

新工科背景下基于 OBE 理念的《大学物理实验》教学改革研究

赵娜 马汉斯 甘龙飞 王静
湖南工商大学 微电子与物理学院

摘要: 在全球新一轮科技革命与产业变革加速演进的背景下,“新工科”建设已成为我国高等工程教育应对产业升级的重要战略举措。《大学物理实验》作为理工科专业人才培养的基础性课程,其教学质量直接关系到学生科学思维塑造、实践能力培养与工程素养形成。本文基于成果导向教育(Outcome Based Education, OBE)理念,系统分析传统教学模式中“目标模糊、内容陈旧、方法单一、评价僵化”等现实困境,构建“目标—教学—评价—反馈”的闭环教学体系。通过建立三级实验能力培养模块、创新混合式教学模式、构建多维评价机制及开展教学实践验证,证实 OBE 理念下的教学改革可显著提升学生实验操作规范性、工程问题解决能力及自主学习意识。研究成果为新工科背景下实践类课程的高质量建设提供了兼具理论创新性与实践操作性的改革范式。

关键词: 新工科; OBE 理念; 大学物理实验; 教学改革; 实践教学

【DOI】 10.12252/j.issn.2096-6288.2025.10.188

引言

(一) 新工科建设背景下的高等教育转型

21 世纪以来,新一轮科技革命和产业变革不断深化,人工智能、大数据、智能制造等新兴技术迅猛发展,推动社会经济结构深刻调整,量子计算、人工智能生成内容、核聚变等技术的突破正在重塑产业格局^[1-3]。在此背景下,教育部于 2017 年启动“新工科”建设计划,明确提出要面向未来产业发展需求,重塑高等工程教育体系,培养具备创新精神、工程实践能力和跨学科素养的高素质人才^[4]。

《大学物理实验》作为理工科学生接触科学实验的入门课程,承担着从理论知识向工程实践过渡的桥梁作用,是后续专业课程学习和工程实践能力培养的重要基石^[5-6]。然而,当前多数高校的该课程仍存在教学目标偏重知识掌握、教学内容陈旧缺乏时代感、教学方式单一、评价片面单一等问题,这种教学模式与新工科要求的“复杂工程问题解决能力”培养目标存在显著脱节,难以满足新工科对人才实践能力与创新能力的要求。

(二) 传统教学模式的局限性

目前,《大学物理实验》课程普遍存在以下几个方面的问题:

1. 教学目标失衡: 课程目标多聚焦于物理原理的理解,对学生动手能力、数据分析能力和创新思维的系统培养重视不足;

2. 内容脱离实践: 实验项目多为经典验证型内容,与现代工程技术联系不紧密,难以激发学生兴趣;

3. 教学互动不足: 采用“讲解—演示—模仿”的单向教学流程,教师主导课堂讲授,学生被动模仿操作,缺乏探究式、合作式学习;

4. 评价机制僵化: 成绩评定过度依赖实验报告,缺乏对预习、操作、团队协作等过程的全面评价。

(三) OBE 理念的适配性与改革价值

OBE 理念由 Spady 等人于 20 世纪 80 年代提出,其核心在于以学习成果为导向,反向设计课程,采用多样化教学策略,建立形成性评价机制,实现持续质量改进^[7-8]。该理念与物理实验教学的适配性体现在三方面:其一,实验能力具有可分解、可量化的特征;其二,实验教学天然具备“做中学”的实践属性,适合采用项目驱动、问题导向等多样化教学策略;其三,实验过程可全程留痕,为建立“评价—反馈—改进”的闭环机制提供数据基础。OBE 强调的“学生中心、成果导向、持续改进”三大原则,为课程从“教师教”向“学生学”的范式转变提供了科学框架。将 OBE 理念引入《大学物理实验》课程教学改革,不仅能解决传统教学中的“重知识轻能力”问题,更能通过成果导向的逆向设计,使课程内容与新工科人才培养目标形成精准对接^[5-6]。

一、OBE 理念的核心内涵及其教学适配性重构

(一) OBE 理论框架的多维解析

Spady 在其著作《Outcome-based Education: Critical Issues and Answers》中明确提出 OBE 的四大实施原则^[7]:

1. 成果聚焦原则: 教学成果需满足“SMART”标准——具体(Specific)、可测量(Measurable)、可实现(Achievable)、相关性(Relevant)、时限性(Time-bound)。如“掌握示波器使用”可细化为“能在 10 分钟内完成示波器面板调节并获取稳定波”。

2. 逆向设计原则: 遵循“培养目标→课程成果→教学活动→评价方式”的反向设计逻辑,确保每个教学环节都服务于预期成果达成。

3. 包容性设计原则: 承认学生个体差异,提供多样化的学习路径与支持措施,如为操作能力较弱的学生提供虚拟仿真预训练。

4. 持续改进原则：建立基于证据的教学循环，通过学习数据分析识别成果达成缺口，进而优化教学策略。

(二) 《大学物理实验》教学的 OBE 适配模型构建
《大学物理实验》是一门以动手实践为主、注重过

程体验和能力提升的课程，如表 1 所示，其与 OBE 理念有着天然的契合性。因此，将 OBE 理念融入《大学物理实验》教学改革，不仅有助于解决当前教学中存在的问题，也为课程质量提升提供了新的思路与方法^[5-6,9]。

表 1 OBE 理念与《大学物理实验》的特征对比

特征	OBE 理念	《大学物理实验》
学习成果明确	所有教学围绕预设成果展开	实验操作、数据处理、误差控制等能力可量化
教学内容反向设计	依据成果设定教学内容	可针对不同能力层次设计实验项目
教学方式多样	支持个性化学习路径	可采用虚拟仿真、翻转课堂、项目驱动等方式
评价机制形成性	强调全过程、多维度评价	能覆盖预习、操作、报告、展示等环节
教学质量持续改进	基于反馈不断优化	利用教学平台数据进行动态调整

二、基于 OBE 理念的课程重构与教学改革实施路径

(一) 三级实验能力培养模块的系统构建
依据 OBE 的逆向设计原则，将课程目标分解为可操

作的三级能力指标，形成递进式实验模块。我们将《大学物理实验》课程教学目标细化为如下表 2 所示三个层次。

表 2 《大学物理实验》课程教学目标

能力层级	对应实验类型	核心能力目标
基础层	验证型实验	掌握基本物理原理，规范使用实验仪器，准确记录实验数据
综合层	设计型实验	理解实验原理与步骤，能独立完成实验方案设计与实施
创新层	探究型实验	能发现问题、提出假设并设计实验加以验证，具备初步科研能力

具体相关实验示例如下：

1. 基础层实验：采用“标准化训练+形成性评价”模式。如在“气垫导轨实验”中，验证牛顿第二定律，学生需掌握滑轨、光电门、气垫导轨等仪器的使用，理解加速度与力之间的关系。

2. 综合层实验：推行“任务驱动+小组协作”模式。以“杨氏弹性模量的测量”为例，学生需查阅资料、选择合适的测量方法（如光杠杆法）、自行搭建装置并完成数据采集与分析。

3. 创新层实验：构建“工程问题导向+科研思维培养”模式。要求学生结合专业背景选择课题，如“设计一个测定空气湿度的方法”，学生需结合热力学、电学知识，提出可行方案并进行可行性论证与实验验证。

(二) 教学模式创新与信息技术深度融合

1. 混合式教学模式的应用

利用 MOOC 平台、虚拟仿真实验室等资源，推行线上预习+线下实操相结合的混合教学模式。例如学生课前通过在线平台观看实验原理视频、完成模拟操作；课堂上集中时间进行仪器操作、问题讨论与小组展示；课后上传实验报告并参与互评。

2. 翻转课堂教学的尝试

鼓励学生课前自主学习实验原理与操作流程，课堂上开展小组合作实验、问题研讨、实验反思等活动。例如教师发布“示波器使用”视频，学生提前观看；课堂上分组练习不同功能的使用，并相互讲解；最后教师点评并总结注意事项。

3. 工程案例导入与项目驱动教学

将实验内容与实际工程问题紧密结合，增强课程的应用性和现实意义。例如“光电效应及普朗克常数的测定”结合新能源领域，探讨光电转换效率影响因素；“太阳

能电池基本特性的测量”对接可再生能源利用实际问题；“声速测定仪测声速”与建筑声学、噪声控制等实际工程问题相联系。

(三) 多维动态评价体系的构建与实施

传统的实验考核方式往往只关注最终实验报告，忽视了学生在整个学习过程中的表现^[10-12]。为此，我们构建了一个涵盖多个维度的综合评价体系：

表 3 《大学物理实验》多维度综合评价体系

评价维度	权重	内容说明
实验预习	10%	包括预习报告、在线测试、课前准备情况
实验操作	30%	包括仪器使用、操作规范、数据采集准确性
数据处理	20%	包括图表绘制、计算过程、误差分析
报告撰写	20%	包括格式规范、结论合理、语言表达清晰
小组协作	10%	包括分工配合、沟通交流、团队贡献度
成果展示	10%	包括 PPT 汇报、答辩表现、创新性建议

同时，引入教师评分与平台自动评分结合的多元机制，如通过超星学习通自动统计预习时长、在线测试成绩，提高评价的客观性与公平性。

(四) 教学质量闭环改进机制的运行

借助信息化教学平台收集学生学习行为数据，分析其在不同阶段的表现，生成个性化反馈报告，并据此调整教学内容与教学策略，实现教学质量的持续优化。例如超星学习通 AI 学情分析生成班级学生分层画像、教学数据分析、学习动态监测、课堂活动等。

三、教学改革的实证研究与成效分析

选取湖南工商大学 2023 级两个理工科平行班作为研究对象，A 班（42 人）采用传统教学模式，B 班（43 人）

采用 OBE 理念下的改革模式,进行为期6周的教学实验。两班学生《大学物理A》成绩无显著差异,授课教师相同。数据采集包括过程性数据(通过教学平台超星学习通采集)、操作性数据(通过教师系统记录仪器操作规范度等)、成果性数据(实验报告成绩、课程综合成绩等)、发展性数据(省级以上学科竞赛参与及获奖情况)等。

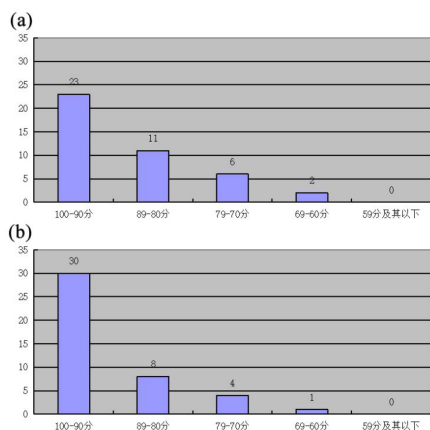


图1 学生成绩分布柱状图。(a) 对照班 (b) 实验班

从成绩分布图1来看,对照班100-90分占比54.8%,实验班提升至69.8%;对照班79-70分占比14.3%,实验班降至9.3%。教学对比表4数据显示,基于OBE理念的教学改革显著提升了学生的实验技能、工程实践能力和学习主动性。

表4 《大学物理实验》平行班教学对比

指标	A班 (对照班)	B班 (实验班)	提升幅度
实验报告平均分	87.2	87	-0.23%
实验操作得分	88.3	93.2	+5.6%
课程成绩平均分	87.7	90.1	+2.7%
学生参与省级以上竞赛人数	4人	12人	+200%
学生学科竞赛获奖人数	2人	4人	+100%

四、改革实践中的现实挑战与优化路径

尽管教学改革取得了阶段性成果,但在实施过程中也暴露出一些问题,例如教师对OBE理念理解不深,导致课程设计仍停留在表面,未能真正体现成果导向;教学资源投入不足,特别是虚拟仿真平台建设滞后,影响教学效果;学生适应新模式需要时间,初期存在抵触情绪,特别是在自主学习方面;评价标准尚需进一步细化与量化,避免主观性过强影响公平性。

对此,提出以下改进建议:加强教师培训,组织OBE理念专题讲座、示范课观摩与教学工作坊;加大教学资源投入,优先建设虚拟仿真平台与工程案例库;引导学生参与教学改革设计,增强其主体意识与归属感;完善评价指标体系,探索基于大数据的智能评价模型。

结语

本研究通过将OBE理念引入《大学物理实验》教学改革,构建了成果导向的课程体系与教学模式,经教学实践验证,该改革在提升学生实验能力、工程素养及自

主学习意识方面成效显著。不仅有助于解决当前教学中“重知识轻能力”、“重结果轻过程”等问题,也为课程质量提升提供了科学路径。通过持续探索,使《大学物理实验》课程成为支撑新工科人才培养的重要基石。

参考文献

- [1] 黄宁燕. 世界经济论坛: 2024年度十大新兴技术[J]. 科技中国, 2025(3): 82-87.
 - [2] 连文香, 席海亮, 包尔慨, 展靖华. 新兴技术范式下的教师教学方法创新与实践——以汽车构造课程为例[J]. 汽车实用技术, 2025(6): 158-162.
 - [3] 申怡旻. 《美国政府关键和新兴技术国家标准战略》及其实施路线图特点浅析[J]. 标准科学, 2024(9): 143-148.
 - [4] 潘云鹤. 新时代高等工程教育的范式变革与未来展望[J]. 科教发展研究, 2021(1): 11-23.
 - [5] 高永浩, 王艳召, 唐翰昭, 王继国, 谷卓. 基于OBE教育理念的大学物理开放实验教学模式探索[J]. 科教导刊, 2021(19): 111-113.
 - [6] 燕晶. 基于OBE理念的大学物理实验教学改革创新研究[J]. 广西物理, 2023(44): 57-59.
 - [7] Spady W. G. Outcome-based education: Critical issues and answers[M]. American Association of School Administrators, 1994.
 - [8] 申天恩, 斯蒂文·洛克. 论成果导向的教育理念[J]. 高校教育管理, 2016(15): 47-51.
 - [9] 曹青松. 融合OBE理念和思政教育的大学物理实验混合式教学模式[J]. 高师理科学刊, 2024(44): 89-94.
 - [10] 陈红梅, 韦文楼, 吴伟明. 《大学物理实验》课程考试方式的探讨[J]. 高教论坛, 2009(06): 83-85.
 - [11] 原安娟, 丁晓红. 大学物理实验考核方式评价[J]. 大学物理实验, 2009(22): 117-119.
 - [12] 李佳隆, 舒峥, 郑荣炜, 等. 大学物理实验课程操作考试的实践与分析[J]. 物理实验, 2016(36): 25-30.
- 作者简介: 赵娜(1987.10-), 女, 汉族, 江苏徐州人, 博士, 湖南工商大学微电子与物理学院, 副教授, 研究方向: 物理学; 马汉斯(1992.01-), 男, 汉族, 湖北襄阳人, 博士, 湖南工商大学微电子与物理学院, 讲师, 研究方向: 微纳光电子; 甘龙飞(1982.08-), 男, 汉族, 江西高安人, 博士, 湖南工商大学微电子与物理学院, 副教授, 研究方向: 物理学; 王静(1992.08-), 女, 汉族, 陕西延安人, 博士, 湖南工商大学微电子与物理学院, 讲师, 研究方向: 电子信息材料与器件。
- 基金项目: 湖南省普通高等学校教学改革研究项目“新工科背景下基于OBE理念的《大学物理实验》教学改革研究与实践”(课题编号: HNJC-20230775); 湖南工商大学2024年度校级教学改革研究项目“产教融合背景下集成电路设计与集成系统专业建设探索与实践”(项目编号: 6104420GLF01)。