

使用宏程序精简螺杆铣床找正方法

■ 大连冷冻机股份有限公司（辽宁 116000） 霍彦博

摘要：分析机床厂家传授的螺杆铣床找正过程，通过数学建模、改进算法并使用宏程序编程，精简找正过程，使其简便高效。

如图1所示零件为我公司螺杆压缩机转子，其中间部分为齿形，有4个均布的螺旋槽，螺旋槽为铸造而成，留有加工余量。

1. 加工方案

我公司螺杆铣床使用FANUC Oi-MF系统（见图2）。零件轴向为Z轴，由工作台带动零件左右移动；径向为X轴，由铣头带动成形铣刀前后移动，铣刀后退位置为 X_0 ，进刀方向为X轴负向；夹头带动零件旋转为C轴。铣削时，先在齿形左侧外部由X向进刀到螺旋槽底部，再由Z轴和C轴联动，按指定导程的圆柱螺旋线铣削螺旋槽。由于铸造和装夹在螺旋槽角度方向上没有定位，工

件装夹到机床上不能马上开始加工，需要找到一个起点，使机床经过此起点，按指定螺旋线运动时，铣刀正好能在铸造的螺旋槽内切削。

首先需要建立数学模型，使用圆柱坐标系 (ρ, θ, Z) 对各位置点进行定义（见图3）。起点Z平面为螺旋线起点所在平面，中间Z平面是齿形中间部分某一Z值对应的平面。A点和B点是装夹后，未找正时螺旋线与两Z平面的交点，D点和C点是找正后螺旋线与两Z平面的交点，每个点有其圆柱坐标方位角 θ_x 。四个点的径向距离 ρ 视为相同，其数值与分析无关。起点Z值和A点角度 θ_A 为指定

值，且已知。由于两条螺旋线是同样的，只是相差一个角度值，故 $\theta_D - \theta_A = \theta_C - \theta_B = \theta$ 。找正的目的就是找到正确螺旋线起点D的角度值 θ_D 。

2. 厂家找正过程及分析

机床生产厂家传授的找正方法如下：将模式进行切换，编辑→偏置→工件坐标系，在G54的C坐标偏置格内输入0；再选“程序”，输入O和找正专用程序序号，按向下箭头，调出程序。将模式切换到“循环”，按“启动”，刀具在齿形外侧沿轴向运动，观察到刀具在轴向上进到齿形内部时，按进给保持→坐标→相对→shift+9，选定C轴，按起



图 1



图 2

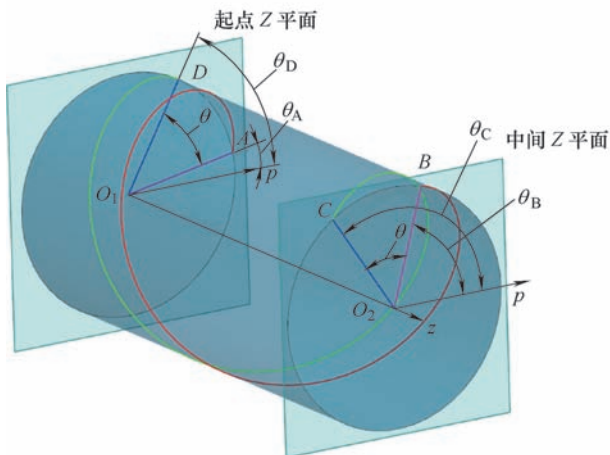


图 3

源→执行，将C轴相对坐标置为0。将模式切换到“手轮”，摇动手轮，使刀具沿X轴方向进入螺旋槽，期间可以移动C轴，但不可以移动Z轴。观察到刀具与齿槽内侧两边距离合适时，为正确位置，记录此时的C轴相对坐标。选“偏置”，将记录的C轴相对坐标输入到G54的C坐标偏置格内。按“重置”结束找正程序，摇动手轮，将刀具退出，将模式切换到“编辑”，选“程序”，输入O和切削程序序号，将模式切换到“循环”，按“启动”，正式开始加工。找正过程如图4所示。

上述找正过程，是在数学模型中确定了起点Z平面和中间Z平面，给定初始A点，按照找正程序从A点移动到B点（沿红色螺旋线），再手摇到C点，记录的C轴相对坐标即为 θ 值，此 θ 即为A点与D点的角度差，已知A点角度（预置0）时，即可知 θ_D ，将此值输入坐标系偏置C，在加工程序中即可使用C₀和起点平面Z到达此点。

此过程缺点有：①需多次切换模式，输入数据，按键共计31次，非常繁琐。②找槽时，不可移动Z值，对操作产生限制，为人工操作增加难度。③费时较长，需10min。④人工输入坐标偏置



图 4

时，需认真确认，保证准确性。

3. 算法改进

改进先从算法入手，在手动确认正确位置C点后，记录Z_C和 θ_C ；D点所在位置为起点平面，可得Z_D，按照圆柱螺旋线特点，动点旋转360°，移动距离为导程，D点和C点是螺旋线上的两点，其距离差、角度差符合固定比值，由公式可求 θ_D 。公式为

$$(Z_D - Z_C) / (\theta_D - \theta_C) = S/360^\circ$$

$$\theta_D = 360^\circ (Z_D - Z_C) / S + \theta_C$$

式中，S为螺旋线导程。

再使用宏程序简化操作步骤（见图5），程序如下：

```
#5201=0 //将 G54偏置
X清零
#5202=0 //将 G54偏置
Z清零
#5203=0 //将 G54偏置
C清零
#500=403.2 //预置螺旋
线导程S
#501=600. //预置起点
ZD，绝对坐标
#502=#5042 //读取C点
ZC，绝对坐标
#503=#5043 //读取C点
 $\theta_C$ ，绝对坐标
#504=360*[(#501-#502)/#500] //按
公式计算
```

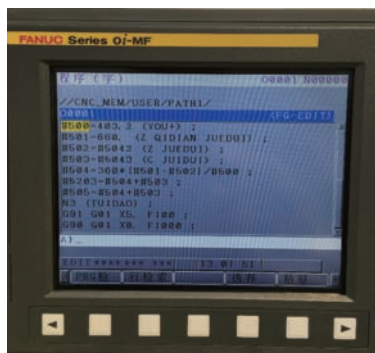


图 5

```
#5203=#504+#503 //求得
 $\theta_D$ ，填入G54偏置C
G91G01X5.F30 //慢速退刀
G90G00X0 //快速退刀
至后退位
M03S80 //铣刀旋转
G54 //选定G54坐标系
C0. //移动到G54坐
标系中C0，即D点角度
G00Z600. //移动到起点
Z平面
G00X-110. //快速进刀
G01G91X-5.0F30 //慢速进刀
G33 //按螺旋线铣削
...
C90. //铣第二个螺旋槽
...
```

4. 结语

改进后的方法具有如下优点：①简洁性。一次“启动”键，完成读取、计算、修改偏置、退刀并开始铣削。②便利性。装夹后可直接找加工槽，可以移动任意坐标轴X、Z、C，无操作限制。③高效性。将找正时间由10min缩短至1min。④准确性。数值全部内部计算，无手工填写。

宏程序经过现场使用，受到操作者好评。此方法不需硬件投入即可实现，如机床厂家能换位思考，致力提高机床使用的简便性、高效性，就能够提高机床附加值，提升品牌好评度，为用户创造价值，与用户实现共赢。

参考文献：

[1] 彼得·斯密德. FANUC数控系统用户宏程序与编程技巧[M]. 北京：化学工业出版社，2007.

MW (收稿日期：20170724)