

# MasterCAM 在空间曲线 数控加工编程中的应用

河南工业大学机电工程学院 (郑州 450007) 薛东彬 王彦林 宋 啸  
郑州第二机床厂 (河南 450007) 杨文政

在数控铣削加工中经常会遇到用参数方程描述的空间曲线轮廓,对这一类空间曲线轮廓一般根据精度要求采用直线段或圆弧段逼近的方法来完成数控加工编程。常用的方法有两种:一种是使用宏程序,这种方法灵活简便不需要特殊的软件支持,但是对程序员的能力和数控机床的功能有较高的要求。另一种是使用基于图形的自动编程软件如 MasterCAM,这种方法需要编程软件的支持,对数控机床的功能要求低可以编写出国标的通用程序,对数控机床的功能要求低是比较实用快捷的一种方法。

只需要在 MasterCAM 中绘制出被加工的轮廓或曲面即可完成该轮廓或曲面的数控加工编程和加工刀路模拟进而生成数控加工程序。本文介绍应用 MasterCAM 软件编制复杂空间曲线数控加工程序的一般过程和基本方法。



Mastercam 自动计算刀具路径后通过 Mastercam 的切削仿真功能可以对已生成的刀路进行校验。确认没有问题后通过选择对应的后处理文件进行后处理生成 G 代码输入数控机床一侧,即可应用于该作品的雕刻加工。

在实际的切削加工中使用了南京四开公司的数控雕铣机,其主轴速度可以达到 20 000r/min,可以满足雕刻刀具的需求。经过数小时的切削,《兰亭序》的立体版本即加工完毕。

矢量化功能不但提高了文件处理的速度,提高了工作的效率,而且从书法审美角度以及加工的技术角度提高了学员的学习兴趣,使他们意识到数控应用的不仅仅是枯燥的数字、直线、圆弧等,还可以创造如书法作品等赏心悦目的事物,同时培养了学员的工具使用意识。



(收稿日期:20060521)

## 1. 空间曲线方程

已知带有空间曲线轮廓的零件如图 1 所示。该零件为某设备的关键件,图 1 中 A、B 两段为螺旋渐开线轮廓。

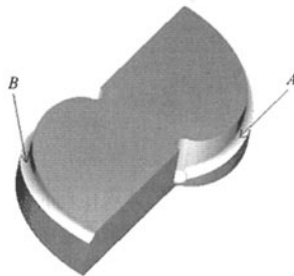


图 1 零件外形示意图

A 段螺旋渐开线的参数方程为:

$$X(t) = 60\cos t + t\sin t$$

$$Y(t) = 60\sin t - t\cos t$$

$$Z(t) = 15t$$

B 段螺旋渐开线的参数方程为:

$$X(t) = -60\cos t + t\sin t$$

$$Y(t) = -60\sin t - t\cos t$$

$$Z(t) = 15t$$

式中  $t$  为自变量,取值范围  $0 \sim \pi$ 。

## 2. 用 MasterCAM 的 Fplot 功能创建曲线

根据螺旋渐开线的参数方程,用 Fplot 功能创建螺旋渐开线的步骤为:

(1) 在 MasterCAM 的集成环境中,选择 Creat-NextMenu-Add-Fplot。

(2) A 段螺旋渐开线选择 Edit equ,输入 A 段螺旋渐开线的参数方程。

(3) 选择 Vars-Var name,输入变量名为  $t$ ,选择 L.limit,输入变量的起点值为 0。选择 U.limit,输入变

(下转第 89 页)

(7) 数控编程辅助参数的确定 (刀号、刀补、间隙补偿等)

① 刀具: 1 号刀位→T1: 外圆精车车刀 (机械固夹式不重磨刀具)。

2号刀位→T2: 刀刃宽 B = 5mm 切槽刀 (机械固夹式不重磨刀具)。

3号刀位→T3: 螺纹车刀(机械固夹式不重磨刀具)。

② 刀补值未设置，刀偏值未设置，间隙补偿值未设置，快速运行值为默认值。

(8) 数控加工的装刀、工件装夹、工件校正。略。

(9) 数控加工的对刀如图 4 所示。

① 在数控车床是夹装零件（毛坯尺寸： $\phi 100\text{mm} \times 250\text{mm}$ ）。

②  $X$  向对刀。首先起动车床主轴，以刀尖上顶点在  $X$  方向上接触工件毛坯，停车测量零件直径（设定测量零件直径  $\phi$  为 100mm），此时车刀刀尖  $A$  点在  $X$  轴方向上为零件直径之半（ $D/2 = 50\text{mm}$ ），在继续沿  $X$  轴正方向移动车刀  $150 - 50 = 100\text{mm}$ ，即完成  $X$  方向的对刀。完后记下此时的位置刻度。

③ Z 向对刀。起动车床主轴,以刀尖左侧顶点在 Z 方向上接触工件毛坯,停车测量零件加工端面距坐标系

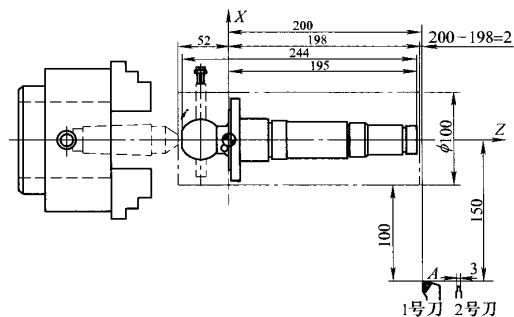


图4 对刀示意图

④ 完成上述操作，保证了车刀刀尖圆弧中心置于工件加工起点。需要指出：由于误差的存在，还不能保证此时的工件加工起点就是最终的工件加工起点，必须经过首件试切或粗加工后的测量尺寸，经过  $X$  方向和  $Z$  方向尺寸的相应调整，才能最终确定工件加工起点。

(收稿日期: 20060630)

(上接第 84 页)

量的终点值为 3.14。选择 Step Size, 输入变量的步距为 0.01。

(4) 点击 Angle, 使其状态值为 R。

(5) 选择 Geometry-Param spl。

(6) 选择 Plot it, 完成 A 段螺旋渐开线的绘制。在第 (2) 步中输入 B 段螺旋渐开线的参数方程即可完成 B 段螺旋渐开线的绘制。结果如图 2 所示。

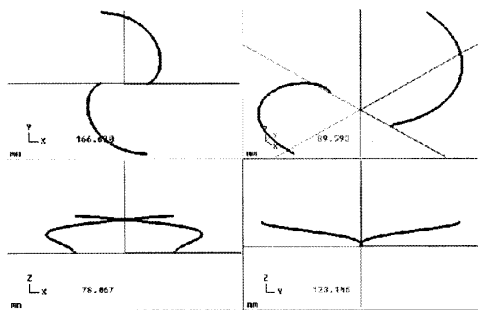


图 2 绘制完成的空间曲线

### 3. 生成数控加工程序

完成曲线的绘制后即可利用 MasterCAM 的 CAM 功能生成数控加工程序, 具体步骤为:

(1) 在 MasterCAM 的集成环境中, 选择 Toolpaths-Contour, 点取曲线 A、B 为被加工的外形轮廓。

(2) 在刀具和工艺参数对话框中选择刀具和工艺参数; 选择 Contour 为 3D、选择 Compensation in computer 和 Compensation in control 均为 Off。

(3) 点击确定, 完成加工轨迹的生成。

(4) 选择 Toolpaths-Operations 进入 Operations Manager 对话框进行刀具轨迹的仿真, 在轨迹仿真正确后调用后置处理程序生成数控加工程序。

## 4. 结论

使用上述方法生成的数控加工程序在 VP1050 立式加工中心上完成了零件加工, 质量满足设计要求。实践证明运用 MasterCAM 实现空间曲线数控加工编程操作简单、编程效率高, 是一种可靠的方法。

(收稿日期: 20060420)