

新型基础设施建设对长江上游城市

绿色转型的影响研究

——基于“三生”空间视角

文传浩¹ 谭君印² 胡钰苓² 赵柄鉴³ 李益⁴¹

(1. 云南大学 经济学院, 云南 昆明 650091;

2. 兰州大学 经济学院, 甘肃 兰州 730000;

3. 西华大学 经济学院, 四川 成都 610039;

4. 重庆工商大学 长江上游经济研究中心, 重庆 400067)

【摘要】: 在粗放型外延式发展向集约型内涵式绿色转型的关键阶段, 新型基础设施建设是城市建设的重要选择。基于“三生”(生产、生活和生态)空间视角, 利用2008~2019年长江上游33地级市面板数据, 采用OLS回归、空间计量和逐步回归方法, 详细探讨了新型基础设施建设与城市绿色转型的作用机制。结果发现:(1)新基建赋能长江上游城市绿色转型, 对生态空间转型的赋能效应较生产空间和生活空间转型更加突出;(2)新基建对城市绿色转型存在空间溢出效应, 空间因素具有加速效应, 强化了新基建对城市绿色转型的正效应;(3)新基建能通过绿色技术创新效应、企业数字化赋能效应和环境规制导向效应对“三生”空间转型产生差异化作用, 进而促进城市绿色转型; 其中, 绿色技术主要驱动生产空间转型, 企业数字化重点赋能生活空间转型, 环境规制则促进生态空间转型。基于以上结果, 提出构建生态新型基础设施体系、加强绿色技术创新、加快企业数字化、实施多样化环境规制工具等建议。

【关键词】: 长江上游 新基建 “三生”空间 空间溢出 中介效应

【中图分类号】: F294.1; F124.5 **【文献标识码】:** A **【文章编号】:** 1004-8227(2022)08-1736-17

城市是经济社会的中心, 是现代化建设的重要引擎, 由于多年来的无序利用和过度开发, 导致生态环境恶化, 城市建设已到了由粗放外延式发展向集约型内涵式发展的关键阶段^[1]。党中央始终关注城市发展问题, 思考着人与自然和谐共生的辩证法则,

¹**作者简介:** 文传浩(1972~), 男, 教授, 主要研究方向为生态环境与可持续发展. E-mail: chhwen1972@163.com; 谭君印, E-mail: 2019651007@email.ctbu.edu.cn

基金项目: 国家社科基金重大项目(20&ZD095); 重庆市社会科学规划社会组织项目(2021SZ21); 贵州省哲学社会科学规划课题(20GZYSB10); 云南省哲学社会科学专家工作站(2021GZZH01)

探索出一条经济效益高、推广意义强、着眼于未来可持续的城市绿色转型之路。2018 年 5 月，李克强总理在全国生态环境大会上指出，“实施创新驱动发展战略，培育壮大新产业、新业态、新模式等发展新动能，运用互联网、大数据、人工智能等新技术，促进传统产业智能化、清洁化改造。”并在 12 月的中央经济工作会议中强调“加快 5G 商用步伐，加强人工智能、工业互联网、物联网等新型基础设施建设”（简称“新基建”，下同）。2020 年 4 月，习近平总书记在浙江考察时强调“运用大数据、云计算、区块链、人工智能等前沿技术推动城市管理手段、管理模式、管理理念创新，从数字化到智能化再到智慧化，是推动城市治理体系和治理能力现代化的必由之路。”新型基础设施作为新一代信息技术的重要载体，将推动城市空间治理和有机更新，成为赋能城市绿色转型的重要选择。

长江是中华民族的母亲河，其经济地位与生态地位高度契合。2016~2020 年，习近平总书记在重庆、武汉和南京先后主持召开的三次长江经济带发展座谈会上，为新时代长江流域生态文明建设和经济社会发展定下了“共抓大保护，不搞大开发”的总基调。长江上游作为我国重要生态屏障，是长江经济带“生态优先绿色发展”的关键，涉及到开发与治理、发展与存续、建设与保护等多重关系，是一项复杂的系统工程。立足新时代，为满足人民对美好生活的需要，长江上游需走生产空间集约高效、生活空间宜居适度、生态空间山清水秀的“三生崛起”新路，实现城市绿色转型势在必行。

当前，新冠疫情余波未过，城市转型发展形势依然严峻，抓住“新基建”机遇对于长江上游城市可持续发展至关重要。2020 年以来，长江上游各城市正在加快布局“新基建”，预计到 2025 年，长江上游四省将建成公共充电桩 44 万个，数据中心标准机架达到 190 万架，培育 26~29 个工业互联网平台，5G 基站数将达到 72 万个，完全实现所有县级以上中心城区 5G 基站全覆盖 1。新型基础设施的价值不仅在“建”，更胜在“用”，如何用好新基建，让它为长江上游城市绿色转型提供助力，是推动城市治理体系和治理能力现代化的应有之义，也是时代命题之一。基于此，以新一代数字技术为核心的新基建到底会对城市绿色转型产生怎样的影响？赋能城市绿色转型的内在机制是什么，围绕“三生”（生产、生活和生态）空间又存在那些差异？这都是值得深入探讨的现实问题。

1 文献回顾

关于城市绿色转型的研究主要从内涵、测度和实现路径 3 个方面进行展开。(1)城市绿色转型的理论阐释研究。在宏观上，城市转型是指城市发展方向、目标、战略与模式的变化，具象上是指城市空间结构与形态的变化，制度上是指城市治理和管制制度的变迁。“绿色”则是把可持续发展这条主线始终贯穿在人们对城市发展模式的认知和追求之中，不但强调经济体制和产业结构转型，更注重城市系统承载力范围内的发展，充分体现集约生产、绿色生活和环境包容的特征。由此生态城市^[2]、低碳城市^[3]、循环经济^[4]等转型模式被提出并应用于城市建设中。(2)城市绿色转型水平测度。一是利用单位工业增加值废水、废气或固体废物排放量等单一环境指标表征城市绿色效率^[5]，该方法操作简单，但仅能代表单方面绿色转型特征。二是基于柯布-道格拉斯、随机前沿等生产函数或利用数据包络方法估算城市绿色产出效率^[6,7]，该方法考察了城市经济的系统性和复杂性特征，但受限于模型设计的合理性，难以比较多个决策单元的效率水平差异。三是构建综合评价指标体系。自然生态系统的生产总值(GEP)被纳入可持续发展评估体系，较好的弥补了单一 GDP 指标考核方式带来的结构性缺陷，科学反映了区域真实发展水平，但尚未形成统一共识的核算指标体系，加之生态产品和服务量纲难以统一，相关研究多是从单一省份角度展开，跨域研究较少^[8]。(3)城市绿色转型路径研究。大量学者研究发现，异质性环境规制能够通过优化资源配置、引导产业集聚和环境保护等方式驱动城市工业绿色转型，绿色金融能够引导企业绿色技术创新和产业结构升级，使环境污染负外部性内生，抑制高污染高能耗产业发展，最终推动绿色发展方式转变^[9]。

新型基础设施首次出现于《2018 年政府工作报告》，但并未受到国内学者过多关注，直到疫情期间，中国政府将新基建作为提振经济的重要手段之一，新基建才成为国内学术研究热点，相关研究主要集中于内涵阐释与挖掘以及对经济高质量影响两个方面。围绕“新基建”的内涵阐释与挖掘，国内学者系统探讨了新基建的“内涵^[10]”“类别^[11]”“路径^[12]”等内容。围绕高质量发展领域，学者们研究发现新基建具有直接、广泛的生命周期效应^[13]、耦合协调效应^[14]、产业升级效应^[15]、外贸效应^[16]、投资乘数效应^[17]，赋能产业经济高质量发展。作为新发展阶段的时代产物，新基建被视为美丽中国建设的主要方向和城市绿色转型的

重要选择。陈兵等^[18]指出,当前公共政策和工业经济语境下的绿色发展难以有效适配海量数据驱动的新基建需求,特高压绿色电网、绿色数据中心、绿色工业互联网云平台等重点建设领域的绿色数据绿色发展亟待提升,应当探寻新基建下绿色发展的法治化实现方案。王舒娅^[19]认为绿色新基建为生态环保产业长远发展提供新的发力点,应该深入挖掘新基建的生态内涵,发挥大数据中心、新一代通信基地的生态能效是绿色“新基建”的基本职能。陆小成^[20]也认为应以复合功能为导向重视城市绿色基础设施建设,鼓励和引导社会资本参与城市绿色基础设施建设,建立多元化参与机制。闫金光^[21]提出要贯彻落实新发展理念,协调布局、加强创新,把绿色作为基本原则,坚持开放市场、资源共享,开创“新基建”时代信息基础设施建设管理新思路。周嘉等^[22]发现,新基建能够带动工业企业数字化转型能力和生产效率的大幅提升,还对工业企业客户价值再创造、价值实现方式转变、价值创新生态构建等重要环节提供了支持。文传浩等^[5]从“新基建”的工业减排效应出发,研究发现“新基建”能够显著降低工业污染排放,且信息、融合和创新基础设施的抑制作用逐渐增强,通过扩大经济规模和推动技术进步,可以降低工业污染排放强度。赵柄鉴等^[11]进一步提出了“生态新型基础设施”的概念,认为基础设施生态化和生态设施基础化,能够解决基础设施建设和生态环境保护之间的矛盾问题,实现基础设施和生态设施的有效融合,代表了新型基础设施未来发展的核心方向。此外,不少学者研究了新基建具体内容与城市绿色转型的关系,发现数字经济、高铁网络、大数据等新一轮数字技术的出现,重构了城市建设模式,加快了传统产业链向绿色产业链的转变,对城市更新特别是在绿色生产、绿色生活和美好环境等方面也表现出显著地促进作用^[23, 24]。

通过文献梳理发现,国内学者围绕新基建或城市绿色转型均展开了较为深入的研究,二者的相互作用备受关注,不过鉴于新型基础设施概念出现时间较短,新基建与城市绿色转型的关系研究主要通过政策解析的方式进行,从常识逻辑层面强调新型基础设施与城市绿色转型之间的密切关系,理论研究尚停留于工业产业,关于城市复合生态系统视角下,新型基础设施建设赋能城市绿色转型的机制和路径认识不够深入,更是鲜有从实证角度去验证新基建对城市绿色转型的影响。基于此,本文尝试从以下几个方面拓展:(1)从“三生”空间视角,构建一个系统科学的绿色转型评价标准和体系;(2)以长江上游城市为研究单元,测度新型基础设施与城市绿色转型水平,从较为细微的尺度对二者影响关系进行研究;(3)以绿色技术创新效应、企业数字化赋能效应和环境规划引导效应为中介切入点,具体探析新基建对城市绿色转型的差异化传导路径;(4)从空间地理学出发,讨论长江上游新基建对城市绿色转型的空间溢出效应。

2 作用机理与研究假设

新型基础设施是以新发展理念为引领,以技术创新为驱动,以信息网络为基础,面向高质量发展需要,提供数字转型、智能升级、融合创新等服务的基础设施体系。与传统基础设施相比,“新基建”具有生态友好、环境适应和资源集约等特征属性,瞄准更加绿色、更加生态、更加现代的时代发展目标,着眼于城市复合系统的良序循环与可持续发展。结合可持续发展理念、经济增长理论和新经济地理学等思想,本文认为新基建技能直接赋能城市绿色转型,还具有空间溢出效应,间接作用于城市绿色转型,另外,新基建可以通过绿色技术创新效应、企业数字化赋能效应和环境规制导向效应,对城市绿色转型产生异质性影响。

2.1 新型基础设施建设的绿色转型效应

从新基建的投入部门来看,基础设施普遍被认为是经济社会发展过程中不可或缺的因素,大规模基础设施投资能够优化经济社会运行环境,打破制约区域发展的瓶颈^{[25][26]}。稳定可靠的基础设施服务在一定程度上有利于保障企业有形资产的质量及耐用性,降低故障发生频率、减少私人维护成本、提高使用效率和延长使用寿命,从而降低了服务对象的生产成本和运营成本,进而促进全要素生产率的提高^[27]。古典经济学理论也认为,持续的基础设施建设将刺激新产业多样化,有利于市场分工的精细化和产业结构的合理化,最终有利于降低交易成本,促进经济效率的提高^[12]。从新基建的应用部门来看,技术进步是劳动生产率提升的源泉,能够全面重塑工业生产关系和形成新的工业价值链。新型基础设施与绿色经济联系紧密,工业互联网、区块链、5G、人工智能和数据中心等信息基础设施的集中布局,尤其是促进绿色设计、节能减排、高效储能设施等绿色工艺和设施的使用,为绿色经济或绿色产业提供新的路径和动力^[28]。赋能型技术的规模化应用能够对传统产业运营模式产生全链条、全方位的“颠覆性”改造,进而带来传统工业生产方式的转型升级,延展工业价值链的后端增值环节。基于此,提出以下假设:

假设 1:新基建对城市绿色转型具有促进作用。

2.2 新型基础设施建设的空间溢出效应

学术界普遍关注基础设施对城市发展的直接效应，忽视了对邻近区域的空间溢出^[5]。事实上，新基建对城市绿色转型的影响并不局限于城市地理单元，还应考虑新基建对城市绿色转型的空间溢出效应。信息、数据等知识、智力密集型程度更高的新生产要素通过与资本、劳动、企业家才能等要素的融合，能够与其他要素相互作用、相互补充，实现对传统的流动性相对较弱的生产要素的重构，促进了传统经济知识密度的提升，提升传统要素生产效率^[29]。数字网络和通讯技术能够打破城市界限，便捷的信息交流使各环节主体联系更加紧密，使得跨区域、跨行业，甚至跨时空的合作得以实现，可以促进过去难以共享的隐性知识的溢出。邻近地区工业企业组织通过技术合作和内部学习，以逆向工程、反求工程等方式把显性的组织知识学习提升为个体隐形知识，再把个体的隐形知识归纳、整合为组织显性知识，最后掌握甚至优化绿色技术原理和规律，带来新基建的绿色技术溢出效应^[5]。基于此，提出以下假设：

假设 2:新基建对城市绿色转型具有正向空间溢出效应。

2.3 生产空间：绿色技术创新机制

在整个城市生态系统中，资源利用效率是城市绿色转型的直接目标^[30]，能量与物质的消耗需要尽可能优化，废弃物的产出尽可能最小化，而产业链终端的非期望产出也可作为产业链前端原材料，带来经济系统与生态系统的良序循环与可持续发展^[31]。熊彼特指出，“创新”是产品、市场、技术、资源配置和组织要素的重新组合，进而会产生技术效应、配置效应和结构效应^[32]。“新基建”是代表新一轮科技和产业革命的各种基础设施，当创新驱动形成的 3 种效应作用到生态环境的时候，绿色发展效率便会提高。在生产环节，实现产业绿色转型，本质需要对生产方式进行变革，这在微观涉及企业生产过程的全绿化，在宏观涉及绿色产业的发展和崛起，这两方面都离不开绿色技术创新^[9]。通过引导环保产业为代表的微观企业绿色改造和创新，在能源消耗限制和能源消费的有偏选择上倒逼能源消费结构向节能降耗模式发展，从而降低工业污染排放，推动城市基础设施生态化^[6,7,33]。在城市建设方面，绿色技术创新是解决新能源汽车充电、续航、安全、成本等痛点问题的关键；充电桩在城市密集化建设，使非燃油车成为市民交通出行的最优选择；绿色低碳技术将带来高质量绿色建筑规模化发展，电动化和低碳化转型将成为大势所趋^[3]。另外，建设优质、可靠、能抵御生态环境灾害的生态设施是经济社会可持续发展的重要保障，绿色技术创新使生态环境领域投资更有效率和活力，培育社会发展的绿色竞争力和可持续发展潜力^[34]。基于此，提出以下假设：

假设 3:新基建能通过绿色技术创新带来生产空间转型，推动城市绿色转型。

2.4 生活空间：企业数字化赋能机制

随着新基建的不断深入，越来越多的企业加入数字化转型的浪潮，对组织结构、业务模式等进行升级改造，使之能够提供系列更合理高效的解决方案，解决城市管理和民生服务领域的痛点难点问题，尤其是有限的基础设施和服务能力与高速增长的社会需求之间的矛盾。首先通过打通部门与行业间的壁垒，使城市部门分工进一步整合，让数据高维、高频和高精度应用，借此化解各自为政、条块分割的“数据孤岛”和“信息烟囱”难题^[35]。开放信息进而使各利益相关方相互联系，让多元的社会公众、企业和组织主动成为城市建设的参与主体，进而形成更为智能、高效率的城市问题解决方案，大大减少物质和能源的损耗，提高城市基础设施动态服务能力。其次，企业一体化组织决策和管理的精准可控，单纯的生产制造转向产业链协同。数字技术应用带来全环节精细化管理，例如供应链管理使企业内部和上下游企业协同优化，从生产到消费，从供给到需求，各环节主体联系更加紧密，信息交流更加便捷，从而使得企业外部交易成本不断降低^[36]。最后，大规模定制化服务成为可能。数字化、信息化的发展突破了时空屏障，过去难以共享的隐性知识的溢出也成为可能。大范围数字化场景应用，使企业与用户形成了“虚假的面对面”，根据用户的实际业务决策需求，企业能够进行可视决策主题、数据指标、可视化页面风格标识等深度定制^[37,38]。

假设 4:新基建能通过企业数字化转型，全方位变革企业生产生活方式，赋能城市绿色转型。

2.5 生态空间：环境规制导向机制

环境的污染和破坏问题制约着城市绿色转型进程，而资本逻辑就是城市环境污染和生态破坏的根源之一。不同于政府主导投资的传统基建，“新基建”更加强调市场规律和产业发展规律。市场机制不可避免存在资本逐利属性带来的企业短视行为，可能导致生态环境风险发生的可能性增大。在此背景下，执行多样化的环境规制工具对助推城市绿色转型至关重要。首先，命令型环境规制通过制定政策、颁布法令、参与行政等方式对市场、企业进行宏观调控和引导，鼓励社会资本进入生态环境基础设施投资领域，支持城市生态环境资源数据的实时采集、共享、分析、研判和预警能力建设^[23]；同时提高污染企业的环境成本，凸显绿色投资和褐色投资项目的成本收益差别，让企业有充足的压力和动力去保护环境和减少污染，使环境污染的外部不经济内部化^[9, 39]。其次，市场型环境规制则是通过设立排污税(费)与实施财政补贴、押金-返还制度等增加污染排放的经济成本来达到环境问题负外部性特征内化为工业企业自身成本，促使工业企业利益与社会利益趋同，进而推进了绿色低碳经济的发展。这类环境规制遵从市场机制，成本支付方式遵循“多排多收，少排少收”的法定规则，可以较大程度让主体有选择行为的权力。另外，普通民众对身边细微的环境污染极其敏感，而专业环保机构更多地聚焦于公众利益广、项目周期长的大型生态环境基础设施建设。随着公众环境意识的觉醒以及环境申述渠道的多样化，越来越多公众愿意参与到环境治理中来，从施工运营转向审批决策阶段，公众对潜在风险的识别能力明显提升。新基建更多地依赖市场化主体的参与，而公众参与将深入到新基建全过程，通过系统性识别潜在的系列环境风险，发挥其独特优势，可以弥补环境问题中的“政府失灵”与“市场失灵”。

假设 5:新基建能通过环境规制导向效应，优化城市生态空间，推进城市绿色转型。

3 模型设计与指标设计

3.1 模型设计

3.1.1 基准模型

为探究新基建对长江上游城市绿色转型的直接影响，本文构建如下的计量模型：

$$Gre_{ijt} = \alpha_1 + \beta_1 Inf_{it} + \sum_{k=1}^n \theta_{1k} X_{ikt} + \mu_{1i} + \delta_{1t} + \varepsilon_{1it} \quad (1)$$

式中： Gre_{ijt} 表示*i*地区在*t*时期*j*维度(*j*=0, 1, 2, 3)的城市绿色转型水平； Inf_{it} 表示*i*地区在*t*时期的新基建规模； X_{ikt} 为*i*地区在*t*时期第*k*个控制变量； ε_{1it} 为随个体和时间改变的扰动项； α 为截距项； β 和 θ 分别代表新基建和控制变量的回归系数(下同)。

3.1.2 空间模型

新基建对城市绿色转型不但具有直接效应，而且还存在空间溢出效应。因此，本文首先运用 Moran' sI 讨论长江上游城市绿色转型是否存在空间相关性，公式如下：

$$\text{Moran's } I = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_{ij} (Gre_i - \overline{Gre}) (Gre_j - \overline{Gre})}{\sum_{i=1}^n (Gre_i - \overline{Gre})^2 \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n Gre_j} \quad (2)$$

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (Gre_i - \overline{Gre})^2}{n}$$

式中： n 为样本方差； w_{ij} 为空间地理矩阵，用地理距离的倒数表征，当区域 i 与区域 j 不同时， $w_{ij}=1/d_{ij}^2$ ，当区域 i 与区域 j 相同时， $w_{ij}=0$ ，下同。

由于空间杜宾模型可以退化成空间滞后模型和空间误差模型，更具普遍性，因此本文其次采用空间杜宾模型来探讨新基建对城市绿色转型的空间溢出效应，构建模型如下：

$$Gre_{ijt} = \alpha_2 + w_2 \beta_2^w Inf_{it} + w_1 \sum_{k=1}^n \theta_{2k}^w X_{ikt} + \beta_2 Inf_{it} + \sum_{k=1}^n \theta_{2k} X_{ikt} + \mu_{2i} + \delta_{2t} + \varepsilon_{2it} \quad (3)$$

式中： β^w 和 θ^w 为新基建和控制变量的空间效应系数。

3.1.3 中介模型

为了进一步考察新基建如何通过外部部门影响城市绿色转型差异，本文构建“链式反应”中介模型，具体公式如下：

$$Med_{ipt} = \alpha_3 + \beta_3 Inf_{it} + \sum_{k=1}^n \theta_{1k} X_{ikt} + \mu_{3i} + \delta_{3t} + \varepsilon_{3it} \quad (4)$$

$$Gre_{ijt} = \alpha_4 + \eta_{4p} Med_{ipt} + \beta_3 Inf_{it} + \sum_{k=1}^n \theta_{1k} X_{ikt} + \mu_{4i} + \delta_{4t} + \varepsilon_{4it} \quad (5)$$

式中： Med_{ipt} 表示 i 地区在 t 时期第 p 方面的中介变量， η 为中介变量的回归系数。

3.2 变量设置

(1) 核心解释变量。

新型基础设施建设 (Inf)。基础设施普遍被认为是经济社会发展过程中不可获缺的因素，大规模基础设施投资能够打破制约

区域发展的瓶颈^[25, 26], 资本存量规模能够衡量基础设施投资强度。本文拟采用积累的实物量指标, 即资本存量规模表征新型基础设施投资强度。根据国家发改委对新基建的范围划分, 新型基础设施包括信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施。本文认为, 信息基础设施是前提, 融合基础设施是关键, 创新基础设施是重点, 三者存在层层递进、环环相扣的关系, 是一个相互联系、相互交融、不可分割的有机整体。因此, 参考文传浩等^[6], 本文选用信息传输、软件和信息技术服务业表征信息基础设施, 选择交通运输业以及电力、热力的生产和供应业等传统基础设施乘以融合系数表征融合基础设施; 使用科学研究和技术服务业表征创新基础设施。采用永续盘存法利用以 2008 年为基期平减后的固定资产投资总额核算得到信息基础设施、融合基础设施和创新基础设施资本存量规模, 然后加总得到新型基础设施资本存量规模(千亿元)。

(2) 核心被解释变量

城市绿色转型(Gre)。衡量生态城市的可持续发展水平应从经济-社会-自然复合生态系统的相互协调关系、结构与功能的布局、循环经济的发展、城市用地敏感度等方面着手^[2]。本文认为, 城市绿色转型为科学布局生产空间、生活空间和生态空间提供了实践基础, 生态空间是城市绿色转型的基本底色, 生产空间是城市绿色转型的根本动力, 生活空间是城市绿色转型的重要载体, 统筹协调生产、生活和生态的关系是城市可持续发展的必然要求、根本目标和行为准则。因此, 本文以“三生”空间为切入点, 重点从城市生产空间集约化与高效化转型、城市生活空间宜居化与品质化转型、生态空间绿色化和精细化转型方面着手, 借鉴刘新智等^[23]的方法, 构建出城市绿色转型指标体系(表 1), 并运用熵权法得到各指标权重, 进而测算得到城市绿色转型和“三生”空间转型得分。

表 1 城市绿色转型指标体系

目标层		准则层	具体指标
城市绿色转型 (Gre)	生产空间转型 (Grep)	要素投入	外商投资占固定资产投资比重 (%)
			R&D 人员占全社会从业人数比重 (%)
			R&D 内部经费支出占一般财政预算支出比重 (%)
		生产效益	单位城市建设用地二三产增加值 (亿元/km ²)
			单位城市建设用地面积财政收入 (亿元/km ²)
			城镇职工平均工资 (万元/人)
		产业强度	万元 GDP 能耗* (吨标准煤/万元)
			单位城镇居民消费能力 (万元/人)
			创新创业水平
	生活空间转型 (Gre1)	宜居适度	人均居住面积 (km ² /万人)
			空气达标率 (%)
			PM _{2.5} 浓度* (μg/m ³)
		服务便捷	每万人公交车辆 (辆)
			建成区路网密度 (%)

			移动电话覆盖率(%)
		社会保障	职工基本养老保险覆盖率(%)
			单位学校专任教师数(人/个)
			每万人拥有病床数(张)
	生态空间转型(Gree)	城市绿化	建成区绿化覆盖率(%)
			国家级水利风景区数(个)
			人均公园绿地面积(km ² /万人)
		污染强度	万元工业增加值粉尘排放量*(t)
			万元工业增加值废水排放量*(t)
			万元工业增加值 SO ₂ 排放量*(m ³)
		循环治理	污水处理率(%)
			生活垃圾无公害处理率(%)
			工业固体废物综合利用率(%)

注：建成区路网密度为城市公路里程与建成区面积的比值；表中*表示该指标为负向指标。

(3) 中介变量

①绿色技术(Tec)。

绿色技术创新主要来源于内部自主创新和外部技术引进，主要通过绿色创新要素投入、产出及其二者集成的数据包络分析法进行表征。不过，从人力资本、R&D 经费等指标来表征创新投入展现的是厂商步进式技术吸纳和推进技术创新活动，忽视了资源利用效率问题，而 DEA 方法虽然能较好地诠释全要素生产率水平，但难以获得统一口径的绿色 R&D 人员全时当量和绿色 R&D 内部经费支出等绿色创新要素数据。从产出角度看，绿色发明专利授权数展现了较强的新颖性、创造性和绿色化，是被授权和认可的绿色技术创新，更能真实反映绿色技术进步和“干中学”效应。因此本文采用绿色发明专利授权量(万件)作为绿色技术的代理变量。

②企业数字化(Dig)。

企业数字化是一个系统性过程，如何准确刻画微观企业层面的数字化极具挑战性，已有研究主要从宏观视角展开，并从互联网、计算机发展程度度量数字化水平，如互联网普及率、IT 投资、计算机服务和软件从业人员、移动电话用户数和电信支出等。然而，使用互联网、计算机可能只是简单的网络应用行为，与数字化存在较大距离；少数学者从信息资产、信息化员工、信息系统应用等微观企业角度进行衡量，但这些度量方法均存在不同程度的缺陷和不足，要么包含的企业信息化信息有限，难以反映数字化程度的差异，要么指标体系过于单一，仅关注某一特定信息技术的应用，难以涵盖企业生产经营过程中的更多环节。鉴于此，本文基于注册地为长江上游 33 个地级市的上市公司年报文本，通过 Python 分词处理及人工识别，获得“人工智能技术”“区

区块链技术”“云计算技术”“大数据技术”和“数字技术应用”五个主题的细分指标在上市公司年度报告出现频次(万条),最后整理得到企业数字化程度指标。

③环境规制(Reg)。

根据长江上游 33 个地级市 2008~2019 年政府工作报告文本,通过 Python 分词处理及人工识别,整理出“二氧化硫、PM₁₀、化学需氧量、低碳、二氧化碳、PM_{2.5}、绿色、环境保护、环保、污染、排污、空气、减排、生态、能耗”等 15 个环境相关语句在政府工作报告出现频次,最后整理得到政府环境规制强度指标。

(4)控制变量。

①财政支持(Fis):用科学教育支出占一般财政预算支出的比重来表征财政支持;②产业结构(Str):用第二产业增加值与第二产业增加值比重来表征产业结构高级化;③城市化(Urb):用城镇人口与常住人口的比重来表征城市化水平;④人力资本(Lab):用人均受教育年限(年/人)表征人力资本水平;⑤市场化(Mar):用城镇私营和个体从业人员数与全社会从业人员的比值表征。

(5)内生变量。

①产业集聚(Agg1),选用新型基础设施固定资产投资总额的区位熵表征。②赶超压力(Pur),选用相邻地区新型基础设施资本存量均值与本地地区的差值(千亿元)表征。③信息化(Mes),选用国际互联网用户数(亿户)表征。

3.3 数据说明

在地区选择上,由于少数民族自治区数据缺失值较多,通过插值法进行补充会导致数据过于失真,故选择长江上游 33 个地级市面板数据作为研究样本,其中重庆直辖市作为独立单位。在时间维度选取上,考虑到新型基础设施是以高速通信网络为基础,目前我们所使用过的 3G/4G/5G 网络都是基于 IP 网络技术原理研发的,所以 3G 网络是我国新一代高速通信网络的开端,2008 年则是我国 3G 网络普及的起始时间,因此采用 2008~2019 年面板数据。在数据来源上,主要从《中国城市统计年鉴》《中国城乡统计年鉴》、长江上游地级市统计年鉴或公报、CSMAR 数据库、北京大学开放研究数据平台中国区域创新创业指数和中华人民共和国水利部官网进行数据整理。在数据处理上,对单位城市建设用地二三产增加值、单位城镇居民消费能力、万元工业增加值废水排放量、万元工业增加值 SO₂排放量、万元工业增加值粉尘排放量、万元 GDP 能耗、城镇职工平均工资、单位城市建设用地面积财政收入使用以 2008 年为基期的相关价格指数平减。所有变量描述性统计详见表 2。

表 2 变量描述性统计

变量	样本量	均值	标准差	最小值	最大值
城市绿色转型	396	0.223	0.085	0.109	0.511
生产空间转型	396	0.095	0.060	0.020	0.286
生活空间转型	396	0.084	0.029	0.044	0.192
生态空间转型	396	0.044	0.019	0.018	0.161
新基建	396	0.027	0.060	0.000	0.589
财政支持	396	0.028	0.020	0.006	0.205

人力资本	396	8.094	0.873	6.942	10.908
产业结构	396	0.857	0.370	0.270	2.130
城市化	396	0.438	0.120	0.188	0.754
市场化	396	0.485	0.125	0.076	0.945
环境规制	396	0.335	0.184	0.010	1.040
企业数字化	396	0.003	0.011	0.000	0.122
绿色技术	396	0.004	0.014	0.000	0.120
赶超压力	396	0.001	0.049	-0.426	0.248
产业集聚	396	0.541	0.639	0.011	4.560
信息化	396	0.008	0.015	0.000	0.137

4 实证回归

4.1 基准回归分析

本文根据式(1)进行 Ols 回归。根据 Hausman 检验结果,所有模型均通过显著性检验,即拒绝原假设,所有模型均选择固定效应。新基建对长江上游城市绿色转型及其“三生”空间转型的影响分析如下:

模型(1)中,Inf 的估计参数在 1%的显著性水平下为 0.056,表明新基建对生产空间转型产生促进作用。随着新基建规模不断壮大,新基建全面重塑了工业生产关系和形成新的工业价值链,工业互联网、区块链、5G、人工智能和数据中心等信息基础设施的集中布局,尤其是促进绿色设计、节能减排、高效储能设施等绿色工艺和设施的使用,激活带动绿色产业发展,推进生产空间绿色转型。Str 和 Urb 的估计参数显著为正,说明产业结构高级化或城镇化率增长能够促进生产空间转型,即城市化水平越高,产业结构高级化水平越高,生产空间转型能力越强。Fis 的估计参数显著为负,表明财政支持抑制了城市生产空间转型,反映出长江上游地区财政支持模式比较单一,过分关注生产规模的扩张,从而忽视了产业质量的提升,以至产生了一系列工业污染排放,限制了生产空间绿色转型。

模型(2)中,Inf 的估计参数在 1%的显著性水平下为 0.098,表明新基建对生活空间转型产生促进作用。信息基础设施是新型基础设施的核心要义,随着大数据、互联网、5G 通讯、区块链等信息基础设施在公共事务处理、传统基础设施改造等领域,提升了公共服务质量,推进了社区便捷化、智慧化改造,促进城市生活空间转型,提高公众生活质量。Mar 和 Fis 的估计参数显著为正,说明财政支持扩张和市场化进程将加速生活空间转型,即财政支持越大,市场化进程越快,生活空间绿色转型程度越深。

模型(3)中,Inf 的估计参数在 1%的显著性水平下为 0.141,且模型(1)和(2)的估计参数,表明新基建对生态空间转型具有明显的促进效应,这种正效应强于对城市生产和生活空间,因为长江上游作为我国重要生态屏障,长期以来高度关注生态安全,生态设施建设基础扎实,而城市居民生活方式改变和生活质量提升并非一日之功,他们对于新兴事物存在“抗拒抵触到适应认可,再到灵活应用”的渐进式过程,这在一定程度上制约了城市生活空间转型速度。而且受地理区位限制,长江上游城市经济发展水平不高,在经济赶超和政绩考核驱动下,政府承接了不少加工工业和低端的劳动密集型产业,曾经出现长江上游地区化工围江现象,加之企业作为新基建的主体,受资金、技术、劳动技能等因素限制,老旧设备改造和产业链数字化应用进展缓慢,产业链市

场化改革乏力,这大幅限制了新基建对生产空间的促进作用发挥。Mar 和 Lab 的估计参数均显著为正,说明城市化提高和人力资本增加将促进城市生态空间转型,即城市化越高和人力资本越雄厚,生态空间转型能力越强。

模型(4)中,Inf 的估计参数为 0.295,通过显著性检验,并结合模型(1)~(3)新基建对“三生”空间转型的估计参数,显示新基建能够促进“三生”空间绿色转型,最终对长江上游城市绿色转型产生促进作用,假设 1 的合理性得到验证。此外,Mar、Urb 和 Lab 的估计参数均显著为正,说明市场化、城市化和人力资本能够促进城市绿色转型。结合模型(1)~(3)中各控制变量对“三生”空间转型的影响,可以发现市场化对城市绿色转型主要作用于城市生活空间;人力资本对城市绿色转型的影响主要通过城市生态空间发挥作用,城市化对生产空间和生态空间转型具有正效应,进而加速城市绿色转型,而财政支持对生产空间转型具有负效应,对生活空间转型具有正效应,正是这种异质性作用,掩盖了财政支持对城市绿色转型作用的影响。

4.2 内生性检验

内生性会造成参数估计量有偏,因此需要考虑内生性问题,而内生性问题主要有反向因果和遗漏变量。前文回归过程是使用面板数据,在一定程度上规避了遗漏变量的问题,在此基础上,本文使用工具变量法进行检验。空间距离会对要素流动产生巨大影响,产业集聚能够形成各种正式与非正式的创新网络关系,强化产业间物资和信息的共享,更好地实现技术扩散、成本节约和资源配置,而新基建在空间分布上极不均衡,基础较差的城市出于经济发展与政治方面的考虑,倾向于投入更多的资本、技术、劳动,以更加主动的姿态迎接新基建带来的新机遇,以实现经济快速增长。此外,信息资源日益成为重要生产要素、无形资产和社会财富,信息化水平高的地方,能够更有效的利用信息技术,推进新基建的质量和效率^[5]。因此,本文选用赶超压力、产业集聚和信息化作为内生工具变量,使用 2SLS 方法进行回归验证。通过相关检验发现 4 个回归模型中,新基建为内生性变量,Hausman 检验结果证明工具变量法有效,赶超压力、产业集聚和信息化指标不存在不可识别检验、弱工具检验和过度识别检验不可识别和弱工具变量问题。

4.3 稳健性检验

首先上文加入工具变量后,新基建与城市绿色转型及其“三生”空间转型的回归结果仍显著为正,说明模型的稳健性。此外,本文还采用了:(1)特殊区域剔除。重庆作为全国面积最大的直辖市,在经济基础、产业规模、数字信息技术等方面遥遥领先长江上游其他地级市,会带来回归样本数据方差偏大,因此本文剔除重庆重新进行回归。(2)核心解释变量滞后。“新基建”可能在不同的阶段对生产、生活和生态空间治理往往存在滞后性和异质性作用^[5],当期城市绿色转型水平可能受到前期新基建规模影响,本文将核心解释变量设置为滞后一阶。(3)宏观因素消除。新型基础设施重点项目在长江上游各省大范围建设可能带来宏观系统环境的变化,本文参考赵涛等^[40]的思想,在时间固定和城市固定的基础上,先后加入省份固定效应、省份与年份交互效应进行回归。

极端区域剔除、核心解释变量滞后和宏观因素消除三种稳健性方法下的估计参数,尽管总体显著性水平有所变化,但总体趋势没有明显变化,表明结果具有稳健性。

4.4 空间效应检验

新基建能够将地区资源要素充分汇聚和整合,打破地理空间的阻隔。本文拟进一步探讨新基建对长江上游城市绿色转型的空间溢出效应。

首先需要讨论长江上游城市绿色转型是否存在空间相关性,表 3 测度了长江上游城市绿色转型的 Moran' sI 指数,可以发现长江上游城市绿色转型水平全部显著性为正,Moran' sI 系数在波动中逐渐变小,说明长江上游城市绿色转型存在地理空间依赖性,且空间依赖性随时间不断削弱。其次,在使用空间杜宾模型(Sdm)的过程中,需要确定识别该模型是否会退化为空间误差

模型(Sem)或者空间滞后模型或者(Sar)模型。如表 4 所示,进行 Lr、Lm 和 Wald 检验显著,均拒绝原假设,显示空间杜宾模型不会退化成空间误差模型与空间滞后模型。最后,还需要明确到底是使用随机效应还是固定效应。根据赤池信息准则(AIC)和 Hausman 检验结果显示,使用双向固定模型更加合理。

表 3 空间自相关检验

Year	Moran' sI	Year	Moran' sI
2008	0.314***[0.101]	2014	0.178**[0.100]
2009	0.278***[0.102]	2015	0.103*[0.101]
2010	0.535***[0.102]	2016	0.109*[0.100]
2011	0.429***[0.100]	2017	0.393***[0.102]
2012	0.152**[0.101]	2018	0.333***[0.102]
2013	0.269***[0.097]	2019	0.209***[0.100]

注: [] 内为标准差, **、*、*分别在表示 p-value 检验结果在 1%、5%、10%水平内显著.

表 4 空间计量模型检验

类型	Lm	Lr	Wald	结果
Sdm 与 Sem	64.514***【0.000】	22.59***【0.000】	23.03***【0.000】	空间杜宾模型不会退化为 空间误差模型与空间滞后模型.
Sdm 与 Sar	26.675***【0.000】	22.37***【0.000】	23.17*【0.000】	

注: 【】 内为 P 值, **、*、*分别在表示 p-value 检验结果在 1%、5%、10%水平内显著.

(1)新基建对长江上游城市绿色转型存在空间溢出效应,且比直接效应更加显著。模型(26)~(28)中 Inf 的空间滞后项均显著为正,而模型(25)未通过显著性检验,表明新基建对生产空间转型尽管尚未形成空间溢出效应,但对生态空间和生活空间转型存在空间溢出效应,最终表明长江上游城市绿色转型具有空间溢出效应。由于直接使用 $W*Inf$ 的估计系数分析新基建对城市绿色转型的空间溢出效应会存在系统性偏差,需要对变量变化做偏微分处理,将新基建对城市绿色转型的估计系数分解为直接效应和间接效应(空间溢出效应),以此来进一步解释新基建的溢出效应。可以发现,模型(26)~(28)中新基建的直接效应、空间溢出效应和总效应的估计系数都显著为正,说明新基建不但能有效促进城市绿色转型,而且还存在显著的正向空间溢出效应。与此同时,估计结果中直接效应的估计系数显著小于空间溢出效应,表明新基建对长江上游其他城市绿色转型的促进作用比本城市更明显,假设 2 的合理性得到验证。(2)空间因素具有加速效应,进一步强化了新基建对城市绿色转型的正效应。在模型(25)~(28)中 Inf 的估计参数分别是 0.053、0.103、0.149 和 0.305,均通过显著性检验,这与基准回归结果基本一致,进一步验证了回归模型的稳健性。通过对比基准回归估计参数发现,模型(40)较模型缩小了 5.36%,而模型(26)较模型(2)扩大了 7.29%,模型(27)较模型(3)扩大了 5.6%,模型(28)较模型(4)扩大了 3.39%,说明空间因素对城市绿色转型表现出加速效应,其优先加速生活空间转型,其次是生态空间转型,而对生产空间表现出减速效应。可能的原因在于,生态空间和生活空间转型空间溢出效应的存

在,加之新基建的不均衡分布,使得地理距离相近地区之间的相互影响更加显著,特别是地区间要素和信息的空间交流与互动进一步加剧了城市生活方式与生态环境方面的空间溢出与扩散效应,而在生产空间,长江上游地区产业结构偏重,能耗强度偏高,采用重体量增长而轻质量提升的产业发展模式,使得产业绿色转型缓慢,相反空间因素挤压了新基建对生产空间转型的正效应。

4.5 中介机制检验

基于上述的显著性水平验证,进一步探讨新基建对城市绿色转型及其“三生”空间转型的内在机制。

模型(29)~(34)汇报绿色技术作为中介变量的回归结果。模型(29)中新基建对绿色技术创新的估计参数显著为正,说明新基建带来绿色技术创新效应。直接效应方面,模型(30)和(31)中 Inf 的估计参数均不显著,模型(32)和(33)在 1%显著性水平下为正,说明新基建与生产空间转型和生活空间转型之间的绿色技术创新效应表现为完全中介效应,对生态空间转型表现为部分中介效应,最终对城市绿色转型表现为部分中介效应。间接效应方面,模型(30)和(31)中 Tec 的估计参数分别为 0.505 和 0.443,均通过显著性检验,显示绿色技术创新能够赋能生产空间转型和生活空间转型,且对生产空间转型的正效应更强;模型(32)中 Tec 的估计参数显著为-0.285,说明绿色技术创新将抑制生态空间转型。对于城市绿色转型,模型(33)中 Tec 的估计参数显著为 0.662,显示绿色技术创新能够赋能城市绿色转型。综合来看,新基建能够通过绿色技术创新效应对“三生”空间产生差异化影响,即能够优先赋能城市生产空间,同时促进城市生活空间转型,此外还能抑制城市生态空间转型,最终推进长江上游城市绿色转型,假设 3 的合理性得到验证。

模型(34)~(38)汇报了加入企业数字化转型中介变量后的回归结果。模型(34)中 β_3 的估计参数显著为正,说明新基建带来企业数字化转型效应。直接效应方面,模型(35)和(36)中 Inf 的估计参数不显著,模型(37)和(38)在 1%显著性水平下为正,显示新基建与生产空间和生活空间转型之间的企业数字化赋能效应表现为完全中介效应,对生态空间转型表现为部分中介效应,最终对城市绿色转型表现为部分中介效应,这与绿色技术创新中介回归结果比较相似。间接效应方面,模型(35)~(36)中 Dig 的估计参数分别为 0.455、0.515 和-0.250,均通过 1%的显著性检验,显示企业数字化能够赋能城市生产空间和生活空间转型,且对生活空间转型的赋能效应更强,并抑制城市生态空间转型,不过这种抑制效应相比绿色技术创新效应的抑制作用稍弱。模型(38)中 Dig 的估计参数显著为 0.72,显示企业数字化能够赋能城市绿色转型,且这种赋能效应强于绿色技术创新对城市绿色转型的影响,这是由企业数字化对生产空间转型和生活空间转型的正向赋能效应带来的。综合来看,新基建能够通过企业数字化赋能效应对城市绿色转型产生差异化影响,即优先赋能城市生活空间,其次促进城市生产空间转型,而对城市生态空间转型具有抑制效应,最终推进长江上游城市绿色转型,假设 4 的合理性得到验证。

模型(39)~(43)汇报了加入环境规制中介变量后的回归结果。模型(39)中新基建对环境规制导向的估计参数显著为正,说明新基建存在政府环境规制效应。模型(40)中 Reg 的估计系数未通过显著性检验,Sobel 检验也未通过,说明新基建对生产空间转型的政府环境规制中介效应不存在。模型(41)中 Reg 的估计系数未通过显著性检验,虽然通过 Sobel 检验,但间接效应系数为负,且不显著,说明存在遮掩效应。模型(42)和(43)中 Reg 和 Inf 的估计系数显著为正,且通过 Sobel 检验,说明新基建对生态空间转型和城市绿色转型存在部分中介效应,新基建既能通过政府环境规制间接影响生态空间转型和城市绿色转型,还能直接作用于生态空间转型和城市绿色转型。综合来看,新基建具有环境规制导向效应,能够作用于生态空间转型,进而促进城市绿色转型,假设 5 的合理性得到验证。

5 结论与建议

本文以 2008~2019 年长江上游 33 个地级市面板数据为研究样本,运用 OLS 模型、空间杜宾模型和逐步回归法,探讨新基建与城市绿色转型的影响,以绿色技术创新效应、企业数字化赋能效应和环境规制导向效应作中介切入点,具体探析新基建对城市绿色转型传导路径。得到以下结论:(1)新基建赋能长江上游城市绿色转型,相较于生产空间转型和生活空间转型的影响,对生态空间转型的赋能效应更加突出,通过稳健性和内生性检验,此结论依然成立。(2)新基建对城市绿色转型存在空间溢出效应,

且比直接效应更加显著。空间因素具有加速效应，优先加速生活空间转型，其次是生态空间转型，而对生产空间表现出减速效应，空间溢出效应进一步强化了新基建对城市绿色转型的赋能效应。(3)新基建能够通过绿色技术创新效应、企业数字化赋能效应和环境规制导向效应，产生差异化的“三生”空间转型作用，进而促进城市绿色转型；其中，绿色技术创新效应主要赋能于生产空间转型，企业数字化赋能效应重点驱动生活空间转型，二者均抑制生态空间转型，而环境规制导向效应仅促进生态空间转型，对生产空间和生活空间转型无显著中介效应。

本文基于上述分析结论提出以下建议：

(1) 坚定城市发展远见，构建生态新型基础设施体系。

一方面，谋划布局全域生态基础设施体系，推动生态设施基础化。长江上游地区作为全国重要生态屏障，生态环境质量关乎美丽中国建设大局，在城市建设过程中坚持“面上保护+线上成景+点上开花”为原则，系统性布局建设全域生态设施，推动生态设施基础化。目前成都“公园城市”、昆明“美丽河道”、重庆广阳岛湿地公园建设在全国生态环境保护中形成了较好示范，但重点库区、山区、高原、流域、湖泊、湿地等生态设施长效性和服务性不足，生态环境监测、评估、修复和反馈能力有限，局部环境污染问题时有发生，尚未形成特色化景观带。此外整个长江上游地区生态设施系统性基础性仍然不足，难以支撑整个上游流域面上保护工作。当前，长江上游生态设施建设应从专业化向基础化转变，加大生态设施资金投入，突破政域界限，扩大生态设施覆盖密度，打造跨政域、跨流域、跨山域为特征的全域生态基础设施体系。另一方面，以新型基础设施建设为契机，推动基础设施生态化。与传统基础设施相比，“新基建”具有生态友好、环境适应和资源集约等特征属性，瞄准着更加绿色、更加生态、更加现代的时代发展目标，着眼于城市经济-社会-生态系统的良序循环与可持续发展。在新基建过程中，应当突出环境导向，效仿新加坡花园城市建设理念，从“服务于人”的转变“服务于城市生态系统”，在推动新老基础设施融合创新发展过程中，应当发挥新一代信息技术的牵引作用，提高基础创新能力，放大基础设施的生态化功能。

(2) 加强绿色技术创新方向引导，夯实新基建绿色底座。

当前，全球正处在百年未有之大变局，碳达峰、碳中和目标对新一代城市基础设施建设提出了更为紧迫的要求，我国城市建设比过去任何时候都更加需要新型基础设施的绿色转型方案，都更加需要新型基础设施与绿色技术创新有机结合。一方面，需要推进信息基础设施绿色低碳化进程。信息基础设施是新基建的核心，但也是高能耗领域，以数据中心为例，2018年数据中心总用电量 $1.5 \times 10^{11} \text{ kW} \cdot \text{h}$ ，占全社会用电量的2%，连续8年增速超12%，将绿色技术应用于信息基础设施，实现其绿色低碳化是必然选择。亟需推进液冷技术研发和制冷系统的创新，优化改进传统散热技术能耗大、效率低等问题，可以基于绿色开放标准的开放计算服务器、整机柜服务器技术创新，采用集中供电、散热和管理的设计架构，具备更高电源转化效率，更高效节能。另一方面，发挥绿色技术创新效应，赋能生产空间和生活空间转型。在生产环节，用风能、光伏、核电等新能源替代传统能源开发模式，将工业互联网广泛应用于工业制造全要素、全产业链、全价值链信息的连接，提升生产能效管控，优化产出效率和效益。在流通消费环节，搭建智能化的基础设施平台，降低进货、仓储、装配、运输过程物流过程的碳排放；将绿色低碳理念贯穿云数据中心运营始终，推进政低碳企云服务，将节能技术融入城市建筑，在高层建筑屋顶铺设太阳能光伏，提高自然资源利用率，在门窗设计上附加保温功能，增强建筑御寒与散热功能，降低能耗。

(3) 加速企业数字化转型步伐，赋能“新基建”绿色崛起新征程。

首先，加强总体战略规划与牵引。企业数字化是一个长期且艰巨的过程，根据企业遭遇的病灶和发展目标，突出数字化转型重点，做好顶层战略规划，分阶段分步骤推进。其次，重视技术应用和数据积累。加强数字技术在企业生产经营过程的研究，将核心业务通过数字化手段连接起来，重视对数据资产的整理、加工、存储和分析，放大数据资产的应用增值能力，提高业务效率和精准度，为企业战略、生产、产品、市场等提升支撑。第三，推进数字化平台建设。推进数字化平台与设备、软硬件、人员、服务等各种产业链资源的整合，推进智能化在产业链全过程的应用与资源衔接，实现企业横向集成与纵向贯通，提升企业协同应

用能力。最后，内培外引，强化企业数字化过程人才支撑作用。随着企业数字化不断深入，企业对数字技能人才的需求日益扩大，培养和吸纳一批具有数字技能的人才队伍，关系到企业数字化成败。一方面，加大对企业内部人员的数字技能培训，通过数字化考核、定期轮岗、数字技术集中培训等方式，提高员工的数字化意识和相关技能；另一方面，积极利用外部渠道招聘或引进数字技能人才，努力塑造人才成长和锻炼的环境，引得进人才，更留得住人才。

(4)用好多样化环境规制工具，让城市与自然融合共生。

地方政府在制定年度基建投资计划时应严格把关，强化污染惩治力度，警惕假借新基建之名，行污染之事，将碳达峰、碳中和列入新基建项目考核评估体系，将设立生态环境专项投资资金用于建设生态设施，鼓励中小企业参与到新基建尤其是生态新基建中来。实施渐进式环境规制政策，除个别极端环境污染企业外，采取分阶段环保目标专项行动，客观上督促中小企业绿色转型。完善行业标准体系建设，做好碳排放测度工作，继续推动碳排放交易制度创新，发挥市场经济在资源配置中的决定性作用，借助碳配额、产权拍卖等方式使碳排放产生的社会成本内部化，倒逼经济绿色转型。公众既是环境保护的直接受益者，也是环境污染的承担者，应当应进一步宣传生态优先绿色发展理念，丰富生态环境投诉举报渠道，引导普通市民、环保组织、新闻媒体等广泛参与环境治理中来，倡导绿色消费和能源节约行为，对勇于发现或揭露环境污染经营活动的市民给予奖励。

参考文献:

- [1]刘成杰, 胡钰苓, 李虹桥, 等. 中国智慧城市试点政策对城市发展质量的影响——基于韧性发展的视角[J]. 城市问题, 2021(11):79-89.
- [2]景星蓉, 张健, 樊艳妮. 生态城市及城市生态系统理论[J]. 城市问题, 2004(6):20-23.
- [3]毛洪伟, 李芬, 郭永聪. 低碳生态城市建设改造技术公众认知研究[J]. 资源科学, 2012, 34(9):1798-1805.
- [4]赵春雨. 基于循环经济的价值链重塑机理研究[J]. 商业研究, 2009(3):100-102.
- [5]文传浩, 谭君印, 李益, 等. 新型基础设施建设的减排效应及其作用机制研究[J]. 工业技术经济, 2021, 40(12):122-130.
- [6]肖滢, 卢丽文. 资源型城市工业绿色转型发展测度——基于全国 108 个资源型城市的面板数据分析 [J]. 财经科学, 2019(9):86-98.
- [7]杨莉, 余倩倩, 张雪磊. 江苏沿江城市工业绿色发展评价与转型升级路径研究[J]. 江苏社会科学, 2019(6):249-256, 260.
- [8]HE J, WAN Y, TANG Z L, et al. A Developed Framework for the Multi-District Ecological Compensation Standards Integrating Ecosystem Service Zoning in an Urban Area in China [J]. Sustainability, 2019, 11:4876.
- [9]张建鹏, 陈诗一. 金融发展、环境规制与经济绿色转型[J]. 财经研究, 2021, 47(11):78-93.
- [10]刘艳红, 黄雪涛, 石博涵. 中国“新基建”:概念、现状与问题[J]. 北京工业大学学报(社会科学版), 2020, 20(6):1-12.
- [11]赵柄鉴, 谭君印, 文传浩. 构建生态新型基础设施体系[N]. 中国环境报, 2020-10-08.
- [12]张青, 茹少峰. 新型数字基础设施促进现代服务业虚拟集聚的路径研究[J]. 经济问题探索, 2021(7):123-135.

-
- [13]尚文思. 新基建对劳动生产率的影响研究——基于生产性服务业的视角[J]. 南开经济研究, 2020(6):181-200.
- [14]伍先福, 黄骁, 钟鹏. 新型基础设施建设与战略性新兴产业耦合协调发展测度及其耦合机制[J]. 地理科学, 2021, 41(11):1969-1979.
- [15]伍先福, 钟鹏, 黄骁. “新基建”提升了战略性新兴产业的技术效率吗[J]. 财经科学, 2020(11):65-80.
- [16]钞小静, 薛志欣, 孙艺鸣. 新型数字基础设施如何影响对外贸易升级——来自中国地级及以上城市的经验证据[J]. 经济科学, 2020(3):46-59.
- [17]姜卫民, 范金, 张晓兰. 中国“新基建”:投资乘数及其效应研究[J]. 南京社会科学, 2020(4):20-31.
- [18]陈兵, 程前. 新基建下加快数据绿色发展的必要及法治实现[J]. 兰州学刊, 2021(6):50-65.
- [19]王舒娅. “三个延伸”推动绿色新基建稳步发展[EB/OL]. <https://3g.163.com/dy/article/FKJEKAB405118SRU.html>, 2020-08-22/2022-07-28.
- [20]陆小成. 生态文明视域下城市绿色基础设施建设实证研究——以北京市为例[J]. 企业经济, 2016(6):18-22.
- [21]闫金光, 刘佳佳. 提升信息基础设施能效推进绿色新基建[J]. 中国经贸导刊, 2020(19):56-58.
- [22]周嘉, 马世龙. 从赋能到使能: 新基建驱动下的工业企业数字化转型[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2022, 42(3):20-30.
- [23]刘新智, 孔芳霞. 长江经济带数字经济发展对城市绿色转型的影响研究——基于“三生”空间的视角[J]. 当代经济管理, 2021, 43(9):64-74.
- [24]许宪春, 任雪, 常子豪. 大数据与绿色发展[J]. 中国工业经济, 2019(4):5-22.
- [25]RODAN R. Problems of industrialization of Eastern and South-Eastern Europe[J]. Inquiry into Economic Issues, 1943, 53:202-211.
- [26]ROSTOW W W. The stages of economic growth:A non-communist manifesto[M]. Cambridge:Cambridge University Press, 1990.
- [27]HULTEN C R, BENNATHAN E, SRINIVASAN S. Infrastructure, externalities, and economic development:A study of the indian manufacturing industry[J]. Social Science Electronic Publishing, 2006, 20(2):291-308.
- [28]邱兆祥, 李奂哲, 安世友. 金融业服务扩大内需发展战略研究[J]. 金融论坛, 2021, 26(10):6-11, 20.
- [29]张焱. 数字经济、溢出效应与全要素生产率提升[J]. 贵州社会科学, 2021(3):139-145.
- [30]LINDE P. Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship[J]. Journal of Economic

Perspectives, 1995, 9(4):97-118.

[31] DANIEL C P M P. Industrial Ecology and Competitiveness [J]. Journal of Industrial Ecology, 1998, 2(1):35-43.

[32] 约瑟夫·熊彼特. 经济发展理论[M]. 北京: 商务印书馆, 1990.

[33] 李赫然. 基于非估计参数的资源型城市绿色经济效率分析研究[J]. 工业技术经济, 2019, 38(2):52-58.

[34] 程亮, 陈鹏. 推进新基建, 生态环境基础设施不能少[N]. 光明日报, 2020-07-11.

[35] 王鹏, 焦博茹, 贺圣楠. 新基建背景下体育健身消费的数字化应用与发展路径[J]. 西安体育学院学报, 2021, 38(1):70-78.

[36] 袁淳, 肖土盛, 耿春晓, 等. 数字化转型与企业分工: 专业化还是纵向一体化[J]. 中国工业经济, 2021(9):137-155.

[37] 王晰巍, 郭宇, 魏骏巍, 等. 移动互联网环境下企业隐性知识共享影响因素研究——基于信息生态视角的分析[J]. 图书情报工作, 2014, 58(24):113-120.

[38] 胡刃锋, 刘国亮. 移动互联网环境下产学研协同创新隐性知识共享影响因素实证研究[J]. 图书情报工作, 2015, 59(7):48-54, 90.

[39] 李政大, 赵雅婷, 袁晓玲. 基于公众参与的中国绿色共治实现路径研究[J]. 现代财经(天津财经大学学报), 2021, 41(6):98-113.

[40] 赵涛, 张智, 梁上坤. 数字经济、创业活跃度与高质量发展——来自中国城市的经验证据[J]. 管理世界, 2020, 36(10):65-76.

注释:

1 数据来源: 基于重庆、云南、贵州、四川的新基建或数字经济“十四五”规划(2020-2025)整理.