

BIM 与无人机结合计量土方量的方法研究

平超 马振邦

西藏金龙矿业有限公司

DOI:10.32629/etd.v6i7.18233

[摘要] 在建筑领域中,施工组织设计是否合理影响着施工工期。其中,场地土方量是否精确计算是能否加快施工进度的关键。而应用传统的测量土方的方法存在着诸如测量方法复杂、数据量大、计算时间长和计算精度不高等问题。近年来,随着无人机航空测量技术的发展,通过倾斜摄影测量方法可快速获取地物地表的高精度模型。同时随着信息化BIM技术的发展,建筑行业各个环节大部分环节实现了智能化和自动化。使用相应的Revit软件,可以对场地土方进行精确的计量。本文将介绍BIM技术与无人机相结合共同计量土方量的方法。该方法将倾斜摄影测量获取的影像数据,应用专业的航测数据处理软件Photoscan生成高精度模型,通过Auto CAD构筑成等高线图,最后导入BIM软件---Revit中生成真实三维地表模型,模拟土方的填挖。可以让人直观地开展土方的填挖与调配,并同时精确计量土方。最终获得精确的土方数据。

[关键词] 倾斜摄影; 三维建模; BIM技术; 土方计算

中图分类号: U655.51 **文献标识码:** A

Study on the method of BIM and UAV

Chao Ping Zhenbang Ma

Xizang Jinlong Mining Co., Ltd

[Abstract] In the field of construction, whether the construction organization design is reasonable affects the construction period. Among them, whether the site earthwork quantity is calculated accurately is the key to speed up the construction progress. However, the application of traditional earthwork measurement methods has some problems, such as complex measurement method, large amount of data, long calculation time and low calculation accuracy. In recent years, with the development of UAV aerial survey technology, the high-precision model of ground surface can be quickly obtained by inclined photogrammetry method. At the same time, with the development of information BIM technology, most links of the construction industry have been intelligent and automated. Using the corresponding Revit software, the site earth works can be accurately measured. This paper will introduce the combination of BIM technology and UAV. In this method, the image data obtained by inclined photogrammetry is applied by the professional aerial data processing software Photoscan to generate a high-precision model, constructed into a contour map through Auto CAD, and finally imported into the BIM software---Revit to generate a real three-dimensional surface model to simulate earthwork filling and digging. Can let people intuitively carry out earthwork filling and deployment, and at the same time accurate measurement of earthwork. Finally get accurate earthwork data.

[Key words] Tilt photography; 3 D modeling; BIM technology; Earthwork calculation

1 前言

1.1 选题依据及研究意义

近几年来,信息技术的进步与广泛应用,促进了我国经济的飞速发展,同时很多产业变化明显。尤其是建筑业信息化发展,人们对数字化建模的要求提高。随着BIM技术的出现,它能实现项目部署、管理及数据配合等功能,通过三维数字模型对建设项

目精确计算,在施工前分析重难点,形成完美施工方案。此外,其构建的3D地质模型能高效直观呈现工地地质信息,便于预先规划工作,提升工程效率。

工程建设用地面积大,现场地形测量很重要。目前常用经纬仪、全站仪、GPS等进行测量。但存在工作量大、数据计算复杂、易超偏差范围等不足。随着无人机航拍技术发展,其应用增多,

无人机体积小、机动灵活、适应多种地形、可抵御极端天气且造价低廉。其中,无人机倾斜摄影利用图像采集平台和传感器快速收集数据,配合软件能最大程度还原现场外观、位置、高程等信息。

BIM技术在建设项目中应用增多,但测量土方数量时,因缺少专门软件,无法准确反映现场地形细节,难以构建准确数字模型,导致土方测量出错。而无人机倾斜摄影测量的3D模型能最大程度恢复工地位置和高等信息。为此,本论文以无人机拍摄的工地图像为基础,用相关软件处理并建立3D数码模型,将其输入BIM实现土石方体积准确计算,为建筑工地土方准确计算提供新思路。

1.2 研究现状概况

1.2.1 BIM技术的发展

伴随着信息技术的发展和进步,BIM技术在建筑设计中的引入和运用也引起了人们的关注。在过去,我们通常使用平面图来表达建筑的相关信息。但目前,我们使用的是3D技术来构建3D模型。基于BIM构建的建筑信息模型中包括了各种数据,每一种数据都是一个独立的要素,这些要素通过组合和连接来构建模型之间的相互关系。因此,在一个模型中,只要有一个要素改变,所有的视图就会同步地被改变。它以一种实时、动态的方式,将测绘与设计的结果展示出来。与此同时,BIM是对建设对象的3D空间信息与建设性能的整合,它整合了项目建设与工程资源调度系统,能迅速完成各个工程工序之间的交接工作。

这几年,不仅是建筑业,很多大学、企业、政府部门、设计单位都开始关注这一问题。BIM技术已得到广泛运用,并逐步开始普及。然而,目前国内还没有相应的本地化软件,未来还需要继续发展。BIM在各个行业中的运用已是一种大势所趋,如何让建筑行业信息化转型,也是一个热点问题。

1.2.2 倾斜摄影测量技术的发展

近二十年来,国内外对无人机遥感影像技术开展大量研究,我国无人机遥感影像技术虽处于起步阶段,但发展迅猛。在硬件方面,无人机平台不断升级,其飞行稳定性、续航能力以及载荷能力都得到了显著提升,为倾斜摄影测量提供了更可靠的飞行载体。在传感器领域,多镜头相机、高分辨率相机等不断涌现,这些相机使得获取的影像数据质量更高、信息更丰富。在软件算法方面,图像匹配、三维建模等关键技术持续优化,大大提高了数据处理的速度和精度,能够快速生成高精度的三维模型,为城市规划、土地测绘、灾害监测等众多领域提供了有力的技术支持。

1.2.3 土方量计算的研究现状

在各类建筑施工中,都必须进行土石方的开挖、填土及运移等工作。土石方的估算对于工程项目的成本控制、进度安排以及资源调配等方面都有着至关重要的影响。传统的土方量计算方法,如断面法、方格网法等,虽然在一定程度上能够满足工程需求,但存在计算过程繁琐、精度有限等问题。随着倾斜摄影测量技术的发展,利用无人机搭载多镜头相机获取高分辨率影像,

通过专业的软件算法进行三维建模,进而实现土方量的快速、精准计算,已成为当前土方量计算领域的研究热点。这种方法不仅大大提高了计算效率,减少了人工误差,还能为工程决策提供更直观、准确的数据支持。

1.3 研究内容与技术路线

1.3.1 主要研究内容

在建设工程中,土方工程量的计算是一个非常重要的环节,其准确与否直接关系到工程成败。所以,准确地确定土方体积是非常必要的。在此基础上,利用无人机的3D模型和BIM技术,实现了对土石方体积的准确测量,这说明了在工程建设中,如何进行土石方的估算与利用。在这一工作中,主要是利用无人机模型来获得实际的地表地形、方位和高程,能准确地反映工地的具体情况。在此基础上,运用BIM技术,准确地确定了工程中的土方体积。论文主要包括以下几个方面:

(1)对BIM技术和UAV技术在国内的运用情况进行了调研,并利用相应的软件对其进行了综合分析。在本论文中,以Revit2018系统为基本的开发平台。(2)在本课题的现场进行调研,收集现场的相关资料。采用该方法可方便地进行土石方体积的计算。(3)采用无人驾驶飞机对现场进行3D造型,得到现场的实际情况。(4)将BIM软件与无人驾驶飞机的建模相结合,利用无人驾驶飞机获得的资料,利用BIM软件进行土石方的估算,并对填挖、调运进行规划。准确计算现场土方体积。

1.3.2 技术路线

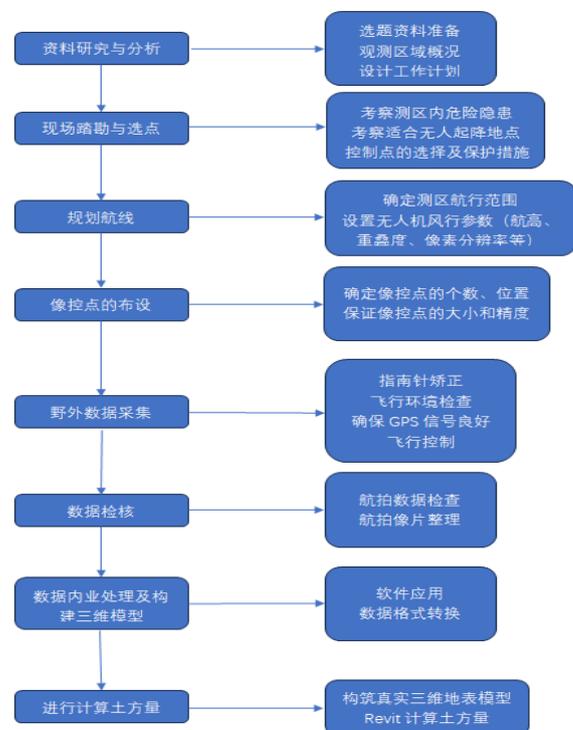


图1 项目基本路径

这个项目的路径见图1。查阅了国内的相关资料,在BIM技术和无人机倾斜摄影测量的基础上,结合对3D地质模型的研

究,对其进行了分析和归纳。与项目现场的实际状况相联系,收集了项目现场的地质与地理信息,使用相应的软件,构建了BIM模型和倾斜照片模型,并对其进行了优化,从而确定了实际的地理位置。建立准确的土方挖掘模式,确保现场土方数量的准确分配。

2 倾斜摄影测量技术以及处理方法

2.1 倾斜摄影测量技术原理

倾斜摄影测量技术是在无人机平台上搭载多台传感器,从不同倾斜角度(通常包括垂直和四个不同方向的倾斜视角)对地面目标进行同步拍摄,从而获取丰富的地物顶部及侧立面纹理与几何信息的一种新兴测量技术。与传统正射摄影只能获取地物顶部平面信息不同,该技术通过多视角影像的联合处理,能够构建出具有真实纹理和精确三维坐标的立体模型,有效弥补了传统摄影测量在立面信息获取方面的不足。其核心原理在于利用影像匹配技术,通过计算不同影像中同名像点的位置差异,结合摄影测量的共线方程,解算出地物点的三维空间坐标,进而实现对复杂地形和地物的精细建模。在数据采集过程中,无人机按照预设航线飞行,各传感器同步曝光,获取的影像数据包含了外方位元素和内方位元素等关键参数,这些参数为后续的三维重建提供了重要的数学基础。通过对多视角影像的密集匹配和空三加密计算,可以生成密集的点云数据,再经过网格构建、纹理映射等步骤,最终形成逼真的三维模型,为后续的工程应用提供可靠的数据支撑。

2.2 Photoscan软件

AgisoftPhotoScan是俄罗斯一家大公司自己研发的,它能够不同型号的无人机采集到的影像资料,经过自动的影像加工,生成高精度高质量的三维建模。该方法易于使用,具有操作简便、运算速度快、计算方法简便、计算结果准确等特点。具有广泛的数据来源,可以对任何相片进行加工。整个图像处理流程实现了自动化。该系统可以在输入一定的坐标参数后,对其进行自动化加工,从而得到高品质、高精度的真射影图像及3D建模,软件加工程序如图2所示。

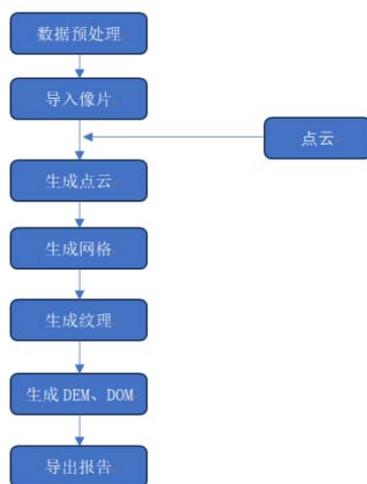


图2 软件加工程序

优势: (1)对多个文件的支持; (2)Avian3品质良好; (3)具有较高的3D建模精度和较好的显示效果; (4)快速的图像数据的处理和自动操作; (5)能够对海量的数据进行同步操作。

不利之处: (1)在进行此操作时,极易造成记忆体耗尽。

要求设置更高的计算机

作用: (1)产生正射图像,DEM,DSM; (2)以高品质且细节丰富的方式产生模型

3 BIM技术与土方量计算

3.1 BIM技术概念及应用

近年来,随着计算机产业的持续迭代与升级,信息技术对原有的生产力和生产关系进行了根本性变革。科技的进步使相关产业从业者能够更高效地开展工作的,在建筑行业,这体现为建筑信息模型(BIM)的出现与推广。BIM主要有三种阐释方式:其一,涵盖建筑物自身几何与非几何两方面的信息;其二,建筑信息建模,即对作为复杂实体的建筑物进行建模,并开展仿真、分析研究的过程;其三,建设信息化,即通过对建设信息化进程的管控与组织,使建设信息化进程发挥更大效能。

BIM技术是以建筑物为基础的综合智能项目,是连接建筑专家与建筑工程的纽带。运用该技术能够高效完成建设项目的规划、建设与运营。工程技术人员可构建包含工程实体特性与功能信息的三维数字化模型。其优势在于能够使建筑工程师与总承包商协同调整进度,便于各方更好地理解如何契合整体规划,促使项目团队采用新的设计与协作方法,进而提高工作效率。

基于此,对模型数据进行分析与建模。当整体模型元素发生修改时,各模型视图会同步更新。在建筑施工前,可利用基础资料制定计划、优化设计,还能通过建模直观呈现建筑形态。

尤为重要,是BIM技术保持了从设计到施工的模式灵活性。BIM建造技术为工程建设赋予了可持续发展能力,提升了建设质量,有助于专业人员掌握楼宇的生产操作与维护要点。在初步应用阶段,可直接进行建筑设计以及建筑信息模型观察,降低项目风险,加快工程进度,节约管理成本,取得更优的管理成效。

BIM的功能包括方案设计、施工图设计、分析计算、工程造价、施工模拟、管理维护等。

3.2 BIM的相关软件

建筑信息模型(BIM)技术软件,从广义层面而言,凡是能够精准模拟真实三维物体并呈现特定信息的软件,均可被界定为BIM软件。其涵盖的应用程序颇为丰富,例如欧特克(Autodesk)公司的Revit、Navisworks、3Dmax,奔特力(Bentley)公司的虚拟空间、项目Wise,以及广联达集团的专用电脑测量软件、BIM5D、BIM施工场地布局软件等。本论文着重阐述建筑信息模型技术的应用。Revit由欧特克公司(Autodesk Inc.)研发推出,能够提供详尽的建筑细节信息,是国内建设领域应用BIM技术最为广泛的软件。该软件能够将二维(2D)与三维(3D)模式有机结合,并实现同步调整。通过对3D模式进行规划,可实现建筑构造与布局的优化。借助2D纹理映射,能够对建筑类型予以标注。

在Revit软件中,每个设计模组具有独立性且具备参考价值。它将部件功能转化为独立的参数,由软件进行调配、管理与运用,这些参数既可以由软件自动生成,也能够由设计人员进行二次开发。模组的独立性与参数化特征为用户提供了极大便利,使其在各个施工项目中具备更强的灵活性,有利于施工过程中的组织协调与相互配合。通过合理规划工程流程、分配施工组织资源,能够有效提高人力资源的利用效率,进而节省施工成本。

运用Revit软件能够构建三维模型,将大楼的门窗、柱板、梁管线等元素对应融入信息模型之中。模型构建完成后,软件会提供包含全部参数的建筑模型数据库。当对某一段模型数据进行修改或使用,Revit软件会自动收集并调用相关参数信息,从而实现同步修改与显示。

3.3 土方量计算

在工程建设中,土方工程量的确定是一个非常重要的步骤,也是一个非常重要的步骤。它是决定项目实际工程施工进度,以及对工程设计和项目施工资源的合理调配等重要技术参考的决策依据。所以,必须准确地计算出土方的体积。工程开挖量的计算包括回填量和开挖量两个方面。在确定的土石量中,两条纵剖面间的空隙为其计算单位。得到两个参数:两个剖面之间的平均间距和两个邻近的路基的剖面。



图3 土方量计算

从图3可以看出,两条路堤在邻近剖面上的平均区域是A1, A2, 中间点的间距是L。因此,两个剖面间的土方量可以大致确定为:

$$V = \frac{1}{2} (A_1 + A_2) \times L$$

注:可以在路基横断面设计图上求得A1和A2,从里程桩间距可以得出L。

4 研究区地形数据采集

4.1 研究区概况

4.1.1 地形地貌

试验地点选在某市历史文化名城“万人洞”不远处、毗邻“煤峪口”的南沟村。该地区多山地,煤炭开采量大,基岩风化、水流侵蚀强烈,沟壑众多,生态环境脆弱。沉积岩层发展到百余米高且已出现在地表之下,主要有地裂与地表塌陷现象。山脊侧面倾斜角度大,此地有良好的山地植被,未发生滑坡、崩塌、泥石流等不利地质和自然灾害。

4.1.2 气象

大风:在该市境内,区域性的大风和沙尘暴是较为普遍的。一年四季都是西北风,而且,每年的大风和夏天的天气占据了

一整年的大半以上,主要是在冬秋季,年平均的持续风速通常高达3.2m/s,风沙的天气主要是在3~6月份,最大的风速通常高达18m/s。

温度:为大陆性半干燥的季风,夏天热,冬天冷,春天和夏天都很温暖,总体上是一个四季如春的季节。年均温度6.8~8.8℃,年均温度37.2℃,年最低温度-26。

降水:年平均雨量在28.08~431.5毫米之间,以6~9月为最大值,占一年总雨量的80%左右。

蒸发面积:年蒸发面积为1885.1毫米~2386.3毫米,以5~7月为最大值,在一年中大约为50%~60%。

空气中的水分含量:全年的平均水分含量是53%,最低水分含量是0,最高水分含量是100%。

4.2 数据采集方案制定

4.2.1 准备阶段

(1) 研究区选择。针对目前研究区的现状,本项目拟选取研究区50米×60米,占地300米左右的中段和中段峡谷作为试验地点,开展试验研究。其最大的落差在30~40米之间,最大的斜坡在50°左右。表层以淡黄沙石为主,并有崩塌现象。在研究区西部地区,局部地区已完成了对地裂缝的填筑,地面上有较好的植被覆盖,且有较强的传输能力。

(2) 仪器选择。大疆精灵4Pro无人机1台、无人机电池5块、topconRTK2台、脚架2个、对中杆1根、PTK手部2个、RTK外接天线1根、RTK外接电源设备1台、蓄电池1块、喷漆5瓶、标志模板1张。

由于该试验场地地势起伏大,斜坡陡峭,表面多为沙土,所以其岩石质地比较硬。大地微微一沉。因为大疆Mini4Pro机身轻巧,耐久性好,能适应绝大多数环境与天气,起飞与降落都很方便。其避障功能还能对坍塌和其他障碍物进行自动辨识。因此,本次试验选择了由深圳市大疆创意技术有限公司研发的一款航空式无人机——大疆精灵4Pro(Phantom4Pro)。

大疆的Mini4Pro,是一架四个螺旋翼的飞机。其飞天平台由机身,飞控系统,马达,螺旋桨,云台摄像头和感应器等常见设备构成。相比于前代的精灵4,它的三个优点,就是摄像头的质量更好,障碍规避系统更智能,图像传感器更强。

精灵4pro的摄像头,拥有超过两千万像素的1英寸高清摄像头,可以轻易地捕捉到4K超高清的画面,而且还可以进行高速的抓拍。精灵4Pro配备了五个方向的环境辨识和四个方向的障碍物规避功能,更加的安全,更加的智能化。机体更轻,更结实。

4.2.2 方案设计

① 像控点的布设。图像控制点布置原理。(1)根据测量区域的总体情况及对测量精度的需求,合理布置像控点。(2)影像控点标记值不得低于70厘米。确保标识清晰,清晰,平整,确保无人驾驶飞机可以清楚地捕捉到图像。(3)照相控制点位要根据事先规划好的路线布置,并要平均布置。点位要选在比较硬的地方,比如泥土,又比如石头。(4)图像控制的点位和标识的颜色必须与周边环境有着十分显著的区别。

作为航空三角网的重要组成部分,像控点的布设精度、布设的密度及布设的空间位置等都会对结果产生重要的影响。因此,在对研究区进行初步考察后,我们认识到该地区的地貌属于山区,地势有很大的落差。为此,本文在研究区内平均分布9个象控点,对该地区进行全面性的监控,以期获得较高的评价准确率。外形呈“沙漏”状。

②规划航线。因为当前该类型的无人机只有一对单一的摄像头,不能进行多视角的拍摄,因此,它必须利用航空摄像软件来对其平台进行自动的操控,保证其能够进行多视角的多视角倾斜摄影。通过对研究区地势起伏大、测量精度高、测量精度低等因素的分析,确定了该方法为长方形航路。用这种方法得到的图像数据清晰,完整,质量高。

4.2.3数据采集

在做好初步调查工作之后,利用无人驾驶飞机对研究区进行了倾斜照相。

首先寻找一处没有障碍物,地形比较平坦的区域,让无人机在这里降落,然后根据路线和观测方式,对这片区域进行采样。本次资料收集共收集到278幅原照片。存储空间大约为2.8G。

利用topconRTK获取9个图像控制点的坐标,坐标数据显示在表1中。

表1 像控点坐标

点号	X/m	Y/m	H/m
1	4432428.658	425765.654	1187.684
2	4432453.159	425773.109	1179.631
3	4432482.356	425826.068	1170.548
4	4432513.959	425785.985	1165.482
5	4432547.244	425763.211	1165.235
6	4432526.695	425811.536	1168.103
7	4432515.478	425826.502	1171.265
8	4432488.264	425846.081	1171.229
9	4432465.483	425802.438	1177.485

4.3土方的规划

在对研究区进行调查和资料收集后,由于研究区面积很大,因此,本项目拟在研究区前方的一段范围内进行土工试验。这一试验区域将被用作此次试验的土石场。在图4中可以看到。最终运用BIM技术对试验地段的施工方案及施工方案进行了研究。

5 数据处理与分析

5.1基于Photoscan软件的三维建模

5.1.1数据准备

建立真实的3D模型,首先要准备好图像数据,像控点数据和

POS数据。此外,还需对数据的完整性和合格率进行再一次的检测,如果图像数据有不完整,或者有不合格的地方,那么就必须进行及时的补拍。

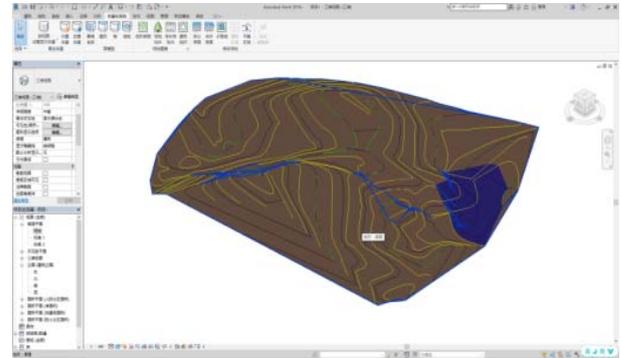


图4 挖方实验区

5.1.2三维建模

利用前期在研究区野外收集的图像资料,将图像资料输入到PS系统中。资料输入完毕,设定好的地球坐标系为WG-S84。在完成了对研究区的定位后,将POS资料输入到了研究区。由于在此次试验中,图像数据中包括了POS数据,因此可以通过软件来自动地对图像进行提取,而不需要进行输入。

接着设定摄像机模式和摄像机档案。本文所选用的摄像机为FC6310_8.8_5472,3648。当所有的设定都已设定完毕时,请选择「对齐相片」。按照摄像点的位置,对含有摄像点的每一幅图像进行穿刺,然后进行空间三次分解。获得了研究区地形的立体坐标;通过空三解算,得到研究区内的稠密点云数据,并基于此数据,对每一个点进行数据处理,形成一个三角形的网格面体,从而实现对地物的点对点面体的构造。将所构建的曲面模型与局部纹理匹配,实现曲面的颜色还原。

5.1.3模型精度分析

试验选取某市千人墓附近的丘陵边缘和丘陵边缘的沟壑作为试验对象,在研究区中分别布置9个摄像点,平均地布置在不同地点。在此基础上,结合三个观测结果,对三个观测结果进行调整,从而获得模式调整资料。通过对模式调整资料和现场实测资料的比较,可以判断影像控制点的定位准确度,以及影像控制点的定位准确度。以确定满足精确性的需求。

中误差是测量工业中普遍使用的一种测量方法。由于其被普遍视为一个度量测量误差的准确度和测量精度的重要指标,使得模型可以直观地反映出误差,更好地比出模型的精度,在这篇文章中,检验和评价模型的中间偏差的计算方法是这样的:

$$M_x = \sqrt{\frac{\sum (\Delta x)^2}{n}}$$

注1: (M_x为X方向的中误差, ΔX为实测与模型在X方向的差值, n为控制点个数)

$$M_y = \sqrt{\frac{\sum (\Delta y)^2}{n}}$$

注2: (M_y 为Y方向的中误差, ΔY 为实测与模型在Y方向的差值)

$$M_x = \sqrt{(m_x)^2 + (m_y)^2}$$

注3: (M_x 为X与Y方向的综合误差)

通过两套资料的比较,可以判定点位的平面与高度的偏差,以及点位的准确度。对比结果如表2、表3、表4所示。

表2 三维模型坐标数据对比表

控制点	X/m	Y/m	X2/m	Y2/m
1	4432428.658	425765.654	4432428.685	425765.626
2	4432453.159	425773.109	4432453.142	425773.135
3	4432482.356	425826.068	4432482.346	425826.046
4	4432513.959	425785.985	4432513.928	425785.919
5	4432547.244	425763.211	4432547.286	425763.224
6	4432526.695	425811.536	4432526.758	425811.558
7	4432515.478	425826.502	4432515.425	425826.536
8	4432488.264	425846.081	4432488.216	425846.048
9	4432465.483	425802.438	4432465.485	425802.456

表3 坐标差值表

控制点	$\Delta X/m$	$\Delta Y/m$
1	-0.027	0.028
2	0.017	-0.026
3	0.01	0.022
4	0.031	0.066
5	-0.042	-0.013
6	-0.063	-0.022
7	0.053	-0.034
8	0.048	0.033

通过对以上资料的综合分析,可以看出,本研究区的建模精度满足了1:500、1:1000、1:2000三个比例尺的制图标准。

5.2 基于Revit2018软件的土方量计算

将适合2018AutodeskCAD的点云文档导入到Photoscac中,并以“dxf”作为结尾。点云数据由Autodesk2018AutodeskCAD创建等高线图形。见图5。

然后,在2018 Revit Revitor中,在“场所和空间”标签页中,选取“地形表面”,构建出一个真正的3D地质地表。见图6。

表4 三维模型高程对比表

控制点	实测高程/m	模型高程/m	两者差值/m
1	1187.684	1187.649	0.035
2	1179.631	1179.682	-0.051
3	1170.548	1170.544	0.004
4	1165.482	1165.463	0.019
5	1165.235	1165.285	-0.05
6	1168.103	1168.094	0.009
7	1171.265	1171.224	0.041
8	1171.229	1171.259	-0.03
9	1177.485	1177.489	-0.004

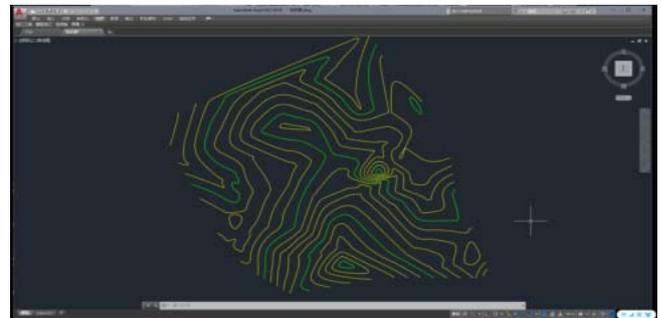


图5 研究区等高线图

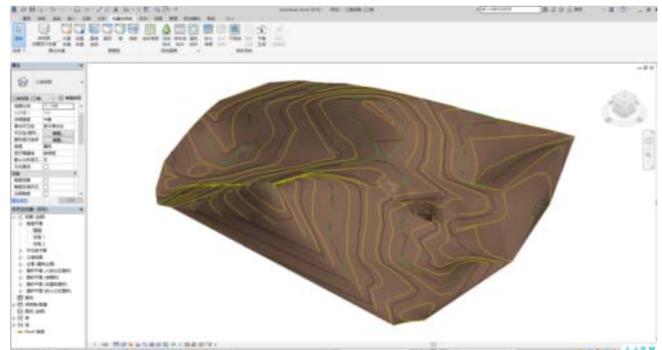


图6 真实三维地质表面模型

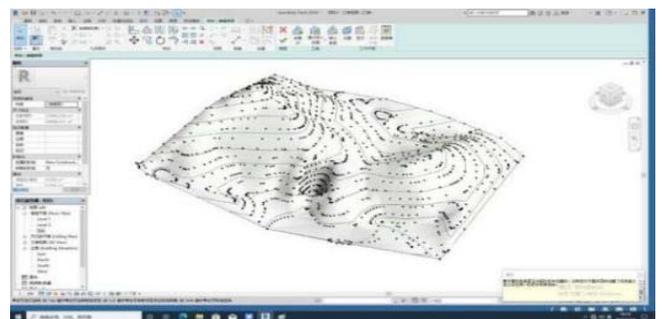


图7 新构造

把“现有”设为“原有地形”。接下来,在“平整场地”选项中,选中了“建立一个新的、精确的、已经存在的地表”。已构建的新结构见图7。

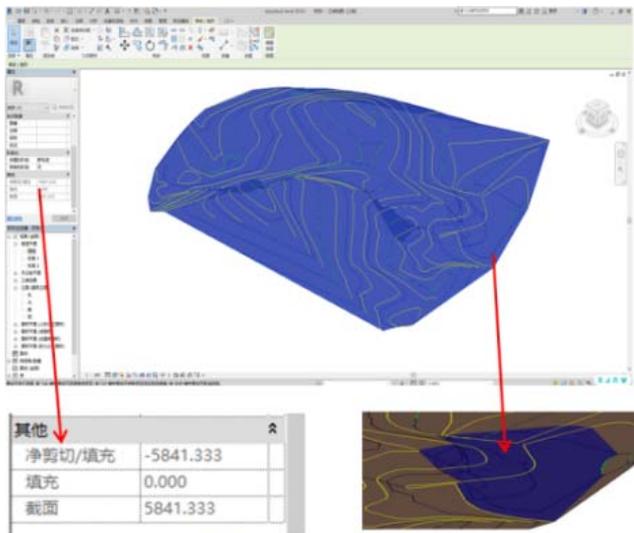


图8 土方量和填挖土方实

选取研究区中的一块地区作为试验场地。按照已知的挖深,修正了模型中的参数。然后点开“新构造”,系统就会根据“新构造”和“现有”两种情况,在左边的属性栏中,会出现新的土方。需要的土方数量将会在您的鼠标上显示出来。见图8。

6 结论与展望

6.1 研究结论

本项目拟以某市万人坑周围的丘陵及其两侧的沟壑为研究区,采用BIM和无人机联合测量的方法,对试验点的土石方进行测量。采用无人驾驶飞机进行3D建模,可以有效地解决传统测量方法存在的耗时长,精度低,人力成本高,测量范围窄等问题。该方法具有测量范围更广,测量结果更准确,降低了人工成本,并可对所构建的地物模型进行直接观测等优点。另外,还可以把模型转换成等值线图,然后用Revit软件建立一个真实的三维表面模型,从而计算出土方的体积。如此,计算出的土石量更为准确,并可依据该模式,对现场土石方的填筑和开挖进行均衡分配。因此,在现场测量土方的时候,可以采用无人机与BIM技术相结合的方式,在满足项目现场测量精度的前提下,对土方展开精确的

计算与调配,这样可以极大地节省人力成本和施工工期。

6.2 未来展望

在信息时代,建筑信息模型(BIM)技术与无人驾驶飞机的协同作业已成为行业发展的重要趋向。无人驾驶飞机能够高效处理所拍摄的图像,进而生成可直观呈现研究区域实际状况的三维(3D)模型。基于无人驾驶飞机获取的点云数据,借助BIM软件构建真实的三维表面模型,该模型能够客观反映现场的地理信息与地形特征。运用此模型,采用Revit软件开展土方计算,可获得精确的土方填筑数据。这一方法有助于对施工时间、人力投入和费用进行初步管控,显著缩短施工周期。展望未来,BIM技术与无人驾驶飞机的结合将在土方量测量领域发挥重要作用,并有望在各行各业得到广泛应用

[参考文献]

- [1]柳克松.无人机激光点云矿区土方量计算系统的设计与开发[J].科技与创新,2023,(04):94-96.
- [2]张寒冰.不同地形土方量计算的一种三角网格分布方法研究[D].南京审计大学,2022.
- [3]蒋钰辉,王明远,王波,等.一种基于无人机倾斜摄影的露天矿区土方量计算方法[J].现代测绘,2021,44(06):5-7.
- [4]程圆娥,吕志慧,袁春琦,等.基于无人机倾斜摄影测量的土石方量计算[J].地理空间信息,2021,19(08):70-73+5.
- [5]张云超.大型复杂山地群体工程基于无人机实测DTM土方量计算方法研究[J].土木建筑工程信息技术,2022,14(2):104-109.
- [6]陆金平.土方量计算融入低空摄影测量技术[J].四川建材,2021,47(03):63-64.
- [7]曹娟.无人机倾斜摄影测量在土方量计算中的应用[J].矿山测量,2019,47(01):53-56.
- [8]肖维,刘茗溪,周小录.工程土方计量系统研究与实现[J].科技资讯,2018,16(34):68-73.
- [9]张东阳,姜月菊,姜伟,等.基于BIM技术的土方量计算[J].施工技术,2018,47(S1):1527-1530.

作者简介:

平超(1999—),男,彝族,云南省红河州泸西县人,本科,西藏金龙矿业有限公司,助理工程师,研究方向:矿山地质测绘。