



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113311251 B

(45) 授权公告日 2025. 04. 04

(21) 申请号 202110741292.4

(22) 申请日 2021.07.01

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 113311251 A

(43) 申请公布日 2021.08.27

(73) 专利权人 北京森馥科技股份有限公司
地址 102209 北京市昌平区北七家镇宏福
10号院4号楼101室

(72) 发明人 马云飞 吴杨森 刘雪松 吴晓
张群涛 徐升 万旭军 欧阳溢
徐山 李洪征 李青刚

(74) 专利代理机构 北京超凡宏宇知识产权代理
有限公司 11463
专利代理师 严小艳

(51) Int.Cl.

G01R 29/08 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 103105539 A, 2013.05.15

CN 106405254 A, 2017.02.15

CN 205941707 U, 2017.02.08

CN 212364431 U, 2021.01.15

审查员 陈映慧

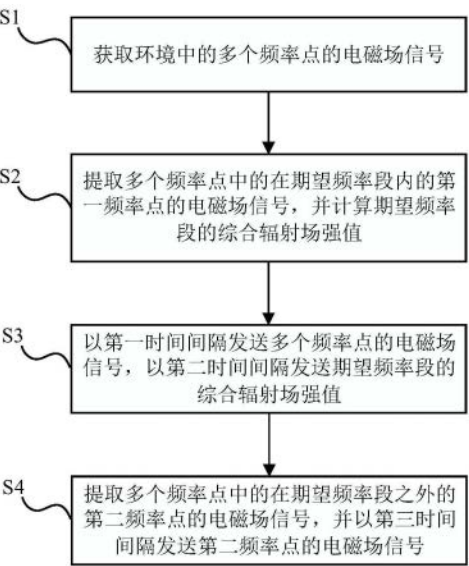
权利要求书2页 说明书13页 附图6页

(54) 发明名称

电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统

(57) 摘要

本申请涉及电磁环境监测领域,提供了一种电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统。所述电磁辐射监测方法包括:获取环境中的多个频率点的电磁场信号;提取所述多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号,并计算所述期望频率段的综合辐射场强值;以第一时间间隔发送所述多个频率点的电磁场信号,以第二时间间隔发送所述期望频率段的综合辐射场强值。根据本申请的电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统解决了由于环境中的电磁辐射的监测数据量较大而难以将监测数据进行及时发送或上传的问题,能够实现对电磁环境的实时监测。



1. 一种电磁辐射监测方法,其特征在于,所述电磁辐射监测方法包括:

获取环境中的多个频率点的电磁场信号;

提取所述多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号,并计算所述期望频率段的综合辐射场强值;其中,所述期望频率段为预设电磁应用频率段,不同期望频率段对应的电磁应用或者服务的频率范围不同;

以第一时间间隔发送所述多个频率点的电磁场信号,以第二时间间隔发送所述期望频率段的综合辐射场强值。

2. 根据权利要求1所述的电磁辐射监测方法,其特征在于,所述电磁辐射监测方法还包括:提取所述多个频率点中的在所述期望频率段之外的第二频率点的电磁场信号,并以第三时间间隔发送所述第二频率点的电磁场信号。

3. 根据权利要求1所述的电磁辐射监测方法,其特征在于,获取环境中的多个频率点的电磁场信号的步骤包括:

获取环境中的多个连续的频率检测区间中的频率点的电磁场信号,并将所述多个连续的频率检测区间中的频率点的电磁场信号整合并存储为频谱数据;

从所述频谱数据中获取所述多个频率点的电磁场信号。

4. 根据权利要求1所述的电磁辐射监测方法,其特征在于,提取所述多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号,并计算所述期望频率段的综合辐射场强值的步骤包括:

调整所述多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号的大小,并对调整后的电磁场信号进行滤波,以过滤噪声信号;

将滤波后的电磁场信号转换为数字信号,并且进行二次滤波;

基于二次滤波后的电磁场信号,计算所述期望频率段的综合辐射场强值。

5. 一种电磁辐射监测系统,其特征在于,所述电磁辐射监测系统包括电磁辐射监测仪、中控设备和数据管理服务器,所述中控设备包括第一定时器、第二定时器和处理器,

所述电磁辐射监测仪检测所述电磁辐射监测仪所处的环境中的多个频率点的电磁场数据,并将所述电磁场数据发送至所述处理器;

所述处理器响应于所述第一定时器发送的第一触发信号,将所述多个频率点的电磁场数据发送至所述数据管理服务器,所述处理器响应于所述第二定时器发送的第二触发信号,将所述多个频率点中的在期望频率段内的频率点的电磁场数据的综合辐射场强值发送至所述数据管理服务器;其中,所述期望频率段为预设电磁应用频率段,不同期望频率段对应的电磁应用或者服务的频率范围不同。

6. 根据权利要求5所述的电磁辐射监测系统,其特征在于,所述电磁辐射监测仪为多个,多个所述电磁辐射监测仪的频率检测区间是连续的。

7. 根据权利要求6所述的电磁辐射监测系统,其特征在于,所述电磁辐射监测仪包括:

低频电磁辐射监测仪,检测所述环境中的处于10赫兹至100千赫兹频率检测区间的电磁场信号;

中短波电磁辐射监测仪,检测所述环境中的处于100千赫兹至30兆赫兹频率检测区间的电磁场信号;

射频微波电磁辐射监测仪,检测所述环境中的处于30兆赫兹至6吉赫兹频率检测区间

的电磁场信号。

8. 根据权利要求5所述的电磁辐射监测系统,其特征在于,所述电磁辐射监测仪包括电磁场传感器,所述中控设备还包括光纤接口,所述电磁场传感器通过所述光纤接口连接到所述中控设备。

9. 根据权利要求5所述的电磁辐射监测系统,其特征在于,所述电磁辐射监测仪包括天线和选频测量仪,所述中控设备还包括网口接口或通用串行总线接口,所述天线和所述选频测量仪通过所述网口接口或通用串行总线接口连接到所述中控设备。

10. 根据权利要求5所述的电磁辐射监测系统,其特征在于,所述电磁辐射监测系统还包括支撑组件,所述支撑组件包括支撑杆和支撑底座,所述电磁辐射监测仪固定于所述支撑杆的第一端,所述支撑杆的第二端固定于所述支撑底座。

电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统

技术领域

[0001] 本申请涉及电磁环境监测领域,尤其是涉及一种电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统。

背景技术

[0002] 在电磁环境监测过程中,电磁辐射监测设备可能需要向外部设备发送检测到的电磁场信号或者将检测到的电磁场信号上传到电磁环境监控平台,以供后续分析或处理使用。

[0003] 然而,由于环境中的电磁辐射的监测数据量较大,特别是在监测的频谱范围较宽的情况下,可能难以在检测后将所检测的频谱范围内的所有频率点的数据进行及时发送或上传,使得难以实现对电磁环境的实时监测。

发明内容

[0004] 鉴于现有的电磁辐射监测过程中难以实现对电磁环境的实时监测,本申请提供一种电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统。根据本申请的电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统可以减少数据发送量,可及时上传监测结果。

[0005] 本申请的第一方面提供一种电磁辐射监测方法,所述电磁辐射监测方法包括:获取环境中的多个频率点的电磁场信号;提取所述多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号,并计算所述期望频率段的综合辐射场强值;以第一时间间隔发送所述多个频率点的电磁场信号,以第二时间间隔发送所述期望频率段的综合辐射场强值。

[0006] 可选地,所述电磁辐射监测方法还可以包括:提取所述多个频率点中的在所述期望频率段之外的第二频率点的电磁场信号,并以第三时间间隔发送所述第二频率点的电磁场信号。

[0007] 可选地,获取环境中的多个频率点的电磁场信号的步骤可以包括:获取环境中的多个连续的频率检测区间中的频率点的电磁场信号,并将所述多个连续的频率检测区间中的频率点的电磁场信号整合并存储为频谱数据;从所述频谱数据中获取所述多个频率点的电磁场信号。

[0008] 可选地,提取所述多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号,并计算所述期望频率段的综合辐射场强值的步骤可以包括:调整所述多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号的大小,并对调整后的电磁场信号进行滤波,以过滤噪声信号;将滤波后的电磁场信号转换为数字信号,并且进行二次滤波;基于二次滤波后的电磁场信号,计算所述期望频率段的综合辐射场强值。

[0009] 本申请的第二方面提供一种电磁辐射监测系统,所述电磁辐射监测系统包括电磁辐射监测仪、中控设备和数据管理服务器,所述中控设备包括第一定时器、第二定时器和处理器,所述电磁辐射监测仪检测所述电磁辐射监测仪所处的环境中的多个频率点的电磁场数据,并将所述电磁场数据发送至所述处理器;所述处理器响应于所述第一定时器发送

的第一触发信号定时信号,将所述多个频率点的电磁场数据发送至所述数据管理服务器,所述处理器响应于所述第二定时器发送的第二触发信号,将所述多个频率点中的在期望频率段内的频率点的电磁场数据的综合辐射场强值发送至所述数据管理服务器。

[0010] 可选地,所述电磁辐射监测仪可以为多个,多个所述电磁辐射监测仪的频率检测区间是连续的。

[0011] 可选地,所述电磁辐射监测仪可以包括:低频电磁辐射监测仪,检测所述环境中的处于10赫兹至100千赫兹频率检测区间的电磁场信号;中短波电磁辐射监测仪,检测所述环境中的处于100千赫兹至30兆赫兹频率检测区间的电磁场信号;射频微波电磁辐射监测仪,检测所述环境中的处于30兆赫兹至6吉赫兹频率检测区间的电场信号。

[0012] 可选地,所述电磁辐射监测仪可以包括电磁场传感器,所述中控设备还包括光纤接口,所述电磁场传感器通过所述光纤接口连接到所述中控设备。

[0013] 可选地,所述电磁辐射监测仪可以包括天线和选频测量仪,所述中控设备还包括网口接口或通用串行总线接口,所述天线和所述选频测量仪通过所述网口接口或通用串行总线接口连接到所述中控设备。

[0014] 可选地,所述电磁辐射监测系统还可以包括支撑组件,所述支撑组件包括支撑杆和支撑底座,所述电磁辐射监测仪固定于所述支撑杆的第一端,所述支撑杆的第二端固定于所述支撑底座。

[0015] 为使本申请的上述目的、特征和优点能更明显易懂,下文特举较佳实施例,并配合所附附图,作详细说明如下。

附图说明

[0016] 为了更清楚地说明本申请实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本申请的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,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相关的附图。

[0017] 图1示出了根据本申请的示例性实施例的电磁辐射监测方法的流程图;

[0018] 图2示出了根据本申请的示例性实施例的固定式电磁辐射监测系统的一个示例的示意图;

[0019] 图3示出了根据本申请的示例性实施例的中控设备对电磁场信号的处理电路的示意图;

[0020] 图4示出了根据本申请的示例性实施例的电磁辐射监测系统的通信连接的示意图;

[0021] 图5示出了根据本申请的示例性实施例的固定式电磁辐射监测系统的另一示例的示意图;

[0022] 图6示出了根据本申请的示例性实施例的可移动式电磁辐射监测系统的一个示例的示意图;

[0023] 图7示出了根据本申请的示例性实施例的可移动式电磁辐射监测系统的另一示例的示意图;

[0024] 图8示出了根据本申请的示例性实施例的可移动式电磁辐射监测系统的又一示例

的示意图。

[0025] 图标:100-电磁辐射监测仪;101-低频电磁辐射监测仪;102-中短波电磁辐射监测仪;103-射频微波电磁辐射监测仪;200-中控设备;210-衰减器;220-模拟滤波器;230-取样器;240-模数转换器;250-数字滤波器;260-FFT处理器;270-数据处理器;300-支撑组件;301-支撑杆;3011-第一杆部;3012-第二杆部;3013-紧固件;302-支撑底座;303-保持件;400-通信模块;500-供电模块;501-第一光伏电池板;502-电池承载架;503-第二光伏电池板;504-储能电池;505-电池盒;600-气象传感器;700-系统自身状态采集及控制模块。

具体实施方式

[0026] 下面将结合附图对本申请的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本申请的一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本申请实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。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。

[0027] 需要说明的是,本申请的实施例中将会用到术语“包括”,用于指出其后所声明的特征的存在,但并不排除增加其他的特征。

[0028] 本申请的一个方面涉及一种电磁辐射监测方法。该方法在电磁辐射监测数据量较大的情况下也能够及时提供电磁辐射监测的结果,实现对电磁环境的实时监测。

[0029] 值得注意的是,在本申请提出申请之前,在现有的电磁环境监测方案中,特别是在具有频谱分析功能的在线监测方案中,频谱分析的数据量较大,大数据量的采集、传输和处理的难度均较大,而由于环境中的电磁辐射监测数据量较大,如果在每次检测后将所检测的频谱范围内的所有频率点的所有频谱场强数据实时上传到电磁辐射监控平台,则传输和平台处理时间长,无法进行实时监测。

[0030] 此外,针对所有频率点的电磁辐射频谱场强数据对于后续分析或处理并不直观,难以快速、直观地了解到不同电磁辐射源的电磁辐射水平。一般来说,电磁辐射源的电磁发射是经过调制后的宽带信号,而非单频点信号,以5G移动通信为例,联通运营商和电信运营商的5G频段为100MHz带宽,而移动运营商的2.6GHz频段5G频段为160MHz带宽,因此,在接收电磁环境监测结果时,使用者可能更关注的是特定的应用,例如特定5G基站或特定电信运营商基站的电磁辐射水平,而并不关心具体某个频率点的电磁场信号。

[0031] 如图1所示,根据本申请的实施例的电磁辐射监测方法可包括以下步骤:

[0032] S1、获取环境中的多个频率点的电磁场信号。

[0033] 在该步骤中,环境可以指的是待进行电磁辐射监测的区域,例如,其可以是设置电磁辐射监测系统的环境。在本申请中,电磁场信号可以指的是电场信号,也可以指的是磁场信号,也可以指的是包括电场信号和磁场信号二者,其可根据监测频段而不同,例如,在低频、中短波、广播频段的电磁环境监测中,电磁场信号包括电场信号和磁场信号二者;在射频微波频段的电磁环境监测中,电磁场信号可仅指的是电场信号。作为示例,电磁场信号可以包括电磁场场强值,例如电场强度和/或磁场强度,在对低频频段进行监测时,电磁场信号可包括磁感应强度。

[0034] 作为示例,获取环境中的多个频率点的电磁场信号的步骤可以包括:S11、获取环

境中的多个连续的频率检测区间中的频率点的电磁场信号,并将多个连续的频率检测区间中的频率点的电磁场信号整合并存储为频谱数据;S12、从频谱数据中获取多个频率点的电磁场信号。

[0035] 具体来说,可将期望监测的电磁辐射的频谱划分为多个连续的频率检测区间,分别针对该多个连续的频率检测区间进行电磁辐射检测,例如,可在每个频率检测区间中选取多个频率点,检测该多个频率点的电磁场信号。在检测到多个连续的频率检测区间中的频率点的电磁场信号后,可将多个连续的频率检测区间的所有频率点的电磁场信号整合并存储为频谱数据,从而可从该频谱数据中获取环境中的多个频率点的电磁场信号,例如可从该频谱数据中选取多个预定频率点的电磁场信号,或者可使用该频谱数据中的所有频率点的电磁场信号。

[0036] 例如,如图2所示,根据本申请的实施例的电磁辐射监测系统可以包括频率检测区间连续的多个电磁辐射监测仪,例如可包括低频电磁辐射监测仪、中短波电磁辐射监测仪和射频微波电磁辐射监测仪,低频电磁辐射监测仪可检测环境中的处于10赫兹(Hz)至100千赫兹(kHz)频率检测区间的电磁场信号,中短波电磁辐射监测仪可检测环境中的处于100千赫兹至30兆赫兹频率检测区间的电磁场信号,射频微波电磁辐射监测仪可检测环境中的处于30兆赫兹(MHz)至6吉赫兹(GHz)频率检测区间的电磁场信号。根据本申请的实施例的电磁辐射监测系统的具体结构将在下文中详细描述。

[0037] S2、提取多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号,并计算期望频率段的综合辐射场强值。

[0038] 在该步骤中,期望频率段可以指的是预设的感兴趣的频率段,第一频率点可以指的是处于期望频率段内的频率点。作为示例,可以根据已知电磁应用/服务的频率范围,例如中波台的频率范围525kHz~1605kHz、短波频率范围2.2MHz~26MHz、移动运营商5G频段2515MHz~2675MHz、联通运营商5G频段3.5GHz~3.6GHz、电信运营商5G频段3.4GHz~3.5GHz等,设定期望频率段。期望频率段可以是常见的电磁应用频段。

[0039] 期望频率段可以为多个,针对每个期望频率段,可以进行选频测量。具体来说,可以确定多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号,并对所有第一频率点的场强值进行累积,计算该期望频率段的综合辐射场强值。这里,综合辐射场强值可以为所有第一频率点的电磁场场强值分别平方的加和再开平方的结果。可以对每个期望频率段计算出其综合辐射场强值,该综合辐射场强值可以表示期望频率段的电磁辐射水平。

[0040] 此外,可以基于期望频率段的综合辐射场强值建立综合辐射场强值的选频测量列表,选频测量列表中可包括所有预设的期望频率段以及其对应的综合辐射场强值。

[0041] 作为示例,步骤S2可以包括:调整多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号的大小,并对调整后的电磁场信号进行滤波,以过滤噪声信号;将滤波后的电磁场信号转换为数字信号,并且进行二次滤波;基于二次滤波后的电磁场信号,计算期望频率段的综合辐射场强值。

[0042] 具体来说,可调整多个频率点中的在期望频率段内的第一频率点的电磁场信号的大小,例如可对电磁场信号进行衰减。

[0043] 在一示例中,电磁场信号可以是模拟信号,可以对作为模拟信号的调整后的电磁场信号进行滤波,以过滤掉检测到的电磁场信号中的噪声信号;然而,在另一示例中,电磁

场信号也可以是数字信号。

[0044] 在经过一次滤波后,可对电磁场信号进行模数转换或数模转换,并对转换后的信号进行二次滤波。如此,可基于经过两次滤波处理后的电磁场信号,计算综合场强值。

[0045] 例如,如图3所示,电磁辐射监测系统可以包括电磁辐射监测仪和中控设备,中控设备可以接收来自电磁辐射监测仪的检测数据,并且可控制电磁辐射监测仪的操作。中控设备可以包括衰减器210、模拟滤波器220、取样器230、模数转换器240、数字滤波器250、FFT处理器260以及数据处理器270。衰减器可以接收来自电磁辐射监测仪的传感器发送的电磁场信号,并且对其进行衰减,并将衰减后的信号输出至模拟滤波器。模拟滤波器对电磁场信号进行一次滤波,以过滤噪声信号,并将过滤后的信号输出至取样器。取样器可对多个电磁场信号进行取样以从模拟信号中获得离散的信号,并将取样后的信号输出至模数转换器。模数转换器将取样后的离散信号转换为数字信号,并将该数字信号输出至数字滤波器。数字滤波器对信号进行二次滤波,并将滤波后的信号发送至FFT处理器和数据处理器,FFT处理器可对滤波后的信号进行快速傅里叶变换,数据处理器可基于经过快速傅里叶变换的电磁场信号计算综合辐射场强值。

[0046] S3、以第一时间间隔发送多个频率点的电磁场信号,以第二时间间隔发送期望频率段的综合辐射场强值。

[0047] 在该步骤中,第一时间间隔和第二时间间隔可以相同或不同,在一示例中,第二时间间隔可小于第一时间间隔。

[0048] 具体来说,可仅在所设定的第一时间间隔的时间点处发送测量的频谱数据,例如将频谱数据发送或者说上传到服务器,而在所设定的第二时间间隔的时间点处,可仅发送期望频率段的综合辐射场强值,例如可发送上面描述的选频测量列表。作为示例,在第二时间间隔的时间点处发送的期望频率段的综合辐射场强值的数据量可小于在第一时间间隔的时间点处发送的频谱数据的数据量的1/1000。

[0049] 在发送期望频率段的综合辐射场强值的情况下,发送的数据量大大减小,降低对电磁辐射监测系统的传输带宽的要求,提高数据传输的速率。此外,在发送期望频率段的综合辐射场强值的情况下,可减小诸如电磁辐射监控平台的后续处理装置的数据处理压力,特别是,在同时接收处理多个监测环境的检测数据的情况下,可大幅提高处理速度。此外,由于综合辐射场强值可表征期望频率段的电磁辐射的整体水平,因此,发送期望频率段的综合辐射场强值可便于直观获知感兴趣的期望频率段的电磁辐射情况,例如特定电磁辐射设施的电磁辐射水平。

[0050] 此外,分别以第一时间间隔和第二时间间隔发送频谱数据和综合场强值,一方面满足选频式电磁辐射在线监测的要求,另一方面也满足了对偶发或未知信号(在诸如选频测量列表中的频率段的期望频率段以外的信号)的测量。

[0051] 具体来说,选频测量对于已知的电磁发射频段固定的电磁应用是可行的,但是在整个监测频谱范围内,存在一些偶发的或者未知电磁辐射信号,其可能不属于已知应用/服务的工作频率,并且无法通过计算综合场强值的对已知频段积分的方法进行处理。在第一时间间隔的时间点处发送完整的监测频谱数据,可以在确保能够实时、快速获知感兴趣的期望频率段的电磁辐射水平的同时,对偶发的或者未知电磁辐射信号进行处理分析,了解环境电磁辐射信号的频谱分布情况,避免遗漏在期望频率段之外的频率点/频率段的电磁

场信号数据。

[0052] 此外,根据本申请实施例的电磁辐射监测方法还可以包括:S4、提取多个频率点中的在期望频率段之外的第二频率点的电磁场信号,并以第三时间间隔发送第二频率点的电磁场信号。

[0053] 在该步骤中,第二频率点可以指的是处于期望频率段之外的频率点,第二频率点可以是上面所述的偶发的或未知的频率点。第三时间间隔可以与第一时间间隔和/或第二时间间隔相同或不同,在一示例中,第三时间间隔可以大于第一时间间隔,第二时间间隔可以小于第一时间间隔。

[0054] 具体来说,可以提取处于期望频率段之外的第二频率点的电磁场信号,并且可将第二频率点的电磁场信号作为单独的数据列表或数据包进行发送,如此,可有利于针对偶发或未知的频率点的电磁场信号数据进行针对性的处理和分析。

[0055] 本申请的另一个方面涉及一种电磁辐射监测系统。电磁辐射监测系统中的相应构件可以执行上面所述的电磁辐射监测方法中的各个步骤/操作。

[0056] 根据本申请实施例的电磁辐射监测系统可包括电磁辐射监测仪100和中控设备200。

[0057] 电磁辐射监测仪100可以检测电磁辐射监测仪100所处的环境中的多个频率点的电磁场信号,并将检测的电磁场信号发送至中控设备200。

[0058] 电磁辐射监测仪100可以具有频谱分析功能。在一示例中,电磁辐射监测仪100可以通过天线和选频测量仪构成,天线可接收环境中的电磁场信号,并将接收到的电磁场信号传输到选频测量仪,选频测量仪可以对电磁场信号进行频谱分析。频谱分析可以指的是检测环境中的电磁场/电场信号,并基于检测到的电磁场/电场信号输出频谱的数字数据。在另一示例中,电磁辐射监测仪100可以是电磁场探头,电磁场探头可以接收环境中的电磁场信号并对电磁场信号进行频谱分析。例如,如图6、图7和图8所示,电磁辐射监测仪100可以是三轴全向电磁场探头。

[0059] 如图2所示,电磁辐射监测仪100可以为多个,多个电磁辐射监测仪100的频率检测区间可以是连续的。

[0060] 例如,电磁辐射监测仪100可以包括低频电磁辐射监测仪101、中短波电磁辐射监测仪102和射频微波电磁辐射监测仪103,其中,低频电磁辐射监测仪101可以检测环境中的处于10赫兹至100千赫兹频率检测区间的电磁场信号,中短波电磁辐射监测仪102可以检测环境中的处于100千赫兹至30兆赫兹频率检测区间的电磁场信号,射频微波电磁辐射监测仪103可以检测环境中的处于30兆赫兹至6吉赫兹频率检测区间的电磁场信号。

[0061] 此外,在图2的示例中,电磁辐射监测仪100还可以包括广播电磁辐射监测仪(未示出),广播电磁辐射监测仪可检测环境中的处于100千赫兹至138兆赫兹频率检测区间的电磁场信号。

[0062] 尽管上面描述了电磁辐射监测仪100可以为多个,但是本申请的实施例不限于此。如图4所示,也可仅设置一个电磁辐射监测仪100,这里,根据频率检测区间的需求,电磁辐射监测仪100可以为低频电磁辐射监测仪101、中短波电磁辐射监测仪102、射频微波电磁辐射监测仪103和广播电磁辐射监测仪中的任一者。

[0063] 在图6、图7和图8的示例中,电磁辐射监测仪100可以包括低频电磁场探头、中短波

电磁场探头和射频宽带电磁场探头中的任一者或多个。

[0064] 中控设备200可以包括处理器、第一定时器和第二定时器,电磁辐射监测仪100可以将检测的电磁场数据发送至中控设备200的处理器。

[0065] 处理器可以提取多个频率点中的在期望频率段内的频率点的电磁场信号,以确定期望频率段的综合辐射场强值。具体来说,处理器可以执行上面在电磁辐射监测方法的实施例中描述的步骤来计算综合辐射场强值。此外,处理器可以基于期望频率段的综合场强值建立选频测量列表。

[0066] 定时器可以发送用于控制处理器的操作的定时信号,处理器响应于定时器发送的定时信号,发送来自电磁辐射监测仪的电磁场数据。

[0067] 具体来说,处理器可以响应于第一定时器发送的第一触发信号将多个频率点的电磁场数据发送至数据管理服务器,并且处理器可以响应于第二定时器发送的第二触发信号,将多个频率点中的在期望频率段内的频率点的电磁场数据的综合辐射场强值发送至数据管理服务器。

[0068] 此外,处理器还可以提取多个频率点中的在期望频率段之外的第二频率点的电磁场信号,并以第三时间间隔发送第二频率点的电磁场信号。

[0069] 在电磁辐射监测仪100为多个且多个电磁辐射监测仪100的频率检测区间连续的情况下,处理器可以将多个连续的频率检测区间中的频率点的电磁场信号整合并存储为频谱数据,并且从频谱数据中获取多个频率点的电磁场信号。这里,处理器可以包括上面描述的FFT处理器和数据处理器,但是不限于此,其也可以包括其他处理器,以将电磁场数据发送至数据管理服务器。

[0070] 此外,中控设备200还可以包括上面描述的衰减器、模拟滤波器、取样器、模数转换器和数字滤波器。中控设备200可通过射频线缆、光纤等通信连接线与频谱天线连接,以接收来自频谱天线的电磁场数据,并经过模拟及数字信号的处理后,得到频谱数据及综合场强值。上述构件的功能及连接方式已在上面方法实施例中具体描述,这里不再赘述。

[0071] 如图2和图5所示,中控设备200可以是计算机主机,其具有较强的数据处理能力;如图6、图7和图8所示,中控设备200也可以是便携式安全箱,其便于携带和移动。

[0072] 在电磁辐射监测仪100通过天线和选频测量仪构成的情况下,中控设备200还可以包括网口接口或通用串行总线接口(USB接口),这里,网口接口例如是可以用于连接以太网的网络接口,诸如RJ45接口等,天线和选频测量仪分别通过网口接口或USB接口连接到中控设备200的处理器,以与处理器进行通信。例如,如图4所示,天线和选频测量仪可通过射频线连接到中控设备200的网口接口或USB接口。然而,本申请不限于此,中控设备200也可以通过移动通信网络与处理器进行通信。

[0073] 在电磁辐射监测仪100包括电磁场传感器的情况下,中控设备200还可以包括光纤接口,电磁场传感器可通过光纤接口连接到中控设备200的处理器,以与处理器进行通信。例如,如图4所示,电磁场传感器可通过光纤连接到中控设备200的光纤接口。

[0074] 电磁辐射监测系统还可以包括支撑组件300,支撑组件300可包括支撑杆301和支撑底座302。如图2和图5所示,电磁辐射监测仪100固定于支撑杆301的第一端,支撑杆301的第二端固定于支撑底座302。支撑杆301可以包括绝缘材料,以避免对电磁辐射监测仪100的检测过程产生电磁干扰。例如,支撑杆301可以是玻璃纤维管。

[0075] 支撑底座302可用于将支撑组件300放置于地面。在图2和图5所示的示例中,电磁辐射监测系统可以为固定式系统,支撑底座302可通过诸如螺栓等紧固方式固定在地面上,以使电磁辐射监测仪100相对于地面位置固定地安装。在图6、图7和图8所示的另一示例中,电磁辐射监测系统可以为可移动式系统,电磁辐射监测仪100可以可拆卸地连接到支撑杆301。支撑杆301的第二端可以可拆卸地连接到支撑底座302,支撑底座302可形成T型支架,以在支撑底座302不固定到地面的情况下也能够稳定地支撑支撑杆301。此外,电磁辐射监测仪100可以通过保持件303固定到支撑杆301,保持件303例如可以是夹具。

[0076] 此外,在图6、图7和图8的示例中,支撑杆301可包括第一杆部3011和第二杆部3012。第一杆部3011和第二杆部3012可拆卸地连接,以能够将支撑杆301拆卸为至少两部分,从而便于支撑杆301的收纳和移动。例如,第一杆部3011和第二杆部3012可通过诸如手拧螺钉的紧固件3013连接。电磁辐射监测仪100可固定在第一杆部3011上,第二杆部3012可与支撑底座302可拆卸地连接。然而,第一杆部3011和第二杆部3012的连接方式不限于此,例如,第一杆部3011和第二杆部3012也可以彼此套接,使得第一杆部3011和第二杆部3012中的一者可相对于另一者伸出和缩回,从而可便于支撑杆301的收纳和移动。

[0077] 电磁辐射监测系统还可以包括数据管理服务器,中控设备200可将来自电磁辐射监测仪的电磁场数据发送至数据管理服务器,以供数据管理服务器进行分析和处理。数据管理服务器例如可以是电磁辐射监控平台。

[0078] 如图4所示,电磁辐射监测系统还可以包括通信模块400,通信模块400可以负责中控设备200的通信,例如中控设备200与数据管理服务器的通信。作为示例,通信模块400可以为无线通信模块。通信模块400的通信方式例如可以是WiFi、蓝牙、蜂窝网络等。

[0079] 中控设备200可以通过通信模块400将频谱场强数据和综合辐射场强值(例如,选频测量列表)上传到电磁辐射监控平台,并且可负责监控电磁辐射监测系统的整体运行正确性及稳定性,若发现监控电磁辐射监测系统存在异常运行的情况,则可进行自动恢复和修正,并且还可以发送告警消息,例如,电磁辐射监测系统可包括显示装置,中控设备200可在显示装置上显示警告消息,或者,中控设备200可向通信连接到电磁辐射监测系统的移动终端发送提示系统运行异常的消息,以提醒持有移动终端的操作人员。

[0080] 中控设备200可以包括至少两个光纤接口和至少两个网口接口(或至少两个USB接口),光纤接口可用于接入诸如低频电磁场选频探头、中短波电磁场选频探头的电磁场选频探头。网口接口或USB接口可用于接入诸如射频电场选频测量仪(含射频电场天线和选频测量仪)、广播磁场选频测量仪(含广播磁场天线和选频测量仪)的包括天线和选频测量仪的电场选频测量仪。电磁辐射监测仪100可以包括低频电磁场选频探头、中短波电磁场选频探头、射频电场选频测量仪以及广播磁场选频测量仪中的一者或者多者的组合,以支持同步进行选频在线监测。作为示例,射频电场天线和广播电磁场天线可以分别为单独的设备,设置在机箱中,并且可与中控设备通过网口接口或USB接口通信,低频电磁场探头和中短波电磁场探头可以为电磁场探头。

[0081] 如图4所示,电磁辐射监测系统还可以包括供电模块500,供电模块500可向电磁辐射监测仪100和中控设备200提供电力。

[0082] 在图2和图5的示例中,供电模块500可以包括第一光伏电池板501和电池承载架502。第一光伏电池板501连接到中控设备200并为中控设备200提供电力。第一光伏电池板

501可固定在电池承载架502上并且相对于水平方向倾斜设置,以将光能转换为电能。电池承载架502可形成为中空的支架结构。

[0083] 供电模块500还可以包括第二光伏电池板503。第二光伏电池板503可固定在支撑杆301上,并且可设置在电磁辐射监测仪100下方。第二光伏电池板503连接到电磁辐射监测仪100并为电磁辐射监测仪100提供电力。

[0084] 供电模块500还可以包括储能电池504,第一光伏电池板501和第二光伏电池板503中的任一者或两者可电连接到储能电池504,以将由光能转换来的电能储存在储能电池504中。储能电池504可设置在电池承载架502中。

[0085] 在图6、图7和图8的示例中,电磁辐射监测系统的供电模块500可以包括电池盒505。电池盒505可拆卸地安装在支撑杆301上,并可电连接到电磁辐射监测仪100,以向电磁辐射监测仪100提供电力。作为示例,电池盒505可以是可充电电池。

[0086] 电磁辐射监测系统的供电模块500可以将交流220V电源及第一光伏电池板或第二光伏电池板供电转换为稳定的直流电,以保障电磁辐射监测系统正常工作所需要的稳定的电源供应。

[0087] 根据本申请实施例的供电模块500还可包括供电控制器,供电控制器可用于控制第一光伏电池板501、第二光伏电池板503或电池盒505的电力开关。

[0088] 如图2和图5所示,电磁辐射监测系统还可包括气象传感器600。气象传感器600可以与中控设备200的处理器通信连接,并且将采集到的气象数据发送至该处理器。气象数据例如可以包括气温、空气湿度、气压等,处理器可以将同一时刻采集的气象数据和电磁场信号数据相关联,以便于分析不同气象条件与电磁场辐射情况的关系。

[0089] 如图4所示,电磁辐射监测系统还可包括系统自身状态采集及控制模块700,系统自身状态采集及控制模块700用于实时采集电磁辐射监测系统的工作状态信息,并将所采集到的所有信息发送给中控设备200,中控设备200对信息进行分析后可启动对电磁辐射监测系统的恢复工作。

[0090] 上面总体上描述了根据本申请实施例的电磁辐射监测系统的构造,下面将具体结合图2、图5至图8详细描述根据本申请实施例的电磁辐射监测系统的工作方式。这里,图2和图5示出了根据本申请实施例的固定式电磁辐射监测系统的示意图,图6至图8示出了根据本申请实施例的可移动式电磁辐射监测系统的示意图。

[0091] 具体来说,图2示出了包括多个电磁辐射监测仪100的电磁辐射监测系统,电磁辐射监测仪100可包括低频电磁辐射监测仪101、中短波电磁辐射监测仪102和射频微波电磁辐射监测仪103,以采集在不同频率段的电磁场信号。

[0092] 图5示出了包括单个电磁辐射监测仪100的电磁辐射监测系统,其中,电磁辐射监测仪100可以为低频电磁辐射监测仪101、中短波电磁辐射监测仪102和射频微波电磁辐射监测仪103中的任一者。

[0093] 在图5的示例中,可单独监测低频频段(10Hz ~ 100kHz)的环境电磁场频谱、中短波频段(100kHz ~ 30MHz)的环境电磁场频谱、射频微波频段(30MHz ~ 6GHz)的环境电磁场频谱或广播频段(100kHz ~ 138MHz)的环境电磁场频谱并且可进行选频测量。可以采用具有频谱分析功能的低频电磁辐射在线监测仪、中短波电磁辐射在线监测仪、射频微波电磁辐射在线监测仪或广播电磁辐射在线监测仪作为电磁辐射测量仪,电磁辐射测量仪可通过光纤连接

到中控设备200的光纤接口。

[0094] 对于低频频段(10Hz ~ 100kHz)而言,期望频率段可以包括10Hz ~ 1kHz和1kHz ~ 100kHz两个频率段。

[0095] 对于中短波频段(100kHz ~ 30MHz)而言,期望频率段可以包括中波广播(525kHz ~ 1605kHz)和短波广播(2.2MHz ~ 26MHz)两个频率段。

[0096] 对于射频微波频段(30MHz ~ 6GHz)而言,期望频率段可以包括FM广播(87MHz ~ 108MHz)、VHF电视(46MHz ~ 87MHz、165MHz ~ 230MHz)、UHF电视(300MHz ~ 800MHz)、电信CDMA(870MHz ~ 880MHz)、移动GSM900(935MHz ~ 960MHz)、移动5G(2515MHz ~ 2675MHz)、联通5G(3500MHz ~ 3600MHz)、电信5G(3400MHz ~ 3500MHz)以及广电5G(4900MHz ~ 4960MHz)。

[0097] 对于广播频段(100kHz ~ 138MHz)而言,期望频率段可以包括中波广播(525kHz ~ 1605kHz)、短波广播(2.2MHz ~ 26MHz)、FM广播(87MHz ~ 108MHz)以及机场广播(108MHz ~ 138MHz)。

[0098] 根据本申请实施例的电磁辐射监测系统可以采用单相交流220V作为主要供电电源,光伏电池板可作为辅助供电电源,系统可根据实际防护设计可装于室内或室外。系统本身可以通过有线或无线方式进行连接,例如中控设备可通过有线或无线连接与服务端的电磁辐射监控平台通信,以将监测数据上传到服务端的电磁辐射监控平台。

[0099] 电磁辐射监测系统可以实现全天24小时不间断长期工作,电磁辐射监测仪100可以实时采集环境中的电磁场信号,并且通过滤波、模数转换等处理后,以数字量的形式发送到中控设备200的处理器。

[0100] 中控设备200的处理器对接收到的电磁场信号进行处理,得到相应的频谱及综合值数据,并且将得到的数据存储在本地,并以预定时间间隔上传到电磁辐射监控平台。

[0101] 电磁辐射监测系统的具体操作过程可以包括:在电磁辐射监测系统开机后,中控设备200的处理器内部程序加载配置好的站点探头型号、期望频率段(例如,选频测量列表)、综合辐射场强值上传定时时间(例如,第二时间间隔)、频谱数据上传定时时间(例如,第一时间间隔)以及可选的偶发或未知电磁场信号上传定时时间(例如,第三时间间隔)。中控设备200可以获取电磁辐射监测仪采集到的频谱数据,根据期望频率段(例如,选频测量列表中所设置的测量频段)进行数据的计算,在待测项计算完成后,可将期望频率段的综合辐射场强值进行本地临时存储,并且频谱数据也可被临时存储在本地,综合辐射场强值数据上传与频谱数据上传均采用定时器中断,当定时器中断触发时,将最近一次临时存储的综合辐射场强值数据和频谱数据上传,以实现定时上传综合辐射场强值数据和频谱数据。这里,定时器的定时时间(例如,第一时间间隔、第二时间间隔和第三时间间隔)可通过外部指令或预设程序进行配置。

[0102] 图6至图8示出了根据本申请实施例的可移动式电磁辐射监测系统的示意图。

[0103] 如图6和图7所示,电磁辐射监测系统为可移动结构,并且可仅设置有一个电磁辐射监测仪100。

[0104] 在图6中,电磁辐射监测仪100可为三轴全向电磁场探头,这里,根据需要监测的频段不同,三轴全向电磁场探头可以为三轴全向低频电磁场探头或三轴全向中短波电磁场探头。在图7中,电磁辐射监测仪100可为三轴全向射频宽带电磁探头。三轴全向电磁场探头可通过光纤或射频线与中控设备200通信连接。

[0105] 如图8所示,电磁辐射监测系统为可移动结构,并且可包括多个电磁辐射监测仪100,每个电磁辐射监测仪100可设置有对应的支撑组件300,多个电磁辐射监测仪100可通信连接到同一中控设备200。图8中的电磁辐射监测仪100可包括三轴全向电磁场探头,具体来说,可包括三轴全向低频电磁场探头、三轴全向中短波电磁场探头和三轴全向射频宽带电磁探头,以针对不同的频率检测区间进行检测。在图8的示例中,电磁辐射监测仪100的射频频谱天线可通过射频线与中控设备200通信连接,电磁辐射监测仪100的低频频谱天线和中短波频谱天线可通过光纤与中控设备200通信连接。

[0106] 尽管图8中示出了电磁辐射监测系统包括三个电磁辐射监测仪100,然而,本申请的实施例不限于此,例如,电磁辐射监测系统也可包括两个电磁辐射监测仪100,两个电磁辐射监测仪100可分别为三轴全向中短波电磁场探头和三轴全向射频宽带电磁探头。

[0107] 电磁辐射监测系统的电磁辐射监测仪100可采用电池盒505供电,中控设备200可采用电池盒505或AC220供电。电磁辐射监测仪100可通过光纤与中控设备200连接,以进行数据通信。电磁辐射监测仪100可安装于支撑组件,此外,电磁辐射监测仪100可与周边物体保持1.5米以上的距离,以避免受到周边物体的电磁干扰。

[0108] 中控设备200接收到电磁辐射监测仪100的监测数据后,在完成数据的分析处理后,可将数据上传到电磁辐射监控平台,并且可在本地存储有数据的备份。

[0109] 根据电磁辐射监测仪100的频率检测区间的不同,电磁辐射监测系统可针对低频电磁场、中短波电磁场和射频电磁场中的一者或多者进行监测。

[0110] 图6至图8所示的可移动式电磁辐射监测系统的具体操作过程与固定式电磁辐射监测系统类似,其可以包括:在电磁辐射监测系统开机后,中控设备200的处理器内部程序加载配置好的站点探头型号、期望频率段(例如,选频测量列表)、综合辐射场强值上传定时时间(例如,第二时间间隔)、频谱数据上传定时时间(例如,第一时间间隔)以及可选的偶发或未知电磁场信号上传定时时间(例如,第三时间间隔)。中控设备200可以获取电磁辐射监测仪采集到的频谱数据,根据期望频率段(例如,选频测量列表中所设置的测量频段)进行数据的计算,在待测项计算完成后,可将期望频率段的综合辐射场强值进行本地临时存储,并且频谱数据也可被临时存储在本地,综合辐射场强值数据上传与频谱数据上传均采用定时器中断,当定时器中断触发时,将最近一次临时存储的综合辐射场强值数据和频谱数据上传,以实现定时上传综合辐射场强值数据和频谱数据。这里,定时器的定时时间(例如,第一时间间隔、第二时间间隔和第三时间间隔)可通过外部指令或预设程序进行配置。

[0111] 由于监测对象的特殊性,现有的对于电磁环境的在线式监测设备,仅能够区分低频(工频)和射频(例如100kHz~6GHz)两种大频率段的电磁场监测,得到低频场强和射频宽带场强,而不能对中波广播、短波广播、移动通信、FM广播、电视、雷达、其他电磁辐射源的电磁辐射水平或环境贡献做到分别监测。根据本申请的电磁辐射监测方法和系统可以对从低频到广播频率中的各个频率段进行分别监测,并且可针对预设的期望频率段计算综合辐射场强值,以减小数据传输量、提高数据处理速度。

[0112] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0113] 在本申请所提供的实施例中,应该理解到,所揭露的装置和方法,可以通过其他的方式实现。以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,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,又例如,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。

[0114] 所述作为分离部件说明的单元可以是或者也可以不是物理上分开的,作为单元显示的部件可以是或者也可以不是物理单元,即可以位于一个地方,或者也可以分布到多个网络单元上。可以根据实际的需要选择其中的部分或者全部单元来实现本申请的实施例方案的目的。

[0115] 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。

[0116] 所述功能如果以软件功能单元的形式实现并作为独立的产品销售或使用,可以存储在一个处理器可执行的非易失的计算机可读取存储介质中。基于这样的理解,本申请的技术方案本质上或者说对现有技术做出贡献的部分或者该技术方案的部分可以以软件产品的形式体现出来,该计算机软件产品存储在一个存储介质中,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)执行本申请各个实施例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(Read-Only Memory,ROM)、随机存取存储器(Random Access Memory,RAM)、磁碟或者光盘等各种可以存储程序代码的介质。

[0117] 根据本申请的电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统可以以不同的时间间隔发送多个频率点的电磁场信号和期望频率段的综合辐射场强值,可以减少数据发送量,实现对电磁环境的实时监测,并且可及时上传监测结果,即可实现在线式监测。

[0118] 此外,根据本申请的电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统可以提供期望频率段的综合辐射场强值,以能够更直观地表征不同频率段的电磁辐射水平。

[0119] 此外,根据本申请的电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统可采用具有电磁频谱分析功能的电磁辐射测量仪(或探头)作为测量前端获取环境中的电磁频谱信号,以实现针对不同频率检测区间的检测。

[0120] 此外,根据本申请的电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统可按照不同的已知电磁应用频段制定选频测量列表,对各个电磁应用频段分别进行选频测量,以得到各个电磁应用频段的综合场强值,建立选频测量结果列表,从而实现了对各种已知电磁辐射信号的选频测量,极大地减小了所需上传的数据量以及平台所需处理的数据量,提高测量和数据处理速度。

[0121] 此外,根据本申请的电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统可以按照预定的时间间隔上传多个频率点的电磁场数据到监控平台,可以补充期望频率段以外的电磁辐射信号情况,有助于了解环境中整体电磁辐射的频谱状况,使得可以平衡电磁辐射监测效率和监测数据全面性。

[0122] 此外,根据本申请的电磁辐射监测方法及电磁辐射监测系统可以具有低频电磁场选频探头、中短波电磁场选频探头、射频电场选频测量仪和广播磁场选频测量仪中的一个或多个,以进行低频电磁场、中短波电磁场、射频电场和广播磁场中的一个或多个的电磁辐射监测,从而覆盖的监测频谱范围更宽,适合于不同应用环境的监测。

[0123] 最后应说明的是:以上所述实施例,仅为本申请的具体实施方式,用以说明本申请的技术方案,而非对其限制,本申请的保护范围并不局限于此,尽管参照前述实施例对本申

请进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改或可轻易想到变化,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改、变化或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本申请实施例技术方案的精神和范围,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

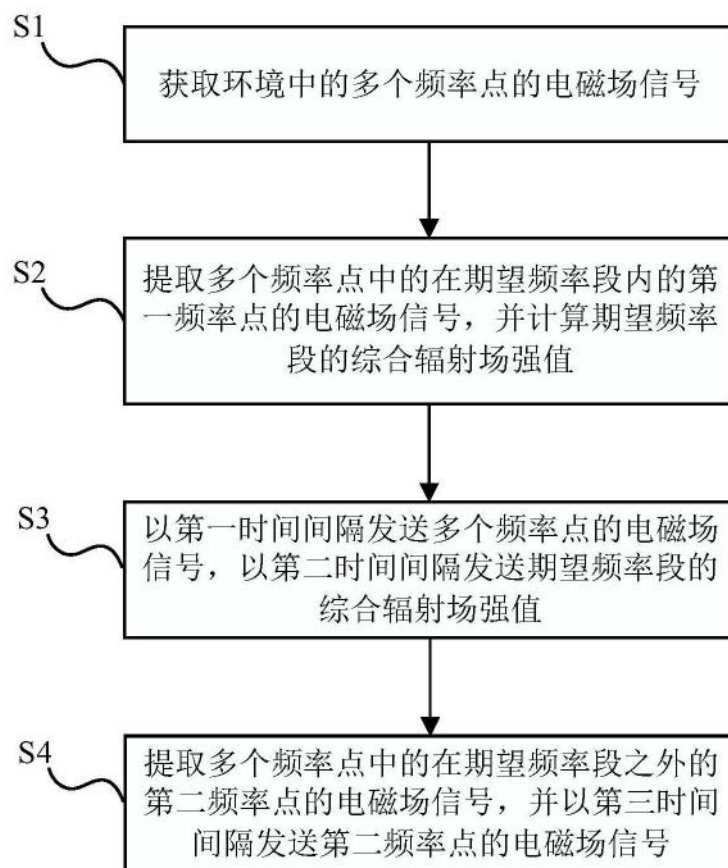


图1

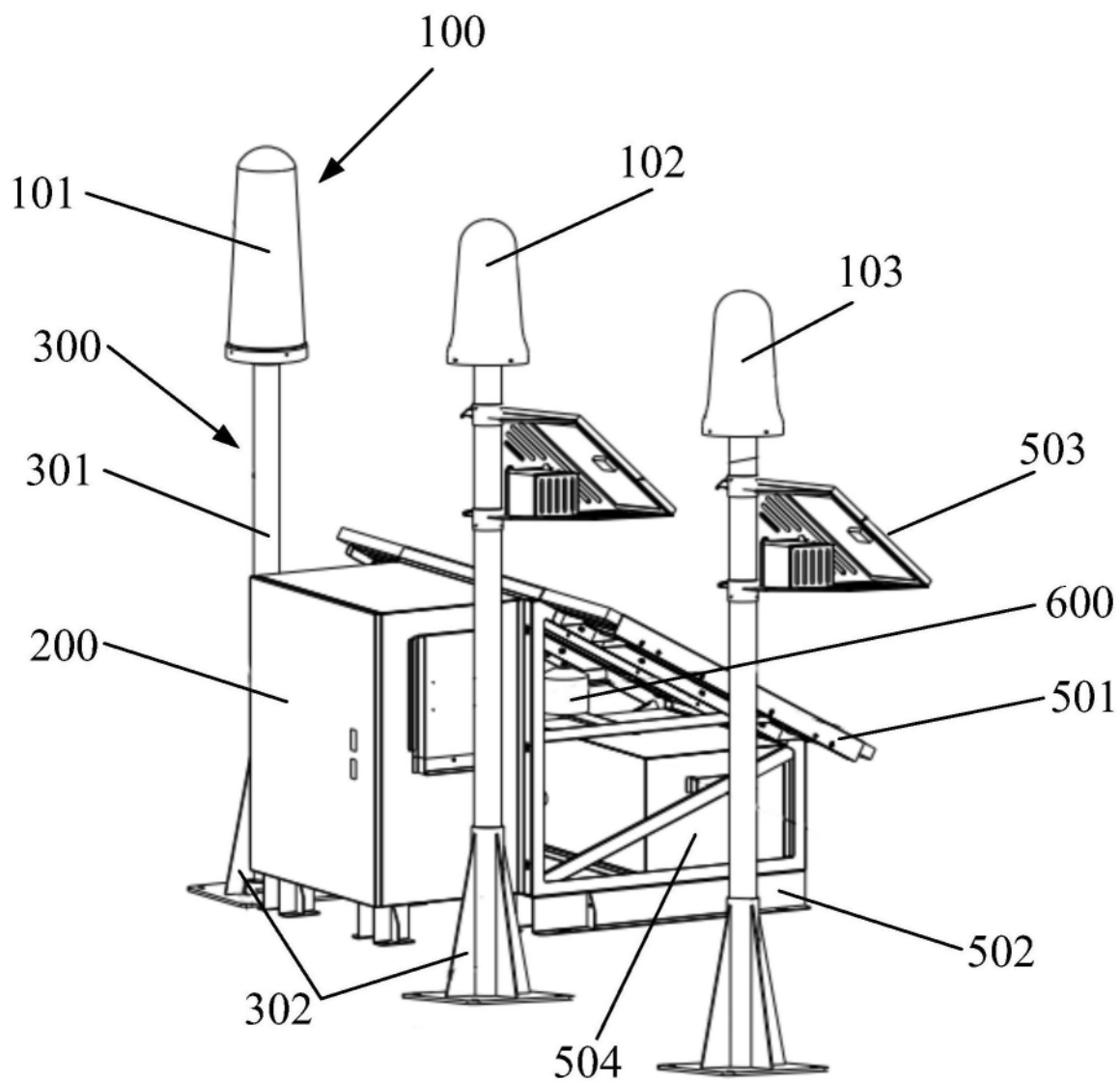


图2

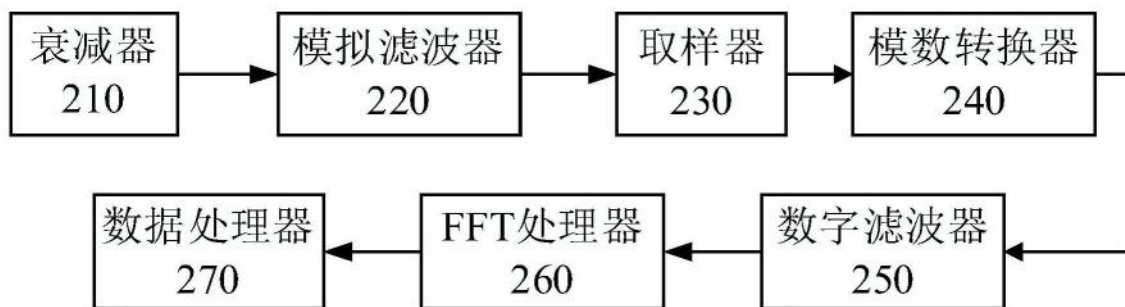


图3

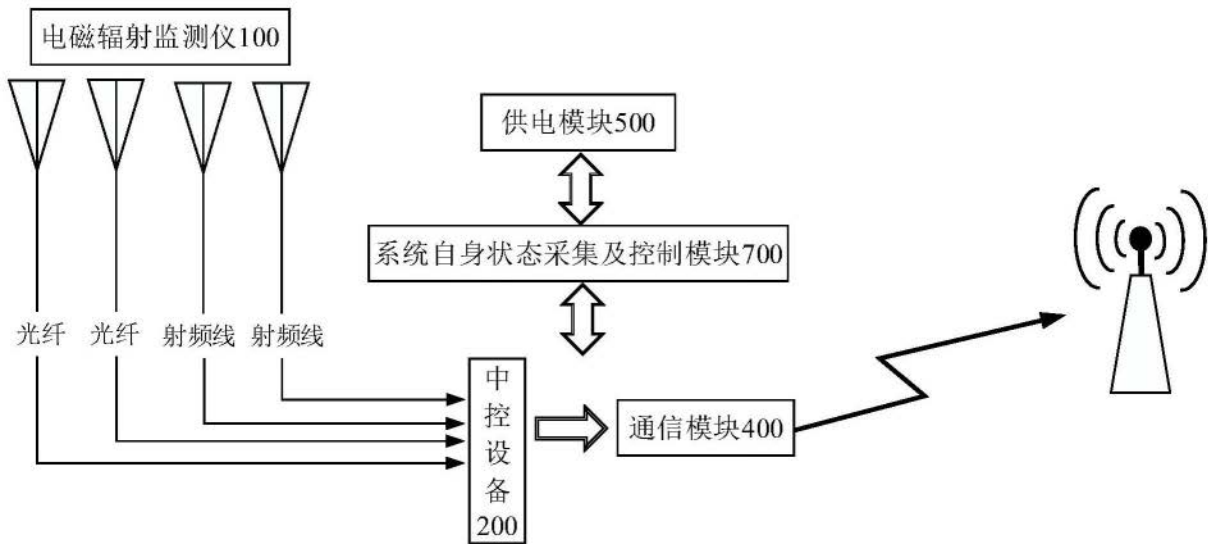


图4

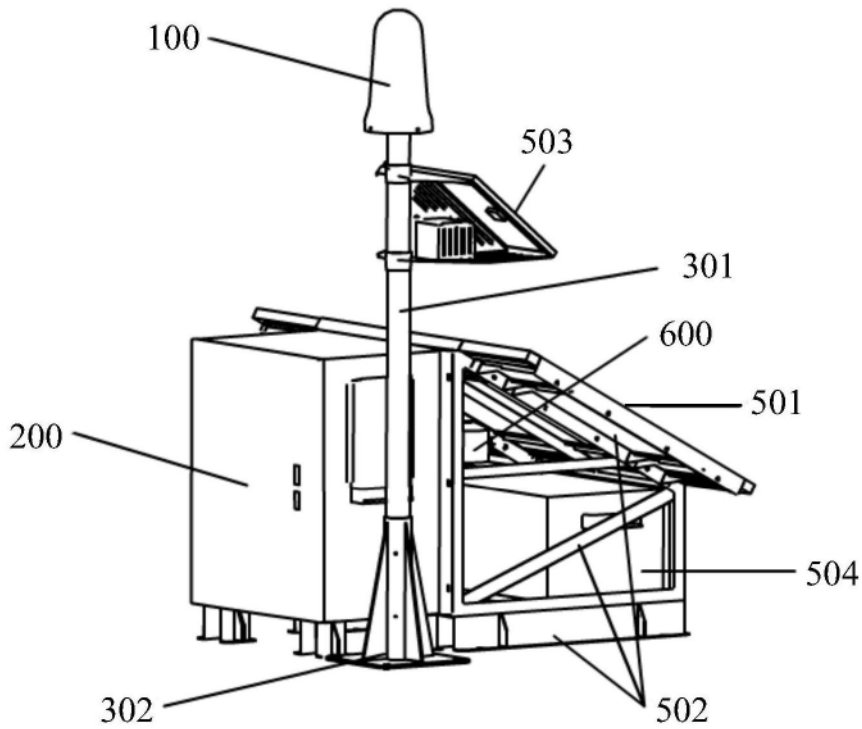


图5

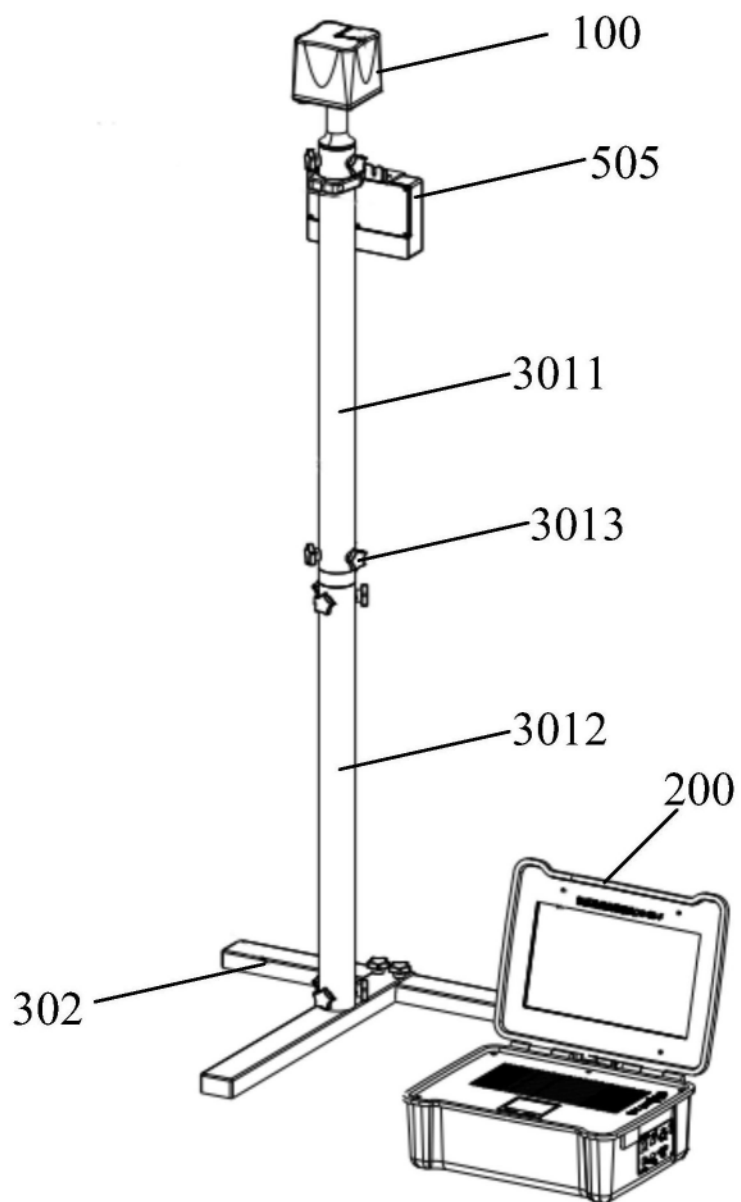


图6

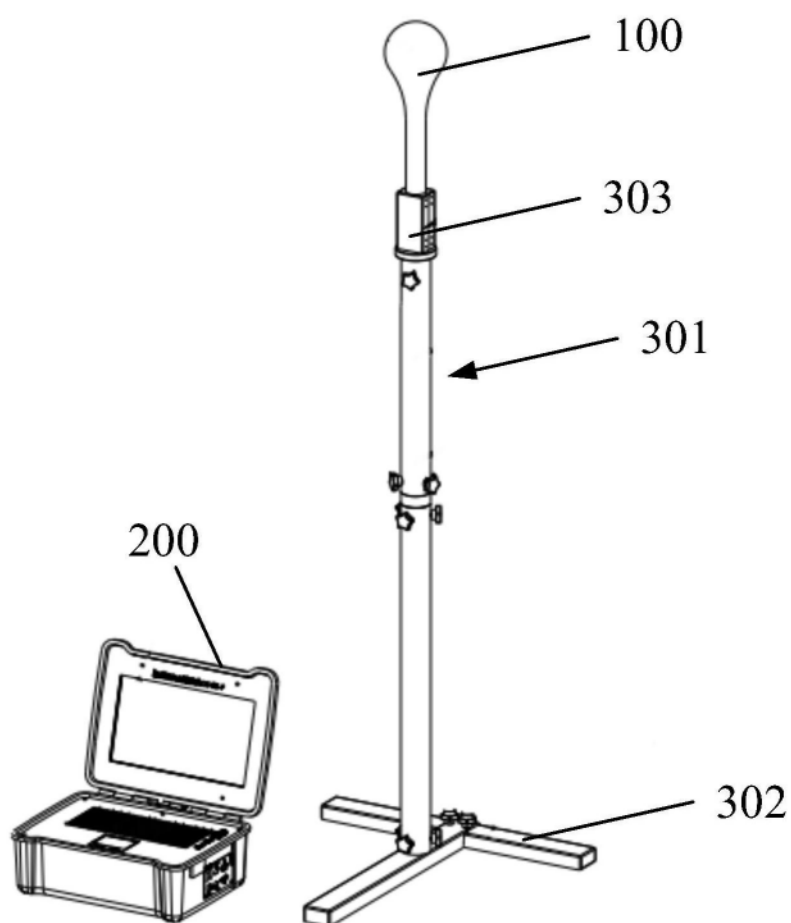


图7

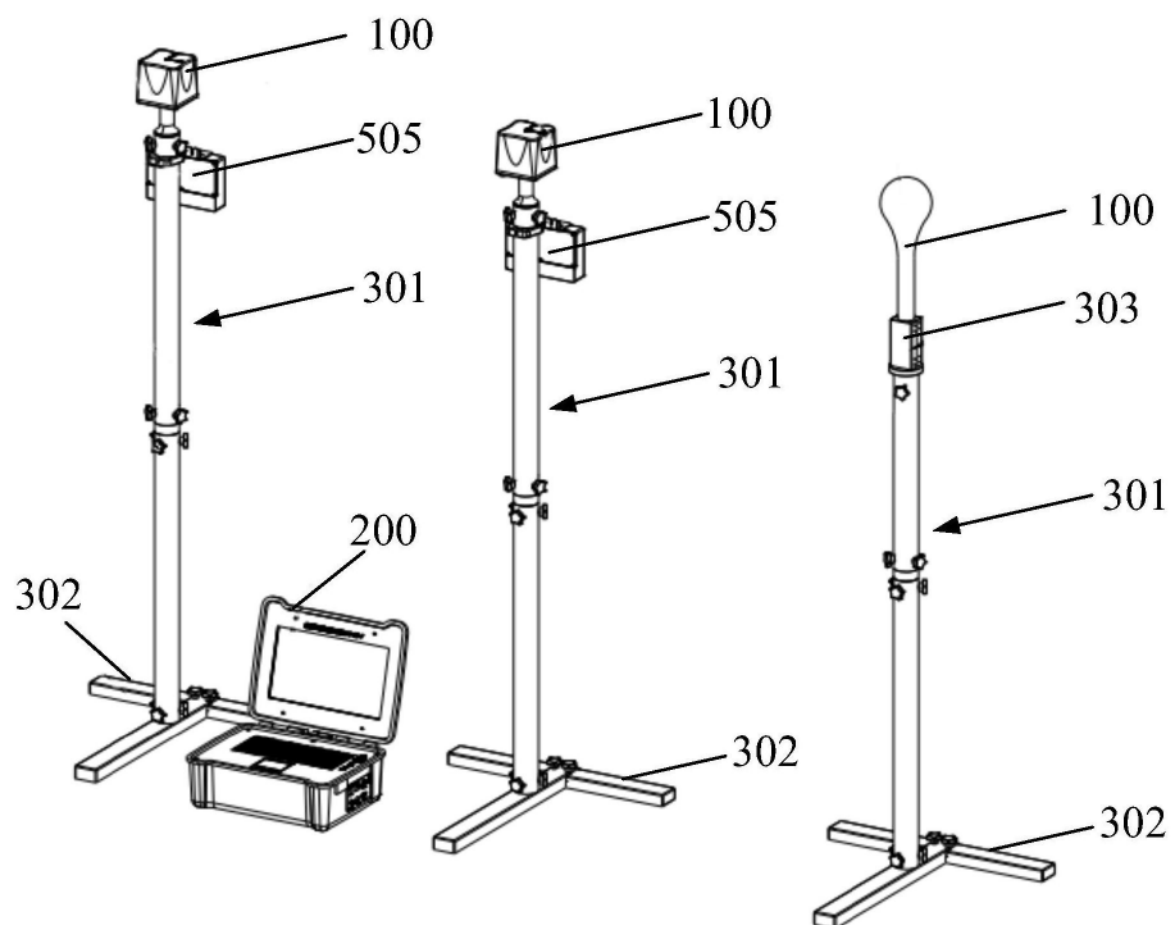


图8