

李春梅, 沈文科. 黄河流域资源型城市绿色转型发展路径[J]. 地球科学与环境学报, 2025, 47(3): 427-440.

LI Chun-mei, SHEN Wen-ke. Path of Green Transformation and Development of Resource-based Cities in Yellow River Basin, China [J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2025, 47(3): 427-440.

DOI: 10.19814/j.jese.2024.12035

· 黄河流域生态保护和高质量发展专刊 ·

黄河流域资源型城市绿色转型发展路径

李春梅*, 沈文科

(兰州理工大学 经济管理学院, 甘肃 兰州 730050)

摘要: 推动发展方式绿色转型是促进资源型城市转型发展的关键所在。运用含非期望产出的 SBM 模型和多时段模糊集定性比较分析 (FsQCA) 方法探究黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的可行性路径及其随时间演变而产生的动态变化。结果表明: ① 黄河流域资源型城市的绿色转型发展效率在 2011~2020 年呈“M”型波动上升, 生产要素配置效率低下和污染排放严重致使效率仍未达到有效状态, 成熟型城市和衰退型城市是黄河流域资源型城市绿色转型发展效率的损失主体; ② “十二五”时期黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的两条路径分别为产业转型+经济发展二元驱动型和经济发展+产业转型+技术创新多元驱动型, “十三五”时期黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的 3 条路径分别为经济发展+技术创新二元驱动型、对外开放引领型和产业转型+城市化升级二元驱动型; ③ 从“十二五”时期到“十三五”时期, 黄河流域资源型城市的绿色转型发展路径呈现出从依赖少数路径向多条路径并行推进的变化特征, 经济发展水平、产业转型水平和技术创新水平始终都是构成绿色转型发展路径的核心条件, 城市化水平和对外开放水平仅在“十三五”时期开始成为新的核心条件。

关键词: 资源型城市; 绿色发展; 动态演变; SBM 模型; 模糊集定性比较分析方法; 黄河流域

中图分类号: X22; F124.5

文献标志码: A

文章编号: 1672-6561(2025)03-0427-14

Path of Green Transformation and Development of Resource-based Cities in Yellow River Basin, China

LI Chun-mei*, SHEN Wen-ke

(School of Economics and Management, Lanzhou University of Technology, Lanzhou 730050, Gansu, China)

Abstract: Promoting the green transformation of development mode is the key to promoting the transformation and development of resource-based cities. The SBM model with undesired outputs and the multi-time fuzzy set qualitative comparative analysis (FsQCA) method were used to explore the feasibility path of green transformation and development of resource-based cities in Yellow River Basin and its dynamic changes over time. The results show that ① the green transformation and development efficiency of resource-based cities in Yellow River Basin fluctuate in an “M” shape from 2011 to 2020, and the efficiency is still not effective due to the low efficiency of production factor allocation and serious pollution emissions, and mature cities and declining cities are the main losers of the green transformation and development efficiency of

收稿日期: 2024-12-20; 修回日期: 2025-01-12

投稿网址: <http://jese.chd.edu.cn/>

基金项目: 国家社会科学基金项目(15XJL008); 甘肃省科技计划项目东西部协作专项项目(24CXNA033);

甘肃省科技计划基础研究项目软科学专项项目(25JRZA122)

* 通信作者: 李春梅(1973-), 女, 甘肃武威人, 教授, 经济学博士, E-mail: 605314124@qq.com.

resource-based cities in Yellow River Basin; ② during the “Twelfth Five-year Plan” period, the two paths for resource-based cities in Yellow River Basin to achieve green transformation and development are industrial transformation + economic development dual drive and economic development + industrial transformation + technological innovation multiple drive; during the “Thirteenth Five-year Plan” period, the three paths for resource-based cities in Yellow River Basin to achieve green transformation and development are economic development + technological innovation dual drive, opening-up and industrial transformation + urbanization upgrading dual drive; ③ from the “Twelfth Five-year Plan” period to the “Thirteenth Five-year Plan” period, the path of green transformation and development of resource-based cities in Yellow River Basin show the change characteristics from relying on a few paths to multiple paths in parallel, and the level of economic development, industrial transformation and technological innovation have always been the core conditions for the path of green transformation and development, and the level of urbanization and opening up have only become the new core conditions during the “Thirteenth Five-year Plan” period.

Key words: resource-based city; green development; dynamic evolution; SBM model; FsQCA method; Yellow River Basin

0 引言

改革开放以来,黄河流域资源型城市立足自身资源比较优势,资源密集型产业得到快速发展,为实现流域经济的跨越式发展做出巨大贡献^[1]。但不能忽略的是,资源指向性产业结构引发的负外部性,不断逼近区域生态环境承载红线,“资源诅咒”陷阱在城市发展中日趋明显,严重阻碍了黄河流域可持续发展的推进^[2]。随着我国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段,如何破除资源依赖实现新旧动能转换成为资源型城市转型发展亟需解决的难题。党的二十大报告指出,推动发展方式绿色转型,让绿色成为高质量发展的亮丽底色。绿色发展已然成为黄河流域资源型城市协同推进环境保护和经济发展,助推城市转型的新动能。因此,探讨如何促进黄河流域资源型城市实现绿色转型,对推动黄河流域生态保护和高质量发展具有重要意义。

20 世纪 80 年代以来,我国资源型城市开始出现“矿竭城衰”的发展困境,识别其形成原因和提出转型方案迅速成为热点话题^[3]。学者们指出:改革开放以来,对资源型产业的高度依赖,促使资源型城市普遍存在着“一业独大”的产业结构^[4-5],然而不可再生资源自身的特殊性决定了资源型产业始终存在着由兴起到鼎盛再到衰落的客观规律^[6];这种结构性矛盾在加剧资源型城市路径依赖问题的同时,又对其他产业的发展呈现出显著的“挤出效应”^[7],使得资源型城市逐步迈入“资源诅咒”陷阱。为了破除

单一产业结构带来的路径锁定,资源型城市迫切需要从推动传统产业转型升级、发展多元产业结构和优化市场调节机制等方面着手实现经济增长动力转型^[8-10]。而随着我国经济迈向高质量发展阶段,以资源消耗增加和空间无序扩张为典型特征的传统经济增长模式难以为继,单纯依靠转变经济增长动力的转型模式已无法满足资源型城市实现高质量发展的需求^[7,11],因此学者们关注的重点也从如何转变资源型城市的经济增长动力过渡到探索涵盖经济、社会和生态维度的绿色发展模式转型上^[12]。纵观既有研究,学者们关于资源型城市绿色转型发展的研究主要集中在 3 个方面。一是关于资源型城市绿色转型发展的内涵剖析。资源型城市绿色转型发展通常被定义为不仅是对传统资源型产业的升级改造,而且是实现经济绿色增长、提高资源利用效率和减少污染排放的综合过程^[13]。二是关于资源型城市绿色转型发展水平的评价。这类研究主要集中在使用数据包络分析(Data Envelopment Analysis, DEA)方法、熵权法和主成分分析法等对国家层面和特定省市的绿色转型发展水平进行测度^[14-15],如王珏使用基于 Epsilon 的测量(Epsilon-based Measure,EBM)模型对全国 111 个资源型城市的绿色转型发展水平进行测度,发现南方资源型城市的绿色转型发展水平显著高于北方资源型城市^[16]。三是关于资源型城市绿色转型发展的影响机制探讨。学者们多是从政策、技术和市场等方面出发,运用回归分析方法分析产业结构转型、环境规制、政府调控、

城镇化率、技术创新和经济发展水平等因素对资源型城市绿色转型发展的影响^[17-20]。

总的来看,学界关于资源型城市绿色转型发展的研究已经取得了较为丰富的成果,但仍存在一些不足之处。首先是对亟需实现绿色转型发展的黄河流域资源型城市,识别其绿色转型发展路径的研究较少,已有研究大多使用传统回归分析方法“由因及果”研究单一因素对黄河流域资源型城市实现绿色转型发展产生影响的“净效应”,缺乏从整体性视角“由果溯因”探讨多因素联动怎样促进黄河流域资源型城市实现绿色转型发展。其次,既有研究关于资源型城市绿色转型阶段的研究大多不够深入,往往只关注到资源型城市的绿色转型发展为何会存在阶段性变化特征,缺少针对不同的绿色转型发展阶段“因时制宜”地提出相应的转型路径研究。基于此,本文运用含非期望产出的SBM(Slack-based Measure)模型和时段模糊集定性比较分析(Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis, FsQCA)方法研究黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的可行性路径及其随时间演变而产生的变化,以期为推动黄河流域资源型城市绿色转型发展提供政策指导。

1 研究框架构建与研究单元确定

1.1 研究框架构建

绿色转型发展实质上是在资源承载极限和生态环境容量双重约束下实现经济发展模式转型的过程^[21],旨在促进经济、社会和生态环境三者之间的协调共生,因此,在研究中要协同考虑经济发展过程中的资源合理配置问题和环境保护问题。以系统论为核心的复合生态系统理论能够全面剖析经济、社会和环境3个子系统之间的相互作用及其对可持续发展的影响,因此在绿色转型发展研究中被广泛应用^[22]。

复合生态系统的协调机制本质上是3个子系统从独立发展向协调共生演进的发展规律(图1)^[23]。在这种发展逻辑下,经济系统对资源型城市绿色转型发展的影响主要体现在其与绿色发展之间的倒“U”型关系。在传统经济发展模式下,经济系统作为独立系统时,经济增长的动力主要来源于生产要素的规模投入,由于对环境污染问题考虑不足,其高耗低效的发展特征导致环境质量会随着经济增长而加剧恶化,进而造成绿色转型发展水平下降^[24]。但当经济发展突破一定阈值后,经济增长的动力开始向集约高效的发展模式转变,其对绿色转型发展水

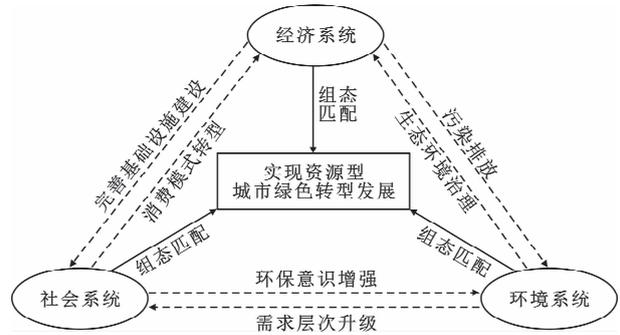


图1 复合生态系统下资源型城市实现绿色转型发展的研究框架

Fig. 1 Research Framework for the Green Transformation and Development of Resource-based Cities Under Complex Ecosystems

平提升的正向促进作用开始凸显。作为复合生态系统的子系统时,经济系统是保证整个复合生态系统运行的动力源泉,通过实现生产要素集聚和优化资源配置效率等方式推进区域工业化和城市化进程,达到经济增长的更高阶段,从而使其产生的正外部性能够持续推动社会进步,减少污染排放,改善生态环境,为推进资源型城市的绿色转型发展提供根本性保证。

社会系统作为独立系统时,其对资源型城市绿色转型发展的影响首先体现在社会意识的塑造上,当可持续发展和环境保护成为社会共识时,公众对于环境友好型产品和绿色技术服务的需求会随之增长,这种需求的变化会刺激市场向绿色转型^[25],企业为适应市场变化也会加大对清洁技术和绿色产品研发的支持力度;其次体现在公民环保意识的增强上,公众对环境问题的关注度提高,往往会推动政府制定更为积极的环境保护措施,通过设置严格的污染排放标准和绿色技术产品研发的补贴力度,实现绿色产品的普及和技术的进步。作为复合生态系统的子系统时,社会系统一方面依赖于生态环境系统的物质资料供应,如水资源、粮食和能源等,这些物质资料不仅是人类生存的基础,也是开展经济生产生活的物质前提;另一方面,社会系统又决定了经济系统的发展方向,如社会价值观念直接影响着消费者行为和企业决策,间接引导着产业发展方向,从而为经济增长提供新的动力,使社会运行模式与绿色发展模式更加契合。

生态系统作为独立系统时,其对资源型城市绿色转型发展的影响主要体现在其提供的生态服务上,通过维持生物多样性、调节气候和水源供应等生态服务不仅能够支持经济活动的可持续性,而且良

好的生态环境系统也可以提高人民群众环保意识,加大对环保产品的需求,从而刺激企业实施技术创新和生产方式的绿色转型^[26]。这种转型能够促进经济增长,降低环境治理长期成本。生态环境治理的投资加大,会促使其他经济领域的投资减少,这种资金的“挤出效应”会导致资源重新分配,实现对生态环境历史欠账的修复。作为复合生态系统的子系统时,生态系统是经济系统和社会系统实现绿色转型的基础保障,其稳定、健康发展能够为经济发展和社会运行提供充足的资源供给。然而,当经济发展和社会运行中的负外部性因素突破生态环境系统的承受阈值时,就会激发生态环境保护和经济、社会发展需求之间的矛盾,从而抑制资源型城市绿色转型发展的实现。

1.2 研究单元确定

参照国务院印发的《全国资源型城市可持续发展规划(2013~2020年)》,涉及黄河流域的资源型城市(自治州)有71个。基于数据可得性和公开性考虑,剔除缺失数据较多的海西蒙古族藏族自治州以及行政单元在2019年被撤销的莱芜市,此外由于四川省整体和内蒙古蒙东四盟被分别纳入到《长江经济带发展规划纲要》和《东北地区振兴规划》^[27],因此本文最终确定40个黄河流域资源型城市为研究单元,并参照《全国资源型城市可持续发展规划(2013~2020年)》对其按照生命周期进行划分(表1)。

表1 黄河流域资源型城市划分

Table 1 Classification of Resource-based Cities in Yellow River Basin

城市类型	城市名称
成长型城市	朔州市、鄂尔多斯市、延安市、咸阳市、榆林市、武威市、庆阳市、陇南市
成熟型城市	大同市、阳泉市、晋城市、忻州市、晋中市、临汾市、运城市、长治市、吕梁市、东营市、济宁市、泰安市、三门峡市、鹤壁市、平顶山市、渭南市、宝鸡市、金昌市、平凉市
衰退型城市	乌海市、枣庄市、焦作市、濮阳市、铜川市、白银市、石嘴山市
再生型城市	包头市、淄博市、临沂市、洛阳市、南阳市、张掖市

2 分析方法、变量选取与数据来源

2.1 分析方法

2.1.1 含非期望产出的SBM模型

数据包络分析模型因其无需事先考虑设定具体函数形式估计参数及量纲统一等优点^[28],在绩效评

估研究中被广泛应用。为了改善传统数据包络分析模型对投入产出变量松弛性考虑不足的问题,Tone于2001年提出SBM模型,在模型中加入非零松弛变量,对投入产出变量之间的非径向变化做出改进,并且将非期望产出变量纳入到模型中^[29]。假定黄河流域40个资源型城市为40个独立的决策单元,并且每个决策单元包括 m 种投入要素、 ω_1 种期望产出要素、 ω_2 种非期望产出要素。那么,含非期望产出的SBM模型基本公式为

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{ih}}}{1 + \frac{1}{\omega_1 + \omega_2} \left(\sum_{j=1}^{\omega_1} \frac{s_j^+}{y_{jh}^g} + \sum_{r=1}^{\omega_2} \frac{s_r^b}{z_{rh}^b} \right)} \quad (1)$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} x_{ih} = \mathbf{X}\boldsymbol{\lambda} + s_i^- \\ y_{jh}^g = \mathbf{Y}^g\boldsymbol{\lambda} - s_j^+ \\ z_{rh}^b = \mathbf{Z}^b\boldsymbol{\lambda} + s_r^b \\ s_i^- \geq 0, s_j^+ \geq 0, s_r^b \geq 0, \boldsymbol{\lambda} \geq 0 \end{cases}$$

式中: x_{ih} 、 y_{jh}^g 、 z_{rh}^b 分别表示投入变量、期望产出变量和非期望产出变量; \mathbf{X} 为投入变量矩阵; \mathbf{Y}^g 为期望产出变量对应的矩阵; \mathbf{Z}^b 为非期望产出变量对应的矩阵; $\boldsymbol{\lambda}$ 代表权重向量; s_i^- 、 s_j^+ 、 s_r^b 分别代表投入指标、期望产出指标和非期望产出指标的松弛变量; ρ^* 为绿色转型发展效率, ρ^* 越大表示绿色转型发展效率越高; h 表示被评价的决策单元; i 、 j 、 r 分别表示投入指标、期望产出指标和非期望产出指标的个数。

当 $\rho^* = 1$ 时,说明决策单元效率充分有效,此时 $s_i^- = s_j^+ = s_r^b = 0$,即投入和产出不存在冗余;当 $0 < \rho^* < 1$ 时,说明决策单元存在效率损失,投入和产出存在冗余,其冗余度分别使用各投入(产出)指标的松弛变量与实际投入(产出)情况的比值衡量。

2.1.2 多时段FsQCA方法

FsQCA方法是一种超越了传统回归分析的集合论方法,它以布尔代数运算为基础^[30],不再需要事前预设因果变量之间一一对应的理论假设,转而更关注实际情况下多个前因变量共同影响结果的组合^[31]。在这一过程中,需要使用一致性和覆盖度两个指标来考察不同前因变量组合对结果出现的影响程度,从而全面评估多个前因变量对结果的复杂协同作用机制^[32]。其中,一致性(C_1)用来反映某种结果发生时,某个前因变量组合出现的频率;覆盖度(C_2)用来衡量在所有案例中,某个前因变量组合出现的频次。具体计算公式为

$$C_1 = \sum \min(x_n, y_n) / \sum x_n \quad (2)$$

$$C_2 = \sum \min(x_n, y_n) / \sum y_n \quad (3)$$

式中: x_n 表示条件变量的隶属集合; y_n 表示结果变量的隶属集合;一致性和覆盖度取值均为 $0\sim 1$; n 表示第 n 个案例。

虽然传统FsQCA方法能够揭示条件与结果之间的复杂因果关系,但由于对时间因素考虑不足,致使传统FsQCA方法始终存在着局限于截面数据的不足^[33]。考虑到黄河流域资源型城市实现绿色转型发展往往会通过“五年规划”来制定协同考虑经济发展速度、环境保护质量和资源消耗水平的阶段性转型目标^[34],因此本文选择使用加入时间维度考量的多时段FsQCA方法展开研究,对每一阶段的研究案例汇总处理,探究黄河流域资源型城市在“十二五”时期和“十三五”时期形成的绿色转型发展路径有何异同。

2.2 变量选取

2.2.1 结果变量

考虑到资源型城市绿色转型发展的实现不仅要考虑经济增长的速度,而且要考虑经济增长的质量,同时还要协同考虑资源节约、环境保护和社会福利的提升,因此本文以基于含非期望产出的SBM模型测度得到的绿色转型发展效率作为结果变量。构建的含非期望产出的SBM模型主要包括投入指标和产出指标,其中投入指标分别选用资本存量、年末单位从业人员数和能源消耗量来表征资本投入、劳动力投入和能源投入,资本投入用永续盘存法对黄河流域40个资源型城市的资本存量进行测算,借鉴相关文献将折旧率设置为9.6%,进而测算出地级市层面的资本存量^[35]。选用城市夜间灯光强度数据拟合后的能源消耗量作为能源投入^[36]。产出指标选用以2011年为基期平减后的地区生产总值来表征期望产出,用工业二氧化硫排放量、工业废水排放量和工业烟粉尘排放量表示非期望产出。

2.2.2 条件变量

经济子系统中,经济发展水平和技术创新水平对黄河流域资源型城市绿色转型发展有着重要影响。经济发展水平对黄河流域资源型城市绿色转型发展的影响主要体现在两方面:一方面,经济发展水平的提高是生产要素配置更为合理、产出更有效率的具体表现;另一方面,经济发展水平的提高能够带动居民收入水平上升,从而推动公众消费观念转型、环保意识加强,倒逼企业绿色转型升级和城市绿色发展^[13]。而技术创新水平对黄河流域资源型城市绿色转型发展的影响主要是资源型城市产业结构单

一,长期以来存在对创新重视不够的问题,使得绿色转型发展动力不足造成的,因此对资源产业进行深度科技赋能,以技术创新推动资源型城市扭转“矿竭城衰”的困境,能够促进绿色转型发展效率提升^[16]。经济发展水平采用各资源型城市人均GDP进行表征,技术创新水平采用各资源型城市专利授权数进行表征。

社会子系统中,政府支持水平和城市化水平是影响黄河流域资源型城市绿色转型发展的关键因素^[22]。政府支持水平对黄河流域资源型城市绿色转型发展的影响,首先体现在地方政府可以通过政策的实施影响地区绿色转型发展,其次还可以通过财政手段影响资本要素流动,从而对地区绿色转型发展效率产生影响。城市化水平对黄河流域资源型城市绿色转型发展的影响主要表现在城市化水平的提高会促进区域生产要素流动,加快工业化进程,帮助资源型城市破解产业低端锁定难题的同时也可能导致污染排放加剧,从而对绿色转型发展效率产生影响。政府支持水平采用各资源型城市政府财政支出与地区生产总值的比值表征,城市化水平选取各资源型城市城镇人口数与常住人口数的比值表征。

生态子系统中,产业转型水平和对外开放水平是影响黄河流域资源型城市绿色转型发展的重要因素^[24]。产业结构升级是资源型城市转型发展的重中之重。长期以来,黄河流域资源型城市以能源化工行业为主导的产业结构严重制约了绿色转型发展的实现。随着可持续发展理念不断深化,传统产业逐步减少对资源的直接依赖,实现产业结构优化升级,帮助绿色转型发展效率提升。对外开放水平产生的双重外部性影响黄河流域资源型城市的绿色转型发展。一方面,外资进入市场和对外贸易发展能够带来先进技术,产生正向的技术溢出效应,从而提高区域绿色转型发展效率;另一方面,随着对外开放力度的不断扩大,大量高污染企业可能会被转移到资源型城市,加重资源型城市的环境污染,影响区域绿色转型发展效率。产业转型水平采用各资源型城市第三产业增加值与第二产业增加值的比值表征,对外开放水平采用各资源型城市进出口总额与地区生产总值的比值表征。

2.3 数据来源

能源投入指标数据使用美国国防气象卫星计划线性扫描业务系统(Defense Meteorological Satellite Program-operational Linescan System, DM-

SP-OLS)数据与美国极轨伙伴卫星-可见光红外成像辐射仪(National Polar-orbiting Partnership-visible Infrared Imaging Radiometer Suite, NPP-VIIRS)数据拟合校正后的夜间灯光数据反演出的城市能源消耗量。其余变量数据均来自《中国城市统计年鉴》《中国科技统计年鉴》、EPS全球统计数据平台、2012~2021年各省(自治区、直辖市)统计年鉴和2011~2020年各省(自治区、直辖市)国民经济和社会发展统计公报。对缺失值使用线性插值法进行填补。

3 结果分析

3.1 结果变量的测度结果

图2展示了2011~2020年黄河流域资源型城市绿色转型发展效率测度结果。由图2可知,黄河流域资源型城市整体的绿色转型发展效率呈现出“M”型波动上升的变化特征,从2011年的0.6937上升到2020年的0.7698。表2展示了黄河流域资源型城市2011~2020年投入产出冗余度均值。由表2可知,其效率未达有效状态可能是生产要素配置效率和污染排放问题严重导致的。就整体时序变化趋势来看,黄河流域资源型城市的绿色转型发展效率以2015年为界分为两个阶段。第一阶段为2011~2014年,绿色转型发展效率呈现出先升后降态势,在2012年达到效率峰值;第二阶段为2015~2020年,绿色转型发展效率先快速上升至峰值后缓慢下降。从不同城市类型来看,研究期限内,成长型、成熟型和衰退型城市的绿色转型发展效率变化特征与黄河流域资源型城市整体绿色转型发展效率的变化特征基本一致,波动曲线呈“M”型变化,成长型、成熟型和衰退型城市的绿色转型发展效率呈波动上升趋势,再生型城市绿色转型发展效率呈波动下降态势(图2)。与2011年相比,2020年黄河流域4类生长周期资源型城市的绿色转型发展效率差异逐渐扩大,并形成成长型城市相对较高、再生型城市次之、成熟型城市再次之、衰退型城市相对较低的格局。黄河流域资源型城市整体的非期望产出冗余度显著高于投入冗余度(表2),说明粗放的经济增长模式所造成的环境污染问题是导致绿色转型发展效率低下的主要原因。此外,成熟型城市和衰退型城市是黄河流域资源型城市绿色转型发展效率的损失主体,相较之下,再生型城市的投入产出冗余度是4类城市中最低的一类城市,说明经济发展对资源消耗依赖度越高的城市对非资源密集型产业的“挤出

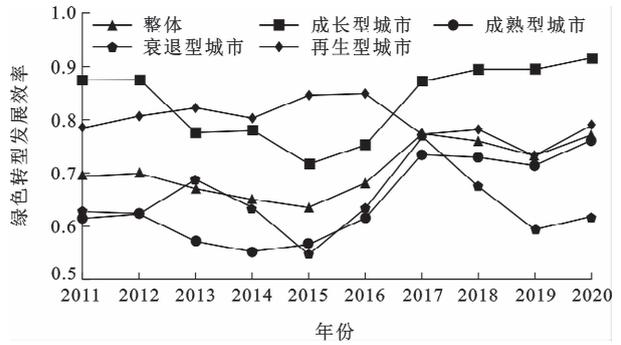


图2 2011~2020年黄河流域资源型城市绿色转型发展效率测度

Fig. 2 Measurement of Green Transformation and Development Efficiency of Resource-based Cities in Yellow River Basin from 2011 to 2020

表2 黄河流域资源型城市2011~2020年投入产出冗余度均值

Table 2 Average Input-output Redundancy of Resource-based Cities in Yellow River Basin from 2011 to 2020

区域	投入冗余度/%			非期望产出冗余度/%		
	劳动力	资本	能源	二氧化硫	废水	(烟)粉尘
整体	18.46	6.92	21.49	38.09	21.98	60.26
成长型城市	11.14	6.61	5.42	5.27	7.92	9.21
成熟型城市	27.46	8.13	27.25	51.38	23.22	70.23
衰退型城市	22.58	7.66	17.60	59.69	34.23	63.98
再生型城市	11.45	4.08	15.08	22.48	6.94	37.37

效应”越强,“一业独大”的畸形产业结构严重制约了资源型城市绿色发展水平的提升。

3.2 绿色转型路径

3.2.1 变量校准

参照FsQCA方法的运算逻辑,为了确保不同案例能够在同一尺度下进行比较,首先需要对各案例样本的原始数据进行校准,通过校准锚点来赋予各案例样本介于0~1的隶属度分数,以反映各案例的集合隶属关系,即确定不同案例隶属于特定集合的相对程度^[30]。因此,本研究使用直接校准法对各案例的原始数据进行校准^[37],将条件变量与结果变量的75%分位数记为完全隶属点,50%分位数记为模糊交叉点,25%分位数记为完全不隶属点。各变量的具体校准锚点如表3所示。

3.2.2 单变量必要性分析

必要性分析旨在确定当结果出现时,某一前因条件是否始终存在,如果存在这样的前因条件,就把它称为必要性条件。通常将一致性得分大于0.9的前因条件确定为必要性条件^[38]。由表4可知,政府

表3 变量校准锚点

Table 3 Variable Calibration Anchor Points

变量名称	“十二五”时期变量校准锚点			“十三五”时期变量校准锚点		
	完全隶属点	模糊交叉点	完全不隶属点	完全隶属点	模糊交叉点	完全不隶属点
绿色转型发展效率	0.94	0.62	0.46	1.00	0.79	0.56
政府支持水平	22.37	15.61	13.27	27.66	18.48	15.06
经济发展水平	51 806.25	38 031.30	27 094.65	64 109.34	51 151.65	35 301.54
产业转型水平	0.81	0.64	0.45	1.20	1.00	0.72
城市化水平	56.29	49.36	42.98	61.49	56.95	50.43
对外开放水平	5.86	3.23	1.18	5.61	2.88	1.03
技术创新水平	1 132.75	460.00	276.10	2 493.05	1 112.80	662.05

表4 单变量必要性分析结果

Table 4 Necessity Analysis Results of Univariate

前因变量	“十二五”时期 单变量必要性		“十三五”时期 单变量必要性	
	一致性	覆盖度	一致性	覆盖度
政府支持水平	0.472	0.499	0.422	0.443
~政府支持水平	0.727	0.756	0.747	0.745
经济发展水平	0.689	0.786	0.654	0.755
~经济发展水平	0.521	0.505	0.549	0.504
产业转型水平	0.536	0.595	0.465	0.527
~产业转型水平	0.647	0.643	0.727	0.676
城市化水平	0.677	0.720	0.609	0.663
~城市化水平	0.534	0.552	0.610	0.588
对外开放水平	0.538	0.625	0.588	0.689
~对外开放水平	0.639	0.611	0.613	0.556
技术创新水平	0.642	0.739	0.676	0.754
~技术创新水平	0.565	0.544	0.516	0.488

注:“~”表示逻辑运算符非。

支持水平、经济发展水平、产业转型水平、城市化水平、对外开放水平和技术创新水平的一致性得分均没有大于0.9,说明它们均无法单独成为构成黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的必要性条件。这从侧面证实了促进黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的路径不是通过单一因素驱动,而是多种因素协同影响、并发驱动的结果。

3.2.3 条件组态分析

在模糊集定性比较分析中,不同的前因条件组合可能会通过不同的实现路径对同一结果产生相同的影响,因此为了明确前因条件组合差异化构型的原因,需要对条件组态进行分析,从而识别这些前因条件的组合是否存在互补和替代关系。参照相关研究成果,本研究将案例频数阈值设置为1,原始一致性阈值设置为0.8, PRI(Proportional Reduction in Inconsistency)一致性阈值设置为0.80^[39],将在中间解与简约解中同时出现的前因条件记为核心条

件,仅出现在中间解中的前因条件记为边缘条件^[40]。

由表5可知,在“十二五”时期有两条路径可以促进黄河流域资源型城市实现绿色转型发展,在“十三五”时期则有3条路径(其中,组态4和组态6是存在等效性特征的二阶等效组态,可将其看作同一条路径)。单个组态的一致性大于可接受的最低标准0.75,其中“十二五”时期组态2的原始覆盖度最高,“十三五”时期组态3的原始覆盖度最高,表明组态2和组态3分别是“十二五”时期和“十三五”时期黄河流域资源型城市促进绿色转型发展实现的最可能路径。解的总体一致性在“十二五”时期为0.93,在“十三五”时期为0.94,表明在满足这些绿色转型发展路径的所有案例中,分别有93%和94%的黄河流域资源型城市绿色转型发展效率呈现出较高的水平;解的总体覆盖度由“十二五”时期的0.36上升到“十三五”时期的0.50,表明“十二五”时期和“十三五”时期绿色转型发展路径可以解释的黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的案例占比由“十二五”时期的36%上升至“十三五”时期的50%。

(1)“十二五”时期的绿色转型发展路径。①产业转型+经济发展二元驱动型。组态1指出以非高政府支持水平、高经济发展水平、高产业转型水平和非高对外开放水平为核心条件,高城市化水平为边缘条件的组态可以促进资源型城市实现绿色转型发展。该组态可以解释19%的黄河流域资源型城市案例,典型案例涵盖了成长型城市、成熟型城市和再生型城市中的包头市、阳泉市和朔州市等,表明当区域内对外开放水平和政府支持水平都较低的情况下,为了促进区域绿色转型发展,需要进一步提高城市化水平,吸引产业集聚到城市,确保劳动要素能够自由流通,从而推动产业转型升级,因此可将此类条件组态命名为产业转型+经济发展二元驱动型。以朔州市为例,“不沿海,不沿边”的地域局限限制了朔

表5 促进绿色转型发展的条件组态

Table 5 Conditional Configuration to Promote Green Transformation and Development

变量	“十二五”时期组态		“十三五”时期组态			
	组态 1	组态 2	组态 3	组态 4	组态 5	组态 6
政府支持水平	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	●
经济发展水平	●	●	●	●	⊗	⊗
产业转型水平	●	●	⊗	⊗	●	⊗
城市化水平	●			⊗	●	⊗
对外开放水平	⊗	●		●	⊗	●
技术创新水平		●	●		⊗	●
一致性	0.94	0.90	0.93	0.97	0.91	0.97
原始覆盖度	0.19	0.24	0.39	0.19	0.06	0.09
唯一覆盖度	0.12	0.17	0.22	0.03	0.04	0.04
典型案例	包头市、阳泉市、朔州市	泰安市、淄博市、枣庄市、济宁市、洛阳市	焦作市、宝鸡市、鄂尔多斯市、咸阳市、榆林市	三门峡市、宝鸡市	阳泉市	濮阳市
总体一致性	0.93		0.94			
总体覆盖度	0.36		0.50			

注:核心条件存在用●表示,核心条件缺失用⊗表示,边缘条件存在用●表示;边缘条件缺失用⊗表示;空白表示该前因条件的出现与否对结果无影响。

州市的开放交流,以煤炭产业为主导的产业结构产出产品附加值低,技术含量不高的同时造成严重的环境污染问题,政府环境保护政策引导收效甚微。“十二五”期间,朔州市从观念转型、经济转型、产业转型等方面入手,实现绿色转型发展。首先,随着城市化水平不断提高,民生基础设施不断完善,公众绿色消费观念增强,倒逼企业转型升级生产绿色产品;其次,遵循“传统产业新兴化,新兴产业规模化”的发展思路,朔州市大力推动传统产业绿色低碳升级,发展新兴产业,为城市转型发展积蓄动能。②经济发展+产业转型+技术创新多元驱动型。由表5可知,组态2指出以高经济发展水平、高产业转型水平和高技术创新水平为核心条件,非高政府支持水平和高对外开放水平为边缘条件的组态可以促进资源型城市实现绿色转型发展,表明当区域内政府支持水平较弱时,推动区域绿色转型发展需要从提高经济发展水平、促进产业转型升级和提升技术创新水平等方面共同发力。该组态可以解释24%的黄河流域资源型城市案例,典型案例涵盖了成熟型城市、衰退型城市和再生型城市中的泰安市、淄博市、枣庄市、济宁市和洛阳市等。以济宁市为例,其不足50%的财政平衡率和较低的城镇化率阻碍了济宁市利用财政手段促进资本要素流通进而帮助工业化进程深入推进,导致其对粗放式发展模式依赖严重,第二产业比重超过50%,高耗能、高污染排放企业众多,严重制约了城市转型发展。为了挖掘新的绿色转型动力,济宁市积极与周边市县开展合作,依托

“一带一路”倡议不断完善基础设施,扩大对外开放力度,进一步推动济宁市经济转型发展,着力打造错位合作、优势互补的产业发展格局,大力推动煤炭产业转型,促进绿色转型发展实现。

(2)“十三五”时期的绿色转型发展路径。①经济发展+技术创新二元驱动型。由表5可知,组态3指出以高经济发展水平、高技术创新水平和非高产业转型水平为核心条件,非高政府支持水平为边缘条件的组态可以促进资源型城市实现绿色转型发展,表明当区域政府支持水平和产业转型水平都不高时,实现区域绿色转型发展需要加大对技术创新的支持力度,以创新驱动绿色转型,促进经济稳步增长,因此可将其称为经济发展+技术创新二元驱动型绿色转型模式。该组态可以解释39%的黄河流域资源型城市案例,典型案例涵盖了成长性城市、成熟型城市和衰退型城市中的焦作市、宝鸡市、鄂尔多斯市、咸阳市和榆林市等。例如,榆林市因煤而兴,有世界七大煤田之一的神府煤田,丰富的煤炭资源为榆林市的经济发展提供了充沛的动力来源,2019年榆林市GDP突破4000亿元,居省内第二位,但不能忽略的是经济发展的同时造成了严重的环境污染问题,榆林市“一煤独大”的产业结构也导致环境保护政策引导收效甚微。同时,资源型产业对不可再生资源开发高度依赖的特性致使其始终存在着由兴起到鼎盛再到衰落的客观规律,因此为了扭转“矿竭城衰”的发展困境,2018年榆林市出台《关于加快推进煤化工产业高端化发展,打造世界一流高端能

源化工基地的实施意见》,同时进一步提升城镇化水平,解放更多的劳动力投入工业化建设,明确了通过科技赋能,打破资源产业的低端锁定,从产业链中低端迈向高端拓展的发展策略,实现城市转型发展,促进绿色转型发展实现。②对外开放引领型。由表5可知,组态4指出以高对外开放水平、非高城市化水平和非高产业转型水平为核心条件,高经济发展水平和非高政府支持水平为边缘条件的组态可以促进资源型城市实现绿色转型发展。该组态可以解释19%的黄河流域资源型城市案例,典型案例涵盖了成熟型城市中的三门峡市和宝鸡市等。组态6指出以高对外开放水平、非高城市化水平和非高产业转型水平为核心条件,非高经济发展水平、高政府支持水平和高技术创新水平为边缘条件的组态可以促进资源型城市实现绿色转型发展。该组态可以解释9%的黄河流域城市案例,典型案例涵盖了衰退型城市中的濮阳市等。综合来看,组态4和组态6是以高对外开放水平、非高城市化水平和非高产业转型水平为核心条件的二阶等效组态^[41],表明当区域内政府支持水平较低时,会导致各类生产要素无法发挥集聚优势,造成产业转型升级缓慢,此时需要扩大对外开放水平,吸引先进产业集聚到城市,利用技术创新手段推动产业升级,促进区域经济发展水平提升从而实现绿色转型发展,因此可将其统称为对外开放引领型绿色转型发展模式。以宝鸡市为例,2018年宝鸡市的城镇化水平仍低于全省平均值,不平衡的城乡发展现状致使其经济发展呈现二元性,严重限制了其产业结构的优化升级。“十三五”时期,宝鸡市以《关中—天水经济区发展规划》《关中原城市群发展规划》等机遇为抓手,不断扩大对外开放力度,吸引先进产业集聚,并通过引进先进的技术和管理经验,加快对传统产业的升级改造,逐步形成优势互补、互利共赢的开放型经济体系,为宝鸡市绿色转型发展的实现带来了新的经济增长点。③产业转型+城市化升级二元驱动型。由表5可知,组态5指出以高产业转型水平、高城市化水平、非高政府支持水平、非高经济发展水平、非高对外开放水平和非高技术创新水平为核心条件的组态可以促进黄河流域资源型城市实现绿色转型发展,表明当区域处于经济欠发达状态时,较低的对外开放水平、技术创新水平和政府支持水平会造成资本、资源和劳动力等生产要素无法自由流通,此时促进区域实现绿色转型发展需要提高城市化水平,吸引更多的人口和资源流向城市从而助推产业转型升级,促使区域经

济发展向多元化转变,因此可将其称为产业转型+城市化升级二元驱动型绿色转型发展模式。该组态可以解释6%的黄河流域资源型城市案例,典型案例涵盖了成熟型城市中的阳泉市等。对资源型产业的严重依赖致使阳泉市在转型发展过程中经济发展状况持续下行,为了扭转“矿竭城衰”的发展窘境,阳泉市在“十三五”时期遵循“传统产业新兴化,新兴产业规模化”的发展思路,制定《阳泉市重点产业链及产业链链长工作机制实施方案》,对传统产业结构进行系统性调整,尤其是对传统的煤矿产业和高耗能高污染的火电行业展开了行之有效的绿色化、智能化改造,实现节能降耗,推动发展模式由外延粗放转向内涵集约。

综合来看,从“十二五”时期到“十三五”时期,黄河流域资源型城市绿色转型发展路径发生了根本性变革,不存在完全一致的条件组态,展现出从依赖少数路径向多条路径并行推进的变化特征,由“十二五”时期的两条绿色转型发展路径转变为“十三五”时期的3条绿色转型发展路径。其中经济发展水平、产业转型水平和技术创新水平始终是构成两个时期内绿色转型发展路径的核心条件,它们构成了促进黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的基础框架,但随着我国经济由高速增长阶段转向高质量发展阶段,城市化水平和对外开放水平仅在“十三五”时期开始成为构成黄河流域资源型城市实现绿色转型发展路径的新核心条件。

3.2.4 稳健性检验

以集合论为基础的定性比较分析(Qualitative Comparative Analysis, QCA)研究结果应优先选择集合论特定的方法进行稳健性检验^[32]。本研究采用改变校准阈值和提高PRI一致性水平两种方法进行检验,将校准阈值由原始数据的75%分位数、50%分位数、25%分位数改变为原始数据90%分位数、50%分位数、10%分位数重新校准,此外将PRI一致性阈值由0.80提高到0.85。最终检验结果如表6、7所示。从表6、7可以发现,得出的新组态与原组态基本一致,因此本研究的分析结果具有较好的稳健性。

4 结论、讨论与建议

4.1 结论

本研究运用含非期望产出的SBM模型和多时段FsQCA方法分析黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的可行性路径及其随时间演变而产生的动

表6 提高PRI一致性稳健性检验结果

Table 6 Improving the PRI Consistency Robustness Test Results

条件	“十二五” 时期组态		“十三五” 时期组态	
	组态 N1	组态 N2	组态 N3	组态 N4
	政府支持水平	⊗	⊗	⊗
经济发展水平	●	●	●	⊗
产业转型水平	●	⊗	⊗	⊗
城市化水平	●	⊗	●	⊗
对外开放水平	⊗	●		●
技术创新水平			●	●
一致性	0.94	0.97	0.94	0.97
原始覆盖度	0.19	0.19	0.31	0.09
唯一覆盖度	0.19	0.07	0.20	0.04
总体一致性	0.94		0.95	
总体覆盖度	0.19		0.44	

注:核心条件存在用●表示,核心条件缺失用⊗表示,边缘条件存在用●表示;边缘条件缺失用⊗表示;空白表示该前因条件的出现与否对结果无影响。

态变化。

第一,黄河流域资源型城市的绿色转型发展效率在2011~2020年呈“M”型波动上升,生产要素配置效率低下和污染排放严重致使效率仍未达到有效状态。成熟型城市和衰退型城市是黄河流域资源型城市绿色转型发展效率的损失主体,再生型城市的投入产出冗余度在4类城市中最低,说明经济发展对资源消耗依赖越严重的城市对非资源密集型产业的“挤出效应”越强。

第二,黄河流域资源型城市绿色转型发展的实现不是通过单一因素驱动,而是多种因素协同影响、并发驱动的结果。政府支持水平、经济发展水平、产业转型水平、城市化水平、对外开放水平和技术创新水平均无法单独成为黄河流域资源型城市实现绿色转型发展效率的必要条件。条件组态分析结果表明:“十二五”时期促进黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的路径有两条,分别为产业转型+经济发展二元驱动型和经济发展+产业转型+技术创新多元驱动型;“十三五”时期促进黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的路径有3条,分别为经济发展+技术创新二元驱动型、对外开放引领型和产业转型+城市化升级二元驱动型。

第三,从“十二五”时期到“十三五”时期,经济发展水平、产业转型水平和技术创新水平始终都是推动黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的核心条件,但城市化水平和对外开放水平仅在“十三五”时

期开始成为新的核心条件。这说明黄河流域资源型城市不存在一成不变的绿色转型发展路径,并且绿色转型发展路径呈现出从依赖少数路径向多条路径并行推进的变化特征。

4.2 讨论

黄河流域统筹生态保护和高质量发展的关键在于推动经济发展与资源环境消耗强脱钩,实现发展方式绿色转型。学者们基于流域上中下游、主体功能区、城市群和资源型城市等区域使用回归分析方法厘清了众多影响因素驱动黄河流域实现绿色转型发展的作用机理^[10,13,16,24,42]。本文在充分借鉴前人研究成果的基础上,构建了“经济-社会-环境”复合生态系统下黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的理论分析框架,从而归纳出黄河流域资源型城市实现绿色转型发展的前因条件,继而使用多时段FsQCA方法明确在不同时段下前因条件如何发挥协同作用影响黄河流域资源型城市实现绿色转型发展,在一定程度上拓展了黄河流域和长江经济带等区域同类型资源型城市识别绿色转型发展路径的研究思路。

黄河流域资源型城市绿色转型发展效率的变化不仅反映了其在总体上的变化趋势,同时也揭示了个体城市在整体变化中所起到的重要影响作用。但在分析是什么原因导致个体城市的绿色转型发展效率发生改变时,传统计量模型往往更关注结果如何发生,忽略了过程怎样变化,尤其是对个案解释和现象分析存在严重不足^[43]。本文采用多时段FsQCA方法将城市作为案例样本,从案例着手,能够挖掘城市个体绿色转型发展效率出现变化的原因,加入的时间变量能够进一步贴合前因变量在不同经济发展阶段所带来的驱动作用变化的客观实际,从而能够为同类型的资源型城市开展研究提供借鉴。

本文使用多时段FsQCA方法明确影响因素如何发挥协同作用驱动黄河流域资源型城市实现绿色转型发展,是一次全新的探索,但仍存在一些不足之处。首先,本研究基于“经济-社会-生态”复合生态系统理论选取对黄河流域资源型城市绿色转型发展存在影响的条件变量,但随着经济发展的不断推进,可能会有其他变量能够促使黄河流域资源型城市实现绿色转型发展,因此未来可以考虑选取其他因素进行研究。其次,由于数据获取限制,本研究按生命周期对黄河流域资源型城市进行划分,未来可以进一步根据资源型城市资源类型开展更具有针对性的探讨。

表7 改变校准阈值稳健性检验结果

Table 7 Changing the Calibration Threshold Robustness Test Results

条件	“十二五”时期组态		“十三五”时期组态			
	组态 F1	组态 F2	组态 F3	组态 F4	组态 F5	组态 F6
政府支持水平	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	●
经济发展水平	●	●	●	●	●	⊗
产业转型水平	●	●	⊗	⊗		⊗
城市化水平	●			⊗	●	⊗
对外开放水平	⊗	●		●	●	●
技术创新水平		●	●		●	●
一致性	0.94	0.92	0.94	0.96	0.93	0.94
原始覆盖度	0.27	0.29	0.44	0.30	0.39	0.19
唯一覆盖度	0.07	0.09	0.05	0.03	0.03	0.05
总体一致性	0.93		0.91			
总体覆盖度	0.36		0.55			

注:核心条件存在用●表示,核心条件缺失用⊗表示,边缘条件存在用●表示;边缘条件缺失用⊗表示;空白表示该前因条件的出现与不对结果无影响。

4.3 建议

(1)把握黄河流域资源型城市既有共性又有个性的发展特征,科学制定黄河流域资源型城市绿色转型的总体规划。一方面以渐进式策略引导黄河流域资源型城市实现绿色转型。经济发展是资源型城市转型的基础,任何“一刀切”的改革策略都会造成资源型城市经济发展停滞,导致资源型城市转型动力不足,因此需要将城市实现绿色转型发展的目标进行阶段性分解,保证经济发展持续活力,分级分类逐步推动黄河流域资源型城市发展模式变革。另一方面要加大政策帮扶力度和政策导向,建立健全生态补偿机制。解决黄河流域资源型城市在生态环境上严重的历史欠账问题需要实现守好生态红线、强化生态修复、推进生态文明建设有机结合,挖掘资源型城市的绿色发展资源,打造特色鲜明的城市绿色转型发展标志。

(2)“因地制宜,分类引导”助推黄河流域资源型城市实现绿色转型发展。成长型城市要植根自身资源丰富的禀赋优势,进一步优化产业布局,实现资源型产业和非资源型产业的协同发展,对现有产业链条进行绿色化和智能化改造,优势再造聚合发展动力,打造兼具资源产业深加工和技术产业规模化的产业集群;成熟型城市的污染排放问题极为严峻,因此促进成熟型城市实现绿色转型发展需要积极推进接续替代产业发展,以环境治理为抓手,实现绿色低碳转型对现有产业的全覆盖,积极培育经济发展新动能;大力推动衰退型城市能源革命,一手抓传统产业升级改造,淘汰落后产能,破除路径锁定,积极推

进第一、二、三产业融合发展,打造产业利益共同体,另一手抓新动能培育,以数字经济发展为排头兵,大力推进产业数字化建设,形成城市发展的新增长极;对于初步摆脱资源依赖的再生型城市而言,实现绿色转型发展需要并抓企业发展理念转型和公民消费理念转型,引导市民和企业选择绿色产品,大力发展高新技术产业,通过科技赋能提升产业核心竞争力。

参考文献:

References:

- [1] 岳立,闫慧贞.黄河流域技术进步对资源型城市绿色发展影响[J].科学学研究,2023,41(9):1615-1626,1637.
YUE Li, YAN Hui-zhen. Impact of Technological Progress on Green Development of Resource-based Cities in the Yellow River Basin[J]. Studies in Science of Science, 2023, 41(9): 1615-1626, 1637.
- [2] 闫明涛,李江苏,闫明月.资源型城市新旧动能转换的空间演化与影响机制[J].资源科学,2024,46(10):1959-1975.
YAN Ming-tao, LI Jiang-su, YAN Ming-yue. Spatial Evolution and Mechanism of Influence of the Transition from Old to New Economic Drivers in Resource-based Cities[J]. Resources Science, 2024, 46(10): 1959-1975.
- [3] 张继飞,蒋应刚,孙威,等.国内资源型城市转型研究进展的文献计量分析[J].城市规划,2022,46(3):93-105,114.
ZHANG Ji-fei, JIANG Ying-gang, SUN Wei, et al. Bibliometric Analysis on the Research Progress of Resource-based City Transformation in China[J]. City

- Planning Review, 2022, 46(3): 93-105, 114.
- [4] 刘小玲, 唐卓伟, 孙晓华, 等. 要素错配: 解开资源型城市转型困境之谜[J]. 中国人口·资源与环境, 2022, 32(10): 88-102.
- LIU Xiao-ling, TANG Zhuo-wei, SUN Xiao-hua, et al. Factors Mismatch; Solving the Mystery of Transformation Dilemma Faced by Resource-based Cities[J]. China Population, Resources and Environment, 2022, 32(10): 88-102.
- [5] 佟新华, 郭淑睿, 段海燕, 等. 资源产业依赖对中国资源型城市收缩的影响机制[J]. 资源科学, 2024, 46(10): 2022-2033.
- TONG Xin-hua, GUO Shu-rui, DUAN Hai-yan, et al. Influencing Mechanism of Resource Industry Dependence on the Shrinkage of China's Resource-based Cities[J]. Resources Science, 2024, 46(10): 2022-2033.
- [6] 张文忠, 余建辉. 中国资源型城市转型发展的政策演变与效果分析[J]. 自然资源学报, 2023, 38(1): 22-38.
- ZHANG Wen-zhong, YU Jian-hui. Policy Evolution and Transformation Effect Analysis of Sustainable Development of Resource-based Cities in China[J]. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 22-38.
- [7] 吴康, 张文忠, 张平宇, 等. 中国资源型城市的高质量发展: 困境与突破[J]. 自然资源学报, 2023, 38(1): 1-21.
- WU Kang, ZHANG Wen-zhong, ZHANG Ping-yu, et al. High-quality Development of Resource-based Cities in China: Dilemmas and Breakthroughs [J]. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 1-21.
- [8] 李婉红, 李娜. 自然资源禀赋、市场化配置与产业结构转型: 来自116个资源型城市的经验证据[J]. 现代经济探讨, 2021(8): 52-63.
- LI Wan-hong, LI Na. Natural Resources Endowment, Market Allocation and Industrial Structure Transformation: Empirical Evidence from 116 Resource-based Cities[J]. Modern Economic Research, 2021(8): 52-63.
- [9] 吴康, 刘骁啸, 姚常成. 产业转型对中国资源型城市增长与收缩演变轨迹的影响机制[J]. 自然资源学报, 2023, 38(1): 109-125.
- WU Kang, LIU Xiao-xiao, YAO Chang-cheng. The Mechanisms of Industrial Transformation on the Evolutionary Trajectory of Growth and Shrinkage in Chinese Resource-based Cities[J]. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 109-125.
- [10] 徐维祥, 郑金辉, 周建平, 等. 资源型城市转型绩效特征及其碳减排效应[J]. 自然资源学报, 2023, 38(1): 39-57.
- XU Wei-xiang, ZHENG Jin-hui, ZHOU Jian-ping, et al. Transformation Performance Characteristics of Resource-based Cities and Their Carbon Emission Reduction Effects [J]. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 39-57.
- [11] 高红贵, 何美璇, 许莹莹, 等. 环境目标约束对资源型城市经济高质量发展的影响[J]. 资源科学, 2024, 46(10): 1976-1995.
- GAO Hong-gui, HE Mei-xuan, XU Ying-ying, et al. Impact of Environmental Target Constraints on High-quality Economic Development of Resource-based Cities[J]. Resources Science, 2024, 46(10): 1976-1995.
- [12] 王文棋, 刘兆德, 赵虎. 中国资源型城市转型发展全景知识图谱: 演进脉络、热点追踪及未来展望[J]. 地理科学, 2024, 44(5): 785-795.
- WANG Wen-qi, LIU Zhao-de, ZHAO Hu. Panoramic Knowledge Graph of Transformation and Development of Resource-based Cities in China: Evolution, Hotspots Tracking and Future Prospects[J]. Scientia Geographica Sinica, 2024, 44(5): 785-795.
- [13] 窦睿音, 焦贝贝, 张文洁, 等. 西部资源型城市绿色发展效率时空分异与驱动力[J]. 自然资源学报, 2023, 38(1): 238-254.
- DOU Rui-yin, JIAO Bei-bei, ZHANG Wen-jie, et al. Research on Spatiotemporal Heterogeneity and Driving Forces of Green Development Efficiency in Resource-based Cities of Western China[J]. Journal of Natural Resources, 2023, 38(1): 238-254.
- [14] 聂雷, 王圆圆, 张静, 等. 资源型城市绿色转型绩效评价: 来自中国114个地级市的检验[J]. 技术经济, 2022, 41(4): 141-152.
- NIE Lei, WANG Yuan-yuan, ZHANG Jing, et al. Performance Evaluation of Green Transformation of Resource-based Cities: Inspection from 114 Prefecture Level Cities in China[J]. Journal of Technology Economics, 2022, 41(4): 141-152.
- [15] 邓世成, 吴玉鸣. 低碳城市试点政策对中国资源型城市绿色转型发展的影响[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(6): 65-79.
- DENG Shi-cheng, WU Yu-ming. Impact of Low-carbon City Pilot Policy on the Green Transformation and Development of China's Resource-based Cities [J]. China Population, Resources and Environment, 2024, 34(6): 65-79.
- [16] 王珏. 中国资源型城市绿色转型的动力源泉及其驱动因素[J]. 经济地理, 2024, 44(4): 75-83, 99.
- WANG Jue. Power Source and Driving Factors of

- Green Transformation of Resource-based Cities in China[J]. *Economic Geography*, 2024, 44(4): 75-83, 99.
- [17] 彭定洪,李旭锋. 资源型城市绿色转型成效评价研究:以云南省为例[J]. *城市问题*, 2023(7): 21-32, 52.
PENG Ding-hong, LI Xu-feng. Research on the Evaluation of the Effectiveness of Green Transformation in Resource-based Cities: Taking Yunnan Province as an Example[J]. *Urban Problems*, 2023(7): 21-32, 52.
- [18] 任嘉敏,郭付友,赵宏波,等. 黄河流域资源型城市工业绿色转型绩效评价及时空异质性特征[J]. *中国人口·资源与环境*, 2023, 33(6): 151-160.
REN Jia-min, GUO Fu-you, ZHAO Hong-bo, et al. Performance Evaluation and Spatio-temporal Heterogeneity Characteristics of Industrial Green Transformation of Resource-based Cities in the Yellow River Basin[J]. *China Population, Resources and Environment*, 2023, 33(6): 151-160.
- [19] 刘秀丽,黎文涛,郭丕斌,等. 区位导向性政策能否促进资源型城市绿色转型?——以山西“综改区”设立为例[J]. *自然资源学报*, 2024, 39(1): 84-103.
LIU Xiu-li, LI Wen-tao, GUO Pi-bin, et al. Can Location-oriented Policies Promote the Green Transformation of Resource-based Cities? —Taking the Establishment of “Comprehensive Reform Zone” in Shanxi as an Example [J]. *Journal of Natural Resources*, 2024, 39(1): 84-103.
- [20] 张泽楚,李巍. 数字经济对黄河流域资源型城市绿色效率的驱动作用[J]. *资源科学*, 2024, 46(3): 475-487.
ZHANG Ze-chu, LI Wei. Driving Effects of Digital Economy on Green Efficiency of Resource-based Cities in the Yellow River Basin[J]. *Resources Science*, 2024, 46(3): 475-487.
- [21] 刘宇炫,王毅. 绿色转型引领发展的特征、挑战与取向[J]. *生态文明研究*, 2024(6): 15-29.
LIU Yu-xuan, WANG Yi. Characteristics, Challenges, and Orientation of Green Transition Leading Development [J]. *Journal of Eco-civilization Studies*, 2024(6): 15-29.
- [22] 董会忠,韩沅刚. 复合生态系统下城市高质量发展时空演化及驱动因素研究:以黄河流域7大城市群为例[J]. *人文地理*, 2021, 36(6): 96-107.
DONG Hui-zhong, HAN Yuan-gang. Spatiotemporal Evolution and Driving Factors of Urban Quality Development in a Complex Ecosystem: Taking the Seven Major Urban Agglomerations Along the Yellow River Basin as Examples [J]. *Human Geography*, 2021, 36(6): 96-107.
- [23] 樊厚瑞. 基于系统科学视角的长江流域复合生态系统管理[J]. *学习与实践*, 2021(10): 97-107.
FAN Hou-rui. Compound Ecosystem Management in the Yangtze River Basin from the Perspective of System Science [J]. *Study and Practice*, 2021(10): 97-107.
- [24] 岳立,薛丹. 黄河流域沿线城市绿色发展效率时空演变及其影响因素[J]. *资源科学*, 2020, 42(12): 2274-2284.
YUE Li, XUE Dan. Spatiotemporal Change of Urban Green Development Efficiency in the Yellow River Basin and Influencing Factors [J]. *Resources Science*, 2020, 42(12): 2274-2284.
- [25] 胡鞍钢,黄鑫. 中国式现代化与绿色发展[J]. *北京工业大学学报(社会科学版)*, 2024, 24(5): 1-20.
HU An-gang, HUANG Xin. Chinese-style Modernization and Green Development [J]. *Journal of Beijing University of Technology (Social Sciences Edition)*, 2024, 24(5): 1-20.
- [26] 黄永明,丁闻语. 跨省流域横向生态补偿政策与绿色经济发展:基于中国县域面板数据的经验研究[J]. *财政科学*, 2024(8): 82-99.
HUANG Yong-ming, DING Wen-yu. Trans-provincial Watershed Horizontal Ecological Compensation Policy and Green Economic Development: An Empirical Study Based on County-level Panel Data in China [J]. *Fiscal Science*, 2024(8): 82-99.
- [27] 孙斌,徐渭,薛建春,等. 黄河流域城市群城镇化与生态环境耦合协调预测[J]. *地球科学与环境学报*, 2021, 43(5): 887-896.
SUN Bin, XU Wei, XUE Jian-chun, et al. Prediction of Coupling and Coordination Between Urbanization and Eco-environment of Urban Agglomerations in Yellow River Basin, China [J]. *Journal of Earth Sciences and Environment*, 2021, 43(5): 887-896.
- [28] 许玉洁,刘曙光. 黄河流域绿色创新效率空间格局演化及其影响因素[J]. *自然资源学报*, 2022, 37(3): 627-644.
XU Yu-jie, LIU Shu-guang. Spatial Pattern Evolution and Influencing Factors of Green Innovation Efficiency in the Yellow River Basin [J]. *Journal of Natural Resources*, 2022, 37(3): 627-644.
- [29] TONE K. A Slacks-based Measure of Efficiency in Data Envelopment Analysis [J]. *European Journal of Operational Research*, 2001, 130(3): 498-509.
- [30] RAGIN C C. *Redesigning Social Inquiry: Fuzzy Sets and Beyond* [M]. Chicago: University of Chicago Press

- ss, 2008.
- [31] 郑明贵, 顾东明, 王馨悦. 四螺旋视角下资源型城市绿色发展路径研究: 基于模糊集定性比较分析[J]. 干旱区资源与环境, 2024, 38(2): 62-69.
ZHENG Ming-gui, GU Dong-ming, WANG Xin-yue. Green Development Path in Resource-based Cities from a Quadruple Helix Perspective: A Qualitative Comparative Analysis[J]. Journal of Arid Land Resources and Environment, 2024, 38(2): 62-69.
- [32] 杜运周, 贾良定. 组态视角与定性比较分析(QCA): 管理学研究的一条新道路[J]. 管理世界, 2017, 33(6): 155-167.
DU Yun-zhou, JIA Liang-ding. Configuration Perspective and Qualitative Comparative Analysis(QCA): A New Path in Management Research[J]. Journal of Management World, 2017, 33(6): 155-167.
- [33] 孙慧, 杨泽东, 夏学超, 等. 区域创新生态系统对碳减排的影响: 基于QCA的组态路径分析[J]. 中国人口·资源与环境, 2024, 34(10): 57-65.
SUN Hui, YANG Ze-dong, XIA Xue-chao, et al. Impact of Regional Innovation Ecosystems on Carbon Emission Reduction: A Configuration Path Analysis Based on QCA[J]. China Population, Resources and Environment, 2024, 34(10): 57-65.
- [34] 王红帅. 地方规划权的建构与评估: 基于双重差分与动态QCA的实证研究[J]. 社会学研究, 2023, 38(6): 153-176.
WANG Hong-shuai. The Construction and Assessment of Local Planning Rights: An Empirical Study Based on DID and Dynamic QCA[J]. Sociological Studies, 2023, 38(6): 153-176.
- [35] 张军, 吴桂英, 张吉鹏. 中国省际物质资本存量估算: 1952~2000[J]. 经济研究, 2004, 39(10): 35-44.
ZHANG Jun, WU Gui-ying, ZHANG Ji-peng. The Estimation of China's Provincial Capital Stock, 1952-2000[J]. Economic Research Journal, 2004, 39(10): 35-44.
- [36] 周航, 赵先超. 县域尺度下湖南省碳排放空间分异特征与影响因素[J]. 地球科学与环境学报, 2024, 46(2): 196-210.
ZHOU Hang, ZHAO Xian-chao. Spatial Differentiation Characteristics of Carbon Emission and Its Influencing Factors in Hunan Province, China at the County Scale[J]. Journal of Earth Sciences and Environment, 2024, 46(2): 196-210.
- [37] 贾建锋, 刘伟鹏, 杜运周, 等. 制度组态视角下绿色技术创新效率提升的多元路径[J]. 南开管理评论, 2024, 27(2): 51-61.
JIA Jian-feng, LIU Wei-peng, DU Yun-zhou, et al. Multiple Paths for Improving Green Technology Innovation Efficiency from the Perspective of Institutional Configuration [J]. Nankai Business Review, 2024, 27(2): 51-61.
- [38] PAPPAS I O, WOODSIDE A G. Fuzzy-set Qualitative Comparative Analysis (FsQCA): Guidelines for Research Practice in Information Systems and Marketing [J]. International Journal of Information Management, 2021, 58: 102310.
- [39] AN W W, RÜLING C C, ZHENG X, et al. Configurations of Effectuation, Causation, and Bricolage: Implications for Firm Growth Paths [J]. Small Business Economics, 2020, 54(3): 843-864.
- [40] 赵云辉, 白佳奇, 梁宇奇. 什么样的绿色创新模式产生城市高竞争力? ——基于FsQCA的组态分析[J]. 系统管理学报, 2024, 33(2): 420-440.
ZHAO Yun-hui, BAI Jia-qi, LIANG Yu-qi. What Kind of Green Innovation Mode Produces High Competitiveness in Cities? —Configuration Analysis Based on FsQCA [J]. Journal of Systems & Management, 2024, 33(2): 420-440.
- [41] 杜运周, 刘秋辰, 陈凯薇, 等. 营商环境生态、全要素生产率与城市高质量发展的多元模式: 基于复杂系统观的组态分析[J]. 管理世界, 2022, 38(9): 127-145.
DU Yun-zhou, LIU Qiu-chen, CHEN Kai-wei, et al. Ecosystem of Doing Business, Total Factor Productivity and Multiple Patterns of High-quality Development of Chinese Cities: A Configuration Analysis Based on Complex Systems View [J]. Journal of Management World, 2022, 38(9): 127-145.
- [42] 李春梅, 沈文科, 苏颖喆. 黄河流域限制开发区的绿色发展效率及其影响因素[J]. 中国人口·资源与环境, 2023, 33(8): 157-165.
LI Chun-mei, SHEN Wen-ke, SU Ying-zhe. Green Development Efficiency and Its Influencing Factors in Restricted Development Zones in the Yellow River Basin [J]. China Population, Resources and Environment, 2023, 33(8): 157-165.
- [43] 崔宏桥, 吴焕文. 创业环境如何影响科技人员创业活跃度: 基于中国27个省市的FsQCA分析[J]. 科技进步与对策, 2021, 38(13): 126-134.
CUI Hong-qiao, WU Huan-wen. How Does the Entrepreneurial Environment Affect the Entrepreneurial Activity of Scientific and Technological Personnel: Based on the FsQCA of 27 Provinces in China [J]. Science & Technology Progress and Policy, 2021, 38(13): 126-134.