

无人机三维倾斜摄影技术在露天矿山监测中的实践与探索

陈春生

安徽省第二测绘院

摘要：本文针对无人机三维倾斜摄影技术基本内容、系统组成、技术优势、具体应用等内容展开，结合项目调研、规划航线、外业数据采集、内业数据整理、监测结果确认等实践要点，通过研究误差来源、设备调试、测绘人员综合测试等内容，其目的在于提高无人机三维倾斜摄影技术的应用效果，提高其采集数据信息的准确性。

关键词：露天矿山；倾斜摄影；三维模型；外业数据

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2021.01.305

一、无人机三维倾斜摄影技术基础内容论述

(一) 基本内容

无人机通常指的是无人驾驶的、具有自动驾驶能力的飞机或其他飞行器，其利用无线遥控设备进行控制，实现对相关区域的观测和信息采集，并将采集的信息及时传回地面接收设备，再结合一定的数据处理进行信息的确认和筛选，进而实现全方位的、实时的地质地形等要素的信息采集。因无人机具备了灵活、轻便、经济效益高、造价成本低、使用条件简便等多种优势，实现了在航拍、矿山、地质地形、农业、水利、灾害区域、野生动物区、雨林区以及传染病的监控等方面均广泛利用。

(二) 系统组成

1 无人机系统

在整个系统组成中，无人机属于非常基础的组成部分，在实际测量采集应用中，其主要的工作内容便是进行摄影设备的搭载，同时也会在机体上安装其他必须的任务设备，以辅助各项管理活动的顺利进行。在对其进行应用选择时，需要确保所选结构的安全性，同时也需要提升结构可靠性，满足较长时间的飞行要求。另外，对于无人机的飞行高度、飞行航线控制精度也是测试过程的基础要求，以满足具体的应用需求。在实际应用选择中，也需要对区域基础资料进行细致的了解，根据矿山规模、周围建筑物密集度选择恰当的无人机系统，以满足具体的应用要求。

2 任务载荷系统

在任务载荷系统的组成中，其内容主要包括倾斜摄影相机、同步控制装置、稳定云台等结构。倾斜摄影相机在使用过程中，可以从不同角度来完成露天矿山基本情况的拍摄，拍摄到的影像资料也会通过同步控制装置来完成数据资料的传输，并且在此过程中，能够对系统运行稳定性提供必要帮助，确保系统运行过程的可靠性。而稳定云台结构的主要作用则是用于调整影像的获取精准度，做好基础调整工作，也为后续三维建模工作的顺利应用奠定基础。

3 数据处理系统

在技术系统应用过程中，数据处理系统也是非常重要的组成部分，在系统具体应用过程中，其主要借助三分布式计算机来辅助处理工作。在系统具体的应用过程中，会利用三维软件来完成基础数据信息的处理，同时也会利用采集到的信息对三维模型进行实景化处理，这样也可以更好地还原出现场的实际情况，从而为系统的优化完善奠定坚实的应用基础。另外，在系统应用过程中，也需要对多组数据信息参数进行客观考量，借此来加快完善三维模型的创建，提高监测数据信息的准确性。

(三) 应用优势

总结以往的应用经验，该技术在实际应用中具备了以下几

大优势：第一，借助该技术能够对露天矿山的基本情况进行全面分析，同时所采集到的数据信息全面性更强，可以更加真实的反馈出现阶段矿山的具体情况，满足了系统三维分析的基本要求。第二，通过高空多角度拍摄，可以对露天矿区整个侧面结构的纹理情况进行梳理，帮助技术人员更好的认识到目前矿区的基本态势，为后续矿区开采活动的顺利进行奠定基础。第三，无人机倾斜摄影技术在实际应用的过程中可以对数据信息进行同步传输，这样在管理过程中，可以及时发现一些不合理的情况，及时对其进行补测，从而提升采集数据的匹配度。第四，在输出数据技术方面，可以根据要求输出多元化的应用数据，这为系统的稳定运行奠定了坚实的基础条件。第五，该技术获取到的数据信息，更容易通过互联网进行传输，具备了较强的使用价值。

(四) 具体应用

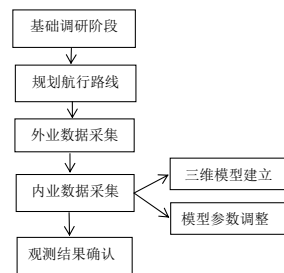
1 开采过程监测

在技术的具体应用环节中，进行开采过程监测属于经常应用的监管内容，在具体应用中，首先，需要提前在矿区外围进行控制点的布设，具体的布设情况需要参考相关的技术规范和设计要求进行，像控点需要避开正在作业的区域，避免掩埋或损坏的情况。其次，借助技术在合适范围内进行航摄作业，在此过程中系统会提供高分辨率的图像信息，在后续处理过程中会将其和审批范围有效的套合在一起，同时采用人工解译的方式来对系统运行内容进行判断，这样也可以得到较为准确的开采量数据和一些其他参数信息。最后，对于采集到的数据信息进行汇总处理，基于数据分析结果来调整下一阶段的开采工作计划，从而提升管理工作的使用价值，确保开采环境的安全性。

2 日常监管监测

在具体的应用中，该技术还可以用于日常监测管理，对于一些突发情况进行快速识别，加快应急处理速度，从而为生产调度工作的顺利进行奠定坚实的基础。在技术具体的应用过程中，第一，借助无人机对露天矿山进行日常巡查，对于矿区一些隐患地点进行数据信息采集，基于数据信息来判断该隐患的具体等级，拟定不同的应急处理措施对其进行处理，从而确保处理结果的可靠性。第二，利用倾斜摄影来进行三维模型的创建，技术人员可以根据目前三维模型呈现出的具体结果，对于目前矿体结构的开采情况进行评估，随时做好相应的生产调度，满足具体的应用需求。第三，利用无人机对于矿区开采范围和边角的监测，这样也可以根据数据信息来评估生产能力和具体开采量，得到准确的估算结果，从而为后续生产调度、投资计划调整提供科学参考。

二、无人机三维倾斜摄影技术实践要点分析



无人机三维倾斜摄影技术应用流程如上图所示, 具体内容如下:

(一) 基础调研阶段

利用无人机三维倾斜摄影技术开展露天矿区基本情况勘察时, 需要先完成基础资料的采集工作, 在具体的工作过程中, 应注意以下几点要求: 第一, 委派工作人员对于此次作业区域的基础情况进行了解, 如大体的矿区地貌、矿区基础情况等, 为后续航拍计划的拟定积累资料。第二, 利用无人机进行试拍, 根据试拍数据进行分析, 进而对摄影机拍摄角度、分辨率等内容进行调整, 使其达到最佳的拍摄效果, 缩减正式作业时的准备时间。第三, 明确露天矿区的边界, 这也是后续校验拍摄内容完整性的重要条件, 从而为后续工作的顺利进行做好必要的准备。

(二) 规划飞行路线

完成基础勘测阶段数据信息的整理工作后, 在实际处理工作中, 也需要进入到飞行路线的规划处理环节, 在该环节的具体实施中, 也需要注意以下几点内容: 首先, 根据前期采集到的资料信息, 获取到完善的地形数据信息, 从而明确该地区的地形变化情况、边界线所在位置等。其次, 将采集到的基础信息录入到对应软件中进行整理, 随后对于系统的具体范围来进行参数信息的调整, 由此来确定在拍摄时所需要采用的分辨率和拍摄时的具体角度。最后, 根据得到的参数信息, 对于无人机飞行的具体路线进行合理规划, 同时也需要标注无人机起飞的起点和终点, 从而提升飞行路线规划结果的使用价值。

(三) 外业数据采集

完成上述工作内容后, 进入到外业数据采集阶段, 在具体的应用过程中, 也需要重点关注以下几点内容: (1) 选择合适的天气来进行数据采集, 结合以往的应用经验, 多选择阳光强度较弱、风力较小的天气来进行数据采集, 并且在数据采集过程中, 也需要注意系统的再次调试, 将系统调整到最佳的工作状态, 以满足系统稳定应用的基础要求。(2) 除了在无人机上安装传感器、信号传输和接收装备来辅助工作进行外, 还需要利用GNSS定位技术来辅助管理活动的进行, 基于该技术优势能够对多种类型的数据信息进行完整采集, 从而确保采集数据的准确性。

(四) 内业数据整理

1 三维模型建立

待采集到完整的数据信息后, 进入到三维模型的建设环节, 在具体的建模环节中, 需要注意以下几方面内容: 第一, 对于数据信息进行提取, 在此过程中多采用数字化测图方式完成数据采集, 同时也通过此过程校验三维模型中相应数据的完整性和准确性, 对于错误数据也需要及时进行补测, 提升数据采集结果的可靠性。第二, 将采集到的完整数据录入到三维模型中, 模型在接收到数据信息之后, 可以对其进行深入的分析处理, 初步建立矿区的数据分析模型。建立的模型能够对区域基础地形情况进行大致展示, 对于细致化的图形, 还需要借助其他工具对其进行处理。

2 模型参数调整

在完成初期三维模型建立后, 进入到模型参数的调整阶段, 无人机在飞行过程中, 受到遮挡物、风速等因素影响, 其飞行高度会根据实际需求进行调整, 从而获取到更加可靠的数据信息, 提升模型参数内容的合理性。同时在对模型参数进行调整时, 也需要注意模型具体应用参数内容偏差的校准工作, 该工作一般会依托于管理体系中的相关内容进行调整, 并且在具体的应用过程中, 也需要做好备份工作, 对于调试前后参数的变化情况进行记录, 存入到地理信息系统当中, 进行一些专题地图的制作, 提升数据信息的使用价值。

(五) 观测结果确认

完成上述所有的分析内容后, 进入观测结果确认的重要

阶段, 在具体的操作中, 需要采用统一的管理体系, 对于其中涉及的参数信息进行细致化分析, 随后按照统一要求来完成数据报告的出示工作, 而该工作的执行情况也将直接影响到检查结果的准确性。在借助智能软件系统对于运营参数信息展开综合性分析时, 也需要对数据信息的合格度进行客观分析, 并且在分析的过程中, 还可以筛选出满足要求的基准点数据, 同时利用基准点数据的相关情况来完成报告的制作。报告在完成也会移交到管理单位, 根据提供的数据信息来调整具体工作安排, 从而提升分析结果的使用价值。

三、无人机三维倾斜摄影技术应用时的注意事项

(一) 做好误差问题控制

通过做好误差问题控制, 能够提升采集数据的准确度, 同时也为生产调度工作的调整提供合理性参考。在具体的误差控制中, 应注意以下几点问题: 第一, 控制好机械误差, 机械误差来源于系统本身的一些潜在问题, 如摄影机拍摄角度、分辨率等, 基于提前按照要求对其进行处理, 使其可以控制在合理范围内, 满足具体的应用需求。第二, 对于偶然误差进行控制, 如飞行高度突然变化、采集图片突然变化等, 这也会增加后续数据处理期间的偏差值, 影响到最终处理结果的可靠性。针对此类情况, 在实际应用期间, 需要做好系统参数信息的多次校验, 采集多组数据信息, 并且利用好图像定位点对于图像数据点位精度进行修正, 提高计算结果的可靠性和科学性^[1]。

(二) 技术设备前期调试

做好技术设备前期调试工作, 有利于工作状态稳定性的提升, 从而为后续管理工作的有序进行奠定基础。在具体的应用处理环节, 需要做好以下几部分工作的处理: 第一, 拟定合理的设备调试计划, 在计划中需要明确技术设备调试的具体要求, 同时还需要明确所需要调试的具体内容, 做好调试结果的记录工作, 满足系统运行过程的要求。第二, 在设备完成使用之后, 也需要根据要求来进行设备维护处理, 对于系统表面的污渍进行擦拭, 同时也需要对系统进行整体检查, 更换一些损坏或老化的零件, 以确保系统工作状态的稳定性, 满足具体的应用需求, 提升仪器设备的使用价值^[2]。

(三) 测绘人员综合测试

加强测绘人员综合测试, 能够提升测绘人员对于本项工作的重视程度, 确保后续测量工作有序进行。在具体的管理过程中, 需要做好测绘人员的能力培训, 帮助其梳理技术应用期间需要重点关注的内容、注意事项、具体要求等, 使其可以形成良好的知识体系, 满足具体的应用要求。同时也需要组建合理的测试体系, 对于培训后的测绘人员进行能力测试, 筛选工作能力强的人员参与到后续的工作当中, 这对于管理工作的顺利进行提供了可靠性帮助, 同时也可以减少人为因素带来的干扰性, 提升测试结果的准确性^[3]。

结语

综上所述, 做好误差问题控制, 能够提升采集数据的准确度, 做好技术设备前期调试工作, 有利于工作状态稳定性的提高, 加强测绘人员综合测试, 能够提升测绘人员对于工作内容的重视程度。通过将无人机三维倾斜摄影技术应用到露天矿山的日常监测当中, 对于提升采集结果的可靠性, 优化后续应用策略有着积极的意义。

参考文献

- [1] 周小杰, 杜鹏, 曾静静, 丁晓龙. 无人机倾斜摄影技术在露天矿山修复监测中的应用[J]. 城市勘测, 2020(02): 82-86.
- [2] 胡月. 无人机三维倾斜摄影技术在矿山监测中的应用[J]. 世界有色金属, 2019(10): 282+284.
- [3] 李淑军. 无人机三维倾斜摄影技术在露天矿山监测中的实践与探索[J]. 世界有色金属, 2019(07): 194+196.