

# 五坐标卧式加工中心 多斜面插补功能的开发与应用

## Development and Application of Multiple Inclined Plane Interpolation Function of Five-Axis Horizontal Machining Center

中航工业沈阳飞机工业(集团)有限公司 房志亮 方柏鑫

沈飞公司于2004年从瑞典SAJO机床公司引进的SAJO 10000五坐标卧式加工中心具有3个直线轴X、Y、Z轴和两个旋转轴A、B轴(即叉式铣头上的旋转轴A轴和旋转工作台B轴),其中A轴行程 $\pm 90^\circ$ ,B轴行程 $\pm 180^\circ$ 。该机床采用西门子SINUMERIK 840D数控系统和西门子611D数字伺服控制系统,该数控系统最多可以控制31个轴,具有五轴联动插补功能。该设备目前在进行五轴联动插补加工时只能在A轴和B轴都在 $0^\circ$ 的参考平面上加工。当使用A-B轴运动的五轴插补加工(TRAORI)时,如果要在以铣头上摆角A轴和旋转工作台B轴 $0^\circ$ 之外的位置为参考平面进行多个斜面的五轴插补加工时,SAJO 10000机床无法进行正常五轴插补加工。

例如,要分别在以工作台 $0^\circ$ 侧即 $B=0^\circ$ 的平面位置或工作台 $180^\circ$ 侧即 $B=180^\circ$ 的平面位置上进行五坐标零件加工,那么第一个参考平面需要将加工第一个参考点偏置G54中关于B轴偏置的设置设为 $0^\circ$ ,相应地,第二个参考平面需要将第二个加工参考点偏置G55中B轴偏置设为 $180^\circ$ 。但是该机床的数控系统在进行五轴插补加工时无法确认第二个参考平面中关于A、B轴的 $0^\circ$ 以外的角度,即此机床的数控系统进行

五轴插补时,那些在参考点偏置中设定的数值并没有参与计算,所以加工轮廓轨迹出现偏差,无法正常在第二个参考平面进行五轴联动加工。因此,必须对五轴插补加工的A、B轴相关参数和程序进行修改和重新定义。

沈飞公司现有10余台此类具有旋转工作台的五轴卧式加工中心设备,此类设备属于高端精密数控设备,但这些设备目前的应用情况并不理想。一方面是由于工程技术人员对此类型数控机床的性能特点了解不深;另一方面是因为一些机床本身在设计调试时存在功能缺陷,并且其后置处理程序并不完善。因此该机床的功能若能开发成功,可以发挥此台机床更大的效率和功能,充分利用机床的性能,并且对其他同类数控机床的维修和使用具有很高的实用价值。

### 多斜面五轴联动加工的实现

#### 1 机床五轴插补加工功能介绍

SAJO 10000五坐标卧式加工中心机床结构示意图如图1所示。

西门子840D数控系统已经开通了五轴插补控制功能,840D数控系统可以控制3种机械结构的五轴机床控制类型,见图2。类型1中两个旋转伺服轴在主轴上;类型2中两个旋转伺服轴在工作台上;类型3中一个旋转伺服轴在工作台上,另一个旋

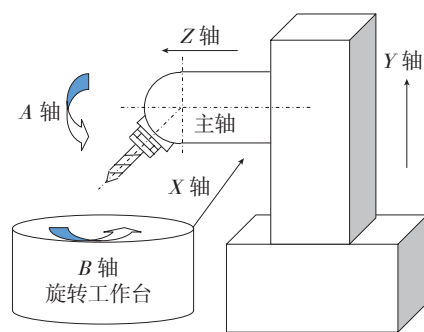


图1 SAJO 10000 机床结构简图

转伺服轴在主轴上。

此台机床机械结构(图1)具有一个旋转工作台上的B轴和一个旋转铣头上的A轴,属于第3类五轴机床控制类型,由此按照西门子840D五轴控制的相关要求配置机床参数,并且使用“TRAORI”等五轴控制指令进行零件加工程序的编程。

#### 2 A、B轴参考点设定程序

在西门子数控系统SINUMERIK 840D中五轴插补加工规定了关于旋转轴的相关矢量和角度偏置的参数数据,要进行五轴插补加工时,必须修改关于角度偏置和矢量参数数据,才能修改五轴插补轮廓轨迹。因此,必须在该子程序中设置这些参数数据。在SINUMERIK 840D数控系统中关于旋转轴B轴角度偏置的参数数据(MD): $\$MC\_TRAF05\_ROT\_AX\_OFFSET\_1$ (MD24510)。所以TRA\_OK子程序的作用是读出B轴

的实际位置即机床绝对坐标数值,并且将这些数值写入到相关机床参数 TRAF05\_ROT\_AX\_OFFSET[B] 中。

程序编制流程见图 2。

在程序中规定,首先使数控系统的预处理停止,也就是使进程停止直到主程序中的所有准备好的程序段都被执行完成之后,再处理本程序;如果使用“程序段搜索”和“程序模拟”功能则此程序无效,即在上述两种方式下五轴控制无效;将 A 轴在机床坐标系的实际机床绝对位置写入到机床参数 \$MC\_TRAFO5\_ROT\_AX\_OFFSET\_1[0] 中;将 B 轴在机床坐标系的实际位置写入到机床参数 \$MC\_TRAFO5\_ROT\_AX\_OFFSET\_1[1] 中;为了保证参数正常写入,程序暂停 0.2s;NEWCONF 指令等同于使参数有效的“set MD active”方式。

将此子程序保存在“Program”菜单中的“Manufactory cycle”目录下,并且使此程序始终处于加载和有效的状态。

调用 TRA\_OK 程序时后置程序序列应注意,一旦在程序中执行

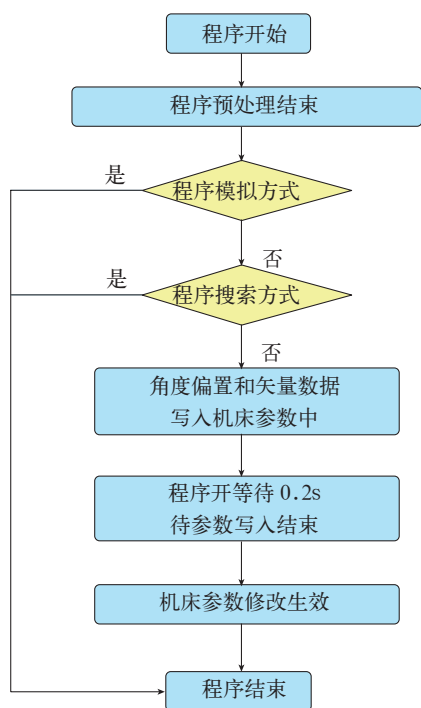


图2 控制程序流程

TRA\_OK 指令,则相应机床参数将被修改。若要再一次改变 B 轴偏置数值,必须重新执行一次 TRA\_OK 指令,否则原偏置数值始终有效。

最后进行参数调试。

### 3 试验件加工验证

分别在工作台 0° 侧(B=0°)斜面和在工作台 180° 侧(B=180°)斜面加工两个角度孔。在此台 SAJO 10000

应用。

任何卧式加工中心在加工壁板类零部件时,都需要“方箱”类或“弯板”类工装进行装夹。这样在“方箱”类工装的 4 个装夹面上就可以一次性同时装夹 4 个工件,但是这样就需要 B 轴在 4 个参考平面进行五轴加工,见图 4。应用“TRA\_OK”功能就可以很方便地处理该零件的加工问题。

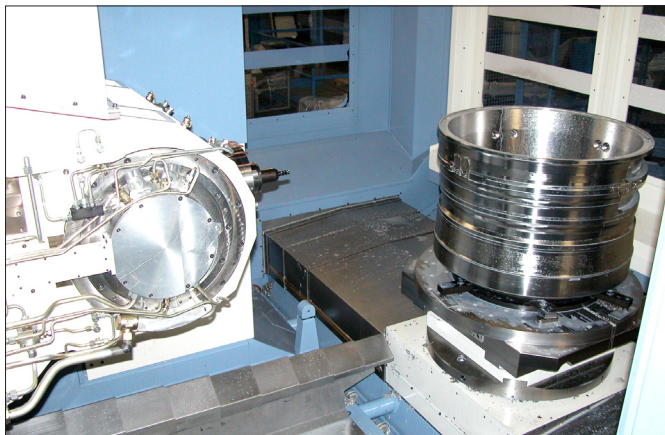


图3 生产加工实例1

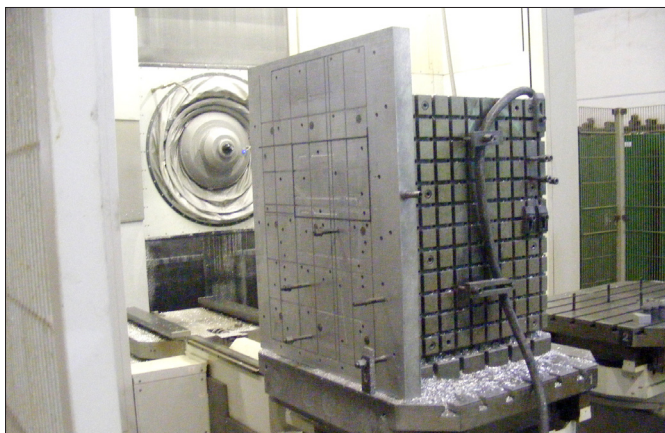


图4 生产加工实例2

机床上加工,该试验件加工的结果满足各项技术条件要求,调试成功。

### 4 生产应用

(1)加工民机某型号飞机部件。

在加工民机某型号飞机部件时,需要 B 轴(旋转工作台)分别在 4 个方向——0°、90°、180° 和 270° 上作为参考平面进行五轴加工,见图 3。应用“TRA\_OK”功能就可以很方便地处理该零件的加工问题。

(2)在“方箱”类工装上的加工

### 结束语

SAJO-1000 五轴卧式加工中心功能的开发成功,可以发挥该机床更大效率和功能,充分利用其性能,并对本公司同类数控机床的维修和使用具有很高的实用价值。现在已经将该功能成功推广到意大利 MCM 公司的 CLOCK TANK 机床和瑞士斯特拉格公司的 ST 1000 机床等。

(责编 良辰)