

大学物理实验教学更新：服务新工科建设

杨健 刘凯硕

榆林学院，陕西榆林 719000

摘要：大学物理实验课程是理工科基础教学的重要环节，对培养学生科学素养、实践能力和创新精神具有关键作用。当前不少高校实验内容陈旧、与工科需求脱节、开放性不足，难以满足新时代工科建设要求。本文基于师范院校物理学专业教学实践，结合工程教育理念，提出“内容更新—模式创新—多元评价—实践支撑”的改革路径。通过引入综合设计型实验、工程应用案例、虚拟仿真和开放实验室建设，显著提升学生实验能力、创新意识和工程思维。2023—2024 学年试点显示，学生兴趣、教学迁移与应用能力明显增强；2024 年参加全国大学生物理实验竞赛，获国家一等奖两项、三等奖一项，充分验证了改革成效。

关键词：大学物理实验；教学改革；内容更新；工科建设；工程案例

0 引言

在新工科建设不断推进的背景下，高等教育对人才培养提出了更高要求。高校不仅要传授扎实的学科知识，更要培养学生的综合素质、创新精神和实践能力。大学物理实验作为理工科公共基础课程，是学生掌握科学探究方法、提升动手能力和团队协作的重要平台，也是连接物理理论与工程实践的桥梁。

然而，当前不少高校仍沿用传统实验模式，内容多为经典定律验证，步骤固定，缺乏自主设计与深度思考空间，实验内容更新滞后，与工科新技术和工程需求衔接不足。这一现状与当前新工科建设对人才培养的要求明显不符。相关研究也指出，面向新工科背景的大学物理实验教学改革势在必行^[1]。对于师范院校而言，物理学专业学生未来既可能从事教学，也可能投身科研或企业，实验教学更需兼顾基础训练和教学迁移。但现实中，实验多停留在“完成任务、提交报告”的浅层，学生缺乏对实验价值、工程应用和教学意义的理解，课程开放性、创新性和吸引力不足，难以有效提升实验能力和职业胜任力。如何在工科建设与师范认证的双重背景下实现实验教学更新，成为亟需探索的课题。

1 现状分析

当前大学物理实验教学存在四大突出问题。一是实验内容单一，缺乏工程关联。多数实验仍停留在“验证欧姆定律”“测重力加速度”等经典项目，多年未更新，与新工科所需的光纤传感、半导体测试、MEMS 技术等前沿应用脱节，学生难以感知物理知识在现代工程中的价值，易产生“学而无用”的认知。二是创新性与开放性不足，实验指导书通常提供详尽步骤和标准答案，学生只需按部就班操作，缺乏自主设计、方案优化或拓展探究的空间，抑制了创造力与深度思考，导致课程吸引力和挑战性下降。三是实验平台相对落后，不少高校设备陈旧，缺乏自动化采集、实时分析及开放接口；虚拟仿真、远程实验等智慧教学手段尚未普及，

借鉴“互联网+”思维，构建线上线下融合的智慧实验教学平台，是突破设备与时空限制的有效途径^[2]。四是评价机制单一，成绩多依赖实验报告和期末操作，侧重数据准确性和格式规范，忽视对创新尝试、团队协作、问题解决及反思能力等过程性表现的评估，使学生更关注“完成任务”而非“理解与应用”。在新工科与师范认证双重背景下，亟需通过内容更新、平台升级、模式创新与多元评价，推动大学物理实验教学向高阶性、综合性与职业导向转型。

2 改革目标

在新工科建设与师范专业认证双重背景下，大学物理实验课程改革确立五大目标：

2.1 服务工科建设，强化工程思维。

更新实验内容，融入工程背景与跨学科综合项目，帮助学生建立物理理论与工程实践的联系，培养系统观念。

2.2 提升综合素养，强化自主设计与数据分析。

突破验证性实验局限，引导学生参与从方案设计、数据采集到误差分析和结果解释的全过程，提升解决复杂问题的能力，与应用创新型人才培养的现代理念相呼应^[3]。

2.3 增强开放与创新，推动主动探索。

增设综合设计型和开放式实验，鼓励学生自主选择方法与参数，摆脱“照方抓药”模式，激发创造力。

2.4 强化教学迁移，支撑师范生职业发展。

引导师范生将大学实验原理简化、转化为中学可操作的演示案例，实现从“会做实验”到“会教实验”的转变。

2.5 完善评价体系，全面考查能力。

构建多元评价机制，将实验报告、项目成果、创新设计、团队协作及反思总结纳入考核，促进学生全过程深度参与。改革旨在实现从技能训练向综合素质、创新能力与职业胜任力协同发展的转型。

3 实验内容更新与模块设计

为满足工科建设和未来教学需求,课程实验内容从原有的单一验证型,扩展为“基础验证—综合设计—工程应用”的三级递进结构,并在每一环节加入教学迁移思考,形成一套更新后的模块化实验体系。

3.1 基础验证实验优化

在保留光学、力学、电学等经典验证实验的基础上,进行仪器和技术手段的更新。

(一)引入现代数据采集技术:在传统光学干涉实验中,配备 CCD 探测器和计算机处理软件,实现干涉条纹的实时采集和自动拟合,学生能直观看到数据曲线与理论模型的对比。

(二)提升实验精度和可视化:力学相关实验采用高精度数字传感器和光电门计时系统,取代人工计时,提高数据的精确性,并让学生更直观地理解运动规律。

(三)强化分析过程:在报告环节增加数据处理与误差分析的内容,引导学生使用 Excel、Origin 等软件进行拟合与分析,培养数据处理技能。

3.2 综合设计型实验

将多个物理模块知识融合,设计综合性、可调控的实验任务:

(一)温度控制系统实验:要求学生结合热学、电路控制与数据采集,独立设计温度测控装置,实现设定值的稳定控制。学生需自行设计传感器布置、编写简单控制程序,完成系统的测试与优化。

(二)多自由度摆实验:将力学、振动分析和数据采集结合,学生探究不同阻尼、不同耦合条件下摆的动态响应,并对实验结果进行建模分析。

这些实验需要学生跨模块思考,激发他们从单一知识点向系统问题的整合能力。

3.3 工程应用型实验

通过工程案例的导入,让学生在物理实验中体验实际应用:

(一)光纤通信实验:在实验平台上让学生调节光纤的曲率、连接长度,观察全反射与衰减效应,理解光通信在现代信息传输中的原理。

(二)陀螺仪测姿实验:以角动量守恒为核心,结合惯性测量单元(IMU),演示航空航天中的姿态检测技术,让学生直观理解物理理论如何支撑飞行器控制。

(三)超声测距实验:通过实际构建超声波发射与接收系统,学生分析声波在不同介质中的传播特性,理解该技术在无人驾驶、智能制造中的应用。

这些应用型实验不仅拓展了学生的视野,也强化了实验课程对未来专业发展的支撑。

3.4 教学迁移与中学教学结合

对于师范生而言,实验内容的终极价值在于教学迁移。

(一)在每个实验结束后,要求学生思考并设计简化版实验或教具。例如,将复杂的光学干涉实验转化为“激光笔+水槽”的简易全反射演示;利用废旧材料制作小型磁悬浮演示模型。

(二)在期末考核中加入“教学演示”环节,学生以中学教师的身份讲解实验原理,演示操作过程,模拟真实教学情境。

这一环节既帮助学生积累未来教学素材,又强化了他们对实验本质和教学表达的理解。

4 教学模式与实施途径

为了实现实验内容更新后的预期目标,本课程在教学组织和实施路径上进行了多方面探索,形成了“项目化教学—开放实践—数字赋能—协同创新”的综合模式。

4.1 项目化实验教学

本研究采纳项目式教学理念,将竞赛与前沿项目引入课程。课程不再仅以单个实验为单元,而是按学期设置若干主题性实验项目,学生以小组形式分工协作,完成设计、搭建、调试和展示全过程^[4]。课程不再仅以单个实验为单元,而是按学期设置若干主题性实验项目,学生以小组形式分工协作,完成设计、搭建、调试和展示全过程。例如:基于光电传感器的速度测量系统设计:要求学生根据物理原理设计光电检测模块,搭建测速装置并进行数据采集、标定与分析;利用热电偶进行温度采集与控制:引导学生结合热学、电路和控制原理,完成温度信号采集、控制电路设计与反馈调节。

每个项目均需提交详细的设计报告、实验数据分析和成果演示视频,培养学生的工程设计思维和综合表达能力。

4.2 开放实验与创新实践

为将实践育人落到实处,我们借鉴了基于实验中心平台开展多维度实践的模式^[5]。实验教学打破了“只在课时内完成实验”的传统,实验室在课余时间向学生开放,支持学生利用已有设备开展延伸实验或独立创新设计。学校定期举办“实验开放日”,学生向其他年级展示自己的实验装置、数据分析方法和设计成果。此举不仅激发了学生的探索欲,也带动了全体同学对物理实验和工程应用的兴趣。

4.3 虚拟仿真与数字化平台

课程引入虚拟仿真和数字化技术,解决传统实验时间与设备的局限。在课前,学生通过虚拟光学实验台预习干涉、衍射实验流程。在课后,利用在线电路仿真平台重复调试电路、分析误差原因。

这种“虚拟—真实”的双重体验帮助学生更直观地理解复杂原理,实验操作更具针对性和成效。

4.4 跨学科协作与校企合作

为强化实验的工程背景和应用价值,课程与材料、自动化、电子信息等专业联合开发跨学科实验项目。例如,材料专业提供新型传感

元件, 自动化专业支持控制算法优化。

同时, 邀请本地企业技术人员进课堂或实验室, 介绍实际工程案例并指导实验设计, 开发基于真实工程问题的实验任务, 如“基于光纤传感的结构健康监测”“智能制造中的超声检测技术”, 让学生在真实情境中学习和思考。

5 多元评价与反馈机制

5.1 评价维度与权重

课程考核由单一的实验报告转变为过程与结果并重的多元评价, 具体权重如下:

知识理解(30%): 通过随堂测验、实验原理答辩考查学生对核心知识的掌握。

实验能力(30%): 以综合实验设计、数据分析、装置搭建为主要指标。

创新与表达(20%): 通过微课制作、项目汇报、成果展示考核学生的创新思路与表达能力。

反思与成长(20%): 根据实验日志、反思报告和学习档案袋, 评估学生在实验过程中的思考深度与成长轨迹。

5.2 评价方式

采用“教师评价与同伴互评结合”的方式, 既关注个人贡献, 也兼顾团队合作表现。对于表现突出的实验项目, 学校鼓励学生申请成果展示或将实验成果带入中学见习课堂进行教学实践, 实现成果的二次转化与应用。

6 实践案例与成效

6.1 校内实践反馈

2023—2024 学年, 改革方案在某师范院校物理专业试点, 60 名学生参与。调研显示, 89% 认为实验内容更有趣且贴近工科, 85% 能将原理转化为中学演示实验; 共产出 42 个微课和 25 份教具设计方案, 多项已用于中学见习。学生反馈: “设计教具和制作微课让我体会到

知识转化的成就感。”2024 年 11 月, 在第十届全国大学生物理实验竞赛(CUPET)总决赛中, 学院首次参赛即获国家一等奖两项、三等奖一项。这一成果不仅得益于项目式教学的扎实训练, 也印证了将学科竞赛精神与多元融合理念深度融入新工科实验教学设计是有效的[4],[6]。并且为学院赢得了荣誉, 也充分证明了课程改革在提升学生实验创新、工程应用和综合素质方面的积极成效。

7 结论与展望

综上, 本研究通过系统改革, 回应了新工科建设对实验教学提出的核心要求^[1]。本次大学物理实验教学改革, 紧扣新工科建设和师范认证的核心要求, 围绕内容更新、方法创新、实验强化和多元评价四个维度展开, 初步实现了从“传统验证”向“工程应用与教学迁移”双重目标的转型。

实践表明, 改革显著提高了学生的实验兴趣和综合能力, 增强了他们将物理实验应用于工程和中学教学的信心, 也提升了教师团队的教研水平和资源共享意识。

未来, 将在以下方面进一步深化:

(一) 教学案例库建设: 持续收集中学演示实验与工程应用案例, 形成开放共享的资源平台。

(二) AI 与数字化赋能: 引入智能化教学平台、虚拟现实和数据分析工具, 提升个性化学习和实验体验, 特别是持续深化“互联网+”与虚拟仿真技术的融合应用, 以打造更智能、开放的学习环境^[2]。

(三) 校企协同与跨学科融合: 结合真实工程问题, 与相关专业和企业共同开发实验项目, 培养复合型、创新型人才。

(四) 通过持续探索与优化, 大学物理实验课程必将更好地服务于工科建设和师范生培养, 成为学生创新实践能力提升的重要支撑。

参考文献:

- [1] 陈立军. 新工科背景下大学物理实验教学改革实践[J]. 大学, 2025,(02):106-109.
- [2] 刘子龙, 石迪, 李雪, 等. 基于“互联网+”的大学物理实验教学改革与实践[J]. 大学物理实验, 2023,36(05):120-124.DOI:10.14139/j.cnki.cn22-1228.2023.05.026.
- [3] 陈华, 邓磊波, 李永治, 等. 大学物理实验在应用创新型人才培养中的实践与探索[J]. 物理实验, 2025,45(11):13-18.DOI:10.19655/j.cnki.1005-4642.2025.11.002.
- [4] 倪晨, 李渔迎, 方恺, 等. 学科竞赛视角下项目式实验教学研究——以第三届“卓越杯”大学生物理实验竞赛为例[J]. 实验室研究与探索, 2022,41(08):256-262.DOI:10.19927/j.cnki.syyt.2022.08.051.
- [5] 罗锻斌. 基于物理实验教学中心平台的多维度实践育人探索[J]. 大学物理实验, 2022,35(02):125-128.DOI:10.14139/j.cnki.cn22-1228.2022.02.027.
- [6] 关佳, 方恺, 倪晨, 等. 基于 CUPT 的多元融合新工科大学物理实验教学设计[J]. 物理与工程, 2025,35(04):234-242.

作者简介: 杨健(1980.12—), 男, 汉族, 陕西太白, 硕士, 副教授, 研究方向: 中学物理教学法。