

混合式教学模式在物理类《理论力学》课程中的探索与实践

张景卓, 程华杰, 蒋治国

海军工程大学基础部, 湖北 武汉

收稿日期: 2025年12月11日; 录用日期: 2026年1月12日; 发布日期: 2026年1月19日

摘 要

理论力学是物理学专业承上启下的核心理论物理课程, 其教学目标不仅在于传授经典力学知识, 更在于培养学生的理论物理思维与科学创新能力。针对传统教学存在的物理思想浸润不足、高阶思维能力培养薄弱等问题, 本研究基于“以学生为中心、产出为导向”的理念, 构建了线上线下深度融合的混合式教学模式。实践表明, 该模式有效提升了学生对物理学理论体系的理解深度、科学思维能力和解决复杂问题的素养, 为军队院校物理类专业课程的教学改革提供了可操作的路径。

关键词

理论力学, 混合式教学, 物理思想, 案例教学

Exploration and Practice of Blended Teaching Model in the Course of “Theoretical Mechanics” for Physics Majors

Jingzhuo Zhang, Huajie Cheng, Zhiguo Jiang

Department of Fundamental Courses, Naval University of Engineering, Wuhan Hubei

Received: December 11, 2025; accepted: January 12, 2026; published: January 19, 2026

Abstract

Theoretical Mechanics is a core theoretical physics course that plays a bridging role in the physics curriculum. Its teaching objectives extend beyond imparting knowledge of classical mechanics to cultivating students' theoretical physics thinking and scientific innovation capabilities. In response to issues in traditional teaching, such as insufficient immersion in physical thinking and weak cultivation

of higher-order thinking skills, this study constructs a deeply integrated online-offline blended teaching model based on the “student-centered and output-oriented” philosophy. Practice has shown that this model effectively enhances students’ depth of understanding of the physics theoretical system, scientific thinking ability, and competence in solving complex problems, providing an operable pathway for teaching reform in physics-related courses at military academies.

Keywords

Theoretical Mechanics, Blended Teaching, Physics Thinking, Case-Based Teaching

Copyright © 2026 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

理论力学是物理学专业学生在普通物理基础上接触的第一门理论物理课程，其地位至关重要。它不仅是连接直观经验与抽象理论的桥梁，更是培养学生运用高等数学工具构建物理模型、进行逻辑演绎和掌握理论物理研究方法的起点[1]。该课程内容抽象、理论体系严谨，传统的“教师主讲、学生听练”模式往往使学生陷入繁杂的数学推导，而忽视了对其背后物理思想演进、理论框架构建逻辑以及科学方法论的理解与掌握。长此以往，学生容易产生畏难情绪，难以达成“既知其然，亦知其所以然”的深度学习目标，更无法为后续《热力学与统计物理》《量子力学》等课程奠定坚实的思维与方法论基础。对军队院校，物理教学还需思考如何将基础理论与工程背景恰当结合，在筑牢理论基础的同时，培养学生的工程应用能力和科技素养。

混合式教学(Blended Learning)是线上学习和线下课堂教学的有机融合，通过技术赋能对教学流程进行系统性重构，旨在将知识传递环节前置，从而解放宝贵的课堂时间，用于开展深度研讨、思想碰撞和能力升华[2]，为破解上述困境提供了思路。混合式教学的实践探索常以翻转课堂(Flipped Classroom) [3]、基于案例或问题的学习(Case/Problem-Based Learning, C-PBL) [4]等模式为基础。这些模式分别强调课前知识内化与课堂活动深化，或通过真实情境中的问题驱动学习过程。然而，在理论物理这类高度抽象、思想性强的课程中，如何将知识传授、思想建构与能力培养进行系统性、有层次地融合，仍需深入探索。

2. 教学改革的核心理念与框架设计

建构主义(Constructivism)认为，学习是学习者在已有经验基础上主动构建意义的过程，教学应创设有利于意义建构的学习环境[5]。情境认知理论(Situated Cognition)进一步强调，知识是活动、情境和文化的产物，学习应在真实或仿真的情境中发生[6]。本课程改革的核心理念“以学为中心、产出为导向”正是对这些理论的呼应：强调学生在真实(或贴近真实)的物理问题情境中，通过主动探究与协作，构建对力学思想与方法的深度理解。课程组设计了以“强化物理思想主线、深度融合在线资源、重构课堂教学活动”为核心的混合式教学改革方案，构建了“三阶段-双闭环”的教学框架。其核心在于，通过该框架的系统实施，不仅实现知识的高效传递，更致力于达成物理思想浸润、科学思维训练与创新能力培养的深层教学目标，旨在探索一条能够有效提升物理类专业学生理论素养和科学思维能力的教学路径，并为同类课程改革提供兼具理论支撑与实践可操作性的参考范式。

本次教学改革的核心理念是从“知识传授”转向“思想引领与能力建构”，强调在贴近军事工程与科学探究的真实或仿真情境中，引导学生主动构建对经典力学思想体系与方法的深入理解，相应地，教学目

标需实现三个相互关联、层层递进的层次。

1) 知识层：系统掌握经典力学(牛顿力学与分析力学)的核心概念、原理与数学表述。

2) 思想与方法层：理解从牛顿力学到分析力学的历史与逻辑演进；领会物理学中模型化、对称性、最小作用量原理等核心思想；初步掌握理论物理通过数学语言描述自然、通过逻辑演绎预测现象的研究方法。

3) 应用与素养层：能够运用所学思想与方法分析、简化实际问题，培养严谨求实的科学态度与探索精神，并为后续专业课程学习搭建桥梁。

为实现上述三层目标，我们超越了一般翻转课堂“课前看视频、课上做练习”的简单二分，构建了“三阶段-双闭环”混合式教学框架，其设计充分吸收了“情境-问题”驱动内核与翻转课堂的时空重构优势，并进行了针对性创新。

“三阶段”指：1) 线上自主学习：学生通过优质线上资源完成标准化知识的初步内化，此阶段是传统课堂的知识传授环节前移，为课堂深度互动腾出空间；2) 线下深度互动：这是框架的核心，依据情境认知与建构主义理论设计，课堂重心从讲授转向引导、研讨与探究，通过精心设计的物理学思想专题研讨与梯度化案例探究、研讨，在师生、生生的深度对话与协作中，促进对物理思想的深层理解、科学方法的主动建构以及复杂问题解决能力的培养；3) 课后拓展迁移：着眼于学习的巩固、应用与远迁移，通过计算工具实践、开放项目和研究性学习，将课堂形成的认知在更复杂、开放的情境中加以应用和验证，并明确指向后续专业课程的知识与思维衔接，体现了对学习持续性和连贯性的设计。

“双闭环”指：1) 教学实施闭环：三个阶段形成“准备(线上)-深化(线下)-拓展(课后)”的螺旋式上升循环，前一阶段为后一阶段奠基，后一阶段对前一阶段进行深化与拓展；2) 评价反馈闭环：贯穿全过程的多元化评价体系(线上学习数据、课堂表现、项目报告、期末考试)不仅用于评定学生，更实时反馈至教学调整中。例如，线上学习数据指导下教学重点，案例研讨表现启发案例库动态优化，形成“评价-诊断-改进”的持续优化机制。

3. 改革实施路径：混合式教学与物理思想培养的双重构

3.1. 第一阶段：整合优质线上资源，夯实自主研学基础

高效自主学习是混合式教学成功的前提。课程组系统筛选并整合了国内外优质在线资源，构建了分层次的线上学习资源库[7]，包括：

1) 核心主干资源。指定中国大学 MOOC 平台上由北京师范大学刘文彪教授主讲的国家级一流本科课程《理论力学》作为学生课前自学的主渠道。该课程体系完整、讲解严谨，物理思想突出，为学生提供了可靠的自学保障。同时，推荐哈尔滨工业大学任延宇教授主讲的《理论力学》慕课作为重要补充，该课程在刚体力学、数学工具应用方面特色鲜明，其“代数讲法”有助于学生从不同视角理解抽象概念[8]。

2) 特色辅助与思政资源：精选 B 站等平台上关于物理学史(如“科学史话”系列)、科学巨匠传记、复杂力学现象模拟(如混沌摆、陀螺进动)的优质短视频，作为激发兴趣、拓展视野的“开胃菜”。特别引入关于我国科学家的突出贡献、大国重器的纪录片片段，在课前预习阶段即渗透科学精神与家国情怀。

3) 导学与监控：教师围绕线上核心视频，精心设计包含关键问题链的导学案。例如，在观看“拉格朗日方程”章节前，提出问题：“牛顿第二定律在处理复杂约束时遇到什么困难？拉格朗日引入广义坐标和虚功原理，在解决思路上发生了怎样的根本性转变？”通过平台数据，教师可实时跟踪学习进度与自测成绩，精准定位共性难点，为线下教学提供精准“导航”。

3.2. 第二阶段：聚焦线下课堂，实现物理思想浸润与能力跃升

线下课堂是教学改革“主战场”，其重心从“讲公式”彻底转向“讲思想、教方法、促探究”。

1) 物理学思想与方法的体系化融入

新的教学设计新增了多个专题研讨，打破了教材章节顺序讲授的模式限制，以若干贯穿经典力学的核心物理思想为主题组织专题研讨。

专题案例 1：从“力”到“能量”——力学范式的革命。在学习拉格朗日力学基础后，组织专题研讨。课前，学生阅读关于 17~18 世纪力学发展的材料；课中，教师引导讨论：牛顿的矢量力学与分析力学在描述世界的哲学基础、数学工具的优雅性、解决复杂约束问题的普适性上有何根本不同？通过对比单摆、阿特伍德机等经典问题在两种框架下的求解，让学生深刻体会到，分析力学不仅是数学技巧的升级，更是物理学世界观从“力”的因果链到基于“对称性”和“极值原理”的整体性描述的革命性飞跃。这直接为后续学习《量子力学》(其基本方程可从路径积分形式导出)和《热力学与统计物理》(关注系统的能量状态与分布)铺垫了深刻的思想基础[9]。

专题案例 2：对称性与守恒律——自然界的深层语言。结合诺特定理的教学，不仅推导数学关系，更追溯从古希腊哲学到现代物理学对“对称”认识的深化。引导学生探讨：在更广泛的物理世界中，时间平移对称性与能量守恒、空间旋转对称性与角动量守恒的深刻联系，如何体现了自然界的统一与和谐之美？这种对物理学“第一性原理”的追寻，是培养学生理论物理品味的绝佳途径。

2) 梯度化案例教学设计：从生活体育到军事科技

为有效训练学生“从实际中提炼模型、用理论指导实践”的能力，课程组构建了由浅入深、从熟悉到专业的梯度化案例教学体系。该体系融合了课程组建设的“基于体育运动项目的军事院校理论力学课程案例库”成果[10]，形成了“体育运动案例(熟悉感知)→基础军事装备原理(理论应用)→前沿军事科技问题(综合探究)”的完整链条。

层级 1：体育运动案例(建立直观与简化模型)。借鉴同课程组案例库建设的成功经验，在讲授“刚体平面运动”时，引入单杠大回环案例。引导学生将运动员身体简化为刚体模型，分析其在旋转过程中角速度、转动惯量与重心位置的关系，并计算手部受力。此案例源于学员日常军事体能训练，极具亲切感，能迅速激发兴趣，核心训练目标是掌握刚体模型简化与机械能守恒定律的应用。在讲授“动量与碰撞”时，则使用铅球投掷案例，分析出手角度、速度与投掷距离的关系，深化对抛体运动与动量传递的理解。

层级 2：基础军事装备原理(深化理论与物理思想)。在学员通过体育案例建立直观后，引入与课程核心思想紧密相关的军事背景案例，旨在深化物理原理的理解。例如，在学习“角动量守恒与进动”后，引入船舶陀螺减摇鳍案例。重点不在于介绍装备细节，而在于引导学生如何将工程装置抽象为刚体转子模型，运用角动量定理分析其在海浪扰动力矩下的进动响应，并理解如何利用此进动产生稳定力矩。这个过程完整演练了“实际对象→物理建模→理论分析→解释/设计”的科学研究流程，使抽象的进动理论变得鲜活有力。

层级 3：前沿军事科技问题(综合探究与思维升华)。在课程后期，设计需要综合运用多章知识的复杂案例。例如水下声对抗中的角反射器散射特性分析问题。引导学员将其学习过程分解为小振动问题、离散系统振动、连续介质波动、数值计算建模的多阶段过程，分析不同阶段学习内容之间的关联和递进关系。课前，通过导学案发布课次学习目标，提供相关资料(线性微分方程求解方法、小振幅声传播模型、声场计算方法、有限元理论、相关专业文献)，提出课前学习任务：要求学生结合教材与慕课资源完成基于拉格朗日方程的小振动问题的基本推导，了解亥姆霍兹方程、简正振动模式等，探寻“离散系统振动-连续介质波动-数值计算建模”知识之间的联系，讨论区提交相关学习体会，并至少提出 1 个相关问

题, 分组选择课堂研讨题并进行相关汇报准备。课堂上, 首先针对学生课前学习情况对小振动问题进行重点讲解后, 然后从小振动的简正模式出发分三个阶段围绕三个主题进行研讨: 通过问题“如果增加参与耦合的弹簧-小球的数量会怎样?”引导学生结合小振幅声传播模型建立对简正波声场计算方法的理解, 通过问题“如何求解复杂系统的振动模态?”引导学生了解数值计算方法和相关仿真软件在科技问题分析中的应用, 通过问题“结合文献, 对水下声对抗中角反射体的声散射特性分析, 能否从基础理论到结果的获得进行清晰地阐述?”引导学生从物理学视角分析具体军事科技问题。关于课堂研讨的评价, 主要涉及“课堂研讨与案例探究表现”和“课后项目报告”两部分, 前者包括小组得分(50%)和组内评价(50%), 其中小组得分由教师(25%)和组外学生评价(25%)构成, 组内评价由组内成员评价排序获得, 课后项目报告以小组为单位提交, 按照个人贡献和教师评价综合得出。教师评价的主要针对学生汇报中展示出的对课程相关内容的理解、对复杂系统分解能力、多物理场耦合思维以及在不同理论框架(牛顿力学与分析力学)间灵活切换的视角进行。

通过这条螺旋上升的案例链, 课程思政得以自然融入。在分析科学成就所体现的独创性力学智慧, 科学家敢为人先的创新精神、工程师精益求精的工匠精神, 以及物理学作为现代国防基石的价值时, 便如盐在水般融入教学, 实现了价值塑造的润物无声。

此外, 在建设案例库的过程中引入了多样化的案例, 在工程类案例的基础上增加不同学科领域或生活场景, 保持适当的难度梯度, 以满足不同水平学生和不同教学目标的需求。教学研讨过程中, 鼓励学生从多角度思考问题, 提出自己的解决方案, 激发他们的创造力和批判性思维。

3.3. 第三阶段: 深化课后拓展, 衔接计算工具与后续课程

课后环节是巩固与拓展的关键, 旨在将课堂形成的物理图像转化为可操作、可计算、可延伸的能力。措施包括:

1) 计算物理工具入门: 要求学生使用 MATLAB、Python 等工具进行符号推导与数值计算。例如, 编程验证诺特定理在特定拉格朗日量下的表现形式, 或将双摆系统的运动方程数值求解并可视化其混沌轨迹。这培养了学生“用计算做物理”的现代科研基本素养。

2) 开放项目与研究性学习: 设计小型开放课题, 如“基于拉格朗日方程对某简化机构进行动力学仿真”或“不同参数下旋转弹丸动平衡对弹道影响的数值研究”。鼓励学生以小组形式完成, 强调研究过程的完整性, 初步体验理论物理研究的基本范式。

3) 面向后续课程的定向引导: 在教学中有意识地建立联系。例如, 在讲解哈密顿力学时, 明确指出正则方程的形式之美, 以及哈密顿量作为核心物理量的地位, 为《量子力学》中薛定谔方程的引入和《热力学统计物理》中系综理论的概念埋下伏笔[11]。

4. 多元化评价体系与教学成效

为全面评估改革效果, 建立了与教学过程紧密结合的多元化评价体系: 过程性评价(50%)涵盖线上学习(15%)、课堂研讨与案例探究表现(25%)、课后项目报告(10%); 终结性评价(50%)为期末考试, 大幅增加综合性与论述题权重。

经过两轮教学实践, 改革初显成效。学生问卷调查显示, 超过 85% 的学生认为“物理思想主线”让课程更深刻; 课堂表现及项目报告中展现的逻辑论证与模型构建能力显著提升。学员在运用理论分析“体育运动-军事装备”案例时表现出浓厚兴趣与更强的解决能力。更值得注意的是, 进入后续课程学习的学生反馈, 理论力学中建立的分析力学框架和对哈密顿量的理解, 为他们适应《量子力学》等课程提供了关键支撑。

5. 结论

在物理类《理论力学》课程中开展的混合式教学改革，其核心在于利用线上优质资源保障知识传递效率，从而聚焦线下课堂进行无法被技术替代的深度思想互动和高阶思维训练。本次实践通过系统融入物理学史与思想脉络、构建“生活－军事”梯度案例链、强化与后续课程衔接，成功地将教学重心从“教知识”转向了“育思维”。这一改革不仅提升了课程本身的“两性一度”，更重要的是，为学生构建了理解理论物理的思想框架，锻炼了从事科学研究的初步方法，为培养基础扎实、思维深刻、适应军队现代化发展需要的新型高素质人才奠定了坚实基础。

参考文献

- [1] 周昕, 潘长宁, 何军. 普物力学与理论力学教学衔接问题的探讨[J]. 教育教学论坛, 2014(49): 224-225.
- [2] 张英杰, 韩伟, 刘中强, 等. 一流本科课程建设背景下物理学专业混合式课程建设的探索[J]. 曲阜师范大学学报, 2023, 49(4): 125-128.
- [3] 王朋娇, 段婷婷, 蔡宇南. 基于 SPOC 的翻转课堂教学设计模式在开放大学中的应用研究[J]. 中国电化教育, 2015(12): 79-86.
- [4] 刘献君. 论“以学生为中心”[J]. 高等教育研究, 2012, 33(8): 1-6.
- [5] 陈琦, 刘儒德. 当代教育心理学[M]. 北京: 北京师范大学出版社, 2007.
- [6] Lave, J. and Wenger, E. (1991) Situated Learning: Legitimate Peripheral Participation. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511815355>
- [7] 李秀芬. “理论力学”教学体系、教学内容及教学方法的改革与实践[J]. 乐山师范学院学报, 2011, 26(11): 115-117.
- [8] 任延宇, 霍雷, 冯启春, 等. 刚体定点转动代数讲法的教学实践[J]. 物理与工程, 2017, 27(6): 78-80, 85.
- [9] 刘三姐, 王志峰. 培养学生对惯性力的科学认识与批判性思维[J]. 高教学刊, 2024, 10(S2): 49-52.
- [10] 程华杰, 张景卓, 姚琨, 等. 基于体育运动项目的军事院校理论力学课程案例库建设与实践[J]. 教育进展, 2024, 14(4): 583-587. <https://doi.org/10.12677/ae.2024.144558>
- [11] 黄海燕, 姚秀美, 朱海燕, 等. 哈密顿原理理解经典路径问题的一种数值算法[J]. 丽水学院学报, 2016, 38(5): 77-81.