



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115912183 A

(43) 申请公布日 2023.04.04

(21) 申请号 202310223076.X

(22) 申请日 2023.03.09

(71) 申请人 国网湖北省电力有限公司经济技术研究院  
地址 430000 湖北省武汉市武昌区水果湖街徐东路47号  
申请人 湖北安源安全环保科技有限公司

(72) 发明人 陈曦 杭翠翠 邓丽 李辉 刘平 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.  
H02G 1/02 (2006.01)  
G01D 21/02 (2006.01)

B64C 39/02 (2023.01)  
G06Q 10/20 (2023.01)  
G06Q 50/06 (2012.01)  
G06V 20/17 (2022.01)  
G06V 40/10 (2022.01)  
G07C 1/20 (2006.01)  
B64U 101/31 (2023.01)

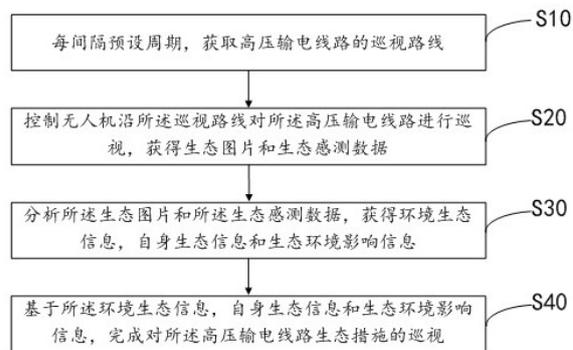
权利要求书3页 说明书16页 附图2页

(54) 发明名称

高压输电线路生态措施巡视方法、系统及可读存储介质

(57) 摘要

本发明公开了高压输电线路生态措施巡视方法、系统及可读存储介质,方法包括:每间隔预设周期,获取高压输电线路的巡视路线;控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视,获得生态图片和生态感测数据;分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息;基于所述环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对所述高压输电线路生态措施的巡视。本发明因环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息反映了高压输电线路受环境影响、自身状态及影响环境等多方面的信息,通过该类信息,实现了对高压输电线路生态措施多维度的全面精确检测。



1. 一种高压输电线路生态措施巡视方法,其特征在于,所述巡视方法包括:

每间隔预设周期,获取高压输电线路的巡视路线;

控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视,获得生态图片和生态感测数据;

分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息;

基于所述环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对所述高压输电线路生态措施的巡视。

2. 如权利要求1所述的巡视方法,其特征在于,所述分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息的步骤包括:

对所述生态图片分别进行滤波处理、灰度变换和边缘检测,获得多张目标图片,并从各所述目标图片中识别出所述生态环境信息中的鸟类信息和所述自身生态信息中的损伤信息;

基于所述生态感测数据中多个采样点的山火感测数据、环境风感测数据和线路温度感测数据,分别生成所述环境生态信息中的山火信息和环境风信息,以及所述自身生态信息中的过热信息;

基于所述生态感测数据中多个采样点的电场强度感测数据和噪声感测数据,生成所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息。

3. 如权利要求2所述的巡视方法,其特征在于,所述基于所述生态感测数据中多个采样点的电场强度感测数据和噪声感测数据,生成所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息的步骤包括:

从所述生态感测数据中获取多个采样点的电场强度感测数据,基于各所述电场强度感测数据分别计算电磁干扰数据,并将各所述电磁干扰数据生成所述生态环境影响信息中的干扰信息,计算所述电磁干扰数据的公式为:

$$E=E_0+k_1*\lg(h^2/x^2+h^2);$$

其中,E为电磁干扰数据, $E_0$ 为电场强度感测数据, $k_1$ 为衰减系数,h为采样点的海拔高度,x为干扰监测点与采样点之间的距离;

从所述生态感测数据中获取多个采样点的噪声感测数据,并根据各采样点的天气修正系数和海拔修正系数,对各所述采样点的噪声感测数据进行修正,获得各所述采样点的可听噪声数据,修正公式为:

$$P=P_0*(k_2*(1+e^{H+k_2}))*(k_2*e^{k_3});$$

其中,P为可听噪声数据, $P_0$ 为噪声感测数据, $k_2$ 为电压等级参数,H为海拔参数, $k_3$ 为天气参数;

将各所述可听噪声数据分别与预设噪声数据比对,生成所述生态环境影响信息中的噪声信息。

4. 如权利要求2所述的巡视方法,其特征在于,所述基于所述生态感测数据中多个采样点的山火感测数据、环境风感测数据和线路温度感测数据,分别生成所述环境生态信息中的山火信息和环境风信息,以及所述自身生态信息中的过热信息的步骤包括:

从所述生态感测数据中获取包括环境温度数据、环境湿度数据和环境含氧量的多个采样点的山火感测数据；

基于各所述环境温度数据、所述环境湿度数据和所述环境含氧量，分别计算各所述采样点的山火指数，并将各所述山火指数生成为山火信息，计算所述山火指数的公式为：

$$W = (C+S) / n;$$

其中，W为山火指数，C为环境温度系数，S为环境湿度系数，n为环境含氧量；

从所述生态感测数据中获取包括风力大小数据和风力方向数据的多个采样点的环境风感测数据，并基于各采样点的风力大小数据、风力方向数据，以及各采样点的风力预设矢量值，生成所述环境风信息；

从所述生态感测数据中获取多个采样点的线路温度感测数据，并将各所述线路温度感测数据分别与预设线路温度比对，生成所述过热信息。

5. 如权利要求2所述的巡视方法，其特征在于，所述从各所述目标图片中识别出所述生态环境信息中的鸟类信息和所述自身生态信息中的损伤信息的步骤包括：

基于预设识别模型确定各所述目标图片中是否存在包含鸟巢景象或鸟类景象的图片，若存在则基于预设识别模型识别所述鸟巢景象或鸟类景象，获得所述鸟类信息；

基于包含高压输电线路景象的目标图片与预设模板图片，计算图片误差，计算公式为：

$$S = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |B(m,n) - \int_m^M \int_n^N (A(m,n) * (m * \cos \theta + n * \sin \theta) d_m d_n)|;$$

其中，S为图片误差，M、N为图片像素坐标在x方向和y方向上的最大值，B(m,n)为预设模板图片，A(m,n)为包含高压输电线路景象的目标图片， $\theta$ 为高压输电线路在目标图片中的成像相对于参考方向的倾斜角度；

根据所述图片误差，确定所述高压输电线路景象对应的高压输电线路中是否存在损伤，若存在损伤则从所述高压输电线路景象中提取出损伤特征，并基于预设损伤库对所述损伤特征进行识别，获得所述损伤信息。

6. 如权利要求1-5任一项所述的巡视方法，其特征在于，所述基于所述环境生态信息，自身生态信息和生态环境影响信息，完成对所述高压输电线路生态措施的巡视的步骤包括：

基于所述环境生态信息中的鸟类信息、山火信息和环境风信息，对所述高压输电线路生态措施中的鸟类防范措施、山火风险措施和环境风防范措施进行巡视；

基于所述自身生态信息中的损伤信息和过热信息，对所述高压输电线路生态措施中的损伤预警措施和过热预警措施进行巡视；

基于所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息，对所述高压输电线路生态措施中的干扰防范措施和噪声防范措施进行巡视。

7. 如权利要求1-5任一项所述的巡视方法，其特征在于，所述完成对所述高压输电线路生态措施的巡视的步骤之后，所述巡视方法还包括：

获取当前预设周期的实时巡视路线，并将所述实时巡视路线与所述巡视路线比对，获得比对差异值；

判断所述比对差异值是否大于预设阈值，若大于预设阈值，则查找引起所述实时巡视路线变化的实时因子，并确定所述实时因子的类型；

若所述实时因子的类型为动态类型,则基于所述实时因子对所述实时巡视路线进行修正,并基于修正后的实时巡视路线执行将所述实时巡视路线与所述巡视路线比对,获得比对差异值的步骤;

若所述实时因子的类型为静态类型,则用所述实时巡视路线替换所述巡视路线。

8. 如权利要求1-5任一项所述的巡视方法,其特征在于,所述控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视的步骤之后,所述巡视方法还包括:

检测所述巡视路线上是否存在障碍物,若存在障碍物则识别所述障碍物的轮廓线,并基于所述轮廓线规划避障曲线;

从所述巡视路线上查找与所述避障曲线对应的已替换路线,并判断所述已替换路线上是否存在预设采样点,若存在预设采样点,则将所述避障曲线上的起点或终点作为实时采样点。

9. 一种高压输电线路生态措施巡视系统,其特征在于,所述高压输电线路生态措施巡视系统包括:存储器、处理器、通信总线以及存储在所述存储器上的控制程序:

所述通信总线用于实现处理器和存储器之间的连接通信;

所述处理器用于执行所述控制程序,以实现如权利要求1-8中任一项所述的高压输电线路生态措施巡视方法的步骤。

10. 一种可读存储介质,其特征在于,所述可读存储介质上存储有控制程序,所述控制程序被处理器执行时实现如权利要求1-8任一项所述的高压输电线路生态措施巡视方法的步骤。

## 高压输电线路生态措施巡视方法、系统及可读存储介质

### 技术领域

[0001] 本发明涉及通信技术领域,尤其涉及一种高压输电线路生态措施巡视方法、系统及可读存储介质。

### 背景技术

[0002] 众所周知,电能是通过发电动力装置将水能、化石燃料的热能、核能以及太阳能、风能、地热能、海洋能等转换形成,再通过输电、变电、配电的方式配送到千家万户,供用户使用。其中,用于实现电能输送的输电线路按结构形式可分为架空输电线路和地下输电线路。架空输电线路由线路杆塔、导线、绝缘子等构成,架设在地面上;地下输电线路则主要将电缆敷设在地下或水下。

[0003] 架空输电线路因架设及维修比较方便,成本也较低而成为是主要的输电方式。但架空输电线路也存在容易受到大风、山火等环境因数影响的问题,以及造成电磁干扰的问题。尤其对于远距离输电的高压输电线路,该类问题更为明显。而为了避免该类问题影响电能的配送,通常需对输电线路周边的生态措施进行检测。

[0004] 目前,检测主要仍由专门的检修人员进行,检测难度大,效率低。虽然部分地区开始试验由无人机实现检测,但通常限于线路自身运行状况的检测,不够全面精确。因此,如何实现高压输电线路生态措施全面精确的检测是当前亟待解决的技术问题。

### 发明内容

[0005] 本发明的主要目的在于提供一种高压输电线路生态措施巡视方法、系统及可读存储介质,旨在解决现有技术中如何实现高压输电线路生态措施全面精确检测的技术问题。

[0006] 为实现上述目的,本发明提供一种高压输电线路生态措施巡视方法,所述巡视方法包括:

每间隔预设周期,获取高压输电线路的巡视路线;

控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视,获得生态图片和生态感测数据;

分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息;

基于所述环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对所述高压输电线路生态措施的巡视。

[0007] 可选地,所述分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息的步骤包括:

对所述生态图片分别进行滤波处理、灰度变换和边缘检测,获得多张目标图片,并从各所述目标图片中识别出所述生态环境信息中的鸟类信息和所述自身生态信息中的损伤信息;

基于所述生态感测数据中多个采样点的山火感测数据、环境风感测数据和线路温

度感测数据,分别生成所述环境生态信息中的山火信息和环境风信息,以及所述自身生态信息中的过热信息;

基于所述生态感测数据中多个采样点的电场强度感测数据和噪声感测数据,生成所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息。

[0008] 可选地,所述基于所述生态感测数据中多个采样点的电场强度感测数据和噪声感测数据,生成所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息的步骤包括:

从所述生态感测数据中获取多个采样点的电场强度感测数据,基于各所述电场强度感测数据分别计算电磁干扰数据,并将各所述电磁干扰数据生成为所述生态环境影响信息中的干扰信息,计算所述电磁干扰数据的公式为:

$$E=E_0+k_1*\lg(h^2/x^2+h^2);$$

其中,E为电磁干扰数据,E<sub>0</sub>为电场强度感测数据,k<sub>1</sub>为衰减系数,h为采样点的海拔高度,x为干扰监测点与采样点之间的距离;

从所述生态感测数据中获取多个采样点的噪声感测数据,并根据各采样点的天气修正系数和海拔修正系数,对各所述采样点的噪声感测数据进行修正,获得各所述采样点的可听噪声数据,修正公式为:

$$P=P_0*(k_2*(1+e^{(H+k_2)}))*(k_2*e^{k_3});$$

其中,P为可听噪声数据,P<sub>0</sub>为噪声感测数据,k<sub>2</sub>为电压等级参数,H为海拔参数,k<sub>3</sub>为天气参数;

将各所述可听噪声数据分别与预设噪声数据比对,生成所述生态环境影响信息中的噪声信息。

[0009] 可选地,所述基于所述生态感测数据中多个采样点的山火感测数据、环境风感测数据和线路温度感测数据,分别生成所述环境生态信息中的山火信息和环境风信息,以及所述自身生态信息中的过热信息的步骤包括:

从所述生态感测数据中获取包括环境温度数据、环境湿度数据和环境含氧量的多个采样点的山火感测数据;

基于各所述环境温度数据、所述环境湿度数据和所述环境含氧量,分别计算各所述采样点的山火指数,并将各所述山火指数生成为山火信息,计算所述山火指数的公式为:

$$W=(C+S)/n;$$

其中,W为山火指数,C为环境温度系数,S为环境湿度系数,n为环境含氧量;

从所述生态感测数据中获取包括风力大小数据和风力方向数据的多个采样点的环境风感测数据,并基于各采样点的风力大小数据、风力方向数据,以及各采样点的风力预设矢量值,生成所述环境风信息;

从所述生态感测数据中获取多个采样点的线路温度感测数据,并将各所述线路温度感测数据分别与预设线路温度比对,生成所述过热信息。

[0010] 可选地,所述从各所述目标图片中识别出所述生态环境信息中的鸟类信息和所述自身生态信息中的损伤信息的步骤包括:

基于预设识别模型确定各所述目标图片中是否存在包含鸟巢景象或鸟类景象的图片,若存在则基于预设识别模型识别所述鸟巢景象或鸟类景象,获得所述鸟类信息;

基于包含高压输电线路景象的目标图片与预设模板图片,计算图片误差,计算公式为:

$$S = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |B(m,n) - \int_m^M \int_n^N (A(m,n) * (m * \cos \theta + n * \sin \theta)) d_m d_n|;$$

其中,S为图片误差,M、N为图片像素坐标在x方向和y方向上的最大值,B(m,n)为预设模板图片,A(m,n)为包含高压输电线路景象的目标图片, $\theta$ 为高压输电线路在目标图片中的成像相对于参考方向的倾斜角度;

根据所述图片误差,确定所述高压输电线路景象对应的高压输电线路中是否存在损伤,若存在损伤则从所述高压输电线路景象中提取出损伤特征,并基于预设损伤库对所述损伤特征进行识别,获得所述损伤信息。

[0011] 可选地,所述基于所述环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对所述高压输电线路生态措施的巡视的步骤包括:

基于所述环境生态信息中的鸟类信息、山火信息和环境风信息,对所述高压输电线路生态措施中的鸟类防范措施、山火风险措施和环境风防范措施进行巡视;

基于所述自身生态信息中的损伤信息和过热信息,对所述高压输电线路生态措施中的损伤预警措施和过热预警措施进行巡视;

基于所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息,对所述高压输电线路生态措施中的干扰防范措施和噪声防范措施进行巡视。

[0012] 可选地,所述完成对所述高压输电线路生态措施的巡视的步骤之后,所述巡视方法还包括:

获取当前预设周期的实时巡视路线,并将所述实时巡视路线与所述巡视路线比对,获得比对差异值;

判断所述比对差异值是否大于预设阈值,若大于预设阈值,则查找引起所述实时巡视路线变化的实时因子,并确定所述实时因子的类型;

若所述实时因子的类型为动态类型,则基于所述实时因子对所述实时巡视路线进行修正,并基于修正后的实时巡视路线执行将所述实时巡视路线与所述巡视路线比对,获得比对差异值的步骤;

若所述实时因子的类型为静态类型,则用所述实时巡视路线替换所述巡视路线。

[0013] 可选地,所述控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视的步骤之后,所述巡视方法还包括:

检测所述巡视路线上是否存在障碍物,若存在障碍物则识别所述障碍物的轮廓线,并基于所述轮廓线规划避障曲线;

从所述巡视路线上查找与所述避障曲线对应的已替换路线,并判断所述已替换路线上是否存在预设采样点,若存在预设采样点,则将所述避障曲线上的起点或终点作为实时采样点。

[0014] 进一步地,为实现上述目的,本发明还提供一种基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统,所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统包括:存储器、处理器、通信总线以及存储在所述存储器上的控制程序:

所述通信总线用于实现处理器和存储器之间的连接通信;

所述处理器用于执行所述控制程序,以实现如上所述基于无人机的高压输电线路

生态措施巡视方法的步骤。

[0015] 进一步地,为实现上述目的,本发明还提供一种可读存储介质,所述可读存储介质上存储有控制程序,所述控制程序被处理器执行时实现如上所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法的步骤。

[0016] 本发明的基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法、系统及可读存储介质,针对需要巡视的高压输电线路预先设置巡视路线及巡视周期,每间隔该预设周期,对高压输电线路的巡视路线进行获取;进而控制无人机沿巡视路线对高压输电线路进行巡视,获得高压输电线路生态措施相关的生态图片和生态感测数据。此后,对生态图片和生态感测数据进行分析,获得体现高压输电线路所受环境影响的环境生态信息,体现高压输电线路本身状况的自身生态信息,以及体现高压输电线路对周围生态环境所产生影响的生态环境影响信息;进而根据该环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对高压输电线路生态措施的巡视。因环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息反映了高压输电线路受环境影响、自身状态及影响环境等多方面的信息,本发明通过该类信息,实现了对高压输电线路生态措施多维度的全面精确检测。

## 附图说明

[0017] 图1为本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第一实施例的流程示意图;

图2为本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第三实施例的流程示意图;

图3为本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第四实施例的流程示意图;

图4为本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统一实施例方案涉及的硬件运行环境的结构示意图。

[0018] 本发明目的的实现、功能特点及优点将结合实施例,参照附图做进一步说明。

## 具体实施方式

[0019] 应当理解,此处所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

[0020] 本发明提供一种基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法,请参照图1,图1为本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第一实施例方案的流程示意图。

[0021] 本发明实施例提供了基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法的实施例,需要说明的是,虽然在流程图中示出了逻辑顺序,但是在某些情况下,可以以不同于此处的顺序执行所示出或描述的步骤。具体地,本实施例中的基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法包括:

步骤S10,每间隔预设周期,获取高压输电线路的巡视路线;

本实施例的基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法可适用于无人机控制系统,通过控制系统控制无人机采集高压输电线路上的图片和感测数据,对高压输电线路生态措施的巡视检测。具体地,预先沿着高压输电线路设置巡视路线,同时基于高压输电线路的历史故障周期设置预设周期。其中,巡视路线依据每次巡视的实际路线进行更新,每间

隔该预设周期,获取最新的巡视路线对高压输电线路生态措施进行巡视。

[0022] 步骤S20,控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视,获得生态图片和生态感测数据;

进一步地,无人机上搭载有摄像装置,如工业相机,还搭载有检测装置,如温度传感器、湿度传感器等。在获取到最新的巡视路线后,控制无人机沿着该巡视路线对高压输电线路进行巡视。巡视路线中设置有采样点,无人机到达采样点后,通过摄像装置拍摄生态图片,以及通过检测装置进行检测获得生态感测数据。

[0023] 步骤S30,分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息;

可理解地,生态图片反映了无人机巡视时高压输电线路所在环境的景象,生态感测数据则反映了高压输电线路所在环境具有的温湿度、辐射噪音等。故通过对生态图片和生态感测数据的分析,获得体现高压输电线路所受环境影响的环境生态信息,体现高压输电线路本身状况的自身生态信息,以及体现高压输电线路对周围生态环境所产生影响的生态环境影响信息。具体地,所述分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息的步骤包括:

步骤S31,对所述生态图片分别进行滤波处理、灰度变换和边缘检测,获得多张目标图片,并从各所述目标图片中识别出所述生态环境信息中的鸟类信息和所述自身生态信息中的损伤信息;

步骤S32,基于所述生态感测数据中多个采样点的山火感测数据、环境风感测数据和线路温度感测数据,分别生成所述环境生态信息中的山火信息和环境风信息,以及所述自身生态信息中的过热信息;

步骤S33,基于所述生态感测数据中多个采样点的电场强度感测数据和噪声感测数据,生成所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息。

[0024] 进一步地,生态图片中除了有高压输电线路的成像之外,还可能包含有天空、树木、建筑物、鸟类、鸟巢等环境景象。高压输电线路的成像可以反映高压输电线路是否存在损伤,鸟类、鸟巢则可能引起高压输电线路的短路、断路,天空、树木、建筑物则对高压输电线路并无过多影响,故需要从生态图片中提取出与高压输电线路有关的景象特征。

[0025] 此外,一方面,摄像装置采集的生态图片可能受到光照、拍摄角度等因素的影响而不可避免的产生噪声,使得生态图片的质量降低而影响图片特征的检测的。另一方面,摄像装置采集的图像是彩色的,包含大量的颜色信息,也不利于图片特征的检测提取。因此,在进行特征提取之前,需对生态图片进行滤波处理和灰度变换处理。并且,滤波处理和灰度变换可分别基于下列公式(1)和公式(2)进行。

$$[0026] \quad f(x, y) = \frac{\sum f(x_0, y_0)}{M} \quad (1);$$

$$G = (p1 * R + p2 * Gr + p3 * B) / p4 \quad (2);$$

其中, $f(x, y)$ 为滤波后的生态图片, $f(x_0, y_0)$ 为滤波前的生态图片, $M$ 为预设滤波模板中像素的总个数; $G$ 为生态图片灰度变换后的灰度值, $R$ 为生态图片灰度变换前与红色相关的亮度值, $Gr$ 为生态图片灰度变换前与绿色相关的亮度值, $B$ 为生态图片灰度变换前与蓝色相关的亮度值, $p1$ 、 $p2$ 、 $p3$ 、 $p4$ 分别为与红色亮度值、绿色亮度值、蓝色亮度值和灰度值相

关的系数。

[0027] 进一步地,在对生态图片进行滤波处理和灰度变换后,再检测生态图片中所具有景象的边缘特征,并基于检测的边缘特征提取生态图片中对高压输电线路产生影响的景象,形成多张目标图片,一种景象对应一张目标图片。进而对各目标图片识别,确定其中是否存在包含鸟巢或鸟类景象的图片,若存在包含鸟巢或鸟类景象的图片,则将其识别为生态环境信息中的鸟类信息。同时对包含高压输电线路本身景象的目标图片进行识别,确定高压输电线路中是否存在损伤,若存在损伤,则将其识别为自身生态信息中的损伤信息。

[0028] 更进一步地,生态感测数据包括反映高压输电线路在各个采样点是否存在山火风险的山火感测数据,是否具有大风的环境风感测数据,是否温度过高的线路温度感测数据,通过对该三类数据的分析生成环境生态信息中的山火信息和环境信息,以及自身生态信息中的过热信息,用以确定高压输电线路在各个采样点是否具有遭受山火、大风的风险,以及自身温度是否过高。

[0029] 此外,生态感测数据还包括在各个采样点采集的电场强度感测数据和噪声感测数据。通过该两类数据的分析生成生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息,用以确定高压输电线路在各个采样点是否产生过高的干扰和噪声。

[0030] 需要说明的是,生态图片与生态感测数据一样,均包括多个采样点采集的多张图片。每一张生态图片的处理方式均与上述生态图片的处理方式相同,在此不做赘述。

[0031] 步骤S40,基于所述环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对所述高压输电线路生态措施的巡视。

[0032] 进一步地,在通过对生态图片和生态感测数据的分析,获得环境生态信息、自身生态信息和生态环境影响信息之后,则可由环境生态信息反映的高压输电线路受山火、大风等环境影响的情况,由自身生态信息反映的高压输电线路自身是否高热、是否存在损伤等状态,以及由生态环境影响信息反映的高压输电线路对其周围环境是否产生干扰、噪声等影响的情况,对高压输电线路生态措施进行多维度的检测分析,并在检测分析获得分析结果后,完成该预设周期的对高压输电线路生态措施的巡视。

[0033] 需要说明的是,本实施例中对高压输电线路生态措施所进行的检测分析,可以是在各个采样点均采集到生态图片和生态感测数据之后,再统一对生态图片和感测数据进行分析处理,得到环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息进行高压输电线路生态措施的检测分析,在所有生态图片和感测数据均分析完后,完成对高压输电线路生态措施的巡视。也可以是在每个采样点采集到生态图片和生态感测数据,即实时对该生态图片和生态感测数据进行分析处理,得到该采样点的环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息对高压输电线路在该采样点的生态措施进行检测分析,在各个采样点均进行采样并分析后,完成对高压输电线路生态措施的巡视。

[0034] 其中,所述基于所述环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对所述高压输电线路生态措施的巡视的步骤包括:

步骤S41,基于所述环境生态信息中的鸟类信息、山火信息和环境风信息,对所述高压输电线路生态措施中的鸟类防范措施、山火风险措施和环境风防范措施进行巡视;

步骤S42,基于所述自身生态信息中的损伤信息和过热信息,对所述高压输电线路生态措施中的损伤预警措施和过热预警措施进行巡视;

步骤S43,基于所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息,对所述高压输电线路生态措施中的干扰防范措施和噪声防范措施进行巡视。

[0035] 进一步地,环境生态信息中的鸟类信息,说明了高压输电线路中存在鸟巢,鸟类在鸟巢中生活可能影响高压输电线路的正常运行,从而需要对鸟类进行驱赶。驱赶的方式可以通过声音发生装置发出特定的声音进行驱赶,也可以通过光发生装置发出特定的光线进行驱赶,故将此类用于实现鸟类驱赶的方式作为鸟类防范措施。通过鸟类信息对鸟类防范措施进行巡视,确定是否存在鸟类防范措施,以及所存在的鸟类防范措施是否可实现对鸟类信息所体现鸟类的驱赶。若不能实现鸟类的驱赶,则生成反馈信息反馈给相关检修人员进行处理。

[0036] 更进一步地,环境生态信息中的山火信息和环境风信息,说明了高压输电线路可能遭受山火风险或者环境大风而影响正常运行。此时,对高压输电线路生态措施中的山火风险防范措施和环境风防范措施进行巡视,确定高压输电线路环境中是否存在避免干旱高温的装置,如加湿装置,以及是否存在防风装置,以及该类装置是否正常运行。若未正常运行,则生成反馈信息反馈给相关检修人员进行处理。

[0037] 进一步地,自身生态信息中的损伤信息和过热信息,说明了高压输电线路可能自身存在损坏或自身运行温度过高而影响正常运行。此时,对高压输电线路生态措施中的损伤预警措施和过热预警措施进行巡视,确定高压输电线路是否启动损伤预警及过热预警,以通过预警提醒检修人员及时对高压输电线路的损坏或高温进行检修。若未启动损伤预警和过热预警,则生成反馈信息反馈给相关检修人员进行处理。

[0038] 更进一步地,生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息,说明了高压输电线路对周围环境产生的干扰和噪声大小。此时,对高压输电线路生态措施中的干扰防范措施和噪声防范措施进行巡视,确定高压输电线路周边是否设置有相关的用于减少干扰和降低噪声的措施(如周边的植被),以及该类措施是否足以减少干扰和降低噪声。若周边不存在或不足以减少干扰和降低噪声的措施,则生成反馈信息反馈给相关检修人员进行处理。

[0039] 本实施的基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法,针对需要巡视的高压输电线路预先设置巡视路线及巡视周期,每间隔该预设周期,对高压输电线路的巡视路线进行获取;进而控制无人机沿巡视路线对高压输电线路进行巡视,获得高压输电线路生态措施相关的生态图片和生态感测数据。此后,对生态图片和生态感测数据进行分析,获得体现高压输电线路所受环境影响的环境生态信息,体现高压输电线路本身状况的自身生态信息,以及体现高压输电线路对周围生态环境所产生影响的生态环境影响信息;进而根据该环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对高压输电线路生态措施的巡视。因环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息反映了高压输电线路受环境影响、自身状态及影响环境等多方面的信息,本发明通过该类信息,实现了对高压输电线路生态措施多维度的全面精确检测。

[0040] 进一步地,基于本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法的第一实施例,提出本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第二实施例。

[0041] 所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第二实施例与所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第一实施例的区别在于,所述基于所述生态感测数据中多个采样点的电场强度感测数据和噪声感测数据,生成所述生态环境影响信息中的干扰

信息和噪声信息的步骤包括：

步骤S331,从所述生态感测数据中获取多个采样点的电场强度感测数据,基于各所述电场强度感测数据分别计算电磁干扰数据,并将各所述电磁干扰数据生成为所述生态环境影响信息中的干扰信息;

步骤S332,从所述生态感测数据中获取多个采样点的噪声感测数据,并根据各采样点的天气修正系数和海拔修正系数,对各所述采样点的噪声感测数据进行修正,获得各所述采样点的可听噪声数据;

步骤S333,将各所述可听噪声数据分别与预设噪声数据比对,生成所述生态环境影响信息中的噪声信息。

[0042] 在本实施例中,无人机搭载有用于检测电场强度的检测仪,检测噪声的检测仪,无人机飞至每一采样点均会通过改了检测仪采集该点的电场强度和噪声,获得电场强度感测数据和噪声感测数据。控制系统从生态感测数据中筛选出来自于电场强度检测仪的电场强度感测数据,且筛选可以通过数据标识的方式实现。即,针对无人机上搭载的检测装置设置各自独特的标识,不同检测装置检测得到的数据相应的携带不同的标识,通过识别数据所携带的标识即可知晓数据的类型,从而筛出需求的数据。

[0043] 进一步地,在从生态感测数据中筛选出各采样点的电场强度感测数据之后,则通过每一采样点的电场强度感测数据计算距离每一采样点一定距离的多个干扰监测点的电磁干扰数据。例如,设定距离采样点0.5米、1米、1.5米三个干扰监测点,则需依据该采样点的电场强度感测数据计算该三个干扰检测点的电磁干扰数据。具体计算公式可见公式(3)。

[0044]  $E=E0+k1*\lg(h^2/x^2+h^2)$ ; (3);

其中,E为电磁干扰数据,E0为电场强度感测数据,k1为衰减系数,h为采样点的海拔高度,x为干扰监测点与采样点之间的距离。

[0045] 通过公式(3)计算得到位于每个采样点周围的多个干扰监测点的电场干扰数据,即可确定与采用点不同距离的点所具有的干扰大小。

[0046] 并且,为了避免干扰影响通信,预先设置有预设干扰数据,按照距离采样点从近到远的顺序将各电场干扰数据分别与预设干扰数据对比,判断电场干扰数据是否大于预设干扰数据,若大于则说明高压输电线路在该点产生的干扰过大,可能会对通信产生影响。当判断出第一次出现小于预设干扰数据的电场干扰数据时,将该电场干扰数据所对应干扰监测点与采样点之间的距离作为干扰排除距离,并将该电场干扰数据和干扰排除距离一并形成生态环境影响信息中的干扰信息,以便于依据干扰信息中的干扰排除距离进行干扰措施的巡视,确定是否在该干扰排除距离位置设置有干扰减少措施,实现精准防治干扰。

[0047] 更进一步地,高压输电线路在运行过程中会产生噪声,且产生的噪声受高压输电线路的电压等级、高压输电线路所处的海拔,以及天气因素(如雨天、晴天)的影响而不同。为了体现高压输电线路更为准确的可听噪声,控制系统在通过数据标识的方式从生态感测数据中筛选出噪声感测数据后,采用与电压等级相关的参数、海拔相关的参数以及天气相关的参数,对该噪声感测数据进行修正,以获得每一采样点的准确的可听噪声数据。其中具体的修正公式可见公式(4)。

[0048]  $P=P0*(k2*(1+e^{(H+k2)}))*(k2*e^{k3})$  (4);

其中,P为可听噪声数据,P0为噪声感测数据,k2为电压等级参数,H为海拔参数,k3为天气参数。

[0049] 不同采样点位于不同的区域,具有不同的海拔和天气,故可通过公式(4)修正得到精确反映每个采样点所具有噪声大小的可听噪声数据。并且,为了反映噪声的大小,预先设置有预设噪声数据,通过将各可听噪声数据分别与预设噪声数据对比,判断可听噪声数据是否大于预设噪声数据,若大于则说明高压输电线路在该采样点产生的噪声过大,可能会对周围居民或动物的生活产生影响,故而将该类过大的可听噪声数据形成为生态环境影响信息中的噪声信息,以便于依据噪声信息体现的各采样点的噪声大小对各采样点的降噪措施进行巡视,进而实现精准降噪。

[0050] 更进一步地,本实施例中,所述基于所述生态感测数据中多个采样点的山火感测数据、环境风感测数据和线路温度感测数据,分别生成所述环境生态信息中的山火信息和环境风信息,以及所述自身生态信息中的过热信息的步骤包括:

步骤S321,从所述生态感测数据中获取包括环境温度数据、环境湿度数据和环境含氧量的多个采样点的山火感测数据;

步骤S322,基于各所述环境温度数据、所述环境湿度数据和所述环境含氧量,分别计算各所述采样点的山火指数,并将各所述山火指数生成为山火信息;

步骤S323,从所述生态感测数据中获取包括风力大小数据和风力方向数据的多个采样点的环境风感测数据,并基于各采样点的风力大小数据、风力方向数据,以及各采样点的风力预设矢量值,生成所述环境风信息;

步骤S324,从所述生态感测数据中获取多个采样点的线路温度感测数据,并将各所述线路温度感测数据分别与预设线路温度比对,生成所述过热信息。

[0051] 可理解地,山火通常发生在高温干旱天气,为了确定高压输电线路所在环境是否存在发生山火的风险,无人机搭载有用于检测高压输电线路所在环境的温度、湿度和含氧量的传感器,通过该类传感器检测得到环境温度数据、环境湿度数据和环境含氧量,作为生态感测数据中的山火感测数据。控制系统通过数据标识的方式从生态感测数据中筛选出各个采样点的山火感测数据,并依据各个采样点的环境温度数据、环境湿度数据和环境含氧量,分别计算各个采样点的山火指数,计算公式如下公式(5)。

[0052]  $W=(C+S)/n$  (5);

其中,W为山火指数,C为环境温度系数,S为环境湿度系数,n为环境含氧量。

[0053] 各个采样点的山火指数体现了各个采样点出现山火的概率,为了表征概率的大小,预先设置有预设指数阈值,将各个山火指数分别与该预设指数阈值比对,若采样点的山火指数大于预设指数阈值,则说明该采样点出现山火指数的可能性大,反之则可能性小。进而将出现山火指数可能性大的采样点及其山火指数生成为山火信息,以便于依据山火信息对相应采样点的山火风险防范措施进行巡视和预警,实现山火的精准有效防范。

[0054] 进一步地,无人机搭载有用于检测高压输电线路所在环境的风力大小和风力方向的传感器,通过该类传感器检测得到风力大小数据和封信方向数据,作为生态感测数据中的环境风感测数据。考虑到高压输电线路在各个采样点所能承受的风力大小不同,针对各个采样点预先设定风力预设矢量值,通过风力预设矢量值表征采样点在预设方向上所能承受的风力最大值。

[0055] 控制系统通过数据标识的方式从生态感测数据中筛选出各个采样点的环境风感测数据,并针对每一采样点,依据其检测的风力方向数据与其风力预设矢量值所对应预设方向的角度关系,将其检测的风力大小数据转换为在该预设方向上的风力大小值,并将风力大小值与风力预设矢量值对应的风力最大值比对,判断风力大小值是否大于风力最大值,若大于则说明高压输电线路在该采样点可能因遭受大风而影响其正常运行。将该类采样点各自的风力大小数据和风力方向数据形成为环境风信息,以便于依据环境风信息对相应采样点的环境风防范措施进行巡视和预警,实现环境风的精准有效防范。

[0056] 更进一步地,无人机还搭载有用于检测高压输电线路自身温度的传感器,通过该类传感器检测生成生态感测数据中多个采样点的温度感测数据。预先针对高压输电线路设置表征其正常运行的预设线路温度,控制系统通过数据标识的方式从生态感测数据中筛选出各个采样点的线路温度感测数据,并将各采样点的线路温度感测数据分别与预设线路温度对比,判断线路温度感测数据是否大于预设线路温度,若大于则说明高压输电线路在该采样点可能因线路温度过高而影响其正常运行。将该类采样点各自的线路温度感测数据形成为过热信息,以便于依据过热信息对相应采样点的过热预警进行巡视,实现高压输电线路过热运行的精准有效防范。

[0057] 进一步地,本实施例中,所述从各所述目标图片中识别出所述生态环境信息中的鸟类信息和所述自身生态信息中的损伤信息的步骤包括:

步骤S311,基于预设识别模型确定各所述目标图片中是否存在包含鸟巢景象或鸟类景象的图片,若存在则基于预设识别模型识别所述鸟巢景象或鸟类景象,获得所述鸟类信息;

步骤S312,基于包含高压输电线路景象的目标图片与预设模板图片,计算图片误差;

步骤S313,根据所述图片误差,确定所述高压输电线路景象对应的高压输电线路中是否存在损伤,若存在损伤则从所述高压输电线路景象中提取出损伤特征,并基于预设损伤库对所述损伤特征进行识别,获得所述损伤信息。

[0058] 更进一步地,考虑到鸟类在高压输电线路筑巢可能会影响高压输电线路的正常运行,故而需要对鸟类进行驱赶。预先通过大量鸟类样本和鸟巢样本对初始模型进行训练,生成预设识别模型。依据该预设识别模型对各目标图片进行识别,确定各目标图片中是否存在包含鸟巢景象或鸟类景象的图片。若具有则说明高压输电线路中存在鸟巢和鸟类。预设识别模型除了可识别鸟巢景象或鸟类景象之外,还通过预先训练可识别鸟类的类型,故可基于预设识别模型对鸟巢景象或鸟类景象识别,确定高压输电线路所存在鸟类的类型,以便于依据鸟类的类型对鸟类防范措施进行巡视,实现鸟类的精准驱赶。

[0059] 可理解地,高压输电线路暴露于外部环境,可能存在损失而影响正常运行,故需要对高压输电线路是否存在损伤进行巡视。具体地,预先拍摄正常高压输电线路的图片作为预设模板图片,并可通过预设识别模型从各目标图片中确定出包含高压输电线路景象的目标图片,由该目标图片与预设模板图片之间的图片误差来确定高压输电线路是否存在损伤。考虑到无人机飞行过程中拍摄角度的问题,使得高压输电线路在目标图片中的成像角度与正常高压输电线路在预设模板图片中的成像角度不一样,而导致将两者之间非误差的内容判定为误差。为了避免此问题,将预设模板图片的长度方向或宽度方向作为参考方向,

正常高压输电线路在预设模板图片中的成像平参考方向,由高压输电线路在目标图片中的成像相对于参考方向的倾斜角度对目标图片进行修正,从而计算两图片之间的误差,计算公式如下公式(6)。

$$[0060] \quad S = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |B(m, n) - \int_m^M \int_n^N (A(m, n) * (m * \cos \theta + n \sin \theta)) d_m d_n| \quad (6);$$

其中,S为图片误差,M、N为图片像素坐标在x方向和y方向上的最大值,B(m,n)为预设模板图片,A(m,n)为包含高压输电线路景象的目标图片, $\theta$ 为高压输电线路在目标图片中的成像相对于参考方向的倾斜角度。

[0061] 进一步地,预先设置表征误差大小的预设误差阈值,在通过倾斜角度修正计算得到精确的图片误差之后,将该图片误差与预设误差阈值比对,判断图片误差是否大于预设误差阈值,若大于则说明两图片之间的误差较大,高压输电线路存在损伤。此时对高压输电线路景象进行识别,确定其中的损伤部,并从损伤部提取出损伤特征。并且,还预先设置有预设损伤库,通过该预设损伤库与损伤特征进行识别,获得损伤信息。该损伤信息包含损伤的长度、宽度、深度等信息,以用于确定损伤的严重程度并巡视是否启动相应等级的损伤预警。

[0062] 本实施例通过精准生成干扰信息、噪声信息、山火信息、环境风信息、过热信息、鸟类信息和损伤信息,使得干扰防范、噪声防范、山火风险防范、环境风防范、过热预警、鸟类驱赶和损伤预警也更为准确,实现了对影响高压输电线路正常运行的各项因素的精确全面巡视。

[0063] 进一步地,请参照图2,基于本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法的第一或第二实施例,提出本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第三实施例。

[0064] 所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第三实施例与所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第一或第二实施例的区别在于,所述完成对所述高压输电线路生态措施的巡视的步骤之后,所述巡视方法还包括:

步骤S50,获取当前预设周期的实时巡视路线,并将所述实时巡视路线与所述巡视路线比对,获得比对差异值;

步骤S60,判断所述比对差异值是否大于预设阈值,若大于预设阈值,则查找引起所述实时巡视路线变化的实时因子,并确定所述实时因子的类型;

步骤S70,若所述实时因子的类型为动态类型,则基于所述实时因子对所述实时巡视路线进行修正,并基于修正后的实时巡视路线执行将所述实时巡视路线与所述巡视路线比对,获得比对差异值的步骤;

步骤S80,若所述实时因子的类型为静态类型,则用所述实时巡视路线替换所述巡视路线。

[0065] 可理解地,无人机在沿着巡视路线对高压输电线路进巡视时,可能会遇到障碍物,例如位于巡视路线上的飞鸟、飞行物、长高的树木,或新建的建筑物等。对于该位于巡视路线上的障碍物,无人机需要避开,而使得无人机的飞行路线与巡视路线存在差别,进而基于差别对巡视路线进行更新。

[0066] 具体地,在巡视完成后,控制系统对无人机飞行的实时巡视路线进行获取,并将其与巡视前获取的巡视路线比对,获得两者之间的比对差异值。为了表征差异值的大小,预先

设置预设阈值,将比对差异值与该预设阈值对比,判断比对差异值是否大于预设阈值。若大于则查找两者之间的差异点,进而依据无人机飞行过程中拍摄的视频,确定引起无人机在差异点飞行路线变化的因素作为实时因子,并依据引起飞行线路变化因素是否具有动态特性确定实时因子的类型。

[0067] 进一步地,若引起飞行线路变化的因素具有动态特性,如为飞鸟或飞行物,则确定实时因子的类型为动态类型。若引起飞行路线变化的因素不具有动态特性,如树木、建筑物等,则确定实时因子的类型为静态类型。对于动态类型,因引起飞行路线变化的因素不会长久停留在巡视路线上,故可不作为引起巡视路线变化的障碍物。对此,通过实时因子对实时巡视路线在该差异点上的飞行路段进行修正,将实时巡视路线在该差异点上的飞行路段修改为原巡视路线在该差异点上的飞行路段。此后,将修正后的实时巡视路线与原巡视路线比对,获得比对差异值,判断是否存在其他实时因子使得两者之间的差异值较大。

[0068] 更进一步地,对于实时因子的类型为静态类型,则引起飞行路线变化的因素会长久停留在巡视路线上,后续无人机飞行到该路段同样需要避开。此时,可用实时巡视路线在该差异点上的飞行路段对原巡视路线在该差异点上的飞行路段进行替换,以更新巡视路线。

[0069] 在所有差异点的实时因子均确定完成后,若获得的比对的差异值仍然大于预设阈值,则说明无人机巡视的实际路线与原巡视路线之间的差异较大,故将原巡视路线替换为实时巡视路线。若差异值不大于预设阈值,则说明无人机巡视的实际路线与原巡视路线之间的差异值不大,原巡视路线仍可作为无人机的巡视飞行路线。

[0070] 本实施例针对无人机巡视时的飞行实际路线,区分引起路线变化的障碍物类型以不同方式处理,得到精准的巡视路线,从而实现控制无人机高效精准飞行,提高巡视效率。

[0071] 进一步地,请参照图3,基于本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法的第一、第二或第三实施例,提出本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第四实施例。

[0072] 所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第四实施例与所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法第一、第二或第三实施例的区别在于,所述控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视的步骤之后,所述巡视方法还包括:

步骤S21,检测所述巡视路线上是否存在障碍物,若存在障碍物则识别所述障碍物的轮廓线,并基于所述轮廓线规划避障曲线;

步骤S22,从所述巡视路线上查找与所述避障曲线对应的已替换路线,并判断所述已替换路线上是否存在预设采样点,若存在预设采样点,则将所述避障曲线上的起点或终点作为实时采样点。

[0073] 进一步地,无人机的飞行巡视过程中,若巡视路线上存在障碍物,则需要对障碍物进行避让。并且,若巡视路线在障碍物对应的路段中设置有采样点,则需要基于避让路线重新确定采样点。具体地,控制系统控制无人机对巡视路线上是否存在障碍物进行检测,若存在障碍物,则识别该障碍物的轮廓线,并由轮廓线确定障碍物相对无人机的轮廓分布位置。进而依据轮廓分布位置规划新的飞行路段作为避障曲线,以控制无人机按照避障曲线飞行,以避开障碍物。

[0074] 可理解地,若巡视路线上不存在障碍物,则无人机按照原始的巡视路线飞行即可,

因障碍物的存在而导致原始的巡视路线在障碍物的路段发生变化,即变化为避障曲线。将巡视路线在障碍物处变化前的路段作为已替换路线,并判断该已替换路段上是否设置有预设采样点,若有预设采样点,则说明需要在该已替换路线上进行生态图片和生态感测数据的采集。此时,将避障曲线上的起点或终点作为新的采样点,即实时采样点,在该实时采样点对高压输电线路的生态图片和生态感测数据进行采集。

[0075] 其中,避障曲线的起点和重点即为已替换路线与原始巡视路线的接壤点,将其作为新的采样点使得采样位置仍在原始巡视路线上,更贴合原始的采样需求。从而在实现避让障碍物的同时,还实现按需精准采样。

[0076] 此外,本发明实施例还提供一种基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统。参照图4,图4为本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统实施例方案涉及的设备硬件运行环境的结构示意图。

[0077] 如图4所示,该基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统可以包括:处理器1001,例如CPU,通信总线1002、用户接口1003,网络接口1004,存储器1005。其中,通信总线1002用于实现这些组件之间的连接通信。用户接口1003可以包括显示屏(Display)、输入单元比如键盘(Keyboard),可选用户接口1003还可以包括标准的有线接口、无线接口。网络接口1004可选的可以包括标准的有线接口、无线接口(如WI-FI接口)。存储器1005可以是高速RAM存储器,也可以是稳定的存储器(non-volatile memory),例如磁盘存储器。存储器1005可选的还可以是独立于前述处理器1001的存储设备。

[0078] 本领域技术人员可以理解,图4中示出的基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统的硬件结构并不构成对基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统的限定,可以包括比图示更多或更少的部件,或者组合某些部件,或者不同的部件布置。

[0079] 如图4所示,作为一种存储介质的存储器1005中可以包括操作系统、网络通信模块、用户接口模块以及控制程序。其中,操作系统是管理和控制基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统与软件资源的程序,支持网络通信模块、用户接口模块、控制程序以及其他程序或软件运行;网络通信模块用于管理和控制网络接口1004;用户接口模块用于管理和控制用户接口1003。

[0080] 在图4所示的基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统硬件结构中,网络接口1004主要用于连接后台服务器,与后台服务器进行数据通信;用户接口1003主要用于连接客户端(用户端),与客户端进行数据通信;处理器1001可以调用存储器1005中存储的控制程序,并执行以下操作:

每间隔预设周期,获取高压输电线路的巡视路线;

控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视,获得生态图片和生态感测数据;

分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息;

基于所述环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对所述高压输电线路生态措施的巡视。

[0081] 进一步地,所述分析所述生态图片和所述生态感测数据,获得环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息的步骤包括:

对所述生态图片分别进行滤波处理、灰度变换和边缘检测,获得多张目标图片,并从各所述目标图片中识别出所述生态环境信息中的鸟类信息和所述自身生态信息中的损伤信息;

基于所述生态感测数据中多个采样点的山火感测数据、环境风感测数据和线路温度感测数据,分别生成所述环境生态信息中的山火信息和环境风信息,以及所述自身生态信息中的过热信息;

基于所述生态感测数据中多个采样点的电场强度感测数据和噪声感测数据,生成所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息。

[0082] 进一步地,所述基于所述生态感测数据中多个采样点的电场强度感测数据和噪声感测数据,生成所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息的步骤包括:

从所述生态感测数据中获取多个采样点的电场强度感测数据,基于各所述电场强度感测数据分别计算电磁干扰数据,并将各所述电磁干扰数据生成为所述生态环境影响信息中的干扰信息,计算所述电磁干扰数据的公式为:

$$E=E_0+k_1*\lg(h^2/x^2+h^2);$$

其中,E为电磁干扰数据,E<sub>0</sub>为电场强度感测数据,k<sub>1</sub>为衰减系数,h为采样点的海拔高度,x为干扰监测点与采样点之间的距离;

从所述生态感测数据中获取多个采样点的噪声感测数据,并根据各采样点的天气修正系数和海拔修正系数,对各所述采样点的噪声感测数据进行修正,获得各所述采样点的可听噪声数据,修正公式为:

$$P=P_0*(k_2*(1+e^{(H+k_2)}))*(k_2*e^{k_3});$$

其中,P为可听噪声数据,P<sub>0</sub>为噪声感测数据,k<sub>2</sub>为电压等级参数,H为海拔参数,k<sub>3</sub>为天气参数;

将各所述可听噪声数据分别与预设噪声数据比对,生成所述生态环境影响信息中的噪声信息。

[0083] 进一步地,所述基于所述生态感测数据中多个采样点的山火感测数据、环境风感测数据和线路温度感测数据,分别生成所述环境生态信息中的山火信息和环境风信息,以及所述自身生态信息中的过热信息的步骤包括:

从所述生态感测数据中获取包括环境温度数据、环境湿度数据和环境含氧量的多个采样点的山火感测数据;

基于各所述环境温度数据、所述环境湿度数据和所述环境含氧量,分别计算各所述采样点的山火指数,并将各所述山火指数生成为山火信息,计算所述山火指数的公式为:

$$W=(C+S)/n;$$

其中,W为山火指数,C为环境温度系数,S为环境湿度系数,n为环境含氧量;

从所述生态感测数据中获取包括风力大小数据和风力方向数据的多个采样点的环境风感测数据,并基于各采样点的风力大小数据、风力方向数据,以及各采样点的风力预设矢量值,生成所述环境风信息;

从所述生态感测数据中获取多个采样点的线路温度感测数据,并将各所述线路温度感测数据分别与预设线路温度比对,生成所述过热信息。

[0084] 进一步地,所述从各所述目标图片中识别出所述生态环境信息中的鸟类信息和所述自身生态信息中的损伤信息的步骤包括:

基于预设识别模型确定各所述目标图片中是否存在包含鸟巢景象或鸟类景象的图片,若存在则基于预设识别模型识别所述鸟巢景象或鸟类景象,获得所述鸟类信息;

基于包含高压输电线路景象的目标图片与预设模板图片,计算图片误差,计算公式为:

$$S = \sum_{m=1}^M \sum_{n=1}^N |B(m, n) - \int_m^M \int_n^N (A(m, n) * (m * \cos \theta + n * \sin \theta)) d_m d_n|;$$

其中,S为图片误差,M、N为图片像素坐标在x方向和y方向上的最大值,B(m,n)为预设模板图片,A(m,n)为包含高压输电线路景象的目标图片, $\theta$ 为高压输电线路在目标图片中的成像相对于参考方向的倾斜角度;

根据所述图片误差,确定所述高压输电线路景象对应的高压输电线路中是否存在损伤,若存在损伤则从所述高压输电线路景象中提取出损伤特征,并基于预设损伤库对所述损伤特征进行识别,获得所述损伤信息。

[0085] 进一步地,所述基于所述环境生态信息,自身生态信息和生态环境影响信息,完成对所述高压输电线路生态措施的巡视的步骤包括:

基于所述环境生态信息中的鸟类信息、山火信息和环境风信息,对所述高压输电线路生态措施中的鸟类防范措施、山火风险措施和环境风防范措施进行巡视;

基于所述自身生态信息中的损伤信息和过热信息,对所述高压输电线路生态措施中的损伤预警措施和过热预警措施进行巡视;

基于所述生态环境影响信息中的干扰信息和噪声信息,对所述高压输电线路生态措施中的干扰防范措施和噪声防范措施进行巡视。

[0086] 进一步地,所述完成对所述高压输电线路生态措施的巡视的步骤之后,处理器1001可以调用存储器1005中存储的控制程序,并执行以下操作:

获取当前预设周期的实时巡视路线,并将所述实时巡视路线与所述巡视路线比对,获得比对差异值;

判断所述比对差异值是否大于预设阈值,若大于预设阈值,则查找引起所述实时巡视路线变化的实时因子,并确定所述实时因子的类型;

若所述实时因子的类型为动态类型,则基于所述实时因子对所述实时巡视路线进行修正,并基于修正后的实时巡视路线执行将所述实时巡视路线与所述巡视路线比对,获得比对差异值的步骤;

若所述实时因子的类型为静态类型,则用所述实时巡视路线替换所述巡视路线。

[0087] 进一步地,所述控制无人机沿所述巡视路线对所述高压输电线路进行巡视的步骤之后,处理器1001可以调用存储器1005中存储的控制程序,并执行以下操作:

检测所述巡视路线上是否存在障碍物,若存在障碍物则识别所述障碍物的轮廓线,并基于所述轮廓线规划避障曲线;

从所述巡视路线上查找与所述避障曲线对应的已替换路线,并判断所述已替换路线上是否存在预设采样点,若存在预设采样点,则将所述避障曲线上的起点或终点作为实时采样点。

[0088] 本发明基于无人机的高压输电线路生态措施巡视系统的具体实施方式与上述基

于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法各实施例基本相同,在此不再赘述。

[0089] 本发明实施例还提出一种可读存储介质。所述可读存储介质上存储有控制程序,所述控制程序被处理器执行时实现如上所述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法的步骤。

[0090] 本发明可读存储介质可以为计算机可读存储介质,其具体实施方式与上述基于无人机的高压输电线路生态措施巡视方法各实施例基本相同,在此不再赘述。

[0091] 上面结合附图对本发明的实施例进行了描述,但是本发明并不局限于上述的具体实施方式,上述的具体实施方式仅仅是示意性的,而不是限制性的,本领域的普通技术人员在本发明的启示下,在不脱离本发明宗旨和权利要求所保护的范围情况下,还可做出很多形式,凡是利用本发明说明书及附图内容所作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,这些均属于本发明的保护之内。

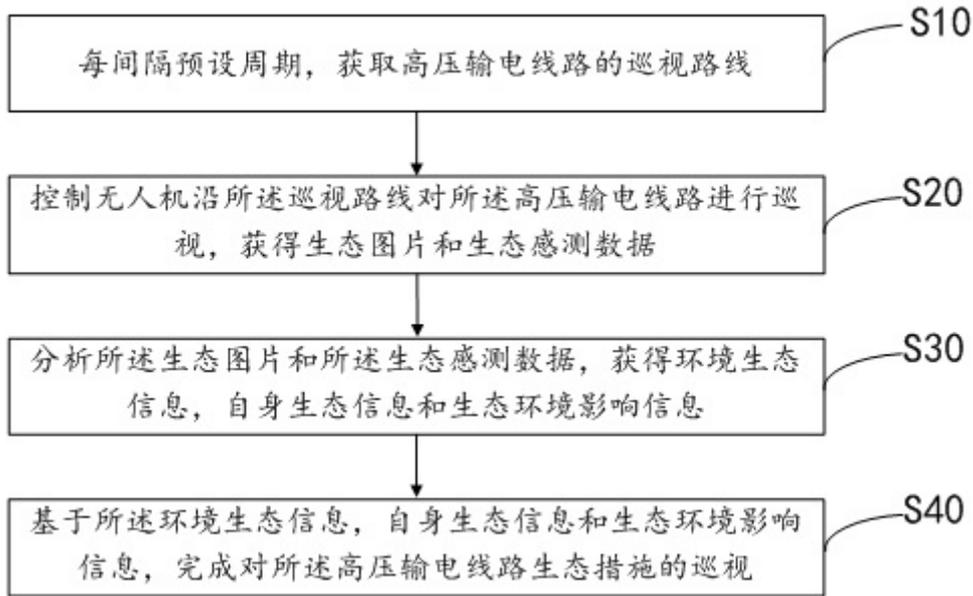


图1

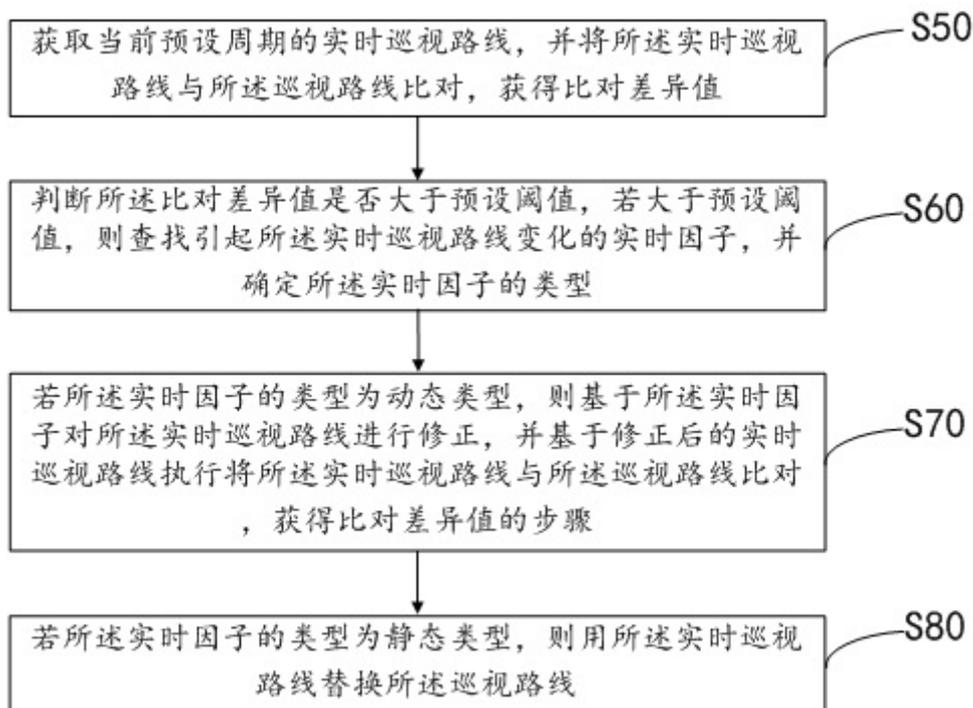


图2

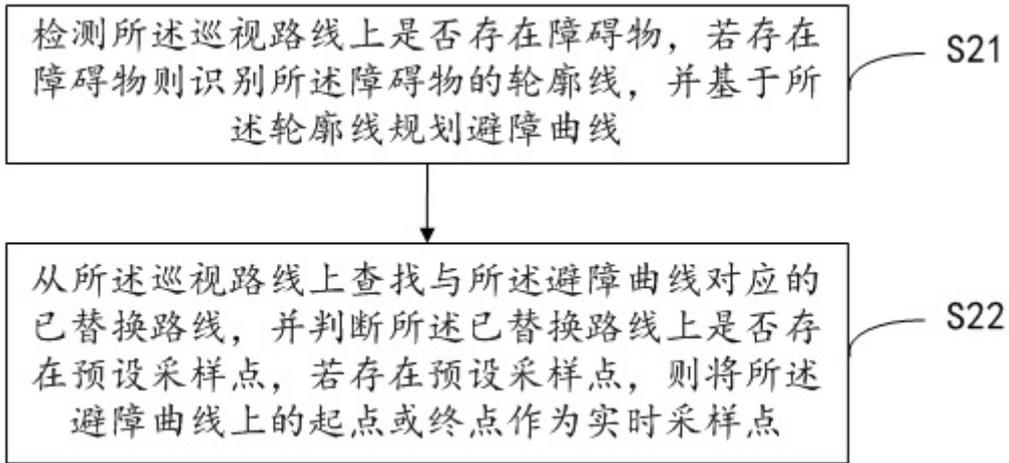


图3

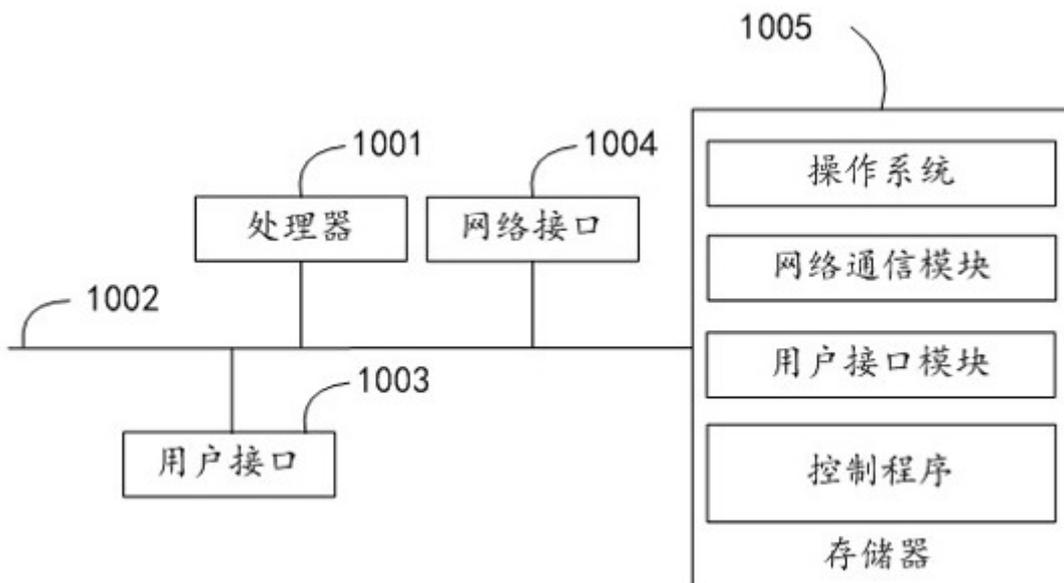


图4