

以教促学：费曼学习法赋能高中生数学自主学习的模式构建研究

万晶，寇玉漠，董金辉*

黄冈师范学院数学与统计学院，湖北 黄冈

收稿日期：2025年11月4日；录用日期：2025年12月5日；发布日期：2025年12月16日

摘要

针对当前高中数学教育中学生主体性缺失、高阶思维训练不足等问题，构建以费曼学习法为核心的自主学习路径，旨在引导学生从被动接受转向主动建构。该路径该方法以“以教促学”为核心理念，通过“概念 - 模拟讲授 - 评价 - 简化”四个环节，引导学生在知识输出中深化理解、发现认知盲区、完善思维结构。在教学实施中，坚持学生主体与教师引导相统一、过程评价与素养发展相结合的原则，通过问题链驱动深度思考、创设安全包容的表达氛围、实施分层任务促进个性发展等策略，推动学生从被动接受者转变为主动建构者，有效提升其对数学本质的理解深度、元认知能力及自主学习素养，为实现从“知识传授”到“素养培育”的课堂转型提供实践方案。

关键词

以教促学，费曼学习法，高中数学，自主学习，教学模式

Enhancing High School Students' Autonomous Mathematics Learning through the Feynman Technique: A Model Construction Study

Jing Wan, Yumo Kou, Jinhui Dong*

School of Mathematics and Statistics, Huanggang Normal University, Huanggang Hubei

Received: November 4, 2025; accepted: December 5, 2025; published: December 16, 2025

*通讯作者。

Abstract

Addressing prevalent issues in high school mathematics education such as the lack of student agency and insufficient training of higher-order thinking skills, this study constructs a self-directed learning pathway centered on the Feynman Technique. This model is designed to guide students in shifting from passive knowledge reception to active knowledge construction. Grounded in the core principle of "Learning through Teaching", the pathway operationalizes through four key phases: Concept Identification, Simulated Explanation, Evaluation & Reflection, and Simplification & Consolidation. This process guides students to deepen their understanding while explaining concepts, identify cognitive gaps, and refine their thinking frameworks. In practice, the implementation adheres to the principles of unifying student autonomy with teacher guidance and integrating process evaluation with competency development. Specific strategies include employing problem chains to drive deep inquiry, fostering a safe and inclusive environment for expression, and implementing tiered tasks to cater to personalized development. Collectively, these measures facilitate the student's transformation from a passive recipient to an active constructor of knowledge, effectively enhancing their depth of understanding of the nature of mathematics, metacognitive abilities, and self-learning competencies. This provides a practical blueprint for transitioning the classroom from a model of "knowledge transmission" to one of "core competency cultivation".

Keywords

Learning through Teaching, Feynman Technique, High School Mathematics, Self-Directed Learning, Teaching Model

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

党的二十大报告为基础教育改革指明了“落实立德树人”的根本方向，教育部《基础教育课程教学改革深化行动方案》进一步强调应“变革教与学方式”，突出学生主体地位[1]。《普通高中数学课程标准(2017年版2020年修订)》也明确提出，应着力发展学生的自主发展能力与沟通合作能力[2]，与“立德树人”的根本任务高度契合。

然而，当前高中数学课堂仍普遍以讲授式为主，学生被动接受知识，机械训练盛行，思维培养不足，难以形成系统数学思维与自主学习能力，无法适应新课改与终身发展的要求。

在此背景下，探索能够有效促进学生自主发展的课堂教学模式，成为推动高中数学改革、落实核心素养培育的迫切课题。费曼学习法以“以教促学”为核心理念，通过概念、模拟讲授、评价与简化四个环节，推动学生在主动输出中深化理解、在自我解释中发现认知漏洞、在循环往复中完善知识体系。该过程不仅有助于学生夯实数学基础，更有助于培养其元认知能力、逻辑思维与表达交流能力，为应对前述现实问题、实现真正的自主发展提供了可行路径。

因此，本研究以立德树人为根本导向，结合新课程理念，致力于构建基于费曼学习法的高中数学自主学习教学模式，旨在通过优化教学过程，引导学生主动思考、积极探究，实现从“知识传授”到“能力培养”和“素养形成”的根本转变，为培育全面发展的时代新人提供具体的实践方案。

2. 费曼学习法的理论基础与教育价值

2.1. 费曼学习法的内涵解析

费曼学习法是由诺贝尔物理学奖得主理查德·菲利普斯·费曼总结的一种高效学习方法，其核心思想是“通过教学来促进学习”[3]。可以概括为四个核心步骤：

- 1) 概念(Concept): 确定要学习的概念或知识点，在纸顶部写下概念名称，并罗列所有关联知识点。
- 2) 模拟讲授(Teach): 假装向一个完全不懂的人，比如小孩，用最简单的语言和例子解释这个概念，避免使用专业术语。
- 3) 评价(Review): 回放“教学”过程，标记出解释模糊处、逻辑跳跃点以及无法回答的提问，这些就是知识盲区，回到原始资料重新学习，直到能清楚解释。
- 4) 简化(Simplify): 将知识提炼成更简洁、直观的版本，通过类比或图表等方式辅助理解，让完全不懂的人也能复述出核心逻辑。

2.2. 教育理论支撑

2.2.1. 建构主义理论与知识主动建构

建构主义理论强调，学习不是知识的被动接收，而是学习者基于已有经验主动建构意义的过程[4]。在费曼学习法的框架下，学生通过“概念理解”环节对数学知识进行初步加工，在“模拟讲授”环节中尝试用自己的语言重新组织表达，这正是知识主动建构的典型表现。当学生试图将抽象的数学概念转化为他人能够理解的形式时，必须经历个人认知结构的重组与深化，这一过程高度契合建构主义所倡导的“知识是由学习者主动建构”的核心观点。同时，该方法通过“评价反思”与“简化表达”环节，推动学生不断修正和完善自己的认知结构，实现从表层理解到深度掌握的转变，充分体现了建构主义理论中“学习是认知结构持续变革”的本质特征。

2.2.2. 元认知理论与学生自我监控

元认知理论强调学习者对自身认知过程的意识和监控能力，是促进深度学习的关键因素[5]。在费曼学习法的实施过程中，元认知能力的发展贯穿始终，成为提升学生自我监控水平的重要途径。

在“模拟讲授”环节，学生需要清晰表达思维过程，当出现表述困难时会自然触发对知识掌握情况的反思，实现实时自我诊断。在“评价”环节，通过自我审视和他人反馈，学生从多维度评估理解深度与表达效果，持续调整学习策略。在“简化”环节，将复杂概念转化为通俗表述的过程，既深化了内容理解，又培养了基于对象的元认知表达能力。

2.2.3. 输出驱动假说与学习效能提升

输出驱动假说强调，语言输出不仅是学习的结果，更是推动学习的重要动力。这一原理在数学学习中同样适用——知识输出不仅是学习成果的展示，更是深化理解、提升学习效能的关键环节。

传统数学教学中，学生大多处于被动输入状态，而费曼学习法通过“模拟讲授”这一核心环节，促使学生完成从知识接受到表达输出的转变。这一过程通过三个机制提升学习效能：首先，输出触发注意功能，帮助学生在讲解中发现知识盲区；其次，输出具有检验功能，通过听众反馈验证理解准确性；最后，输出促进元语言反思，在优化表达中深化对概念本质的理解。

2.3. 在数学自主学习中的独特价值

费曼学习法在促进高中生数学自主学习方面展现出三个维度的独特价值，这些价值既体现于认知发展层面，也体现在情感态度与能力素养层面。

1) 深化概念理解，促进知识结构化

费曼学习法通过“以教促学”的机制，有效推动学生对数学概念的深度理解。当学生尝试向他人解释一个数学概念时，必须经历从表面认识到本质把握的思维跃升。例如，在讲解“函数单调性”时，学生不仅需要记住定义，更要理解其几何意义、代数特征以及与其他函数性质的联系。这种讲解的准备过程促使学生主动构建知识网络，将零散的知识点整合成有机的体系[6]。同时，“简化”环节要求学生提炼概念的核心要素，这过程本身就是对知识结构的再组织和再深化，有助于形成长期稳定的知识结构。

2) 激发学习动机，提升主体参与度

该方法通过角色转换和任务驱动，有效激发了学生的内在学习动机。与传统课堂中被动接受不同，学生在“模拟讲授”环节成为知识传播的主体，这种角色转变带来了显著的心理效应。为胜任“小老师”的角色，学生表现出更强的学习主动性和责任感。实证观察显示，参与费曼学习法实践的学生在课前准备阶段投入的时间明显增加，课堂参与质量显著提高。更重要的是，成功的讲授体验带来的成就感会转化为持续的学习动力，形成“努力准备 - 成功讲授 - 获得满足 - 更愿投入”的良性循环。

3) 培养思维品质与表达能力

费曼学习法为培养学生的综合素养提供了独特路径。在“评价”环节，学生需要对自己的思维过程进行审视和调整，这直接促进了批判性思维和元认知能力的发展。同时，将抽象的数学思想转化为通俗易懂的语言表达，这一过程同时锻炼了逻辑思维、语言组织和人际沟通能力。例如，学生在解释“导数概念”时，不仅要理清其数学内涵，还要寻找恰当的生活实例进行类比，这种训练促使数学思维与表达能力协同发展。长期实践表明，参与该学习模式的学生在数学语言的准确性、逻辑推理的严密性以及表达的系统性方面都表现出明显进步。

这三个方面的价值相互支撑、彼此促进，共同构成了费曼学习法在数学自主学习中的独特优势。它不仅关注学生对具体知识的掌握，更着眼于学生终身学习能力的发展，与新课程理念强调的核心素养培养高度契合。通过这一方法，学生得以在掌握数学知识的同时，发展出可持续的自主学习能力，为未来的学术发展和终身学习奠定坚实基础。

3. 高中生数学自主学习的现状与核心困境

当前高中数学教学在培养学生自主学习能力方面收效甚微，其根源在于以下三个相互关联的核心困境，共同构成了学生从被动接受转向主动建构的系统性障碍。

1) 知识输入与输出失衡，抑制深度内化

当前教学体系存在严重的“输入 - 输出”结构失衡。课堂时间被教师的单向讲授与学生的机械练习大量占据，学生作为知识容器，持续进行信息输入，却极度缺乏解释、讨论、应用等关键的输出环节。这种结构性缺失导致知识难以在学生认知中实现有效内化和迁移，理解多停留于表层。长此以往，不仅批判性思维与创造性解决问题的能力发展受限，学生也更易形成对教师讲解与标准答案的路径依赖，自主学习的动机与能力双双弱化。

2) 自主探究与元认知训练缺位，阻碍思维发展

教学过程的过度结构化压缩了学生自主探究与反思的空间。从课堂到课后，密集的讲授与重复性作业挤占了学生进行深度思考、自我质疑与策略调整的必要时间。元认知训练的系统性缺位，使得学生普遍缺乏对自身学习过程的监控与评估能力，难以发现认知漏洞，更无法优化学习策略。这导致学生的学习停留在“知其然”的层面，既丧失了探究的兴趣，也未能形成反思的习惯，从根本上阻碍了其作为终身学习者所需的关键思维品质的发展。

3) 教学引导与评价机制单一，制约素养形成

在教学引导上，方法单一问题突出，教师往往侧重于知识的单向传递，而缺乏对自主学习策略(如何提问、如何梳理知识结构)的系统性指导。即使学生有自主学习的意愿，也常因方法缺失而陷入盲目和低效。在评价机制上，“重结果、轻过程”的导向依然坚固，评价聚焦于解题答案的正误，而非思维过程与策略运用。这种导向使学生过度关注最终结果，倾向于记忆解题模版而非理解数学本质，其自主学习过程中的努力与进步难以被看见和激励，从而缺乏持续探索的内在动力。

4. 以费曼学习法为核心的高中数学自主学习模式构建

4.1. 模式构建原则

本模式的构建遵循以下三项基本原则，确保费曼学习法与数学自主学习的有机融合具有科学性、可操作性和实效性。

1) 学生主体与教师主导相结合

本模式始终坚持学生在学习过程中的主体地位，同时充分发挥教师的主导作用。在费曼学习法的实施过程中，学生是知识的主动建构者、讲解者和评价者，通过自主探究、模拟讲授等环节实现深度学习。教师则作为学习的设计者、引导者和促进者，通过精准的任务设计、适时的点拨指导和有效的反馈评价，为学生的自主学习搭建支架、指明方向。二者的有机结合既避免了传统教学中教师的过度包办，也防止了放任自流的自主学习，确保教学过程的优质高效。

2) 过程性与发展性相统一

本模式特别关注学生学习的过程体验与长远发展的辩证统一。在过程性方面，注重对学生在概念建构、模拟讲授、评价反思等环节中的具体表现进行跟踪与评估，强调思维过程的可视化和可改进性。在发展性方面，着眼于学生数学核心素养的持续提升，通过系统的训练促进其自主学习能力、逻辑思维能力和表达能力的全面发展。这一原则要求评价体系不仅关注学生对特定知识的掌握程度，更要重视其在学习过程中表现出的能力增长和思维品质提升。

3) 个体学习与协作学习相互促进

本模式巧妙平衡个体学习与协作学习的关系，实现二者的相互促进。在个体学习层面，强调每个学生都必须独立完成对核心概念的理解和内化，培养其独立思考和自主探究的能力。在协作学习层面，通过小组讨论、互评互议等形式，创设学习共同体，让学生在思维碰撞中拓展视野，在互助合作中共同进步。这种个体与协作的有机结合，既尊重了学生的个性差异，又发挥了集体智慧的优势，使学习既是个体的认知建构过程，也是社会的互动建构过程。

这三项原则相互支撑、彼此呼应，共同构成了本模式的理论基础和操作指南，为后续具体的流程设计和实施策略提供了明确的方向指引。

4.2. 操作流程设计

基于费曼学习法的核心理念，本研究构建了包含四个阶段的高中数学自主学习操作流程，形成一个螺旋上升的循环学习系统。

第一阶段：自主建构——理解与梳理

在此初始阶段，学生独立面对核心数学概念或问题。教师提供基础性的学习指引和资源支持，包括关键问题清单和精选学习材料。学生需要自主研读教材，查阅相关资料，尝试从多角度理解概念内涵，并建立新旧知识间的联系。此阶段强调个人对知识的初步消化与整合，学生通过笔记整理、思维导图绘制等方式构建个人化的知识框架，为后续的讲解输出奠定坚实基础。这一过程着重培养学生信息提取、独立思考与知识组织的能力。

第二阶段：模拟讲授——阐释与输出

学生进入知识外化阶段，以“小教师”身份向同伴或小组展示前一阶段的所学所思。讲解过程要求脱离讲稿，使用自己的语言，并力求逻辑清晰、表达准确。听讲者扮演“新手学习者”角色，负责提出疑问、指出模糊之处。这一输出过程强制学生理清思路、组织语言，将内隐的理解转化为外显的阐述。通过尝试教会他人，学生能够迅速暴露理解上的盲点和误区，为深度修正提供明确标靶。

第三阶段：评议反思——回溯与修正

本阶段聚焦于基于反馈的认知调整。在讲授结束后，立即开展多层次评议：包括讲解者的自我剖析、听讲同伴的具体反馈以及教师的专业点拨。评议内容应具体指向概念理解的准确性、逻辑推理的严密性、表达方式的清晰度等方面。学生根据收到的反馈信息，返回原始学习材料，有针对性地重新学习存在问题的环节，修正错误认知，弥补理解漏洞。这一反思性实践是促进深度学习的关键环节，推动学生从“知道”走向“明白”。

第四阶段：简化内化——提炼与迁移

作为流程的升华阶段，学生需要对所学内容进行本质把握与创造性转化。在充分理解的基础上，提炼核心思想，尝试用更精炼的语言、更直观的图表或更贴切的类比来重新表述复杂概念。进而，将新知应用于新的问题情境，完成知识的迁移运用，解决变式问题或实际应用问题。这一过程促使学生超越表层记忆，达成对数学思想方法的深刻领悟，并将新知识稳固整合到已有的认知结构中，实现真正的内化与掌握。

四个阶段环环相扣，构成一个完整的学习闭环。学生通过“建构—输出—反思—内化”的螺旋式上升过程，不仅深化了对数学知识的理解，更重要的是逐步掌握了高效自主学习的方法与策略。

4.3. 实施策略建议

为确保费曼学习法在高中数学自主学习中的有效实施，提出以下三项关键策略：

1) 搭建问题链引导深度思考

教师需要精心设计递进式的问题链，以此引导学生的探究方向。问题链应遵循由表及里、由浅入深的原则，从基础性概念理解逐步延伸至综合性应用。例如在讲解函数性质时，可依次设置“如何从图象判断单调性”、“如何用代数方法证明单调性”、“单调性在实际问题中有何应用”等环环相扣的问题。这些问题既要能激发学生的认知冲突，又要留有足够的思考空间，促使学生在寻找答案的过程中自然而然地展开深度学习。同时，问题设计应注重数学思想方法的渗透，引导学生体会知识背后的数学本质。

2) 创设开放包容的表达环境

建立安全、支持性的课堂氛围至关重要。教师应当明确传达“重视思考过程胜过结果”的评价理念，鼓励学生大胆表达，即使是不成熟或错误的想法也值得被倾听。在实施过程中，可采用“思考—配对—分享”的模式，先给予个人思考时间，再进行小组交流，最后开展全班讨论，这样既能保证每个学生都有表达机会，又能通过同伴互助提升表达质量。对于学生的讲解表现，教师要善于发现闪光点，采用“优点+建议”的反馈方式，既保护学生的积极性，又指明改进方向。

3) 设计分层任务促进个性发展

针对学生个体差异，设计具有弹性的分层任务体系。基础层任务面向全体学生，确保掌握核心概念与基本方法；提高层任务针对学有余力的学生，侧重知识拓展与综合应用；挑战层任务则为具有特殊潜质的学生设计，注重创新思维与探究能力的培养。例如在学习数列时，可设置“理解等差数列通项公式”、“探究等差数列前 n 项和与函数关系”、“研究斐波那契数列性质”等不同层级的探究主题。学生可根据自身情况选择适当层次的任务，并在完成过程中获得个性化发展。

这三项策略相互配合，共同构建支持学生自主学习的教学环境。问题链设计确保思维深度，开放环境保障表达安全，分层任务满足个性需求，从而最大程度地发挥费曼学习法在培养数学自主学习能力方面的效能。

5. 结语

在新时代教育改革与高中数学课程发展的双重背景下，学生自主学习能力的培养已成为落实立德树人根本任务、提升数学核心素养的关键议题。本研究立足于当前高中数学教学中“重灌输轻建构、重结果轻过程、重输入轻输出”的现实困境，将费曼学习法与数学自主学习深度融合，系统构建了“自主建构 - 模拟讲授 - 评议反思 - 简化内化”的四阶段教学模式，并围绕学生主体地位、过程性发展、个体与协作协同三大原则，提出了问题链引导、开放环境创设、分层任务设计等实操策略，为破解传统教学局限、推动教与学方式变革提供了具体路径。

从理论价值来看，本研究以建构主义理论、元认知理论和输出驱动假说为支撑，进一步丰富了“以教促学”理念在数学学科领域的应用维度，明晰了费曼学习法促进知识结构化、激发内在动机、培养综合素养的作用机制，为高中数学自主学习模式的创新提供了理论参照。从实践意义而言，该模式通过将抽象的数学概念转化为“可讲授、可评议、可简化”的具象化学习任务，让学生从被动的知识接收者转变为自主的建构者、表达者与反思者，有效弥补了传统教学中自主探究与思维训练的不足。实践表明，学生在经历“理解 - 输出 - 修正 - 内化”的螺旋式学习过程后，不仅深化了对数学概念本质的把握，其元认知能力、逻辑表达能力与自主学习意识也得到显著提升，真正实现了从“学会”到“会学”的转变。

当然，本研究仍存在一定局限。一方面，模式的有效性验证需更多跨年级、跨学情的长期跟踪数据支撑；另一方面，针对不同数学知识模块的个性化适配策略，仍需进一步细化与完善。

高中数学教育的核心不仅在于传递知识，更在于培育学生终身学习的能力与探索未知的勇气。费曼学习法所倡导的“以教促学”理念，正是这一核心目标的生动实践——它让数学学习从机械的解题训练，转变为充满思维碰撞与自我突破的成长过程。期待本研究构建的教学模式能为广大高中数学教师提供有益参考，共同推动课堂教学从“知识本位”向“素养导向”的深度转型，为培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人注入更强的数学教育力量。

基金项目

黄冈市教育科学规划课题——基于费曼学习法培养高中生数学自主学习能力的策略研究(2024JB49)。

参考文献

- [1] 中国政府网. 教育部关于印发《基础教育课程教学改革深化行动方案》的通知[EB/OL]. 2023-05-09. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/202306/content_6884785.htm, 2023-12-01.
- [2] 中华人民共和国教育部. 义务教育数学课程标准[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2020.
- [3] 理查德·费曼. 别闹了, 费曼先生[M]. 上海: 生活·读书·新知三联书店, 2005.
- [4] 施良方, 崔允漷. 教学理论: 课堂教学的原理, 策略与研究[M]. 上海: 华东师范大学出版社, 1999.
- [5] 李碧. 元认知理论在高中数学解题教学的应用[J]. 中学数学研究(华南师范大学版), 2021(16): 42-44.
- [6] 梁治明. 中学数学课堂中学生自主学习能力的培养[J]. 中国教育学刊, 2022(7): 103.