

数字生态文明视角下“数字—生态”耦合协调发展 机理与路径研究

叶少巍, 代将来*, 张永红, 王梦真, 李雪涛
湖北汽车工业学院 数字经济学院, 湖北 十堰 442002
DOI:10.61369/SE.2026010039

摘 要 : 在新一轮科技革命与生态文明建设深度交汇的时代条件下, 数字化进程已不再只是经济效率的技术变量, 而是深度嵌入中国式现代化道路和文明形态演进的结构性力量。如何在数字化跃迁中实现经济发展与生态环境的内在统一, 构成数字时代中国发展理论的核心命题。本文立足数字生态文明这一具有原创性的话语体系, 在系统梳理数字经济与生态文明关系研究的基础上, 从文明形态演进与生产方式变革的高度, 构建“要素重构—价值转化—治理再造”三维理论框架, 系统揭示“数字—生态”耦合协调发展的内在生成机制、结构性约束与实现路径。研究认为, 数字技术通过重塑生产要素结构、重构生态价值实现方式、再造生态治理形态, 深刻改变经济增长与生态约束之间的传统张力关系, 但其正向效应取决于制度供给、绿色技术能力与区域发展阶段等关键条件。必须在生态文明价值引领下, 对数字化进程进行方向性规范与制度化嵌入, 方能推动“数字—生态”由外在协同迈向内在统一。

关 键 词 : 数字生态文明; 数字经济; 生态环境; 耦合协调; 高质量发展

Research on the Mechanism and Path of Coupled and Coordinated Development of "Digital-Ecology" from the Perspective of Digital Ecological Civilization

Ye Shaowei, Dai Jianglai*, Zhang Yonghong, Wang Mengzhen, Li Xuetao
School of Digital Economy, Hubei University of Automotive Technology, Shiyan, Hubei 442002

Abstract : In the era where the new round of technological revolution and ecological civilization construction are deeply intertwined, the digitalization process is no longer merely a technical variable for economic efficiency, but a structural force deeply embedded in the path of Chinese-style modernization and the evolution of civilization forms. How to achieve the intrinsic unity of economic development and ecological environment in the digital leap constitutes the core proposition of China's development theory in the digital age. This article, based on the original discourse system of digital ecological civilization, systematically reviews the research on the relationship between the digital economy and ecological civilization. From the perspective of the evolution of civilization forms and the transformation of production methods, it constructs a three-dimensional theoretical framework of "element reconstruction – value transformation – governance reengineering". The system reveals the internal generation mechanism, structural constraints and implementation path of the coupled and coordinated development of "digital-ecology". Research suggests that digital technology profoundly alters the traditional tension between economic growth and ecological constraints by reshaping the structure of production factors, reconstructing the way ecological value is realized, and recreating the form of ecological governance. However, its positive effects depend on key conditions such as institutional supply, green technology capabilities, and the stage of regional development. Only under the guidance of ecological civilization values can the digitalization process be directionally regulated and institutionalized, so as to promote the transformation of "digital-ecology" from external collaboration to internal unity.

Keywords : digital ecological civilization; digital economy; ecological environment; coupling coordination; high-quality development

基金项目: 湖北省2025年大学生创新训练计划项目, 南水北调中线丹江水源区“两山转化”关键障碍诊断及破解研究(编号: DC2025080); 湖北汽车工业学院2024年本科质量工程项目, 《数字经济学》案例库(编号: Y20241); 湖北省2025年大学生创新训练计划项目, 徽韵生金——汉江经济带油橄榄产业助力乡村振兴模式研究(编号: DC2025081)。

作者简介:

叶少巍(2004—), 男, 本科在读, 研究方向为数字经济;

张永红(1991—), 女, 博士, 讲师, 研究方向为数字经济;

王梦真(1996—), 女, 博士, 副教授, 研究方向为产业经济;

李雪涛(1979—), 男, 博士, 教授, 研究方向为生态经济。

通讯作者: 代将来(1991—), 男, 博士, 副教授, 研究方向为数字经济。

进入数字经济时代以来，数据、算法与算力正日益成为重塑生产组织方式、资源配置结构与治理形态的关键力量。数字技术的广泛嵌入不仅深刻改变了经济运行逻辑，也由此重构了人与自然、经济与生态之间的关系结构。在传统工业文明条件下，经济增长以高强度资源消耗和环境承载透支为代价，生态约束长期被置于价值序列的边缘；而在数字化条件下，技术逻辑本身既可能成为突破生态约束的重要手段，也可能在缺乏制度规制的情形下演化为新的资源消耗与环境风险源。由此，“数字化是否必然通向绿色化”，并非一个纯粹的技术问题，而是一个涉及文明形态与发展道路选择的根本性理论问题。

中国在推进数字中国建设的同时，将生态文明建设确立为国家发展战略，这一制度安排在世界范围内具有显著原创性。数字化与生态文明的并行推进，使中国发展实践率先进入“数字经济—生态文明”双重逻辑交汇的历史阶段。正是在这一独特语境下，“数字生态文明”作为一个具有自主性与解释力的新概念被逐步提出，它不再将数字技术仅仅视为生态治理的工具，而是强调以生态文明价值对数字化方向进行根本性规范^[1]，使技术进步服从并服务于人与自然和谐共生的现代化目标。

一、数字化嵌入生态文明建设的现实进程及其内在张力

（一）数字经济嵌入生态文明建设的现实进程

近年来，随着新型基础设施建设、数据要素市场化配置改革以及数字政府建设的持续推进，数字技术正全面嵌入生态环境保护 and 绿色发展实践之中^[2]。一方面，数字感知、遥感监测与大数据分析显著提升了生态环境监测的精细化、实时化与全域化水平，为污染防治、风险预警和执法监管提供了重要技术支撑；另一方面，数字平台、区块链与智能合约等技术开始应用于排污权、碳排放权与生态产品交易领域，推动生态资源由“公共品”向“可交易资产”转化。

在产业层面，数字技术与传统产业的深度融合推动生产过程智能化改造，促进能源利用效率提升与污染排放强度下降；在区域层面，数字化基础设施缩小了部分地区的信

（二）“数字—生态”协同发展面临的结构性矛盾

尽管数字化为生态文明建设提供了新的技术条件和制度工具，但在现实推进过程中仍面临多重结构性矛盾。第一，数字基础设施扩张与能源消耗上升的矛盾。数据中心、算力网络和通信基站的快速建设显著推高了电力需求与间接碳排放，在一定阶段内可能对区域生态环境形成挤压效应。第二，数字经济空间集聚与区域生态不均衡的矛盾。数字产业高度集聚于少数核心城市与区域，强化了区域发展差异，也在一定程度上将高能耗、高排放环节向欠发达地区外溢。第三，数字技术扩散速度快于制度建设完善速度。数据要素确权规则、生态产品价值核算标准、跨区域数据共享机制与数字生态治理责任体系尚不健全，制约了数字技术生态效应的充分释放。第四，数字化带来的“反生态性”风险不容忽视。平台资本扩张、技术垄断与消费主义强化可能诱发资源过度开发与环境压力反弹，形成对生态文明目标的潜在冲击^[3]。

这些现实矛盾表明，“数字—生态”关系并非简单的技术促进逻辑，而是一个高度依赖制度引导与治理能力的复杂系统。只

有从更高层次的“数字生态文明”视角加以统筹，才能实现二者的协调演进。

二、数字生态文明视角下“数字—生态”耦合协调发展的内在机理

（一）要素重构：数据要素嵌入资源配置体系的生态效应

在传统增长模式下，自然资源与能源是经济扩张的核心投入要素，高强度资源消耗与环境压力具有内在一致性。数字经济时代，数据作为新型生产要素的地位不断凸显，推动要素结构由“物质—能量密集型”向“数据—知识密集型”转换。一方面，数据要素通过优化信息结构，显著降低资源配置中的不确定性和交易成本，使生态资源的供给、需求与价格信号更加透明，从而提高资源利用效率；另一方面，数字技术通过对生产过程的精细化控制与动态优化，推动能源、原材料与排放指标的精准管理，弱化传统经济增长对高强度资源消耗的依赖^[4]。从生态文明视角看，要素重构的本质在于以数据、信息和绿色技术替代部分自然资源消耗，从而改变“以环境换增长”的发展逻辑，为经济增长与生态保护从“零和博弈”走向“正和共赢”奠定基础。

（二）市场转化：数字技术推动生态价值的可计量与可交易

“价值能否进入市场”，是生态资源能否实现有效保护的关键前提。传统生态保护模式更多依赖行政规制和财政补偿，容易面临激励不足与效率约束。数字技术的嵌入，为生态价值的市场化转化提供了重要条件。第一，数字测算与智能感知技术使生态服务功能由“难以计量”向“可量化评估”转变，为生态产品定价、交易和金融化奠定基础。第二，平台经济与区块链技术降低了生态产品交易的制度摩擦，有助于构建跨区域、多主体参与的生态产品统一大市场。第三，数字金融工具拓展了生态价值变现渠道，通过绿色信贷、绿色保险和碳金融，将生态价值嵌入资本循环体系。这一过程实质上是将“外部性”转化为“内部化收益”，使生态保护从“成本项”转变为“收益源”，从而在市场机制中内生成生态友好型发展动力。

（三）治理变革：数字技术重构生态治理体系的运行逻辑

数字生态文明不仅表现为生产方式的技术变革，更体现为治理方式的系统性转型。数字技术通过信息聚合、智能决策与协同

联动，深刻改变了生态治理的运行逻辑。在治理主体层面，数字平台促进政府、企业与公众的多方参与，推动生态治理由“单一主体主导”向“多元主体共治”转变；在治理方式层面，数字化实现了从“事后惩罚”向“事前预警—过程监管—结果追责”的闭环治理；在治理尺度层面，数字技术打破了行政区划对生态治理的割裂，为流域治理、跨区域污染防治和碳排放协同治理提供技术基础。治理变革的关键，并不在于技术本身，而在于数字技术如何通过制度嵌入转化为“可执行、可约束、可问责”的治理能力^[1]。只有实现技术逻辑与制度逻辑的深度耦合，数字生态治理才能真正走向有效与稳定。

（四）耦合条件与约束因素：从“技术可能性”到“现实有效性”

需要强调的是，数字技术对生态文明建设的促进作用并非线性递增，而是存在明显的临界条件与约束因素。一是绿色技术创新能力。只有当区域具备一定水平的绿色技术积累时，数字技术才能更多用于节能减排与清洁生产；否则其更可能优先服务于规模扩张型增长。二是制度供给与治理能力。数据要素确权、生态价值核算规则、跨区域协作机制不健全，将直接制约数字化生态效应的释放。三是区域发展阶段与产业结构。重化工业占比高、资源型产业比重大的地区，在短期内更容易出现“数字化—能耗增长”的耦合错位现象。因此，“数字—生态”耦合协调发展具有明显的阶段性与条件性，必须通过制度与政策的主动塑造，才能将“技术可能性”转化为“现实有效性”。

三、数字生态文明视角下“数字—生态”耦合协调发展的实现路径

数字技术对生态文明建设的正向效应具有明显的条件依赖性：其一，绿色技术创新能力决定数字技术是否主要用于节能减排与清洁生产，抑或服务于高消耗型扩张；其二，制度供给水平决定生态价值能否真正进入数字化市场体系；其三，区域发展阶段与产业结构决定数字化对生态环境的边际影响方向。由此，“数字—生态”耦合并非抽象的普遍命题，而是在特定发展阶段、特定制度结构与特定区域条件下生成的历史性结果。忽视这种条件性，将技术进步简单等同于生态改善，势必导致理论误判与政策偏差。

（一）以要素制度重构为基础，夯实数字—生态协同的产权与市场基础

应加快推进数据要素与生态资源的“双重确权”与制度衔

接：一方面，健全数据要素产权与流通规则，降低数字技术在生态领域应用的制度不确定性；另一方面，完善生态资源产权制度和生态产品价值核算体系，使生态价值具备进入数字化交易体系的制度前提。同时，要推动碳排放权、排污权、生态补偿权与数字交易平台的深度融合，构建统一开放、规范有序的生态要素市场，夯实“用市场机制保护生态”的制度根基。

（二）以数字治理体系建设为核心，提升生态治理的智能化与协同化水平

应以数字政府建设为牵引，推动生态治理信息系统的统一规划、标准互认与数据共享，避免“信息孤岛”“系统割裂”等治理低效问题。通过构建覆盖“天空地海”的综合感知网络与智能分析平台，实现对污染源、生态风险与资源利用的全周期监管。与和社会监督的数字化渠道，推动形成政府监管、企业履责与公众监督相互嵌合的数字生态治理共同体，从而将技术优势真正转化为治理效能。

（三）以区域差异化与渐进式推进为原则，防范数字化转型的生态风险

鉴于我国区域发展水平、产业结构与生态承载能力差异显著，“数字—生态”协同推进不宜采取“一刀切”模式。应根据不同地区的发展阶段，分类制定数字化与生态化协同推进方案：对东部地区侧重深化数字技术在低碳产业与智慧治理中的应用；对中西部地区则更应防范高能耗数字基础设施的无序扩张，注重与本地生态承载力相匹配。同时，要将数字经济发展纳入“双碳”目标约束体系，通过能耗强度、碳排放强度与生态绩效评价制度，对数字产业发展实施“生态约束型引导”，防止出现“以数字化之名行高消耗之实”的路径偏差。

四、结语

在中国式现代化的时代语境下，数字经济与生态文明并非两条并行的独立发展轨道，而是内在耦合、相互塑造的统一过程。“数字—生态”耦合协调发展的深层意义，不仅在于推动绿色转型的效率提升，更在于通过数字化条件下生产方式、价值形态与治理结构的系统重塑，为人与自然关系的历史性转型提供新的文明形态基础。数字生态文明正是这一转型在当代中国的集中表达，标志着我国已从“利用数字技术促进生态保护”的工具理性阶段，迈向“以生态文明引领数字化方向”的价值理性阶段。

参考文献

- [1] 蒋亢，孙博文. 数字生态文明视域下美丽中国数字化治理体系建设的理论逻辑及突破路径 [J]. 生态经济, 2025, 41(09): 178-187.
[2] 李怡. 数字技术驱动生态文化价值实现：理论机理与实践进路 [J]. 社会科学研究, 2025, (04): 81-91+227.
[3] 郭晓燕. 中国式现代化视域下的数字生态文明建设 [J]. 中州学刊, 2025, (07): 5-14.
[4] 周岳. 数字资本主义生产方式的“逆生态性”及其超越 [J]. 贵州社会科学, 2025, (08): 159-168.
[5] 宋振超. 数字生态文明建设的出场逻辑、现实困境与纾解路径 [J]. 党政研究, 2025, (06): 12-19+123.