

科技创新

基于组合赋权物元可拓模型的评价方法及应用

孙世源, 周廉东, 卢 越

(浙江万里学院物流与电子商务学院, 浙江 宁波 315100)

摘要: 提出一种基于组合赋权-物元可拓模型的评价方法。首先采用 G1 法(序关系分析法)和熵权法对评价指标进行主、客观赋权,运用拉格朗日乘子法求得组合权重,保证权重主观上与客观上的统一。由于定性化指标数据难以被评价研究计算,在一定程度上影响了评价结果的准确性,为此引入物元可拓模型,以可拓集为数学工具,实现量化的评价计算,确保评价结果的客观性与准确性。最后,通过算例分析验证了该方法的有效性及其实用性。

关键词: 组合赋权; 物元可拓; 关联度

中图分类号: F272.5 **文献标志码:** A **文章编号:** 1671-1807(2025)02-0001-07

物元可拓模型是一种在可拓学基础上的综合评价方法,可拓学是一门研究事物的非均质性和与之相关的变化规律的学科。物元可拓模型主要用于处理信息不完全、不确定或不一致的复杂问题,尤其在系统评价、预测和决策分析中有广泛应用^[1]。自物元可拓模型提出以来,经过国内外学者的深入研究,在评价领域已得到广泛应用。倪辰旖^[2]运用物元可拓模型对飞机监造工作经行评价。周洪文等^[3]通过物元可拓模型并引入 DEMATEL-ISM 法构成组合模型对高速公路道路安全风险做出了评价。刘妍和唐永忠^[4]运用物元可拓模型并结合变权理论对公租房公私合作伙伴关系(public-private partnership, PPP)项目绩效评价结果进行分析。然而,从已有的研究结果来看,大多数对评估分析的研究都是采用单一的方式来给指标赋权,侧重于定性角度,在对指标进行赋值的时候,带有很大的主观色彩^[5]。权重计算不够科学合理。在实际应用中难以应对具有复杂性和不确定性的问题,从而降低评价结果的准确性。从明智等^[6]运用主客观组合赋权法得出综合权重,再通过构建物元可拓模型对乌鲁木齐市某配式项目进行评价研究。郑龙菲等^[7]采用乘法组合赋权法及博弈论综合赋权法,引入物元可拓模型对比得到了岩爆等级预测结果的准确率,验证模

型的准确性。熊伟等^[8]采用改进层次分析法(analytic hierarchy process, AHP 法)和 CRITIC(criteria importance through intercriteria correlation)法的组合赋权和模糊物元可拓模型计算河流健康状况评价等级,很好地规避了单一权重计算方法的主观性和片面性,增强了模型的可信度与准确性。

物元可拓模型能够有效地解决矛盾,为决策提供数据参考,它通过描述问题解决过程将研究中的实际问题转化为形式化问题,从而使问题得到合理解决。综合 G1 法(序关系分析法)和熵权法的组合赋权法在确定评估指标的权重时可以有效提高赋权的科学性和准确性,科学客观地反映数据的真实情况^[9]。

鉴于此,本文拟在已有研究成果的基础上,通过建立组合赋权的物元可拓评价模型,将 G1 方法与熵权法有机地融合起来,对评估指标进行定性与定量的综合赋权,降低赋值时的主观性。

其次,引入物元可拓模型,以可拓集为数学工具,构建关联函数。最后,通过算例分析,验证该方法的可行性。

1 基于组合赋权-物元可拓模型的评价方法

1.1 评价等级的确定

为科学全面地进行评价,保证结果的客观准确,需将定性指标定量化,采取专家打分的方式对

收稿日期: 2024-07-16

基金项目: 浙江省哲学社会科学规划课题(2022JDKTzd41)

作者简介: 孙世源(2000—),男,江苏苏州人,硕士研究生,研究方向为港口物流与供应链管理;周廉东(1981—),男,浙江宁波人,硕士,副教授,研究方向为供应链创新与管理;卢越(1999—),女,浙江台州人,硕士研究生,研究方向为港口物流与供应链管理。

每个评价指标的实际情况与完成程度进行评判,将其分为差、较差、中等、良好和优秀五个等级,分别对应 1~5 分^[10],具体如表 1 所示。

表 1 定性指标评价等级划分

评价等级	得分	等级描述
差	1	该指标完成情况差
较差	2	该指标完成情况较差
中等	3	该指标完成情况中等
良好	4	该指标完成情况良好
优秀	5	该指标完成情况优秀

1.2 确定经典域、节域与待评物元

物元可拓模型将研究对象、指标特性和特征值在经典域中形象地表示出来,刻画了事物的基本变化区间。物元可拓法是一种基于物元的方法,对被评估的目标进行物元表达。即 $P=(U,K,G)$ 。其中, U 、 K 、 G 是物元的三要素, U 为事物, K 为事物 X 的特征, G 为事物特征 K 的量值^[11]。

在绩效评价模型中,研究对象是绩效等级,指标特征是各评价指标,其特征量值表示各绩效水平下的指标取值范围^[12]。建立评价模型经典域为

$$P_a = (U_a, K_i, G_{ai}) = \begin{bmatrix} U_a & K_1 & G_{a1} \\ & K_2 & G_{a2} \\ & \vdots & \vdots \\ & K_n & G_{an} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_a & K_1 & (s_{a1}, e_{a1}) \\ & K_2 & (s_{a2}, e_{a2}) \\ & \vdots & \vdots \\ & K_n & (s_{an}, e_{an}) \end{bmatrix} \quad (1)$$

式中: $U_a (a=1, 2, \dots, m)$ 为绩效评价的第 a 个级别; $K_i (i=1, 2, \dots, n)$ 为绩效评价的第 i 个评价指标; $G_{ai}=(s_{j1}, e_{j1})$ 为指标 i 关于等级 a 的取值范围, (s_{j1}, e_{j1}) 分别为对应量值的最小值与最大值。

在物元模型中,将各个评估级别所对应的研究对象、指标和指标的取值范围都用节域表达出来,从而构建了一个评估模型的节域:

$$P_b = (U_b, K_i, G_{bi}) = \begin{bmatrix} U_b & K_1 & G_{b1} \\ & K_2 & G_{b2} \\ & \vdots & \vdots \\ & K_n & G_{bn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} U_b & K_1 & (s_{b1}, e_{b1}) \\ & K_2 & (s_{b2}, e_{b2}) \\ & \vdots & \vdots \\ & K_n & (s_{bn}, e_{bn}) \end{bmatrix} \quad (2)$$

式中: U_b 为绩效评价等级的全体; $G_{bi}=(s_{b1}, e_{b1})$ 为 U_b 关于评价指标 K_i 的最大量值范围; (s_{b1}, e_{b1}) 分别为对应全体评价等级下指标取值的下限与上限。

本文将物元可拓评价模型应用于实际案例,对算例绩效水平进行评价,因此选择的项目即为评价模型的待评物元。将评价事物的特征及相关数据进行处理后以物元的形式进行表达,构建待评物元为

$$P_v = (U_v, K_i, G_{vi}) = \begin{bmatrix} U_v & K_1 & G_{v1} \\ & K_2 & G_{v2} \\ & \vdots & \vdots \\ & K_n & G_{vn} \end{bmatrix} \quad (3)$$

式中: U_v 为案例绩效水平等级; G_{vi} 为 U_v 关于指标 K_i 的取值,即算例各评价指标的实际数据。

1.3 确定关联函数与关联度

在物元可拓评价模型中,通过关联函数反映事物物质与量的变化过程,定量化表达事物具有某种性质的程度。因此,可基于待评事物的指标体系,利用关联函数计算各指标与评价等级间的关联度。关联函数定义如下:

$$R_a(x_i) = \begin{cases} -\frac{q(x_i, X_{ai})}{|X_{ai}|}, & x_i \in X_{ai}, i=1, 2, \dots, n \\ \frac{q(x_i, X_{ai})}{q(x_i, X_{bi}) - q(x_i, X_{ai})}, & x_i \notin X_{ai}, i=1, 2, \dots, n \end{cases} \quad (4)$$

$$q(x_i, X_{ai}) = \left| x_i - \frac{s_{ai} + e_{ai}}{2} \right| - \frac{e_{ai} - s_{ai}}{2} \quad (5)$$

$$q(x_i, X_{bi}) = \left| x_i - \frac{s_{bi} + e_{bi}}{2} \right| - \frac{e_{bi} - s_{bi}}{2} \quad (6)$$

式中: $R_a(x_i)$ 为待评事物的指标 i 关于绩效评价等级 a 的关联度; q 为距离函数,表示点 x_i 到有限区间的距离; s_{ai} 和 e_{ai} 为经典域量值区间; s_{bi} 和 e_{bi} 为节域量值的范围。

关联函数的数值大小能够精确地反映评价目标与评价级别之间的隶属程度,当 $R_a(x_i) > 0$ 时,表示评价对象与第 a 个绩效等级相一致,且其数值越大,隶属程度越高;当 $R_a(x_i) < 0$ 时,表示评价对象与第 a 个绩效等级不一致,且数值越小,隶属程度越小,当 $R_a(x_i) = 0$ 时,表示评价对象处于第 a 个绩效等级要求的临界值^[5]。

1.4 确定权重

设评价体系底层有 n 个评价指标,有 o 个待评价样本,样本初始数据矩阵为

$$D = (d_{ij})_{n \times o}, i = 1, 2, \dots, o; j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

1.5 G1 法确定主观权重

G1 法是在传统 AHP 法的基础上对主观赋权的一种改进,它的优势在于不需要构造判断矩阵,也不需要数据行进行一致性检查。

首先,对各指数的重要性进行了排序。依据专家的经验,对各指标的重要性进行排序。

其次,根据相关的重要性进行赋值。通过对所获得的各指标的重要性进行量化,并将其与各相邻指标重要性的比值赋予其权重,评价指标 Q_i^* 与 Q_{i-1}^* 的重要程度之比。

最后,计算各指标权重。根据式(8)得到指标 Q_1^* 的权重 ω_1^* ,再根据公式(9)依次得到其他指标的权重。

$$\omega_1^* = [1 + \sum_{l=2}^n (\prod_{l=2}^n Z_l)]^{-1} \quad (8)$$

$$\omega_l^* = Z_l \omega_{l-1}^* \quad (9)$$

式中: ω_l^* 、 ω_{l-1}^* 分别为评价指标 Q_l^* 、 Q_{l-1}^* 的权重; Z_l 为评价指标 Q_l^* 与 Q_{l-1}^* 的重要程度之比。

1.6 熵权法求客观权重

熵权法是一种客观赋权法,它是在数据自身的离散性基础上,对各个指标的熵值进行计算,从而获得各个指标的客观权重。

(1)计算指标熵值。

$$E_i = \frac{\sum_{j=1}^n t_{ij} \ln t_{ij}}{\ln n} \quad (10)$$

$$t_{ij} = \frac{y_{ij}}{\sum_{j=1}^n y_{ij}} \quad (11)$$

式中: t_{ij} 为第 i 个评价项目第 j 个评价指标的指标比值; y_{ij} 为第 i 个专家对第 j 个指标的评分值; n 为评价指标个数。

(2)计算指标权重。

$$\omega_i = \frac{1 - E_i}{n - \sum_{i=1}^n E_i} \quad (12)$$

(3)求组合权重。

运用拉格朗日乘子法求得组合权重如下:

$$\omega_i = \frac{(\omega_i^1 \omega_i^2)^{\frac{1}{2}}}{\sum_{i=1}^n (\omega_i^1 \omega_i^2)^{\frac{1}{2}}} \quad (13)$$

式中: ω_i^1 为各指标主观权重值; ω_i^2 为各指标客观权重值。

1.7 综合关联度计算与评价结果的确定

为综合评价待评事物的绩效等级,需全面考虑

各指标的关联度与整个指标体系的关联度,引入各指标的权重系数,从而计算案例项目绩效等级的关联度,判断其绩效水平。待评事物的关联度计算如下:

$$R_a(B_v) = \sum_{i=1}^n \omega_i R_a(x_i), a = 1, 2, \dots, m \quad (14)$$

式中: $R_a(B_v)$ 为待评项目绩效指标关于第 a 个评价等级的综合关联度,当 $R_a = \max R_a(B_v) > 0$ 时,项目绩效评价等级为 a 级,当对全部等级 a ,有 $R_a = \max R_a(B_v) < 0$ 时,则表示项目绩效等级不属于任何评价等级,需对指标特征及权重进行调整,再重复计算相应关联度,确定评价等级。

2 算例分析

近年来,随着世界经济逐步由“产品经济”向“服务经济”转变,传统企业所提供的服务已经无法满足日益提高的顾客要求以及转变的市场导向。在此形式下,越来越多的企业开始重视服务的作用,试图通过新技术、新理念来变革服务形式、创新服务内容等,以谋求新的利润增长点,积极转向服务经济,服务创新刻不容缓。基于此,以 M 公司为研究对象,进行服务创新绩效评价研究,为了更好地了解自身服务创新水平,企业需要建立服务创新绩效评价指标体系。学者们对于服务创新绩效评价指标体系的深入研究有助于企业发现自身在服务创新方面存在的不足并加以改进,在企业管理实践中有重要的应用价值。但是,与传统的有形产品相比,企业的服务创新绩效更难评估。考虑到服务创新给企业带来的影响往是多方面的,所以大部分学者们都采用多维度指标对服务创新绩效进行测量。在现有文献^[13]的基础上,确定了评价指标体系,如表 2 所示。M 公司服务创新绩效评价指标体系中同时含有定量指标和定性指标,部分可直接获取的定量指标的数据来源主要来自公司内部数据;其他不易直接获取的定量指标和定性指标的数据则通过在企业绩效评价研究和服务创新领域有丰富经验的多位专家的评分获取。

2.1 指标权重计算

采用 G1 法,对 16 个二级指标进行主观权重计算,并根据企业服务创新绩效采用熵权法进行运算,得到二级指标的客观权重,最后利用拉格朗日乘子法进行权重组合,得出组合权重如表 3 所示。

表 2 评价指标体系

维度	编号	指标
服务创新 产出(C ₁)	D ₁	新(改进)服务产品数
	D ₂	专利申请数
	D ₃	科技论文数
	D ₄	主持或参与制定的新标准数
新(改进)服 务产品的经 济效益(C ₂)	D ₅	因新服务增加的产品销售率
	D ₆	因新服务增加的产品利润率
	D ₇	因新服务成本降低额
市场竞争 能力(C ₃)	D ₈	顾客参与度
	D ₉	顾客满意度
	D ₁₀	顾客忠诚度
	D ₁₁	新顾客的增加数
创新人才的 培养(C ₄)	D ₁₂	服务水平在同行业的地位
	D ₁₃	服务创新研发成本占总成本的比例
	D ₁₄	服务创新研发人员占总人员的比例
	D ₁₅	员工培训与学习成本占总成本的比例
	D ₁₆	员工创新意识

表 3 组合权重

一级 指标	权重	二级 指标	指标 得分	主观权 重(ω_i^1)	客观权 重(ω_i^2)	组合权 重(ω_i)
C ₁	0.245 3	A ₁₁	76.1	0.271 3	0.067 7	0.070 1
		A ₁₂	80.3	0.243 6	0.093 1	0.077 9
		A ₁₃	69.7	0.223 7	0.059 1	0.059 5
		A ₁₄	74.6	0.261 4	0.076 0	0.073 0
C ₂	0.264 1	A ₂₁	73.2	0.316 6	0.058 7	0.070 6
		A ₂₂	77.8	0.371 8	0.021 7	0.046 5
		A ₂₃	70.9	0.311 6	0.069 0	0.075 9
C ₃	0.276 8	A ₃₁	76.6	0.037 4	0.068 0	0.026 1
		A ₃₂	75.8	0.118 7	0.039 0	0.035 2
		A ₃₃	72.7	0.235 4	0.082 8	0.072 3
		A ₃₄	79.1	0.224 1	0.059 9	0.060 0
		A ₃₅	74.3	0.384 4	0.054 1	0.074 6
C ₄	0.213 8	A ₄₁	81.7	0.361 9	0.083 7	0.090 1
		A ₄₂	77.8	0.176 8	0.048 9	0.048 1
		A ₄₃	76.3	0.228 7	0.072 1	0.066 5
		A ₄₄	77.1	0.232 6	0.046 2	0.053 7

2.2 经典域、节域与待评物元的确定

基于物元可拓分析理论,结合专家意见及相关文献资料,将绩效水平划分为五个等级, $U_a=(0,1],[1,2],[2,3],[3,4],[4,5]$,分别对应差,较差,中等,良好,优秀。依据评价等级标准表 1 及式(1)~式(3),可构建绩效评价模型的经典域矩阵 $P_a(a=1,2,3,4,5)$ 与节域矩阵 P_b 。

评价模型的经典域 P_a 为

$$P_1 = \begin{bmatrix} U_1 & D_1 & (0,1] \\ & D_2 & (0,1] \\ & \vdots & \vdots \\ & D_{16} & (0,1] \end{bmatrix}$$

$$P_2 = \begin{bmatrix} U_2 & D_1 & (1,2] \\ & D_2 & (1,2] \\ & \vdots & \vdots \\ & D_{16} & (1,2] \end{bmatrix}$$

$$P_3 = \begin{bmatrix} U_3 & D_1 & (2,3] \\ & D_2 & (2,3] \\ & \vdots & \vdots \\ & D_{16} & (2,3] \end{bmatrix}$$

$$P_4 = \begin{bmatrix} U_4 & D_1 & (3,4] \\ & D_2 & (3,4] \\ & \vdots & \vdots \\ & D_{16} & (3,4] \end{bmatrix}$$

$$P_5 = \begin{bmatrix} U_5 & D_1 & (4,5] \\ & D_2 & (4,5] \\ & \vdots & \vdots \\ & D_{16} & (4,5] \end{bmatrix}$$

评价模型的节域 P_b 为

$$P_b = \begin{bmatrix} b & D_1 & (0,5] \\ & D_2 & (0,5] \\ & \vdots & \vdots \\ & D_{16} & (0,5] \end{bmatrix}$$

$$P_b = \begin{bmatrix} b & C_1 & (0,5] \\ & C_2 & (0,5] \\ & \vdots & \vdots \\ & C_4 & (0,5] \end{bmatrix}$$

评价模型的待评指标 P_v 为

$$P_v = \begin{bmatrix} U_v & C_1 & 3.5 \\ & C_2 & 4.1 \\ & \vdots & \vdots \\ & C_4 & 3.8 \end{bmatrix}$$

$$P_v = \begin{bmatrix} U_v & D_1 & 4.0 \\ & D_2 & 3.9 \\ & \vdots & \vdots \\ & D_{16} & 3.6 \end{bmatrix}$$

2.3 指标关联度计算

结合服务创新绩效评价模型的经典域、节域与待评物元,利用式(4)可对各评价指标与评价等级间的关联度进行计算。以指标“因新(改进)服务增加的产品销售率(D_5)”为例进行计算演示,并邀请 10 位专家根据案例的实际情况进行 0~5 分评判打分,得出因新(改进)服务增加的产品销售率(D_5)的特征量值为 4.1,其关联度计算结果如下:

$$R_1 = \frac{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(0+1) \right| - \frac{1}{2}(1-0)}{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(0+5) \right| - \frac{1}{2}(5-0) - \left| 4.1 - \frac{1}{2}(0+1) \right| + \frac{1}{2}(1-0)} = -0.775;$$

$$R_2 = \frac{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(1+2) \right| - \frac{1}{2}(2-1)}{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(0+5) \right| - \frac{1}{2}(5-0) - \left| 4.1 - \frac{1}{2}(1+2) \right| + \frac{1}{2}(2-1)} = -0.700;$$

$$R_3 = \frac{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(2+3) \right| - \frac{1}{2}(4-3)}{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(0+5) \right| - \frac{1}{2}(5-0) - \left| 4.1 - \frac{1}{2}(2+3) \right| + \frac{1}{2}(4-3)} = -0.550;$$

$$R_4 = \frac{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(3+4) \right| - \frac{1}{2}(4-3)}{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(0+5) \right| - \frac{1}{2}(5-0) - \left| 4.1 - \frac{1}{2}(3+4) \right| + \frac{1}{2}(4-3)} = -0.100;$$

$$R_5 = \frac{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(4+5) \right| - \frac{1}{2}(5-4)}{\left| 4.1 - \frac{1}{2}(0+5) \right| - \frac{1}{2}(5-0) - \left| 4.1 - \frac{1}{2}(4+5) \right| + \frac{1}{2}(5-4)} = -0.125$$

根据指标因新(改进)服务增加的产品销售率(D_5)的关联度计算结果,可判断得出因新(改进)服务增加的产品销售率(D_5)的评价等级为良好。同理,可计算其余评价指标的关联度与评价等级。指标的关联度与评价等级如表4所示。

2.4 综合关联度计算与评价等级的确定

为综合评价研究对象的绩效水平等级,可依公式将各评价指标的指标权重与关联度相结合,计算出该案例各绩效评价指标关于各评价等级标准的综合关联度和评价等级。根据式(14),以指标 C_2 为例进

行计算: $R_1(C_2) = \omega_{D_5} R_1(D_5) + \omega_6 R_1(D_6) + \omega_{D_7} R_1(D_7) = -0.131$; $R_2(C_2) = \omega_{D_5} R_2(D_5) + \omega_6 R_2(D_6) + \omega_{D_7} R_2(D_7) = -0.110$; $R_3(C_2) = \omega_{D_5} R_3(D_5) + \omega_6 R_3(D_6) + \omega_{D_7} R_3(D_7) = -0.059$; $R_4(C_2) = \omega_{D_5} R_4(D_5) + \omega_6 R_4(D_6) + \omega_{D_7} R_4(D_7) = -0.021$; $R_5(C_2) = \omega_{D_5} R_5(D_5) + \omega_6 R_5(D_6) + \omega_{D_7} R_5(D_7) = 0.018$ 。

根据上述计算结果可知, $R_5(C_2)$ 的数值最大,即表示该指标绩效水平与良好等级的关联度最大,因此,该阶段的绩效水平为优秀,同理可计算出其他准则层指标的结果如表5所示。

表4 指标的关联度与评价等级

指标层	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	评价等级
新(改进)服务产品数(D_1)	-0.650	-0.533	-0.300	0.400	-0.222	良好
专利申请数(D_2)	-0.700	-0.600	-0.400	0.200	-0.143	良好
科技论文数(D_3)	-0.800	-0.733	-0.600	-0.200	0.333	优秀
主持或参与制定的新标准数(D_4)	-0.400	-0.200	0.200	-0.143	-0.368	中等
因新服务增加的产品销售率(D_5)	-0.775	-0.700	-0.550	-0.100	0.125	优秀
因新服务增加的产品利润率(D_6)	-0.825	-0.767	-0.433	-0.300	0.750	优秀
因新服务成本降低额(D_7)	-0.500	-0.333	0.000	0.000	-0.333	中等/良好
顾客参与度(D_8)	-0.725	-0.633	-0.450	0.100	-0.083	良好
顾客满意度(D_9)	-5.575	-0.433	-0.150	0.214	-0.292	良好
顾客忠诚度(D_{10})	-0.700	-0.600	-0.400	0.200	-0.143	良好
新顾客的增加数(D_{11})	-0.750	-0.667	-0.500	0.000	0.000	良好/优秀
服务水平在同行业的地位(D_{12})	-0.625	-0.500	-0.250	0.500	-0.250	良好
服务创新研发成本占总成本的比例(D_{13})	-0.675	-0.567	-0.350	0.300	-0.188	良好
服务创新研发人员占总人员的比例(D_{14})	-0.600	-0.467	-0.200	0.333	-0.273	良好
员工培训与学习成本占总成本的比例(D_{15})	-0.450	-0.267	0.100	-0.083	-0.353	中等
员工创新意识(D_{16})	-0.500	-0.800	-0.700	-0.400	2.000	优秀

表 5 指标结果与评价等级

指标	U_1	U_2	U_3	U_4	U_5	评价等级
服务创新产出(C_1)	-0.177	-0.142	-0.073	0.021	-0.034	良好
新(改进)服务产品的经济效益(C_2)	-0.131	-0.110	-0.059	-0.021	0.018	优秀
市场竞争能力(C_3)	-0.357	-0.152	-0.095	0.062	-0.041	良好
创新人才的培养(C_4)	-0.016	-0.134	-0.072	0.016	0.054	优秀

该项目的绩效水平级别根据各个评价指标的关联度最大来确定,用式(14)对它的综合关联度进行计算,得出综合关联度如表 6 所示,从计算的结果来看,这个项目的绩效级别是良好。

表 6 评价等级

各等级 关联度	N_1	N_2	N_3	N_4	N_5	评价 等级
待评价项目	-0.208	-0.135	-0.075	0.020	-0.003	良好

3 评价结果分析

本文针对绩效评价方法的科学性及其适用性进行研究,针对现有文献所存在的指标数据量化、属性权重等问题,提出建立了一种新的组合赋权—物元可拓法。首先,通过 G1 方法确定各指标的主观权重值,并通过熵权法对各指标进行客观赋权,进而通过拉格朗日乘子法,将主、客观加权相结合,获得综合加权;同时,将该方法与物元可拓模型进行融合,从而实现对多个目标的综合优化,得到一个新的绩效评价模型。最后引入实际案例,建立经典域、节域与物元,计算各指标关联度,并与权重结合计算得出综合关联度与评价等级,验证该模型的可行性与准确性。该研究结果揭示了组合赋权法在实现科学与合理两个方面的平衡,并将其应用到现实中,为后续绩效评估工作的开展提供科学有效的借鉴。

针对未来的研究方向,计划将对现有模型进行进一步扩展,将单一的物元可拓模型经典域拓展为具有指标针对性的经典域范围,提高模型对于具体评测对象的深度及科学性,并构建对企业有现实意义的绩效评价模型,针对组合赋权、绩效评价、物元可拓等领域进行更深层次的研究。

4 结论与建议

本文采用组合赋权—物元可拓模型,依据现有评价指标体系,对 M 公司服务创新绩效水平进行评价,发现 M 公司的整体创新绩效水平为良好,还需要进一步加大支持力度,提升服务创新对企业绩效的推动作用。结合本文研究结果,为有效促进企业服务创新绩效的持续提升,现就以下几个方面提出

政策建议,以期为政府、企业及社会各界提供参考。

一是营造创新环境。加强知识产权保护:建立健全知识产权保护体系,加大对侵权行为的打击力度,降低企业创新风险,保护创新成果,激发企业创新积极性。推广创新文化:倡导和鼓励开放、包容、协作的创新文化,通过举办创新大赛、创意市集等活动,营造全社会关注创新、支持创新的良好氛围。

二是强化政府监管。优化监管方式:简化审批流程,提高监管效率,同时加强事中事后监管,确保企业服务创新活动合法合规。建立风险预警机制:加强对企业服务创新过程中潜在风险的识别、评估和预警,及时采取应对措施,防范系统性风险。

三是培养创新人才。加大人才投入:增加对教育和培训的投入,培养具备创新思维和实践能力的人才。完善激励机制:建立科学合理的激励机制,包括股权激励、项目奖金等,吸引和留住优秀人才,激发其创新潜力。

四是政策支持体系。完善政策扶持体系:制定和完善一系列促进企业服务创新的政策措施,包括研发费用补贴、创新产品政府采购等。加强政策协同:加强不同部门之间的政策协同,形成政策合力,确保各项政策措施的有效落地和执行。

参考文献

[1] 马泽,王铮尧. 基于 AHP 法及熵权法采用物元可拓模型在城乡供水管网项目后评价中的应用[J]. 水利发展研究, 2024(5): 1-14.

[2] 倪辰旂. 基于改进物元可拓模型的飞机制造工作定量评价方法[J]. 科技和产业, 2024, 24(6): 99-104.

[3] 周洪文,冯鑫淼,王宏,等. 基于物元可拓组合模型的高速公路道路安全风险评价[J]. 重庆交通大学学报(自然科学版), 2024(4): 37-44.

[4] 刘妍,唐永忠. 基于物元可拓模型的公租房 PPP 项目绩效评价研究[J]. 建筑经济, 2022(2): 148-154.

[5] 刘纪坤,黄杰,王翠霞. 基于组合赋权可拓模型的化工园区应急管理能力和评价[J]. 安全与环境学报, 2023(5): 1423-1430.

[6] 从明智,陆红梅,于治成. 基于组合赋权可拓模型的装配式建筑成本控制水平评价研究[J]. 建筑经济, 2024(3): 65-73.

[7] 郑龙菲,周宗红,刘剑. 基于博弈论综合赋权-物元可拓

- 理论的岩爆倾向性预测[J]. 化工矿物与加工, 2023(12): 44-51.
- [8] 熊伟,董增川,卢嘉琪,等. 基于组合赋权模糊物元可拓模型的渭河流域甘肃段河流健康评价[J]. 水利水电科技进展, 2023(4): 9-14.
- [9] 计蓉,侯慧娟,盛戈俾,等. 基于组合赋权法和模糊综合评价的电力设备状态数据质量评估[J]. 高电压技术, 2024(1): 274-281.
- [10] 侯颖慧. 基于物元可拓的海外建设项目 HSE 管理绩效评价研究[D]. 长沙: 湖南大学, 2022.
- [11] 张娇艳,贡力,贾治元,等. 基于改进物元可拓模型的水工混凝土耐久性影响因素分析[J]. 硅酸盐通报, 2022(5): 1617-1626.
- [12] 戴士博. 基于变权物元可拓模型的苏宁易购债务融资风险敏感性分析[J]. 中国林业经济, 2023(4): 124-130.
- [13] 杜维,马阿双,谭迪. 企业服务创新绩效评价指标体系研究[J]. 中国管理信息化, 2015(17): 76-79.
- [14] 马世昌,易冰玉,琚英帅. 基于 AHP-物元可拓模型的桥梁健康监测项目后评价研究[J]. 北京建筑大学学报, 2023, 39(5): 56-62.

Evaluation Method and Application Based on Combinatorial-assigned Object-element Topological Modeling

SUN Shiyuan, ZHOU Liandong, LU Yue

(Logistics and E-commerce College, Zhejiang Wanli University, Ningbo 315100, Zhejiang, China)

Abstract: An evaluation method was proposed based on combination assignment-objective element topable model. Firstly, the G1 method and entropy weight method were used to subjectively and objectively assign weights to the evaluation indicators, and the Lagrange multiplier method was applied to find the combination weights, which ensured the unity of the weights subjectively and objectively. As the qualitative index data was difficult to be calculated by the evaluation research, which affected the accuracy of the evaluation results to a certain extent, therefore, the object element topable model was introduced, and the topable set was taken as a mathematical tool to realize the quantitative evaluation calculation and ensure the objectivity and accuracy of the evaluation results. Finally, the validity and practicability of the method is verified through the analysis of examples.

Keywords: combinatorial assignment; objective element topable model; relatedness