

Vericut软件在航空发动机盘类零件车加工仿真中的应用

Application of Vericut in Turning Emulation of Aeroengine Disc

中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司技术中心 韩德印 李家永 杨欣荣



韩德印

现任中航工业沈阳黎明航空发动机(集团)有限责任公司技术中心工艺技术研究专家,高级工程师。长期从事数控加工和加工仿真技术研究工作。曾荣获中航工业科技进步一等奖和三等奖各1项,曾荣获中航工业黎明职工技能运动会数控工艺编程大赛第一名和UG软件应用大赛第三名。

Vericut软件是一款专为制造业设计的CNC数控机床加工仿真和优化软件,是在数控加工领域广泛使用的第三方虚拟加工验证软件,可以取代传统的切削部件试验的方式验证数控程序,以模拟加工全过程的方式

通过Vericut虚拟仿真加工技术,使程序编制中各种意想不到的错误得到及时发现,例如刀具的路径是否合理、快速进给是否有误、刀具切削深度和步距是否符合要求、刀具是否擦伤零件和存储潜在的碰撞、工件哪些加工部位加工会有残留或过切等,从而指导数控编程人员改正程序错误,优化数控程序,调整加工方案。

来校验加工程序的准确性,帮助发现编程错误,从而优化切削方案,以提高大型复杂零件研制效率,降低研制风险。

航空发动机盘类零件是发动机的关键零件,零件型面复杂,盘上有篦齿、端面U型槽、外圆和内圆环形槽,数控编程难度大、易出错,而航空发动机盘类成品价格昂贵,加工出错会造成重大经济损失,因此必须保证数控程序完全正确,为此采用仿真技术进行先期验证,选择Vericut软件进行虚拟仿真成为解决问题的很好手段。

Vericut软件能够真实地再现实际机床的全部加工过程,能够检测出数控程序的干涉以及过切等情况,同

时可以对其他具有仿真功能的编程软件所编制数控程序进行验证,以检测该编程软件自身的仿真功能所不能发现的缺陷和错误。现以一个数控立车仿真系统构建过程和航空发动机盘类零件数控车加工仿真为例,研讨该技术的特点以及应用方法。

Vericut 机床三维实体模型的构造

构建一个完整的Vericut机床仿真系统,是在仿真系统中添加机床的三维实体模型,由于Vericut软件自身建模功能有限,对于比较复杂的机床结构件,需要借助其他通用三维造型软件来完成,可选择UG、CATIA、Pro/E等CAD软件建立几何模型,当

建造好机床所有零部件后,将各部件在软件中组装成一个完整的机床三维模型,按照机床底座、X轴、Z轴、工作台和主轴等功能部件分别生成IGES、STL、STEP等格式文件,然后通过 Vericut 的图形转换输入接口导入到机床仿真系统中。图1为UG软件构建的数控立车三维模型,图中不同颜色属于不同的机床功能部件。图2为UG软件输出STL文件的操

作过程,按照该项操作就能够将三维实体模型输出为 Vericut 软件能够识别的文件,导入 Vericut 软件的相关组件中就构成了虚拟实体机床。

在 Vericut 软件中构建虚拟数控立式车床仿真系统

Vericut 软件用不同类型的组件表示各机床部件的实体模型,用模型来定义各组件的三维尺寸及形

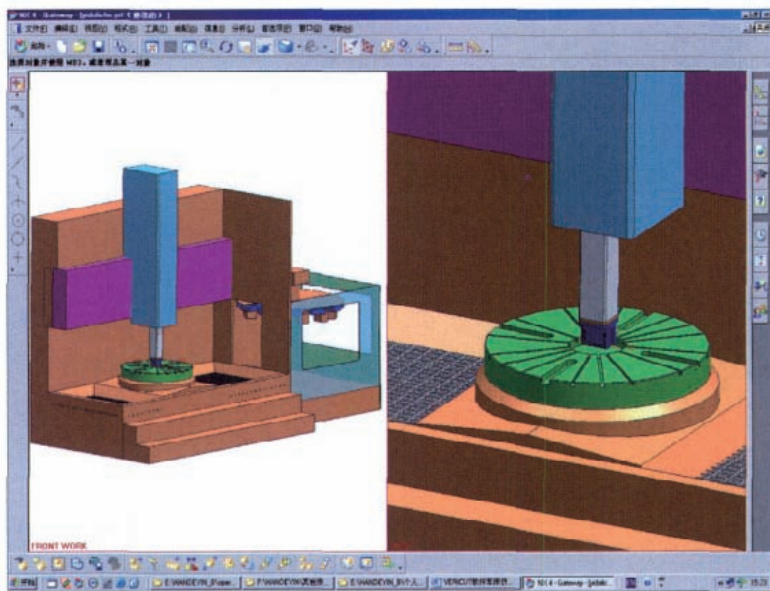


图1 UG软件构建的数控立车三维模型

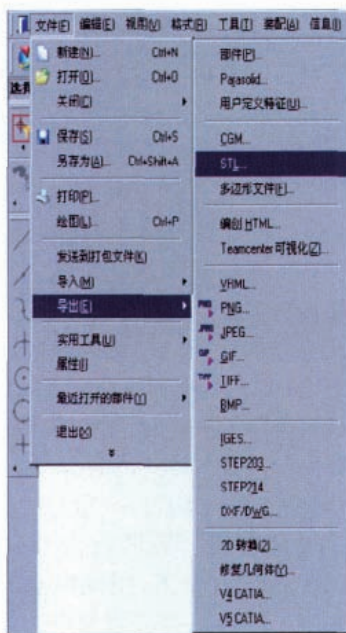


图2 UG软件导出STL模型

状。并通过定义毛坯、夹具和切削刀具等组件与模型,按真实加工时的相应连接关系,连接到数控机床相应的位置,构成完整的组件树。要建立 Vericut 机床模型拓扑结构必须先了解机床各轴之间的相互运动关系及相关参数。参数的正确与否直接影响到仿真结果的真实性。图3为数控机床结构树,从图中可以看出在机床底座上有车床工作台C轴,在工作台上有夹具、零件毛坯和零件产品的设计模型。在底座相连的立柱横梁上有X轴,X轴上依附着Z轴,Z轴上有加工刀具。这个结构树明确表述了机床各部件的结构关系。将从UG软件导出的各功能部件STL模型导入到 Vericut 软件中相应的功能组件下,就构成了一个完整的



图3 数控机床结构树

Vericut 数控立车仿真模型,图4为已经导入实体模型的 Vericut 仿真机床模型。

Vericut 在航空发动机盘类零件加工仿真中的应用

现以航空发动机盘类零件数控车削加工仿真为例,讨论如何在 Vericut 环境下实现车削加工数控程序的仿真。Vericut 仿真加工工作流程^[1]如图5所示。

(1)启动 Vericut 软件新建一个立车模型文件,文件名为 DS.vcproject。

(2)建立一个体现该机床各轴运动关系的机床结构树,如图6所示,柱体或锥体可以通过 Vericut 软件的造型—模型—类型功能中选择相应的方块、圆锥、圆筒来实现。而对于

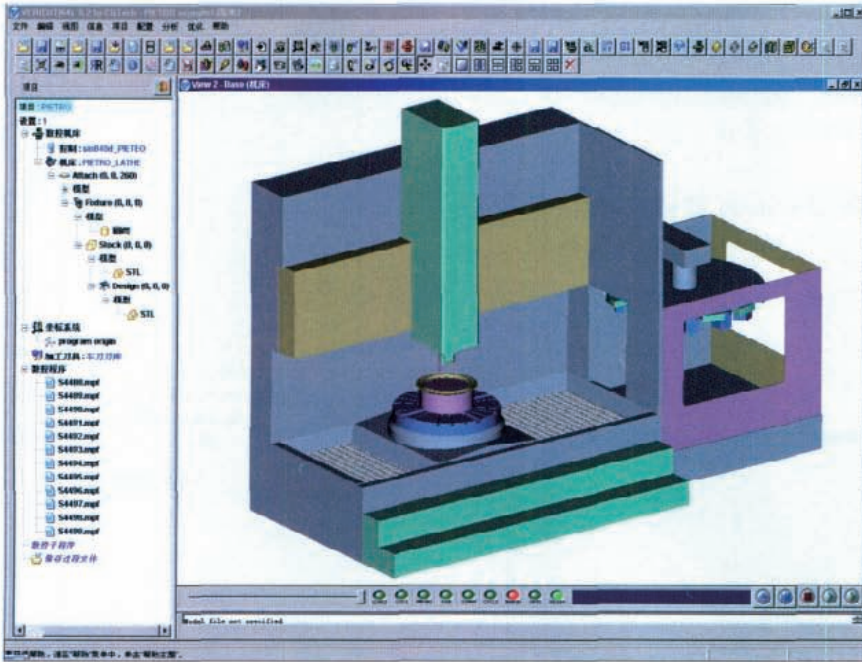


图4 已经导入实体模型的Vericut仿真机床模型

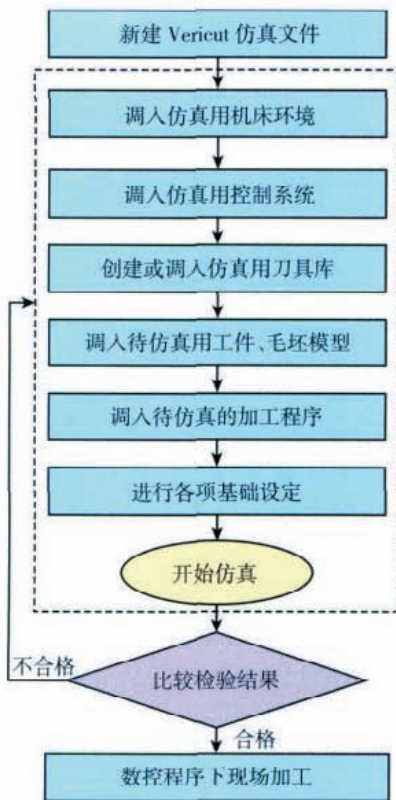


图5 Vericut仿真加工工作流程

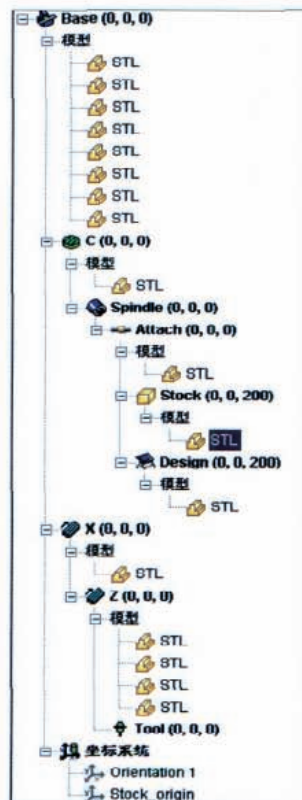


图6 DS数控立车的结构树

机床文件保存为 DS.mch 文件,各轴的行程等相关参数要查阅机床手册。

(3) 添加机床使用的控制系统文件,在软件控制系统库中选择 sin840d.ct1,该系统能够支持西门子控制指令的执行。Vericut 软件本身提供了数十种控制系统文件。进入配置—控制—MenuOpenCtl 选择 sin840d.ct1 即可,对于特殊的控制系统命令可以根据实际需要可对控制系统进行编辑与修改。

(4) 创建仿真刀具库文件 DS_TURNING.tls,切削刀具库文件一般是由切削刀具部分和刀柄部分两部分构成,Vericut 软件在构件刀具部分功能强大,软件能够构件几乎所有标准类型的机夹数控刀具,对于非标准的刀具可以使用软件本身画图的方式构件,或者采用外部其他软件先构件二维轮廓曲线在 Vericut 软件中再创建三维实体,另外还可以采用其他三维造型软件构件三维实体再导入 Vericut 软件中。对于简单的刀柄可以采用在 Vericut 软件中先画出刀柄截面曲线,然后利用拉伸、旋转命令构建出刀柄三维实体,对于复杂形状的刀柄建议采用其他三维设计软件先构建出刀柄的三维实体,再通过 *.STL、*.STEP 等文件格式导入刀具库文件中。无论是刀具还是刀柄原则上必须要保证与实际所要加工时使用的保证完全一致,否则仿真结果将会出现偏差,零件加工时将会存在质量风险。程序运行时当遇到调刀指令后软件就会调用相应刀具。刀具库结构如图 7 所示,该刀具库中包含 11 把车刀,仿真时刀具轨迹颜色也会随着加工刀具的变化而变化。

(5) 将零件模型、毛坯模型、夹具模型导入 Vericut 仿真系统。模型文件一般由 UG、CATIA、Pro/E 等 CAD 软件设计好并保存为 *.STL、*.STEP 等文件格式,用鼠标双击软件项目树节点,在弹出菜单中选择由模型文件导入即可。

复杂结构的机床部件模型,则需要通过 UG、CATIA、Pro/E 等 CAD 软件完成造型之后另存为 *.stl、*.STEP、

*.IGS 等文件,再通过 Vericut 软件中造型—模型—类型—模型文件选择相应的 *.STL 文件导入软件中。将

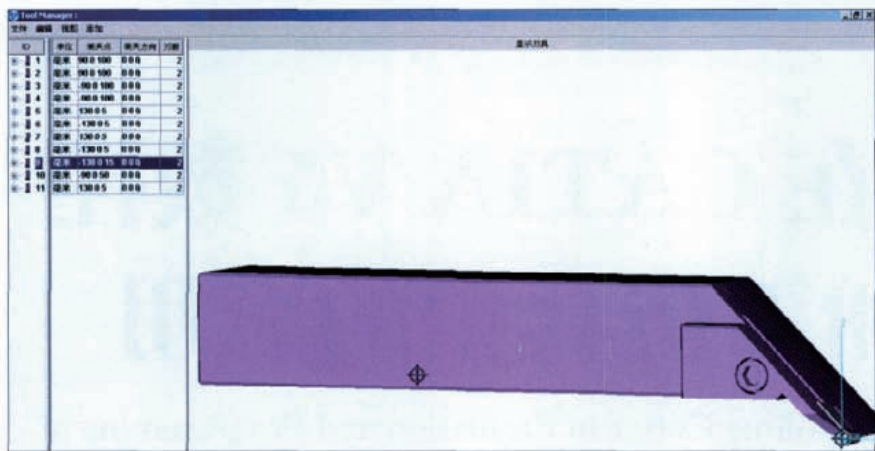


图7 车加工刀库结构

(6) 导入所要仿真的数控程序。进入项目菜单—选择数控程序选项双击,在弹出的菜单中添加要仿真的数控程序即可。这里需要注意的是必须按照相应的加工顺序进行程序的添加,也可以在展开的程序视图中利用鼠标拖拽的方式按顺序排列加工程序序列。

令,在表单项中选择 Work Offsets,在子系统名中选择 1,在 Register 项中输入 54。在输入偏置项中输入编程原点与机床原点的差值。

(8) 进行程序仿真。选择右下角的“发送到末端”按钮开始加工仿真,图 8 为正在进行的加工仿真,它实际上是真实加工的计算机虚

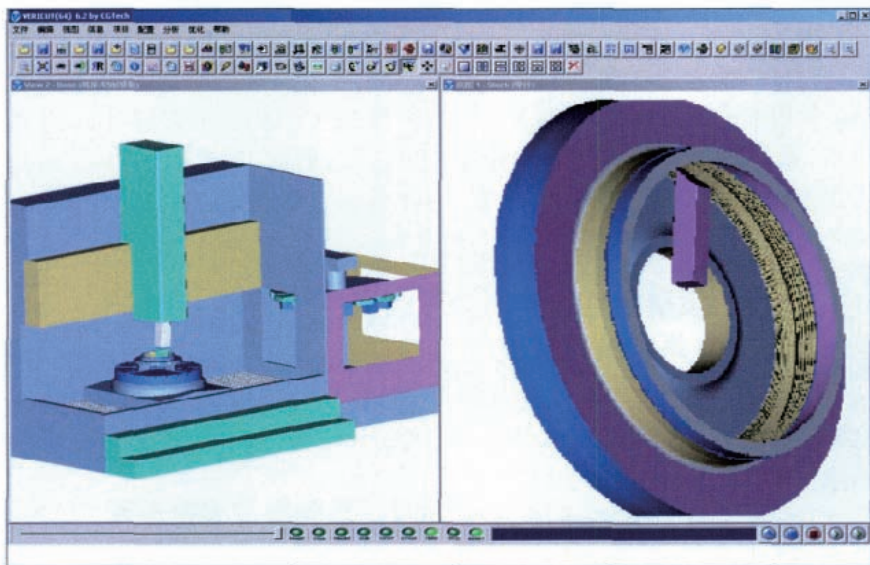


图8 正在进行的加工仿真

(7) 机床加工坐标系的设置。设置的原则是编程原点与工件原点重合。本数控程序采用 G54 设置工件原点对机床原点偏置值。设置方法为进入项目—处理选项—G 代码—设定,在表菜单项选择添加/修改命

拟再现。

(9) 结果分析。选择分析—自动—比对,在弹出菜单中进行相关参数设定即可,软件操作界面如图 9 所示。通过与原设计模型比较,能分析出最终工件的过切与欠切情况,而

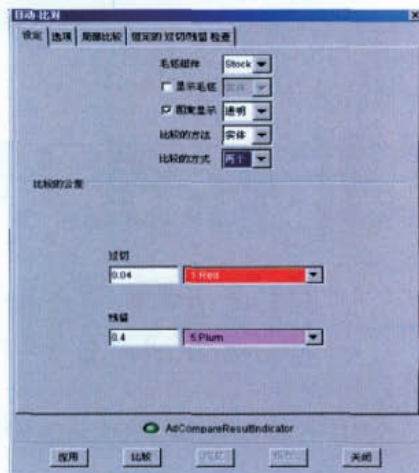


图9 自动比较操作界面

且能够给出详细的报告文件,说明程序中哪条语句过切或欠切,量值是多少,能够指导编程人员修改程序。

(10) 保存 DS. vproject 文件。该文件中已包含有毛坯信息、机床信息、控制系统信息和刀具信息,下一次需要仿真时直接打开该文件就可以进行仿真,不必调用机床、控制系统和刀具等相关文件。

(11) 将仿真合格的数控程序传到现场机床进行真实零件的加工。

结束语

通过 Vericut 虚拟仿真加工技术,使程序编制中各种意想不到的错误得到及时发现,例如刀具的路径是否合理、快速进给是否有误、刀具切削深度和步距是否符合要求、刀具是否擦伤零件和存在潜在的碰撞、工件哪些加工部位加工会有残留或过切等,从而指导数控编程人员改正程序错误,优化数控程序,调整加工方案。随着航空发动机结构零件日亦复杂,单个零件的价值将会越来越大,虚拟仿真技术的应用将更加广泛,掌握和运用 Vericut 是有益的。

参考文献

- [1] 杨胜群,唐秀梅,牛昌安,等. VERICUT 数控加工仿真技术. 北京:清华大学出版社,2010. (责编 小城)