

测绘新技术在现代矿山工程测量中的应用研究

宋雅双

河北省地质测绘院（河北省地质矿产勘查开发局空间信息技术应用研究中心）河北省廊坊市广阳区 065000

【摘要】矿产资源是现代工业和经济发展的重要基础，支撑着各类生产和能源供应。矿山工程测量作为矿山开发的基础环节，直接影响到矿山设计、开采及后续管理的质量。传统测量方法，如全站仪测量和手工地质勘探，虽然能够满足基本的测量需求，但在矿山工程的实际应用中，常常面临效率低、精度差和安全性不足等问题。这些传统方法需要大量的人力、物力，且在复杂的矿山地形环境中难以高效地获取准确数据，从而限制了工程的整体进度和精度。

【关键词】测绘新技术；矿山工程；无人机测量；三维激光扫描；GNSS

Research on the Application of New Surveying and Mapping Technologies in Modern Mining Engineering Surveying

Song Yashuang

Hebei Geological Surveying and Mapping Institute (Spatial Information Technology Application Research Center of Hebei Geological and Mineral Exploration and Development Bureau), Guangyang District, Langfang City, Hebei Province 065000

【Abstract】 Mineral resources are an important foundation for modern industrial and economic development, supporting various types of production and energy supply. As a fundamental link in mining development, mining engineering surveying directly affects the quality of mine design, mining, and subsequent management. Traditional measurement methods, such as total station measurement and manual geological exploration, although able to meet basic measurement needs, often face problems such as low efficiency, poor accuracy, and insufficient safety in practical applications of mining engineering. These traditional methods require a large amount of manpower and material resources, and are difficult to efficiently obtain accurate data in complex mining terrain environments, which limits the overall progress and accuracy of the project.

【Key words】 New surveying and mapping technologies; Mining engineering; UAV measurement; 3D laser scanning; GNSS

引言：

随着科技的不断进步，尤其是在测绘领域的新技术不断涌现，矿山工程测量进入了一个新的发展阶段。无人机测量技术的引入，极大地提升了矿区的测量效率和精度。无人机搭载高分辨率摄像头和激光雷达传感器，不仅能够快速覆盖大面积的矿区，还能获取精确的地形数据，为后续的三维建模和矿区设计提供了可靠的基础。相较于传统地面测量方法，无人机能够在短时间内完成复杂地形的高效勘测，尤其在难以进入的矿区区域，表现出无可比拟的优势。

三维激光扫描技术的出现进一步推动了矿山测量的精度提升。激光扫描仪能够在几分钟内捕捉到数百万个测量点，并生成详细的三维点云数据，为矿山的空间结构和地质特征提供了精准的数字模型。这种高精度数据的获取使得矿山设计和开采方案更加科学合理，极大地提高了矿山资源的利用率与安全性。

此外，全球导航卫星系统（GNSS）技术的广泛应用，在定位精度和实时数据传输方面提供了突破性支持。GNSS

技术能够实现厘米级的精度，确保了矿山测量的实时性与准确性，尤其在矿山机械自动化控制和矿区动态监测中发挥了重要作用。

一、测绘新技术概述

1.1 无人机测量技术

无人机测量技术因其高效、灵活的特点，在矿山测量领域得到了广泛应用。这项技术依托于在无人机平台上安装高清摄像头、GPS定位系统以及多种传感器，通过飞行采集矿区的地形数据，从而生成高精度的数字高程模型（DEM）。例如，中国五矿集团的洛阳钼业矿山在日常测量中，充分利用了无人机技术完成矿区的地形勘测工作。相较于传统的地面测量方法，无人机技术的效率提升了50%以上，不仅可以在短时间内覆盖大面积区域，还能在复杂地形中获得更高分辨率的数据。这些数据可用于矿区的三维建模、开采规划和地形变化监测。此外，无人机测量技术减少了对环境的干扰，避免了传统测量过程中对植被和地貌的破坏，进一步推动了

环保型测量方式的普及。同时,该技术还降低了作业人员进入危险区域的必要性,有效提高了作业安全性。因此,无人机测量技术的应用不仅提高了测量工作的效率和精度,也为矿山测量的现代化提供了有力支持。

1.2 三维激光扫描技术

三维激光扫描技术因其高精度和快速数据采集的能力,成为矿山工程测量中的关键手段。这项技术通过激光束快速捕获目标区域的空间信息,生成高分辨率的三维点云数据,能够详细记录地形和地质的复杂结构。在中国,中铁矿业集团将此技术应用于开滦集团的煤矿工程中,取得了显著成果。例如,在矿区地质监测中,三维激光扫描技术可实时捕捉地质变化信息,其精度达到毫米级别。这些精确数据在矿山开采的设计阶段尤为重要,能够精确描绘矿体的三维结构,提高规划的科学性和开采的安全性。同时,该技术在矿山安全监测方面也展现了巨大优势。通过定期更新矿区的三维地质模型,工程师能够实时掌握地质变化趋势,及早发现可能引发灾害的隐患,从而制定有效的预防措施。与传统测量方法相比,三维激光扫描技术不仅极大提升了数据的精度和可靠性,还有效支持了矿山开采和安全监控的全过程,使得矿山工程的管理水平迈上了一个新台阶。

1.3 全球导航卫星系统(GNSS)

全球导航卫星系统(GNSS)因其卓越的定位精度和实时数据获取能力,已经成为矿山测量领域不可或缺的技术工具。与传统测量方法相比,GNSS技术能够快速实现高精度的空间定位,并提供实时导航数据,从而显著提升测量工作的效率与准确性。在实际应用中,GNSS通过接收多个卫星信号,利用三角定位原理获取目标位置的三维坐标,同时能够实时记录和更新动态变化的地理信息。

以中国宝武钢铁集团的鞍钢矿山为例,GNSS技术在矿山测绘和设备管理中的广泛应用,成为推动矿山现代化的重要手段。在矿山测绘方面,GNSS技术实现了厘米级别的定位精度,大幅度提升了地形勘测和数据处理的精确性和效率。这种高精度数据不仅为矿区的开采规划提供了可靠依据,还在矿体结构分析和资源评估中发挥了关键作用。在矿山设备的自动化运行中,GNSS技术同样不可或缺。通过将GNSS系统嵌入到采矿机械中,可实现对设备运行的实时监控与精确导航,从而保障机械作业的精度与安全性。同时,该技术还为无人化采矿设备的开发提供了技术支持,使得采矿作业逐步向智能化、自动化方向发展。

此外,GNSS技术在矿山灾害监测中的应用也表现出重要价值。例如,通过实时监控矿区地表的微小变化,GNSS系统能够提前预警滑坡或地陷等潜在风险,为矿山安全管理提供科学依据。总体而言,GNSS技术以其强大的定位能力和数据实时性,为矿山测量提供了全新的解决方案,不仅推动了矿山测量技术的进步,也为矿山作业的安全性和高效性

提供了有力保障。

二、测绘新技术在矿山工程测量中的应用

2.1 矿区地形测绘

测绘新技术在矿区地形测绘中的广泛应用,为矿山工程提供了更高精度、更高效的地形数据采集手段,有效提高了地质分析的科学性和规划设计的合理性。传统的地形测绘方法效率较低,覆盖范围有限,难以满足现代矿山开发对高精度和实时更新的需求。而以无人机测量技术和三维激光扫描技术为代表的测绘新技术,彻底改变了这一状况。例如,在中国神华集团的神东煤矿,工程师通过无人机快速获取矿区的高清航拍图像,同时结合三维激光扫描技术生成高精度的数字地形模型。这种数据采集方式不仅覆盖了大范围的矿区,还能捕捉地形的微小细节,极大地提高了地形图的精确性。

此外,测绘新技术显著加快了地形数据的更新速度,使得矿山运营能够更迅速地适应矿区地貌和资源条件的动态变化。这对于矿山资源的优化配置和开采策略的调整具有重要意义。例如,当矿区地形因开采活动而发生改变时,新技术能够快速生成更新后的地形数据,帮助工程师及时调整开采计划,从而提升资源利用效率并降低开采成本。通过这些先进的测绘手段,矿区的整体规划更加科学合理,资源开发的经济效益也得到显著提升。

2.2 矿山安全监测

测绘新技术在矿山安全监测中的应用,为矿山作业的安全性提供了强有力的技术支持。矿区的地质环境复杂且变化频繁,传统监测方法常常难以及时捕捉地质变化,而先进的测绘技术则能够实现实时监测与精准分析。例如,江西铜业集团在德兴铜矿应用了GNSS与三维激光扫描技术结合的安全监测系统,对矿区进行24小时动态监测。这套系统能够实时捕捉地表的微小位移和地形变化,并通过高精度的数据分析,为矿区稳定性评估提供科学依据。

当监测系统检测到异常变化时,可以即时发出警报,提醒相关部门采取预防措施,避免潜在灾害的发生。例如,矿区边坡的滑坡风险或地表沉降都可以通过实时监测数据进行预测和预防,从而有效降低事故发生的概率。此外,这些监测数据还能为矿山长期规划和灾害治理提供重要的历史参考依据。通过将测绘新技术融入安全管理,矿山企业不仅提高了安全水平,也保障了作业的持续性和稳定性。可以说,先进的测绘技术已经成为现代矿山安全管理中不可或缺的重要工具。

2.3 矿山开采设计与管理

测绘新技术的应用为矿山开采设计和管理带来了全新的视角,其提供的高精度数据支持,不仅优化了开采设计方案,还显著提升了资源利用率,降低了工程成本,推动了矿

山工程向智能化方向发展。在传统的矿山设计中,由于数据的准确性和实时性不足,开采方案往往难以做到资源的高效利用和作业过程的精准控制。而通过无人机测量、三维激光扫描和 GNSS 技术的结合,这一局限得以突破。

以中国铝业公司旗下的中铝国际矿业研究院为例,该研究院通过应用无人机测量技术快速获取矿区的高精度地形数据,并结合三维激光扫描技术构建了矿山的三维模型。这种模型不仅能够真实还原矿区的地形和矿体结构,还为开采方案的模拟和优化提供了科学依据。工程师能够利用这些模型进行多种开采方案的虚拟演练,精确评估各方案的资源回收率、作业效率和环境影响,从而选择最优的开采策略。这种数据驱动的设计方法,使中铝的资源利用率大幅提高,同时有效降低了矿山的运营成本和能源消耗。

此外,测绘新技术还推动了矿山作业的自动化和智能化管理。通过将 GNSS 定位数据与矿山管理软件集成,矿山设备可以实现自动导航和精准作业,减少了人为干预,提高了生产效率。例如,采矿车辆在运输过程中可以通过 GNSS 定位系统自动选择最优路径,减少运输时间和燃料消耗。同时,矿区的实时监控也依赖于测绘新技术提供的动态数据,能够全面掌控矿区的作业状态和设备运行情况。

三、测绘新技术应用中的挑战与展望

3.1 技术应用中的挑战

尽管测绘新技术在矿山测量中具有显著的优势,但在实际应用过程中,仍面临一系列的挑战,制约了其在矿山行业的普及和深入应用。首先,数据处理的复杂性是目前面临的一个主要问题。在使用三维激光扫描和无人机等设备时,所采集的点云数据和高分辨率影像数据量巨大,处理这些数据需要强大的计算能力和专业的软件支持。数据的处理不仅仅是存储和传输的问题,还包括如何从海量数据中提取有价值的信息,以及如何高效地进行数据融合和建模。因此,矿山企业需要投入大量的时间和资源来解决数据处理的瓶颈,这在一定程度上影响了新技术的应用效果。

其次,设备成本的高昂是另一个不容忽视的挑战。虽然无人机、三维激光扫描仪、GNSS 接收器等先进设备能够提供精确的测量数据,但这些设备的采购和维护费用通常较高,对于许多中小型矿山企业而言,这构成了较大的经济压力。尤其是一些规模较小的矿山,可能因资金限制而难以承

担这类技术投资,从而错失了利用测绘新技术提高作业效率和安全性的机会。

此外,专业技术人才的缺乏也是制约新技术应用的一个重要因素。新技术的使用不仅需要先进的设备,还要求操作人员具备相应的技术水平和专业知识。然而,随着测绘新技术的快速发展,市场上对专业技术人才的需求远远超过了供给。人才短缺使得一些矿山企业难以有效部署和利用新技术,甚至可能导致技术设备的闲置或低效使用。因此,培养和引进技术人才,提升操作人员的专业技能,是推动测绘新技术广泛应用的关键因素之一。

3.2 技术发展趋势与展望

随着科技的不断进步,测绘新技术将在自动化、智能化和集成化方面发展,为矿山工程的测量工作带来更大的变革和提升。未来,矿山工程的测绘将更加依赖人工智能和大数据分析,推动矿山作业朝着更高效、更安全的方向发展。随着人工智能技术的成熟,基于机器学习和深度学习的自动测绘系统有望在未来逐步投入使用。这些系统能够自主学习并优化测绘过程,减少人为干预,从而提高测绘的效率和精度。例如,自动化的无人机巡检系统可以根据环境变化和任务需求,自动规划飞行路径并进行地形采集,大大提高了测绘效率,并降低了操作成本。

同时,物联网技术的集成将进一步提升矿山测量系统的互联互通能力。未来的矿山测量系统将不仅仅是单一的设备或工具,而是一个高度集成的智能化平台。通过将各种测量设备和传感器与物联网技术连接,矿山工程师能够实时获取数据并进行远程监控,实现数据共享和协同作业。这种智能化的测量平台将大幅提高矿山的作业效率、数据准确性和安全性。例如,通过实时获取矿区的地质信息、设备状态以及环境数据,工程师可以在第一时间发现潜在的安全隐患并做出应对措施,从而大大提升矿山的整体管理水平。

四、结语

综上所述,测绘新技术的应用为现代矿山工程测量带来了深刻的变革,不仅提高了测量精度和效率,还为矿山开发与管理提供了全新的思路。然而,技术应用过程中存在的挑战需要引起重视。未来,随着技术的进一步发展,测绘新技术将继续推动矿山工程的智能化进程,为矿产资源的高效开发和可持续利用提供有力保障。

参考文献

- [1] 矿山工程测量中存在的质量问题探讨. 兰代永. 福建地质, 2023 (01)
- [2] 探究测绘技术在现代矿山工程测量中的应用. 李洋. 西部资源, 2023 (02)
- [3] 测绘新技术在现代矿山工程测量中的应用探究. 谢国鑫. 内蒙古煤炭经济, 2020 (05)