

矿山生态修复治理工程测绘技术分析

李新男 杨林衡

河南省第一地质勘查院有限公司 河南 郑州 450000

摘要：矿山生态修复治理工程依赖高精度测绘技术。无人机测绘、三维激光扫描及工程测量RTK等技术展现了高效能。然而，数据精度、数据处理复杂性及技术成本成为挑战。通过技术相互验证、深度学习算法及与科研机构合作等策略，可有效应对这些挑战。优化项目规划与流程，确保技术资源精准匹配需求，降低成本，推动测绘技术在矿山生态修复中的广泛应用。

关键词：矿山生态修复；测绘技术；成本优化

引言

矿山生态修复工程需高精度测绘技术支撑。随着科技发展，无人机测绘、三维激光扫描等技术逐渐应用于矿山测绘领域。然而，矿山环境的复杂性对测绘数据的准确性和可靠性构成了严重威胁。同时，数据处理与分析的复杂性以及高昂的技术应用成本也成为制约测绘技术在矿山生态修复中广泛应用的关键因素。因此，本文旨在探讨矿山生态修复治理工程测绘技术面临的挑战及应对策略。

1 矿山生态修复治理工程测绘技术概述

测绘技术作为该工程实施的基础支撑，发挥着至关重要的作用。它能为修复方案的科学制定提供精准的数据依据，还能在修复过程中实时监测工程进展，确保修复效果符合预期。在矿山生态修复治理工程中，测绘技术的应用涵盖了多个层面。地形地貌测绘是首要环节，通过高精度测量手段，全面获取矿区的地形、地貌特征，为后续的土地整治、植被恢复等工作奠定坚实基础。这一过程中，无人机倾斜摄影、卫星遥感等现代化测绘技术的引入，提高了测绘效率和数据精度。工程测量RTK技术在地形地貌测绘中也有重要应用，可快速、精准地测定区域的平面位置和高程，为地形数据的获取提供可靠保障。地质结构勘测同样不可或缺。它对矿区地质构造、岩层分布、地下水文等关键信息的深入探测，为评估矿山地质稳定性、制定针对性的修复措施提供了科学依据。地质雷达、瞬变电磁等勘探技术的应用，使得地质结构勘测更加全面、深入。工程测量RTK可辅助地质勘测工作，精确确定勘测点的位置，保证地质数据采集的准确性。环境影响评估测绘对矿山生态至关重要，详细测绘植被、土壤等，精准定位污染，为制定污染治理和生态恢复策略提供科学依据。

2 矿山生态修复治理工程中的主要测绘技术类型及

应用优势

2.1 无人机测绘技术

无人机测绘技术在矿山生态修复领域展现出卓越的效能。其特点在于具备高度机动性，能够灵活穿梭于复杂的矿山地形，迅速抵达人员难以涉足的区域，有效克服了传统测绘手段在地形适应性上的局限。成本方面，相较于大型测绘设备及有人机作业，无人机测绘大幅降低了人力、物力投入，节约了测绘成本。该技术可获取高分辨率影像数据，凭借先进的光学成像技术，能清晰捕捉矿山地表的细微特征。在实际应用中，无人机可搭载多种类型传感器。搭载光学相机时，能获取矿山区域的高清可见光影像，精准呈现地形地貌，为地形测绘提供直观素材。当配备多光谱相机后，无人机则可对植被、水体等生态要素展开监测。通过分析不同波段光谱信息，可准确判断植被的种类、覆盖度及健康状况，同时对水体的污染程度、分布范围进行有效识别。基于数据生成的高精度三维模型与正射影像图，为矿山修复工程提供直观精确的参考。配合无人机测绘与RTK，既获宏观数据，又保点位精确，提升工作效率与测绘精度，助力工程人员精准规划与施工监控^[1]。

2.2 三维激光扫描技术

(1) 三维激光扫描技术在矿山测绘领域展现出明显优势，其核心在于其非接触式测量的特性。该技术无需与目标物体发生直接接触，有效避免了传统测量方式可能引发的物理干扰和破坏，这对于地形复杂、安全隐患较多的矿山环境来说至关重要。通过非接触式扫描手段，该技术能安全、可靠地精确捕捉矿山的地形地貌，为测绘工作提供了全新的解决方案。(2) 三维激光扫描技术以高效、高精度著称，能快速完成矿山区域测绘，生成详实点云模型。其丰富的数据量和准确反映地形细节的能力，为矿山生态修复项目提供了强有力支持，助

力工程人员深入分析地形变化,推动修复工作高效进行。(3)三维激光扫描技术的数据可与工程测量RTK测定的关键控制点数据相结合,在复杂地形区域中发挥出更大的作用。这种结合方式提高了整体测绘数据的准确性和可靠性,为矿山的规划、开发与管理提供了更加科学、准确的依据^[2]。

2.3 工程测量RTK技术

(1)工程测量RTK技术在矿山生态修复中展现出了其独特的应用价值。在区域放线环节,RTK技术能依据设计要求,快速且准确地确定修复区域的边界。其高精度的定位能力有效减少了人为误差,提升了放线工作的效率。在划定植被恢复区域时,RTK技术可以依据设计图纸上的坐标信息,迅速在实地精准标记出区域边界,为后续的植被种植工作提供了准确的范围界定。(2)在平面高程测定方面,RTK技术同样表现出了其优势。它能实时获取测点的平面坐标和高程数据,这对于矿山地形复杂、传统测量方法难以保证精度的情况来说,无疑是一种高效且准确的解决方案。RTK技术快速测定不同位置的高程,为地形改造、土地平整等修复工程提供精确的高程数据支持,确保工程在高程控制上能严格符合设计标准。(3)RTK技术在道路放线方面的应用也尤为突出。它根据道路设计的坐标和高程信息,在实地精确放样出道路的中心线及边线,确保道路施工严格按照设计要求进行。与传统道路放线方法相比,RTK技术缩短了放线时间,还提高了放线精度,有效减少了施工过程中的返工现象,降低了工程成本。

3 矿山生态修复治理工程测绘技术面临的挑战与应对策略

3.1 数据精度与可靠性问题

矿山环境的复杂性,如电磁干扰和特殊地形的存在,对测绘数据的准确性构成了严重威胁。电磁干扰是影响测绘数据精度的关键因素。矿山开采活动中使用的各种电气设备,如大型挖掘机和电动钻机等,会产生强烈的电磁辐射,干扰测绘设备的正常运作,导致测量数据出现偏差。为应对这一问题,可采用多种测绘技术相互验证的策略。结合无人机测绘与三维激光扫描技术,无人机能迅速获取矿山的大范围影像数据,提供宏观视角;而三维激光扫描则能对关键区域进行高精度测量,捕捉细节信息。利用工程测量RTK对重点点位进行精确测量,通过对比分析这三种技术的数据,有效识别和纠正偏差,提升数据的准确性。矿山复杂多变的地形也是影响测绘数据可靠性的重要因素。深谷、陡坡等特殊地形容易遮挡或反射测绘信号,影响测量精度。在深谷等

卫星信号弱区域,测绘面临挑战。应采用无人机、三维激光扫描等技术,并加强设备校准维护,定期检测确保精度。工程测量RTK需选用合适作业模式,减少地形干扰,提高测量精度,保障测绘数据准确性^[3]。

3.2 数据处理与分析的复杂性及应对策略

(1)矿山生态修复测绘工作面临的一大挑战是数据处理与分析的复杂性。矿山环境多样且复杂,所获取的数据量庞大且种类繁多。高分辨率的影像数据对存储和处理系统提出了高要求,其蕴含的丰富地表信息处理起来耗时费力。点云数据提供物体表面的三维坐标,但其复杂的数据结构需要大量计算资源来处理。属性数据涵盖地质、土壤、植被等多方面特征,格式多样且相互关联,处理难度加大。(2)为应对深谷等复杂地形测绘挑战,需采用先进的数据处理策略。深度学习算法在此中大显身手,尤其在无人机影像的植被分类与识别方面表现卓越。该算法能自动学习并提取植被特征,实现高精度的分类识别,极大地提高了数据处理的效率与准确性,为矿山生态修复工程提供了更为可靠的数据支持。

(3)构建专业的数据处理团队至关重要。团队成员需具备测绘、地理信息科学及计算机科学知识,熟练运用各类数据处理工具和算法。通过团队协作,整合、清洗和分析不同类型数据,提取有价值信息,为矿山生态修复决策提供科学依据。专业团队还能有效处理RTK等数据,提高数据综合利用价值。

3.3 技术应用成本问题

3.3.1 剖析成本居高不下的根源

以三维激光扫描技术来说,其设备采购成本堪称高昂。一台具备高精度性能的三维激光扫描仪,市场售价往往高达数十万元乃至更高。这仅仅是初始投入,在设备投入运行后,后续成本接踵而至。一方面,需要配备专业的操作人员,这类人员要熟悉设备操作流程,还需掌握相关数据处理技能,人力成本不容小觑。另一方面,设备的定期维护保养必不可少,以确保其始终维持高精度运行状态,这无疑又增加了一笔不菲的开支;海量的点云数据生成后,对数据存储与处理资源的需求极为庞大,需投入高额成本构建高性能的数据存储与处理系统。多光谱遥感技术面临类似困境,搭载多光谱传感器的无人机购置成本颇高,卫星数据获取更是需要支付高昂费用。并且,数据处理环节依赖专业软件以及高性能计算机,推高了整体成本,严重阻碍了该技术在矿山生态修复中的广泛应用。工程测量RTK设备虽相对成本较低,但大量使用时,设备采购、人员培训及维护等费用也会对项目成本产生影响。

3.3.2 为有效降低技术应用成本

(1) 为有效降低矿山生态修复项目中测绘技术的应用成本,加强与科研机构及高校的合作是一条切实可行的途径。科研机构与高校因科研需求,往往配备有尖端的测绘设备。项目方可积极寻求与这些单位的合作,通过资源共享的模式,无需自行投资购买设备,即可获得并使用先进的测绘技术。(2) 这种合作模式不仅充分利用了闲置资源,还削减了项目前期在设备购置上的投入,为项目资金的有效利用提供了有力保障。通过与科研机构的紧密合作,项目方还能获取到更多的技术支持和经验分享。(3) 在使用工程测量RTK技术时,项目方可借鉴科研机构的技术积累和实践经验,对作业流程进行优化,降低技术使用的成本。这种合作与学习的模式,提升了测绘技术的应用效果,还为矿山生态修复项目的顺利实施提供了有力的技术支持。

3.3.3 时刻关注技术发展动态至关重要

科技的飞速进步不断推动着测绘设备制造工艺的革新,随之而来的是设备成本的逐渐降低。面对这一趋势,我们在选择与应用测绘技术与设备时,必须秉持全面、细致的综合考量原则。我们应在设备性能与价格之间寻找最佳平衡点,优先选购那些性价比高的产品。这既要求我们对设备的各项性能指标有深入的了解,又需要我们对其市场价格进行充分的调研。在满足矿山生态修复工程对精度、效率等各方面的严格要求的前提下,我们应降低技术应用成本,力求以最小的投入获得最大的效益。对于工程测量RTK技术而言,我们同样需要密切关注其技术升级动态。随着技术的不断发展,RTK设备的性能会不断提升,而价格也有可能更加合理。我们应选择那些性能稳定、价格适中的RTK设备,以有效控制成本,推动先进测绘技术在矿山生态修复工程中的广泛应用。这样,能提升矿山生态修复工作的整体效能,还能为矿山的可持续发展奠定坚实的基础^[4]。

3.4 优化项目规划与流程以降低技术应用成本

(1) 项目启动前需进行全面且深入的需求分析,精确界定所需测绘数据的精度、范围与类型。针对小型塌陷区等特定修复区域,可选择高精度、小范围覆盖的测

绘技术与设备,如工程测量RTK结合局部高精度测量仪器,避免盲目采用高成本的大面积测绘方案,确保技术资源精准匹配项目需求,有效降低成本。(2) 在项目流程设计上,应合理安排测绘工作顺序与时间节点,避免重复与无序开展。可先利用无人机进行大面积地形测绘与初步植被分布监测,再针对重点区域运用多光谱遥感技术进行详细分析,同时在合适阶段安排工程测量RTK进行关键点位测量,提高测绘效率,减少设备使用时长与数据处理量,降低运行成本。(3) 建立标准化的测绘数据采集与处理流程,制定统一的数据采集规范,确保数据格式、精度符合要求,减少数据返工与修正成本。在数据处理阶段,采用标准化算法与流程,提高处理效率,降低对高性能计算机资源的依赖,同时优化算法减少处理时间,降低能源消耗与硬件设备损耗成本,将工程测量RTK数据纳入标准化流程,提高数据兼容性和协同性。

结束语

矿山生态修复治理工程测绘技术的发展与应用,为矿山的可持续发展提供了有力支持。通过采用先进测绘技术、优化项目规划与流程、加强与科研机构合作等策略,有效应对了数据精度、数据处理复杂性及技术成本等挑战。未来,应继续关注技术发展动态,推动测绘技术的不断创新与应用,为矿山生态修复工程提供更加精准、高效的技术支撑,助力矿山实现绿色转型与可持续发展。

参考文献

- [1] 夏源,涂光远,廖骥,等.黄金矿山生态修复:现状、挑战与展望[J].黄金,2024,45(12):1-7.
- [2] 宋馨.倾斜模型在矿山测绘内业制图中运用分析[J].世界有色金属,2023(24):152-154.
- [3] 钟卓成.3S技术在矿山生态修复治理中的应用[J].中国金属通报,2023(12):228-230.
- [4] 魏鹏,王大国,刘云,等.长江干支流历史遗留矿山生态修复模式及存在问题分析——以四川省为例[J].金属矿山,2022(9):209-215.