

# 新工科背景下虚拟仿真加工技术在机械类课程教学中的应用研究

韩辉辉

重庆工业职业技术大学 重庆 401120

**摘要:**针对新工科背景下机械类专业实训资源不足、理实脱节、安全与成本压力大等问题,将虚拟仿真加工技术引入机械类课程教学中,构建分层递进课程体系、混合式教学流程、分层次实训场景、过程化多元评价的教学改革方案。以高校机械类专业教学为实践对象,开展教学应用与改革研究。结果表明:虚拟仿真技术可显著提升学生学习兴趣与实操能力,降低实训风险与成本,有效衔接课堂教学与产业实际。最后从平台建设、师资能力、虚实衔接、资源共享四个方面提出虚拟仿真加工技术优化策略,为机械类专业数字化实训教学改革提供参考。

**关键词:**虚拟仿真加工技术;机械类专业;实训教学;教学改革;新工科

## 1 引言

机械类课程是高校机械工程、智能制造、材料成型及控制工程等专业的核心支撑<sup>[1]</sup>,具有理论抽象性与实践应用性双重特性,课程可以培育学生工程思维、实操能力与创新素养能力。步入工业 4.0 时代,智能制造、数字化加工已进入制造业各环节,企业也对机械专业人才的实践能力、创新能力提出了更高要求<sup>[2]</sup>。当前高校在机械类课程教学中仍存在诸多问题:实训设备购置与维护成本高,多数院校教学没有实现差异化、实操训练频次低;课程内容更新滞后,与企业真实数字化加工、智能化生产场景存在明显差距<sup>[3]</sup>;传统“理论讲授+现场实训”的模式,既存在机械操作安全隐患、耗材损耗高的问题,也在一定程度上限制了学生的创新探索能力。

虚拟仿真加工技术将现代科学技术与机械加工工艺相结合,高度还原企业加工环境,将机械加工全流程展示在虚拟空间,实现可操作、可观察、可分析的虚拟场景训练,为机械类课程教学改革开辟了新的路径。本文结合高校机械类课程教学实际,围绕虚拟仿真加工技术的应用展开研究,旨在推动技术与教学相融合,重构课程体系、创新教学模式,破解传统教学痛点,让人才培养更加贴合企业发展需求。

## 2 虚拟仿真加工技术的教学介入:特征分析与价值重估

### 2.1 技术内核:高逼真、强交互与低成本的三维支撑虚拟仿真加工技术综合运用计算机图形学、三维数

字建模与实时交互技术,构建了接近真实的虚拟加工环境。高逼真性确保了机床拓扑结构、刀具运动轨迹、材料去除过程等关键要素的精准还原,学生调整一个切削参数,系统的响应逻辑与真实数控系统保持高度一致<sup>[4]</sup>;强交互性则打破了演示式教学的被动局面,学生可自主操控虚拟设备,系统实时反馈加工状态一切宽过大时的震颤、走刀路径的干涉,都会以可视化的方式即时呈现,形成“操作-反馈-优化”的连贯训练闭环;而低成本与高安全性的特征,则极大降低了物理加工中不可逆的资源消耗(刀具磨损、材料报废)与安全风险(设备碰撞、人身伤害),为后续教学逻辑的重构预留了关键的操作空间。

### 2.2 何以赋能:对两个核心教学悖论的系统性回应

虚拟仿真技术对机械类课程的深层价值,在于回应了两个长期困扰传统实训教学的核心悖论。

矛盾一:高昂试错成本与探索性学习需求的矛盾。机械加工实训中,设备与刀具的高昂成本迫使教学趋于保守,学生难以获得充分的试错机会。而虚拟仿真技术将物理碰撞、刀具损耗等过程转化为低成本的数字运算,使一次虚拟撞刀的代价趋近于零。由此,教学重心从“规避错误”转向“从错误中建立直觉”。学生可自由尝试极限参数、非常规工艺,在反复修正中形成工程判断力。同时,虚拟平台的无限复制与快速迭代能力,也缓解了实体设备不足、教学内容滞后等资源性难题<sup>[5]</sup>。

矛盾二:理论反馈延迟与工程直觉即时的矛盾。传统教学中,从课堂公式推导到实训现象观察,可能需要数周,导致理论与实践难以有效结合。虚拟仿真技术提供了“所见即所得”的即时反馈:学生修改切削参数就能呈现对应的加工效果。可以使教学流程从线性的理论-

**项目来源:**重庆市高等职业技术教育研究会科研项目(GZY2025042)

重庆工业职业技术大学 金地专项(虚拟仿真技术在机械类课程教学中的应用研究 GZYJG202407)

实践”转变为“假设—仿真—观察—理论解释”的螺旋式闭环。反复虚拟操作为理论学习积累感性经验，同时理论概念也都能及时在仿真场景中获得验证，为后续混合式教学模式的实施奠定了基础。

### 3 实践进阶：虚拟仿真驱动教学重构的多维探索

#### 3.1 课程体系的重构：从分层递进到跨域融合

对机械类专业课程体系进行了系统重构，遵循纵向分层递进与横向跨域融合的逻辑，将虚拟仿真加工技术贯穿全流程。在纵向上，根据学生认知发展规律，构建了“基础认知—核心技能—拓展创新”三阶递进体系：低年级阶段，在《机械制图》《机械制造基础》等课程中嵌入三维建模与简易加工仿真模块，帮助学生快速建立机械结构的空间想象能力，让抽象的投影关系、装配约束在可视化的虚拟模型中得以展示；核心学习阶段，在《数控技术》《机械加工工艺》《机床夹具设计》等主干课程中设置了完整的虚拟仿真实训环节，学生需独立完成从工艺方案设计、数控程序编制以及虚拟加工验证的全流程训练，系统掌握机械加工的完整逻辑；拓展提升阶段，在《智能制造技术》《产品创新设计》等课程中引入多设备协同加工、数字化生产线仿真等复杂任务，从单机操作过渡至系统集成层面，提升学生的系统化视野。在横向上，虚拟仿真技术是打通课程壁垒的有效工具，根据需要，可以设计跨课程综合项目，要求学生综合运用多门课程的知识，完成从三维建模到工艺规划、从夹具设计到数控编程、从仿真验证到方案优化的完整工程任务，使学生跳出孤立的知识点记忆，在真实的问题情境中建立起课程之间的有机关联。

#### 3.2 教学流程的再造：从线性传授到闭环迭代

依托虚拟仿真平台的数据采集与即时反馈能力，传统“教师讲授-学生操作”的线性教学流程被重构为“课前-课中-课后”连贯衔接的闭环迭代模式。

课前，教师在虚拟平台发布实训任务与导学资源，学生自主完成工艺方案设计、数控程序编写与虚拟试切。平台自动记录学生的操作轨迹、参数选择与错误节点，教师据此精准定位班级共性问题与个体薄弱环节，从而实现课堂教学从‘经验驱动’向‘学情驱动’的转变。课中，教师首先针对线上暴露的共性问题进行集中解析，随后引导学生进入实体设备实操环节。课后，学生返回虚拟平台进行复盘对比，分析虚拟加工结果与实体加工结果之间的偏差来源，持续优化工艺参数与操作方案，并完成线上考核。教师则依据平台记录的全过程学习数据，而非仅凭一次期末考试的答卷对学生进行综合评价。

#### 3.3 实训场景的分层搭建：从统一训练到精准供给

传统实训教学中，所有学生在相同时间内使用相同设备完成相同任务，个体差异被统一的教学进度所掩盖。虚拟仿真技术的介入，使得实训场景的差异化配置成为可能。

面向低年级学生，可以搭建涵盖普通车床、数控车床、铣床等常规设备的虚拟仿真基础操作实训场景，让学生在安全的环境中反复练习设备的基本操作逻辑，消除对机械加工的陌生感与畏惧心理。面向中年级学生，可以设置工艺优化实训场景，进行复杂零件加工、多工序联动、刀具路径优化等任务的训练，在完成基础操作的基础上，锻炼学生复杂工艺的决策能力和多方案比较的选择能力。面向高年级学生与毕业设计阶段，可以提供开放式的任务框架，进行创新设计与加工场景布置，学生可结合3D建模、逆向工程等技术，自定义零件功能与加工方案，在反复的设计修改中完成从概念到产品的完整设计循环。

#### 3.4 评价机制的重构：从结果导向到过程追踪

评价是教学的指挥棒。若评价机制仍停留在“期末一考定优劣”的旧框架中，前述课程重构与教学流程再造的成效将大打折扣。虚拟仿真平台的全过程数据记录功能，为评价机制的深度重构提供了技术前提。可以构建“过程评价为主、结果评价为辅”“线上评价与线下评价结合”“技能评价与素养评价并重”的多元评价体系。过程性评价占比60%，其数据来源并非教师的主观印象，而是平台自动记录的客观行为数据—线上预习的完成度、仿真操作中的参数选择合理性、面对异常工况的处置方式、多次尝试中的方案迭代轨迹等。这些过程数据构成了一幅学生能力发展的动态图谱，直接反映真实的工程能力成长。结果性评价占比40%，主要考核实体加工成果的质量指标与工艺优化报告的论证深度。如图1所示：



图1 课程体系重构架构图

### 4 虚拟仿真加工技术赋能机械类课程教学的优化策略

#### 4.1 提升虚拟仿真平台建设质量，深化与产业现场的对接

高校应联合装备制造企业、仿真软件研发单位,共同打造贴合工业现场的虚拟仿真加工平台,提升场景真实度与工艺专业性。引入企业主流设备型号、工艺规范与典型生产案例,将车间真实加工流程、质量管控要求嵌入虚拟系统,确保虚拟训练与企业岗位需求无缝对接;紧跟行业技术迭代,定期更新平台工艺库与设备模型,融入高端数控加工、3D 打印、工业机器人协同作业等前沿内容;兼顾平台兼容性与扩展性,打通三维建模、数控编程、精度检测等软件数据壁垒,实现设计—加工—检测一体化仿真。

#### 4.2 强化师资队伍建设,提升技术与教学的融合能力

师资是虚拟仿真技术与教学深度融合的关键,高校需从技术能力与工程实践两方面发力。围绕仿真软件操作、数字化工艺设计、混合式教学设计开展常态化培训,提升教师技术应用能力;鼓励教师进入企业顶岗实践,深入了解数字化车间运行逻辑,将企业经验、行业标准转化为教学案例与实训项目;支持教师开展虚拟仿真教学改革研究,申报相关课题,探索适配本校的教学模式,让技术真正服务于课堂教学。

#### 4.3 打通虚拟仿真与实体实训,实现“以虚助实、以实验虚”

虚拟仿真是实体实训的有效补充而非替代,二者紧密衔接才能产生协同增效的教学效果。教学中可先用虚拟仿真攻克复杂工序、高危操作、反复试切等难点,让学生积累经验后再开展实体实操,降低风险、提升实训效率;以实体加工验证虚拟仿真结果,引导学生对比差异、分析误差来源,反向优化仿真参数与工艺方案,实现虚实相互校正、相互提升;设计“虚+实”综合实训项目,让学生在虚拟端完成设计与编程,在实体端完成加工与检测,全面提升综合工程能力。

#### 4.4 完善教学资源体系,推动资源共建共享与智能应用

高校应系统整合虚拟仿真教学资源,构建层次清晰、类型丰富的资源库。组织骨干教师开发与课程、年级匹配的仿真实训项目,突出实用性、层次性与创新性;加强校际合作,推进优质资源跨校共享,避免低水

平重复建设;借助大数据、人工智能技术实现资源智能化管理,根据学生学习进度与薄弱环节精准推送学习资源,提升资源利用效率与学习效果。

## 5 结语

虚拟仿真加工技术是现代科技与机械工程实践深度融合的重要成果,在破解机械类课程教学痛点方面提供了可行方案,在整合教学资源、衔接课堂与产业、培养学生实践能力与创新素养等方面发挥着积极的作用。在数智发展与智能升级的当下,高校机械类专业应及时将虚拟仿真加工技术全面融入教学各环节,从课程体系、教学模式、实训场景、评价方式等层面系统推进应用,持续优化平台建设、强化师资能力、紧密虚实衔接、推动资源共享,让技术真正落地见效。

未来,虚拟仿真加工技术将与人工智能、大数据、工业互联网等技术融合,朝着更智能、更贴近生产实际的方向发展。高校应持续探索虚拟仿真与机械类课程的融合路径,加快构建数字化、智能化、理实一体化的新型教学体系,培养适配现代制造业需求的高素质技术技能人才,为我国制造业高质量发展筑牢人才根基。

## 参考文献

- [1]米洁,吴迎年,黄民.大机械类专业大类培养与个性成长相结合的课程体系范式研究[J].北京科技大学学报(社会科学版),2023,39(02):156-163.DOI:10.19979/j.cnki.issn10082689.2022120014.
- [2]王茜雯,徐国庆.培养大国工匠:教育强国背景下工匠技术创新研究[J].华东师范大学学报(教育科学版),2026,44(04):66-78.DOI:10.16382/j.cnki.1000-5560.2026.04.006.
- [3]杨春红,王阔.新工科背景下机械类专业机械制造课程群建设研究[J].湖北开放职业学院学报,2025,38(21):34-36.
- [4]刘海波,邓平,迟庆宇,等.智能加工中数据使能技术与应用[J].机械工程学报,2026,62(02):407-444.
- [5]赵向丽,孙志刚,郑晓慧,等.虚实融合视角下智能网联汽车实训体系构建路径研究[J].汽车与驾驶维修(维修版),2026,(01):88-90.