

Research on the New Paradigm of Higher Mathematics Teaching Centered on Cultivating Innovation Ability

Zhen Jin Xiaofang Deng

1. School of Arts and Sciences Guangzhou Maritime University, Guangzhou, Guangdong, 510725, China
2. College of Artificial Intelligence Guangzhou Maritime University, Guangzhou, Guangdong, 510725, China

Abstract

Against the backdrop of the deep integration of new engineering and innovation and entrepreneurship education, advanced mathematics, as a core basic course for cultivating talents in science and engineering, urgently needs to shift its teaching paradigm from knowledge transmission to the empowerment of innovation capabilities. Based on constructivism and the theory of inventive problem-solving (hereinafter referred to as TRIZ), this paper proposes the conception of a three-in-one teaching model of “teaching - competition - project” for the cultivation of innovation ability in advanced mathematics. It aims to consolidate innovative thinking through classroom teaching, drive problem awareness through subject competitions, and promote in-depth exploration and the transformation of achievements through scientific research projects. Achieve a spiral ascent of knowledge, ability and value. Through the two-stage four-integration teaching design, the competition real questions and scientific research cases are decomposed in reverse into micro-projects and embedded in the course progress.

Keywords

Innovation ability; The “Trinity Teaching Model”; Teaching of Advanced Mathematics

以培养创新能力为核心的高等数学教学新范式研究

金珍¹ 邓小方²

1. 广州航海学院文理学院, 中国·广东 广州 510725
2. 广州航海学院人工智能学院, 中国·广东 广州 510725

摘要

在新工科与双创教育深度融合的背景下, 高等数学作为理工类人才培养的核心基础课, 其教学范式亟需从知识传递转向创新能力赋能。本文基于建构主义与发明问题解决理论(以下简称为TRIZ), 提出面向创新能力培养的高等数学‘教学-竞赛-项目’三位一体教学模式的构想, 以课堂教学夯实创新思维, 以学科竞赛驱动问题意识, 以科研项目促进深度探究与成果转化, 实现知识—能力—价值的螺旋上升。通过两阶段四融合教学设计, 将竞赛真题与科研案例反向拆解为微项目, 嵌入课程进度。

关键词

创新能力; 三位一体教学模式; 高等数学教学

1 引言

在当前高等教育不断深化改革的背景下, 传统教学模式已难以满足新时代对创新型人才培养的迫切需求。为提升学生的创新意识与问题解决能力, 越来越多的高校开始探索将TRIZ引入教学实践中。TRIZ作为一种系统化的创新方法论,

强调问题的本质分析与解决路径的科学构建, 已在工程技术、产品研发等领域取得显著成效。近年来, TRIZ在教育教学改革中的应用潜力逐渐受到关注。“教学—竞赛—项目”三位一体的核心在于课堂、竞赛与科研项目目标同向、资源共用、评价联动, 通过将数学建模竞赛、大学生创新创业训练计划及教师科研课题一并纳入教学流程, 打破传统知识—习题—考试的封闭循环^[1]; 赵利娟等随后以 OBE 成果导向为纲, 从学习目标—教学活动—成果评价三维度细化了创新能力指标体系, 为模式落地提供了可测、可评、可改进的量化框架^[2]。张建军等进一步融合五星教学原理, 构建问题驱动+同伴研讨+建模实战三段式研究性课堂^[3]。在教学—竞赛—项目一体化框架中, 课堂、竞赛与项目三端被打通为一条循序渐进的创新能力生长链^[4]; 以竞赛为基础, 搭建校赛—

【基金项目】广州市高等教育教学质量与教学改革工程项目(项目编号: 2024YBJG051); 广州市教育科学规划 2025 年度课题(项目编年: 202419648, 202419707)。

【作者简介】金珍(1982—), 女, 中国浙江诸暨人, 博士, 副教授, 从事信息融合与决策支持研究。

省赛—国赛—美赛四级联训平台，形成选拔—培训—参赛—跟踪—孵化五环节闭环，指导教师借助赛后诊断报告精准反哺课堂教学^[5]；进一步地，把竞赛中涌现的潜在学术增长点与大创计划及教师科研课题进行对接，开设高阶建模工作坊，引导学生沿课程项目→竞赛项目→科研成果梯度递进^[6]。在教学模式的效果评估维度上，该模式对创新潜能与学业成就的双增效应在统计层面得到了验证^[7]；深度访谈与焦点小组资料显示，学生普遍感受到课堂案例即竞赛真题、竞赛作品可延伸为科研项目的顺畅体验，专业认同度与团队协作意愿显著增强^[8]。

2 理论基础

“教学—竞赛—项目”三位一体模式并非三类活动的简单拼接，而是将多元理论熔铸成一条逻辑严密、层级递进、可操作的创新赋能链。

建构主义学习观奠定了整个模式的认知论底座。知识不是教师传递的客观实体，而是学习者在真实情境中通过协作与对话主动建构的个人意义系统。高等数学期被学生视为抽象符号游戏，根源恰在于情境缺失与意义断裂。为此，本文提出把数学概念还原到学科竞赛或科研前沿的具体问题场景，使学生面对卡脖子式真实任务，在“做中学”中体验符号背后的认知价值。

TRIZ 创新方法为“如何建构”提供了系统化的思维工具箱。TRIZ 先用功能分析锁定问题本质，再用矛盾矩阵把经验冲突上升为标准参数冲突，学生每遭遇一次数学模型—工程约束冲突，即重复一次 TRIZ 流程，教师则把矛盾矩阵改造成数学—工程双语模板，将高数中的极值、逼近、变换等核心概念对应到发明原理，实现知识—方法双重固化。

共同体理论解决了“谁来一起建构”的社会结构难题。课堂共同体负责概念奠基与身份启蒙，竞赛共同体通过真题即课题提供合法的边缘参与，科研共同体则以导师制和真实项目赋予学生充分的核心参与权。

知识—能力—价值螺旋模型将上述认知、方法与社会的多维建构整合为可观测的成长轨迹。三阶段呈螺旋上升，每经过一次教学—竞赛—项目循环，学生的认知结构、方法熟练度与身份认同同步升级，形成学得会—用得会—创得新的可持续创新生态。

建构主义提供情境与意义，TRIZ 提供方法与路径，共同体提供身份与资源，KCV 提供评价与迭代，四者耦合为一个自洽的理论整体，既回答了“为什么”要打破课堂边界，也指明了“如何做”才能在高数课堂中长出创新能力，从而为“教学—竞赛—项目”三位一体模式奠定了坚实而灵动的理论地基。

3 模式构建

本节系统阐述“教学—竞赛—项目”三位一体教学模式的核心构成与运行机制（见图1）。该模式并非三者的简单

叠加，而是以建构主义学习理论和 TRIZ 创新方法论为双轮驱动，以创新能力为内核，构建的一个目标统一、内容融通、过程衔接、功能互补的有机生态系统。

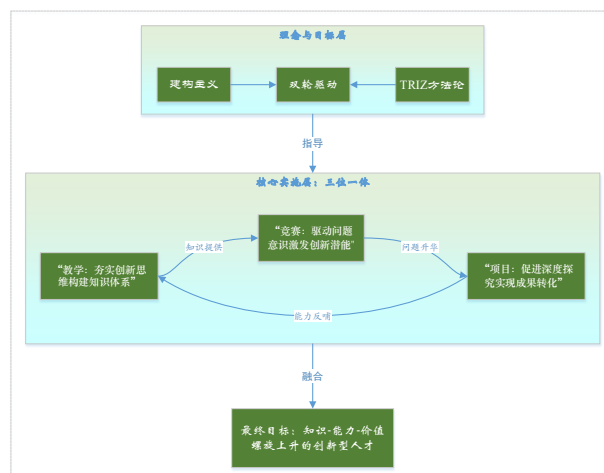


图1 “三位一体教学模式”的核心构成与运行机制

本文提出的教学模式遵循以学生为主体、创新为导向、能力为核心的根本理念。建构主义强调知识不是被动接收，而是学习者在与环境的交互中主动建构的。因此，教学模式必须为学生创设一个能够激发探究、协作和意义建构的真实学习情境。本模式的课堂教学、竞赛实践与项目探究正是为学生搭建三个情境复杂度和开放性逐级提升的建构场域。TRIZ 理论为解决创新性问题提供了系统化的工具。我们将其精髓引入教学，包括（1）引导学生认识到任何知识与技术都在不断进化，培养学生的发展性思维。（2）用于解决高等数学中复杂的应用题和建模问题，将模糊的需求转化为清晰的工程参数，并寻找创新性解决方案，从而系统化地培养学生的问题分析与创新思维能力。最终实现学生从知识到能力再到价值的螺旋上升。

课堂教学是本教学模式的基础，其功能从知识传递转向思维赋能。将课程周期划分为基础夯实与创新拓展两个阶段。第一阶段确保核心概念、理论与计算技能的牢固掌握。第二阶段则侧重于理论的外延、应用与交叉。讲解极限、微积分等概念时，融入其发展史中的关键思想冲突，培养学生的科学思辨能力。在讲解导数、积分、微分方程时，引入 TRIZ 的矛盾概念。例如，将如何求不规则图形面积转化为测量精度与操作简便性的矛盾，引导学生体会从割圆术到定积分思想飞跃中的创新规律。将全国大学生数学竞赛、数学建模竞赛中涉及高等数学核心知识的经典题目进行拆解、简化，设计为课堂案例或课后探究题，让学生直面具有挑战性的真实问题。从教师科研或前沿科技中提炼微案例，反向拆解为高等数学问题，让学生直观感受数学的威力。广泛采用翻转课堂、问题驱动学习等混合式教学，将部分知识点制作成微课，课堂时间则用于小组讨论、案例分析与微项目汇报，彻底实现以学生为中心。

学科竞赛是本教学模式的催化剂和试金石，其功能驱动学生从解题向解决问题转变。面向大一学生，组织校内高等数学竞赛，重在检验基础、激发兴趣、发现苗子。鼓励学有余力的学生参加数学建模竞赛、挑战杯等更高层次赛事，需要综合运用多学科知识，锤炼团队协作与复杂问题求解能力。系统收集竞赛中暴露出的知识盲区、思维短板，作为课堂教学内容重构的重要依据。同时，竞赛真题经过处理后，反哺课堂教学，形成教学为竞赛奠基，竞赛为教学导航的良性循环。

科研项目是模式的升华器，其功能是让学生在真实的科研情境中完成知识的内化、迁移与创新。将竞赛中具有前瞻性的优秀方案进行深度孵化，转化为可持续研究的科研项目。将课堂中引入的科研案例进一步拓展，形成开放性的研究课题。吸纳优秀学生进入教师科研团队，承担与高等数学基础密切相关的子课题研究。项目小组实行导师负责制，遵循选题立项 - 文献调研 - 方案设计 - 探究实施 - 总结答辩的基本科研流程。强调学生在其中体验完整的科研链条，并鼓励将成果转化学术论文、专利或软件著作权。

如图1所示，教学、竞赛、项目三者并非线性排列，而是相互渗透、相互支撑的协同关系。课堂教学为参与竞赛和项目提供了必需的知识与思维工具。竞赛则作为一个高压力的问题筛选器，将那些具有研究价值和挑战性的问题筛选出来，并激发学生深入探究的欲望，自然流向科研项目。在科研项目中获得的新见解、新方法可以成为竞赛中克敌制胜的利器。而项目与竞赛中积累的宝贵经验、经典案例和暴露的共性问题，又源源不断地反哺课堂教学，使其内容始终紧跟前沿。

综上，本文所构建的“教学 - 竞赛 - 项目”三位一体教学模式，绝非简单的环节拼凑，而是一场以创新能力为内核、对高等数学教育进行系统性重塑的深刻变革。它通过课堂教学的知识重构，为学生打下创新的思维根基，通过学科竞赛

的实战驱动，点燃学生探索未知的问题意识，通过科研项目的深度探究，引导学生完成从知识应用到知识创造的飞跃。

4 结语

本文提出的教学模式有效破解了传统高等数学课堂中“知识—能力—价值”相互割裂的长期难题。通过将情境化微项目、竞赛化真实题目与科研硬性需求反向嵌入教学过程中，学生不再是仅被动接受符号演算的观众，而是成为主动创造数学知识的主角，学习动机实现了从应试导向到创造导向的根本转变。TRIZ创新方法与建构主义情境的无缝融合，使创新思维成为可教授、可训练、可评价的认知技能。不仅降低了创新学习的门槛，也为跨学科迁移提供了通用方法，显著提升了学生应对复杂问题的信心与综合能力。

参考文献

- [1] 张建军,乔松珊.以创新能力为导向的研究性教学模式改革与实践——以高等数学为例[J].高等数学研究,2024,27(04):71-73+86.
- [2] 赵利娟,王理峰.探究“双高”背景下高职数学与专业融合创新能力培养教学模式[J].科技风,2024,(29):120-122.
- [3] 张建军, 乔松珊. 对分课堂与五星教学融合的高等数学创新教学设计[J]. 高等数学研究, 2023, 26(2): 45-49.
- [4] 刘今子,郭立丰.数学建模竞赛驱动下的创新创业能力培养模式研究——基于全国大学生数学建模竞赛培训[J].创新创业理论与实践,2020,3(04):131-132.
- [5] 李绍文,高昂.基于学科竞赛的创新人才培养模式研究与实践[J].创新创业理论研究与实践,2024,7(10):132-136.
- [6] 郭连红,金迎迎.赛教融合模式在高等数学课程教学改革中的实践研究[J].牡丹江教育学院学报,2024,(10):58-62.
- [7] 伍文彬.以学生为中心的高等数学教学模式改革与效果测评[J].科教导刊,2025,(05):34-36.
- [8] 惠小健,王震,章培军等.以数学建模竞赛为牵引的大学生数学应用能力培养探索与实践[J].科技风,2022,(11):49-51.