

# A Brief Analysis of the Application of Blockchain Technology in Trusted Data Space

Shilong Zong

University of Science and Technology of China, Hefei, Anhui, 230026, China

## Abstract

With the in-depth development of the digital economy, data has become the core production factor driving industrial upgrading. As the core architecture for achieving trusted management throughout the entire data lifecycle, the trusted data space represents a key direction for the marketization of data elements. However, it has always faced core trust pain points such as difficult ownership definition, high costs of cross-entity mutual trust, deviations in rule enforcement, and difficulties in tracing and accountability. Blockchain technology, with its characteristics of decentralization, immutability, traceability, and programmable smart contracts, is highly compatible with the trust-building needs of the trusted data space. This paper analyzes the core pain points in the construction of the trusted data space, outlines the core application paths of blockchain technology, and discusses key considerations for technology implementation, providing theoretical references and practical ideas for the standardized construction and sustainable operation of the trusted data space.

## Keywords

blockchain; trusted data space; data element circulation; trust mechanism; DAO governance

## 浅析区块链技术在可信数据空间中的应用

宗世龙

中国科学技术大学, 中国·安徽 合肥 230026

## 摘要

随着数字经济深入发展,数据已成为驱动产业升级的核心生产要素,可信数据空间作为实现数据全生命周期可信管理的核心架构,是数据要素市场化建设的关键方向,却始终面临权属界定难、跨主体互信成本高、规则执行偏差、追溯问责困难等核心信任痛点。区块链技术凭借去中心化、不可篡改、可追溯、智能合约可编程等特性,与可信数据空间的信任构建需求高度适配。本文分析可信数据空间建设的核心痛点,梳理区块链技术的核心应用路径,探讨技术落地的关键注意事项,为可信数据空间的规范化建设与可持续运营提供理论参考与实践思路。

## 关键词

区块链;可信数据空间;数据要素流通;信任机制;DAO治理

## 1 研究背景与核心概念界定

随着互联网、云计算与物联网技术的普及,全球数据总量呈现爆炸式增长,数据已深度融入各行各业的生产经营环节,成为决定企业核心竞争力与产业发展潜力的关键资源。但数据价值的释放,无法在孤立、封闭的环境中实现,只有通过跨主体、跨领域、跨区域的流通共享,才能充分发挥数据要素的乘数效应。而当前数据流通市场中,权属不清、隐私泄露、违规使用、追溯困难等问题频发,不仅制约了数据价值的释放,更带来了严峻的安全风险与合规挑战。

在此背景下,可信数据空间<sup>[1]</sup>作为解决数据可信流通问题的核心架构,成为行业研究与产业落地的焦点。可信数

据空间是指在分布式网络环境下,以保障数据主权为核心,实现数据产生、存储、流通、使用、销毁全生命周期可信管理,兼顾隐私保护、合规监管与价值释放的数字空间,其建设的核心与难点,在于构建一套覆盖全链路、适配多主体、可持续演进的完整信任体系。

区块链技术<sup>[2]</sup>作为一种去中心化的分布式账本技术,其核心特性在于通过密码学算法与共识机制,实现数据的不可篡改、全程可追溯,通过智能合约实现规则的自动化、无歧义执行,成为可信数据空间解决信任难题的重要技术选项。本文就区块链技术在可信数据空间中的具体应用展开系统性分析,厘清技术应用的核心逻辑与实践要点。

## 2 可信数据空间建设的核心信任痛点

当前国内可信数据空间建设快速推进,但落地过程中仍面临从源头到终端、从技术到制度的多重信任困境,直接

【作者简介】宗世龙(1991-),男,中国安徽合肥人,在读硕士,从事项目管理和区块链研究。

制约其规模化应用与生态化运营<sup>[3]</sup>。

首先是源头信任缺失，这是可信数据空间建设的根本性难题。数据流通的核心前提是明确身份主体、数据权属与授权范围，但传统模式下，数据主体的身份主权难以自主掌控，跨系统身份互认流程繁琐，始终存在身份伪造、冒用风险。同时，数据资产登记、确权缺乏统一不可篡改的锚定机制，数据流转不完整可追溯记录，权属边界模糊，跨主体交互中权属争议频发，从源头埋下信任隐患。

其次是流通环节执行信任不足，这是数据可信流转的核心障碍。传统模式下，数据流通规则的执行高度依赖人工审核与人为操作，不仅效率低下，更存在明显主观偏差，甚至出现人为绕过规则、违规使用数据的情况。同时，不同机构、区域的可信数据空间多采用独立规则体系，跨域流通规则互认难度大，数据访问使用无法实现精细化自动化管控，“可用不可见”的安全目标难以落地，全流程存在泄露、超范围使用风险。

再者是追溯与问责的信任短板，无法形成可信的闭环约束。传统模式下，数据流转操作日志分散存储在不同主体的本地系统中，易被篡改、灭失，难以形成完整关联的证据链条。安全事件发生后，无法精准定位责任环节与主体，问责与司法举证缺乏有效技术支撑，难以形成事前威慑与事后闭环，数据流通违规成本极低，反向加剧了信任风险。

最后是长效治理的信任困境，难以实现可持续的生态化运营。可信数据空间的运行规则需适配市场、政策与业务的动态变化，而传统中心化治理模式下，规则制定缺乏数据全生态角色的广泛参与，决策不透明，难以平衡多方利益；规则执行缺乏权力制衡与监督，奖惩无法公平落地，难以形成长效激励，最终制约空间的可持续运营与生态发展。

### 3 区块链技术在可信数据空间中的核心应用路径

区块链技术的核心价值，在于为分布式环境下的多方协作构建无需第三方背书的信任体系，这与可信数据空间的建设需求形成了本质契合。在可信数据空间的建设中，区块链技术的应用贯穿了数据全生命周期管理与生态全流程运营，形成了治理流、信息流、资金流三流合一的闭环体系，构建起层层递进、环环相扣的五重可信机制，实现了从身份到行为、从执行到监督、从静态规则到动态治理的全链路信任覆盖<sup>[4]</sup>。

以分布式数字身份与链上确权，构建数源可信的信任基石。信任体系的构建，必须从源头抓起，区块链技术为可信数据空间打造了身份与资产的双重信任锚点。在身份层面，基于区块链的分布式数字身份技术，将身份主权完全归还数据主体自身，主体通过私钥自主控制身份信息，身份摘要信息被锚定在区块链上，形成不可篡改、可跨域验证的去中心化身份标识，实现了跨系统、跨主体的身份互认，从根

源上杜绝了身份伪造、冒用的风险。在数据资产层面，通过区块链对数据进行全量的登记、编目与确权，将数据资产的权属信息、元数据特征、授权记录锚定在链上，形成结构化、唯一性的数据资产清单，同时结合非同质化代币实现数据权属凭证的链上管理，清晰界定数据资产的所有权、使用权、收益权等权利边界，让数据的产生、归属与授权全程可验证、可追溯，为整个可信数据空间奠定了坚实的源头信任基础。

以智能合约技术，实现流通规则的自动化灵活可信执行。在源头可信的基础上，数据流通的核心在于规则的精准、无偏差执行。传统策略执行需要空间预先统一编码，无法针对单一合约灵活定制策略，更难以实现跨空间策略互认。而区块链智能合约技术，恰好解决了传统规则执行灵活性不足、跨主体互认困难的核心问题。智能合约能够将数据访问控制策略、商业合作逻辑、合规监管要求等内容，随时编码为可自动化运行的代码程序，部署在区块链上后，便形成了公开透明、不可篡改的规则载体。当数据使用方发起访问或使用请求时，链上的智能合约校验节点将自动校验请求方的身份权限、行为规范是否完全符合预设的合约条款，只有完全满足规则要求的请求才能被执行，整个过程无需人工干预，真正实现了“代码即法律”的规则落地。这一模式将传统的人际信任、制度信任转化为对确定性代码的信任，彻底消除了人为操作的主观偏误与执行偏差，同时实现了跨系统、跨主体的规则互认，为数据跨域流通提供了统一、可信的自动执行引擎。

以链上全流程存证，构建数据流转的过程可信与审计可信。数据流通的信任，不仅在于规则的确定性，更在于流转过程的全程可控与可追溯。区块链技术通过多链协同的架构设计，对数据从提供方到使用方的全流转过程进行精细化、差异化的存证管理，合约链留存合约策略的调用记录与数据使用控制记录，审计链存证数据流转的全流程操作日志，血缘链记录数据的全链路血缘关系，最终形成一幅完整、不可篡改的数据流转图谱。针对不同密级、不同敏感度的数据，可通过链上预设策略触发差异化的安全交付机制，结合隐私计算、安全沙箱等技术，实现数据“可用不可见”的可信交付，确保数据在流转过程中全程受控、路径可溯，实现数据价值的可信转移。而基于链上沉淀的全流程存证数据，能够构建起多维关联、不可篡改的证据体系，当发生数据泄露、违规使用等事件时，可通过链上数据实现高效的关联分析与精准取证，快速定位具体环节与责任主体，为内部问责与司法溯源提供强有力的技术证据支撑。这种全流程的存证与追溯能力，形成了强大的事前威慑与事后闭环，反向强化了所有参与方的合规自觉性，完成了从过程可信到结果可信的完整闭环。

以去中心化自治组织（DAO）治理架构，实现可信数据空间的长效治理可信。可信数据空间尤其是企业可信数据空间的可持续运营，核心在于治理规则的公平制定与动态进

化,而区块链技术结合 DAO 模式,为可信数据空间构建了制衡化、共识化的治理体系。DAO 治理委员会,能够吸纳数据主体、数据持有者、数据处理者、数据使用者等全生态角色参与治理,任何关于数据密级定义、合约模板、审计策略、共识参数的调整提案,都需经过 DAO 治理委员会的博弈与共识过程,才能形成合法决议并落地执行,所有治理决策的全过程都不可篡改地记录在区块链上,全程公开透明。这种治理模式,让可信数据空间的规则制定与变更过程本身透明、公平且可信任,实现了从“对规则的信任”到“对规则制定过程的信任”的飞跃,让系统能够有序适配外部环境的变化,实现持续的自我优化。

通过上述核心应用路径,区块链技术在可信数据空间中形成了治理流、信息流、资金流三流合一的完整闭环。治理流通过 DAO 架构实现规则制定、执行、监督的全流程闭环,信息流通过 DID、智能合约、链上存证实现数据全生命周期的可信流转,资金流则通过链上通证与法定数字货币的结合,构建起适配数据流通的支付与激励体系。用户可通过链上燃料支付上链手续费和辅助法币支付数据使用,相关通证通过共识机制与 DAO 奖惩规则,公平分配给高可靠的记账节点和生态贡献者,形成对生态参与者的正向激励,最终保障可信数据空间的可持续运营。

#### 4 区块链技术在可信数据空间应用中需注意的问题

区块链技术为可信数据空间的全链路信任构建提供了核心支撑,但非万能解决方案。落地过程中需厘清应用边界、规避风险,以实现技术与业务深度融合。

首先,避免过度依赖区块链,明确其核心是解决多方协作信任问题,需与隐私计算、大数据等技术协同,而非盲目上链。对无需分布式存证的高频低价值场景,过度应用会增加冗余与成本。技术需结合人的专业研判,以最大化价值。

其次,强化数据安全与隐私保护。区块链不可篡改特性可能引发敏感信息泄露,需构建链上链下一体化防护:链上通过密码学算法保护隐私,链下通过隐私计算、数据脱敏实现数据可用不可见。完善私钥管理,常态化监测链上攻击和智能合约漏洞。

再者,适配监管政策要求。数据流通处于严格监管下,区块链的去中心化须适配现行法律法规,遵循《数据安全法》《个人信息保护法》等,通过链上可监管架构为监管机构预留审查接口,实现全流程合规。

最后,降低技术应用门槛。推动区块链与可信数据空间标准统一,构建兼容互通的跨链架构,实现跨系统身份互认、数据互通。简化应用流程,降低中小主体参与门槛,促进生态协同,释放数据要素价值。

#### 5 结语

数字经济的持续深化,让数据要素的可信流通成为产业升级的核心驱动力,可信数据空间作为数据要素市场化配置的核心载体,其建设核心始终在于全链路信任体系的构建。区块链技术以其不可篡改、可追溯、可编程、去中心化的核心特性,与可信数据空间的信任需求形成本质契合,从源头的身份与权属确权,到流通环节的规则自动执行,再到全流程的存证追溯,以及长效的生态化治理,区块链技术为可信数据空间构建了完整的信任闭环,打造了治理流、信息流、资金流三流合一的运营模式。

同时我们也应清晰认识到,区块链技术并非解决所有问题的万能钥匙。可信数据空间建设中,需要始终以业务需求为核心,以合规安全为底线,厘清技术应用边界,推动多技术协同融合,平衡技术创新与监管要求,才能真正实现技术与业务的深度融合。未来,随着区块链技术的持续迭代与数据要素相关制度体系的不断完善,其在可信数据空间中的应用将更加深入,为我国数据要素市场健康发展、数字经济高质量增长提供坚实的技术支撑。

#### 参考文献

- [1] 张青,苗亚辉.区块链技术赋能构建可信数据空间新生态[J].中国安防,2025,(Z1):110-114.
- [2] BUTERIN V. A next-generation smart contract and decentralized application platform[R]. Ethereum White Paper, 2014, 3(37): 1-36.
- [3] 陈福,周凯,朱建明,等.基于区块链的可信数据空间数据要素演化博弈研究[J].通信学报,2025,46(10):100-117.
- [4] 尚思远,杜学绘,刘敖迪,等.区块链赋能可信数据空间安全的研究进展[J/OL].电子学报,, 2026, 3(11): 1-26.