

# Swivel cycle界面参数向量设定

中航工业哈尔滨东安发动机集团公司 (黑龙江 150066) 韩亚洲

随着制造业水平的提高,越来越多的五轴加工中心被用于叶片和整体叶轮的型面加工, CAM编程软件可以生成五轴叶轮型面加工程序, 五轴加工机床可以实现高精度的叶轮型面加工。

但五轴机床在长期使用或者经过搬迁后, 五轴尺寸链会有所变化, 如果不及时进行调整和校定, 会给机床加工精度造成很大影响。下面就以SIEMENS 840D系统中的五轴尺寸链校定界面Swivel cycle为例, 对五轴尺寸链中各向量的意义和校定方法进行介绍。

## 1. 五轴原点校定

Swivel cycle界面是SIEMENS为机床的五轴高级转换形式及固定循环cycle800而专门开发的高级HMI界面。很多五轴机床出厂时, 会在此界面中将该机床特定的尺寸链向量值填入图1中的 $I_1$ 、 $I_2$ 、 $I_3$ 、 $V_1$ 、 $V_2$ 中。如果由于机床搬迁、碰撞或长时间运行后, 机床的加工精度达不到预期的效果, 在进行了基本几何精度检测和各轴定位精度检测均合格的时候, 就应该考虑到进行五轴原点的校定问题。

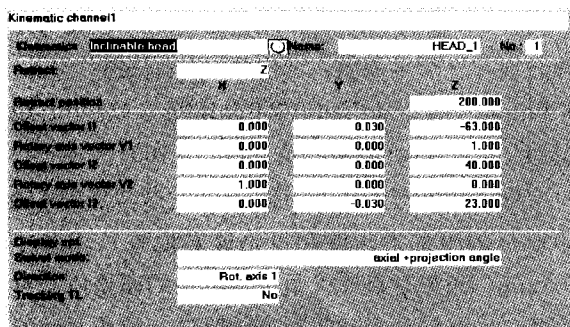


图 1

首先进入Swivel cycle界面, 具体的进入方式

为: 按Startup软键→扩展键→Swivel cycle软键, 进入后可以看到类似如图1所示的表格。

对于三种不同的机床运动学形式, 都可以在Swivel cycle数据表中设定, 画面中运动学形式Kinematics中可以输入三种形式: ①摆头(形式T)。②旋转工作台(形式P)。③摆头+旋转工作台(形式M)。

名字(Name): 该框中输入转换数据记录的名字。

序号(No.): 转换数据记录的序号。

如果在每一个NC通道中有多个转换数据记录需要声明, 则应该为每个数据记录定义一个名称, 也就是说每个通道一个转换数据记录。如果程序前进到下一个转换数据记录, 想要观察下一个通道的设定内容, 可以通过按下软键channel+/- 或者摆动数据记录+/- 来查找。

回退/退回位置: 变量\$TC\_CARR38[n]对应X轴的退回位置, 变量\$TC\_CARR39[n]对应Y轴的退回位置, 变量\$TC\_CARR40[n]对应Z轴的退回位置。

当程序中执行cycle800时, 机床会考虑。到各轴退回到安全位置, 以保证旋转运动不会产生刀具和工件的碰撞。我们可以选择是采取只退回Z轴、同时退回Z、X、Y轴还是沿刀具方向退回。这些可以在Swivel cycle的输入下拉菜单中选择。退回采用接近机床的绝对位置的方式。

旋转模式(Swivel mode)有三种定义进行翻转时的旋转模式: ①一个轴接着一个轴运动。②轴运动+预定角度。③轴运动+预定角度和固定角度。

## 2. 偏置矢量

旋转轴偏置矢量 (offset vector) :  
\$TC\_CARR1[n] ... \$TC\_CARR20[n]。

该偏置矢量通常包含3个垂直方向上的分量, 分别代表Z、X、Y方向的参考向量。机床运动链中的各偏置向量值是由机床原始设计决定的, 这些向量的参考向量通常与刀具和旋转工作台的相对位置密切相关, 并且设定值分别存储在转换数据记录表中的对应位置。

偏置向量 $I_1$ 到 $I_4$ 指的都是旋转轴处于零点状态时所对应的各几何关系值。由于各轴的一些位置关系原因, 不一定所有的参考向量都被使用, 只要能够满足转换需要即可。三种机床形式与其偏移量矢量的对应关系如图2所示。

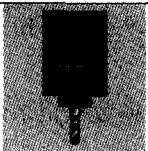
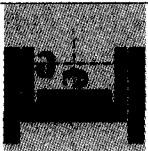
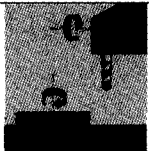
| Swivel head (type T)                                                              | Swivel table (type P)                                                             | Swivel head + swivel table (type M)                                               |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |  |
| Offset vector I1                                                                  | Offset vector I2                                                                  | Offset vector I1                                                                  |
| Rotary axis vector V1                                                             | Rotary axis vector V1                                                             | Rotary axis vector V1                                                             |
| Offset vector I2                                                                  | Offset vector I3                                                                  | Offset vector I2                                                                  |
| Rotary axis vector V2                                                             | Rotary axis vector V2                                                             | Offset vector I3                                                                  |
| Offset vector I3                                                                  | Offset vector I4                                                                  | Rotary axis vector V2                                                             |
|                                                                                   |                                                                                   | Offset vector I4                                                                  |

图 2

图2中列出了三种机床形式的转换偏置矢量, 下面具体介绍各个形式中偏置矢量的意义, 这个在进行五轴配置中十分重要。

### (1) 摆头

$I_3$ : 从主轴端面到第2旋转轴节点的距离;

$I_2$ : 第2旋转轴节点到第1旋转轴节点的距离;

$I_1$ : 向量链中的闭合向量,  $I_1 = -(I_2 + I_3)$ 。

### (2) 工作台旋转

$I_2$ : 从机床原点到第1旋转轴节点的距离;

$I_3$ : 从第1旋转轴节点到第2旋转轴节点的距离 (或者到主轴端面的距离);

$I_4$ : 向量链中的闭合向量,  $I_4 = -(I_2 + I_3)$ 。

### (3) 摆头/旋转工作台 (混合运动学)

$I_2$ : 从主轴端面到第1旋转轴节点的距离;

$I_1$ : 作为向量链的闭合向量 $I_1 = -I_2$ ;

$I_3$ : 从机床原点到第2旋转轴节点的距离 (或者是到主轴端面的距离);

$I_4$ : 作为向量链的闭合向量 $I_4 = -I_3$ 。

偏置矢量不一定必须指向旋转轴的节点, 重要的是要指向旋转方向的一个点。(交叉点) 偏置矢量和旋转轴矢量的符号的定义是按照标准 ISO841-2001 或者 DIN66271 (右手法则) 定义的轴的方向。

我们就曾经遇到过一台两个旋转轴都在工作台侧的五轴卧式加工中心, 属于第二种五轴转换形式 (TYPE P)。操作人员反映在工作台翻转, 即原点跟随后刀尖位置有误差, 使零件超差。

我们执行TRAORI指令, 进行了原点跟随测量, 发现水平和垂直位置翻转后原点跟随差了0.5mm。我们打开了Swivel cycle界面, 看到了附表所示的各向量的数值, 经过确认其中 $I_2$ 为从机床参考点到第一旋转轴——A轴原点的向量, X、Y、Z值分别为该向量在三个方向上的分量。 $I_3$ 为第一旋转轴A轴原点到第二旋转轴B轴原点的向量, 闭合向量 $I_4 = (I_2 + I_3)$ 。

向量数值表

| 坐标轴<br>退出位置 | X    | Y         | Z       |
|-------------|------|-----------|---------|
| $I_1$       | 0    | 0         | -100.00 |
| $I_2$       | -800 | -1 529.78 | -1 705  |
| $I_3$       | 0    | -20.22    | 0       |
| $I_4$       | 800  | 1 550     | 1 705   |
| $V_1$       | -1   | 0         | 0       |
| $V_2$       | 0    | -1        | 0       |

我们首先将A轴和B轴回零点, 然后移动X轴使得主轴中心线在X方向与B轴中心重合, 然后移动Y轴将主轴中心线与A轴中心线在Y方向正交, 读出此时X和Y的机床坐标值, 这时 $X = -800$ ,  $Y = -1 529.27$ ; 再移动Y轴使得主轴中心线与工作台面在一个平面内, 读出此时Y坐标值,  $Y = -1 549.50$ ; 再移动Z轴使得主轴端面与A轴中心线接触, 读出此时的Z坐标值,  $Z = -1 705$ 。

从上面测得的结果可以看出, 参考点到A轴中心线的坐标实际值和设定值有偏差, 相差了0.5mm, 正好是操作人员反映出来的误差值, 可见是该向量的偏差使得在零点跟随时数控系统的计算路径出现了偏差, 从而造成零件超差。MW

(收稿日期: 20111125)