

面向 21 世纪课程教材

Textbook Series for 21st Century

机械制图习题集

第四版

清华大学工程图学及计算机辅助设计教研室 编

许纪旻 高政一 刘朝儒 主编

高等教育出版社

第四版序

本习题集是在高政一、许纪旻主编《机械制图习题集》(第三版)的基础上,根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会2005年制订的“高等学校工程图学课程教学基本要求”及近年来发布的相关国家标准《机械制图》、《技术制图》等,并总结近几年教学改革的经验修订而成的。

本习题集与清华大学刘朝儒、吴志军、高政一、许纪旻主编《机械制图》(第五版)配套使用,本套教材是普通高等教育“十五”国家级规划教材,并被列入高等教育出版社“高等教育百门精品课程教材建设计划精品项目”。刘朝儒等主编《机械制图》(第四版)及配套习题集是面向21世纪课程教材和普通高等教育“九五”国家级重点教材。

本习题集继续保留了第三版的优点和特色,并做了如下修订:

1. 将与绘图操作联系紧密的“尺规绘图”、“徒手绘图”、“零件测绘”等几部分属于“基本技能”训练的内容和“组合体的构形设计”从配套教材中移至本习题集,方便学生使用时查阅。
2. 对习题题目做了适当精选,避免内容雷同的题目过多重复出现,以减轻学生作业负担。对于学有余力的读者,本习题集设置了难度较大的选作题(题号加*者)。

3. 配套制作了电子版习题答案,其形式如下:
典型习题用动画演示详细解题过程;

一般习题直接给出习题答案;

部分习题加注文字提示;

与“立体”相关的大部分习题给出三维实体造型。

4. 采用最新的技术制图与机械制图国家标准。

本习题集由高政一、刘朝儒、吴志军、许纪旻、彭福荫、田凌、冯涓和张学政修订,许纪旻、高政一、刘朝儒任主编。

原清华大学工程图学及计算机辅助设计教研室广大教师多年来的教学经验,是本习题集编写的重要基础,对此表示衷心的感谢。

本习题集由中国工程图学会图学教育专业委员会原主任委员、北京理工大学董国耀教授审阅,他提出了许多宝贵意见和建议,对此表示衷心的感谢。

限于水平,难免出现一些缺点和错误,敬请读者批评指正。

编者
2006年6月

目 录

0、制图、构形设计与零件测绘基本知识	1	量取)	73
0.1 尺规制图工具及其使用	1	5.4 机件的表达和尺寸标注综合练习	74
0.2 尺规基本几何作图	4	六、零件的技术要求	75
0.3 尺规绘图的一般操作步骤	11	6.1 极限与配合	75
0.4 徒手绘图	12	* 6.2 形状和位置公差	76
0.5 组合体的构形设计	14	七、标准结构及标准零、组件	77
0.6 零件测绘	17	7.1 螺纹	77
0.7 字体练习	19	7.2 螺纹连接和螺纹紧固件连接	78
0.8 线型练习	21	7.3 齿轮、键、销	80
0.9 圆弧连接和平面图形画法	22	7.4 轴承和弹簧	80
一、点、直线、平面的投影	24	八、零件图	81
1.1 点的投影	24	8.1 根据轴测图画零件图并作3D造型	82
1.2 直线的投影	25	8.2 读零件图	86
1.3 平面的投影	28	8.3 零件的尺寸标注	88
1.4 直线与平面、平面与平面相对关系	30	8.4 零件局部构形设计和3D造型	90
1.5 换面法	33	九、装配图	92
1.6 旋转法	36	9.1 拼画手压阀装配图	92
1.7 投影变换综合题	37	9.2 拼画转子泵装配图	95
二、立体的视图	38	9.3 拼画减速箱装配图	98
2.1 已知平面体的两个视图,求作第三视图, 并标出平面 P (所给投影为可见)的其余 两投影	38	9.4 读平口钳装配图并拆画零件图	105
2.2 已知回转体的两个视图,求作第三视图, 并标出曲面上点 A 、 B 的其余两投影	39	9.5 读顶尖座装配图并拆画零件图	106
		9.6 读快速阀装配图并拆画零件图	107
		9.7 读齿轮油泵装配图并拆画零件图	108
2.3 表面交线的画法	40		
2.4 由组合体的两视图画其第三视图	50		
2.5 改正视图中的错误,少线处补画线,多 线处将其圈出	55		
2.6 画具有斜面的组合体的视图	56		
三、轴测图	57		
3.1 根据文字描述画正等轴测图	57		
3.2 画组合体的正等轴测图(放大一倍画)	58		
3.3 画组合体的正等轴测草图	60		
3.4 画带交线的立体的正等轴测图	61		
3.5 画组合体的斜二等轴测图(放大一倍画)	62		
四、表示机件的图画画法	63		
4.1 局部视图和斜视图	63		
4.2 全剖视图和半剖视图	63		
4.3 局部剖视图	66		
4.4 旋转剖、阶梯剖和斜剖视图	67		
4.5 徒手画轴测剖视图	68		
4.6 断面图及肋的规定画法	69		
4.7 第三角画法	69		
五、尺寸标注基础	70		
5.1 在图(a)中圈出不符合基本规则的尺寸注 法,并在图(b)中完成正确的尺寸标注	70		
5.2 标注尺寸(数值从图上按1:1量取)	72		
5.3 标注轴测图的尺寸(数值从图上按1:1			

0、制图、构形设计与零件测绘基本知识 0.1 尺规制图工具及其使用

尺规制图是指以铅笔、丁字尺、三角尺、圆规、手工绘图机等为主要工具以手工绘制图样。虽然目前正规技术图样已大多使用计算机绘制,但尺规制图既是工程技术人员的基本技能,又是学习和巩固图学理论知识不可缺少的方法,必须熟练掌握。

制图工具准备齐全和使用得当,对提高制图的速度和质量起着决定性的作用。因此,初学者制图的人应当特别注意制图工具的正确使用方法,并不断总结经验,以提高绘图的技术水平。常用的绘图工具有以下几种:

1. 铅笔和铅芯

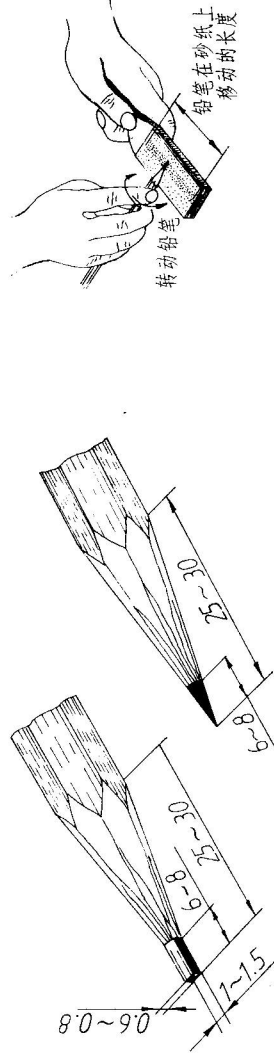
要使用“绘图铅笔”。根据不同的使用要求,准备以下几种硬度不同的铅笔:

B 或 HB——描黑粗实线用;

HB 或 H——描黑细实线、细点画线、细双点画线、细虚线用和写字用;

2H——画底稿用。

铅芯供安装在圆规上画圆用,画底稿和描细线用 H 或 HB 铅芯;描黑粗实线和圆弧用 2B 铅芯。用于画粗实线的铅笔和铅芯应磨成矩形断面,其余的磨成圆锥形,如图 0-1 所示。



(a) 磨成矩形断面

(b) 磨成圆锥形

(c) 铅笔的磨法

图 0-1 铅笔的削法

画线时,铅笔在前后方向应与纸面垂直,而且向画线前进方向倾斜约 30° (图 0-2)。当画粗实线时,因用力较大,倾斜角度可小一些。画线时用力要均匀,匀速前进。

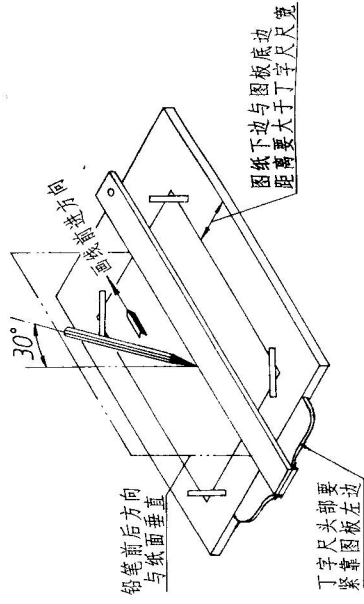


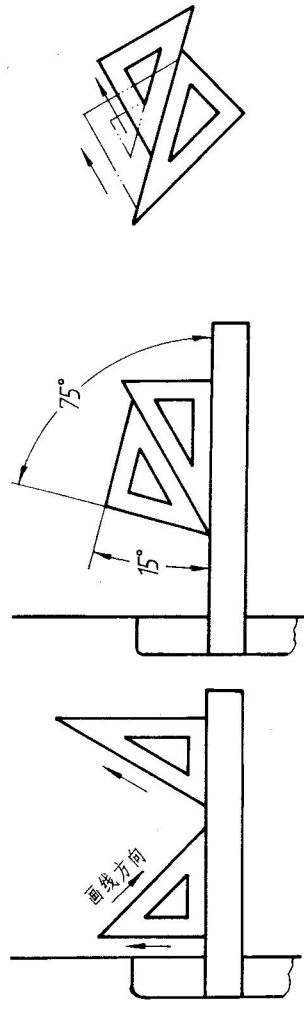
图 0-2 用铅笔画线的方法

2. 丁字尺

丁字尺用来画水平线,与三角板配合使用可画垂直线及 15° 倍角的斜线。使用时,丁字尺头部要紧靠图板左边,然后用丁字尺尺身的上边画线(图 0-2)。画线的尺边要很好地保护,不能用来裁纸,并避免磕碰损坏。

3. 三角板

三角板分 45° 和 $30^\circ-60^\circ$ 两块,可配合丁字尺画垂直线及 15° 倍角的斜线,或用两块三角板配合画任意角度的平行线(图 0-3)。用三角板画垂直线时,手法如图 0-4。



(a) 画垂直线及 45° 、 60° 等斜线

(b) 画 15° 倍角的斜线

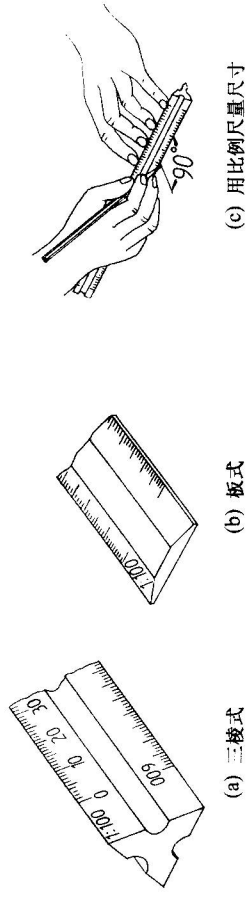
(c) 用三角板画任意角度平行线

图 0-3 三角板的使用

4. 比例尺

比例尺有三棱式和板式两种(图 0-5a、b),尺面上有各种不同比例的刻度,画图时用来量度尺寸(图 0-5c)。

比例尺上都标明了刻度的比例,但要注意每一种刻度比例尺上都有几种不同的比例。如比例尺上标明 $1:2$ (有的比例尺标为 $1:200$ 或 $1:2000$) 的刻度,当它的每一小格(真实长度为 1 mm)代表 2 mm 时,是 $1:2$ 的比例。但若每一小格代表 20 mm 时,它就是 $1:20$ 的比例了。同理,若每一小格代表 0.2 mm ,则它的比例就成为 $5:1$ (图 0-6)。



(a) 三棱式

(b) 板式

(c) 用比例尺量尺寸

图 0-5 比例尺

图 0-4 画垂直线的手法

有了比例尺,在画不同比例的图形时,从尺上可直接得出某一尺寸应画的大小,省去计算的麻烦。

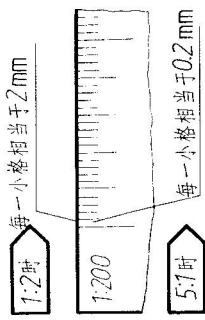
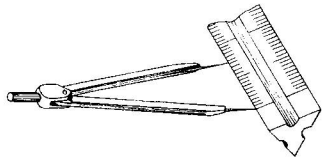
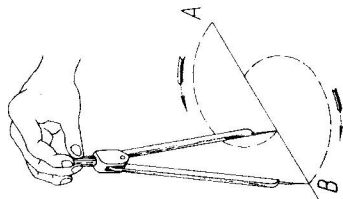


图 0-6 比例尺的刻度



(a) 用分规截取长度



(b) 用分规等分线段

图 0-7 分规的用法

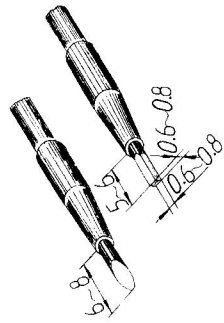
有些三角板上配有不同比例的刻度,可同时作比例尺使用。

5. 分规

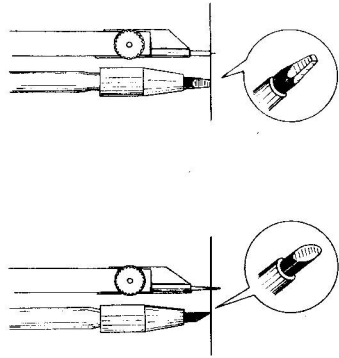
分规是用来截取尺寸和等分线段的,用法见图 0-7。

6. 圆规

圆规用来画圆。在描黑粗实线圆时,铅笔芯应用 2B 或 B(比画粗直线的铅笔芯软一一号)并磨成矩形断面;画细线圆时,用 H 或 HB 的铅笔芯并磨成铲形(图 0-8)。它的针脚上的针,当画底稿时用普通针尖,而在描黑时应换用带支承面的小针尖,如图 0-9b 所示,以避免针尖插入图板过深,针尖均应调得比铅芯稍长一些(图 0-9)。



(a) 铲形 (b) 矩形断面



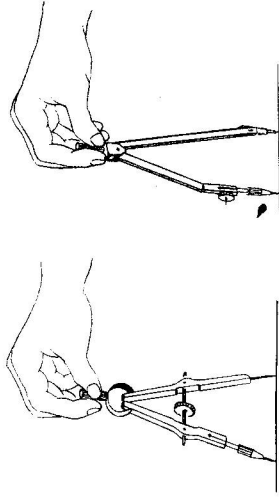
(a) 普通尖: 打草稿用 (b) 支承尖: 描黑用

图 0-8 圆规的铅笔芯削法

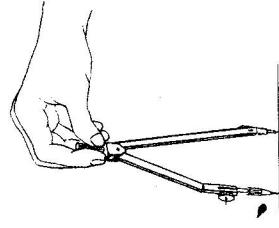
图 0-9 圆规的针脚

当画大直径的圆或描黑时,圆规的针脚和铅笔脚均应保持与纸面垂直(图 0-10b)。

当画大圆时,可用加长杆来扩大所画圆的半径,其用法如图 0-11 所示。



(a) 画小圆



(b) 画大圆

图 0-10 圆规的用法

画圆时,应匀速前进,并注意用力均匀。圆规所在的平面应稍向前进方向倾斜,如图 0-12。

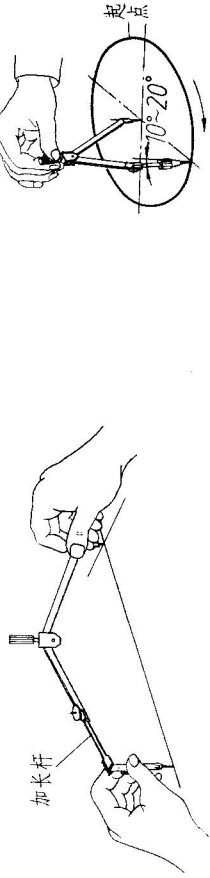
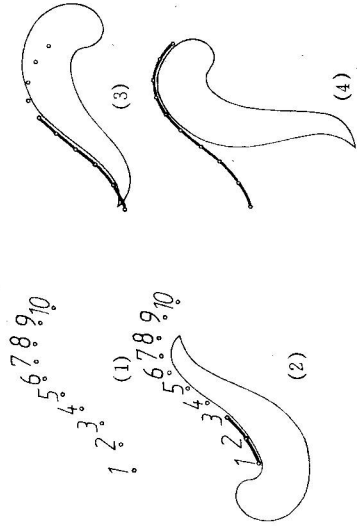


图 0-11 加长杆的用法

图 0-12 用圆规画圆的方法

7. 曲线板

曲线板用来绘制非圆曲线。使用时,先求出曲线上若干点,点愈密则准确度愈高。先用铅笔徒手将各点按顺序轻轻地连成一条光滑曲线,再从曲线一端开始找出曲线上与轻描曲线大致相吻合并能与连续四个已知点准确吻合的曲线段,用铅笔沿曲线板轮廓画出 1~3 点之间的曲线,留下 3 至 4 点之间的曲线不画。下一步再由 3 点开始找四个点(包括 4 点在内),连三个点,如此重复直至画完(图 0-13)。这种用法要点可归纳为两句话:“找四连三,首尾相叠。”



(a) 找四点,连三点

(b) 再找四点,连三点

图 0-13 曲线板的用法

8. 绘图模板

绘图模板用透明塑料板制成，上面有多种镂空的图形、符号或字体。在绘图中使用可提高效率和质量。针对专业不同，所镂图案内容不一，此处不多详述。

9. 手工绘图机

手工绘图机是用来替代丁字尺和三角板的工具，使用它可以画出各种角度的直线。它主要由以下两部分组成(图0-14)：

- (1) 机头部分 有互成90°的两根直尺，可以一同旋转，形成不同方向的直角，画出所需各种角度的直线。
- (2) 机身部分 由两平行四杆机构组成，机身可使机头移到图纸的任何指定地点，并保持所确定的角度。

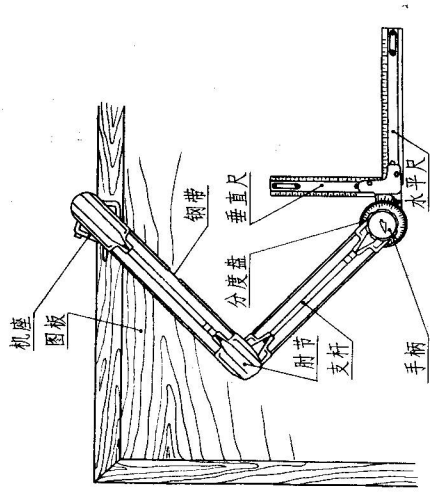


图0-14 手工绘图机

10. 其他工具

除了上述工具之外，在绘图时，还需要准备削铅笔刀、橡皮、固定图纸用的透明胶带纸、测量角度的量角器、擦图片(修改图线时用它遮住不需要擦去的部分)、砂纸(磨铅笔用，通常把它剪一小块贴在对称的硬纸内面，以免磨下的铅芯粉末飞扬)以及清除图面上橡皮屑的小刷等(图0-15)。

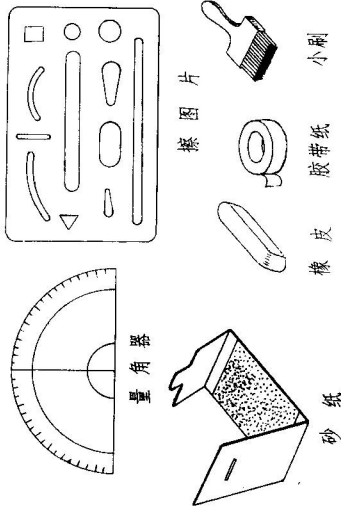


图0-15 其他绘图工具

一、过点作已知直线的平行线(图 0-16)

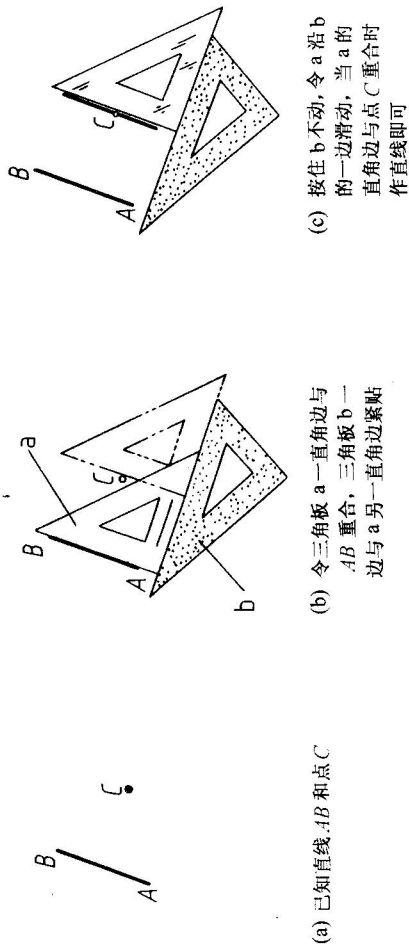


图 0-16 过点作直线与已知直线平行

二、分直线段为任意等分(图 0-17)
利用此种方法亦可将一直线段分成任意比的两段。

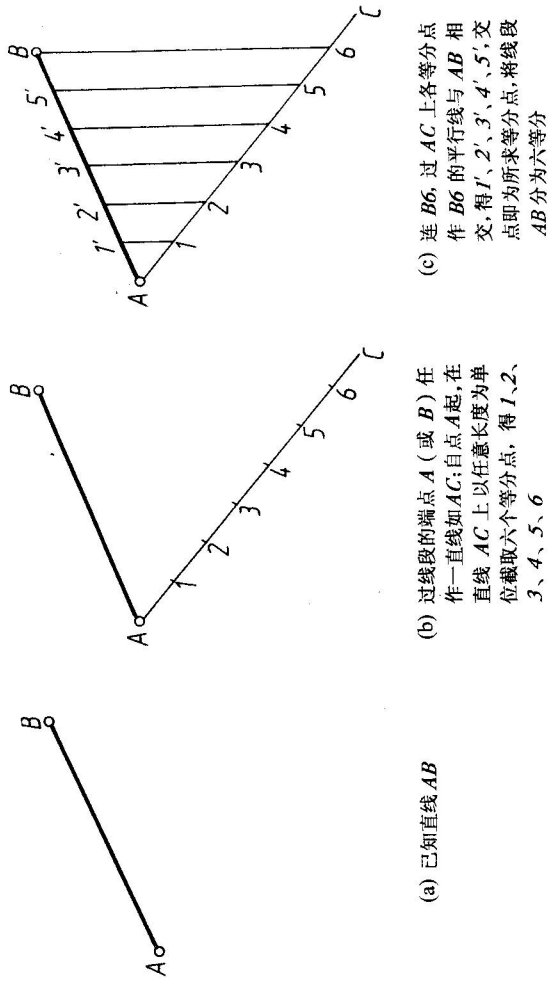


图 0-17 将线段 AB 分为六等分

三、正多边形及等分圆周

1. 正六边形

在画正六边形时,若知道对角线的长度(即外接圆的直径)或对边的距离(即内切圆的直径),即可用圆规、丁字尺和 60° 三角板画出,作图过程如图 0-18 所示。也可利用正六边形的边长等于外接圆半径的原理,用圆规直接找到正六边形的六个顶点,作图过程如图 0-19 所示。

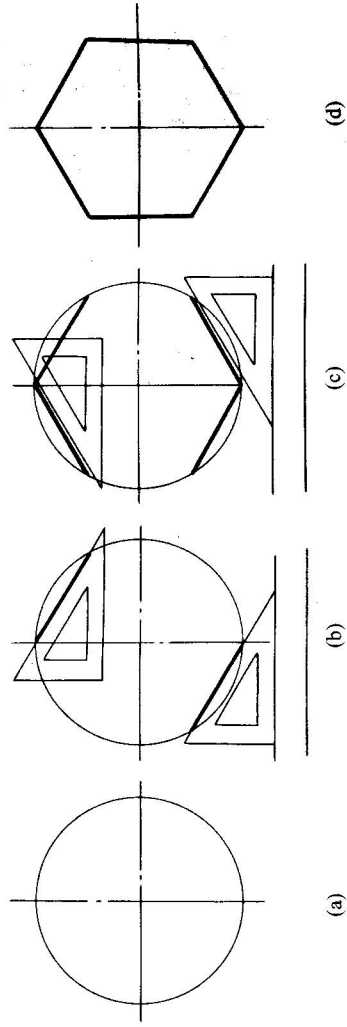


图 0-18 用丁字尺和三角板画正六边形

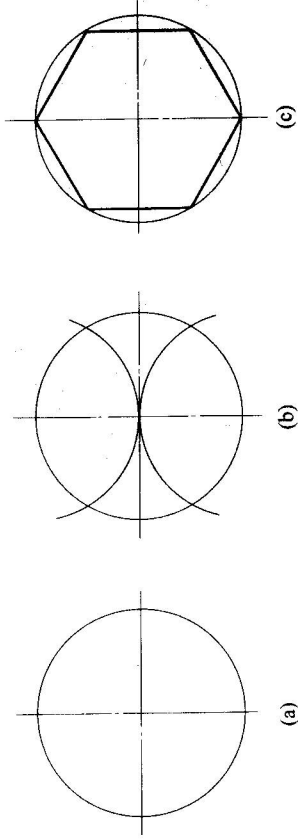


图 0-19 用圆规画正六边形

2. 正五边形

若已知外接圆直径求作正五边形,其作图步骤如图 0-20。

3. 利用查边长系数表作正多边形

当正多边形边数较多或为奇数边使作图不方便时,可以利用边长系数表查出边长系数,再计算出边长后直接作图。表 0-1 中的数值是以外接圆半径为 1 计算的,使用时还要将表中查得的数值乘以外接圆半径,才能得到边长值。

圆周等分与作正多边形的作图差异仅仅在于最后不连边。

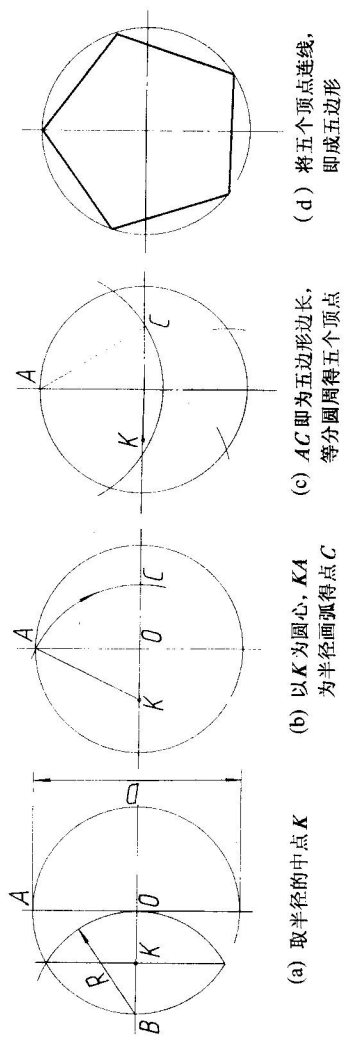


图 0-20 正五边形的画法

表 0-1 正多边形的边长系数表 (外接圆半径为 1)

边数	系数	边数	系数	边数	系数
3	1.732	8	0.765	13	0.479
4	1.414	9	0.684	14	0.445
5	1.176	10	0.618	15	0.416
6	1.000	11	0.563	16	0.390
7	0.868	12	0.518	17	0.368
				18	0.347
				19	0.329
				20	0.313
				21	0.298
				22	0.285

四、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倾斜的程度，一般以直角三角形的两直角边的比值来表示，并把比例前项化为 1 而写成 1:n 的形式。由图 0-21 中可看出：

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

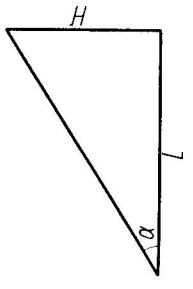


图 0-21 斜度

过已知点作斜度线的步骤如图 0-22 所示。

在图上标注斜度时，用斜度图形符号表示“斜度”。图形符号画法见图 0-23a。符号斜度的斜向应与斜度方向一致，如图 0-22a 所示。

2. 锥度

锥度是指圆锥的底圆直径与高度之比。如果是锥台，则为底圆直径与顶圆直径之差与高度之比 (图 0-24)，即：

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

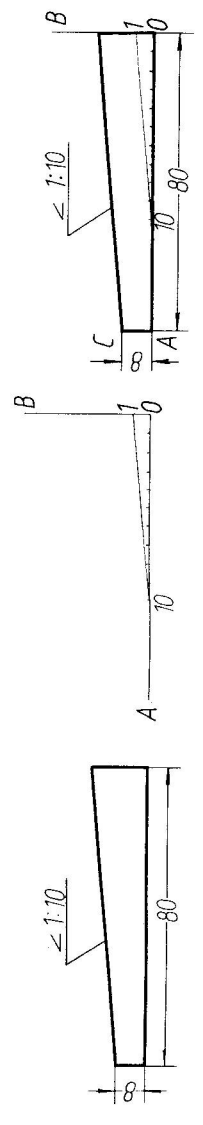


图 0-22 斜楔的作图

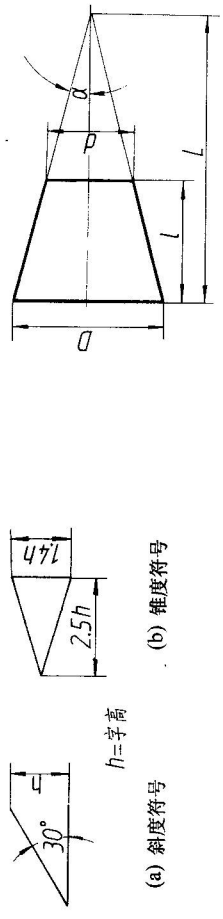


图 0-23 斜度符号及锥度图形符号的画法

通常，锥度也写成 1:n 的形式。

锥度的作图步骤如图 0-25 所示。

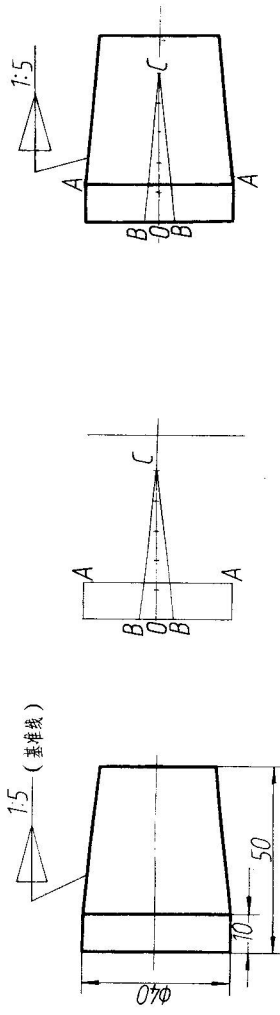


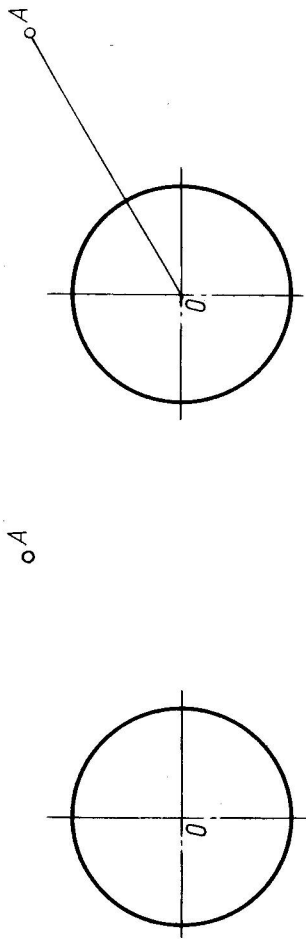
图 0-24 锥度

图 0-25 锥度的作图

在图上标注锥度时，用图形符号表示“圆锥”。图形符号画法见图 0-23b。图形符号应与圆锥方向相一致，基准线应与圆锥的轴线平行，如图 0-25a。

五、圆的切线

1. 过圆外一点作圆的切线(图0-26)
2. 作两圆外公切线(图0-27)
3. 作两圆内公切线(图0-28)



(a) 已知圆O和圆外一点A

(b) 作点A与圆心O的连线

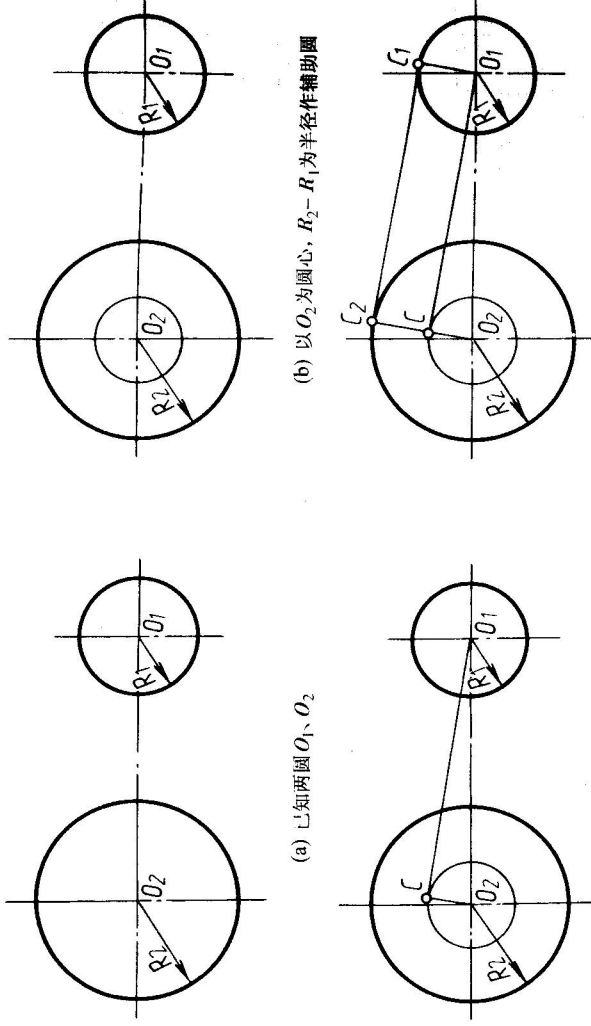
(c) 以OA的中点O₁为圆心, O₁O为半径作弧, 与已知圆相交于点C₁、C₂

(d) 分别连接点A、C₁和点A、C₂, AC₁和AC₂即为所求切线

图0-26 过圆外一点作圆的切线

六、圆弧连接

1. 圆弧连接的三种情况
 - (1) 用已知半径的圆弧连接两条已知直线(图0-29)。
 - (2) 用已知半径的圆弧连接一已知圆弧和一已知直线(图0-30)。



(a) 已知两圆O₁、O₂

(b) 以O₂为圆心, R₂-R₁为半径作辅助圆

(c) 过O₁作辅助圆的切线O₁C

(d) 连接O₂C并延长, 使与O₂圆交于C₂; 作O₁C₁∥O₂C₂, 连线C₁C₂即为所求的公切线

图0-27 作两圆外公切线

(3) 用已知半径的圆弧连接两个已知圆弧(图0-31)。

这里讲的连接, 是指光滑连接。即圆弧与直线或圆弧在连接处是相切的。因此, 在作图时, 要解决两个问题: 求出连接圆弧的圆心和定出切点的位置。

2. 连接圆弧的圆心轨迹和切点位置

(1) 当一个圆与直线AB相切时(图0-32a), 圆心O的轨迹是直线AB的平行线, 其距离等于圆的半径R。过圆心作线垂直AB, 其交点K是切点。

(2) 当一个圆与圆弧AB相切时(图0-32b、c), 圆心O的轨迹是AB的同心弧。外切时, 其半径 $L = R_1 + R$; 内切时, 其半径 $L = R_1 - R$ 。而切点K是圆O与圆弧AB的连心线与圆弧的交点。

圆弧连接的作图方法, 就是根据上述道理进行的。

3. 圆弧连接的作图举例

(1) 用圆弧连接两已知直线。

已知直线AC、BC及连接圆弧的半径R(图0-33)。

作图(i)根据上述原理, 作两辅助直线分别与AC及BC平行, 并使两平行线之间的距离

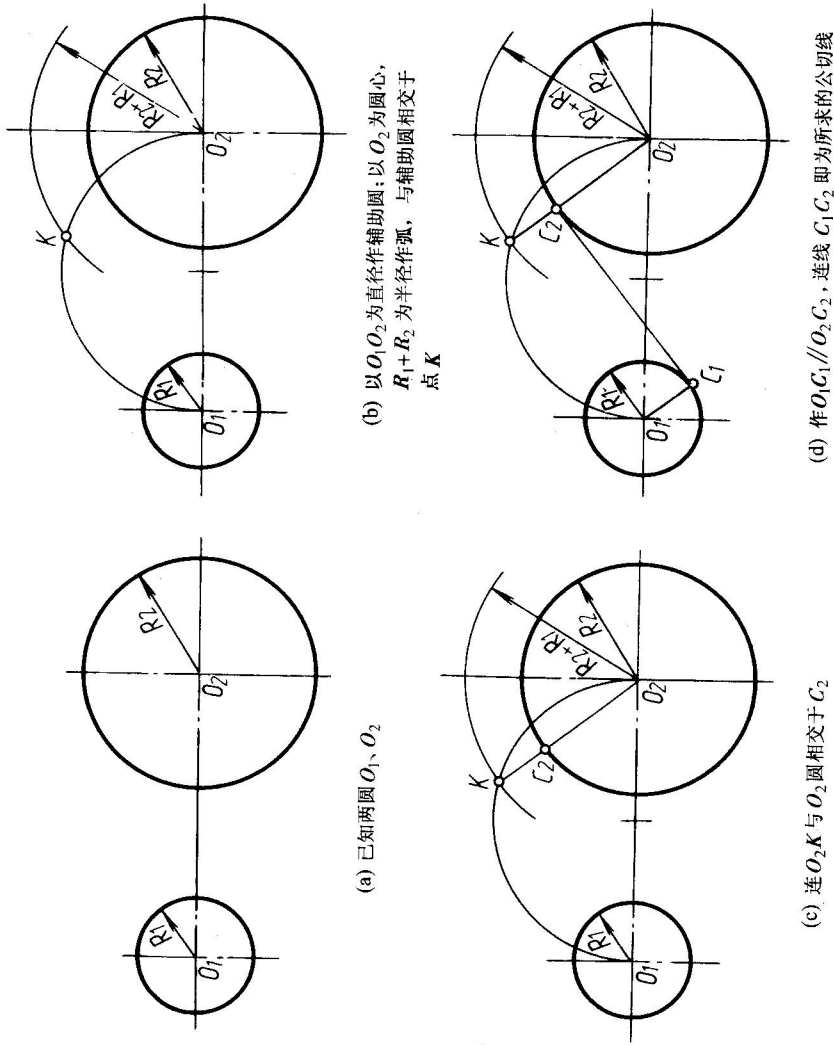


图 0-28 作两圆内公切线

都等于 R , 两辅助直线的交点 O 就是所求连接圆弧的圆心。
 (ii) 从点 O 向两已知直线作垂线, 得到两个点 M, N , 就是切点。
 (iii) 以点 O 为圆心, OM 或 ON 为半径作弧, 与 AC 及 BC 切于 M, N 两点, 即完成连接。
 (2) 用圆弧连接两已知圆弧(图 0-34)。

已知 两圆 O_1, O_2 的半径 R_1, R_2 及连接圆弧半径 $R_{内}, R_{外}$ (图 0-34a)。

求作 图 0-34b 所示的连接图形。

作图 可分为两部分:

- (a) 以 $R_{外}$ 为半径作弧与两已知圆外切。
- (i) 以 O_1 为中心, $R_1 + R_{外}$ 为半径画圆弧, 与以 O_2 为中心, $R_2 + R_{外}$ 为半径所作圆弧相交于点 O_3, O_3 即为连接圆弧的圆心。连 O_3O_1 及 O_3O_2 得切点 m_1, m_2 (图 0-34c)。
- (ii) 以 O_3 为中心, 以 $R_{外}$ 为半径作圆弧 $\widehat{m_1m_2}$ 光滑外切 (图 0-34d)。

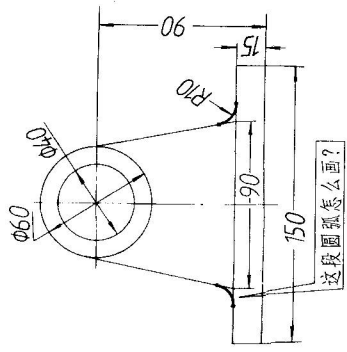


图 0-29 圆弧连接(一)

(b) 以 $R_{内}$ 为半径作弧与两已知圆内切。
 (i) 以 O_1 为中心, $R_{内} - R_1$ 为半径画圆弧, 与以 O_2 为中心, $R_{内} - R_2$ 为半径所作圆弧相交于点 O_4, O_4 即为连接圆弧的圆心。连 O_4O_1 及 O_4O_2 得切点 n_1, n_2 (图 0-34e)。

(ii) 以 O_4 为圆心, $R_{内}$ 为半径作圆弧 $\widehat{n_1n_2}$ 光滑内切 (图 0-34f)。

(3) 用圆弧连接已知直线及圆弧。

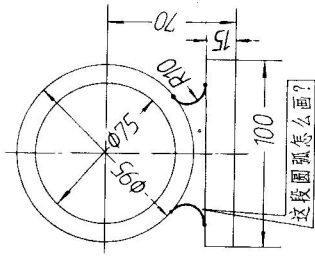


图 0-30 圆弧连接(二)

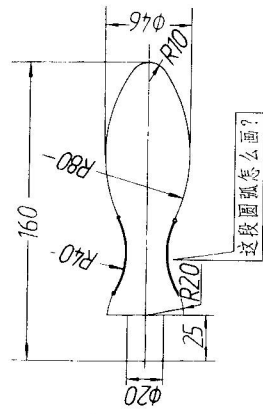


图 0-31 圆弧连接(三)

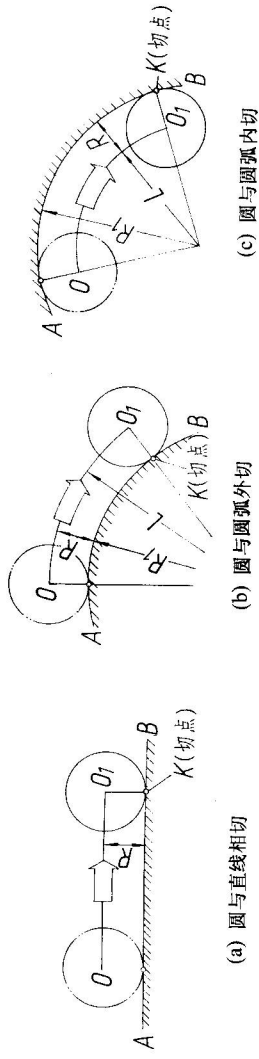


图 0-32 圆相切时的几何关系

根据上述两个例子, 可以很容易地得出用半径为 R 的圆弧连接直线 BC 及圆弧 \widehat{AC} 的作图方法 (图 0-35)。请读者自行分析。

归纳圆弧连接的作图方法, 可以得出以下两点:

- ① 无论哪种形式的连接, 连接弧的中心都是利用动点运动轨迹相交的概念确定的。例如距离直线等远的点的轨迹是平行的直线, 与圆弧等距离的点的轨迹是同心圆弧等等。
- ② 连接弧的圆心是由作图决定的, 所以只注其半径 R , 不必给出圆心位置尺寸。

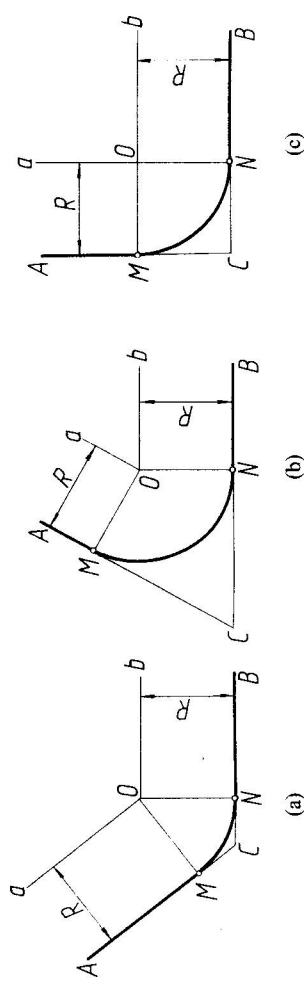


图 0-33 用圆弧连接已知两直线

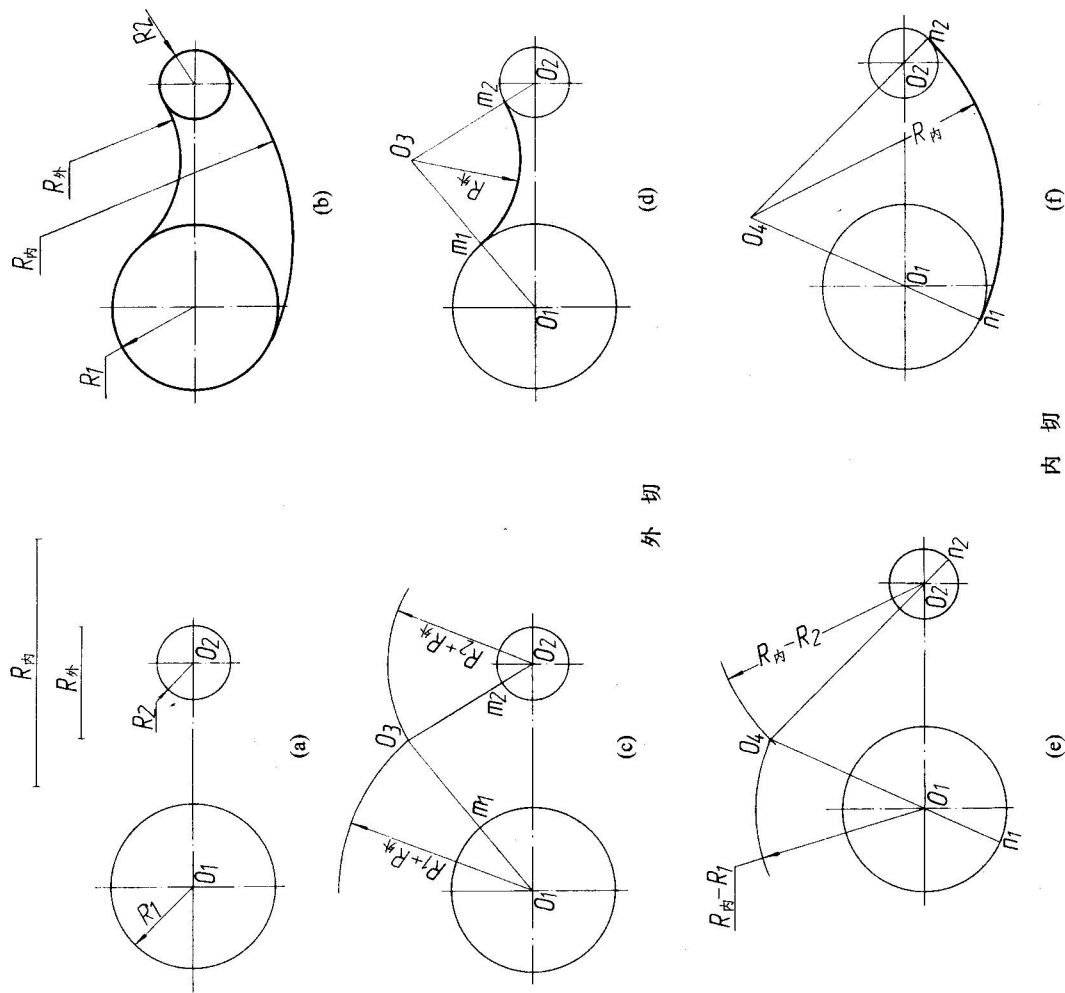


图 0-34 用圆弧连接两已知圆弧

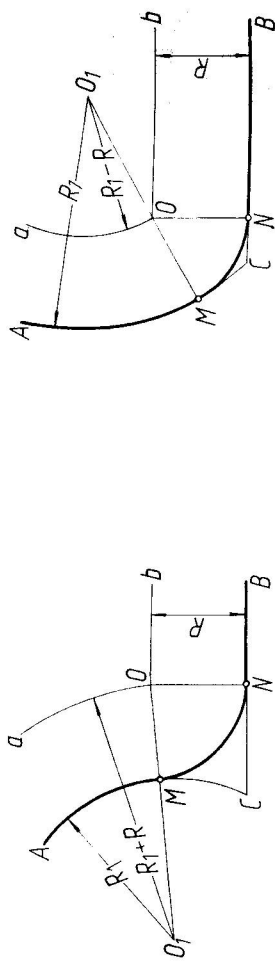


图 0-35 用圆弧连接已知直线及圆弧

4. 含有圆弧连接的平面图形的作图步骤

1) 平面图形的尺寸分析

以图 0-36 所示吊钩为例,可以看出,图中所注尺寸,可以分成两大类:

(1) 定形尺寸 确定平面图形上几何元素的大小尺寸。例如直线的长短、圆的大小等,如图 0-36 中的 $\phi 15$ 、 $\phi 20$ 、20 和 $R28$ 、 $R40$ 等尺寸。

(2) 定位尺寸 确定几何元素位置的尺寸。例如圆心的位置、直线的位置等,如图 0-36 中的 60、10 和 6 等尺寸。

2) 平面图形的线段分析

根据定形尺寸和定位尺寸的概念来分析一下吊钩,可以看出,图形中的线段可分为三种:

(1) 已知线段 注有完全的定形尺寸和定位尺寸,即可画出。对这些尺寸不依靠与其他线段的连接关系,即可画出。对圆弧来说,就是半径 R 和圆心的两个坐标尺寸都齐全的圆弧,如图 0-36 中的 $\phi 27$ 及 $R32$ 。

(2) 中间线段 标注尺寸不完全,需待与其一端相邻的线段作出后,依靠与该线段的连接关系才能确定画出。对于圆弧来说,较常见的是给出半径和圆心的一个定位尺寸,如图 0-36 中 $R15$ 及 $R27$ 两个圆弧。

(3) 连接线段 标注尺寸不完全,或不标尺寸,需待与其两端相邻的两段线段作出后,依靠两个连接关系才能画出。对于圆弧来说,以仅给出一个半径为多见,如图 0-36 中 $R3$ 、 $R28$ 和 $R40$ 等圆弧。

3) 平面图形的作图步骤(图 0-37)

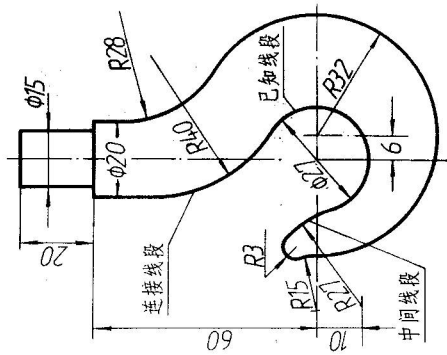
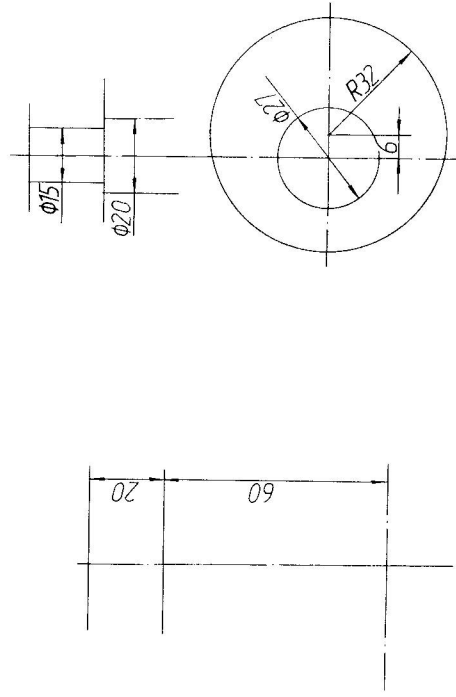


图 0-36 吊钩



(a) 定出图形的基准线

(b) 画已知线段

(c) 画中间线段

(d) 画连接线段

图 0-37 吊钩的作图步骤

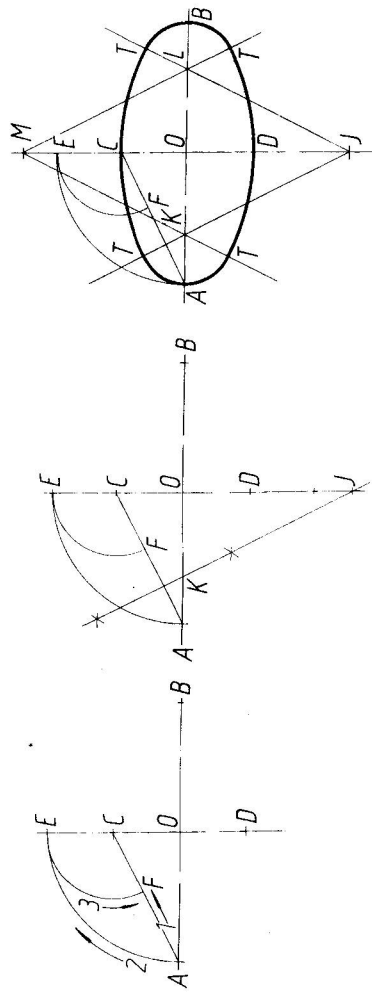
七、椭圆

精确的绘制椭圆应用椭圆规或用计算机来完成,图 0-38 所示为常用的一种尺规近似画法。这种画法是用几段圆弧连接起来,代替椭圆曲线。

八、圆的渐开线

当一直线在圆周上作无滑动的滚动时,直线上一点的运动轨迹即为该圆的渐开线。齿轮的齿形曲线大多数都是渐开线。

渐开线的画法如图 0-39 所示。

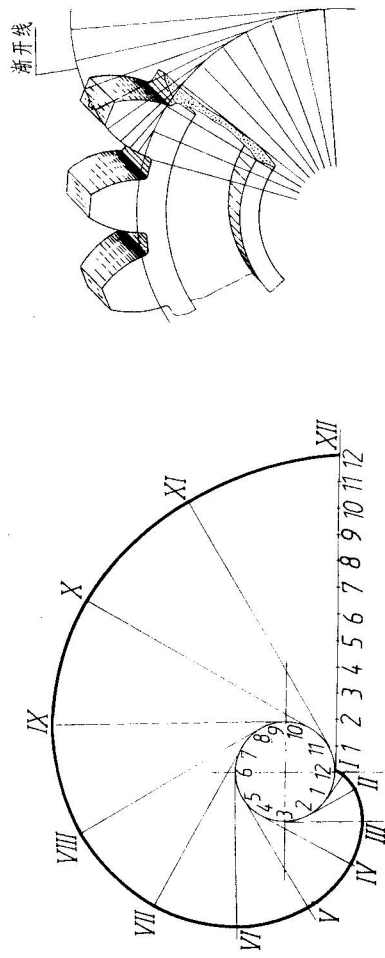


(a) 画出长轴 AB 和短轴 CD 。连接 AC 。以 O 为圆心, OA 为半径画 \widehat{AE} 。再以 C 为圆心, CE 为半径画 \widehat{EF}

(b) 作 AF 的垂直平分线, 与 AB 交于 K , 与 CD 交于 J

(c) 取 $OL=OK$ 、 $OM=OJ$, 得 L 、 M 点, 分别以 J 、 M 为圆心, JC 为半径画大弧。再分别以 K 、 L 为圆心, KA 为半径画小弧, 切点 T 位于圆心连线上

图 0-38 椭圆的近似画法



(a) 画法

(b) 应用实例

图 0-39 圆的渐开线

(1) 画出基圆后, 将基圆圆周分成任意等分, 并将基圆圆周的展开长度 (πd) 也分成数目相同的等分 (图中为 12 等分)。

(2) 在圆周上各分点处, 按同一方向作圆的切线。

(3) 在第一条切线上取长度等于圆周长 (πd) 的 $\frac{1}{12}$, 得点 I 。在第二条切线上, 取长度等于圆周长的 $\frac{2}{12}$, 得点 II 。其余各点用同样方法定出。

(4) 用曲线板连接 I 、 II 、 III ... XII 各点, 即得圆的渐开线。

九、渐伸涡线

相继以正多边形的顶点为圆心,以1倍边长、2倍边长、3倍边长...为半径连续画圆弧,即得渐伸涡线。图0-40表示了正四边形渐伸涡线的画法。

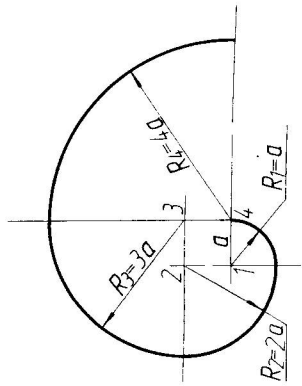


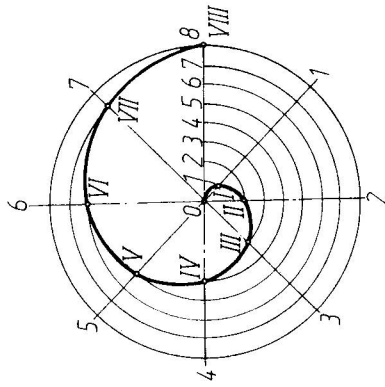
图0-40 渐伸涡线画法

十、阿基米德涡线

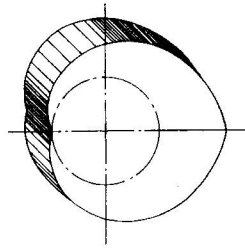
当平面上一点沿一直线作等速运动,同时该直线又绕该直线上一点作等角速度旋转时,动点所走的轨迹就是阿基米德涡线。直线旋转一周时,动点在直线上移动的距离叫做导程,以字母 t 表示。

这种曲线多用于构成凸轮表面轮廓,其画法见图0-41所示。

先以导程 t 为半径画圆,再将圆周及半径分成相同的 n 等分(在图0-41a中为8等分)。然后,以 O 为圆心作各同心圆弧交于相应数字的半径上,可得到I、II、III...VIII各点,最后用曲线板光滑连接起来,即得所求曲线。



(a) 画法



(b) 应用实例

图0-41 阿基米德涡线

0、制图、构形设计与零件测绘基本知识 0.3 尺规绘图的一般操作步骤

0-11

尺规绘制图样时,一般按下列步骤进行:

1. 作好准备工作

将铅笔按照绘制不同线型的要求削、磨好;圆规的铅芯按同样要求磨好并调整好两脚的长短;图板、丁字尺和三角板等用干净的布或软纸擦拭干净;各种用具放在固定的位置,不用的物品不要放在图板上。

2. 选择图纸幅面

根据所绘图形的多少、大小和比例及所确定的图形分布情况(注意各图形在图纸上要分布均匀,不可拥挤一边。互相之间既不可紧紧拥挤,亦不能相距甚远显得松散)。选取合适的图纸幅面。

3. 固定图纸

丁字尺尺头紧靠图板左边,图纸按尺身找正后用胶纸条固定在图板上。注意使图纸下边与图板下边之间保留1~2个丁字尺尺身宽度的距离。绘制较小幅面图样时,图纸尽量靠左固定,以充分利用丁字尺根部,保证作图准确度高。图纸固定法可参看图0-2。

4. 画图框及标题栏

画出图框及标题栏,注意不可急于将图框和标题栏中粗实线描黑,而应当留待与图形中的粗实线一次同时描黑。

5. 布图及绘制底稿

按所设想好的布图方案先画出各图形的基准线,如中心线、对称线和物体主要平面(如零件底面,基面)的线,再画各图形的主要轮廓线,最后绘制细节,如小孔、槽和圆角等。

绘制底稿时用2H铅笔,铅芯磨成圆锥形(图0-1b),圆规铅芯可用H,画线要尽量细和轻淡以便于擦除和修改。

绘制底稿时要按图形尺寸准确绘制。

绘制底稿时要尽量利用投影关系,几个图形同时绘制,以提高绘图速度。

以上绘制底稿的注意事项可用轻、准、快三字概括。

绘制底稿出现错误时,不要急于擦除、修正,以利于图纸清洁。可作出标记,留待底稿完成

后一次擦除和修改。

绘制底稿时,点画线和虚线均可用极淡的细实线代替以提高绘图速度和描黑后的图线质量。

6. 检查、修改和清理

底稿完成后进行检查,将图形、尺寸等方面的错误擦除、改正。将绘制底稿时的作图线清理、擦除掉,将图面掸、扫干净。

7. 描黑

描黑指的是将粗实线描粗、描黑;将细实线、点画线和虚线等描黑、成型,亦称“加深”或“加深”。

图线质量的最主要反映是粗实线,所描粗实直线和曲线均应达到齐(线边界整齐清晰如刀裁)、匀(全图所有同类直线、曲线及每条线各部分的粗细、浓淡一致)、黑(线要浓黑)、光(线段连接处接头光滑)。

描黑时,下列步骤可作参考:

1) 按以下顺序描黑粗实线:

(1) 描黑所有圆、圆弧和曲线。

(2) 用丁字尺由上到下描黑所有水平线(包括图框线)。

(3) 用丁字尺配合三角板从左至右描黑所有的竖直线(包括图框线)。

(4) 描黑斜线。

2) 描黑虚线,顺序同描黑粗实线相同。

3) 描黑中心线,绘制剖面线。

4) 绘制尺寸界线、尺寸线及箭头。

8. 注写尺寸数字,书写其他文字、符号,填写标题栏。

9. 检查、修饰、整理

对描黑后的图样应再仔细检查,如有错误,用擦图片配合擦除并改正。对图线和图面要修饰接头不光滑之处和清洁不洁净之处。最后,将图纸裁成标准幅面。

一、徒手绘图的用处

对于工程技术人员来说,除了要学会用尺规、仪器绘图和使用计算机绘图之外,还必须具备徒手绘制草图的能力。

草图是指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。

在设计开始阶段,由于技术方案是初步的,要经过反复分析、比较、修改才能最后定案。为了节省时间和精力,加快设计速度,常常在构思时是绘制草图;在仿制和修理机器时,经常要进行现场测绘,由于环境和条件限制,缺少完备的尺规、仪器和计算机,一般也是先画草图,再画正视图;在参观、学习和交流、讨论时也常常徒手画草图;此外,在进行表达方案选择和确定布局图式时,往往将不同方案画成草图以进行具体比较。总之,草图是经常被使用的。

二、徒手绘图的手法

徒手绘图的基本要求是快、准、好。即画图速度要快,目测比例要准,图面质量要好。

徒手绘图所使用的铅笔,铅笔芯磨成圆锥形,画中心线和尺寸线的磨得较尖(图0-42a),画可见轮廓线的磨得较钝(图0-42b)。

一个物体的图形无论怎样复杂,总是由直线、圆、圆弧和曲线所组成。因此要画好草图,必须掌握徒手画各种线条的手法。

1. 直线的画法

徒手绘图时,手指应握在铅笔上离笔尖约35mm处,手腕和小手指对纸面的压力不要太大。画直线时,手腕不要转动,使铅笔与所画的线始终保持约90°,眼睛看着画线的终点,轻轻移动手腕和手臂,使笔尖向着要画的方向作近似的直线运动,如图0-43所示。

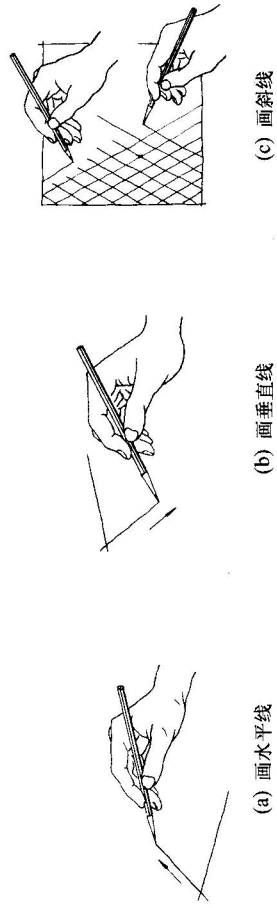


图0-43 徒手绘直线的方法

画长斜线时,为了运笔方便,可以将图纸旋转一适当角度,使它转成水平线来画。

2. 圆及圆角的画法

用徒手画小圆时,应先定圆心及画中心线,再根据半径大小用目测在中心线上定出四点,然后过这四点画圆(图0-44a)。当圆的直径较大时,可过圆心增画两条45°的斜线,在线上再定四个点,然后过这八点画圆(图0-44b)。

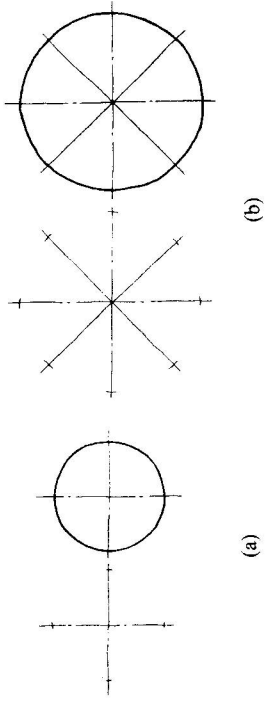


图0-44 徒手绘圆的方法

当圆的直径很大时,可用如图0-45a所示的方法,取一纸片标出半径长度,利用它从圆心出发定出许多圆周上的点,然后通过这些点画圆。或者如图0-45b所示,用手作圆规,以小手指的指尖或关节作圆心,使铅笔与它的距离等于所需的半径,用另一只手小心地慢慢转动图纸,即可得到所需的圆。

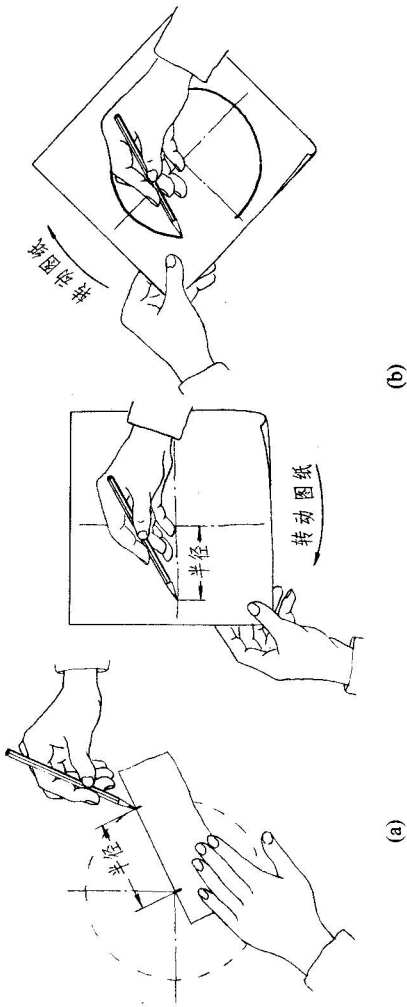


图0-45 画大圆的方法

图0-46所示是画圆角的方法。先用目测在分角线上选取圆心位置,使它角的两边的距离等于圆角的半径大小。过圆心向两边引垂直线定出圆弧的起点和终点,并在分角线上也定出一圆周点,然后用徒手作圆弧把这三点连接起来。

3. 椭圆的画法

如图0-47所示,先画出椭圆的长、短轴,并用目测定出其端点位置,过这四点画一矩形。然后徒手作椭圆与此矩形相切。

在图0-48中,是先画出椭圆的外切四边形的内切圆,然后分别用徒手方法作两钝角及两锐角的内

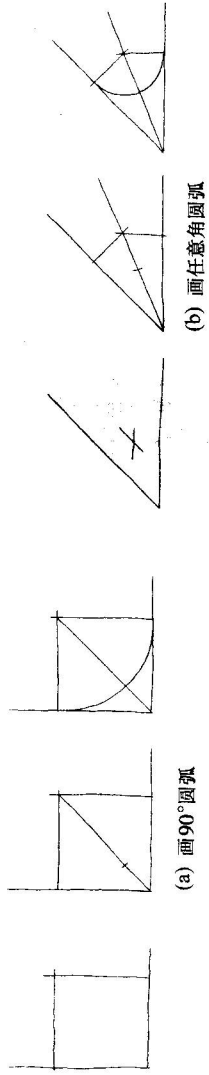


图 0-46 画圆角的方法

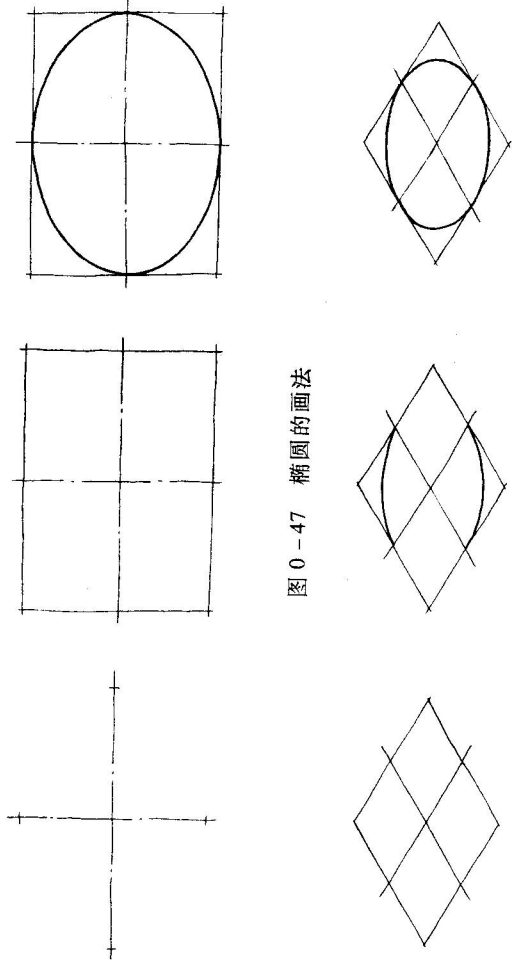


图 0-47 椭圆的画法

图 0-48 利用外切平行四边形画椭圆的方法

切弧,即得所需椭圆。

三、目测的方法

在徒手绘图时,重要的是要保持物体各部分的比例,如果比例(特别是大的总体比例)保持不好,不管线条画得多好,这张草图也是劣质的。在开始画图时,整个物体的长、宽、高的相对比例一定要仔细拟定。然后在画中间部分和细节部分时,要随时将新测定的线段与已拟定的线段进行比较。因此,掌握目测方法对画好草图十分重要。

在画中、小型物体时,可以用铅笔直接放在实物上测定各部分的大小,如图 0-49a 所示。然后按这大小画出草图(图 0-49b)。或者用这种方法估计出各部分的相对比例,然后按这相对比例画出缩小的草图(图 0-49c)。

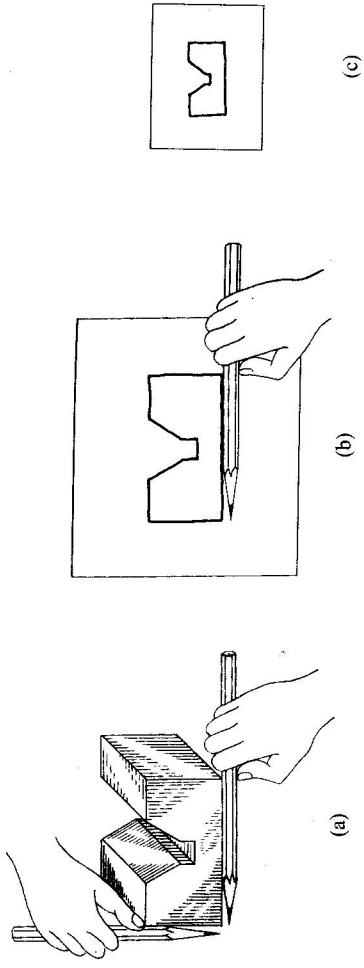


图 0-49 较小物体的测定

在画较大的物体时,可以如图 0-50 所示,用手握一铅笔进行目测度量。在目测时,人的位置应保持不动,握铅笔的手臂要伸直。人和物体的距离大小,应根据所需图形的大小来确定。在绘制及确定各部分相对比例时,建议先用画略图的办法。尤其是比较复杂的物体,更应如此。图 0-51 所示为绘制支架略图及完成草图的步骤。

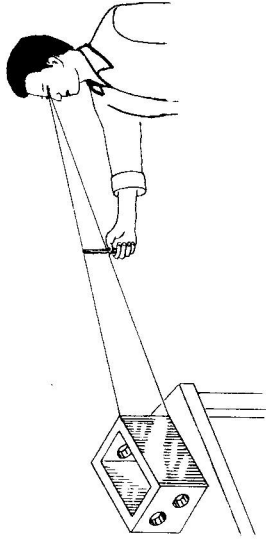


图 0-50 较大物体的测定

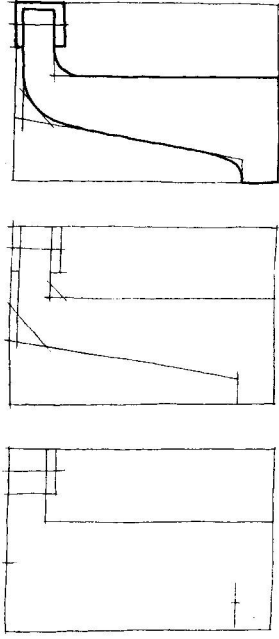


图 0-51 支架草图的绘制

0、制图、构形设计与零件测绘基本知识 0.5 组合体的构形设计

根据已知条件构思组合体的形状、大小并表达成图的过程称为组合体的构形设计。组合体的构形设计能把空间想象、构形形体和表达三者结合起来。这不仅能促进画图、读图能力的提高,还能发展空间想象能力,同时在构形设计中还有利于发挥构思者的创造性。

本节的构形设计,主要方式是根据已给组合体的一个视图,构思组合体的形状、大小并将其表达出来。

一、组合体构形设计的方法

根据所给组合体的一个视图构思组合体,通常不止一个。读者应设法多构思出几种,逐步达到构思出的组合体新颖、独特。由不充分的条件构思出多种组合体是思维发散的结果。要提发发散思维能力,不仅要熟悉有关组合体方面的各种知识,还要自觉运用联想的方法。

1. 通过表面凹凸、正斜、平曲联想构思组合体。

其过程、方法如下例所示:

【例题】 根据所给的主视图构思不同形状的组合体,并画出其俯视图(图0-52)

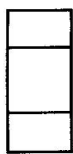


图0-52 由一个视图构思组合体

解: 根据图0-52,假定该组合体的原形是一块长方形板,板的前面有三个彼此不同的可见表面。这三个表面的凹凸、正斜、平曲可构成多种不同形状的组合体。

先分析中间的面形,通过凸与凹的联想,可构思出图0-53a、b所示的组合体;通过正与斜的联想,可构思出图0-53c、d所示的组合体;通过平与曲的联想,可构思出图0-53e、f所示的组合体。

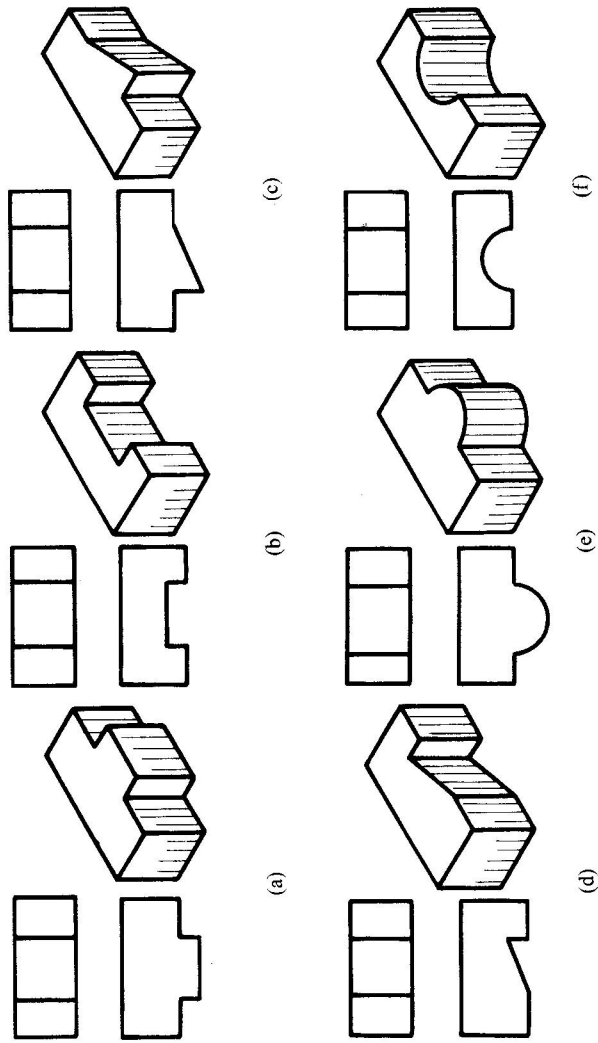


图0-53 通过凸凹、正斜、平曲联想构思组合体

组合体。

用同样的方法对其余的两面形进行分析、联想、对比,可以构思出更多不同形状的组合体,图0-54中只给出了其中一部分组合体的直观图。若对组合体的后面也进行正斜、平曲的联想,构思出的组合体将更多(读者可自行构想)。

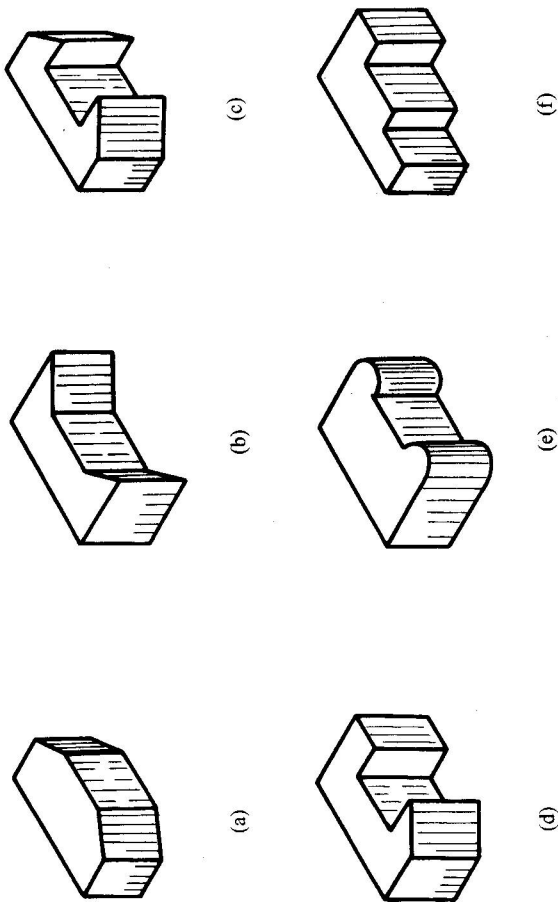


图0-54 组合体构形

必须指出,对表面进行凹凸、正斜、平曲的联想,不仅对构思组合体有用,在读图中遇到困难,进行“先假定、后验证”时也是不可少的。这种联想方法可以使人思维灵活、思路畅通。

2. 通过基本体和它们之间组合方式的联想构思组合体。其过程、方法如下例所示:

【例题】 已知组合体的主视图,构思组合体并画出其俯、左视图(图0-55)。

解: (i) 根据所给的主视图,把它作为两基本体的简单叠加或切割可构思一些组合体,如图0-56所示。

(ii) 作为两个回转体叠加(侧面相交)构思出的一些组合体如图0-57所示。图0-57a、b均为等直径的圆柱面相交。

(iii) 作为基本体的截切构思出的一些组合体如图0-58所示。

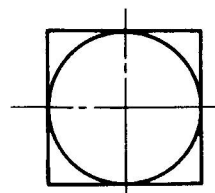


图0-55 由一个视图构思组合体

图0-58a所示为一个四棱柱前叠一个被45°倾斜的铅垂面截切的圆柱;图0-58b为一个