

信息技术融合背景下大学数学混合式教学模式研究

商凯建

烟台科技学院, 中国·山东 烟台 265699

【摘要】在教育数字化与高等教育改革持续推进的背景下, 大学数学教学面临学情差异大、学习兴趣不足和高阶思维培养欠缺等问题。信息技术的发展为教学模式创新提供了条件, 混合式教学在优化学习过程与提升质量方面优势明显。基于信息技术融合视角, 构建了以“目标—内容—活动—评价—数据”五维为核心的大学数学混合式教学框架, 结合建构主义、TPACK、OBE和学习分析方法, 设计了覆盖课前、课中、课后的三段式流程与差异化支持策略, 实现精准目标设定、内容优化与闭环改进。多源数据分析显示, 该模式能有效提升学生的概念理解、问题解决能力与学习投入度, 为大学数学的持续优化与推广提供了可行路径与实践参考。

【关键词】混合式教学; 大学数学; 信息技术融合; 学习分析; TPACK; OBE

引言

近年来, 随着教育数字化战略的推进和学习者特征的变化, 大学数学教学环境发生了显著变革。传统课堂讲授虽具系统性与逻辑性优势, 但在激发学习兴趣、实现个性化学习及培养高阶能力方面存在不足。信息技术在高等教育中的应用不断拓展, 从学习管理系统、可视化教学软件到课堂互动工具、学习分析平台, 为突破时空限制、优化学习过程创造了条件。如何将技术优势与大学数学的学科特性深度融合, 实现线上与线下的优势互补, 成为教学改革的重要议题。混合式教学因兼具灵活性与深度互动, 被视为提升大学数学教学质量的有效途径, 但在实施中仍面临内容组织、活动设计、数据利用与持续改进等问题, 有待在理论与实践深入探索和优化。

1 理论基础与混合式教学模式框架构建

1.1 信息技术融合与混合式教学的理论依据

大学数学的混合式教学模式依托建构主义学习理论、TPACK 模型、OBE 理念和认知负荷理论。建构主义强调学生在情境化、交互化的学习环境中主动建构知识, 这在数学定理推导和概念理解中尤为关键; TPACK 模型要求教师在学科知识(CK)、教学法知识(PK)和技术知识(TK)三方面进行有效整合, 以确保技术的使用真正服务于数学学习目标; OBE 理念主张以产出为导向, 从能力目标反推课程内容与评价体系, 如将“掌握条件概率公式并能解决贝叶斯问题”作为产出指标, 反向设计学习任务; 认知负荷理论提醒在抽象数学内容呈现中应降低外在负荷, 通过可

视化、分步推理等方式优化学习体验, 使学生的认知资源集中于核心知识的理解和应用。

1.2 混合式教学模式的框架结构

该模式以“目标—内容—活动—评价—数据”五个维度构建整体框架: 在目标层面, 将学习产出细化为知识、技能、思维和情感态度四类; 在内容层面, 按模块化方式组织知识点, 每个模块对应8-15分钟的学习量, 并配套互动题; 在活动层面, 线上聚焦概念引入与基础训练, 线下强化推理证明与综合应用; 评价体系融合课堂参与度、作业完成情况、阶段测验与期末综合考核; 数据维度涵盖学习行为日志、答题轨迹、错误分布、互动频率等信息, 并通过学习分析构建学生画像^[1]。

1.3 运行机制与实施条件

教学过程按“课前一课中—课后”三段式编排: 课前利用 LMS 平台推送微课视频、导学单和在线小测, 生成个性化预习诊断; 课中以典型例题和情境问题为核心, 结合小组讨论、教师点拨和即时互动检测学习效果; 课后通过作业评测系统推送个性化题目, 平台根据错题模式推荐变式训练。运行保障包括稳定的网络与硬件条件、标准化课程资源库、合法合规的数据采集机制以及教学质量监控体系, 建议每学期开课进行平台压力测试与数据安全审查, 确保教学过程稳定可控。

2 教学设计与实施策略

2.1 课程目标与内容组织

以《高等数学》中“多元函数微分学”为例, 课程目

标可细化为四类：知识目标——能够准确表述全微分的定义，理解其几何含义，掌握可微与连续、偏导数存在等判定条件，并能区分不同类型的可微情形；技能目标——熟练运用偏导数与全微分公式解决多元函数近似值与误差估算问题，能在计算中正确选用变量变化量的近似替代；思维目标——形成对多元函数在局部的线性化思想的深刻理解和，能将其与几何切平面、方向导数、梯度等知识关联起来，并运用这些联系解释实际现象；应用目标——能够将全微分方法迁移到工程、物理或经济模型中，例如在机械零件加工误差分析、温度场变化估算、生产成本优化设计等情境中完成建模与计算。内容组织采取“微课视频+知识图谱+案例分析+习题集”的组合方式：微课视频时长控制在8-12分钟，采用板书推导与动态几何动画相结合的方式展示关键推理步骤和计算路径；知识图谱采用节点一边结构，将定义、定理、公式及其内在联系可视化，并配备自测按钮，让学生在浏览中即时验证掌握情况；案例分析优先选取与学生专业相关、数据真实的实践问题，如“多元函数极值在生产工艺优化中的应用”或“温度场变化的工程计算”，引导学生从问题背景、模型建立到公式运用的完整过程；习题集按照基础题（占60%）、综合题（占30%）、挑战题（占10%）进行分层设计，配套 LMS 在线解析、答疑和错因标签功能，确保不同学习层次的学生都能获得有针对性的训练与反馈。

2.2 学习任务与课堂活动设计

学习任务围绕“课前—课中—课后”三个阶段展开，并在每个阶段嵌入可监测的活动节点。课前，学生需在LMS上完成先修知识检测题（如单变量函数微分法则及应用），系统自动生成诊断报告，标注正确率和易错点；同时阅读导学单上的目标说明和引导性问题，例如“如何用全微分近似计算温度变化？”，并观看对应的短视频或交互式动画，以提前建立认知框架^[2]。课中，以小组探究—板演推导—软件验证为核心流程：在推导多元函数可微条件时，教师将任务拆分为若干推理环节，由小组分工完成，代表在黑板板演并接受全班质询和即时点评；随后利用GeoGebra 动态演示曲面在某点的切平面与函数曲面的局部拟合效果，并通过 Mentimeter发起即时投票或简答，实时收集学生对结论的理解与信心程度。课后，平台根据学生

在课堂互动、小测与作业中的表现，自动推送个性化作业任务；学生可用 Python编写简短程序（如调用 NumPy 计算偏导数与全微分近似值），并在提交后即时获得错因分析报告，包含错误类别、常见误解提示和推荐的补充资源链接；此外，学生还可在 LMS 答疑区与教师或同伴展开讨论，进一步巩固和深化所学。

2.3 技术平台与数据支持

该模式依托多平台协同运作，确保资源获取、互动反馈与数据分析的全链条畅通^[3]。LMS平台（如超星、学习通）用于承载微课视频、知识图谱、测验、作业与成绩管理，并记录学习行为日志；课堂互动系统（如雨课堂、Kahoot）提供选择题、投票、抢答、弹幕等多样化互动方式，实现即时检测和反馈；数学可视化软件（GeoGebra、Matlab）用于动态演示函数曲线与曲面、向量场及梯度变化，支持参数调整与多视角观察；作业评测系统（Maple T.A或基于 Python 的在线判题平台）能够自动批改作业，分析答题步骤与错误类型，生成学生错因分布图及个性化改进建议。

数据采集涵盖三大类：行为数据（登录频率、视频观看完成率、作业提交时间等）、认知数据（测验正确率、错误类型分布、推理步骤完整性等）、情感数据（讨论区活跃度、互动频率、课堂问卷反馈等）。所有数据定期导出后，通过Python 脚本进行清洗与标准化，利用 Pandas 与 Matplotlib 或 Power BI生成可视化学情报告，为教师精准定位问题、制定个性化干预策略提供依据。

2.4 个性化支持与学习共同体建设

个性化支持以学习画像分析为基础，将学生划分为A（优异）、B（中等）、C（薄弱）三类，配套差异化学习路径。A类学生除常规任务外增加跨学科挑战项目，例如利用全微分方法分析金融风险模型中的敏感性或气象模拟中的温度梯度；B类学生重点完成基础巩固与进阶训练，保持稳定提升；C类学生每周安排一次30分钟的线上小组辅导，针对核心概念和高频错误进行专项讲解，并推送简短微课与配套习题包。

学习共同体建设方面，通过QQ群或微信群建立课外即时答疑与资料共享通道，鼓励学生在平台上互助解答问题；定期开展线上“答题接龙”、错题挑战赛等活动提升互动

性。每两周组织一次主题学习沙龙，学生可自选数学主题进行推导展示或案例分享，例如“多元函数在气象数据分析中的应用”或“全微分在机械加工精度控制中的作用”，教师进行点评并引导讨论，促使学生在同伴交流中实现知识的再建构与跨情境迁移。

3 效果评价、数据分析与持续改进

3.1 评价体系与方法

混合式教学模式的效果评价遵循多维度、全过程的原则，不仅关注学生对知识的掌握程度，还重视其能力水平、思维品质、学习投入与学习态度等方面的综合表现。评价体系涵盖六个维度：知识掌握（对核心概念、公式及其适用条件的理解与记忆）、推理完整性（推导过程的逻辑性、步骤完整性及严谨性）、问题解决能力（面对综合题、跨情境任务时的分析与求解能力）、迁移应用能力（能否将数学知识有效应用到真实问题中并解释结果）、学习投入（课前准备、课堂参与、课后延伸学习的持续性与深度）、情感态度（对数学学习的兴趣、自我效能感和学习信心变化）。方法上结合过程性与终结性评价：过程性评价依托课堂互动记录、作业完成度、讨论区活跃度以及在线测验表现等多源数据；终结性评价通过模块测试与期末综合考核反映总体学习成效，并采用量化指标（如正确率、完成率）与质性分析（如学生反思日志、访谈记录）相结合的方式综合解读，从而更全面地反映混合式模式对学习质量的影响。

3.2 数据分析与结果解读

在数据分析中，平台日志与作业系统生成的大量行为数据经过整理与建模，形成每位学生的学习画像，用于观察其学习路径、节奏与策略差异。例如，视频完成率与作业按时提交率普遍呈正相关，高参与度学生在综合性问题上的得分更高，推理过程也更为完整；课堂互动频率较高的学生在后续测验中错误率下降明显，反映出即时反馈机制在纠错与加深理解方面的作用；频繁使用知识图谱自测功能的学生，在跨章节整合性问题中的正确率和稳定性更佳。认知层面的分析显示，混合式模式在减少概念模糊和推理断层导致的错误方面成效明显，学生处理多步骤计算与跨章节综合题的成功率显著提升。情感态度方面，问

卷和访谈反馈表明，大多数学生认为该模式提升了自主学习意识与课堂参与感，并降低了因进度不一致带来的挫败感，尤其对数学基础较弱的学生帮助更为明显。

3.3 持续改进与推广

持续改进以数据驱动为核心，遵循“发现问题—调整策略—验证效果”的闭环流程。针对数据中发现的薄弱环节，例如部分学生在课前预习环节投入不足、对知识图谱等辅助工具的使用频率偏低，教师可通过优化导学单结构、在预习任务中嵌入更多互动问题、增加课前答疑激励机制等方式提升参与度；对于课堂互动参与率偏低的班级，可引入更多情境化案例、小组竞赛和游戏化答题来增强即时反馈的吸引力。在推广层面，模式的可复制性依赖于标准化的资源模板（微课脚本、案例库、题库）、可移植的活动设计（小组探究模板、课堂反馈流程）以及通用的数据分析方案（数据采集规范、分析脚本库）。通过建立跨院系共享的课程资源库、教师培训与教研共同体，以及明确的教学管理规范，可以将该模式扩展到更多数学课程乃至其他理工科基础课程，实现规模化应用与可持续运行。

结语

在信息技术深度融入高等教育的背景下，大学数学的混合式教学模式为传统课堂注入了新的活力。通过“目标—内容—活动—评价—数据”多维框架的构建与实施，本研究实践表明，该模式能够有效提升学生的数学概念理解、推理完整性、问题解决与迁移应用能力，同时增强学习主动性和课堂参与度。技术平台与数据分析的引入，使教学过程更加精准可控，个性化支持和学习共同体建设进一步满足了不同层次学生的学习需求。效果分析显示，混合式模式在优化学习路径、减少概念误区和促进深度学习方面具有明显优势。

参考文献：

- [1] 孔留贞. 浅谈大学数学的混合式教学[J]. 科技风, 2023, (19): 105-107.
- [2] 王峰, 张芳, 俞亚娟. 混合式教学模式下新形态大学数学教材建设研究[J]. 高教学刊, 2024, 10 (30): 91-95.
- [3] 孔留贞. 浅谈大学数学的混合式教学[J]. 科技风, 2023, (19): 105-107.