

Credit Risk Analysis and Evaluation of Internet Supply Chain Finance Listed Companies -- Based on Structural Entropy Weight TOPSIS Method

Xudong Cai^{1,*}, Hongmei Zhang²

¹School of big data application and economics, Guizhou University of Finance and Economics

²School of big data application and economics, Guizhou University of Finance and Economics

*Xudong Cai.1807647512@qq.com

ABSTRACT

The emergence of supply chain finance has effectively solved the problem of financing difficulty and high cost for small and medium-sized enterprises. The rapid development of the Internet has magnified this advantage. However, based on its diversified main body and complex business process, the risk of Internet supply chain is also increasing, resulting in economic instability and hindering economic development. Scientific and reasonable analysis of Internet supply chain financial credit risk is of great significance to promote the development of supply chain finance and expand financial services. In view of the limitation of single evaluation method and imperfect index system, this paper introduces Baidu search index and stock bar comprehensive score to construct the credit risk evaluation system of Internet supply chain finance from six aspects: operation ability, debt paying ability, profitability, development potential, mortgage factor and condition factor. It also selects 24 Internet supply chain finance related companies in 2019. The empirical results show that: profitability, operating capacity, solvency can provide strong explanatory power, and Structural Entropy TOPSIS method can analyze the credit risk of these enterprises to a certain extent.

Keywords: Internet supply chain finance, Credit risk, Index system, Entropy weight method, TOPSIS method

互联网供应链金融上市公司信用风险分析与评价 ——基于结构熵权-TOPSIS 法

蔡旭东^{1,*}, 张红梅²

¹贵州财经大学大数据应用与经济学院

²贵州财经大学大数据应用与经济学院

*蔡旭东. 1807647512@qq.com

摘要

供应链金融的出现,有效的解决了中小企业融资难、融资贵的问题,互联网的快速发展更是放大了这一优势,然而,互联网供应链基于其多元化的主体和复杂的业务流程其风险也在加剧,从而造成经济的不稳定、阻碍经

济的发展。科学合理的分析互联网供应链金融信用风险,对于推动供应链金融的发展,拓展金融服务有着重要的意义。文章针对已有评价方法单一和指标体系不完善的局限性,引入百度搜索指数和股吧综合评分,从营运能力、偿债能力、盈利能力、发展潜力、抵押因素、条件因素六个方面构建互联网供应链金融信用风险评价体系;并选取了2019年度跟互联网供应链金融相关的24家上市公司的指标数据,实证结果表明:盈利能力、营运能力、偿债能力能提供较强的解释力,结构熵权-TOPSIS法能够在一定程度上分析这类企业的信用风险。

关键词: 互联网供应链金融, 信用风险, 指标体系, 熵权法, TOPSIS 法

1. 引言

自2019年中国银保监会发布了《关于推动供应链金融服务实体经济的指导意见以来》供应链金融得到了快速发展,随着云计算、大数据等数字化技术的发展,互联网技术正逐步渗透到供应链金融之中,于是互联网供应链金融应运而生,为中小企业提供了全方位、更便捷的服务,促进了中小企业的发展,基于不同的运作模式可以将其划分为B2B电商平台、支付+金融、ERP系统、供应链管理平台、SAAS模式、物流+电商服务平台等。正是由于其多元化的主体结构、复杂的业务流程,导致了信用风险事件频发,对经济造成了一定的冲击。随着越来越多的金融机构、中小企业、互联网公司集结于供应链,信用状况会因为联结而放大。因此,建立符合互联网供应链金融特征的信用风险评价体系和评价方法,对于控制互联网供应链金融的信用风险具有重要的战略意义和现实意义,是互联网供应链金融能否稳定快速发展的关键。

对互联网供应链金融下企业的信用风险进行科学合理的评价是加快互联网供应链金融的发展和提高企业竞争力的关键一步。截止目前,关于供应链金融的信用风险评价大多是基于5C信用理论建立的风险评价体系。许贵义(2016)^[1]基于S汽车锁业公司的案例,根据信用5C评价理论,确定品德、资本、能力、抵押、条件作为评价供应链金融下中小企业信用风险的一级指标。肖瑾(2018)^[2]依据影响因素分析、指标构建原则的逻辑构建了包括应收账款特征、质押物特征、合作信用度、核心企业信用度等在内的共计8个指标来衡量中小企业的信用风险。刘兢轶、王彧婧、王静思(2019)^[3]基于制造业中小企业样本进行分析,通过因子分析提取了包括核心企业信用状况、盈利能力、营运能力、增长速度、偿债能力在内的五

个主因子,之后又通过Logistic模型回归剔除了增长速度和盈利能力因子。袁双龙(2019)^[4]从品德、资本、能力三个方面对信用风险进行了分析并基于整体性、实用性、定性定量相结合的原则构建了企业历史信用度、营运能力、质押物特征等共计7个指标进行风险评价。熊莉(2019)^[5]从供应链的稳定性和行业发展情况两个方面分析信用风险,设计了申请人资质、交易对手资质、融资项的资产状况、供应链运营状况四个指标。韩琴(2019)^[6]在研究了供应链金融的主要融资模式后,构建了宏观经济环境、企业基本素质、核心企业历史信用度、供应链关系强度四个一级指标。张俊材,徐超毅(2019)^[7]以钢铁行业为研究对象,依据实用综合性原则构建了诸如公司融资结构、融资规模、贷款额度、资金利用率等共计15个指标。匡海波、杜浩、丰昊月(2020)^[8]基于金融街普遍认可的“5C原则”综合研究核心企业和上下游企业的整体风险,建立了包括申请企业资质、交易企业资质、资产状况、运营情况在内的四个一级指标,盈利能力、质物特征等14个二级指标。至于评价方法方面,大多数学者基于Logistic二元回归、KMV模型、Credit Metrics模型、Credit Portfolio Risk模型、模糊语言进行信用风险分析。Bin Zhu, Zeshui Xu(2016)^[9]回顾了2010年至2016年在国际学术期刊上发表的关于犹豫模糊集的解释、建模和应用的主要相关论文。并提出了今后可能的研究方向。李杰辉、陈珊珊(2020)^[10]以房地产上市公司为例采用Logistic二元回归模型预测企业的履约程度,文章选取了41个样本企业,模型准确率达到73.17%提供了一定的解释力。赵欢(2020)^[11]着眼于农副行业产品,运用Logistic二元回归模型进行了实证分析,模型准确率高达92.3%,准确性相比于传统模型较高。邓伟

(2020)^[12]选取了制造业的 30 家 ST 与非 ST 企业利用基于期权理论的 KMV 模型进行违约概率分析,实证发现 ST 企业和非 ST 企业的违约距离和预期违约概率差异较为显著。张天宇(2020)^[13]基于 KMV 模型对上市中小企业公司进行了违约概率评价,以此作为商业银行是否向这些企业发放贷款的依据,实证发现该模型具有较好的拟合度,具有一定的应用价值。王健、吕德宏(2009)^[14]通过 Credit Metrics 模型度量商业银行的信用风险对于供应链金融风险的度量具有一定的借鉴意义。

综上,供应链金融信用风险的评价体系研究较之于评价方法的研究更完善一些,其相关研究成果为本文的研究提供了良好的思路,本文针对已有指标体系信息不充分和评价方法单一的局限,引入包含百度搜索指数、股吧综合评分的外部条件因素,从营运能力、偿债能力、盈利能力、发展潜力、抵押因素、条件因素六个方面构建供应链金融信用风险评价体系;并选取了不同模式下的跟互联网供应链金融相关的 24 家上市公司的 2019 年度财务指标数据,运用结构熵权-TOPSIS 法对 24 家上市公司的信用风险进行分析与评价。

2. 供应链金融信用风险评价指标体系构建

本文依据不同模式下互联网供应链金融企业的特征,基于信用 5C 理论,遵循科学性、代表性、客观性、针对性、实用性等评价指标选取原则,引入包含百度搜索指数、股吧综合评分的外部条件因素,百度搜索指数反映了该公司被搜索频次,股吧综合评分为某一股票信息交流网站对某只股票的综合评价价值,从营运能力、偿债能力、盈利能力、发展潜力、抵押因素、条件因素六个方面构建了包含 6 个一级指标和 17 个二级指标在内的供应链金融信用风险评价指标体系,如表一所示:

表 1 信用风险评价指标体系

目标层	一级指标	二级指标
供应链金融信用风险	营运能力	存货周转率 Z1
		应收账款周转率 Z2
		总资产周转率 Z3
	偿债能力	流动比率 Z4
		速动比率 Z5
		资产负债率 Z6
	盈利能力	营业利润 Z7
		销售毛利率 Z8
		净资产收益率 Z9
		总资产报酬率 Z10
	发展潜力	营业利润增长率 Z11
		营业收入增长率 Z12
		总资产增长率 Z13
	抵押因素	存货净额 Z14
		应收账款 Z15
	条件因素	百度搜索频次 Z16
		股吧综合评分 Z17

3. 评价模型构造

3.1 结构熵权法

结构熵权法是集成定量分析、定性分析、主客观赋值法于一体的评测指标体系权重的新方法。具体步骤如下:

- (1) 搜集意见,形成排序
- (2) 对排序进行盲度分析,计算总体认识度。假设共有 s 位专家,共有 s 张调查表,每一张表对应一个指标集 $T = (t_1, t_2, \dots, t_n)$; 指标的初始排序矩阵为 $A (A = (a_{ij})_{s \times n}, i = 1, 2, \dots, s; j = 1, 2, \dots, n)$, 这里 a_{ij} 是

第*i*位专家对第*j*个指标*T_j*的评价。对上述排序进行熵函数的转换如下：

$$x(h) = -\lambda Pn(h) \ln Pn(h) \tag{1}$$

其中，令

$$Pn(h) = \frac{m-h}{m-1}, \lambda = \frac{1}{\ln(m-1)} \tag{2}$$

$$\text{带入式子 (1)，得到 } u(h) = \frac{\ln(m-h)}{\ln(m-1)} \tag{3}$$

h 是某个评价指标对应的定性排序数，*m* 为转换参数量。令 $m = j + 1$ ，*j* 为实际最大顺序号，将 a_{ij} 代入式子 (3) 即可以得到隶属度矩阵 $B = (b_{ij})_{s \times n}$ ，其中 $u(a_{ij}) = b_{ij}$ ，平均认识度为 $b_j = \sum_{i=1}^s b_{ij} / s$ 表示 *s* 位专家对指标 u_j 的一致看法。专家对指标由认知产生的不确定性称为“认识盲度”，记做

$$Q_j = \frac{\max(b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{sj}) - b_j + \min(b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{sj}) - b_j}{2} \tag{4}$$

对于每一个指标，定义 *s* 位专家关于 *u* 的总体认识度为

$$x_j = b_j (1 - |Q_j|) \tag{5}$$

由此，可以得到 *s* 位专家对指标 u_j 的评价向量

$$X = (x_1, x_2, \dots, x_m)$$

(3) 归一化处理

$$\text{运用结构熵权法算出权重：} \alpha_j = \frac{x_j}{\sum_{i=1}^m x_j} \tag{6}$$

3.2 TOPSIS 法

TOPSIS 法为逼近理想解的排序方法。方法的基本原理是定义决策问题的最优解和最劣解，通过检测待估对象到最优解、最劣解的距离进行评价排序具体步骤如下：

(1) 构造初始决策矩阵

设有 *n* 个评价指标，*m* 个待估企业 X_{ij} 为第 *i* 个待估企业的第 *j* 个指标所对应的数据 ($i=1,2,3,\dots,m; j=1,2,3,\dots,n$)，由此构造决策矩阵

$$R_x = \begin{bmatrix} X_{11} & \dots & X_{1n} \\ \dots & X_{ij} & \dots \\ X_{m1} & \dots & X_{mn} \end{bmatrix} \tag{7}$$

(2) 归一化矩阵

为了解决数据间规模不同的多属性决策问题，TOPSIS 法对决策矩阵做了归一化处理，提高了各经济指标数据可比度，便于计算分析。通常，采用如下

公式对矩阵规范化： $X'_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m X_{ij}^2}}$ 由此得到，归一化决策矩阵 R_x' ：

$$R_x' = \begin{bmatrix} X'_{11} & \dots & X'_{1n} \\ \dots & X'_{ij} & \dots \\ X'_{m1} & \dots & X'_{mn} \end{bmatrix} \tag{8}$$

(3) 构造加权规范化矩阵 V_{ij}

$$V = \begin{bmatrix} V_{11} & \dots & V_{1n} \\ \dots & V_{ij} & \dots \\ V_{m1} & \dots & V_{mn} \end{bmatrix} \tag{9}$$

(4) 确定正负理想解

正理想解 d_i^- 由正向指标的最大值或负向指标最小值组成，负理想解 d_i^+ 由正向指标的最小值或负向指标的最大值组成。

$$V^+ = \{(\max_{1 \leq i \leq m} V_{ij}) | j \in J, (\min_{1 \leq i \leq m} V_{ij}) | j \in J'\} = \{V_1^+, \dots, V_j^+, \dots, V_n^+\}$$

$$V^- = \{(\min_{1 \leq i \leq m} V_{ij}) | j \in J, (\max_{1 \leq i \leq m} V_{ij}) | j \in J'\} = \{V_1^-, \dots, V_j^-, \dots, V_n^-\}$$

(5) 计算欧氏距离

正负理想解的确定，各企业信用风险评价指标向量欧式距离公式为：

$$d_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^-)^2} \tag{10}$$

$$d_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^n (V_{ij} - V_j^+)^2} \tag{11}$$

(6) 计算贴近度

在计算得出各企业的欧式距离后，依据相对贴近度这一指标作为损信用风险的综合评价价值。相对贴近度的计算公式为：

$$C_i = \frac{d_i^-}{d_i^+ + d_i^-} (i=1,2,\dots,m) \tag{11}$$

(7) 对企业信用风险进行排序

根据贴近度的大小，对 24 个互联网供应链金融下的企业进行排序 C_i 值越大，表明该企业距正理想解越近，信用风险越低，反之越高。

4. 数据选取与实证分析

4.1 数据选取

本文选取了在沪深股市上市的 2019 年度跟互联网供应链金融相关的 24 家上市公司的指标数据。数据主要来源于 wind 数据库，百度搜索指数 (<http://index.baidu.com>) 和同花顺官方数据。

4.2 实证结果

由指标原始财务数据，通过结构熵权法求出 17 个指标各自所占的权重，如表二所示。根据 TOPSIS 法可以得到 24 家上市公司的相对贴近度以及分析排序，如表三所示。

表 2 结构熵权法计算下的指标权重

指标	权重	指标	权重
Z1	0.072	Z10	0.059
Z2	0.077	Z11	0.060
Z3	0.066	Z12	0.054
Z4	0.079	Z13	0.041
Z5	0.064	Z14	0.044
Z6	0.069	Z15	0.053
Z7	0.068	Z16	0.044
Z8	0.060	Z17	0.038
Z9	0.052		

表 3 24 家互联网供应链企业信用风险评价结果

企业名称	Ci	排名
*ST 欧浦 (002711)	0.425662014	7
上海钢联 (300226)	0.505661768	2
东方集团 (600811)	0.386623677	18
久其软件 (002279)	0.400322507	12
云南城投 (600239)	0.260806246	22
华软科技 (002453)	0.298015526	21
南山铝业 (600219)	0.454288389	4
合兴包装 (002228)	0.397823461	14
奥马电器 (002668)	0.394440197	13
宁波东力 (002164)	0.366546248	20
密尔克卫 (603713)	0.436763859	3
怡亚通 (002183)	0.417054539	9
摩恩电气 (002451)	0.372379256	19
新能泰山 (000720)	0.428624134	8
易见股份 (600093)	0.538962114	1
汉字集团 (300403)	0.403803368	10
派生科技 (300176)	0.273299906	23
浙江东方 (600120)	0.437563702	5

海联讯 (300277)	0.386515946	15
漳泽电力 (000767)	0.386566146	16
瑞丰高材 (300243)	0.388592466	17
瑞茂通 (600180)	0.410842421	11
联络互动 (002280)	0.199134114	24
生意宝 (002095)	0.421684201	6

TOPSIS 法得到的相对贴近度作为 24 家供应链企业的信用风险综合评价价值。

从得到的排序结果来看，诸如德威新材、摩恩电气等一些材料制造业的企业由于疫情冲击导致存货积压、资金流动受限、经营业绩不佳从而易产生信用风险；提供数据采集与分析的互联网高科技企业如久其软件、新能泰山等由于研发需要大量的资金，致使资产负债率过高，并且这类企业的投入与产出不一定成正比，产品的生产周期较长，风险适中；派生科技、华软科技等互联网供应链金融投资与借贷平台虽然资本流动性较好但发展不稳定往往伴随着较高的风险。

5. 研究结论及展望

5.1 研究结论

本文选取了 24 家互联网供应链金融下的上市企业，搜集了这些企业的 2019 年度的财务指标，利用结构熵权-TOPSIS 法进行实证分析，得出了以下结论：第一，反映企业偿债能力的流动比率和反应营运能力的应收账款周转率、存货周转率占较大的比重。这几个指标对于中小企业的信用风险影响为正，这些比率越高则信用风险越低。第二，就中小企业的风险排序而言，一些材料供应电商平台受宏观经济的影响易产生存货积压、资金流动受限、经营业绩不佳的问题从而易产生信用风险；提供数据采集与分析的互联网高科技企业由于研发需要大量的资金，致使资产负债率过高，并且这类企业的投入与产出不一定成正比，产品的生产周期较长；互联网供应链金融投资与借贷平台虽然资本流动性较好但发展不稳定往往伴随着较高的风险。因此，金融机构在对中小企业进行贷款融资时一定要构建完善的风险评估体系来降低

可能出现的损失。

致谢

感谢贵州省农村合作制经济项目《数字普惠金融对乡村振兴的影响研究——以贵州省 10 个乡村振兴示范县为例》的资助。

参考文献

- [1] 许贵义. 供应链金融下中小企业信用风险评价指标体系构建研究[D]. 福建师范大学, 2016.
- [2] 肖瑾. 浅析供应链金融中信用风险的评价体系构建[J]. 经贸实践, 2018(19):125.
- [3] 刘兢轶, 王彧婧, 王静思. 供应链金融模式下中小企业信用风险评价体系构建[J]. 金融发展研究, 2019(11):63-67.
- [4] 袁双龙. 供应链金融中信用风险的评价体系构建研究[J]. 财会学习, 2019(34):182-183.
- [5] 熊莉. 供应链金融信用风险评价体系构建研究[J]. 财会学习, 2019(26):202-204.
- [6] 韩琴. 供应链金融视角下的中小企业信用风险评价指标体系构建[J]. 时代金融, 2019(09):171-172.
- [7] 张俊材, 徐超毅. 论钢铁行业供应链金融信用风险评价体系[J]. 盐城工学院学报(社会科学版), 2019, 32(04):48-51.
- [8] 匡海波, 杜浩, 丰昊月. 供应链金融下中小企业信用风险指标体系构建[J]. 科研管理, 2020, 41(04):209-219.
- [9] Bin Zhu, Zeshui Xu. Overview on the Developments and Applications of Hesitant Fuzzy Sets: An Uncertain Decision Making Tool[J]. Journal of Risk Analysis and Crisis Response, 2016, 2(06):67-75.
- [10] 李杰辉, 陈珊珊. 基于 Logistic 模型的供应链金融信用风险实证研究——以房地产上市公司为例[J]. 金融理论与教学, 2020(04):21-29.
- [11] 赵欢. 商业银行线上供应链金融信用风险评价研究[D]. 西安理工大学, 2020.
- [12] 邓伟. 基于 KMV 模型的信用风险度量研究——以制造业上市公司为例[J]. 现代营销(信息版), 2020(07):18-19.
- [13] 张天宇. 基于 KMV 模型的上市中小企业信用风险评估研究[J]. 科技经济导刊, 2020, 28(16):229.
- [14] 王健, 吕德宏. 基于 Credit Metrics 模型的我国商业银行贷款信用风险度量分析[J]. 商场现代化, 2009(05):355.