



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110888457 A

(43)申请公布日 2020.03.17

(21)申请号 201911286429.0

G05D 1/02(2020.01)

(22)申请日 2019.12.13

(71)申请人 云南电网有限责任公司保山供电局

地址 678099 云南省保山市隆阳区永昌街
道办事处永昌路西侧

申请人 昆明杜克科技有限责任公司

(72)发明人 崔大铭 杨超超 田亮 叶强

黄慰 赵其根 孙利雄 苏蓉

杨荣烨 李新洪 师超 王慧娟

陈华勋 王君健

(74)专利代理机构 昆明正原专利商标代理有限

公司 53100

代理人 金耀生 于洪

(51)Int.Cl.

G05D 1/10(2006.01)

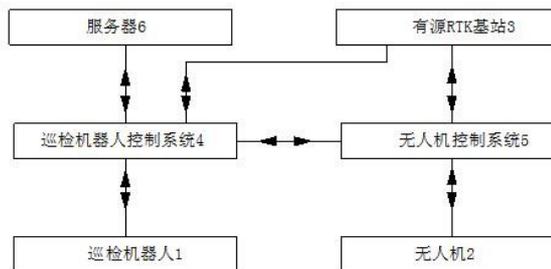
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

利用无人机和机器人对变电设备开展立体
巡视系统及方法

(57)摘要

本发明涉及一种利用无人机和机器人对变
电设备开展立体巡视系统及方法,属于变电站智
能协同控制技术领域。该系统包括巡检机器人和
无人机;在变电站内设置多套固定式有源RTK基
站;巡检机器人、无人机分别与有源RTK基站连
接;巡检机器人与巡检机器人控制系统相连;无
人机与无人机控制系统相连;巡检机器人控制系
统还与无人机控制系统、服务器相连;本发明解
决了变电站室外高压设备巡检盲区的问题,通过
无人机和机器人协同对变电设备开展立体巡视
的方法,可以俯视角度开展设备巡视,扫除“人工
+机器人”的巡检视觉死角,规避人工高处作业风
险,解决高空设备巡检盲区及人工巡检不到位
的情况,提升变电站变电运维巡视工作的全面性。



1. 利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统,其特征在於,包括巡检机器人和无人机;

在变电站内设置多套固定式有源RTK基站;巡检机器人、无人机分别与有源RTK基站连接;巡检机器人与巡检机器人控制系统相连;无人机与无人机控制系统相连;巡检机器人控制系统还与无人机控制系统、服务器相连;

巡检机器人控制系统用于接收服务器下发的巡视任务,之后将巡视任务中巡检机器人、无人机的巡视任务分别发送给巡检机器人和无人机控制系统;无人机控制系统接收巡检机器人控制系统传来的巡检任务,控制无人机进行巡检;

巡检时,无人机采集图像,并将采集到的图像通过无人机控制系统发送至巡检机器人系统;巡检机器人采集图像,并将采集到的图像发送至巡检机器人系统;

巡检机器人控制系统对巡检机器人采集到的图像与无人机控制系统进行分析对比,并将分析对比后的图像发送至服务器,服务器根据传来的图像进行分析并显示分析结果。

2. 根据权利要求1所述的利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统,其特征在於,无人机的云台为三轴防抖云台。

3. 根据权利要求1所述的利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统,其特征在於,无人机上安装有可见光摄像头和红外热成像相机,用于采集可见图像和红外图像。

4. 利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视方法,采用权利要求1~3任意一项利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统,其特征在於,包括如下步骤:

步骤(1),巡视任务下发到巡检机器人控制系统,再由巡检机器人控制系统将巡检机器人、无人机的巡视任务分别发送给巡检机器人和无人机控制系统;

步骤(2),巡检机器人巡视内容:负责站内设备可见光和红外巡视;无人机巡视内容:1)对机巡检机器人无法巡视到的站内设备进行补位巡视,尽可能多的对站内其他设备进行红外和可见光巡视,2)对变电站周边环境、围墙进行巡视,3)终端塔进行巡视;

步骤(3),无人机巡视结束后,将巡视数据发送给巡检机器人控制系统,巡检机器人控制系统对机器人和无人机数据进行分析对比,之后将分析对比后的图像进行回传至服务器;

步骤(4),当有联动功能需调用无人机开展巡视,巡视命令发送给巡检机器人控制系统,再通过巡检机器人控制系统、无人机控制系统调用无人机开展巡视,再由巡检机器人控制系统反馈巡视结果;

步骤(5),采集到的图像数据上传至服务器后,结合巡检机器人的巡检数据,进行变电站缺陷的自动识别和统计分析,并将这些数据及分析结果进行归档存储。

5. 根据权利要求4所述的利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视方法,其特征在於,采用双天线RTK精准定位方法进行定位。

利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于变电站智能协同控制技术领域,具体涉及一种利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统及方法。

背景技术

[0002] 目前“人工+地面机器人”的组合巡检模式,并不能解决变电站所有的设备巡检问题,达不到全方位、全覆盖,智能化、精益化的巡检要求。而无人机虽然具有高空作业优势,但是,目前的无人机主要采用高性能锂电池作为动力来源,由于锂电池容量的限制,且受限于无人机载荷,这导致多旋翼无人机续航时间较短,一般在15分钟左右;而变电站设备的巡检要对其绝缘串和设备的连接部位以及各类金属部件进行检测,并且要在较为短暂的时间内对设备进行检测而不遗漏关键检测部位,从而消除安全隐患。因此,如何在保证巡检安全的前提下对多旋翼无人机设备巡检的路径规划进行研究及优化就具有重要的意义。

发明内容

[0003] 本发明的目的是为了解决现有技术的不足,提供一种利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统及方法,该方法解决变电站设备巡检模式单一的问题。地面智能巡检机器人解放了部分人工巡检生产力,但仍然无法彻底解决变电站设备的巡检难题。利用“无人机+机器人”组合巡检模式,可实现设备三维立体360度智能化巡检,引导“人工为主,机器人为辅”向“机巡为主、人巡为辅”协同巡检的模式转变。整个机巡过程实现远程可视化管控,现场的作业流程标准统一,排除了人工主观判断缺陷误差存在的可能性。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统,包括巡检机器人和无人机;

在变电站内设置多套固定式有源RTK基站;巡检机器人、无人机分别与有源RTK基站连接;巡检机器人与巡检机器人控制系统相连;无人机与无人机控制系统相连;巡检机器人控制系统还与无人机控制系统、服务器相连;

巡检机器人控制系统用于接收服务器下发的巡视任务,之后将巡视任务中巡检机器人、无人机的巡视任务分别发送给巡检机器人和无人机控制系统;无人机控制系统接收巡检机器人控制系统传来的巡检任务,控制无人机进行巡检;

巡检时,无人机采集图像,并将采集到的图像通过无人机控制系统发送至巡检机器人系统;巡检机器人采集图像,并将采集到的图像发送至巡检机器人系统;

巡检机器人控制系统对巡检机器人采集到的图像与无人机控制系统进行分析对比,并将分析对比后的图像发送至服务器,服务器根据传来的图像进行分析并显示分析结果。

[0005] 进一步,优选的是,无人机的云台为三轴防抖云台。

[0006] 进一步,优选的是,无人机上安装有可见光摄像头和红外热成像相机,用于采集可见图像和红外图像。

[0007] 本发明同时提供一种利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视方法,采用上述利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统,包括如下步骤:

步骤(1),巡视任务下发到巡检机器人控制系统,再由巡检机器人控制系统将巡检机器人、无人机的巡视任务分别发送给巡检机器人和无人机控制系统;

步骤(2),巡检机器人巡视内容:负责站内设备可见光和红外巡视;无人机巡视内容:1)对机巡检机器人无法巡视到的站内设备进行补位巡视,尽可能多的对站内其他设备进行红外和可见光巡视,2)对变电站周边环境、围墙进行巡视,3)终端塔进行巡视;

步骤(3),无人机巡视结束后,将巡视数据发送给巡检机器人控制系统,巡检机器人控制系统对机器人和无人机数据进行分析对比,之后将分析对比后的图像进行回传至服务器;

步骤(4),当有联动功能需调用无人机开展巡视,巡视命令发送给巡检机器人控制系统,再通过巡检机器人控制系统、无人机控制系统调用无人机开展巡视,再由巡检机器人控制系统反馈巡视结果;

步骤(5),采集到的图像数据上传至服务器后,结合巡检机器人的巡检数据,进行变电站缺陷的自动识别和统计分析,并将这些数据及分析结果进行归档存储。

[0008] 进一步,优选的是,采用双天线RTK精准定位技术解决抗电磁干扰及精准定位问题。

[0009] 本发明无人机机与地面巡检机器人配合,实现了360度“空对地”和“地对空”的三维立体巡视”。

[0010] 本发明针对变电站的实际情况,利用多旋翼变电站特殊巡视无人机,该无人机控制系统覆盖了电磁屏蔽材料,具有抗强电磁环境干扰的特点。在设备方面,通过在变电站内设置多套固定式有源RTK基站,利用无人机配备的三维防抖云台,光学变焦可见光摄像头和高精度红外热成像相机,提供4k高清图像。同时,无人机控制系统配备有高清图传模块,可实时对设备进行巡视,并将变电站的各个设备拍照或录像。

[0011] 本发明与现有技术相比,其有益效果为:

本发明解决了变电站室外高压设备巡检盲区的问题,通过无人机和机器人协同对变电设备开展立体巡视的方法,可以俯视角度开展设备巡视,扫除“人工+机器人”的巡检视觉死角,规避人工高处作业风险,解决高空设备巡检盲区及人工巡检不到位的情况,提升变电站变电运维巡视工作的全面性。

附图说明

[0012] 图1为本发明系统结构示意图。

具体实施方式

[0013] 下面结合实施例对本发明作进一步的详细描述。

[0014] 本领域技术人员将会理解,下列实施例仅用于说明本发明,而不应视为限定本发明的范围。实施例中未注明具体技术、连接关系或条件者,按照本领域内的文献所描述的技术、连接关系、条件或者按照产品说明书进行。所用材料、仪器或设备未注明生产厂商者,均为可以通过购买获得的常规产品。

[0015] 本技术领域技术人员可以理解,除非特意声明,这里使用的单数形式“一”、“一个”、“所述”和“该”也可包括复数形式。应该进一步理解的是,本发明的说明书中使用的措辞“包括”是指存在所述特征、整数、步骤、操作、元件和/或组件,但是并不排除存在或添加一个或多个其他特征、整数、步骤、操作、元件、组件和/或它们的组。应该理解,当我们称元件被“连接”到另一元件时,它可以直接连接到其他元件,或者也可以存在中间元件。此外,这里使用的“连接”可以包括无线连接。

[0016] 在本发明的描述中,除非另有说明,“多个”的含义是两个或两个以上。术语“内”、“上”、“下”等指示的方位或状态关系为基于附图所示的方位或状态关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0017] 在本发明的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“连接”、“设有”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连。对于本领域的普通技术人员而言,根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0018] 本技术领域技术人员可以理解,除非另外定义,这里使用的所有术语(包括技术术语和科学术语)具有与本发明所属领域中的普通技术人员的一般理解相同的意义。还应该理解的是,诸如通用字典中定义的那些术语应该被理解为具有与现有技术的上下文中的意义一致的意义,并且除非像这里一样定义,不会用理想化或过于正式的含义来解释。

[0019] 如图1所示,利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统,包括巡检机器人1和无人机2;

在变电站内设置多套固定式有源RTK基站3;巡检机器人1、无人机2分别与有源RTK基站3连接;巡检机器人1与巡检机器人控制系统4相连;无人机1与无人机控制系统5相连;巡检机器人控制系统4还与无人机控制系统5、服务器6相连;

巡检机器人控制系统4用于接收服务器6下发的巡视任务,之后将巡视任务中巡检机器人2、无人机3的巡视任务分别发送给巡检机器人1和无人机控制系统5;无人机控制系统5接收巡检机器人控制系统4传来的巡检任务,控制无人机1进行巡检;

巡检时,无人机1采集图像,并将采集到的图像通过无人机控制系统5发送至巡检机器人系统4;巡检机器人1采集图像,并将采集到的图像发送至巡检机器人系统4;

巡检机器人控制系统4对巡检机器人1采集到的图像与无人机控制系统进行分析对比,并将分析对比后的图像发送至服务器6,服务器6根据传来的图像进行分析并显示分析结果。

[0020] 无人机2的云台为三轴防抖云台。

[0021] 无人机2上安装有可见光摄像头和红外热成像相机,用于采集可见图像和红外图像。

[0022] 利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视方法,采用上述利用无人机和机器人对变电设备开展立体巡视系统,包括如下步骤:

步骤(1),巡视任务下发到巡检机器人控制系统,再由巡检机器人控制系统将巡检机器人、无人机的巡视任务分别发送给巡检机器人和无人机控制系统;

步骤(2),巡检机器人巡视内容:负责站内设备可见光和红外巡视;无人机巡视内容:1)

对机巡检机器人无法巡视到的站内设备进行补位巡视,尽可能多的对站内其他设备进行红外和可见光巡视,2)对变电站周边环境、围墙进行巡视,3)终端塔进行巡视;

步骤(3),无人机巡视结束后,将巡视数据发送给巡检机器人控制系统,巡检机器人控制系统对机器人和无人机数据进行分析对比,之后将分析对比后的图像进行回传至服务器;

步骤(4),当有联动功能需调用无人机开展巡视,巡视命令发送给巡检机器人控制系统,再通过巡检机器人控制系统、无人机控制系统调用无人机开展巡视,再由巡检机器人控制系统反馈巡视结果;

步骤(5),采集到的图像数据上传至服务器后,结合巡检机器人的巡检数据,进行变电站缺陷的自动识别和统计分析,并将这些数据及分析结果进行归档存储。

[0023] 进一步,优选的是,采用双天线RTK精准定位技术解决抗电磁干扰及精准定位问题。

[0024] GPS数据是带有三维坐标信息的,RTK通过基站多次采集GPS坐标,得到多次采集后收敛下来精度较高的GPS基准站坐标,机载RTK的天线和基站天线分别同时采集GPS的实时数据,地面基站会实时对比基准站坐标,将修正误差的参数传给天空端,天空端实时修正,从而使无人机获得高精度的GPS坐标。RTK是基于载波相位观测值的实时动态定位技术,它能够实时地提供测站点在指定坐标系中的三维定位结果,使得无人机在强电磁干扰环境下精准定位、定向和稳定飞行,控制精度达到厘米级。在RTK作业模式下,结合惯性导航系统,基准站通过数据链将其观测值和测站坐标信息一起传送给流动站。流动站不仅通过数据链接接收来自基准站的数据,还要采集GPS观测数据,并在系统内对采集和接收的两组数据组成差分观测值进行实时处理,同时给出厘米级定位结果,历时不到一秒钟。

[0025] 以上显示和描述了本发明的基本原理、主要特征和本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

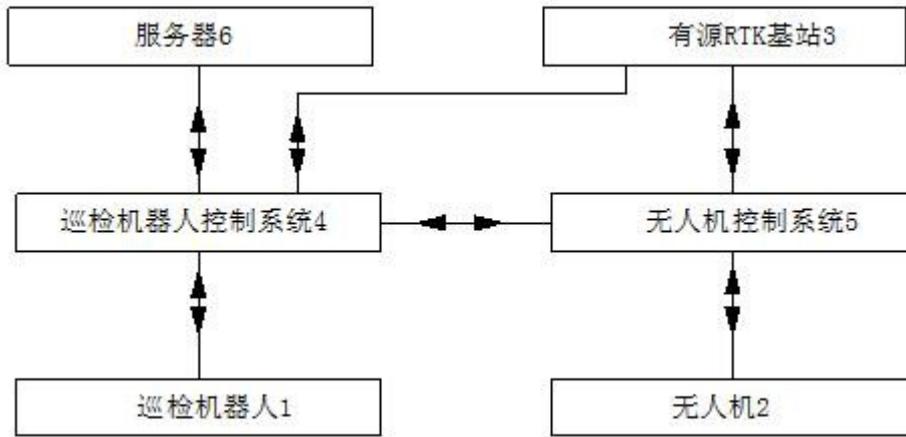


图1