



“先算后干”宏程序在非圆曲线加工中的应用研究

杨彦伟, 赫焕丽

(咸宁职业技术学院, 湖北 咸宁 437100)

摘要: 对非圆曲线的数控加工, 提出了“先算后干”宏程序的编写思路。通过具体的实例进行验证, 克服了“边算边干”的宏程序在数控车削加工中, 所造成的加工时间长、加工后的零件表面质量差、刀具磨损快等局限性。提高了零件的加工质量, 消除了机床在加工中产生的“过切”现象。

关键词: 宏程序; 非圆曲线; 先算后干

中图分类号: TG659

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2013) 05-0068-04

引言

宏指令是一种更接近高级语言的指令形式, 具有顺序、分支选择、循环的流程结构, 另外还有进行多种数学运算的能力。通常在数控加工中所采用的宏程序都是“边算边干”的宏程序, “边算边干”是指边计算边加工, 即在同时进行下步计算的同时进行上步的加工。计算是指算出下个节点的坐标值, 如果用圆弧逼近还要算出该逼近圆的半径值, 每步计算要处理(执行)若干个计算程序段。

用直线或圆弧逼近非圆曲线时, 虽然曲线离散的段数越多, 逼近误差就越小, 但是直线计算程序段是需要花费时间的, 所以当离散段数太多时, 就会出现上一步执行完时, 下一步还没有计算完的这种“来不及算”情况。当来不及算时, 系统不报警而是等待, 等算出来结果后再切削下一段。数控加工时造成的后果是: 加工时间长, 加工过程中有振动, 加工后的表面粗糙, 刀具磨损快。因此, “边算边干”的数控加

工宏程序具有一定的局限性。如何合理安排程序结构, 使程序更易读、易维护, 运行效率、加工效果更好, 加工方式更合理是宏程序编写时必须解决的问题。为了克服“边算边干”宏程序的局限性, 可开发“先算后干”的宏程序, “先算后干”就是先计算后加工。

一、“先算后干”宏程序的编写

下面以华中数控系统为例来分析设计“先算后干”宏程序的编写, 华中数控系统与国内外开发的数控系统有很多宏程序是相类似的, 具有一定的代表性。

```
WHILE #1LE3      (加工条件判断)
#2=...          (坐标值计算)
#3=...          (坐标值计算)
G01 X[#2] Y[#3]  (插补加工)
#1=#1+1        (计数器递增)
ENDW            (加工循环结束)
```

收稿日期: 2013-06-25

作者简介: 杨彦伟(1977-), 男, 河南西平人, 咸宁职业技术学院讲师, 研究方向: 机电一体化、自动控制。

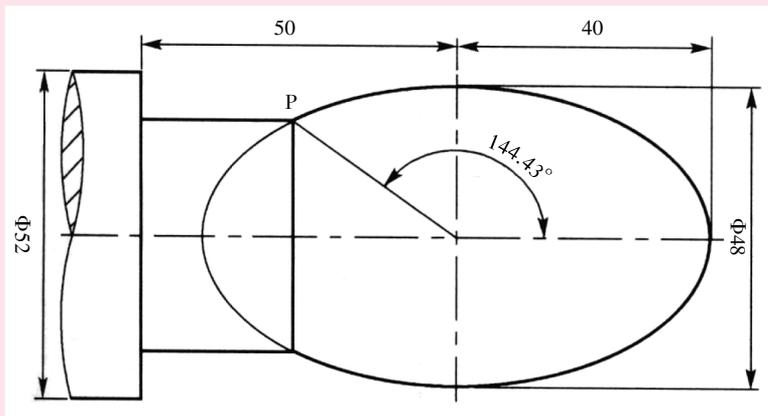


图1 含椭圆曲线轴类零件

在以上程序段的循环语句中共有三个数值计算语句。机床在执行这些语句时会占用大量时间进行数值计算,特别是在数值计算语句中含有浮点、三角函数、求根等运算时,占用的时间会更长。这时机床由于进行数值的计算,进给运动将会处于暂停状态,刀具在停顿处会产生“过切”现象,从而影响工件的表面加工质量,在大切削进给时甚至会影响到零件的尺寸精度。缩短机床的暂停时间是要解决以上问题的最好办法,采用“先算后干”将数值计算与加工循环分离,可以避免机床由于等待数值计算而暂停的现象。可将前面的程序改为下面的形式:

```

(数值计算循环)
#1=1          (变量计数器赋初值)
WHILE #1 LE 3*2
                (数值计算循环条件判断)
#[#1+1]=...  (坐标值计算)
#[#1+2]=...  (坐标值计算)
#1=#1+2      (变量计数器递增)
ENDW          (数值计算循环结束)
(加工循环)
#1=1          (变量计数器赋初值)
WHILE #1 LE 3  (加工条件判断)
G01 X[3[#1+1]] Y[#1+2]
                (插补加工)
#1=#1+2      (变量计数器递增)
ENDW          (加工循环结束)
    
```

从上面的例子看出,我们可以设置一个单独的循环,来存放数值计算部分,先使机床完成计算工作,再执行加工G代码,使计算和加工分开,从而大大提高机床切削的连续性。

但是这种程序的结构中使用了较多的变量,是它的一个明显缺点。如何解决变量较多的问题呢?可利用循环嵌套多段数值计算和加工循环分离的方

法,重复利用变量寄存器,将加工问题进行合理分解。程序结构如下(用伪代码表示):

```

[WHILE,加工循环条件]
(阶段数值计算循环)
[WHILE,变量计数器<最大可用变量标号>
#[变量标号计算]=数值计算]
...(更多数值计算)
[变量计数器=变量计数器+赋值变量的个数]
[ENDW]
(阶段加工循环)
[WHILE,阶段加工循环条件]
[加工循环]
[ENDW]
[加工结束条件进行增量计算]
[ENDW]
    
```

在循环语句的结尾处添加是否结束加工的判断语句,反复多次利用同一个区段的变量与加工循环配合,来完成加工任务。扩展数控系统的可编程空间。

二、实例验证

图1所示为含椭圆曲线轴类零件。试采用“先算后干”方式来编写加工非圆曲线的宏程序,实现数控车削加工。程序如下:

```

%0001
#10 =10        (离心角 t 赋初值)
#17 =0         (存储地址计数器赋初值 0)
WHILE#10LE130
(当 #10 小于或等于 130°时执行循环)
#1=24*SIN[#10*PI/180]
                (计算下一点的 x 坐标值)
#2=40*COS [#10*PI/180]
                (计算下一点的 z 坐标值)
    
```

```

#3=24*COS[#10-5]*PI/1801
    (计算中间点的 bcost 的值)
#4=40*SIN[#10-5]*PI/180]
    (计算中间点的 asint 的值)
# [103+#17*3]=[#3*#3+#4*#4]*SQRT [#3*#3+
#4*#4]/960
    (计算中间点的曲率半径值并存储)
#[#17*3+101]=2*#1 (存储 X 坐标值)
#[#17*3+102]=#2-40 (存储 Z 坐标值)
#10=#10+10 (离心角 t 递增 10°)
#17=#17+1 (存储地址计数器递增)
ENDW (循环结束)
M03 S700 T0101 F120 (加工参数设定)
G00 X60 Z2 (快进到循环起点)
G71 U1.5 R0.5 P1 Q2 X0.6 Z0.1
    (循环参数设定)
N1 G00 X0 Z2 (快进到切削起点)
G01 Z0 (直线插补)
#19=0 (读取地址计数器置 0)
WHILE#19LE[#17-1]
(当 #19 小于或等于 #17 减 1 时执行循环)
G03X#[101+#19*3]Z#[102+#19*3]R#[103+
#19*3](圆弧插补逼近椭圆曲线)
#19=#19+1 (读取地址计数器递增)
    
```

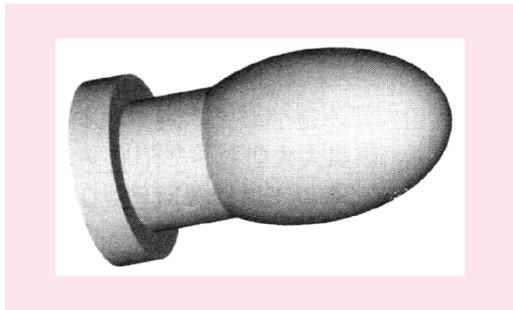


图2 椭圆加工效果图

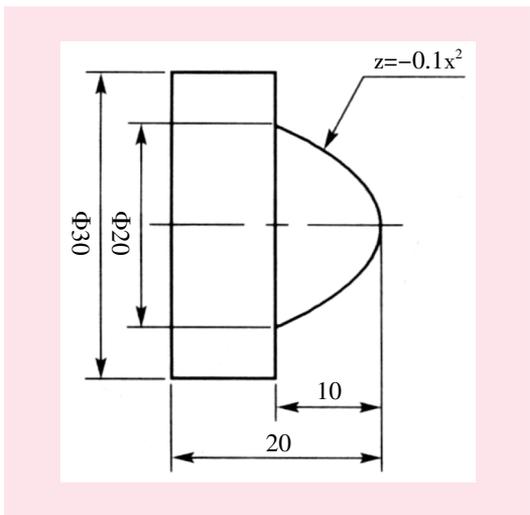


图3 含抛物曲线的轴类零件

```

ENDW (循环结束)
G01 Z-90 (直线插补)
N2 G01 X52 (直线插补)
G00 X100 Z50 (返回起刀点)
M30 (程序结束)
将程序输入数控车床进行加工, 可得到如图 2
所示的加工效果。
    
```

图 3 所示为含抛物曲线轴类零件。试采用“先算后干”方式来编写加工非圆曲线的宏程序, 实现数控车削加工。

```

编制加工的宏程序如下:
%2161
#0=1; (X 坐标赋初值)
WHILE #0LE10; (循环条件判断)
#[101+#0*3]=2*#0;
    (存储 X 坐标值, 为直径值)
#[102+#0*3]=-0.1*#0*#0;
    (计算并存储 Z 值)
#1=1+0.04*#0-0.5*#0-0.5]
    (计算中间点的值)
#[103+#0*3]=5*SQRT[#1]*SQRT[#1]*SQRT[#1];
(计算并存储曲率半径 R 的值)
#0=#0+1; (X 坐标递增)
ENDW; (循环结束)
M03 S600 T0101 F150;(加工参数设定)
G00 X0 Z2; (快进到切削起点)
G01 Z0; (直线插补)
#1=1; (读取地址计数器置 1)
WHILE #1LE#0-1; (条件判断)
G03 X#[101+#1*3] Z#[102+#1*3] R#[103+
#1*3];(圆弧插补逼近曲线加工)
#1=#1+1; (读取地址计数器递增)
ENDW; (循环结束)
G01 X30; (直线插补)
N2 Z-20; (直线插补)
G00 X100 Z100; (返回起刀点)
    
```

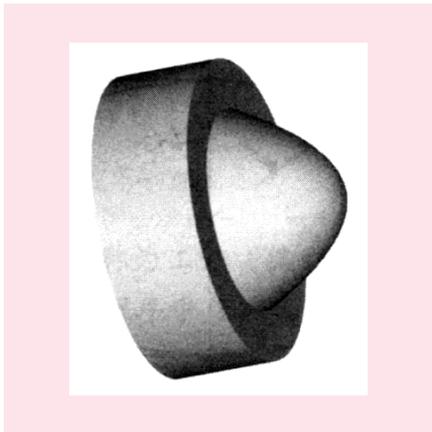


图4 抛物线加工效果图

M30; (程序结束)

将程序输入数控车床进行加工, 可得到如图 4 所示的加工效果。

三、总结

“先算后干”编写的宏程序将数值计算与加工循环分离。解决了因数控系统计算延迟导致加工过程出现的停顿现象; 提高了零件的加工质量; 消除了机床因计算使刀具停顿处所产生“过切”现象。

参考文献:

[1] 倪贵华. SIEMENS 802D 数控系统宏程序在曲线编程中

的应用[J]. 煤矿机械, 2011, 32(9): 246-248.

[2] 吴凯. 基于宏程序的非圆二次曲线轮廓的数控车加工[J]. 机械工程师, 2011, (1): 66-68.

[3] 何成文. 基于宏程序的抛物线曲面加工程序应用研究[J]. 煤矿机械, 2006, 27(12): 116-117.

[4] 吴胜强. 宏程序在非圆曲线轮廓加工中的应用[J]. 机床与液压, 2009, 37(4): 189-190.

[5] 周维泉. 数控车/铣宏程序的开发与应用.[M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.

[6] 杜军. 华中宏程序编程技巧与实例精解.[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.

[责任编辑: 詹华西]

Application of Macro Program of "Calculating Prior to Processing" in the Non-circular Curve Processing

YANG Yan-wei, HE Huan-li

(Xianning Vocational and Technical College, Xianning 437100, China)

Abstract: This paper puts forward a macro program of "calculating prior to processing" for the non-circular curve processing. The program is proved, with a specific example, to be superior to NC machining macro program of "calculating while processing" in that the proposed program is time-saving, the surface of the parts produced are better in quality and cutting tools used in the program are more durable. It is concluded that the application of macro program of "calculating prior to processing" in processing can enhance the quality of parts and overcome "overcutting" in the NC processing.

Key words: macro program; non-circular curve; calculating prior to processing