

新工科背景下复变函数课程智慧化教学改革与实践

黄永艳

山西大学 山西太原 030006

摘要:在教育数字化转型与新工科建设的双重战略驱动下,工科专业核心基础课《复变函数》面临知识体系碎片化、工程应用衔接断层及个性化教学支持不足的结构困境。本研究以“建库强基、赋智拓新”为核心导向,通过知识体系结构化重构、多形态资源开发和AI智能平台搭建的三阶路径系统性推进课程智慧化改革,即以新工科人才培养需求为锚点重构基础理论、方法技术和工程应用三大知识模块,补充傅里叶变换等工程核心工具并构建纵向递进、横向辐射的知识图谱,开发3D可视化动态演示、微课程、知识卡片等多形态资源,破解抽象概念理解障碍;搭建融合24H智能学伴、分层题库、学情分析的智慧教学平台,实现教学过程全流程数字化。该模式有效解决了传统教学的核心矛盾,为工科基础课程智慧化改革提供了可复制、可迁移的实践范式。

关键词:新工科;复变函数;智慧教学;知识图谱;AI教育应用;教学改革

引言研究背景与问题提出

教育作为强国建设的基础性支撑,其数字化转型已成为国家战略核心方向,教育部印发的《教育强国建设规划纲要(2024-2035年)》明确提出“以教育数字化开辟发展新赛道”,要求高等教育领域推动AI与课程教学的深度融合,实现“质量变革、效率变革、动能变革”;与此同时,新工科建设以“强基础、重应用、融技术”为核心目标,强调工科人才需具备数学基础扎实、工程实践能力突出和跨学科整合素养的复合型能力结构,这对传统工科教学基础课程的改革提出了迫切需求。

《复变函数》作为电气工程、自动化、测控技术与仪器等工科专业的核心基础课,兼具理论抽象性与工程应用性双重属性,一方面以解析函数为研究核心,涵盖复数运算、柯西积分定理、留数定理等层层递进的逻辑体系,要求学生具备强抽象思维与逻辑推导能力,另一方面是解决工科实际问题的关键工具,如平面无旋流动分析(流体力学)、电场磁场建模(电磁学)、信号调制与滤波(信号处理)等场景均依赖复变函数理论,但传统教学模式与新工科、教育数字化的战略要求存在脱节现象,亟需系统性改革。

目前,工科《复变函数》教学存在三大结构性矛盾:

一是知识体系碎片化,部分教材重理论推导,未涵盖积分变换等内容,致理论与工程应用脱节,学生难将理论用于专业问题;二是抽象概念理解缺几何直观支撑,传统教学重公式文字,缺少可辅助学生从几何直观理解教学内容的可视化教学资源。三是个性化支持不足,通用大模型知识检索有缺陷,传统“一刀切”授课难满足学生差异化需求,导致教学效率低。

一、研究意义:多维度价值定位

《教育强国建设规划纲要》将“智慧课程建设”作为教育数字化的核心抓手,本研究通过整合优质资源、构建数字化知识体系与AI驱动的教学模式,为工科基础课程的数字化转型提供实践样本,其“理论-方法-应用”的三维架构将教育制度优势转化为高质量教学动力,契合“教育强国”建设中“强化高等教育综合实力”的战略要求。

AI技术的深度渗透正重塑教育教学模式。本研究以“学科专属知识库”为核心载体,为AI赋能教学提供结构化知识支撑,通过24H智能学伴实现个性化学习路径推荐,依托智能批改系统实现作业分层评价,借助学情分析模块实现教学策略动态调整。这种“AI+教育”的融合模式突破了传统教学的时空限制与资源壁垒,使教学从经验驱动转向数据驱动,显著提升教学精准度与效

基金项目:2025年山西省高等学校本科教学改革创新项目“建库强基、赋智拓新——新工科复变函数智慧课程数字化建构”(编号:J20250019)。

作者简介:黄永艳(1985.12-)女,汉,山西省山阴县,博士,讲师,研究方向:非线性泛函分析。

率。针对复变函数兼具理论抽象性和工程应用性的学科特点，本研究通过三大路径破解矛盾，即知识图谱整合核心概念、公式推导与工程案例，构建“几何直观—代数推导—物理意义”的多维认知路径，多形态资源将抽象理论具象化以降低理解门槛，工程案例库覆盖多领域以强化理论与实践的衔接。这种设计契合复变函数的学科特性，助力学生建立从数学工具到工程问题的映射关系，培养工科思维。

此外，本研究构建的“复变函数专属知识库”与智慧教学平台有效弥补了通用大模型的缺陷，一方面知识库严格遵循复变函数的学科逻辑，确保知识的准确性与系统性，另一方面AI智能体基于知识库实现精准答疑、个性化推荐、学情诊断的闭环服务，为学科专属智能体建设提供可复用的技术框架，例如针对学生“留数计算错误”，系统不仅推送错题解析，还关联“奇点判断”“留数定理应用场景”等知识点，形成知识网络。

二、研究方案与创新设计

本研究紧密围绕“解决核心矛盾、赋能新工科人才培养”这一核心目标，构建了“知识重构—资源开发—平台搭建—反馈优化”的系统化改革方案。该方案在知识体系、教学资源以及技术应用三个维度创新，旨在全面提升新工科人才培养的质量与效率。

在知识体系结构化重构方面，以新工科人才培养目标作为根本导向，突破传统教材章节的固有限制，重构了“基础理论—方法技术—工程应用”三大核心模块，构建起一个纵向递进、横向辐射的立体化知识网络。基础理论模块涵盖复数的代数与几何表示、解析函数定义、柯西-黎曼方程推导、复变函数极限与连续等内容。在纵向逻辑上，遵循“概念定义—性质推导—判定方法”的脉络，帮助学生逐步深入理解知识；在横向拓展上，辐射“课程思政”与“工程案例”，例如穿插柯西、黎曼等数学家的治学精神，让学生在学习知识的同时受到精神熏陶，同时用复数表示电路中的阻抗，使理论与实际紧密结合。方法技术模块包括复变函数积分计算（柯西积分公式、高阶导数公式）、级数展开（泰勒级数、洛朗级数）、留数定理应用、共形映射等内容，形成一套系统的数学方法体系。纵向突出“方法原理—计算步骤—易错点警示”的逻辑，让学生不仅知其然，更知其所以然；横向紧密关联工程应用，增强学生运用知识解决实际问题的能力。工程应用模块则着重补充了传统教材缺失的“积分变换”内容，系统整合傅里叶变换（信号滤

波）、拉普拉斯变换（控制系统建模）、Z变换（数字信号处理），有效解决了“工程工具缺失”的问题。纵向遵循“定义讲解—性质推导—工程应用”的逻辑，使学生能够循序渐进地掌握知识；横向全面覆盖电气工程、自动化等专业的核心课程（如《信号与系统》《自动控制原理》），实现从基础课到专业课的无缝衔接，为学生未来的专业发展奠定坚实基础。

为充分满足不同基础学生的学习需求，研究将知识按照难易程度分为三级，并配套提供差异化的学习资源。基础概念层（L1）主要针对基础薄弱的学生，以“理解概念、掌握基础计算”为目标，精心配套图文知识卡片，将核心公式、定理条件进行汇总，方便学生随时查阅；同时提供复平面动态演示，如通过动画演示“复数乘法的模长放大与辐角相加”，帮助学生对复数乘法建立直观的几何认知，降低学习难度。定理应用层（L2）面向中等基础的学生，以“熟练应用定理、解决简单工程问题”为目标，配套阶梯式练习题，从单一知识点逐步过渡到多知识点综合，让学生逐步提升解题能力；同时提供简单工程案例，如RLC电路的复阻抗分析，强化理论与实践的紧密关联。综合创新层（L3）针对学有余力的学生，以“拓展理论深度、解决复杂工程问题”为目标，配套前沿案例，如基于傅里叶变换的通信信号调制，让学生了解学科前沿动态；同时提供理论扩展内容，培养学生的创新思维和解决复杂问题的能力。

为弥补传统教材缺陷，研究从理论深度、知识广度、课程思政与工程案例三个维度对复变函数知识内容进行全面扩展。

在理论深度上，补充柯西积分定理在多连通域的完整证明、复变函数与微分方程的交叉应用等内容，为学有余力的学生提供进阶路径。知识广度方面，增设“积分变换”模块，整合傅里叶变换等定义、性质与工程应用，满足相关专业需求。课程思政与工程案例上，挖掘数学史与工程实践中的思政资源，如将柯西的科研态度融入定理教学，用大国工匠案例融入应用教学，实现知识传授和价值引领的统一；开发覆盖多领域的工程案例库，每个案例包含“问题背景—数学建模—求解过程—工程意义”四要素。

针对复变函数抽象性强的特点，研究开发多形态教学资源，覆盖全学习场景。可视化资源方面，开发复数运算向量演示、复变函数几何映射动画、复积分路径与奇点位置动态演示等资源，如用动画展示幂函数角度倍

增效应；开发交互式仿真工具，支持学生调整积分路径与奇点位置，观察积分结果变化，理解柯西积分定理条件必要性，还可输入不同映射函数观察图形变换结果，强化对“保角性”“保圆性”的理解。碎片化资源方面，针对基础概念与核心公式设计便携式知识卡片，汇总“定义要点—性质条件—典型例题—易错提示”，方便学生碎片化学习；针对复杂知识点与教材延伸内容录制微课课程，采用“问题导向”讲解逻辑，将配套课件与例题解析上传至智慧平台，覆盖多数课程难点。系统化资源方面，按基础理论、方法技术和工程应用结合的形式编制一体化模块化教案，降低教师备课难度；构建从基础题到提高题再到创新题的三级分层题库，标注知识点标签、难度系数、工程应用方向，支持教师按需组卷，为AI智能推送提供数据支撑。

基于“学科专属知识库”，研究搭建融合“教—学—评—管”全流程的智慧教学平台，采用DeepSeek大模型与学堂在线平台结合的架构。学生端提供个性化学习支持，24H智能学伴依托知识库支持学生自然语言提问，自动匹配相关内容呈现，并基于历史学习数据推荐个性化学习路径；分层训练系统根据学生学习阶段推送不同难度题目，动态调整难度；错题本与补学资源功能自动记录错题，分类标注并推送补学资源，帮助学生突破薄弱点。

教师端提供高效教学支持，智能备课辅助平台输入教学章节自动推荐配套资源，支持自定义教学重点并生成一体化教学方案，可修改上传资源；智能批改系统利用OCR技术识别学生手写答题内容，客观题直接反馈，主观题按逻辑节点赋分，标注错误节点并生成班级错题报告；学情分析模块整合作业等数据，生成多维度学情报告，包括知识点掌握热力图、学生能力分层表、专业适配度分析，为教师调整教学策略提供量化依据。

管理端实现动态监控与优化，资源更新模块建立“定期审核+实时反馈”机制，每学期末审核更新知识库内容，每周处理学生反馈；教学质量监控模块实时监控教师教学行为与学生学习行为，生成教学质量报告，如教师智能备课使用率、学生满意度等，为教学评估与改进提供数据支撑。

这一系列研究与开发工作，从知识内容扩展到多形

态资源开发，再到智慧教学平台搭建，形成了一套完整且系统的复变函数教学解决方案，有助于提高教学质量，提升学生学习效果，适应不同学生的学习需求，为复变函数教学提供新的思路和方法。

三、结论与展望

本研究针对新工科背景下《复变函数》课程矛盾，经“知识体系结构化重构—多形态资源开发—AI智慧平台搭建”改革，形成可复制智慧教学模式。知识重构解决“知识碎片化、工程脱节”问题，适配新工科人才需求；多形态资源降低学习门槛，提升学习兴趣与留存率；AI平台实现全流程智能化，让教学从“经验驱动”转向“数据驱动”。该模式为工科基础课程智慧化改革提供范式。

未来，可从三方面进一步深化改革：技术融合升级上，探索VR技术构建“三维复空间映射交互环境”，引入“数字孪生”技术提升实践能力；评价体系完善上，构建“知识—能力—素养”三维体系，增加“创新能力考核”与“素养评价”，提升过程性评价占比；课程群辐射推广上，将智慧模式向工科数学课程群延伸，形成“工科数学智慧课程体系”，支撑新工科人才培养。

参考文献

- [1]李家文, 夏海英, 李自立, 等. 基于人工智能的“复变函数”课程教学改革研究与实践[J]. 科技风, 2025, (23): 71-73. DOI: 10.19392/j.cnki.1671-7341.202523024.
- [2]刘文军. 新工科形势下数学物理方法课程教学方式改革[J]. 北京联合大学学报, 2024, 38(06): 49-54. DOI: 10.16255/j.cnki.lidxbz.2024.06.009.
- [3]白月皎, 何婉凌, 李昆. 新工科背景下机器人工程专业复变函数与积分变换课程教学方法改革探究[J]. 模具制造, 2024, 24(06): 99-101. DOI: 10.13596/j.cnki.44-1542/th.2024.06.031.
- [4]冯坤, 于洪杰, 汪晓男. 新工科背景下机电类专业复变函数与积分变换课程的形象化教学改革探讨[J]. 中国现代教育装备, 2024, (01): 114-117+121. DOI: 10.13492/j.cnki.cmee.2024.01.053.
- [5]吴延敏, 刘娟, 李娜, 等. “复变函数”课程教学改革与探究[J]. 萍乡学院学报, 2023, 40(03): 78-83.