

数字化赋能下三维仿真可视化教学重构与实践

——以《理论力学》课程为例

宋翔宇*, 谢勇宏, 司 银#, 何立波

广州新华学院计算机与人工智能学院, 广东 广州

收稿日期: 2026年8月6日; 录用日期: 2026年9月7日; 发布日期: 2026年9月11日

摘 要

应用型本科育人视角下,《理论力学》课程存在原理抽象、理实割裂、学情适配性不足等教学瓶颈,数字化可视化教学成为摆脱力学课程教学困境的核心路径。以广州新华学院计算机与人工智能学院教学实践为依托,结合SolidWorks三维建模、ANSYS仿真工具,构建适配应用型本科学情的“课前建模预习-课中仿真拆解-课后实操拓能”三阶教学模式,搭建校本化理论力学分类仿真模型库,创新“力学原理+三维可视化+工程反向推演”融合教学路径。通过对照班级教学实验验证,该教学模式可有效降低课程学习门槛,提升学生力学思辨、工程建模双重能力,契合高校教师科研反哺教学、课程数字化教改要求,可为同类应用型本科力学课程数字化教学改革提供实践参考。

关键词

三维建模, 仿真教学, 理论力学, 课堂教改

Reconstruction and Practice of 3D Simulation Visualization Teaching Empowered by Digitalization

—A Case Study of the Course “Theoretical Mechanics”

Xiangyu Song*, Yonghong Xie, Yin Si#, Libo He

School of Computer and Artificial Intelligence, Guangzhou Xinhua University, Guangzhou Guangdong

Received: August 6, 2026; accepted: September 7, 2026; published: September 11, 2026

*第一作者。

#通讯作者。

文章引用: 宋翔宇, 谢勇宏, 司银, 何立波. 数字化赋能下三维仿真可视化教学重构与实践[J]. 教育进展, 2026, 16(9): 887-894. DOI: 10.12677/ae.2026.1691975

Abstract

From the perspective of application-oriented undergraduate education, "Theoretical Mechanics" faces teaching bottlenecks such as abstract principles, theory-practice disconnection, and poor adaptability to student profiles. Digital visualization offers a key solution. Based on practice at the School of Computer and Artificial Intelligence, Guangzhou Xinhua University, this study uses SolidWorks and ANSYS to construct a three-stage teaching model (pre-class modeling, in-class simulation, post-class practice), builds a school-based simulation model library, and innovates an integrated approach combining mechanics principles, 3D visualization, and engineering reverse deduction. Controlled experiments demonstrate that this model lowers learning barriers, enhances students' abilities in mechanical reasoning and engineering modeling, meets the requirements for research-embedded and digitally reformed teaching, and provides a practical reference for similar institutions.

Keywords

3D Modeling, Simulation Teaching, Theoretical Mechanics, Classroom Teaching Reform

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

教育数字化转型已是本科高校工科课程改革核心方向，教育部多项教改文件明确提出，工科基础课程需依托信息化工具破除理论教学壁垒，打通课堂教学与工程实践衔接通道[1]。《理论力学》涵盖静力学、运动学、动力学三大模块，是智能制造、能源电力、机械自动化专业衔接机械设计、结构仿真、装备运维课程的前置核心课程，课程核心重难点集中在物体受力分析、空间运动轨迹、载荷耦合计算三大板块，高度依赖学生空间想象与逻辑推演能力。

结合广州新华学院 22~24 级智能制造授课学情来看，应用型本科学生普遍存在数理基础薄弱、畏难情绪突出、工程认知不足三大学情特征：其一，高中物理力学基础参差不齐，无法快速理解空间力系、力矩平衡抽象概念；其二，传统课堂依托教材二维平面图讲解空间受力，静态图示无法还原构件动态形变、受力偏移全过程[2]；其三，课程教学脱离智能制造本校对口行业场景，学生无法感知力学知识岗位应用价值，课堂参与度偏低[3]。

现有三维力学教改研究多聚焦公办本科、职业院校机械大类课程，公办院校侧重高阶仿真科研教学，职业院校侧重实训操作教学，暂无适配应用型本科、贴合能源电力智造行业学情的轻量化三维仿真教学体系。同时现有同类教改论文多直接套用通用机械仿真模型，未结合本校专业特色定制教学资源，教学适配性较差。基于此，本文依托项目组多年 CAE 仿真、机械工程设计科研积累，整合 SolidWorks 三维建模、ANSYS Workbench 仿真工具，重构《理论力学》全流程课堂教学体系，打造适配应用型本科学情、对接电力智造岗位的特色教学模式，依托科研成果反哺课堂教学，补齐传统力学教学短板。

2. 传统模式下应用型本科《理论力学》课堂教学现存问题

2.1. 教学载体单一，抽象知识可视化程度不足

现阶段本校《理论力学》课堂依旧采用“板书推导 + PPT 静态插图 + 例题演算”传统模式，教材配

图均为标准化二维力学简图，仅能标注受力方向、支点位置，无法展示构件空间夹角、形变位移、动态运动轨迹[4]。例如讲解空间汇交力系、定轴转动刚体惯性力知识点时，二维图示无法切换三维视角，学生难以区分平面受力与空间受力差异，只能死记受力公式、平衡判定定理，知识点理解浮于表面，无法灵活变式解题[5]。

2.2. 教学内容割裂，理论与行业工程脱节

本校计算机与人工智能学院工科专业就业对口能源电力、智能装备制造行业，但现有《理论力学》教学案例多为通用滑轮、杠杆基础模型，极少融入变电站构架、输电支架、自动化传动构件等本校对口工程案例。课程纯理论教学占比超 75%，无可视化工程仿真演示环节，学生无法建立“力学原理-构件结构-载荷工况”关联思维，出现“会做题、不懂工程、不会应用”的学习问题，不符合应用型本科应用型人才定位[6]。

2.3. 课堂互动形式固化，分层教学无法落地

传统课堂以教师单向讲授为主，课堂互动仅局限公式提问、习题校对，无交互式实操、可视化探究环节。同时班级学生数理基础分层明显：部分学生可自主完成力学建模演算，部分学生基础薄弱无法看懂受力简图，传统统一化教学节奏无法兼顾分层学情[7]。课后仅依靠作业巩固知识，无可视化预习、复习资源，学困生知识漏洞持续累加，课程历年期末通过率稳定在 68%左右，教学提质难度较大。

2.4. 师资科研优质资源未及时赋能课堂

项目组教师具备电力工程项目设计、CAE 仿真、BIM 建模科研经验，拥有多项仿真专利、学科竞赛指导成果，但过往教学中科研资源与课堂教学关联较弱，未及时将工程项目三维模型、仿真测试数据转化为教学资源。优质科研资源闲置，课堂教学依旧沿用老旧教材资源，未能实现科研支撑高质量教学的教改选题目标。

3. 三维建模与仿真技术融入课堂的适配性与教改创新点

3.1. 教学工具适配选型

结合本校机房硬件配置、学生零基础学情，摒弃高阶复杂仿真软件，选用双工具联动教学：一是 SolidWorks，用于快速搭建刚体构件、传动结构三维模型，支持多角度旋转剖切、尺寸自定义修改，零基础学生 10 min 即可完成简易力学构件建模；二是 ANSYS Workbench 基础模块，无需复杂编程，可一键施加拉力、压力、力矩载荷，直观输出构件应力分布、形变位移、运动轨迹仿真云图，适配三节 40min 教学节奏，软硬件均可依托学院现有实验室设备运行，无需额外采购硬件。

3.2. 区别于同类文献核心创新点

结合现有力学教改文献与三维数字化教学研究成果，立足本次校级教改课题，确立三大差异化原创创新点，区别于市面通用教改研究内容：

创新点一：学情适配创新，构建应用型本科轻量化三阶仿真教学模式。区别公办本科高阶仿真科研教学、高职院校纯实训建模教学，立足本校数理薄弱学情，降低建模操作难度，弱化软件高阶编程，聚焦力学原理可视化，打造“低门槛建模、重原理解读、轻操作实训”专属课堂模式，适配应用型本科教学定位。

创新点二：资源特色创新，搭建电力智造校本分类仿真模型库。区别全网通用滑轮、小车通用力学模型，依托项目组电力行业设计科研成果，定制输电塔支架、电力传动连杆、自动化夹持构件专属三维

仿真模型，对接本校电气、智造专业就业岗位，实现教学案例岗位化。模型库划分基础概念、章节例题、工程拓展三大层级，适配分层教学使用。

创新点三：教研融合创新，建立“课堂仿真推演 + 学科竞赛赋能 + 课程闭环评价”一体化机制。打破科研教学壁垒，将项目组数据采集、模型研发、仿真测试科研分工复刻为课堂小组分工教学，同步依托三维建模资源开设力学建模校内竞赛，同时增设仿真实操过程性评价，改变以往仅以笔试定成绩的单一考核模式，落实科研反哺教学教改要求。

3.3. 技术融入课堂可行性分析

第一，师资可行：项目负责人拥有 12 年能源电力工程设计经验，主持多项电力设计项目，精通三维建模与力学仿真；团队成员分工明确，涵盖数据采集、模型研发、仿真测试、结构设计专项人员，具备课程资源开发、课堂实操授课能力，团队已发表仿真、机械教改多篇论文，教研经验充足。第二，硬件可行：学院公共机房、智能制造实验室全覆盖三维设计、仿真软件授权，配备专职实验人员，可常态化开展课堂仿真实操。第三，政策可行：学校校级教改专项经费支持本次资源开发、师资培训、论文刊发工作，教务处鼓励工科课程数字化改革，认可仿真实操纳入课程平时成绩，教改落地制度完备。

4. 三维建模与仿真技术课堂教学实施路径

依托校本仿真模型库，重构课前、课中、课后全教学链路，配套小组分工、分层任务设计，适配三节 40 min 常态化课堂，无需大幅改动原有课程课时大纲，落地性更强，整体教学闭环流程如图 1 所示。

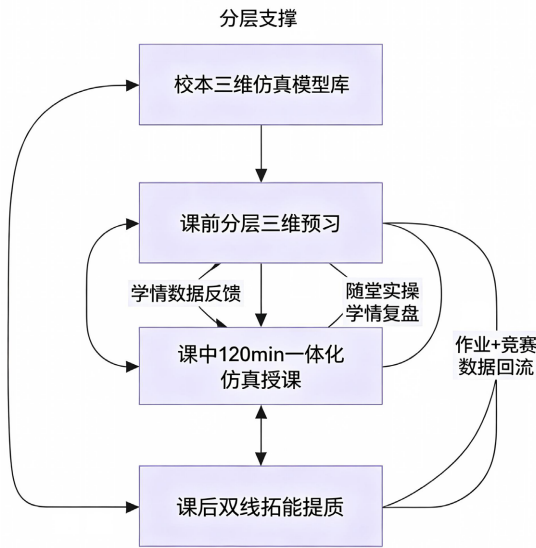


Figure 1. Flowchart of the three-stage closed-loop simulation teaching process (pre-class, in-class, and post-class)
图 1. 课前 - 课中 - 课后三阶仿真教学闭环流程图

4.1. 课前：分层三维预习，前置消解知识难点

依托课程线上学习平台，教师提前上传分级三维预习资源：基础层推送已建好刚体受力三维模型，标注受力点位、运动轨迹，学困生可拖拽旋转模型，直观认知平面力、空间力区别；提高层推送空白构件建模模板，要求学有余力学生对照教材简图，简易修改构件尺寸、支点位置，自主完成前置建模。同时发布预习问卷，收集学生看不懂的受力、运动知识点，精准定位本节课仿真教学重难点，实现靶向备

课。例如讲授刚体平面运动章节，课前推送连杆传动三维模型，学生自主拖拽观察转动、平动复合运动，提前消解抽象概念。

4.2. 课中：标准化四步仿真课堂教学

融合传统讲授与数字化演示模式，制定适配本校课堂管理的四步教学流程，兼顾公式演算、原理讲解与可视化仿真，课堂实施流程如图2所示。

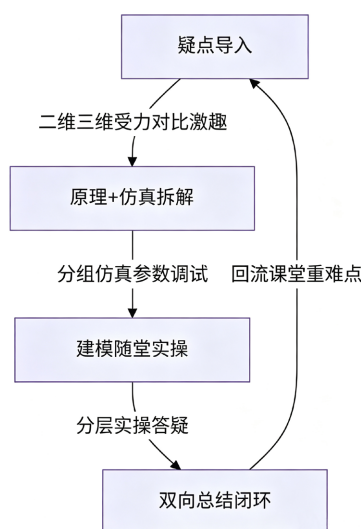


Figure 2. Four-step implementation flowchart for the 120-minute simulation class session

图2. 120 min 连堂仿真课堂四步实施流程图

第一步：疑点导入(15 min)。结合课前预习数据，展示学生共性易错二维受力简图，同步调取校本三维模型，对比展示二维视角盲区、三维真实受力差异，抛出工程问题，例如“输电塔斜撑杆为何仅承受轴向压力，二维画图无法判别侧向力矩”，快速激发探究兴趣。

第二步：原理 + 仿真拆解(40 min)。教师极简推导平衡方程、运动公式，规避满堂公式演算；随即调用 ANSYS 基础仿真模块，加载同工况三维模型，实时调整载荷大小、支点角度，动态可视化展示构件应力变色、形变偏移、转速变化全过程。拆分模块化仿真工况：静力学模块模拟静载荷平衡形变、运动学模块模拟变速运动轨迹、动力学模块模拟冲击载荷惯性力变化，让学生看图懂原理、看云图懂受力。同时复刻项目组科研分工，将班级分为数据组、建模组、测试组，分组调试仿真参数并记录数据，强化课堂协作能力。

第三步：建模随堂实操(45min)。依托机房一机一位，教师示范简易构件快速建模，学生随堂复刻基础模型，修改单一参数观测受力变化。基础学生完成既定模型复刻，进阶学生自主更改构件材质、支点位置，对比仿真结果差异，落实分层教学。教师随堂巡查答疑，针对性帮扶数理薄弱学生。

第四步：总结闭环(20 min)。比对仿真演算数据与课本理论公式结果，验证力学定理适用性，梳理二维解题、三维仿真双向解题思路，归纳题型解题技巧，打通理论解题、工程仿真双向思维。

4.3. 课后：双线拓能应用，完善教学闭环

一是基础作业双线化：保留传统计算题，新增简易模型修改、仿真截图作业，降低纯笔试刷题压力；二是工程拓展任务：推送行业真实构件仿真案例，让学生自主分析工况受力，对接岗位知识；三是竞赛

赋能：依托课堂建模资源，组织校级力学三维建模竞赛，以研促学，提升学生科研实践能力。

4.4. 校本三维仿真模型库搭建

在项目组依托教材章节，开发适配 22~24 级电气、智造专业校本仿真模型库，共计 62 组可编辑三维仿真模型，分层适配全教学场景，架构划分如图 3 所示。

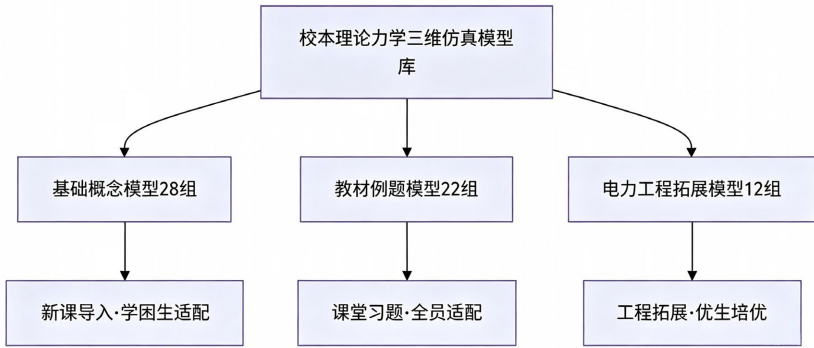


Figure 3. Hierarchical architecture flowchart of the school-based 3D simulation model library

图 3. 校本三维仿真模型库分层架构流程图

模型库分为三大类别：第一类基础概念模型 28 组，包含质点受力、刚体转动、摩擦力演示极简模型，适配新课导入；第二类教材例题模型 22 组，复刻课本全部经典例题构件，参数可一键修改，直接对接课堂习题教学；第三类工程拓展模型 12 组，包含输电支架、电机转轴、自动化夹持臂等对口岗位构件，对接产教融合教学。所有模型兼容机房软件，可直接下载编辑、修改载荷、输出仿真结果，实现全章节资源全覆盖。

5. 教学实验与教改效果数据分析

5.1. 实验方案设计

选取本校智能制造专业两个平行班级开展对照教学实验。实验组(41 人)采用三维建模仿真三阶教学模式，对照组(42 人)沿用传统板书 + PPT 教学模式，两班授课教师、课时、教材及笔试考核完全一致，实验周期为 18 教学周。

为验证两组基线可比性，收集学生高考数学、高考物理及前置课程《大学物理》期末成绩作为前测指标。如表 1 所示，两组在三项前测指标上的独立样本 t 检验 P 值均大于 0.05，无统计学显著差异，满足对照实验的基线可比性要求。

期末综合评价采集课堂活跃度、平时实操、期末笔试及学情问卷四维数据。量化资料以均值 $\pm$ 标准差表示，采用 SPSS 26.0 进行独立样本 t 检验或卡方检验，检验水准 $\alpha = 0.05$ 。

Table 1. Comparison of baseline indicators between the two groups of students before enrollment (M $\pm$ SD)

表 1. 两组学生入组前基础指标比较(M $\pm$ SD)

指标	对照组(n = 42)	实验组(n = 41)	t 值	P 值
高考数学成绩(分)	72.14 $\pm$ 8.36	71.83 $\pm$ 8.52	0.168	0.867
高考物理成绩(分)	68.52 $\pm$ 9.14	68.91 $\pm$ 8.97	-0.197	0.844
前置课程《大学物理》成绩(分)	70.38 $\pm$ 7.92	70.61 $\pm$ 8.13	-0.130	0.897

5.2. 教学效果多维对比分析

第一，课堂学习状态与学业成绩。课堂互动频次及学业成绩的量化对比结果详见表 2。由表 2 可知，实验组在日均互动频次、期末笔试均分及重难点题型得分率上均显著优于对照组($P < 0.001$)，且效应量 Cohen's d 均大于 1.33，表明教改干预具有大效应量。课程通过率与学困生比例的组间差异亦均具有统计学意义($P < 0.05$)。

Table 2. Comparison of core teaching effectiveness indicators between the experimental group and the control group ($M \pm SD$)

表 2. 实验组与对照组教学效果核心指标对比($M \pm SD$)

指标	对照组 (n = 42)	实验组 (n = 41)	检验值 (t/χ^2)	P 值	效应量 (Cohen's d)
课堂日均互动频次(次)	3.90 ± 1.42	6.32 ± 1.85	$t = 6.703$	<0.001	1.48
期末笔试成绩(分)	61.20 ± 10.64	74.50 ± 9.27	$t = 6.020$	<0.001	1.33
重难点题型得分率(%)	52.30 ± 15.86	73.90 ± 12.54	$t = 6.858$	<0.001	1.52
课程通过率[n (%)]	28 (66.7)	36 (87.8)	$\chi^2 = 5.214$	0.022	——
学困生占比[n (%)]	14 (33.3)	5 (12.2)	$\chi^2 = 5.341$	0.021	——
课堂日均互动频次(次)	3.90 ± 1.42	6.32 ± 1.85	$t = 6.703$	<0.001	1.48

第二，学情问卷调查反馈。实验结束后向实验组发放自制教学效果问卷(基于“可视化教学效果评价框架”设计，涵盖原理理解、工程认知、建模效能三维度，共 12 条目，Likert 5 级评分)，有效回收 41 份。预测试显示问卷总体 Cronbach's α 系数为 0.874，信度良好。调查结果显示：92.1% (38/41) 的学生认可三维仿真辅助原理理解($M = 4.34 \pm 0.73$)；86.3% (35/41) 认为案例有助于明晰岗位需求($M = 4.17 \pm 0.81$)；80.4% (33/41) 报告能独立完成简易建模($M = 4.02 \pm 0.89$)，空间力学思维自评提升显著。

第三，学情问卷调查(有效回收 83 份)：92.1% 实验组学生认为三维仿真可快速看懂抽象力学原理；86.3% 学生认为工程仿真案例帮助自身明晰行业岗位需求；80.4% 学生可独立完成章节简易三维建模，空间力学思维显著提升。

5.3. 课堂实施现存短板

其一，少部分计算机零基础学生随堂建模效率偏低，需教师一对一辅导，占用少量课堂课时；其二，现有模型侧重本科基础教学，高阶科研、竞赛专用仿真模型储备不足；其三，移动端仿真资源适配度较差，仅支持模型预览，无法在线编辑调试。后续将针对性制作极简建模微课，迭代移动端轻量化仿真资源补齐短板。

6. 教改实施保障与优化策略

6.1. 师资教研保障

依托教改专项经费，每学期开展院内力学教师三维仿真专项教学培训，由项目组专项组员授课，统一课堂建模、仿真授课流程；联动机械、电气教研室组建力学仿真教研小组，迭代打磨工程教学案例，提升全系工科教师数字化授课能力，实现教学模式院内全域推广。

6.2. 课程考核优化保障

重构课程多元化考核体系，调整总成绩占比：期末笔试 60% + 平时作业 20% + 三维建模仿真实操

20%，将模型搭建、参数调试、小组协作纳入过程性考核，破除唯笔试考核模式，倒逼学生主动参与课堂仿真实操，全方位提升工科力学综合素养。

6.3. 资源长效更新策略

依托教师电力科研项目、校企合作工程项目，每年迭代更新不少于 5 组工程仿真教学模型；吸纳课程优秀本科生参与模型优化，构建师生共建动态资源更新机制；联动省内应用型本科院校共享轻量化力学仿真资源，扩大教改成果受益范围。

7. 结论与展望

本次教改立足应用型本科育人定位，破解《理论力学》教学可视化不足、理实脱节、教研割裂、分层教学难落地四大痛点，依托轻量化三维建模仿真技术搭建全流程课堂教学体系，配套校本电力智造特色仿真模型库，形成可复制、可落地的力学数字化教学模式。教学实践证明，该模式可有效降低课程学习门槛，提升学生工程实践能力，落实科研反哺教学教改要求，适配应用型本科人才培养目标。

后续将依托校级教改课题，优化移动端交互式仿真资源，嵌入 AI 智能受力分析模块；同时将该教学模式迁移至《工程制图与 CAD》《传感器及检测技术》课程，搭建学院一体化数字化工科教学体系，持续深耕应用型本科课程数字化改革。

基金项目

广州新华学院校级教学质量与教学改革工程项目“三维建模与仿真技术在《理论力学》教学中的应用研究”(项目编号:2025J051);基于 OBE 理念的教学改革与实践——以“大学物理实验”为例(2024J044);广州新华学院博研计划。

参考文献

- [1] 侯舵. 教学资源库建设背景下的数字化课程开发与实践——以三维机械设计课程为例[J]. 科教文汇, 2026(1): 129-132.
- [2] 董俊辉, 韩笑笑. 机械工程专业理论力学课程中案例驱动教学的实践探索[J]. 时代汽车, 2026(10): 49-51.
- [3] 明德胜, 庄荣. 虚拟仿真技术在中职校机电专业教学中的应用与实践[J]. 南方金属, 2026(1): 133-135.
- [4] 陈孝珍, 冯晨曦, 季宪军. 理论力学课程思政图谱构建与探索[J]. 高教学刊, 2026, 12(12): 179-183.
- [5] 于兵. 基于学生反馈的理论力学课程教学优化策略研究[J]. 高教学刊, 2026, 12(S2): 43-46.
- [6] 冯易鑫, 饶欣惠, 罗威, 等. 生成式人工智能助力智慧课堂教学实践——以理论力学课程为例[J]. 中国现代教育装备, 2026(11): 22-24 + 28.
- [7] 马惠宁. 以力学竞赛为驱动的应用型高校工程力学课程教学改革[J]. 中国冶金教育, 2026(3): 47-51.