

# 无人机摄影测量技术在公路工程勘测中的应用

李岩

北京东方新星勘察设计有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i12.2069

**[摘要]** 科学技术的进步推动了无人机航空摄影技术不断发展,如今,无人机摄影测量技术在各个行业领域应用越来越普遍,在公路工程勘测当中也发挥出越来越大的应用价值。伴随着我国城市化进程的不断加快,公路工程建设项目的数量也持续增加,为了保证公路工程的使用安全性和寿命,对公路工程建设施工提出了更高的要求。由于公路工程建筑施工较为复杂,容易受到自然因素以及人为因素的影响,所以必须加强勘测工作。而在公路工程勘测当中应用无人机摄影测量技术优势颇多,基于此,本文围绕无人机摄影测量技术在公路工程勘测中的应用展开了探讨分析。

**[关键词]** 无人机摄影测量技术; 公路工程; 工程勘测

中图分类号: U495 文献标识码: A

## Application of UAV photogrammetry technology in highway engineering survey

Yan Li

Beijing Oriental Nova Survey and Design Co., Ltd

**[Abstract]** The progress of science and technology has promoted the continuous development of UAV aerial photography technology. Nowadays, UAV photogrammetry technology is applied more and more commonly in various industries and fields, and also plays more and more application value in highway engineering survey. With the continuous acceleration of China's urbanization process, the number of highway engineering construction projects also continues to increase. In order to ensure the safety and life of highway engineering, higher requirements are put forward for highway engineering construction. Because the construction of highway engineering is more complex, it is easy to be affected by natural factors and human factors, so it is necessary to strengthen the survey work. There are many advantages in the application of UAV photogrammetry technology in highway engineering survey. This paper discusses the application of UAV photogrammetry technology in highway engineering survey.

**[Key words]** UAV photogrammetry technology; highway engineering; engineering survey

### 前言

目前,无人机摄影测量技术凭借其较高的精度以及低成本成为了一种广泛应用的新的测量技术。无人机摄影测量技术能够实现对勘测图像数据的快速访问,在道路工程当中可以被大规模应用,在地质灾害应急计算以及日常道路维护等方面都具有较大的应用潜力。无人机摄影测量拍摄的范围比较大,适用于公路工程这种大规模工程的测量需要,尤其是在当前越来越复杂的公路建设项目当中,无人机摄影测量技术发挥着其他测量工具不可比拟的优势。

### 1 在公路工程勘测中应用无人机摄影测量技术的优势

当前在我国公路建设施工中,用到了全站仪测量法,RTK测量法等多种测绘方法。不同的测绘方式在不同的场合适用<sup>[1]</sup>。在公路工程勘测中,相关人员常根据实际需要选择测量方法。传统

的测量方式在人力财力等方面的投入比较高,并且在复杂地形的影响下,测量精度难以得到保证,因此急需采取一种低成本、适应性更强的测绘方法。伴随着无人机摄影测量技术的出现和发展,极大地弥补了传统测量方式的不足,在公路工程勘测中采用无人机摄影测量技术,有利于达到更高的测量效率和测量精度,相比于传统的测量方式而言,其优势体现在投入成本低,测量速度快,测量精度高等各个方面,尤其是对于公路工程施工建设中的危险区域测绘以及快速勘测需要等都能够很好的发挥测绘价值<sup>[2]</sup>。伴随着我国道路交通建设的日益完善,公路建设施工已经延伸到了那些较偏僻的地形复杂的区域,在这些区域,采用无人机摄影测量技术有着十分重要的意义。众所周知,公路工程施工设计的施工区域比较大,施工场地地形危险复杂,可能引发各种自然灾害,公路两侧边坡容易因为人为破坏植被以及自然灾害等因

素带来损害。因此,当出现这些状况时,相关的施工人员必须要准确的计算出它的地理位置以及土方量,而当发生边坡倒塌时,传统勘测设备不能够进入到事故现场当中,这时候,无人机能够不受地面限制而迅速到达测绘地点,采用摄像机进行拍摄整个过程,不仅用时比较短,而且也具有较高的安全性<sup>[3]</sup>。因为无人机摄影测量具有较大的灵活性,所以不易受到施工位置以及天气等的影响,相比于其它测量方式而言,其优势是十分突出的。

## 2 无人机摄影测量技术概述

2.1 无人机系统构成与分类。不同的无人机设备在形态、大小以及功能方面存在着差异,但是所有的无人机设备系统都包括远程遥控控制系统、飞行系统以及信号收发系统这几个硬件系统。远程遥控控制系统主要承担了设备的远程遥控功能,而飞行控制系统则是解析无人机遥控人员的飞行指令并且实施。信号收发系统主要是完成即时数据的远距离传输<sup>[4]</sup>。除此以外,无人机的软件部分主要是完成飞行系统控制信号的处理和远程通信等功能。按照有效荷载的不同,可以将无人机设备分为超轻型无人机、轻型无人机、中型无人机以及重型无人机。超轻型无人机的有效荷载最小,但是它是最为灵活的无人机,虽然超轻型无人机的测量精准度不高,所采集的图像清晰度也不是特别清晰,但是它的适用场景比较灵活多变,起降场地需求比较低,在小型公路工程勘测中,超轻型无人机能够发挥出较大的作用。轻型无人机的设备重量也比较小,无人机飞行的过程当中受到空气紊流的干扰比较大,使得飞行姿态控制具有较多的难度,云台工作稳定性不高,使得测量精准度受到影响<sup>[5]</sup>。但是轻型无人机设备的价格比较低廉,所以对于那些测绘精度要求不高的公路工程来说是一种不错的选择;中型无人机的有效荷载超过了超轻型和轻型无人机,因此它能够满足一些更为复杂的公路工程勘测工作的要求,其飞行状态更加易于控制,云台工作稳定性更强,所以在很多公路工程勘测中,中型无人机都是首选机型。重型无人机的有效荷载是这几种机型当中最大的,相比于其他几种机型而言,重型无人机能够装载更大的地质数据测量设备,其电池容量也更大,所以续航时间更长,可以采用更多精密的设备,因此适用于大型以及复杂的公路工程勘测工作的需要,能够更加高效的完成数据收集工作,实现高精度测量<sup>[6]</sup>。但是相比之下,重型无人机的采购成本最高,所以基于成本考虑,它的应用不如中型无人机广泛。在实际的公路工程勘测工作中,需要根据实际需求选择最合适的无人机机型,合适的无人机机型的选用对于勘测工作的高效完成以及工程经济效益都有着重要的意义。

2.2 无人机摄影测量技术及其工作原理。无人机摄影测量技术,是一种采用无人机设备对现场进行空中摄影,从而达到工程现场数据勘测以及工程地质特点测绘的一种新型测量技术。整个无人机摄影测量工作的开展流程是:无人机起飞之后,相关的操作控制人员通过遥感技术对其进行远程遥控指挥,当无人机到达,区域上空之后,指挥其完成地质数据的采集工作,再将数据传输送回给远程控制室,由相关的人员进行数据分析整理<sup>[7]</sup>。在复杂公路工程测绘中采用无人机摄影测量技术时,主要是借

助先进的低空飞行技术以及卫星导航技术和摄影测绘技术等,形成自动化程度比较高的测量模式,使这种测量模式能够在有关环境、土地等工程的测量当中发挥重要作用,完成相关数据信息的测绘,为工程的顺利开展奠定准确的数据基础。利用无人机摄影测量技术进行公路工程测绘,能够使整个工程数据更加可视化,结合计算机技术与图形图像软件,获得更加精确的图像,以便于更好的把控整个施工流程。

2.3 应用无人机摄影测量技术的公路工程测绘流程。要在公路工程测绘当中更好的应用无人机摄影测量技术,首先必须明确无人机测绘的具体流程主要包括以下几个方面:首先是整个测绘方案的设计工作。在进行航拍之前,应该做好相应的准备,包括测量控制点的精准定位以及实际拍摄过程的把控等。具体的测绘工作应该包括无人机设备接受任务、进行航拍、测绘过程以及信息整理输出等<sup>[8]</sup>。在无人机测绘的整个过程当中,控制室的工作人员必须按照具体的流程进行指导控制,尽可能的降低测绘中的出错率。具体来说主要包括以下几个方面:

(1) 布设像控点位。这个步骤是运用无人机测量过程中的第一步,在设置像控点位的过程中,是以连续运行的卫星定位所提供的各项参考数据为依据的,但是由于不同的卫星所传回的信息带一定程度上有所差异,所以,尽可能的将一些信息进行转变,使之转化为地理坐标,可以更好地进行应用。目前,我国在进行像控点位的标记过程中,所采用的各项技术设备是非常先进的,一旦获取准确的坐标就可以实现自动的定位,最后,通过无人机进行现场实地勘探,可以将拍摄所得到的数据信息进行准确的记录,然后为后续的数据转化工作奠定良好的基础。(2) 校对相机的准度。相机的准度对于位置的确定是非常重要的,而每个相机在具体运用过程中,由于功能和特点存在很大的区别,因此,要根据不同相机的具体原理,应用空间后方交会的方法对各种布控点进行实时坐标的获取,并将此作为观测到的数据值,通过这种方式可以有效的提高各项数据的准确性,为后期的工作奠定良好的基础。(3) 开始摄影测量。在所有准备工作完成以后,就需要进行摄影测量工作,但在这个过程中主要依据之前所取得的一些数据,并且,根据行业内的规范标准,将地面分辨率的指标作为相关的参照,首先,对于无人机的飞行路线速度和高度进行设置,保证测量信息的准确性,其次,根据无人机航拍到的各种图片进行相关的分析工作,并且结合现场勘探到的位置进行相关的确定,最后,对摄影的曝光间隔,摄影的角度进行相应的调整和设计,确保所传回的各种图片信息的完整性和准确性,从而保证无人机拍摄的有效性。(4) 生成正射影像。无人机在完成三角测量以后,对于所得到的各种信息资源,应当进行相关的处理,主要是通过根据数字高程模型生成与之相匹配的正射影像,无人机带反测量过程中,通过不同的位置所传回的各种数据信息,是不同的,因此,就形成了多个同名点,可以借助相关的数据信息,将其输入到相关的软件中进行处理,从而所成的正射影像是非常精准的。(5) 模型的制作。高程模型实际上就是对无人机所传回的信息进行模拟的一种方式,但是这种方式是远远不够的,仍然需要对现实的场景进

行三维化的处理,最终所构建的模型才能够准确的反映现场实地的地形条件。通过运用该模型可以极大的方便后期的设计工作。

(6)分析数据信息的准确度。公路工程的建设中,对于各项数据精度的要求是非常高的,因此,通常会采取两条航线同时来进行相应的拍摄和测量,在两条线路完成以后,需要对所得到的信息数据进行比对,如果差距过大,那么就需要再进行一次测量活动。

### 3 无人机摄影测量技术在公路工程勘测中的具体应用

3.1做好测量之前的实地考察工作。在公路工程勘测当中应用无人机摄影测量技术,必须做好测量之前的实地考察工作,应该由专门的人员前往摄影测量的区域,展开全面细致的实地考察,并对现场植被覆盖以及地质地貌、人流交通、设施设备 etc 数据进行收集,以便为无人机摄影测量工作的顺利开展奠定良好的数据基础。比如,当所要勘测的场地附近人流交通较为密集或者有正常运营的民用机场时,需要标注出无人机的禁飞区域,否则可能使无人机摄影测量活动给正常生产生活带来不利影响。如果施工单位有特殊的无人机测绘航线需要,那么必须在事前向有关部门进行报备,获得批准之后才能够展开相关工作<sup>[9]</sup>。

3.2航空摄影以及测绘。公路工程的施工建设过程当中,必须要做好线路测量及监控工作,可以采用全站仪导线来实现线路的测量和控制。在对无人机的测绘航线进行设计时,相关人员应该按照一定的标准和规范来进行设计。无人机设备在展开航空摄影时有着较高的天气要求,天气条件比较好的情况下,摄像能见度更高,拍摄效果就更好,而如果天气不佳,对于拍摄的清晰度会有比较大的影响。所以,在进行无人机航空摄影测绘时,尽可能选择比较好的天气展开操作。此外,在进行无人机摄影测量的过程中,如果公路工程建设的地理环境比较复杂,那么除了要对主线路周边路线进行测绘和设置以外,还应该进行布标布设,这样能够实现无人机设备的精准矫正,对像片控制点展开测量,进一步提高无人机摄影测量的精准度,满足公路工程勘测的实际需要。

3.3控制点操作要点。当对无人机测量控制点展开操作时,一定要注意控制点的测量和布设。应该注意以下几个方面的操作要点:第一,需要保证像片控制点的设计满足一定的标准范围,采用1.5米的方形板进行绘制,一般情况下,将控制点绘制成三角形,绘制主要采用黑白相间的颜色;第二,当像片控制点处于森林这样的较为密集的环境下时,在进行无人机航拍时,在公路中线周围需要对控制点展开人工布设,以此来提高图像清晰度;第三,测量像片控制点时可采用多样化的测量方法,为了保证测量的精准度与效率,可以采用多种测量方法相结合的方式,以此缩短测绘工作的时间,减少反复测量的工作量。

3.4检查测绘成果精度以及外业测绘。根据国家有关规定,在进行外业调绘时,可根据相关社会要求,采用地形图打印纸来进行调绘,在外业调绘的过程当中,要保证数据标记以及线路走向等的准确性。除此以外,对测绘区域内的公路工程的实际情况,包括公路宽度、等级以及地理位置等所有实际数据都要进行全面记录,在进行植被类型与耕地划分的基础上,需要尽可能的作出细致的划分,例如根据不同土地类型的不同农作物进行分类,

尽可能的保证划分的准确性。在展开地物统计整理时,要确保减少误差的产生,对各个物理点存在的误差需要做好详细记录,尽可能满足公路线路设计要求以及施工的规范化要求,同时还要保证无人机测绘的图像清晰性。

3.5空间加密计算要点。在整个无人机摄影测绘工作当中,最为重要和基础的就是空间的加密计算。在进行空间的加密计算时,需要注意以下几个方面的问题:第一,保证数码相片的坐标残差保持在一定的标准范围之内,在进行定向计算时,相关人员可根据边框来进行,尽可能地校正好坐标,如果避免不了误差,那么就要将其控制在最小的范围之内,并且在进行最终的整合计算时,不能够忽视误差的计算。如果出现了比较大的误差,那么工作人员应该采用自检校平差的方式来予以消除。第二,进行业内测图时,相关工作人员需要对全野外的刺点测图展开细致的观察,野外作业结束之后,要了解不符合要求的地物测绘情况,并展开补测工作;第三,进行野外高层作业时,要重视密集区域的测量工作,必须要确定好相关的测量参数,以保证测量结果的规范性和准确性。

### 4 结束语

可见,当前无人机摄影测量技术在公路工程测绘中的应用价值已经越来越突出,其应用优势十分明显,不仅减少了测绘工作的成本,同时也大大提高了测绘的质量和效率。我国近年来复杂公路工程项目越来越多,要想在复杂地形上成功建成公路工程,那么就要不断提高无人机摄影测量技术水平,使其能够在公路工程测绘中发挥更大的作用,为公路工程建设提供准确的数据参考。

### [参考文献]

- [1]汪本荣.试析无人机倾斜摄影技术支持下的三维实景建模——以黄山市屯溪区为例[J].工程建设与设计,2020(6):254-255,258.
- [2]白晓红.无人机航测技术在公路勘测中的应用及其实践[J].居舍,2019(17):41.
- [3]曾忱,邹俊,林月峰.基于无人机可见光点云的输电线路树障隐患智能分析研究[J].电力设备管理,2020(3):38-41.
- [4]吴维国,宋庆志,束庆波,等.无人机倾斜摄影测量技术在复杂电力工程勘测中的应用[J].通讯世界,2020,27(1):229-230.
- [5]冯瑶.无人机航测技术在高速公路勘测及辅助选线中的应用分析[J].四川水泥,2019,(05):51.
- [6]肖新尚.无人机航测技术在高速公路勘测及辅助选线中的应用[J].科技创新与应用,2019,(09):164-165.
- [7]任建设.GPS测量技术在高速公路施工中的应用研究[J].价值工程,2015(10):168-169.
- [8]冯明磊.无人机摄影测量技术在公路勘测中的应用[J].智能城市,2018,4(7):57-58.
- [9]尹恒,裴尼松,余梨.无人机技术在复杂公路中的应用研究[J].中外公路,2018,38(2):1-5.

### 作者简介:

李岩(1989—),男,汉族,河南开封人,大学本科,工程师,主要从事:工程测量、摄影测量等专业的生产与管理。