

基于IAHP法的线损管理评价体系及验证

王延杰[✉], 徐国智

(国电华研电力科技有限公司, 广州 510075)

摘要: [目的] 由于受到经济发展、技术进步、管理手段等因素差异的影响, 区县级电力企业的线损管理水平参差不齐, 而区县级电力企业的线损管理水平又直接影响省市级电网线损水平, 因此建立一个合理、健全的区县级线损管理评价体系对省市级电力企业线损管理水平提高至关重要。[方法] 首先梳理了线损管理影响指标, 建立了一个区县级供电企业健全的线损管理指标体系, 然后提出了一种改进的层次分析法。[结果] 通过提高层次分析法计算结果的客观性, 从而使确定的评价体系权重更加合理与正确, 基于统计分析法-因子分析法对评价体系进行了验证分析。[结论] 评价体系具有正确性与合理性, 为省市级电力企业提高线损的管理水平提供技术与实践参考。

关键词: 线损管理; 评价体系; 改进的层次分析法; 因子分析法

中图分类号: TM7; TM732

文献标志码: A

文章编号: 2095-8676(2020)S2-0025-08

开放科学(资源服务)二维码:



Line Loss Management Evaluation System and Verification Based on IAHP Method

WANG Yanjie[✉], XU Guozhi

(HY Power Technology Co., Ltd., Guangzhou 510075, China)

Abstract: [Introduction] Due to the differences in economic development, technological progress, management methods and other factors, the line loss management level of district and county-level power companies is uneven, and the line loss management level of district and county-level power companies directly affects provincial and municipal power line losses. Therefore, the establishment of a reasonable and sound district-level line loss management evaluation system is essential for the improvement of line loss management level of provincial and municipal power companies. [Method] This paper firstly combined the line loss management impact index, established a sound line loss management index system for district and county power supply enterprises, and an improved analytic hierarchy process was proposed to improve the objectivity of the analytic hierarchy process calculation results, so that the evaluation was determined. [Result] The weight of the system is more reasonable and correct. Finally, the statistical analysis method-factor analysis method is used to verify and analyze the evaluation system. [Conclusion] The Line Loss Management Evaluation System which further explains the correctness and rationality of the system, and provides technical and practical reference for the provincial and municipal power companies to improve the management level of line loss.

Key words: line loss management; evaluation system; improved analytic hierarchy process; factor analysis method

区县级电力企业线损作为省市级电网企业线损组成的主要部分, 直接影响省市级电网线损的技术与管理水平。而且由于区县级供电企业经济发展程度、管理水平等以及线损管理涉及面广、构成复杂等原因, 造成区县级线损的技术与管理水平参差不齐并无法衡量; 同时, 网损作为衡量电力企业经济运行的指标, 也作为线损专职人员的年度考核指

标, 因此降低电能传输过程中的损耗和提高线损的管理水平具有重要经济与实践应用意义。通过建立一套适合地区电网特点、科学、合理的线损管理评价体系, 并与国内、网内、省内先进区县级供电企业进行对标, 发现主要问题与不足, 以提高区县级电力企业降损投资精准度和线损管理水平。

线损率作为电网企业最为关心的电网运行指标之一, 一直广受国内外学者的关注及研究。文献

[1-2] 通过运行方式优化、经济调度等方式来降低地区电网线损，主要针对常见的降损问题。文献 [3] 通过精细化管理工具来梳理并分析了 10 kV 及以下区县级电网损耗主要影响因素，针对性解决电网电能损耗问题。文献 [4] 建立了针对县级供电企业的评价体系，提出了一种改进型赋权理论模型，能较好的针对县级电力企业进行分析，但文中没有考虑不同地区差异性以及针对体系的进一步验证。文献 [5] 通过层次分析法建立了评价体系，但原始层次分析法主观性比较强，存在较大的不确定，而且没有对体系进一步校验说明其正确性与合理性。

本文首先通过对地区电网线损影响的技术与管

理因素进行梳理，确定体系层级结构；然后应用改进的层次分析法（Improved Analytic Hierarchy Process，简称：IAHP）对线损管理评价体系进行权重确定，降低层次分析法的主观影响；最后通过统计分析方法因子分析法对体系进行验证，说明体系的正确性与合理性，使该体系的建立能为省市级电网企业线损管理提供实践应用案例与理论技术参考。

1 区县级供电企业网损分析

区县级供电企业负责供电管辖区内的 10 kV 及 0.4 kV 配电网的生产、运行与管理。但由于线损构成复杂，导致了区县级供电企业线损的管理工作越来越难。图 1 为区县级电网电能损耗的构成。

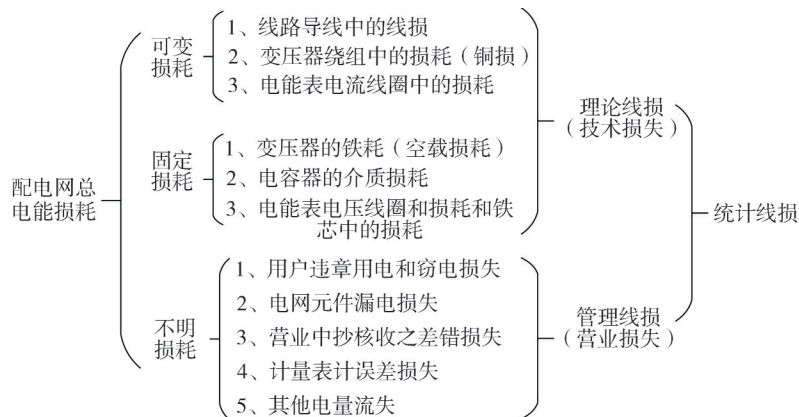


图 1 配电网线损组成与分类

Fig. 1 Distribution network line loss composition and classification

配电网线损按类别可以分为不变损耗、可变损耗和不明损耗三类，也可以按技术类型划分为理论和管理损耗，而造成区县级供电企业电网线损的因素较多，有线路和变压器等原件本身能耗，也有电能的错抄、漏抄等原因造成。区县级供电企业线损影响因素也比较多，有规划时的线路过长、迂回供电以及变压器容载比过高等，也有运行时的设备重过轻载、老旧设备和高损设备，更有管理上不足，例如偷漏电、计量错误等等因素，因此建立一个可衡量的、合理的针对区县级供电企业线损管理的体系对提升线损水平具有重要意义。

2 区县级供电企业评价原则、思路和方法

2.1 基本原则

本文的研究主要针对解决区县级供电企业的线损问题并建立相应电网线损管理评价标准与原则，

既要强调评价体系对区县级企业线损管理的适用性，也要强调体系的完整性，更加强调评价体系的可操作性；既要注重技术损耗，也要注重管理缺陷引起的损耗；既要注重定量分析方法，也要兼顾定性分析的应用。从而建立一套科学、合理的县级供电企业线损管理评价体系。

2.2 基本思路

如图 2 所示，根据层次分析法的原理与步骤，本文前期设计了区县级电力企业线损的管理问题调查表，向区县级电力企业相关线损管理专责、主任以及大学专家进行意见征询，此次共下发的调查表约为 300 份，有效调查表为 279 份；时隔 45 d 后，使用修改后的问题调查表进行再次专家意见征询工作，本轮结束后，能统一各专家针对问题的意见。

本文主要研究内容为：针对区县级电力企业线损的管理问题进行梳理与线损评价体系的建立及其

验证。首先, 问题梳理主要从规划层面、管理层面、运行层面以及技术层面进行分析, 梳理出线损管理过程中的影响因素, 再从这四个角度进行深度分析, 并量化影响指标, 建立区县级电力企业的线损管理指标模型与评分机制; 然后, 先针对层次分析法进行改进, 以提高基于此方法的评价模型的客观性, 并确定评价模型的各个评价指标的权重系数, 完成区县级电力企业的线损管理评价指标体系, 针对87个样本区县级电力企业线损管理水平进行评价分析 (文中校验结果以22个样本进行展示说明); 最后, 应用统计分析方法-因子分析法进行体系正确性的验证, 说明本文中区县级供电企业线损管理评价体系建立的合理性与正确性。

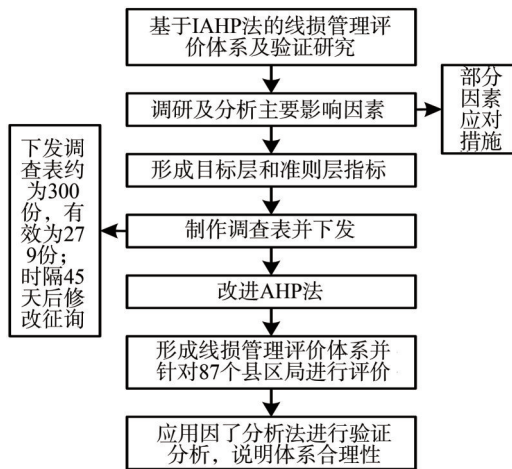


图2 研究思路
Fig. 2 Research ideas

2.3 基本方法

本文主要应用的方法有:

1) 根据综合归纳法对87个县局进行调研, 并归纳分析出线损管理水平主要影响因素以及现有不同影响因素可能应对措施, 为下一步措施制定提供参考。

2) 针对建立的指标体系应用改进的层次分析法 (IAHP) 进行权重的确定与分析, 改进后的层次分析法有效降低主观因素影响。

3) 因子分析法: 将相关比较密切的几个变量归在同一类中, 每一类变量就成为一个因子, 以较少的几个因子反映原资料中的大部分信息, 通过因子分析法对评价体系进行验证。

3 改进的层次分析法及因子分析法

3.1 层次分析法简介

层次分析法^[6] (Analytic Hierarchy Process, AHP) 首先由美国学者提出, 并广泛应用于如农业、教育和环境等领域。层次分析法较多应用于多个目标层与多准则层的问题分析与辅助决策, 在解决定量与定性问题上具有明显优势。依据要解决的问题目标和问题性质, AHP法应用分-总的解决思路来实现预定目标, 首要解决的是抓住主要的矛盾问题, 按多个层次进行研究与分析; 再根据不同因素的相互重要程度, 确定对应模型结构关系; 最后, 则需要明确最底层相较于目标层的相对重要关系与成都, 从而形成健全的评价指标模型和指标权重系数^[7]。确定权重的方法很多, 如层次分析法、统计试验法、等权重法等, 层次分析法克服了其他方法主观性强、评价结果可靠性差等缺点, 不失为一种确定权重科学合理的方法^[8]。

3.2 层次分析法实施步骤

根据AHP法的理论及模型, 可将该方法的应用实施步骤确定为以下步骤所示, 如图3所示:

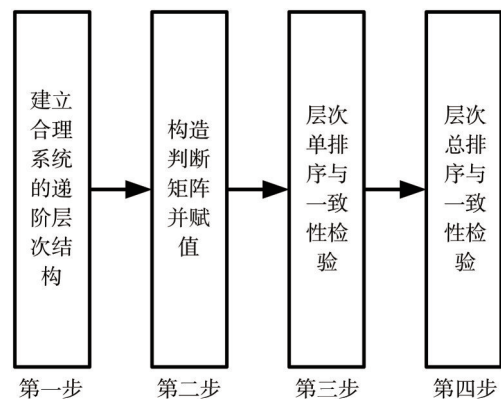


图3 层次分析法实施步骤
Fig. 3 AHP implementation steps

步骤1: 主要针对已确定解决问题的已知目标情况下, 将影响问题的主要或全部因素分层化、条理化和结构化, 构造递阶层次模型。

步骤2: 各因素之间在目标评价体系中的相对重要程度有所不同, 即影响目标的程度有所差别, 因此该步骤需要建立判断矩阵来表征重要程度的特征, 即根据任意两个因素相对重要程度进行矩阵的建立。

步骤3: 首先对单个准侧层下的方案层进行判断矩阵求解与分析, 并对其一致性进行校验, 确定其合理性。最后, 求得评价指标权重。

步骤4: 该步骤求解每个影响因素相对目标层的权重系数进行求解, 以及对最终的求解结果的一致性进行检验, 判别整体一致性能被接受与采用。

3.3 层次分析法的改进

虽然层次分析法应用比较广泛, 而且优点比较明显, 但是也存在不足, 其中明显的不足是在第二步的判断矩阵建立, 由于调查人员的经验差异性与知识能力的差异, 存在较大的主观性, 其对结果影响较大^[9]。因此本文提出一种改进的AHP法进行问题分析与研究, 改善了传统方法存在的不足。改进原理为: 假设达到目标所有因素集为 $U = \{u_1, u_2, \dots, u_n\}$, 判断集为 V , 由专家经验组成的集合, 然后对 U 集合中的单个因素逐一评判分析, 求得 V 的模糊集为 $\{r_{i1}, r_{i2}, \dots, r_{im}\}$, 其中模糊映射为 $f: U \rightarrow f(V)$, 计算求解模糊互补矩阵为:

$$Q = \begin{pmatrix} r_{11} & r_{12} & \cdots & r_{1m} \\ r_{21} & r_{22} & \cdots & r_{2m} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ r_{n1} & r_{n2} & \cdots & r_{nm} \end{pmatrix} \quad (1)$$

式中: $0 \leq r_{ij} \leq 1$, $r_{ii} = 0.5$, $r_{ij} + r_{ji} = 1$, r_{ij} 为 u_i 相比较 u_j 的隶属度值, 该数值越大, 则表明越重要; 当 $r_{ij} = 0.5$ 时, 表示两个因素同等重要。若模糊互判矩阵 $Q = (r_{ij})_{n \times n}$ 在满足任意两行的对应元素之差为常数, 即:

$$r_{ij} = r_{ik} - r_{jk} + 0.5 \quad (2)$$

则认为模糊互判阵 $Q = (r_{ij})_{n \times n}$ 满足模糊性一致矩阵。

当 $Q = (r_{ij})_{n \times n}$ 为模糊性一致矩阵时, 权重向量 $P = \{p_1, p_2, \dots, p_n\}^T$ 可表达为:

$$p_i(\beta) = \beta^{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{ij}} / \sum_{k=1}^n \beta^{\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n r_{kj}} \quad (3)$$

式中: 可增大 β 的数值来增大目标层的辨别率 (本文中取 100)。

通过上文对层次分析法的改进 (IAHP), 大大降低层次分析法的主观性, 提高建立线损管理体系评价结果的客观性与正确性。

3.4 因子分析法步骤

因子分析法 (Factor Analysis) 是从研究变量内部相关关系出发, 把一些比较复杂的关系变量归结为几个少数综合因子进行表示的一种多变量统计分析方法。该方法基本思路是将变量进行分类处理, 将相关性比较高, 即关联性比较强的分在同一类中, 而不同类变量之间的相关性则较低或者无相关性, 因此得到的每一类变量就代表了一个基本结构, 即公共因子。对于分析的问题就是应用最少个数不可测的公共因子的线性函数与特殊因子之和来描述原来观测的每一分量。

在 SPSS 中利用因子分析法对建立模型及体系进行验证, 因子分析法的流程如下所示:

步骤1: 确定分析对象是否适用因子分析法, 主要通过检验统计量 (KMO) 和球形变换进行验证以判断是否适用。

步骤2: 构造因子变量, 首先对数据进行标准化处理以解决不同量纲的问题, 其次确定协方差矩阵和相关矩阵, 并求得特征值与特征向量, 最后, 通过计算方差贡献度及积累方差贡献度找到公共因子, 而且公共因子能表示大部分变量信息并且相互独立。

步骤3: 利用旋转方法使因子变量更具有可解释性, 通过最大方差正交旋转法进行因子旋转, 因此使得每个公共因子典型代表很突出, 得到满意的主因子。

步骤4: 计算因子变量得分, 主要判断不同变量在因子分子模型中的重要程度, 从而得到相关因子计算模型以及评判情况以进行验证。

4 区县级供电企业线损管理评价体系建设及应用

4.1 指标体系及权重确定

本研究认为, 根据前文研究原则、思路与方法以及区县级供电企业的实际生产运行工况, 可将区县级供电企业线损管理评价体系从规划层面、管理层面、运行层面和技术层面四个层面进行构建, 其中, 二级指标包括有以下 13 个指标, 具体如表 1 所示。

然后根据层次分析法设计的调查表进行下发 (主要针对线损管理专责、主任等), 确定 13 个二

级指标和4个一级指标权重数,应用改进的层次分析法计算的评价体系指标权重如表1所示:

表1 区县级供电企业线损管理指标及权重

Tab. 1 Line loss management indicators and weights of district and county power supply enterprises

一级指标	一级指标 权重值	二级指标	二级指标 权重值
规划降损	0.177	配网供电半径合格率	0.542
		10 kV 配变无功补偿配置比例	0.458
管理降损	0.459	老旧低压电能表占比	0.182
		自动抄表电量占比	0.145
		计量故障差错率	0.165
		线损异常处置率	0.18
		计量终端数据采集完整率	0.148
		线损异常率	0.179
运行降损	0.167	线路重过轻负载比例	0.275
		变压器重过轻负载比例	0.304
		综合电压合格率	0.226
		功率因数合格率	0.195
技术降损	0.197	高损耗配变比例	1

4.2 指标评价方法

同时,针对各指标的评判主要应用功效系数法,该方法特点是能消除不同量纲指标的影响并计算出各指标对应的值^[10]。本文中的计算公式为:

$$A_{ij} = \frac{X_{ij} - X_{sj}}{X_{mj} - X_{sj}} \times 60 + 40 \quad (4)$$

式中:分母分别指当前值以及本档最大值,分母分别为本档最大值和本档最小值。通过该方法计算各指标的取值^[11-12]。

然后根据上述建立的线损管理评价模型对87个区县级电力企业的线损水平进行评价并排名,找到全省、各地市标杆情况以及各区县供电企业线损不足之处,通过对标来借鉴方法方式,针对性解决问题,限于篇幅原因,87个区县局供电企业评价结果此处不给予展示,验证时展示部分对比结果。

5 区县级供电企业线损管理评价系统的验证

5.1 数据来源

本文数据来源为某省级电网公司的19个地市

的87个区县级供电企业的电网运行数据。而调查问卷主要针对该19个地市及其区县级供电企业专业人员,共下发600份调查表(2次),有效数量558份,有效率比例较高,可以认为本次调查的地区分布、对照组比例等比较合理,样本真实有效,计算求得的指标权重具有一定合理性与正确性。

而针对采用因子分析法进行验证的数据来源主要采用87区县级供电企业3年的数据进行验证分析,共计261份,由于采用收集数据后发现问题并返回修改数据的方式,因此所有数据均有效。最后通过因子分析法来验证上述建立的区县级电力企业的线损管理评价模型的合理性与正确性。

5.2 因子分析过程

1) 因子分析法适宜性分析。本文应用SPSS 22对收集到的数据进行标准化处理,并求解其相关系数矩阵以及求解KMO和进行Bartlett法检验,从而判断采用因子分析法分析是否符合条件。从统计学研究来看,默认为KMO数值低于0.5时,不能用因子分析法进行问题求解。本文中KMO数值为0.665,说明可以应用因子分析法进行求解并且结果是能被肯定的。此外,Bartlett校验的结果为1418.59,其自由度为78,且为显著($P=0.000$),代表其存在公共因子,能够应用因子分析法进行分析。

2) 公因子确定。通过计算得到相关系数阵,然后计算其特征值和相应特征向量,结果如表2所示,转轴后的5个特征值分别为3.23、2.38、2.09、1.29、1.12,其累计贡献率达到了77.71%,即存在5个公因子含内容能表示绝大部分(77.71%)的内容。因此,本文选择5个公因子进行分析。

表2 特征值与特征向量

Tab. 2 Eigenvalues and eigenvectors

因子	特征值	解释变异量/%	累积解释变异量/%
1	3.23	24.84	24.84
2	2.38	18.34	43.18
3	2.09	16.05	59.23
4	1.29	9.89	69.12
5	1.12	8.59	77.71

3) 因子载荷矩阵的确立与名称确定。应用方差极大旋转法来求解旋转后的载荷阵,结果如表3。设本文中的5个公共因子分别为F1、F2、F3、F4

表3 转轴后的因子载荷矩阵

Tab. 3 Factor load matrix after the rotation

指标	因子				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
x_1 (表示配网供电半径合格率)	-0.01	0.734	-0.016	0.087	0.039
x_2 (10 kV 配变无功补偿配置比例)	-0.121	0.068	-0.354	0.738	0.203
x_3 (老旧低压电表占比)	-0.134	0.482	0.548	-0.472	-0.194
x_4 (自动抄表电量占比)	0.074	0.151	-0.829	0.194	-0.12
x_5 (计量故障差错率)	0.248	-0.071	0.818	0.215	-0.044
x_6 (线损异常处置率)	0.966	-0.055	0.032	-0.047	0.138
x_7 (计量终端数据采集完整率)	-0.079	-0.046	-0.167	-0.747	0.098
x_8 (线损异常率)	-0.913	-0.197	-0.076	0.051	0.213
x_9 (线路重过轻负载比例)	0.034	-0.641	0.301	0.304	-0.388
x_{10} (变压器重过轻负载比例)	0.006	-0.794	0.06	-0.034	0.177
x_{11} (综合电压合格率)	0.642	0.644	-0.003	0.163	0.035
x_{12} (功率因数合格率)	0.902	-0.176	0.037	0.084	0.107
x_{13} (高损耗配变比例)	0.059	-0.031	0.05	0.059	0.91

和 F_5 。

通过表3可知,不同的因子对不同的指标侧重点不同、影响不同,也间接说明5个公共因子能分别表示绝大部分不同的指标,能表示体系指标大部分的信息,例如 F_1 对线损异常处置率、线损异常率等指标的影响或者系数较大,也存在负影响的关系。

4) 计算不同因子得分和综合评价得分排序

运用回归法计算得到各个因子得分矩阵如表4。

通过上表4可知,设 Y_1 、 Y_2 、 Y_3 、 Y_4 和 Y_5 分别为各区县级供电企业在5个因子上得分,则得到线性方程组:

表4 因子系数得分矩阵

Tab. 4 Factor coefficient scoring matrix

指标	因子				
	F_1	F_2	F_3	F_4	F_5
x_1	-0.044	0.331	0.050	0.101	0.046
x_2	-0.071	0.063	-0.084	0.468	0.128
x_3	-0.070	0.221	0.275	-0.216	-0.089
x_4	0.063	0.022	-0.452	0.044	-0.183
x_5	0.023	0.019	0.462	0.223	0.023
x_6	0.324	-0.069	-0.040	-0.092	0.094
x_7	0.028	-0.069	-0.169	-0.529	0.089
x_8	-0.302	-0.040	0.029	0.063	0.196
x_9	0.016	-0.257	0.128	0.211	-0.328
x_{10}	0.034	-0.346	-0.003	-0.069	0.140
x_{11}	0.175	0.264	0.019	0.110	0.022
x_{12}	0.302	-0.112	-0.028	-0.005	0.064
x_{13}	-0.012	0.010	0.113	0.018	0.781

$$Y_1 = -0.044x_1 - 0.071x_2 - 0.07x_3 + 0.063x_4 + 0.023x_5 + 0.324x_6 + 0.028x_7 - 0.302x_8 + 0.016x_9 + 0.034x_{10} + 0.175x_{11} + 0.302x_{12} - 0.012x_{13} \quad (5)$$

$$Y_2 = 0.331x_1 + 0.063x_2 + 0.221x_3 + 0.022x_4 + 0.019x_5 - 0.069x_6 - 0.019x_7 - 0.040x_8 - 0.257x_9 - 0.346x_{10} + 0.264x_{11} - 0.112x_{12} - 0.010x_{13} \quad (6)$$

$$Y_3 = 0.05x_1 - 0.084x_2 + 0.275x_3 - 0.452x_4 + 0.462x_5 - 0.04x_6 - 0.169x_7 + 0.029x_8 + 0.128x_9 - 0.003x_{10} + 0.019x_{11} - 0.028x_{12} + 0.113x_{13} \quad (7)$$

$$Y_4 = 0.101x_1 + 0.468x_2 - 0.216x_3 + 0.044x_4 + 0.023x_5 - 0.092x_6 - 0.529x_7 + 0.063x_8 + 0.211x_9 - 0.069x_{10} + 0.110x_{11} - 0.005x_{12} + 0.018x_{13} \quad (8)$$

$$Y_5 = 0.046x_1 + 0.128x_2 - 0.089x_3 - 0.183x_4 + 0.023x_5 + 0.094x_6 + 0.089x_7 + 0.196x_8 - 0.328x_9 + 0.140x_{10} + 0.022x_{11} + 0.064x_{12} + 0.781x_{13} \quad (9)$$

最后采用各因子相应的各个贡献率为权重进行加权求和,可求解得到各区县级供电企业的综合评价 Y , 即:

$$Y = 0.23388Y_1 + 0.1798Y_1 + 0.1472Y_1 + 0.1194Y_1 + 0.91838Y_1 \quad (10)$$

考虑到87个供电企业数量巨大,本分将87个县区局19个地市采用各地市一个县区局以及采用按评价体系的排名方式中的靠前、居中和靠后各一个的方式,选取22个作为此次排名分析的示例,通过两种方式的排名(A为采用基于IAHP计算得到的线损管理评价体系得到的,B采用因子分析法得到的)如表5所示。

5.3 校验分析

通过表2的各个特征值的贡献率可知,5个特

表5 评价体系验证比较

Tab. 5 Comparison of evaluation systems

序号	所属区县	所属地市	排名(A)	排名(B)	排名变动
1	DGCP	DG	2	1	↑1
2	DGHJ	DG	1	2	↓-1
3	FSNH	FS	6	6	0
4	JMEP	JM	17	13	↑4
5	ZSXL	ZS	4	4	0
6	HZLM	HZ	16	13	↑3
7	ZQSH	ZQ	9	9	0
8	STCY	ST	18	10	↑8
9	JYPN	JY	8	12	↓-4
10	JYJX	JY	13	11	↑2
11	CZCA	CZ	11	18	↓-7
12	SWHF	SW	20	21	↓-1
13	MZMX	MZ	11	5	↑6
14	HYZJ	HY	10	19	↓-9
15	SGRH	SG	15	15	0
16	QYQX	QY	3	7	↓-4
17	QYLN	QY	13	8	↑5
18	YFLD	YF	5	16	↓-11
19	ZJXW	ZJ	22	22	0
20	ZJSX	ZJ	21	20	↑1
21	MMHZ	MM	19	17	↑2
22	YJHLD	YJ	7	14	↓-7

征值(转轴后)的相对应的总贡献率已经达到77.71%,即表明5个公共因子已经能表示全部内容的大部分信息,因此,本文采用这5个公共因子来代表其他所有因素进行分析。另外,从表5的对比结果可知,两个排名变动的差异性变化不大(变化名次在5以内的有16个区县),因此说明采用IAHP法建立的体系的合理性与正确性。

6 结论

区县级电力企业作为省市级电力企业的至关重要的构成部分,其线损的管理水平也直接影响整体层次,又由于区县级电力企业的客观原因及受经济因素、技术发展水平等的影响,线损的管理水平层次不齐,而且没有统一的衡量标准,随着智能电网快速建设与国家对节能环保的重视逐渐加深,降低线损对电网企业必定愈加重要。因此本文以此为目标,建立了适合区县级电力企业的线损管理评价模型,并对层次分析法进行改进,提高结果的客观性,同时,对体系采用统计分析方法中的因子分析法进行验证,最后结果说明本文建立的区县级电力

企业的线损管理评价模型的合理性与正确性,指导区县级电力企业的线损管理工作,提升整体线损水平。但是,在结果对比中,也存在较少误差较大的企业,因此将指标细化、指标权重确定的高客观性是项目下一步研究方向。同时,结合大数据技术、电力物联网实时监测与采集技术等,对线损实时掌握与分析,提高供电企业线损管理水平。

参考文献:

- [1] 江北,刘敏,陈建福,等.地区电网降低电能损耗的主要措施分析[J].电网技术,2001,25(4):62-65.
JIANG B, LIU M, CHEN J F, et al. Methods to reduce line losses in regional network [J]. Power System Technology, 2001, 25(4):62-65.
- [2] 庄远灿,朱建全,黄俊铭.基于计量自动化系统的配电网线损特征及影响因素分析[J].南方能源建设,2017,4(3):63-68+74.
ZHUANG Y C, ZHU J Q, HUANG J M. Analysis of line loss characteristics and influencing factors of distribution network based on metrological automation system [J]. Southern Energy Construction, 2017, 4(3): 63-68+74.
- [3] 李姝,龚佳怡,莫颖涛.10kV及以下电网线损精细化管理[J].供用电,2009,26(3):65-68+77.
LI S, GONG J Y, MO Y T. Meticulous management for the line loss of 10 kV and below power network [J]. Distribution & Utilization, 2009, 26(3):65-68+77.
- [4] 李滨,刘铸峰,黄柳军,等.县级电网线损管理综合对标评价[J].电网技术,2016,40(12):3871-3881.
LI B, LIU Z F, HUANG L J, et al. Comprehensive evaluation benchmark study on line loss management of county power grids [J]. Power System Technology, 2016, 40(12): 3871-3881.
- [5] 李健,徐国智,林潮彬,等.县级供电企业线损管理对标综合评价体系研究[J].自动化与仪器仪表,2018(3):24-27+31.
LI J, XU G Z, LIN C B, et al. Research on the comprehensive evaluation system of line loss management benchmarking for county-level power supply enterprises [J]. Automation & Instrumentation, 2018(3):24-27+31.
- [6] 王延杰,徐国智.基于层次分析法的区域电能替代技术选择研究[J].南方能源建设,2018,5(4):44-50.
WANG Y J, XU G Z. Research on alternatives of regional electric energy based on analytic hierarchy process [J]. Southern Energy Construction, 2018, 5(4): 44-50.
- [7] 元云丽.基于模糊层次分析法(FAHP)的建设工程项目风险管理研究[D].重庆:重庆大学,2013.
- [8] 金菊良,魏一鸣,丁晶.基于改进层次分析法的模糊综合评价

- 模型 [J]. 水力学报, 2004, 35(3): 65-70.
- JIN J L, WEI Y M, DING J. Fuzzy comprehensive evaluation model based on improved analytic hierarchy process [J]. Journal of Hydraulic Engineering, 2004, 35(3): 65-70.
- [9] 宋高峰, 潘卫东, 杨敬虎, 等. 基于模糊层次分析法的厚煤层采煤方法选择研究 [J]. 采矿与安全工程学报, 2015, 32(1): 35-41.
- SONG G F, PAN W D, YANG J H, et al. Research on selection of coal mining method in thick coal seam based on fuzzy analytic hierarchy process [J]. Journal of Mining and Safety Engineering, 2015, 32(1): 35-41.
- [10] 徐梦佳, 王渝红, 竺懋渝, 等. 家居智能用电水平指标体系构建方法研究 [J]. 现代电力, 2017, 34(2): 74-79.
- XU M J, WANG Y H, ZHU M Y, et al. Research on the construction method of household smart electricity consumption index system [J]. Modern Electric Power, 2017, 34(2): 74-79.
- [11] 徐旭初. 农民专业合作社绩效评价体系及其验证 [J]. 农业技术经济, 2009(4): 11-19.
- XU X C. Farmers' professional cooperatives performance evaluation system and its verification [J]. Agricultural Technology economy, 2009(4): 11-19.
- [12] 张超. 区域合作社提供公共服务的效率评价体系及其验证 [J]. 财贸研究, 2014, 25(4): 57-63.
- ZHANG C. The efficiency evaluation system of regional cooperatives providing public services and its verification [J]. Finance and Trade Research, 2014, 25(4): 57-63.

作者简介:



王延杰

王延杰 (通信作者)

1990-, 男, 河南信阳人, 工程师, 硕士, 主要从事微电网和能源互联网规划设计 (e-mail) wang1452236658@163.com。

徐国智

1984-, 男, 广东广州人, 高级工程师, 硕士, 主要从事电力系统分析 (e-mail) 1656329505qq.com。

(责任编辑 李辉)

