

# 基于ETEAL模式的中外合作办学教学改革实践与路径探究

## ——以复变函数课程为例

余静, 张伶俐\*

重庆文理学院数学与人工智能学院, 重庆

收稿日期: 2026年4月5日; 录用日期: 2026年5月4日; 发布日期: 2026年5月12日

### 摘要

为探索适配中外合作办学模式的复变函数课程教学体系, 解决该模式下复变函数课程教学中存在的语言障碍、教学理念差异、学生学习困难等问题, 培养具有国际视野的数学专业复合型人才, 本文将结合ETEAL多学科应用学习模式, 从教学模式、教学手段、教学方法三方面进行探究, 构建中外教师分工协作的教学模式, 融合线上线下教学手段, 整合任务驱动式、启发式、研讨式并结合ETEAL的多学科应用导向教学方法, 同时编制专业词汇辅助手册。教学实践证明, 学生的到课率高, 学习积极性强, 课程优秀率不断提高, 逻辑推理能力、多学科交叉运用能力和中英文数学术语使用能力明显提高, 并且对于联合授课方式表示满意程度高。将ETEAL模式应用于复变函数课程的教学改革是适应教学实际工作的。较好地打破了传统教学模式的桎梏并取得了一定效果, 其经验可以为其他数学类课程的教学改革提供参考。

### 关键词

中外合作办学, ETEAL模式, 教学改革, 启发式教学, 复变函数

# Practice and Path Exploration of Teaching Reform in Sino-Foreign Cooperative Education Based on ETEAL Model

## —A Case Study of Complex Function Course

Jing Yu, Lingli Zhang\*

School of Mathematics and Artificial Intelligence, Chongqing University of Arts and Sciences, Chongqing

\*通讯作者。

文章引用: 余静, 张伶俐. 基于 ETEAL 模式的中外合作办学教学改革实践与路径探究[J]. 教育进展, 2026, 16(5): 622-631. DOI: 10.12677/ae.2026.165900

## Abstract

To explore a teaching system for the complex variable function course that is suitable for the Sino-foreign cooperative education model, and to address the language barriers, differences in teaching concepts, and students' learning difficulties that exist in the teaching of this course under this model, as well as to cultivate mathematics professionals with an international perspective, this paper will combine the ETEAL multidisciplinary application learning model and conduct research from three aspects: teaching mode, teaching methods, and teaching approaches. It aims to construct a teaching mode where Chinese and foreign teachers collaborate, integrate online and offline teaching methods, and integrate task-driven, heuristic, and discussion-based teaching methods with the multidisciplinary application orientation of ETEAL. At the same time, a professional vocabulary assistance manual will be compiled. Teaching practice shows that students have good attendance, high enthusiasm for learning, and the excellent rate of the course has been continuously improving. Their logical thinking ability, cross-disciplinary application ability, and bilingual mathematical expression ability in both Chinese and English have all been significantly enhanced. They also show high satisfaction with the collaborative teaching mode. The teaching reform of the complex variable function course that incorporates the ETEAL model meets the actual teaching needs, effectively breaks through the limitations of traditional teaching, and has achieved positive results. Its practical experience can provide useful references for other mathematics courses.

## Keywords

Sino-Foreign Cooperative Education, ETEAL Model, Teaching Reform, Heuristic Teaching, Complex Function

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

2020年,教育部等部门印发了《教育部等八部门关于加快和扩大新时代教育对外开放的意见》,其中明确提出要加快培养具有全球竞争力的高层次国际化人才[1]。中外合作办学是推进高等教育走出去的主要方式之一,截止2026年2月,教育部审核和复核的本科以上层次的合作机构和项目已超过一千个,数量可观,但和国外相比还有不小的差距[2]。将中外双方的优势相结合,打破教学理念以及文化的限制,在中外合作办学中培养创新型的国际型人才,是主要的目标之一[3]。

复变函数是数学与应用数学中外合作专业的核心课程,是连接微积分与高等数学其他分支的桥梁,在流体力学、电磁学等工程领域应用广泛。但该课程内容抽象、概念繁多,加之中外合作办学背景下的语言障碍,学生学习难度较大,且传统教学模式难以适配国际人才培养需求。目前,已有学者探索中外合作办学背景下数学类课程的双语教学改革[4],也有研究将多学科融合理念应用于复变函数教学[5],但尚未形成成熟的、适配 ETEAL 多学科应用学习模式的完整教学体系。美国北卡罗莱纳大学威尔明顿分校(UNCW)的 ETEAL (多学科应用学习)教学模式是以跨学科融合、应用性为导向、主动学习为基础,将所学知识应用于多学科情境的一种教学方式,在一定程度上契合了中外合作办学项目培养复合型国际化人才的需求[6]。

ETEAL 模式的核心本质远远超出了传统应用导向教学的范畴。它是在高校 QEP 质量改进项目基础上构建的一种综合性变革教育范式, 有别于孤立的课堂改革和零碎的实践设计。与经典的 PBL (基于项目的教学) [7]-[9] 不同, PBL 以单一学科问题为驱动, 侧重于任务完成和成果展示, ETEAL 则淡化了“标准化项目周期”, 强调多学科知识的内在整合以及学生认知思维的深度重构, 摒弃了知识点的简单拼凑及其在场景中的应用。对比 CBL (Case-Based Learning) [10]-[12], PBL 基于典型事例做浅层次假设, 并聚焦理论论证; ETEAL 面向复杂、原创性、无标准答案的问题, 具有多重利益相关方及强烈的现实约束条件, 抛开案例教学法中理想化的过度简化处理, 其本质差异为 PBL 更关注“做好一个项目”, CBL 聚焦在“认识经典案例”, 而 ETEAL 则聚焦在“跨越学科应用的认识变化”, 在全过程中融入思辨能力培养、主动学习以及高阶表达。

与 CBL 基于案例的教学 [10]-[12] 相比, CBL 基于典型案例进行浅层推测, 侧重于理论验证, 而 ETEAL 面向复杂、原创且无标准答案的问题, 涉及多重利益和强烈现实约束, 摆脱了案例教学的理想化简化。这三者的核心区别在于: PBL 侧重于“完成项目任务”, CBL 侧重于“理解经典案例”, 而 ETEAL 则致力于“通过跨学科应用实现认知转变”, 在整个学习周期中贯穿批判性思维、自主探索和高水平表达。在数学与人工智能教育融合的背景下, PBL 容易将算法简化为任务, CBL 则倾向于固化经典模型的思维。相比之下, ETEAL 能够适应数学基础、工程实践和场景实施的多维融合需求, 成为打破科学与工程学科壁垒、弥合理论与产业鸿沟的不可替代的教学框架。

国外多数院校仅是对 ETEAL 中若干学科的简单本土化移植, 或是泛化地作为某种教学范式下的实践性教学方法。目前国内关于跨学科创设的研究多局限于对 PBL 和 CBL 的简单照搬移植, 仅在课程叠加、实践训练方面有所突破, 缺乏从理念、评价到师资队伍的整体系统再造。然而以上研究成果存在三方面的问题: 一是各学科之间只是简单叠加, 缺少以初始现实问题为中心的协同联动; 二是学生能力提升主要是动手操作的能力, 而非创新性的能力和持续性的素养形成; 三是注重最终结果考核, 并未对应应用成效进行动态监测。在此基础上, 本文总结出了 ETEAL 模式的内涵, 即“多学科应用 + 全过程反思 + 全方位教师赋能”, 打通了从理论到实践、从学科内到跨学科、从课堂到企业再到多元评价的全流程。这不仅弥补了海外研究学科单一、碎片化的局限, 也突破了国内类似教学改革重形式轻核心、评价薄弱的痛点, 实现了 ETEAL 模式在新科学与人工智能交叉领域的本土化深化与创新实施。

## 2. 教学改革实施路径

### 2.1. 基于 ETEAL 理念的中外教师分工协作教学模式的构建与实践

中外合作办学初期, 复变函数课程采用“外教主讲、中教辅导”模式, 因外方教师对中方学生知识基础了解不足、学生英语水平参差不齐, 出现“听得懂单词, 听不懂逻辑”的问题, 且学生难以实现中英双语的专业概念表达。后续调整的“中教先讲基础、外教深入讲解”双轨模式, 又因课时重叠加重学生课业负担, 违背 ETEAL 模式中自主学习与多学科应用探索的核心要求。当前, 中外协同教学已成为中外合作办学数学类课程的重要改革方向, 但中外教师协同的深度与适配性仍需提升 [13]。经多轮探索, 最终构建“分工协作、各有侧重、有机融合”并融入 ETEAL 多学科应用导向的中外教师协同教学模式。

中方老师采用中文或双语授课方式, 主要针对复变函数的基本概念、基本理论、数学证明以及一些常用的专业术语的中英文对照, 打牢学生的理论功底, 为后续的多学科应用的学习奠定坚实的基础; 外方老师采用英语授课的方式, 根据 ETEAL 模式的多学科应用的要求, 主要讲授复变函数在电磁学、热学、流体力学等相关工程中的具体应用, 即在授课中介绍国内外最新的研究成果及实际应用, 并指导学生进行跨专业的实际应用训练。此模式是在已有中外合作教学经验的基础上, 根据 ETEAL 模式的基本要求而设计的一种中外合作教学模式。

以“柯西积分定理”教学为例,中方教师着重讲述定理的数学证明、几何意义、核心推论,明确“柯西积分定理”、“解析函数”等关键词汇的中英文表达。外方教师根据 ETEAL 模式,将本课程的内容延伸到其他学科的教学情境之中,在电动力学中的应用,如电场强度的计算;在热力学中的应用,如热流密度的分析等。介绍定理的应用实例,引导学生思考复变函数的知识如何应用于其他领域,达到以基础知识为出发点、以国际视野为导向、以多学科应用为目标的教改目的。该模式既避免了教学内容的重复讲授,减轻学生课业负担,又契合 ETEAL 模式的教学要求,实现了中外教学理念与方法的有机融合,有效解决了中外教师协同衔接不畅的问题[13]。

## 2.2. 基于线上线下融合模式与 ETEAL 学习资源配套的教学手段创新

为满足 ETEAL 模式的多学科应用学习需求,提高授课效率,教学过程中采用“课上 + 在线平台”的混合式教学方法,建立相应的教学资源库以辅助教学,打破传统教学时间和空间上的局限性,鼓励学生进行自主学习及跨学科的应用研究。在线教学资源库的开发是中外合作办学项目数学类课程教学改革的重要组成部分,是 ETEAL 模式落地的重要保障。

### 2.2.1. 线上线下协同的课堂教学

在复变函数的教学过程中,中外教师按照不同的教学侧重采用理论讲述 + 案例分析的方法进行教学活动。中方教师在讲解基础理论的过程中穿插一些简单应用实例,在一定程度上帮助学生树立起理论应用于实践的理念;在外方教师对应用部分的讲解过程中,充分结合 ETEAL 多学科的特点,教师通过介绍其他学科的应用案例或者现场展示实验过程,提出开放性问题让学生去思考如何利用已经学过的复变函数的知识解决以上交叉领域的问题。这种教学方式既达到了用其他学科应用来驱动教学的目的,也体现了 ETEAL 模式的主动学习的理念。

### 2.2.2. 数字化线上教学资源建设

教师将每节课的基本知识点、典型例题、各学科的应用实例录制为微视频,上传至课程平台上,供学生课下观看学习,对课堂上所讲的内容进行提前了解或者巩固掌握。微视频制作遵循 ETEAL 模式的特点,在基本知识点的微视频之后,给出多个学科的应用思考题目,比如在“解析函数的高阶导数公式”的微视频之后,给出“如何用解析函数解决流体力学中流速分布的问题”等等,鼓励学生进行交叉应用研究。此外,创建课程微信群,做到课前课后交流沟通,资源共享,在线答疑解惑,帮助学生解决在课前、课后以及跨学科学习中的疑难困惑,这也是目前提倡的数字教育资源开发的方向之一[14][15],这些线上教学资源为 ETEAL 模式的实施提供了一定的基础。

### 2.2.3. 数字化线上教学资源建设

针对中外合作办学学生的语言障碍,按专业人才培养方案的开课顺序,编制《中外合作专业核心课程专业词汇中英对照与释义》手册,其中复变函数模块收录约 300 条核心专业词汇,涵盖复数与复平面、解析函数、复积分、留数等所有知识模块。每条词汇均标注中文译名、英文术语、简要释义、典型例句及辨析内容,如专业词汇“解析函数”补充“解析与可导的区别”、“解析函数在多学科中的应用场景”等内容,既解决学生的专业英语障碍,又为 ETEAL 模式下的多学科应用学习提供词汇支撑。手册印发给每位学生,成为课堂学习与课后多学科应用探索的重要辅助材料,有效弥补了中外合作办学数学课程双语教学中的词汇短板。

## 2.3. 基于 ETEAL 多学科应用学习理念的多元教学方法整合研究

ETEAL 模式注重学生自主学习能力和跨学科学习的应用能力。根据 ETEAL 教学理念,在复变函数

教学过程中, 将任务驱动法、启发式教学法与研讨式教学法有机融合, 构建为一个完整的教学流程。课前以任务驱动法进行预习, 课堂上以启发式法进行讲授, 课下以研讨式法进行实际应用, 把 ETEAL 强调的跨学科学习应用于整个教学过程, 切实实现了从以教为主向以学为主的转变。该多元化教学模式是在汲取项目式教学法与多学科交叉融合教学思想的基础上, 结合复变函数课程的自身特点所构建的[5][16]。

### 2.3.1. 任务驱动式预习: 引导学生主动探索多学科应用方向

任务驱动式教学以具体情境和任务为载体, 促使学生在完成任务的过程中主动获取知识。结合 ETEAL 多学科应用要求, 教师在课前通过课程微信群布置兼具理论回顾与跨学科应用探索的预习任务, 让学生提前梳理知识脉络, 初步探索复变函数知识的多学科应用场景。

例如, 在“复变函数的极限与连续”的教学之前布置任务: 回忆数学分析中关于一元函数极限的定义, 比较与复变函数的极限有什么区别和联系, 并查阅相关文献, 找到复变函数极限在信号处理方面的实际应用。又如, 在“解析函数”的教学之前布置任务: 整理柯西和黎曼对于复变函数的研究成果, 思考为何解析函数会成为复变函数的主要研究对象, 并收集解析函数在电磁学以及热力学方面的例子。学生在完成这些任务的过程中, 不仅主动掌握了课前预习的知识点, 还初步培养了跨学科应用的探索能力, 契合 ETEAL 模式的主动学习要求, 也落实了多学科融合的教学理念[17]。

### 2.3.2. 启发式课堂讲授: 搭建理论与多学科应用的桥梁

以启发为导向的教学本质在于借助由浅入深的提问序列, 促使学生自发地思考。课堂上, 教师结合 ETEAL 多学科应用导向, 设计兼具理论深度与应用导向的问题链, 让学生在思考、回答问题的过程中, 构建知识体系, 同时建立理论与多学科应用的关联。

以“留数定理”教学为例, 如图 1 所示设计如下问题链: 问题 1 (回忆激活): 计算  $\int_0^{\infty} \frac{1}{1+x^4} dx$ , 能否

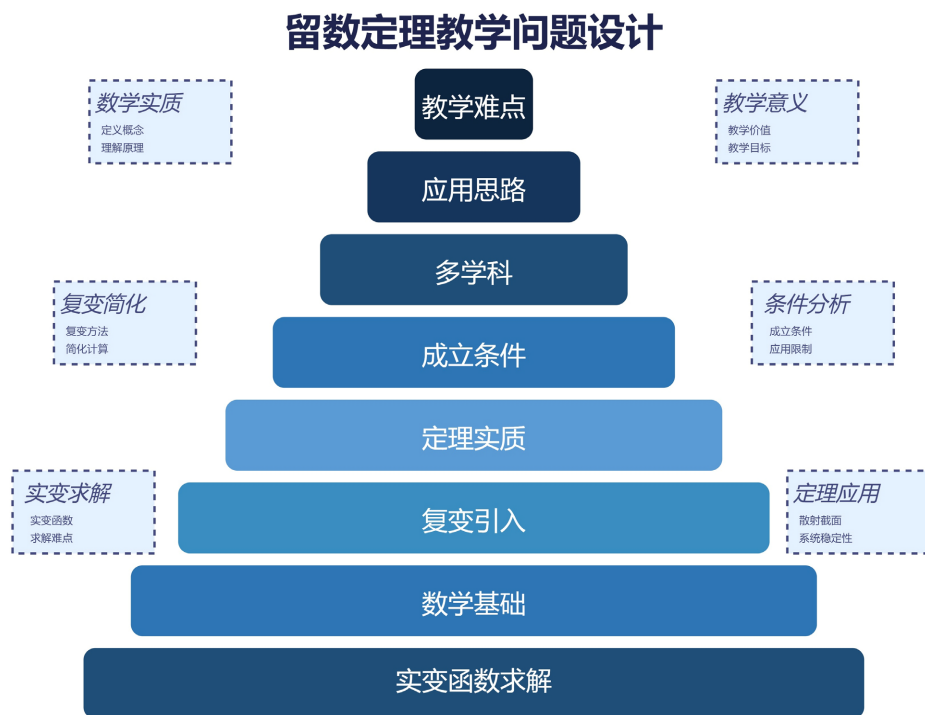


Figure 1. Teaching problem design of “Residue Theorem”

图 1. “留数定理”教学问题设计

用实变函数方法求解? 求解的难点是什么? 问题 2 (迁移类比): 为什么引入复变函数方法能简化该类积分的计算? 留数定理的引入与实变函数积分求解有何关联? 问题 3 (探究发现): 留数定理的数学实质是什么? 其成立的条件有哪些? 问题 4 (多学科应用): 留数定理在量子力学中计算散射截面、在控制工程中分析系统稳定性的思路是什么?

以问题链为驱动, 让学生完成“回忆 - 类比 - 发现 - 应用”, 既加深了对留数定理理论知识的学习效果, 又初步形成了定理跨学科学习应用的思路, 将理论知识学习与跨学科学习应用进行了有效衔接, 落实了 ETEAL 模式的应用要求, 也增强了复变函数课程教学的有效性。

### 2.3.3. 研讨式课后交流: 深化多学科应用能力与团队协作能力

研讨式教学强调学生的合作与交流, 是 ETEAL 模式中培养学生多学科应用能力与团队协作能力的重要方式。课后, 教师结合复变函数的核心知识点与多学科应用特点, 设定研讨专题, 组织学生以小组为单位开展研讨, 要求学生围绕专题查阅中英文文献、设计多学科应用方案、制作 PPT 并进行课堂展示与互评。

研讨专题设置应围绕 ETEAL 多学科交叉培养需求设计, 例如“解析延拓的唯一性及如何利用其构造黎曼曲面”、“留数定理在工程中用于求积的不同情景举例说明”以及“流体力学与电磁学中的应用对比”等。以“保角映射在不同领域的应用”研讨专题为例, 各学习小组分别针对流体力学中的绕流、电磁学中的电场分布进行讨论。研读国外先进资料, 对保角变换不同情况的应用方式进行比较总结, 并在应用的相同及区别处, 进行中英对照的 PPT 汇报。这一过程既锻炼了学生的多学科应用能力, 也提升了学生的中英双语表达能力, 契合中外合作办学的人才培养目标。

此外, 在讨论环节中, 外方教师亦参与讨论与点评, 结合国外应用背景对学生的设计提出建议, 此举不仅拓宽了学生的国际化视野, 也进一步完善了中外教师联合授课模块。

## 3. 教学改革的实施效果

结合多届中外合作办学数学与应用数学专业学生的教学实践, 融合 UNCW ETEAL 模式的复变函数课程教学改革取得了显著的实施效果, 从学生学习状态、学业成绩、能力发展等多个维度实现了提升, 具体体现在以下四个方面。

### 3.1. 学生学习积极性与课堂参与度显著提高

多种教学方式与 ETEAL 模式的结合, 促使学生实现了从“被动接受教师讲授”向“主动自主探索发现”的转变。课前任务驱动式预习, 引导学生带着问题进入课堂; 课中借助启发式提问串联知识点, 激发学生积极思考与主动回应; 课后依托研讨式学习, 促使学生深入探究知识点的实际应用。课堂记录统计显示, 教学改革后, 学生的课堂提问次数与小组讨论参与度较改革前提升逾 60%, 其学习主动性与课堂融入感明显增强。这一结果与 ETEAL 模式所倡导的主动学习导向基本吻合, 亦验证了多种教学手段综合运用有效性。

### 3.2. 课程学业成绩稳步提升

经过教学改革之后, 学生的复变函数相关知识理解及掌握能力明显好转, 该门课的学业成绩也呈现出稳步提升趋势, 在最近几年内, 该门课的优秀率从 15%提升到 30%, 学生在期中、期末考试中的多学科应用题目解答准确度也有一定的提升。以上结果说明了学生的理论联系实际的能力有了很大的提升。这一效果与目前中外合作办学数学类课程的教学改革实际取得的效果是一致的, 也证明 ETEAL 模式有利于提高教学质量。

### 3.3. 学生综合能力全面发展

本教学改革紧扣中外合作办学与 ETEAL 模式的培养要求, 有效促进了学生综合能力的全面提升。对于逻辑思维维度, 经过定理证明、推导过程的学习及环环相扣的问题串练习后, 学生的数学逻辑推理能力明显提升; 对实践创新能力维度, 通过跨学科的任务和研讨, 学生可以运用所学的复变函数知识解决工程实际中的具体问题; 对于中英文表达维度, 借助于中外教同台讲授、专业词表工具及双语报告、双语研讨等方式方法, 学生能够使用英语和汉语表达准确的数学知识与思想、进行学术探讨; 从协同工作角度来说, 在小组学习与讨论过程中, 学生的沟通、协调与分工能力得到了充分锻炼。

### 3.4. 学生国际学术参与能力明显提升

通过融合 ETEAL 模式的教学改革, 让学生接触到国际前沿的复变函数应用成果, 提升了学生的国际学术视野。近两届学生中, 有 15% 的学生参与了中外联合举办的数学学术论坛, 3 名学生参与了外方教师的跨学科应用研究项目, 学生在国际学术交流中能熟练用英文进行专业交流, 展现了良好的国际学术素养。这一成果, 有效突破了中外合作办学中“重理论、轻国际交流”的局限[2][3], 也提升了学生的国际竞争力, 契合高等教育国际化的发展趋势[1]。

从学生反馈来看, 90% 以上的学生对融合 ETEAL 模式的中外教师协同教学模式给予高度评价, 认为教学安排合理、教学方法有效, 不仅夯实了复变函数的理论基础, 还提升了自身的多学科应用能力和专业英语水平, 学习收获颇丰。这与现有研究中学生对中外合作办学数学课程改革的评价趋势一致[4]。

## 4. 关于教学改革的问题与思考

虽然复变函数课程教学已经取得了很好的改革效果, 但是从教学实践视角看 ETEAL 的本土实施逻辑及深层次的核心方面, 仍然存在一些基本矛盾和需要解决的现实问题。核心冲突不仅是教学合作表层上的冲突, 也包括文化、制度和观念上的深层冲突。主要体现在以下三方面。

### 4.1. 在中外教师的合作与适应方面存在文化和概念上的根源性矛盾

目前中外教师的教学合作度以及教学内容上的不连贯性并不是由于缺乏交流而产生的问题, 而是由于中美两种不同的教育文化及教育体制造成的矛盾影响。第一, 在教育逻辑上存在着较大差距: UNCW 的 ETEAL 模式注重学生的主动学习、犯错的宽容及深度思考, 把融通多门课程的知识权交还给了学生; 国内固有的教学惯性包括有体系的教学活动、规范的问题解决过程和精准闭合的评价机制, 具有重考试轻研究、培养体系刚性的特征, 无法满足开放式学习的需求。其次, 课堂权利和责任的定位完全不同: 外教严格遵循 ETEAL 要求, 将自己定位为教学设计者、场景构建者和思维引导者, 弱化单向知识传授; 中国教师受传统教学文化的熏陶, 注重掌控重点、标注标准答案以及精细分解知识, 形成了以权威为主导的课堂模式。三是评价方向严重偏离: 国外重视学生的思维变化、探索的过程及学科之间的融会贯通, 并允许出现不完美甚至另辟蹊径的答案; 中国目前的评价还是特别看重答案是否正确、解决问题的方式是否标准、是否与参考答案相符, 大大限制了学生跨学科探究和自由发散的机会。实际课堂教学中表现为: 讲授同一案例时, 中方注重纯数学逻辑分析, 外方注重工程实践运用; 不能完成“理论-实践”的闭环闭合; 没有定时交流沟通, 在 ETEAL 多学科融合及改革教育核心要素上也没有达成一致, 最终造成教得不紧、学得不连贯的现象。这也是中美合办数学类课程联合授课所共同面临的严峻挑战之一[13]。

### 4.2. 教师在实施 ETEAL 时的跨学科素养不足及教学能力欠缺

ETEAL 模式对于教师提出了全方位的能力需求, 即跨学科的知识素养、探究性教学的设计能力和对

复杂问题的指导。而目前教师的能力却远远不够。另一方面, 多数教师知识储备仅限于纯数学范畴内, 对于复杂的变量函数在电磁学、流体力学及向人工智能和大数据的拓展中如何耦合并不了解, 不能设计出与实际工业环境相对应的深而宽的多学科探讨题目和应用项目, 因此很难满足 ETEAL “以原生的问题导向为基础、多域知识融合” 的根本需求。另一方面是部分教师还未真正理解 ETEAL 教育模式的探究式教育逻辑, 以及启发式教学、问题链构造及课堂讨论引导等操作技巧, 仍固守于传统教学模式中, 并不能有效调动学生自主性探究和深层反思学习的积极性, 造成跨学科的应用学习流于表面化。第三是数学老师往往缺少工程背景及交叉课程的教学经验[18]。正是由于上述整个行业的通病的存在, 使得 ETEAL 模式的实践和扎根于工程技术类专业基础课中成为可能, 也使得理论知识和跨学科的应用之间缺乏一种自然的纽带。

### 4.3. 多学科适应性数字教学资源系统的建设滞后

现有的教学资源仅能满足基础理论教学的需求, 与 ETEAL 多学科应用以及个性化探究学习的核心标准之间存在一定差距。

(1) 静态的数据更新不及时, 专业术语以及典型案例没有能够及时地联系到新的交叉学科领域中去, 在人工智能、计算能力模拟和流体建模等方面的应用就缺乏相应的专业术语及典型案例; 时效性和适应性较差。

(2) 数字化资源开发不够丰富, 仅提供了一些简单的资源如 PPT 文档、微课视频等, 没有开发出可供进行综合工程仿真以及多专业交叉论证的虚拟仿真实验室; 也未开发专用资源库, 为学生提供独家使用其他领域相关专业的高质量英文资料及应用实例等资源, 以拓展学生的知识视野。

(3) 现有系统不能与学习数据分析模块对接, 无法实现实时学习分析、精准诊断和个性推送等功能, 难以支撑因材施教和个性化培养, 也不利于响应当下普遍开展的数字化转型教学模式变革需求[8] [9]。

## 5. 教学改革的深化方向

基于以上表层行动的问题以及深层概念冲突, 紧密围绕 ETEAL 的核心设计, 立足于中外合作办学项目的人才培养定位, 从根源上融合、教师上强化、条件上保障三个角度进行改革完善, 形成一套适合复变函数课程特点、本土化、国际化接轨的常态教学模式。

### 5.1. 建立中国与外国教师深度合作的标准化且可实施的机制

放弃孤立改善合作流程的宽泛思路, 从根本上处理文化概念冲突。建立全流程的实施平台。一是完善中外教联合备课规范化的工作坊, 每月开展专项研讨, 并严格遵循“ETEAL 概念共读 - 跨学科问题拆解 - 本土化教育情境修正 - 课堂环节建构及固化”的四个步骤展开。设计统一多学科案例的思想、教学过渡逻辑及课堂教学的标准。二是设立双线教学反思台账, 形成互为补益闭环: 中方教师主要记录理论知识点之间的关联性、学习进程掌控点、学习难点拆解点等信息; 外方教师主要记录探究情境创设点、思维启发点及容错设计点等信息。定期归纳生成教学互为补益清单, 扫除概念认知盲区。三是引入多维度容忍性评价细节, 增加通识融合、创造性设想及跨学科课程、课题中反复思考的额外分数, 减少唯一正确解答和标准答案的重要性, 从考核上倒逼教法的有机统一; 并进行经常性的交叉教学与合作研讨, 共同申报跨界教改项目和应用案例研究项目, 达到中外教学所长互补和教育逻辑统一的目的。

### 5.2. 精准提升教师的 ETEAL 实践能力和跨学科素养

基于教师能力的短板有目的地加以训练, 加强对模型落实的支持力度。一是定期邀请 UNCW 的 ETEAL 专家开展讲座及沉浸式培训, 介绍模型的内部逻辑、课堂落实细节、探究式教学设计要点等内容,

强化教师概念认识。另一方面, 搭建校际交流平台, 安排教师到工程大学及智能制造企业访问和进修, 系统化地补充电磁学、流体力学以及人工智能建模等相关领域的基础知识并积累一线工程应用的经验。其次, 在学校定期开设研讨型沙龙活动, 交流有关如何设计问题串、如何引导学生课堂讨论、如何插入反思时刻等问题解决类的技巧, 提高进行探究性教学的整体能力。第三, 构建一个长期性的促进跨学科素养养成的学习平台, 将教师角色由单纯的讲授知识向 ETEAL 模式的跨学科课程设计师及实施导师转变。

### 5.3. 构建一个动态更新、智能化且涵盖多学科的数字资源库

首先建立自己的学科资料库, 收集微视频、外文期刊、交叉学科相关应用实例及工程仿真素材等, 方便学生课外拓展学习以及进行学科融合研究使用。二是搭建学情分析平台, 对学生的学习路径、学习盲区及探究过程进行全程跟踪并精确推荐个性化学习资源和分层化跨学科实践项目, 开展个性化教学。以资源数字化、多场景、精准推送, 夯实 ETEAL 模式常态化高质态的资源基座。

## 6. 结论与展望

通过引入 UNCW 的 ETEAL 多学科应用学习模式, 从教学模式、教学手段、教学方法三方面开展复变函数课程教学改革, 构建了中外教师分工协作的教学模式, 融合了线上线下的教学手段, 形成了“任务驱动-启发式-研讨式”的多元教学方法闭环, 将跨学科应用导向贯穿教学全过程。

实践证明, 基于 ETEAL 模式的课程改革解决了中外合作办学背景下复变函数的教学存在语言障碍、教学理念冲突、学生难以适应等问题, 提高了学生的出勤率以及学习成绩及综合素质, 实现了厚基础宽口径重应用的人才培养目标。本项教学改革的成效也可对中外合作办学背景下高等代数、数学分析等数学类课程的教学改革起到一定的借鉴作用。

今后的教学改革中, 本文还将坚持以生为本的原则, 在 ETEAL 指导下不断完善中外教师协同育人制度, 不断提高教师的跨文化教学意识及能力, 加快教学资源数字化、动态化的建设, 寻求更多元的教学模式, 不断优化中外合作办学数学专业的人才培养质量, 为培养具有国际竞争力的一流复合型数学人才奠定基础。

## 致 谢

本文系重庆文理学院中外合作办学教学改革研究项目阶段性成果, 感谢项目组全体成员的支持与帮助; 同时感谢 UNCW 教育专家在 ETEAL 模式应用方面给予的指导, 以及重庆文理学院数学与人工智能学院为教学改革提供的教学平台和资源支撑。

## 基金项目

重庆市高等教育教学改革研究项目, 项目编号 243231。

## 参考文献

- [1] 国家中长期教育改革和发展规划纲要工作小组办公室. 国家中长期教育改革和发展规划纲要(2010-2020) [EB/OL]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729\\_171904.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729_171904.html), 2010-03-01.
- [2] 汪颖, 郭强. 教育强国背景下“双一流”建设高校中外合作办学问题窥探与优化路径[J]. 高校教育管理, 2023, 17(6): 114-124.
- [3] 徐彪, 陈越颖. 高校中外合作办学项目中学生教育管理工作创新路径——以北京理工大学国际教育学院为例[J]. 西部素质教育, 2024, 10(4): 161-165.
- [4] 吴田军, 张萌, 王长鹏. 中外合作办学模式下“概率论与数理统计”课程双语教学实践 [J]. 西部素质教育, 2023,

- 9(5): 34-37.
- [5] 郭亚晓, 杨志辉, 周其华. 复变函数与积分变换多学科融合式教学研究[J]. 内江科技, 2017, 38(10): 70-71.
- [6] 李齐方, 张红, 王永生. 办好新时代中外合作办学项目推进国际化人才培养[J]. 北京教育(高教), 2024(3): 34-36.
- [7] 黄翠, 王革, 宋光泰, 等. PBL 教学模式中教师的作用[J]. 口腔医学研究, 2006(5): 568-570.
- [8] 周忠信, 陈庆, 林艺雄, 赵善超, 周杰. PBL 教学模式的研究进展和现实意义[J]. 医学与哲学(A), 2007, 28(8): 72-74.
- [9] 高明. 基于 PBL 模式的数字经济专业教学改革研究[J]. 教育创新与实践, 2025, 1(6): 40-43.
- [10] 谭志娇, 张帆. 数字化背景下 PBL-CBL-TBL 混合式教学模式的理论探索和实践设计研究[J]. 教育教学研究前沿, 2025, 3(5): 93-95.
- [11] 李翠, 杜延庆, 赵彦锋. 财经类高校 TBL + PBL + CBL 教学模式探索与实践[J]. 文存阅刊, 2025(7): 71-74.
- [12] 王丹丹, 荆雪宁, 陈莉, 等. “思政案例”与“临床案例”混合的 CBL 教学模式的探索[J]. 国际援助, 2025(4): 37-39.
- [13] 刘光生, Gurr, E., 朱木兰. 中外教师协同的互动式双语教学模式探究与实践——以工程水文学课程为例[J]. 考试周刊, 2014(84): 162-163.
- [14] 李建辉, 李小敏, 刘鑫. 数字化教学资源在大学数学教学中的应用——以概率论与数理统计课程为例[J]. 教育信息化论坛, 2024(10): 6-8.
- [15] 张晓辉, 蔡纹, 徐宙. 数字化教学资源体系构建与应用——以北京师范大学为例[J]. 大学教育, 2023(7): 1-3.
- [16] 郭衍, 曹一鸣. 综合与实践: 从主题活动到项目学习[J]. 数学教育学报, 2022, 31(5): 9-13.
- [17] 马元春. 多学科融合视域下的数学课程研究——以项目式学习“起跑中的数学”为例[J]. 河南教育, 2025(31): 87-88.
- [18] 高晓娟. 高校数学教育中的跨学科整合与创新[J]. 科教导刊(电子版), 2024(17): 203-205.