

基于云模型的电商平台供应链金融风险评价

高更君 张 盈

(上海海事大学物流科学与工程研究院 上海 200120)

摘要 电商供应链金融作为互联网金融创新模式之一,其发展为解决中小企业资金融通瓶颈提供了新渠道。电商供应链金融成功与否的关键因素之一是能否全面有效地评估线上供应链金融风险。以电子订单融资模式为研究对象,分析电商平台供应链金融运作模式,构建电商平台供应链金融风险评价指标体系;为避免主观因素造成的差异,应用熵权法确定指标权重,在此基础上引入云模型理论量化风险等级,并综合评价电商供应链金融风险。通过实例验证熵权-云模型方法在评估电商供应链金融风险方面的有效性和客观性。

关键词 电商平台 供应链金融 云模型

中图分类号 TP31 F275

文献标识码 A

DOI:10.3969/j.issn.1000-386x.2018.11.011

E-COMMERCE PLATFORM SUPPLY CHAIN FINANCIAL RISK EVALUATION BASED ON CLOUD MODEL

Gao Gengjun Zhang Ying

(Institute of Logistics Science and Engineering Research, Shanghai Maritime University, Shanghai 200120, China)

Abstract As one of the innovative modes of Internet finance, E-commerce supply chain finance provides a new channel for solving the financing bottleneck of small and medium-sized enterprises. One of the key factors for the success of E-commerce supply chain finance is whether the online supply chain finance risk can be evaluated comprehensively and effectively. Taking E-order financing mode as the research object, we analyzed the supply chain financial operation mode of E-commerce platform, and constructed the financial risk evaluation index system of E-commerce platform supply chain. In order to avoid the difference caused by subjective factors, entropy method was used to determine the index weight. On this basis, cloud model theory was introduced to quantify the risk level and conduct the comprehensive evaluation of E-commerce supply chain financial risk. An example was given to verify the effectiveness and objectivity of entropy weight cloud model in evaluating the financial risk of E-commerce supply chain.

Keywords E-commerce platform Supply chain finance Cloud model

0 引言

进入新时期,中小企业作为促进国民经济发展的力量,其发展却被融资难所限制。传统的供应链金融缓解了中小企业融资困境,但仍存在着审批缓慢、过程繁琐等缺陷。随着电商盈利模式由“信息+广告”延伸至“交易服务+金融”,电商平台纷纷牵手银行布局供应链金融^[1]。电商开展供应链金融提高了中小企业融资效率,降低了供应链融资成本,为其提供了

新的融资渠道。创新模式下必然伴随着新兴风险,构建电商供应链金融风险评价指标能够有效预防电商供应链金融风险,因此本文以电商平台为背景,建立线上供应链金融风险评估模型。

近年来,线上供应链金融逐渐得到国内学者的关注。文献[2-4]总结了第三方 B2B 的线上供应链融资模式,提取归纳了线上供应链金融风险要素,并提出防范风险的建议。文献[5-7]建立了线上供应链金融风险评价指标体系,用层次分析法和模糊综合评价法进行风险评估。以上文献从不同角度探讨电商供应

链金融风险,为本文研究提供基础。传统的评价方法具有较大的主观随意性,会影响评价结果的客观性和准确性。云模型是考虑了随机性和模糊性的一种不确定性转换方法,能够克服传统评价方法的主观性,保证评价结果的准确性。孟俊娜等^[8]应用云模型描述基础项目可持续性的各种属性,实现了可持续性的不确定性度量,提出了基于云模型的基础设施项目可持续性评价方法,评价结果更加符合实际。王玲俊等^[9]将云模型引入风险评价,对装备制造业风险等级进行量化,为产业链风险评估提供了更准确、直观的依据。电商供应链金融的特殊性决定其风险具有复杂性、主观性等特点,云模型在供应链金融领域中尚未涉及。鉴于此,本文尝试将云模型理论引入供应链金融领域,通过定性概念到定量指标的有效转化,以期为电商平台供应链金融风险评价提供一种新思路。

1 电商平台供应链金融

1.1 电商平台供应链金融模式

电商平台供应链金融是以供应链为核心,电商平台为依托,在真实的供应链交易下辅以抵押担保品,银行和电商平台联合向供应链参与者提供融资、结算和仓单管理的综合性金融服务。一方面,电商平台供应链金融在传统供应链金融授信的基础上引入了融资企业的电子信用作为授信依据,减少了融资企业的信用风险;另一方面基于电商平台的供应链金融能够将银行、电商企业、物流企业等多方系统对接,促进物流、资金流、信息流的流转更加顺畅,为电商平台上的中小企业提供了融资便利^[6]。然而,由于线上供应链金融业务的特殊性与复杂性,其风险因素有了较大的不同,加之缺乏成熟的指导,导致银行贷款风险增加,电商盈利水平下降。因此,电商平台供应链金融业务的风险评估具有重要现实意义。

为满足不同行业发展需求,电商平台供应链金融衍生出多种融资模式,虽模式各不相同,但供应链金融风险来源和特点基本一致。电子订单模式作为线上供应链金融的主推模式,具有参与主体多、流程复杂等特点,涵盖了供应链金融运作的主要风险环节^[10]。该模式下,融资企业凭借与企业交易的订单向电商平台申请融资,平台与银行联合授信并向核心企业发放贷款,核心企业将货物移交至指定物流企业,在贷款到期时融资企业还本付息,物流企业解压货物,融资企业取回货权,至此完成融资(见图1)。因此,本文以电子订单融资模式为对象,全面提取电商平台供应链金融运作

过程中的风险因子。

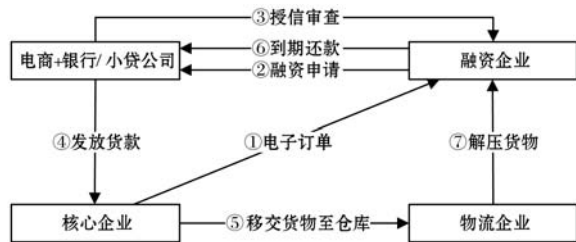


图1 基于电商平台电子订单融资模式

1.2 电商平台供应链金融风险要素分析

电商平台供应链金融风险是指在供应链金融运作过程中,即电商交易、平台授信、物流监管等环节中,由于外部因素给供应链金融参与者带来损失的情况。以电商供应链金融中电子订单模式为主要对象,结合电商供应链金融运营中的实际情况,遵循全面性、可用性等原则,建立电商平台供应链金融风险评价指标体系。电商平台供应链金融风险主要包括外部风险影响因素即:环境风险、供应链风险、信用风险、质押物风险以及内部风险影响因素分别为操作风险和网络信息技术风险(见图2)。

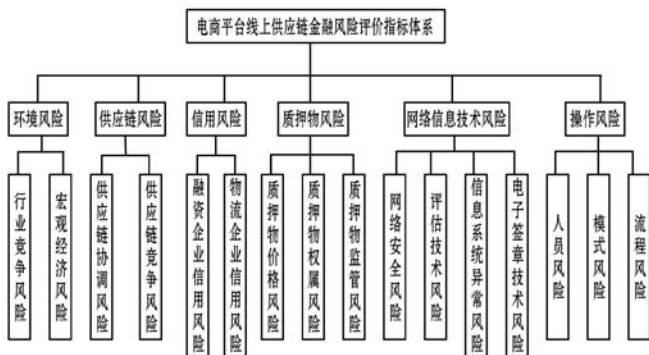


图2 基于电商平台供应链金融风险评价指标体系

(1) 环境风险 环境风险是由于经济环境的不确定性导致供应链金融参与者利润损失的情况,包括宏观经济风险与行业竞争风险。宏观经济风险表现为国家经济政策的变化会直接干扰行业发展趋势,供应链运营风险增加。行业竞争风险主要表现为行业的总体利润水平、技术变化等方面的不确定性,对融资企业所在供应链的竞争力和未来发展前景有较大的影响力。

(2) 供应链风险 由于电商平台供应链金融是以供应链为核心,根据企业真实贸易进行融资的服务,供应链运作状况直接影响融资企业贸易发展前景。供应链风险包括供应链外部链条之间竞争风险和供应链内部的协调风险。相同或相似供应链之间存在竞争关系,供应链竞争能力的大小关系着供应链上企业效益状况。供应链内部协调风险指的是供应链上企业信息不对称、沟通不顺畅等导致供应链运营成本增加以及运作效率低下。

(3) 信用风险 信用风险指的是由于业务参与主体的信用缺失而产生的损失,包括融资企业信用风险和物流企业信用风险。融资企业以中小企业为主,其发展易受市场影响、制度不健全、抵押资产不足等特征,致使其在发展模式、财务制度等方面存在诸多不确定性。融资企业的信用风险表现为行业潜力、财务状况及企业素质方面。物流企业是电商供应链金融模式中的资产担保支持者,由于我国物流企业规模小、门槛低,其信用风险主要表现为物流企业缺乏专业化水平以及仓储监管能力较弱。

(4) 质押物风险 质押物是融资企业质押货物给银行以作为银行收回回款的最后保障。质押物风险指的是质押物未能按预期变卖而产生的损失。质押物风险包括质押物价格风险、质押物监管风险以及质押物变现风险。质押物价格风险是指质押物未能按照预期价格变现而产生的损失。质押物监管风险是指由于物流企业缺乏监管仓储能力和专业化水平,导致质押物价值产生损耗。质押物变现风险是由于质押物市场容量小、流动性弱等原因,导致质押物出现额外的变现成本或无法变现。

(5) 网络信息技术风险 电商平台供应链金融相较于传统供应链金融,其对网络信息技术的依赖性强。电商平台的健康运作需要安全、高效的网络信息技术做支撑。因此网络信息技术风险是电商供应链金融风险的重要影响因素。网络信息技术风险意指由于信息技术的不完善而造成的损失。网络信息技术风险主要包括网络安全风险、信息系统异常风险、评估技术风险以及电子签章技术风险。网络安全风险是指计算机遭受外部袭击时缺乏防御风险的能力而导致的风险。信息系统异常风险是指在业务运营过程中出现闪退、黑屏从而导致业务失败的风险。评估技术风险是指评估技术有限性难以对融资企业或者质押物进行精准全面的评估而产生的风险。电子签章技术风险表现为被第三方篡改、伪造的风险,且电子签章技术在法律上缺乏有效保障,风险一旦发生难以挽回。

(6) 操作风险 操作风险指的是电商供应链金融运营过程中由于操作失误或者不规范导致损失的产生。由于电商供应链金融涉及主体多,且基本都是线上操作,因此操作风险成为供应链金融重要风险指标之一。操作风险主要包括人员风险、流程风险和模式风险。人员风险是指电商平台供应链金融业务相关人员操作失误或者蓄意违规操作导致损失的发生。流程风险是指供应链金融业务流程不合理或者不完善导致风险的发生,主要表现为流程标准化风险、流程成熟风险。模式风险主要是由于线上供应链金融参与主体较多且每个主体的商业模式各不相同,实际操作过程中

存在壁垒,模式风险主要来表现为以下几点:支付回款模式不合理,质押和监管方式不合适,信用评估报告不合适等。

2 云模型

云模型是由李德毅院士提出的将定性概念转换成定量指标的一种不确定性转换模型。它将模糊集理论中的模糊性与概率论中的随机性有机结合,构成定性与定量之间的映射^[11]。

假设定量论域 $U = \{x\}$,其中 C 是隶属于 U 中的一个定性概念,定量值 x 为 U 中某一元素,则一定具有确定度 $\mu(x)$ 表示 x 对 C 的描述程度, x 在论域 U 上的分布为云模型^[12]。

每个 x 对应一个云滴,通常用期望 E_x 、熵 E_n 和超熵 H_e 表示云模型模糊性和随机性,反映了定性概念 C 整体上的定量特征^[12]。期望 E_x 代表定性概念 C 的点,对应着论域的中心值。熵 E_n 衡量了定性概念 C 的模糊度,熵越大即被定性概念接受的数值越大,概念越模糊^[12]。超熵 H_e 表示的是熵 E_n 的不确定性,反映了云滴的离散程度,超熵越大,隶属度的随机性越大,云的“厚度”也越大^[12]。

云模型的生成算法即云发生器,可以实现定性和定量间的相互转化。云发生器分为正向云发生器和逆向云发生器^[13]。本文使用正向云发生器实现定性到定量的转化,以有效的表达自然语言。正向云发生器根据已有的云模型数字特征值 (E_x, E_n, H_e) 产生满足条件的云滴 $(x, \mu_i(x))$, $i = 1, 2, \dots, N$, N 表示云滴个数,具体算法如下:

输入:特征值 (E_x, E_n, H_e) 以及云滴数 N 。

输出: $(x, \mu_i(x))$, $i = 1, 2, \dots, N$ 。

步骤如下:

(1) 生成以期望为 E_n , 方差为 H_e 的正态随机数 $E_{n_i}' = NORM(E_n, H_e)$ 。

(2) 生成以期望为 E_x , 方差为 E_n 的正态随机数 $x_i = NORM(E_x, E_n)$ 。

(3) 确定度 $\mu(x_i) = \exp\left[-\frac{(x_i - E_x)^2}{2E_{n_i}'^2}\right]$ 。

(4) 确定度 $\mu(x_i)$ 中 x_i 作为属于中一个云滴。

重复上述步骤,直到产生 N 个云滴数。

3 基于云模型的电商平台供应链金融风险评价模型

3.1 评价思路

根据电商平台供应链金融业务运营的实际情况,

借助云模型理论,评价电商平台供应链金融风险指标风险等级。首先确定标准风险云隶属函数,依据专家咨询和现有的研究基础确定标准风险云模型,即划分风险等级并确定相关风险等级的特征值,通过正向云发生器生成标准风险云图;其次通过云化处理生成评价因子云模型;再利用熵权法确定评价因子指标权重,并通过权重加权计算供应链金融风险综合云模型;最后与标准云图相比较,确定各评价因子风险等级并综合电评价商平台供应链金融风险。

3.2 确定指标权重

根据上述建立的指标体系发现电商平台供应链金融业务受多种因素的影响,且各个风险因素对线上供应链金融的影响力度是不同的,因此要确定每项风险因素的权重系数。熵权法是一种客观赋权方法,能够克服主观因素造成的权重差异,即变异程度^[13]。其原理是通过信息熵计算每个指标的熵权,利用熵权修改每项指标的比重,最终获得客观准确的指标权重。若指标信息熵越小,则指标提供的信息量越大,综合评价中的作用就越大,其权重应该越高^[14]。本文构建的线上供应链金融风险评价指标体系中,各风险因子的权重由该风险的信息量决定。若该风险指标的信息熵越小,说明对该风险的识别能力越强,该指标在综合评价中作用越大,权重也就越高。

利用熵权法确定指标权重的步骤如下:

(1) 标准化处理每个指标的标准数值:

$$p_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (1)$$

式中: x_{ij} 为第 i 位专家对第 j 项风险指标的打分。

(2) 计算每个指标的熵值:

$$e_j = -\frac{1}{\ln m} \sum_{i=1}^m p_{ij} \ln p_{ij} \quad (2)$$

(3) 确定指标权重:

$$\omega_j = \frac{1 - e_j}{\sum_{j=1}^n (1 - e_j)} \quad (3)$$

3.3 评价过程

3.3.1 标准风险云

为了评价线上供应链金融风险指标的风险等级,需在系统中预设好风险等级的标准云模型,每一个标准云对应一个风险等级。按风险等级将评价分数取值取值区间划分 n 个子区间,第 i 个子区间为 $[R_i^{\min}, R_i^{\max}]$ 对应第 i 个风险等级,标准云计算步骤如下:

(1) 根据第 i 个区间的上下值,计算可得期望:

$$E_{x_i} = \begin{cases} R_i^{\min} & i = 1 \\ \frac{R_i^{\min} + R_i^{\max}}{2} & 1 < i < n \\ R_i^{\max} & i = n \end{cases} \quad (4)$$

(2) 根据式(4)计算结果,计算标准云的熵值:

$$E_{n_i} = \frac{R_i^{\min} + R_i^{\max}}{3} \quad (5)$$

(3) 计算 $H_{e_i} = \eta$, η 取值按照实际评估中定向语言描述的模糊程度进行评估。

3.3.2 确定评价因子云

专家对针对线上供应链金融指标的风险等级进行打分,根据专家打分数据分别计算评价因子的特征值,即期望 E_x 、熵 E_n 和超熵 H_e 。

$$E_x = (E_{x_1} + E_{x_2} + \cdots + E_{x_n}) / n \quad (6)$$

式中: E_x 为某一风险因子的期望; $E_{x_1}, E_{x_2}, \cdots, E_{x_n}$ 为专家对该风险的打分; n 为专家人数。

$$E_n = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (E_{x_i} - E_x)^2} \quad (7)$$

$$H_e = k \quad (8)$$

式(8)中: H_e 为超熵,取值不宜过大,否则会增加评价结果的不确定性,本文为简化评价过程,取 k 为 0.1。

3.3.3 综合评估云

在风险评价中,由于对各属性的侧重点不同,因此根据风险因子的特征值和权重加权计算综合风险的云模型 E_x 和 E_n :

$$E_x = \frac{(E_{x_1} E_{n_1} W_1 + E_{x_2} E_{n_2} W_2 + \cdots + E_{x_n} E_{n_n} W_n)}{(E_{n_1} W_1 + E_{n_2} W_2 + \cdots + E_{n_n} W_n)} \quad (9)$$

$$E_n = E_{n_1} W_1 + E_{n_2} W_2 + \cdots + E_{n_n} W_n \quad (10)$$

式中: W 为评价因子的权重。

用正向云发生器计算,对每个评估指标的实际云模型并与标准云模型进行比较,得到每个指标的最终风险等级。

4 实例分析

本文选取了电商平台 G 为研究对象。G 平台是一家应用大数据、云计算等信息技术为钢铁电子交易参与方提供在线交易、物流监管、供应链金融等服务的综合型电商平台。该平台开展了多种供应链金融模式,以该平台上的电子订单融资业务为研究对象,邀请该领域内的 5 位专家,依据建立的电商供应链金融风险指标对平台上供应链金融风险进行评分。

在利用云模型对线上供应链金融风险评价之前,需要预先设定云模型中标准风险云。借鉴现有研究,

采用区间 $[0,5]$ 衡量风险,数值越大,风险越高。邀请行业内专家对“低风险”、“较低风险”、“中等风险”、“较高风险”、“高风险”赋值,得出标准风险等级的特征值(见表1)。通过正向云发生器生成标准风险等级云图(见图3)。其中X轴表示风险等级,Y轴表示确定度。

表1 供应链金融业务风险等级云模型特征值表

语言值	低风险	较低风险	中等风险	较高风险	高风险
区间	$[0,1]$	$[1,2]$	$[2,3]$	$[3,4]$	$[4,5]$
期望	0.06	1.4	2.4	3.5	4.5
熵	0.662 1	0.883 4	0.823 4	0.773 9	0.773 9

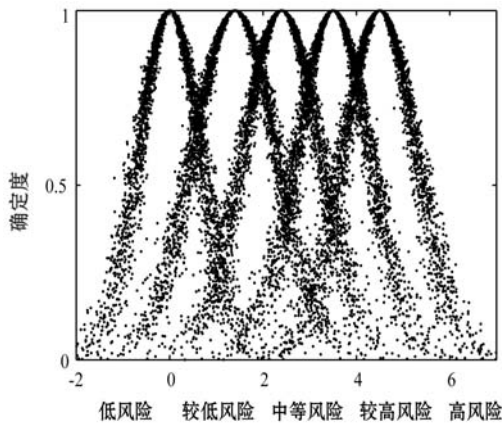


图3 标准风险等级云图

根据专家打分数据,利用式(3)–式(8)确定风险指标的权重结果(见表2)。在表2中,一级指标中权重最高的属信用风险,融资企业属于主要还款来源。若融资企业信用缺失直接导致银行资金难以回笼,因此无论是线上还是线下,信用风险始终属于供应链金融风险中重点关注对象。其次为质押物风险,由于电商平台供应链金融以线上操作为主,对于质押物实际流转状况存在严重的信息不对称,质押物作为企业还款保证,在电商供应链金融中起着至关重要的作用。

表2 电商平台供应链金融风险权重

一级指标	权重	二级指标	权重
环境风险	0.176 7	行业竞争风险	0.412 1
		宏观经济风险	0.587 8
供应链风险	0.164 2	供应链竞争风险	0.564 3
		供应链协调风险	0.435 6
信用风险	0.197 5	融资企业信用风险	0.628 7
		物流企业信用风险	0.371 2
质押物风险	0.188 2	质押物价格风险	0.446 9
		质押物监管风险	0.220 4
		质押物权属风险	0.332 6

续表2

一级指标	权重	二级指标	权重
网络信息技术风险	0.157 9	网络安全风险	0.278 0
		信息系统异常风险	0.191 6
		评估技术风险	0.139 9
		电子签章技术风险	0.390 3
操作风险	0.115 2	人员风险	0.456 9
		模式风险	0.271 3
		流程风险	0.271 7

利用式(6)–式(10)对专家打分数据进行处理,计算得出所有二级风险指标的数字特征值结果如表3所示。

表3 电商平台供应链金融二级风险指标特征值

二级指标	云模型(E_x, E_n, H_e)
行业竞争风险	(3.982 392, 1.025 522, 0.1)
宏观经济风险	(2.098 862, 0.883 913, 0.1)
供应链竞争风险	(1.646 668, 0.916 013, 0.1)
供应链协调风险	(2.993 620, 1.065 468, 0.1)
融资企业信用风险	(2.722 861, 1.027 154, 0.1)
物流企业信用风险	(1.985 282, 1.009 585, 0.1)
质押物价格风险	(4.436 912, 0.974 758, 0.1)
质押物监管风险	(1.471 617, 1.088 268, 0.1)
质押物权属风险	(2.747 700, 0.863 389, 0.1)
网络安全风险	(1.530 769, 1.003 815, 0.1)
信息系统异常风险	(1.802 896, 0.894 646, 0.1)
评估技术风险	(2.013 974, 1.068 392, 0.1)
电子签章技术风险	(2.260 823, 1.022 534, 0.1)
人员风险	(1.475 341, 1.054 072, 0.1)
模式风险	(1.443 704, 1.028 173, 0.1)
流程风险	(1.403 311, 0.895 547, 0.1)

根据权重以及二级指标特征值我们确定一级指标综合云。根据特征值表4,利用正向云发生器生成各一级指标风险等级云图(见图4)。从表3、表4和图4中发现,质押物风险期望值为3.194 051,风险等级属于中等偏高,然而质押物价格风险的权重为0.446 9,质押物价格风险期望为4.436 912,因此质押物风险等价最高。其次风险中等偏较高的是环境风险,其指标属性中行业竞争风险的影响力稍弱于宏观经济风险,但由于行业竞争风险水平远高于宏观经济风险,导致环境风险属于中等偏高水平。现有的钢材行业对于技术要求越来越高,然而平台上的会员多为中小型钢贸企业,生产技艺不高,缺乏有效的环保技术,远落后于

大型的钢贸商,其会员企业相比较于规模庞大的钢贸商处于竞争弱势一方,因此该结论与实际情况相符。虽然信用风险对供应链金融风险影响力最高,但电商平台拥有融资企业的交易频率、交易额等数据,通过数据挖掘等信息技术有效预测中小企业信用等级,因此信用风险属于中等风险符合实际。供应链风险、操作风险与网络信息技术风险均属于较低风险,其中供应链风险等级与环境风险等级稍弱于信用风险,即一级风险评价指标结果为:质押物风险 > 环境风险 > 信用风险 > 供应链风险 > 网络信息技术分风险 > 操作风险。

表 4 电商平台供应链金融一级风险指标特征值

一级指标	特征值
环境风险	(2.943 707,0.942 274,0.1)
供应链风险	(2.283 944,0.981 126,0.1)
信用风险	(2.451 996,1.020 631,0.1)
质押物风险	(3.194 051,0.962 739 9,0.1)
网络信息技术风险	(1.941 360,0.999 235,0.1)
操作风险	(1.449 087,1.003 959,0.1)

比可得该平台上的供应链金融业务 R 风险等级属于中等风险。在电商平台供应链金融运营过程中,平台主要通过会员制和数据资料,筛选信用客户。尽管电商平台信息技术优势能够有效降低融资过程中的信用风险,但是由于钢铁行业发展的特殊性,业务发展容易受宏观因素的影响。因此,电商平台在对线上会员提供资金服务过程中,不仅要衡量融资企业信用风险,还要加强对行业发展状况的监控,以降低供应链金融运营过程中的不确定性。

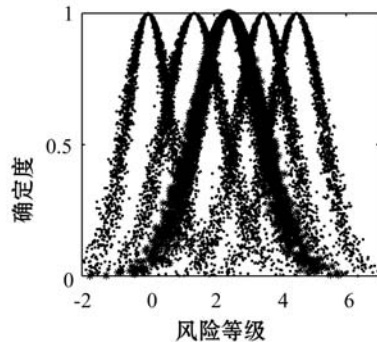


图 5 综合风险等级云图

5 结 语

本文针对基于电商平台供应链金融运营模式,构建了电商平台供应链金融风险评价指标体系,提出了一种基于云模型的风险评价方法。本文首先利用专家评价和熵权法确定风向评价指标的权重,然后引入云模型,将风险等级按照语言习惯划分为五个等级。根据风险指标数据的基本特征值确定风险指标的风险等级,通过综合云来确定线上供应链金融业务综合风险等级。研究表明,熵权-云模型能够保证评价结果的客观性和准确性。但是,由于电商平台供应链金融发展模式不断创新,因此评价指标体系须结合实际不断完善。

参 考 文 献

[1] 李小金,胡雯莉. 基于 B2B 平台的供应链金融模式与实践研究[J]. 经济与管理,2017,31(5):35-38.
 [2] 郭菊娥,史金召,王智鑫. 基于第三方 B2B 平台的线上供应链金融模式演进与风险管理研究[J]. 商业经济与管理,2014(1):13-22.
 [3] 徐鹏. 线上农产品供应链金融风险防范研究[J]. 华南农业大学学报(社会科学版),2016,15(6):93-103.
 [4] 李志华,史金召. 供应链金融的风险识别与控制—基于线上、线下模式的比较[J]. 商业经济研究,2015(8):99-101.
 [5] 何昇轩,沈颂东. 基于第三方 B2B 平台的线上供应链金融风险评估[J]. 东南学术,2016(3):139-147.

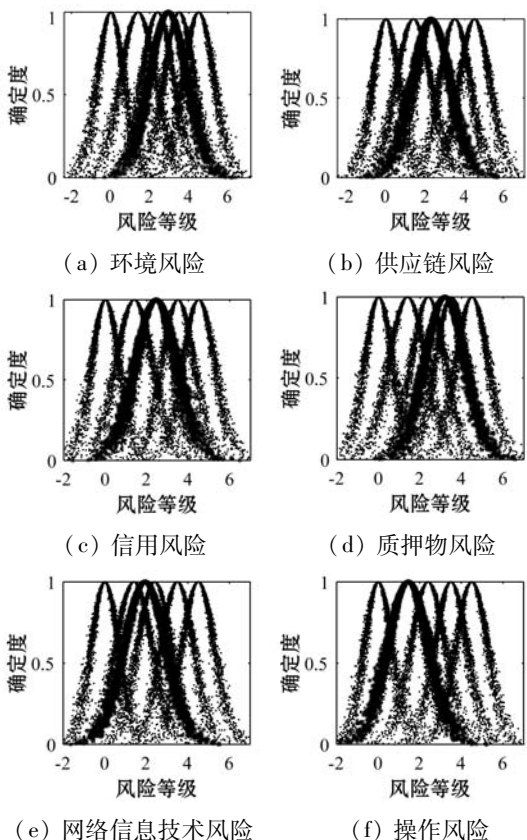


图 4 一级风险指标云图

通过一级指标以及公式计算得出电子订单融资风险的综合云模型(2.444 3,0.984 1,0.1),利用 MATLAB 程序画出综合风险云图(见图 5)。与标准云图对

- [6] 胡慧慧,傅为忠. 基于改进灰色关联度方法的互联网供应链金融风险评价[J]. 武汉金融,2016(3):51-55.
- [7] 于晓虹,楼文高. 线上供应链金融风险评价的低维逐次投影寻踪建模研究[J]. 金融理论与实践,2017(12):49-52.
- [8] 孟俊娜,符美清,王然,等. 基于云模型的基础设施项目可持续性评价[J]. 科技进步与对策,2016,33(16):86-90.
- [9] 王玲俊,王英. 基于云模型的装备制造产业链风险评价[J]. 技术经济,2016,35(2):80-87.
- [10] 史金召,郭菊娥,晏文隽. 在线供应链金融中银行与 B2B 平台的激励契约研究[J]. 管理科学,2015(9):79-92.
- [11] 李德毅,杜鹃. 不确定性人工智能[M]. 北京:国防工业出版社,2005.
- [12] 李德毅,刘常昱,杜鹃,等. 不确定性人工智能[J]. 软件学报,2004,15(11):1583-1594.
- [13] 杜恒波,许衍凤. 基于熵值法的人力资源外包风险性模糊综合评价研究[J]. 统计与决策,2011(3):176-177.
- [14] Paralikas A N, Lygeros A I. A Multi-Criteria and Fuzzy Logic Based Methodology for the Relative Ranking of the Fire Hazard of Chemical Substances and Installations [J]. Process Safety & Environmental Protection, 2005, 83(2): 122-134.
- ~~~~~
- (上接第7页)
- [48] Choenni S. Design and implementation of a genetic-based algorithm for data mining[C]//VLDB 2000, Proceedings of, International Conference on Very Large Data Bases, September 10-14, 2000, Cairo, Egypt. DBLP, 2000:33-42.
- [49] He Y, Hui C W. A binary coding genetic algorithm for multi-purpose process scheduling: A case study[J]. Chemical Engineering Science, 2010, 65(16): 4816-4828.
- [50] Yang X, Yang Z, Yin X, et al. Chaos gray-coded genetic algorithm and its application for pollution source identifications in convection - diffusion equation[J]. Communications in Nonlinear Science & Numerical Simulation, 2008, 13(8):1676-1688.
- [51] 陈辉,张家树,张超. 实数编码混沌量子遗传算法[J]. 控制与决策, 2005, 20(11):1300-1303.
- [52] 郑朝晖,张焱,裘聿皇. 一种基于复数编码的遗传算法[J]. 控制理论与应用, 2003, 20(1):97-100.
- [53] 梁旭,王佳,黄明. 解决大规模生产调度问题的一种新编码方法[J]. 计算机集成制造系统, 2008, 14(10): 1974-1977.
- [54] Tang K Z, Sun T K, Yang J Y. An improved genetic algorithm based on a novel selection strategy for nonlinear programming problems[J]. Computers & Chemical Engineering, 2011, 35(4):615-621.
- [55] 乔家庆,付平,孟升卫. 基于个体差异的遗传选择算子设计[J]. 电子学报, 2006, 34(S1): 2414-2416.
- [56] 陈皓,崔杜武,严太山,等. 基于竞争指数的模拟退火排序选择算子[J]. 电子学报, 2009,37(3):586-591.
- [57] Deep K, Thakur M. A new crossover operator for real coded genetic algorithms [J]. Applied Mathematics & Computation, 2007, 188(1):895-911.
- [58] Tutkun N. Optimization of multimodal continuous functions using a new crossover for the real-coded genetic algorithms [J]. Expert Systems with Applications, 2009, 36(4):8172-8177.
- [59] Wang L, Tang D B. An improved adaptive genetic algorithm based on hormone modulation mechanism for job-shop scheduling problem[J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(6):7243-7250.
- [60] Deep K, Thakur M. A new mutation operator for real coded genetic algorithms [J]. Applied Mathematics & Computation, 2007, 193(1):211-230.
- [61] 巩敦卫,郝国生,严玉若. 交互式遗传算法基于用户认知不确定性的定向变异[J]. 控制与决策, 2010, 25(1): 74-78.
- [62] Albayrak M, Allahverdi N. Development a new mutation operator to solve the traveling salesman problem by aid of genetic algorithms [J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(3):1313-1320.
- [63] Liu L, Chen X. Reconfiguration of distribution networks based on fuzzy genetic algorithms [J]. Proceedings of the Csee, 2000, 20(2):66-69.
- [64] 戴朝华,朱云芳,陈维荣. 云自适应遗传算法[J]. 控制理论与应用, 2007, 24(4):646-650.
- [65] Ponnambalam S G, Jawahar N, Kumar B. Estimation of optimum genetic control parameters for job shop scheduling [J]. International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 2002, 19(3): 224-234.
- [66] 陈世哲,刘国栋,浦欣,等. 基于优势遗传的自适应遗传算法[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2007, 39(7):1021-1024.
- [67] 陈峰,武小悦. 基于定向变异算子的求解 GA 欺骗问题研究[J]. 系统工程与电子技术, 2009, 31(1):204-207.
- [68] Rudolph G. Convergence analysis of canonical genetic algorithms[J]. IEEE Transactions on Neural Networks, 1994, 5(1):96.
- [69] 于志刚,宋申民,段广仁. 遗传算法的机理与收敛性研究[J]. 控制与决策, 2005, 20(9):971-980.
- [70] 李敏强,寇纪淞. 遗传算法的模式欺骗性分析[J]. 中国科学:技术科学, 2002, 32(1):95-102.
- [71] 何军,康立山. 遗传算法求解完全欺骗性问题的平均计算时间[J]. 计算机学报, 1999, 22(9): 999-1003.