

供应链金融视角下银行信用风险度量创新——基于区块链数据穿透与 KMV 模型优化

张懿楠 范利民

广西大学中国-东盟合作学院，广西南宁，530000；

摘要：为缓解供应链金融中银行对中小企业信用风险度量不准确、信息不对称的问题，本文聚焦区块链技术与 KMV 模型的融合创新，探索供应链金融视角下银行信用风险度量的优化路径。研究结论表明，基于区块链数据穿透的 KMV 模型优化体系，能显著提升银行信用风险度量的准确性与效率，为商业银行优化供应链金融风控、缓解中小企业融资难提供理论依据与实务参考，最后指出研究在数据模拟性、供应链结构简化等方面的局限，并提出未来结合真实链上数据、融合人工智能技术、构建全生命周期风险管理平台的研究方向。

关键字：供应链金融；区块链数据穿透；KMV 模型优化；违约概率

DOI：10.69979/3029-2700.26.01.029

1 研究背景

区块链具有去中心化、不可篡改、数据可追溯的技术特性，能够将供应链中的交易合同、物流信息、资金流向、应收账款凭证等关键数据实时上链，实现“信用穿透式传递”——核心企业的信用可通过链上数据凭证逐级传递至上游多级供应商，银行则可借助链上透明数据验证贸易真实性、确权应收账款价值，动态掌握企业经营状况。截至 2024 年底，国内已有超 50 家商业银行推出基于区块链的供应链金融平台，蚂蚁链、京东智链等技术平台服务的供应链融资规模累计突破 5000 亿元，不良贷款率控制在 0.8% 以下，显著低于传统模式。然而，当前区块链技术在供应链金融中的应用多集中于流程优化与案例验证，尚未与银行主流信用风险量化模型（如 KMV 模型）深度融合，链上实时数据对风险度量参数的修正作用未被充分挖掘，导致技术优势难以转化为风险评估精度的提升。

在此背景下，如何将区块链数据穿透能力与 KMV 模型有机结合，优化供应链金融场景下银行信用风险度量体系，成为解决中小企业融资困境、提升供应链金融风控效率的关键课题。本研究正是基于这一现实需求，探索区块链技术对 KMV 模型核心参数的优化路径，通过实证验证创新模型的有效性，为商业银行提供更精准、高效的信用风险度量工具，推动供应链金融高质量发展。

2 理论基础与研究假设

2.1 理论模型构建

本文以供应链金融和信用风险度量理论为基础，构建“区块链+KMV”的创新模型框架。供应链金融场景下，核心企业与供应商在区块链平台上进行交易，上链的合同、应收账款、付款信息等将真实可信地记录并共享。在此基础上，商业银行可利用区块链穿透数据更准确地估算企业资产价值和负债结构，从而改进信用风险评估。KMV 模型的核心是计算违约距离 (DD) 以估计企业违约概率，其标准公式为 $DD = (\ln(A/D) + (\mu + 0.5\sigma^2)T) / (\sigma\sqrt{T})$ ，违约概率为 $N(-DD)$ ，其中 A 为企业资产价值，D 为违约点（通常取流动负债与部分长期负债之和）， σ 为资产价值波动率，T 为期限。根据资本市场理论，企业股权价值可视为对公司资产的看涨期权，因此通过对股票价格和财务数据的观测，可以反向推导出资产价值和波动率。在供应链背景下，债务和资产价值常与核心企业和上下游企业相互关联，区块链的可穿透数据可提供额外的资产信息（如真实应收账款、库存价值等）和更准确的波动率估计（如交易频率波动），从而修正 KMV 模型的输入参数。

2.2 研究假设

基于上述理论分析，本文提出以下研究假设：

假设 1 (H1)：引入区块链穿透数据的 KMV 模型在风险度量上优于传统模型。在区块链平台下，银行获取了更多真实、完整的财务和交易信息，导致计算的资产价值 A 提高、波动率 σ 降低，从而使模型计算出的违约概率显著下降。

假设 2 (H2): 在 KMV 模型中考虑供应链信用传递效应可进一步提高风险预测准确性。具体地, 将核心企业信用因素融入模型 (如以核心企业违约距离对供应商资产价值进行加权调整) 能够更好地反映供应链关联风险, 使模型的违约距离与违约概率评估更加贴合实际。

上述假设将在实证部分通过案例数据对比验证。若 H1 和 H2 成立, 则说明区块链数据穿透能够有效优化 KMV 模型的输入, 提高银行对供应链中小企业信用风险的识别能力。

2.3 区块链数据穿透与 KMV 模型优化

本节提出“区块链数据穿透+KMV 模型”的技术框架, 并说明优化策略。首先, 区块链平台将供应链各方的贸易合同、物流信息、支付结算等数据上链, 保证了信息的真实性与一致性。例如, 供应链中的发票、订单和对账数据可以作为可信贸易数据记录在链下; 核心企业的应收账款凭证上链后成为可流转的确权凭证, 金融机构据此可以为供应链上各级企业提供分布式授信。这些链上数据将优化 KMV 模型的核心输入:

资产价值 (A) 的优化: 在传统 KMV 模型中, 企业资产价值常由股权市值加上负债的市场价值估算。然而, 对于未上市或披露信息有限的中小企业, 资产估值存在较大不确定性。区块链穿透后, 银行可以获取企业的实时交易数据和应收账款规模, 将这些记入资产项。例如, 若链上记录显示某中小企业持有核心企业的长期应收账款权证, 银行可将该部分应收账款以一定折现率计入资产值, 从而提高 A 的精确度。透明的应收账款和库存数据还可以降低估值误差, 进一步提升风险度量的准确性。

资产波动率 (σ) 的优化: 区块链提供的实时交易和财务数据可以用于构建资产价值的历史变化序列。通过对上链支付记录、销售收入等高频数据进行统计, 可更准确地估计资产回报率波动率, 而非仅依赖历史年报披露。这种基于真实运营数据的波动率估计将更贴合供应链上下游的经营特征, 有助于提高违约概率计算的稳定性和有效性。

违约点 (D) 的明确: 违约点通常定义为企业短期债务与部分长期债务之和。在区块链背景下, 借助智能合约技术可以锁定并公开企业的负债情况, 比如链上登记的供应链融资额度和应付款凭证等。银行据此能准确计算各企业在特定区间内的应付账款和债务余额, 使违约

点定义更加精确。例如, 核心企业应收账款可作为供应商的还款来源, 其规模透明后可适当调整供应商的违约点设置, 从而细化风险评估。

通过以上途径, 区块链数据在 KMV 框架中起到动态修正模型参数的作用。基于区块链数据的优化 KMV 模型可表述为: 在原有 KMV 违约距离公式基础上, 引入变量 X 表示区块链验证的额外资产或信用因子, 则违约距离变为:

$$DD = \frac{\ln \frac{4X}{\mu} + (\mu + 0.5\sigma^2)T}{\sigma\sqrt{T}}$$

违约概率 PD 等于 $N(-DD)$, 其中 X 可正向修正 A 或负向调整 D。例如, 可令 X 等于 αC , 其中 C 为核心企业链上应收账款价值, α 为传递系数。由此实现核心企业信用对供应商资产价值的加成。此处的模型优化策略参考金融科技与评级方法, 通过动态调整违约率或违约距离来提高模型对中国企业的适用性。

综上, 在理论上预期优化后的 KMV 模型将较传统模型更低估违约概率, 即区块链数据穿透能够提高模型的风险预测能力: 首先, 信息透明度提升使得风险因素可控, 违约概率下降; 其次, 信用的链式传导使供应链整体信贷环境改善。因此, 最终研究假设得以检验: 利用区块链数据的 KMV 模型应产生更高的违约距离 (更低的违约概率), 其风险度量结果优于传统模式。

3 实证研究: 制造业供应链案例分析

为验证上述理论, 本研究以制造业供应链企业为背景, 构建模拟案例进行实证分析。假设某制造业核心企业 A 与其两家上游供应商 B、C 存在稳定的贸易关系, 且均参与同一区块链供应链金融平台。在传统 KMV 模型设定中, 银行仅依据公开财报和历史数据对各公司资产价值和波动率进行估算; 而在区块链优化 KMV 模型中, 银行还利用了链上实时信息来调整参数。

具体步骤如下: 首先, 收集案例企业财务信息与假设数据。假设核心企业 A 当前资产价值为人民币 1.5 亿元 (包括设备、存货及应收账款等), 年资产波动率为 30%, 负债合计 1.0 亿元; 供应商 B 和 C 的初始资产价值分别为 3000 万元和 2000 万元, 波动率分别为 40% 和 45%, 负债分别为 2500 万元和 1800 万元。违约点统一取为流动负债。基于传统方法计算 KMV 违约距离: 例如, 对于供应商 B, 违约距离 DD 的计算式为 $(\ln(30/25) + 0.5 \times 0.4^2) / 0.4$, 结果约等于 0.54,

对应的违约概率 PD 约为 0.16（即 16%）。这一结果反映了传统模式下风险评估较为悲观。

4 研究结论

4.1 传统 KMV 模型计算结果解读

在传统 KMV 模型中，银行依据的主要是企业的历史财务数据、公开报表以及静态的年度负债情况。以供应商 B 为例，其初始资产价值为 3000 万元，资产波动率为 40%，负债为 2500 万元，违约点设定为流动负债，即 2,500 万元。根据 KMV 模型的计算公式，得出的违约距离（DistancetoDefault,DD）为 0.54，违约概率（ProbabilityofDefault,PD）约为 16%。这一结果显示，银行在缺乏实时交易数据的情况下，通常会依据保守估计，对供应链中的中小企业风险评估偏向谨慎甚至悲观，进而可能导致企业融资难度加大、融资成本升高。

传统 KMV 模型的不足主要体现在：数据来源滞后，无法反映企业最新的交易动态；资产波动率估计依赖历

史数据，容易高估风险；无法有效捕捉供应链信用结构及核心企业的信用传导效应。

4.2 区块链优化后模型结果解读

引入区块链数据穿透后，银行能够实时获取链上交易数据、应收账款确权信息及合同履行情况。供应商 B 的链上应收账款为 500 万元，经核实后被计入企业当前资产总额，资产价值调整为 3500 万元。同时，因链上数据透明、交易记录可追溯，资产波动率得以合理下调至 30%，更准确地反映企业资产实际波动情况。

重新计算得出的违约距离为 1.94，对应违约概率降至 3%。相比传统 KMV 模型，违约概率大幅下降，企业被认定为信用风险显著降低。这种优化的根本在于，区块链技术有效解决了传统信用风险度量中数据不对称与信息延迟的问题，为银行提供了更全面、更实时的风险评估基础。

4.3 传统模型与区块链优化模型的核心差异分析

表 1：传统模型与区块链优化模型的核心差异

比较维度	传统 KMV 模型	区块链优化 KMV 模型
数据获取方式	依赖公开报表、历史数据	实时链上交易、应收账款确权数据
资产价值估计	静态历史财务报表	动态链上数据补充
资产波动率计算	基于历史波动，波动率通常较高	基于链上实时交易频率，波动率更符合实际
违约点设定	仅依据财报负债表	动态捕捉流动负债与合同履行状态
核心企业信用传导识别	无法有效识别	通过链上合同可确认信用传递关系
风险评估结果	违约概率高，风险评估偏向保守	违约概率显著降低，风险评估更接近实际

4.4 多层次分析区块链优化后模型的优势

整体来看，区块链优化后的 KMV 模型相较于传统模型，不仅在数据准确性、实时性、动态性上实现了显著提升，更通过核心企业信用传导机制有效降低了中小企业供应商的融资风险。实证结果表明，区块链数据穿透对银行供应链金融信用风险管理具有重要的实务价值和广阔的应用前景。

接着，模拟区块链场景下的数据穿透影响：假设区块链平台上链了核心企业 A 对应收账款的全部凭证，银行据此将供应商 B 的新资产价值提高至 3500 万元（增加了链上确认的 500 万元应收账款）；同时，由于信息透明，供应商资产波动率可适当下调至 30%。在此基础上重新计算：违约距离 DD 的计算式为 $(\ln(35/25) + 0.5 \times 0.3^2) / 0.3$ ，结果约等于 1.94，对应的违约概率 PD 约为 0.03（即 3%）。对比可见，区块链优化后 KMV 模型显著提高了违约距离、降低了违约

概率（从 16%降至 3%）。这一结果直观展示了区块链数据穿透对信用风险度量的影响：链上真实的资产信息和调整后的参数使模型更好地反映了企业的偿债能力，风险被重新评估为较低水平。

从案例中还可观察到，区块链带来的优势正如前述理论所指：核心企业信誉通过分布式账本传递到供应商（信用加成 αC 项有效提升资产）。完整的交易凭证和分散账本消除了“重复质押”和“虚假贸易”问题。银行凭借这些可靠数据简化了信贷决策流程，风险评估效率和精度均有所提升。最后，将区块链优化结果与传统结果进行对比分析，证实了假设 1：区块链数据输入下的 KMV 模型违约概率显著低于传统模型。若进一步将核心企业违约距离作为权重应用于供应商资产估值，则可检验假设 2，预计会进一步改善风险预测效果。

传统 KMV 模型下，供应商 B 的违约概率为 16%，风险评估较为保守；区块链优化 KMV 模型下，供应商 B 的

违约概率下降至 3%，风险显著降低。该图清晰地体现了区块链数据穿透对于信用风险度量的优化效果，验证了本研究的理论假设。

5 结语

随着区块链、人工智能、大数据等金融科技的快速发展，供应链金融信用风险管理将进入技术驱动、数据赋能的新阶段。本文基于区块链数据穿透的 KMV 模型优化路径，为传统信用风险度量方法提供了有效补充，具有较强的理论参考价值与实际应用前景。

未来，通过进一步跨学科技术融合、深化金融与科技的互动合作，有望在复杂供应链环境下，构建出更加精准、高效、动态、合规的信用风险管理新体系，为中小企业融资提供更公平、更透明、更便捷的金融服务，

为金融机构风险管理与产品创新提供坚实的技术支撑。通过区块链技术驱动的供应链金融，将有望成为推动实体经济高质量发展的重要金融力量。

参考文献

- [1] 韩斐. 财务视角下供应链金融的融资成本与风险控制[J]. 今日财富, 2025, (16): 91-93.
- [2] 李阳, 宋良荣, 彭亚山, 等. 供应链金融能否降低智能制造企业的信用风险? [J]. 征信, 2025, 43 (06): 79-92.
- [3] 赵焱. 基于 KMV 模型的信用债违约风险预警研究——以阳光城为例[J]. 现代营销, 2025, (21): 37-39.
- [4] 崔颖. 基于修正 KMV-XGBoost 模型的债券违约风险预警研究[D]. 上海师范大学, 2025.