(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106093704 A
(43)申请公布日 2016.11.09

(21)申请号 201610424104.4

(22)申请日 2016.06.15

(71)申请人 国网江苏省电力公司电力科学研究院
地址 211103 江苏省南京市江宁区帕威尔路1号
申请人 国家电网公司

(72)发明人 范洁 郑爱霞 沈秋英 周玉 陈霄 金萍 易永仙 郭兴昕 崔高颖 陈宇沁 李纬 姜明顺

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224
代理人 董建林

(51)Int.Cl.
G01R 31/08(2006.01)
G01R 11/24(2006.01)
G01R 19/00(2006.01)

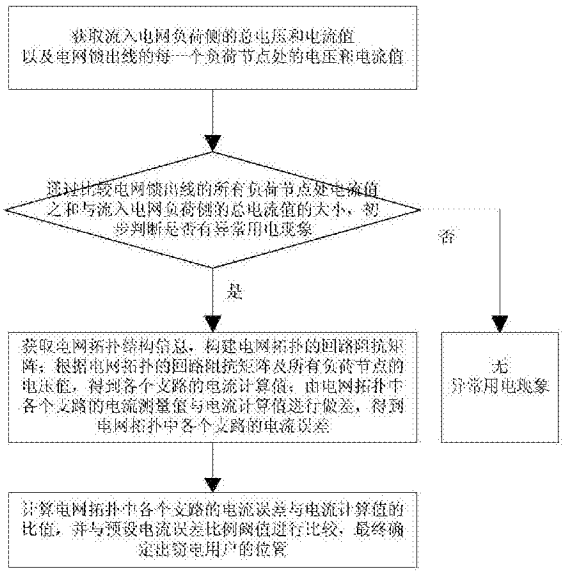
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种电网窃电用户的监测与定位方法及系统

(57)摘要

本发明公开了一种电网窃电用户的监测与定位方法，通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小，初步判断是否有异常用电现象，再根据各个支路的电流误差比例与预设电流误差比例阈值进行比较，最终确定窃电用户的位置。同时也公开了基于该方法的系统。本发明不需要大量的硬件和软件投入，便于计算机实现。



CN 106093704 A

1.一种电网窃电用户的监测与定位方法,其特征在于:包括以下步骤,

步骤1,获取流入电网负荷侧的总电压和电流值,获取电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值;

步骤2,通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小,初步判断是否有异常用电现象,如果出现异常用电现象,则转至步骤3,如果没有出现异常用电现象,则判定窃电用户;

步骤3,获取电网拓扑结构信息,构建电网拓扑的回路阻抗矩阵;

步骤4,根据电网拓扑的回路阻抗矩阵及所有负荷节点的电压值,得到各个支路的电流计算值;

步骤5,由电网拓扑中各个支路的电流测量值与电流计算值进行做差,得到电网拓扑中各个支路的电流误差;

电流测量值即为电网馈出线的每一个负荷节点处的电流值;

步骤6,计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值,并与预设电流误差比例阈值进行比较,最终确定出窃电用户的位置。

2.根据权利要求1所述的一种电网窃电用户的监测与定位方法,其特征在于:若支路的电流误差与电流计算值的比值大于预设电流误差比例阈值,则判定该支路为故障支路,该支路上存在窃电用户。

3.根据权利要求2所述的一种电网窃电用户的监测与定位方法,其特征在于:若两个故障支路存在共同负荷节点,则该共同负荷节点为窃电用户。

4.基于权利要求1所述的一种电网窃电用户的监测与定位方法的系统,其特征在于:包括数据服务器、电能总计量装置和若干负荷节点电能计量装置;在电网馈出线侧安装电能总计量装置,在电网馈出线的每一个负荷节点处安装负荷节点电能计量装置,所述电能总计量装置和负荷节点电能计量装置均与数据服务器连接;

所述电能总计量装置,用以测量并发送流入电网负荷侧的总电压和电流值;

所述负荷节点电能计量装置,用以测量并发送电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值;

所述数据服务器包括依次连接的电量信息获取模块、异常用电初步判断模块、电网拓扑信息获取模块、支路电流计算模块、支路电流误差计算模块和窃电用户确定模块;

电量信息获取模块,用以获取流入电网负荷侧的总电压和电流值,获取电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值;

异常用电初步判断模块,用以通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小,初步判断是否有异常用电现象;

电网拓扑信息获取模块,用以当出现异常用电现象时,获取电网拓扑结构信息,构建电网拓扑的回路阻抗矩阵;

支路电流计算模块,用以根据电网拓扑的回路阻抗矩阵及所有负荷节点的电压值,得到各个支路的电流计算值;

支路电流误差计算模块,用以由电网拓扑中各个支路的电流测量值与电流计算值进行做差,得到电网拓扑中各个支路的电流误差;

窃电用户确定模块,用以计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值,

并与预设电流误差比例阈值进行比较，最终确定出窃电用户的位置。

5.基于权利要求4所述的一种电网窃电用户的监测与定位方法的系统，其特征在于：所述窃电用户确定模块包括，

支路电流误差比例计算模块，用以计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值，得到各支路的电流误差比例；

故障支路确定模块，用以将各支路的电流误差比例与预设电流误差比例阈值进行比较，若后者小于前者，则判断相应支路中存在窃电用户，相应支路确定为故障支路。

6.基于权利要求5所述的一种电网窃电用户的监测与定位方法的系统，其特征在于：所述窃电用户确定模块还包括窃电用户定位模块，用以当两个故障支路存在共同负荷节点，确定该共同负荷节点为窃电用户。

一种电网窃电用户的监测与定位方法及系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种电网窃电用户的监测与定位方法及系统，属于电力用电领域。

背景技术

[0002] 电网电量管理中如何能有效地解决窃电问题一直是摆在供电企业面前的难题。某些单位或个人不择手段地采取各种方法试图逃避电能计量而违法获利，这种窃电行为一直严重危害着供电企业的合法权益和利益，同时扰乱了公平的供用电秩序，还给电力行业的稳定运行带来了诸多的安全隐患。所以，研究和探讨反窃电技术意义重大。

[0003] 常见窃电方式，主要有欠压法、欠流法、移相法、扩差法和无表法。同时提出了相应的防治窃电的技术措施，主要有利用专用计量箱、封闭变压器低压出线端至计量装置的导体、采用铅封技术、改进电表外部结构来防止窃电行为等，提出的这些措施对防止窃电起到了一定的遏制作用，然而这些措施由于缺乏实时监控，所以有效性较差。而且传统的窃电用户监测和定位技术中，需要投入大量的硬件和软件，不易于计算机实现。

发明内容

[0004] 为了解决上述技术问题，本发明提供了一种电网窃电用户的监测与定位方法及系统。

[0005] 为了达到上述目的，本发明所采用的技术方案是：

[0006] 一种电网窃电用户的监测与定位方法，包括以下步骤，

[0007] 步骤1，获取流入电网负荷侧的总电压和电流值，获取电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值；

[0008] 步骤2，通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小，初步判断是否有异常用电现象，如果出现异常用电现象，则转至步骤3，如果没有出现异常用电现象，则判定窃电用户；

[0009] 步骤3，获取电网拓扑结构信息，构建电网拓扑的回路阻抗矩阵；

[0010] 步骤4，根据电网拓扑的回路阻抗矩阵及所有负荷节点的电压值，得到各个支路的电流计算值；

[0011] 步骤5，由电网拓扑中各个支路的电流测量值与电流计算值进行做差，得到电网拓扑中各个支路的电流误差；

[0012] 电流测量值即为电网馈出线的每一个负荷节点处的电流值；

[0013] 步骤6，计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值，并与预设电流误差比例阈值进行比较，最终确定出窃电用户的位置。

[0014] 若支路的电流误差与电流计算值的比值大于预设电流误差比例阈值，则判定该支路为故障支路，该支路上存在窃电用户。

[0015] 若两个故障支路存在共同负荷节点，则该共同负荷节点为窃电用户。

[0016] 一种电网窃电用户的监测与定位方法的系统，包括数据服务器、电能总计量装置

和若干负荷节点电能计量装置;在电网馈出线侧安装电能总计量装置,在电网馈出线的每一个负荷节点处安装负荷节点电能计量装置,所述电能总计量装置和负荷节点电能计量装置均与数据服务器连接;

[0017] 所述电能总计量装置,用以测量并发送流入电网负荷侧的总电压和电流值;

[0018] 所述负荷节点电能计量装置,用以测量并发送电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值;

[0019] 所述数据服务器包括依次连接的电量信息获取模块、异常用电初步判断模块、电网拓扑信息获取模块、支路电流计算模块、支路电流误差计算模块和窃电用户确定模块;

[0020] 电量信息获取模块,用以获取流入电网负荷侧的总电压和电流值,获取电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值;

[0021] 异常用电初步判断模块,用以通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小,初步判断是否有异常用电现象;

[0022] 电网拓扑信息获取模块,用以当出现异常用电现象时,获取电网拓扑结构信息,构建电网拓扑的回路阻抗矩阵;

[0023] 支路电流计算模块,用以根据电网拓扑的回路阻抗矩阵及所有负荷节点的电压值,得到各个支路的电流计算值;

[0024] 支路电流误差计算模块,用以由电网拓扑中各个支路的电流测量值与电流计算值进行做差,得到电网拓扑中各个支路的电流误差;

[0025] 窃电用户确定模块,用以计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值,并与预设电流误差比例阈值进行比较,最终确定出窃电用户的位置。

[0026] 所述窃电用户确定模块包括,

[0027] 支路电流误差比例计算模块,用以计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值,得到各支路的电流误差比例;

[0028] 故障支路确定模块,用以将各支路的电流误差比例与预设电流误差比例阈值进行比较,若后者小于前者,则判断相应支路中存在窃电用户,相应支路确定为故障支路。

[0029] 所述窃电用户确定模块还包括窃电用户定位模块,用以当两个故障支路存在共同负荷节点,确定该共同负荷节点为窃电用户。

[0030] 本发明所达到的有益效果:本发明通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小,初步判断是否有异常用电现象,再根据各个支路的电流误差比例与预设电流误差比例阈值进行比较,最终确定窃电用户的位置,不需要大量的硬件和软件投入,便于计算机实现。

附图说明

[0031] 图1为本发明方法的流程图。

[0032] 图2为安装有智能电表的电力网络示意图。

[0033] 图3为本发明中数据服务器的框图。

[0034] 图4为是实际电力网的拓扑结构示意图。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图对本发明作进一步描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0036] 如图1所示，一种电网窃电用户的监测与定位方法，包括以下步骤：

[0037] 步骤1，获取流入电网负荷侧的总电压和电流值，获取电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值。

[0038] 步骤2，通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小，初步判断是否有异常用电现象，如果出现异常用电现象，则转至步骤3，如果没有出现异常用电现象，则判定窃电用户。

[0039] 步骤3，获取电网拓扑结构信息，构建电网拓扑的回路阻抗矩阵。

[0040] 步骤4，根据电网拓扑的回路阻抗矩阵及所有负荷节点的电压值，得到各个支路的电流计算值。

[0041] 步骤5，由电网拓扑中各个支路的电流测量值与电流计算值进行做差，得到电网拓扑中各个支路的电流误差；电流测量值即为电网馈出线的每一个负荷节点处的电流值c。

[0042] 步骤6，计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值，并与预设电流误差比例阈值进行比较，最终确定出窃电用户的位置。

[0043] 若支路的电流误差与电流计算值的比值大于预设电流误差比例阈值，则判定该支路为故障支路，该支路上存在窃电用户。若两个故障支路存在共同负荷节点，则该共同负荷节点为窃电用户。

[0044] 一种电网窃电用户的监测与定位方法的系统，包括数据服务器、电能总计量装置和若干负荷节点电能计量装置。电能总计量装置和负荷节点电能计量装置均与数据服务器连接。

[0045] 如图2所示，在电网馈出线侧安装电能总计量装置(这里采用总电表)，用以测量并发送流入电网负荷侧的总电压和电流值；在电网馈出线的每一个负荷节点处安装负荷节点电能计量装置(这里采用负荷电表)，用以测量并发送电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值。

[0046] 如图3所示，数据服务器包括依次连接的电量信息获取模块、异常用电初步判断模块、电网拓扑信息获取模块、支路电流计算模块、支路电流误差计算模块和窃电用户确定模块。

[0047] 电量信息获取模块，用以获取流入电网负荷侧的总电压和电流值，获取电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值。

[0048] 异常用电初步判断模块，用以通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小，初步判断是否有异常用电现象。

[0049] 电网拓扑信息获取模块，用以当出现异常用电现象时，获取电网拓扑结构信息，构建电网拓扑的回路阻抗矩阵。

[0050] 由于电网中电力符合众多，为了能够方便管理和准确定位窃电用户，可以对电网中的每一个用户进行编号，由于关联矩阵与电网用户节点之间的对应关系比较简单，所以利用关联矩阵表示电网用户。

[0051] 与图2相对应的电网拓扑结构图如图4所示，由于负荷阻抗在图中采用一个点来代表，这样所有的负荷阻抗和电能供应点间就构成了一条回路，所以可以利用回路矩阵来准

确描述各个负荷节点和它所在的回路之间的对应关系。

[0052] 这种回路矩阵是拓扑矩阵的一种，有m个负荷(即m个回路)和e条支路(即e条边)的负荷支路关联矩阵。相应的支路阻抗矩阵可以按所有的各个支路阻抗的先后顺序与负荷支路关联矩阵中各个支路阻抗的顺序保持一致。从图4可知，依据关联矩阵建立规则，形成如下的电网拓扑结构相关的关联矩阵A，

[0053] $$A=\begin{pmatrix}1 & -1 & 0 & -1\\ 0 & 1 & -1 & 0\\ 0 & 0 & 1 & 0\\ 0 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix}$$

[0054] 矩阵中的元素，当于相应的顶点与边关联时为1或-1，不关联时为0。

[0055] 为了计算和分析更加方便，根据矩阵的线性相关性质，可以得到简化的矩阵，即相应的回路矩阵为B_a，

[0056] $$B_a=\begin{pmatrix}1 & 0 & 0 & 0\\ 1 & 1 & 0 & 0\\ 1 & 1 & 1 & 0\\ 1 & 0 & 0 & 1\end{pmatrix}$$

[0057] 回路矩阵B_a与关联矩阵A有如下关系：

[0058] $B_a=(A^{-1})^T$

[0059] 由于电力用户比较多，为了进一步简化计算，负荷支路关联矩阵即为把不含负荷阻抗的回路的行划去所形成回路矩阵。

[0060] 图4中边e_1～e_4分别对应支路z_1～z_4，所以可以得到以下相应的回路阻抗矩阵：(这里用Z表示)

[0061] $$Z=\begin{pmatrix}z_1+z_2 & z_1+z_2 & z_1\\ z_1+z_2 & z_1+z_2+z_3 & z_1\\ z_1 & z_1 & z_4\end{pmatrix}$$

[0062] 按照负荷的编号，得到如下相应的回路阻抗矩阵：

[0063] $$Z\dot{I}_c=\dot{U}_m$$

[0064] 式中，$\dot{I}_c$为负荷点电流的计算值，$\dot{U}_m$为测量点电压的准确值。

[0065] 支路电流计算模块，用以根据电网拓扑的回路阻抗矩阵及所有负荷节点的电压值，得到各个支路的电流计算值。

[0066] 支路电流误差计算模块，用以由电网拓扑中各个支路的电流测量值与电流计算值进行做差，得到电网拓扑中各个支路的电流误差。

[0067] 窃电用户确定模块，用以计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值，并与预设电流误差比例阈值进行比较，最终确定出窃电用户的位置。

[0068] 窃电用户确定模块包括，

[0069] 支路电流误差比例计算模块，用以计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值，得到各支路的电流误差比例；

[0070] 故障支路确定模块，用以将各支路的电流误差比例与预设电流误差比例阈值进行比较，若后者小于前者，则判断相应支路中存在窃电用户，相应支路确定为故障支路。

[0071] 窃电用户定位模块，用以当两个故障支路存在共同负荷节点，确定该共同负荷节点为窃电用户。

[0072] 本发明通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小，初步判断是否有异常用电现象，再根据各个支路的电流误差比例与预设电流误差比例阈值进行比较，最终确定窃电用户的位置；同时本发明不需要在现有网络中增加特别装置，只需要安装电能计量装置来分别检测流入电网负荷侧的总电量信息以及每一个负荷节点处的电量信息，并输入数据服务器，数据服务器中算法简单，便于计算机实现。

[0073] 以上所述仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明技术原理的前提下，还可以做出若干改进和变形，这些改进和变形也应视为本发明的保护范围。

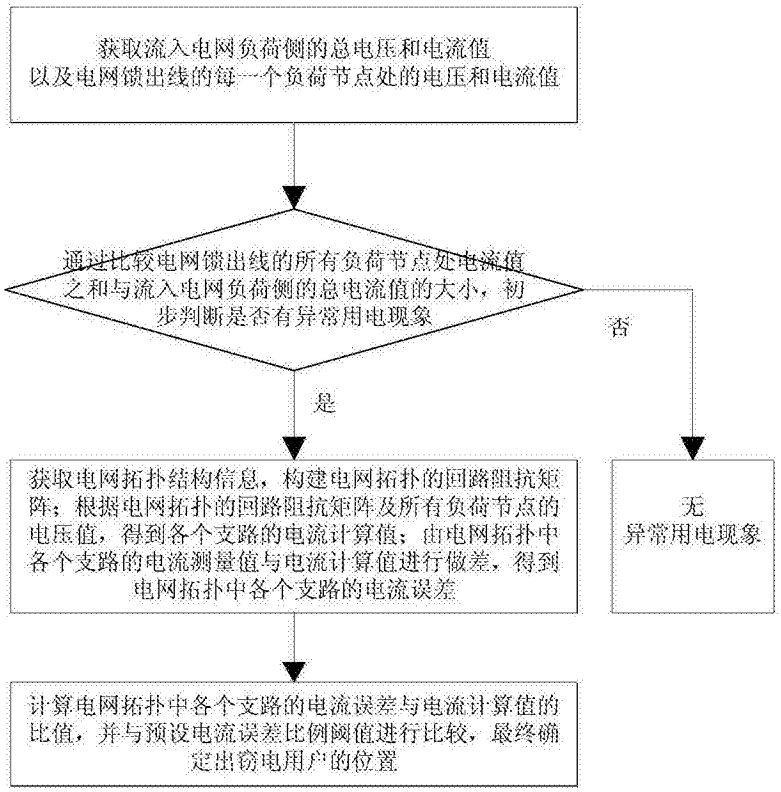

获取流入电网负荷侧的总电压和电流值
以及电网馈出线的每一个负荷节点处的电压和电流值
通过比较电网馈出线的所有负荷节点处电流值之和与流入电网负荷侧的总电流值的大小，初步判断是否有异常用电现象
否
是
获取电网拓扑结构信息，构建电网拓扑的回路阻抗矩阵；根据电网拓扑的回路阻抗矩阵及所有负荷节点的电压值，得到各个支路的电流计算值；由电网拓扑中各个支路的电流测量值与电流计算值进行做差，得到电网拓扑中各个支路的电流误差
无
异常用电现象
计算电网拓扑中各个支路的电流误差与电流计算值的比值，并与预设电流误差比例阈值进行比较，最终确定出窃电用户的位置

图1

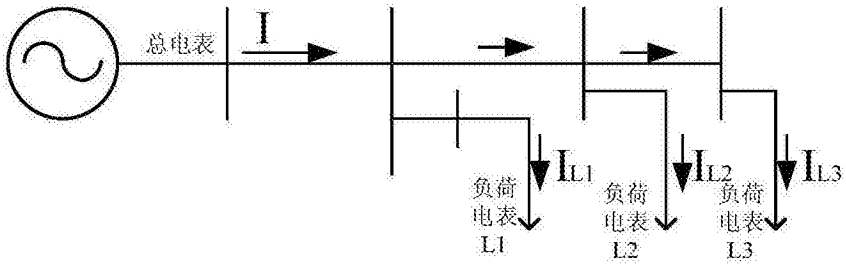

总电表
I
IL1
IL2
IL3
负荷电表L1
负荷电表L2
负荷电表L3

图2

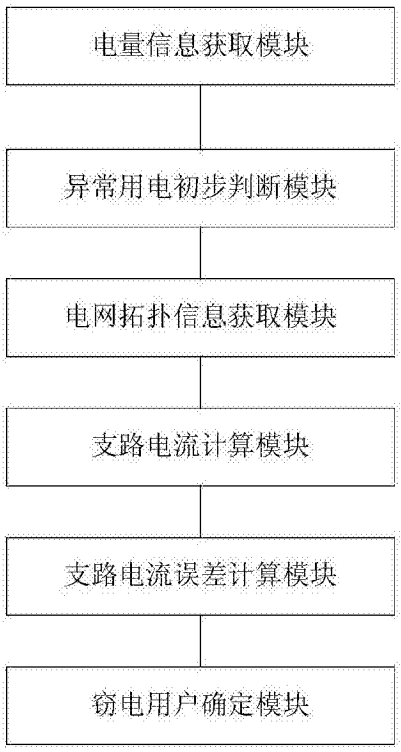

电量信息获取模块
异常用电初步判断模块
电网拓扑信息获取模块
支路电流计算模块
支路电流误差计算模块
窃电用户确定模块

图3

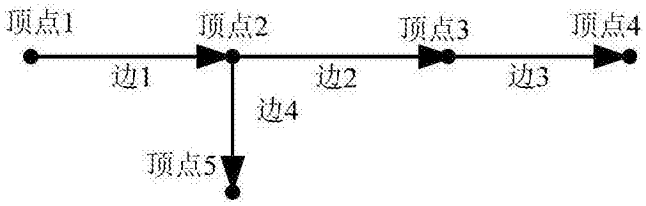

顶点1
顶点2
顶点3
顶点4
边1
边2
边3
边4
顶点5

图4