

# 供应链金融背景下中小企业信用评价方法研究

周洁

滁州职业技术学院, 安徽 滁州 239000

DOI: 10.61369/VDE.2025260043

**摘要**：供应链金融是缓解中小企业融资约束的关键工具，但信用风险的精准识别与科学评估仍是制约其高质量发展的核心瓶颈。传统信用评价体系多聚焦单一企业财务数据，难以适配供应链多主体协同特征。本文剖析中小企业信用风险根源，构建涵盖行业与宏观环境、企业主体资质、核心企业支持、供应链协同稳定性四个维度的 24 项关键指标评价体系，提出支持向量机（SVM）与分类回归树（CART）组合集成模型。基于业务数据的实证分析表明，该模型在准确性、稳健性和可解释性上显著优于传统方法，为供应链金融信用风险管理提供了更具实操性的方法论支持。

**关键词**：供应链金融；中小企业；信用评价；组合集成模型

## Research on Credit Evaluation Methods for Small and Medium-sized Enterprises in the Context of Supply Chain Finance

Zhou Jie

Chuzhou Polytechnic, Chuzhou, Anhui 239000

**Abstract**：As a key tool to alleviate the financing constraints of small and medium-sized enterprises (SMEs), supply chain finance is still plagued by the core bottleneck of accurate identification and scientific assessment of credit risks, which restricts its high-quality development. Traditional credit evaluation systems mostly focus on the financial data of individual enterprises, making it difficult to adapt to the collaborative characteristics of multiple entities in the supply chain. This paper analyzes the root causes of credit risks of SMEs, constructs a credit evaluation system consisting of 24 key indicators across four dimensions: industry and macro environment, enterprise qualification, core enterprise support, and supply chain collaborative stability. Meanwhile, it proposes a combined ensemble model integrating Support Vector Machine (SVM) and Classification and Regression Tree (CART). Empirical analysis based on business data shows that this model is significantly superior to traditional methods in terms of accuracy, robustness and interpretability, thus providing more practical methodological support for credit risk management in supply chain finance.

**Keywords**：supply chain finance; small and medium-sized enterprises (SMEs); credit evaluation; combined ensemble model

## 引言

### （一）研究背景

中小企业作为我国实体经济的“毛细血管”，贡献了 50% 以上税收、60% 以上 GDP、70% 以上技术创新成果及 80% 以上城镇劳动就业，是经济社会发展的重要支撑<sup>[1]</sup>。但中小企业因资产规模小、财务制度不健全、信用记录碎片化等问题，长期面临严重融资约束。

供应链金融依托核心企业信用背书与真实交易背景，将单一企业信用风险转化为供应链整体风险，通过“三流合一”为中小企业提供定制化融资方案，成为破解融资困境的有效路径<sup>[2]</sup>。近年来，在经济波动与产业转型背景下，传统基于财务报表的静态评价方法难以适配动态化、碎片化的供应链场景，无法有效识别交易造假、信用溢出不足等潜在风险，构建适配的信用评价体系与模型成为迫切需求<sup>[3]</sup>。

### （二）研究意义

#### 1. 理论意义

突破传统“单一视角”局限，基于供应链协同与信用传导理论构建四维评价体系，丰富供应链金融信用评价的理论内涵；创新 SVM-CART 组合模型，解决智能模型精准性与可解释性的矛盾，拓展机器学习在信用评价领域的应用边界；基于真实业务数据实证验证，弥补现有研究依赖公开或仿真数据的不足，增强结论可信度。

## 2. 现实意义

为金融机构提供全面的风险识别工具，降低不良贷款率；为中小企业指明通过供应链合作改善信用形象的路径，缓解融资约束；助力核心企业提升供应链稳定性，为监管部门规范市场秩序、建立风险防控机制提供决策参考。

### （三）研究内容

梳理供应链金融信用风险管理与评价方法研究进展；基于风险形成机理构建多维度信用评价指标体系；设计 SVM-CART 组合集成模型；利用真实业务数据开展实证分析，验证体系与模型有效性并提出实践启示。

## 一、文献综述

### （一）供应链金融信用风险管理研究

早期供应链金融研究主要聚焦模式创新，如 Allen 等<sup>[12]</sup>提出供应链金融的核心是依托核心企业实现资金有效配置。近年来，研究重心转向风险量化与管理：陈收等<sup>[2]</sup>构建多主体风险传导模型，强调核心企业信用溢出效应与供应链稳健性；刘婧等<sup>[1]</sup>指出数字技术提升交易透明度，为动态风险监控提供数据支撑；王海军等<sup>[9]</sup>关注跨境场景下汇率、物流等特殊风险因素；李丹等<sup>[3]</sup>将 ESG 因素纳入评估框架，推动信用评价向可持续方向发展。

### （二）信用评价方法智能化演进

信用评价方法经历传统统计、机器学习、深度学习三阶段。传统统计方法如 logistic 回归可解释性强，但难以处理非线性关系<sup>[11]</sup>；机器学习方法凭借其优秀的非线性拟合能力得到了广泛应用，张成虎等<sup>[4]</sup>证实了集成学习模型在高维数据中的优势，王宗润等<sup>[5]</sup>将图神经网络用于刻画企业间风险传染；深度学习方法如注意力机制模型提升了预测时效性<sup>[10]</sup>，但存在“黑箱”问题与数据量要求高的局限，多数研究未能重视指标构建与实验结果的解释性，制约了实务推广。

### （三）研究评述

现有研究在供应链金融信用评价的方法创新与数据应用方面取得了显著进展，但在以下方面仍可深化：一是评价指标除财务与交易数据，可进一步加入供应链协同等软性指标；二是可进一步提高智能模型的可解释性，更易被金融机构接纳；三是增加实证数据的真实供应链场景。

## 二、供应链金融下中小企业信用风险形成机理

### （一）风险核心来源

#### 1. 企业自身层面

中小企业存在资产规模小、盈利能力弱、财务制度不健全等不足，并且常因偿债与抗风险能力不足、部分企业信用意识淡薄、存在不良信用记录、管理与决策不规范和易因经营失误等而陷入财务困境。

#### 2. 核心企业层面

若供应链中的核心企业信用评级下降、经营恶化会削弱信用背书能力，而合作关系不稳定、延迟付款、拒绝担保等行为会直接导致中小企业资金紧张，加剧违约的风险。

#### 3. 供应链协同层面

供应链中的信息共享不充分、物流协同低效、风险共担机制缺失，会导致信息不对称，而交易无法按时完成，风险即会集中于中小企业。供应链网络结构松散也会增加外部冲击对中小企业的冲击。

### （二）风险传导路径

#### 1. 纵向传导

信用风险一般沿供应链上下游传导，若核心企业违约则会导致上游中小企业应收账款无法收回、下游企业货源短缺，从而引发“多米诺骨牌效应”。

#### 2. 横向传导

同一层级的企业之间一般存在业务合作、相互担保等关系，所以一家企业违约可能导致关联企业陷入财务困境，行业内龙头企业违约还可能进一步引发市场信任危机，导致金融机构收紧信贷。

## 三、信用评价指标体系构建

### （一）设计原则

本研究遵循全面性、针对性、可操作性、动态性原则，兼顾供应链协同特征与数据可获取性，确保指标体系科学实用。

### （二）维度划分与指标筛选

#### 1. 维度划分

基于“产融结合、以链定信”逻辑，构建四维体系：

行业与宏观环境维度：包含行业发展状况、政策支持力度、宏观经济适配性 3 个二级维度 6 项指标；

中小企业主体维度：包含偿债能力、营运能力、成长能力、信用历史 4 个二级维度 8 项指标；

核心企业支持维度：包含核心企业信用资质、合作关系稳定性、担保与承诺强度 3 个二级维度 5 项指标；

供应链协同维度：包含信息共享程度、物流协同效率、风险共担机制、契约完整性 4 个二级维度 5 项指标。

#### 2. 指标筛选

通过“文献梳理—初步筛选—专家论证—实证筛选”四个步骤：梳理文献最终收集 62 项指标，再剔除无关模糊指标保留了 48 项；经过论证再剔除 12 项不重要或难获取指标；然后再对 36 项指标进行相关性分析与因子分析，剔除了冗余指标并结合业务逻辑验证，最终确定了 24 项关键指标。

## 四、SVM-CART 组合集成信用评价模型

### (一) 模型理论基础

#### 1. 支持向量机 (SVM)

支持向量机 (SVM) 最初是由 Vapnik 等人提出, 其核心是构建最优分离超平面, 在小样本、高维数据中具有优秀的泛化能力, 可以通过 RBF 核函数可处理非线性问题, 非常适合中小企业数据稀缺场景。

#### 2. 分类回归树 (CART)

分类回归树 (CART) 是由 Breiman 等人提出, 它采用二叉树结构, 主要通过基尼系数衡量样本纯度, 然后进行递归划分, 结构清晰、可输出决策路径与特征重要性, 从而解决“黑箱”问题。

#### 3. 组合集成策略

SVM-CART 组合集成信用评价模型是采用权重集成策略, 根据 SVM 与 CART 在训练集的准确率分配权重, 得到, 再通过加权投票生成最终信用评分, 该组合模型融合了两者的精准性与可解释性优势。

### (二) 模型构建流程

1. 数据预处理: 利用 Z-score 标准化定量指标, 哑变量编码用于定性指标, 多重插补法可以填补缺失值, 最后箱型图法可识别异常值并通过 Winsorize 法处理。

2. 特征选择: 可基于 CART 模型进行计算特征重要性得分, 筛选前 80% 关键特征, 以降低维度与过拟合风险。

3. SVM 建模: 选用 RBF 核函数, 通过网格搜索 (C 范围 [0.1, 1, 10, 100],  $\gamma$  范围 [0.01, 0.1, 1, 10]) 与 5 折交叉验证确定最优参数。

4. CART 建模: 设定最小样本分裂数 5、叶节点数 3 构建决策树, 采用成本复杂度剪枝 (CCP) 优化, 最终确定最优  $\alpha$  值。

5. 模型集成: 按权重计算各信用等级加权得分, 得分最高者为最终评价结果。

### (三) 模型特点

SVM-CART 组合集成信用评价模型具有以下特点: 一是高精度与强稳健性, 集成学习降低单一模型过拟合风险, 提升不同场景下的泛化能力。二是解释性强, CART 模型输出明确决策规则, 便于金融机构理解应用。三是适应小样本数据: SVM 在小样本场景下性能优异, 适配中小企业数据稀缺现状。

## 五、实证分析

### (一) 数据来源与处理

#### 1. 数据来源

选取某商业银行 2020—2023 年供应链金融业务数据, 主要包含制造业、商贸物流等行业 240 家中小企业, 内容涵盖了企业财务数据、供应链交易数据、信用风险数据几方面。

#### 2. 样本划分与信用标签定义

按照 7:3 比例划分为训练集 (168) 与测试集 (72)。信用

标签依据履约行为分为四类: “优质” (企业无逾期, 履约率 100%)、“良好” (有 1 次轻微逾期, 履约率  $\geq 95\%$ )、“一般” (2-3 次逾期, 履约率  $\geq 90\%$ )、“风险” (3 次以上逾期或严重违约, 履约率小于 90%)。

表 2 样本分布情况

信用等级	训练集 (家)	测试集 (家)	总计 (家)	占比 (%)
优质	42	18	60	25.0
良好	56	24	80	33.3
一般	40	16	56	23.3
风险	30	14	44	18.4
合计	168	72	240	100.0

### (二) 模型性能评价指标

评价指标主要选用准确率、精确率、召回率、F1 分数与 AUC 五项, 可全面评价模型分类效果、精准性、风险识别能力与区分能力。

### (三) 模型性能对比与分析

将 SVM-CART 组合模型与单一 SVM、CART、随机森林、GBDT 模型对比, 所有模型均通过网格搜索与交叉验证优化参数。结果显示, SVM-CART 组合模型各项指标均最优, 准确率可达 89.5%, 较其他模型高出 2.4% 至 7.1%; AUC 值为 0.928, 区分能力最强, 充分验证了组合模型的优越性。

表 3 不同信用评价模型性能对比 (测试集)

模型	准确率	精确率	召回率	F1 分数	AUC
SVM	85.2%	84.6%	83.9%	84.2%	0.882
CART	82.4%	81.8%	80.5%	81.1%	0.851
随机森林	86.7%	86.1%	85.3%	85.7%	0.901
GBDT	87.1%	86.5%	85.8%	86.1%	0.908
SVM-CART	89.5%	88.9%	88.2%	88.5%	0.928

### (四) 关键影响因素分析

通过 CART 模型进行特征重要性排序。由分析可得, 核心企业信用评级是首要影响因素, 可印证供应链金融“信用传递”本质。供应链协同指标合计占比 35.5%, 凸显出它在风险识别中的关键作用, 传统财务指标仍占重要比例, 但需与非财务指标结合使用。

表 4 关键影响因素排序

排名	指标名称	特征重要性得分	所属维度
1	核心企业信用评级	0.186	核心企业支持
2	信息共享程度	0.152	供应链协同
3	订单履约率	0.138	供应链协同
4	速动比率	0.115	中小企业主体
5	合作年限	0.098	核心企业支持
6	行业增长率	0.082	行业与宏观环境
7	资产负债率	0.076	中小企业主体
8	物流配送准时率	0.065	供应链协同
9	近三年信用记录	0.058	中小企业主体
10	政策支持强度	0.042	行业与宏观环境

## 六、结论与启示

### (一) 研究结论

本研究构建了一个涵盖行业环境、企业自身、核心企业、供应链协同的四维24项指标体系,突破传统财务视角局限,可全面反映中小企业信用状况。其次提出的SVM-CART组合模型兼具精准性与可解释性,实证显示其各项性能指标优于传统模型,准确率可达89.5%。同时也进一步明确了核心企业信用评级、供应链协同指标、传统财务指标为关键影响因素,为信用评价提供明确方向。

### (二) 实践启示

#### 1. 对金融机构

金融机构可优化信贷审批指标体系,将供应链协同与核心企业纳入支持指标,推行“数据+规则”评估模式,若应用组合集成模型,结合多源数据构建评价体系,可加强与核心企业、物流

机构、征信机构合作,打破信息壁垒。

#### 2. 对中小企业

中小企业可加强与核心企业的长期稳定合作,争取信用担保,积极主动接入信息共享平台,进而提升协同效率与履约能力,健全财务制度,优化财务结构,积累良好的信用记录。

#### 3. 对监管部门

监管部门可推动建立跨机构信用信息共享平台,规范数据标准与共享机制,并鼓励数字技术与信用评价融合创新,提升供应链金融智能化水平。

### (三) 研究展望

供应链金融在未来可进一步拓展文本分析、舆情数据、ESG表现等多源信息,构建动态的评估系统,也可探索联邦学习等隐私计算技术在跨机构建模中的应用,结合供应链韧性理论等,强化模型时序性与预警功能,提升风险防控前瞻性。

## 参考文献

- [1] 刘婧, 张玉明. 数字化供应链金融创新与风险管理研究进展 [J]. 金融经济研究, 2022, 37 (4): 112-125.
- [2] 陈收, 邹自然, 肖峻. 供应链金融生态系统风险传导机制研究 [J]. 管理科学学报, 2021, 24 (8): 1-15.
- [3] 李丹, 刘莉, 王凯. ESG表现与企业信用评级——基于供应链金融视角的实证分析 [J]. 金融研究, 2023, (5): 117-133.
- [4] 张成虎, 李育豪. 基于集成学习的中小企业信用评估模型比较研究 [J]. 统计与信息论坛, 2020, 35 (9): 45-56.
- [5] 王宗润, 陈倩, 周艳菊. 基于图神经网络的供应链信用风险传染仿真研究 [J]. 中国管理科学, 2022, 30 (7): 88-99.
- [6] 杨继军, 周蕾. 供应链金融下中小企业非财务信用指标构建研究 [J]. 财经理论与实践, 2021, 42 (3): 24-31.
- [7] 赵宜, 董纪昌, 孙毅. 基于多源数据融合的中小企业信用动态评价模型 [J]. 系统工程理论与实践, 2023, 43 (1): 189-203.
- [8] 宋华, 陈思洁. 供应链金融风险管控的关键维度与实践路径——基于核心企业主导模式的案例分析 [J]. 中国工业经济, 2020, (3): 156-174.
- [9] 王海军, 李鑫, 张颖. 跨境供应链金融信用风险评估体系构建——考虑汇率与物流因素 [J]. 国际金融研究, 2022, (8): 89-98.
- [10] 李焰, 王琳, 杨靖. 机器学习在中小企业信用评价中的应用研究——基于P2P网贷平台数据 [J]. 金融研究, 2019, (7): 119-135.
- [11] Altman E I. Financial ratios, discriminant analysis and the prediction of corporate bankruptcy [J]. Journal of Finance, 1968, 23(4): 589-609.
- [12] Allen N, Gregory A. Supply chain finance: the next big thing in trade [J]. Journal of International Trade & Economic Development, 2007, 16(3): 313-330.