

高质量发展理念下河北省城市土地绿色利用效率时空演变分析

陈 静*, 杨 欢, 高定硕

(河北水利电力学院, 河北 沧州 061016)

摘 要: 优化土地利用效率是高质量发展理念下协调资源约束与生态保护的关键路径。在构建城市土地绿色利用效率内涵框架的基础上, 基于含非期望产出的超效率 SBM 模型, 测度并分析河北省 11 个地级市 2010—2021 年的土地绿色利用效率与时空演变特征。研究发现: 时序演变呈现“波动上升—调整优化—趋稳提质”的阶段性特征; 空间格局形成“双核引领、沿海跃升、内陆分化”的梯度分布。其中, 石家庄、唐山依托创新驱动与港口转型成为高效核心区, 而邢台、邯郸因重工业依赖与污染问题深陷低效洼地。基于此, 研究提出构建跨区域土地要素共享机制、推动重工业用地绿色转型及深化沿海生态协同治理等优化策略, 为河北省统筹高质量发展与生态保护提供科学依据。

关键词: 高质量发展; 土地绿色利用效率; 时空演变; 超效率 SBM 模型

中图分类号: F301.24

文献标志码: A

文章编号: 1672-2736(2025)07-0041-8

0 引言

随着我国经济从高速增长阶段转向高质量发展阶段, 发展方式正经历从规模扩张向质量效益提升的深刻变革^[1]。在这一进程中, 资源节约、环境友好与经济社会协调发展的理念逐渐成为核心导向^[2]。土地作为兼具生产要素属性和生态服务功能的稀缺资源, 其利用效率直接影响区域高质量发展的成效^[3]。然而, 在快速城镇化背景下, 河北省土地资源利用相对紧张、污染排放压力大、综合产出效率偏低等问题凸显, 与“高效集约、绿色低碳”的高质量发展要求存在一定差距。如何科学测度并优化城市土地利用效率, 已成为河北省破解资源环境约束、实现可持续发展的关键命题。

既有研究在土地绿色利用效率领域取得显著进展, 其概念内核已形成基本共识: 即以最小化土地资源消耗与生态环境压力为前提, 实现

“经济-社会-生态”综合效益最大化^[4-6]。评价方法层面, 基于绿色发展理论与低碳经济导向构建的多维度、多尺度评价框架渐趋成熟^[7,8], 其中传统 DEA 与 SBM 模型应用广泛, 但二者均因生产前沿面重合问题导致有效决策单元 (DMUs) 效率值均等于 1, 而无法有效区分单元间效率差异。超效率 SBM 模型通过引入非径向松弛变量与效率值超限测算机制, 突破传统模型效率上限约束, 实现完全有效单元的梯度辨识。时空特征研究则多借助核密度估计、空间自相关分析及泰尔指数等方法^[9]。伴随我国经济向高质量发展转型, 学界聚焦两大方向: 一是“经济-社会-生态”协同视角下的效率测度^[10]; 二是经济高质量发展与土地利用效率的耦合协调机制^[11]。然而, 针对河北省的实证研究仍显薄弱, 且既有模型对要素投入冗余与非期望产出不足的同时处理存在局限, 难以适应高强度环境约束下的区域异质性, 制约了高质量发展目标下土地利用效率时空演化规律的精准解析。

基金项目: 河北省高等学校人文社会科学研究项目“河北省城市土地利用效率与高质量发展耦合时空演变分析”(SZ2023085); 2023 年河北省级大学生创新创业训练项目(S20231085029)。

本文以河北省为研究区域,基于超效率非期望产出的 SBM 模型探究高质量发展理念下河北省城市土地绿色利用效率的时空演变特征。在高质量发展理念下构建城市土地绿色利用效率的内涵框架,为后文的实证研究提供理论支撑。从城市土地绿色利用效率的内涵出发,界定土地绿色利用效率的核心维度,将土地、资本、劳动力等要素投入与经济效益、社会效益、生态效益及工业污染等期望、非期望产出纳入统一分析体系。研究方法上采用非径向、非角度的超效率 SBM 模型,突破传统 DEA 方法无法处理松弛变量和效率值非唯一排序的局限,精准刻画河北省各城市土地绿色利用效率的时空动态演变特征;结合空间异质性分析,提出差异化优化策略。研究不仅为完善资源环境约束下的土地利用效率测度方法提供理论参考,也为河北省统筹城市发展与生态保护、推动国土空间治理现代化提供决策依据。

1 高质量发展理念下城市土地绿色利用效率内涵

高质量发展作为新时代中国经济发展的根本遵循,其本质在于通过全要素生产率驱动的发展范式跃迁,实现经济增效、社会包容与生态安全的协同优化^[12]。相较于传统依赖规模扩张与要素投入的粗放模式,高质量发展强调在资源环境承载力阈值内,依托技术创新、结构升级与制度变革,推动发展方式向集约型、低碳化、包容性转型,核心特征集中体现为创新驱动性、生态强约束性、社会公平性与效率导向性,要求经济效益最大化的同时必须严格遵循生态承载力刚性约束并保障发展成果共享。

土地资源具有生产要素稀缺性与生态本底系统脆弱性双重属性,其有限性要求通过绿色利用平衡开发与保护的共生关系。高质量发展理念下,城市土地绿色利用呈现三维协同目标体系:经济维度追求产业升级与技术创新的土地集约效益;社会维度侧重公共服务均等化与福祉共享的分配正义;生态维度强调污染防控与碳汇增

强的土地正外部性。据此,本研究界定城市土地绿色利用效率为:以新发展理念为导向,通过技术-制度-空间协同作用,在土地投入产出过程中同步实现经济产出最大化、生态扰动最小化与社会福祉均衡化的系统效能。该内涵框架通过“经济-生态-社会”系统耦合,推动土地利用从规模导向转向质量跃升、从经济单维决策进阶多元价值平衡,为区域高质量发展构筑韧性可持续的空间治理基础。

2 研究方法

2.1 超效率 SBM 模型

Tone^[13]改进的超效率 SBM 模型相较于传统径向 DEA 模型,突破性地实现了三个创新:首先,通过松弛变量构建非径向效率测度框架,能够同时处理投入冗余和产出不足问题;其次,在效率函数中引入非期望产出约束条件,更符合可持续发展评价要求;再者,通过超效率计算突破传统 SBM 模型的效率值上限,使处于生产前沿面的决策单元(效率值 ≥ 1)能够进一步区分效率差异。本文根据实际情况选择含非期望产出的超效率 SBM 模型测度河北省城市土地绿色利用效率,计算公式如下:

$$\rho^* = \min \frac{1 - \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{s_i^-}{x_{ik}}}{1 + \frac{1}{q_1 + q_2} \left(\sum_{r=1}^{q_1} \frac{s_r^+}{y_{rk}} + \sum_{h=1}^{q_2} \frac{s_h^+}{b_{hk}} \right)}$$

$$\text{s. t. } \begin{cases} x_k = X\lambda + s^- \\ y_k = Y\lambda - s^+ \\ b_k = B\lambda + s^{b-} \\ \lambda, s^-, s^+, s^{b-} \geq 0 \end{cases}$$

式中, ρ^* 为评估的效率值; x_{ik} 、 y_{rk} 、 b_{hk} 分别表示第 k 个决策单元的投入、期望产出和非期望产出; s_i^- 、 s_r^+ 、 s_h^+ 、 s^{b-} 表示松弛变量,分别对应投入冗余、期望产出不足、非期望产出冗余; λ 为权重向量,用于构造生产前沿面。

2.2 土地绿色利用效率评价指标体系构建

基于城市土地绿色利用效率的核心内涵界

表 1 河北省城市土地绿色利用效率评价指标体系

目标层	准则层	指标类型	指标层	单位
土地绿色利用效率	投入指标	土地投入	城市建设用地面积	km ²
		资本投入	固定资产投资总额	万元
		劳动投入	年末单位从业人员数	万人
	期望产出指标	经济效益	地区生产总值	万元
		社会效益	城镇居民可支配收入	元
		生态效益	建成区绿化覆盖面积	hm ²
	非期望产出指标	环境污染	工业二氧化硫排放量	万 t

定及既有研究基础^[14-16],本研究遵循“经济-社会-生态”协同发展理念,构建土地绿色利用效率评价指标体系。依据指标可获取性、方法可操作性与系统代表性原则,从要素投入、期望产出与非期望产出三大维度确立具体指标(表 1),力求从高质量发展视角审视河北省城市土地绿色利用效率。

投入维度涵盖土地、资本与劳动力三类要素,其中土地要素是城市经济发展、开展各项活动的重要基础,是评价土地利用效率的重要指标之一,本文以建成区建设用地面积反映基础空间资源;资本要素采用固定资产投资总额度,该指标兼具数据可获性及对土地开发强度的显著解释力;劳动力要素则选取城镇单位从业人员年末数表征,体现狭义劳动人口对土地资源转化的驱动作用。期望产出维度涵盖经济、社会与生态三大系统效益。经济效益采用地区生产总值衡量,该指标通过核算城市年度经济总产出,直接表征土地资源的经济转化效率。社会效益以城镇居民人均可支配收入为指标,其数值变化反映土地资源对民生福祉的改善程度。利用建成区绿化覆盖面积来代表城市生态收益,该指标揭示土地利用的生态正外部性,凸显生态导向型土地开发利用的可持续价值。非期望产出维度则聚焦生态环境保护需求,选取工业二氧化硫排放量,量化土地利用过程中的环境压力,契合绿色发展及区域协调发展的政策导向。

3 研究区概况与数据来源

3.1 研究区概况

基于河北省主体功能区划,本研究以河北省 11 个地级市:石家庄、唐山、秦皇岛、邯郸、邢台、保定、张家口、承德、沧州、廊坊、衡水为研究对象,区域土地总面积约 18.84 万 km²。河北省地处华北平原,环抱京津两大核心城市,东临渤海,西接太行山脉,是京津冀协同发展战略的重要腹地,也是全国重要的工业基地与农业主产区。2024 年,河北省 GDP 总量达 4.75 万亿元,位列全国第 13 位,城镇化率约为 62.77%。作为京津冀城市群的重要组成部分,河北省在承接非首都功能疏解、推动区域产业转移中承担关键角色。然而,其土地利用面临多重挑战:一方面,快速工业化与城镇化导致建设用地扩张与耕地保护矛盾加剧,土地资源供需失衡;另一方面,传统产业结构依赖重工业与资源型产业,能源消耗与环境污染问题突出,工业废水、废气排放量长期居高不下。此外,冀北生态屏障区的生态保护与冀中南经济密集区的土地集约利用需求形成显著空间分异。上述问题表明,河北省亟需通过提升土地利用效率破解“高质量发展-生态保护-资源约束”的多维矛盾,为京津冀协同发展提供可持续支撑。

3.2 数据来源

本研究社会经济数据源自《中国城市统计年鉴》《河北统计年鉴》及各地级市统计年鉴、国

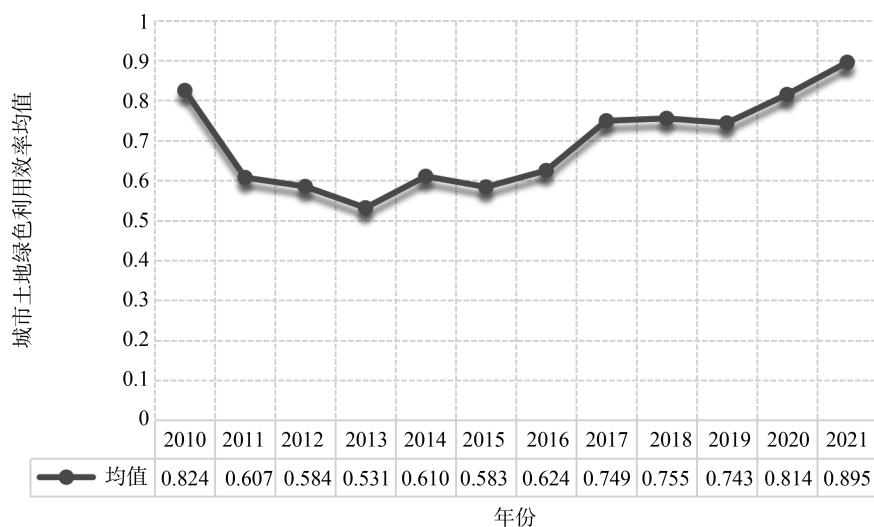


图 1 2010-2021 年河北省全域土地绿色利用效率走势图

民经济和社会发展统计公报(2010-2021 年)。针对工业二氧化硫排放量的局部缺失值,采用时间序列线性插值法进行填补。空间矢量数据来源于中国科学院资源环境科学与数据中心(RESDC, <https://www.resdc.cn/>)。

4 结果及分析

4.1 时间趋势特征

使用含非期望产出的超效率 SBM 模型测算得到 2010-2021 年河北省 11 个地级市的土地绿色利用效率值(表 2)及河北省全域土地绿色利用效率走势图(图 1)。河北省城市土地绿色利用效率整体呈现“波动上升—阶段性调整—高质量发展趋稳”的时序特征。

河北省土地绿色利用效率呈波动式上升趋势,阶段性特征显著。2010-2013 年是初期下降阶段,全省土地利用效率均值从 2010 年的 0.825 降至 2013 年的 0.532,降幅达 35.5%,可能与粗放型扩张模式及工业污染治理不足相关。保定市效率值从 0.575 降至 0.408,邯郸市、邢台市等传统工业城市效率持续低迷,反映环境污染等非期望产出对效率的显著制约。2014-2017 年,均值回升至 0.749,但波动明显。部分城市通过产业结构优化实现突破,如滨海资源集约利用,秦皇岛市 2014 年效率跃升至 1.119,石家庄市通过

高新技术产业布局,在 2016 年后稳定在 0.9 以上。2018-2021 年进入高质量发展趋稳阶段,效率均值从 0.755 稳步升至 0.895,与高质量发展理念深化密切相关。唐山市、石家庄市等通过绿色技术应用和土地集约化开发,效率值长期保持 1.0 以上,2021 年分别达到 1.054、1.042,成为全省标杆。

河北省各城市土地绿色利用效率存在显著的城市际差异。唐山、石家庄、秦皇岛等城市排名稳居前三位,且 2021 年均值>1.0,依托港口经济、省会资源及旅游生态优势,实现土地利用与生态保护的协同增效。而邯郸市、邢台市 2021 年效率值分别为 0.654、0.511,长期位列末位,传统重工业依赖度高,土地粗放利用问题突出,非期望产出抑制效率提升。受益于京津冀协同发展战略下产业转移承接与土地集约化管理,衡水市、廊坊市 2015 年后效率显著提升,在 2021 年分别达到 1.110、1.089。测度结果也显示出高质量发展理念的实施,与非期望产出超效率 SBM 模型测算结果高度吻合。2017-2019 年间,部分城市土地绿色利用效率出现短暂下降。其可能原因在于:2017 年,全国划定了覆盖陆域国土面积 25%的生态保护红线,显著强化了生态空间的刚性约束;随后,2018 年聚焦 PM2.5 浓度下降的《河北省打赢蓝天保卫战三年行动计划方

表 2 河北省各城市历年土地绿色利用效率

城市	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
保定市	0.5746	0.4291	0.3994	0.4082	0.3336	0.4277	0.4288
沧州市	1.1450	0.5221	0.5115	0.4945	0.4796	0.4780	0.4943
承德市	1.0303	0.6466	1.0076	0.5061	0.4998	0.5056	0.5299
邯郸市	0.5659	0.3692	0.4174	0.3833	0.3817	0.3980	0.4428
衡水市	0.6508	1.0156	0.5681	0.5835	0.6070	0.5544	0.6954
廊坊市	1.0452	0.5580	0.5835	0.5515	0.6289	0.6335	0.6614
秦皇岛市	0.6337	0.7505	0.6258	0.6633	1.1192	0.6376	0.7605
石家庄市	1.0705	0.6856	0.6989	0.7003	1.0207	0.8868	0.9118
唐山市	1.0863	0.8494	0.7675	0.7502	0.8260	1.0204	1.0042
邢台市	0.6704	0.3721	0.3738	0.3232	0.3217	0.3329	0.3534
张家口市	0.6013	0.4810	0.4799	0.4824	0.4953	0.5439	0.5904
均值	0.824909	0.6072	0.584855	0.5315	0.610318	0.583527	0.624809
城市	2017	2018	2019	2020	2021	均值	排名
保定市	0.6001	0.7266	0.6837	0.6465	0.8159	0.53952	9
沧州市	0.5666	0.5835	0.5971	0.6354	0.6986	0.60052	7
承德市	1.0056	0.7605	0.6560	0.6829	0.7250	0.71299	6
邯郸市	0.4864	0.5105	0.5365	0.6519	0.6543	0.48316	11
衡水市	0.8823	0.7986	0.8778	0.9114	1.1104	0.77128	5
廊坊市	0.6483	1.0077	0.8972	1.0175	1.0886	0.77678	4
秦皇岛市	0.8704	0.9101	0.8250	1.0106	1.0259	0.81938	3
石家庄市	1.0296	1.0075	1.0022	1.0022	1.0418	0.92149	2
唐山市	1.0065	0.8898	1.0039	0.9518	1.0542	0.93418	1
邢台市	0.5124	0.5013	0.5018	0.8484	1.0118	0.51027	10
张家口市	0.6325	0.6106	0.5988	0.6059	0.6233	0.56211	8
均值	0.749155	0.755155	0.743636	0.814955	0.895436	—	—

案》出台,强力推动钢铁、焦化等重点行业实施超低排放改造。这一系列趋严的环保政策在短期内对部分城市依赖传统粗放发展模式的经济活动形成了约束,导致其效率指标呈现下行态势,反映了环保标准提升初期对既有模式的适应性冲击。2018年之后,高效率城市普遍通过采用清洁生产技术,有效化解了环保约束压力,实现了土地利用效率与生态效益的协同提升。

4.2 空间分布特征

为了便于纵向比较,本文基于面板数据采用

自然断点法,将土地绿色利用效率值分为5个级别,包括低效率、较低效率、中等效率、中高效率、高效率,在图2中以由浅至深的颜色表示。由于篇幅限制,本文每3年计算一次效率均值,利用2010-2012年、2013-2015年、2016-2018年、2019-2021年四个阶段的土地利用效率情况开展河北省土地绿色利用效率时空演化分析。

整体看,河北省城市土地绿色利用效率具有明显的空间分异特征,呈现“双核引领、沿海跃升、内陆分化”的格局特征。石家庄市作为省会

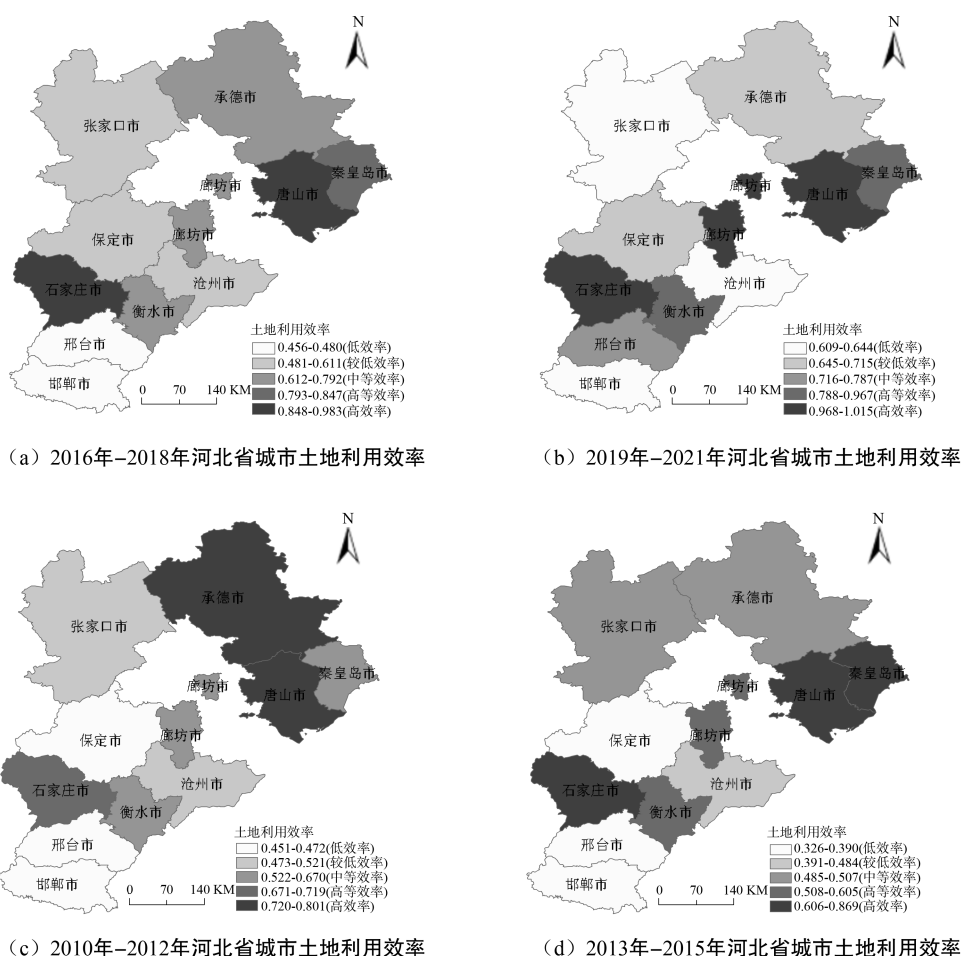


图 2 2010-2021 年河北省城市土地绿色利用效率空间分布

城市,通过发展建设高新技术开发区,依托科技创新与高端产业集聚,土地绿色利用效率长期稳居前列,形成“强中心”辐射效应。另一土地利用高效区是唐山,唐山近些年建设曹妃甸循环经济示范区,凭借其出色的港口经济与重工业绿色转型实现效率从 2013-2015 年的 0.606-0.869 跃升至 2019-2021 年的 0.968-1.015,成为冀东高效增长极。沿海城市带效率提升明显,秦皇岛市 2016-2018 年效率达 0.793-0.847 中高效率,依托滨海资源集约开发与生态旅游产业,效率显著高于内陆传统工业城市。内陆地区梯度分化明显,邢台、邯郸长期处于低效率水平,受制于钢铁、煤炭等重工业粗放用地模式,非期望产出中工业污染抑制效率提升。张家口市效率有提升,受益于冬奥会生态修复工程与可再生能源产业布局,但效率仍低于全省均值。廊坊市 2019-

2021 年效率达 0.968-1.015 高效率水平,作为京津产业转移核心承接区,通过产业园区标准化建设等土地集约化开发,实现效率跃升,形成“环首都高效圈”。冀南地区在 2016 年后效率区间小幅上移,体现交通基础设施优化对土地资源分配的促进作用。

5 结论

本研究基于含非期望产出的超效率 SBM 模型,对河北省 11 个地级市 2010-2021 年的土地绿色利用效率进行了测度与时空演变分析,主要结论如下:

(1)河北省土地绿色利用效率整体呈现“波动上升—阶段性调整—高质量发展趋稳”的阶段性特征。初期(2010-2013 年)受粗放扩张模式与工业污染制约,全省效率均值下降 35.5%;

中期(2014-2017年)通过产业结构优化与环保政策驱动,效率逐步回升;后期(2018-2021年)高质量发展理念深化,2017年后环保政策收紧与绿色技术创新显著提升了高效城市的生态协同能力,如石家庄通过高新技术产业布局实现效率稳定在0.9以上,唐山曹妃甸循环经济示范区推动效率值突破1.0。唐山、石家庄等城市通过绿色技术应用与土地集约开发,效率值持续突破1.0,成为全省标杆。

(2)河北省土地绿色利用效率呈现“双核引领、沿海跃升、内陆分化”的梯度格局。石家庄、唐山凭借省会资源优势与港口经济绿色转型,稳居高效核心区;沿海城市如秦皇岛、沧州依托生态资源集约利用跻身高效率行列;而邢台、邯郸等冀中南传统工业城市因重工业路径依赖与非期望产出冗余,长期处于低效洼地。

河北省土地绿色利用效率的时空演变反映了从“规模扩张”向“质量优先”的深刻转型。未来需以科技创新为引擎、以区域协同为纽带、以生态保护为底线,推动全域土地资源高效配置。依托石家庄、唐山的创新资源与绿色技术优势,建立跨区域土地要素共享机制,试点“飞地经济”模式,支持石家庄高新区、唐山曹妃甸示范区与邢台、邯郸共建产业协作园,通过税收分成、污染共治等机制,促进高效实践向低效区扩散。在高效城市推广“工业上楼”“立体开发”等节地技术,实现土地集约利用,提高土地利用效率;针对邢台、邯郸等城市,需推动重工业用地“腾笼换鸟”,严控工业污染排放,探索“土地复垦+产业升级”的集约路径。如将废弃工矿用地修复为现代农业园区或光伏基地。在冀中南传统农区推行“污染耕地修复+特色种植”项目,利用生物技术修复土壤,发展高附加值农产品;深化沿海生态协同,支持秦皇岛、沧州等沿海城市进一步整合滨海资源开发与生态保护,打造“绿色增长极”。通过海草床保护等提升海岸带碳汇能力,并将碳汇收益反哺生态用地管理。划定围填海区域用于生态湿地建设,同步发展生态旅游与港口物流,实现用地效率与生态效益双赢。

参考文献(References):

- [1] 余泳泽,杨晓章,张少辉. 中国经济由高速增长向高质量发展的时空转换特征研究[J]. 数量经济技术经济研究, 2019, 36(06): 3-21.
- [2] 朱紫雯,徐梦雨. 中国经济结构变迁与高质量发展:首届中国发展经济学学者论坛综述[J]. 经济研究, 2019, 54(03): 194-198.
- [3] 张诗嘉,刘晓英,杜书云. 中原城市群城市土地利用效率时空差异及影响因素研究[J]. 长江流域资源与环境, 2021, 30(10): 2417-2429.
- [4] 柯楠,卢新海,匡兵. 中国城市土地绿色低碳利用时空演化及影响因素:基于碳中和目标的实证研究[J]. 城市问题, 2021, 39(07): 33-40.
- [5] Li H, Wang Z, Zhu M, et al. Study on the spatial-temporal evolution and driving mechanism of urban land green use efficiency in the Yellow River Basin cities [J]. Ecological Indicators, 2023, 22(154): 110885.
- [6] Zhou Y X, Lu Y. Spatiotemporal evolution and determinants of urban land use efficiency under green development orientation: Insights from 284 cities and eight economic zones in China, 2005-2019 [J]. Applied Geography, 2023, 43(161): 103075.
- [7] 韦菁晶,袁娇娇. 都匀市土地资源可持续利用评价及规划对策[J]. 黑龙江国土资源, 2025, 23(04): 36-42.
- [8] 曾鹏,蒋晓昆,陈意. 中国城市群土地绿色利用效率时空演变及爬升曲线模拟[J]. 资源科学, 2024, 46(01): 187-204.
- [9] 孙燕,吴莉莉,张云鹏,等. “减污降碳”视角下长三角城市土地绿色利用效率的动态演进及影响因素[J/OL]. 环境科学, 1-19 [2025-06-02]. <https://doi.org/10.13227/j.hjxx.202407077>.
- [10] 黄珂,张婷,刘江宜,等. 高质量发展理念下湖北省城市土地利用绿色效率测度及优化[J]. 生态经济, 2023, 39(01): 109-114+120.
- [11] 林耀奔,吕昕蕾,黄思远,等. 城市经济高质量发展与土地绿色利用效率耦合协调研究:以江苏省为例[J]. 生态经济, 2025, 41(05): 90-98+107.
- [12] 赵剑波,史丹,邓洲. 高质量发展的内涵研究[J]. 经济与管理研究, 2019, 40(11): 15-31.
- [13] Tone K. A slacks-based measure of efficiency in data envelopment analysis [J]. European Journal of

- Operational Research, 2001, 130(03): 498-509.
- [14] 苏强俊, 安健吉, 员学锋. 黄河中下游城市土地绿色利用效率时空格局及其影响因素分析[J]. 贵州师范大学学报(自然科学版), 2024, 42(03): 58-67.
- [15] 彭文英, 陈泽宇, 孙加峰, 等. 京津冀土地绿色利用效率时空格局及影响因素[J]. 水土保持学报, 2024, 38(04): 257-266.
- [16] 卢新海, 杨喜, 陈泽秀. 中国城市土地绿色利用效

率测度及其时空演变特征[J]. 中国人口·资源与环境, 2020, 30(08): 83-91.

作者简介:

第一作者/通讯作者: 陈静, 1995 年生, 女, 石家庄人, 硕士, 河北水利电力学院, 讲师, 主要研究方向为区域经济与资源环境。Email: c2021hb@126.com

Spatial-Temporal Evolution Analysis of Urban Land Use Efficiency in Hebei Province under High-Quality Development

CHEN Jing^{*}, YANG Huan, GAO Dingshuo

(Hebei University of Water Resources and Electric Engineering, Cangzhou 061016, China)

Abstract: Optimizing land use efficiency is a crucial pathway for coordinating resource constraints and ecological protection under the high-quality development paradigm. This study establishes a conceptual framework for urban green land use efficiency and employs a super-efficiency SBM model, which incorporates undesirable outputs to measure and analyze the spatial-temporal evolution characteristics of green land use efficiency across 11 prefecture-level cities in Hebei Province from 2010 to 2021. Key findings reveal that temporal evolution exhibits a three-stage trajectory: “fluctuating rise, structural optimization, and stable enhancement.” Spatially, a gradient pattern emerges characterized by “dual-core leadership, coastal leapfrogging, and inland divergence.” Shijiazhuang City and Tangshan City have emerged as high-efficiency core areas driven by innovation and port transformation, whereas Xingtai City and Handan City remain trapped in low-efficiency zones due to heavy industrial reliance and pollution challenges. Based on these insights, the study proposes optimization strategies, including establishing a cross-regional land element sharing mechanism, promoting green transition of heavy industrial land, and deepening coastal ecological collaborative governance. These recommendations provide scientific foundations for Hebei Province to balance high-quality development with ecological preservation.

Key words: high-quality development; green land use efficiency; spatial-temporal evolution; super-efficiency SBM model