

宏指令在变螺距螺旋轨迹编程中的应用

郑巍 陆平 吴志娟

(上海航天精密机械研究所, 上海 201600)



摘要: 以一个现实的零件, 表述了宏指令在变螺距螺旋加工中的运用, 利用函数的合成, 循环语句的运用, 细致而详细地描述了程序编制的整个过程。对于复杂空间曲线, 若能建立函数的关系, 通过宏指令的运用, 也能手动编制出简洁的复杂轨迹, 且应用面广, 程序段直观而清晰, 更具可读性。

关键词: 宏程序; 手工编程; 节点; 直线逼近; 三轴联动

Application of Macros in Programming Variable Pitch Helical Trajectory

Zheng Wei Lu Ping Wu Zhijuan

(Shanghai Aerospace Precision Machinery Research Institute, Shanghai 201600)

Abstract: In this article, the application of the macro is expressed by a real part in the processing of variable pitch helix. The entire programming process is described in detail utilizing the function synthesis and loop statement. For complex space curves, if function relationship is established, the complexity of simple track can be manually compiled through the use of macros with a wide range of application, and the program segment can be intuitive, clear and more readable.

Key words: macro; manual programming; node; linear approximation; three-axis linkage

1 引言

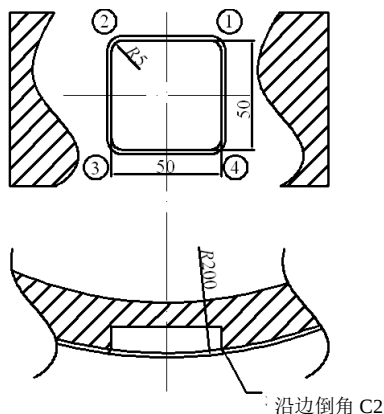


图1 曲线轮廓

目前, 数控系统一般能够实现的插补轨迹不外乎直线、圆弧, 部分机床具有螺旋插补指令等特殊功能指令, 而对于空间任意曲线, 我们没有现成的插补指令与之适应。

本文以圆弧面上某一带圆角的方槽内沿边倒角为例, 具体阐述了沿边倒角过程中, 其四处变螺距螺旋弧 $R5$ 轨迹的实现过程 (如图1曲线轮廓)。

2 编程思路

在编制类似曲线刀尖轨迹的数控程序时, 通常用直线段或圆弧段予以替代。由于直线替代法简单、直

观, 因此使用较多 (如图 2 用直线段替代曲线示意图)。在满足精度要求的条件下, 可用折线段替代曲线。图中, a 、 b 、 c 、 d 称为节点, 实现刀尖轨迹数控编程的关键就是确定这些节点。为简化计算, 常采用等间距法和等步长法来确定节点。等间距法是在理论曲线与直线的最大偏差小于允许偏差的条件下, 令各节点在 x 轴上的投影的间距 Δx 相等; 等步长法是在理论曲线与直线的最大偏差小于允许偏差的条件下, 令各节点间的直线长度 ΔL 相等。在实际手工编程中, 利用等间距法编程易于理解、易于实现、便于阅读, 所以我们就以该方法编制四处空间变螺距螺旋弧。

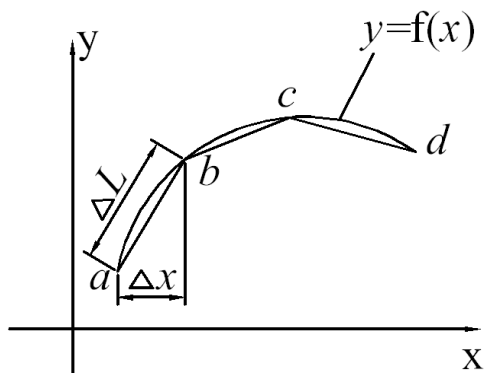


图 2 用直线段替代曲线示意图

3 理论计算

如图 1 所示, 主要集中加工的是标号为①、②、③、④这四处空间变螺距圆弧, 其具体的求解步骤如下:

定义编程原点: 原点设置在方槽中心, 相对坐标系几何对称, 便于程序编制。

对①处空间变螺距圆弧的轨迹, 可求解联立方程获得:

$$\begin{cases} (x-20)^2 + (y-20)^2 = (5+2)^2 \\ z^2 + x^2 = 200^2 \end{cases}$$

于是, 我们可以根据上述方程组, 求解出 $y=f(x)$ 和 $z=g(x)$ 的关系式

$$\begin{cases} y = \sqrt{49 - (x-20)^2} + 20 \\ z = \sqrt{200^2 - x^2} \end{cases} \quad (25 < x < 32) \quad (1)$$

同理, 我们可以推导出其余三处的空间变螺距圆弧方程的表达式:

$$\begin{cases} y = \sqrt{49 - (x+20)^2} + 20 \\ z = \sqrt{200^2 - x^2} \end{cases} \quad (-32 < x < -25) \quad (2)$$

$$\begin{cases} y = \sqrt{49 - (x+20)^2} - 20 \\ z = \sqrt{200^2 - x^2} \end{cases} \quad (-32 < x < -25) \quad (3)$$

$$\begin{cases} y = \sqrt{49 - (x-20)^2} + 20 \\ z = \sqrt{200^2 - x^2} \end{cases} \quad (25 < x < 32) \quad (4)$$

由以上公式可以得到, y 与 z 的函数都是以 x 的变化而变化的。因此, 我们可以移动 Δx 微段, 若满足 Δx 足够小, 则可无限趋近该空间变螺距圆弧轨迹。

4 程序编制及应用实例

仅以图 1 曲线轮廓的①、②、③、④的局部倒角加工为例, 介绍宏指令应用在该形状零件加工过程中的便捷性。

4.1 刀具的选择及刀补数据定义

需要加工的变螺距螺旋轨迹部分, 设计图纸要求沿边倒角 C2, 出于效率考虑, 我们运用尖角为 90° 锥度的倒角刀加工, 能满足图纸尺寸要求。

对刀具补偿的定义, 因为倒角刀是一把平头且呈 45° 锥度的刀具, 我们假设当前设置对刀长度在倒角刀 $\Phi 2\text{mm}$ 的位置, 则刀具半径补偿值为 $\Phi 2\text{mm}$, 通过机床刀补参数界面输入机床内, 在加工中执行刀具半径补偿功能。

4.2 宏变量需求及定义

x 向坐标, x 轴的实际坐标值, 定义为英文小写字母 a ;

y 向坐标, y 轴的实际坐标值, 定义为英文小写字母 b ;

z 向坐标, z 轴的实际坐标值, 定义为英文小写字母 c ;

脉冲量, Δx 数值的大小, 定义为英文小写字母 d 。

4.3 绘制程序运行流程图 (如图 3 所示)

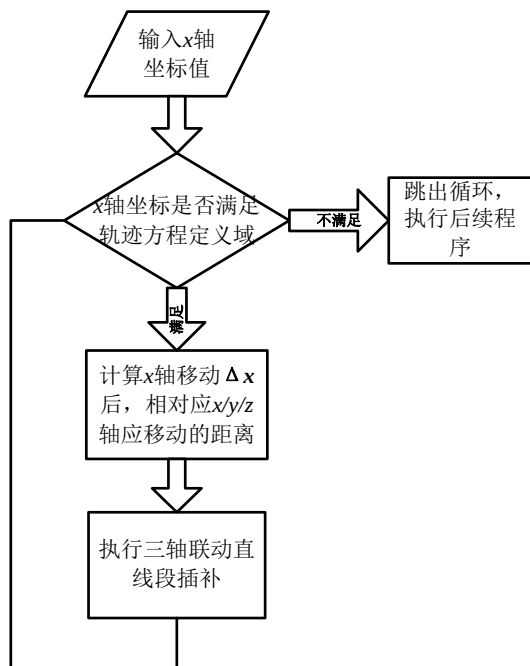


图3 程序运行流程图

4.4 循环语句的编制

按照图1所示，对于标号为①的空间变螺距圆弧轨迹区域进行编程（格式参考C语言）。

WHILE (a>25) //对x轴设置定义域，若小于等于25则跳出程序

```

{
    d=0.02 //设置脉冲量，相当于精度参数，越小曲线越光滑
    a=a-d; //计算此次x坐标位置
    b=√49-(a-20)2+20; //计算此次y坐标位置
    c=√2002-a2; //计算此次z坐标位置

```

G01 Xa Yb Zc F200.; //移动主轴，做三轴联动插补运动

}

同理，对于其余3个区域的空间变螺距圆弧轨迹，参照区域①的编程格式，也能很快编制出来，这里就不一一列举了。

4.5 编制数控程序

假设我们使用的是HAAS数控机床，针对此数控

系统能识别的格式，我们对如上C语言格式做部分转化，以便于机床正确执行程序，仅以标号①区域为例，详细阐述程序的编制。

对区域①部位的数控程序如下：

```

#110=0.02 //定义脉冲量
#101=25 //定义函数定义域
WHILE[#101GT25]DO1 //条件运算，判断是否执行循环
    #101=#101-#110 //x轴增量
    #102=SQRT[25-[#101-20]*[#101-20]]+20 //y轴增量
    #103=SQRT[40000-#101*#101] //z轴增量
    G01 X[#101] Y[#102] Z[#103] F200 //运行微段直线插补
END1 //循环
程序结束
    
```

5 使用范围及优缺点

利用等间距法计算节点的优点是计算较简单，但是当各节点之间曲线的曲率较大时，由于Δx为定值，会造成被加工零件的表面粗糙度变化较大，影响零件的表面加工质量；另一方面，等间距法计算节点会在曲线上产生很多节点，对数控系统硬件的要求较高，运算的实时性、可靠性要求较高。

6 结束语

本文通过宏指令在空间变螺距圆弧轨迹编程中的运用，以直观的方式展现了直线逼近参数曲线的算法和整个过程，且零件的加工表面精度和尺寸精度较高，具有较高的实用价值。

参考文献

- 1 范云霄，郑轶，于涛，等. 等误差直线逼近非圆曲线的节点计算及刀具轨迹模拟[J]. 工具技术，2001，12：30～32