

提升数学专业研究生科研创新能力的研究导向教学

王佳伏*, 胡海军

长沙理工大学数学与统计学院, 湖南 长沙

收稿日期: 2025年7月14日; 录用日期: 2025年8月13日; 发布日期: 2025年8月21日

摘要

针对当前研究生科研创新能力培养的问题,总结了数学专业研究生基础课研究导向教学的改革实践经验。基于问题导向的教学方式,结合费曼学习法,引入“以教代学”的研讨式教学模式,变学生的被动学习为主动学习。通过变革考核方式,重点考核学生运用所学知识解决问题的能力,从源头上提升学生的科研创新能力。

关键词

研究导向, 费曼学习法, 研讨式教学, 科研创新能力

Research-Led Education to Improve the Research and Innovation Ability of Mathematics Postgraduates

Jiafu Wang*, Haijun Hu

School of Mathematics and Statistics, Changsha University of Science and Technology, Changsha Hunan

Received: Jul. 14th, 2025; accepted: Aug. 13th, 2025; published: Aug. 21st, 2025

Abstract

For the problems in cultivating graduate students' research and innovation ability, we summarize the practical experience of research-led teaching in basic courses for graduate students majoring in mathematics. Based on the problem-led teaching method and Feynman learning method, the teaching

*通讯作者。

mode of “teaching instead of learning” is introduced to change students’ passive learning into active learning. By changing the assessment methods, we will focus on assessing students’ ability to solve problems by using what they have learned, so as to enhance students’ research and innovation ability.

Keywords

Research-Led, Feynman Learning Method, Teaching by Discussion, Research and Innovation Ability

Copyright © 2025 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, 习近平总书记对研究生教育工作做出重要指示强调: “研究生教育在培养创新人才、提高创新能力、服务经济社会发展、推进国家治理体系和治理能力现代化方面具有重要作用” [1]。创新是国家发展战略, 是国家各项事业发展的基础。2021年中央人才工作会议提出要培养大批不同层次各领域创新型人才, 使我国建设成为创新型国家[2]。作为国家创新体系的重要组成部分, 高等院校承担着知识创新、技术创新等创新型人才培养的重要任务[3]。高等教育的内涵式发展战略对创新型人才培养的要求日益凸显[4] [5]。研究生是高等院校推进科研创新的主要力量, 研究生科研创新能力培养至关重要。作为国家经济社会发展的中坚力量和高层次人才, 研究生具备高学历的同时, 更应具备较强的科研创新能力 [6]。

尽管我国研究生教育已为社会培养了大批量的高层次人才, 但仍然存在研究生创新意识弱、创新能力有待提高、创新成果较少等问题[7]-[11]。通过多年的实际培养, 发现数学专业研究生在校期间基础知识学习偏少, 基本功不扎实, 学习很被动。独立思考理解能力不够, 创新能力的数学素养不够。

研究导向教学, 目的在于改变传统的学生被动接受式的学习模式, 而以学习者为中心, 以研究、探索作为学习的主要方法。教师以激发学生兴趣和动力, 增强学生的“参与性”和“体验性”, 减少教师机械的知识传递[12]。

数学专业研究生的基础课如《泛函分析》《常微分方程定性理论》和《泛函微分方程》等具有理论知识密集的特点, 考核具有非常客观的性质, 较少有个人主观发挥。这些课程中的知识属于经典的理论知识, 具有较少的时代特点。然而, 上述数学专业研究生的基础课程的教学目标是使学生对基本理论具有较深刻的理解和运用, 这就意味着一些华而不实的教学技术很难达到这样的教学目标[6] [12]。因此, 数学专业研究生的基础课程的教学通常是传统的, 甚至需要以黑板板书为主, 逐步给出重要定理的证明过程。

可操作的地方不多, 并不意味着我们不能进行研究导向教学。研究导向教学不一定非要学生进行多么深入的亲身操作, 也不一定非要组织学生进行课下的“小组项目研究”。所以, 研究导向教学关键在于教学思想上是否贯彻“探索式学习”的思想[13]。

2. 方法与路径

下面以我校数学专业研究生基础课程《常微分方程定性理论》的教学为例, 具体阐述研究导向教学在提升数学专业研究生科研创新能力中的改革实践经验, 本课程所选用的教材见文献[14]。

2.1. 问题导向, 启发式地引入问题, 探索式地解决问题

《常微分方程定性理论》基础课通常是按照逻辑关系层层递进的知识顺序授课的, 每次课都涉及多个较难的知识点。学生往往在一节课中间就走神了, 整个逻辑链一断, 后面就不知所云了。一次课下来(两节课共 90 分钟), 学生两眼一抹黑, 不知道老师讲了什么, 也不知道授课目的在哪里。

因此, 学生只有首先明确核心问题所在, 才能在课堂上做到心中有数, 不至于迷失, 又能对知识的目的性非常清楚, 印象深刻。那么, 应该在课前设计什么样的问题, 学生才会去思考? 是否可以布置学生思考一个定义, 或者推导一个定理? 通常情况下, 这样的问题只会让学生敬而远之, 因为它们太抽象、学术性太强。

什么样的问题符合数学专业研究生基础课程研究导向教学的要求呢? 通过《常微分方程定性理论》基础课的教学, 我们发现问题一定要和学生足够“近”, 让学生有“亲切感”和“代入感”。例如, 在《常微分方程定性理论》的第一次课上, 我们给学生举了与实际生活相关的描述传染病传播规律的传染病常微分方程模型和描述振子运动规律的弹簧振子模型, 并给出了这两个实际模型的详细推导过程。针对这两个模型, 提出了与本课程各章相关的一些思考题:

- 1) 模型有什么样的常值解(奇点)? 这些常值解具有什么样的性质? (这个问题对应第一章中奇点的局部结构);
- 2) 模型是否有周期解? 如果有, 这些周期解具有什么样的性质? (这个问题对应第二章中极限环);
- 3) 模型的全局动力学是怎样的? (这个问题对应第三章中平面系统的全局结构)。

问题提出以后, 本课程的教学紧紧围绕这些问题进行展开, 且在教学过程中始终将所学知识与上述问题联系起来, 阐述所学知识对于解决上述问题的作用, 进一步让学生明白为什么要学习这些知识, 引导学生探索式地解决上述问题。通过这种教学方式, 激发学生兴趣和动力, 增强学生的“参与性”和“体验性”。由于解决这些问题没有现成的答案, 甚至有的问题目前在学术界都悬而未决, 因此这些问题提出将有助于提升学生的科研创新能力。

2.2. 采取研讨式教学, 变被动学习为主动学习

把“授之以鱼”的教学方式转变为“授之以渔”的教学方式, 引导学生的主动参与。学生仅仅学习《常微分方程定性理论》课程本身的知识对于提升科研创新能力的作用甚微, 而让学生通过这门课程的学习掌握一种较好的学习方法则更加重要。科研创新源于对现有知识的深刻理解, 研究生科研创新能力只有在运用知识解决问题过程中才能得到更好提升。本课程尝试将费曼学习法贯穿在教学环节中。通过《常微分方程定性理论》课程的教学实践, 费曼学习法可以有效提升研究生的科研创新能力。

费曼学习法是由诺贝尔物理学奖得主理查德·费曼提出的一种高效学习和记忆知识的方法。费曼学习法核心理念在于“以教代学”, 即通过教学或分享的方式来加速和加深学习理解。费曼认为, 如果一个人不能用简单的语言解释某件事, 那么这个人可能还没有真正理解它。类似地, 如果学生不能用通俗易懂的语言解释某个定义或某个定理, 那么学生可能还没有真正弄懂这些知识点。我们经常说“看三遍不如讲一遍”, 其意思是指对知识的理解仅有“看进去”(输入)的过程还远远不够, 只有通过自身的加工后“讲出来”(输出)才是真正的掌握。

在《常微分方程定性理论》的教学环节中, 我们精心挑选了一些知识点让研究生提前精读并在课堂上讲解, 比如某个定义的阐述或某个定理的证明。由于学生需要汇报的内容不多, 因此要求学生汇报的时间控制在 10 分钟左右。同时, 课前教师对学生汇报的内容更需要做充分准备, 甚至需要熟悉多本教材对同一个定义的解释, 对同一个定理的多种证明方法, 这样才能更加清楚学生对知识点的理解和掌握程度。

为了进一步调动学生的积极性, 我们把学生汇报的情况作为平时成绩评定的一个重要依据, 主要考查学生是否认真准备, 汇报中是否有自己的理解, 更关注学生是否有自己的创新性想法。通过这种教学方式, 一方面提升学生的积极性和主动性, 另一方面进一步激发学生科研创新能力。

这种“以教代学”的教学方式对于提升学生的学习主动性和科研创新能力效果显著。有的学生由于准备充分, 板书在课前也反复打磨, 讲解也非常清晰, 讲完后还能获得台下学生赞许的掌声。这就进一步激发了学生学习的主动性, 同时也为其他学生树立了标杆。遇到一些不太容易理解的问题, 学生也积极参与讨论, 有些问题就是在学生相互讨论中解决的。此外, 由于学生学习的积极性和主动性提高了, 他们也不迷信书本了, 并对书中的一些内容大胆质疑, 比如证明方法的优劣, 书上的一些印刷错误等。

2.3. 变革考核方式, 变死记硬背为活学活用

研究导向教学能否真正提升研究生的科研创新能力, 非常关键的一个环节就是课程的考核方式。本课程考核分成两部分: 平时表现和期末检测。

平时表现主要考核学生讲解情况和平时课堂参与讨论情况。因此, 每位学生讲解了自己准备的知识点后, 我们设计了总结点评环节, 每次大概 5 分钟左右。“总结点评”阶段是整个教学过程中的升华, 也是研究导向教学成功的先决条件。教师需要对学生讲解内容有回应和反馈, 发现学生讲解过程中的优点, 指出不足与改进措施, 带来个人学习能力的转变和综合素质的提升。

期末检测重点考核学生利用本课程所学知识解决问题的能力。传统的考核方式主要从教材上选取一些有代表性的习题或作微小改编后的习题作为检测题, 每道题基本都有现成的答案, 学生只需把教材后的习题弄懂, 甚至把答案背下来, 就能轻轻松松通过期末检测且还能得高分。然而, 这种考核方式对于学生科研创新能力的提升帮助到底有多大? 显然, 这种考核方式即使有作用, 但也不会太大, 甚至还有可能抹杀学生的科研创新能力。因为书本上没有提供的答案学生一般都不敢写, 更不敢想, 主要担心自己的考核成绩。

《常微分方程定性理论》课程的期末检测中, 我们基本不用教材后的习题作为检测题, 而是从学术研究前沿中出题, 从实际生活中出题, 题目也相对灵活, 可以选取题目中的一些问题进行解答。这些题一般没有现成答案, 甚至有的题暂时还没有完整答案。而且, 我们考查学生重点不是看最后答案, 而是看利用所学知识解决问题的能力。

通过考核方式的变革, 启发学生在学习过程中将所学的知识和技能进行整合应用, 甚至进一步引导学生通过主动寻找解决问题所需的新知识以及新技能等, 从而充分调动学生参与研究的积极性和主动性。

3. 结果与分析

如何来评估研究导向教学效果的好坏? 这需要引入更严谨的评估方法。研究导向教学的效果不会立即体现出来, 往往需要一定时间的沉淀和积累。因此, 我们侧重对学生的学习成果进行测试评估, 收集并分析课程报告, 评估学生课程报告中解决问题的数量和质量, 解决问题方法的优劣性。同时, 也重点评估学生申请立项研究生科研创新项目情况和发表学术论文的数量和质量。通过这些科研产出的数据, 利用定量和定性结合的方法来论证教学效果。

经过两年多的改革实践, 数学专业研究生基础课的研究导向教学取得了良好效果。学生通过自己的主动学习和思考, 改正教材中的印刷错误 10 余处。以《常微分方程定性理论》课程所学知识和方法为基础, 学生申请并立项研究生科研创新项目 2 项。在阅读文献过程中, 学生能积极主动提出问题并大胆地解决问题, 在国际国内知名期刊《SIAM Journal on Applied Mathematics》《Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation》《应用数学学报》上发表了高质量的学术论文。

数学专业研究生的研究导向教学的改革实践表明, 研究导向教学的关键, 是老师换位思考。数学专业研究生科研创新能力的提高, 教学技术是次要的, 教学思想是首要的。教师需站在学生的角度思考如何让学生掌握有效的学习方法, 而不是一味地以教师固有的学科观点来传授知识。知识固然重要, 但更重要的是让学生变被动学习为主动学习, 让学生获得持续性的学习兴趣和动力, 让学生具有运用所学知识创新性地解决问题的能力。

4. 讨论与展望

研究导向教学任重道远, 特别是数学专业研究生的研究导向教学。在改革实践过程中, 数学专业研究生的研究导向教学有其自身的局限性。首先, 该教学模式比较适合小班授课(10 人左右), 不适合在人数较多的班级推广, 人数较多将导致“以教代学”的学习方式无法进行, 且“总结点评”也无法开展, 因为课程课时有限而且可以选为适合学生讲解的知识点也有限。其次, 研究导向教学受课程性质的限制, 通常在应用性较强的课程如《常微分方程定性理论》中的效果较好, 但在偏向理论的课程如《泛函分析》中不易开展, 主要原因是这类基础课程在实际中的应用问题通常具有较大的挑战性。最后, 研究导向教学的效果与教师的投入密切相关, 目前能让教师专心投入研究导向教学的保障力度还非常有限。

因此, 为了更好提升数学专业研究生的科研创新能力, 需要学校、培养学院和教师等多方面的配合, 并加大对研究导向教学的投入。

基金项目

湖南省学位与研究生教学改革研究项目, 项目编号: 2022JGYB158。

参考文献

- [1] 习近平对研究生教育工作作出重要指示强调: 适应党和国家事业发展需要培养造就大批德才兼备的高层次人才[N]. 人民日报, 2020-07-30(01).
- [2] 孙锐. 新时代人才强国战略的内在逻辑、核心构架与战略举措[J]. 人民论坛·学术前沿, 2021(24): 14-23.
- [3] 李鸿志, 冀振元, 张云, 等. 基于科技创新精英团队建设的研究生创新能力培养研究[J]. 工业和信息化教育, 2020(9): 1-5.
- [4] 王颖, 刁丽颖, 苗海霞. 科研机构研究生教育管理模式的演变剖析——以中国科学院所属研究所为例[J]. 研究生教育研究, 2020(6): 1-6.
- [5] 王战军, 张微, 于妍. 实现战略转型, 加快研究生教育改革发展[J]. 研究生教育研究, 2021(2): 1-6.
- [6] 鲁圣军, 何敏. 研究生创新能力培养探究[J]. 教育教学论坛, 2019, 18(4): 91-94.
- [7] 彭曙蓉, 苏盛. 研究生创新实践能力培养模式的研究[J]. 创新创业理论研究与实践, 2022, 5(19): 139-141.
- [8] 李霄鹤, 李房英, 任维. 以创新能力培养为目标的研究生“科技论文写作”课程模块设计——基于模块化教学模式的借鉴与探索[J]. 黑龙江教育(理论与实践), 2022(10): 81-85.
- [9] 陈李斌, 银召霞. 新时代研究生创新能力培养路径构建研究[J]. 陕西教育(高教), 2022(9): 48-50.
- [10] 袁翔, 江旭恒. 以科技竞赛为载体的理工科研究生创新能力培养分析[J]. 高教学刊, 2022, 8(14): 29-32.
- [11] 许祥云, 杨小茹. 硕士生基础性科研素养形成机制与提升路径实证研究[J]. 研究生教育研究, 2021(4): 31-39.
- [12] 张晓军, 席西民, 赵璐. 研究导向型教育: 以学生为中心的教学创新及案例[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
- [13] 王贺元. 数学专业研究生创新能力培养模式的探索与实践[J]. 辽宁工业大学学报(社会科学版), 2016, 18(4): 111-113.
- [14] 钱祥征, 戴斌祥, 刘开宇. 非线性常微分方程的理论方法应用[M]. 长沙: 湖南大学出版社, 2006.