

# 基于主客观组合权重供货商重要性评价问题

余志文<sup>1</sup>,许文君<sup>2</sup>,冉延平<sup>2</sup>

(1. 天水师范学院 电子信息与电气工程学院,甘肃 天水 741000;

2. 天水师范学院 数学与统计学院,甘肃 天水 741000)

**摘要:**为研究402家供货商对企业生产重要性问题,构建了基于主客观组合权重的TOPSIS评价模型。根据专家经验对提出指标的喜好程度进行对比,运用层次分析法计算各指标的主观权重,结果为订货完成率和供货总量指标所占较大的权重;采用熵权法充分利用客观数据计算各指标的客观权重,结果为供货总量和供货率指标所占权重较大;然后通过乘法合成法计算各指标同时具有主客观意义的组合权重。最后,采用改进后的TOPSIS法对402家供货商进行评价,并根据计算综合得分结果选出得分排名前50家供货商进行对比分析。通过给出生产企业问题实例,验证了该模型的可行性和可用性,给各行企业评价供货商的重要性提供了参考。

**关键词:**AHP;熵权法;组合权重;TOPSIS;供货商评价

中图分类号:TP301;F270.5

文献标识码:A

文章编号:1673-629X(2022)0132-04

## Importance Evaluation of Suppliers Based on Subjective and Objective Combination Weight

YU Zhi-wen<sup>1</sup>, XU Wen-jun<sup>2</sup>, RAN Yan-ping<sup>2</sup>

(1. School of Electronic Information and Electrical Engineering, Tianshui Normal University,  
Tianshui 741000, China;

2. School of Mathematics and Statistics, Tianshui Normal University, Tianshui 741000, China)

**Abstract:** In order to study the importance of 402 suppliers to the production of enterprises, a TOPSIS evaluation model based on subjective and objective combination weights was constructed. Compare the preferences of the proposed indicators based on expert experience, and use the analytic hierarchy process to calculate the subjective weight of each indicator. The result is that the order completion rate and the total supply index account for a larger weight; the entropy method makes full use of objective data to calculate the objective weight of each indicator, the result is that the total supply and the supply rate indicator account for a larger weight; then, the combined weight of each indicator with subjective and objective significance is calculated by the multiplicative synthesis method. Finally, the improved TOPSIS method was used to evaluate 402 suppliers, and the top 50 suppliers were selected for comparison and analysis based on the result of calculating the comprehensive score. This paper verifies the feasibility and usability of the model by giving examples of problems in manufacturing enterprises, and provides a reference for enterprises in various industries to evaluate the importance of suppliers.

**Key words:** AHP; entropy weight method; combination weight; TOPSIS; supplier evaluation

## 0 引言

物料供货商是向企业及其行业竞争者供应各种原材料的生产企业,它们的供货状况会对各企业生产方案产生巨大的影响<sup>[1]</sup>。在现代生产企业的供货商管理中,生产企业与原材料供货商的关系从交易与合作发展到战略联盟;在生产企业物料供货商的选择与管理方面<sup>[2]</sup>,建立科学合理的供货商选择方案和管理体系,不断优化生产企业的供货网络,对于扩大企业生产效

益,提高企业核心竞争力具有重要意义。生产物料供应商<sup>[3]</sup>的选择在企业的发展过程中处于非常重要<sup>[4]</sup>的地位,它与降低企业生产成本,保证企业产品质量,促进企业长久良性发展之间息息相关。因此,研究物料供货商与生产企业之间的重要性关系是对供货商选择的一个重要因素。该文将使用基于主客观组合权重<sup>[5]</sup>改进TOPSIS法<sup>[6]</sup>的评价模型,研究对于某生产企业最重要的供货商的状况。

收稿日期:2021-12-23

作者简介:余志文(2001-),男,CCF会员(I3987G),研究方向为数据挖掘;冉延平,副教授,研究方向为数据分析与信息安全方向。

## 1 基于主客观权重改进 TOSPIS 的评价模型和算法

首先采用乘法合成法的主客观组合权重分析法计算指标的组合权重。供货商对生产企业的重要性影响因素很复杂,不能仅通过客观数据本身计算的权重来决定,主观上专家的系统评分也是对供货商选择很重要的一方面。最后,通过改进的 TOSPIS 方法,计算综合得分结果选出得分排名前 50 家供货商<sup>[7]</sup>,并将组合权重和单一权重对比分析。

改进的 TOSPIS 法在对原始数据矩阵进行归一化和标准化处理的基础上,从评价对象中提取最佳方案与最劣方案,通过计算各评价对象与最优方案和最劣方案的相对接近程度,对各个具体指标和总体情况进行综合评价。改进的 TOSPIS 法既考虑了各评价指标的相对重要性,又体现了 TOSPIS 法的特点,使计算结果更加真实、准确。

### 1.1 AHP(层次分析法)确定指标主观权重

层次分析法是一种定性的决策分析方法,原理是利用专家系统(决策者)的判断经验来确定各指标之间的相对重要程度,从而给出每个供货商中每个指标的主观权重<sup>[8]</sup>。层次分析法确定指标主观权重的具体步骤如下:

#### 1.1.1 构造判断矩阵

层次分析法中判断矩阵的一般构造方法是一致矩阵法<sup>[9]</sup>,通过指标两两相互比较来获得判断矩阵:

$$A = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \cdots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \cdots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{n1} & a_{n2} & \cdots & a_{nn} \end{pmatrix} \quad (1)$$

获得判断矩阵后,将采用方根法计算指标的综合权重。

#### 1.1.2 计算判断矩阵的最大特征值 $\lambda_{\max}$ 和特征向量

$$\beta_i$$

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{[A\beta_i]_i}{n\beta_i} \quad (2)$$

#### 1.1.3 一致性检验

在获得主观权重后,还需要进行一致性检验<sup>[10]</sup>,来判断矩阵是否具有逻辑性。

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

当  $CR \leq 0.1$  时,一致性检验通过,否则修改  $A$ , 上述式(2)~式(4)中,  $\beta_i$  为各指标的权重,  $n$  为矩阵  $A$  阶数。

### 1.2 熵权法确定指标客观权重

依据信息论<sup>[11]</sup>基本原理,信息的熵值可以反映指标的离散程度,加权熵的客观方法基于以下原则:指标本身离散程度越大,其确定所需的信息量越大,表明该指标对整体评价的影响越大。熵权法<sup>[12-13]</sup>的具体计算步骤如下:

假设有  $n$  个要评价的对象,  $m$  个评价指标构成的评价矩阵如下:

$$X = \begin{pmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \cdots & x_{nm} \end{pmatrix} \quad (5)$$

#### 1.2.1 对样本数据归一化

在对矩阵  $X$  进行归一化处理时,一般分为极大型指标和极小型指标,使用的公式分别如下(将其归一化后的矩阵记为  $Z$ ):

$$Z_{ij} = \frac{x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} x_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq n} x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} x_{ij}} \quad (6)$$

$$Z_{ij} = \frac{\min_{1 \leq i \leq n} x_{ij} - x_{ij}}{\max_{1 \leq i \leq n} x_{ij} - \min_{1 \leq i \leq n} x_{ij}} \quad (7)$$

#### 1.2.2 计算每个样本所占指标比重

在上一步的基础上来计算概率矩阵  $P$ ,  $P$  中的每个元素看作是在整个矩阵中的概率,  $P$  中每个元素如下:

$$p_{ij} = \frac{Z_{ij}}{\sum_{i=1}^n Z_{ij}} \quad (8)$$

#### 1.2.3 计算熵和熵权

信息熵计算公式:

$$e_j = -\frac{1}{\ln n} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln(p_{ij}) \quad (9)$$

#### 1.2.4 计算信息效用值

$$d_j = 1 - e_j \quad (10)$$

#### 1.2.5 计算每个指标的熵权

$$W_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j} \quad (11)$$

### 1.3 乘法合成法确定综合权重

在评价问题中,指标的主观权重和客观权重各有优势。主观权重比客观权重更能反映指标的重要性;而客观权重在反映指标数据信息方面是比主观上赋权重更科学、合理的。组合权重法可以综合主观权重和客观权重在评价问题中各自的优点。因此,该文采用了乘法合成法<sup>[14]</sup>来确定指标的综合权重,乘法合成法是将各指标对应的主客观权重对应相乘,再归一化。

$$\omega_k = \frac{\prod_{i,j=1}^m w_j W_j}{\sum_{i,j=1}^m \prod_{i,j=1}^m w_j W_j} \quad (12)$$

1.4 改进的 TOPSIS 法确定方案综合得分

该文采用改进 TOPSIS 法<sup>[15]</sup>,即加权 TOPSIS 法来确定各方案的综合得分。加权 TOPSIS 法是指各指标的 AHP 计算的主观权重和熵权法计算的客观权重组合为一个权重,作为加权 TOPSIS 法的权重,而一般 TOPSIS 法(无权重的 TOPSIS 法)则默认为指标的权重是相同的。以下为改进的 TOPSIS 方法的步骤。

1.4.1 矩阵归一化

归一化的目的就是消除不同维度的影响,假设有  $n$  个待评估对象,  $m$  个评估指标组成的样本矩阵  $x_{ij}$ , 那么,对其归一化后的矩阵记为  $Z, Z$  中的每个元素由公式(5)~公式(7)计算得:

$$Z = \begin{pmatrix} Z_{11} & Z_{12} & \cdots & Z_{1m} \\ Z_{21} & Z_{22} & \cdots & Z_{2m} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ Z_{n1} & Z_{n2} & \cdots & Z_{nm} \end{pmatrix} \quad (13)$$

1.4.2 最优解与最劣解计算

经过了归一化处理的评分矩阵  $Z, Z$  中的数据全部转化为极大型数据或极小型数据。从评分矩阵  $Z$  中求出理想最优解和最劣解,取出每个指标,即每一列中最大值,构成理想最优解向量,即:

$$Z^+ = (Z_1^+, Z_2^+, \dots, Z_m^+) \quad (14)$$

其中:

$$Z_j^+ = \max \{ Z_{ij} \} \quad (15)$$

同理,取每一列中最小的数计算理想最劣解向量:

$$Z^- = (Z_1^-, Z_2^-, \dots, Z_m^-) \quad (16)$$

其中:

$$Z_j^- = \min \{ Z_{ij} \} \quad (17)$$

1.4.3 定义最值距离

定义第  $i = 1, 2, \dots, n$  个评价对象与最大值的距离:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m \omega_j (Z_j^+ - Z_{ij})^2} \quad (18)$$

定义第  $i = 1, 2, \dots, n$  个评价对象与最小值的距离:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m \omega_j (Z_j^- - Z_{ij})^2} \quad (19)$$

那么就可以计算出第  $i = 1, 2, \dots, n$  个评价对象未归一化得分:

$$S_i = \frac{D_i^-}{D_i^+ + D_i^-} \quad (20)$$

很明显  $0 \leq S_i \leq 1$ , 且  $S_i$  越大,  $D_i^+$  越小,即越接近

最大值,将得分归一化处理:

$$\tilde{S}_i = \frac{S_i}{\sum_{i=1}^m S_i} \quad (21)$$

2 应用案例

首先建立评价指标集,以某生产企业提供的订货单中的数据 and 402 家物料供货商近年来的实际供货量,对提出的模型进行案例分析。从 402 家供货商的供货和订单数据对比筛选出供货次数、供货总量、订货完成率、供货率、供货稳定性为评价指标,构建一套能反映供货商重要性的评价指标体系,如表 1 所示。

表 1 企业供货商指标集

目标层	指标层	方案层
企业重要供货商的指标集	供货次数 P1	S1
		S2
	供货总量 P2	S3
		S4
		S5
	订货完成率 P3	...
		...
	供货率 P4	S400
		S401
		S402

2.1 构造判断矩阵计算主观权重

层次分析法中构建矩阵的方法是一致性判断矩阵法。判断出相对重要性和标准值,同时根据相对重要程度进行赋值,构建比较标度,如表 2 所示。

表 2 AHP 比较标度准则

标准值	定义	说明
1	同等重要	$a_i$ 与 $a_j$ 同等重要
3	稍微重要	$a_i$ 与 $a_j$ 稍微重要
5	相对重要	$a_i$ 与 $a_j$ 相对重要
7	强烈重要	$a_i$ 与 $a_j$ 强烈重要
9	绝对重要	$a_i$ 与 $a_j$ 绝对重要

注:2,4,6,8 则表示介于两个指标之间。

得到判断矩阵,如表 3 所示。

表 3 AHP 判断矩阵确定主观权重

指标	P1	P2	P3	P4	P5	主观权重
P1	1	3	1/8	1/5	1/7	0.056 599 1
P2	1/3	1	1/9	1/4	1/6	0.371 193 8

续表 3

指标	P1	P2	P3	P4	P5	主观权重
P3	8	9	1	3	2	0.439 472 2
P4	5	4	1/3	1	1/3	0.159 115 3
P5	7	6	1/2	3	1	0.307 694

通过公式(1)~公式(4)AHP 权重计算步骤求解,  $CI = 0.069 23$ ,  $CR = 0.055 83 < 0.1$ ,通过一致性检验。

2.2 熵权法计算客观权重

根据上述熵权法计算权重步骤公式(5)~公式(11)得出结果如表 4 所示。

表 4 熵权法计算客观权重

项目	P1	P2	P3	P4	P5
熵值	0.911 543	0.911 543	0.871 741	0.861 291	0.999 334
冗余度	0.088 457	0.358 497	0.128 259	0.138 709	0.000 666
客观权重	0.123 788	0.501 683	0.179 487	0.194 111	0.000 931

2.3 组合权重结果

根据公式(12)将主观权重和客观权重进行组合,

得到组合权重结果,如表 5 所示。

表 5 组合权重

项目	P1	P2	P3	P4	P5
客观权重	0.123 788	0.501 683	0.179 487	0.194 111	0.000 931
主观权重	0.056 599 10	0.037 119 40	0.439 472 20	0.159 115 3	0.307 694
组合权重	0.007 006 3	0.018 622 2	0.078 879 6	0.030 886	0.000 286 5
归一化	0.051 638 1	0.137 250 1	0.581 362 5	0.227 638	0.002 111 3

2.4 TOPSIS 计算综合评分结果

运用基于主客观组合权重改进 TOPSIS 法评价模型计算出综合得分,对 402 家供货商排序,筛选出前 50 家对企业最重要的供货商,其计算所得结果如图 1 所示。

完成率是说明供货商对企业影响的重要因素,但是在客观评分中,P2 供货总量指标是对企业最重要的因素。

根据图 1 计算结果显示,通过乘法合成法得到的综合得分介于确定主观权重的层次分析法和确定客观权重的熵权法所得的综合得分之间,达到了主客观权重的最优化的组合,确定了两者在 TOPSIS 综合评价中各自的比重,协调和均衡了两者的作用,较好的克服了评价问题中指标单一权重的片面性,同时该模型反映了评价问题中的主观意愿和客观公度,使得综合评价更合理、准确。通过应用案例也表明,基于主客观组合权重的 TOPSIS 法对于本文中涉及到的问题能够给予以较好的解决,而最后得到的结果也比较符合实际情况,具有较好的科学性和可行性。

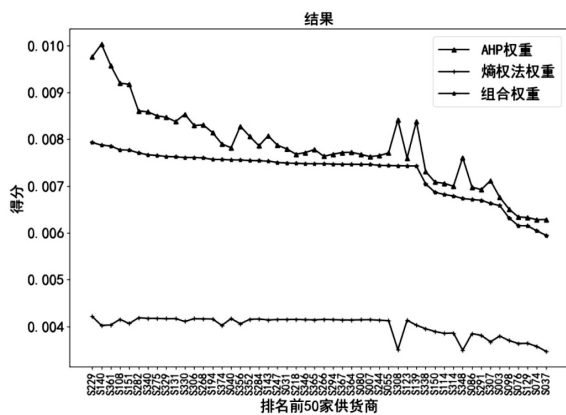


图 1 三种权重计算结果分析

3 结束语

研究了物料供货商是对企业重要性问题,构建了基于主客观组合权重的 TOPSIS 评价模型。在对 402 家供货商的实际供货量和生产企业的订货单中的数据进行处理和比对分析后,选择供货次数、供货总量、订货完成率、供货率和供货稳定性五个评价指标作为评价原材料供货商重要性的指标集。最后通过某生产企业的案例数据分析结果说明,在主观评分中,P3 订货

参考文献:

[1] 周 礼. 生产企业物料供应商的选择与管理[J]. 智库时代,2018(52):18-19.  
 [2] 杜学贤. 基于 TCO 理论的供应商评价与选择研究[D]. 北京:北京林业大学,2017.  
 [3] 吴 阳,姚建明,全端哲. 国有企业的供应商优选决策研究——兼顾政策性负担与经济性目标[J]. 运筹与管理, 2021,30(1):63-70.  
 [4] 廉鹏忠. 采办管理在企业运营中的重要性[J]. 中国市场, 2021(17):101-102.  
 [5] WU H, MAO Y, WU W, et al. A network selection algorithm