

引用格式:耿翔燕,李文轩. 中国流域生态补偿研究热点及趋势展望[J]. 资源科学, 2022, 44(10): 2153-2163. [Geng X Y, Li W X. Hotspots and trends of watershed ecological compensation research in China[J]. Resources Science, 2022, 44(10): 2153-2163.] DOI: 10.18402/resci.2022.10.16

# 中国流域生态补偿研究热点及趋势展望

耿翔燕, 李文轩

(山东财经大学经济学院, 济南 250014)

**摘要:**健全流域生态补偿机制建设,提升生态保护者的积极性是新时代水生态环境保护的重要任务。本文采用归纳法和文献计量法,运用CiteSpace软件对2004—2022年的614篇中国流域生态补偿相关的中英文文献进行分析。结果表明:①从时间维度看,依据关键词共现强度和实践政策变化,中国流域生态补偿研究可划分为初步探索(2004—2011年)、快速发展(2012—2016年)和拓展深化(2017—2022年)3个演变阶段;从空间特征看,研究主体呈现出由流域局部到整体、从省内到跨省流域研究的趋势;从研究机构看,文章发表单位类型和数量逐年增多,主要集中在农林水利类院校,各机构间的合作研究较少。②从研究内容看,内涵与功能、补偿意愿、补偿机制、补偿标准、补偿模式与实践先后成为流域生态补偿的研究热点。未来研究应加强各机构间的合作交流,在多功能协同的补偿机制建设、市场化多元化补偿形式探索、科学化差异化补偿标准测算、综合成效评估等方面进一步深化研究,以不断健全流域生态补偿的研究体系,促进流域生态补偿的顺利开展。

**关键词:**流域生态补偿;研究热点;趋势展望;关键词分析;CiteSpace;中国

DOI: 10.18402/resci.2022.10.16

## 1 引言

流域生态补偿是以水资源为核心,推动流域生态保护与经济发展协同共进的有效制度安排<sup>[1]</sup>。流域上下游既面临着发展经济的重任,又要遵守提升生态服务价值的要求。因此,如何完善流域生态补偿机制、促进流域绿色发展、实现人与自然和谐共生是当前急需解决的重大问题。

流域是生态补偿机制应用最广、发展最快的特色领域之一<sup>[2]</sup>。进入21世纪以来,一系列的相关政策和改革试点相继实施。国家“十二五”“十三五”“十四五”规划、国务院政府工作要点、环境保护系列规划中都多次提及建立流域生态补偿的重要性。2012年,中国首个跨省流域生态补偿机制在新安江正式试点实施。随后,闽江、九洲江、东江、子牙河、太湖、赤水河等多个流域也先后开展生态补偿试点。

学者们围绕流域生态补偿作了大量研究,但多是针对某个特定流域的案例研究,或是从理论视角阐述流域生态补偿机制的构建,系统梳理流域生态补偿文献、计量分析流域生态补偿演进规律的研究还较为缺乏。部分文献综述类的研究也多局限于对中文文章发表数量、作者单位等基本特征的分析<sup>[3]</sup>,对综合凝练流域生态补偿理论实践核心内容的研究还有待扩充。新发展阶段下,流域生态补偿在各地陆续展开,受到各界广泛关注。为更全面详细地了解中国流域生态补偿的研究与实践进展,本文以中国知网(CNKI)和Web of Science核心合集为数据平台,运用文献归纳法和CiteSpace软件定性定量分析相关研究成果,回顾流域生态补偿的发展脉络,归纳演变特征,提炼主要研究热点并展望未来发展方向,以期为流域生态补偿机制的完善优化和实践探索提供建议与参考。

收稿日期:2022-06-07;修订日期:2022-09-21

基金项目:国家社会科学基金青年项目(20CJL008);山东省社会科学规划研究专项项目(19CJL008)。

作者简介:耿翔燕,女,山东茌平人,博士,副教授,硕士生导师,主要研究方向为资源环境与经济政策。E-mail: gengxiangyan2009@163.com

通讯作者:李文轩,女,山东济南人,硕士研究生,研究方向为流域生态补偿。E-mail: lwx\_forever@163.com

## 2 数据来源及研究方法

### 2.1 数据来源

为客观全面地对中国流域生态补偿研究进行分析,本文综合梳理了相关的中英文文献。其中,中文文献以中国知网(CNKI)学术文献总库为检索数据库,检索主题词为“流域生态补偿”,文章类别为“期刊论文”,来源类别为“SCI来源期刊”“EI来源期刊”“北大核心”“CSSCI”“CSCD”,时间范围为2004年1月(CNKI中最早可查到且符合筛选要求的文献出现于2004年)至2022年3月(后文以“2022年”表示该3个月),基于上述检索步骤得到627篇文献。通过归纳整理,剔除无作者文献、会议论文、与流域生态补偿关联度不大的文献,最终获得540篇中文文献作为研究样本。英文文献以Web of Science核心合集为检索数据库,分别以“water environmental function service fee”“basin ecological compensation”为主题词,文献类型为“article”,语种为“English”,时间范围同中文文献一致,共检索到157篇文献,剔除国外流域研究、会议论文等无关条目,共获得74篇英文文献作为研究样本。

### 2.2 研究方法

本文通过运用文献计量法和文献归纳法,全面梳理分析中国流域生态补偿的发展特征与研究热点,并通过CiteSpace软件进行可视化表达。CiteSpace是近年来在文献计量中最具特色和影响

力的一款知识可视化分析工具,可以将某一学科或领域一定时期内的研究热点及趋势演化展现在图谱上<sup>[4]</sup>。

本文使用CiteSpace 5.8.R3软件对中文文献进行关键词共现分析,绘制相应的知识共现图谱。因英文文献样本数量较少,无法有效使用CiteSpace软件进行计量分析,故英文文献主要采用归纳法进行定性分析。

## 3 流域生态补偿研究演化过程

利用CiteSpace绘制关键词共现时区图,直观展示流域生态补偿的研究热点及动态。从时间和空间两个维度分析中国流域生态补偿的发展特征,有助于全面了解流域生态补偿的演进规律和趋势。

### 3.1 时间维度分析

从时间发展特征看,依据研究内容的关键词共现强度,结合国家相关重点政策的引导呼吁,中国流域生态补偿的研究大致可划分为3个演变阶段,分别为2004—2011年、2012—2016年和2017—2022年(图1)。

第一阶段(2004—2011年):初步探索阶段。长期不合理的使用导致水污染问题日益突显,严重威胁着流域的生态安全,流域上下游间存在生态经济效益冲突,难以协调。早在1996年就有学者对流域生态补偿进行研究,但之后陷入停滞,直至2004年相关研究才逐年增多,且开始出现在核心期刊上。

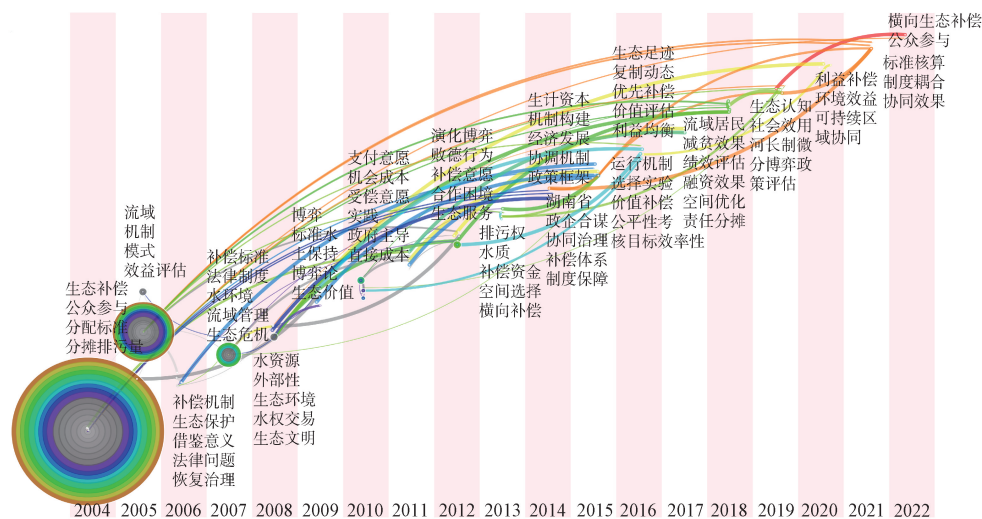


图1 2004—2022年基于研究内容的中文文献关键词共现图

Figure 1 Keywords co-occurrence graph of Chinese literature based on research content, 2004-2022

2022年10月

2005年生态补偿首次被纳入“十一五”规划,如何建立有效的生态补偿机制将水污染外部性“内部化”、促进“绿水青山”向“金山银山”转化成为重要议题。因此,这一阶段主要围绕流域生态补偿对水环境的恢复治理作用、机制构建、相关利益主体博弈、受偿意愿、支付意愿等主题展开研究,为后续研究奠定了坚实的理论基础。

第二阶段(2012—2016年):快速发展阶段。2012年全国首个跨省流域生态补偿机制试点在新安江先行探索,随后九洲江、东江等多个流域相继建立实施。国家也先后出台“水十条”、《关于健全生态保护补偿机制的意见》《关于加快建立流域上下游横向生态保护补偿机制的指导意见》等多个相关政策文件,对流域生态补偿机制进行了规范。政策的引导及实践的强烈需求促使这一阶段关于流域生态补偿机制的研究进入快速发展时期,研究内容进一步细化,研究方法更加多元,主要围绕着流域生态补偿的政策框架、补偿体系、横向补偿、补偿标准、价值评估等内容进行分析,研究成果对实践的指导意义逐渐增强。同时,随着流域生态补偿实践的不断深入,学者们开始在国际期刊上对中国流域生态补偿机制的构建及关键环节发表观点(表1)。

表1 2012—2016年流域生态补偿英文文献主要关键词

Table 1 Keywords of English literature on watershed ecological compensation, 2012-2016

主要关键词	主要研究内容
China, ecosystem service, river basin, ecological compensation standard	构建污染物总量分配模型,考虑居民支付意愿及支付水平,对中国流域开展生态补偿标准的计算 <sup>[5,6]</sup>

第三阶段(2017—2022年):拓展深化阶段。党的十九大报告明确提出要“建立市场化、多元化生态补偿机制”,2018年国家发改委等9部门联合印发《建立市场化、多元化生态保护补偿机制行动计划》,为流域生态补偿机制研究提供了新方向。同时,2018年《关于建立健全长江经济带生态补偿与保护长效机制的指导意见》、2020年《支持引导黄河全流域建立横向生态补偿机制试点实施方案》以及2021年《关于深化生态保护补偿制度改革的意见》的制定,引导流域生态补偿研究更加多元化。流域居民生态认知,利益主体博弈,减贫效果,政策评

估,多元化补偿模式,以及着眼于区域协同、可持续发展功能的流域生态补偿运行机制分析成为这一阶段的研究热点。同期,围绕流域居民参与意愿、利益主体博弈、补偿效果等热点话题,相关研究成果在国际期刊上的发文量显著增多,表2展示了这期间英文文献的主要关键词及研究内容。

表2 2017—2022年流域生态补偿英文文献主要关键词

Table 2 Key words of English literature on watershed ecological compensation, 2017-2022

主要关键词	主要研究内容
payment, management, willingness to pay, standard, impact, policy effect, water quality, watershed ecological compensation	通过调查流域居民支付意愿,了解居民生态认知 <sup>[7]</sup> ;探索流域上下游博弈关系以找出最优均衡 <sup>[8]</sup> ;对于已经实施生态补偿的流域,从经济发展、水质改善、上下游区域发展等方面分析效果 <sup>[9,10]</sup>

### 3.2 空间维度分析

依据中文文献的研究内容,绘制研究区域的关键词共现知识图谱(图2),可以看到流域生态补偿研究的空间发展趋势。再结合英文文献的研究区域演变,可认为流域生态补偿的研究区域呈现出“局部到整体”“省内至跨省”的特征。

(1)研究范围从水源地地逐渐扩展为整个流域。上游水源地在维护流域生态安全中发挥重要作用,常需要作出减缓经济发展的牺牲。因此,为有效调动水源地保护生态的积极性,早期研究多以京津水源地、东江水源地、太湖等为分析对象,探讨水源地生态补偿机制的构建及运行<sup>[11]</sup>。随着研究的不断深入和实践需求,生态补偿的实施不仅要考虑上游的受偿意愿,也要兼顾下游的支付能力,因此,研究范围逐渐扩至整个流域。

(2)空间尺度从省内小流域逐渐转为跨省大流域。流域生态补偿提出后,考虑到相关数据的可获取性和机制运行的复杂性,前期研究空间主要集中在福建省闽江、江苏省太湖、河北省子牙河、江西省鄱阳湖、辽宁省辽河等省内小流域。随着实践的不断深入,特别是2012年新安江流域生态补偿的试点实施后,跨赣粤两省的东江流域、跨桂粤两省的九洲江流域、跨陕甘两省的渭河流域、跨云贵川三省的赤水河流域等成为重点研究对象。长江经济带发展、黄河流域生态保护和高质量发展等上升为国家重大发展战略后,长江、黄河等跨多省流域逐渐



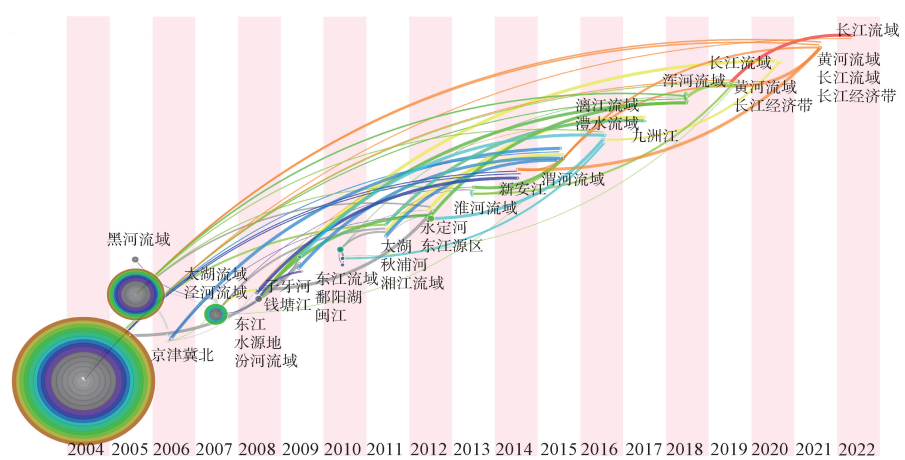


图2 2004—2022年基于研究区域的中文文献关键词共现图

Figure 2 Keywords co-occurrence graph of Chinese literature based on study area, 2004-2022

成为研究热点区域。

3.3 发文机构维度分析

利用CiteSpace软件,结合文献归纳,对614篇中英文文献的发文机构进行分析,了解发文机构对流域生态补偿领域的研究状态和演变趋势(图3、表3)。

从图3的每年发文机构数量看,大致呈现出逐年波动增长的趋势(2022年统计时间较短,忽略不计)。对流域生态补偿研究最早的机构为西北农林科技大学、南京信息工程大学等,随后北京师范大学、河海大学、中国环境规划院等相继展开研究,研究机构呈现出多量化、多元化的趋势特点。从表3的发文频次上看,流域生态补偿的研究主要集中在

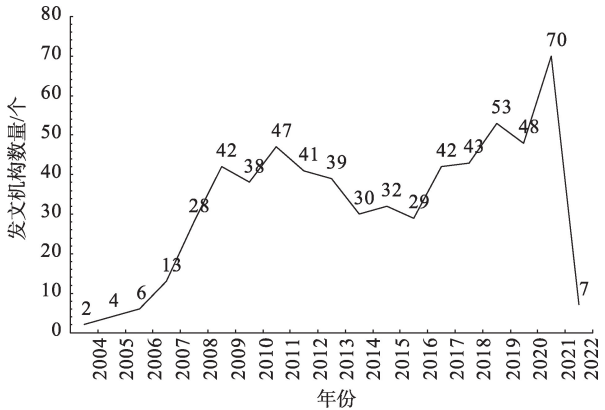


图3 2004—2022年发文机构数量统计

Figure 3 Annual number of publishing institutions, 2004-2022

表3 2004—2022年流域生态补偿研究发文频次前24名的机构

Table 3 Top 24 institutions of river basin ecological compensation research, 2004-2022

序号	频次	机构	序号	频次	机构
1	24	河海大学	13	7	大连理工大学
2	21	中国科学院	14	7	广西大学
3	16	山东农业大学	15	7	环境保护部环境规划院
4	12	西北工业大学	16	7	生态环境部环境规划院
5	12	中国水利水电科学研究院	17	7	中国人民大学
6	10	郑州大学	18	6	长江科学院科研计划处
7	10	中国地质大学	19	6	池州学院
8	8	南京信息工程大学	20	6	重庆大学
9	8	武汉大学	21	6	福建师范大学
10	7	北京大学	22	6	江西财经大学
11	7	北京师范大学	23	6	昆明理工大学
12	7	长安大学	24	6	西安理工大学

注: 数据分析采用了第一作者所在机构, 其中同频次的科研机构以首字母排序, 以此类推。



2022年10月

高校,特别是农林水利类高校,其次分布于研究院、规划院等机构。

通过 CiteSpace 软件绘制各研究机构的合作网络图谱(图4)。研究机构间的连线颜色越深,代表近期合作关系越密切。从图4可以知,部分发文机构之间存在一定的合作关系,但总体来看,各发文机构间合作强度不大,合作对象主要为类似学科,其原因很可能是原有师生或团队关系的作者去了不同机构后的合作。更多的发文机构间合作交流为

零,跨区域、跨学科、跨机构的研究交流亟待提升。

#### 4 流域生态补偿研究热点分析

根据关键词之间的关联强度和共现关系,运用 CiteSpace 软件将关键词进行聚类分析,绘制关键词网络共现知识图谱(图5)。整合相近词汇,同时咨询专家建议,提炼该领域的母聚类词及其子类。按照研究内容及演化顺序,流域生态补偿的研究热点主要包括:内涵与功能(#2 流域、#6 外部性)、补偿意愿(#0 生态补偿、#4 影响因素)、补偿机制(#1 水资

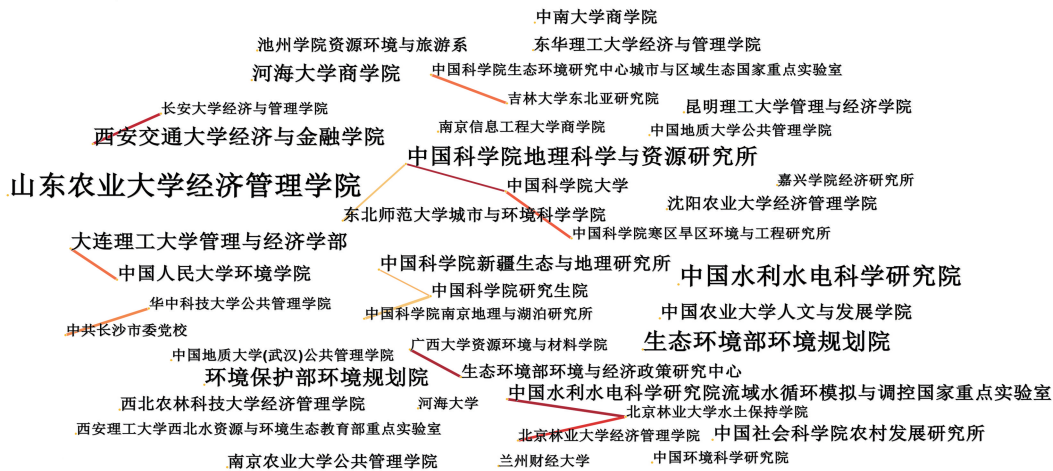


图4 研究机构合作网络图谱

Figure 4 Network map of cooperative research institutions



图5 研究热点聚类分析图

Figure 5 Cluster map of co-occurrence keywords on the research hotspot

源、#8补偿机制)、补偿标准(#3补偿标准、#7生态足迹)、补偿模式与实践(#5漓江流域、#9水源地)等。

#### 4.1 内涵与功能

(1)概念内涵。流域是指由分水线包围形成的集水区域。流域生态补偿最初起源于国外,在国外更多被称为流域生态系统服务付费,中国自20世纪90年代开始引入并得到快速发展。关于流域生态补偿的概念内涵,学者们从环境经济、流域管理、法学等多视角进行了探讨<sup>[12]</sup>,尚未形成统一。从本质看,流域生态补偿就是将生态保护的外部性内部化。具体来说,流域生态补偿是一种经济激励手段,通过资金、项目等多种形式,让水资源利用获益者补偿生态保护者,从而实现生态保护与经济发展的协同<sup>[13]</sup>。

(2)功能特点。流域生态补偿最初是为了解决水资源污染、维护生态系统而产生的机制,因此,其直接功能体现为激励生态保护者、约束生态破坏行为<sup>[14]</sup>。流域生态补偿的对象多为上游地区,其经济发展较为落后,生态补偿的开展有助于改善当地经济条件,因此,很多学者提出流域生态补偿具有一定的减贫功能<sup>[15]</sup>。流域范围涉及多个行政区划,生态补偿的开展对于流域各地区具有重要影响。特别是随着长江、黄河等跨省大流域生态补偿的实施,流域生态补偿在促进区域协调发展、推进共同富裕等方面的作用开始受到关注与重视<sup>[16]</sup>。

#### 4.2 补偿意愿

(1)支付意愿及影响因素。了解与测度居民的支付意愿是建立科学流域生态补偿机制的重要前提。根据实地调研结果,居民收入水平、受教育水平、生态环境感知等对支付意愿产生正向影响,支付金额、产权清晰度、居民偏好等对支付意愿产生负向影响<sup>[17]</sup>。居民的支付意愿还存在城镇与乡村、移民与原住民的异质性<sup>[18,19]</sup>。

(2)受偿意愿及影响因素。受偿意愿指居民提供生态效益后愿意接受的补偿额。家庭人数、受教育程度、收入、工作稳定性、流域居民的迁移倾向对受偿意愿具有显著影响<sup>[20]</sup>。流域生态补偿的制定不仅要顾及居民的支付意愿,也要充分考虑居民的受偿意愿,这样才能调动居民参与生态保护的积极性,保障生态补偿实施效率<sup>[21]</sup>。

(3)参与意愿与行为。居民在流域生态补偿中

的有效参与是提升补偿效率的重要因素。在实际补偿中,居民的参与意愿与行为基本一致,下游居民的补偿意愿对全流域参与行为有更强的引导作用<sup>[22]</sup>。教育层次、家庭劳动力比例、生态认知水平的提高会促使流域居民积极主动参与补偿<sup>[23]</sup>。如何更好地提高居民参与意愿,保障其意愿与行为的一致性未来研究需要关注的重点。

#### 4.3 补偿机制

(1)机制构建。生态补偿机制对流域上下游地区经济与环境协调发展具有重要意义<sup>[1,24]</sup>。通常,流域生态补偿机制的构建以流域水污染防治和生态安全为目标,以政府部门的财政转移支付为主要方式,以水质水量的达标检测为考核指标。构建过程中需要注意明晰流域内生态资源产权、做好补偿主客体的划分、制定科学的补偿标准、强化补偿资金监管、完善监督考核等事项<sup>[11]</sup>。相对而言,跨省流域比省内小流域的生态补偿机制构建更为复杂。

(2)配套机制。流域生态补偿的构建需要在政策、法律、管理等方面建立完善的配套保障机制。相关部门应加大政策宣传及环保知识普及力度<sup>[20]</sup>,充分发挥群众层面的监督功能。同步加快推进流域生态补偿的专门性立法工作,明晰产权和责任界定,以法律强制力保证补偿效率<sup>[25]</sup>。同时需要建立权责统一的流域生态补偿责任机制,将相关指标纳入行政管理考核体系<sup>[26]</sup>,拓宽资金来源,提高补偿资金的使用效率<sup>[27]</sup>。

#### 4.4 补偿标准

(1)研究方法 with 依据。补偿标准的实质是补多少才能有效协调利益关系,激发保护者积极性<sup>[28]</sup>。学术界采用机会成本法、条件价值评估法(CVM)、重置成本法、生态系统服务价值法等多种方法对流域生态补偿标准测定进行了研究(表4),为流域生态补偿数额的合理界定提供了参考依据。补偿标准的测算依据主要有以下3个方面:

依据流域居民意愿予以补偿。支付意愿及受偿意愿的测算多采用条件价值评估法(CVM),通过问卷调查和入户走访实现。选择实验法(CE)则多用于探究居民之间的意愿差异<sup>[18,29]</sup>。意愿调查更贴近居民微观需求,突出了补偿机制的人性化特点,但此类方法的测算易受居民主观情绪影响,且调查成本较高,不适宜在大流域、跨省流域内使用<sup>[30]</sup>。

表4 补偿标准的研究依据与方法

Table 4 Bases and methods of compensation standard research

研究依据	方法举例	优势	劣势	代表文献
居民意愿调查	条件价值评估法(CVM)、选择实验法(CE)	更贴近居民微观需求	易受居民主观情绪影响,调查成本较高	[21,29,30]
成本分析	机会成本法、重置成本法、污染损失法	计算方法较为简单且相对客观,促进社会参与	成本的选择与确定存在不确定性	[31-33]
生态系统服务价值	生态系统服务价值法	较为准确反映某生态系统服务对社会的贡献	价值评估易受地理、人文因素影响	[34]

依据成本予以补偿。成本分析主要包括发展的机会成本、重置成本、直接损失成本等,是实际中应用较多的测算依据。机会成本是指因生态保护而受到限制或被迫放弃的经济损失<sup>[31]</sup>。重置成本指将被污染水资源还原为达标水资源所付出的成本<sup>[32]</sup>。直接损失成本指因水污染造成的经济损失成本<sup>[33]</sup>。成本分析计算方法较为简单且相对客观,常作为补偿标准的下限,但成本的选择存在不确定性。

依据生态系统服务价值予以补偿。生态系统服务的核算主要是指对生态保护产生的水土保持、水源涵养、气候调节、生物多样性保护等生态系统服务的价值进行评估<sup>[34]</sup>。同一生态系统服务类型可能有多种价值评估方法,需要根据实际做好方法选择<sup>[35]</sup>。生态系统服务价值的计算数额较高,常作为补偿标准的上限。

(2)差异化、综合化、动态化。流域生态补偿标准的计算结果应随着区域空间、经济状况、生态基础的不同而有所调整,体现出差异化和综合化。同时,要突出环境保护短期与长期的动态化<sup>[36]</sup>,如短期为实现“污染水”到“达标水”的转变,可采用一刀切的补偿标准;中长期为维持“达标水”并做好向“放心水”的目标转变,可采用动态弹性的补偿标准<sup>[37]</sup>。目前关于流域生态补偿标准差异化、动态化的研究多停留在理念阶段,科学合理的补偿标准构建还有进一步研究的空间。

#### 4.5 补偿模式与实践

(1)模式分类。按补偿主体和运行机制的不同,补偿模式可分为政府补偿和市场补偿<sup>[34]</sup>。政府补偿的具体措施包括财政补贴、政策倾斜等,市场补偿表现形式有排污权交易、水权交易等<sup>[38]</sup>。单纯依靠政府参与,会给财政支出带来巨大压力<sup>[39,40]</sup>,且容易受政府机构变动和政策影响,因此需要社会资

本的加入。按补偿内容的不同,补偿模式可分为资金补偿、智力补偿、实物补偿、政策补偿、项目补偿等<sup>[41]</sup>。随着新发展理念的普及,流域生态共建共享模式有助于实现流域共担环保责任、共享环保成果<sup>[41,42]</sup>。目前具体应用主要以政府补偿、资金补偿为主,市场补偿较少。为更好地提升相关利益主体的参与感,保障其基本权益,市场化、多元化补偿模式的研究探索成为必然趋势。

(2)实践应用。流域生态补偿的应用最初主要在水源地,随后范围扩至整个流域。新安江、东江、闽江、湘江、漓江、赤水河、秋浦河等流域相继实施,有效促进了流域生态环境恢复<sup>[43-46]</sup>,但生态与经济的协同发展还有待提升。随着实践范围的不断扩大,有关流域生态补偿的绩效评估研究逐渐增多,呈现出由定性向定量分析过渡的趋势,但对补偿的综合性效益、时空效果的研究较少。

## 5 结论与研究展望

### 5.1 结论

本文基于文献计量学对流域生态补偿领域研究文献进行可视化分析,并对现有研究演化过程和热点进行梳理,为后续研究提供了全面完整的理论视图。得到结论如下:

(1)从时间维度分析,通过构建关键词共现时区图,结合国家相关政策要求的变化,流域生态补偿的研究可划分为2004—2011年、2012—2016年和2017—2022年3个演化阶段。初步探索阶段,流域生态补偿的概念内涵尚未统一,多侧重于机制构建等理论研究;快速发展阶段,在强烈的实践需求和试点引导下,关于流域生态补偿关键环节完善及案例研究逐渐兴起;2017年至今,为有效解决上下游矛盾、区域一体化发展问题,多元化、市场化、横向化流域生态补偿研究持续高涨,研究主题进一步拓



展深化。从空间特征看,呈现出由局部到整体、由省内到跨省流域研究的趋势。从发文机构演变看,发文机构呈现出多元化趋势,主要集中在农林水利类院校,各机构间的合作较少。

(2)按照研究内容及演化顺序,流域生态补偿的研究热点主要集中在内涵与功能、补偿意愿、补偿机制、补偿标准、补偿模式与实践等方面。研究前期主要侧重于流域生态补偿的内涵界定、补偿意愿及机制框架构建等领域,具体包括概念内涵、功能特点分析、补受偿意愿、参与意愿与行为、机制构建等。之后,重点对补偿标准、补偿模式等关键环节进行深入探讨,包括补偿标准制定方法、动态化差异化标准、补偿模式分类等,但尚未形成统一共识,更加科学合理的补偿标准制定、适宜多元的补偿模式需要进一步研究。随着实践应用的不断增多,多个流域的生态环境有所改善,但也存在一些问题。现有流域生态补偿实践尚未充分考虑综合效益的提升,经济、生态、社会的协同发展尚有不足,关于生态补偿的可行性、可持续性和多功能性问题仍需进一步探讨。

## 5.2 研究展望

流域生态补偿发展至今,已成为学术界研究的焦点,研究内容及成果不断丰富,研究热点不断更新和突破。结合上述文献归纳分析及实践现状,未来流域生态补偿应注重以下4个方面问题的研究:

(1)加强对多功能目标协同下的补偿机制研究。流域生态补偿在改善水生态、促进区域协调发展、提高居民福利水平、降碳减排等多个方面具有积极作用。现有研究多以单一的生态补偿改善水生态为分析视角,与新时代背景衔接不够深入。当前中国经济社会正处于变革期,对流域生态补偿机制构建与运行提出了新要求。党的二十大报告提出,要实现“人与自然和谐共生的现代化”“协同推进降碳、减污、扩绿、增长”“扎实推进共同富裕”。未来研究中应积极响应国家发展战略要求,强化中国特色与实际特性,聚焦流域生态补偿在绿色发展、“双碳”目标和共同富裕中的重要作用,探索新时期流域生态补偿的运行机制及功能定位问题。

(2)创新市场化、多元化补偿形式。现有研究在补偿模式、补偿主体等方面作了大量分析,但实践中多以政府为主导、以财政资金为主要方

式,多元化、市场化补偿尚停留在起步阶段,且实践中存在居民参与度低等问题。市场化多元化补偿是未来发展的必然趋势,今后研究中应继续加大对流域生态补偿市场化的探索,创新排污权交易、碳排放权交易、水银行、生态基金等市场方式,充分激发流域居民的参与热情。探索构建政府、企业、居民等流域多元利益主体的协同参与机制,以绿色经济为牵引做好上下游间的区域合作,以产业链为依托深化流域生态保护与其他项目的协同,推进横向与纵向等多元化补偿融合发展。

(3)推动科学化、差异化补偿标准测定。补偿标准是流域生态补偿开展的关键,也是该领域未来研究的重点和难点。现有的补偿标准研究尚未形成统一共识,实践中常存在补偿偏高或偏低等问题。为保障生态补偿的运行效率,今后应加强对补偿标准测算方法和计量模型的创新研究,融合环境经济、空间地理、区域管理等多领域的研究方法,探索通过项目、政策等方式强化国内各机构间的合作与交流,借鉴国外相关研究经验,制定更加科学合理的补偿标准。同时,借助数字化技术创建生态数据库,结合流域空间禀赋的异质性和发展需求的动态性,考察各主体的投入贡献与补偿意愿,推进差异化补偿标准的研究。

(4)深化流域生态补偿成效评价研究。经过30多年的发展,中国流域生态补偿研究已建立起基本框架,但多偏重于机制的前期构建研究,对补偿效果的后期评价研究较少。补偿成效评价是调整优化补偿机制的重要依据。目前全国多个跨省流域及省内流域已开展生态补偿,随着实践的不断深入,对流域生态补偿的成效评价将成为未来研究领域的热点话题。补偿成效评价应结合流域实际,构建科学的评价指标体系,凸显对生态、经济、社会效益的综合考量,客观真实反映生态补偿的作用效果,促进流域均衡、可持续发展。

## 参考文献(References):

- [1] 虞锡君. 构建太湖流域水生态补偿机制探讨[J]. 农业经济问题, 2007, (9): 56-59. [Yu X J. The discussion on the construction of water ecological compensation mechanism in Taihu Lake[J]. Issues in Agricultural Economy, 2007, (9): 56-59.]
- [2] 刘桂环, 王夏晖, 文一惠, 等. 近20年我国生态补偿研究进展与实践模式[J]. 中国环境管理, 2021, 13(5): 109-118. [Liu G H,

2022年10月

- Wang X H, Wen Y H, et al. Research progress, policy evolution and practice of ecological compensation in China in the past 20 years[J]. Chinese Journal of Environmental Management, 2021, 13 (5): 109-118.]
- [3] 赵煜, 王珊. 中国流域生态补偿研究综述[J]. 河南工业大学学报(社会科学版), 2021, 37(5): 9-18. [Zhao Y, Wang S. Summary of research on watershed ecological compensation in China[J]. Journal of Henan University of Technology (Social Science Edition), 2021, 37(5): 9-18.]
- [4] Chen C M. Science mapping: A systematic review of the literature [J]. Journal of Data and Information Science, 2017, 2(2): 1-40.
- [5] Guan X J, Chen M Y, Hu C H. An ecological compensation standard based on energy theory for the Xiao Honghe River Basin[J]. Water Science and Technology, 2015, 71(10): 1463-1470.
- [6] Guan X J, Liu W K, Chen M Y. Study on the ecological compensation standard for river basin water environment based on total pollutants control[J]. Ecological Indicators, 2016, 69(10): 446-452.
- [7] Ren Y S, Lu L, Zhang H M, et al. Residents' willingness to pay for ecosystem services and its influencing factors: A study of the Xin'an River Basin[J]. Journal of Cleaner Production, 2020, DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.122301.
- [8] Jiang K, You D M, Li Z D, et al. A differential game approach to dynamic optimal control strategies for watershed pollution across regional boundaries under eco-compensation criterion[J]. Ecological Indicators, 2019, 105: 229-241.
- [9] Shang H Y, Fan J J, Fan B J, et al. Economic effects of ecological compensation policy in Shiyang River Basin: Empirical research based on DID and RDD models[J]. Sustainability, 2022, DOI: 10.3390/su14052999.
- [10] Wang J J, Zhou J, Zhao Q H, et al. Quantification of eco-compensations based on a bidirectional compensation scheme in a water environment: A case study in the Jiangsu Province, China[J]. Water Policy, 2019, 21(6): 1162-1174.
- [11] 葛颜祥, 梁丽娟, 接玉梅. 水源地生态补偿机制的构建与运作研究[J]. 农业经济问题, 2006, (9): 22-27. [Ge Y X, Liang L J, Jie Y M. Building up a mechanism of ecological compensation for the waterhead region and its operation[J]. Issues in Agricultural Economy, 2006, (9): 22-27.]
- [12] 王军锋, 侯超波. 中国流域生态补偿机制实施框架与补偿模式研究: 基于补偿资金来源的视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(2): 23-29. [Wang J F, Hou C B. Study on implementation framework and compensation pattern of basin ecological compensation mechanism in China: From the perspective of compensation funds source[J]. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(2): 23-29.]
- [13] 郑云辰, 葛颜祥, 接玉梅, 等. 流域多元化生态补偿分析框架: 补偿主体视角[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(7): 131-139. [Zheng Y C, Ge Y X, Jie Y M, et al. Analysis framework of diversified watershed eco-compensation: A perspective of compensation subject[J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(7): 131-139.]
- [14] 王德凡. 内在需求、典型方式与主体功能区生态补偿机制创新[J]. 改革, 2017, (12): 93-101. [Wang D F. Internal demand, typical way and innovation of ecological compensation mechanism in main function area[J]. Reform, 2017, (12): 93-101.]
- [15] 娜仁, 陈艺, 万伦来, 等. 中国典型流域生态补偿财政支出的减贫效应研究: 来自2010-2017年安徽新安江流域的经验数据[J]. 财政研究, 2020, (5): 51-62. [Na R, Chen Y, Wan L L, et al. Research on the poverty reduction effect of fiscal expenditure of ecological compensation in typical river basins of China: Empirical data from Xin'an River Basin, Anhui Province from 2010 to 2017[J]. Public Finance Research, 2020, (5): 51-62.]
- [16] 王慧杰, 毕粉粉, 董战峰. 基于AHP-模糊综合评价法的新安江流域生态补偿政策绩效评估[J]. 生态学报, 2020, 40(20): 7493-7506. [Wang H J, Bi F F, Dong Z F. Evaluation of ecological compensation policy for Xin'an River Basin based on AHP-Fuzzy comprehensive method[J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(20): 7493-7506.]
- [17] 乔旭宁, 杨永菊, 杨德刚. 渭干河流域生态系统服务的支付意愿及影响因素分析[J]. 中国生态农业学报, 2012, 20(9): 1254-1261. [Qiao X N, Yang Y J, Yang D G. Willingness to pay for ecosystem services and influencing factors in Weigan River Basin[J]. Chinese Journal of Eco-Agriculture, 2012, 20(9): 1254-1261.]
- [18] 樊辉, 赵敏娟, 史恒通. 选择实验法视角的生态补偿意愿差异研究: 以石羊河流域为例[J]. 干旱区资源与环境, 2016, 30(10): 65-69. [Fan H, Zhao M J, Shi H T. Difference of willingness to pay for ecological compensation based on the choice experiments method: A case study of Shiyang River Basin[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2016, 30(10): 65-69.]
- [19] 陶建蓉, 赵建彬, 熊国保. 文化接近性、移情与流域生态补偿意愿[J]. 企业经济, 2018, (4): 158-164. [Tao J R, Zhao J B, Xiong G B. Cultural proximity, empathy and basin compensation intention [J]. Enterprise Economy, 2018, (4): 158-164.]
- [20] Li G, Sun F Y, Fu B T, et al. How to promote the public participation in eco-compensation in transboundary river basins? A case from planned behavior perspective[J]. Journal of Cleaner Production, 2021, DOI: 10.1016/j.jclepro.2021.127911.
- [21] 张化楠, 葛颜祥, 接玉梅, 等. 生态认知对流域居民生态补偿参与意愿的影响研究: 基于大汶河的调查数据[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(9): 109-116. [Zhang H N, Ge Y X, Jie Y M, et al. A study on the influence of ecological cognition on river basin residents' willingness to participate in ecological compensation: Based on the survey data from Dawen River Basin[J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(9): 109-116.]
- [22] 倪琪, 张思阳, 刘霁瑶, 等. 公众参与跨区域流域生态补偿的行为研究[J]. 软科学, 2022, 36(5): 109-114. [Ni Q, Zhang S Y, Liu J Y, et al. Research on the behavior of public participation in transboundary watershed eco-compensation[J]. Soft Science, 2022, 36(5): 109-114.]
- [23] 庞洁, 丘水林, 靳乐山. 生态补偿政策对农户湿地保护意愿及行

- 为的影响研究:以鄱阳湖为例[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(12): 2982-2991. [Pang J, Qiu S L, Jin L S. Effect of eco-compensation policy on farmers' willing and behavior of wetlands ecological protection: Based on Poyang Lake[J]. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2021, 30(12): 2982-2991.]
- [24] 胡熠, 黎元生. 论流域区际生态保护补偿机制的构建:以闽江流域为例[J]. 福建师范大学学报(哲学社会科学版), 2006, (6): 53-58. [Hu Y, Li Y S. The establishment of the inter-catchment's ecological compensation system: A case study of Minjiang River Basin [J]. Journal of Fujian Normal University (Philosophy and Social Sciences Edition, 2006, (6): 53-58.]
- [25] 曹莉萍, 周冯琦, 吴蒙. 基于城市群的流域生态补偿机制研究:以长江流域为例[J]. 生态学报, 2019, 39(1): 85-96. [Cao L P, Zhou F Q, Wu M. Study on the ecological compensation mechanism of a watershed based on an urban agglomeration by using the Yangtze River Basin as an example[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(1): 85-96.]
- [26] 俞海, 任勇. 流域生态补偿机制的关键问题分析:以南水北调中线水源涵养区为例[J]. 资源科学, 2007, 29(2): 28-33. [Yu H, Ren Y. Key issues of watershed eco-compensation mechanism: A case study in Water Source Areas of South-to-North Water Transfer[J]. Resources Science, 2007, 29(2): 28-33.]
- [27] 邵莉莉. 跨界流域生态系统利益补偿法律机制的构建:以区域协同治理为视角[J]. 政治与法律, 2020, (11): 90-103. [Shao L L. On the establishment of the legal mechanism on benefit compensation concerning the transboundary river basin ecosystem: From the perspective of regional coordinated governance[J]. Political Science and Law, 2020, (11): 90-103.]
- [28] 李文华, 刘某承. 关于中国生态补偿机制建设的几点思考[J]. 资源科学, 2010, 32(5): 791-796. [Li W H, Liu M C. Some reflections on the construction of ecological compensation mechanism in China[J]. Resources Science, 2010, 32(5): 791-796.]
- [29] 王奕淇, 李国平. 基于选择实验法的流域中下游居民生态补偿支付意愿及其偏好研究:以渭河流域为例[J]. 生态学报, 2020, 40(9): 2877-2885. [Wang Y Q, Li G P. Study on willingness to pay and preference of ecological compensation for residents in the mid-stream and downstream of the Weihe Watershed based on choice experiment method[J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(9): 2877-2885.]
- [30] 李姣, 李朗, 李科. 隐含水污染视角下的中国省际农业生态补偿标准研究[J]. 农业经济问题, 2022, (6): 106-121. [Li J, Li L, Li K. Inter-provincial agricultural ecological compensation standards in China from the perspective of embodied water pollution [J]. Issues in Agricultural Economy, 2022, (6): 106-121.]
- [31] 代明, 刘燕妮, 江思莹. 主体功能区划下的生态补偿标准:基于机会成本和佛冈样带的研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2013, 23(2): 18-22. [Dai M, Liu Y N, Jiang S Y. The standard of eco-compensation under major function oriented zoning: An analysis based on the opportunity cost & sampled from Fogang County[J]. China Population, Resources and Environment, 2013, 23(2): 18-22.]
- [32] 耿翔燕, 葛颜祥, 张化楠. 基于重置成本的流域生态补偿标准研究:以小清河流域为例[J]. 中国人口·资源与环境, 2018, 28(1): 140-147. [Geng X Y, Ge Y X, Zhang H N. Study on ecological compensation standard of watershed based on reset cost: A case study of Xiaoqing River Basin[J]. China Population, Resources and Environment, 2018, 28(1): 140-147.]
- [33] Lu S B, Li J K, Xiao B, et al. Analysis of standard accounting method of economic compensation for ecological pollution in watershed [J]. Science of the Total Environment, 2020, DOI: 10.1016/j.scitotenv.2020.138157.
- [34] 田义超, 白晓永, 黄远林, 等. 基于生态系统服务价值的赤水河流域生态补偿标准核算[J]. 农业机械学报, 2019, 50(11): 312-322. [Tian Y C, Bai X Y, Huang Y L, et al. Ecological compensation standard accounting of Chishui River Basin based on ecosystem service value[J]. Transactions of the Chinese Society for Agricultural Machinery, 2019, 50(11): 312-322.]
- [35] Fang Z, Chen J Y, Liu G, et al. Framework of basin eco-compensation standard valuation for cross-regional water supply: A case study in northern China[J]. Journal of Cleaner Production, DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123630.
- [36] 杨兰, 胡淑恒. 基于动态测算模型的跨界生态补偿标准:以新安江流域为例[J]. 生态学报, 2020, 40(17): 5957-5967. [Yang L, Hu S H. Cross-border ecological compensation standard based on dynamic measurement model: Taking Xin'an River Basin as an example[J]. Acta Ecologica Sinica, 2020, 40(17): 5957-5967.]
- [37] 孙翔, 王玢, 董战峰. 流域生态补偿:理论基础与模式创新[J]. 改革, 2021, (8): 145-155. [Sun X, Wang B, Dong Z F. Watershed ecological compensation: Theoretical basis and model innovation [J]. Reform, 2021, (8): 145-155.]
- [38] 郑海霞. 关于流域生态补偿机制与模式研究[J]. 云南师范大学学报(哲学社会科学版), 2010, 42(5): 54-60. [Zheng H X. Eco-compensation mechanism and mode for the river valley area[J]. Journal of Yunnan Normal University (Humanities and Social Sciences Edition), 2010, 42(5): 54-60.]
- [39] 徐松鹤, 韩传峰. 基于微分博弈的流域生态补偿机制研究[J]. 中国管理科学, 2019, 27(8): 199-207. [Xu S H, Han C F. Study on basin ecological compensation mechanism based on differential game theory[J]. Chinese Journal of Management Science, 2019, 27(8): 199-207.]
- [40] 张丛林, 黄洲, 郑诗豪, 等. 基于赤水河流域生态补偿的政府和社会资本合作项目风险识别与分担[J]. 生态学报, 2021, 41(17): 7015-7025. [Zhang C L, Huang Z, Zheng S H, et al. Risk identification and allocation of the Public-Private Partnership project based on ecological compensation in Chishui Watershed [J]. Acta Ecologica Sinica, 2021, 41(17): 7015-7025.]
- [41] 王西琴, 高佳, 马淑芹, 等. 流域生态补偿分担模式研究:以九洲江流域为例[J]. 资源科学, 2020, 42(2): 242-250. [Wang X Q, Gao J, Ma S Q, et al. A model of shared responsibility of watershed ecological compensation: A case study of the Jiuzhoujiang River Basin[J]. Resources Science, 2020, 42(2): 242-250.]
- [42] 王奕淇, 李国平, 延步青. 流域生态服务价值横向补偿分摊研究



2022年10月

- [J]. 资源科学, 2019, 41(6): 1013–1023. [Wang Y Q, Li G P, Yan B Q. Sharing of watershed ecosystem service value horizontal compensation burden by downstream cities[J]. Resources Science, 2019, 41(6): 1013–1023.]
- [43] 吴乐, 孔德帅, 靳乐山. 中国生态保护补偿机制研究进展[J]. 生态学报, 2019, 39(1): 1–8. [Wu L, Kong D S, Jin L S. Research on the progress of the eco-compensation mechanism in China[J]. Acta Ecologica Sinica, 2019, 39(1): 1–8.]
- [44] 赵兴华, 李泽利, 高锴, 等. 引滦入津上下游横向生态补偿政策实施效果评价与分析[J]. 环境保护, 2021, 49(15): 27–30. [Zhao X H, Li Z L, Gao K, et al. Analysis and evaluation of the implementation effect of horizontal ecological compensation policy between upstream and downstream of Luanhe River[J]. Environmental Protection, 2021, 49(15): 27–30.]
- [45] 刘聪, 张宁. 新安江流域横向生态补偿的经济效应[J]. 中国环境科学, 2021, 41(4): 1940–1948. [Liu C, Zhang N. Study on the economic effects of Xin'an River Basin horizontal ecological compensation[J]. China Environmental Science, 2021, 41(4): 1940–1948.]
- [46] 马军旗, 乐章. 黄河流域生态补偿的水环境治理效应: 基于双重差分方法的检验[J]. 资源科学, 2021, 43(11): 2277–2288. [Ma J Q, Yue Z. Effects of ecological compensation on water environment governance in the Yellow River Basin: A test based on difference-in-difference method[J]. Resources Science, 2021, 43(11): 2277–2288.]

## Hotspots and trends of watershed ecological compensation research in China

GENG Xiangyan, LI Wenxuan

(School of Economics, Shandong University of Finance and Economics, Jinan 250014, China)

**Abstract:** Improving the construction of ecological compensation mechanism and encouraging the participation of ecological conservation stakeholders are an important task of water environment protection in the new era. Based on the time series data from 2004 to 2022, this study used the induction and bibliometric analysis methods and the CiteSpace software to analyze 614 Chinese and English publications on watershed ecological compensation in China. The results show that: (1) Temporally, according to the intensity of keyword co-occurrence and the change of policies, the research on watershed ecological compensation in China can be divided into three stages: initial exploration (2004-2011), rapid development (2012-2016), and expansion and deepening (2017-2022). Spatially, the research expanded from local to basin-wide, and from provincial to inter-provincial basins. With regard to research institutions, the types and number of publishing institutions are increasing year by year, mainly concentrated in agricultural, forestry, and water conservancy colleges, and the cooperative research among institutions is limited. (2) With regard to research content, connotation and function, compensation willingness, compensation mechanism, compensation standard, and compensation models and practice have successively become the research hotspots of watershed ecological compensation. Future research should strengthen the cooperation and communication between agencies, focusing on constructing multi-function synergy compensation mechanism, exploring marketization and diversification of compensation, determining scientific and differential compensation standards, and evaluating the comprehensive effectiveness of compensation, to continuously improve the system of watershed ecological compensation research and promote the smooth development of compensation mechanism.

**Key words:** watershed ecological compensation; research hotspots; trend outlook; key words analysis; CiteSpace; China