

基于费曼学习法的高中生数学学习策略优化研究

寇玉漠, 万晶, 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10月22日; 录用日期: 2025年12月31日; 发布日期: 2026年1月8日

摘要

在核心素养导向的课程改革背景下, 优化高中生的数学学习策略以提升其自主学习能力与思维品质成为重要议题。针对当前高中生普遍存在的学习策略意识薄弱、元认知调控缺失及情感支持不足等问题, 本研究探讨了将费曼学习法应用于高中数学学习的优化路径。研究首先通过两百份问卷调查分析了高中生数学学习策略的使用现状, 发现学生在认知、元认知和情感策略上均存在不足, 尤其元认知策略得分最低($M = 3.12$)。在此基础上, 构建了“理解 - 讲解 - 反馈 - 优化 - 迁移”五阶段策略优化模型, 并经过为期八周的实施。相较于对照班, 实验班学生在三类学习策略上的得分均显著提升, 验证了费曼学习法在激活学生自我调控机制、优化学习策略结构方面的有效性。

关键词

费曼学习法, 数学学习策略, 讲解式理解, 自我调控学习, 高中数学教学

Optimizing Mathematics Learning Strategies for High School Students Using the Feynman Technique

Yumo Kou, Jing Wan, Jinhui Dong*

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

Received: October 22, 2025; accepted: December 31, 2025; published: January 8, 2026

Abstract

In the context of curriculum reform oriented towards core competencies, optimizing high school

*通讯作者。

文章引用: 寇玉漠, 万晶, 董金辉. 基于费曼学习法的高中生数学学习策略优化研究[J]. 创新教育研究, 2026, 14(1): 7-13. DOI: 10.12677/ces.2026.141002

students' mathematics learning strategies to enhance their autonomous learning ability and thinking quality has become an important issue. In response to common problems among high school students such as weak awareness of learning strategies, lack of metacognitive regulation, and insufficient emotional support, this study explores an optimized approach to applying the Feynman Technique in high school mathematics learning. The study first analyzed the current usage of mathematics learning strategies among high school students through 200 questionnaires, revealing deficiencies in cognitive, metacognitive, and affective strategies, with metacognitive strategies scoring the lowest ($M = 3.12$). Based on this, a five-phase strategic optimization model—"Understanding-Explanation-Feedback-Optimization-Transfer"—was constructed and implemented over an eight-week period. Compared to the control class, students in the experimental class showed significant improvements in scores across all three types of learning strategies, validating the effectiveness of the Feynman Technique in activating students' self-regulatory mechanisms and optimizing the structure of their learning strategies.

Keywords

Feynman Technique, Mathematics Learning Strategies, Explanatory Understanding, Self-Regulated Learning, High School Mathematics Teaching

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

在《普通高中数学课程标准(2017年版2020修订)》明确指出：高中数学教学应注重学生学习能力与思维品质的提升，强调学生应能够“主动学习、自主探究、学会学习”^[1]。然而在实际教学中，许多学生依然习惯于被动接受知识，缺乏有效的学习策略，导致学习效率不高、理解不深、创新能力不足。如何优化高中生的数学学习策略，使其能够有效规划学习、监控过程、反思与迁移知识，成为当前数学教育改革的重要议题。

诺贝尔物理学奖获得者理查德·费曼认为：“高效能的学习既是有趣的，同时它的方法也是有迹可循的”^[2]，以其命名的费曼学习法是一种以主动学习和内化知识为核心的教学或学习方法，其核心观点是通过教别人来加深自己的理解，即通过将复杂的概念用简单的语言讲解出来，使学习者能够更好地掌握知识并发现自己的不足，进而不断改进，直到能够用简单的语言清晰地解释内容或概念。

费曼学习法以“讲解促进理解”为核心，主张学习者在讲解知识时通过语言表达反思自己的理解，从而实现知识的再建构。费曼学习法的核心过程包括：学习内容→讲解表达→识别漏洞→重新理解^[3]。这一过程本质上是一个持续的认知与元认知循环，与学习策略优化的目标高度契合。将费曼学习法引入高中数学学习中，有望激发学生的学习主动性，改善其学习策略使用模式，提高学习效率与理解深度。

2. 理论基础与研究框架

费曼学习法(Feynman Technique)最早由美国物理学家理查德·费曼提出，其核心思想是：“如果你不能用简单的语言解释某个知识点，那就说明你还没有真正理解它。”^[1]该方法的学习流程通常包括四个关键步骤，见图1。

在这个过程中，学生不仅被动接收知识，更通过“讲解-反馈-再理解”的循环实现知识重组与策略内化。讲解行为迫使学习者将隐性理解显性化，促进深度加工与知识迁移，从而达到学习策略优化与

认知水平提升的双重目标[2]。与传统“听-记-练”的学习方式相比,费曼学习法强调学习者的主动加工和反思性表达。在数学学习中,学生通过讲解数学概念、证明推理或题型思路,不仅加深了理解,也能意识到自身知识结构的漏洞,从而主动调整学习策略。这种学习模式与当代教育所倡导的“以学为中心”“学会学习”的理念高度契合。



Figure 1. Feynman Technique process
图 1. 费曼学习法学习流程

根据自我调控学习理论(Self-Regulated Learning Theory),学习者的学习过程包括计划-执行-反思三个阶段。在这一循环过程中,元认知监控与反馈调节是策略优化的关键。

费曼学习法通过“讲解他人”的方式强化学习者的自我监控机制:在讲解前,学生需规划内容与表达结构,激活计划策略;在讲解中,学生需要检验理解是否连贯,运用监控策略;在讲解后,学生通过同伴反馈与自我反思实现策略调整。因此,费曼学习法不仅是学习方法的创新,更是一种“强化元认知循环”的学习策略优化机制。

3. 高中生数学学习策略现状分析

3.1. 研究设计与方法

1) 研究目的:本章旨在通过实证调查了解高中生在数学学习中使用学习策略的现状,探讨其在认知、元认知与情感三个层面的特点与不足,为后续费曼学习法介入的教学设计提供现实依据。

2) 研究对象与样本情况:本研究选取某省重点高中高一与高二学生共 240 名作为调查对象,涵盖不同学业水平与性别比例。通过问卷调查与访谈相结合的方式,收集学生在数学学习过程中的策略使用情况与学习体验。问卷有效回收 230 份,有效率 95.8%。

3) 研究工具:本研究采用自编《高中生数学学习策略调查问卷》,结合 Oxford 学习策略分类和 Zimmerman 自我调控学习理论,设计三大维度共 27 个条目:认知策略维度(10 项):如归纳总结、类比学习、题型迁移等;元认知策略维度(10 项):如学习计划、自我检测、反思修正等;情感策略维度(7 项):如学习动机、自我激励、焦虑调控等[4]。

问卷采用五级李克特量表评分(1 = 从不, 5 = 总是),信度检验 Cronbach's $\alpha=0.87$,表明问卷具有良好的内部一致性。

3.2. 调查结果与分析

数据显示,高中生在数学学习策略使用方面总体处于中等水平,其中认知策略平均得分 3.48,元认知策略得分 3.12,情感策略得分 3.26。这表明学生在学习过程中能够主动使用部分策略,但整体策略意识仍不足。

多数学生在解题时倾向于使用机械重复与题型归类等传统认知策略,而在反思、监控与策略调整等元认知环节表现薄弱。

约 73% 的学生表示经常通过多做题来加深理解,但只有 41% 的学生会在学习后总结规律或制作知识

框架。这说明多数学生的认知策略仍集中于“数量积累”，缺乏“结构化思维”与“概念整合”[1]。

元认知策略得分最低($M = 3.12$)，尤其在“自我监控”和“反思调整”两个维度上存在明显短板。这表明多数学生缺乏元认知意识，不能有效规划学习进度，也未能形成持续优化学习策略的习惯。

情感策略总体水平处于中等偏下。调查发现：仅有35%的学生表示“对数学学习充满兴趣”；约54%的学生会因考试焦虑而降低学习效率；约45%的学生认为“讲给别人听会感到紧张或害羞”。情感因素成为制约学生策略使用与效果发挥的重要变量。尤其是在面对困难题型时，情绪失调往往使得学生放弃反思与坚持，进一步削弱了策略优化的动力。

结合调查与访谈结果，高中生数学学习策略存在策略意识薄弱、元认知调控缺失、情感支持不足、缺乏策略迁移能力等主要问题。这些问题的共同根源在于学生在学习中缺乏“反思-表达-修正”的过程。而费曼学习法正是通过“讲解促进理解”这一核心机制，激活学生的反思意识与自我调控能力，从而优化学习策略[5]。

4. 基于费曼学习法的高中数学学习策略优化路径

本研究在费曼学习法基础上提出“理解-讲解-反馈-优化-迁移”五阶段学习策略优化模型。

该模型以“讲解”作为驱动力，将学生从被动接受者转化为知识建构者，并通过持续反馈形成策略循环。

优化路径的总体目标是：在认知层面，促进学生由“被动听讲”向“主动重构”转变；在元认知层面，培养学生自我监控、自我评估与反思调整的能力；在情感层面，增强学生学习信心与表达动力，形成积极学习心态。

4.1. 优化路径一：构建“讲解式理解”学习模式

“讲解式理解”是费曼学习法在数学学习中的第一步，强调学生通过表达促进深度理解。与传统的“教师讲-学生听”不同，该模式让学生主动承担“讲述者”的角色。该路径实施策略：

- 1) 以问题为导向的学习设计：教师以核心概念或典型问题为驱动，鼓励学生用自己的语言讲解解决思路；
- 2) 多层次讲解任务：从“讲解概念-讲解例题-讲解思路”逐步过渡，降低难度梯度；
- 3) 讲解前准备机制：学生需提前整理知识结构、构建思维导图，以实现语言与逻辑的同步梳理。

这一过程使学生由“被动听懂”转为“主动解释”，强化了概念理解与知识关联，促进了认知策略的系统化与结构化。同时，通过讲解准备与演练，学生逐步形成“先学-后讲-再思”的学习节奏，提升了自我规划能力。

4.2. 优化路径二：建立“反思-反馈”元认知循环机制

费曼学习法的关键环节是“发现漏洞并修正”。在数学学习中，学生在讲解过程中暴露的知识空缺或逻辑断点，正是元认知监控的触发点。该路径实施策略为：

- 1) 同伴互评制度：同学之间以小组为单位互听讲解，并记录疑点、评价逻辑性与表达清晰度；
- 2) 教师诊断反馈：教师在课堂中不直接给出答案，而是通过引导性提问帮助学生自我发现错误；
- 3) 反思日志机制：学生每次讲解后撰写“学习反思日志”，包括理解不足、改进计划与心得体会。

通过讲解反馈与反思日志，学生能够识别自身理解薄弱环节并进行针对性修正，形成“自我监控-反馈修正-策略提升”的闭环。这一机制强化了元认知策略，使学生逐步具备自我调节与学习策略迁移的能力。

4.3. 优化路径三：营造“表达驱动”的学习情境

情感因素是影响学习策略持续优化的重要变量。费曼学习法倡导通过“讲解”激发学生内在动机，增强学习自信。该路径实施策略为：

- 1) 营造支持性课堂氛围：教师鼓励“讲错也有价值”，营造开放、安全的表达环境；
- 2) 多样化讲解形式：可采用口头讲解、黑板推理、视频录制、思维导图展示等多种形式，激发学生参与兴趣；
- 3) 形成正向激励机制：通过展示环节、积分评价、小组竞赛等方式提升学生讲解积极性。

学生在多次讲解过程中获得认可与反馈，形成积极的学习情绪与成就体验。这种心理正反馈不仅提升了学习动力，也促进了学习策略的稳定应用与长期内化。

4.4. 优化路径四：促进“策略迁移”与“持续应用”

费曼学习法的最终目标是促使学生将所学策略迁移到新的学习任务与问题情境中，实现策略的自主应用与灵活转化。该路径实施策略为：

- 1) 跨章节讲解训练：学生尝试将已掌握的讲解策略用于新内容，如将函数讲解方法迁移到立体几何；
- 2) 跨情境反思应用：学生在不同题型中对比使用不同策略，总结最优路径；
- 3) 策略档案建立：学生记录自己的讲解脚本、反思日志与改进计划，形成个体化学习策略档案。

学生通过迁移与持续应用实现了策略自觉化与个性化，逐步形成“自我调控 - 自我优化 - 自我延展”的学习机制。这不仅促进数学成绩提升，更重要的是增强了终身学习能力。

5. 教学实践与实施效果分析

为验证基于费曼学习法的数学学习策略优化路径的有效性，本研究在某省重点高中高一年级中实施了为期八周的教学实验。实验内容围绕“函数与导数”“立体几何”“数列”三个单元展开，重点考察学生在费曼学习法介入前后在认知策略、元认知策略与情感策略三方面的变化。

实验班与对照班各 40 人，学业水平接近。实验班采用费曼学习法导向的优化教学策略；对照班沿用传统讲授一练习式教学。采用“问卷 + 课堂观察 + 访谈 + 学业测评”的多元研究法。

5.1. 教学实践的实施过程

阶段一：导入与示范(第 1~2 周)。教师首先通过视频展示费曼学习法的流程与意义，帮助学生理解“讲解促进理解”的理念。随后，教师示范如何讲解数学概念(如“函数单调性的判定”)，并指导学生分组准备讲解脚本。

阶段二：讲解与反馈(第 3~5 周)。学生分组围绕指定知识点进行讲解，如“导函数与原函数的关系”“数列求和的三种思路”等。

实施要点：1) 每次讲解前，学生须提交“讲解提纲”；2) 同伴互评记录讲解中的错误、逻辑断点及语言表达情况；3) 教师不直接纠错，而通过启发性问题引导学生自我发现并修正。

这一阶段形成了以“学生讲解 - 同伴反馈 - 教师引导”为核心的三层反馈结构，显著提升了学生的表达与思维监控能力。

阶段三：反思与策略优化(第 6~7 周)。每名学生在讲解后撰写“反思日志”，包括三部分内容：讲解中发现的不足；后续学习改进计划；学习中使用的策略总结。教师定期点评日志，帮助学生形成“计划 - 执行 - 反思”的策略循环。

阶段四：迁移与展示(第 8 周)学生自由选择新知识点进行跨章节讲解，如将函数单调性的方法迁移至

数列求解。

通过最终展示会，学生在较开放的情境中展示学习成果，并接受同伴与教师综合评价。

5.2. 教学实施效果分析

1) 问卷前后测结果

Table 1. Comparison of pre-test and post-test questionnaire results
表 1. 问卷前后测结果对比表

学习策略类型	前测均值	后测均值	提升幅度	显著性水平
认知策略	3.45	4.11	+0.66	$p < 0.01$
元认知策略	3.18	4.03	+0.85	$p < 0.01$
情感策略	3.27	3.95	+0.68	$p < 0.01$

通过前后测比较，实验班在三类学习策略上的得分均显著提高(见表 1)。

结果显示：学生在讲解训练后更能主动规划学习内容，能够独立组织知识结构；元认知得分提升最显著，表明学生在学习过程中增强了自我监控与反思能力；学习信心与课堂参与度显著提高。对照班在各维度得分变化不显著($p > 0.05$)，说明传统教学模式未能有效促进学习策略发展。

2) 课堂观察与行为变化

课堂观察结果表明：实验班学生课堂发言次数平均为对照班的 2.4 倍；讲解过程中主动提问与质疑行为增加；小组合作氛围显著增强，学习焦虑明显降低。在讲解任务中，学生普遍展现出更高的思维灵活性。例如，一位学生在讲解“函数单调性”时，提出以图像变化趋势替代代数推理的方法，显示出策略创新能力的提升。

3) 访谈结果分析

多数学生在访谈中反馈：“讲解让自己发现原来很多公式并不真正理解”；“听别人讲时会发现自己也有相似错误”；“写反思日志让自己知道该如何改进”。教师反馈认为，学生对数学知识的掌握更加系统，课堂由“被动听课”转变为“主动探究”。

5.3. 研究结论

本研究以费曼学习法为理论基础，从学习策略优化的视角出发，探讨了该方法在高中数学学习中的应用路径与教学成效。通过文献分析、问卷调查与教学实验相结合的研究方法，获得了以下主要结论：

1) 费曼学习法契合数学学习特点，为策略优化提供理论支持。费曼学习法强调“讲解促进理解”“反思促进修正”，与数学学习的逻辑性与抽象性高度匹配。其通过“讲解 - 反馈 - 修正”的过程，促使学生在表达中深化理解，在反思中内化知识，形成主动学习的内驱机制。

2) 高中生数学学习策略存在结构性不足，亟需系统优化。调查结果显示，多数学生学习策略以机械训练和模仿为主，元认知策略薄弱，缺乏系统反思与策略迁移。情感动机方面，部分学生对数学缺乏兴趣，表现出一定的焦虑与回避心理。这为费曼学习法的介入提供了现实需求。

3) 基于费曼学习法的学习策略优化路径有效提升学生学习能力。通过“理解 - 讲解 - 反馈 - 优化 - 迁移”的五阶段策略优化模型，学生的认知、元认知与情感策略均获得显著提升。尤其是元认知调控能力的增强，使学生能够主动规划学习内容、监控学习过程并及时调整策略。

4) 本研究表明，在本次为期六周的小样本教学实验中，采用费曼学习法的课堂相比传统讲授模式，

能够显著提升学生在若干学习动机维度(如学习兴趣、自我效能感、课堂参与度)与学习策略(尤其是元认知策略与费曼式讲解行为)上的得分。研究结果提示费曼学习法可能通过满足学习者的自主性、能力感与关系性三类心理需要,从而促进学习动机的内化。

综上,费曼学习法不仅是一种学习技巧,更是一种促进学习策略循环优化的教学理念。它以“讲解-反思”为核心路径,实现了认知、元认知与情感层面的协同提升。

6. 研究局限性与展望

6.1. 研究的局限性

本研究在探索费曼学习法对高中数学学习动机与策略影响时取得了初步发现,但仍存在若干限制,需在后续研究中加以克服:

1) 样本代表性有限:本研究仅在一所重点高中中的两个班级开展,样本量有限且取样具有区域与学校类型的局限性,影响结果的外推性。实验周期为八周,难以观察到某些学习结果(如学业成绩的稳步提升、长期习惯形成)的累积效应。短期内的态度与策略变化不一定能转化为长期学业成就。

2) 测量工具单一性:本研究主要依赖问卷自评与短期学业测验,缺乏行为日志、课堂录音/视频分析或学习轨迹数据等多源证据来验证机制。自评量表可能受社会期望偏差影响。

3) 干预的教师效应与实施一致性风险:实验班的教师在实施费曼法时承担了较多自由度(任务设计、反馈强度等),不同教师的实施差异可能成为影响结果的混杂因素。

4) 未对不同学业水平学生的差异化效果进行深入分析:本研究未充分探讨费曼学习法对高、中、低学业水平学生的分层效果,可能掩盖了该方法在不同学习群体中的异质性影响。

6.2. 未来展望

基于上述局限,提出以下可行的研究方向:

扩大样本范围、实施多校重复研究:在不同类型高中(普通高中、民办高中、职业高中)复制实验,以检验方法的普适性与学校背景的调节效应。将干预延长至一个学期或一年,并进行后续追踪(如半年、1年、2年),以研究学习策略与动机变化的持续性及其对长期学业成绩的影响。增强实证方法学严谨性:未来研究可采用更严格的随机分配、大样本统计功效估计(power analysis)、并在分析中报告效果量与置信区间,以提高结论的可推广性与可靠性。

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] 中华人民共和国教育部. 普通高中数学课程标准(2017年版 2020年修订) [M]. 北京: 人民教育出版社, 2020.
- [2] 尹红心, 李伟. 费曼学习法: 用输出倒逼输入 [M]. 南京: 江苏凤凰文艺出版社, 2021.
- [3] 马莉. 以“输出”倒逼“输入”: 费曼学习法在初中历史教学中的应用 [J]. 中学历史教学参考, 2025(8): 11-13.
- [4] 廖晶. 基于全视角学习理论的数学学习策略测评指标体系重构 [J]. 数学教育学报, 2024, 33(5): 81-86.
- [5] 何木叶, 寇冬泉, 刘电芝, 等. 中国中学生数学学习策略运用的元分析 [J]. 数学教育学报, 2022, 31(2): 90-96.