



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116596199 A

(43) 申请公布日 2023. 08. 15

(21) 申请号 202310883025.X

(22) 申请日 2023.07.19

(71) 申请人 广东电网有限责任公司

地址 510000 广东省广州市越秀区东风东
路757号

申请人 广东电网有限责任公司计量中心

(72) 发明人 江泽涛 张科 李健 党三磊

张永旺 李固 陆煜铨 李嘉杰

冯小峰

(74) 专利代理机构 广州三环专利商标代理有限

公司 44202

专利代理师 周全英

(51) Int. Cl.

G06Q 10/063 (2023.01)

G06Q 50/06 (2012.01)

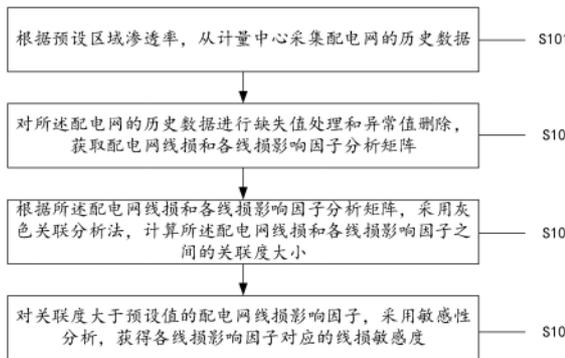
权利要求书3页 说明书10页 附图3页

(54) 发明名称

一种配电网线损影响因子的叠加分析方法和系统

(57) 摘要

本发明公开了一种配电网线损影响因子的叠加分析方法和系统,包括:根据预设区域渗透率,从计量中心采集配电网的历史数据;对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除,获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵;根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,采用灰色关联分析法,计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小;对关联度大于预设值的配电网线损影响因子,采用敏感性分析,获得各线损影响因子对应的线损敏感度。本发明实现了不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可定性定量分析配电网线损,提高配电网线损分析的准确性。



1. 一种配电网线损影响因子的叠加分析方法,其特征在于,包括:

根据预设区域渗透率,从计量中心采集配电网的历史数据;其中,所述配电网的历史运行数据包括:线损的历史数据和线损影响因子的历史数据;所述配电网线损影响因子的历史数据包括:接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和采集未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子;

对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除,获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵;其中,所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵包括配电网线损确定的参考序列和配电网线损影响因子确定的比较序列;

根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,采用灰色关联分析法,计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小;

对关联度大于预设值的配电网线损影响因子,采用敏感性分析,获得各线损影响因子对应的线损敏感度;所述各线损影响因子对应的线损敏感度用于供配电网生成线损控制策略。

2. 如权利要求1所述的配电网线损影响因子的叠加分析方法,其特征在于,所述对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除,获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,具体包括:

若所述配电网线损影响因子的数据缺失率大于第一预设值,直接将该配电网线损影响因子删除;若所述配电网线损影响因子的数据缺失率小于或等于第一预设值,则根据各所述配电网线损影响因子的历史数据分布进行数据填充;

剔除所述配电网线损为负值或大于第二预设值的数据;

若所述配电网线损大于零且小于第二预设值,则将所述配电网线损作为参考序列,对应配电网线损影响因子参数作为比较序列,对所述参考序列和比较序列进行无量纲处理,形成配电网线损和线损影响因子分析矩阵。

3. 如权利要求2所述的配电网线损影响因子的叠加分析方法,其特征在于,所述根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,采用灰色关联分析法,计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小,具体包括:

计算所述参考序列和比较序列差的绝对值,具体公式为:

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|; i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots; \text{其中 } x_0 \text{ 为所述参考序列, } x_i \text{ 为所述比较序列};$$

计算所述参考序列和比较序列的两极差,具体公式为: $M = \max_i \max_k \Delta_i(k)$; $m = \min_i \min_k \Delta_i(k)$; 其中 M 为最大差值, m 为最小差值;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联系数,具体公式为: $\xi_i(k) = \frac{m + \rho M}{\Delta_i(k) - \rho M}$; 其中, $\xi_i(k)$ 为比较数列 x_i 对参考序列 x_0 在第 k 个配电网线损影响因子上的关联系数, $\rho \in [0, 1]$ 是分辨系数;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联度,即各时刻所述配电网线损和线损影响因子的关联系数的均值,具体公式为: $\xi_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$; 其中, n 为所述配电网线损影响因子

的个数, $\xi_i(k)$ 为所述配电网线损和线损影响因子的关联系数。

4. 如权利要求1所述的配电网线损影响因子的叠加分析方法, 其特征在于, 所述采用敏感性分析, 获得各线损影响因子对应的线损敏感度, 具体包括:

计算所述配电网线损影响因子的总方差, 具体公式如下:

$$V(y) = \sum_{i=1}^d V_i + \sum_{i<j} V_{ij} + \dots + V_{1,2,\dots,d}; \text{ 其中, } d \text{ 为所述配电网线损影响因子的个数, } V_i \text{ 为第 } i$$

个配电网线损影响因子的偏方差, V_{ij} 为第 i 和 j 个配电网线损影响因子的协方差, $V_{1,2,\dots,d}$ 是所有配电网线损影响因子的联合方差;

计算各所述配电网线损影响因子的敏感度, 具体公式如下:

$$S_i = \frac{V(Y|X_i)}{V(Y)}; \text{ 其中 } V(Y|X_i) \text{ 表示在给定第 } i \text{ 个配电网线损影响因子的取值时所述配电网线损影响因子的方差, } V(Y) \text{ 表示所述配电网线损影响因子的总方差。}$$

5. 如权利要求1-4任一项所述的配电网线损影响因子的叠加分析方法, 其特征在于, 所述接入分布式电源产生的配电网线损影响因子, 具体包括: 发电功率、接入位置和功率因素中的一种或多种数据组合。

6. 如权利要求1-4任一项所述的配电网线损影响因子的叠加分析方法, 其特征在于, 所述未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子, 具体包括: 铁损电量、公变数量、运行年限、专变数量、主干线长、公变总容量、无功电量、铜损电量、有功供电量、专变总容量、线路平均负载率、平均负荷、无功合格率、线路最大负载率、线路最大载流量、配变平均功率因素、电缆化率、线路出口功率因数和线路总长度中的一种或多种数据组合。

7. 一种配电网线损影响因子的叠加分析系统, 其特征在于, 所述系统包括:

数据获取模块, 用于根据预设区域渗透率, 从计量中心采集配电网的历史数据; 其中, 所述配电网的历史运行数据包括: 线损的历史数据和线损影响因子的历史数据; 所述配电网线损影响因子的历史数据包括: 接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和采集未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子;

数据预处理模块, 用于对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除, 获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵; 其中, 所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵包括配电网线损确定的参考序列和配电网线损影响因子确定的比较序列;

关联度分析模块, 用于根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵, 采用灰色关联分析法, 计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小;

敏感度分析模块, 用于对关联度大于预设值的配电网线损影响因子, 采用敏感性分析, 获得各线损影响因子对应的线损敏感度; 所述各线损影响因子对应的线损敏感度用于供配电网生成线损控制策略。

8. 如权利要求7所述的配电网线损影响因子的叠加分析系统, 其特征在于, 所述关联度分析模块, 具体包括:

计算所述参考序列和比较序列差的绝对值, 具体公式为:

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|; i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots; \text{ 其中 } x_0 \text{ 为所述参考序列, } x_i \text{ 为所述比较序列;}$$

计算所述参考序列和比较序列的两极差,具体公式为: $M = \max_i \max_k \Delta_i(k)$; $m = \min_i \min_k \Delta_i(k)$; 其中 M 为最大差值, m 为最小差值;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联系数,具体公式为: $\xi_i(k) = \frac{m + \rho M}{\Delta_i(k) - \rho M}$; 其中, $\xi_i(k)$ 为比较数列 x_i 对参考序列 x_0 在第 k 个配电网线损影响因子上的关联系数, $\rho \in [0, 1]$ 是分辨系数;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联度,即各时刻所述配电网线损和线损影响因子的关联系数的均值,具体公式为: $\xi_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$; 其中, n 为所述配电网线损影响因子的个数, $\xi_i(k)$ 为所述配电网线损和线损影响因子的关联系数。

9. 如权利要求7所述的配电网线损影响因子的叠加分析系统,其特征在于,所述敏感度分析模块,具体包括:

计算所述配电网线损影响因子的总方差,具体公式如下:

$$V(y) = \sum_{i=1}^d V_i + \sum_{i < j} V_{ij} + \dots + V_{1,2,\dots,d};$$

其中, d 为所述配电网线损影响因子的个数, V_i 为第 i 个配电网线损影响因子的偏方差, V_{ij} 为第 i 和 j 个配电网线损影响因子的协方差, $V_{1,2,\dots,d}$ 是所有配电网线损影响因子的联合方差;

计算各所述配电网线损影响因子的敏感度,具体公式如下:

$$S_i = \frac{V(Y|X_i)}{V(Y)};$$

其中 $V(Y|X_i)$ 表示在给定第 i 个配电网线损影响因子的取值时所述配电网线损影响因子的方差, $V(Y)$ 表示所述配电网线损影响因子的总方差。

10. 如权利要求7-9任一项所述的配电网线损影响因子的叠加分析系统,其特征在于,所述接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子,具体为:

所述接入分布式电源产生的配电网线损影响因子包括发电功率、接入位置和功率因素中的一种或多种数据组合;

所述未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子包括铁损电量、公变数量、运行年限、专变数量、主干线长、公变总容量、无功电量、铜损电量、有功供电量、专变总容量、线路平均负载率、平均负荷、无功合格率、线路最大负载率、线路最大载流量、配变平均功率因素、电缆化率、线路出口功率因素和线路总长度中的一种或多种数据组合。

一种配电网线损影响因子的叠加分析方法和系统

技术领域

[0001] 本发明涉及配电网线损领域,尤其涉及一种配电网线损影响因子的叠加分析方法和系统。

背景技术

[0002] 由于分布式新能源、储能、充电桩等大规模接入,在提高配电网灵活性的同时也加大了其运行控制难度,使得配电网潮流发生变化,相应的导致配电网网络损耗发生变化,增加了配电网损耗分析难度。

[0003] 现有技术主要是针对传统配电网的线损率影响因素分析方法。然而,配电网线损影响因素与线损之间的关系具有高度复杂性、高度非线性等特点,传统的分析方法未考虑不同影响因素的叠加效应和分布式电源接入带来的参数变化,无法通过数值量化配电网线损影响因素对线损的影响程度,因此无法准确反映配电网的日线损情况。为了有效支撑配电网配线降损分析工作,亟需一种配电网线损综合分析方法,以实现更准确、高效的配电系统运行和优化。

发明内容

[0004] 本发明提供了一种配电网线损影响因子的叠加分析方法和系统,实现了不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可定性定量分析配电网线损,提高配电网线损分析的准确性。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明实施例提供了一种配电网线损影响因子的叠加分析方法,包括:

根据预设区域渗透率,从计量中心采集配电网的历史数据;其中,所述配电网的历史运行数据包括:线损的历史数据和线损影响因子的历史数据;所述配电网线损影响因子的历史数据包括:接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和采集未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子;

对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除,获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵;其中,所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵包括配电网线损确定的参考序列和配电网线损影响因子确定的比较序列;

根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,采用灰色关联分析法,计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小;

对关联度大于预设值的配电网线损影响因子,采用敏感性分析,获得各线损影响因子对应的线损敏感度;所述各线损影响因子对应的线损敏感度用于供配电网生成线损控制策略。

[0006] 可以理解的是,相比于现有技术,本发明提供的方法不仅考虑到具有不稳定性 and 随机性的分布式电源接入配电网后带来的参数变化,而且还考虑了配电网设备参数和运行数据中不同影响因素的叠加效应。同时,本发明提供的方法对配电网线损和线损影响因子的历史数据质量要求更低,不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可实现定性定量分析配

网线损影响因子,能够提高配电网线损分析的准确性。

[0007] 进一步地,所述对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除,获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,具体包括:

若所述配电网线损影响因子的数据缺失率大于第一预设值,直接将该配电网线损影响因子删除;若所述配电网线损影响因子的数据缺失率小于或等于第一预设值,则根据各所述配电网线损影响因子的历史数据分布进行数据填充;

剔除所述配电网线损为负值或大于第二预设值的数据;

若所述配电网线损大于零且小于第二预设值,则将所述配电网线损作为参考序列,对应配电网线损影响因子参数作为比较序列,对所述参考序列和比较序列进行无量纲处理,形成配电网线损和线损影响因子分析矩阵;

可以理解的是,本发明提供的方法通过数据分布特征处理缺失数据、无量纲处理能够保证采集到的配电网线损影响因子的历史数据尽可能地减少冗余信息,仅存在有价值的信息,避免了不符合规范的数据传入分析矩阵导致后续灰色关联计算中造成关联度计算结果错误的问题。

[0008] 进一步地,所述根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,采用灰色关联分析法,计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小,具体包括:

计算所述参考序列和比较序列差的绝对值,具体公式为:

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|; i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots; \text{其中 } x_0 \text{ 为所述参考序列, } x_i \text{ 为所述比较序列};$$

计算所述参考序列和比较序列的两极差,具体公式为: $M = \max_i \max_k \Delta_i(k)$; $m = \min_i \min_k \Delta_i(k)$;

其中 M 为最大差值, m 为最小差值;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联系数,具体公式为: $\xi_i(k) = \frac{m + \rho M}{\Delta_i(k) - \rho M}$;

其中, $\xi_i(k)$ 为比较数列 x_i 对参考序列 x_0 在第 k 个配电网线损影响因子上的关联系数, $\rho \in [0, 1]$ 是分辨系数;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联度,即各时刻所述配电网线损和线损影响因子的关联系数的均值,具体公式为: $\xi_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$; 其中, n 为所述配电网线损影响因子的个数, $\xi_i(k)$ 为所述配电网线损和线损影响因子的关联系数。

[0009] 可以理解的是,本发明提供的方法通过灰色关联度的计算,能够充分考虑配电网线损影响因子接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子的叠加效应,能够展现配电网线损和线损影响因子同方向的变化程度,实现了配电网线损的定性分析。

[0010] 进一步地,所述采用敏感性分析,获得各线损影响因子对应的线损敏感度,具体包括:

计算所述配电网线损影响因子的总方差,具体公式如下:

$$V(y) = \sum_{i=1}^d V_i + \sum_{i < j} V_{ij} + \dots + V_{1,2,\dots,d}; \text{其中, } d \text{ 为所述配电网线损影响因子的个数, } V_i \text{ 为}$$

第 i 个配电网线损影响因子的偏方差, V_{ij} 为第 i 和 j 个配电网线损影响因子的协方差, $V_{1,2,\dots,a}$ 是所有配电网线损影响因子的联合方差;

计算各所述配电网线损影响因子的敏感度,具体公式如下:

$$S_i = \frac{V(Y|X_i)}{V(Y)}; \text{其中 } V(Y|X_i) \text{ 表示在给定第 } i \text{ 个配电网线损影响因子的取值时所}$$

述配电网线损影响因子的方差, $V(Y)$ 表示所述配电网线损影响因子的总方差。

[0011] 可以理解的是,本发明提供的方法通过敏感度分析,将配电网线损的方差分解为各配电网线损影响因子交互作用的贡献,能够降低对数据质量和计算量的要求,不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可实现配电网线损影响因子的定量分析,在配电网线损分析中适用性更强。

[0012] 进一步地,所述接入分布式电源产生的配电网线损影响因子,具体包括:发电功率、接入位置和功率因素中的一种或多种数据组合。

[0013] 可以理解的是,本发明提供的方法考虑到了分布式电源的不稳定性和随机性,相较于传统配电网,如今的配电网接入了大量的分布式电源,将其接入配电网后会引电压、电流、功率因素参数的变化,从而增加配电网线损。通过采集接入分布式电源产生的配电网线损影响因子的历史数据,能够更加适应配电网的潮流发展,使配电网线损分析更加准确。

[0014] 进一步地,所述未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子,具体包括:铁损电量、公变数量、运行年限、专变数量、主干线长、公变总容量、无功电量、铜损电量、有功供电量、专变总容量、线路平均负载率、平均负荷、无功合格率、线路最大负载率、线路最大载流量、配变平均功率因素、电缆化率、线路出口功率因数和线路总长度中的一种或多种数据组合。

[0015] 可以理解的是,由于配电网线损和线损影响因子之间具有高复杂性、高非线性的特点,通过采集未接入分布式电源产生的配网线损影响因子的历史数据,需要能够涵盖档案参数、网架结构和运行方式多方面来叠加分析配电网线损影响因子。

[0016] 相应地,本发明还提供了一种配电网线损影响因子的叠加分析系统,所述系统包括:

数据获取模块,用于根据预设区域渗透率,从计量中心采集配电网的历史数据;其中,所述配电网的历史运行数据包括:线损的历史数据和线损影响因子的历史数据;所述配电网线损影响因子的历史数据包括:接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和采集未接入分布式电源产生的配网线损影响因子;

数据预处理模块,用于对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除,获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵;其中,所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵包括配电网线损确定的参考序列和配电网线损影响因子确定的比较序列;

关联度分析模块,用于根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,采用灰色关联分析法,计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小;

敏感度分析模块,用于对关联度大于预设值的配电网线损影响因子,采用敏感性分析,获得各线损影响因子对应的线损敏感度;所述各线损影响因子对应的线损敏感度用于供配电网生成线损控制策略。

[0017] 可以理解的是,本发明提供的系统能够适应具有不稳定性和随机性的分布式电源接入配电网后带来的参数变化,还兼顾了配电网设备参数和运行数据中不同影响因素的叠加效应。运行本系统所需要的配电网线损和线损影响因子的历史数据集质量要求更低,不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可实现定性定量分析配电网线损影响因子,能够提高配电网线损分析的准确性。

[0018] 进一步地,所述关联度分析模块,具体包括:

计算所述参考序列和比较序列差的绝对值,具体公式为:

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|; i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots; \text{其中 } x_0 \text{ 为所述参考序列, } x_i \text{ 为所述比较序列;}$$

计算所述参考序列和比较序列的两极差,具体公式为: $M = \max_i \max_k \Delta_i(k)$; $m = \min_i \min_k \Delta_i(k)$;

其中 M 为最大差值, m 为最小差值;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联系数,具体公式为: $\xi_i(k) = \frac{m + \rho M}{\Delta_i(k) - \rho M}$;

其中, $\xi_i(k)$ 为比较数列 x_i 对参考序列 x_0 在第 k 个配电网线损影响因子上的关联系数, $\rho \in [0, 1]$ 是分辨系数;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联度,即各时刻所述配电网线损和线损影响因子的关联系数的均值,具体公式为: $\xi_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$; 其中, n 为所述配电网线损影响因子的个数, $\xi_i(k)$ 为所述配电网线损和线损影响因子的关联系数。

[0019] 可以理解的是,本发明提供的系统通过灰色关联度的计算,能够充分考虑配电网线损影响因子接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子的叠加效应,能够展现配电网线损和线损影响因子同方向的变化程度,实现了配电网线损的定性分析。

[0020] 进一步地,所述敏感度分析模块,具体包括:

计算所述配电网线损影响因子的总方差,具体公式如下:

$$V(Y) = \sum_{i=1}^d V_i + \sum_{i < j} V_{ij} + \dots + V_{1,2,\dots,d}; \text{其中, } d \text{ 为所述配电网线损影响因子的个数, } V_i \text{ 为}$$

第 i 个配电网线损影响因子的偏方差, V_{ij} 为第 i 和 j 个配电网线损影响因子的协方差, $V_{1,2,\dots,d}$ 是所有配电网线损影响因子的联合方差;

计算各所述配电网线损影响因子的敏感度,具体公式如下:

$$S_i = \frac{V(Y|X_i)}{V(Y)}; \text{其中 } V(Y|X_i) \text{ 表示在给定第 } i \text{ 个配电网线损影响因子的取值时所}$$

述配电网线损影响因子的方差, $V(Y)$ 表示所述配电网线损影响因子的总方差。

[0021] 可以理解的是,本发明提供的系统通过敏感度分析,将配电网线损的方差分解为各配电网线损影响因子交互作用的贡献,能够降低对数据质量和计算量的要求,不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可实现配电网线损影响因子的定量分析,在配电网线损分析中适用性更强。

[0022] 进一步地,所述接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子,具体为:

所述接入分布式电源产生的配电网线损影响因子包括发电功率、接入位置和功率因素中的一种或多种数据组合;

所述未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子包括铁损电量、公变数量、运行年限、专变数量、主干线长、公变总容量、无功电量、铜损电量、有功供电量、专变总容量、线路平均负载率、平均负荷、无功合格率、线路最大负载率、线路最大载流量、配变平均功率因素、电缆化率、线路出口功率因数和线路总长度中的一种或多种数据组合。

[0023] 可以理解的是,本发明提供的系统考虑到了分布式电源的不稳定性和随机性。相较于传统配电网,如今的配电网接入了大量的分布式电源,将其接入配电网后会引起电压、电流、功率因素参数的变化,从而增加配电网线损。通过采集接入分布式电源产生的配电网线损影响因子的历史数据,能够更加适应配电网的潮流发展,使配电网线损分析更加准确。由于配电网线损和线损影响因子之间具有高复杂性、高非线性的特点,通过采集未接入分布式电源产生的配网线损影响因子的历史数据,需要能够涵盖档案参数、网架结构和运行方式多方面来叠加分析配电网线损影响因子。

附图说明

[0024] 图1:为本发明实施例所提供的一种配电网线损影响因子的叠加分析方法的步骤流程示意图;

图2:为本发明实施例所提供的含分布式新能源配网线损影响因子示意图;

图3:为本发明实施例所提供的一种配电网线损影响因子的叠加分析方法的具体分析流程示意图;

图4:为本发明实施例所提供的一种配电网线损影响因子的叠加分析系统的结构示意图。

具体实施方式

[0025] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0026] 实施例一

请参照图1,为本发明实施例所提供的一种配电网线损影响因子的叠加分析方法的步骤流程示意图,包括以下步骤S101-S104,各步骤具体方法如下:

S101:根据预设区域渗透率,从计量中心采集配电网的历史数据。

[0027] 在本实施例中,区域渗透率为所选线路分布式发电量与所选线路供电量的比例,从计量中心采集区域渗透率超过预设值的配电网的历史数据。所述配电网的历史运行数据包括:线损的历史数据和线损影响因子的历史数据;所述配电网线损影响因子的历史数据包括:接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和采集未接入分布式电源产生的配网线损影响因子。

[0028] 请参照图2,为本发明实施例所提供的含分布式新能源配网线损影响因子示意图。具体地,所述接入分布式电源产生的配电网线损影响因子,具体包括:发电功率、接入位置和功率因素中的一种或多种数据组合;所述未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子,具体包括:铁损电量、公变数量、运行年限、专变数量、主干线长、公变总容量、无功电量、铜损电量、有功供电量、专变总容量、线路平均负载率、平均负荷、无功合格率、线路最大负载率、线路最大载流量、配变平均功率因素、电缆化率、线路出口功率因数和线路总长度中的一种或多种数据组合。

[0029] 可以理解的是,本发明提供的方法考虑到了分布式电源的不稳定性和随机性,相较于传统配电网,如今的配电网接入了大量的分布式电源,将其接入配电网后会引发电压、电流、功率因素参数的变化,从而增加配电网线损。通过采集接入分布式电源产生的配电网线损影响因子的历史数据,能够更加适应配电网的潮流发展,使配电网线损分析更加准确。由于配电网线损和线损影响因子之间具有高复杂性、高非线性的特点,通过采集未接入分布式电源产生的配网线损影响因子的历史数据,需要能够涵盖档案参数、网架结构和运行方式多方面来叠加分析配电网线损影响因子。

[0030] S102:对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除,获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵。

[0031] 在本实施例中,若所述配电网线损影响因子的数据缺失率大于第一预设值,直接将该配电网线损影响因子删除;若所述配电网线损影响因子的数据缺失率小于或等于第一预设值,则根据各所述配电网线损影响因子的历史数据分布进行数据填充。剔除所述配电网线损为负值或大于第二预设值的数据。若所述配电网线损大于零且小于第二预设值,则将所述配电网线损作为参考序列,对应配电网线损影响因子参数作为比较序列,对所述参考序列和比较序列进行无量纲处理,形成配电网线损和线损影响因子分析矩阵。

[0032] 可以理解的是,本发明提供的方法通过数据分布特征处理缺失数据、无量纲处理能够保证采集到的配电网线损影响因子的历史数据尽可能地减少冗余信息,仅存在有价值的信息,避免了不符合规范的数据传入分析矩阵导致后续灰色关联计算中造成关联度计算结果错误的问题。

[0033] S103:根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,采用灰色关联分析法,计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小。

[0034] 在本实施例中,所述根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵,采用灰色关联分析法,计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小,具体包括:

计算所述参考序列和比较序列差的绝对值,具体公式为:

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|; i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots; \text{其中 } x_0 \text{ 为所述参考序列, } x_i \text{ 为所述比较序列};$$

计算所述参考序列和比较序列的两极差,具体公式为: $M = \max_i \max_k \Delta_i(k)$; $m = \min_i \min_k \Delta_i(k)$;

其中 M 为最大差值, m 为最小差值;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联系数,具体公式为: $\xi_i(k) = \frac{m + \rho M}{\Delta_i(k) - \rho M}$;

其中, $\xi_i(k)$ 为比较数列 x_i 对参考序列 x_0 在第 k 个配电网线损影响因子上的关联系数, $\rho \in [0, 1]$ 是分辨系数;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联度,即各时刻所述配电网线损和线损影响因子的关联系数的均值,具体公式为: $\xi_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$; 其中, n 为所述配电网线损影响因子的个数, $\xi_i(k)$ 为所述配电网线损和线损影响因子的关联系数。

[0035] 可以理解的是,本发明提供的方法通过灰色关联度的计算,能够充分考虑配电网线损影响因子接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子的叠加效应,能够展现配电网线损和线损影响因子同方向的变化程度,实现了配电网线损的定性分析。

[0036] S104:对关联度大于预设值的配电网线损影响因子,采用敏感性分析,获得各线损影响因子对应的线损敏感度。

[0037] 在本实施例中,所述采用敏感性分析,获得各线损影响因子对应的线损敏感度,具体包括:

计算所述配电网线损影响因子的总方差,具体公式如下:

$$V(y) = \sum_{i=1}^d V_i + \sum_{i < j} V_{ij} + \dots + V_{1,2,\dots,d};$$

其中, d 为所述配电网线损影响因子的个数, V_i 为

第 i 个配电网线损影响因子的偏方差, V_{ij} 为第 i 和 j 个配电网线损影响因子的协方差, $V_{1,2,\dots,d}$ 是所有配电网线损影响因子的联合方差;

计算各所述配电网线损影响因子的敏感度,具体公式如下:

$$S_i = \frac{V(Y|X_i)}{V(Y)};$$

其中 $V(Y|X_i)$ 表示在给定第 i 个配电网线损影响因子的取值时所

述配电网线损影响因子的方差, $V(Y)$ 表示所述配电网线损影响因子的总方差。所述各线损影响因子对应的线损敏感度可以用于供配电网生成线损控制策略。

[0038] 可以理解的是,本发明提供的方法通过敏感度分析,将配电网线损的方差分解为各配电网线损影响因子交互作用的贡献,能够降低对数据质量和计算量的要求,不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可实现配电网线损影响因子的定量分析,在配电网线损分析中适用性更强。

[0039] 作为优选方案,请参考图3,为本发明实施例所提供的一种配电网线损影响因子的叠加分析方法的具体分析流程示意图。

[0040] 在本实施例中,区域渗透率为所选线路分布式发电量与所选线路供电量的比例,从计量中心采集区域渗透率超过40%的配电网的历史数据。所述配电网的历史运行数据包括:线损的历史数据和线损影响因子的历史数据;所述配电网线损影响因子的历史数据包括:接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和采集未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子。

[0041] 在本实施例中,若所述配电网线损影响因子的数据缺失率大于80%,直接将该配电网线损影响因子删除;若所述配电网线损影响因子的数据缺失率小于或等于80%,则根据所述各配电网线损影响因子的历史数据分布进行数据填充;对于历史数据均匀分布的情况,使用均值填补缺失;对于历史数据倾斜分布的情况,使用中位数填补缺失。剔除所述配电网

线损为负值或大于25%的数据。若所述配电网线损大于零且小于25%，则将所述配电网线损作为参考序列，对应配电网线损影响因子参数作为比较序列，对所述参考序列和比较序列进行无量纲处理，即使用一组数据中的每个数据除以第一个数据，形成配电网线损和线损影响因子分析矩阵。

[0042] 在本实施例中，根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵，采用灰色关联分析法，计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小。对关联度大于预设值的配电网线损影响因子，采用敏感性分析，获得各线损影响因子对应的线损敏感度。所述各线损影响因子对应的线损敏感度用于供配电网生成线损控制策略。

[0043] 本发明提供的方法不仅考虑到具有不稳定性和随机性的分布式电源接入配电网后带来的参数变化，而且还考虑了配电网设备参数和运行数据中不同影响因素的叠加效应。同时，本发明提供的方法对配电网线损和线损影响因子的历史数据质量要求更低，不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可实现定性定量分析配电网线损影响因子，能够提高配电网线损分析的准确性。

[0044] 实施例二

相应地，请参考图4，为本发明实施例提供的一种配电网线损影响因子的叠加分析系统的结构示意图，包括数据获取模块201、数据预处理模块202、关联度分析模块203、敏感度分析模块204。

[0045] 所述数据获取模块201，用于根据预设区域渗透率，从计量中心采集配电网的历史数据；其中，所述配电网的历史运行数据包括：线损的历史数据和线损影响因子的历史数据；所述配电网线损影响因子的历史数据包括：接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和采集未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子。

[0046] 所述数据预处理模块202，用于对所述配电网的历史数据进行缺失值处理和异常值删除，获取配电网线损和各线损影响因子分析矩阵；其中，所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵包括配电网线损确定的参考序列和配电网线损影响因子确定的比较序列。

[0047] 所述关联度分析模块203，用于根据所述配电网线损和各线损影响因子分析矩阵，采用灰色关联分析法，计算所述配电网线损和各线损影响因子之间的关联度大小。

[0048] 所述敏感度分析模块204，用于对关联度大于预设值的配电网线损影响因子，采用敏感性分析，获得各线损影响因子对应的线损敏感度；所述各线损影响因子对应的线损敏感度用于供配电网生成线损控制策略。

[0049] 进一步地，所述接入分布式电源产生的配电网线损影响因子，具体包括：发电功率、接入位置和功率因素中的一种或多种数据组合。

[0050] 进一步地，所述未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子，具体包括：铁损电量、公变数量、运行年限、专变数量、主干线长、公变总容量、无功电量、铜损电量、有功供电量、专变总容量、线路平均负载率、平均负荷、无功合格率、线路最大负载率、线路最大载流量、配变平均功率因素、电缆化率、线路出口功率因数和线路总长度中的一种或多种数据组合。

[0051] 可以理解的是，本发明提供的系统考虑到了分布式电源的不稳定性和随机性，相较于传统配电网，如今的配电网接入了大量的分布式电源，将其接入配电网后会引电压、电流、功率因素参数的变化，从而增加配电网线损。通过采集接入分布式电源产生的配电网

线损影响因子的历史数据,能够更加适应配电网的潮流发展,使配电网线损分析更加准确。由于配电网线损和线损影响因子之间具有高复杂性、高非线性的特点,通过采集未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子的历史数据,需要能够涵盖档案参数、网架结构和运行方式多方面来叠加分析配电网线损影响因子。

[0052] 在本实施例中,所述数据预处理模块202,具体包括:若所述配电网线损影响因子的数据缺失率大于第一预设值,直接将该配电网线损影响因子删除;若所述配电网线损影响因子的数据缺失率小于或等于第一预设值,则根据各所述配电网线损影响因子的历史数据分布进行数据填充。剔除所述配电网线损为负值或大于第二预设值的数据。若所述配电网线损大于零且小于第二预设值,则将所述配电网线损作为参考序列,对应配电网线损影响因子参数作为比较序列,对所述参考序列和比较序列进行无量纲处理,形成配电网线损和线损影响因子分析矩阵。

[0053] 可以理解的是,本发明提供的系统通过数据分布特征处理缺失数据、无量纲处理能够保证采集到的配电网线损影响因子的历史数据尽可能地减少冗余信息,仅存在有价值的信息,避免了不符合规范的数据传入分析矩阵导致后续灰色关联计算中造成关联度计算结果错误的问题。

[0054] 在本实施例中,所述关联度分析模块203,具体包括:

计算所述参考序列和比较序列差的绝对值,具体公式为:

$$\Delta_i(k) = |x_0(k) - x_i(k)|; i = 1, 2, 3, 4, 5, \dots; \text{其中 } x_0 \text{ 为所述参考序列, } x_i \text{ 为所述比较序列};$$

计算所述参考序列和比较序列的两极差,具体公式为: $M = \max_i \max_k \Delta_i(k)$;

$m = \min_i \min_k \Delta_i(k)$; 其中 M 为最大差值, m 为最小差值;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联系数,具体公式为: $\xi_i(k) = \frac{m + \rho M}{\Delta_i(k) - \rho M}$;

其中, $\xi_i(k)$ 为比较数列 x_i 对参考序列 x_0 在第 k 个配电网线损影响因子上的关联系数, $\rho \in [0, 1]$ 是分辨系数;

计算所述配电网线损和线损影响因子的关联度,即各时刻所述配电网线损和线损影响因子的关联系数的均值,具体公式为: $\xi_i = \frac{1}{n} \sum_{k=1}^n \xi_i(k)$; 其中, n 为所述配电网线损影响因子的个数, $\xi_i(k)$ 为所述配电网线损和线损影响因子的关联系数。

[0055] 可以理解的是,本发明提供的系统通过灰色关联度的计算,能够充分考虑配电网线损影响因子接入分布式电源产生的配电网线损影响因子和未接入分布式电源产生的配电网线损影响因子的叠加效应,能够展现配电网线损和线损影响因子同方向的变化程度,实现了配电网线损的定性分析。

[0056] 在本实施例中,所述敏感度分析模块204,具体包括:

计算所述配电网线损影响因子的总方差,具体公式如下:

$$V(y) = \sum_{i=1}^d V_i + \sum_{i < j} V_{ij} + \dots + V_{1,2,\dots,d}; \text{其中, } d \text{ 为所述配电网线损影响因子的个数, } V_i \text{ 为}$$

第 i 个配电网线损影响因子的偏方差, V_{ij} 为第 i 和 j 个配电网线损影响因子的协方差, $V_{1,2,\dots,a}$ 是所有配电网线损影响因子的联合方差;

计算各所述配电网线损影响因子的敏感度,具体公式如下:

$$S_i = \frac{V(Y|X_i)}{V(Y)}; \text{其中 } V(Y|X_i) \text{ 表示在给定第 } i \text{ 个配电网线损影响因子的取值时所}$$

述配电网线损影响因子的方差, $V(Y)$ 表示所述配电网线损影响因子的总方差。所述各线损影响因子对应的线损敏感度用于供配电网生成线损控制策略。

[0057] 可以理解的是,本发明提供的系统通过敏感度分析,将配电网线损的方差分解为各配电网线损影响因子交互作用的贡献,能够降低对数据质量和计算量的要求,不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可实现配电网线损影响因子的定量分析,在配电网线损分析中适用性更强。

[0058] 本发明提供的系统能够适应具有不稳定性和随机性的分布式电源接入配电网后带来的参数变化,还兼顾了配电网设备参数和运行数据中不同影响因素的叠加效应。运行本系统所需要的配电网线损和线损影响因子的历史数据集质量要求更低,不需要大量的拓扑数据和潮流计算即可实现定性定量分析配电网线损影响因子,能够提高配电网线损分析的准确性。

[0059] 以上所述的具体实施例,对本发明的目的、技术方案和有益效果进行了进一步的详细说明,应当理解,以上所述仅为本发明的具体实施例而已,并不用于限定本发明的保护范围。特别指出,对于本领域技术人员来说,凡在本发明的精神和原则之内,所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

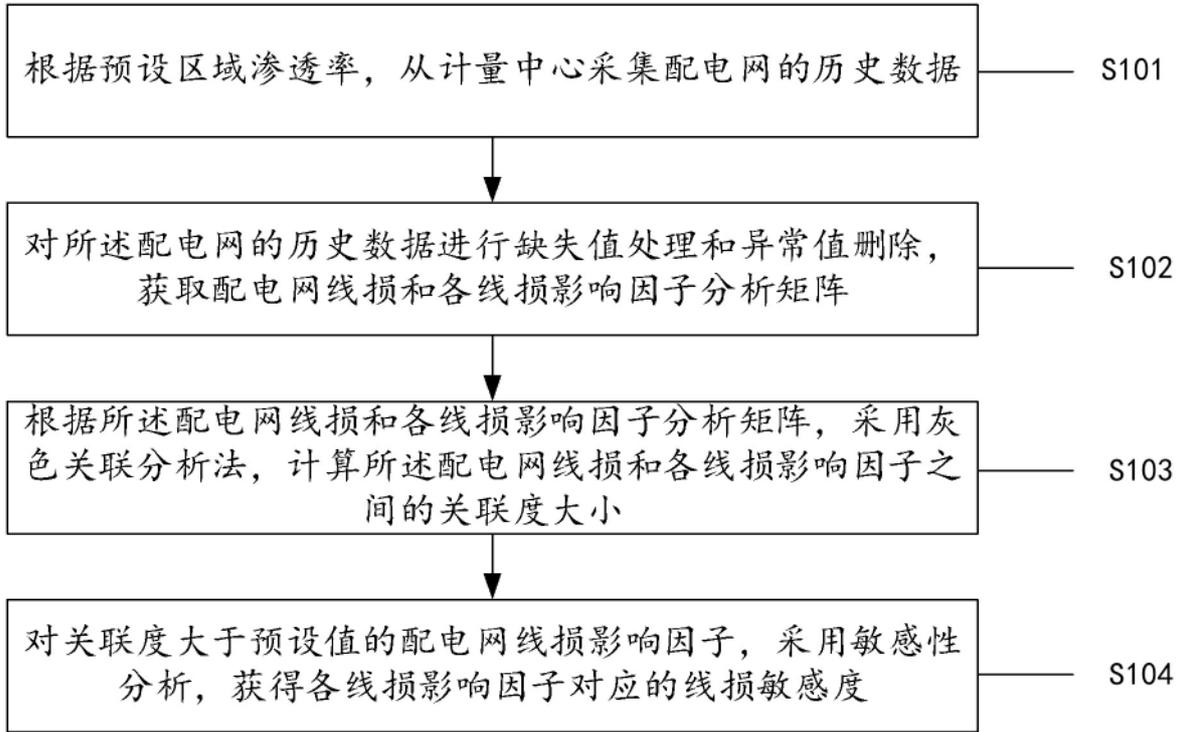


图1

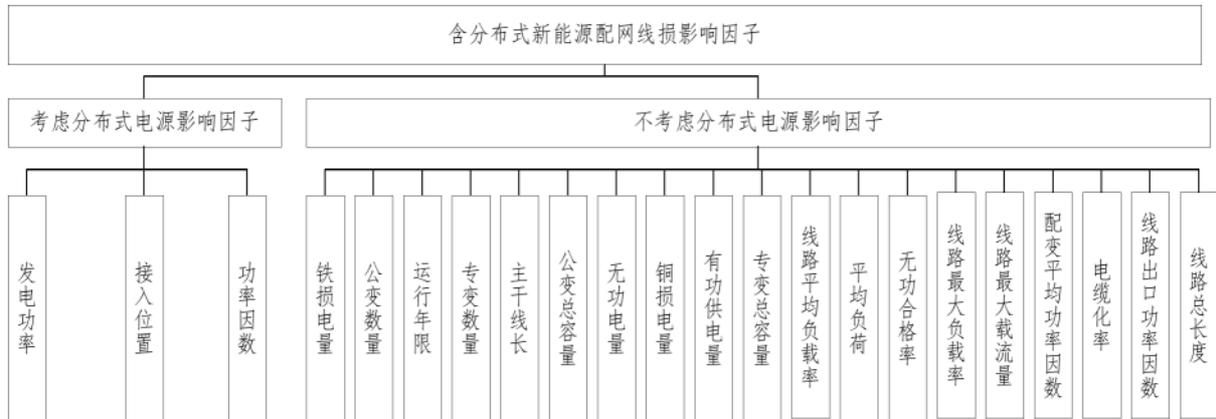


图2

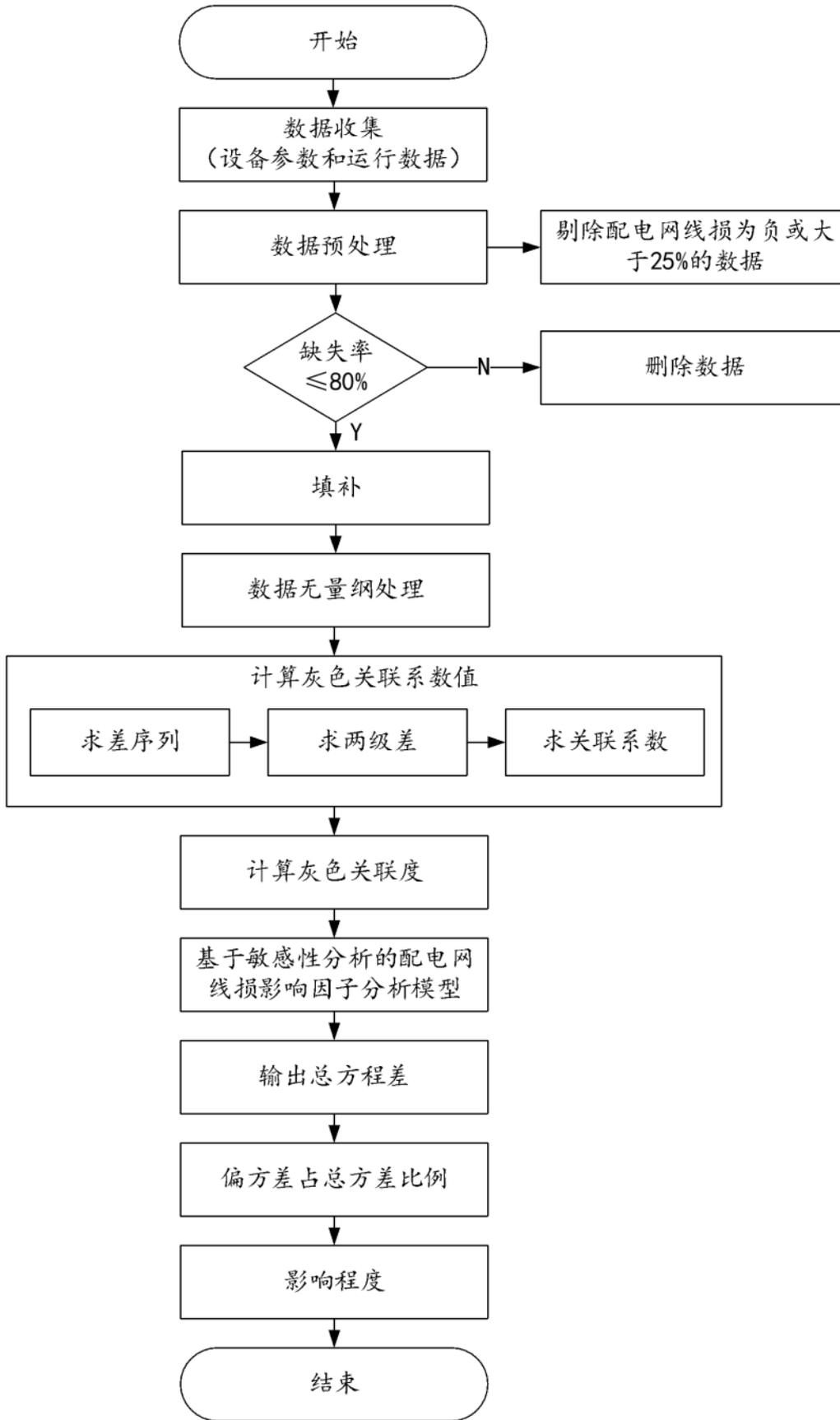


图3



图4