

新工科背景下人工智能赋能高等数学与工科专业融合教学实践研究

赵晓丽, 杨盛武, 吴玉斌, 贾晓彤

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2026年9月20日; 录用日期: 2026年10月17日; 发布日期: 2026年10月23日

摘要

新工科建设对工科人才数理应用与工程创新能力提出更高要求。针对传统高等数学教学存在理论与专业脱节、教学模式固化、教研壁垒突出、抽象知识教学手段单一等问题, 本文构建跨学科教研协同 + 人工智能赋能的数专融合教学模式。通过建立高数与工科专业课教师联合教研机制, 开发工程应用型教学案例; 依托GeoGebra仿真、雨课堂智慧教学平台实现可视化教学与精准分层育人。以极限 - 导数模块的机械摆杆运动案例开展课堂实践, 并探讨模式跨院校推广的现实路径。结果表明, 该模式能够培养学生工程数学思维, 提升数理建模求解能力, 可为新工科背景下公共基础课改革提供参考。

关键词

高等数学, 新工科, 数专融合, 人工智能教学

Research on Integrated Teaching Practice of Artificial Intelligence-Empowered Advanced Mathematics and Engineering Majors under the Background of Emerging Engineering Education

Xiaoli Zhao, Shengwu Yang, Yubin Wu, Xiaotong Jia

College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: September 20, 2026; accepted: October 17, 2026; published: October 23, 2026

文章引用: 赵晓丽, 杨盛武, 吴玉斌, 贾晓彤. 新工科背景下人工智能赋能高等数学与工科专业融合教学实践研究[J]. 教育进展, 2026, 16(10): 1665-1675. DOI: 10.12677/ae.2026.16102273

Abstract

Emerging engineering education puts forward higher requirements for engineering talents' mathematical application ability and engineering-innovation literacy. Aiming at the prominent problems in traditional Advanced Mathematics teaching, such as disconnection between theory and specialties, rigid teaching modes, disciplinary barriers between teaching-research groups, and insufficient visualization for abstract knowledge, this paper constructs an integrated teaching mode featured by interdisciplinary teaching-research collaboration and artificial intelligence empowerment. We establish a joint teaching-research mechanism for mathematics and engineering teachers, and develop engineering-oriented teaching cases. Supported by GeoGebra simulation and Rain-Class intelligent teaching platform, visual demonstration and personalized stratified teaching are realized. Taking the mechanical pendulum-rod motion case of limit and derivative as practical carrier, the teaching practice is carried out, and the practical paths for cross-university promotion of the mode are discussed. The practice shows that the proposed mode can cultivate students' engineering mathematical thinking and improve their ability of mathematical modeling and problem-solving, which provides references for the reform of basic courses under emerging engineering education.

Keywords

Advanced Mathematics, Emerging Engineering Education, Mathematics-Specialty Integration, Artificial Intelligence Teaching

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

1.1. 研究背景

随着我国高端装备制造、航空航天、智能控制等新兴工科产业快速迭代升级,新工科教育改革持续向纵深推进。相较于传统工科人才培养体系,新工科更加注重学生数理逻辑素养、工程建模能力、复杂问题求解能力、跨学科创新能力的综合培育,对《高等数学》这一核心基础课程的教学质量提出了全新要求。《高等数学》作为机械设计制造、航空工程、电子信息类[1]等工科专业的先导性工具课程,贯穿学生大学学习全过程,是学生理解专业机理、完成工程测算、开展结构设计与科创实践的重要数理支撑。

从专业教学逻辑来看,工科专业绝大多数核心理论与工程技术均建立在高等数学知识体系之上:机械动力学分析依托导数与微分理论,航空结构设计依赖定积分微元累积思想,自动控制原理以常微分方程为核心建模基础等。数理基础的扎实程度,直接决定学生专业课程的学习效果与工程创新上限。但现阶段多数高校高等数学公共课仍采用统一大纲、统一内容、统一考核的同质化教学模式,教学重心偏向理论推导与期末应试,缺乏与不同工科专业对应的工程场景渗透,课程服务专业人才培养的功能被弱化。

与此同时,高校公共数学教研室与工科专业教研室长期独立运行,缺乏常态化教研交流渠道。数学教师缺少工程专业认知,无法精准对接专业教学痛点;专业课教师缺少数理教学思维,难以在专业课堂补齐学生数学短板。长期的学科壁垒与教研割裂,造成学生普遍存在“会做题、不懂原理、不会应用”的学习困境,数理知识与专业应用脱节问题突出,难以适配新工科创新型、应用型人才培养目标。

在智慧教育全面普及的背景下,人工智能可视化仿真、大数据学情分析、个性化智能推送等技术为

传统高数课堂转型升级提供了全新路径[2]。依托跨学科教研协同机制,结合人工智能技术赋能教学,推进高等数学与工科专业场景化、精准化、智慧化深度融合,已成为新时代高数教学改革的必然趋势。

针对上述现实教学诉求,国内外学者已经围绕数学工程融合、信息化教学开展大量相关探索,国际范围内也形成数学-工程教育融合(MEE)、技术增强学习(TEL)、学习分析(Learning Analytics)等研究范式。数学-工程教育融合方面,国外工程教育认证导向下,强调在数学教学中嵌入真实工程情境,重视数学建模能力培养,但多数实践集中于工程专业课内部,公共基础数学课开展跨学科联合案例开发的实践相对有限。国内新工科背景下,不少高校推进高数工程案例教学改革,但案例大多由数学教师独立完成,工程真实性不足,缺少常态化跨学科教研机制作为制度保障[3][4]。技术增强学习层面,GeoGebra等仿真工具已广泛用于大学数学课堂,能够将抽象微积分概念可视化,但现有教学实践多将仿真仅作为课堂演示教具,较少把仿真资源和专业工程任务、课后分层训练进行系统性整合。学习分析可依托平台多源教学数据生成学情画像以支撑差异化教学,当前该技术多用于作业预警、错题统计,将学情分析结果反向驱动跨学科工程案例迭代优化的实践较为少见。综合来看,现有研究对工程案例、仿真可视化、学习分析多为分开探索,三者缺少闭环联动。本研究由此出发,构建“跨学科教研产出工程案例-动态仿真实现概念可视化-学习分析驱动案例迭代”的完整闭环模式,将雨课堂学习分析能力定向服务数专融合目标,并形成标准化可复用的案例开发流程,弥补公共高数课程跨学科案例产出机制缺失的问题。

1.2. 传统高数教学现存短板

1.2.1. 教学内容同质化,专业适配度偏低

当前高校公共高等数学教学面向全校理工科统一开设,内容体系侧重通用性理论铺垫,未结合机械、航空、自动化等不同专业的差异化数理需求进行分层设计。教学内容与专业核心课程、工程实践场景匹配度不高,无法实现“因专业施教”,导致课程育人针对性不足[3]。

1.2.2. 教学模式固化,应用能力培养缺失

传统高数课堂以教师讲授、公式推导、例题演算、课后刷题的灌输式教学为主,教学评价单一聚焦卷面成绩。课堂缺少工程情境导入、建模思维训练与综合应用拓展,学生长期被动接收知识,难以建立数学服务工程实践的认知,数理应用能力与创新思维培养严重不足。

1.2.3. 教研体系割裂,数专衔接存在断层

数学教学与专业教学分属不同教研室,缺乏协同备课、资源共享、双向反馈的常态化机制。数学课堂不衔接专业应用场景,专业课堂默认学生掌握高阶数理知识,教学衔接出现空白区域,致使学生知识体系碎片化,学习难度大幅提升。

1.2.4. 教学手段单一,抽象知识难以内化

极限逼近、微元累积、微分方程系统动态演化等高数核心内容具备极强的抽象性与动态性,传统静态板书教学无法直观呈现变量演变与规律变化过程。学生多依靠机械记忆掌握公式定理,对知识本质理解浅层化,极易出现概念混淆、应用僵化等问题。

1.3. 研究意义与创新点

1.3.1. 理论意义

本文立足新工科人才培养理念,构建“跨学科教研协同+人工智能赋能”的数专融合教学体系,进一步完善公共基础课服务专业育人的教改理论体系,为高校高等数学专业化、智慧化、应用化教学改革提供新的研究思路,为跨学科基础课程融合教学提供理论支撑。

1.3.2. 实践意义

通过打磨适配工科专业的工程化教学案例,落地常态化课堂融合教学,有效破解数专教学脱节难题,切实提升学生数理建模能力与工程实践素养。同时形成标准化教研流程、AI 智慧教学范式与可复用工程案例资源库,可为同类院校高数教改提供可复制的实践范式。

1.3.3. 主要创新点

第一,教研机制创新:搭建高数教师与工科专业课教师双向协同教研机制,从专业人才培养需求反向重构高数教学内容[4],实现教学内容精准对接专业岗位能力需求。

第二,教学技术创新:依托商用雨课堂 V7.0 智慧教学平台,不开展自研算法开发,创新性组合平台已有的学情画像、AI 学伴智能答疑、错题归集、课堂即时作答等成熟功能,服务数专融合教学目标;同时对平台尚在迭代的教学百宝箱、AI 教学智能体协作模块开展教学场景探索。

第三,教学内容创新:构建“数理知识点 + 工程场景 + 专业应用”三维一体化案例体系,突破传统纯理论教学模式,实现数理知识与工程实践的深度耦合。

2. 新工科视域下高数与工科专业融合教学整体设计

2.1. 教学核心理念

教学以新工科人才培养目标为导向,秉持立足专业需求、服务工程实践、聚焦思维培育、依托智慧赋能的核心理念,摒弃应试化、同质化的传统教学思维,将教学重心从“公式知识传授”转向“工程能力培育”。通过重构教学内容、创新教学模式、完善教研机制、升级教学手段,推动高等数学课程从应试型基础课程向应用型、能力型、智慧型工程工具课程转型。

2.2. 跨学科联合教研机制构建

为彻底打通学科壁垒,搭建常态化研讨、联合备课、案例共创、双向反馈、动态迭代的闭环跨学科教研体系。首先,组建由公共数学教师、机械、航空、自动化等专业骨干教师构成的专项教学团队,明确分工协同推进。由工科专业教师梳理本专业人才培养方案、核心课程体系、工程实训与科创竞赛中的高频数理知识点,总结学生普遍存在的数理薄弱问题,提供真实工程问题素材。

其次,高数授课教师结合教学大纲重难点与学生学情基础,对复杂工程问题进行教学化转化与简化处理,剥离超纲专业理论与复杂工程参数,提炼适配本科高数课堂的核心数理模型,将原始工程问题转化为适配课堂导入、例题精讲、拓展提升的标准化教学案例。

最后,开展集中教研打磨,统一案例难度梯度、授课逻辑与课堂呈现形式,结合学生课堂反馈与专业教师评价动态优化案例内容,保障案例兼具数学严谨性、工程真实性与课堂适配性。

2.3. 人工智能赋能智慧教学体系搭建

本研究所采用的技术全部基于雨课堂 V7.0 商用智慧教学平台,无自研算法与自定义模型开发。平台能力分为已经正式落地的成熟功能,以及版本迭代中的拓展探索模块。

依托智慧教育技术,构建课前 AI 学情诊断、课中 AI 可视化授课、课后 AI 精准培优的全流程智慧教学闭环。课前借助智慧教学平台发布预习任务与基础测评,AI 系统自动抓取学生知识薄弱点,生成班级与个体学情画像;教师依据学情数据动态调整教学重难点与案例难度,实现精准备课。

课中依托 GeoGebra 等可视化仿真工具,对极限变化、积分微元累积、微分方程动态响应等抽象内容构建动态仿真模型,直观展示变量变化趋势、图形演变规律与系统动态特征,将抽象数理原理具象化,降低学生理解门槛。

课后依托 AI 学伴实现全天候智能答疑,系统自动归集错题包、开展错因诊断,结合课堂互动、答题正确率、作业完成质量等学情大数据,根据学生学情差异个性化推送基础巩固习题与工程拓展题型,实现分层教学、精准补差、因材施教,兼顾学困生夯实基础与优生能力拔高。

平台迭代拓展方向(尚未完全落地,为本课程后续建设任务):依托雨课堂 AI 工作台,进一步探索教学百宝箱、AI 教学智能体协作两大新兴模块开发。教学百宝箱支持封装 HTML 交互式仿真、闯关式分层练习、动态演示组件,实现零代码嵌入课堂;AI 智能体协作支持定制高数-机械跨学科教研智能体,实现多智能体协同完成案例生成、习题改编、学情复盘,探索“师-机-生”三元协同教学新形态,进一步释放 AI 在案例共创、交互式课堂方面的潜能。

2.4. 融合教学实施原则

一是数学主体原则。所有工程案例以数理知识点教学为核心,工程场景仅作为教学载体,杜绝本末倒置,避免高数课堂专业化。

二是难度适配原则。所有案例贴合大一、大二学生知识储备,不引入超纲数理公式与复杂工程理论,适配课堂教学节奏。

三是学以致用原则。每个案例明确对应工程应用场景、解题思路与能力目标,实现学懂、会用、能用。

四是动态迭代原则。结合专业课程更新、学情变化与技术发展,持续迭代优化案例资源与教学模式。

3. 高数与工科专业深度融合教学典型实践案例

依托跨学科联合教研成果,选取高等数学核心重难点知识极限与导数,对接机械工科专业中机械摆杆机构运动融合教学案例,设计一组标准化、可落地的工程融合教学案例,全程融入 AI 可视化智慧教学手段。

3.1. 对应数理知识点

函数极限、夹逼准则、第一个重要极限、导数定义、瞬时变化率、位移-速度-加速度的微分关系,是学生思维从初等静态数学跃迁到高等动态微积分的关键转折点。

极限部分:依托夹逼准则推导出第一个重要极限^[5],得到小角度近似 $\sin \theta \approx \theta$,实现微小摆角工况下摆杆位移近似计算,让学生理解:近似来源于严格极限理论,且近似存在明确边界。

导数部分:导数本质是极限意义下的瞬时变化率;位移对时间一阶导数对应瞬时角速度,二阶导数对应瞬时角加速度。区别于初等数学只能计算平均速率,导数可以求解摆杆全行程任意摆角、任意时刻的瞬时运动参数,为机械动力学分析提供数学底层工具。

3.2. 工程应用背景

本教学案例由高等数学课程组联合机械设计制造及其自动化专业教师联合教研打磨开发。摆杆机构广泛应用于工程机械传动组件、减振摆机构、航空机载执行机构、摆式调速装置,是机械类专业接触最早、最典型的基础运动构件。摆杆工作过程中,摆角、位移、运动速度、加速度均随时间连续动态变化。

从工程实际来看:

1. 微小摆角工况下,工程上经常采用 $\sin \theta \approx \theta$ 做位移简化估算,该近似并非经验假设,其数学理论根源就是第一个重要极限;但该近似仅适用于摆角趋近于 0 的条件,摆角增大则误差快速增大,不可盲目套用。

2. 对于大摆角完整工作行程,初等数学只能够计算一段时间内的平均位移、平均速率,无法刻画机

构每一瞬间的运动状态。而机构调速设计、减震优化、构件强度校核、铰链磨损预判，恰恰依赖任意位置瞬时角速度、瞬时角加速度，必须依靠极限思想下的导数工具完成精确求解。

传统高数课堂教学存在割裂现象：讲授极限、第一个重要极限时，仅做纯数学推导，学生只会计算极限习题；讲授导数定义时，仅记忆“增量比值的极限”的文字定义，不能理解瞬时变化率的工程物理内涵。知识点碎片化，学生不知道极限、导数为什么被机械专业需要，造成高数与后续《机械原理》《工程力学》课程知识断层，进入专业动力学章节学习时普遍出现理解困难。本案例针对该痛点，以同一摆杆载体，串联极限与导数两大知识点，打通基础课与专业课的认知壁垒。

3.3. AI 赋能课堂教学设计

本案例采用“工程情境导入→极限理论解释近似边界→导数实现全工况精确求解→工程拓展落地应用”的递进式课堂教学设计，借助 GeoGebra 动态仿真、雨课堂 AI 智慧教学平台，实现抽象数学概念可视化、工程问题数学化。

3.3.1. 课堂导入：动态仿真创设工程问题情境

课堂导入环节，利用 GeoGebra 搭建二维动态摆杆仿真模型，动态复现摆杆往复摆动全过程，同步生成摆杆角位移-时间变化曲线 $\theta(t) = \theta_0 \sin(\omega_0 t)$ 。该曲线以时间 t 为横轴，摆角 θ 为纵轴，呈现周期性正弦变化，直观展示摆杆在不同时刻所处的摆角位置，如图 1 所示。

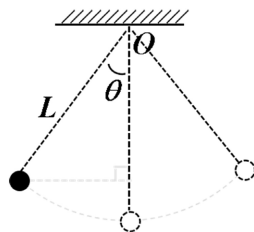


Figure 1. Geometric schematic diagram of the pendulum-rod mechanism

图 1. 摆杆机构几何示意图

教师抛出两层递进问题链：

1. 微小摆角工况下机械设计经常使用 $\sin \theta \approx \theta$ ，该近似的数学依据是什么？摆角不断增大之后，这个近似还成立吗？

2. 初等数学只能算出平均运动快慢，摆杆摆动到中间、两端换向位置的瞬间速度、瞬间冲击如何定量计算？

通过可视化仿真与问题链，引导学生意识到初等静态数学工具的局限性，引出本节课两大核心内容：极限用来解释工程近似；导数用来求解瞬时运动参数。

3.3.2. 理论讲解：分层递进完成极限、导数概念建构

1. 极限模块：夹逼准则→第一个重要极限，解释小角度近似的来源与边界

先讲授数列夹逼准则，类比推广得到函数极限夹逼准则；借助单位圆面积不等式，利用函数夹逼准则严格推导出第一个重要极限 $\lim_{x \rightarrow 0} \frac{\sin x}{x} = 1$ ，由此得到工程小角度近似 $\sin \theta \approx \theta$ 。

随后回到导入的摆杆 GeoGebra 仿真模型，如图 2 所示，拖动滑块动态改变摆角：当摆角 $\theta \rightarrow 0$ ，弦位移与弧长逐渐重合；摆角逐步增大，二者偏差显著增大。通过数值算例展示不同摆角下的相对误差，明确近似的适用边界。

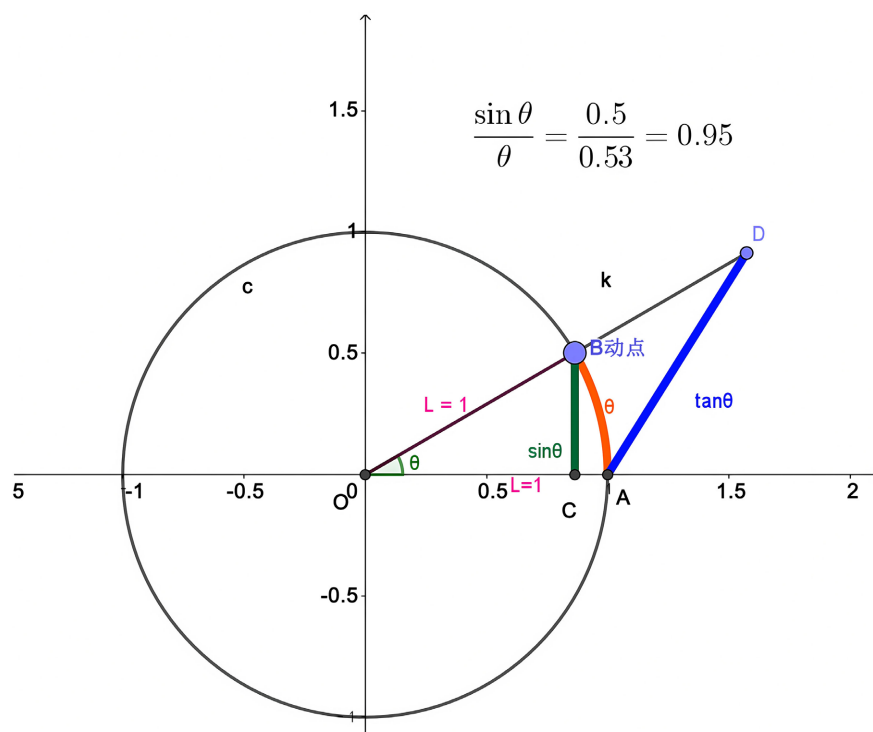


Figure 2. Screenshot of GeoGebra simulation model for the unit circle and $\frac{\sin \theta}{\theta}$

图 2. 单位圆与 $\frac{\sin \theta}{\theta}$ GeoGebra 仿真模型截图

同步融入科学思维教育：工程近似可以简化设计，但近似不能主观臆断，必须有严格的极限理论作为支撑；忽略适用边界盲目套用近似，会带来机构设计隐患，引导学生建立严谨规范的科学分析习惯；拓展刘徽割圆术，客观介绍古代数学当中利用逐步逼近求解问题的思想方法。

2. 导数模块：从平均速率到瞬时速率，具象化导数定义

以摆杆运动的平均速率为切入点，在 GeoGebra 中动态缩小时间微元 Δt ，直观演示：时间间隔不断压缩，平均速率不断逼近该时刻瞬时速率，具象化“导数是增量比的极限”这一核心定义。

基于摆杆角位移 - 时间函数 $\theta(t) = \theta_0 \sin(\omega_0 t)$ ，完成求导运算：

一阶导数： $\omega(t) = \theta'(t) = \theta_0 \omega_0 \cos(\omega_0 t)$ ，得到任意时刻瞬时角速度；

二阶导数： $\alpha(t) = \theta''(t) = -\theta_0 \omega_0^2 \sin(\omega_0 t)$ ，得到任意时刻瞬时角加速度。

实现数学导数公式与摆杆机构真实工程运动参数一一对应，让学生理解：导数不是纸面符号，是机械构件瞬时运动状态的定量计算工具。

3.3.3. 工程拓展环节：导数极值原理落地机械设计场景

完成极限、导数理论建构之后，开展工程拓展应用，依托导数极值思想，对摆杆全行程运动参数开展分析：

1. 机械调速设计：利用一阶导数 $\omega(t)$ ，定位摆杆全行程最大瞬时角速度。摆杆中间摆动位置角速度达到峰值，两端换向位置角速度归零。工程师依据峰值瞬时速度，反向匹配电机转速、传动机构传动比，限制机构最大运行速度，实现调速控制，避免超速、撞击限位构件。

2. 减震与构件临界形变分析：利用二阶导数 $\alpha(t)$ 得到瞬时角加速度；摆杆在两端换向位置角速度为

0, 但角加速度达到最大值, 产生巨大惯性力矩 $M_J = J \cdot \alpha(t)$, 式中 J 为摆杆构件绕支点 O 的转动惯量, 表征刚体转动惯性大小。由二阶导数求得的角加速度 $\alpha(t)$ 与转动惯量共同决定惯性力矩的大小, 是机构振动、杆件弯曲形变的主要来源。根据最大角加速度计算临界惯性载荷, 以此设计减震器刚度、阻尼参数, 开展杆件、转轴强度校核, 预判构件临界形变。

3. 铰链磨损预判: 结合瞬时角速度(摩擦相对速度)与瞬时角加速度(冲击载荷), 评估铰链、轴承的冲击工况, 预判零部件磨损风险, 为机械零部件选型、设备检修周期提供数理依据。

通过以上拓展, 学生能够完整理解: 极限解释“微小摆角近似”, 导数解决“全工况瞬时运动”, 二者共同构成摆杆机构动力学分析的数学基础, 充分体会微积分在机械构件动态设计中的底层支撑价值。

3.3.4. AI 智慧教学配套设计

完成依托雨课堂 AI 平台实现教学闭环: 课前推送摆杆机构导学微课、前置诊断习题, AI 采集学情画像, 定位学生对极限、瞬时变化率的认知薄弱点; 课中结合 GeoGebra 仿真 + 雨课堂即时答题, 辨析“近似适用条件”“导数物理含义”高频易错点; 课后推送分层习题: 基础层巩固极限、导数计算; 拓展层布置机械专业思考题: 给定摆杆简谐摆动位移函数, 求解角速度、角加速度, 分析危险工况。AI 自动归集错题包, 推送同类巩固练习, 兼顾保底达标与培优拔高。后续将依托雨课堂 AI 平台中教学百宝箱模块, 将本案例两套 GeoGebra 仿真(摆杆机构、单位圆 $\frac{\sin x}{x}$ 动态模型)封装为 HTML 交互式课堂组件, 课堂可一键调用; 同时尝试搭建简易高数 - 机械跨学科 AI 智能体, 预设摆杆机构相关提问指令库, 供课中小组探究环节开展人机协同探究, 进一步提升案例交互性。

3.4. 教学实施效果

本案例以同一个机械摆杆工程载体, 串联函数极限、夹逼准则、第一个重要极限、导数定义、高阶导数多个核心知识点, 打通了“极限得到近似、导数实现精确求解”的微积分内在逻辑, 破解极限、导数概念抽象难懂的教学难点。

从课堂层面: 借助 GeoGebra 动态仿真, 将抽象的“无限逼近”的极限思想、瞬时变化率的导数内涵可视化, 改变以往学生机械背诵定义、刷题套公式的学习模式; 通过问题链驱动, 学生能够主动建立数学公式与机械机构运动之间的映射关系, 建立动态工程分析思维。

从课程衔接层面: 案例由高数与机械专业教师联合开发, 案例场景、工程参数对接后续《机械原理》《工程力学》课程内容, 有效消除高等数学与专业课之间的知识壁垒, 提升学生的数学迁移与工程建模意识。

从育人层面: 在极限近似边界讲解、导数动力学设计拓展教学过程中, 引导学生树立“理论支撑近似、边界约束设计”的严谨科学分析习惯; 结合刘徽割圆术内容, 介绍历史上逼近求解问题的数学思路, 实现知识传授与科学思维能力培养。

从学情数据反馈: 实施本案例教学班, 学生对于“极限的工程意义、导数瞬时变化率内涵”相关考点正确率显著提升; 在拓展类工程建模习题中, 学生作答完成度明显提高; 专业课教师反馈, 经过该案例教学的学生, 在后续机构动力学章节学习中入门门槛更低, 更擅长从数学视角解析机械运动问题。

4. 教学改革实施成效与分析

4.1. 学生综合学习能力显著提升

经过一学期常态化融合教学实践, 对比同年级传统教学班数据可见, 教改班级学生高数课程平均分、

及格率与优秀率均有明显提升，课堂参与积极性、自主探究意识显著增强。学生彻底扭转了“高数枯燥无用”的消极认知，能够主动运用数理思维分析简单工程问题，初步具备工程建模、数理分析、定量求解的综合能力，工程创新素养得到有效培育。

4.2. 课堂教学质量全面升级

AI 可视化智慧教学有效化解了高数知识抽象难懂的教学痛点，让课堂教学更加直观、生动、精准。工程化案例教学改变了传统刷题式课堂生态，将单一知识讲授升级为场景探究、思维训练、能力培育的综合教学过程，大幅提升课堂育人层次与教学实效。

4.3. 教学资源体系日趋完善

通过持续教研打磨，团队建成适配机械、航空、自动化等专业的高数工程案例资源库，包含仿真模型、教学设计、分层习题、教学课件等成套资源，实现教学资源的专业化、体系化、可复用化，为课程持续改革提供坚实资源支撑。

4.4. 教师教研能力双向提升

跨学科协同教研推动数学教师积累工程教学经验，提升专业适配教学能力；同时帮助工科教师理清数理教学逻辑，优化专业课程数理讲解方式，实现跨学科互补成长，有效提升教师团队的综合教研创新能力。

5. 改革现存不足与优化对策

5.1. 现存问题

一是跨学科教研统筹难度较大，受专业课教学科研任务影响，常态化教研频次仍需提升，案例迭代速度有待加快。

二是部分工程案例的难易度把控仍需精细化，个别案例专业场景偏复杂，需进一步精简适配 45 分钟课堂节奏。

三是人工智能教学赋能深度仍有拓展空间。目前本课程 AI 应用主要集中于可视化仿真演示、课后答疑与学情诊断；面向数智融合场景的教学百宝箱交互式组件、跨学科 AI 智能体协作等高阶能力仍处于开发阶段，尚未充分落地应用；AI 辅助案例共创、探究式任务生成、创新思维引导等场景还需进一步探索开发。

5.2. 优化对策

一是优化跨学科教研机制，采用线上线下融合的灵活研讨模式，固定教研时段，建立案例动态更新台账，实现学期迭代、年度升级。联合高数、机械、航空等专业教师，借助平台开发的 AI 智能体协作能力，构建跨学科教研智能体，辅助完成工程案例素材筛选、案例教学化改编、习题配套生成，降低跨学科案例开发的人力成本。

二是精细化打磨教学案例，严格遵循“数学为主、工程为辅、简洁适配”原则，精简冗余专业内容，优化课堂讲授流程。充分利用雨课堂 AI 平台学情画像、AI 智能答疑、错题错因分析，把案例实施效果纳入学情数据采集；同时依托教学百宝箱模块，将 GeoGebra 摆杆仿真、单位圆 $\frac{\sin x}{x}$ 交互式演示封装为一键调用的课堂组件，丰富课上交互形式，降低仿真资源课堂调用门槛。

三是深化 AI 智慧教学应用，拓展教学百宝箱资源封装、自定义教学智能体、多智能体协同教研等高

阶能力，开发适配高等数学数专融合场景的专属指令库与交互组件，拓展 AI 在案例共创、交互式探究、跨学科教研方面的应用深度，构建全场景、高精度、个性化的智慧融合课堂。

6. 模式推广挑战与实施策略

将本研究的数专融合教学模式推广至不同专业、不同类型高校，仍面临多重现实约束，结合实践经验，梳理主要挑战及落地策略如下。

6.1. 推广面临主要挑战

1. 跨学科教师协作壁垒。多数高校数学与工科分属不同院系，缺少常态化教研制度；数学教师工程储备有限，工科教师不熟悉高数课堂教学目标，易出现案例偏离教学大纲的问题。

2. 工程案例资源供给不足。适配高等数学课堂的工程案例开发周期长、人力成本高，多数院校缺少可直接复用的成套教学资源。

3. 智慧教学平台条件差异。各高校采购智慧教学平台并不统一，部分院校无法实现雨课堂全套 AI 学情分析功能，直接照搬整套技术方案会受平台限制。

4. 不同院校学情差异。地方应用型本科学生数理基础偏弱，原版案例工程深度较高，直接照搬易加重学生课堂学习负担。

6.2. 落地实施与推广策略

1. 构建轻量化跨学科教研机制。不以高频线下会议为硬性要求，可采用线上研讨、案例联合评审等形式；制定案例审核标准，确保案例贴合高数教学大纲，区分课堂必授内容和课后拓展阅读。推动校际教研共同体建设，分担案例开发工作量。

2. 建立标准化案例开发流程与共享资源库。固化开发流程：工科教师提供工程原始素材→数学教师完成教学简化，剥离超纲专业知识→集体评审，配套仿真资源与分层习题。资源库区分基础版、拔高版，支持各院校按需选用、二次改编。

3. 区分模式核心逻辑与平台工具依赖。本模式核心是“跨学科案例 + 学情驱动迭代”，并不绑定特定智慧教学软件。学情统计可借助作业汇总、问卷等方式做低成本替代；GeoGebra 仿真为开源独立文件，可脱离智慧平台直接用于多媒体课堂，降低平台准入门槛。

4. 实施案例两级适配。同一工程案例设置两个版本：基础版弱化复杂工程细节，适配应用型本科；拔高版增设工程拓展思考题，供基础较好院校选做，适配不同层次学生学情。

7. 结束语

新工科建设背景下，高等数学教学改革的核心是回归课程工具属性、强化专业服务能力、聚焦工程素养培育。传统同质化、应试化的教学模式已难以适配新时代工科创新人才培养需求。本文构建的跨学科教研协同与人工智能赋能融合教学模式，有效打破了学科教学孤岛，通过对接机械真实工程场景，将抽象的数理理论转化为可感知、可理解、可应用的工程工具。

教学实践证明，数专融合案例教学能够有效激发学生学习主动性，培育工程数学建模思维与问题求解能力；人工智能可视化教学能够有效破解高数教学难点，实现精准育人、分层育才。未来教学团队将持续深化教学改革，不断丰富工程案例资源、完善跨学科教研机制、深挖人工智能教学赋能价值，持续推进高等数学课程专业化、应用化、智慧化转型，充分发挥基础课程的育人支撑作用，为新工科高质量工程人才培养提供有力保障。同时本研究也探讨了该模式向不同类型院校推广落地的现实挑战与实施路径，可为同类院校开展数专融合教学改革提供实践参考。

基金项目

2026 年度沈阳航空航天大学本科教学改革研究项目：人工智能赋能高等数学智慧课程建设的研究与实践(JG261405C2)。

参考文献

- [1] 牛双双. 高等数学与电子信息类专业课程融合教学实践探索[J]. 科教导刊, 2026(16): 40-42.
- [2] 孟祥超, 李晴. 高等数学“新智多元”型课程体系的构建及实践路径研究——基于 AI 赋能与产教融合理念的创新教学模式探索[C]//人工智能时代产教融合与专业(课程)建设研讨会暨现代产业学院高质量发展研讨会论文集. 北京大学出版社、北方民族大学先进装备制造现代产业学院, 2025.
- [3] 赖新兴. 高等数学与专业课程融合教学模式研究[J]. 吉林农业科技学院学报, 2023, 32(6): 114-120.
- [4] 刘德成, 高倩. 高等数学与专业融合教学模式的路径探索与研究——以智能制造专业群为例[J]. 科学咨询, 2025(20): 115-118.
- [5] 同济大学数学科学学院. 高等数学: 上册[M]. 第 8 版. 北京: 高等教育出版社, 2023.