

应用型本科《数字化设计与制造》课程实践教学创新

范树信

聊城大学东昌学院

DOI:10.12238/er.v8i6.6138

[摘要] 为应对制造业数字化转型背景下对工程人才的实践能力要求, 该研究围绕应用型本科《数字化设计与制造》课程开展教学改革研究。通过构建“大项目贯穿、微创新辅助”的教学体系, 融合 AI 助教、知识图谱与“双空间”育人模式, 结合校企协同与项目驱动实践, 形成“N+1”考核机制。研究结果表明, 该课程体系有效提升学生复杂工程问题解决能力, 具备良好推广价值。

[关键词] 数字化设计与制造; 工程实践能力; AI 助教; 项目化教学; N+1 考核机制

中图分类号: G424.1 文献标识码: A

Practical Teaching Innovation of ' Digital Design and Manufacturing ' Course in
Application-Oriented Undergraduate

Shuxin Fan

Liaocheng University Dongchang College

Abstract: In order to meet the practical ability requirements of engineering talents under the background of digital transformation of manufacturing industry, this paper focuses on the teaching reform of the " digital design and manufacturing " course for application-oriented undergraduates. By constructing a teaching system of " big project penetration and micro-innovation assistance, " integrating AI teaching assistant, knowledge map and " double space " education mode, combining school-enterprise cooperation and project-driven practice, an " N + 1 " assessment mechanism is formed. The research results show that the curriculum system can effectively improve students ' ability to solve complex engineering problems and has good promotion value.

Keywords: digital design and manufacturing, engineering practice ability, AI Teaching Assistant, project-based teaching, " n + 1 " assessment mechanism

1 引言

随着制造业信息化、数字化与智能化进程加快, 传统工

教育模式已难以满足企业对高素质应用型人才的需求。
《数字化设计与制造》课程作为机械类专业核心实践课程, 亟需从教学内容、教学方法与实践体系等方面进行系统改革, 以适应新技术背景下工程设计与产品开发能力培养的目标。

2 课程教学体系构建: 以“大项目”为主线的模块化设计

2.1 “大项目”贯穿与“微创新”辅助的教学主线设计

《数字化设计与制造》课程以“大项目”驱动为核心, 教学主线围绕复杂机械产品的完整设计流程展开, 覆盖三维建模、装配设计、工程图出图、运动仿真、有限元分析与优化迭代等关键环节。课程初期引导学生理解完整产品开发逻辑, 明确设计目标与功能需求, 随后将教学任务嵌入“乘用车车门系统优化设计”这一典型项目中展开, 该项目由企业实际需求转化而来, 任务包括门内饰板结构改进、装配件空间干涉优化、轻量化设计与强度分析。学生在完成项目过程中

需依据给定工程约束, 依托 SolidWorks 进行结构建模、应力仿真、运动分析, 并提交包含设计图纸、分析报告与三维模型的完整项目文档。项目推进中, 引入“微创新”任务作为拓展设计的一部分, 例如要求学生在现有结构基础上开发新型多功能内饰组件, 提升人机交互性能或装配效率。

2.2 融合基础知识、项目化创新与企业真实案例的内容构建

课程内容构建围绕“基础+案例+创新”三位一体的结构展开, 通过对核心设计知识与工具技能的系统讲授, 辅以企业真实工程项目的数据与任务, 构成知识应用与工程实践的有机结合。在基础知识部分, 课程涵盖三维参数建模、工程尺寸标注、装配约束、力学仿真与设计表达等核心模块, 以 SolidWorks 为基础教学平台, 确保学生掌握行业通用的建模规范与软件操作流程。在项目化创新模块中, 课程引入跨模块设计任务, 鼓励学生在完成基本结构设计的基础上, 进行功能重构、模块重组或多目标优化设计。例如围绕“某客车仪表盘开发项目”, 学生需基于整车布置图, 完成仪表盘面

板与内部支撑结构的集成建模，并根据乘员视距、操控半径、材料厚度及模具设计要求进行多轮设计迭代与优化。该项目结合企业提供的原始数模、设计需求与实际装配反馈数据，引导学生进行仿真验证与结构修正，提升其从设计到量产的产品化思维能力。

2.3 专业工程问题驱动模块化教学结构

为实现教学内容与工程实际深度融合，课程设计以工程问题驱动的方式重组教学单元，构建“问题—任务—技能—评价”四位一体的模块化教学结构。任务实施环节设置为团队协同完成，通过阶段性交付与过程跟踪实现能力分阶段培养；技能支撑环节由教师提供所需理论知识与操作技能训练，确保学生具备问题解决所需的工程工具链；评价环节依据“产品完整性、技术合理性、方案创新性、表达规范性”四维标准进行量化评分。在教学流程设计中，为增强任务驱动与能力训练的耦合度，引入“多目标优化设计”数学模型指导产品设计决策。假设产品设计需在结构刚度最大化与质量最小化之间寻优，则可构建如下双目标优化模型：

$$\begin{aligned} \min f_1(x) = m(x), \quad \max f_2(x) = k(x) \\ \text{s.t. } g_i(x) \leq 0, \quad h_j(x) = 0, \quad x \in D \end{aligned}$$

$m(x)$ 表示产品质量函数， $k(x)$ 表示结构刚度函数， $g_i(x)$ 、 $h_j(x)$ 分别为不等式与等式约束条件， DDD 为设计变量定义域^[1]。

3 工程实践辅助教学：AI助教、知识图谱与“双空间”融合机制

3.1 AI助教在学习路径识别与个性化推荐中的应用

AI助教系统在课程中的应用基于深度学习与学习行为分析算法，通过对学生在数字化建模、装配设计、仿真分析等模块中的学习轨迹进行持续采集与动态建模，实现学习路径的自动识别与个性化推荐资源推送。系统将学生在SolidWorks平台上的操作日志、视频观看行为、任务完成时间、模型构建步骤、仿真操作次数等多维数据输入特征提取模型，通过时间序列聚类与路径分析算法，识别出学生在学习过程中可能存在的概念盲区与技能瓶颈。例如有一批学生在执行零部件装配任务时频繁出现配合误差提示，经系统行为链分析发现，其在建模阶段忽略了关键定位基准面的设置，系统便会根据错误聚类标签推送对应的视频解析、图文教程及交互式操作指引，并在下一阶段布置具有针对性的训练任务，实现学习资源从“泛化推送”向“精准干预”的转变。个性化推荐模块采用基于用户画像的协同过滤算法，结合学生过往任务完成度、知识点掌握度、兴趣偏好与学习风格，动态调整推荐内容与形式。

3.2 知识图谱驱动的多维知识建构与可视化分析

基于知识图谱的课程知识建构系统以语义网络与本体

关系为基础，通过构建“概念-技能-案例-任务-评价”五层关联模型，建立课程知识单元之间的层级关系、因果逻辑与应用路径。在《数字化设计与制造》课程中，系统将机械建模中的核心知识点（如草图约束、参数驱动、零件特征等）作为图谱节点，通过图谱边连接与之关联的技能操作、典型案例及任务目标，实现知识内容的可视化表达与个性化路径重构^[2]。在课程运行过程中，学生的学习行为数据实时映射到知识图谱节点，并依据知识活跃度、错误率、完成度等参数进行动态更新。

4 “N+1”多元考核机制：以成果导向为核心的能力评估体系

4.1 “N+1”结构解析：“N”类过程性评价+“1”类成果性评价

《数字化设计与制造》课程的考核体系依据学生工程能力形成过程的完整性进行结构性设计，通过构建“过程性评价+成果性评价”融合的“N+1”结构，实现能力评估从单一输出向多维能力成长轨迹的全面转向。“N”类过程性评价覆盖课程实施全过程中的多个核心环节，具体包括课程学习数据分析、阶段性任务完成情况、团队协同能力、工程问题分析与解决方法的形成逻辑、软件操作熟练度、问题建模与仿真结果合理性等。“1”类成果性评价聚焦于最终项目交付物质量，包括建模文件完整性、装配精度、工程图纸规范性、仿真报告严谨性、项目文档表达清晰度与成果展示逻辑结构等维度，采用专家评分与企业工程师现场评价相结合的方式，突出评价的行业适应性与工程真实性。

4.2 考核机制对学生实践能力与创新意识的驱动作用

通过对连续两轮教学改革实验班与对照班进行对比分析，可验证“N+1”考核机制在促进学生实践能力发展与创新意识提升方面的有效性。在教学实施过程中，分别以2022级A班为实验组，2022级B班为对照组，两个班级均采用相同教材与教师资源配置，但仅实验组引入“N+1”过程数据跟踪与成果性评价机制^[3]。在期末阶段，对两组学生进行建模质量、仿真能力、创新设计表现与团队协作四项能力指标评估，具体数据如表1所示：

表1：四项能力指标评估数据对比表

能力指标	实验组平均得分	对照组平均得分	得分差异(分)
零件结构建模能力	89.3	77.5	11.8
装配体精度控制能力	85.7	73.2	12.5
仿真分析及结果解读	83.4	69.6	13.8
创新设计表现	87.1	71.9	15.2

从结果看出，实验组在各项工程能力指标上均显著优于对照组，尤其在“创新设计表现”项中差异最为明显，得分提升幅度超过15分。结合学生过程性数据进一步分析发现，实验组在课程中提交的“微创新”方案数量与质量呈逐步增长趋势，平均每位学生在课程末期形成2.6个以上的独立创意改进建议，并完成初步可行性分析与结构实现。这种能力的提升与过程性评价中的激励机制密切相关。在“N”阶段性评价体系中，引入AI助教评分推荐与阶段积分制度，通过智能反馈与阶段可视化评分榜单构建形成良性竞争氛围，显著提升了学生的投入深度与自主学习动能。“1”类成果性评价不仅关注设计结果，更强调方案构思逻辑、可制造性分析与企业应用前景评估，学生在成果展示中必须结合真实工程语境进行产品技术路线陈述，锻炼其综合表达与技术总结能力。

5 结论

《数字化设计与制造》课程通过构建“大项目”主线、“微创新”辅助的教学体系，融合AI助教、知识图谱与“双空间”育人机制，建立以“N+1”为核心的多元考核模式，有效提升了学生的工程实践能力与创新设计水平。教学改革

实现了课程内容与工程应用的深度融合，为应用型人才培养提供了可复制、可推广的实践路径。

[参考文献]

- [1] 赵晓顺, 侯壮壮, 于华丽, 等. “试验设计与统计分析”课程教学方案改革及实践[J]. 南方农机, 2025, 56(5): 171-174.
- [2] 胡玲娜. 人工智能背景下黄炎培思想在会计专业职业教育实践教学中的应用研究[J]. 林区教学, 2025(3): 42-48.
- [3] 胡雅杰, 郭保卫. 作物栽培学课程混合式教学模式创新改革与实践[J]. 安徽农学通报, 2025, 31(5): 121-124.

作者简介:

范树信(1992.12-), 男, 汉族, 山东聊城人, 硕士, 实验师, 研究方向为增材制造。

基金项目:

课题编号: 聊城大学东昌学院校级应用型品牌课程(YPKC202403); 聊城大学东昌学院教育教学改革研究项目(2023JGA01)