

基于“因专施教”的《大学物理》课程体系构建与实施路径研究

王 微, 杨俊梅, 王 珩, 杨 迪, 张蓉瑜

沈阳航空航天大学理学院, 辽宁 沈阳

收稿日期: 2025年10月11日; 录用日期: 2025年11月19日; 发布日期: 2025年11月27日

摘 要

针对传统《大学物理》课程与专业人才培养需求脱节的问题, 沈阳航空航天大学自2019年起开展了“因专施教”教学模式改革。通过构建“公共基础 + 专业特色”的模块化课程体系, 系统化建设专业案例库, 创新“激 - 析 - 用 - 辩”四阶递进教学法, 建立全过程多元评价机制, 有效解决了教学内容统一化、教学方法单一化、评价方式标准化等突出问题。该改革实践与2025年《高等教育学科专业设置调整优化行动方案(2025~2027年)》的政策导向高度契合, 通过强化物理课程与专业教育的有机衔接, 显著提升了学生的知识应用能力和创新思维, 为理工科基础课程教学改革提供了可资借鉴的实践模式。

关键词

《大学物理》, “因专施教”, 专业案例库, 多元评价, 教学改革

Research on the Construction and Implementation Path of the “College Physics” Curriculum System Based on “Discipline-Specific Teaching”

Wei Wang, Junmei Yang, Heng Wang, Di Yang, Rongyu Zhang

College of Science, Shenyang Aerospace University, Shenyang Liaoning

Received: October 11, 2025; accepted: November 19, 2025; published: November 27, 2025

Abstract

In response to the disconnection between the traditional “College Physics” course and the demands

文章引用: 王微, 杨俊梅, 王珩, 杨迪, 张蓉瑜. 基于“因专施教”的《大学物理》课程体系构建与实施路径研究[J]. 创新教育研究, 2025, 13(11): 703-711. DOI: 10.12677/ces.2025.1311922

of professional talent cultivation, Shenyang Aerospace University has initiated a “Discipline-Specific Teaching” reform since 2019. By establishing a modular curriculum system of “public basic course + specialty feature”, systematically building a professional case library, innovating the “stimulate-analyze-apply-debate” four-stage progressive teaching method, and establishing a multi-dimensional evaluation mechanism throughout the entire process, the reform effectively addressed the prominent issues of uniform teaching content, monotonous teaching methods, and standardized evaluation methods. This reform practice is highly consistent with the policy orientation of the “Action Plan for the Adjustment and Optimization of Higher Education Disciplines and Specialties (2025~2027),” which was released in 2025. Through strengthening the organic connection between physics courses and professional education, it has significantly enhanced students’ knowledge application abilities and innovative thinking, providing a practical model for the teaching reform of basic science courses in science and engineering.

Keywords

“College Physics”, “Discipline-Specific Teaching”, Professional Case Library, Multi-Dimensional Evaluation, Teaching Reform

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

沈阳航空航天大学作为一所以航空宇航为特色、多学科协调发展的工科院校，设有飞行器设计与工程、机械设计制造及其自动化、电子通信工程、材料科学与工程等四十余个工科专业。为各工科专业提供支撑的《大学物理》课程，其教学成效直接关系到学生的基础学科素养与后续专业学习。然而，该课程长期存在教学内容统一、教学方法趋同、评价单一等共性问题[1][2]，难以适应不同专业学生在知识结构、能力目标和思维模式上的差异化需求，对专业人才培养的支撑作用受限。纵观国内理工科基础课程教学，尤其是在新工科与“双一流”建设背景下，类似问题普遍存在。罗莹等人(2023)系统回顾了过去 20 年我国《大学物理》教学研究的发展，指出其研究视角多局限于“教”的层面，缺乏从学生角度出发的实证探讨，且研究方法以定性为主，定量研究明显不足[3]。与此同时，国际物理教育研究则更注重基于学习科学理论的教学设计及实证检验[4]。这一差距揭示了我国理工科基础课程改革亟需理论与方法论的深化。

为应对上述挑战，国内外教育界已在理工科基础课程改革方面进行了多种探索。广西大学的机械基础系列课程改革以“新工科”为导向，通过系统化的课程体系优化、内容整合与评价体系改革，旨在培养创新型工程人才[5]。北京理工大学物理学院则提出了“强基拓新、理工协育”的理念，通过“普物与大物、物理与专业、教学与科研”三个维度的深度融合，构建了“三融合”的课程群和“四有”教学路径，显著提升了基础课程与专业培养的协同性[6]。这些实践为本研究的“因专施教”模式提供了宝贵的宏观架构与模块化设计经验。

在教学方法层面，基于问题学习(PBL)作为一种以学生为中心的教学模式，在激发学生自主探究、培养解决复杂问题能力方面展现出显著优势。西南林业大学在“果蔬酶促褐变”教学中，通过 PBL 深度融入了思政元素，实现了专业知识传授与价值引领的有机统一[7]。郭磊等人(2021)在《信号与系统》课程中，进一步将多元智能理论与重构式 PBL 结合，通过重构知识顺序、创设热点情景，有效培养了学生的

自主学习与创新思维[8]。这些案例为本研究在“专业特色模块”中设计项目驱动、问题导向的教学活动,以及挖掘专业案例中的思政元素提供了直接的方法论支持。

因材施教作为我国悠久的教育传统,其核心理念是尊重学生的个体差异。然而,在当代大规模高等教育中,其落实面临现实困境,在实践中存在被异化的风险[9]。人工智能时代的到来,一方面为大规模因材施教提供了技术赋能,另一方面也警示我们需好好处理价值理性与工具理性的关系,其本质是教学实践的革新,而非单纯的技术操作[10]。

本研究在因材施教的理论基础上,结合工科专业集群培养的特点,提出了“因专施教”的改革理念。它是对因材施教原则在专业维度上的深化与拓展,旨在系统应对传统基础课与专业教育脱节的问题。这一理念强调从专业的培养目标、学科特点与发展需求出发,进行教学内容的模块化重构、教学方法的探究式转变以及评价体系的多元化设计,从而实现从“统一供给”到“专业适配”的战略转型。在实践层面,我们通过构建“公共基础+专业特色”的模块化课程结构、系统开发与专业对接的案例库、创新“激-析-用-辩”课堂教学模式以及建立全过程多元评价体系,实现了《大学物理》课程从“统一配方”到“精准营养”的转变。

教学团队自2019年起开展的改革实践,其前瞻性在2025年8月中央教育工作领导小组印发的《高等教育学科专业设置调整优化行动方案(2025~2027年)》[11](以下简称《方案》)中得到了政策层面的呼应与支持。《方案》明确提出“完善分类发展机制”、“改革评价考核机制”,并强调构建“促进学科专业特色发展的多元评价体系”[4][12],从国家层面进一步印证了“因专施教”改革的前瞻性与必要性。

系统总结并持续推进《大学物理》“因专施教”的改革实践,不仅是对国家教育政策的积极响应,更是对现有理工科基础课程教学体系的一次深刻反思与系统性创新。它致力于将教育理论、专业需求与教学实践深度融合,对于提升人才培养的针对性与有效性,增强高等教育服务专业建设与社会发展的能力,具有重要的理论价值与现实意义。

2. 传统《大学物理》教学的局限性

2.1. 统一化的教学内容

首先传统的《大学物理》课程以力学、热学、电磁学、光学、近代物理的系统性讲授为核心,各部分知识内容占比平衡。若想用一门统一的《大学物理》课程支撑所有专业的后续专业课,势必需要涵盖极其广泛的内容,导致学时无限膨胀。这就使得对于单个专业而言,一部分教学投入是低效甚至无效的。例如,对材料类专业至关重要的“热力学”基础对机械类专业意义不大;对电信类专业来说,麦克斯韦方程组是理解电磁波传播的基石,可对能源类专业只是一组数学公式。

其次传统课堂上多侧重理论推导与公式记忆,缺乏结合专业场景的案例分析,学生难以建立物理知识与专业实践的衔接,与工程前沿脱节,知识应用能力薄弱[13]。而不同专业的学生工程背景不同,对应用实例的需求也不相同。例如通信工程专业学生需要深入理解电磁波传播特性与信号传输的关系;机器人工程专业学生则需要将力学原理与机械结构设计、运动控制算法相结合。

2.2. 单一化的教学手段

对于工科专业的学生来说,《大学物理》课程立足于培养学生将物理知识应用于工程实践的能力。传统的教学模式以“教师讲授+学生被动接受”为主[14],单纯的理论讲解脱离了工程的实际场景,学生在学习过程中理论脱离实践,抽象概念难以转化为各专业所需的实际应用能力。分组讨论、案例教学、项目实践、翻转课堂等教学手段的缺失无法促进知识内化、能力提升、专业融合,使学生感到“学无所用”,丧失学习动力。

2.3. 标准化的评价方式

传统教学评价方式以一张试卷判定学生的学习成果,缺乏能够体现学生成长轨迹的过程性评价。在评价过程中侧重对理论知识的记忆和解题能力的考核,忽视对学生科学思维、实践创新能力的评价。缺乏针对不同专业的差异化评价手段,无法准确反映不同专业学生对所需物理知识的掌握程度,不能衡量其知识应用能力和创新素养。

3. 构建“公共基础 + 专业特色”的模块化课程结构

为突破《大学物理》课程长期存在的“千篇一律”的传统教学模式,教学团队定期到各学院调研,和各专业教师教学研讨,分析各专业的毕业目标和后续核心课程的知识框架,从而制定了《大学物理》课程的分专业分层次教学大纲。教学大纲构建了“公共基础 + 专业特色”的模块化课程体系:

公共基础模块(占比 70%~80%): 本模块面向全体学生,重在奠定共同的学科基础。教学内容聚焦于传统《大学物理》的核心知识体系(涵盖力学、热学、电磁学、光学及近代物理等),确保学生系统掌握必备的基本概念、定律与科学思维方式,为后续学习和长远发展奠定基础。

专业特色模块(占比 20%~30%): 本模块是针对不同专业大类的发展需求而开发的定制化内容。着力解决不同专业对《大学物理》需求不同而导致的学时浪费问题。如航空类专业在基础模块上增加 12 个学时的热学内容,通信类专业增加 12 个学时的电磁学内容。

另外为了引导学生运用物理思维发现和解决实际专业问题,实现知识的迁移,在基础模块上增加针对不同专业的应用案例模块,实现“物理原理”与“专业问题”的链接,展示物理学在不同专业领域的应用场景。例如,为航宇类专业增设“飞行器的姿态控制”、“推进与热防护”模块;为机械类专业增设“振动分析与无损检测”、“光的干涉与精密测量”模块;为材料类专业增设“材料的电磁特性”、“现代分析测试方法”模块;为电信类增设“电磁波到天线”、“MEMS 加速度计”模块;为能源类专业增设“电能的产生与输出”、“新能源的物理基础”模块。

“公共基础 + 专业特色”的模块化课程结构打破了传统《大学物理》课程内容“统一化、标准化”的固有模式,既能确保学生掌握经典物理的核心知识体系,夯实基础,也能精准搭建从“物理原理”到“专业应用”的认知桥梁,实现了课程内容从“供给驱动”向“需求驱动”的战略转型。

4. 系统化构建专业案例库

专业案例库是一个经过系统设计、紧扣专业需求、能够支撑探究式教学的资源库,从 2019 年开始建设。它为课堂讲授、课后作业、小组讨论、分组任务提供类型多样、即取即用的教学素材。学生通过课前、课中、课后的多样性教学手段全方位感受物理知识的应用价值,提升将复杂工程问题简化为物理模型的能力,以及运用物理原理解释现象、评估方案的科学思维。

4.1. 需求调研与内容规划

在案例库建设过程中教研室定期组织教研活动讨论规划案例的建设框架,团队教师通过定期到各学院调研,和专业教师教学研讨,确定和后续专业课的“对接点”,规划专业问题需要提供支撑的物理原理,进而形成《不同专业大学物理教学需求表》,明确案例开发的重点方向和优先等级。

4.2. 多渠道采集与开发

专业案例的素材来源于教师科研成果、学术前沿、经典工程实例、学生竞赛项目等多个渠道。我们鼓励教师将本人科研项目中与《大学物理》相关的部分转化为教学案例,例如从事新型电池研究的教师

开发了“新型电容器”案例。团队还从学术期刊、论文综述及重大科技新闻中提取了部分适合本科生理解的物理原理案例，如“中国空间站机械臂”、“南鲲号利用波浪能”等。还可以系统梳理历史上经典的工程案例并剖析其中的物理原理，如塔科马海峡大桥风毁事故、奥林匹克号撞船事故等。另外我们还从学生的科技竞赛作品中提取优秀案例进行补充。

4.3. 案例的标准化设计与深度加工

“因专施教”模式的核心环节是把收集到的案例素材与物理知识点深度融合形成专业案例，实现从“物理原理”到“专业应用”的转化。这个融合过程不是课堂上的照本宣科，不是简单举例，而是通过清晰的路径精心设计教学过程。首先，从真实专业场景中凝练物理问题，例如将机械臂的精准定位，锚定在“刚体转动与角动量”的范畴内。然后进行深度的原理关联与模型解析，即运用相应的物理定律对专业案例进行定量或定性分析，揭示其内在的物理机制。例如机械臂的定位依靠角速度传感器，也就是陀螺仪，而陀螺仪的物理模型就是定轴转动的刚体。最后达成知识迁移与能力升华，引导学生将分析结论反哺于对专业问题的理解，例如通过对不同原理陀螺仪的讨论，深刻认识机器人精准性能提升的理论极限与创新方向。这个融合过程使抽象的物理公式获得了具体的工程承载，有效培养了学生以物理思维分析和解决专业复杂问题的核心能力。

4.4. 案例库的多元化呈现与动态更新

依据知识内容分门别类建设专业案例库，案例按“知识模块 - 知识点 - 专业 - 类别”层次进行标签化分类。同一内容的专业案例按需求不同建设成不同形式的素材，如上文提到的角动量守恒问题，作为知识内容的课堂讲授环节，有知识点融合的 PPT 教案；作为预习任务，有图文并茂的拓展文字资料呈现；作为分组任务，题目为“从理论上设计一款角速度传感器”，并设计有具体要求；作为讨论，题目为“如何提高陀螺仪的测量精度”，并有逐年更新改进的问题呈现；作为翻转课堂的教学，题目可以为“陀螺仪的历史和应用”。

根据教师的教学效果和学生的反馈意见持续更新案例库。每年由教学团队对案例进行评估，淘汰和知识点契合度不高或过时案例，补充新案例，确保案例库的先进性和生命力。

系统化的专业案例库极大地丰富了教师的教学手段，使物理课堂变得更加生动、深刻和富有启发性，真正实现了物理教学与专业培养的深度融合，为培养高素质创新工科人才提供了有效途径。

5. “因专施教”的具体实施手段

教学团队在“公共基础 + 专业特色”的课程体系指引下，通过多元化教学手段构建了以专业问题驱动、以学生为中心的探究式教学模式。

5.1. 课前预习建立专业关联

预习环节是“因专施教”的起点，可以让学生在课内容和专业之间建立关联。预习任务不是让学生提前自学物理理论，而是让他们带着一个与自身专业相关的、明确的“问题”或“任务”进入课堂。

任课教师从“专业案例库”中提取所教授专业和即将讲授的物理知识点对应的预习案例，并提前一周通过线上教学平台发布预习引导任务，明确预习重点、难点及与专业的关联点，并配套推送相关的微课视频、专业案例片段。例如为材料类专业学生布置“预习导体静电平衡性质，从信号传输角度分析智能手机外壳各种材料的利弊”的任务；为飞行器制造工程学生布置“预习流体力学基本方程，结合飞机起飞过程分析升力产生的物理机制”的任务。同时鼓励学生结合预习内容，自主查阅与本专业相关的物理应用资料，初步建立物理知识与专业学习的联系。

专业导向的预习设计，确保每个专业的学生都能在物理课上找到和自己专业领域的关联。这是学生专业身份的提前预热和工程思维的有意识训练，能够保证课堂教学从一开始就建立在学生的专业兴趣和主动探究之上，为整个教学流程的高效实施奠定了坚实基础。

5.2. 课堂教学强化专业融合

课堂是实施“因专施教”的核心环节，为了实践“公共基础 + 专业特色”的课程体系，将物理原理与工程实践深度融合，团队通过“案例‘激’发→原理剖‘析’→回扣应‘用’→跨学科思‘辨’”的递进式课堂教学模式，引导学生完成从“兴趣点燃”到“思维升华”的完整探究过程。

5.2.1. 案例“激”发，点燃专业兴趣

利用从“专业案例库”中提取的最具代表性的实际案例进行新课引用，直接把学生带入专业场景。例如为航宇类专业播放航天器在轨对接的震撼视频，以此创设真实专业情境。教师随之提出紧扣案例核心的挑战性问题：“微控制力如何操控庞大航天器？”这一环节将外部的教学目标转化为学生内在的学习需求，点燃学习兴趣，为后续深入探究物理原理奠定明确的学习目的。

5.2.2. 原理剖“析”，构建理论框架

在成功激发学生探究欲望的基础上，自然转入原理剖“析”的环节，引导学生回归物理学的内在逻辑体系，进行严谨深入的概念剖析与理论演绎。教师通过演示实验、公式推导、视频展示等方式讲解物理定律的内涵与外延，并特别注重帮助学生建立清晰的“物理图像”。例如在角动量守恒的问题上，不仅要讲清角动量守恒的数学表述，更要通过经典实例解释其守恒的物理思想。这一环节旨在夯实学生的理论基础，确保所有学生都能牢固掌握核心物理思想与科学方法，为后续的知识迁移与应用提供坚实支撑。

5.2.3. 回扣应“用”，实现知识迁移

回扣应“用”是实现知识迁移的途径，也是“因公施教”最为关键的环节。教师引导学生主动运用原理剖“析”环节讲授的物理原理来解析新课引入时提出的专业案例。例如启发航宇专业学生运用角动量守恒定律分析“反作用飞轮对航天器姿态的控制机制”。这一从理论回扣实践的过程不仅清晰地揭示了物理知识解决工程问题的作用，更让学生在实践中真切体会到学以致用用的成就感，从而完成了从抽象理论到专业能力的有效转化。

5.2.4. 跨学科思“辨”，培养创新能力

跨学科思“辨”环节以各专业特色模块为内容基础，通过小组讨论、内容展示、实验演示、成果汇报等多种形式，引导学生开展深度思辨与互动交流。这一过程是翻转课堂理念与分组任务的有机融合，学生以小组为单位，围绕具有专业代表性的议题展开协作探究与实践。例如电信类专业可通过模拟通信系统干扰场景分析解决方案的物理依据。这一环节使学生在协作中应用知识、在辩论中深化理解、在整合中构建思维，从而实现从被动解题向主动解决专业应用问题的创新能力跃迁。

“激、析、用、辨”的递进式教学模式构成了一个螺旋上升的教学闭环。它始于专业之“问”，归于物理之“道”，成于实践之“用”，终于思维之“辩”，有效地将知识传授、能力培养与价值引领融为一体，是实现“因专施教”的有效方式。

5.3. 课后反思巩固专业适配效果

课后反思是知识内化与能力提升的关键^[15]，通过设计多元化的反思问题与拓展任务，构建“学习 - 应用 - 反思 - 提升”的完整闭环。一方面布置与专业深度融合的实践性作业，如要求航空发动机工程专

业学生结合热力学原理设计推力优化方案，或引导通信专业学生运用电磁知识分析不同频段电磁波的应用范围以及对通信信号的影响条件；另一方面鼓励学生在课后自主探究知识的拓展，可以自行查阅资料，也可以学习讲座视频、前沿科技文献解读、经典工程案例剖析等内容的拓展学习资源库，实现个性化深度学习和前沿视野拓展。同时依托线上平台建立师生间的实时反馈机制，从而在巩固知识的同时持续优化“因专施教”的教学策略，有效拓展学生的专业视野与创新能力。

6. 多元化评价

基于传统评价方式的诸多弊端[16]，团队把考核方式从单一的期末考试转向课前、课中、课后的全过程，建立了过程性与终结性结合、知识与能力并重的多元评价体系。

6.1. 过程性评价贯穿教学全过程

考核方式多样并贯穿教学全过程。课前利用在线平台向不同专业学生推送与其专业紧密相关的预习资料与思考题[17]，通过预设的评价标准给出预习分数，从而引导学生主动探索物理与专业的关联性。课中不仅记录发言次数，还通过分组讨论和翻转课堂的质量进行课堂表现的评价。通过不同的研讨议题考察学生运用物理原理解决专业问题的能力，并从逻辑性、创新性、专业性等维度进行标准化评分。课后除了作业和各章测验外，还有分组任务、实践性作业等考核方式培养学生的实践创新、知识迁移与应用能力。

6.2. 能力考核贯穿教学全过程

为强化对学生综合能力的考核，教学团队对评价体系进行了系统性重构。利用分组任务、探究式作业、课堂讨论、翻转课堂等过程性评价方式替代部分传统作业与测验，并针对不同教学环节的能力培养目标，制定相应的考核标准与评分细则，实现从“重知识”到“重能力”的评价转向。在具体实施中，课堂讨论与分组任务等考核方式均从专业案例库中提取与各专业紧密结合的小型项目。例如要求机器人工程专业学生撰写《基于动量守恒的机械臂抓取稳定性分析》的小组报告、材料专业学生完成《半导体能带结构与其导电性关系》的综述论文等，以此推动物理原理与专业实践的深度融合。

此外，本体系还建立了“以赛促学、赛考融合”的激励机制，允许学生以物理类科技竞赛获奖成果申请替代部分考核内容，经审核答辩通过后予以认定。同时学生在分组任务中完成的优秀项目，经优化提升后可参加下一年度竞赛，形成“任务-竞赛-考核”三者良性互动的闭环迭代，持续强化学生在实践创新、知识迁移与专业应用等方面的核心能力。

为使“因专施教”能够在评价环节中落地，团队将期末试卷分为“基础部分”和“应用部分”。前者确保所有学生掌握核心物理知识；后者提供多个来自不同专业的应用案例题。这使考试评价的重心从“考查知识记忆”转向“评估能力应用”，真正将评价聚焦于学生的能力增长和未来发展。

全过程与多样化结合的评价方式能更全面、更公正地反映学生的学习效果，促进学生实践创新能力和专业应用能力的全面提升，为“因专施教”理念在评价环节的落地提供了系统化实施方案。

7. 改革实践的反思

在取得显著成效的同时，也发现“因专施教”改革过程中的困难并进行了反思，首先，师资转型压力巨大。教师需同时掌握物理学科知识与多个工程专业领域的前沿动态，并进行跨学科教学设计与案例开发，这对教师能力结构与工作时间投入提出了极高要求。其次，跨部门协作成本高昂。与各专业学院在培养方案对接、案例合作开发、教学资源协调等方面需要持续深入的沟通，其组织复杂性与时间成本不容忽视。最后，多元评价的操作困难。过程性评价的标准统一性、考核过程的工作量以及非标准化考

核(如项目报告、竞赛替代)的公平性保障,在我校大规模教学中面临严峻挑战。

该教学模式的适用边界与潜在风险同样值得警惕。首先,该模式具有显著的资源依赖性,其有效实施高度依赖于高质量的案例库、成熟的师资团队和高效的跨部门协作机制,在资源有限的院校中全面推行难度较大。其次,需警惕新的模式固化风险。过度强调与当前专业的刚性对接,可能导致课程内容滞后于技术发展,甚至削弱物理学科在培养科学素养与长远创新能力方面的基础性作用。最后,改革的可持续性深度依赖制度保障,需要持续的政策支持与资源投入,否则易因动力衰减而难以维系。

未来,改革需着力探索通过数字化手段降低运营成本,并在“专业导向”与“通识基础”、“模式创新”与“教育初心”之间寻求持续平衡。坦诚面对这些挑战与边界,将使改革之路行得更稳、更远。

8. 结语

《大学物理》“因专施教”模式的探索与实践,是应对高等教育专业化发展需求的必然选择。它突破了传统教学的局限性,通过构建专业适配的教学资源体系,创新全过程的教学实施手段,提升了《大学物理》课程的教学质量与育人效果。我们需进一步深化“因专施教”理念,完善教学体系,优化实施路径,真正将“因专施教”落到实处,从而为培养符合时代需求、具备创新能力的应用型人才奠定坚实的物理基础。

基金项目

2023 年度沈阳航空航天大学示范性专项教学改革项目:数字赋能信息融合的理学基础课程教学资源建设创新实践;2025 年沈阳航空航天大学校级教改项目:人工智能 + 课程思政 + 因专施教 “三位一体”的大学物理课程体系建设,项目编号:JG251402B04。

参考文献

- [1] 易明芳,李娟.智慧教学环境下的大学物理同伴教学法研究[J].安庆师范大学学报(自然科学版),2021,27(2): 102-108.
- [2] 焦健,陈敬艳,石浩辰,等.大学物理课程过程性评价探讨[J].长春师范大学学报,2021,40(8): 149-152.
- [3] 罗莹,刘兆龙,韩思思.理工科大学物理教学研究回顾、反思与展望[J].物理与工程,2016,26(4): 112-117.
- [4] 高兰香.大学物理有效教学的理论与实践研究[D]:[博士学位论文].上海:华东师范大学,2011.
- [5] 谢红梅,耿葵花,李竞.以“新工科”为导向、以“双一流”建设为背景的机械基础系列课程改革——以广西大学为例[J].黑龙江教育学院学报,2020,39(3): 44-46.
- [6] 北京理工大学教学成果.强基拓新、理工协育的基础物理理论课程群“三融四有”新生态教学创新与实践[EB/OL]. https://jxcg.bit.edu.cn/qjtxlgxy/cgjj_39/ffd17a6a98a9477a93bcab9ddadc0a58.htm, 2025-10-16.
- [7] 郭磊,范方宇,刘云,等.PBL 与课程思政深度融合的教学模式探索与实践——以“果蔬酶促褐变”为例[J].食品工业,2023,44(6): 181-184.
- [8] 郭磊,石丽梅.基于多元智能理论的重构式 PBL 与课程思政融合教学法——以《信号与系统》为例[J].现代信息技术,2021(24): 184-189.
- [9] 石畅.因材施教的现实困境及其超越[D]:[硕士学位论文].武汉:湖北大学,2015.
- [10] 程龙.“变”与“不变”:数智时代大规模因材施教的理性审思[J].电化教育研究,2025,46(1): 34-39+46.
- [11] 中央教育工作领导小组印发《高等教育学科专业设置调整优化行动方案(2025~2027 年)》[EB/OL]. 2025-08-28. http://www.moe.gov.cn/jyb_xwfb/gzdt_gzdt/s5987/202508/t20250828_1410769.html, 2025-10-16.
- [12] 郑湘萍.试论高校思想政治理论课教学的因“专”施教[J].教育教学论坛,2012(18): 108-109.
- [13] 李星星,张传坤,赖魏.新工科建设下基于“四能力”培养的材料物理专业实践教学改革研究[J].教育进展,2025,15(7): 1402-1407. <https://doi.org/10.12677/ae.2025.1571367>
- [14] 高兰香,许丹.以学生为中心的大学物理教学探索与实践[J].大学物理,2022,41(1): 43-49+60.

-
- [15] 刘凌虹, 贺梦冬, 吴桂红, 等. 大学物理线上线下混合式课程教学组织及教学评价改革探究[J]. 物理通报, 2023(12): 29-33+37.
 - [16] 周战荣, 赵云芳, 沈晓芳. “大学物理”课程考试改革探索与实践[J]. 物理与工程, 2018(S1): 136-139.
 - [17] 秦晨, 张泽霞, 沈丽娜. 基于科学素养提升的《大学物理》课程教学创新研究[J]. 科教导刊(电子版), 2023(6): 238-240.