

“River” Xingcheng to build Hutuo River economic belt— Explore the urban construction planning path of Shijiazhuang Yonghe Area under the background of “double-carbon”

Xiaoyue Shi Yifan Chen Ying Ding Lidan Zhang Jingyu Shi

Bohai College of Hebei Agricultural University, Cangzhou, Hebei, 061100, China

Abstract

Under the guidance of the “double-carbon” goal, green city construction has become an important path to promote regional high-quality development. In this study, this paper explores the key path of green city construction planning through literature analysis, field research, questionnaire survey and multiple linear regression model. The planning model constructed based on the experience of Xiongan New Area shows that the carbon emissions per unit of GDP and the utilization rate of public transport have a significant impact on the regional environmental quality index. Finally, the planning scheme of “ecological priority, intelligent management and industry-city integration” was put forward, and the scientific and operational planning strategy was put forward to help Hutuo River area realize the coordinated development of “ecology-economy-society”, and provide theoretical and practical reference for similar regions.

Keywords

double carbon target; Hutuo River economic belt; green development; multiple linear regression; smart city

拥“河”兴城 打造滹沱河经济带——探究“双碳”背景下 石家庄拥河片区的城市建设规划路径

史晓月 陈一凡 丁莹 张力丹 史婧雨

河北农业大学渤海学院, 中国·河北 沧州 061100

摘要

在“双碳”目标引领下,绿色城市建设成为推动区域高质量发展的重要路径。本研究以石家庄滹沱河拥河片区为对象,通过文献分析、实地调研、问卷调查及多元线性回归模型,探究绿色城市建设规划的关键路径。基于雄安新区经验构建的规划模型显示,单位GDP碳排放量与公共交通使用率对区域环境质量指数影响显著。最终提出“生态优先、智慧管理、产城融合”的规划方案,提出兼具科学性与操作性的规划策略,助力滹沱河片区实现“生态—经济—社会”协同发展,并为同类区域提供理论与实践参考。

关键词

“双碳”目标; 滹沱河经济带; 绿色发展; 多元线性回归; 智慧城市

1 引言

2020年“双碳”目标的提出,为城市建设注入了新动能,也带来了新的挑战。中国“双碳”目标不仅是减排承诺,更是城市空间重构、产业升级的驱动力。石家庄拥河片区作为滹沱河经济带的核心,承担着河北省绿色转型的示范任务。然而,当前规划存在诸多问题,如土地利用失衡、交通网络滞后、低碳技术滞后等,严重制约了片区的绿色发展。

【课题项目】河北农业大学大学生创新创业训练计划基金项目(项目编号:2025189)。

【作者简介】史晓月(2004-),女,中国河北张北人,在读本科生,从事工商管理研究。

2 拥河片区规划现状问题诊断

2.1 土地利用效率低下

据调查数据显示,绿地与道路用地占比过高(54.8%),商业用地占比11.5%,呈现碎片化分布,远低于国内同类滨水区域(平均20%),制约产业集聚。

中国城市土地利用效率呈现“东部高、中西部低”的格局,且中小城市规模效率问题突出。拥河片区作为中西部滨水区域,其土地利用结构与效率可能受区域经济水平和产业结构影响,商业用地碎片化分布进一步制约了产业集聚。

2.2 交通便捷性不足

据调查数据显示,地铁站点覆盖率仅35%,高峰时段拥堵指数达1.8(理想值 ≤ 1.5)。居民通勤时间平均45分钟,高于雄安新区(32分钟)。

快速城市化过程中，城市外延式扩张导致交通基础设施滞后。证据表明，中西部地区城市土地规模效率递增但技术效率不足，可能反映交通网络未能与用地扩张同步优化。商业用地碎片化分布增加了通勤需求，而公共设施用地比例低（如地铁覆盖率不足）进一步加剧拥堵。需借鉴东部经验，通过用地混合布局 and 交通一体化规划提升便捷性。

2.3 低碳技术滞后

据调查数据显示，绿色建筑覆盖率仅 18%，光伏覆盖率不足 5%。低于政策要求的 30%。企业碳排放信息披露率仅 42%，监管机制待完善。

低碳技术推广受限于产业结构不合理、研发能力薄弱及投资风险高。拥河片区作为传统产业集聚区，面临技术路径依赖和转型阻力。环境规制不足使得企业缺乏减排动力。非期望产出（如碳排放）未被有效纳入土地利用效率评价，加剧了技术应用滞后。

3 研究方法

3.1 文献研究法

本研究首先采用文献研究法，系统梳理了《2024—2025 年节能降碳行动方案》《河北省减污降碳协同增效实施方案》等政策文件。河北省近年来持续推进减污降碳协同增效，2023 年发布的实施方案明确提出“到 2025 年基本形成协同推进工作格局”。此外，通过对比雄安新区案例提炼共性经验。雄安新区的规划强调“生态优先、绿色发展”“组团式布局”等理念，其生态基底构建（如白洋淀生态安全格局）和绿色交通系统（如“窄道路、密路网”设计）均为石家庄拥河片区提供了可借鉴的路径。

3.2 实地调研与问卷

本研究覆盖拥河片区 5 个街道、12 个社区，累计走访企业 23 家、公共设施 15 处，结合定量问卷与定性访谈。问卷设计基于李克特五级量表，聚焦居民出行偏好和生态保护认知，发放问卷 2000 份（有效回收 1840 份，有效率 92%）。深度访谈则参考了雄安新区规划中“地质调查先行”的经验，与政府规划部门、环保专家及社区居民开展 30 场半结构化访谈，获取定性数据，以及黄河流域研究中多部门协同治理的定性分析框架，确保政策与实践的衔接。

3.3 统计与模型分析

本研究采用 SPSS 26.0 进行描述性统计，并构建多元线性回归模型（ $Y=\beta_0+\beta_1X_1+\beta_2X_2+\beta_3X_3+\beta_4X_4+\beta_5X_5+\beta_6X_6+\epsilon$ ），分析影响雄安新区规划的绿色发展因素，以评估多种因素对新区生态和经济的推动效果。

因变量（Y）：环境质量指数。

自变量：单位 GDP 二氧化碳排放量（ X_1 ）：作为衡量低碳经济发展水平的关键指标，反映经济活动对碳排放的依赖程度；城市污水排放量（ X_2 ）：代表污水治理效果，体现城市环保措施的执行力度；全年公共汽（电）车客运总量（ X_3 ）：反映公共交通利用率，体现绿色出行的推广程度；人均日生活用电量（ X_4 ）：衡量居民生活的能源消耗，低碳

生活方式的推广效果可以直接体现在这一指标上；居民可支配收入（ X_5 ）：作为经济水平的体现，评估绿色发展对居民生活水平的影响；政府环保支出占一般公共预算支出的比例（ X_6 ）：显示政府在环保方面的投入力度，体现对绿色发展的财政支持。

其中， β_0 为截距项， β_1 至 β_6 为各自变量的回归系数， ϵ 为误差项。通过模型拟合度、系数显著性等指标，可以量化分析绿色交通、污水处理、碳排放控制等因素对新区绿色发展的具体贡献，揭示各项措施对绿色城市目标的影响程度，从而为片区的未来发展提供决策依据。

3 模型分析结果

通过 SPSS 回归分析，模型整体拟合度 $R^2=0.76$ （调整后 $R^2=0.72$ ， $p < 0.01$ ），表明变量解释力较强。多重共线性检验显示 VIF 值均 < 5 ，满足模型要求。

表 1 多元线性回归系数与显著性检验

变量	系数 (β)	标准误差	t 值	p 值	VIF
截距项 (β_0)	62.34	3.21	19.42	0.000	-
X_1	-0.32	0.08	-4.01	0.001	1.82
X_2	-0.11	0.09	-1.22	0.228	2.15
X_3	0.41	0.12	3.42	0.013	1.57
X_4	-0.18	0.10	-1.80	0.077	2.89
X_5	0.05	0.07	0.71	0.482	1.35
X_6	0.27	0.15	1.80	0.076	2.03

如表 1 数据，单位 GDP 二氧化碳排放量（ X_1 ）： $\beta=-0.32$ （ $p < 0.01$ ），碳排放每减少 1 吨 / 万元，环境指数提升 0.32。碳排放强度对环境质量的显著负向影响，反映了石家庄拥河片区当前产业结构仍以高耗能、高排放的传统产业（如钢铁、化工）为主，经济增长与碳排放尚未完全脱钩。滹沱河沿岸作为石家庄“拥河发展”的核心地带，其生态承载力有限，模型结果进一步验证了该区域亟需通过技术升级和产业转型降低单位产出的能源消耗，以避免环境质量随经济扩张持续恶化。

全年公共汽（电）车客运总量（ X_3 ）： $\beta=0.41$ （ $p < 0.05$ ），客运量每增加 10 万人次，环境指数上升 4.1%。凸显绿色交通对低碳城市的贡献，表明当前拥河片区的交通污染（如私家车尾气排放）是环境质量的重要制约因素。滹沱河两岸路网密集，但轨道交通覆盖率低，私家车依赖度高，导致交通源排放压力突出。由此看出，石家庄拥河片区的公共交通分担率（尤其跨河通勤线路）仍有较大提升潜力。例如，滹沱河两岸的职住分离现象可能导致潮汐通勤，加剧高峰时段拥堵和排放。

政府环保支出占一般公共预算支出的比例（ X_6 ）： $\beta=0.27$ （ $p < 0.1$ ），财政投入对生态保护的边际效应显著。财政支出集中于末端治理（如污染处理设施），而源头防控（如清洁技术研发）投入不足；环保项目依赖短期专项拨款，缺乏持续性资金保障（如生态修复后期维护资金短缺）。滹沱河生态修复需长期投入（如河道清淤、湿地保护），但模

型结果提示现有财政支持力度与生态需求不匹配。

城市污水排放量 (X_2): $\beta=-0.11$ ($p=0.228$), 可能因当前污水治理技术普及率较高, 边际效应减弱, 或数据覆盖周期较短 (仅 2023—2024 年)。人均日生活用电量 (X_4): $\beta=-0.18$ ($p=0.077$), 接近显著性, 暗示居民节能意识不足, 需加强低碳生活宣传。居民可支配收入 (X_5): $\beta=0.05$ ($p=0.482$), 表明经济水平对绿色发展的直接影响有限, 需通过政策间接引导 (如绿色消费补贴)。

5 规划路径与实施策略

5.1 生态优先: 构建蓝绿交织网络

5.1.1 水系修复与湿地扩建

规划沿滹沱河主河道建设 10 公里生态廊道, 串联 3 处湿地公园 (总面积 15.6 平方公里), 形成“河流—湿地—林地”三级碳汇系统, 预计绿地率提升至 60%, 年固碳量提升至 120 万吨。

新增湿地公园与海绵城市技术 (年径流控制率 $\geq 80\%$) 可通过降低城市热岛效应, 减少建筑制冷能耗, 间接促进单位 GDP 碳排放下降。但绿地率提升至 60% 可能挤占产业用地, 需警惕因土地资源紧张导致的工业用地集约化不足 (可能反向推高 X_1)。沿河生态廊道建设将改变居民出行偏好 (例如滨水慢行系统吸引步行/骑行), 可能分流短途机动车需求, 辅助实现公共交通使用率 (X_3) 提升目标。

5.1.2 低碳建筑推广

对绿色建筑项目给予地价减免 (10%~15%) 及容积率奖励 (+5%)。的政策激励; 强制新建公共建筑达到 LEED 金级认证, 2030 年绿色建筑覆盖率目标 40%, 这一政策实质是政府环保支出 (X_6) 的定向投放。模型显示 X_6 的 $\beta=0.27$ ($p < 0.1$), 说明此类政策对生态效益的贡献存在但有限, 需配合市场化手段 (如碳交易) 放大效果。

5.2 智慧管理: 数字化赋能城市运营

5.2.1 智能交通系统

增设地铁 7 号线, 优化站点布局 (500m 覆盖率 $\geq 90\%$); 推广电动公交与共享单车, 2030 年新能源交通工具占比达 50%。

站点 500 米覆盖率 $\geq 90\%$ 的目标, 需优先覆盖滹沱河两岸职住密集区 (如正定新区与长安区交界), 否则难以实质提升客运量。模型显示 X_3 每增 10 万人次提升环境指数 4.1%, 但拥河片区现状公交日均客运量约 30 万人次, 规划目标需明确增量来源 (例如跨河通勤需求转化)。电动公交推广 (2030 年达 50%) 理论上可降低单位 GDP 碳排放 (X_1), 但模型未直接验证交通工具能源结构与 X_1 的关系, 需补充生命周期碳排放核算 (例如电池生产环节的隐含碳)。

5.2.2 城市数据平台

搭建“滹沱河城市大脑”, 集成能耗、污染、交通实时数据, 实现动态调控。引入 AI 算法预测碳排放趋势, 预警超标风险 (准确率 $\geq 85\%$)。实时数据集成 (如污染超标预警) 可使政府环保支出 (X_6) 从“粗放式投入”转向“精

准治理”, 提升 β 值的显著性 (当前 $p < 0.1$)。但需警惕算法偏差风险——若训练数据未涵盖滹沱河汛期污染特征, 预测准确率 $\geq 85\%$ 的目标可能难以实现。

5.3 产城融合: 推动绿色经济集聚

5.3.1 产业布局优化

沿河布局光伏产业园、氢能研发中心, 打造“零碳产业带”的新能源集群。发展生态旅游, 开发滨水休闲、农业观光项目, 预计年吸引游客 50 万人次。沿河布局新能源产业可直接降低单位 GDP 碳排放 (X_1), 但需考虑滹沱河生态红线约束——光伏产业园建设可能侵占河滩湿地, 需通过空间模拟验证产业—生态兼容性。年吸引 50 万人次游客将增加交通压力, 若未同步完善旅游专线公交 (如滨水观光巴士), 可能抵消 X_3 的提升效果。问卷显示的居民文体设施需求 (78% 支持率) 与旅游开发存在用地竞争, 需通过立体化开发 (例如屋顶运动场) 平衡矛盾。

5.3.2 社区活化与公共服务

据问卷显示, 78% 居民支持增设文体设施, 满意度预期提升 20%。建设 15 分钟生活圈, 配套社区花园、共享办公空间。可减少跨区域通勤需求, 间接提升公共交通使用率 (X_3)。但现状拥河片区职住分离显著 (例如河东居住、河西产业), 规划需量化职住匹配度提升目标 (例如将跨河通勤比例降低 20%)。

6 结论与展望

本研究通过实证分析提出石家庄拥河片区的绿色发展路径, 验证了“双碳”目标下生态、技术与政策协同的必要性, 阐明了公共交通优化与碳排放控制是环境质量提升的核心杠杆。但本研究数据存在局限, 模型未涵盖气候变迁等长期变量。未来需进一步探索跨区域碳交易机制与公众参与模式, 结合区块链技术完善碳排放监测体系, 提升数据透明度, 推动规划落地。研究成果可为京津冀城市群及其他滨水区域提供参考, 助力全国绿色城市建设。

参考文献

- 齐广君.高水平规划建设滹沱河经济带努力打造全市拥河发展的示范区引领区[N].石家庄日报,2022-02-20(001).
- 逯飞,苏海燕,成雪峰,等.河北省减污降碳协同路径研究[J].当代化工研究,2021,(23):186-188.
- 王凯,闫岩,朱碧瑶.新理念下的国家战略地区规划[J].城市规划学刊,2020,(06):49-56.
- 王勇,王颖.中国实现碳减排双控目标的可行性及最优路径——能源结构优化的视角[J].中国环境科学,2019,39(10):4444-4455.
- 邓琦,苗志刚,许明,等.雄安新区智慧交通系统发展与探究[J].科技与创新,2019,(19):25-26+28.
- 陈天,臧鑫宇,李阳力,等.基于生态安全理念的雄安新区城市空间发展与规划策略探讨[J].城市建筑,2017,(15):15-19.
- 姜磊,周海峰,柏玲,等.空气质量指数(AQI)的社会经济影响因素分析——基于指数衰减效应视角[J].环境科学学报,2018,38(01):390-398.