



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110189411 A
(43)申请公布日 2019.08.30

(21)申请号 201910507443.2

(22)申请日 2019.06.12

(71)申请人 中国民用航空飞行学院
地址 618307 四川省德阳市广汉市南昌路
四段46号
申请人 潘卫军 刘铠源

(72)发明人 潘卫军 刘铠源 宋歌 王玄
王润东 左青海

(74)专利代理机构 四川力久律师事务所 51221
代理人 韩洋

(51)Int.Cl.
G06T 17/05(2011.01)
B64D 47/00(2006.01)

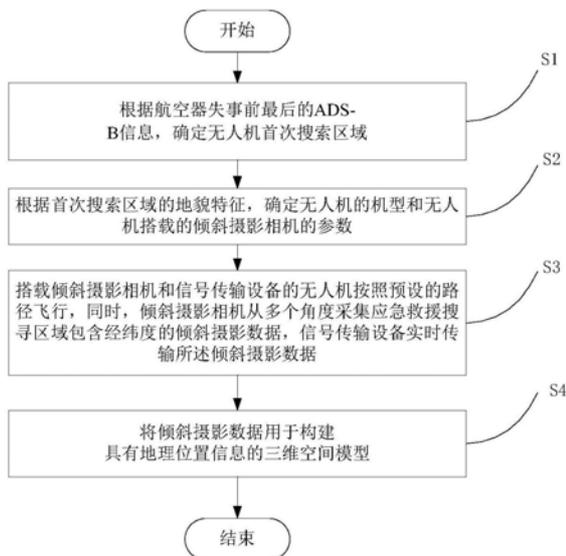
权利要求书2页 说明书7页 附图6页

(54)发明名称

一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法

(57)摘要

本发明公开了应急救援领域的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法。包括:1,根据航空器失事前最后的ADS-B信息,确定无人机首次搜索区域;2,根据首次搜索区域的地貌特征,确定无人机的机型和无人机搭载的倾斜摄影相机的参数;3,搭载倾斜摄影相机和信号传输设备的无人机按照预设的路径飞行,同时,倾斜摄影相机采集倾斜摄影数据,信号传输设备实时传输倾斜摄影数据;4,构建具有地理位置信息的三维空间模型。本发明将无人机与倾斜摄影相机进行组合,搭载高清相机,获取航空器失事区域多角度地形纹理影像信息,打破了正射影像只能从垂直角度拍摄的限制,扩大了拍摄角度,并能实时建立航空器失事区域三维模型。



1. 一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,包括:
 - S1,根据航空器失事前最后的ADS-B信息,确定无人机首次搜索区域;
 - S2,根据所述首次搜索区域的地貌特征,确定无人机的机型和所述无人机搭载的倾斜摄影相机的参数;
 - S3,搭载所述倾斜摄影相机和信号传输设备的无人机按照预设的路径飞行,同时,所述倾斜摄影相机从多个角度采集应急救援搜寻区域包含经纬度的倾斜摄影数据,所述信号传输设备实时传输所述倾斜摄影数据;
 - S4,将所述倾斜摄影数据用于构建具有地理位置信息的三维空间模型。
2. 如权利要求1所述的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,S1的步骤包括:
 - S11,提取失事航空器最后报告ADS-B信息中航空器的经纬度信息、飞行速度V1和高度;
 - S12,根据失事时所剩燃油,估算航空器以飞行速度V1水平飞行的最大时间长度T1;
 - S13,估算航空器从所述高度处做自由落体坠毁的时间长度T2;
 - S14,以所述航空器的经纬度信息为中心构造首次搜索区域,所述首次搜索区域是以A为边长的正方形区域,当 $T1 \geq T2$ 时, $A=T1 \times V1$;当 $T1 < T2$ 时, $A=T1 \times V1$ 。
3. 如权利要求1所述的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,根据所述首次搜索区域的地貌特征,确定无人机的机型和所述无人机搭载的倾斜摄影相机的参数,步骤包括:
 - S21,调取所述首次搜索区域的卫星地图,估算所述首次搜索区域的面积;
 - S22,将所述首次搜索区域的卫星地图转化为所述首次搜索区域的数字高程地图,再由所述数字高程地图转换成等高线图;
 - S23,分析所述等高线图,确定所述首次搜索区域内最高障碍物的高度H1;
 - S24,根据最高飞行高度H和所述首次搜索区域的面积选取无人机机型,其中所述最高飞行高度 $H > H1$;
 - S25,根据最高飞行高度H,确定倾斜摄影相机的个数和倾斜夹角范围。
4. 如权利要求1所述的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,所述倾斜摄影数据还包括高清照片数据、航向角、俯仰角和翻滚角。
5. 如权利要求1所述的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,所述三维空间模型的地理位置信息根据所述经纬度得到。
6. 如权利要求1所述的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,所述预设的路径为Z字形,所述Z字形路径覆盖的区域是边长为N的正方形区域,其中, $N \geq A$,A为首次搜索正方形区域的边长。
7. 如权利要求1所述的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,所述方法的步骤还包括:若所述三维空间模型未覆盖失事航空器解体碎片分布区域,则扩大无人机飞行的范围,使得三维空间模型范围覆盖失事航空器解体碎片分布区域,具体包括:
 - S31,扩大搜索区域,调取扩大范围后的搜索区域的卫星地图;
 - S32,将所述扩大范围后的搜索区域的卫星地图转化为数字高程地图,再转换成等高线图;

S33,根据所述等高线图,确定所述扩大范围后的搜索区域内的障碍物最高高度H2;

S34,将H2和H3进行比较,确定无人机机型,所述H3是当前执行任务无人机最高飞行高度;

S35,所述无人机机型按照Z字形飞行路径飞行,同时所述倾斜摄影相机从多个角度采集扩大范围后的搜索区域的包含经纬度的倾斜摄影数据,所述信号传输设备实时传输所述倾斜摄影数据;

S36,将所述倾斜摄影数据用于构建扩大范围后的搜索区域的三维空间模型,并判断扩大范围后的搜索区域的三维空间模型是否覆盖失事航空器解体碎片分布区域,若覆盖,则直接输出所述扩大范围后的搜索区域的三维空间模型,若未覆盖,则返回步骤S31。

8.如权利要求7所述的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,所述将H2和H3进行比较,确定无人机机型,具体是指:

若 $H2 > H3$,则更换无人机机型,使得无人机的飞行高度满足飞行需求;

若 $H2 \leq H3$,且无人机续航能力能覆盖新的搜索区域,则不更换无人机机型;

若 $H2 \leq H3$,但无人机续航能力不能覆盖新的搜索区域,则更换无人机机型或更换无人机的电池,以满足所述扩大范围后的搜索区域对续航能力的需求。

9.如权利要求7所述的一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,其特征在于,所述Z字形飞行路径覆盖的区域是边长为 $2N$ 或 $3N$ 的正方形区域,其中, $N \geq A1$, $A1$ 为扩大范围后的正方形搜索区域的边长。

10.一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法的装置,其特征在于,包括至少一个无人机,以及搭载在所述无人机上的至少一个倾斜摄影相机和至少一个信号传输设备,所述倾斜摄影相机从多个角度采集应急救援搜寻区域包含经纬度的倾斜摄影数据,所述信号传输设备传输所述倾斜摄影数据,所述搭载所述倾斜摄影相机和信号传输设备的无人机能够执行权利要求1至9中任一项所述的方法。

一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法

技术领域

[0001] 本发明涉及应急救援领域,特别涉及一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法。

背景技术

[0002] 民航业在快速发展,2018年全世界民航共完成12亿人旅客运输量,但航空安全事故仍然时有发生,2018年全世界民航共发生15起严重致死空难,共造成556人死亡,航空器失事区域位于山区时,受地形地貌限制,以及缺少失事区域的可视化影像,救援人员难以直观的了解搜救区域的地形地貌,不能针对性的制定搜救路径,给应急救援行动的展开带来了很大的不便。

[0003] 现有技术主要是通过高分辨卫星遥感数据和计算机建模软件对航空器失事区域进行可视化,受限于DEM高程数据的精度低下,以及地形数据难以第一时间获取,计算机性能等限制,导致可视化建模时间长,精度低,部分区域只有正射影像等缺陷。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于克服现有技术中所存在的上述不足,提供一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法。

[0005] 为了实现上述发明目的,本发明提供了以下技术方案:

一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法,包括:

S1,根据航空器失事前最后的ADS-B信息,确定无人机首次搜索区域;

S2,根据首次搜索区域的地貌特征,确定无人机的机型和无人机搭载的倾斜摄影相机的参数;

S3,搭载倾斜摄影相机和信号传输设备的无人机按照预设的路径飞行,同时,倾斜摄影相机从多个角度采集应急救援搜寻区域包含经纬度的倾斜摄影数据,信号传输设备实时传输倾斜摄影数据;

S4,将倾斜摄影数据用于构建具有地理位置信息的三维空间模型。

[0006] 根据航空器失事前最后的ADS-B信息,确定无人机首次搜索区域,步骤包括:

S11,提取失事航空器最后报告ADS-B信息中航空器的经纬度信息、飞行速度V1和高度;

S12,根据失事时所剩燃油,估算航空器以飞行速度V1水平飞行的最大时间长度T1;

S13,估算航空器从高度处做自由落体坠毁的时间长度T2;

S14,以航空器的经纬度信息为中心构造首次搜索区域,首次搜索区域是以A为边长的正方形区域,当 $T1 \geq T2$ 时, $A = T2 \times V1$;当 $T1 < T2$ 时, $A = T1 \times V1$ 。

[0007] 根据首次搜索区域的地貌特征,确定无人机的机型和无人机搭载的倾斜摄影相机的参数,步骤包括:

S21,调取所述首次搜索区域的卫星地图,估算所述首次搜索区域的面积;

S22,将所述首次搜索区域的卫星地图转化为所述首次搜索区域的数字高程地图,再由

所述数字高程地图转换成等高线图；

S23,分析所述等高线图,确定所述首次搜索区域内最高障碍物的高度H1；

S24,根据最高飞行高度H和所述首次搜索区域的面积选取无人机机型,其中所述最高飞行高度 $H>H1$ ；

S25,根据最高飞行高度H,确定倾斜摄影相机的个数和倾斜夹角范围。

[0008] 倾斜摄影数据还包括高清照片数据、航向角、俯仰角和翻滚角。

[0009] 三维空间模型的地理位置信息根据经纬度得到。

[0010] 预设的路径为Z字形,Z字形路径覆盖的区域是边长为N的正方形区域,其中, $N\geq A$,A为首次搜索正方形区域的边长。

[0011] 方法的步骤还包括:若三维空间模型未覆盖失事航空器解体碎片分布区域,则扩大无人机飞行的范围,使得三维空间模型范围覆盖失事航空器解体碎片分布区域,具体包括:

S31,扩大搜索区域,调取扩大范围后的搜索区域的卫星地图；

S32,将扩大范围后的搜索区域的卫星地图转化为数字高程地图,再转换成等高线图；

S33,根据等高线图,确定扩大范围后的搜索区域内的障碍物最高高度H2；

S34,将H2和H3进行比较,确定无人机机型,H3是当前执行任务无人机最高飞行高度；

S35,无人机机型按照Z字形飞行路径飞行,同时倾斜摄影相机从多个角度采集扩大范围后的搜索区域的包含经纬度的倾斜摄影数据,信号传输设备实时传输倾斜摄影数据；

S36,将倾斜摄影数据用于构建扩大范围后的搜索区域的三维空间模型,并判断扩大范围后的搜索区域的三维空间模型是否覆盖失事航空器解体碎片分布区域,若覆盖,则直接输出扩大范围后的搜索区域的三维空间模型,若未覆盖,则返回步骤S31。

[0012] 将H2和H3进行比较,确定无人机机型,具体是指:

若 $H2>H3$,则更换无人机机型,使得无人机的飞行高度满足飞行需求；

若 $H2\leq H3$,且无人机续航能力能覆盖新的搜索区域,则不更换无人机机型；

若 $H2\leq H3$,但无人机续航能力不能覆盖新的搜索区域,则更换无人机机型或更换无人机的电池,以满足扩大范围后的搜索区域对续航能力的需求。

[0013] Z字形飞行路径覆盖的区域是边长为 $2N$ 或 $3N$ 的正方形区域,其中, $N\geq A1$,A1为扩大范围后的正方形搜索区域的边长。

[0014] 一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法的装置,包括至少一个无人机,以及搭载在无人机上的至少一个倾斜摄影相机和至少一个信号传输设备,倾斜摄影相机从多个角度采集应急救援搜寻区域包含经纬度的倾斜摄影数据,信号传输设备传输倾斜摄影数据,搭载倾斜摄影相机和信号传输设备的无人机能够执行上述的方法。

[0015] 与现有技术相比,本发明的有益效果:

1、本发明将无人机与倾斜摄影相机进行组合,搭载高清相机,能够及时获取航空器失事区域多角度地形纹理影像信息,通过计算机三维建模技术,快速构建具有准确地理位置信息的三维空间模型,能精确的重建航空器失事区域的地形地貌与建筑物的细节特征,提高了建模的效率和质量,实景模型的精度可达到毫米级。

[0016] 2、由于数据实时从倾斜摄影相机传回地面工作站,能在航空器失事后短时间内制作高分辨率、可测量的搜救区域三维实景模型辅助应急搜救指挥决策。

附图说明

- [0017] 图1为本发明一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法的流程图；
图2为实施例1中的航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法的流程图；
图3为实施例1中以时间T2为参考的首次搜索区域图；
图4为实施例1中以时间T1为参考的首次搜索区域图；
图5为实施例1中扩大范围后的Z字形路径图；
图6为实施例1中再次扩大范围后的Z字形路径图；
图7为实施例2中航空器失事区域为城镇时，城镇失事区域三维实景建模图；
图8为实施例2中城镇失事区域三维实景失事区域局部放大图；
图9为实施例2中城镇失事区域三维实景建模俯视图；
图10为实施例2中失事区域建筑物空间距离量测图；
图11为实施例2中航空器失事区域为山谷时，三维实景建模图；
图12为实施例2中航空器失事区域为山谷时，山谷区域俯视图。

具体实施方式

[0018] 下面结合试验例及具体实施方式对本发明作进一步的详细描述。但不应将此理解为本发明上述主题的范围仅限于以下的实施例，凡基于本发明内容所实现的技术均属于本发明的范围。

[0019] 实施例1

本发明一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法的流程图如图1所示，本实施例中，作为本发明的一种具体实施例，一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法的流程图如图2所示，包含以下步骤：

第一步：根据空管部门、航空公司等提供的航空器失事前信息，确定无人机首次搜寻区域。

[0020] 确定搜寻区域通常是制定搜寻计划的第一步，该范围应包含失事航空器的残骸和所有可能幸存者的位置。可利用民航系统的一种主动监视手段——ADS-B，先提取失事航空器最后报告ADS-B信息中航空器的最后位置（即航空器最后发出的经纬度信息）和高度信息，然后基于最后位置，确定搜寻范围，具体方法为：

失事时，根据所剩燃油，估算失事航空器以最后汇报的速度 V_1 水平飞行的时长，设定该最大飞行时间长度为 T_1 ；

失事时，若航空器所处高度位置为 H_2 ，则可以计算出航空器从 H_2 高度位置处做自由落体坠毁的时间，设定该自由落体坠毁的时间为 T_2 ；

当 $T_1 \geq T_2$ 时，以航空器最后位置点（经纬度信息）为中心构造搜索区域，区域为以 A 为边长的正方形区域，其中 $A = T_2 \times V_1$ ，以时间 T_2 为参考的首次搜索区域图如图3所示。

[0021] 当 $T_1 < T_2$ 时，以航空器最后位置点（经纬度信息）为中心构造搜索区域，区域为以 A 为边长的正方形区域，其中 $A = T_1 \times V_1$ ，以时间 T_1 为参考的首次搜索区域图如图4所示。

[0022] 第二步：根据第一步确定的搜寻区域，调用卫星地图确定失事区域地形地貌，确定无人机的机型和倾斜摄影相机的参数。

[0023] 根据不同的地形地貌，确定可视化区域复杂情况，以此确定执行任务的无人机型

号。不同地形地貌对执行可视化作业的无人机要求的性能不同,型号不同,并且相应的倾斜摄影相机型号不同,角度设定参数不同。

[0024] 调取搜索区域的卫星地图,估算搜索区域的面积,将搜索区域的卫星地图转化为搜索区域的数字高程地图(DEM),再转换成搜索区域的等高线图。分析搜索区域的等高线图,设定搜索区域内障碍物高度最高为H1。

[0025] 将搜索区域面积和障碍物最高H1高度与各型号无人机的性能做比对,确定无人机的机型和倾斜摄影相机参数的选取方案。根据现有的无人机型号和倾斜摄影相机,无人机型号和倾斜摄影相机选择依据如表1所示。

[0026] 表1 无人机型号和倾斜摄影相机选择依据

方案编号	无人机型号	最高飞行高度	续航能力覆盖范围	倾斜摄影相机	参数设定
1	旋翼	2000m	8KM ²	双目	夹角30-45°
2	固定翼	4000m	20KM ²	五目	夹角30-45°
3	复合翼	5000m	40KM ²	五目	夹角30-45°
4	无人直升机	8000m	60KM ²	五目	夹角30-45°

第三步:对无人机进行作业路径规划。

[0027] 无人机在飞行的时候保持在同一飞行高度,上一次照片采集与下一次照片采集有重叠的部分,重叠区域的大小用旁向重叠率来表述,设定航向重叠率范围为60%-75%,旁向重叠率范围为60%-78%,设定路径为Z字形,Z字形路径覆盖的区域是边长为N的正方形区域,N的取值大于等于搜索区域的正方形区域边长A。

[0028] 第四步:无人机按照预定路径飞行,多个倾斜相机进行数据采集。

[0029] 无人机按照第三步设定的Z字形路径飞行,飞行范围覆盖的区域是边长为N的正方形区域,其中, $N \geq A$,A为首次搜索正方形区域的边长。同时多个倾斜相机进行数据采集。数据采集过程中除了正摄角度的影像采集,多个倾斜相机还可以从不同的角度进行影像采集,例如,若无人机搭载的倾斜摄影相机为5目,除了正摄角度的影像采集,还可以同时从前后左右4个不同的角度采集影像。

[0030] 采集到的无人机倾斜摄影数据包括POS数据和高清照片数据,POS数据由飞控系统在相机拍照时生成,与照片一一对应,POS数据主要采集作业过程中无人机的经纬度、高度、海拔、飞行方向、飞行姿态等信息,无人机倾斜摄影数据格式如表2所示。

[0031] 表2 无人机倾斜摄影数据

数据名称	数据类型	存储格式	数据精度
高清照片数据	图片	Jpg	高
经纬度	坐标	Txt	高
航向角	角度	Txt	高
俯仰角	角度	Txt	高
翻滚角	角度	Txt	高

第五步:将采集到的无人机倾斜摄影数据通过无人机搭载的信号传输设备传回地面工作站,本实施例中使用的信号传输设备为大疆DJI Lightbridge 2,对传回地面工作站的无人机倾斜摄影数据中的高清照片数据进行人工筛选,剔除无法用于三维可视化建模的照片数据,无法使用的照片数据包括:曝光过度的照片,畸形照片,跳跃数据。

[0032] 第六步:将筛选后的无人机倾斜摄影数据导入地面工作站中的可视化建模软件进行搜寻区域三维实景的可视化建模。

[0033] 构建具有地理位置信息的三维空间模型采用Smart3D软件实现,步骤包括:向Smart3D软件输入经过筛选后的倾斜摄影数据;完成空三加密和联合平差;进行瓦片分割,输出三维空间模型;进行模型检查,若检查合格,输出应急救援搜寻区域的三维空间模型,若检查不合格,实时调整无人机飞行路线和倾斜相机的角度补拍照片,将补拍的无人机倾斜摄影数据传回地面工作站,进行模型修饰,待检查合格后,输出应急救援搜寻区域的三维空间模型。

[0034] 第七步:对建立的三维模型进行检查,若发现失事航空器解体碎片分布区域全部被可视化范围覆盖,则执行第九步。

[0035] 若检查发现失事航空器解体碎片分布区域未被全部可视化范围覆盖,扩大无人机飞行的范围,并采集更大区域的无人机倾斜摄影数据。

[0036] 扩大搜索范围,不仅意味着扩大的搜索范围对无人机的续航能力要求提高了,也意味着新的搜索范围里包含的地形地貌发生了变化。调取扩大范围后的新的搜索范围的卫星地图,估算新的搜索范围的面积,转化为新的搜索范围的数字高程地图(DEM),再转换成等高线图。分析新的搜索区域的等高线图,确定新的搜索区域的障碍物最高高度,设定这个新的最高高度为 H_2 ,设定当前执行任务无人机最高飞行高度为 H_3 ,

若 $H_2 > H_3$,则更换无人机机型执行任务,无人机的飞行高度满足飞行需求;

若 $H_2 \leq H_3$,且无人机续航能力能覆盖新的搜索区域,则不更换无人机机型;

若 $H_2 \leq H_3$,但无人机续航能力不能覆盖新的搜索区域,则更换无人机机型或更换无人机的电池,以满足新的搜索区域对续航能力的需求。

[0037] 扩大搜索范围后无人机仍保持Z字形飞行路径,且Z字形路径覆盖的区域是边长为 $2N$ 的正方形区域,并再次进行无人机倾斜摄影数据的采集,扩大范围后的Z字形路径如图5所示。

[0038] 第八步:对再次采集的无人机倾斜摄影数据进行可视化建模后,对可视化模型进行第二次检查,若检查发现失事航空器解体碎片分布区域全部被可视化范围覆盖,则执行第九步。

[0039] 若检查发现失事航空器解体碎片分布区域未被全部可视化范围覆盖,再次扩大无人机飞行的范围,调取再次扩大范围后的搜索范围的卫星地图,估算再次扩大范围后的搜索范围面积,转化为再次扩大范围后的搜索范围的数字高程地图(DEM),再转换成等高线图。分析再次扩大范围后的搜索区域的等高线图,确定再次扩大范围后的搜索区域的障碍物最高高度,设定该最高高度为 H_4 ,设定当前执行任务无人机最高飞行高度为 H_5 ,

若 $H_4 > H_5$,则更换无人机机型执行任务,无人机的飞行高度满足飞行需求;

若 $H_4 \leq H_5$,且无人机续航能力能覆盖新的搜索区域,则不更换无人机机型;

若 $H_4 \leq H_5$,但无人机续航能力不能覆盖新的搜索区域,则更换无人机机型或更换无人机的电池,以满足再次扩大范围后的搜索区域对续航能力的需求。

[0040] 再次扩大搜索范围后的无人机仍保持Z字形飞行路径,且Z字形路径覆盖的区域是边长为 $3N$ 的正方形区域,并再次进行无人机倾斜摄影数据的采集,再次扩大范围后的Z字形路径如图6所示。

[0041] 第九步:输出失事区域可视化模型。

[0042] 构建具有地理位置信息的三维空间模型;进行模型检查,若检查合格,输出应急救援搜寻区域的三维空间模型,若检查不合格,实时调整无人机飞行路线和倾斜相机的角度补拍照片,将补拍的无人机倾斜摄影数据传回地面工作站,进行模型修饰,待检查合格后,输出应急救援搜寻区域的三维空间模型。

[0043] 一种航空器失事后应急救援搜寻区域可视化方法的装置,包括至少一个无人机,以及搭载在无人机上的至少一个倾斜摄影相机和至少一个信号传输设备,倾斜摄影相机从多个角度采集应急救援搜寻区域包含经纬度的倾斜摄影数据,信号传输设备传输倾斜摄影数据,搭载倾斜摄影相机和信号传输设备的无人机能够执行上述方案中任一项的方法。

[0044] 实施例2

为了更全面的模拟航空器失事区域,本文综合考虑无人机设备性能要求及不同地貌情况,搜寻选址为位于四川省德阳市某地区的城市建筑,以及位于昆明市呈贡区的某山坡,山坡最大落差为20米。

[0045] 设备选型综合考虑负载量,飞行性能,定位精度,选用旋翼无人机执行任务。另外还设定了图像传输效率以及倾斜摄影相机的单相机像素,相机总像素,镜头焦距等参数。采用大疆 M600 Pro作为飞行平台,使用京航创智3S倾斜摄影相机获取倾斜摄影数据。大疆 M600 Pro旋翼无人机能保障作业时无人机稳定的飞行表现和精准操控,搭载的D-RTK系统能够实现厘米级别的精度定位,并且能够实现5Km的远距离低延时高清影像传输,适用于航空器失事区域位于山区等场景。京航创智3S倾斜摄影相机载荷小,像素高,单镜头像素达到2430万,五目总像素达到1.2亿,能采集到高分辨率的地面图像。

[0046] 航线规划是整个作业流程中很重要的一环,航线规划的好坏直接影响倾斜摄影影像清晰度、旁向重叠率、航向重叠率。本次实验航线规划采用DJI GO进行航线规划,飞行路径为Z字形,飞行高度设置为60米,航向重叠率为75%,旁向重叠率为70%,相机倾斜角为45度,整个图像获取过程采用固定的焦距,避免某个焦距只有非常少量的影像的情况。

[0047] 数据筛选主要是剔除曝光过度,模糊,光照效果不好等照片,同时检查照片的完整性与可靠性,按照前后左右下分别保存倾斜相机采集到的数据,最后检查文件生成的时间,如生成时间连续完整,则表明数据结构有效。本项目最终筛选237张影像作为建模依据。

[0048] 目前行业里处理倾斜摄影照片的主流软件有ContextCapture (Smart3D), PhotoScan, Pix4D mapper,三种软件对比如表3所示:

表3 三维实景建模软件对比

比较方向	Pix4Dmapper	PhotoScan	Smart3D
软件使用难度	简单	难	简单
模型精度	低	高	高
处理工作量	大	小	大
软件费用	低	高	低

Smart3D软件是一款功能强大的无人机进行拍摄图像的后期处理软件,可输入无人机的航拍影像数据,输出高分辨率,高精度,带有地理坐标的三维实景模型。Smart3D生成的三维模型效果较为理想,人工修复工作量虽然比较大,但软件使用比较简单,容易上手且价格较低。因为Smart3D很难计算出极端的镜头畸变,在把原始影像导入Smart3D之前,不进行任

何编辑。建模作业空三处理完毕之后,选择模型数据格式、设置纹理压缩比和节点大小,保持空三运算引擎程序在打开状态,提交生成,即可生成三维实景模型。模型的导出格式一般选择OSGB,生成的模型可在Acute3D View中查看。本次作业中生成的三维实景模型如图7~12所示。航空器失事区域为城镇时,城镇失事区域三维实景建模如图7所示,城镇失事区域三维实景失事区域局部放大图如图8所示,城镇区域三维实景建模俯视图如图9所示。失事区域建筑物空间距离量测图如图10所示。航空器失事区域为山谷时,三维实景建模如图11所示,山谷区域俯视图平面图如图12所示。

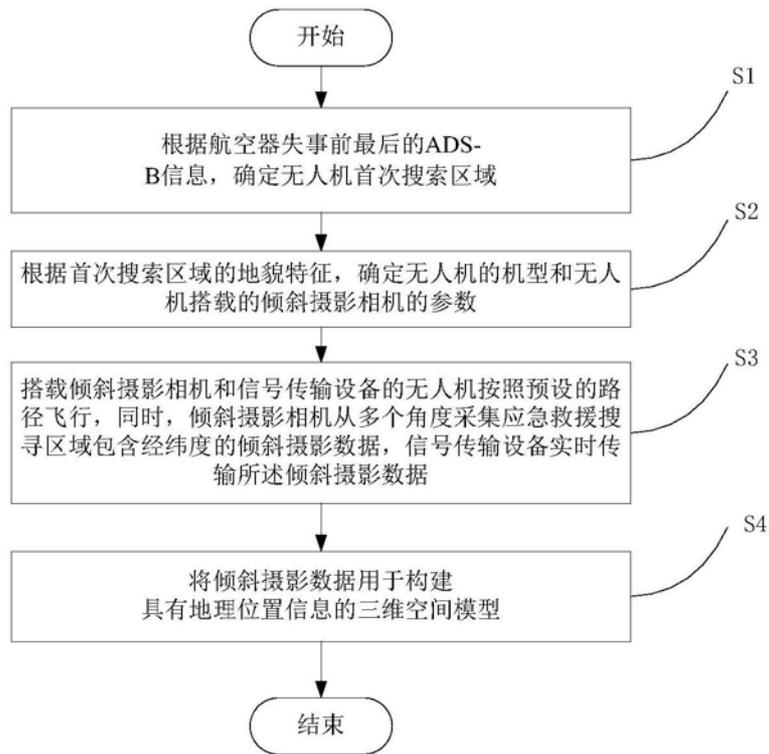


图1

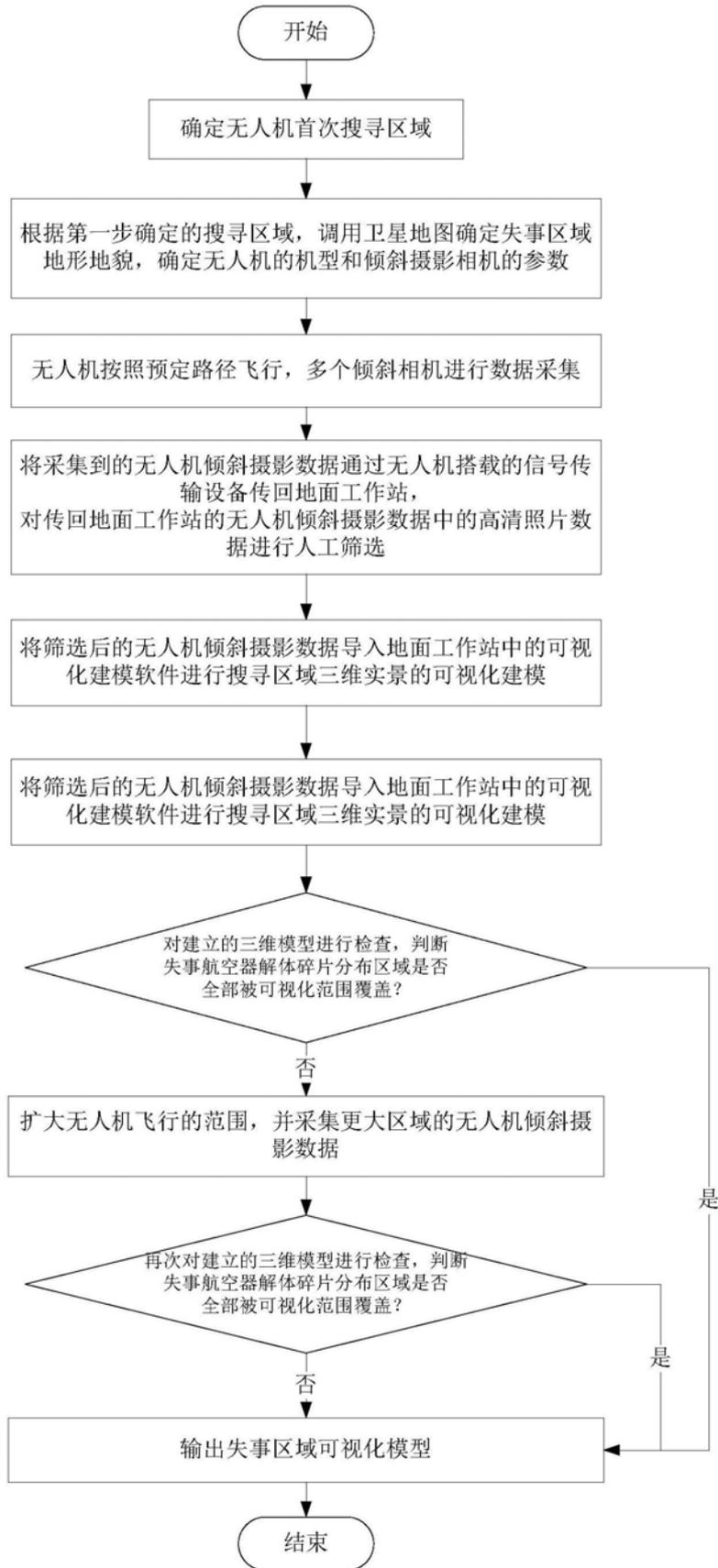
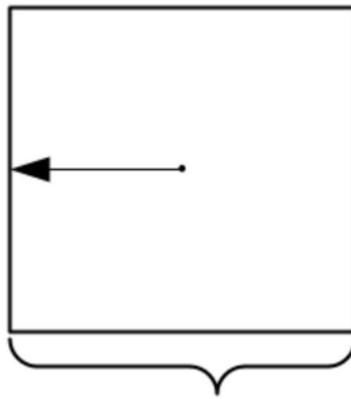
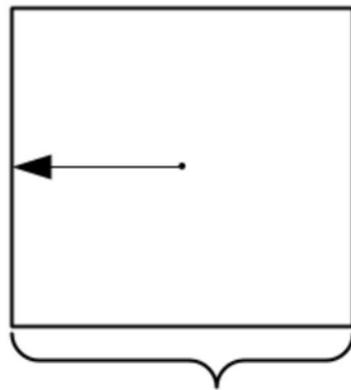


图2



$$A = (T2 \times V1)$$

图3



$$A = (T1 \times V1)$$

图4

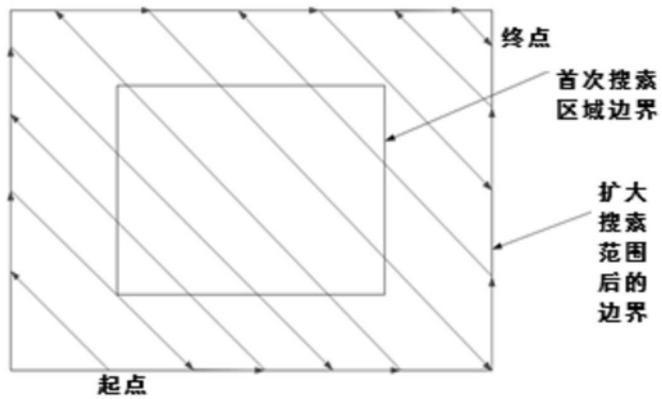


图5

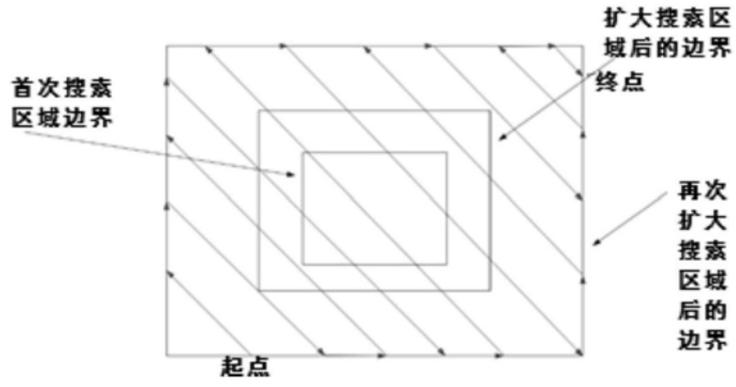


图6



图7



图8



图9



图10



图11

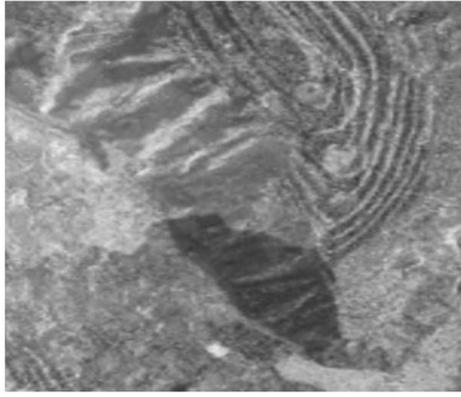


图12