



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 117890740 B

(45) 授权公告日 2024.06.21

(21) 申请号 202410292339.7

(56) 对比文件

(22) 申请日 2024.03.14

CN 106526424 A, 2017.03.22

CN 117077064 A, 2023.11.17

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 117890740 A

审查员 黄冬梅

(43) 申请公布日 2024.04.16

(73) 专利权人 云南电投绿能科技有限公司

地址 650228 云南省昆明市滇池度假区滇池路1302号

(72) 发明人 朱琳 吴文韬 麦欣 张文斌

贾启彤 欧来洪 徐声鸿

(74) 专利代理机构 北京同辉知识产权代理事务

所(普通合伙) 11357

专利代理师 杨威

(51) Int. Cl.

G01R 31/12 (2020.01)

权利要求书5页 说明书15页 附图3页

(54) 发明名称

一种发电站电缆的局放定位方法、装置、设备及存储介质

(57) 摘要

本申请公开了一种发电站电缆的局放定位方法、装置、设备及存储介质,涉及电数字数据处理技术领域,方法通过将发电站的所有电缆相互作为对照参考,通过删除相同信号特征(例如正常的电流信号;光伏、风电的随机性导致的整体电网波动等),使得保留下来的没有相同类型的信号并识别为异常特征(例如液体介质中的气泡、固体孔隙、畸变严重的空间电场等缺陷等),相比于单个电缆的电流信号获取以及定位,本申请具有同一发电站的其他电缆作为对照组,减小了故障误判的几率,同时本申请通过随机定义信号获取点位并两两获取幅值差,通过多组信号获取点位来获取局部放电的点位,相比于单次检测,本申请的多次获取能够进一步减小误差,提高定位精度。



1. 一种发电站电缆的局放定位方法,所述发电站电缆应用于同一个发电站的若干个电缆,其特征在于,所述局放定位方法包括:

步骤S1,分别获取所述发电站中每个电缆在预设时间周期内的电流信号;

步骤S2,基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量;

步骤S3,基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类,得到至少两种信号特征;

步骤S4,删除所有电缆之间相同的信号特征,并将保留的信号特征标记为异常特征;

步骤S5,将具有所述异常特征的电缆标记为异常电缆;

步骤S6,在所述异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取所述异常特征的至少一个幅值差;

步骤S7,根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球;

步骤S8,通过预设策略获取所述最小包围球的热成像数据;

步骤S9,获取所述热成像数据基于异常电缆的高亮区域,并将所述高亮区域定义为所述异常电缆的实际放电点;

最小包围球的获取,在所有理论放电点获取完成后,在所有理论放电点中获取两个相互距离最远的理论放电点并作为最小包围球的直径两端,生成的球体即为最小包围球;

步骤S7,根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球,包括:

步骤S71,判断是否有为零的幅值差;

步骤S72,若有为零的幅值差,则获取与幅值差为零相对应的两个信号获取点位并标记为等距传播点位;

步骤S73,获取两个等距传播点位的最短连线,并获取所述最短连线的中线;

步骤S74,获取所述中线与所述异常电缆的交点即为所述理论放电点;

步骤S71,判断是否有为零的幅值差,之后,包括:

步骤S75,若没有为零的幅值差,则获取所有幅值差的最小值;

步骤S76,并获取所述最小值相对应的两个信号获取点位并标记为近距传播点位;

步骤S77,通过全局寻优算法迭代并更新两个近距传播点位在所述异常电缆上的点位,以使所述最小值为零;

步骤S78,将迭代完成后且所述最小值为零的两个点位定义为所述等距传播点位;

步骤S77,通过全局寻优算法迭代并更新两个近距传播点位在所述异常电缆上的点位,以使所述最小值为零,包括:

步骤S771,根据式(2)对两个近距传播点位赋予若干个随机解,定义所有随机解的计算结果为所述最小值为零;

$$\begin{cases} X_k = (p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N), k = 1, 2, \dots, N \\ V_k = (v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N), k = 1, 2, \dots, N \end{cases} \quad (2);$$

其中, X_k 为所有随机解的集合, $p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N$ 分别为每个随机解, k 为

第 k 个随机解的标号, N 为所有随机解的个数; V_k 为所有随机解的速度的集合, $v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N$ 分别为每个随机解的速度;

步骤S772, 初始化每个随机解的位置, 并基于同一个随机解根据式(3)分别更新每个随机解的位置和速度:

$$\begin{cases} v_{kd} = \omega \cdot v_{kd-1} + c_1 \cdot rand() \cdot (p_{best,k} - p_k) + c_2 \cdot rand() \cdot (g_{best} - p_k) \\ p_{kd} = p_{kd-1} + v_{kd-1} \end{cases} \quad (3);$$

其中, v_{kd} 为第 k 个随机解在第 d 步的速度; p_{kd} 为处于第 d 步的第 k 个随机解; $\omega \cdot v_{kd-1}$ 为第 k 个随机解在第 $d-1$ 步的速度惯性, ω 为惯性系数, $c_1 \cdot rand() \cdot (p_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的自我认知表征, $c_2 \cdot rand() \cdot (g_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的社会认知表征; c_1 与 c_2 均为学习因子, $rand()$ 为 $[0,1]$ 取值范围的随机数, $p_{best,k}$ 为第 k 个随机解已获得的个体最优解, g_{best} 为所有随机解已获得的全局最优解;

步骤S773, 根据所述式(3)迭代所有随机解, 以更新每个 $p_{best,k}$ 以及所述 g_{best} ;

步骤S774, 分别判断每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第一预设适应阈值, 若每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值均小于等于第一预设适应阈值, 则执行步骤S775;

步骤S775, 判断所述 g_{best} 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第二预设适应阈值, 若所述 g_{best} 相比于上一次迭代的差值小于等于第二预设适应阈值, 则执行步骤S776;

步骤S776, 判定迭代完成。

2. 根据权利要求1所述的局放定位方法, 其特征在于, 步骤S2, 基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量, 包括:

步骤S21, 获取当前的电流信号的所有极大值和所有极小值;

步骤S22, 基于当前的电流信号依次连接所有极大值形成一条上包络线、依次连接所有极小值形成一条下包络线;

步骤S23, 基于当前的电流信号获取所述上包络线与所述下包络线的平均值, 形成一条均值包络线;

步骤S24, 将当前的电流信号减去所述均值包络线以得到一阶中间信号;

步骤S25, 重复步骤S21至步骤S24, 以迭代所述一阶中间信号;

步骤S26, 分别获取每次迭代后极值点个数与过零点个数的差值为0或1的一阶中间信号, 并标记为一个二阶中间信号;

步骤S27, 获取均值包络线为零的二阶中间信号并定义为所述信号分量。

3. 根据权利要求1所述的局放定位方法, 其特征在于, 步骤S3, 基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类, 得到至少两种信号特征, 包括:

步骤S31, 基于同一个电缆根据所有信号分量定义待分类信号集合

$x = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$, 其中 a_i 为所述待分类信号集合 x 中的第 i 个信号分量, m 为同一个电缆的所有信号分量的个数;

步骤S32, 根据预设信号类型定义类别集合 $C = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_n\}$, 其中, y_j 为所述类别集合 C 中的第 j 个预设信号类型;

步骤S33, 根据式(1) 计算所述待分类信号集合 x 分别在每个预设信号类型下的条件概率:

$$P(x|y_j)P(y_j) = P(y_j) \prod_{i=1}^m P(x_i|y_j) \quad (1);$$

其中, $P(x|y_j)$ 为在第 j 个预设信号类型下, 所述待分类信号集合 x 的条件概率; $P(y_j)$ 为第 j 个预设信号类型的边缘概率; $P(x_i|y_j)$ 为在第 j 个预设信号类型下, 第 i 个信号分量的条件概率;

步骤S34, 分别将每个信号分量分类至各自的条件概率最高的预设信号类型中;

步骤S35, 删除没有信号分量的预设信号类型, 并分别将保留的预设信号类型标记为一个信号特征。

4. 根据权利要求1所述的局放定位方法, 其特征在于, 步骤S6, 在所述异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位, 并通过所有信号获取点位两两组合以获取所述异常特征的至少一个幅值差, 包括:

步骤S61, 获取所述异常电缆的总长度;

步骤S62, 通过区间为 $[0,1]$ 的随机函数随机生成至少两个随机数;

步骤S63, 将当前的随机数乘以所述总长度, 得到的随机长度即为当前的随机数在所述异常电缆上对应的随机点位, 所述随机长度的一端与所述异常电缆的一端重合;

步骤S64, 分别将每个随机点位定义为一个信号获取点位;

步骤S65, 通过排列组合的组合数 C 将所有信号获取点位两两组合, 以获取所述异常特征的至少一个幅值差。

5. 一种发电站电缆的局放定位装置, 所述发电站电缆的局放定位装置应用于如权利要求1至4中任一项所述的发电站电缆的局放定位方法, 其特征在于, 所述局放定位装置包括:

电流信号获取模块, 用于分别获取所述发电站中每个电缆在预设时间周期内的电流信号;

信号分量提取模块, 用于基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量;

信号分量分类模块, 用于基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类, 得到至少两种信号特征;

异常特征获取与标记模块, 用于删除所有电缆之间相同的信号特征, 并将保留的信号特征标记为异常特征;

异常电缆标记模块, 用于将具有所述异常特征的电缆标记为异常电缆;

异常特征幅值差获取模块,用于在所述异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取所述异常特征的至少一个幅值差;

最小包围球获取模块,用于根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球;

热成像数据获取模块,用于通过预设策略获取所述最小包围球的热成像数据;

实际放电点定义模块,用于获取所述热成像数据基于异常电缆的高亮区域,并将所述高亮区域定义为所述异常电缆的实际放电点;

最小包围球获取模块包括依次电性连接的第一最小包围球获取子模块、第二最小包围球获取子模块、第三最小包围球获取子模块、第四最小包围球获取子模块;第一最小包围球获取子模块与第五异常特征幅值差获取子模块电性连接,第四最小包围球获取子模块与热成像数据获取模块电性连接;

其中,第一最小包围球获取子模块用于判断是否为零的幅值差;第二最小包围球获取子模块用于若为零的幅值差,则获取与幅值差为零相对应的两个信号获取点位并标记为等距传播点位;第三最小包围球获取子模块用于获取两个等距传播点位的最短连线,并获取最短连线的中线;第四最小包围球获取子模块用于获取中线与异常电缆的交点即为理论放电点;

最小包围球获取模块还包括依次电性连接的第五最小包围球获取子模块、第六最小包围球获取子模块、第七最小包围球获取子模块、第八最小包围球获取子模块;第五最小包围球获取子模块与第一最小包围球获取子模块电性连接,第八最小包围球获取子模块与热成像数据获取模块电性连接;

其中,第五最小包围球获取子模块用于若没有为零的幅值差,则获取所有幅值差的最小值;第六最小包围球获取子模块用于并获取最小值相对应的两个信号获取点位并标记为近距传播点位;第七最小包围球获取子模块用于通过全局寻优算法迭代并更新两个近距传播点位在异常电缆上的点位,以使最小值为零;第八最小包围球获取子模块用于将迭代完成后且最小值为零的两个点位定义为等距传播点位;

第七最小包围球获取子模块包括依次电性连接的第一最小包围球获取单元、第二最小包围球获取单元、第三最小包围球获取单元、第四最小包围球获取单元、第五最小包围球获取单元、第六最小包围球获取单元;第一最小包围球获取单元与第六最小包围球获取子模块电性连接,第六最小包围球获取单元与第八最小包围球获取子模块电性连接;

其中,第一最小包围球获取单元用于根据式(2)对两个近距传播点位赋予若干个随机解,定义所有随机解的计算结果为最小值为零;

$$\begin{cases} X_k = (p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N), k = 1, 2, \dots, N \\ V_k = (v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N), k = 1, 2, \dots, N \end{cases} \quad (2);$$

其中, X_k 为所有随机解的集合, $p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N$ 分别为每个随机解, k 为第 k 个随机解的标号, N 为所有随机解的个数; V_k 为所有随机解的速度的集合, $v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N$ 分别为每个随机解的速度;

第二最小包围球获取单元用于初始化每个随机解的位置,并基于同一个随机解根据式

(3) 分别更新每个随机解的位置和速度:

$$\begin{cases} v_{kd} = \omega \cdot v_{kd-1} + c_1 \cdot rand() \cdot (p_{best,k} - p_k) + c_2 \cdot rand() \cdot (g_{best} - p_k) \\ p_{kd} = p_{kd-1} + v_{kd-1} \end{cases} \quad (3);$$

其中, v_{kd} 为第 k 个随机解在第 d 步的速度; p_{kd} 为处于第 d 步的第 k 个随机解; $\omega \cdot v_{kd-1}$ 为第 k 个随机解在第 $d-1$ 步的速度惯性, ω 为惯性系数, $c_1 \cdot rand() \cdot (p_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的自我认知表征, $c_2 \cdot rand() \cdot (g_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的社会认知表征; c_1 与 c_2 均为学习因子, $rand()$ 为 $[0,1]$ 取值范围的随机数, $p_{best,k}$ 为第 k 个随机解已获得的个体最优解, g_{best} 为所有随机解已获得的全局最优解;

第三最小包围球获取单元用于根据式 (3) 迭代所有随机解, 以更新每个 $p_{best,k}$ 以及 g_{best} ;

第四最小包围球获取单元用于分别判断每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第一预设适应阈值;

第五最小包围球获取单元用于若每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值均小于等于第一预设适应阈值, 则判断 g_{best} 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第二预设适应阈值;

第六最小包围球获取单元用于若 g_{best} 相比于上一次迭代的差值小于等于第二预设适应阈值, 则判定迭代完成。

6. 一种电子设备, 其特征在于, 包括处理器、以及与所述处理器耦接的存储器, 所述存储器存储有可被所述处理器执行的程序指令; 所述处理器执行所述存储器存储的所述程序指令时实现如权利要求1至4中任一项所述的发电站电缆的局放定位方法。

7. 一种存储介质, 其特征在于, 所述存储介质内存储有程序指令, 所述程序指令被处理器执行时实现能够实现如权利要求1至4中任一项所述的发电站电缆的局放定位方法。

一种发电站电缆的局放定位方法、装置、设备及存储介质

技术领域

[0001] 本申请涉及电数字数据处理技术领域,尤其涉及一种发电站电缆的局放定位方法、装置、设备及存储介质。

背景技术

[0002] 电力电缆作为发电站的重要传输媒介,在发电站的生产、电力传输等方面起到关键作用。电力电缆是用于传输和分配电能的电缆,电力电缆常用于城市地下电网、发电站引出线路、工矿企业内部供电及过江海水下输电线。在电力线路中,电缆所占比重正逐渐增加。电力电缆是在电力系统的主干线路中用以传输和分配大功率电能的电缆产品,包括1kV至500kV以及以上各种电压等级,各种绝缘的电力电缆。

[0003] 由于发电站的电缆数量庞大,且电缆的所处环境不同,例如架空、埋地、多弯折等,电缆在长期使用或者出厂时带有缺陷,例如液体介质中的气泡、固体孔隙、畸变严重的空间电场等缺陷,使得电缆在使用过程中易出现局部放电,如果不能及时被检测发现,电缆终端局部放电缺陷位置的高能带电粒子和绝缘体或绝缘油相互影响,最终会引燃绝缘材料,造成安全隐患。

[0004] 目前,对于电缆的局部放电位置定位通常通过声测法、跨步电压法、声磁同步法等,前述的方法存在抗干扰能力较差、存在局限性、定位精度误差较大的问题。其中,声测法需要对放电电弧激发的声音电流进行收集,对周围环境具有噪音、遮挡等,容易导致声测法的声音捕捉不准确甚至捕捉不到声音而导致漏检;跨步电压法不适用于不能直接接触电缆的场景(例如埋地、管道等),且跨步电压法信号生成和传输过程中易受到外界的干扰,容易会对测量结果产生较为明显的影响;声磁同步法与声测法同理,且声磁同步法需要工作人员主观听取放电声音,使得工作人员的经验以及分辨声音的灵敏度成为能否找到故障点的关键,主观因素影响较大,使得定位结果不准确或无法定位。

发明内容

[0005] 本申请的主要目的在于提供一种发电站电缆的局放定位方法、装置、设备及存储介质,以解决现有技术中的方法存在抗干扰能力较差、存在局限性、定位精度误差较大的问题的问题。

[0006] 为了实现上述目的,本申请提供了如下技术方案:

[0007] 一种发电站电缆的局放定位方法,所述发电站电缆应用于同一个发电站的若干个电缆,所述局放定位方法包括:

[0008] 步骤S1,分别获取所述发电站中每个电缆在预设时间周期内的的电流信号;

[0009] 步骤S2,基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量;

[0010] 步骤S3,基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类,得到至少两种信号特征;

[0011] 步骤S4,删除所有电缆之间相同的信号特征,并将保留的信号特征标记为异常特

征;

[0012] 步骤S5,将具有所述异常特征的电缆标记为异常电缆;

[0013] 步骤S6,在所述异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取所述异常特征的至少一个幅值差;

[0014] 步骤S7,根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球;

[0015] 步骤S8,通过预设策略获取所述最小包围球的热成像数据;

[0016] 步骤S9,获取所述热成像数据基于异常电缆的高亮区域,并将所述高亮区域定义为所述异常电缆的实际放电点。

[0017] 作为本申请的进一步改进,步骤S2,基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量,包括:

[0018] 步骤S21,获取当前的电流信号的所有极大值和所有极小值;

[0019] 步骤S22,基于当前的电流信号依次连接所有极大值形成一条上包络线、依次连接所有极小值形成一条下包络线;

[0020] 步骤S23,基于当前的电流信号获取所述上包络线与所述下包络线的平均值,形成一条均值包络线;

[0021] 步骤S24,将当前的电流信号减去所述均值包络线以得到一阶中间信号;

[0022] 步骤S25,重复步骤S21至步骤S24,以迭代所述一阶中间信号;

[0023] 步骤S26,分别获取每次迭代后极值点个数与过零点个数的差值为0或1的一阶中间信号,并标记为一个二阶中间信号;

[0024] 步骤S27,获取均值包络线为零的二阶中间信号并定义为所述信号分量。

[0025] 作为本申请的进一步改进,步骤S3,基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类,得到至少两种信号特征,包括:

[0026] 步骤S31,基于同一个电缆根据所有信号分量定义待分类信号集合 $x = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$,其中 a_i 为所述待分类信号集合 x 中的第 i 个信号分量, m 为同一个电缆的所有信号分量的个数;

[0027] 步骤S32,根据预设信号类型定义类别集合 $C = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_n\}$,其中, y_j 为所述类别集合 C 中的第 j 个预设信号类型;

[0028] 步骤S33,根据式(1)计算所述待分类信号集合 x 分别在每个预设信号类型下的条件概率:

$$[0029] \quad P(x|y_j)P(y_j) = P(y_j) \prod_{i=1}^m P(x_i|y_j) \quad (1);$$

[0030] 其中, $P(x|y_j)$ 为在第 j 个预设信号类型下,所述待分类信号集合 x 的条件概率;

$P(y_j)$ 为第 j 个预设信号类型的边缘概率; $P(x_i|y_j)$ 为在第 j 个预设信号类型下,第 i 个信号分量的条件概率;

[0031] 步骤S34,分别将每个信号分量分类至各自的条件概率最高的预设信号类型中;

[0032] 步骤S35,删除没有信号分量的预设信号类型,并分别将保留的预设信号类型标记为一个信号特征。

[0033] 作为本申请的进一步改进,步骤S6,在所述异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取所述异常特征的至少一个幅值差,包括:

[0034] 步骤S61,获取所述异常电缆的总长度;

[0035] 步骤S62,通过区间为 $[0,1]$ 的随机函数随机生成至少两个随机数;

[0036] 步骤S63,将当前的随机数乘以所述总长度,得到的随机长度即为当前的随机数在所述异常电缆上对应的随机点位,所述随机长度的一端与所述异常电缆的一端重合;

[0037] 步骤S64,分别将每个随机点位定义为一个信号获取点位;

[0038] 步骤S65,通过排列组合的组合数C将所有信号获取点位两两组合,以获取所述异常特征的至少一个幅值差。

[0039] 作为本申请的进一步改进,步骤S7,根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球,包括:

[0040] 步骤S71,判断是否有为零的幅值差;

[0041] 步骤S72,若有为零的幅值差,则获取与幅值差为零相对应的两个信号获取点位并标记为等距传播点位;

[0042] 步骤S73,获取两个等距传播点位的最短连线,并获取所述最短连线的中线;

[0043] 步骤S74,获取所述中线与所述异常电缆的交点即为所述理论放电点。

[0044] 作为本申请的进一步改进,步骤S71,判断是否有为零的幅值差,之后,包括:

[0045] 步骤S75,若没有为零的幅值差,则获取所有幅值差的最小值;

[0046] 步骤S76,并获取所述最小值相对应的两个信号获取点位并标记为近距传播点位;

[0047] 步骤S77,通过全局寻优算法迭代并更新两个近距传播点位在所述异常电缆上的点位,以使所述最小值为零;

[0048] 步骤S78,将迭代完成后且所述最小值为零的两个点位定义为所述等距传播点位。

[0049] 作为本申请的进一步改进,步骤S77,通过全局寻优算法迭代并更新两个近距传播点位在所述异常电缆上的点位,以使所述最小值为零,包括:

[0050] 步骤S771,根据式(2)对两个近距传播点位赋予若干个随机解,定义所有随机解的计算结果为所述最小值为零;

$$[0051] \begin{cases} X_k = (p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N), k = 1, 2, \dots, N \\ V_k = (v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N), k = 1, 2, \dots, N \end{cases} \quad (2);$$

[0052] 其中, X_k 为所有随机解的集合, $p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N$ 分别为每个随机解,

k 为第 k 个随机解的标号, N 为所有随机解的个数; V_k 为所有随机解的速度的集合,

$v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N$ 分别为每个随机解的速度;

[0053] 步骤S772,初始化每个随机解的位置,并基于同一个随机解根据式(3)分别更新每个随机解的位置和速度:

$$[0054] \quad \begin{cases} v_{kd} = \omega \cdot v_{kd-1} + c_1 \cdot rand() \cdot (p_{best,k} - p_k) + c_2 \cdot rand() \cdot (g_{best} - p_k) \\ p_{kd} = p_{kd-1} + v_{kd-1} \end{cases} \quad (3);$$

[0055] 其中, v_{kd} 为第 k 个随机解在第 d 步的速度; p_{kd} 为处于第 d 步的第 k 个随机解; $\omega \cdot v_{kd-1}$ 为第 k 个随机解在第 $d-1$ 步的速度惯性, ω 为惯性系数,

$c_1 \cdot rand() \cdot (p_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的自我认知表征, $c_2 \cdot rand() \cdot (g_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的社会认知表征; c_1 与 c_2 均为学习因子, $rand()$ 为 $[0,1]$ 取值范围的随机数, $p_{best,k}$ 为第 k 个随机解已获得的个体最优解, g_{best} 为所有随机解已获得的全局最优解;

[0056] 步骤S773, 根据所述式 (3) 迭代所有随机解, 以更新每个 $p_{best,k}$ 以及所述 g_{best} ;

[0057] 步骤S774, 分别判断每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第一预设适应阈值, 若每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值均小于等于第一预设适应阈值, 则执行步骤S775;

[0058] 步骤S775, 判断所述 g_{best} 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第二预设适应阈值, 若所述 g_{best} 相比于上一次迭代的差值小于等于第二预设适应阈值, 则执行步骤S776;

[0059] 步骤S776, 判定迭代完成。

[0060] 为了实现上述目的, 本申请还提供了如下技术方案:

[0061] 一种发电站电缆的局放定位装置, 所述发电站电缆的局放定位装置应用于如上述的发电站电缆的局放定位方法, 所述局放定位装置包括:

[0062] 电流信号获取模块, 用于分别获取所述发电站中每个电缆在预设时间周期内的的电流信号;

[0063] 信号分量提取模块, 用于基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量;

[0064] 信号分量分类模块, 用于基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类, 得到至少两种信号特征;

[0065] 异常特征获取与标记模块, 用于删除所有电缆之间相同的信号特征, 并将保留的信号特征标记为异常特征;

[0066] 异常电缆标记模块, 用于将具有所述异常特征的电缆标记为异常电缆;

[0067] 异常特征幅值差获取模块, 用于在所述异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位, 并通过所有信号获取点位两两组合以获取所述异常特征的至少一个幅值差;

[0068] 最小包围球获取模块, 用于根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点, 并获取所有理论放电点的最小包围球;

[0069] 热成像数据获取模块, 用于通过预设策略获取所述最小包围球的热成像数据;

[0070] 实际放电点定义模块, 用于获取所述热成像数据基于异常电缆的高亮区域, 并将所述高亮区域定义为所述异常电缆的实际放电点。

[0071] 为了实现上述目的,本申请还提供了如下技术方案:

[0072] 一种电子设备,包括处理器、以及与所述处理器耦接的存储器,所述存储器存储有可被所述处理器执行的程序指令;所述处理器执行所述存储器存储的所述程序指令时实现如上述的发电站电缆的局放定位方法。

[0073] 为了实现上述目的,本申请还提供了如下技术方案:

[0074] 一种存储介质,所述存储介质内存储有程序指令,所述程序指令被处理器执行时实现能够实现如上述的发电站电缆的局放定位方法。

[0075] 本申请通过分别获取发电站中每个电缆在预设时间周期内的的电流信号;基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量;基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类,得到至少两种信号特征;删除所有电缆之间相同的信号特征,并将保留的信号特征标记为异常特征;将具有异常特征的电缆标记为异常电缆;在异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取异常特征的至少一个幅值差;根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球;通过预设策略获取最小包围球的热成像数据;获取热成像数据基于异常电缆的高亮区域,并将高亮区域定义为异常电缆的实际放电点。本申请通过将发电站的所有电缆相互作为对照参考,通过删除相同信号特征(例如正常的电流信号;光伏、风电的随机性导致的整体电网波动等),使得保留下来的没有相同类型的信号并识别为异常特征(例如液体介质中的气泡、固体孔隙、畸变严重的空间电场等缺陷等),相比于单个电缆的电流信号获取以及定位,本申请具有同一发电站的其他电缆作为对照组,减小了故障误判的几率,同时本申请通过随机定义信号获取点位并两两获取幅值差,通过多组信号获取点位来获取局部放电的点位,相比于单次检测,本申请的多次获取能够进一步减小误差,提高定位精度。

附图说明

[0076] 图1为本申请发电站电缆的局放定位方法一个实施例的步骤流程示意图;

[0077] 图2为本申请发电站电缆的局放定位装置一个实施例的功能模块示意图;

[0078] 图3为本申请电子设备一个实施例的结构示意图;

[0079] 图4为本申请存储介质一个实施例的结构示意图。

具体实施方式

[0080] 下面将结合本申请实施例中的附图,对本申请实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅是本申请的一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例,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,都属于本申请保护的范围。

[0081] 本申请中的术语“第一”“第二”“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”“第二”“第三”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。本申请的描述中,“多个”的含义是至少两个,例如两个,三个等,除非另有明确具体的限定。本申请实施例中所有方向性指示(诸如上、下、左、右、前、后……)仅用于解释在某一特定姿态(如附图所示)下各部件之间的相对

位置关系、运动情况等,如果该特定姿态发生改变时,则该方向性指示也相应地随之改变。此外,术语“包括”和“具有”以及它们任何变形,意图在于覆盖不排他的包含。例如包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备没有限定于已列出的步骤或单元,而是可选地还包括没有列出的步骤或单元,或可选地还包括对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0082] 在本文中提及“实施例”意味着,结合实施例描述的特定特征、结构或特性可以包含在本申请的至少一个实施例中。在说明书中的各个位置出现该短语并不一定均是指相同的实施例,也不是与其他实施例互斥的独立的或备选的实施例。本领域技术人员显式地和隐式地理解的是,本文所描述的实施例可以与其他实施例相结合。

[0083] 如图1所示,本实施例提供了发电站电缆的局放定位方法的一个实施例,发电站电缆应用于同一个发电站的若干个电缆,该局放定位方法包括如下步骤:

[0084] 步骤S1,分别获取发电站中每个电缆在预设时间周期内的的电流信号。

[0085] 优选地,在实际应用过程中,由于风电和光电的随机性,或者电缆的自身缺陷(液体介质中的气泡、固体孔隙、畸变严重的空间电场等缺陷等),导致电缆的电流信号不稳定或者存在不同程度的缺失,因此在对电缆的电流信号定位前,可对收集到的电流信号进行初期预处理。

[0086] 具体地,可通过去趋势项和五点三次平滑法进行预处理。

[0087] 其中,去趋势项为在电流测试中采集到的电流信号数据,由于放大器随温度变化产生的零点漂移、传感器频率范围外低频性能的不稳定以及传感器周围的环境干扰等,往往会偏离基线,甚至偏离基线的大小还会随时间变化。偏离基线随时间变化的整个过程被称为信号的**趋势项**。趋势项直接影响信号的正确性,应该将其去除。常用的消除趋势项的方法是多项式最小二乘法。

[0088] 优选地,可在MATLAB中提供detrend()函数进行去趋势项操作,但只能去除均值和线性趋势项,所以如果使用该函数进行操作,即承认传感器所含趋势项是线性的。如果认为趋势项是非线性的,则需要用polyfit()和ployval()组成的函数进行操作(如:Liu_detrend(t,y,m))。在实际电流信号数据处理中,通常取1至3次多项式来对采样数据进行多项式趋势项消除的处理。

[0089] 其中,五点三次平滑法可以用作时域和频域信号平滑处理。该处理方法对于时域数据的作用主要是能减少混入电流信号中的高频随机噪声。而对于频域数据的作用则是能使谱曲线变得光滑,以便在模态参数识别中得到较好的拟合效果。需要注意的是,频域数据经过五点三次平滑法会使得谱曲线中的峰值降低,体形变宽,可能造成识别参数的误差增大。

[0090] 步骤S2,基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量。

[0091] 优选地,经验模态分解(Empirical Mode Decomposition, EMD)算法是经验模态分解EMD是基于瞬时频率、本征模态函数(Intrinsic Mode Function, IMF)的概念,经验模态分解能够将复杂信号分解为若干个IMF分量,每个IMF表征信号的局部特征。依据的是数据自身的时间尺度特征来进行信号分解,无需预先设定任何基函数,因此具有自适应性。经验模态分解的优势在于不会运用任何已经定义好的函数作为基底,而是根据所分析的信号而自适应生成固有模态函数。可以用于分析非线性、非平稳的信号序列,具有很高的信噪比

和良好的时频聚焦性。本实施例的设计意图在于通过经验模态分解算法准确地分解电流信号,以区分正常电流信号和异常电流信号。

[0092] 步骤S3,基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类,得到至少两种信号特征。

[0093] 优选地,贝叶斯分类是一种非规则的分类方法,贝叶斯分类技术通过对已分类的样本子集进行训练,学习归纳出分类函数(对离散变量的预测称作分类,对连续变量的分类称为回归),利用训练得到的分类器实现对未分类数据的分类。在不同的分类算法中,朴素贝叶斯分类算法(Naive Bayes)是一种简单的贝叶斯分类算法,且朴素贝叶斯分类算法的应用效果比神经网络分类算法和判定树分类算法还要好,特别是待分类数据量非常大时,贝叶斯分类方法相较其他分类算法具有高准确率,本实施例优选朴素贝叶斯分类算法而非神经网络分类算法的设计意图在于高准确率。

[0094] 优选地,信号特征主要分为三个时域特征:短时能量、过零率、经验排列熵;以及六个频域特征:频谱重心、频谱延展度、频谱熵、频谱通量、频谱滚降点、梅尔频率倒谱系数。

[0095] 优选地,本实施例优选上述特征中的一种或两种即可,若选择特征过多,容易导致计算量骤增,在实际应用过程中容易导致计算机卡顿、未响应等。

[0096] 优选地,本实施例可通过短时能量、过零率、频谱重心、频谱通量中的一种或两种即可,以减小检测难度。

[0097] 步骤S4,删除所有电缆之间相同的信号特征,并将保留的信号特征标记为异常特征。

[0098] 优选地,信号特征可以选择一维特征,例如相位特征、极性特征、幅值特征、时频特征、小波包特征。

[0099] 优选地,信号特征可通过PRPD谱图直接获取,且PRPD谱图为成熟的现有技术,对于上述一维特征的具体提取同样为现有技术,本实施例不再赘述。

[0100] 步骤S5,将具有异常特征的电缆标记为异常电缆。

[0101] 步骤S6,在异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取异常特征的至少一个幅值差。

[0102] 步骤S7,根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球。

[0103] 优选地,最小包围球的获取,可在所有理论放电点获取完成后,在所有理论放电点中获取两个相互距离最远的理论放电点并作为最小包围球的直径两端,生成的球体即为最小包围球。

[0104] 步骤S8,通过预设策略获取最小包围球的热成像数据。

[0105] 优选地,可通过红外成像、超声红外热像等热辐射获取方式,对最小包围球区域的图像,进行灰度化和背景抑制处理,得到高亮区域,通过高亮区域明确电缆终端局部放电缺陷部位。

[0106] 步骤S9,获取热成像数据基于异常电缆的高亮区域,并将高亮区域定义为异常电缆的实际放电点。

[0107] 进一步地,步骤S2,基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量,具体包括如下步骤:

[0108] 步骤S21,获取当前的电流信号的所有极大值和所有极小值。

[0109] 步骤S22,基于当前的电流信号依次连接所有极大值形成一条上包络线、依次连接所有极小值形成一条下包络线。

[0110] 步骤S23,基于当前的电流信号获取上包络线与下包络线的平均值,形成一条均值包络线。

[0111] 步骤S24,将当前的电流信号减去均值包络线以得到一阶中间信号。

[0112] 步骤S25,重复步骤S21至步骤S24,以迭代一阶中间信号;

[0113] 步骤S26,分别获取每次迭代后极值点个数与过零点个数的差值为0或1的一阶中间信号,并标记为一个二阶中间信号。

[0114] 步骤S27,获取均值包络线为零的二阶中间信号并定义为信号分量。

[0115] 优选地,信号分量即为内涵模态分量(Intrinsic Mode Functions, IMF)就是原始信号被EMD分解之后得到的各层信号分量。

[0116] 进一步地,步骤S3,基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类,得到至少两种信号特征,包括:

[0117] 步骤S31,基于同一个电缆根据所有信号分量定义待分类信号集合 $x = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$,其中 a_i 为待分类信号集合 x 中的第 i 个信号分量, m 为同一个电缆的所有信号分量的个数。

[0118] 步骤S32,根据预设信号类型定义类别集合 $C = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_n\}$,其中, y_j 为类别集合 C 中的第 j 个预设信号类型。

[0119] 步骤S33,根据式(1)计算待分类信号集合 x 分别在每个预设信号类型下的条件概率:

$$[0120] \quad P(x|y_j)P(y_j) = P(y_j) \prod_{i=1}^m P(x_i|y_j) \quad (1)。$$

[0121] 其中, $P(x|y_j)$ 为在第 j 个预设信号类型下,待分类信号集合 x 的条件概率;

$P(y_j)$ 为第 j 个预设信号类型的边缘概率; $P(x_i|y_j)$ 为在第 j 个预设信号类型下,第 i 个信号分量的条件概率。

[0122] 步骤S34,分别将每个信号分量分类至各自的条件概率最高的预设信号类型中。

[0123] 优选地,预设信号类型可根据主要的、主流的故障类型进行设定,例如上述的液体介质中的气泡、固体孔隙、畸变严重的空间电场,具体包括绝缘缺损、固体导电粉末、液体导电、气泡、孔隙、应力锥移位等缺陷;或者通过放电类型进行设定,例如了尖端放电、颗粒放电、气隙放电、悬浮放电、沿面放电等。

[0124] 需要说明的是,上述特征均在现有技术中有明确的辨别方法,同时每个类型也有明确的、互不相同的信号特征,该明确的、互不相同的信号特征即可作为分类依据。对于每个类型的具体信号特征可从现有技术中直接获取,本实施例不再赘述。

[0125] 步骤S35,删除没有信号分量的预设信号类型,并分别将保留的预设信号类型标记为一个信号特征。

[0126] 优选地,在实际计算过程中,正常的电流信号所产生信号分量的占比最高,在删除正常的电流信号所产生信号分量后,剩下的信号分量的个数以及对应的预设信号类型的个数均大幅下降,该效果有效降低了整体计算的算力负担。

[0127] 进一步地,步骤S6,在异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取异常特征的至少一个幅值差,包括:

[0128] 步骤S61,获取异常电缆的总长度。

[0129] 步骤S62,通过区间为 $[0,1]$ 的随机函数随机生成至少两个随机数。

[0130] 优选地,可根据电缆长度设定随机数的个数,例如可以保证平均每5米或者每10米有一个随机点,即例如500m长的电缆需要50个至100个随机数。同时随机数的小数点后位数一般设置为两位即可。

[0131] 步骤S63,将当前的随机数乘以总长度,得到的随机长度即为当前的随机数在异常电缆上对应的随机点位,随机长度的一端与异常电缆的一端重合。

[0132] 优选地,例如某一个随机数为0.35,采用相同的500m长的电缆,则 500×0.35 得到175m,从电缆的一端开始,行进175m即为该随机数对应的随机点位。

[0133] 步骤S64,分别将每个随机点位定义为一个信号获取点位。

[0134] 步骤S65,通过排列组合的组合数C将所有信号获取点位两两组合,以获取异常特征的至少一个幅值差。

[0135] 优选地,设随机数的总个数为 M ,则根据排列组合的组合数C得到 C_M^2 。

[0136] 进一步地,步骤S7,根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球,包括:

[0137] 步骤S71,判断是否有为零的幅值差。

[0138] 步骤S72,若有为零的幅值差,则获取与幅值差为零相对应的两个信号获取点位并标记为等距传播点位。

[0139] 步骤S73,获取两个等距传播点位的最短连线,并获取最短连线的中线。

[0140] 步骤S74,获取中线与异常电缆的交点即为理论放电点。

[0141] 进一步地,步骤S71,判断是否有为零的幅值差,之后,包括:

[0142] 步骤S75,若没有为零的幅值差,则获取所有幅值差的最小值。

[0143] 步骤S76,并获取最小值相对应的两个信号获取点位并标记为近距传播点位。

[0144] 步骤S77,通过全局寻优算法迭代并更新两个近距传播点位在异常电缆上的点位,以使最小值为零。

[0145] 步骤S78,将迭代完成后且最小值为零的两个点位定义为等距传播点位。

[0146] 进一步地,步骤S77,通过全局寻优算法迭代并更新两个近距传播点位在异常电缆上的点位,以使最小值为零,包括:

[0147] 步骤S771,根据式(2)对两个近距传播点位赋予若干个随机解,定义所有随机解的计算结果为最小值为零。

$$[0148] \quad \begin{cases} X_k = (p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N), k = 1, 2, \dots, N \\ V_k = (v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N), k = 1, 2, \dots, N \end{cases} \quad (2)。$$

[0149] 其中, X_k 为所有随机解的集合, $p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N$ 分别为每个随机解, k 为第 k 个随机解的标号, N 为所有随机解的个数; V_k 为所有随机解的速度的集合, $v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N$ 分别为每个随机解的速度。

[0150] 步骤S772, 初始化每个随机解的位置, 并基于同一个随机解根据式 (3) 分别更新每个随机解的位置和速度:

$$[0151] \quad \begin{cases} v_{kd} = \omega \cdot v_{kd-1} + c_1 \cdot \text{rand}() \cdot (p_{best,k} - p_k) + c_2 \cdot \text{rand}() \cdot (g_{best} - p_k) \\ p_{kd} = p_{kd-1} + v_{kd-1} \end{cases} \quad (3)。$$

[0152] 其中, v_{kd} 为第 k 个随机解在第 d 步的速度; p_{kd} 为处于第 d 步的第 k 个随机解; $\omega \cdot v_{kd-1}$ 为第 k 个随机解在第 $d-1$ 步的速度惯性, ω 为惯性系数, $c_1 \cdot \text{rand}() \cdot (p_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的自我认知表征, $c_2 \cdot \text{rand}() \cdot (g_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的社会认知表征; c_1 与 c_2 均为学习因子, $\text{rand}()$ 为 $[0,1]$ 取值范围的随机数, $p_{best,k}$ 为第 k 个随机解已获得的个体最优解, g_{best} 为所有随机解已获得的全局最优解。

[0153] 优选地, c_1 的取值范围为 $[0, 0.5]$, 优选 0.4; c_2 的取值范围为 $[0.5, 1]$, 优选 0.8。

[0154] 步骤S773, 根据式 (3) 迭代所有随机解, 以更新每个 $p_{best,k}$ 以及 g_{best} 。

[0155] 步骤S774, 分别判断每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第一预设适应阈值, 若每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值均小于等于第一预设适应阈值, 则执行步骤S775。

[0156] 步骤S775, 判断 g_{best} 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第二预设适应阈值, 若 g_{best} 相比于上一次迭代的差值小于等于第二预设适应阈值, 则执行步骤S776。

[0157] 步骤S776, 判定迭代完成。

[0158] 本实施例通过分别获取发电站中每个电缆在预设时间周期内的的电流信号; 基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量; 基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类, 得到至少两种信号特征; 删除所有电缆之间相同的信号特征, 并将保留的信号特征标记为异常特征; 将具有异常特征的电缆标记为异常电缆; 在异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位, 并通过所有信号获取点位两两组合以获取异常特征的至少一个幅值差; 根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点, 并获取所有理论放电点的最小包围球; 通过预设策略获取最小包围球的热成像数据; 获取热成像数据基于异常电缆的高亮区域, 并将高亮区域定义为异常电缆的实际放电点。本实施例通过将发电站的所有电缆相互作为对照参考, 通过删除相同信号特征 (例如正常的电流信号; 光伏、风电的随机性导致的整体电网波动等), 使得保留下来的没有相同类型的信号并识别为异常特征 (例如液体介质中的气泡、固体孔隙、畸变严重的空间电场等缺陷等), 相比于单个电缆的电流信号获取以及定位, 本实施例具有同一发电站的其他电缆作为对照组, 减小了

故障误判的几率,同时本实施例通过随机定义信号获取点位并两两获取幅值差,通过多组信号获取点位来获取局部放电的点位,相比于单次检测,本实施例的多次获取能够进一步减小误差,提高定位精度。

[0159] 如图2所示,本实施例提供了发电站电缆的局放定位装置的一个实施例,该局放定位装置应用于如上述实施例中的局放定位方法,该局放定位装置包括依次电性连接的电流信号获取模块1、信号分量提取模块2、信号分量分类模块3、异常特征获取与标记模块4、异常电缆标记模块5、异常特征幅值差获取模块6、最小包围球获取模块7、热成像数据获取模块8、实际放电点定义模块9。

[0160] 其中,电流信号获取模块1用于分别获取发电站中每个电缆在预设时间周期内的的电流信号;信号分量提取模块2用于基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量;信号分量分类模块3用于基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类,得到至少两种信号特征;异常特征获取与标记模块4用于删除所有电缆之间相同的信号特征,并将保留的信号特征标记为异常特征;异常电缆标记模块5用于将具有异常特征的电缆标记为异常电缆;异常特征幅值差获取模块6用于在异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取异常特征的至少一个幅值差;最小包围球获取模块7用于根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球;热成像数据获取模块8用于通过预设策略获取最小包围球的热成像数据;实际放电点定义模块9用于获取热成像数据基于异常电缆的高亮区域,并将高亮区域定义为异常电缆的实际放电点。

[0161] 进一步地,信号分量提取模块包括依次电性连接的第一信号分量提取子模块、第二信号分量提取子模块、第三信号分量提取子模块、第四信号分量提取子模块、第五信号分量提取子模块、第六信号分量提取子模块、第七信号分量提取子模块;第一信号分量提取子模块与电流信号获取模块电性连接,第七信号分量提取子模块与信号分量分类模块电性连接。

[0162] 其中,第一信号分量提取子模块用于获取当前的电流信号的所有极大值和所有极小值;第二信号分量提取子模块用于基于当前的电流信号依次连接所有极大值形成一条上包络线、依次连接所有极小值形成一条下包络线;第三信号分量提取子模块用于基于当前的电流信号获取上包络线与下包络线的平均值,形成一条均值包络线;第四信号分量提取子模块用于将当前的电流信号减去均值包络线以得到一阶中间信号;第五信号分量提取子模块用于重复执行第一信号分量提取子模块至第四信号分量提取子模块,以迭代一阶中间信号;第六信号分量提取子模块用于分别获取每次迭代后极值点个数与过零点个数的差值为0或1的一阶中间信号,并标记为一个二阶中间信号;第七信号分量提取子模块用于获取均值包络线为零的二阶中间信号并定义为信号分量。

[0163] 进一步地,信号分量分类模块包括依次电性连接的第一信号分量分类子模块、第二信号分量分类子模块、第三信号分量分类子模块、第四信号分量分类子模块、第五信号分量分类子模块;第一信号分量分类子模块与第七信号分量提取子模块电性连接,第五信号分量分类子模块与异常特征获取与标记模块电性连接。

[0164] 其中,第一信号分量分类子模块用于基于同一个电缆根据所有信号分量定义待分类信号集合 $x = \{a_1, a_2, \dots, a_i, \dots, a_m\}$, 其中 a_i 为待分类信号集合 x 中的第 i 个信号分量,

m 为同一个电缆的所有信号分量的个数。

[0165] 第二信号分量分类子模块用于根据预设信号类型定义类别集合 $C = \{y_1, y_2, \dots, y_j, \dots, y_n\}$, 其中, y_j 为类别集合 C 中的第 j 个预设信号类型。

[0166] 第三信号分量分类子模块用于根据式 (1) 计算待分类信号集合 x 分别在每个预设信号类型下的条件概率:

$$[0167] \quad P(x|y_j)P(y_j) = P(y_j) \prod_{i=1}^m P(x_i|y_j) \quad (1)。$$

[0168] 其中, $P(x|y_j)$ 为在第 j 个预设信号类型下, 待分类信号集合 x 的条件概率;

$P(y_j)$ 为第 j 个预设信号类型的边缘概率; $P(x_i|y_j)$ 为在第 j 个预设信号类型下, 第 i 个信号分量的条件概率。

[0169] 第四信号分量分类子模块用于分别将每个信号分量分类至各自的条件概率最高的预设信号类型中。

[0170] 第五信号分量分类子模块用于删除没有信号分量的预设信号类型, 并分别将保留的预设信号类型标记为一个信号特征。

[0171] 进一步地, 异常特征幅值差获取模块包括依次电性连接的第一异常特征幅值差获取子模块、第二异常特征幅值差获取子模块、第三异常特征幅值差获取子模块、第四异常特征幅值差获取子模块、第五异常特征幅值差获取子模块; 第一异常特征幅值差获取子模块与异常电缆标记模块电性连接, 第五异常特征幅值差获取子模块与最小包围球获取模块电性连接。

[0172] 其中, 第一异常特征幅值差获取子模块用于获取异常电缆的总长度; 第二异常特征幅值差获取子模块用于通过区间为 $[0,1]$ 的随机函数随机生成至少两个随机数; 第三异常特征幅值差获取子模块用于将当前的随机数乘以总长度, 得到的随机长度即为当前的随机数在异常电缆上对应的随机点位, 随机长度的一端与异常电缆的一端重合; 第四异常特征幅值差获取子模块用于分别将每个随机点位定义为一个信号获取点位; 第五异常特征幅值差获取子模块用于通过排列组合的组合数 C 将所有信号获取点位两两组合, 以获取异常特征的至少一个幅值差。

[0173] 进一步地, 最小包围球获取模块包括依次电性连接的第一最小包围球获取子模块、第二最小包围球获取子模块、第三最小包围球获取子模块、第四最小包围球获取子模块; 第一最小包围球获取子模块与第五异常特征幅值差获取子模块电性连接, 第四最小包围球获取子模块与热成像数据获取模块电性连接。

[0174] 其中, 第一最小包围球获取子模块用于判断是否为零的幅值差; 第二最小包围球获取子模块用于若为零的幅值差, 则获取与幅值差为零相对应的两个信号获取点位并标记为等距传播点位; 第三最小包围球获取子模块用于获取两个等距传播点位的最短连线, 并获取最短连线的中线; 第四最小包围球获取子模块用于获取中线与异常电缆的交点即为理论放电点。

[0175] 进一步地, 最小包围球获取模块还包括依次电性连接的第五最小包围球获取子模

块、第六最小包围球获取子模块、第七最小包围球获取子模块、第八最小包围球获取子模块；第五最小包围球获取子模块与第一最小包围球获取子模块电性连接，第八最小包围球获取子模块与热成像数据获取模块电性连接。

[0176] 其中，第五最小包围球获取子模块用于若没有为零的幅值差，则获取所有幅值差的最小值；第六最小包围球获取子模块用于并获取最小值相对应的两个信号获取点位并标记为近距传播点位；第七最小包围球获取子模块用于通过全局寻优算法迭代并更新两个近距传播点位在异常电缆上的点位，以使最小值为零；第八最小包围球获取子模块用于将迭代完成后且最小值为零的两个点位定义为等距传播点位。

[0177] 进一步地，第七最小包围球获取子模块包括依次电性连接的第一最小包围球获取单元、第二最小包围球获取单元、第三最小包围球获取单元、第四最小包围球获取单元、第五最小包围球获取单元、第六最小包围球获取单元；第一最小包围球获取单元与第六最小包围球获取子模块电性连接，第六最小包围球获取单元与第八最小包围球获取子模块电性连接。

[0178] 其中，第一最小包围球获取单元用于根据式 (2) 对两个近距传播点位赋予若干个随机解，定义所有随机解的计算结果为最小值为零。

$$[0179] \quad \begin{cases} X_k = (p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N), k = 1, 2, \dots, N \\ V_k = (v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N), k = 1, 2, \dots, N \end{cases} \quad (2)。$$

[0180] 其中， X_k 为所有随机解的集合， $p_1, p_2, \dots, p_k, \dots, p_{N-1}, p_N$ 分别为每个随机解， k 为第 k 个随机解的标号， N 为所有随机解的个数； V_k 为所有随机解的速度的集合， $v_1, v_2, \dots, v_k, \dots, v_{N-1}, v_N$ 分别为每个随机解的速度。

[0181] 第二最小包围球获取单元用于初始化每个随机解的位置，并基于同一个随机解根据式 (3) 分别更新每个随机解的位置和速度：

$$[0182] \quad \begin{cases} v_{kd} = \omega \cdot v_{kd-1} + c_1 \cdot rand() \cdot (p_{best,k} - p_k) + c_2 \cdot rand() \cdot (g_{best} - p_k) \\ p_{kd} = p_{kd-1} + v_{kd-1} \end{cases} \quad (3)。$$

[0183] 其中， v_{kd} 为第 k 个随机解在第 d 步的速度； p_{kd} 为处于第 d 步的第 k 个随机解； $\omega \cdot v_{kd-1}$ 为第 k 个随机解在第 $d-1$ 步的速度惯性， ω 为惯性系数，

$c_1 \cdot rand() \cdot (p_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的自我认知表征， $c_2 \cdot rand() \cdot (g_{best,k} - p_k)$ 为第 k 个随机解的社会认知表征； c_1 与 c_2 均为学习因子， $rand()$ 为 $[0,1]$ 取值范围的随机数， $p_{best,k}$ 为第 k 个随机解已获得的个体最优解， g_{best} 为所有随机解已获得的全局最优解。

[0184] 第三最小包围球获取单元用于根据式 (3) 迭代所有随机解，以更新每个 $p_{best,k}$ 以及 g_{best} 。

[0185] 第四最小包围球获取单元用于分别判断每个 $p_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值是

否小于等于第一预设适应阈值。

[0186] 第五最小包围球获取单元用于若每个 $P_{best,k}$ 相比于上一次迭代的差值均小于等于第一预设适应阈值,则判断 g_{best} 相比于上一次迭代的差值是否小于等于第二预设适应阈值。

[0187] 第六最小包围球获取单元用于若 g_{best} 相比于上一次迭代的差值小于等于第二预设适应阈值,则判定迭代完成。

[0188] 需要说明的是,本实施例为基于上述方法实施例的功能模块实施例,本实施例的优选、拓展、举例说明、原理说明等额外内容参见上述实施例即可,本实施例不再赘述。

[0189] 本实施例通过分别获取发电站中每个电缆在预设时间周期内的的电流信号;基于经验模态分解分别提取每个电流信号的若干个信号分量;基于同一个电缆通过贝叶斯分类算法分别对所有信号分量进行分类,得到至少两种信号特征;删除所有电缆之间相同的信号特征,并将保留的信号特征标记为异常特征;将具有异常特征的电缆标记为异常电缆;在异常电缆上随机定义至少两个信号获取点位,并通过所有信号获取点位两两组合以获取异常特征的至少一个幅值差;根据每个幅值差定位异常电缆的一个理论放电点,并获取所有理论放电点的最小包围球;通过预设策略获取最小包围球的热成像数据;获取热成像数据基于异常电缆的高亮区域,并将高亮区域定义为异常电缆的实际放电点。本实施例通过将发电站的所有电缆相互作为对照参考,通过删除相同信号特征(例如正常的电流信号;光伏、风电的随机性导致的整体电网波动等),使得保留下来的没有相同类型的信号并识别为异常特征(例如液体介质中的气泡、固体孔隙、畸变严重的空间电场等缺陷等),相比于单个电缆的电流信号获取以及定位,本实施例具有同一发电站的其他电缆作为对照组,减小了故障误判的几率,同时本实施例通过随机定义信号获取点位并两两获取幅值差,通过多组信号获取点位来获取局部放电的点位,相比于单次检测,本实施例的多次获取能够进一步减小误差,提高定位精度。

[0190] 如图3所示,本实施例提供了电子设备的一个实施例,在本实施例中,该电子设备10包括处理器101及和处理器101耦接的存储器102。

[0191] 存储器102存储有用于实现上述任一实施例的发电站电缆的局放定位方法的程序指令。

[0192] 处理器101用于执行存储器102存储的程序指令以进行发电站电缆的局放定位。

[0193] 其中,处理器101还可以称为CPU(Central Processing Unit,中央处理单元)。处理器101可能是一种集成电路芯片,具有数据的处理能力。处理器101还可以是通用处理器、数字数据处理器(DSP)、专用集成电路(ASIC)、现场可编程门阵列(FPGA)或者其他可编程逻辑器件、分立门或者晶体管逻辑器件、分立硬件组件。通用处理器可以是微处理器或者该处理器也可以是任何常规的处理器等。

[0194] 进一步地,图4为本申请一实施例的存储介质的结构示意图,本申请实施例的存储介质11存储有能够实现上述所有方法的程序指令111,其中,该程序指令111可以以软件产品的形式存储在上述存储介质中,包括若干指令用以使得一台计算机设备(可以是个人计算机,服务器,或者网络设备等)或处理器(processor)执行本申请各个实施方式所述方法的全部或部分步骤。而前述的存储介质包括:U盘、移动硬盘、只读存储器(ROM,Read-Only

Memory)、随机存取存储器(RAM,Random Access Memory)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质,或者是计算机、服务器、手机、平板等终端设备。

[0195] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统,装置和方法,可以通过其他的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的间接耦合或通信连接,可以是电性,机械或其他的形式。

[0196] 另外,在本申请各个实施例中的各功能单元可以集成在一个处理单元中,也可以是各个单元单独物理存在,也可以两个或两个以上单元集成在一个单元中。上述集成的单元既可以采用硬件的形式实现,也可以采用软件功能单元的形式实现。以上仅为本申请的实施方式,并非因此限制本申请的专利范围,凡是利用本申请说明书及附图内容所做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,均同理包括在本申请的专利保护范围。

[0197] 以上对本申请的具体实施方式进行了详细说明,但其只作为范例,本申请并不限制于以上描述的具体实施方式。对于本领域的技术人员而言,任何对本申请进行的等同修改或替代也都在本申请的范畴之中,因此,在不脱离本申请的精神和原则范围下所作的均等变换和修改、改进等,都应涵盖在本申请的范围内。



图1

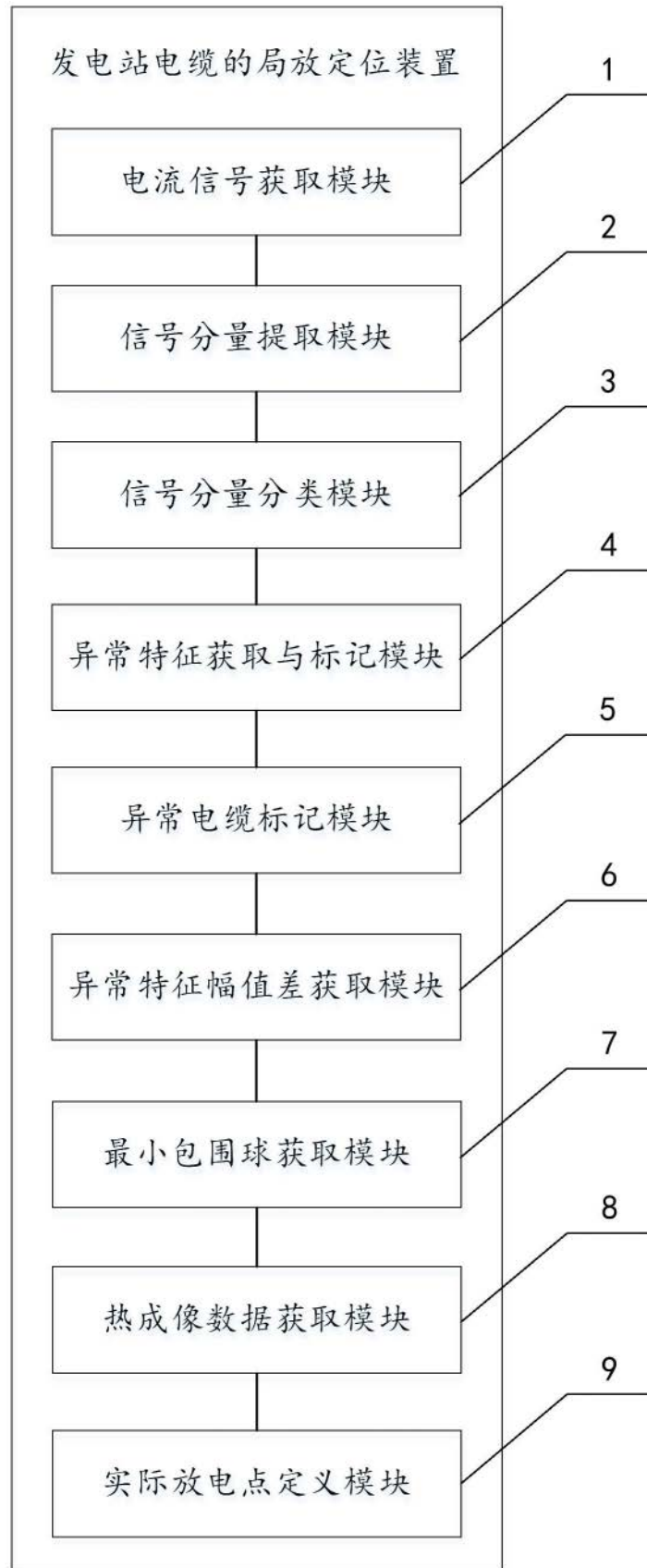


图2

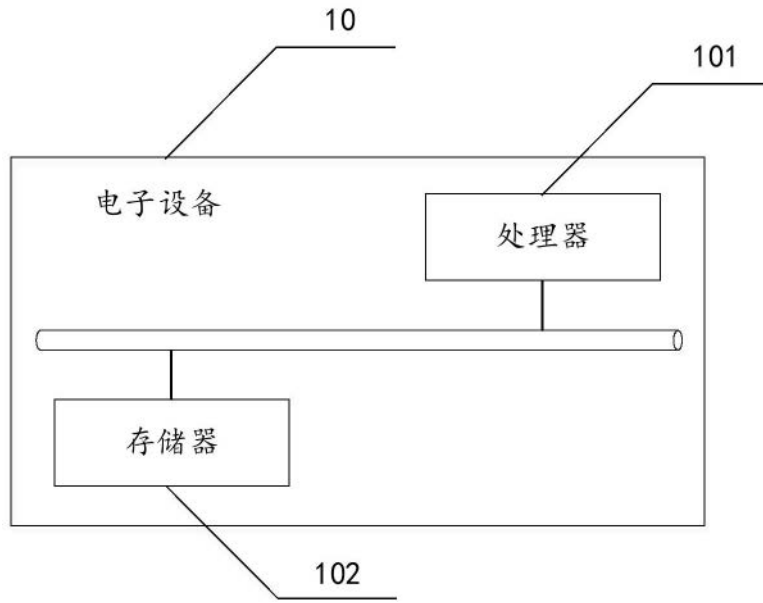


图3

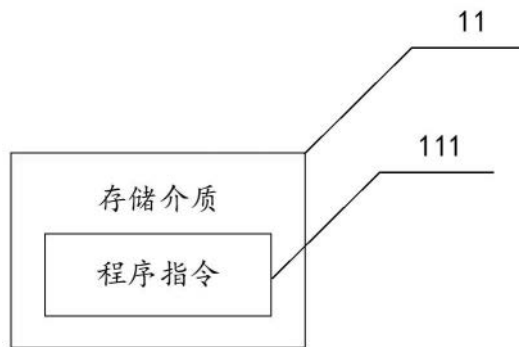


图4