

无人机测量在矿山测量中的应用

金富磊（山西煤炭进出口集团河曲旧县露天煤业有限公司，山西 忻州 036500）

摘要：随着我国科技水平的飞跃式发展，在很多领域改变了人们工作和生活方式，不仅为经济发展奠定了坚实的基础，也更好的满足了人们对于高质量生活的向往。矿山测量采用传统的测量方式通常具有很多限制因素，无人机的应用在一定程度上提高了矿山测量工作效率。但我国幅员辽阔的地质条件，也对无人机的应用带来了更高的挑战。因此，本文针对目前国内无人机测量在矿山测量中的应用现状进行了浅要分析，对无人机的技术特点及优势进行了探讨，提出了无人机在矿山测量应用中的技术要点，以期为推动无人机在矿山测量中的应用奠定一定理论基础。

关键词：无人机测量；矿山测量；工程应用；航拍技术

市场化经济的发展，为企业营造了公平、公开、公正的竞争环境；自动化水平的提高，为社会经济的发展奠定了坚实的基础；各项政策的出台，为科技水平的提升提供了有力支撑。但与此同时，也在一定程度上增大了各领域的竞争压力。

矿山测量是我国经济发展以及国防建设过程中非常重要的关键环节，对矿山内部地质结构、地貌特征等方面的测量和勘察，可以更好的助力相关部门进行研究，更好的助力我国基础设施建设。通常情况下，应用传统技术会耗费大量的人力、物力和财力，且无法保证测量的准确性。这就要求相关企业大力应用先进的测量技术，节约工作量的同时提高测量精度。如图 1 为传统矿山测量技术示意图。

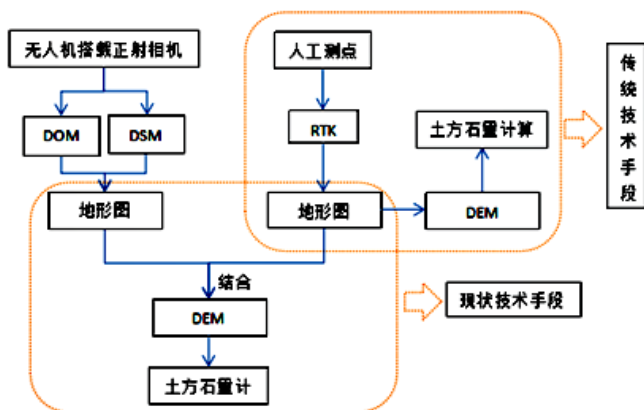


图 1 传统矿山测量技术示意图

近年来，无人机航拍技术得到了飞速发展，引起了相关企业的广泛关注与应用。无人机测量技术作为一种新兴测量手段，经过多年的经验与实践积累，众多企业得出一致结论，即现代化技术的应用不仅可以助力企业更好的完成矿山测量工作，还可以有效的提升工作效率，大幅度节省人力与物力资源，更好的进行成本控制。但与此同时，无人机测量技术还有一定的完善空间，需各企业结合矿山实际情况，多方面考虑，多角度分析，从而对其测量技术进行进一步优化升级，更好的助力矿山测量工作的完成。

由上文可知，探讨无人机测量技术在矿采测量中的

应用具有十分重要的研究意义。因此，本文针对目前国内无人机测量在矿山测量中的应用现状进行了浅要分析，对无人机的技术特点及优势进行了探讨，提出了无人机在矿山测量应用中的技术要点，以期为推动无人机在矿山测量中的应用奠定一定理论基础。

1 无人机测量概述

1.1 无人机测量原理

无人机航拍技术通常需要空间定位技术、遥感传输技术、无人机控制技术、图像处理技术等进行配合，从而形成一体的无人机测量技术。一般情况下，无人机包含两种形式：一种是固定翼式无人机，另一种是多旋翼无人机。其应用范围通常很广，同时随着我国科技水平的不断发展，无人机技术门槛也相应有了一定程度的降低，从而推动了无人机测量技术在工程测量中的广泛应用。针对矿山测量，由于矿山通常地质情况复杂，地质特征错综多变，这就要求无人机测量技术可以实现某一固定位置进行长时间的悬停，以此保证测量的准确性，因此在工程实际应用中，通常采用多旋翼无人机进行实际测量。

与此同时，我国北斗卫星遥感装置的正式运行也推动了无人机测量技术的发展，由于该系统可以很好的保证空间定位的精度，进而也确保了无人机定位技术水平的飞速发展。除此之外，确保图像的高清晰度也是无人机测量过程中非常重要的关键环节，以此更好的保证在后续的图像处理过程中可以对拍摄数据进行分析，从而保证测量数据的精度，提高工作效率。由此可见，无人机测量技术具有应用范围广的特点，且优势清晰，在矿山测量等工程应用中有很大的发展空间与前景，因此，为了进一步提高其测量技术，对其应用进行研究就显得尤为重要。

1.2 无人机测量技术特点

与传统的工程测量方式相比，无人机测量有很大的优势。总体来说，针对地质环境复杂的矿山测量，为了避免安全事故的发生，通常会利用直升机或其他飞机来进行航拍勘察，这在一定程度上给测量单位带来了很多的挑战。首先是测量成本问题，由于飞机的耗油量很高，

因此进行一次测量往往需要花费大量的资金成本；其次是限制条件，一方面由于飞机体积较大，无法满足近距离矿山测量的要求；另一方面，由于飞机测量过程需要人为进行操作，对天气条件要求很高，而矿山气候情况多变，在一定程度上也增加了人员伤亡事故发生的风险。如图2为无人机测量工作流程图。

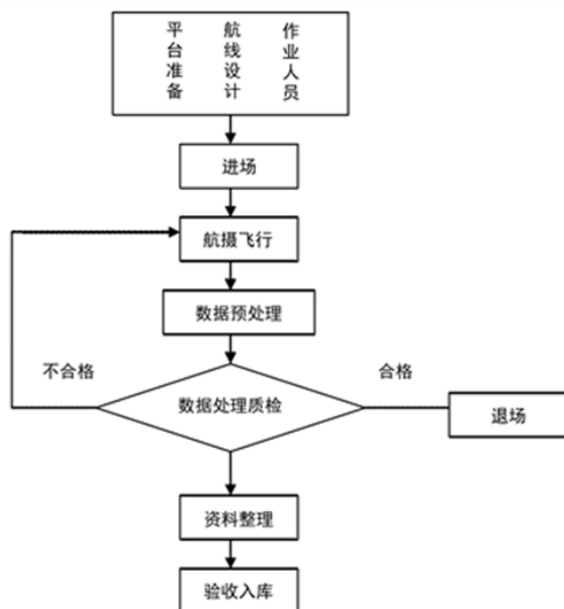


图2 无人机测量工作流程图

与之相比，无人机测量可以最大程度的避免上述飞机测量的缺陷，且随着相关技术的快速发展，无人机的制造以及使用成本都在逐步降低，因而测量成本较低；且小巧的机身结构也可以满足矿山测量的要求，不需要人工操作的优势也避免了安全事故的发生。因此具有十分广阔的应用前景，其技术方面的优势主要包括如下三点：

1.2.1 航拍照片清晰度高

无人机中最为关键的部件就是飞控芯片以及遥控设备。而在无人机测量过程中，其搭载的相机拍摄水平则是保证无人机测量准确性的关键部分。由于无人机在测量过程中所拍摄的照片无法直接转变为测量的数据，只能存储在无人机存储卡中或直接传输给地面工作人员的接收设备中，这就要求在无人机测量过程中要避免相机镜头发生畸变，确保照片质量。随着无人机技术的飞速发展，现代的无人机已经可以记录大量的照片，既能保证飞行时长又可保证拍摄的稳定性。与此同时，现阶段我国空中定位技术已经很成熟了，针对复杂地形情况的矿山测量，可以有效保证航拍图像的清晰度与精度。

1.2.2 图像参数采集度好

传统的矿山测量技术需要依靠测量仪、经纬分析仪等设备，且在很大程度上需要依赖勘测人员的工作，往往会花费大量的时间与人力，且无法保证测量数据的准确性。借助无人机航拍技术进行测量，需要通过专业的图像分析软件对无人机拍摄的照片进行分析，从而得到矿山测量所需的具体数据。一方面避免了人员进行频繁

的野外作业，在一定程度上降低了安全事故发生的概率，同时也很大程度的降低了测量成本，提高了工作效率；另一方面也提高了矿山测量数据的准确性与精度，对一些结构复杂、位置偏远的矿山，也可通过无人机进行近距离测量，同时可以结合专业分析软件进行相应的建模分析，助力相关单位更直观、更好的进行研究。

1.2.3 无人机测量范围广泛

众所周知，矿山环境复杂，沟壑地区及高山丘陵地带的出现很大程度上限制了测量工作的进行。一方面，沟壑地区通常由于树木的遮挡而影响了测量设备的正常使用，另一方面丘陵地带险峻的地势条件也增加了测量难度，由于无法安排勘测师进行现场勘察，就有可能导致测量盲区的存在，从而影响整体矿山测量精度。而无人机凭借其较小的体积在测量范围方面有着很显著的优势，通过操作人员对无人机进行操控，保证无人机飞行状况的稳定，同时对险恶环境进行近距离拍照，通过高清晰的图像帮助测量单位获得准确度极高的参数。

2 无人机测量在矿山测量中的应用

2.1 无人机测量在矿山测量中应用的必要性

无人机测量技术就是通过专业的图像分析软件对航拍过程中拍摄的高清晰照片内所含的数据信息进行分析，从而提高矿山测量的准确性。该项技术的应用可以保证测量信息的完整性，并更好的对其进行分析，从而对矿山开采等工程应用进行优化，更好的控制成本。因此，无人机测量在矿山测量应用中的必要性主要体现在如下三个方面：

2.1.1 提高了测量效率

矿山测量通常工作面广工程量大，需要结合多方面专业人士进行野外工程作业，通常需要花费大量的人工成本。由上文可知，与传统测量方式相比，无人机方便携带且测量精度较高，对于矿山测量这样复杂的工程测量，避免了野外工作，在很大程度上节约了人力成本，同时借助科技力量，对图像进行数据分析，不仅节约了人力成本还降低了工作量，提高了矿山测量的工作效率。

2.1.2 提高了测量精度

与传统的测量方式相比，无人机测量利用高清晰照相机的拍摄图片，借助信息化分析软件对测量数据进行汇总分析，在一定程度上提高了测量数据的准确度。与此同时，对于传统测量方式无法近距离测量的区域，也可通过无人机进行实地测量，从而进一步提高矿山测量整体数据的完整性与精度，为后期施工方案的编制提供更准确的数据，避免发生施工危险。

2.1.3 提高了应急能力

通常情况下，矿山测量需要安排专业人员，携带相关测量设备进行实地考察，而矿山的工作环境通常较为复杂，且极易受天气变化、气候条件、地质灾害情况等外部环境因素的影响，从而不利于测量工作的进行。一旦发生问题，也很难及时派出救援人员进行处理。无人机的采用则很好的避免了这类问题的出现，对于恶劣的

工作环境及多变的天气情况,无人机测量可以很好的进行应对,从而避免了不确定因素对矿山测量过程中所带来的不利影响。

2.2 无人机测量在矿山测量中的应用方式

由上文可知,无人机测量在矿山测量中的应用具有十分显著的优势,因此得到了很广泛的应用,其测量流程通常包括如下几个方面:

2.2.1 准备阶段

由于矿山地质结构复杂,沟壑、丘陵等区域普遍存在,且气候变化没有规律,为了提高无人机测量的精度,这就要求在正式测量前做好准备工作。首先要对矿山环境进行考察,掌握矿山所在地的天气变化情况,尽可能的保证拍摄的光线可以满足拍摄要求;其次要对无人机的测量精度及相机情况进行校验,避免出现拍摄不清晰的情况;与此同时还要做好飞行路线的设计,避开空中管制的区域;最后要做好应急预案措施,避免不可控问题的出现。

2.2.2 设计阶段

在无人机进行测量前,需要提前对航线路线进行合理的设计。这就要求测量人员结合工程测量要求,根据矿山实际结构建立准确的航线路线图,同时根据无人机的飞行时长划分若干个测量子区域,并将飞行高度、测量距离等具体信息提供给操控人员,从而确保无人机可以高效、准确的进行作业。

2.2.3 测量阶段

在测量阶段,主要考虑以下三个方面:一是由于矿山测量工作环境通常风力较大,因此地面操控人员需实时关注无人机的飞行状态,根据实际天气情况对航线路线进行调整;二是在无人机进行测量的过程中,操控人员需实时观测无人机的飞行角度,一旦发生产生长时间无法准确校正的情况,就需要重新启动;三是要求操控人员在照片拍摄的过程中,尽力避免出现不清晰的图片,确保图片放大之后可以清晰的看到矿山分布情况,更为准确的保证测量精度。

2.2.4 数据处理阶段



图3 无人机测量数据处理建模流程

数据处理阶段主要包括以下三方面内容:一是由于无人机拍摄的图片通常篇幅不大,倘若需要进行整体分析,需对大量的图片进行拼接,这就要求操控人员在设计阶段进行合理的设计并对拍摄地点进行清晰的标注,避免出现重复工作;二是对无人机拍摄的照片进行处理,利用相关图像处理软件进行修正,确保图片可以准确的

提供测量数据,同时避免测量死角的出现;三是可以充分利用现代信息化技术,对相关数据进行实景建模,更好的进行分析。如图3为无人机测量数据处理建模流程。

3 无人机测量在矿山测量中的应用策略

3.1 建立管理体制机制

如果无人机测量技术是提高矿山测量精度的基础,那么完善的管理机制体制就是一项有力支撑。首先,需建立完善的监管体制机制,对无人机测量企业的资质水平进行严格审查,避免发生测量精度及方式不符合工程规范的情况发生;其次要建立有效的管理体制机制,对无人机操控师的专业技能及安全责任意识进行有效管理,避免不必要的矛盾发生;与此同时,还要建立合理的监督体制机制,对于无人机测量过程的各个环节进行有效监管,提高测量效率的同时,避免违规操作的发生。

3.2 提高管理重视程度

矿山测量通常包含多方面内容,若想提高测量效率,就需要各方单位提高对于测量过程的重视程度,充分利用无人机测量的优势,对各个环节加以控制,降低成本。

首先,需要无人机相关企业做好测量准备,通常越复杂的航线路线通常意味着更高的经济成本,这就要求无人机操作人员与矿山测量项目负责人进行有效的沟通,结合矿山情况及气候条件等多方面因素,进行航线路线的合理设计,避免重复工作的进行,也确保无人机的飞行安全,最大程度的降低事故发生概率;其次,需要矿山测量单位建立严格的测量标准,对矿山测量的各个部分进行提前预判,保证无人机航线路线的合理性。同时,在航线路线设计图中详细标注测量要求,避免影响测量进度。

4 结论

由上文可知,无人机测量在矿山测量应用的影响因素是多方面的,若想进一步提高测量精度,降低作业成本,就需要测量单位综合考虑各方面因素,而不仅仅是提高无人机测量技术。只有多角度、全方位的进行分析,才可以更好的推动无人机测量技术在矿山测量中的应用。

参考文献:

- [1] 祖立庆,方成成.无人机摄影测量技术在矿山测量中的应用研究[J].写真地理,2020(25):47.
- [2] 张际泽,刘礼.无人机摄影测量在工程建设中的应用[J].四川水力发电,2020,39(4):69-73.
- [3] 张继红.无人机摄影测量技术的应用分析[J].城市建设理论研究(电子版),2013(26).
- [4] 史文芳.基于无人机摄影测量技术的矿山开采监测研究[J].世界有色金属,2018(2):60-61.
- [5] 庄景远.无人机倾斜摄影测量技术在矿山治理中的应用分析[J].写真地理,2020(10):33-34.

作者简介:

金富磊(1986-),男,汉族,山西河曲人,本科,助理工程师,从事露天煤矿工程测量工作。