

“新工科”建设下《大学物理实验》教学探索与实践

李欢欢* 赵 帅

重庆理工大学 重庆 400054

【摘要】：“新工科”建设背景下，各高校都在积极探索大学物理实验的教学改革之路。《大学物理实验》在贯彻落实“新工科”建设理念，践行整体教育观，打破学科专业界限，实现学科专业交叉融合，整合多方资源，培养学生科学素质和创新能力方面具有其他课程不能替代的重要作用。但是，作为“新工科”创新型人才培养的重要环节，《大学物理实验》教学改革需求迫切。本文结合新工科背景、建设理念和基本要求，重点对大学物理实验课程的教学进行改革。通过建立虚实结合的教学模式和多样化的综合评价体系，以期提高大学物理实验教学质量，真正实现因材施教，以培养符合时代所需要的个性化人才。

【关键词】：新工科；虚实结合；大学物理实验课程；教学改革；教学模式

DOI:10.12417/2705-1358.26.04.036

引言

2021年，中国共产党第十九届六中全会公报提出要推动高等教育内涵式发展，推进教育强国建设^[1]。为应对新一轮科技革命和产业变革，提高国家未来战略竞争力，教育部提出建设和发展“新工科”建设，旨在加快培养新兴领域实践能力强、具备国际竞争力、拥有跨学科知识背景的创新型工程科技人才，以服务于新技术、新业态、新产业为代表的新经济发展^[2-3]。因此，倡导学习方式革命与教学模式变革的“新工科”教育，是高等教育适应现代产业发展需求，实现新工科人才培养的必然^[4-6]。

作为理工科专业必修的基础实践课程，《大学物理实验》在培养学生科学素质和创新能力方面具有其他课程不能替代的重要作用^[7]。因其自身有别于其他理论课程的特殊性，《大学物理实验》在贯彻落实“新工科”建设理念，积极践行整体教育观，打破学科专业界限，实现学科专业交叉融合，整合多方资源，培养学生全面发展等方面，具备更多优势。但是，作为“新工科”创新型人才培养的重要环节，《大学物理实验》教学改革需求迫切。

现阶段的《大学物理实验》开放式实验教学依然保留着传统的映射工业化时代的标准化、规模化的生产方式特征，但很大程度上忽略了学习者的个性化需求，不能满足“新工科”建设下不同专业学生的物理实验知识获取需求^[8]，主要体现在：

(1) 实验课程设置单一。高校为工科类专业统一开设《大

学物理实验》课程，但这些课程内容中较少见到具有新工科专业特色的实验项目。无法满足培养不同专业学生的实验技能、实践能力与创新意识的基本要求。不同“新工科”专业的师生会更加侧重与自身专业相关的实验项目，并且希望增加具有“新工科”专业特色的实验项目。

(2) 考核方式单一。考核评价以实验报告为主，对学生整个实验过程的掌控不够，导致成绩不能客观反映学生的真实水平及创新能力，从而忽视了学生对实验的真实掌握程度的评价，忽视了“新工科”下不同专业学生的综合素质和个性发展，忽视学生进步和努力程度，忽视了诊断和改进。

(3) 智慧化、信息化教学手段缺乏。“新工科”建设背景下，互联网、人工智能等新技术的发展正在不断重塑教育形态，知识获取方式和传授方式、教和学关系正在发生深刻变革。传统教育科学研究虽采用了观察法、调查法、统计法等实证研究方法，但由于技术和手段的局限，往往只能采用抽样思维进行局部样本的研究，且研究反馈具有滞后性，难以满足实际教育教学实践的需求。特别针对实验课程的教学研究，由于缺乏以学生实验结果为导向的原始数据采集与分析，忽视了学生实验过程中的难点、易错点，使教学研究往往建立在老师们单方面的经验交流上，难以取得良好的效果，且不利于学生学习效率的提高。

基于此，针对以上问题，本文围绕“新工科”建设需求，拟着眼于以《大学物理实验》项目化课程为主要研究对象，基于项目组前期研究基础，研究《大学物理实验》课程的教学与

作者信息：赵帅（1987-2-），男，汉族，重庆人，博士，实验师，研究方向：大学物理实验教学改革。

通信作者信息：李欢欢（1984-10-），女，汉族，四川人，硕士，实验师，研究方向：大学物理实验教学改革。

项目来源：重庆理工大学本科教育教学改革研究项目；

项目名称：“新工科”建设下《大学物理实验》教学改革的探索与实践；

项目编号：2023YB112。

管理实施问题,探索新的实验教学与管理模式,以期构建《大学物理实验》虚实结合课程教学与管理体制,为“新工科”背景下实验类教学改革提供新方法、新途径和技术支持。

1 “新工科”建设下《大学物理实验》虚实结合课程的教学模式

物理实验的教学目标通过一个个实验项目作为案例来实现,每一个实验项目教学在时间上可分为预习、实验教学、复习三个阶段,如图 1 所示。在预习阶段,学生可通过线上视频了解实验背景知识和实验原理。通过虚拟仿真实验了解实验仪器,初步掌握实验现象,进行虚拟仿真实验测试。最后完成在线检测以便老师了解预习情况。通过测试后学生才可以进入实验室进行线下实验的学习。与单纯的通过教材进行预习相比,线上视频与虚拟仿真实验相结合的方式能提供从理论到实践的预习,并能在线检测,丰富学生的评价体系。

物理实验课程的教学目标依托于一个个实验项目得以实现,各项目的教学实施遵循“课前预习—课中实践探究—课后反思内化”三阶段时间序列模型(见图 1)。在课前预习阶段,学生依托线上教学资源了解实验项目的背景知识和实验原理,继而借助虚拟仿真实验系统了解仪器、参数调节与现象。最后通过在线诊断性测试反馈预习成效,形成“未达标一再学习一再检测”的闭环准入机制,确保学生在测试合格后方可进入实体实验室开展线下探究。相较于传统教材预习的单向知识传递范式,“线上教学资源+虚拟仿真探究+在线形成性评价”的三位一体模式不仅实现了预习过程的可视化、交互化与可回溯,更将学习行为数据纳入过程性评价体系,有效拓展了评价维度与效度,为精准化教学干预提供了数据支撑。

依托线上教学资源与虚拟仿真实验的预习基础,教师在线下教学环节得以聚焦核心难点,针对学生预习中的共性困惑进行深度剖析,显著提升了课堂效率。并且虚拟仿真实验还可以突破了实验器材的限制,将基础实验与前沿科技有机衔接,有效拓展线下实验的广度与深度,激发学生自主探索热情,培养其解决复杂工程问题的能力。例如:扭摆法测转动惯量可延伸为无人机螺旋桨转动惯量的工程标定;迈克耳孙干涉仪可拓展至光学元件表面平整度、曲率及缺陷的精密检测;声速测量可转化为材料内部裂纹的超声无损探伤;全息实验可引申为全息瞄准原理的系统认知;霍尔效应可拓展为磁场分布的定量测量;光栅衍射可应用于 LED 与激光器的波长精准标定。这种虚实结合的课程体系,既锤炼学生的动手实践能力,又拓宽其技术视野。面对高危环境、不可逆操作、高成本消耗或大型综合训练等场景时,虚拟仿真实验提供了安全、可靠且经济的解决方案。对于扫描隧道显微镜等本科阶段难以接触的尖端仪器,学生更可通过虚拟仿真实验深入理解其原理与操作流程,实现高端实验教学的有效延伸。

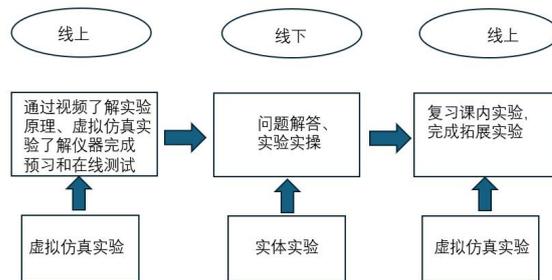


图 1 虚实结合的物理实验教学模式

2 “新工科”建设下《大学物理实验》课程的教学考核评价方法研究

现在,大学物理实验考核方式单一。考核评价以实验报告为主,对学生整个实验过程的掌控不够,导致成绩不能客观反映学生的真实水平及创新能力。在“新工科”建设的背景下,评价内容应更加丰富多元,不再仅局限于实验报告册的成绩,而更加关注学生自主学习能力,动手能力、探究和解决问题能力的提高。评价手段应从单一的实验报告册,转向课前预习、课堂操作、报告册、期末考试等多手段的采集分析系统综合评价。

(1) 课前学习模块:权重 0.2, 分值 20 分, 共 10 个项目, 每个单元 2 分, 包括课件学习内容和课件习题, 课件学习内容观看超过 90%, 可得 1 分, 否则按比例扣分。课件习题得分=答对题目数×(1/习题总数), 单元得分 S=课件内容学习得分+课件习题得分, 课前学习模块得分即所有单元得分之和。

(2) 课堂表现模块:权重 0.3, 分值 30 分, 每次课一个项目, 共 10 个项目, 每个项目 3 分, 包括考勤和实验操作, 考勤为 1 分, 包括不迟到, 不早退, 按时完成实验。实验操作由老师根据学生实际实验操作情况打分。

(3) 课后作业模块:权重 0.3, 分值 30 分, 共 10 个项目, 每个项目 3 分, 由老师根据学生实验报告完成情况打分。

(4) 考试模块:期末考试, 权重 0.2, 分值 20 分。考试内容涉及大纲所要求的知识点, 试题类型包括选择题、判断题, 简答题和计算题, 按评分标准流水评阅, 此模块得分为卷面得分。

3 结语

“新工科”建设背景下,互联网、人工智能等新技术的发展正在不断重塑教育形态,知识获取方式和传授方式、教和学关系正在发生深刻变革。大学物理实验课程应转变教学思路,创新教学手段,重视物理实验课程的教学改革与创新,培养学生的科学素养和创新能力。本文结合新工科背景、建设理念和基本要求,重点对大学物理实验课程的教学进行改革,提出虚实结合的实验教学改革方案,学生得以在数字与现实的双维空

间中自由探索,既能夯实物理实验的基本功,又能将创新灵感快速转化为实践方案,其批判性思维、工程实践能力与科学探究素养在新工科所强调的跨学科交叉融合中得到系统锤炼。实践证明,这种“以虚助实、以实促虚”的沉浸式教学范式,有效激发了学生的主体性与创造力,使因材施教从理念走向现实,为培养具备扎实数理基础、能解决复杂工程问题的复合型

创新人才提供了可复制的实践路径。随着教育数字化战略的深入推进,我们将持续优化平台功能,深化产教融合,推动优质资源开放共享,使其成为新工科建设背景下物理实验教学高质量发展的示范标杆,更好地服务于国家创新驱动发展战略对个性化工程科技人才的迫切需求。

参考文献:

- [1] 教育部.《关于加快建设高水平本科教育全面提高人才培养能力的意见》[Z].2018-10.
- [2] 钟登华.新工科建设的内涵与行动[J].高等工科教育研究,2021(3).
- [3] 林健. 面向未来的中国新工科建设[J].清华大学教育研究,2017(2):26-35.
- [4] 曾勇,黄艳,黄廷祝.面向未来的新工科教育与“成电方案”2.0的迭代创新[J].高等工科教育研究,2021(3).
- [5] 郭伟,张勇,解其云,等.以加入《华盛顿协议》为契机开启中国高等教育新征程——访教育部高等教育教学评估中心主任吴岩[J].世界教育信息,2017(1):8-11.
- [6] 裴钰鑫,汪惠芬,李强,等.新工科背景下跨学科人才培养的探索与实践[J].高等工程教育,2021(2):62-68,98
- [7] 联结理论与实践的 CDIO——清华大学创新性工程教育的探索[J].高等工程教育研究,2009(1):11-23.
- [8] 邹辉,叶蓓,贺超凯,等.新工科背景下实践教学质量标准研究[J].大学物理实验,2017,30(6).
- [9] 苏芑,李曼丽.新工科项目化课程:内涵、要素、特征[J].高教学刊,2023(2).