

基于AHP-云模型的船舶企业供应链外移风险评价研究

□ 张悟移,江雨

(昆明理工大学 管理与经济学院,云南 昆明 650093)

摘要:受中美贸易摩擦及新冠肺炎疫情的影响,中国企业到境外投资建厂或加大境外工厂的生产能力,已经出现由点到面的迹象,影响到了企业供应链的安全。在此背景下,如何兼顾经济性与安全性?本文选取战略产业——船舶供应链作为研究对象,分析船舶企业将供应链外移至菲律宾时所需关注的风险。针对中国船舶企业供应链外移的复杂性、风险评价中指标概念的随机性和模糊性共存的特点,将云模型引入安全风险评价。从供应链安全视角,筛选对企业供应链外移具有显著影响的因素,构建了企业供应链外移风险评价指标体系,利用层次分析法(AHP)确定指标权重,运用云发生器对评价指标进行云转化,对风险进行了总体评估,提出应对船舶企业供应链外移风险的对策建议。

关键词:船舶企业;供应链外移;风险评价;云模型;层次分析法

中图分类号:F425

文献标识码:A

文章编号:1004-0714(2022)012-0110-05

Study on the Risk Assessment of Supply Chain Migration of Ship Enterprises based on AHP-Cloud Model

ZHANG Wu-yi, JIANG Yu

(Faculty of Management and Economics, Kunming University of Science and Technology, 650093, Yunnan, Kunming, China)

Abstract:Affected by the trade friction between China and the United States and the COVID-19 epidemic, Chinese enterprises have begun to invest overseas to build factories or increase the production capacity of overseas factories, which has affected the safety of enterprise supply chain. In this context, how to balance economy and security, this paper selects a strategic industry——ship supply chain as the research object, and analyzes the risks that shipping enterprises need to pay attention to when they move the supply chain to the Philippines. Aiming at the complexity of supply chain migration of Chinese shipping enterprises and the coexistence of randomness and fuzziness of index concept in risk assessment, cloud model is introduced into security risk assessment. From the perspective of supply chain security screening, factors of offshoring enterprise supply chain has a significant impact on offshoring enterprise supply chain risk evaluation index system is constructed, using analytic hierarchy process (AHP) to determine the index weight, use of cloud generator to cloud transformation of evaluation index, the risk has carried on the overall evaluation, put forward suggestions on offshoring to ship enterprise supply chain risk.

Keywords:Ship Enterprise; Out-Migration of Supply Chain; Risk Assessment; Cloud Model; Analytic Hierarchy Process

一、研究背景与文献综述

在中美战略竞争已成常态、逆全球化加剧、中国制造业成本上升的背景下,企业从风险分散和降低成本的角度出发,考虑在中国以外寻找第二生产基地,而不是整个供应链的转移,即形成了供应链外移风险^[1]。如何在未来的发展中兼顾经济性与安全性,成为亟待解决的问题。

考虑到船舶产业在国民经济发展中一直为国家航运运输、海洋开发和国防建设提供主要装备,是军用、民用结合的战略产业,

国际竞争的外向型产业。本文选取船舶产业作为对象,对船舶企业供应链外移进行风险评价。我国“十四五”规划和2035年远景目标纲要中将船舶产业列为重点发展的产业之一,强调要坚持经济性和安全性相结合,加强技术经济安全评估,巩固提升船舶领域的全链竞争力^[2]。中国船舶产业的产业链条长、带动性强,承担着建设海洋强国、“一带一路”的重要角色,并且近年实现了大量的技术突破。在中国积极倡导“一带一路”的今天,为重塑国际竞争新优势,企业正从融入参与模式向主动引领模式跃迁^[3]。鉴于

此,本文基于供应链安全的视角,探求船舶企业在供应链外移时面临的风险,旨在能够找到降低风险的路径。

目前,已有学者对船舶产业供应链的各类方向进行了研究。例如,刘辉、史雅娟和曾春水利用GIS技术平台和空间统计方法,对中国造船业的发展和空间布局进行了研究,建议中国船舶产业发展应主动深入融入全球造船产业链和供应链,向微笑曲线的两端发展,加快造船产业集群和国际合作的发展^[4]。潘燕华和董恬恬研究了制造资源协同对船舶产业链企业利润的影响,发现总装企业之间稳定的资源协同关系可以帮助总装企业在资源控股、利润和处理过剩资源方面获得优势^[5]。何梦娇、任南和张亚运分析了虚拟整合网络能力对船舶产业链价值共创的影响,研究发现,网络构建能力对产业链价值协同创造没有显著影响,但网络感知能力对价值协同创造有显著的正向影响^[6]。

船舶业风险的研究主要集中于财务风险、融资风险、技术创新风险等方向,风险评估的方法相对简单。目前,许多成熟的定量风险评估方法已经应用于一些领域。例如,曾莉和王明将人工神经网络BP算法运用于对科技型中小企业知识产权质押融资风险的研究,并取得了具有较高精度的评价结果^[7]。余思勤和刘仲敏采用FA-KM-GAHP模型对授信供应商风险的群体共识进行评价,并提出构建联盟区块链风险评估共享平台等对策^[8]。肖勇和徐俊将组合赋权与TOPSIS相结合,用于评价储能电站电池安全运行风险,最后得出的结果与实际相符^[9]。当前研究供应链外移的文献并不多,所用的风险评估方法比较简单,大多为定性描述。例如,崔日明和李丹分析了后疫情时代下中国产业链供应链所面临的断链、外移等状况,从而引出中国与东盟加强合作的现实基础,并提出了具体的实现路径^[10]。徐杰从全球供应链“去中国化”的角度,探讨了中国当前面临的供应链外移与世界主要工业化国家的不同之处,并提出了应对建议^[11]。渠慎宁和杨丹辉阐述了中美经济脱钩的大环境下供应链转移的难度、动因与冲击力,并提出了新形势下应对风险的策略^[12]。

从上述文献可以看出,目前,对于供应链外移所面临的风险研究并不多,且主要是从宏观的角度进行定性分析。对于船舶业的相关风险分析也鲜少从供应链的角度出发,这限制了船舶企业风险管理体系的发展。本文从供应链安全的角度,选择适用于本研究的层次分析——云模型法,分析船舶企业的风险,构建船舶企业供应链外移风险评价体系,评估其风险,最后提出应对防范风险的策略。

二、云模型理论与算法

1. 云模型的理论

云模型是我国工程院院士李德毅教授在概率论与模糊数学理论交互的基础上,形成的转换定性概念用于定量表示的模型,广泛应用于数据分析、语言处理等领域。云用三个数字特征来表征定性概念的点,期望 E_x 是概念在论域的中心值,熵 E_n 是对定性概念不确定性的度量,超熵 H_e 间接地反映云的厚度。

2. 云发生器

正态云模型由特征值(E_x, E_n, H_e)通过正态云发生器构成整个云。模型如图1所示。

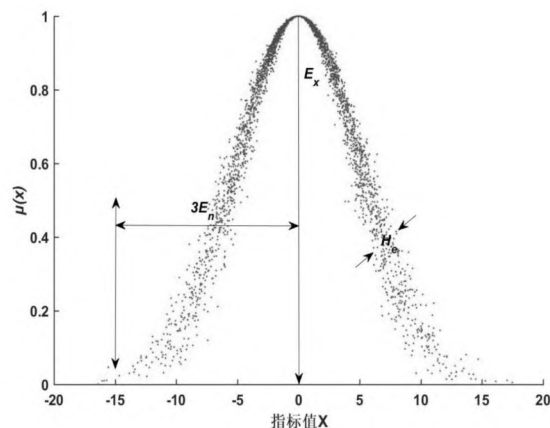


图1 正态云图

正态云发生器算法步骤如下:

第一,以 E_x 为期望, H_e 为标准差,生成正态随机数 E_{ni} ;

第二,以 E_x 为期望, $|E_{ni}|$ 为标准差,生成一个正态随机数 x_i ,即论域空间 U 的一个云滴;

第三,根据前两步计算 $\mu = e^{-\frac{(x_i - E_x)^2}{2(E_n)^2}}$,从而得出云滴坐标(x_i, μ_i);

第四,重复前三步,直到产生 n 个云滴为止。

逆向云发生器具体算法如下:

第一,样本均值 $\bar{X} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$,样本方差 $S^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{X})^2$;

第二,由第一步得到 $E_x = \bar{X}$;

第三,同样可得 $E_n = \sqrt{\frac{\pi}{2}} \times \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n |x_i - \bar{X}|$;

第四,由第一步和第三步可得: $H_e = \sqrt{S^2 - E_n^2}$ 。

3. 云模型的特点与优势

考虑到BP神经网络需要大量数据进行训练,蒙特卡罗模拟依赖于详细的历史数据,而云模型适用于模糊性较强、部分信息未知、样本较小的不确定性系统,且与传统模糊评价不同,将模糊集理论中的模糊性与概率论中的随机性有机结合,保证了评价结果的客观与准确。

三、基于云模型的船舶企业供应链外移风险评价研究

1. 指标体系的建立

建立合理的船舶企业供应链外移风险评价体系应遵循科学性、实用性、全面性、可比性和层次性等原则。针对中国船舶企业的现状,比较分析国内外船舶产业的差距,基于供应链安全的视角,建立适合我国船舶企业的供应链外移风险评价指标体系。

我国船舶企业供应链外移需要应对传统因素和国际局势的双重考验,因此,本文将企业供应链外移风险从外部风险和内部风险这两大因子出发,在查询了相关文献、对专家进行咨询并结合了其他产业供应链安全的风险后,经过多次改进,逐层划分,形成了一个包括8个一级指标、26个二级指标的层次结构,如表1所示。

表1 船舶企业供应链外移风险评价指标体系

风险	一级指标	二级指标	指标属性	数据来源
外部风险	政治风险	政府稳定性	+	ICRG
		军事干预政治	+	ICRG
		政府腐败	+	ICRG
		外部冲突	+	ICRG
	经济风险	投资开放程度	-	CEIC
		通胀状况	+	CEIC
		偿债能力	+	WDI
		经济波动	+	WDI
	法律风险	法制程度	-	WGI
		环境政策	+	BTI
	社会风险	文化冲突	-	BTI
		社会安全	+	UNODC
内部风险	物流链风险	物流成本风险	+	专家打分
		产品损耗风险	+	
		交货速度风险	+	
	资金链风险	资金中断风险	+	
		信用风险	+	
		资金流速风险	+	
		跨境交易风险	+	
	信息链风险	信息渠道风险	+	
		信息滞后风险	+	
		信息共享风险	+	
		信息准确性风险	+	
	基础风险	技术创新风险	+	
		人才风险	+	
		融资能力风险	+	

注:WGI为《全球治理指标》,ICRG为《国际国家风险指南》,WDI为《世界发展指标》,CEIC为《香港环亚经济指数》,BTI为《贝塔斯曼刚性变换指数》,UNODC为联合国毒品和犯罪问题工作室

①政治风险。政治风险是指我国企业在东道国进行生产经营时可能遭受的来自国家关系和状况发生变化带来的风险。主要包括政府稳定性、军事干预政治、政府腐败和外部冲突。政府稳定性是对政府执政能力和制度稳定性的评判。军事干预政治是东道国军队对政府的参与度。政府腐败是指东道国政府腐败可能带来的市场秩序紊乱、资源分配不均等风险。外部冲突是指东道国与外国发生经济战以及贸易摩擦的风险。

②经济风险。经济风险指的是重要的经济变化可能导致的投资风险。主要包括投资开放程度、通胀状况、偿债能力以及经济波动。投资开放程度是外商直接投资和对外直接投资占GDP的比重。通胀状况源于通胀程度对投资收益的影响。偿债能力、经济波动都是源于其对我国企业投融资带来巨大风险。

③法律风险。法律风险是我国与东道国法律环境的差异所带来的风险。主要包括法制程度和环境政策。法制程度指东道国法律是否有效和完善对企业的合法权益产生威胁的风险。环境政策是企业因为对东道国环境政策不熟悉而影响项目推进的风险。

④社会风险。社会风险是指我国与东道国有着不同的文化背景从而产生威胁社会安全的冲突的风险。主要包括文化冲突和社会安全。文化冲突指种族歧视、宗教冲突等威胁。社会安全是每年东道国每十万人中因谋杀死亡的人数。

⑤物流链风险。物流链风险是指上下游企业在物流活动中主要面临的风险。包括物流成本风险、产品损耗风险和交货速度风险。

⑥资金链风险。资金链风险指代的是资金运转过程中需要着重关心的风险。包括资金中断风险、信用风险、资金流速风险、跨境交易风险。

⑦信息链风险。信息链风险是指企业间在信息传递时可能发生的风险。包括信息渠道风险、信息滞后风险、信息共享风险和信

⑧基础风险。基础风险是指船舶企业因基础状况较其他竞争者较弱可能产生的风险。包括技术创新风险、人才风险和融资能力风险。技术和人才是船舶产业无法忽略的重要基础,而融资风险来源于船舶产业自身的特性,企业需要在前期有大量的资金作为支撑保障。

2.评价标准云建立

本文用[0,100]这一区间的数值来衡量风险,值越小表示风险越小。通过咨询相关行业专家对船舶企业供应链外移风险的评判,设定风险评价的评语集如下:

$$L=\{L_1, L_2, L_3, L_4, L_5\}$$

$$=\{\text{低风险, 较低风险, 中等风险, 较高风险, 高风险}\}$$

$$=[0, 10]; (10, 30); (30, 50); (50, 70); [70, 100]$$

计算5个等级风险的期望和熵,超熵通常为常数,本文赋值为1(见表2),并通过Matlab软件运用云正向发生器生成风险等级云图(见图2)。

表2 风险等级云模型特征值

风险等级	期望(E_x)	熵(E_n)	超熵(H_e)
低风险	5	1.6666	1
较低风险	20	3.3333	1
中等风险	40	3.3333	1
较高风险	60	3.3333	1
高风险	85	5	1

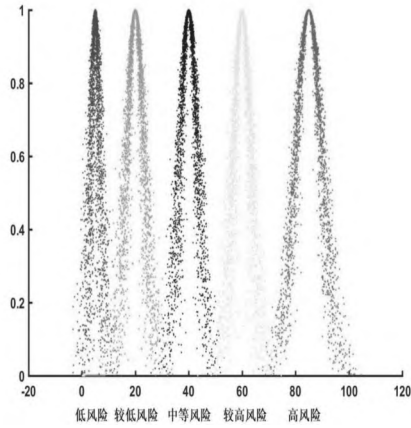


图2 风险等级云图

3.层次分析法确定指标权重

本文使用层次分析法对表1所示的风险评价的指标的权重进行确定。层次分析法可以将打分者对于指标的定性描述转化为定量数据,从而确定指标的重要程度。具体步骤如下:

第一,基于1-9标度法构造判断矩阵A:

$$A=(a_{ij})_{n \times n}=\begin{pmatrix} a_{11} & \cdots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中: a_{ij} 表示矩阵第*i*行第*j*列元素, $i,j=1,2,\cdots,n$ 。

第二,矩阵各行元素相乘,得到各行元素的乘积 M_i :

$$M_i=\prod_{j=1}^n a_{ij}(i,j=1,2,\cdots,n) \quad (2)$$

$$\text{并得到 } M=\begin{pmatrix} M_1 \\ \vdots \\ M_n \end{pmatrix}$$

第三,将M各行元素的乘积开*n*次方得到 \overline{W}_i :

$$\overline{W}_i=\sqrt[n]{M_i} \quad (3)$$

第四,对 \overline{W}_i 进行归一化处理:

$$W_i=\frac{\overline{W}_i}{\sum_{i=1}^n \overline{W}_i}(i,j=1,2,\cdots,n) \quad (4)$$

$$\text{并得到 } W=\begin{pmatrix} W_1 \\ \vdots \\ W_n \end{pmatrix}$$

第五,计算特征值 λ_{\max} :

$$\lambda_{\max}=\sum_{i=1}^n [(A \cdot W)_i / n W_i] \quad (5)$$

第六,进行一致性检验:

$$CI=\frac{\lambda_{\max}-n}{n-1}, CR=\frac{CI}{RI}<0.1 \text{ 方能通过一致性检验。}$$

表3 风险权重表

风险	一级指标	权重	二级指标	权重
外部风险 (0.4800)	政治风险	0.2844	政府稳定性	0.4388
			军事干预政治	0.2548
			政府腐败	0.1827
			外部冲突	0.1237
	经济风险	0.1114	投资开放程度	0.2240
			通胀状况	0.2100
			偿债能力	0.1530
			经济波动	0.4130
	法律风险	0.0465	法制程度	0.8000
			环境政策	0.2000
	社会风险	0.0377	文化冲突	0.7500
			社会安全	0.2500
内部风险 (0.5200)	物流链风险	0.1075	物流成本风险	0.2060
			产品损耗风险	0.4360
			交货速度风险	0.3580
	资金链风险	0.0687	资金中断风险	0.3690
			信用风险	0.1910
			资金流速风险	0.2780
			跨境交易风险	0.1620
	信息链风险	0.1466	信息渠道风险	0.2330
			信息滞后风险	0.2800
			信息共享风险	0.2700
			信息准确性风险	0.2170
	基础性风险	0.1971	技术创新风险	0.6144
			人才风险	0.2684
			融资能力风险	0.1172

4.基于云模型的风险评价

菲律宾作为世界第二大群岛国家,海洋资源丰富,海洋制造业发展稳步上升,有着与我国在海洋经济领域合作的巨大潜力。本文选取某船舶企业供应链外移至菲律宾作为对象进行风险评价,邀请船舶产业领域的专家对定性指标进行评分,并对定量指标的数据进行无量纲化处理。分别计算其期望(E_x)、熵(E_n)和超熵(H_e)。

$$E_x=(E_{x1}+E_{x2}+\cdots+E_{xn})/n \quad (6)$$

式中: E_x 为某一风险的期望; E_{x1} 、 E_{x2} 、 \cdots 、 E_{xn} 为每位专家对该风险的评分; n 为专家人数。

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

式中: E_n 为某一风险的熵; E_{xi} 为第*i*位专家对该风险的评分。

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

式中: H_e 为超熵; k 代表了评价的随机性,其取值过大会增大评价的不确定性,故本文赋值为1,既能有效反映风险评价的随机性,又可以简化风险评价的过程。

根据上式可计算得出8项主因素风险的 E_x 、 E_n 和 H_e ,如表4所示。

表4 8项主因素风险的云模型特征值

风险	特征值					
	E_x	E_n	H_e	W	$E_n W$	$E_x E_n W$
政治风险	57.4145	10.9269	1	0.2844	3.1076	178.4227
经济风险	23.5202	7.4850	1	0.1114	0.8338	19.6117
法律风险	73.9526	15.5411	1	0.0465	0.7227	53.4427
社会风险	34.8191	16.0603	1	0.0377	0.6055	21.0821
物流链风险	37.8699	5.5174	1	0.1075	0.5931	22.4616
资金链风险	46.6067	3.4498	1	0.0687	0.2370	11.0460
信息链风险	56.4754	3.0522	1	0.1466	0.4474	25.2699
基础风险	55.7921	3.7966	1	0.1971	0.7483	41.7494
合计	—	—	—	—	7.2955	373.0860
综合风险	51.1394	7.2955	1	—	—	—

$$E_x = (E_{x1}E_{n1}W_1 + E_{x2}E_{n2}W_2 + \cdots + E_{xn}E_{nn}W_n) / (E_{n1}W_1 + E_{n2}W_2 + \cdots + E_{nn}W_n) \quad (9)$$

式中: E_x 为某一风险的期望, E_{x1} 、 E_{x2} 、 \cdots 、 E_{xn} 为n个专家对该风险的评分; E_{n1} 、 E_{n2} 、 \cdots 、 E_{nn} 为某一风险的熵; W_1 、 W_2 、 \cdots 、 W_n 为某一风险的权重。

$$E_n = E_{n1}W_1 + E_{n2}W_2 + \cdots + E_{nn}W_n \quad (10)$$

运用式(9)和式(10)可计算得出综合风险的期望、熵和超熵,分别为 $E_x = 51.1394$ 、 $E_n = 7.2955$ 和 $H_e = 1$ 。

由各项风险的3个特征值,运用Matlab软件可得到各项主因素风险的云模型图以及综合风险对比云模型图,见图3。

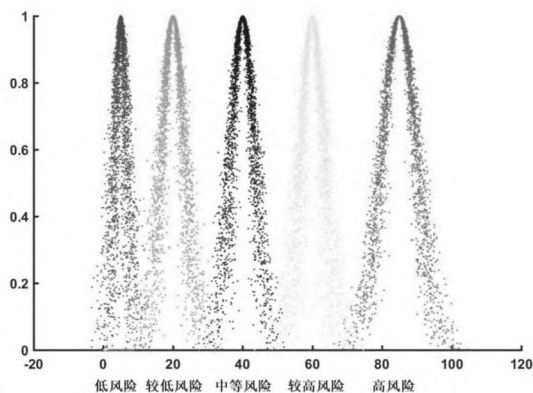


图3 综合风险云图

5. 结果分析

从整个供应链来看,其风险期望为51.1394,综合风险云图位于中等风险与较高风险之间,因此,综合风险级别为中等偏高风险。外部风险权重为0.4800,内部风险权重为0.5200,可见内部风险对企业供应链外移风险的影响更大。

四、建议

从以上分析可以看出,船舶企业供应链外移的外部风险主要是政治风险和法律风险,内部风险主要来源于信息链风险和基础风险。因此船舶企业要特别关注东道国与我国在政治环境和法

律方面的差异,同时,国家应全力支持船舶企业间搭建起信息沟通的桥梁,加强对高端技术的掌握以及人才培养工作。实践证明,越开放越安全,在供应链外移过程中要辩证看待供应链安全与开放两者之间的关系。

第一,采取循序外移模式。船舶企业在将生产线外移至东道国时,采取循序的方式可以在积累了大量投资和生产经验,并摸清该国的政治特征和相关法律后,再安排之后的投资生产计划,从而更好地应对突发性的政治风险,以及减少因对东道国法律法规不熟而引起的生产停滞问题。

第二,建立信息共享机制。供应链的安全离不开信息的正确有效传递,建立区域内我国船舶企业供应链风险信息共享机制,国家参与共同构建线上线下交流展示平台,帮助企业及时识别潜在风险,有效应对可能造成破坏性的信息不对称风险。

参考文献:

- [1]白光裕.多管齐下保产业链供应链稳定——“稳定产业链供应链”研讨会会议综述[J].对外经贸实务,2020(11):4-6.
- [2]中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要[EB/OL].(2021-3-13).http://www.gov.cn/xinwen/2021-03/13/content_5592681.htm
- [3]盛朝迅.新发展格局下推动产业链供应链安全稳定发展的思路与策略[J].改革,2021(02):1-13.
- [4]刘辉,史雅娟,曾春水.中国船舶产业空间布局与发展策略[J].经济地理,2017,37(08):99-107.
- [5]潘燕华,董恬恬.船舶产业链制造资源协同对企业利润的影响[J].会计之友,2018(13):36-42.
- [6]何梦娇,任南,张亚运.虚拟整合网络能力对船舶产业链价值共创的影响研究[J].软科学,2018,32(05):33-36.
- [7]曾莉,王明.基于BP神经网络的科技型中小企业知识产权质押融资风险评价[J].科技管理研究,2016,36(23):164-167.
- [8]余思勤,刘仲敏.基于FA-KM-GAHP模型的授信供应商风险的群体共识评价[J].上海大学学报(自然科学版):1-16.
- [9]肖勇,徐俊.基于组合赋权与TOPSIS的储能电站电池安全运行风险评价[J/OL].储能科学与技术:1-12[2022-04-17].DOI:10.19799/j.cnki.2095-4239.2022.0127.
- [10]崔日明,李丹.后疫情时代中国—东盟区域价值链的构建研究[J/OL].广西大学学报(哲学社会科学版),2020,42(05):118-124. DOI:10.13624/j.cnki.jgups.2020.05.018.
- [11]徐杰.全球供应链“去中国化”问题与对策研究[J/OL].理论视野,2021(01):59-64. DOI:10.19632/j.cnki.11-3953/a.2021.01.010.
- [12]渠慎宁,杨丹辉.逆全球化下中美经济脱钩风险的领域与应对策略[J/OL].财经问题研究,2021(07):102-109. DOI:10.19654/j.cnki.cjwtyj.2021.07.011.

作者简介:

张悟移(1965-),男,河北无极人,教授,博士生导师。研究方向:物流与供应链管理。

江雨(1997-),女,江苏连云港人,硕士研究生。研究方向:物流与供应链。

收稿日期:2022-08-04