Advances in Social Sciences 社会科学前沿, 2026, 15(9), 717-723
Published Online September 2026 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/ass
https://doi.org/10.12677/ass.2026.159802

Hans汉斯

科研反哺教学视角下的《复变函数》课程教学改革探究

钱睿深，潘立军，石义霞

岭南师范学院数学与统计学院，广东 湛江

收稿日期：2026年6月17日；录用日期：2026年9月22日；发布日期：2026年9月30日

摘　要

复变函数作为数学类专业的一门核心基础课程，理论体系完整但内容抽象，传统教学面临学生参与度低、知识应用能力薄弱等困境。本文以成果导向教育理念为理论框架，系统阐释科研反哺复变函数教学的内在逻辑，并从教学内容改革、教学方法改革、改造知识内容呈现方式、完善评价体系四个维度提出改革路径。研究认为，科研反哺的本质是将科研的思维方法、前沿成果与问题意识转化为教学资源，实现从“知识传授”向“能力建构”的范式转换。实践表明，这一改革路径有助于激发学生学习动机、培养创新思维与科研素养，为数学基础课程的教学改革提供可资借鉴的思路。

关键词

复变函数，科研反哺教学，教学改革，留数定理

Exploring Teaching Reform of the Complex Functions Course from the Perspective of Research Feeding Back into Teaching

Ruishen Qian, Lijun Pan, Yixia Shi

School of Mathematics and Statistics, Lingnan Normal University, Zhanjiang Guangdong

Received: June 17, 2026; accepted: September 22, 2026; published: September 30, 2026

Abstract

Complex analysis, as a core foundational course for math majors, has a complete theoretical system but is abstract in content. Traditional teaching faces challenges like low student engagement and weak ability to apply knowledge. This paper uses the concept of outcome-based education as its

文章引用: 钱睿深, 潘立军, 石义霞. 科研反哺教学视角下的《复变函数》课程教学改革探究[J]. 社会科学前沿, 2026, 15(9): 717-723. DOI: 10.12677/ass.2026.159802

theoretical framework, systematically explaining the internal logic of using research to inform complex analysis teaching, and proposes reform paths in four areas: content reform, teaching method reform, transforming the way knowledge is presented, and improving the evaluation system. The study suggests that the essence of research-informed teaching is turning research thinking methods, cutting-edge findings, and problem awareness into teaching resources, achieving a shift from knowledge delivery to ability building. Practice shows that this reform path helps motivate students, cultivate innovative thinking and research literacy, providing useful ideas for teaching reform in foundational math courses.

Keywords

Complex Functions, Research Feeding Back into Teaching, Teaching Reform, Residue Theorem

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

近年来，科研反哺教学已成为国内高校提升本科教学质量、强化专业内涵建设的重要路径，其核心是打破科研与教学的壁垒，将前沿科研资源转化为育人资源。20 世纪初，德国洪堡大学提出“教研合一”理念，奠定科研与教学融合的思想基础；20 世纪中后期，美国、欧洲高校聚焦科研成果教学转化、科研能力培养，构建“科研–教学”协同模式，如 MIT 开放课程将科研成果转化为教学资源，推动全球教研融合。国内学者从多维度展开探索，如张奠宙等提出数学知识“学术形态与教育形态”转化理念，强调还原知识思想源头[1]；董艳等侧重分析了科研反哺教学对提升本科人才培养质量的作用[2]；庞越鹏等分析了科研反哺教学对提升高校教师能力的意义[3]；刘玉荣等分析了科研平台在科研反哺教学中的困境和路径[4]；张华等分析了科研反哺教学应用于课程建设存在的问题和改进策略[5]；杨飞论述了地方应用型本科院校科研反哺教学的实践路径[6]。文献[7]和[8]中的作者提出高校的激励机制与奖惩制度往往将科研与教学割裂，也易导致教师偏向科研，忽视教学，给出了政策方面的建议。

随着历届大学生的学习基础和老师素质的提高，对于科研反哺教学的理念的理解深度和实施的积极性会有不断的提升和补充。本文以《复变函数》为载体较系统地研究科研反哺教学视角下的课程教学改革问题，旨在为大学数理教学提供一个系统的、基于教师科研专长的实践模型。《复变函数》作为数学领域中一门极为重要的课程，以解析函数为核心研究对象，占据着数学学科体系的关键地位。作者以解析函数空间与算子理论为依托，将科研思想、案例与方法融入课堂；从教师稳定科研方向出发构建“课程基础–科研前沿”知识链；以解析函数、算子理论为纽带，重构教学内容、优化教学方法、衔接科研启蒙、完善评价体系，既夯实本科生复变函数基础能力，又培养数学思维与科研素养，契合地方性普通本科院校数学人才培养目标。将大大缓解地方性普通本科院校在《复变函数》教学中面临的矛盾，实现知识传授、能力培养与科研启蒙的有机统一，为同类院校同类课程的科研反哺教学提供可复制、可推广的实践范式。

2. 科研反哺教学的理论基础

2.1. 成果导向教育(OBE)理念

成果导向教育[9] (Outcome-Based Education, OBE)是一种以学生学习产出为核心、采用反向设计思维进行课程体系建设的教育理念。其核心可概括为“反向设计、正向实施”–先明确学生最终要达成的能

力目标，再倒推教学内容、教学方法和评价方式的设计。OBE 理念强调三个根本转变：从教师教了什么转向学生学到了什么，从分数导向转向能力达成导向，从统一进度转向弹性成功。

OBE 理念为课程教学改革提供了清晰的逻辑框架：课程目标必须对接专业毕业要求，教学内容必须支撑目标达成，评价方式必须能够有效衡量学习产出[10] [11]。

2.2. 科研反哺教学的教育哲学基础

科研反哺教学的理念根植于大学“教学与科研相统一”的经典传统。德国教育家洪堡最早提出了“教研合一”的主张，指出大学教师不应只是知识的传授者，更应是知识的发现者；学生不应只是知识的接受者，更应参与知识探索的过程。在这一理念下，教学与科研不是割裂的，而是共生关系。

3. 问题由来

早在 1996 年就有学者提出将科研成果融入教学。传统教学模式使得理论与应用严重脱节，课程理论抽象，传统教学重推导、轻应用，学生不知学有何用，导致动力不足。教学方法陈旧单一，多以“满堂灌”为主，忽视学生主体与创新思维培养；教学内容滞后于时代，作为经典学科体系成熟，更新教学内容难度大，且教材常未反映前沿成果，这些深层困境亟待解决。

同时将科研成果融入教学也是高等教育改革的必然要求。新时代高等教育亟须培养学生创新能力，科研反哺教学正是实现教研相长的关键路径。而科研与教学长期割裂：高校普遍重科研、轻教学，迫切需要将科研资源转化为优质教学资源。面对传统教学的积弊，为培养符合时代需求的创新人才，必须打破科研与教学的壁垒，将科研的源头活水引入课堂，实现以研促教、教研相长。

4. 科研反哺《复变函数》课程教学的主要问题

4.1. 教学内容与科研前沿脱节

复变函数虽是一门经典学科，但其理论仍在不断发展，应用领域也在持续拓展。然而，传统教学内容往往固守教材体系，缺乏对学科前沿和应用进展的及时引入。学生学到的是一套“完成时”的知识，难以感知学科的生命力与发展方向。

这一问题的根源在于课程设计长期遵循“理论先行、应用滞后”的知识编排逻辑：教材倾向于优先呈现完整的定理－证明体系，将应用性内容压缩为章节末的少数例题甚至完全略去。学生单纯地学习和背诵定理和证明过程，但对理论的产生背景，实际应用并不了解，也无法真正把握其知识的本质。比如柯西积分定理，学生或许能完成其证明的复述，却未必明白这一定理如何构成流体力学中复势理论的数学基础，亦不清楚它如何支撑留数法求解实积分的计算优势。这种“知其然不知其所以然”的状态，使学生的学习热情在艰涩的理论中逐渐消磨，信心不断下降。

4.2. 教学方法单一，学生主体性缺失

《复变函数》知识体系结构复杂、抽象程度高，对学生的基础要求较为严苛。然而，传统课堂多采取“填鸭式”讲授，教师按照教材顺序单向输出内容，忽视学生对新知识的接受过程。在复变函数教学中，这一矛盾尤为突出：解析函数、共形映射等概念高度依赖几何直观，单纯依赖板书推导难以在学生头脑中建立清晰的图像。即便教师语速适中、板书工整，学生仍然可能在柯西－黎曼方程的逻辑推导中迷失方向。师生互动环节的缺失，使课堂成为单向灌输的场域，学生逐渐丧失学习的主动性与参与热情。

4.3. 传统教材的知识内容呈现方式不利于科研思维的培养

长期使用传统教材容易使学生形成一种以贪大、求全为基本特征的“教科书思维”－习惯于追求思

考维度的全面性和周延性以及结论的完整性和系统性，塑造“教科书思维”的认知定势。这种思维方式看似严谨，实则扼杀了聚焦小问题、深入钻研的科研精神。科研创新的起点往往不是宏大的体系建构，而是对某个具体反常现象的敏锐捕捉，而教科书思维恰好与此背道而驰。再是传统教材的内容呈现方式遮蔽知识的生成过程，学生看到的是经过精心打磨的完美理论，却看不到科学家在探索过程中经历的试错、曲折与反复。科学研究本质上是一个充满不确定性的探究过程，而传统教材的呈现方式恰恰掩盖了这种不确定性，使学生误以为科学知识是线性积累、水到渠成的。让学生失去了挑战精神。同时因为传统教材以权威的面目呈现知识，学生面对的是不容置疑的定论，严重压抑了学生的怀疑精神、批判精神和创新精神。

4.4. 评价方式偏重结果，忽视过程与能力

当前多数《复变函数》课程的考核以期末考试为主，侧重理论知识和计算技能的考查，对学生运用知识的能力缺乏有效评估。这种评价取向，在客观上塑造了一种“短期突击、事后遗忘”的学习模式。传统考核“重结果、轻过程”的倾向使得学生将大量精力投入机械刷题，却很少有机会在探索性、开放性任务中锻炼自己的创新能力。由于缺乏过程性反馈，学生往往在学期末才发现自己的理解偏差。

5. 《复变函数》教学改革的实践路径

5.1. 教学内容改革：科研成果转化为教学资源

5.1.1. 引入前沿科研成果丰富教学内容

教师应将自身或学科领域的前沿研究成果转化为教学案例。武汉大学钟寿国教授早在上世纪 90 年代就曾在复变函数教学中引入科研成果[12]，证明这一做法虽非易事却势在必行。科研对复变教学的反哺，不是塞入新公式，而是重新翻译那些最经典的定理，让学生意识到那些枯燥沉寂的公式定理，背后有着鲜活而丰富的现代思想。“使假设－验证－修正－结论”的科研逻辑替代“讲授－记忆－复现”的教学逻辑。

将科研案例融入复变函数教学，避免形式化，只给出案例而不进行分析。而是要把案例解剖成教学切片，让学生真正触碰到科研的完整逻辑链，让学生感受到对复变函数的学习不是在记忆应用数学知识，而是在创造数学结构。

5.1.2. 构建科研案例库

系统收集和整理与复变函数相关的科研案例，形成可共享、可更新的教学资源库。案例应涵盖不同难度层次和应用领域，既包括经典理论的深化应用，也包括前沿研究的初步探索，便于教师根据学生水平灵活选用。

5.1.3. 教学内容与课程思政有机融合

复变函数的发展史本身就是一部科学家孜孜以求的探索史。可以融入数学家的治学故事，对比中外科研发展历程，引导学生树立科学精神与家国情怀。从实变函数到复变函数的推广过程，也蕴含着丰富的科研方法论启示。

5.2. 教学方法改革：科研方法嵌入教学过程

5.2.1. 推行研究型教学模式

研究型教学以培养学生创新能力为导向，强调教学和科研的有效结合。在复变函数教学中，可以基于幂级数展开定理(Taylor 定理和 Laurent 定理)等核心内容，设计研究性课题，引导学生像科学家一样思

考。具体而言，可以从一个具体问题出发，引导学生经历“观察现象－提出猜想－查阅文献－尝试证明－得出结论－反思拓展”的完整科研过程。实践表明，研究型教学有利于提升学生学习的主观能动性，尤其在培养创新能力方面具有明显优势。

5.2.2. 以问题为导向重构教学流程

以环环相扣的问题为中心，通过信息化、多样化、模块化重构教学方式、教学内容和教学环节，引导启发学生自主探索学习。例如，在讲解解析函数的概念时，可以首先提出“为什么要在复数域上研究函数”“实可导与复可导有何本质区别”等问题，让学生在探究中理解柯西－黎曼方程的深刻含义。

5.2.3. 借助现代技术手段降低抽象性

合理利用 MATLAB 等数学软件进行可视化教学，将抽象的复变函数理论以图形方式呈现。例如，用 MATLAB 绘制解析函数的共形映射图像、展示级数展开的收敛过程等，帮助学生建立直观理解。同时，可以利用人工智能辅助教学，通过智能对话系统引导学生逐步构建解题思路。

5.2.4. 开展文献阅读与学术写作训练

在教学过程中适当开展文献教学，引导学生阅读与复变函数相关的经典论文或前沿综述，撰写小型研究报告或文献综述。这既有助于拓宽学生专业视野，也有利于培养学生的学术道德和科研素养。

5.3. 改造知识内容呈现方式培养科研思维

知识内容的呈现方式应基于其历史文化背景、学生的数学现实基础及知识建构的理论基础等因素来考虑. 每个核心概念背后都有其产生的问题背景和思想脉络。如，从“为什么需要复数”出发，追溯复数的发现史与数学内部的逻辑必然性；从“解析函数为什么重要”出发，串联柯西、黎曼、魏尔斯特拉斯等数学家的探索历程。这种概念溯源的教学方式，本身就是科研思维的体现。

传统教材的知识编排顺序是导数、积分、级数、留数，按部就班的学习练习结束后，学生很难理解它们的内在本质联系。我们重构知识脉络，聚焦“留数”作为统一视角，提前渗透，在讲洛朗展开时，直接点明展开系数就是流数(留数)，讲积分时，强调所有闭合积分最终只取决于奇点处的这一个小数。面对复杂积分，不盲目计算，而是让学生首先注意“这个系统的关键不变量(留数)在哪里？”教会学生抓主要矛盾，提炼复杂系统的核心变量，刻意训练化归意识，培养科研思维。

5.4. 完善评价体系：建立多元、过程化评估机制

科研反哺教学历年要求评价体系的深层变革，传统只依赖期末考试的评价方式难以反映学生在探究过程中的真实情况。

5.4.1. 建立“过程－成果”并重的多元评价体系

科研反哺教学要求评价方式与之配套。传统评价以计算题为主，考查的是执行算法的能力；科研反哺将终极成果设计为“算法流程图与决策手册”，其核心价值在于要求学生显式化自己的决策知识，这正是科研素养的重要组成部分。

评价方案的设计需遵循两个原则。其一，标准公开：评分量表于第 1 课时随终极任务一同发放，使学生自始即明确“优秀，合格，待改进”的具体行为特征，对照标准自查自评。其二，持续改进：评价并非集中于期末的终结性考核，而是设置多个反馈节点，个人作业提交后批改反馈，流程图草案经质询和评议后允许修改再提交，最终答辩后允许限时补正。这种“提交－反馈－修正－再提交”的闭环设计，将评价的诊断功能置于首位，使评价本身成为促进学习的手段而非目的。

过程性评价材料可包括：前概念记录表与小组分工契约(5%)、个人单元作业(10%)、小组会议纪要及流程图迭代版本对比(10%)、个人学习反思报告(5%)，合计占最终成绩的 30%；其余 70%由终极成果(含手册质量与答辩表现)构成。多元评价主体的引入－教师评价、组间互评、自评相结合－进一步体现了 OBE 理念“以学生为中心”的核心精神。

5.4.2. 引入学术导向的评价方式

鼓励学生围绕课程内容撰写小型综述报告，或以团队形式完成一项探究性课题。对于有能力和兴趣的学生，可有意识地将其引导进入教师的课题组，参与真实科研项目，教师鼓励并指导有能力的学生就一些适合学生思考水平的问题撰写探究文章进行发表，并在课程网站展示、将出色的学期报告推荐至本科生学术论坛发表，实现正向激励功能。

6. 以留数定理单元教学为载体的教学过程重构

本教学设计以科研活动中的“问题识别→工具准备→同行评议→成果产出”认知逻辑为参照，将留数定理单元教学过程重构为四个递进阶段。其核心设计意图在于：学生并非先学完理论再去做题，而是带着真实问题主动建构所需工具，知识学习从“为知而知”转变为“为用而知”。

6.1. 成果发布与认知冲突(2 课时)

以三道“旧工具失效”的积分问题制造认知缺口——第一道可用万能代换但极其繁琐，第二道需分解四次多项式原函数极为复杂，第三道原函数不能以初等函数表示。三题共同指向一个诉求：需要新工具将复杂计算转化为简单操作。认知冲突的目的是让学生产生内生学习动机，而非被动接受教学安排。

随即发布单元终极成果——小组合作完成《留数法计算实积分的算法流程图与典型题解手册》并进行答辩汇报——展示往届样本，引导学生反向拆解“完成成果需要掌握什么”，生成知识清单。同步发放评分量表并逐条解读，使评价标准自始透明。

6.2. 模块化讲授与协作探究的知识建构(4 课时)

讲授遵循“最小必要知识”原则：仅讲授学生完成终极任务所必需的核心工具(留数计算方法、三类围道构造策略、引理适用条件)，定理证明转化为课后拓展阅读，课堂时间优先用于应用训练。

教学中融入科研素材深化策略判断。以 Osborne (2019)的围道分类框架为基础，给出位于两种标准围道“边界地带”的积分案例——两种方案理论均可行但计算复杂度差异显著——各小组需做出决策并说明理由。随后呈现“选错围道导致计算量爆炸”的极端对比例，两组学生分别用不同围道执行后对比步骤数，在事实中理解“策略选择的代价”。同时布置协作任务：完成三类基础计算练习、绘制算法流程图草案。流程图要求体现两级以上分支判断，将隐性决策知识外化为可审视的文本。

6.3. 草案答辩与修正迭代(2 课时)

各组展示流程图草案，教师与全班共同审阅，聚焦分类完整性、围道选取依据合理性、计算步骤逻辑连贯性。教师提供书面反馈(区分“必须修正”与“建议优化”)，针对共性困难临时补充微讲座。提前公布“答辩常见 5 问”，要求各组在修改中准备答案，促使其从“操作记忆”上升至“方法选择逻辑”的理解。各组根据反馈修改终稿，会议纪要与迭代痕迹作为过程性材料存档。

6.4. 成果汇报与综合评价(2 课时)

评审团由主讲教师、同行教师、助教及学生代表组成。各组限时汇报答辩，评审团按既定量表现场评分。过程性材料——迭代记录、会议纪要、个人作业、反思报告——同步归档。最终成绩由过程性评

价(30%)与成果性评价(70%)合成；答辩后允许 48 小时内修正补分，体现持续改进精神。

四个阶段形成“认知冲突－工具建构－同行评议－成果产出”的完整链条。科研素材的融入使学生在策略比较中理解方法论自觉，多元评价节点使其在迭代中逼近完善，最终实现从“被动执行算法的操作者”向“主动做出策略判断的思考者”的认知转型。

7. 结论

科研反哺教学为复变函数课程的教学改革提供了新的理论视角与实践路径。通过将科研成果融入教学内容、将科研方法嵌入教学过程、将科研思维引入教学评价，可以有效破解传统教学中存在的“重理论轻应用、重传授轻探究”等困境，激发学生的学习兴趣与创新潜能。

展望未来，复变函数课程的科研反哺教学改革还可以在以下方面深化：一是建立更加系统的科研成果转化机制，形成“科研－教学”双向互动的良性循环；二是借助人工智能、大数据等新技术手段，实现教学资源的智能化配置与个性化推送；三是加强跨校、跨学科的教学研究协作，构建可推广、可复制的改革经验。唯有持续推动教学与科研的深度融合，才能真正实现复变函数课程从“知识传授”到“能力培养”的范式转型，为创新型人才培养奠定坚实的数学基础。

在新学期的教学活动中，我们将选取两个班的 26 级数学专业本科生作为对照班，利用本研究中的教学改革原理及路径进行教学实验，并收集数据，利用统计软件得出相对科学的教学效果的对比结果。

基金项目

岭南师范学院 2022 年高等教育教学研究和改革项目；广东省数学会 2025 年教改项目(第二批)；2024 年度校级教学质量与教学改革工程建设项目，线下一流课程《实变函数》；2025 年度校级教育教学改革项目(LSJG2561)。

参考文献

[1] 张奠宙, 王振辉. 关于数学的学术形态和教育形态——“谈火热的思考”与“冰冷的美丽” [J]. 数学教育学报, 2002, 11(2): 1-4.

[2] 董艳, 张邦贤, 诸立新, 等. 基于科研反哺的本科生创新创业能力培养与提升探索[J]. 滁州学院学报, 2020, 22(2): 111-114.

[3] 庞越鹏, 郑时有. 科研反哺教学——高校青年教师专业化发展的必由之路[J]. 科教文汇, 2022(3): 21-23.

[4] 刘玉荣, 胡荣, 王锦标, 等. 基于高校科研平台反哺教学的探索与实践[J]. 高教学刊, 2022, 8(34): 91-94.

[5] 张华, 张晓卫, 居志兰, 等. 基于科研反哺教学的《先进制造技术》课程教学改革研究[J]. 科技创新导报, 2020, 17(7): 211-212.

[6] 杨飞. 地方应用技术型大学“科研反哺教学”实践路径研究——以许昌学院为例[J]. 许昌学院学报, 2021, 40(3): 149-153.

[7] 张中强, 唐翔, 蒋艳. 基于科研反哺教学理念的高校科教融合机制研究[J]. 教育探索, 2014(1): 79-80.

[8] 王占军, 李慧萍, 林燕芳. 教学学术: 高校教学与科研联结机制研究[M]. 杭州: 浙江大学出版社, 2023.

[9] 刘建珠. 基于成果的教育: 缘起、内涵与框架[J]. 深圳职业技术学院学报, 2019, 18(2): 47-52.

[10] 陈丽君, 程丽. 基于 OBE 理念的离散数学混合式教学改革[J]. 赤峰学院学报(自然科学版), 2024, 40(2): 78-81.

[11] 邵云虹, 周晓晶, 野金花. 基于 OBE 理念的离散数学课程教学改革探讨[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(9): 113-115.

[12] 钟寿国. 在复变函数课教学中结合一项科研成果的改革[J]. 教学与教材研究, 1996(3): 33-34.