

无人机倾斜摄影测量技术在公路勘察设计中的应用研究

孙峰

驻马店市公路规划勘察设计院

[摘要]本文针对无人机对地质灾害区域进行航飞及三维建模方式进行详细介绍,包括无人机的优势和操作的便捷性,并概括了三维模型的优势,同时详述了倾斜摄影的航飞过程和数据处理的简易流程。最后列举地质灾害类型及倾斜摄影在地质灾害中的应用,通过人工判别地质灾害,对地质灾害进行预警分析,倾斜摄影技术是现在公路地质灾害区域勘察以及设计不可缺少的手段。选用无人机倾斜飞行影像数据在公路勘察设计路线附近进行倾斜航拍并处理城市三维模型,结果表明可以更直观更立体的实现在三维场景中的勘察设计工作。

[关键词]无人机;倾斜摄影测量技术;公路勘察;应用

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2021.12.1415

引言

倾斜摄影技术是国际测绘领域近些年发展起来的一项高新技术,该技术目前在欧美等发达国家已经广泛应用于各个行业。但是,在我国仍然存在较大的空白,倾斜影像技术的引进和应用,可以使目前高昂的三维建模成本大大降低。无人机遥感系统具有成本低、速度快、易操作等优势,已广泛应用于环境监测、生态农业、灾害应急与三维重建等领域中。倾斜摄影测量技术是利用多方向、多角度获取地面影像,快速得到地表三维模型,在模型上可以直接获取高精度三维坐标。由于高海拔地区高速公路的选线难度非常大、地形地质条件复杂、地质灾害突出、气候多变,线路指标与工程规模、行车安全间的矛盾比较突出。考虑项目高差大、海拔高,桥隧比高达95%,且多为无人区,综合安全生产作业、工作效率及精度要求等问题,本文提出倾斜摄影测量技术测绘1:500地形图方法,充分利用无人机灵活、成本低、高效和倾斜摄影测量技术精度高、可生成直观、可视化三维模型等一系列成果。

1. 倾斜摄影系统简介

山区公路勘测周期短、任务重、地形复杂,勘测难度高。传统公路勘察选线主要采用常规航空摄影测量技术和地面实测手段来获取地面三维坐标信息,一般要完成航空摄影、野外像控点测量和地形图调绘、内业立体测图等一系列流程,且常规航摄受到一定的局限。所以,本项目采取倾斜摄影测量技术的方法。

1.1 倾斜摄影测量技术特点

- (1) 真实。可以清晰直观的观看模型,如人眼直接观看真实世界一样。
- (2) 高效率。可以使用无人机快速、灵活的获取测区影像。
- (3) 高精度。模型精度高,可以直接采集地形三维坐标信息。
- (4) 高精细。模型具有丰富的纹理信息。

1.2 倾斜摄影系统的设备和相关参数

倾斜摄影系统包括:飞行平台、飞行导航与控制系统、传感器装置、地面监视系统、数据传输系统等。本文使用的飞行平台为六旋翼航测无人机,整机全碳纤维机身,强度高,重量轻,拆装方便易携带,操作简单,可满足各类复杂环境要求。

1.3 倾斜摄影的特点

倾斜摄影技术相比与传统航测的优势:

- 1) 反映地物周边真实情况:相对于正射影像,倾斜影像

能让用户从多个角度观察地物,更加真实地反映地物的实际情况,极大地弥补了基于正射影像应用的不足。

- 2) 倾斜摄影测量可以便捷地对被测物进行几何量测。通过配套软件的应用,可直接基于成果模型进行量测,扩展了测量成果的应用纬度。

- 3) 建筑物侧面纹理可采集。针对各种三维数字城市应用,利用航空摄影大规模成图的特点,加上从倾斜影像批量提取及贴纹理的方式,能够有效降低城市三维建模成本。

- 4) 易于发布。倾斜影像的数据格式可采用成熟的技术快速进行网络发布,实现共享应用。

2. 无人机三维建模关键技术

2.1 倾斜摄影影像的自动空三

倾斜摄影测量的自动空三方式大量利用了现在最先进的计算机视觉还原技术,将计算机视觉技术与传统航测技术进行结合,充分利用计算机视觉技术对于三维现实还原容易的特点,结合传统航测技术中高精度定向方法,使三维建模成果既美观也具有可量测应用性。其空三过程主要由:①匹配连接点;②构建自由网;③区域网平差,几个步骤组成。

2.2 倾斜影像的密集匹配

基于SHIFT算子的特征点匹配,将计算待匹配的两特征点间的欧氏距离作为匹配测度。

构建尺度空间:①高斯卷积核,图像金字塔;②检测尺度空间极值点:在DOG尺度空间本层以及上下两层的26个邻域中是最大或最小值,并去除低对比度的关键点和不稳定的边缘响应点;③计算关键点主方向;④生成128维的关键点描述。

2.3 密集点粗差检测与自由网的构建

- 1) 采用RANSAC(随机采样一致性)方法,基于5点法相对定向模型(5点共面条件),进行粗差检测。
- 2) 基于双模型的粗差点检测,对于双模型的三度重叠点,采用空间前方交汇计算像点残差,剔除残差较大的粗差点。

- 3) 基于双模型的相对定向可靠性检测,不断选择相互间具有足够连接点的三张影像,依次在影像间两两进行相对定向,计算相对定向的线元素和旋转矩阵。如果相对定向正确,3个线元素向量应共面,3个旋转矩阵依次相乘应为单位阵。

2.4 系统优势

利用无人机对目标区域进行航飞,无人机作为先进的生产工具和作业手段,与传统勘测方式相比较具有多方面优势:

2.4.1精度高。目前无人机所搭载的专业单反数码相机,有效像素优于6千万像素,通过计算,航飞地面分辨率优于0.05m,搭载在无人机上所拍摄的高清晰度数码航片经数字化处理后,可以快速的生成实景三维模型,并绘制出精确的大比例尺的地形图。

2.4.2快速。无人机航飞相比于传统人工建模获取数据更加快速,不用再传统的测量手段进行逐点测量。

3. 倾斜摄影无人机三维建模及修模作业流程

3.1 外业流程

1) 确认飞行区域:获取被测区域的KML文件或者测区的四角坐标,在谷歌地图上将要测量的区域勾绘出来;

2) 分析测区情况:通过谷歌地图或者奥维互动地图分析测区基本情况,满足1:500免象控要高差不可太大,高差/航高 ≤ 0.3 ,也就是说如果设计航高在250m那么的地形最高点与最低点高差应在75m以内。

3) 飞行航线计划:①飞行航线规划应按照风向进行,为了在飞行中获得更好的飞行姿态,需按照顶风顺风方向设计航线。②假设飞行航线按照南北向飞行,航线飞行范围东西向应超出测区范围一条航线,南北向应超出测区范围大约三张影像的距离。

4) 相机设置:①执行航拍任务时,相机应设置为S(快门优先)模式,快门速度设置应大于1/1000s,如果光照环境特别好的时候可以设置为1/1250s或者1/1600s。②ISO值应根据现场光照情况进行设置,在满足曝光的情况下ISO值越小画面杂讯越低,

一般晴天的正午建议设置ISO200,阴天的正午设置ISO400。夏季的17:00后可以设置ISO1000,夏季阴天的15:30后设置ISO800,晴天的早上9:30左右设置ISO320。③检查&关闭相机内的AF选项;关闭相机的HDR打开DRO功能;每次飞行前请格式化清空SD卡确保相机拥有足够的空间。④飞前相机检查时,注意取下相机镜头盖。

5) 像控点布设:①像控点靶标应采用方形靶标;②像控点靶标边长尺寸应 $\geq 1\text{m}$;③地物特征像控应选取在影像上可见的特征地物,地物选取时应选取地物明显的直角或者钝角测量,不宜选取锐角作为特征像控,地物点不可选用房角、电线杆等具有较大高差的地物进行测量,宜选用井盖、道路班线等地物特征。④像控点需以成果目标坐标系为基准进行测量,分布方式在测区内均布即可,勿靠近航飞区边缘。⑤像控点的数量无论何种测区均不可以少于5个,取测区四角与中心进行分布,如有其他需求,视测区情况适当增加。⑥像控点量测应采用GPS多点平滑采集,不得采用单点采集,且平滑采集精度 δ 小于等于0.006m。

3.2 内业倾斜数据三维建模及修饰

采用三维建模软件半自动对测区进行三维建模工程,将得到的数据成果的OSGB和OBJ成果,以及畸变影像和空三成果导入模型修饰软件进行模型修饰工作。内业模型修饰直接对原始影像勾勒交互式建模,突破传统立体像对作业方法,无需佩戴立体眼镜,自动检索多角度影像,可在任意表面实现推入、拉出等布尔运算进行结构物的快速操作,并达到测图级精度成果,测图与建模同步完成,二、三维矢量完全对应便于后期分析应用。整个倾斜摄影建模与测图和模型修饰按照上述流程:

1) 航拍获取垂直和倾斜影像通过自由网平差和带控制点的绝对定向,进行航空影像的定位定姿。

2) 通过航空影像对街景影像进行定向处理。

3) 测图阶段主要利用双视或立体模式,在垂直航空影像上进行空间点的坐标获取,因为建模阶段可以以角点为依据,所以只需要进行部分关键角点的测量。

4) 建模阶段,利用DPMoDeler软件在多视影像背景下,快速进行模型构建。

5) 勾勒建筑体几何细节:空三成果与影像数据集成Dp-Modeler平台,通过自动检索多角度影像,从多角度精细勾勒三维模型建筑细节,实现测图与建模同步完成,多个视口联动保证了平面和高程位置的高精度。

6) 纹理自动映射:通过摄影测量算法,实现模型贴图自动从影像中采集,一键完成模型贴图,无需调整UV。

4. 无人机倾斜摄影技术存在的不足之处

(1) 无人机续航能力低。现有的无人机电池材料比较单一,多以锂电材料为主无法实现单架次长航时飞行。解决此问题主要有两条:第一采用新的电池材料替代锂电,第二使用其他方式解决动力来源。

(2) 地形图采集还是处于半自动化,人机交互程度高,容易出现误判和漏判很多人为误差,需对软件进行深层次开发,加入人工智能、机器学习算法,可以实现快速提取、自动识别的能力。

(3) 倾斜摄影测量技术在交通、国土、规划、建筑、电力等行业已经应用非常成熟,但是与相关行业如何更好地配合应用,还存在一些问题:①数据量太大,②没有标准的格式,③没有三维模型的应用场景,④应用成本太高,⑤核心软件国产化程度太低。

5. 无人机倾斜摄影技术应用是需要注意的关键点

公路地质灾害识别是公路防灾减灾业务的重要工作,更是公路全生命周期管理中不可忽视的必要环节。全国发生危害公路交通设施的地质灾害频起,对经济和人民生命造成直接及间接的巨大损失。因此建设一套公路地质灾害识别体系可以安全高效的提出地质灾害预警,填补国内公路预警技术体制的空白。传统的勘察设计手段已经无法满足新形势下的公路工程建设需求,在勘察设计、施工建设、后期运营各阶段中,迫切需要对工程具有重要影响的不良地质体进行实时查看和判别,以减少地质灾害对公路施工及后期的影响。利用无人机搭载倾斜相机,对地质灾害地区进行航拍,获取原始影像,通过三维建模软件对原始影像数据进行处理,获得实景三维模型,通过在三维模型上测量及评估,结合地质专家意见,得到该地质的灾害预警信息。

结束语

无人机遥感系统具有成本低、速度快、易操作等优势,已广泛应用于环境监测、生态农业、灾害应急与三维重建等领域中。相对于正射影像,倾斜影像能让用户从多个角度观察地物,更加真实地反映地物的实际情况,极大地弥补了基于正射影像应用的不足。三维模型具有真实、直观、可量测、精度高的优点,应用于公路的勘察设计中,可以高效、直观地参考周边的地形和地质情况,再结合外业测量人员的实际测量工作,进行勘察设计工作。

参考文献

- [1] 杨国东, 王民水. 倾斜摄影测量技术应用及展望[J]. 测绘与空间地理信息. 2016, (1). 13-15, 18.
- [2] 杨铁牛. 公路桥梁养护维修加固的研究[J]. 城市道桥与防洪. 2017, (3). 180-182.