



数字化赋能高校虚拟仿真实验教学共享平台 构建与实践

尹婵娟, 沈清明, 郭 盛

(南京邮电大学 实验室建设与管理处, 南京 210003)

摘要: 在高校教育数字化转型背景下, 如何用好虚拟仿真实验教学课程资源是各高校亟待解决的问题。该文分析了虚拟仿真实验教学课程资源在共享过程中所面临的问题, 在遵循“系统联通、高效协同、资源整合、技术支撑、分步建设、不断拓展”原则基础上, 研究和设计了基于数字技术的虚拟仿真实验教学共享平台架构及功能模块。该平台包含丰富的实验教学课程资源库, 实现了与人事、教务管理系统对接, 引入了大数据分析技术, 既满足了学生个性化学习需要, 也帮助教师不断提高教学质量。

关键词: 教育数字化; 虚拟仿真; 实验资源; 共享平台

中图分类号: G647

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20240197

Construction and Application of University-Level Virtual Simulated Experimental Teaching Resources Sharing Platform under the Background of Education Digitization

YIN Chanjuan, SHEN Qingming, GUO Sheng

(Laboratory Construction and Management Office, Nanjing University of Posts and Telecommunications, Nanjing 210003, China)

Abstract: Under the background of digital transformation of college education, how to make good use of virtual simulation experiment teaching course resources is an urgent problem for all colleges and universities. This paper analyzes the problems faced in the course resource sharing process of virtual simulation experiment teaching. The architecture and function modules of the virtual simulation experiment teaching resource sharing platform based on the digital technology are researched and designed following the principles of system connectivity, efficient collaboration, resource integration, technical support, step-by-step construction and continuous expansion. The platform contains a rich library of experimental teaching courses, realizes the docking with the personnel and educational administration management system, and introduces a big data analysis technology, which not only meets the personalized learning needs of students, but also helps teachers continuously improve the quality of teaching.

Key words: digital education; virtual simulation; experimental resources; sharing platform

教育部在 2022 年的工作要点会议中明确提出了实施教育数字化战略行动的计划, 虚拟现实、人工智能和大数据分析等新一代数字技术被大量运用在高等教育领域, 不断赋能高等院校实验教学, 虚拟仿真实验教学逐渐成为各高校热衷的新型实验教学方式。2022 年 10 月, 工业和信息化部

联合教育部等四个部门印发《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划(2022—2026 年)》^[1], 进一步促进了虚拟现实技术和高等教育行业全面深度融合。

各高校虽然在虚拟仿真实验教学中心建设阶段和课程建设阶段积累了丰富的虚拟仿真实验教

收稿日期: 2024-04-15

基金项目: 江苏省高等教育教学改革研究课题(2023JSJG499); 江苏省高校实验室研究会研究课题(GS2022YB35); 南京邮电大学教学改革研究项目重点项目(JG03423JX32); 南京邮电大学实验室工作研究重点课题(2022XSG03); 中国高等教育学会“2024 年度高等教育科学研究规划课题”(24SY0216)。

作者简介: 尹婵娟, 硕士, 助理研究员, 主要从事实验室建设与管理、虚拟仿真建设方面的研究。E-mail: yinchj@njupt.edu.cn

学课程(以下简称虚仿课程)资源^[2],但是由于资源分散并且缺少校级的公共服务平台,独木难成林。因此,如何搭建一个可以落地且可以推广使用的虚拟仿真实验教学共享平台(以下简称虚仿共享平台)是高校亟待解决的问题^[3]。为此,本文剖析了南京邮电大学虚仿课程资源在共享过程中存在的问题,并在此基础上研究和设计了基于数字技术的虚仿共享平台架构及功能模块。平台满足专业覆盖广泛、资源丰富多样、师生互动交流、大数据分析统计等数字化实验教学的需要和自主学习的需求^[4]。

1 虚仿课程资源建设现状及存在的问题

1.1 虚仿课程资源建设现状

南京邮电大学现有 3 个国家级虚拟仿真实验教学中心,中心秉承学校“大信息”办学理念,按照“高阶性、创新性、挑战度”的标准不断推进虚仿课程资源建设,目前已建成新一代宽带无线通信全网部署与优化、高热点场景 5G 基站选址优化设计等 29 项国家级、省级、校级虚仿课程,建设情况如图 1 所示。该教学中心涉及电子信

息、电气、自动化、化学、材料、物理、经济、管理、艺术等 13 个学科领域,覆盖通信工程、电磁场与无线技术等 21 个专业。虚仿课程涵盖了各学科和专业的核心内容,不仅与教学大纲高度契合,还支撑着学校的人才培养目标,课程之间逐步递进、互为补充、相互衔接,不断提升实验教学的综合性和完整性。

1) 形成“基础—进阶—高级”的层次关系

虚仿课程分为基础、进阶和高级,逐步递进,帮助学生从基础知识掌握到高级技能培养,如从基础的通信原理实验,到进阶的卫星通信链路优化,再到高级的新一代宽带无线通信全网部署。

2) 形成跨学科融合的实验体系

虚仿课程覆盖 13 个学科领域和 21 个专业,形成了跨学科的知识网络,如通信工程专业的实验可以与电磁场、无线技术等学科的实验互补。

3) 实现理论与实际应用的紧密结合

虚仿课程设计基于实际应用场景,形成从理论到实践的完整链条,如从基于 MATLAB 平台的电波传播可视化的基础理论,到实际应用的 5G 基站选址优化。

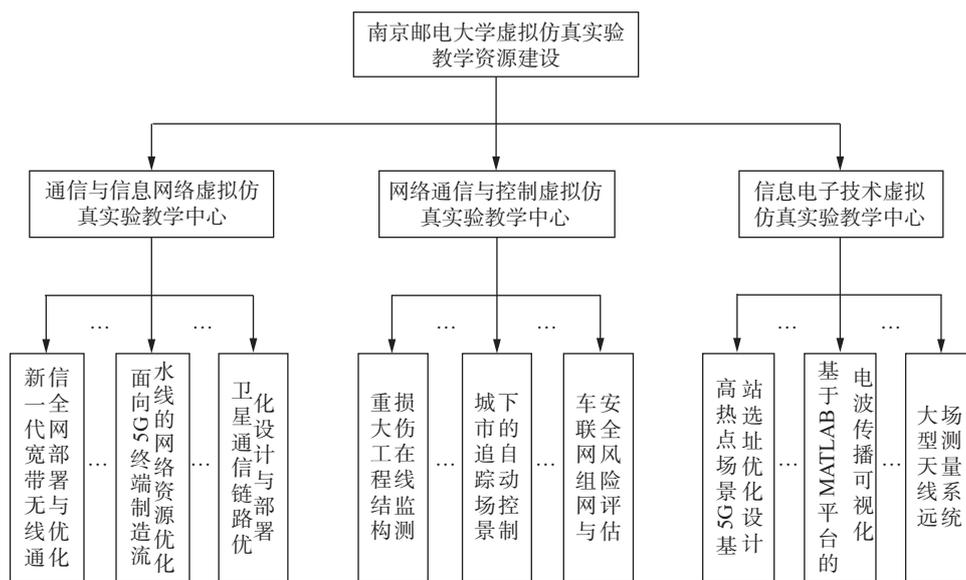


图 1 南京邮电大学虚拟仿真实验教学资源建设情况

1.2 存在的问题

虚仿课程前期开发建设是由各学院根据自身条件开展实施的,因此,大部分虚仿课程部署在各个合作开发公司的服务器上,课程资源分散,给资源共享和教学管理带来一定阻力,在实际使用和管理过程中也存在诸多问题^[5]。

1.2.1 资源共享方面

1) 推广使用受限

课程信息交流和互换的渠道不畅,导致本校其他学院或外校有需求的师生难以及时获取相关资源。某些虚仿课程仅本学院本专业的学生使用,共享利用率较低。

2) 访问不够便捷

不同虚仿课程依托的支撑平台和网络环境存在较大差异,缺乏统一的访问入口,且访问速度不一致。这些因素给学生的访问和自主学习带来诸多不便,降低了学习效率,影响了学生对该课程学习的积极性。

3) 无法掌握共享数据

实验主管部门无法直接获取各虚仿课程使用的真实数据,难以掌握所有虚仿课程的实际情况,为学校提供精准决策支持的能力受到了限制,虚仿课程资源开放共享后续推进工作受到了一定程度的影响。

4) 安全防护存在风险

虚仿课程通过网络对外开放分享,存在一定的安全风险。根据国家网络安全等级保护要求,每门虚仿课程均需通过等级保护二级测评认证方能共享使用,而大部分课程分布在不同服务器上,需要进行多次测评,既增加了管理费用,也增加了安全风险。

1.2.2 教学管理方面

1) 教学质量监控和评估困难

由于虚仿课程的特殊性,传统的教学评估方法和指标难以准确反映教师在虚仿课程中的教学情况和成效。虚仿课程教学涉及多样化的教学活动和复杂的数据记录,如何将这些数据转化为有意义的教学评估指标,是一个亟须解决的问题。

2) 学生学习效果难以判断

在虚仿课程教学中,学生的学习过程通常以电子化的形式存在,包括学习记录、操作步骤、答题情况等。但是,如何对学生的过程进行跟踪和分析,了解学生的学习进展和问题,仍然是一个挑战。

3) 缺少数据分析工具

在虚仿课程教学中,学生的学习过程和行为产生了大量的数据,包括学习轨迹、学习时间、学习行为等。然而,由于缺乏适用的数据分析工具,教师往往难以有效地利用这些数据进行深入的分析,以改进教学方法和提供个性化指导。

2 虚仿共享平台的设计

2.1 虚仿共享平台设计原则

为更好地服务专业人才培养,面向全校推进

虚仿课程建设、应用及共享,根据学校的学科专业特点,加强已有及未来新建虚仿课程的管理与应用。共享平台的设计遵循“系统联通、高效协同、资源整合、技术支撑、分步建设、不断拓展”的原则。如图2所示,通过对接高校管理系统、建立优质数字教育资源库、利用大数据分析技术等分步建设资源丰富、功能全面、操作便捷的虚仿共享平台,既保证了学校不同平台或系统之间的联通和数据对接,也满足了不同专业人才的培养需求^[6],还实现了数字化教学的个性化培养需要。

2.2 虚仿共享平台信息化保障

1) 为虚仿共享平台提供高效能信息化服务

按照国家教育部的要求,每个虚仿课程的并发数不少于100。随着资源的不断累积,会有大量用户同时访问和操作,学校决定采用最大并发连接数为500的高性能虚拟云服务器,通过设计和搭建稳定的服务器架构、优化数据库性能、采用可靠的软件开发和测试流程等措施,确保了平台的稳定运行和用户访问的流畅性。数据接口完全遵循国家和行业制定的标准或规范,符合《国家虚拟仿真实验教学课程技术接口规范(2022版)》相关规定,保证了不同公司开发的虚仿课程之间能够开放接口、互相兼容,所有虚仿课程均顺利迁移至校内机房的虚拟云服务器。

2) 为虚仿共享平台提供信息安全保障

虚仿共享平台系统属于浏览器/服务器(browser/server, B/S)模式应用系统,通过防火墙设备进行平台系统的访问控制,防火墙上带有入侵防御系统(intrusion prevention system, IPS)模块和防病毒(antivirus, AV)模块,可以对入侵行为和恶意代码攻击进行检测和阻止;通过玄武盾、明御高级持续性威胁(advanced persistent threat, APT)攻击预警平台对系统进行安全防护,交换机上旁挂有日志审计设备进行日志收集和管理;堡垒机设备进行服务器远程运维;安全运营服务平台对安全设备进行集中管理和系统漏洞扫描。机房出入口配备了电子门禁系统,由专人管理维护。基于网络安全等级保护,只要对平台系统进行一次等级测评,则平台上的所有虚仿课程均获得认定。目前部署在平台的所有虚仿课程均被认定为安全保护等级第二级(S2A2),符合测评要求,有效节约了管理成本。

3) 为虚仿共享平台提供技术支持

目前，虚仿共享平台主要是面向校内学生和教师免费开放使用，为了保证虚仿课程教学的顺利开展，平台对接学校教务系统、人事系统等信息化平台，实现学校基础数据互联互通，保证学生、教师和管理人员可以方便快捷地登录平台，使平台真正起到辅助教学的作用。同时，借助大

数据技术对实验完成情况进行分析统计，帮助教师不断提升虚仿课程教学质量。今后还将逐步完成与“实验空间——国家虚拟仿真实验教学课程共享平台”(<https://www.ilab-x.com/>)和“江苏省高等学校虚拟仿真实验教学共享平台”(<https://jsxngx.seu.edu.cn/>)的技术对接，早日实现校内外虚仿课程资源的开放共享^[7]。

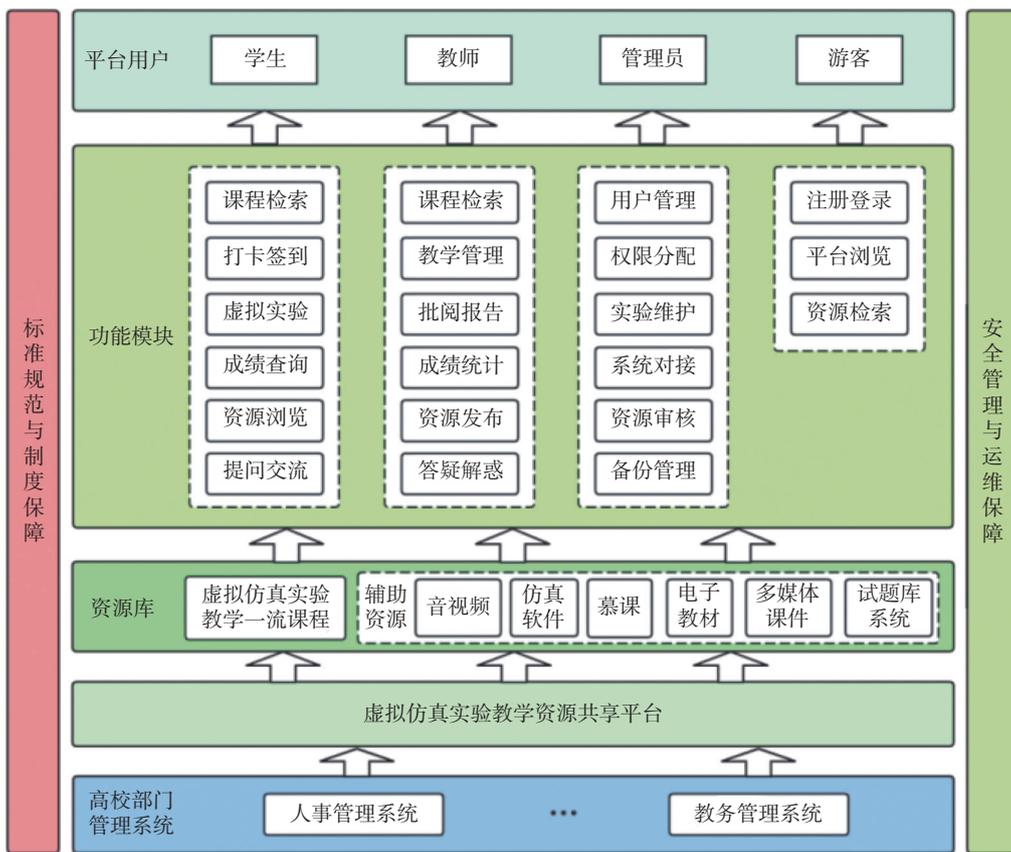


图 2 虚拟仿真实验教学资源共享平台构建

2.3 虚仿共享平台功能模块设计

虚仿共享平台包括基础数据管理模块、实验教学资源管理模块和教学教务管理模块等。平台按照数字化教学理念设计和构建，充分融合了虚仿课程资源与实验教学要求，保证了平台的实用性、交互性和可操作性^[8]。

1) 基础数据管理模块

基础数据管理模块包括用户的基础数据管理、权限管理等，同时还包括与学校其他管理平台的数据对接等基本功能。用户包括校内的师生、其他高校师生、平台管理人员和临时访问的游客。

校内师生和管理人员的基础信息与学校教务管理系统和人事管理系统对接，如图 3 和图 4 所示，其他高校师生通过注册获得权限。根据不同的用户角色赋予不同的权限，并对用户数量和类型进行统计，保证了共享平台数据安全。学生权限包括课程检索、打卡签到、虚拟实验、成绩查询、资源浏览、提问交流；教师权限包括课程检索、教学管理、批阅报告、成绩统计、资源发布、答疑解惑；管理员权限包括用户管理、权限分配、实验维护、系统对接、资源审核、备份管理；游客权限包括注册登录、平台浏览、资源检索。

学生列表

学号	姓名	班级	院(系)
HDS21010104	邓	B2110	通信与信息工程学院
HDS21010164	刘	B2110	通信与信息工程学院
HDS21010108	马	B2110	通信与信息工程学院
HDS210101501	孙	B2110	通信与信息工程学院
HDS21010110	邹	B2109	通信与信息工程学院
HDS21010152	杨	B2109	通信与信息工程学院

图 3 南京邮电大学虚拟仿真实验教学共享平台与教务管理系统对接

教师列表

工号	姓名	院系	用户名	头像
190101	朱	通信与信息工程学院	朱	
200101	刘	通信与信息工程学院	刘	
200101	杨	通信与信息工程学院	杨	
201101	赵	通信与信息工程学院	赵	
200101	张	理学院	张	

图 4 南京邮电大学虚拟仿真实验教学共享平台与人事管理系统对接

2) 实验教学资源管理模块

实验教学资源管理模块提供课程资源发布与审核、课程分类检索和课程资源使用与维护等功能,通过虚仿共享平台公布虚仿课程资源的使用要求、上课时间安排等信息以及相关辅助资源,用户可按学科类别、课程名称、学校名称等进行检索^[9]。

虚仿课程资源分为虚仿课程和相关辅助资源两大类,如图 5 所示。虚仿课程即所有已完成的虚拟仿真实验教学一流课程,包括国家级、省级、校级课程,也可以吸纳其他高校优秀课程作为补充,保证所有学科全覆盖,尽可能为教师和学生提供多样化选择,为培养复合型人才创造条件。辅助资源即音视频、慕课、仿真软件、电子教材、多媒体课件、试题库系统等多种线上资源^[10]。辅助资源可以充分发挥信息技术优势来弥补传统教学的不足,便于学生在课前预习实验内容,为实验操作做好充分的准备。虚拟仿真实验过程中没有完全掌握的操作也可以课后通过辅助资源和完成专项练习进行巩固和提高,加深对实验原理和难点内容的深入理解。

3) 教学教务管理模块

为了保证虚仿课程教学质量,采用分班教学模式,根据实验教学安排为学生和教师分配好课程学习权限。

教学教务管理模块主要功能包括打卡签到、实验教学、报告批阅、成绩查询统计、师生互动交流、实验数据分析等,其中,打卡签到和实验教学是指授课教师和学生按时开展虚仿课程活动。报告批阅和成绩查询是指授课教师通过查看每个学生的学习效果及时给予帮助和指导,学生学习效果主要采用形成性评价方式,对学生的整个实验过程的操作表现和学习成效进行考核评价,可以体现学生的综合学习能力^[11]。师生互动交流包含教师对学生上课表现的反馈,课堂讨论、答疑,以及学生对实验设计与教学效果的评价等,如给实验评分、收藏、点赞等。实验数据分析是通过平台对大量学生的完成情况进行大数据分析,了解哪些步骤学生用时长、重复次数多,哪些知识点学生得分普遍较低,进而对课程教学设计进行改进,提高教学设计的合理性^[12]。



图5 南京邮电大学虚拟仿真实验教学共享平台课程资源

3 虚仿共享平台建设成效与应用效果

3.1 虚仿共享平台建设成效

南京邮电大学虚仿共享平台自 2023 年 12 月建设完成并投入使用,较好地解决了资源共享和教学管理方面存在的问题。

1) 资源共享得到了很大改善

学校建立了统一的访问平台,并优化了网络环境。该平台整合了学校所有的虚仿课程和优质实验教学资源,打破了信息孤岛,实现了资源互通和共享,拓展了学习的广度和深度,推动了实验教学资源的有效利用。

2) 教学管理得到显著提升

通过统一的访问平台,教师可以更高效地安排课程,通过数据分析工具对大量的学习数据进行挖掘和分析,帮助教师对学生的学习数据进行有效的整理、分析和可视化,还可以为教师提供教学评估和教学研究的支持,从而改进教学策略和方法,提高虚仿课程教学的质量和效果。

3) 促进了学分互认机制的探索和实践

通过标准化的课程和学分体系,学生可以在不同高校之间灵活选修和认定学分,增强了教育的灵活性和多样性。

该平台被通信与信息工程学院、电子与光学工程学院、材料科学与工程学院等 12 个学院共享,涵盖了通信工程、电磁场与无线技术、高分子材料与工程等 20 余个相关专业。目前,共有 109 名教师参与课程教学,19557 名学生参与课程学习。该平台的推出打破了时空限制,师生可以

随时在校内外网络终端上进行学习访问,满足了实验教学和自主学习的需求^[13]。

3.2 虚仿共享平台应用效果

南京邮电大学虚仿共享平台不仅解决了课程建设和管理中存着的问题,还在教育数字化、资源优化配置、实验教学改革、跨学科人才培养和校际交流合作等方面取得了较好的应用效果。

平台应用前,实验教学数字化程度有限,仍以传统实验为主;实验教学资源配置不均衡,存在重复建设和浪费;缺乏数据和评估工具,教师难以准确评估学生在实验教学中的学习效果;学生可能只能接触到本专业领域的虚仿课程,限制了学生在不同学科领域之间进行交叉学习的机会;校际交流合作比较有限,高校之间的合作和共享资源的机会较少。

平台应用后,实验教学资源以数字化形式存在于平台上,教育数字化得到大幅提升;学院间可以共享和交流实验教学资源,优化资源配置,提高了资源的利用率;教师可以通过对学生的学习数据进行分析,及时调整和改进实验教学内容和方法,促进教学水平的提升,推进实验教学改革;学生可以通过学习不同学科领域的实验教学课程,增强他们的综合能力和跨学科思维;增加了校际交流合作,学生可以获得来自其他高校的丰富课程资源,为教育提供了更多的可能性。

3.3 共享平台推广和扩展

部分虚仿课程已被西安邮电大学、江苏海洋大学、江西理工大学和福建工程学院等 10 余所高校共享使用,产生了良好的社会效益。在平台的

推广和扩展过程中,高校之间如何实现虚仿课程对接和学分互认是一个亟待解决的问题^[14]。今后,将逐步从以下3个方面予以解决,最终实现虚仿课程资源校际共享。

1) 建立合作框架与合作协议

与合作高校的相关部门进行沟通,争取政策上的支持和认可,共同制定一套标准化的框架,用于课程内容的质量控制和学分互认标准,确保所有参与高校都能在相同的标准下操作。与已有平台和资源提供方签订合作协议,明确资源共享的范围、使用权限和责任分工,确保所有参与方的利益和权益。

2) 收集试点数据和反馈

在一小部分高校中试行校际学分互认制度,收集数据和反馈,通过实际案例来展示学分互认的可行性和优势,为更广泛的政策改革奠定基础。

3) 增强互动与反馈机制

建立一个有效的反馈机制,让所有参与方都能提出各自的需求和遇到的问题,根据这些反馈进行适当的调整。

4 结束语

虚仿共享平台是围绕虚仿课程资源建设、应用与共享提供的一整套层次分明、功能完备、操作便捷的在线支持服务系统。全面推进虚仿课程资源数字化、体系化建设,积极开展本地教学应用,推动虚仿课程与实验教学的深度融合,助力“虚拟仿真实验教学2.0”,使共享平台与虚拟仿真实验室一同成为帮助学生进行沉浸式学习和自主探究的主要场所^[15]。虚仿共享平台将不断扩展功能,逐步引入优质数字资源,并制定配套的共享制度,不断助力学校实验教学改革和高质量发展。

参考文献

[1] 工业和信息化部,教育部,文化和旅游部,等. 虚拟现

实与行业应用融合发展行动计划(2022—2026年)[EB/OL]. [2022-10-28]. https://www.gov.cn/zhengce/zhengceku/2022-11/01/content_5723273.htm.

- [2] 张敏,文福安,刘俊波. 高校虚拟仿真教学环境构建逻辑探讨[J]. 实验技术与管理, 2023, 40(3): 1-6.
- [3] 房朝晖,于赫阳,李祺,等. 资源共享的智能制造虚拟实验教学平台建设[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(4): 118-121.
- [4] 刘亚丰,余龙江,卢群伟,等. 教育信息化背景下虚拟仿真教学资源建设[J]. 实验科学与技术, 2018, 16(2): 195-198.
- [5] 彭敬东,张浩. 高校虚拟仿真实验管理与共享平台存在问题浅析[J]. 数字技术与应用, 2019, 37(12): 217-218.
- [6] 熊宏齐. 国家虚拟仿真实验教学项目的新时代教学特征[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(9): 1-4.
- [7] 祖强,魏永军,熊宏齐. 江苏省高校虚拟仿真实验教学共享平台建设与实践[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(5): 1-4.
- [8] 刘陈稳. 外语高校虚拟仿真实验教学平台共享问题探究[J]. 实验室科学, 2022, 25(3): 125-127.
- [9] 胡今鸿,李鸿飞,黄涛. 高校虚拟仿真实验教学资源开放共享机制探究[J]. 实验室研究与探索, 2015, 34(2): 140-144.
- [10] 熊宏齐. 虚拟仿真实验教学助推理论教学与实验教学的融合改革与创新[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(5): 1-4.
- [11] 吴金栋,任光辉,黄东键,等. 基于虚拟仿真技术开展实践教学改革的研究与实践[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(5): 240-244.
- [12] 狄海廷,董喜斌,李耀翔,等. 高校虚拟仿真实验教学资源的可持续发展机制研究[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(5): 236-238.
- [13] 郭婷,杨树国,江永亨,等. 虚拟仿真实验教学项目建设与应用研究[J]. 实验技术与管理, 2019, 36(10): 215-217.
- [14] 于敏,黄喆. 区域内高校虚拟仿真实验教学资源开放共享机制研究[J]. 江汉大学学报(社会科学版), 2017, 34(6): 111-115.
- [15] 柳洪洁,宋月鹏,马兰婷,等. 国内外虚拟仿真教学的发展现状[J]. 教育教学论坛, 2020(17): 124-126.

编辑 王燕