



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115856457 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 28

(21) 申请号 202310188741.6

G01R 1/04 (2006.01)

(22) 申请日 2023.03.02

H04Q 9/00 (2006.01)

(71) 申请人 国网湖北省电力有限公司经济技术
研究院

F16M 11/28 (2006.01)

H02B 7/06 (2006.01)

地址 430000 湖北省武汉市武昌区水果湖
街徐东路47号

申请人 武汉大学

(72) 发明人 陈曦 郭江华 杭翠翠 刘平
王晟 熊志 张焱哲

(74) 专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限
公司 42104

专利代理师 潘杰

(51) Int. Cl.

G01R 29/26 (2006.01)

G01H 17/00 (2006.01)

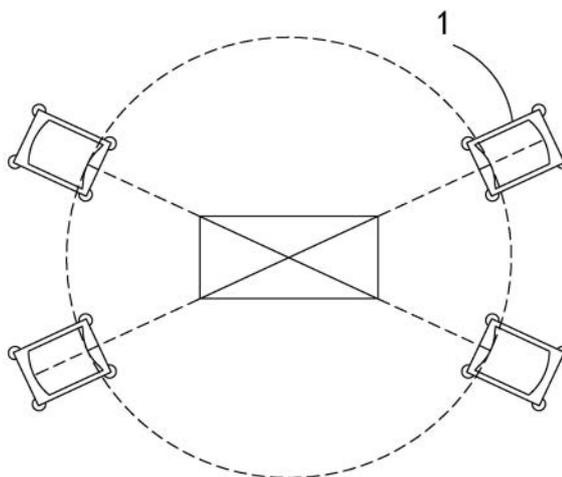
权利要求书2页 说明书8页 附图6页

(54) 发明名称

一种变电站高频电磁噪声监测系统和方法

(57) 摘要

本发明提供了一种变电站高频电磁噪声监测系统及方法,包括接收单元,对称的设置在变电站的各对角线所在平面上,用于接收变电站内部设备发生的噪声信号;信号调理单元其输入端与接收单元的输出端电性连接,用于对噪声信号进行带通滤波及放大处理;输出处理单元其输入端与信号调理单元的输出端电性连接,对信号调理单元处理后的噪声信号进一步进行幅值比较和状态输出,同时记录电磁噪声信号发生的时间,通过电磁噪声信号到达各接收单元的时间,估算产生高频电磁噪声信号的变电站部位,通过定期监测高频噪声发生的部位和频次,更好的实现预防性维护。



1. 一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,包括接收单元(1),对称的设置在变电站的各对角线所在平面上,用于接收变电站内部设备发生的电磁噪声信号;

信号调理单元(2),其输入端与接收单元(1)的输出端电性连接,用于对电磁噪声信号进行带通滤波及放大处理;

输出处理单元(3),其输入端与信号调理单元(2)的输出端电性连接,对信号调理单元(2)处理后的电磁噪声信号进一步进行幅值比较和状态输出,同时记录电磁噪声发生的时间,通过确定电磁噪声信号到达各接收单元(1)的起始时间,估算产生电磁噪声信号的变电站部位。

2. 根据权利要求1所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,所述接收单元(1)包括基座(11)、升降机构(12)和接收传感器(13);基座(11)设置在变电站的对角线所在平面上,且正对变电站垂直方向的棱线设置;基座(11)远离地面的一端设置有升降机构(12),升降机构(12)的固定端与基座(11)固定连接,升降机构(12)的活动端设置有接收传感器(13)、信号调理单元(2)和输出处理单元(3);接收传感器(13)与信号调理单元(2)的输入端电性连接。

3. 根据权利要求2所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,位于不同的变电站的对角线所在平面上的接收单元(1)与变电站的间距不完全相同。

4. 根据权利要求3所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,所述基座(11)与变电站垂直方向的棱线的间距为变电站的对角线长度的2倍以上。

5. 根据权利要求4所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,所述升降机构(12)包括套筒顶升机构(121)和若干壳体(122);套筒顶升机构(121)的一端与基座(11)远离地面的端面固定连接,套筒顶升机构(121)沿着远离基座(11)的方向竖直向外延伸;若干壳体(122)顺次嵌套设置在套筒顶升机构(121)远离基座(11)的端面上,相邻的壳体(122)可滑动连接;位于最内侧的壳体(122)与套筒顶升机构(121)的活动端固定连接,壳体(122)朝向变电站一侧端面设置有接收传感器(13)、信号调理单元(2)和输出处理单元(3)。

6. 根据权利要求5所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,位于不同的变电站的对角线所在平面上的接收单元(1)的接收传感器(13)距地面的高度不完全相同。

7. 根据权利要求5所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,所述若干壳体(122)靠近变电站的的一侧端面设置有电磁波吸收层,若干壳体(122)远离变电站的的一侧端面设置有电磁波反射层。

8. 根据权利要求7所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,所述信号调理单元(2)包括带通滤波器和至少一个低噪放大器LNA,带通滤波器的输入端与接收传感器(13)的输出端信号连接,带通滤波器的输出端与低噪放大器LNA的输入端电性连接,低噪放大器LNA的输出端与输出处理单元(3)的输入端电性连接。

9. 根据权利要求8所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,其特征在于,所述输出处理单元(3)包括电压比较单元(31)、MCU、RTC单元(32)、无线传输单元(33)和现场接收单元(34);电压比较单元(31)的第一输入端与低噪放大器的输出端电性连接,电压比较单元(31)的第二输入端与参考电压电性连接,电压比较单元(31)将比较的结果输出至MCU中,RTC单元(32)与MCU电性连接,向MCU提供实时时钟,MCU记录电压比较单元(31)输出比较的

结果的起始时间及持续时间;MCU通过无线传输单元(33)与现场接收单元(34)通信连接,并由无线传输单元(33)将电压比较单元(31)输出比较的结果、起始时间及持续时间通过无线传输单元(33)向现场接收单元(34)发送。

10.一种变电站高频电磁噪声监测方法,其特征在于,包括如下步骤:

S1:在户外已投入运行的变电站的周边,沿着变电站的对角线所在面的延伸方向设置权利要求5—9任一项所述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,即在变电站两条对角线所在平面上设置至少两对变电站高频电磁噪声监测系统,变电站高频电磁噪声监测系统均正对变电站的各棱线设置;

S2:令各变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离 R_1 保持一致,使各变电站高频电磁噪声监测系统获取有效的电磁噪声信号;通过位于各对角线所在平面上的变电站高频电磁噪声监测系统,各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取电磁噪声信号到达的时间和持续时间,针对同一噪声信号,根据位于同一对角线所在平面的一对变电站高频电磁噪声监测系统的世界坐标系坐标以及分别获取的噪声信号到达的时间之差,得到一组位置坐标 S_1 ;

S3:然后调整一对变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离 R_2 ,另一对变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离 R_1 保持不变;再次由各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取噪声信号到达的时间和持续时间,针对同一噪声信号,再次获取另一组位置坐标 S_2 ;

S4:进一步将全部的变电站高频电磁噪声监测系统分别布置在到变电站的几何中心的距离 R_2 的虚拟球面上,再次由各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取噪声信号到达的时间和持续时间,针对同一噪声信号再次获取另一组位置坐标 S_3 ;

S5:调节升降机构(12)的活动端和接收传感器(13)的高度,重复以上过程 S_2 — S_4 ,拟合出同时包含位置坐标 S_1 、 S_2 和 S_3 的最小的球面区域,并使球面区域的体积最小,以该球面区域内部空间作为一个电磁噪声信号的发生部位;

S6:依次对各噪声信号进行上述步骤 S_2 — S_5 ,直到对各变电站高频电磁噪声监测系统接收到的有效的电磁噪声信号均完成发生部位的识别。

一种变电站高频电磁噪声监测系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力监测设备技术领域,尤其涉及一种变电站高频电磁噪声监测系统及方法。

背景技术

[0002] 变电站用于电力系统的电能变换和分配,内部设置有众多的电力设备,维持电力设备的稳定运行是提供可靠电能的有效保障。变电站在运行过程中,除开变压器铁芯的磁致伸缩噪声、变压器油箱噪声以及风扇运行噪声和机械噪声外,还有可能在局部产生电晕放电或者局部放电,在这些放电现象的同时伴随着产生高频的电磁噪声信号。通过对这种高频电磁噪声信号进行监测,可以得到对发生噪声的部位或者噪声发生部位,以便将传统的时候维护保养向事前预防进行转变。

[0003] 公开号为CN112986759A的中国专利申请公开了一种检测装置,通过超声波传感器来检测输配电设备产生的超声波噪声的设备,但是该设备容易受到变电站变压器的铁芯的磁致伸缩、油箱振动、风扇噪声以及环境噪声的影响,对监测的干扰很大,通常超声监测需要在午夜且风速低的情况下进行,导致监测设备的使用受到较大限制。变电站设备产生的电磁噪声往往集中在高频段,而且异常的高频电磁噪声还会通过变压器传递到电网,对电网设备造成不利影响。因此,有必要提供一种变电站高频电磁噪声的定位分析及方法,及时发现变电站高频电磁噪声的变化情况和发生部位,尽早进行干预或者检修。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明提出了一种基于超高频电磁波进行电磁噪声产生部位判断的变电站高频电磁噪声监测系统及方法。

[0005] 本发明的技术方案是这样实现的:

一方面,本发明提供了一种变电站高频电磁噪声监测系统,包括

接收单元,对称的设置在变电站的各对角线所在平面上,用于接收变电站内部设备发生的电磁噪声信号;

信号调理单元,其输入端与接收单元的输出端电性连接,用于对电磁噪声信号进行带通滤波及放大处理;

输出处理单元,其输入端与信号调理单元的输出端电性连接,对信号调理单元处理后的电磁噪声信号进一步进行幅值比较和状态输出,同时记录电磁噪声发生的时间,通过确定电磁噪声信号到达各接收单元的起始时间,估算产生电磁噪声信号的变电站部位。

[0006] 在以上技术方案的基础上,优选的,所述接收单元包括基座、升降机构和接收传感器;基座设置在变电站的对角线所在平面上,且正对变电站竖直方向的棱线设置;基座远离地面的一端设置有升降机构,升降机构的固定端与基座固定连接,升降机构的活动端设置有接收传感器、信号调理单元和输出处理单元;接收传感器与信号调理单元的输入端电性连接。

[0007] 优选的,位于不同的变电站的对角线所在平面上的接收单元与变电站的间距不完全相同。

[0008] 优选的,所述基座与变电站垂直方向的棱线的间距为变电站的对角线长度的2倍以上。

[0009] 优选的,所述升降机构包括套筒顶升机构和若干壳体;套筒顶升机构的一端与基座远离地面的端面固定连接,套筒顶升机构沿着远离基座的方向竖直向外延伸;若干壳体顺次嵌套设置在套筒顶升机构远离基座的端面上,相邻的壳体可滑动连接;位于最内侧的壳体与套筒顶升机构的活动端固定连接,壳体朝向变电站一侧端面设置有接收传感器、信号调理单元和输出处理单元。

[0010] 优选的,位于不同的变电站的对角线所在平面上的接收单元的接收传感器距地面的高度不完全相同。

[0011] 优选的,所述若干壳体靠近变电站的的一侧端面设置有电磁波吸收层,若干壳体远离变电站的的一侧端面设置有电磁波反射层。

[0012] 优选的,所述信号调理单元包括带通滤波器和至少一个低噪放大器LNA,带通滤波器的输入端与接收传感器的输出端信号连接,带通滤波器的输出端与低噪放大器LNA的输入端电性连接,低噪放大器LNA的输出端与输出处理单元的输入端电性连接。

[0013] 优选的,所述输出处理单元包括电压比较单元、MCU、RTC单元、无线传输单元和现场接收单元;电压比较单元的第一输入端与低噪放大器的输出端电性连接,电压比较单元的第二输入端与参考电压电性连接,电压比较单元将比较的结果输出至MCU中,RTC单元与MCU电性连接,向MCU提供实时时钟,MCU记录电压比较单元输出比较的结果的起始时间及持续时间;MCU通过无线传输单元与现场接收单元通信连接,并由无线传输单元将电压比较单元输出比较的结果、起始时间及持续时间通过无线传输单元向现场接收单元发送。

[0014] 另一方面,本发明提供了一种变电站高频电磁噪声监测方法,包括如下步骤:

S1:在户外已投入运行的变电站的周边,沿着变电站的对角线所在面的延伸方向设置上述的一种变电站高频电磁噪声监测系统,即在变电站两条对角线所在平面上设置至少两对变电站高频电磁噪声监测系统,变电站高频电磁噪声监测系统均正对变电站的各棱线设置;

S2:令各变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离R1保持一致,使各变电站高频电磁噪声监测系统获取有效的电磁噪音信号;通过位于各对角线所在平面上的变电站高频电磁噪声监测系统,各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取电磁噪声信号到达的时间和持续时间,针对同一噪声信号,根据位于同一对角线所在平面的一对变电站高频电磁噪声监测系统的世界坐标系坐标以及分别获取的噪声信号到达的时间之差,得到一组位置坐标S1;

S3:然后调整一对变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离R2,另一对变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离R1保持不变;再次由各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取噪声信号到达的时间和持续时间,针对同一噪声信号,再次获取另一组位置坐标S2;

S4:进一步将全部的变电站高频电磁噪声监测系统分别布置在到变电站的几何中心的距离R2的虚拟球面上,再次由各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取噪声信号到达

的时间和持续时间,针对同一噪声信号再次获取另一组位置坐标S3;

S5:调节升降机构的活动端和接收传感器的高度,重复以上过程S2—S4,拟合出同时包含位置坐标S1、S2和S3的最小的球面区域,并使球面区域的体积最小,以该球面区域内部空间作为一个电磁噪声信号的发生部位;

S6:依次对各噪声信号进行上述步骤S2—S5,直到对各变电站高频电磁噪声监测系统接收到的有效的电磁噪声信号均完成发生部位的识别。

[0015] 本发明提供一种变电站高频电磁噪声监测系统及方法,相对于现有技术,具有以下有益效果:

(1)本方案通过在变电站建筑周边区域布设可调节的接收单元,接收来自变电站内部设备发出的电磁波信号,通过不同的接收单元接收同一来源的噪声信号,识别并初步估算噪声信号的大致发生部位;由于电磁波频段信号与超声波频段基本不重合,故检测不受声波印象,对观测条件和环境噪音没有严格要求;

(2)接收单元能改变其接收传感器及信号调理单元与输出处理单元相对于电磁噪声几何中心的距离或者高度,从而获得多组测量值来规划噪声信号产生的大致范围;

(3)进一步在壳体上设置的电磁波吸收层与电磁波反射层,有利于消除外部干扰,提高监测的精度。

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为本发明一种变电站高频电磁噪声监测系统的布置位置俯视图;

图2为本发明一种变电站高频电磁噪声监测系统的俯视图;

图3为本发明一种变电站高频电磁噪声监测系统的半剖前视图;

图4为本发明一种变电站高频电磁噪声监测系统的噪声信号处理与传输的流程图;

图5为本发明一种变电站高频电磁噪声监测方法的各高频电磁噪声监测系统的初始位置示意图;

图6为本发明一种变电站高频电磁噪声监测方法的部分高频电磁噪声监测系统调整位置后的示意图;

图7为本发明一种变电站高频电磁噪声监测方法的全部高频电磁噪声监测系统调整位置后的示意图;

图8为本发明一种变电站高频电磁噪声监测系统及方法的工作流程图。

[0018] 附图标记:1、接收单元;2、信号调理单元;3、输出处理单元;11、基座;12、升降机构;13、接收传感器;121、套筒顶升机构;122、壳体;31、电压比较单元;32、RTC单元;33、无线传输单元;34、现场接收单元。

具体实施方式

[0019] 下面将结合本发明实施方式,对本发明实施方式中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施方式仅仅是本发明一部分实施方式,而不是全部的实施方式。基于本发明中的实施方式,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方式,都属于本发明保护的范围。

[0020] 如图1—7所示,一方面,本发明提供了一种变电站高频电磁噪声监测系统,包括接收单元1,对称的设置在变电站的各对角线所在平面上,用于接收变电站内部设备发生的电磁噪声信号;噪声信号通常属于UHF波段信号,需要专用的传感器实现信号接收。

[0021] 信号调理单元2,其输入端与接收单元1的输出端电性连接,用于对电磁噪声信号进行带通滤波及放大处理;电磁噪声信号频段较宽,而且信号较弱,因此需要将接收到的电磁噪声信号进行滤波和放大处理,并在较宽的频段内进一步的扫描和对比。

[0022] 输出处理单元3,其输入端与信号调理单元2的输出端电性连接,对信号调理单元2处理后的电磁噪声信号进一步进行幅值比较和状态输出,同时记录发生电磁噪声信号的时间,通过获取电磁噪声信号到达各接收单元1的时间,估算产生电磁噪声信号的变电站部位。由于对称设置了若干组接收单元1与对应的信号调理单元2和输出处理单元3,每个位置均可以有效的接收到电磁噪声信号,但是由于距离关系,同一个电磁噪声信号到达各个接收单元1的时间会有差异,通过分析这种差异,结合已知位置的各个接收单元1,有利于寻找电磁噪声信号的发生部位。

[0023] 如图2和3所示,接收单元1包括基座11、升降机构12和接收传感器13;基座11设置在变电站的对角线所在平面上,且正对变电站垂直方向的棱线设置;基座11远离地面的一端设置有升降机构12,升降机构12的固定端与基座11固定连接,升降机构12的活动端设置有接收传感器13、信号调理单元2和输出处理单元3;接收传感器13与信号调理单元2的输入端电性连接。本方案的接收传感器13可以采用成都佳仪科技发展有限公司的产品,输出接口为SMA接头。接收单元1的基座11可沿着地面移动,并锁定当前基座11的位置。基座上方设置有升降机构12,升降机构12相对于基座11的高度可以调节,从而使接收传感器13的高度能够与变电站的高度相适应,以消除部分变电站有硬化基础,接收传感器13无法正对棱线的不足。

[0024] 作为本方案的优选的实施方式,位于不同的变电站的对角线所在平面上的接收单元1与变电站的间距不完全相同。基座11与变电站垂直方向的棱线的间距为变电站的对角线长度的2倍以上。由于电磁波的传播速度极快,接收单元1与变电站保持合理的距离,有利于在测量是观察到到达不同的接收单元1的延时,有利于提高监测测量的准确性,距离过近则不太合适。

[0025] 如图2和图3所示,附图展示了一种升降机构12的具体结构。升降机构12包括套筒顶升机构121和若干壳体122;套筒顶升机构121的一端与基座11远离地面的端面固定连接,套筒顶升机构121沿着远离基座11的方向竖直向外延伸;若干壳体122顺次嵌套设置在套筒顶升机构121远离基座11的端面上,相邻的壳体122可滑动连接;位于最内侧的壳体122与套筒顶升机构121的活动端固定连接,壳体122朝向变电站一侧端面设置有接收传感器13、信号调理单元2和输出处理单元3。升降机构12是分段提升的,如图所示,套筒顶升机构121中

心处设有活塞杆,活塞杆和各壳体122靠近基座11的一端均设置有凸台,壳体上还设置有供相邻壳体滑动的滑槽和限位用的抵持部;对应的,活塞杆外顺次嵌套的设置若干套筒,相邻的套筒之间可滑动,位于活塞杆最外侧的套筒与基座固定且密封连接,并且套筒轴向方向的尺寸与壳体122沿着活塞杆轴向方向的尺寸相适应,最外侧的壳体相对于基座固定设置。当向活塞杆及其相邻的套筒内部注入液压油时,活塞杆被竖直的顶起,活塞杆带动位于最内侧的壳体122同步升起;当活塞杆到达相邻的一级套筒的顶部时,活塞杆端部的凸台与套筒顶部的台阶部抵持,同时最内侧的壳体122也到达极限高度,最内侧壳体上的凸台会抵持相邻壳体远离基座一端的凸台,从而实现活塞杆外侧的套筒与壳体的同步升、降运动,有利于降低接收单元1的整体体积,并提供多段高度可调的功能。

[0026] 由于接收单元1具备上述的高度分段调节功能,位于不同的变电站的对角线所在平面上的接收单元1的接收传感器13距地面的高度可以设置为相同,也可以设置为不相同。

[0027] 为了更好的提高对噪声信号产生电磁波的吸收效果,并对外部电磁波信号的反射能力,在各壳体122靠近变电站的的一侧端面设置有电磁波吸收层,各壳体122远离变电站的的一侧端面设置有电磁波反射层。电磁波反射层可以采用均质的致密金属钣金壳包覆在各壳体122远离变电站的表面区域。电磁波吸收层是为了避免噪声信号在一壳体靠近变电站的端面发生反射,对其余的接收传感器13,尤其是位于同一平面内相对设置的接收传感器13产生干扰。电磁波吸收层可以采用铁氧体电磁波吸收材料制成的涂层。高频段具有工业噪声、无线通信等干扰信号,通过设置电磁波反射层有利于消除环境中的干扰信号对变电站高频电磁噪声监测系统的影响。

[0028] 如图4所示,图示展示了一种信号调理单元2的内部结构。信号调理单元2包括带通滤波器和至少一个低噪放大器LNA,带通滤波器的输入端与接收传感器13的输出端信号连接,带通滤波器的输出端与低噪放大器LNA的输入端电性连接,低噪放大器LNA的输出端与输出处理单元3的输入端电性连接。带通滤波器选用的一种九阶无源滤波器,相比有源滤波器,无源滤波器不会引入新的干扰信号。带通滤波器的第一级滤波器、第三级滤波器、第五级滤波器、第七级滤波器和第九级滤波器均为LC串联环节,且第一级滤波器的电感L1和电容C1与第九级滤波器的电感L9和电容C9的参数相同;第三级滤波器的电感L3和电容C3与第七级滤波器的电感L7和电容C7的参数相同。带通滤波器的第二级滤波器、第四级滤波器、第六级滤波器和第八级滤波器均为LC并联环节,且第二级滤波器的电感L2和电容C2与第八级滤波器的电感L8和电容C8的参数相同;第四级滤波器的电感L4和电容C4与第六级滤波器的电感L6和电容C6的参数相同。各电容的参数为数十uF级别,各电感的参数为nH级别。

[0029] 同样如图4所示,输出处理单元3包括电压比较单元31、MCU、RTC单元32、无线传输单元33和现场接收单元34;电压比较单元31的第一输入端与低噪放大器的输出端电性连接,电压比较单元31的第二输入端与参考电压电性连接,电压比较单元31将比较的结果输出至MCU中,RTC单元32与MCU电性连接,向MCU提供实时时钟,MCU记录电压比较单元31输出比较的结果的起始时间及持续时间;MCU通过无线传输单元33与现场接收单元34通信连接,并由无线传输单元33将电压比较单元31输出比较的结果、起始时间及持续时间通过无线传输单元33向现场接收单元34发送。

[0030] 电压比较单元31用于将低噪放大器LNA放大后的电磁噪声信号的幅值与参考电压VREF进行比较,当超过该参考电压VERF且稳定一段时间后,才认定为一个有效的噪声信号,

符合噪声信号输出条件的,电压比较单元31会输出相应的高电平信号,MCU接收到该信号时,记录接收到该高电平信号的世界时间和持续时间,高电平信号的有效值和持续时间用于与位于同一对角线所在平面的另外的变电站高频电磁噪声监测系统的输出处理单元3接收到同样持续时间的高电平信号的有效值和持续时间进行对比。两个变电站高频电磁噪声监测系统接收到同一个电磁噪声信号之间的时间差,根据时间差与接收传感器13的世界坐标系坐标,可以通过计算获取噪声信号发生的变电站部位。

[0031] 此处的参考电压VREF并不是一个固定值,而是根据时间变化而改变的极值,参考电压VREF的频率通常是工频信号的数倍。为了简化比较的工作量、降低电压比较的用时,可以采用跳频间隔扫描的方式,扫描频段内间隔设置的工频信号整数倍邻域的离散频段,电压比较单元31记录曾经有超过该参考电压VREF信号的离散频段,作为后续跳频分段扫描的参考依据,例如 $(K*50\text{Hz}) \pm L\text{Hz}$,括号内为工频信号的整数倍 K ,作为跳频扫描的离散频段的中心频率, L 是以该中心频率为基准的离散频段的单侧频率范围。

[0032] 电磁噪声信号记录时关注两个条件:电磁噪声信号接收时间开始的奇数个连续的周期的波形的极值,以及在电磁噪声信号接收时间开始的奇数个连续周期的超过参考电压VREF的存活时间。由于位于同一对角线平面上的一组变电站高频电磁噪声监测系统相对于变电站中心的距离相等,对于同一个电磁噪声信号,多个变电站高频电磁噪声监测系统接收到的电磁噪声信号的波形都是相似的,但是时间上可能有延迟,通过判断奇数个连续的周期的波形的极值,以及各奇数个连续周期内超过参考电压VREF的存活时间的比较,来判断接收的波形属于同一个电磁噪声信号。

[0033] 如图1结合图5、图6、图7和图8所示,本发明还提供了一种变电站高频电磁噪声监测方法,包括如下步骤:

S1:如图1所示,在户外已投入运行的变电站的周边,沿着变电站的对角线所在面的延伸方向设置上述的变电站高频电磁噪声监测系统,即在变电站至少两条对角线所在平面上分别设置至少两对变电站高频电磁噪声监测系统,变电站高频电磁噪声监测系统均正对变电站的各棱线设置,为了产生可观测的电磁噪声信号,变电站会周期性的执行闭合或者断开相应的动作,在动作后由变电站高频电磁噪声监测系统对可能产生的电磁噪声信号进行监测,可人为设定采样检测的周期和变电站的闭合或者断开的动作的周期,如10-15分钟,这样有充足的时间间隔用于进行跳频分段扫描。

[0034] S2:如图5所示,令各变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离 $R1$ 保持一致,使各变电站高频电磁噪声监测系统获取有效的高频电磁噪声的电磁波信号;通过位于各对角线所在平面上的变电站高频电磁噪声监测系统,各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取噪声信号到达的时间和持续时间,针对同一噪声信号,根据位于同一对角线所在平面的一对变电站高频电磁噪声监测系统的世界坐标系坐标以及分别获取的电磁噪声信号到达的时间之差,得到一组位置坐标 $S1$ 。判断是否是同一个电磁噪声信号,是分别对各变电站高频电磁噪声监测系统获取的电磁噪声信号进行滤波放大后,比较在相同的频段范围有无判断奇数个连续的周期的波形的极值接近、各奇数个连续周期内超过参考电压VREF的存活时间也接近的电磁噪声信号认定为同一个电磁噪声信号,分别记录各变电站高频电磁噪声监测系统获取的电磁噪声信号的起始时间,以便进行后续计算。本方案令变电站高频电磁噪声监测系统获取的电磁噪声信号在奇数个连续周期的波形的极值不超过2%,

奇数个连续周期内超过参考电压VREF的存活时间不超过10%。此处将接收到的奇数个连续周期内超过参考电压VREF的存活时间来作为电磁噪声信号的持续时间。

[0035] 在图示该情形下,图示展示了一种具有4个变电站高频电磁噪声监测系统的布局示意图,各变电站高频电磁噪声监测系统的接收传感器13均位于半径为R1的虚拟球面A的表面区域。如果电磁噪声发生部位的中心与变电站的几何中心重合,理论上各变电站高频电磁噪声监测系统的接收传感器13会同时接收到噪声信号。但是实际上会有偏差,导致在电磁波传输过程中,到达各变电站高频电磁噪声监测系统的接收传感器13的世界时间会存在差异。令一个变电站高频电磁噪声监测系统的接收传感器13作为参考传感器,令噪声信号到达该参考传感器的起始时间为 t ,电磁波的传播速度为 c ;电磁噪声信号到达其余变电站高频电磁噪声监测系统的接收传感器13的起始时间为 $t+\Delta t_1$ 、 $t+\Delta t_2$ 和 $t+\Delta t_3$,电磁噪声信号发生部位的世界坐标系坐标为 (x,y,z) ,参考传感器与其余接收传感器13的世界坐标系坐标为 (x_1,y_1,z_1) 、 (x_2,y_2,z_2) 、 (x_3,y_3,z_3) 和 (x_4,y_4,z_4) ,有如下关系式:

$$(x - x_1)^2 + (y - y_1)^2 + (z - z_1)^2 = c^2 t^2;$$

$$(x - x_2)^2 + (y - y_2)^2 + (z - z_2)^2 = c^2 (t + \Delta t_1)^2;$$

$$(x - x_3)^2 + (y - y_3)^2 + (z - z_3)^2 = c^2 (t + \Delta t_2)^2;$$

$$(x - x_4)^2 + (y - y_4)^2 + (z - z_4)^2 = c^2 (t + \Delta t_3)^2;$$

联立以上关系式,参考传感器和其余接收传感器13的世界坐标系和接收到噪声信号的起始时间 t 、 $t+\Delta t_1$ 、 $t+\Delta t_2$ 和 $t+\Delta t_3$ 均为已知,故可以求出当前布局下的噪声信号发生部位的世界坐标系坐标S1。

[0036] S3:然后调整一对变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离R2,另一对变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离R1保持不变;再次由各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取电磁噪声信号到达的起始时间和持续时间,针对同一噪声信号,再次获取另一组位置坐标S2。

[0037] 如附图6所示,将一对变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的几何中心的距离变更为R2,即该对变电站高频电磁噪声监测系统位于虚拟球面B的表面区域,另一对变电站高频电磁噪声监测系统到变电站的位置不变,仍然在虚拟球面A的表面区域。同样利用步骤S3中的公式,不同之处在于该情形下的参考传感器选用虚拟球面B表面区域的任意一个接收传感器13,其余三个接收传感器13接收到噪声信号的时间同样与当前情形的参考传感器之间具有时间差,进行计算后得到求出当前布局下的电磁噪声信号发生部位的世界坐标系坐标S2。重复测量是为了在改变各变电站高频电磁噪声监测系统的距离后,进一步确认电磁噪声信号发生部位。

[0038] S4:进一步将全部的变电站高频电磁噪声监测系统分别布置在到变电站的几何中心的距离R2的虚拟球面上,再次由各变电站高频电磁噪声监测系统分别获取噪声信号到达的时间和持续时间,针对同一噪声信号再次获取另一组位置坐标S3。

[0039] 如图7所示,进一步将全部的变电站高频电磁噪声监测系统设置在虚拟球面B的表面区域,即四个接收传感器13到虚拟球面B的中心轴,即变电站集合中心铅垂线的距离一致。重复上述步骤,以任一个虚拟球面B表面区域的接收传感器13作为参考传感器,其余三

个接收传感器13接收到噪声信号的时间同样与当前情形的参考传感器之间具有时间差,进行计算后得到求出当前布局下的噪声信号发生部位的世界坐标系坐标S3。需要说明的是虚拟球面A的半径R1与虚拟球面B的半径R2均超过变电站的对角线长度的2倍以上。

[0040] S5:选择性的调节升降机构12的活动端和接收传感器13的高度,重复以上过程,拟合出同时包含位置坐标S1、S2和S3的最小的球面区域,并使球面区域的体积最小,以该球面区域内部空间作为一个电磁噪声信号的发生部位。

[0041] 同样如图7所示,图7中拟合了一个包含了S1、S2和S3的球面区域。但是区域可能包含了较多的变电站器件,有必要进一步缩小检修的排查范围。可以在步骤S4的基础上,进一步改变各变电站高频电磁噪声监测系统的升降机构12的高度,进一步使各接收传感器13与地面的高度不完全相同。重复执行步骤S4和S5,获取最小体积的同时包含S1、S2和S3的球面区域,通过至少三次测量拟合并以该最小体积的球面区域的球心,作为电磁噪声发生的中心位置。调节各变电站高频电磁噪声监测系统调节,进而改变升降机构12的活动端和接收传感器13的高度可以在虚拟球面B的表面改变各变电站高频电磁噪声监测系统的位置,进一步进行的测量,如获取当前布局下的噪声信号发生部位的世界坐标系坐标S4或者更多的位置,将上述位置坐标S1、S2、S3或者S4均进行拟合,如采用最小二乘法进行球面拟合,输出球心的世界坐标系坐标和半径。

[0042] S6:依次对各噪声信号进行上述步骤S2—S5,直到对各变电站高频电磁噪声监测系统接收到的有效的噪声信号均完成发生部位的识别。

[0043] 在一个检测周期内,变电站内发生电磁噪声的部位可能有多个,可能具有不同的频率、幅值、起始时间和持续时间,通过对应的各变电站高频电磁噪声监测系统的电压比较单元31会输出相应的高电平信号和持续时间,持续时间均相同的识别为同一个电磁噪声信号,同样对该电磁噪声信号按上述步骤S2—S5依次确定各电磁噪声信号的发生部位的球面区域,实现各电磁噪声发生部位的识别。

[0044] 以上所述仅为本发明的较佳实施方式而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

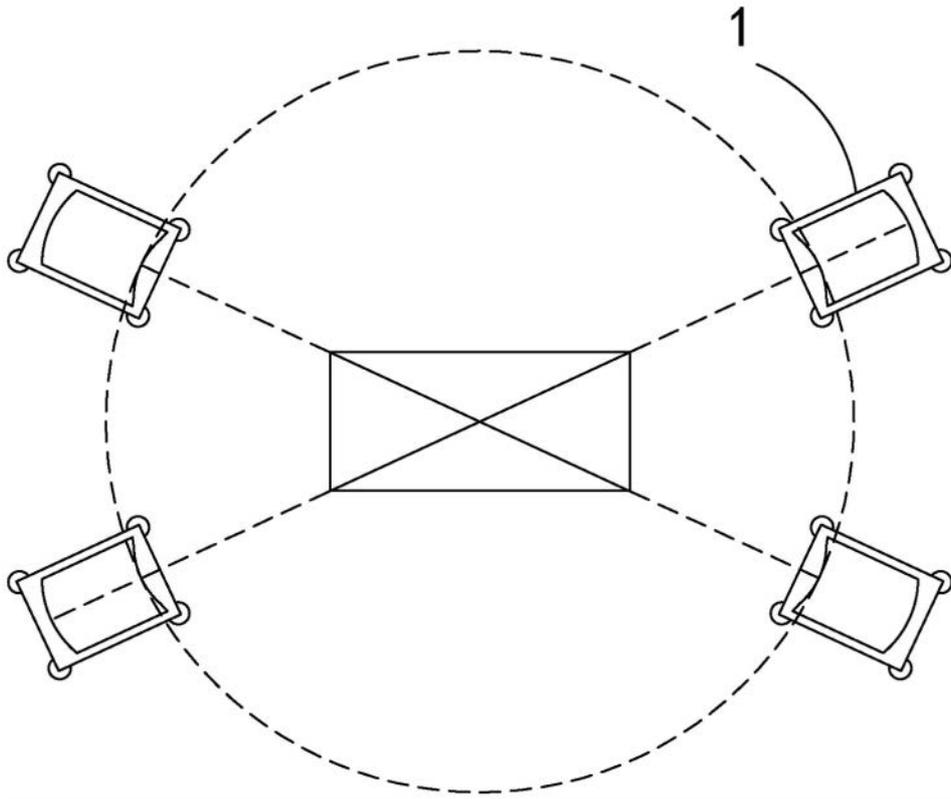


图1

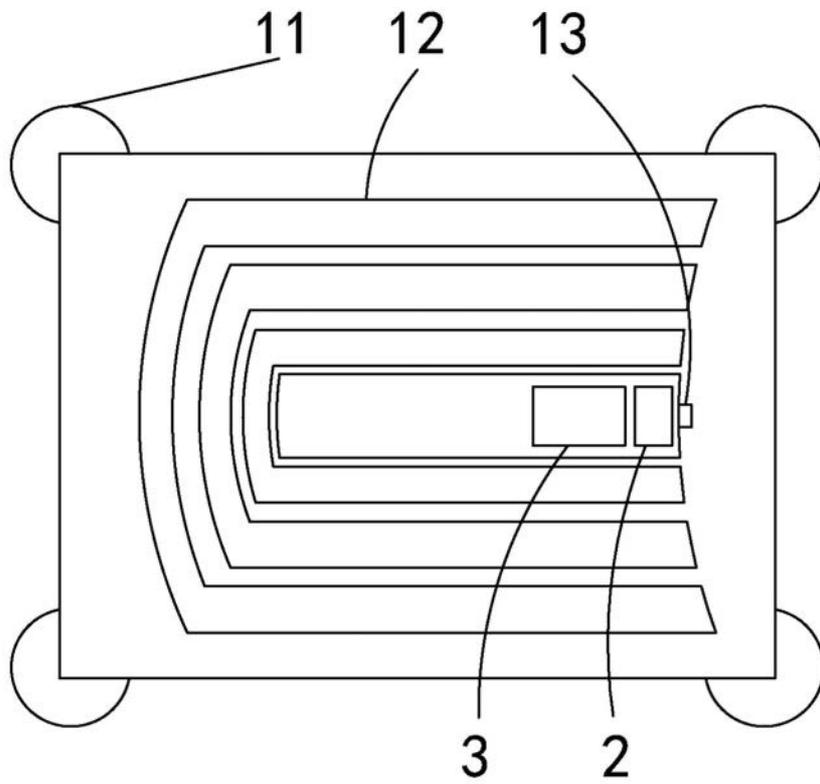


图2

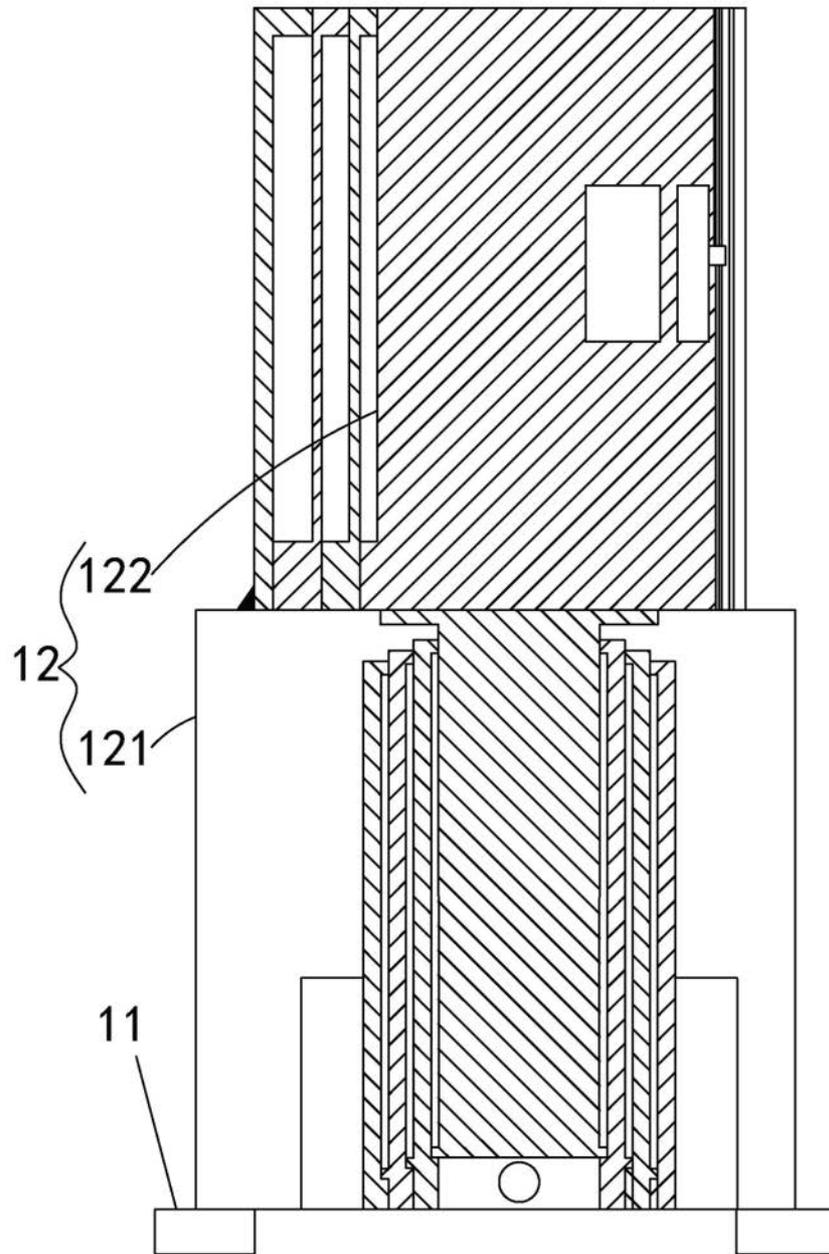


图3

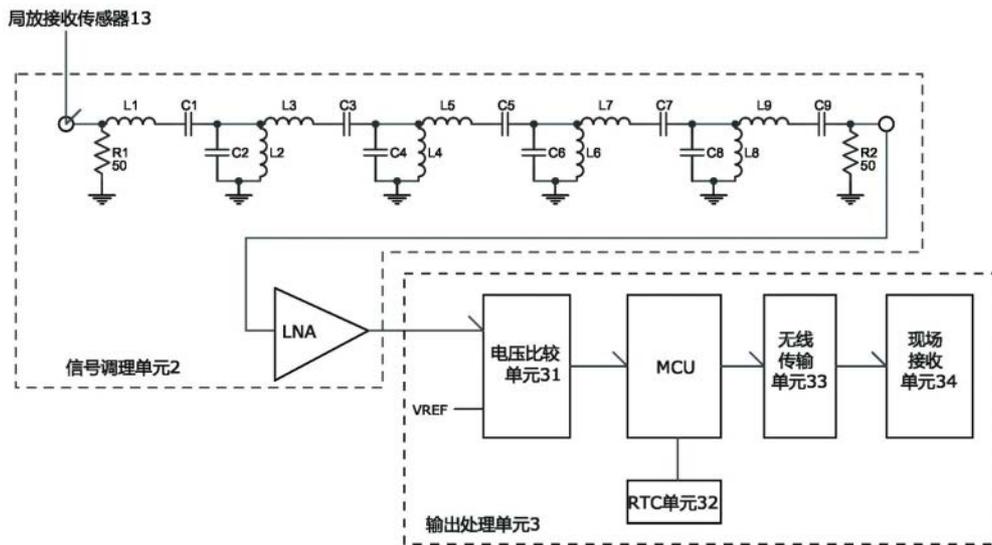


图4

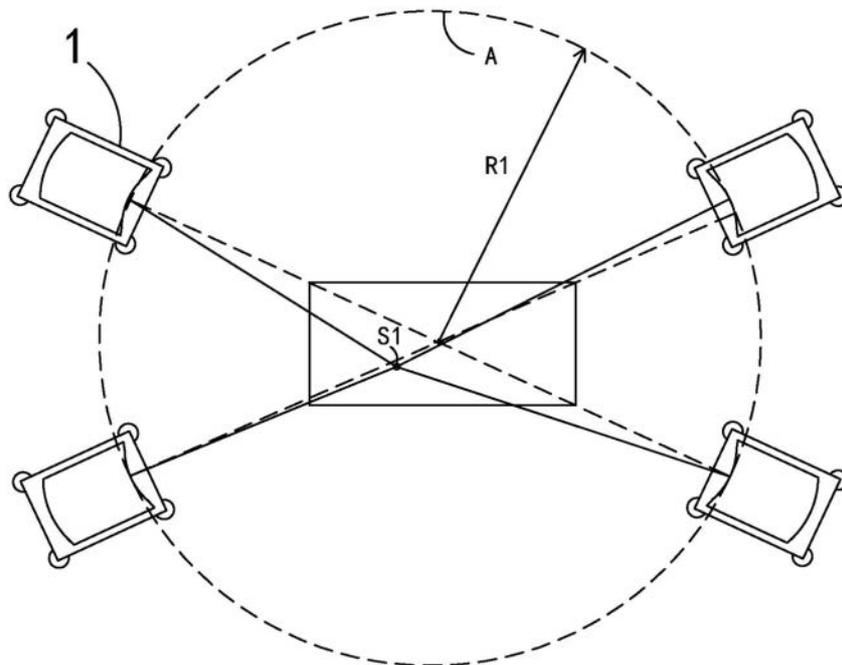


图5

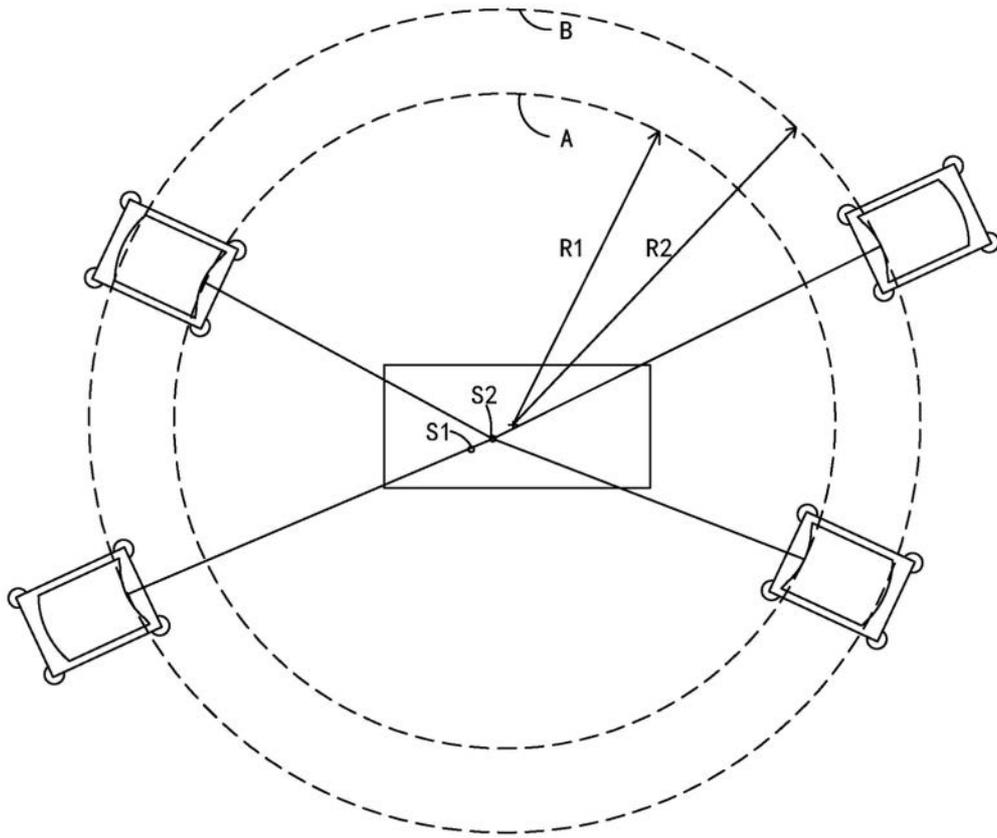


图6

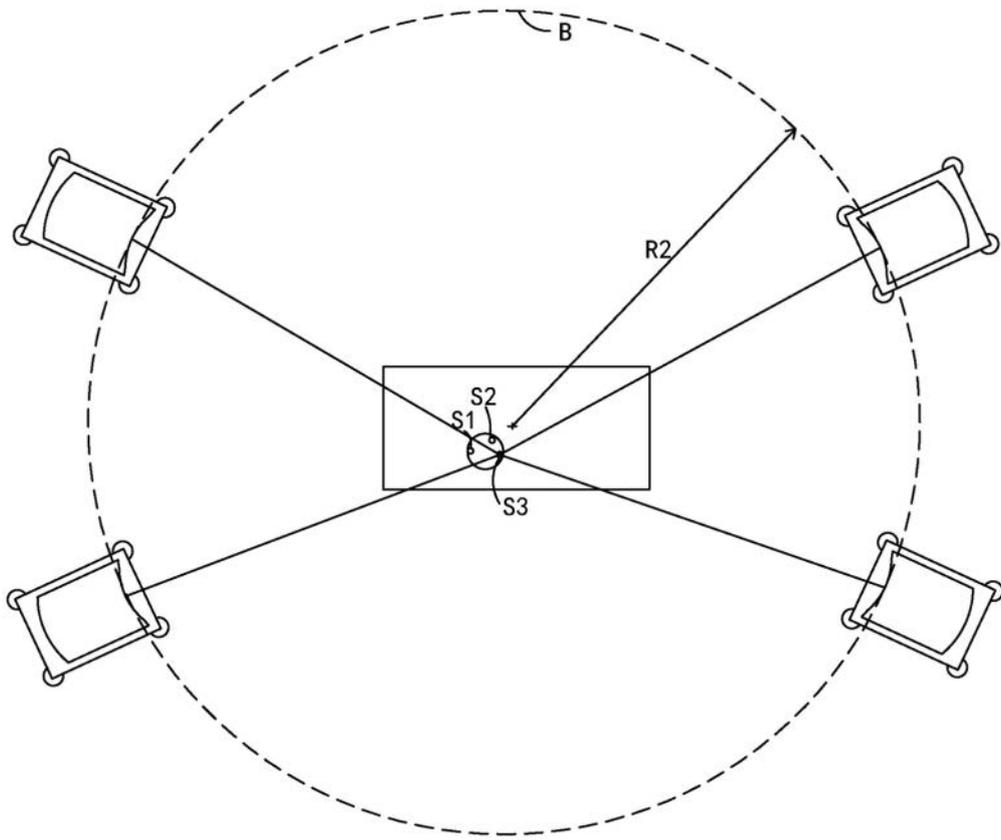


图7

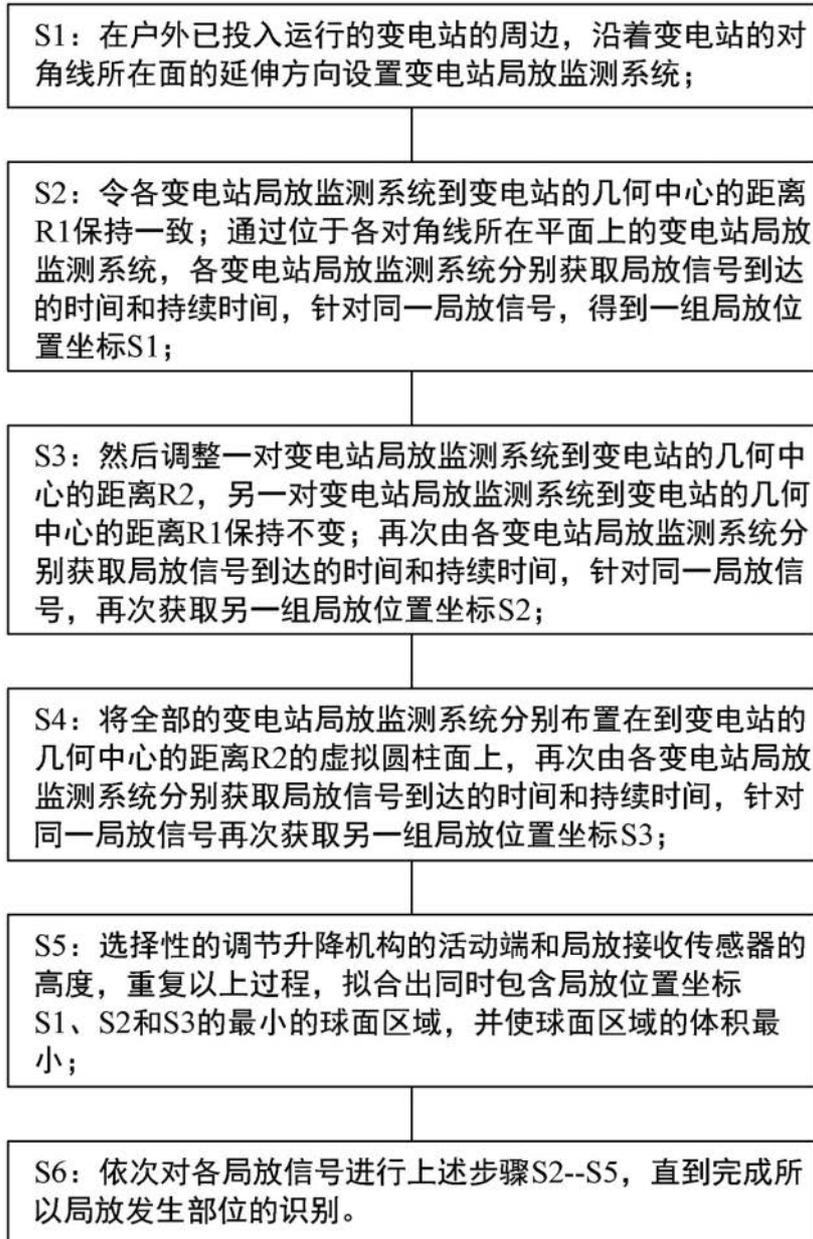


图8