



BOPPPS联合流程图在临床基本操作技能培训中的应用

王羽晴, 陈亦新, 李 响, 张艮平, 刘品壮

哈尔滨医科大学附属肿瘤医院临床技能实验教学中心, 黑龙江 哈尔滨 150081

摘要: **目的** 探讨BOPPPS联合流程图模式在临床基本操作技能培训中的应用效果是否优于传统教学方法。 **方法** 选取哈尔滨医科大学附属肿瘤医院2021级影像学专业90名本科生为研究对象, 采用随机数字表法将其分为试验组($n=45$)和对照组($n=45$)。试验组进行BOPPPS联合流程图教学, 对照组采用传统方法教学。比较两组学生的期末临床基本操作技能成绩、对基本操作技能培训满意度及学习效果自评。采用SPSS 26.0统计学软件进行 t 检验和 χ^2 检验。 **结果** 试验组学生在期末基本操作技能考试中各项技能成绩和总成绩均明显优于对照组, 差异有统计学意义($P<0.05$)。同时, 试验组学生在课程满意度、学习兴趣、自学能力、操作技能、课堂氛围等方面也给出了较高评分, 差异有统计学意义($P<0.05$)。 **结论** BOPPPS联合流程图教学方法能够增进学生对临床基本操作技能的理解和记忆, 提高了学生的教学满意度和学习效果。

关键词: 流程图; BOPPPS模型; 教学方法; 技能培训; 临床基本技能

DOI: 10.13555/j.cnki.c.m.e.2026.04.016

中图分类号: G642 文献标志码: A 文章编号: 2096-3181(2026)04-0625-06

Application of BOPPPS Combined with Flow Chart in Clinical Basic Operation Skills Training

WANG Yuqing, CHEN Yixin, LI Xiang, ZHANG Genping, LIU Pinzhuang

Clinical Skills Experimental Teaching Center of Harbin Medical University Cancer Hospital,
Harbin 150081, China

Abstract: *Objective* To explore whether the application effect of BOPPPS combined with flow chart mode in clinical basic operation skills training is better than traditional teaching methods. *Methods* 90 undergraduate students majoring in Imaging from Harbin Medical University Cancer Hospital in the class of 2021 were selected as the research subjects. They were randomly divided into the experimental group ($n=45$) and the control group ($n=45$) using a random number table method. The experimental group received BOPPPS combined with flow chart teaching, while the control group received traditional teaching methods. The final clinical basic operational skills scores, students' satisfaction with basic operational skills training and self-evaluation of learning outcomes of two groups were compared. SPSS 26.0 statistical software was applied to

收稿日期: 2025-08-19

基金项目: 哈尔滨医科大学附属第三临床医学院教育科学研究课题(SYZ20250002)

作者简介: 王羽晴(1992—), 女, 初级, 硕士, 主要研究方向为教学管理。

通信作者: 刘品壮(1986—), 男, 副高, 硕士, 主要研究方向为教学管理。



conduct t-test and χ^2 test. *Results* The experimental group showed significantly better scores in various skills and overall scores than the control group in the final basic operational skills exam, with statistical significance ($P < 0.05$). At the same time, the experimental group also gave high scores in terms of course satisfaction, learning interest, self-learning ability, operational skills, classroom atmosphere, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). *Conclusion* The BOPPPS combined with flow chart teaching method can enhance students' understanding and memory of basic clinical operation skills, improve their teaching satisfaction and learning effectiveness.

Keywords: Flow chart; BOPPPS model; Teaching methods; Skills training; Basic clinical skills

随着医学教育的不断深化与改革,临床基本操作技能作为医学本科生培养体系中的核心环节,其教学效果直接关系到未来医疗人才的质量与水平。然而,传统的临床技能教学往往侧重于理论知识的灌输和单一技能的机械训练,缺乏系统性和连贯性,导致学生在实际操作中难以将理论知识与临床实践有效结合,进而影响其临床思维和操作能力的全面发展。

针对这一现状,引入创新的教学模式成为提升临床技能教学质量的迫切需求。BOPPPS教学模式,以其“导入(bridge-in, B)-目标(outcome, O)-前测(pre-test, P)-参与式学习(participation, P)-后测(post-test, P)-总结(summary, S)”的六步结构,强调教学目标的明确性、学生参与的主动性和教学反馈的及时性^[1-2],为临床技能教学提供了全新的思路。BOPPPS模型已用于许多学科的实践教学,包括医学免疫学^[3]、消化内科^[4]、妇产科^[5]、病理学^[6]及儿科学^[7]等,在临床基本操作技能培训中的应用仍在探索。

流程图起源于计算机科学,以椭圆形、矩形、菱形和许多其他形状来定义步骤的类型,并使用连接箭头来定义流程和顺序,采用可视化方式呈现流程、系统或任务逻辑关系的工具。它将抽象的步骤、思维过程,转化为直观、有序的图形化表达,有助于学生理解和记忆^[8]。目前,流程图在中国临床护理领域教学中得到广泛使用,显著提升了教学效果^[9-10]。

临床基本操作技能培训具有步骤严谨、逻辑严密的特点,既需要明确的教学目标引导,又依赖清晰的流程认知支撑。BOPPPS模式的结构化设计与流程图的可视化优势具有天然的互补性,前者能够构建科学的教学闭环,确保教学过程的系统性与针对性,后者可以梳理操作流程的内在逻辑,强化学生对技能体系的整体把握。因此,深入探讨BOPPPS联合流程图在临床基本操作技能培训中的应用路径,对于优化医学教学模式、提升临床技能教学效果具有重要的理论与实践意义。本文旨在通过实证研究,验证该联合教学方式的有效性,并为临床基本技能教学的改革与

发展提供理论依据和实践参考。

1 对象与方法

1.1 研究对象

选取2024年8—12月哈尔滨医科大学附属肿瘤医院2021级影像学90名本科生为研究对象,采用随机数字表法将其分为试验组和对照组,每组45人。试验组男生21名、女生24名,年龄(22.07 ± 0.49)岁。对照组男生18名、女生27名,年龄(21.96 ± 0.30)岁。两组学生在性别和年龄之间差异没有统计学意义($P > 0.05$)。将试验组及对照组进一步各分为3个小组,每小组15人,以小组为单位进行示教。所有学生对本研究内容均已知情同意。

1.2 研究方法

根据教学安排,2021级影像学本科生2025年下半年基本技能培训项目为腹腔穿刺术、腰椎穿刺术、三腔二囊管止血法、清创术、脓肿切开术。培训内容参考《中国医学生临床技能操作指南》(第3版)。试验组进行BOPPPS联合流程图教学,对照组采用传统教学。

1.2.1 试验组示教模式

采用BOPPPS联合流程图进行教学,将以教师为中心的传统教学转化为以学生为中心的参与性学习,以“腹腔穿刺术”的授课为例。

课前准备。教师围绕实习大纲,编写关于腹腔穿刺术的临床经典案例,并绘制操作流程图。课前1周,将案例、PPT课件、操作视频等上传到超星泛雅学习平台,让学生自主学习。学生可以按照自己的节奏,提前预习腹腔穿刺术的相关理论知识,观看标准操作视频,对照流程图理解操作逻辑,并尝试分析案例中的问题。这种课前自主学习不仅让学生对即将学习的内容有了初步了解,降低了课堂学习的难度,更重要的是培养了学生的自主学习能力和信息筛选能力,为课堂上的深度参与奠定了基础。

课程实施。①引入:课程伊始,教师播放了一段约30秒的紧张视频,一位肝硬化患者因大量腹水导致



呼吸困难,面色苍白,痛苦呻吟。视频的紧张氛围瞬间抓住了学生的注意力。播放结束后,教师抛出一个直击核心的问题:“面对这样一个腹部高度膨隆、呼吸困难的危重患者,我们如何能既快速缓解他的症状,又能明确导致他腹水的原因?”这个问题直接关联到腹腔穿刺术的临床应用价值,将学生的注意力从抽象的知识点引向了真实的临床需求,激发了他们学习这项技能的内在动机。②目标:知识目标——掌握腹腔穿刺术适应证、禁忌证和并发症的处理;技能目标——能独立完成腹腔穿刺术技能操作,掌握无菌原则;素养目标——培养学生医患沟通能力和人文关怀等职业素养。③前测:为了了解学生对腹腔穿刺术的既有认知水平,教师通过简短的问答形式进行前测。“什么是腹腔穿刺术?”“它的主要适应证有哪些?”“有哪些情况是绝对不能进行腹腔穿刺的(禁忌证)?”通过学生的回答,教师可以快速评估班级整体的知识起点,并识别出普遍存在的知识盲点或误解。前测结束后,教师并未立即给出答案,而是引导学生将引入环节的视频情境与刚测试的适应证联系起来:“刚才视频中的患者情况,符合我们刚才讨论的适应证中的哪一条?”这一引导,不仅检验了学生对适应证的理解,更将抽象的知识点与具体的临床情境初步结合,为后续的深入学习做好了铺垫。④参与式学习:这一部分由3个环节组成。环节一:“现场演示”,教师利用模拟人,结合课前准备的流程图,边讲解边进行标准化的操作演示。按照流程图上的步骤逐一进行,同时着重强调每一步的注意事项和操作要点,例如消毒的范围、进针的角度和深度、抽液的速度和量、无菌观念的贯彻等。环节二:“分组练习”,三人一组,在练习过程中,组员之间可以实时纠错、点评,分享自己的感受和发现。这种小范围的互动极大地调动了学生的积极性和参与度,创造了安全、轻松的练习氛围,让学生敢于尝试、不怕犯错。教师则在各组间巡回指导,观察学生的操作,及时发现并记录下普遍存在的共性问题,为后续的集中讲解和针对性辅导做好准备。环节三:“情景演绎”,为了进一步提升学生的综合应用能力和应变能力,在这一环节给出一个包含更多细节和潜在困难的复杂案例(例如,患者有凝血功能障碍,或对操作表示紧张、抗拒),请三位学生分别扮演操作者、助手和患者,模拟进行腹腔穿刺术。其他学生则作为观摩者。模拟结束后,由教师引导进行“复盘”。首先,询问观摩的学生:“在刚才的情景演绎中,你们都观察到了哪些操作上的亮点和问题?”然后,针对出现的问题,询问扮演角色的三位学生:“当时你们是怎么考虑的?

如果再给你一次机会,你会怎么做?”通过这种角色扮演和深度反思,学生不仅练习了操作技能,更锻炼了临床决策能力、团队协作能力和医患沟通能力。⑤后测:以“操作接龙”的小游戏形式展开,教师随机抽取一名学生完成操作流程中的第一个步骤(如患者体位摆放),完成后,再从其他学生中随机抽取一名完成接下来的步骤(如消毒铺巾),如此类推,直到整个腹腔穿刺术的操作流程由多名学生接力完成。这个游戏形式新颖有趣,既增加了课堂的活跃度,也检验了学生对操作流程的整体把握和每个步骤的熟练程度。教师在学生操作过程中,对其不足之处给予及时指导,并做好记录,以便在最后的总结环节进行强调。⑥总结:课程最后,教师再次利用流程图,带领学生一起梳理腹腔穿刺术操作的重点、难点和易错点。流程图上的每一个节点和连线,都对应着操作中的关键环节和逻辑关系。通过共同回顾,学生不仅对整个操作流程有了更系统、更深刻的认识,也对之前学习过程中遇到的问题和教师的讲解有了更清晰的理解。这种基于流程图的总结,使知识点得到了纵向的复习和巩固,帮助学生将零散的操作步骤整合成一套完整的技能体系。

1.2.2 对照组示教模式

采用传统教学法开展操作技能培训。教师作为课堂主导,详细讲解腹腔穿刺术的适应证、禁忌证等理论知识,然后进行标准的操作流程演示。教师的讲解力求清晰、准确,演示力求规范、到位。示范教学结束后,学生进行自主练习。在学生练习的过程中,教师会在教室巡回,对遇到困难或操作不规范的学生进行指导,纠正他们的错误动作,强调操作要点。最后,总结本次课中学生们普遍存在的问题,例如无菌观念不强、进针角度掌握不好、与“患者”沟通不足等,并再次强调操作中的注意要点。

1.3 评价方法

1.3.1 问卷调查

每门课程结束后,两组学生均扫描二维码以匿名方式填写调查问卷,包括课程满意度、课堂氛围、学习兴趣、自学能力、临床思维能力和操作技能6个方面。问卷采用Likert 5级评分法,对评价的项目非常不认同(1分)、不认同(2分)、一般认同(3分)、比较认同(4分)和非常认同(5分)。

1.3.2 期末成绩考核

两组学生期末进行多站式基本操作技能考核,第一站:腹腔穿刺术;第二站:腰椎穿刺术;第三站:三腔二囊管止血法;第四站:清创术;第五站:脓肿切开术。



考核全程由监考教师依据统一标准化评分表进行评分,单站满分100分。学生的总成绩计算方式为:各考核站成绩的20%相加得出,满分100分。

1.4 统计学方法

数据采用SPSS 26.0统计学软件进行分析,计量资料用($\bar{x} \pm s$)表示,组间比较采用 t 检验;计数资料用 n 表示,组间差异使用 χ^2 检验。 $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 基本技能考核成绩

试验组学生的5项基本操作技能考核成绩(均 $P < 0.05$,表1)和总成绩均高于对照组($P < 0.001$,表2),差异有统计学意义。

表1 基本技能考核成绩比较($\bar{x} \pm s$,分)

项目	试验组 ($n=45$)	对照组 ($n=45$)	t	P
腹腔穿刺术	87.02±6.54	83.11±7.15	2.707	0.008
腰椎穿刺术	85.82±6.55	82.31±7.42	2.380	0.019
三腔二囊管止血法	83.24±6.80	79.04±8.95	2.506	0.014
清创术	81.42±5.77	76.78±6.74	3.514	0.001
脓肿切开术	81.53±6.32	78.36±7.35	2.199	0.030

表2 两组学生基本操作技能考核总成绩比较($\bar{x} \pm s$,分)

组别	试验组 ($n=45$)	对照组 ($n=45$)	t	P
总成绩	83.81±2.85	79.92±3.86	5.437	<0.001

2.2 问卷调查结果

对两组学生基本操作技能培训满意度和学习效果自评的问卷调查中,试验组学生在课程满意度、学习兴趣、自学能力、操作技能及课堂氛围各维度得分均高于对照组(均 $P < 0.05$,表3)。

表3 两组学生对基本操作技能培训满意度和学习效果自评比较($\bar{x} \pm s$,分)

项目	试验组 ($n=45$)	对照组 ($n=45$)	t	P
课程满意度	4.13±0.41	3.73±0.72	3.250	0.002
学习兴趣	4.16±0.52	3.89±0.68	2.086	0.040
自学能力	4.04±0.60	3.76±0.61	2.265	0.026
临床思维能力	4.09±0.56	3.78±0.64	2.470	0.015
操作技能	4.07±0.39	3.80±0.69	2.242	0.027
课堂氛围	4.13±0.46	3.87±0.59	2.402	0.018

3 讨论

3.1 BOPPPS联合流程图教学有助于提高学生临床基本技能操作能力和满意度

BOPPPS模型自1978年诞生于加拿大教师技能培训项目以来,便以教育目标为导向,深度践行“以学生为中心”的现代教育理念,在教学实践领域备受关注^[11-12]。在临床技能教学场景中,该模型充分彰显其科学系统性:精准的学习目标设定,为学生掌握临床技能确立了明确标准;前测环节如同精准的“知识雷达”,能够迅速锁定学生的知识薄弱点,助力教师动态调整教学策略;参与式学习依托模拟临床场景,配合直观的流程图引导,使学生能够清晰地把握操作流程的关键步骤与逻辑顺序,有效规避操作疏漏。

Li等人通过对44项关于中国医学本科生应用BOPPPS混合学习模型的研究进行系统分析,发现该教学模式能显著提升学生的多维度学习成效。具体而言,BOPPPS混合式教学不仅有效提高了学生的课堂满意度,还对其自主学习能力、学习兴趣、团队合作与人际交往能力、分析与解决问题能力等综合素养产生了积极影响^[1]。本研究创新性地将流程图与BOPPPS模型深度融合,在各教学环节精心设计,有机整合短视频演示、经典案例剖析、情景模拟演绎、趣味互动游戏等多元教学手段。通过“看、练、思”三位一体的教学模式,全方位激发学生的学习主动性与课堂参与度,实现眼、手、脑的协同发展。从期末考核数据来看,试验组学生在基本操作技能考试中表现突出,无论是腹腔穿刺术、清创术操作等单项技能成绩,还是总成绩,均显著优于采用传统教学法的对照组。在教学反馈调查中,试验组学生对课程的整体满意度、学习兴趣提升、自学能力培养、操作技能强化以及课堂氛围营造等维度的评分均高于对照组。这一系列成果充分证实,与传统“教师讲、学生练”的教学方法相比,BOPPPS联合流程图教学模式在提升学生临床基本技能操作水平和学习满意度方面具有显著优势,为临床基本技能教学改革提供了可借鉴的实践路径,值得在医学教育领域进一步深入探索与推广完善。

3.2 BOPPPS联合流程图教学有助于提升师资教学设计能力和带教水平

BOPPPS的模块化设计要求教师精准把握教学目标,将复杂的操作技能拆解为可量化的子目标,并通过流程图可视化呈现。这一过程不仅需要教师具备扎实的临床专业知识储备,更考验其对教学内容的重构能力,能从庞杂的操作体系中提炼关键节点与逻辑主线^[13]。在具体的培训实践中,教师还需围绕流程



图精心设计“阶梯式”的培训方案,确保学生在掌握基础操作后逐步过渡到综合应用。这种递进式教学规划迫使教师深入研究技能形成规律,精准把握学生的认知节奏,显著提升了其教学设计与实施能力。更为关键的是,BOPPPS模式中的参与式学习环节,彻底改变了教师的角色定位。教师不再仅仅是站在讲台上的知识灌输者,而是转变为穿梭于学生之间、敏锐观察、适时点拨的学习引导者^[14]。他们需要依据流程图的逻辑节点,巧妙设计出能激发学生思考与互动的活动。同时,在学生动手实践时,教师需保持高度专注,实时捕捉操作中的闪光点与潜在问题,给予精准、及时的反馈。这种实时互动式带教不仅加深了教师对操作细节的理解与把控能力,更在反复的教学实践中锤炼了其临床带教的综合素养,实现了教学能力与专业水平的双重提升。

3.3 BOPPPS联合流程图教学的创新点及存在的问题

BOPPPS联合流程图教学的创新点。本研究创新性地将BOPPPS教学模式与流程图工具深度融合,应用于临床基本操作技能培训领域,形成优势互补的教学体系。这种联合模式既弥补了传统教学中单向灌输、流程模糊的短板,又充分发挥了两种方法的协同效应,构建起更高效的技能培养路径。在教学实施中,通过BOPPPS模式的前期导入环节明确学习目标,帮助学生建立清晰的学习方向;借助流程图的直观可视化呈现,使复杂操作步骤形成系统化框架。以腹腔穿刺术和腰椎穿刺术为例,两者在穿刺点标记、碘伏消毒、无菌铺单、局部麻醉等基础环节存在诸多共性,学生通过对比流程图能快速识别操作异同点,强化结构化记忆,有效避免步骤混淆。参与式学习环节与后评估体系的有机衔接,进一步强化了学生的技能熟练度与问题解决能力。为突破传统课堂的被动学习状态,培训中精心设计了多元化游戏环节:“操作接龙”和“传水瓶”要求学生按流程依次完成操作节点,强化团队协作中的步骤衔接;“小组比赛”通过计时闯关激发竞争意识,提升操作效率。这些趣味活动彻底激活了课堂氛围,使学生在轻松互动中深化技能理解。这种联合教学方式可提升学生的临床操作技能、培养其临床思维和团队合作能力,为培养高素质的医学人才奠定坚实基础。

BOPPPS联合流程图教学存在的问题。一是实施成本较高:BOPPPS的参与式学习和流程图的动态优化需要教师投入大量时间进行教学设计与资源开发。制作高质量的操作流程图需结合操作指南、培训

经验和学生反馈,耗时耗力。二是教师能力参差不齐:部分教师对BOPPPS的理解停留在形式模仿,未能真正实现“以学生为中心”的教学转型。例如,在参与式学习环节,部分教师仍主导讨论,导致学生被动参与,影响教学效果。三是复杂操作的适应性局限:流程图难以完全覆盖临床情境的复杂性,可能导致学生过度依赖流程而忽视个体化决策,难以灵活应对复杂多变的临床问题。四是长期效果有待验证:本研究主要关注短期考核成绩和满意度,缺乏对学生临床实践能力的长期追踪。试验组学生在操作考核中表现优异,但在真实临床场景中的操作能力和处理突发问题的能力仍需进一步观察。

参考文献:

- [1] LIS Z, WEI W, LI X F, et al. Impacts of blended learning with BOPPPS model on Chinese medical undergraduate students: A comprehensive systematic review and meta-analysis of 44 studies[J]. BMC Medical Education, 2024, 24(1): 914.
- [2] LIU Y Q, LIAN X L, CHEN X J, et al. Practical exploration of BOPPPS model combined with situational teaching method in clinical training of intensive medicine: Novel pedagogy and perception[J]. Frontiers in Medicine, 2024, 11: 1442099.
- [3] 庞慧, 王金胜, 李水仙, 等. “BOPPPS模型+思维导图”在医学免疫学课程教学中的应用研究[J]. 中华医学教育探索杂志, 2024, 23(8): 1060-1064.
- [4] 贾盛佼, 张彩芬, 李彬, 等. BOPPPS教学模式在消化内科临床教学查房中的应用[J]. 医学教育研究与实践, 2025, 33(2): 301-306.
- [5] 熊俞婧, 闫松, 杨舒雅, 等. OBE-BOPPPS模式在妇产科学腹腔镜培训教学中的应用[J]. 医学教育研究与实践, 2025, 33(2): 294-300.
- [6] 龚媛媛, 柴菲, 张朝霞, 等. OBE理念下BOPPPS教学模式在病理学实验教学中的应用[J]. 医学教育研究与实践, 2025, 33(4): 526-532.
- [7] 蔡耘, 孔倩, 牟一坤, 等. 基于雨课堂的BOPPPS+CBL模式在儿科学教学中的应用和效果评价[J]. 卫生职业教育, 2024, 42(15): 48-51.
- [8] 曹岩, 曾常茜. 基于思维导图和流程图在“临床输血学检验技术”教学中的应用[J]. 科技风, 2024(35): 107-109.
- [9] 楼晨燕, 徐舜. 以流程图配合SSP教学对妇产科护生的带教效果评价[J]. 中国高等医学教育, 2023(8): 88-89.
- [10] 贾东晖, 周红芳, 兰旭红, 等. 机械通气患者拔管后氧疗方式的证据总结及流程图构建[J]. 中华急危重症护理杂志, 2025, 6(2): 233-239.



- [11] FAN D C, WANG C, QIN X M, et al. Evaluation of the BOPPPS model on otolaryngologic education for five-year undergraduates[J]. BMC Medical Education, 2024, 24(1):860.
- [12] 余航, 安琪, 金李, 等. BOPPPS教学模式融合课程思政在本科生内科学见习中的应用[J]. 医学教育研究与实践, 2024, 32(3):349-354.
- [13] 龙晓茹, 谢军, 许红梅, 等. 基于OBE理念的BOPPPS+TBL教学在小儿发热出疹性传染病示教课中的应用[J]. 中华医学教育探索杂志, 2025, 24(2):235-240.
- [14] ZHU J, XIAO H, ZHOU R, et al. The efficacy of the BOPPPS teaching model in clinical and health education: A systematic review and meta-analysis[J]. BMC Medical Education, 2025, 25:997.
- (编辑:杨雪莹)

(上接第612页)

- [17] 陈典熹, 王禹杰, 李毅清. 人工智能用于医学本科生临床教学的探讨[J]. 智慧健康, 2024, 10(13):41-44.
- [18] 赵云鹤, 刘雪芹, 毕志斐, 等. 线上线下混合式教学在整合医学的应用[J]. 基础医学教育, 2022, 24(2):132-134.
- [19] 杨彬, 王靖宇, 闫亮, 等. “互联网+医学科普”在泌尿外科实习教学中的应用[J]. 中国继续医学教育, 2025, 17(9):41-45.
- [20] 陈玲, 蒋雨枫. 5G+AI技术赋能医学本科教学改革的相关探索[J]. 临床医学研究与实践, 2024, 9(11):168-171.
- [21] 王瑜瑾. 虚拟现实技术在临床医学教学中的应用研究[J]. 信息系统工程, 2024(3):36-39.
- [22] 李鸿浩, 陈波, 李建平, 等. 医学教育中人工智能应用现状、问题与对策[J]. 中国循证医学杂志, 2020, 20(9):1092-1097.
- [23] 方强, 王长江, 张红洋. 基于STEAM教育理念的“伪3D全息投影”项目化学习探索[J]. 物理通报, 2022(11):54-58.
- [24] REN X Y, WU M L. Examining teaching competencies and challenges while integrating artificial intelligence in higher education[J]. TechTrends, 2025, 69(3):519-538.
- [25] VIERIU A M, PETREA G. The impact of artificial intelligence (AI) on students' academic development[J]. Education Sciences, 2025, 15(3):343.
- (编辑:杨雪莹)