



# 基于 VERICUT 数控机床加工仿真的虚拟现实

洪广, 江洁

(武汉职业技术学院 机电工程学院, 湖北 武汉 430073)

**摘要:** 针对 VERICUT 数控仿真软件在机床模型构建上的开放性特点, 在分析单一机床模型组件逻辑关系的基础上, 介绍了机床组件模型及其运动关系构建的方法和思路, 并就多个机床工位间前后接续加工的虚拟车间搭建进行了技术解析, 论证了实施零件的数控机床加工虚拟现实的可行性。

**关键词:** 数控加工仿真; 虚拟现实; 机床模型; 多工位

中图分类号: TG659

文献标识码: A

文章编号: 1671-931X (2015) 01-0066-04

## 一、VERICUT 数控机床虚拟加工的表现形式

VERICUT 作为一款数控加工仿真的软件, 它可以模拟真实的机床、毛坯及其装夹结构, 对 CAM 刀路数据或 NC 程序实施由两轴到多轴数控加工的仿真验证、碰撞检查及其程序优化, 以消除安全隐患、替代试切, 保护机床和刀具, 确保工件表面质量, 优化程序, 提高加工效率, 因此深受企业用户的认可。和大多数面向学校基于机床操作虚拟训练的国产数控加工仿真软件不同, VERICUT 是以实施 NC 程序的仿真检查为主, 且其机床、刀具、夹具等模型均可由用户根据自用机床的实际尺寸结构自行定义, 较之国产数控仿真软件中少量可选的既定结构类型, VERICUT 的表现形式更加灵活, 可进行仿真检查的内容更丰富。

VERICUT 能进行各类数控加工工艺方法的仿真呈现, 既包括单一数控车、铣、线切割等工艺类型, 也包括多轴及车铣复合等综合工艺类型, 且因其机床部件的组合及其运动控制方式均可由用户按照逻辑

关系自行定义, 具有高度灵活的开放性特征, 因此, 该系统还能进行各不同结构的自动换刀(ATC)装置、自动上下料(APC)装置的仿真呈现。由于 VERICUT 能对前一工序毛坯仿真加工结果向下一工序的自定义形式的翻转变换, 从而构建出多工位的加工仿真, 因此也能实施多机床组合柔性制造单元(FMS)工艺类型的仿真, 为用户进行虚拟车间的技术开发奠定了基础。

## 二、VERICUT 单一机床模型组件关系的构建

### (一) 机床运动组件的逻辑关系分析

VERICUT 是在机床本体基础部件上按照实际机床组件运动的控制形式, 以“父子”逻辑关系树来构建机床模型的, 根据相对运动的实现形式, 可划分为相对独立的几组树枝(家族)。常见机床类型的几种“父子”逻辑关系构成如表 1 所示。

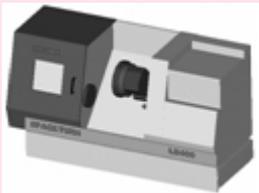
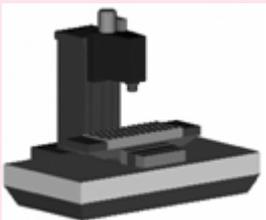
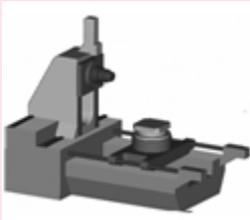
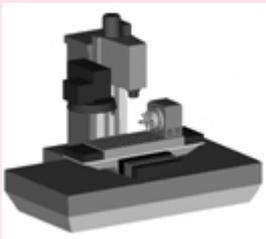
### (二) 机床组件模型构建及其位置关系的确立

除能采用基本方块、柱体、锥体等标准几何形体来搭建机床组件模型外, VERICUT 还能采用如图 1

收稿日期: 2015-01-22

作者简介: 洪广(1984-), 男, 湖北武汉人, 武汉职业技术学院机电工程学院助理实验师, 研究方向: 数控加工技术; 江洁(1964-), 女, 湖北武汉人, 武汉职业技术学院机电工程学院副教授, 研究方向: 数控加工技术。

表 1 常见机床类型中运动部件分组及其父子逻辑关系分析

机床类型	父 => 子 逻辑关系	机床类型	父 => 子 逻辑关系
二轴数控车床	 <p>主轴 =&gt; 附件夹具 =&gt; 工件(家族 1) Z 轴 =&gt; X 轴 =&gt; 刀具(家族 2)</p>	车削中心	 <p>C 轴 =&gt; 主轴 =&gt; 夹具附件 =&gt; 工件(家族 1) Z 轴 =&gt; X 轴 =&gt; 刀塔 =&gt; 刀具(家族 2)</p>
三轴床身铣床	 <p>Z 轴 =&gt; 主轴 =&gt; 刀具(家族 1) Y 轴 =&gt; X 轴 =&gt; 附件夹具 =&gt; 工件(家族 2)</p>	卧式四轴加工中心	 <p>Y 轴 =&gt; 主轴 =&gt; 刀具(家族 1) Z 轴 =&gt; X 轴 =&gt; 转台 B 轴 =&gt; 附件夹具 =&gt; 工件(家族 2) 自动换刀装置 =&gt; 刀塔 =&gt; 刀链(家族 3)</p>
立式四轴加工中心	 <p>Z 轴 =&gt; 主轴 =&gt; 刀具(家族 1) Y 轴 =&gt; X 轴 =&gt; 旋转 A 轴 =&gt; 附件夹具 =&gt; 工件(家族 2) 自动换刀装置 =&gt; 刀塔 =&gt; 刀链(家族 3)</p>	双摆台五轴加工中心	 <p>Z 轴 =&gt; 主轴 =&gt; 刀具(家族 1) Y 轴 =&gt; X 轴 =&gt; 旋转 A 轴 =&gt; 旋转 C 轴 =&gt; 附件夹具 =&gt; 工件(家族 2) 自动换刀装置 =&gt; 刀塔 =&gt; 刀链(家族 3)</p>

洪广, 江浩: 基于 VERICUT 数控机床加工仿真的虚拟现实

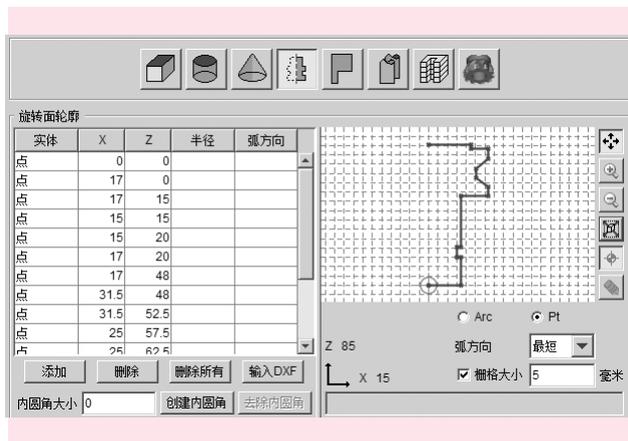


图 1 刀柄截面的即时建模

所示内置构图功能模块即时绘制基本线圆截面,或调用CAD软件构建的线圆几何图素,并据此以旋转、拉伸等方法构建出复杂几何形体模型,也可直接调用由CAD构建出的STL、IGES等格式的三维模型,构建方法多样,便于使用者灵活地选用。机床模型构建从机床基点开始,各组件以其构图原点为定位基准,分别相对于其上一级(父系)组件具有明确的坐标位置关系,这一位置关系既可通过给定坐标数据的方式,亦可直接选用对齐或配对的多组约束形式实施定位,通过逐级定位后各组件相对机床基点均具有确定的坐标位置关系,如图2所示。

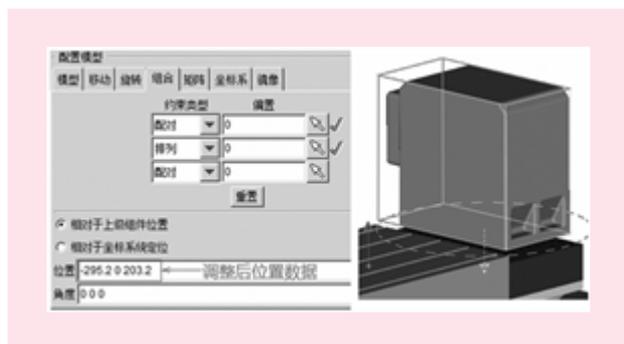
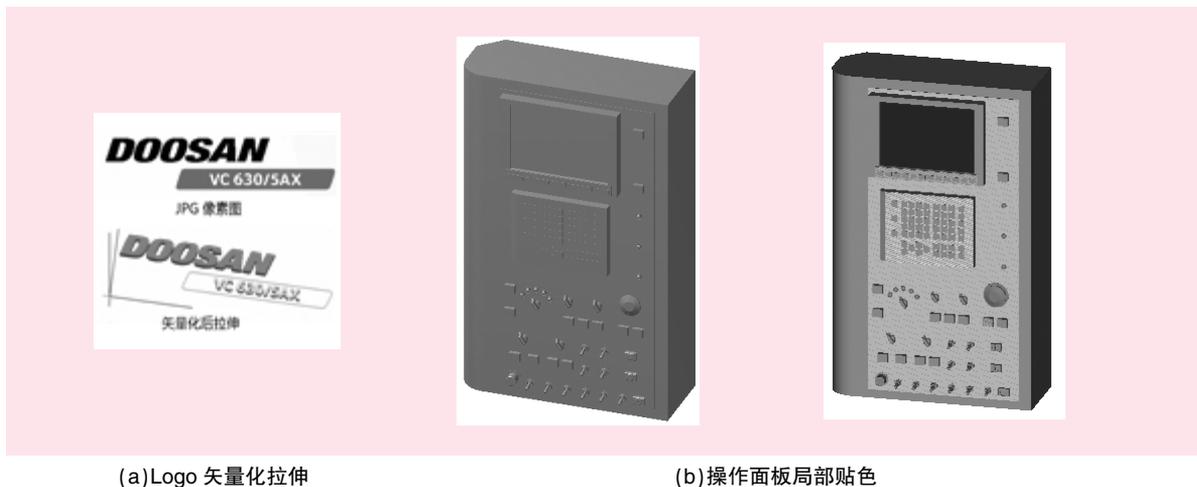


图 2 组件位置关系的调整

对可移动的运动部件而言,在VERICUT中尚需定义其可运动的组件属性类型,如线性轴、旋转轴、刀塔、刀链等,则前述模型搭建时所确立的位置只是其运动轨迹中的某一位置,这些组件可在设定的运动方向及其限定的行程范围内按控制规则改变其坐标位置。正是由于几组树枝间可以相对运动,其位置关系存在不确定性,所以必须先定义出运动实施的坐标关系基准(工件坐标系的零点),即类似于实际加工中的对刀设定,以确保NC程序的正确执行。但和实际机床加工的对刀不同,由于各组件包括移动中的运动组件在系统中已有相对明确的位置关系,因此在VERICUT中只需确立以毛坯上哪一特征点为坐标零点,即可自动构建出刀具所在树枝组与工

武汉职业技术学院学报二〇一五年第十四卷第一期(总第七十五期)



(a) Logo 矢量化拉伸

(b) 操作面板局部贴色

图3 自用机床特征辅件的特色建模

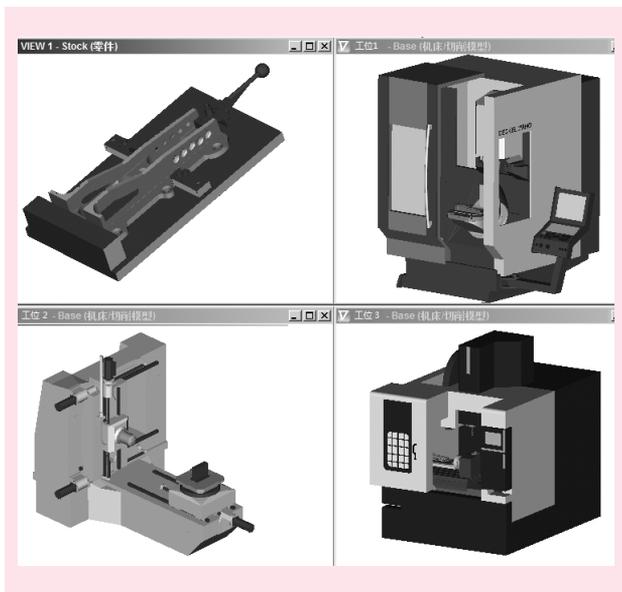


图4 多机床接续加工的虚拟现实

件毛坯所在树枝组之间的运动关系。

(三) 自用机床特征标识的辅助构建

要构建与本车间自用机床相一致的虚拟机床模型,除了在上述机床组件模型构建时需预先测量出实际机床各主体部件的外形尺寸,并用 CAD 软件构建出 STL、IGES 等三维模型供调用外,尚需就机床外罩、防护门、Logo 标识及数控操作面板挂件等代表自用机床特征标识的固定组件进行辅助构建。机床外罩和防护门同样可实测后用 CAD 建模以供调用,而 Logo 标识及数控操作面板挂件则可在 CAD 中先对像素图片矢量化处理,然后拉伸成三维模型供调用,再在 VERICUT 中对特色部件单独添加对应颜色特征的基本形体模型,如图 3 所示。

三、多工位自动连续加工的虚拟现实

对于需进行翻面或变换工艺方法实施多机床连续加工的生产线形式,在 VERICUT 中可采用多工位虚拟加工的定义方法,为每工位选用控制系统、构建

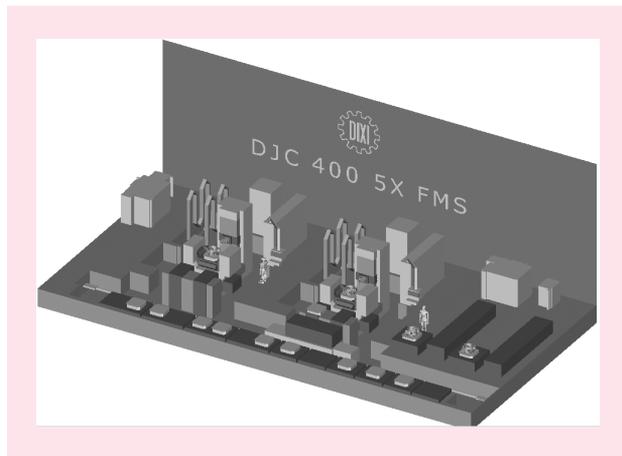


图5 小型 FMS 虚拟仿真的车间模型

机床组件模型,并根据工艺流程分配与机床对应的 NC 加工程序。在逐一进行单机程序仿真调试时,保存上一工位毛坯加工的结果到下一工位,然后对已加工过的毛坯按新工位装夹要求实施毛坯与夹具间的翻转、移动等调整操作,完成后选择“保留毛坯的转变”,即可实现前后工位间毛坯的接续,全部调试完成后即可实施多个机床按工艺顺序自动接续加工的仿真虚拟,如图 4 所示。

若要进行多机床组合柔性制造单元(FMS)工艺类型的仿真,则需按小型车间的设计布局要求构建或调集多台机床的模型,此时应以车间基点为总模型的坐标基准点,各机床基点相对于车间基点进行位置设定,各机床组件依然保持其与本机床基点的相对位置及运动控制关系。除此之外,尚需另行构建并设计出自动上下料(APC)装置的模型及其运动控制规则,以实现各机床间半成品毛坯的传送,图 5 所示为 VERICUT 构建的小型 FMS 虚拟仿真的车间模型。

四、结语

基于 VERICUT 的高度开放性特点,用户能按自

用机床的结构及控制系统构建出相对真实的机床模型,其夹具、刀具、毛坯等均可按生产实际自行定制,能针对单一机床所实施的加工过程进行仿真验证,检查碰撞及过切产生的可能性以替代试切,并可就使用者在刀具切削参数方面的实际经验对工艺和程序进行优化,以确保工件加工质量、提高加工效率。由于 VERICUT 能自动实现多工序间毛坯的翻转变换,且可自由设计构建自动上下料装置,为搭建数控车间并实施多机床接续加工仿真的虚拟现实提供了可能。

参考文献:

- [1] 陈波,赵福令.基于 VERICUT 的数控加工过程仿真技术[J].机械设计与制造,2006,(6).
- [2] 周小春,赵卫东.基于 VERICUT 的全过程数控加工仿真研究与应用[J].中国制造业信息化,2007,(13).
- [3] 黄振沛,等.基于 VERICUT 的数控加工仿真技术研究[J].机械工程师,2008,(8).
- [4] 魏林,刘文波.基于 VERICUT 的数控铣床加工仿真研究[J].机械工程师,2007,(11).

[责任编辑:詹华西]

## On Virtual Reality of Simulation of CNC Machining Based on VERICUT

HONG Guang,JIANG Jie  
(Wuhan Polytechnic , Wuhan 430073,China)

**Abstract:** In view of the openness of machine tool modelled with the VERICUT numerical simulation software, this paper introduces the methods and ideas of constructing the relationship between the components of machine tool model and its motion based on the analysis of the logical relationship of single machine model component. At the same time, this paper introduces the technical analysis of virtual workshop multiple machine tool bit connection before and after processing. Finally, this paper demonstrates the feasibility of virtual the real implementation of the NC machine tool for machining parts.

**Key words:** CNC machining simulation; VR; machine mold; multistate

(上接第 65 页)

- [3] 凌振宝.教学楼智能照明系统的设计与实现[J].吉林大学学报(信息科学版),2009,(4).
- [4] 周末清.照明自动控制技术[M].北京:机械工业出版社,2008.
- [5] 中华人民共和国建设部.GB50034-2004 建筑照明设计标准[S].北京:中国建筑工业出版社,2004.

[责任编辑:胡大威]

## Design of Lighting Intelligent Control System in University Classrooms

WANG Chuan,XU Xue-hui  
(Wuhan Polytechnic Wuhan 430074, China)

**Abstract:** According to the specialty of university classroom lighting and the application of intelligent control technology, the paper designs a energy-saving lighting control system based on AT89C51. SCM detects the light intensity. If the light intensity is weak, it will begin to explore the human body signal with pyroelectric infrared sensor. Based on the detection of moving or static human infrared signal, the teaching building lighting intelligent control can be realized.

**Key words:** intelligent control; Microcomputer; energy saving lightening