

基于熵权法的供应商选择研究

杜勇¹, 邓雯予², 王浩辰², 孙莹莹³, 山述强^{2*}

¹西南民族大学, 畜牧兽医学院, 四川 成都

²西南民族大学, 数学学院, 四川 成都

³西南民族大学, 计算机科学与工程学院, 四川 成都

收稿日期: 2022年1月17日; 录用日期: 2022年2月15日; 发布日期: 2022年2月22日

摘要

生产企业的原材料供应商选择问题影响着企业的经济效益, 不同供应商供货特征不尽相同, 因此对于企业来说, 供应商的选择是一个重要的问题。本文首先选取供货数量, 满足能力, 供货种类三大指标作为评价指标, 其次采用熵值法求出各指标所占权重, 建立了基于熵值法的企业针对供应商选择的综合评价线性模型。最后结果表明, 该模型在供货数量, 满足能力, 供货种类三大指标上, 可以有效地为企业针对不同供应商进行综合评价, 并做出相应选择。

关键词

熵值法, 供应商选择, 评价指标, 线性模型

Research on Supplier Selection Based on Entropy Weight Method

Yong Du¹, Wenyu Deng², Haochen Wang², Yingying Sun³, Shuqiang Shan^{2*}

¹College of Animal & Veterinary Sciences, Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

²School of Mathematics, Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

³School of Computer Engineering and Technology, Southwest Minzu University, Chengdu Sichuan

Received: Jan. 17th, 2022; accepted: Feb. 15th, 2022; published: Feb. 22nd, 2022

Abstract

The selection of raw material suppliers of production enterprises affects the economic benefits of

*通讯作者。

enterprises. Different suppliers have different supply characteristics. Therefore, the selection of suppliers is an important issue for enterprises. In this paper, the quantity of supply, the ability to meet the supply and the type of supply are selected as the evaluation indicators, and then the weight of each indicator is calculated by using the entropy method, and the comprehensive evaluation linear model of supplier selection based on the entropy method is established. The final results show that the model can effectively make comprehensive evaluation for different suppliers and make corresponding choices for enterprises on the three indexes of supply quantity, satisfaction ability and supply type.

Keywords

Entropy Value Method, Supplier Selection, Evaluation Index, Linear Model

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

在市场经济的浪潮中，随着人类对于物质的不断追求，生产类企业占领的市场份额越来越大，这使得社会对于生产类企业的发展关注度越来越高[1]。而对于生产类企业来说，如何保证原材料供应的持续稳定且满足需求是对生产控制的一个关键。由于不同的供应商具有不同的特点，同种原材料可以由不同的供应商进行供应，相应的成本也会不同，因此企业生产对于不同供应商的选择具有重要意义。原材料的采购过程不仅是一个原材料购买的过程，更涉及到产品的质量、配送成本、产品价值以及后续新产品开发优势等多个方面，企业与供应商建立的是长期的紧密合作关系。优质的供应商不仅可以保证企业生产经营的正常运行，更能为企业避免因缺货、配送滞后等问题带来的损失，在帮助企业提升利润空间的同时提升企业产品竞争力和生存力[2]。但在现代社会中，可提供给企业进行供应商选择的信息量往往是庞大且多样化的，所以需要合理的方法，建立数学模型利用有效信息进行企业对供应商的选择研究。

供应商的选择是一项复杂的工作，其影响因素复杂，选择标准多样化[3]。同时供应商的选择期望是动态变化的，仅从单个指标，单个层次，或一般的评价方法是很难做出准确合理的决策[4]。因此对于供应商的评价应在满足评价设置原则[5]的条件下，选择多个指标进行综合评价。目前广泛运用于供应商选择的方法为层次分析法[6] [7]，层次分析法虽有系统性，简洁性等优点，但该方法在供应商于某一指标上的得分趋于相同导致该指标的鉴别能力降低时，层次分析法确定的指标权重无法及时反映这一变化[8]。熵值法得到的权重可以作为各种指标在竞争意义上的相对重要程度系数，从为决策者提供信息的视角来看，熵值法确定的权重表示指标在评价体系中提供的有效信息量的比例，即可对问题做出更可靠的评价[9]。

以上研究表明，供应商的评价指标选择需要通过合理的方法进行量化分析，同时根据实际情况选择适当的方法求出权重，最终做出相应的供应商选择决策。然而，目前根据熵权法进行供应商选择的研究较少。本文为方便后续研究及成果推广，以 402 家供应商的数据为例，通过熵权法结合线性模型，得到了反映保障企业生产重要性的多指标线性模型，并在此基础上确定了 50 家优先选择的供应商。

2. 预备知识

2.1. 熵值法的基本原理

在信息论中, 信息熵是系统无序程度的度量[10]。一个指标中包含的信息量越多, 不确定性就越小, 因此熵值就越小, 反之, 熵值越大。根据熵的特性, 我们可以通过计算熵值来判断一个事件的随机性及无序程度, 也可以用熵值来判断某个指标的离散程度, 指标的离散程度越大, 该指标对综合评价的影响也就越大。针对这种特性, 可以用熵值带的信息来判断一个指标的重要性程度, 从而计算出各指标权重, 为多指标综合评价提供依据[11]。熵值法的优点在于避免了传统赋值法极强的主观性, 能够从客观上确定权重[12]。基本流程如下:

步骤一: 在原始数据中, 选取得到 n 个样本, m 个指标后, 首先对数据进行标准化处理, 处理原则为异质指标同质化, 由于各指标的计量单位不同, 因此在使用它们计算综合指标前, 我们需要先对其进行标准化处理, 即将指标的绝对值转化为相对值, 从而解决各项不同质指标值的同质化问题。此处以正向指标为例:

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_{1j}, \dots, x_{nj}\}}{\max\{x_{1j}, \dots, x_{nj}\} - \min\{x_{1j}, \dots, x_{nj}\}}$$

步骤二: 对数据标准化之后, 在 n 个样本中, 计算第 i 个样本的第 j 项特征指标占该指标的权重:

$$p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^n x'_{ij}}$$

其中, x'_{ij} 表示标准化后第 i 个样本的第 j 项特征指标, p_{ij} 表示第 i 个供应商的第 j 项特征指标的比重。

步骤三: 计算该项指标的熵值:

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

其中, $k = \frac{1}{\ln n}$, n 为样本数量, e_j 表示第 j 项特征指标的熵值。

步骤四: 运用熵值计算信息冗余度

$$d_j = 1 - e_j$$

其中, d_j 表示第 j 项特征指标的信息熵冗余度。

步骤五: 运用信息冗余度计算各项指标的权重:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}$$

其中, w_j 表示第 j 项特征指标的权重。

最终可通过上述方法得到各样本相应指标的权重, 根据权重可进行样本之间的比较。

2.2. 供应商信息

通过资料的收集与选取, 本文得到了近 5 年 402 家供应商的不同材料类型的每周供货量, 以及相应企业的不同材料类型的每周订货量, 还有不同种类原材料的生产信息以及成本耗费等等。

2.3. 评价指标的选取

由于不同的供应商有着许多各自的特点，所以在选取评价指标方面应当多样化。指标的选取需要兼顾系统全面性，简明科学性，稳定可比性，针对性，可操作性等原则，合理地针对不同的供应商选择最能反映其供货重要性的指标[3]。根据上述原则结合供应商实际情况，本文选取了供货数量、满足能力和供货种类这三项指标，其中供货数量是指供应商对企业所需原材料近五年的总供给数量；满足能力是指供应商对原材料的供货量与企业对原材料的订购量差的绝对值；供货种类影响指 A、B、C 三种种类的原材料。

3. 模型的建立与求解

3.1. 供货特征重要程度指标的选择

为得到供应商对企业的重要程度，我们对 402 家供应商的供货特征进行量化分析。首先，我们在供应商的供货特征中选取供货数量、满足能力和供货种类这三项指标。其中供货数量是指供应商对企业所需原材料近五年的总供给数量；满足能力是指供应商对原材料的供货量与企业对原材料的订购量差的绝对值；供货种类指 A、B、C 三种种类的原材料，上述三项指标可以最大限度的反映供应商对企业的重要程度。

3.2. 多指标综合评价模型的建立

在原始数据中选取供货商供货特征的各项特征指标并进行量化后，下一步需确定各种特征指标的权重。现有 3 项特征指标，每项特征指标有 402 个样本，则设 x_{ij} 为第 i 个供应商的第 j 项特征指标。 $(i=1,2,\dots,n; j=1,2,\dots,m)$ 。

利用熵值法确定各特征指标的权重。由于三项指标的量纲不同，故在将三项特征指标综合成供应商对企业的重要性分值前，需要先对这三项特征指标进行标准化处理，即将指标的绝对值转化为相对值。正向指标代表向前或向上发展、增长的指标，指标值越大，评价越好。考虑到本文所选取的指标具有正向效应，故此我们采用正向指标进行转化，如下公式所示：

$$x'_{ij} = \frac{x_{ij} - \min\{x_{1j}, \dots, x_{nj}\}}{\max\{x_{1j}, \dots, x_{nj}\} - \min\{x_{1j}, \dots, x_{nj}\}}$$

在根据上式对原始数据进行标准化之后，下一步计算第 i 个供应商的第 j 项特征指标占该指标的比重：

$$p_{ij} = \frac{x'_{ij}}{\sum_{i=1}^n x'_{ij}}$$

其中， x'_{ij} 表示标准化后第 i 个样本的第 j 项特征指标， p_{ij} 表示第 i 个供应商的第 j 项特征指标的比重。

在得到第 i 个供应商的第 j 项特征指标的比重之后，进而根据下式运用比重得出第 j 项特征指标的熵值：

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

其中参数 $k = \frac{1}{\ln n}$ ， n 为样本数量。 e_j 表示第 j 项特征指标的熵值，且满足 $e_j \geq 0$ 。

在得到熵值之后，利用熵值计算信息熵冗余度：

$$d_j = 1 - e_j$$

其中, d_j 表示第 j 项特征指标的信息熵冗余度, 信息熵冗余度越大, 则代表企业在选择供应商时, 受该项指标的影响就越大, 反之越小。再根据多元线性模型给三项特征指标供货数量、满足能力、供货种类影响分别赋予权重 w_1 、 w_2 、 w_3 。利用信息冗余度计算各项指标的权重:

$$w_j = \frac{d_j}{\sum_{j=1}^m d_j}$$

其中, w_j 表示第 j 项特征指标的权重。由分析可知, 供货数量与供应商对企业的重要性分值成正相关关系, 满足能力、原材料所需生产成本与供应商对企业的重要性分值成负相关关系。综合考虑权重与特征指标的关系之后, 将权重代入方程中得到反映企业生产重要性的综合评价线性模型如下所示:

$$Y_i = w_1 x_{i1} - w_2 x_{i2} - w_3 x_{i3}$$

最后, 将标准化处理后的第 i 个供应商的第 j 项特征指标数据代入即可得到供应商对企业的重要性分值。

3.3. 模型的求解

通过 MATLAB 软件, 运用熵值法编程, 得出三项特征指标的权重分别为 $\omega_1 = 0.3978$, $\omega_2 = 0.4213$, $\omega_3 = 0.1809$ 。则反映企业生产重要性的综合评价的线性模型为:

$$Y_i = 0.3978x'_{i1} - 0.4213x'_{i2} - 0.1809x'_{i3} \quad (1)$$

将数据代入得出供应商对企业的重要性分值后, 将分数进行排名后结果见表 1。

Table 1. The 50 most important suppliers and ranking
表 1. 50 家最重要的供应商及排名

排名	供应商 ID	排名	供应商 ID	排名	供应商 ID
1	S229	18	S395	35	S208
2	S361	19	S247	36	S340
3	S151	20	S037	37	S291
4	S282	21	S374	38	S189
5	S275	22	S126	39	S154
6	S329	23	S284	40	S218
7	S140	24	S365	41	S007
8	S356	25	S080	42	S005
9	S268	26	S294	43	S078
10	S306	27	S086	44	S266
11	S194	28	S244	45	S123
12	S348	29	S210	46	S314
13	S352	30	S074	47	S129
14	S143	31	S003	48	S239
15	S201	32	S114	49	S157
16	S108	33	S273	50	S245
17	S307	34	S292		

通过将各指标数据代入模型，得出各供应商的综合评价分值，从中选取排名前 50 的供应商作为最重要的供应商。该综合评价分数从供货数量、满足能力、供货种类影响三个方面全面的反映了供应商的重要性程度，且从已有数据上进行观察对比发现，选取的该 50 家企业具有良好的供应效果，说明我们的结果与事实基本一致，模型假设合理，模型处理结果较为准确。其中个别供应商与我们通过模型进行预测所得结果不一致，说明在考虑供应商重要性时，除了上述三大主要指标之外，还有其他需要考虑的余地。

Table 2. Number of different raw material suppliers in 50 suppliers
表 2. 50 家供应商中不同种类原材料供应商的数量

原材料种类	供应商数量
A	23
B	3
C	24

在供应商信息中，我们已知企业生产 1 立方米的产品需要 A 类原材料 0.6 立方米，或 B 类原材料 0.66 立方米，或 C 类原材料 0.72 立方米，同时 A 类和 B 类原材料的采购成本比 C 类原材料高 20% 和 10%。由表 2 可得，根据模型(1)所得出来的 50 家最重要的供应商中，大部分供应商选择供应 A 与 C 类原材料，猜想原因可能为由于 A 类原材料利用充分，企业购买数量多，C 类原材料成本低，企业采购耗费少。

由图 1 可得，在确定了原材料的供应种类之后，所提供的材料越多，证明该家供应商在供应商市场中，受到许多生产企业的青睐，订单需求量大大增加，从而导致了提供原材料供货量大大提升。在根据模型所求解出来的 50 家企业中，相较于其余提供同种类原材料供货商，供货量远远大于其余供货商，成为许多企业采购原材料的首选。同时也可以发现，在考虑了不同供货种类的情况下，企业所做的选择也会发生改变。

在考虑了供货种类，供货量之后，对于每一家独立的企业能否满足其生产需求也是选择供应商需要考虑的很重要的一点。由图 2 可得，模型所求解出的 50 家企业中，大部分企业具有满足企业生产需求的能力，少数供应商无法满足企业生产需求，但由于其供货量与供货种类的缘故，也成为企业的优先选择。

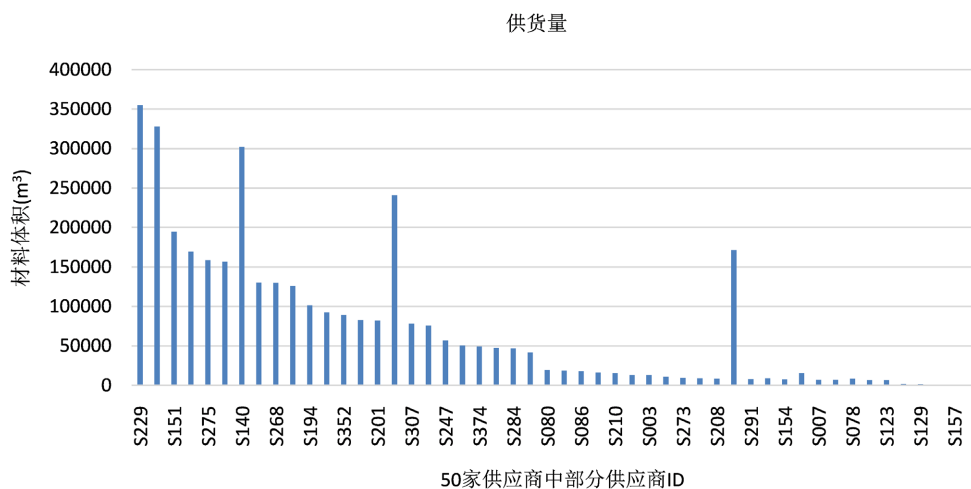


Figure 1. Total supply of some 50 suppliers in recent five years

图 1. 50 家供应商中部分供应商近五年的供货总量

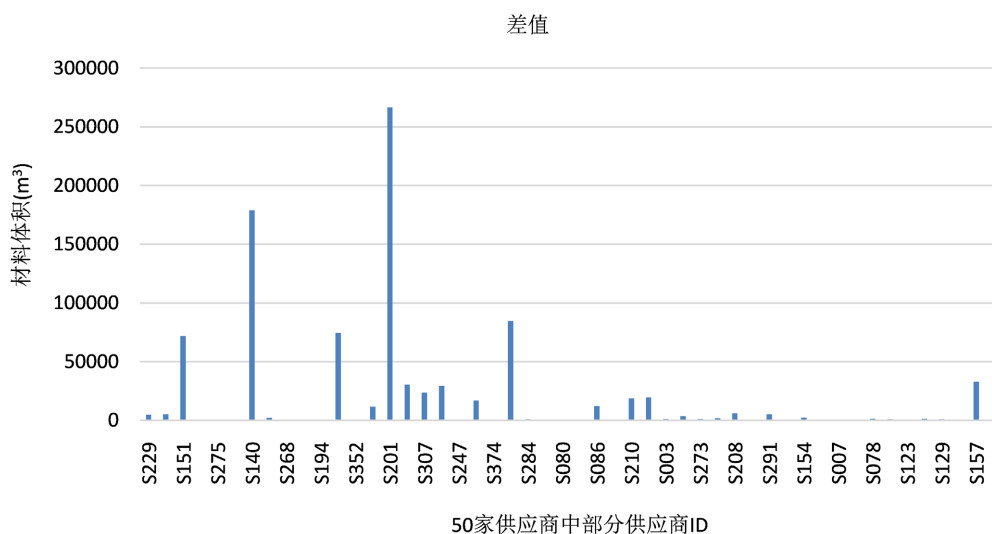


Figure 2. Absolute difference between enterprise order quantity and supplier supply quantity of some 50 suppliers in recent five years

图 2. 50 家供应商中部分供应商近五年的企业订货量与供应商供货量之差绝对值

4. 结论

本文针对企业的原材料供应商选择问题，分析了传统方法在一定程度上的不足并结合实际选取合适的指标建立了对于原材料供应商选择的多指标线性模型。该模型结合 402 家企业每周供货量的标准化数据，利用熵值法确定各供应商对于企业生产重要性的权重，并通过线性模型进行综合评价。模型结果与实际情况对比发现，所选取的 50 家企业在供货数量，满足能力，供货种类三项指标上相对于其他企业具有明显优势，成为许多企业的第一选择。这说明，模型在该三项指标上，对供应商的预测效果较好，可以进行推广。事实上，本文选取的指标数量有限，反映供应商特征的重要程度还有一定的不足，后续应用中可适当增加评价指标，建立更全面，更完善的供应商选择模型。

基金项目

中央高校基本科研业务费专项资金项目 2021NYYXS64。

参考文献

- [1] 崔宁. 生产类企业的产量经济效益分析及研究[J]. 价值工程, 2010, 29(22): 32-33.
- [2] 周永生, 黄昊. 企业原料采购中的供应商选择研究[J]. 现代商业, 2012(2): 60-61.
- [3] 王沙沙. 信息化背景下分析现代供应链管理中供应商的评价与选择[J]. 科学与信息化, 2017(23): 145-146.
- [4] 贺巍巍, 郑力, 高本河. 供应商选择多层次熵权综合评价法研究[J]. 北京交通大学学报(社会科学版), 2007, 6(3): 34-38.
- [5] 孙力. 试论化工企业生产资料供货商评价指标体系的构建[J]. 商场现代化, 2009(10): 95.
- [6] 王景恒, 王春芝. 物流系统供货商选择的 AHP 评价与决策方法[J]. 长春理工大学学报, 2003, 26(3): 63-66.
- [7] 李旭宏, 韩世莲. 基于模糊层次分析法的多人物流供货商选择模型[J]. 公路交通科技, 2006, 23(3): 155-158, 166.
- [8] 孙彪彪, 苏喜友. 基于 AHP/熵值法/TOPSIS 算法的供应商选择决策方法[J]. 信息系统工程, 2014(7): 127-130.
- [9] 安立军, 郝建林, 张岩, 等. 基于模糊熵值法的装备制造企业物流供应商选择[J]. 物流技术, 2014, 33(1): 156-158.
- [10] 谢玖琪, 林涛, 王杰. 基于熵权和 TOPSIS 法对工程材料供应商选择的评价研究[J]. 价值工程, 2010, 29(35):

49-50.

- [11] 陈泽云. 熵值法的船舶电子商务物流供应链评价[J]. 舰船科学技术, 2020, 42(24): 199-201.
- [12] 刘秋华, 徐莞, 陈洁. 基于因子分析法和熵值法的我国可再生能源配额分配研究[J]. 科技管理研究, 2020, 40(9): 222-227.