

计算机国家级实验教学示范中心 实践育人生态的构建与实施^{*}

吴荻^{1,2} 周海芳^{1,2} 肖晓强^{1,2} 张军^{1,2} 罗巧君^{1,2} 周竞文^{1,2}

1. 国防科技大学计算机学院, 长沙 410073

2. 计算机国家级实验教学示范中心(国防科技大学), 长沙 410073

摘要 结合建设的总结经验,介绍了计算机国家级实验教学示范中心(国防科技大学)在实验育人生态方面的探索与实践。中心从顶层设计实验教学体系,依托科研优势研制实验平台,创新管理运行机制,构建思政育人空间等多维度构建“人-实验环境-教学模式-实践文化”高度融合、协调发展的实践育人生态。实践证明中心在人才培养、队伍建设、教学改革、条件升级等各方面均取得了显著成效。

关键字 实践教学,育人生态,示范中心

The Construction and Implementation of a Practical Education Ecosystem in the National Demonstration Center for Experimental Computer Education

Wu Di^{1,2} ZHOU Haifang^{1,2} XIAO Xiaoqiang^{1,2} ZHANG Jun^{1,2} LUO Qiaojun^{1,2} ZHOU Jingwen^{1,2}

1. College of Computer, National University of Defense Technology, Changsha 410073, China;

2. National Demonstration Center for Experimental Computer Education(National University of Defense Technology)

Abstract—Based on the summary experience of construction, this article introduces the exploration and practice of the National Demonstration Center for Experimental Computer Education(National University of Defense Technology) in the field of experimental education ecology. The center designs an experimental teaching system at the top level, develops an experimental platform based on scientific research advantages, innovates management and operation mechanisms, and constructs a multi-dimensional "human experimental environment teaching mode practical culture" practice education ecology that is highly integrated and coordinated. Practice has proven that the center has achieved significant results in talent cultivation, team building, teaching reform, and condition upgrading.

Keywords—Practical teaching, Education ecology, Demonstration Center

1 引言

党的二十大报告中提出,“教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑”,《中国教育现代化 2035》明确指出,到 2035 年我国总体实现教育现代化,迈入教育强国行列^[1]。

党的二十大报告和相关文件对新时代教育教学工作的一系列规划和部署,突出了“构建高质量教育体系、建设教育强国、办好人民满意教育”这一主线,代表了教育理论的新发展。这些规划和部署不仅为当

前的教育改革指明了方向,还为未来的发展提供了有力支持。

针对新时代军队院校教育和人才培养面临的新形势和新挑战,新修订的《军队院校教育条例(施行)》于 2020 年 6 月发布,7 月正式实施。《条例》深入贯彻习近平强军思想和新时代军事教育方针,围绕培养德才兼备的高素质、专业化新型军事人才,坚持正确政治方向,坚持立德树人,坚持为战育人,坚持一体化布局,坚持内涵式发展,落实从严治教、从严治学、从严治研、从严治考,规范院校教育各方面和全过程工作运行^[2-5]。

国家级实验教学示范中心是高等学校组织高水平实验教学、培养学生实践能力和创新精神的重要教学基地,军队院校的国家级实验教学示范中心必须深刻把握国家和军队的教育改革发展方向,坚持采用系统

^{*}基金资助: 本文得到教育部产学研合作协同育人项目(220601311145530)、教育部高校教师教学组织和教学发展体系建设项目“跨学科基础课程教学团队教研方法研究”和国防科技大学本科和任职教育教学研究课题项目(U2022005)资助。

观统筹构建实践育人生态,创新管理机制,探索引领实验教学改革方向。

育人理念是教育教学工作的指导思想,它为教育教学提供了方向和目标。计算机国家级实验教学示范中心(国防科技大学)(以下简称中心)2013年入选以来,紧扣“立德树人、为战育人”根本任务,以信息类高素质新型军事人才适应“面向战场、面向部队、面向未来”的岗位胜任力为导向,以服务学员为中心

2 育人理念

构建“人-实验环境-教学模式-实践文化”高度融合、协调发展的实践育人生态,以开放共享、引领示范促进持续改进发展,全过程、全方位、多元化支

撑计算机大类专业“厚基础、强实践、善创新”的人才培养目标。

3 实践育人生态的实施

3.1 以能力培养为核心,设计实验教学体系

中心围绕“硬件为骨、算法为魂”的思路,分专业、分岗位构建完善“课程实验-实验课程和课程群实验-专业实验和综合演练”三级实验教学体系,持续建设更新实验内容,通过全过程全系统地开展岗位综合能力训练,多维度递进式地进行软硬件系统能力培养。以“计算机科学与技术”专业为例,该专业培养方案包含27门专业课程,共设置了105个实验任务,其三级实验教学体系如图1所示。

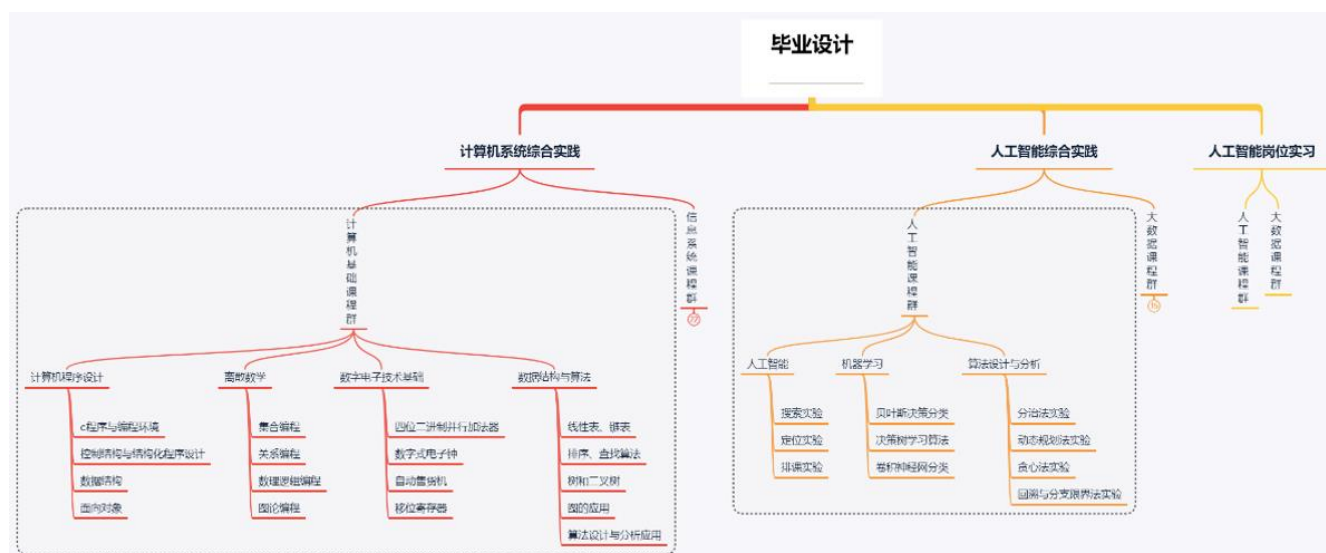


图1 计算机科学与技术(人工智能方向)实验体系

在“计算机科学与技术”实验体系的具体实施中,计算机原理系列课程设置如表1所示,学生从第二学年春开始学习《计算机与原理》,第三学年学习《计算机体系结构》和《计算机原理课程设计》,第四学年学习《计算机科学与技术专业综合实践》,该系列课程的实践学时占比逐步增大,实验项目类型由基础性、验证性转变为设计性、综合性。

3.2 依托实践平台,多维度培养学员能力

随着对课程教学改革的深入,计算机类课程的实验教学在以实验室为主要教学环境载体方面面临着越来越突出的问题。传统的计算机类课程的实验教学模式受到实验设备、场地受限等因素的影响,这很大程度上制约了实验教学的效率和效果。在当前的计算机类课程中,如何拓展现有的实验教学模式,从根本上提高学生的计算思维能力和实践能力,成为一项重要的任务^[6]。针对这个问题,国内各大高校均积极开展实验教学的改革。比如电子科技大学王丽杰等人以国家

级一流课程为基础,在离散数学课程中提出了一种基于成果导向的混合式课程建设的思路和实施方案^[7],湖南大学的吴强等人利用开源软件构建了实验管理系统实现了了计算机体系结构课程中软硬件实验的自动评测^[8],苏州大学的唐灯平等人通过架构虚拟仿真实验环境完成了疫情下计算机网络安全课程的实践教学模式探索^[9]。

中心在计算机类课程的实验教学中也采取了虚拟实验平台、项目实践、在线教育和竞赛科研等多种方式拓展实验教学模式,提高学生的计算思维能力和实践能力。

中心依托课程建设在MOOC、头歌、军职在线等平台建设了大量数字资源,借助线上线下混合、虚实结合等新型教学模式,打破传统线下集中实验模式的时空限制,构建全天候开放的线上交互式实践空间,在有效应对学员规模扩增挑战的同时,在全国得到了广泛应用。

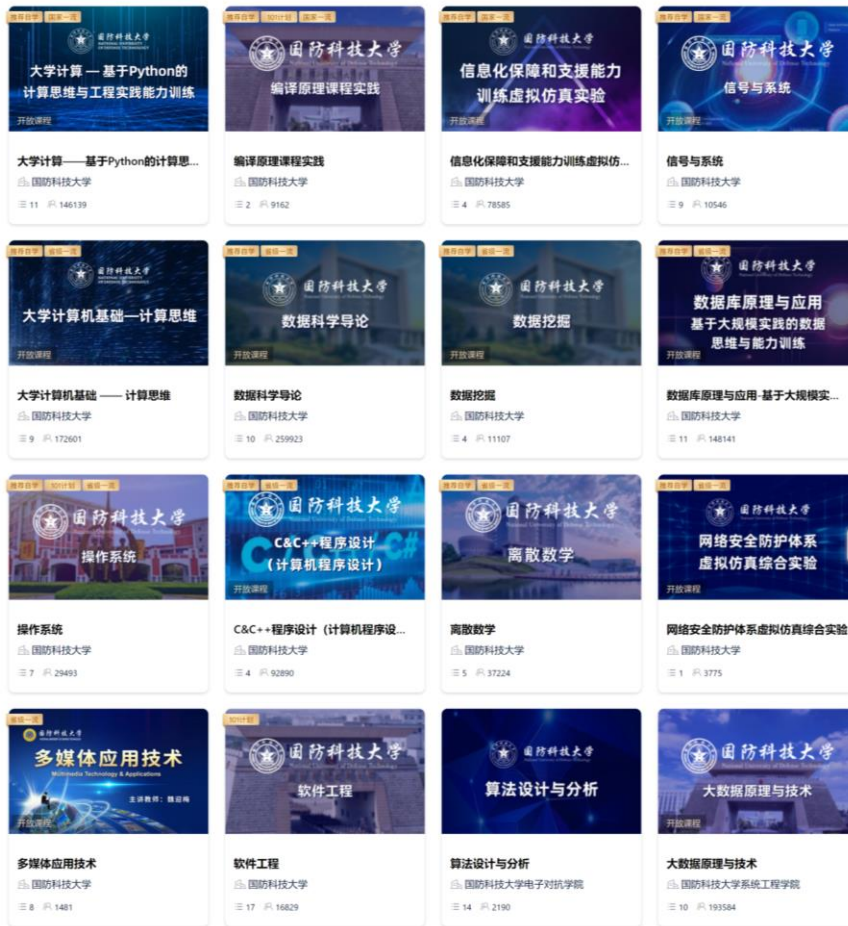


图 2 头歌平台建设的实训类课程

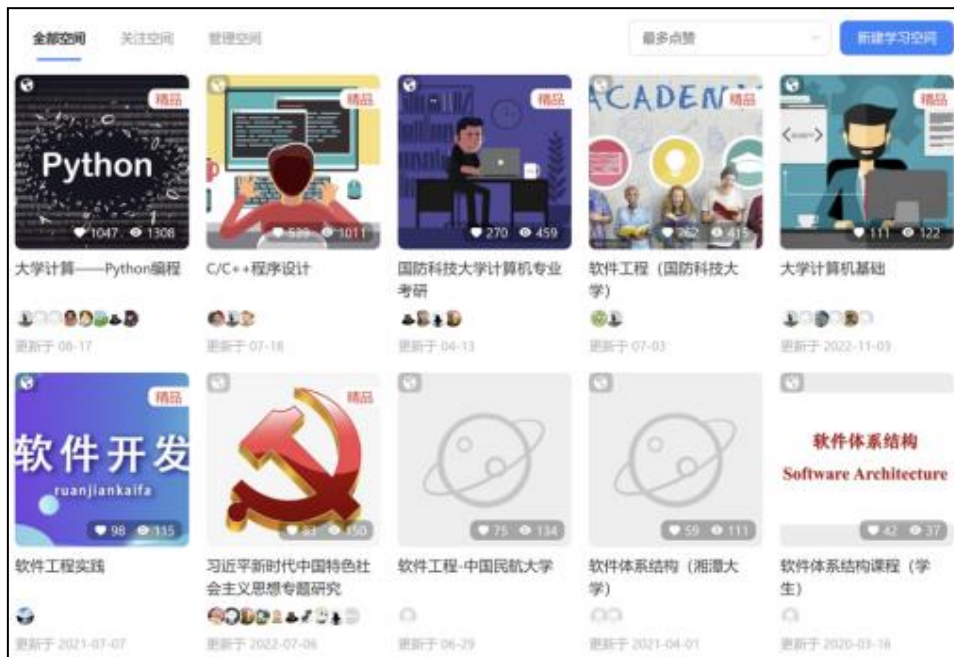


图 3 知士荟平台建设的学习空间

中心在中国大学 MOOC 平台及学堂在线上建设了《大学计算机基础》、《计算机程序设计》、《计算机原理》、《编译原理》等课程，面向全国开放，累计开课 50 次，注册人数累计超过 60 万次；同时在内网的梦课平台先后建设了 49 门课程，面向全军官兵开放，累计开课 346 期，通过校内外平台的课程资源补充课堂授课内容。

中心依托在软件工程、计算机网络、云计算等方面的科研优势，推动科研项目成果转化，深化教学科研融合。基于 863 项目成果，建设头歌平台，打造适应计算机实验教学特点的大规模在线开放实践平台。该平台主要支撑编程类实验，采用理实结合、游戏闯关的方式激发学员动力、加强实验效果，通过自主设置实现多路径、差异化实验，满足不同学习对象特点，支持自动评测、过程跟踪，为教员掌握学习情况、持续改进提供数据支撑。目前，在头歌平台建设实训类课程 15 门，总计 357 个实训单元，1154 个关卡，开放 53 期，全国共有 800 余所院校在平台的 SPOC 课堂中引用资源开展实践教学，如图 2 所示。

中心依托国家自然科学基金重点项目和科技部重点研发项目，建设知士荟平台，采用群体化学习思想实现跨越班级、年级、学校的学习经验交流、学习问题解答、教学资源积累和重用，从而实现实验成果、经验的高效共享，通过学习者之间分布式地相互学习，解决传统教员集中式指导答疑无法应对大量学习者需求的问题，同时帮助教员从重复性、琐碎性的答疑指导中解放出来，将更多精力放在更有创造性地教学活动。该平台现已面向社会开放，全国 200 余所院校、5 千余名师生使用，创建学习空间 600 余个，发布学习资源约 1.6 万个，如图 3 所示。

此外，中心通过建设大规模在线考试平台，如图 4 所示，依托校园网环境，实现了军队院校的大规模、跨院校、跨地区的实验实训考核。通过平台实现对编程型问题求解能力的考核，有效支撑了从知识考核到能力考核的转变。



图 4 大规模在线考试系统

3.3 线上线下联动，创新管理和运行机制

2017 年中心整体搬迁，管理面积由 800 平方米扩展至约 4000 平方米，中心面临管辖范围扩大、师生数量增多、课程类型多样化但运维人员有限的矛盾，急需高效的信息化手段提升运维效益。传统的实验室管理模式已无法适应新的人才培养需求，缺乏数据支撑，运维成本高、管理效率低下。

2019 年，在调研了国内多所高校的实验室综合管理信息系统的基础上^[11-15]，中心升级了门户网站并建设了综合管理信息系统^[10]，通过建设基础信息管理、3D 场景漫游、实验教学管理、开放预约管理、仪器设备管理、财务信息管理、智能终端管理等功能模块，如图 5 所示，实现了全天候开放与无人化值守，提高了场地与设备的管理效率，提升了实验室的管理效能，充分发挥了示范效应。中心门户已成了对外分享和服务学习者的窗口，截止目前发布中心师生动态的新闻约 200 篇，全校师生通过系统实现自助预约 8000 余次。

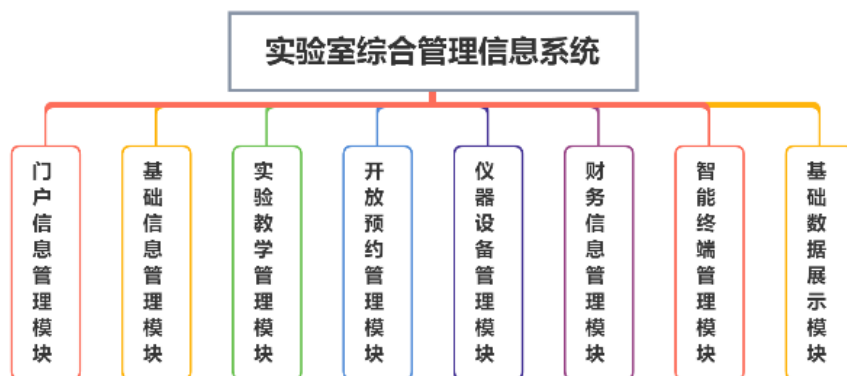


图 5 实验室综合管理信息系统架构图

同时,中心已全面启动智慧化升级,2022年完成两间传统实验室改造,形成了“开放、创新、协作、智能”的多功能、一体化智慧实验空间,该实验室集环境感知、多屏互动、智能录播、视频监控等多种功能于一体,为各类实践教学提供多方位支撑。



图6 智慧实验室实拍图

3.4 传承“银河精神”,构建育人思政空间

以银河精神、天河文化为核心,中心致力于构建沉浸式、全链条实践思政空间,让学生在实践中感受思想政治教育的力量。

在教学中,中心注重将银河精神融入课程大纲,通过课程教学内容来传达银河精神的核心价值和理念。同时,中心也将银河的事迹融入教材,让学生从教材中了解和学习银河的先进事迹,从而激发学生的爱国情怀和追求卓越的精神。通过开设课程和组织活动,将银河团队的先进经验和成功案例引入课堂。学生通过学习和研究银河团队的发展历程和团队精神,受到榜样的启发和激励,培养了敢为人先、团结协作的意识和能力。这样的课堂教学方式不仅增加了学生对银河精神的了解,也激发了他们对学习和发展的热情。

为了让学生能够更直观地了解银河精神和天河文化,中心组织了一系列实践活动。例如,组织院士讲堂,邀请知名的院士和专家来校园进行讲座,向学生分享他们的学术成果和经验,以激励学生追求科学知识和创新能力。

此外,中心还开展了军事虚仿实验活动,让学生通过虚拟实验平台模拟军事场景和实践操作,培养学生的军事素质和实践能力。同时,中心也注重国产装备综合实践,让学生亲身参与国产装备的研发和实践活动,提高学生的综合能力和创新力。

为了促进学生的实践能力和团队合作精神,中心还组织天河装机、麒麟开发等实践活动。天河装机活动让学生在实操中掌握计算机硬件和软件的知识技能,麒麟开发活动则让学生参与到芯片开发过程中,提高学生的创新能力和工程实践能力。

此外,中心还鼓励学生在大学期间参加实习和毕业设计,与用人单位合作,通过实际工作经验来提高

学生的职业素养和就业竞争力。同时,中心还举办银河文化节等系列活动,让学生了解和体验银河文化,传承和弘扬银河精神。通过这些举措,中心将银河精神、天河文化融入实践活动和教育教学中,让思政教育与实践相结合,为军事教育的实施和学生成长提供支持。

4 实践育人生态成效

4.1 学生综合能力提升

中心紧贴人才培养核心任务,持续优化实践支撑服务能力。面向不同专业建成小天河、先进网络等前沿实验平台;面向天河、软工等小班定制特色实验项目;面向超算、ACM、信安等学科竞赛,形成专项保障机制;面向岗位能力培养建立超算、飞腾、麒麟等实习基地;开展联合毕业设计、用人单位实习实训、院士讲堂等系列特色活动。通过以上举措,形成个性化、特色化实践支撑条件,为学员综合能力提升提供全方位、全过程、多元化支持。近5年,中心共承担70余个专业逾1.8万名学员超93万人学时的实验教学任务;指导学员参加超算、ACM、信安等各类学科竞赛获奖462项,其中国际/洲际级20项、国家级172项;指导立项创新课题67项,其中国家级36项,发表论文379篇、获得专利80项。

4.2 教师教学成果丰硕

中心坚持“提质量、强能力”的建设思路,持续深化教育教学改革。通过突出能力导向、合理构建不同专业和课程中的实验教学体系,深入探索实验体系与课程教学的有效整合途径:将科研成果直接应用于实践教学;落实质量标准,强化能力培养过程控制;积极探索课程思政、产学研合作、多模式教学等教育教学和实践育人方法改革。近5年,中心承担各级教学课题58项,其中省级以上38项;获得以国家级教学成果二等奖为代表的各级教学成果奖44项,其中国家级4项、军队级4项、省级9项;发表教学论文60余篇。

4.3 引领示范效应突出

中心通过“育金课”的发展模式,持续加强引领示范作用。中心高度重视教学方法创新与课程资源建设,推动教员依托精品课程资源开展线上线下混合、虚实结合等新型教学方式,鼓励教员根据课程教学需要建设教材、MOOC、实训、虚仿等精品课程资源,通过两者共生共长,全面提升教员水平、有力保证教学质量。5年间,中心获评国家级一流课程7门、军队级8门、省级17门;新增教材8部,《计算机体系结构》《软件工程》荣获首届全国优秀教材奖一等奖。

5 结束语

2018–2022年,中心依托学科优势,坚持特色,持续改进,不断加强实践育人工作、提高人才培养能力和水平,在人才培养、队伍建设、教学改革、条件升级等各方面取得显著成效,获得了以国家级教学成果

奖、全国优秀教材奖一等奖、国家级一流课程为代表的一系列成果,并在全国全军发挥了显著的示范辐射作用。后续,中心将继续遵照国家级实验教学示范中心的建设指标要求紧贴人才培养任务,面向新问题,适应新需求,采取新措施,实现新增长,打造出国内领先、军内标杆的国家级实验教学示范中心。

表 1 计算机原理系列课程设置详情

课程名称	实践学时	总学时	开课学期	类别	实验项目
计算机原理	8	56	第二学年春	课程实验	实验1: 数据表示实验 实验2: 运算器设计实验 实验3: 单周期处理器设计实验 实验4: Cache 及程序局部性实验
计算机体系结构	20	48	第三学年春	课程实验	实验1: 计算机的基本结构 实验2: 指令功能的实现 实验3: 指令集设计与实现 实验4: 处理器功能模拟 实验5: Cache 设计与实现
计算机原理课程设计	46	48	第三学年秋	实验课程	利用Verilog硬件描述语言以及Vivado集成开发环境,设计一个能够运行一定指令集的处理器,并在FPGA实验平台上进行功能验证。
计算机科学与技术专业综合实践	72	72	第四学年秋	综合演练	实践项目主要来自计算机学院承担的计算机科学与技术领域重大工程项目,旨在全面提升学员的专业综合能力,为适应未来岗位奠定基础。

参考文献

- [1] 姚冠男. 中国式教育现代化之路探讨[J]. 内蒙古师范大学学报, 2023, (4):1-10
- [2] 石家铸, 王斌. 深刻领会和全面贯彻新时代军事教育方针[J]. 政工学刊, 2020, (12):18-20
- [3] 袁大勇, 甘齐宁. 贯彻新时代军事教育方针加强军队院校教员队伍建设[J]. 政工学刊, 2020, (10):36-37
- [4] 黎湘. 用新时代军事教育方针引领院校建设转型升级[N]. 解放军报, 2020-02-10(7)
- [5] 本报评论员. 全面贯彻新时代军事教育方针[N]. 解放军报, 2019-11-28(1)
- [6] 周海芳, 贾楠, 张军等. 大学计算机基础虚拟仿真实验设计与实践[J]. 计算机教育, 2023, (3):154-158
- [7] 王丽杰, 戴波. 成果导向的离散数学线上线下混合式课程建设[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, (11):5-10
- [8] 吴强, 彭蔓蔓, 贺旭等. 支持自动评测的计算机体系结构课程实验管理系统[J]. 计算机技术与教育学报, 2022, (11):11-15
- [9] 唐灯平, 曹金华, 张宏斌等. 疫情常态下计算机网络安全课程 实践教学模式探索[J]. 计算机技术与教育学报, 2023, (11):11-15
- [10] 吴荻, 张军, 周海芳等. 高校实验室综合信息管理系统的设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2023, 10(40):266-268
- [11] 汪岩. “互联网+大数据”时代高校信息系统自动化运维的探索[J]. 工业控制计算机, 2023, (33):132-133
- [12] 崔贯勋. 基于物联网的实验室智能化综合管理系统设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2015, (34):217-220, 266
- [13] 杜林岳, 马瑞, 徐应涛等. 高校实验室智能开放管理系统的设计与实现[J]. 实验室研究与探索, 2023, (10):197-200
- [14] 陈雪娇. 独立学院建设楼宇智能化实验室的探讨[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(11):193-194
- [15] 霍迎秋, 费攀峰, 张晓峰. 计算机教学实验中心信息化管理探索与实践[J]. 实验室研究与探索, 2016, (35):125-128