**Operations Research and Fuzziology** 运筹与模糊学, 2025, 15(4), 409-421
Published Online August 2025 in Hans. https://www.hanspub.org/journal/orf
https://doi.org/10.12677/orf.2025.154224

Hans汉斯

# 区块链驱动下中小企业融资与隐私数据披露的三方博弈研究

**贾树涵，台玉红**

上海理工大学管理学院，上海

收稿日期：2025年7月7日；录用日期：2025年8月12日；发布日期：2025年8月21日

## 摘　要

针对中小企业区块链融资效率提升和隐私保护之间的矛盾，本文创新性地搭建了政府、第三方平台与中小企业的三方静态博弈模型，以此来揭示隐私披露的决策机制。研究显示，当政府严格监管所产生的公信力净收益 $R_g - C_g$ 大于补贴总额 $S_p + S_e$ 、平台技术收益的增量 $R_p$ 高于成本增量 $C_p$ 、且企业融资成本的节约 $D_e$ 超过隐私风险损失 $C_e$ 时，存在纯策略纳什均衡，即政府严格监管、平台进行技术上链、企业披露数据并且守信。此方法借助收益矩阵与期望效用分析证实了区块链技术可凭借降低信息不对称来提升效率，但需要加密技术来平衡透明性与隐私风险。

## 关键词

区块链融资，隐私数据披露，隐私悖论

# Research on the Tripartite Game of Blockchain-Driven SME Financing and Privacy Data Disclosure

**Shuhan Jia, Yuhong Tai**

Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai

Received: Jul. 7th, 2025; accepted: Aug. 12th, 2025; published: Aug. 21st, 2025

## Abstract

**Addressing the conflict between enhancing financing efficiency and protecting privacy for small and medium-sized enterprises (SMEs) utilizing blockchain, this paper innovatively constructs a**

文章引用: 贾树涵, 台玉红. 区块链驱动下中小企业融资与隐私数据披露的三方博弈研究[J]. 运筹与模糊学, 2025, 15(4): 409-421. DOI: 10.12677/orf.2025.154224

**tripartite static game model involving the government, a third-party platform, and SMEs to reveal the decision-making mechanism for privacy disclosure. The research demonstrates that a pure-strategy Nash equilibrium exists when: 1) the net credibility benefits generated by strict government regulation $R_g - C_g$ exceed the total subsidies provided $S_p + S_e$; 2) the incremental technological benefits for the platform $R_p$ outweigh its incremental costs $C_p$; and 3) the financing cost savings for enterprises $D_e$ surpass their privacy risk losses $C_e$. This equilibrium entails the government enforcing strict regulations, the platform implementing technological chain integration, and enterprises disclosing data while maintaining integrity. The approach, utilizing payoff matrices and expected utility analysis, confirms that blockchain technology can enhance efficiency by reducing information asymmetry, but requires cryptographic techniques to balance transparency and privacy risks.**

## Keywords

**Blockchain Financing, Privacy Data Disclosure, Privacy Paradox**

Copyright © 2025 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

我国出台的《中小企业促进法》等政策文件明确指出，促进其融资是保障其生存发展的关键。中小企业作为我国国民经济的“毛细血管”，为我国的税收、GDP 以及保障居民就业方面做出了巨大的贡献，但在其融资过程中中小企业却面临着数据隐私保护和融资效率的双重困境[1]。一方面，由于信息不对称导致银行等金融机构不能对其真实的经营状况进行有效的评估，外加上中小企业通常资产规模较小，抵押品不足，面临着较高的违约风险[2] [3]，使得银行和其他金融机构与中小企业之间产生了严重的信任危机，导致了在融资时银行等金融机构对中小企业的风险评估成本过高，进一步加剧了中小企业获取贷款的成本和难度。另一方面，为了获取融资，中小企业不得不向贷款的金融机构披露企业核心数据，如应收账款和库存等关键信息，然而这种隐私数据的公开会使企业直接面临商业数据泄露的风险[4]，商业机密的外泄可能直接威胁企业的市场竞争力。这种融资效率与数据隐私保护之间的矛盾，构成了中小企业融资过程中的双重挑战。

在数字经济与实体经济深度融合的背景下，区块链凭借其特有的分布式账本，智能合约和数据的可追溯性，为破解中小企业的融资难题增添了新动能[5]。通过构建去中心化的分布式账本系统，减少中间环节的冗余，大大降低企业贷款时的信任成本[5]。同时，智能合约的自动执行功能使得贷款流程实现全自动化，减少了人为干预的可能性，降低了人为干预带来的不确定性和操作成本的同时也提高了企业的融资效率[6]。而区块链的可追溯性使得链上数据不可篡改，任何虚假交易，重复质押的欺诈行为都无处隐藏，降低了整体违约损失的风险[7]。但是值得注意的是，尽管在区块链技术的应用过程中，因其特有的技术特性使得中小企业的融资效率得到改善，但中小企业同样面临着数据隐私保护的难题：一方面，企业借助区块链融资需要其在链上全面披露经营数据以建立用户真实信用画像；另一方面，中小企业又出于对商业机密保护、数据主权担忧等因素的影响，普遍对数据共享保持谨慎态度[8] [9]。这种既要信息透明又要隐私保护的矛盾，导致区块链技术在中小企业融资领域的渗透率不足，形成了技术赋能与应用瓶颈同存的特殊现象。根据《2024 中国区块链金融发展报告》显示，有 63%的中小企业因担心数据泄露

而拒绝参与区块链融资平台。因此，中小企业在借助区块链进行融资时，如何在保障数据隐私安全的前提下，合理披露数据以获取融资支持，成为亟待解决的问题。

本文构建政府、第三方金融服务平台(以下简称“平台”)以及中小企业的三方静态博弈模型，从中小企业的角度出发，深入剖析中小企业在区块链融资中隐私数据披露的决策问题，依靠对博弈各方的策略设定、收益函数构建以及均衡分析，揭示中小企业在数据披露决策过程中面临的利益权衡与风险考量，为中小企业在区块链融资中科学决策数据披露策略提供理论依据，同时也为政府制定相关政策、第三方金融服务平台优化服务模式提供参考，助力破解中小企业融资效率与隐私保护的双重困境。

## 2. 文献综述

### 2.1. 关于区块链融资的研究

当前对于区块链融资的研究，主要聚焦于探寻区块链缓解中小企业融资约束的应用机制。龚强[3]等提出了关键阈值理论，即当供应链上链企业数量超过临界点且信息质量达标时，区块链共识机制可有效抑制中小企业信息操纵行为，可提升中小企业融资可得性，并降低其融资成本。刘露[10]等创新性地验证了区块链的跨级信用传递功能，在三级供应链中，核心企业信用可借助分布式账本向上下游中小企业穿透，可使资金约束零售商的融资额度提升 40%。李健[11]等发现区块链效应存在企业异质性，高质量中小企业借助区块链可降低融资成本，而低质量企业可能会面临融资条件收紧，且智能合约可自动识别优质企业还款能力，减少银行道德风险。在创新应用场景方面，研究取得了本土化突破，杨婷[12]等针对控排中小企业设计了碳资产质押融资模式，区块链实现了碳配额实时确权与追踪，让高波动性碳资产成为有效质押物，企业融资成功率大幅提升。李向红与陆岷峰[13]解决了跨境电商中小企业信用缺失难题，借助区块链构建了海关、物流、平台多方共享的跨境信用账本，单据验证时间从 72 小时压缩至 2 小时，融资违约率下降 28%。刘欣悦[14]等的三方演化博弈说明，政府需要依靠动态奖惩机制，比如区块链平台补贴加上企业违约追偿，能使中小企业融资效率相较于传统模式有所提升，区块链金融的普及为中小企业融资带来极大的便利，但现有研究大多侧重于技术赋能，低估了隐私风险对参与意愿的抑制研究。

### 2.2. 关于隐私数据披露的研究

当前关于隐私数据披露的研究发现，隐私披露意愿会受到多种因素的复杂作用影响，并且普遍存在着“隐私悖论”这一现象。张茜[15]等人指出，在量化自我情境下，隐私顾虑存在“内生型”、“外生型”和“混合型”这三种组态，内生型也就是源于自身的担心，混合型是长短期因素相互交织，这两种组态会明显降低披露意愿，而那种源于外部环境，即感知政府法律有效性的外生型顾虑，反而有可能促使披露。谢珍、杨九龙[16]于智慧图书馆场景中进行验证，发现感知收益、用户信任、数据控制感以及服务依赖程度是提升披露意愿的关键因素，而隐私关注和感知风险所产生的影响相对比较弱，袁红、侯雅婷[17]以微信作为例子证实了“隐私悖论”在网络一代中是存在的，披露意愿和数据类型有着较高的相关性，并且受到个人特征、隐私认知以及平台功能评价的共同影响。面对披露风险和商品化挑战，技术与制度协同治理成为关键的应对策略，陈海粟等人[18]揭示出政府开放数据中仍然存在大量直接个人信息，呼吁完善数据分级分类、敏感信息识别以及脱敏技术规范，柯昌博等人[19]针对云计算服务演化，提出基于描述逻辑的形式化隐私协议以及演化监控方法，用来保障动态环境下的隐私需求。贾利锋[20]主张借助明确立法划分权责、加强监管、构建有序的信息生态系统以及提升用户风险预见性来综合应对大数据隐私挑战。现有研究深刻地勾勒出了数据隐私披露的复杂状况，大多聚焦于个体心理或制度治理，缺乏对融资场景中多方利益博弈的探讨，在宏观治理层面，技术方案比如差分隐私、同态加密与制度协同设计也仍是应对挑战的关键所在。

### 2.3. 关于区块链融资与隐私数据披露的研究

当前对于区块链融资与隐私数据披露的研究主要聚焦在区块链如何优化金融流程以及随之产生的隐私风险与治理情况。陆岷峰等人[21]的研究显示，数字人民币链上数据有“四维穿透特征”，即场景、主体、时空与信用方面，这种特征可提升信用评估的精度，跨场景关联的数据价值比传统支付数据要高，不过要实现这一价值就需要解决链上敏感金融数据的隐私保护问题。龚强等人[3]论证，当供应链上链企业数量以及信息质量达到标准时，区块链共识机制可接近真实信息，抑制道德风险，降低中小企业融资成本，但是信息上链必定会涉及企业运营数据的披露。在供应链金融领域，区块链被证明可提升效率并且降低风险，闫鑫等人[22]构建博弈模型发现，区块链借助提高贷前调查效能和精度，可有效减少市场需求流失以及调查成本，在低风险制造商占比较低的时候可提升各方利润。李刚等人[23]基于 438 家企业数据的实证研究说明，区块链技术应用，比如信息透明、防篡改等，借助促进信息流、物流、资金流的整合，对供应链绩效产生正向影响，其中信息流整合是核心中介路径，不过信息透明化也意味着企业核心数据会更多地暴露，王道平等人[24]对比分析应用区块链和未应用区块链的商业信用融资模式，指出区块链在缩短交货期、保真方面有优势，但需要平衡其运营成本，而且其透明性对交易隐私构成挑战。面对隐私问题，高昊昱等人[25]系统综述区块链安全监管技术，把链内监管细分为基础设施层、核心功能层和用户层，指出各层存在的隐私泄露风险，像交易关联分析等，以及相应监管技术，比如零知识证明、安全多方计算应用等的不足，郭上铜等人[26]、李勇建等人[27]综述了环签名、零知识证明、同态加密等区块链底层隐私安全技术原理，为平衡透明与隐私提供了技术方面的可能性。郭菊娥等人[28]、白燕飞等人[29]则从应用层面提出优化策略，强调需要构建融合隐私保护技术的平台，比如数字孪生系统、动态信用评估模块等，并且辅以“技术标准－制度保障－应用场景”协同治理以及专项立法来规范数据披露。现有研究在实行交叉研究的基础上，虽提出了需要加密技术来平衡透明性与隐私风险，但是缺乏相应的量化决策条件。

## 3. 模型构建

### 3.1. 问题描述

中小企业利用供应链区块链融资的过程中涉及多方利益主体，为了深入理解和解决在区块链技术应用于中小企业融资过程中出现的关键问题。本文构建了涉及政府、第三方金融服务平台与中小企业三方主体的静态博弈模型，研究这三类主体在中小企业是否选择披露隐私数据以参与区块链融资这一问题上的策略互动关系(如图 1)，并使其各自自身利益最大化，以达到稳定均衡的状态。

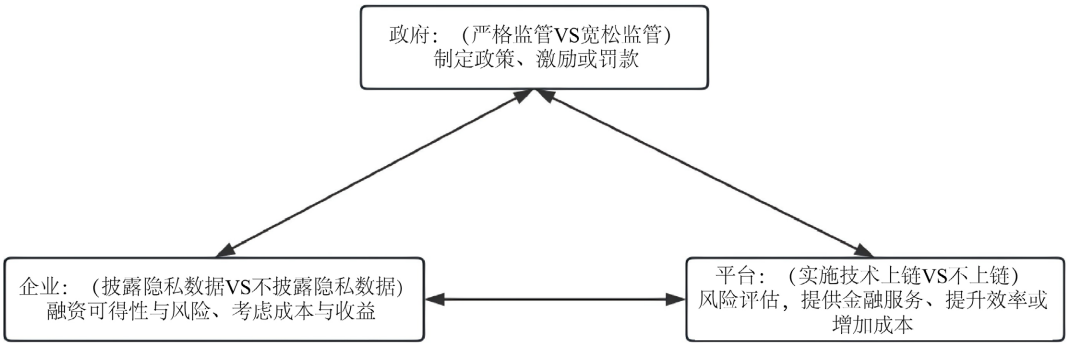


**Figure 1.** Three-party strategy relationship diagram
**图 1.** 三方策略关系图

在中小企业融资披露的过程中，政府作为规则制定者和市场监管者，担负着区块链金融稳定运行的责任，通过制定明确的监管政策，财政补贴政策等影响着中小企业的融资环境，要求中小企业披露关键的融资数据，提升融资过程中数据的可信度。

第三方金融服务平台作为链接中小企业与政府的枢纽，其策略选择对融资生态的运转效率和安全水平起着决定性作用。平台是指基于区块链技术搭建的融资服务平台，如供应链金融平台、数字票据交易平台等，涵盖金融科技公司、电商物流公司、银行等任何具有资金提供能力可为中小企业提供融资服务的机构[10]。其主要职责是接收并验证企业上传的数据，匹配资金供给方(如银行、投资机构)，并根据信用评估结果提供相应的融资服务。该平台的行为策略体现为是否采取有效的数据加密、权限控制等措施来增强中小企业对数据安全的信心。

中小企业作为隐私数据披露的直接决策主体和融资需求方，其策略选择是博弈的核心变量之一。中小企业的行为不仅直接影响自身融资效率与数据安全，还通过与政府、平台的策略互动塑造整个博弈均衡。通过提供经营数据、信用记录等信息，降低与金融机构的信息不对称，从而获得融资便利收益，其决策受到融资收益、数据泄露风险、政策激励等因素的影响。

### 3.2. 变量解释

政府有“宽松监管”和“严格监管”两种策略选择，假设政府选择严格监管的概率为 $x$，且政府监管具有固定成本并会对企业的违约行为进行处罚，“宽松监管”时的成本为固定成本 $C$，此时政府由于其在履行职责和承担使命的过程中所体现出来的诚信、透明度、责任感和公平等方面的综合表现，在整个社会中有一定的公信力 $R$。当政府选择“严格监管”时，由于引入区块链监管系统的技术成本、对第三方平台以及企业的补贴以及对违约企业的罚款执行费用，使得政府的监管成本会上升 $C_g$；同时实行“严格监管”策略的政府，可以通过激励(补贴、奖励等)和处罚(罚金、吊销营业执照等)两方面来影响平台和中小企业，根据激励机制对平台区块链技术上链行为补贴为 $S_p$ 以及对中小企业的隐私数据披露行为的补贴为 $S_e$，对于中小企业的违约不能按时归还贷款的行为，政府均处以罚金 $F_e$ 加以约束，企业违约是对社会总福利的损失，而政府“严格监管”时对中小企业的还款行为起到严格约束作用，同时政府“严格监管”为中小企业利用区块链进行融资的过程中提供的政策支持和激励机制，会提升中小企业及平台对金融支持的预期，提升了其公信力 $R_g$。

平台有“区块链技术上链”和“区块链技术不上链”两种策略选择，假设平台选择技术上链的概率为 $y$，平台需要权衡技术投入成本与风险降低收益，当选择“区块链技术不上链”时，此时不需要技术投入，只需承担固定的操作成本 $C_1$，但是由于无法准确把握企业的还款动态，会面临更高的违约损失 $L_p$，此时平台的收益主要来自于直接经济收益手续费收入以及利息差额等，以及提供理财规划等的增值业务收入 $R_1$。当企业选择“区块链技术上链”时，政府会对平台给予一定的补贴 $S_p$，除借助区块链技术分布式账本和智能合约的特性提升融资效率，为消除企业对数据泄露的顾虑，平台可投入研发零知识证明、同态加密等隐私保护技术，提高企业数据披露意愿，增强平台吸引力。这需要平台投入技术开发和维护成本，此时平台的投入成本增加 $C_p$，但从长远来看，它能为平台带来显著的效率提升、操作成本的节约以及创新能力的增强，带来了平台收益的增加 $R_p$。同时，区块链技术的应用确保了交易的真实性和完整性，极大地降低了企业的违约风险，此时企业带来的违约损失为 $L_p'$ (且有 $L_p > L_p'$)，当政府的补贴足够高，或者企业违约风险降低带来的收益足以覆盖平台引入区块链的技术成本时，平台更倾向于选择区块链技术。

企业可以选择“披露数据隐私”或者“不披露数据隐私”，且这里两种选择同时伴随着“守信”和“违约”两种情况，假设企业选择披露隐私数据的概率为 $z$，守信的概率为 $w$，在这两种选择下企业无论

是否披露隐私数据违约均需支付罚金 $F_e$，同时在这两种情况下企业若是违约则均会存在额外的损失 $L$，如信用降级被拉入黑名单以及声誉损失等。当企业选择“不披露隐私数据”时，由于信息不对称，企业的融资壁垒升高，此时企业面临较高的融资成本 $C_2$，但由于未披露相关隐私数据信息，企业不存在数据泄露风险；当企业选择“披露隐私数据”时，政府会给予企业一定的补贴 $S_e$ 以鼓励披露行为，虽然此时企业面临更高的数据泄露风险损失 $C_e$，但是数据披露降低了企业与资金方的信息不对称，提升了对企业信用评估的准确性，加速企业的融资流程，进而降低了企业的融资成本 $D_e$，也给企业带来了更高的授信额度、更低的贷款利率等融资收益。

基于上述策略的变量说明如表 1 所示。

**Table 1.** Definitions of variables by game subject
**表 1.** 不同变量解释

| 博弈主体 | 变量 | 含义 |
|---|---|---|
| 政府 | $x$ | 企业选择严格监管的概率 |
| | $C$ | 政府选择宽松监管时的成本 |
| | $R$ | 政府选择宽松监管时赢得的公信力 |
| | $C_g$ | 政府严格监管较宽松监管时成本增加量 |
| | $R_g$ | 政府严格监管较宽松监管时公信力上升 |
| | $S_e$ | 严格监管时政府对企业链上披露数据行为的补贴 |
| | $S_p$ | 严格监管时政府对区块链技术上链的平台的补贴 |
| | $F_e$ | 政府对企业违约的罚款 |
| 第三方金融服务平台 | $y$ | 平台选择区块链技术上链的概率 |
| | $C_1$ | 平台技术不上链时的成本 |
| | $R_1$ | 平台采用技术不上链时的运营收益 |
| | $L_p$ | 在技术不上链时企业违约给平台带来的损失 |
| | $C_p$ | 平台选择技术上链较不上链时的成本增加量 |
| | $R_p$ | 平台选择技术上链较不上链时运营收益的增加量 |
| | $L_p'$ | 在技术上链时企业违约给平台带来的损失 |
| | $S_p$ | 平台技术上链时获得的政府补贴 |
| 企业 | $z$ | 企业选择披露隐私数据的概率 |
| | $w$ | 企业选择守信的概率 |
| | $F_e$ | 企业违约需要支付的罚金 |
| | $L$ | 企业因违约要承担的额外损失 |
| | $C_2$ | 企业不披露隐私数据的融资成本 |
| | $D_e$ | 企业因披露隐私数据带来的融资成本节约 |
| | $C_e$ | 企业因披露隐私数据面临的泄露风险损失 |
| | $S_e$ | 企业因披露数据获得的政府补贴 |

### 3.3. 模型假设

本文针对构建的“政府－平台－企业”三方静态博弈模型做出如下假设：

假设 1：静态博弈条件下三方均仅有两种选择且同时决策，不考虑先后顺序且三方均考虑自身收益最大化。

假设 2：政府实行宽松监管政策时，对第三方平台技术上链和中小企业信息披露行为均不实行补贴。

假设 3：区块链技术的上链增加的成本($C_p$)和收益($R_p$)由外部技术条件决定，不随博弈过程变化。

假设 4：对企业违约的罚金($F_e$)和严格监管下的补贴($S_e/S_p$)能真实改变企业与平台的行为。

### 3.4. 收益矩阵构建

根据政府是否选择严格监管，平台是否选择区块链技术上链，企业是否选择披露隐私数据以及最终守信或者违约，政府、平台与企业之间的博弈共形成了 16 种策略组合，如图 2 所示。

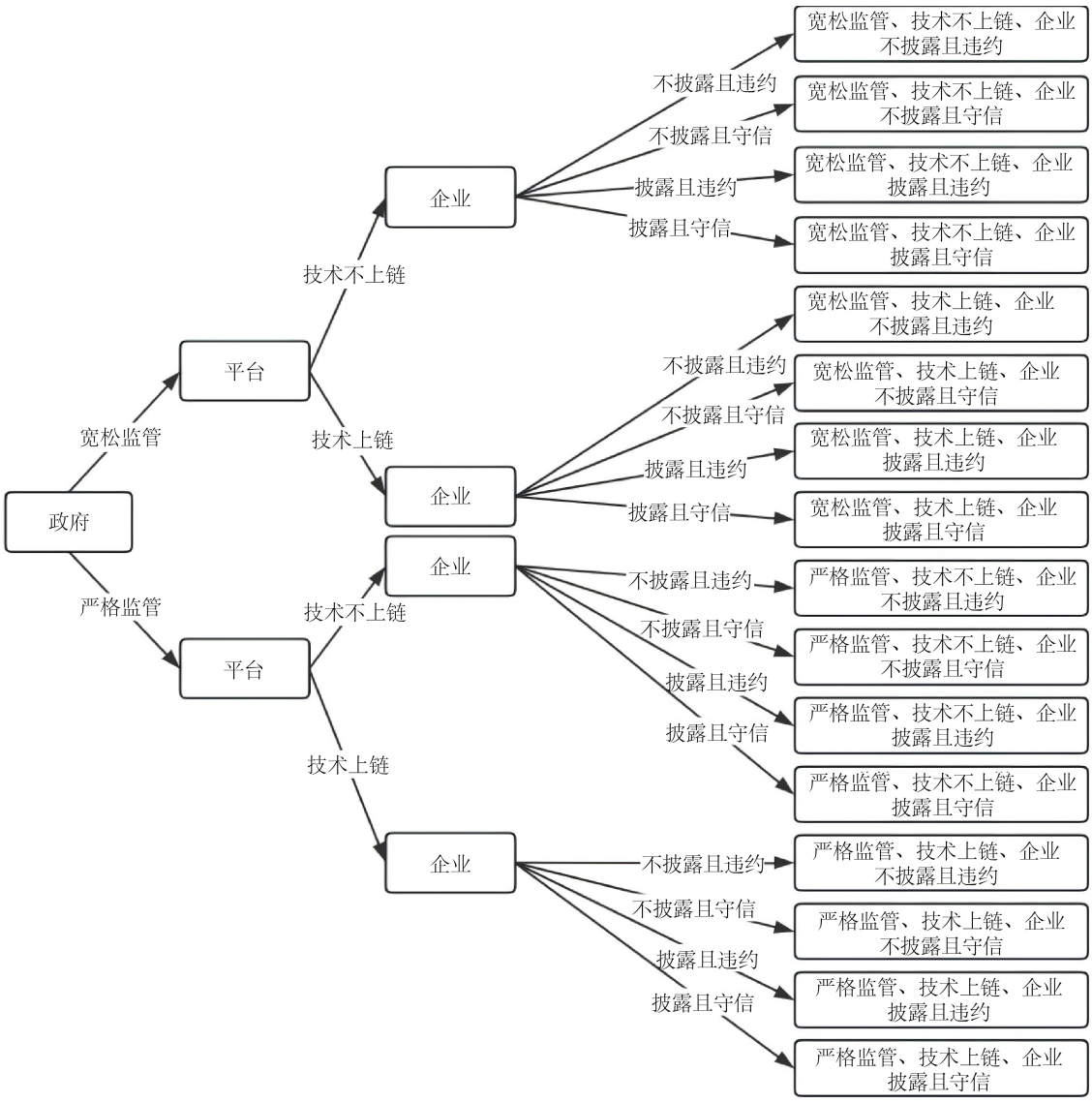


**Figure 2.** Strategy profile of tripartite game subjects
**图 2.** 三方博弈主体策略组合

分别用 $G$ 代表政府的收益，用 $P$ 代表平台的收益，用 $E$ 代表企业的收益，可得出博弈三方不同策略

组合下的收益矩阵，如表 2 所示。

**Table 2.** Payoff matrix of the tripartite game
**表 2.** 博弈三方收益矩阵

| 政府 | 平台 | 企业 | 政府收益 | 平台收益 | 企业收益 |
|---|---|---|---|---|---|
| 宽松监管 | 不上链 | 不披露且违约 | $R-C+F_e$ | $R_1-C_1-L_p$ | $-C_2-F_e-L$ |
| 宽松监管 | 不上链 | 不披露且守信 | $R-C$ | $R_1-C_1$ | $-C_2$ |
| 宽松监管 | 不上链 | 披露且违约 | $R-C+F_e$ | $R_1-C_1-L_p$ | $D_e-C_2-C_e-F_e-L$ |
| 宽松监管 | 不上链 | 披露且守信 | $R-C$ | $R_1-C_1$ | $D_e-C_2-C_e$ |
| 宽松监管 | 技术上链 | 不披露且违约 | $R-C+F_e$ | $R_1+R_p-C_1-C_p-L'_p$ | $-C_2-F_e-L$ |
| 宽松监管 | 技术上链 | 不披露且守信 | $R-C$ | $R_1+R_p-C_1-C_p$ | $-C_2$ |
| 宽松监管 | 技术上链 | 披露且违约 | $R-C+F_e$ | $R_1+R_p-C_1-C_p-L'_p$ | $D_e-C_2-C_e-F_e-L$ |
| 宽松监管 | 技术上链 | 披露且守信 | $R-C$ | $R_1+R_p-C_1-C_p$ | $D_e-C_2-C_e$ |
| 严格监管 | 不上链 | 不披露且违约 | $R+R_g-C-C_g+F_e$ | $R_1-C_1-L_p$ | $-C_2-F_e-L$ |
| 严格监管 | 不上链 | 不披露且守信 | $R+R_g-C-C_g$ | $R_1-C_1$ | $-C_2$ |
| 严格监管 | 不上链 | 披露且违约 | $R+R_g-C-C_g-S_e+F_e$ | $R_1-C_1-L_p$ | $D_e-C_2-C_e-F_e-L+S_e$ |
| 严格监管 | 不上链 | 披露且守信 | $R+R_g-C-C_g-S_e$ | $R_1-C_1$ | $D_e-C_2-C_e+S_e$ |
| 严格监管 | 技术上链 | 不披露且违约 | $R+R_g-C-C_g-S_p+F_e$ | $R_1+R_p+S_p-C_1-C_p-L'_p$ | $-C_2-F_e-L$ |
| 严格监管 | 技术上链 | 不披露且守信 | $R+R_g-C-C_g-S_p$ | $R_1+R_p+S_p-C_1-C_p$ | $-C_2$ |
| 严格监管 | 技术上链 | 披露且违约 | $R+R_g-C-C_g-S_p-S_e+F_e$ | $R_1+R_p+S_p-C_1-C_p-L'_p$ | $D_e-C_2-C_e-F_e-L+S_e$ |
| 严格监管 | 技术上链 | 披露且守信 | $R+R_g-C-C_g-S_p-S_e$ | $R_1+R_p+S_p-C_1-C_p$ | $D_e-C_2-C_e+S_e$ |

## 4. 三方静态博弈的均衡分析

假设政府选择严格监管的概率为 $x$，严格监管时 $x=1$，宽松监管时 $x=0$；平台选择技术上链的概率为 $y$，技术上链时 $y=1$，技术不上链时 $y=0$；企业选择披露的概率为 $z$ 以及企业守信的概率为 $w$，当企业披露隐私数据时 $z=1$，则不披露时 $z=0$；守信时 $w=1$，违约时 $w=0$。

### 4.1. 政府

政府采取宽松监管和严格监管的期望收益分别是 $G_1$ 和 $G_2$，当政府选择严格监管的期望收益大于宽

松监管的期望收益时，政府选择严格监管的概率更大；反之，将更低。因此，根据收益矩阵表 2 计算得出：

$$\begin{aligned}G_1 &= (1-x)(1-y)(1-z)(1-w)(R-C+F_e)+(1-x)(1-y)(1-z)w(R-C)\\&+(1-x)(1-y)z(1-w)(R-C+F_e)+(1-x)(1-y)zw(R-C)\\&+(1-x)y(1-z)(1-w)(R-C+F_e)+(1-x)y(1-z)w(R-C)\\&+(1-x)yz(1-w)(R-C+F_e)+(1-x)yzw(R-C);\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}G_2 &= x(1-y)(1-z)(1-w)(R+R_g-C-C_g+F_e)+x(1-y)(1-z)w(R+R_g-C-C_g)\\&+x(1-y)z(1-w)(R+R_g-C-C_g-S_e+F_e)+x(1-y)zw(R+R_g-C-C_g-S_e)\\&+xy(1-z)(1-w)(R+R_g-C-C_g-S_p+F_e)+xy(1-z)w(R+R_g-C-C_g-S_p)\\&+xyz(1-w)(R+R_g-C-C_g-S_p-S_e+F_e)+xyzw(R+R_g-C-C_g-S_p-S_e),\end{aligned}$$

通过求解期望收益无差异条件求解均衡概率，即令 $G_1=G_2$，化简得：

$$x\left[2(R-C)+(R_g-C_g)+2F_e(1-w)-S_ez-S_py\right]=(R-C)+F_e(1-w) \tag{1}$$

#### 4.1.1. 政府宽松监管

当政府选择宽松监管时 $x=0$，公式(1)转化为：

$$(R-C)+F_e(1-w)=0 \tag{1.1}$$

此时政府的收益只受自身和企业是否按时还款的影响，与平台是否选择技术上链以及企业是否披露隐私数据无关，则当企业违约时 $w=0$ 政府的收益为 $R-C+F_e$，企业若按时还款 $w=1$，此时政府收益为 $R-C$。

#### 4.1.2. 政府严格监管

当政府选择严格监管时 $x=1$，公式(1)转化为：

$$(R-C)+(R_g-C_g)+F_e(1-w)-S_ez-S_py=0 \tag{1.2}$$

此时政府的收益受自身、平台以及企业策略选择三方面的影响，当平台选择区块链技术上链 $y=1$，企业同时披露隐私数据 $z=1$，若企业守信 $w=1$，此时政府收益为 $R+R_g-C-C_g-S_p-S_e$；若企业违约 $w=0$，政府收益为 $R+R_g-C-C_g-S_p-S_e+F_e$；当平台选择区块链技术上链 $y=1$，企业不披露隐私数据 $z=0$，若企业守信 $w=1$，此时政府收益为 $R+R_g-C-C_g-S_p$；若企业违约 $w=0$，政府收益为 $R+R_g-C-C_g-S_p+F_e$；当平台选择区块链技术不上链 $y=0$，企业同时披露隐私数据 $z=1$，若企业守信 $w=1$，此时政府收益为 $R+R_g-C-C_g-S_e$；若企业违约 $w=0$，政府收益为 $R+R_g-C-C_g-S_e+F_e$；当平台选择区块链技术不上链 $y=0$，企业也不披露隐私数据 $z=0$，若企业守信 $w=1$，此时政府收益为 $R+R_g-C-C_g$；若企业违约 $w=0$，政府收益为 $R+R_g-C-C_g+F_e$。

模型中政府的核心目标是通过实施相应的监管政策和经济工具(补贴/罚款)，驱动平台与企业利用区块链进行更高效、更安全的融资，而非获得企业违约的罚款收益，经对比分析可知，当且仅当 $R_g-C_g>S_p+S_e>0$ 时，政府严格监管时的期望收益大于宽松监管的期望收益，即无论企业是否违约，政府均会选择严格监管。

### 4.2. 平台

平台采取区块链技术不上链和技术上链的期望收益分别为 $P_1$ 和 $P_2$，当平台选择区块链技术上链时的

期望收益大于不上链的期望收益时，平台更倾向于选择区块链技术上链；若小于，则相反。因此，根据收益矩阵表 2 计算得出：

$$\begin{aligned}P_1 &= (1-x)(1-y)(1-z)(1-w)\left(R_1-C_1-L_p\right)+(1-x)(1-y)(1-z)w\left(R_1-C_1\right)\\&+(1-x)(1-y)z(1-w)\left(R_1-C_1-L_p\right)+(1-x)(1-y)zw\left(R_1-C_1\right)\\&+x(1-y)(1-z)(1-w)\left(R_1-C_1-L_p\right)+x(1-y)(1-z)w\left(R_1-C_1\right)\\&+x(1-y)z(1-w)\left(R_1-C_1-L_p\right)+x(1-y)zw\left(R_1-C_1\right);\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}P_2 &= (1-x)y(1-z)(1-w)\left(R_1+R_p-C_1-C_p-L_p'\right)+(1-x)y(1-z)w\left(R_1+R_p-C_1-C_p\right)\\&+(1-x)yz(1-w)\left(R_1+R_p-C_1-C_p-L_p'\right)+(1-x)yzw\left(R_1+R_p-C_1-C_p\right)\\&+xy(1-z)(1-w)\left(R_1+R_p+S_p-C_1-C_p-L_p'\right)+xy(1-z)w\left(R_1+R_p+S_p-C_1-C_p\right)\\&+xyz(1-w)\left(R_1+R_p+S_p-C_1-C_p-L_p'\right)+xyzw\left(R_1+R_p+S_p-C_1-C_p\right),\end{aligned}$$

令 $P_1=P_2$，化简得：

$$R_1-C_1-L_p(1-w)=y\left[2\left(R_1-C_1\right)+\left(R_p-C_p\right)-\left(L_p+L_p'\right)(1-w)+xS_p\right] \tag{2}$$

#### 4.2.1. 平台区块链技术不上链

当平台选择区块链技术不上链时 $y=0$，公式(2)转化为：

$$R_1-C_1-L_p(1-w)=0 \tag{2.1}$$

此时平台的收益仅受自身以及企业是否违约的影响，当企业违约时 $w=0$，平台的收益为 $R_1-C_1-L_p$；当企业守信时 $w=1$，平台的收益为 $R_1-C_1$。

#### 4.2.2. 平台区块链技术上链

当平台选择区块链技术上链时 $y=1$，公式(2)转化为：

$$\left(R_1-C_1\right)+\left(R_p-C_p\right)-L_p'(1-w)+xS_p=0 \tag{2.2}$$

此时企业是否披露隐私数据不影响平台的收益，若政府选择严格监管 $x=1$，企业按时归还贷款 $w=1$，平台的收益为 $R_1+R_p+S_p-C_1-C_p$；若政府选择宽松监管 $x=0$，企业按时归还贷款 $w=1$，平台的收益为 $R_1+R_p-C_1-C_p$；若政府选择宽松监管 $x=0$，企业违约 $w=0$，平台的收益为 $R_1+R_p-C_1-C_p-L_p'$。

若企业违约平台无论选择哪种策略，均会面临着 $L_p$ 或 $L_p'$ 的损失，即企业按时还款，平台会获得最大化收益，且当且仅当 $R_p>C_p$ 时，平台选择技术上链的期望收益大于不上链的期望收益，即在企业守信的情况下，平台选择技术上链。

### 4.3. 企业

企业采取披露隐私数据和不披露隐私数据的期望收益为 $E_1$ 和 $E_2$，根据收益矩阵表 2 计算得出：

$$\begin{aligned}E_1 &= (1-x)(1-y)(1-z)(1-w)\left(-C_2-F_e-L\right)-(1-x)(1-y)(1-z)wC_2\\&+(1-x)y(1-z)(1-w)\left(-C_2-F_e-L\right)-(1-x)y(1-z)wC_2\\&+x(1-y)(1-z)(1-w)\left(-C_2-F_e-L\right)-x(1-y)(1-z)wC_2\\&+xy(1-z)(1-w)\left(-C_2-F_e-L\right)-xy(1-z)wC_2;\end{aligned}$$

$$E_2=(1-x)(1-y)z(1-w)(D_e-C_2-C_e-F_e-L)+(1-x)(1-y)zw(D_e-C_2-C_e)$$
$$+(1-x)yz(1-w)(D_e-C_2-C_e-F_e-L)+(1-x)yzw(D_e-C_2-C_e)$$
$$+x(1-y)z(1-w)(D_e-C_2-C_e-F_e-L+S_e)+x(1-y)zw(D_e-C_2-C_e+S_e)$$
$$+xyz(1-w)(D_e-C_2-C_e-F_e-L+S_e)+xyzw(D_e-C_2-C_e+S_e);$$

令 $E_1=E_2$，化简得：

$$C_2+(1-w)(F_e+L)=z\left[2C_2+2(1-w)(F_e+L)+C_e-D_e-S_ex\right] \tag{3}$$

#### 4.3.1. 企业不披露隐私数据

当企业选择不披露隐私数据时 $z=0$，公式(3)转化为：

$$C_2+(1-w)(F_e+L)=0 \tag{3.1}$$

此时企业的收益仅与自身是否违约有关，若企业违约 $w=0$，企业的收益为负 $-C_2-F_e-L$，企业仅需付出融资的成本以及因违约所遭受的损失；若企业守信 $w=1$，企业的融资收益仅需付出相应的成本 $-C_2$。

#### 4.3.2. 企业披露隐私数据

当企业选择披露隐私数据时 $z=1$，公式(3)转化为：

$$C_2+(1-w)(F_e+L)+C_e-D_e-S_ex=0 \tag{3.2}$$

此时企业的收益仅与自身是否违约和政府的监管程度有关，若政府选择严格监管 $x=1$，企业守信 $w=1$，企业的收益为 $D_e-C_2-C_e+S_e$；若企业违约 $w=0$，企业会有额外的处罚损失，此时的收益减少为 $D_e-C_2-C_e-F_e-L+S_e$。若政府选择宽松监管 $x=0$，企业守信 $w=1$，企业的收益为 $D_e-C_2-C_e$；若企业违约 $w=0$，企业收益为 $D_e-C_2-C_e-F_e-L$。

企业在违约时相对于守信时均会有 $F_e+L$ 的对应损失，即企业在守信时会获得相对最大化收益，企业策略选择应为守信行为。且对比披露数据和不披露数据，无论政府是否严格监管，当企业披露数据时，均会在不披露的基础上获得正向收益 $D_e$，且当且仅当企业披露数据带来的成本节约大于企业面临的风险损失(即 $D_e>C_e$)时,平台披露数据的期望收益大于不披露数据的期望收益，企业会选择披露数据。

综上所述，当所涉及变量同时满足 $R_g-C_g>S_p+S_e>0$、$R_p>C_p$、$D_e>C_e$ 时，存在涉及三方利益主体的纯策略纳什均衡，该纳什均衡为政府严格监管、平台区块链技术上链、企业披露隐私数据且守信。

## 5. 结论

本论文构建了政府、第三方金融服务平台以及中小企业的三方静态博弈模型，研究了区块链驱动情形下中小企业融资与隐私数据披露的均衡机制以及关键条件，研究表明，当政府严格监管所带来的公信力净收益 $R_g-C_g$ 大于针对平台和企业的总补贴 $S_p+S_e$ 时，且平台采用区块链技术后运营收益的增量 $R_p$ 高于技术成本的增量 $C_p$，企业数据披露所节约的融资成本 $D_e$ 超过隐私泄露风险造成的损失 $C_e$ 同时达成时，系统存在纯策略纳什均衡，即政府选择严格监管，平台采用区块链技术进行上链操作，企业主动披露数据并且守信。

在这一均衡路径里，政府决策的核心在于权衡长期的公信力收益以及短期的监管成本与补贴支出，其严格监管的动力来源于公信力净值 $R_g-C_g$ 对补贴总额的覆盖能力，并非依靠企业的违约罚金 $F_e$；平台的策略选择取决于区块链技术的经济可持续性 $R_p>C_p$，虽然政府补贴 $S_p$ 可加速技术落地，然而平台更需要依靠降低操作成本、提升风控效能，比如将违约损失从某个水平 $L_p$ 降至另一个水平 $L_p'$，以此实现内生收益；企业的披露意愿直接受到净融资收益 $D_e-C_e$ 的影响，政府补贴 $S_e$ 可对披露行为产生正向激励，

而守信始终是其最优策略，以避免罚金 $F_e$ 以及信用损失 $L$ 。

区块链技术在这个过程中呈现出“双刃剑”效应：一方面，其分布式账本与智能合约特性借助降低信息不对称较大提高了融资效率，减少了企业融资成本 $D_e$ 、降低了平台的违约损失 $L_p'$ ，另一方面，数据透明化加剧了企业对隐私的担心 $C_e$ ，需要依靠零知识证明等加密技术来平衡透明与隐私之间的矛盾。要破解中小企业“融资效率–数据隐私”的双重困境需要三方协同：政府要借助精准补贴与公信力建设来优化制度环境，平台要利用技术降低成本 $C_p$ 、提高效率 $R_p$ ，并强化隐私保护，企业则需要在披露净收益为正时积极参与，坚守守信原则以实现长期利益的最大化。

本研究存在三方面局限性：其一，模型采用静态博弈框架，假设三方同时进行决策且策略空间固定，没有考虑多期动态调整，难以捕捉现实中的策略演化过程，其二，关键变量设定过于简化，把区块链技术成本 $C_p$ 与收益 $R_p$ 视为外生常量，没有纳入技术迭代、规模效应等动态因素的影响，可能低估长期均衡的复杂性，其三，缺乏实证量化验证，结论依赖理论推演，没有结合中小企业融资场景的实际数据进行参数校准与假设检验，影响模型结论的实践适用性。未来研究可以拓展为动态博弈模型，引入技术演进函数与企业异质性数据，并凭借案例或调研实证来深化结论的可靠性。

## 参考文献


[1] 鲍长生. 供应链金融对中小企业融资的缓解效应研究[J]. 华东经济管理, 2020, 34(12): 91-98.

[2] 喻平, 豆俊霞. 数字普惠金融发展缓解了中小企业融资约束吗[J]. 财会月刊, 2020(3): 140-146.

[3] 龚强, 班铭媛, 张一林. 区块链、企业数字化与供应链金融创新[J]. 管理世界, 2021, 37(2): 22-34+3.

[4] 王培浩, 李阳. 区块链技术驱动的供应链金融研究概述[J]. 中国软科学, 2024(S2): 351-355.

[5] 代闯闯, 栾海晶, 杨雪莹, 过晓冰, 陆忠华, 牛北方. 区块链技术研究综述[J]. 计算机科学, 2021, 48(S2): 500-508.

[6] 贺海武, 延安, 陈泽华. 基于区块链的智能合约技术与应用综述[J]. 计算机研究与发展, 2018, 55(11): 2452-2466.

[7] 曾诗钦, 霍如, 黄韬, 刘江, 汪硕, 冯伟. 区块链技术研究综述: 原理、进展与应用[J]. 通信学报, 2020, 41(1): 134-151.

[8] 王晨旭, 程加成, 桑新欣, 李国栋, 管晓宏. 区块链数据隐私保护: 研究现状与展望[J]. 计算机研究与发展, 2021, 58(10): 2099-2119.

[9] 葛丽娜, 徐婧雅, 王哲, 张桂芬, 颜亮, 胡政. 区块链在供应链应用中的研究现状与挑战[J]. 计算机应用, 2023, 43(11): 3315-3326.

[10] 刘露, 李勇建, 姜涛. 基于区块链信用传递功能的供应链融资策略[J]. 系统工程理论与实践, 2021, 41(5): 1179-1196.

[11] 李健, 朱士超, 王亚静, 汪寿阳. 区块链对资金约束双渠道供应链的影响研究[J]. 管理科学学报, 2025, 28(5): 105-119.

[12] 杨婷, 马超群, 米先华. 区块链技术驱动的供应链碳资产质押融资模式及其演化路径[J/OL]. 系统工程理论与实践, 1-26. https://link.cnki.net/urlid/11.2267.N.20250313.1500.016, 2025-03-14.

[13] 李向红, 陆岷峰. 基于跨境电商场景下供应链金融中区块链技术应用研究[J]. 金融理论与实践, 2023(6): 51-59.

[14] 刘欣悦, 刘平峰, 江珊. 区块链驱动平台破解供应链中小企业融资约束的演化博弈研究[J/OL]. 系统科学与数学, 1-31. https://link.cnki.net/urlid/11.2019.O1.20241014.0900.002, 2024-10-14.

[15] 张茜, 谢卫红, 王永健, 蔡静. 量化自我隐私顾虑的前因组态对隐私披露意愿的影响——权力-责任均衡视角[J]. 情报杂志, 2024, 43(9): 139-147.

[16] 谢珍, 杨九龙. 智慧图书馆视域下的用户隐私披露意愿[J]. 图书馆论坛, 2020, 40(9): 69-78.

[17] 袁红, 侯雅婷. 网络一代个人数据隐私悖论行为研究——以微信使用为例[J]. 情报杂志, 2016, 35(3): 169-173+164.

[18] 陈海粟, 廖佳纯, 姚思诚. 政府开放数据中个人信息披露识别与统计方法[J]. 山东大学学报(理学版), 2024, 59(3): 95-106.

[19] 柯昌博, 吴嘉余, 曹彦. 面向云计算应用层演化的隐私保护方法研究[J]. 计算机工程与应用, 2020, 56(11): 60-66.

[20] 贾利锋. 大数据背景下的隐私保护问题研究[J]. 创新科技, 2017(12): 80-84.

[21] 陆岷峰, 孟添, 袁晓敏. 金融强国战略与信用生态建设: 数字人民币链上数据征信价值的多维挖掘[J/OL]. 社会科学辑刊, 1-11. https://link.cnki.net/urlid/21.1012.C.20250812.1102.036, 2025-06-24.

[22] 闫鑫, 李健, 马腾键. 区块链提升供应链金融贷前调查效能研究[J/OL]. 中国管理科学, 1-12. https://link.cnki.net/doi/10.16381/j.cnki.issn1003-207x.2023.1476, 2025-05-07.

[23] 李刚, 扶明亮. 区块链技术应用对供应链绩效的影响机理研究[J]. 管理科学, 2024, 37(5): 1-20.

[24] 王道平, 朱梦影, 董汉玺. 区块链环境下基于商业信用融资模式的供应链运营决策研究[J]. 管理工程学报, 2025, 39(1): 243-255.

[25] 高昊昱, 曹春杰, 白伊瑞, 马琪舜, 雷虹, 孙鸿宇, 裴庆祺, 芦翔. 区块链安全监管研究综述[J]. 通信学报, 2025, 46(4): 49-70.

[26] 郭上铜, 王瑞锦, 张凤荔. 区块链技术原理与应用综述[J]. 计算机科学, 2021, 48(2): 271-281.

[27] 李勇建, 陈婷. 区块链赋能供应链: 挑战、实施路径与展望[J]. 南开管理评论, 2021, 24(5): 192-201+212+202-203.

[28] 郭菊娥, 陈辰. 区块链技术驱动供应链金融发展创新研究[J]. 西安交通大学学报(社会科学版), 2020, 40(3): 46-54.

[29] 白燕飞, 翟冬雪, 吴德林, 林熹. 基于区块链的供应链金融平台优化策略研究[J]. 金融经济学研究, 2020, 35(4): 119-132.