

李晓莹,何明珂,喻 晓. 基于扩展 VIKOR 方法的生鲜电商综合评价[J]. 江苏农业科学,2019,47(3):331-337.  
doi:10.15889/j.issn.1002-1302.2019.03.077

# 基于扩展 VIKOR 方法的生鲜电商综合评价

李晓莹<sup>1</sup>, 何明珂<sup>2</sup>, 喻 晓<sup>3</sup>

(1. 北京工商大学, 北京 100048; 2. 北京物资学院, 北京 101125; 3. 北京物资公司, 北京 100054)

**摘要:**近年来,基于生鲜电商舆论热度和两极化的发展趋势,对市场上生鲜电商行业主流商家进行综合评价研究。首先通过体验式购买、文献研究,设计问卷调查、专家访谈的方法,建立生鲜电商的综合评价体系,然后采用带有模糊数的多准则妥协解排方法(VIKOR)方法,建立数学评价模型,采用熵权法,确立指标权重,依据体验式购物结果、问卷调查分析结果、和电商网站上公开的信息作为指标值,进行实证分析,最后得到生鲜电商网站的综合价值排名,并根据企业排名和指标权重等结果进行相应的说明分析。评价和分析结果在一定程度上能够反映生鲜电商企业的综合能力对比,给消费者、投资商、政府主管部门及生鲜电商参与者提供评判依据。

**关键词:**生鲜电商;综合评价;VIKOR 方法;熵权法

**中图分类号:** F724.6 **文献标志码:** A **文章编号:** 1002-1302(2019)03-0331-07

随着电子商务的快速发展,电商企业不断扩充品类、优化物流及售后服务,并不断趋向于垂直化和细分化<sup>[1]</sup>。同时,为推进现代农业发展,加强农产品市场流通服务体系建设,国家财政部门出台了相关意见,加大对农产品流通环节的扶持力度。在市场竞争和政府引导的双重激励下,生鲜商品以其高毛利率和高购买率的特点,吸引了大量的企业注册和进入。2009 年开始,大型购物平台接连涉足生鲜产品市场,成立了生鲜产品电商平台,如京东生鲜频道、本来生活、每日优鲜、顺丰优选等,生鲜电商引来了大量的风险投资,而风险投资的注入也带动了生鲜电商市场的快速发展。但受到生鲜产品本身

标准化程度低、易腐性强以及包装、配送等冷链物流成本高昂等条件的制约,生鲜电商的盈利能力受到了极大的限制。李学工等报道,2015 年市场上 95% 以上的生鲜电商企业都处于亏损状态<sup>[2]</sup>。同时,市场上多个活跃品牌的生鲜电商及其提供的众多服务令人眼花缭乱,如何评估生鲜电商平台及其服务成了消费者、投资商、政府部门高度关注的问题,亟须采取科学方法对众多生鲜电商进行综合评价。

目前,关于生鲜电商的相关研究领域主要集中在以下 4 个方面:(1)电商平台方面。主要探讨生鲜电商的运作优势和商业模式。由于生鲜产品本身具有保鲜保质期短、损耗大、客单价低、消费季节性强等特征,其供应链成本非常高<sup>[3]</sup>。在应用现代电子信息技术的基础上,生鲜产品电商平台的上线,消除了时间和空间上的限制,降低了生鲜产品的时间成本、空间成本和流通成本<sup>[4-5]</sup>。对比线上和线下 2 种交易情况下的农产品供应链渠道,可以看出电子商务对农产品的流通有促进作用<sup>[6]</sup>。(2)从消费者角度。探讨相关消费者对产品及服务的需求和影响因素。在当今社会化商务环境下,消费者信任是促使消费者产生购买行为并促进社会化商务可持

收稿日期:2017-10-17

基金项目:教育部人文社会科学研究项目(编号:16YJA630064);国家科技支撑计划(编号:2015BAD18B05-04);北京市哲学社会科学重点项目(编号:15JGA026)。

作者简介:李晓莹(1993—),女,吉林梅河口人,硕士研究生,主要从事农资物流供应链管理研究。E-mail:lixiaoying.j@qq.com。

通信作者:何明珂,博士,教授,博士生导师,主要从事物流系统论、城市物流设计规划研究。E-mail:hemingke@vip.sina.com。

[11]靖 飞. 影响农户水稻品种认知的因素分析——基于江苏省水稻种植农户的调查数据[J]. 中国农村经济,2008(4):16-23.

[12]李冬梅,刘 智,唐 殊,等. 农户选择水稻新品种的意愿及影响因素分析——基于四川省水稻主产区 402 户农户的调查[J]. 农业经济问题,2009,31(11):44-50.

[13]周 未,刘 涵,王景旭,等. 农户超级稻品种采纳行为及影响因素的实证研究——基于湖北省农户种植超级稻的调查[J]. 华中农业大学学报(社会科学版),2010(4):32-36.

[14]赵肖柯,周 波. 种稻大户对农业新技术认知的影响因素分析——基于江西省 1 077 户农户的调查[J]. 中国农村观察,2012(4):29-36,93.

[15]齐振宏,梁凡丽,周 慧,等. 农户水稻新品种选择影响因素的实证分析——基于湖北省的调查数据[J]. 中国农业大学学报,2012,17(2):164-170.

[16]朱 萌,齐振宏,鄢兰娅,等. 新型农业经营主体农业技术需求

影响因素的实证分析——以江苏省南部 395 户种稻大户为例[J]. 中国农村观察,2015(1):30-38,93-94.

[17]黎红梅,李娟娟. 南方农户种植行为变化的影响因素分析——基于湖南省典型灌区的调查[J]. 农业现代化研究,2015,36(4):617-623.

[18]朱丽娟,向会娟. 粮食主产区农户节水灌溉采用意愿分析[J]. 中国农业资源与区划,2011,32(6):17-21.

[19]冯 俊,王爱民,张义珍. 农户低碳化种植决策行为研究——基于河北省的调查数据[J]. 中国农业资源与区划,2015,36(1):50-55.

[20]张丽金,王林萍,蔡良玖. 农户的风险偏好对绿色水稻生产技术应用的影响——基于农户生产模型的理论分析[J]. 中国农学通报,2016,32(32):188-192.

[21]张启发,刘海军. 未来作物育种对绿色技术的需求[J]. 华中农业大学学报,2014,33(6):10-15.

续发展的重要前提,消费者的网购经历、网站的安全、个性化、物流服务质量等要素都会影响消费者信任的形成<sup>[7-8]</sup>。同时,对消费者购买意愿影响最大的因素是产品的质量和信息<sup>[9]</sup>。(3)从农产品电商的物流系统方面。分析其中存在的不足。从消费者对生鲜产品物流需求出发,总结出需求特性主要集中在及时性、位置响应性和安全性<sup>[10]</sup>。但结合我国农产品电商和冷链物流的概况,有学者认为,制约我国农产品电商发展的主要问题之一是冷链物流的发展不完善,农产品包装缺乏科学性、运输成本高、损耗大、冷链物流覆盖面积小、设施设备标准化程度低<sup>[11-13]</sup>。(4)从农产品电商企业的运营方面。总结出目前国内外生鲜电商的商业模式主要分为 B2C 型、O2O 型、C2B 型和快物流模式等<sup>[14]</sup>。其物流模式主要有自建物流、第 3 方物流、自建 + 第 3 方物流 3 种模式,以及适用于中小型生鲜电商企业的第 3 方物流 + 消费者自提第 3 方配送模式<sup>[15]</sup>。并对业务流程、配送路径、供应链协调等进行了优化<sup>[16-18]</sup>。

综上所述,目前对生鲜电商的研究多集中于对生鲜电商平台的商业模式和消费者购买意愿影响因素分析、对物流系统和供应链效率的优化提升,而对生鲜电商的综合能力进行研究的文献较少。

为了对生鲜电商市场目前发展现状进行综合研究,笔者首先通过文献研究法和访谈法,归纳出不同生鲜电商的判断特征,建立生鲜电商综合评价指标体系,进而采用扩展的多准则妥协解排方法(VIKOR)方法构建数学评价模型,并以市场上主流生鲜电商为研究对象,通过体验式购买试验和问卷调查的方式收集数据,通过实证计算最后得到综合评价排序结果,并进行分析。本研究可能在以下 3 个方面做出了一定的边际贡献:(1)总结了生鲜电商的差异特征和发展现状;(2)建立了生鲜电商综合能力评价的指标体系;(3)得到了市场上主要生鲜电商平台的综合评价结果并进行了特征分析。研究结果可为消费者、投资商、政府主管部门客观评价生鲜电商提供评判依据。

1 生鲜电商综合评价指标体系建立

1.1 生鲜电商差异特征分析

目前,国内有多个品牌的生鲜电商平台,但运营模式存在明显差异。为了深入分析这些差异,笔者所在小组首先进行文献研究,对学者们现有的商业运营模式及资源能力作了总结,同时在北京地区进行了 1 次购买体验试验。为了可以对这些生鲜电商进行有效对比,笔者所在小组从每个电商网站购买了相同常见的生鲜商品,分别为山东富士、福建产柚子、冷冻牛腩、奶制品,记录下了各电商的网站内容、商品种类、订单内容、付款方式、信息跟踪、配送时效、商品质量、订单周转时间、物流服务态度、冷链质量、包装、售后服务全过程的消费体验,共获得 28 份试验记录。笔者所在研究小组认为,在电商快速发展的黄金时期,在资本的推动下,生鲜电商为了快速抢占市场,进行各种创新,以此获得竞争优势博得市场认可。因此,各品牌生鲜电商在商业模式、产品能力和物流资源等方面都表现出了差异,研究小组决定选择以下存在主要差异的特征进行分析和比较,生鲜电商的差异特征见表 1。

表 1 生鲜电商的差异特征

差异特征分类	差异特征内容
商业模式	自营模式
	平台模式
运营模式	B2C 型
	C2B 型
	团购型
商品配置	生鲜全品类
	生鲜多品类
	生鲜单品类
物流模式	自建物流
	第 3 方物流 自建 + 第 3 方
配送时效	物流 即时达
	当日达/次日达
	隔日达

1.2 生鲜电商综合评价体系的建立

为了便于对各生鲜电商进行综合评价,必须从上述差异特征方面研究出细化的综合评价指标,形成生鲜电商评价指标体系。

笔者所在研究小组针对生鲜电商的评价指标,再次进行了文献研究,考虑到生鲜电商提供服务的平台即生鲜电商网站拥有一般电商网站的共性,因此,在中国知网文献数据库选取电商网站评价指标体系方面的 11 篇代表性文献<sup>[19-29]</sup>,评价内容主要是针对电商网站的客户服务、企业绩效、网站综合能力等方面,电商译价指标的选取文献研究情况见表 2。

表 2 电商评价指标的选取与文献统计

序号	指标名称	出现次数	比例(%)
1	信息内容和质量	8	0.73
2	网页页面美观性	7	0.64
3	物流服务	7	0.64
4	网站易用性	7	0.64
5	品牌认可度	6	0.55
6	页面流畅度	6	0.55
7	系统安全	6	0.55
8	隐私安全	6	0.55
9	网站功能完备性	6	0.55
10	售后服务	5	0.45
11	支付安全	5	0.45
12	个性化	5	0.45
13	商品的丰富性	5	0.45
14	信息更新频率	5	0.45
15	购物流程便利性	3	0.27
16	支付手段	3	0.27
17	客户服务	2	0.18
18	商品质量	2	0.18

通过文献研究可以看出,网站信息的内容和质量、网页页面美观性、网站易用性、页面流畅度等因素的占比都较高,但通过实际测评发现,由于信息技术发展迅速,目前电商网站已经很少存在页面美观程度低、流畅性差、安全性差等问题,因此与此相关的部分指标不能再作为本试验的研究体系。

为了使评价指标体系更有现实意义,笔者所在研究小组决定综合购物体验、消费者购买意愿、专家意见等 3 个方面构建评价指标。通过比较体验购物试验的研究结果,记录试验

数据,为了辨别这些差异带来的消费体验和对市场竞争力的影响,就影响生鲜电商消费者购买意愿的因素,编写了电子问卷并进行了调查。问卷编写原则是考察消费者对生鲜电商的消费体验意愿,编写载体是问卷星网站,调查方式为通过微信填写和转发,调查对象大部分在北京地区,身份为学生和白

领,回收了 302 份有效问卷。结合问卷调查结果和专家及生鲜电商从业人员的意见,按照指标体系完整化、系统化、最简化、指标可量化、数据可获取的原则,将生鲜电商的综合评价指标划分为 3 个方面 12 个指标进行评价,生鲜电商综合评价指标体系见表 3。

表 3 生鲜电商综合评价指标体系

目标层	准则层	指标层	定义
生鲜电商综合能力评价体系	网站能力	网站流量(C <sub>1</sub> )	指一定时间内,网站的用户数量、流量是电商网站的生存根本,反映了企业的客户资源能力
		客单价(C <sub>2</sub> )	指一定时间内,每笔订单的平均成交价格,是反映电商网站盈利能力的主要指标之一
		品牌价值(C <sub>3</sub> )	指生鲜电商企业本身在客户心中的综合形象和信赖程度,由于生鲜产品的标准化程度低,消费者选购很大程度上会依赖电商品牌
		资金能力(C <sub>4</sub> )	是所有企业的生存根本,尤其是对于处于资本投入阶段的生鲜电商行业,拥有足够的资金基础,才能坚持直至盈利
	产品能力	销售单位(SKU)数量(C <sub>5</sub> )	指生鲜电商网站上的销售基本库存单元。反映了网站销售的商品种类深度、同种品类宽度及规格数量
		品控(C <sub>6</sub> )	对生鲜产品的质量控制,本研究中包括货源品控、质量品控。是生鲜电商的服务关键,直接影响消费者的购物体验
		产品价格(C <sub>7</sub> )	指各生鲜电商销售同类产品的相对单价,价格是影响消费者选购决策的主要因素之一,也由企业的采购成本和物流成本影响
		采购渠道(C <sub>8</sub> )	指生鲜电商的货物来源,主要有中间商、品牌供应商、产地直采,以及组合形式,直接影响网站销售商品的种类及质量
	物流能力	配送范围(C <sub>9</sub> )	指生鲜电商网站支持的送货城市数量,是相应地区消费者选购的首要前提,反映生鲜电商的物流设施及资源水平
		物流模式(C <sub>10</sub> )	分为自建物流、第 3 方物流或者组合模式,反映生鲜电商的物流能力和发展空间
		配送时效(C <sub>11</sub> )	指客户从下单到收货完成经过的时间长度,在一定程度上反映生鲜电商的配送网络密度及物流服务水平
		冷链与包装(C <sub>12</sub> )	指货物在整个物流过程中的冷链质量及包装水平是否符合生鲜产品物流要求,影响商品的物流品控,反映了生鲜电商的物流实力

2 生鲜电商综合评价模型的建立

2.1 生鲜电商综合评价指标值数据类型的确定

多属性决策是与多个属性相关的有限方案选择问题,由于多属性决策问题的复杂性和不确定性,可能会出现属性值为数值、区间数、模糊数等多种形式信息的情形<sup>[30]</sup>。从表 3 可以看出评价指标的复杂性,进行的研究可归结为多属性决策问题。一些指标可以用客观的明确数据测量,可用具体数值来描述,有的指标带有一定的不稳定性,不易衡量,如品牌价值、采购渠道等,其取值基于评价者的试验结果或者主观经验判断,且带有一定的犹豫度,因此采用直觉模糊数来描述<sup>[31]</sup>;同时,对诸如生鲜产品的品控这类指标值进行评估时,采用诸如差、较差、好、较好,一般等语言形式能较容易表达对其问题的评价<sup>[32]</sup>,因此,这类指标值采用语言变量的数据形式表达。下面介绍相关数学定义。

定义 1:直觉模糊数<sup>[33]</sup>。  
设  $X$  是一个非空论域,若  $X$  上存在  $x \in X \rightarrow \mu_A(x) \in [0, 1]$ , 和  $x \in X \rightarrow \gamma_A(x) \in [0, 1]$ , 并满足  $x \in X, 0 \leq \mu_A(x) + \gamma_A(x) \leq 1$ , 则称  $\mu_A(x)$  和  $\gamma_A(x)$  确定了  $X$  上的一个直觉模糊集  $A$ , 记为

$$A = \{ \langle x, \mu_A(x), \gamma_A(x) \rangle \mid x \in X \}。$$

式中:把  $\mu_A(x)$  称为元素  $x$  对于集合  $A$  的隶属度函数,  $\gamma_A(x)$  为非隶属度函数,  $\pi_A(x) = 1 - \mu_A(x) - \gamma_A(x)$  称作集合  $A$  的直觉模糊犹豫度,且  $0 \leq \pi_A(x) \leq 1$ 。非空论域  $X$  上的直觉模

糊集全体记作  $IFNs(X)$ 。

当非空论域  $X$  缩小为一个点时,称  $\alpha = (\mu_\alpha, \gamma_\alpha, \pi_\alpha)$  为直觉模糊数,其中:  $\mu_\alpha \in [0, 1]$ ,  $\gamma_\alpha \in [0, 1]$ ,  $\mu_\alpha + \gamma_\alpha \leq 1$ ,  $\pi_\alpha = 1 - \mu_\alpha - \gamma_\alpha$ ,  $\mu_\alpha$  和  $\gamma_\alpha$  之间互相独立。

定义 2:语言变量。

语言变量是指标值为自然语言短语的变量。在解决太复杂或太模糊的问题时,语言描述更符合评价者的主观认知,因此比数据更适合,且可以转换成  $IFNs$  的形式<sup>[34]</sup>,语言变量与  $IFNs$  间的转换见表 4。

表 4 语言变量与  $IFNs$  间的转换

语言变量	直觉模糊数
极差/极低 (EP/EL)	(0.05, 0.95, 0.00)
非常差/非常低 (VP/VL)	(0.15, 0.80, 0.05)
差/低 (P/L)	(0.25, 0.65, 0.10)
偏差/偏低 (MP/ML)	(0.35, 0.55, 0.10)
一般/中等 (F/M)	(0.50, 0.40, 0.10)
偏好/偏高 (MG/MH)	(0.65, 0.25, 0.10)
好/高 (G/H)	(0.75, 0.15, 0.10)
极好/极高 (VG/VH)	(0.85, 0.10, 0.05)
非常好/非常高 (EG/EH)	(0.95, 0.05, 0.00)

2.2 生鲜电商综合评价方法的确定

由于本研究是基于上述众多不同类型评价指标对生鲜电商进行评价,所以归结为多属性决策问题。关于多属性决策问题常用的方法有层次分析法 (AHP)、网络层次分析法

(ANP)、主成分分析法(PCA)、数据包络分析法(DEA)、逼近理想解的排序方法(TOPSIS)、多准则妥协优化(VIKOR)方法等。经研究 AHP 的权重值过多依赖于评价者主观的意愿<sup>[35]</sup>;ANP 着重研究指标之间的相关联系<sup>[36]</sup>,但研究方法过于复杂且无法避免主观性;主成分分析法是在保证信息损失尽可能少的前提下,经过线性变换对指标进行集聚使高维指标数据得到简化<sup>[37]</sup>,不适合本研究情况;数据包络分析法是多投入、多产出的决策单元的相对有效性的评价方法<sup>[38]</sup>,本研究并不界定生鲜电商的指标投入产出值,因此不采取这种方法;TOPSIS 方法是构造多属性问题的理想解和负理想解,并以接近理想解和远离负理想解这 2 个基准作为评价各可行方案的依据<sup>[39]</sup>,较为合适本研究的综合评价排序,然而却存在一定的局限性,没有考虑到正负理想解距离之间的相对重要性。VIKOR 方法是基于折衷优化思想提出的排序方法<sup>[40]</sup>,是由 Opricovic 等于 1998 年首次提出,用于解决复杂系统多准则优化的问题,是多指标评价的有效工具<sup>[41]</sup>,基于如下形式的  $L_p$ -测度:

$$L_{p,i} = \left\{ \sum_{j=1}^m [W_j(f_j^* - f_{ij}) / (f_j^* - f_j^-)]^p \right\}^{1/p}, 1 \leq p \leq \infty, (j = 1, 2, \dots, J).$$

折衷排序方法克服了 TOPSIS 法的局限。因此,本研究采用 VIKOR 方法加以评价。

### 2.3 基于扩展 VIKOR 方法的生鲜电商综合评价模型的构建

根据表 3 确定的生鲜电商综合评价指标,笔者所在研究小组接下来按照以下步骤,建立了基于混合 VIKOR 方法的生鲜电商综合评价模型。

步骤 1:数据信息规范化处理。

考虑到生鲜电商企业评价指标中包括不同类型的评价数据,需要对客观评价准则下的数值型进行规范化处理。设原始评价数据为  $x_{ij}$ ,经过规范化处理后记为  $u_{ij}$ ,有

$$u_{ij} = \begin{cases} \frac{x_{ij}}{\max_j x_{ij}}, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n, x_{ij} \in I' \\ \frac{\min_j x_{ij}}{x_{ij}}, 1 \leq i \leq m, 1 \leq j \leq n, x_{ij} \in I'' \end{cases}$$

式中: $I'$ 为效益性指标集; $I''$ 为成本型指标集。

步骤 2:确定理想解和负理想解。

$$u^* = \{ \max_i u_{i1}, \max_i u_{i2}, \dots, \max_i u_{in} \};$$

$$u^- = \{ \min_i u_{i1}, \min_i u_{i2}, \dots, \min_i u_{in} \}.$$

步骤 3:确定各指标权重。

为了克服认为赋权来的不稳定型,本研究采用熵值法确定各评价准则的客观权重。令  $\omega_j = (\omega_1, \omega_2, \dots, \omega_m)$  为各评价指标的权重,其中  $\omega_j \geq 0, j = 1, 2, \dots, \sum_{j=1}^m \omega_j = 1$ 。若所有的备选方案在指标  $C_j$  下的评价与其平均值的偏差越小,则说明该评价准则对备选方案排序的作用越小;反之则越大<sup>[42-43]</sup>。因此指标值与均值偏差越大的准则应赋予越大的权重。各评价对象在指标  $C_j$  下的指标值的均值为

$$\bar{u}_j = \begin{cases} \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n u_{ij}, u_{ij} \in I_N \\ \left[ 1 - \prod_{i=1}^n (1 - u_{ij})^{1/n}, \prod_{i=1}^n \gamma_{ij}^{1/n}, \prod_{i=1}^n (1 - \mu_{ij})^{1/n} - \prod_{i=1}^n \gamma_{ij}^{1/n}, u_{ij} \in I_F \right] \end{cases}.$$

$u_{ij}$ 与均值 $\bar{u}_j$ 之间的距离测度公式<sup>[41]</sup>,见公式(4):

$$d(u_{ij}, \bar{u}_j) = \begin{cases} |u_{ij} - \bar{u}_j|, u_{ij} \in I_N \\ \sqrt{\frac{1}{2} \{ (\mu_{\alpha} - \mu_{\beta})^2 + (\gamma_{\alpha} - \gamma_{\beta})^2 + (\pi_{\alpha} - \pi_{\beta})^2 \}}, u_{ij} \in I_F \end{cases}.$$

式中: $I_N$ 为数值型指标值; $I_F$ 为直觉模糊数型指标值。

将指标值同度量化:

$$p_{ij} = \frac{d(u_{ij}, \bar{u}_j)}{\sum_{i=1}^n d(u_{ij}, \bar{u}_j)}.$$

计算指标  $C_j$  下的熵值:

$$e_j = -\frac{1}{\ln(n)} \sum_{i=1}^n (p_{ij} \ln p_{ij}).$$

由此得到各个准则的权重:

$$\omega_j = \frac{1 - e_j}{m - \sum_{j=1}^m e_j}, j = 1, 2, \dots, m.$$

步骤 4:采用 VIKOR 方法对备选方案排序择优。

定义指标值的最优解与最差解:

$$f^* = (f_1^*, f_2^*, \dots, f_m^*) = (\max_i u_{i1}, \max_i u_{i2}, \dots, \max_i u_{im});$$

$$f^- = (f_1^-, f_2^-, \dots, f_m^-) = (\min_i u_{i1}, \min_i u_{i2}, \dots, \min_i u_{im}), i = 1, 2, \dots, n.$$

理想解与负理想解的选取须要遵循上述数据类型比较规则。分别计算  $E_i, R_i$  和  $Q_i$ ,有

$$E_i = \sum_{j=1}^m \left[ \omega_j \frac{d(f^*, u_{ij})}{d(f^*, f^-)} \right];$$

$$R_i = \max_j \left[ \omega_j \frac{d(f^*, u_{ij})}{d(f^*, f^-)} \right];$$

$$Q_i = v \frac{(E_i - E^*)}{(E^- - E^*)} + (1 - v) \frac{(R_i - R^*)}{(R^- - R^*)}.$$

式中:

$$E^* = \min_i E_i, E^- = \max_i E_i;$$

$$R^* = \min_i R_i, R^- = \max_i R_i.$$

按惯例取  $v = 0.5$ , 计算  $Q_i$  值,按照  $Q_i$  值得升序顺序得到排序结果  $a^{(1)}, a^{(2)}, \dots, a^{(n)}$  且验证是否满足条件:

$$(1) a^{(x+1)} - a^{(x)} \geq \frac{1}{(n-1)};$$

(2)按照  $Q_i$  的升序排序顺序,若该排序顺序同时也是  $E_i, R_i$  的排序,否则得到相应的妥协排序。

### 3 实证应用研究

基于本研究建立的综合评价指标体系和数学评价模型,笔者所在研究小组在互联网大数据分析网站易观智库上,进行关键字搜索,选取 15 家市场上主要的生鲜电商平台作为研究对象,收集各指标值,通过数学计算得出每个平台的综合得分,进行排列,并对评价结果进行分析。

#### 3.1 指标值的收集与处理

在指标值的收集过程中,由于企业内部信息的不透明,评价者获取信息的能力受到限制,直接采集准确的指标值难度较大,因此本研究通过体验式购物试验法对不同电商网站的同种指标值进行收集和预测,将可采集数据进行规范化计算,数据统计方式和类型见表 5。

按照公式(1)将采集到的数据进行规范化处理,得到定量型指标值见表 6,定性指标值见表 7。

表 5 评价指标统计口径

指标层	数据采集	数据类型	分类
网站流量(C <sub>1</sub> )	以 2016 年 11 月易观智库网站公开的 APP 下载量计量,其中由于京东和天猫为综合类平台,故按照 1/10 的数量统计	数值	I'
客单价(C <sub>2</sub> )	以网站公开的最低包邮价格计量	数值	I'
品牌价值(C <sub>3</sub> )	按照问卷调查结果定义	模糊数	I'
资金能力(C <sub>4</sub> )	以网站公开的融资总金额计量(不需融资的评价对象设为 50 亿的最大值)	数值	I'
SKU 数量(C <sub>5</sub> )	以 2016 年 11 月统计的各生鲜电商平台销售苹果的 SKU 数量进行计量(对只单品类生鲜电商网站,乘以 1/5 统计)	数值	I'
品控(C <sub>6</sub> )	以试验结果观察到的货源品控和新鲜程度评价	语言变量	I'
产品价格(C <sub>7</sub> )	以 2016 年 11 月各平台的烟台富士单价计算	数值	I''
采购渠道(C <sub>8</sub> )	按照生鲜电商销售产品的品类调查其采购渠道,采购渠道越宽泛得分越高	模糊数	I'
配送范围(C <sub>9</sub> )	按照网站上公开的生鲜品配送范围的覆盖城市数量计算	数值	I'
物流模式(C <sub>10</sub> )	按照物流设施资源能力评分	模糊数	I'
配送时效(C <sub>11</sub> )	以网站公开的配送时效统计,当日达的设为 12 h,次日达的设为 24 h,依次类推	数值	I''
冷链与包装(C <sub>12</sub> )	以试验结果观测到的包装水平评价	语言变量	I'

表 6 生鲜电商企业的数值型指标值

序号	C <sub>1</sub>	C <sub>2</sub>	C <sub>4</sub>	C <sub>5</sub>	C <sub>7</sub>	C <sub>9</sub>	C <sub>11</sub>
A <sub>1</sub>	509.44	99.0	50.0	30	5.9	234	12
A <sub>2</sub>	233.70	88.0	50.0	1	5.6	105	48
A <sub>3</sub>	80.56	60.0	14.1	15	7.6	90	24
A <sub>4</sub>	58.46	39.0	5.3	4	7.0	37	2
A <sub>5</sub>	95.72	43.5	3.6	1	5.2	90	72
A <sub>6</sub>	78.53	99.0	50.0	2	11.8	300	12
A <sub>7</sub>	87.97	200.0	14.7	13	8.0	80	24
A <sub>8</sub>	9.60	158.0	8.0	13	6.9	80	24
A <sub>9</sub>	58.29	30.0	3.6	3	4.7	23	24
A <sub>10</sub>	42.86	99.0	1.3	2	4.9	53	48
A <sub>11</sub>	52.95	100.0	37.2	32	8.0	84	48
A <sub>12</sub>	111.77	100.0	22.0	18	5.3	243	12
A <sub>13</sub>	54.68	30.0	7.3	1	8.7	44	1
A <sub>14</sub>	120.59	79.0	6.8	2	7.5	35	24
A <sub>15</sub>	154.41	50.0	50.0	2	5.0	41	1

表 7 生鲜电商企业的定性指标值

序号	C <sub>3</sub>	C <sub>6</sub>	C <sub>8</sub>	C <sub>10</sub>	C <sub>12</sub>
A <sub>1</sub>	<0.65,0.05>	MG	<0.85,0.10>	<0.85,0.10>	MP
A <sub>2</sub>	<0.59,0.07>	VG	<0.85,0.10>	<0.70,0.20>	G
A <sub>3</sub>	<0.54,0.16>	G	<0.70,0.15>	<0.75,0.15>	VG
A <sub>4</sub>	<0.51,0.11>	MG	<0.60,0.25>	<0.70,0.25>	G
A <sub>5</sub>	<0.47,0.23>	MG	<0.40,0.55>	<0.40,0.50>	P
A <sub>6</sub>	<0.60,0.05>	EG	<0.50,0.40>	<0.95,0.05>	EG
A <sub>7</sub>	<0.52,0.15>	G	<0.85,0.10>	<0.75,0.15>	MG
A <sub>8</sub>	<0.43,0.17>	MG	<0.35,0.55>	<0.75,0.15>	G
A <sub>9</sub>	<0.47,0.15>	F	<0.50,0.40>	<0.40,0.50>	P
A <sub>10</sub>	<0.46,0.13>	P	<0.30,0.60>	<0.70,0.20>	F
A <sub>11</sub>	<0.59,0.07>	G	<0.80,0.10>	<0.80,0.15>	MG
A <sub>12</sub>	<0.66,0.08>	MG	<0.90,0.05>	<0.85,0.10>	MG
A <sub>13</sub>	<0.64,0.14>	MG	<0.35,0.55>	<0.35,0.55>	F
A <sub>14</sub>	<0.56,0.11>	VG	<0.50,0.40>	<0.65,0.25>	G
A <sub>15</sub>	<0.60,0.10>	MG	<0.25,0.65>	<0.30,0.65>	MP

为了在生鲜电商综合评价的过程中能综合考虑各个相关因素,得出较为科学的结果,决策过程去整体指标效用最大化权重  $v=0.5$ ,也就是同样重视个别指标不满意度最小化,由距离测度公式(4),结合公式(2)、公式(8)、公式(9)、公式

3.2 生鲜电商综合评价

利用扩展 VIKOR 评价模型及其数据处理程序,对上述生鲜电商主流企业进行综合评价:

(1)数据规范化

将表 7 按照公式(1)进行规范化处理,再将语言变量按照表 4 转换成 IFNs,集结得到规范化后的数值。

(2)确定各指标值权重

按照公式(3)求得各个评价指标值均值,利用熵值法公式(5)、公式(6)、公式(7)结合各类数据类型距离测度计算公式,计算出各评价准则的权重见表 8。

(3)确定指标值的最优值及最差值

$f^*=(1,1,(0.66,0.08),1,1,(0.95,0.05),1,(0.90,0.05),1,(0.95,0.05),1,(0.95,0.05))$ ;

$f^-=((0.018\ 8,0.150\ 0,(0.43,0.17),0.026\ 0,0.031\ 3,(0.25,0.65),0.398\ 3,(0.30,0.60),0.076\ 7,(0.30,0.65),0.013\ 9,(0.25,0.65))$ 。

(10),分别计算各生鲜电商的  $E_i$ 、 $R_i$  和  $Q_i$  值,计算值结果和排序见表 9。

其中: $E_i$  排序代表生鲜电商整体指标效用最大化排序,即按照该生鲜电商企业与最理想指标的距离接近程度排序;

表 8 各评价指标的权重

$C_i$	$\omega_i$
$C_1$	0.163 1
$C_2$	0.103 9
$C_3$	0.045 1
$C_4$	0.045 5
$C_5$	0.049 0
$C_6$	0.104 9
$C_7$	0.037 6
$C_8$	0.034 4
$C_9$	0.113 2
$C_{10}$	0.120 5
$C_{11}$	0.087 7
$C_{12}$	0.095 0

$R_i$  排列顺序是按照生鲜电商的个体遗憾值从大到小排序,代表了评价者对生鲜电商企业的不满意度的排序; $Q_i$  排序为生鲜电商综合评价最终排名结果。从表 9 可以看出,其中  $Q_i$  值最小的生鲜电商企业为京东生鲜频道,同时满足其  $E_i$  和  $R_i$  也是最小值,且  $Q[a^{(2)}] - [a^{(1)}] = 0.195\ 88 > 1/(15 - 1) = 0.071\ 43$ ,满足评价准则(1)和准则(2),是稳定的最优值。

3.3 评价结果分析

基于市场上选取的 15 家主要生鲜电商品牌为样本,测量其 12 个指标值,对求得的权重和排名结果展开分析。

(1)从权重角度来看,网站流量、物流模式、配送范围、品控等指标的权重为指标值的前 5 名,直接原因是生鲜电商企业的这些实力比较分散,根本原因是这些指标对企业的资源能力的要求最高;而采购渠道、产品价格、资金能力等指标

表 9 各生鲜电商的 E、R、Q 值

序号	生鲜电商企业	$E_i$	$E_i$ 排序	$R_i$	$R_i$ 排序	$Q_i$	综合排名结果
$A_1$	京东生鲜频道	0.328 475	1	0.081 524	1	0.000 123	1
$A_2$	喵鲜生	0.480 06	4	0.089 976	2	0.196 003	2
$A_{12}$	中粮我买网	0.456 068	3	0.129 762	5	0.416 983	3
$A_6$	顺丰优选	0.402 634	2	0.140 608	9	0.432 650	4
$A_7$	天天果园	0.557 123	6	0.137 528	7	0.560 629	5
$A_{14}$	多点	0.635 669	9	0.126 884	4	0.570 072	6
$A_3$	本来生活	0.589 428	7	0.139 946	8	0.606 152	7
$A_{11}$	易果生鲜	0.531 700	5	0.148 955	13	0.606 482	8
$A_{15}$	京东到家	0.757 736	12	0.120 500	3	0.646 992	9
$A_4$	每日优鲜	0.658 668	10	0.147 157	10	0.716 156	10
$A_5$	拼好货	0.807 491	14	0.134 999	6	0.783 126	11
$A_8$	沱沱公社	0.628 004	8	0.163 100	15	0.784 700	12
$A_{13}$	爱鲜蜂	0.733 866	11	0.148 390	12	0.795 196	13
$A_{10}$	一米鲜	0.775 081	13	0.152 247	14	0.858 006	14
$A_9$	许鲜	0.854 407	15	0.147 212	11	0.902 560	15

所占的权重值较小,从研究结果可以看出,生鲜电商平台之间的这些指标的差距不大,可以侧面看出,生鲜市场的采购渠道公平;线上销售的生鲜产品价格透明,且差距较小,资金能力相对其他能力差异较小。(2)综合排序前 5 名的电商企业依次为京东生鲜频道、喵鲜生、中粮我买网、顺丰优选、天天果园,这些生鲜电商的共同点为都是老牌生鲜电商、有一定的客户基础与品牌价值,客单价、配送范围和品控等指标领先突出,其他指标值都在较高水平。(3)综合排名靠后的生鲜电商平台有沱沱公社、爱鲜蜂、一米鲜、许鲜等,除了沱沱公社外,这些大多为初创型生鲜电商,明显劣势在网站流量、资金能力、配送范围、采购渠道和产品数量上,且整体指标水平较低。(4)评价结果与笔者所在研究小组的预期差距较大的是最近吸引了众多舆论关注与资本注入的易果生鲜的排名不太理想,分析特殊原因是该平台流量不完全来自于易果生鲜 APP 本身,还同时为大流量平台的天猫超市和苏宁易购供货,笔者没有把这一特殊点列入主要评价体系。(5)按照  $Q_i$  值得到的排序结果,与  $E_i$  和  $R_i$  的升序排序结果有偏差,所以排序结果的稳定性较差,因此得到排名结果并不是稳定的最优解,说明各生鲜电商平台的排名差距并不稳定,市场变化空间较大。

4 结束语

考虑到现在市场上的生鲜电商商家众多,且暂时没有科

学合理的统一评价方法来对生鲜电商进行量化评价,采用科学方法建立了甄别生鲜电商运营差异的特征,进一步确定了生鲜电商综合评价指标体系,采用 VIKOR 方法构建了数学评价模型,根据不同生鲜电商在多维指标下测量到的指标值,采用熵值法对指标值客观赋权,最终得到一个相对全面客观量化的评价排名结果。

分析生鲜电商的综合排名结果和排名靠前的生鲜对象的指标值发现,生鲜电商的差距主要体现在网站流量、客单价、商品品控、配送范围等指标上,尤其是用户量和配送范围等指标,能够反映电商网站的长期累积。研究发现,对用户而言,商品品控和价格会更大程度地影响消费者的购物需求和对生鲜电商网站的偏好,而配送时效这类指标的影响因素相对较低,这是因为本研究是针对生鲜电商的综合实力而不是针对消费者偏好的权重。

本研究局限性及未来进一步的研究方向主要包括以下 4 个方面:(1)数据收集精确度有限,比如网站的客单价只通过最低包邮价来计量不够准确,商品品控等主观评价价值来源于评价者的抽样试验,无法避免试验结果的偶然性和评价者本人判断的主观因素。(2)由于资源和时间的限制,笔者研究小组体验式购物的次数有限,评价指标中没有纳入消费者购物体验满意度影响的相关指标。(3)指标权重由熵值法进行确定,对数据归一化的方法不同,得到权重的差异较大,对评

价结果也有一定影响,难以避免这种不精确数值带来的干扰。(4)仅建立有限数量的指标对生鲜电商做了综合评价,由于时间的流动与市场的变化,调研结果有一定程度的时效性限制。今后研究方向以期进一步完善指标体系,并通过因子分析等统计方法对指标进行降维和简化,形成更系统的指标体系,并能对生鲜电商未来的绩效改进方向给出定量的建议。

#### 参考文献:

- [1] 中国生鲜电商行业研究报告简版(2016年)[R]. 艾瑞咨询系列研究报告,2016(6):54.
- [2] 李学工,齐美丽. 生鲜电商冷链物流的成本控制研究[J]. 农业经济与管理,2016(4):52-60.
- [3] 林略,杨书萍,但斌. 时间约束下鲜活农产品三级供应链协调[J]. 中国管理科学,2011,19(3):55-62.
- [4] Andreopoulou Z, Tsekouropoulos G, Koutroumanidis T, et al. Typology for e-business activities in the agricultural sector[J]. International Journal of Business Information Systems, 2008, 3(3): 231-251.
- [5] 纪良纲,刘东英,郭娜. 农产品供应链整合的困境与突破[J]. 北京工商大学学报(社会科学版), 2015, 30(1): 16-22.
- [6] 王珂,李震,周建. 电子商务参与下的农产品供应链渠道分析——以“菜管家”为例[J]. 华东经济管理, 2014, 28(12): 157-161.
- [7] 林家宝,万俊毅,鲁耀斌. 生鲜农产品电子商务消费者信任影响因素分析:以水果为例[J]. 商业经济与管理, 2015(5): 5-15.
- [8] 甘春梅,钟绮桐,罗婷予. 社会化商务环境下消费者信任形成的影响因素研究[J]. 情报科学, 2017, 35(4): 68-73, 83.
- [9] 何德华,韩晓宇,李优柱. 生鲜农产品电子商务消费者购买意愿研究[J]. 西北农林科技大学学报(社会科学版), 2014, 14(4): 85-91.
- [10] 刘刚. 生鲜农产品电子商务的物流服务创新研究[J]. 商业经济与管理, 2017(3): 12-19.
- [11] 陈镜羽,黄辉. 我国生鲜农产品电子商务冷链物流现状与发展研究[J]. 科技管理研究, 2015, 35(6): 179-183.
- [12] 张夏恒. 生鲜电商物流现状、问题与发展趋势[J]. 贵州农业科学, 2014, 42(11): 275-278.
- [13] 周浩,柯贤文,王利捷. 生鲜品电商包装存在的问题与对策[J]. 包装工程, 2016, 37(5): 185-189.
- [14] 吴传淑. 国外生鲜电商发展模式探析[J]. 世界农业, 2015(5): 136-138, 150.
- [15] 魏国辰. 电商企业生鲜产品物流模式创新[J]. 中国流通经济, 2015, 29(1): 43-50.
- [16] 邵腾伟,吕秀梅. 生鲜农产品电商分布式业务流程再造[J]. 系统工程理论与实践, 2016, 36(7): 1753-1759.
- [17] 向敏,袁嘉彬,于洁. 电子商务环境下鲜活农产品物流配送路径优化研究[J]. 科技管理研究, 2015, 35(18): 166-171, 183.
- [18] 甘小冰,钱丽玲,马利军,等. 电子商务环境下两级生鲜供应链的协调与优化[J]. 系统管理学报, 2013, 22(5): 655-664.
- [19] 郝建华. 模糊信息下的电子商务系统评价模型[J]. 统计与决策, 2012(19): 177-179.
- [20] 燕蜻. 基于二元语义的电子商务网站评价研究[J]. 图书情报工作, 2010, 54(10): 139-142, 108.
- [21] 曹园园,张建同,潘永刚. 电子商务顾客体验评价指标体系研究[J]. 统计与决策, 2014(3): 73-75.
- [22] 姚远. 基于 AHP 的电子商务评价系统研究[J]. 科技进步与对策, 2009, 26(10): 129-133.
- [23] 王小娟,李红霞. 电子商务服务业企业绩效评价研究——基于回归分析[J]. 技术经济与管理研究, 2014(9): 53-56.
- [24] 邓之宏,郑伟亮,秦军昌. C2C 电子商务服务质量评价实证研究——基于中国 C2C 市场的问卷调查[J]. 图书情报工作, 2012, 56(14): 141-147.
- [25] 张洁,赵英,余红. B2C 电子商务网站用户体验评价研究[J]. 情报科学, 2013, 31(12): 84-89, 94.
- [26] 肖毅,杨建平. 基于 BP 神经网络的农业电子商务网站评价研究[J]. 中国农学通报, 2014, 30(29): 314-320.
- [27] 丁念. 网站用户满意度评价[J]. 情报理论与实践, 2006(3): 321-324.
- [28] 周涛,鲁耀斌. 层次分析法在 B2C 电子商务网站评价中的应用[J]. 图书情报工作, 2005(12): 111-114.
- [29] 王伟军. 电子商务网站评价研究与应用分析[J]. 情报科学, 2003(6): 639-642.
- [30] Park J H J, Hwang H Parkwook J, et al. Similarity measure on intuitionistic fuzzy sets[J]. Journal of Central South University, 2013, 20(8): 2233-2238.
- [31] 索玮岚,樊治平. 混合型多属性决策的 E-VIKOR 方法[J]. 系统工程, 2010, 28(4): 79-83.
- [32] 刘培德,张新,金芳. 区间概率条件下属性值为不确定语言变量的风险型多属性决策研究[J]. 管理评论, 2012, 24(4): 168-176.
- [33] Atanassov K T, Ranganamy P. Intuitionistic fuzzy sets[J]. Fuzzy Sets&Systems, 1986, 20(1): 87-96.
- [34] Zhang S F, Liu S Y. A GRA-based intuitionistic fuzzy multi-criteria group decision making method for personnel selection[J]. Expert Systems With Applications, 2011, 38(9): 11401-11405.
- [35] 刘彬,朱庆华. 基于绿色采购模式下的供应商选择[J]. 管理评论, 2005(4): 32-36, 64.
- [36] 许永平,朱延广,杨峰,等. 基于 ANP 和模糊积分的多准则决策方法及其应用[J]. 系统工程理论与实践, 2010, 30(6): 1099-1105.
- [37] 梁小珍,黎建强,刘建华,等. 基于机场竞争力评价的我国多层次机场体系研究[J]. 管理评论, 2016, 28(12): 116-126.
- [38] 周四军,廖芳芳,李丹玉. 考虑行业异质性的我国工业能源效率分析[J]. 产经评论, 2017, 8(1): 31-44.
- [39] 兰蓉,范九伦. 三参数区间值模糊集上的 TOPSIS 决策方法[J]. 系统工程理论与实践, 2009, 29(5): 129-136.
- [40] 耿秀丽,叶春明. 基于直觉模糊 VIKOR 的服务供应商评价方法[J]. 工业工程与管理, 2014, 19(3): 18-25.
- [41] Opricovic S, Tzeng G H. Compromise solution by MCDM methods: a comparative analysis of VIKOR and TOPSIS[J]. European Journal of Operational Research, 2004, 156(2): 445-455.
- [42] 袁宇,关涛,闫相斌,等. 基于混合 VIKOR 方法的供应商选择决策模型[J]. 控制与决策, 2014, 29(3): 551-560.
- [43] Wang W, Xin X. Distance measure between intuitionistic fuzzy sets[J]. Pattern Recognition Letters, 2005, 26(13): 2063-2069.