

数控线切割 自动编程典型程序

王树萌 编

第七机械工业部第七〇八所

一、典型程序

1—1卡环

如图1—1，卡环为常见的轴对称零件。编制它的程序时，可利用路线反射和尖点修园等切割语句，以简化作图。

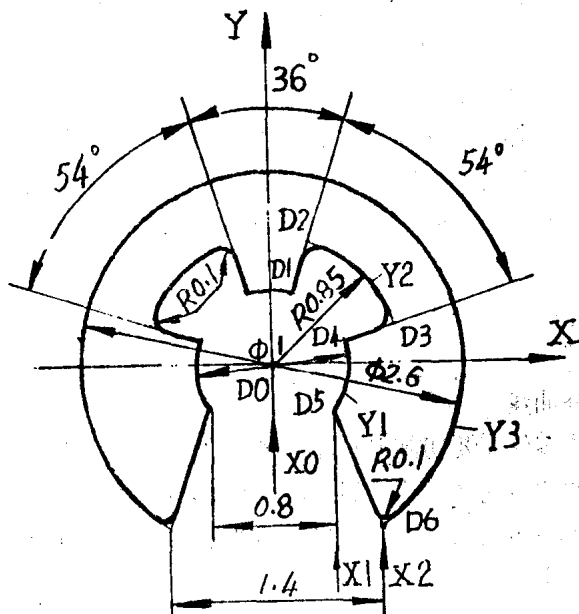


图 1—1

程序

页001

行01 $\oplus D(0, 0) \Rightarrow D0$; $\oplus Y(D0, 0.5) \Rightarrow Y1$;

行02 $\oplus Y(D0, 0.85) \Rightarrow Y2$; $\oplus Y(D0, 1.3) \Rightarrow Y3$;

行03 $\oplus D(Y1, 72) \Rightarrow D1$; $\oplus D(Y2, 72) \Rightarrow D2$;

行04 $\oplus D(Y2, 18) \Rightarrow D3$; $\oplus D(Y1, 18) \Rightarrow D4$;

行05 $\oplus X(D0, 90) \Rightarrow X0$; $\oplus X(X0, -0.4) \Rightarrow X1$;

行06 $\oplus X(X0, -0.7) \Rightarrow X2$; $\oplus D(X1, Y1) \Rightarrow D5$;

行07 $\oplus D(X2, Y3) \Rightarrow D6$;

行08 $\Phi Y1, D1, D2(0.1), Y2, D3(0.1), D4$,

行09 $Y1, D5, D6(0.1), \rightarrow Y3, \uparrow X0$,

行10 $\leftarrow 0.06(D0, D1)$; 完

程序到此结束。在编写程序时，除了要熟习零件图纸和技术要求外，还必须了解与编程有关的其它因素。如：线切割机指令格式，钼丝直径尺寸，放电间隙。并确定好穿丝孔、起切点和切割方向等。此例所编的是三B程序。钼丝直径0.1毫米。放电间隙0.01毫米。零件名义尺寸线在切割方向左侧，所以加工间隙取正号。穿丝孔选在D0，起切点为D1。

1—2分油盘

该零件需要切割中间环形槽和外部轮廓。如图1—2所示。切割中间环形槽的程序，采用切割语句圆弧连接比较方便。切外部轮廓时，用到坐标变换、反射和加倍等语句。

程序

页002

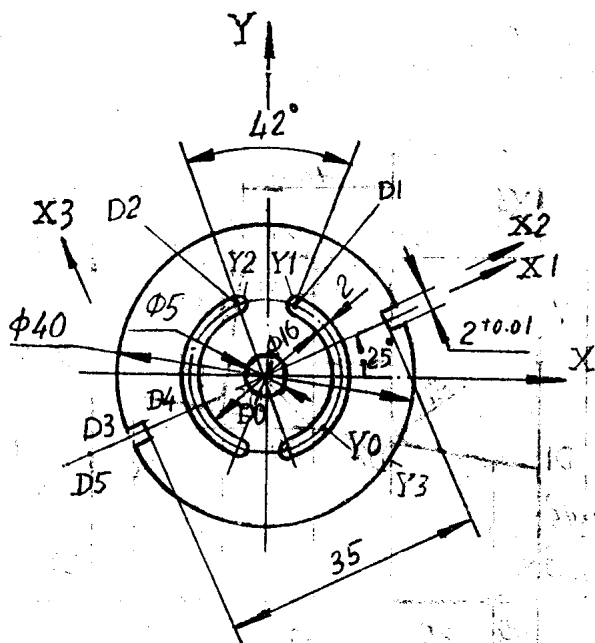
行01 $\oplus D(0, 0) \Rightarrow D0$; $\oplus X(D0, 0) \Rightarrow X$;

行02 $\oplus Y(D0, 9) \Rightarrow Y0$; $\oplus D(Y0, 69) \Rightarrow D1$;

行03 $\oplus Y(D1, 1) \Rightarrow Y1$; $\oplus D(Y0, 111) \Rightarrow D2$;

行04 $\oplus Y(D2, 1) \Rightarrow Y2$;

行05 $\Phi \rightarrow Y(8), Y1, Y(10), \uparrow X, \leftarrow 0.06(D1, D1)$;



行 $0.6\Phi Y(8), \rightarrow Y2, \rightarrow Y(10), \uparrow X, \leftarrow 0.06(D2, D2);$

$$\text{行}07 \leftarrow (0, 0, 25); \oplus Y(D0, 20) \Rightarrow Y3;$$
$$\text{行 } 08 \oplus X(0, 0, 0) \Rightarrow X_1; \oplus X(X_1, 1) \Rightarrow X_2;$$
$$\text{行 } 09 \oplus D(X_2, Y_3) \Rightarrow D_3; \oplus X(-18, 0, 90) \Rightarrow X_3;$$
$$\text{行 } 10 \oplus X(X_3, X_2) \Rightarrow D_4; \oplus D(-25, 0) \Rightarrow D_5;$$

行11 $\Phi \rightarrow Y3, D3, D4, \uparrow X, *2(\neg D0),$

行12←0.06(D5, D3); 完

1—3切边弯曲滚轮样板

凡是能利用已知尺寸直接标定的点，应尽量直接标定。

如图1—3中, D0, D3, D4, D10, D9, D8, D7等点, 均

为直接标定的点。有的点不能从图上确定X, Y坐标。可用平移, 求交点等作图语句作出。

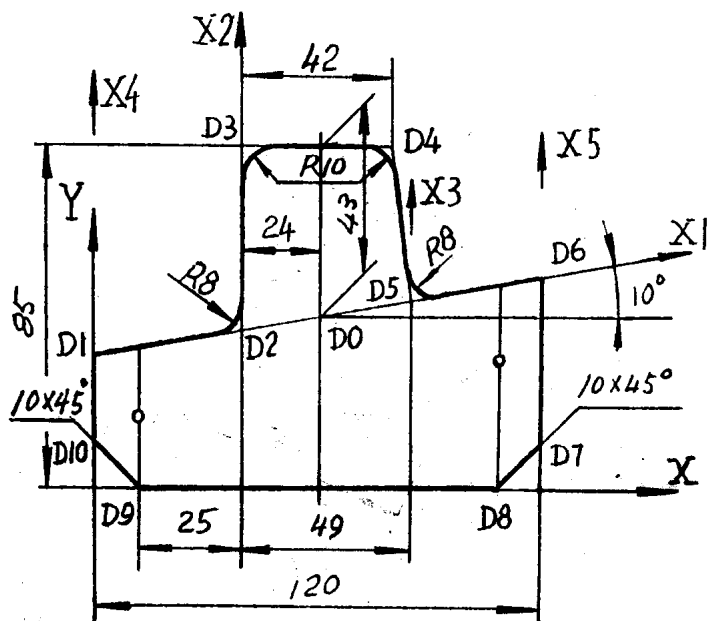


图 1—3

程序

页003

行01 $\oplus D(59, 42) \Rightarrow D0$; $\oplus X(D0, 10) \Rightarrow X1$;
 行02 $\oplus D(35, 85) \Rightarrow D3$; $\oplus X(D3, 90) \Rightarrow X2$;
 行03 $\oplus D(77, 85) \Rightarrow D4$; $\oplus X(X2, -49) \Rightarrow X3$;
 行04 $\oplus D(X1, X2) \Rightarrow D2$; $\oplus D(X1, X3) \Rightarrow D5$;
 行05 $\oplus X(0, 0, 90) \Rightarrow X4$;
 行06 $\oplus X(120, 0, 90) \Rightarrow X5$;

行07 $\oplus D(X4, X1) \Rightarrow D1$; $\oplus D(X5, X1) \Rightarrow D6$;
 行08 $\oplus D(0, 10) \Rightarrow D10$; $\oplus D(10, 0) \Rightarrow D9$;
 行09 $\oplus D(110, 0) \Rightarrow D8$;
 行10 $\oplus D(120, 10) \Rightarrow D7$;
 行11 $\Phi D1, D2(8), D3(10), D4(10), D5(8)$;
 行12 $D6, D7, D8, D9, D10, \leftarrow 0.06(D1, D1)$;

完

1—4槽铣刀样板

图1—4为直线和圆弧段组成的样板图形。该程序中，用到园斜式作线语句和作两切园语句。

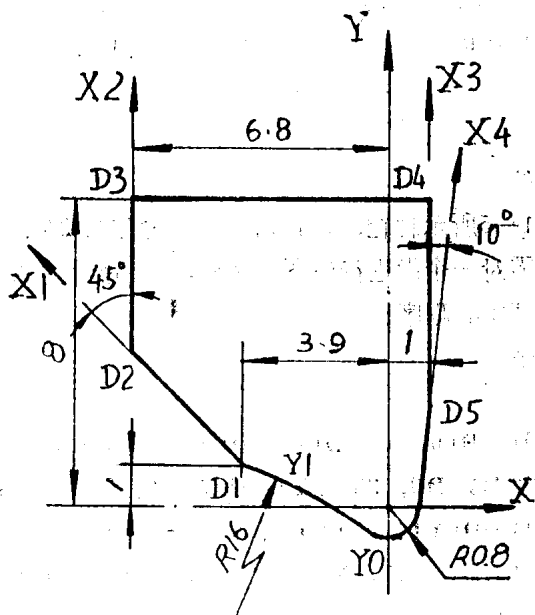


图 1—4

程序

页004

行01 $\oplus D(0, 0) \Rightarrow D0; \oplus D(-3.9, 1) \Rightarrow D1;$
行02 $\oplus Y(D0, 0.8) \Rightarrow Y0;$
行03 $\oplus Y(D1, Y, \neg Y0, 16) \Rightarrow Y1;$
行04 $\oplus X(D1, 135) \Rightarrow X1;$
行05 $\oplus X(-6.8, 0, 90) \Rightarrow X2;$
行06 $\oplus D(X1, X2) \Rightarrow D2;$
行07 $\oplus D(-6.8, 8) \Rightarrow D3; \oplus D(1, 8) \Rightarrow D4;$
行08 $\oplus X(1, 0, 90) \Rightarrow X3;$
行09 $\oplus X(\neg Y0, 80) \Rightarrow X4; \oplus D(X4, X3) \Rightarrow D5;$
行10 $\Phi D1, Y1, \neg Y0, D5, D4, D3, D2;$
行11 $\leftarrow 0.06(D1, D1);$

完

1—5棘轮

图1—5所示棘轮,在其园周上均匀分布 24个齿。编程时,只需对一个齿进行作图。然后,利用旋转加倍,即可得出整个棘轮的程序。

程序

页005

行01 $\oplus D(0, 0) \Rightarrow D0; \oplus D(0, 30) \Rightarrow D5;$
行02 $\oplus Y(D0, 25) \Rightarrow Y1; \oplus Y(D0, 23) \Rightarrow Y2;$
行03 $\oplus D(Y1, 90) \Rightarrow D1; \oplus X(-1, 0, 90) \Rightarrow X1;$
行04 $\oplus D(\neg X1, Y1) \Rightarrow D2; \oplus D(Y2, 105) \Rightarrow D3;$
行05 $\Phi D1, D2, D3, * 24(\neg D0);$
行06 $\leftarrow 0.06(D5, D1);$

完

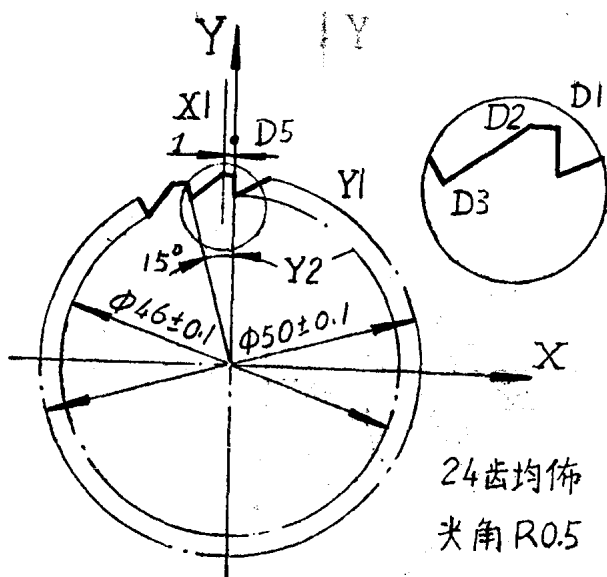


图 1—5

1—6冲头

冲头如图1—6所示。该程序切割路线中用到圆弧连接。连接图弧为Y(3.5)。此为小半园。当图形中用到的是大半园时,连接图弧应写成YY(3.5)。

程序

页006

行01 $\oplus D(0, 0) \Rightarrow D0$; $\oplus Y(D0, 2) \Rightarrow Y1$;

行02 $\oplus Y(D0, 3) \Rightarrow Y2$;

行03 $\oplus D(Y1, 45) \Rightarrow D1$; $\oplus D(Y2, 60) \Rightarrow D2$;

行04 $\oplus Y(D1, 0.5) \Rightarrow Y3$; $\oplus Y(D2, 0.5) \Rightarrow Y4$;

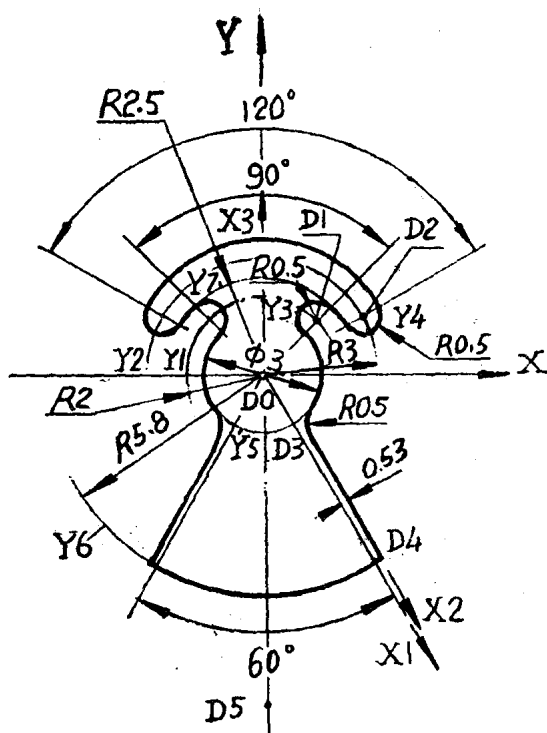


图 1—6

行05 $\oplus Y(D0, 1.5) \Rightarrow Y5$, $\oplus Y(D0, 5.8) \Rightarrow Y6$,
 行06 $\oplus Y(D0, 2.5) \Rightarrow Y7$,
 行07 $\oplus X(D0, -60) \Rightarrow X1$, $\oplus X(X1, 0.53) \Rightarrow X2$,
 行08 $\oplus D(\neg X2, Y5) \Rightarrow D3$, $\oplus D(\neg X2, Y6) \Rightarrow D4$,
 行09 $\oplus X(D0, 90) \Rightarrow X3$, $\oplus D(0, -7) \Rightarrow D5$,
 行10 $\Phi \neg Y6, D4, D3(0.5), \neg Y5$,
 行11 $Y3, Y7, \neg Y4, \neg Y(3.5), \uparrow X3$,

行 $12 \leftarrow 0.06(D5, D4)$;
1-7传感器定子冲片模具

完

在编模具程序时,凸模和凹模可共用一个程序。仅需写出不同切割方式即可。模具见图1-7。

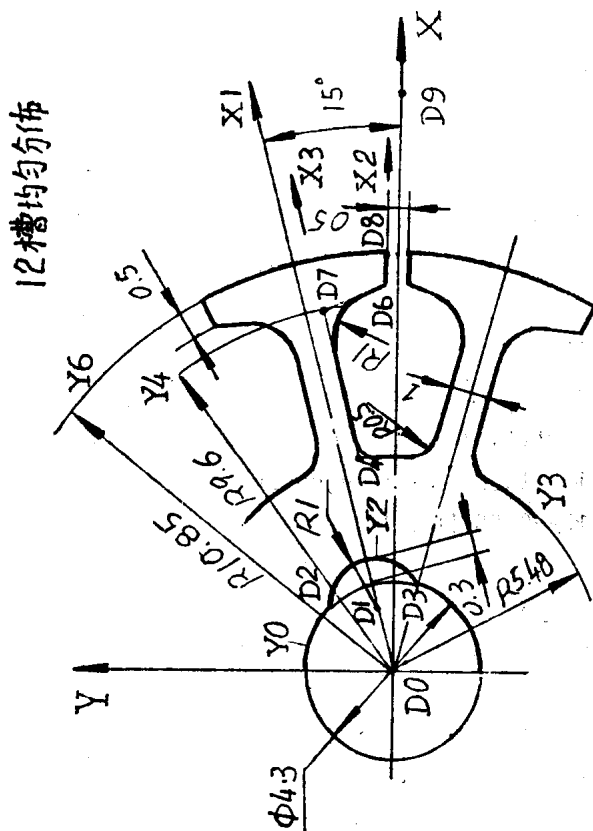


图 1-7

程序

页007

行01 $\oplus D(0, 0) \Rightarrow D0$; $\oplus X(D0, 0) \Rightarrow X$;
 行02 $\oplus Y(D0, 2.15) \Rightarrow Y0$; $\oplus X(D0, 15) \Rightarrow X1$;
 行03 $\oplus PY(D0, 15, 1.45) \Rightarrow D1$;
 行04 $\oplus Y(D1, 1) \Rightarrow Y2$; $\oplus D(Y0, Y2) \Rightarrow D2$;
 行05 $\oplus D(\neg Y0, Y2) \Rightarrow D3$;
 行06 $\Phi D2, Y2, D3, Y0$;
 行07 $\leftarrow -0.06(D2, D2)$, 凸模
 行08 $\leftarrow -0.06(D0, D0)$; 凸凹模内腔
 行09 $\oplus Y(D0, 5.48) \Rightarrow Y3$; $\oplus Y(D0, 9.6) \Rightarrow Y4$;
 行10 $\oplus Y(D0, 10.85) \Rightarrow Y6$; $\oplus X(X, 0.25) \Rightarrow X2$;
 行11 $\oplus X(X1, -0.5) \Rightarrow X3$; $\oplus D(\neg X3, Y3) \Rightarrow D4$;
 行12 $\oplus D(\neg X3, Y4) \Rightarrow D7$; $\oplus D(\neg X2, Y6) \Rightarrow D8$;
 行13 $\oplus PY(D8, 180, 0.5) \Rightarrow D6$;
 行14 $\oplus D(15, 0) \Rightarrow D9$;
 行15 $\Phi Y6, D8, D6, D7(1), D4(0.5), Y3; \uparrow X$;
 行16 $* 12(D0), \leftarrow -0.06(D9, D8)$, 凸凹模外廓
 行17 $\leftarrow -0.06(D0, D0)$; 凹模

完

1—8步进电机冲模

见图1—8 (附)

程序

页008

行01 $\oplus D(0, 0) \Rightarrow D0$; $\oplus Y(D0, 6.25) \Rightarrow Y0$;
 行02 $\oplus Y(D0, 7.7) \Rightarrow Y1$; $\oplus Y(D0, 8.7) \Rightarrow Y2$;
 行03 $\oplus Y(D0, 15.5) \Rightarrow Y3$; $\oplus X(D0, 90) \Rightarrow X0$;
 行04 $\oplus X(D0, X0, 22.5) \Rightarrow X1$;

行05 $\oplus X(D0, X0, 18) \Rightarrow X2$;
 行06 $\oplus X(X0, 0.5) \Rightarrow X3$; $\oplus X(X2, -0.5) \Rightarrow X4$;
 行07 $\oplus X(X0, 1.75) \Rightarrow X5$; $\oplus D(\neg X1, Y2) \Rightarrow D3$;
 行08 $\oplus D(\neg X1, Y0) \Rightarrow D4$; $\oplus D(\neg X4, Y0) \Rightarrow D5$;
 行09 $\oplus D(\neg X4, Y1) \Rightarrow D6$; $\oplus D(\neg X3, Y1) \Rightarrow D7$;
 行10 $\oplus D(\neg X3, Y0) \Rightarrow D8$;
 行11 $\oplus X(D3, X0, 120) \Rightarrow X6$;
 行12 $\oplus D(X6, X5) \Rightarrow D2$; $\oplus D(\neg X5, Y3) \Rightarrow D1$;
 行13 $\Phi Y3, D1(0.2), D2(0.2), D3, D4, Y0, D5$;
 行14 $D6, Y1, D7, D8, Y0, \uparrow X0, *6(D0)$;
 行15 $\leftarrow -0.06(D1, D1)$, 凸模
 行16 $\leftarrow -0.06(D0, D0)$, 凹模

完

1—9磁头壳体

图1—9零件程序可采用定向加倍语句。由于定向加倍总是把前面的所有路线元素统统加倍，因此，放在加倍之前的路线元素不要有非加倍图形部分的路线元素。写切割路线时，应把待加倍图形中的各个路线元素依次排在最前边。并根据图示加倍。然后，再按顺序编排其它路线元素。

程序

页009

行01 $\oplus D(8.35, 4.5) \Rightarrow D1$; $\oplus PY(D1, 90, 1) \Rightarrow D2$;
 行02 $\oplus PY(D2, 0, 0.14) \Rightarrow D3$;
 行03 $\oplus PY(D3, -90, 1) \Rightarrow D4$;
 行04 $\oplus D(35, 4.5) \Rightarrow D5$; $\oplus D(35, 0) \Rightarrow D6$;
 行05 $\oplus D(42, 0) \Rightarrow D7$; $\oplus D(42, 8) \Rightarrow D8$;

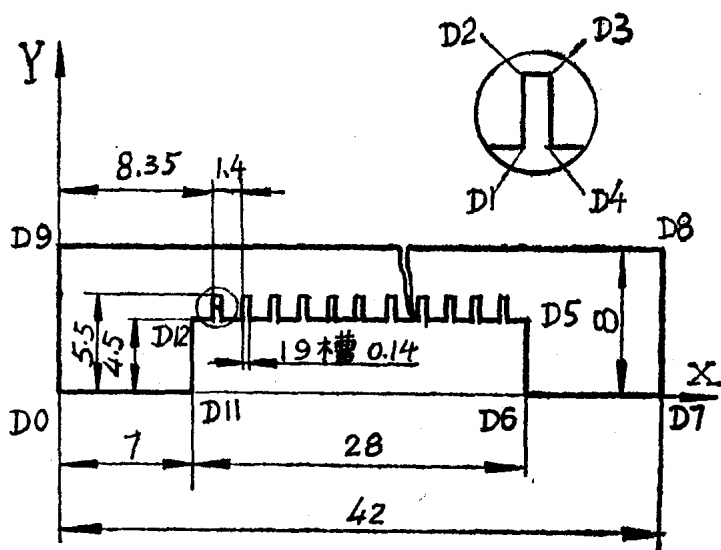


图 1—9

行06 $\oplus D(0, 8) \Rightarrow D9$; $\oplus D(0, 0) \Rightarrow D0$;

行07 $\oplus D(7, 0) \Rightarrow D11$; $\oplus D(7, 4.5) \Rightarrow D12$;

行08 $\Phi D1, D2, D3, D4, *19(0, 1.4), D5$,

行09 $D6, D7, D8, D9, D0, D11, D12$,

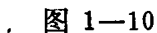
行10 $\leftarrow 0.06(D1, D1)$;

完

1—10电刷

有时采用定向加倍，并不能作出所有相同部分图形。这时，还要配合其它语句。如图1—10所示的电刷另件，就属于此种情况。编程时，可用定向加倍作出左边8个齿。然后，利用反射，再作出右边8个齿。最右边四个齿是分别作

1990



页010

—13—

行05 $\oplus$ Y(14.35, 0.15, 0.15) $\Rightarrow$ Y3;
 行06 $\oplus$ PY(Y2, 0, 0.5) $\Rightarrow$ Y4;
 行07 $\oplus$ PY(Y3, 0, 0.5) $\Rightarrow$ Y5;
 行08 $\oplus$ PY(Y4, 0, 0.5) $\Rightarrow$ Y6;
 行09 $\oplus$ PY(Y5, 0, 0.5) $\Rightarrow$ Y7;
 行10 $\oplus$ PY(Y6, 0, 0.5) $\Rightarrow$ Y8;
 行11 $\oplus$ PY(Y7, 0, 0.5) $\Rightarrow$ Y9;
 行12 $\oplus$ PY(Y8, 0, 0.5) $\Rightarrow$ Y10;
 行13 $\oplus$ D(20, 12) $\Rightarrow$ D13;
 行14 $\oplus$ PY(D13, 90, 9) $\Rightarrow$ D14;
 行15 $\oplus$ PY(D14, 180, 20) $\Rightarrow$ D15;
 行16 Φ Y2, $\neg$ Y3, Y4, $\neg$ Y5, Y6, $\neg$ Y7,
 行17Y8, $\neg$ Y9, Y0, D13, D14, D15,
 行18 $\leftarrow$ 0.06(D15, D15);

完

1—11蜗轮叶片连接件

在这个另件程序中，可联合使用路线加倍和路线反射。
 另件如图1—11。

程序

页011

行01 $\oplus$ D(0, 3) $\Rightarrow$ D1, $\oplus$ PY(D1, 13, 1.8) $\Rightarrow$ D2;
 行02 $\oplus$ X(D2, 117) $\Rightarrow$ X1, $\oplus$ PY(D2, 13, 2.3) $\Rightarrow$ D3;
 行03 $\oplus$ X(D3, 61) $\Rightarrow$ X2, $\oplus$ D(21.8, 10) $\Rightarrow$ D4;
 行04 $\oplus$ Y($\neg$ X1, $\neg$ Y1, X2, 0.7) $\Rightarrow$ Y1;
 行05 $\oplus$ X(0, 0, 0) $\Rightarrow$ X;
 行06 Φ D1(0.05), D2, $\neg$ Y1, *5(13, 4.1),

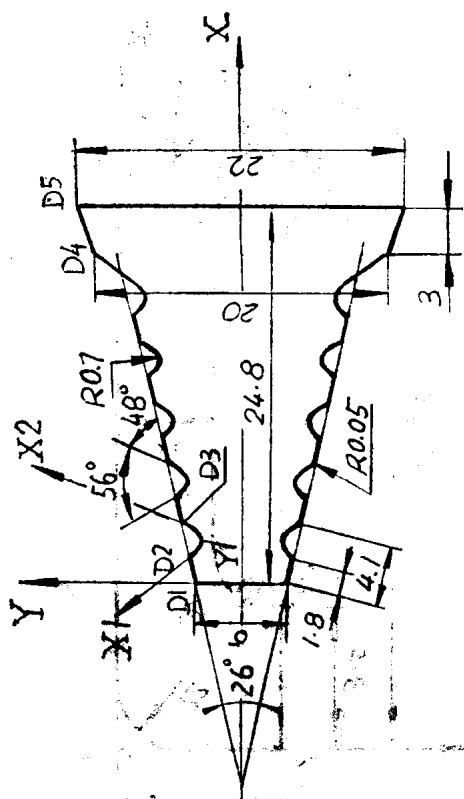


图 1-11

行07D4, D5, $\uparrow X$, $\leftarrow -0.06(D1, D1)$,

完

1-12记录器磁头

见图1-12

程序

页012

行 $01 \oplus (0, 0) \Rightarrow D1$, $\oplus D(0, 4.5) \Rightarrow D2$,

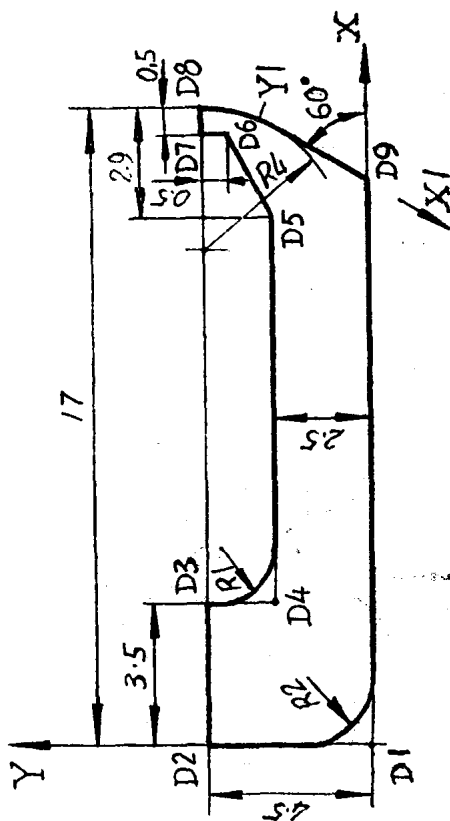


图 1-12

行02 $\oplus$ D(3.5, 4.5) $\Rightarrow$ D3; $\oplus$ D(3.5, 2.5) $\Rightarrow$ D4;
 行03 $\oplus$ D(14.1, 2.5) $\Rightarrow$ D5; $\oplus$ D(16.5, 4) $\Rightarrow$ D6;
 行04 $\oplus$ D(16.5, 4.5) $\Rightarrow$ D7;
 行05 $\oplus$ D(17, 4.5) $\Rightarrow$ D8;
 行06 $\oplus$ Y(13, 4.5, 4) $\Rightarrow$ Y1;
 行07 $\oplus$ X(Y1, 240) $\Rightarrow$ X1;