

# 三维激光扫描技术在露天煤矿工程测量中的应用

胡艺博

葛洲坝易普力新疆爆破工程有限公司准东分公司 新疆 乌鲁木齐 831799

**摘要:** 三维激光扫描技术以其高精度、高效率的特点,在露天煤矿工程测量领域正逐渐占据重要地位。本文将从技术原理、工作流程、具体应用等方面,深入探讨三维激光扫描技术在露天煤矿工程测量中的优势与实践,并分析其对提高测量精度、优化工程设计以及保障矿山安全等方面的积极作用。

**关键词:** 三维激光扫描; 露天煤矿; 高精度测量; 工程应用

## 引言

随着科技的不断进步,传统的测量方法在露天煤矿工程测量中逐渐暴露出精度低、效率慢等问题。三维激光扫描技术的出现,为这一领域带来了革命性的变革。该技术能够迅速获取被测对象的三维坐标数据和表面形态,为露天煤矿的规划设计、生产运营以及安全管理提供全面、准确的数据支持。

## 1 三维激光扫描技术原理及工作流程

### 1.1 技术原理

三维激光扫描技术基于激光测距和角度测量的原理,通过高速激光发射器向目标发射激光脉冲,并接收反射回来的光信号。通过计算激光脉冲的飞行时间,结合扫描仪的旋转角度和倾斜角度,可以精确确定目标点的三维坐标。该技术具有非接触性、高精度、高密度的特点,能够真实反映扫描目标的细节和形态特征。

### 1.2 工作流程

#### 1.2.1 前期准备与布设

在进行三维激光扫描之前,充分的前期准备与布设工作是确保扫描任务顺利完成的关键。这一阶段的工作主要包括扫描设备的选择、参数设置以及扫描区域控制点的布设。首先,根据扫描任务的具体需求,如扫描范围、精度要求、环境条件等,选择适合的扫描设备。不同的设备在性能、精度、稳定性等方面有所差异,因此选择时需综合考虑任务需求和设备性能。其次,对选定的扫描设备进行参数设置。这包括激光发射频率、扫描速度、分辨率等关键参数的调整。合理的参数设置能够确保扫描数据的质量,同时提高扫描效率。最后,在扫描区域布设控制点。控制点是用于后续数据拼接和校正的重要参考,其布设的准确性和合理性直接影响到扫描数据的精度和可用性。在布设控制点时,需考虑扫描区域的形状、大小、地形等因素,确保控制点分布均匀、数量适中,且易于识别和测量。

#### 1.2.2 数据采集

数据采集是三维激光扫描技术的核心环节,这一过程利用高精度的三维激光扫描仪对目标区域进行细致全面的扫描。扫描仪通过高速旋转的激光发射器发出激光脉冲,这些脉冲接触到目标表面后反射回来,被接收器捕获。每一个反射回来的光信号都被精确记录,包括其往返时间和方向,从而转换成空间中的一点,即所谓的“点云”数据。在数据采集过程中,扫描仪的全方位、多角度扫描能力确保了目标区域每一个细节都被捕捉到。无论是平坦的地面、复杂的建筑立面,还是曲折的地形,扫描仪都能通过调整激光发射的角度和频率,适应不同的扫描需求<sup>[1]</sup>。此外,为了确保数据的完整性和精度,采集过程中还需要注意避免外界干扰,如直射阳光、其他光源或反射面造成的杂散光等。专业的操作人员会根据现场环境调整扫描仪的位置和参数,以获得最佳的数据采集效果。

#### 1.2.3 数据处理与优化

数据处理与优化是三维激光扫描技术中不可或缺的一环,对于确保最终三维模型的精确性和可靠性至关重要。在这一阶段,专业的软件被用于处理采集到的原始点云数据。首先,进行数据去噪处理,以消除由于设备、环境或目标物体表面特性等因素引起的噪声点。这些噪声点可能表现为离群点、重复点或不规则点,通过去噪处理,可以显著提升点云数据的纯净度和准确性。接下来,进行滤波处理,以进一步平滑数据并减少不必要的细节。滤波可以根据不同的需求和应用场景选择,如基于距离的滤波、统计滤波或形态学滤波等,旨在保留关键特征的同时简化数据。之后,进行数据配准和拼接。由于在实际扫描过程中,可能需要从多个角度或位置对目标进行扫描,因此需要将不同扫描得到的点云数据进行精确配准和拼接,以确保它们在空间上的一致性和连续性。这一过程涉及复杂的算法和计算,是实现无

缝三维模型的关键步骤。

#### 1.2.4 成果输出与应用

经过精细的数据处理与优化后，三维激光扫描技术的最终成果将以多种格式输出，以满足露天煤矿不同应用场景的需求。这些成果包括高密度、高精度的点云数据，能够真实反映目标物体的表面形态和细节特征；三角网格模型，通过点云数据的三角化处理，构建出连续、光滑的三维表面；以及纹理贴图，将真实世界的色彩和纹理信息映射到三维模型上，增强其真实感和可视化效果。这些三维数据成果在露天煤矿的工程测量、规划设计、生产管理等方面具有广泛的应用价值。在工程测量方面，它们可以提供高精度的地形地貌数据，支持矿山开采的精确设计和施工放样<sup>[2]</sup>。在规划设计阶段，三维数据能够辅助设计师进行直观的方案设计和效果预览，提高设计效率和质量。而在生产管理过程中，这些数据成果可用于资源量估算、开采进度监控、设备布局优化等，实现矿山的智能化和精细化管理。

### 2 三维激光扫描技术在露天煤矿工程测量中的应用

#### 2.1 高精度地形测绘

在露天煤矿工程测量中，高精度地形测绘是确保后续开采、设计、运营等环节顺利进行的基础。传统的地形测绘方法，如全站仪、水准仪等，虽然在一定程度上能够满足测量需求，但受限于其工作效率和数据精度，往往难以满足现代露天煤矿对高精度、高效率地形数据的迫切需求。三维激光扫描技术的出现，为高精度地形测绘提供了一种全新的解决方案。该技术通过高速激光发射器向目标地形发射激光脉冲，并接收反射回来的光信号，通过精确计算激光脉冲的飞行时间，结合扫描仪的旋转角度和倾斜角度，能够迅速获取被测地形表面大量点的三维坐标数据，即点云数据。这些点云数据密度高、精度高，能够真实反映地形的细微变化和特征。通过专业的数据处理软件，可以对点云数据进行去噪、滤波、配准等处理，进而生成高精度的数字高程模型（DEM）和地形图。这些成果不仅具有极高的精度和分辨率，而且能够全面、直观地展示矿区的地形地貌特征。在露天煤矿工程测量中，高精度地形测绘的应用价值主要体现在以下几个方面：首先，为矿山的开采设计提供准确的地形数据支持，有助于优化开采方案，提高资源利用率；其次，为土方量计算提供精确的地形模型，有助于准确估算工程量，控制工程成本；最后，为排水系统设计提供详细的地形信息，有助于合理布局排水设施，确保矿山安全生产。

#### 2.2 采剥量精确验收

在露天煤矿的生产过程中，采剥量的精确验收是确保生产按照计划进行、控制成本、优化资源配置的关键环节。传统的采剥量验收方法，如使用皮尺、测绳等工具进行手工测量，不仅效率低下，而且误差较大，难以满足现代矿山对精确度和效率的要求。三维激光扫描技术的应用为采剥量的精确验收带来了革命性的变革。该技术通过激光扫描仪对露天煤矿的采剥面进行全方位的扫描，快速获取采剥面的高精度三维数据。这些数据不仅包含了采剥面的形态信息，还能够精确反映采剥面的位置和高度。通过专业的数据处理软件，可以将扫描获取的点云数据与矿山的设计图纸进行精确对比。这种对比能够直观地展示实际采剥面与设计采剥面之间的差异，从而准确计算出实际的采剥量。这种精确的采剥量数据不仅有助于及时发现超挖或欠挖的情况，还能够为矿山的生产和管理提供有力依据。在实际应用中，三维激光扫描技术的精确性和高效性得到了充分体现<sup>[3]</sup>。一方面，该技术能够在短时间内完成对整个采剥面的扫描和数据处理，大大提高了验收的效率；另一方面，由于其高精度特性，能够准确识别出微小的超挖或欠挖区域，从而避免了资源的浪费和经济的损失。此外，三维激光扫描技术还可以与其他矿山管理系统相结合，实现数据的自动化处理和分析。这不仅能够进一步简化验收流程，减少人为干预和误差，还能够为矿山的生产管理提供更加全面、准确的数据支持。

#### 2.3 边坡稳定性监测

在露天煤矿开采过程中，边坡的稳定性直接关系到矿山的安全生产。由于地质条件、开采活动、气候变化等多种因素的影响，边坡可能会出现位移、裂缝、滑移等变形现象，严重时甚至可能引发滑坡、崩塌等灾害，对矿山的人员和设备构成严重威胁。为了实时监测边坡的稳定性，及时发现并处理潜在的安全隐患，三维激光扫描技术被广泛应用于露天煤矿的边坡监测中。该技术通过定期或实时对边坡进行全方位的扫描，能够迅速获取边坡表面的高精度三维数据。这些数据不仅包含了边坡的形态信息，还能够精确反映边坡的微小变化和位移趋势。利用专业的数据处理和分析软件，可以对扫描获取的点云数据进行深入处理。通过对比不同时间点的扫描数据，可以准确计算出边坡的位移量、变形速率等关键指标。同时，结合地质勘察资料和开采活动记录，还可以对边坡的稳定性进行综合评价，预测边坡的变形趋势和可能的风险点。在实际应用中，三维激光扫描技术展现出了显著的优势。首先，该技术具有非接触性测量的特点，能够在不干扰边坡正常状态的情况下完成测量

任务,确保了测量的准确性和安全性<sup>[4]</sup>。其次,该技术具有高精度和高密度的测量能力,能够捕捉到边坡表面的细微变化,为及时发现潜在的安全隐患提供了有力保障。最后,该技术还具有高效性和自动化的特点,能够大大缩短测量周期,提高监测效率,减轻工作人员的劳动强度。

#### 2.4 设备精确安装与定位

在露天煤矿的日常运营中,生产设备如挖掘机、破碎机、输送带等的精确安装与定位,直接关系到生产效率的高低和安全生产能否得到保障。传统的设备安装与定位方法,往往依赖人工测量和粗略估算,精度难以保证,且效率低下,容易造成设备的运行不稳定和安全隐患。三维激光扫描技术的引入,为设备的精确安装与定位带来了革命性的变化。通过高精度的激光扫描仪,可以迅速获取设备关键部位和安装基准面的精细三维数据。这些数据包括了设备的空间位置、形状尺寸以及姿态信息,精度高达毫米级,完全满足了设备安装定位的精确需求。在设备安装前,利用三维激光扫描技术对预定的安装位置进行扫描,获取准确的三维坐标数据。这些数据可以作为设备安装的基础,指导工作人员进行精确的设备定位。在安装过程中,通过对设备关键部位的实时扫描,可以实时监控设备的安装状态,及时调整安装位置和姿态,确保设备的每一步安装都精确无误。设备安装完成后,还可以利用三维激光扫描技术进行验证。通过对比安装前后的扫描数据,可以准确评估设备的安装精度和效果。如果发现任何偏差或问题,可以立即进行调整和优化,确保设备在最佳状态下投入运行<sup>[5]</sup>。此外,三维激光扫描技术还可以应用于设备的维护和检修中。通过对设备的定期扫描,可以及时发现设备的变形、磨损等异常情况,为设备的预防性维护和维修提供数据支持。这不仅有助于提高生产设备的利用率和维护效率,降低生产成本,还有助于提升整个露天煤矿的运营效率和安全生产水平。

#### 2.5 数字化管理与决策支持

在信息技术日新月异的今天,数字化管理已成为露天煤矿提升运营效率、优化资源配置的关键手段。三维激光扫描技术,作为数字化管理的重要技术支撑,为露天煤矿提供了前所未有的丰富数据源,推动了矿山管理的可视化、信息化和智能化进程。通过三维激光扫描

技术,可以高精度地获取露天煤矿地形、设备、设施等的三维数据,这些数据不仅精确度高,而且具有真实感强、可视化程度高的特点。将这些数据与矿山管理系统相结合,可以构建出一个虚拟的、数字化的矿山模型,管理人员如同身临其境般查看矿山的每一个角落,进行精确的测量和分析。这种数字化管理方式,不仅提高了管理效率,减少了人为错误,还使得矿山的运营状态一目了然,为决策提供了有力支持。比如,在资源开采方面,通过对比不同时间点的扫描数据,可以准确分析出矿体的变化情况,为开采计划的调整提供科学依据;在设备管理方面,利用三维数据可以精确掌握设备的运行状态和位置信息,实现设备的远程监控和调度,提高设备的利用率和维护效率。此外,数字化管理还有助于优化资源配置。通过整合和分析扫描数据,可以准确评估矿山的资源储量和分布情况,为资源的合理配置和利用提供数据支持。同时,利用这些数据还可以进行风险评估和预警,及时发现潜在的安全隐患,为矿山的安全生产保驾护航。

#### 结语

三维激光扫描技术在露天煤矿工程测量中的应用具有显著的优势和广阔的前景。它不仅提高了测量的精度和效率,还为矿山的安全生产和高效运营提供了有力保障。随着技术的不断进步和创新,相信三维激光扫描技术将在露天煤矿工程测量中发挥更加重要的作用。未来,我们可以进一步探索该技术在自动化、智能化测量以及多源数据融合等方面的应用潜力,推动露天煤矿工程测量技术的革新与发展。

#### 参考文献

- [1]赵龙.无人机载三维激光扫描技术在矿山测量中的应用要点[J].世界有色金属,2023(16):47-49.
- [2]杨长金.三维激光扫描技术在露天矿山测量中的运用[J].世界有色金属,2023(11):28-30.
- [3]刘章强.三维激光扫描技术在矿山测量中运用分析[J].内蒙古煤炭经济,2022(23):172-174.
- [4]杨玻.三维激光扫描技术在矿山测量中的应用研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2022.
- [5]朱冰.三维激光扫描技术在矿山测量中的应用研究[J].建材与装饰,2022(021):018.