无人机测绘技术在土石方计算中的应用

——以岑溪市某花岗岩矿土石方计算为例

陆学东

梧州市测绘地理信息院

DOI:10.32629/gmsm.v2i4.284

[摘要] 现如今,无人机在各方面应用广泛。在航测方面,测绘无人机以低成本、机动灵活、方便运输的特征,用大范围、高精度、高清晰的方式全面感知复杂场景,以高效的数据采集设备及专业的处理流程来生成三维数据成果,可以直观反应地物的外观、位置、高度等属性,为真实效果和测绘级精度提供保证。

[关键词] 无人机测绘技术; CROS 移动站; 比较; 土石方计算; 应用

土石方量的计算是建筑工程施工的一个重要步骤。工程施工前的设计阶段必须对土石方量进行预算,它直接关系到工程的费用概算及方案选优。在现实中的一些工程项目中,因土石方量计算的精确性而产生的纠纷也是经常遇到的。如何利用现场实际测出的地形数据或原有的数字地形数据快速准确地计算出土石方量就成了人们日益关心的问题。传统土石方测量工作中,我们往往遇到诸如数据采集困难、工作量大、数据误差以及计算方式容易出现误差等问题,进而影响了土石方计算的安全性及准确性。

外业测量对土石方计算和准确性至关重要,所以在计算前应对现场进行实地测量,测量数据必须要格把关。

1 工程开展的技术路线

为了掌握无人机与传统方法计算土石方量的区别,我们开展的工作路线如下:一是使用无人机通过航线设计,自动采集具有满足重叠度的影像,后续通过空三处理生成模型,自动提取高程点,最后根据地形特征选用合适的方法计算土石方量;二是用 CROS 移动站实地采集高程点,按地形测绘规范要求。并按 1:500 地形图测量要求控制并采集高程点;经处理后生成地形,最后根据地形特征选用合适的方法计算土石方量。最后通过检核两者位置及高程的精度差,并综合计算结果评定两者的差别。综合评判利用无人机与传统方法在土石方计算中的区别。

2 应用案例

本文在研究工作中主要以梧州市岑溪某花岗岩矿土石方量项目为研究对象。先前经过侧区勘探,发现测区地形已有开挖地带,部分地形已形成大坎或悬崖状态。

经过综合分析,我们选用大疆创新公司的精灵 Phantom 4RTK 无人机,该机具备高精度测绘功能,机身预装机载 D-RTK,可提供厘米级高精度准确定位,实现更为精准的测绘作业。另外,该机标配 D-RTK,配合网络 RTK 服务或 DJI D-RTK 2 高精度 GNSS 移动站使用,可实现厘米级定位。同时支持原始卫星观测值及曝光时间数据记录,可用于动态后处理(PPK)差分解算。综合机型参数,RTK 水平定位精度达到 1cm+1p pm,

RTK 垂直定位精度达到 1.5cm+1ppm, 平面建图水平绝对精度达到 5cm。

在无人机航摄方法中,工作流程主要包含以下环节,分别是:测区探勘、航线制定、数据采集、航测数据统计分析及处理、土石方量计算等。

2.1 无人机航测采集数据

2.1.1 测区考察及航线制定

实地考察地形,落实采用的无人机类型及航测方法。在谷歌地球中确认测区范围,一般是稍大于测区一条航线。生成并导入 km1 文件到无人机的飞控平台中。依据 km1 文件范围线生成相应的航线。其中航线设置参数为:航向重叠率为 80%,旁向重叠率为 70%,让测区有满足后续空三处理的影像重叠度。飞行速度默认,边距外扩距离大于飞行速度,相机比例选择 4:3,相机畸变修正打开。

2.1.2 基站架设及飞行

利用无人机支持原始卫星观测值及曝光时间数据记录,航测相片可用后差分方法计算相片位置。免去了航测前采集像控点的工作。但我们为了与实测数据相比较,在航拍前,在测区六个不同位置布设了“A”至“F”6个检核点,用于后期的精度检核。方法是在平坦开阔地带,固定白色布料,上面喷上红色油漆成“L”型或“+”并根据设计的影像分辨率确定字形的大小,最后利用cors移动站测出某个角点的坐标,拍照及记录。最后将cors移动站摆在通视或周边无遮挡地方作为基站点,整平后先利用cors移动站平滑采集基站点坐标,采集完成后,将移动站模式调整到静态模式并开始采集静态数据。

最后在飞控平台上指挥无人机起飞,让无人机自动采集测区影像数据。飞行过程中操作人员要严密监视飞机的飞行安全,如遇突发事故及时返航。

2.1.3 PPK 数据计算

飞行完成后,将基站、移动站数据导入 UAV-PPK 软件中,注意完善基站信息及移动站信息,确保数据精度合格,然后一键解算,计算各影像的姿态及位置信息,最后将整体 POS

数据导出结果。

2.2 CROS 移动站数据采集

由测绘员三人组成,选用南方 GNSS 接收机,按照 1:500 地形图的测绘要求,对矿区进行地形数据采集。采集过程中需要对地形特征点如坎头、坎脚重点采集,确保采集的数据能表现地形的特征。最后导出点位数据,并利用相应软件构成地形图。最后通过甲方给出的设计标高,计算矿区的土石方量。

3 无人机测绘技术与 CORS 移动站测绘技术在土石方计算中的比较

3.1 处理时间

3.1.1 无人机处理时间

从设计航线到航拍得出成果,时间为 2 小时;不计算路途所耗时间,从项目实施到最终成果,所用时间为 1 天。需要人数为 2 人。

3.1.2 CROS 移动站实测处理时间

移动站按照 1:500 地形图的测绘要求,对矿区进行高程点数据采集。移动站需要到达地形关键点位置采集数据,工作量可想而知。另外由于受地形因素影响,如在坎底下由于受到地形遮挡,卫星信号及通信信号都受到一定影响,影响了作业的连续时间。所用时间为 1 天,数据整理成地形需要 0.5 天,计算土石方量 0.5 天。所消耗时间一共为 2 天;需要人数为 3 人。

3.2 施测方面

利用无人机航测数据,只要是测区不在禁飞区域,一般可以实施。另外无人机测绘可以快速获取 DOM 及 DEM 数据,更直观地对地形进行分析;人工施测的地形由于受地形影响较大,有些区域很难到达;而又由于受人为因素影响较大:有些区域采集过密,有些区域采集稀疏,对计算土石方量也有很大的影响。

3.3 点位高程精度及计算结果比较

经过使用无人机测绘技术与传统使用 CROS 移动站实测矿区,并计算,得出如下结果。

在无人机应用方面,模型数据与检核点的比较如下表 1

	A	B	C	D	E	F
实测检核点	253.40	192.95	255.37	329.68	202.44	284.22
模型采集点	253.35	192.98	255.31	329.64	202.40	284.25

采用无人机航测与CORS移动站分别获取地形高程数据,

最终计算土石方量结果如下表2

	CROS 移动站测量土石方量	无人机航测计算土石方量	差值
值(立方米)	18175158.3	18173470.4	1687.9
差值百分比			9.28*10 ⁻⁵

如下图所示,红线范围为土石方计算范围线,红色点位为检核点。矿区红线范围面积为 272346.83 平方米。根据以上两个精度对比表,得出此次无人机航测计算所得土石方数据完全符合精度要求。

4 结束语

通过本文对无人机航测技术的研究,发现土石方量计算工作的开展优势性更强,对于工作流程和数据转变都能发挥优势作用。研究结果证明,在工程土石方量的计算过程中,对无人机测绘技术的应用要比传统技术所得到的数据结果更为准确,与传统土石方量的测量对比发现,无人机测绘优势主要优势为:首先,与传统测绘技术相比,无人机测绘技术灵活性更强,不会受到地形的影响,机动性较强,无论是平原还是高原地区都可以使用这一技术。其次,这项技术能发挥更显著的数据采集优势作用,传统手段下数据采集工作的开展至少要花费多一倍的时间,但无人机测绘技术的效率是显著快捷的,尤其是测量面积较大时,其优势作用也将更为显著。

[参考文献]

[1]郑艳光.工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用研究[J].世界有色金属,2019(06):233-234.
[2]崔妍妍.无人机航测技术在现代测绘中的应用[J].世界有色金属,2019(06):287+289.
[3]佟永超,高凌飞.无人机技术在测绘工程测量中的应用[J].居舍,2019(15):180.