



赵京,文高辉,张超正.基于 CiteSpace 可视化的生态效率研究进展、热点及趋势分析[J].黑龙江农业科学,2021(7):116-122.

基于 CiteSpace 可视化的生态效率研究进展、热点及趋势分析

赵京¹,文高辉²,张超正³

(1. 中南林业科技大学 经济学院,湖南 长沙 410004;2. 湖南师范大学 地理科学学院,湖南 长沙 410081;3. 华中农业大学 公共管理学院,湖北 武汉 430070)

摘要:为进一步发掘生态效率研究热点及趋势,本文以生态效率为主题,基于 CNKI 平台中的“核心期刊”“CSSCI”“CSCD”数据库,获取 1 091 条样本,运用 CiteSpace 可视化方法,深入分析了国内生态效率相关研究的研究机构合作网络、作者合作网络、关键词共现、关键词时区图谱和关键词突现图谱,全面而系统地梳理了生态效率相关研究脉络,并对该研究领域研究热点进行识别,对研究趋势进行了预测。结果表明:国内生态效率相关研究在近 20 年来经历了“缓慢发展期-快速发展期-稳定期-爆发期”4 个阶段,研究机构和作者合作网络不够紧密;研究内容主要为农业生态效率和工业生态效率的测度和比较分析;生态效率的研究主要基于宏观层面,微观层面的深入探析还不够充分;通过突发性检测,发现“农业生态效率”是今后围绕生态效率研究的热点。

关键词:生态效率;可视化;CiteSpace

随着我国进入经济高质量发展新阶段,生态安全问题日益受到重视,生态文明建设被提上日程。生态效率是生态文明建设质量的表征,要求经济效率和环境效率的统一,从而保障生态安全和实现可持续发展。因此,需要从效率上增强投入产出效果,提高生态文明建设的质量。近年来,国内学者对生态效率进行了大量的卓有成效的研究,研究视角多元化,在不同领域中为生态文明建设提供了思路^[1-4]。有效梳理生态效率相关研究进展,探寻各研究成果的内在联系,提炼其发展规律,整合研究资源和研究力量,对于进一步提高生态文明建设质量,保障生态安全,践行“两山理念”有重要的意义。然而,以往对相关文献的梳理仅仅停留在主观判断和总结上,需要有较深厚的学科知识基础和积淀,并且很难俯视生态效率相关研究的全貌。因此,本研究运用科学计量方法 CiteSpace 进行科学知识图谱可视化,通过研究机构和作者合作网络、研究关键词共现、时区图谱,以及突发性检测为客观、直观把握生态效率研究脉络提供参考,并识别生态效率研究热点,为今后

研究的深入发展奠定基础。

1 数据来源与研究方法

1.1 数据来源

本研究主要梳理国内生态效率相关研究的演化路径,分析生态效率不同研究年份、机构、作者和关键词等数据均来源于中国知网(CNKI)平台,为筛选质量较优和较有代表性的文献,选择“核心期刊”“CSSCI”和“CSCD”数据库,数据截止时间为 2020 年,以研究主题“生态效率”进行检索获取数据。

1.2 研究方法

由陈超美博士开发的 CiteSpace 是对文献信息进行数据挖掘,实现文献计量和可视化的软件。该软件能够识别文献信息之间的内在联系,追踪相关研究发展路径,提炼研究领域变化规律,以及探测研究热点和拐点^[5]。本研究运用 CiteSpace 5.7.R4,基于其 CNKI 分析模块实现生态效率研究进展图谱可视化和科学知识计量。

2 生态效率研究年度发文量趋势统计

年度发文量可以从总量上表达该研究领域的发展状况,年度发文量趋势统计还可用于识别研究阶段变化和未来研究趋势。以主题为“生态效率”进行检索,选择“核心期刊”“CSSCI”“CSCD”三种类别,截止年份为 2020 年,共检索到论文 1 328 篇,各年份发文量的统计如图 1 所示,总体

收稿日期:2021-04-16

基金项目:教育部人文社会科学研究青年基金项目(17YJC630225);2016 年度湖南省哲学社会科学基金项目(16YBQ077);国家自然科学基金青年科学基金项目(41801190)。

第一作者:赵京(1983—),女,博士,讲师,从事土地经济与农村经济研究。E-mail:whxiaoqing@126.com.

上,生态效率主题相关的研究文献发文量随时间推移,呈快速增长趋势。2000 年以前的年度发文量寥寥无几,2000 年开始,年度发文量呈缓慢增加趋势。到 2005 年,发文量开始快速提高,直至 2010 年,年度发文量达到第一次峰值,为 69 篇。2011—2015 年,年度发文量相对稳定在较高水平。2016—2020 年,生态效率研究迎来了高产年份,每年发文量均大于 100 篇,且 2020 年发文量

又一次达到峰值,为 149 篇。因此,可将 2000 年以后主题为生态效率的相关研究划分为以下几个研究阶段:缓慢发展期(2001—2005 年)—快速发展期(2006—2010 年)—稳定期(2011—2015 年)—爆发期(2016—2020 年)。为进一步把握该研究领域的研究动态,需要深入对文献资料进行数据挖掘,捕捉关键信息,并分析其研究热点。

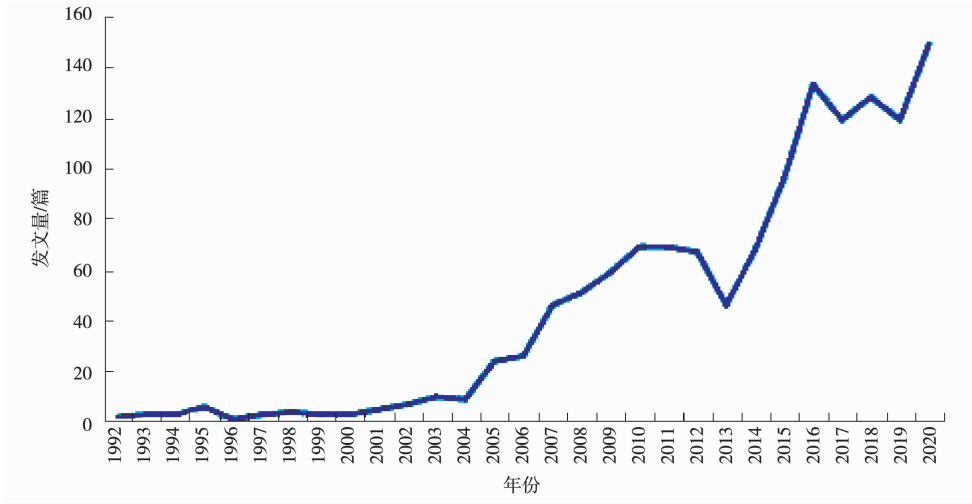


图 1 生态效率研究年度发文量趋势图

3 生态效率研究 CiteSpace 可视化分析

在对生态效率研究的初步统计基础上,进一步运用 CiteSpace 可视化分析方法,探寻生态效率研究相关发展脉络和热点,并对今后研究发展趋势进行预测。由于 2000 年以前的生态效率研究较少,故设定时间区间为 2001—2020 年,通过

人工阅读和识别,删除无关数据,共获取 1 091 条样本。

3.1 研究机构可视化图谱分析

运用 CiteSpace 分析作者网络可视化,得到节点 361 个,连线 158 条,网络密度为 0.002 4(图 2)。生态效率研究发文量靠前的研究机构有中南大学

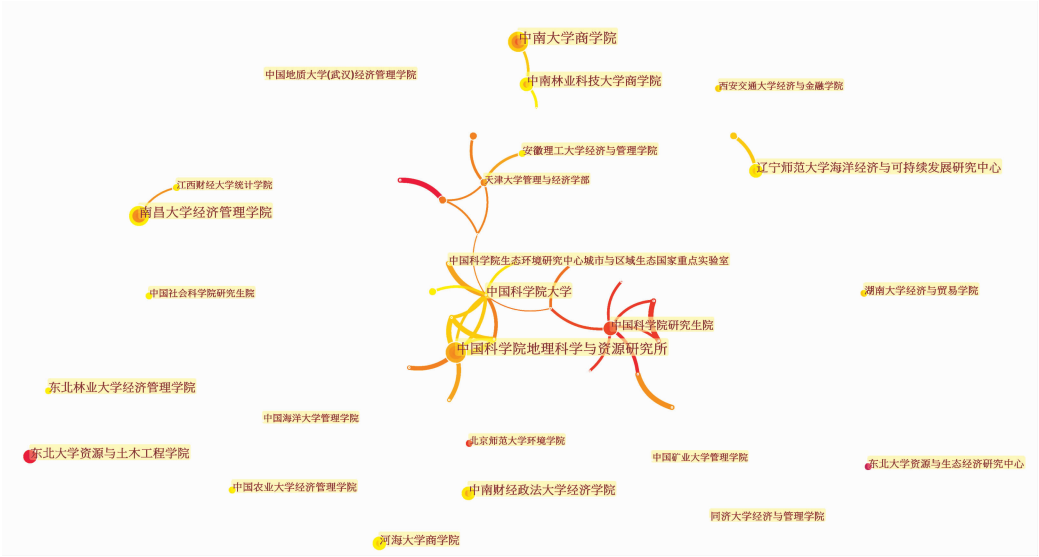


图 2 生态效率研究机构网络可视化图谱

商学院、中国科学院地理科学与资源研究所和南昌大学经济管理学院等,发文量分别为 18,17 和 13 篇。研究机构以高校为主力,涉及资源、经济、管理、地理、农业和林业等不同领域,涉及方向较为多元化。这说明,生态效率的研究已经细化至各个学科。进一步分析各研究结构之间的合作关系和紧密程度,合作较为广泛的是中国科学院地理科学与资源研究所,围绕中国科学院地理科学与资源研究所形成了一个明显的研究机构合作网络。中南大学商学院与中南林业科技大学商学院的合作比较紧密。除此之外,其他发文量较高的研究机构之间缺少合作与交流,分别独立承担生态效率的相关研究,研究侧重点不同,研究视角各异。这种研究模式不利于研究平台和信息的共享,也不利于研究的系统融合发展,因此,今后各

个相关研究机构的合作与交流尚待加强。

3.2 作者网络可视化分析

运用 CiteSpace 分析作者网络可视化,结果如图 3 所示,获取 502 个节点和 319 条连线,网络密度为 0.002 5。王青、顾晓薇、刘建兴和李广军形成了紧密合作,且发文量较大。何宜庆、孟祥瑞、诸大建和陆根法等分别形成各自的研究合作关系。王青等^[6-10]较早关注了生态效率相关问题,2005—2009 年集中研究了生态效率相关主题,多运用生态足迹方法,涉及工业生态效率、交通生态效率。何宜庆等^[11]研究了城镇化扩张的生态效率、区域生态效率和工业生态效率。诸大建等^[12-13]主要关注的是循环经济生态效率。孟祥瑞研究团队^[14-16]主要研究的是环境压力下的工业生态效率。陆根法等^[17-19]关注了农业生态效率。



图 3 生态效率研究作者合作网络可视化图谱

3.3 关键词共现与关键词时区图谱分析

运用 CiteSpace 进行生态效率关键词共现分析,对频次较高的关键词进行排序,表 1 列出了关键词的频次和中介中心性。总结可得出 4 个方面。

3.3.1 生态效率研究方法 生态效率相关研究方法中,数据包络分析(DEA)、生态足迹、Super-SBM、malmquist 指数和 Tobit 模型等关键词出现频次较高,前 4 种方法主要用于生态效率的测度,Tobit 模型主要用于生态效率的影响因素分析。由于数据包络分析与 DEA 意义相同,故在

CiteSpace 中对这两个关键词进行了合并。数据包络分析(DEA)运用非常广泛,中介中心性为 0.19。数据包络分析(DEA)是效率测度的经典方法,适用于不同研究领域和研究环节,随着 DEA 方法的发展和细化,超效率 DEA 也得到了广泛运用,在生态效率相关关键词中排名第 10^[1,20-23]。生态足迹的中介中心性为 0.14,在生态承载力评价和生态安全评价中的运用较多,还衍生出三维生态足迹等改进方法^[24-25]。Super-SBM 方法在 SBM 方法基础上进一步考虑了效率值之间的可比较性,Super-SBM 可以运用于有非

期望产出效率的测度^[4]。

表 1 频次排名前 20 的关键词

排序	频次	中介中心性	关键词
1	459	0.56	生态效率
2	100	0.19	数据包络分析
3	70	0.14	生态足迹
4	53	0.1	可持续发展
5	46	0.15	循环经济
6	39	0.08	影响因素
7	33	0.05	农业生态效率
8	32	0.04	长江经济带
9	31	0.04	工业生态效率
10	27	0.03	超效率 dea
11	26	0.02	malmquist 指数
12	25	0.04	super-sbm 模型
13	23	0.04	区域生态效率
14	20	0.01	环境规制
15	20	0.03	sbm 模型
16	19	0.03	区域差异
17	18	0.09	效率
18	17	0.02	生态文明
19	15	0.02	tobit 模型
20	14	0.01	中国

3.3.2 生态效率研究内容 部分学者分别研究了农业生态效率、工业生态效率和区域生态效率,频次分别排名第 7、第 9 和第 13。农业生态效率的研究关系到农业可持续发展,当前国内农业生态效率研究主要是省域农业生态效率的测度及比较分析^[26-28]。吴小庆等^[18]研究了农业面源污染问题,从微观角度分析了不同农作物的农业生态效率。国内工业生态效率的研究基本上处于工业生态效率的测算阶段^[14,29]。刘津等^[30]和许学国等^[2]分别研究了智慧城市建设和环境规制对工业生态效率的影响,对工业生态效率提升的影响因素分析尚有挖掘空间。万伦来等^[31-33]的研究都关注了产业结构调整对区域生态效率的影响。

3.3.3 生态效率的影响因素研究 循环经济和管制成为影响生态效率变化的关键因素。结合关键词时区图谱(图 4),循环经济和管制出现于不同的研究阶段,分别为 2003 和 2016 年。这说明,学术界较早认识到循环经济对于生态效

率的作用^[34-36]。近年来,环境规制成为新的焦点,部分学者围绕环境规制与生态效率的关系进行了有益的探索^[37-39]。

3.3.4 生态效率研究区域 长江经济带成为生态经济研究的重点关注区域,研究频次相对较高。2014 年 9 月,国务院印发《关于依托黄金水道推动长江经济带发展的指导意见》,将长江经济带建成生态文明建设的先行示范带。2016 年 9 月,《长江经济带发展规划纲要》正式印发。学术界也逐渐启动长江经济带相关问题的研究。

从图 4 还可以看出,近年来出现了“绿色发展”“旅游生态效率”和“能源生态效率”等关键词,虽然研究频次尚不高,但新兴的研究可能引导今后生态效率的研究方向。

3.4 关键词突发性检测

图 5 显示了生态效率相关关键词的突发起始年份和突发强度。按突发起始年进行划分,突发至 2020 年尚未结束的关键词主要有“区域差异”“影响因素”“环境规制”“绿色发展”“长江经济带”和“农业生态效率”。按突发强度进行划分,突发强度大于 5 的关键词有“循环经济”“生态足迹”“数据包络分析”“生态文明”“影响因素”和“长江经济带”。选择重点分析“长江经济带”“农业生态效率”和“绿色发展”3 个关键词的研究文献。

3.4.1 长江经济带 长江经济带被列为重点研究区域,突发强度为 5.3,突发始于 2018 年。国内学术界纷纷响应国家政策号召,集中精力研究长江经济带相关问题。在长江经济带生态效率相关研究中,研究主要关注了省域生态效率和工业生态效率^[40-42]。除此之外,王兆峰等^[4]研究了旅游生态效率,研究主题较新。陈明华等^[43]研究了城市生态效率。仅有曹俊文等^[44]关注了长江经济带农业生态效率。由以上分析可知,长江经济带生态效率研究尚不充分,预计 2020 年以后,学术界会继续高度重视长江经济带生态效率的研究。

3.4.2 农业生态效率 农业生态效率在各产业生态效率研究中曝光率较高,突发强度为 4.26,始于 2018 年。由前文分析可知,农业生态效率是研究频次较高的关键词,这说明农业生态效率受到了多方位的关注,农业生态效率的研究将进一步细化,例如土地利用生态效率和耕地利用生态效率的研究。

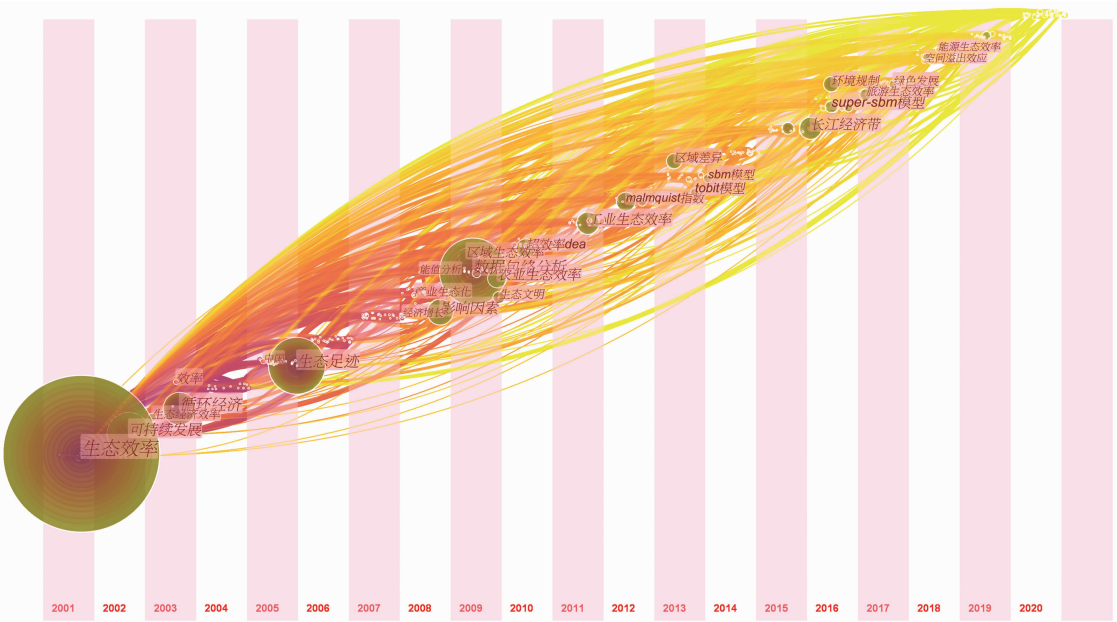


图 4 生态效率研究关键词时区图谱

Keywords	Year	Strength	Begin	End	2001–2020
环境保护	2001	3.71	2001	2006	
循环经济	2001	11.98	2003	2011	
生态足迹	2001	10.08	2005	2010	
可持续发展	2001	4.32	2005	2009	
物质流分析	2001	4.62	2009	2014	
数据包络分析	2001	8.35	2011	2015	
超效率dea	2001	3.23	2013	2017	
经济效率	2001	3.13	2013	2016	
生态文明	2001	5.54	2014	2016	
malmquist指数	2001	4.32	2016	2018	
区域差异	2001	3.76	2016	2020	
影响因素	2001	5.77	2017	2020	
环境规制	2001	4.4	2017	2020	
绿色发展	2001	3.47	2017	2020	
城镇化	2001	3.1	2017	2018	
长江经济带	2001	5.3	2018	2020	
农业生态效率	2001	4.26	2018	2020	

图 5 生态效率研究关键词突发性检测

进一步以关键词“农业生态效率”，时间区间“2001–2020 年”在知网平台的“核心期刊”“CSSCI”和“CSCD”数据库中进行检索，获取 41 篇文献，其中，2018–2020 年，关键词包含“农业生态效率”的文献有 25 篇。研究农业生态效率的发展现状农村为乡村振兴提供理论参考。深入分析这 25 篇文献发现，学术界对生态效率的研究逐渐细化，特别关注了农业生态效率的评价与影响因素。刘华军等^[45]研究得出，过多的农机动力、播种面积投入以及农业碳排放是农业生态低效的关键。吴梵等^[46]研究发现农业科技创新、财政支农水平对农业生态效率产生显著的正相关；农业机械投入强度、农业受灾率、复种指数、作物种植结构产

生负相关性。陈菁泉等^[47]研究认为财政支农水平对农业生态效率有正向影响，与吴梵等^[46]研究结论一致；农用机械投入强度、农业生态环境防护投资额对农业生态效率有负向影响，与刘华军等^[45]的结论类似。然而，曹俊文等^[44]认为农业机械化对农业生态效率具有正效应，与吴梵等^[46]和陈菁泉等^[47]的研究结论相反。综上可知，要素投入的冗余反而限制农业生态效率的提升。

3.4.3 绿色发展 绿色发展的突发强度为 3.47，始于 2017 年且持续保持热度。2017 年，十九大报告明确指出：加快建立绿色生产和消费的法律制度和政策导向，建立健全绿色低碳循环发展的经济体系。关键词有绿色发展的生态效率研究逐年攀升，这将是该研究领域的一个发展趋势。值得注意的是，张译等^[3]对林业生态效率进行了探析。林业生态效率是农业生态效率的具体部分，林业生态效率的研究比笼统分析区域生态效率更为具体和微观，更有利于提出有针对性的生态效率提升策略。

4 结论与展望

4.1 结论

国内生态效率相关研究在近 20 年来经历了“缓慢发展期—快速发展期—稳定期—爆发期”4 个阶段，研究机构合作和交流不足，研究作者之间未形成有效的合作网络。

国内学者不断改进和创新生态效率研究方

法,数据包络分析(DEA)、生态足迹、Super-SBM、malmquist 指数和 Tobit 模型等研究频次较高,生态效率理论研究部分相对匮乏。

学者们分别研究了农业生态效率、工业生态效率和区域生态效率等。研究内容主要为生态效率的测度和比较分析。生态效率的影响因素分析还有深入的潜力。生态效率的研究主要基于宏观层面,微观层面的深入探析还不够充分。

近年来,“长江经济带”“农业生态效率”和“绿色发展”等关键词受到了较高的关注。围绕这些关键词的相关研究出现爆发状态,预计今后一段时间,农业生态效率研究将会成为该领域的研究热点。

4.2 展望

随着人们对生态文明建设质量的要求越来越高,生态效率作为生态文明建设的重要评判标准,必然会受到更多关注,然而当前的量化方法和指标选择是否科学合理还需进一步探讨。生态效率的定义及指标选择不尽统一,影响了生态效率研究的发展。应明晰生态效率内涵,科学合理的选取评价指标。

生态效率主流研究方法较为单一,DEA 模型占了较大比例,且没有理论支撑。生态效率的研究理论框架的构建可以从源头上,更深层次上洞悉生态效率发展变化的内在动力和外在推力,因此,需要从理论上进行探讨,再以实证分析进行验证。

土地利用生态效率研究未引起足够的重视,相关研究文献在众多生态效率研究中显得比较小众。以“土地利用生态效率”为主题,以 2020 年为截止年份,选择“核心期刊”“CSSCI”和“CSCD”数据库,基于 CNKI 平台共获取文献 33 篇。土地是重要的生产要素,在农业、工业、城市建设等各个领域都离不开土地的合理布局和优化,土地利用过程中的生态效率问题直接影响着各个产业的生态效率。当前研究将土地利用生态效率分散在农业生态效率、工业生态效率、区域生态效率中,没有集中而系统地分析土地利用生态效率。然而,要素生态效率的研究将从更为微观的视角探测生态效率提升的障碍因素,从而有的放矢。因此,基于本文分析,在今后生态效率更为深入和细致的研究中,土地利用生态效率研究需逐渐成熟和丰富。

参考文献:

- [1] 任红霞. 基于 DEA 模型的农业生态效率综合测度[J]. 统计与决策, 2019, 35(6): 99-103.
- [2] 许学国, 张俊杰. 交互视角下环境规制对工业生态效率的影响[J]. 软科学, 2019, 33(6): 67-71.
- [3] 张译, 熊曦. 绿色发展背景下中国林业生态效率评价及影响因素实证分析——基于 DEA 分析视角[J]. 中南林业科技大学学报, 2020, 40(4): 149-158.
- [4] 王兆峰, 刘庆芳. 长江经济带旅游生态效率时空演变及其与旅游经济互动响应[J]. 自然资源学报, 2019, 34(9): 1945-1961.
- [5] 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.
- [6] 刘建兴, 顾晓薇, 李广军, 等. 中国经济发展与生态足迹的关系研究[J]. 资源科学, 2005(5): 33-39.
- [7] 顾晓薇, 王青, 刘建兴, 等. 辽宁省自然资源可持续利用的生态足迹分析[J]. 资源科学, 2005(4): 118-124.
- [8] 李广军, 顾晓薇, 王青, 等. 沈阳市高校生态足迹和生态效率研究[J]. 资源科学, 2005(6): 140-145.
- [9] 孙鹏, 王青, 刘建兴, 等. 沈阳市交通生态效率与环境压力[J]. 生态学杂志, 2007(12): 2107-2110.
- [10] 刘建兴, 王青, 孙鹏, 等. 中国有色金属行业的生态占用研究[J]. 资源科学, 2007(1): 155-159.
- [11] 何宜庆, 吴铮波, 陈睿. 制造业产业转移、环境规制对城镇化扩张的生态效率影响[J]. 统计与决策, 2019, 35(7): 145-148.
- [12] 诸大建, 邱寿丰. 作为我国循环经济测度的生态效率指标及其实证研究[J]. 长江流域资源与环境, 2008(1): 1-5.
- [13] 邱寿丰, 诸大建. 我国生态效率指标设计及其应用[J]. 科学管理研究, 2007(1): 20-24.
- [14] 汪克亮, 黄晴晴, 孟祥瑞. 基于环境压力的矿业城市工业生态效率[J]. 系统工程, 2017, 35(2): 36-44.
- [15] 汪克亮, 张晨阳, 孟祥瑞. 环境压力视角下中国地区工业生态效率的异质性[J]. 科技管理研究, 2016, 36(10): 242-248.
- [16] 刘晓萌, 孟祥瑞, 汪克亮. 城市工业生态效率测度与评价: 安徽的实证[J]. 华东经济管理, 2016, 30(8): 29-34.
- [17] 吴小庆, 王亚平, 何丽梅, 等. 基于 AHP 和 DEA 模型的农业生态效率评价——以无锡市为例[J]. 长江流域资源与环境, 2012, 21(6): 714-719.
- [18] 吴小庆, 徐阳春, 陆根法. 基于超效率 DEA 模型的农业生态效率评价——以盆栽水稻试验为例[J]. 生态经济, 2009(3): 30-33.
- [19] 王翠然, 刘宁, 陆根法, 等. 突变评判法在生态效率评价中的应用研究[J]. 生态经济, 2007(8): 35-37.
- [20] 王俊岭, 徐丹宁, 刘辰玥. 基于 DEA 方法的中国钢铁工业生态效率分析[J]. 生态经济, 2020, 36(1): 63-68.
- [21] 刘阳, 秦曼. 中国东部沿海四大城市群绿色效率的综合测度与比较[J]. 中国人口·资源与环境, 2019, 29(3): 11-20.
- [22] 赵哲, 白羽萍, 胡兆民, 等. 基于超效率 DEA 的呼伦贝尔地区草牧业生态效率评价及影响因素分析[J]. 生态学报, 2018, 38(22): 7968-7978.

- [23] 陈真玲. 基于超效率 DEA 模型的中国区域生态效率动态演化研究[J]. 经济经纬, 2016, 33(6): 31-35.
- [24] 吴磊, 熊英. 长江经济带生态效率测评及提升模式构建[J]. 生态经济, 2018, 34(12): 166-172.
- [25] 王丽萍, 夏文静. 基于生态足迹理论的中部六省可持续发展评价研究[J]. 环境保护, 2018, 46(10): 38-43.
- [26] 张杨, 陈娟娟. 农业生态效率的国际比较及中国的定位研究[J]. 中国软科学, 2019(10): 165-172.
- [27] 侯孟阳, 姚顺波. 中国农村劳动力转移对农业生态效率影响的空间溢出效应与门槛特征[J]. 资源科学, 2018, 40(12): 2475-2486.
- [28] 程翠云, 任景明, 王如松. 我国农业生态效率的时空差异[J]. 生态学报, 2014, 34(1): 142-148.
- [29] 卢燕群, 袁鹏. 中国省域工业生态效率及影响因素的空间计量分析[J]. 资源科学, 2017, 39(7): 1326-1337.
- [30] 刘津, 李平. 智慧城市对工业生态效率影响的实证研究——以中国地级市为例[J]. 生态经济, 2020, 36(10): 92-97.
- [31] 万伦来, 李浩. 生产性服务业集聚、产业结构升级与区域生态效率提升——来自 2003—2016 年中国 30 个省份的面板数据[J]. 经济经纬, 2020, 37(2): 97-105.
- [32] 蔡玉蓉, 汪慧玲. 产业结构升级对区域生态效率影响的实证[J]. 统计与决策, 2020, 36(1): 110-113.
- [33] 吴义根, 冯开文, 曾珍. 我国省际区域生态效率的空间收敛性研究[J]. 中国农业大学学报, 2019, 24(2): 202-214.
- [34] 田欣, 刘璐, 钱霞霞, 等. 乌兰布和沙漠沙产业循环经济生态效率研究——以金沙集团为例[J]. 世界农业, 2020(7): 101-109.
- [35] 徐凌星, 杨德伟, 高雪莉, 等. 工业园区循环经济关联与生态效率评价——以福建省蛟洋循环经济示范园区为例[J]. 生态学报, 2019, 39(12): 4328-4336.
- [36] 王玉梅, 丁俊新, 魏兴华. 山东省循环经济建设生态效率测度[J]. 生态与农村环境学报, 2013, 29(4): 460-465.
- [37] 张子龙, 王开泳, 陈兴鹏. 中国生态效率演变与环境规制的关系——基于 SBM 模型和省际面板数据估计[J]. 经济经纬, 2015, 32(3): 126-131.
- [38] 姬晓辉, 汪健堂. 基于面板门槛模型的环境规制对区域生态效率溢出效应研究[J]. 科技管理研究, 2016, 36(3): 246-251.
- [39] 邱兆林, 王业辉. 行政垄断约束下环境规制对工业生态效率的影响——基于动态空间杜宾模型与门槛效应的检验[J]. 产业经济研究, 2018(5): 114-126.
- [40] 任胜钢, 张如波, 袁宝龙. 长江经济带工业生态效率评价及区域差异研究[J]. 生态学报, 2018, 38(15): 5485-5497.
- [41] 邢贞成, 王济干, 张婕. 长江经济带全要素生态效率的时空分异与演变[J]. 长江流域资源与环境, 2018, 27(4): 792-799.
- [42] 邓霞. 区域生态效率评价研究——以长江经济带为例[J]. 价格理论与实践, 2019(11): 133-137.
- [43] 陈明华, 刘文斐, 王山, 等. 长江经济带城市生态效率的时空分异及其驱动因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(9): 121-127.
- [44] 曹俊文, 曾康. 低碳视角下长江经济带农业生态效率及影响因素研究[J]. 生态经济, 2019, 35(8): 115-119.
- [45] 刘华军, 石印. 中国农业生态效率的空间分异与提升潜力[J]. 广东财经大学学报, 2020, 35(6): 51-64.
- [46] 吴梵, 高强, 刘韬. 农业科技创新、空间溢出与农业生态效率[J]. 统计与决策, 2020, 36(16): 82-85.
- [47] 陈菁泉, 信猛, 马晓君, 等. 中国农业生态效率测度与驱动因素[J]. 中国环境科学, 2020, 40(7): 3216-3227.

Research Progress, Hotspots and Trends of Ecological Efficiency Based on CiteSpace Visualization

ZHAO Jing¹, WEN Gao-hui², ZHANG Chao-zheng³

(1. College of Economics, Central South University of Forestry and Technology, Changsha 410004, China; 2. College of Geographical Sciences, Hunan Normal University, Changsha 410081, China; 3. College of Public Administration, Huazhong Agricultural University, Wuhan 430070, China)

Abstract: In order to further explore the research hotspots and trends of ecological efficiency, based on the ecological efficiency as the theme, based on CNKI platform of “Core Journals” “CSCCI” “CSCD” database, access to 1 091 samples, using CiteSpace visualization method, in-depth analysis of the ecological efficiency of domestic related research institutions cooperation network, the author collaboration network, keywords co-occurrence mapping, keywords time zone map and keywords dash forward show map, comprehensive and systematic carding the ecological efficiency of related research, and the research in the field of research hot spots, which can identify the research trend was forecasted. The results showed that the research on eco-efficiency in China had experienced four stages in the past 20 years: “slow development period, rapid development period, stable period and explosive period”, and the cooperation network between research institutions and authors was not close enough. The main content of this study was the measurement and comparative analysis of agricultural eco-efficiency and industrial eco-efficiency. Ecological efficiency research was mainly based on the macro level, the micro level of in-depth analysis was not sufficient. Through sudden detection, it is found that “agricultural eco-efficiency” is the focus of eco-efficiency research in the future.

Keywords: ecological efficiency; visualization; CiteSpace