

数控车虚拟仿真实训平台的建设和应用

郝德成¹ 邢健¹ 王立¹ 张敏莉²

(1. 东北电力大学 工程训练教学中心, 吉林 132000;

2. 一汽吉林汽车有限公司, 吉林 132000)

摘要:工科专业教学特点是实践性较强, 数控车床实训授课是理工科类实操实践环节中一个非常关键的组成部分。设置充足的实操平台是培养学生实践能力、创新能力和初步解决工程实践问题的重要手段。伴随东北电力大学规模扩大, 招生人数增加的现实, 数控车实训基地也面临实验设备不能满足教学增长需求的情况, 传统的实训教学模式受到了巨大的挑战, 这时建立使用数控车虚拟仿真实训教学平台便成了一个绝佳的解决方案。该数控车仿真系统由两个部分组成, 即仿真加工环境和仿真加工过程。仿真加工环境由数控车床主体、被加工零件、数控刀具和定位夹具等组成, 采用底层 OpenGL 技术完成特征造型; 仿真加工过程由数控编程译码、三维动画演示仿真、碰撞和干涉检测、加工精度校验四个模块组成。整个仿真过程将数控程序进行编译, 记录保存刀具位置信息, 用以驱动机床的各个运动部件和刀具对被加工件进行仿真虚拟切削, 过程中系统自动检查是机床和刀具否发生碰撞、干涉。

关键词: 数控车; 虚拟仿真; 实训教学

一、本课题国内外研究现状述评

虚拟仿真技术的使用是社会发展进步的必然结果, 目前各行各业都趋之若鹜, 使用在机械产品研制和机床设备运用是肯定的。对数控设备虚拟仿真开发, 是国内外各科研机构普遍关注的热点问题。虚拟仿真的实现, 涵盖了三维实体建模, 工件可视化建模, 虚拟仿真加工, 零部件模拟装配, 虚拟实训场景建模, 虚拟现实编程, 虚拟量具测量等多个方面。

在西方发达国家, 虚拟仿真技术广泛被应用在汽车零部件制造、工程机械使用、航空航天实验、微电子等多个学科和领域, 很多杂难产品的设计、制造都使用虚拟仿真技术进行优化、降低设计成本、缩短开发时间。和众多发达国家比较, 我国的虚拟仿真技术在机械设计制造领域的使用率不高, 应用于工程训练实践教学更是凤毛麟角。虚拟仿真技术在其他国家各领域的成功使用, 激励了我国众多专业人才在此领域积极研发。

在中国学术期刊网上以“机械制造虚拟仿真平台建设”关键词对 2010—2021 年期间的文献进行检索, 找到 9 篇。但以“数控车虚拟仿真平台建设”和“数控车虚拟加工实训”为关键词对 2010—2021 年期间的文献进行检索, 还没有公开发表的教学改革文章, 可以看出, 面向数控车床虚拟仿真实训平台的建设和研究相对匮乏, 目前尚属空白。

二、选题意义和研究价值

虚拟仿真技术的发展改变了机械制造行业的传统生产制造模式。技术人员使用机械系统的产品建模和力学模型, 在电脑上设计出零部件模型, 并且面向该零部件投入使用后的各种实际现象进行虚拟仿真, 预测零部件的使用性能, 进而改进产品的整体设计、提高产品使用性能, 为实际零部件生产提供技术依据。虚拟仿真技术实现了传统制造方法的飞跃, 通过对零部件、加工环境等进行虚拟, 较为真实的呈现出设计产品的外观、运动及使用情

况。系统能够解析各种设计方案, 把工程师和操作人员的宝贵设计经验和过往成功和失败案例集成在虚拟样机里, 充分发挥设计者的想象力和才华。

伴随着数控车床虚拟仿真技术与机械设计制造技术的紧密结合, 该技术为传统生产周期长、设计费用高、试生产容易出现废件、首次试加工是否碰机安全等问题提供了新的解决途径, 也为数控车实践教学普及化创造了条件。

东北电力大学是以理工类为主的综合性大学, 工科专业居多。工科专业教学特点是实践性较强, 数控车床实训授课是理工科类实操实践环节中一个非常关键的组成部分。设置充足的实操平台是培养学生实践能力、创新能力和初步解决工程实践问题的重要手段。伴随我校规模扩大, 招生人数增加的现实, 数控车实训基地也面临实验设备不能满足教学增长需求的情况, 传统的实训教学模式受到了巨大的挑战, 这时建立使用数控车虚拟仿真实训教学平台便成了一个绝佳的解决方案。

三、本课题的研究目标

通过建立使用数控车虚拟实训教学平台预期达成一下目标:

(一) 大幅地提高教和学的效率

模拟仿真实训可以极大地缩减现场实训时长, 参训学生可以实现全员参与、全员同步实训, 尤其在学习机床内部结构、运动传动方式、控制面板操作先后顺序时效果极佳。突破了实训时间和空间限制, 弥补了实习实践机床设备缺少的缺陷。

(二) 有效地节约实训成本

数控车床的购买数量和实习使用棒料的购置费用是数控车实习实训不可逾越的费用障碍, 使用虚拟仿真平台则只用一台计算机和相关软件就能模拟一套完整的加工设备, 数控加工过程中不产生棒料消耗, 这样就完美地解决了数控车削加工过程中消耗费用高的难题。

(三) 提高学生的学习兴趣

传统数控车实训主要以轮换操作设备为主, 安全要求较多, 学生参与度相对较低, 虚拟仿真实训系统则使用三维仿真动画、模拟为主要内容, 接近实践且浸入感强、参与度高。非常适合学生课前熟悉实习实训内容, 课上反复操作, 计算机仿真系统能通过视觉和音频效果, 充分提高学生实训兴趣。

(四) 增加实训安全性

操作机床不可避免的要面临实训安全问题, 我们可以前期使用虚拟平台实训后期进行设备实操, 这样就极大地降低了设备和人员事故出现的概率。

四、仿真平台建设主要涉及的技术思路

(一) 虚拟仿真数控车削加工系统总体设计

1. 系统总体设计思想

该数控车仿真系统由两个部分组成, 即仿真加工环境和仿真加工过程。仿真加工环境由数控车床主体、被加工零件、数控刀具和定位夹具等组成, 采用底层 OpenGL 技术完成特征造型; 仿真加工过程由数控编程译码、三维动画演示仿真、碰撞和干涉检测、

加工精度校验四个模块组成。整个仿真过程将数控程序进行编译,记录保存刀具位置信息,用以驱动机床的各个运动部件和刀具对被加工件进行仿真虚拟切削,过程中系统自动检查是机床和刀具是否发生碰撞、干涉。数控车使用的 NC 代码由编译系统从数控加工文件生成。虚拟动画仿真模块主要用以模拟加工动画,使实际加工效果用动画的形式展现给参训同学。仿真干涉检验是本系统的特殊模块,该模块能完成机床设备和刀具、工件的运行碰撞检测,校验程序的准确程度。虚拟加工精度校核则是实训后学生自我检验加工质量的手段之一。

系统采用分组分模块的设计方法,把完整的数控车削加工分解为多个可拆模块,我们分别完成各个组成模块的功能仿真,从而实现整个车削系统的实际场景仿真。

2. 仿真环境模型的建立

创建虚拟仿真数控车削加工平台就是要把三维动画场景和加工情形融合在仿真实习实训中,在实训中计算机反馈加工参数。本数控车操作平台的虚拟操作面板是模仿实际的数控系统 FANUC OIT 的操作面板制作的,虚拟操作面板实现了实际数控车的绝大部分使用功能。

数控车床三维模型主要考虑数控车床的各轴之间运动关系,三维建模出数控车主轴、加工床身、导轨工作台,其他不重要部件都适当简化,用以减少建立模型的工作量。

(二) 系统关键技术实现方法

1. 三维几何模型的构建

本三维建模是将实际的数控车床加工系统转化为计算机内部数字化三维方式表达模型。其关键在于加工的图形化和加工过程校验和加工后检测。

本数控车削虚拟仿真系统中被加工零件模型的定义和成型步骤如下:

(1) 定义毛坯

被加工件毛坯由参训学生自定义或从学生自带文件读取。参训学生可以自定义被加工件毛坯的各方向尺寸,并定义轴线或中心位置。

(2) 网格离散点的确立

被加工件毛坯各个离散点尺寸形成了求交点和三维显示的主要内容。数控车床加工时刀具运动方向一般平行于 Y 轴,我们对工件毛坯求解其在 XOZ 平面投影的各个投影范围,将投影范围分隔为适当精度点阵。

(3) 特殊离散网格点的确立

当数控车加工精度要求高时,我们如果还是仅以加工精度划分网格点,对运算量和设备内存的需求过大,这时候可以人为增加特殊离散网格点来提高三维建模对被加工零件表述的真实性。

2. 虚拟仿真中数控车削求交算法的拟定

在数控车仿真加工中,数控车刀的移动轨迹会形成一条平面曲线。被加工工件和这条平面曲线就要进行一定的几何求交运算,运算后用求解的被加工件数据替代原数据集合,完成被加工件的更新。求交算法的效率至关重要。由于数控车系统只进行 2 轴实体棒料切削,所有我们只需要研究数控车刀平行于 Z 轴的刀具运动合成包络盒与 Z 轴的求交算法。

五、仿真平台建立步骤和教学中发挥的作用

1. 初步建立数控车虚拟仿真实训模拟单工位演示台
2. 建立基于虚拟现实和工程实际的数控车实训虚拟仿真操作平台

3. 分层次培养学生实践能力
4. 实现宏观模拟和微观仿真结合
5. 再现复杂环境 重复教学内容

六、重要观点和创新之处

经过数控车加工实习实训,大学生可以更好地了解数控车床的构造和加工原理,掌握简单回转零件的数控加工工艺流程。

数控车虚拟仿真加工平台则建立了一个可以高度仿真的虚拟加工环境和操作对象,接近真实还原数控车床操作,使得每个大学生可以参与到数控加工实践当中。在指导教师的引领中,完成对数控车床组成部件、加工过程、零件后期检测的学习和认识,可以有效避免实践加工中初学者容易出现的机床撞机和刀具干涉等安全性问题。

课题的创新点主要包括以下两个方面:

1. 较为真实地呈现数控车加工工作场景和 workflows

数控车虚拟仿真操作场景与实际工作场景高度贴近,平台设计的加工和 workflows 以沉浸和交互的方式拟合了真实工程加工工作场景。学生使用安装有平台软件的计算机就可以了解相应的工作场景、熟悉和掌握操作方法和加工工艺。

2. 提升实践教学效果

改变原有教师操作设备,学生见习为主的教学方式,放心大胆的把全部设计、加工过程交给学生,提升学生个体参与度,让实践教学更具真实感,提高教学效果。

参考文献:

- [1] 刘世锋. 高校《金工实训》教学现状及对策分析 [J]. 科技视界, 2019 (36).
- [2] 张杰巍, 安陈海, 滨李伯棠. 新工科背景下多层次、模块化、开放式金工实训教学改革 [J]. 时代汽车, 2021 (23).
- [3] 李春风. 线上线下融合消除高校实践教学安全事故问题探究——以金工实训为例 [J]. 长江工程职业技术学院学报, 2021 (03).
- [4] 朱四海. 基于机加实训教学铣床安全保护装置的研究 [J]. 现代制造技术与装备, 2021 (09).
- [5] 王立, 高亚丽, 黄飞. 基于线上线下混合式教学的实践研究——以工程训练教学为例 [J]. 现代信息科技, 2021, 5 (19).
- [6] 黄兴双, 唐前辉, 王康宁. 中国智造背景下金工实训教学改革探索 [J]. 重庆电力高等专科学校学报, 2020 (03).
- [7] 王科. 信息化技术在中职机械实训教学中的应用 [J]. 农机使用与维修, 2021 (10).
- [8] 李博. 新工科背景下工程训练教学中焊接实训的改革与实践 [J]. 电焊机, 2021 (09).
- [9] 李建, 左跃群. 探究提高机械加工 普通车床实训教学效率 [J]. 科技资讯, 2020 (11).
- [10] 张颖. 高职《市场调研实训》教学模式探究 [J]. 知识经济, 2020 (04).
- [11] 李兵. 对高职院校数控实践教学的思考 [J]. 广西轻工业, 2008 (12).
- [12] 周维泉. 从加工案例看培养和造就高质量数控工艺师的重要性 [J]. 金属加工 (冷加工), 2022 (02).

[基金项目] 东北电力大学教学研究课题 (J2229); 吉林省高教学会高教科研课题 (JGJX2021C14); 吉林省高教学会高教科研课题 (JGJX2022C33)

作者简介: 郝德成 (1980—), 男, 高级实验师, 东北电力大学, 研究方向为机械设计、先进制造技术。