

基于熵权法的绝缘子污闪状态模糊综合评价

杨志超¹,张成龙¹,葛乐¹,龚灯才²,顾云峰³,黄天衡³

(1. 南京工程学院 配电网智能技术与装备江苏省协同创新中心, 江苏 南京 210003;

2. 南通供电公司 运维检修部, 江苏 南通 226006; 3. 启东市供电公司, 江苏 启东 226200)

摘要: 为了评价绝缘子污闪状态, 提出基于熵权法的绝缘子污闪状态模糊综合评价模型。建立表征绝缘子污闪状态的模糊评价指标体系以及评语集, 运用熵权法确定各评价指标的权重, 采用三角形和半梯形结合的隶属度函数描述各指标的模糊性。重点研究和分析了评价模型的建立过程, 包括评价指标选取及层次划分、权重确定方法。对某 500 kV 线路绝缘子污闪案例进行分析评价, 结果与实际状况相符, 证明了所提方法的正确性。

关键词: 绝缘子; 污闪; 模糊综合评价; 隶属度函数; 权重; 熵权法; 模型

中图分类号: TM 216

文献标识码: A

DOI: 10.3969/j.issn.1006-6047.2014.04.016

0 引言

电力工业是国民经济发展的基础。随着经济社会的快速发展, 自然环境状况发生很大变化, 各种类型污染物不断增多, 雾霾、沙尘暴等恶劣天气也越来越严重。电力线路和设备污闪事故时有发生, 对电力系统所造成的危害越来越大^[1-3]。由历史数据得出, 线路绝缘污闪事故数仅次于雷击, 然而由于污闪造成的停电损失却是雷击事故的 10 倍以上^[4]。

长期以来, 绝缘子污闪研究是电网安全运行的重要课题, 一直受到业界广泛关注。文献[5]提出利用快速傅里叶变换和功率谱估计结合的方法计算泄漏电流的 2 个频谱特征量, 比单一时序分析更准确, 但需要进行大量试验以判别污闪状态; 文献[6]提出基于最小二乘支持向量机的绝缘子污秽评定方法, 以泄漏电流有效值、泄漏电流峰值、泄漏电流脉冲幅度、环境湿度、温度 5 个影响因素为输入变量, 评定结果比多项式核函数准确率更高, 但是在确定输入变量时没有考虑污闪因素的不确定性和模糊性; 文献[7-8]提出利用智能算法对绝缘子污秽进行预测评价, 以泄漏电流和盐密为特征量, 通过模糊神经网络进行污闪电压评估, 为污闪状态模糊评价提供一种新思路, 但需要大量数据作为训练样本; 文献[9]运用图像处理算法提取平稳紫外光斑面积、间歇性

紫外光斑面积、间歇性紫外光斑重复次数 3 个参数, 考虑到视频和图像分析结果的模糊性, 建立基于模糊逻辑推理的绝缘子污秽状态评估模型, 但测量数据主要基于实验室数据, 对现场运行绝缘子需进一步研究; 文献[10-11]运用模糊数学方法进行绝缘子污闪状态评价, 有效地解决了污闪影响因素和评价知识的模糊性问题, 但权重确定时受到主观因素影响; 文献[12-13]运用熵权法确定指标权重, 根据评价对象之间的差异程度, 充分利用客观信息增强评价结果的客观性, 在电网规划等领域取得了良好的效果, 为确定评价指标权重提供一种新思路。

基于上述分析, 本文采用基于熵权法的模糊综合评判模型对绝缘子污闪状态进行评价, 运用熵权法确定指标权重, 解决模糊评价过程中权重确定主观性强的问题。

1 模糊综合评价及熵权法相关理论

1.1 模糊综合评价

模糊综合评价方法是运用模糊数学中线性变换原理及最大隶属度原则, 考虑多种不确定因素影响, 运用模糊数学工具对事物做出综合评价^[14]。通过隶属度函数把定性因素定量化, 依据各指标权重对各因素进行综合评价, 从而对多因素影响对象做出相对客观的评价。

模糊综合评价的基本步骤^[14]如下:

- 考虑评价目的和实际需要, 确定评价目标;
- 依据评价目标的影响因素, 给出模糊评判项目层及评价指标层, 建立评价对象的评价指标体系;
- 按照模糊评判理论, 给出评语集;
- 确定评价指标的权重分配向量;
- 建立各评价指标的模糊隶属度函数, 通过各评价指标的模糊评价以及模糊隶属度函数, 计算各

收稿日期: 2013-08-07; 修回日期: 2014-03-22

基金项目: 江苏省高校自然科学基金面上项目(13KJB470006); 江苏省电力公司科技项目(J2014090); 江苏省电力公司科技项目(南通 2013); 南京工程学院自然科学研究基金重点资助项目(QKJA2011004)

Project supported by the General Program of the Natural Science Foundation for Jiangsu Universities(13KJB470006), the Science and Technology Program of State Grid Jiangsu Electric Power Company(J2014090), the Science and Technology Program of State Grid Jiangsu Electric Power Company(Nantong 2013) and the Key Program of the Natural Science Foundation for NJIT(QKJA2011004)

指标隶属度,建立模糊关系矩阵;

f. 进行模糊合成并做出决策,对权重向量与模糊关系矩阵运用模糊运算求解最终的评价结果。

模糊综合评价方法有 2 个关键点:寻找合适的方法确定各指标的权重向量;选择合适的模糊隶属度函数。其流程如图 1 所示。

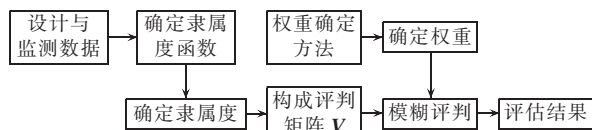


图 1 模糊综合评价流程图

Fig.1 Flowchart of comprehensive fuzzy evaluation

1.2 评价指标的熵权

权重反映各个指标在综合评价过程中所占的地位和所起的作用,权重的大小直接影响评价结果^[15]。为了使评价结果更加客观,应当充分利用所掌握的客观信息。按照熵的思想,在评价过程中充分利用已知信息,按照指标信息的多少和质量决定各评价指标的权重,使评价结果更加科学、精度更高。因此,熵权法是确定多指标综合评价问题中各指标权重的有效方法^[15]。

熵权法是按照评价体系中各指标的差异程度,利用信息熵的方法计算出各指标的熵权,通过熵权对评价指标的权重进行修正,得到客观的指标权重。熵权值反映该指标在不同评价方案中的差异度,揭示了客观数据所蕴含的有效信息^[15]。

2 绝缘子污闪状态模糊综合评判模型的建立

2.1 模糊评判指标的选取

根据输电线路基础数据和绝缘子污闪试验的相关资料,基于绝缘子固有因素和运行环境因素,建立绝缘子污闪状态模糊综合评价指标体系如图 2 所示。

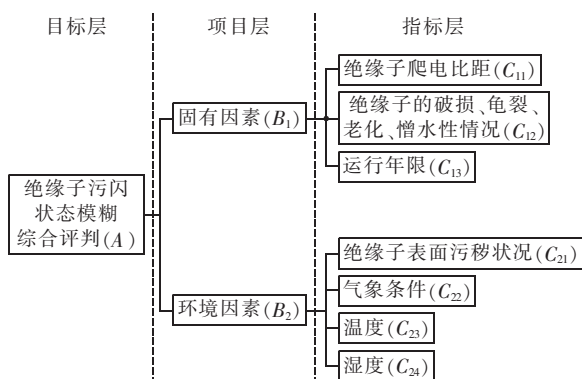


图 2 模糊综合评价指标体系

Fig.2 Index system of comprehensive fuzzy evaluation

图 2 中目标层绝缘子污闪状态可分解成项目层中的 2 个评判项目,即 $A=\{B_1, B_2\}$, 然后建立各项目

层下的指标体系,例如 $B_1=\{C_{11}, C_{12}, C_{13}\}$ 。

2.2 评语集及其各层评价矩阵的建立及标准化

按照模糊数学理论,5 级制能对被评价事物做出较准确的描述。本文将绝缘子污闪状态分为“优秀”、“良好”、“合格”、“注意”、“严重”这 5 级,评价指标集如下。

$$L=\{\text{优秀,良好,合格,注意,严重}\}=\{l_1, l_2, l_3, l_4, l_5\}$$

针对评价体系中的指标,由评语集可得到待评价对象的评价矩阵:

$$B' = \begin{bmatrix} b'_{11} & b'_{12} & \cdots & b'_{1n} \\ b'_{21} & b'_{22} & \cdots & b'_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b'_{m1} & b'_{m2} & \cdots & b'_{mn} \end{bmatrix} \quad (1)$$

由于评价指标分为越大越优型与越小越优型 2 类,对于不同类型的指标有不同的标准化处理方法。

对于越大越优型指标,标准化处理方法为:

$$b_{ij} = \frac{b'_{ij} - \min b'_{ij}}{\max b'_{ij} - \min b'_{ij}} \quad i=1, 2, \cdots, m; j=1, 2, \cdots, n \quad (2)$$

对于越小越优型指标,标准化处理方法为:

$$b_{ij} = \frac{\max b'_{ij} - b'_{ij}}{\max b'_{ij} - \min b'_{ij}} \quad i=1, 2, \cdots, m; j=1, 2, \cdots, n \quad (3)$$

经过标准化处理后,得到标准化的评价矩阵为:

$$B = \begin{bmatrix} b_{11} & b_{12} & \cdots & b_{1n} \\ b_{21} & b_{22} & \cdots & b_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \vdots \\ b_{m1} & b_{m2} & \cdots & b_{mn} \end{bmatrix} \quad (4)$$

2.3 评价指标权重的确定

本文利用熵权法确定指标权重,通过由 M 个专家对 N 个评价指标的评价结果,形成 $M \times N$ 阶评价矩阵 $R'=[r'_{kg}]_{M \times N}$,其中 r'_{kg} 表示第 k 个专家对第 g 个评价指标的评价结果。评价矩阵经过标准化处理后为 $R=[r_{kg}]_{M \times N}$ 。第 g 个评价指标的熵定义为:

$$H_g = -K \sum_{k=1}^M f_{kg} \ln f_{kg} \quad g=1, 2, \cdots, N \quad (5)$$

$$K = 1/\ln M, \quad f_{kg} = r_{kg} / \sum_{k=1}^M r_{kg}$$

其中, $H_g \in [0, 1]$, 且规定当 $f_{kg}=0$ 时, $f_{kg} \ln f_{kg}=0$ 。相应地,第 g 个指标的熵权定义为:

$$\omega_g = \frac{1 - H_g}{N - \sum_{g=1}^N H_g} \quad (6)$$

其中, $0 \leq \omega_g \leq 1$ 且 $\sum_{g=1}^N \omega_g = 1$ 。

最后得到权重 $A=[\omega_1, \omega_2, \cdots, \omega_N]$ 。

2.4 评判指标隶属度函数及模糊评价矩阵的构造

隶属度函数表征属于模糊集合 L 的程度或等级,即模糊特征函数。本文的绝缘子污闪状态模糊综合评价模型中,评语因素既有定性因素也有定量因素,根据因素集的数据特点,选择三角形和半梯形组合的

分布函数形式^[11],如图 3 所示。

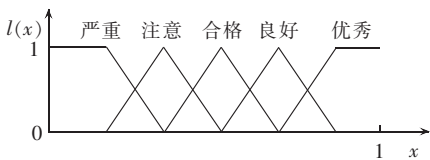


图 3 三角形与半梯形联合隶属度函数
Fig.3 Combined triangular and semi-trapezoidal membership function

隶属度函数的具体确定方法:根据相关的设计数据、实验结果以及监测数据,确定如图 3 所示三角形和半梯形的分布函数,给出 5 种状态等级的模糊分界区间,最后建立各状态等级的隶属度函数。如对于气象条件 C_{22} 评判指标,对应的各状态隶属度函数分别为:

$$\begin{aligned} l_1(x) &= \begin{cases} 1 & x < 0.2 \\ 2-5x & 0.2 \leq x \leq 0.4 \\ 0 & x > 0.4 \end{cases} \\ l_2(x) &= \begin{cases} 5x-1 & 0.2 \leq x < 0.4 \\ 5-10x & 0.4 \leq x < 0.5 \\ 0 & x \geq 0.5 \end{cases} \\ l_3(x) &= \begin{cases} 10x-4 & 0.4 \leq x < 0.5 \\ 3.5-5x & 0.5 \leq x \leq 0.7 \\ 0 & x < 0.4 \text{ 或 } x > 0.7 \end{cases} \\ l_4(x) &= \begin{cases} 5x-2.5 & 0.5 \leq x < 0.7 \\ 8-10x & 0.7 \leq x \leq 0.8 \\ 0 & x < 0.5 \text{ 或 } x > 0.8 \end{cases} \\ l_5(x) &= \begin{cases} 10x-7 & 0.7 \leq x < 0.9 \\ 1 & x \geq 0.9 \\ 0 & x < 0.7 \end{cases} \end{aligned}$$

其中, $l_1(x)$ — $l_5(x)$ 分别是绝缘子运行环境气象条件为 x 时,对应 l_1 — l_5 的隶属度函数。同理也可以得到其他评判指标的隶属度函数。

用第 i 个项目层的第 j 个评判指标 C_{ij} 对绝缘子污闪状态进行评估,评语集中的状态 l_{1j} 、 l_{2j} 、 l_{3j} 、 l_{4j} 、 l_{5j} 的隶属度分别为 v_{j1} 、 v_{j2} 、 v_{j3} 、 v_{j4} 、 v_{j5} ,则可用隶属度集

$$V_{C_{ij}} = [v_{j1} \ v_{j2} \ v_{j3} \ v_{j4} \ v_{j5}]$$

表示对指标 C_{ij} 进行评估的结果。于是,该子项目层的所有评判指标就构成了其评价矩阵。如以项目层中固有因素 B_1 为例,其评价矩阵为:

$$V_{B_1} = \begin{bmatrix} V_{C_{11}} \\ V_{C_{12}} \\ V_{C_{13}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} v_{11} & v_{12} & v_{13} & v_{14} & v_{15} \\ v_{21} & v_{22} & v_{23} & v_{24} & v_{25} \\ v_{31} & v_{32} & v_{33} & v_{34} & v_{35} \end{bmatrix} \quad (7)$$

2.5 模糊计算模型和模糊评价矩阵处理

为了保证模糊综合评价结果的客观性与真实性,不仅要考虑主要评判指标对绝缘子污闪状态的影响,还要保留单个评判指标的所有信息,故本文选择加权平均型模糊综合评判模型^[14],即:

$$c_j = \sum_{g=1}^N \omega_g v_{gj} \quad j=1,2,\cdots,N \quad (8)$$

最后得到的模糊综合评判结果为:

$$C = [c_1 \ c_2 \ \cdots \ c_N]$$

这种运算是界限和运算,同时考虑了主要因素和非主要因素的影响,适合于系统综合指标的评判。向量 C 是综合评判结果,根据隶属度最大原则,最大的 c_j 即为相应的 l_i 的评估结果。

在模糊综合评判模型建立过程中,指标层各指标隶属度函数与各层评判指标权重是模型建立的关键。

3 算例分析

本文应用基于熵权法的模糊综合评判模型,对某省 500 kV 输电线路绝缘子冬季积污期进行为期 31 d 跟踪评价,评价结果与实际污闪状态比较接近,表明评价结果具有较高准确度。同时,与层次分析法中 0-10 标度法确定指标权重评价结果进行对比,结果如图 4 所示。可以看出,采用熵权法确定权重得到的评价结果更准确,而采用层次分析法由于受主观因素的影响,其评价结果出现偏差。

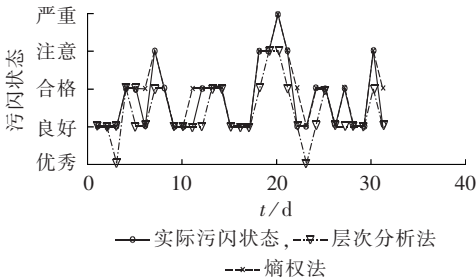


图 4 2 种权重确定方法评价结果对比
Fig.4 Comparison of evaluation results between two methods

以 3 月 20 日发生污闪事故为例进行对比计算,线路基础数据及运行情况如表 1 所示。按照气象条件与污闪概率的关系(如表 2、3 所示)以及输电线路

表 1 绝缘子状况及气象环境
Tab.1 Conditions of insulator and meteorological environment

参数	参数值	参数	参数值
运行年限	13 a	污区等级	d1
爬电比距	25.2 mm/kV	绝缘子污秽程度	偏高
气象条件	大雾无风	憎水性等	良好
温度	12 ℃	相对湿度	92 %

表 2 气象条件与污闪概率的关系
Tab.2 Relationship between meteorological condition and flashover probability

气象条件	污闪概率/%	气象条件	污闪概率/%
雾	38.7	中大雨	3.2
露	16.1	阴天	6.5
雪	22.6	不明	3.2
毛毛雨	9.7		

注:污闪概率合计为 100%。

表 3 相对湿度与污闪概率的关系
Tab.3 Relationship between relative humidity
and flashover probability

相对湿度/%	污闪次数	相对湿度/%	污闪次数
(0,65)	0	[85,89]	8
[65,69]	0	[90,94]	14
[70,74]	1	[95,99]	4
[75,79]	2	100	0
[80,84]	4		

设计规范,分别对各评价指标作出评价,并按照式(2)一(3)进行标准化处理后结果如表 4 所示。

表 4 评价结果标准化后的数据
Tab.4 Data of standardized evaluation result

指标	评分	指标	评分
C_{11}	0.65	C_{22}	0.23
C_{12}	0.83	C_{23}	0.66
C_{13}	0.65	C_{24}	0.42
C_{21}	0.36		

利用本文介绍的隶属度函数确定方法,分别确定在 5 种不同状态下的隶属度函数,求得各评价指标的隶属度,即可得到评判矩阵。例如,气象状况为大雾无风,按照表 2 所示污闪与气象条件关系,对此项指标的标准化值为 0.23,按照 l_1 — l_5 得到评判结果:

$$V_{C_{22}}=[0.85 \ 0.15 \ 0 \ 0 \ 0]$$

同理,可以得到其他评价指标的评判结果,最后可形成评价矩阵:

$$\begin{bmatrix} V_{C_{11}} \\ V_{C_{12}} \\ V_{C_{13}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.41 & 0.59 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.21 & 0.79 & 0 \\ 0 & 0 & 0.65 & 0.35 & 0 \end{bmatrix}$$

$$\begin{bmatrix} V_{C_{21}} \\ V_{C_{22}} \\ V_{C_{23}} \\ V_{C_{24}} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.34 & 0.66 & 0 & 0 & 0 \\ 0.85 & 0.15 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0.55 & 0.45 & 0 \\ 0.78 & 0.22 & 0 & 0 & 0 \end{bmatrix}$$

利用熵权法确定权重,按照式(5)、(6)得到各评价指标的权重,如表 5 所示。

表 5 各指标的权重
Tab.5 Weights of indexes

项目层	项目权重	指标层	指标权重
B_1	0.533	C_{11}	0.571
		C_{12}	0.227
		C_{13}	0.202
B_2	0.467	C_{21}	0.347
		C_{22}	0.308
		C_{23}	0.103
		C_{24}	0.242

采用加权平均型模糊综合评判模型,按照式(8)将评价矩阵与权重向量进行计算,得到项目层评价结果。

$$\begin{bmatrix} V_{B_1} \\ V_{B_2} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 0.234 & 0.337 & 0.179 & 0.250 & 0 \\ 0.569 & 0.328 & 0.057 & 0.046 & 0 \end{bmatrix}$$

同理,最后计算得到绝缘子污闪状态模糊综合评判结果为:

$$C=[0.390 \ 0.333 \ 0.122 \ 0.155 \ 0]$$

$\max c_j=0.390$,根据最大隶属度原则,绝缘子处于污闪“严重”状态,与实际发生污闪事故结果相符。而采用层次分析法确定权重,得到计算结果如下:

$$C'=[0.338 \ 0.347 \ 0.137 \ 0.177 \ 0]$$

可以看出, $\max c'_j=0.347$,评价结果表明绝缘子状态为“注意”,与实际发生污闪事故有一定偏差。

4 结论

本文将熵权法和模糊理论应用于绝缘子污闪状态评价中,针对污闪影响因素和评价知识具有模糊性的特点,利用隶属度理论把定性评价转化为定量评价;为了减少主观因素对评价结果的影响,引入熵权法,通过熵权对评价指标权重进行修正,增强了评价结果的客观性。通过算例对比表明,熵权法确定权重与用 0-10 标度法比较,评价结果更准确。本文所建模型评价结果,可为电力运行部门进行外绝缘校核和制订维修计划提供科学依据。本文已较好地解决了绝缘子污闪评价的模糊性问题,在下一步研究中,考虑引入粗糙集理论解决影响因素的不一致、不完备性问题,以进一步提高评价结果的精确性。

参考文献:

[1] 胡毅. “2.22 电网大面积污闪”原因及对策[J]. 高电压技术,2001, 27(2):30-32.
HU Yi. The analysis of “2.22 pollution flashover of network” and measure for anti-pollution flashover[J]. High Voltage Engineering,2001,27(2):30-32.

[2] 陈丽娟,李霞. 2011 年全国输变电设施可靠性分析[J]. 电力建设,2012,45(7):89-93.
CHEN Lijuan,LI Xia. Statistic analysis on reliability of power transmission and transformation facilities in China in 2011[J]. Electric Power,2012,45(7):89-93.

[3] 陈丽娟,胡小正. 2010 年全国输变电设施可靠性分析[J]. 电力建设,2011,44(6):71-77.
CHEN Lijuan,HU Xiaozheng. Statistic analysis on reliability of power transmission and transformation facilities in China in 2010[J]. Electric Power,2011,44(6):71-77.

[4] 关志成,刘瑛,周远翔,等. 绝缘子及输变电设备外绝缘[M]. 北京:清华大学出版社,2006:136-160.

[5] 姚陈果,李璟延,米彦,等. 绝缘子安全区泄漏电流频谱特征提取及污秽状态预测[J]. 中国电机工程学报,2007,27(30):1-8.
YAO Chenguo,LI Jingyan,MI Yan,et al. Abstracting frequency spectrum characteristics of insulators leakage current in safety zone to forecast the contamination condition[J]. Proceedings of the CSEE,2007,27(30):1-8.

[6] 焦尚斌,刘丁. 基于最小二乘支持向量机的高压绝缘子污秽程度评定[J]. 电力系统自动化,2006,30(6):61-65.
JIAO Shangbin,LIU Ding. Assessment of surface contamination of high voltage insulator based on least squares support vector

- machine[J]. Automation of Electric Power Systems, 2006, 30(6): 61-65.
- [7] MUNIRAJ C, CHANDRASEKAR S, CHRISTIAN M. Adaptive neuro-fuzzy inference system-based pollution severity prediction of polymeric insulators in power transmission lines[J]. Advances in Artificial Neural Systems, 2011, 9(10): 1-9.
- [8] GENÇOĞLU M T, CEBECİ M. Investigation of pollution flashover on high voltage insulators using artificial neural network[J]. Expert Systems With Applications, 2008, 36(4): 7338-7345.
- [9] 李和明, 王胜辉, 律方成, 等. 基于放电紫外成像参量的绝缘子污秽状态评估[J]. 电工技术学报, 2010, 25(12): 22-29.
- LI Heming, WANG Shenghui, LÜ Fangcheng, et al. Contamination condition evaluation of insulators based on discharge ultraviolet imaging parameters[J]. Transactions of China Electrotechnical Society, 2010, 25(12): 22-29.
- [10] 范莉, 夏非, 苏浩益, 等. 基于云理论的高压绝缘子污秽状态风险评估[J]. 电力系统保护与控制, 2012, 40(15): 57-62.
- FAN Li, XIA Fei, SU Haoyi, et al. Risk assessment of high voltage insulator contamination condition by cloud theory[J]. Power System Protection and Control, 2012, 40(15): 57-62.
- [11] 姚树友. 污秽绝缘子状态评估与预测系统的研究[D]. 重庆: 重庆大学, 2008.
- YAO Shuyou. Study on system for assessment and prediction of contaminated insulators[D]. Chongqing: Chongqing University, 2008.
- [12] 罗毅, 李昱龙. 基于熵权法和灰色关联矩阵法的输电网规划方案综合决策[J]. 电网技术, 2013, 37(1): 77-81.
- LUO Yi, LI Yulong. Comprehensive decision-making of transmission network planning based on entropy weight and grey relational analysis[J]. Power System Technology, 2013, 37(1): 77-81.
- [13] 赵家庆, 王珂, 杨胜春, 等. 输电网复杂结构安全性评估指标分析[J]. 电力系统保护与控制, 2013, 41(14): 48-53.
- ZHAO Jiaqing, WANG Ke, YANG Shengchun, et al. Analysis for evaluation indexes of complex structural in transmission networks[J]. Power System Protection and Control, 2013, 41(14): 48-53.
- [14] 胡宝清. 模糊理论基础[M]. 武汉: 武汉大学出版社, 2010: 216-279.
- [15] ZOU Zhihong, YUN Yi, SUN Jingnan. Entropy method for determination of weight of evaluating indicators in fuzzy synthetic evaluation for water quality assessment[J]. Journal of Environmental Sciences, 2006, 18(5): 1020-1023.
- [16] MUHSIN T G, MEHMET C. The pollution flashover on high voltage insulators[J]. Electric Power Systems Research, 2008, 78(2008): 1914-1921.

作者简介:



杨志超

杨志超(1960-), 男, 江苏常州人, 副教授, 主要研究方向为电力设备在线监测与状态评估、主动配电网电能质量补偿控制技术(E-mail: yangzcnj@126.com);

张成龙(1987-), 男, 江苏潍坊人, 硕士研究生, 主要研究方向为电力设备在线监测与状态评估;

葛乐(1982-), 男, 江苏泰州人, 讲师, 硕士, 主要研究方向为电力系统运行与控制。

Comprehensive fuzzy evaluation based on entropy weight method for insulator flashover pollution

YANG Zhichao¹, ZHANG Chenglong¹, GE Le¹, GONG Dengcai², GU Yunfeng³, HUANG Tianheng³

(1. Jiangsu Collaborative Innovation Center of Smart Distribution Network, Nanjing Institute of Technology, Nanjing 210003, China; 2. Department of Operation and Maintenance, Nantong Power Supply Company, Nantong 226006, China; 3. Qidong Power Supply company, Qidong 226200, China)

Abstract: A comprehensive fuzzy evaluation model based on entropy weight method is proposed for insulator flashover pollution, for which, a fuzzy evaluation index system and its comment set are established to represent the insulator flashover conditions. The entropy weight method is applied to determine the weights of evaluation indexes and the combined triangular and semi-trapezoidal membership function is adopted to describe the ambiguity of each index. The steps of evaluation model establishment are emphatically studied and analyzed, including evaluation index selection, hierarchical division and weight determination. A case of 500 kV line insulator flashover is analyzed and the results coincide with the actual conditions, verifying the validity of the proposed method.

Key words: electric insulators; flashover pollution; comprehensive fuzzy evaluation; membership function; weight; entropy weight method; models