

郑晓岚, 宋 娇, 程 华, 等. 基于中文文献计量分析的生态清洁小流域研究现状及趋势[J]. 江苏农业学报, 2021, 37(3): 676-685.  
doi:10.3969/j.issn.1000-4440.2021.03.016

## 基于中文文献计量分析的生态清洁小流域研究现状及趋势

郑晓岚<sup>1,2</sup>, 宋 娇<sup>1,3</sup>, 程 华<sup>4</sup>, 鲍玉海<sup>1</sup>, 杨 玲<sup>1,2</sup>, 李进林<sup>1,2</sup>

(1.中国科学院/水利部成都山地灾害与环境研究所/山地表生过程与生态调控重点实验室, 四川 成都 610041; 2.中国科学院大学, 北京 100049; 3.重庆师范大学地理与旅游学院, 重庆 401331; 4.山东省邹平市水利局, 山东 邹平 256200)

**摘要:** 生态清洁小流域建设在新时期水土保持生态建设、流域健康管理等方面起着重要作用, 关于其治理思路和技术途径等已有众多研究和实践, 但是对于研究成果的系统性梳理与分析较为欠缺。本文基于文献调研, 运用文献计量学方法分析生态清洁小流域研究的发展历程、研究群体、研究热点和发展趋势。结果表明: (1) 近 20 年来与生态清洁小流域相关的科技论文数量整体呈增长趋势, 发文数量在各期刊中的分布符合布拉德福文献离散定律, 研究主题主要集中在治理模式、治理分区、技术措施等方面。(2) 从事生态清洁小流域研究的机构有 384 个, 主要是水土保持相关的水行政管理部门, 发文量靠前的作者多为从事水土保持管理、规划和设计的人员, 尚未形成稳定且产学研融合的合著群体。(3) 未来生态清洁小流域研究应建立更加完善的评价体系, 不断将新技术、新方法及相关理念运用到建设实践中, 构建水土流失与面源污染耦合控制技术体系, 结合时代背景将生态清洁小流域的建设方针与乡村振兴、精准扶贫等国家发展战略相结合, 优化措施配置, 完善管理机制。

**关键词:** 生态清洁小流域; 文献计量; 研究现状; 趋势

**中图分类号:** S157 **文献标识码:** A **文章编号:** 1000-4440(2021)03-0676-10

## Research status and trends of small eco-clean watershed based on Chinese bibliometric analysis

ZHENG Xiao-lan<sup>1,2</sup>, SONG Jiao<sup>1,3</sup>, CHENG Hua<sup>4</sup>, BAO Yu-hai<sup>1</sup>, YANG Ling<sup>1,2</sup>, LI Jin-lin<sup>1,2</sup>

(1. Key Laboratory of Mountain Surface Process and Ecological Regulation, Institute of Mountain Hazards and Environment, Chinese Academy of Sciences, Chengdu 610041, China; 2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 3. School of Geography and Tourism, Chongqing Normal University, Chongqing 401331, China; 4. Zouping Water Conservancy Bureau of Shandong Province, Zouping 256200, China)

**Abstract:** The construction of small eco-clean watershed plays an important role in the ecological construction of water and soil conservation, healthy management of watershed in the new era. There are many studies and practices on the

收稿日期: 2020-09-30

基金项目: 国家自然科学基金面上项目(41977075); 重庆英才计划项目(CQYC201905009); 重庆市教委科技重点项目(KJZD-K201800502); 成都市水土保持监测分站政采项目(5101012019001908)

作者简介: 郑晓岚(1997-), 女, 重庆奉节人, 硕士研究生, 主要从事水土保持研究。(E-mail) 842597583@qq.com

通讯作者: 鲍玉海, (E-mail) byh@imde.ac.cn

governance idea and technical approach of small eco-clean watershed, but the systematic arrangement and analysis on the research finding are relatively lacking. In this article, bibliometrics methods were used to analyze the development process, research groups, research hotspots and development trends of small eco-clean watershed research based on literature research. The results showed that, Firstly, in the recent 20 years, the number of scientific

and technical papers related to small eco-clean watershed showed an overall increasing trend, and the distribution of publication number in journals conformed to Bradford's law of literature scattering. The research subjects mainly focused on governance mode, governance zoning and technical measures. Secondly, there were 384 institutions engaged in small eco-clean watershed study, mainly composed of water administrative departments related to soil and water conservation. Most of the researchers with relatively more publications were engaged in soil and water conservation management, planning and design. Co-authoring group with stable and integrated industry-university-research was not yet formed. Thirdly, in the future, research on small eco-clean watershed should establish a more complete evaluation system, apply new technologies, methods and concepts to the practice of construction continually and build a technical system of coupling control for soil erosion and non-point source pollution. Besides, we should integrate the construction guidelines for small eco-clean watershed with national development strategies such as rural revitalization and targeted poverty alleviation in consideration of the historical background, optimize the allocation of measures and improve the management mechanism.

**Key words:** small eco-clean watershed; bibliometrics; research status; trends

针对山区流域水资源短缺、水污染严重的问题,北京市在“十五”期间率先提出了以水源保护为中心,构筑“三道防线”的分区治理模式和构建生态清洁小流域的水土保持工作思路<sup>[1]</sup>。生态清洁小流域建设是对传统小流域水土流失治理更进一步的发展和功能提升,是满足小流域生态经济系统可持续经营管理需求的产物,其更加注重良好人居环境的营造和清洁水源的维持<sup>[1-3]</sup>。2006年水利部在全国30个省(区、市)开展了生态清洁型小流域试点工程建设<sup>[4-5]</sup>,各地以小流域为单位、以水源地保护为核心、以面源污染控制为重点,统筹农村社会经济发展与生态环境保护,在构建技术、措施体系和发展模式等方面开展了积极探索。多年创建实践结果表明,生态清洁小流域建设对于坡面水土保持、面源污染治理、生态维护、人居环境改善具有非常重要的作用<sup>[6-8]</sup>。

2011年新修订的《中华人民共和国水土保持法》正式将生态清洁小流域建设写进法律,将其作为新时期水土保持生态环境建设的重点。2013年发布的《全国生态环境保护与建设规划》也将生态清洁小流域建设作为三峡库区生态环境建设工作的重点。目前,生态清洁小流域建设已经成为水土流失综合治理的重点方向之一,积极推行重要水源地清洁小流域建设,维护水源地水质也是《全国水土保持规划(2015-2030年)》确定的目标任务之一,并且获得政府部门、社会群体、水土保持相关研究与管理人员的广泛关注。10多年来,具有不同实践和理论认知的管理人员、专家学者和其他水土保持从业人员试图从各自专业视角出发,研究生态清洁小流域的构建思路、技术集成、规划设计、建设模式、评价方法、建设成效、政策

机制等内容<sup>[4,9-11]</sup>,并且取得了大量成果,以期为生态清洁小流域建设管理提供科学依据。但是现阶段缺少对生态清洁小流域相关研究成果的系统性梳理与分析,而理清生态清洁小流域的研究热点、判断生态清洁小流域的未来研究方向,将有助于生态清洁小流域建设的深入推进。

文献计量方法是一种基于数理统计的定量分析方法,通过分析文献的外部特征,找出其数量分布及关键信息的变化规律,从而客观定量地反映该学科领域文献的整体布局、研究热点、前沿动态和发展趋势<sup>[12-13]</sup>,该方法受到各研究领域诸多学者的青睐。因此,本研究以生态清洁小流域为主题,运用文献计量方法,结合EndNote X9、CiteSpace分析工具,从发文量的年度变化、主要研究机构、期刊分布及核心作者等方面分析生态清洁小流域的研究现状,利用关键词频次和研究趋势知识图谱判断其研究热点和未来发展方向,以期为进一步加强生态清洁小流域的优化建设提供理论支撑。

## 1 数据来源与研究方法

### 1.1 数据来源

在考虑数据库涉及的学科范围、收录时间、来源期刊数量、更新周期、资源获取途径等前提下,本研究选择维普中文科技期刊数据库和中国期刊全文数据库(CNKI)作为数据检索系统,将主题词或关键词设为“生态清洁(型)小流域”“生态清洁小流域综合治理”“生态清洁小流域评价”进行检索,来源类别选择“期刊”、“特色期刊”、“教育期刊”、“博士”、“硕士”、“专利”、“标准”、“成果”、“学术辑刊”,时间跨度为收录起始年至2020年9月。在上述条件

下共检索出 1 021 篇相关文献,其中 662 篇来自 CNKI 数据库,359 篇来自维普数据库,用 EndNote X9 对这 2 个数据库的数据进行合并整理,剔除重复数据,同时为保证数据的准确性,人工删除报道、会议通知、征稿启事及内容关联性较小的文献,最终得到有效文献数量为 565 篇。

## 1.2 研究方法

1.2.1 软件介绍 (1) EndNote X9。EndNote 是一款针对海量文献管理而设计的软件,具有文献数据的导入导出、筛选查找、编辑合并等多种处理分析功能<sup>[14]</sup>。本研究利用 EndNote 的去重、筛查等功能查询有效文献,并用其自带的数据分析功能得到年度发文量、主要发文作者和发文作者所在机构等文献相关信息。(2) CiteSpace 分析软件。CiteSpace 软件具有信息可视化功能,能够针对不同研究需要进行频率分析、共引分析、聚类分析及社会网络分析,根据时间图谱及网络共现信息可以分析学科前沿的演变趋势、研究热点及合作情况,从而使学科领域的现象概念化、可视化<sup>[15]</sup>。CiteSpace 分析软件通常对文献内的关键信息进行分时段分析,结果以网络图谱的形式展示,近年来在信息学、生命科学、技术科学等多个研究领域被广泛使用<sup>[16-18]</sup>。

1.2.2 软件参数设置 将筛选后的 CNKI 数据和维普数据分别导入 CiteSpace 分析软件,利用其自带的格式转换功能转为 CiteSpace 可识别的数据,同时对相关参数进行如下设置:时间分段(Time slicing)设为 2004-2020,时间节点(Years per slice)设为 1 年,依次勾选“术语来源(Term source)”和“节点类型(Node types)”中的相应选项,阈值选择(Selection criteria)Top = 50(每个时间切片中被引频次排名前 50 的文献),最后利用可视化视图(Visualization)得到相应作者的共现图谱、关键词共现图谱及研究趋势知识图谱。

### 1.2.3 文献计量指标

(1) 发文量。发文量指在统计时间内,发文作者或机构在正式期刊(经国家新闻出版署审批登记,编入“国内统一刊号”的期刊)上所发表学术论文的数量,主要用来阐明研究者对该领域的关注程度,进而反映该领域的重要程度<sup>[19]</sup>。本研究对发文量的年度变化进行分析,以探究生态清洁小流域的研究进展。

(2) 发文期刊。发文期刊是学术研究成果的主

要载体,能够呈现及传播研究成果,反映研究热点及前沿动态,推动学术创新和方法改进,是学术发展的重要平台<sup>[20]</sup>。通过对生态清洁小流域的发文期刊进行分析,统计分析该领域的重要出版刊物,可以为科研人员有针对性地阅读提供参考。

(3) 核心作者。核心作者指在某研究领域发文数最多且影响力较大的第一作者,通常为某领域的骨干力量<sup>[21]</sup>。本研究根据普赖斯定律中的关系式来确定核心作者发文数量,公式如下:

$$M = 0.749 \sqrt{N_{\max}} \quad (1)$$

式中, $M$  为统计时段内核心作者至少发表的论文数量; $N_{\max}$  为统计时段内发表学术论文数量最多的作者所发表的论文数量。发文量在  $M$  篇以上的作者可称为核心作者<sup>[22]</sup>,当多个核心作者发文量约占总发文量的 50% 时,即可形成学科高产作者群。

(4) 主要发文机构。研究发文机构的分布情况可以反映该领域的主要研究力量及团队合作情况<sup>[23]</sup>,本研究通过分析主要发文机构及发文区域来研究生态清洁小流域的研究力量分布情况。

(5) 关键词。关键词可以反映文章研究的主题与研究内容,是对文章内容的高度概括和精炼,某领域中出现的高频关键词,可以在一定程度上代表某领域的研究热点<sup>[24]</sup>。本研究通过关键词出现频次及其共现知识图谱来阐明生态清洁小流域的研究热点,并用关键词构建研究趋势知识图谱,以分析生态清洁小流域未来的发展趋势。

## 2 结果与分析

### 2.1 生态清洁小流域相关文献的综合分析

2.1.1 生态清洁小流域发文量的年度变化 采用方法 1.1 的检索设置,在 CNKI 和维普数据库中检索得到生态清洁小流域的年度发文量情况,共收集到相关文献 565 篇。由图 1 可以看出,尽管在某些年份发文量有所下降,但是整体上看,年发文量呈增长趋势。根据普赖斯的科学文献增长“四阶段理论”,可以将生态清洁小流域发文量的年度变化分为以下 3 个发展阶段:(1) 第 1 阶段,初步发展阶段(2004-2006 年)。该阶段的总发文量仅为 4 篇,发文量少,且占比小,仅占总发文量的 0.71%,这与中国生态清洁小流域建设试点工作的逐步推进过程基本相符,2003 年北京市在全国率先开展生态清洁小流域建设的探索,因此 2004 年、2005 年发表的 2 篇论文



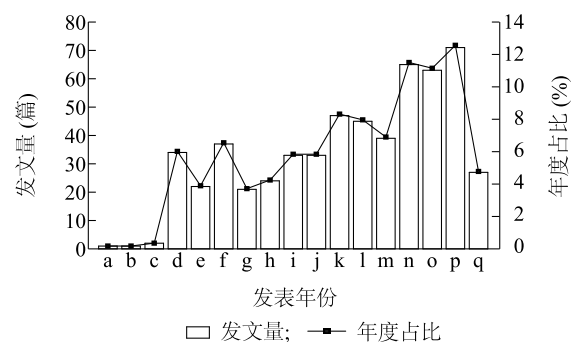
均以北京市生态清洁小流域建设为研究主题,且因试点范围小,这2年的发文数量也少。到2006年下半年,全国30个省(区、市)的81条小流域实施了生态清洁小流域试点,启动了国家生态清洁小流域建设,试点范围扩大,影响程度逐步加深,但这一阶段的论文发表数量总体较少,更多的工作体现在建设实践上。(2)第2阶段,成长发展阶段(2007–2013年)。2006年开始全国范围的生态清洁小流域建设试点工程后,生态清洁小流域的研究热度飞速上升,2007年的发文量有了显著增多,由2006年的2篇直接增长到34篇。2007–2013年的总发文量为204篇,占2004–2020年总发文量的36.11%,此阶段的年均发文量为29.14篇,是第1阶段年均发文量的21.86倍。发文数量尽管在个别年份有所回落,但总体上的增长趋势较明显,且各年份的发文量均大于20篇,数量较多,在一定程度上反映了此阶段生态清洁小流域的研究越来越受到重视。(3)第3阶段,高速发展阶段(2014–2020年)。此阶段共发文357篇,年均发文量为51篇,发文量多,占2004–2020年总发文量的63.19%,占比较大,此阶段文献数量的增长速度明显加快,增长趋势加强,其中2017–2019年的发文量均大于60篇。

**2.1.2 生态清洁小流域主要发文期刊分析** 本研究检索得到的565篇文献来自108种期刊,其中发文量在7篇以下的期刊共92种,总发文量为151篇;发文量在6篇以上、51篇以下的期刊共15种,总发文量为247篇;发文量大于50篇的期刊仅1种,发文量为167篇。该现象符合布拉德福文献离散定律,即某专业的大量论文集中发表在少数期刊上,而其他论文则散布发表在大量相关期刊上。发文量排名前18位的期刊见图2,可以看出,这18种期刊共发表393篇论文,占全部期刊发文量的69.56%,并且基本是水土保持类和水利类期刊,其中发文量最多的期刊是《中国水土保持》,发文量为167篇,其发文量是发文量排名第18位的《水土保持研究》(发文量为3篇)的55.67倍。

## 2.2 生态清洁小流域的主要研究力量

**2.2.1 主要发文作者分析** 本研究通过在数据库中进行检索发现,发文量最多的第一作者共发表了17篇文章,即 $N_{\max}=17$ ,根据普赖斯定律中的关系式,计算得出 $M=3.088$ ,即发表3篇以上论文的第一作者为研究生态清洁小流域的核心作者。2004–2020年,发表3篇以上论文的核心作者共有28位

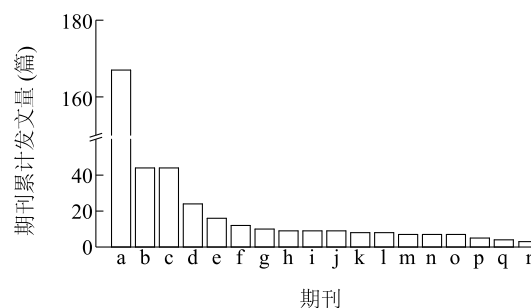
(表1),共发表论文202篇。发文量排名前10(Top10)的核心作者共发表论文112篇,占总发文量的19.82%,其中发文量排名前5的核心作者的发文量均大于10篇,共发文69篇,占Top10作者总发文量的61.61%。叶芝菡发表论文17篇,占Top10作者总发文量的15.18%;段淑怀发表论文16篇,占Top10作者总发文量的14.29%;常国梁发表论文14篇,占Top10作者总发文量的12.50%;杨坤、吴敬东各发表论文11篇,均占Top10作者总发文量的9.82%。总体来看,核心作者发文量占2004–2020年总发文量的35.75%,低于50.00%,表明生态清洁小流域研究尚未形成稳定的核心作者群。



a;2004年;b;2005年;c;2006年;d;2007年;e;2008年;f;2009年;g;2010年;h;2011年;i;2012年;j;2013年;k;2014年;l;2015年;m;2016年;n;2017年;o;2018年;p;2019年;q;2020年。

图1 生态清洁小流域的年度发文量分布

Fig.1 Annual distribution of publications on small eco-clean watershed



a:《中国水土保持》;b:《中国水利》;c:《北京水务》;d:《水土保持应用技术》;e:《山东水利》;f:《河北水利》;g:《水利规划与设计》;h:《山西水土保持科技》;i:《黑龙江水利科技》;j:《亚热带水土保持》;k:《人民长江》;l:《陕西水利》;m:《水土保持通报》;n:《中国水土保持科学》;o:《海河水利》;p:《河南水利与南水北调》;q:《人民珠江》;r:《水土保持研究》。

图2 生态清洁小流域发文量排名前18的期刊分布

Fig.2 Top 18 journals in terms of the number of papers on small eco-clean watershed

表 1 2004–2020 年期间发文量大于 3 篇的第一作者统计

Table 1 Senior authors with more than three articles from 2004 to 2020

序号	第一作者	发文量 (篇)	序号	第一作者	发文量 (篇)	序号	第一作者	发文量 (篇)	序号	第一作者	发文量 (篇)
1	叶芝茜	17	8	化相国	9	15	袁爱萍	6	22	程静	4
2	段淑怀	16	9	杨进怀	8	16	刘宁	6	23	毕小刚	4
3	常国梁	14	10	路炳军	8	17	张利超	6	24	张超	4
4	杨坤	11	11	谢颂华	7	18	刘佳璇	5	25	朱铭捷	4
5	吴敬东	11	12	刘大根	7	19	宋瑞莲	4	26	刘震	4
6	韩富贵	9	13	李世荣	7	20	李永贵	4	27	张磊	4
7	李西民	9	14	杨元辉	6	21	尹玉冰	4	28	王奋忠	4

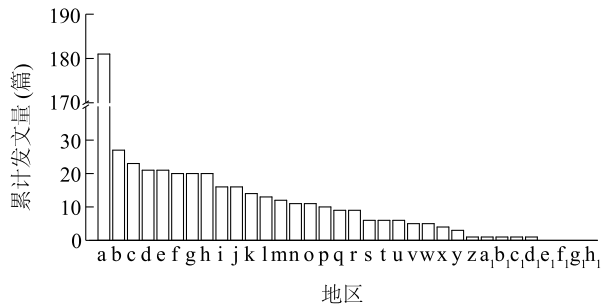
2.2.2 生态清洁小流域主要发文机构与研究区域分析 本研究通过检索发现,共有 384 个机构参与了相关论文发表。由表 2 可以看出,发文量排名前 10 的机构共发文 177 篇,占总发文量的 31.33%,其中发文量排名前 3 的机构共发文 104 篇,占总发文量的 18.41%,分别是北京市水土保持工作站(共发文 48 篇)、中华人民共和国水利部(共发文 28 篇)与北京市水务局(共发文 28 篇),这 3 所机构的研究主题以水土保持、水利工程与生态清洁小流域建设相关的技术应用、行业指导和政策研究为主。从发文量上看,水行政主管部门、规划设计单位开展的研究相较于其他研究机构更具有优势,高校与科研院所占比稍低,与生态清洁小流域建设相关的理论研究、试验研究偏弱。并且从论文内容所指研究区域看,基本都位于中国北方土石山区,这与 2003 年北京市在全国率先开展生态清洁小流域建设的实

践密切相关。此外,从图 3 中 2004–2020 年中国各省(市、区)的相关发文量看,北京市(181 篇)、山东省(27 篇)、河北省(21 篇)、陕西省(21 篇)、河南省(20 篇)、辽宁省(20 篇)、山西省(16 篇)、甘肃省(13 篇)等北方地区占比较大,其发文量之和占总发文量的 56.46%,南方地区的研究成果主要分布在江西省(23 篇)、浙江省(20 篇)、江苏省(16 篇)、云南省(14 篇)等省份(图 3)。综上可知,目前中国关于生态清洁小流域的研究主要集中在北方地区,这与中国生态清洁小流域建设从 2006 年启动试点工程到面上推进的建设实践历程基本吻合。随着建设理念和技术路线日臻成熟,在水利部、地方各级政府和水利水保部门的大力推动下,生态清洁小流域建设在全国得到积极推动,开展相关研究的行政区域也逐年增加(图 4),尤其在 2008 年之后的扩展较为显著。

表 2 生态清洁小流域发文量排名前 10 位的研究机构及研究主题

Table 2 Top ten organizations ranked by the number of publications in small eco-clean watershed and the themes

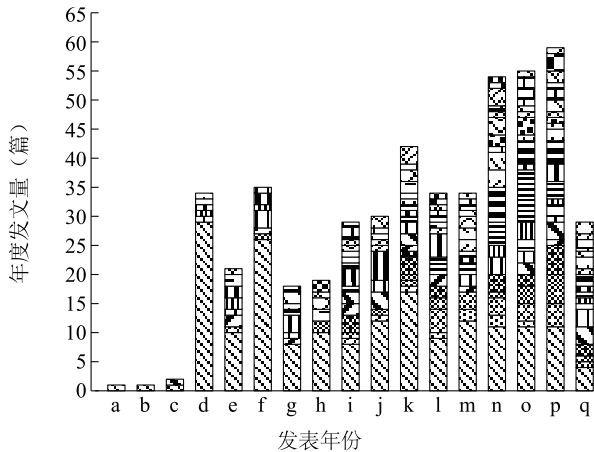
研究机构	发文量 (篇)	主要研究主题
北京市水土保持工作站	48	小流域治理、分类分级、三道防线、水体修复、水污染防治、河道整治、措施配置、生态修复、工程质量、建后管理
中华人民共和国水利部	28	小流域综合治理、水源地保护、水土流失与面源污染、生态清洁、管理方式、顶层设计、技术标准、试点建设
北京市水务局	28	水源保护、美丽乡村、三道防线、生态治理、设计理念、技术模式、流域管理
北京市水科学技术研究院	21	水资源、河流生态修复、水土保持、山区沟道、三道防线、技术措施、可持续发展
江西省水土保持科学研究院	17	分类分级、水土保持、水土流失、工程设计、治理模式
密云县水土保持工作站	9	治理模式、建设成效、评价方法、影响因素、可持续发展
北京林业大学	9	小流域综合治理、规划设计、三道防线、生态文明、数值模拟、水资源、水生态环境监测
北京市延庆县水土保持工作站	6	小流域、水土保持、水源地保护、建设成效
北京市房山区水务局	6	地下水、水资源、节水灌溉、再生水厂、水土保持
中国科学院	5	生态治理模式、评估指标、综合评价、技术体系



a:北京市;b:山东省;c:江西省;d:河北省;e:陕西省;f:河南省;  
g:辽宁省;h:浙江省;i:山西省;j:江苏省;k:云南省;l:甘肃省;  
m:湖北省;n:福建省;o:湖南省;p:黑龙江省;q:广东省;r:贵州省;  
s:四川省;t:重庆市;u:安徽省;v:内蒙古自治区;w:广西壮族自治区;  
x:宁夏回族自治区;y:天津市;z:海南省;a<sub>1</sub>:吉林省;  
b<sub>1</sub>:青海省;c<sub>1</sub>:西藏自治区;d<sub>1</sub>:新疆维吾尔自治区;e<sub>1</sub>:中国澳门;  
f<sub>1</sub>:上海市;g<sub>1</sub>:中国台湾;h<sub>1</sub>:中国香港。

图3 中国各地区2004-2020年累计发文量

Fig.3 Cumulative publications of domestic regions from 2004 to 2020



北京市;天津市;上海市;重庆市;河北省;  
山西省;辽宁省;吉林省;黑龙江省;江苏省;  
浙江省;安徽省;福建省;江西省;山东省;  
河南省;湖北省;湖南省;广东省;海南省;  
四川省;贵州省;云南省;陕西省;甘肃省;  
青海省;内蒙古自治区;广西壮族自治区;  
西藏自治区;宁夏回族自治区

a:2004年;b:2005年;c:2006年;d:2007年;e:2008年;f:2009年;  
g:2010年;h:2011年;i:2012年;j:2013年;k:2014年;l:2015年;  
m:2016年;n:2017年;o:2018年;p:2019年;q:2020年。

图4 中国各地区2004-2020年年度发文量

Fig.4 Annual publications of domestic regions from 2004 to 2020

## 2.3 生态清洁小流域的文献计量图谱分析

2.3.1 生态清洁小流域的作者合作共现分析 选取发文量位居前50名的作者进行统计,用

CiteSpace制作2004-2020年生态清洁小流域研究作者的共现图谱。

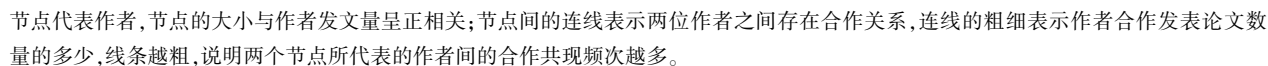
以作者间的合作关系作为节点间的联系,共得到92个网络节点、130条网络联系,网络密度为0.0311。结合图5中节点大小及连线数量可以看出,叶芝茵、常国梁、段淑怀发文量较多,与其他作者的合作频次较高,除此以外,吴敬东、李西民、化相国等作者的发文量也较多,论文合著情况也较多。上述结果与表1中核心作者的发文情况相吻合,尽管目前已经出现小范围的作者合著情况,但是从总体上看,研究生态清洁小流域的作者整体合作度较低,尚未广泛形成稳定且高水平的合著群体。

### 2.3.2 生态清洁小流域主要研究主题与热点领域

对关键词构建共现知识图谱,以展示各个关键词之间的共现关系,总结出相关热点研究主题。如图6所示,本研究共得到“小流域”、“水土保持”、“生态清洁小流域”、“小流域治理”、“乡村振兴”、“生态保护”等10个聚类,其中“小流域”、“生态清洁小流域”、“水土保持”、“小流域治理”的节点较大,与其他节点间的连线较多,是生态清洁小流域的研究热点,表明其与其他研究方向的联系紧密。其余节点间的连线也较为密集,说明生态清洁小流域涉及的研究面较广,各研究方向间的合作度较高。值得一提的是,关于生态清洁小流域评价体系的研究,尽管目前尚未形成单独的聚类,但本研究得到了“综合评价”、“治理评价”、“可拓评价模型”、“效益评价”、“评价框架体系”等关键词,在生态清洁小流域的研究中,这些关键词的意义也不可忽略。

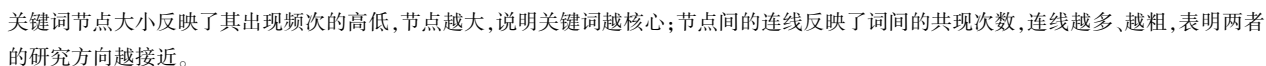
2.3.3 生态清洁小流域未来的研究方向 生态清洁小流域作为创新型流域治理的建设方案,在其发展过程中也在不断进行方法的改进与内容的改善,结合关键词聚类结果及研究趋势知识图谱(图7),得出如下生态清洁小流域的未来研究方向:(1)构建更加完善的生态清洁小流域评价体系,不断丰富评价内容,使用创新型评价模型。从图7可以看出,2004-2013年关于生态清洁小流域的评价较少,2014-2020年关于评价体系的研究不断增多,如2016年出现的“生态敏感性评价模型”、2017年出现的“可拓评价模型”、2018年出现的“治理评价”及2019年出现的“综合评价”等关键词。当前生态清洁小流域评价体系采用定性与定量相结合的方法,在构建评价指标时,根据递阶层次结构,将指标





**Fig.5 Cooperative map of authors of small eco-clean watershed from 2004 to 2020**

(AnnAGNPS 模型)、Invest 模型的使用以及“新常态”、“山水林田湖草”生命共同体等理念的引入,为生态清洁小流域的建设提供了创新思路。未来生态清洁小流域的发展要更加注重创新型技术,特别是智能信息技术如自动化监测技术、数字化管理技术、无人机航拍测绘技术、物联网技术的应用<sup>[26-28]</sup>,同时结合时代背景注入新的发展理念,使生态清洁小流域发展不断焕发新的生机。此外,目前人居环境建设重点在基础设施改造,对乡村风貌的保护、山地景观优化、环境友好农业的发展缺乏系统全面的设计,存在乡村发展盲目模仿城市的现象,加重了流域局部资源环境的承载压力,今后需要根据流域的地形条件和环境本底,考虑流域空间功能优化与环境协同的综合规划。(3)构建水土流失与面源污染耦合控制技术体系,优化措施配置,完善监管政策机



**Fig.6 Co-occurrence netview of key words about small eco-clean watershed**

带动流域内经济发展,将生态清洁小流域建设与流域整治、农村基础设施建设、美丽乡村建设有机结合,不断实现乡村振兴。在今后的研究中,应加强生态清洁小流域建设与农村经济发展之间的联系,将生态效益与经济效益相结合,筛选适合农村劳动力和资源环境条件的品种与种养模式,发展生态农业,为乡村振兴提供新的发展模式。

### 3 结 论

根据对生态清洁小流域研究的文献进行计量分析,得出该研究领域具有以下特点与趋势:(1)自2004年发表第1篇关于生态清洁小流域的论文以来,生态清洁小流域的建设与发展受到社会各界的关注,17年间相关有效文献数量为565篇,发文量整体呈上升趋势。从整个研究进展来看,生态清洁小流域研究的相关文献数量仍偏少,研究关注度还需继续加强。(2)本研究通过统计得出,核心作者共28位,其发文量约占总发文量的35.75%,在生态





图7 生态清洁小流域研究趋势知识图谱

Fig.7 Knowledge map of research trends of small eco-clean watershed

清洁小流域研究中尚未形成稳定的核心作者群。叶芝茵、段淑怀、常国梁出现的频次较多,在该研究领域的活跃度较高,与其他作者间的合作较密切。同时,共有384个研究机构参与论文发表,其中北京市水土保持工作总站的发文量最多,但各机构整体发文量较少,各研究力量还需进一步提升。(3)作者合作共现图谱中网络密度为0.031 1,可见大多数作者间的合作度较低,未能广泛形成稳定且产学研相结合的合著群体,今后需加强引导作者间的合作,集思广益,从而促进生态清洁小流域的建设与发展。(4)由关键词网络共现可视化图可知,生态清洁小流域的研究重点集中在治理模式、技术措施、治理分区上。未来生态清洁小流域评价体系应充分贴合实际情况,采用准确性较高的指标权重确定方法(如客观赋值法)将效益内涵纳入评价体系中,并建立复合型评价方法,从而制定更加全面的评价体系;加强新方法、新技术如ArcGIS、自动化监测技术、数字化管理技术、3S(遥感技术、地理信息系统、全球定位系统)等的应用,同时与乡村振兴、精准扶贫等国家发展战略相结合,以促进农村经济的发展,实现生

态清洁小流域经济的良性循环。

#### 参考文献:

- [1] 李双喜,姬俊虎,龚旭昇. 丹江口库区生态清洁小流域建设思考[J]. 人民长江, 2020, 51(8): 67-70, 122.
- [2] 王利军,孟繁斌,王艳梅,等. 北京市生态清洁小流域投资指标测算研究[J]. 水利规划与设计, 2020(9): 146-151, 166.
- [3] 王震洪,段昌群,张世彪. 从生态经济论小流域及小流域综合治理[J]. 生态经济, 1997(6): 22-26.
- [4] 李建华,袁利,于兴修,等. 生态清洁小流域建设现状与研究展望[J]. 中国水土保持, 2012(6): 11-13.
- [5] 蒲朝勇,高媛. 生态清洁小流域建设现状与展望[J]. 中国水土保持, 2015(6): 7-10.
- [6] 李璐,朱惇,杨伟,等. 丹江口库区小流域综合治理效益评价[J]. 人民长江, 2017, 48(20): 16-20.
- [7] 陈兴毅,李全洲. 涪陵县石门沟小流域水土流失持续治理成效及启示[J]. 中国水土保持, 2019(7): 11-13.
- [8] 闫建梅,田太强,卢阳,等. 重庆市生态清洁小流域(重要水源地)建设体系研究[J]. 中国水土保持, 2018(11): 6-9.
- [9] 张磊,郑委. 生态清洁小流域主要评价指标研究[J]. 中国水土保持, 2017(12): 23-26, 75.
- [10] 付绍平. 生态清洁型小流域水土保持综合治理措施分析[J]. 水利科学与寒区工程, 2018, 1(3): 41-43.
- [11] 柳林夏. 新常态下生态清洁小流域建设与思考[J]. 中国水土

- 保持,2016(3):28-31.
- [12] 张玲玲,巩 杰,张 影. 基于文献计量分析的生态系统服务研究现状及热点[J].生态学报,2016,36(18):5967-5977.
- [13] 付瑞玉,苏宏新,张忠华,等. 中国森林生物多样性监测网络(CForBio)的研究态势与热点:基于文献计量分析[J].生物多样性,2018,26(12):1255-1267.
- [14] 范广兵. 利用 Endnote 文献管理软件助力地理学研究[J].地理学报,2013,68(1):140-142.
- [15] 胡志毅,管陈雷,杨天昊,等. 中国旅游生态足迹研究进展可视化分析[J].生态学报,2020,40(2):738-747.
- [16] 严 康,汪海珍,楼 骏,等. 基于 Web of Science 对土传病害研究现状和趋势的计量分析[J].土壤学报,2020,57(3):680-690.
- [17] CHEN C M, HU Z G, LIU S B, et al. Emerging trends in regenerative medicine: a scientometric analysis in CiteSpace[J]. Expert Opinion on Biological Therapy, 2012, 12(5): 593-608.
- [18] CHEN C M. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J]. Journal of the American Society for Information Science & Technology, 2006, 57(3): 359-377.
- [19] 钱 妤,王希挺,陈欣然,等. 基于文献计量的中国水产养殖技术研究态势分析[J].农学学报,2019,9(12):43-53.
- [20] 耿庆斋,程晓陶,张伟兵.《水利学报》1956-2018 年学术论文文献计量学分析[J].水利学报,2019,50(10):1268-1281.
- [21] 赵 辉. 改革开放 40 年来民族音乐教育研究的文献计量分析[J].辽宁师范大学学报(自然科学版),2019,42(2):279-288.
- [22] 万洪秀,吴 昊,郭 娅. 基于文献计量的长江洪水研究态势分析[J].长江科学院院报,2019,36(7):153-158.
- [23] 周美多,段 纯,方红力. 对我国 1995-2017 年妇幼保健服务相关研究的述评与趋势预判——基于文献计量的研究[J].电子科技大学学报(社会科学版),2019,21(5):16-22.
- [24] 王 耕,周腾禹. 基于文献计量分析的区域生态安全研究热点与趋势[J].生态学报,2019,39(18):6950-6957.
- [25] 肖娟花,于兴修,马方正,等. 生态清洁小流域综合效益评价研究进展[J].中国水土保持,2020(3):62-65.
- [26] 陶惠林,冯海宽,徐良骥,等. 基于无人机高光谱遥感数据的冬小麦生物量估算[J].江苏农业学报,2020,36(5):1154-1162.
- [27] 龙 华,姚裔虎,刘 凯. 农业物联网技术发展程度的实证分析[J].江苏农业科学,2019,47(3):177-182.
- [28] 孙云云,江朝晖,董 伟,等. 基于卷积神经网络和小样本的茶树病害图像识别[J].江苏农业学报,2019,35(1):48-55.

(责任编辑:徐 艳)