

基于主成分分析的生鲜超市供应商评价与选择

谢美珍 张贵彬 古红霞 冯敏

陕西科技大学镐京学院

DOI:10.12238/ej.v7i2.1305

[摘要] 城市化的持续发展使人们对物质生活的需求不断提升,新兴的超市业务蓬勃发展,生鲜产品逐渐成为人们生活的必需品。影响生鲜超市业务高质量发展的一个关键因素是供应商的选择,如何科学有效地评估和选择供应商成为亟需解决的问题。因此,本文基于生鲜超市供应商的特点,结合已有理论,建立供应商评价体系,以生鲜超市企业为例,运用主成分分析法对其备选供应商进行全面评估,通过提取关键指标进而综合评价分析,为决策者选择最具优势和可靠性的供应商提供科学依据和有益的启示。

[关键词] 生鲜超市企业; 供应商选择与评价; 主成分分析法

中图分类号: F27 **文献标识码:** A

Evaluation and Selection of Fresh Supermarket Suppliers Based on Principal Component Analysis.

Meizhen Xie Guibin Zhang Hongxia Gu Min Feng

Haojing College of Shaanxi University of Science and Technology

[Abstract] The continuous development of urbanization has led to a constant increase in people's demand for material living standards. The thriving growth of emerging supermarket businesses has made fresh products gradually become essential in people's lives. One key factor influencing the high-quality development of the fresh supermarket business is the selection of suppliers. The scientific and effective evaluation and selection of suppliers have become an urgent issue to be addressed. Therefore, based on the characteristics of fresh supermarket suppliers and in conjunction with existing theories, this paper establishes a supplier evaluation system. Taking fresh supermarket enterprises as an example, the principal component analysis method is employed to comprehensively assess their potential suppliers. This involves extracting key indicators for a comprehensive evaluation analysis, providing decision-makers with a scientific basis and valuable insights for selecting the most advantageous and reliable suppliers.

[Key words] Fresh supermarket enterprises; Supplier selection and evaluation; Principal Component Analysis method

引言

生鲜类产品具有种类繁多、鲜活易腐、储运困难、生产季节性、运输时效较高、消费弹性系数小等特点。传统分级分销的供应模式难以满足生鲜产品高效、安全运输的特点要求,限制了生鲜类产品的流通速度,造成了大量的商品损耗,提高了商品的销售成本。同时随着“农改商”政策的推行,以及各种销售模式的兴起,更加进一步加大了生鲜类同质企业的竞争,市场竞争逐渐发展为供应链之间的相互博弈。因此,生鲜超市供应商的选择就显得尤为重要。

关于供应商选择的问题,国外学者起步较早,Dickson首先研究了供应商评价指标的选择方法,通过调查多家企业采购代理商以及相关采购专家的报告之后,建立了二十多项评估指标

的体系,对后续供应商的选择研究打下了基础^[1]。Shahadat在经验数据收集的基础上,认为除了传统选择要考虑的因素外,地区差异也是选择供应商所需要考虑的^[2]。Kulak和Kahraman总结并提出了功能性物流提供商应考虑的因素:物流成本、物流运营效率、物流服务敏捷性和处理不合格产品的能力^[3]。我国学者主要从供应链管理的角度评估供应商。马士华等学者指出,供应商评估应包括绩效、生产能力、质量检验体系等因素^[4]。陈妙珍在针对能源行业提出的供应商评价指标体系中,运用层次分析法分析研究,指出采购成本、质量情况、服务指标、企业声誉是关键性指标^[5]。王帆应用主成分分析法对电商企业物流供应商的选择进行评价研究^[6]。张毅、袁颖、狄龙通过模糊综合评价法、熵权法等研究方法对生鲜产品行业供应商进行选择评价^[7]。

可以看出,在供应商的选择和评价研究中,学者和企业做了较多的工作。当供应商市场环境处于饱和和过剩的情况下,在一定程度上加大了企业对于供应商选择的难度。同时为了更加准确的选择供应商,企业应该将着力点集中于生鲜产品的特点和行业发展趋势上,多维度全方面的考虑各种影响因素,通过建立更加准确的指标体系去体现各种影响因素的差异性,并引入较为科学的筛选方法,进一步降低人为主观因素,更加科学合理的对生鲜供应商进行评价选择。

1 主成分分析

1.1 主成分分析法

主成分分析(简称PCA)是一种常用的多变量数据分析方法,其主要思想是通过线性变换将高维数据转换为低维数据,以发现数据中的主要结构和模式^[8]。PCA的目标是数据缩减和解释信息,以在保留尽可能多的信息的同时减少数据的复杂性^[9],旨在找到数据中最重要的方向,即主成分。通过选择最重要的主成分,可以实现数据降维,保留数据中的主要信息,同时减少噪音和冗余信息。PCA在数据分析、模式识别、特征提取等领域广泛应用。它不仅可以帮助理解数据的结构,还可以提高数据处理和建模的效率。

1.2 主成分分析的步骤

(1)对原始数据进行标准化处理为,以消除序列数据之间单位不同的情况。

$$ZX_{ij} = \frac{X_{ij} - \bar{X}_j}{S_j} (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,p) \quad (2-1)$$

其中, X_{ij} 为第 i 个样本第 j 个评价指标的原始数据, $\bar{X}_j$ 、 S_j 对应为第 j 个指标的样本均值和样本标准差。

(2)计算相关系数R。

(3)计算特征值和对应的特征向量。

(4)识别主成分贡献率与累计贡献率,提取特征值大于1且方差贡献率累计达到85%左右的主成分。

(5)计算提取的主成分的得分:

$$F_j = w_{j1}ZX_1 + w_{j2}ZX_2 + \dots + w_{jp}ZX_p (j=1,2,3,\dots,p) \quad (2-2)$$

其中, $w_{j1}, w_{j2}, \dots, w_{jp} (j=1, \dots, p)$ 为主成分中各个变量对应的特征向量,即权重。 $ZX_1, ZX_2, \dots, ZX_j$ 为标准化的原始数据, $F_1, F_2, \dots, F_p$ 对应第1, 2, ..., p个主成分得分。

(6)计算综合得分:

$$F_{\text{总}} = \alpha_1 F_1 + \alpha_2 F_2 + \dots + \alpha_p F_p \quad (2-3)$$

表示第个主成分的方差百分比。

2 实例分析

生鲜超市K是一家主营生鲜产品的企业,现有C₁、C₂、C₃、C₄、C₅五家生鲜产品供应商可供选择。本文通过建立一个高效、合理的供应商评价体系,以此为基础设置调查问卷,选择对60人进行了调查,其中包括生鲜超市业务经理、采购部门、物流人员和部分消费者。通过调查问卷获取5个备选供应商在各个评价指标上的得分,并利用主成分分析法对其进行评价,以选择最优供应商。

2.1 生鲜超市供应商评价指标体系的建立

根据已有的研究成果,供应商选择的基本准则是“Q. C. D. S”原则。即质量、成本、交付、服务四者一体化的原则。这项原则包含诸多不同的标准,而且每个企业的不同阶段也是不同,但是综合来看,主要考虑的还是价格、质量、服务的问题。结合前人研究,并在讨论供应商选择的现状和特点以及生鲜超市企业评价的基础上,从五个主要方面建立供应商预评估指标体系。如表1所示:

表1 生鲜超市企业供应商选择评价指标体系

评价方面	评价指标	序号
产品层面	产品质量	X ₁
	新鲜程度	X ₂
	采购成本	X ₃
技术层面	质量追溯体系	X ₄
	企业信息系统	X ₅
	冷链物流设施设备	X ₆
	生产设备	X ₇
服务层面	快速响应能力	X ₈
	应急配送能力	X ₉
	供货准确性	X ₁₀
	供货及时性	X ₁₁
合作层面	信息共享程度	X ₁₂
	企业信誉	X ₁₃
	合作历史	X ₁₄
发展层面	创新能力	X ₁₅
	员工成长	X ₁₆
	企业规模	X ₁₇
	财务状况	X ₁₈

2.2 问卷调查及数据整理

问卷调查共发放60份, X_i表示第i个评价指标,评价人员对各供应商的指标i给出评分,评分分为1到5的五个级别,其中1分

代表供应商指标*i*水平最低,5分代表水平最高。对各调查对象的评分进行综合整理,形成分析结果,随后,对所得数据进行标准化处理,得到无量纲化的结果,见表2。

表2 标准化处理结果

	C ₁	C ₂	C ₃	C ₄	C ₅
ZX ₁	-0.671	-0.671	-0.671	0.447	1.565
ZX ₂	0.239	-0.956	0.239	1.434	-0.956
ZX ₃	0.956	0.956	-1.434	-0.239	-0.239
ZX ₄	-0.447	-0.447	-0.447	-0.447	1.789
ZX ₅	-0.239	-1.434	0.956	0.956	-0.239
ZX ₆	-0.239	-1.434	0.956	0.956	-0.239
ZX ₇	-1.434	0.956	-0.239	0.956	-0.239
ZX ₈	-1.403	0.351	0.351	-0.526	1.228
ZX ₉	-0.526	0.351	1.228	-1.403	0.351
ZX ₁₀	0.730	-1.095	-1.095	0.730	0.730
ZX ₁₁	1.381	-0.920	-0.920	0.614	-0.153
ZX ₁₂	-0.956	1.434	0.239	0.239	-0.956
ZX ₁₃	1.228	-1.403	0.351	-0.526	0.351
ZX ₁₄	-0.730	1.095	-0.730	1.095	-0.730
ZX ₁₅	0.956	-1.434	-0.239	0.956	-0.239
ZX ₁₆	0.614	-0.920	-0.153	-0.920	1.381
ZX ₁₇	1.565	-0.671	-0.671	0.447	-0.671
ZX ₁₈	0.730	-1.095	0.730	0.730	-1.095

2.3主成分分析

以表2标准化数据为基础,利用SPSS26.0进行统计分析。在进行主成分分析之前,对数据进行相关性分析并采用KMO和巴特利特检验数据,结果显示支持主成分分析。同时,计算特征值和特征向量,提取特征值大于1的主成分共4个,其累积方差贡献率达到100%,可反映原始指标100%的信息量,见表3。

表4展示了提取的4个主成分的成分矩阵,反映了原始变量ZX与主成分的相关性,即通过原始变量ZX的重要性来解释各主成分的含义。由表4可以看出,第一成分中,ZX15(创新能力)、ZX11(供货及时性)、ZX17(企业规模)、ZX18(财务状况)重要性较强,因此第一主成分主要反映了供应商的发展能力和服务水平,供应商的发展能力涉及到其未来的成长潜力和战略规划,而服务水平则直接关系到客户体验和满意度。第二主成分中,ZX16(员工成长)、ZX4(质量追溯体系)、ZX1(产品质量)重要性较强,因此第二主成分主要反映了供应商的长远发展和质量控制能力,这直接关系到产品或服务的稳定性和可持续性。第三主成分中,ZX5(企业信息系统)、ZX6(冷链物流设施设备)重要性较强,因此第三主成分主要反映了供应商的技术水平,供应商的

技术水平可以体现出其在技术领域的专业程度,包括产品或服务的创新性、技术支持和未来技术趋势的应对能力。第四主成分中,ZX1(产品质量)重要性较强,相关系数为0.802,因此第四主成分主要反映了供应商的产品水平,可以体现出其产品质量、可靠性、成本等方面的实力,以及产品在市场上的竞争力和用户满意度。利用表4成分矩阵中的数据除以对应主成分的特征值的开根值,计算得到表5所示的提取的4个主成分对应的特征向量。

表3 主成分提取表

成分	特征值	方差百分比	累积 %
1	7.257	40.319	40.319
2	4.872	27.067	67.387
3	3.389	18.827	86.214
4	2.482	13.786	100

表4 成分矩阵

成分	1	2	3	4
ZX ₁	0.054	0.59	0.076	0.802
ZX ₂	0.677	-0.621	0.334	0.212
ZX ₃	-0.04	-0.134	-0.989	-0.055
ZX ₄	-0.113	0.888	-0.006	0.446
ZX ₅	0.577	-0.157	0.784	0.169
ZX ₆	0.577	-0.157	0.784	0.169
ZX ₇	-0.617	-0.518	0.135	0.576
ZX ₈	-0.702	0.542	0.363	0.287
ZX ₉	-0.554	0.44	0.418	-0.57
ZX ₁₀	0.728	0.28	-0.318	0.539
ZX ₁₁	0.881	-0.052	-0.453	0.128
ZX ₁₂	-0.736	-0.674	0.051	-0.043
ZX ₁₃	0.774	0.507	0.08	-0.371
ZX ₁₄	-0.395	-0.75	-0.24	0.473
ZX ₁₅	0.975	-0.119	0.039	0.185
ZX ₁₆	0.319	0.941	-0.091	-0.064
ZX ₁₇	0.838	-0.247	-0.465	-0.143
ZX ₁₈	0.761	-0.462	0.378	-0.257

2.4评价供应商

通过主成分分析,依据成分得分系数矩阵,计算每个供应商的提取的4个主成分得分,将表5中的特征向量带入式(2-3)中,得到主成分得分表达式(3-1),并以主成分对应的方差百分比为加权系数构建综合评价函数,对各供应商的综合能力进行评价,如式(3-2):

表5 成分得分系数矩阵

成分	1	2	3	4
ZX_1	0.007	0.121	0.022	0.323
ZX_2	0.093	-0.127	0.099	0.086
ZX_3	-0.005	-0.028	-0.292	-0.022
ZX_4	-0.016	0.182	-0.002	0.18
ZX_5	0.079	-0.032	0.231	0.068
ZX_6	0.079	-0.032	0.231	0.068
ZX_7	-0.085	-0.106	0.04	0.232
ZX_8	-0.097	0.111	0.107	0.116
ZX_9	-0.076	0.09	0.123	-0.23
ZX_{10}	0.1	0.057	-0.094	0.217
ZX_{11}	0.121	-0.011	-0.134	0.052
ZX_{12}	-0.101	-0.138	0.015	-0.017
ZX_{13}	0.107	0.104	0.024	-0.15
ZX_{14}	-0.054	-0.154	-0.071	0.191
ZX_{15}	0.134	-0.024	0.012	0.074
ZX_{16}	0.044	0.193	-0.027	-0.026
ZX_{17}	0.115	-0.051	-0.137	-0.057
ZX_{18}	0.105	-0.095	0.111	-0.103

$$\begin{aligned} F_1 &= 0.007 ZX_1 + 0.093 ZX_2 + \cdots + 0.105 ZX_{18} \\ F_2 &= 0.121 ZX_1 - 0.127 ZX_2 + \cdots - 0.095 ZX_{18} \\ F_3 &= 0.022 ZX_1 + 0.099 ZX_2 + \cdots + 0.111 ZX_{18} \\ F_4 &= 0.323 ZX_1 + 0.086 ZX_2 + \cdots - 0.103 ZX_{18} \end{aligned} \quad (3-1)$$

$$F_{\text{总}} = 0.403 F_1 + 0.271 F_2 + 0.188 F_3 + 0.138 F_4 \quad (3-2)$$

将每个供应商评价指标得分的标准化数据带入式(3-1)中,得到5个供应商各主成分得分和并依据式(3-2)计算综合得分,如表6。

表6 供应商主成分得分

	F_1	F_2	F_3	F_4	$F_{\text{总}}$
C_1	1.200	0.091	-0.978	-0.892	0.201
C_2	-1.464	-0.577	-0.817	-0.236	-0.933
C_3	-0.132	-0.036	1.513	-0.944	0.091
C_4	0.598	-1.066	0.292	1.273	0.183
C_5	-0.202	1.588	-0.010	0.798	0.457

针对各成分的评分结果, C_1 供应商在发展能力和服务水平方面表现出绝对的优势, 展现出色的业务水平, C_3 供应商在技术水平方面占据领先地位, 展示了在技术领域的卓越能力, C_4 供应

商则在产品水平上取得了最高分, 表明 C_4 供应商在保证产品质量方面采取了全面而可靠的措施, 为客户提供了信心和满意度。另外, C_5 供应商在长远发展和质量控制能力方面展现出显著的优势, 为未来的可持续发展提供了坚实的基础。

从综合评分来看, 各供应商的综合能力以 C_5 供应商为最高, 在各方面都具备显著的优势。因此, 在选择供应商时, 应将 C_5 供应商置于首要考虑的位置, 以确保综合能力的最优化选择, 从而为生鲜超市 K 业务的成功发展提供有力支持。

3 结论

本文在国内外现有的理论成果和生鲜超市企业供应商选择评价现状的基础上, 综合了影响生鲜超市企业供应商选择和评估的因素, 依据五个主要评价方面建立一个由18个指标组成的超市企业供应商评价体系。通过运用主成分分析法对生鲜超市 K 企业进行实例分析, 将庞杂的评价指标进行有机汇总, 形成一组简化的综合指标, 并有效提取关键信息, 对其备选供应商实现更为精准的评价和研究。这一方法的成功应用为生鲜超市企业提升在供应商选择方面的决策效率提供了可行途径, 并为最终的决策结果提供了可靠的理论支持。

【参考文献】

[1] Dickson. G W An analysis of vendor Selection System and Decisions[J]. Journal of Purchasing, 1966, 2(1).

[2] Khan Shahadat. Supplier choice criteria of executing agencies in developing countries[M]. The International Journal of Public Sector Management, 1988. 5456.

[3] Osman Kulak, Cengiz Kahraman. Fuzzy multiattribute selection among transportation companies using axiomatic design and analytic hierarchy process [J]. Information Sciences, 2005, 170(2).

[4] 马士华, 林勇. 供应链管理[M]. 北京: 机械工业出版社, 2016: 4551.

[5] 陈妙珍. 基于AHP方法的供应商选择评价研究[J]. 经贸实践, 2016, 24(19): 69.

[6] 王帆. 基于主成分分析法的电商物流供应商评价选择优化研究[J]. 物流工程与管理, 2022, 44(04): 77-80.

[7] 张毅, 袁颖, 狄龙. 大型超市生鲜物品供应商评价选择研究[J]. 科技通报, 2017, 33(08): 133-136+242.

[8] 何晓群. 现代统计分析与方法[M]. 北京: 中国人民大学出版社, 1998.

[9] 李奇, 胡世雄, 王争磊. 基于主成分分析的山西省各城市经济综合实力评价[J]. 对外经贸, 2021, (04): 80-83.

作者简介:

谢美珍(1997--), 女, 汉族, 山西大同人, 硕士, 就职于陕西科技大学镐京学院, 研究方向: 物流工程与管理。