

再谈“宏程序加工抛物面”零件

威海职业学院 (山东 264210) 韩鸿鸾

在2014年《金属加工(冷加工)》第3期刊登了《宏程序加工抛物面》一文,笔者认真拜读并在文中提到的FANUC-0i加工中心上操作后,发现有如下不足。

文中提到了两种方法,第一种方法在用球形刀加工抛物面时,球形刀的球心沿抛物面中心截面进给的轨迹,是沿截面上所给抛物线每一点的法线方向上缩小了一个球形刀球半径的曲线,该曲线是抛物线的等距线,并不是抛物线。第二种方法就是对于不同的抛物面其 ϕ 是不一样的,所给出的方程也是其等距线的近似曲线,抛物面的曲率变化越大,其加工误差也越大。现介绍一种通用的,在原理上没有误差的另一种方法。

1. 抛物线的等距线方程

现在数控铣床与加工中心上加工文中提到的抛物面,其中心截面的抛物线方程一般为: $Z = ax^2$,当然若是标准形式 $Z = ax^2 + bx + c$,也可以通过零点偏置转换为: $Z = ax^2$,现就以这种形式来介绍。

抛物线的参数方程:

$$\begin{cases} x = t \\ z = at^2 \end{cases}$$

设 $A(X, Y)$ 是抛物线 C 上任一点, $B(X_1, Y_1)$ 为其等距曲线 C_1 上的对应点,如图1所示。

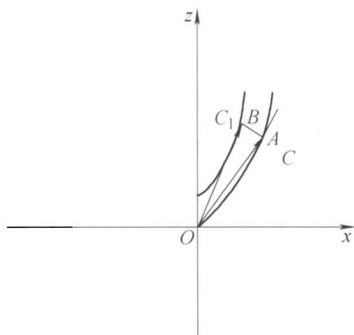


图1 抛物线的等距线

$OB = OA + AB$, $OA = (t, at^2)$, $|AB| = R$,关键在于求向量 AB 方向。过 A 点的单位切向量为

$$\vec{\tau} = \left(\frac{1}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}}, \frac{f'(x)}{\sqrt{1 + [f'(x)]^2}} \right)$$

因为 $f'(x) = 2at$

$$\text{故 } \vec{\tau} = \left(\frac{1}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}}, \frac{2at}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}} \right)$$

与 AB 同方向的单位法向量为

$$\vec{\eta}_1 = \left(-\frac{2at}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}}, \frac{1}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}} \right)$$

$$AB = R\vec{\eta}_1 = \left(-R \frac{2at}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}}, R \frac{1}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}} \right)$$

$$OB = OA + AB$$

$$= \left(t - R \frac{2at}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}}, at^2 + R \frac{1}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}} \right)$$

抛物线 $Z = ax^2$ 的等距曲线 C_1 的方程分别为

$$C_1: \begin{cases} x_1(t) = t - R \frac{2at}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}}, \\ z_1(t) = at^2 + R \frac{1}{\sqrt{1 + 4a^2t^2}} \end{cases} \quad (t \geq 0)$$

2. 程序编制

各主要程序如下:

O0010 (精加工程序)

N0010 G54 G90 G40 G49 T01 (程序原点在抛物面型腔的底部)

N0020 M06 (换刀)

N0030 M03 S1500 (主轴旋转)

N0040 #1 = h (给型腔深度赋值,如原文的型腔应为10)

N0050 #2 = a (给抛物线参数赋值,如原文的型腔应为1/40)

N0060 #18 = R (刀具半径,如原文的型腔加工刀具应为4)

N0070 #23 = W (步距)

我国数控机床领域专利申请现状分析

国家知识产权局专利局专利审查协作北京中心 (100088) 周天娟 强丽慧 简 斌 梁 磊

为了对数控机床在中国的专利申请情况进行分析,笔者从中国专利数据库(CNPAT)中提取了相关申请数据,并进行了以下相关分析。需要说明的是,由于专利技术公开的滞后性,发明专利申请一般在距申请日18个月之后公开,所以2013年和2014年的一些专利申请还处于未公开状态,数据存在失真,但现有数据对数控机床领域的分析仍然具备指导意义。

(1) 专利类型概况:截止2014年7月底,与数控机床相关的专利申请共公开3422件,其中发明专利申请1392件,实用新型专利申请1693件,外观专利申请337件(见图1)。从图1可以得知,数控机床领域的专利申请以实用新型和发明为主,分别为49%和41%,外观专利申请为辅,约为10%。

在专利申请的类型方面,由于发明专利申请可选择保护方法、工艺、产品和设备,而且保护期限

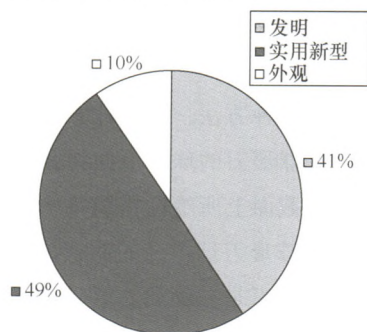


图1 专利类型分布

为20年,经过实质审查阶段,权利相对来说比较稳定,实用新型侧重于保护产品、设备,保护期限仅为10年,而且未经过实质审查阶段,权利相对来说

```

N0080 #3 = SQRT [#1/#2] (计算型腔径)
N0090 #4 = #1 + L (计算安全高度)
N0100 G43 G00 Z [#4] H01 (建立刀具长度补偿)
N0110 G00 X [#3] Y0 (刀具进给到型腔径处)
N0120 G01 Z [#1] F100 (进给到工件平面)
N0130 #5 = 2 * [#2] * [#3] / SQRT [1 + 4 * [#2 *
#2] * [#3 * #3]] (过渡变量)
N0140 #6 = #3 - [#18] * [#5] (计算X)
N0150 #7 = 1 / SQRT [1 + 4 * [#2 * #2] * [#3 * #3]]
(过渡变量)
N0160 #8 = [#2] * [#3 * #3] + [#18] * [#7]
(计算Z)
N0170 G01 X [#6] Z [#8] (进给到等距点)
N0180 G03 X [#6] Y0 I [-#6] (型腔加工)
N0190 #3 = [#3] - [#23] (过渡变量)
N0200 IF [#3GT0] GOTO 0130 (终点判别)
N0210 G00 G49 Z100 (取消刀具长度补偿)
    
```

```

N0220 G28 Z100 M05 (回参考点主轴停)
N0230 M30 (程序结束)
    
```

3. 注意事项

(1) 切入与切出:本程序没有采用切向切入与切向切出的编程思路,若要进一步提高加工精度,应采用切向切入与切向切出。

(2) 步距:在选择步距时要注意,所选的步距必须能整除所选的变量(型腔深度、型腔半径、角度等),否则就能造成人为误差。比如原文中的第一种方法,就在深度方向有0.2 mm的人为误差,也就是按该程序能加工到10.2 mm而不是10 mm。原文中的第二种方法,有0.96°的人为误差,也就是能加工到180.96°,而不是180°。其实这两种方法所形成的人为误差是非常大的。**MW**

(收稿日期:20140612)