

Application advantages and data interpretation techniques of 3d laser scanner in coal mine

Kaiqiang Wang

Shaanxi Huadian Yuheng Coal and Power Co., Ltd., Yulin, Shaanxi, 719000, China

Abstract

China boasts abundant coal resources with large-scale mining activities, but there is still a gap in collection technology compared to developed countries abroad. During coal mining, underground testing is a crucial step closely linked to the safety of coal mine operations. However, traditional underground measurement techniques in coal mines have numerous shortcomings in data accuracy, location, and spatial form, which not only affect the safety of coal mine operations but also constrain the stable development of coal mining enterprises. Therefore, it is necessary to enhance the application of advanced technologies. This paper primarily focuses on underground measurement in coal mines, with a particular emphasis on three-dimensional laser scanning technology. It delves into the advantages of this technology and data interpretation techniques to improve the efficiency and reliability of underground coal mine measurements.

Keywords

underground coal mine; 3d laser scanner; data interpretation

煤矿井下三维激光扫描仪的应用优势与数据解译技巧

王凯强

陕西华电榆横煤电有限责任公司, 中国·陕西 榆林 719000

摘要

我国有着丰富的煤炭资源, 开采量大, 但采集技术与国外发达国家还有一定差距。在煤炭开采期间, 井下测试是重要一环, 与煤矿的安全生产有密切联系。但是, 传统煤矿井下测量技术在数据精度、位置、空间形态等方面存在的缺陷较多, 不仅影响了煤矿的安全生产, 还会制约煤矿企业的稳定发展, 因此需要加强先进技术的应用。本文主要以煤矿井下测量为切入点, 以三维激光扫描仪为研究重点, 深入分析该技术的应用优势与数据解译技巧, 以提升煤矿井下测量效率与可靠性。

关键词

煤矿井下; 三维激光扫描仪; 数据解译

1 引言

相比于传统单点激光扫描技术, 三维激光扫描仪可以实现 360° 高精度进步式测量, 通过定点连续扫描, 能使三维空间信息的获取更为全面和完整。因此, 在煤矿井下测量过程中, 相关人员应该积极应用三维激光扫描仪, 结合技术优势, 科学、合理地对数据解译, 快速、重构目标的三维模型, 从而达到煤矿井下可视化的目的, 为井下工作的顺利开展提供可靠依据。

2 三维激光扫描仪的工作原理

三维激光扫描仪是目前一种比较先进的测量仪器, 组成部分有电源、扫描仪器、计算机处理器。在煤矿井下测量期间, 通过对此设备的应用, 可以借助扫描器对被测物体进

行三维立体化扫描, 以测量区域为基准, 获取有较高关联度和全面的数据点坐标, 且坐标能保持连续, 可以相互组合, 最终形成形态结构特征。通过对三维激光扫描仪的分析, 其工作原理是利用激光束对被测物体表面快速扫描, 而后对反射激光束的距离、时间准确测量, 最终获取三维点云数据, 具体分析如下:

(1) 激光发射。在对三维激光扫描仪应用期间, 依靠激光发射器将激光束发出, 在透镜系统的辅助下, 激光束会汇聚成一个小点, 即激光点^[1]。

(2) 激光扫描。在电机控制下, 激光束会顺着被测物体表面进行扫描。在此期间, 激光点会在物体表面连接成线, 其长度、方向可以结合实际情况进行调整^[2]。

(3) 激光接收。物体表面扫描结束后, 借助设备的接收器对激光束进行接收, 同时对激光束的时间、距离准确测量, 最后获取三维点云数据。

(4) 数据处理。针对接收的数据信息, 需要对其分析

【作者简介】王凯强(1990-), 男, 中国陕西铜川人, 本科, 助理工程师, 从事煤矿测绘、工程测量研究。

和处理,生成三维模型、点云数据,为后续数据应用提供便利^[1]。

(5) 精度控制。针对扫描的精度把控,需要对激光束功率、扫描速度等因素综合考量,对各个参数科学把控与设置。

3 煤矿井下三维激光扫描仪的应用优势

在煤矿井下测量期间,将三维激光扫描仪应用其中,不仅可以加快测量的速度,还能促进测量精度、自动化水平的提升,使获取的数据更为可靠。

(1) 测量速度快。在利用三维激光扫描仪开展煤矿井下测量工作期间,不会被地下空间的局限影响,能够在短时间内获取井下三维数据,并通过对数据的合理处理,使测量的效率提升,同时确保数据信息准确无误。

(2) 无损测量。与传统单点激光扫描技术相比,三维激光扫描仪的运用,可以实现无损测量,不需要与被测物体直接接触,以免对物体造成破坏。并且,此方式的适应性强,能够满足不同复杂环境下的测量需求。

(3) 测量数据可靠性和精度高。与常规测量设备不同,三维激光扫描仪具有良好稳定性和可靠性,能长时间处在平稳地运行状态,确保煤矿井下测量工作能始终保持连续。同时,利用此设备获取的数据信息精度高,与煤矿井下测量高精度要求完全相符^[5]。

(4) 测量数据可视化。将三维激光扫描仪应用在煤矿井下的测量工作中,获得的数据信息在处理过程中,可以实现整个过程的可视化,以最快的速度生成点云数据、三维模型,从而为后续数据的深入分析和处理提供便利。

(5) 测量过程自动化。在三维激光扫描仪的辅助下,测量过程能实现自动化,不仅能将测量的时间缩短,将人为操作期间引发的误差减小,还能促进测量精度的提高。

(6) 主动性且表达容易。在利用三维激光扫描仪进行测量时,具有较强的主动性,对光照的依赖性小。并且,数据的表达更为容易,点云数据中除了涵盖空间坐标信息,还包含了点位的属性信息。

总体而言,在煤矿井下测量期间,注重三维激光扫描仪的运用,呈现出的优势较多,对煤矿井下测量精准度、效率的提高有促进作用,也能为煤矿井下安全生产提供保障。

4 煤矿井下三维激光扫描仪数据解译技巧

三维激光扫描仪在煤矿井下中的应用,展现出的优势颇多,但若将优势发挥到最大,还需要将数据的解译工作做好,熟练掌握数据配准、数据去噪等的技巧,提升数据处理效率。

4.1 数据配准技巧

在利用三维激光扫描仪期间,单一视角下通常只能对一部分点云数据进行扫描,基于此特点,如果想要扫描较大的对象,还要尝试从不同角度,多方位地进行扫描。具体而

言,在煤矿井下测量时,需要设立多个测点,使被测物体的各个部位能得到完整扫描。每个测点均设有单独的坐标系,但若想使数据更为完整,还要对各个测点的数据整合,对数据合理转换,全部整合到统一的坐标系中,由此达到数据配准的目的,即点云拼接。现阶段,点云拼接的方法较多,应用较为广泛的有以下几种:

(1) 标靶拼接。此方法是目前应用比较常见的一种拼接方式,在扫描数据过程中,需要将标靶放在两个测点的公共区域。在对物体扫描过程中,能够对靶点的数据同时扫描,依照顺序将所有测点扫描完成,最后借助各个测点相同的标靶数据完成点云配准。需要明确的是,每个标靶应该有唯一对应的标靶号,且相同标靶在不同测点中的标靶号需要保持一致,以确保各测点云数据的配准能够正确完成,为后续数据的利用提供方便。

(2) 点云直接拼接。在利用此方法过程中,需要借助三维激光扫描仪对被测物体的测点进行扫描,两个测点之间通常有重叠度,基本在30%以上,要有明显的特征点,扫描结束后,找寻重叠位置的同名点,根据实际需求完成点云拼接。在对此方法应用期间,重叠区域特征点的确定与配准结果合理、科学有直接联系,所以要对重叠部分格外注意,保证数据清晰性的同时,还要有较多的特征点、特征线。

(3) 控制点的拼接。在此方法应用期间,主要采取三维激光扫描仪和定位系统联合的办法。在扫描时,首先明确公共位置的控制点,在对被测物体扫描的过程中,对控制点进行同步扫描,并利用定位技术明确控制点的坐标,之后以此为依据,对点云数据进行配准。通过对此方法的合理运用,可以保配准结果更为准确,同时也可以提高效率,但整个过程相对繁琐。

4.2 数据去噪技巧

在利用三维激光扫描仪时,为保证点云数据能快速获取,需要对各方面因素综合考量和分析,包括人为、环境、扫描设备等。对于获取的数据而言,其会存在较多噪声点,使得数据无法保持准确,被扫描的物体空间位置不能准确、真实表达出来,影响了数据的可靠性。通常情况下,噪声点的出现,与物体表面材质或光照环境影响有关,使得反射信号相对薄弱,最终产生噪声点。或者在扫描时,人为、车辆等因素不断干扰,致使仪器和扫描物体间存在噪声点。如果测量设备本身存在问题,包括相机分辨率低等,同样可能导致系统误差出现,进而产生噪声点。针对此问题,在实际解决过程中,可以利用数据去噪的方法,以实际情况为基准,选择合适的方式对点云数据去噪,具体分析如下:

(1) 以有序点云数据为基础,利用平滑滤波器去噪。现阶段,高斯滤波、均值滤波等是应用较为常见的数据平滑滤波。其中,高斯滤波为线性平滑滤波,主要是在指定位置对数据加权平均,由此将高频信息去除。此方法能使得去噪的质量提高,将点云数据特征信息保留,使数据不会被干扰。

均值滤波则是选取相应范围内的点求其平均值,使原本的数据点被替代,整个过程相对简单,没有复杂的计算流程,操作便利,但是去噪的效果相对平均,无法将点云的特征细节保留。中值滤波是对某点数据相连的三个或以上数据计算中值,借助计算的结果替代原始值,同时将点云特征值保留,去噪效果良好,也能对点云数据边缘特征信息进行保护。

(2)以散乱点云数据为基础的去噪方法。针对散乱点云数据,在去噪过程中,可以利用拉普拉斯去噪的方法,拉普拉斯算法可以将点云数据的细节特征保留,但要注意有噪声点残存的问题。或者利用双边滤波算法将噪声点去除,将模型的细节特征保存好。针对简单的模型噪声点,此方法能获得良好的去噪效果,但复杂数据信息需要仔细计算。

4.3 数据精简技巧

在精度允许的情况下,为了能将点云数据的数据量控制在合理范围内,可以采取对数据精简的方法,获取更多有价值的信息,具体可以采取以下两种技巧:

(1)冗余数据的精简。数据配准后,部分重复区域存在大量重复数据信息,且其中很多数据没有有利价值,影响了模型构建的速度和质量。为解决此问题,可以对冗余的数据信息进行简化处理。

(2)抽稀简化。此方法是指扫描数据密度较大,数量较多的情况下,可以对其中部分数据信息进行简化,保证后续模型的构建能更为顺利,促进数据操作运算效率的提高。在抽稀简化过程中,可以利用采样法,结合既定规则采样点云数据,将采样点保留,其他点全部忽略。此方法操作简单、便利,且可以快速对数据信息进行简化。

4.4 数据分割技巧

在煤矿井下,若被扫描的物体相对复杂,利用所有点云数据构建三维模型,整个过程相对复杂,且拟合算法难度大,三维模型的数据表达比较繁琐。为解决此问题,在数据解译过程中,可以利用数据分割的方式对模型构建后合理组合,即先分割后拼接,使复杂的数据能以简单的方式呈现,

让庞大数据信息得到细化。在数据分割过程中,需要根据实际情况选择合适的分割方法,保证分割效果能达到最佳。具体而言,利用基于边的分割方法,先找寻特征线,特征线提取后对特征线围成的区域合理分割。如果是以面为基础进行分割,需要经历不断迭代的过程,找出具有相同曲面性质的点,将相同的几何特征分割到相同区域,最后确定各点所属的曲面。或者利用聚类方法进行分割,对相似几何特征的参数数据点进行聚类,结合高斯曲率和平均曲率,对几何特征精准计算,之后进行聚类,最后以具体的属类为基准,合理地进行分割。

5 结语

综合而言,三维激光扫描仪作为一种新型测量技术,将其应用在煤矿井下测量,不仅可以促进测量精度的提升,也能使测量的自动化程度提高。因此,为保证煤矿井下作业安全,相关人员应该立足实际,对三维激光扫描仪灵活应用,做好数据解译工作,包括数据去噪、数据精简、数据分割等,保证获取的数据信息精准、真实以及可靠。

参考文献

- [1] 李森.三维激光扫描仪在露天煤矿边坡监测中的应用[J].矿业装备, 2023, (11): 19-21.
- [2] 常巧梅,杨静,阎跃观.基于三维激光扫描技术的巷道变形测量方法[J].煤炭技术, 2023, 42(06): 30-32.
- [3] 王路,李锦明.三维激光扫描技术在井巷变形中的应用[J].内蒙古煤炭经济, 2023, (10): 111-114.
- [4] 张轩斌.探究三维激光扫描仪在露天煤矿边坡监测中的重要意义和独特优势[J].矿业装备, 2023, (02): 140-142.
- [5] 戴竹东.三维激光扫描仪在梅山铁矿井下实体测量实践[J].现代矿业, 2022, 38(04): 78-80.
- [6] 张轩斌.探究三维激光扫描仪在露天煤矿边坡监测中的重要意义和独特优势[J].矿业装备, 2023, (02): 140-142.
- [7] 徐树强.岩层厚度对露天煤矿台阶爆破效果影响研究[J].内蒙古煤炭经济, 2018, (06): 107+156.