



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104573947 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 29

(21) 申请号 201410838071. 9

G06Q 50/06(2012. 01)

(22) 申请日 2014. 12. 29

(71) 申请人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

申请人 国网浙江省电力公司

中国农业大学

国网浙江省电力公司绍兴供电公司

(72) 发明人 赵凤展 卫泽晨 张梦 孟晓丽

宋晓辉 叶志军 盛晔

(74) 专利代理机构 北京路浩知识产权代理有限公司

公司 11002

代理人 李相雨

(51) Int. Cl.

G06Q 10/06(2012. 01)

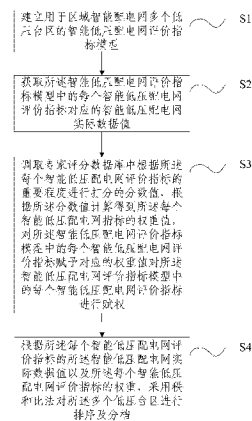
权利要求书2页 说明书11页 附图2页

(54) 发明名称

区域智能配电网低压台区综合评价方法

(57) 摘要

本发明为区域智能配电网评价领域,包括:建立用于区域智能配电网多个低压台区的智能低压配电网评价指标模型;获取智能低压配电网评价指标模型中的每个智能低压配电网评价指标对应的智能低压配电网实际数据值;调取专家评分数据库中根据每个智能低压配电网评价指标的重要程度进行打分的分数值,根据分数值计算得到每个智能低压配电网指标的权重值,对智能低压配电网评价指标模型中的每个智能低压配电网评价指标赋予对应的权重值;根据每个智能低压配电网评价指标的智能低压配电网实际数据值以及每个智能低压配电网评价指标的权重,采用秩和比法对多个低压台区进行排序及分档。对配电台区进行综合评价排序分档,可针对性地对配电台区投资建设。



1. 一种区域智能配电网低压台区综合评价方法,其特征在于,所述方法包括以下步骤:

S1:建立用于区域智能配电网多个低压台区的智能低压配电网评价指标模型;

S2:获取所述智能低压配电网评价指标模型中的每个智能低压配电网评价指标对应的智能低压配电网实际数据值;

S3:调取专家评分数据库中根据所述每个智能低压配电网评价指标的重要程度进行打分的分数值,根据所述分数值计算得到所述每个智能低压配电网指标的权重值,对所述智能低压配电网评价指标模型中的每个智能低压配电网评价指标赋予对应的权重值;

S4:根据所述每个智能低压配电网评价指标的所述智能低压配电网实际数据值以及所述每个智能低压配电网评价指标的权重,采用秩和比法对所述多个低压台区进行排序及分档。

2. 根据权利要求1所述的区域智能配电网低压台区综合评价方法,其特征在于,所述步骤S1具体包括:通过鱼骨分析法分析配电台区供电能力、运行经济性以及节能环保性,得到所述智能低压配电网评价指标模型的智能低压配电网一级指标;将所述智能低压配电网一级指标分解得到所述智能低压配电网一级指标下的智能低压配电网二级指标,所述智能低压配电网一级指标以及所述智能低压配电网二级指标构成所述智能低压配电网评价指标模型。

3. 根据权利要求2所述的区域智能配电网低压台区综合评价方法,其特征在于,所述智能低压配电网一级指标包括:供电质量可靠性、网架结构、设备情况、运行水平、智能化水平以及节能环保。

4. 根据权利要求3所述的区域智能配电网低压台区综合评价方法,其特征在于,所述智能低压配电网二级指标包括:所述供电质量可靠性对应的供电可靠率、用户平均停电次数、电压合格率、三相电压不平衡度、谐波总畸变率;所述网架结构对应的供电半径、变压器位置;所述设备情况对应的导线截面积合格率、架空导线绝缘化率;所述运行水平对应的变压器功率因数、变压器负载率、无功补偿容量、线路负载率、线损率;所述智能化水平对应的配变综合测控仪安装率、用电信息采集器安装率、智能诊断准确率、电网故障自愈能力;以及所述节能环保对应的分布式能源渗透率、充电桩容量满足率、污染气体减少排放率、电磁污染达标率、噪声污染达标率。

5. 根据权利要求4所述的区域智能配电网低压台区综合评价方法,其特征在于,所述步骤S3中,每个智能低压配电网评估台区的综合权重为每个智能低压配电网二级指标综合权重与对应的每个智能低压配电网一级指标综合权重的乘积。

6. 根据权利要求5所述的区域智能配电网低压台区综合评价方法,其特征在于,调取所述专家评分数据库中n次打分的分数值,进行加权平均得到所述智能低压配电网二级指标综合权重

$$w_{Ak} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n w_{A_k^j}, \quad j=1,2,\dots,n, \quad k=1,2,3,\dots,m$$

其中,m为所述智能低压配电网二级指标个数, $w_{A_k^j}$ 为由第j次打分分数值对应的智能低压配电网二级指标 A_k 的权重;

获取所述智能低压配电网二级指标综合权重的具体步骤包括:

S31 :调取所述专家评分数据库中与所述每个智能低压配电网二级指标进行打分的分数值,并根据所述分数值与所述每个智能低压配电网二级指标进行排序;

S32 :计算求得相邻智能低压配电网二级指标间权重大小的比值

$$\frac{x_{(k-1)}}{x_k} = \frac{w_{(k-1)}}{w_k} = r_k, k = 2, 3, \dots, m-1, m$$

其中, w_k 为所述步骤 S31 中分数值对应的智能低压配电网二级指标 A_k 的权重;

S33 :计算求得所述每个智能低压配电网二级指标的权重

$$w_{A_m} = [1 + \sum_{k=2}^m (\prod_{i=k}^m r_{A_i})]^{-1}$$

其中, w_{A_m} 为所述步骤 S31 中分数值对应的智能低压配电网二级指标 A_m 的权重;

其他智能低压配电网二级指标为

$$w_{A_{(k-1)}} = r_{A_k} w_{A_k}, k = m, m-1, m-2, \dots, 3, 2。$$

7. 根据权利要求 6 所述的区域智能配电网低压台区综合评价方法,其特征在于,所述智能低压配电网一级指标综合权重的获取方法与所述智能低压配电网二级指标综合权重的获取方法相一致。

8. 根据权利要求 5-7 任一项所述的区域智能配电网低压台区综合评价方法,其特征在于,所述步骤 S4 具体包括:

S41 :根据所述每个智能低压配电网二级指标的所述智能低压配电网实际数据值从小到大进行编秩,得到秩矩阵;

S42 :根据所述每个智能低压配电网评估台区的综合权重以及秩次,求得所述秩矩阵每行加权秩和比,并将所述每行加权秩和从小到大排成一系列比值相同的列为一组;

S43 :求得每组的累计频数、秩次范围、平均秩次以及所述累计频数对应的概率单位;

S44 :求得所述加权秩和比为因变量,所述概率单位为自变量的线性回归方程,根据所述概率单位、所述加权秩和比以及所述线性回归方程将所述每个智能低压配电网评估台区进行分档排序。

区域智能配电网低压台区综合评价方法

技术领域

[0001] 本发明涉及区域智能配电网评价技术领域,尤其涉及一种区域智能配电网低压台区的综合评价方法。

背景技术

[0002] 智能配电网是以配电网高级自动化技术为基础,通过应用和融合先进的测量与传感技术、控制与集成技术、计算机与网络技术、信息与通信技术,利用智能化开关设备、配电终端设备,在坚强电网架构和双向通信网络的物理支持以及各集成高级应用功能的可视化软件支持下,允许可再生能源和分布式发电单元的大量接入。鼓励各类不同电力用户积极参与电网互动,以实现配电网在正常运行状态下完善的监测、保护、控制、优化以及非正常运行状态下的自愈控制。

[0003] 随着经济水平的快速发展,低压用户用电量不断增加,对供电质量要求提升,部分地区的低压配电网供电能力已经不能完全满足用户的需求。低压配电网具有规模大、结构灵活复杂、不确定信息多、智能程度低等特点,由此对低压配电网的规划、建设、管理工作带来了一定的困难和挑战。智能配电网低压台区是一种涵盖多属性多指标,发展优劣程度不同,受多种因素影响的大型复杂系统。智能配电网低压台区,是综合智能低压配电网建设与运行水平的重要因素。建立智能配电网低压台区评价指标模型和评价方法,评价智能低压配电网运行、管理、发展建设水平和薄弱环节,为配电网进一步科学的规划、建设和管理提供依据。

发明内容

[0004] (一) 要解决的技术问题

[0005] 本发明要解决的技术问题是提供了一种区域智能配电网低压台区的综合评价方法,为智能配电网建设及运行水平评价提供指导。

[0006] (二) 技术方案

[0007] 为了解决上述技术问题,本发明提供了一种区域智能配电网低压台区综合评价方法,所述方法包括以下步骤:

[0008] S1:建立用于区域智能配电网多个低压台区的智能低压配电网评价指标模型;

[0009] S2:获取所述智能低压配电网评价指标模型中的每个智能低压配电网评价指标对应的智能低压配电网实际数据值;

[0010] S3:调取专家评分数据库中根据所述每个智能低压配电网评价指标的重要程度进行打分的分数值,根据所述分数值计算得到所述每个智能低压配电网指标的权重值,对所述智能低压配电网评价指标模型中的每个智能低压配电网评价指标赋予对应的权重值;

[0011] S4:根据所述每个智能低压配电网评价指标的所述智能低压配电网实际数据值以及所述每个智能低压配电网评价指标的权重,采用秩和比法对所述多个低压台区进行排序及分档。

[0012] 优选地,所述步骤 S1 具体包括:通过鱼骨分析法分析配电台区供电能力、运行经济性以及节能环保性,得到所述智能低压配电网评价指标模型的智能低压配电网一级指标;将所述智能低压配电网一级指标分解得到所述智能低压配电网一级指标下的智能低压配电网二级指标,所述智能低压配电网一级指标以及所述智能低压配电网二级指标构成所述智能低压配电网评价指标模型。

[0013] 优选地,所述智能低压配电网一级指标包括:供电质量可靠性、网架结构、设备情况、运行水平、智能化水平以及节能环保。

[0014] 优选地,所述智能低压配电网二级指标包括:所述供电质量可靠性对应的供电可靠率、用户平均停电次数、电压合格率、三相电压不平衡度、谐波总畸变率;所述网架结构对应的供电半径、变压器位置;所述设备情况对应的导线截面积合格率、架空导线绝缘化率;所述运行水平对应的变压器功率因数、变压器负载率、无功补偿容量、线路负载率、线损率;所述智能化水平对应的配变综合测控仪安装率、用电信息采集器安装率、智能诊断准确率、电网故障自愈能力;以及所述节能环保对应的分布式能源渗透率、充电桩容量满足率、污染气体减少排放率、电磁污染达标率、噪声污染达标率。

[0015] 优选地,所述步骤 S3 中,每个智能低压配电网评估台区的综合权重为每个智能低压配电网二级指标综合权重与对应的每个智能低压配电网一级指标综合权重的乘积。

[0016] 优选地,调取所述专家评分数据库中 n 次打分的分数值,进行加权平均得到所述智能低压配电网二级指标综合权重

$$[0017] \quad w_{Ak} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n w_{Ajk}, \quad j=1,2,\dots,n, \quad k=1,2,3,\dots,m$$

[0018] 其中, m 为所述智能低压配电网二级指标个数, w_{Ajk} 为由第 j 次打分分数值对应的智能低压配电网二级指标 A_k 的权重;

[0019] 获取所述智能低压配电网二级指标综合权重的具体步骤包括:

[0020] S31:调取所述专家评分数据库中对所述每个智能低压配电网二级指标进行打分的分数值,并根据所述分数值对所述每个智能低压配电网二级指标进行排序;

[0021] S32:计算求得相邻智能低压配电网二级指标间权重大小的比值

$$[0022] \quad \frac{x_{(k-1)}}{x_k} = \frac{w_{(k-1)}}{w_k} = r_k, \quad k=2,3,\dots,m-1,m$$

[0023] 其中, w_k 为所述步骤 S31 中分数值对应的智能低压配电网二级指标 A_k 的权重;

[0024] S33:计算求得所述每个智能低压配电网二级指标的权重

$$[0025] \quad w_{Am} = [1 + \sum_{k=2}^m (\prod_{i=k}^m r_{Ai})]^{-1}$$

[0026] 其中, w_{Am} 为所述步骤 S31 中分数值对应的智能低压配电网二级指标 A_m 的权重;

[0027] 其他智能低压配电网二级指标为

$$[0028] \quad w_{A(k-1)} = r_{Ak} w_{Ak}, \quad k=m, m-1, m-2, \dots, 3, 2.$$

[0029] 优选地,所述智能低压配电网一级指标综合权重的获取方法与所述智能低压配电网二级指标综合权重的获取方法相一致。

[0030] 优选地,所述步骤 S4 具体包括:

[0031] S41:根据所述每个智能低压配电网二级指标的所述智能低压配电网实际数据值

从小到大进行编秩,得到秩矩阵;

[0032] S42:根据所述每个智能低压配电网评估台区的综合权重以及秩次,求得所述秩矩阵每行加权秩和比,并将所述每行加权秩和从小到大排成一系列比值相同的列为一组;

[0033] S43:求得每组的累计频数、秩次范围、平均秩次以及所述累计频数对应的概率单位;

[0034] S44:求得所述加权秩和比为因变量,所述概率单位为自变量的线性回归方程,根据所述概率单位、所述加权秩和比以及所述线性回归方程将所述每个智能低压配电网评估台区进行分档排序。

[0035] (三)有益效果

[0036] 本发明的上述技术方案具有如下优点:基于配电台区供电能力、运行经济型、节能环保的原则,通过鱼骨分析法得到智能低压配电网的6个一级指标以及23个二级指标,得到全面、实用的区域智能配电网低压台区评价指标模型。基于改进G1赋权法对上述评价指标进行赋权,并基于秩和比法对区域智能配电网下的多个低压台区的综合评价指标进行综合评价排序及分档。改进G1赋权法将主客观相结合,使得评价结果更具实用性。基于本发明提供的区域智能配电网低压台区综合评价方法,对配电台区建设与运行水平进行综合评价排序及分档,有利于对所评价的配电台区有更加清晰的认识。从而有针对性地加大对低档区配电台区的投资和建设,推广高档区配电台区的管理理念和建设模式,进而推动区域配电网低压台区的平衡发展。

附图说明

[0037] 图1是本发明实施例提供的区域智能配电网低压台区综合评价方法的方法流程图;

[0038] 图2是本发明实施例提供的区域智能配电网低压台区供电能力鱼骨分析图;

[0039] 图3是本发明实施例提供的区域智能配电网低压台区运行经济性鱼骨分析图;

[0040] 图4是本发明实施例提供的区域智能配电网低压台区一级指标示意图;

[0041] 图5是本发明实施例提供的改进G1赋权法的方法流程图;

[0042] 图6是本发明实施例提供的两层智能低压配电网评价指标模型示意图。

具体实施方式

[0043] 下面结合附图和实施例对本发明的具体实施方式作进一步详细描述。以下实施例用于说明本发明,但不用来限制本发明的范围。

[0044] 本发明分析了智能配电网低压台区的涵义、特征及利益相关者的需求等,通过分析和研究智能配电网低压台区建设的目标、现状、前景及技术支撑等方面内容构建了智能配电网低压台区评价指标模型。并针对该智能配电网低压台区评价指标模型,提出了基于改进G1法的秩和比评价方法。该方法中各指标的权重是将G1赋权法改进而得,以主观评价为基础结合客观计算的一种指标权重计算方法。权重确定后应用秩和比法对区域智能配电网内各低压台区的各个指标进行综合评价,进而进行分档排序有利于对评价的配电台区有更清晰、深刻的认识。

[0045] 如图1所示,为本发明实施例提供的区域智能配电网低压台区综合评价方法的方

法流程图。

[0046] 本发明提供了一种区域智能配电网低压台区综合评价方法,该方法包括以下步骤:S1:建立用于区域智能配电网多个低压台区的智能低压配电网评价指标模型;S2:获取智能低压配电网评价指标模型中的每个智能低压配电网评价指标对应的智能低压配电网实际数据值;S3:调取专家评分数据库中根据每个智能低压配电网评价指标的重要程度进行打分的分数值,根据分数值计算得到每个智能低压配电网指标的权重值,对智能低压配电网评价指标模型中的每个智能低压配电网评价指标赋予对应的权重值;S4:根据每个智能低压配电网评价指标的智能低压配电网实际数据值以及每个智能低压配电网评价指标的权重,采用秩和比法对多个低压台区进行排序及分档。

[0047] 进一步地,从低压配电使用者的核心价值角度进行分析,智能低压配电网最主要的利益相关者为电力企业、电力用户以及社会环境。其中,电力企业的根本需求是电网运行的经济性,电力用户的根本需求是电网的供电能力,社会环境的发展是处于节能、环保、可持续性发展的考量。进一步地,如图2、图3所示,分别为本发明实施例提供的区域智能配电网低压台区供电能力、运行经济性影响因素的鱼骨分析图。得出影响区域配电网低压台区供电能力和运行经济性的相关因素,再结合社会环境的需求得出智能低压配电网评价指标模型的重要元素集即智能低压配电网一级指标。因此,基于配电台区供电能力、运行经济型以及节能环保,通过鱼骨分析法得到智能低压配电网评价指标模型的智能低压配电网一级指标;将智能低压配电网一级指标分解得到智能低压配电网一级指标下的智能低压配电网二级指标,智能低压配电网一级指标以及智能低压配电网二级指标构成智能低压配电网评价指标模型。

[0048] 进一步地,如图4所示,为本发明实施例提供的区域智能配电网低压台区智能低压配电网一级指标示意图。智能低压配电网一级指标包括:供电质量可靠性、网架结构、设备情况、运行水平、智能化水平以及节能环保。

[0049] 进一步地,将上述智能低压配电网一级指标进一步分解,得到如表1所示的智能低压配电网二级指标。智能低压配电网二级指标包括:供电质量可靠性对应的供电可靠率、用户平均停电次数、电压合格率、三相电压不平衡度、谐波总畸变率;网架结构对应的供电半径、变压器位置;设备情况对应的导线截面积合格率、架空导线绝缘化率;运行水平对应的变压器功率因数、变压器负载率、无功补偿容量、线路负载率、线损率;智能化水平对应的配变综合测控仪安装率、用电信息采集器安装率、智能诊断准确率、电网故障自愈能力;以及节能环保对应的分布式能源渗透率、充电桩容量满足率、污染气体减少排放率、电磁污染达标率、噪声污染达标率。

[0050] 表1 区域智能配电网低压台区指标表

[0051]

元素层（一级指标）	区域智能配电网低压台区指标（二级指标）
供电质量及可靠性	供电可靠率
	用户平均停电次数
	电压合格率
	三相电压不平衡度
	谐波总畸变率
设备情况	导线截面积合格率
	架空导线绝缘化率
网架结构	供电半径
	变压器位置
运行水平	变压器功率因数
	变压器负载率
	无功补偿容量
	线路负载率
	线损率
智能化水平	配变综合测控仪安装率

[0052]

	用电信息采集器安装率
	智能诊断准确率
	电网故障自愈能力
节能环保	分布式能源渗透率
	充电桩容量满足率
	污染气体减少排放率
	电磁污染达标率
	噪声污染达标率

[0053] 进一步地,为了进行多个评价指标的优劣比较,并能够很好的适用于区域智能配电网低压台区的智能低压配电网评价指标模型。本发明提供了一种基于改进 G1 赋权法的秩和比评价方法,改进的 G1 法是基于 G1 法对智能低压配电网评价指标模型中的每个指标进行合理、有效的赋权,得到的权重值是客观、正确的评价结果的重要基础。其中,G1 赋权法本质上是一种序关系分析法,是专家基于指标的重要程度关系给出相邻指标间重要程度之比,进而计算得出指标权重的一种赋权方法。

[0054] 本发明实施例中的改进 G1 赋权法将传统的 G1 赋权法中多位专家给出指标重要程度之比,改进为多位专家给予指标重要程度进行打分。改进的方法更容易操作,并且可以拉大指标权重的数值差别,更便于多指标、多层次指标的权重计算。进一步地,如图 5 所示,为本发明实施例提供的改进 G1 赋权法的方法流程图。某位专家根据指标的重要程度给出指标的重要程度分数值;根据打分确定指标重要程度的排序;根据指标重要程度的排序计算出相邻指标权重比值;根据相邻指标权重比值算出此位专家所打分数的权重值;多位专家对指标重要程度进行打分所得权重进行加权平均,求得客观性、实用性强的指标权重。如果智能低压配电网评价指标模型由多层指标构成,顶层评估目标权重为多层指标权重的乘积。

[0055] 如图 6 所示,为本发明实施例提供的两层智能低压配电网评价指标模型示意图。本发明实施例提供的智能低压配电网评价指标模型有两层,计算指标权重应从底层算起。计算智能低压配电网二级指标相对于智能低压配电网一级指标的权重,即智能低压配电网二级指标 $A_1、A_2 \cdots A_m$ 相对于智能低压配电网一级指标 A 的权重,记为 $w_{A1}、w_{A2} \cdots w_{Am}$,智能低压配电网二级指标 $B_1、B_2 \cdots B_q$ 相对于智能低压配电网一级指标 B 的权重,记为 $w_{B1}、w_{B2} \cdots w_{Bq}$,计算求得的智能低压配电网一级指标 A、B 相对于顶层评估目标 T 的权重,记为 $w_A、w_B$ 。计算智能低压配电网二级指标 $A_1、A_2 \cdots A_m$ 相对于顶层评估目标 T 的综合权重值的具体步骤为:建立有专家打分数据库,其中有 n 位专家对智能低压配电网二级指标 $A_1、A_2 \cdots A_m$ 的重要程度进行打分,指标越重要打分值也相应的越高;根据专家打分数据库中一位专家打分的分数值,计算出基于一位专家打分的智能低压配电网二级指标的权重值;同样的计算方法计算出基于 n 位专家打分的智能低压配电网二级指标的综合权重值;同样的计算方法

计算出基于 n 位专家打分的智能低压配电网一级指标的综合权重值；智能低压配电网二级指标相对于顶层评估目标 T 的综合权重值为智能低压配电网二级指标与智能低压配电网一级指标的乘积。

[0056] 进一步地,如表 2 所示,为调取存有 n 位专家打分的专家打分数据库中的某一位对智能低压配电网二级指标打分的分数表,即智能低压配电网二级指标 A₁重要程度分数值为 f₁,智能低压配电网二级指标 A₂重要程度分数值为 f₂,……智能低压配电网二级指标 A_m重要程度分数值为 f_m;

[0057] 表 2 专家打分表

[0058]

指标	A ₁	A ₂	...	A _m
分值	f ₁	f ₂	...	f _m

[0059] 将智能低压配电网二级指标重要程度的分数值进行从大到小的排序,分数值最大的指标记为 x₁且分数值为 g₁,分数值次大的指标记为 x₂且分数值为 g₂,……分数值最小的指标记为 x_m且分数值为 g_m,将各智能低压配电网二级指标的重要程度排序如公式 (1) 所示:

$$[0060] \quad x_1 > x_2 > \dots > x_m \quad (1)$$

[0061] 根据各智能低压配电网二级指标的重要程度排序及分数值,可计算求得相邻智能低压配电网二级指标间权重 w_(k-1)与 w_k大小的比值 r_k如公式 (2) 所示:

$$[0062] \quad r_k = \frac{g_{(k-1)}}{g_k} = \frac{w_{(k-1)}}{w_k}, k = 2, 3, \dots, m-2, m-1, m \quad (2)$$

[0063] 其中, w_k为以一位专家打分为基础,智能低压配电网二级指标 A_k的权重。

[0064] 根据各相邻智能低压配电网二级指标权重大小的比值,以及各智能低压配电网二级指标权重之和为 1,可计算求得智能低压配电网二级指标 A_m的权重,如公式 (3) 所示:

$$[0065] \quad w_{A_m} = [1 + \sum_{k=2}^m (\prod_{i=k}^m r_{A_i})]^{-1} \quad (3)$$

[0066] 其中, w_{A_m}为以一专家打分为基础,得到的指标 A_m的权重。

[0067] 其他智能低压配电网二级指标的权重可由公式 (4) 计算求得:

$$[0068] \quad w_{A_{(k-1)}} = r_{A_k} w_{A_k}, k = 2, 3, \dots, m-2, m-1, m \quad (4)$$

[0069] 专家数据库中 n 位专家对智能低压配电网二级指标的重要程度进行了打分,每位专家打分情况均可由上述计算求得各智能低压配电网二级指标的权重,将每位专家打分求得的权重进行加权平均计算,可求得智能低压配电网二级指标的更为客观、实用的综合权重,如公式 (5) 所示:

$$[0070] \quad w_{A_k} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n w_{A_{kj}}, j = 1, 2, \dots, n, k = 1, 2, 3, \dots, m \quad (5)$$

[0071] 其中, n 为专家人数, m 为智能低压配电网二级指标个数, w_{A_{kj}}为由第 j 位 (j = 1, 2, …, n) 专家打分得到的智能低压配电网二级指标 A_k的权重, w_{A_k}为 n 位专家打分得到的智能低压配电网二级指标 A_k的综合权重。

[0072] 同理,进一步地由上述方法同样可计算求得两层智能低压配电网评价指标模型中各智能低压配电网一级指标的综合权重。智能低压配电网二级指标 A_k 相对于顶层评估目标 T 的综合权重 w_{Ak}' 可由公式 (6) 计算求得:

$$[0073] \quad w_{Ak}' = w_{Ak} \times w_A \quad (6)$$

[0074] 其中, w_A 为智能低压配电网一级指标 A 相对于顶层评估目标 T 的综合权重。

[0075] 进一步地,在计算求得本发明提供的智能低压配电网评价指标模型中各指标综合权重之后,利用秩和比 (Rank Sum Ratio, RSR) 法对多个低压台区多个评价指标进行综合的评价、分档以及排序,使得管理者、建设者能够更全面、直观地了解各台区的运行水平。其中,秩和比法是一种结合参数统计与非参数统计,描述与推断互补的一种统计方法。用秩和比法对区域智能配电网低压台区进行评价具体步骤为:

[0076] 列举出一个 n 行 m 列的原始数据表,对于每个智能低压配电网二级指标进行从小到大的编秩处理,其中, n 为待评价低压台区的个数, m 为智能低压配电网二级指标的个数。基于智能低压配电网二级指标定义将本发明实施例中 23 个智能低压配电网二级指标区分为高优指标、低优指标以及适度指标,将智能低压配电网二级指标高优化之后再行编秩。其中,高优指标是指指标值越大越好的指标;低优指标是指指标值越小越好的指标;适度指标是指在适度范围内指标值越大越好,在适度范围以外指标值越小越好的指标。

[0077] 对于低优指标 X_i ,取原低优指标的倒数就可得到对应的高优指标 Y_i 如公式 (7) 所示:

$$[0078] \quad Y_i = \frac{1}{X_i} \quad (7)$$

[0079] 对于适度指标 X_i ,确定一个最优适度值 X_0 ,再得到对应的高优指标 Y_i 如公式 (8) 所示:

$$[0080] \quad Y_i = \frac{1}{|X_i - X_0|} \quad (8)$$

[0081] 本发明实施例提供的两层的智能低压配电网评价指标模型中智能低压配电网二级指标按照高优、低优以及适度进行分类的智能低压配电网二级指标类型分类表如表三所示,供电可靠率、电压合格率、导线截面积合格率、架空导线绝缘化率、配变综合测控仪安装率、用电信息采集器安装率、智能诊断准确率、电网故障自愈能力、污染气体减少排放率、电磁污染达标率以及噪声污染达标率属于高优指标;用户平均停电次数、三相电压不平衡度、谐波总畸变率以及线损率属于低优指标;供电半径、变压器位置、无功补偿容量、变压器功率因数、变压器负载率、线路负载率、分布式能源渗透率以及充电桩容量满足率属于适度指标。将上述的低优指标以及适度指标进行高优化之后,再进行各智能低压配电网二级指标的编秩。

[0082] 表 3 智能低压配电网二级指标类型分类表

[0083]

高优指标	供电可靠率
	电压合格率
	导线截面积合格率
	架空导线绝缘化率
	配变综合测控仪安装率
	用电信息采集器安装率
	智能诊断准确率
	电网故障自愈能力
	污染气体减少排放率
	电磁污染达标率
	噪声污染达标率

[0084]

低优指标	用户平均停电次数
	三相电压不平衡度
	谐波总畸变率
	线损率
适度指标	供电半径
	变压器位置
	无功补偿容量
	变压器功率因数
	变压器负载率
	线路负载率
	分布式能源渗透率
充电桩容量满足率	

[0085] 并根据智能低压配电网二级指标的数据值从小到大进行编秩,在 n 给低压台区中,对最大的数据值编秩次 n,次大的数据值编秩次 n-1,……,最小的数据值编秩次 1,相同的数据值编平均秩次。其中,对待评价的低压台区内配电网基础数据和运行数据进行收集并校验,通过收集到的配电网基础数据,按照各指标定义对其进行汇总、统计和分析,得出

各智能低压配电网二级指标的数据值,进而可以更全面、准确的对区域智能配电网低压台区进行综合评价。

[0086] 进行编秩得到秩矩阵,如公式(9)所示:

$$\begin{matrix}
 & R_{11} & R_{12} & \dots & R_{1m} \\
 [0087] & R_{21} & R_{22} & & R_{2m} \\
 & \dots & \dots & \dots & \dots \\
 & R_{n1} & R_{n2} & & R_{nm}
 \end{matrix} \quad (9)$$

[0088] 其中, R_{ij} ($i = 1, 2, \dots, n; j = 1, 2, \dots, m$) 是第 i 个智能低压配电网二级指标在第 j 列的秩次, m 为智能低压配电网二级指标数, n 为待评价台区数;

[0089] 进一步地,可计算求得各行加权秩和比,如公式(10)所示:

$$[0090] \quad WRSR_i = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^m w_j R_{ij} \quad (10)$$

[0091] 其中 w_j 为第 j 个智能低压配电网二级指标的权重。

[0092] 将各行加权秩和比 $WRSR_i$ 按值从小至大排成一列,其中 $WRSR_i$ 相同的作为同一组,并编制 $WRSR_i$ 的频率分布表。表中列举有各组 $WRSR_i$ 的频数 f 以及各组的累积频数 Σf ; 确定各组 $WRSR_i$ 的秩次范围和平均秩次 \bar{R} , 将 $WRSR_i$ 秩次从小到大排序, $WRSR_i$ 只出现一次时秩次范围上限和秩次范围下限相同,多个台区出现同一 $WRSR_i$ 时,秩次范围的上限为秩次范围下限与此相同 $WRSR_i$ 出现次数之和,平均秩次 \bar{R} 为秩次范围上限和秩次范围下限的平均值; 并计算百分比数 $p = \bar{R}/n$, 将百分比数 p 通过查找《百分数与概率单位对照表》转化为概率单位 y 。

[0093] 根据已有的各台区的加权秩和比及概率单位,使用最小二乘法计算加权秩和比 \widehat{WRSR} 为因变量, y 为自变量的线性回归方程,如公式(11)所示:

[0094]

$$\widehat{WRSR} = a + by \quad (11)$$

[0095] 其中, a 、 b 为待求的线性回归方程参数。

[0096] 根据加权秩和比 \widehat{WRSR} 值、概率单位 y 值情况(通过查找《百分数与概率单位对照表》已知)以及线性回归方程对各二级评价指标进行分档排序。分档数及对应概率单位 y 值关系通常由表4定义,

[0097] 表4 分档数及 y 值

[0098]

分档数	y 值					
	3	<4	4 ~	6 ~		
4	<3.5	3.5 ~	5 ~	6.5 ~		
5	<3.2	3.2 ~	4.4 ~	5.6 ~	6.8 ~	
6	<2.86	2.86 ~	4 ~	5 ~	6 ~	7 ~

[0099] 出于实际考虑,将本发明提供的智能低压配电网评价指标模型各指标分为差、一般和好三档,根据概率单位 y 值以及回归方程,计算出加权秩和比 \widehat{WRSR} 值的相应划分区间,并根据划分的各指标加权秩和比 \widehat{WRSR} 的值将各评估的区域智能配电网下的低压台区归入相应的档次。进而,能够对各低压台区有更好、更明确、更全面的认识,可以对不满足标准指标的低压台区采取有效措施进行改造或再建设,对于满足标准指标的低压台区进行有效的推广,进而实现区域智能配电网的合理配置。

[0100] 综上所述,本发明提供的区域智能配电网低压台区综合评价方法基于配电台区供电能力、运行经济型、节能环保的原则,通过鱼骨分析法得到智能低压配电网的 6 个一级指标以及 23 个智能低压配电网二级指标,得到全面、实用的区域智能配电网低压台区评价指标模型。基于改进 G1 赋权法对上述评价指标进行赋权,并基于秩和比法对区域智能配电网下的多个低压台区的综合评价指标进行综合评价排序及分档。改进 G1 赋权法将主客观相结合,使得评价结果更具实用性。基于本发明提供的区域智能配电网低压台区综合评价方法,对配电台区建设与运行水平进行综合评价排序及分档,有利于对所评价的配电台区有更加清晰的认识。从而有针对性地加大对低档区配电台区的投资和建设,推广高档区配电台区的管理理念和建设模式,进而推动区域配电网低压台区的平衡发展。

[0101] 最后应说明的是:以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的精神和范围。

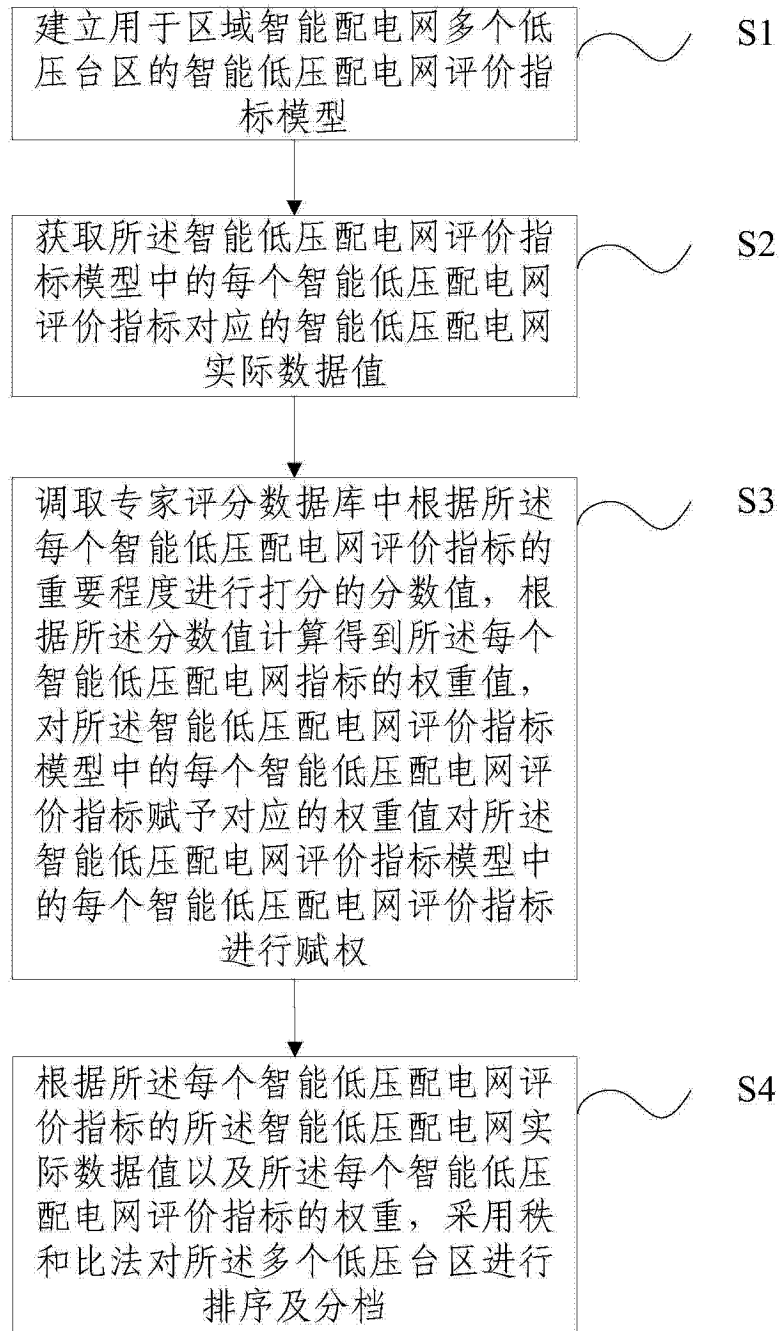


图 1

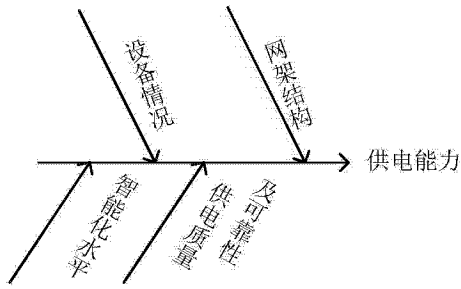


图 2

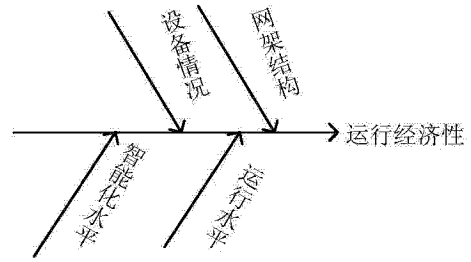


图 3

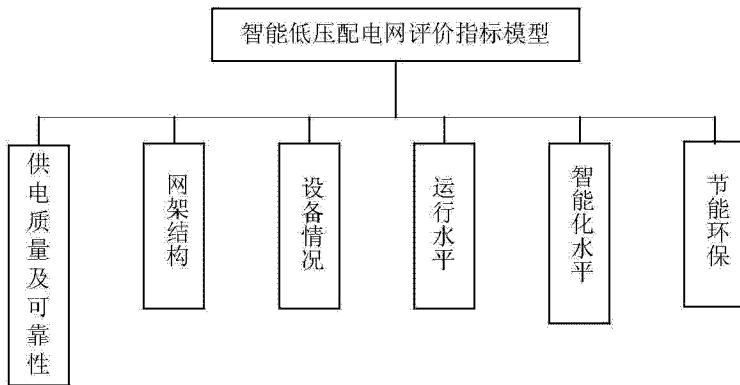


图 4

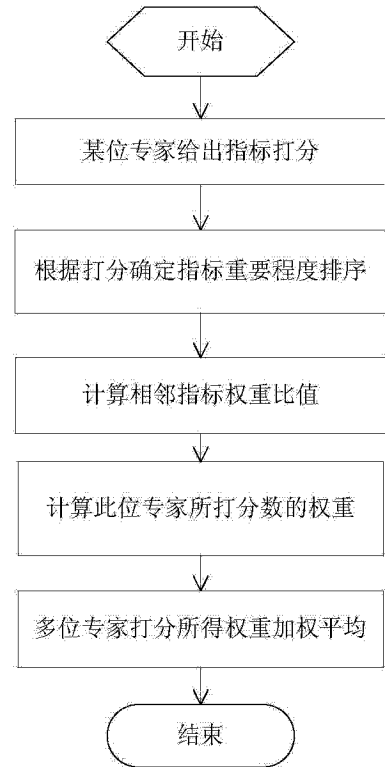


图 5

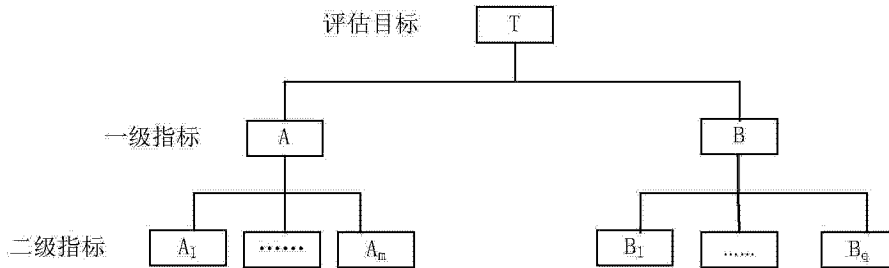


图 6