

Research on the Construction and Evaluation of University Physics Experiment Teaching System under the Background of New Engineering

Shiqi Liu

Liaoning Technical University, Fuxin, Liaoning, 123000, China

Abstract

The construction of new engineering disciplines requires that experimental teaching in colleges and universities be closer to engineering reality, integrate new technologies, and strengthen the cultivation of innovation capabilities. College physics experiments, as an important part of the basic engineering courses, play a core role in promoting the development of students' scientific thinking, engineering awareness and practical ability. At present, experimental courses are still insufficient in terms of content depth, experimental methods, resource integration and interdisciplinary connections, making it difficult to meet the demands of new engineering disciplines for cultivating the ability to solve complex engineering problems. Based on the new engineering concept, the university physics experiment system needs to be systematically restructured in terms of goals, contents, models, evaluations and platform construction, forming a progressive structure from basic, comprehensive to research and innovation. It should highlight engineering orientation, data analysis ability and independent exploration ability, and build a sustainable and optimized experimental teaching system to provide strong support for the cultivation of high-quality engineering talents.

Keywords

New Engineering Discipline; College Physics Experiment; Teaching system; Reform of experimental courses; Learning evaluation

新工科背景下大学物理实验教学体系的构建与评价研究

刘仕奇

辽宁工程技术大学, 中国·辽宁 阜新 123000

摘要

新工科建设要求高校实验教学更加贴近工程现实、融合新技术并强化创新能力培育。大学物理实验作为工科基础课程的重要环节,在促进学生科学思维、工程意识与实践能力发展方面具有核心作用。当前实验课程在内容深度、实验方式、资源整合和跨学科联系上仍显不足,难以满足新工科对复杂工程问题解决能力的培养需求。基于新工科理念,大学物理实验体系需从目标、内容、模式、评价与平台建设等方面系统重构,形成由基础、综合到研究创新的递进结构,突出工程导向、数据分析能力与自主探究能力,构建可持续优化的实验教学体系,为高质量工科人才培养提供有力支撑。

关键词

新工科; 大学物理实验; 教学体系; 实验课程改革; 学习评价

1 引言

大学物理实验课程长期承担着培养学生观察能力、实验技能及科学素养的基础任务,但当前工程技术发展速度剧烈提升,智能制造、信息技术、新材料、新能源等产业领域对人才提出全新要求。新工科建设逐渐成为高等教育的重要发展方向,强调以产业变革为背景,以复杂工程问题为牵引,以跨学科融合为基础,以创新能力提升为核心。在此背景下,传统物理实验教学形式难以适应数字化、智能化和工程化的教学诉求。例如,实验内容仍停留在验证性实验为主,学生

的实验设计、数据分析、工程应用关联度不足;教学方式仍以固定步骤操作为主,缺乏开放性与探索性;评价体系偏向结果评价,忽略过程性学习与创新能力表现;实验平台建设不够完善,数据资源、线上实验与远程实验利用率不高。新工科背景下构建系统化、开放化、智能化的物理实验教学体系,不仅是课程改革的核心内容,也是实现工科人才培养模式创新的基础支撑。本文在此背景下展开研究,旨在为高校构建具有时代特征的大学物理实验体系提供理论思路与实践方案。

2 大学物理实验教学体系重构的理论逻辑

2.1 新工科理念对大学物理实验提出的新要求

新工科理念强调紧密对接产业发展对人才能力的需求,

【作者简介】刘仕奇(1999-),女,中国辽宁建平人,硕士,助教,从事大学物理教学与研究。

其核心关注点包括跨学科融合意识、工程实践能力、系统思维与创新能力。大学物理实验作为工科基础课程，其教学目标不应只局限于确认物理规律，而应面向工程技术应用场景，鼓励学生基于实验数据分析复杂现象，培养解决工程问题的思维模式。新工科强调实践能力与工程综合素质，意味着实验课程需要摆脱单一的验证式模式，融入探索、改进与设计导向的任务，使学生能够在开放条件下进行自主实验方案构建与数据处理。此外，新工科理念特别强调与人工智能、大数据、智能仪器等技术深度融合，大学物理实验的技术平台也需随之转型，从传统设备向智能化测量系统、数字孪生实验环境、多源数据综合分析平台扩展，从而支撑新的教学内容与方法。

2.2 大学物理实验课程功能定位的拓展

传统的实验课程的主要功能是帮助学生理解物理概念与理论，但新工科背景下，物理实验课程承担的任务明显扩展，包括工程实践能力培养、创新思维激发、科研兴趣启蒙、协同合作能力形成等多重功能。实验课程不仅是物理学科基础的重要环节，也是学生接触科学研究方法的起点。例如通过综合实验引导学生在复杂体系中理解参数变化规律，通过设计实验培养其工程动手解决问题的能力，通过研究性实验激发学生在真实任务中的探索精神。基于新工科的人才培养目标，物理实验课程还应承担促进跨学科融合的功能，使实验内容与机械工程、电子信息技术、新材料物性研究等领域形成有效交叉。此外，实验过程强调团队协作、科学沟通、数据呈现与报告撰写等综合素质的培养，这些都使得该课程在新工科人才培养体系中具有更全面与更高阶的发展定位。

2.3 大学物理实验教学体系重构的基本原则

在新工科背景下，大学物理实验体系重构需遵循若干基本原则，以保障课程改革的系统性与科学性。首先，应坚持学习成果导向原则，通过明确能力指标、培养路径、实验层次结构，使教学体系与人才培养目标保持一致。其次，应强调整体性原则，将实验课程与理论课程、工程课程、跨学科实践课程进行统一规划，避免实验内容分散与重复。再次，应坚持开放融合原则，通过建设开放实验平台、共享仪器设备、发展线上实验资源，使实验教学突破时空限制。进一步，应遵循技术驱动原则，借助人工智能、虚拟仿真、自动化测量、数字孪生技术提升实验数据质量和学习体验。最终，还应强调过程评价与反馈原则，通过多元评价机制及时纠偏与激励，使教学体系形成动态优化的闭环。

3 新工科背景下大学物理实验内容体系的构建

3.1 分层递进的实验内容框架构建

依据新工科能力培养目标，大学物理实验内容需形成由基础实验、综合实验与研究创新实验构成的多层递进结构。基础实验侧重原理与技能训练，如机械振动、电磁测量、光学干涉与热工实验，强调精确测量与规范操作；综合实验

则通过多个参数、多个变量的关联性进行复杂实验设计，如固体物理参数测量、多维耦合系统分析、非线性过程研究等，重点培养学生跨知识整合能力；研究与创新实验则强调学生在开放条件下自主构建方案，如基于传感器的自研测量系统、基于数据模型的物理规律提取、基于工程情境的物理问题求解等，使课程具备明显的科研启发性与工程应用导向。通过这一递进式架构，实验内容能够契合学生知识结构变化，并逐步提升其实践与创新能力。

3.2 实验内容与工程应用场景的深度融合

为了满足工程教育对复杂问题解决能力的要求，实验内容必须强调工程问题导向。大学物理实验可通过引入材料性能测试、微型机电系统参数测量、光电探测技术应用、新能源材料特性分析等任务，使物理概念与工程应用建立紧密联系。此外，可将实验内容与工业案例、工程设备参数、工程工况模拟等结合，使学生通过真实问题理解实验结果的工程意义。例如研究热传导实验可与节能材料开发关联，电磁感应实验可与电机设计场景结合，光学实验可与光通信与智能传感技术联系。此类内容不仅增强学习的现实感，也提升学生对物理规律在工程中的价值认知。

3.3 数字化与智能化技术融入实验内容

在数字化背景下，物理实验内容需加入数据采集、自动测控、信号处理、仿真模拟等新内容，以培养学生的数据素养与智能仪器操作能力。通过虚拟仿真实验平台，学生可在真实实验前进行操作路径规划，提高实验效率；通过人工智能辅助数据分析工具，学生能够处理多变量数据集，学习数据降噪、拟合与模型建立，从而强化实验结果解释能力；通过物联网设备与传感器系统的接入，实验内容可以扩展至复杂系统的实时监测与分析，使大学物理实验具备智能实验室的特征。

4 大学物理实验教学模式的创新设计

4.1 基于项目驱动的教学模式

项目驱动模式强调以工程问题或科学问题为学习任务，通过设定明确目标与阶段成果，引导学生自主设计实验流程、构建测量方案与完成结果分析。与传统的步骤化实验相比，项目驱动模式能够提升学生在开放情境中的探索动力与责任意识，并促进团队协作、科学讨论与成果表达。例如，以“测量复杂系统的谐振特性”为主题的项目，可以要求学生自主选择传感器、搭建测量电路、设计数据分析程序，实现从任务提出到方案完善的全流程训练。此模式有效增强实验课程的实践深度，与工程教育认证强调的“能够完成复杂工程问题实验分析”的能力保持一致。

4.2 线上线下融合的混合式实验教学模式

混合式教学通过生活化、线上化与实体化资源有机结合，使物理实验突破空间与设备限制。线上部分可以通过虚拟仿真平台、数字孪生实验环境、在线数据分析系统等提供

重复操作与参数调节机会；线下部分则强调仪器设备的真实操作与复杂数据采集过程的体验。两者结合可使学生对实验过程、实验误差来源、设备结构与物理机理有更深刻的理解。例如，学生可在虚拟环境中模拟共振实验的参数变化，并在线下进行精细测量，最终将两种结果完成对比分析，使实验学习形成完整闭环。

4.3 面向大规模学习的智能实验教学模式

在学生规模快速扩张、实验资源配置有限的情况下，引入智能实验系统能够提升教学效率。智能实验平台可实现自动数据采集、测量过程提示、实验误差实时反馈与个性化数据分析建议，使学生在自主操作中获得及时的学习支持。智能识别技术可记录学生的实验过程，形成学习过程数据，为教师评价提供依据，实现“过程评价+行为分析”的教学优化。此模式能够在保障实验教学质量的前提下提高资源利用效率，使大规模教学与个性化培养相统一。

5 大学物理实验教学评价体系的构建

5.1 学习成果导向的多维度评价指标体系

在新工科理念引导下，大学物理实验的评价体系需要从单一的结果性判断扩展为关注学习全过程、覆盖多项能力指标的综合体系，以匹配工程教育认证中“学习成效可测量、可追踪”的要求。多维度指标体系应基于可量化、可观察、可比较的评价逻辑，将实验技能规范度、数据分析准确性、实验设计合理性、工程应用关联度以及创新意识表达等关键能力纳入评价范围。同时，将实验记录完整性、参数调整策略、实验现象解释能力等过程性因素加入考核，使学生在探索、试错与改进中的表现得到充分体现。通过将过程观察、分阶段成果、完整实验报告与展示质量等内容整合在同一框架内，可更准确反映学生在认知能力、思维深度和科学方法运用方面的真实水平，使评价体系真正具备成果导向教育的内涵与深度。

5.2 基于数据驱动的评价方法创新

依托智能实验平台、数据采集系统与学习管理系统，可构建以过程数据为核心的数据驱动型评价方式，从而提升评价的客观性、精确性与可追溯性。系统可以自动记录学生操作顺序、仪器调节路径、数据采样频率、实验误差变化趋势等关键行为轨迹，并对数据稳定性、重复性、操作规范性进行量化分析，为教师提供可靠的评价依据。在综合性或开放性实验中，学生的数据建模能力、算法选择逻辑以及数据可视化效果也可通过数字工具进行自动分析和比对，进一步丰富评价维度。数据驱动评价不仅避免人为主观偏差，还能

通过统计学生普遍的困难点与错误模式，为教学内容优化、实验指导改进及平台功能完善提供动态反馈，使实验教学形成基于证据的持续改进机制。

5.3 多元主体参与的协同评价机制

大学物理实验评价的科学性与专业度需要依托多元主体协同参与，通过教师评价、学生自评、同伴互评、行业专家评价及智能平台评价的结合，形成开放共享、相互补充的立体评价体系。学生自评和同伴互评可提升学习者的反思意识与团队责任感，使学生在交流与互鉴中理解实验质量标准；教师评价继续承担整体把控与专业引导作用；行业工程师或实验技术人员的参与可使评价标准与工程实际要求更紧密衔接，提高实验课程的工程教育价值。智能平台则通过过程数据捕捉与实时反馈补充人工评价的盲区，使实验行为表现得到更完整记录。依托此类多主体协同机制，评价结果的全面性、准确性与教育价值将显著增强，为高质量实验教学体系建设提供科学支撑。

6 结语

新工科建设中的大学物理实验教学体系改革是高校工科教育质量提升的重要抓手。传统实验教学体系难以满足新工科对创新能力、工程实践能力、问题分析能力、跨学科融合能力与数据素养的多维要求，因此必须从课程内容体系、实验教学模式、评价体系与技术平台建设等方面开展系统重构。本文通过对新工科理念与物理实验课程特征的深入分析，提出了“基础—综合—研究”递进式实验内容结构、项目驱动与智能化等多元教学模式、以学习成果为导向的多维评价体系以及数据驱动的教学闭环机制。未来，大学物理实验教学还需在人工智能实验室、开放共享平台建设、跨专业协同课程构建等方面继续深化，以形成更加开放、灵活、智能的实验教学生态，推动工科人才培养质量不断提升。

参考文献

- [1] 祝丹,刘璐.“新工科”背景下大学物理实验教学模式改革探究——以武汉工程大学为例[J].创新创业理论与实践,2023,6(03):1-5+65.
- [2] 刘金秀,贺小伟,张景川,等.新工科建设背景下大学物理实验教学改革探讨[J].新疆农机化,2021,(05):43-45.
- [3] 周红仙,王毅.新工科背景下基于OBE的大学物理实验教学方法研究[J].大学物理实验,2020,33(05):141-145.
- [4] 翟淑琴,李秀平.新工科建设背景下大学物理实验教学探索[J].教育理论与实践,2020,40(03):56-58.
- [5] 王红梅,邹艳,栗军,等.新工科背景下大学物理实验创新教学的探索与实践[J].中国现代教育装备,2019,(21):104-106.