(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104822052 B
(45)授权公告日 2018.10.09

(21)申请号 201510200557.4

(22)申请日 2015.04.23

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104822052 A

(43)申请公布日 2015.08.05

(73)专利权人 暨南大学
地址 510632 广东省广州市黄埔大道西601号

(72)发明人 李伟华 陈均瑞 李翔

(74)专利代理机构 广州市华学知识产权代理有限公司 44245
代理人 陈燕娴

(51)Int.Cl.
H04N 7/18(2006.01)
H04N 5/232(2006.01)

(56)对比文件

CN 104508346 A,2015.04.08,

刘国嵩,贾继强.《无人机在电力系统中的应用及发展方向》.《东北电力大学学报》.2012,第32卷(第1期),53-56.

汤明文等.《无人机在电力线路巡视中的应用》.《中国电力》.2013,第46卷(第3期),35-38.

赵晨,杜勇.《四旋翼无人机在输电线路巡视中的应用》.《湖北电力》.2012,第36卷(第6期),35-36.

赵晨,杜勇.《四旋翼无人机在输电线路巡视中的应用》.《湖北电力》.2012,第36卷(第6期),35-36.

陈志兴,刘宇,宋娟.《电力巡线用四旋翼飞行器软硬件设计》.《科技视界》.2014,266.

审查员 张洪沛

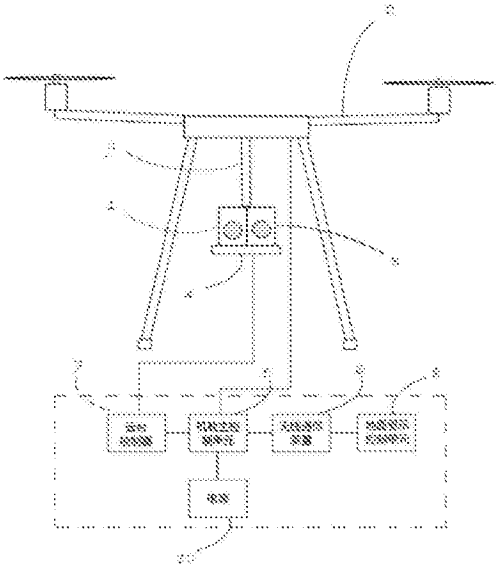
权利要求书2页 说明书5页 附图1页

(54)发明名称

一种变电站电气设备巡检系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种变电站电气设备巡检系统,包括飞行器、三轴航拍云台、红外成像仪、摄像头以及控制单元;三轴航拍云台安装在飞行器上,红外成像仪和摄像头设置于三轴航拍云台中,三轴航拍云台上设置有控制三轴航拍云台动作的云台活动控制机构;控制单元包括机载主控制单元和地面控制单元,机载主控制单元分别与云台活动控制机构、红外成像仪和摄像头连接;机载主控制单元通过无线通信装置连接地面控制单元。本发明将红外成像仪和摄像头同时安装在飞行器上,通过三轴航拍云台调整红外成像仪与摄像头的采集角度位置,通过红外成像仪对变电站电气设备进行红外测温,同时通过摄像头观察设备的外观,极大减少了劳动强度,提高了巡检效率和精度。



CN 104822052 B

1.一种变电站电气设备巡检系统，其特征在于，包括飞行器、三轴航拍云台、红外成像仪、摄像头以及控制单元；

所述三轴航拍云台安装在飞行器上，红外成像仪和摄像头设置于三轴航拍云台中，三轴航拍云台上设置有控制三轴航拍云台动作的云台活动控制机构；

控制单元包括安装在飞行器上的机载主控制单元和地面控制单元，机载主控制单元分别与云台活动控制机构、红外成像仪和摄像头连接；机载主控制单元通过无线通信装置连接地面控制单元；

摄像头控制串行接口与机载主控制单元的串行接口连接，地面控制单元通过无线通信装置发送摄像头控制指令至机载主控制单元中，对应摄像头控制指令为PELCO-D协议数据码；根据摄像头所提供的遵循PELCO-D控制协议，机载主控制单元接收到地面控制单元发送的PELCO-D协议数据码后，把数据码通过串口发送给摄像头，摄像头根据内置PELCO-D协议对指令解码后，完成控制指示的动作，包括变倍和调焦；

红外成像仪的控制端与机载主控制单元的串行接口连接，机载主控制单元通过串口发送红外成像仪控制指令至红外成像仪，红外成像仪控制指令为8位2进制数据码，机载主控制单元的串行接口向红外成像仪发送一定的8位2进制数据码，通过相应的移位寄存器芯片与开关芯片实现对红外成像仪进行抓拍、采集、开机、调节的相关参数控制；

所述云台活动控制机构包括云台控制器以及控制三轴航拍云台分别进行旋转运动、俯仰运动和横滚运动的第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机，所述第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机分别与云台控制器连接，所述云台控制器与机载主控制单元连接。

2.根据权利要求1所述的变电站电气设备巡检系统，其特征在于，所述三轴航拍云台通过减震装置安装在飞行器下方，所述飞行器为四旋翼飞行器。

3.根据权利要求1所述的变电站电气设备巡检系统，其特征在于，三轴航拍云台和飞行器连接处设置有集电环，设置在三轴航拍云台上的云台活动控制机构和机载主控单元之间的电缆通过集电环进行连接。

4.根据权利要求1所述的变电站电气设备巡检系统，其特征在于，所述三轴航拍云台上设置有用于检测三轴航拍云台位置的陀螺仪，所述陀螺仪与云台控制器连接。

5.根据权利要求1所述的变电站电气设备巡检系统，其特征在于，所述机载主控制单元包括pcDuino，所述地面控制单元为便携式计算机。

6.根据权利要求1所述的变电站电气设备巡检系统，其特征在于，所述无线通信装置包括用于传输红外图像和视频图像的5.8G双路图传以及用于传送地面控制单元和机载主控制单元之间通信信号的射频无线通信装置。

7.根据权利要求1所述的变电站电气设备巡检系统，其特征在于，所述红外成像仪的图像输出端和摄像头的视频输出端通过电缆分别与机载主控制单元连接。

8.一种基于权利要求1所述系统实现的变电站电气设备巡检方法，其特征在于，步骤如下：

S1、启动飞行器飞行，地面控制单元通过无线通信装置发送云台动作控制指令至机载主控制单元，机载主控制单元接收到云台动作控制指令后，通过云台活动控制机构控制三轴航拍云台进行三轴方向的动作；

S2、地面控制单元通过无线通信装置发送红外成像仪控制指令以及摄像头控制指令至机载主控制单元，机载控制单元接收到红外成像仪控制指令以及摄像头控制指令后，控制红外成像仪采集变电站中电气设备的红外图像信号以及控制摄像头采集变电站中电气设备的视频图像信号，然后传送到机载主控制单元中；

S3、机载主控制单元通过无线通信装置将红外图像信号和视频图像信号传送到地面控制单元中，地面控制单元根据接收到的红外图像信号和视频图像信号观察变电站电气设备的状态。

9.根据权利要求8所述的变电站电气设备巡检方法，其特征在于，所述步骤S1中云台活动控制机构的云台控制器根据陀螺仪检测到的三轴航拍云台位置，采用PID控制算法控制第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机的动作，以控制三轴航拍云台的位置。

一种变电站电气设备巡检系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及变电站监测领域，特别涉及一种基于飞行器和红外成像仪的变电站电气设备巡检系统及方法。

背景技术

[0002] 对变电站中各类电气设备进行有效的巡视巡检对提高设备的运行可靠性，减小设备的运行维护成本，延长设备使用寿命，有重大的现实意义。在众多变电站事故中，因局部过热引起的设备故障占了故障发生的绝大部分。

[0003] 当前我国变电站的电气设备巡视巡检仍然是传统的以纸质为主的人工巡检模式为主。传统的变电站巡检方式，巡检工作量大且效率低，同时传统的巡检方式无法对巡检工作人员进行有效监督，常出现人员不到位和巡检不及时的状况，从而导致设备故障处理不及时而引发电力事故。而且由于变电站是高电压场所，工作人员在场内工作具有一定的危险性。因此，当前有部分学者研发了采用巡检机器人代替人工巡检的方式，进行巡检。由巡检机器人携带检测设备，在变电厂区对相关设备进行巡视巡检。这种方式大大减少了工作人员的工作强度，安全性也得到了提高。但是机器人巡视巡检不能实现多个角度观察设备，巡检时存在检测死角。

[0004] 为降低劳动强度，现在也出现了一些变电站车载监测系统，即将变电站监测设备安装于电动或者机动车上，通过控制电动车或者机动车的行驶来实现电气设备的巡检，从而降低劳动强度，但是这种情况，需要有方便电动车或机动车行驶的轨道，不适合在一些环境较为复杂的地方进行巡检。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服现有技术的缺点与不足，提供一种变电站电气设备巡检系统，该系统将飞行器和红外成像仪应用到变电站电气设备的巡检系统中，降低人工劳动强度和使用成本，能够实现变点站中电气设备多角度的巡检，提高了巡检效率和精度，避免了巡检死角的现象。

[0006] 本发明的另一目的在于提供一种基于上述巡检系统的变电站电气设备巡检方法。

[0007] 本发明的第一目的通过下述技术方案实现：一种变电站电气设备巡检系统，包括飞行器、三轴航拍云台、红外成像仪、摄像头以及控制单元；

[0008] 所述三轴航拍云台安装在飞行器上，红外成像仪和摄像头设置于三轴航拍云台中，三轴航拍云台上设置有控制三轴航拍云台动作的云台活动控制机构；

[0009] 控制单元包括安装在飞行器上的机载主控制单元和地面控制单元，机载主控制单元分别与云台活动控制机构、红外成像仪和摄像头连接；机载主控制单元通过无线通信装置连接地面控制单元。

[0010] 优选的，所述三轴航拍云台通过减震装置安装在飞行器下方，所述飞行器为四旋翼飞行器。

[0011] 优选的，所述云台活动控制机构包括云台控制器以及控制三轴航拍云台分别进行旋转运动、俯仰运动和横滚运动的第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机，所述第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机分别与云台控制器连接，所述云台控制器与机载主控制单元连接。

[0012] 更进一步的，三轴航拍云台和飞行器连接处设置有集电环，设置在三轴航拍云台上的云台活动控制机构和机载主控单元之间的电缆通过集电环进行连接。

[0013] 更进一步的，所述三轴航拍云台上设置有用于检测三轴航拍云台位置的陀螺仪，所述陀螺仪与云台控制器连接。

[0014] 优选的，所述机载主控制单元包括pcDuino，所述地面控制单元为便携式计算机。

[0015] 优选的，所述无线通信装置包括用于传输红外图像和视频图像的5.8G双路图传以及用于传送地面控制单元和机载主控制单元之间通信信号的射频无线通信装置。

[0016] 优选的，所述红外成像仪的图像输出端和高清摄像头的视频输出端通过电缆分别与机载主控制单元连接；所述摄像头控制串行接口与机载主控制单元的串行接口连接，机载主控制单元通过串口发送摄像头控制指令至摄像头；所述红外成像仪的控制端与机载主控制单元的串行接口连接，机载主控制单元通过串口发送红外成像仪控制指令至红外成像仪。

[0017] 本发明的第二目的通过下述技术方案实现：一种基于上述系统实现的变电站电气设备巡检方法，步骤如下：

[0018] S1、启动飞行器飞行，地面控制单元通过无线通信装置发送云台动作控制指令至机载主控制单元，机载主控制单元接收到云台动作控制指令后，通过云台活动控制机构控制三轴航拍云台进行三轴方向的动作；

[0019] S2、地面控制单元通过无线通信装置发送红外成像仪控制指令以及摄像头控制指令至机载主控制单元，机载控制单元接收到红外成像仪控制指令以及摄像头控制指令后，控制红外成像仪采集变电站中电气设备的红外图像信号以及控制摄像头采集变电站中电气设备的视频图像信号，然后传送到机载主控制单元中；

[0020] S3、机载主控制单元通过无线通信装置将红外图像信号和视频图像信号传送到地面控制单元中，地面控制单元根据接收到的红外图像信号和视频图像信号观察变电站电气设备的状态。

[0021] 优选的，所述步骤S1中云台活动控制机构的云台控制器根据陀螺仪检测到的三轴航拍云台位置，采用PID控制算法控制第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机的动作，以控制三轴航拍云台的位置。

[0022] 本发明相对于现有技术具有如下的优点及效果：

[0023] (1)本发明将红外成像仪和摄像头同时安装在飞行器上，通过三轴航拍云台调整红外成像仪与摄像头的采集角度位置，通过红外成像仪对变电站的电气设备进行红外测温，同时通过高清摄像头观察设备的外观。极大的减少的劳动强度，并且利用飞行器作为搭载平台可以实现不同角度的对电气设备进行测温、巡检，提高了巡检效率和精度，避免了巡检死角的现象。

[0024] (2)本发明地面控制单元通过无线通信装置实现对红外成像仪以及摄像头进行无线遥调、遥控等操作，例如通过地面控制单元对摄像头实现变倍、调焦等操作，对红外成像

仪实现相关参数调节等操作，可以获得更加清晰的红外热成像以及高清图像，提高了巡检效果。

[0025] (3)本发明利用的红外成像仪对变电站设备进行测温时得到的温度数据信息可以初步的分析出设备的大致可能的故障类型，为进一步的检修提供了数据的参考。

[0026] (4)本发明巡检系统方便携带，可在任意区域使用，极大的方便了工作人员的巡检工作。

附图说明

[0027] 图1是本发明系统的结构示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合实施例及附图对本发明作进一步详细的描述，但本发明的实施方式不限于此。

[0029] 实施例

[0030] 如图1所示，本实施例公开了一种变电站电气设备巡检系统，包括飞行器2、三轴航拍云台4、红外成像仪1、摄像头3以及控制单元。

[0031] 三轴航拍云台4通过减震装置9安装在飞行器2下方，红外成像仪1和摄像头3设置于三轴航拍云台4的吊舱中，三轴航拍云台4上设置有控制三轴航拍云台动作的云台活动控制机构；本实施例中飞行器为四旋翼飞行器，摄像头3采用的是高清摄像头，以拍摄高清视频信号。本实施例巡检系统通过红外成像仪实现电气设备的红外测温，同时通过高清摄像头拍摄的视频信号观察电气设备的外观。

[0032] 控制单元包括安装在飞行器上的机载主控制单元5和地面控制单元8，机载主控制单元分别与云台活动控制机构、红外成像仪和摄像头连接；机载主控制单元通过无线通信装置6连接地面控制单元。

[0033] 本实施例中红外成像仪1的图像输出端和高清摄像头3的视频输出端通过电缆分别与机载主控制单元5连接，红外成像仪1采集的红外图像和高清摄像头3采集的视频信号通过电缆分别传送到机载主控制单元5，经过机载主控制单元5处理后，以模拟视频流的形式通过无线通信装置6传送到地面控制单元8中，地面控制单元8中包括显示模块，通过该显示模块可以显示高清摄像头3拍摄的视频图像以及红外成像仪1采集的红外图像。另外，高清摄像头3控制串行接口与机载主控制单元的串行接口连接，地面控制单元8通过无线通信装置6发送高清摄像头控制指令至机载主控制单元5中，对应高清摄像头控制指令为PELCO-D协议数据码；根据高清摄像头3所提供的遵循PELCO-D控制协议，机载主控制单元5接收到地面控制单元8发送的PELCO-D协议数据码后，把数据码通过串口发送给高清摄像头3，高清摄像头3根据内置PELCO-D协议对指令解码后，完成控制指示的动作，如变倍，调焦等；红外成像仪1的控制端与机载主控制单元5的串行接口连接，机载主控制单元5通过串口发送红外成像仪控制指令至红外成像仪，红外成像仪控制指令为8位2进制数据码，机载主控制单元5的串行接口向红外成像仪1发送一定的8位2进制数据码，通过相应的移位寄存器芯片与开关芯片实现对红外成像仪进行抓拍、采集、开机、调节相关参数等控制。

[0034] 本实施例中云台活动控制机构包括云台控制器7以及控制三轴航拍云台4分别进

行旋转运动、俯仰运动和横滚运动的第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机，第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机分别与云台控制器连接，云台控制器7与机载主控制单元5连接。机载主控制单元5的并口输出端向云台控制器7发送一定占空比的PWM信号，云台控制器7驱动第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机动作，使得三轴航拍云台4转动一定角度，通过控制三轴航拍云台4的旋转运动、俯仰运动和横滚运动来调整红外成像仪与摄像头的采集角度位置。

[0035] 本实施例中三轴航拍云台4和飞行器2连接处设置有集电环，本实施例中集电环安装在减震装置9和三轴航拍云台之间，集电环用于连接设置在三轴航拍云台上的云台活动控制机构和机载主控单元之间的电缆，有效的防止了三轴航拍云台4旋转时捆住电缆，实现了三轴航拍云台的360度旋转。

[0036] 三轴航拍云台4上设置有用于检测三轴航拍云台4位置的陀螺仪，陀螺仪与云台控制器7连接。云台控制器7根据陀螺仪检测到的位置信息，通过PID控制算法使得三轴航拍云台稳定在某一位置上，在三轴航拍云台受到干扰的情况下，可以将三轴航拍云台控制回原来的位置上，保证三轴航拍云台的稳定工作。

[0037] 本实施例中无线通信装置6包括一个5.8G双路图传和一个射频无线通信装置，其中5.8G双路图传用于无线传输红外图像以及高清视频图像，射频无线通信装置传送地面控制单元8和机载主控制单元5之间的控制指令信号。

[0038] 本实施例机载主控制单元5是以ARM嵌入式芯片为核心，具体采用pcDuino作为主控制器，用于统一控制机载设备的采集与动作。本实施例中地面控制单元8主要是一个基于PC机的后台操作控制界面，可以为便携式计算机。无线通信装置6通过TTL转USB装置与PC机的USB接口连接，地面控制单元8向USB端口发送信号，然后通过无线通信装置6发送至机载主控制单元5。工作人员通过地面控制单元8操作控制三轴航拍云台4的动作、高清摄像头3与红外成像仪1的采集控制等等。同时红外成像仪1与高清摄像头3采集到的红外图像和视频图像信号通过无线通信装置6传输至地面控制单元8，然后经视频采集卡将模拟视频信号转换至适合计算机USB接口的数字信号格式采集至计算机，利用软件调取计算机最后在操作控制界面上显示，工作人员可在地面控制单元8同时操作控制与观测电气设备。

[0039] 本实施例巡视系统机载部分的机载主控制单元5、红外成像仪1、高清摄像头3以及云台活动控制机构部分可以采用锂电池作为主电源10，通过相应的稳压模块，将电压稳定在5V、12V等。

[0040] 本实施例还公开了一种基于上述系统实现的变电站电气设备巡检方法，步骤如下：

[0041] S1、启动飞行器飞行，地面控制单元通过无线通信装置发送云台动作控制指令至机载主控制单元，机载主控制单元5接收到云台动作控制指令后，机载主控制单元5的并口输出端向云台控制器发送一定占空比的PWM脉冲信号，通过云台活动控制机构中云台控制器控制三轴航拍云台进行三轴方向的动作，其中通过发送不同占空比的PWM脉冲信号可控制三轴航拍云台转动不同大小的角度。本步骤中云台活动控制机构控制的云台控制器根据陀螺仪检测到的三轴航拍云台位置，采用PID控制算法控制第一伺服电机、第二伺服电机和第三伺服电机的动作，以控制以及稳定三轴航拍云台的位置。

[0042] S2、地面控制单元通过无线通信装置发送红外成像仪控制指令以及摄像头控制指

令至机载主控制单元，机载控制单元接收到红外成像仪控制指令以及摄像头控制指令后，控制红外成像仪采集变电站中电气设备的红外图像信号以及控制摄像头采集变电站中电气设备的视频图像信号，并且传送到机载主控制单元中。

[0043] S3、机载主控制单元通过无线通信装置将红外图像信号和视频图像信号传送到地面控制单元中，地面控制单元根据接收到的红外图像信号和视频图像信号观察变电站电气设备的状态；通过红外成像仪实现电气设备的红外测温，同时通过高清摄像头观察电气设备的外观。

[0044] 上述实施例为本发明较佳的实施方式，但本发明的实施方式并不受上述实施例的限制，其他的任何未背离本发明的精神实质与原理下所作的改变、修饰、替代、组合、简化，均应为等效的置换方式，都包含在本发明的保护范围之内。

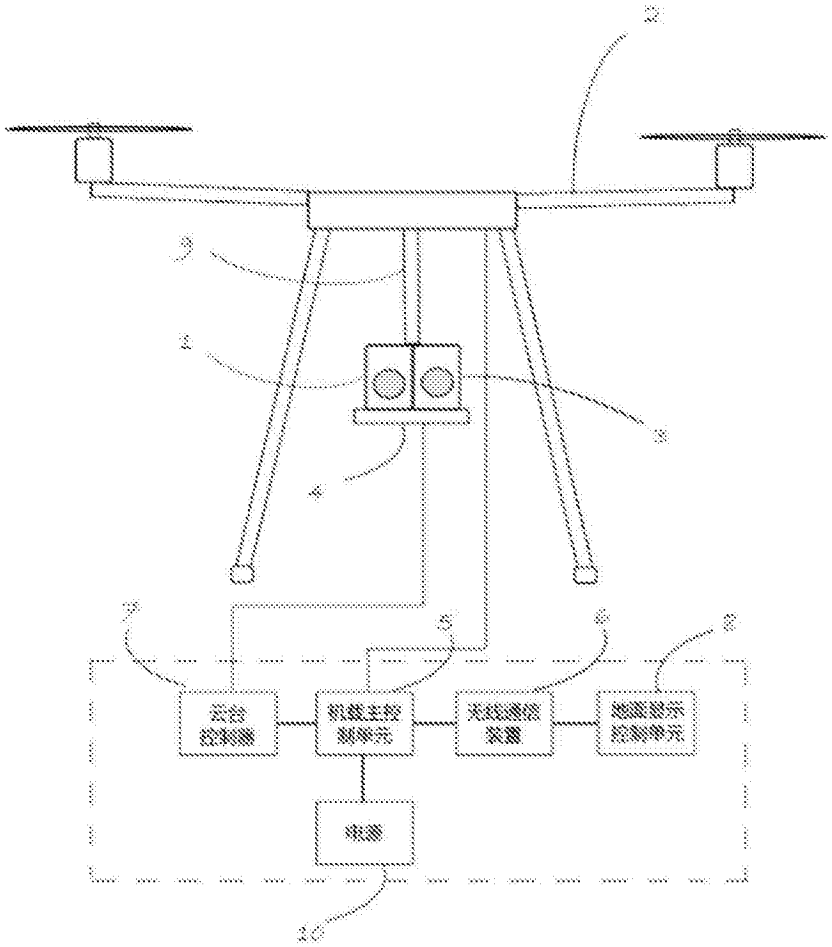


图1