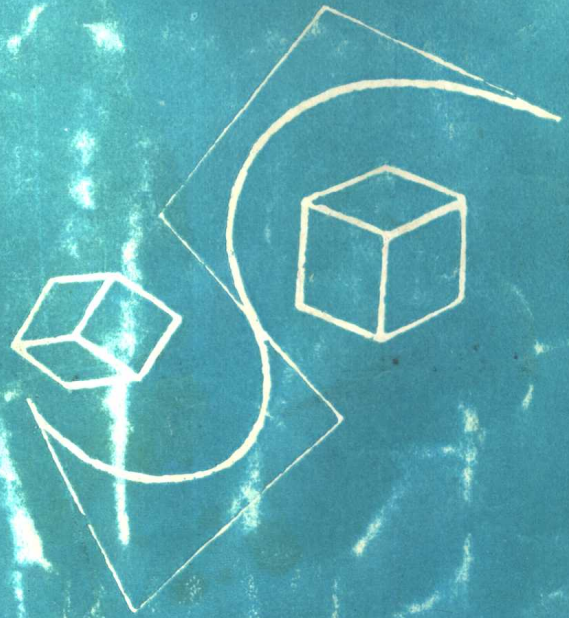


绘图程序汇编及设计

刘键雄等编



湖北省工程图学学会
计算机图学委员会

1986.12

前 言

随着新技术革命的深入开展, 计算机绘图——计算机技术与传统图学结合而成的新学科正在蓬勃发展, CAD/CAM、实验模拟、机器人等在许多领域呈现了广阔应用的前景。广大科技工作者越来越深刻地认识到掌握有关计算机绘图知识的重要性; 在高等学校由于教学改革的不深入, 课程教学中计算机绘图的内容逐年增加。为了适应科学研究和教育事业发展的需要, 由湖北省工程图学学会所属计算机图学专业委员会, 组织了武汉地区部分高校教师编写出此书, 为科技人员、学校师生提供了一本学习计算机绘图、编制绘图程序的自学教材及实用参考书。

该书汇集了规则曲线、几何计算、图形变换、曲线拟合、图形符号等方面的绘图应用程序实例及练习约80个。程序用BASIC语言编写, 在APPLE-Ⅱ机上通过。稍加修改, 也可用于IBMPC等其它微机。所有程序都配有说明, 并通过实例阐述设计思想与方法。大部分程序附有框图, 便于自学。

本书由武汉水运工程学院刘健雄主编, 华中工学院许永年主审。

参加本书编写的是、华中工学院郑鸣銓(第一章)、武汉钢铁学院石文瑛(第二章)、武汉化工学院戚世岳(第三、四章)、海军工程学院申定芳、张英元(第五章)、武汉测绘学院王士虎(第六章)、武汉水运工程学院刘健雄(第七章)。

海军工程学院王康生、武汉工业大学王以理为本书提供了宝贵的资料, 武汉水运工程学院龚昌奇为本书的插图作了许多整理工作, 在此表示衷心感谢。

在本书编写过程中, 得到湖北省工程图学学会的大力支持和武汉水运工程学院教材材料的密切配合, 这是该书能较快地同广大读者见面的一个重要原因。

限于时间和篇幅, 本书未能介绍计算机绘图的所有基本问题。关于计算机绘图及图形显示原理、绘图系统等内容, 不少书中已有介绍, 这里不再重述。本书为计算机绘图的教学提供了较丰富的素材, 作为教材使用时, 教师还应组织有关计算机绘图基本知识、基本理论等内容的讲授。

书中不当之处, 欢迎广大读者批评指正。

编 者

一九八六年十二月

目 录

第一章 基本曲线	1
1-1 圆锥曲线的程序设计	1
1-2 常用曲线的绘图程序	8
第二章 几何计算	21
1-1 求线段定比分点 (SUB ₁ -PPP)	21
2-2 求两直线交点 (SUB ₂ -PLL)	22
2-3 求直线与圆交点 (SUB ₃ -PLC)	23
2-4 求两圆交点 (SUB ₄ -PCC)	24
2-5 过一点作圆的切线 (SUB ₅ -TLC)	25
2-6 求两圆公切线 (SUB ₆ -LCC)	27
2-7 用圆弧联接两直线 (SUB ₇ -CLL)	29
2-8 用圆弧联接圆弧和直线 (SUB ₈ -CLC)	31
2-9 用圆弧联接两圆弧 (SUB ₉ -CCC)	35
2-10 角度计算 (SUB ₁₀ -VLF)	38
第三章 两维几何变换	42
3-1 平移变换	42
3-2 旋转变换	43
3-3 对称变换	45
3-4 压缩 (拉伸) 变换	47
3-5 比例变换	48
3-6 正多边形程序设计	49
3-7 椭圆程序设计	49
3-8 圆环程序设计	51
第四章 三维几何变换	54
4-1 代数变换绘制平面立体三视图	54
4-2 代数变换法绘平面立体正等测图	57
4-3 代数变换法绘组合体三视图	60
4-4 绘正圆柱体正等测图	63
4-5 绘组合体等正测图	65
4-6 矩阵变换法缩放立体	69
4-7 用矩阵变换法旋转立体	71
4-8 用矩阵变换法绘平面立体三视图	74
4-9 旋转平面立体的程序设计	78
第五章 曲线拟合	87

5-1	代数多项式插值拟合	87
5-2	三次插值多项式AKIMA曲线程序	90
5-3	三次BeZier曲线程序	97
5-4	三次B-Spline曲线程序	104
第六章	图形符号	110
6-1	图幅、图框	110
6-2	表面粗糙度符号	112
6-3	中心孔符号	114
6-4	斜度符号	116
6-5	锥度符号	117
6-6	字符	119
6-7	图案	122
6-8	中国地图	124
第七章	图形程序设计示例	129
7-1	直方统计图	129
7-2	圆形统计图	132
7-3	尺寸标注	133
7-4	金属材料剖面线	138
7-5	展开图	143
7-6	三视图和零件图	150
附录	程序框图符号说明	160

第一章 基本曲线

曲线有规则曲线和不规则曲线两类。本章只讲规则曲线的程序设计。

在工程设计中，常用的规则曲线有：圆、椭圆、抛物线、双曲线等，这些曲线又称为圆锥曲线。其它常用的规则曲线有：渐开线、摆线等等。根据这些曲线的参数方程，就可以设计出绘制该曲线的程序，并在计算机的屏幕上显示出来，也可以在绘图机上绘制出光滑的曲线来。

1-1 圆锥曲线的程序设计

一、圆

1. 程序说明

(1) 由解析几何知，圆心在 $C(a, b)$ ，半径为 r 的圆的参数方程如下。见图1-1。

$$\begin{cases} x = a + r \cos \theta \\ y = b + r \sin \theta \end{cases}$$

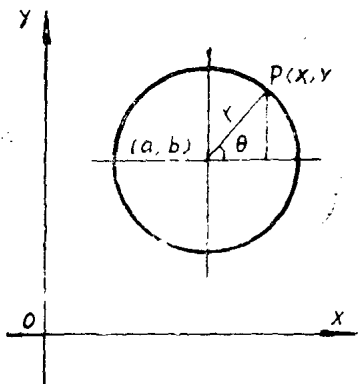


图 1-1

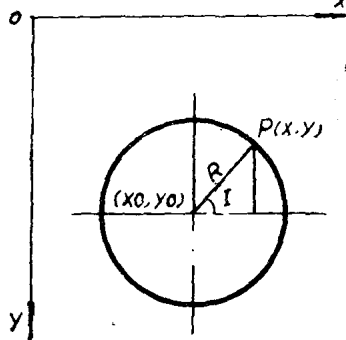


图 1-2

(2) 图1-2为苹果机的屏幕坐标系。因为要在屏幕上显示圆的形状，就必须将原直角坐标改换为屏幕坐标。设圆心坐标为 (X_0, Y_0) ，半径为 R ，参数 θ 改为 I （也可以用其它字母表示），圆的参数方程写为

$$\begin{cases} X = X_0 + R * \cos(I) \\ Y = Y_0 - R * \sin(I) \end{cases}$$

(3) 程序130行的“GOTO 20”语句，目的是采用人——机对话方式，当输入不同的 X_0 、 Y_0 、 R 值，就可以画出任意位置，任意半径的圆来。

2. 源程序

```
10 HGR: HCOLOR=3          60 YC=Y0
20 INPUT X0,Y0,R          70 HPLOT XC,YC
30 PI=3.14159             80 FOR I=0 TO 2*PI STEP 3
40 P=PI/180                *P
50 XC=X0+R                90 X=X0+R*COS(I)
```

```

100 Y = YO + R * SIN (I)
110 HPLOT TO X,Y

```

```

120 NEXT I
130 GOTO 20

```

二、圆 弧

1. 程序说明

(1) 如图1-3, 设圆心坐标为 (XO, YO) , 初始角为 GC , 圆弧所对的圆心角为 GZ , R 为圆弧的半径, (XC, YC) 为初始点坐标。

(2) 输入不同的 XO, YO, R, GC, GZ 值, 就可以画出任意位置, 任意半径的圆弧来。

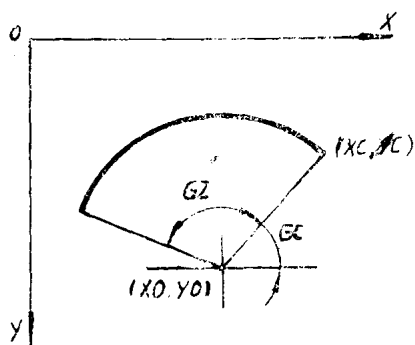


图 1-3

2. 源程序

```

10 HGR: HCOLOR=3                      Z) * P STEP 3 * P
20 INPUT XO,YO,R,GC,GZ                80 X=XO+R * COS (I)
30 P=3.14159/180                      90 Y=YO-R * SIN (I)
40 XC=XO+R * COS (GC * P)            100 HPLOT TO X,Y
50 YC=YO-R * SIN (GC * P)            110 NEXT I
60 HPLOT XC,YC                        120 GOTO 20
70 FOR I=GC * P TO (GC + G

```

三、虚 线 圆

1. 程序说明

(1) 设 XO, YO 为圆心坐标, R 为虚线圆半径, N 为圆周等分数, P 为每等分弧长, 虚线短划长度为 $3P/4$ 。

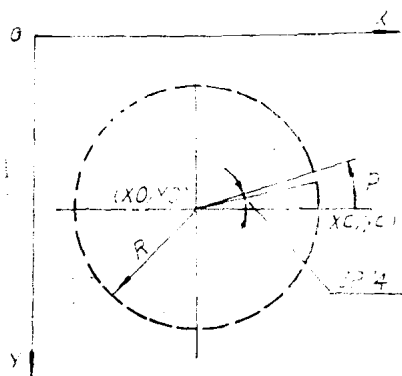


图 1-4

(2) 随着半径R的增减, 可以改变N值使短划长度符合制图标准。

(3) 输入不同的XO、YO、R、N值 就可以画出任意位置, 任意半径的虚线圆。

2. 程序框图和源程序

(1) 程序框图:

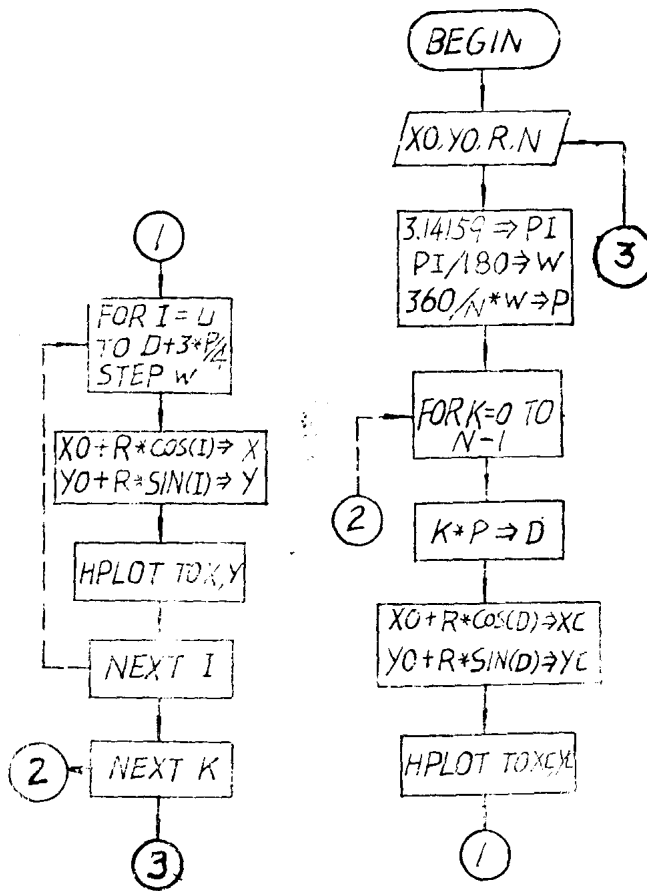


图1-5 虚线圆程序框图

(2) 源程序:

```

10 HGR: HCOLOR=3
20 INPUT XO,YO,R,N
30 PI=3.14159
40 W=PI/180
50 P=360/N*W
60 FOR K=0 TO N-1
70 D=K*P
80 XC=XO+R*COS(D)
90 YC=YO+R*SIN(D)

```

```

100 HPlot XC,YC
110 FOR I=D TO D+3*P/4 STEP W
120 X=XO+R*COS(I)
130 Y=YO+R*SIN(I)
140 HPlot TO X,Y
150 NEXT I
160 NEXT K
170 GOTO 20

```

四、点划线圆的绘图程序

1. 程序说明

(1) 设 XO, YO 为圆心坐标,
 R 为点划线圆半径, N 为圆周等分数,
 GC 为初始角,长划为 $4 * P/5$,点为
 $2 * P/15$,间隔为 $P/15$ 。

(2) 随着半径 R 的变化,可取
适当的 N 值,使点划线圆符合制图标
准。

(3) 输入不同的 $XO, YO, R,$
 GC, N 值,就可以画出任意位置,任
意大小的点划线圆。

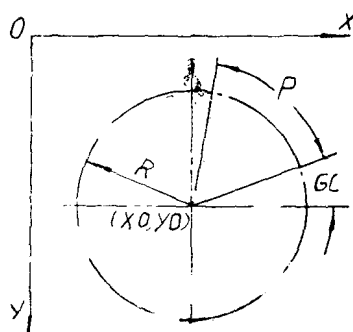


图 1-6

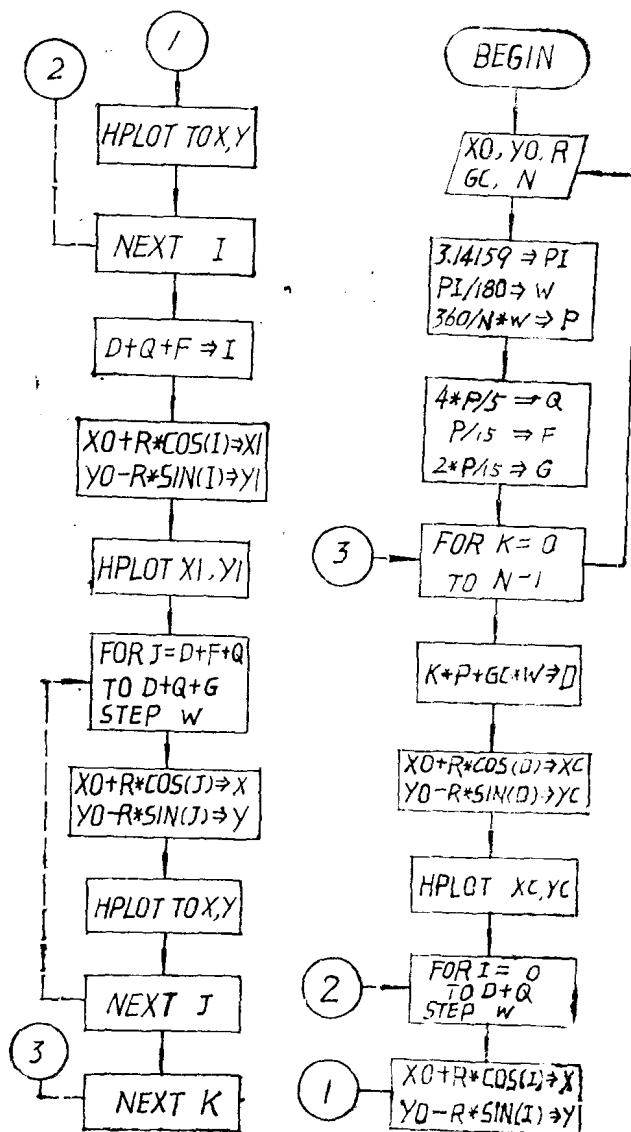


图 1-7 点划线圆程序框图

2. 程序框图和源程序

(1) 程序框图:

(2) 源程序:

```

10 HGR: HCOLOR=3
20 INPUT XO,YO,R,GC,N
30 PI=3.14159
40 W=PI/180
50 P=360/N*W
60 Q=4*P/5
70 F=P/15: G=2*P/15
80 FOR K=0 TO N-1
90 D=K*P+GC*W
100 XC=XO+R*COS(D)
110 YC=YO-R*SIN(D)
120 HPLOT XC,YC
130 FOR I=D TO D+Q STEP W
140 X=XO+R*COS(I)
150 Y=YO-R*SIN(I)
160 HPLOT TO X,Y
170 NEXT I
180 I=D+Q+F
190 X1=XO+R*COS(I)
200 Y1=YO-R*SIN(I)
210 HPLOT X1,Y1
220 FOR J=D+Q+F TO D+
    +G STEP W
230 X=XO+R*COS(J)
240 Y=YO-R*SIN(J)
250 HPLOT TO X,Y
260 NEXT J: NEXT K
270 GOTO 20
    
```

五、椭圆

1. 程序说明

(1) 由解析几何知, 椭圆的参数方程为

$$\begin{cases} X = a \cos \theta \\ Y = b \sin \theta \end{cases}$$

(2) 换成屏幕坐标以后, 设椭圆中心在 (XO, YO) 点, 参数方程改为

$$\begin{cases} X = XO + A * \cos(T) \\ Y = YO - B * \sin(T) \end{cases}$$

方程中, A 为半长轴, B 为半短轴, T 代表 θ 角。

(3) 输入不同的 XO 、 YO 、 A 、 B 值, 就可以画出不同位置、不同大小的椭圆来。

2. 源程序

```

10 HGR: HCOLOR=3
20 INPUT XO,YO,A,B
30 PI=3.14159
40 P=PI/180
50 XC=XO+A
60 YC=YO
70 HPLOT XC,YC
80 FOR T=0 TO 2*PI STEP 3*P
90 X=XO+A*COS(T)
100 Y=YO-B*SIN(T)
110 HPLOT TO X,Y
120 NEXT T
130 GOTO 20
    
```

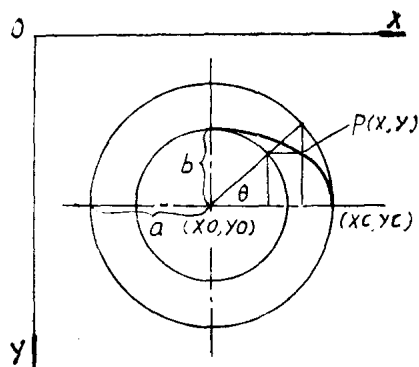


图 1-8

六、椭圆弧

1. 程序说明

(1) XO 、 YO 为椭圆中心， A 、 B 分别为半长轴和半短轴， GC 为仿射对应点的初始角， GZ 为初始点到终止点间，仿射圆弧的圆心角。

(2) 输入不同的 XO 、 YO 、 A 、 B 、 GC 、 GZ 值，就可以画出椭圆弧。

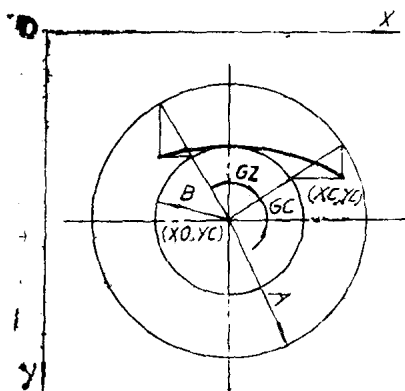


图 1-9

2. 源程序

```

10 HGR: HCOLOR=3
20 INPUT XO,YO,A,B,GC,GZ
30 PI=3.14159
40 P=PI/180
50 XC=XO+A*COS(GC*P)
60 YC=YO-B*SIN(GC*P)
70 HPLOT XC,YC
80 FOR I=GC*P TO (GC+G
  Z)*P STEP 3*P
90 X=XO+A*COS(I)
100 Y=YO-B*SIN(I)
110 HPLOT TO X,Y
120 NEXT I
130 GOTO 20

```

七、抛物线

1. 程序说明

(1) 由解析几何知，抛物线的参数方程为

当 $y^2 = 2px$ 时，

$$\begin{cases} x = 2Pt^2 \\ y = 2Pt \end{cases}$$

(2) 换成屏幕坐标以后，原点在 (XO, YO) 的参数方程为

$$\begin{cases} X = XO + 2Pt^2 \\ Y = YO - 2Pt \end{cases}$$

(3) 程序中， H 为设定的控制参数。当 $H = 1$ 时，抛物线的张口向右； $H = -1$ 时，抛物线的张口向左。

(4) 输入不同的 XO 、 YO 、 P 值就可以画出不同位置、不同形状，对称于 X 轴的抛物线。

2. 源程序

: 6 :

```

10 HGR
20 INPUT XO,YO,P,H
30 M=0
40 FOR T=-4 TO 4 STEP 0.1
50 X=XO+H*2*P*T*T
60 Y=YO-H*2*P*T
70 IF X<30 OR X>250 OR Y<
30 OR Y>170 THEN M=0:GOT
O110
80 IF M=0 THEN HPLOT X,Y
90 M=1
100 HPLOT TO X,Y
110 NEXT T
120 GOTO 20

```

八、双 曲 线

1. 程序说明

(1) 由解析几何知, 双曲线的参数方程为

$$\begin{cases} x = a \cos \theta \\ y = b \operatorname{tg} \theta \end{cases}$$

(2) 换成屏幕坐标后, 原点在 (XO, YO) 的双曲线参数方程为

$$\begin{cases} X = XO + A / \cos(T) \\ Y = YO - B * \operatorname{TAN}(T) \end{cases}$$

(3) 程序中 A 为半实轴、

B 为半虚轴, T 代表参数 θ 。

2. 程序框图和源程序

(1) 程序框图:

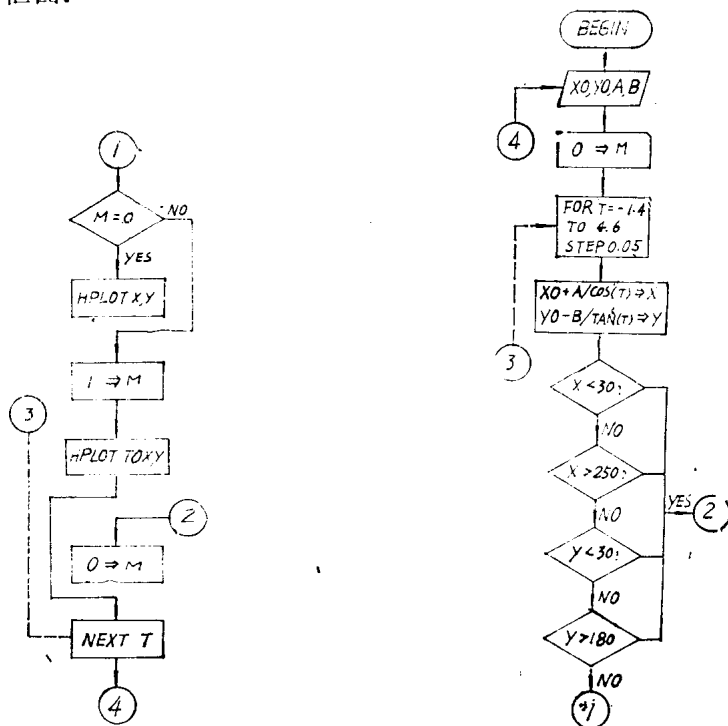


图1-10 双曲线程序图

(2) 源程序:

```

10 HGR: HCOLOR=3
20 INPUT XO,YO,A,B
30 M=0
40 FOR T=-1.4 TO 4.6 STEP 0.05
50 X=XO+A/COS(T)
60 Y=YO-B*TAN(T)
70 IF X<30 OR X>250 OR Y<
20 OR Y>180 THEN M=0:GOTO 110
80 IF M=0 THEN HPLOT X,Y
90 M=1
100 HPLOT TO X,Y
110 NEXT T
120 GOTO 20

```

1-2 常用曲线的绘图程序

一、渐伸线

1. 程序说明

(1) 由解析几何知, 渐伸线的参数方程(见图1-11)为

$$\begin{cases} x = r \cos \theta + r \theta \sin \theta \\ y = r \sin \theta - r \theta \cos \theta \end{cases}$$

(2) 为了能在基圆上以任意一点为起点画渐伸线, 如图1-12, 设初始角为 GC , GZ 为参数角, 用以控制曲线的长度。

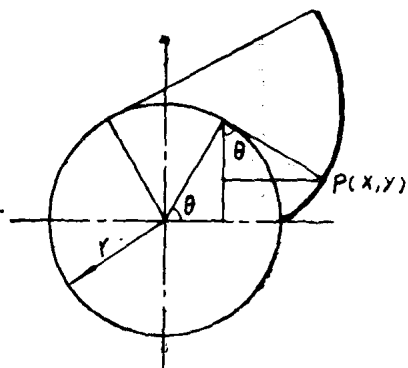


图 1-11

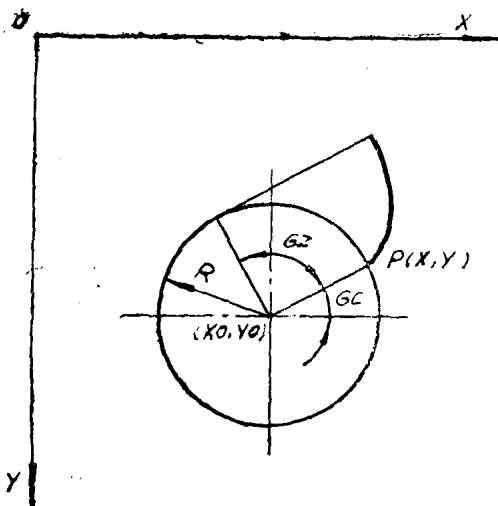


图 1-12

(3) 程序中基圆圆心坐标和基圆半径已经给定。N 为 GZ 角的等分数, H 为控制渐伸线弯曲方向的参数, $H=1$ 时, 向左弯曲; $H=-1$ 时向右弯曲。

(4) 输入不同的 GC 、 GZ 、N 值, 就可以画出所需要的渐伸线。

2. 程序框图和源程序

(1) 程序框图:

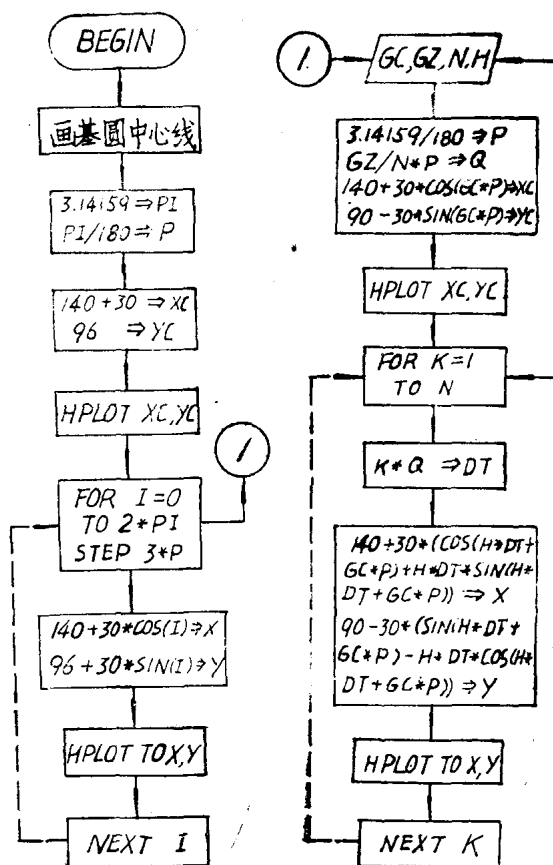


图1-13 渐开线程序框图

(2) 源程序:

```

10 HGR: HCOLOR=3
20 HPLOT 100,96 TO 180,96
30 HPLOT 140,56 TO 140,136
40 GOSUB 170
50 INPUT GC,GZ,N,H
60 P=3.14159/180:Q=GZ/N*P
70 XC=140+30*COS(GC*P)
80 YC=96-30*SIN(GC*P)
90 HPLOT XC,YC
100 FOR K=1 TO N
110 DT=K*Q
120 X=140+30*(COS(H*DT+GC*P)+H*DT*SIN(H*DT+GC*P))
130 Y=96-30*(SIN(H*DT+GC*P)-H*DT*COS(H*DT+GC*P))
140 HPLOT TO X,Y
150 NEXT K
160 GOTO 50
170 PI=3.14159:P=PI/180
180 XC=140+30:YC=96
190 HPLOT XC,YC
200 FOR I=0 TO 2*PI STEP 3*P
210 X=140+30*COS(I)
220 Y=96+30*SIN(I)
230 HPLOT TO X,Y
240 NEXT I
250 RETURN
  
```

二、平摆线

1. 程序说明

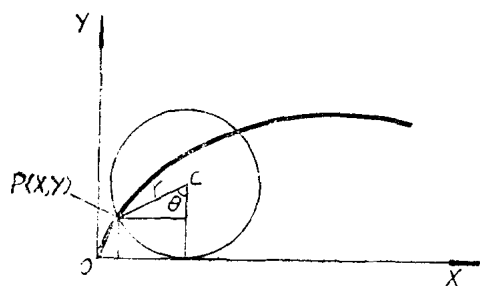
(1) 平摆线的参数方程为

$$\begin{cases} x = r(\theta - \sin\theta) \\ y = r(1 - \cos\theta) \end{cases}$$

(2) 换成屏幕坐标。设 (XO, YO) 为初始坐标, R 为滚圆半径, T 代表参数 θ , 参数方程改为

$$\begin{cases} X = XO + R * (T - \sin(T)) \\ Y = YO - R * (1 - \cos(T)) \end{cases}$$

图 1-14 平摆线



(3) 输入不同的 XO, YO, R 值, 即可画出所需要的平摆线 (旋轮线)。

2. 源程序

```

10 HGR
20 INPUT XO,YO,R
30 PI=3.14159:P=PI/180
40 HPLOT XO,YO
50 FOR T=0 TO 2*PI STEP 3*P
60 X=XO+R*(T-SIN(T))
70 Y=YO-R*(1-COS(T))
80 HPLOT TO X,Y
90 NEXT T
100 GOTO 20

```

三、外摆线

1. 程序说明

(1) 外摆线的参数方程。设定圆半径为 R_1 , 滚圆半径为 R_2 , 定圆圆心的屏幕坐标为 (XO, YO) , 则外摆线的参数方程如下。

$$X = XO + (R_1 + R_2) * \cos(T)$$

$$- R_2 * \cos\left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} * T\right)$$

$$Y = YO - (R_1 + R_2) * \sin(T)$$

$$+ R_2 * \sin\left(\frac{R_1 + R_2}{R_2} * T\right)$$

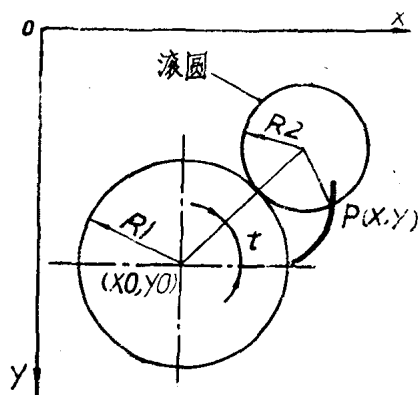


图1-15 外摆线

(2) 输入 R_1 和 R_2 之值时, R_1 最好为 R_2 的整数倍。

2. 源程序

```

10 HGR: HCOLOR=3
20 INPUT XO,YO,R1,R2
30 PI=3.14159:P=PI/180
40 XC=XO+R1
50 YC=YO
60 HPLOT XC,YC
70 FOR T=0 TO PI STEP P
80 X=XO+(R1+R2)*COS(T)
   -R2*COS((R1+R2)/R2*T)
   T)

```

```

90  Y = YO - (R1 + R2) * SIN (T)
    + R2 * SIN((R1 + R2) / R2 * T)
100 HPLOT TO X,Y
110 NEXT T
120 GOTO = 20

```

四、涡 线

1. 程序说明

(1) 涡线的形成。动点P绕一定点(XO, YO)作等角速度旋转, 同时又以等速度沿半径方向移动, 则此点的轨迹称为涡线。

(2) 设初始半径为R₁, 终止半径为R₂, 初角为GC, 终止角为GZ, N为等分数, 则P点的流动坐标如下:

$$\begin{cases} X = RO \cos \theta \\ Y = RO \sin \theta \end{cases}$$

2. 源程序

```

10  HGR: HCOLOR = 3
20  INPUT XO, YO, R1, R2, GC,
    GZ, N
30  P = 3.14159 / 180
35  GOSUB 170
40  DG = (GZ - GC) / N
50  DR = (R2 - R1) / N
60  XC = XO + R1 * COS(GC * P)
70  YC = YO - R1 * SIN(GC * P)
80  HPLOT XC, YC
90  FOR K = 1 TO N
100 T = (GC + K * DG) * P
110 RO = R1 + K * DR
120 X = XO + RO * COS (T)
130 Y = YO - RO * SIN (T)
140 HPLOT TO X,Y
150 NEXT K
160 GOTO 20
170 XC = XO + R1
180 YC = YO
190 HPLOT XC, YC
200 FOR I = 0 TO 2 * 3.14159 STE
    P * 3
210 X = XO + R1 * COS (I)
220 Y = YO + R1 * SIN (I)
230 HPLOT TO X,Y
240 NEXT I
250 RETURN

```

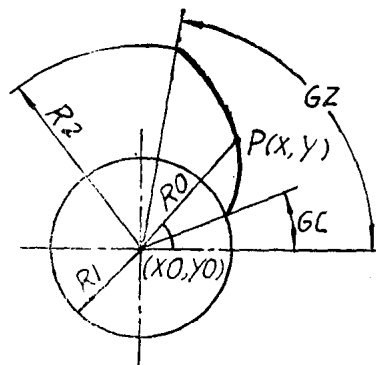


图 1-16

五、阿基米德涡线

1. 程序说明

(1) 阿基米德涡线的极坐标方程为

$$\rho = a\theta$$

(2) 设极径为R, 常数为A, 极角为TH, 转换为直角坐标系以后, 参数方程为

$$\begin{cases} X = R \cos(TH) \\ Y = R \sin(TH) \end{cases}$$

(3) 程序的输入参数为常数A, 周期数为N。

2. 源程序

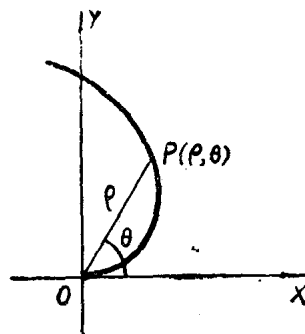


图1-17 阿基米德涡线

```

10 HGR: HCOLOR=3
20 HPLOT 40,90 TO 200,90
30 HPLOT 120,11 TO 120,170
40 INPUT A,N
50 PI=3.14159:ST=3*PI/180:
  T=2*PI
60 XO=120:YO=90
70 HPLOT XO,YO
80 FOR TH=0 TO N*ST STEP
  ST
90 R=A*TH
100 X=XO+R*COS(TH)
110 Y=YO-R*SIN(TH)
120 HPLOT TO X,Y
130 NEXT TH
140 END

```

六、相贯线

例1 圆锥和圆柱的轴线相交时的绘图程序(之一)

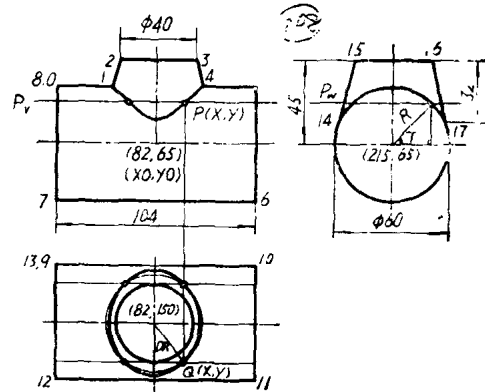


图1-13 锥-柱相贯

1. 设计思路

- (1) 选定各视图中的基准点及其屏幕坐标, 如图1-18所示。
- (2) 根据图形尺寸, 列表算出各直线形的顶点坐标, 顺序号0~17。
- (3) 根据屏幕坐标, 写出相贯线上任意一点的流动坐标。

设辅助截平面与圆锥体的交线圆半径为 DR , H 为画对称曲线的控制参数, 则 $P(X, Y)$ 点的流动坐标为

$$\begin{cases} DR = 29.895796 - 0.2199 * R * \sin(T) \\ X = XO + H * \sqrt{DR^2 - (R * \cos(T))^2} \\ Y = YO - R * \sin(T) \end{cases}$$

$Q(X, Y)$ 点的流动坐标为

$$\begin{cases} DR = 29.895796 - 0.2199 * R * \cos(T) \\ X = XO + H * \sqrt{DR^2 - (R * \sin(T))^2} \\ Y = YO - R * \sin(T) \end{cases}$$

2. 源程序

```

20 READ X1,Y1,X2,Y2,N,V.
  H
15 FOR L=1 TO 6
25 DATA 15,65,150,65,6,0,1

```

```

30 DATA 170,65,259,65,4,0,1
35 DATA 15,150,150,150,6,0,1
40 DATA 82,183,82,117,3,1,0
45 DATA 82,76,82,10,3,1,0
50 DATA 215,107,215,10,4,1,0
55 GOSUB 320
60 NEXT L
65 FOR F=1 TO 2
70 READ XO,YO,R
75 DATA 215,65,30,82,150,20
80 GOSUB 415
85 NEXT F
90 DIM X(18),Y(18)
95 FOR I=0 TO 17
100 READ X(I)
105 NEXT I
110 FOR I=0 TO 17
115 READ Y(I)
120 NEXT I
125 HPLOT X(0),Y(0)
130 FOR I=1 TO 18
135 IF I=9 THEN HPLOT X
(I),Y(I)
140 IF I=13 THEN 155
145 IF I=14 THEN HPLOT X(I
),Y(I)
150 IF I=18 THEN 175
155 HPLOT TO X(I),Y(I)
160 NEXT I
165 DATA 30,58.7014,62,102,105.
2986,134,134,30,30,30,134,13
4,30,30,187.9629,195,235,242.
037
170 DATA 35,35,20,20,35,35,95,
95,35,120,120,180,180,120,52,2
0,20,52
175 FOR M=1 TO 2
180 READ XO,YO,R,H
185 DATA 82,65,30,1,82,65,30,
-1
190 PI=3.14159:P=PI/180
195 A=25.679286*P:B=90*P
200 XC=82:YC=52:HPLOT X
C,YC
205 FOR T=A TO B STEP P
210 DR=29.895796-0.2199*R*S
IN(T)
215 X=XO+H*SQR(DR^2-(R
* COS(T)^2)
220 Y=YO-R*SIN(T)
225 HPLOT TO X,Y
230 NEXT T
235 NEXT M
240 FOR N=1 TO 2
245 READ XO,YO,R,H
250 DATA 82,150,30,1,82,150,30
-1
255 P=3.14159/180
260 C=295.67928*P:D=424.3207
*P
265 XC=82:YC=177.037:HPLO
TXC,Yc
270 FOR T=C TO D STEP P
275 DR=29.895796-0.2199*R*
COS(T)
280 X=XO+H*SQR(DR^2-(R
* SIN(T)^2)
285 Y=YO-R*SIN(T)
290 HPLOT TO X,Y
295 IF T=D THEN 310
300 NEXT T
305 IF T<>D THEN T=D:G
OTO 275
310 NEXT N
315 END
320 S1=INT((X2-X1)/N+0.5)
325 S2=INT((Y2-Y1)/N+0.5)
330 HPLOT X1,Y1

```