

doi:10.16104/j.issn.1673-1883.2021.02.013

生态效率研究现状、热点及前沿 ——基于 CiteSpace 的可视化分析

张会恒^a, 杨媛媛^b

(安徽财经大学 a.安徽经济发展研究院; b.经济学院, 安徽 蚌埠 233000)

摘要:应用 CiteSpace 可视化分析软件, 基于 2001—2021 年 CNKI 数据库中生态效率相关的 1 125 篇期刊文献, 进行作者机构共引、关键词共现及聚类等可视化分析, 把握生态效率的研究现状、动态热点和前沿趋势。结果表明: 生态效率研究当前处于迅速发展阶段, 研究人员及机构在其中起到关键作用, 但作者机构之间联系程度不强; 生态效率的研究方向诸多, 如何评价生态效率和对区域、行业等中观视角的生态效率研究是热点主题; 围绕长江经济带的生态效率研究是当前研究前沿问题。研究展望: 加强区域间作者及机构的交流合作; 重视关于微观个体的生态效率研究; 推进生态效率研究的实践应用。

关键词:生态效率; CiteSpace; 研究热点与趋势; 文献计量学

中图分类号: F062.2; G250.252 **文献标志码:** A **文章编号:** 1673-1883(2021)02-0073-08

Current Status, Hot Spots and Frontiers of Eco-efficiency Research: Visual Analysis Based on CiteSpace

ZHANG Huihen, YANG Yuanyuan

(a. Anhui Institute of Ecohomomic and Social Development; b. School of Economics, Anhui University of Finance and Economics, Bengbu, Anhui 233000, China)

Abstract: CiteSpace visual analysis software is used to conduct visual analyses of author and institution co-citation, keyword co-occurrence and clustering based on 1125 journal articles related to eco-efficiency in the CNKI database from 2001 to 2021, so that we can understand the current status, dynamic hot spots and frontier trends of eco-efficiency research. The results: the eco-efficiency research is currently in rapid development; the researchers and institutions play a key role in eco-efficiency research, but the authors and institutions are not well connected; there are many research directions on eco-efficiency, but the evaluation on eco-efficiency, its impact on regions and industries, and the research from a meso-level perspective are heated topics; eco-efficiency research centering around the Yangtze River Economic Zone is the current frontier issue. Research prospects: to promote the exchange and cooperation of authors and institutions between regions; to attach importance to eco-efficiency researches on micro and individual targets; and to promote the practical application of eco-efficiency research results.

Keywords: ecological efficiency; Citespace; research hot spots and trends; bibliometric analysis

一、引言

生态效率最早由 Schaltegger 和 Sturm 提出, 是一段时间内经济价值增量比生态环境负荷的增量^[1]。生态效率是衡量生态文明水平的重要手段, 提高生态效率符合“两山”理念, 也是实现经济增长、节约资源、环境保护三者之间协调健康发展的客观要求

和必然选择。近年来, 诸多学者从不同角度对生态效率进行相关研究, 研究成果颇丰。国内学者研究大多集中于生态效率的时空差异、效率评价以及实际应用等方面。一是关于生态效率的时空差异。蒋硕亮等通过构建不同空间权重矩阵对长江经济带三大城市群工业生态效率时空特性及演进趋势进行了分析^[2]。沈伟腾等选取 SBM 模型测算了我

收稿日期: 2021-04-02

基金项目: 安徽省哲学社会科学规划重大项目: 习近平生态文明思想的安徽实践研究(AHKSZD2018D04); 安徽财经大学研究生科研创新基金项目(ACYC2019156)。

作者简介: 张会恒(1962—), 男, 安徽临泉人, 教授, 硕士生导师, 博士, 主要研究方向: 产业成长与政府规制。

国省际生态效率,并进一步利用空间自回归模型考察其空间变化特点^[3]。二是关于生态效率的评价测度。在微观企业发展层面徐银娜等利用 SBM-DEA 和 Malmquist 指数测算和分析对我国十年工业企业生产效率、创新效率和生态效率^[4]。在中观行业发展层面,姜微等以我国林业产业为研究对象,构建非径向方向距离模型测算 2005—2016 年我国林业产业生态效率值^[5]。在宏观区域发展层面,汪克亮等结合 SBM 模型和 ML 指数两方面测算了山东 17 个城市的工业生态效率^[6]。三是关于生态效率的实际应用。姜启波等(2021)利用 2007—2017 年 30 个省份的面板数据,结果表明高技术产业集聚、环境规制以及两者协同对区域生态效应均有着改善作用^[7]。

结合以上文献,现有研究也还有不足之处。学者对生态效率以 CNKI 为数据源的知识图谱研究较少。因此,本研究利用 CiteSpace 可视化工具,选取 2001—2021 年 CNKI 数据库中生态效率研究的 1 125 篇相关文献,绘制生态效率知识图谱并进行分析,呈现该研究领域的研究现状以及发展趋势,为未来的前沿发展提供新思路。

二、研究设计

(一) 数据来源

本文所利用的数据均来源于中国知网(CNKI)收录的期刊文献,通过对期刊进行高级检索,以“生态效率”为篇名或篇摘进行精确检索,检索发文时间限定为 2001—2021 年,一共检索出 1 252 篇文献数据。在此基础上,标记检索到的 1 252 篇文献,按照主题相关性排序,逐条阅读检索记录,删除会议论文、会议综述、会议通知、卷首语、新闻报道等不相关记录,最终获取 1 125 篇有效文献。

(二) 研究方法与工具

CiteSpace 是陈超美教授在 Java 语言环境下编写开发的文献可视化软件^[8]。CiteSpace 分析工具操作简单、可视化清晰,是目前比较常用的文献分析可视化软件^[9]。CiteSpace 软件通过统计分析研究领域在一定时期的发展走向,包括一定时间范围内的话题焦点、研究机构、主要研究学者、作者合作和文献耦合等,绘制知识图谱,通过节点等要素显示该领域的研究热点及趋势,帮助学者快速了解该领域的相关状况^[10]。

在文献综述的基础上,以 CNKI 数据库中关于生态效率研究的文献为基础数据,利用文献分析可视化软件 CiteSpace5.6.R2 对 2001—2021 年的生态

效率研究的知识结构、热点前沿与发展脉络等进行较为全面分析,每篇期刊论文包含作者、机构、关键词、摘要、发表日期等信息,通过文献管理中心输出 Refworks 格式文件命名为 download_XX.txt(UTF-8 格式)导入 CiteSpace 软件处理,检索时间为 2021 年 3 月。

三、生态效率研究现状分析

(一) 文献发文量分析

通过文献发文量分析对生态效率研究领域的发文量的时间分布等特征进行分析,能够分析生态效率在此时间段的研究概况及变化趋势,可以更加深入地了解此阶段对生态效率研究的发展历程,同时对该领域未来一段时间的演变态势也起到重要的指导作用。

通过对 CNKI 数据库进行统计分析,2001—2021 年以“生态效率”为主题的文献数量为 1 125 篇(数据截至 2021 年 3 月 25 日),对生态效率研究的年发文量曲线如图 1 所示。总体上看,关于生态效率的研究文献在早期是比较少的,关注度较小,从 2001 年开始发文量逐年稳步上升,一直增长至 2010 的 117 篇,此后三年开始减少,2013 年开始以较大幅度增长出现小高峰后略有回落,然后又恢复平稳增长。但生态效率的发文量整体呈上升趋势,特别是近几年来始终保持在每年 200 篇以上的发文量,说明生态效率研究被越来越多的学者所关注。从发文数量来看,总发文量从 2014 年的 7 篇达到 2020 年的 245 篇,增长了整整 35 倍,增长趋势明显。此外,从学科视角看,对生态效率的研究主要分布在环境科学与资源利用(21.23%)、宏观经济管理与可持续发展(19.22%)、经济体制改革(11.72%)、工业经济(8.7%)、农业经济(6.48%)等领域,说明许多学科都在共同关注着生态效率研究,但主要集中于环境科学与资源利用方面。

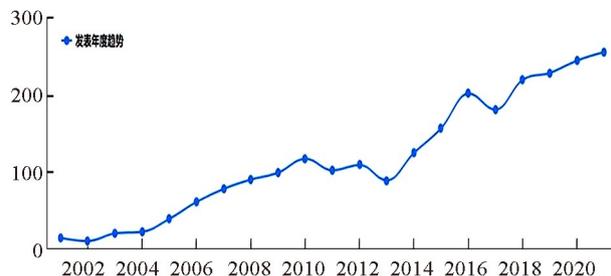


图 1 生态效率领域文献发文数量

(二) 作者发文量分析

利用 CNKI 数据库,对 2001—2021 年间作者发文量进行统计,关于生态效率研究的发文量排名前

10 的作者分布情况如表 1 所示。

表 1 2001—2021 年生态效率研究前 10 位作者及所在机构

序号	作者	发文量	所在机构
1	何宜庆	14	南昌大学经济管理学院
2	汪克亮	12	安徽理工大学经济与管理学院
3	孟祥瑞	10	安徽理工大学经济与管理学院
4	刘丙泉	8	中国石油大学经济管理学院
5	陈林心	7	南昌大学经济管理学院
6	盖美	6	辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心
7	吴小庆	6	南京大学环境科学学院
8	仇方道	5	江苏师范大学地理测绘与城乡规划学院
9	王艳秋	5	东北石油大学经济管理学院
10	诸大建	5	同济大学经济与管理学院

注: 发文量相同的作者按姓名字母排序。

从作者发文量统计显示, 发文量 10 篇及以上的作者有 3 人, 其中何宜庆发文 14 篇, 汪克亮发文 12 篇, 孟祥瑞发文 10 篇, 是生态效率研究领域的重要学者。发文量在 5~10 篇的学者有 7 人, 其中刘丙泉 8 篇、陈林心 7 篇, 盖美和吴小庆 6 篇, 仇方道、王艳秋和诸大建 5 篇。不同作者的研究都有各自的倾向与角度, 如何宜庆等较多从金融集聚和产业结构方向关注生态效率问题^[11-14]; 汪克亮等侧重从环境污染、工业等方向关注生态效率问题^[11-14]。

(三) 作者共现图谱分析

利用 CiteSpace 知识图谱分析软件, 对 2001—2021 年检索文献分别以发文作者为节点进行量化分析, 可以得到发文作者合作网络图(图 2)。该图谱可以识别生态效率研究领域核心作者和主要作者群体, 并且可以通过这些作者的研究成果把握该领域的研究重点和发展动态。从图 2 整体来看, 关于生态效率文献的作者较为分散, 不同学术团队之间的联系较弱, 合作较多的作者通常来自同一机构, 这就说明各个作者之间合作少, 机构跨度小。围绕核心作者往往会形成作者群体, 如以何宜庆为核心的南昌大学经济管理学院作者群体和以汪克亮为核心的安徽理工大学经济与管理学院作者群体等。

(四) 研究机构发文量分析

通过 CiteSpace 软件, 列举发文量排名前 10 的机构, 如表 2 所示。其中中南大学商学院发文量最多, 为 19 篇, 其次是河海大学商学院和南昌大学经济管理学院, 分别为 15 篇和 13 篇, 是生态效率领域发文最多的三个研究机构。从研究机构所在区域

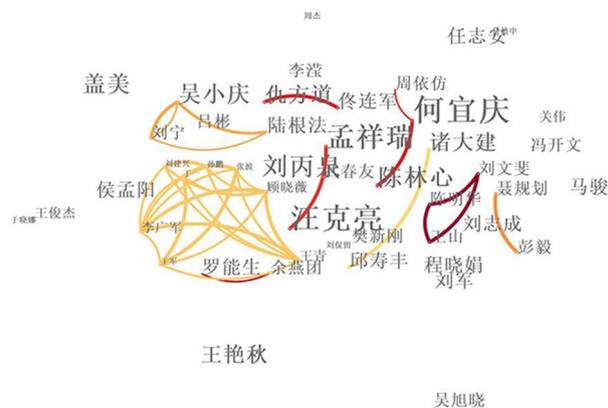


图 2 生态效率发文作者合作网络分析

表 2 2001—2021 年排名前 10 发文量的机构及其文献数

序号	机构	文献数
1	中南大学商学院	19
2	河海大学商学院	15
3	南昌大学经济管理学院	13
4	中国科学院地理科学与资源研究所	12
5	辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心	12
6	湖南大学经济与贸易学院	11
7	中南财经政法大学经济学院	11
8	安徽理工大学经济与管理学院	11
9	中国地质大学(武汉)经济管理学院	10
10	中国海洋大学管理学院	9

看, 多集中于中部和东部地区, 江苏省、湖南省和江西省是发文量较多的区域, 东北地区仅辽宁省发文量较多。这一地理分布说明生态效率研究领域的学者大多来自中东部高等院校或科研院所, 这与学界成果较多以中东部地区为研究区域相符合。

(五) 研究机构图谱分析

利用 CiteSpace 知识图谱分析软件, 对 2001—2021 年检索文献分别以发文机构为节点进行量化分析, 可以得到发文机构合作网络图(图 3)。不同机构研究程度有所差异, 从图 3 可以看出, 出现次数最多的是中南大学商学院, 其次是河海大学商学院。一些机构之间的连线较为集中, 说明合作较为紧密, 但呈现出来源同一地区的特点, 如南昌大学、南昌航空大学和江西财经大学, 中南林业科技大学、中国地质大学(武汉)经济管理学院和中南财经政法大学经济学院。此外, 多数高校不同院系对农地流转研究均有涉猎, 如辽宁师范大学海洋经济与可持续发展研究中心、湖南大学经济与贸易学院和安徽理工大学经济与管理学院等等。

表 3 生态效率关键词词频及中介中心性

序号	词频排序			中心度排序		
	词频	中介中心性	关键词	中介中心性	词频	关键词
1	647	0.54	生态效率	0.54	647	生态效率
2	69	0.17	数据包络分析	0.17	69	数据包络分析
3	58	0.05	影响因素	0.16	54	DEA
4	54	0.09	农业生态效率	0.13	47	工业生态效率
5	54	0.16	DEA	0.11	45	可持续发展
6	48	0.06	Maimquist 指数	0.10	36	区域生态效率
7	47	0.13	工业生态效率	0.10	28	生态足迹
8	45	0.11	可持续发展	0.09	54	农业生态效率
9	43	0.08	DEA 模型	0.08	43	DEA 模型
10	42	0.02	长江经济带	0.06	48	Maimquist 指数
11	41	0.04	超效率 DEA	0.06	28	循环经济
12	36	0.10	区域生态效率	0.05	58	影响因素
13	30	0.02	SBM 模型	0.05	27	生态经济效率
14	28	0.06	循环经济	0.05	23	区域差异
15	28	0.05	生态足迹	0.04	41	超效率 DEA
16	28	0.02	旅游生态效率	0.04	17	金融集聚
17	27	0.05	生态经济效率	0.04	14	生态效率评价
18	27	0.03	环境规制	0.04	12	产业生态华
19	23	0.04	区域差异	0.04	12	区域
20	21	0.04	Tobit 模型	0.03	21	Tobit 模型

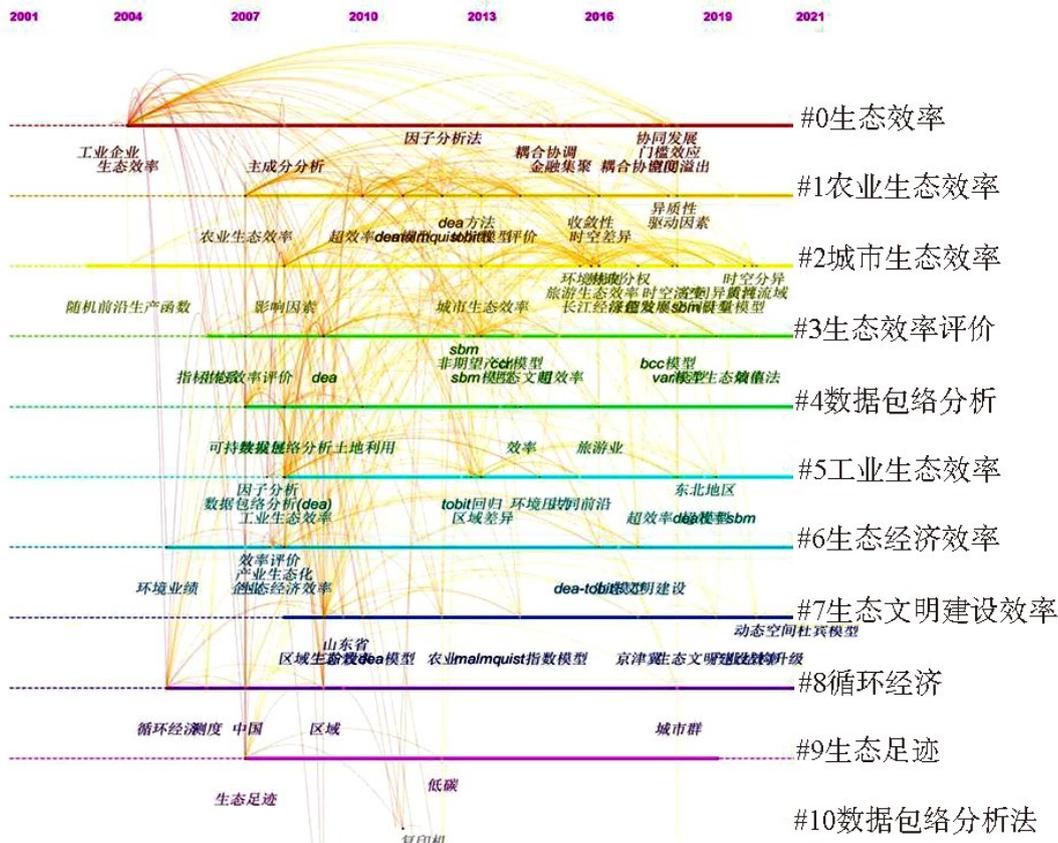


图 6 生态效率研究演进路径时间线图

图 5 中共有 554 个节点、1 342 条连线、网络密度为 0.008 8, 所划分出的 12 个聚类分别为 #0 生态效率、#1 农业生态效率、#2 城市生态效率、#3 生态效率评价、#4 数据包络分析、#5 工业生态效率、#6 生态经济效率、#7 生态文明建设效率、#8 循环经济、#9 生态足迹、#10 数据包络分析方法、#11 水分利用效率、#12 物质流分析。聚类 Modularity $Q = 0.511$, 通常 Q 值介于 0.4 和 0.8, 则表明聚类效果符合预期要求, 该聚类内部联系紧密。根据图 6 分析研究热点的演化路径, 2001—2004 年为研究的起步阶段, 研究方向单一。2004—2010 年对于生态效率的研究达到高潮, 各个聚类的研究热点均显著增加, 且关注领域更加广泛。2010 年后, 学者对于生态效率的研究领域主要集中于长江经济带、黄河领域, 研究对象侧重于工业、农业等, 用于生态效率的评价方法主要是三阶段 DEA 和超效率 SBM 方法。得到的 12 个聚类主题可以大致分为三大类:

第一, 生态效率的评价方法研究。大多数学者对生态效率的评价方法均采用数据包络分析, 通过多个投入指标和多个产出指标来测量生态效率, 如李胜兰等应用 DEA 方法测算了中国 30 个省的区域生态效率, 并检验了环境规制对中国区域生态效率的影响^[12]。成金华等应用超效率 DEA 模型对中国省域的生态效率进行测算, 继而应用空间自相关分析方法实证分析影响中国生态效率区域差异变化的空间机制^[13]。陈菁泉等应用基于 Shephard 能源距离函数的随机前沿模型, 从区域研究视角出发分析中国八大综合经济区能源生态效率演变趋势, 并探讨其驱动因素的作用机制^[14]。于伟等应用基于序列 DEA 的 SE-U-SBM 方法测度城市群生态效率, 利用 Dagum 基尼系数及其分解考察区域差异^[15]。孙振清等利用超效率 SBM 模型测算中国省级区域生态效率, 为推进我国绿色区域协调发展提供借鉴与参考^[16]。

第二, 关于行业、区域等中观视角的生态效率研究。随着对生态效率研究的深入, 许多学者对其研究对象更加细化, 从关注国家省域层面转向城市群、经济带等特定区域, 从关注全社会全行业具体到细分行业, 如工业、农业、旅游业以及制造业等。盛萌等以华北地区为例, 测度 2008—2018 年华北地区经济带工业综合生态效率, 以促进可持续发展, 提升总体生态效率^[17]。陈明华等应用 MinDS 模型测算长江经济带城市生态效率, 进而考察其空间格局及演进趋势^[18]。王文彬等选取 30 个城市面板数据测度了中原城市群生态效率, 构建城市群生态关

联网络^[19]。周敏等则选取我国先进制造业的面板数据, 利用 SE-SBM 模型结合 Malmquist 指数测算生态效率水平^[20]。刘华军等采用全局超效率 SBM 模型测算中国农业生态效率, 并考察中国农业生态效率的空间分异与提升潜力^[21]。

第三, 生态效率的发展模式研究。关于生态效率的发展模式研究主要侧重于对影响因素的探讨, 如产业结构、技术创新、城镇化水平、能源利用程度等方面。陈超凡等从理论和实证两方面探讨了创新对生态效率的影响效应及多维度的城市异质性^[22]。杨坤等采用耦合协调度模型, 测算并分析长三角地区 2009—2018 年的协同创新、产业结构与生态效率耦合度及耦合协调度的时空分异演化情况^[23]。李秋颖等研究表明工业结构、对外开放度、城镇化、技术创新和环境规制对生态效率产生积极影响, 能源消费、交通对其产生消极影响^[24]。董会忠等在开放与绿色发展理念下, 利用空间杜宾模型实证检验环境规制组合、FDI 结构和工业生态效率的关系^[25]。

五、生态效率研究前沿分析

应用 CiteSpace 的关键词突发性探测功能, 可以反映某一时间点前后的研究热点变化, 得到 2001—2021 年生态效率研究突发性关键词统计, 如表 4 所示。表 4 展示了 11 个突现关键词, 包括环境业绩、循环经济、生态足迹、数据包络分析、DEA、超效率 DEA、水分利用效率、长江经济带、旅游生态效率城市生态效率、超效率 SBM 模型。

从时间顺序看, 2007 年以前开始突现词有环境业绩、循环经济和生态足迹。其中, 生态足迹的突发强度最高, 影响周期也较长, 这就说明此研究得到广大学者重视, 是该时期的前沿热点。2008—2017 年, 突现了数据包络分析、DEA 和超效率 DEA, 其中 DEA 的影响周期(5 年)和突现强度(5.34)都排于前列, 这就说明这 10 年间对生态效率评价方法的研究是该时期的前沿热点内容。2017 年后出现了许多突现词, 研究热点更为细致, 包括水分利用效率、长江经济带、旅游生态效率城市生态效率、超效率 SBM 模型, 这说明近几年生态效率的研究更加微观, 研究对象转为特定区域及行业, 更加具有现实意义。

从突发强度来看, DEA 和长江经济带排名靠前, 长江经济带排名第一为 6.28, DEA 排名第二为 5.34, 可以看出长江经济带和 DEA 是生态效率前沿研究演进过程中的重要拐点。2010 年前后, 利用

表 4 生态效率研究突发性关键词统计表

关键词	突发强度	开始时间	结束年份	2001—2021
环境业绩	3.69	2005	2011	-----
循环经济	3.60	2005	2013	-----
生态足迹	4.82	2007	2014	-----
数据包络分析	3.68	2009	2012	-----
DEA	5.34	2011	2015	-----
超效率 DEA	4.47	2016	2017	-----
水分利用效率	3.32	2018	2019	-----
长江经济带	6.28	2019	2021	-----
旅游生态效率	4.48	2019	2021	-----
城市生态效率	4.26	2019	2021	-----
超效率 SBM 模型	3.98	2019	2021	-----

DEA 对生态效率评价开始成为研究前沿;十九大以来,随着长江经济带发展战略的推出,重要程度进一步提升,围绕其研究成了前沿热点。

六、结论与展望

该文选取中国知网 (CNKI) 的 CSSCI 期刊数据库,对 2001—2019 年与生产性服务业相关的文献,应用 CiteSpace 知识图谱可视化分析软件对该领域的研究现状、研究热点、与热点前沿进行可视化分析,主要结论如下:

1. 从研究现状来看,研究人员和机构在生态效率研究中发挥了极大作用。从文献发文数量上来看,发文数量在 2001—2010 年稳步增长,2011—2013 年变化不大,2014 年至今迅速增长。根据作者及机构合作网络分析可知,作者以及机构之间的联系较弱,合作密度较差。南昌大学经济管理学院何宜庆是发文数量最多的作者,中南大学商学院是发文数量最多的研究机构。

2. 从研究热点来看,关于生态效率的相关文章,其研究视角多样,但还需要进一步拓展和深入。通过对关键词共现分析,生态效率研究主要集中于“生态效率”“数据包络分析”“影响因素”“农业生态效率”“DEA”“Maimquist 指数”“工业生态效率”“可持续发展”“长江经济带”“超效率 DEA”等。研究内容从“生态效率的内涵”向“如何测度生态效率”转变,且关注领域更加广泛。近几年学者主要研究集中于长江经济带、黄河领域,研究对象侧重于工业、农业等。具体来看,第一,研究生态效率的评价方法。大多数学者对生态效率的评价方法均采用数据包络分析,通过多个投入指标和多个产出

指标来测量生态效率,主要是三阶段 DEA 和超效率 SBM 方法。第二,研究关于行业、区域等中观视角的生态效率。随着对生态效率研究的深入,其研究对象更加细化,从关注国家省域层面转向城市群、经济带等特定区域,从关注全社会全行业具体到细分行业,如工业、农业、旅游业以及制造业等。第三,生态效率的发展模式研究。关于生态效率的发展模式研究主要侧重于对影响因素的探讨,如产业结构、技术创新、城镇化水平、能源利用程度等方面。

3. 从研究前沿来看。时间上,最早研究生态效率主要围绕环境业绩、循环经济和生态足迹,2008—2017 十年间前沿热点内容变为生态效率评价方法的研究,突现了数据包络分析、DEA 和超效率 DEA,此后出现了许多突现词,研究更加微观,研究对象转为特定区域及行业,更加具有现实意义。突发强度上,长江经济带的突发强度最高,突发开始时间为 2019 年,这说明当前生态效率的研究前沿主要围绕长江经济带作为研究对象进行展开。

结合对生态效率研究的可视化分析结论,本文提出以下三点研究展望:

1. 加强区域间作者及机构的交流合作。在区域一体化发展背景下,研究人员及机构应紧密研究合作,在不断提升自身科研素质的基础上,利用知识溢出效应,开展跨区域跨学科的研究合作。当前我国生态文明建设进入新时代,对生态效率的指标体系构建、评价标准及方法等传统研究依然具有其必要性。与此同时,随着人们生态意识的提高,还应充分贯彻“创新、协调、绿色、开放、共享”的新发展理念,从多方面进一步拓展与延伸生态效率的创新性研究,鼓励学科交叉,促进多学科融合研究,综合

利用各学科的优势与研究方法。

2. 重视微观视角的生态效率研究。现有文献主要研究对行业及区域的生态效率,很少对微观个体进行深入研究。研究缺乏微观数据基础,构建的指标体系一定程度上不能科学全面地反映人类活动对环境的影响,继而评价结果可能产生误差。目前关于生态效率的微观层面测算为数不多,对微观个体成员的生态效率的测评量表也不尽全面与统一。要深入完善生态效率评价体系的科学性,挖掘新的综合性方法,来构建多维度、多尺度、多视角、多层次

次的评价体系。

3. 生态效率研究的实践应用。关于生态效率相关研究目前仍是以基础研究与测算评价为主,要进一步加强生态效率的实践应用研究,立足中国国情及特色,将研究更多地关注于生态及社会环境的改善中。生态效率是衡量绿色经济发展的重要指标,提高生态效率是推进生态文明建设、践行“两山理论”的重要途径,在相关政策的制定和评估过程中可以考虑其因素,如长江经济带高质量发展,黄河流域绿色发展的治理等等。

参考文献:

- [1] SCHALTEGGER S, STURM A. Ökologische rationalität: ansatzpunkte zur ausgestaltung vonökologieorientiertenc [J]. Managementinstrumenten. 1990, 44(4): 273-290.
- [2] 蒋硕亮, 潘玉志. 长江经济带城市群工业生态效率时空差异及影响因素分析[J/OL]. [2021-03-26]. <http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1009.C.20210323.1356.002.html>.
- [3] 沈伟腾, 胡求光, 李加林, 等. 中国区域生态效率的时空演变及空间互动特征[J]. 自然资源学报, 2020, 35(9): 2149-2162.
- [4] 徐银娜, 赵国浩. 工业企业生产效率、创新效率与生态效率——基于耦合协调视角的研究[J]. 统计学报, 2020(5): 13-24.
- [5] 姜微, 刘俊昌, 胡皓. 我国林业生态效率时空演变及环境规制门槛效应研究[J]. 中南林业科技大学学报, 2020, 40(6): 166-174.
- [6] 汪克亮, 章杰, 朱正艳. 多维视角下山东省城市工业生态效率的时空分异与驱动机制[J]. 安徽理工大学学报(社会科学版), 2020, 22(3): 32-39.
- [7] 陈林心, 何宜庆, 周小刚. 省域金融集聚、经济发展与生态效率的时空耦合特征分析[J]. 统计与决策, 2018, 34(5): 124-127.
- [8] CHEN C. Searching for intellectual turning points: progressive knowledge domain visualization; proceedings of the national academy of sciences of the United States of America[J]. Proceedings of the National Academy of Sciences, 2004, 101(1): 5303-5310.
- [9] CHEN C. CiteSpace II: Detecting and visualizing emerging trends and transient patterns in scientific literature[J]. Journal of the American Society for Information Science and Technology, 2006, 57(3): 359-377.
- [10] 陈悦, 陈超美, 胡志刚, 等. 引文空间分析原理与应用: CiteSpace 实用指南[M]. 北京: 科学出版社, 2014.
- [11] 尹妮妮, 汪克亮. 基于环境压力视角的东北老工业基地生态效率研究[J]. 环境污染与防治, 2020, 42(12): 1542-1548.
- [12] 李胜兰, 初善冰, 申晨. 地方政府竞争、环境规制与区域生态效率[J]. 世界经济, 2014, 37(4): 88-110.
- [13] 成金华, 孙琼, 郭明晶, 等. 中国生态效率的区域差异及动态演化研究[J]. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(1): 47-54.
- [14] 陈菁泉, 刘娜, 马晓君. 基于随机前沿模型的中国八大综合经济区能源生态效率测度及其驱动因素研究[J/OL]. [2021-03-28]. <https://doi.org/10.19674/j.cnki.issn1000-6923.20210223.018>.
- [15] 于伟, 张鹏, 姬志恒. 中国城市群生态效率的区域差异、分布动态和收敛性研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2021, 38(1): 23-42.
- [16] 孙振清, 鲁思恩, 刘保留. 省级区域生态效率评价及提升路径研究——基于超效率 SBM 模型和 Tobit 回归[J]. 生态经济, 2021, 37(1): 124-129.
- [17] 盛萌, 韩洁平, 侯惠娜. 我国工业生态效率测算及其影响因素研究——基于华北地区各省市的数据比较分析[J]. 价格理论与实践, 2020(3): 79-82.
- [18] 陈明华, 刘文斐, 王山, 等. 长江经济带城市生态效率的空间格局及演进趋势[J]. 资源科学, 2020, 42(6): 1087-1098.
- [19] 王文彬, 马歆. 科技投入、网络特征与生态效率——以中原城市群为例[J]. 技术经济, 2020, 39(6): 109-118.
- [20] 周敏, 吴玉. 基于 SE-SBM 模型的中国先进制造业生态效率评价研究[J]. 生态经济, 2020, 36(10): 63-69.
- [21] 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.
- [22] 陈超凡, 蓝庆新, 王泽. 城市创新行为改善生态效率了吗? ——基于空间关联与溢出视角的考察[J]. 南方经济, 2021(1): 102-119.
- [23] 杨坤, 汪万. 长三角地区协同创新、产业结构与生态效率耦合协调发展的时空演化[J]. 科技管理研究, 2020, 40(21): 80-87.
- [24] 李秋颖, 梁龙武, 王振波. 中国生态效率时空差异和影响因素分析(英文)[J]. Journal of Resources and Ecology, 2021, 12(2): 155-164.
- [25] 董会忠, 韩汎刚. 开放与绿色理念下如何提升工业生态效率? ——基于“污染天堂”假说的验证[J]. 商业研究, 2020(12): 75-84.