



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103166317 B

(45) 授权公告日 2015. 08. 12

(21) 申请号 201310064572. 1

CN 102013085 A, 2011. 04. 13, 全文.

(22) 申请日 2013. 02. 28

JP 特开 2003-304653 A, 2003. 10. 24, 全文.

(73) 专利权人 广东电网公司电力科学研究院
地址 510080 广东省广州市越秀区东风东路
水均岗 8 号

高辉等. 配电网可靠性评估方法的研究.《华中电力》. 2011, 第 24 卷 (第 5 期), 第 63-66 页, 第 70 页.

专利权人 华北电力大学

审查员 仇有年

(72) 发明人 张晓平 郑文杰 黄嘉健 王欣宇
吴润泽 刘文霞

(74) 专利代理机构 广州华进联合专利商标代理
有限公司 44224

代理人 王茹 曾旻辉

(51) Int. Cl.

H02J 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102208809 A, 2011. 10. 05, 全文.

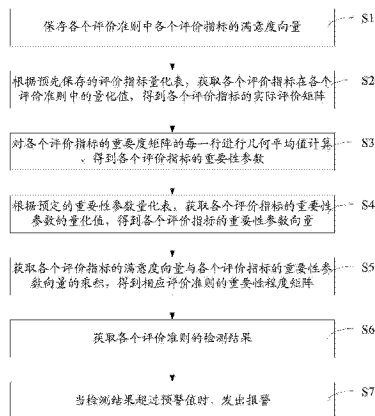
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法和装置

(57) 摘要

本发明提出一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法,包括步骤:保存各个评价准则中各个评价指标的满意度向量;根据预先保存的评价指标量化表,得到各个评价指标的实际评价矩阵;对各个评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算,得到各个评价指标的重要性参数;根据预定的重要性程度量化表,得到各个评价指标的重要性参数向量;获取各个评价指标的满意度向量与各个评价指标的重要性参数向量的乘积,得到相应评价准则的重要性程度矩阵;得到各个评价准则的可靠性检测结果;当可靠性检测结果超过预警值时,发出报警。本发明还提出一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置,可以提高配电网的可靠性。



1. 一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法,其特征在于,包括步骤:

保存各个评价准则中各个评价指标的满意度向量;其中,所述满意度向量为评价指标与评价准则中标准值的偏差;

根据预先保存的评价指标量化表,获取各个所述评价指标在各个所述评价准则中的量化值,得到各个评价指标的实际评价矩阵;

对各个所述评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算,得到各个评价指标的重要性参数;

根据预定的重要性参数量化表,获取各个评价指标的重要性参数的量化值,得到各个评价指标的重要性参数向量;

获取各个所述评价指标的满意度向量与各个所述评价指标的重要性参数向量的乘积,得到相应评价准则的重要性程度矩阵;

根据公式 $B = \begin{bmatrix} A_1 \times R_1 \\ A_2 \times R_2 \\ \dots \dots \\ A_n \times R_n \end{bmatrix}$ 得到各个评价准则的可靠性检测结果;其中, B 为可靠性检

测结果; A_n 为所述评价指标的实际评价矩阵; R_n 为所述相应评价准则的重要性程度矩阵; $n = 1, 2, 3, \dots$;

当所述可靠性检测结果超过预警值时,发出报警。

2. 根据权利要求 1 所述的含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法,其特征在于,所述根据预先保存的评价指标量化表,获取各个评价指标在各个所述评价准则中的量化值,得到各个评价指标的实际评价矩阵的步骤具体为:

获取各个专家对各个评价指标在各个评价准则中的重要性描述;

将所述重要性描述比对预先保存的评价指标量化表,得到各个专家对各个评价指标在各个评价准则中的重要性描述的量化值;进而得到各个评价指标的理论评价矩阵;

获取各个专家意见的几何平均值和方差;其中,所述专家意见为专家对同一评价指标在同一评价准则中重要性描述的量化值;

从所述各个评价指标的理论评价矩阵中删除方差最大的专家意见,得到各个评价指标的实际评价矩阵。

3. 根据权利要求 2 所述的含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法,其特征在于,所述对各个所述评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算,得到各个评价指标的重要性参数的步骤具体为:

根据公式 $Y_{A_i} = \sqrt{(n-1) \prod_{j=1}^{(k-1)} A_{ij} \times \prod_{j=k+1}^n A_{ij}}$ 获得各个评价指标的重要性参数;其

中, Y_{A_i} 为评价指标 i 的重要性参数, A_{ij} 表示专家 j 对评价指标 i 的重要性描述的量化值; k 为专家数。

4. 根据权利要求 1 至 3 任一项所述的含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法,其特征在于,

在所述得到各个评价指标的重要性参数向量的步骤后,对所述各个评价指标的重要性

参数向量进行一致性校验；若检验通过，则进行所述获取各个所述评价指标的满意度向量与各个所述评价指标的重要性参数向量的乘积，得到相应评价准则的重要性程度矩阵的步骤。

5. 一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置，其特征在于，包括：

存储单元，用于保存各个评价准则中各个评价指标的满意度向量；其中，满意度向量为评价指标与评价准则中标准值的偏差；

第一获取单元，用于根据预先保存的评价指标量化表，获取各个评价指标在各个所述评价准则中的量化值，得到各个评价指标的实际评价矩阵；

第一计算单元，用于对各个所述评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算，得到各个评价指标的重要性参数；

第二获取单元，用于根据预定的重要性程度量化表，获取各个评价指标的重要性参数的量化值，得到各个评价指标的重要性参数向量；

第三获取单元，用于获取各个所述评价指标的满意度向量与各个所述评价指标的重要性参数向量的乘积，得到相应评价准则的重要性程度矩阵；

第二计算单元，用于根据公式 $B = \begin{bmatrix} A_1 \times R_1 \\ A_2 \times R_2 \\ \dots \dots \\ A_n \times R_n \end{bmatrix}$ 得到各个评价准则的可靠性检测结果；

其中，B 为可靠性检测结果； A_n 为所述评价指标的实际评价矩阵； R_n 为所述相应评价准则的重要性程度矩阵； $n = 1, 2, 3, \dots$ ；

报警单元，用于当所述可靠性检测结果超过预警值时，发出报警。

6. 根据权利要求 5 所述的含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置，其特征在于，所述第一获取单元根据预先保存的评价指标量化表，获取各个评价指标在各个所述评价准则中的量化值，得到各个评价指标的实际评价矩阵时，

获取各个专家对各个评价指标在各个评价准则中的重要性描述；

将所述重要性描述比对预先保存的评价指标量化表，得到各个专家对各个评价指标在各个评价准则中的重要性描述的量化值；进而得到各个评价指标的理论评价矩阵；

获取各个专家意见的几何平均值和方差；其中，所述专家意见为专家对同一评价指标在同一评价准则中重要性描述的量化值；

从所述各个评价指标的理论评价矩阵中删除方差最大的专家意见，得到各个评价指标的实际评价矩阵。

7. 根据权利要求 6 所述的含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置，其特征在于，所述第一计算单元对各个所述评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算，得到各个评价指标的重要性参数时，

根据公式 $Y_{A_i} = \sqrt{(n-1) \prod_{j=1}^{(k-1)} A_{ij} \times \prod_{j=k+1}^n A_{ij}}$ 获得各个评价指标的重要性参数；其

中， Y_{A_i} 为评价指标 i 的重要性参数， A_{ij} 表示专家 j 对评价指标 i 的重要性描述的量化值；k 为专家数。

8. 根据权利要求 5 至 7 任一项所述的含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置,其特征
在于,所述含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置还包括:检验单元;

在所述第二获取单元得到各个评价指标的重要性参数向量后,所述检验单元对所述各
个评价指标的重要性参数向量进行一致性校验;

若检验通过,则通知所述第三获取单元进行所述获取各个所述评价指标的满意度向量
与各个所述评价指标的重要性参数向量的乘积,得到相应评价准则的重要性程度矩阵。

一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及配电网通信方式的安全控制领域,特别是涉及一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法和装置。

背景技术

[0002] DER (分布式电源) 发电并网改变了传统配电网的潮流特性、并网点的短路电流水平并引入大量的谐波干扰,由此需要二次设备对之进行有效的监控和评估。当前的配电网在实时性上、可靠性上的设计旨在满足传统配电通信需求,当 DER 并入电网,整个配电网的通信技术性要求更高。与此同时,以往电力系统对二次设备不计经济成本的投入,也使整个系统运行很难满足经济性目的。由此导致 DER 并网后的配电通信将需要重新规划补充。

[0003] 目前,还没有针对含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法;配电网供电安全性低。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明的目的在于,提供一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法和装置,可以提高配电网的可靠性。

[0005] 方案:

[0006] 一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法,包括步骤:

[0007] 保存各个评价准则中各个评价指标的满意度向量;其中,所述满意度向量为评价指标与评价准则中标准值的偏差;

[0008] 根据预先保存的评价指标量化表,获取各个所述评价指标在各个所述评价准则中的量化值,得到各个评价指标的实际评价矩阵;

[0009] 对各个所述评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算,得到各个评价指标的重要性参数;

[0010] 根据预定的重要性参数量化表,获取各个评价指标的重要性参数的量化值,得到各个评价指标的重要性参数向量;

[0011] 获取各个所述评价指标的满意度向量与各个所述评价指标的重要性参数向量的乘积,得到相应评价准则的重要性程度矩阵;

[0012] 根据公式 $B = \begin{bmatrix} A_1 \times R_1 \\ A_2 \times R_2 \\ \dots \\ A_n \times R_n \end{bmatrix}$ 得到各个评价准则的可靠性检测结果;其中, B 为可靠

性检测结果; A_n 为所述评价指标的实际评价矩阵; R_n 为所述相应评价准则的重要性程度矩阵; $n=1,2,3,\dots$;

[0013] 当所述可靠性检测结果超过预警值时,发出报警。

[0014] 以及,一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置,包括:

[0015] 存储单元,用于保存各个评价准则中各个评价指标的满意度向量;其中,满意度向量为评价指标与评价准则中标准值的偏差;

[0016] 第一获取单元,用于根据预先保存的评价指标量化表,获取各个评价指标在各个所述评价准则中的量化值,得到各个评价指标的实际评价矩阵;

[0017] 第一计算单元,用于对各个所述评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算,得到各个评价指标的重要性参数;

[0018] 第二获取单元,用于根据预定的重要性程度量化表,获取各个评价指标的重要性参数的量化值,得到各个评价指标的重要性参数向量;

[0019] 第三获取单元,用于获取各个所述评价指标的满意度向量与各个所述评价指标的重要性参数向量的乘积,得到相应评价准则的重要性程度矩阵;

[0020] 第二计算单元,用于根据公式 $B = \begin{bmatrix} A_1 \times R_1 \\ A_2 \times R_2 \\ \dots \dots \\ A_n \times R_n \end{bmatrix}$ 得到各个评价准则的可靠性检测结果;

其中, B 为可靠性检测结果; A_n 为所述评价指标的实际评价矩阵; R_n 为所述相应评价准则的重要性程度矩阵; $n=1,2,3,\dots$;

[0021] 报警单元,用于当所述可靠性检测结果超过预警值时,发出报警。

[0022] 本发明中,预先根据目的区域的通信需求,设计对应的评价指标和评价准则;收集各个专家对各个评价指标与各个评价准则的偏差,得到满意度向量;预先保存该满意度向量;获取各个专家对各个评价指标在对应评价准则中的重要性描述,比对评价指标的重要性描述量化表,得到各个评价指标的客观重要度矩阵;再对各个评价指标的客观重要度矩阵的每一行元素进行平均几何运算,得到各个评价指标的重要性程度;再根据重要性程度量化表,得到各个评价指标的重要性程度向量;根据满意度向量和重要性程度向量可以得到各个评价准则的重要性程度矩阵;再对各个评价准则的重要性程度矩阵和评价指标的客观重要度矩阵进行模糊符合运算得到最终的可靠性检测结果,当可靠性检测结果超过报警值时,发出报警,为含 DER 的配电通信方式优选提供理论基础及决策参考,进而为今后的配电通信网规划提供决策依据和支持,可以提高配电网的可靠性。

附图说明

[0023] 图 1 为本发明方法的一个实施流程图;

[0024] 图 2 为本发明其中一个实施步骤中建立的评价指标模型示意图;

[0025] 图 3 为本发明装置的一个结构示意图;

[0026] 图 4 为本发明装置的另一个结构示意图。

具体实施方式

[0027] 本发明提出的一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测方法,其中一个实施方式,其流程请参考图 1,包括步骤:

[0028] S1、保存各个评价准则中各个评价指标的满意度向量;

[0029] 其中,满意度向量为评价指标与标准值的偏差;在其中一个实施方式中,先建立评

价指标模型,具体步骤如下:

[0030] 步骤 1:根据规划地区通信需求,提出评价规划通信方式的详细评价指标。按照将配电自动化通信业务和 DER 并网通信业务相结合的方法,对于,目标通信方式的评价指标包括 22 项:通信设备及线路建设价格、通信设备及线路维护价格、系统崩溃造成的经济损失、传输速率、连接时间、传输时延、频带利用率和通信系统带宽、特性业务的占用信道的可用率、系统对配电网业务的保障率、传输的误码率、系统无故障运行时间间隔、一段时间内的平均故障时间以及业务信道的平均中断次数、多遥点的适应性、对地理情况的适应性以及通信覆盖率、设备标准性、协议标准性、技术标准性、支持 DER 数量、支持 DER 类型,具体如图 2 所示。

[0031] 步骤 2:将步骤 1 评价指标按照规划区域的通信需求进行分类,每一类为一个评价准则。步骤 1 的 22 项评价指标又可分为经济性、有效性、可靠性、适应性、扩展性和对 DER 的支撑性六类评价准则。

[0032] 步骤 3:将各个评价准则按照相互之间关联最小原则进一步进行指标调整。

[0033] 步骤 4:在建立各个评价准则的基础之上,形成评价体系的最高层,即目标层:配电网通信可靠性检测结果。

[0034] 步骤 5:按照上述 1 至 4 的步骤,建立评价指标模型,指标模型如图 2 所示;包括 3 层:最高层为目标层,是配电网通信可靠性检测结果;中间层为指标层,为评价准则;最底层为指标层,为评价指标。

[0035] 针对上述评价指标模型,计算单个评价指标与标准值的偏差,定义为满意度向量 C_m ,表示对第 m 个准则中评价指标的偏差值;标准值为评价准则中评价指标的参考值;

[0036] 获得各个评价准则中各个评价指标的满意度向量;

[0037] 一、以经济性准则为例:采用最小费用方法,认为对于能满足业务需求的各种通信方式收益一样。对于满足需求的各类方案,认为建设和维护费用最少的方案经济性最好,对于寿命较短或者容易出现故障的方案,故障时间和设备更换时间都定义为非正常工作时间,认为非工作时间中单位时间的经济损失相同,三个评价指标的累积金额就是系统的经济性评价结果,累计金额越大表示经济型越差,反之则越好。

[0038] 对于经济性准则中的各评价指标,定义保障需求的最低费用与要评价的通信方式所需费用之比为满意度。满意度按照极差到极好给予权重值标度 $0 \sim 10$,数值越大表示满意程度越高。此处引入满意度向量来表示与最低费用的差异程度。

[0039] 定义:满意度向量:目标通信方式所能达到的通信评价准则与标准准则指标的偏差程度向量。

[0040] 对于经济型准则,可以得到如下所示满意度相量:

$$[0041] \quad C_1 = [C_{11} \quad C_{12} \quad C_{13}]$$

[0042] 其中 C_{mi} 表示对第 m 个准则下的指标 i 的满意性评价,取值范围为 $[0, 10]$ 。

[0043] 二、对于有效性准则的评价:包括对传输速率、连接时间、传输时延、频带利用率和通信系统带宽对配电通信需求的适应性能的评价。按照从差到好的顺序,依次由专家给出 $0 \sim 10$ 标度的评价,指标对需求的适应性情况越好,标度值越大。相应可以得到有效性准则的满意度相量:

$$[0044] \quad C_2 = [C_{21} \quad C_{22} \quad C_{23} \quad C_{24} \quad C_{25}]$$

[0045] 三、对于可靠性准则的评价：可靠性指标是衡量方案可用程度和通信可信程度的准则。具体包括特性业务的占用信道的可用率、系统对配电网业务的保障率、传输的误码率、系统无故障运行时间间隔、一段时间内的平均故障时间以及业务信道的平均中断次数六个方面。

[0046] 信道可用率是在一段时间(一年)内信道可以正常使用的比率。系统对配电网业务的保障率以及误码率也以每年为基本时间单位计算,按照由坏到好的顺序划分为0-10的11个标度。例如可按照0.1的间隔,从高到低赋予标度值10到0。

[0047] 对于系统的平均无故障运行时间间隔、平均故障时间以及业务信道的平均中断次数的衡量基准时间也都是以一年为单位时间。按照目标方式各能达到的相应指标的程度赋予0-10的11个标度,数值越大表示效果越好。

[0048] 相应得到满意度向量为：

$$[0049] \quad C_3 = [C_{31} \quad C_{32} \quad C_{33} \quad C_{34} \quad C_{35} \quad C_{36}]$$

[0050] 四、对于适应性准则的评价：该准则旨在评价目标通信方式对于业务和规划区域的适应程度。包括对多遥点的适应性、对地理情况的适应性以及通信覆盖率。

[0051] 对多遥点的适应性包括对多遥点数量和类型两方面的适应性,接入的节点数越多,允许接入的多遥点类型越丰富,则相应的标度值越大,系统性能越好。同样,目标通信方式对规划区域的地形完全适应则赋予标度值10,完全不适应赋予标度值0。通信覆盖率可以达到甚至超过规划覆盖率则赋予标度值10,完全达不到规划要求甚至覆盖率基本为0的赋予标度值0。

[0052] 相应对于适应性准则的满意度相量：

$$[0053] \quad C_4 = [C_{41} \quad C_{42} \quad C_{43}]$$

[0054] 五、对于扩展性准则的评价：扩展性准则是评价规划网络除了满足现有配电业务需求还能支撑未来业务的能力的准则。主要取决于设备、协议和技术的标准性。采用符合相关标准的方式可以在未来大电网规划中拥有更好的适应性,对于新业务,新节点等的接入起到决定性作用。

[0055] 对各个指标的评价方法为计算符合标准的设备、协议或者使用技术的适量与总数量的比值,按照比值由高到低赋予标度值10到0。

[0056] 则对于扩展性准则的满意度相量表示如下：

$$[0057] \quad C_5 = [C_{51} \quad C_{52} \quad C_{53}]$$

[0058] 六、对于对DER支撑性准则的评价：表征规划网络对于配网接入DER的支撑性能。包括支持的DER数量和支持的DER类型。评价方法如下：

[0059] 支持DER数量：DER接入配电网也为配网通信带来更大的数据量和更高的通信要求,通信网可以支撑的区域内DER的数量是对网络性能的一方面考核。网络可支撑的DER数量与相应的标度值按照从少到多赋予标度值1到10,得到该指标的满程度。

[0060] 支持DER类型：由于DER类型不同,需要传输的业务数据也不同,相应的通信要求也不同。该指标表征特定通信方式对于各类DER的适应性。网络可支撑的DER类型与相应的标度值按照从少到多赋予标度值1到10,得到该指标的满程度。

[0061] 则可以得到该准则下的评价指标的满意度相量为：

$$[0062] \quad C_6 = [C_{61} \quad C_{62}]$$

[0063] 将上述得到的满意度向量保存在系统中。

[0064] S2、根据预先保存的评价指标量化表,获取各个评价指标在各个评价准则中的量化值,得到各个评价指标的实际评价矩阵;评价指标量化表如下表所示:

[0065] 表 1 相对经济性准则量化表

	权值	含义
	1	相对于经济性准则, 花费极其昂贵
	3	相对于经济性准则, 花费昂贵
[0066]	5	相对于经济性准则, 花费合理
	7	相对于经济性准则, 花费便宜
	9	相对于经济性准则, 花费及其便宜
	0, 2, 4, 6, 8, 10	以上相邻判断的中间值

[0067] 对各个指标在整个评价体系中的重要程度标度按照 0 ~ 10 标度定义,其中奇数表示重要性程度,偶数表示处于的相邻重要性程度的中间。1 表示一样重要,9 表示极端重要。各个指标分别由 n 位专家进行相对重要度判定;

[0068] 具体的,该步骤包括:

[0069] 1、获取各个专家对各个评价指标在各个评价准则中的重要性描述;

[0070] 2、将重要性描述比对预先保存的评价指标量化表,得到各个专家对各个评价指标在各个评价准则中的重要性描述的量化值;进而得到各个评价指标的理论评价矩阵;

[0071] 例如:给出的经济性准则下各评价指标的理论评价矩阵为:

$$[0072] \quad A_1 = \begin{bmatrix} A_{11} & A_{12} & A_{13} & \dots & A_{1n} \\ A_{21} & A_{22} & A_{23} & \dots & A_{2n} \\ A_{31} & A_{32} & A_{33} & \dots & A_{3n} \end{bmatrix}$$

[0073] 3、获取各个专家意见的几何平均值和方差;其中,专家意见为专家对同一评价指标在同一评价准则中重要性描述的量化值;从各个评价指标的理论评价矩阵中删除方差最大的专家意见,得到各个评价指标的实际评价矩阵;

[0074] 具体包括:

[0075] 求取专家意见几何平均值

$$[0076] \quad E_{A_i} = \sqrt[n]{\prod_{j=1}^n A_{ij}}$$

[0077] 其中, A_{ij} 表示专家 j 对评价指标 i 的重要性描述的量化值;k 为专家数, E_{A_i} 表示求取的几何平均值结果。

[0078] 求取各个专家的意见的方差

$$[0079] \quad \sigma_j^2 = \sum_{i=1}^k (A_{ij} - E_{A_i})^2$$

[0080] 删除方差最大的专家的意见,取方差最大的专家意见 $\max(\sigma_j^2)$;

[0081] 在上述经济性准则下各评价指标的理论评价矩阵中去掉该列,得到各个评价指标

的客观重要度矩阵。

[0082] S3、对各个评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算,得到各个评价指标的重要性参数;

[0083] 具体的,根据公式 $Y_{A_i} = \sqrt[n-1]{\prod_{j=1}^{(k-1)} A_{ij} \times \prod_{j=k+1}^n A_{ij}}$ 获得各个评价指标的重要性参数;其中, Y_{A_i} 为评价指标 i 的重要性参数, A_{ij} 表示专家 j 对评价指标 i 的重要性描述的量化值; k 为专家数。

[0084] S4、根据预定的重要性参数量化表,获取各个评价指标的重要性参数的量化值,得到各个评价指标的重要性参数向量;

[0085] 将步骤 S3 中重要度参数中重要性最轻的评价指标定义为 1 单位,其他评价指标做相应的倍乘计算,得到各个指标的客观重要性程度向量。

[0086] S5、获取各个评价指标的满意度向量与各个评价指标的重要性参数向量的乘积,得到相应评价准则的重要性程度矩阵;

[0087] S6、获取各个评价准则的可靠性检测结果;

[0088] 根据公式 $B = \begin{bmatrix} A_1 \times R_1 \\ A_2 \times R_2 \\ \dots \dots \\ A_n \times R_n \end{bmatrix}$ 得到各个评价准则的可靠性检测结果;其中, B 为可靠性

检测结果; A_n 为评价指标的客观重要度矩阵; R_n 为相应评价准则的重要性程度矩阵; $n=1, 2, 3, \dots$

[0089] S7、当可靠性检测结果超过预警值时,发出报警。

[0090] 具体的,针对不同评价准则,可以设置不同的报警提示。

[0091] 本发明中,预先根据目的区域的通信需求,设计对应的评价指标和评价准则;收集各个专家对各个评价指标与各个评价准则的偏差,得到满意度向量;预先保存该满意度向量;获取各个专家对各个评价指标在对应评价准则中的重要性描述,比对评价指标的重要性描述量化表,得到各个评价指标的客观重要度矩阵;再对各个评价指标的客观重要度矩阵的每一行元素进行平均几何运算,得到各个评价指标的重要性程度;再根据重要性程度量化表,得到各个评价指标的重要性程度向量;根据满意度向量和重要性程度向量可以得到各个评价准则的重要性程度矩阵;再对各个评价准则的重要性程度矩阵和评价指标的客观重要度矩阵进行模糊符合运算得到最终的可靠性检测结果,当可靠性检测结果超过报警值时,发出报警,为含 DER 的配电通信方式优选提供理论基础及决策参考,进而为今后的配电通信网规划提供决策依据和支持,可以提高配电网的可靠性。

[0092] 为了进一步提高,本发明的可靠性,可针对上述实施例,进行如下改进:

[0093] 在步骤 S4 得到各个评价指标的重要性程度向量后,对各个评价指标的重要性参数向量进行一致性校验;若检验通过,则进行步骤 S5。

[0094] 具体地,进行一致性校验的步骤包括:

[0095] 先计算出评价指标模型中,同一层上相应元素对于上一层某元素的相对重要性的排序权重值,即对于判断矩阵 A,满足等式 $A \omega = \lambda_{\max} \omega$ 的最大特征值 λ_{\max} 所对应的特征向

量 ω 。可以证明,一个 n 阶判断矩阵的最大特征根 λ_{\max} 为单根,且有 $\lambda_{\max} \geq n$,其所对应的特征向量均为正数。特别地,当判断矩阵具有完全一致性,即当 $a_{ij} = \frac{a_{ik}}{a_{kj}}$ ($i, j, k=1, 2, \dots, n$) 时,有 $\lambda_{\max}=n$ 。但在实际应用中完全一致性出现的概率极其微小,为检验判断矩阵的一致性,需要计算它的一致性指标 CI、平均随机一致性指标 RI 以及随机一致性比率 CR。

$$[0096] \quad CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1}$$

[0097] 当 $CI=0$ 时,说明该判断矩阵具有完全一致性;若不为零,则 CI 值越大,就表示判断矩阵的一致性越差,为了进一步检验判断矩阵是否具有满意的一致性,需要将 CI 的值与平均一致性指标 RI 的值,如表 2 所示,进行比较,二者之比称为判断矩阵的随机一致性比例 CR 。

$$[0098] \quad CR = \frac{CI}{RI}$$

[0099] 当 $CR < 0.1$ 时,判断矩阵 A 具有满意的一致性,否则就需要对判断矩阵 A 进行调整,该调整过程可以使用人工智能神经网络方法进行调整。直到达到满意的一致性为止。

[0100] 需要注意的是,对于具有较高阶数(即 $n > 10$)的矩阵,在计算 RI 时,应随机生成 $0 \sim 10$ 及其倒数组成的 500 个或者更多的 n 阶样本矩阵,计算各个矩阵的最大特征值的平均值 $\overline{\lambda_{\max}}$,然后根据如下所示公式计算出 RI 的值。

$$[0101] \quad RI = \frac{\overline{\lambda_{\max}} - n}{n - 1}$$

[0102] 由计算机随机生成的 1-10 阶矩阵获得的 RI 值如表 2 所示。

[0103] 表 2 随机生成 1-10 阶矩阵的 RI 值

	n	1	2	3	4	5
	RI	0	0	0.52	0.89	1.12
[0104]	n	6	7	8	9	10
	RI	1.26	1.36	1.41	1.46	1.49

[0105] 本发明还提出一种含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置,其结构示意图请参考图 3,包括:

[0106] 存储单元,用于保存各个评价准则中各个评价指标的满意度向量;其中,满意度向量为评价指标与评价准则中标准值的偏差;

[0107] 第一获取单元,用于根据预先保存的评价指标量化表,获取各个评价指标在各个评价准则中的量化值,得到各个评价指标的实际评价矩阵;

[0108] 第一计算单元,用于对各个评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算,得到各个评价指标的重要性参数;

[0109] 第二获取单元,用于根据预定的重要性程度量化表,获取各个评价指标的重要性参数的量化值,得到各个评价指标的重要性参数向量;

[0110] 第三获取单元,用于获取各个评价指标的满意度向量与各个评价指标的重要性参数向量的乘积,得到相应评价准则的重要性程度矩阵;

[0111] 第二计算单元,用于根据公式 $B = \begin{bmatrix} A_1 \times R_1 \\ A_2 \times R_2 \\ \dots \\ A_n \times R_n \end{bmatrix}$ 得到各个评价准则的可靠性检测

结果;其中, B 为可靠性检测结果; A_n 为评价指标的实际评价矩阵; R_n 为相应评价准则的重要性程度矩阵; $n=1,2,3,\dots$;

[0112] 报警单元,用于当可靠性检测结果超过预警值时,发出报警。

[0113] 本发明中,预先根据目的区域的通信需求,设计对应的评价指标和评价准则;收集各个专家对各个评价指标与各个评价准则的偏差,得到满意度向量;预先保存该满意度向量;获取各个专家对各个评价指标在对应评价准则中的重要性描述,比对评价指标的重要性描述量化表,得到各个评价指标的客观重要度矩阵;再对各个评价指标的客观重要度矩阵的每一行元素进行平均几何运算,得到各个评价指标的重要性程度;再根据重要性程度量化表,得到各个评价指标的重要性程度向量;根据满意度向量和重要性程度向量可以得到各个评价准则的重要性程度矩阵;再对各个评价准则的重要性程度矩阵和评价指标的客观重要度矩阵进行模糊符合运算得到最终的可靠性检测结果,当可靠性检测结果超过报警值时,发出报警,为含 DER 的配电通信方式优选提供理论基础及决策参考,进而为今后的配电通信网规划提供决策依据和支持,可以提高配电网的可靠性。

[0114] 作为其中一个实施方式,第二获取单元根据预先保存的评价指标量化表,获取各个评价指标在各个评价准则中的量化值,得到各个评价指标的实际评价矩阵时,

[0115] 获取各个专家对各个评价指标在各个评价准则中的重要性描述;

[0116] 将重要性描述比对预先保存的评价指标量化表,得到各个专家对各个评价指标在各个评价准则中的重要性描述的量化值;进而得到各个评价指标的理论评价矩阵;

[0117] 获取各个专家意见的几何平均值和方差;其中,专家意见为专家对同一评价指标在同一评价准则中重要性描述的量化值;

[0118] 从各个评价指标的理论评价矩阵中删除方差最大的专家意见,得到各个评价指标的实际评价矩阵。

[0119] 作为其中一个实施方式,第一计算单元对各个评价指标的实际评价矩阵的每一行进行几何平均值计算,得到各个评价指标的重要性参数时,

[0120] 根据公式 $Y_{A_i} = \sqrt{(n-1) \prod_{j=1}^{(k-1)} A_{ij} \times \prod_{j=k+1}^n A_{ij}}$ 获得各个评价指标的重要性程

度;其中, Y_{A_i} 为评价指标 i 的重要性参数, A_{ij} 表示专家 j 对评价指标 i 的重要性描述的量化值;k 为专家数。

[0121] 为了进一步提高检测的可靠性,本发明提出的含 DER 配电通信方式的可靠性检测装置还包括:检验单元;请参考图 4;

[0122] 在第二获取单元得到各个评价指标的重要性参数向量后,检验单元,检验单元对各个评价指标的重要性参数向量进行一致性校验;

[0123] 若检验通过,则通知第三获取单元进行获取各个评价指标的满意度向量与各个评价指标的重要性参数向量的乘积,得到相应评价准则的重要性程度矩阵。

[0124] 以上所述实施例仅表达了本发明的几种实施方式,其描述较为具体和详细,但不能因此而理解为对本发明专利范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明专利的保护范围应以所附权利要求为准。

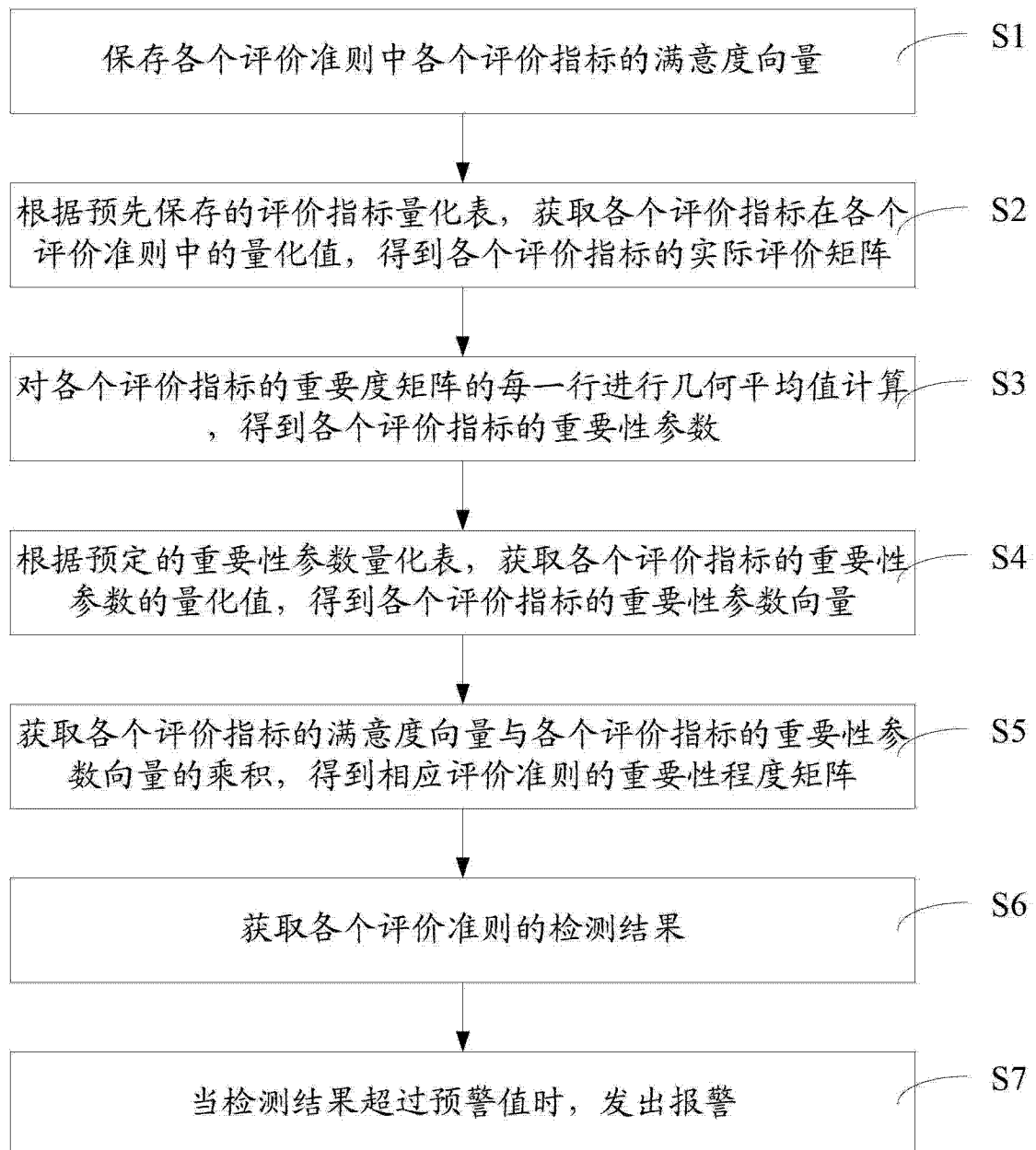


图 1

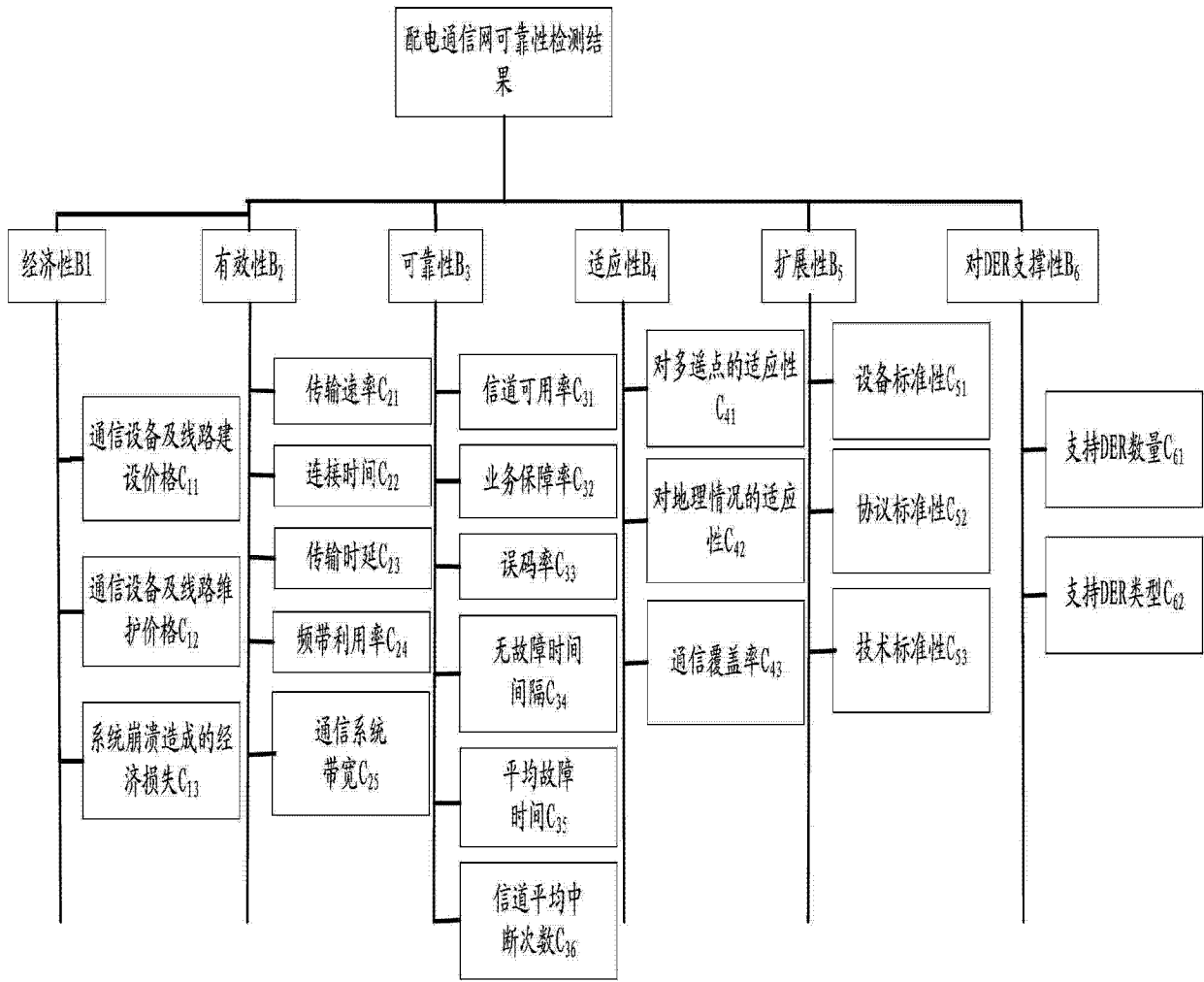


图 2

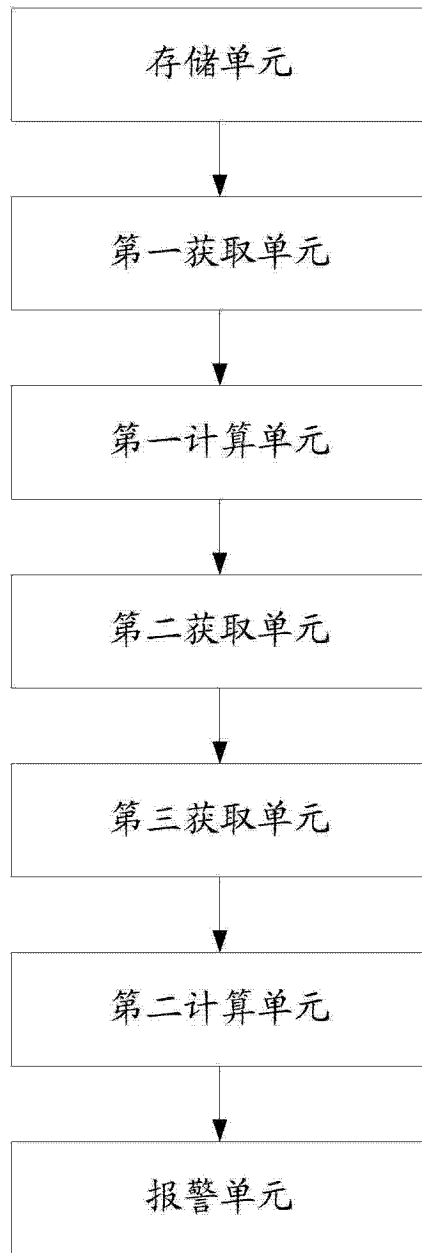


图 3

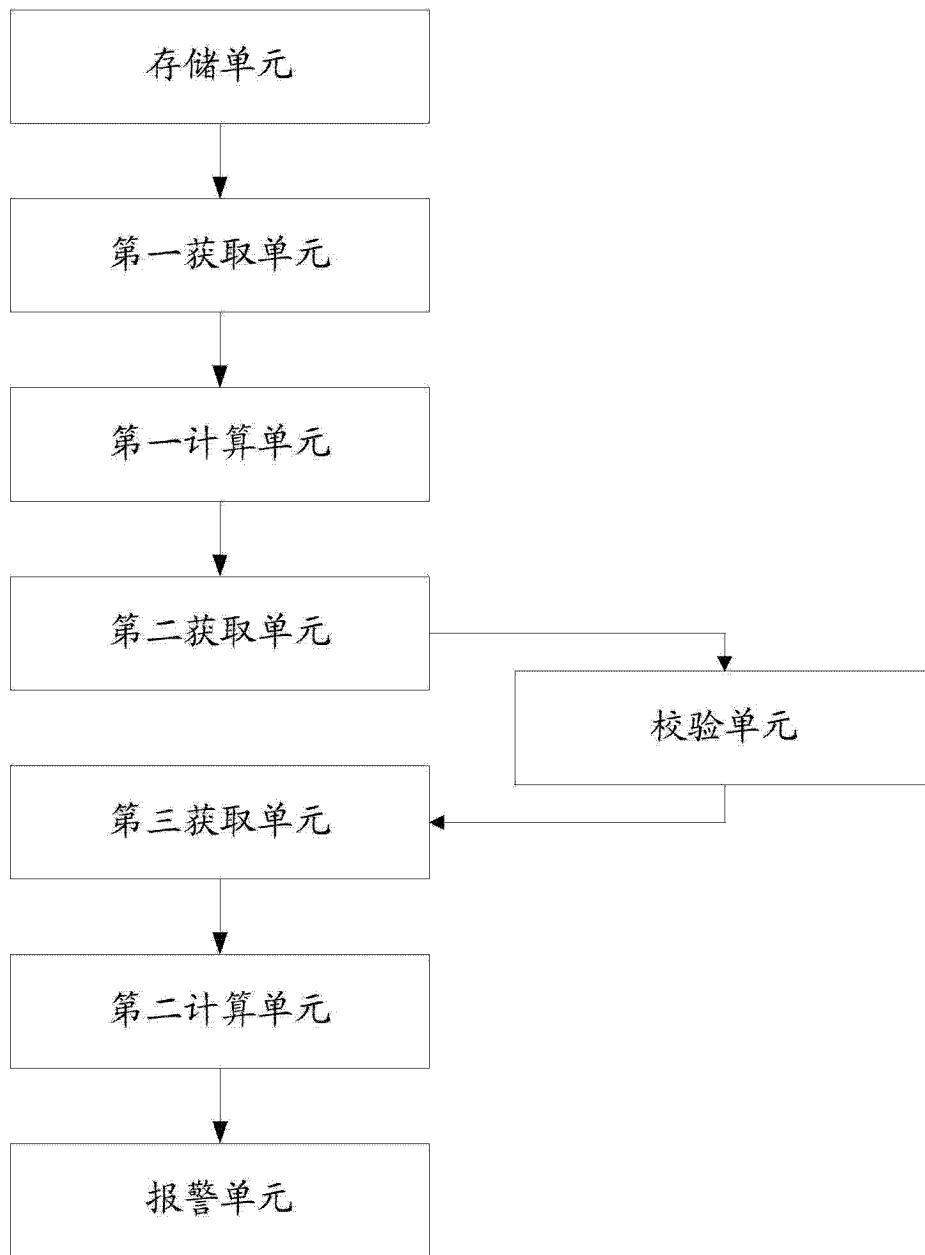


图 4