

VERICUT 五轴联动数控机床模型建立及加工仿真

撰文 / 台州技工学校 黄振沛

通过对 Mikron_Ucp800 五轴数控机床坐标系和运动特征的分析,使用 Creo 软件的 CAD 模块建立机床中的部件和被加工工件的虚拟几何模型并输出 STL 模型,接着让 VERICUT 系统可以直接读入机床组件和被加工工件模型资料进入系统,完成机床在 VERICUT 中的虚拟建模。然后对机床组件模型、工件模型、NC 程序、刀具资料及工作坐标系等资料进行整合,对后处理程序产生五轴加工程序进行仿真验证,证明了后处理程序的正确性。

一、引言

近年来,许多医疗设备,航空零部件,汽车零部件和模具都需要具有较高的精度和复杂的空间几何形状,使得五轴加工越来越重要,但是因为五轴机床具有自由度大,精度高且承受不了碰撞的特点,因此五轴机床在执行切削加工前,必须进行切削模拟测试。鉴于此,我们设计了一个五轴机床机构的运动仿真模型,并使用这个机构模型进行数控刀具路径的仿真模拟。首先,由 Creo 设计该五轴机床的机构模型和工件模型,通过 CAM 软件设计五轴加工 NC 代码,然后再通过 VERICUT 仿真模拟软件整合两者资料并构建刀具资料后,即可开始五轴加工仿真模拟,通过这样的方式将 Creo、CAM 软件和 VERICUT 软件三种软件中的五轴机床资料整合在一起,使用户可以看到五轴机床的运动仿真场景的结果,并切削模拟,还能让使用者在 NC 加工程序之后,可以更容易且更快地获得切削加工仿真的结果。

二、建模仿真用的机床各部件

1. 机床结构

该机床型号 UCP800,是双摆台五轴联动立式加工中心,本机配备 X、Y、Z、A 和 C 轴,是一款 A 轴绕 X 轴旋转,C 轴绕 Z 轴旋转的五轴加工中心。各轴行程如下:X 轴行程 800mm,Y 轴 650mm,Z 轴 500mm,A 轴 $-100^{\circ} \sim 120^{\circ}$,C 轴 $0 \sim 360^{\circ}$,各轴相对初始位置关系,由于机床模型的复杂性,我们首先利用 Creo 三维软件构建三维机床,并且以组件形式逐个输出 STL 格式模型文件,需要注意输出组件模型时的参考基准坐标系,此参考坐标系相当于导入 VERICUT 中的坐标系原点,如图 1 所示。

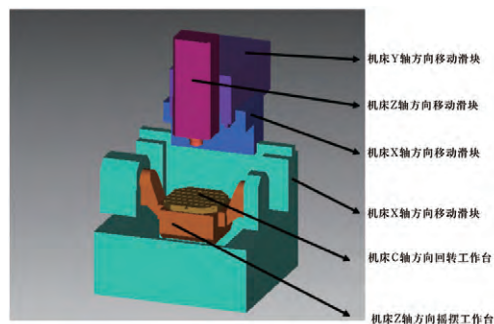


图 1 Mikron_Ucp800 虚拟机床模型

2. 机床结构的逻辑关系

在 Creo2.0 中将 7 个机构模型画出，如基座模型、Y 轴机构模型、X 轴机构模型、Z 轴机构模型、C 轴机构模型、A 轴机构模型和刀具机构模型，导入机构模型必须转换成 STL 格式。由于五轴机床的结构为整合的基础，因此，有必要先建立五轴机床的结构，以 Mikron_Ucp800 五轴机床为例，其结构要分成 X 和 Z 两部分，如图 2 所示。

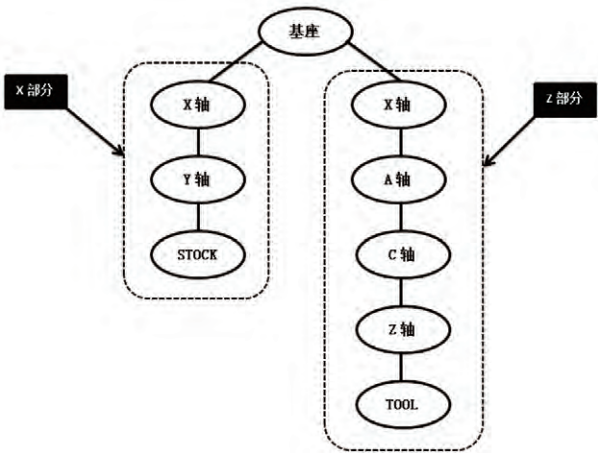


图 2 五轴虚拟机床结构逻辑关系

3. 虚拟机床部件树的建立

当所有的机构模型与五轴机床结构整合完成后，即可得到如图 3 所示，每一个子结构中都包含了各自所代表的机构模型。

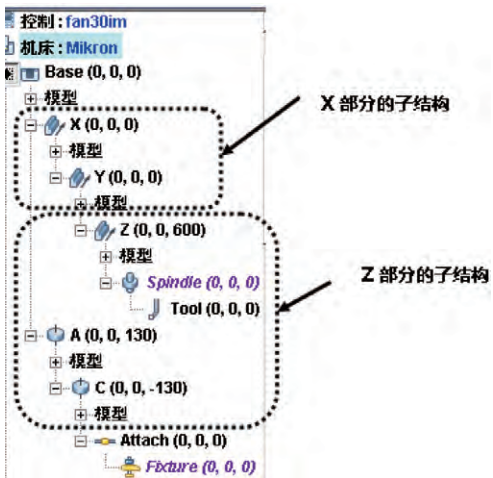


图 3 机床部件模型结构图

双摆动机型五轴立式加工中心的结构描述如图 3 所示，其中 X 和 Z 在机床本体上移动，所以在机床本体下面建立两个子结构 X 和 Z，并且把该结构分为 X 和 Z 两部分来看。

(1) X 部分：当 X 运动会带动 Y 一起运动并且 X 是

一个移动滑块，其中夹具和工件都固定在回转工作平台 C 上，所以在 X 下面建立 Y，并且使夹具和工件都依附于 C 回转工作平台下。

(2) Z 部分：当 X 轴运动时将会带动 A 轴一起运动，而 A 轴运动会带着 C 轴一起运动，所以 X 轴下面建立 A 轴，在 A 轴下面建立 C 轴，我们把此模型称为双摆台机型，刀具是建立在 Z 轴上，所以在 Z 轴下建立主轴并在主轴下建立刀具。

当有了五轴机床的结构后，即可开始进行五轴机床结构与其他资料的整合。

4. 导入机构模型的 STL 资料

将机构模型的资料与导入五轴机床的结构中，并在视窗中显示五轴机床的各个机构模型。

本文将机构模型的资料导入五轴机床的结构方式说明如下，并以将基座模型导入为例。

(1) 因为本研究是将外部资料与五轴机床的结构做整合，所以使用的方式为将外部资料导入至五轴机床的结构中，如图 4 所示，运用加入模型档案 (Model File) 的方式来将机构模型资料导入至结构中。

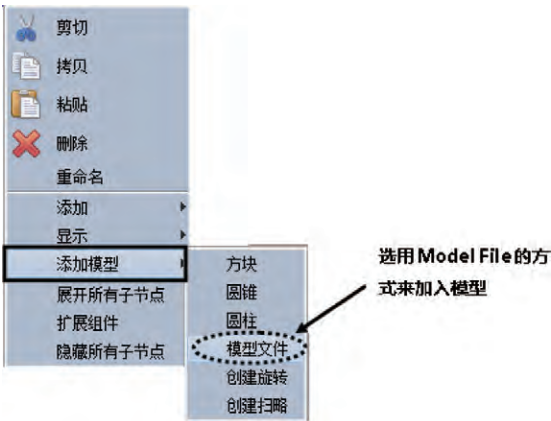


图 4 将模型导入至架构

(2) 将基座模型导入至结构后，模型会以模型设计时的坐标系原点为基准导入，如图 5 所示，坐标系原点与五轴机床结构的机械原点会重合，且当资料导入后，即可在

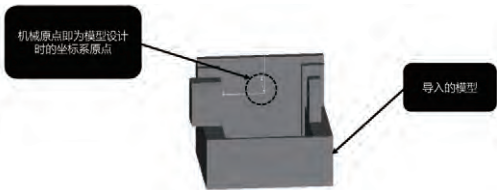


图 5 模型导入后显示于视窗中

视窗中看见五轴机床的基座模型。

当所有的机构模型与五轴机床结构整合完毕后，即可得到如图 6 所示，每一个子结构中皆包含了各自所代表的机构模型，并如图 7 所示，整合完成的机构模型皆会显示在视窗中。

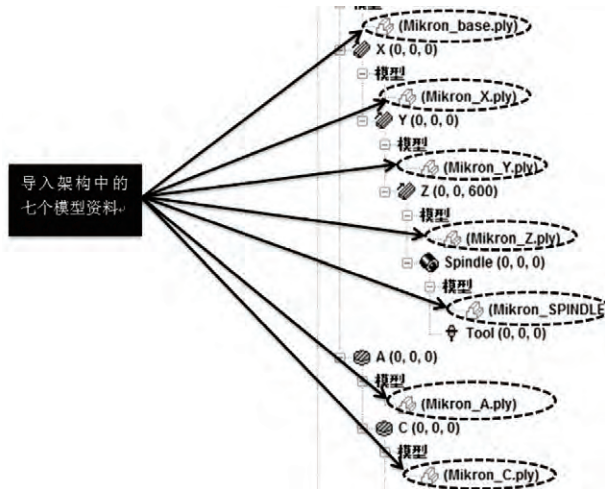


图 6 子结构所包含的机构模型

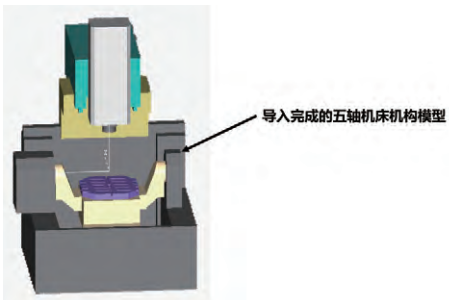


图 7 整合完成的五轴机床机构模型

5. 机床初始化设置

在机床设定中设定行程（图 8）及其他参数，检查机床运动结构是否符合真实运动情况，以此完成机床的构建。

三、调入控制系统、工件、夹具及 NC 程序

此机床采用 TNC530 控制系统，调入 VERICUT 控制系统文件 hei530.ctl。

工件模型主要是提供使用者观察整个 NC 加工模拟完的结果，所以整合资料中包含了工件模型资料，而在 VERICUT 系统中要取得工件模型的资料有两种方式，第一种方式为由 VERICUT 系统本身建立工件模型，而另一种方式为由外部系统产生工件模型，然后将工件模型资料与五轴机床的结构整合。

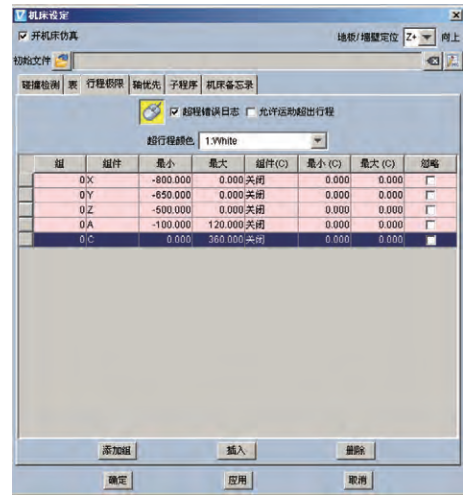


图 8 机床行程设置

夹具模型由外部系统产生，然后将夹具模型资料与五轴机床的结构整合。

NC 程序的功能为驱动五轴机床的切削运动，所以在执行五轴机床的 NC 加工模拟前也需将此资料整合，当 NC 程序导入完成后，五轴机床才能按照 NC 程序中的内容来执行 NC 加工模拟。

四、刀具库建立

刀具资料是由使用者在 VERICUT 系统中建立的，使用者也可以先行在 VERICUT 系统中建立一个刀具资料库档案，当需要使用时，可以直接呼叫刀具资料库档案进来，并且需定义刀具被夹持的位置点。

参考 Creo 系统中所设定的刀具资料来建立 NC 加工模拟所需使用的刀具，如图 9 及图 10 所示，在刀具资料库中建立刀具、其中刀具参数包括了刀具的型式、刀具的长度、刀刃的直径和刀刃的长度等。

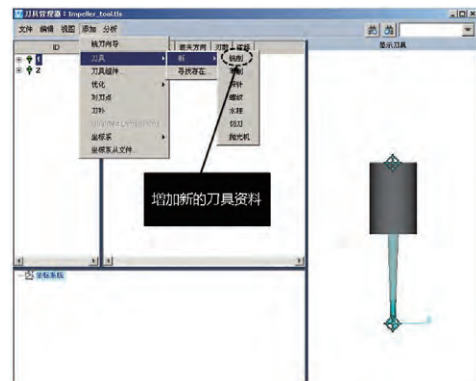


图 9 刀具设置

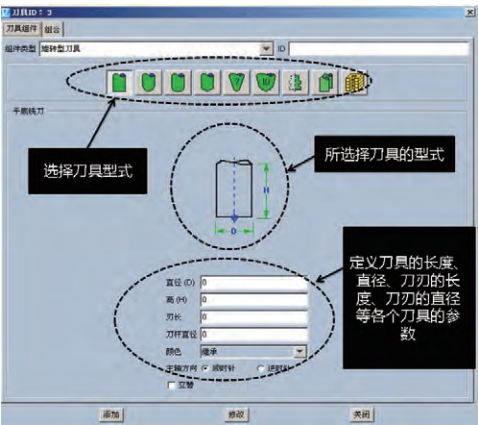


图 10 建立刀具相关参数

五、设定工作坐标系及相关参数

因为 NC 程序都参照工作坐标系为基准，所以由图 11 中的 G 代码偏置来定义 VERICUT 系统的工作坐标系，并如图 12 所示，定义工作坐标系的参照位置为 Tool 至 MCS, 系统会根据参照位置自动为机器做刀具补偿的动作。

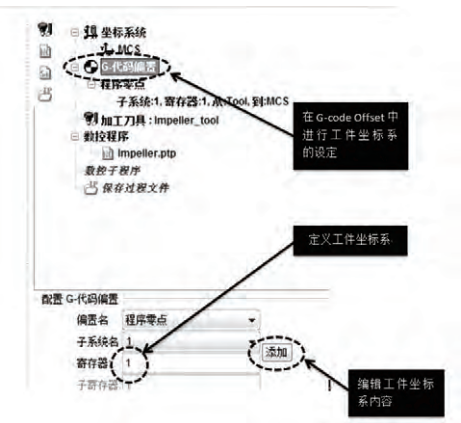


图 11 设定工作坐标系

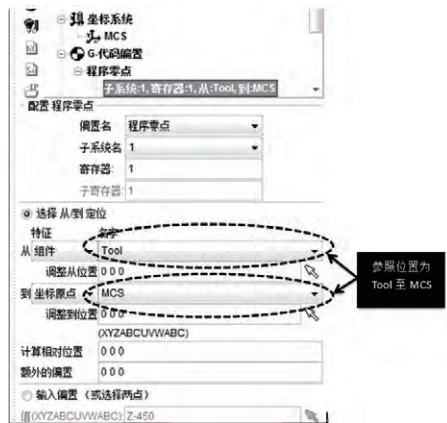


图 12 定义工作坐标系

六、仿真结果

图 13 为某零件在五轴机床加工模拟完成后的结果，其仿真过程反映了真实的加工过程，通过自带比较功能，及时发现碰撞及干涉情况，有针对性的对刀具的走刀路径进行优化，减少空走刀。

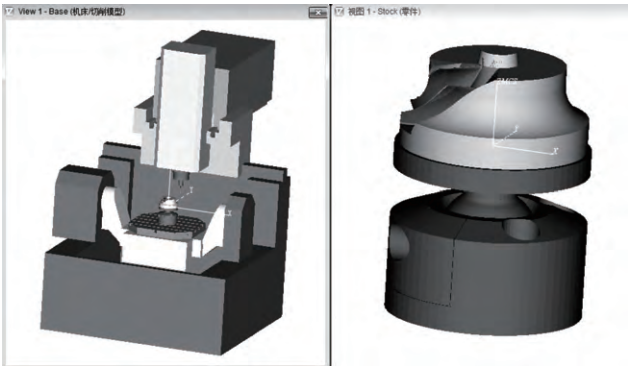


图 13 五轴机床切削模拟完成的结果

当 NC 加工模拟测试完成后，Creo 及 PowerMILL 及 VERICUT 三者的资料整合已完成，接下来可以让使用者直接使用此整合资料执行其他不同类型工件的 NC 加工模拟。

七、结语

本文根据 VERICUT 软件构建仿真平台，通过虚拟五轴加工过程中机床、刀具、夹具和程序的仿真验证，避免实际加工中出现碰撞、过切，减少空走刀，大幅度提高机床的利用效率，保证产品质量，减少超差和报废。