

课程开发视角下“科学探究”的异化与回归

俞高甜

杭州师范大学物理学院, 浙江 杭州

收稿日期: 2025年12月24日; 录用日期: 2026年1月26日; 发布日期: 2026年2月5日

摘要

“科学探究”作为我国物理课程改革的重要理念, 自引入以来被赋予转变教学方式、提升学生科学素养的重任。然而, 在实际教学实践中, 该理念却呈现出程序化、标签化与唯器材论等异化现象, 背离了其初衷。本文基于课程与教学论视角, 运用课程开发理论中的“目标模式”与“过程模式”分析框架, 结合对一线物理教师的问卷调查与课堂观察, 系统呈现“科学探究”理念在我国物理课程中的异化表现及其深层原因。研究发现, 目标模式的路径依赖于教师对过程模式的支持缺失, 加之评价体系的制约与资源配置的不均衡, 是导致科学探究理念异化的关键因素。文章最后提出, 应重构教学文化, 提升教师专业素养, 设计并推广可操作的多元评价工具与教学设计范例, 倡导低成本、理论性探究, 推动科学教育回归思维本质, 以实现科学探究的真正育人价值。

关键词

科学探究, 课程开发, 实施异化, 目标模式, 过程模式, 物理课程改革

The Alienation and Return of “Scientific Inquiry” from the Perspective of Curriculum Development

Gaotian Yu

School of Physics, Hangzhou Normal University, Hangzhou Zhejiang

Received: December 24, 2025; accepted: January 26, 2026; published: February 5, 2026

Abstract

“Scientific inquiry” as an important concept in the reform of China’s physics curriculum, since its introduction, has been entrusted with the responsibility of transforming teaching methods and enhancing students’ scientific literacy. However, in actual teaching practice, this concept has shown

some distorted phenomena such as proceduralization, labeling, and the sole focus on equipment, deviating from its original intention. Based on the perspective of curriculum and teaching theory, this paper uses the “goal model” and “process model” analysis framework in curriculum development theory, combined with questionnaires to front-line physics teachers and classroom observations, to systematically present the distorted manifestations of the “scientific inquiry” concept in China’s physics curriculum and their underlying causes. The research finds that the path dependence of the goal model and the lack of support from teachers for the process model, along with the constraints of the evaluation system and the imbalance of resource allocation, are the key factors leading to the distortion of the scientific inquiry concept. The article concludes by suggesting that it is necessary to reconstruct teaching culture, enhance teachers’ professional qualities, design and promote operational and diverse evaluation tools and teaching design examples, advocate low-cost and theoretical inquiry, and promote the return of science education to the essence of thinking, in order to realize the true educational value of scientific inquiry.

Keywords

Scientific Inquiry, Curriculum Development, Implementation Alienation, Goal Model, Process Model, Physics Curriculum Reform

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. 问题提出

“科学探究” (Scientific Inquiry) 是过去半个世纪全球科学教育变革的核心议题[1][2]。它代表着从视科学为静态知识体系向视科学为动态探究过程的范式转变, 其根本宗旨在于让学生像科学家一样思考和实践, 从而深度理解科学本质, 发展批判性思维与创新能力。我国 2001 年颁布的《全日制义务教育物理课程标准(实验稿)》[3]首次将科学探究置于内容标准的显要位置, 2011 年[4]和 2017 年[5]的修订版课程标准持续强化了这一理念, 将其定义为“学生的学习目标”和“重要的教学方式”。

然而, 一个不容回避的现实是, 尽管顶层设计理念先进, 但“科学探究”的理想图景与课堂现实之间存在着巨大鸿沟。针对浙江、江苏两地部分中学物理教师的问卷调查(N = 237)显示, 超过 78% 的教师自认在教学中“经常”或“总是”采用固定步骤引导学生完成探究活动; 课堂录像分析(样本课例 42 节)进一步表明, 约 65% 的所谓“探究课”实质仍以教师讲解与结论传递为主导。作为师范生的我们时常倍感困惑: 为何精心设计的探究课堂往往流于形式? 为何学生依旧在按部就班, 思维并未真正被激活? 这些现象迫使我们反思: “科学探究”这一引入的先进理念, 在进入中国特定的教育文化语境和课程开发体系后, 究竟经历了怎样的“旅行”并发生了何种变异? 其异化的深层机理何在?

基于此, 本文立足于课程与教学论的研究视角, 特别是课程开发的研究范式, 旨在深度分析物理课程中“科学探究”理念的实施异化问题。课程开发范式关注课程从理论构想、目标设定、内容选择到实施与评价的全过程, 为我们剖析异化现象提供了系统的分析框架。

2. “科学探究”的引入与初衷: 一段理念“旅行”的历史脉络

要理解当下的异化, 必须追溯其源头的理想。中国“科学探究”理念的兴起在很大程度上受到国际科学教育思潮的影响, 是一次重要的理念引入与借鉴过程。

(1) 国际背景: 作为重视过程与思维的科学教育哲学

“科学探究”的理论根基可追溯至杜威的“做中学”思想[6]。但对其形成直接、巨大推动的是 20 世纪中后期美国的科学教育改革运动，尤其是 1985 年启动的“美国 2061 计划”(Project 2061) [7]。该计划在其里程碑报告《面向全体美国人的科学》中尖锐地批判了传统科学教育充斥着“淹没性的词汇记忆”，提出科学教育的重点不应是单向传递结论，而应是展现“科学事业”的探究本性。其后的《美国国家科学教育标准》(1996) [8]明确将“科学探究”定义为“科学家们用以研究自然并基于此种研究提出解释的多种不同途径”，同时也是“学生用以获取知识、领悟科学思想观念、领悟科学家们研究自然界所用的方法而进行的各种活动”。

由此可见，国际科学教育前沿语境下的“科学探究”本质是一种教育哲学的重构。它旨在：重现思维过程，让学生体验知识产生的困惑、假设、验证与修正的完整过程，理解科学的暂时性和发展性；培养科学素养：超越知识本身，关注科学思维、科学态度与科学价值观的培养；尊重主体性：强调学生的主动建构，教师扮演引导者、促进者的角色。

(2) 本土化引入：中国课程改革理想愿景

21 世纪初，为回应全球化竞争和知识经济对创新人才的迫切需求，我国启动了第八次基础教育课程改革。“科学探究”因其与素质教育、创新教育的核心诉求高度契合从国际教育经验中引入，作为改造传统授受式科学课堂的利器被写入课程标准[3]-[5]。我国物理课程标准对“科学探究”的界定体现了对其初衷的深刻理解，通常包含提出问题、猜想与假设、制定计划与设计实验、进行实验与收集证据、分析与论证、评估、交流与合作等要素。其初衷绝非仅仅增加学生动手机会，而是希望通过“探究”这一学习方式，实现从“重结论轻过程”到“重结论更重过程”的转变，最终培养出具有独立思考能力和创新精神的新一代。

然而，当一种源于强调批判反思与实践参与的文化背景的教育理念，被移植到注重知识传承效率、应试氛围和集体学习传统的教育体系中时，其固有的精神内核在落地的过程中不可避免地面临着被误解、被简化、被技术化处理的命运。

3. 实践中“科学探究”的异化表现

在具体的课程开发与教学实施环节，“科学探究”这一充满生机的理念，在强大的传统教学惯性和评价压力下，其精神内核被抽离，形态发生畸变，呈现出多种典型的异化形态。这些异化不仅是教学方法的失当，更是课程理念在实践层面被系统性扭曲的集中体现。

(1) 程序化：探究精神的机械性肢解与固化

这是最为普遍且危害最深的一种异化形式[9] [10]。前述调查中，高达 81%的教师认同“教材或教参中提供的探究步骤是教学的主要依据”。本应充满不确定性、挑战性和生成性的探究过程，被课程开发者、教材编写者和教师简化、固化为必须严格执行的“科学探究七步法”或“八步法”固定流程，即提出问题、猜想与假设、制定计划、进行实验、收集证据、分析论证、评估反思、交流合作。这种流程本意是作为思维支架，但在实践中却异化为不容置疑的操作手册和标准配方。

以人教版高中物理必修一“探究加速度与力、质量的关系”实验为例。理想的探究应源于学生对生活经验的反思：“为什么有的物体启动快，有的启动慢？改变运动的难易程度究竟与什么有关？”进而自发形成“可能与力有关，也可能与质量有关”的模糊猜想。随后，学生将面临真正的认知困境：如何测量加速度？如何提供并测量恒定的力？如何同时测量多个变量？如何设计一个公平的比较方案？这个充满试错、争论、修正的过程，正是科学思维发展的核心。而异化的现实是：教师或教材直接跳过所有思维困境，下达指令：“本次探究我们采用控制变量法。第一组，保持质量 m 不变，改变拉力 F ，用打点计时器测出加速度 a ，记录数据。第二组，保持拉力 F 不变，改变小车上砝码的质量 m ，测出加速度 a 。

最后,所有人将数据填入预设的表格,用图像法处理,得出结论 a 正比于 F , a 反比于 $1/m$ 。”在此过程中,学生无需提出真问题,猜想已被预设,方案是现成的,甚至数据分析表格和坐标纸都是统一印发的。学生的角色从主动的思考者和探索者降格为被动的操作工和数据记录员,其核心任务从“思考为什么和如何做”转变为“准确无误地完成所有步骤”。探究最具教育价值的思维不确定性和智力历险被彻底消除,科学被扭曲为一系列无需理解其意义的机械程序。

程序化探究最大的弊端在于,它用“做的流程”替代了“思的过程”。学生熟练地操作着各种仪器,填写着实验报告,但他们可能从未思考过“为什么要把小车放在斜面上平衡摩擦力?”“为什么钩码质量要远小于小车质量?”“打点计时器纸带上的点究竟揭示了什么物理图景?”等问题。探究与思维分离,动手与动脑脱节,这完全背离了科学探究的初衷。

(2) 标签化:传统灌输教学的精致化伪装

在这种异化形式下[11][12],探究不再是教学的目的,而是沦为点缀传统讲授式教学、彰显改革姿态的一枚标签和装饰品。课堂表面上具备了探究的所有形式要素,如提问、小组讨论、合作实验等等,但其内核仍是教师权威下的知识单向传递。

课堂问答本是激发思维的重要手段,但在异化的探究课堂中,教师的提问并非为了开启真正的探索,而是为了引出预设的答案。教师通过一系列精心设计的、阶梯式的小问题,构筑一条通往唯一标准答案的狭窄通道。任何偏离此路径的学生发言都会被巧妙地引导回来或直接忽略。在人教版高中物理必修三“电路中的能量”一节中,教师设计了一个“探究影响电流热效应因素”的环节。师问:“同学们,电炉丝发热时,能量从哪里来的?”(学生答:电能)。师再问:“那么,发热的多少可能和哪些输送能量的因素有关呢?”(期待答案:电流、电压、时间)。若有学生根据生活经验提出“和电阻有关,电阻大更发热”,教师可能会回应:“嗯,你这个想法有点意思,但我们先来看看课本上最核心的因素……”随后,教师迅速将讨论拉回“焦耳定律”的标准表述 $Q = I^2 R t$ 上,并对提出异见的学生不予深入探讨。这种对话本质上是苏格拉底“产婆术”的形式化应用,它以“引导”之名,行结论告知之实。

整堂课像一场排练好的剧本,师生共同上演一出“探究”的教学剧。小组讨论热闹非凡,但讨论的问题是教师指定的,结论是课本上明写的;合作实验井然有序,但每一步操作都有详细指示,不容任何创新和变通。这种形式主义的探究,比直接的讲授更具隐蔽性和危害性,因为它用一种更精致、更现代的方式,强化了教师和教材的主导地位,潜移默化地告诉学生:一切探索都必须指向那个唯一的、早已存在的真理。它本质上是一种“结论优先”教学的现代化伪装,扼杀了学生任何批判性质疑的萌芽。

(3) 唯器材论:探究范畴的片面性窄化与物化

这种观点将“科学探究”狭隘地等同于“动手做实验”,进而认为没有先进的数字化传感器、没有充足的实验器材、没有专门的实验室,就无法开展探究教学[13]。这完全忽视了科学史上大量基于思辨、逻辑推理和思想实验的理论探究的巨大价值。

这种论调将“探究”物化了,将其从一种思维方式降格为一种物质活动。它错误地认为,探究的价值存在于昂贵的器材之中,而非学生的大脑之中。这导致许多师资、设备相对薄弱的学校教师产生畏难情绪,主动放弃了实施探究教学的想法,认为条件不具备。物理学的发展史本身就是一部理论与实验交织互动的历史。爱因斯坦的“追光思想实验”和“电梯思想实验”是纯粹理论探究的典范,直接催生了相对论。伽利略通过理想斜面实验,逻辑推理而非实际操作,完美地驳斥了亚里士多德的落体观念。在课堂中,理论探究同样拥有无可替代的价值:对一道综合题的多解探讨、对一个物理概念的内涵进行深度辨析、对某一物理模型的适用条件和局限性进行批判性审视、甚至围绕一个物理难题进行激烈的辩论——这些都是极其有价值的探究活动,它们所锤炼的逻辑思辨能力、模型建构能力和批判性思维,是许多动手实验无法涵盖的。

“唯器材论”在无形中制造了一种误区，即探究是重点学校、示范学校的“特权”。这进一步加剧了教育资源认知层面的不平等，使得普通学校的教师自我设限，剥夺了学生经历高质量思维训练的机会。真正的探究，可以源于一支笔、一张纸、一个富有挑战性的问题和一群被激发起思考热情的学生。

4. 基于“课程开发”范式的深度归因分析

上述异化现象并非偶然，其根源深植于我国主导的课程开发模式及其与教学实践文化的复杂互动中。运用课程开发的理论框架进行分析，我们可以清晰地看到两条交织的线索。

(1) 目标模式的路径依赖与负面效应

泰勒的“目标模式”是现代课程开发领域影响最为深远的范式，其核心是四个经典问题：确定目标、选择经验、组织经验、评价结果。这一模式强调清晰、具体、可测量的行为目标，以及通过评价反馈来控制课程实施过程[14]。这种模式具有逻辑清晰、便于操作和管理的优点，与我国长期以来形成的课程管理体制和强调效率的教学文化高度契合。

然而，正是这种强大的路径依赖导致了探究的异化。为了便于管理和评价，复杂的、整体的、动态的探究过程被分解为七个可观察、可评估的行为指标，例如“能否提出一个问题”、“能否做出一个假设”。这本身是一种不得已的操作化处理，但在执行中，手段取代了目的。教师和学生为了达成这些可测的子目标，疲于完成每一个步骤，却忘记了所有这些步骤都是为了服务于“深度思考”这一根本目的。泰勒模式对可控性和效率的追求，无形中扼杀了探究本身应有的开放性和生成性。

尽管探究被写入课程标准，但纸笔测试仍然是评价学生学业和教师绩效的最主要、最硬性的指标。纸笔测试擅长考查探究的结论和程序性知识，却难以有效评估探究中的思维品质、批判精神和合作能力。这种评价体系迫使教师采取理性的策略：与其花费大量时间进行结果不确定的真实探究，不如进行高效、可控的“程序化探究”和“标签化探究”，以确保学生在考试中取得好成绩。目标模式中的“评价”环节，在实践中反而异化为扭曲“目标”实现的强大力量。

(2) 过程模式的实践困境与教师支持缺失

作为对目标模式的批判，英国教育家斯腾豪斯提出了“过程模式”。该模式认为，教育的本质在于引导人们探索具有内在价值的知识领域，而不是达到预设的行为结果。它强调教师作为“研究者”的角色，课程不是一套待执行的指令，而是一组可供师生共同探索的“可能性”(Provisionality)。这种模式在精神上与“科学探究”的理念高度一致[15]。

然而，期望教师在实践中扮演“过程模式”所要求的角色，在我国面临着巨大挑战。

长期以来，教师在课程体系中更多地被视为执行者而非开发者和研究者。他们习惯于依赖课程标准、教材和教参，缺乏独立设计、引导和评估开放性探究活动的专业自信与能力。开展真实的探究，对教师提出了极高的要求。它需要教师拥有广博的学科知识、精湛的教学机智、以及成熟的课堂管理能力。然而，职前培养和职后培训中，极少为教师提供这方面的系统、持续支持。当他们遇到困难时，最容易退回自己熟悉的、可控的“目标模式”窠臼。中国注重知识传承效率、考试文化和集体学习氛围的传统，与探究文化中鼓励试错、勇于质疑的精神需要一定的调适过程。同时，大班额、教学进度紧、升学压力大等现实因素，都让耗时耗力的真实探究显得奢侈而不切实际。

因此，“科学探究”的异化，本质上是“目标模式”的刚性管理与“过程模式”所需的柔性专业能力之间失衡的必然结果，并受到评价制度导向与资源配置现实的多重制约。在缺乏足够支持和缓冲的情况下，先进的过程理念坠入了僵化的目标实践框架中，被扭曲和异化是其难以逃脱的命运。

5. 结论与启示

本文基于课程与教学论的视角，结合实证调查数据，系统梳理了“科学探究”理念在我国物理课程

改革中的引入背景、理想愿景及实践过程中出现的异化现象，并从课程开发范式出发，深入剖析了异化现象的成因。“科学探究”在实践中主要表现为程序化、标签化和唯器材论三种异化形态，其根源在于我国课程体系对“目标模式”的路径依赖，评价体系对过程性素养的忽视，资源配置的不均衡，与“过程模式”所要求的教师专业能力及文化环境支持之间存在显著张力[15]。

为推动“科学探究”真正实现其育人价值，课程开发应逐步走向“目标-过程”融合模式，在明确总体目标的基础上为师生预留充分的生成空间，并提供多样化探究路径示例以支持教师灵活实施。例如，在“探究加速度与力、质量的关系”教学中，可提供从“完全开放探究”到“有结构引导”的多个教学设计层级模板，供教师根据学情选择与调整。同时，应强化教师作为课程开发者与反思实践者的专业角色，通过系统化的职前与在职培训提升其教学设计、引导与课堂调控能力。此外，评价体系也需积极变革，构建融入表现性评价、档案袋评价等多元机制，全面关注学生在探究中表现的思维品质与合作创新能力，以削弱为考而教的消极导向。课堂文化也亟待重构，教育管理者应赋予教师更多自主权，营造包容探索、鼓励质疑的氛围，宽容探究中的不确定与失败，真正让课堂成为思维发展的沃土。最后，应充分重视理论探究与低成本探究的育人价值，破除唯器材论迷思，倡导基于思维挑战、辩论和模型建构的探究形式，推动科学教育回归思维本质。

总之，我国物理课程中的“科学探究”要切实实现其立德树人、发展核心素养的初衷，需要超越表层的技术模仿，致力于深层的文化重构与系统变革，唯有如此，科学教育才能有效承担起培养时代所需创新人才的重要使命。

参考文献

- [1] Furtak, E.M., Seidel, T., Iverson, H. and Briggs, D.C. (2012) Experimental and Quasi-Experimental Studies of Inquiry-Based Science Teaching. *Review of Educational Research*, **82**, 300-329. <https://doi.org/10.3102/0034654312457206>
- [2] Lederman, N.G. (2007) Nature of Science: Past, Present, and Future. In: Abell, S.K. and Lederman, N.G., *Handbook of Research on Science Education*, Lawrence Erlbaum, 831-879.
- [3] 中华人民共和国教育部. 全日制义务教育物理课程标准(实验稿) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2001.
- [4] 中华人民共和国教育部. 义务教育物理课程标准(2011 年版) [S]. 北京: 北京师范大学出版社, 2012.
- [5] 中华人民共和国教育部. 普通高中物理课程标准(2017 年版) [S]. 北京: 人民教育出版社, 2017.
- [6] Dewey, J. (1938) *Experience and Education*. Macmillan.
- [7] American Association for the Advancement of Science (AAAS) (1989) *Science for All Americans: Project 2061*. AAAS.
- [8] National Research Council (NRC) (1996) *National Science Education Standards*. National Academy Press.
- [9] 张神根. 基于 7C 学习模式的“浮力”专题教学实践案例设计[J]. 中学物理, 2025, 43(16): 43-47.
- [10] 曾浩. 初中物理探究性实验表现性评价设计与实施——以“探究水沸腾时温度变化的特点”为例[J]. 中学物理, 2025, 43(16): 47-51.
- [11] 王志德. 探究以生为本教学理念在初中物理教学中的应用[J]. 数理化学学习(教研版), 2021(5): 25-26.
- [12] 陶雨晴. 初中物理混合式教学: 现状、问题与对策[J]. 教育进展, 2024, 14(10): 301-311.
- [13] 邹红军, 赵洪瑶. 数智时代的学习异化: 个体化、窄化与意义贫困[J]. 重庆高教研究, 2024, 12(4): 80-90.
- [14] Tyler, R.W. (1949) *Basic Principles of Curriculum and Instruction*. University of Chicago Press.
- [15] He, J. and Goto, K. (2023) Directions for Inquiry-Based Teaching in China's New Educational Era. *International Conference "New Perspectives in Science Education": Proceedings of the 12th International Conference New Perspectives in Science Education*, Florence, 16-17 March 2023, 17-20.