

基于VERICUT华中数控四轴机床的 仿真与切削验证

曾赚宝

湖南财经工业职业技术学院 湖南衡阳 421002

摘要：通过在VERICUT软件里创建一个华中数控四轴HNC-818M机床，探讨了仿真模型构建的详细方法和步骤，针对四轴机床典型螺旋槽进行仿真和切削，从而验证了仿真系统的有效性和可靠性，提高了设备的利用率，避免了机床在实际加工中由于程序错误或干涉造成损坏的情况发生，同时也解决了我校学生实训时工位和机床不足的问题。

关键词：VERICUT；四轴机床；仿真模型；切削

1 序言

随着工业和制造业的快速发展、数控技术的广泛应用，国产数控系统也在不断突破壁垒，四轴机床和五轴机床的普及，让价格逐渐下降，特别是华中数控系统的价格相较国外系统便宜了近50%。尽管四轴、五轴机床的价格有所下降，但相对三轴机床而言价格还是偏高，在实际加工中一旦出现程序错误或干涉，就有可能损坏机床，不但维修费用极高，还会对机床的精度造成影响，造成停工及经济损失^[1]，如何确保机床正常运行、不意外损坏就成了头等大事。

我院早在2006年就引进了一批南通机床VMC600立式加工中心（系统为华中数控HNC-21M）进行教学和生产，随着时代的发展，这些三轴机床在精度和系统上已经不能满足当前的教学需要，因此在与武汉华中数控股份有限公司进行沟通后，将原来的机床改造成四轴机床，数控系统也换成了华中数控HNC-818M，实物如图1所示，用于数控教学。为确保学生在实训时不会因为出现程序错误和装夹干涉等导致机床损坏，需要在使用前先做仿真模拟，查找软件自带的详细英文说明，基于VERICUT 8.0软件创建华中数控四轴机床，用于程序的验证和仿真，保证学生不会在实际操作中损坏

机床，同时也解决了学生实训时工位和机床不足的问题。



图1 VMC600立式加工中心

2 创建华中数控四轴机床

2.1 建立华中数控机床模型

VERICUT是美国CGTech公司开发的一款专业数控仿真软件。以前需要对工件进行实际试切削来验证程序，现在仅利用VERICUT仿真软件在电脑上就可以快速验证加工程序的正确性，能够模拟实际加工的零件、夹具以及刀具发生干涉的情况，避免机床碰撞，且能对程序进行优化，延长刀具寿命，达到降低加工成本的效果。

通过在VERICUT软件里建立华中数控四轴机床模型并定义机床各个零件之间的运动关系，可以在软件里调用相应控制器进行模拟。该软件本身也有建模和装配功能，但性能较弱，只能做一些复杂程度较小的模型。一般情况下，是在UG、PROE和SOLIDWORKS等三维建模软件中，按1:1的比例绘制好三维实体模型，再通过软件把机床的各个运动部件导出为stl文件，在VERICUT里进行调用装配^[2]。本文通过UG来建模。南通VMC600立式加工中心主要规格参数见表1。

表1 南通VMC600立式加工中心主要规格参数
(单位: mm)

X轴行程	600
Y轴行程	410
Z轴行程	510
主轴端面到工作台的距离	125~635
工作台中心至立柱表面距离	220~630
工作台面积	800×400
T形槽槽宽	3×18H8
机床总高	2396

在UG软件里按照机床的各个运动模型实际尺寸绘制好运动部件的实体模型，在装配模块中以机床回零位置装配好各个运动部件。需要注意的是，在机床运动组件导出为stl文件前，需在UG里设置好WCS坐标系，移动坐标系至Z轴的主轴端面中心，将坐标系原点位置导入到VERICUT中作为机床基点，以此来设置机床的行程极限和机床参考点^[3]。机床各运动部件如图2所示。

2.2 华中数控四轴机床运动结构关系的确立

在VERICUT仿真软件中建立华中数控HNC-818M四轴机床前，还需确定机床各运动部件间的运动关系，由图2可知机床有2条运动传动链，机床运动结构关系如图3所示。

2.3 创建华中数控四轴机床步骤

打开VERICUT仿真软件，新建项目为“华中HNC_818M.vcproject”，导入控制系统文件，在控制系统中打开安装目录，选择“huazhong_hnc.ctf”文件，再点击项目树上的机床组件图标，打开机床

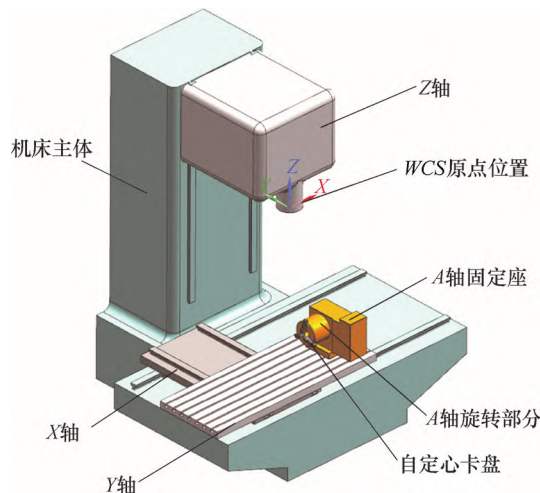


图2 机床各运动部件

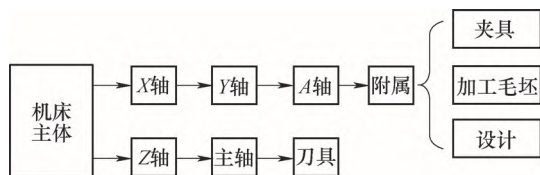


图3 机床运动结构关系

组件设置，添加图4所示相应组件并导入stl文件，在机床主体、X轴、Y轴、A轴上分别导入对应的stl文件，在夹具上导入夹具自定心卡盘stl文件，导入后的结果如图5所示。为了区分各组件，可以在导入后给各个组件设置成不同的颜色。

创建完成后，还需设置对应参数，检验其运动关系是否成立。点击项目选项卡，手工数据输入(MDI)，选择相应轴点击“-”“+”号进入运动检验，可以看出A轴并没有围绕自定心卡盘的中

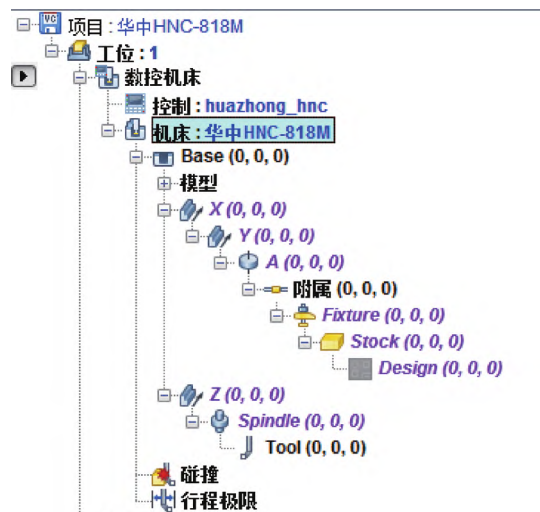


图4 机床运动组件结构

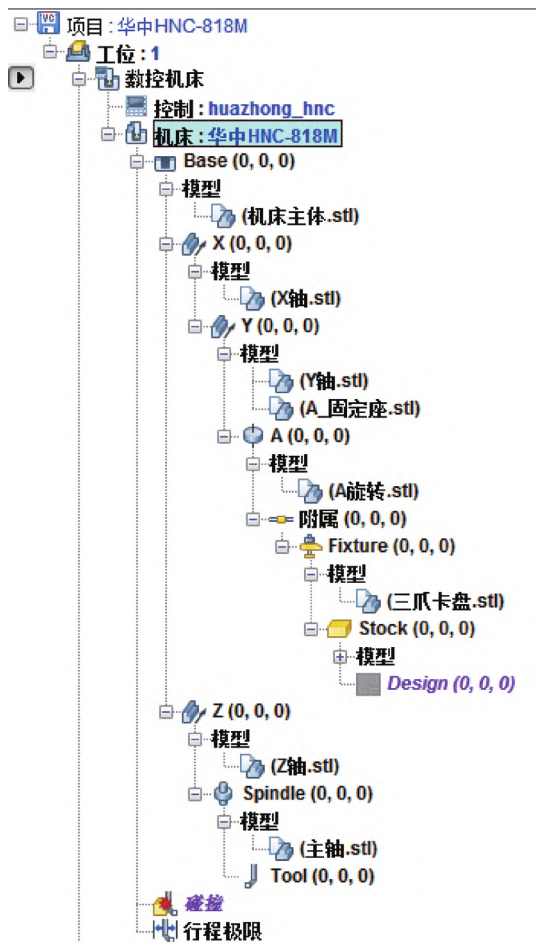


图5 导入模型文件之后的机床运动组件结构

心旋转，而是围绕Z轴主轴端面中心（原来的WCS原点坐标X轴）旋转。由于UG中WCS原点坐标导入到VERICUT之后就变成了机床基点，所以默认A轴就是围绕机床基点的X轴旋转。在VERICUT图形区域右键→显示所有轴→勾选机床基点和零件原点，可以看到机床基点 Z_{mch} 在Z轴端面中心，而零件原点 Z_{wp} 并不在自定心卡盘的旋转端面中心位置，因此我们需要把零件原点 Z_{wp} 移到自定心卡盘的中心，在UG中测量自定心卡盘旋转端面中心位置距离WCS坐标原点（即机床基点 Z_{mch} ）到X、Y、Z 3个方向的距离，通过测量可知，X、Y、Z方向的距离分别是114.887mm、205mm和396.25mm。在运动组件树中点击A (0, 0, 0)，在配置组件A对话框中点击移动，选择相对于上级组件位置，在位置中输入测量偏差，此时A轴坐标已变成(-114.887, -205, -396.25)，说明A轴旋转中心已变，零件原点 Z_{wp} 已移至卡盘中心，如图6所示。当输入测量偏差后，模

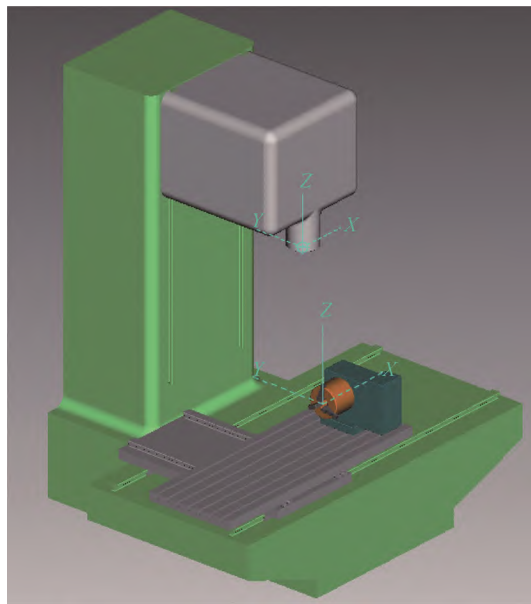


图6 零件原点 Z_{wp} 移至卡盘中心

型文件的位置会发生改变，可点击模型文件，在移动选项中把相对于上级组件的位置改为反方向即可。

在完成机床组件装配和旋转中心点设置后，可以设置机床的碰撞和行程极限。点击机床/控制系统选项卡中的机床设定，在碰撞检查中添加干涉项，设置Z轴及次组件与夹具和自定心卡盘干涉，机床碰撞设置如图7所示。

检查程序和刀具轨迹有没有超程，需要对机床的行程极限进行设置，在机床设定对话框中，对机床的实际行程进行限制，因为机床此时为回零位置，所以按照机床的实际行程设置相关参数即可，行程极限设置如图8所示。

在设置完行程极限后，还可以对机床的参考点、机床初始位置、换刀点以及退刀点等进行设置，如图9所示。

进行控制系统设定，点击机床/控制系统选择控制设定，在弹出的对话框中选择旋转选项，把A轴旋转台型设为EIA（绝对角度为 360° ）、绝对旋转式方向改为最短距离。机床创建完成后，保存机床文件和项目文件，还可以创建常用的加工刀具库，以便仿真加工时调用。如果机床需要复制到其他电脑使用，则需要点击文件汇总，把所有文件打包至一个目录下，否则下次打开项目文件时就会出现文件不全的情况。

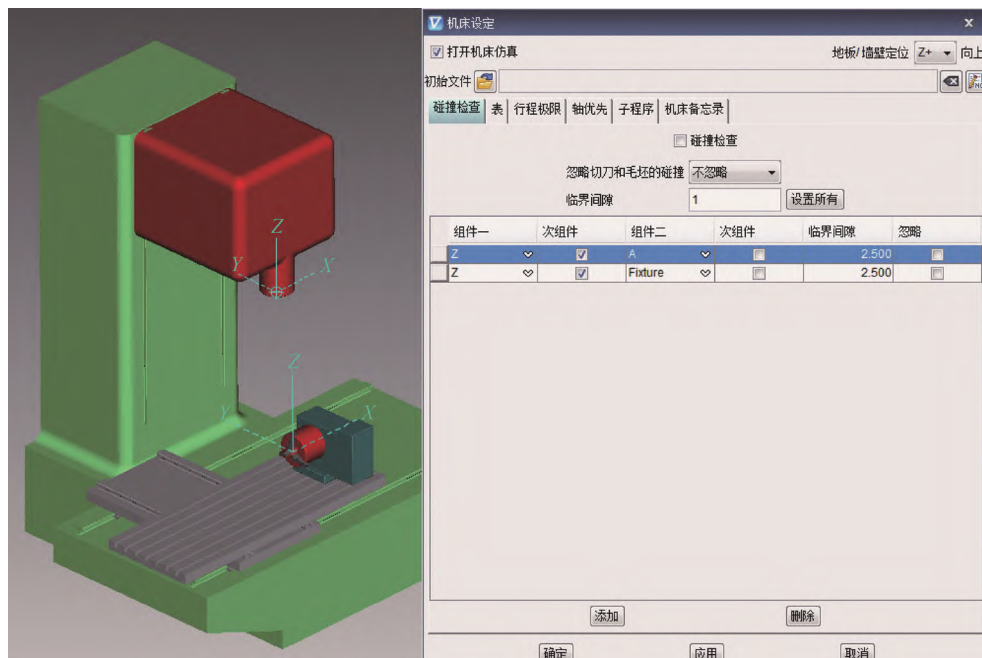


图7 机床碰撞设置

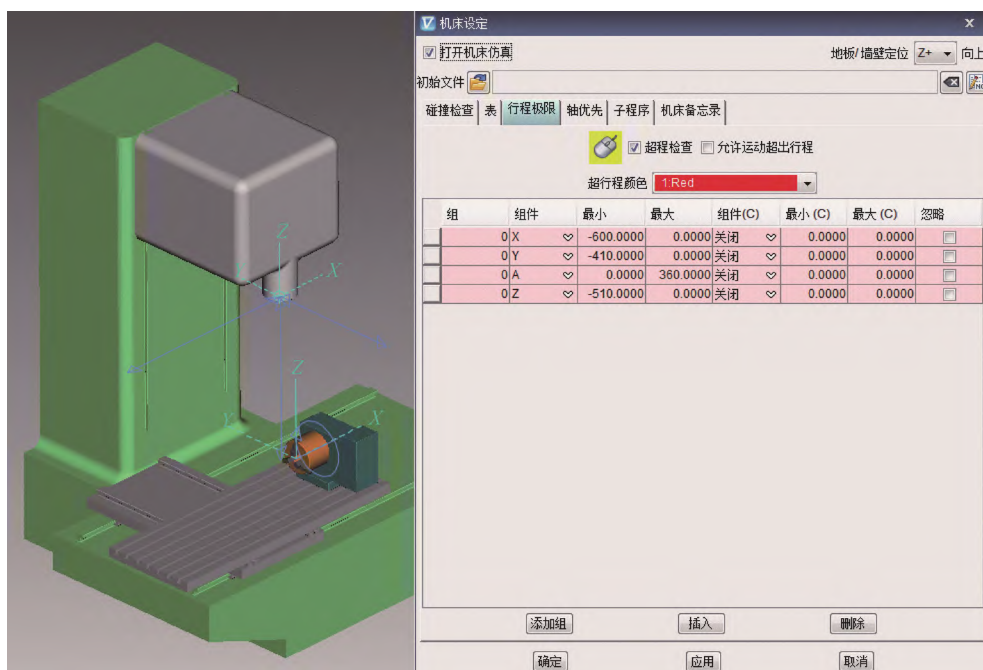


图8 行程极限设置

3 仿真切削加工验证

华中HNC-818M机床创建后，以四轴螺旋槽的加工实例来检验仿真的正确性。毛坯尺寸为 $\phi 63.5\text{mm} \times 95\text{mm}$ ，材料为45钢，螺旋面和直槽已在数控车床上加工好，在四轴机床上只仿真加工螺旋槽。

具体过程及步骤如下所述。

(1) 项目创建 在VERICUT8.0软件中打开已经创建好的机床项目文件，导入毛坯和设计好的零件，便于仿真后对比分析。

(2) 创建加工坐标系 将坐标系统原点置于毛坯的左端面中心。

(3) 工作偏置 在G代码偏置中选择工作偏置，子系统名1，寄存器54，子寄存器1，点击添

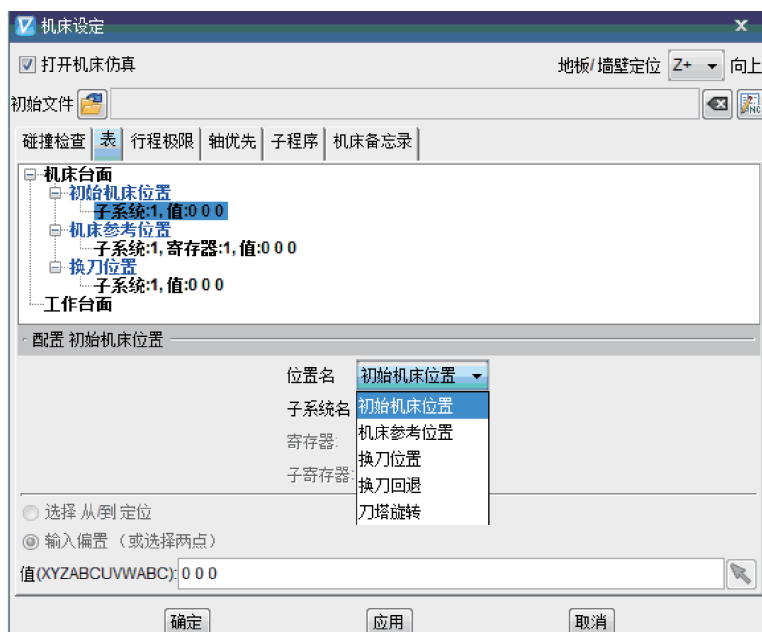


图9 机床参考点及初始位置设置

加创建G54坐标系。选择从组件tool 到坐标原点 Csys1。

(4) 调用刀具 调入加工用的刀具，如果没有相应的刀具则创建相应的刀具，刀号与刀长需要与程序一致。

(5) 调用程序 调入加工所需程序，点击右下角控制条的开始按钮即可开始仿真。

(6) 仿真结果分析 仿真完成后可以对零件进行实时动态观察和分析，并且可以调出设计零件与加工零件，指定过切公差和残留值进行自动比较分析，并追踪出现残留和过切的程序段以及加工用的刀具和误差值，可以看出零件无过切，精度符合加工要求。

螺旋槽仿真结果如图10所示。分析后，还可以



图10 螺旋槽仿真结果

在VERICUT仿真软件里利用optipath模块，根据材料和刀具参数对程序代码进行优化，重新计算进给速度和主轴转速后自动改写程序，生成优化的数控程序，获得更高的切削效率。

4 结束语

通过在VERICUT仿真软件里创建机床并进行仿真加工的方式，节省了机床试切削验证的过程，节约了时间，避免了机床碰撞，延长了刀具寿命，规避了在实际加工中可能出现的问题，从而提高了设备利用率。在模拟仿真后对零件进行分析，分析加工后的零件尺寸是否到位，是否有残留和过切等情况。同时，由于创建的机床是在电脑上进行虚拟仿真，也同步解决了我院学生实训时工位和机床不足的情况，待仿真无误后再进行实际上机操作，提高了学生的学习效率。

参考文献：

- [1] 杨胜群，唐秀梅，李克安，等. VERICUT数控加工仿真技术[M]. 2版. 北京：清华大学出版社，2013.
- [2] 张志朋，马春龙. 数控技术在机械加工技术中的应用探析[J]. 中国设备工程，2023，5（10）：227-229.
- [3] 陈继霞，陈伟博. 数控车削加工工艺特点与程序的优化[J]. 新技术新工艺，2019（12）：9-12.

MW 20240801