

倒圆角加工的数控程序 编制及刀具的选用

中国人民解放军第5311工厂 (南京 210007) 张明光

在模具加工领域经常遇到孔口倒内(外)圆角的情况,如图1、2所示,一般方法大致是用成形刀进行加工以及运用刀具路径拟合等。在此对成形刀加工不作说明,而就运用刀具路径拟合作相关分析如下:

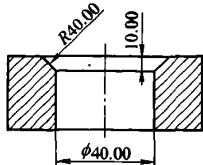


图 1

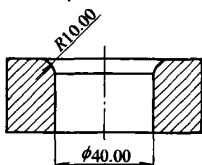


图 2

如图1、2所示情况可以运用的刀具路径拟合方法有高度变量方式,分度变量方式等。

高度变量方式就是在数控编程时选择加工高度作为变量,通过在不同高度下得到的相应的圆弧半径值进行倒圆角加工的方式。

分度变量方式就是在数控编程时选择所要加工圆弧的角度作为变量,通过改变圆弧角度得到的相应的高度值和半径值进行加工的方式。

在具体编程时由于选用的加工刀具不同使得程序的内容有所区别,下面就用平刀、球刀、牛鼻刀三种情况进行宏程序编制的具体分析。

1. 选用平刀加工图1的编程方法

如图1可运用高度变量方式进行数控加工的程序编制,中心 $\phi 40\text{mm}$ 的孔已经加工完毕,选择上表面圆心作为编程原点,首先确定变量初值 $R_1 = -10\text{mm}$ (倒圆角最深处高度),由图1可知 $R40\text{mm}$ 的球心坐标(0, 0, 24.641)。球心坐标不变通过改变刀具所在的高度值,运用三角函数关系算得相应的 Y (或者 X 值具体与编程习惯有关)值和圆弧半径值。

如图3,当刀具在距离球心 Z_1 高度时,需要切削的圆弧半径是(Y_1),当刀具高度方向上提高了 ΔZ 时,

刀具所在高度就变成了 $Z_2 = Z_1 - \Delta Z$,则相应的 Y_2 也就变成了 R^2 减 $(Z_2)^2$ 的开方值即 $Y_2 = \text{SQRT}[R^2 - (Z_1 - \Delta Z)^2]$ 。由于平刀的刀位点是刀具的底平面中心,故编程时需要在求得的 Y 值上减去刀具的半径。

选用平刀运用高度变量方式加工图1的具体程序如下:

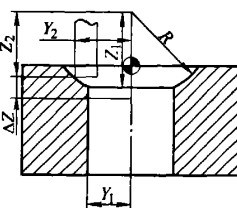


图 3

```
G54 G17 G90 S1000 M3
G0 X0 Y0 Z20
R1 = -10
R2 = 5 (选用的刀具半径值)
AA:
R3 = 24.641 - R1
R4 = SQRT(40 * 40 - R3 * R3)
R5 = R4 - R2 (此处需减去平刀半径值以免产生过切)
G1 Z = R1 F100
G1 Y = -R5
G3 J = R5
R1 = R1 + 1 (每次高度增加1mm, 根据精度可加大或减小此值)
IF R1 < 0 GOTOB AA
G00 Z200 M5
M30
```

2. 选用平刀加工图2的编程方法

在对图2类型倒圆角加工中,可选择分度变量方式进行程序编制,如图2中心 $\phi 40\text{mm}$ 的孔已经加工完,选择上表面圆心作为编程原点,首先确定变量初值 $R_1 = 0$ (起始角度为0),由图2可确定 $R = 10\text{mm}$ 的圆心坐标有(0, -30, -10)。圆心坐标不变通过改变分度值,运用三角函数关系算得相应的 Y 值和相应的高度值。

如图4所示当刀具在分度时,首先需确定 R 圆弧的圆心坐标,当确定了分度的初值,根据半径就可确定 X (或 Y)方向上的分量值和高度方向上的分量值,即 X

(或 Y) 方向上的

分量值就是 $R \cos \alpha$,

高度分量值就是

$R \sin \alpha$, 由于平刀的

刀位点在底平面中

心, 故编程时需要

在求得的 X (Y)

方向上的分量值上

减去刀具的半径。

选用平刀运用分度变量方式加工图 2 的具体程序如下:

```
G54 G17 G90 S1000 M3
```

```
G0 X0 Y0 Z20
```

```
R1 = 0 (起始分度角度)
```

```
R2 = 5 (选用的刀具半径)
```

```
AA:
```

```
R3 = -10 + 10 * SIN (R1)
```

```
R4 = 10 * COS (R1)
```

```
R5 = -30 + R4 + R2
```

```
G1 Z = R3 F200
```

```
G1 Y = R5
```

```
G3 J = -R5
```

```
R1 = R1 + 5 (每次分度增加 5°, 根据精度可加大或减小此值)
```

```
IF R1 < 90 GOTOB AA
```

```
G00 Z200 M5
```

```
M30
```

3. 选用球刀加工图 1 的编程方法

在对图 1 孔口倒圆角精加工过程中可用球刀进行加工, 球刀的运用解决了平刀刀尖易磨损的问题, 在编程思路上也仅仅需要在 $R_1 = 40\text{mm}$ 的基础上减小一个球刀半径值, 如图 1 中心 $\phi 40\text{mm}$ 的孔及孔口已经粗加工完毕, 仍然选择上表面圆心作为编程原点, 首先确定变量初值 $R_0 =$

$\arcsin (20/40) = 30^\circ$,

$R_0 = 40\text{mm}$ 的圆心高度坐标 (0,

0, 24.641)。球心坐标不变通

过改变分度值, 运用三角函数关系算得相应的刀具高度

值和圆弧半径值。如图 5 所示。

具体程序如下:

```
G54 G17 G90 S1000 M3
```

```
G0 X0 Y0 Z20
```

```
R0 = 30 (即  $\alpha_1 = 30^\circ$ )
```

```
R1 = 40
```

```
R2 = 5 (球刀半径值)
```

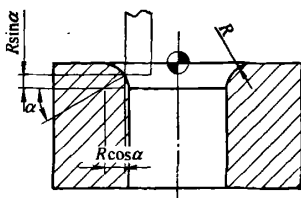


图 4

AA:

```
R3 = (R1 - R2) * COS (R0)
```

```
R4 = (R1 - R2) * SIN (R0)
```

```
G1 Z = 24.641 - R3 F200 (此处需注意以球心为刀位点以免过切或欠切)
```

```
G1 Y = -R4
```

```
G3 J = R4
```

```
R0 = R0 + 0.2
```

```
IF R0 < 53 GOTOB AA (即  $\alpha_2 = 51.974^\circ$  可放适当余量取 53°)
```

```
G00 Z200 M5
```

```
M30
```

此方法编程简单, 易于理解, 由于选用了球刀进行加工, 尤其在选用大直径球刀的情况下, 加工的表面质量更好, 是实现精加工的解决方法。但此方法在加工图 2 类倒圆角加工时, 尤其当分度值到达快接近 90° 时, 切削线速度有较大变化, 因为此时球刀底部切削部分的线速度变得很小, 切削状态变差, 解决此不足之处可将球刀改用牛鼻刀。

4. 牛鼻刀加工程序

下面就图 2 编制相应牛鼻刀加工程序如下:

如图 2 中心 $\phi 40\text{mm}$ 的孔已经加工完毕, 选择上表

面圆心作为编程原点, 首先

确定变量初值 $R_0 = 0^\circ$, 由

图 2 则可知 $R = 10\text{mm}$ 的圆

心坐标有 (0, -30, -

10)。如图 6 所示。

选用牛鼻刀运用分度变

量方式进加工图 2 的具体程

序如下:

```
G54 G17 G90 S1000 M3
```

```
G0 X0 Y0 Z20
```

```
R0 = 0
```

```
R1 = 10
```

```
R2 = 5 (如图 6 中刀具圆角  $R_2 = 5\text{mm}$ )
```

```
AA:
```

```
R3 = (R1 + R2) * COS (R0) + 5
```

```
R4 = (R1 + R2) * SIN (R0) - 15
```

```
G1 Z = R4 F100
```

```
G1 Y = -30 + R3
```

```
G3 J = 30 - R3
```

```
R0 = R0 + 2
```

```
IF R0 < 90 GOTOB AA
```

```
G00 Z200 M5
```

```
M30
```

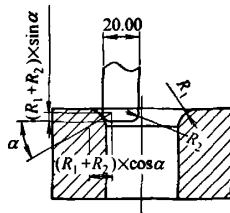


图 6

MW (收稿日期: 20081020)