

Research on the reconstruction of physics experiment teaching system oriented to innovation ability cultivation

Pengcheng Xu Yunbao Zheng*

Guangdong Polytechnic Normal University, Guangzhou, Guangdong, 510665, China

Abstract

In the context of the new curriculum reform and core competency-oriented education, physics laboratory teaching should evolve beyond mere verification experiments to become a vital pathway for cultivating students' innovative awareness and scientific inquiry capabilities. Traditional experimental teaching systems fail to meet the demands of innovative talent development. This paper explores a restructured physics experimental teaching framework guided by innovation education principles. The study establishes a three-tier progressive teaching structure—"basic cognition—exploratory enhancement—innovative practice"—and proposes systematic optimization strategies for curriculum objectives, experimental content, teaching methods, and evaluation mechanisms. By introducing project-based experiments, open experiments, and interdisciplinary integrated experiments, a comprehensive teaching model combining theory and practice is developed. Research demonstrates that this framework significantly enhances students' problem-solving awareness, experimental design capabilities, and scientific thinking quality, providing actionable approaches and practical paradigms for physics education reform.

Keywords

physics experimental teaching; innovation capability cultivation; curriculum system restructuring; inquiry-based learning; teaching evaluation

以创新能力培养为导向的物理实验教学体系重构研究

许鹏程 郑允宝*

广东技术师范大学, 中国·广东 广州 510665

摘要

在新课程改革与核心素养导向背景下,物理实验教学不再局限于验证性实验,而应成为培养学生创新意识与科学探究能力的重要途径。传统实验教学体系难以适应创新型人才培养的需求。本文探讨以创新能力培养为导向的物理实验教学体系重构路径。研究构建了“基础认知—探究提升—创新实践”三层递进教学结构,并提出课程目标、实验内容、教学方法与评价机制的系统优化策略。通过引入项目式实验、开放实验与跨学科融合实验,形成理论与实践相结合的综合教学模式。研究表明,体系重构能显著提升学生的问题意识、实验设计能力与科学思维品质,为物理教育改革提供可行思路与实践范式。

关键词

物理实验教学; 创新能力培养; 课程体系重构; 探究式学习; 教学评价

1 引言

当今社会正处于由知识型教育向创新型教育转型的关键阶段,抓创新就是抓发展,谋创新就是谋未来。物理作为培养科学思维和实验能力的重要学科,其实验教学承担着连

接理论与实践、激发学生创造潜能的重要使命。然而,在现行中学和高校实验教学中,普遍存在“重结果、轻过程,重验证、轻探究”的现象。学生在实验中多为被动执行者,缺乏对实验设计、变量控制及数据分析的主动思考,导致创新能力与科学素养的培养受到制约。

高校教学大纲提出要通过实验教学培养学生的科学探究能力、创新意识与实践能力。创新导向的物理实验教学应从知识传授转向能力生成,从“给定实验”转向“问题驱动实验”,从“教师中心”转向“学生中心”。本文基于存在问题,从目标定位、内容设计、方法创新与评价体系等方面探讨物理实验教学体系的重构路径,旨在建立以创新能力培养为核心的综合化实验教学体系,为一线教学改革提供参考。

【基金项目】广东技术师范大学2025年度“实验室管理研究”项目(项目编号:25SYSGL005)大学物理实验教学改革创新研究;(2011621)光学实验室建设与管理问题及优化对策研究。

【作者简介】许鹏程(1981-),男,中国江西龙南人,硕士,工程师,从事基础力学研究。通讯作者:郑允宝(1976-),男,中国山东诸城人,博士,讲师,从事光学研究。

2 物理实验教学体系重构的时代背景与现实需求

2.1 创新型人才培养的时代诉求

新时代科技创新成为国家发展的战略支撑，对教育提出了培养学生“创新思维、实践能力与科学精神”的新要求。物理实验作为科学探究的重要载体，应承担启发思维与激发创新的功能。传统实验教学以“验证定律”为核心，难以满足学生主动发现与创新探索的需求。构建以创新能力培养为导向的实验教学体系，已成为教育现代化的重要路径。

2.2 现行物理实验教学存在的主要问题

当前实验教学普遍存在以下不足：① 实验目标偏重知识验证，缺乏创新与探究导向；② 实验内容单一，重复性高，缺乏跨学科与开放性设计；③ 教学方式以教师示范为主，学生参与度低；④ 评价体系重结果轻过程，无法全面反映学生的创新潜能。这些问题导致学生实验兴趣不足，创新意识和动手能力培养效果不理想。

2.3 创新能力导向的教学转型趋势

物理实验教学改革应以创新能力为核心目标，通过问题情境创设、项目化实验和跨学科整合实现教学模式的转型。通过引入信息技术、智能实验系统和虚拟仿真平台，可打破传统实验空间与时间限制，实现资源共享与个性化学习。教学体系的重构不仅是课程内容的调整，更是理念与结构的系统变革。

3 创新能力导向的物理实验教学目标体系建构

3.1 目标体系的多维化设计

以创新能力培养为核心的物理实验教学目标体系应突破传统的单维度技能训练，构建知识、能力、思维与价值观并重的多维框架。知识理解维度要求学生在掌握实验原理与操作规范的基础上，能够将理论知识应用于实际情境中，实现从“知其然”到“知其所以然”的转变。技能维度注重学生实验操作的准确性与数据分析的科学性，通过实践训练提升其解决复杂问题的能力。思维维度则聚焦学生的科学探究与创新思维，要求其能在实验过程中主动提出问题、设计方案并进行验证。价值观维度强调科学精神与社会责任的培养，使学生在实验活动中树立尊重事实、追求真理、勇于创新的科学态度。通过“基础—拓展—创新”三层目标递进体系，实现知识学习、能力生成与价值塑造的有机统一，推动物理实验教学由“技能训练型”向“创新实践型”转变。

3.2 从结果导向到过程导向的目标转变

传统物理实验教学普遍以实验结果的正确性作为标准，忽视了学生在实验过程中的探究思维与创新意识培养。基于创新能力导向的教学目标重构，强调实验过程的生成性与开放性，引导学生在问题探究中不断经历“发现问题—提出假设—验证假设—反思修正”的循环过程。在实验实施阶段，教师应鼓励学生自主选择实验变量与测量方法，通过不断调

整和优化方案形成对物理规律的深层理解。数据分析与反思环节不仅是结果验证，更是思维训练的关键，学生需通过对偏差原因的分析与方案再设计，强化逻辑推理与批判性思维能力。教学评价应更加重视过程中的思维表现、探究路径与创新尝试，而非仅以结果是否符合预期为依据。通过过程导向的目标转变，实验课堂将从“被动验证”走向“主动探究”，从“教师控制”走向“学生创造”，真正实现创新能力的生成性培养。

3.3 核心素养驱动下的教学目标优化

核心素养是新时代教育评价的重要标尺，物理实验教学的目标优化应以“科学思维、探究能力、创新精神与社会责任”为核心导向。科学思维的培养要求学生能以系统性、逻辑性的方法分析实验现象，并形成基于证据的判断；探究能力的强化则体现为学生能独立设计实验、提出合理假设并通过数据验证理论；创新精神体现在学生敢于突破常规、提出改进思路或构建新实验方案。与此同时，实验教学还应融入社会责任教育，引导学生认识科学技术对社会发展的推动作用，培养其服务社会、追求真理的科学伦理意识。在目标体系优化中，可采用“学科素养指标+创新能力指标”的双维评价模型，使教学目标既符合课程标准要求，又具有创新导向的实践价值。通过核心素养的牵引，物理实验教学将形成科学与人文融合、知识与能力并进、理论与实践相统一的目标体系，为创新型人才培养提供坚实支撑。

4 实验教学内容与方法的系统重构

4.1 实验内容的层级化与开放化设计

以创新能力培养为导向的物理实验教学内容设计，应打破传统“验证—巩固”单一结构，构建“基础验证—探究提升—创新实践”三层递进体系。基础实验旨在夯实学生对基本定律与实验技能的掌握，如欧姆定律、热膨胀系数测定等，强调操作规范与数据准确性。探究实验则注重科学思维的生成，要求学生在控制变量、设计方案与数据分析中形成逻辑推理与批判思维，如研究“空气阻力对自由落体的影响”。创新实验则将学生置于开放问题情境中，鼓励他们自主提出假设、设计实验装置或改进测量方法，实现知识迁移与创新实践。层级化设计不仅满足不同层次学生的发展需求，还能通过递进任务激发持续的学习动力。开放性设计强调实验问题的多解性与情境性，使学生在多维度探索中体验科学发现的真实过程，从而实现能力与思维的双重发展。

4.2 教学方法的探究化与项目化创新

在创新导向的教学体系中，实验教学方法需从“演示与模仿”转向“探究与创造”。项目式学习（Project-Based Learning, PBL）与探究式学习（Inquiry-Based Learning, IBL）是实现这一转变的重要途径。教师可通过设计真实情境问题，如“如何降低风力发电机叶片的空气阻力”或“利用日常材料构建简易测力系统”，引导学生在问题驱动下进

行探究活动。教学过程强调学生主动获取信息、独立分析与协同合作,通过方案制定、实验实施与结果展示等环节培养科学探究的完整思维链条。教师角色转变为学习的引导者与资源提供者,通过问题链追问、过程性指导与成果反思,促进学生思维的层层深入。项目化实验使学生在综合运用知识的过程中形成“问题导向—探究实践—成果创新”的学习闭环,有效提升其实验设计能力与创新思维水平。

4.3 现代信息技术的融合与拓展

现代信息技术为实验教学创新提供了强大支撑。虚拟仿真平台和在线实验室的引入,使学生可在无风险、高自由度的环境中进行复杂实验的预演与模拟,实现“虚实结合”的教学模式。例如,通过仿真平台学生可实时调整实验参数、观察现象变化、进行误差分析,从而增强实验理解与设计能力。智能实验仪器与自动化数据采集系统的应用,显著提升了实验效率与数据精度;基于传感器网络的实验管理平台可实现实时监测与自动评估。借助AI与大数据技术,系统可对学生实验行为进行多维分析,识别其在操作、分析与思维上的短板,为教师提供精准的个性化教学支持。信息化的融合不仅拓宽了教学场景,也促进了学生自主探究与创新实践的延展,使实验教学从传统“封闭课堂”迈向“智能化、数据化与开放化”的新时代,真正实现创新能力的全过程培养。

5 创新能力培养导向下的评价与反馈体系优化

5.1 建立多维度评价体系

创新能力培养导向下的实验教学评价体系应突破以往以分数为核心的单维标准,构建兼顾过程、表现与成果的综合评价结构。过程性评价着重考察学生在实验中的思维活动、合作意识及问题解决路径,关注学生的探究精神与科学方法运用;表现性评价则聚焦学生在实验设计、数据分析、逻辑论证及创新思维表达方面的综合能力,反映其在真实情境中的知识迁移与应用水平;成果性评价通过实验报告、作品展示、项目研究成果等多元形式体现学习成效。三维评价体系不仅有助于全面呈现学生的创新发展轨迹,也能为教师教学质量提供量化依据。通过多维指标量化,如“创新思维表现度”“合作探究指数”“问题解决有效性”等,可实现对学生创新潜能的动态监测与精准反馈,从而真正实现评价与教学、能力与素养的深度融合。

5.2 构建形成性与终结性评价相结合机制

创新能力的形成是一个持续生成的过程,评价体系必须兼顾发展性与结果性。形成性评价贯穿实验教学全过程,通过教师观察、学生自评与同伴互评等方式,实时捕捉学生

在实验探究中的思维进展与能力变化。其重点在于记录学生从问题提出到方案优化、从数据分析到成果反思的成长轨迹。终结性评价则在课程或实验项目结束后进行,侧重对学生综合创新能力的整体评估。通过实验作品展示、研究汇报、创新设计竞赛等形式,检验学生在真实任务情境下的综合应用与创新实践水平。两种评价的融合能实现“过程监测—终结考核—持续改进”的良性循环,既避免了结果导向的片面性,又强化了学生在学习过程中的主体参与和自我反思,实现“以评促学、以评促创”的教学目标。

5.3 强化反馈机制与教学改进循环

有效地评价离不开科学的反馈机制。建立教师与学生的双向互动反馈体系,是促进创新能力持续提升的重要保障。教师应依托数字化教学平台和学习分析系统,对学生实验数据、报告内容及课堂表现进行量化分析,生成个性化反馈报告,为学生提供针对性地改进建议。学生则可通过电子学习档案、自评问卷与小组互评,反思自身在实验思维、数据处理及创新设计方面的优势与不足。反馈结果不仅应服务于个体成长,更应成为教师改进教学设计的重要依据。通过数据驱动的教学改进循环,形成“教学—评价—反馈—再教学”的闭环机制,实现实验教学的动态优化与创新驱动。该体系的建立,使物理实验教学由静态评价转向动态管理,从经验性判断走向数据化决策,全面提升课堂教学的科学性与创新效能。

6 结语

以创新能力培养为导向的物理实验教学体系重构,是新时代教育改革的必然趋势。重构的核心在于从理念到结构的系统更新,从“知识验证”走向“思维生成”,从“操作训练”走向“创新实践”。研究表明,体系化的实验教学改革能显著提升学生的问题意识、实验思维与综合创新能力。未来,应加强课程开发与信息技术支持,构建开放共享的实验教学资源平台,推动物理实验教学由“教学改革”向“体系创新”转型,实现教育现代化背景下物理实验的育人价值最大化。

参考文献

- [1] 高健.高中物理实验教学中培养学生创新能力的策略研究[J].高考,2025,(07):101-103.
- [2] 杨冰.基于创新能力培养的高中物理实验教学模式探索[J].试题与研究,2024,(13):79-81.
- [3] 张璇,刘志勇,黄洪云.新工科背景下学生物理实验创新能力的培养与提升[J].产业与科技论坛,2023,22(17):196-198.