

面向顾客满意度的服务供应商评价

刘钻石, 耿秀丽

(上海理工大学 管理学院, 上海 200093)

摘要: 现有服务供应商评价方法通常基于多属性评价方法,逼近于理想值排序方法(TOPSIS)是常用方法之一.传统基于TOPSIS的评价方法难以处理定性定量相结合的评价指标体系,且没有考虑到指标与顾客满意度间的非线性关系.针对这一问题,提出了面向顾客满意度的服务供应商评价方法,首先将定性定量指标的评价信息借助于卡诺(KANO)函数转化为顾客满意度,然后在所得指标顾客满意度数据的基础上,采用TOPSIS进行供应商评价和排序.其中,运用模糊KANO问卷确定各指标的KANO类型,借助KANO模型建立评价指标与顾客满意度之间的函数关系,通过熵权法计算得出评价指标权重.最后以实例验证所提方法的可行性和有效性.

关键词: 供应商评价; 顾客满意度; 卡诺模型; 逼近于理想值排序方法

中图分类号: C 812; C 94

文献标志码: A

Customer Satisfaction Oriented Service Supplier Evaluation

LIU Zuanshi, GENG Xiuli

(Business School, University of Shanghai for Science and Technology, Shanghai 200093, China)

Abstract: The existing service provider evaluation methods are usually based on the multiple attribute decision-making evaluation method, and among them, the TOPSIS (technique for order preference by similarity to an ideal solution) is the one more commonly used. The traditional evaluation method based on the TOPSIS is difficult to deal with the qualitative and quantitative evaluation index system, and doesn't consider the nonlinear relationship between the criterion and customer satisfaction. In order to solve the problem, a method for service provider evaluation based on the TOPSIS combined with the consideration of the customer satisfaction was put forward. Criteria evaluation informations were translated into customer satisfaction informations by using the KANO function, and then the TOPSIS was used to evaluate and sort suppliers based on the customer satisfaction informations. The fuzzy KANO questionnaire was used to determine the KANO type of each criterion and the function relationship between evaluation index and customer satisfaction was established by using the KANO model. In addition, the weight of evaluation criterion was calculated by the entropy weight method. The feasibility and effectiveness of the proposed method were verified by a practical example.

收稿日期: 2016-05-30

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(71301104); 上海市一流学科建设资助项目(S1201YLXK); 上海市教育委员会科研创新资助项目(14YZ088); 高等学校博士学科点专项科研基金资助项目(20133120120002); 沪江基金资助项目(A14006)

第一作者: 刘钻石(1991-), 女, 硕士研究生. 研究方向: 物流工程. E-mail: liuzuanshi@foxmail.com

通信作者: 耿秀丽(1984-), 女, 副教授. 研究方向: 产品服务系统设计、决策理论与方法. E-mail: xiuliforever@163.com

Keywords: *supplier evaluation; customer satisfaction; KANO model; TOPSIS*

在全球生产和消费增长的今天,顾客对服务要求越来越个性化,对服务水平要求越来越高.为了适应激烈的市场竞争,许多生产商和零售商把资源集中到他们的核心业务中,将原材料供应外包给服务供应商.在这样的环境下,服务供应商扮演着非常重要的角色,因此对供应商的评估和选择变得至关重要^[1].服务供应商的评价和选择是一个多属性决策问题,文献[2]基于现实环境中供应商选择的信息不确定的特点,考虑非线性目标的隶属函数以及不同任务环境下的价格优惠、服务水平等,提出了一种新的模糊多目标优化模型解决服务供应商选择问题.文献[3]提出一种新的机会约束数据包络分析方法,在双重作用因素和随机数据存在的基础上,对逆向物流服务供应商进行评价和选择.文献[4]基于服务供应商的群决策和直觉模糊偏好关系问题,提出一种直觉模糊线性规划方法对供应商进行评价和选择.文献[5]结合层次分析法和 TOPSIS (technique for order preference by similarity to an ideal solution,逼近于理想值的排序方法)方法构建了决策支持系统,协助公司高层管理人员对逆向物流服务供应商进行评估和选择. TOPSIS 是常用的多属性决策方法,通过寻找距离最优理想点最近的点和距离最差理想点最远的点来选择候选方案.现有 TOPSIS 研究主要对定性指标评价进行了研究.文献[6]构建了一种基于模糊决策矩阵处理语义评价的 TOPSIS 方法,结合三角模糊数的平均值和精确值对方案进行排序和选择.文献[7]针对具有语言型和直觉模糊数两种评价信息的混合型多属性群决策问题,提出了一种基于 TOPSIS 的决策方法.文献[8]提出一种基于区间直觉梯形模糊几何加权 Bonferroni 平均算子的决策方法.文献[9]提出了梯形直觉模糊数的 TOPSIS 多属性决策方法.然而,对于定性与定量指标相结合的评价体系, TOPSIS 方法难以进行有效的处理.另外,传统 TOPSIS 方法没有考虑到价指标与总体满意度之间的非线性关系.考虑到这些问题,本文提出了面向顾客满意度 TOPSIS 的服务供应商评价方法.服务的特点是生产消费同时进行,顾客接触是关键的一环.顾客满意度是衡量服务水平的关键因素,顾客满意度反映了服务水平^[10].顾客满意度评估的常用理论是 KANO (卡诺)模型,基于 KANO 模型建立评价指标与顾客

满意度间的函数关系可以实现指标评价信息的量化.本文对不同指标的实现程度和顾客满意度进行函数拟合,从而实现不同指标的量化评估,以便于运用 TOPSIS 进行决策分析.

1 问题描述和相关概念

1.1 问题描述

设有 n 个可选择的服务供应商 $A_i (1 \leq i \leq n)$, 经过专家决策初步确定了 m 个物流服务供应商的评价指标 $D_j (1 \leq j \leq m)$. $X_{ij} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ 为针对供应商 A_i 的指标 D_j 的评价信息, $s_{ij} (i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m)$ 为 X_{ij} 的顾客满意度值.本文将指标评价信息转化成顾客满意度值,采用 TOPSIS 方法对供应商方案进行决策,研究方法框架如图 1 所示.



图1 研究方法框架

Fig.1 Research method framework

1.2 KANO 模型

KANO 模型可将顾客需求或功能需求分为基本型(M)、期望型(O)、兴奋型(A)、无关型(I)、相反型(R)以及问题型(Q)6种需求类型.现有研究通常考虑基本型(M)、期望型(O)、兴奋型(A)3种类型,这3类需求的特点如下^[11]:

a. 基本需求是指当某一功能需求满足的时候,顾客满意度不会上升很多,但是当该功能需求未被满足的时候,会引起顾客强烈的不满,顾客满意度会大幅下降;

b. 期望需求是指当某一功能需求满足的时候,顾客满意度会上升,未被满足的时候将会下降;

c. 兴奋需求是指当某一功能需求满足的时候, 顾客满意度会大幅上升, 但未被满足的时候, 顾客一样可以接受, 顾客满意度不会受太大影响.

1.3 基于模糊理论的评价指标 KANO 属性分析

分析供应商评价指标的 KANO 类型, 需借助于问卷进行调查, 但传统 KANO 问卷的评价标准单一, 受访者只能从多个评价选项选择一个最佳选项, 不能充分反映受访者对某一指标的复杂想法. 模糊 KANO 问卷用百分比的评价方式代替传统 KANO 问卷中只选一项的评价方式, 使评价结果更准确合理^[12].

设 KANO 问卷中 $P = \{P_1, P_2, \dots, P_m\}$ 和 $N = \{N_1, N_2, \dots, N_n\}$ 分别表示某一评价指标可以实现下的语义评价变量集和不能实现下的语义评价变量集. $m(P)_{ki}$ 和 $m(N)_{ki}$ 分别表示受访者 $Z_k (k = 1, 2, \dots, q)$ 对评价指标在可以实现情况下的量化评价向量和不能实现情况下的量化评价向量, 并且满足 $\sum_m m(P)_{ki} = 1, \sum_n m(N)_{ki} = 1$. Z_k 对评价指标的评价矩阵 S_k 为

$$S_k = m(P)_{ki}^T \otimes m(N)_{ki} \tag{1}$$

将评价矩阵 S_k 与 KANO 模型需求分类评估表 (如表 1 所示) 进行对照, 计算评价矩阵 S_k 中每一种指标类型 $h (h = M, O, A, I, R, Q)$ 的评价数值之和 T_{kh} , 即 $T_{kh} = \sum S_{key}$, T_{kh} 反映了评价指标隶属于 h 类顾客需求的程度.

为进一步降低个人的主观因素对评价结果的影响, 采用 α 割对 T_{kh} 进行修正. 如果 $T_{kh} \geq \alpha$, 那么 $\{T_{kh}\}_\alpha = 1$, 否则 $\{T_{kh}\}_\alpha = 0$. 将所有受访者针对评价指标的修正值 $\{T_{kh}\}_\alpha$ 累加即可得到评价指标的分类频数 $f_k (h = M, O, A, I, R, Q)$, 其中频数最高的评价指标类型即为该指标的 KANO 类型. 如果出现两种类型频率相同的情况, 需求类型划分的优先顺序依次为 M, O, A, I .

表 1 KANO 模型需求分类评估表

Tab.1 KANO model requirements classification evaluation table

可以实现	不能实现				
	满足	必须这样	中立	可忍受	不满
满足	Q	A	A	A	O
必须这样	R	I	I	I	M
中立	R	I	I	I	M
可忍受	R	I	I	I	M
不满	R	R	R	R	Q

令 CS_{ij} 为根据调查得到的顾客对指标 D_j 的满意度, DS_{ij} 为根据调查得到的顾客对指标 D_j 的不满意度, 两者的计算公式为^[13]

$$CS_{ij} = \frac{f_A + f_O}{f_A + f_O + f_M + f_I} \tag{2}$$

$$DS_{ij} = \frac{f_O + f_M}{f_A + f_O + f_M + f_I} \tag{3}$$

2 基于 KANO 函数的指标满意度计算

图 2 是根据不同 KANO 类型指标的特点绘制的指标实现程度与指标满意度曲线图. 模糊 KANO 模型的量化就是采用不同类型函数 $s_{ij} = af(x_{ij}) + b$ 对图 2 中不同类型评价指标的 S-D 曲线进行拟合, 求出各供应商评价指标实现程度与满意度间具体的 S-D 拟合函数表达式. 首先需要计算图 2 的 S-D 曲线中 $(1, CS_{ij}), (0, DS_{ij})$ 两点坐标, 然后将两点坐标带入函数 $s_{ij} = af(x_{ij}) + b$ 中求出其具体的 S-D 拟合函数表达式. 其中, s_{ij} 表示针对供应商 A_i 评价指标 D_j 的顾客满意度, x_{ij} 表示评价指标 D_j 的实现程度, a 和 b 为曲线参数.

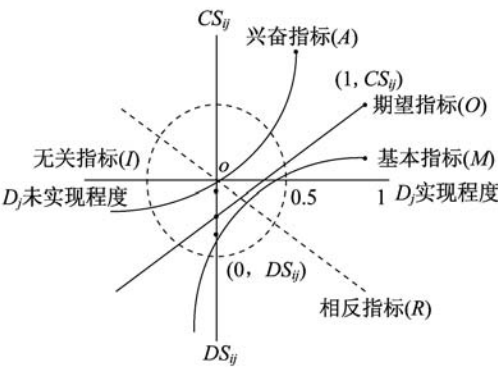


图 2 KANO 模型 S-D 曲线图^[13]

Fig.2 KANO model S-D diagram

服务评价指标的类型又可分为效益型和成本型, 效益型表示指标值越大越好, 成本型表示指标值越小越好. 考虑到多个候选供应商针对不同量纲指标的比较, 供应商 A_i 的评价指标 D_j 的效益型和成本型评价指标值分别为

$$x_{ij} = \frac{x_{ij} - \min x_j}{\max x_j - \min x_j} \tag{4}$$

$$x_{ij} = \frac{\max x_j - x_{ij}}{\max x_j - \min x_j} \tag{5}$$

根据文献^[13]的计算, S-D 的拟合函数为

$$s_{ij} = \begin{cases} \frac{CS_{ij} - DS_{ij}}{e - 1} e^{x_{ij}} - \frac{CS_{ij} - eDS_{ij}}{e - 1} & (A) \\ (CS_{ij} - DS_{ij})x_{ij} + DS_{ij} & (O) \\ -\frac{e(CS_{ij} - DS_{ij})}{e - 1} e^{-x_{ij}} + \frac{eCS_{ij} - DS_{ij}}{e - 1} & (M) \end{cases} \quad (6)$$

3 面向顾客满意度的 TOPSIS 决策

在顾客满意度数据的基础上,利用 TOPSIS 方法对满意度数据进行处理分析.所提面向顾客满意度的 TOPSIS 决策过程分为 6 个步骤:(a)熵权法确定指标权重;(b)建立指标满意度矩阵;(c)构建基于熵权的满意度矩阵;(d)计算正负理想解;(e)确定各方案到正负理想解的距离;(f)计算各方案的贴近度并排序得出最优方案.具体的决策过程如下:

步骤 1 熵权法求指标权重.

a. 计算各指标熵值,设 e_j 为评价指标 D_j 的熵值,则熵值 e_j 的计算过程为

$$h_{ij} = \frac{X_{ij}}{\sum_{i=1}^n X_{ij}} \quad (7)$$

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n h_{ij} \ln h_{ij} \quad (8)$$

式中: h_{ij} 为候选供应商 A_i 中评价指标 D_j 的特征比重; $X_{ij} (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$ 为针对供应商 A_i 的指标 D_j 的评价信息; $\sum_{i=1}^n X_{ij}$ 为评价指标 D_j 的所有候选供应商方案评价信息之和.

b. 计算各指标的熵权,设 μ_j 为评价指标 D_j 的熵权,则指标的熵权 μ_j 为

$$\mu_j = \frac{1 - e_j}{m - \sum_{j=1}^m e_j}, j = 1, 2, \dots, m \quad (9)$$

步骤 2 指标满意度矩阵的建立.

设 $\mathbf{X} = (x_{ij})_{n \times m} (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$ 为供应商集对指标集的评价矩阵; $\mathbf{S} = (s_{ij})_{n \times m} (i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$ 为供应商集对指标集满意度决策矩阵.则有

$$\mathbf{X} = (x_{ij})_{n \times m} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{bmatrix}$$

$$\mathbf{S} = (s_{ij})_{n \times m} = \begin{bmatrix} s_{11} & s_{12} & \cdots & s_{1m} \\ s_{21} & s_{22} & \cdots & s_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{n1} & s_{n2} & \cdots & s_{nm} \end{bmatrix}$$

步骤 3 基于熵权的满意度矩阵构建.

令 $\mathbf{Y} = (y_{ij})_{n \times m}$ 为满意度加权判断矩阵,则有

$$\mathbf{Y} = s_{ij} \mu_j = \begin{bmatrix} y_{11} & y_{12} & \cdots & y_{1m} \\ y_{21} & y_{22} & \cdots & y_{2m} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ y_{n1} & y_{n2} & \cdots & y_{nm} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} s_{11} \mu_1 & s_{12} \mu_2 & \cdots & s_{1m} \mu_m \\ s_{21} \mu_1 & s_{22} \mu_2 & \cdots & s_{2m} \mu_m \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ s_{n1} \mu_1 & s_{n2} \mu_2 & \cdots & s_{nm} \mu_m \end{bmatrix} \quad (10)$$

步骤 4 计算正负理想解.

在得出满意度决策矩阵的基础上,求出满意度值的正负理想解.设定评估对象的正理想方案(设为 $\mathbf{Y}_j^+$)和负理想方案(设为 $\mathbf{Y}_j^-$),理想方案为各列中的最大值,负理想方案为各列中的最小值,具体定义如下:

$$\mathbf{Y}_j^+ = \max_i (y_{ij}) \quad (11)$$

$$\mathbf{Y}_j^- = \min_i (y_{ij}) \quad (12)$$

步骤 5 计算各方案到正负理想解的加权欧式距离.

各方案到正负理想解的加权欧式距离分别为

$$d_i^+ = \left(\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_j^+)^2 \right)^{1/2} \quad (13)$$

$$d_i^- = \left(\sum_{j=1}^m (y_{ij} - y_j^-)^2 \right)^{1/2} \quad (14)$$

步骤 6 计算理想解的贴近度及排序.

按 C_i 的大小对各方案进行排序, C_i 越大方案越优,否则越劣.

$$C_i = d_i^- / (d_i^- + d_i^+) \quad (15)$$

4 案例分析

某生产型企业在考虑公司发展和顾客需要的基础上,拟将公司的原材料运输业务外包给物流服务供应商,在公司的考虑范围内,有 5 家物流服务供应商($A_1, A_2, \dots, A_5$)符合公司的基本要求,每一家都各具优势.根据调查分析其定性和定量指标得出这 5 家物流服务供应商的评价信息,定量指标有供货时间(D_1)、服务费用(D_2)、货物破损率(D_3)、缺货率(D_4);定性指标包括服务柔性(D_5)、合作能力

(D_6)、发展潜力(D_7)以及技术水平(D_8). 其中, 供货时间是指途中运输所需的天数, 服务费用是物流服务供应商向所提供服务的企业索取的服务费, 服务柔性指供应商满足客户需求变化的能力. 定量指标是直接通过调查获取企业的相关数据值, 20 位专家组成一个专家组, 对定性指标进行评价, 评价结果采用 5 级量表的方式进行打分, 评分从 5 到 1, 分别代表“非常满意”、“满意”、“一般”、“不满意”、“很不满意”, 取其平均值得到指标评价得分. 以供应商 A_1 的定性指标评价过程为例, 评价结果如表 2 所示.

表 2 专家对供应商 A_1 定性指标的评价信息

Tab.2 Expert evaluation of the supplier A_1 qualitative indicators				
专家	D_5	D_6	D_7	D_8
1	4	3	4	3
2	5	5	3	4
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
20	3	4	5	2
平均得分	4.20	3.90	3.50	3.50

同理, 得出其余 4 家供应商定性指标的评价信息, 结合各供应商的定性、定量指标得出综合评价信息如表 3 所示.

表 3 物流服务供应商评价指标信息
Tab.3 Logistics service supplier evaluation
index information

供应商	D_1/d	$D_2/\text{元}$	$D_3/\%$	$D_4/\%$	D_5	D_6	D_7	D_8
A_1	6	360	3.00	3.50	4.20	3.90	3.50	3.50
A_2	7	350	2.20	1.50	3.60	3.70	3.60	4.15
A_3	4	390	5.20	2.70	3.50	3.65	3.80	4.00
A_4	5	395	2.50	2.40	3.80	3.95	3.75	3.20
A_5	8	355	2.10	1.60	2.65	4.05	2.95	3.65

4.1 顾客需求 KANO 类型分析

采用模糊 KANO 问卷对各评价指标的类型进行调查, 问卷中, $P = N = \{\text{满足, 必须这样, 中立, 可忍受, 不满}\}$, $m = n = 5$. 总共发放 200 份问卷, 受访者为使用过该服务的客户、公司内部员工以及随机人员, 收回并整理出有效问卷 173 份, 保证了问卷调查的有效性. 其中, 服务费用(D_2)评价指标的模糊 KANO 问卷调查结果如表 4 所示, 从而根据表 4 中的结果计算得到 $m(P)_{k2} = (0.3, 0.6, 0.1, 0, 0)$, $m(N)_{k2} = (0, 0, 0, 0.2, 0.8)$.

由式(2)计算得到该受访者对服务费用(D_2)的评价矩阵, 并将该矩阵与 KANO 模型需求分类评估

表 4 针对服务费用(D_2)的问卷调查结果

Tab.4 Questionnaire survey results according to the service charge (D_2)

服务价格(P_1)	模糊 KANO 问卷调查结果/%				
	满足	必须这样	中立	可忍受	不满
可以实现	30	60	10	0	0
不能实现	0	0	0	20	80

表(表 1)进行对照, 计算得 $T_{Mk} = 0.56$, $T_{Ok} = 0.24$, $T_{Ak} = 0.06$, $T_{Tk} = 0.14$, $T_{Rk} = 0$, $T_{Qk} = 0$. 采用 α (本文 $\alpha = 0.4$) 割对 T_{hk} 进行修正, 如果 $T_{hk} \geq 0.4$, 那么 $\{T_{hk}\}_\alpha = 1$, 否则 $\{T_{hk}\}_\alpha = 0$. 将所有受访者评价的修正值 $\{T_{hk}\}_{0.4} = 0$ 依次记录到表 5 中, 得到评价指标 D_2 评价信息统计表. 与以上分析过程类似, 计算出所有评价指标的分类频数 f_h , 根据式(2)~(3)将以上计算结果依次记录到表 6 中, 从而得到 KANO 模型服务指标分类评价结果.

表 5 服务费用 KANO 评价信息统计表

Tab.5 KANO evaluation information statistics of the service charge

需求类型	M	O	A	I	R	Q
Z_1	1	0	0	0	0	0
Z_2	0	0	1	0	0	0
Z_3	1	0	1	0	0	0
$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$	$\vdots$
Z_{173}	0	1	0	0	0	0
合计(P_1 频数 f_h)	93	125	53	43	0	6

表 6 服务指标分类评价

Tab.6 Classification evaluation of service indexes

服务指标	M	O	A	I	R	Q	分类	CS_j	DS_j
D_1	109	73	13	24	0	2	M	0.393	-0.831
D_2	93	125	53	43	0	6	O	0.567	-0.694
D_3	118	65	67	35	0	9	M	0.463	-0.642
D_4	137	68	25	53	0	12	M	0.329	-0.724
D_5	85	34	139	17	1	7	A	0.629	-0.433
D_6	89	106	42	42	1	17	O	0.530	-0.699
D_7	75	20	124	26	0	8	A	0.588	-0.388
D_8	92	113	50	10	3	20	O	0.615	-0.774

通过式(6)计算出不同指标下物流服务供应商顾客满意度函数, 结果如表 7 所示.

4.2 基于 TOPSIS 的方案评价

步骤 1 确定指标权重

根据表 3 中的数据以及式(7)~(9)计算出评价指标的权重, 评价 8 个指标所对应的权重分别为 0.124, 0.121, 0.128, 0.126, 0.127, 0.121, 0.128, 0.125.

表 7 供应商服务指标分类评价结果
Tab.7 Evaluation results of supplier service indexes

服务指标	分类	<i>a</i>	<i>b</i>	$f(x_{ij})$	$s_{ij} = af(x_{ij}) + b$
D_1	<i>M</i>	1.936	1.105	$-e^{-x_{i1}}$	$s_{1j} = -1.936e^{-x_{i1}} + 1.105$
D_2	<i>O</i>	1.261	-0.694	x_{i2}	$s_{2j} = 1.261x_{i2} - 0.694$
D_3	<i>M</i>	1.749	1.106	$-e^{-x_{i3}}$	$s_{3j} = -1.749e^{-x_{i3}} + 1.106$
D_4	<i>M</i>	1.666	0.941	$-e^{-x_{i4}}$	$s_{4j} = -1.666e^{-x_{i4}} + 0.941$
D_5	<i>A</i>	0.618	-1.051	$e^{x_{i5}}$	$s_{5j} = 0.618e^{x_{i5}} - 1.051$
D_6	<i>O</i>	1.229	-0.699	x_{i6}	$s_{6j} = 1.229x_{i6} - 0.699$
D_7	<i>A</i>	0.568	-0.955	$e^{x_{i7}}$	$s_{7j} = 0.568e^{x_{i7}} - 0.955$
D_8	<i>O</i>	1.389	-0.774	x_{i8}	$s_{8j} = 1.389x_{i8} - 0.774$

步骤 2 计算满意度评价矩阵

将表 3 中不同量纲的评价数据通过式(4)~(5)转化为 0~1 之间的评价信息,初始评价信息矩阵 **X** 为

$$\mathbf{X} = \begin{bmatrix} 0.50 & 0.78 & 0.71 & 0.00 & 1.00 & 0.63 & 0.65 & 0.32 \\ 0.25 & 1.00 & 0.97 & 1.00 & 0.61 & 0.13 & 0.76 & 1.00 \\ 1.00 & 0.11 & 0.00 & 0.40 & 0.55 & 0.00 & 1.00 & 0.84 \\ 0.75 & 0.00 & 0.87 & 0.55 & 0.74 & 0.75 & 0.94 & 0.00 \\ 0.00 & 0.89 & 1.00 & 0.95 & 0.00 & 1.00 & 0.00 & 0.47 \end{bmatrix}$$

根据表 7 中每一个评价指标所对应的满意度函数及矩阵 **X** 中指标所对应的供应商评价信息计算出 A_i 供应商对应 D_j 指标的满意度值,满意度决策矩阵 **S** 为

$$\mathbf{S} = \begin{bmatrix} -0.07 & 0.29 & 0.25 & -0.73 & 0.63 & 0.07 & 0.13 & -0.34 \\ -0.42 & 0.57 & 0.44 & 0.33 & 0.09 & -0.55 & 0.27 & 0.62 \\ 0.58 & -0.55 & -0.64 & -0.18 & 0.02 & -0.70 & 0.59 & 0.40 \\ 0.15 & -0.69 & 0.37 & -0.02 & 0.25 & 0.22 & 0.50 & -0.77 \\ 0.39 & 0.43 & 0.46 & 0.30 & -0.43 & 0.53 & -0.39 & -0.12 \end{bmatrix}$$

步骤 3 计算加权判断矩阵

根据式(10)计算出满意度加权判断矩阵,计算结果为

$$\mathbf{Y} = \begin{bmatrix} -0.01 & 0.03 & 0.03 & -0.09 & 0.08 & 0.01 & 0.02 & -0.04 \\ -0.05 & 0.07 & 0.06 & 0.04 & 0.01 & -0.07 & 0.03 & 0.08 \\ 0.07 & -0.07 & -0.08 & -0.02 & 0.00 & -0.08 & 0.08 & 0.05 \\ 0.02 & -0.08 & 0.05 & 0.00 & 0.03 & 0.03 & 0.06 & -0.10 \\ 0.05 & 0.05 & 0.06 & 0.04 & -0.06 & 0.06 & -0.05 & -0.01 \end{bmatrix}$$

步骤 4 计算正负理想解

根据式(11)~(12)求出正负理想解为

$$\mathbf{Y}^+ = (0.07, 0.07, 0.06, 0.04, 0.08, 0.06, 0.08, 0.08)$$
$$\mathbf{Y}^- = (-0.05, -0.08, -0.08, -0.09, -0.06, -0.08, -0.05, -0.10)$$

步骤 5 计算加权欧氏距离及相对贴近度

根据式(13)~(15)分别求出候选供应商正负理想解的加权欧式距离和相对贴近度的结果,如表 8 所示.

表 8 基于所提 TOPSIS 方法的候选供应商排序结果

Tab.8 Ranking of candidate suppliers based on the proposed TOPSIS method

方案	正理想解距离	负理想解距离	相对贴近度	排序
A_1	0.223	0.246	0.524	2
A_2	0.289	0.239	0.453	4
A_3	0.223	0.287	0.563	1
A_4	0.252	0.247	0.495	3
A_5	0.328	0.173	0.345	5

4.3 与传统 TOPSIS 结果进行对比

传统 TOPSIS 评价过程与上述步骤类似,区别在于传统 TOPSIS 评价所用的评价信息不需转化为满意度值,根据初始评价信息对各供应商方案进行评估.用传统 TOPSIS 方法计算出的各方案距正负理想解的距离及其贴近度如表 9 所示.

表 9 传统 TOPSIS 方法的计算结果

Tab.9 Calculation results by the traditional TOPSIS method

方案	正理想解距离	负理想解距离	相对贴近度	排序
A_1	0.066	0.095	0.591	1
A_2	0.105	0.065	0.384	4
A_3	0.073	0.097	0.571	2
A_4	0.094	0.059	0.388	3
A_5	0.115	0.065	0.361	5

将本文 TOPSIS 方法和传统 TOPSIS 方法计算出的供应商贴近度和方案排序进行对比可以发现,两者得出的结果存在一定的差异.本文所用方法求出的最优方案是供应商 A_3 ;而传统 TOPSIS 方法计算得出的最优方案是供应商 A_1 .选取对比性较强的 3 种指标 D_1 (基本型指标)、 D_8 (期望型指标)和 D_7 (兴奋型指标),运用两种方法对这 5 个供应商进行对比,来分析不同方法评价结果上的差异.图 3(见下页)为评价指标 D_1 两种评价结果对比图,图 4(见下页)为评价指标 D_8 两种评价结果对比图,图 5(见

下页)为评价指标 D_7 两种评价结果对比图.

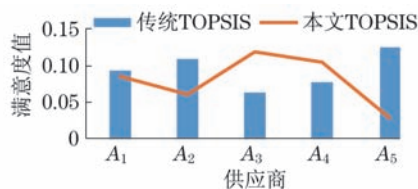


图3 评价指标 D_1 两种评价结果对比

Fig.3 Comparison of two evaluation values of the evaluation index D_1

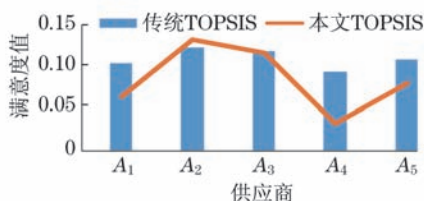


图4 评价指标 D_8 两种评价结果对比

Fig.4 Comparison of two evaluation values of the evaluation index D_8

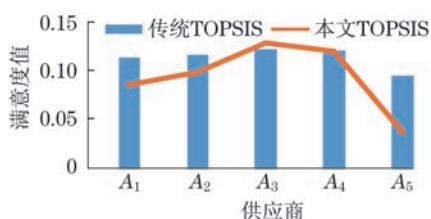


图5 评价指标 D_7 两种评价结果对比

Fig.5 Comparison of two evaluation values of the evaluation index D_8

从图3可以看出,针对 D_1 ,供应商 A_1 的两种评价结果差距较小而供应商 A_3 两种评价结果相差较大,并且供应商 A_1 与供应商 A_3 的本文 TOPSIS 评价结果相差较大.这会导致所提方法中 A_1 的排名下降, A_3 的排名上升.从图4所示的评价指标 D_8 变化趋势可以看出,供应商 A_3 和 A_1 的本文 TOPSIS 评价结果差距明显大于传统 TOPSIS 评价结果,这也会影响所提方法中 A_1 的排名下降, A_3 的排名上升.评价指标 D_7 为兴奋型指标,满意度会随着评价指标数据上升而快速上升,随着评价数据的下降而缓慢下降.从图5可以看出,供应商 A_3 和 A_1 的传统 TOPSIS 评价结果差距较小,但是本文 TOPSIS 评价结果因此却相差较大.这也会影响所提方法中 A_1 的排名下降, A_3 的排名上升.由于所提方法考虑的是指标的满意度数据,因此可以更合理地对服务供应商进行评价和选择.

5 结束语

本文从顾客满意度的角度研究服务供应商选择问题,在满意度计算过程中,通过模糊 KANO 理论确定评价指标 KANO 类型,根据 KANO 模型建立定性定量指标与满意度之间的函数;根据评价指标的满意度数据,采用指标满意度 TOPSIS 的方法进行候选物流服务供应商评价.通过对某企业物流服务供应商选择的案例分析,可以看出与传统 TOPSIS 方法相比,所提方法由于考虑评价指标的满意度信息,可以更为合理地评估候选服务供应商的实际水平,提高服务供应商评估的有效性.

参考文献:

- [1] VENUS LUN Y H, LAI K H, WONG C W Y, et al. Greening propensity and performance implications for logistics service providers [J]. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 2015, 74: 50 - 62.
- [2] PAN W, YU L, WANG S Y, et al. A fuzzy multi-objective model for provider selection in data communication services with different QoS levels[J]. International Journal of Production Economics, 2014, 147: 689 - 696.
- [3] AZADI M, SAEN R F. A new chance-constrained data envelopment analysis for selecting third-party reverse logistics providers in the existence of dual-role factors [J]. Expert Systems with Applications, 2011, 38(10): 12231 - 12236.
- [4] WAN S P, WANG F, LIN L L, et al. An intuitionistic fuzzy linear programming method for logistics outsourcing provider selection [J]. Knowledge-Based Systems, 2015, 82: 80 - 94.
- [5] PENG C, DU H H, LIAO T W. A research on the cutting database system based on machining features and TOPSIS [J]. Robotics and Computer-Integrated Manufacturing, 2017, 43: 96 - 104.
- [6] PEI Z. A note on the TOPSIS method in MADM problems with linguistic evaluations [J]. Applied Soft Computing, 2015, 36: 24 - 35.
- [7] LOURENZUTTI R, KROHLING R A. A generalized TOPSIS method for group decision making with heterogeneous information in a dynamic environment [J]. Information Sciences, 2016, 330: 1 - 18.
- [8] 周晓辉, 姚俭. 区间直觉梯形模糊几何 Bonferroni 平均算子及其应用 [J]. 上海理工大学学报, 2014, 36

(5):461-468.

[9] 周晓辉,姚俭,吴天魁. 基于梯形直觉模糊数的 TOPSIS 多属性决策方法[J]. 上海理工大学学报, 2014,36(3):281-286.

[10] YU J, SUBRAMANIAN N, NING K, et al. Product delivery service provider selection and customer satisfaction in the era of internet of things;a Chinese e-retailers' perspective[J]. International Journal of Production Economics,2015,159:104-116.

[11] 徐士东,耿秀丽,叶春明. 考虑定量 KANO 分析的产品功能需求优化设计[J/OL]. 计算机集成制造系统, <http://www.cnki.net/kcms/detail/11.3619.TP.20151030.1647.010.html>.

[12] 孟庆良,何林. 基于模糊 KANO 模型的质量属性分类方法及其应用[J]. 工业工程,2013,16(3):121-125.

[13] JI P, JIN J, WANG T, et al. Quantification and integration of Kano's model into QFD for optimising product design[J]. International Journal of Production Research,2014,52(21):6335-6348.

(编辑:丁红艺)

(上接第 567 页)

[6] HUANG C, MA C, WANG X, et al. Multi-node model for vertical temperature distribution in atrium with natural ventilation [J]. Journal of Central South University of Technology,2007,14(S3):197-201.

[7] 李博汉,卢玫. 基于相关度的蚁群优化算法对内热源位置的识别[J]. 上海理工大学学报,2015,37(3):225-232.

[8] 王欢. 基于缩尺模型的大空间下送中回空气流动研究[D]. 上海:上海理工大学,2014.

[9] ARAI Y, TOGARI S, MIURA K. Unsteady-state thermal analysis of a large space with vertical temperature distribution[J]. ASHRAE Transactions,1994,100(2):396-411.

[10] 赵荣义,范存养,薛殿华,等. 空气调节[M]. 4 版. 北京:中国建筑工业出版社,2009.

[11] 章熙民,任泽霈,梅飞鸣. 传热学[M]. 5 版. 北京:中国建筑工业出版社,2007.

(编辑:石 瑛)