

激光雷达在废弃矿山生态修复中的运用分析

王小俊

秭归县国土整治中心

DOI:10.12238/gmsm.v7i5.1818

[摘要] 论文聚焦于激光雷达技术在废弃矿山生态修复中的综合应用。研究涵盖数据采集、处理与分析以及在地形测绘、植被辨识、土壤侵蚀监测和生态修复效果评估等方面的运用。结果表明,激光雷达技术凭借其高精度和高效率的特性,为废弃矿山生态修复提供了强有力的技术支持。这一技术不仅显著提高了生态修复工作的精准性和效率,还有助于实现矿山环境的可持续快速恢复。本研究不仅具有较强的学术价值,更对废弃矿山生态修复的实践工作具有现实的指导意义。

[关键词] 废弃矿山; 生态修复; 激光雷达

中图分类号: TD8 文献标识码: A

Application analysis of LiDAR in ecological restoration of abandoned mines

Xiaojun Wang

Zigui County Land Improvement Center

[Abstract] The paper focuses on the comprehensive application of lidar technology in the ecological restoration of abandoned mines. The study covers data collection, processing and analysis, as well as specific applications in topographic mapping, vegetation identification, soil erosion monitoring, and ecological restoration effect assessment. The results show that the lidar technology provides strong technical support for the ecological restoration of abandoned mines with its high precision and high efficiency. This technology not only significantly improves the accuracy and efficiency of the ecological restoration work, but also helps to realize the sustainable and rapid recovery of the mine environment. This study not only has strong academic value, but also has practical guiding significance for the practice of ecological restoration in abandoned mines.

[Key words] abandoned mines; ecological restoration; lidar

前言

在废弃矿山生态修复中,激光雷达技术的运用显得尤为关键。该技术以其高精度、高效率、低成本的特性,为废弃矿山的地形测绘、植被覆盖度分析、土壤侵蚀监测等提供了强有力的数据支持。激光雷达不仅能够精确测量矿山地形,构建高精度模型,还能穿透植被层,全面监测植被和土壤状况。这些精确的数据不仅有助于科学制定生态修复方案,还能有效评估修复效果,确保修复工作的精准性和可持续性。因此,激光雷达技术在废弃矿山生态修复中发挥着不可替代的作用,具有重要的现实意义。

1 激光雷达适用于废弃矿山生态修复的技术原理

激光雷达通过激光发射器产生一系列的激光脉冲。这些脉冲激光束经过扫描系统的精确控制,可以实现对目标物体进行全方位的扫描和探测。激光脉冲在发射时,计时器会精确记录其发射时间,为后续的距离计算提供基础数据。当激光脉冲照射到目标物体上时,部分激光能量会被目标反射回来,形成所谓的

“目标回波”。激光雷达的接收器会捕捉这些回波信号,并将其转换为电信号进行处理。同样地,计时器会记录回波信号的接收时间。接下来,激光雷达的计算单元会对接收到的信号进行精细处理和分析。通过比较激光脉冲的发射时间和接收时间,可以精确计算出激光脉冲从发射到接收所经历的时间差。由于光速是已知的,因此这个时间差可以转换为对距离的测量。具体来说,时间差乘上光速即得到激光脉冲从发射点到目标点再返回发射点的距离的两倍,从而可以推算出目标与激光雷达之间的实际距离。此外,激光雷达还可以通过测量反射光的多普勒频移来确定目标的径向速度。当目标物体相对于激光雷达运动时,其反射回来的激光会产生多普勒频移,通过分析这种频移,可以准确计算出目标的运动速度和方向^[1]。

2 激光雷达在废弃矿山生态修复中的运用要点

2.1 数据采集

废弃矿山往往地形复杂,植被稀少,土壤侵蚀严重,这些特点使得传统的数据采集方法难以胜任。而激光雷达技术以其高

精度、高效率、非接触式测量的优势,为废弃矿山生态修复的数据采集提供了强有力的支持。在数据采集过程中,激光雷达通过发射激光脉冲并接收反射信号,能够迅速获取矿山区域的三维点云数据。这些数据不仅包含了地形起伏、坡度、坡向等基本信息,还能反映出植被覆盖、土壤侵蚀等生态环境状况。激光雷达的高精度测量能力,使得采集到的数据具有极高的可靠性和准确性,为后续的数据处理和生态修复规划提供了坚实的基础。与传统的数据采集方法相比,激光雷达技术具有显著的优势。它无需接触目标物体,避免了传统测量中可能存在的安全隐患;同时,激光雷达的扫描速度快、效率高,能够在短时间内完成大面积的数据采集工作;此外,激光雷达的数据处理能力,能够快速生成高精度的三维地形图和植被覆盖图等,为生态修复提供了直观、准确的参考依据^[2]。

2.2 数据处理

为了消除这些噪声,研究人员会采用一系列先进的算法,如高斯滤波和中值滤波。高斯滤波通过加权平均的方式,对点云数据进行平滑处理,有效去除高频噪声。而中值滤波则是一种非线性信号处理技术,能有效抑制脉冲噪声,进一步净化数据。紧接着,通过设定阈值或采用先进的机器学习算法,如决策树、支持向量机等,研究人员能够将点云数据划分为不同的类别。这些类别通常基于点云数据的几何特征和光谱特征,如高程、坡度、坡向以及多光谱或高光谱数据。通过这些特征,研究人员能够区分出植被、土壤、岩石等不同地物类型,为后续的生态修复规划提供科学依据。在植被恢复方面,研究人员可以根据植被类型、分布和密度等信息,制定针对性的植被恢复方案;在土壤改良方面,通过分析土壤类型和侵蚀程度等信息,研究人员可以制定有效的土壤改良措施。这些措施的实施将有力推动废弃矿山的生态恢复和可持续发展。

2.3 具体运用方法

2.3.1 高精度地形测绘与建模

通过先进的插值法或三角网格法等算法,激光雷达能够将海量的点云数据转化为连续且精细的地形表面模型。这一转化过程不仅高效,更具备高度的精确性,能够巧妙地填充原始数据中的缺失区域,从而构建出一个完整、连续且高精度的地形模型。在激光雷达技术的支持下,得以进行精确的坡度分析。坡度是评估地形稳定性和地质灾害风险的重要参数。通过基于激光雷达数据的坡度分析,能够量化地形的陡峭程度,清晰地识别出潜在的不稳定区域,如滑坡、崩塌等地质灾害的易发区域,确保修复工程的安全性和可持续性。除了坡度分析,激光雷达技术还能够助力进行流域分析。通过激光雷达技术,可以精确地计算出水流的方向和聚集情况,进而精确提取出流域的边界和水流路径,为水资源管理和生态保护提供科学依据^[3]。

2.3.2 植被覆盖度与结构分析

在植被覆盖度分析上,激光雷达数据经过预处理后,利用高程信息和特定的算法,能够精确提取出植被区域,使植被与裸地、水体等其他地表类型得以有效区分。接下来,通过像元二分

模型等先进方法,可以计算出植被覆盖度。这一步骤不仅大大提高了数据处理的效率,而且确保了植被覆盖度计算的准确性。相较于传统的遥感分析方法,激光雷达技术能够更精确地反映植被的垂直结构和空间分布,从而得出更为准确的植被覆盖度数据。在植被结构分析方面,激光雷达数据同样发挥着重要作用。通过分析植被的高程信息,可以详细了解植被的垂直分布特征,包括不同植被类型的高度、密度以及层次结构等。这些信息对于评估植被的生长状况、预测其发展趋势以及制定生态修复方案都具有重要意义。结合植被覆盖度的数据,还可以进一步分析植被的密度情况。植被密度是反映植被生长状况的重要指标之一,它不仅能够直接影响生态系统的稳定性和生物多样性,还能对土壤保持、水源涵养等生态功能产生重要影响。因此,通过激光雷达技术获取的植被密度信息对于生态修复工作具有极高的价值。此外,激光雷达技术还可以与其他遥感技术相结合,如多光谱或高光谱数据等。通过融合多种遥感数据源的信息,可以更准确地识别植被类型,为生态修复提供更为精确的植被分类信息,有助于实现生态修复的科学化、精准化和高效化^[4]。

2.3.3 土壤侵蚀监测

激光雷达技术能够生成高精度的地形高程数据,通过对比不同时间点的数据,可以精准地监测土壤表面的高程变化,从而评估土壤侵蚀的程度。这一方法不仅提高了监测的精确性,还有助于及时发现土壤侵蚀的动态变化。其次,激光雷达技术能够深入分析土壤表面的形态特征,如坡度、坡向等关键参数。这些参数对于评估土壤侵蚀的潜在风险至关重要,能够帮助更准确地预测和防范土壤侵蚀的发生。并且,激光雷达技术还能结合时间序列数据,计算土壤侵蚀的速率,揭示土壤侵蚀的动态变化过程。激光雷达数据还提供了详尽的空间分布信息,使得能够绘制出土壤侵蚀的空间分布图,直观地识别出侵蚀严重的区域。这不仅为生态修复提供了针对性的指导,还有助于制定更为科学合理的修复方案。在实际运用过程中,激光雷达技术还可以与其他遥感技术相结合,如高分辨率遥感影像,进一步提高土壤侵蚀监测的精度和效率。这种多源数据的融合运用,能够为提供更加全面、准确的土壤侵蚀监测信息,为废弃矿山的生态修复工作提供强有力的技术支持^[5]。

2.3.4 生态修复效果监测

在植被高度测量方面,激光雷达技术能够精确获取每个点的高度信息,并生成高精度的数字高程模型(DEM)。这不仅有助于了解植被的整体高度分布,还能发现植被生长中的异常现象,如过度生长或生长不足等。通过分析这些异常现象,可以更好地了解植被的生长规律和生态环境变化。而且,激光雷达技术可以通过计算单位面积内的点云数量或体积来评估植被的密度。同时,结合空间分析技术,可以了解植被的分布规律和空间结构特征。这些信息对于评估生态修复工程对植被多样性和稳定性的影响具有重要意义。除了植被监测外,激光雷达技术还可以用于监测土壤侵蚀和水文状况等关键生态指标。通过定期扫描和数

据分析,可以及时发现潜在的生态问题,如水土流失、土壤退化等。这些数据对于制定针对性的修复措施和确保生态修复工程的持续性和稳定性至关重要^[6]。

3 激光雷达在废弃矿山生态修复中的案例分析

3.1 案例背景

在某一废弃矿山生态修复项目中,矿山历经数十年的开采,导致地表植被覆盖率锐减至不到15%,土壤侵蚀严重,年均土壤流失量高达每平方米5吨。矿区内,裸露的岩石和贫瘠的土壤占据了主导,不仅影响了当地的生态环境,还对周边居民的生活造成了严重影响。为改善这一状况,当地政府采用清理边坡散石、修建挡土墙、重构土壤、恢复植被等工程措施对矿山进行了生态修复。为准确获取矿山的地形、植被等关键信息,项目团队在工程实施前后采用激光雷达技术,对矿山生态修复效果开展了全面监测,为全面评价生态修复效果提供了可靠的基础数据。

3.2 激光雷达技术具体运用

首先,激光雷达技术以其高精度、高分辨率的特点,能够穿透植被冠层,获取地面和植被的详细三维信息。在废弃矿山生态修复项目中,可以准确地测量植被的高度、密度和分布。例如,通过激光雷达扫描,项目团队发现经过初步修复的区域植被覆盖率从修复前的不到15%提升到了30%以上,且乔木类植被的平均高度增加了2米以上。其次,激光雷达技术还用于监测土壤侵蚀情况。在废弃矿山中,土壤侵蚀是一个严重的生态问题。激光雷达通过测量地表高程的变化,可以精确计算出土壤侵蚀的速率和范围。在修复过程中,项目团队利用激光雷达定期扫描矿山区域,发现土壤侵蚀速率从修复前的每平方米5吨降低到了每平方米2吨以下,有效减缓了土壤流失的速度。此外,激光雷达技术还能够监测水文状况,评估修复工程对河流、湖泊等水体的影响。例如,在修复过程中,激光雷达数据显示河流的泥沙含量显

著降低,从修复前的20%降至了10%以下,这标志着修复工程对改善水文环境起到了积极作用。最后,激光雷达技术还可以与其他遥感技术相结合,如高分辨率遥感影像等,进一步提高监测数据的精度和效率。通过多源数据的融合分析,能够更加全面地了解 and 掌握矿山的生态修复效果,捕捉生态修复实施过程中的短板和不足,为今后制定更加科学合理的矿山生态修复方案提供决策依据。

4 结语

综上所述,激光雷达在废弃矿山生态修复中展现出了显著的技术优势。其高精度、高效率的数据采集和处理能力,为地形测绘、植被覆盖度与结构分析、土壤侵蚀监测等关键任务提供了有力支撑。通过具体案例分析,可见激光雷达技术不仅为指导生态修复工程的具体实施提供了科学依据,而且显著提高了修复效率和精准度。因此,激光雷达技术在废弃矿山生态修复领域具有广阔的运用前景和重要的现实意义。

[参考文献]

- [1]张先昂,包亚晴,黄郭维,等.废弃矿山环境地质影响及生态修复模式分析[J].现代矿业,2024,(04):226-229.
- [2]宋建伟,邢艳英,侯双林.浅谈激光雷达在废弃矿山生态修复中的应用[J].世界有色金属,2021,(15):156-157.
- [3]刘如.矿山废弃地生态环境修复技术[J].安徽农学通报,2023,(22):95-98.
- [4]黄爱民,费勇强,罗义,等.废弃矿山生态修复中土壤重构的策略研究[J].资源节约与环保,2024,(01):121-124.
- [5]罗金妹.废弃矿山生态修复模式及关键技术研究[J].能源与节能,2024,(04):212-214.
- [6]蒋良江,蒙毅.废弃矿山地质环境影响评价与生态修复技术研究[J].云南地质,2024,(01):134-139.