

基于改进模糊综合评价法的电力供应商评价模型^①

刁柏青¹, 张伟昌¹, 王中龙², 赵龙刚¹

¹(国网山东省电力公司, 济南 250001)

²(国网泰安供电公司, 泰安 271000)

摘要: 为了有效提高电力物资供应商评价的有效性和合理性, 设计了一种基于改进模糊综合评价法的供应商评价模型, 首先, 在现有供应商评价的基础上引入企业社会责任维度, 构建了包含组织因素、产品因素、供货因素、售后因素及社会责任的综合评价指标体系; 其次, 为了避免传统模糊综合评价法主观因素赋权的不足, 采用层次分析法+因子分析法 (AHP+FA) 改进其权重计算方式; 最后, 通过算例分析验证了评价模型的适用性, 可为电力公司招投标管理及运营决策提供参考意义。

关键词: 模糊综合评价法; 层次分析法; 因子分析法; 电力供应商; 社会责任

引用格式: 刁柏青, 张伟昌, 王中龙, 赵龙刚. 基于改进模糊综合评价法的电力供应商评价模型. 计算机系统应用, 2018, 27(5): 226-231. <http://www.c-s-a.org.cn/1003-3254/6317.html>

Power Supplier Evaluation Model Based on Improved Fuzzy Comprehensive Evaluation Method

DIAO Bai-Qing¹, ZHANG Wei-Chang¹, WANG Zhong-Long², ZHAO Long-Gang¹

¹(State Grid Shandong Electric Power Company, Jinan 250001, China)

²(State Grid Taian Power Supply Company, Taian 271000, China)

Abstract: In order to effectively improve the effectiveness and rationality of the power supplier evaluation, this study designs a supplier evaluation model based on improved fuzzy comprehensive evaluation method. First of all, based on the present situation of supplier management, we construct the index system including organization factor, product factor, supply factor, after-sale factor, and social responsibility. Secondly, in order to avoid the subjectivity of the traditional fuzzy comprehensive evaluation method, AHP+FA combination weighting method is adopted to improve the weight calculation method. Finally, the applicability of the evaluation model is verified by the example analysis, which can provide reference for the bidding management and operation decision-making of power companies.

Key words: fuzzy comprehensive evaluation; AHP; FA; power supplier; social responsibility

随着电网建设规模的不断扩大以及智能电网建设的逐步开展, 对电网企业的物资采购工作及物资集约化管理提出了更高的要求, 为了进一步提升公司运行效率效益, 强化物资供应保障能力, 提高物力集约化管理水平, 进行供应商行为分析及供应商综合评价具有一定的现实意义^[1]。

电力企业作为国民经济支柱产业, 肩负着履行社会责任的重任, 其指标体系的构建应在传统供应商全寿命周期的基础上, 综合考虑其社会责任维度指标^[2];

另外, 由于电力企业供应商具有种类繁多、行业分布广、供应商差异大等特点, 造成供应商关系管理难度加大。现有的理论研究比较侧重于指标体系的构建以及运用综合评价法对供应商进行综合评价, 但是基于社会责任角度对电力企业供应商评价研究还比较少^[3], 当前国网已经制定了各类型物资的评价指标体系, 但是未能实现评价结果与招投标管理的有效联动, 因此, 需要构建一个完善的供应商综合评价模型^[4]。

目前, 国内外围绕供应商评价已经做了较多的研

^① 基金项目: 国家自然科学基金 (71071089); 国家电网公司科技项目 (520609170001)

收稿时间: 2017-08-13; 修改时间: 2017-08-31; 采用时间: 2017-09-11; csa 在线出版时间: 2018-04-23

究工作, 不仅包括评价指标体系的构建, 还包括评价方法的创新, 主要涉及多元判别分析法 (MDA)、模糊综合评价法、灰色聚类三角函数法、神经网络和支持向量机等^[5-9]. 文献[5]Chijoriga 利用 MDA 对坦桑尼亚商业银行进行了信用评分研究, 但是其自变量的假设条件在实际中难以满足; 文献[6]Ohlson 首次将 LRA 引入到信用分线评估领域, 有效解决了定性指标分类问题, 然而其对定量指标的处理上存在不足; 文献[7]采用 MDA 对银行信用进行风险评估, 但是多元判别分析的自变量有严格的假设前提, 其在现实中的泛化能力较差; 文献[8]提出基于主成份聚类的智能电网建设评价方法, 以主成份分析评价价值和因子载荷矩阵聚类分析, 采用横向对比策略降低了问题的复杂度, 并验证了该方法的有效性; 文献[9]在新电力市场格局下构建 SDN 评价指标体系, 并提出基于协同群决策的综合评价模型, 采用组合加权平均算子对个体偏好进行集结, 通过信息交互和意见权重的动态调整, 实现参与个体与群体利益的协调一致, 该方法对决策主体类型和分布有一定的依赖性.

纵观前人的研究可以发现, 他们更多采用清晰透明、易量化的数据对供应商进行综合评价, 其结果忽略了供应商评价中的模糊性和不确定性. 相比较而言, 模糊综合评价法将模糊数学思想引入到综合评价中, 具有结果清晰、系统性强的特点, 较好的解决了模糊指标的量化问题, 以及指标隶属程度度量问题, 对于电力供应商综合评价问题具有较好的适用性. 鉴于此, 本文从电力供应商管理实际现状出发, 引入企业社会责任因素, 设计了供应商综合评价指标体系, 并构建了基于改进模糊综合评价法的电力供应商评价模型, 最后通过算例分析验证了模型的有效性和可行性.

1 供应商综合评价指标体系

1.1 指标体系的构建原则

电力企业供应商评价对于电力公司供应商管理、招投标管理及物资管理等环节至关重要, 供应商综合评价指标选取应反映出供应商的综合实力, 指标的选取应遵循“全面性、典型性、独立性、实用性”等原则.

(1) 全面性. 要求指标的选取应从供应商行为的多个维度出发, 依据评价目标全面寻找供应商指标, 反映出供应商的特点和综合实力信息.

(2) 典型性. 供应商评价往往涉及较多指标, 全部选择会过于冗余, 因此选择的指标应具备一定的典型

性, 能够代表供应商某一簇类的特征.

(3) 独立性. 指选取的指标应相互独立, 能够独立反映供应商某一特征的信息量, 若指标相关容易造成信息丢失和信息重叠.

(4) 实用性. 指选取的指标应具有一定的实际意义, 对现实的供应商管理有一定的指导意义, 选取的指标应从供应商管理现状出发, 寻找影响供应商评价的关键指标.

1.2 评价指标体系的设计

评价指标体系的构建是电力供应商综合评价的重要前提, 当前电力供应商评价指标体系主要依据供应链管理及供应商行为理论构建, 徐冶秋^[10]结合国网电力物资采购及供应商管理的实际要求, 从供应链管理的各个环节出发构建了电力供应商评价指标体系, 提高了供应商评价的有效性; 夏虹^[11]等引入企业社会责任维度构建了企业全新评价指标体系, 反映了社会责任考核对传统大型支柱企业的重要性. 本文在此基础上, 引入企业社会责任维度, 综合考虑了电力企业物资供应商的组织因素、产品因素、供货因素、售后因素和社会责任五大因素, 并通过专家调研法和头脑风暴法构建了相应的二级细分指标, 相应的指标体系见图 1.



图 1 供应商综合评价指标体系

(1) 组织因素. 供应商组织因素主要包含企业基本情况、资质能力、盈利能力、财务风险等方面的指标,

综合反映了供应商组织自身的综合实力,本文选取资产总额、合作次数、资质得分、净资产收益率、资产负债率五个细分指标反映供应商组织因素,其中,资质得分通过单项资质得分求和得出。

(2) 产品因素. 主要涉及产品质量和研发能力两个方面,产品质量选择供应商产品抽检合格率情况,产品研发能力通过高级职称技术人员占比和奖项及专利得分反映。

(3) 供货因素. 从合同签订、供货能力、履约情况等维度选择细分指标,包含合同签订及时性、供货完整性、三单(配送验收单、投运单、质保单)合格率等指标,供货完整性表示实际供货量与合同内应完成量的比值。

(4) 售后因素. 售后因素反映了供应商的售后服务能力,主要包含服务合格率和售后网点数两个指标,服务合格率表示服务良好次数与总次数的比值,供应商的售后网点数一定程度上可以反映其售后服务能力。

(5) 社会责任. 电力企业作为关系国民经济命脉的大型能源企业,有权利和义务带头履行社会责任,进而推动整个社会向前发展,本文选取上缴利税总额、就业岗位增加数、慈善公益支出值等细分指标。

2 基于改进模糊综合评价法的供应商评价模型

2.1 改进模糊综合评价法基本思想

为了解决定性指标量化及指标隶属度度量问题,引入模糊数学理论,采用模糊综合评价法进行供应商评价分析. 模糊数学理论最早由美国自动控制专家查德(L. A. Zadeh)提出,用于研究事物的模糊现象. 模糊综合评价法是以模糊数学为基础,针对事物概念边界不明确的情况,引入隶属度的概念,将事物的评价指标概念定量化,从多个维度评价对目标进行综合评价的方法^[12]。

改进模糊综合评价法以模糊综合评价理论及综合赋权法思想为基础,改进传统权重计算方法,在赋权过程中综合考虑指标计算的主观性和客观性,采用层次分析法和因子分析法计算指标综合权向量,并依据模糊综合评价法进行供应商评价的过程. 下文首先介绍改进算法中,基于AHP+FA的权向量的计算,其次详细介绍改进模糊综合评价法的具体步骤。

2.2 基于AHP+FA的综合权向量确定

传统的模糊综合评价法中采用层次分析法(AHP)计算指标权重,赋权过程存在较强的主观性,未反映出数据本身所携带的信息,鉴于此,文章综合考虑指标权重的主观性和客观性,在AHP基础上引入因子分析法(Factor Analysis, FA)来计算指标客观权重,即采用AHP+FA(层次分析法+因子分析法)计算指标的综合权重,有效提升了模型的准确性和适用性. 具体权重计算过程如下所示:

(1) 主观权重计算(AHP)

1) 构建递阶层次指标体系. 对电力物资供应商各评价指标进行分析,得到具有递阶层次特征的供应商评价指标体系。

2) 构造判断矩阵. 采用专家打分法,对隶属于同一层次的指标关于其对应的上一层指标的重要性进行两两比较,并采用国际通用的1-9标度进行重要性判断(1, 3, 5, 7, 9),判断矩阵群为:

$$\{A_l | A_l = [a_{ij}]_{n \times n}^l \} (l = 1, 2, \dots, m) \quad (1)$$

m 为专家的个数, n 为判断矩阵的阶数。

3) 权重计算. 采用几何平均近似法计算最大特征值和特征向量,权重向量为:

$$\bar{w}_i = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n a_{ij}} \quad (2)$$

对向量 $\bar{w}_i = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \dots, \bar{w}_n)^T$ 做归一化处理:

$$w_i^1 = \frac{\bar{w}_i}{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (3)$$

4) 一致性检验. 依据上步得出的指标相对权重,进行一致性检验,判断依据为 $RI < 0.1$ 。

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(Aw)_i}{nw_i} \quad (4)$$

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}, RI = \frac{CI}{RI} \quad (5)$$

(2) 客观权重计算(FA)

1) 基于上文构建的指标体系,并采集电力物资供应商样本数据,并进行标准化处理,形成原始指标数据集:

$$\{c_{i1}, c_{i2}, \dots, c_{im}\}, \text{其中 } i = 1, 2, \dots, m \quad (6)$$

2) 提取公因子,通过协方差矩阵,计算特征值和特

征向量,根据方差贡献度提取主因子,通常选取累计方差贡献度大于80%。

3) 因子旋转及因子解析,通过因子旋转方法差异化公因子的因子载荷系数,增强关键因子解释力,因子旋转选取方差最大化正交旋转。

4) 确定指标权重 w_j^2 ,计算各因子得分,一般可采用极大似然和最小二乘法对因子得分进行估计, β_j 为各指标的得分。

$$w_j^2 = \frac{\beta_j}{\sum_{j=1}^n \beta_j} \quad (7)$$

(2) 综合权向量计算公式

依据上文计算的主观权重和客观权重,采用归一法进一步确定各指标的综合权重 $W=\{w_1, w_2, \dots, w_n\}$ 。

$$w_j = \frac{w_j^1 \times w_j^2}{\sum_{j=1}^m w_j^1 \times w_j^2} \quad (8)$$

2.3 改进模糊综合评价法算法步骤

改进模糊综合评价法在考虑多种因素的影响下,综合考虑事物的主观性和客观性计算指标权重,并采用模糊数学思想对事物进行综合性评价,算法流程如下:

(1) 建立评价因素论域。目标层论域 U 表示为 $U=\{u_1, u_2, \dots, u_m\}$,其中 m 表示目标层下准则个数,准则层论域表示为 $B=\{b_1, b_2, \dots, b_n\}$,其中 n 表示为准则层下指标因素的个数。

(2) 确定备择评语集。对综合得分进行分级处理,采用国际上通用的“九级制”评级符号体系,各等级设置为[AAA,AA,A,BBB,BB,B,CCC,CC,C]。

(3) 建立模糊评判矩阵。确定因素集各指标在备择评语集下的指标隶属程度,称为隶属函数 $k(x)$,正指标和负指标的隶属度计算公式为:

$$k(x) = \frac{b - b_{j+1}}{b_j - b_{j+1}}, b_{j+1} < b < b_j \quad (9)$$

$$k(x) = \frac{b_{j+1} - b}{b_{j+1} - b_j}, b_j < b < b_{j+1} \quad (10)$$

其中, b_j 和 b_{j+1} 分别为准则论域集实际值相邻的两个等级界限值,得到对 j 级评语集的隶属度为 $k(x)$,对 $j+1$ 级评语集的隶属度为 $1-k(x)$,对其余7个级别的隶属度则全为0,由隶属度向量组成模糊评判矩阵 K 。

(4) 权重计算。依据上文2.2章节所述方法,采用AHP+FA算法确定指标综合权向量。

(5) 计算模糊综合评价向量 P 。

$$P = W \times K \quad (11)$$

(6) 计算综合评价值 S ,其中, D 为各等级标准得分,依据综合评分将供应商综合能力分为不同的等级。

$$S = P \times D \quad (12)$$

3 实例分析

本实例利用国网某网省公司电能表物资供应商数据对本文方法进行验证。选取2017年1月至2017年3月中标的12家供应商为分析对象,依据上文构建的评价指标体系,共收集了12家电能表供应商16个二级指标明细数据,所有的数据均来自公司电子商务平台系统(ECP)和企业资源管理系统(ERP)。各供应商指标明细数据如下表所示。

采用AHP+FA综合赋权法计算各指标的综合权向量,AHP层次分析法中邀请相关电力专家构建各指标判断矩阵,并采用几何平均法计算特征向量归一化得到主观权重;因子分析法中主因子的选择标准为累计方差贡献度大于85%,由因子载荷矩阵可以发现,因子载荷系数在各指标上的差异较小,则采用正交旋转方差最大化进行因子旋转,增强了关键因子的解释力,最后依据综合权重计算公式得出各指标的综合权重见表1。

表1 供应商指标体系综合权重

指标名称	主观权重(%)	客观权重(%)	综合权重(%)
资产总额	6.26	4.83	4.76
合作次数	6.72	5.73	6.06
资质得分	7.10	7.72	8.62
净资产收益率	4.56	5.17	3.71
资产负债率	2.27	3.85	1.37
产品合格率	14.12	7.31	16.25
高级技术人员占比	3.38	7.86	4.19
奖项及专利	5.49	6.70	5.79
合同签订及时性	1.55	3.32	0.81
供货完整性	12.23	4.95	9.53
三单合格率	4.29	5.64	3.81
服务合格率	13.82	5.83	12.68
服务网点数	1.34	7.45	1.58
上缴利税总额率	6.18	6.90	6.72
就业岗位增加数	5.88	8.60	7.96
慈善公益支出	4.80	8.15	6.16

针对采集到的数据进行预处理,依据九级标度计算各指标的九级评价标准值,并计算各指标值在各指标评价标准值上的隶属度,以第一家供应商为例,资产总额的九级评价标准为(308 745.23, 272 111.89, 235 478.5, 198 845.19, 162 211.84, 125 578.49, 2588 945.15, 52 311.79, 15 678.45),该供应商资产总额为16 024.56,其位于C和CC两个等级之间,则依据公式(9)求得隶属度 K_1 为0.99, $K_2=1-0.99=0.01$,其他等级隶属度为0,则该供应商资产总额的隶属度向量为(0, 0, 0, 0, 0, 0, 0, 0.01, 0.99),同理,可以计算出该供应商在各指标上的隶属度矩阵K见表2.

针对第一家供应商,依据计算的各指标权重以及各指标值关于九级标度的隶属度矩阵,可通过式(11)计算出该供应商在九级标度上的模糊综合评价向量 P ,本文设置九级标度分值为[100,90,80,70,60,50,

40,30,20],最终可以得到该供应商的综合得分为72.95. 计算该供应商的模糊综合评价向量 P 见表3.

表2 第一家供应商的隶属度矩阵

	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	CC	C
0	0	0	0	0	0	0	0	0.01	0.99
0	0	0	0	0	1	0	0	0	0
0	0	0	0.44	0.56	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.33	0.67	0	0	0	0
0	0	0	0	0.11	0.89	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.714	0.286	0	0	0	0	0	0
0	0	0.6	0.4	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0.24	0.76	0	0	0	0	0	0	0	0
1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0.33	0.67	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0.43	0.57	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0.37	0.63	0
0	0	0	0	0	0	0	0.6	0.4	0

表3 第一家供应商的模糊综合评价向量

标度	AAA	AA	A	BBB	BB	B	CCC	CC	C
分值	0.401	0.029	0.070	0.084	0.152	0.075	0.067	0.076	0.048

该供应商的最终得分为 $S=P*D$: 72.95. 同理,可以求得所有供应商的最终得分,如下表所示. 为了更加形象的表示各供应商评价等级,用向量[AAA,AA,A,

BBB,BB,B,CCC,CC,C]来表示九个等级,可以依据供应商得分对其进行评级,可知该供应商的等级为A. 各供应商综合评分及等级情况见表4.

表4 各供应商综合评分及等级

等级	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
评分	72.95	74.30	31.90	53.86	91.77	46.59	54.76	55.12	47.61	54.68	63.34	72.40
标度	A	A	CCC	BB	AAA	B	BB	BB	B	BB	BBB	A

由表4可知,12家供应商综合能力情况整体偏低,其中,评级为AAA和A的供应商共有4家,评级在BB-BBB之间的有8家,评级为B的有2家,分别为供应商6和9,评级为CCC的有1家,为供应商3. 针对评级较低的供应商进一步分析,以供应商3为例,发现其评分较低的主要原因为产品合格率和服务合格率较低,仅分别为78%和89%,且慈善公益支出为0,因此,若该供应商想要在下次招标中胜出,就需要从这三个方面着手,提高产品合格率和服务质量,增加公益支出,较好的履行企业社会责任.

相较于传统模糊综合评价法权重确定主观性较强的缺点,本文采用AHP+FA计算指标权重,既考虑了群体专家综合知识的主观性,增加了系统的多样性,又

考虑了指标数据的实际性和客观性,修正了传统模糊综合评价法的不足,使得整个评价系统更加的合理.

4 结语

文章在传统模糊综合评价法的基础上,设计了基于改进模糊综合评价法的电力供应商综合评价模型,首先,以企业社会责任角度为创新点,综合考虑企业组织因素、产品因素、供货因素和售后因素构建评价指标体系;然后,在指标权重的计算过程中综合考虑群体主观性和评价系统的客观性,采用AHP+FA计算指标的综合权重,并引入模糊数学方法计算供应商的综合得分;最后通过算例分析验证了模型的有效性和实用性. 本文依据供应商综合得分将供应商划分为9个不

同的等级,可为电力企业招标采购工作提供一定的参考作用,促进电力企业物资集约化管理和运营效益的提升.此外,本文主要研究了基于改进模糊综合评价法的电力供应商评价模型,但是其他行业的适用性还有待进一步认真研究.

参考文献

- 1 张运洲,程路.中国电力“十三五”及中长期发展的重大问题研究.中国电力,2015,48(1):1-5.
- 2 董福贵,张也,尚美美.分布式能源系统多指标综合评价研究.中国电机工程学报,2016,36(12):3214-3222.
- 3 董福贵,刘慧美,贾朝晖.火力发电厂燃煤供应商评价及选择模型.中国电机工程学报,2013,33(2):65-71.
- 4 向利娟,孙跃,胡超,等.基于AHP和FCE的IPTS电磁机构性能评价.中国电机工程学报,2017,37(3):848-856.
- 5 Chijoriga MM. Application of multiple discriminant analysis (MDA) as a credit scoring and risk assessment model. International Journal of Emerging Markets, 2011, 6(2): 132-147. [doi: 10.1108/17468801111119498]
- 6 Ohlson JA. Financial ratios and the probabilistic prediction of bankruptcy. Journal of Accounting Research, 1980, 18(1): 109-130. [doi: 10.2307/2490395]
- 7 涂咏梅.利率市场化对商业银行风险控制影响因素的实证分析.统计与决策,2016,(23):158-161.
- 8 高新华,严正.基于主成分聚类分析的智能电网建设综合评价.电网技术,2013,37(8):2238-2243.
- 9 曾博,李英姿,张建华,等.电力市场新格局下智能配电网规划的综合评价模型及方法.电网技术,2016,40(11):3309-3315.
- 10 徐治秋.电力物资供应商评价与管理研究.现代国企研究,2016,(22):62-63.
- 11 夏虹,黄彩.基于AHP和熵权法赋权的煤炭企业社会责任评价.东华理工大学学报(社会科学版),2014,33(3):209-212.
- 12 孙博,肖汝诚.基于层次分析-模糊综合评价法的桥梁火灾风险评估体系.同济大学学报(自然科学版),2015,43(11):1619-1625. [doi: 10.11908/j.issn.0253-374x.2015.11.002]