

从工具到素养：“复变函数与积分变换”课程思政的范式创新与实践探索

张萌萌¹, 李晓蓉², 王 强^{3*}

¹河北工业大学理学院, 天津

²天津市北辰区秋怡中学, 天津

³河北工业大学土木与交通学院, 天津

收稿日期: 2025年12月11日; 录用日期: 2026年1月12日; 发布日期: 2026年1月19日

摘 要

随着新工科建设与国家创新驱动发展战略的深入推进, 理工科基础课程的育人功能亟待系统性重塑。《复变函数与积分变换》作为连接数学基础与工程应用的关键枢纽课程, 其教学改革具有重要的示范意义。本文针对该课程长期存在的理论与实践脱节、知识与价值分离等深层问题, 创新性地构建了“价值-思想-知识-能力”四维深度融合的课程思政育人范式。该范式以科学方法论与工程伦理为哲学基础, 以解决国家重大需求中的复杂工程问题为实践导向, 通过历史性追溯、哲学性解构、应用性重构的三重路径, 实现了科学精神塑造、辩证思维训练、家国情怀培育与专业教学的有机统一。本文系统阐述了该范式的理论框架、实施策略与协同机制, 并以大量教学实践案例佐证其有效性。研究表明, 该模式不仅显著提升了课程的教学质量与学生满意度, 更重要的是培养了学生从数学思维到工程创新、从知识学习到价值认同的完整认知链条, 为新时代工程教育的基础课程改革提供了可复制、可推广的系统方案。

关键词

复变函数与积分变换, 课程思政, 四维协同, 工程教育, 教学创新

From Tools to Competence: Paradigm Innovation and Practical Exploration of Ideological and Political Education in the Course “Complex Variable Functions and Integral Transforms”

Mengmeng Zhang¹, Xiaorong Li², Qiang Wang^{3*}

*通讯作者。

文章引用: 张萌萌, 李晓蓉, 王强. 从工具到素养: “复变函数与积分变换”课程思政的范式创新与实践探索[J]. 教育进展, 2026, 16(1): 1413-1419. DOI: 10.12677/ae.2026.161193

¹School of Science, Hebei University of Technology, Tianjin²Qiyi Middle School, Beichen District, Tianjin³School of Civil and Transportation Engineering, Hebei University of Technology, Tianjin

Received: December 11, 2025; accepted: January 12, 2026; published: January 19, 2026

Abstract

With the deepening advancement of the construction of Emerging Engineering Education and the national innovation-driven development strategy, the educational function of foundational courses in science and engineering urgently requires systematic reshaping. As a key bridging course connecting mathematical fundamentals with engineering applications, the teaching reform of Complex Variable Functions and Integral Transforms holds significant demonstrative importance. This paper addresses the deep-seated issues of the long-standing disconnection between theory and practice, and the separation of knowledge and values in this course, and innovatively constructs a four-dimensional, deeply integrated ideological and political education paradigm of “Values-Thinking-Knowledge-Competence”. This paradigm is grounded in scientific methodology and engineering ethics as its philosophical foundation, guided by the practical orientation of solving complex engineering problems related to major national needs. Through a triple path of historical tracing, philosophical deconstruction, and applied reconstruction, it achieves the organic integration of shaping scientific spirit, training dialectical thinking, fostering national sentiment, and professional teaching. This paper systematically elaborates on the theoretical framework, implementation strategies, and synergistic mechanisms of this paradigm, supported by extensive teaching practice cases to demonstrate its effectiveness. Research shows that this model not only significantly enhances the teaching quality and student satisfaction of the course but, more importantly, cultivates a complete cognitive chain in students—from mathematical thinking to engineering innovation, and from knowledge acquisition to value identification—providing a replicable and scalable systematic solution for the reform of foundational courses in engineering education in the new era.

Keywords

Complex Variable Functions and Integral Transforms, Ideological and Political Education in Courses, Four-Dimensional Synergy, Engineering Education, Teaching Innovation

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

1.1. 时代诉求与课程使命：新工科背景下基础课程的育人转向

在建设创新型国家与制造强国的战略背景下，高等工程教育正经历着从技术技能传授向创新能力培养、从专业教育向全人教育的深刻转型[1]。《复变函数与积分变换》是高等院校电子信息、自动化、机械、物理等众多理工科专业必修的一门重要公共基础课。其在理工科知识体系中占据着独特而枢纽性的地位。它上承《高等数学》的实数域分析学思想，下启《信号与系统》《自动控制原理》《电磁场理论》《量子力学》等多门专业核心课程，是学生从基础数学思维迈向工程科学思维必须跨越的一道关键门槛[2]-[4]。其核心价值不仅在于提供了一套强大的计算工具(如留数积分、保角映射、傅里叶与拉普拉斯变

换),更在于它蕴含了一场深刻的认知革命——从实数域的“直观”到复数域的“超越”,从时域/空域的“局部”到变换域的“全局”。然而,审视当前普遍的教学实践,却存在三个层面的突出矛盾,严重制约了其育人功能的充分发挥:

(1) 抽象性与直观性的矛盾

课程概念高度抽象(如解析函数的“无穷维可微”、留数的“局部全息”、拉氏变换的“复频域”),传统的“定义-定理-证明-例题”讲授模式易使学生陷入符号演算的迷宫,难以构建直观的物理或几何图景,导致“知其然不知其所以然”,学习过程枯燥,获得感低。

(2) 工具性与思想性的割裂

教学往往聚焦于解题技巧的训练(如何计算闭路积分、如何求拉氏逆变换等),而忽略了这些工具背后更为宝贵的科学思想:如通过解析延拓体现的“局部决定整体”的辩证思想,柯西积分定理揭示的“守恒与路径无关”的深刻物理内涵,傅里叶变换所展现的“分解与综合”这一认识复杂世界的根本方法论。这种割裂使课程沦为“工具箱”,丧失了其作为“思维体操”的灵魂。

(3) 学科价值与育人价值的疏离

课程内容与国防科技(雷达信号处理)、现代通信(5G/6G 编码)、高端制造(芯片光刻中的保角映射)、生命健康(医学影像重建)等国计民生关键领域紧密相连,但教学常囿于纯数学推导,未能将这些鲜活的“中国应用”、“前沿挑战”引入课堂,导致学生难以建立学习与强国使命之间的意义关联,学习动机功利化。

针对以上问题,本研究认为,必须超越将课程思政视为“额外添加”的浅层理解,转而从课程知识体系的内核中自然生发出思政教育的脉络。实现从“知识传递”到“育人赋能”的范式转型。课程思政建设绝非外在的“政治附加”,而是激活课程内在育人基因、实现其完整教育价值的必然途径[5]-[8]。本文旨在探索如何构建一个与《复变函数与积分变换》知识体系相辅相成的课程思政教学体系,实现知识传授、能力培养与价值引领的有机统一。

1.2. 理论创新：四维协同育人范式的构建逻辑与内在机理

基于对课程特质与育人规律的深入分析,本研究构建了“价值塑造为引领、思想升华为灵魂、知识建构为基础、能力达成为目标”的四维协同育人范式。该范式的创新性不仅在于其结构设计,更在于其以经典学习理论为基石,清晰地揭示了各维度间动态转化与螺旋上升的内在机制。

1.2.1. 学理基础：建构主义与情境学习理论的支撑

本范式深深植根于建构主义学习理论与情境学习理论。建构主义认为,学习并非知识的被动接收,而是学习者在与环境的互动中主动建构意义的过程。这对应了本范式中“学生作为主动建构者”的核心定位。情境学习理论进一步指出,知识与能力是在具体的实践活动中,在与“实践共同体”的互动中得到发展的。这为本范式强调通过“国家重大需求案例”和“准工程环境”来创设学习情境,提供了直接的理论依据。因此,本改革旨在将传统的“去情境化”知识传授,转变为在真实的、富有意义的工程与社会情境中进行知识建构与价值体系。

1.2.2. “四维”动态转化机制阐释

“价值-思想-知识-能力”四维并非线性排列,而是在特定的教学情境催化下,形成一个相互触发、循环强化的动态生态系统。其内在转化机制可阐释如下:

(1) 从“知识”到“思想”:情境中的意义建构与模式抽象。当学生不是在孤立记忆“留数定理”的公式,而是在“计算芯片电磁干扰积分”这一具体情境中应用该定理时,抽象的数学工具便获得了具体的物理意义(如表征能量或噪声)。在反复解决此类问题的过程中,学生逐渐从具体案例中抽象出“化整为

零、抓住奇点”的普遍思维策略。这一过程正是建构主义所描述的,从具体经验中形成高级认知图式(思想)的过程。

(2) 从“思想”到“能力”与“价值”:实践共同体中的身份认同与价值内化。当学生运用“化整为零”等思想方法,成功解决一个简化版的国产芯片设计难题时,他不仅锻炼了工程能力,更在心理上融入了“国家科技攻关者”这一实践共同体。此时,学习的社会文化属性显现。成功解决问题的成就感、对知识威力的切身感受,以及与教师、同学围绕“卡脖子”难题展开讨论所营造的责任氛围,共同催化了科技报国使命感(价值)从外部倡导到内在认同的转化。这完整体现了情境学习中“合法的边缘性参与”向核心成员身份过渡,并接纳共同体价值观念的过程。

因此,本范式的精髓在于,通过精心设计的、融合了国家战略需求与个人成就感的复合情境,将“知识学习”嵌入“思想淬炼”,将“能力训练”升华为“价值认同”,最终实现育人目标的整体达成。

2. 系统重构与方法创新

2.1. 教学内容的三重解构与多维融合实践

为实现四维协同目标,必须对传统教学内容进行系统性、结构性重构。我们提出了历史性、哲学性、应用性三重解构与融合的实践路径:

(1) 历史性维度的融合,旨在揭示知识产生与发展的脉络。在讲授每个核心概念时,追溯其历史渊源与关键人物。例如,在引入复数时,详细阐述从卡丹诺的“诡辩量”到高斯的复数平面表示法的认知飞跃,让学生理解科学突破往往需要打破思维定式;在介绍傅里叶变换时,讲述傅里叶级数理论从备受争议到被广泛接受的曲折历程,展现科学发现的真实图景。这种历史叙事不仅增加了课程的趣味性,更培养了学生的历史思维与批判精神。

(2) 哲学性维度的挖掘,致力于提升课程的思维深度。将课程中的核心数学概念与方法提升到哲学方法论的高度进行阐释:柯西积分公式所体现的“局部决定整体”思想,是整体与局部辩证关系的生动例证;留数定理将复杂积分转化为对奇点的分析,体现了抓住主要矛盾的思维方法;保角映射通过保持角度实现复杂区域的简化,展示了“在变化中保持结构”的转化智慧。通过这种哲学提炼,帮助学生建立跨学科的思维框架。

(3) 应用性维度的拓展,着力彰显课程的现实价值。构建了覆盖“基础应用-前沿应用-大国工程应用”三个层次的案例体系。基础应用如利用留数定理计算实积分,巩固理论方法;前沿应用如讲解快速傅里叶变换(FFT)在5G通信、人工智能语音识别中的关键作用;大国工程应用则深度结合国家重大需求,如打造“国之重器中的复变”案例库:

案例1(留数定理与芯片设计):讲解在计算超大规模集成电路中电磁干扰的积分时,如何利用留数定理高效计算索末菲积分,链接我国芯片产业自主创新的“卡脖子”难题。

案例2(保角映射与航空设计):详析儒可夫斯基变换如何将圆映射为机翼剖面,用于飞机气动外形设计与优化,讲述中国大飞机C919研发中的相关故事。

案例3(拉普拉斯变换与火箭控制):分析运载火箭姿态控制系统的传递函数建模、稳定性判据(极点分布)与校正设计,融入航天精神教育。这些案例使抽象数学与科技前沿、国家战略紧密相连,极大增强了学生的学习意义感。

2.2. “情境-探究-创造”教学模式的实施策略

与内容重构相配套,我们创新实施了“情境创设-问题探究-实践创造”的三阶段教学模式,推动教学从知识传递向知识建构转变。

情境创设阶段，教师基于真实工程问题或科学史故事，设计具有挑战性的学习情境。例如，在讲授拉普拉斯变换前，提出“如何分析一个存在初始扰动的弹簧阻尼系统的长期运动行为”这一经典动力学问题，创设认知冲突，激发探究欲望。同时，利用多媒体技术开发可视化教学资源，如动态演示解析函数的保角性、频谱分析的可视化结果等，将抽象概念直观化。

问题探究阶段，采用问题链引导的探究式学习。围绕核心知识点设计环环相扣的问题序列，引导学生自主或合作探究。例如，在傅里叶变换单元，设计问题链：信号为何可以分解？分解的数学基础是什么？频谱的物理意义如何？吉布斯现象说明了什么？通过逐层深入的问题，推动学生主动建构知识体系，培养探究能力。课堂组织形式也从单一的教师讲授转变为小组研讨、案例分析、模拟计算等多种形式相结合。

实践创造阶段，强调学以致用与创新创造。设计多层次、开放性的实践项目：基础性项目如利用MATLAB编程实现常见函数的傅里叶变换并分析其频谱特性；综合性项目如给定一组实验测得的振动信号，分析系统可能的故障频率；创新性项目则鼓励学生结合自身专业兴趣，探索复变函数或积分变换在某一特定领域的创新应用可能性。这些项目不仅巩固了理论知识，更培养了学生的工程实践能力与初步的科研素养。

2.3. 核心案例深度剖析：“留数定理与国家芯片设计”教学实录

为具体呈现“四维协同”范式的实施路径，本节以一个完整教学案例进行深度剖析。该案例面向电子信息工程专业大二学生，课时为2学时。

2.3.1. 情境创设与问题提出(价值引领与知识锚定)

教学材料(PPT 开场): 展示中国芯片产业发展的对比图(依赖进口 vs.自主研发突破)，并引用行业报告指出：“高性能芯片设计中的信号完整性分析，常归结为计算复杂边界下的电磁场积分，这是影响国产芯片迭代速度的瓶颈之一。”

教师引导语: “同学们，今天我们暂离纯数学的复平面，进入芯片的微观世界。一个看似简单的干扰问题，在数学上可能对应一个无法用牛顿-莱布尼茨公式直接求解的复杂积分。我们能否运用复变函数的力量，为国家解决这个‘算得慢’的难题打开一扇窗？”

设计意图: 从国家重大战略需求切入，瞬间建立学习的现实紧迫感与意义感(价值)，并将抽象的留数定理与具体的工程瓶颈(知识的应用点)紧密锚定。

2.3.2. 问题探究与知识应用(思想升华与能力形成)

任务单(核心问题链):

1. 模型转化: 将某类芯片互连线的电磁辐射问题，简化为计算实积分 $I = \int_{-\infty}^{\infty} \frac{\cos x}{x^2 + a^2} dx$ (a 为物理参数)。提问：“该积分在实数域直接求解的困难是什么？”(引导学生认识到奇点与无穷区间带来的困难。)

2. 策略构思: 回顾留数定理。提问：“如何构造一个复变函数和闭合路径，使该实积分成为其一部分？”(思想：将实问题复化，构造围道)

3. 协作求解: 学生分组讨论，尝试构造复变函数 $f(z) = \frac{e^{iz}}{z^2 + a^2}$ 及上半平面大半圆围道。教师巡视指导，聚焦于奇点识别与留数计算。

4. 思想提炼: 待各组得出结果后，教师总结：“我们通过‘围道积分’实现了对无穷实轴的‘包围’，通过‘留数’抓住了奇点这一主要矛盾。这就是用‘复变’驾驭‘实难’的威力所在。”(思想明确化：迂回包抄，抓主要矛盾)

设计意图：通过环环相扣的问题链，驱动学生主动运用知识解决简化版真实问题。在探究中，数学工具升华为“迂回包抄”的解题哲学(思想)，分析、建模、计算的核心能力得到综合训练。

2.3.3. 思政融合与总结延伸(价值内化)

课堂讨论：教师提问：“今天这个简化模型，距离真实的 EDA (电子设计自动化)软件还有多远？”引导学生认识到工业软件的复杂性与系统性，进而指出：“我国 EDA 软件的突破，正是由无数个这样的数学难点突破累积而成。每一位学好《复变》的同学，都可能在未来为此添砖加瓦。”

学习产出与评价：

课后作业：要求学生撰写一份简短的“技术笔记”，内容包括：① 积分计算过程；② 对“留数定理在本例中体现的数学思想”的阐述；③ 谈谈对“基础数学工具在解决国家‘卡脖子’技术中作用”的认识。

评估量规(部分)：

评价维度	优秀标准(示例)
知识应用	计算过程准确、规范，围道构造合理。
思想阐述	能清晰概括“复化”、“抓奇点”的思想，并与具体步骤对应。
价值体认	能结合案例，真诚表达对基础学科支撑作用的认知，或产生进一步探索的兴趣。

2.3.4. 案例反思

本案例完整演绎了“四维协同”的过程：以芯片自强的价值诉求为起点，驱动学生深入学习并应用留数定理知识；在解决实际问题的过程中，提炼出普适的数学思想与方法论；最终，通过在“国家科技攻关”这一宏大情境中的成功体验与反思，强化了责任担当与专业自信，促进了价值的内化。教学材料、任务单与评估量规的配套使用，使得这一模式具备了可迁移、可复制的实践价值。

3. 评价改革：发展性评价体系的构建与实施

为适应新的育人目标与教学模式，必须对评价体系进行同步改革。我们构建了过程性、表现性、发展性三位一体的综合评价体系，推动评价从注重知识记忆向注重能力发展与价值内化转变。

过程性评价(占比 40%)覆盖学习全过程，包括在线学习参与度、课堂研讨表现、阶段性项目报告等。其中特别重视学生在小组讨论中提出的创新观点、在项目实践中展现的解决问题能力，而不仅仅是作业的正确率。

表现性评价(占比 30%)通过口试、案例答辩、实践操作等形式，直接考察学生的高阶思维能力。例如，在口试中设置开放性情景问题，观察学生如何运用课程思想方法分析陌生问题；在案例答辩中，评估学生综合运用知识解决复杂工程问题的能力。

终结性评价(占比 30%)改革期末考试命题思路，显著减少单纯的计算题，增加综合应用题和开放分析题。综合应用题要求学生在复杂情境中识别问题、选择并运用合适方法；开放分析题则可能要求学生论述某一数学思想对自身思维方式的启发，或分析课程知识在某一国家重大工程中的潜在应用价值。这样的考核方式，有效引导了学生的学习方向与深度。

4. 实践成效、深度反思与未来展望

经过三个学年、覆盖八个专业、超过两千名学生的教学实践，改革取得了显著成效。定量数据显示：实验班学生的课程平均成绩提升约 12%，在综合应用型题目上的得分率较对照班高出 25 个百分点；问卷

调查表明,92%的学生认为课程“显著提升了我的科学思维能力”,88%的学生表示“对数学在工程中的应用有了全新认识”,85%的学生认同“增强了科技强国的责任感”。定性观察发现,学生在后续专业学习、学科竞赛和毕业设计中,表现出更强的系统建模能力、创新意识和解决复杂工程问题的自信心。

深度反思教学实践,我们认识到成功的关键在于把握好了几个重要关系:一是把握好了知识传授与价值引领的主次关系,价值引领如盐在水,融入知识载体而非简单附加;二是把握好了教师主导与学生主体的互动关系,教师从讲授者转变为设计者与引导者;三是把握好了理论深度与应用广度的平衡关系,避免因过度强调应用而削弱理论根基。

展望未来,课程改革将继续向纵深发展:一是开发智能化教学辅助系统,基于学生学习数据提供个性化学习路径与资源推荐;二是构建跨校课程思政联盟,共享优质案例资源,开展协同教研;三是拓展国际化视野,在比较中提炼中国工程教育基础课程思政的特色与优势,为世界工程教育提供中国方案。通过持续创新,使《复变函数与积分变换》这门传统课程焕发新时代活力,真正成为培养担当民族复兴大任卓越工程人才的坚实基石。

5. 结论

《复变函数与积分变换》课程的四维协同思政育人改革,是一次从教育理念到教学实践的全面革新。它证明,理工科基础课程的思政建设不是外部强加的任务,而是课程自身育人功能的内在要求与升华。通过价值、思想、知识、能力的深度融合,通过历史、哲学、应用维度的系统重构,通过教学方法和评价体系的配套创新,传统数学课程完全可以成为启迪智慧、塑造价值、培养创新能力的生动课堂。这一改革实践不仅为同类课程的建设提供了可操作的范式参考,更为新工科背景下如何培养德才兼备的卓越工程人才贡献了重要的理论思考与实践智慧。在科技自立自强的时代征程中,基础课程的教学创新任重道远,值得持续探索与深化。

基金项目

感谢河北省自然科学基金(No. A2023202024)和国家自然科学基金青年项目(No. 12301537)的支持!

参考文献

- [1] 高举中国特色社会主义伟大旗帜 为全面建设社会主义现代化国家而团结奋斗——在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告[N]. 人民日报, 2022-10-26(001).
- [2] 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(2): 131-134.
- [3] 吴伟. 新工科背景下复变函数与积分变换融合课程思政的教学探究[J]. 大学教育, 2023(14): 105-107.
- [4] 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(6): 86-90.
- [5] 罗燕, 石砦, 姜彦武, 等. 新形势下应用型工科基础课混合式教学改革[J]. 农业工程, 2023, 13(7): 123-126.
- [6] 胡恩明, 郭文莉, 周健儿. 人才培养模式改革研究与实践[M]. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [7] 蓝新华. 新时期大学数学课程教学改革与实践探究[J]. 教育现代化, 2018, 5(51): 49-50.
- [8] 马荣, 张硕. 大学数学课程泛在教学模式的探索与实践[J]. 高等数学研究, 2025, 28(5): 36-38+85.