

VERICUT SHUKONG CHEXIAO JIAGONG
CONG RUMEN DAO JINGTONG

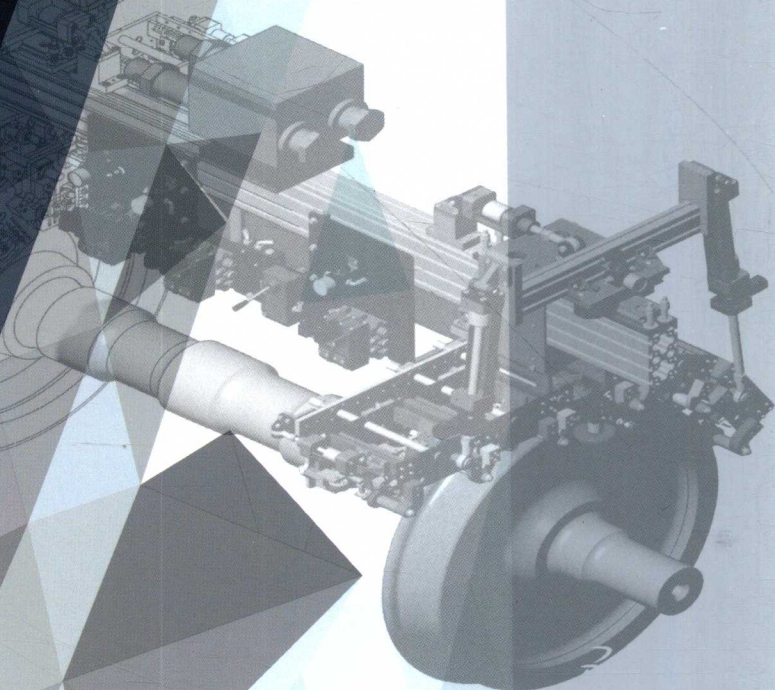
附赠实例文件

VERICUT数控车削加工 从入门到精通



化学工业出版社

黄雪梅 编著



VERICUT SHUKONG CHEXIAO JIAGONG
CONG RUMEN DAO JINGTONG

VERICUT数控车削加工 从入门到精通

黄雪梅 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

VERICUT 软件是目前国际公认的专业数控机床加工仿真软件。本书应用 VERICUT7.3 说明数控车削加工程序验证与虚拟加工的相关技术与方法。本书内容分为三部分：第 1 章为 VERICUT 实施虚拟车削加工所必需的基本技术，包括项目树的基本内容与配置方法、虚拟车削对刀方法、模板项目文件、多工位加工仿真等内容；第 2 章与第 3 章结构类似，分别以 FANUC 动力刀架车削加工中心与 SINUMERIK840D 五轴车铣复合加工中心为实施环境，说明了具体项目模板文件下，零件数控加工程序手工及 UG/CAM 自动编程方法，开发并详细说明了典型车削零件基于以上环境实现虚拟车削加工的全过程。虚拟车削加工的相关技术细节，包括刀具轨迹仿真、碰撞检验、数控设备的控制与切削运动、零件加工中与加工结果分析等，书中均进行了详细说明。本书附送了书中介绍的所有 VERICUT 应用实例所需要的相关文件，读者可以下载练习。

本书可作为高校、高职机械制造、数控技术、机电一体化专业的技术用书，也可作为 VERICUT 仿真技术的培训教材，还可供从事数控技术的相关技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

VERICUT 数控车削加工从入门到精通/黄雪梅编著.
北京: 化学工业出版社, 2016.10

ISBN 978-7-122-28013-8

I. ①V… II. ①黄… III. ①数控机床-车床-车削-
加工工艺-计算机仿真-应用软件 IV. ①TG519.1-39

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2016) 第 212497 号

责任编辑: 张兴辉
责任校对: 宋 玮

文字编辑: 陈 喆
装帧设计: 王晓宇

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 12¼ 字数 302 千字 2017 年 1 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 58.00 元

版权所有 违者必究

VERICUT 软件由美国 CGTECH 公司开发,是目前国际公认的专业数控机床加工仿真软件。该软件能够真实模拟数控加工过程中刀具的切削与机床的运动过程,实现对数控加工程序的验证、机床运动过程中可能出现的干涉碰撞、加工后的零件分析,同时还可以优化加工程序、记录各不同加工阶段加工毛坯零件的加工状态与数据、实现多工序加工、输出加工报表等实用功能。在实际加工过程之前,通过 VERICUT 软件对数控加工过程的仿真校验,能够有效排除程序中存在的错误及机床干涉碰撞、过切欠切、超行程等问题,优化加工工艺。

在工程教育与数控技术培训领域,VERICUT 通过有效的虚拟加工仿真环境构建与典型切削加工程序的开发,可以为该领域提供有力的技术支持工具。本书即针对切削加工最基础的加工形式——车削加工,应用 VERICUT7.3 版本,说明数控程序验证与虚拟加工的相关技术与方法。

本书内容分为三部分:第 1 章为 VERICUT 实施虚拟车削加工所必需的基本技术,包括项目树的基本内容与配置方法、虚拟车削对刀方法、模板项目文件的建立与使用、多工位加工仿真等内容;第 2 章与第 3 章结构类似,分别以 FANUC 动力刀架车削加工中心与 SINUMERIK840D 五轴车铣复合加工中心为实施环境,说明了具体项目模板文件下的手工与 UG/CAM 自动编程方法,开发并详细说明了典型车削零件基于以上环境实现虚拟车削加工的全过程。虚拟车削加工的相关技术细节,包括刀具轨迹仿真、碰撞检验、数控设备的控制与切削运动、零件加工中与加工结果分析等,书中均进行了详细说明,从而可以学习与掌握 VERICUT 车削仿真的技术与方法,学习与实践车削编程技术、车削加工中心的使用与控制等实用技术,同时在本书车削仿真技术基础上,可为进一步学习多轴加工编程与虚拟加工技术奠定坚实基础。

本书可作为高校、高职机械制造、数控技术、机电一体化专业的技术用书,也可作为 VERICUT 仿真技术的培训教材,还可供从事数控技术的相关技术人员参考。

本书由哈尔滨工程大学黄雪梅编著。本书编写过程中参考与学习了国内外同行的一些经验,除了文中所列的参考文献外,也对网络上查阅到的技术资料、先进数控装备的加工视频进行了一些参考,如海德汉、德玛吉-森精机官方网站上的一些资料与视频等,从中得到很多学习与启发,在此不再赘述。但由于个人水平所限与多方面条件限制,尤其是笔者常年在高校工作,对先进数控设备的实际操作经验较为匮乏,因此在写作过程中难免存在不足,恳请同行与专家批评指正,个人邮箱 xmhuang@hrbeu.edu.cn,期待提出宝贵意见,广泛交流,共同提高。

第1章 仿真基础知识

1.1 软件简介	001
1.1.1 软件简介	001
1.1.2 主要功能	001
1.2 VERICUT 加工仿真基本过程	005
1.3 仿真过程基本控制方法	009
1.3.1 设置加工仿真过程	010
1.3.2 控制仿真过程	013
1.4 仿真结果测量	017
1.5 项目模板文件	024
1.5.1 生成项目模板	024
1.5.2 使用项目模板	028
1.5.3 对刀	030
1.5.4 构建机床	033
1.5.5 构建刀具	041
1.6 多工位 (SETUP) 加工仿真	049
1.6.1 多工位仿真——工位 1 设置	049
1.6.2 多工位仿真——工位 2 设置	052

第2章 FANUC 车削加工程序验证与虚拟加工

2.1 仿真用 FANUC 车削加工中心模板项目文件	058
2.1.1 模板项目文件主要设备配置与功能	058
2.1.2 动力刀架车削加工中心的设置与功能	058
2.1.3 切削刀具设置与功能	061
2.1.4 对刀	063
2.1.5 针对具体加工特征的机床控制模板	064
2.1.6 针对具体模板项目文件的零件数控程序生成步骤	067
2.2 FANUC 车削循环命令编程与仿真	067
2.2.1 外圆粗车循环 G71	067
2.2.2 端面车加工循环 G72	072

2.2.3 径向切槽循环 G75	076
2.2.4 螺纹车削循环	080
2.3 实例零件——简单轴	083
2.3.1 实例零件及其工艺	083
2.3.2 生成本零件的数控程序模板结构	084
2.3.3 生成各具体车削特征的刀具切削运动轨迹程序	084
2.3.4 简单轴虚拟加工过程实现	085
2.4 实例零件——内孔轴	093
2.4.1 实例零件及其工艺	093
2.4.2 生成本零件的数控程序模板结构	094
2.4.3 生成各具体车削特征的刀具切削运动轨迹程序	094
2.4.4 内孔轴虚拟加工过程实现	096
2.5 实例零件——阶梯轴虚拟加工	099
2.5.1 实例零件及其工艺	099
2.5.2 生成本零件的数控程序模板结构	100
2.5.3 生成各具体车削特征的刀具切削运动轨迹程序	101
2.5.4 阶梯轴虚拟加工过程实现	116



第3章 SINUMERIK840D 数控车削虚拟加工



3.1 仿真用五轴车铣中心模板项目文件	124
3.1.1 模板项目文件主要内容与功能	124
3.1.2 五轴车铣加工中心设置与功能	124
3.1.3 切削刀具设置与功能	126
3.1.4 对刀	128
3.1.5 针对具体加工特征的机床控制模板	128
3.1.6 针对具体模板项目文件的零件数控程序生成步骤	133
3.2 SINUMERIK840D 基本车削编程与仿真	134
3.2.1 轮廓加工循环 CYCLE95	134
3.2.2 螺纹加工循环 CYCLE97	137
3.3 实例零件——阶梯轴	141
3.3.1 实例零件及其工艺	141
3.3.2 生成本零件的数控程序模板结构	142
3.3.3 生成各具体车削特征的刀具切削运动轨迹程序	142
3.3.4 阶梯轴虚拟加工过程实现	145
3.4 实例零件——盘套	151
3.4.1 实例零件及其工艺	151
3.4.2 生成本零件的数控程序模板结构	151
3.4.3 生成各具体车削特征的刀具切削运动轨迹程序	152

3.4.4 零件虚拟加工过程实现.....	154
3.5 实例零件——内孔螺纹轴 UG/CAM 自动编程	160
3.5.1 实例零件及其工艺	160
3.5.2 生成本零件的数控程序模板结构.....	161
3.5.3 生成各具体车削特征的刀具切削运动轨迹程序.....	161
3.5.4 轴虚拟加工过程实现	181

参考文献	189
------------	-----



仿真基础知识

Chapter 01

1.1 软件简介

1.1.1 软件简介

VERICUT 软件是美国 CGTECH 公司开发的专业数控机床加工仿真软件，能够真实模拟数控加工过程中刀具的切削与机床的运动过程，实现对数控加工程序的验证、机床运动过程中可能出现的干涉碰撞、加工后的零件分析，同时还可以优化加工程序、记录各不同加工阶段加工毛坯零件的加工状态与数据、实现多工序加工、输出加工报表等实用功能。在实际加工过程之前，通过 VERICUT 软件对数控加工过程的仿真校验，能够有效排除程序中存在的错误及机床干涉碰撞、过切欠切、超行程等问题，从而取代或简化传统的切削件试切方式，节省时间，降低加工成本。

VERICUT 软件能够提供高真实度的机械加工过程仿真，功能涵盖机械加工过程中的数控车、数控铣、多轴、车铣复合及多轴机器人加工等。同时软件配置了世界著名的与目前国内通用的控制系统，如 FANUC、SIEMENS、HEIDENHAIN、华中、广数等。软件还对目前世界著名厂家的典型机床设备进行绘制，能够提供如 DMG、MAZAK、MORI SEIKI、HERMLE、OKUMA、DOOSAN 等厂家的机床模型，从而在以上设备与系统的虚拟加工环境中真实模拟零件的加工过程。同时软件还提供个性化设备的配置定制能力，用户可以根据自有机床与控制系统的实际情况，在软件中进行个性化配置，从而实现高真实度的模拟加工。

VERICUT 软件目前已广泛应用在航空、航天、船舶、汽车、能源等多行业中。

1.1.2 主要功能

(1) 搭建虚拟仿真环境

VERICUT 可以搭建与实际加工环境极为相似的虚拟仿真环境，提供机床、切削刀具、夹具等的数据库模型，模拟高真实度的零件机构制造过程，是进行程序验证、机床仿真的理想平台（图 1-1~图 1-10）。

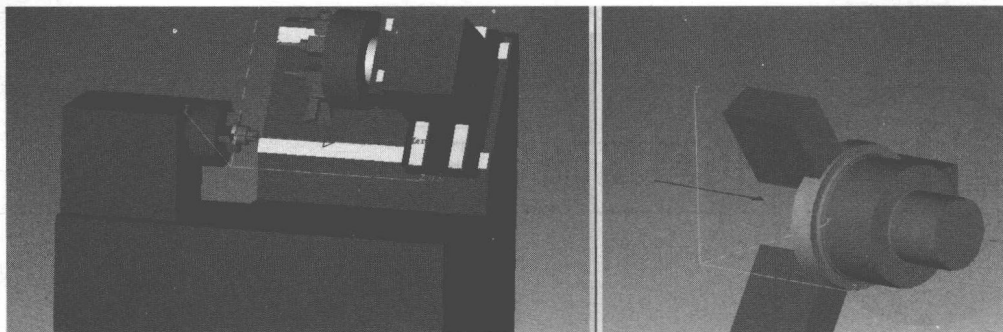


图 1-1 2 轴车削

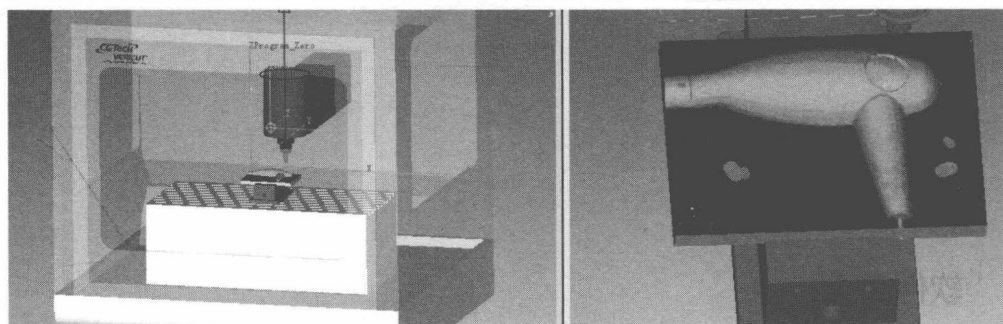


图 1-2 3 轴铣削

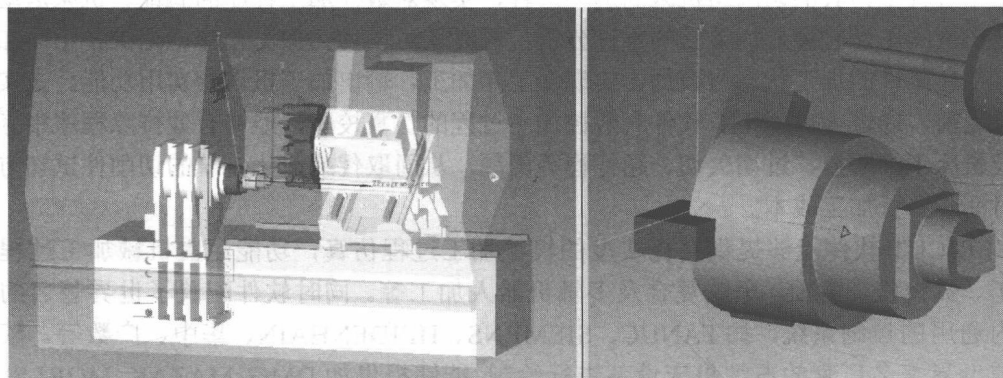


图 1-3 简单车铣加工

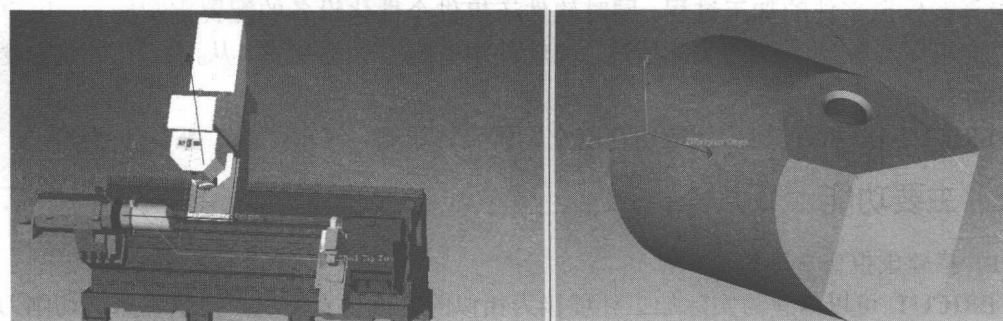


图 1-4 车铣 3+2 定位加工

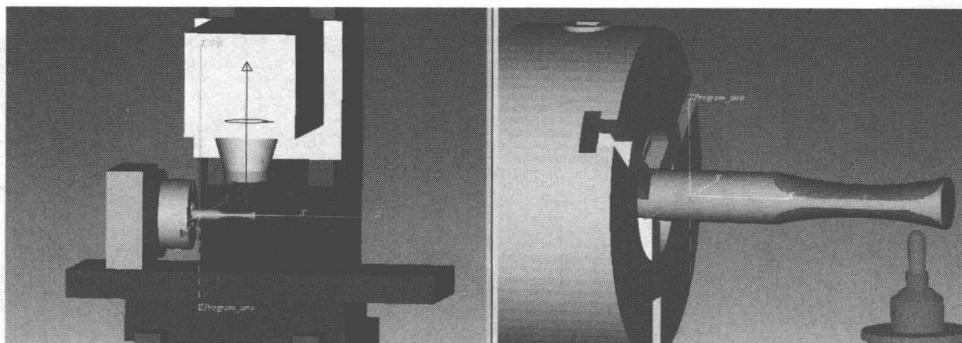


图 1-5 4 轴铣削

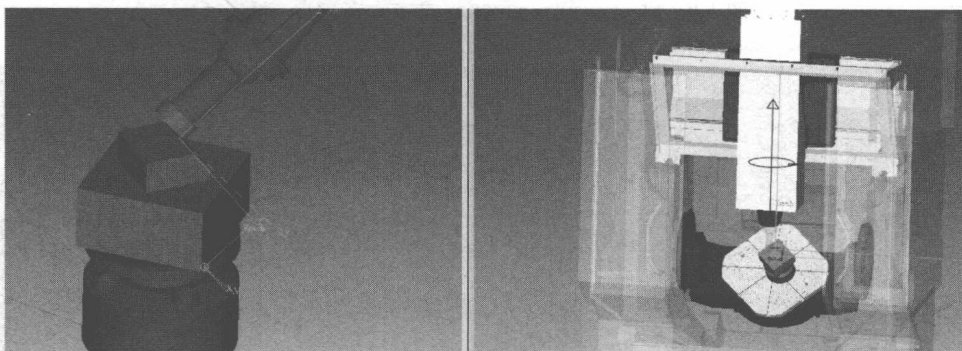


图 1-6 HERMLE C30 五轴双转台加工中心 (hei530 控制系统)

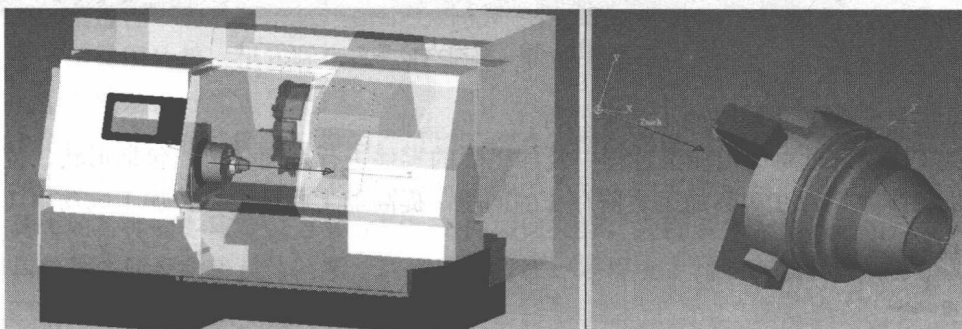


图 1-7 MAZAK QTN250MY 车削加工中心

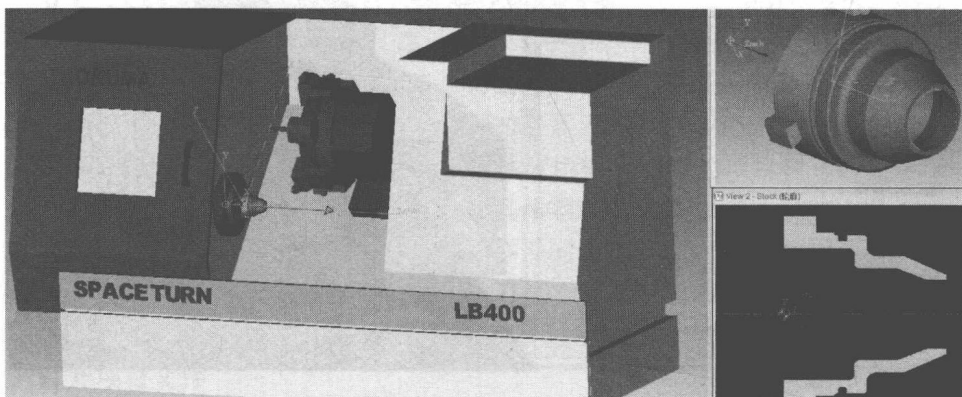


图 1-8 OKUMA LB400L 车削加工中心

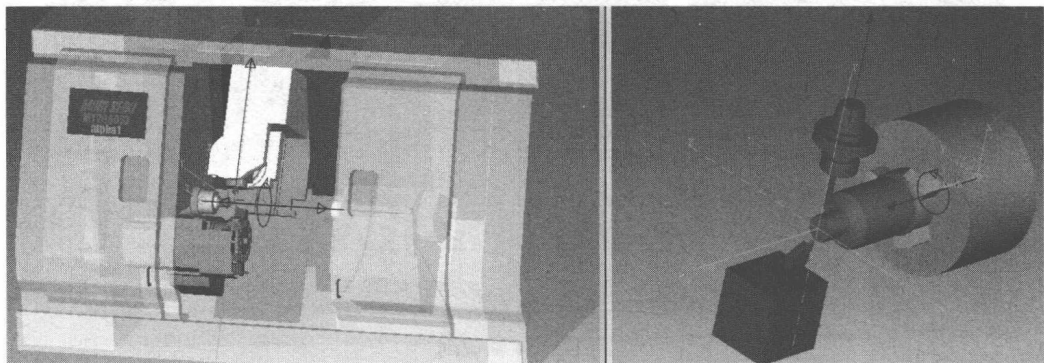


图 1-9 Mori_seiki_mt2000sz_alpha1 车铣加工中心

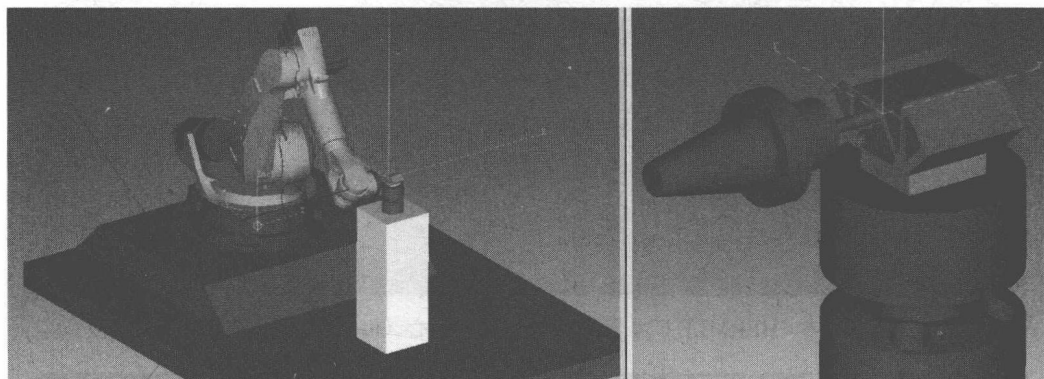


图 1-10 机器人仿真

(2) 零件工序间及最终加工结果分析

VERICUT 可以对虚拟加工过程中及加工后的零件进行全面分析,包括形状、位置和质量,分析与排除零件在实际加工之前存在的问题,提高加工质量与首件加工成功率(图 1-11 和图 1-12)。

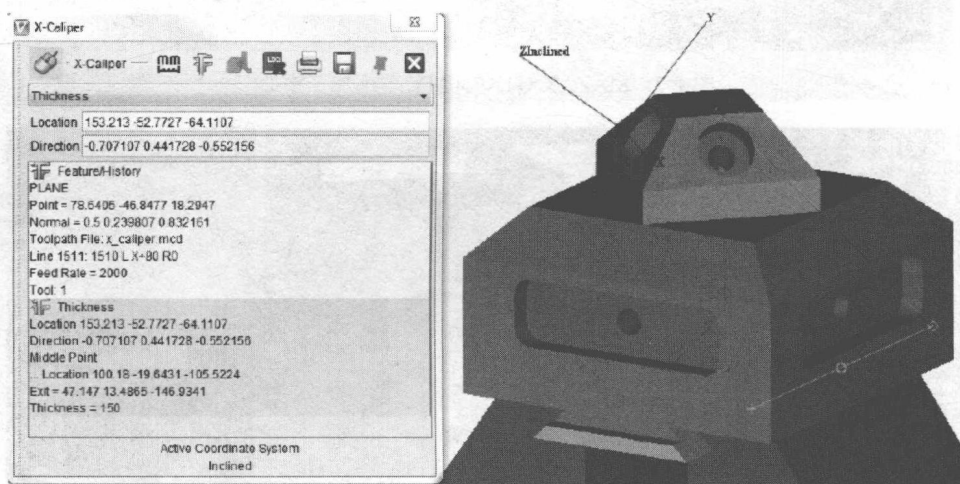


图 1-11 加工尺寸测量

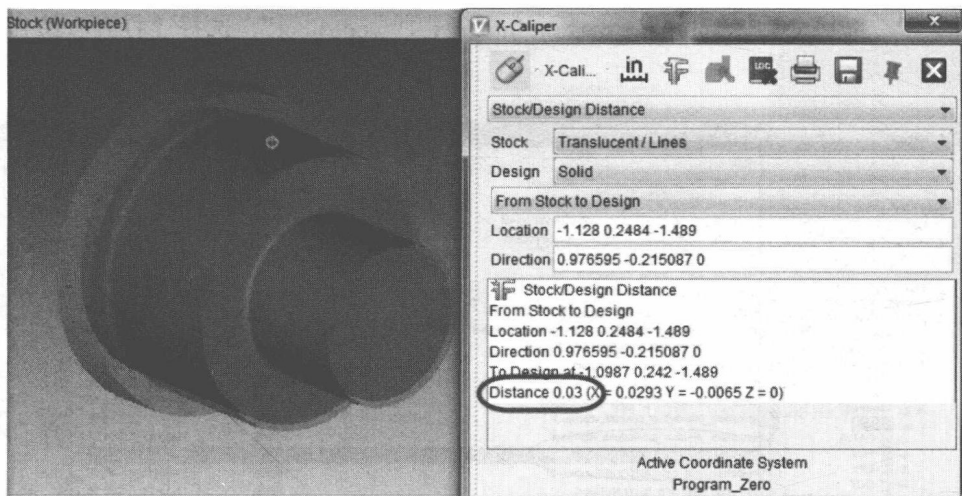


图 1-12 加工结果与设计零件的对比分析

(3) 加工程序与加工参数优化

VERICUT 可应用基于经验的优化原理对编制的数控加工程序进行优化。交互式的优化模式可以观察优化结果、修改优化参数直至得到满意的数控程序。

(4) 车间文档

VERICUT 可以利用各种定制好的模板，帮助用户产生各种工艺报告，包括配刀表报告、零件毛坯定位装夹图报告、工序工序测量报告等。这些报告根据定制的模板，可以灵活插入虚拟加工加工过程中的各种信息，如加工时间、刀具最短装夹长度、切削加工过程中零件的阶段性加工结果图片等，供实际生产车间使用，实现无图纸化加工。

(5) 工艺辅助设计

VERICUT 可以通过提供可靠的虚拟加工仿真数据，帮助用户在工艺设计阶段进行辅助分析。原来需要在生产实际环境下完成的许多细节工作，可以转换到 VERICUT 环境中虚拟进行。具体如工件的专家定位方案分析，工件如何夹持、夹持多少合适，选用何种类型的刀具、刀具参数如何设置等具体问题。软件环境可在一定程度上辅助工艺设计与分析工作，为实际生产提供技术支持。

1.2 VERICUT 加工仿真基本过程

在数控加工时，数控机床与控制系统、切削刀具、加工毛坯、安装毛坯到机床并正确对刀、编制数控程序等是成功完成数控加工过程的必需元素。在 VERICUT 的虚拟加工仿真环境中，以上相关因素也是必须提供的信息。软件应用树状结构的项目树 (Project tree) 形式对以上相关信息进行管理。当在软件中执行某具体零件的虚拟加工过程时，必须首先在项目树中完成以上信息的配置之后，方可进行对象零件的虚拟加工。本节即通过具体实例说明项目树的基本组成元素，包括控制系统、机床、刀具、工件毛坯等的基本设置方法，使读者初步了解 VERICUT 加工仿真的基本过程。具体实现过程如下。

(1) 打开项目文件

在主菜单选择“文件”→“打开”，弹出如图 1-13 所示的“打开项目”对话框，“捷径”

处选“练习”，选择文件“template_mazak_integrex_IV.vcproject”，选择“打开”按钮，进入该项目的加工仿真界面。

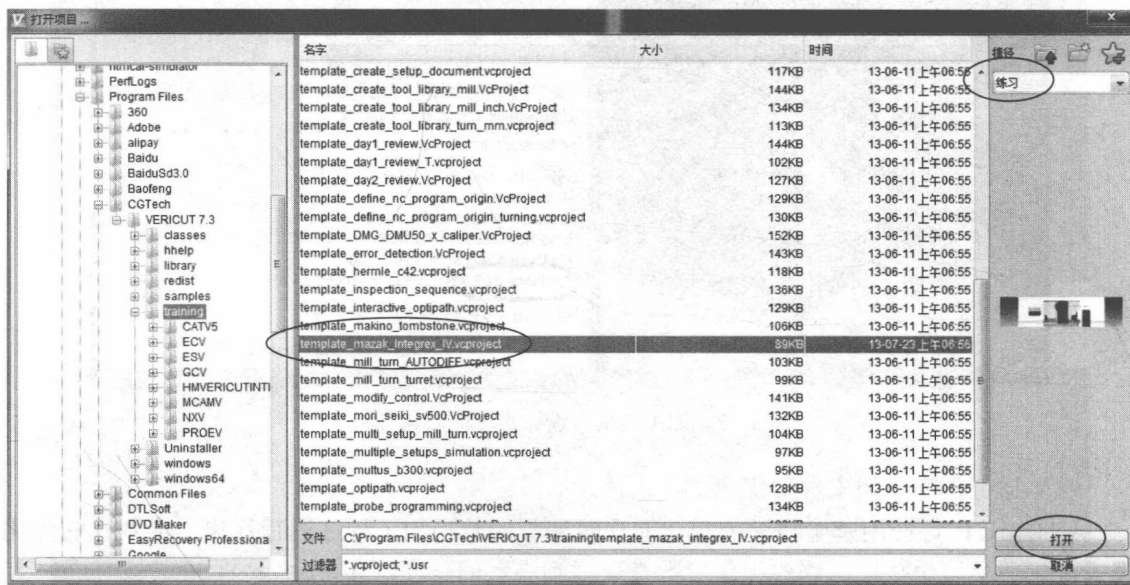


图 1-13 打开项目文件

(2) 展开项目树

在主菜单选择“项目”→“项目树”，弹出如图 1-14 所示的项目树界面。

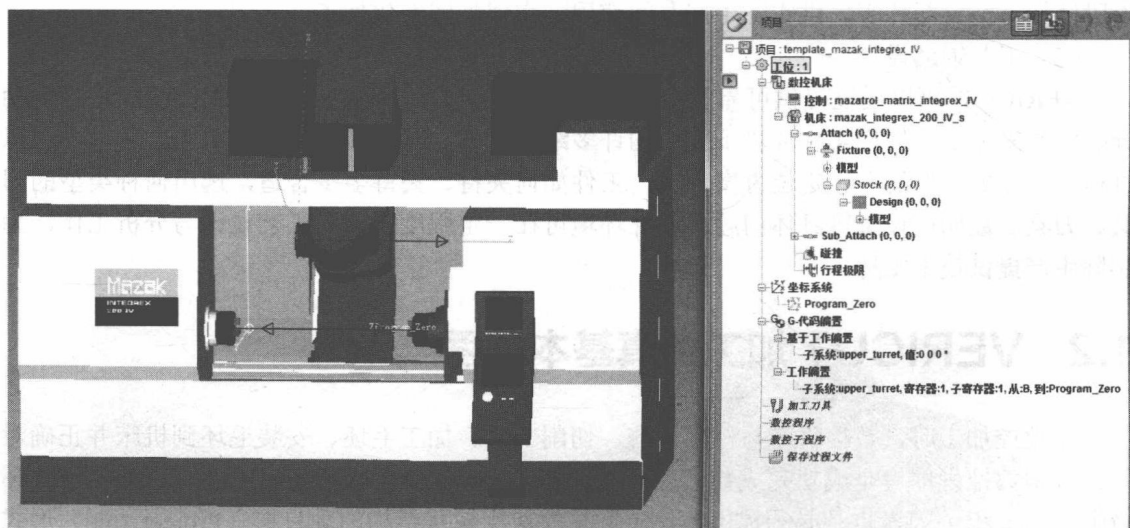


图 1-14 显示项目树

此时加工机床、机床的控制系统、基本的对刀工作在项目模板文件中均已设置完成。

(3) 设置加工所需毛坯

设置加工所需圆柱体毛坯，右击项目树中的“Stock(0,0,0)”，选择“添加模型”→“模型文件”，选择文件“mazak_integrex_200_IV_stk.ply”，如图 1-15 和图 1-16 所示。

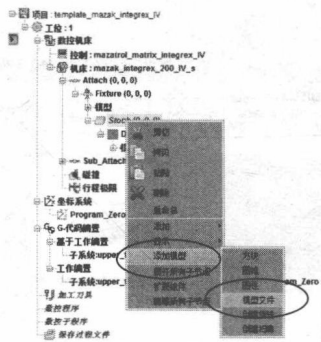


图 1-15 添加毛坯文件

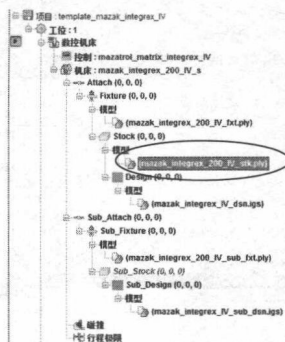


图 1-16 毛坯添加结果

(4) 加入切削刀具

右击项目树中的“加工刀具”→“打开”，弹出如图 1-17 所示“打开刀具文件”对话框，“捷径”处选“练习”，选择文件“mazak_integrex_200_IV.tls”，选择“打开”按钮。

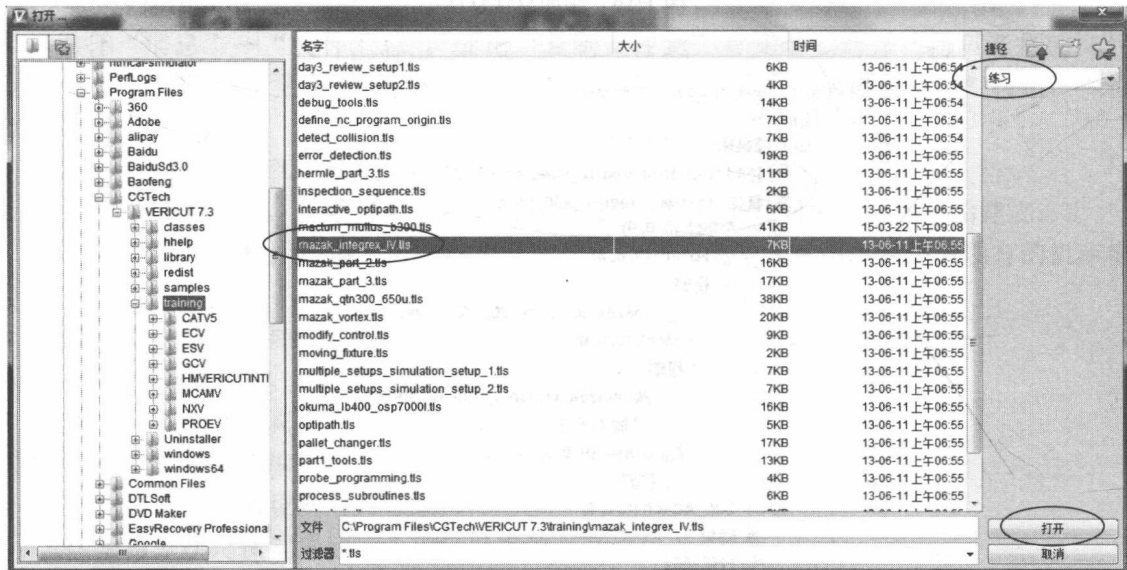


图 1-17 打开刀具文件

(5) 加入数控加工程序

右击项目树中的“数控程序”→“添加数控程序文件...”，弹出如图 1-18 所示“打开数控程序文件”对话框，“捷径”处选“练习”，选择文件“mazak_integrex_IV_upper.eia”，选择“确定”按钮。

(6) 仿真基本项目树形成

配置后的仿真基本项目树如图 1-19 所示。

(7) 运行仿真过程

点击“重置模型”按钮重置系统，点击“仿真到末端”按钮仿真加工过程，如图 1-20 所示。

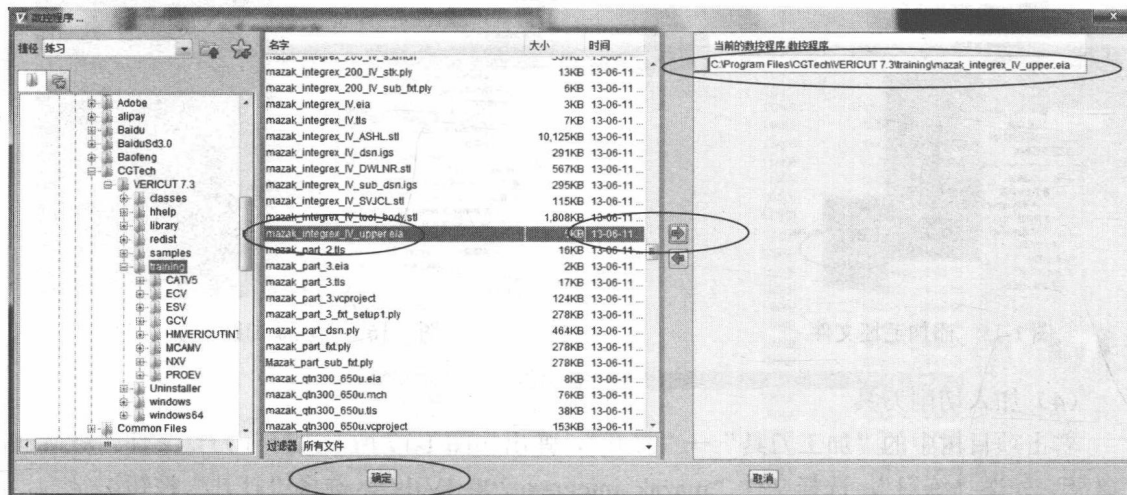


图 1-18 添加数控程序

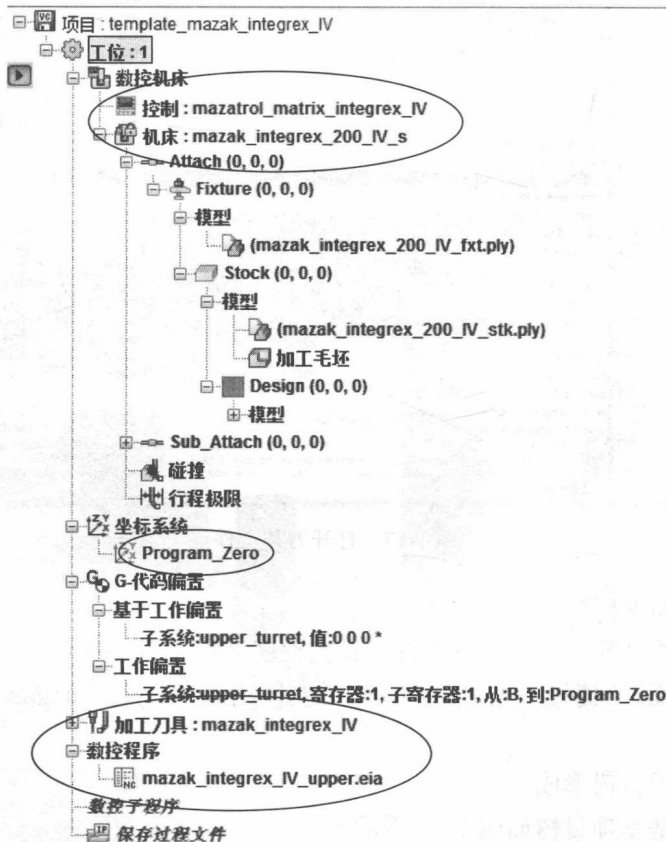


图 1-19 配置后的项目树

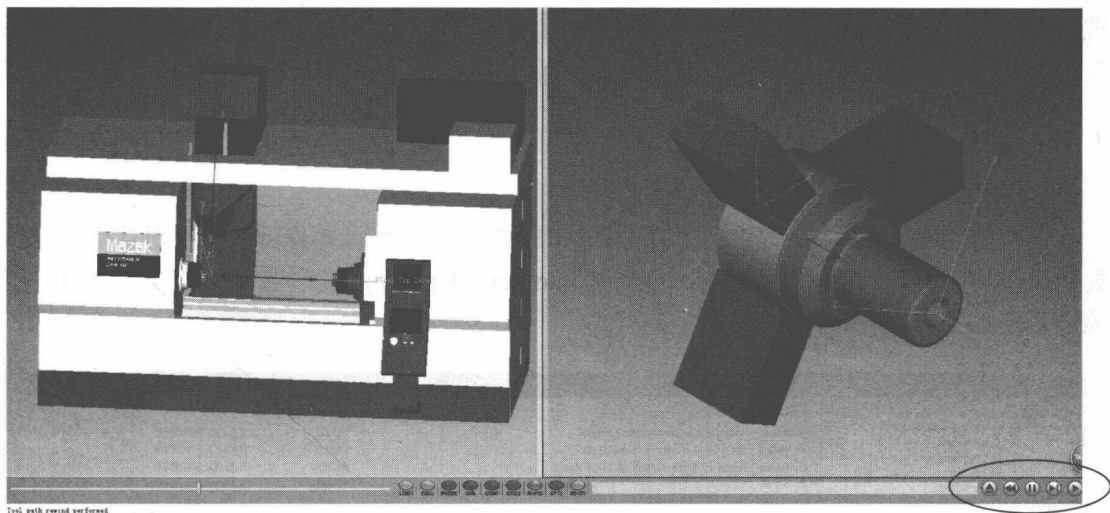


图 1-20 加工仿真结果

(8) 保存仿真结果

选择“信息”→“文件汇总”，弹出“复制文件到”对话框，选择“拷贝选择的文件到”→“目录”，指定文件保存位置“Vericut_turning\chap1\1_2”，选择“确定”按钮，保存相关文件。

综合以上，VERICUT 的加工仿真实现可以归结为以下过程：

- ① 新建仿真项目，新项目可以从空白开始或者从已有的项目模板文件开始建立；
- ② 设置仿真用机床环境，可以自定义客户化的机床模型或者调用软件中现有的机床模型文件；
- ③ 设置仿真用的控制系统；
- ④ 设置工装夹具、切削用毛坯等；
- ⑤ 调用或创建仿真用刀具库；
- ⑥ 根据加工工艺编制与调用数控程序；
- ⑦ 根据具体设备设置对刀方式；
- ⑧ 重置系统，使配置后的各项信息生效，开始仿真过程；
- ⑨ 控制仿真过程，对加工中以及加工后零件进行测量及比较分析，综合分析评价加工过程；
- ⑩ 若对加工仿真结果满意，则结束仿真过程，根据需要转至现场加工；
- ⑪ 若仿真中出现碰撞干涉错误等具体问题，则需对数控程序、加工设置等出现问题处进行修改，返回上述仿真过程，直至结果满足要求。

1.3 仿真过程基本控制方法

在 VERICUT 中执行仿真过程时，有时需要对仿真过程进行适当控制。如程序的执行方式，可采取连续执行方式或单步执行方式，单步执行方式可以更加方便地观察与分析刀具切削运动轨迹、机床切削情况等。也可通过拖动仿真速度控制滚动条，来设置合适的仿真速度；或在数控程序段的某处设置暂停点，如换刀处、工位加工结束处等。加工程序暂停的作用，可用于分析零件此时的加工状态，如零件粗加工结束后的加工尺寸测量、余量设置是否如预期、刀补设置是否合

理等的检测工作；或在工位处暂停用于工位之间转换传递加工毛坯，在结合单步执行功能将毛坯在下一工位进行装夹定位、对刀工作等。以下应用具体项目实例进行说明。

1.3.1 设置加工仿真过程

① 启动 VERICUT。

② 在主菜单选择“文件”→“打开”，弹出如图 1-21 所示“打开项目”对话框，“捷径”处选“练习”，选择文件“template_mazak_integrex_IV.vcproject”，选择“打开”按钮，进入该项目的加工仿真界面。

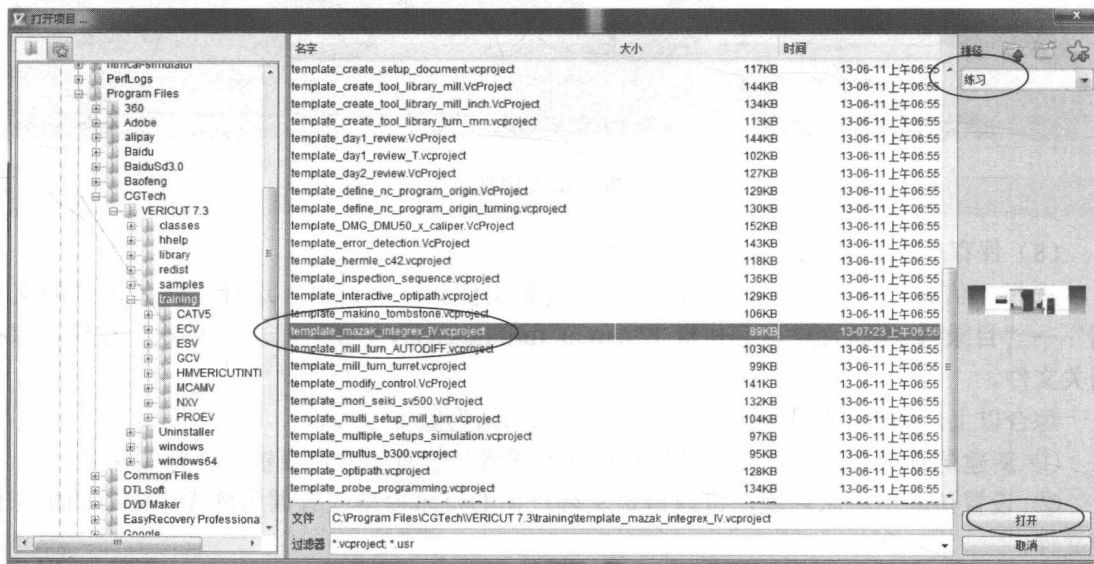


图 1-21 打开项目文件

③ 在主菜单选择“项目”→“项目树”，弹出如图 1-22 所示的项目树界面。此时加工机床、机床的控制系统、基本的对刀工作在项目模板文件中均已设置完成。

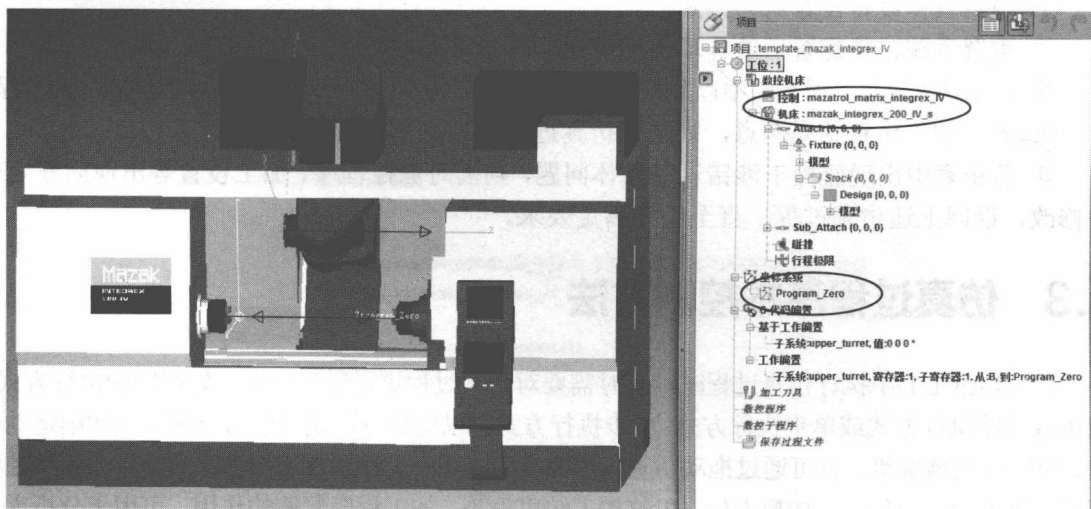


图 1-22 显示项目树