无人机测量技术在矿山测绘中应用策略研究

朱国华
中稀（凉山）稀土有限公司，四川 凉川 615000

[摘要]随着时代的进步，传统的矿山测绘方法已经不能满足当下人们对矿山测量的需求，为此，无人机测量技术在矿山测绘中得到了广泛应用。无人机测量技术具有高效率、低成本等优势，并且能够准确获取矿山信息数据。文中通过对无人机测量技术进行介绍，并分析了无人机测绘技术在矿山测绘中的应用优势，最后提出了无人机测绘技术在矿山测绘中应用策略，以期为相关工作者提供参考意见，使我国的矿山测绘工作更加高效、科学。

[关键词]无人机测量；矿山测绘；策略研究
DOI：10.33142/ec.v6i9.9408　　中图分类号：P237　　文献标识码：A

Research on the Application Strategy of Unmanned Aerial Vehicle Measurement Technology in Mine Surveying and Mapping

ZHU Guohua
Zhongxi (Liangshan) Rare Earth Co., Ltd., Liangchuan, Sichuan, 615000, China

Abstract: With the progress of the times, the traditional mine surveying and mapping methods can no longer meet the current needs of people for mine survey. Therefore, UAV surveying technology has been widely used in mine surveying and mapping. Unmanned aerial vehicle measurement technology has advantages such as high efficiency and low cost, and can accurately obtain mining information data. The article introduces drone surveying technology and analyzes its application advantages in mining surveying and mapping. Finally, it proposes the application strategies of drone surveying and mapping technology in mining surveying and mapping, in order to provide reference opinions for workers and make mining surveying and mapping work in China more efficient and scientific.

Keywords: drone measurement; mine surveying and mapping; operational research

1 无人机测量技术介绍

1.1 使用无人机测量的优势

无人机测量技术主要是指利用无人机系统进行遥感影像数据获取，并在此基础上对获取到的遥感影像数据进行处理，并将处理后的数据在计算机上进行处理，最终形成地理空间数据，然后将地理空间数据以数字化的形式展现出来。无人机测量技术具有高效、准确等优势，并且在短时间内可以完成大范围、大面积的测绘任务，降低了测绘成本。但是无人机测量技术也存在一定的缺点，比如精度不高、受天气影响较大等。为了有效解决这些缺陷，我们可以将无人机测量技术与其他技术结合使用，比如利用激光雷达技术对矿山进行探测，可以获取矿山地形信息、矿产资源分布情况等信息。激光雷达技术的应用不仅能够提高测量精度，还能提高测量效率。在进行矿山测绘工作时，激光雷达技术还可以帮助测绘人员快速定位测量位置和方向，并将测绘数据及时传输到计算机中，最后以数字化形式呈现出来。

1.2 无人机系统

无人机系统主要是指由飞行器、控制系统、动力系统以及相关的附件等组成的一种多功能空中平台，它的出现可以满足矿山测绘工作对于高效率、低成本的需求。无人机系统主要由飞控系统和航拍系统两部分组成，飞控系统主要是对无人机进行控制，并且对无人机的飞行高度和飞行方向进行实时调整。航拍系统是通过机载摄像机来获取影像数据，并通过计算机技术对影像数据进行处理，形成三维立体图像。在矿山测绘过程中，无人机系统可以通过接收卫星信号以及其他网络信号来获取数据信息，然后通过多个传感器对无人机采集到的数据信息进行分析处理，从而生成三维立体图像。此外，无人机还可以根据获取的数据信息对矿山进行监测、测量，并在此基础上实现对矿山资源分布情况的分析。在实际应用过程中，我们还可以将无人机测量技术与其他测量技术结合起来使用，提高测量效率。

1.3 激光雷达技术

激光雷达技术主要是通过激光对目标进行扫描，然后将扫描结果传输到计算机中，最后利用计算机对扫描结果进行处理，最终形成三维模型。激光雷达技术可以对矿山地形进行测量，并且测量精度较高。此外，激光雷达技术还可以通过获取到的矿山数据进行分析和研究，然后根据矿山特点提出相应的解决方案。激光雷达技术可以获得丰富的地形信息，并且可以在短时间内获取大量数据，因此能够在矿山测绘中发挥重要作用。激光雷达技术还可以应用于灾害预防工作中，比如地震监测、海啸预警等。由于无人机测量技术和激光雷达技术具有不同的优势和特点，因此两者相互配合才能获得更高的测绘质量和效率。在实

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

际工作中，我们应该根据矿山的具体情况选择合适的技术进行测量工作，避免因为测量方法不当导致测量结果出现误差。另外，还需要对测量方法进行科学选择[1]。

2 无人机测绘优势分析

2.1 数据获取

第一无人机测绘技术的应用需要满足一定的条件。首先，无人机测绘技术在应用过程中需要有专业人员指导，当无人机的飞行高度达到一定高度时，如果没有专业人员引导，就会导致无人机坠毁，造成严重的经济损失和人员伤亡。其次，无人机测绘技术需要具备良好的操作技能和熟练的操作经验，如果不具备相关操作技能和熟练的操作经验，就会导致无人机坠毁。

第二是无人机测绘技术获取数据方式，一是通过航拍影像进行数据获取，这种方式适用于矿山地形比较复杂、地理位置比较偏僻、植被较多的区域。在这种区域中，如果使用传统的航拍手段进行数据采集，不仅工作效率较低，而且很容易导致无人机坠毁。二是通过地面控制站采集数据。地面控制站可以从空中对无人机进行监控，并实时将获取到的数据传输至地面控制站中。在这种情况下，地面控制站能够对无人机的飞行轨迹和飞行状态进行监控和记录。首先，在对矿山进行测量时，要根据矿山实际情况对测量方案进行设计和规划；其次，在测绘过程中要严格按照相关流程进行操作；最后，对测绘数据进行采集后需要通过计算机将其处理并上传至地面控制站中。此外，在无人机测绘工作开展之前还需要做好充分的准备工作。例如：在对矿山地形进行分析时需要对矿山的地质构造、水文、地貌等内容进行分析和了解；在对矿山测量点进行布设时需要考虑到测区之间的距离和测区内地形情况等。

2.2 数据处理

无人机测绘技术采集的数据量大、信息量丰富，这就要求工作人员要对采集的数据进行处理，然后将其发送至地面控制站中。当地面控制站接收到无人机采集到的数据后，就要对其进行处理。首先，要对无人机采集到的数据进行质量检查，并将其传输至地面控制站中，然后在地面控制站对其进行分析和处理。如果无人机测绘技术采集到的数据出现异常情况，就要及时对其进行重测，这样才能保证无人机测绘技术的准确性和可靠性。其次，要将采集到的数据进行处理。由于无人机测绘技术采集到的数据量大，所以就要对其进行筛选和整理。最后，要将处理后的数据发送至地面控制站中。在发送至地面控制站之前，工作人员要对无人机测绘技术采集到的数据进行检查和整理。

2.3 数据分析

首先是图像数据分析，无人机测绘技术获取的影像数据主要包括两个部分，一部分是矿山的整体影像，另一部分是矿山的局部影像。对于矿山整体影像而言，其主要包含地表模型、植被模型、地形模型等，对于矿山局部影像而言，主要包含矿体位置、矿体形状、矿体厚度等。在进行数据分析时，首先要对采集的数据进行处理，然后通过点云处理将数据转化为数字高程模型（DEM），最后将 DEM 导入到数字摄影测量软件中，获取矿体的三维立体模型。通过这种方法能够有效提高无人机测绘技术获取的数据精度，进而提高矿山测绘工作的效率。其次是三维重建，三维重建是通过无人机传感器采集矿山影像数据和地形数据后，对获取的影像数据进行处理得到数字表面模型（DSM）或数字正射影像（DOM）和数字高程模型（DEM）等数据。三维重建主要包括立体建模和表面建模两个部分。在进行三维重建时，首先要对获取的影像数据进行预处理；其次要对采集到的原始数据进行点云处理；最后要将点云数据导入到专业的三维重建软件中。最后是地面点云处理，地面点云处理是指将采集到的原始点云处理成数字地面模型（DSM）或数字高程模型（DEM）等空间数据，然后再对其进行分类、归并、增强等处理。在进行地面点云处理时要注意以下几点：首先，在对点云数据进行分类、归并时要根据其特征来选择正确的分类方式；其次，在对点云数据进行增强时要考虑到目标地物对图像增强效果的影响。

2.4 优势总结

2.4.1 能够减少人力成本，提高工作效率

无人机测绘技术具有成本低、操作简单、工作效率高等优点，同时还能将人工成本降到最低，使其能够快速准确地获取矿山信息数据。但是由于无人机测绘技术存在一定的局限性，其不能完全代替人工测量，这就要求工作人员要做好充分的准备。

2.4.2 减少矿山地质灾害的发生

无人机测绘技术的出现不仅提高了矿山测绘工作的效率，同时还能提高测量人员对矿山地质灾害发生时的预判能力。当地质灾害发生时，无人机能够快速找到相应位置并提供信息，将地质灾害发生带来的损失降到最低。

2.4.3 具有较强的抗干扰能力

由于无人机测绘技术采用无线通信技术来传输数据，这就使得其抗干扰能力非常强。当矿山地质灾害发生时，无人机能够迅速将其采集到的数据传输至地面控制站中，并将数据处理结果反馈给工作人员，使矿山地质灾害能够被及时发现并得到及时处理。

2.4.4 具有较强的灵活性

无人机测绘技术可以适应多种环境、地形、气候等，具有较强的灵活性。另外，无人机测绘技术还能减少人员进入矿山进行工作的次数，保证矿山测绘工作的安全性。

3 无人机测绘技术在矿山测绘中应用的关键问题及解决策略

3.1 目前主要出现的问题

第一无人机测绘技术的性能限制问题，目前，无人机测绘技术已经广泛应用于矿山测绘工作中，但是，由于无

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.

人机在工作时会受到风速、气压、温度等因素的影响，所以，其工作效率和精准度都不高，因此，无人机测绘技术在使用时，必须要做好相应的应对措施。首先，针对无人机测绘技术的性能问题，应加强对其工作环境的控制与监测。第二飞行高度问题，在使用无人机进行矿山测量时，要对无人机的飞行高度进行合理控制。如果飞行高度过低，则会导致无人机在工作时出现偏航现象，从而导致测量数据不准确；如果飞行高度过高，则会增加飞行器发生意外事故的概率。第三人员专业水平问题，由于无人机测绘技术是一项新兴技术，相关工作人员应加强对其工作原理与操作流程的学习与了解。另外，工作人员应加强对无人机测绘技术的操作培训和演练，不断提升其专业水平和操作能力。

3.2 无人机测绘技术工作原理

无人机测绘技术主要是利用无人机进行信息的获取，然后再对获取到的信息进行分析和处理。在整个测量过程中，主要是利用飞控系统与 GPS 定位系统，来保证无人机测绘技术能够实时获取影像数据。另外，还需要通过卫星定位系统来对无人机进行实时控制，进而保证无人机测绘技术的稳定性。在进行矿山测量时，需要将无人机测绘技术与其他测绘技术进行融合应用。首先，将卫星定位系统与 GPS 定位系统相结合，以此来对无人机飞行的高度、飞行轨迹和飞行状态进行实时监控，同时也可以利用卫星定位系统来对无人机进行实时控制。其次，在进行矿山测量时，还需要借助卫星定位系统对无人机的位置进行实时监测和控制，同时也可以利用卫星定位系统来对无人机的飞行轨迹与飞行状态进行实时监控和控制。最后，通过卫星定位系统来对无人机的位置和飞行状态进行实时监控和控制。在整个测量过程中，需要保证测量仪器和传感器与测量仪器之间能够正常运行，从而保证数据信息能够及时、准确地传递到地面上[2]。

3.3 无人机飞行高度与飞行轨迹的控制

无人机测绘技术是一种集遥感、计算机技术于一体的测绘技术，主要利用卫星导航系统，对影像数据进行采集、处理和分析，获取地形地貌的图像数据。为了保证无人机测绘技术的精准可靠，在应用该技术进行矿山测量时，必须要做好无人机飞行高度与飞行轨迹的控制。在控制无人机飞行高度时，需要结合无人机测绘技术的工作原理和测量要求进行分析，当无人机测绘技术需要进行低空飞行时，其飞行高度一般是在 30m 以下。在进行低空飞行时，如果无人机测绘技术的飞行高度低于 30m，则会导致飞行器的姿态变化大，从而影响测量数据的精准度。此外，如果无人机测绘技术在低空飞行时没有将高度控制在 30m 以下，则会导致飞行器在进行作业时出现偏航现象。所以，无人机测绘技术在工作时要合理控制好飞行高度和飞行轨迹。另外，在进行低空飞行时，无人机测绘技术应当按照一定的飞行路线和行驶速度进行运行。由于无人机测绘技术属于一项新兴技术，其实际操作过程中存在一定的不确定性因素。因此，为保证无人机测绘技术在矿山测量中的精准可靠与安全运行，相关工作人员必须要做好对其工作环境和工作条件的控制与监测。另外，还应针对无人机测绘技术的不同应用情况进行不同方式的调试与优化。

3.4 无人机测绘技术参数的设置

在进行无人机测绘技术参数设置时，需要将相机焦距、相机传感器型号等参数进行合理设置，确保无人机测绘技术能够稳定、高效地运行。另外，由于无人机测绘技术具有较强的灵活性与适应性，所以，在进行无人机测绘技术参数设置时，需要考虑到后期的数据处理工作。例如：在进行矿山测绘时，需要对目标区域进行拍照，并通过后期的数据处理工作来获取矿山区域的地理信息。因此，在进行数据处理时，要考虑到无人机测绘技术的灵活性与适应性。另外，在进行数据处理时，还要考虑到后期的测绘工作。无人机测绘技术参数设置的主要目的是提高工作效率与精准度。因此，在设置无人机测绘技术参数时，应充分结合实际情况来制定合理的参数设置方案。在设置无人机测绘技术参数时，需要考虑到以下因素：其一，明确飞行高度；其二，明确影像数据采集方式；其三，明确目标区域地物特征；其四，明确目标区域地物类型；其五是明确目标区域地物类型与数量；其六是确定目标区域地物类型与数量[3]。

4 结束语

无人机测量技术的出现，有效地解决了传统矿山测绘工作中存在的问题，使矿山测绘工作效率和质量得到了提升。无人机测量技术具有成本低、效率高、灵活性强等特点，为矿山测绘工作提供了更多的便利。随着科学技术的不断发展，无人机测量技术也将会越来越完善，因此，相关工作人员需要不断学习和掌握新技术，提高自身的专业能力和技术水平，才能使无人机测量技术更好地应用在矿山测绘工作中，提高矿山测绘的水平。

[参考文献]

[1]郑博.基于无人机摄影技术的矿山测量分析研究[J].工程与建设,2023,37(2):472-474.
[2]廉旭刚,韩雨,刘晓宇,等.无人机低空遥感矿山地质灾害监测研究进展及发展趋势[J].金属矿山,2023(1):17-29.
[3]刘凯.基于无人机摄影测量和图像识别的滑坡坡面位移检测方法研究[D].湖南:南华大学,2022.

作者简介：朱国华（1987.5—）男，江西上饶人，现就职于中稀（凉山）稀土有限公司（原四川江铜稀土有限责任公司），测绘工程师，长期从事矿山测量方面工作。

Copyright © 2023 by authors and Viser Technology Pte. Ltd.