

CM 会话型数控线切割机 自动编程系统的设计与实现*

朱思铭 伍咏棠

(数学力学系)

本系统是为微型计算机控制线切割机同时实现编程自动化而设计的,它除能与线切割机配套使用外,亦可单独只作自动编程之用,经过一年多的修改和完善,现已正式用于生产,除广州无线电专用设备厂已用此软件配套线切割机投放市场外,上海、江西、苏州等地有关厂校已购去本软件或用于本单位编程或准备配套线切割机成为新产品,广州市经委已投资在市工业自动化推广站应用此软件建立两个编程中心,并准备推广到全市使用。

本系统的文本及使用方法已有另文^[1],这里仅讨论有关系统的设计和研制的几个问题。

一、总体设计

1、设计要求

本系统是设计在TRS—80微型计算机上使用的(适当修改可以移植到其它型号的微型计算机上),由于该机本身配有显示器、键盘、磁盘并有足够的内存,因此,我们可以对自动编程系统提出较高的要求,具体要求如下:

- (1) 可在荧光显示器上人机对话,以便即时输入和修改。
- (2) 软件系统的语句符号力求简洁易懂,并有方便的省略和等同规定。
- (3) 有丰富的图形定义语句和切割语句,可处理平面上由圆弧和直线组成的任何复杂图形。
- (4) 图形语句可以先使用后定义,切割语句采用沿线和圆切割的方式,使源程序书写简洁、方便。
- (5) 具有旋转、对称、放大和缩小的功能。
- (6) 过渡圆可以自动确定位置而不必另行输入参数。
- (7) 间隙计算独立组成,可仅输入图形标称坐标值而自动进行间隙补偿计算。

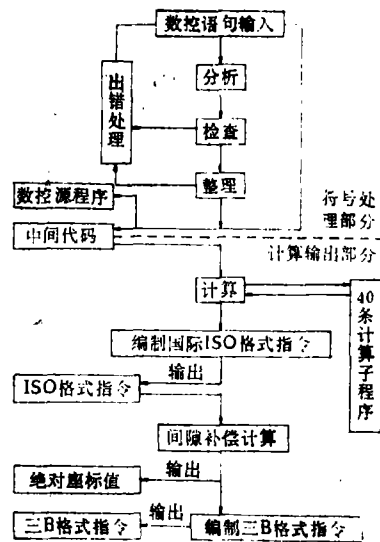
*本系统研制过程得到广州无线电专用设备厂及该厂李维京、陈维伦的大力支持,科技交流馆邢汉秋曾给予指导,中大数力系叶思源参加部份研制工作。

(8) 本系统采用国际上惯用的数控语句、符号及输出格式，使之与国际上同类型系统兼容，同时输出三 B 格式指令以满足国内用户之需。

(9) 有方便的显示、修改和打印的功能。

2、实现框图

本系统分为符号处理和计算输出两部份，两部份间用代码连接，其框图如右图：



二、符号处理程序

1、语句定义与编号

由于线切割机仅处理平面图形且其插补方式限于圆弧与直线，故图形定义语句由点、线、圆三部份组成。本系统共有点语句11句、线语句10句、圆语句12句。（参看文本〔1〕）

由于内存所限，我们仅存贮点、线、圆各80个，图形编号（三位数字）与存放编号之间用80个单元的映象数组来对应。

2、分析与检查

符号处理程序的主要任务是人机对话地对所输入的源程序语句进行分析、处理、整理，最后输出中间代码，为后面的计算作好准备。

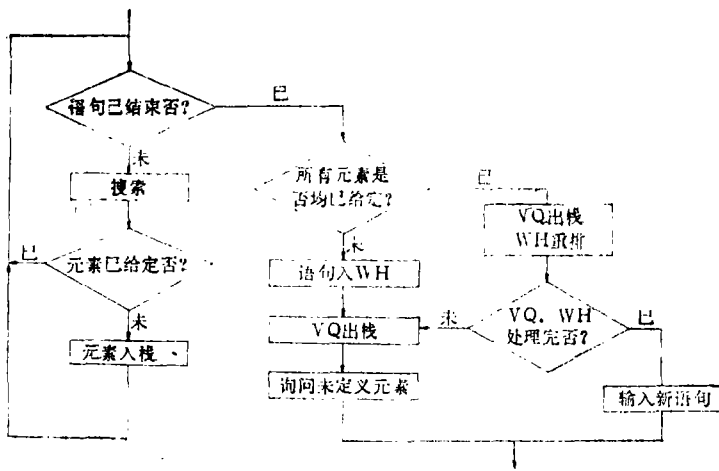
分析——通过字符串的处理，先识别出点、线、圆的符号，然后把语句中用分隔符隔开了的不同元素的参数（整数或实数）提取出来，变换成相应的代码后存到变量及数组中。

检查——在代码中进行，把不符合语法规则，不符合符号规定或漏写了参数等的错漏之处检查出来并要求修改或重新输入。

3、整理与输出

源程序语句经过分析化为代码，又通过检查及补充得到了修正，成为完全正确的代码以后，再进行整理，使之还原为正确的源程序语句（若有过修改和补充的话，则还原后的源程序与原输入的源程序有所不同）。其方法是通过字符串语句将代码化回相应的符号，这样还原是为了存贮及显示经过修改补充后的正确的源程序。

同时，因为本系统对输入的图形语句不要求先定义后使用，因此我们在整理时要检查所用到的元素是否已经定义。其方法是对每个所用的元素在前述映象数组中进行搜索，若发现未定义则检出来并入栈，当所有用到的元素均已定义后，通过逐层退栈处理，将源程序语句按先定义后使用的原则重新编排并存储，最后，将整理及重排后的源程序语句及相应之代码存入磁盘，以供下一步进行计算及显示时之用，本部份工作流程如下：



三、计算程序

1、图形计算和交点计算

源程序语句已通过符号处理变换为中间代码，计算程序则将中间代码所表示的数据和语句信息转交至交点计算子程序进行计算。对图形定义语句的计算是从相应的点线圆源语句中选出数据，计算后存入相应的数组中；对切割语句则通过前后两语句的信息，在图形语句数组中选出数据后转入相应的子程序以算出交点、确定每切割段的切割方向（左或右）和方式（例如圆的顺或逆、线、圆所在的象限等）。计算后将结果转换为国际标准ISO代码输出。为进行上述计算，编制了40条计算子程序供使用。

2、旋转对称及过渡圆处理

由于会话型的特点不易进行旋转嵌套处理，为能连续旋转和提高精度，我们采用不依赖于前后记号的循环和对称语句，其循环和对称起始范围由段数确定，并设有30个切割段的双精度数进行循环存储。这样，只要一次旋转数不超过30个切割段，则可连续的多次使用旋转或对称语句。旋转或对称后可再沿着线或圆继续进行切割。

对于过渡圆，我们仅要求给出过渡圆半径。（如其半径与最小半径相同，则可省略），其位置参数（圆心和切点）由计算机自行判定。

3、间隙补偿计算

为与国际标准格式一致，我们采用先计算名义尺寸并输出国际标准ISO格式指令，然后按这些数据再进行加了间隙补偿以后图形交点及切割段的计算，其方法是通过名义尺寸交点的数据反过来求出相应的点线圆及交点所在的位置参数，然后以给定的间隙量作出平行直线及同心圆，再通过交点计算子程序计算出补偿了间隙量之后的交点数据。

4、编制三B格式指令

最后，通过求出有了间隙补偿之后的交点数据便可编制出国内通用的三B格式指

令, 又由于BASIC-Ⅰ的整数仅为 $-32768 \sim +32768$, 达不到数控线切割机6位有效数字(按 μ 为单位即为10米)的要求, 故我们采用浮点数来输出三B格式指令中的X、Y、J值, 待进行插补时再通过引导程序化为四字节整数。

在进行三B格式计算时, 因为线切割机的脉冲当量为 1μ , 故每条指令的数字均要进行取整处理, 而各条指令间的数字是互相联系的, 这就引起了舍入误差的积累, 为了提高计算精度, 我们在进行下一条指令的计算之前, 先把舍入的尾数补回, 使计算误差始终保持在 1μ 之下, 且在给闭合图形编制三B格式指令时能闭合回零。

5、双精度计算

TRS—80单精度计算的有效数字只有6位, 一般来说是能满足线切割机对计算精度的要求的, 但当出现参加运算的一组数字中有的数值很大有的数值很小时就有把小数字舍去而引起较大误差的危险, 当旋转次数较多(例如100次以上)因旋转角度的三角函数数值只有六位, 多次的旋转引起误差就较大, 为此我们考虑同时提供使用者以双精度计算, 而TRS—80的BASIC语言程序库中对于三角函数只有单精度运算, 我们利用程序库中加、减、乘、除的双精度计算达到三角函数及其它函数的双精度计算, 提供用户选择使用。

参 考 文 献

- [1] 朱思铭、伍泳棠, 会话型数控线切割机自动编程系统, 广州自动化, (1981), 2.

CM Interactive Automatic Programming System for Numerical Control Tool

Zhu Siming Wu Yongtang

Abstract

CM system is designed for automatic programming of numerical control tool on miccomputer. It has 55 statements (35 graphic statements, 6 cutting statements, 14 command statements) and its function includes—people-oriented, turning of graph, mirror image, scale up (down), the position of transition circle located automatically, the computation of clearance implemented independently, dispersed errors and origin restored automatically etc. In this paper, the design of CM system and implemental method of symbol handling and computation programming are discussed.