

• 物流管理 •

文章编号: 1002-3100 (2023) 01-0044-06

基于主成分与 BP 神经网络的物流企业即兴能力评价

Evaluation of Improvisation Capability of Logistics Companies Based on Principal Component and BP Neural Network

冯 青, 张 洪 FENG Qing, ZHANG Hong

(武汉科技大学 恒大管理学院, 湖北 武汉 430065)

(Evergrande School of Management, Wuhan University of Science and Technology, Wuhan 430065, China)

摘 要: 即兴能力是企业在不确定性环境中获取优势的重要竞争力。客观评价物流企业的即兴能力对于提高其决策水平, 使其在模式创新中“拔得头筹”具有重要意义。文章基于专家访谈与即兴能力相关研究, 从自发性、创造性、资源利用和压力承受四个方面构建了物流企业即兴能力评价指标体系, 进而运用主成分分析及 BP 神经网络模型对物流企业即兴能力进行了综合评价。结果表明, 目前我国物流企业即兴能力水平存在较大差异, 总体水平不高。

关键词: 即兴能力; 综合评价; 主成分-BP 神经网络

中图分类号: F272 **文献标志码:** A **DOI:** 10.13714/j.cnki.1002-3100.2023.01.010

Abstract: Improvisation capability is an important opportunity for companies to gain competitive advantage in an uncertain environment. Objective evaluation of the impromptu level of logistics enterprises is of great significance to improve their decision-making level and make them come out the top in mode innovation. Based on the employee interviews and relevant research on improvisation capability of logistics enterprises, the evaluation index system of improvisation capability of logistics enterprises is constructed from four aspects of spontaneity, creativity, use of available resources and under pressure of team improvisation. Then, the improvisation capability of logistics enterprises is evaluated comprehensively by principal component analysis and BP neural network. The results show that there are great differences in improvisation capability of logistics enterprises in China, and the overall level is not high.

Key words: improvisation ability; comprehensive evaluation; principal component-BP neural network

0 引 言

近年来, 物流模式、装备、科技、信息技术在不断融合, 物流服务的需求及形态也有了质的飞跃。以“日日顺供应链”为代表的物流企业为满足广大客户需求, 提出“场景代替产品, 生态覆盖行业”的战略构想, 在体验迭代基础上共创生态圈层, 并向客户推出定制化场景服务^[1], 实现与客户的交互, 提高客户消费体验。在场景物流模式中, 能否有效解决由于外部市场和技术环境的变革、交付风险的增加、改革经验的不足等带来的问题成为场景物流模式能否顺利推进的关键。即兴能力是企业面临不确定性环境时, 保障新产品、新服务顺利开发的关键能力^[2]。即兴能力的发挥并不是企业为应对内、外部环境被迫做出的带有随意性的应急反应, 而是企业在先前经验和知识的基础上, 自发地做出审慎的即时决策, 体现出在当前复杂多变的环境下快速决策并重构资源的能力。

由于场景物流的独特性, 企业缺乏既有惯例对突发事件做出有效反应。因此, 在场景物流模式中, 我国物流企业的即兴能力水平如何? 如何对其展开科学地测度与评价? 对这些问题的研究将有助于准确把握现阶段我国物流企业即兴能力水平, 对物流企业提升其战略响应能力和应对能力具有重要的实践意义。

1 相关概念界定

1.1 场景物流

技术的革新提升了物流时效体验, 但效率的提高并没有突破物流行业“内卷”的瓶颈^[3]。物流企业的竞争力不仅体现在服务质量、配送网络、信息技术水平等基础建设上, 更要求企业在新基建的加持下, 整合上下游资源提供一体化的解决方案, 从而实现生产、流通和消费的无缝对接, 提升企业的能力边界。场景物流理念于 2018 年由“日日顺供应链”提出, 其本质上是基于用户体验的生态共创。品牌方、物流企业、技术服务商等主体协同共创, 为用户提供定制化、一体化的场景解决方案^[4]。

收稿日期: 2022-06-20

基金项目: 湖北省教育厅青年项目“社会化媒体环境下价值共创对企业创新绩效的影响机制研究”(19Q029)

作者简介: 冯 青(1998—), 女, 江西九江人, 武汉科技大学恒大管理学院硕士研究生, 研究方向: 场景物流; 张 洪(1981—), 女, 湖北洪湖人, 武汉科技大学恒大管理学院, 副教授, 硕士生导师, 研究方向: 价值共创、全场景智能服务。

引文格式: 冯青, 张洪. 基于主成分与 BP 神经网络的物流企业即兴能力评价[J]. 物流科技, 2023, 46(1): 44-49.

场景物流相对于传统物流的特点在于：交互性、迭代性、开放性、定制化及生态化。场景物流在根本上改变了物流业的竞争思路，物流企业由提升交付服务质量转向探索生态价值，向上聚合各类行业资源，促使资源要素动态流动、合理配置；向下挖掘用户个性化需求、迭代升级用户体验^[9]。物流企业基于强大的物流科技与丰富的用户触点，以用户诉求为导向，向用户提供一体化的场景方案，实现生态各方的共创共赢，从而促使物流价值最大化。

1.2 即兴能力概念界定

“即兴”表示未经事先约定、没有事先规划的行动。在复杂多变、高不确定性商业环境中，企业活动表现出计划与创新、开发与探索相融合的特点。Weick 等^[6]将即兴能力引入管理领域，并将其定义为企业在高动态环境中快速整合各类资源促进企业价值创新的能力。王军等^[7]以组织为切入视角展开探究，将即兴能力定义为组织在面临不可预测的外部环境状况时，能够迅速反应并协同相关主体，整合利用现有资源，创造性地解决问题或把握发展机会的能力。本文针对场景物流情境的特点从组织层面将即兴能力界定为：物流企业在高度竞争与合作的场景生态中，能快速反应，协同相关生态主体自发地整合利用各类资源，把握发展机会，并创造性地解决非预期性问题的能力。

2 物流企业即兴能力评价指标体系构建

2.1 即兴能力维度划分

自发性也称立即反应，是指企业在运营过程中遇到突发事件，能瞬间本能地做出反应，而不是先计划再执行^[8]。以用户体验为中心、迭代交互的场景物流是体验经济、共享经济、社群经济迅猛发展下的新尝试，没有足够的惯例得以借鉴^[9]。因此，尚在探索阶段的物流企业面对具有不确定性的外部环境时，需要即兴应对、积极探索。创造性或称意图创造，是指企业有意识地通过修正原有的执行方式从而采取新的方式解决问题或提出新方案。用户不断升级的消费水平、日新月异的个性化需求促使物流企业协同生态方根据用户动态需求创造性地开发新的场景方案，从而共创新的体验价值^[4]。资源利用是指企业面对突发事件时，能及时识别并拼凑内外部一切有利资源，进行有效整合和利用。在场景物流生态中，资源处于开放状态，用户、物流商、生产商、技术服务商等通过高度链接实现物质资源、社会资源、认知资源与情感资源的协同互动。在此情境下，物流企业进化为聚合信息、技术、产品等资源要素并促进其动态耦合的平台^[10]。压力承受是指企业面对突发事件时所承受的迅速变化、难以预测的外部环境压力以及要求计划与行动高度融合的时间压力。在场景物流情境下，企业缺乏时间来规划行动和预测环境发展趋势，这就要求企业能够在高强度压力下自发地利用创造力和专业知识来解决问题或提出新方案。

基于以上分析，本文认为即兴能力是场景物流生态中的核心竞争能力，并将其分为自发性、创造性、资源利用与压力承受四个维度。

2.2 评价指标体系构建

基于即兴能力相关研究及专家访谈，考虑场景物流情境的独特性，本文初步提取出即兴能力的四个维度：自发性、创造性、资源利用与压力承受，并构建出由 4 个一级指标以及 32 个二级指标组成的物流企业即兴能力评价指标体系。并参考陈洪海等^[11]学者提出的基于信息贡献率的评价指标筛选方法对指标进行筛选。

(1) 数据来源

为获得物流企业即兴能力评价样本数据，采取网络问卷的方式向物流企业的工作人员展开调研，采用“0~7”分制调查物流企业工作人员对各评价指标的评分。本次调研共收回有效问卷 102 份。

(2) 基于贡献率的指标筛选步骤

①以关键因子近似反映原始指标集全部信息：

$$X_i = a_{i1}F_1 + a_{i2}F_2 + \cdots + a_{ip}F_p \quad (1)$$

其中： X_i 为第 i 个指标， a_{ij} 为指标 X_i 在第 j 个因子 F_j 的因子载荷。

②确定指标 X_i 解释因子 F_j 信息的比率：

$$I_{ij} = \omega_j * \left(a_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^m a_{ij}^2} \right) \quad (2)$$

其中： ω_j 为因子 F_j 的信息占原始指标集全部信息的比例。

③确定指标 X_i 所承载的信息占原始指标集信息的比例，即指标 X_i 的信息贡献率 I_i ：

$$I_i = \sum_{j=1}^p I_{ij} = \sum_{j=1}^p \omega_j \left(a_{ij}^2 / \sum_{i=1}^m a_{ij}^2 \right) \quad (3)$$

④确定指标的累计信息贡献率 R_s ：

$$R_s = \sum_{k=1}^s I_k / \sum_{i=1}^m I_i \quad (4)$$

其中： I_k 是指所有指标即 m 个指标按照信息贡献率由大至小排序后第 k 个指标的信息贡献率。

⑤基于信息贡献率进行指标筛选

$$R_{s-1} < R_0 < R_s \quad (5)$$

其中： R_s 指信息贡献率相对较大的 s 个指标的信息贡献率之和占全部原始指标信息贡献率之和的比例。信息贡献率的國值 R_0 取值为 0.7^[11]。

(3) 基于信息贡献率筛选的评价指标体系

根据指标信息贡献率的计算结果对指标进行筛选，最终保留 23 个二级指标，如表 1 所示：

表 1 基于信息贡献率筛选的评价指标体系

目标层	准则层	指标层	指标描述	筛选结果
物流企业即兴能力	自发性	快速察觉 X_1	快速察觉外部环境变化	剔除
		立即察觉 X_2	立即察觉物流运营中的突发问题	保留
		立即处理 X_3	立即处理未曾预料到的问题	保留
		及时处理 X_4	及时处理不可预测的事件	剔除
		当场处理 X_5	当场处理未曾预料到的问题	保留
		及时响应 X_6	及时响应不可预期的问题	剔除
		立即反应 X_7	对不曾预料到的问题立即做出反应	保留
		行动迅速 X_8	在处理问题时行动迅速果断	保留
		边思考边行动 X_9	任务过程中能够边思考边行动	保留
		行动中思考 X_{10}	任务过程中有思考	剔除
		事前警觉 X_{11}	在突发事件发生前，会有所警觉	剔除
	创造性	采用新方法 X_{12}	采用新的方法解决问题	保留
		识别发展机会 X_{13}	识别出对场景物流模式发展有利的机会	保留
		显示创造力 X_{14}	在工作中显示出创造力	保留
		体现独创性 X_{15}	在工作中表现出独创性	保留
		创新性成果 X_{16}	取得了创新性成果	保留
		冒险行为 X_{17}	会用冒险的方式想出新方法	保留
		意图创新 X_{18}	认识到原有执行方式的不足，从而有意识的突破与创新	保留
		临时计划 X_{19}	为了更好地完成任务，会背离最初制定的计划	剔除
		临时行为 X_{20}	在执行任务的过程中，有些行为是临时的，而不是计划好的	剔除
	资源利用	快速发现 X_{21}	快速发现手边可获得的物流资源	保留
		及时识别 X_{22}	及时识别企业内外部有利的物流资源	保留
		有效利用 X_{23}	有效拼凑已有资源并加以利用	保留
		物质资源 X_{24}	即时利用可获得的信息资源来解决问题	保留
		社会资源 X_{25}	即时利用可获得的场景物流生态圈中的资源来解决问题	保留
		认知资源 X_{26}	物流企业内外部有着良好的沟通、协调及合作	保留
		情感资源 X_{27}	物流企业成员之间有着较高的信任水平	剔除
	压力承受	积极面对 X_{28}	遭遇突发事件时，积极面对不逃避	剔除
		压力化为动力 X_{29}	善于将压力转化为动力	保留
		表现更出色 X_{30}	在时间压力下，表现更出色	保留
		敢于承担风险 X_{31}	在采用场景物流模式时敢于承担未知风险	保留
		敢于承担风险 X_{32}	尝试采用新方法时，敢于承担未知风险	保留

3 物流企业即兴能力评价模型及应用

考虑到物流企业即兴能力是一个非线性问题且涉及到的评价指标较多，因此本文选用主成分分析法和 BP 神经网络相结合的方法对物流企业即兴能力进行评价。

3.1 研究对象与数据收集

本文选取物流企业员工作为研究对象，以问卷的方式邀请员工依据其所在企业的实际情况对指标进行打分。本轮数据收集发放问卷 160 份，有效回收 138 份，问卷有效回收率为 86.3%。

3.2 主成分提取

本文运用 SPSS23.0 对原始数据进行主成分分析，将前期筛选出的 23 个二级指标归纳为少数几个主成分。

(1) 数据标准化处理

本文选用 z -score 标准化方法对数据进行处理，将各指标值 x_{ij} 转化成标准化指标值 \tilde{x}_{ij} ：

$$\tilde{x}_{ij} = \frac{x_{ij} - \bar{x}_j}{s_j} \quad (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m) \quad (6)$$

其中: $\tilde{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_{ij}$, $S_j = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_{ij} - \bar{x}_j)^2}$ 。

(2) 计算相关矩阵并求特征值

针对标准化后的数据进行因子分析。结果显示, KMO 检验统计量为 0.830, $Bartlett$ 球度检验概率为 0, 说明该指标间存在较强的相关性, 适合使用主成分分析。将主成分因子提取条件设置为特征值大于 1, 析出 5 个因子, 如表 2 所示。

(3) 得出主成分

由主成分分析原理可知, 主成分 F_k 与初始评价指标 X_1, X_2, \dots, X_{23} 之间的关系为:

$$F_k = l_{k1} X_1 + l_{k2} X_2 + l_{k3} X_3 + \dots + l_{k23} X_{23} \quad (7)$$

其中: l_{ki} ($k=1,2,3,4,5$) 表示第 k 个主成分在第 i 个指标上的载荷值。

(4) 计算 BP 神经网络模型的样本数据

将标准化后的评价样本数据代入式 (7) 得到主成分 F_1 、 F_2 、 F_3 、 F_4 、 F_5 的样本数据, 即 BP 神经网络模型的输入值。本文从 138 条有效数据中选取 120 份作为 BP 神经网络模型的训练样本, 18 份作为模型测试样本。将 5 个主成分各自的方差贡献率占累计贡献率的比重作为该主成分的权重, 进行加权计算, 综合得分为:

$$F = \sum_{k=1}^m \frac{\lambda_k}{q} F_k \quad (8)$$

其中: λ_k 为第 k 个主成分的方差贡献率, q 为各主成分的累计方差贡献率, F_k 为第 k 个主成分得分。由计算可得所有主成分的综合得分, 即 BP 神经网络模型的输出值, 表 3 为 BP 神经网络模型训练样本的输入值与输出值。

表 3 BP 神经网络模型的样本输入输出值

	主成分	样本 1	样本 2	样本 3	...	样本 118	样本 119	样本 120
输入数据	F_1	7.639	-3.703	1.330	...	-3.010	-1.641	-1.908
	F_2	-0.055	3.014	0.895	...	-1.046	-1.772	-0.600
	F_3	0.438	3.702	-0.162	...	-0.792	-1.263	0.182
	F_4	-0.142	-0.754	0.302	...	-0.775	-0.556	-0.815
	F_5	0.054	0.319	0.838	...	0.809	0.266	0.445
输出数据	F	5.021	-1.777	1.030		-2.160	-1.409	-1.326

3.3 BP 神经网络结构设计

反向传播神经网络 (Back Propagation Neural Network) 是一种基于误差逆向传播算法的多层前馈网络, 一般包括 3 层网络结构: 输入层、输出层及隐含层。3 层神经网络可以完成大部分复杂非线性关系的映射。因此, 本文选择 3 层神经网络模型对物流企业即兴能力进行评价。

(1) BP 神经网络层数节点设置

网络输入层即为 5 个主成分, 因此确定输入层节点为 5; 输出层是样本最终的评价结果, 即物流企业即兴能力综合得分, 因此确定输出节点数为 1。隐含层的节点数通过公式 $l = \sqrt{n+m} + a$ 计算得出, 其中 n 表示输入层节点数, m 表示输出层节点数, a 的取值范围为 $[0, 10]$ 。因此, 隐含层的节点数取值范围为 $[3, 13]$ 。

通过 MATLAB 对网络进行训练的结果如表 4 所示。从迭代次数及训练精度来看, 当隐含层节点数为 5 时, 较优于其他网络, 因此确定隐含层节点数为 5。

表 4 不同隐含节点网络训练效率对比

隐含层数	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
训练步数	11	13	8	9	25	11	46	13	10	9	10
收敛精度	0.002 03	0.003 99	0.001 33	0.022 7	0.003 28	0.023 3	0.008 15	0.010 5	0.036 7	0.043 3	0.011 4

(2) BP 神经网络模型结构搭建

本文选用 $tansig$ 作为隐含层的激励函数, $purelin$ 作为隐含层的传递函数, 并使用反向传播算法的 $trainlm$ 函数作为 BP 神经网络的训练函数。使用 MATLABR2018b 进行编程对神经网络进行训练, 将训练次数设置为 1 000 次, 目标收敛精度设定为 0.001。

3.4 网络训练

本文采用 MATLABR2018b 软件对样本进行网络分析。将已划分的 120 份训练样本导入构建好的 BP 神经网络模型。如图 1 所示, BP 神经网络训练的网络输出与期望输出曲线基本一致, 且误差值基本在 0.32%~2.5%之间, 这表明训练结果较优。

3.5 模型仿真及结果分析

将剩余 18 份测试样本导入已构建好的 BP 神经网络进行仿真评价。图 2 为网络训练误差曲线, 可见, 均方差随着训练步数的增加而减小, 直至达到预期目标收敛精度而停止训练。当训练步数为 15 时, 网络训练精度达到最优, 为 $3.563\text{e}-06$, 下降到目标值 0.001。结果如图 3 所示。

从图 3 可以看出, 通过 BP 神经网络训练模型具有较好的拟合性, 且相对误差都较小, 这说明该模型的泛化能力较好, 能够对物流企业即兴能力进行科学准确的评价。表 5 为模型输入输出的具体值及误差。

从结果来看, 企业综合得分总体相差较大, 最高分与最低分的差距明显,

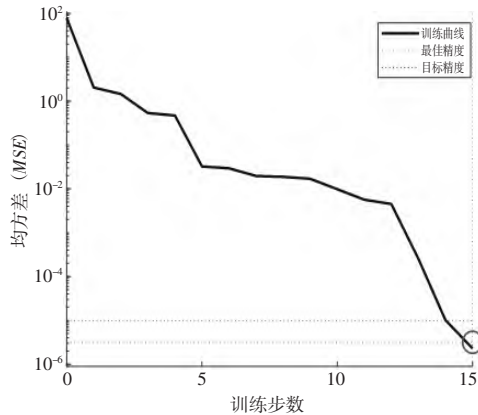


图 2 训练精度曲线

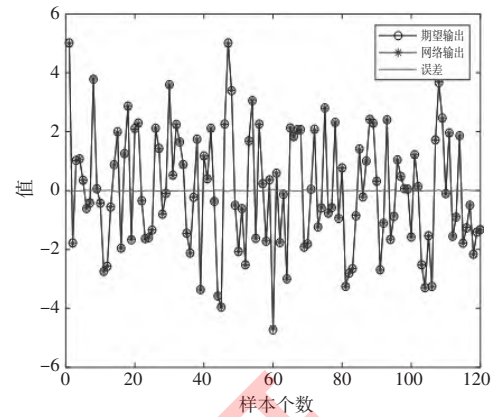


图 1 网络输出与期望输出对比

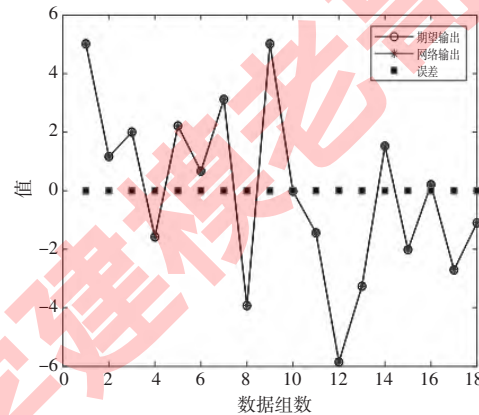


图 3 网络输出与期望输出对比

表 5 模型输出与模型输入

样 本	期望输出	模型输出	相对误差 (%)	样 本	期望输出	模型输出	相对误差 (%)
1	5.021	5.020	-0.14	10	-0.020	-0.014	0.15
2	1.168	1.169	0.11	11	-1.442	-1.440	0.21
3	2.005	2.006	0.07	12	-5.851	-5.848	0.30
4	-1.575	-1.576	0.06	13	-3.264	-3.262	0.22
5	2.216	2.217	0.05	14	1.526	1.530	0.09
6	0.700	0.671	0.13	15	-2.014	-2.012	0.22
7	3.125	3.125	-0.01	16	0.208	0.209	0.14
8	-3.928	-3.925	0.23	17	-2.707	-2.704	0.23
9	5.021	5.020	-0.15	18	-1.100	-1.098	0.20

说明目前物流企业即兴能力层次不齐, 彼此之间差异较大, 且总体水平不是很高, 还有较大的提升空间。场景物流模式的提出为中国物流企业的创新发展提供了新思路, 物流企业通过为居家生活、出行、健身等具体化场景提供配套服务从而提升自身竞争力。然而以用户诉求为导向的场景物流仍处于探索阶段, 面临着资源稀缺、认知局限、环境不确定性等约束, 由此更加依赖即兴能力来提高企业的响应速度、创新能力及抗压能力。在场景物流模式中, 物流企业急需提高突发事件的响应速度与应对能力, 抓住稍纵即逝的发展机会, 通过不断变革, 从而适应外部发展环境的需要。虽然外部环境的复杂及不确定性对企业的生存和发展带来挑战, 但企业大力提升即兴能力, 就有可能将危机带来的压力转化成塑造企业核心能力的契机, 从而在危机中得以发展。

4 结 论

本文在界定物流企业即兴能力内涵的基础上, 识别出即兴能力要素, 并构建了物流企业即兴能力评价指标体系, 进而采用主成分及 BP 神经网络模型对物流企业即兴能力进行了实证检验。主要研究结论如下:

首先, 本文将即兴能力引入场景物流情境中, 基于场景物流独特的情境特征和文献综述, 提炼出物流企业即兴能力的四个维度: 自发性、创造性、资源利用及压力承受。自发性体现了企业对突发事件响应的即时性, 场景物流模式重新定义了“物流”的价值, 而“摸着石头过河”的场景物流模式具有较高的不确定性, 当面对各类突发状况时, 企业的即时决策有利于其把握转瞬即逝的发展机会。创造性体现了企业在产品及解决方案上体现的创新性, 在场景物流中, 物流企业不再是产品运输者,

而是服务打包者、场景设计者及信息收集者,这更要求企业打破惯有思维,采用新的方式、方法满足用户不断升级的体验需求。资源利用体现了企业对物流资源的有效整合,物流企业在获取终端用户对于场景的个性化需求后,通过合作方对产品及服务资源加以整合并有效利用。压力承受体现了物流企业在竞争日益加剧的市场环境中的抗压能力,在物联网时代,用户的个性化需求对物流行业提出了更高的要求,物流企业的竞争力不仅体现在基础服务的质量上,更要求企业提供具体场景的一体化解决方案。

其次,本文根据文献研究及专家访谈,构建了物流企业即兴能力评价体系,并基于信息贡献率的方法进行了指标构建合理性判断。本文筛选的指标体系能够反映初始指标 70%的信息量,表明评价指标体系的有效性。并使用主成分-BP 神经网络模型对物流企业即兴能力水平进行评价。检验结果表明,网络模型的结果均达到预期,证明主成分-BP 神经网络组合评价模型应用于即兴能力评价具有较好的可行性。

参考文献:

- [1] 余业飞. 我国场景物流发展趋势分析[J]. 商业经济研究, 2021(12):99-102.
- [2] M J HATCH, K E WEICK. Critics corner: Critical resistance to the jazz metaphor[J]. Organization Science, 1998,9(5):600-604.
- [3] 俊天明. 突破传统物流围墙 场景化破局供应链[J]. 中国食品工业, 2021(7):62-64.
- [4] 郭娜, 万雨萌. 数字化技术环境下场景物流生态探究[J]. 物流技术, 2021,40(11):9-14.
- [5] 段沛佑, 于贞超, 段红杰. 场景物流供应链创新发展研究[J]. 供应链管理, 2021,2(10):41-47.
- [6] K E WEICK. Introductory essay: Improvisation as a mindset for organizational analysis[J]. Organization Science, 1998,9(5):543-555.
- [7] 王军, 曹光明, 江若尘. 组织即兴的形成机制研究: 基于社会网络和组织学习理论[J]. 外国经济与管理, 2016,38(2):33-48.
- [8] M CROSSAN, M P E CUNHA, D VERA, et al. Time and organizational improvisation[J]. The Academy of Management Review, 2005,30(1):1-36.
- [9] 马鸿佳, 吴娟. 新创企业即兴行为和惯例对绩效的影响研究[J]. 管理学报, 2020,17(9):1355-1363.
- [10] 吴东, 袁颖. 团队即兴能力与创新绩效的关系研究[J]. 科学管理研究, 2010,28(6):23-27.
- [11] 陈洪海, 王慧, 隋新. 基于信息贡献率的评价指标筛选与赋权方法[J]. 科研管理, 2020,41(8):240-247.

(上接第 35 页)

- [2] 谢新洲, 周晓英, 李月琳, 等. 突发公共卫生事件中的科学应对与思考: 图情专家谈新冠疫情[J]. 信息资源管理报, 2020,10(2):4-16.
- [3] 肖花. 协同理论视角下的突发事件应急处置信息资源共享研究[J]. 现代情报, 2019,39(3):109-114.
- [4] 杜军, 李从东. 应急网络组织中的应急情报来源、传递与共享机制研究[J]. 情报理论与实践, 2017,40(9):37-42.
- [5] 杜军, 鄢波. 应急网络成员组织间的协作关系、协作过程及其治理[J]. 科技管理研究, 2013,33(23):232-236.
- [6] COMFORT L, KO K, ZAGORECKI A. Coordination in rapidly evolving disaster response systems: The role of information[J]. The American Behavioral Scientist, 2004,48(3):295-313.
- [7] DAWES S, CRESWELL A, CAHAN B. Learning from crisis: Lessons in human and information infrastructure from the world trade center response[J]. Social Science Computer Review, 2004,22(1):52-66.
- [8] 姚国章, 薛新成, 沈洪洲. 江苏省突发公共卫生事件应急能力建设[J]. 南京医科大学学报(社会科学版), 2021,21(4):305-312.
- [9] 姜小娟, 肖德文. 常态化疫情防控背景下智慧医院建设探讨[J]. 医学信息学杂志, 2021,42(4):61-64.
- [10] 张晓旺. 公立医院在应对突发公共卫生事件中存在的问题与思考[J]. 医学理论与实践, 2021,34(13):2363-2364.
- [11] 阮云杰, 张明, 丁洪琼, 等. 基于新冠肺炎疫情防控的医联体上下联动机制运行实践与思考[J]. 中国社会医学杂志, 2021,38(1):8-10.
- [12] 马家奇. 建设完善公共卫生应急管理信息体系的思考[J]. 中国卫生信息管理杂志, 2020,17(6):739-743.
- [13] 徐松鹤, 韩传峰, 邵志国. 基于演化博弈的区域突发事件组织合作治理策略分析[J]. 中国管理科学, 2017,25(8):123-133.
- [14] 李红艳. 突发水灾害事件应急管理参与主体的界定及其互动关系[J]. 水利水电科技进展, 2013,33(4):31-35.
- [15] 郑璐. 基于参与式治理理论的舆情信息质量演化博弈分析[J]. 情报科学, 2020,38(5):154-160,168.
- [16] 朱华桂, 吴丹. 基于演化博弈的政府——社会组织应急管理合作持续性研究[J]. 风险灾害危机研究, 2020(2):112-133.
- [17] SHI W Q, WANG H Z, CHEN C, et al. Evolutionary game analysis of decision-making dynamics of local governments and residents during wildfires[J]. International Journal of Disaster Risk Reduction, 2021,53:101991.
- [18] WANG L, ZHAO N, LIU D H. Complex disaster management: A dynamic game among the government, enterprises, and residents[J]. Journal of Cleaner Production, 2020,266:122091.
- [19] 霍沛军, 陈继祥, 宣国良. 内定溢出与信息共享中的“囚徒困境”[J]. 管理工程学报, 2002(2):29-31.
- [20] 熊强, 仲伟俊, 李治文, 等. 企业群体间信息安全知识共享的演化博弈分析[J]. 软科学, 2014,28(3):45-50.