

# ETEAL与项目式协同的数学类中外合作办学教学改革研究

## ——以数学与应用数学专业为例

张伶俐, 余 静\*

重庆文理学院, 数学与人工智能学院, 重庆

收稿日期: 2026年3月29日; 录用日期: 2026年5月19日; 发布日期: 2026年5月28日

### 摘 要

面对高等教育国际化、信息化及产学研结合的大趋势, 针对地方高校数学与应用数学专业在理论讲授和实际应用方面存在的学科交叉性不够、中外合作教学方式欠缺、产学研协同创新机制缺失、学生动手能力和工程应用水平低下等情况, 本研究将多学科应用学习模式(ETEAL)和项目式教学(PBL)结合起来, 形成以应用为导向、以项目为主线、以学科交叉协作为主体, 构建以“项目为载体、工学结合为途径、政校企合作为保障”的综合教学改革模式, 围绕数学与应用数学专业人才培养, 从培养目标的重构、课程体系的重建、教学模式的改革创新、实践平台的搭建、教师队伍建设、评价机制改革及保障机制等方面进行系统的教学改革探索。这种模式可有效实现由知识传授向能力和素质培养的转变, 由课堂教学向解决问题的转变, 由单科教学向交叉融合的转变, 由校内向政-校-企协同育人的转变。本研究通过构建有效的改革路径, 助力提升学生数学建模、工程实践、双语交流与跨学科创新能力, 可为地方高校同类中外合作理工类专业教学改革提供可复制、可推广的实践范式与理论参考。

### 关键词

ETEAL模式, 项目式教学, 中外合作办学, 产教融合, 政校企联动, 数学与应用数学

\*通讯作者 Email: [jyu2720@163.com](mailto:jyu2720@163.com)

# Research on Teaching Reform of Sino-Foreign Cooperative Education in Mathematics through ETEAL and Project-Based Collaborative Learning

## —Taking Mathematics and Applied Mathematics as an Example

Lingli Zhang, Jing Yu\*

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

Received: March 29, 2026; accepted: May 19, 2026; published: May 28, 2026

### Abstract

In response to the growing trends of internationalization, informatization, and integration of industry, academia, and research in higher education, this study addresses the challenges faced by mathematics and applied mathematics programs at regional universities—such as insufficient interdisciplinary integration, lack of Sino-foreign cooperative teaching methods, absence of collaborative innovation mechanisms among industry, academia, and research, and low levels of students' practical skills and engineering application abilities. By integrating the multidisciplinary applied learning model (ETEAL) with project-based learning (PBL), this research proposes a comprehensive teaching reform model oriented toward application, centered on projects, and driven by interdisciplinary collaboration. The model is structured around “projects as vehicles, integration of work and study as pathways, and government-university-enterprise cooperation as safeguards”. Focusing on talent development in mathematics and applied mathematics, the study systematically explores reforms in educational objectives, curriculum design, teaching methodologies, practical platforms, faculty development, evaluation systems, and support mechanisms. This approach effectively transforms education from knowledge transmission to ability and quality cultivation, from classroom instruction to problem-solving, from single-discipline teaching to interdisciplinary integration, and from campus-based education to collaborative nurturing involving government, universities, and enterprises. This research, by establishing an effective reform path, helps enhance students' abilities in mathematical modeling, engineering practice, bilingual communication, and interdisciplinary innovation. It can provide a replicable and scalable practical model and theoretical reference for the teaching reform of similar Chinese-foreign cooperative science and engineering programs in local universities.

### Keywords

ETEAL Mode, Project-Based Teaching, Sino-Foreign Cooperative Education, Industry-Education Integration, Government-School-Enterprise Collaboration, Mathematics and Applied Mathematics

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

随着经济全球化不断深入以及新一轮科技革命的到来, 高等教育国际化已然成为高校提升教育质量与人才培养水平的重要途径。《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》明确指出, 应大力推进中外高质量、标准化合作教育的发展, 并加速培养具备全球视野、熟悉国际规则、拥有创新与实践能力的高层次、多学科人才[1]。截至 2026 年 3 月, 经教育部审批备案的本科层次中外合作办学机构与项目已突破 1000 个, 办学规模不断扩大, 覆盖范围愈加广泛, 但在人才培养理念融合、课程体系设计、实践教学环节建设以及产教融合等方面仍存在诸多不足, 比如存在国外优质教育资源引进不足、人才培养主体性缺失的问题, 课程设置、师资队伍建设成为制约教育教学质量提升的关键因素, 传统教育模式的短板也限制了实践教学与产教融合的推进[2] [3]。

数学与应用数学是自然科学、工程技术、金融经济、人工智能和大数据等领域的重要基础学科, 也是合作教育中普遍开设的自然科学学科之一。传统数学教学多以理论推导、公式证明和课堂讲授为核心, 存在重理论轻应用、重推导轻实践、重个人轻协作、重知识轻能力等问题, 难以满足当前工业领域对“数学 + 跨学科领域 + 工程实践 + 国际视野”复合型人才的需求。据《中国智能制造 2025》规划, 到 2025 年, 我国智能制造装备和工业软件的市场规模将达到 3 万亿元, 新增制造业数字化、网络化、智能化人才需求将达到 1000 万人, 智能制造领域对人才的复合性、创新性和实践性要求尤为突出, 比如某大型制造企业在智能制造转型升级过程中, 急需能跨学科融合知识、解决复杂问题的人才; 同时新工科背景下, 传统教育模式也已难以满足现代工业软件这类工业核心领域的发展需求[4] [5]。同时, 在合作教育中, 中外双方教学理念差异、双语课程衔接不畅、实践条件匮乏以及政产学研联系松散等因素也对其培养效果形成了制约[6]-[8]。

美国北卡罗莱纳大学威尔明顿分校提出的 ETEAL 多学科应用学习模式, 以“边做边学、边用边学、跨学科整合和实际问题驱动”为核心理念, 注重知识在多场景中的迁移与应用、实践转化与能力培养, 与我国应用型、创新型和多学科人才培养目标高度契合[9]-[11]。项目式学习(PBL)通过以真实项目为载体, 打破课程与学科之间的界限, 引导学生通过协作、探究式的实践和成果产出进行知识构建与能力提升, 已在新工科、新文科建设中得到广泛应用[12]-[15]。两者在应用导向性、实践指向性和能力中心性方面高度一致, 均强调学科间的交叉融合, 为解决合作教育中数学科目教学难题提供了新的思路。

目前, 国内外相关研究呈现出多维探索态势, 但仍存在显著改进空间: 在教学模式融合方面, 曹萍[15]将 TEAL 模式应用于大学物理教学, 证实其对实验能力的提升效果, 但未涉及数学学科的跨学科特性; 溁竹雷[16]提出数学项目式学习框架, 却缺乏国际化教学场景的适配设计。中外合作办学研究领域, 刘松等[6]聚焦“新工科”背景下的中俄合作, 其学科交叉模式难以直接迁移至数学类专业。本研究的创新点在于: 一是突破单一模式应用局限, 首创 ETEAL-PBL 双引擎融合框架, 通过“多学科应用导向 + 项目载体驱动”的深度耦合, 解决数学理论与工程实践脱节问题; 二是构建“四方协同”实施路径(中外高校 + 企业 + 行业协会), 弥补现有研究中政产学研协同机制碎片化缺陷; 三是建立包含数学建模能力、双语学术交流等维度的量化评估体系, 完善该教学模式的质性评价。基于此, 本文以数学与应用数学(中外合作办学)专业为实践载体, 系统设计涵盖培养目标重构、课程体系优化、教学模式创新、实践平台搭建、师资队伍建设、评价机制改革及保障体系构建的“七位一体”教学改革框架, 探索形成可复制的数学类专业国际化人才培养路径。

## 2. 核心理论与模式融合机理

### 2.1. ETEAL 多学科应用学习模式核心内涵

模式如图 1 所示, 它是基于应用的学习驱动的一种教学改革模式。这种模式的主要特点是多学科交

又，在教学中突破单一课程以及学科的界限，实现数学与其他学科如计算机科学、金融、工程、管理的互相渗透，类似 AI 赋能教育中人工智能与大数据、人工智能与物联网等跨学科课程建设的思路，并把社会需求、产业问题、实际课题当作学习素材，以解决实际问题为中心展开，使学习回归应用场景。国内已有 985 高校通过跨学科建设推进教学改革，这也为 ETEAL 模式的落地提供了可参考的实践方向。该模式强调以实践为基础，采取项目、实训、实验、科研、建模、竞赛等方式进行“做中学”。在能力与素养方面，该模式注重培养学生具备批判性思维能力、团队合作能力、创新能力和跨文化沟通及自主学习的能力，并注重过程导向的结果呈现，保证学习成果可以演示、可用、可迁移并可衡量。

## ● ETEAL模型推动教育变革

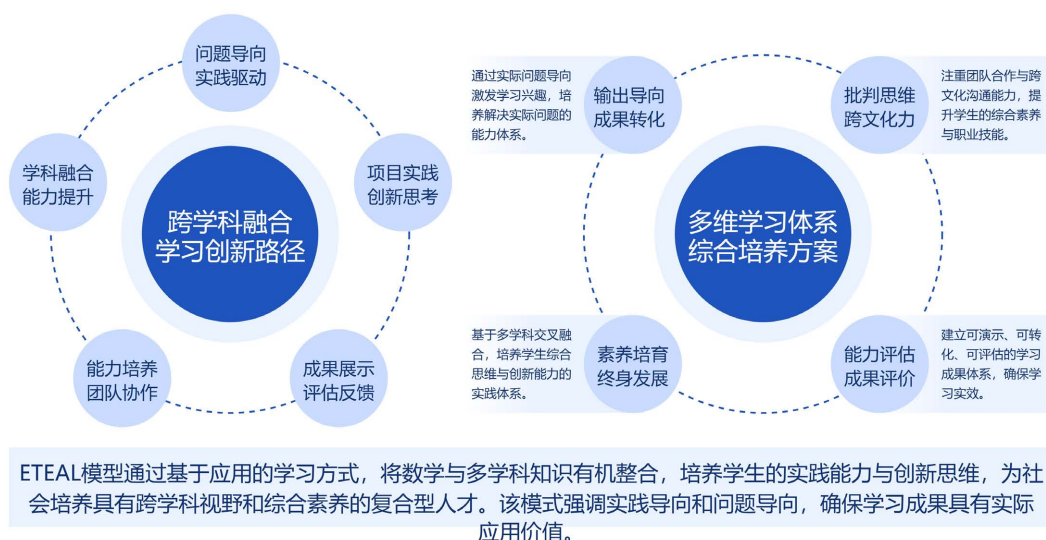


Figure 1. The ETEAL mode drives educational reform  
图 1. ETEAL 模式推动教育变革

## 2.2. 项目式教学(PBL)核心理念

### ● 项目式教学法解析

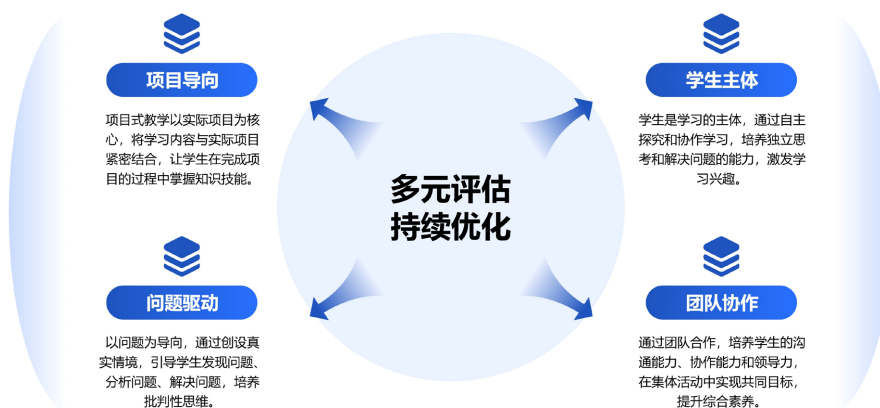


Figure 2. Analysis of project-based teaching method  
图 2. 项目式教学法解析

项目式教学如图2所示,该模式以实际项目为核心,以学生为主体,以问题为导向,依托团队单元,贯穿于探究式学习的全过程。其核心特点在于项目贯穿教学始终,学习目标、内容、任务和评估均围绕项目展开。这种模式在多学科教学中已展现出显著价值:在数学、物理等理科学科中,有助于激发学生的学习兴趣,提高实践操作能力;在科学学科中,能有效培养学生的创新思维、实践能力与团队协作能力;在初中数学教学的实践中,还实现了学生学习兴趣、数学思维能力、合作学习能力的多重提升。它强调跨学科整合,将多门课程的知识及多种方法和技能有机结合,以解决复杂问题;它强调团队协作和探索,通过分工合作、交流讨论实现共同的迭代优化;它遵循过程和结果同等重要的原则,注重探究过程和获取以及最终结果的质量;它实施开放且多元化的评估,让教师、同学和企业等多个主体参与评估过程中。

### 2.3. ETEAL 与项目式教学融合的内在逻辑

ETEAL 与项目式教学融合如图3所示,ETEAL 模式提供的是价值理念和方法途径,回答“为什么学、学什么、为谁用”等关键问题;而项目式学习提供的是实施方式和组织形态,回答“怎么学、怎么做、怎么评”等具体问题。二者有机融合成为“以概念为引领,任务为导向,探究为主线,应用为目的,评价为手段”的全过程,并能较好地应用于中外合作办学项目中的大学数学教学。两者的深度整合形成了“概念指导-任务驱动-实践探索-应用转化-多维度评估”完整闭环,与中外合作教育中数学课程的培养目标高度契合。在该集成体系中,ETEAL 模式明确了应用性导向,实现了多学科的交叉融合;项目教学保障了项目落地实施,强化了学生实操能力培养;依托国内外联合办学,拓宽了学生国际视野,提升了双语应用水平;通过搭建政校企合作平台,深化了产教融合,推进了真场景开发。

## 中外合作教育数学课程培养体系



Figure 3. The mathematics curriculum training system of Sino-foreign cooperative education

图3. 中外合作教育数学课程培养体系

## 3. 教学改革总体设计

### 3.1. 改革目标

为实现人才培养的全面升级与高质量发展,本文围绕多个关键领域推进教学转型工作。在培养目标

方面,由传统的“理论数学人才培养”转向侧重于培养“具有国际视野、扎实数学基础、强大的跨学科应用能力、工程实践能力以及双语能力(中文和英文)的综合性创新人才”;在课程体系方面,构建了“通识教育基础 + 专业核心 + 跨学科应用 + 项目实践 + 行业 - 学术合作”的模块化课程体系;在教学模式方面,形成了“中外合作教学 + 项目式全过程 + 多方法融合 + 双语支持”的常规教学模式;在实践平台方面,建立了由校内培训平台、校外实践基地、企业项目库和政府 - 学术 - 企业合作平台组成的“四位一体”支持体系;在评估体系方面,建立了以能力、过程、多方利益相关者以及可观察成果为导向的综合评估机制;在保障机制方面,依托中外合作优化管理模式,建设双资质教师团队,建立项目资源库,并完善质量监测与持续改进体系。

### 3.2. 改革总体框架

为了实现高质量的教学及人才培养效果,本文致力于搭建“七位一体”教学改革体系,如图4所示,在多个维度进行综合设计。首先在培养方案上,结合 ETEAL 模式和 PBL 思想,并依据行业需求及先进教育理念制定培养方案;其次在课程设置上,全面改造核心课程,实现核心课程项目化、应用化、跨学科化,增强实践性和综合性,提高学生的综合素质及跨学科能力。从教学模式改革来看,基于中外协同汇聚资源,以项目驱动训练实战能力,以多元化手段适应多样化需求,以双语支撑提高沟通层次。从实践教学体系建设来看,建立递进式项目库,搭建校内外平台,实施产教融合项目,帮助学生积累经验。从师资队伍培养来看,开展中外联合授课,建设双师双能教师队伍,建立企业教师资源库,为在校学生提供专业指导。评价方式上,进行过程性、成果性评价,实行多元主体评价,保证评价结果的客观公正。

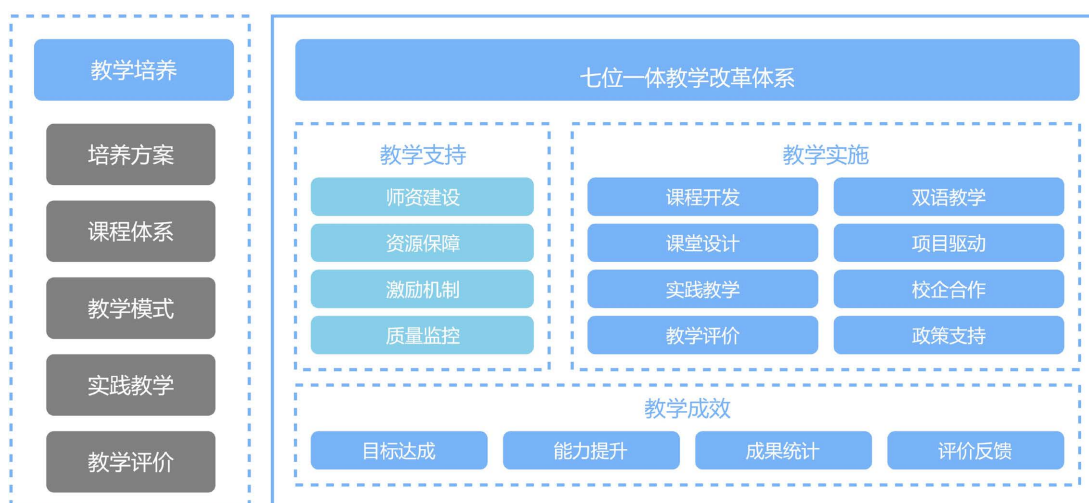


Figure 4. The “Seven-in-One” teaching reform system

图4. “七位一体”教学改革体系

## 4. 教学模式创新研究

### 4.1. 培养方案与课程体系重构

基于上述理念,课程体系重构主要遵循国际标准对标原则、因地制宜原则、以 ETEAL 方法为导向的应用型教学原则、全过程项目化原则、高度交叉融合的跨学科课程体系原则及校企对接的原则。同时,形成涵盖通用知识及双语基础模块(学术英语、跨文化沟通等)、专业核心理论模块(数学分析、高等代数

等)、跨学科应用模块(数学建模、机器学习等)、项目实践模块(课程项目、学科竞赛等)和行业教育与学术界融合拓展模块(企业讲座、实习等)的五层模块化体系。核心课改项目化主要是以学生“会用数学解决问题”取代了原核心课教学大纲中“学会理论知识”的目标表述。具体操作上,在每个章节或单元安排小的应用项目,在每个课程内安排大项目,布置从问题分析到建模、求解、计算结果分析及用中英文书写并做报告的一条龙任务链;另外我们编写了专业术语英汉词典,提供了英文文献材料,编制了英汉 PPT 和规定了用英汉语进行报告的要求,建立完善的双语教学支持系统。

#### 4.2. ETEAL + 项目式 + 中外协同融合实施

教学模式改革是以中外教师联合授课为前提条件的。中方老师承担基本理论、基本知识、基本数学工具和基本中文术语的教学,外国老师承担前沿领域、实际应用背景、英文授课、学术论文撰写规范及国际视野等内容的教学;由中外籍教师共同确定课程内容及项目作业,并统一课程大纲及考核评价方式,统一指导项目,统一设置问题及答辩,形成全过程统一指导的中外教师合作教学模式。这种模式已被相关实证研究验证:选取数学与应用数学专业本科生的对比实验显示,中外教师合作教学相较于传统中教单独教学,对学生语言能力和非语言能力提升都有显著效果,同时对教师的职业能力发展也起到了促进作用。基于项目化学习的教学按照“项目申报与分组-探索与实践-中期跟踪与指导-结果考核与汇报”四步走进行,包括项目库建立、学生申请、查阅资料、搭建模型、过程跟进以及撰写中英文报告等多个环节。教学中融入以任务驱动为主导的学习方法,搭配引导法、讲授法、研讨法、翻转课堂教学法和案例教学法等多种教学方式,同步搭建双语教学平台。在建立基本数学概念英文翻译表的基础上,实现授课大纲及课后作业的中英对照版本,在评分标准上增加英文书写和格式方面的要求,并邀请外籍教师进行全过程指导,全面提高课程的教学质量。

#### 4.3. 产教融合与政校企联动机制构建

政产学研协同育人是一个多方参与的过程,在这一过程中,政府部门主要承担政策引导、项目扶持、平台认证、经费保障以及质量监管的责任;高校主要承担人才培养、专业建设、教师培养、项目实施及质量监控的任务;企业/行业主要提供真实科研项目、兼职教师、实践环境、顶岗实习岗位、就业渠道和行业规范。参考江苏电子信息职业学院商学院的实践经验,通过将企业项目带入课堂、把企业教师带进教室、建立驻企工作站等实践教学基地、实行双导师指导、实现成果转换、对接就业等产教融合实施途径,形成学校、学生和企业三方协调一致的运行结构。同时参考双导师校企合作班的实践模式,以定期召开联席会、共建共享项目库、质量协同监控、激励与保障的运行机制为支撑,三方进行资源融合及人才培养,为教学改革提供支持。

#### 4.4. 师资队伍建设与保障机制

师资队伍建设主要集中在中外双方。一方面通过中外教师对课程、项目、教学方式和评价体系进行定期的联合研讨;另一方面通过开展项目式学习、ETEAL 模式、交叉学科教学、双语教学等方面的培训来提高教师的教学水平,并支持教师到企业和研究院所参加实践项目,培育双师双能型师资队伍。同时挑选业务骨干及技术精英建立校企教师及项目兼职导师资源库,切实提高整体师资力量。教学改革的保障体系涵盖组织、资源、制度及激励等多维度支撑。设立项目管理委员会、课程管理委员会、项目管理办公室;构建了项目库、案例库、数据库及双语教学资源库起到资源保障的作用。健全以项目为基础的教学管理和中外教师教学规范等相关制度,强化制度保证。对在改革中取得显著成果的优秀教师、团队和学生进行表彰和激励,以强化激励导向,确保教学改革的顺利推进。

#### 4.5. 多元化教学评价体系改革

课程考核评价体系改革的原则是重能力(重应用、重过程、重协作、重创新、重成果),多主体参与(中国老师 + 外国老师 + 企业导师 + 小组自评 + 个人自评),国内外协同(统一标准、共同打分、共同反馈),成果可视化(模型、代码、报告、论文、产品、专利、应用证明等)。综合成绩包括平时成绩(作业、考勤、线上平台学习情况、论坛参与、上机实验)、课程设计成绩(设计准备阶段、设计策划阶段、实施阶段、记录及总结阶段、设计中期考核、团队合作能力)和课程设计作品(设计成果是否规范合理、设计思路是否有独到之处、设计作品是否完整、设计文档撰写、设计论文撰写)及用人单位意见(工作态度、业务水平、设计作品实用性和适用岗位),能够较全面客观地反映学生的学情以及综合素质情况。

#### 5. 存在问题与持续改进方向

同时,目前的教学改革中还存在着一些需要改进的地方,如中外教师之间的教学习惯、评价习惯及项目指导方式等方面的适应性需进一步调整,基于项目的教学对课程学时、教学组织和教学资源提出了更高要求,个别教师欠缺跨学科的知识储备和工程实践经验等问题,还有待于加大校企合作力度、提升项目转化效率和增强学生的创新创业成效。

对此今后可以从以下几个方面进行完善:进一步加强中外教师的合作交流,形成中外教师共同备课、互相听课评课的习惯;不断充实和完善项目库和资源库的内容,丰富数字、智能教学资源;加强教师跨学科进修学习及企业顶岗锻炼,提高教师“双师素质”“双能水平”;鼓励将项目开发成课程并推向市场。加强创新创业教育教学及产学研合作落实力度;健全教学质量监控和持续改进机制,实现教学改革迭代升级与整体提质增效。

#### 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,基于 Multi-Attention 融合 ETEAL 模式的中外合作办学项目教学改革与实践,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年)[EB/OL]. 2010-07-29. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729\\_171904.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A01/s7048/201007/t20100729_171904.html), 2025-03-10.
- [2] Wang, Y. and Guo, Q. (2023) Exploration and Optimization of Sino-Foreign Cooperative Education Institutions in “Double First-Class” Universities under the Background of Education Power. *Journal of Higher Education Management*, **17**, 114-124.
- [3] 段伟. 高校中外合作办学项目中学生教育管理工作创新路径[J]. 四川劳动保障, 2025(1): 80-81.
- [4] 刘美玲, 董本志, 高志丹. “双一流”高校中外合作办学计算机双语课程建设[J]. 山海经(中旬), 2025(8): 37-39.
- [5] 李宇. 应用型高校推进跨学科人才培养的路径探索[J]. 大学: 研究与管理, 2021(6): 102-103.
- [6] 刘松, 张存钊. “新工科”背景下中俄合作办学多学科交叉融合 提升人才培养质量研究[J]. 新教育时代电子杂志(教师版), 2022(28): 153-155.
- [7] 陈亚洲, 施小丁. 中外合作办学下复变函数与积分变换的教学改革与创新[J]. 教育进展, 2024, 14(4): 817-821.
- [8] 胡兵, 冯伊娜. “数学+X”跨学科主题探究学习的实践与研究[J]. 陕西教育, 2022(Z1): 73-74.

- [9] 蒋观敏. 中德合作办学下高等数学教学模式的改革与探索[J]. 科教导刊, 2020(27): 128-129+131.
- [10] 麦麦提江·阿曼塔依, 哈太姆古丽·穆合塔尔. 基于项目式学习(PBL)的跨学科实践——以“城市垃圾分类资源化处理”为情境[J]. 环球慈善, 2025(1): 28-30.
- [11] 周悦. 地方高校中外合作办学存在的问题及对策研究[J]. 教育教学论坛, 2025(18): 101-104.
- [12] 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.
- [13] 江琳, 黄常钊. “一带一路”背景下中外合作办学教学管理机制的改革与创新——以广西民族大学中外合作办学项目为例[J]. 现代职业教育, 2023(21): 69-72.
- [14] 周佳, 郭述良, 吴婧, 等. 中外合作办学背景下构建临床医学专业“虚拟教研室”的探索[J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(7): 33-36.
- [15] 曹萍. 卓越工程师教育培养计划的大学物理教学中 TEAL 模式的探索与实践[J]. 数码设计, 2018, 7(8): 139-139.
- [16] 雷滢竹, 吴华. 基于项目式学习的数学教学研究[J]. 教育进展, 2025, 15(2): 1065-1074.