

参与式学习在大学物理大班教学中的探索与实践

马海霞 兰秀凤 李晋斌

(南京航空航天大学物理学院, 江苏 南京 211106)

摘 要 我国高等学校公共基础课多采用大班授课,其优点在于有利于发挥教师的主导作用,教学效率较高,并能缓解教学资源紧张和师资短缺等矛盾。其缺点也很明显,如讨论式、探究式等强调师生互动的教学方法无法实施,学生缺乏课堂参与机会,以学生为中心的教学理念很难落地。本文提出在大班教学中提升学生参与度的多维度策略,如问题引导、同伴教学、主题讨论、实验演示、项目式学习等。实证研究表明,这些策略能有效激发学生兴趣与参与度,与新工科背景下大学物理课程内容的改革以及参与式学习的评价机制改革相结合,显著提升了学生的学习效果。

关键词 大学物理;大班教学;参与式学习

EXPLORATION AND PRACTICE OF PARTICIPATORY LEARNING IN LARGE-CLASS COLLEGE PHYSICS TEACHING

MA Haixia LAN Xiufeng LI Jinbin

(College of Physics, Nanjing University of Aeronautics and Astronautics, Nanjing, Jiangsu 211106)

Abstract Public basic courses in our country's colleges and universities are predominantly delivered in large-class formats. This approach offers several advantages, including the ability for instructors to take a leading role, increased teaching efficiency, and a means to alleviate challenges such as limited teaching resources and teacher shortages. However, it also has notable drawbacks, such as the inability to implement interactive teaching methods, students' lack of classroom participation opportunities, and difficulty in applying student centered teaching concepts. This paper proposes multi-dimensional strategies to enhance student participation in large-class teaching, including problem guided learning, peer teaching, topical discussions, experimental demonstrations, and project-based learning. Empirical studies show that these strategies can effectively boost students' interest and participation. Combined with the reform of college physics course content under the new engineering related context and the evaluation mechanism of participatory learning, teaching effectiveness has been significantly improved.

Key words college physics; large-class teaching; participatory learning

收稿日期: 2025-02-02

基金项目: 高等学校教学研究立项项目(DWJZW202224hd, DJZW202323hd); 江苏省高等教育教改研究立项课题(2023JSJG415, 2025JGYB364); 2024 年度全国高等学校大学物理改革研究项目(2024PR023); 2023 年南京航空航天大学本科教育教学改革研究项目(2023JG2112Z)。

通信作者: 马海霞, mahaixia@nuaa.edu.cn。

引文格式: 马海霞, 兰秀凤, 李晋斌. 参与式学习在大学物理大班教学中的探索与实践[J]. 物理与工程, 2025, 35(4): 65-69, 85.

Cite this article: MA H X, LAN X F, LI J B. Exploration and practice of participatory learning in large-class college physics teaching[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(4): 65-69, 85. (in Chinese)

当前我国高等学校公共基础课,如大学物理、高等数学等,普遍采用大班授课,其优点在于有利于发挥教师的主导作用,教学效率较高,并能缓解教学资源紧张和师资短缺等矛盾。其缺点也很明显,如由于学生众多,讨论式、探究式等强调师生互动的教学方法无法实施,学生被动接受知识、缺乏课堂参与机会,以学生为中心的教学理念很难落地。

为了适应高等教育普及化阶段特点和国家“四新”人才培养需求,课堂教学改革迫在眉睫。各高校在大学物理课程的研究性教学^[1-2]、大班授课小班研讨^[3]、对分课堂^[4]、线上线下混合式教学^[5-6]等诸多方面进行了有益的探索,并取得了长足的进步。但这些教学改革往往是在小班试点,在大班推广有一定难度。在小班化教学无法大面积铺开的背景下,如何提高学生的课堂参与度,激发学生主体意识和教师的教学质量意识,落实以“以学生为中心”的教学理念成为一个亟待解决的问题。

本文提出了提升学生参与度的多维度策略,包括问题引导、同伴教学、实验演示、主题讨论及项目式学习等。实证研究结果表明,这些教学策略能够有效激发学生的学习兴趣 and 参与度,课堂活力明显增强,与新工科背景下大学物理课程内容的改革以及参与式学习的评价机制改革相结合,大大提升了学生的学习效果。

1 参与式学习策略

参与式学习是一种以学生为中心的教学方法,它强调学生的主动参与和合作学习。在大学物理大班教学中,我们采用了问题引导、同伴教学、实验演示以及项目式学习等多种教学策略。

通过这些方式学生可以更加深入理解物理概念,提高解决问题的能力,激活了大班课堂的活力。

1.1 问题引导

问题引导是一种重要的参与式学习策略。任课教师提出具有挑战性和启发性的问题,激发学生兴趣,引导学生积极思考,促进他们主动探索物理知识。例如通过探究 Tacoma 大桥坍塌问题,引出受迫振动与共振知识点;由为什么飞机撞鸟后果很严重的问题,引入动量定理;由炮车发射炮弹时,炮车会反冲问题,引入动量守恒;由詹姆斯·韦伯太空望远镜口径尺度的问题,引入圆孔的夫琅禾费衍射。课堂部分引导问题如图 1 所示。

1.2 同伴教学

同伴教学可以在大学物理大班教学中得到有效实施。任课教师设计用于揭示学生概念错误和引导学生深入探究的概念测试题,借助学习通交互系统,引导学生参与教学过程,构建适合大班教学并能激发学生自主学习、合作学习、生生互动、师生互动的创新教学模式。以 2023 年大学物理(2)为例,32 学时,学生数量 104 人,课堂活动发放 16 次,课堂活力显著增强。同伴教学法流程如图 2 所示。当学生用学习通交互系统第一次回答问题后,教师根据学生答题的情况决定下一步的做法。若回答正确率超过 90%,说明绝大部分学生对所讨论的问题已经掌握,可以直接进行下一案例的讨论。若回答正确率低于 40%,甚至更低,说明学生基本没理解要讨论的问题,教师要对解决问题所用到的物理概念和原理进行详细讲解。若正确率在 40%~90%之间,可引导学生和自己同桌开展小组讨论,小组成员发表意见,说服同伴。讨论完毕,学生用学习通交互系统进行第二

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> • Tacoma大桥为什么会被风损坏? • 雷达测速的原理是什么? • 单旋翼直升机由静止起飞时,旋翼、机身将沿相反方向转动,为什么? • 为什么旋转的陀螺就不会倒? • 超声驻波悬浮的原理是什么? • 地震预警系统的原理是什么? • 为什么触碰高压静电球没有危险? • 避雷针的防雷原理是什么? • 磁铁一靠近老式电视机,为什么就会出现花屏? • 为什么宏观热力学过程会沿着确定的方向进行? • 跳高时,为什么背越式过杆方式更有优越性? | <ul style="list-style-type: none"> • 敲击零件,可以辨别损伤,为什么? • 增透膜、高反膜的工作原理? • 工件表面微小缺陷的测量原理? • 引力波是如何被发现的? • 哈勃太空望远镜物镜直径2.4米,为什么做这么大? • 立体电影利用的什么原理? • 磁悬浮列车的原理是什么? • “隔空点灯泡”的物理原理是什么? • 地球大气包含氮气、氧气、水蒸气等,但是宇宙中最常见的两种气体氢气和氦气却非常少见,为什么? |
|---|---|

图 1 课堂部分引导问题

次提交答案,一般情况下正确率会大幅提高,最后教师点评。学生的参与和平时成绩的评判挂钩。以机械波的能量教学内容为例,任课教师精选讨论案例,第一轮讨论后该题的正确率为 68.3%,随后展开讨论,经过第二轮讨论后任课教师再次发布该讨论案例,正确率提升至 93%。同伴教学可以让学生在轻松的氛围中学习和交流,激发了学习兴趣 and 积极性,激活了大班的活力。

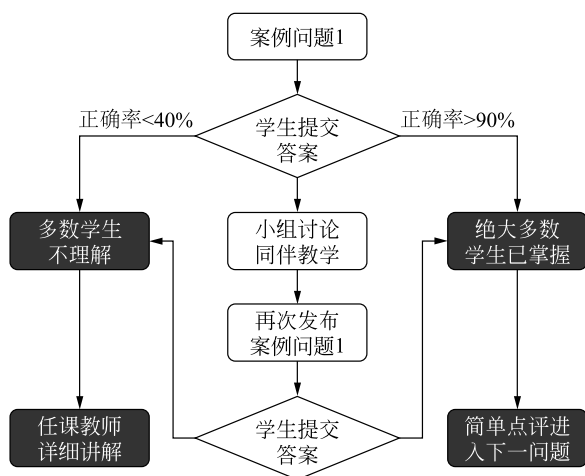


图2 同伴教学法流程

1.3 主题讨论

教师借助学习通平台“主题讨论”,能够有效地激活课堂生态。在知识回顾阶段,教师利用学习通发布相关主题讨论,引导学生回顾过往所学物理知识要点,以文字形式分享自己的理解,促使学生主动梳理知识脉络。而到了习题演练环节,教师通过学习通发放精心挑选的题目,学生完成作答后,通过拍照功能实时上传解答结果。任课教师能够迅速查阅同学的做题情况,精准捕捉到普遍存在的问题。就普遍存在的问题,任课教师组织学生开展“找茬”活动,让同学们自己纠错,加深对问题的理解;对于较难理解、学生普遍犯错的部分,教师进行系统地集中讲解,确保知识得以扎实落地。任课教师就同一个问题,还可以展示不同的作答,开拓同学们的思路。为充分调动学生的主观能动性,激发其深度参与课堂学习活动,教师制定了激励性评价策略,只要学生认真参加主题讨论,均给予相应的平时成绩加分奖励。通过这种举措,学生的课堂积极性被充分调动,从传统的被动聆听者转变为主动参与者,学习效果显著提升。

1.4 实验演示

任课教师将演示实验装置、物理仿真软件带入教室,学生通过观看和参与实验演示,帮助学生直观地理解物理原理和概念,提高学习的积极性。通过 Phyphox(物理实验工坊)、物理实验室等简单易操作的手机 APP,辅助课内外便捷实验探究,使得物理图像由定性转为定量、课堂实验由演示转为设计、实操。任课教师在讲解偏振时,利用“穿墙而过”小魔术引入新课,激发学生探究魔术背后的物理原理;将偏振片、偏光太阳镜等带入教室让学生观察各种偏振光。部分演示实验装置及手机 APP 如图 3 所示。



图3 部分演示实验装置及手机 APP

1.5 项目式学习

项目式学习是一种有效的参与式学习方法,任课教师基于课程核心知识点和能力要求,设计涵盖知识、能力、实践与创新的一体化训练项目,打造项目学习案例库,探索以教师为引导、学生为主体,构建基于项目式学习的教学新模式。项目式学习对于培养学生在具体的问题情境中应用知识解决复杂问题的能力、促进创新思维与高阶思维发展、提升团队意识和沟通合作能力等综合素质方面具有独特优势。针对大学物理课程,按照力学、热学、电磁学、振动与波动等知识模块划分,已经实施的部分项目如图 4 所示,所有项目都会依据实践效果持续迭代更新。每个项目都会编写项目背景、项目要求、涉及知识点及考核标准,帮助学生明确具体目标,保障项目的顺利开展。学生根据自己的兴趣爱好、所学专业,以小组为单位开展项目式课题研究。项目完成后,每个小组都需上台分享自己的成果与经历。对项目优秀又具有浓厚兴趣和探索意识的学生,帮助他们继续凝

项目	知识模块	项目	知识模块
太空转身探秘	力学	利用共振测量声速	振动与波动
天问一号抵达火星轨道揭秘	力学	蛇形摆原理	振动与波动
机场跑道的长度设计探究	力学	弦乐器的发声	振动与波动
悠悠球构造及其设计的原理	力学	声悬浮	振动与波动
一杯热水的魔力	热学	解密流光溢彩的肥皂泡	光学
中空玻璃的原理	热学	光盘上的彩色线揭秘	光学
暖水瓶的真真空度探究	热学	探秘韦布照片中的星芒	光学
地球大气层的稳定性探究	热学	探秘3D电影	光学
避雷针形状设计	电磁学	量子密钥分发	光学
火箭发射场的静电屏蔽	电磁学	引力波探测原理	光学
超级电容器原理及应用	电磁学	航天过程中的信号传递探究	相对论
未来航天霍尔发动机	电磁学	北斗导航系统原理	相对论
自制磁悬浮装置	电磁学	红外探测原理	量子力学
自制隔空点灯装置	电磁学	无限高势垒的隧穿概率	量子力学
汽车减震器的工作原理	振动与波动	自主选题	大学物理

项目 1: 证明航天器的能量以及开普勒第三定律.....3

项目 2: 求人造地球卫星的运动参数.....4

项目 3: 由开普勒三定律推导万有引力表达式.....5

项目 4: 万有引力作用下不同能量航天器的运行轨道计算.....7

项目 5: 航天器完成轨道机动所需的速度增量.....8

项目 6: 掷铅球时的最佳角度探究.....9

项目 7: 考虑空气阻力后斜上抛物体飞行距离优化.....10

项目 8: 考虑水阻力情况下跳水安全深度的设计.....11

项目 9: 变质量物体的运动问题求解.....12

项目 10: 角动量定理及其守恒定律在直升机中的应用研究.....13

项目 11: 进动原理在惯性导航、子弹(炮弹等)飞行过程中的应用研究.....14

项目 12: 太空转身揭秘.....16

项目 13: 高铁站台安全黄线的设计研究.....17

项目 14: 揭秘香蕉球的秘密.....18

项目 15: 阐述虹吸排水工作原理.....19

项目 16: 太空降落.....21

项目 17: 偏转小行星.....21

项目 18: 惊险刺激过山车.....21

项目 19: 四旋翼无人机在风中的稳定性.....22

项目 20: 利用质能关系讨论核能的利用.....23

项目 21: 探索永动机的秘密.....24

项目 22: 热力学第二定律的演示.....25

项目 23: 静电除尘消除器.....26

项目 24: 静电防护技术在航天与卫星工程中的应用与航天发射安全.....27

项目 25: 电荷测量计.....28

项目 26: 自然界中生物电子定位研究.....29

项目 27: 静电力平方反比的实验验证.....30

项目 28: 电容器的前生今世.....31

项目 29: 静电陀螺.....32

项目 30: 静电除尘演示仪.....33

项目 31: 如何屏蔽重力.....33

项目 32: 微弱磁场测量.....34

项目 33: 电磁铁吸力的估算.....35

项目 34: 霍尔效应的应用.....35

项目 35: 磁力小火车.....38

项目 36: 揭秘电磁弹射器.....38

项目 37: 电磁感应与发电机.....41

项目 38: 隔空点亮灯泡.....42

项目 39: 大学物理知识在你的专业中的应用.....43

项目 40: 自由选题(星级不确定).....44

图4 大学物理部分项目

练研究项目,引导学生开展大学生科创项目研究,参加大学生物理学术竞赛和大学生物理实验竞赛。

2 实证研究

2.1 实验设计

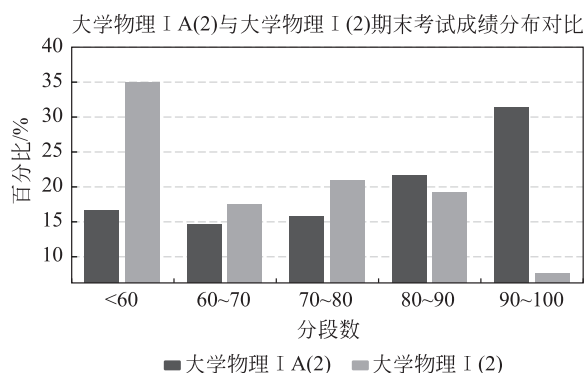
本研究选择了本校长空学院 2022 级航空航天类专业 606 名学生为研究对象,他们具有相似的学习背景和基础知识,因此能够比较准确地反映策略实施的效果。测试课程为大学物理(2),共 32 学时,学习内容包括振动,波动,光学,量子物理基础。这些学生共分为 6 个大班,每个大班平均为 101 人。为确保实验的可靠性和有效性,我们随机抽取了一个大班 104 人编号为大学物理 I A 班,作为实验班;其他 5 个班为大学物理 I 班,为对照组。授课模式采用传统大班授课,本研究通过在 I A 班采用提升学生参与度的多种参与式教学方法,对比课程目标整体达成情况。

2.2 学习效果

期末考试试卷由另外的老师独立出卷。试卷和教学大纲契合度高,知识点较好地覆盖了本学期大学物理课程的核心内容,重点突出,确保学生对关键知识的掌握得到有效考查;整体难度适中,

既设置了基础题以检验学生对基本概念和公式的掌握情况,又有一定比例的中等难度的题目和难题,能够区分不同层次学生的水平;题型分布较为合理,选择题、填空题、计算题搭配得当,能够从不同角度考查学生的知识运用和思维能力。图 5 表示大学物理 I A(2)和大学物理 I(2)的期末考试成绩卷面成绩对比情况(不含平时成绩)。

从期末考试成绩柱状图可以看出,大学物理 I A(2)在 90~100 分段的比例较高,达 31%;大学物理 I(2)在 70~80 分段的比例较高,达 21%;大学物理 I A(2)不及格率为 17%,大学物理 I(2)的不及格率为 35%;大学物理 I A(2)平均成绩为 76.41,中位数为 81;大学物理 I(2)平均成绩为 65.09,中位



数为 68。从成绩对比可以看到,大学物理 I A(2) 的成绩明显优于大学物理 I (2) 的成绩。

2.3 学习体验

学期末,教学监评系统从多方面对该课程进行匿名测评。该课程共 104 名学生,103 名学生参加测评,测评结果如表 1 所示。从课程测评结果来看,学生对该课程的认可度高,学习体验佳。在“教学内容具有挑战性,促使我主动学习”这一指标上,平均分为 9 分,表明所设计的教学内容深度与广度适宜,新工科背景下大学物理课程内容改革初见成效;“理论联系实际,深入浅出,有吸引力,有效解释重点和难点”方面取得 8.99 分,意味着教学过程中理论与实践的融合较为顺畅,能以通俗易懂的方式化解知识难点,使学生轻松掌握核心要点;在课堂互动环节,“善于调动学生参与互动,有效回应学生问题,课堂气氛活跃”与“灵活运用多种教学方法和手段,提高我的学习兴趣”两项平均分分别为 8.99 分和 8.98 分,充分显示出多种参与式教学策略的运用卓有成效;“辅导答疑耐心细致,考核评价认真及时”一项获得 9.01 分,在参与式学习过程中,结合参与式学习评价,大大激发了学生的积极性;“愿意推荐其他同学上这门课的程度”达到 9.02 分,表明学生对该课程的高度认可。

表 1 课程测评结果

指标内容	指标分数	平均分
教学内容具有挑战性,促使我主动学习	10	9
理论联系实际,深入浅出,有吸引力,有效解释重点和难点	10	8.99
善于调动学生参与互动,有效回应学生问题,课堂气氛活跃	10	8.99
灵活运用多种教学方法和手段,提高我的学习兴趣	10	8.98
辅导答疑耐心细致,考核评价认真及时	10	9.01
愿意推荐其他同学上这门课的程度	10	9.02

3 结论

大班教学中我们创设学习情境,通过问题引

导、同伴教学、实验演示以及项目式学习等多种教学策略,引导学生积极参与课堂活动。实证结果表明,这些教学策略能够有效激发学生的学习兴趣 and 参与度,课堂活力明显增强,与新工科背景下大学物理课程内容的改革以及参与式学习的评价机制改革相结合,大大提升了学生的学习效果。参与式学习强调学生的主体地位,鼓励学生通过积极参与、合作学习和自主探究来获取知识。参与式学习符合现代教育理念,注重学生的主体地位和个性化需求,能够激发学生的学习兴趣 and 积极性。课堂教学效果得到师生的广泛好评,学期末学生评教优秀。所授课程在全校公开观摩,年轻老师普遍认为“能够启发学生参与式学习,教学方法和手段丰富,学生学习兴趣浓厚高涨,课堂气氛非常活跃,教学效果极佳”。我们探索与实践的问题引导、同伴教学、实验演示以及项目式学习等多种教学策略适用性广,可推广到不同年级、不同专业的学生中使用。

参 考 文 献

- [1] 李利平,李红,郭鹏,等. 研究性教学策略在大学物理课程教学中的应用探究—以光学干涉问题为例[J]. 物理通报, 2024(8):9-12.
LI L P, LI H, GUO P, et al. Exploration on the application of research-based teaching strategies in university physics course—Taking the issue of optical interference as an example[J]. Physics Bulletin, 2024(8): 9-12. (in Chinese)
- [2] 李红,杨新建. 面向拔尖创新人才培养的基础学科教学模式改革—以大学物理课程为例[J]. 高等理科教育, 2023(6): 10-18.
LI H, YANG X J. Reform of basic subject teaching mode for cultivating top innovative talents-taking University Physics as an example[J]. Higher Education of Sciences, 2023(6): 10-18. (in Chinese)
- [3] 蒋臣威,方爱平,张二虎,等. 新工科牵引下大学物理教学改革探索与实践[J]. 大学物理, 2024,43(11):59-66.
JIANG C W, FANG A P, ZHANG E H, et al. Exploration and practice of college physics teaching reform under the guidance of new engineering [J]. College Physics, 2024, 43(11): 59-66. (in Chinese)
- [4] 许玉龙,郭丽,张美娜. 对分课堂教学模式的优势与局限性—以光的干涉和衍射为例[J]. 物理与工程, 2024,34(4): 87-90.
XU Y L, GUO L, ZHANG M N. Advantages and limitations of split classroom teaching mode—Light interference and diffraction as an example[J]. Physics and Engineering, 2024, 34(4): 87-90. (in Chinese)

(下转第 85 页)

- Construction of Innovation and Entrepreneurship Base Based on Subject Competitions in Physics Experiment Center[J]. Physics Bulletin, 2023, 4: 98-102. (in Chinese)
- [3] 樊利, 丁珠玉, 唐曦, 等. 构建多学科竞赛平台培养实践创新人才[J]. 西南师范大学学报, 2016, 41(8): 178-182.
FAN L, DING Z Y, TANG X, et al. On Construction of Multi-disciplinary Competition Platform for Cultivating Practical Innovative Talents[J]. Journal of Southwest China Normal University, 2016, 41(8): 178-182. (in Chinese)
- [4] 高岩, 陈秀艳, 何燕, 等. 如何发挥大学生物理实验竞赛在创新型人才培养中的作用[J]. 大学物理实验, 2023, 36(1): 128-130.
GAO Y, CHEN X Y, HE Y, et al. How to Play the Role of Undergraduate Physics Experiment Competition in the Cultivation of Innovative Talents[J]. Physical Experiment of College, 2023, 36(1): 128-130. (in Chinese)
- [5] 杨珺, 曾孝奇. 学科竞赛促进“大学物理实验”课程教学改革与持续创新的思考[J]. 物理与工程, 2022, 32(5): 40-43.
YANG J, ZENG X Q. Teaching Reform and Continuous Innovation of College Physics Experiment Course Based on Subject Competition [J]. Physics and Engineering, 2022, 32(5): 40-43. (in Chinese)
- [6] 蒲贤洁, 吴小志, 杨骏骏, 等. CUPT 模式下的居家物理实验线上教学实践[J]. 物理与工程, 2021, 31(2): 100-106.
PU X J, WU X Z, YANG J J, et al. Online Teaching Practice of Home-Base Physics Experiment in CUPT Mode[J]. Physics and Engineering, 2021, 31(2): 100-106. (in Chinese)
- [7] 杜勇慧, 洪优, 王建国, 等. 基于大学生物理学术竞赛的创新素质教育研究与实践[J]. 大学物理实验, 2019, 32(1): 131-133.
DU Y H, HONG Y, WANG J G, et al. Research and Practice of Innovative Quality Education Based on China Undergraduate Physicists' Tournament[J]. Physical Experiment of College, 2019, 32(1): 131-133. (in Chinese)
- [8] 孙振东, 曹丽萍, 张海洋, 等. 中国大学生物理学术竞赛在喀什大学的实践及其作用探析[J]. 物理与工程, 2022, 32(5): 44-51.
SUN Z D, CAO L P, ZHANG H Y, et al. Analysis on Functions of Practicing the CUPT at Kashi University[J]. Physics and Engineering, 2022, 32(5): 44-51. (in Chinese)
- [9] 蒋红梅. 以学科竞赛为驱动的数学专业应用型人才培养模式研究[J]. 产业与科技论坛, 2023, 22(3): 196-198.
JIANG H M. Study on the training mode of applied mathematics professionals driven by subject competition[J]. Industrial & Science Tribune, 2023, 22(3): 196-198. (in Chinese)
- (上接第 69 页)
- [5] 雷丹, 史顺平, 赵晓凤, 等. 数字化教育背景下的大学物理混合式教学模式探索与实践[J/OL]. 大学物理, 2024.
LEI D, SHI S P, ZHAO X F. Exploration and practice of blended teaching mode of college physics under the background of digital education[J/OL]. College Physics, 2024. (in Chinese)
- [6] 何明睿, 杨海彬. 基于 OBE 理念的大学物理混合式教学改革——以“角动量守恒”教学为例[J]. 物理与工程, 2025, 35(1): 102-107.
HE M R, YANG H B. Blended teaching reform of college physics based on OBE concept: taking the teaching of “conservation of angular momentum” as an example[J]. Physics and Engineering, 2025, 35(1): 102-107. (in Chinese)