

测量如何在施工管理及质量管理中发挥作用

孟 豪 刘金龙 刘海基 柳 楠

中国建筑一局(集团)有限公司 北京 100000

摘 要: 国内当前对于高边坡质量的检查是以人工方式为主, 主要分为人工巡检、定期巡检、专项巡检等形式, 但是随着高速公路总里程数不断增加, 目前的检查方式难以满足对高边坡进行细致全面的检查, 这会对我国高速公路网的正常运营造成不可估量的潜在危害。基于数字化技术和发展正劲的无人机技术相结合, 使用无人机对高边坡进行巡查拍照, 后对图像进行结算分析, 完成对边坡的检查。本篇论文将以基于无人机系统技术为研究方法, 以某高速公路某段的高边坡建设工程为研究对象。从无人机航拍数据的采集与处理入手, 设计无人机野外数据采集的方法, 并使用 Context Capture 软件处理收集到的数据, 从而获取地图图块, 正射影像, DOM, DSM 和 3D 模型。通过视觉数据采集方法和计算机辅助方法, 获取高边坡工程中相关数据, 进而对工程质量进行科学的复核及验证。

关键词: 无人机; 数据分析; 质量管理; 工程施工

How does measurement play a role in construction management and quality management

Hao Meng, Jinlong Liu, Haiji Liu, Nan Liu

China Construction First Bureau (Group) Co., Ltd. Beijing 100000

Abstract: The current domestic for high slope quality inspection based on manual mode is given priority to, mainly divided into artificial inspection, regular inspection, special inspection, such as form, but always with the highway mileage increasing, it is hard to meet the inspection methods at present meticulous and comprehensive inspections on the high slope, this to our country highway system of normal operation caused immeasurable potential hazards. Based on the combination of digital technology and the development of positive UAV technology, the UAV is used to inspect the high slope and take photos. After the settlement and analysis of the images, the inspection of the slope is completed. This paper will be based on unmanned aerial vehicle system technology as the research method, with a section of a highway high slope construction project as the research object. Starting from the acquisition and processing of UAV aerial photography data, the method of UAV field data acquisition was designed, and the software Context Capture was used to process the collected data, so as to obtain map block, orthophoto, DOM, DSM and 3D model. Through the visual data acquisition method and computer aided method, the relevant data in the high slope engineering are obtained, and then the engineering quality is reviewed and verified scientifically.

Keywords: UAV; Data analysis; Quality management; Engineering construction

一、绪论

1. 研究背景

基础设施工程测量是基础设施施工管理中的一大重要模块, 其测量数据的精准与否以及速度的快慢直接与施工成本与进度挂钩, 所以对于工程测量的标准就是快、准、稳。“快”指在工程量测量阶段要做到速度够快, 基础建设项目工程是广域建设项目中的特色项目之一, 其

在施工范围方面在行业内是数一数二的, 所以在工程量计量时对于速度的把握也是要求颇多, 如何在既定的时间内快速甚至超前完成计量是当下应当研究的问题之一; “准”讲究在工程量计量同时, 对于其精准度也要达到既定标准, 工程量的精准判断将影响到施工单位对于成本的把控, 有效降低施工成本并完成绿色施工的转变, 这是贯彻践行习近平总书记提出的可持续发展理念的优

质表现；“稳”在保证准确的前提下，其稳的表现作用就是在测量途径上应当以安全为核心，再好的测量水平也不是用安全来替换来的，测量人员的安全与否应当是测量工程中的首要指标。

测量作为基础设施施工中的核心任务，其施工现场工艺复杂、施工工序以及工艺较为复杂，所以其直接影响就是测量工作大，测量的精准度和速度将直接影响到工程成本与质量。通过查询历年工程案例以及文献发现，相关工程项目现场都存在因测量误差导致的资金与时间的浪费，所以为了深入研究相关问题，通过查阅文献研究测量计量的发展与革新历程。

2. 测量研究现状

(1) 人工测量时代

在最早期的施工现场测量人员采用人工手动测算，通过大量的计算草稿和施工现场测量，对工程的测量进行的有理依据的演算结果，而在手工计算时代发展的同时，部分测量人员通过大量的计算过程与结果，总结出一套工程测量经验、公式、表格以加快工程测量速度以及测量质量。

(2) 软件测量时代

在计算机发展时代，高科技公司采用通过软件编译与开发将人工测量公式输入至软件当中，通过添加相关公式，使电脑自己计算，这是对人工测量手段的简化，但是还是处于半自动计算时代，需要人工输入数据以及添加计算公式。

(3) 现代BIM计算时代

到达BIM计算时代，软件开发人员将计算公式进行整理与约束，将所有公式导入软件当中，通过建模的方式计算出项目模型，让电脑进行自主计算，直接生成项目模型与测量清单。

3. 研究目的

本文将通过具体的无人机测量实例来解决以下过程中面临的技术问题或效率问题：

(1) 工程测量及工程进度查看

通过对边坡工程进行过程中的实时航测建模，及时掌握边坡开挖级数信息；

通过对边坡3D模型的分析，掌握边坡排水系统情况；

通过对边坡3D模型的分析，掌握边坡坡面的整体防护情况。

(2) 工程质量监督

根据建模得到的信息模型判断边坡的实际开挖线与

设计开挖线是否吻合；

根据建模得到的信息模型判断边坡的实际坡率是否不陡于设计坡率；

根据建模得到的信息模型判断边坡的坡高是否达到标准；

根据建模得到的信息模型判断边坡的平台宽度是否达标；

根据建模得到的信息模型观察边坡的截水沟、排水沟、边沟等（外露）断面情况。

(3) 工程安全隐患及病害预警

根据建模得到的模型观察边坡及周围植被生长情况；根据建模得到的模型观察结构物是否有缺陷、损坏；根据建模得到的模型观察边坡坡体是否有冲刷、裂缝情况；

根据建模得到的模型观察边坡是否存在其他病害情况。

二、技术介绍

1. 技术核心介绍

本技术的核心为低空摄影技术结合实景三维模型进行内业测量工作。低空摄影测量技术是利用带相机的无人机获取大范围的多角度数字照片，然后对整个模型进行一次计算和处理；目前的摄影测量后处理软件可以自动读取保存在数字照片中的相机参数信息。将“自检参数平差”算法引入了软件内网平差计算中，不仅得到了平差结果，而且还能计算出数字相机方位元参数和畸变差的数值结果，并对数码相机的内方位进行了精确的数值计算，得到了各方位的参数和畸变，避免了传统算法由于定位不准确而无法继续计算的情况，并且具有独特的鸟瞰角度。它不仅可以获得无遮挡死角的全景图像，而且覆盖范围大。通过软件对相片进行解算处理，能得到测区的三维模型数据、DOM、DSM等数据成果。

现代数字摄影测量技术是指利用数码相机获取三维物体的大量二维图像，利用实际空间坐标系与数字图像平面坐标之间的透视变换，通过计算机立体模型视觉技术，对多幅关于同一物体不同方向的二维数字图像进行匹配，计算出大量的同名点。最后，通过结合地面RTK的约束点区域网的多射线前向交会和自由网平差算法计算生成目标的三维点云坐标数据，从而生成三维网格模型。

2. 无人机介绍

信息数据的获取采用大疆无人机悟2（相对于大疆精灵4PRO RTK，悟二的飞行数据更为良好，大疆精灵

4 PRO RTK最低工作温度为-10℃,最大工作风速8 m/s,无法达到良好的抗风和抗冻效果,故采用悟2(飞行)起飞重量4250g,单次最大飞行时间为26分钟,最大飞行速度为96 km/s,可在-20℃情况下工作,可承受10 m/s风速,搭载ZENMUSE X4S云台,光圈为可调F/2.8-F/11自动对焦,最大16:9图片分辨率为5622*3078,卫星定位模式为GPS/GLONASS/RTK三模定位。因云台为可更换式单相机,无测绘专用测量,所以对云台进行校验,具体校验情况如表1所示:

表1 相机校验情况

序号	校验内容	校验值(mm)
1	主焦 x_0	0.1057842
2	主焦 y_0	-0.0432567
3	焦距	24.7784581
4	横向畸变系数 f_1	1.3645874e-007
5	纵向畸变系数 f_2	-1.3458794e-003
6	转向畸变系数 f_3	5.4875774e-051

为保证航线规划合理,在有限的时间与尽量减少的飞行次数中完成高质量任务,需要对航线进行预设值,优良的航线预设值可以保证在高质量摄影同时做到高效率工作,针对不同的地形地貌,差异的天气,对于图像的需求,设计不同的航线。其主要考虑航线的参数为:无人机飞行航线以及旁向重叠率、飞行高度、飞行角度、云台俯仰轴角度。

无人机的飞行高度设定值取决于相对飞行航高,其公式为相对飞行航高=云台焦距/既定设计图像比例尺,因地形不统一,所以一般采用地面样本距离间隔值(GSD)来代替。所以其飞行航高计算公式(L)为:

$$L = \frac{GSD \times O}{F}$$

式中:O指云台焦距,mm;F代表着云台图像元尺寸, μm 。

由以上计算公式根据ZENMUSE X4S的焦距为11,图像元尺寸为 $2.4\mu\text{m}$,GSD要求精度为5cm-1cm由公式算得最佳无人机飞行高度范围与GSD关系如表2所示。

表2 飞行高度与成图比例关系

成图比例	GSD(cm)	航线飞行高度(m)
1:100	1	45
1:200	2	91
1:300	3	137
1:400	4	183
1:500	5	229

针对测试场地环境特点,飞行高度在提高的同时需

要对无人机对于高空的风速有一定抵抗能力,根据当地的季风规律以及测绘当周的天气变化,设定飞行高度在200m-100m之间,又因为冬季气候多风,在200m高度的风速达到了12m/s,不满足悟2的飞行最大风速,所以选择在120m高度8m/s的风速下进行飞行。成图比例为1:300。

根据低空数字航空摄影的相关规范,在低空摄影时,最低图像重叠率应当满足如下条件:飞行航线重叠率处于53%-80%之间,当图像识别度低,重复以及相似图像较多时应当提升重叠率;旁向重叠率处于15%-60%之间,当采用正向摄影时旁向重叠率为15%,当采用倾斜摄影时。根据倾斜的角度来增加旁向重叠率,当倾斜摄影达到60%时,建议最小旁向重叠率为60%。刁人沟冬季环境地表覆盖物含有水域、雪地、矿坑,图像识别度较低,所以应当提升飞行航线重叠率,根据现场情况,设定为53%,因为测试的地形识别高低分明,所以采用正向摄影即可,设定旁向重叠率为20%。

为保证此次测量有比较性,且避免出现计量误差较大导致实验失败,在进行正式计量测绘时,先进行测试区测试计量,对测试场地K-35标段进行测试。在K-35标段测试区内,使用无人机在高空测量的同时,我们在地面也进行了传统控制点布点测绘,此次控制点将分为两组进行使用:一组为平面约束布控点,平面约束布控点总共5个,其目的是对无人机图片呈现的布控点进行约束,提升三维模型获取精度,行业普遍采用光束法网平差进行控制点约束处理,此种约束方式虽使用控制点数量较小,但是对于地面的地理信息约束满足精度需求,增加控制点对于提升精度的效果不明显;另一组布控点为5个,当采用约束布控点进行三维建模精度约束后,读取剩余无约束布控点的精度,与测量布控点进行对比分析,确定无人机三维建模在控制点精度方面的偏差。此次采用的是国家2000坐标系统,软件采用WGS84转换坐标,利用GPS·RTK测得布控点共10个。

3. 图像处理

因本次飞行任务受天气,温度等环境因素的影响,在多次飞行过程中,出现强风席卷沟谷,导致无人机在飞行获取图像的途中发生抖动,其拍摄图像产生模糊现象,在飞行过程中因太阳受云层影响,在任务执行过程中会出现视野过亮或过暗的情况,对云台采集图像数据的直接影响为:因曝光度发生变化而采集图像出现太亮或者太暗的状态,导致无人机拍摄图像无法正常使用,因亮度太高或亮度太低,软件读取数据信息异常,拍摄

数据产生偏差无法使用。

此次拍摄共获取图像6450幅,涉地面积32 km²。其中正常图像共6142幅,异常图像247幅,无效图像61幅,这些异常与无效图像需要进行修复与删除,若不对图像进行处理,会对三维建模的过程中出现干扰异常,在正射拼接图像以及三维模型中造成拼接模糊,轮廓不清晰,图像识别失败等状态。因此必须对图像进行预处理,使其达到正常图像标准,对无效图像进行剔除,避免因无效图像造成的建模失败。

4. 建模

图片预处理;将所有图片归类整理并做备份处理。

初始化处理;通过对航摄影像数据进行特征点提取与匹配,生成稀疏三维点云,可对相机校正参数、特征点提取与匹配效果、数据完整性进行检查。

地面控制点刺点;通过地面控制点刺点,可将地面控制点三维坐标信息,加入到处理工程中,作为区域网平差方程解算的输入。

空三加密;通过少数地面控制点坐标进行区域网平差,反向求解相片的内方位元素和外方位元素,进而正向求解物方各点的三维坐标。

三、数据应用

1. 口线CAD验证

将数据处理生成的正射影像与设计图纸融合后直观显示,无人机获取的坡口线(青色线)与设计坡口线(红色线)位置大部分重叠。存在局部不重叠,可能是由于原地表有茂密植被的影响,导致设计地形图的测绘有偏差,如图1所示:

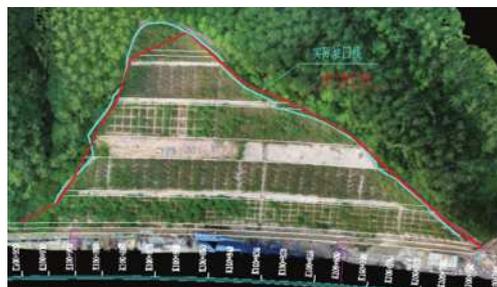


图1 实际开挖坡口线与设计开挖坡口线图

四、结束语

通过无人机测量可以检查各级边坡的质量问题;且可以将无人机获得的真实三维模型与CAD设计图进行对比,做到点位复核,随后将基于得到的数据和人工测量得到的数据对比分析,通过坡口线、坡率、坡高、平台宽及坡面各核检点等方面数据的对比,发现无人机测量所得到的数据均有极高的精准度,而且无人机在坡面不完整、有绿化遮挡等情况下仍然可以获取数据信息;从而以实际证实无人机测量在高边坡建模与数据分析方面完全有可行性,而且其优越性大大超过传统的人工测量方式。

参考文献:

- [1]张利杰.施工测量对施工现场管理的指导作用构建[J].中国房地产业,2020(14):157.
- [2]李鹏,姚亚政.论如何做好工程项目测量施工管理[J].城市建设理论研究(电子版),2015(10):4751-4752.
- [3]孙立业.论工程测量在施工质量管理中的重要性[J].世界有色金属.2017,(4).203-204.
- [4]于立.简述工程测量对建设工程施工管理的控制[J].建筑与装饰,2020(17):32.