

数字技术赋能林业生态产品价值实现： 作用机理、现实困境与推进路径

王荣赫，李昌昊，尚文周

大连海洋大学经济管理学院，辽宁 大连

收稿日期：2026年6月11日；录用日期：2026年7月9日；发布日期：2026年7月17日

摘 要

数字技术的快速迭代与深度融合，为破解林业生态产品价值“度量难、交易难、变现难”提供了全新路径。本文系统阐释了数字技术赋能林业生态产品价值实现的理论内涵与作用机理，揭示了数字技术通过精准核算、可信交易、业态创新与制度赋能四条渠道驱动价值转化的内在逻辑。研究发现，当前数字赋能过程面临林业生态数据底座薄弱、数字化核算标准缺失、平台交易体系碎片化、数字鸿沟制约主体参与等现实瓶颈。在借鉴国内外典型经验的基础上，本文从夯实数据基础设施、统一数字化核算标准、构建一体化交易平台、弥合主体数字鸿沟四个维度，提出了数字技术驱动林业生态产品价值实现的核心路径，为推进林业生态产品市场化改革与乡村生态振兴提供理论参考与实践指引。

关键词

数字技术，林业生态产品，价值实现，数据底座，交易平台

Digital Technology Empowers the Value Realization of Forestry Ecological Products: Mechanism of Action, Practical Dilemmas, and Promotion Paths

Ronghe Wang, Changhao Li, Wenzhou Shang

School of Economics and Management, Dalian Ocean University, Dalian Liaoning

Received: June 11, 2026; accepted: July 9, 2026; published: July 17, 2026

文章引用：王荣赫，李昌昊，尚文周. 数字技术赋能林业生态产品价值实现：作用机理、现实困境与推进路径[J]. 林业世界, 2026, 15(3): 686-691. DOI: 10.12677/wjf.2026.153079

Abstract

The rapid iteration and deep integration of digital technology have provided a new path for overcoming the challenges of “difficult measurement, difficult trading, and difficult monetization” of forestry ecological product value. This paper systematically elucidates the theoretical connotation and mechanism of action of digital technology empowering the value realization of forestry ecological products, revealing the inherent logic of value transformation driven by digital technology through four channels: precise accounting, trusted trading, business model innovation, and institutional empowerment. The research finds that the current digital empowerment process faces practical bottlenecks such as weak forestry ecological data infrastructure, lack of digital accounting standards, fragmented platform trading systems, and digital divide restricting subject participation. Based on typical domestic and international experiences, this paper proposes a core path for digital technology to drive the value realization of forestry ecological products from four dimensions: strengthening data infrastructure, unifying digital accounting standards, building an integrated trading platform, and bridging the digital divide among subjects. It provides theoretical reference and practical guidance for promoting market-oriented reforms of forestry ecological products and rural ecological revitalization.

Keywords

Digital Technology, Forestry Ecological Products, Value Realization, Data Infrastructure, Trading Platform

Copyright © 2026 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

森林生态系统作为生态产品的重要供给载体, 不仅提供木材、林果等物质产品, 更承载着固碳释氧、水源涵养、生物多样性维护、森林康养与景观文化等多元调节服务与文化服务。然而, 长期以来, 林业生态产品的非竞争性、非排他性特征导致其市场价值难以显性化, “保护者无收益、受益者不付费、破坏者不担责”的困境普遍存在[1]。

数字技术的蓬勃发展, 为林业生态产品价值实现注入了全新动力。物联网、大数据、区块链、人工智能等技术的集成应用, 能够实现对森林生态资源的高精度感知、全流程追溯与智能化交易, 有望从根本上解决生态产品“算不清、信不过、卖不掉”的顽疾[2]。近年来, 各地相继开展了“数字 + 生态产品”的实践探索, 如浙江丽水“GEP 核算数字化平台”向森林生态产品延伸、福建南平“生态银行”数字化管理系统对林地资源的整合开发等, 初步展现了数字技术的赋能潜力[3]。但总体来看, 数字技术赋能林业生态产品价值实现仍处于起步阶段, 技术适配性不足、制度配套滞后、主体参与不均等问题突出。为此, 本文聚焦于数字技术赋能林业生态产品价值实现这一核心议题, 系统分析其作用机理与现实瓶颈, 并在借鉴国内外经验的基础上提出针对性的推进路径, 以期为我国林业生态产品市场化改革提供学理支撑。

2. 数字技术与林业生态产品价值实现的理论内涵

2.1. 数字技术的核心特征与林业应用场景

数字技术是以数据资源为关键要素、以信息网络为载体、以智能算法为驱动力的技术体系, 主要包

括物联网、大数据、云计算、区块链、人工智能、数字孪生等。其在林业领域的核心应用特征体现为三个维度：一是高精度感知，通过遥感、传感器等终端设备实现对森林生态要素(林地、林分、生物多样性、碳通量等)的实时监测；二是全链条追溯，利用区块链与二维码技术实现生态产品从森林培育、采伐运输到消费的全程可追溯；三是智能化决策，依托大数据分析与人工智能模型优化森林生态资源配置与价值转化路径。在林业生态产品价值实现场景中，数字技术能够覆盖“数据采集-价值核算-产品认证-市场交易-收益分配”全流程，成为打通价值堵点的关键基础设施。

2.2. 林业生态产品价值实现的理论内涵与核心难题

林业生态产品价值实现，是指通过制度创新、技术创新与模式创新，将森林生态系统的调节服务(如森林碳汇、水源涵养)、文化服务(如森林康养、生态旅游)等非市场化价值转化为可量化、可交易、可变现的经济价值，建立“保护者获益、受益者付费”的利益传导机制。从经济学视角看，林业生态产品具有典型公共物品或准公共物品属性，其价值实现面临三大核心难题：一是核算难，生态服务的物理量与价值量缺乏统一的计量标准与动态监测手段；二是交易难，产权界定不清、信息不对称导致市场失灵，缺乏可信的交易平台与定价机制；三是变现难，生态溢价渠道狭窄，过度依赖政府补偿，市场化需求不足。数字技术的引入，正是针对上述三大难题提供系统性解决方案。

3. 数字技术赋能林业生态产品价值实现的作用机理

3.1. 精准核算赋能：从模糊估算到动态量化

数字技术通过物联网感知、遥感监测与大数据分析，实现了森林生态系统服务价值的精准化、动态化核算。传统的人工调查与统计方法耗时耗力且精度低，而基于卫星遥感与地面传感器融合的技术体系，能够对林地固碳量、水源涵养量、生物多样性指数等指标进行实时测算与空间可视化表达。例如，高分辨率遥感影像结合 AI 识别算法，可精确测算不同林分的植被覆盖度与净初级生产力，进而换算为固碳释氧价值。同时，数字孪生技术能够构建森林生态系统的虚拟映射，模拟不同经营措施下的生态服务输出变化，为价值核算提供情景化、动态化支撑。这一精准核算能力，使林业生态产品的“家底”变得清晰可量，为后续交易奠定了数据基础。

3.2. 可信交易赋能：从信息不对称到区块链溯源

区块链技术的去中心化、不可篡改与智能合约特性，有效破解了林业生态产品交易中的信息不对称与信任缺失问题。在传统模式下，消费者难以辨别森林生态产品是否真正符合绿色标准，碳汇买家难以验证森林碳汇的真实性与额外性。通过区块链构建全链条溯源系统，将森林经营过程中的抚育措施、病虫害防治、碳汇增量等关键数据上链存证，形成不可篡改的“生态数字护照”。智能合约能够自动执行交易条款，在生态产品交付或碳汇量核证后自动完成资金划转，降低交易成本与道德风险。此外，数字身份与确权登记系统可清晰界定森林碳汇、林权等生态产品的产权归属，为交易标的的标准化提供技术保障。

3.3. 业态创新赋能：从单一供给到多元场景融合

数字技术催生了林业生态产品价值实现的多种新业态，拓展了价值溢价的获取渠道。一是“数字+林文旅”融合，依托虚拟现实(VR)、增强现实(AR)技术，将森林景观、森林文化转化为线上沉浸式体验产品，吸引游客付费参与线下实景体验，实现文化服务价值的数字化变现。二是“数字+碳汇”，通过物联网与卫星遥感对森林碳汇进行连续监测与量化，生成标准化碳汇资产，接入全国碳市场或自愿减排

交易体系。三是“数字 + 生态品牌”，利用大数据分析消费者偏好，精准定位森林生态产品的细分市场，结合数字化营销与品牌故事传播，提升品牌溢价能力。这些新业态突破了传统林业依赖原木销售的单一模式，充分释放了森林生态系统的多元价值。

3.4. 制度赋能：从粗放管理到精准治理

数字技术还通过提升政府治理能力，为林业生态产品价值实现提供制度保障。基于大数据平台的生态产品价值核算结果，能够与生态补偿、财政转移支付、绿色金融授信等政策工具精准挂钩。例如，根据各林区的 GEP 增量动态调整生态补偿额度，实现“保护越好、补偿越多”的正向激励。同时，数字监管平台可对森林退化、盗伐、生态红线区违规行为进行实时预警，提高执法效率。此外，数字技术赋能下的信息公开与公众参与机制，能够增强林业生态产品价值实现过程的透明度，降低寻租空间，提升多元主体对制度的信任度。

4. 当前数字赋能过程中存在的现实瓶颈

4.1. 林业生态数据底座薄弱，感知与共享能力不足

数字技术赋能的前提是高质量、全覆盖的林业生态数据采集体系。然而，当前我国林业生态领域的数字基础设施仍然薄弱。一方面，林区物联网传感器、气象监测站、土壤墒情站等终端设备覆盖率低，且设备之间标准不一、接口不兼容，导致数据采集碎片化、可比性差。另一方面，林业生态数据分散在林业草原、自然资源、生态环境、水利等多个部门，部门间数据壁垒严重，“数据孤岛”现象突出，缺乏统一的数据汇聚与共享平台。此外，历史数据缺失、数据更新滞后等问题，使得基于大数据的动态核算难以有效开展^[4]。

4.2. 数字化核算标准缺失，价值可比性与公信力不足

尽管国家层面已出台《生态产品总值（GEP）核算技术规范》¹，但针对森林生态系统的细分领域（如森林碳汇、森林生物多样性、森林水源涵养等）尚未形成统一的数字化核算标准。不同地区、不同机构采用的核算模型、参数选取、数据来源差异较大，导致同一林分的核算结果可能相差悬殊，严重影响核算结果的权威性与跨区域可比性。更为关键的是，多数数字化核算平台仍停留在“算出来”的阶段，核算结果未能与市场交易、政策激励深度绑定，缺乏法律效力和市场认可度，陷入“自娱自乐”的困境。

4.3. 平台交易体系碎片化，流动性不足与定价机制缺失

当前，各地虽已建立一批生态产品交易平台，但普遍存在“小、散、弱”的问题。一是平台之间缺乏互联互通，交易规则、产品标准、结算方式不统一，形成区域性市场分割，难以形成规模效应。二是交易品种单一，多数平台仅聚焦于森林碳汇，森林水源涵养、生物多样性等生态服务积分产品尚未纳入，供给不足导致流动性差。三是定价机制缺失，由于缺乏足够的历史交易数据和科学的估值模型，交易价格多由政府指导或协议定价，市场化定价能力弱，难以真实反映生态产品的稀缺性与保护成本。四是部分平台交易量极低，形同虚设。

4.4. 数字鸿沟制约主体参与，小规模林农被边缘化风险突出

数字技术赋能的红利能否普惠共享，关键在于林业经营主体的数字接入能力与应用能力。然而，我国小规模林农普遍面临“数字鸿沟”困境。一方面，林区尤其是偏远山区网络覆盖不完善，智能终端普

¹<https://std.samr.gov.cn/db/search/stdDBDetailed?id=2FF7D96A0556359DE06397BE0A0A4EF3>.

及率低,老年林农对数字工具的操作能力有限,难以直接参与数字化生态产品交易[5]。另一方面,即便部分地区推行了“企业+合作社+林农”模式,但企业在平台建设与数据资源方面占据绝对优势地位,小规模林农往往只能作为初级生产者提供原料或生态资源,无法平等参与数据收益分配,甚至面临数据被无偿占用的风险。这种“数字技术虹吸效应”可能加剧林业生态产品价值实现过程中的收益分配不公。

5. 国内外经验借鉴

5.1. 国内经验：福建南平“生态银行”数字化管理平台

福建省南平市作为国家生态产品价值实现机制试点,创新推出“生态银行”模式,并率先引入数字化管理平台。其核心做法是:将分散的农户林地、森林、水域等生态资源通过租赁、托管、入股等方式集中收储,由“生态银行”统一进行专业化运营与价值开发。数字化平台对收储资源进行空间化、可视化登记,建立“资源一张图”,实现每一地块的生态资产类型、权属、流转状态的精准管理。同时,平台链接绿色金融端口,依据生态资产的数字化估值,为林农和企业提供“生态资产贷”等金融产品。该模式有效整合了碎片化森林生态资源,带动了林农收入明显增长,为“资源变资产、资产变资本”提供了数字化解决方案。

5.2. 国外经验：澳大利亚“森林碳汇”数字化认证与交易体系

澳大利亚是全球林业碳汇市场化交易的先行者。该国依托数字技术构建了覆盖全国的“森林碳汇数字化认证与交易体系”。在数据采集端,利用卫星遥感与地面传感器网络,对森林植被碳储量变化进行连续监测,数据自动上传至国家碳汇登记系统。在核证环节,采用区块链技术保证碳汇数据的真实性与不可篡改,并依据国家批准的碳汇核算方法学进行自动化核证。在交易环节,森林碳汇作为合规碳信用可在澳大利亚碳排放交易体系中自由交易,价格由市场供需决定。该体系的成功关键在于:统一的方法学、全链条数字追踪、开放透明的市场化交易平台。

6. 数字技术赋能林业生态产品价值实现的核心路径

6.1. 夯实林业生态数据底座,构建“空天地”一体化感知网络

针对数据底座薄弱的问题,应加快构建覆盖全域的林业生态数字基础设施。一是部署“空天地”一体化监测体系,利用高分遥感卫星、无人机、地面传感器等多源数据融合技术,实现对林地质量、森林水源涵养、生物多样性、森林碳通量等关键生态要素的全天候、高精度监测。二是制定统一的林业生态数据采集标准与接口规范,打破部门壁垒,建立国家级林业生态大数据中心,实现数据的汇聚、清洗、共享与开放。三是建立数据更新与质量控制机制,确保数据的时效性与准确性,为精准核算与可信交易提供可靠的数据支撑。

6.2. 统一数字化核算标准,推动核算结果与政策市场深度挂钩

破解核算标准不一的困境,应加快制定分区域、分森林类型的林业生态产品数字化核算标准。一是由国家层面组织科研力量,针对森林固碳、森林生物多样性、森林水源涵养等主要服务类型,分别制定统一的方法学,明确核算模型、参数取值与数据来源。二是开发标准化、开源的数字化核算软件平台,供各地区免费使用,确保核算结果的可比性与公信力。三是推动核算结果的强制性与激励性应用,将数字化GEP核算结果作为生态补偿、绿色金融授信、领导干部自然资源资产离任审计的法定依据,同时探索将核算结果作为森林碳汇、林权等产品挂牌交易的价格参考基准。

6.3. 构建全国统一的林业生态产品交易平台，激活市场流动性

打破当前平台碎片化格局，应由国家林业和草原局牵头，整合现有区域性平台资源，建设全国统一的林业生态产品交易平台。一是统一交易规则与产品标准，将森林碳汇、森林涵养水权等纳入交易体系，逐步拓展至森林康养服务、生物多样性保护积分等新型交易标的，丰富交易品种。二是引入做市商机制和竞价拍卖模式，依托历史交易数据与智能估值模型形成市场化定价基准。三是实现与全国碳排放权交易市场、用水权交易市场的互联互通，扩大买方群体，提升市场流动性与规模效益。四是加强交易监管与信息披露，保障公平交易与合法权益。

6.4. 弥合数字鸿沟，保障小规模林农公平参与与收益分配

要让数字赋能红利惠及广大林农，必须系统性地缩小数字鸿沟。一是加大对林区信息基础设施的投入，通过补贴方式提升林农智能终端普及率，加强针对老年林农的数字化技能培训，提升其数字应用能力。二是推广“平台 + 合作社 + 林农”的利益联结模式，由合作社牵头组织小规模林农进入数字化平台，降低单户参与门槛，并强化对林农数据产权的保护，明确数据收益的合理分成机制。三是开发简洁化、语音化、适配低端智能终端的应用程序，降低操作复杂度。四是健全相关法规，防止平台企业滥用数据优势挤压小规模林农，确保数字技术在林业生态产品价值实现中发挥普惠效应，避免“数字精英”对“数字弱势群体”的排挤。

7. 结语

数字技术的深度应用，为林业生态产品价值实现提供了前所未有的技术机遇。通过精准核算、可信交易、业态创新与制度赋能四条渠道，数字技术正在系统性地破解生态产品“度量难、交易难、变现难”的顽疾。然而，技术红利不会自动转化为普惠价值，当前在数据底座、核算标准、交易平台、主体参与等方面仍存在突出的瓶颈制约。未来，应坚持问题导向，统筹推进数字基础设施建设、核算标准统一、交易平台整合与数字鸿沟弥合，构建起“数据驱动、标准引领、平台支撑、普惠共享”的林业生态产品价值实现新格局。

参考文献

- [1] 孙博文. 建立健全生态产品价值实现机制的瓶颈制约与策略选择[J]. 改革, 2022(5): 34-51.
- [2] 包晓斌, 朱小云. 农业生态产品价值实现: 困境、路径与机制[J]. 当代经济管理, 2023, 45(9): 47-53.
- [3] 浙江省发展和改革委员会. 丽水市在全国率先探索生态产品价值实现机制促进经济生态效益双提升[EB/OL]. https://fzggw.zj.gov.cn/art/2019/9/19/art_1599546_38091094.html, 2019-09-19.
- [4] Department of Climate Change, Energy, the Environment and Water, Australian Government (2021) Greenhouse and Energy Minimum Standards (Exemption) Instrument (No. 5) 2021. <https://www.legislation.gov.au/F2021L01560/latest>
- [5] 何龙斌. 生态产品价值实现助推乡村产业振兴: 基本逻辑、内在机理与实现路径[J]. 农村经济, 2024(1): 64-73.