

华中 HNC—21M 系统的宏程序应用

安庆职业技术学院 (安徽 246003) 毕忠梁

目前宏程序在手工编程中的应用越来越广泛,很多相关资料都对宏程序的具体应用作了介绍,但是笔者发现目前大多数关于宏程序的文章都是基于 FANUC 系统或 SIEMENS 系统。其实国产数控系统很多也都具有宏程序的功能,以目前使用较多的华中 HNC—21M 系统为例,用户可方便地利用宏程序进行算术、逻辑、函数的混合运算,还具有循环、分支和子程序的调用语句,可用于编制各类复杂的零件加工程序。在功能、运算速度及兼容性上并不输于进口系统,只是在具体应用时与 FANUC 系统有所不同,如果一味地照搬 FANUC 系统就会出错。

下面笔者就以下图一个简单的实例介绍华中 HNC—21M 系统在编写宏程序的方法,希望能起到抛砖引玉的作用。

1. 零件分析

该零件外形(见图1)是一个椭圆半球,它是由一个 XOY 平面内的椭圆绕 Y 轴旋转 180°得到的,椭圆长半轴 30mm、短半轴 20mm,现欲对该椭圆半球精加工。由于旋转得到的椭圆半球曲面是一个规则的实体,其曲面在三维空间是有规律的,利用宏

序就可以对其实现精加工。

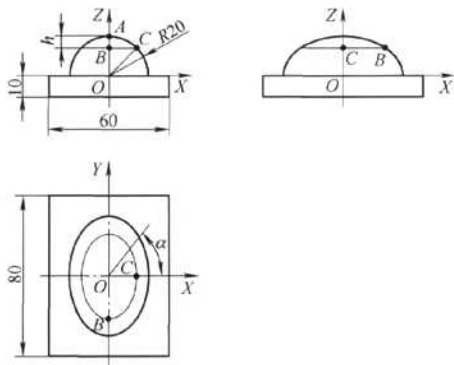


图 1

2. 加工思路

用垂直与 Z 轴的平面与之相截,则每一个截面都是椭圆,这些椭圆虽然大小不一样,但是外形都相似,也就是其长轴与短轴呈正比,且随着 Z 的变化而变化。例如过曲面上任意一点 B 作一平行于 XOY 的平面,我们以该平面 Z 轴高度作为变量,则可以根据 h 值求出经过 BC 的椭圆的长轴与短轴。再根据椭圆参数方程 $X = a \cos \alpha$, $Y = b \sin \alpha$ 的生成原理,设角度 α 为变量,即可加工出经过 BC 的该条椭圆曲线。随着高度 h 从 0 ~ 20mm 的递增,在每一个层高均完成一个椭圆曲线的加工所有的椭圆曲线,所有对应的椭圆累加成一个标准的椭圆半球,当 h 到达底部时跳出循环。

3. 编程计算

每层椭圆的加工采用直线拟合的方式,关于椭圆宏程序的写法很多文章都有介绍,笔者不在赘述,关键是找出每个截面上椭圆的长轴与短轴,将其写成关于 Z 轴高度 h 的表达式,通过几何分析我们很容易得出椭圆长短轴的表达式:

G0X30.;

M99;

说明:对于程序中提到的卡盘自动打开(M10)和卡盘自动关闭(M11),可根据各个系统和机床来确定。同时对于本文提到的切槽直径等一系列参数要根据实际情况具体设定。本法适合任何产品下料工序,不仅适应于 FANUC 系统,同时适应于西门子、马扎克等系统,而且笔者都亲身使用过,效果明显。

MW (收稿日期:20101121)

各层椭圆 X 向轴长度 $a = \sqrt{R^2 - (R - h)^2}$

各层椭圆 Y 向轴长度 $b = 3a/2$

椭圆上点的计算

$$X = a \cos\left(\frac{\alpha\pi}{180}\right)$$

$$Y = b \sin\left(\frac{\alpha\pi}{180}\right)$$

在这里需要注意的是华中 HNC—21M 系统三角函数计算采用的是弧度, FANUC 系统一般采用的是角度, 因此书写时要乘以 $\pi/180$ 。这样以小直线方式拟合 $0^\circ \leq \alpha \leq 360^\circ$, 当 $\alpha = 360^\circ$ 时跳出循环。

加工一般是从上往下加工, 因此将 A 点设为工件坐标系原点, 则 h 从 0 开始每次递减 1mm, 即铣刀 Z 向进刀 1mm, 加工一层椭圆, $-20 \leq h \leq 0$, 当 $h = -20\text{mm}$ 时跳出循环。效果见图 2。

以上计算可以看出最终完成加工必须采用 2 层宏程序嵌套的方式, 对于 FANUC 系统嵌套比较容易实现, 即采用 IF...GOTO...语句, 可以方便地实现多层嵌套。

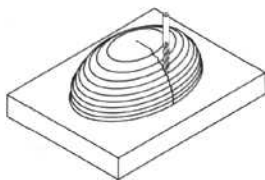


图 2

但是对于华中 HNC—21M 系统, 很多文献都没有解释清楚, 包括华中系统自身的说明书, 其实华中 HNC—21M 系统中 IF 语句只能进行条件判别, 并不能实现程序流向的控制, 也就是说华中 HNC—21M 系统中 GOTO 语句无效, 只能采用 WHILE...ENDW 来实现宏程序的循环。而采用 WHILE 语句又无法直接进行嵌套使用, 如果按照:

```
WHILE
...
WHILE
...
ENDW
ENDW
```

这样的书写是错误的, 因为 ENDW 会直接跳转到离它最近的一个 WHILE 而造成循环错误, 所以如果出现连续的 2 个 ENDW, 那么后一个 ENDW 无法跳转至正确的程序段位置。故只能采用子程序的形式实现宏程序的嵌套。好在华中系统为我们提供了最多达 10 层的子程序嵌套。

参考程序如下:

```
%1
G90G54G00Z50
M03S800
X0Y0
Z5
G01Z0F200

#100=0 (变量#100 的初始值为 0, 表示 Z 向加工深度, 即主视图中 AB 的长度)

WHILE [#100] LE [20] (当 Z 向加工深度超过 20, 则循环结束)
  #101=20 (变量#101 的值为 20, 表示半球的半径, 即主视图中 OC 的长度)
  #102=20-#100 (变量#102 为中间量, 即主视图中 OB 的长度)
  #103=[#101]*[#101]-[#102]*[#102] (变量#103 为中间量)
  #104=SQRT[#103] (变量#104 表示截面椭圆的短半轴长度, 即主视图中 BC 的长度)
  G01X[#104] (X 方向先移动至下刀点)
  Z[-#100] (Z 向下刀深 h)
  M98P2 (调用子程序开始加工该深度下截面的椭圆)
  #100=#100+1 (该截面下椭圆加工完成, h 深度依次递增 1mm)
ENDW (返回循环起始处继续执行)
G00Z50
M30
%2

#105=0 (变量#105 的初始值为 0, 表示椭圆加工参数方程中的角度, 即俯视图中的 α)

WHILE [#105] LE [360] (当 α 超过 360°, 则循环结束)
  #106=[#104]*COS[#105*PI/180] (变量#106 表示截面椭圆上点的 X 坐标)
  #107=[#104]*1.5*SIN[#105*PI/180] (变量#107 表示截面椭圆上点的 Y 坐标)
  G01X[#106]Y[#107] (用直线段拟合椭圆轨迹)
  #105=#105+1 (角度依次递增 1°)
ENDW (返回循环起始处继续执行)
M99 (椭圆曲线加工完成, 返回主程序)

如果要加入刀补则只能在子程序的宏程序部分中添加, 不能加在主程序中, 否则会添加刀补失败, 原因请读者自行思考。MW
```

(收稿日期: 20101025)