(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 106226653 A
(43)申请公布日 2016.12.14

(21)申请号 201610655015.0

(22)申请日 2016.08.11

(71)申请人 国网浙江省电力公司宁波供电公司
地址 315000 浙江省宁波市海曙区望京路483号

(72)发明人 吴国诚 竺佳一 王汉杰 龚向阳 王威 王波 虞殷树 叶樊 刘刚 贺旭 华宇肖 谢宇哲 王晴 王强钢

(74)专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司 50212
代理人 刘念芝

(51)Int.Cl.
*G01R 31/08*(2006.01)
*G01R 19/25*(2006.01)
*G01R 15/12*(2006.01)

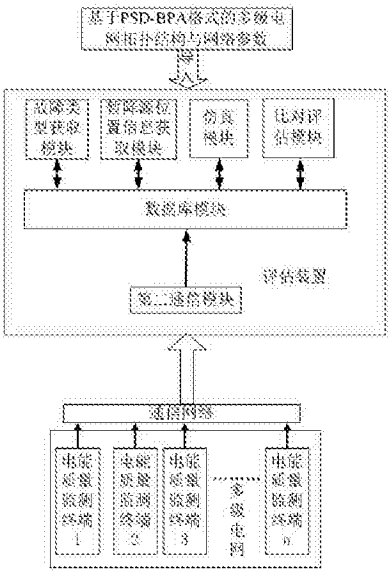
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

(54)发明名称

多级电网的电压暂降的传递规律评估系统以及评估方法

(57)摘要

本发明公开了一种多级电网的电压暂降的传递规律评估系统以及评估方法，所述传递规律评估系统包括电能质量监测终端及与所述电能质量监测终端通讯连接的评估装置；所述电能质量监测终端包括：信号采集模块，用于采集所属母线节点的基本电力参数；第一判断模块，用于对基本电力参数中的三相电压进行处理分析以判断该节点是否受电压暂降影响而导致该节点的实际电压幅值低于额定电压的预设阀值；录波模块，用于当第一判断模块判断得到该节点处的实际电压低于额定电压的预设阀值时，则对电压进行录波处理以录取电压故障波形；第一通讯模块，用于将该电压故障波形和基本电力参数上传至所述评估装置；所述评估装置内置有所述多级电网的仿真电网模型。




CN 106226653 A

1.一种多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，包括设于多级电网中每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端以及与所述电能质量监测终端通讯连接的评估装置；

所述电能质量监测终端包括：

信号采集模块，用于采集所属母线节点的基本电力参数，其中，所述基本电力参数包括：三相电压、三相电流、无功功率；

第一判断模块，用于对基本电力参数中的三相电压进行处理分析以判断该节点是否受电压暂降影响而导致该节点的实际电压幅值低于额定电压的预设阀值；

录波模块，用于当第一判断模块判断得到该节点处的实际电压低于额定电压的预设阀值时，则对电压进行录波处理以录取电压故障波形；

第一通讯模块，用于将该电压故障波形和基本电力参数上传至所述评估装置；

所述评估装置内置有所述多级电网的仿真电网模型，所述评估装置包括：

第二通讯模块，用于接收每一电能质量监测终端上传的基本电力参数及电压故障波形；

故障类型获取模块，用于根据第二通讯模块接收到的基本电力参数中的三相电压和三相电流判断故障类型；特征量计算模块，用于根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变；

暂降源位置信息获取模块，用于根据所有电能质量监测终端上传的基本电力参数中的无功功率变化得到暂降源的位置信息；

仿真模块，用于在所述仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点位置信息、该节点对应的电压暂降特征量信息、故障类型仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点的节点信息，其中，所述节点信息包括节点名称、初始电压、故障电压、故障类型；

比对评估模块，用于将所述受暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真输出的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性，从而能够比对评估出电压暂降在多级电网内的实际传递规律。

2.如权利要求1所述的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，其特征在于：所述第一通讯模块还用于当第一判断模块判断得到未产生电压暂降时，将所述基本电力参数上传至所述评估装置；

所述第二通讯模块，还用于接收所述第一通讯模块上传的基本电力参数；

所述评估装置还包括第二判断模块，用于判断第二通讯模块接收到的是基本电力参数，或是基本电力参数与电压故障波形；

所述故障类型获取模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据第二通讯模块接收到的基本电力参数中的三相电压和三相电流判断故障类型；

所述特征量计算模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息；

所述暂降源位置信息获取模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据所述基本电力参数中的无功功能变化得到

暂降源的位置信息。

3.如权利要求1所述的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，其特征在于：

所述特征量计算模块，还用于通过改进的单相DQ变换算法计算得到所述三相电压暂降的特征量信息。

4.如权利要求1所述的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，其特征在于：所述暂降源位置信息获取模块包括：

暂降源粗略位置信息提取子模块，用于根据接收到的所述电压暂降数据中的无功能变化情况获取暂降源发生的粗略区域；

准确节点获取子模块，用于根据距离故障点越近的节点电压跌落越大的原则获取发生暂降的准确节点。

5.如权利要求1所述的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，其特征在于：所述仿真电网模型包括PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构及其网络参数，其中，所述网络参数包括线路阻抗、变压器、母线、负荷、运行方式、发电机、无功补偿设备参数。

6.如权利要求1所述的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，其特征在于：所述基本电力参数还包括各节点的实时有功功率、三相电压不平衡度以及相位。

7.如权利要求1所述的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，其特征在于：所述评估装置的仿真模块还包括故障信息设置子模块，用于供用户在所述仿真电网模型的基础上自行设置线路和母线节点故障信息，以提供准确的暂降源的位置信息。

8.如权利要求1所述的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，其特征在于：所述电能质量监测终端为电压暂降同步监测装置，其内具有用于提供同步时钟信息的GPS时钟模块。

9.如权利要求8所述的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，其特征在于：其特征在于：所述信号采集模块与对应母线节点处的三个电压互感器和三个电流互感器均连接以采集所述基本电力参数。

10.一种多级电网的电压暂降的传递规律评估方法，包括以下步骤：

接收每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端上传的受电压暂降影响而产生的基本电力参数和电压故障波形；其中，所述基本电力参数包括三相电压、三相电流、无功功率；

根据所有电能质量监测终端上传的基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息；

根据每一电能质量监测终端上传的电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变；

在预先导入的仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点信息和该节点对应的特征量信息仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点的节点信息，其中，所述节点信息包括节点名称、初始电压、故障电压、故障类型；

将所述受暂降源的影响所述额定电压的预设阀值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性，从而能够比对评估出电压暂降在多级电网内的实际传递规律。

# 多级电网的电压暂降的传递规律评估系统以及评估方法

## 技术领域

[0001] 本发明涉及一种多级电网的电压暂降各特征量通过网络线路、不同变压器接线形式传递后的规律的评估系统以及评估方法。

## 背景技术

[0002] 随着智能电网的建设，系统容量、规模、电压等级等快速发展，系统的复杂性、多样性，用户生产效率和设备敏感性增强。负荷结构、电气特性等发生了根本变化，尤其是基于微电子、计算机、电力电子等技术的可再生能源发电系统、用户设备与工业过程等越来越多地接入电网，而这些设备对电压暂降非常敏感，使得电压暂降成为最严重电能质量问题。

[0003] 不同系统中性点接地方式下、不同短路故障类型引起的电压暂降特征区别很大，且不同变压器绕组接线方式将影响电压暂降的传递。目前，有内外有关专家已经提出了一系列电压暂降特征和传播相关理论，但也仅局限于理论研究，对于多级电网内电压暂降的实际传递情况并没有进行理论与实际结合的验证。因此，有必要发明一种多级电网内电压暂降的监测和评估系统，以验证分析不同中性点接地方式、不同变压器绕组接线方式下由不同类型短路故障引起的电压暂降的幅值、相位特性和传递机理，对电压暂降治理措施的改进与预防电压暂降所引起的大范围停电事故都具有重要意义。

## 发明内容

[0004] 针对上述现有技术的不足，本发明所要解决的技术问题是：提供一种多级电网的电压暂降的传递规律评估系统以及评估方法，能够从设于多级电网中每一节点的电能质量监测终端获取某多级电网电压暂降数据和监测的电能参数，通过暂降源定位算法实现暂降源定位功能；通过将PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构与其网络参数导入软件系统中，结合前面的定位结果，实现电压暂降的仿真传递分析，最后结合实际电网的电压暂降录波数据和实际电网仿真模型的电压暂降仿真结果，评估电压暂降在多级电网的传递特征。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明采取的一个技术方案是：提供一种多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，包括设于多级电网中每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端以及与所述电能质量监测终端通讯连接的评估装置；

所述电能质量监测终端包括：

信号采集模块，用于采集所属母线节点的基本电力参数，其中，所述基本电力参数包括：三相电压、三相电流、无功功率；

第一判断模块，用于对基本电力参数中的三相电压进行处理分析以判断该节点是否受电压暂降影响而导致该节点的实际电压幅值低于额定电压的预设阀值；

录波模块，用于当第一判断模块判断得到该节点处的实际电压低于额定电压的预设阀值时，则对电压进行录波处理以录取电压故障波形；

第一通讯模块，用于将该电压故障波形和基本电力参数上传至所述评估装置；

所述评估装置内置有所述多级电网的仿真电网模型，所述评估装置包括：

第二通讯模块，用于接收每一电能质量监测终端上传的基本电力参数及电压故障波形；

故障类型获取模块，用于根据第二通讯模块接收到的基本电力参数中的三相电压和三相电流判断故障类型；特征量计算模块，用于根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变；

暂降源位置信息获取模块，用于根据所有电能质量监测终端上传的基本电力参数中的无功功率变化得到暂降源的位置信息；

仿真模块，用于在所述仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点位置信息、该节点对应的电压暂降特征量信息、故障类型仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点的节点信息，其中，所述节点信息包括节点名称、初始电压、故障电压、故障类型；

比对评估模块，用于将所述受暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真输出的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性，从而能够比对评估出电压暂降在多级电网内的实际传递规律。

[0006] 进一步的，所述第一通讯模块还用于当第一判断模块判断得到未产生电压暂降时，将所述基本电力参数上传至所述评估装置；

所述第二通讯模块，还用于接收所述第一通讯模块上传的基本电力参数；

所述评估装置还包括第二判断模块，用于判断第二通讯模块接收到的是基本电力参数，或是基本电力参数与电压故障波形；

所述故障类型获取模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据第二通讯模块接收到的基本电力参数中的三相电压和三相电流判断故障类型；

所述特征量计算模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息；

所述暂降源位置信息获取模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据所述基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息。

[0007] 进一步的，所述特征量计算模块，还用于通过改进的单相DQ变换算法计算得到所述三相电压暂降的特征量信息。

[0008] 进一步的，所述暂降源位置信息获取模块包括：

暂降源粗略位置信息提取子模块，用于根据接收到的所述电压暂降数据中的无功能变化情况获取暂降源发生的粗略区域；

准确节点获取子模块，用于根据距离故障点越近的节点电压跌落越大的原则获取发生暂降的准确节点。

[0009] 进一步的，所述仿真电网模型包括PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构及其网络参数，其中，所述网络参数包括线路阻抗、变压器、母线、负荷、运行方式、发电机、无功补偿设备参数。

[0010] 进一步的，所述基本电力参数还包括各节点的实时有功功率、三相电压不平衡度

以及相位。

[0011] 进一步的，所述评估装置的仿真模块还包括故障信息设置子模块，用于供用户在所述仿真电网模型的基础上自行设置线路和母线节点故障信息，以提供准确的暂降源的位置信息。

[0012] 进一步的，所述电能质量监测终端为电压暂降同步监测装置，其内具有用于提供同步时钟信息的GPS时钟模块。

[0013] 进一步的，其特征在于：所述信号采集模块与对应母线节点处的三个电压互感器和三个电流互感器均连接以采集所述基本电力参数。

[0014] 为解决上述技术问题，本发明采取的另一个技术方案是：提供一种多级电网的电压暂降的传递规律评估方法，包括以下步骤：

接收每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端上传的受电压暂降影响而产生的基本电力参数和电压故障波形；其中，所述基本电力参数包括三相电压、三相电流、无功功率；

根据所有电能质量监测终端上传的基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息；

根据每一电能质量监测终端上传的电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变；

在预先导入的仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点信息和该节点对应的特征量信息仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点的节点信息，其中，所述节点信息包括节点名称、初始电压、故障电压、故障类型；

将所述受暂降源的影响所述额定电压的预设阀值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性，从而能够比对评估出电压暂降在多级电网内的实际传递规律。

[0015] 本发明的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统以及评估方法，能够通过设于多级电网中的电能质量监测终端的电压暂降数据分析得到电压暂降源定位信息、以及三相电压暂降的特征量信息，根据暂降源定位信息及特征量信息实现电压暂降的仿真，实现电压暂降的仿真传递分析，最后结合实际电网的电压暂降录波数据和实际电网仿真模型的电压暂降仿真结果，从而评估在某一电压暂降的影响下的其他节点与仿真波形和节点信息的一致性，评估电压暂降在多级电网线路与变压器之间的传递规律、传递特征。以用于在某一个节点发生电压暂降时，根据其传递特性，同一母线下的其他节点会受电压暂降的影响而发生电压跌落的现象，根据设置的电压跌落阀值来确认评估对比的节点数量、名称等等，然后将原电压暂降发生的节点和这些节点与仿真的仿真信息(包括上述节点信息)进行比对评估，从而得到电压暂降在多级电网的传递规律和特征。对后续电压暂降治理措施的改进与预防电压暂降所引起的大范围停电事故都具有重要意义。

## 附图说明

[0016]

为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明

的一些实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0017] 图1是本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估系统第一实施例的框图。

[0018] 图2是图1中电能质量监测终端的框图。

[0019] 图3是本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估系统第二实施例的框图。

[0020] 图4是本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估评估方法第一实施例的流程图。

[0021] 图5是本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估系统中用于获取电压暂降源的方法流程图。

[0022] 图6是本发明的多级电网的电压暂降仿真模块计算流程图。

[0023] 图7为本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估评估方法第二实施例的流程图。

## 具体实施方式

[0024] 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做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。

[0025] 请参见1及图2，本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估系统，包括与若干电压等级母线节点一一对应的电能质量监测终端以及与所述电能质量监测终端通讯连接的评估装置，每一电能质量监测终端一一对应的设于每一电压等级母线节点处。其中：

所述电能质量监测终端可以为电压暂降同步监测装置，其内具有用于提供同步时钟信息的GPS时钟模块。其好处是：能够有效的保证各电压等级下的电能质量监测装置对电压暂降起止时刻的监测的极高时间精度，以使各监测装置对同一电压暂降源的同步监测，相对时间精度可以达到10微秒以内。可理解的，上述GPS时钟模块并不用于限制本发明的电能质量监测终端，在一些实施例中，所述电能质量监测终端还可以采用现有的任何一种用于监测采集电信号并将其转换为基本电力参数的装置或设备。

[0026] 所述电能质量监测终端包括信号采集模块、第一判断模块、录波模块、第一通讯模块。

[0027] 所述信号采集模块用于采集所属母线节点的基本电力参数。本实施例中，所述信号采集模块与对应母线节点处的三个电压互感器和三个电流互感器均连接以采集所述基本电力参数。具体地，所述信号采集模块包括电压电流送变模块、信号调理模块、A/D转换模块以及锁相环，所述电压电流送变模块与三个电压互感器和三个电流互感器均电连接，用于接收三个电压互感器和三个电流互感器的信号，所述电压电流送变模块和信号调理模块的综合作用是将获取到的电压信号、电流信号转换成A/D采样的电压信号；A/D转换模块用于将模拟信号转换为数字信号，锁相环作用是实现相位同步的自动控制，保证A/D转换芯片能够根据电网的实际频率采集数据。本实施例中，还可包括一信号处理模块，所述信号处理模块用于对采集到并经过A/D转换的数据进行计算，以得到所述基本电力参数，可以理解的，该信号处理模块可以视为信号采集模块中的一个子模块，也可以是独立的一个处理模

块。

[0028] 本实施例中，所述基本电力参数至少包括三相电压、三相电流、无功功率。在一些实施例中，所述基本电力参数还可包括有功功率、三相电压不平衡度、相位等等。

[0029] 所述第一判断模块用于对基本电力参数中的三相电压进行处理分析以判断该节点是否受电压暂降影响而导致该节点的实际电压幅值低于额定电压的预设阀值。

[0030] 所述录波模块用于当第一判断模块判断得到该节点处的实际电压低于额定电压的预设阀值时（例如低于额定电压的10%或以上，也即，是额定电压的90%或以下），则对电压进行录波处理以录取电压故障波形；

所述第一通讯模块则用于将该电压故障波形和所述基本电力参数上传至所述评估装置；可以将所述电压故障波形和基本电力参数打包后通过所述第一通讯模块上传至所述评估装置，以使评估装置根据接收到的电压故障模型和对应的基本电力参数进行评估。

[0031] 所述评估装置内置有所述多级电网的仿真电网模型，评估装置为置于计算机内的软件模块或系统。具体的，在本实施例中，评估装置具有数据库，该数据库模块作为数据中心（数据存储/读取中心），与下述的本评估装置的其他模块进行数据交互。第一通讯模块用于将监测到的数据（基本电能参数与电压故障波形）通过数据接口传送至数据库模块，从而将接收到的数据存储至数据库模块中与仿真电网模型关联，数据库模块能够对接收到的基本电力参数和电压故障波形进行综合整理和存储，对导入的仿真电网模型进行数据解析，提供数据查询功能等等。在其他的实施例中，可通过其他的存储方式作为数据中心，例如可通过存储模块存储导入的仿真电网模型、电能监测终端上传的数据等等，从而使得各项数据与仿真电网模型相关联。

[0032] 所述仿真电网模型主要由PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构与其网络参数组成，其中，所述网络参数包括线路阻抗、变压器、母线、负荷、运行方式、发电机、无功补偿设备参数。在实际运用时，可将PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构与其网络参数导入到数据库中。

[0033] 本实施例中，所述评估装置包括第二通讯模块、故障类型获取模块、特征量计算模块、暂降源位置信息获取模块、仿真模块以及比对评估模块。其中：

所述第二通讯模块，用于接收每一电能质量监测终端上传的基本电力参数及电压故障波形；

所述故障类型获取模块，用于根据第二通讯模块接收到的基本电力参数中的三相电压和三相电流判断故障类型；具体地，所述故障类型获取模块可通过对称分量法方式来判断故障类型。所述故障类型包括：单相故障、两相短路故障、两相接地短路故障、三相短路故障。

[0034] 所述特征量计算模块，用于根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变。本实例中，主要通过改进的单相DQ变换算法计算得到所述三相电压暂降的特征量信息。在其他的实施例中，还可通过短时傅里叶变换、小波变换法来得到三相电压暂降的特征量信息。

[0035] 暂降源位置信息获取模块，用于根据所有电能质量监测终端上传的基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息。所述暂降源位置信息获取模块包括以下子模块：暂降源粗略位置信息提取子模块，用于根据接收到的所述电压暂降数据中的无功能变化情况获取暂降源发生的粗略区域；准确节点获取子模块，用于根据距离故障点越近的节

点电压跌落越大的原则获取发生暂降的准确节点。

[0036] 仿真模块，用于在所述仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点位置信息、该节点对应的电压暂降特征量信息、故障类型仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点的节点信息，其中，所述节点信息包括节点名称、初始电压(即额定电压)、故障电压、故障类型；所述仿真模块的具体仿真步骤详见图6，此处便不再详述。

[0037] 比对评估模块，用于将所述受暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真输出的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性，从而能够比对评估出电压暂降在多级电网内的实际传递规律。

[0038] 本实施例中，所述评估装置的仿真模块还可选择的包括故障信息设置子模块，用于供用户在所述仿真电网模型的基础上设置故障发生的位置、故障类型，以为所述仿真模块提供准确的暂降源的位置信息。增设该故障信息设置模块，其好处和作用是：当暂降源的位置源信息和/或故障类型没有用户得知的位置信息准确时，用户可手动修改暂降源的位置信息和/或故障类型，以为后续的仿真和评估提供更准确的数据，使后续仿真更精确化，评估精确度更高。

[0039] 本发明实施方式，能够通过设于多级电网中的电能质量监测终端的电压暂降数据分析得到电压暂降源定位信息、以及三相电压暂降的特征量信息，根据暂降源定位信息及特征量信息实现电压暂降的仿真，实现电压暂降的仿真传递分析，最后结合实际电网的电压暂降录波数据和实际电网仿真模型的电压暂降仿真结果，从而评估在某一电压暂降的影响下的其他节点与仿真波形和节点信息的一致性，评估电压暂降在多级电网线路与变压器之间的传递规律、传递特征。以用于在某一个节点发生电压暂降时，根据其传递特性，同一母线下的其他节点会受电压暂降的影响而发生电压跌落的现象，根据设置的电压跌落阀值(例如跌落至初始电压的90%或以下)来确认评估对比的节点数量、名称等等，然后将原电压暂降发生的节点和这些节点与仿真的仿真信息(包括上述节点信息)进行比对评估，从而得到电压暂降在多级电网的传递规律和特征。对后续电压暂降治理措施的改进与预防电压暂降所引起的大范围停电事故都具有重要意义。

[0040] 请参见图3，图3是本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估系统第二实施例的框图。本实施例的多级电网的电压暂降的传递规律评估系统包括电能质量监测终端以及评估装置，所述电能质量监测终端与第一实施例的设置方式相同或相似。本实施例的电能质量监测终端包括与第一实施例结构或功能相同或相似的信号采集模块、第一判断模块以及录波模块。

[0041] 本实施例的电能质量监测终端与第一实施例的区别在于：

所述第一通讯模块还用于在正常状态下(即未产生电压暂降)将采集到的基本电力参数发送至所述评估装置进行存储，以供相关人员进行查询等。。

[0042] 本实施例的评估装置同样包括第二通讯模块、故障类型获取模块、特征量计算模块、暂降源信息获取模块、仿真模块、比对评估模块等。本实施例的评估装置与第一实施例的区别在于：

本实施例的第二通讯模块还用于接收所述第一通讯模块上传的正常状态下(未产生电压暂降时)的基本电力参数；

所述评估装置还包括：

第二判断模块，用于判断第二通讯模块接收到的是基本电力参数，或是基本电力参数与电压故障波形。

[0043] 本实施例的故障类型获取模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据第二通讯模块接收到的基本电力参数中的三相电压和三相电流判断故障类型；本实施例的特征量计算模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变；暂降源位置信息获取模块，还用于当第二判断模块判断得到所述第二通讯模块接收到的是基本电力参数及电压故障波形时，根据所述基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息。

[0044] 所述评估装置用于将接收到的正常状态下的基本电力参数存储至对应数据库或存储模块中与所述电网仿真模型相关联，以便于用户随时查询监控，更便于用户远对实地的多级电网进行监控管理。

[0045] 请参见图4，图4为本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估评估方法第一实施例的流程图。本实施例的多级电网的电压暂降的传递规律评估方法基于上述传递规律评估系统进行的，包括以下步骤：

S101、接收每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端上传的受电压暂降影响而产生的基本电力参数和电压故障波形；其中，所述基本电力参数包括三相电压、三相电流、无功功率；

S102、根据每一电能质量监测终端上传的基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息；

请参见图5，本步骤包括以下子步骤：

S1021、获取S101步骤所接收到的电压暂降数据；

S1022、根据监测点的无功变化情况，提取暂降源发生的大概区域；

S1033、根据距离故障点越近的节点电压跌落越大的原则判断发生暂降的准确节点；

S1044、根据准确节点输出暂降源的位置信息。

[0046] S103、并根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变；所述S103和S102步骤并无严格的先后顺序，它们的顺序可以相互调换。

[0047] S104、在预先导入的仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点信息和该节点对应的特征量信息仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点的节点信息，其中，所述节点信息包括节点名称、初始电压、故障电压、故障类型；

请参见图6，本步骤包括以下子步骤：

S1041、根据导入的仿真电网模型求解潮流，计算故障前电压；根据所导入的电网模型参数(PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构与其网络参数)来求解潮流和计算故障前各节点电压；

S1042、形成各序节点导纳矩阵；根据 PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构与其网络参数形成电网模型的各节点的导纳矩阵

S1043、扫描S103步骤输出的暂降源位置输出结果；

S1044、根据导纳矩阵计算各节点与故障位置(暂降源位置)之间的互阻抗、故障位置的自阻抗；

S1045、根据故障类型计算各节点电压；

S1046、判断定位计算结果是否扫描完；

S1047、若是，则输出仿真结果(也即，暂降源对应节点的特征量、暂降源引起的所有低于额定电压的预定阀值的节点的节点信息等)，若否则转入S1043步骤。输出的结果包括暂降源对应的节点的四个特征量信息及该节点的节点信息、受该暂降源的电压暂降的影响而导致电压幅值低至额定电压幅值的阀值的所有节点的节点信息；

S105、将所述受暂降源的影响所述额定电压的预设阀值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性，从而能够比对评估出电压暂降在多级电网内的实际传递规律。

[0048] 本发明实施方式，在当某一个节点发生电压暂降时，根据其传递特性，同一母线下的其他节点会受电压暂降的影响而发生电压跌落的现象，根据设置的电压跌落阀值(例如跌落至初始电压的90%)来确认评估对比的节点数量、名称等等，然后将原电压暂降发生的节点和这些节点与仿真的仿真信息(包括上述节点信息)进行比对评估，从而得到电压暂降在多级电网的传递规律和特征。对后续电压暂降治理措施的改进与预防电压暂降所引起的大范围停电事故都具有重要意义。

[0049] 请参见图7，图7是本发明多级电网的电压暂降的传递规律评估方法第二实施例的流程图。本方法是基于上述第二实施例的评估系统来进行的，本方法包括以下步骤：

S201、接收每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端上传的受电压暂降影响而产生的基本电力参数和电压故障波形，或者接收每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端上传的基本电力参数；其中，所述基本电力参数包括三相电压、三相电流、无功功率；若接收到的为基本电力参数和电压故障波形，则进入S202步骤，若接收到的仅有基本电力参数，则转入S206步骤；

S202、若接收到的为基本电力参数和电压故障波形，则根据所述基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息；

S203、根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变；所述S103和S102步骤并无严格的先后顺序，它们的顺序可以相互调换。

[0050] S204、在预先导入(或置入)的仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点信息和该节点对应的特征量信息仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阀值的所有节点的节点信息，其中，所述节点信息包括节点名称、初始电压、故障电压、故障类型；

S205、将所述受暂降源的影响所述额定电压的预设阀值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性，从而能够比对评估出电压暂降的传递规律。

[0051] S206、若接收到的是基本电力参数，则存储接收到的基本电力参数，以使该基本电力参数与所述仿真电网模型相关联，从而能够供用户查询和监控。

[0052] 以上仅为本发明的实施方式，并非因此限制本发明的专利范围，凡是利用本发明

说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换，或直接或间接运用在其他相关的技术领域，均同理包括在本发明的专利保护范围内。

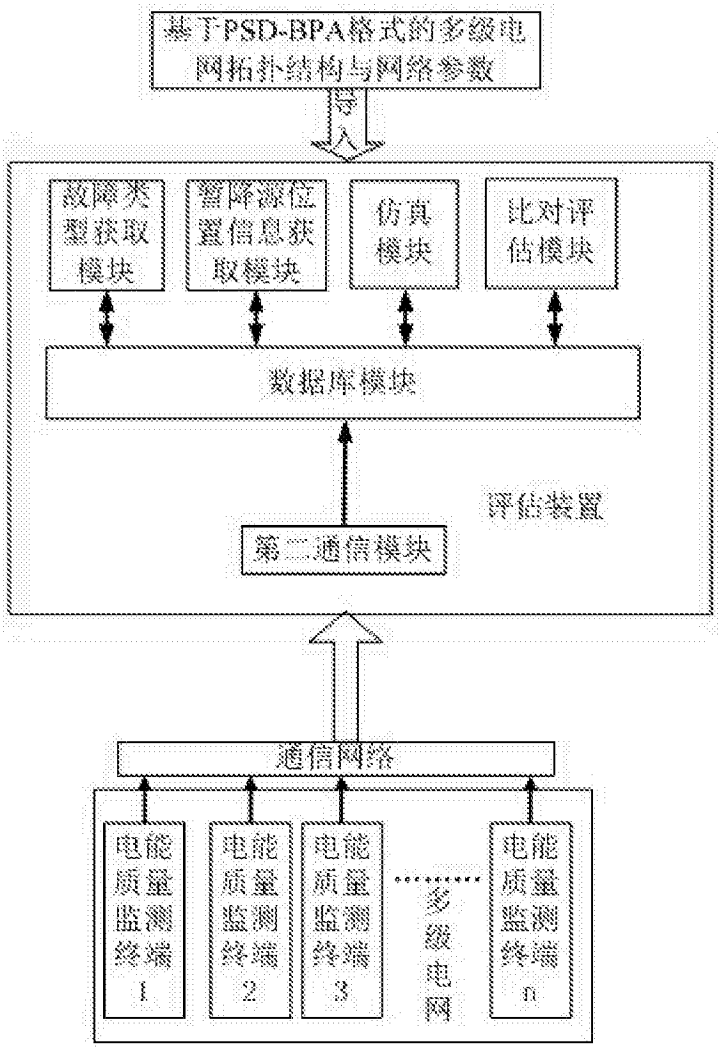

基于PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构与网络参数
导入
故障类型获取模块
暂降源位置信息获取模块
仿真模块
比对评估模块
数据库模块
评估装置
第二通信模块
通信网络
电能质量监测终端1
电能质量监测终端2
电能质量监测终端3
多级电网
电能质量监测终端n

图1

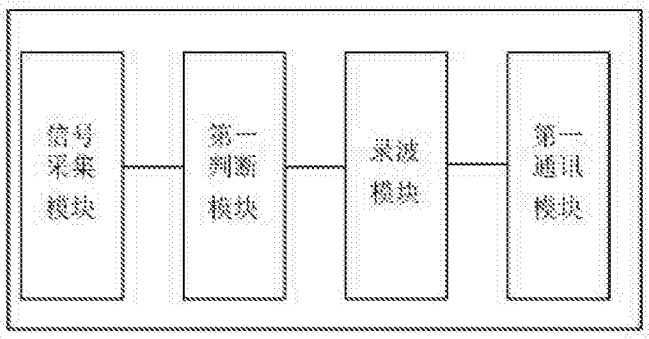

信号采集模块
第一判断模块
录波模块
第一通讯模块

图2

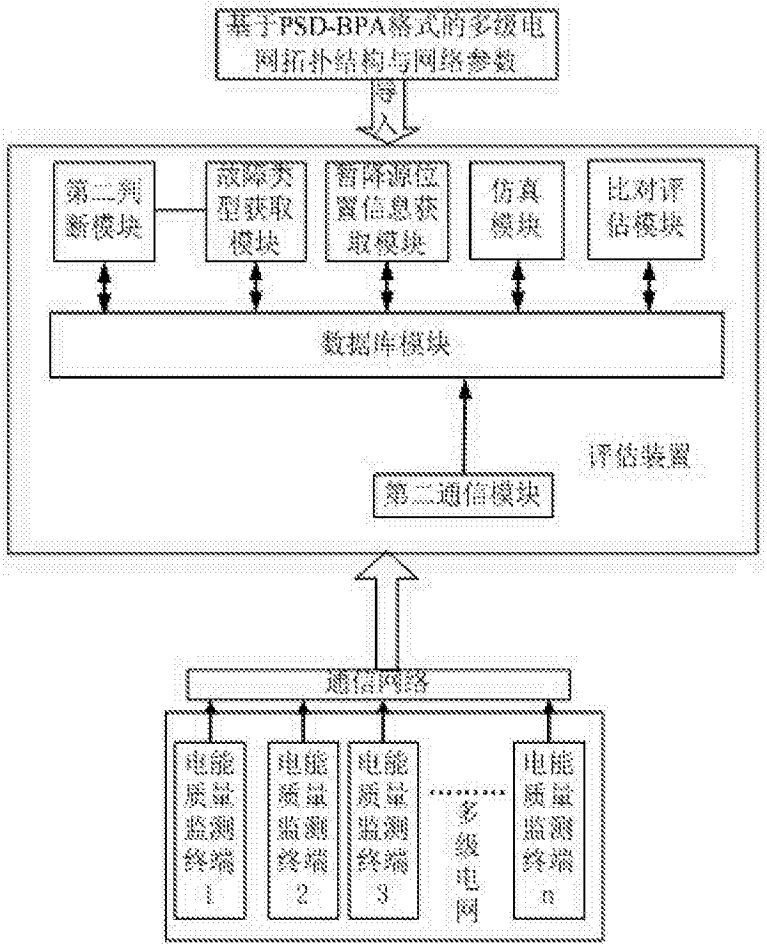

基于PSD-BPA格式的多级电网拓扑结构与网络参数
导入
第二判断模块
故障类型获取模块
暂降源位置信息获取模块
仿真模块
比对评估模块
数据库模块
评估装置
第二通信模块
通信网络
电能质量监测终端1
电能质量监测终端2
电能质量监测终端3
多级电网
电能质量监测终端n

图3

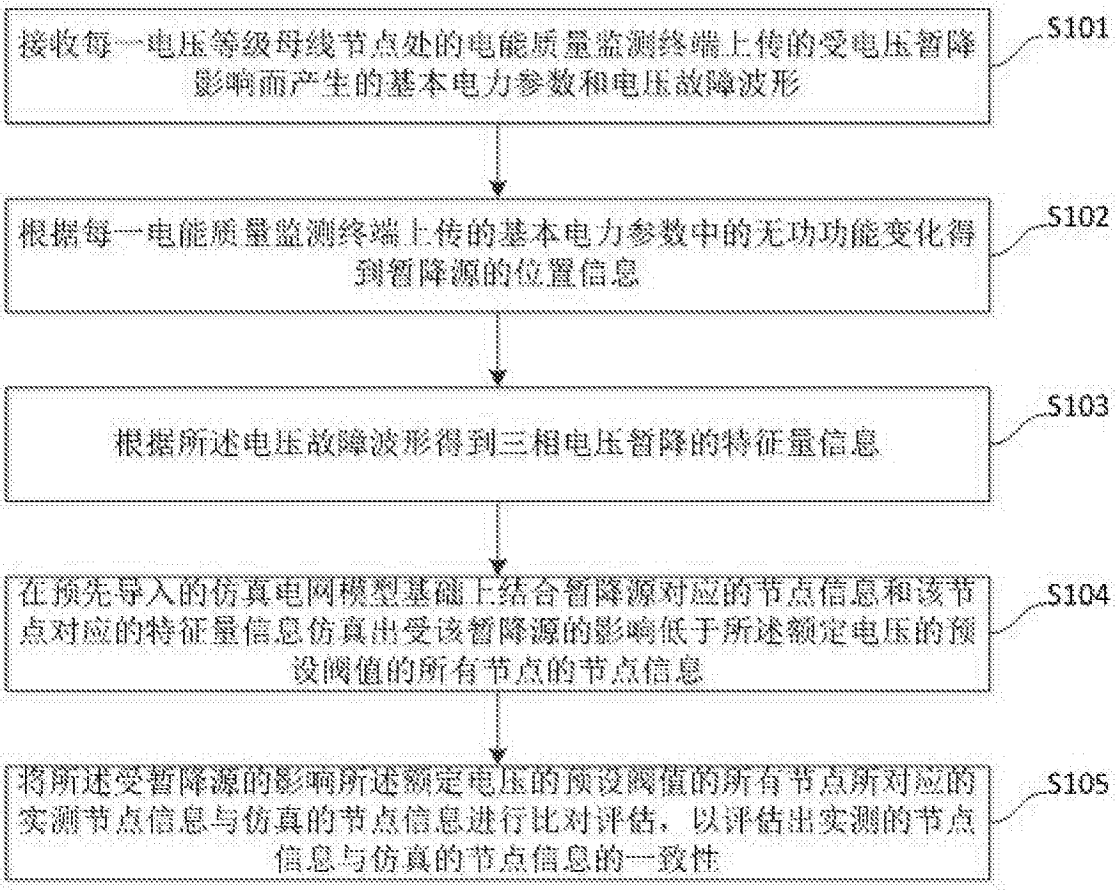

接收每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端上传的受电压暂降影响而产生的基本电力参数和电压故障波形
S101
根据每一电能质量监测终端上传的基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息
S102
根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息
S103
在预先导入的仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点信息和该节点对应的特征量信息仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阈值的所有节点的节点信息
S104
将所述受暂降源的影响所述额定电压的预设阈值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性
S105

图4

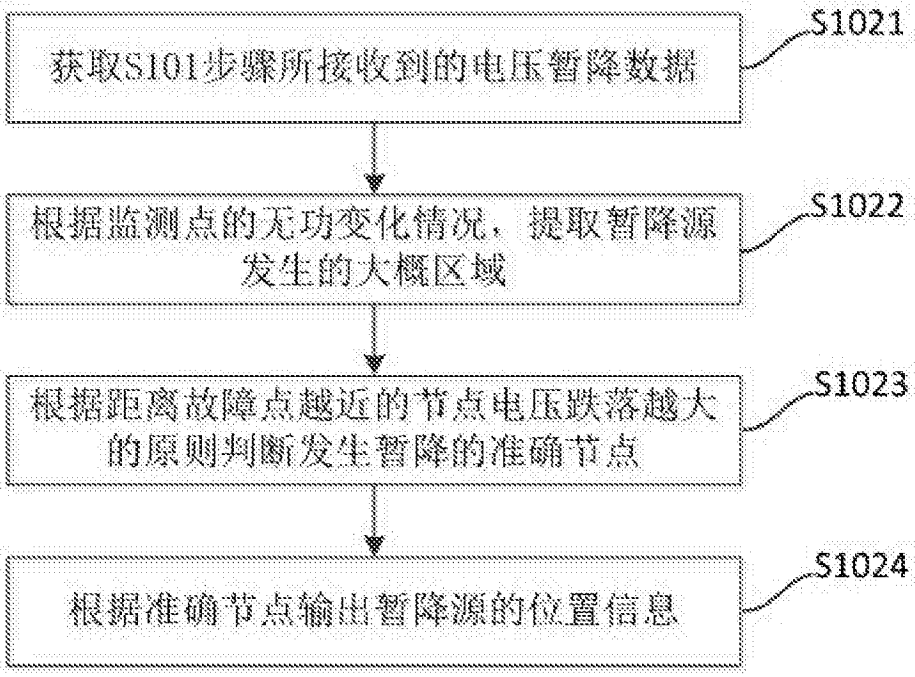

获取S101步骤所接收到的电压暂降数据
S1021
根据监测点的无功变化情况，提取暂降源发生的大概区域
S1022
根据距离故障点越近的节点电压跌落越大的原则判断发生暂降的准确节点
S1023
根据准确节点输出暂降源的位置信息
S1024

图5

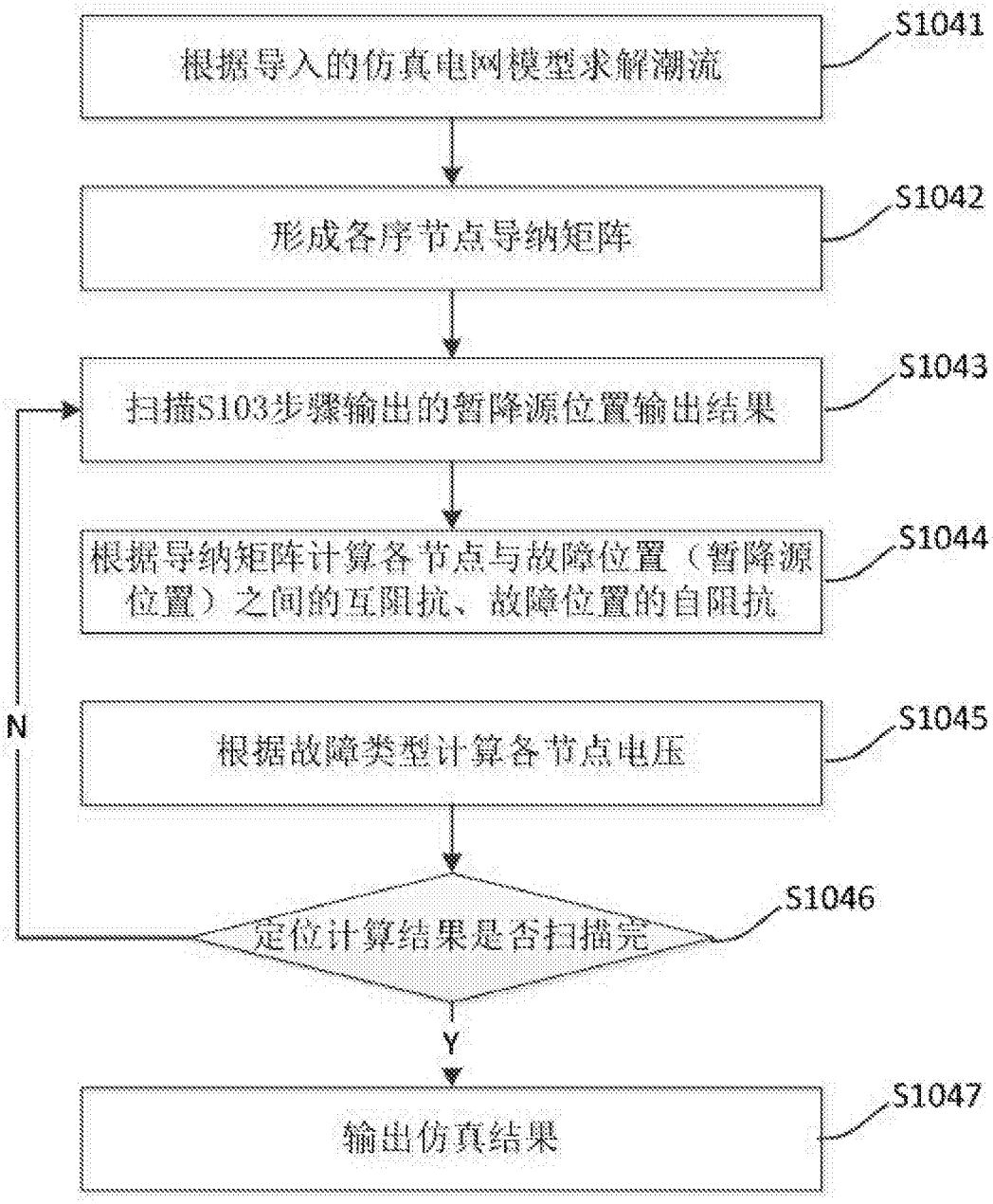

根据导入的仿真电网模型求解潮流
S1041
形成各序节点导纳矩阵
S1042
扫描S103步骤输出的暂降源位置输出结果
S1043
根据导纳矩阵计算各节点与故障位置（暂降源位置）之间的互阻抗、故障位置的自阻抗
S1044
根据故障类型计算各节点电压
S1045
定位计算结果是否扫描完
S1046
N
Y
输出仿真结果
S1047

图6

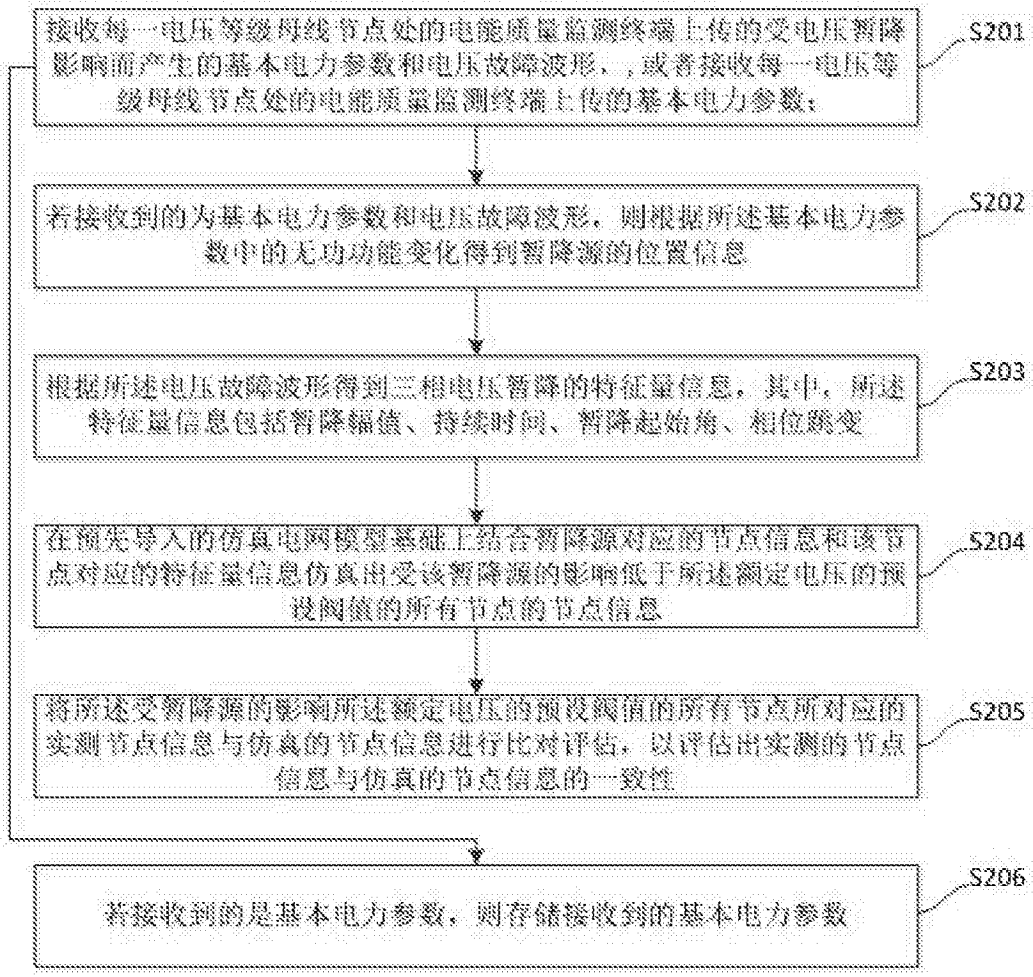

接收每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端上传的受电压暂降影响而产生的基本电力参数和电压故障波形，，或者接收每一电压等级母线节点处的电能质量监测终端上传的基本电力参数；
S201
若接收到的为基本电力参数和电压故障波形，则根据所述基本电力参数中的无功功能变化得到暂降源的位置信息
S202
根据所述电压故障波形得到三相电压暂降的特征量信息，其中，所述特征量信息包括暂降幅值、持续时间、暂降起始角、相位跳变
S203
在预先导入的仿真电网模型基础上结合暂降源对应的节点信息和该节点对应的特征量信息仿真出受该暂降源的影响低于所述额定电压的预设阈值的所有节点的节点信息
S204
将所述受暂降源的影响所述额定电压的预设阈值的所有节点所对应的实测节点信息与仿真的节点信息进行比对评估，以评估出实测的节点信息与仿真的节点信息的一致性
S205
若接收到的是基本电力参数，则存储接收到的基本电力参数
S206

图7