

# 基于灰色面板数据聚类的物流上市公司 财务绩效评价

周 静,杨保华

(江苏师范大学,江苏 徐州 221000)

**[摘 要]**选取我国 18 家物流上市公司,基于绝对量、变动量以及波动量三个时空特征属性,引入灰靶决策的思想,运用多指标自适应权重法改进的灰色面板数据聚类方法综合评价 18 家物流上市公司的财务绩效。根据聚类结果将 18 家公司分为绝对量水平较好、变动水平较好、波动量水平较大等 5 个灰类,并针对各灰类特征提出相关建议。

**[关键词]**物流上市公司;灰色面板数据聚类方法;财务绩效评价

**[中图分类号]**F275;F224

**[文献标识码]**A

**[文章编号]**1005-152X(2021)07-0073-05

## Financial Performance Evaluation of Listed Logistics Companies Based on Grey Panel Data Clustering

ZHOU Jing, YANG Baohua

(Jiangsu Normal University, Xuzhou 221000, China)

**Abstract:** In this paper, with 18 listed logistics companies in China as the sample, based on the three temporal and spatial attributes of absolute quantity, variable quantity and fluctuation quantity, we introduced in the idea of gray target decision-making, and used the multi-index adaptive weighting method to improve the gray panel data clustering method which was then used to comprehensively evaluate the financial performance of the sample companies. According to the clustering result, the 18 companies were divided into 5 gray categories, and relevant suggestions were made for each category.

**Keywords:** listed logistics company; gray panel data clustering method; financial performance evaluation

## 0 引言

财务绩效评价方法常见的有平衡记分卡<sup>[1]</sup>、财务综合分析<sup>[2]</sup>、杜邦分析法<sup>[3]</sup>以及 EVA<sup>[4]</sup>等。近年来多位学者对财务绩效评价方法进行了改进,如陈一君,等<sup>[5]</sup>对传统 TOPSIS 法进行改进,结合 BSC 和灰色关联法综合评价白酒企业的财务绩效;杨秀琼<sup>[6]</sup>在对上市商业银行的财务绩效评价中,引入三角模糊数建立模糊 DEA 模型;朱和平,等<sup>[7]</sup>基于 TOPSIS 方法构建改

进因子分析跨年度评价模型,将其运用于制造业财务可持续发展评价中;王婧<sup>[7]</sup>为评价金融企业财务绩效提出了一种基于主成分分析法和数据包络法的评价方法。

近年来电子商务的高速发展为物流产业的发展带来了新的机遇,物流业逐渐成为国民经济的重要组成部分。现有的相关物流业研究有:李晓津,等<sup>[8]</sup>在对快递型物流企业的财务绩效评价研究进行总结分析的基础上,构建了 BWM-GRA 模型;冯建海<sup>[9]</sup>建

**[收稿日期]**2021-03-23

**[基金项目]**江苏师范大学校级研究生实践创新项目(2020XKT445)

**[作者简介]**周静(1998-),女,江苏连云港人,研究生,研究方向:财务舞弊、审计风险;杨保华(1979-),男,河南周口人,博士,副教授,研究方向:物流系统建模与优化、不确定性系统理论与方法、冲突分析。

立了一套烟草商业物流财务绩效指标体系,运用熵权法确定指标权重和综合得分,以此发现了物流作业中的薄弱环节;徐楠,等<sup>[10]</sup>基于BP神经网络评价了物流上市公司财务绩效;王振东<sup>[11]</sup>通过FCM模糊聚类研究了铁路物流园区规划;王玉富<sup>[12]</sup>在完成多车辆路径优化系统中使用了K均值聚类算法。关于聚类方法的研究还包括李因果,等<sup>[13]</sup>提出了面板数据聚类方法并进行了实证分析;左超文<sup>[14]</sup>提出了灰色面板聚类方法等。已有的聚类方法大多通过聚类分析截面数据的静态特征,而灰色面板数据聚类方法从三个时空特征属性综合分析面板数据的动态特征,使得数据分析更具可靠性。灰色面板数据聚类方法还提出了多指标自适应权重法,引入灰靶决策理论改进了灰色聚类方法。本文通过灰色面板数据聚类方法对 18 家物流上市公司进行财务绩效分析,并提出改进建议。

## 1 财务绩效指标体系构建与样本选取

以传统财务绩效指标为准,分别从偿债能力、盈利能力、营运能力和成长能力四个方面选取财务指标构建指标体系,见表 1。物流行业作为多元化经营的新兴产业,市场上并没有具体的行业划分标准。故本文以巨潮资讯为标准搜索物流公司,并进行筛选。将 ST、\*ST 以及近五年数据缺失的物流上市公司剔除,最终获得 18 家物流上市公司,以其 2016-2020 年相关数据作为研究样本。

表 1 物流上市公司财务绩效指标体系

偿债能力	盈利能力	营运能力	成长能力
流动比率	净资产收益率(+)	总资产周转率(+)	净资产增长率(+)
速动比率	营业利润率(+)	存货周转率(+)	固定资产增长率(+)
资产负债率	总资产报酬率(+)	固定资产周转率(+)	
		应收账款周转率(+)	

注:(+)表示该指标为效益型指标,表示样本值越大越好;未标注(+)表示该指标为适中型指标,表示样本值越接近某一适中值越好。

## 2 基于灰色面板数据聚类方法的物流上市公司财务绩效评价

### 2.1 确定灰色面板数据

本文将 18 家物流上市公司作为聚类评估对象,综合考虑绝对量、变动量以及波动量三个时空特征属

性。样本属性包括表 1 的 12 个指标,研究时间囊括 2016-2020 年,由此确定  $N=18, M=12, T=5$  的灰色面板数据,用  $x_{ij}(t)$  表示时间  $t(t=1, 2, \dots, T)$  时对象  $i(i=1, 2, \dots, N)$  的指标  $j(j=1, 2, \dots, M)$  的指标值  $v_{ij}'$  的无量纲测度。2020 年物流上市公司财务指标数据见表 2。

### 2.2 数据处理,计算时空特征属性水平矩阵

#### 2.2.1 无量纲化处理

(1) 指标属性为适中型时,  $x' = \frac{D}{D + |x - D|}$ , 如  $x'_{11}(2020) = \frac{2}{2 + |x_{11}(2020) - 2|} = 0.738$ ;

(2) 指标属性为效益型时,  $x' = \frac{x}{\max x}$ , 如  $x'_{14}(2020) = \frac{x_{14}(2020)}{\max x_{14}} = 0.788$ 。

同理可计算出 2016-2020 年面板数据的无量纲化数值。

本文的适中值 D 选自文献[15],其中资产负债率取区间值的均值。

#### 2.2.2 计算时空特征属性水平矩阵

定义 1 设  $x_{ij}(t)$  为  $t(t=1, 2, \dots, T)$  时对象  $i(i=1, 2, \dots, N)$  的指标  $j(j=1, 2, \dots, M)$  的指标值  $v_{ij}'$  的无量纲测度,如果  $\mu_{ij}(t) = \frac{\Delta x_{ij}(t)}{x_{ij}(t)}$ ,  $\eta_i(t) = \frac{\bar{x}_i(t)}{S_i(t)}$ , 分别称  $x_i(t)$ 、 $\mu_i(t)$ 、 $\eta_i(t)$  为对象  $i$  在  $t$  时面板数据下的绝对量水平矩阵、变动量水平矩阵、波动量水平矩阵。其中

$$\Delta x_{ij}(t) = x_{ij}(t) - x_{ij}(t-1), \bar{x}_i(t) = \frac{\sum_{j=1}^m x_{ij}(t)}{m}, S_i(t) = \frac{\sum_{j=1}^m (x_{ij}(t) - \bar{x}_i(t))^2}{m-1}。$$

将定义 1 运用到 2020 年无量纲化处理后的财务数据中,得出 2020 年的水平矩阵:

$$x_i(2020) = \begin{pmatrix} 0.738 & 0.789 & \dots & 0.013 \\ 0.592 & 0.297 & \dots & 0.001 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.434 & 0.228 & \dots & 0.022 \end{pmatrix}, t = 2020$$

$$\mu_i(2020) = \begin{pmatrix} -0.036 & 0.065 & \dots & 0.128 \\ -0.348 & -0.350 & \dots & 0.288 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ -0.173 & -0.183 & \dots & -0.825 \end{pmatrix}, t = 2020$$

$$\eta_i(2020) = [3.854 \quad 3.477 \quad 3.262 \quad \dots \quad 3.141], t = 2020$$

同理得出 2016-2019 年的绝对量水平矩阵和波

表2 物流上市公司2020年度财务指标数据

属性 公司	流动比 率(%)	速动比 率(%)	资产负 债比率 (%)	净资产 收益率 (%)	营业利 润率 (%)	总资产 报酬率 (%)	总资 产周 转率%	存货周 转率(%)	固定资 产周转 率(%)	应收账 款周转 率(%)	净资产 增长率 (%)	固定资 产增长 率(%)
顺丰控股	1.291	1.268	49.566	10.638	7.276	5.670	1.110	100.790	5.587	8.631	24.055	5.587
恒基达鑫	3.378	3.364	22.031	5.325	34.240	4.236	0.156	47.742	0.362	3.686	4.186	0.362
淮河能源	0.992	0.840	36.410	4.759	6.212	2.675	0.484	13.906	1.113	8.862	1.622	1.113
宏川智慧	2.815	2.807	62.889	7.680	37.462	3.278	0.121	74.045	0.265	6.293	13.639	0.265
飞力达	1.231	1.222	47.838	1.771	1.437	0.804	0.985	35.366	6.700	4.025	0.902	6.700
普路通	1.218	1.187	78.536	2.892	1.270	0.625	0.656	30.420	445.691	3.369	2.705	445.691
海晨股份	6.457	6.436	13.353	8.403	22.603	9.517	0.498	149.956	2.700	3.178	164.803	2.700
厦门象屿	1.229	0.811	76.040	6.775	0.653	1.198	3.459	11.919	27.919	29.087	1.350	27.919
圆通速递	1.212	1.203	31.521	8.333	7.274	5.897	0.997	332.396	3.119	19.167	28.997	3.119
物产中大	1.108	0.727	73.349	9.346	1.484	2.293	2.690	11.197	35.946	30.820	5.150	35.946
中国外运	1.009	1.006	52.102	7.044	4.094	3.270	0.979	563.774	5.041	5.389	3.910	5.041
建发股份	1.509	0.478	82.756	8.685	1.893	0.823	0.773	1.219	146.717	39.256	4.885	146.717
华贸物流	1.927	1.923	37.700	9.088	5.551	5.905	1.436	248.743	16.614	4.051	7.944	16.614
东方嘉盛	1.125	1.124	85.997	8.234	4.448	1.136	0.318	123.700	18.627	1.736	6.373	18.627
嘉诚国际	2.005	1.744	28.536	7.715	19.545	5.894	0.367	3.488	2.543	2.941	7.314	2.543
畅联股份	4.505	4.327	12.346	5.133	9.482	4.490	0.591	25.304	1.681	6.283	1.322	1.681
密尔克卫	1.289	1.280	46.620	12.937	10.945	7.459	0.842	183.096	3.585	2.833	13.865	3.585
嘉友国际	4.604	4.393	33.998	13.497	13.458	9.957	0.857	20.907	9.711	11.999	12.171	9.711

理可得2016-2020年的时空特征 $l$ 测度值矩阵,分别为:

$$\gamma^{\max}_{i_1}(t) = \begin{pmatrix} 0.925 & 0.940 & \dots & 1.000 \\ 0.996 & 0.960 & \dots & 1.000 \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ 0.998 & 0.994 & \dots & 1.000 \end{pmatrix}$$

$$\gamma^{\max}_{i_2}(t) = \begin{pmatrix} 0.289 & 0.313 & \dots & 0.681 \\ 0.273 & 0.283 & \dots & 0.341 \\ 0.243 & 0.394 & \dots & 0.116 \\ 0.200 & 0.208 & \dots & 0.288 \end{pmatrix}$$

$$\gamma^{\max}_{i_3}(t) = [2.625 \quad 2.359 \quad 2.243 \quad 2.755 \quad 2.380]$$

## 2.4 时空特征属性聚类对象间距离测度

定义3 设 $d'_i$ 表示对象 $i$ 与正理想对象关于时空特征 $l$ 的距离,则:

$$d'_i = \left[ \sum_{t=1}^T \sum_{j_i=1}^m (\gamma_{ij_i}(t) - \gamma^{\max}_{j_i}(t))^2 \right]^{1/2} \quad (1)$$

将对象 $i$ 和正理想对象在 $t$ 时刻关于指标 $i$ 的时空特征 $l$ 测度值代入式(1),计算结果见表2。

## 2.5 确定自适应权重

根据熵权思想,结合样本特征属性,构建了自适应特征熵权法,确定综合距离的权重。熵权法的原理在于能够有效表征数据中蕴含信息的多寡,然后根据信息蕴含量确定权重的大小。因此,运用改进的熵权法对算法的权重进行求解,得出各时空特征属性权重分别为 $w_1=0.4, w_2=0.3, w_3=0.3$ 。

## 2.6 时空特征属性差异下的灰类理想靶心确定

定义4 设 $d'_i$ 表示对象 $i$ 与正理想对象关于时空特征 $l$ 的距离,如果 $d^{+i} = \max\{d'_i\}$ ,  $d^{-i} = \min\{d'_i\}$ ,则分别称 $d^{+i}$ 、 $d^{-i}$ 为对象关于时空特征属性的上、下极值向量。

定义5 如果 $k_l$ 表示基于时空特征属性 $l(1,2,\dots,q)$ 分类的第 $k_l$ 个类别,则称 $k=(k_1, k_2, \dots, k_q)$ 为对象时空特征差异的灰类。

定义6 如果满足 $d^{+k_i} = d^{+i} - \frac{k_l(d^{+i} - d^{-i})}{z_i - 1}$ ,则称 $d^{+k_i}$ 为对象时空特征差异(属性联合)下 $k$ 类灰类理想

动量水平矩阵,以及2017-2020年的变动量水平矩阵。

## 2.3 时空特征正理想矩阵度量

定义2 设 $\gamma_{ij_i}(t)$ 表示对象 $i$ 在 $t$ 时刻关于指标 $i$ 时空特征 $l$ 的测度值,如果 $\gamma^{\max}_{i_1}(t) = \max\{\gamma_{ij_i}(t)\}$ 或 $\gamma^{\max}_{i_2}(t) = \min\{\gamma_{ij_i}(t)\}$ ,则分别称矩阵 $\gamma_{i_1}(t)$ 和 $\gamma^{\max}_{i_1}(t)$ 为对象 $i$ 和正理想对象在 $t$ 时刻关于指标 $i$ 的时空特征 $l$ 的测度值矩阵。由于绝对量和变动量越大越好,波动量越小越好,根据定义2,可得:

$$\gamma^{\max}_{i_1}(t) = \begin{pmatrix} x^{\max}_{i_1}(1) & x^{\max}_{i_2}(1) & \dots & x^{\max}_{i_m}(1) \\ x^{\max}_{i_1}(2) & x^{\max}_{i_2}(2) & \dots & x^{\max}_{i_m}(2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x^{\max}_{i_1}(T) & x^{\max}_{i_2}(T) & \dots & x^{\max}_{i_m}(T) \end{pmatrix}, i=1,2,\dots,N$$

$$\gamma^{\max}_{i_2}(t) = \begin{pmatrix} \mu^{\max}_{i_1}(1) & \mu^{\max}_{i_2}(1) & \dots & \mu^{\max}_{i_m}(1) \\ \mu^{\max}_{i_1}(2) & \mu^{\max}_{i_2}(2) & \dots & \mu^{\max}_{i_m}(2) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu^{\max}_{i_1}(T) & \mu^{\max}_{i_2}(T) & \dots & \mu^{\max}_{i_m}(T) \end{pmatrix}, i=1,2,\dots,N$$

$$\gamma^{\max}_{i_3}(t) = [\eta^{\max}_{i_1}(1) \quad \eta^{\max}_{i_2}(2) \quad \dots \quad \eta^{\max}_{i_m}(T)], i=1,2,\dots,N$$

根据定义2可知,如 $x^{\max}_{i_1}(2020)$ 即为2020年绝对量水平矩阵中第一个属性(流动比率)的最大值,同

靶心。

根据物流上市公司在绝对量水平、变动量水平以及波动量水平上的表现,可将三个时空特征属性均分为两个灰类,则一共表现为 8 个灰类,如下所示:

$$\begin{bmatrix} (\text{好, 好, 小}) & (\text{好, 好, 大}) \\ (\text{差, 好, 小}) & (\text{差, 好, 大}) \\ (\text{好, 差, 小}) & (\text{好, 差, 大}) \\ (\text{差, 差, 小}) & (\text{差, 差, 大}) \end{bmatrix}$$

根据定义 6 计算时空特征属性差异下  $k$  类灰类理想靶心,如绝对量水平矩阵的灰类计算为取  $d_i^k$  的  $\max=6.171$  和  $\min=4.625$ ,则灰类好= $\min=4.625$ ,灰类差= $\max-(\max-\min)/2=5.398$ 。

同理可得其余时空特征属性灰类,计算结果如下:

$$\begin{bmatrix} (4.625, 5.987, 0.309) & (4.625, 5.987, 4.173) \\ (5.398, 5.987, 0.309) & (5.398, 5.987, 4.173) \\ (4.625, 54.745, 0.309) & (4.625, 54.745, 4.173) \\ (5.398, 54.745, 0.309) & (5.398, 54.745, 4.173) \end{bmatrix}$$

### 2.7 计算对象 $i$ 与 $k$ 类理想靶心关于时空特征属性差异的靶心距离

根据对象  $i$  关于  $k$  灰类理想对象关于时空特性属性  $G_i$  的测度距离,可计算靶心距离为:

$$d_i^k = \sqrt{w_1(d_i^1 - d_i^{*k_1})^2 + w_2(d_i^2 - d_i^{*k_2})^2 + w_3(d_i^3 - d_i^{*k_3})^2} \quad (2)$$

根据聚类对象  $i$  的靶心距,  $d_i^k$  越小,表明聚类对象  $i$  越可能隶属于灰类  $k$ ,由  $\min\{d_i^k\} = d_i^k$  可以判定聚类对象  $i$  属于  $k$  灰类。如顺丰控股的灰类判断,将时空特征距离 (5.225, 17.784, 3.729) 和第一灰类 (4.625, 5.987, 0.309) 代入式 (2),得出顺丰控股到第一灰类的靶心距离,同理得出到第二灰类到第八灰类的靶心距离,最后比较八个靶心距离,靶心距离最小的则是顺丰控股的灰类。同理得出其余 17 家物流上市公司的聚类结果,计算结果见表 3。

### 2.8 聚类结果分析

由表 3 可知,我国 18 家物流上市公司主要分布在 5 个灰类中:

第一灰类包括圆通速递和嘉友国际。此灰类财务绩效具有绝对量水平较好,变动水平较好,但波动

表 3 物流上市公司特征属性的距离和聚类结果

物流公司	$d_1$	$d_2$	$d_3$	聚类结果	物流公司	$d_1$	$d_2$	$d_3$	聚类结果
顺丰控股	5.225	17.784	3.729	差好大	物产中大	5.334	8.005	2.764	差好大
恒基达鑫	5.975	12.399	1.971	差好小	中国外运	5.313	41.643	2.896	差差大
淮河能源	5.989	46.801	1.906	差差小	建发股份	5.159	17.961	3.917	差好大
宏川智慧	5.651	12.288	1.424	差好小	华贸物流	5.617	14.663	3.672	差好大
飞力达	6.171	103.503	0.309	差差小	东方嘉盛	5.682	17.784	3.413	差好大
普路通	5.414	10.253	0.826	差好小	嘉诚国际	5.706	23.607	3.978	差好大
海晨股份	5.094	5.987	4.215	差好大	畅联股份	5.745	34.682	8.036	差差大
厦门象屿	5.445	67.327	0.990	差差小	密尔克卫	5.315	8.175	5.979	差好大
圆通速递	4.625	8.752	5.765	好好大	嘉友国际	4.887	11.484	3.058	好好大

量较大的特点。造成这种特征的主要原因可能在于企业多项经营活动的财务绩效碰撞,比如圆通速递借壳上市、嘉友国际发行股份等活动对企业财务绩效产生影响。针对此种情形,企业应不断完善公司治理机制,合理利用自身优势,借助行业政策的机遇,推动企业进一步发展。

第二灰类包括恒基达鑫、宏川智慧、普路通。此灰类财务绩效具有绝对量水平较差,变动水平较好,且波动幅度较小的特点。出现这种特征的原因可能是企业人力资源、物力资源及技术资源等内部资源配置不足。对此类企业可以引入大量相关人才,提高企业竞争能力,还可以有效配置企业内部资源,将有限资源效用最大化。

第三灰类包括顺丰控股、物产中大、建发股份、海晨股份、华贸物流、东方嘉盛、嘉诚国际、密尔克卫,此灰类财务绩效具有绝对量水平较差,变动水平较好,且波动量较大的特点。造成这种特征的主要原因可能在于企业经营风险较大,如财务风险和战略风险等。企业可以通过建立或完善企业风险预警机制来降低风险。

第四灰类包括淮河能源、飞力达、厦门象屿,此灰类财务绩效具有绝对量水平较差,变动水平较差,波动幅度较小的特点。出现这种现象的企业可以调整企业发展策略,使之与企业内部资源和外部资源相适配,同时可以结合提升企业社会形象等方面促进企业的发展。

第五灰类包括中国外运、畅联股份,此灰类财务绩效具有绝对量水平较差,变动水平较差,且波动幅度较大的特点。对于此类特征的企业,人才募集和

培养至关重要,是企业发展的动力源泉。企业可以建立一套合理的人才培养机制,同时可以借助国家政策扶持的力量逐步发展企业。

整体来看,18家物流上市公司主要分布在第三灰类中,财务绩效具有绝对量水平较差,变动水平较好,且波动量较大的特点。针对该聚类结果提出三点建议:第一,引进相关技术人员,建立人才培养机制,提高企业核心竞争力;第二,建立与完善企业风险预警机制,降低企业经营风险;第三,关注行业发展动态,抓住国家政策扶持机遇,推动企业进一步发展。

### 3 结语

针对静态聚类方法不能做到分析面板数据的动态特征,本文采用改进的灰色面板数据聚类方法动态分析18家物流上市公司的财务绩效情况。根据聚类结果将企业分为5个灰类,并针对各灰类属性特征对企业提出建议。本文的灰色面板数据聚类分析既丰富了动态聚类方法的研究内容,也为解决物流业上市公司发展中的问题提供了一定的参考思路。

#### [参考文献]

- [1] 王洪生,李宇彤,吕玫萱,等.基于平衡记分卡的金融精准扶贫绩效研究:以山东省J县为例[J].山东农业大学学报(自然科学版),2020,51(5):980-984.
- [2] 金英伟,张敏.上市出版企业财务绩效评价研究[J].现代出版,2019(2):31-34.

- [3] 曹凯晨,李小光,冒泗农.财务分析助推企业提质增效:杜邦分析法在昆仑燃气财务分析中的应用[J].财务与会计,2017(24):21-23.
- [4] 陈一君,胡文莉,武志霞.白酒企业绩效评价指标体系构建与评价方法:基于BSC和熵权的改进TOPSIS模型[J].四川轻化工大学学报(社会科学版),2020,35(5):68-87.
- [5] 杨秀琼.基于模糊DEA的上市商业银行财务绩效评价研究[J].财会通讯,2020(14):100-103.
- [6] 朱和平,郭佳佳.基于TOPSIS方法的财务绩效发展评价研究:以无锡制造业上市公司为样本[J].会计之友,2017(12):57-63.
- [7] 王婧.基于PCA-DEA的金融企业财务绩效评价研究[J].金融理论与实践,2017(7):104-109.
- [8] 李晓津,张浩源,肖凯云.基于BWM-GRA模型的快递型物流企业财务绩效评价研究[J].数学的实践与认识,2020,50(7):1-7.
- [9] 冯建海.基于物流成本的烟草商业物流财务绩效评价[J].中国烟草学报,2017,23(6):115-121.
- [10] 徐楠,谢瑞峰.基于BP神经网络的物流上市公司财务绩效评价[J].财会通讯,2014(29):33-35.
- [11] 王振东.基于模糊聚类的铁路物流园区规划研究[D].北京:中国铁道科学研究院,2019.
- [12] 王玉富.基于聚类蚁群算法的多车辆路径优化系统的实现[J].湖北民族学院学报(自然科学版),2015,33(2):200-204,209.
- [13] 李因果,何晓群.面板数据聚类方法及应用[J].统计研究,2010,27(9):73-79.
- [14] 左文超.灰色面板数据聚类评价方法及其应用研究[D].无锡:江南大学,2018.
- [15] 陈潇沛.可持续发展下物流企业绩效评价研究[D].西安:西安科技大学,2020.

#### (上接第55页)

- [9] YOO W S,LEE E.Internet channel entry:a strategic analysis of mixed channel structures[J].Marketing Science,2011,30(1):29-41.
- [10] PARK S Y,KEH H T.Modeling hybrid distribution channels:a game-theoretic analysis[J].Journal of Retailing and Consumer Services,2003,10(3):155-167.
- [11] 潘伟,汪寿阳,华国伟,等.实体店及其网上商店产品的动态定价及订货策略[J].系统工程理论与实践,2010,30(2):236-242.
- [12] 朱玉炜.基于消费者偏好的双渠道供应链定价策略研究[D].

上海:东华大学,2013.

- [13] 曾敏刚,王旭亮.需求不确定的双渠道供应链定价策略[J].工业工程,2013,16(2):67-73.
- [14] LI B,ZHU M,JIANG Y,et al.Pricing policies of a competitive dual-channel green supply chain[J].Journal of Cleaner Production,2016,112(20):2 029-2 042.
- [15] ZHAO J,HOU X,et al.Pricing policies for complementary products in a dual-channel supply chain[J].Applied Mathematical Modelling,2017,49(sep.):437-451.