

东北三省智慧城市基础设施与生态协同发展分析

梁媛

东北石油大学, 中国·黑龙江 大庆 163712

摘要: 智慧城市基础设施与生态系统协同发展是传统老工业基地破解发展与保护矛盾的重要研究方向。本文以东北三省为研究区域, 首先解析二者的双向作用机制, 明确智慧基建的多维度生态赋能逻辑与生态承载力的刚性约束边界, 其次构建适配区域特征的协同发展评估指标体系, 测算区域协同发展水平差异并识别核心驱动因子, 最后提出三类针对性优化路径。研究成果可为东北三省乃至同类老工业基地的协同发展提供可参照的实践框架, 助力区域绿色转型目标落地。

关键词: 智慧城市基础设施; 生态协同发展; 东北老工业基地; 生态承载力

Analysis of the Coordinated Development of Smart City Infrastructure and Ecosystem in the Three Northeastern Provinces

Liang Yuan

Northeast Petroleum University, China Heilongjiang Daqing 163712

Abstract: The coordinated development of smart city infrastructure and the ecosystem is an important research direction for traditional old industrial bases to solve the contradiction between development and protection. This paper takes the three northeastern provinces as the research area. Firstly, it analyzes the two-way interaction mechanism between the two, clarifies the multi-dimensional ecological empowerment logic of smart infrastructure and the rigid constraint boundary of ecological carrying capacity. Secondly, it constructs an evaluation index system for coordinated development that is adapted to regional characteristics, measures the differences in regional coordinated development levels, and identifies the core driving factors. Finally, it proposes three types of targeted optimization paths. The research results can provide a practical framework for the coordinated development of the three northeastern provinces and similar old industrial bases, and help achieve the regional green transformation goals.

Keywords: Smart city infrastructure; Ecological coordinated development; Northeast old industrial base; Ecological carrying capacity

0 引言

老工业基地的转型发展是我国区域协调发展战略推进过程中的核心议题之一。东北三省作为我国重要的工业基地, 长期以来传统产业占比偏高, 生态系统历史欠账较多, 生态修复与产业升级的双重任务叠加, 发展矛盾较为突出。当前智慧城市基础设施建设是推动区域产业数字化转型、提升公共服务效能的重要抓手, 但其落地推进过程中如果脱离区域生态承载力实际, 很容易加剧区域资源供给压力, 抵消转型发展的生态效益。厘清智慧基建与生态系统的协同作用机制, 评估不同区域的协同发展水平, 识别核心驱动要素, 提出适配性优化路径, 既能够为东北三省破解发展与保护的矛盾提供实操指引, 也能够为全国同类传统工业区域的绿色转型提供可复制的经验参照。

1 东北三省智慧城市基础设施与生态协同发展的作用机制解析

1.1 智慧城市基础设施对生态系统的赋能逻辑

基于东北三省传统产业占比偏高、生态修复压力较大

的现实情境, 智慧城市基础设施的落地推进, 可从多个维度为区域生态系统优化提供支撑动能。地方基建与生态主管部门推进智慧交通基础设施的搭建工作, 对机动车通行效率进行动态优化, 减少拥堵时段的机动车尾气无意义排放, 统筹公共交通运力的调度, 引导公众选择绿色出行方式, 从源头降低交通领域的碳排放总量。借助智慧能源基础设施的布局推广, 对工业以及民用的能耗数据进行动态采集以及精细化管控, 对富余的风电光电等可再生能源进行跨时段的合理调配, 提升能源利用效率, 推动生产生活产生的余热等可循环资源的跨主体流转, 提高区域内资源的循环利用效率。依托智慧公共服务基础设施的覆盖完善, 把生态环境的动态监测数据以及公共生态服务供给信息进行公开推送, 引导公众主动参与生态保护行动, 对区域内的生态服务供给缺口进行精准识别, 优化公共生态服务的点位布局, 提高整体生态服务的供给效率。

1.2 生态承载力对智慧城市建设的约束边界

东北三省作为传统老工业基地, 生态本底修复仍处在

攻坚阶段,生态承载力的刚性约束是智慧城市基础设施推进过程中需要遵循的前置条件。地方基建主管部门在开展智慧城市基础设施选址工作时,要严格避让生态保护红线划定的各类生态敏感区域,不得在重点生态功能区、生态脆弱区内布局大规模的基建项目,确保选址完全契合区域生态空间的管控要求。结合区域现有资源的供给实际情况,智慧城市基础设施的建设规模要匹配区域内水、土地以及能源的供给上限,不得超出资源供给的合理承载力安排超规模的基建项目,避免给区域资源供给体系带来额外的负担。依托区域污染物排放的整体管控要求,智慧城市基础设施的运维标准要符合区域环境容量的阈值要求,要把运维阶段的能耗以及污染物排放控制在区域环境可消纳的范围内,不会对区域生态环境质量造成额外的负面影响。

2 东北三省智慧城市基础设施与生态协同发展的水平评估

2.1 协同发展水平的评估指标构建

结合东北三省智慧城市基础设施推进与生态保护协同的实际发展需求,搭建适配区域特性的评估指标体系是开展协同发展水平研判的核心前提。基础设施建设强度维度重点考量智慧交通、智慧能源以及智慧公共服务三类基建的覆盖范围、投入规模与落地推进进度,指标设置贴合东北三省传统产业转型升级过程中对智慧基建的实际需求,能够直观反映区域智慧城市基建的发展成熟度与实际落地成效。生态系统稳定性维度主要围绕区域生态修复进度、资源供给承载能力以及污染物消纳空间三个层面设置对应指标,指标数值能够直观反映东北三省生态系统的整体运行状态与自我调节能力,为后续协同水平的研判提供科学的生态维度参照基准。协同关联度维度重点考量智慧基建的生态赋能效应与生态承载力对基建的约束效应的匹配程度,指标设置契合东北三省老工业基地生态修复与基建升级同步推进的现实情境,能够直观反映二者的协同适配水平,为后续的发展路径优化调整工作提供明确的研判支撑与方向指引。

2.2 东北三省各地协同发展水平的区域差异

基于前文构建的协同发展评估指标体系完成 2018 至 2023 年东北三省 36 个地市的协同发展得分测算,能够直观呈现不同地市的协同发展层级落差。得分处在高位区间的地市多集中在省会以及副省级城市,这类地市的智慧基建覆盖进度与区域生态承载力的匹配度较高,智慧基建的生态赋能效用得到较好释放,整体发展状态契合老工业基地产业转型与生态修复的同步推进需求。得分处在中位区

间的地市以省内区域性中心城市为主,这类地市的智慧基建投入规模尚在稳步提升阶段,生态承载力对基建布局的约束作用已经得到初步落实,整体协同状态还有较大的调整优化空间。得分处在低位区间的地市多为资源枯竭型城市以及边境偏远地市,这类地市的智慧基建落地进度偏慢,部分区域的基建布局还未完全契合生态空间管控要求,二者的协同适配水平有待结合区域发展实际逐步提升。

2.3 协同发展的核心驱动因子识别

结合东北三省 36 个地市 2018 至 2023 年的协同发展得分开展相关性分析,能够筛选出影响协同发展水平的三类核心驱动因子,并且明确各因子的影响程度排序。地方基建与生态主管部门的政策协同力度是影响程度最高的核心因子,这类因子直接决定智慧基建布局的生态避让规则落地情况以及生态管控要求在基建运维环节的嵌入程度,能够从顶层设计层面理顺二者协同推进的逻辑关系。智慧基建的资金投入强度影响程度排在第二位,这类因子直接关系到智慧交通、智慧能源以及智慧公共服务基础设施的覆盖进度与运维标准,能够为生态赋能效应的释放提供硬件层面的支撑条件。区域生态修复的整体推进节奏影响程度排在第三位,这类因子会划定不同阶段智慧基建的规模上限与布局边界,能够为二者协同适配水平的稳步提升提供生态维度的参照依据。

3 东北三省智慧城市基础设施与生态协同发展的优化路径

3.1 适配区域生态禀赋的基建布局调整

结合东北三省不同区域生态禀赋的差异化特征,地方基建与生态主管部门开展智慧基建布局的动态调整工作,可锚定不同生态功能区的发展定位匹配对应的基建投放方向。针对松嫩平原、三江平原等集中连片的农业生态区域,地方基建与生态主管部门把智慧土壤监测、智慧墒情预警的公共服务基础设施作为主要投放类型,布局密度契合基本农田的分布格局,不会额外增设大规模的智慧交通枢纽类项目,避免占用优质耕地资源。相关配套设施的建设还可适配农业生产的能耗需求设置分布式的智慧能源调节节点,对农业生产过程中的可再生能源余缺进行跨村镇的动态调度,降低农业生产环节的碳排放总量。针对大小兴安岭、长白山等重点林区生态区域的生态管控要求,地方基建与生态主管部门把智慧生态监测的公共服务基础设施作为核心投放类型,布局密度契合林区生态敏感点的分布范围,仅在林区外围的人口聚集区设置少量的智慧交通、智慧能源配套基建,避免基建施工与运维对林区原生生态系

统造成干扰。布设的智慧监测设施可对林区的火情、病虫害情况进行动态追踪,为林区生态修复工作的推进提供数据参照。面向传统工业产能集中的工业生态区域,地方基建与生态主管部门侧重投放智慧交通、智慧能源类基础设施,布局密度契合工业园区的生产运营需求,把生态承载力的阈值要求嵌入基建选址的全流程,避开工业聚集区内现存的生态修复缓冲带。智慧交通基础设施侧重对工业物流的通行路线进行动态优化,减少货车空载与拥堵时段的尾气排放。智慧能源基础设施侧重对工业生产的能耗数据进行精细化管控,对工业生产过程中的余热等可循环资源进行跨企业的统筹调配,提升工业生产环节的资源利用效率。不同区域的基建投放类型与布局密度调整完成后,地方基建与生态主管部门可定期结合区域生态禀赋的动态变化开展适配性调整,保证智慧基建的布局始终契合区域生态空间的管控要求,不会超出区域资源供给的承载力上限,为智慧基建与生态系统的协同发展提供基础层面的支撑。

3.2 低能耗基建运维体系搭建

基于东北三省智慧城市基础设施运维阶段能耗管控松散、排放基数偏高的现实情境,开展低能耗运维体系的搭建工作可从三类核心基建的运维规则优化切入。地方基建与生态主管部门对智慧交通基础设施的运维管控,要把常态化的设备能耗动态监测作为核心运维内容,定期排查信号灯、路况监测设备等终端的高能耗运行异常情况,及时替换老旧高能耗的硬件设备,调整设备的运行功率适配不同时段的实际使用需求,减少非必要的电力消耗,统筹运维车辆的出行路线,降低运维环节的交通碳排放总量。从能源类基建的运维角度来看,相关部门对智慧能源基础设施的运维管控,要把能耗动态校准作为核心管控内容,定期对能源调节点节点的计量装置、传输线路的损耗情况开展排查,修正能源调度过程中的数值偏差,减少能源传输环节的无效损耗,对运维过程中产生的废弃电子元器件开展集中分类回收,避免有害物料散逸对周边生态环境造成负面影响。结合公共服务类基建的运维实际需求,相关部门对智慧公共服务基础设施的运维管控,要把低能耗运行规则嵌入全运维流程,根据不同区域的生态监测、公共服务信息推送的实际需求,动态调整监测终端、信息发布终端的运行时长,避免设备全天候空载运行产生的不必要能耗,运维过程中产生的生活垃圾、施工废弃物要全部纳入集中收运处置体系,不会给周边区域的环境治理带来额外负担。这类运维规则调整完成后,相关部门可定期对三类基建的

运维能耗、排放数据开展交叉核验,结合实际运行情况动态调整管控标准,保证运维阶段的能耗与排放始终契合区域环境容量的管控要求,还能降低智慧基建的整体运维成本,为二者的长期协同发展提供稳定的运维层面支撑。

3.3 生态价值转化的配套机制完善

基于东北三省生态资源存量充足但生态价值转化链路不畅通的现实情境,相关主管部门可依托现有智慧城市基础设施的功能优势,搭建适配区域发展实际的生态价值转化配套机制,打通智慧基建运营与生态产品价值实现的衔接通道。相关主管部门把智慧公共服务基础设施采集的全域生态质量动态数据,当作生态产品价值核算的核心参照依据,搭建标准化的数据共享接口,推动生态系统服务供给的量化测算工作高效开展,为后续生态产品的市场化交易提供公允的数值支撑。结合生态产品市场化交易的实际推进需求,相关主管部门依托智慧能源以及智慧交通基础设施的调度系统,搭建生态产品跨区域流转的配套服务通道,对绿电、碳配额等可交易生态产品的流转路径进行动态优化,降低生态产品交易过程中的中转损耗与流通成本,提高生态产品价值转化的实际效率。从区域生态惠民的落地需求出发,相关主管部门把智慧基建衍生的生态数据增值服务作为生态价值反哺民生的重要载体,面向生产经营主体推送适配的节能减排技术指引以及绿色政策扶持信息,面向普通群众推送生态体验点位以及绿色消费权益兑换信息,让生态价值转化的红利能够覆盖更多群体。相关配套机制的搭建过程中,同步建立跨部门的权责划分规则,明确基建部门、生态部门以及市场监管部门在生态价值转化环节的具体职责,避免出现权责交叉或者管理空白的问题,保障相关工作的推进节奏契合区域生态保护以及智慧基建升级的整体步调。相关主管部门依托智慧公共服务基础设施的信息推送渠道,开展生态产品价值实现相关的科普宣传工作,引导全社会形成对生态产品价值的普遍认知,调动市场主体参与生态产品交易以及生态保护行动的主动性,为生态价值转化机制的长效运行营造良好的社会氛围。相关主管部门定期对生态价值转化的实际成效开展复盘评估,结合智慧基建的迭代升级进度以及区域生态系统的动态变化情况,对配套机制的具体规则进行灵活调整,保障生态价值转化的全过程始终契合区域生态承载力的管控要求,不会对区域生态系统的稳定运行造成额外压力,实现智慧基建升级、生态保护与民生福祉提升的多赢目标。

4 结语

智慧基建与生态系统的协同发展,是东北老工业基地

实现绿色转型、兼顾发展效率与生态效益的重要突破口。二者的协同推进既要充分发挥智慧基建在减排提效、公众引导等层面的赋能作用，也要严格遵守生态承载力的刚性约束，避免基建布局与运维脱离区域生态本底实际。不同区域需结合自身生态禀赋特征与发展定位，动态调整智慧基建的投放方向与建设规模，同时完善运维管控与配套机制，打通生态价值转化链路，让生态保护的红利覆盖更多市场主体与普通群众，最终实现基建升级、生态保护与民生福祉提升的多重目标，为老工业基地的长效可持续发展筑牢基础。

参考文献：

- [1] 刘峻豪, 黄鑫昊. 智慧交通运输对区域经济发展的影响分析[J]. 防灾减灾工程学报, 2024, 44(04):986-987.
- [2] 毛鹏, 祝明会, 吴亦静等. 基于质性分析的我国新型智慧城市区域发展特征研究[J]. 项目管理技术, 2025, 23(07):85-91.
- [3] 韩先锋, 李佳佳, 徐杰. “宽带中国”战略与智慧

城市试点政策协同对城市数智化发展的影响研究[J]. 管理学报, 2026(1):51-60.

[4] 唐正源, 张冀民, 方峙博. 京津冀城市群智慧物流水平测度及障碍因子分析——基于区域协同发展的视角[J]. 地域研究与开发, 2025, 44(03):48-54+72.

[5] 陆香怡, 赵彦云. 中国智慧城市政策主题与演进路径——基于文本挖掘的量化分析[J]. 技术经济与管理研究, 2025(05):15-21.

[6] 肖沁霖, 乔怡丹, 邓宗兵. “数绿”协同发展视角下数字生态文明建设的时空跃迁及收敛——基于长三角城市群的实证研究[J]. 经济问题探索, 2025(06):101-118.

基金项目：大庆市指导性科技计划项目：信息技术赋能东北三省城市基础设施建设融合发展研究设计（zd-2025-024）。

作者简介：梁媛（1981.04-），女，汉族，江苏泗阳人，硕士研究生，副教授，研究方向：主要从事建筑设计、城乡规划设计的研究工作。