

新工科视域下探索《大学物理》课程教学内容优化设计路径

丁林杰

湖北工程学院物理与电子信息工程学院, 湖北 孝感 432100

DOI: 10.61369/RTED.2025270027

摘 要 : 在新工科建设背景下, 传统《大学物理》课程在教学理念、内容体系与专业支撑等方面面临系统性挑战。本文针对当前课程存在的“重知识轻能力、内容普适而缺乏专业针对性、教学内容滞后与科技前沿发展脱节、评价方式单一与学生能力培养失衡”等核心问题, 提出教学内容优化改革必须从顶层理念重塑出发, 构建“价值-知识-能力”三位一体的新目标。用现代物理思想重新审视经典物理学内容, 通过思政融合、模块重构、案例驱动、数值赋能等路径设计对教学内容进行体系化重构, 为培养具备创新思维与解决复杂工程问题能力的新工科人才提供坚实基础。

关 键 词 : 大学物理; 新工科; 教学内容优化; 课程思政

Exploring the Optimal Design Path of Teaching Content for "College Physics" from the Perspective of Emerging Engineering Education

Ding Linjie

School of Physics and Electronic Information Engineering, Hubei Engineering University, Xiaogan, Hubei 432100

Abstract : Against the backdrop of emerging engineering education initiatives, the traditional College Physics course is confronted with systemic challenges in teaching philosophy, content framework, and professional relevance. Targeting the core issues plaguing the current course—such as prioritizing theoretical knowledge over practical competence, delivering generic content lacking discipline-specific orientation, teaching outdated materials disconnected from cutting-edge scientific and technological advances, and relying on a singular evaluation model that misaligns with the cultivation of students' comprehensive abilities—this paper proposes that the optimization and reform of teaching content must start with reshaping top-level educational concepts, and constructs a novel trinity objective of "value-knowledge-competence". By re-examining classical physics content through the lens of modern physical thinking, the paper systematically reconstructs the teaching content via multiple approaches including curriculum ideological and political integration, modular restructuring, case-driven instruction, and numerical empowerment. This study lays a solid foundation for fostering emerging engineering talents equipped with innovative thinking and the capability to solve complex engineering problems.

Keywords : college physics; emerging engineering education; teaching content optimization; curriculum ideological and political education

随着全球科技革命与产业变革的加速推进, 以人工智能、量子科技、新能源材料为代表的前沿技术正在重塑工程领域的发展格局。立足国家战略发展新需求、国际竞争新形势、立德树人新要求, 教育部积极推进“新工科”建设,^[1-3]对高等院校工程人才培养提出了教育改革方向, 旨在培养造就多元化、创新型卓越工程科技人才, 为我国解决“卡脖子”技术难题提供智力支撑。其核心在于推动工程教育从“学科导向”向“产业需求导向”转变, 从“专业分割”向“跨界交叉融合”转变。

《大学物理》课程作为理工科各专业的基石, 对于培养学生科学思维、逻辑推理和创新能力具有不可替代的作用。^[4-6]新工科强调学科交叉融合、实践创新能力培养以及对未来科技发展的前瞻性适应, 对大学物理教学提出了全新且严苛的要求。然而, 传统的大学物理教学普遍存在内容陈旧、相对滞后、与前沿科学技术和工程实践脱节、对不同专业的支撑趋同化、评价方式单一等矛盾凸出, 导致课程难以有效承载新工科人才培养的新要求, 改革势在必行。

教学内容的优化是课程改革的核心与切入点。^[5-9]它不是简单的知识点增删, 而是基于新工科人才培养目标, 对课程的知识体系、组织逻辑、呈现方式及其与专业教育的衔接关系进行的系统性、结构化设计构建, 以适应“新工科”培养实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型人才要求。

基金项目: 湖北工程学院教研项目, 新工科视域下《大学物理》课程教学内容优化改革与实践 (JY2025038)。

作者简介: 丁林杰, 男, 博士, 副教授, 主要从事物理教学科研工作, 研究方向为低维凝聚态物理。

一、教学内容优化改革核心理念：知识传授转向“三位一体”融合育人

建构主义学习理论观点认为学习不是被动接受外界知识的过程，而是学习者基于自身已有经验，主动建构知识意义的过程，推崇探究式学习和合作学习。^[10]“新工科”建设对教学目标提出了新的要求，教学内容优化体现教学目标的升华。摒弃旧的以知识传授和解题训练为中心的传统理念，确立学生中心、产出导向的OBE理念，构建“价值塑造-知识探究-能力强化”三位一体的融合育人新目标，实现从“平面知识传递”到“立体智慧生成”的转变。

(一) 价值引领：构建“悟理思政”价值图谱

物理课不仅是科学课，更是思政课。借鉴西安交大、东南大学等高校课程思政建设经验，将思政元素转化为教学内容自然流淌的底色，而非生硬“贴标签”。构建“科学家故事+科技前沿+国家成就+哲学原理”的多维价值图谱，系统挖掘涵盖物理学发展中的科学探索、著名实验、学术争论等典型思政案例。例如，在讲解光学衍射时融入“中国天眼（FAST）与南仁东科学家精神”；在讲述力学与能量时关联我国航天事业成就、国家空间站、“天琴计划”等；在电磁学霍尔效应章节，串联霍尔、冯克利氢、崔琦、薛其坤等科学家的励志故事；在相对论教学中渗透辩证唯物主义思想，在波粒二象性中阐释矛盾对立统一性，强化“科学没有国界，但科学家有国籍”的家国情怀教育。

(二) 知识探究：打造“根-干-枝-叶”四级知识体系

打破学科壁垒与“一刀切”教学大纲，构建“根-干-枝-叶”四级递进知识图谱。“根”层为物理学核心原理与方法论，“干”层为工科通用基础知识点，“枝”层为专业对接模块，“叶”层为前沿应用拓展。突出课程对工科专业的精准支撑，使物理课成为专业“充电桩”，其内容选择和深度与不同专业核心能力要求建立清晰映射关系。减少“填鸭式”教学，增加基于问题的学习和项目式学习比重，将量子信息、凝聚态物理等现代物理前沿以“知识芯片”形式封装为独立单元，设立“近代物理专题”模块，设计跨学科融合案例，培养学生用物理思维解决复杂问题的能力。

(三) 能力强化：践行“做中学、研中学”实践理念

理论联系实际，将工程问题、技术前沿和科研项目系统转化为教学案例，鼓励学生参与高水平竞赛与创新项目。通过“真题真做”模式提升学生工程实践能力，使学生在落磁法测电阻、光谱信息分析等实际项目中深化物理知识应用。倡导“做中学、研中学”，培养学生利用物理原理建模、分析和解决复杂工程问题的能力，推动从“被动接受”到“主动探究”的学习转变。

二、教学内容优化设计路径：四维融通的系统性重构

(一) 深化课程思政，构建有温度的内容底色

建立动态更新的课程思政案例资源库，遵循“分类分级分层”原则，实现思政元素与教学内容的有机融合。采用“大班授

课+小班研讨+翻转教学”模式，通过科学家精神分享、国家科技成就解读、工程伦理辨析等形式，将价值塑造贯穿教学全过程。例如，在讲解能量守恒定律时，结合我国新能源产业发展成就，引导学生树立绿色发展理念；在牛顿力学与万有引力定律中，介绍华中科技大学罗俊院士团队关于重力加速度g和引力常数G的精密测量，引导学生树立精益求精的大国工匠精神；在近代物理教学中，通过物理学史上EPR佯谬、宇称守恒问题等重大争论，培养学生批判性思维与科学质疑精神。思政融合模式能有效提升学生的科学素养与家国情怀，使课程成为“思考、做事、做人”的综合育人载体。

表1 基础通识层模块

| 知识模块 | 核心内容 | 思政融入 | 基础能力 |
|--------|-------------------------|--------------------------------|-----------------------|
| 力学基础 | 质点运动学、动力学、守恒定律、机械振动、机械波 | 飞船对接空间站，工匠精神，同频共振 | 建模能力、矢量分析、能量视角 |
| 热学基础 | 气体动理论、热力学定律 | 双碳目标，可持续发展 | 能量转换，宏观微观结合，统计思想，系统思维 |
| 电磁学基础 | 静电场、稳恒磁场、电磁感应 | 科技自立自强（航母电磁弹射），科学家与工匠精神（马伟明院士） | 场的思想，对称性分析 |
| 光学基础 | 光的干涉、衍射 | 中国天眼（FAST），光的本质-波粒二象性（矛盾对立统一） | 光谱分析，实验现象解释能力 |
| 近代物理基础 | 狭义相对论、量子基础 | 批判精神（普朗克、杨振宁、李政道） | 相对论时空观理解，辩证唯物主义思想 |

(二) 重构知识体系，推行模块化与专业定制化

用现代物理观点重新审视经典物理学内容，打破传统教材线性章节顺序，按“基础通识层”（表1）和“专业应用层”（表2）进行模块化重构。^[4]基础通识模块涵盖所有工科专业必备的核心概念、基本原理、规律和方法论，确保知识体系完整性；专业应用模块体现课程与各专业的紧密结合，定制差异化内容，强化学生工程应用能力。例如，面向电气工程及自动化、电子信息工程专业，重点强化“电磁学”与“近代物理”模块，引入“磁悬浮技术”“半导体物理”“量子霍尔效应”等专题；面向土木、机械专业，深化“力学”模块，结合结构力学、材料力学应用案例，增加振动控制、材料强度分析等内容；面向光电信息、新能源专业，拓展“光学”模块，融入光伏发电、激光技术、光纤通信等工程应用。通过虚拟仿真平台实现模块化教学的灵活实施，学生可根据专业需求与兴趣自主选择拓展模块，实现个性化学习。

表2 专业应用层模块

| 新工科专业群 | 强化模块 | 专业定制化教学重点 | 工程应用能力 |
|----------|----------|---|-------------------|
| 电子、电气、光电 | 电磁学，量子基础 | 重点：Maxwell方程组到电磁波 专题：绝缘-金属相变，能带结构的量子理论 | 电磁场理论分析，电子器件原理解能力 |

| 新工科专业群 | 强化模块 | 专业定制化教学重点 | 工程应用能力 |
|-----------|--------------|---------------------------------------|----------------------|
| 土木、机械 | 力学：机械振动 | 专题：金属的杨氏模量 | 复杂系统建模仿真，约束条件分析能力 |
| 计算机、人工智能 | 统计物理思想，熵的信息论 | 专题：热力学熵到信息熵再到机器学习 案例：蒙特卡洛、张量网络算法应用 | 算法的物理思想、计算复杂性的物理本质 |
| 材料与化工、新能源 | 热学，电磁学，量子基础 | 专题：光电效应与太阳能电池 前沿：拓扑绝缘体，超导材料 | 物理微观机制理解材料性能与器件效率的能力 |

（三）融合工程实践，建设“虚实结合”的案例驱动资源

工程实践反哺教学，破解理论与实践脱节问题。着力建设“虚实结合”的工程案例库，与企业合作，由企业工程师和教师共同打磨真实项目案例。例如，讲授“光电效应”时，配套“光伏发电效率检测”案例，拓展太阳能电池技术前沿；“振动与波”部分，分析“车载激光雷达噪声与补偿”案例，结合实测数据开展温度漂移影响计算；电磁学模块引入“5G基站电磁波传播优化”案例，强化场论知识的工程应用。创新实验教学体系，构建“理论-虚拟-实践”一体化立体学习路径，线上通过虚拟仿真实验进行预习和原理探究，线下通过实体实验进行操作验证与深化，适当增加综合性、设计性实验比重。

（四）数智赋能教学，构建多元化评价体系

利用现代信息技术，如智慧教学平台、AI助教、虚拟仿真、科学计算软件等智能工具，使抽象的物理概念可视化、动态化，赋能教学内容呈现与学习过程管理。通过大数据分析构建学生“学情图像”，精准诊断知识薄弱点，推送个性化学习资源，实现“师-生-机”三元高效互动。构建多元化、过程化的评价体系，将线上学习、课堂讨论、小组项目、创新成果答辩等纳入考核，全面评估学生的知识、能力与素养。采用线上学习（30%）、课堂表现（20%）和期末考试（50%）相结合的多元评价体系，邀请企业导师参与实践项目考核，推行基础知识、自学探究、实践能力、创新思维等各占一定权重，确保评价的全面性与客观性。

三、实施保障与未来展望

（一）实施保障：构建协同育人支撑体系

教学内容的优化设计是一项系统工程，需要坚实的保障措施。在教师团队建设层面，组建跨学科、校企联合的教学团队，鼓励教师深入企业实践，提升工程素养，实现从“知识讲授者”到“学习引导者和项目合作者”的角色转变；在资源共享层面，通过虚拟教研室等形式，共建共享优质教学资源与案例库，扩大改革辐射效应；在持续改进机制层面，建立基于学生反馈、学习数据分析和专业评价的教学质量持续改进闭环。

（二）未来展望：技术融合与前沿拓展

未来，教学内容优化改革需进一步深化与人工智能、大数据等新兴技术融合，开发更智能的个性化学习系统，实现规模化因材施教。加强学科交叉知识图谱的构建，明确物理知识在不同新工科专业领域中的支撑节点与演化路径，推动“物理+X”跨学科培养模式创新。深化与企业合作，共同开发前瞻性产教融合案例库，将量子计算、人工智能、物理前沿基础等内容及时纳入教学体系，使教学内容始终保持前沿性。同时，通过虚拟教研室、教学创新大赛等平台，系统分享改革经验，助力高校大学物理课程的新工科转型。

四、结论

在新工科建设中，《大学物理》课程教学内容的优化改革是夯实工程创新人才科学根基的战略性环节。其核心在于推动课程从孤立的知识体系，转向与专业教育、工程实践、价值塑造深度融合的生态化体系。通过践行思政引领、模块重构、案例驱动、数智赋能的改革路径，结合“四级知识图谱”“虚实结合案例库”等创新实践，有效激发学生的学习内驱力与创新潜能，显著增强课程对新工科专业的支撑力，适应新技术、新产业的发展节奏，显著提升学生课程目标达成度、知识迁移效率与创新能力，为新工科人才培养目标的实现奠定坚实的基础。

参考文献

- [1] 吴岩. 新工科：高等工程教育的未来——对高等教育未来的战略思考[J]. 高等工程教育研究, 2018, 6: 1-3.
- [2] 刘吉臻, 翟亚军, 荀振芳. 新工科和新工科建设的内涵解析[J]. 高等工程教育研究, 2019, 3: 21-28.
- [3] 吴爱华, 杨秋波, 郝杰. 以“新工科”建设引领高等教育创新变革[J]. 高等工程教育研究, 2019, 1: 1-7.
- [4] 王奉敏, 韩艳红. 新工科背景下基于工程教育认证理念的大学物理教学模式研究[J]. 教育进展, 2025, 15: 276-285.
- [5] 王晓鸥, 张伶俐, 袁承勋, 王先杰, 靳辰飞, 张宇. 新工科背景下的大学物理课程建设与实践[J]. 大学物理, 2021, 40: 45-49.
- [6] 刘艳玲, 古金霞, 梁春恬, 田维, 宋峰. 新工科背景下建筑类高校大学物理教学改革探究[J]. 大学物理, 2022, 41: 56-60.
- [7] 张淳民. 大学物理课程体系、教学内容、教学方法改革的实践探索[J]. 大学物理, 2000, 19: 43-47.
- [8] 蔡建乐, 姚凌江, 郑采星, 陈小林. 大学物理课程与教学创新优化研究[J]. 大学教育科学, 2003, 3: 43-46.
- [9] 王晶. 新工科背景下经典力学在大学物理教学中的拓展研究[J]. 教育前沿, 2024, 6: 182-183.
- [10] 钟志贤. 建构主义学习理论与教学设计[J]. 电化教育研究, 2006, 5: 10-16.