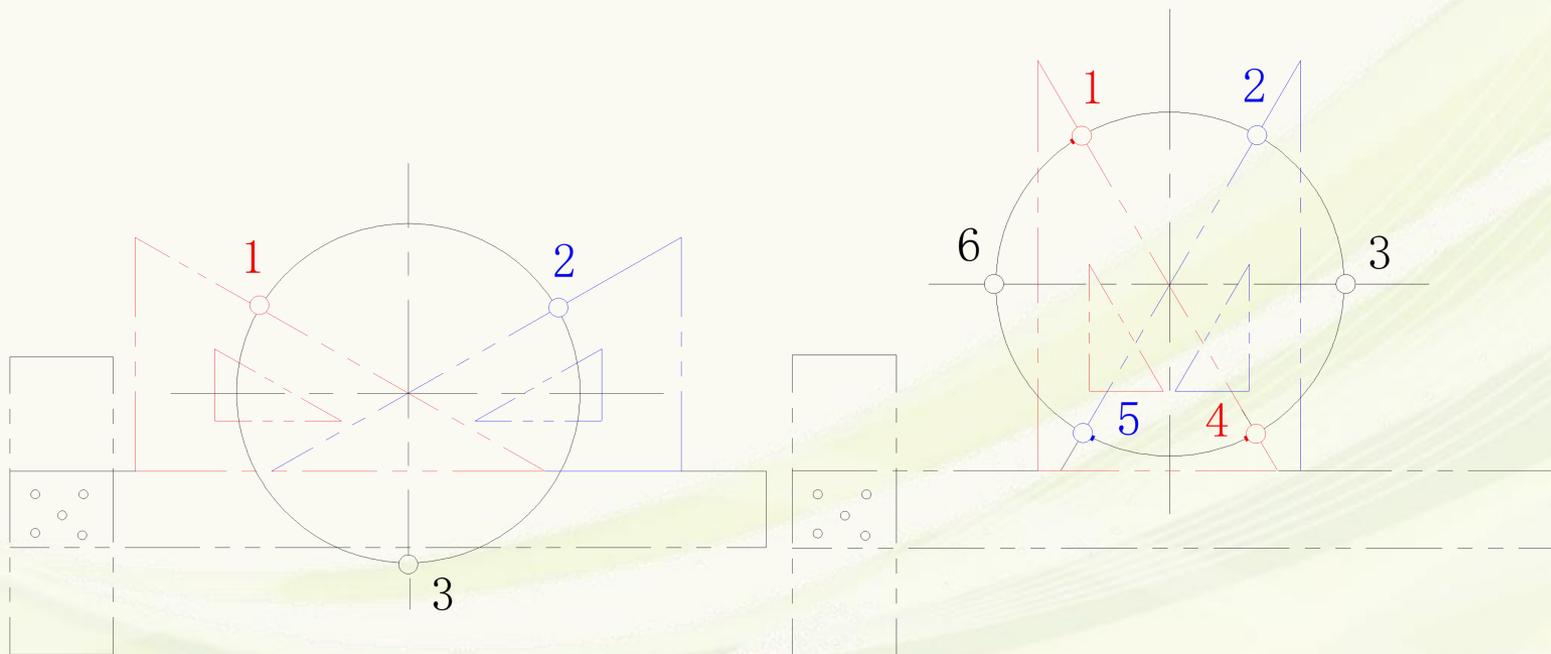
圆周的四、八等分，可用丁字尺与 45° 三角板直接作出：



1.3.2. 等分圆周及作正多边形

2. 圆周的三、六等分

(1) 用丁字尺与 $30^\circ \sim 60^\circ$ 三角板作圆周出三、六等分:



三等分

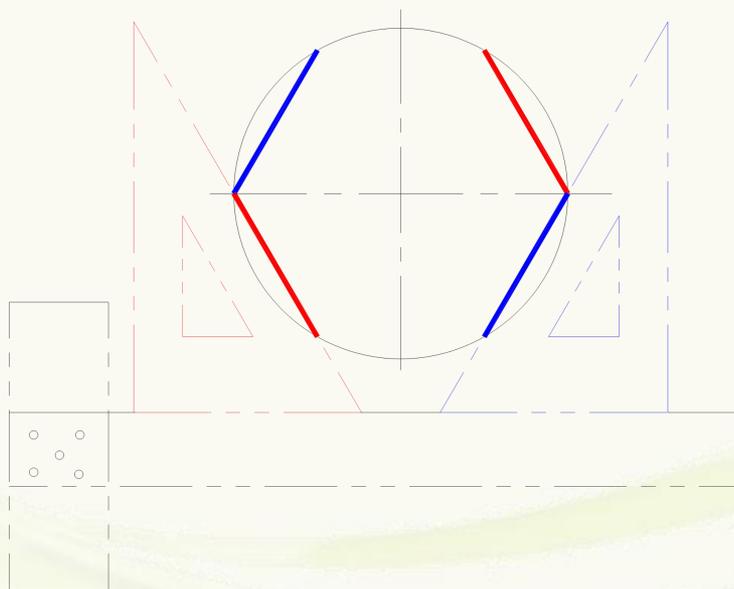
六等分(一)



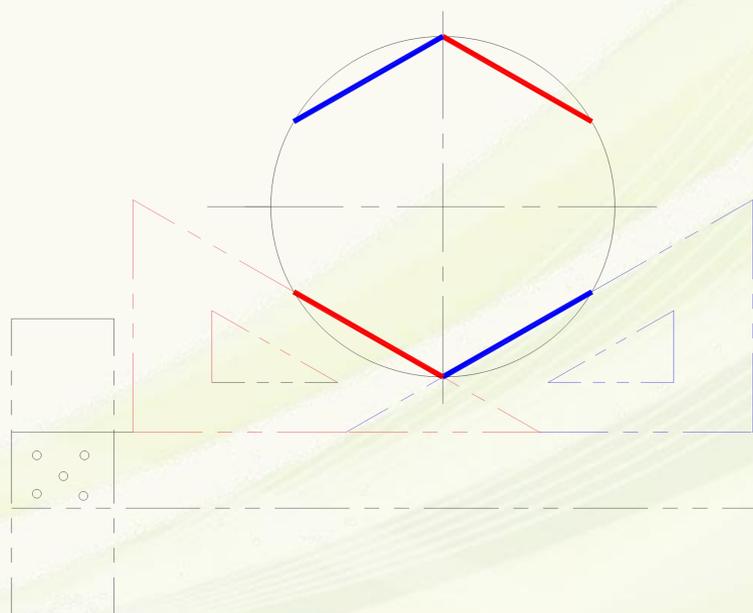
1.3.2. 等分圆周及作正多边形

圆周的六等分

(1) 用丁字尺与 $30^\circ \sim 60^\circ$ 三角板作圆周出三、六等分:



六等分(二)

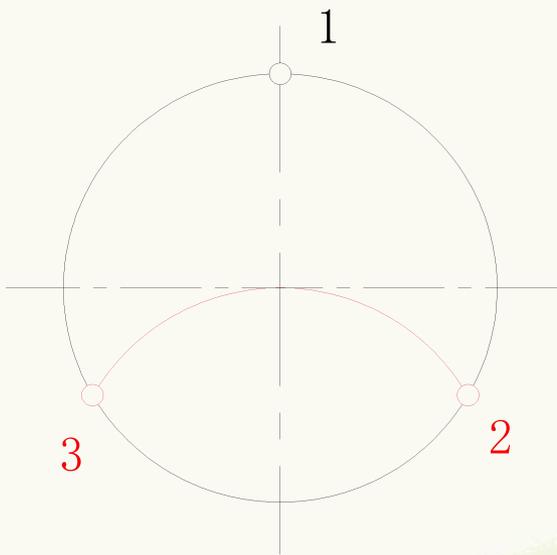


六等分(三)

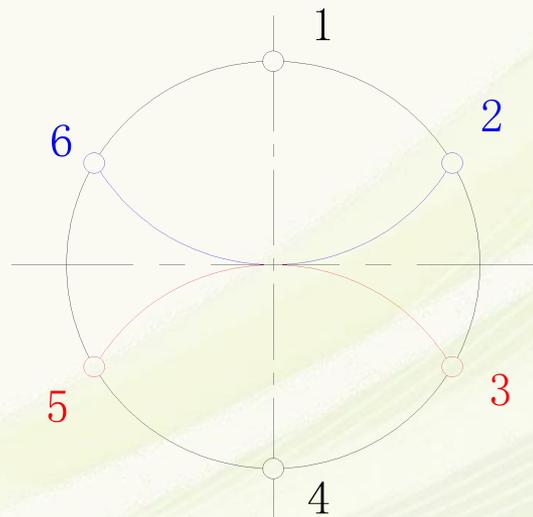
2.3.2. 等分圆周及作正多边形

2. 圆周的三、六等分

(2) 用圆规作圆周的三、六等分：



三等份



六等份



3. 圆内接正五边形作图

已知：圆O.

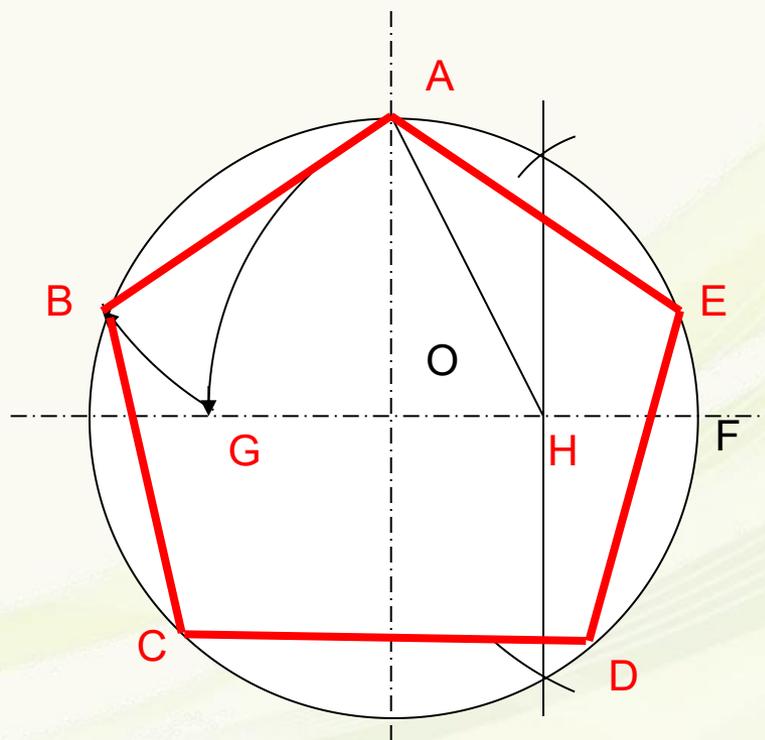
作图：作已知图的内接正五边形

作图步骤：

1. 作出半径OF的等分点H。

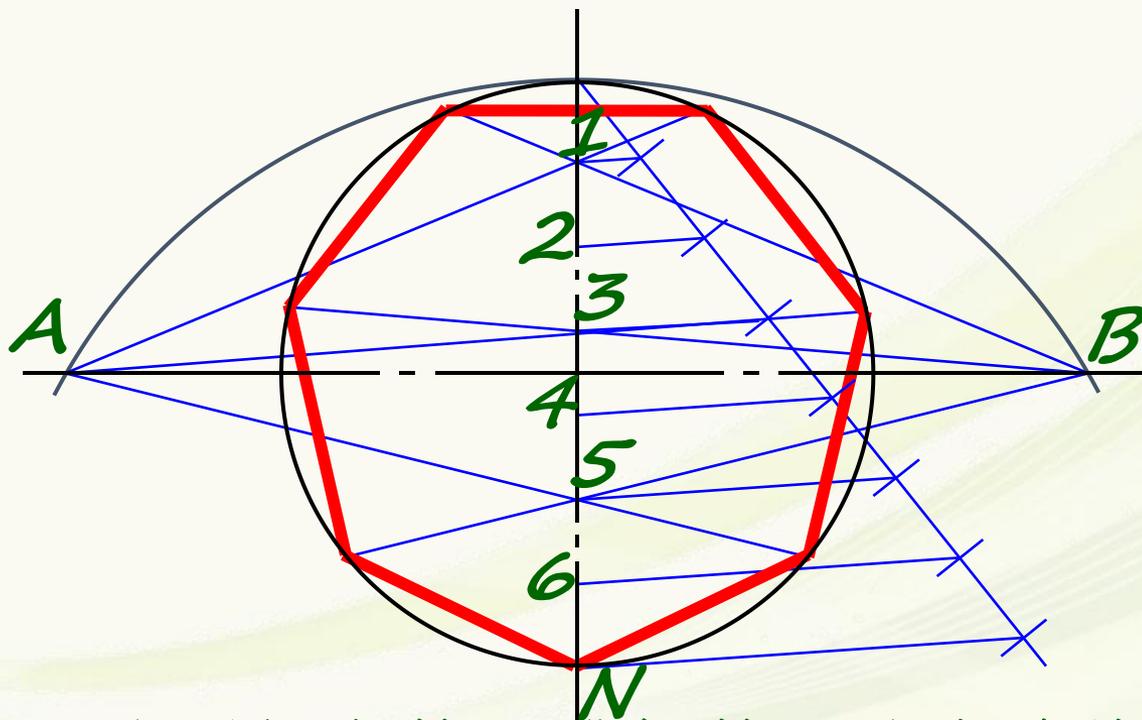
2. 以HA为半径作圆弧，交直径于G。

3. AG长即为五边形的边长，依次连接各等分点A、B、C、D、E，即为所求。



4. 正N边形（以正7边形为例）

- (1) 画外接圆
- (2) 将外接圆直径等分为N等份
- (3) 以N点为圆心，以外接圆直径为半径作圆与水平中心线交于点A, B。

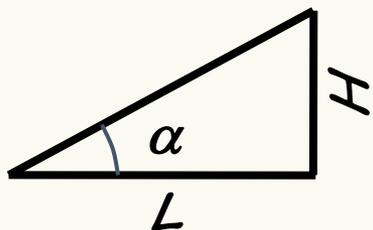


- (4) 由A和B分别与奇数（或偶数）分点连线并与外接圆相交，依次连接各交点。

1.3.3 斜度与锥度

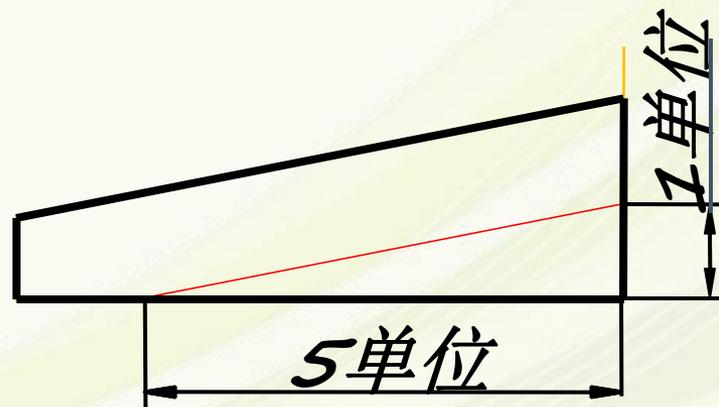
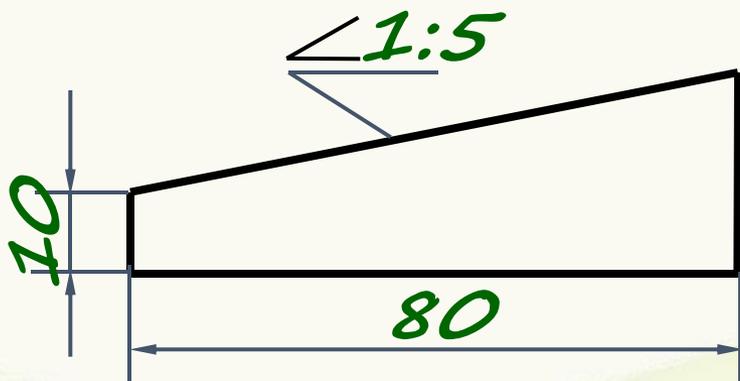
1. 斜度

斜度是指直线或平面对另一直线或平面的倾斜程度。

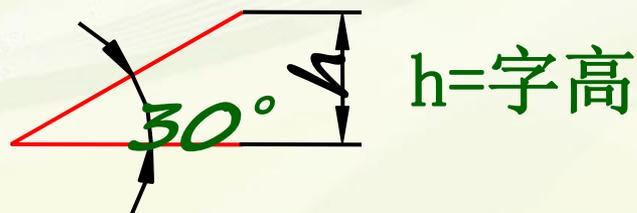


$$\text{斜度} = \tan \alpha = H:L = 1:H/L$$

例：画下面的图形



斜度符号画法：



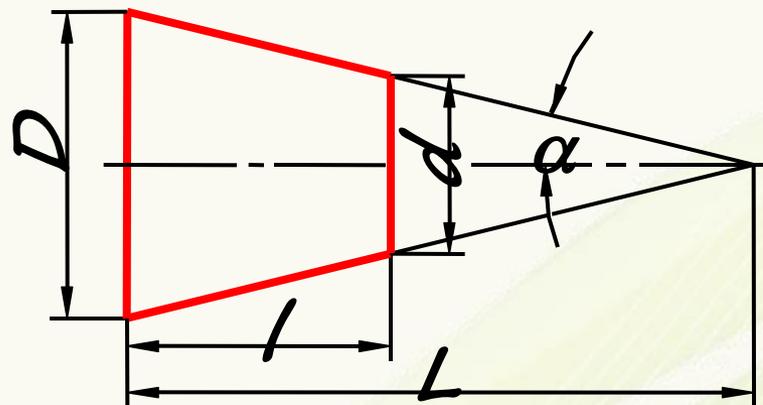
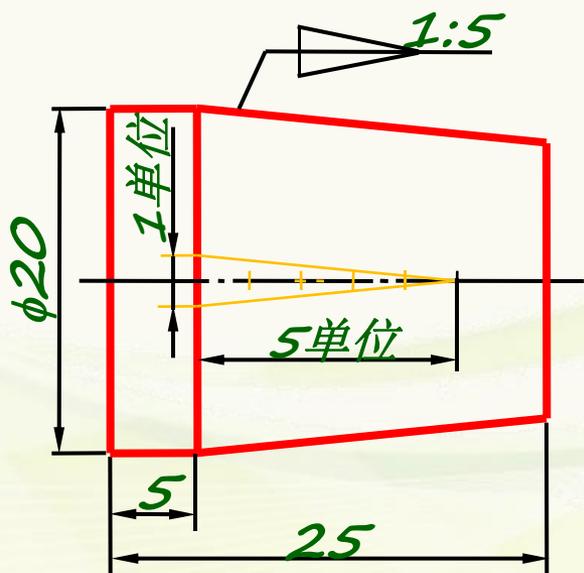
2. 锥度

锥度是指圆锥的底面直径与高度之比，或是圆锥台的底圆直径与顶圆直径之差与高度之比。

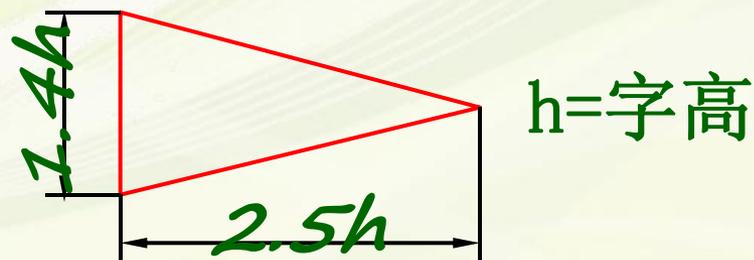
$$\text{锥度} = \frac{D}{L} = \frac{D-d}{1} = 2 \tan \alpha$$

通常写成1:n的形式

● 锥度的画法



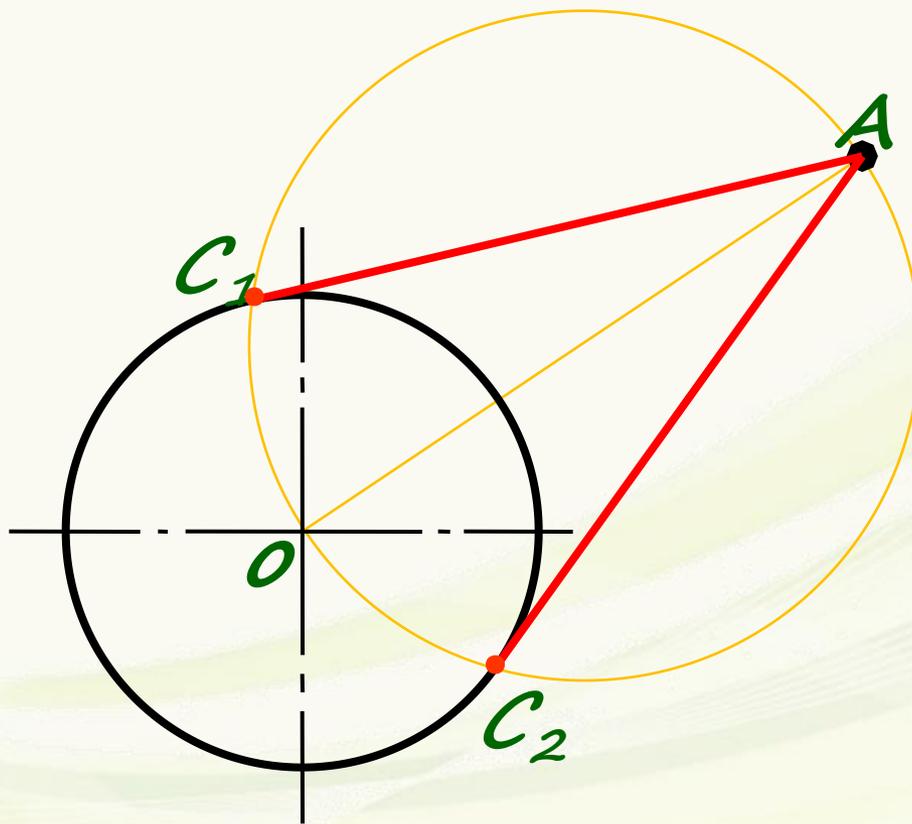
● 锥度符号的画法



1.3.4 圆的切线

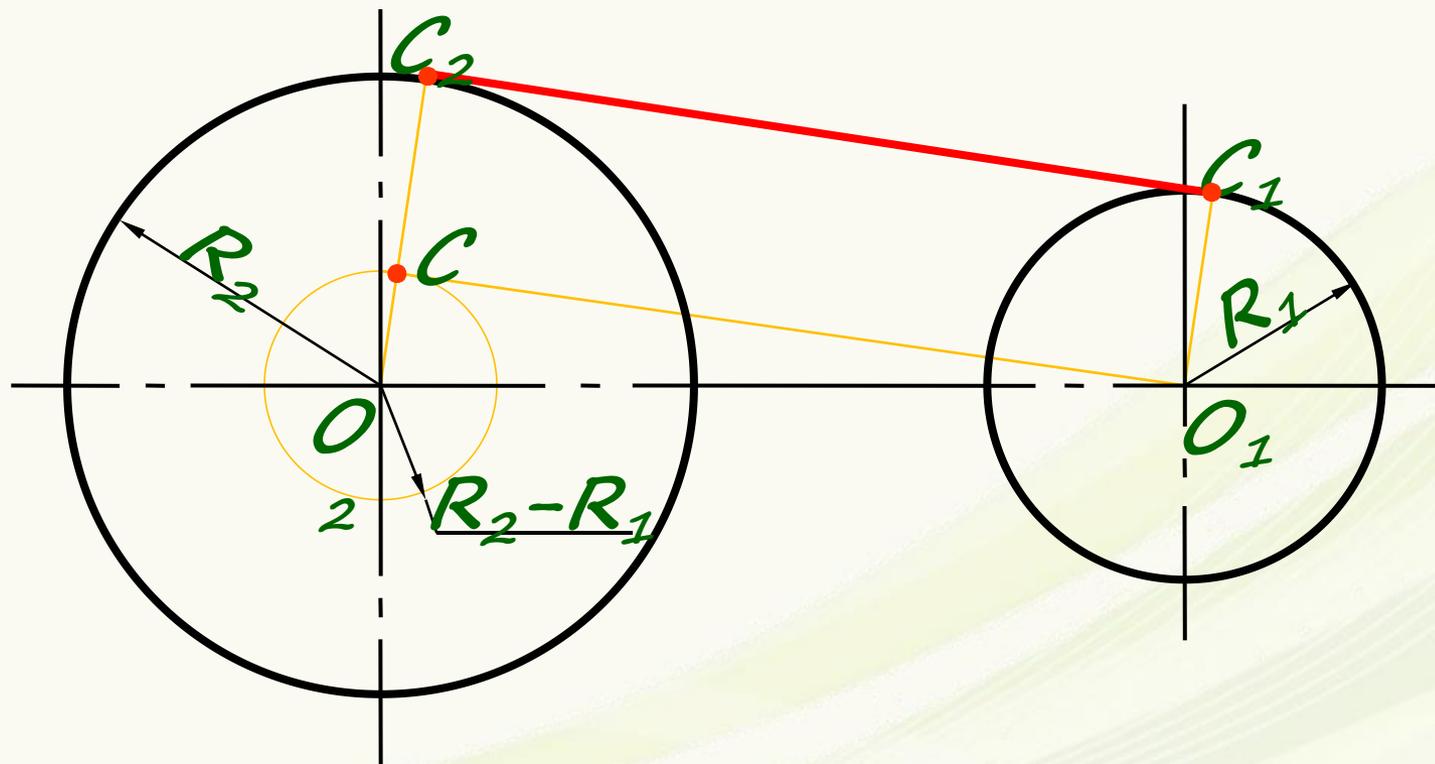
1. 过圆外一点作圆的切线

- (1) 连接 OA
- (2) 以 OA 为直径作圆
- (3) 分别连接 AC_1 、 AC_2



2. 作两圆的外公切线

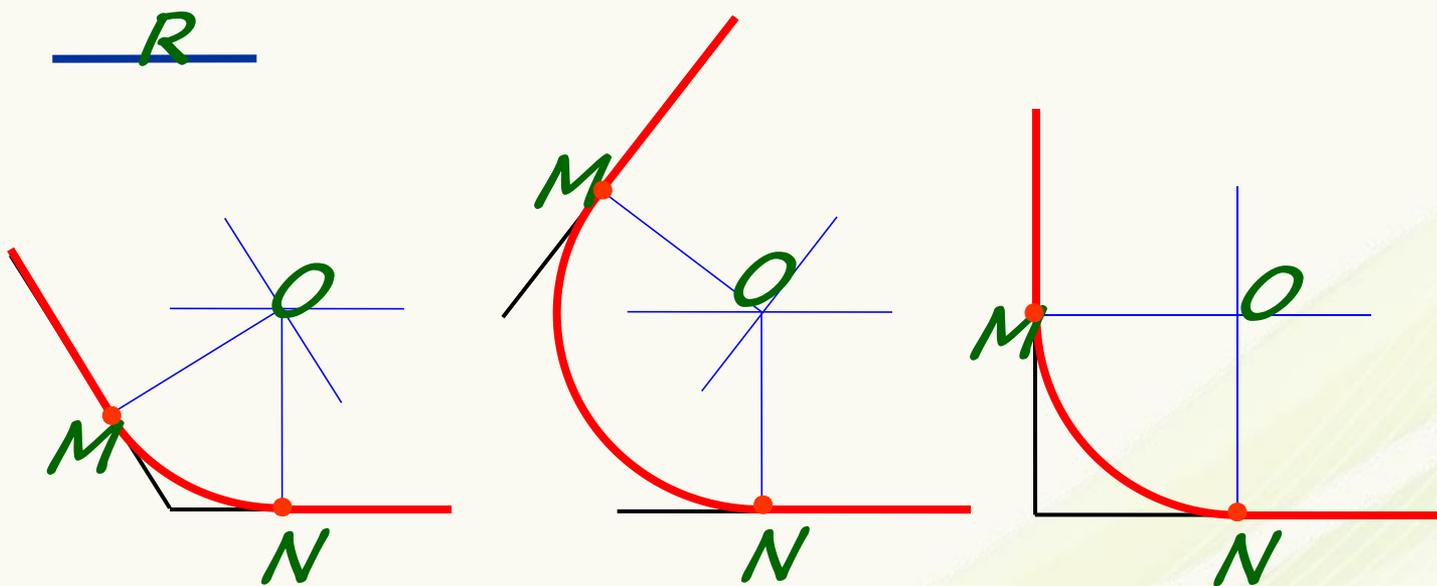
- (1) 以 O_2 为圆心， R_2-R_1 为半径作辅助圆。
- (2) 过 O_1 作辅助圆的切线 O_1C 。



- (3) 连接 O_2C 并延长使其与 O_2 圆交于 C_2 。
- (4) 过 O_1 作 O_2C_2 的平行线。
- (5) 连接 C_1C_2 即为两圆的外公切线。

四、圆弧连接

1. 用半径为 R 的圆弧连接两已知直线



- (1) 作两条辅助线分别与两已知直线平行且相距 R 。交点 O 即为连接圆弧的圆心。
- (2) 由点 O 分别向两已知直线作垂线，垂足即切点。
- (3) 以点 O 为圆心， R 为半径画连接圆弧。

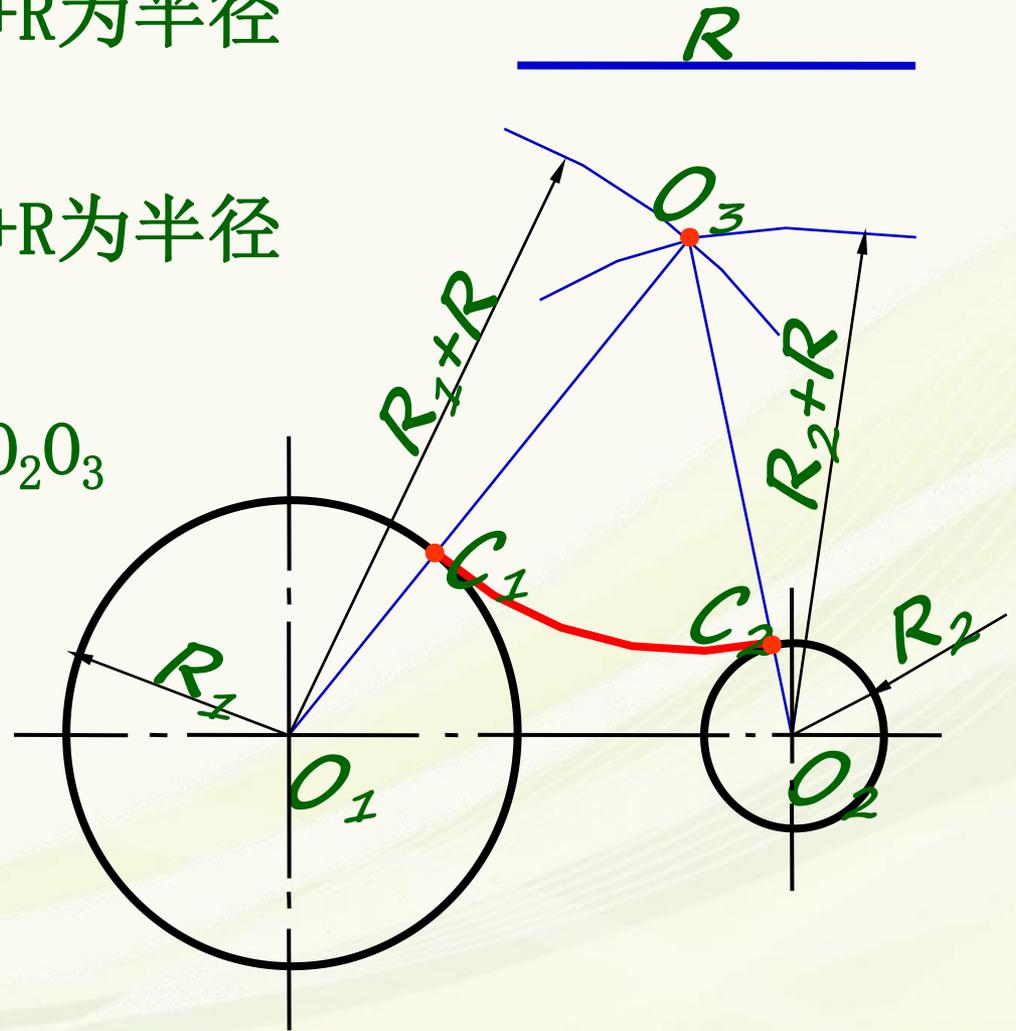
2. 用半径为R的圆弧连接两已知圆弧（外切）

(1) 以 O_1 为圆心， R_1+R 为半径画圆弧。

(2) 以 O_2 为圆心， R_2+R 为半径画圆弧。

(3) 分别连接 O_1O_3 、 O_2O_3
求得两个切点。

(4) 以 O_3 为圆心，
 R 为半径画连接圆弧。



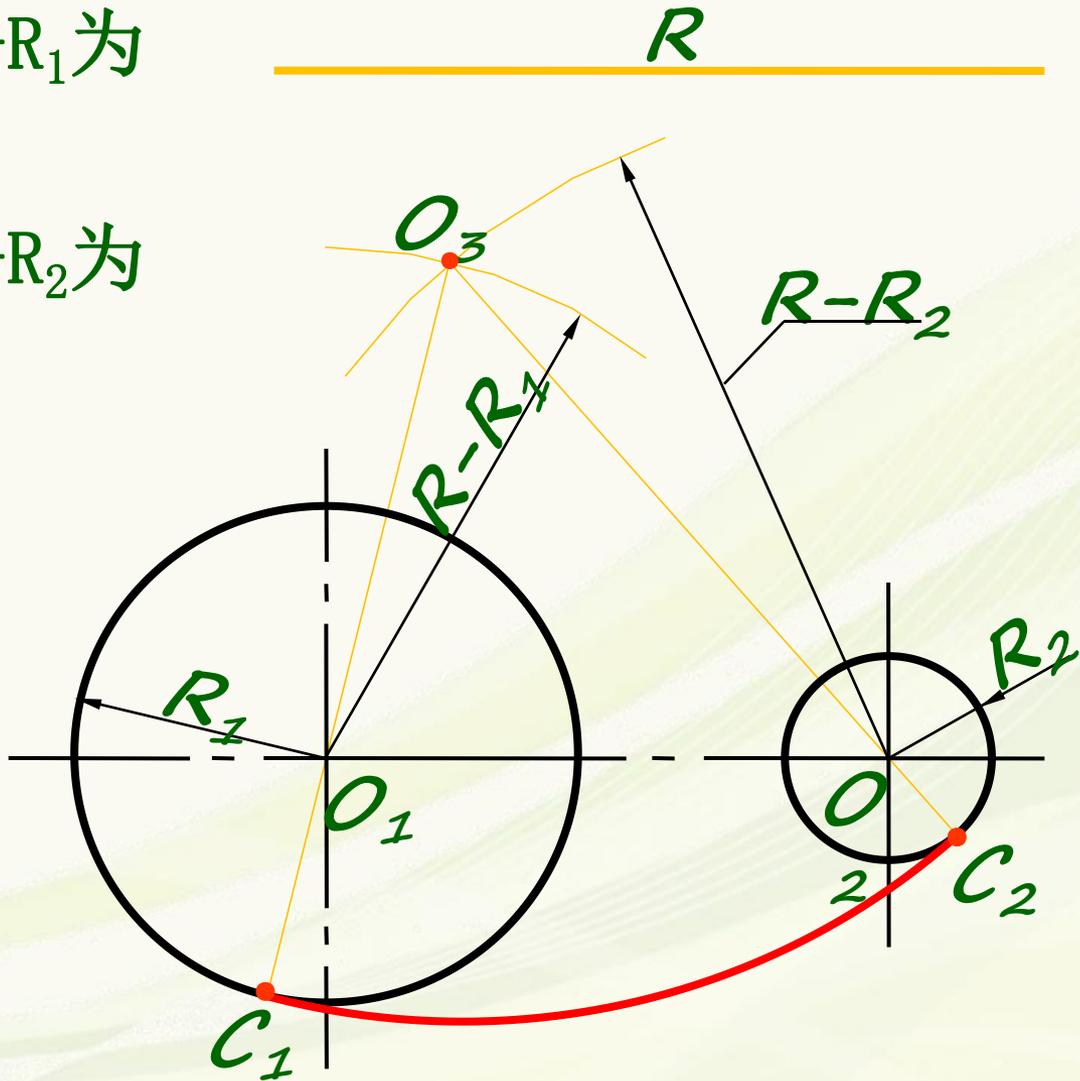
3. 用半径为R的圆弧连接两已知圆弧（内切）

(1) 以 O_1 为圆心， $R-R_1$ 为半径画圆弧。

(2) 以 O_2 为圆心， $R-R_2$ 为半径画圆弧。

(3) 分别连接 O_3O_1 、 O_3O_2 并延长求得两个切点。

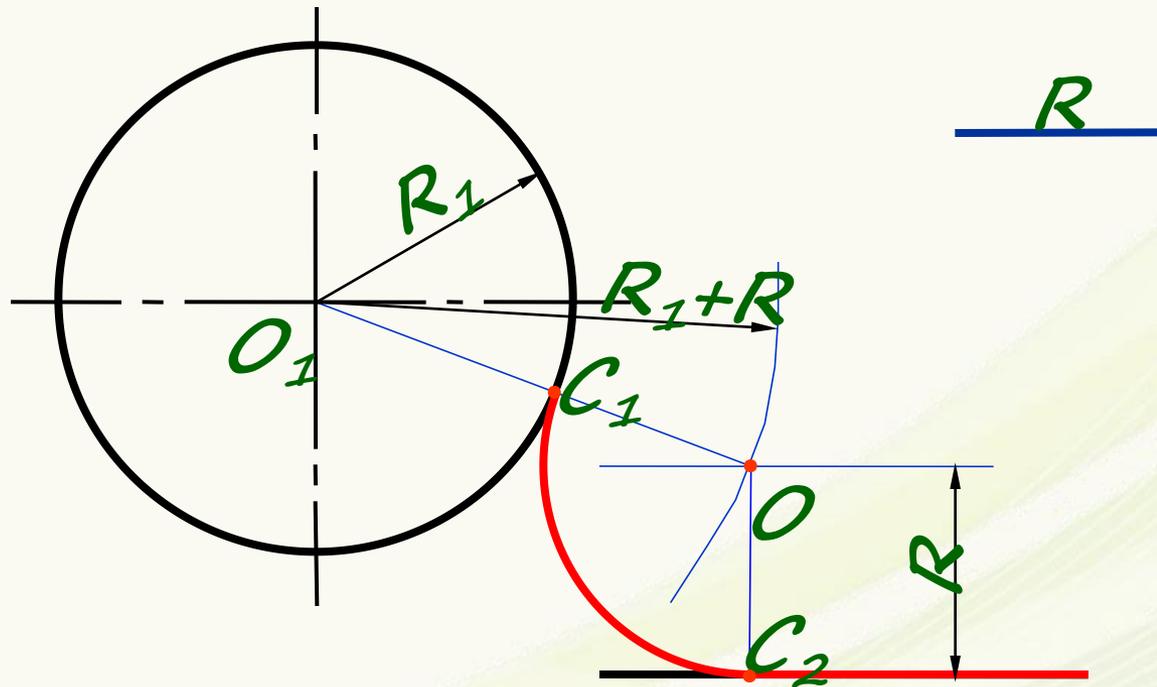
(4) 以 O_3 为圆心， R 为半径画连接圆弧。



4. 用半径为R的圆弧连接已知圆弧和直线

(1) 以 O_1 为圆心， R_1+R 为半径作圆弧。

(2) 作与已知直线平行且相距为R的直线。



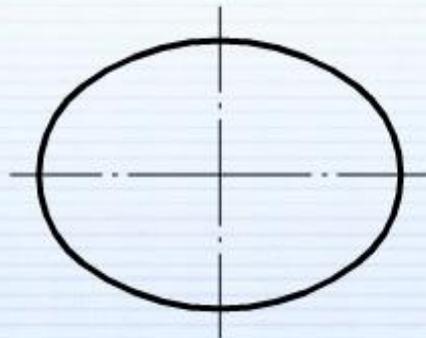
(3) 连接 O_1O ，求得与已知圆弧的切点。

(4) 由 O 向已知直线作垂线，求得与已知直线的切点。

(5) 以 O 为圆心， R 为半径画连接圆弧。

5、椭圆的近似画法

椭圆有各种不同的画法。为了作图方便，这里只介绍根据长、短轴用圆规画椭圆的近似画法——“四心圆弧法”。



作图步骤

- 画作图基准线
- 画长、短轴 AB 、 CD
- 连接 AC ，取 $CE = OA - OC$
- 确定四段圆弧的圆心
- 画椭圆的4段圆弧
- 整理并擦去多余线，加深

1.4. 平面图形的分析与绘图方法

1.4.1. 平面图形的分析

1.4.2. 平面图形的画法

1.4.3. 徒手绘图方法



1.4.1. 平面图形的分析

1. 平面图形的尺寸分析

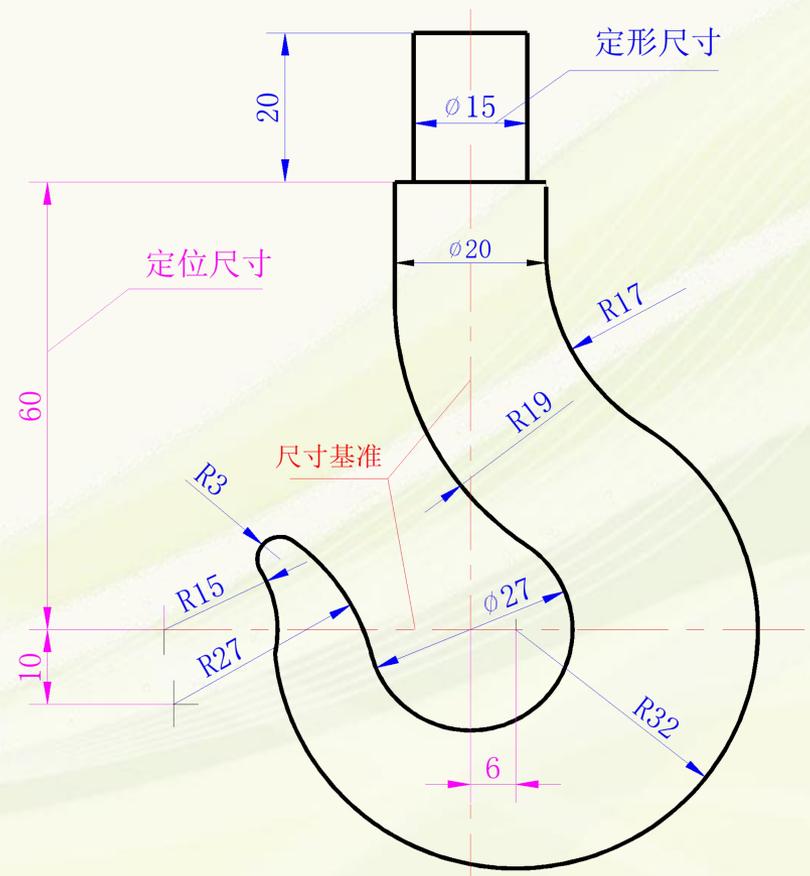
(1) **尺寸基准** 标注尺寸的起点，称为尺寸基准。

分析尺寸时，首先要查找尺寸基准。

通常以图形的对称轴线、较大圆的中心线、图形轮廓线作为尺寸基准。

一个平面图形具有两个坐标方向的尺寸，每个方向至少要有一个尺寸基准。

尺寸基准常常也是画图的基准。画图时，要从尺寸基准开始画。



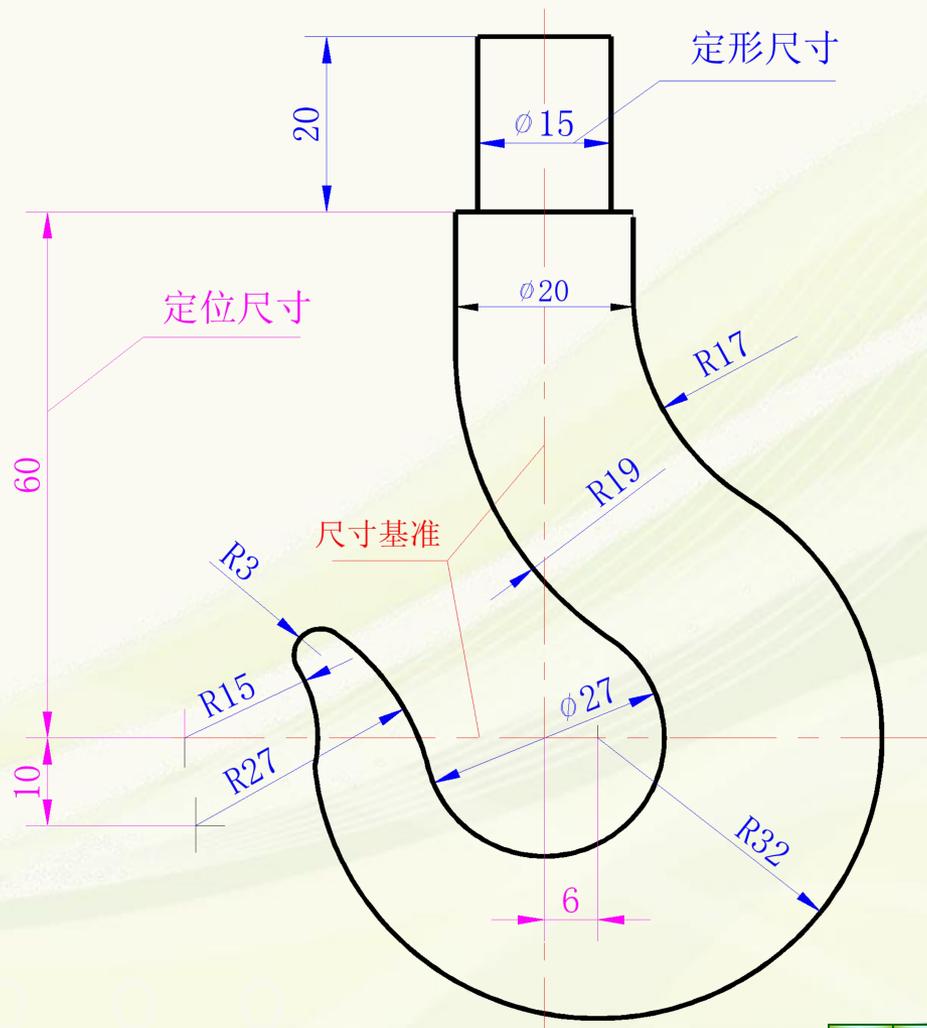
1.4.1. 平面图形的分析

1. 平面图形的尺寸分析

(2) 尺寸分类

根据尺寸的作用，平面图形中的尺寸可分为两类：

1) 定形尺寸 决定平面图形形状的尺寸，称为定形尺寸。如圆的直径、圆弧半径、多边形边长、角度大小等均属定形尺寸。如下图中 20、 $\Phi 27$ 、R32 等。



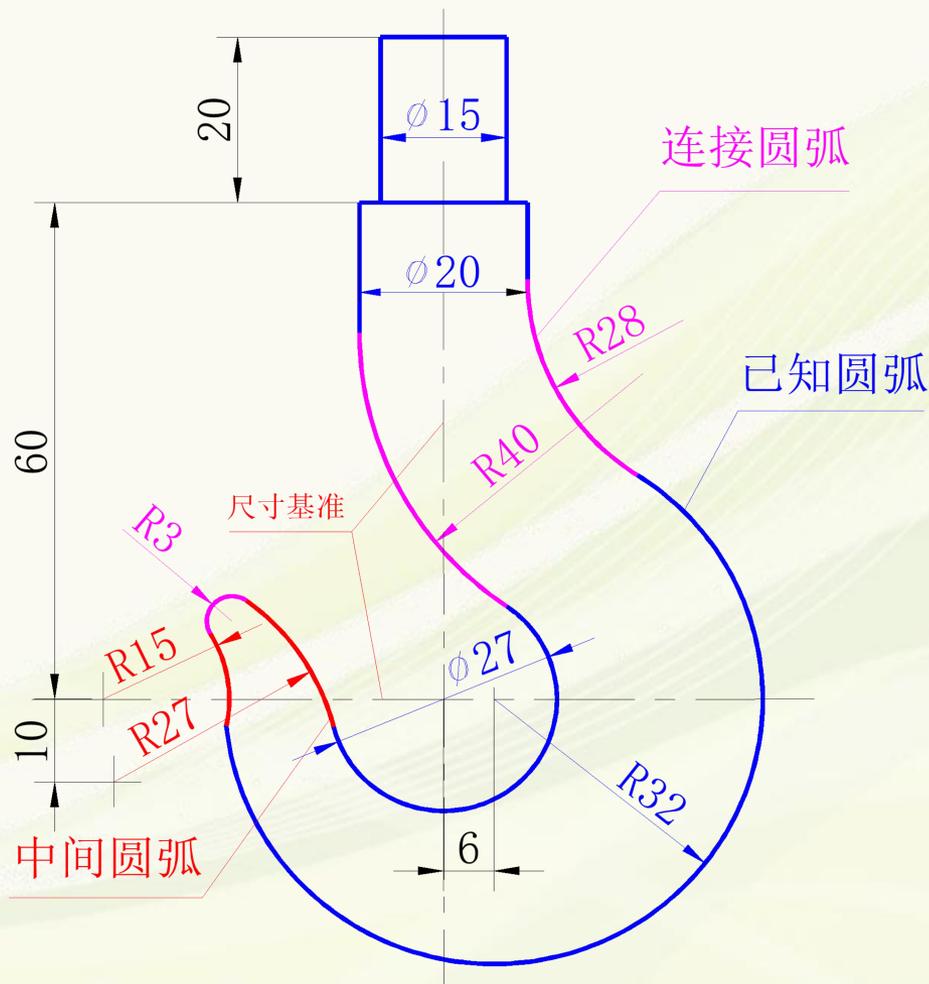
1.4.1. 平面图形的分析

2. 平面图形的线段分析

直线的作图比较简单，只分析圆弧的性质。

手工画圆和圆弧，需知道半径和圆心位置尺寸，根据图中所给定的尺寸，圆弧分为三类：

(1) **已知圆弧** 半径和圆心位置的两个定位尺寸均为已知的圆弧。根据图中所注尺寸能直接画出。如图中的 $\Phi 27$ 、 $R32$ 。

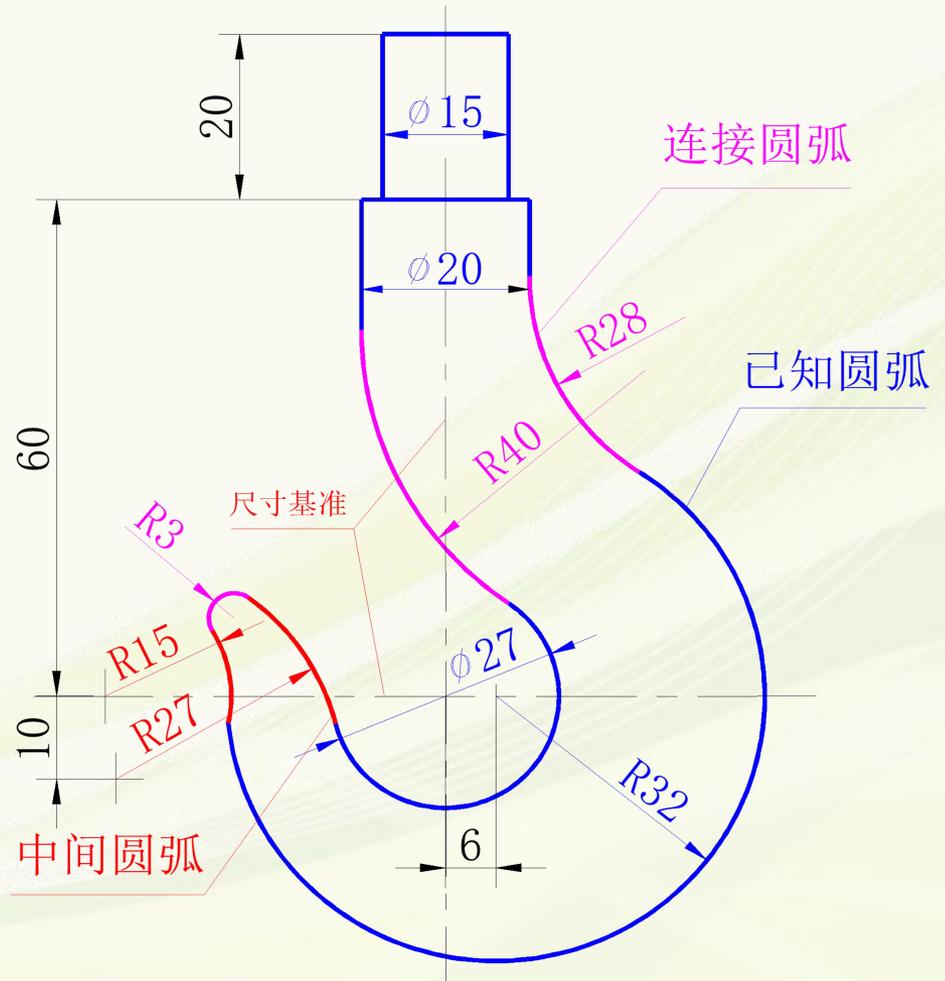


1.4.1. 平面图形的分析

2. 平面图形的线段分析

(2) **中间圆弧** 已知半径和圆心的一个定位尺寸的圆弧。它需与其一**端**连接的线段画出后，才能确定其圆心位置。如图中R15、R27。

(3) **连接圆弧** 只已知半径尺寸，而无圆心的两个定位尺寸的圆弧。它需要与其**两端**相连接的线段画出后，通过作图才能确定其圆心位置。如图中R3、R28、R40。



1.4.2. 平面图形的画法

平面图形的画图步骤

平面图形中，当有几个圆弧连接时，在两个已知圆弧间可以有任意个中间圆弧(也可以没有)，但是必须有，也只能有一个连接圆弧。掌握这一规律，通过线段分析，即可知道该平面图形能否画出，其尺寸是否标注完全、合理。

平面图形的画图步骤：

一般从图形的基准线画起，再按已知线段、中间线段、连接线段的顺序作图。对圆弧来说，先画已知圆弧，再画中间圆弧、最后画连接圆弧。



1.4.2. 平面图形的画法

平面图形的画图步骤

(1) **画底稿线** 按正确的作图方法绘制，要求图线细而淡，图形底稿完成后应检查，如发现错误，应及时修改，擦去多余的图线。

(2) **标注尺寸** 为提高绘图速度，可一次完成。

(3) **描深图线** 可用铅笔或墨线笔描深线，描绘顺序宜先细后粗、先曲后直、先横后竖、从上到下、从左到右、最后描倾斜线。

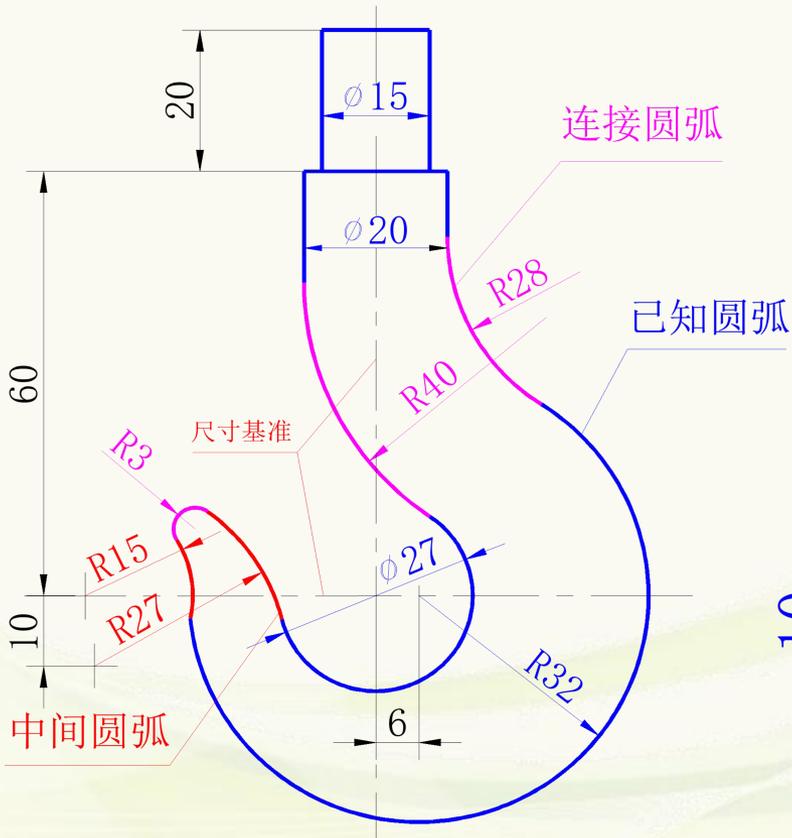
(4) **填写标题栏及其它说明** 文字应该按工程字要求写。

(5) **修饰并校正全图。**



1.4.2. 平面图形的画法

举例 吊钩的画图步骤



$$R_1 = 15 + 3$$

$$R_2 = 27 - 3$$

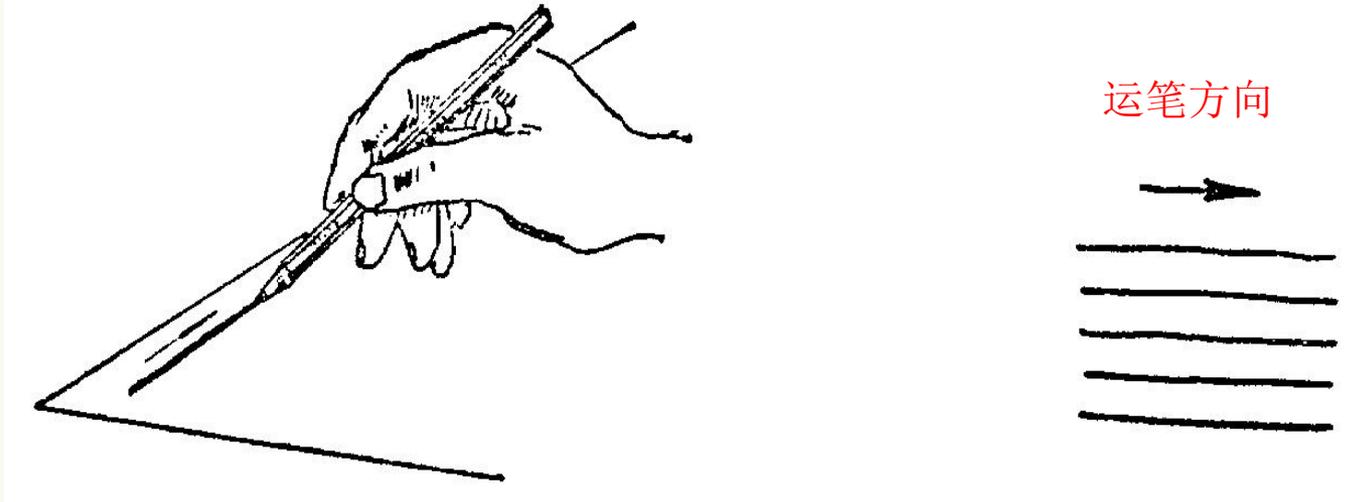
$$R_3 = 32 + 28$$

$$R_4 = 27/2 + 40$$

(b) 画基准线
 (c) 画连接圆弧
 (d) 画中间圆弧
 (e) 画已知圆弧
 (f) 画总轮廓线
 (g) 修饰并校正全图



1.4.3. 徒手绘图方法

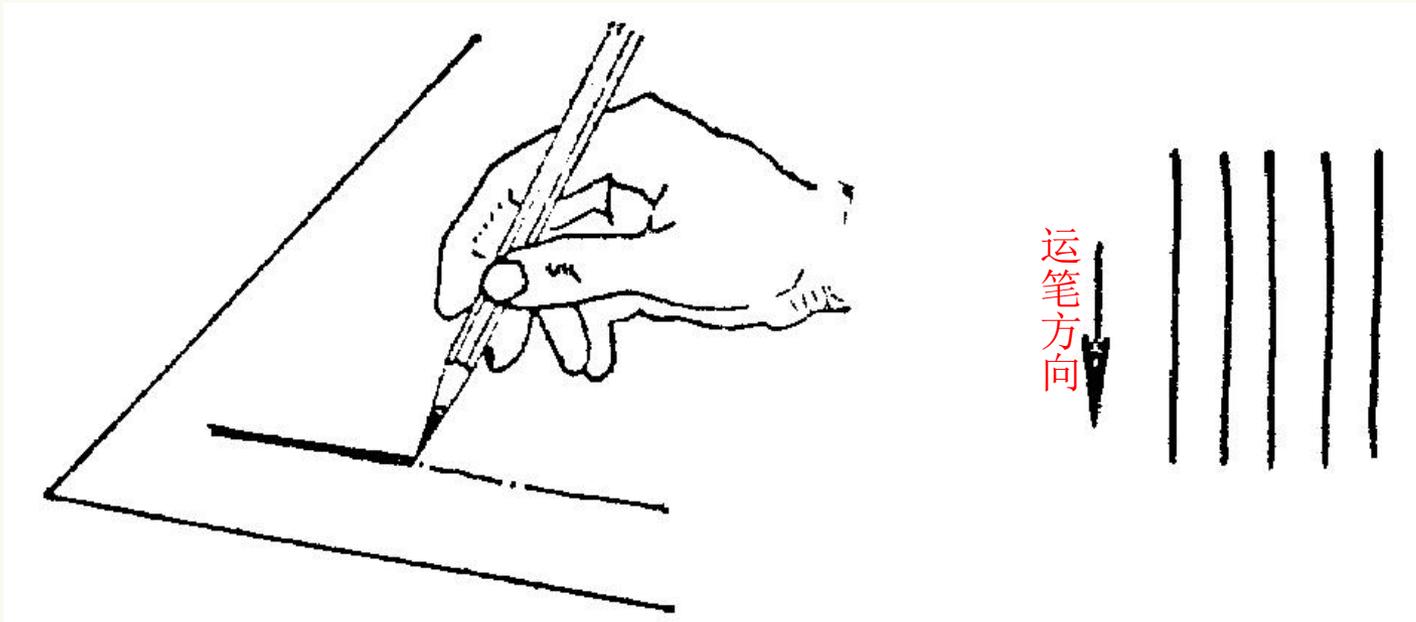


(a)

(b)

徒手画水平线

1.4.3. 徒手绘图方法

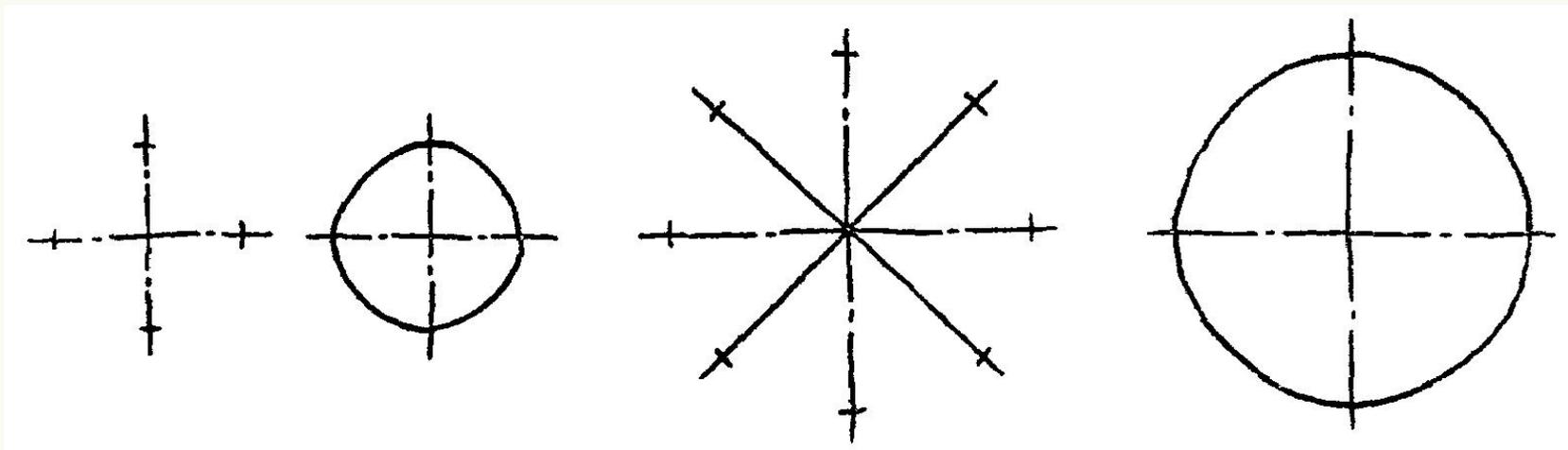


(a)

(b)

徒手画垂直线

1.4.3. 徒手绘图方法

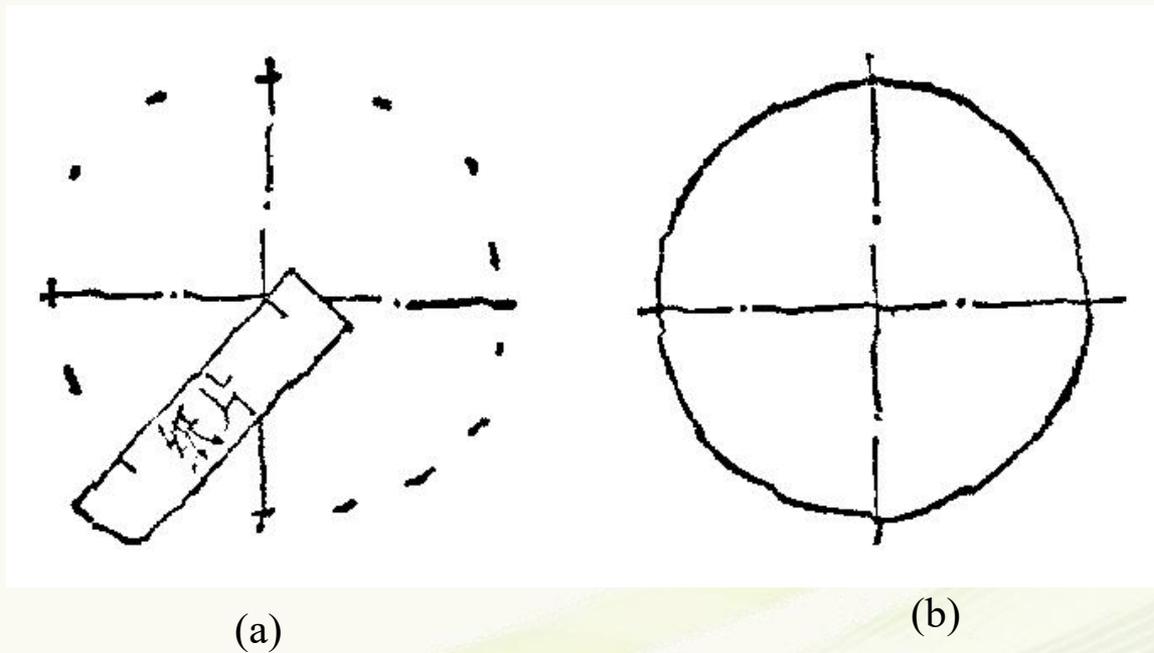


(a)小圆

(b)大圆

草图中圆的画法（一）

1.4.3. 徒手绘图方法



草图中圆的画法（二）

本章小结

1. 学习机械制图必须严格遵守机械制图国家标准的有关规定，树立标准化的观念。
2. 工程技术人员必须养成良好的绘图习惯，并能正确、熟练地使用绘图工具和仪器，能绘制出较好图面质量的工程图样。
3. 熟练掌握绘制几何图形的方法和步骤。
4. 熟练掌握徒手绘图的基本方法。

