

北京图书馆藏

13668 3

中文资料

数控线切割机程序编制

贈閱
請交換

上海新华无线电厂

TG48

3

数控线切割机程序编制

B418/03

上海新华无线电厂



A 843565

目 录

§ 1 前言	1
§ 2 基本知识	3
§ 3 示例	29
§ 4 自动间隙补偿与锥度装置的程序编制	97
§ 5 后语	112

§ 1 前 言

一台数控线切割机，在其电讯控制系统及机械运行部分稳定的前提下，那么，程序编制便成为关键的一环了。因为程序编制的正确与否，将直接反映在被加工模具（或零件）的几何形状能否满足图纸尺寸要求。

毛主席教导我们：“知识的问题是一个科学问题，来不得半点的虚伪和骄傲，决定地需要的倒是其反面——诚实和谦逊的态度。”程序编制是一项十分细致的工作，编制者应计算出钼丝中心经过的所有轨迹交点、切点及圆心坐标值；自有自动间隙补偿装置后，编制者仅需根据图纸名义尺寸，求出所有名义交点、切点及圆心坐标值；近年来，又发展了自动编制程序，编制者则更简化为根据图纸名义尺寸，进行少量、较为简单的计算，以填写表格的形式，在通用电子计算机（“X-2”机，采用ALGOL-60算法语言。）上更迅速、更精确地实现数控线切割机所需的程序单（详见“计算技术通讯”1974.2叶滢著“数控线切割机专用程序”）。

本文以实例，应用二种方法给予介绍：

- 一 解析几何法的人工编制；
- 二 通用电子计算机自动编制程序的实现；
- 三 自动间隙补偿与锥度装置的程序编制。

供程序编制人员参考。

限于篇幅，示例均以编制凹模程序为例（取钼丝直径为0.1mm，双面放电间隙为0.02mm，不考虑凹模与凸模的

配合间隙及钳工研量)。

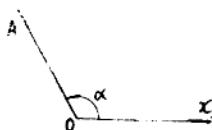
由于我们的体会很肤浅，定有不当或错误之处，敬请指教。

工具科电加工小组

一九七六年七月

§ 2 基本知识

一 角： 以OX为始边，依逆时针方向旋转所成之角。



二 化成正锐角公式：

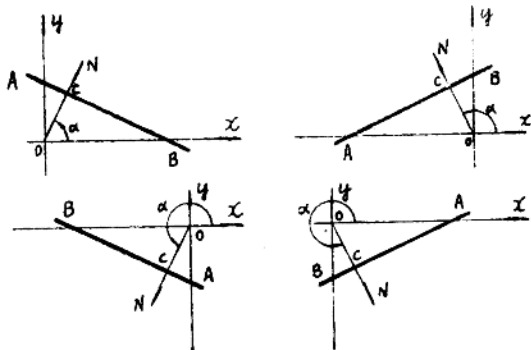
角	正 弦	余 弦	正 切	余 切
$90^\circ - \alpha$	$\cos \alpha$	$\sin \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$
$90^\circ + \alpha$	$\cos \alpha$	$-\sin \alpha$	$-\operatorname{ctg} \alpha$	$-\operatorname{tg} \alpha$
$180^\circ - \alpha$	$\sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$-\operatorname{tg} \alpha$	$-\operatorname{ctg} \alpha$
$180^\circ + \alpha$	$-\sin \alpha$	$-\cos \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$
$270^\circ - \alpha$	$-\cos \alpha$	$-\sin \alpha$	$\operatorname{ctg} \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$
$270^\circ + \alpha$	$-\cos \alpha$	$\sin \alpha$	$-\operatorname{ctg} \alpha$	$-\operatorname{tg} \alpha$
$360^\circ - \alpha$	$-\sin \alpha$	$\cos \alpha$	$-\operatorname{tg} \alpha$	$-\operatorname{ctg} \alpha$

三 三角函数符号规则：

象 限	sin	cos	tg	ctg
I	+	+	+	+
II	+	-	-	-
III	-	-	+	+
IV	-	+	-	-

四 经常用到的直线方程：

- 1 一般式： $AX + BY + C = 0$
- 2 斜截式： $Y = KX + B$
(K为斜率, B为截距)
- 3 点斜式： $Y - Y_0 = K(X - X_0)$
<通过点 (X_0, Y_0) , 斜率为K>
- 4 法线式： $X \cos \alpha + Y \sin \alpha - P = 0$



设AB为任一直线，而自原点作ON垂直AB于C。规定ON之正方向为自O向N。

$$\alpha = \angle XON$$

$$P = OC$$

化已知方程式 $AX + BY + C = 0$ 为法线式之规则：

(A) 求 $\sqrt{A^2 + B^2}$ 之数值，取与C相反的符号，将此数除已知方程式，变为：

$$\pm \frac{A}{\sqrt{A^2 + B^2}} X + \frac{B}{\pm \sqrt{A^2 + B^2}} Y + \frac{C}{\pm \sqrt{A^2 + B^2}} = 0$$

例 化方程式 $3X - Y + 10 = 0$ 为法线式。

解 $\because A=3, B=-1, \sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{10}$,
而C为正，故根式为负。

\therefore 原方程的法线式为：

$$-\frac{3}{\sqrt{10}} X + \frac{1}{\sqrt{10}} Y - \sqrt{10} = 0$$

(B) 当 $C=0$ 时：

求 $\sqrt{A^2 + B^2}$ 之数值，取与B同号。

例 化方程式 $2X - 3Y = 0$ 为法线式。

解 $\because A=2, B=-3, C=0$,

而 $\sqrt{A^2 + B^2} = \sqrt{13}$ ，由于B为负，故根式也取负号，

\therefore 原方程的法线式为：

$$-\frac{2}{\sqrt{13}} X + \frac{3}{\sqrt{13}} Y = 0$$

求自一直线至一点的垂直距离D之规则：

(A) 已知直线 $AX + BY + C = 0$ 及一点 (X_1, Y_1)
 则

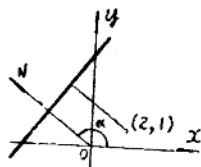
$$D = \frac{AX_1 + BY_1 + C}{\pm \sqrt{A^2 + B^2}}$$

注意：

① 根式前符号恰与 C 之符号相反；

② D 的符号：“同负异正”（即：若原点及已知点位于直线之同侧为负；若原点及已知点位于直线之异侧为正。）

例 求自直线 $4X - 3Y + 15 = 0$ 至 $(2, 1)$ 之垂直距离。

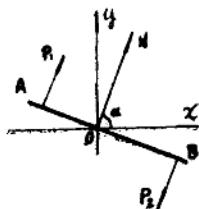


解 以 $-\sqrt{16+9} = -5$ 除方程式，使化成法线式，且以 $(2, 1)$ 代入

$$D = \frac{4 \times 2 - 3 \times 1 + 15}{-5} = -4$$

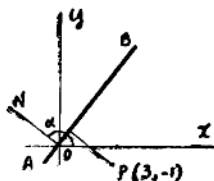
故其垂直距离之长为 4，而该点与原点皆位于直线之同侧。

(B) 当已知直线过原点时，则自直线至一点的垂直距离 D 之符号：与 ON 一致时为正；相反时为负。



如图，AB至 P_1 的距离为正，而至 P_2 的距离为负。

例 求自直线 $4X - 3Y = 0$ 至 $P(3, -1)$ 的垂直距离。



解 以 $-\sqrt{16+9} = -5$ 除方程式，使化成法线式，且以 $(3, -1)$ 代入

$$D = \frac{4 \times 3 - 3 \times (-1)}{-5} = -3$$

(负号是说明AB至P的距离与ON相反。)

五 两点距离： $L = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2}$

〈两点为 $A(X_1, Y_1)$ ， $B(X_2, Y_2)$ 〉

六 平行或垂直之直线：

若两直线平行，则： $K_1 = K_2$

若两直线垂直，则： $K_1 = -\frac{1}{K_2}$ 或 $K_2 = -\frac{1}{K_1}$

七 圆之方程式：

设圆心为 (a, b) ，半径为 R ，则圆的方程式为：

$$(X - a)^2 + (Y - b)^2 = R^2$$

当圆心为原点时为：

$$X^2 + Y^2 = R^2$$

八 二次方程式： $AX^2 + BX + C = 0$

则其根：

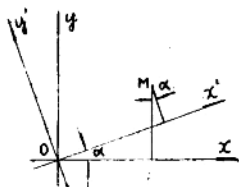
$$X = \frac{-B \pm \sqrt{B^2 - 4AC}}{2A}$$

设 $\Delta = B^2 - 4AC$

$$\text{当 } \Delta \begin{cases} > 0 & \text{二解} \\ = 0 & \text{唯一解} \\ < 0 & \text{无解} \end{cases}$$

九 转轴公式：

$$\begin{cases} X = X' \cos \alpha - Y' \sin \alpha \\ Y = X' \sin \alpha + Y' \cos \alpha \end{cases}$$



十 计算时所取的有效小数位数：

严格地说，应取五位以上，视题目的不同条件，有些也可取四位。不过，无论是选用五位或四位，凡遇角度计算时，均应取足六位，以备查“秒”。例如： $\text{Sin}^{-1}\frac{2.75}{19.4}=\text{Sin}^{-1}0.141752=8^{\circ}8'57''$ ；反之，若需查 $\text{Sin}8^{\circ}8'57''$ 的值时，则仍取五位或四位，即 $\text{Sin}8^{\circ}8'57''=0.14175$ 或 $\text{Sin}8^{\circ}8'57''=0.1418$ 。

十一 如何实现自动编制程序：

1. 数据表格的填写：

A 表格形式：

控制台置数：

型号数					
第一组					
第二组					
	第四组				
			第五组		
第三组					
			第六组		
			第七组		

B 表格含义：

“控制台置数”有两种情况：

当仅需用表格中的第一——四组时，为G0002<0；

当需用表格中的第一——七组时，为G0002<0（即将G0002的第35位置“1”）。

“型号数”系指模具几何形状的类型：

对称类型	非对称	X轴对称	Y轴对称	原点对称
型号数	0	1	2	n（等分）

“第一组”为个数数据：

有三个数据：

- ① “第二组”个数；
- ② “第三组”个数；
- ③ “第四组”个数。

该组是在确定第二——四组的个数后，才予填写。

“第二组”为加工间隙数据：

若有自动间隙补偿装置的线切割机，仅填写“0”；

若无自动间隙补偿装置的线切割机，则：

对于凹模，应填写“-u”（u为钼丝半径及单面放电间隙之和。例如，钼丝半径为0.05mm，单面放电间隙为0.01mm，则u=0.06）。

对于凸模，应填写“v”（ $v = u - t$ ，其中t为图纸要求的凸模与凹模的单面配合间隙。例如，图纸要求凸模与凹模的单面配合间隙为0.01mm，则v=0.05）。

“第三组”为信息数据：

将几何图形的诸交点为界，分成连续的切割段。然后，从最后一个切割段开始（目的是让计算机计算切割起始点的坐标值），依切割方向填写每段所需的信息。

格式是“ $\pm 0.j_1j_2$ ”，其具体含义如下：

符 号	某切割段所需的切割信息	j_1	该切割段的终点坐标所需的计算信息	j_2
+	顺 圆	5	切 线	0
-	逆 圆	6	圆与圆切	1
	直 线	7	圆与圆交	2
			线与线交	3
			线与圆交	4

注：① 首先应选定切割起点及方向；

② 符号判断：

圆弧——半径值的加或减；

直线——截距的加或减。

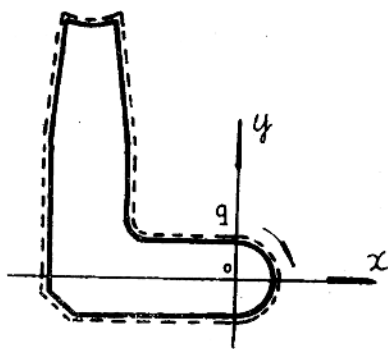
（均指切割凸模而言）

③ “+”及“0”可省略。

例如：（图于下页）

若选定切割起点为 q ，切割方向为顺时针。则信息数据为：

0.7→0.5→-0.73→-0.73→-0.73→0.74→-0.64→
0.73→0.7→-0.6。



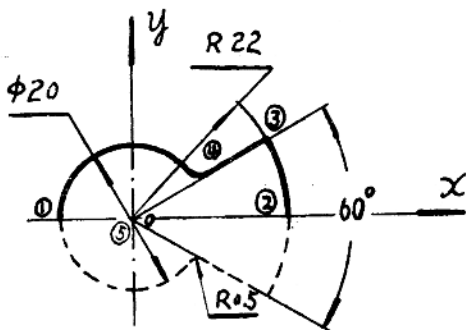
“第四组”为原始点数据：

所谓“原始点”系指构成几何形状所需的圆心及交点（不包括切点，计算机能自行算出切点的坐标值）。

对于圆弧：包含三个数据： X, Y, R （其中 X, Y 表示该圆弧的圆心坐标值； R 表示半径值）。

对于交点：包含三个数据： $X, Y, 0$ （其中 X, Y 分别表示直线与直线交点、直线与圆交点、圆与圆交点的坐标值）。

例如：



本例为X轴对称。

若选定切割起点为原始点②，切割方向为逆时针，并表出原始点。

通过简单的人工计算，求出原始点坐标值：

$$X_{\text{③}} = R_{22} \times \cos 30^\circ = 19.052$$

$$Y_{\text{③}} = R_{22} \times \sin 30^\circ = 11$$

$$\angle_{\text{④⑤③}} = \sin^{-1} \frac{0.5}{R_{10} + R_{0.5}} = 2^\circ 43' 46''$$

$$\text{则 } X_{\text{④}} = 10.5 \times \cos 32^\circ 43' 46'' = 8.833$$

$$Y_{\text{④}} = 10.5 \times \sin 32^\circ 43' 46'' = 5.677$$

故“第四组”的原始点数据为：

$$X_{\text{①}} = -10 \quad Y_{\text{①}} = 0 \quad R_{\text{①}} = 0$$

$$X_{\text{②}} = 22 \quad Y_{\text{②}} = 0 \quad R_{\text{②}} = 0$$

$$X_{\text{③}} = 19.052 \quad Y_{\text{③}} = 11 \quad R_{\text{③}} = 0$$

$$X_{\text{④}} = 8.833 \quad Y_{\text{④}} = 5.677 \quad R_{\text{④}} = 0.5$$

$$X_{\text{⑤}} = 0 \quad Y_{\text{⑤}} = 0 \quad R_{\text{⑤}} = 10$$

数据表格为：

控制台置数：G0002 ← 0

型号数		0			
1		0			
第一组		10			
2					
5					
5					
第二组					