

DOI: 10.20103/j.stxb.202302020175

王晓丽, 彭杨贺, 杨丽霞, 潘江灵, 石道金. 数字技术赋能森林生态产品价值实现: 理论阐释与实现路径. 生态学报, 2024, 44(6): 2531-2543.

Wang X L, Peng Y H, Yang L X, Pan J L, Shi D J. Digital technology empowering the value realization of forest ecological products: theoretical interpretation and implementation path. Acta Ecologica Sinica, 2024, 44(6): 2531-2543.

# 数字技术赋能森林生态产品价值实现: 理论阐释与实现路径

王晓丽<sup>1,2</sup>, 彭杨贺<sup>2</sup>, 杨丽霞<sup>1</sup>, 潘江灵<sup>3</sup>, 石道金<sup>1,4,\*</sup>

1 浙江农林大学经济管理学院, 杭州 311300

2 浙江农林大学暨阳学院, 诸暨 311800

3 浙江省林业资金管理中心, 杭州 310020

4 浙江农林大学浙江省乡村振兴研究院, 杭州 311300

**摘要:** 森林生态产品价值实现面临供需对接难、交易成本较高、质量溯源机制欠缺、产品同质化等诸多现实困境, 而数字技术的蓬勃发展为推进森林生态产品价值实现创造了新机遇。从数字技术视角首次探讨森林生态产品价值实现的理论逻辑及路径, 对完善森林生态产品价值实现机制具有重要现实意义和理论意义。研究发现: (1) 森林生态产品价值实现关键在于打通转化通道, 构建“监测评价-资源开发-市场经营-支持保障”森林生态产品价值实现全链条机制, 进而运用数字技术赋能来解决“森林生态资源变森林生态产品”、“森林生态产品变森林生态商品”两大核心问题。(2) 数字技术赋能森林生态产品价值实现理论逻辑体现于: 数字技术赋能产品四个基本环节, 为产品价值实现提供新动能新活力; 数字技术赋能生态产业化经营, 提升产品价值增值空间; 数字技术赋能产品市场主体行为, 激发更强“长尾效应”; 数字技术赋能产品市场交易信息, 降低信息摩擦; 数字技术赋能产品市场交易成本, 降低交易成本。(3) 数字技术赋能森林生态产品价值实现的实现路径, 即利用数字技术做好森林生态产品权属登记和信息普查、森林生态产品价值核算数字化、搭建森林生态产品数字经济平台和市场交易平台、数字技术强化森林生态产品质量追溯、健全森林生态产品价值实现保障机制和全方位完善数字人才体系建设。本文的研究为推进数字时代背景下的森林生态产品价值实现提供理论启示。

**关键词:** 数字技术; 森林生态产品; 价值实现; 理论阐释; 实现路径

## Digital technology empowering the value realization of forest ecological products: theoretical interpretation and implementation path

WANG Xiaoli<sup>1,2</sup>, PENG Yanghe<sup>2</sup>, YANG Lixia<sup>1</sup>, PAN Jiangling<sup>3</sup>, SHI Daojin<sup>1,4,\*</sup>

1 College of Economics and Management, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300, China

2 Jiyang College of Zhejiang Agriculture and Forestry University, Zhuji 311800, China

3 Zhejiang Forestry Fund Management Center, Hangzhou 310020, China

4 Zhejiang Rural Revitalization Institute, Zhejiang Agriculture and Forestry University, Hangzhou 311300, China

**Abstract:** The value realization of forest ecological products faces many practical difficulties, such as supply and demand docking, high transaction costs, lack of quality traceability mechanisms, and homogenization of products. However, the vigorous development of digital technology has created new opportunities to advance the value realization of forest ecological products. It is the first time to explore the theoretical logic and path of forest ecological product value realization from the perspective of digital technology, which is of great practical significance and theoretical significance to improve the forest

基金项目: 浙江省高校重大人文社会科学攻关计划基金项目(2018GH034)

收稿日期: 2023-02-02; 网络出版日期: 2023-12-22

\* 通讯作者 Corresponding author. E-mail: sdj@zafu.edu.cn

ecological product value realization mechanism. Research found that: (1) the key to realize the value of forest ecological products lied in opening up conversion channels, constructing a survey monitoring-resource development-market operation-support guarantee full-chain mechanism for realizing the value of forest ecological products, and then using digital technology to solve the two core problems of transforming forest ecological resources into forest ecological products and transforming forest ecological products into forest ecological commodities. (2) The theoretical logic of digital technology empowering the value realization of forest ecological products was reflected as follows. The digital technology empowered the four basic links of “production-circulation-distribution-consumption”, providing new momentum and vitality for the realization of forest ecological product value; digital technology empowered the industrialization of ecology, enhancing the value-added space of products; digital technology empowered the behavior of forest eco-product market entities, promoted economies of scale and stimulated stronger “long-tail effects”; digital technology empowered forest ecological market transaction information, reducing information friction and realising effective matching of supply and demand; digital technology empowered the cost of forest ecological market transactions, reducing transaction costs. (3) The path for digital technology to empower the value realization of forest ecological products was to use digital technology to do a good job in forest ecological product tenure registration and information census, and to promote the digitalisation of the value accounting of forest ecological products; use digital technology to stimulate the potential for product development, and to build a digital economic platform for forest ecological products and a trading platform; use digital technology to strengthen product quality traceability of forest ecological products, and to enhance value-added forest ecological products and their market competitiveness; use digital technology to soundly realise the value of forest ecological products to guarantee the mechanism; use digital technology for the people to be empowered to improve the digital human resources system in multiple aspects. The research provides theoretical insights for advancing the value realization of forest ecological products in the context of the digital age, which will help to realize the goal of the “dual-carbon” strategy and accelerate the realization of the goal of common prosperity.

**Key Words:** digital technology; forest ecological products; value realization; theoretical interpretation; implementation Path

随着国民生活水平的不断提高,优质生态产品供给能力难以满足广大人民群众日益增长的需要<sup>[1]</sup>。2021年4月,中办、国办印发的《关于建立健全生态产品价值实现机制的意见》明确提出主要目标“到2025年,生态产品价值实现的制度框架初步形成,生态产品难度量、难抵押、难交易、难变现等问题得到有效解决,生态优势转化为经济优势的能力明显增强”。实现生态产品价值是实现“两山”转化、推动“双碳”战略目标实现、促进共同富裕的重大实践课题。森林资源是中国分布最广、存量最丰富的自然资源<sup>[2]</sup>,大多分布在资源富集但经济欠发达的山区,既是经济洼地又是生态高地,是生态产品价值实现的重点领域。如何破解制约森林生态产品价值实现的关键痛点和堵点,将山区森林生态优势转化为经济优势,是当前学术界亟需解决的难题。

在数字经济时代,以互联网、云计算、大数据和区块链为代表的数字技术蓬勃发展,成为引领各行业各领域发展的新动能<sup>[3]</sup>,不断催生新模式、新产品和新业态,为推进森林生态产品价值实现创造了新机遇。2020年,中央网信办、农业农村部等七部门联合印发《关于开展国家数字乡村试点工作的通知》强调在农村地区加强数字技术的应用。2021年,中办、国办印发的《关于建立健全生态产品价值实现机制的意见》提出建立开放共享的生态产品信息云平台、开展生态产品线上云交易云招商,推进供需精准对接;建立生态产品质量追溯机制,推进区块链等新技术应用,实现生态产品信息可查询、质量可追溯。可见,数字经济背景下数字技术发展为森林生态产品价值实现提供了新思路、新契机。

目前学术界围绕生态产品价值实现开展的研究主要包括:第一,生态产品的概念和分类。国外提出的

“生态系统服务”<sup>[4-5]</sup>概念与“生态产品”概念具有共通性,认为生态产品价值实现是“环境服务付费”<sup>[6]</sup>。国内学者对生态产品的概念研究主要经历了生态系统服务<sup>[7]</sup>到生态产品及其价值实现<sup>[8-9]</sup>的研究过程。目前学术界普遍认同的概念是指在自然系统与人类劳动生产共同作用下,所产生可以增进民生福祉的产品和服务<sup>[1]</sup>。从生态产品分类看,依据生产消费特点大致分为公共性、经营性和准公共性生态产品这三类<sup>[8,10]</sup>。第二,生态产品价值核算。国外常用的核算方法有条件价值评估法、替代市场法、重置成本法、影子工程法等<sup>[11]</sup>,国内最具代表性的生态系统生产总值核算方法已在碳排放权、水权、排污权等领域应用,实现了市场交易。第三,生态产品价值实现路径。生态产品价值实现涉及政府、市场、社会等多方利益主体,公共性、经营性和准公共生态产品价值实现路径分别以政府、市场和“政府+市场”为主导路径<sup>[9,12]</sup>。第四,生态产品价值实现的现实困境。当前生态产品价值实现存在转化通道不畅通<sup>[13]</sup>、同质性竞争严重、产品缺乏市场竞争力、产品溢价难以实现<sup>[14]</sup>、信息不对称、供需对接难、交易成本较高、质量溯源机制欠缺等现实困境<sup>[15-17]</sup>。第五,数字技术赋能生态产品价值实现。部分学者指出大数据赋能产品研发、生产、交换和消费促进农业生态产品价值实现<sup>[18]</sup>;利用遥感、物联网、区块链等数字技术理清碳汇资源账本促进碳汇生态产品价值实现<sup>[19]</sup>;利用区块链、大数据等技术赋能生态产品价值实现,构建生态资产加密数字货币化,形成不同生态产品的价格形成机制、成本监审制度和价格调整机制,完善市场交易机制<sup>[20]</sup>。森林生态产品作为生态产品的一种重要生态系统类型,关于森林生态产品价值实现的研究也随之展开,例如森林生态产品价值实现机制构建,于丽瑶等<sup>[21]</sup>强调建立生态补偿、产品交易在内的政府主导、企业和社会各界参与的森林生态产品价值实现机制;窦亚权等<sup>[22]</sup>从供需角度阐述森林生态产品价值实现的内涵,运用生态经济学理论诠释不同主体森林生态产品价值实现机理,提出以市场、政府、“政府+市场”为主体的价值实现路径;部分学者也围绕浙江省森林生态产品价值实现效率进行了一系列实证研究,孔凡斌等<sup>[23]</sup>首次构建森林生态产品价值实现效率指标体系来测算浙江省森林生态产品价值实现效率及其时空变化特征,并明确路径优化策略;浙江省森林生态产品价值实现效率对城乡差距的影响呈现“倒U型”,森林生态产品价值实现效率通过非农就业人数、农林水事务支出和农村居民人均转移性收入等路径影响并缩小城乡发展差距<sup>[24]</sup>,也能通过提高林业二三产业产值、技术应用水平、人力资本等路径缩小县域发展差距<sup>[25]</sup>。在数字经济时代,数字经济发展是影响浙江省森林生态产品价值转化的重要因素,能提高森林生态产品价值转化效率,且通过空间溢出效应降低邻近地区的森林生态产品价值转化效率<sup>[2]</sup>。

综上所述,现有文献多关注生态产品价值实现,已初步形成了较为系统的成果,特别是学者们对数字技术赋能生态产品价值实现进行了有益的探索和研究,为本文的研究提供了基础和参考,但对森林生态产品价值实现的关注不足。现有文献针对森林生态产品价值实现的研究较少,且主要偏向森林生态产品价值实现效率相关的实证研究,理论层面对森林生态产品价值实现的关键环节、面临的现实困境以及解决现实困境的路径等内容研究不足,而这些是实现森林生态产品价值亟需回答的问题。伴随着数字技术向生态产品领域的扩散,如何利用数字技术赋能森林生态产品价值实现成为关键,鲜有文献将数字技术纳入到森林生态产品价值实现框架研究,目前数字技术赋能森林生态产品价值实现的理论逻辑和现实路径还不够明晰,因此探究数字技术赋能森林生态产品价值实现为推进森林生态产品价值实现提供了新思路、新可能。基于此,本文关注“数字技术如何对森林生态产品价值实现赋能的理论逻辑及实现路径”这一核心研究问题,首先探讨森林生态产品的概念、分类和特征,厘清森林生态产品价值实现的关键环节和瓶颈制约,基于传统经济学理论基础,提出了数字技术赋能森林生态产品价值实现的理论框架及实现路径,为完善生态产品价值实现机制提供新思路。

## 1 森林生态产品的概念、分类及特征

### 1.1 森林生态产品概念

中国关于“生态产品”一词界定最早见于2010年国务院发布的《全国主体功能区规划》,学者们对生态产

品的概念界定有:狭义的生态产品包括清新的空气、清洁的水源和茂密的森林等<sup>[12]</sup>;广义的生态产品是指除自然生态系统服务之外还包括人类劳动生产的产品,如农林产品、生态旅游服务等<sup>[8]</sup>;生态产品还指“生态中性产品”,如有机食品、绿色农林产品等物质产品<sup>[10,26]</sup>。森林生态产品是以森林资源为载体,通过生态调节、人为管理等方式提供满足人类需要的各类产品和服务的总称<sup>[22]</sup>。基于前人相关研究,并结合“生态产品”内涵,本文给出以下定义:森林作为陆地生态系统的主体,除了森林系统本身提供的物质产品、调节服务、文化服务等产品外,还应包括人类劳动共同作用下的生态要素嵌入品和森林生态中性产品。森林生态产品价值实现是指在保证森林生态系统稳定性和完整性基础上,通过政策创新、市场机制和技术手段等对森林资源合理开发利用,将森林蕴含的生态价值转化为经济价值的实现过程。

## 1.2 森林生态产品类别划分

森林生态产品形态多样,借鉴孙博文<sup>[10]</sup>、曾贤刚等<sup>[8]</sup>基于生态产品按市场(消费)属性的划分标准,本文将森林生态产品划分为私人森林生态产品、纯公共森林生态产品和准公共森林生态产品三大类。森林生态产品价值实现的关键核心在于要根据不同类型的森林生态产品选择其合适的价值实现路径模式(表1)。私人森林生态产品,具有排他性和竞争性,产品形式主要为木制和非木制林产品,以及林果、林药、林菜等森林物质产品,其产权清晰、消费主体明确,可直接通过市场交易机制实现经济价值,价值实现路径为通过直接交易的方式发展生态产业实现价值转化。准公共森林生态产品,在满足产权清晰基础上,存在排他性和竞争性,产品形式主要为森林碳汇、森林康养、森林旅游等,一般由政府与市场共同参与实现生态价值和经济价值,其价值实现路径为搭建产权交易市场实现价值转化。纯公共森林生态产品有较强外部性,存在非排他性和非竞争性,产品形式主要为调节服务,难以通过市场交易实现其价值,需由政府主体保障其生态价值实现,价值实现路径为政府提供政策支撑、财政转移支付与补贴等方式实现价值。

表1 森林生态产品消费属性划分及价值实现路径

Table 1 Classification of forest eco-product consumption attributes and value realization paths

消费属性划分 Consumer attributes	产品形式 Product form	价值类型 Type of value	价值实现方式 Ways of realising value	价值实现路径 Pathways to value
私人森林生态产品 Private forest ecological products	木制、非木制林产品以及林果、林药、林菜等森林物质产品	经济价值	市场主导	市场路径(发展生态产业等)
准公共森林生态产品 Quasi-public forest ecological products	森林碳汇、森林康养、森林旅游等	生态价值+经济价值	政府+市场协同主导	合作路径(搭建产权交易市场等)
纯公共森林生态产品 Pure public forest ecological products	气候调节、防风固沙、涵养水源、固碳释氧等	生态价值	政府主导	政府路径(政策支持、财政转移支付与补贴等)

## 1.3 森林生态产品特征

森林生态产品特征主要包括产品供给稀缺性、产品正外部性、产品供给能力呈空间集聚性和整体性、价值特征多维性等方面。(1)产品供给稀缺性。森林生态产品不仅提供林木等实物类产品,还提供气候调节、固碳释氧等调节服务类产品,产品的生产和维护过程投入大、周期长、见效慢,森林生态产品的供给能力相对于人们日益增长的森林生态产品需求却是有限的。(2)产品正外部性。调节服务类森林生态产品具有公共产品属性,可以促进地方经济发展和增加居民收入,还可以促进森林生态旅游的发展,吸引更多的游客前来观光、休闲、度假等,从而带动地方经济发展。(3)产品供给能力呈空间集聚性和整体性。森林生态产品供给密集区集中在山区丘陵,森林生态系统是一个系统工程,系统中各种元素相互依存、不可分割,其整体性较强,如水源涵养、气候调节等森林生态产品很难说是某一局部森林或区域发挥作用的结果,消费者无法选择对森林生态产品其中的一部分进行消费。(4)价值特征多维性。森林生态产品除一般产品的经济价值外,还具有调节气候、固碳减排、维护生态平衡等生态价值和保存自然文化遗产等文化价值,以及为人们提供科学研究、带

动当地社会经济发展、创造就业机会等社会价值。

### 2 森林生态产品价值实现的关键环节

建立生态产品市场机制是生态产品价值可持续实现的关键,市场化配置一般涉及生产、分配、流通(交换)和消费四大环节<sup>[14]</sup>。产权清晰是森林生态产品生产、分配、流通(交换)和消费的前提,需要各级地方政府建立森林生态产品监测评价机制,统筹规划森林生态资源的保护和开发。在生产环节上,生产是以森林资源为基础,需构建以政府制度供给和社会资本投入为主要条件的资源开发机制来保障森林生产活动持续发展,把森林生态资源转变为森林生态产品,以满足人民日益增长的产品需求。在分配环节上,政府主导的制度供给是保证森林生态产品收益分配公平的必要条件。强调多劳多得激励社会资本投向森林生态产品供给,同时采用政策扶持、税收优惠、补贴等方式,平衡各方主体利益,建立合理的成本分担和收益共享机制。在流通(交换)环节上,需构建促进市场供需对接的经营机制,森林生态产品的流通交换不仅需要具备一定的地理位置、自然资源禀赋与基础设施等区位条件,还需相应制度保障产品的流通渠道。对于难交易的森林生态产品,政府应积极通过行政手段搭建森林生态产品权益交易平台和虚拟交易平台打通供需对接通道。在消费环节上,消费是森林生态产品价值实现的终端,消费者对森林生态产品的满意程度与信任程度可以从森林生态产品的价格体系中得到体现,提升森林生态产品服务质量和健全质量追溯机制是森林生态产品价值实现的关键。进一步而言,政府制度供给、社会资本投入、产品的区位条件和产品质量等因素是实现森林生态产品价值的关键条件,这些条件存在于“生产-分配-流通-消费”环节中,并在不同的环节中发挥着重要作用,应构建“监测评价-资源开发-市场经营-支持保障”森林生态产品价值实现全链条机制,最大程度地促进森林生态资源产业化与市场化。

在“森林生态资源-森林生态产品-森林生态商品”的森林生态产品价值实现过程中包含“森林生态资源转变为森林生态产品”和“森林生态产品转变为森林生态商品”这两次关键转化环节(图1)。“森林生态资源转变为森林生态产品”是生产端的一大难题,这一环节的核心在于提升产品供给能力,生态资源只有通过产业化才能转化为产品<sup>[27]</sup>,通过森林资源开发将资源转变为产品,把森林生态产品的价值融入到一二三产业发展中,推进森林生态产业化经营。发挥社会资本在产业结构优化、延长产业链等方面的作用,同时政府部门也要加强森林生态产品制度供给与保障,注重森林资源保护的基础上推动其合理开发利用,建立可持续发展的森

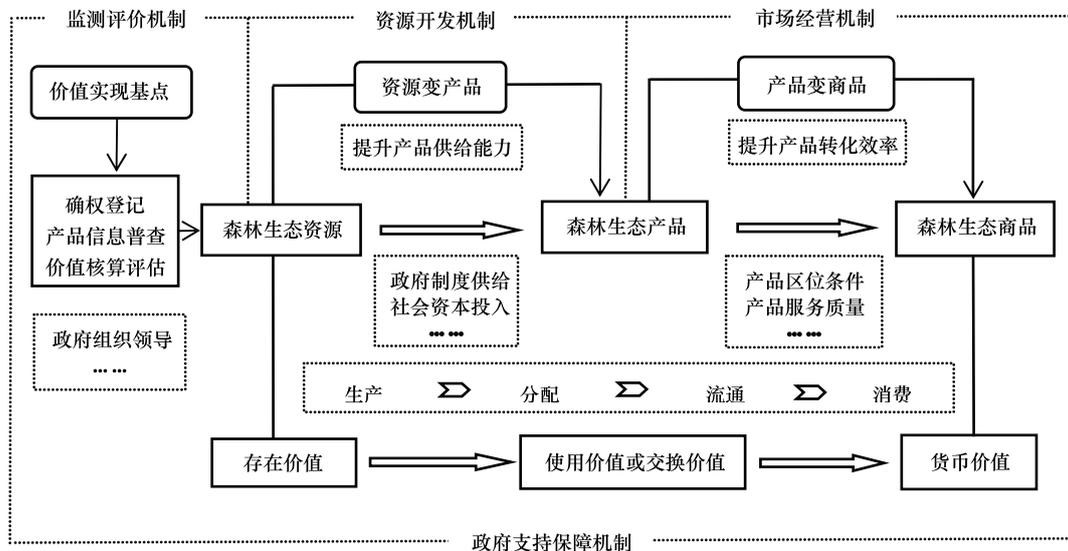


图1 森林生态产品价值实现的关键环节

Fig.1 Key aspects of realising the value of forest ecological products

林生态产业发展模式。“森林生态产品转变为森林生态商品”这一环节的核心在于提升森林生态产品转化效率,但森林生态产品价值实现存在转化通道不畅通、供需对接难、产品缺乏市场竞争力等现实困境。因此,通过森林生态产品经营实现产品转变为商品需要关注产品流通和消费环节,充分利用地理区位及森林资源等优势选择适宜的产业经营方向和模式,以市场需求为导向提升消费服务水平,增加森林生态产品市场竞争力,提升森林生态产品溢价。同时,森林生态产品价值实现还需要政府支持保障机制,加大森林生态产业发展扶持政策,引导社会资本投向森林资源开发和森林生态产业,完善森林生态产品市场经营机制,实现森林资源“存在价值-使用或交换价值-货币价值”的资源价值转化过程。

### 3 数字技术赋能森林生态产品价值实现的理论阐释

数字技术是以“比特”表征信息的技术,可以降低交易成本和扩大交易范围,促进平台经济的快速发展,促进产品信息交流共享,突破交易活动的地理范围局限,提高多样化商品和服务的市场供给效率,能够重塑社会经济活动形态,并呈现出新形态新业态<sup>[28]</sup>。数字技术赋能为森林生态产品价值实现提供了动力源,其赋能理论机制见图2。

#### 3.1 为森林生态产品价值实现提供新动能:数字技术赋能“生产-分配-流通-消费”四环节

森林生态产品价值实现在生产、分配、流通和消费等环节存在难点堵点。在生产环节,传统的森林生态产品供应链缺乏信息共享,会导致需求预测发生偏离。在分配流通环节,传统的森林生态产品流通渠道过长,增加了森林生态产品流通成本。在市场消费环节,城市区域间居民消费意愿差异较大,收入水平较高地区的居民对森林生态产品的支付意愿较高,而经济欠发达山区基本物质条件尚未得到很好满足,本地森林生态产品市场潜力较小,有待通过需求引导和区际联动等形式扩大市场范围。

数字经济时代,森林生态产品“生产-分配-流通-消费”四个基本环节通过数字技术赋能实现了数字化,为森林生态产品价值实现提供新动能。一是数字生产力为生态产业化经营提供了新动能。利用数字技术,人们在森林生态资源转化为森林生态产品的过程中形成了新的能力,这种能力就是数字生产力。具备数字化知识技能的生产群体,利用数字技术赋能传统森林生态资源,对产品的生产、加工、仓储等环节进行模拟、监测和预测,数字生产力有利于对传统林业进行数字化改造,提高产品生产效率,实现林业、木材加工业、服务业等产业的融合发展,呈现出新行业、新业态和新模式,进而生产出更多优质森林生态产品。二是数字流通力和数字分配力为促进城乡森林生态产品流通和分配提供了新路径。利用数字技术搭建数字平台,提升森林生态产品信息整合效率,减少产品流通分配时间,数字流通力和数字分配力就是这种通过数字技术赋能减少森林生态产品流通时间、提高分配效率的能力。该能力加快了城乡之间森林生态产品的流通和分配,借助电商平台在全国范围内销售各类森林生态产品,借助电商平台农民可以购买所需产品,城市居民可以选择森林旅游地点等,为形成城乡一体化的森林生态产品市场提供了支持。三是数字消费力为促进消费转型升级和满足多样化消费需求提供了新渠道。移动互联网、大数据等作为要素支撑的数字技术形成了森林生态产品消费新的产品、业态和模式,所谓数字化的消费能力就是数字消费力。随着数字生产力的发展,供给人们消费的数字森林生态产品逐渐种类多样化,促进人们消费转型升级,能够满足人们日益增长的多样化消费需求。综上所述,数字技术发展下的数字生产力、分配力、流通力和消费力统一于森林生态产品价值实现过程中,四个基本环节共同发挥作用,赋予了森林生态产品价值实现新内涵。

#### 3.2 提升产品价值增值空间:数字技术赋能生态产业化经营

中国生态产品发展生态农林业、生态文旅、生态民宿等产业,面临着一二三产业融合发展不足的问题<sup>[12]</sup>。中国大部分森林资源地处交通不便利和经济水平欠发达的山区,很难形成森林生态产品价值实现的市场条件,丰富的森林资源难以转化为森林生态产品,经济价值有待实现。生态产业化经营作为一种以市场为主要路径的实现方式,以可持续的方式开发和交易森林生态产品,实践中可依托地理区位特色优势、森林资源生态优势,推动森林生态产业化经营。

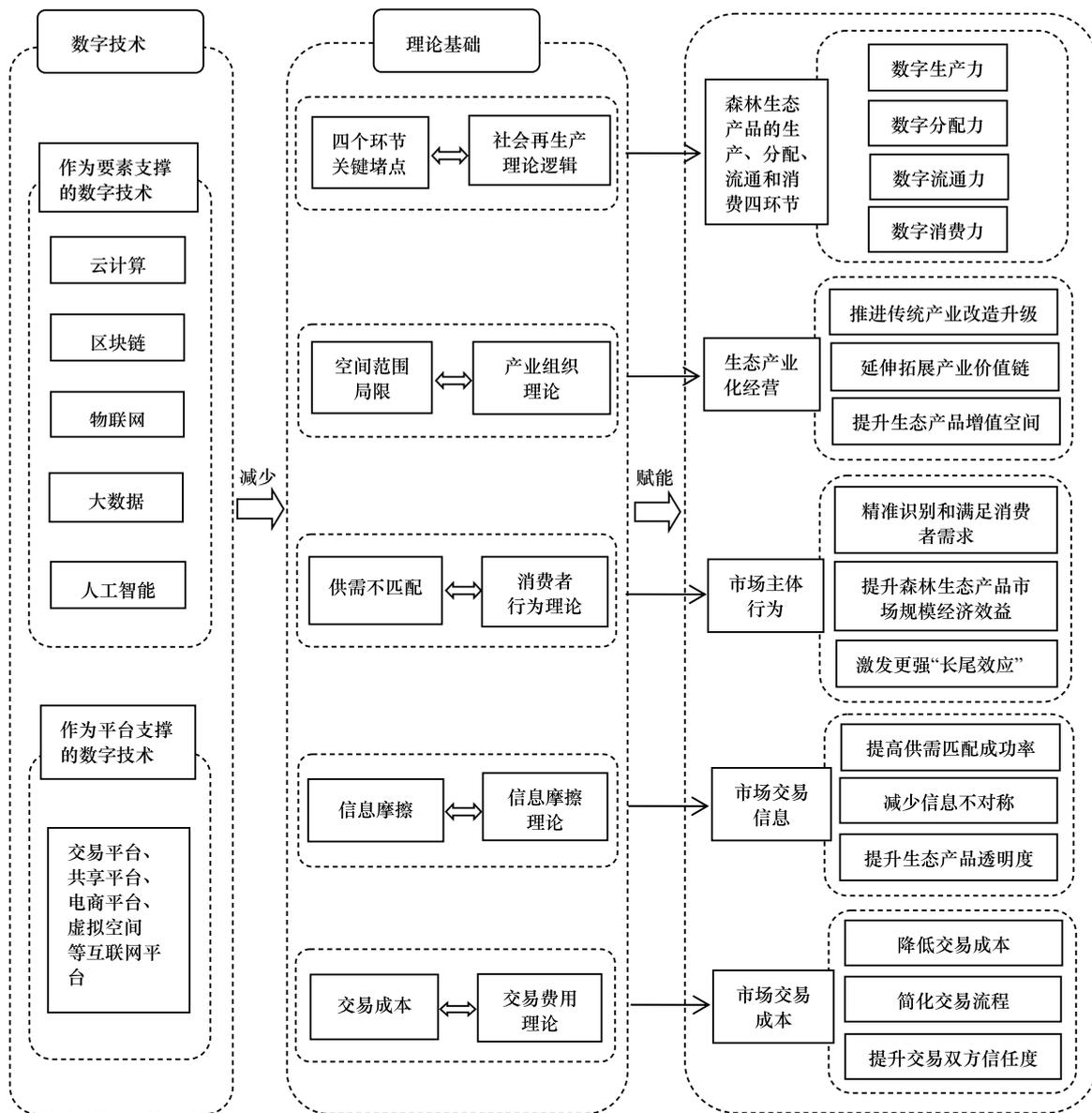


图 2 数字技术赋能森林生态产品价值实现的理论机制框架

Fig.2 A theoretical mechanism framework for the value realization of forest eco-products enabled by digital technology

数字经济时代已逐渐形成以数字技术为基础的新一代产业模式,通过数字技术的深度融合可以实现生态产业化经营。第一,数字技术应用能够突破传统森林产业的空间范围局限,打破传统森林产业内涵边界。通过“互联网+”生态产业模式,发掘区域特色文化,由传统林木生产加工简单模式逐渐转化为林木和林产品深加工、林下经济、森林旅游康养等多样化模式,促进传统产业结构不断改造升级,延伸拓展产业价值链,提升了森林生态经营的价值增值空间。第二,数字化平台的发展,使外部资金、技术、人力等社会资本投入不再受到地理条件和空间的局限,通过数字化平台可以对接金融市场和资本市场,引入市场化资金和专业运营商,在维持森林生态系统价值基础上,创新多主体、市场化的森林生态产品价值实现机制,实现森林资源资产资本化。例如,南平市“森林生态银行”搭建自然资源运营管理数字化平台,将零散化森林生态资源集中收储和整治成优质资产包,通过权属转让、项目参与等方式引进社会资本,开展规模化、产业化、专业化经营方式,积极发展林木经营、林下产业等特色林业产业,实现森林生态产品增值<sup>[29]</sup>。

### 3.3 规模经济与更强长尾效应:数字技术赋能森林生态产品市场主体行为

生态产品转化机制同质化不能很好地满足消费者产品多样化需求,容易导致资源浪费与低效率的市场竞争现象<sup>[10,14]</sup>。人们多样化个性化森林生态产品市场需求是“长尾市场”形成的外在驱动力,新型林业经营主体或林业企业一般以规模化、标准化生产为主,不同地区供给同质化森林生态产品,可形成大规模的同质化产品联合,这类森林生态产品属于规模大、种类少的“头部”。现实生活中,人们往往更关注长尾曲线的“头部”,而“尾部”的关注需要花费时间和成本<sup>[30]</sup>。对于特定区域内林农生产强调小众化异质化森林生态产品的有效供给,尽管产品供给数量无法比拟新型林业经营主体或林业企业提供的标准化同质化森林生态产品数量,但当多样化异质森林生态产品集合一起时形成范围经济,具有一定市场规模和竞争力量,“尾部”产生的总体效益甚至可能超过“头部”,如图 3 所示。

数字技术赋能使人们能够以更低的搜寻成本关注到长尾曲线的“尾部”,能够满足人们多样化异质森林生态产品市场需求,使“尾部”市场的森林生态产品的价值得以实现。如图 3 所示,森林生态产品需求数量曲线“头部”表示产品种类较少但需求数量较大的森林生态产品市场,而产品种类较多但需求数量较少的森林生态产品市场会在需求曲线上形成一条长长的“尾巴”。在数字技术的推动下,数字技术拓展了传统消费者行为理论,互联网搜索引擎通过智能软件程序化的方式,自动实现森林生态产品供需精准匹配,把低成本获取的森林生态产品信息和消费需求迅速连接,增强了供需双方交互性,能够精准识别和满足需求方的需求,从而改变了消费者行为,激发更强的“长尾效应”。如图 4 所示,随着数字技术水平的不断提高,进一步扩大了人们对多样化个性化异质森林生态产品的需求,使需求曲线逐渐趋于平缓,更多的森林生态产品能进入市场交易,人们消费升级后差异化的更长尾部需求逐渐得到满足,不仅丰富了森林生态产品市场供给,而且提升了森林生态产品市场的规模经济效益。

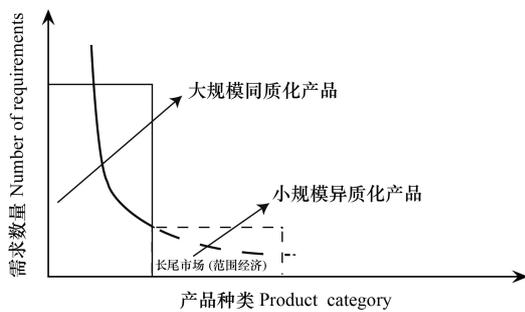


图 3 长尾市场  
Fig.3 Long Tail Market

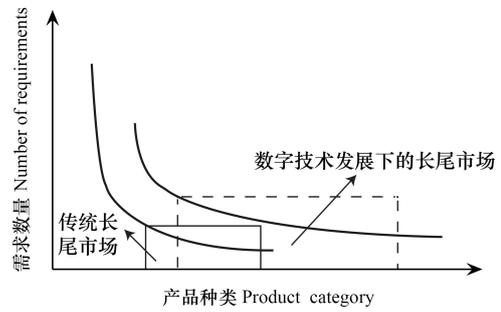


图 4 数字技术发展下的长尾市场  
Fig.4 The long-tail market under the development of digital technology

### 3.4 供需匹配与低信息摩擦:数字技术赋能森林生态产品市场交易信息

森林生态产品供需双方之间存在信息不畅通,人们对优质森林生态产品需求日益提高,而森林生态产品产地大多在山区,市场交易机制不健全,森林资源配置低效的现象难以避免。同时,森林生态产品质量追溯机制不完善,政府对森林生态产品质量安全很难做到完全监管,生产者的道德风险行为和市场的逆向选择行为会影响到优质森林生态产品市场发育。以上现实困境产生的主要原因是存在信息摩擦,信息摩擦形成原因有两种:搜寻摩擦和信息不对称<sup>[31]</sup>。首先,市场上海量的需求与供给信息增加了供需双方的信息搜寻成本和匹配难度,买卖双方需付出成本才能找到对方并完成交易。其次,信息不对称使森林生态产品交易市场不能在资源配置中发挥有效作用,提高了交易成本,进一步催生逆向选择、道德风险等问题,最终导致市场交易量减少。

与传统经济行为相比,数字技术赋能森林生态产品很大程度上克服了市场交易主体之间的信息摩擦,降低了搜寻摩擦和信息不对称。数字技术可以通过算法与机制改变消费者行为模式,提高市场交易效率,从而

降低搜寻摩擦<sup>[31]</sup>。数字技术使多边平台可以设计各种算法与机制,以提高匹配成功率,促进森林生态产品交易完成。例如,利用匹配算法可以帮助买家找到交易对手,电商平台上的消费者找到他们想要购买的产品。如果没有匹配算法,在线平台就会像传统的森林生态产品销售市场一样,让消费者花费大量搜寻成本。搜寻匹配算法主要通过互联网平台来降低搜寻成本,互联网平台用于高速传递信息,使消费者能够以较低的成本接触到供给者。在过去,消费者购买森林生态产品需要在各个实体商店采购,极大地浪费了时间和精力。但在电子商务平台上,消费者可以很容易地与远距离的卖家沟通交流,在信息传递环节上降低了搜寻成本。另一方面,区块链、大数据等数字技术加强了基于互联网经济的交易制度建设和信任制度建设,能够有效解决信息不对称问题,优化森林生态产品交易流程和增加产品交易量。其中,将区块链引入传统供应链,因其去中心化、透明性、可追溯、不可篡改伪造等技术特征,可以增强森林生态产品的透明度,有助于建立消费者对森林生态产品的信任。

### 3.5 平台化与低交易成本:数字技术赋能森林生态产品市场交易成本

生态产品价值实现的核心和难点是降低交易成本<sup>[32]</sup>。张五常<sup>[33]</sup>指出交易费用不可能发生在一个人的、没有产权、没有交易、没有任何一种经济组织的经济体中,说明交易费用时刻存在。森林生态产品交易费用主要包括搜寻信息、达成合同、签订合同、监督合同履行和违约成本等费用。由于市场交易环境的不确定性与复杂性<sup>[34]</sup>,森林生态产品市场存在信息不对称,并且信息在传递过程中存在摩擦和成本。大部分森林生态产品提供的产品种类和产品服务对象受空间因素影响也是有限的,受地理空间局限,森林生态产品供需不能有效对接,提高了交易成本。

数字技术的出现大大克服了市场参与主体之间的信息不对称问题,能够在特定领域降低交易成本<sup>[35]</sup>,由个体去中介化交易模式降低交易成本。一方面,数字技术发展弱化了信息不对称影响下存在交易费用的传统理论观念,使区块链技术通过智能合约重构消除交易成本成为可能。区块链的分类账本能保证记录不被重复、篡改或伪造,确保森林生态产品交易相关信息全面公开透明,增强了交易双方的信任。基于区块链智能合约的信任机制,能帮助森林生态产品交易双方信用评级、交易事后执行中的信息不对称问题解决,提升了森林生态产品透明度,建立了消费者对森林生态商品的信任<sup>[36]</sup>。另一方面,相对于传统的森林生态产品交易模式,以互联网平台为基础的个体去中介化交易模式可以有效降低交易成本。互联网平台作为资源分配的虚拟信息集散中心,降低了交易双方获取森林生态产品的信息搜寻成本。同时,消费者可以通过互联网平台直接签订数字合同,以点对点的形式进行森林生态产品交易,避免了中介环节,不仅简化交易流程还降低交易成本。

## 4 数字技术赋能森林生态产品价值实现的路径

### 4.1 利用数字技术做好森林生态产品权属登记和信息普查,推进森林生态产品价值核算数字化

摸清森林生态产品底数,科学界定森林生态产品产权。对于调节气候、涵养水源、固土防沙等纯公共森林生态产品,其外部性会导致市场失灵,需要明确权属,清晰界定产权,将森林的生态优势转化为经济优势。摸清底数、明确产权为明确森林生态产品经营开发主体责任、市场化交易、抵押融资及生态补偿等提供前提条件。例如福建南平市顺昌县“森林生态银行”,实现森林生态产品价值的第一步就是依托数字技术赋能监测评价环节,对全县森林资源摸底确权,明确所有权和使用权界限,形成森林资源资产“一张网、一张图、一个库”的数据库,实现了森林资源全生命周期数字化监管。据此,政府应以高分辨率卫星图为基础,利用遥感影像和实地地形图作对比,对森林质量和保护等级、林地权属分布等因子进行逐块登记,落实森林资源统一确权登记制度,形成森林资源“一张图”数据库,厘清各主体产权边界,建立可交易的森林生态要素产权制度,从最前端为森林生态产品价值实现奠定坚实基础。另一方面,各地依托先进的对地监测技术、人工智能技术和大数据技术,开展森林生态产品基础信息普查,准确摸清各类森林生态产品的数量和质量,精准识别产品类型,分区域建立森林生态产品目录清单,探索开展与国民经济核算相一致的森林资源资产负债表编制工作。建立

森林生态产品动态监测数字化体系,实时跟踪掌握森林生态产品数量分布、质量等级、权益归属、保护和开发利用情况等信息,建立开放共享的森林生态产品数字化信息云平台,实现多部门、多地区之间的数据共享和信息流动,可以便捷地查询和获取森林生态产品的历史数据、监测数据和质量评估报告。

推进森林生态产品价值核算数字化,有效解决森林生态产品难度量问题。生态产品总值(GEP)核算可以定量核算森林生态系统的产出和效益,给森林生态系统服务贴上价值标签。在GEP核算数字化实践探索方面,深圳市以数字化改革为引领,建立“1+3”GEP核算制度,深圳市2021年度GEP核算结果显示森林生态系统各类生态产品价值为320.57亿元,占全市GEP的比重为23.5%。各地政府应加快建立GEP核算数字化与应用机制,利用GEP自动核算平台来提高核算效率和精准度。依托卫星遥感、物联网等数字技术手段建设“天眼+地眼+人眼”的立体化、数字化森林资源环境监测网络体系,数字化赋能森林生态产品目录清单编制。利用卫星遥感等技术进行数据收集,利用数字技术构建系统集成、智慧精准的森林生态价值数据库和可视化平台,以GEP动态“一张图”精准呈现出森林生态系统的面积、分布、总量、变化、实物量及价值量等信息,推动GEP核算结果在政府决策、绩效考核评价、生态保护补偿、经营开发融资、森林碳汇产权交易等多方面应用,不断完善森林生态产品价值实现机制的约束激励机制。

#### 4.2 利用数字技术激发产品发展潜力,搭建森林生态产品数字经济平台和交易平台

搭建森林生态产品数字经济平台,促进传统林业产业升级。数字技术能够促进传统林业产业升级,拓展林业产业链,从而激发森林生态产品的发展潜力。其实现路径主要有:一是深入挖掘数字技术对森林生态产品价值实现的赋能效用,通过数字技术与传统林业产业的融合发展,打造林业新产业和新业态,为森林生态产品价值实现奠定基础;二是充分利用数字技术的信息匹配机制,促进林业产业体系的模块化,实现森林生态产品“生产-分配-流通-消费”各环节间的信息畅通和极速响应,保障林业全产业链的交叉融合,降低产品交易成本,提高产品流通效率;三是依托数字技术形成集市场调研、技术研发、产品销售等环节于一体的综合性信息共享交流平台,通过供产销联合协作服务,有效监管森林生态产品的质量,保障向市场提供更多优质森林生态产品,提升产品质量和溢价。搭建森林生态产品数字经济平台是优化森林生态产业布局与提高产业链水平的必要基础,平台经济以跨区域融合的方式推动着传统森林生态产业转型升级并不断催生新模式、新产业、新业态。加强森林资源数据存储、云计算、区块链、人工智能等底层实施平台的建设力度,重点支持森林生态产品的数字经济、互联网平台经济、零售经济等新业态新模式的发展,促进传统森林生态产业的优化升级。

搭建森林生态产品交易平台,促进供需精准对接及交易成本降低。针对森林生态产品供需不匹配、交易成本较高、产品市场竞争力不足等问题,政府应依托数字技术搭建森林生态产品交易平台,引导社会资本参与森林生态产品市场交易,培育更多市场主体,增强优质森林生态产品的市场供给力,对碎片化、分散化的森林生态资源信息进行集中存储、整合提升和高效转化。例如,浙江省安吉县通过“两山银行”试点,搭建了森林生态产品交易平台,在全县域层面对零散化的森林生态资源进行整合转化,上线全国首个县级竹林碳汇收储交易平台,促进了森林生态产品价值实现。因此,应鼓励各地根据社会经济现状和未来发展规划,探索建立跨区域的森林生态产品交易平台,形成政府、集体、个人共同参与的市场运营模式,森林生态产品在无形且不固定的虚拟市场中进行交换,产品出现去中心化和去中介化的特征,数字化交易平台促使森林生态产品交易的实体环境与虚拟环境交叉融合,突破传统地理空间限制,促成供需精准对接。

#### 4.3 利用数字技术强化森林生态产品质量追溯,提升森林生态产品增值及市场竞争力

将区块链技术应用到森林生态产品的认证和追溯,能有效解决传统林业市场交易产品溯源难、交易成本较高、上下游所签订的契约缺乏约束力、风险较大等现实问题。区块链赋能森林生态产品信息可查询,区块链引入传统的供应链,能有效提升森林生态产品的透明度,系统中所有数据对外公开,各类主体均可通过授权的区块链渠道跟踪森林生态产品信息,有利于获得消费者的信任,提高整个产业链信息透明度和即时反应能力。另一方面,区块链赋能森林生态产品质量可追溯,消费者可以对森林生态产品供应链进行产品溯源,实现其供应链管理中对于成本、质量、速度和风险的控制,实现对森林生态产品交易流通全过程的监督,有利于森林生

态产品区域公共品牌打造,提升森林生态产品价值溢价。区块链赋能森林生态产品信息可查询、质量可追溯具体表现为(图5):首先,基于分布式账本、哈希算法、P2P网络、密码学原理、链式结构等区块链基础层技术,将生态产品产业链、供应链数据进行全管理,形成去中心化、可追溯、匿名性、去信任、开放性、自治性、可编程、安全性、不可篡改、自动执行、集体维护等信息管理特征<sup>[37]</sup>;其次,促进森林生态产品的供应链与产业链之间的共享机制、协同共赢、智能合约和安全透明,从而实现自动执行、精准追责和高效管理,实现了监管主体范围扩大,使监管成本更低,建立了森林生态产品交易完全信任机制;最后,在数字技术和功能特征的基础上,区块链技术可促进森林生态产品信息查询、质量追溯更加智能化和现代化,优化了森林生态产品价值实现路径和产业链交易方式,促进森林生态产品提质增效。因此,加强利用物联网等数字技术精确获得森林生态产品生产、流通(交换)、分配、消费等环节的数据,为构建集实时感知、智能决策、科学管理于一体的森林生态产品供应链全程追溯系统提供基础。采取逐步试点推行森林生态产品的终端市场(如超市)建立可追溯森林生态产品的数字化查询平台,消费者根据森林生态产品的可追溯标识可以查询产品相关信息,提升消费认可度。通过试点能够带动更多地方组织开展森林生态产品质量追溯,努力扩大森林生态产品质量追溯规模。还应建立生态产品质量追溯信息管理数字化平台,使多部门跨区域协同管理森林生态产品的质量追溯信息,减少各部门之间的数据信息障碍,为消费者提供可信度高的溯源信息查询服务,实现森林生态产品信息可查询、质量可追溯、责任可追查。

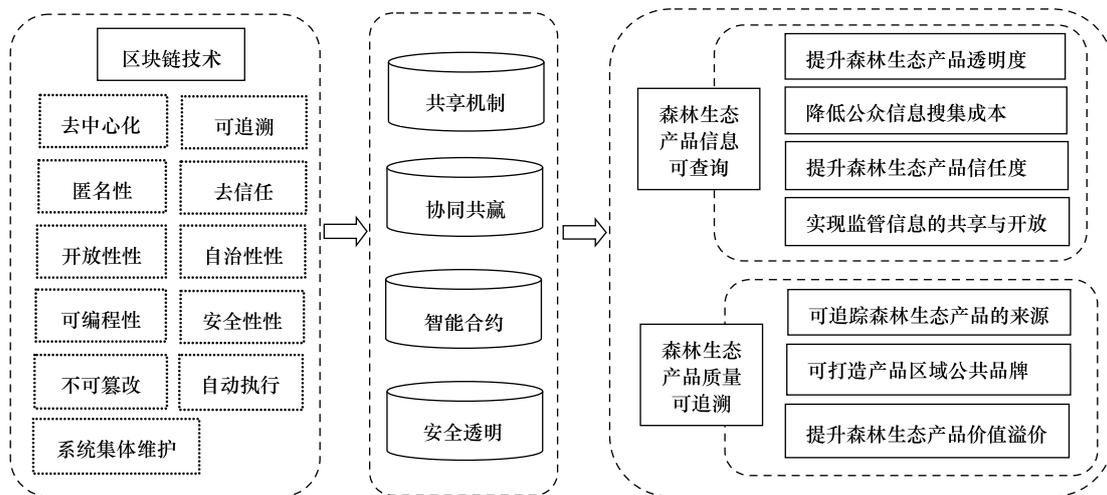


图5 区块链技术赋能森林生态产品信息可查询、质量可追溯

Fig.5 Blockchain technology enables information accessibility and quality traceability of forest eco-products

#### 4.4 利用数字技术健全森林生态产品价值实现保障机制

依托数字技术实现跨部门数据共享和协同利用,加大政府对绿色数字金融产品支持力度。森林生态产品价值实现作为一项系统性工程,涉及发改委、生态环境部、自然资源部、林业与草原局、财政部、工信部等多个部门,在现实生活中仍存在数据采集、管理、应用部门之间的条块分割现象,导致数据协同治理能力较弱,影响了数据的高效利用与科学决策。因此,要依托互联网等数字技术打破部门壁垒,提高数据信息的共享度、公开度与透明度,实现跨部门数据共享和协同利用,确保森林生态产品价值实现各项政策制度及工作任务有效落实。另一方面,鼓励银行机构开发推广与森林生态产品相关的债券、基金、期货、期权等数字金融产品和服务,例如“一村万树”绿色期权、“GEP贷”“生态贷”等产品,增加绿色数字金融产品供给。加大对森林生态产品经营开发主体中长期贷款支持力度,金融机构可以开发移动端线上金融应用程序,降低贷款交易成本,提高金融服务质量和效率。

运用数字技术提升产品监管力度,打造森林生态产品公共品牌。政府加强对森林生态产品开发与利用的

监管与引导,运用数字技术提升森林生态产品全方位的监管力度,积极引导市场合理有序开发经营。特别是对于通过市场交易实现价值增值的森林生态产品,其交易以产品质量为前提,第三方机构加强数字技术对森林生态产品的生产、销售以及流通全过程的数据管理、监控和追溯,进行质量生态认证,提升其市场竞争力。同时,地方政府可以利用数字技术打造覆盖全区域、全品类、全产业链的森林生态产品公共品牌,借助数字平台实现更多优质森林生态产品持续供给。数字平台可以提供在线专题展示、品牌推广视频以及网红直播推广等一系列品牌策划与推广,可以线上向消费者普及森林生态产品品牌、品质、溯源等相关知识,实现线上和线下深度互动,增强消费者对品牌的认知度和信任度。

#### 4.5 利用数字技术为人赋能,多方位完善数字人才体系建设

数字技术为人赋能,加快培育数字化相关技术人才。当前活跃在林业领域的群体主要有林农群体、返乡创业群体、新型林业经营主体以及驻村干部和大学生村官为主的管理群体,森林生态产品价值实现的重要前提是为他人赋能。数字技术的发展使各类群体实现数字赋能成为可能,通过对这些群体的赋能将他们紧密联结在一起,加快培育一批懂林业又了解数字化相关技术的实用型应用型人才。作为生产端的林农群体和返乡创业群体可以通过互联网平台渠道,加大森林生态产品宣传推介力度,提升森林生态产品的社会关注度,并根据市场反应及时改进森林生态产品销售策略。作为掌握经营生产、管理、技术的新型林业经营主体,应以生态产业化经营、区域品牌化为导向,运用数字技术对森林生态产品的生产加工、销售等环节进行模拟、监测和预测,提高产品生产效率。作为管理群体可以依托“互联网+”和大数据库,利用电商平台的资源和渠道优势,推动更多优质森林生态产品以便捷的渠道和方式进行交易。

加强多方位完善数字人才体系建设。数字技术赋能森林生态产品价值实现,在生产端和消费端都需要懂技术应用和实践的专业人才,目前仍有较大缺口,要加强多方位完善数字人才体系建设。第一,以个人为主体低技能劳动人员应积极提升自身数字技术认知能力水平,积极参加数字技术相关课程学习或者通过“干中学”的渠道来提升个人的能力水平;第二,进一步全面提升林农群体的互联网及其它现代信息技术应用能力,加快培育新型林业生产经营主体;第三,在各地开展线下知识普及,将远程教育和职业教育相结合。培养一批善于利用互联网平台、懂数字技术、善于经营管理的现代高素质农户群体和林业数字人才。

## 5 结论

中国森林资源丰富,森林生态产品开发潜力大,但森林生态产品价值实现面临供需对接难、交易成本较高、质量溯源机制欠缺、产品同质化等诸多现实困境,数字技术的蓬勃发展为森林生态产品价值实现提供了新思路、新契机,本文首次从数字技术视角探讨了数字技术赋能森林生态产品价值实现的理论逻辑和路径,对完善森林生态产品价值实现机制具有重要现实意义和理论意义。本文分析了森林生态产品价值实现的关键环节,提出构建“监测评价-资源开发-市场经营-支持保障”森林生态产品价值实现的全链条机制,包括政府建立森林生态产品监测评价机制、“森林生态资源”到“森林生态产品”的开发机制、“森林生态产品”到“森林生态商品”转化的经营机制、健全政府支持保障机制,从而实现森林资源“存在价值-使用或交换价值-货币价值”的资源价值转化过程。其次,本文以社会再生产理论逻辑、产业组织理论、消费者行为理论、信息摩擦理论、交易费用理论为基础,结合当前中国森林生态产品价值实现面临的多重现实困境,创新构建了数字技术赋能森林生态产品价值实现的理论机制框架,为探索数字时代背景下的森林生态产品价值实现机制提供了新的理论指引。具体而言:数字技术赋能产品四个基本环节,为产品价值实现提供新动能新活力;数字技术赋能生态产业化经营,提升产品价值增值空间;数字技术赋能产品市场主体行为,激发更强“长尾效应”;数字技术赋能产品市场交易信息,降低信息摩擦;数字技术赋能产品市场交易成本,降低交易成本。最后,提出数字技术赋能森林生态产品价值实现的路径,包括森林生态产品权属登记和信息普查、价值核算数字化、森林生态产品数字经济平台和交易平台搭建、数字人才体系建设以及健全价值实现保障机制等价值实现路径,以期为促进中国森林生态产品价值实现提供新的思路和框架。

## 参考文献 (References):

- [ 1 ] 靳诚, 陆玉麒. 我国生态产品价值实现研究的回顾与展望. 经济地理, 2021, 41(10): 207-213.
- [ 2 ] 孔凡斌, 程文杰, 徐彩瑶. 数字经济发展能否提高森林生态产品价值转化效率——基于浙江省丽水市的实证分析. 中国农村经济, 2023(5): 163-184.
- [ 3 ] Singhal K, Feng Q, Ganeshan R, Sanders N R, Shanthikumar J G. Introduction to the special issue on perspectives on Big data. Production and Operations Management, 2018, 27(9): 1639-1641.
- [ 4 ] Boyd J, Banzhaf S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. Ecological Economics, 2007, 63(2/3): 616-626.
- [ 5 ] Engel S, Pagiola S, Wunder S. Designing payments for environmental services in theory and practice: an overview of the issues. Ecological Economics, 2008, 65(4): 663-674.
- [ 6 ] Farley J, Costanza R. Payments for ecosystem services: from local to global. Ecological Economics, 2010, 69(11): 2060-2068.
- [ 7 ] 欧阳志云, 王如松, 赵景柱. 生态系统服务功能及其生态经济价值评价. 应用生态学报, 1999, 10(5): 635-640.
- [ 8 ] 曾贤刚, 虞慧怡, 谢芳. 生态产品的概念、分类及其市场化供给机制. 中国人口·资源与环境, 2014, 24(7): 12-17.
- [ 9 ] 高晓龙, 林亦晴, 徐卫华, 欧阳志云. 生态产品价值实现研究进展. 生态学报, 2020, 40(1): 24-33.
- [ 10 ] 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. 改革, 2022(5): 34-51.
- [ 11 ] 王宾. 共同富裕视角下乡村生态产品价值实现:基本逻辑与路径选择. 中国农村经济, 2022(6): 129-143.
- [ 12 ] 张丽佳, 周妍. 建立健全生态产品价值实现机制的路径探索. 生态学报, 2021, 41(19): 7893-7899.
- [ 13 ] 林亦晴, 徐卫华, 李璞, 王效科, 欧阳志云. 生态产品价值实现率评价方法——以丽水市为例. 生态学报, 2023, 43(1): 189-197.
- [ 14 ] 杜焱强, 王继应, 孙雪峰. “生态颜值”何以持续转化为“农民财富”? 中国人口·资源与环境, 2022, 32(10): 150-159.
- [ 15 ] 罗琼. “绿水青山”转化为“金山银山”的实践探索、制约瓶颈与突破路径研究. 理论学刊, 2021(2): 90-98.
- [ 16 ] 高晓龙, 张英魁, 马东春, 徐卫华, 郑华, 欧阳志云. 生态产品价值实现关键问题解决路径. 生态学报, 2022, 42(20): 8184-8192.
- [ 17 ] 郭韦杉, 李国平. 欠发达地区实现共同富裕的主抓手:生态产品价值实现机制. 上海经济研究, 2022, 34(2): 76-84.
- [ 18 ] 匡后权, 陈绪绪, 马丽. 基于产业价值链视角的大数据赋能农业生态产品价值实现研究. 农村经济, 2023(3): 78-86.
- [ 19 ] 袁晓玲, 郭一霖, 黄涛, 李朝鹏. 碳汇银行:碳汇生态产品价值实现路径的创新模式研究. 当代经济科学, 2023, 45(4): 59-71.
- [ 20 ] 刘耕源, 王硕, 颜宇聿, 孟凡鑫. 生态产品价值实现机制的理论基础:热力学, 景感学, 经济学与区块链. 中国环境管理, 2020, 12(5): 28-35.
- [ 21 ] 于丽瑶, 石田, 郭静静. 森林生态产品价值实现机制构建. 林业资源管理, 2019(6): 28-31, 61.
- [ 22 ] 窦亚权, 杨琛, 赵晓迪, 王怀毅, 李娅, 何友均. 森林生态产品价值实现的理论与路径选择. 林业科学, 2022, 58(7): 1-11.
- [ 23 ] 孔凡斌, 王宁, 徐彩瑶. “两山”理念发源地森林生态产品价值实现效率. 林业科学, 2022, 58(7): 12-22.
- [ 24 ] 孔凡斌, 崔铭桦, 徐彩瑶, 陆雨, 沈月琴. 浙江省森林生态产品价值实现对城乡差距的影响. 林业科学, 2023, 59(1): 31-43.
- [ 25 ] 徐彩瑶, 王宁, 孔凡斌, 沈月琴. 森林生态产品价值实现对县域发展差距的影响:以浙江省山区 26 县为例. 林业科学, 2023, 59(1): 12-30.
- [ 26 ] 张林波, 虞慧怡, 李岱青, 贾振宇, 吴丰昌, 刘旭. 生态产品内涵与其价值实现途径. 农业机械学报, 2019, 50(6): 173-183.
- [ 27 ] 谭荣. 自然资源资产产权制度改革和体系建设思考. 中国土地科学, 2021, 35(1): 1-9.
- [ 28 ] 江小涓. 数字时代的技术与文化. 中国社会科学, 2021(8): 4-34, 204.
- [ 29 ] 崔莉, 厉新建, 程哲. 自然资源资本化实现机制研究——以南平市“生态银行”为例. 管理世界, 2019, 35(9): 95-100.
- [ 30 ] 陈力丹, 霍任. 互联网传播中的长尾理论与小众传播. 西南民族大学学报:人文社会科学版, 2013, 34(4): 148-152, 246.
- [ 31 ] 李三希, 王泰茗, 武珂瑶. 数字经济的信息摩擦:信息经济学视角的分析. 北京交通大学学报:社会科学版, 2021, 20(4): 12-22.
- [ 32 ] Wegner G I. Payments for ecosystem services (PES): a flexible, participatory, and integrated approach for improved conservation and equity outcomes. Environment, Development and Sustainability, 2016, 18(3): 617-644.
- [ 33 ] 张五常. 交易费用的范式. 社会科学战线, 1999(1): 1-9.
- [ 34 ] 沈满洪, 张兵兵. 交易费用理论综述. 浙江大学学报:人文社会科学版, 2013, 43(2): 44-58.
- [ 35 ] 师博. 数字经济下政治经济学理论创新研究. 政治经济学评论, 2022, 13(2): 182-197.
- [ 36 ] 生吉萍, 莫际仙, 于滨铜, 王志刚. 区块链技术何以赋能农业协同创新发展:功能特征、增效机理与管理机制. 中国农村经济, 2021(12): 22-43.
- [ 37 ] Extance A. Technology Blockchain Moves to Science, Nature, 2017, 552(7685): 301-302.