



# 我国国家级实验教学示范中心发展的 热点与趋势

王璟瑶, 金亚红

(浙江师范大学 信息传播国家级实验教学示范中心, 金华 321004)

**摘要:** 国家级实验教学示范中心发展在国家高等教育事业发展和创新型人才培养中发挥着重要作用。为了探明国家级实验教学示范中心发展热点和趋势, 该文选取 2005—2022 年 CNKI 数据库中以“国家级实验教学示范中心”为主题的期刊论文作为研究对象, 并综合运用 VOSviewer、CiteSpace 等可视化分析软件, 对文献特征、发展脉络、热点主题和前沿趋势进行了分析。研究结果发现, 实验教学中心的发展经历了建设申报期、全面建设期以及重点建设期 3 个阶段; 形成了 4 个研究主题, 即实验教学中心建设的经验总结和分析, 实验教学模式和教学效果的探讨, 实验教学中心保障体系研究以及基于创新能力、以能力培养为导向的高校人才培养研究; 从发展趋势来看, 研究对象正由传统的实体实验室逐渐转向虚拟仿真实验室, 并且特别关注“新工科”背景下实验教学中心的建设与发展。通过对国家级实验教学示范中心的研究发展脉络及热点的分析研究, 旨在促进高等教育实验教学的高质量发展及创新型人才的自主培养。

**关键词:** 国家级实验教学示范中心; 知识图谱; 研究热点; 研究前沿

中图分类号: G64

文献标志码: A

DOI: 10.12179/1672-4550.20230401

## National Demonstration Center for Experimental Education Research Hot Spots and Trends

WANG Jingyao, JIN Yahong

(National Demonstration Center for Experimental Media and Communication Education, Zhejiang Normal University, Jinhua 321004, China)

**Abstract:** The development of national experimental teaching demonstration center plays an important role in the development of national higher education and the cultivation of innovative talents. To investigate the research and development of national demonstration center for experimental education, this paper selects journal articles from 2005 to 2022 in the CNKI database with the theme of "national demonstration center for experimental education" as the research object. Using visual analysis software such as VOSviewer and CiteSpace, the paper analyzes the characteristics, development context, hot spots, and frontier trends of the literature. The results show that the development of the experimental teaching center has experienced three periods: set-up period, rapid development period and stable development period. Four main research topics have been formed: the experience summary and analysis of the construction of the experimental teaching center, the discussion of experimental teaching mode and teaching effect, the research of management mechanism and operation mode, and the cultivation of college talents based on innovation ability and practical ability. From the perspective of the development trend, the research object is gradually shifting from the traditional laboratory to the virtual simulation laboratory, and the special attention is paid to the construction and development of the experimental teaching demonstration center under the background of new engineering. Through the analysis of the research and development context and hot pots of the national experimental teaching demonstration center, the high-quality development of higher education experimental teaching and the independent cultivation of innovative talents are promoted.

**Key words:** national demonstration center for experimental education; knowledge graph; research hot pot; research frontier

收稿日期: 2023-09-01; 修回日期: 2023-12-26

基金项目: 教育部产学合作协同育人项目(220806281311717, 230805862243857); 浙江省教育科学规划一般课题(2023SCG363)。

作者简介: 王璟瑶(1983-), 女, 硕士, 实验师, 主要从事实验室建设与管理、信息化教学方面的研究。E-mail: [jingyao@zjnu.cn](mailto:jingyao@zjnu.cn)

党的二十大首次提出了教育、科技、人才一体化的战略布局,坚持教育优先发展,坚持创新驱动,坚持人才是第一资源<sup>[1]</sup>。高校既是人才培养的主力军,又是科技创新的前沿阵地,其发展与国家科教兴国、人才强国、创新驱动发展等战略息息相关。高校如何培养创新拔尖人才,营造创新型人才培养的教学环境是关键。国家级实验教学示范中心(以下简称实验教学中心)作为高校培养学生实践能力和创新精神的重要教学场所,担负着创新型人才培养的重任。因此,厘清实验教学中心的发展脉络,了解其发展现状,洞悉发展趋势是当前提高高校创新拔尖人才的自主培养能力,保证高等教育高质量发展的有力支撑。

2005 年教育部发布《关于开展高等学校实验教学示范中心建设和评审工作的通知》,决定在高等学校实验教学中心建设的基础上,评审建立一批国家级实验教学示范中心<sup>[2]</sup>。随着国家高等教育事业的发展和创新型人才培养的需求,国家级实验教学示范中心数量逐年增加。截至 2016 年,已有 900 个国家级实验教学示范中心,涵盖 44 个学科类别,如物理学、化学、生物学、计算机科学、工程等。在政策的指引下,国内掀起了对国家级实验教学示范中心研究和实践探索的高潮,已有学者对相关成果进行了梳理,研究内容涵盖了实验教学理念和观念的革新与发展<sup>[3-4]</sup>、实验教学体系的构建与优化<sup>[5-9]</sup>、实验教学内容和方法的重构和创新<sup>[3, 10-11]</sup>、实验教学队伍的建设与培养<sup>[12-14]</sup>、仪器设备和环境安全的保障和维护<sup>[15-16]</sup>、实验室建设模式和管理体制的健全与运行<sup>[17-18]</sup>、实验教学中心运行机制和管理方式的规范和实施<sup>[19-20]</sup>、实验教学效果的改进与提高<sup>[21-22]</sup>、实验教学中心特色的凝练和总结<sup>[23-26]</sup>。这些文献从实践层面探讨了实验教学中心建设过程中涉及的问题,为其建设研究做出了必要的贡献。但从内容上看,对实验教学中心的研究缺乏纵向系统的梳理,而对历史脉络的认知更有助于总结事物经验,推动事物发展。从方法上看,当前研究以经验总结、数据解读为主,几乎没有运用科学研究的计量工具进行客观分析,未能挖掘实验教学中心发展规律和趋势。

据此,本文选取实验教学中心 18 年的发展为主题,运用当前学界较为认可的文献计量工具 VOSviewer、CiteSpace 等进行研究,以客观地呈现当前实验教学中心建设的发展阶段、现状、研究热点和演进趋势。通过这些可视化分析,旨在为实验教学中心的发展提供新的思路和方法,并为我国高等教育实验实践提供借鉴与启示。

## 1 研究方法与数据来源

### 1.1 研究方法

文献计量学是一门研究文献数量、质量、影响力等方面的学科。它通过对文献的统计分析和定量研究,揭示出科学研究领域内的学术趋势、研究热点以及学术成果的质量和影响力等问题,并为科学研究的管理和评价提供重要依据。在本文中,我们采用了常用的文献计量分析软件 VOSviewer、CiteSpace 等对数据进行了可视化分析。

### 1.2 数据来源

本文的数据来源于中国期刊全文数据库(CNKI),使用检索式“篇关摘=国家级实验教学示范中心”进行精确匹配检索。检索出 2005 年 1 月 1 日至 2022 年 11 月 22 日期间收录的相关实验教学中心期刊论文,共计 1043 篇。经过剔除简介、比赛案例、封面说明、专家推荐、会议纪要等非学术性文献,筛选出 707 篇文献。使用 CiteSpace 软件的去重功能进一步筛选后,得到有效文献为 707 篇。本文所提供的所有统计数据的检索截止日期为 2022 年 11 月 22 日。

## 2 研究结果分析

### 2.1 发文量分析

文献数量是研究主题热度和关注度的重要指标,数量越多说明该研究越活跃。研究所用分析文献共 707 篇,平均每年出版 44 篇,具体分布情况如图 1 所示,相关文献的出版数量整体呈现出先增长后趋于稳定的趋势。折线图代表历年发文数量,柱状图为年累计发文量,虚线为累计发文量的拟合曲线。根据拟合方程  $y=36.105x$  和拟合优度  $R^2=0.9414$ ,表明模型拟合程度较好。因此,从一定程度上可以认为实验教学中心的研究得到了学界的持续关注。



图 2 能够形象地展示研究主题随时间变化的演化趋势。节点所在年份代表了该关键词首现时间,如“实验教学”“示范中心”首次出现在 2006 年的文献中,“人才培养”“创新能力”出现在 2008 年的文献中,“虚拟仿真”则出现在 2014 年的文献中。从节点大小可以看出,“实验教学”是出现频次最高的关键词,“示范中心”

“教学改革”“人才培养”“创新能力”“实践教学”等次之。值得注意的是关键词“虚拟仿真”“新工科”在出现时间较晚的情况下其节点比同类节点突出,说明在当前研究中这两个关键词所代表的研究方向占据了较大的比例。结合上文的发文量分析我们可以清晰地得到其发展历程,如表 1 所示。

表 1 实验教学中心研究发展历程

时间	对应发展阶段	代表关键词	标志事件
2005—2007年	建设申报期	实验教学、示范中心、教学改革	教高〔2005〕8号教育部关于开展高等学校实验教学示范中心建设和评审工作的通知 教高函〔2006〕10号教育部关于公布第一批国家级实验教学示范中心名单的通知 教高函〔2006〕33号教育部关于公布第二批国家级实验教学示范中心名单的通知
2008—2013年	全面建设期	人才培养、创新能力、实践教学、信息化、内涵建设、实验教学改革	教高司函〔2012〕114号关于开展“十一五”国家级实验教学示范中心(建设单位)验收工作的通知 教高厅〔2016〕3号教育部办公厅关于印发《国家级实验教学示范中心管理办法》的通知
2014—2022年	重点建设期	虚拟仿真、新工科、双一流	教高司函〔2012〕33号关于开展“十二五”高等学校实验教学示范中心建设工作的通知 教高司函〔2013〕94号关于开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作的通知 教高厅〔2017〕4号教育部办公厅关于2017—2020年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知 教高司函〔2017〕6号教育部高等教育司关于开展新工科研究与实践的通知 教高厅函〔2017〕33号教育部办公厅关于推荐新工科研究与实践项目的通知

实验教学中心的研究主要经历了以下 3 个阶段。

### 1) 建设申报期(2005—2007 年)

教高〔2005〕8号文件首次提出“国家级实验教学示范中心”的全新概念。由此,开启了实验教学中心相关研究的序幕。该时期研究以对标评审要求,加强实验教学中心的硬件建设为主。

### 2) 全面建设期(2008—2013 年)

随着教高司函〔2012〕114号和教高厅〔2016〕3号发文,一批实验教学中心进入了验收后时期,如何保持实验教学中心的可持续健康发展引起了高度的重视,相关研究快速发展。该时期的研究主题逐渐转向人才培养、实践教学、创新能力培养、信息化等方面,展现出研究范围广泛、研究主体多样、研究方法多元等特征。

### 3) 重点建设期(2014—2022 年)

经历了从无到有的建设申报期和从有到广的全面建设期,实验教学中心进入了以“虚拟仿真”和“新工科”为代表的重点建设期。2012年,教高司函〔2012〕33号文件中提到打造贴近实际的模拟、虚拟、仿真实验环境。随后在教高司函

〔2013〕94号文件中提出开展国家级虚拟仿真实验教学中心建设工作。2017年教育部办公厅发布《关于2017—2020年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知》中提出2017—2020年在普通本科高等学校开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设工作。这使得虚拟仿真领域的研究开始爆发式增长,成为近年来实验教学中心研究的重点和热点。

2017年,教育部在复旦和天大召开新工科研讨会,形成了“复旦共识”和“天大行动”,旨在应对科技和产业变革的新机遇与挑战,提出“新工科理念”<sup>[27]</sup>。2019年,新工科背景下实验教学中心实践、实验课程体系改革<sup>[28]</sup>、教学质量提升<sup>[29]</sup>及人才培养模式创新研究兴起,再次掀起研究高潮。

## 2.3 热点主题分析

关键词的共现分析能够反映该领域的研究热点。使用VOSviewer软件,选取707篇目标文献中出现频次大于等于8的28个重点关键词绘制关键词共现网络视图,如图3所示。其中节点大小



中心的实验教学模式包括“以学生为中心”的探究式实验教学、项目式实验教学、团队协作式实验教学等，这些实验教学模式能够提高学生的实践能力和创新能力。同时，实验室开放和虚拟仿真等新技术的应用也能够拓展实验教学的形式和范围，为学生提供更加灵活和多样化的学习体验。此外，研究者通过实验教学质量评价和毕业生就业情况分析等手段，发现实验教学中心的教学效果优势明显，对学生的职业发展具有积极影响。

### 3) 聚类 3(黄色)

实验教学中心保障体系研究。该聚类以“实验教学体系”为中心词，包含实验室管理、实验室建设、实验教学系统、实验教学方法等关键词，对实验教学中心管理机制和运作模式展开研究。文献 [20, 36] 探讨了实验教学中心的管理机制和运作模式。研究表明，实验教学中心需要建立健全的管理机制，包括制定科学合理的实验教学计划、加强实验教学质量监控、开展师资培训等。在运作模式方面，研究者提出了建立行业企业与高校合作的模式、加强国际交流合作等建议，以进一步提升实验教学中心的综合实力和国际影响力。

### 4) 聚类 4(蓝色)

以能力培养为导向的高校人才培养研究。该聚类以“创新能力培养”为主标签，包含实践能力、人才培养、实践教学等关键词，主要探讨了

如何发挥实验教学中心在实践育人方面的作用，以提升大学创新人才的培养能力。培养具有实践能力、创新能力的拔尖人才是实验教学中心的建设宗旨，因此人才培养成为实验教学中心研究的主要内容之一。文献通过提升实验教学质量、开放实验教学资源，以及创新管理机制和建设机制等维度对提高人才培养质量进行了诸多探索。

## 2.4 前沿趋势分析

突现词是指在某一特定时期内突然频繁出现的关键词。这些词不仅可以展示研究热点随着时间的变化，还能通过频率的变化分析该主题的研究趋势及未来的可能发展。在 CiteSpace 中，将节点类型设为“Keyword”，得到强度最高的 7 个突发性检测结果，如图 4 所示。“Keyword”表示不同时期频次突增的关键词，“Year”表示该关键词首次出现的年份，“Strength”代表突发强度，“Begin”和“End”分别代表突发开始和结束的年份，红色色条表示突发时段。由图可知，示范中心(Strength=5.71)是突现最早、爆发强度最大的关键词，也是早期最受关注的主题。中心建设、人才培养、实践、实践教学等也备受关注。近年来，最受关注的研究方向包括虚拟仿真和新工科。其中，虚拟仿真(Begin=2016, End=2022)是突现时间最长的关键词，受到了长期的研究和关注，新工科则为最近突然爆发的热门的研究关键词。

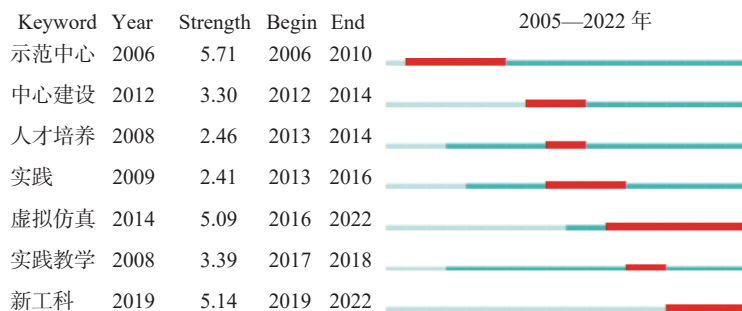


图 4 实验教学中心研究突现词

### 2.4.1 技术引领下的实验教学中心建设

虚拟仿真是指用一个虚拟的系统模仿另一个真实系统，它综合了计算机图形学、智能技术、传感技术、网络技术、人机交互等先进技术。凭借其沉浸性、交互性、逼真性等基本特征，在军事、建筑、教学等领域得到了广泛的应用，虚拟仿真实验教学就是教学领域其中一个重要应用，

我国也高度重视虚拟仿真实验教学的建设工作。通过文献阅读，当前虚拟仿真实验教学主要关注的是虚拟仿真实验技术的研发及应用和虚拟仿真实验教学资源的管理平台的开发。虚拟仿真技术的应用打破了传统实验教学受空间、时间的限制，特别是可以完成传统条件下一些较难实现的实验教学，如高危险性的、高成本的实验。

作为一种新型的实验教学手段,虚拟仿真实验教学与传统实验教学互相结合、互为补充,是当前和今后实验教学改革研究的重要方向。我们应当依托虚拟仿真技术,积极探索线上线下相结合的个性化、智能化、泛在化实验教学新模式,形成专业布局合理、教学效果优良、开放共享有效的高等教育信息化实验教学项目示范新体系,支撑高等教育教学质量全面提高<sup>[37]</sup>。

#### 2.4.2 新时代学科发展转型驱动下的实验教学中心建设

“新工科”是指针对新兴产业的专业,以互联网和工业智能为核心,如人工智能、智能制造、机器人、云计算等,也包括传统工科专业的升级改造。相对于传统的工科人才,未来新兴产业和新经济需要的是实践能力强、创新能力强、具备国际竞争力的高素质复合型新工科人才。新工科背景下国家战略发展对人才的需求与实验教学中心的建设目标相一致,因此如何发挥实验教学中心的优势来助力新工科人才培养是我们亟需探索和实践的问题。

1) 奉行交叉融合的实验教学理念,着力打造“大工科”实验教学平台。交叉融合要求打破学科壁垒、资源壁垒、行业壁垒,建立多学科交叉、产学研融合的大平台。实验教学中心的建设要紧紧围绕新工科课程改革,注重交叉学科课程、实践性课程、创新型课程的开发建设,加强与企业联系,将科研成果转化为产业实践,形成产学研深度融合的协同育人机制,以实际需求带动人才结构的优化。从顶层设计上突破传统学科知识内容落后、脱离实际需求的弊端,探索新理念、新结构,从人才培养的终极目标出发加快我国工程教育的转型。

2) 以信息技术为载体,改革实验教学培养模式。日新月异的技术发展给教育领域带来了颠覆性的变革,传统实验教学教学模式、教学方法、教学环境等条件已经无法适应新技术环境下人才培养的需求<sup>[38]</sup>。实验教学中心应该紧跟科技发展趋势,探索新的实验教学形式,如远程实验、虚拟实验等,强化实践操作能力,鼓励团队合作,为“新工科”创建一个重创新、强实践的人才成长环境。

3) 以开放共享的国际化视野,拓宽人才培养途径。实验教学中心的开放共享可以从两方面深

入。第一,对实验教学资源的开放共享。通过实验教学中心统筹各类优质实验教学资源,以开放促共建,形成共同发展的大格局。第二,发挥实验教学中心的示范辐射作用,加强国际交流与合作,力争为学生创建跨国跨文化的交流平台,推动全球化合作与创新,追求更广阔的发展空间。

### 3 结束语

本研究以CNKI数据库中选取的707篇文献为研究基础,运用知识图谱分析方法从文献发文量、研究脉络、热点主题以及前沿趋势4个方面对实验教学中心研究的基本情况作了系统分析,研究表明实验教学中心的发展紧紧围绕国家对实验教学、人才培养的时代要求,其发展和建设与国家政策发展、社会背景变更息息相关。当前实验教学中心的研究进入了平稳发展时期,形成了具有一定规模的研究团队。研究热点主要集中在建设经验的总结分析、高质量实验教学的实践、管理机制和运作模式的探索以及创新人才的培养等方面,“虚拟现实”“新工科”是当前实验教学中心研究的关注重点。实验教学中心的未来发展要善于捕捉社会变革对人才培养的需求,抓住技术变革的契机,引领实验教学创新,不断探索实验教学的创新方法和模式。在关注线下实验教学的同时,关注线上实验教学的建设与发展,以充分利用两者优势为创新人才培养赋能。

随着“新工科、新医科、新农科、新文科”(简称“四新”)建设的提出和教育部等5部门《普通高等教育学科专业设置调整优化改革方案》的出台,实验教学中心将被赋予新的职责和使命,我们将持续关注。

### 参考文献

- [1] 中国共产党第二十次全国代表大会文献汇编[Z]. 北京:人民出版社,2022.
- [2] 教育部. 关于开展高等学校实验教学示范中心建设和评审工作的通知[EB/OL]. [2005-05-12]. [http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/200505/t20050512\\_79341.html](http://www.moe.gov.cn/srcsite/A08/s7056/200505/t20050512_79341.html).
- [3] 袁吉仁,韩道福,邓新华,等. 国家级物理实验教学示范中心教学方法改革实践与探索[J]. 实验室研究与探索,2019,38(10): 135-138.
- [4] 姚争,负伍. 以培养卓越传媒人才为核心建设国家实验教学示范中心[J]. 实验技术与管理,2016,33(6):

- 157-161.
- [5] 王迎春, 李佑稷, 颜文斌, 等. 构建“三育”实验教学体系 培养民族地区创新性应用型人才[J]. 大学化学, 2020, 35(10): 109-114.
- [6] 于平, 高江江, 朱伟. “大旅游”人才培养实验教学体系研究[J]. 实验技术与管理, 2016, 33(8): 159-161.
- [7] 范公广, 刘永萍, 谢军. 国家级实验教学示范中心实验教学体系的探索与实践[J]. 实验技术与管理, 2013, 30(2): 134-136.
- [8] 陈爽, 苏育志, 梁红. 地方高校化学化工专业实验教学改革的研究与实践[J]. 中国大学教学, 2011(6): 81-82.
- [9] 王宝民, 陈廷国, 宋向群. 基于精英教育理念的土建类立体化实验教学体系构建[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(3): 248-251.
- [10] 许静, 张中海, 桑黎黎, 等. 机能实验学设计性实验分阶段教学模式的实施和探索[J]. 基础医学教育, 2019, 21(4): 302-303.
- [11] 贺玲, 金磊, 赵小峰, 等. 医学生物学实验教学的改革与实践[J]. 基础医学教育, 2018, 20(10): 858-860.
- [12] 夏有为. 建设教学实验室的“国家队”: 读《教育部关于开展高等学校实验教学示范中心建设和评审工作的通知》[J]. 实验室研究与探索, 2006, 25(3): 335-338.
- [13] 陈晶, 肖洪彬, 刘玠, 等. 注重内涵建设 打造优秀实验技术人员队伍[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(10): 176-178.
- [14] 霍颖异, 黄爱军, 孙益, 等. 创新聘岗考核与激励机制提升实验技术队伍能力[J]. 实验室研究与探索, 2022, 41(2): 142-145.
- [15] 林玮, 孙建林, 毛璟红. 基于普适性和特殊性的实验室安全教育研究[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(10): 252-254.
- [16] 汤志宏, 安行健, 王祥红, 等. 高校三级实验室安全保障体系的建立[J]. 实验技术与管理, 2020, 37(5): 256-258.
- [17] 杨帆, 丁鸣, 孙益, 等. “双一流”建设背景下生物学本科生创新开放实验室管理的探索[J]. 实验室研究与探索, 2019, 38(10): 144-146.
- [18] 刘冉, 于奕峰, 刘润静, 等. 地方高校实验教学中心管理模式和运行机制研究[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12): 233-236.
- [19] 陈锋, 熊胜绪. 财经类国家级实验教学示范中心管理体制与运行机制探索[J]. 实验技术与管理, 2012, 29(1): 119-122.
- [20] 黄慕雄, 张学波. 传媒类国家级实验教学示范中心管理机制创新实践探索[J]. 实验技术与管理, 2009, 26(2): 106-109.
- [21] 黄鹏, 孙建林, 刘亚东, 等. 金相实验教学标准试样的研制与应用[J]. 实验室研究与探索, 2020, 39(9): 171-174.
- [22] 徐长松, 宋福元. 热工实验教学探索与实践[J]. 高等工程教育研究, 2019(S1): 243-245.
- [23] 卢海霞, 匡建超, 曾德彬. 地方理工院校经济管理实验示范中心特色建设思考[J]. 实验室研究与探索, 2011, 30(6): 104-107.
- [24] 李宁, 陈劭, 罗琴娟, 等. 依托学科 建设特色鲜明的高水平实验教学中心[J]. 实验室研究与探索, 2018, 37(3): 150-153.
- [25] 曾鸿鹄, 朱宗强, 林华. 地方高校国家级实验教学中心特色发展探析[J]. 学术探索, 2012(6): 119-121.
- [26] 张学洪, 曾鸿鹄, 朱宗强. 地方高校实验教学中心特色发展之路: 以桂林理工大学为例[J]. 高教探索, 2012(3): 82-85.
- [27] 王树新. 以“新工科”理念为牵引 推进工程教育改革. [EB/OL]. [2017-12-01]. [https://www.sohu.com/a/207880315\\_267106](https://www.sohu.com/a/207880315_267106).
- [28] 黑创, 李修权, 张鑫, 等. 新工科背景下“感测技术”课程教学改革探究[J]. 无线互联科技, 2019, 16(5): 160-162.
- [29] 陈琪, 刘晔, 金印彬, 等. 新工科视野下电工电子类实验教学模式的改革与实践[J]. 中国现代教育装备, 2021(23): 83-85.
- [30] 高东锋, 李泰峰. 国家级实验教学示范中心建设回顾、总结与展望[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(12): 1-5.
- [31] 张新祥, 黄凯, 周勇义, 等. 国家级实验教学示范中心建设成果与展望[J]. 实验技术与管理, 2017, 34(1): 1-4.
- [32] 张莉, 尤婷婷, 章刘成, 等. 国家级经管实验教学示范中心年度报告数据统计与分析[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(9): 225-231.
- [33] 王璟瑶, 金亚红. 基于学生满意度调查的国家级实验教学示范中心可持续发展建设[J]. 浙江师范大学学报(社会科学版), 2021, 46(6): 113-120.
- [34] 吕汝金, 魏德强, 刘建伟, 等. 依托国家级实验教学示范中心的创新创业教育新范式研究[J]. 实验技术与管理, 2021, 38(8): 20-24.
- [35] 张春晓, 彭必雨, 程海明. 工科实验实践课程线上教学改革研究[J]. 皮革科学与工程, 2023, 33(3): 104-108.
- [36] 陈林姣, 石艳, 李勤喜, 等. 国家级实验教学示范中心综合育人功能[J]. 实验技术与管理, 2018, 35(6): 222-225.
- [37] 教育部办公厅关于 2017—2020 年开展示范性虚拟仿真实验教学项目建设的通知[J]. 实验室科学, 2017, 20(4): 190.
- [38] 钟登华. 新工科建设的内涵与行动[J]. 高等工程教育研究, 2017(3): 1-6.