

基于组合赋权对 TOPSIS 模型电能质量的评价分析

路蕙宇 刘晓东 付天予 朱星宇
辽宁工程技术大学, 中国·辽宁 葫芦岛 125105

【摘要】随着电价改革的推进, 电能质量评估将成为分质电价的关键依据。本文选用 AHP 以及熵权法对研究对象进行主客观赋权, 运用 TOPSIS 算法进行评分, 最后得出结论。该评价模型利用组合赋权, 避免了单一赋权所带来的弊端, 并将组合赋权与 TOPSIS 模型结合, 并通过实例分析得出结果。

【关键词】组合赋权; TOPSIS; 电能质量

1 模型构建

本文采用组合赋权, 运用 AHP 确定主客观权重, 继而应用熵权法确定客观权重, 将主客观组合形成新的权重, 保证了计算结果的稳健性。

1.1 AHP

AHP 法将评价体系分为目标层, 准则层, 方案层三个层次, 具体步骤如下:



1.2 熵权法

熵权法应用信息熵来确定指标权重, 步骤如下:

①已知评价矩阵 Z: ②对其标准化 ③计算概率矩阵 P ④计算信息熵

$$\begin{pmatrix} a_{11} & \dots & a_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ a_{m1} & \dots & a_{mn} \end{pmatrix} \quad Z_{ij} = a_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2}$$

$$P_{ij} = \frac{Z_{ij}}{\sum_{i=1}^n Z_{ij}} \quad e_i = -\frac{1}{1nn} \sum_{i=1}^n p_{ij} \ln p_{ij} = (p_{ij})$$

⑤计算权重

$$d_j = 1 - e_i$$

$$v_j = \frac{d_j}{\sum_{i=1}^m d_j}$$

1.3 组合赋权

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

以 w_j 代表主客观权重, v_j 代表客观权重, 将组客观权重进行组合赋权, 以确保结果的稳健性。

1.4 TOPSIS 模型

①将原始矩阵正向化 ②标准化去量纲

$$\text{极小型: } Z_{ij} = a_{ij} / \sqrt{\sum_{i=1}^n a_{ij}^2} \quad \min = \max - x$$

③进行归一化

定义最大值:

$$Z^+ = (\min\{z_{11} \dots z_{n1}\}, \dots, \min\{z_{1m} \dots z_{nm}\})$$

定义最小值:

$$Z^- = (\min\{z_{11} \dots z_{n1}\}, \dots, \min\{z_{1m} \dots z_{nm}\})$$

最大距离:

$$D_i^+ = \sqrt{\sum_{j=1}^m W_j (Z_j^+ - z_{ij})^2}$$

最小距离:

$$D_i^- = \sqrt{\sum_{j=1}^m W_j (Z_j^- - z_{ij})^2}$$

得到总评分为:

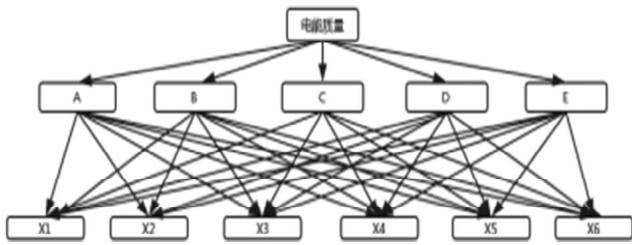
$$S_i = \frac{D_i^+}{D_i^+ + D_i^-}$$

2 案例分析

本文以文献[1]A, B, C, D, E 五个观测点为数据, 本文观测了电能指标的六个数据, x_1-x_6 , 分别为 x_1 电压偏差, x_2 三相不平衡指标, x_3 电压波动, x_4 电压谐波畸变率, x_5 频率偏差 x_6 供电可靠性。五个观测点的电能质量如下

指标	A	B	C	D	E
X1	3.21	6.68	4.35	5.33	4.22
X2	0.83	0.36	1.35	1.74	1.83
X3	0.473	0.847	0.634	0.826	0.828
X4	1.72	4.28	2.67	3.36	5.57
X5	0.092	0.156	0.118	0.179	0.189
X6	0.17	0.24	0.20	0.26	0.24

首先采用层次分析法得到主客观权重, 本模型评价结构如下:



$w_j = [0.250, 0.112, 0.0092, 0.325, 0.172, 0.049]$

运用熵权法进行客观赋权, 求得的权重为

$V_j = [0.1351, 0.2029, 0.3269, 0.1339, 0.2062, 0.0051]$

将二者进行组合赋权, 得到的权重为:

$W_j = [0.1915, 0.1391, 0.1841, 0.2664, 0.2171, 0.0015]$

	主观权重	客观权重	组合权重
X1电压偏差	0.250	0.1251	0.1915
X2三相不平衡指标	0.112	0.2029	0.1391
X3电压波动	0.092	0.3269	0.1841
X4电压谐波畸变率	0.325	0.1339	0.2664
X5频率偏差	0.172	0.2062	0.2171
X6供电可靠性	0.049	0.0051	0.0015

进行TOPSIS评价得分为:

观测点	A	B	C	D	E
得分	0.4084	0.1115	0.2646	0.1189	0.0967

得出结论, 对该五个观测点的评价为 $A > C > D > B > E$

3 结论

本文通过层次分析法确定主客观权重, 采用熵权法确定客观权重, 为避免主观性, 保证结果的稳健性, 采用组合赋权, 克服了单一赋权的缺点, 最终得到了合理的权重。并通过TOPSIS模型, 将电能质量分为六个评价指标, 根据这六个指标进行评分处理, 运用优劣解距离法进行分析, 得最终实现了电能质量的评价, 其中, A观测点的评分最高, E点最低, 得出结论, E点需加强电能质量监管。

参考文献:

- [1] 李如琦, 苏浩益, 曲振旭. 核向量空间模型在电能质量综合评估中的应用[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(01): 72-76.
- [2] 柴鹏飞, 孙雅娟, 沈可, 董晶. 基于数据包络分析的电能质量综合评估方法研究[J]. 电测与仪表, 2016, 53(04): 124-128.
- [3] 肖湘宁, 韩民晓, 徐永海等. 电能质量分析与控制[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004: 21-22.