

The Current Situation and Prospect of Experimental Teaching in Universities

—Bibliometric Analysis of Papers between 2005 and 2018 in CNKI Core Journals

Liu Wenjiang^{1,2,3,*}, Yuan Jiayi², Jia Fengling^{1,3}, Lv Ji^{1,3}

¹Experimental Department in Guizhou University of Finance and Economics

²School of Information in Guizhou University of Finance and Economics

³National Demonstration Center for Experimental Economics and Management Education(Guizhou University of Finance and Economics), Guiyang 550025, china

Keywords: experimental teaching research; CNKI; bibliometrics; word frequency analysis; multivariate statistical analysis; knowledge map.

Abstract: This paper describes and analyzes the knowledge map of experimental teaching literature collected in CNKI core periodicals by bibliometric method, which provides reference for experimental teaching research. This study selected the experimental teaching papers collected in the core journals of CNKI database from 2005 to 2018 as the research samples, trying to explore the evolution and development trend of experimental teaching in China. In the past 13 years, great progress has been made in experimental teaching research in China, and research topics have been increasingly concentrated. Five sub-fields have been formed: experimental teaching demonstration center construction, experimental teaching, laboratory construction and management, cultivation mode of College Students' innovative ability, professional laboratory technical team.

高校实验教学的研究现状与趋势*

—基于2005-2018年CNKI核心期刊收录论文的文献计量分析

刘文江^{1,2,3,*}, 袁嘉艺², 贾凤玲^{1,3}, 吕骥^{1,3}

¹贵州财经大学实验教学部

²贵州财经大学信息学院

³经济管理国家级实验教学示范中心（贵州财经大学） 贵州贵阳 550025

关键词: 实验教学研究; CNKI; 文献计量; 词频分析; 多元统计分析; 知识地图

摘要: 运用文献计量方法对CNKI核心期刊收录的实验教学研究文献的知识地图进行描述和评析, 为实验教学研究提供参考。本研究以2005-2018期间CNKI数据库核心期刊收录的实验教学研究论文为样本, 探索我国实验教学的演化脉络和发展态势。发现过去13年我国实验教学取得了长足的发展, 研究主题也日趋集中, 形成了实验教学示范中心建设、实验教学、实验室建设与管理、大学生创新能力培养模式、专业实验室技术队伍建设5个主要研究方向。

1. 引言

在当前双创时代, 提高大学生的双创能力是各高校人才培养的中心任务。双创能力的培养首先需培养实践能力和创新精神, 实验教学在这些方面具有独特作用^[1], 各高校已将实验教

学摆到突出位置，并且结合学校的实际情况进行了广泛有价值的实验教学改革和探索，如郭颖奇和肖勇^[2]、李艳东^[3]研究了高校如何利用新技术来合理构建实验室环境，以达到提高教学质量和开放共享的目的；李昂等^[4]提出将课堂实验与专业理论结合，以拓宽学生知识面并增添高校实验教学的趣味性；赵建华等^[5]对实验教学的有效性进行探索。但是这些研究主要是就具体问题进行讨论，而系统性对我国当前高校实验教学的整体情况研究的报道很少。本文采用统计量化方法，对国内近13年的核心期刊中涉及实验教学研究的相关文献进行计量分析，以知识地图可视化的形式进行呈现，深入剖析这期间高校实验教学领域研究前沿、热点，并对下一阶段高校实验教学关注的可能方向进行探讨，这对实验教学研究具有一定的参考价值。

2. 数据样本以及处理工具

2.1 数据样本

本文是基于CNKI平台，将“中国期刊全文数据库”作为在线数据库采集源。为了保证数据源的质量，限定核心期刊收录的论文。将关键词定为“高校实验教学”。2005年，为了推动高校加强学生实践和创新能力的培养，加快实验教学改革和实验室建设，促进优质资源整合和共享，提升办学水平和教育质量，教育部在高校实验教学中心建设的基础上提出建设国家级实验教学示范中心，这对高校实验教学产生了巨大的推动作用。本论文以此为我们关注文献的时间起点，因此，本文选取文献的时间范围为2005-2018。数据检索完成时间为2018年6月30日，去除会议新闻、会议报告、期刊出版、无作者和关键词信息的文献后，最终获得了1026篇原创有效的研究论文。

2.2 处理工具

本文主要使用SPSS、SATI和Excel作为数据处理工具，通过词频分析和多元统计分析方法多角度对高校实验教学的研究热点和趋势进行详细分析。

3. 研究结果与分析

3.1 文献数量时间分布和期刊分布情况

3.1.1 文献数量时间分布

历年发布的文献数量是该领域发展权衡的重要指标之一，对其分析有利于把握该领域的总体发展趋势和水平。因此，我们对高校实验教学领域历年发布的文献数量进行了梳理，图1为近13年高校实验教学领域历年文献发布数量状况。我们清晰看到高校实验教学领域研究文献数量的趋势大致分为两个阶段：第一阶段为2005-2011年，该阶段相关文献数量呈良好上升势头，2005年关于实验教学研究的核心期刊论文仅有8篇，而在2011年发表的文献为130篇，达到顶峰。这主要源于上文提到的国家级实验教学示范中心建设的推动作用。第二阶段是2012-2016年，这阶段文献数量整体呈下降趋势，虽然这个阶段提出了国家级虚拟实验教学示范中心建设工作，但是建设效果不明显。另外，高校实验教学在很多方面遇到了瓶颈。2017年教育部以现代信息技术为依托，以完整的实验教学项目为基础提出了建设示范性虚拟仿真实验教学项目，这将进一步拓展实验教学内容广度和深度、延伸实验教学时间和空间、提升实验教学质量水平和水平，深入探索以学生为中心的实验教学理念、准确适宜的实验教学内容、创新多样的教学方式方法等。在示范性虚拟仿真实验教学项目建设的基础上，2018年5月教育部又提出了国家虚拟仿真实验教学项目的认定工作，以高质量实验教学助推高等教育教学质量变轨超车，这将对实验教学乃至整个高等教育起到巨大的推动作用。

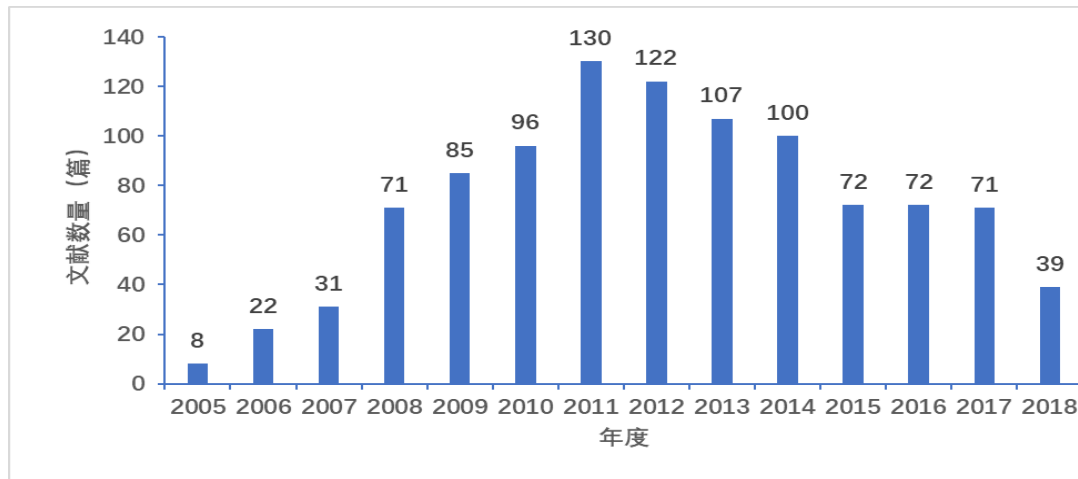


图1 2005-2018年高校实验教学研究文献数量时间分布

3.1.2 论文期刊分布情况

高校实验教学领域文献分布在109个不同领域的期刊中，可见实验教学涉足范围之广。我们对2005-2018期间被核心期刊收录的论文按累计发文量进行降序排序，其中发表有关高校实验教学论文最多的期刊为《实验室研究与探索》，共有389篇，占37.91%；其次为《实验技术与管理》，共有338篇，占32.94%，可见实验教学方面的核心期刊仍是推动实验教学的主体。一些教育类、大学学报也涉及实验教学的研究，更有一些行业刊物，例如财会通讯、会计之友也有实验教学相关的论文的刊登，这反映了实验教学与其他研究领域正在相互融合，互相促进。

3.2 高校实验教学研究热点和趋势分析

3.2.1 关键词词频分析

关键词是研究文献中载有学术概念的最小单位，可以通过词频的变化趋势了解当前该领域的研究热点^[6]。我们通过高频关键词分析来直观反映2005-2018年期间高校实验教学领域的研究热点。在1026篇文献中，有1755个关键词，总频数为3801。去除如“ISO9000”、“我校”等与高校实验教学无关词汇，余下关键词总频数为3750。按照关键词词频降序排序，前25个关键词的总频数为1091，占29.09%，因此本文选取前25个高频关键词作为研究和分析的样本。我们发现实验教学、实验室建设与管理是关注重点，其次是人才培养、实验教学改革、实验教学体系、示范中心建设和实验技术队伍建设也是研究的重要方面。

由于关键词的时序变化可以进一步揭示领域的研究热点及主要内容随时间变化的规律。因此，对2005-2018期间文献关键词进行时间序列分析是很有必要的，结果如表1所示。仍然发现13年来关键词主要聚焦在实验教学、实验室建设、实验室管理这三个密切关联的关键词。其中，实验教学和实验室建设是永恒的主题，而在2011年之后，学者们对实验室管理方面的研究逐渐深入。从2016年开始，有很多学者在积极探索虚拟仿真实验项目建设和创新创业教育。

表1 关键词时序变化情况

年份	关键词 (词频)	关键词 (词频)	关键词 (词频)	关键词 (词频)	关键词 (词频)
2005	实验教学(2)	体育院系(1)	审计实验 (1)	界面操作(1)	实践 (1)
2006	高校实验室(5)	实验教学(4)	实验教学改革 (2)	实验室(2)	实验教学体系(2)
2007	实验教学 (12)	高校(5)	教学(4)	实验 (3)	学校 (2)
2008	实验教学(25)	实验室 (7)	实验室建设 (7)	实践教学(6)	改革(4)
2009	实验教学 (27)	实验室建设 (10)	高校实验室 (6)	高校 (6)	实验室 (5)
2010	实验教学 (38)	教学改革 (9)	实验室(9)	实验室建设(7)	地方高校 (7)
2011	实验教学 (40)	实验室建设 (11)	实验室(9)	实验室管理 (9)	实验教学改革 (8)
2012	实验教学(25)	实验室建设 (17)	高校(11)	地方高校(11)	实验室管理 (11)
2013	实验教学(29)	实验室建设 (9)	实验室管理 (7)	高校 (6)	实验室(5)
2014	实验教学(20)	实验室建设 (13)	实验室管理 (8)	人才培养 (7)	实验室 (7)
2015	实验教学 (16)	实验室建设 (7)	实验室管理 (5)	实验教学示范中心 (5)	地方高校 (4)
2016	实验室建设 (12)	实验教学(11)	高校实验室 (5)	开放实验室(4)	虚拟仿真(4)
2017	实验教学(18)	实验室管理 (3)	实验教学体系 (3)	实验室建设 (3)	管理体制(3)
2018	实验教学 (11)	实验技术队伍 (4)	虚拟仿真(3)	实验教学中心 (3)	创新创业教育(3)

3.2.2 关键词的因子分析

在上文的基础上，本文以实验教学领域中不同的高频关键词作为变量，进一步考察它们之间的相关性，使得相同组间的关联性更高，而不同组变量的关联性更低，为此我们引入了因子分析。首先从可变群体中提取共同因子，根据变量的之间的相关性对变量进行分组，这可以有效地测试数据有效性和降维，也可发现各变量之间的关系。本文采用SPSS对获得数据的共词矩阵进行主成分分析，提取出五个因子研究。最后得到KMO检验值为0.652>0.5, Bartlett球体检验近似卡方为69.601, 显著性小于0.05, 证明变量之间的值是相关的, 该样本适合于因子分析。此外，从表2中可以看出，前五个因子对累积方差的贡献率是83.764%>60%。也就是说，25个高频关键词可以分为5类，可以更有效地总结和解释整个研究领域中包含的信息。

表2 因子分析与涵盖的信息量

元件	起始特征值			提取平方和载入			循环平方和载入		
	总计	变异	累加 %	总计	变异	累加 %	总计	变异	累加 %
1	2.158	30.823	30.823	2.158	30.823	30.823	1.337	19.102	19.102
2	1.055	15.070	45.894	1.055	15.070	45.894	1.318	18.824	37.926
3	.972	13.880	59.774	.972	13.880	59.774	1.154	16.493	54.419
4	.904	12.907	72.681	.904	12.907	72.681	1.029	14.695	69.114
5	.776	11.083	83.764	.776	11.083	83.764	1.025	14.650	83.764
6	.673	9.608	93.372						
7	.464	6.628	100.000						

3.2.3 关键词的聚类分析

为将实验教学领域中各高频关键词之间的相似性以某种科学客观的距离展示出来，需把相似度高的归为同一个簇，将距离较大或较不相似的差异性分类到不同的群集中。为此，需要对数据进行聚类分析。首先，为了消除共词矩阵频率差的影响，使用SATI文档分析管理工具将共词矩阵变换为相异矩阵，如表3所示。在相异矩阵中，数据是不相似的数据，并且值越大，关键字之间的距离越远，即相似性越差，反之亦然。

表3 高频关键词相异矩阵

关键词	实验教学	实验室建设	实验室管理	高校	实验室	地方高校	人才培养
实验教学	0	0.9843	0.9858	0.9814	0.9936	0.9916	0.9781
实验室建	0.9843	0	0.975	0.9887	0.9998	0.9952	0.9884
实验室管	0.9858	0.975	0	0.9987	0.9972	0.9946	1
高校	0.9814	0.9887	0.9987	0	0.992	1	1
实验室	0.9936	0.9998	0.9972	0.992	0	0.9986	0.9983
地方高校	0.9916	0.9952	0.9946	1	0.9986	0	0.9959
人才培养	0.9781	0.9884	1	1	0.9983	0.9959	0

接下来，将获得的相异矩阵导入SPSS，对变量进行分析，选择分类系统簇中的Ward方法对变量进行分析。再结合表2的因子分析涵盖的信息，将聚类结果切割成5类，如图2所示。这为下文的多维尺度分析的分组奠定了基础。

3.2.4 多维尺度分析

我们通过关键词的多维缩放分析进行聚类，每个关键字由通过多维缩放分析形成的知识地图中的小圆圈表示，并且小圆圈的位置表示关键字的位置。即关键词之间的关联性越近，小圆圈间的距离愈近。由于定位了所有变量的位置，因子分析和聚类分析的结果能更加生动和直观地反映研究的主要观点和热点。

通过SPSS将多维尺度分析的形状设置为“正对称”，度量标准用区间Euclidean距离，度量水平选择序数。另外，RSQ的值为0.79321，Stress的值为0.19265。因此，对得到的结果进行分析是有价值的。接着，对高频关键词的相异矩阵进行二维尺度分析，呈现出相应的可视化结果如图3所示。依据研究过程可以看出，多维尺度分析图（图3）与聚类分析树（图2）大致相同。因此，可以将关键词分为A、B、C、D、E 5个研究组，能够形象且直观的呈现出2005-2018年间高校实验教学领域研究主题的热点和态势。最后，再按照簇内包含的关键词数量由少到多进行如下分类讨论：

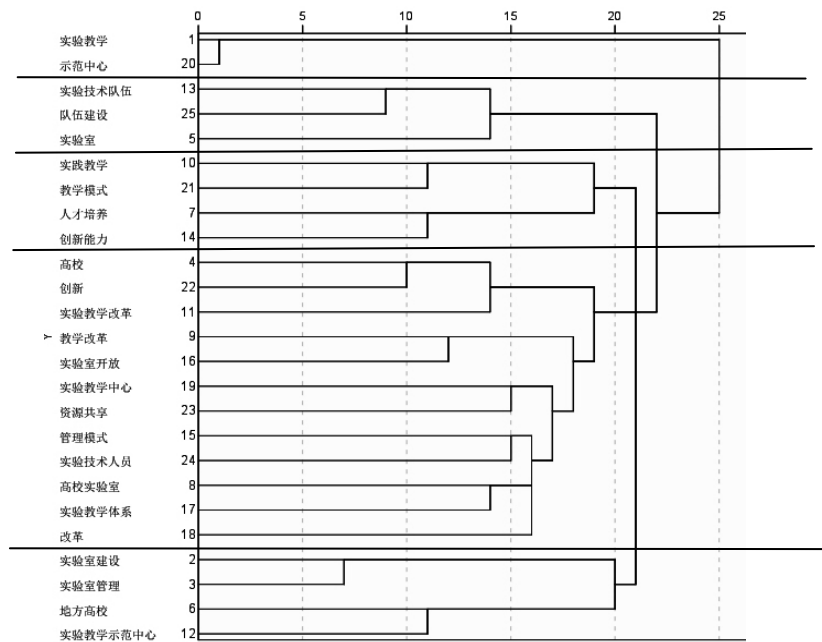


图2 聚类分析结果

(1) 实验教学示范中心建设。如图3中A区域所示，由“实验教学”和“示范中心”两个关键词组成，这与实际情况是相符的。示范中心可以按照时间的发展分为两个阶段：第一个阶段，2005至2010年即“十一五”时期，该阶段为实验教学示范中心的重点建设阶段；第二个阶段，2011年至2015年，即“十二五”时期，其重心在对示范中心后续规范管理。每一个阶段，又根据当时工作重心的调整做适当的调整，因此示范中心建设呈现出不同的特点。同时，为了发挥示范中心的示范引领作用，采取了诸多举措推动示范中心发挥积极作用。因此，为加快高校实验室建设，深化实验教学改革，全面提高实验教学水平，促进高校学生实践能力和创新能力的培养，各高校都着手建设实验教学示范中心。目前，高校实验教学示范中心建设已见成效，例如，教育理念的初步转变已经实现；重建了突出创新意识和能力培养的实验教学体系；凝聚和培养更高水平的实验教学团队；成为学生创新活动和学科竞赛的主要场所^[6-7]。实验教学示范中心不仅是高校创新人才培养的重要场所，也是高校未来发展和国家各行业人才培养的重要基地。因此，近些年来对高校实验教学示范中心的建设、发展、改革等方面的研究也是较为集中。

(2) 专业实验技术队伍建设。图3中区域B由三个关键字组成：“实验室”、“实验技术队伍”和“队伍建设”。新时期高等教育改革的逐步深入，这对高校的实验室、实验技术水平提出了更高的标准。虽然实验技术队伍的建设取得了一定的进步，但是仍是实验教学开展的短板。高水平技术人员的稀缺，没有相对完善队伍管理体系与激励机制。为此，我们需要吸引或培训高水平的技术人员，建设科学的用人机制；建设将“二次分配”和“绩效考核”相结合的分配制度，以激励和促进实验队伍工作的积极性等措施^[8-9]。由此可见，如何在高校实验室中，构建科学合理与高水平的实验技术队伍，是现今高校实验教学领域的主要研究热点之一。

(3) 大学生创新能力的培养模式研究。在图3区域C中，包含了关键词“实践教学”、“人才培养”、“教学模式”和“创新能力”这四个关键词组成。信息时代对经济社会发展提出了许多新要求，提高质量为核心的实验教学模式是发展的必然趋势，也是自身发展的客观需要。实验教学正在从“以专业为中心”向“以学生为中心”进行转换，最终目标是提高教学质量，努力培养学生的综合素质和创新能力^[10-11]。学生不仅要掌握科学思维、科学分析和科学计算的基本技能，还要培养学生的科学精神和原始动力。因此，培养学生的创新实践能力的人才培养模式的探索将是高校实验教学领域的又一个研究热点。

(4) 实验室建设与管理研究。如图3区域D包含关键词：实验室建设、实验室管理、地方高校和实验教学示范中心四个关键词。实验室建设是实验教学开展的先决条件，其建设与管理

水平直接关系到高校的综合实力。近年来，高校实验室建设取得了长足的发展，实验教学环境得到了很大的改善，但实验室整体利用率不高等问题还存在，因此要提高实验室管理水平。我们要革新实验室建设和管理理念、完善规章制度^[12-13]，采用信息技术和相关手段进一步提高实验室的建设和管理水平，促进实验教学持续发展。

(5) 实验教学开展与研究。在图3的E区域中，主要关键字是：“高校”、“教学改革”、“资源共享”、“实验教学体系”、“创新”、“实验室开放”等。该区域中的关键词都是围绕实验教学，但是具有不同分支，例如，在实验教学方法和教学设计中，要根据学生的能力因材施教；而在实验室开放方面，要保障高效运转，以促进教学和科研发展；对于实验教学模式，主要构建以人为本开放式实验教学模式^[14-16]。因此，如何适应新形势，构建先进的实验教学体系，寻找有效的开放管理模式和运行机制，进一步创新以人为本的高校实验教学方式，是高校实验教学探索的必由之路，更是近年来学者们的研究热点之一。

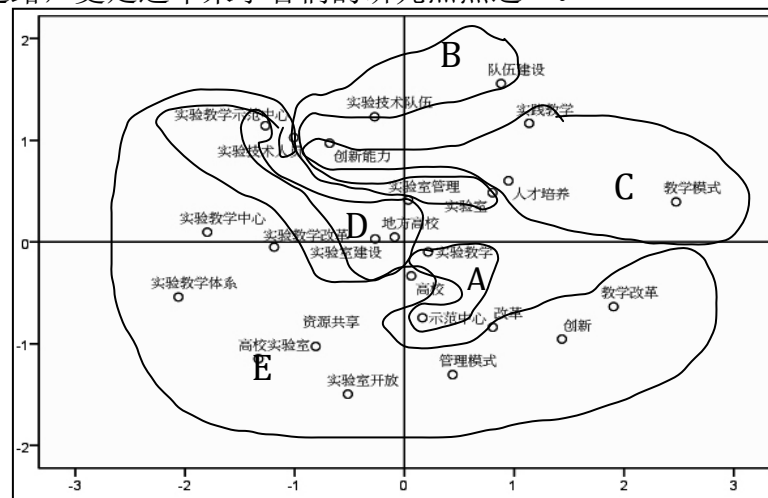


图3 多维尺度分析图谱

4. 结论

本文采用多元统计的分析方法，对2005-2018年期间核心期刊收录的高校实验教学相关文献进行关键词的聚类分析、因子分析和多维尺度分析，并且以知识图谱的形式呈现。我们清晰观察到国内高校实验教学发展现状与趋势：一方面，我们实验教学及实验室建设方面取得了长足的发展，形成了实验室建设、实验教学模式改革、实验教学体系三大研究体系。同时，高校也加强实验室建设，采用适当的教学模式和教学方法培养学生的创新实践能力。但是，实验室建设中还存在一些问题，如资源共享机制尚未完全建立、可持续发展和资金长期投入不足、信息化建设跟不上时代的发展、实验团队依然薄弱。因此，从顶层设计来看，各级教育行政部门的组织和管理仍需要不断的改革和创新，要努力构建比较完整的国家-省-校三级实验体系，加大高校实验教学的革新与发展，培养大批高水平的实验教学人员，加强学生实践能力的培养和塑造。

[参考文献]

- [1] 石怀伟,孙德明,张美生.高等学校实验教学管理问题研究状况探析[J].实验室研究与探索,2014, 33(04):155-158, 179.
- [2] 郭颖奇,肖勇.新技术驱动下的高校实验教学发展及研究综述[J].实验室研究与探索,2017,36(09):179-183.
- [3] 李艳东.利用现代信息技术促进高校教学改革[J].现代情报,2007(03):200-201.

- [4] 李昂,王天会,汪亮,张亚军,彭庶修.工科物理实验教学中传感器应用实验综述[J].实验室研究与探索,2017,36(03):217-220.
- [5] 赵建华.西方大学本科实验教学有效性研究综述[J].实验室研究与探索,2012,31(10):91-94,157.
- [6] 潘海涵,赵玉茹,徐世浩.实验教学示范中心再建设的思考[J].高等工程教育研究,2015(04):189-192.
- [7] 季林丹,朱剑琼,徐进.国家级实验教学示范中心十年建设工作总结[J].实验室研究与探索,2014,33(12):143-146.
- [8] 金仁东,柯红岩,顾聪.“双一流”视角下高校实验技术队伍建设探究[J].实验技术与管理,2018,35(06):1-4.
- [9] 田丽娟,陶波.新时期高校实验队伍建设的策略分析[J].实验室研究与探索,2016,35(12):233-236.
- [10] 周光礼,黄容霞.教学改革如何制度化——“以学生为中心”的教育改革与创新人才培养特区在中国的兴起[J].高等工程教育研究,2013(05):47-56.
- [11] 苏志武.深化课堂教学改革 提高人才培养质量[J].中国高等教育,2012(17):10-14.
- [12] 焦玉国,马映君.改革实验室管理体制 加强实验室建设[J].实验室研究与探索,2009,28(03):267-269.
- [13] 李殿鹏,吴华洋,李艳酥,韩莉.加强文科实验室建设,构建实验教学新体系[J].实验室研究与探索,2012,31(11):175-177.
- [14] 熊宏齐,戴玉蓉,郑家茂.实验教学改革与实验室建设规划的研究与实践[J].实验技术与管理,2008(10):1-4, 8.
- [15] 龚竞,徐水,侯勇,冯丽春,谢洁.高校研究型学院开放实验室管理模式与运行机制研究[J].西南师范大学学报(自然科学版),2014,39(10):137-140.
- [16] 蔡英,周岚,孟闯.以人为本的开放实验室管理机制研究[J].实验技术与管理,2012,29(08):194-195, 202.

作者简介: 刘文江,男,1982年生,教授,博士,贵州财经大学实验教学部副主任,研究方向:实验教学、创新创业教育、信息资源管理;袁嘉艺,女,1994年生,图书情报专业硕士研究生,研究方向:信息资源管理。

*2017年度贵州财经大学引进人才科研启动项目成果