

# 场景生态视角下的区块链赋能研究\*

谢津<sup>1</sup> 王海英<sup>1</sup> 柯平<sup>2</sup> 刘海鸥<sup>1,2\*</sup>

(1. 燕山大学经济管理学院 秦皇岛 066004;

2. 南开大学商学院 天津 300191)

**摘要:** [目的/意义] 系统梳理区块链赋能重要研究成果,为区块链应用脱虚向实,智慧化赋能场景生态构建提供借鉴。[方法/过程] 基于场景生态视角细致梳理国内外重要研究成果,以关键词聚类结果为导向,围绕微观、中观、宏观三个维度阐述区块链赋能研究现状。[结果/结论] 未来可从调和共享内生冲突,重构隐私安全范式;筑牢系统性能基石,盘活数据资源配置;立足顶层设计视角,统筹场景生态赋能三个角度展开区块链深度赋能研究。

**关键词:** 区块链; 区块链赋能; 场景生态; 信息共享; 隐私安全

**中图分类号:** G353.1; G250.7

## Research on Blockchain Empowerment From the Perspective of Scene Ecology Theory

XIE Jin<sup>1</sup> WANG Haiying<sup>1</sup> KE Ping<sup>2</sup> LIU Haiou<sup>1,2</sup>

(1. School of economics and management, Yanshan University, Qinhuangdao 066004;

2. Business School, Nankai University, Tianjin 300191)

**Abstract:** [Research purpose] Systematically sorting out the important research results of blockchain empowerment, this paper aims to provide references to move blockchain applications from virtual to real and for the construction of intelligent empowerment scenarios. [Research method] Guided by the results of keyword clustering, the current research situation of blockchain empowerment is elaborated around the three dimensions of micro, meso and macro. [Research conclusion] In the future, we can continue to carry out blockchain deep empowerment researches from the aspects of ensuring privacy information security by mediating conflicts in sharing, improving system performance to effectively configure data resources, and constructing empowerment scenarios from the perspective of the whole.

**Key words:** blockchain; blockchain empowerment; scene ecology theory; information sharing; privacy security

互联网时代背景下,行业数字化、智慧化转型进程加快,区块链是比特币数字加密货币的底层支撑技术,具备去中心化、智能合约、防篡改及可追溯等特征,为满足各领域日益增长多维需求、助力传统行业数字化转型提供了全新驱动力。赋能强调通过特定方法、手段给予赋能对象资格或权利,使其实现价值创新的过程<sup>[1]</sup>。区块链作为对世界信息技术发展产生颠覆性影响的赋能手段,逐渐成为国内外学者在赋能研究领域的重点关注对象。目前,学界对于区块链赋能功效的

理解基本达成共识,认为区块链赋能是以价值创造为导向,通过创新特定场景中的体制结构、系统运维、数据管理模式以提升赋能对象的整体能力,最终实现区块链赋能价值的过程。需要指出的是,虽然部分学者对区块链赋能进行了探讨,但触及场景生态视角的研究较少,对区块链赋能场景、赋能视角、赋能逻辑的整体性把握不足,理论研究成果仍处于碎片化状态,亟需系统梳理区块链赋能的研究现状并合理展望其未来发展方向。基于此,本文运用文献分析法,基于场景生态

基金项目:国家社科基金一般项目:区块链生态赋能的“个性化推荐—隐私悖论”平衡机制研究(21BTQ081)研究成果之一。

作者简介:何喜军,女,1979年生,博士,教授,研究方向:复杂网络,知识图谱;张佑,男,1998年生,硕士研究生,研究方向:知识图谱,复杂网络;谢津,女,1998年生,硕士研究生,研究方向:区块链;王海英,女,1985年生,博士研究生,研究方向:信息资源管理;柯平,男,1962年生,长江学者特聘教授,教授,博士生导师,研究方向:信息资源管理;刘海鸥,男,1981年生,副教授,博士生导师,研究方向:区块链。

通讯作者:刘海鸥

视角细致梳理国内外重要研究成果,从微观、中观、宏观三个维度阐述区块链赋能研究现状,并选取典型赋能场景详细阐述赋能过程,勾勒区块链赋能已有研究轮廓,为其进一步发展奠定理论基础。

### 1 研究思路

#### 1.1 数据处理

本文运用文献分析法梳理国内外区块链赋能研究进展,以“( ( TI = ( blockchain ) ) AND TI = ( ‘empowerment’ or ‘empower \* ’ or ‘enable \* ’ or ‘enablement’ or ‘application \* ’ or ‘application contexts’ or ‘scenario’ or ‘scene \* ’ ) ) AND DT = ( Article ) ”为检索式,检索时间为2022年9月24日,通过Web of Science核心合集SCI和SSCI子数据库检索得到913篇文献。其中\*表示关键词涉及的名词单复数及动词时态。在剔除显著不相关与重复文献后得到886篇英文文献。对样本数据进行合并、删除等预处理后,选取频次大于4的245个关键词作为聚类样本,基于关键词共现的聚类结果突出显示3个类团标签,分别是数据管理、数字服务和数智环境。同时,以“SU = ‘区块链’ AND SU = ‘赋能’ + ‘应用’ + ‘场景’ ”为检索式,在中国知网CSSCI数据库中检索得到749篇文献,在剔除显著不相关与重复文献后得到630篇中文文献,经处理最终选取频次大于3的105个关键词作为聚类样本,基于关键词共现的聚类结果突出显示5个类团标签,分别是国家发展及治理、数据管理与产业变革、金融创新及法律监管、数据安全与共享和政府协同治理。

#### 1.2 场景生态视角下的主题划分

场景源于场景理论,即多元化的社会场景集合<sup>[2]</sup>。场景驱动是信息时代技术赋能的重要特征,在场景需求多样化和创新生态系统理念双重作用下,基于场景生态视角构建以人机协同为中心的可持续化赋能生态,是区块链技术筑牢横向赋能基础、厘清纵向赋能逻辑、构建赋能场景生态圈的重要路径。根据区块链的赋能对象及国内外文献聚类结果,可以划分为对人、对行业、对社会三类赋能场景。因此,场景生态视角下的区块链赋能研究可以从微观、中观、宏观三个维度展开论述,具体如下表1所示。

表1 场景生态视角下区块链赋能研究主题

纵向赋能生态	横向赋能场景(主题)
微观层面	隐私保护;信息安全;大数据;智慧图书馆;用户画像;推荐算法等
中观层面	供应链金融;互联网金融;电子商务;精准扶贫;医疗健康;产业融合等
宏观层面	国家治理;数字政府;版权保护;电子证据;司法区块链;智慧教育等

在微观层面,区块链赋能场景集中体现在以人为

出发点和归宿点的价值指引下,技术发展为社会个体带来的物质生活的便携性和精神生活的安全感与幸福感,进而实现“物”的技术要素和“人”的社会关系的和解与统一,共同推动融合、共治的微观场景生态均衡归正。在中观层面,区块链通过技术赋能呈现出组织模式变革与行业生态优化的横向发展趋势,该场景下产业生态发展的主要竞争力由技术本身转向技术在不同场景生态圈中的适应能力。进一步扩展行业发展的广度和深度,探索区块链工具属性与资本属性并存生态,是区块链赋能中观场景生态未来发展的重要着力点。在宏观层面,区块链赋能场景的生态构建与均衡发展着眼于社会系统的智能化转型与制度体系变迁。通过政府政策指引和制度创新,加快区块链赋能场景生态纵向布局,构建人机互动、行业变革、社会治理的纵向一体化场景生态圈。因此,区块链赋能场景纵深化与生态化将是未来区块链赋能研究的主流趋势。综上所述,本文结合区块链赋能理念与国内外相关研究关键词聚类结果,从微观层面、中观层面、宏观层面阐释场景生态视角下的区块链赋能研究成果,探析区块链技术赋能挑战及未来发展前景,场景生态视角下的区块链赋能框架结构如图1所示。

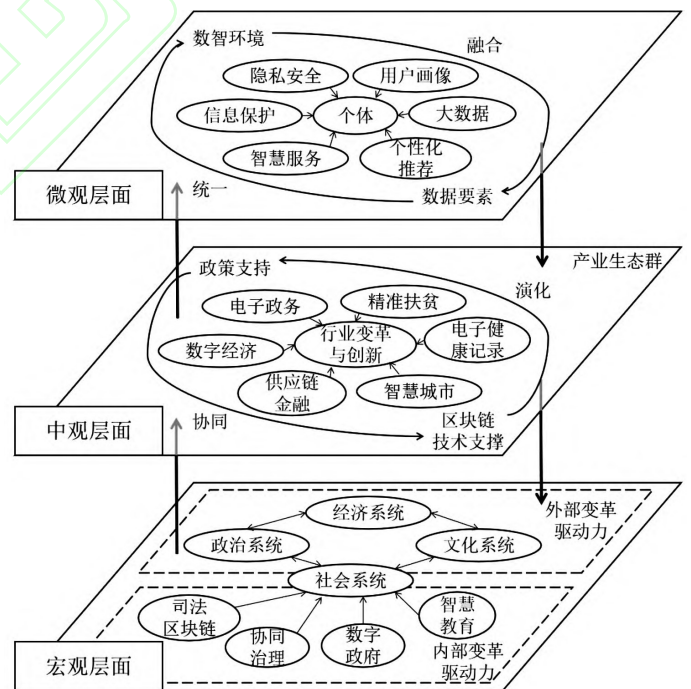


图1 场景生态视角下区块链赋能结构

### 2 微观层面:区块链赋能个体场景生态

微观层面的区块链赋能研究聚焦区块链技术与人的互动关系,强调区块链赋能人类动态生活场景。动态是相对于稳定的静态个体而言的,通过区块链赋能个人信息保护、智慧服务等场景,规避技术伦理失范,实现技术与人的生态均衡。

#### 2.1 区块链赋能个人信息保护与隐私安全

信息安全与隐私保护作为大数据时代最基本的共

识,是国内外学者持续关注的热点议题。区块链的分布式结构、加密算法等与个人信息保护需求尤为契合,通过区块链深度赋能个人信息保护与隐私安全的具体场景生态,打造安全可信的数据流通环境。在隐私保护方面,Rehmani<sup>[3]</sup>强调了基于区块链的物联网系统中个人隐私保护的重要性,在分析区块链物联网系统中存在的隐私泄露问题后,提出了匿名化、加密、智能合约和差分隐私五种隐私保护策略以保障不同应用场景下的用户隐私安全。针对个人健康信息(PHI)安全问题,Zhang<sup>[4]</sup>提出了一种基于区块链的安全和隐私保护 PHI 共享(BSPP)方案;其中,私有链负责存储 PHI,联盟链负责记录 PHI 的安全索引,并通过信息加密与共识机制保障患者隐私安全。Gai<sup>[5]</sup>提出了基于联盟链的安全能源交易系统,通过实验证明该系统能在不限交易功能的前提下有效解决能源交易用户的隐私问题。朱鹏<sup>[6]</sup>运用区块链技术探讨了用户个人基本隐私数据和用户社交分享隐私数据的保护方法,并利用 Python 模拟搭建区块链环境实现隐私保护过程的仿真实验。徐文玉<sup>[7]</sup>在研究中指出了电子健康系统面临的患者隐私威胁,结合同态加密和智能合约技术提出针对性解决方案,实现了患者对个人隐私的访问控制、电子健康记录的安全交互以及信息隐藏前提下的保险自动理赔。在法律规制方面,周颖玉<sup>[8]</sup>比较分析了区块链面临的账户隐私、交易隐私和通信隐私等隐私威胁,从隐私保护机制的角度探讨了区块链中的混币机制、信息隐藏机制和通道隔离机制,提出具有针对性的法律规制手段,推动区块链技术与个人隐私保护协同发展。周鑫<sup>[9]</sup>梳理了突发公共卫生事件开放数据面临的个人隐私泄露风险,由此构建了基于区块链赋能机理分析的突发公共卫生事件开放数据隐私保护模式,并展开相关法律制度设计以弥补其技术局限。江海洋<sup>[10]</sup>理性审视了区块链在个人信息保护中的优势和劣势,从法律角度探讨了区块链和个人信息保护权之间的可能冲突,并为探索两者的兼容之道给予法律解释。

## 2.2 区块链赋能个人数据共享与智慧服务

随着数据密集型社会雏形的显现,基于个人特定信息需求提供数据服务成为数智时代的新型服务形态。区块链能够在保障个人信息安全的前提下实现数据的交互共享,以此为户提供个性化、智慧化数据服务<sup>[11]</sup>。在个人数据共享方面,Zhang<sup>[12]</sup>针对我国个人征信市场面临的困境构建了基于区块链的个人征信共享平台,在降低征信数据采集成本的同时实现了个人征信数据的安全共享,有利于助力个人征信行业效率提升与服务转型。Thwin<sup>[13]</sup>分析了区块链公开透明可能引起个人健康记录(PHR)隐私和可撤销性问题,提

出一种基于区块链的秘密数据共享模型,通过对潜在攻击进行对策探讨以优化医疗数据服务。针对科学数据共享过程中存在的数据确权、安全、近似化等问题,支风稳<sup>[14]</sup>构建了基于区块链的个人数据共享模型,并从数据存储、智能合约、数据加密、数据标准化和共识机制层面阐释模型实现机理,以此为用户提供精准的数据服务。在图书馆智慧服务方面,陈小平<sup>[15]</sup>全面探讨了区块链在图书馆智慧服务中的应用价值、可用性及其可行性,从革新管理机制、建设机构库、优化网络服务、助力知识交易等多个视角阐释了图书馆智慧服务中的区块链赋能场景。在此基础上,周耀<sup>[16]</sup>进一步设计了基于区块链的分布式馆藏资源存储系统、智慧阅读系统、信用校园系统及网络教育系统,旨在为图书馆用户提供个性化、智慧化服务。姚苏梅<sup>[17]</sup>在研究中指出了移动图书馆用户画像智慧服务面临的数据处理、存储、共享及隐私安全问题,最后从数据处理机制、存储共享策略及安全保护模式几方面阐释了区块链应用于移动图书馆用户画像智慧服务的具体策略。谢津<sup>[18]</sup>多视角探讨了图书馆推荐系统数据生态治理的困境,通过工具理性与价值理性论述了区块链赋能推荐系统数据生态治理的理论证成,最后依托区块链加密算法、智能合约和去中心化特性阐释其在推荐系统中的具体应用场景,从而为图书馆用户提供智慧化、精准化与即时化的数字阅读推荐服务。

综上所述,区块链通过技术赋能的方式能够缓解不同个体及个人与社会间的信息闭塞与数据孤岛问题,有序推进各场景生态中信息资源的安全协同与共享。在信息更新持续加速背景下,区块链赋能场景不断细分。然而,当前研究大多关注于赋能场景的丰富与细化,较少关注区块链赋能的必要性分析,对赋能过程中数据安全的重视度有待提高,需要加强具体赋能场景中的安全风险与应对策略分析。此外,在新冠疫情、信息疫情、政治疫情三重关系作用下,区块链赋能任何场景的安全共享过程都需同时满足共性的信息共享需求和个性的隐私保护需求,未来可从整体角度把握人与技术的互动关系,实现隐私安全前提下的区块链赋能。

### 3 中观层面:区块链赋能行业场景生态

中观层面的区块链赋能研究聚焦区块链技术重构现有组织形态、行业发展、模式创新与变革,主要表现为区块链分布式存储、智能合约、加密算法等在金融、医疗、农业等场景生态中承担的价值传递媒介作用,打破信息技术与实体经济间虚实界限,引发行业场景与组织运行模式变革。本节根据关键词词频与聚类结果,从金融、医疗、农业三个典型赋能场景展开论述。

#### 3.1 区块链赋能数字金融

区块链赋能金融业强调运用区块链构建价值传递的智能互联信任基础设施,主要表现为在资产映射、记账和流通等场景中承担的价值传递媒介作用,在无需信任第三方机构的情况下重构技术协同创新金融体系。在供应链金融方面,区块链破解信息不对称、革新融资模式是其赋能机制的核心体现。Chen<sup>[19]</sup>基于区块链的信任机制、智能合约、信息公开透明及可追溯性构建了汽车零售行业的供应链金融平台 BCautoSCF,通过实现部分流程自动化减少人工失误,重塑汽车零售行业融资逻辑,并在我国实现应用落地。在能源交易方面,区块链可在分布式能源交易场景中建立公开透明、实时共享的信息平台,在综合能源交易场景中构建标准统一的中心运营管理机构。如 Lu<sup>[20]</sup>在研究中指出,区块链技术的分布式、合作自治、市场化和智能化与能源互联网的概念相吻合,并针对未来能源互联网建立了基于区块链的 VPP 交易模型,实验表明该模型可实现信息对称下的双向选择。Wang<sup>[21]</sup>构建了一个基于区块链智能合约的综合能源市场云服务平台,实现了高效智能的能源调度及安全便捷的能源交易。在跨境电商方面,Gao<sup>[22]</sup>阐述了区块链在跨境电商场景下的应用现状,探讨了“区块链+跨境电商”模式对消费者购买意愿的影响机理。针对“一带一路”沿线各国跨境电商支付结算存在的问题,黄海涛<sup>[23]</sup>基于中国与中亚五国贸易场景探讨区块链技术赋能的跨境贸易信任机制构建,设计了各国合作、共同维护的跨境贸易联盟链,为国家数字货币推行和区块链的国际合作提供了实践场景和思路。

### 3.2 区块链赋能智慧医疗

信息技术的快速发展推动传统医疗向数字化与信息化转型,医疗数据成为医疗智能化进程中的重要基石。医疗数据权限难认证、数据易篡改、隐私易泄露等问题严重阻碍了智慧医疗的发展进程。区块链是一种分布式账本技术,其不可篡改、公开验证等特点为数字医疗提供了参考。在医疗数据安全存储与共享方面,区块链分布式存储与非对称加密算法可有效防止隐私泄露与数据篡改。如 Daraghi 等<sup>[24]</sup>设计了基于区块链的病历管理系统 MedChain,采用基于时间的智能合约来管理交易和控制对电子病历的访问,有效改善了现有系统的延迟与吞吐量等性能问题,提高了医疗数据共享效率。Cao<sup>[25]</sup>提出了一种基于混合区块链的跨组织医疗数据共享方案,有效解决了医疗信息系统间的隐私泄露、监管不力与内在信任问题,可保障电子病历共享安全、可追溯、公开透明和不可更改。李洪晨<sup>[26]</sup>构建了基于区块链的健康医疗大数据信息安全保护模型和系统架构,通过建立医疗区块链模型增进各独立医疗机构内部、医疗机构与其他组织间的数据共享合

作。在疾病与健康监测方面,Griggs<sup>[27]</sup>运用智能合约创建了医疗传感器与智能设备通信系统,并通过链上数据分析与 HIPAA 方式向患者和医疗人员发送通知,实现了患者病情远程监测与医疗干预。黄锐<sup>[28]</sup>基于全球新冠疫情背景和我国传染病监测预警体系存在的问题,构建了传染病区、市、省、国家四级防疫的区块链网络,具体包括建立数字身份、公共数据共享、优化上报流程、扩大数据采集、提升预警能力、数据加密共享和溯源追责机制。此外,通过分布式密钥生成规则和身份加密与验证机制达成共识协议,可实现医疗数据的访问权限控制,如运用扎根理论对美国患者的电子病历进行定性分析,证实区块链技术有助于实现医疗敏感数据的访问控制与身份验证。

### 3.3 区块链赋能农业现代化

随着数据密集型科学研究范式的兴起,运用区块链等信息技术赋能科学农业、智能农业等场景生态成为农业创新发展的重要战略路径。在农业创新发展方面,Alomid<sup>[29]</sup>指出区块链赋能农业的优势可体现在融资、农产品物流及溯源、可信数据安全系统等场景中,并通过赋能具体场景生态论证该观点,同时指出微观层面可操作性及相应法律规制等问题仍有待解决。戚学祥<sup>[30]</sup>依托区块链共识机制、不可篡改、可追溯等特性,详细论证了区块链赋能精准扶贫的优势,同时指出区块链在精准扶贫中仍存在理念、技术、人才及监管等局限性,最后陈述应对策略给予参考。生吉萍<sup>[31]</sup>通过构建生产组织、加工商、经销商三部门模型,体现了区块链在农产品供应链场景中的降本增效作用,由此提出区块链赋能农业协同发展管理机制,最后结合案例分析论证区块链在推动农业创新和现代化发展中的作用。在农业数据管理方面,陆丽娜<sup>[32]</sup>阐释了基于区块链的农业科学数据管理架构,构建了区块链赋能的农业科学数据溯源 ADPC 模型、农业科学数据区块链隐私计算模型等,推动了区块链深度赋能农业科学数据管理。李凯<sup>[33]</sup>系统梳理了区块链数据溯源技术在农业等领域的典型应用,深入分析区块链数据溯源困境并论述基于区块链的数据溯源模式与赋能管理机制,为区块链赋能农业场景创新实践提供了理论参考。在生态农业方面,Chen<sup>[34]</sup>以北京留民营生态农场为例,在定义数字农业民主化概念的基础上,提出基于区块链的电子农业框架,通过区块链赋能生态循环农场实现信息的自动收集与上传,有效解决信息不对称、可信第三方、食品溯源等问题。此外,区块链赋能可持续电子农业(E-agriculture)场景生态为农产品销售所带来的便利性也是农业可持续发展的重要议题。

综上所述,作为价值载体的区块链具有资产记账、映射、流通等特点,实现了上链资产安全可信、公开透

明的价值转移,推动了区块链技术在行业与组织中的深度赋能与融合发展。需要指出的是,区块链赋能需要全方位分析区块链技术与赋能场景的适配性与必要性,并深入分析赋能过程中可能存在的文化碰撞、时空隔阂、价值差异等多重影响因素,凸显高新技术在可信价值网络中的支撑作用。此外,随着我国区块链产业基础、产业主体、产业环境、产业链条的日益完善,区块链产业生态呈现高速发展态势,需要重点关注场景生态体系下我国产业发展与国家政策和人民需求的深度融合,进而推动我国实体经济价值显化与技术性改革。

#### 4 宏观场景:区块链赋能社会场景生态

宏观层面的区块链赋能研究着重凸显区块链技术作为推动社会系统演化和变革的驱动作用。社会系统在政治、经济、文化等外部变革驱动力和区块链赋能政府治理、教育变革、智慧司法等内部驱动力及多方主体相互作用下,稳步实现智慧化转型、数字化治理及场景生态构建,共同推动人类社会融合共生与协同发展。

##### 4.1 区块链赋能政府治理

政务数据是政府在社会治理过程中形成的无形资产,在国家治理体系中发挥着不可或缺的作用。政务数据治理整合标准不一、共享不平衡、不充分等问题制约着政府治理效率的提升与智慧化政府建设进程。利用区块链分布式、智能合约、可追溯等特性建立结构扁平化、治理和服务透明化的治理体系,有利于推动智慧化政府建设。在政务数据开放共享方面,区块链作为达成共识意愿的交互窗口,既破解了共识协商的标准统一性难题,又解决了共识协商的方法问题,可实现政府信息资源开放与多主体协同共享。Olmes<sup>[35]</sup>指出区块链是一种用分布式记账代替单一数据库存储的技术,区块链的赋能将改变政府在战略、组织、经济、信息等方面与其他主体间的交互模式,推动政府事务处理模式创新与资源共享。Kassen<sup>[36]</sup>认为区块链能从根本上变革政府公共服务模式,建立政府分布式数据库有助于提高政务数据记录、存储等过程的公开透明度,进而提高公民对政府部门的信任程度。杨文霞<sup>[37]</sup>构建了基于区块链与 ROMA 的政府数据共享系统,并以北京市“目录区块链”平台为例验证该模型的可行性。融合区块链的非对称加密、智能合约、共识机制等技术,王海英<sup>[38]</sup>建立了区块链赋能的突发公共卫生事件政府数据开放共享模型,该模型优化了突发公共卫生事件政府数据开放共享过程,有助于提升政府疫情防控和应急管理水平。在政府确权与可信存证方面,区块链的真实可信与可验证特性确保房屋产权、知识产权等信息的记录与全程追踪,区块链分布式存储与非对称加密算法降低了电子票据去中心化传递过程中的

运营操作风险。如 Thakur<sup>[39]</sup>也指出运用区块链设计土地产权系统能有效保障土地所有权真实且不可篡改,并探讨了区块链技术在印度土地所有权记录管理中的应用。华劼<sup>[40]</sup>不仅阐述区块链在知识产权的确权与跟踪溯源中的应用,而且探讨了智能合约赋能知识产权交易的过程,最后指出法律规制的重要性。

##### 4.2 区块链赋能教育变革

现代化信息技术发展与治理模式创新引发了教育领域的新一轮变革,教育体系的动态重塑成为适应未来创新型竞争环境的必然选择,永久存储与不可篡改等特性使“区块链+教育”成为国内外学者关注的焦点。在教育制度变革方面,国外研究多从微观层面创新教育模式,Alammary<sup>[41]</sup>聚焦区块链赋能教育场景应用开发,包括证书管理、学生能力评估、竞赛管理、考试审查等,在此基础上梳理区块链在教育场景凸显的高安全性、数据访问控制、身份认证等优势,并针对现存问题展望未来发展趋势。Gayathiri<sup>[42]</sup>在研究中将纸质证书转换为数字证书,使用哈希函数生成证书的哈希值,再将数字证书与哈希值存储于区块链中,实现更为安全、高效的数字证书验证。Han<sup>[43]</sup>引入区块链理念提出个人教育记录安全存储方案;其中,去中心化链上存储实现教育数据访问控制,显著降低存储成本;智能合约保障教育机构数据更新与证书认证,为个人教育记录存储与共享提供技术支撑。陈燕<sup>[44]</sup>从微观、中观、宏观层面指出“未来高校”教育创新生态系统建设面临的挑战,并运用私有链、公有链、联盟链分别构建要素链、搭建链接平台、构筑链接网络,构建“区块链+未来高校”教育创新生态系统。马士锦<sup>[45]</sup>运用区块链的网络拓扑结构与共识验证技术,构建了基于区块链的“1+N”分布式创客空间人才培养机制,并从数据层、网络层、合约层、共识层、应用层等宏观维度阐释其内在赋能机理。在教育资源开放共享方面,Liang<sup>[46]</sup>针对教育中数据共享与信息篡改问题构建了基于联盟链的教育平台 EduChain,通过区块链账本处理缓解系统存储压力,引入拜占庭容错能力来设计 HotStuff 共识算法,并基于 Kubernetes 架构部署解决教育区块链的运行环境问题。高悦<sup>[47]</sup>提出了基于区块链生态赋能的双创空间多元联动协同发展模式并剖析其赋能机理,最后以非对称加密算法、智能合约等为底层技术构建其协同发展路径,为双创教育资源的开放共享提供了理论参考。

##### 4.3 区块链赋能智慧司法

比特币带来的金融变革引发了区块链技术的法律适用性以及法律监管思考,区块链技术与现代法治的对接成为法学界重点关注的话题。在司法存证方面,依托于区块链技术赋能,通过向司法系统上传或由系

统自动生成电子证据实现存证,公钥、私钥、哈希值、时间戳等技术支撑电子证据示证,法官对链上信息进行查询认证,最后由法庭完成电子证据的可信认证。Chen<sup>[48]</sup>针对电子证据的复杂性、易变性、真实性等特点展开区块链在司法领域应用潜力的探讨与思考,指出区块链技术赋能司法存证能使电子证据更加规范化、程序化、系统化。张玉洁<sup>[49]</sup>从我国杭州互联网法院承认区块链证据的有效性出发,从多个维度论述了区块链存证对传统证据的挑战,并阐述了区块链时代的到来对现行证据法体系产生的变革性影响。在司法体系方面,从司法领域未来发展的宏观视角来看,区块链技术赋能司法存证能够更好地维持法律秩序,这将对一个国家法律体系乃至制度体系产生深远的影响,推动更高层面的司法文明进步。张庆立<sup>[50]</sup>从直接和间接视角分析区块链应用中的不法风险,并详细阐述区块链不法行为的刑法认定和程序法应对,为其社会秩序维持过程中“法律是主体、技术是补充”的观点提供理论依据。张鹏<sup>[51]</sup>从防止政府权力失衡、确保公民主体地位、引导多元主体协作、保障行政权责一致四个视角阐述了区块链与我国数字法治政府建设的关联性,并借助区块链赋能提出法治政府建设的优化路径,为国家法制体系建设提供技术支撑。

综上所述,区块链技术赋能打通了传统社会系统中心化管理、安全性差等堵点,满足了数据不可篡改、公开透明、全程追溯的要求,为推进国家治理与公共服务智慧化、数字化奠定了技术基础。但是,除政府治理部分项目落地外,教育和司法领域存证大多仍处于理论研究阶段,实际落地项目较少,如区块链赋能我国司法领域仅有杭州互联网法院案、区块链存证绍兴刑事案等少数案件,未能完全发挥区块链技术的安全与溯源优势,赋能场景有待进一步丰富,横向行业革新与纵向赋能体系需协调融合。此外,赋能系统、赋能领域、赋能平台等要素的审查标准也应纳入法律体系范围,对赋能行为及过程形成约束作用,进一步发挥区块链在存储、溯源、验证中的显性功效。

## 5 研究挑战与展望

在系统性梳理微观、中观以及宏观层面的区块链赋能研究基础上,从整体观视角出发,深入探讨当前研究面临的难点和堵点,并对未来发展方向提出建议。

### 5.1 研究挑战

(1) 数据共享与隐私保护生态失衡。区块链赋能数据共享主要运用区块链技术实现数据在信息安全、隐私保护及智慧服务等场景中的流通与价值体现,但在共享过程中面临隐私泄露风险。由于区块链具备数据全网公开透明的特性,每个公钥对应的所有交易值

与余额都是公开可见的,从而导致交易隐私面临泄露风险。Monrat<sup>[52]</sup>在后续研究中同样证实了这一点,并进一步指出通过交易历史可揭示节点用户真实身份,导致区块链系统匿名性遭受质疑,降低了多元主体对区块链技术的信任度与数据共享的主动性。已有学者针对该问题进行了探讨,如Lin<sup>[53]</sup>在研究中指出现有隐私保护方案 Monero 和 Zerocash 等完全去中心化的匿名支付系统可能被犯罪分子利用,由此提出去中心化的条件限制匿名支付系统 DCAP,并通过与 Zerocash 对比验证了该方案的可行性与实用性。需要指出的是,如何在可信数据合规利用的生态环境下,实现数据充分共享与隐私保护间的科学平衡,是当前区块链赋能数据共享面临的主要难题。

(2) 系统内生性能制约数据流通。区块链技术能够实现全网数据高度一致、实时更新,但随着行业的数字化发展与业务量的快速增长,区块链系统面临大容量存储、大数据处理与运行效率等性能压力。区块链系统要求每个节点进行数据备份,而单个节点不能无限期存储数据,海量数据存储使系统性能面临严峻考验,虽然轻量级验证节点能在一定程度上缓解存储压力,但仍需探讨更为有效的性能提升方案。已有学者展开区块链系统性能提升方面的研究,如Feng<sup>[54]</sup>利用分片技术和改进的 RollerChain PBFT 算法提出了可剪裁的区块链协议,并验证了该方案在安全与可延展等方面的应用效果;Wang<sup>[55]</sup>提出了一种高吞吐量、高可延展性的无拜占庭容错算法 KRAFT,实验结果表明该算法不仅提高了 41% 的吞吐量,而且将系统操作速度提升了 67%。但是,当前扩容技术、算法优化等改进方案只能在一定程度上缓解区块链的性能压力,系统仍存在中心化、分叉与交易延时等缺陷。现代社会对密码学、共识算法、智能合约等技术产生的强烈依赖以及如何削弱依存关系成为学界应深入思考与研究的话题。

(3) 碎片式业务泛化阻碍价值感知。宏观层面的赋能强调通过区块链赋能智能互信设施建设进而实现跨国家、跨区域、跨行业价值传递。各领域区块链技术发展水平参差不齐、价值转移环境孤立、主体间信息严重不对称等问题制约着价值实现,由此形成的逆向选择和道德风险在一定程度上影响了区块链的发展与价值主体的共建、共治与共享。此外,不同价值主体采用的区块链系统数据结构、共识机制等不尽相同,由此引发业务碎片化、价值传递单向化等潜在风险,导致价值转移主体间信息难交互、身份难识别、资产难转移,进而形成新的“数据孤岛”和“价值孤岛”。虽然目前已有学者针对上述问题展开跨链技术研究,如李芳<sup>[56]</sup>从时间维度阐述了跨链技术在比特币时代和后比特币时

代呈现出的不同特点,并对跨链安全性进行了详细分析,但现有跨链技术仍存在孤块、区块肿胀、长距离攻击、阻塞超时等安全性缺陷,且跨链技术与现行区块链架构的适配性还须深入研究。因此,如何从顶层规划视角破解碎片式业务泛化难题成为区块链赋能研究的重中之重。

## 5.2 未来展望

(1) 调和共享内生冲突,重构隐私安全范式。调解数据共享与隐私安全之间的冲突能够拓宽区块链赋能社会个体与多主体协同等场景的深度与广度。从共享系统角度出发,针对身份隐私,Zhao<sup>[57]</sup>提出可以运用混币机制混淆共享主体的输入与输出关系,解决匿名性、灵活性等问题,但由于其本身存在的单点故障等缺陷,在混币机制中引入密码学原理将是未来的主要研究方向。针对数据隐私,可考虑仅将共享数据的哈希值上链或将数据链下加密后再上链,两种方案均可有效降低数据隐私泄露风险。从共享主体角度出发,在数据共享过程中,要不断增强多方主体的隐私保护意识,加强个人信息的有效保护,进而实现隐私信息在主观意识与客观硬件的双重保护。此外,加大多方主体协同参与共享数据标准化管理力度,重构隐私保护的安全范式,如Lindell<sup>[58]</sup>指出安全多方计算逐渐成为保障多方数据安全共享的常用技术手段。最后,针对区块链共享数据的法律效力展开思考,对共享安全与隐私侵犯实行法律监督,对恶意窃取、篡改数据行为进行法律追责,实现数据流通共享与隐私保护的动态平衡。

(2) 筑牢系统性能基石,盘活数据资源配置。伴随着各行业领域的网络化、智慧化发展,区块链赋能场景增多,数字化阶段的细化、复杂化导致数据规模剧增,区块链系统的存储性能和访问控制亟待提升。针对存储性能优化,目前学界主要关注链上存储,但由于节点内存负担会产生数据冗余,在一定程度上造成存储空间的浪费,可考虑结合分片技术、网络编码技术等方式缓解节点内存负担问题。此外,国外学者已展开链上链下协同存储方法研究,如Miyachi<sup>[59]</sup>在回顾链下区块链系统OCBS的基础上,通过链上与链下系统结合,提出了一个模块化的混合区块链框架,以期优化区块链存储性能。虽然该方法只有少量数据存储上链,能够消除节点内存负担问题,但仍须关注链上链下数据在分别存储后的完整性与可靠性问题,并需要在链上数据和链下数据间建立链接以实现协同存储。针对访问控制,基于智能合约的角色访问控制<sup>[60]</sup>通过授予用户不同角色来赋予相应权限,既简化了权限管理流程,又避免了利用用户与权限间的对应关系泄露用户身份,因此,结合密码学等技术增加系统的安全可信

度是未来访问控制领域研究方向之一。

(3) 立足顶层设计视角,统筹场景生态赋能。区块链技术为互联网数字价值显化提供了一个安全、高速、低成本的通道,但区块链建立动态赋能场景生态圈仍需进行整体规划。从全局视角出发,构建价值信用互联体系一方面可以扩宽多元价值主体间区块链系统建设与发展的沟通渠道,避免平台的重复性建设,以期降低试错成本与资源浪费,缩短区块链赋能社会系统建设的时间成本;另一方面,可以规避由于各行业主体独自建设而引发的价值转移业务碎片化风险,且一方通过身份验证进行价值信用访问可避免与信誉度较差的另一方合作,弱化信息不对称现象,降低数字化风险,如构建集用户层、网络层和智能合约于一体的通用架构等<sup>[22]</sup>。从具体视角出发,尽管跨链技术存在一定的安全性缺陷,但其仍是实现无边界化价值互联与价值转移的关键所在。区块链赋能场景的复杂化使统一通用型跨链技术难以成为主流发展趋势,但面向不同领域的多标准跨链通讯接口与互操作服务研究可实现多元价值主体间信息的公开透明与同步更新,消除由于系统不匹配、信息不对称形成的新的价值孤岛。整体与局部的结合助力多领域信任构建与价值互联,推动从顶层设计层面构建区块链赋能场景生态。

## 6 结束语

区块链被誉为助力行业数字化转型的关键,在赋能场景拓展中发挥着“价值互联网信任基座”的重要作用。本文从微观、中观、宏观三个维度系统梳理了场景生态视角下区块链赋能的研究成果,在此基础上指出区块链赋能研究面临的数据共享与隐私保护生态失衡、系统内生性能制约数据流通、碎片式业务泛化阻碍价值感知等挑战。伴随着“产业互联网”向智能化、网络化、数字化的“价值互联网”演变,区块链作为下一代互联网颠覆性技术,将与5G、元宇宙、人工智能等技术融合赋能更多刚需场景。因此,如何夯实区块链技术基础,加速区块链赋能实体经济,构建完整区块链赋能场景生态体系,将是一个值得重点关注的研究方向。

### 参考文献

- [1] 柯平,彭亮.图书馆高质量发展的赋能机制[J].中国图书馆学报,2021,47(4):48-60.
- [2] Silver D, Clark T N, Yanez C J N. Scenes: Social context in an age of contingency[J]. Social Forces, 2010, 88(5): 2293-2324.
- [3] Rehmani M H, Chen J J. Privacy preservation in blockchain based IoT systems: Integration issues, prospects, challenges, and future research directions[J]. Future Generation Computer Systems—the International Journal of Esience, 2019, 97: 512-

- 529.
- [4] Zhang A Q, Lin X D. Towards secure and privacy-preserving data sharing in e-health systems via consortiumblockchain[J]. *Journal of Medical Systems*, 2018, 42(8):1-18.
- [5] Gai K K, Wu Y L, Zhu L H, et al. Privacy-preserving energy trading using consortium blockchain in smart grid[J]. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 2019, 15(6):3548-3558.
- [6] 朱鹏,胡剑,吕宋皓,等.基于区块链的社交网络隐私数据保护方法研究[J].*情报科学*,2021,39(3):94-100.
- [7] 徐文玉,吴磊,阎允雪.基于区块链和同态加密的电子健康记录隐私保护方案[J].*计算机研究与发展*,2018,55(10):2233-2243.
- [8] 周颖玉.区块链隐私威胁及保护机制研究综述[J].*计算机集成制造系统*,2022,28(10):57-63.
- [9] 周鑫.区块链赋能突发公共卫生事件开放数据隐私保护研究[J].*现代情报*,2022,42(11):44-49.
- [10] 江海洋.论区块链与个人信息保护之冲突与兼容[J].*行政法学研究*,2021,29(4):162-176.
- [11] 何旭涛.双链区块链赋能突发公共卫生事件信息共享研究[J/OL].*情报科学*.<https://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1264.G2.20220926.1740.025.html>.
- [12] Zhang J, Tan R, Su C H, et al. Design and application of a personal credit information sharing platform based on consortium-blockchain[J]. *Journal of Information Security and Applications*, 2020, 55:102659.
- [13] Thwin T T, Vasupongayya S. Blockchain based secret-data sharing model for personal health record system[C]//2018 5th International Conference on Advanced Informatics: Concept Theory and Applications (ICAICTA). *IEEE*, 2018: 196-201.
- [14] 支凤稳,云仲伦,张闪闪.基于区块链的个人科学数据共享模式研究[J].*现代情报*,2021,41(12):69-78.
- [15] 陈小平.区块链技术图书馆智慧服务中的应用研究[J].*现代情报*,2018,38(11):66-71.
- [16] 周耀.区块链技术在智慧图书馆中的应用研究[J].*现代情报*,2019,39(4):94-102.
- [17] 姚苏梅.移动图书馆用户画像大数据应用的困境与对策——基于区块链理念[J].*图书馆学研究*,2019,40(23):26-33.
- [18] 谢津.区块链赋能推荐系统数据生态治理的理论证成与制度创新[J].*情报杂志*,2022,41(8):57-63.
- [19] Chen J J, Cai T F, He W X, et al. A blockchain-driven supply chain finance application for auto retail industry[J]. *Entropy*, 2020, 22(1):95.
- [20] Lu J, Wu S H, Cheng H L, et al. Smart contract for distributed energy trading in virtual power plants based onblockchain[J]. *Computational Intelligence*, 2021, 37(3):1445-1455.
- [21] Wang L, Ma Y C, Zhu L Z, et al. Design of integrated energy market cloud service platform based onblockchain smart contract[J]. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 2022, 135:107515.
- [22] Gao T G. Study on the intention of foreign trade driven by cross-border e-commerce based on blockchain technology[J]. *Security and Communication Networks*, 2021: 9623672.
- [23] 黄海涛,罗纯.区块链支持下跨境贸易信任机制构建——基于中国与中亚五国贸易的场景分析[J].*南开学报(哲学社会科学版)*,2021,67(2):98-110.
- [24] Daraghmi E Y, Daraghmi Y A, Yuan S M. MedChain: A design of blockchain-based system for medical records access and permissions management[J]. *IEEE Access*, 2019, 7: 164595-164613.
- [25] Cao Y, Sun Y, Min J S. Hybridblockchain-based privacy-preserving electronic medical records sharing scheme across medical information control system[J]. *Measurement & Control*, 2020, 53(7):1286-1299.
- [26] 李洪晨,马捷,胡漠.面向健康医疗大数据安全保护的医疗区块链模型构建[J].*图书情报工作*,2021,65(2):37-44.
- [27] Griggs K N, Ossipova O, Kohlios C P, et al. Healthcare blockchain system using smart contracts for secure automated remote patient monitoring[J]. *Journal of Medical Systems*, 2018, 42(7):130.
- [28] 黄锐,陈维政,胡冬梅,等.基于区块链技术的我国传染病监测预警系统的优化研究[J].*管理学报*,2020,17(12):1848-1856.
- [29] Alobid M, Abujudeh S, Szucs I. The role of blockchain in revolutionizing the agricultural sector[J]. *Sustainability*, 2022, 14(7):4313.
- [30] 戚学祥.精准扶贫+区块链:应用优势与潜在挑战[J].*理论与改革*,2019,32(5):126-139.
- [31] 生吉萍,莫际仙,于滨铜,等.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[J].*中国农村经济*,2021,37(12):22-43.
- [32] 陆丽娜,尹丽红,于啸,等.基于区块链的农业科学数据管理场景模型构建研究[J/OL].*情报科学*.<https://kns.cnki.net/kcms/detail/22.1264.G2.20220617.1846.036.html>.
- [33] 李凯.区块链数据溯源机制研究综述[J].*情报杂志*,2022,41(7):100-106.
- [34] Chen Y Y. Electronic agriculture, blockchain and digital agricultural democratization: Origin, theory and application[J]. *Journal of Cleaner Production*, 2020, 268:122071.
- [35] Olnes S, Ubacht J, Janssen M. Blockchain in government: Benefits and implications of distributed ledger technology for information sharing[J]. *Government Information Quarterly*, 2017, 34(3):355-364.
- [36] Kassen M. Blockchain and e-government innovation: Automation of public information processes[J]. *Information Systems*, 2022, 103:101862.
- [37] 杨文霞,刘文云,孙志腾,等.基于区块链与ROMA的政府数据共享模型构建研究[J].*情报理论与实践*,2021,44(5):115-121.
- [38] 王海英.基于区块链的突发公共卫生事件政府数据开放共享模型研究[J].*现代情报*,2022,42(10):79-89.
- [39] Thakur V, Doja M N, Dwivedi Y K, et al. Land records on blockchain for implementation of land titling in India[J]. *International Journal of Information Management*, 2020, 52:101940.
- [40] 华劫.区块链技术与智能合约在知识产权确权和交易中的运用及其法律规制[J].*知识产权*,2018,32(2):13-19.



- [41] Alammary A, Alhazmi S, Almasri M, et al. Blockchain-based applications in education: A systematic review[J]. *Applied Sciences-Basel*, 2019, 9(12):2400.
- [42] Gayathiri A. Certificate validation using blockchain[C]//2020 7th International Conference on Smart Structures and Systems (ICSSS). IEEE, 2020: 1-4.
- [43] Han M, Li Z, He J, et al. A novel blockchain-based education records verification solution[C]//Proceedings of the 19th annual SIG conference on information technology education. 2018: 178-183.
- [44] 陈燕, 杨帅. “区块链+未来高校”教育创新生态系统构建[J]. *现代教育技术*, 2022, 32(4):21-30.
- [45] 马士锦. 基于区块链的“1+N”分布式创客空间人才培养机制构建[J]. *科技管理研究*, 2022, 42(16):104-110.
- [46] Liang X, Zhao Q, Zhang Y, et al. EduChain: A highly available education consortium blockchain platform based on Hyperledger Fabric[J]. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 2021: e6330.
- [47] 高悦. 共建·共治·共享: 区块链生态赋能双创空间多元联动协同发展研究[J]. *中国科技论坛*, 2022, 38(1):104-111.
- [48] Chen S J, Zhao C Q, Huang LL, et al. Study and implementation on the application of blockchain in electronic evidence generation[J]. *Forensic Science International-Digital Investigation*, 2020, 35:301001.
- [49] 张玉洁. 区块链技术的司法适用、体系难题与证据法革新[J]. *东方法学*, 2019(3):99-109.
- [50] 张庆立. 区块链应用的不法风险与刑事法应对[J]. *东方法学*, 2019, 12(3):72-86.
- [51] 张鹏. 区块链赋能下的数字法治政府建设: 内涵、关联及路径[J]. *电子政务*, 2022, 19(7):88-97.
- [52] Monrat A A, Schelen O, Andersson K. A survey of blockchain from the perspectives of applications, challenges, and opportunities[J]. *IEEE Access*, 2019, 7: 117134-117151.
- [53] Lin C, He D B, Huang X Y, et al. DCAP: A secure and efficient decentralized conditional anonymous payment system based on blockchain[J]. *IEEE Transactions on Information Forensics and Security*, 2020, 15: 2440-2452.
- [54] Feng X Q, Ma J F, Miao Y B, et al. Pruneable sharding-based blockchain protocol[J]. *Peer-To-Peer Networking and Applications*, 2019, 12(4): 934-950.
- [55] Wang R, Zhang L, Xu Q, et al. K-Bucket based Raft-like consensus algorithm for permissioned blockchain[C]//2019 IEEE 25th International Conference on Parallel and Distributed Systems (ICPADS). IEEE, 2019: 996-999.
- [56] 李芳, 李卓然, 赵赫. 区块链跨链技术进展研究[J]. *软件学报*, 2019, 30(6):1649-1660.
- [57] Zhao J D, Wang Y J. A survey on privacy protection of blockchain: The technology and application[J]. *IEEE Access*, 2020, 8: 108766-108781.
- [58] Lindell Y. Secure multiparty computation[J]. *Communications of the Acm*, 2021, 64(1): 86-96.
- [59] Miyachi K, Mackey T K. HOCBS: A privacy-preserving blockchain framework for healthcare data leveraging an on-chain and off-chain system design[J]. *Information Processing & Management*, 2021, 58(3):102535.
- [60] Syed T A, Alzahrani A, Jan S, et al. A comparative analysis of blockchain architecture and its applications: Problems and recommendations[J]. *IEEE Access*, 2019, 7: 176838-176869.