



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 116106919 B

(45) 授权公告日 2025. 07. 11

(21) 申请号 202310072839.5

(22) 申请日 2023.01.13

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 116106919 A

(43) 申请公布日 2023.05.12

(73) 专利权人 国网电力空间技术有限公司
地址 102209 北京市昌平区未来科技城滨
河大道18号C座7层
专利权人 国家电网有限公司

(72) 发明人 杜伟 程海涛 邹彪 彭波
王秀龙 叶剑锋 朱松涛 任伟达
朱晓康 王宁 刘俊男 杜玉玺
王泽昭

(74) 专利代理机构 北京汇捷知识产权代理事务
所(普通合伙) 11531

专利代理师 于鹏

(51) Int.Cl.
G01S 17/08 (2006.01)
G01S 7/481 (2006.01)

(56) 对比文件
CN 105974423 A, 2016.09.28
CN 109062233 A, 2018.12.21

审查员 鹿倩

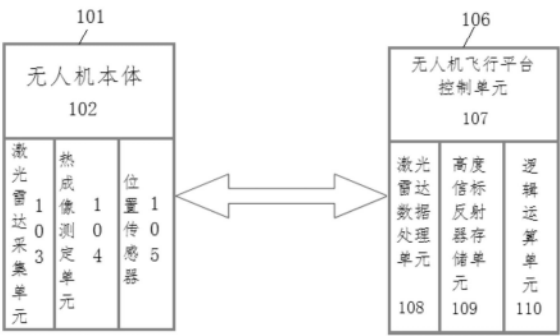
权利要求书3页 说明书9页 附图1页

(54) 发明名称

基于无人机的架空输电线通道实时检测系
统及其检测方法

(57) 摘要

本发明提供基于无人机的架空输电线通道
实时检测系统及其检测方法,包括:无人机飞行
平台、地面控制单元以及多组高度信标反射器;
通过激光雷达,实测电线与环境参数的三维数据
后,进行抽稀点云处理,再通过高度信标反射器,
提供高度补偿值,降低理论计算误差,将实测值
与理论值进行逻辑运算,最终得到高精度的判定
结果,该发明未采用高清环境图片引入复杂三维
造影计算,并采用两次判定法则的独特方式,大
大弥补了激光测距采集电线时丢帧的不足;进一
步降低了芯片及设备发热情况,延长了整个系统
的使用寿命,耗电量和制造成本均低于现有技术
产品,适合推广。



1. 基于无人机的架空输电线通道实时检测系统,其特征在于,包括:无人机飞行平台、地面控制单元以及多组高度信标反射器;

所述无人机飞行平台包括:无人机本体,以及设置在所述无人机本体上的激光雷达采集单元、热成像测定单元以及位置传感器;

所述激光雷达采集单元采用激光雷达测距仪,用于实时采集电线、高度信标反射器以及环境参数数据;

所述热成像测定单元用于:辅助测定电线是否存在短路或断路,并实时将测定结果反馈至地面控制单元;

所述位置传感器采用:高精度位置传感器;用于与高度信标反射器的位置坐标对标同步;

所述地面控制单元包括:无人机飞行平台控制单元、激光雷达数据处理单元、高度信标反射器存储单元以及逻辑运算单元;

所述无人机飞行平台控制单元用于:无人机本体的飞行指令控制、激光雷达采集单元的采集指令控制、热成像测定单元的测定指令控制以及位置传感器的坐标标定指令控制;

所述激光雷达数据处理单元用于:处理所述激光雷达采集单元的采集的数据,并将实际采集到的电线与地面环境的三维数据,实时进行抽稀点云处理,实际判定每一段电线弧垂与障碍物之间是否存在实测刮碰风险;

所述高度信标反射器存储单元用于:预先存储每一组高度信标反射器的实测坐标与实测高度值,并实时与所述激光雷达数据处理单元进行同位置坐标标定,对与所述高度信标反射器坐标位置相同的点,进行激光雷达采集单元巡检时测定的高度信标反射器高度值与预先存储的实测高度值进行求差操作,得到补偿值;

所述逻辑运算单元用于:计算并输出每一段电线弧垂是否存在与环境刮碰风险,计算与判定规则包括:

①通过电线的参数,并引入补偿值后,实时计算出每一段电线的各点理论弧垂值;

②通过引入补偿值,保证了每一段电线各点理论弧垂值的精确度后,将各点理论弧垂值融入至对应采集到的且已剔除实测电线参数的三维数据中,再次进行抽稀点云处理,二次判定电线弧垂与障碍物之间是否存在理论刮碰风险;

③将每一段实测刮碰风险数据值与其对应的理论刮碰风险数据值进行逻辑“与”运算,得出是否存在电线弧垂与环境存在刮碰风险警告,即:

当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为无风险,那么逻辑运算单元判定不存在电线弧垂与环境刮碰风险;

当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值任一为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

所述高度信标反射器:采用玻璃棱镜反射器,因玻璃棱镜反射器容易反射激光测距信号,故而容易确定自身所处的位置信息与高度信息;每组所述高度信标反射器安装在每一处电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接处。

2. 根据权利要求1所述的基于无人机的架空输电线通道实时检测系统,其特征在于,所

述无人机本体采用:具备旋翼垂直起降、固定翼巡航的无人机。

3.根据权利要求1所述的基于无人机的架空输电线通道实时检测系统,其特征在于,所述电线的参数包括:电线材质、环境温度、环境湿度以及电线两端搭接电塔的高度。

4.根据权利要求3所述的基于无人机的架空输电线通道实时检测系统,其特征在于,所述环境温度、湿度参数,由无人机本体自带的感应装置实时提供给所述逻辑运算单元。

5.根据权利要求1所述的基于无人机的架空输电线通道实时检测系统,其特征在于,所述各点理论弧垂值通过对每一段电线预设固定取值数量后,进行等距里抽样或者随机抽样的方式确定。

6.根据权利要求1所述的基于无人机的架空输电线通道实时检测系统,其特征在于,所述高度信标反射器只需安装在每个电塔间最下方的电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接处。

7.基于无人机的架空输电线通道实时检测系统的检测方法,其特征在于,包括:

步骤一、每组高度信标反射器的参数测定与存储:采用手持式高精度位置传感器结合激光测距仪,采集每组高度信标反射器坐标参数和高度值;并同步发送至高度信标反射器存储单元;所述每组高度信标反射器安装在每一处电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接处;

所述高度信标反射器存储单元用于:预先存储每一组高度信标反射器的实测坐标与实测高度值,并实时与激光雷达数据处理单元进行同位置坐标标定,对与所述高度信标反射器坐标位置相同的点,进行激光雷达采集单元巡检时测定的高度信标反射器高度值与预先存储的实测高度值进行求差操作,得到补偿值;

所述补偿值为正值或者负值;

当激光雷达采集单元巡检时测定的高度信标反射器高度值大于同坐标的高度信标反射器对应的预先存储的实测高度值时为正值,当激光雷达采集单元巡检时测定的高度信标反射器高度值小于同坐标的高度信标反射器对应的预先存储的实测高度值时为负值;

步骤二、无人机飞行平台控制单元工作过程:

控制无人机本体起飞,对架空输电线巡检,通过内置的激光雷达采集单元,实时采集架空输电线及其周围环境三维数据,并同步回传三维数据至激光雷达数据处理单元;

通过内置的热成像测定单元,辅助测定电线是否存在短路或断路,并实时将测定结果反馈至地面控制单元;

控制无人机本体返回,完成巡检后的无人机本体回收;

步骤三、激光雷达数据处理单元工作过程:

所述激光雷达数据处理单元通过接收的三维数据,进行抽稀点云处理,实际判定每一段电线弧垂与障碍物之间是否存在实测刮碰风险;

因架空输电线较细,单纯采用激光雷达采集单元采集的电线数据,进行抽稀点云运算处理时,很容易存在电线数据丢帧的情况,故而完全采用激光雷达采集单元进行三维点云的测距数据采集,虽然大大降低了高清图片采集时的运算数据,降低了功耗和设备复杂度,但实际使用过程中会存在电线丢帧进而无法准确判定电线弧垂与障碍物的刮碰风险情况;

步骤四、逻辑运算单元的工作过程;

计算并输出每一段电线弧垂是否存在与环境刮碰风险,计算与判定规则包括:

①通过电线的参数,并引入补偿值后,实时计算出每一段电线的各点理论弧垂值;

②通过引入补偿值,保证了每一段电线各点理论弧垂值的精确度后,将各点理论弧垂

值融入至对应采集到的且已剔除实测电线参数的三维数据中,再次进行抽稀点云处理,二次判定电线弧垂与障碍物之间是否存在理论刮碰风险;

③将每一段实测刮碰风险数据值与其对应的理论刮碰风险数据值进行逻辑“与”运算,得出是否存在电线弧垂与环境存在刮碰风险警告,即:

当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为无风险,那么逻辑运算单元判定不存在电线弧垂与环境刮碰风险;

当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值任一为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险。

8.根据权利要求7所述的基于无人机的架空输电线通道实时检测系统的检测方法,其特征在于,所述手持式高精度位置传感器与无人机本体上的位置传感器采用相同规格的卫星定位系统。

9.根据权利要求7所述的基于无人机的架空输电线通道实时检测系统的检测方法,其特征在于,每组所述高度信标反射器的坐标参数和高度值,通过八位或十六位二进制代码进行记录,存储在高度信标反射器存储单元中。

10.根据权利要求7所述的基于无人机的架空输电线通道实时检测系统的检测方法,其特征在于,所述激光雷达采集单元为:具备扇形采集面的激光测距仪;所述高度信标反射器采用主动信号发送方式的电子发送器,利用电线输电过程中产生的电磁场或外置风轮发电结构,进行绿色供电。

基于无人机的架空输电线通道实时检测系统及其检测方法

技术领域

[0001] 本发明涉及无人机检测及智能处理系统技术领域,尤其是一种基于无人机的架空输电线通道实时检测系统及其检测方法。

背景技术

[0002] 与地下输电线路相比较,架空输电线路建设成本低,施工周期短,易于检修维护,因此,架空线路输电是电力工业发展以来所采用的主要输电方式;通常所称的输电线路就是指架空输电线路,通过架空线路将不同地区的发电站、变电站、负荷点连接起来,输送或交换电能,构成各种电压等级的电力网络。

[0003] 由于架空线路暴露在大气环境中,会直接受到气象条件及外部环境的影响,故而时常发生输电方面的传输故障,这些故障主要为:

[0004] ①单向接地故障:

[0005] 多发生在阴雨潮湿气候中,由于输电线路绝缘子单相击穿原因、电线接头处过载烧断或氧化腐蚀剥离原因以及单相断线等因素引发。

[0006] ②外力破坏故障:

[0007] 主要表现在超高车辆行驶时的刮线或大风刮起的异物搭线等。

[0008] ③飞禽损坏故障:

[0009] 多为鸟类筑巢,引发相间短路。

[0010] ④线路弧垂与障碍物刮碰风险:

[0011] 电塔间电线连通后,电塔间电线因自身重力原因,引发的电线弧垂,容易产生与地面房屋、树木刮碰的风险。

[0012] 为了及时发现并处理上述架空输电线路故障,维护输电系统的整体稳定与安全,电力公司通常设置有架空输电线路巡检机制,通过定期巡检,降低输电事故的发生;尤其故障中的电线弧垂与环境中存在可能刮碰的风险问题,是巡检中需主要检查的内容,因为其他的断点、掉线,监控平台会主动发现输电故障,而电线弧垂与障碍物存在刮碰风险的这种预判情况,是监控后台无法发现的;现有技术中,针对架空线路的巡检方式主要有:人工巡检、智能机器人巡检、载人飞行器巡检以及无人机巡检四种方式。

[0013] 人工巡检方式:由于架空输电线多设置在崇山峻岭之间,环境恶劣,人工巡检的方式劳动强度过大,危险系数较高,且巡检周期长,遇到较为复杂的地形环境时,难以按标准完成巡检任务。

[0014] 智能机器人巡检方式:此种方式适合环境相对温和的城市架空输电线巡检,不适合跨越山间、沼泽、湖泊等野外环境,作业范围十分有限。

[0015] 载人飞行器巡检:目前大多采用直升机搭载检测人员的方式进行架空输电线路的检查作业,通过拍照,录像以及肉眼观测等方式,进行缺陷查证,此种巡检方式极度依赖检测人员的经验能力,检测精确度不高,后期查证时往往滞后事故一段时间,不具备实时性。

[0016] 无人机巡检:通过采集图片对比,实现故障和隐患的实时认定,但现有的无人机巡

检系统,无法准确的对电线弧垂作出清晰认定,虽优于早期的人工巡检,却因地面起伏不定,图像数据处理容易失真等原因,无法准确定位计算电线弧垂精确值,进而无法形成准确的预判。

[0017] 无人机通过单纯的图像采集,是无法进行精密的电线弧垂计算的,通过与激光测距结合后,将激光测距作为底图,实景拍照做三维实景信息,采用大量拍照图片的点云数据融合激光测距后的矢量数据的三维重建计算,也会因为引入复杂的高清环境图像,以及环境噪声干扰,导致计算系统较低的鲁棒性,进而造成大量的计算偏差;且这种方式计算量过大,对芯片和电池电量要求极高,不适合大范围工作环境下的无人机巡检需要;实际使用时,因电线较细,激光测距时会存在数据采集时的丢帧情况,故也无法做到三维实景准确并同步的融入到激光测距底图坐标中,处理结果不准确。

[0018] 随着激光雷达测距技术的发展,小型、高精度、点对面等具备综合性能的激光测距雷达得到了广泛应用,但是复杂的野外环境,高低不平的电线塔间地面以及树木、灌木等植被的遮盖,都影响了测距时矢量值的准确采集,参照物的数值变化,造成激光测距的不准确。

发明内容

[0019] 为了克服现有技术的不足,本发明提供了基于无人机的架空输电线通道实时检测系统及其检测方法,通过激光雷达,实测电线与环境参数的三维数据后,进行抽稀点云处理,再通过高度信标反射器,提供高度补偿值,降低理论计算误差,将实测值与理论值进行逻辑运算,最终得到高精度的判定结果,该发明未采用高清环境图像引入复杂三维造影计算,采用两次判定法则并结合逻辑运算的独特处理方式,大大弥补了激光测距采集电线时丢帧的不足。

[0020] 基于无人机的架空输电线通道实时检测系统及其检测方法,其中:

[0021] 基于无人机的架空输电线通道实时检测系统,包括:无人机飞行平台、地面控制单元以及多组高度信标反射器;

[0022] 所述无人机飞行平台包括:无人机本体,以及设置在所述无人机本体上的激光雷达采集单元、热成像测定单元以及位置传感器;

[0023] 作为一种举例说明,所述无人机本体采用:具备旋翼垂直起降、固定翼巡航的无人机;

[0024] 作为一种举例说明,所述激光雷达采集单元采用激光雷达测距仪,用于实时采集电线、高度信标反射器以及环境参数数据;

[0025] 作为一种举例说明,所述热成像测定单元用于:辅助测定电线是否存在短路或断路,并实时将测定结果反馈至地面控制单元;

[0026] 作为一种举例说明,所述位置传感器采用:高精度位置传感器;用于与高度信标反射器的位置坐标对标同步。

[0027] 所述地面控制单元包括:无人机飞行平台控制单元、激光雷达数据处理单元、高度信标反射器存储单元以及逻辑运算单元;

[0028] 所述无人机飞行平台控制单元用于:无人机本体的飞行指令控制、激光雷达采集单元的采集指令控制、热成像测定单元的测定指令控制以及位置传感器的坐标标定指令控

制;

[0029] 所述激光雷达数据处理单元用于:处理所述激光雷达采集单元的采集的数据,并将实际采集到的每段电线与地面环境的三维数据,实时进行抽稀点云处理,实际判定每一段电线弧垂与障碍物之间是否存在实测刮碰风险;

[0030] 所述高度信标反射器存储单元用于:预先存储每一组高度信标反射器的实测坐标与实测高度值,并实时与所述激光雷达数据处理单元进行同位置坐标标定,对与所述高度信标反射器坐标位置相同的点,进行激光雷达采集单元巡检时测定的高度信标反射器高度值与预先存储的实测高度值进行求差操作,得到补偿值;

[0031] 所述逻辑运算单元用于:计算并输出每一段电线弧垂是否存在与环境刮碰风险,计算与判定规则包括:

[0032] ①通过电线的参数,引入补偿值后,实时计算出每一段电线的各点理论弧垂值;

[0033] 作为一种举例说明,所述电线的参数包括:电线材质、环境温度、环境湿度以及电线两端搭接电塔的高度等。

[0034] 作为一种举例说明,所述环境温度、湿度等参数,可由无人机本体自带的感应装置实时提供给所述逻辑运算单元。

[0035] ②通过引入补偿值,保证了每一段电线各点理论弧垂值的精确度后,将各点理论弧垂值融入至对应采集到的且已剔除实测电线参数的三维数据中,再次进行抽稀点云处理,二次判定每一段电线弧垂与障碍物之间是否存在理论刮碰风险;

[0036] 作为一种举例说明,所述各点理论弧垂值可以通过对每一段电线预设固定取值数量后,进行等距里抽样或者随机抽样的方式确定。

[0037] 作为一种举例说明,所述每一段电线是指两个相邻电塔之间搭接的电线;

[0038] ③将所述每一段实测刮碰风险数据值与其对应的理论刮碰风险数据值进行逻辑“与”运算,得出是否存在电线弧垂与环境存在刮碰风险警告,即:

[0039] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0040] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为无风险,那么逻辑运算单元判定不存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0041] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值任一为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0042] 所述高度信标反射器:采用玻璃棱镜反射器,因玻璃棱镜反射器容易反射激光测距信号,故而容易确定自身所处的位置信息与高度信息;所述每组高度信标反射器安装在每一处电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接处。

[0043] 作为一种举例说明,所述高度信标反射器只需安装在每个电塔间最下方的电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接处。

[0044] 基于无人机的架空输电线通道实时检测系统的检测方法,包括:

[0045] 步骤一、每组高度信标反射器的参数测定与存储:采用手持式高精度位置传感器结合激光测距仪,采集每组高度信标反射器坐标参数和高度值;并同步发送至高度信标反射器存储单元;所述每组高度信标反射器安装在每一处电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接处;

[0046] 作为一种举例说明,所述手持式高精度位置传感器与无人机本体上的位置传感器

采用相同规格的卫星定位系统,即均为北斗定位或均是GPS定位系统。

[0047] 所述高度信标反射器存储单元用于:预先存储每一组高度信标反射器的实测坐标与实测高度值,并实时与所述激光雷达数据处理单元进行同位置坐标标定,对与所述高度信标反射器坐标位置相同的点,进行激光雷达采集单元巡检时测定的高度信标反射器高度值与预先存储的实测高度值进行求差操作,得到补偿值;

[0048] 作为一种举例说明,所述补偿值可以是正值,也可以是负值;即当激光雷达采集单元巡检时测定的高度信标反射器高度值大于同坐标的高度信标反射器对应的预先存储的实测高度值时为正值,当激光雷达采集单元巡检时测定的高度信标反射器高度值小于同坐标的高度信标反射器对应的预先存储的实测高度值时为负值。

[0049] 作为一种举例说明,每组所述高度信标反射器的坐标参数和高度值,可通过八位或十六位二进制代码进行记录,存储在高度信标反射器存储单元中;

[0050] 作为一种举例说明,所述补偿值的数量为多组。

[0051] 步骤二、无人机飞行平台控制单元工作过程:

[0052] 控制无人机本体起飞,对架空输电线巡检,通过内置的激光雷达采集单元,实时采集架空输电线路及其周围环境三维数据,并同步回传三维数据至激光雷达数据处理单元;

[0053] 通过内置的热成像测定单元,辅助测定电线是否存在短路或断路,并实时将测定结果反馈至地面控制单元;

[0054] 控制无人机本体返回,完成巡检后的无人机本体回收;

[0055] 步骤三、激光雷达数据处理单元工作过程:

[0056] 所述激光雷达数据处理单元通过接收的三维数据,进行抽稀点云处理,实际判定每一段电线弧垂与障碍物之间是否存在实测刮碰风险;

[0057] 即,实际判定是否存在电线弧垂与障碍物(例如树木)存在交集;

[0058] 因架空输电线较细,单纯采用激光雷达采集单元采集的电线数据,进行抽稀点云运算处理时,很容易存在电线数据丢帧的情况,故而完全采用激光雷达采集单元进行三维点云的测距数据采集,虽然大大降低了高清图片采集时的运算数据,降低了功耗和设备复杂度,但实际使用过程中会存在电线丢帧进而无法准确判定电线弧垂与障碍物的刮碰风险情况;

[0059] 作为一种举例说明,所述激光雷达采集单元为:具备扇形采集面的激光测距仪。

[0060] 步骤四、逻辑运算单元的工作过程;

[0061] 计算并输出每一段电线弧垂是否存在与环境刮碰风险,计算与判定规则包括:

[0062] ①通过电线的参数,引入补偿值后,实时计算出每一段电线的各点理论弧垂值;

[0063] 作为一种举例说明,所述电线的参数包括:电线材质、环境温度、环境湿度以及电线两端搭接电塔的高度与跨度等。

[0064] 作为一种举例说明,所述环境温度、湿度等参数,可由无人机本体自带的感应装置实时提供给所述逻辑运算单元。

[0065] ②通过对应的引入补偿值,保证了每一段电线各点理论弧垂值的精确度后,将各点理论弧垂值融入至对应采集到的且已剔除实测电线参数的三维数据中,再次进行抽稀点云处理,二次判定每一段电线弧垂与障碍物之间是否存在理论刮碰风险;

[0066] 作为一种举例说明,所述各点理论弧垂值可以通过对每一段电线预设固定取值数

量后,进行等距里抽样或者随机抽样的方式确定。

[0067] ③将每一段所述实测刮碰风险数据值与其对应的理论刮碰风险数据值进行逻辑“与”运算,得出是否存在电线弧垂与环境存在刮碰风险警告,即:

[0068] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0069] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为无风险,那么逻辑运算单元判定不存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0070] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值任一为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0071] 作为一种举例说明,所述高度信标反射器只需安装在每个电塔间最下方的电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接处。

[0072] 考虑到电线弧垂可根据环境温度、电线材质、电塔间跨度距离以及电线与水平面的角度进行理论弧垂值计算,其弧垂数据值可精确得到,故而高度信标反射器分别设置在一段电线相邻的两个电塔上最下方电线的左、右两侧的绝缘瓷瓶处;只设置在最下方电线的目的可以节约材料成本和施工成本,因为最下方电线弧垂接触障碍物后,自然会报警处理,无论该障碍物是否会接触上方电线,都会列入报警机制中,故而最下方电线为报警最灵敏取值点。

[0073] 作为一种举例说明,所述高度信标反射器还可以采用主动信号发送方式的电子发送器,利用电线输电过程中产生的电磁场或外置风轮发电结构,进行绿色供电。

[0074] 作为一种举例说明,为了进一步降低能耗,当所述激光雷达数据处理单元判定某一段电线弧垂与障碍物之间存在实测刮碰风险时,不再进行该段电线的逻辑运算单元的理刮碰风险计算。

[0075] 本发明的有益效果:

[0076] ①滤掉了采用三维高清拍摄实景图像信息的模式,大大降低了数据建模时的运算量,降低了对芯片的高规格要求,也降低了耗电量和制造成本。

[0077] ②通过补偿值的引入,创造性的设计出两次判定相结合的电线弧垂分析模式,提高了电线弧垂与障碍物是否存在刮碰的判定精准度。

[0078] ③单纯的测距数据,其整体运算量远低于高清摄像的图片建模运算量或测距与摄像图片相结合的融合运算量,进一步降低了芯片及设备的发热情况,延长了整个系统的使用寿命。

附图说明

[0079] 图1是本发明基于无人机的架空输电线通道实时检测系统之原理示意框图。

[0080] 图2是本发明基于无人机的架空输电线通道实时检测系统之高度信标反射器安装效果示意图。

具体实施方式

[0081] 下面结合附图对本发明的优选实施例进行详细说明。

[0082] 参照图1至图2所示,基于无人机的架空输电线通道实时检测系统及其检测方法,

其中:

[0083] 基于无人机的架空输电线通道实时检测系统,包括:无人机飞行平台101、地面控制单元106以及多组高度信标反射器201;

[0084] 所述无人机飞行平台101包括:无人机本体102,以及设置在所述无人机本体102上的激光雷达采集单元103、热成像测定单元104以及位置传感器105;

[0085] 作为一种举例说明,所述无人机本体102采用:具备旋翼垂直起降、固定翼巡航的无人机;

[0086] 作为一种举例说明,所述激光雷达采集单元103采用激光雷达测距仪,用于实时采集电线、高度信标反射器以及环境参数数据;

[0087] 作为一种举例说明,所述热成像测定单元104用于:辅助测定电线是否存在短路或断路,并实时将测定结果反馈至地面控制单元;

[0088] 作为一种举例说明,所述位置传感器105采用:高精度位置传感器;用于与高度信标反射器201的位置坐标对标同步。

[0089] 所述地面控制单元106包括:无人机飞行平台控制单元107、激光雷达数据处理单元108、高度信标反射器存储单元109以及逻辑运算单元110;

[0090] 所述无人机飞行平台控制单元107用于:无人机本体102的飞行指令控制、激光雷达采集单元103的采集指令控制、热成像测定单元104的测定指令控制以及位置传感器105的坐标标定指令控制;

[0091] 所述激光雷达数据处理单元108用于:处理所述激光雷达采集单元103的采集的数据,并将实际采集到的电线与地面环境的三维数据,实时进行抽稀点云处理,实际判定每一段电线弧垂与障碍物之间是否存在实测刮碰风险;

[0092] 所述高度信标反射器存储单元109用于:预先存储每一组高度信标反射器201的实测坐标与实测高度值,并实时与所述激光雷达数据处理单元108进行同位置坐标标定,对与所述高度信标反射器201坐标位置相同的点,进行激光雷达采集单元103巡检时测定的高度信标反射器201高度值与预先存储的实测高度值进行求差操作,得到补偿值;

[0093] 所述逻辑运算单元110用于:计算并输出每一段电线弧垂是否存在与环境刮碰风险,计算与判定规则包括:

[0094] ①通过电线的参数,并引入补偿值后,实时计算出每一段电线的各点理论弧垂值;

[0095] 作为一种举例说明,所述电线的参数包括:电线材质、环境温度、环境湿度以及电线两端搭接电塔的高度与跨度等。

[0096] 作为一种举例说明,所述引入补偿值是指电线两端搭接电塔的高度引入补偿值。

[0097] 作为一种举例说明,所述环境温度、湿度等参数,可由无人机本体自带的感应装置实时提供给所述逻辑运算单元。

[0098] ②通过引入补偿值,保证了每一段电线各点理论弧垂值的精确度后,将各点理论弧垂值融入至对应采集到的且已剔除实测电线参数的三维数据中,再次进行抽稀点云处理,二次判定电线弧垂与障碍物之间是否存在理论刮碰风险;

[0099] 作为一种举例说明,所述各点理论弧垂值可以通过对每一段电线预设固定取值数量后,进行等距里抽样或者随机抽样的方式确定。

[0100] ③将所述每一段实测刮碰风险数据值与其对应的理论刮碰风险数据值进行逻辑

“与”运算,得出是否存在电线弧垂与环境存在刮碰风险警告,即:

[0101] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0102] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为无风险,那么逻辑运算单元判定不存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0103] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值任一为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0104] 所述高度信标反射器201:采用玻璃棱镜反射器,因玻璃棱镜反射器容易反射激光测距信号,故而容易确定自身所处的位置信息与高度信息;所述每组高度信标反射器201安装在每一处电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接口处。

[0105] 作为一种举例说明,所述高度信标反射器201只需安装在每个电塔间最下方的电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接口处。

[0106] 基于无人机的架空输电线通道实时检测系统的检测方法,包括:

[0107] 步骤一、每组高度信标反射器201的参数测定与存储:采用手持式高精度位置传感器结合激光测距仪,采集每组高度信标反射器201坐标参数和高度值;并同步发送至高度信标反射器存储单元109;所述每组高度信标反射器201安装在每一处电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接口处;

[0108] 作为一种举例说明,所述手持式高精度位置传感器与无人机本体102上的位置传感器105采用相同规格的卫星定位系统,即均为北斗定位或均是GPS定位系统。

[0109] 所述高度信标反射器存储单元109用于:预先存储每一组高度信标反射器201的实测坐标与实测高度值,并实时与所述激光雷达数据处理单元108进行同位置坐标标定,对与所述高度信标反射器201坐标位置相同的点,进行激光雷达采集单元103巡检时测定的高度值与预先存储的实测高度值进行求差操作,得到补偿值;

[0110] 作为一种举例说明,所述补偿值可以是正值,也可以是负值;即当激光雷达采集单元103巡检时测定的高度信标反射器201高度值大于同坐标的高度信标反射器201对应的预先存储的实测高度值时为正值,当激光雷达采集单元103巡检时测定的高度信标反射器201高度值小于同坐标的高度信标反射器201对应的预先存储的实测高度值时为负值。

[0111] 作为一种举例说明,每组所述高度信标反射器201的坐标参数和高度值,可通过八位或十六位二进制代码进行记录,存储在高度信标反射器存储单元109中;

[0112] 步骤二、无人机飞行平台控制单元107工作过程:

[0113] 控制无人机本体102起飞,对架空输电线巡检,通过内置的激光雷达采集单元103,实时采集架空输电线路及其周围环境三维数据,并同步回传三维数据至激光雷达数据处理单元108;

[0114] 通过内置的热成像测定单元104,辅助测定电线是否存在短路或断路,并实时将测定结果反馈至地面控制单元106;

[0115] 控制无人机本体102返回,完成巡检后的无人机本体102回收;

[0116] 步骤三、激光雷达数据处理单元108工作过程:

[0117] 所述激光雷达数据处理单元108通过接收的三维数据,进行抽稀点云处理,实际判定每一段电线弧垂与障碍物之间是否存在实测刮碰风险;

[0118] 即,实际判定是否存在电线弧垂与障碍物(例如树木)存在交集;

[0119] 因架空输电线较细,单纯采用激光雷达采集单元103采集的电线数据,进行抽稀点云运算处理时,很容易存在电线数据丢帧的情况,故而完全采用激光雷达采集单元103进行三维点云的测距数据采集,虽然大大降低了高清图片采集时的运算数据,降低了功耗和设备复杂度,但实际使用过程中会存在电线丢帧进而无法准确判定电线弧垂与障碍物的刮碰风险情况;

[0120] 作为一种举例说明,所述激光雷达采集单元103为:具备扇形采集面的激光测距仪。

[0121] 步骤四、逻辑运算单元110的工作过程;

[0122] 计算并输出电线弧垂是否存在与环境刮碰风险,计算与判定规则包括:

[0123] ①通过电线的参数,并引入补偿值后,实时计算出每一段电线的各点理论弧垂值;

[0124] 作为一种举例说明,所述电线的参数包括:电线材质、环境温度、环境湿度以及电线两端搭接电塔的高度等。

[0125] 作为一种举例说明,所述环境温度、湿度等参数,可由无人机本体自带的感应装置实时提供给所述逻辑运算单元。

[0126] ②通过引入补偿值,保证了每一段电线各点理论弧垂值的精确度后,将各点理论弧垂值融入至对应采集到的且已剔除实测电线参数的三维数据中,再次进行抽稀点云处理,二次判定电线弧垂与障碍物之间是否存在理论刮碰风险;

[0127] 作为一种举例说明,所述各点理论弧垂值可以通过对每一段电线预设固定取值数量后,进行等距里抽样或者随机抽样的方式确定。

[0128] ③将每一段所述实测刮碰风险数据值与其对应的理论刮碰风险数据值进行逻辑“与”运算,得出是否存在电线弧垂与环境存在刮碰风险警告,即:

[0129] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0130] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值均为无风险,那么逻辑运算单元判定不存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0131] 当:实测刮碰风险数据值与理论刮碰风险数据值任一为有风险,那么逻辑运算单元判定存在电线弧垂与环境刮碰风险;

[0132] 作为一种举例说明,所述高度信标反射器201只需安装在每个电塔间最下方的电线与电塔绝缘瓷瓶的搭接处。

[0133] 考虑到电线弧垂可根据环境温度、电线材质、电塔间跨度距离以及电线两端的高度值等参数进行理论弧垂值计算,其弧垂数据值可精确得到,故而高度信标反射器201分别设置在一段电线相邻的两个电塔上最下方电线的左、右两侧的绝缘瓷瓶处;只设置在最下方电线的目的可以节约材料成本和施工成本,因为最下方电线弧垂接触障碍物后,自然会报警处理,无论该障碍物是否会接触上方电线,都会列入报警机制中,故而最下方电线为报警最灵敏取值点;

[0134] 作为一种举例说明,所述高度信标反射器201还可以采用主动信号发送方式的电子发送器,利用电线输电过程中产生的电磁场或外置风轮发电结构,进行绿色供电。

[0135] 本发明滤掉了采用三维高清拍摄实景信息的模式,大大降低了数据建模时的运算

量,降低了对芯片的高规格要求,也降低了耗电量和制造成本;通过补偿值的引入,创造性的设计出两次判定相结合的电线弧垂分析模式,提高了电线弧垂与障碍物是否存在刮碰的判定精准度;单纯的测距数据,其整体运算量远低于高清摄像的图片建模运算量或测距与摄像图片相结合的融合运算量,进一步降低了芯片及设备发热情况,延长了整个系统的使用寿命。

[0136] 以上所述的仅为本发明的优选实施例,所应理解的是,以上实施例的说明只是用于帮助理解本发明的方法及其核心思想,并不用于限定本发明的保护范围,凡在本发明的思想和原则之内所做的任何修改、等同替换等等,均应包含在本发明的保护范围之内。

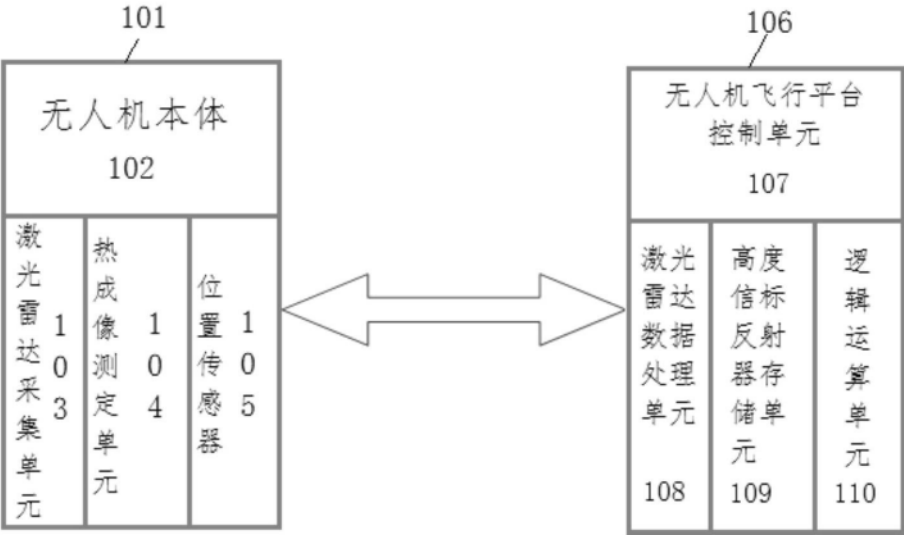


图1

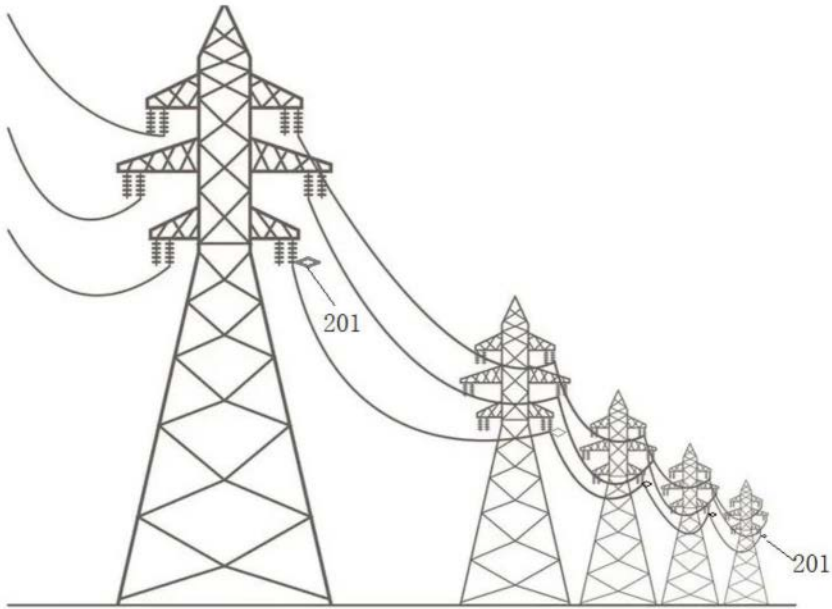


图2