

# 基于 Cite Space V 的煤矿瓦斯知识图谱分析

高璐, 康向涛\*, 王子一, 唐猛, 沈晓莹

(贵州大学 矿业学院, 贵州 贵阳 550025)

**摘要:**为了解国内煤矿安全生产中瓦斯研究的整体概况,促进该领域的进一步的发展,对有关煤矿生产中研究瓦斯的文献进行可视化知识图谱分析.以 2005 年—2019 年间收录于中国知网的 2 261 篇关于煤炭行业 5 大期刊中以煤矿瓦斯为主题的核心文献为基础数据,基于 Cite Space V 图谱分析软件,对论文产出进行可视化分析,以描述该领域的研究热点及未来发展趋势.结果表明:我国煤矿安全生产中瓦斯领域的研究先后经历上升阶段、峰期阶段、平稳阶段 3 个发展阶段.笔者主要以林柏泉、程远平、尹光志等为核心,研究机构集中在高校和研究院,瓦斯抽采、煤与瓦斯突出、瓦斯治理、增透技术等是研究中的关键词,结合综合研究方法、数值分析方法,并合理应用各模拟软件等新理念将成为未来煤矿安全生产中瓦斯领域的研究趋势之一.

**关键词:**Cite Space V; 安全生产; 瓦斯; 知识图谱; 可视化分析; 关键词

**中图分类号:**X936      **文献标志码:**A      **文章编号:**1672-9102(2021)01-0055-07

## Analysis of Coal Mine Gas Knowledge Map Based on Cite Space V

GAO Lu, KANG Xiangtao, WANG Ziyi, TANG Meng, SHEN Xiaoying

(School of Mining, Guizhou University, Guizhou 550025, China)

**Abstract:** In order to understand the overall situation of the research on gas in coal mine safety production in China and promote the further development of this field, this paper makes a visual knowledge map analysis of the literature on gas in coal mine production. Based on the 2 261 papers published in the five core journals of coal industry about the coal gas included in the China Knowledge Network from 2005 to 2019, this paper, on the basis of the software of Cite Space V, makes a visual analysis of the output of academic papers and describes the heated topics discussed in the field and developmental trends in the future. Results show that this research has experience in the field of safe production of coal mine gas rising stage, peak stage and steady stage three stages of development. With Lin Baiquan, Cheng Yuanping and Yin Guangzhi as the core, the research institutions are concentrated in universities and research institutes. Gas extraction, coal and gas outburst, gas control and antireflection technology are the key words in the research. The combination of comprehensive research methods, numerical analysis methods and reasonable application of simulation software will become one of the research trends in the field of gas safety in coal mine production in the future.

**Keywords:** Cite Space V; safety production; gas; knowledge map; visual analysis; keyword

能源是国家繁荣和经济可持续发展的基础和支撑,煤炭作为我国主要的能源资源,在国民生产生活中有着无可代替的作用<sup>[1]</sup>.然而在开采煤炭的过程中,安全问题成了各煤炭企业发展的共性问题,特别是关于瓦斯灾害的重大事故时有发生.因此,在煤矿企业生产中,瓦斯治理应放在重中之重的位置,并且要坚决遏制重特大煤矿瓦斯事故.国内外许多学者对煤矿安全生产和瓦斯治理进行了大量研究,并提出了一系列

收稿日期:2020-12-09

基金项目:贵州大学培育项目资助(黔科合平台人才[2018]5781-26号);国家自然科学基金资助项目(52064009)

\*通信作者,E-mail: xiaokangedu@163.com

有效解决瓦斯隐患的理论和方法,并以文献的方式进行发表,达到业界成果共享的目的,从而促进该领域的良性发展.这些研究文献中包含的信息能够较为有效地从侧面折射出煤矿安全生产现有的瓦斯治理模式.但到目前为止,国内还鲜有学者对煤矿安全生产瓦斯领域进行系统而全面的分析,尤其是关于煤矿安全生产瓦斯领域热点和趋势的分析方面更是缺乏研究.

从 Google 将知识图谱用于其搜索功能之后<sup>[2]</sup>,国内各行各业兴起运用知识图谱分析本学科发展动态的浪潮,并且先后取得了一定成果.孙鸿飞,张林林等<sup>[3,4]</sup>利用知识图谱对比了国际和国内大数据研究热点与趋势上的异同.刘娇,孙小兵,顾忠鲜<sup>[5,7]</sup>等对图谱构建技术面临的潜在问题进行总结,并对其 bug 搜索进行了改良.朱俊奇,王君玲等<sup>[8,9]</sup>借助 Cite Space V 分析工具,总结分析了全球范围内煤矿管理研究现状和研究焦点.张宁,谭章禄,李晓红<sup>[10-12]</sup>等对比国内煤矿领域研究趋势,利用知识图谱对于国内煤矿安全生产的整体状况及发展动态进行了宏观分析.目前,知识图谱被广泛应用于各大学科.

基于以上总结分析,笔者借助 Cite Space V 图谱分析工具,同时结合 Excel 软件,分析我国于 2005 年—2019 年间收录在中国知网上煤矿行业的期刊中以“煤矿瓦斯”为主题的核心文献.通过对研究领域的时间、作者、机构、关键词等方面进行分析,可视化地展现了这 15 a 来煤矿安全生产瓦斯领域的知识结构和研究现状,并探讨了该领域的发展趋势和研究热点,以期对我国煤矿安全瓦斯领域的发展,提供更直观、清晰、可见的发展趋势图,为相关学者后续的深入创新研究提供参考.

## 1 数据来源和研究方法

### 1.1 数据来源

本文研究选用中国知网数据库为基础数据源,分析国内煤矿行业知名期刊(见表 1),以影响因子为判别标准,对期刊进行比较,然后加以筛选,最后以复合影响因子大于 2 为依据,得出《煤炭学报》《岩石力学与工程学报》《中国矿业大学学报》《煤炭科学技术》《采矿与安全工程学报》这 5 大煤矿行业权威期刊,最终以“煤矿”、“瓦斯”和“安全”为词频,分别对各大期刊里 2005 年—2019 年期间的数据库文献进行了检索.为确保本次数据的全面性,又添加同主题、同年份内其他相关期刊内引用次数 100 以上(包括 100)以及下载量 1 000 以上(包括 1 000)的文献,将以上所得数据整理后共得到实用文献 2 261 篇.本次文献获取方式均为人工剔除不符合条件的新闻、会议记录、学术报告等形式后得到的文献数据,从而获得的数据更具有代表性、实用性和权威性.

表 1 国内相关期刊及影响因子

期刊	复合影响因子	综合影响因子
煤炭学报	3.423	2.315
岩石力学与工程学报	3.145	2.036
中国矿业大学学报	2.873	2.042
煤炭科学技术	2.502	1.934
采矿与安全工程学报	2.207	1.414
中国安全科学学报	1.770	1.294
矿业安全与环保	1.278	0.994
煤田地质与勘探	1.261	0.986
中国矿业	1.117	0.757
煤炭工程	0.972	0.750
矿业研究与开发	0.870	0.711
中国煤炭	0.741	0.541
煤矿安全	0.738	0.551

### 1.2 研究方法

为避免各大分析软件的类不平衡问题,提高数据质量,本文应用 excel 软件,采用数据统计分析的方法将排名前 5 的期刊中的核心文献里的关键词,进行归纳、整理和汇总,同时借助 Cite Space V 进行可视化分析.通过软件之间的有效结合,从而使数据的显现更加直观,更易于读者理解.

## 2 国内煤矿安全生产瓦斯领域的可视化分析

### 2.1 论文产出分析

论文产出是衡量一个领域发展状况的重要标志之一<sup>[13]</sup>.图 1 是煤矿安全生产瓦斯领域 2005 年—2019 年的论文整体产出图.根据图 1 中的变化趋势,可将煤矿安全生产瓦斯领域中的研究划分为 3 个阶段:上升发展阶段(2005 年—2010 年)、发展峰期阶段(2011 年—2015 年)、平稳发展阶段(2016 年—

2019 年) .上升发展阶段,论文数量整体呈现出增长的趋势,正好符合国家支持煤炭高效发展的政策,此阶段论文年产出总数为 723 篇.发展高峰期阶段,煤矿安全生产瓦斯领域的研究处于热门时期,虽论文发表数量起伏不大,但这几年内发表论文数量颇高,这段时间内发表的文献量几乎占据研究总数的 50%,此阶段论文年产出总数为 990 篇.平稳发展阶段,煤矿安全瓦斯领域,发文量开始明显减少,且呈现出迂回发展趋势,说明该领域研究在峰期之后,达到了瓶颈期,技术和理论知识都达到了一个成熟点,在一定时间内难有突破,需克服瓶颈才能再创新高.

## 2.2 作者特征分析

通过对文献作者的分析,可以清楚了解所研究领域中的领头者,再研究这些作者所写文献里提及的最新成果,不难得到具有代表性的数据<sup>[14]</sup>.同时,这些作者发表文献的数量在一定程度上可代表一个作者在该领域所研究的深度与广度和作者在该领域的影响力.因此,统计高产作者对于研究这一领域的焦点话题和发展前景有着非同寻常的意义<sup>[15]</sup>.根据普莱斯定律<sup>[16]</sup>,本领域发表论文量在 6 篇的作者定为高产作者,其分布联系如图 2.

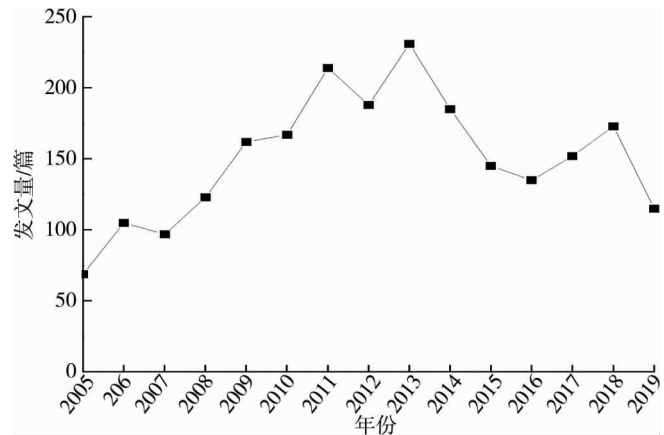


图 1 煤矿安全生产瓦斯领域论文的整体产出

CiteSpace, v. 5.8.R4 (64-bit)  
 October 2, 2020 4:06:46 PM CST  
 WoS: D:\universal\data  
 TimeSpan: 2005-2017 (Slice Length=1)  
 Selection Criteria: Top 50 per slice, LRF=3.0, LB=0.8, a=2.0  
 Network: g=0.95, m=100 (Density=0.9244)  
 Largest CC: 16 (10%)  
 Nodes Labeled: 1.0%  
 Pruning: Pathfinder

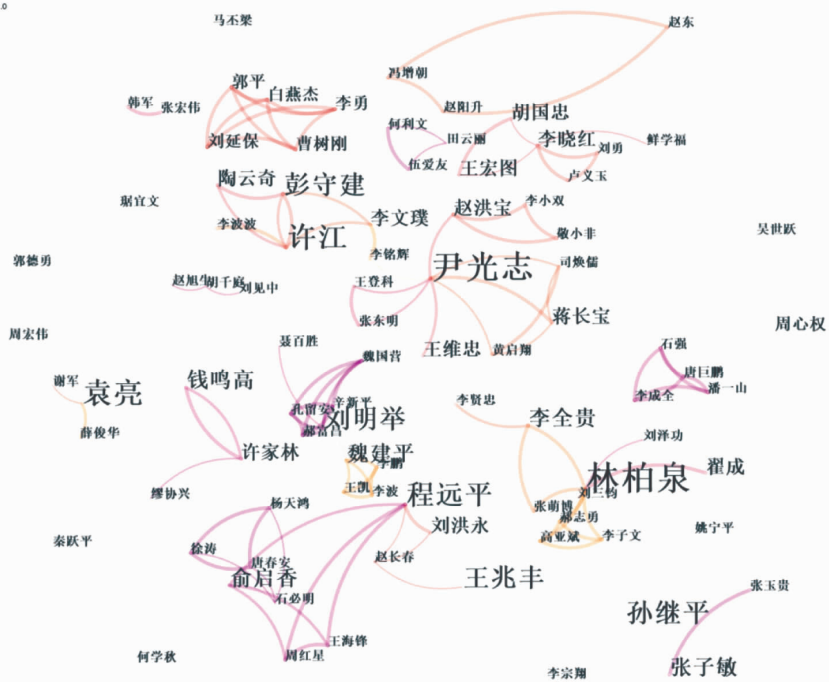


图 2 国内煤矿安全生产瓦斯领域的作者联系图谱

据统计,共有 41 位高产作者,累计发文数量为 621 篇.由图 2 可知,我国煤矿安全生产瓦斯领域尚未形成严格意义上的核心作者群.现将发文量大于 15 篇的高产作者统计如表 2 所示.分析表 2 可知,高产作者几乎均为最早开始发文的作者,侧面表明这些作者均为该行业的领先者,其论文均有一定的科研价值,且符合本次研究数据来源的需求.

通过分析可知,其中程远平于 2009 年发表的《中国煤矿瓦斯抽采技术的发展》被引频次最高,高达 747 次,且为同类型科研文献中下载次数最多的文献,这在一定程度上侧面折射了煤矿安全瓦斯领域的发展最主要的因素是瓦斯抽采技术.关于如何将瓦斯抽采技术应用于煤矿安全生产瓦斯领域的研究将

越来越受到从事相关行业研究者的关注.

表2 国内发文量大于15篇的高产作者

排名	作者	发文量/篇	初始发文年份	所占比例/%
1	林柏泉	58	2005	2.57
2	程远平	43	2005	1.90
3	尹光志	42	2008	1.85
4	许江	42	2007	1.85
5	魏建平	32	2005	1.42
6	王兆丰	31	2005	1.37
7	刘明举	31	2005	1.37
8	刘泽功	26	2009	1.15
9	李树刚	24	2005	1.06
10	彭守建	21	2005	0.93
11	吴强	21	2005	0.93
12	杨胜强	18	2005	0.80
13	陈向军	15	2005	0.66

### 2.3 机构分析

机构分析可使煤矿安全生产瓦斯领域内主要科研力量的分布及其之间的合作化关系变得清晰可见,明确得出该领域内具有较高学术影响力的科研机构,从而方便本行业各机构之间的交流合作<sup>[17]</sup>.以2005年—2019年间的论文为基础,将整理收集的数据逐年进行机构分析,得到如图3所示的国内煤矿瓦斯安全生产领域机构分布图谱.



图3 国内煤矿瓦斯安全生产领域的机构分布图谱

结合图3和表3可知,该领域已形成了几个较为稳定的科研机构,其中,中国矿业大学、河南理工大学、中国矿业大学(北京)是这一领域相对具有代表性的研究型学校,发文量均超过200篇,且3所高校共发文数量1082篇,占本次研究文献数量的50%,表明国内各区域、机构、高校对该领域的研究具有不平衡性.同时,不可否认,这些高校和机构在一定程度上促进并引领了该领域的研究和发展.此外,中国煤炭科工集团,煤炭科学研究总院,也源源不断地为煤矿安全生产瓦斯领域注入新动力.从所属地区研究可知,这些研究机构普遍分布在我国华北和华东地区,说明我国煤矿安全生产瓦斯领域的发展有地理位置的约束性,其分布散乱,在研究进展方面,没有充分的合作和交流,不利于该领域的发展进步,同时也一定程度上

反映出煤炭安全生产瓦斯领域相关研究成果和进度与当地经济发展高低有着一定的内在联系。

表 3 发文量排名前 10 的机构

排名	机构	数量/篇	所属地区	所属性质	所占比例/%
1	中国矿业大学	504	华东	高校	22.29
2	河南理工大学	341	华东	高校	15.08
3	中国矿业大学(北京)	237	华北	高校	10.48
4	重庆大学	174	西南	高校	7.69
5	中国煤炭科工集团有限公司	160	华北	企业	7.07
6	煤炭科学研究总院重庆分院	94	东北	研究院	4.16
7	辽宁工程技术大学	88	西南	高校	3.89
8	安徽理工大学	69	东南	高校	3.05
9	煤炭科学研究总院	67	华北	研究院	2.96
10	西安科技大学	64	西北	高校	2.83

### 3 研究热点、趋势及方法分析

#### 3.1 研究热点分析

关键词是对一篇文献研究内容最直接的体现,是文献计量研究中最重要的一环<sup>[18]</sup>.对煤矿安全生产瓦斯领域中相关文献的关键词进行整理分析,可以进一步把握该领域的研究热点和发展方向。

2005 年—2019 年的突变词权重及持续时段如表 4 所示.分析表 4 可知,国内安全生产瓦斯领域相关文献中出现频次超过 60 次的共有 16 个关键词,这些关键词所反映的都是煤矿安全生产瓦斯领域中的研究热点.根据这些关键词可以将该领域的热点研究主要分为以下 3 个方面。

1) 瓦斯安全影响因素.关键词中的“煤与瓦斯突出”、“瓦斯超限和瓦斯爆炸”等都是国内煤矿安全生产中出现的瓦斯事故进行记录及统计所得到的,说明在煤矿安全生产中很重视数据的收集及事故原因的分析。

2) 瓦斯安全治理因素.“瓦斯抽采”、“瓦斯治理”、“增透技术”、“穿层钻孔”、“数值模拟”等反映出瓦斯治理离不开有效的瓦斯治理技术,随着煤矿企业的发展,将数值模拟技术应用到该领域的研究方法中将成为越来越重要的研究手段,同时做好煤矿安全生产工作,必须要重视技术在生产中的作用,尽可能通过有效的技术在生产中的应用来减少煤矿瓦斯事故的发生。

3) 瓦斯安全事故因素.关键词中出现的“工作面”、“采空区”,都是围绕事故易发生点为主题进行分析研究,说明在煤矿安全生产中合理布置巷道,严格遵守生产规程,防治瓦斯超限等是持续受关注的话题。

#### 3.2 研究趋势分析

研究趋势体现了某研究领域的发展动态,一般用于研究前沿趋势.突变词是指某些年份发表文献中关键词变化的专业术语,适合研究前沿热点<sup>[19]</sup>.由表 4 可知,突变词随时间的变化而发生改变,突变词的突变特征主要从频次和持续时间两方面体现.通过分析主题词的突变特征,梳理出该领域的热点话题发展趋势。

为了进一步展现各突变词的变化趋势,统计突变词每一年出现的频次,整理出排名前 16 位的突变词,如表 4 所示.根据频次及突变持续时间可将这 16 个突变词分为以下 3 种类型。

1) 上升型 如“瓦斯抽采”不仅频次高,而且出现以后总体呈上升趋势,说明现有煤矿治理瓦斯方法主要以瓦斯抽采为主。

2) 稳定型 例如“工作面”、“采空区”在该领域的研究中基本保持着一定的频率,持续时间较长,说明瓦斯事故的发生点一直是该领域中持续受到关注的话题,同时也是国内对瓦斯事故发生点的研究在现阶段达到相对成熟的结果。

3) 下降型 如“矿山事故”从出现后一直保持开始持续下降的趋势,表明国内煤矿采取有效的治理措施后得到了可喜的结果,使学者对矿山事故研究的热度逐渐减弱。

表4 2005年—2019年的突变词权重及持续时段(部分)

序号	突变主题	频次	突变时间及突变过程中出现次数								趋势型
			2005年— 2006年	2007年— 2008年	2009年— 2010年	2011年— 2012年	2013年— 2014年	2015年— 2016年	2017年— 2018年	2019年	
1	瓦斯抽采	90	7	8	11	13	17	12	13	9	上升型
2	工作面	86	9	14	15	11	12	11	6	8	稳定型
3	瓦斯浓度	86	11	12	14	8	8	13	15	5	下降型
4	瓦斯压力	83	6	7	9	8	11	13	18	11	上升型
5	瓦斯超限	80	8	9	13	12	9	13	12	4	下降型
6	瓦斯治理	77	7	8	9	9	13	11	12	8	稳定型
7	增透技术	76	4	6	9	13	11	9	13	11	上升型
8	瓦斯爆炸	74	9	7	8	11	12	13	9	5	下降型
9	采空区	72	9	8	10	9	8	11	12	5	稳定型
10	穿层钻孔	69	4	6	8	9	11	13	11	7	稳定型
11	煤层气	66	3	7	9	8	11	11	8	9	上升型
12	瓦斯涌出量	64	9	11	6	7	11	7	9	4	下降型
13	瓦斯渗透	64	3	7	5	7	7	12	13	10	上升型
14	数值模拟	62	2	6	5	11	9	12	10	7	上升型
15	高抽巷	62	3	6	7	11	10	9	9	7	上升型
16	矿山事故	59	12	9	7	4	8	6	7	6	下降性

### 3.3 研究方法分析

研究方法,是指在研究中发现或提出新观点,揭示事物内在规律的工具和手段<sup>[20]</sup>.通过分析文献中的具体研究方法和研究范围,可以为以后做相关课题或项目的研究人员提供参考,进而有利于研究课题的可持续发展.常用的研究方法如表5所示.

表5 研究方法以及研究对象

研究方法	采用软件	研究对象	频次	所占比例/%
数值模拟	RFP A-2D、FLAC3D、 UDEC、COMSOL、MATLAB、 CFD	煤与瓦斯突出;煤岩体应力变化规律;煤岩体采动裂隙分布规律;钻孔参数设计;高瓦斯低透气性煤层卸压增透技术;煤岩层变形破坏	157	6.94
相似模拟试验		煤岩层裂隙变化形态模拟实验;利用采场覆岩裂隙优化采空区瓦斯抽放参数模拟试验;采空区自然发火位置相似拟模型试验	127	5.61
拟合分析法、 有限差分法		瓦斯压力分布及瓦斯涌出规律;煤岩层的位置及断距;瓦斯压力与含量随埋深的变化规律;瓦斯浓度和输出电压的关系;煤岩体渗透率	51	2.26
理论分析		煤岩体水力致裂理论;瓦斯渗透率瓦斯抽采理论;灰色系统理论;煤层爆破机制研究;	295	13.04
综合研究 (结合现场测)	FLAC3D、RFP A-2D COMSOL	煤岩层裂隙变化形态;采场顶底板煤岩层移动及裂隙发育特征与瓦斯流动的关系	336	14.86

分析表5可知,“数值模拟”在“瓦斯分布规律”、“煤与瓦斯突出”、“煤岩体应力分布”等方面体现出了重要研究价值,受到广大研究工作者的热爱;并且,研究者根据各软件的特点和功能,充分发挥其在研究工作中的作用.如“FLAC3D,COMSOL,RFP A-2D”在科研中使用的比例较高,说明这3款软件可以很好地模拟瓦斯在井下的分布及位移规律;另外,综合研究以相互融合、相互渗透、相互影响的趋势在研究领域开始发展.通过综合研究分析,可以清楚地得知,“围岩应力场”、“煤层增透技术”、“采动过程中的破坏规律”等是瓦斯安全研究中重要的因素,可为今后的科研找准方向,提供参考,对科研指导有重要的现实意义.

综上所述,未来利用数值模拟、瓦斯抽采等科学技术手段,在未来的矿山建设中仍有一定比例.工作面、采空区等易发生瓦斯事故点仍是该领域持续关注的重点.值得一提的是,虽然智能矿山建设已经投入到煤炭生产中,但是涉及到瓦斯方面,还鲜有学者开展研究,这无疑阻碍了国内矿山智能化发展的进程.因此,结合时代

发展需要,应加快煤矿瓦斯安全领域智能化建设;同时,在煤层气等新概念提出后,如何更好地将新工艺、新模式、机械化、智能化有效运用到煤矿治理瓦斯的实践中,将成为更多学者共同研究探讨的新课题。

## 4 结论

1) 经过近 15 年的发展,我国学者对煤炭行业瓦斯领域的研究先后经历上升阶段(2005 年—2010 年)、高峰期阶段(2011 年—2015 年)、平稳阶段(2016 年—2019 年)这 3 个发展阶段,研究范围不断扩大,研究成果日益突现。

2) 通过分析突变词的时间和频次变化可知,工作面、采空区等煤矿瓦斯灾害易发点的生产问题仍未真正得到有效的解决,同时有关煤矿瓦斯安全智能化建设发展滞后,这种现状阻碍着煤矿安全生产度的提高,在未来的科研当中仍充满着巨大挑战。

3) 通过此次分析发现,我国渐渐有部分核心作者已经成为国内采矿工程安全研究领域的核心力量,但是大多数研究学者起步晚,理论与现实应用衔接不够,使得该领域仍存在尚未解决的难题。另外,煤矿安全生产瓦斯领域的研究力量主要集中在国内高校,研究地区分散,缺乏全面的合作交流,不利于推动本行业的发展与创新。

### 参考文献:

- [1] 王妍,李京文.我国煤炭消费现状与未来煤炭需求预测[J].中国人口·资源与环境,2008,18(3):152-155.
- [2] 陈悦,陈超美,刘则渊,等.CiteSpace 知识图谱的方法论功能[J].科学学研究,2015,33(2):242-253.
- [3] 孙鸿飞,张海涛.基于文献计量与可视化方法的国内外大数据领域研究动态研究[J].情报科学,2018,36(11):169-176.
- [4] Zhang L L.The analysis on the research hotspot and trend of think tanks of Chinese university libraries[J].Journal of Computer and Communications,2020,8(4):101-113.
- [5] 刘峤,李杨,段宏,等.知识图谱构建技术综述[J].计算机研究与发展,2016,53(3):582-600.
- [6] 孙小兵,王璐,王经纬,等.基于知识图谱的 bug 问题探索性搜索方法[J].电子学报,2018,46(7):1578-1583.
- [7] Gu Z X, Barr E T, Schleck D, et al.Reusing debugging knowledge via trace-based bug search[J].Acm Sigplan Notices,2012,3(48):927-942.
- [8] 朱俊奇,吕杨,杨力,等.1983—2019 煤矿安全研究现状与热点前沿可视化分析——基于 WOS 核心合集数据库的 Cite Space 图谱呈现[J].煤炭经济研究,2019,39(11):39-47.
- [9] 王君玲,盛玲玉.中国煤矿企业应急管理研究回溯与前瞻——基于 CiteSpace 知识图谱的文献计量分析[J].中国安全生产科学技术,2018,14(9):175-179.
- [10] 张宁,盛武.基于 CiteSpace 的煤矿信息化知识图谱构建与分析[J].湖南科技大学学报(自然科学版),2019,34(3):11-17.
- [11] 谭章禄,彭胜男.煤矿安全生产知识图谱分析[J].中国安全科学学报,2019,29(4):133-139.
- [12] Li H X, Zhao L Z.Coal mine safety management researching situation analysis based on knowledge map[J].Advanced Materials Research,2014,962-965:1003-1009.
- [13] 高璐,全芳妍,登心安.科技基本投入论文产出的影响研究——以中国国际论文为例[J].科技进步与对策,2007,24(9):25-28.
- [14] 谭火媛,魏静,谭定英,等.基于 CiteSpace III 的中医药治疗高血压前沿与热点可视化研究[J].现代计算机(专业版),2016(11):50-54.
- [15] 谭章禄,单斐,陈孝慈.国内煤矿安全研究领域的知识图谱分析[J].西安科技大学学报,2017,37(6):837-843.
- [16] 姚雪,徐川平,李杰,等.基于普赖斯定律和二八定律及在线投稿系统构建某科技期刊核心作者用户库[J].编辑学报,2017,29(1):64-66.
- [17] 曹树金,吴育冰,韦景竹,等.知识图谱研究的脉络、流派与趋势——基于 SSCI 与 CSSCI 期刊论文的计量与可视化[J].中国图书馆学报,2015,41(5):16-34.
- [18] 李金兵,唐方方.低碳城市研究关键词共词网络的可视化分析[J].科技管理研究,2012,32(8):40-44.
- [19] 张满银.中国特色区域规划体系研究[J].中国软科学,2020(5):72-84.
- [20] 李峰,马芳珍,刘雅琼,等.面向基础和交叉学科的科研战略发展热点研究[J].大学图书馆学报,2018,36(2):37-44.