



• 黄河流域生态和高质量发展 •

基于科学知识图谱的黄河研究演化分析

李金铠^{1,2,3}, 刘守临^{1,2}, 魏伟^{1,2,3}

(1. 郑州大学 能源环境经济研究中心, 河南 郑州 450001; 2. 郑州大学 旅游管理学院, 河南 郑州 450001;
3. 郑州大学 黄河生态保护与区域协调发展研究院, 河南 郑州 450001)

摘要:自“黄河流域生态保护和高质量发展”重大国家战略提出以来,黄河研究在高热度中又一次爆发崛起,但针对黄河研究既有成果进行全面深入且科学易懂的文献综述相对缺乏。本研究从CNKI数据库中筛选出3 874篇1992—2020年间的黄河研究文献,基于科学知识图谱视角,运用科学计量学与文本挖掘相结合的方法,分析黄河研究的领域现状、核心框架、演进路径和前沿动向并可视化呈现。研究发现:首先,国内黄河研究已经历起步期、成长期、酝酿期和瓶颈期,当前处于关注度、研究深度、广度与理论体系完善程度均迅速提升的爆发期;其次,研究机构和研究者均体现出整体合作不足但核心个体力量突出的特点,且近期转向黄河研究领域的新兴力量合作交流更为活跃;最后,黄河研究理论框架以防灾治理为核心,辅以水资源利用、生态环境、高质量发展作为基本支撑,且高质量发展和生态环境相关研究在前沿方向中的占比分别有显著和较大提升。

关键词:黄河; 科学知识图谱; 科学计量学; 文本挖掘; 近邻传播聚类

中图分类号: G353.11

DOI: 10.16152/j.cnki.xdxbzr.2021-05-015 开放科学(资源服务)标识码(OSID):



Evolution analysis of Yellow River research based on scientific knowledge map

LI Jinkai^{1,2,3}, LIU Shoulin^{1,2}, WEI Wei^{1,2,3}

(1. Center for Energy, Environment & Economy Research, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;
2. School of Tourism Management, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China;
3. Yellow River Institute for Ecological Protection & Regional Coordination Development, Zhengzhou University, Zhengzhou 450001, China)

Abstract: Since the major national strategy named Ecological Conservation and High-quality Development of the Yellow River Basin was put forward, the Yellow River research has once again exploded, but there is a relative lack of comprehensive, in-depth, scientific and understandable literature reviews on the existing achievements of the Yellow River related research. This study selected 3 874 Yellow River related research doc-

收稿日期: 2021-02-19

基金项目: 国家社会科学基金资助项目(20BJL034); 国家自然科学基金资助项目(72001191); 河南省哲学社会科学规划青年项目(2020CZH009); 河南省自然科学基金资助项目(202300410442)

第一作者: 李金铠,男,河南驻马店人,教授,博士生导师,从事产业经济与政策、人口资源与环境、能源环境经济理论与政策研究。

通信作者: 魏伟,男,河南安阳人,副教授,研究方向为资源环境经济与政策、政策文本挖掘, E-mail: weiwei123@zzu.edu.cn。

uments from the CNKI database from 1992 to 2020. Based on the perspective of the scientific knowledge map, the field status, core framework, evolution path and frontier trends of Yellow River related research were analyzed and presented visually by using the method of combining scientometrics with text mining. The study found that: Firstly, the domestic research on the Yellow River has gone through an initial period, a growth period, a gestation period, and a bottleneck period. It is currently in an explosive period in which attention, research depth, breadth, and perfection of the theoretical system are rapidly increasing. Secondly, both research institutions and researchers show the characteristics of insufficient overall cooperation but outstanding core individual strength, as well as the cooperation and exchange of emerging forces in the field of Yellow River related research is more active recently. Finally, the theoretical framework of Yellow River related research takes disaster prevention and control as the core, supplemented by water resources utilization, ecological environment and high-quality development as the basic support, as well as the proportion of high-quality development and ecological environment research in the frontier direction has increased significantly and greatly respectively.

Key words: Yellow River; scientific knowledge map; scientometrics; text mining; affinity propagation clustering

自 2019 年 9 月习近平总书记于郑州提出“黄河流域生态保护和高质量发展”重大国家战略后,黄河与黄河流域不再仅仅是部分学者、专家和机构关注的焦点,或是区域性发展问题,而是再度成为蔓延其他地区、全国甚至影响世界的时代热点,解决黄河流域的问题、难题被定义为事关中华民族复兴和永续发展的千秋大计。其中,科研作为支撑黄河流域综合整治、生态保护与高质量发展的基础,在资源大量持续涌入的过程中,黄河研究领域也收获更多维度视角,注入众多新兴力量,仅中国知网在 2019 和 2020 年度收录的含“黄河”或“黄河流域”关键词的中文核心研究文献就分别较上一年度增长 40.63% 和 127.41%。

回溯黄河的研究起源,不难发现古代黄河相关研究主要围绕于“防灾”和“兴利”两大关键词,且与中国各朝代治国实践史紧密结合。自夏朝大禹治水起,历代王朝均关注黄河水患的治理,战国时期便有“大其下,小其上,随水而行”此类黄河筑堤方法的史书记载,汉朝时更是正式开启由政府设置“河堤谒者”等正式官职调动资源专职治理黄河水患的制度法规源头^[1]。同时,水患治理之外的黄河利用问题也是各朝代关注热点且产出颇丰成果,如盛唐时期仅宁夏引黄灌区灌溉面积便超过 100 万亩,涌现出一批如北宋王安石、明朝潘季驯、清朝靳辅等卓有建树的黄河兴利大家^[2]。持续的高政府关注度虽然保证了古代黄河研究领域高质量成果的绵延不断产出,但较高的研究门槛与所处的时代背景也限制了成果的数量,使得系统全面地梳理研究相关理论体系和宏

观分析领域现状较为容易。然而,随着技术升级以及思想演化,现代黄河研究不仅在古代研究的基础上持续深入,针对诸如河岸侵蚀、水土保持、洪峰测度,以及水权分配、效益提升、文化发展等细分领域展开探索,同时一些学者还基于可持续发展思想在气候变化、河流健康、生物多样性等新兴领域论证实践^[3-7]。黄河研究已由“防灾”和“兴利”两大关键词扩展延伸为包含“防洪减灾”、“生态保护”、“流域发展”等多类研究方向在内的大型综合研究领域,其广度和深度都有了质与量的飞跃。

然而纵观现代黄河研究文献,研究更多的是围绕特定知识点或具体问题开展,既有综述研究仅聚焦于细分领域,系统整体梳理和总结黄河研究领域既中既有成果、深入剖析理论框架和演进路径的综述文章相对缺乏。在当前背景下,面对海量、高速增长黄河研究文献,如何快速提取有效的信息和知识,及时掌握和更新研究领域的主题变迁,了解领域发展过程中突现内容和重要趋势方向以提升工作效率无疑具有重要的现实意义。为解决上述问题,本研究基于中国知网数据库,将科学计量学与文本挖掘方法相结合,客观、定量且科学地研究阐述并借助科学知识图谱方法可视化分析我国黄河研究领域的现状、研究热点、演化路径并探索前沿动向,不仅有助于科研工作人员高速高效地把握和更新黄河研究领域的发展阶段、核心概念、重点领域和分支脉络,还可剖析黄河研究发展的结构与规律并预测领域研究的发展趋势和热点问题,为资源合理配置提供科学参考。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

学术研究文献能够实时反映特定领域的研究动态。本研究以中国知网(CNKI)收录的黄河相关研究文献为分析对象,设置如下检索条件以保证研究的可靠性:①文献发表时间设置为1950年1月1日至2020年12月31日,在新中国成立后发表且被中国知网收录的全部文献中筛选;②使用“黄河”或“黄河流域”进行关键词检索,以保证能够覆盖由于“黄河流域生态保护与高质量发展”国家重大战略而产出的一批黄河领域研究文献;③仅在期刊论文数据库中的CSCD来源、北大核心来源及CSSCI来源检索,确保文献具有代表性;④选择中文论文库。经上述筛选后共获得3954篇研究文献,并由人工再次筛选删除80篇新闻类、宣贯类、期刊征稿类、标准类、政策类,以及文章实际内容与黄河研究领域不相关的文献数据,最终得到1992—2020年间共3874篇高水平黄河研究领域代表文献。

1.2 研究方法

本研究基于科学知识图谱分析法展开研究,使用CiteSpace、SATI等文献可视化工具将所获取的黄河研究文献数据资料进行可视化分析,客观科学地提炼、总结、归纳和梳理得出黄河研究领域基础知识,探测学科领域研究前沿及演化趋势,可实现逻辑性与易理解性的共赢^[8-9]。同时,由于黄河研究领域文献数量大且涉及领域众多,为更精准地处理和分析数据,减少研究过程中人员的主观影响并保证算法的高鲁棒性,本研究使用了由Frey等^[10]首次发表于Science期刊上的近邻传播方法(affinity propagation, AP)进行聚类分析。通过AP聚类分析,可基于样本在数据层面上的相似性区分出不同样本“簇”并寻找各“簇”具有极强代表性的关键样本^[11],具体而言可根据各年份黄河研究领域数据特征对研究阶段进行划分,以及基于关键词共现矩阵提取出研究领域的代表性核心主题等。在AP聚类过程中,传统方法通常根据不同关键词在文献或者文献集中的共同出现次数来衡量关键词之间的相似程度或者相似性,但在多值共现矩阵中若数值悬殊将对分析结果会造成一定的偏差,因此本研究衡量关键词间相似程度时采用Equivalence系数法将多值共现矩阵

转化为 $[0,1]$ 区间内取值矩阵,以避免数据量级悬殊对AP聚类结果造成影响^[12-13]。

此外,词频虽然在一定程度上可以反映关键词的重要程度,但是在本研究得到的关键词集合中,关键词在不同时期的总数、平均数等随黄河研究热度变化而变化,检索词与非检索词词频差距巨大,直接用词频作为衡量标准难以突显关键词的重要性与实际热度。因此,本研究将非检索关键词的年热度定义为该词在该年文献集合中出现的总频次与除检索词之外的其他所有关键词出现的总频次的比值。

2 黄河研究领域的知识基础

2.1 黄河研究阶段分析

黄河研究领域文献统计数据整体上呈现波动上升趋势,见图1。将每年黄河研究的发文量、作者总数、机构总数、涉及期刊总数、关键词总数视作一组数据,运用AP聚类方法对1992至2020年的29组数据进行聚类分析,对于单独成簇或簇成员不连续的年份按照“与簇中心差异最小的簇合并”的原则进行处理,可知黄河研究至今经历了5个阶段:①1999年前属于起步期,年发文量增长较为缓慢,领域内作者、机构、关键词和涉及期刊数量较少,研究领域处于起步阶段,文献占比为16.03%;②2000—2005年为成长期,年发文量、作者数和机构数波动增长,但代表研究领域宽度的关键词数稳定持续上升,文献占比为23.44%;③2006—2013年是领域发展的酝酿期,发文量虽呈小幅下降趋势,但作者数激增,机构数在较高数量区间波动,关键词数稳定在高数量区间,文献占比为34.77%;④2014—2018年为领域的瓶颈期,发文量、作者数、机构数、关键词数和期刊数均持续减少,文献占比为14.35%;⑤2019年后属于爆发期,“黄河流域生态保护与高质量发展”国家重大战略提出后,黄河研究经2019年一年沉淀后全面爆发,研究热度高涨,仅2019、2020两年的文献占比便达到11.41%。

2.2 期刊收录分析

文献收录情况能够反映特定期刊与黄河研究的相关程度,并可体现其关注程度的变化趋势。本研究对黄河研究文献的期刊源进行统计分析,得到各个期刊所收录黄河研究文献的数量及分布,如图2所示的词云图展示了黄河研究文献的

增长。此外,爆发期中许多黄河研究文献以专栏、专题征稿等形式被期刊收录,如《资源科学》“黄河流域高质量发展路径与资源生态保障”专辑、

《水资源保护》“黄河流域生态保护和高质量发展”专题、《西北大学学报(自然科学版)》“黄河流域生态保护和高质量发展”专栏等。

表 1 黄河研究主要期刊收录情况动态变化

Tab.1 Dynamic changes in the inclusion of main periodicals in the study of the Yellow River

	起步期		成长期		酝酿期		瓶颈期		爆发期	
	年均	年均	同比	年均	同比	年均	同比	年均	同比	
人民黄河	27.0	71.2	↑ 163.6%	61.5	-13.6%	37.6	-38.9%	54.5	↑ 44.9%	
中国水土保持	2.4	11.3	↑ 377.2%	4.0	-64.7%	0.0	-100.0%	0.0	-	
泥沙研究	1.3	4.5	↑ 260.0%	3.6	-19.4%	4.0	↑ 10.3%	2.5	-37.5%	
水利学报	1.0	2.7	↑ 166.7%	3.9	↑ 45.3%	1.4	-63.9%	8.0	↑ 471.4%	
水利水电技术	0.9	3.5	↑ 300.0%	2.9	-17.9%	1.6	-44.3%	2.5	↑ 56.3%	
地理学报	0.8	3.7	↑ 388.9%	1.8	-52.3%	2.6	↑ 48.6%	0.5	-80.8%	
水科学进展	0.6	2.5	↑ 300.0%	1.9	-25.0%	1.4	-25.3%	2.5	↑ 78.6%	
资源科学	0.1	2.2	↑ 1633.3%	1.1	-48.1%	0.6	-46.7%	10.5	↑ 1650.0%	
中国棉花	0.6	3.5	↑ 460.0%	2.4	-32.1%	0.0	-100.0%	0.0	-	
干旱区资源与环境	0.0	1.0	↑	3.1	↑ 212.5%	0.8	-74.4%	2.0	↑ 150.0%	

2.3 研究机构分析

研究机构产出的高水平期刊文章在一定程度上能够反映出机构在黄河研究领域中的重要程度,而文献中机构的共现又能展示领域的开放与合作程度强弱。黄河研究领域的机构分布与机构合作关系网络如图 3 所示,其中左示图 A(全图)

与右示图 B(简图)分别表示由全部机构和由 SATI 选取重要性排名前 50 机构所构建的共现图谱,顶端线轴表示时间轴,颜色与 A 图中颜色相对应且表明机构共现出现时间,而节点大小与该机构共现频次成正比。

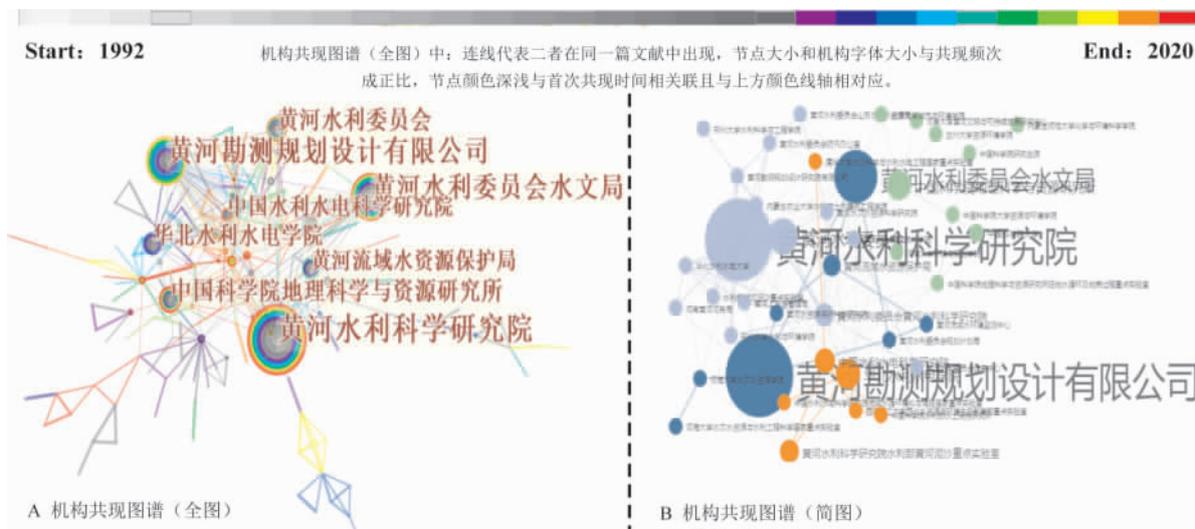


图 3 黄河研究领域研究机构共现图谱

Fig.3 Co-occurrence atlas of research institutions in the research field of the Yellow River

可知黄河研究领域存在“合作程度不足但机构个体力量突出”的特点。一方面,经 CiteSpace 计算得出黄河研究领域全部机构间合作率仅为

26.89%,说明各个研究机构间合作交流较少,学术互动不充分。另一方面,黄河研究领域机构关系可概括为“一核两副,极点带动”,具体而言:①

布局为“一核两副”,即“黄河水利科学研究院”为黄河研究机构所环绕核心,“黄河勘测规划设计有限公司”与“黄河水利委员会水文局”为机构共现网络交汇的两大副中心,而其他众多高校、研究所、协会、企业及政府组织等机构间相互联系并不紧密,但却围绕一核两副中心呈环绕分布态势。

②中心机构力量强大为“极点带动”,核心为水利部所属的全国水利系统重点非营利科研单位,两大副中心分别是水利部黄河水利委员会勘测规划设计研究院改制的科研型单位,以及具有水利部管理黄河这一重要行政职责,三大中心机构客观上均具有紧密政府关系、优厚科研资源和便利合作交流等特点,同时其较强政策偏向和时代热点偏向可减少黄河研究资源的错误引导。

③新兴机构合作意愿较强,高校和政府研究力量在重大国家战略提出后被充分调动,郑州大学黄河生态保护与区域协调发展研究院、兰州大学黄河流域绿色发展研究院、黄河文化旅游研究(大数据)中心等一系列黄河研究机构陆续成立,虽然机构发文

量较少但合作意向普遍较高。

2.4 研究者分析

基于作者共现网络可提炼出黄河研究领域中具有影响力和代表性的研究者和研究团队。黄河研究领域作者共现网络如图 4 所示,与研究机构共现图谱相似,图 A 与图 B 的作者共现网络分别基于文献数据所涉及的全部作者(全图),以及基于 SATI 提取得到前 50 位重要作者(简图)构建。整体来看,黄河研究领域的作者平均合作强度为 1.18,说明研究者在产出成果时偏向独立研究,同时研究领域整体合作呈现“整体分散、部分集中”的状态,跨团队交流较少。从作者节点来看,刘昌明、刘晓燕和黄强 3 位作者均在共现网络中具有 0.03 以上的中介中心性;杨志峰、许炯心、王玲、夏星辉、王煜、彭少明、姚文艺等作者也具有较高发文数量;但杨志峰、许炯心与王玲主要活跃于瓶颈期前,同时,刘昌明、夏星辉近年来对黄河关注度也有所下降。

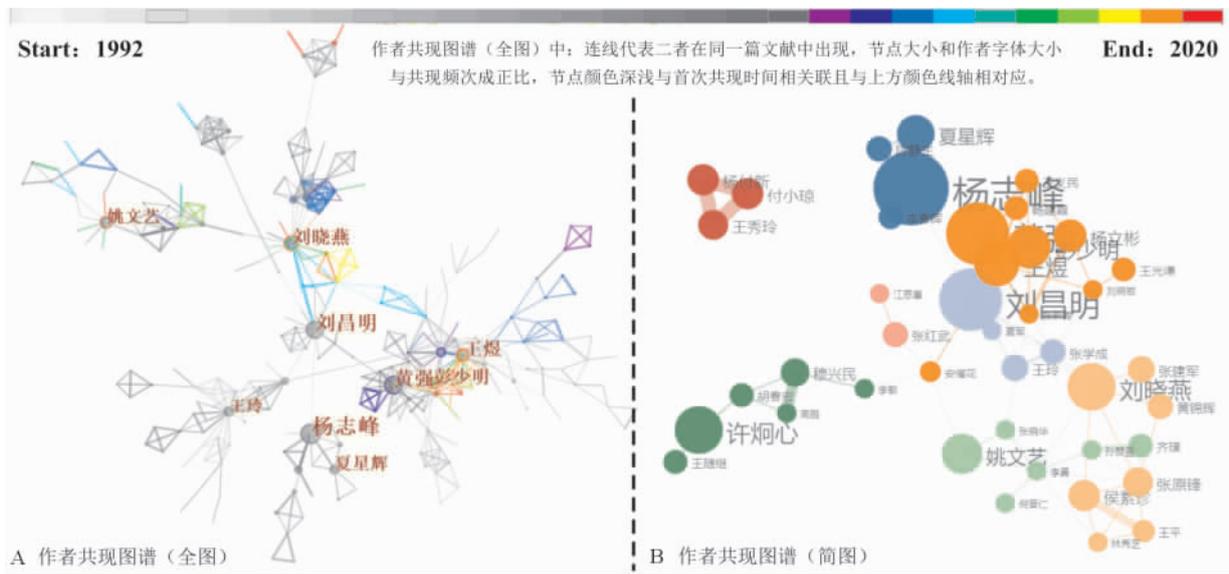


图 4 黄河研究领域作者共现图谱

Fig. 4 Co-occurrence map of authors in the research field of the Yellow River

结合黄河领域重要研究者关注领域可从名家视角对黄河研究领域深入了解,具体而言:①一部分重要研究者研究方向相对凝聚,如杨志峰、许炯心、王玲 3 位前期重要研究者分别聚焦于生态、泥沙与径流研究,均未明显出现多领域并行或关注点转移,又如黄强长期关注水资源优化配置、夏星辉聚焦于水环境化学等。②另一部分重要研究者关注方向产生一定转变,如刘晓燕由早期专精河流健康转向水利水电工程与农业基础科学研究,

王煜、彭少明由偏重计算机应用转向偏重资源科学研究,姚文艺由早期河流动力研究转向水资源环境探讨。③还有一部分重要研究者基于既有研究方向多次融入新视角,如刘昌明在研究水资源的同时多次结合气象学、土地等视角深入探讨等。此外,在黄河研究进入爆发期后,诸如王国庆、左其亭、张国兴等学者将重心转至黄河研究,研究者跨区域、跨领域、跨团队合作研究显著增多。

3 黄河研究热点分析

3.1 研究热点分析

本研究通过对黄河研究领域文献集中的关键词进行计量分析,构建关键词共现图谱探究领域热点间的关联状况^[14],如图 5 所示,图 A 与图 B 分别代表基于文献涉及全部关键词(全图)以及经 SATI 提取得到前 100 个高频关键词(简图)构建的共现网络。可知: ①黄河研究领域共包含 18 754 个关键词,重要关键词间联系紧密,研究涉及范围广泛且具有一定深度; ②除检索词外,水资

源、水土保持、高质量发展、调水调沙、泥沙、气候变化、沉积物、长江等关键词均拥有较高词频且与其他关键词共现密集,是黄河研究的重要问题; ③黄河与黄河流域两大检索词频次最高且中介中心性最强,两者间连线密集,但整体看来围绕黄河与围绕黄河流域展开的研究之间仍存在一定分隔; ④黄河研究框架呈“中心密集、外延较广”的态势,高频关键词内部联系紧密程度远高于低频关键词内部联系,且高频关键词普遍与大量低频关键词存在共现关系,说明研究领域开放程度与交叉研究可行性均较高。

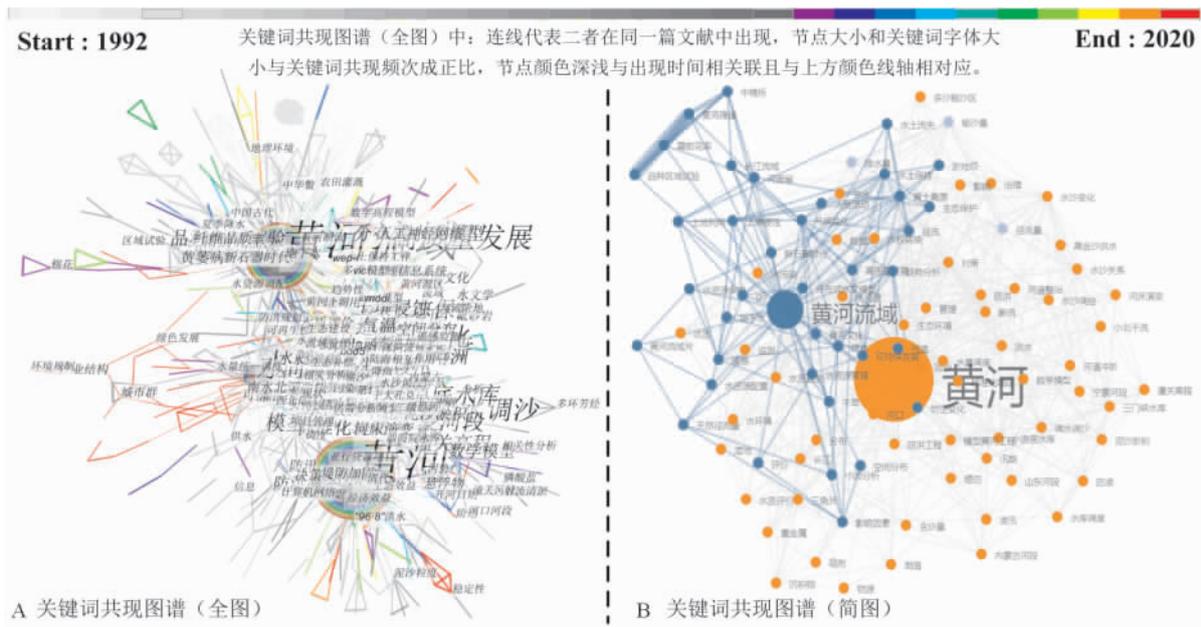


图 5 黄河研究领域关键词共现图谱

Fig. 5 Co-occurrence map of key words in the research field of the Yellow River

利用 CiteSpace 的突现词探测可发现黄河研究领域历史热点与焦点议题^[14]。本研究对黄河研究领域全部 18 754 个关键词进行探测,以连续 1 年突现作为过滤条件并按照突现水平将排名前 10 的突现词以突现起始年份由前至后进行排列,结果如表 2 所示,“—”与“—”分别代表未突现与突现年份。可以发现: ①对策研究、断流研究是起步期研究热点,此时期国家致力于解决黄河断流问题且治理初见成效; ②水土保持、模型黄河工程在成长期被较多探讨,此时期黄土高原水土流失问题成为社会热点,水利部于 2003 年研究通过《黄土高原地区淤地坝建设计划》以促进水土保持,同时伴随着“相对平衡理论”等理论的完善以及计算机等设备设施的技术成熟,建设“模型黄

河”以提升黄河研究效率成为学界热点议题; ③调水调沙、内蒙古河段、宁蒙河段在酝酿期和瓶颈期成为热点,此阶段黄河三次调水调沙试验取得成功并开始实施联合调度方案,同时黄河中游泥沙输移与形态预测模拟等针对黄河中游的相关项目大量开展; ④生态保护、高质量发展在爆发期成为突现词代表,两者均与 2019 年提出的“黄河流域生态保护和高质量发展”重大国家战略存在直接联系。

3.2 黄河研究核心体系分析

通过 AP 聚类分析可以在黄河研究领域众多主题中迅速、客观地辨别出代表主题和关键主题,进而探明研究领域核心体系与理论框架。由于黄河研究具有“中心密集、外延较广”的特点,因此

“关键因素”,以及针对上述关键因素探索实践的具体“实施路径”3个层次。其中,黄河防灾治理的重要问题具体表现在各区域防凌、防洪、断流等现实痛点上,绝大多数可归根于“水沙问题”这一重要落脚点上。胡春宏^[3]在回顾黄河治理史后提出黄河复杂难治的症结可概括为“水少沙多”,张红武等^[15]同样提出“水沙调控”是解决现实治理问题的关键问题,王亚华等^[16]的研究成果也支撑了这一观点。大量围绕水沙问题的研究发现,诸如堤防、沉积物、河道冲淤、降水分布等因素是解决问题的关键,针对此类关键因素可探索完善防洪减灾体系的实现路径以解决现实问题。部分学者测度了黄河水利工程的事实效果并深入研究了其所产生的流域影响,如夏军强等^[17]、冀鸿兰等^[18]分别针对小浪底水库与黄河下游河床调整、万家寨水库与河冰厚度变化等做出综合评估并提出改进建议;另一部分学者通过研究水利工程之外的实现路径以期达到防灾减灾手段间的联动协同,如探讨管控洪水灾害风险时,李继伟等^[19]提出的河口滩涂防洪防潮利用途径,李时等^[20]开展的蓄滞洪区道路规划研究,王明等^[21]模拟和比对的防护堤方案效果及适用范围,以及于守兵^[22]所探究的下游河道整治与水沙调度间的复杂影响作用机理等等。此外,随着技术的逐渐成熟,一些学者在识别和解决问题时运用了数字模型等先进手段,模拟和预测了诸如流域降雨、输沙量和沉积量等关键因素的变动态势,并据结果提出适用性应对策略^[23-24]。

水资源利用主要聚焦于防灾治理之外的水资源利用研究。水是黄河的构成基础,也是实现水沙治理、生态保护和高质量发展的前提保障,自然成为黄河研究的核心主题之一。相关研究涵盖了水资源循环利用的全周期,如张宁宁等^[25]通过构建“量-质-域-流”指标体系完成了黄河流域水资源利用基础性的承载力综合评价,徐建新等^[26]提出了沿黄地区水资源获取与可持续开发利用途径,以及其他学者也在质量监测、水权管理、水配置和节约使用等方面做出的大量探索^[4,27-29],均体现出黄河水资源利用的核心在于节约高效使用。

生态环境研究集中于生态恢复、环境保护以及促进可持续发展等方面。黄河流域虽然具有生态环境持续向好的趋势,但整体看来仍较为脆弱,相关研究早在上个世纪便已出现,研究重心经历

了从维持河流不断流到保持河流生命健康,再到构建黄河流域生态保护、人与自然和谐共存体系的转变过程,具体研究主题也在转变的三个阶段中分散分布。如叶青超^[30]、田家怡等^[5]于20世纪90年代便探讨了黄河断流与三角洲区域生态环境恶化间的因果关系并被其他学者大量引用;21世纪初河流生命健康成为阶段性焦点,刘晓燕等^[6]对黄河河流健康做出定义并构建出完善的评价体系,张世杰等^[31]基于下游河流健康评估了黄土高原土壤容许流失量;而近十年来关于黄河生态环境的研究范围已不再局限于黄河及沿岸,以及环境本身,关于黄河流域生态以及考虑人类活动的研究逐渐成为主流,如以三江源为代表的生态脆弱区域环境保护研究,以黄土高原为代表的环境恶劣区域生态恢复研究,以及探寻人类活动、气候变化与生态环境间平衡关系以实现可持续发展的研究等^[7,32-36]。生态环境研究重心的转变,以及此类研究成为黄河研究领域当前的核心主题不仅是对坚持黄河生态优先绿色发展观念的体现,也是两山理念认同感日益增强的表征。

高质量发展研究致力于推动黄河流域实现经济、社会、文化、政治、生态文明五位一体综合全面发展,此类探讨虽已成为核心主题但成果数量相对较少。其中,聚焦于物质资源开发利用等经济建设层面的研究主题多集中在研究前期,如在泥沙资源利用、引黄灌溉、水力发电、城镇供水等领域已有大量充足成果支撑黄河流域经济发展^[37-40]。关于高质量发展的探讨在爆发期才显著增多,部分学者首先关注研究资源的合理调配问题,对黄河流域高质量发展战略进行深入剖析、利其工器,如左其亭^[41]基于对重大国家战略等的分析和研判,梳理了有助于支撑黄河国家战略实施的所需学科、理论基础及重大科技问题并构建研究框架,描绘了黄河研究领域的发展路线。另一些学者聚焦于黄河流域高质量发展的过程、现状和特殊性此类基础研究,如徐辉等^[42]测度了黄河流域高质量发展水平及时空演变等,任保平^[43]在分析黄河流域高质量发展的特殊性后探讨了适宜流域区情的高质量发展模式。在此基础上,众多学者围绕“促进黄河流域高质量发展”这一主题从中心城市增长极、现代协同产业体系构建、减贫转向、空间适宜性、环境规制、文化资源开发等视角做出解题探讨^[44-50],为如何利用黄河促进流域协调发展和高质量发展建言献策,但关于文化、

政治方面的讨论较为分散,尤其“黄河文化”这一重要研究主题更多是与防灾治理相关研究相共

表 3 黄河研究领域核心体系及其研究主题

Tab.3 The core system of the Yellow River research field and its research theme

框架核心主题	簇(簇中心命名)	研究主题(仅列出频次排名前 100 主题)
#1 防灾治理	#C1 黄河	黄河、水资源、调水调沙、泥沙、洪水、内蒙古河段、影响因素、水质、水量调度、河道整治、防洪工程、堤防、模型黄河工程、湿地、河口、管理、汛期、含沙量、水沙关系、水质评价、小北干流、水环境、黄河文化、小波分析、标准化堤防、山东河段、沉积物、重金属、吸附、分布、宁蒙河段、凌汛、时空变化、断流、对策、水污染、水沙变化、径流量、输沙量、降水量、空间分布、趋势分析、小浪底水库、三门峡水库、潼关高程、泥沙淤积、河床演变、数学模型、防洪、防凌、水库调度、高含沙洪水、水沙调控、河道冲淤、治理、多沙粗沙区、影响等
	#C3 沉积物	
	#C6 宁蒙河段	
	#C7 对策	
	#C8 径流量	
	#C10 三门峡水库	
	#C13 数学模型	
	#C15 防凌	
#2 水资源利用	#C4 降水	降水、径流、干旱、气温、水资源保护、水质监测、数据库、水资源管理、评价、监测、黄河流域片、天然径流量、地下水、水资源配置、分布式水文模型、水权转换、节水等
	#C14 水质监测	
	#C17 评价	
	#C20 水资源配置	
#3 生态环境	#C23 节水	水土保持、黄土高原、土壤侵蚀、淤地坝、生态环境、可持续发展、气候变化、人类活动、三角洲、长江、渤海、物源等
	#C5 黄土高原	
	#C9 生态环境	
	#C11 人类活动	
#4 高质量发展	#C22 物源	黄河流域、高质量发展、生态保护、麦克隆值、中棉所、品种区域试验、霜前花率、长江流域、新石器时代、遥感、GIS、水土流失、河南省、土地利用等
	#C2 高质量发展	
	#C12 麦克隆值	
	#C19 新石器时代	
	#C21 土地利用	

3.3 研究热点演化分析

与核心体系分析不同,黄河研究领域研究热点演化通常表现为相应关键词随时间推移而发生的“变化过程”,强调“动态演进”而非“静态框架”。突现词检测虽然可以表现出某一阶段中频次激增的热点,但也需要结合较长时间范围中的关键词频次和热度深入分析。因此,本研究综合使用关键词热度动态分析以及 CiteSpace 时区图分析等方式探究黄河研究领域热点演进规律,同时为减少检索词词频过高的影响,在关键词热度分析时只计算非检索词热度,结果如图 7、表 4 所示。

可知黄河研究在不同研究阶段中研究主题持续演进,但研究热词存在较大差异。具体而言:①起步期研究文献较少,研究主要围绕防灾与兴利两个主题,聚焦于解决黄河断流问题并探讨水资

源开发利用,较多运用横向对比、纵向对比等研究方法进行讨论,且水土保持、水沙变化的研究已具备一定热度。②成长期黄河断流治理已初见成效,断流热度下降明显,防灾兴利依旧是学界焦点,但关于水土保持、泥沙以及利用数字技术建立模型黄河的探讨显著增多。③酝酿期除水资源研究这一核心主题外,调水调沙研究成为黄河治理焦点问题,气候变化与黄河中游区域研究得到学者关注,而随着黄土高原淤地坝建设项目与数字黄河项目推进,以及黄河超级计算中心成立,相关研究主题的热度逐渐下降。④瓶颈期研究主题数目显著减少,气候变化与调水调沙超过水资源成为最热门研究主题,黄河中游与防灾研究仍具有较高热度,且关于经济效益测度的谈论增多。⑤爆发期研究主题大量迸发,可持续发展、黄河文化等热度激增,高质量发展与生态保护成为核

心论点。

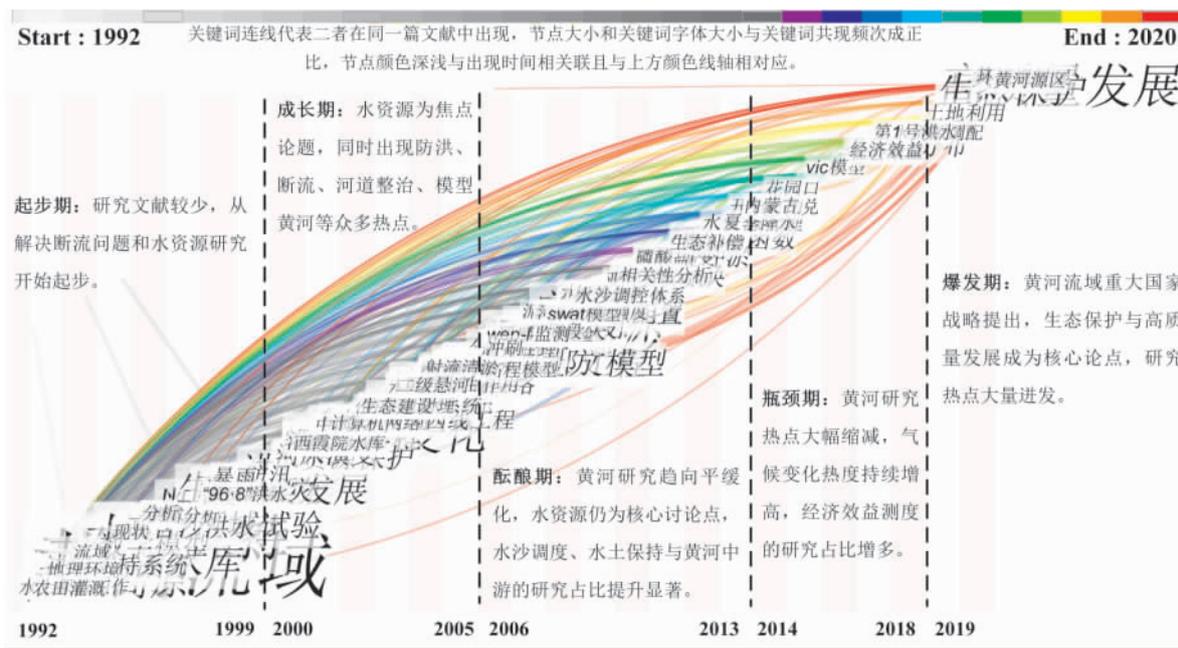


图7 黄河研究领域研究主题时区图

Fig. 7 Time-zone map of research topics in the research field of the Yellow River

表4 黄河研究文献热词

Tab. 4 Hot words in the literature on the study of the Yellow River

起步期 (1992—1999)		成长期 (2000—2005)		酝酿期 (2006—2013)		瓶颈期 (2014—2018)		爆发期 (2019—2020)	
热词	热度								
断流	3.19	水资源	6.04	水资源	4.26	气候变化	2.74	高质量发展	14.97
水资源	3.03	水土保持	4.86	调水调沙	2.41	调水调沙	2.57	生态保护	4.99
对策	2.55	泥沙	1.77	水土保持	2.20	水资源	2.57	水资源	2.14
水土保持	1.91	模型黄河工程	1.47	沉积物	1.99	水沙变化	2.23	气候变化	1.60
长江	1.91	三门峡水库	1.25	宁蒙河段	1.79	输沙量	2.05	可持续发展	1.60
小浪底水库	1.28	断流	1.25	气候变化	1.65	泥沙	1.71	水土保持	1.43
80年代	1.12	防洪工程	1.18	内蒙古河段	1.24	内蒙古河段	1.71	影响因素	1.43
水沙变化	0.96	长江	1.11	泥沙	1.24	降水	1.54	生态环境	1.43
三角洲	0.96	水量调度	1.11	水质监测	0.96	径流量	1.37	黄河文化	1.07
中华民族	0.96	河道整治	1.11	降水	0.89	干旱	1.37	黄土高原	1.07

此外,由于突现词探测还可表征研究领域前沿方向,使用与前述相同探测条件对黄河领域全部关键词进行探测并将突现结束年份为2020年的突现词筛选后发现,输沙量、干旱、降水、趋势分析、影响因素、空间分布、高质量发展、生态保护与可持续发展是黄河领域研究前沿,虽然防灾治理仍为主要研究方向,但是高质量发展相关研究占比具有较大幅度提升。

4 结论与启示

本研究从科学知识图谱视角出发,结合科学计量学与文本挖掘等研究方法对我国黄河研究领域现状、热点与核心体系、演进过程及前沿进行系统定量分析,得到的主要结论为:

- 1) 国内黄河研究已经历起步期、成长期、酝

酿期和瓶颈期,正处于爆发期。2019年“黄河流域生态保护和高质量发展”重大国家战略提出后,黄河研究所获关注度提升显著,2019至2020年无论在发文量、作者总数、研究机构总数以及关键词总数均具有大幅提升,《人民黄河》《资源科学》等高水平刊物黄河关注度大幅提升,《中国水土保持》《中国棉花》等前期重要刊物的关注度却有所下降。但是整体看来,黄河研究领域的研究深度、广度、关注度与理论体系完善程度均得到快速提升。

2) 当前黄河研究机构和研究者整体合作不足但局部力量突出、新兴力量活跃。“一核两副,极点带动”的机构合作关系与“整体分散,部分集中”的研究者合作关系均具有一定的交流合作提升空间,且以黄河水利科学研究院、黄河勘测规划设计有限公司与黄河水利委员会水文局为代表的研究机构,以及刘晓燕、黄强、夏星辉、王煜、彭少明、姚文艺等持续钻研于黄河研究领域的研究者及团队均具有较强科研实力。同时,众多其他领域研究者、团队与机构在爆发期内开始研究黄河研究领域,跨机构、跨学科与跨团队交流合作增多。

3) 防灾治理、水资源利用、生态环境与高质量发展四大核心主题构成黄河研究的核心体系,防灾治理是领域关注的绝对中心,高质量发展相关研究在领域前沿研究中的占比有所提升。黄河研究由前期的高度侧重于防灾治理应用型研究,逐渐关注其他流域发展问题,且随着可持续发展与两山理念的日益普及,生态环境研究占比持续上升,而流域发展研究也由纯粹的经济建设过渡至五位一体的高质量发展。此外,黄河研究领域前沿中关于趋势分析、影响因素分析等偏应用型的研究主题较多,输沙、干旱、降水等传统防灾治理与水资源利用研究仍占据较重要地位,生态保护与可持续发展正式成为研究前沿话题,而高质量发展则是突现水平最高的前沿焦点议题。

基于对黄河研究领域文献的演化分析结果,对其未来发展的主要启示为:

1) 构造黄河研究领域开放研究氛围,扩大影响,促进合作交流。针对黄河研究领域整体分散、局部突出的特点,建议借助重大国家战略的利好条件,充分发挥黄河水利委员会等核心机构对黄河研究领域资源的调配作用,以及核心刊物、重要研究者的研究导向作用,有倾向地提高黄河及相关主题的学术会议等在黄河流域及全国范围内的

举办频次,积极扩大黄河研究影响,加强交流合作,培育和壮大黄河研究队伍。

2) 结合重大国家战略,积极设立重大项目发挥拉动作用。当前黄河研究领域涌入大量研究力量,其中多数来自具有一定科研影响力的高校、智库机构和政府部门,在“推动”新进入团队面向重大国家战略主动而为的同时,还需国家、省部等积极设立基金项目,列入相关课题指南,以项目“拉动”新研究力量快速进入研究状态,高质高效产出成果。

3) 开拓新的研究重心,改善黄河研究“重治理轻发展”的领域现状,实现研究领域多维度延伸、全面均衡发展。在重大国家战略背景下,黄河研究不能仅局限于防灾治理和水资源利用此类传统研究热点,黄河研究者不仅要在生态保护的前提下探讨产业布局与经济发展,促进黄河流域高效融入“双循环”发展新格局,还要具有使命和担当,围绕当前领域中研究基础相对缺乏的政治、社会、文化等方面开展前沿研究,支撑黄河流域高质量发展。

参考文献:

- [1] 蓝颖春. “驯服”黄河[J]. 地球, 2014(8): 94-96.
LAN Y C. Tame the Yellow River [J]. Earth, 2014 (8): 94-96.
- [2] 杨新才. 关于古代宁夏引黄灌区灌溉面积的推算[J]. 中国农史, 1999(3): 85-99.
YANG X C. Calculation of irrigation area in ancient Ningxia Yellow River diversion irrigation area [J]. Agricultural History of China, 1999(3): 85-99.
- [3] 胡春宏. 黄河水沙变化与治理方略研究[J]. 水力发电学报, 2016, 35(10): 1-11.
HU C H. Study on the variation and control strategy of water and sediment in the Yellow River [J]. Journal of Hydroelectric Engineering, 2016, 35 (10): 1-11.
- [4] 田贵良, 胡雨灿. 市场导向下大宗水权交易的差别化定价模型[J]. 资源科学, 2019, 41(2): 313-325.
TIAN G L, HU Y C. Differentiated pricing model of bulk water rights transaction under market orientation [J]. Resources Science, 2019, 41(2): 313-325.
- [5] 田家怡, 王民, 窦洪云, 等. 黄河断流对三角洲生态环境的影响与缓解对策的研究[J]. 生态学杂志, 1997(3): 40-45.
TIAN J Y, WANG M, DOU H Y, et al. Study on the influence of the cut-off of the Yellow River on the ecological environment of the delta and its mitigation

- countermeasures [J]. *J Chinese Journal of Ecology* 1997 (3): 40-45.
- [6] 刘晓燕, 张建中, 张原锋. 黄河健康生命的指标体系 [J]. *地理学报*, 2006(5): 451-460.
LIU X Y, ZHANG J Z, ZHANG Y F. The index system of healthy life of the Yellow River [J]. *Acta Geographica Sinica*, 2006 (5): 451-460.
- [7] 郭晗. 黄河流域高质量发展中的可持续发展与生态环境保护 [J]. *人文杂志*, 2020(1): 17-21.
GUO H. Sustainable development and ecological environment protection in the high-quality development of the Yellow River Basin [J]. *The Journal of Humanities*, 2020(1): 17-21.
- [8] 王岑岚, 尤建新. 大数据文献评述: 基于软件 Citespace 的可视化研究 [J]. *科技管理研究*, 2017, 37(21): 180-189.
WANG C L, YOU J X. Big data literature review: Visualization research based on software Citespace [J]. *Science and Technology Management Research*, 2017, 37 (21): 180-189.
- [9] 刘启元, 叶鹰. 文献题录信息挖掘技术方法及其软件 SATI 的实现: 以中外图书情报学为例 [J]. *信息资源管理学报*, 2012(1): 50-58.
LIU Q Y, YE Y. The Technical method of document title information mining and the realization of its software SATI-Taking Chinese and foreign library and information science as an example [J]. *Journal of Information Resources Management*, 2012(1): 50-58.
- [10] FREY B J, DUECK D. Clustering by passing messages between data points [J]. *Science*, 2007, 315 (5814): 972-976.
- [11] 董俊, 王锁萍, 熊范纶. 可变相似性度量的近邻传播聚类 [J]. *电子与信息学报*, 2010, 32(3): 509-514.
DONG J, WANG S P, XIONG F L. Nearest neighbor propagation clustering based on variable similarity measure [J]. *Journal of Electronics & Information Technology*, 2010, 32 (3): 509-514.
- [12] BYRNE B M, SHAVELSON R J, MUTHEN B, et al. Testing for the equivalence of factor covariance and mean structures: The issue of partial measurement invariance [J]. *Psychological Bulletin*, 1989, 105(3): 456-466.
- [13] ECK N J V, WALTMAN L. How to normalize co-occurrence data? An analysis of some well-known similarity measures [J]. *Journal of the Association for Information Science & Technology*, 2014, 60(8): 1635-1651.
- [14] 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.
CHEN Y, CHEN C M, LIU Z Y, et al. The methodological function of CiteSpace knowledge graph [J]. *Studies in Science of Science*, 2015, 33 (2): 242-253.
- [15] 张红武, 李振山, 安催花, 等. 黄河下游河道与滩区治理研究的趋势与进展 [J]. *人民黄河*, 2016, 38(12): 1-10, 23.
ZHANG H W, LI Z S, AN C H, et al. Trend and progress of research on river and beach regulation in the lower reaches of the Yellow River [J]. *Yellow River*, 2016, 38 (12): 1-10, 23.
- [16] 王亚华, 毛恩慧, 徐茂森. 论黄河治理战略的历史变迁 [J]. *环境保护*, 2020, 48(Z1): 28-32.
WANG Y H, MAO E H, XU M S. On the historical changes of the control strategy of the Yellow River [J]. *Environmental Protection*, 2020, 48(Z1): 28-32.
- [17] 夏军强, 李洁, 张诗媛. 小浪底水库运用后黄河下游河床调整规律 [J]. *人民黄河*, 2016, 38(10): 49-55.
XIA J Q, LI J, ZHANG S Y. Regulation of riverbed adjustment in the lower reaches of the Yellow River after the operation of Xiaolangdi Reservoir [J]. *Yellow River*, 2016, 38(10): 49-55.
- [18] 冀鸿兰, 杨光, 翟涌光, 等. 黄河万家寨河段河冰冰厚遥感提取及年内变化特征分析 [J]. *水电能源科学*, 2020, 38(1): 24-27.
JI H L, YANG G, ZHAI Y G, et al. Remote sensing extraction of ice thickness and analysis of annual variation characteristics in Wanjiashai reach of the Yellow River [J]. *Water Resources and Power*, 2020, 38 (1): 24-27.
- [19] 李继伟, 负元璐, 陈雄波, 等. 基于黄河河口治理的东营市滩涂利用方式初探 [J]. *人民黄河*, 2020, 42(S2): 34-36.
LI J W, KUI Y L, CHEN X B, et al. Preliminary study on tidal flat utilization in Dongying City based on the regulation of the Yellow River Estuary [J]. *Yellow River*, 2020, 42(S2): 34-36.
- [20] 李时, 秦毅, 刘强, 等. 基于洪灾风险管理的蓄滞洪区道路规划 [J]. *南水北调与水利科技(中英文)*, 2020, 18(3): 81-90.
LI S, QIN Y, LIU Q, et al. Road planning of flood storage and detention area based on flood risk management [J]. *South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology*, 2020, 18 (3): 81-90.
- [21] 王明, 董会丽, 毕桂真, 等. 防护堤建设对典型洪水及防洪的影响 [J]. *人民黄河*, 2019, 41(2): 35-38.
WANG M, DONG H L, BI G Z, et al. Influence of protective dike construction on typical flood and flood

- control [J]. *Yellow River*, 2019, 41 (2): 35-38.
- [22] 于守兵. 黄河下游游荡性河道两岸整治面临的问题[J]. *水利水电科技进展*, 2016, 36(5): 81-86.
YU S B. Problems in double-bank regulation of wandering rivers in the lower reaches of the Yellow River [J]. *Advances in Science and Technology of Water Resources*, 2016, 36(5): 81-86.
- [23] 穆兴民, 赵广举, 高鹏, 等. 黄河未来输沙量态势及其适用性对策[J]. *水土保持通报*, 2020, 40(5): 328-332.
MU X M, ZHAO G J, GAO P, et al. The trend of sediment transport of the Yellow River in the future and its applicable countermeasures [J]. *Bulletin of Soil and Water Conservation*, 2020, 40(5): 328-332.
- [24] 刘晓燕, 党素珍, 高云飞. 极端暴雨情景模拟下黄河中游区现状下垫面来沙量分析[J]. *农业工程学报*, 2019, 35(11): 131-138.
LIU X Y, DANG S Z, GAO Y F. Analysis of sediment from the underlying surface in the middle reaches of the Yellow River under extreme rainstorm scenario simulation [J]. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Engineering*, 2019, 35(11): 131-138.
- [25] 张宁宁, 栗晓玲, 周云哲, 等. 黄河流域水资源承载力评价[J]. *自然资源学报*, 2019, 34(8): 1759-1770.
ZHANG N N, SU X L, ZHOU Y Z, et al. Evaluation of water resources carrying capacity in the Yellow River basin [J]. *Journal of Natural Resources*, 2019, 34(8): 1759-1770.
- [26] 徐建新, 张娜, 刘尊黎, 等. 河南省沿黄地区水资源开发利用潜力综合评价[J]. *人民黄河*, 2007(4): 44-45, 79.
XU J X, ZHANG N, LIU Z L, et al. Comprehensive evaluation of potentiality of water resources development and utilization along the Yellow River in Henan Province [J]. *Yellow River*, 2007(4): 44-45, 79.
- [27] 娄彦兵, 黄亮, 冯宗, 等. 自动监测在水资源质量管理中的应用[J]. *人民黄河*, 2012, 34(11): 48-49, 51.
LOU Y B, HUANG L, FENG Z, et al. Application of automatic monitoring in water resource quality management [J]. *Yellow River*, 2012, 34(11): 48-49, 51.
- [28] 刘文琨, 裴源生, 赵勇, 等. 水资源开发利用条件下的流域水循环研究[J]. *南水北调与水利科技*, 2013, 11(1): 44-49.
LIU W K, PEI Y S, ZHAO Y, et al. Study on watershed water cycle under the condition of water resources exploitation and utilization [J]. *South-to-North Water Transfers and Water Science & Technology*, 2013, 11(1): 44-49.
- [29] 向往, 秦鹏. 节约集约利用理念在黄河水资源保护立法中的应用探析[J]. *环境保护*, 2020, 48(Z1): 47-49.
XIANG W, QIN P. Analysis on the application of the concept of economical and intensive utilization in the legislation of water resources protection of the Yellow River [J]. *Environmental Protection*, 2020, 48(Z1): 47-49.
- [30] 叶青超. 黄河断流对三角洲环境的恶性影响[J]. *地理学报*, 1998(5): 3-10, 99.
YE Q C. The vicious influence of the cut-off of the Yellow River on the delta environment [J]. *Acta Geographica Sinica*, 1998(5): 3-10, 99.
- [31] 张世杰, 焦菊英. 基于下游河流健康的黄土高原土壤容许流失量[J]. *中国水土保持科学*, 2011, 9(1): 9-15, 23.
ZHANG S J, JIAO J Y. Allowable soil loss on the Loess Plateau based on the health of downstream rivers [J]. *Science of Soil and Water Conservation*, 2011, 9(1): 9-15, 23.
- [32] 金凤君, 马丽, 许堃. 黄河流域产业发展对生态环境的胁迫诊断与优化路径识别[J]. *资源科学*, 2020, 42(1): 127-136.
JIN F J, MA L, XU J. Stress diagnosis and optimal path identification of ecological environment caused by industrial development in the Yellow River basin [J]. *Resource Science*, 2020, 42(1): 127-136.
- [33] 邵全琴, 樊江文, 刘纪远, 等. 基于目标的三江源生态保护和建设一期工程生态成效评估及政策建议[J]. *中国科学院院刊*, 2017, 32(1): 35-44.
SHAO Q Q, FAN J W, LIU J Y, et al. Target-based ecological effectiveness evaluation and policy suggestions of the first phase of Sanjiangyuan ecological protection and construction project [J]. *Bulletin of Chinese Academy of Sciences*, 2017, 32(1): 35-44.
- [34] 韩艳利, 娄广艳, 葛雷, 等. 黄河流域与水有关生态补偿框架的探讨[J]. *水资源保护*, 2016, 32(6): 142-150.
HAN Y L, LOU G Y, GE L, et al. Discussion on the framework of water-related ecological compensation in the Yellow River Basin [J]. *Water Resources Protection*, 2016, 32(6): 142-150.
- [35] 吴丹, 邵全琴, 刘纪远, 等. 三江源地区林草生态系统水源涵养服务评估[J]. *水土保持通报*, 2016, 36(3): 206-210.
WU D, SHAO Q Q, LIU J Y, et al. Evaluation of water conservation services of forest and grass ecosystem in Sanjiangyuan area [J]. *Bulletin of Soil and Water*

- Conservation, 2016, 36 (3): 206-210.
- [36] 彭少明, 黄强, 张新海, 等. 黄河流域水资源可持续利用多目标规划模型研究 [J]. 河海大学学报 (自然科学版), 2007(2): 153-158.
PENG S M, HUANG Q, ZHANG X H, et al. Study on multi-objective programming model for sustainable utilization of water resources in the Yellow River Basin [J]. Journal of Hohai University(Natural Sciences), 2007 (2): 153-158.
- [37] 江恩慧, 曹永涛, 董其华, 等. 黄河泥沙资源利用的长远效应 [J]. 人民黄河, 2015, 37(2): 1-5, 12.
JIANG E H, CAO Y T, DONG Q H, et al. Long-term effects of sediment resources utilization in the Yellow River [J]. Yellow River, 2015, 37 (2): 1-5, 12.
- [38] 魏洪涛, 贾冬梅, 王洪梅. 人民治理黄河70年水力发电效益分析 [J]. 人民黄河, 2016, 38(12): 31-34.
WEI H T, JIA D M, WANG H M. Benefit analysis of hydropower generation for 70 years of people harnessing the Yellow River [J]. Yellow River, 2016, 38 (12): 31-34.
- [39] 宋红霞, 胡笑妍. 人民治理黄河70年城镇供水效益分析 [J]. 人民黄河, 2016, 38(12): 28-30.
SONG H X, HU X Y. Benefit analysis of urban water supply for 70 years of people harnessing the Yellow River [J]. Yellow River, 2016, 38 (12): 28-30.
- [40] 安玉洁, 赵麦换, 苏柳, 等. 人民治理黄河70年灌溉效益分析 [J]. 人民黄河, 2016, 38(12): 24-27.
AN Y J, ZHAO M H, SU L, et al. Irrigation benefit Analysis of people harnessing the Yellow River for 70 years [J]. Yellow River, 2016, 38 (12): 24-27.
- [41] 左其亭. 黄河流域生态保护和高质量发展研究框架 [J]. 人民黄河, 2019, 41(11): 1-6.
ZUO Q T. Research framework of ecological protection and high-quality development in the Yellow River Basin [J]. Yellow River, 2019, 41 (11): 1-6.
- [42] 徐辉, 师诺, 武玲玲, 等. 黄河流域高质量发展水平测度及其时空演变 [J]. 资源科学, 2020, 42 (1): 115-126.
XU H, SHI N, WU L L, et al. Measurement of high quality development level and its spatio-temporal evolution in the Yellow River Basin [J]. Resource Science, 2020, 42 (1): 115-126.
- [43] 任保平. 黄河流域高质量发展的特殊性及其模式选择 [J]. 人文杂志, 2020(1): 1-4.
REN B P. The particularity and mode selection of high-quality development in the Yellow River Basin [J]. The Journal of Humanities, 2020 (1): 1-4.
- [44] 薛宝琪, 范红艳. 黄河沿线旅游资源开发整合研究: 对建设大黄河旅游走廊的构想 [J]. 河南大学学报(自然科学版), 2007, 37(5): 496-500.
XUE B Q, FAN H Y. A study on the development and integration of tourism Resources along the Yellow River: A conception of the construction of the construction of the great Yellow River Tourism Corridor [J]. Journal of Henan University(Natural Science), 2007, 37 (5): 496-500.
- [45] 周清香, 何爱平. 环境规制能否助推黄河流域高质量发展 [J]. 财经科学, 2020(6): 89-104.
ZHOU Q X, HE A P. Can environmental regulation promote the high-quality development of the Yellow River Basin [J]. Finance & Economics, 2020 (6): 89-104.
- [46] 李小建, 文玉钊, 李元征, 等. 黄河流域高质量发展: 人地协调与空间协调 [J]. 经济地理, 2020, 40 (4): 1-10.
LI X J, WEN Y Z, LI Y Z, et al. High-quality development of the Yellow River Basin: Man-land coordination and spatial coordination [J]. Economic Geography, 2020, 40(4): 1-10.
- [47] 张佰发, 苗长虹. 黄河流域土地利用时空格局演变及驱动力 [J]. 资源科学, 2020, 42(3): 460-473.
ZHANG B F, MIAO C H. Evolution and driving Forces of Spatio-temporal pattern of Land use in the Yellow River Basin [J]. Resource Science, 2020, 42 (3): 460-473.
- [48] 刘小鹏, 马存霞, 魏丽, 等. 黄河上游地区减贫转向与高质量发展 [J]. 资源科学, 2020, 42(1): 197-205.
LIU X P, MA C X, WEI L, et al. Poverty reduction and high-quality development in the upper reaches of the Yellow River [J]. Resource Science, 2020, 42 (1): 197-205.
- [49] 高煜. 黄河流域高质量发展中现代产业体系构建研究 [J]. 人文杂志, 2020(1): 13-17.
GAO Y. Study on the construction of modern industrial system in the high-quality development of the Yellow River Basin [J]. The Journal of Humanities, 2020 (1): 13-17.
- [50] 师博. 黄河流域中心城市高质量发展路径研究 [J]. 人文杂志, 2020(1): 5-9.
SHI B. Study on high-quality development path of central cities in the Yellow River Basin [J]. The Journal of Humanities, 2020(1): 5-9.

(编辑 亢小玉)