

基于对分易与翻转课堂的混合式教学改革研究 ——以一流课程“复变函数与积分变换”为例

杨公立

山东协和学院, 山东 济南 250109

摘要： 复变函数与积分变换课程在高等教育中具有重要地位，但传统教学方法存在诸多不足。基于对分易与翻转课堂教学混合式改革，提高课堂学生的学习兴趣和专业应用能力。通过对分易和翻转课堂的教学理念、教学模式及相关理论依据进行阐述，结合复变函数与积分变换课程的特点，设计并实施了混合式教学改革方案。通过教学课堂引入具体专业项目案例和工学实际应用问题，如信号处理、图像处理等，培养学生的创新思维和实践能力。通过学习通问卷、课堂表现和章节检测考试成绩分析等方法对教学效果进行评估，结果表明教学改革显著提高了学生的学习成绩、学习兴趣和应用能力。讨论了教学改革过程中遇到的问题和挑战，并提出了相应的解决措施和建议。本研究为复变函数与积分变换课程的教学改革提供了有益的参考和借鉴，对未来的研究方向和教学改革趋势进行了展望。

关键词： 对分易；翻转课堂；混合式教学

Research on the Blended Teaching Reform based on the Combination of "Duifen Yi" and Flipped Classroom -- Taking the First-Class Course "Complex Variable Function and Integral Transform" as an Example

Yang Gongli

Shandong Xiehe University, Jinan, Shandong 250109

Abstract: The course Complex Analysis and Integral Transforms holds a pivotal position in higher education, yet traditional teaching methods exhibit significant limitations. This study proposes a blended pedagogical reform integrating the "Duifen Yi" approach with flipped classroom methodologies, aiming to enhance students' learning engagement and application competencies. By elucidating the pedagogical concepts, instructional models, and theoretical foundations of both "Duifen Yi" and flipped classrooms, we designed and implemented a hybrid teaching framework tailored to the unique characteristics of complex analysis and integral transforms. Throughout the instructional process, discipline-specific project cases and real-world applications—such as signal processing and image analysis—were incorporated to cultivate students' innovative thinking and hands-on skills. The teaching efficacy was evaluated through multidimensional assessments, including questionnaire surveys, interviews, classroom observations, and academic performance analyses. Results demonstrated that the reform significantly enhanced students' academic performance, learning engagement, and practical application skills. Challenges encountered during implementation—such as resource allocation and cognitive load management—were critically analyzed, with corresponding mitigation strategies proposed. This research provides actionable insights for curriculum innovation in complex analysis education and outlines future directions for pedagogical evolution, including the integration of AI-driven adaptive learning systems and cross-disciplinary engineering applications.

Keywords: "Duifen Yi"; inverted learning; hybrid instructional design

引言

复变函数与积分变换课程作为工学类专业的基础课程，对于培养学生的抽象思维能力、推理能力以及解决实际问题的能力具有重要作用^[1]。然而，传统教学方法在教学过程中逐渐暴露出诸多问题，如教学模式单一、学生参与度低、理论与实践脱节等，这些问题严重影响了学生的学习效果和兴趣，制约了学生综合能力的提升。随着人工智能信息技术的发展，高校教育教学理念的不断更新，混合式教

基金项目：2023年度山东协和学院第三批校级一流课程建设——复变函数与积分变换课程。

作者简介：杨公立（1989-），男，汉族，硕士研究生，山东协和学院，讲师，主要研究方向高等教育教学，数学建模与风险评估。

学改革为教学质量提升提供非常重要的途径。对分易和翻转课堂作为两种新兴的教学模式，在教学中展现出了独特的优势，如提高学生的学习积极性、增强师生互动、促进学生自主学习等。因此，本文在复变函数与积分变换课程进行基于对分易与翻转课堂的混合式教学改革研究，具有现实意义和理论价值。

一、教学理论基础

对分易和翻转课堂的教学理念、教学模式以及相关理论依据为复变函数与积分变换课程的教学改革提供了坚实的理论支持。对分易教学模式强调学生在学习过程中的主体地位，通过将课堂时间分为教师讲授和学生讨论两部分，使学生在教师的引导下积极参与课堂讨论，提高学生的思维能力和解决问题的能力。通过把课程分为四个阶段进行，包括“精讲—独学—讨论—答疑”。来实现复变课程教学设计的认知闭环，其理论依据包括社会建构主义理论与同伴教学效应^[2]。

翻转课堂则通过将传统教学模式中的课堂讲授和课后作业环节进行颠倒，通过线上资源，课前学生观看学习资源提前预习教学视频以及阅读相关教材等方式自主预习接触新知识，课堂上则进行讨论、答疑和实践操作，依托微课视频实现知识传递前移，课堂时间聚焦高阶思维训练，契合复变函数课程可视化需求高（如共形映射）、逻辑链复杂（如柯西积分定理）的特点^[3]；这种教学模式能够坚持以学生为中心，发挥学生的课堂自主性和创造性，培养学生的自主学习能力，提高课程的挑战度和团队合作能力。这两种教学方法与复变函数与积分变换课程的特点相结合，能够有效提高学生的学习效果和兴趣，为后续的教学改革提供了有力的理论支持^[4]。

二、教学改革实施过程

在复变函数与积分变换课程中实施基于对分易与翻转课堂的混合式教学改革，具体步骤和方法如下：

（一）教学设计

在课程开始前，教师结合人陪以及课程教学大纲和教学目标，充分发挥对分易和翻转课堂的教学优势特点，课程组对课程教学内容进行重新设计和规划。将课程内容分为若干个模块，每个模块包括理论知识讲解、实际案例分析和实践操作练习等环节，确保教学内容的系统性和完整性^[5-6]。例如，

项目1：拉普拉斯变换在控制系统故障诊断中的实战训练

专业问题：工业机器人关节电机的时域响应异常诊断

问题导入：某汽车生产线机器人频繁报错“关节超调”，需通过时域响应分析定位故障。

任务链设计：

1. 建立电机传递函数 $G(s) = \frac{K}{s(Js + B)} S$ ；
2. 通过拉氏反变换求解阶跃响应 $\theta(t)$ ；
3. 对比实测数据锁定故障参数（如阻尼系数 B 异常）；
4. 重新设计补偿网络 $G(s)$ 并验证效果。

教学设计表

阶段	教学内容	专业问题	技术工具
课前	拉氏变换的微分性质	电机启动时的电流冲击现象	MATLAB Simulink
课中	传递函数建模	定位异常响应环节（如齿轮间隙）	机器人实验平台
课后	系统稳定性分析	设计PID补偿器	LabVIEW实时控制

项目2：留数定理在电路分析中的创新应用

专业问题：高频电路中的阻抗匹配与谐振点计算

课前任务：学生观看线上资源微课《留数定理与复积分》，完成在线测试（系统自动生成错题本）；

预习任务：分析某型号手机天线电路的阻抗特性曲线（提供S参数文件）。

课堂活动：精讲示范（15分钟）：通过复平面围道积分演示谐振点计算，结合仿真结果验证。

分组实践（45分钟）：

组别	任务	工具
A组	解析计算谐振频率	符号计算软件 Mathematica
B组	实验测量谐振点	网络分析仪 + 校准件
C组	误差分析与优化建议	数据拟合工具 Origin

协同答疑：各组汇报后，交叉提问并完善解决方案。

与《高频电子线路》联动：将留数定理应用于放大器稳定性分析（利用Smith圆图工具）。

课程思政案例：钱学森在《工程控制论》中利用复变函数解决导弹制导问题；

任务考核：撰写短文《复变函数与大国重器》。

（二）教学资源准备

教师在对分易平台上传丰富的教学资源，包括教学视频、电子教材、课件、习题库等，供学生在课前进行自主学习。同时，教师还准备了一些实际案例和实践操作项目，让学生在课堂上进行讨论和实践操作，提高学生的应用能力。例如，在讲解傅里叶变换时，教师可以在学习通资源库中建立一些音频信号处理的案例以及动画，让学生在课前进行预习和思考。

（三）教学活动组织

在课堂教学中，教师采用对分易教学模式，将课堂时间分为教师讲授和学生讨论两部分。教师首先对本节课的重点知识进行讲解，然后提出一些具有启发性和挑战性的问题，让学生进行小组讨论。在讨论过程中，教师通过学习通进行分组，并进行组内互评，组间交流，及时留意组内学生的问题，引导学生深入思考。讨论结束后，各小组代表汇报讨论结果，教师进行总结和点评，加深学生对知识的理解和掌握。例如，在讲解拉普拉斯变换时，教师设计讨论拉普拉斯变换在电路分析中的应用，通过实际案例的讨论，让学生更好地理解拉普拉斯变换的意义和作用。

(四) 线上线下教学的安排

在课前,学生通过观看教学视频、阅读教材等方式进行自主学习,完成教师布置的预习任务。在课堂上,学生进行小组讨论、实践操作等活动,教师进行指导和点评。课后,学生通过完成作业、参加在线讨论等方式巩固所学知识,教师通过在线平台及时了解学生的学习情况,为学生提供个性化的学习指导和帮助。例如,教师可以在对分平台上布置一些课后作业,让学生在课后进行练习和巩固,同时教师可以通过在线平台及时批改作业,为学生提供反馈和指导。

三、教学效果评估

为了评估教学改革的效果,我们采用了多种评估方法,如学生学习成绩、学习兴趣、学习态度、应用能力等方面的调查和分析。具体方法如下:

(一) 学习通问卷调查

每一章节设计详细的调查问卷,包括学生对教学改革的满意度、学习兴趣的提高程度、学习态度的转变情况、应用能力的提升情况等方面的问题,让学生进行匿名填写。通过对问卷数据的统计分析,了解学生对教学改革的整体评价和感受。例如,问卷中可以设置问题如“你对对分易和翻转课堂教学模式的满意度如何?”“你认为这种教学模式对你的学习兴趣有何影响?”等,通过学生的回答了解他们对教学改革的想法和感受。

(二) 课下访谈

通过课间选取部分学生进行访谈交流,深入了解学生在学习过程中的体验和感受,以及对教学改革的意见和建议。访谈内容包括学生对复变函数学习掌握情况,对分易和翻转课堂教学模式的看法、在学习过程中遇到的困难和问题、对教学资源的使用情况等方面。例如,访谈中可以询问学生“你对对分易和翻转课堂教学模式有什么看法?”“在学习过程中你遇到了哪些困难和问题?”等,通过学生的回答深入了解他们对教学改革的体验和感受。

(三) 课堂观察

在课堂教学过程中,教师及时观察学生的参与度、讨论的积极性、实践操作的表现等方面的情况,记录学生的课堂表现和行为变化。通过对课堂观察数据的分析,了解学生在教学改革后的学习状态和学习效果^[7]。例如,观察学生在小组讨论中的参与度、发言积极性等,了解学生在课堂上的学习状态和学习效果。

(四) 章节检测成绩分析

对学生的章节检测成绩进行统计分析,通过比较教学改革前后学生的成绩分布等指标的变化情况,评估教学改革对学生学习成绩的影响。例如,可以通过对比教学改革前后学生的考试成绩,以及大纲对应的目标达成度情况,了解学生的学习成绩是否有所提高,从而评估教学改革的效果。

(五) 加强对学生的引导和培训

在教学改革初期,教师应加强对学生的引导和培训,帮助学生了解新的教学模式和学习方法,提高学生的适应能力和学习效果。可以通过开展组内讨论,视频讲座、组织传帮带经验交流会等方式,让学生更好地掌握自主学习的方法和技巧^[8]。例如,教师可以组织学生

进行学习经验交流会,让学生分享自己在对分易和翻转课堂教学模式下的学习经验和体会,帮助其他学生更好地适应新的教学模式。

(六) 及时更新和维护教学资源

教师应根据课程教学进度和学生的学习需求和困难,及时更新和建立丰富的教学资源,确保学习通平台教学资源的使用率。同时,教师还可以鼓励学生参与教学资源建设,让学生在参与过程中提高自己的学习能力和创新能力。例如,教师可以鼓励学生制作一些教学视频、课件等教学资源,上传到对分平台上,与其他学生共享,这样不仅可以丰富教学资源,还可以提高学生的参与度和学习积极性。

(七) 优化线上线下教学的衔接

教师应进一步优化线上线下教学的衔接,确保教学过程的连贯性和完整性。可以通过建立线上线下教学的互动机制、加强师生之间的沟通和交流等方式,提高教学效果和学生的学习体验。例如,教师可以在学习通平台上设置一些互动环节,如在线讨论、在线答疑等,加强师生之间的沟通和交流,提高教学效果和学生的学习体验。

通过对这些问题的讨论和分析,我们认为对分易与翻转课堂在复变函数与积分变换课程教学中具有较高的适用性和推广价值,但也存在一些局限性,如对教师的教学设计和组织能力要求较高、对学生的自主学习能力要求较高等。因此,在今后的教学改革中,我们应进一步完善教学方法和教学模式,充分发挥对分易与翻转课堂的优势,提高教学质量。

四、结论与展望

综上所述,基于对分易与翻转课堂的混合式教学改革在复变函数与积分变换课程中取得了显著的成果,有效提高了学生的学习成绩、学习兴趣、学习态度和应用能力,培养了学生的创新思维和实践能力。这一教学改革模式为提高高等教育教学质量提供了有益的借鉴和参考。

在未来的研究方向和教学改革趋势中,我们将进一步探索和完善对分易与翻转课堂的教学方法和教学模式,结合现代信息技术和教育教学理念,不断创新教学方法和手段,提高教学质量。同时,我们还将加强对学生学习过程的研究和分析,深入了解学生的学习需求和学习特点,为学生提供更加个性化的学习指导和帮助,促进学生的全面发展。

参考文献

- [1] 池建成. 复变函数与积分变换的渐进式教学研究——以含奇点复积分解法为例[J]. 科技风, 2024, (05):97-99.DOI:10.19392/j.cnki.1671-7341.202405033.
- [2] 胡琼, 申屠留芳, 桂艳, 等. 机械类课程新型混合式教学改革研究[J]. 机械工程师, 2021, (07):31-33.
- [3] 杨亚莉, 王红卫, 黄国荣, 等. 复变函数与积分变换绪论课教学设计与实践[J]. 高等数学研究, 2024, 27(06):86-90.
- [4] 谢娟, 别荣军, 马雪亮. 面向新工科的复变函数与积分变换课程教学研究与实践——以安徽建筑大学为例[J]. 山西能源学院学报, 2024, 37(04):35-37.
- [5] 李叶舟, 刘文军. 复变函数及其应用[M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2020.
- [6] 李红, 谢松法. 复变函数与积分变换(第五版)[M]. 北京:高等教育出版社, 2018.
- [7] 牟海宁. 新工科背景下“复变函数与积分变换”教学改革探索[J]. 教育教学论坛, 2024, (26):45-48.
- [8] 李铭. 高校公共基础课程教学改革探索——以复变函数与积分变换课程为例[J]. 高教学刊, 2024, 10(02):131-134.DOI:10.19980/j.cnki.23-1593/G4.2024.02.031.