

Research on University Physics Teaching under the Background of New Engineering

Yun Pan¹ Junping Wang² Xiaorui Ji¹ Chunxia Li¹

1. School of Science, Shenyang Institute of Engineering, Shenyang, Liaoning, 110136, China

2. College of Physics, Liaoning University, Shenyang, Liaoning, 110136, China

Abstract

University physics has long served as a cornerstone for cultivating foundational theories and modeling capabilities in STEM students. However, under the demands of New Engineering Education, the curriculum must better align with engineering requirements and interdisciplinary competencies. This study, centered on a specific research project, integrates New Engineering Education policies, Outcome-Based Education (OBE) principles, and the Problem-Research-Extension-Innovation (PREI) pedagogical framework. It constructs a modular curriculum architecture and platform-based teaching system tailored to professional training objectives, while proposing systematic assessment methodologies and a closed-loop improvement pathway. Through empirical analysis of current challenges, reform priorities, implementation strategies, and pilot designs, the paper aims to provide actionable frameworks and evaluation schemes for advancing university physics curriculum reform in higher education institutions.

Keywords

new engineering background; university physics teaching; outcome-based education; PREI teaching model; technical route; reform

新工科背景下大学物理教学研究

潘云¹ 王军平² 吉晓瑞¹ 李春霞¹

1. 沈阳工程学院理学院, 中国·辽宁 沈阳 110036

2. 辽宁大学物理学院, 中国·辽宁 沈阳 110036

摘要

大学物理长期承担理工科学生基础理论与建模能力培养的重要职责,但在新工科要求下,课程需进一步对接工程需求与跨学科能力培养目标。本文以提供的课题项目为核心,整合新工科政策脉络、OBE成果导向与PREI问题—研究—拓展—创新教学理念,构建适配专业培养目标的课程模块化架构与基于平台支撑的教学体系,并提出系统化的考核量化方法与闭环改进路径。论文围绕现状诊断、改革要点、实施技术路线及试点设计展开实证性论述,力求为高校在推进大学物理课程改革时提供可操作的实施框架与评估方案。

关键词

新工科背景; 大学物理教学; 成果导向教育; PREI教学模式; 技术路线; 改革

1 引言

2017年教育主管部门倡导新工科建设以来,“复旦共识”“天大行动”与“北京指南”等政策文献明确了工程教育必须回应产业与技术革新的现实需求,推动人才培养理念从单一学科知识传授向能力导向转变^[1]。有鉴于此,下文将

【基金项目】沈阳工程学院2024年度一流应用型本科专业建设计划校级教育教学改革项目,“辽宁大学研究生优质课程建设与教学模式综合改革研究项目”(项目编号:YJG202501004)。

【作者简介】潘云(1985-),中国辽宁抚顺人,博士,讲师,从事强激光场与原子分子的相互作用方向的教学和研究。

围绕新工科背景下大学物理教学改革展开研究,以供参考。

2 大学物理教学现状

当前高校大学物理普遍仍以知识点系统化讲授为主,课堂生态多体现为教师主导式的信息传递与板书或课件讲解相结合,学生在课堂中的角色常被限定于被动接受者,导致学习主动性与问题发现能力不足;课程内容编排往往延续学科传统划分,与各工科专业的工程问题或应用场景对接不足,使得知识的专业相关性与迁移应用能力难以显性体现;教学方法单一,尽管近年来混合式教学与翻转课堂在部分院校试点,但多数课程仍受制于课时与教学资源分配,难以实现理论—实验—工程实例的有机联动;考核维度狭窄,期末笔试在总评中占比偏高,形成了“应试化”倾向,无法全面量化学生在实验操作、问题求解、工程建模与团队协作等方

面的能力表现。

3 新工科背景下大学物理教学改革研究

3.1 教学理念改革

结合新工科建设背景，大学物理教学改革中其理念也应从以往知识传授型转变成成果导向型，具体为：首先，明确可测学习成果项并建立分层指标体系，包括理论建模表达、工程问题识别、实验设计与数据解析及跨学科协同四类能力，且为每项制定可量化的评价条目与达成阈值。其次，设计任务簇驱动的教学单元，每一单元以情境任务为核心，包含预习引导、课堂探究与项目验证三环节，并为任务配备标准化评分量表与作品档案模板。再次，重塑教师角色为过程指导者与反馈分析师，要求教师掌握证据化评价方法、递进式提问技巧与小组协同引导策略，并参与跨专业教学设计工作组以促进知识迁移^[2]。第四，构建基于教学数据的闭环改进机制，整合在线学习轨迹、课堂互动编码与实验结果为多源证据库，定期产出达成度报告并据此调整目标、资源与教学安排。第五，将行业能力模型嵌入课程设计，邀请企业专家共同制定能力映射并参与任务评审，以保证学习成果的应用指向与职业相关性。

3.2 教学内容改革

在新工科框架下实施大学物理内容重构应围绕“可配置模块化”与“工程案例全链嵌入”两条主线展开。首先，在模块化设计方面，需将课程拆分为若干最小教学单元，每单元明确三个层次的学习成果：基础概念掌握与数学表述、物理建模与定量推导、面向专业的工程实现与参数化设计。每一单元须附带学习时长建议、先修要求与可替换模块清单，以支持不同专业按需组装课程包。模块内部教材应包含精练的概念框架、典型推导步骤与对应的数值示例，并配套标准化的仿真脚本与实验任务单用于课堂验证。其次，工程案例嵌入应采取“问题—建模—仿真—实验—验证”的闭环路径，教学中通过分层问题集引导学生先行进行假设简化与边界条件识别，再用可视化仿真工具进行参数扫描，最终以分级实验或合架试验完成工程验证。为保障实施一致性，需建立模块化资源库，内容含案例模板、仿真模型、数据集与评分量表，且每项资源须标注适用专业、教学目标映射与预期产出。评估体系应与模块学习成果耦合，采用条目化评分细则量化建模精确度、仿真稳健性与实验复现性，并将团队协作与工程文档写作纳入考核要素。内容更新机制应形成周期性审查流程，由课程群体、行业专家与实验室共同参与，审查内容包括模块知识点的产业相关性、仿真脚本的可复用性与实验任务的安全可行性。教学实施中须推动教师群体技能提升，组织仿真平台与案例开发工作坊，使教师能在模块化框架内快速产出与维护教学资源^[3]。

3.3 教学模式与教学资源构建

在新工科框架下，教学模式与资源构建应以“课前一

课堂—课后”三层流程的可操作化为核心并细化执行要点。课前环节需制定分级导学包，内容包括短时微课、概念图谱、预习诊断题与自适应练习，预习数据应实时上传并形成个体学习剖面以支持教师实施差异化分组与定向引导。课堂环节要以问题情境为主线，明确小组内角色分配、建模流程与时间节点，要求现场完成简化假设、方程推导与快速仿真，在课堂内使用便携式实验或仿真结果作为即时证据以验证概念。课后环节需构建三级拓展体系：基础层为自测与仿真练习，中级为模块化实验任务（含标准化实验任务单与报告模板），高级为企业或科研课题的工程实现，所有产出纳入电子作品集并依据条目化评分细则量化评价。为支撑上述流程，应搭建“三平台”协同体系：在线交互平台需具备微课分发、实时测评、学习行为日志与API导出功能以便与分析工具联通；实验创新平台需包含分级实验库、设备预约与安全规范，并对实验数据进行标准化采集；可视化仿真平台应提供可复用模型库、参数扫描工具与结果可视化接口，例如MATLAB/Simulink与在线批改工具，以便学生快速建立并验证物理模型。平台之间必须采用统一元数据规范与接口协议以实现数据流水线与教学分析。师资建设与跨院系协同采用“培训—共建—治理”三段式推进，先开展以PREI与OBE为核心的工作坊提升教师对任务簇设计与证据化评价的能力，再通过跨专业团队共建教学资源库与仿真模板，最后成立课程治理委员会负责资源版本控制、评估标准维护与产学研合作联络，并以试点数据驱动资源迭代与推广决策。

3.4 考核与评价体系设计

构建适配新工科要求的考核体系应从两条主线展开并精化实施细则。其一，形成性评价需实现证据多源化与即时诊断化，具体做法为：设计章节性题库与题目蓝本并标注能力维度与难度等级，以实现小测的可比性；制定课堂行为编码规程与参与度量表，由助教或智能系统完成编码并实时入库；微课学习交互数据应包含答题耗时、错题模式与视频观看轨迹，以自动生成个体学习剖面；同伴互评采用结构化评分表并辅以教师复核以提升评分信度；所有形成性证据按学习成果维度归档至电子档案袋以触发分层化教学干预。其二，终结性评价与梯次化模型需实现目标量化与权重化，具体做法为：将课程目标拆解为知识掌握、问题求解、实验操作与团队协作四大指标，并为每一指标制定具体可测条目与评分规则；采用归一化方法将各子指标映射至统一标度后依据专家共识设定权重矩阵以计算综合达成度得分；设定多档达成阈值并对应补救与加深路径；评分流程应包含评分员培训、盲评机制与信效度检验以保证评分稳健性；所有评分元数据与学生产出（实验数据、仿真结果、项目文档）按统一元数据规范存储，以支持批量化指标计算与教学改进分析^[4]。整套体系须与教学治理机制联动，定期以归档数据为依据调整评价量表与权重分配，从而形成基于证据的持续改进闭环。

4 新工科背景下大学物理教学改革实施技术路线与试点

4.1 实施技术路线

在实施技术路线设计上应执行五项互为支撑的步骤以保证教学改革系统性与可操作性。第一,协同制定教学大纲阶段要求由物理教研团队、目标专业代表与行业用人单位共同构建能力映射矩阵,矩阵需明确每一模块的知识点、能力指标、先修要求、学时建议与评价方法,并形成可供课程组合与专业化定制模块名录与教材配套清单。第二,PREI试点班应采用分层随机分组策略与跨学科导师制,试点方案需包含标准化任务簇、评价蓝本与教师引导脚本,以便在试点期间对教学活动的实施细则进行可比性检验与流程优化,且试点内须安排中期质量审查以采集课堂录像、学生作品与学习日志作为证据。第三,平台建设阶段需并行部署在线学习管理系统、分级实验创新平台与可视化仿真系统,三平台须实现统一用户认证、任务分发机制与数据接口标准,以支持教学流程的无缝联动、实验预约管理与仿真结果归档,并前置API以便后续教学分析工具接入。第四,系统化数据采集与处理要求建立统一元数据规范,明确采集范围包括在线行为日志、课堂互动编码、实验操作数据、仿真输入输出与成果包元信息,并开发自动化预处理流程与指标计算模块用于生成学习进度、能力达成度与教学干预建议。第五,评估与推广阶段由项目管理组依据预设里程碑开展逐级验收,里程碑包括教学大纲确认、试点完成、平台联调、数据收集达标与效果分析报告,验收后按分阶段推广方案扩大实施范围并同步建立课程迭代机制、师资轮训计划与持续质量保障流程。实施过程中应明确项目治理结构与资源配置方案,成立由教学管理部门牵头的跨部门协调小组,负责预算分配、设备采购与外部合作对接,并制定风险缓解计划以应对设备故障、师资短缺与数据安全问题。同时,各阶段应设定量化指标与时间节点,用于里程碑评审决定是否进入下一阶段。

4.2 试点安排

试点安排应遵循专业适配性、样本可比性与资源就绪性三项原则并细化具体操作步骤。首先,在专业与年级选择上优先纳入与物理知识密切耦合且具有明确工程实践链路的方向,如电子信息、自动化与能源动力,并聚焦本科一至二年级以把握知识整合窗口期。其次,样本设计采用班级为单元的分层随机抽样,并在同一专业内设置对照组与试验

组,初期选取3至5个班级以兼顾统计检验能力与教学可控性并预设中期样本稳定性检查点。第三,教师团队构建为“教学骨干+专业课教师+企业工程师”混合体,明确成员职责、开展以PREI与OBE为核心的集中化培训、并制定联合教学设计议程以保障案例与任务簇的一致性。第四,平台与资源准备要求预先建成微课与导学包库、标准化实验任务单、可复用仿真模板与案例库,并完成实验室设备与软件并发能力的验收与许可配置,同时制定资源版本控制与访问权限策略^[5]。第五,试点周期建议覆盖完整学期,期间设置定期的数据采集节点以收集形成性与终结性证据,数据类型包含在线行为日志、课堂互动编码、实验操作记录、仿真输入输出与学生作品包,试点结束后组织多维度评估小组对教学成效进行统计检验与教学回顾,基于分析结果修订教学任务簇、评估量表与资源模板,最终编撰可复制的试点手册,手册需包含教学大纲、任务清单、评分细则、平台使用指南与试点实施时间表以便推广复制。

5 结语

综上所述,随着新工科建设不断深入,高等教育面临着前所未有的发展机遇与挑战。作为工科教育的基石,大学物理教学在紧跟新时期教育要求的同时探寻满足新工科需求的改革措施。对此,上文结合查阅相关文献资源与研究其他高校案例出发,以课题项目实践为核心就新开工背景下大学物理教学提出了基于OBE与PREI理念的大学物理课程重构路线,包括模块化内容、案例驱动教学、三平台支撑与多元化评价体系,并设计相关实施技术路线与试点安排。

参考文献

- [1] 郭小飞,赵治杰.新工科背景下的大学物理教学研究[J].科教文汇,2020(36):2.
- [2] 罗小兵,李艳虹,马艺荣,李登峰.新工科背景下OBE模式驱动的大学物理课程思政探索[J].中文科技期刊数据库(全文版)教育科学,2023(4):3.
- [3] 梅妍,唐德龙.新工科背景下大学物理创新教育研究——评《“新工科”背景下大学生创新创业教育及其支持体系的理论探讨与研究》[J].Applied Chemical Industry,2023,52(4).
- [4] 孔鹏,杨红,王小云,等.新工科背景下的民族高校大学物理教学改革[J].文化产业,2021,000(006):P.143-144.
- [5] 张春林,魏小平.“互联网+”背景下“大学物理”课程教学改革探索与研究[J].工业和信息化教育,2021(10):40-44.