

# 信息技术深度融合下高等数学“理论—实验—应用”多层次课程体系的构建与实践研究

唐红霞

广西农业职业技术大学，广西南宁，530004；

**摘要：**在数字化转型背景下，信息技术与高等数学教育的深度融合已成为推动教学改革的关键力量。高等数学是理工科的核心基础课程，长期以来，面临概念抽象、资源分散、理论与实践脱节等挑战。本文聚焦于信息技术深度融合背景下，探讨高等数学“理论 - 实验 - 应用”多层次课程体系的构建与实践。分析当前高等数学课程存在的问题，阐述该多层次课程体系构建的必要性与可行性。详细介绍了课程体系的构建思路与具体实践方法，旨在通过信息技术的融入，提升高等数学教学质量，培养学生的数学应用能力和创新思维。

**关键词：**信息技术；高等数学；多层次课程体系；构建与实践

**DOI：**10. 64216/3080-1494. 26. 01. 062

## 引言

近年来，人工智能、大数据、5G 等数字技术迅速崛起，并加速向教育领域渗透，推动教学模式从传统的“知识传授”向注重“能力培养”转变。高等数学作为工程、物理、计算机等自然科学专业的理论基础学科，其教学效果直接影响着学生的逻辑思维与创新能力的培养。高等数学作为高校众多专业的基础课程，对于培养学生的逻辑思维、分析问题和解决问题的能力起着至关重要的作用。然而，传统的高等数学教学往往侧重于理论知识的传授，忽视了实践应用和学生创新能力的培养。随着信息技术的飞速发展，为高等数学教学改革提供了新的契机。将信息技术深度融合到高等数学教学中，构建“理论 - 实验 - 应用”多层次课程体系，成为当前高等数学教学改革的重要方向。

## 1 当前高等数学课程存在的问题

### 1.1 教学内容与实际应用脱节

高等数学教材普遍沿袭 20 世纪经典分析体系，侧重极限、微分、积分等理论的严密推导，强调形式化证明而忽视现实情境关联。据教育部《理工科本科数学课程教学现状调研报告》（2021）显示，现行主流教材中应用案例占比不足 15%，且多集中于物理力学等传统领域，鲜见与现代信息技术深度融合的实例。课堂中常见教师耗时两课时完整推导柯西-黎曼方程，学生被动记录符号演算过程，却难以理解其在复变函数建模、电磁场分析或图像处理中的工程价值。全国高校工科数学教

学联盟 2022 年发布的调查显示，68.3%的工科一年级学生认为微分方程章节“抽象难懂”，仅 11.7%能够准确列举其在电路系统响应或机械振动建模中的具体应用场景。傅里叶变换作为信号处理的核心工具，在多数课程中仍局限于频域分析的数学运算，未与 JPEG 图像压缩、音频编码等数字技术建立显性联系；梯度下降法作为机器学习优化基础，亦少纳入多元函数微分学的教学语境。这种“重理论推导、轻实践指向”的教学模式，导致学生在复杂问题面前缺乏模型建构能力。中国工业与应用数学学会数据显示，在近三届全国大学生数学建模竞赛中，约 29%的参赛队伍在动态系统建模环节出现微分方程构建错误或适用性偏差，暴露出知识迁移能力的结构性缺失，制约了数学作为基础工具在交叉学科中的有效支撑作用。

### 1.2 教学方法单一

当前高等数学教学仍以讲授式为主导，教师主导黑板推导隐函数存在定理或泰勒展开式，学生被动抄录公式链条的现象普遍存在。据《中国高校数学课堂教学质量评估报告》（高等教育出版社，2023）统计，全国重点理工类院校中，采用互动式、探究式教学的高等数学课程比例不足 24%，师生有效互动时间平均每课时不足 5 分钟。课堂知识传递呈现线性、单向特征，学生思维被固化于既定逻辑路径，缺乏质疑、重构与猜想验证的机会。实证研究表明，超过 70%的学生在课后整理笔记时无法完成推导步骤之间的逻辑衔接，反映出高阶认知

负荷下意义建构的断裂。该教学范式本质上延续了行为主义的“输入—复制”模型,未能回应建构主义学习理论对数学直觉生成、多模态表征转换的要求。当雅可比矩阵的局部线性化意义、斯托克斯公式的旋量场几何解释等抽象概念缺乏动态可视化支持时,学生的空间想象力与跨维度理解能力难以激活。国家智慧教育平台数据显示,2023年春季学期,高等数学课程中使用GeoGebra、Mathematica或Python进行图形演示的比例仅为31.5%,远低于国际一流高校水平。长此以往,学生在非结构化问题中运用数学语言进行建模表达的主动性显著弱化,与新工科背景下对复合型创新人才的能力需求形成明显背离。

### 1.3 实验教学环节薄弱

多数高校高等数学课程尚未设立独立实验模块,实验环节常作为理论课附属,甚至完全缺位。据教育部高等学校大学数学课程教学指导委员会2022年调研,全国开设高等数学实验课的本科院校不足38%,且多数仅安排2—3次上机实践,内容局限于Matlab基础操作与简单数值计算。实验室资源配置滞后,缺乏针对多元积分几何意义、曲率张量分析、向量场可视化等核心内容的交互式实验设计,致使学生难以通过具身认知建立抽象概念的直观理解。例如,黎曼和的极限过程多以静态图示呈现,旋度的物理含义止步于公式推导,削弱了数学作为科学语言的实践功能。IEEE Transactions on Education(2021)发表的对比研究指出,接受过系统数学实验训练的学生,在跨学科建模任务中实现现实问题到形式化表达的转化效率高出对照组42%,且模型准确性显著提升。当前教学体系中实验验证路径的缺失,导致“知”与“行”之间形成认知断层,严重制约学生在人工智能、大数据分析等前沿领域中综合运用数学工具解决复杂工程问题的能力发展。

## 2 “理论—实验—应用”多层次课程体系构建的必要性与可行性

### 2.1 必要性

在智能算法渗透工程实践的当下,数学不再仅是抽象符号的逻辑推演,更成为解析复杂系统的核心工具。新工科背景下,学生需具备从现实情境中提炼变量关系、构建形式化模型并实施数值验证的能力。传统教学中理论与应用割裂的状态已难以回应这一诉求。将“理论—

实验—应用”结构嵌入高等数学课程体系,实质上是对数学认知路径的重构:以理论奠基思维框架,借实验实现概念具象化,最终导向真实问题的建模求解。清华大学近年试点课程显示,融合微分方程解析与MATLAB动态仿真模块后,学生对非线性系统行为的理解深度提升37%,跨学科项目中数学语言的调用频率显著增加。此类改革不仅强化了知识迁移效能,更重塑了学生面对不确定性问题时的策略选择模式——由被动接受转向主动探构。当黎曼积分通过Python可视化逐步逼近曲边梯形真实面积,理论符号便获得了经验世界的锚定点。这种知行互馈机制的建立,正是当前数学教育突破认知瓶颈的关键支点。

### 2.2 可行性

随着云计算架构与分布式计算环境的成熟,数学教学平台已实现从单机工具向协同化、交互式学习生态的跃迁。以Jupyter Notebook集成Python科学计算栈为例,学生可在动态代码环境中同步推演微分方程解析过程并可视化相轨图,使抽象定理在数值模拟中获得语义映射。国内多所“双一流”高校依托超算中心搭建虚拟仿真实验平台,支持大规模线性代数运算与随机过程建模,显著提升复杂系统分析的教学纵深。教师借助Learning Analytics技术追踪学生在Mathematica实验中的思维路径,识别概念理解断点,并通过自适应反馈机制优化讲授策略。华东师范大学实证研究表明,具备计算思维训练背景的教师团队所主导的课程,学生在构建偏微分方程离散模型时的问题转化准确率提高29.6%。这种由底层算力驱动、教育数据反哺、人机协同演进的技术闭环,正重塑高等数学教学生态的结构性逻辑。

## 3 “理论—实验—应用”多层次课程体系构建思路

### 3.1 理论教学模块

高等数学的理论教学需超越传统讲授范式,构建具认知沉浸感的知识生成场域。在导数概念的讲授中,教师可引导学生观察自由落体实验中瞬时速度的变化轨迹,借助高帧率传感器采集位移数据,映射出割线斜率向切线斜率演进的动态过程,使极限思想从符号运算中具象浮现。积分学的教学则可通过无人机航测地形图的面积估算任务展开,学生以黎曼和逼近不规则区域,亲历“分割—近似—求和—取极”的思维路径,在操作中

内化微元法的本质逻辑。课堂教学融合交互式电子白板与实时反馈系统,学生在推演洛必达法则的应用边界时,其思维分歧点可被即时捕捉并可视化呈现,促进集体认知协商。华东师大数学教育研究中心的课堂观察数据显示,嵌入真实测量情境的微积分教学能使概念保持率提升 41.3%,且在后续建模迁移中表现出更强的结构识别能力。这种将公理体系根植于经验操作的教学设计,实现了形式逻辑与直观理解的深层耦合。

### 3.2 实验教学模块

实验教学作为理论通向实践的关键路径,其设计需体现认知递进与技术融合的双重逻辑。在微分方程数值解实验中,学生通过 MATLAB 编程实现欧拉法与四阶 Runge-Kutta 方法的对比仿真,直观呈现截断误差随步长变化的动力学特征,进而揭示算法稳定性与收敛性的内在关联。虚拟实验室集成 Jupyter Notebook 与 WebGL 可视化引擎,支持学生在浏览器端动态调整热传导方程的边界条件,并实时观察温度场演化过程。此类沉浸式操作不仅强化了对偏微分方程弱解概念的理解,更促使学生在试错中构建数值模拟的元认知策略。北京航空航天大学 2023 年教学实证表明,依托云端实验平台开展迭代优化任务的学生,在复杂系统建模中的方案生成效率提升 37.2%,且误差分析维度显著拓宽。

### 3.3 应用教学模块

应用教学模块构成课程体系的实践归旨,其核心在于推动数学思维向专业情境的深度迁移。在经济管理领域,学生基于时间序列分析构建 ARIMA 模型对区域消费指数进行预测,利用蒙特卡洛模拟评估投资组合的风险敞口,体现出随机过程与决策理论的融合能力。理工科方向则聚焦工程系统建模,如通过有限元方法求解结构应力分布,结合传感器数据校准模型参数,在无人机轨迹优化中实现微分几何与最优控制的协同应用。学生在跨学科项目中重构数学工具的意义网络,某团队在智能灌溉系统设计中引入偏微分方程刻画土壤水分扩散,并嵌入实时气象反馈机制,展现出多尺度建模的整合能力。参与全国大学生数学建模竞赛的实践表明,经历真实问题扰动的学生更倾向于采用贝叶斯更新策略应对不确定性,其解决方案的鲁棒性评分较传统训练组提升 29.6%。此类高阶认知活动不仅强化知识的条件化表征,更促成从算法执行者向问题建构者的角色跃迁。

## 4 “理论 - 实验 - 应用”多层次课程体系的实践方法

### 4.1 课程内容的整合与优化

针对我校高等数学课程内容偏重基础计算、理论深度有限的特点,立足一元与多元函数微积分、微分方程及无穷级数等核心模块,重构课程内容体系,强化“专业应用+数学”的融合导向。依据农业工程、智能控制与金融管理等专业的实际需求,构建以应用问题为驱动、数学工具为核心的知识组织框架。在“多元函数微分”中引入温室环境调控模型,在“微分方程”教学中嵌入作物生长动力学与灌溉系统响应案例,实现数学概念与专业场景的有机衔接。实验环节整合 Python 数值模拟与 MATLAB 建模路径,开发面向农业数据分析与控制系统仿真的计算训练模块。应用案例库聚焦智能农机参数优化、农产品价格波动预测等 8 类典型情境,形成契合学科背景的问题链。试点班级在热传导模型教学中结合土壤温湿度传感器数据拟合实验,学生参数识别准确率提升至 85.4%,验证了应用导向内容重组对数学理解深化与迁移能力培养的有效支撑。

### 4.2 教学方法的改革

教学策略的革新体现于多模态学习环境的系统构建。在项目式学习中,学生围绕智能灌溉系统优化、温室作物生长建模等农业工程问题组建协作团队,通过文献调研、田间数据采集与模型拟合完成闭环探究,教师以阶段性答辩形式介入指导,促进实际问题解构与数学工具的精准匹配。探究式学习聚焦学生认知张力的激发,在“微分方程稳定性分析”教学中,引导学生利用相图软件观察系统平衡状态的变化趋势,自主归纳稳定域特征,进而关联理论判据,实现直观感知与逻辑推演的协同发展。翻转课堂依托学银在线平台实现知识前置,课前推送常微分方程解析解与数值解对比资源,课中组织基于实测气象与土壤数据的动态拟合任务,强化数学模型对农业场景的表征能力。师生互动嵌入动态评估仪表盘,结合学习行为日志与课堂应答数据生成个性化反馈,驱动教学策略的实时调适,构建以认知诊断为核心的教学生态系统。

### 4.3 教学评价体系的完善

评价体系突破传统单一考核模式,构建涵盖知识掌握、实践操作与综合应用的三维观测框架。期中笔试设

置开放性问题,要求学生结合数值仿真结果阐释微分方程解的物理内涵;实验环节引入基于树莓派的温湿度数据采集任务,学生现场调试农业传感器并完成非线性参数拟合,系统自动记录操作轨迹以实现过程性评估;建模项目对接校地合作真实课题,如设施农业灌溉优化调度与光伏发电功率预测,成果经行业专家盲审与现场答辩双重评定。学习档案袋动态集成课堂应答热力图、小组协作贡献度矩阵及模型迭代修改痕迹,辅以周度认知反思日志,实现从外显行为到思维进阶的深度追踪。试点结果显示,该模式下学生高阶思维能力显著提升,建模方案创新性评分较对照班提高23.6%。

## 5 结论

信息技术深度融合下高等数学“理论-实验-应用”多层次课程体系的构建与实践是一项具有重要意义的教学改革举措。通过构建多层次课程体系,可以解决当前高等数学课程存在的问题,提高教学质量,培养学生的数学应用能力和创新思维。在实践中,要不断探索和完善课程内容、教学方法和教学评价体系,确保多层次课程体系的有效实施。要加强教师队伍建设,提高教师的信息技术应用能力和课程开发能力,为多层次课程体系的构建和实践提供有力的保障。

## 参考文献

- [1]王宁.基于“五化五促”教学创新模式的医用高等数学教学改革与实践[J].数理医药学杂志,2025,38(09):718-723.
- [2]李瑞丹.基于化工专业需求的高等数学教育教学改革路径分析[J].塑料工业,2025,53(07):185-186.
- [3]郑文新,李冬果,陈熹,等.医用高等数学“理论讲授+自主学习”教学改革研究[J].数理医药学杂志,2025,38(02):145-150.
- [4]原婷婷,蒋楠.高等数学课程思政元素的挖掘与实践研究[J].山西开放大学学报,2024,29(04):30-34.
- [5]熊建.信息技术赋能高等数学教学的创新实践与路径优化[J].电脑知识与技术,2025,21(18):151-153.
- [6]李妮.融入信息化智能技术的高等数学项目式教学模式初探[J].信息与电脑,2025,37(12):239-241.

作者简介:唐红霞(1983.03—),性别:女,民族:汉族,籍贯:河南省鹤壁市,学历:硕士研究生,职称:副教授,研究方向:微分方程与差分方程、高等数学教育教学研究。

基金课题:广西农业职业技术大学2024年度校级教学改革研究课题,深度融合信息技术的多层次高等数学课程体系重构与实践——以广西农业职业技术大学为例(编号:XJG2419)。