

矿山测绘中3D激光扫描技术的应用研究

艾先伟

国能榆林能源有限公司郭家湾煤矿分公司 陕西 榆林 719400

摘要: 在矿山测绘领域,随着科技的飞速发展,3D激光扫描技术凭借其独特优势逐渐崭露头角。它能够快速、精准地获取矿山地形、地貌以及各类设施的三维数据,为矿山的规划、开采和安全管理提供重要依据。然而,如同任何新技术在应用过程中一样,3D激光扫描技术在矿山测绘中也面临着诸多问题,亟待我们去解决。

关键词: 矿山测绘; 3D激光扫描技术; 应用

引言: 3D激光扫描技术,又称为三维激光扫描技术,是近二三十年发展起来的一种新型测量技术。在矿山测绘中,3D激光扫描技术的应用具有重要意义,它不仅提高了测量的精度和效率,还增强了安全保障,为矿山的数字化转型和精细化管理提供了有力支持。

1 矿山测绘 3D 激光扫描技术的应用意义

1.1 提高测量精度与效率

3D激光扫描技术利用激光测距的原理,通过记录被测物体表面大量密集点的三维坐标信息和反射率信息,将各种大型、复杂、不规则实体的三维数据完整地采集到电脑中,进而快速复建出被测目标的三维模型及线、面、体等各种图件数据。该技术具有点位测量精度高、采集空间点的密度大、速度快等特点,且融合了激光反射强度和物体色彩等信息,为测量目标的识别分析提供了进一步的研究内容。

矿山测绘中,传统的测量方法如使用推土机整形后皮尺丈量、经纬仪视距导线测量或全站仪测量等,不仅耗时长、人力物力投入大,而且精度受限^[1]。而3D激光扫描技术则能够实时获取矿山表面的三维数据,并通过软件快速生成三维立体图形,大大提高了测量效率。整个测量过程可以由一人操作完成,且能够在极短时间内获取大量数据,减少了人力物力投入,同时提高了测量的精度。

1.2 增强安全保障

矿山环境复杂,存在诸多安全隐患,如瓦斯爆炸、矿体坍塌等。传统的测绘方法需要人员在危险区域进行直接测量,风险较高。而3D激光扫描技术可以实现远程控制 and 自动化作业,减少了人员在危险区域的直接暴露,从而增强了安全保障。

比如,可以将3D激光扫描仪安装在煤矿顶部或搭载到轨道巡检机器人上,利用远程控制实现矿山表面的连续扫描盘点。一些高级的三维扫描系统还具备自动避让

功能,能够自动提醒其他设备进行避让,进一步确保了测量的安全性和准确性。除此之外,3D激光扫描技术还能够实时获取矿山的三维数据,并利用软件快速生成三维立体图形,为矿山的精细化管理提供了有力支持,同时支持多次扫描数据的叠加分析,能够精确计算出矿山的结构形变、位移等,为矿山的安全生产提供可靠数据支持。

1.3 推动矿山数字化转型

现代信息技术的不断发展,促使矿山行业也在逐步实现数字化转型。3D激光扫描技术作为数字化转型的重要工具之一,其在矿山测绘中的应用提高了测量的精度和效率的同时,还推动了矿山数字化建设的发展。

通过3D激光扫描技术获取的大量三维数据,可构建矿山的数字化模型,为矿山的规划、设计、开采和监测提供科学依据。并且,这些数据还可以与其他逆向工程软件和各领域的专业应用软件相结合,进行各种后处理应用,如虚拟仿真、数据分析等,为矿山的智能化管理提供有力支持。

2 矿山测绘中 3D 激光扫描技术的应用问题

2.1 数据质量问题

3D激光扫描技术在矿山测绘应用中面临的数据质量问题较为突出。矿山环境复杂,粉尘、雾气等干扰因素众多,这些会严重影响激光信号的传播和反射,进而导致数据缺失、噪声增加。例如在地下矿山开采区域,潮湿的环境和弥漫的粉尘常常使扫描数据出现大量噪点,无法准确反映实际地形。更糟糕的是,不同材质的物体表面对激光的反射特性差异很大,像金属设备表面反射强烈,而一些吸光性强的材料表面则反射较弱,这就使得获取的数据精度不一,难以构建出精确的三维模型。

2.2 数据处理与分析的难度

数据处理与分析的难度也不容小觑。3D激光扫描产生的海量点云数据,对存储和计算能力提出了极高要

求。普通的计算机硬件和常规的数据处理软件难以应对如此大规模的数据,导致处理速度缓慢,甚至出现卡顿、死机等情况^[2]。再加上,从这些复杂的数据中提取有价值的信息,如矿山的地质构造、开采边界等,需要专业且复杂的算法和技术,这对技术人员的能力也是巨大的挑战。

2.3 设备方面也存在一定问题

3D激光扫描设备价格昂贵,购置成本高,这对于许多资金有限的矿山企业来说是沉重的负担。而且设备的维护保养需要专业技术人员和特定的设备及材料,维护成本也较高。另一方面,设备的稳定性和耐用性在矿山恶劣的工作环境下也面临考验,频繁的故障会影响测绘工作的进度和效率。

2.4 测绘环境适应性挑战

2.4.1 复杂地形的适应性挑战

矿山地形复杂多变,既有陡峭的山坡,也有狭窄的巷道,这些特殊地形对3D激光扫描技术的适应性提出了更高要求。在狭窄的巷道中,扫描设备的操作空间受限,可能导致扫描范围不完整,遗漏关键信息。而在陡峭的山坡上,设备的稳定性和安全性也成为重要考量,稍有不慎就可能发生滑落或摔落,不仅损坏设备,还可能造成人员伤害。

2.4.2 极端气候条件的限制

矿山测绘往往需要在各种极端气候条件下进行,如高温、严寒、暴雨、大风等。极端气候条件不只是影响扫描设备的正常工作,如高温可能导致设备过热,暴雨可能使设备进水,还可能对扫描结果产生干扰,如大风可能使扫描点云数据产生偏移。因而,如何在极端气候条件下保持3D激光扫描技术的稳定性和准确性,是亟待解决的问题。

2.5 法规与标准的不完善

2.5.1 法规政策的滞后性

随着3D激光扫描技术在矿山测绘中的广泛应用,相关的法规政策却未能及时跟上^[3]。目前,关于3D激光扫描技术在矿山测绘中的具体应用、数据标准、安全规范等方面的法规政策尚不完善,这种现象在一定程度上限制了技术的推广和应用。

2.5.2 数据标准的缺失

由于3D激光扫描技术产生的数据格式多样,缺乏统一的数据标准和规范,导致不同设备、不同软件之间的数据兼容性差,难以实现数据的共享和互操作。其结果增加了数据处理的难度,也影响了测绘结果的准确性和可靠性。

3 矿山测绘中3D激光扫描技术的应用策略

3.1 提升数据质量策略:精细预处理与多光谱补偿

在矿山测绘中,3D激光扫描技术的数据质量直接关系到后续分析与应用的准确性。为了提升数据质量,首先需要从扫描环境入手,进行精细的预处理工作。其内容不只是包括清理粉尘、降低雾气浓度等基础措施,还应考虑矿山特有的环境因素,如地下矿山的潮湿环境。通过采用除湿设备或在湿度较低的时间段进行扫描,可以显著减少噪点,提升数据清晰度。

针对不同材质对激光反射特性的差异,采用多光谱激光扫描技术成为了一种有效的解决方案。多光谱技术利用发射不同波长的激光束,能够针对不同材质进行更为精确的扫描,从而获得更为均匀的数据分布。此外,结合先进的算法对扫描数据进行补偿,可进一步修正因材质反射差异导致的数据偏差,提高整体数据精度。这一过程需要精细的校准和数据处理技术,以确保补偿的准确性和有效性。

多站扫描与拼接技术也是提升数据质量的关键环节。利用从不同角度对矿山进行扫描,可以获取更为全面的地形信息。在数据拼接过程中,采用高精度拼接算法至关重要。这些算法能够基于特征点匹配、几何约束等方法,确保拼接后的数据能够准确反映实际地形特征,为后续的三维建模和分析提供坚实的基础。

3.2 数据处理与分析优化策略:高性能计算与智能提取

面对海量点云数据,高效的数据处理与分析能力成为3D激光扫描技术在矿山测绘中应用的关键。构建高性能计算平台,采用分布式存储和并行处理技术,可以大幅提升数据处理速度,满足大规模矿山测绘项目对数据处理能力的需求。同时,开发专用数据处理软件,优化算法,减少处理时间,提高处理效率。

在数据处理过程中,智能数据提取与分析工具的应用显得尤为重要。利用机器学习和深度学习技术,这些工具能够自动从复杂数据中提取有价值的信息,如矿山地质构造、开采边界等。通过训练模型,这些工具能够识别特定的地质特征,为矿山规划和开采提供科学依据。此外,智能分析工具还能对数据进行深度挖掘,发现潜在的地质灾害风险,为矿山安全提供预警。

数据可视化与交互技术的引入,则进一步提升了数据处理与分析的直观性和便捷性。通过开发数据可视化工具,将复杂的三维点云数据转化为直观的三维模型或二维图表,技术人员可以更加直观地理解和分析数据。

3.3 设备改进与成本控制

设备成本是制约3D激光扫描技术在矿山测绘中广泛应用的重要因素之一。要想降低购置成本,推动3D激光扫描设备的国产化进程显得尤为重要。通过自主研发和创新,国内企业可以生产出符合矿山测绘需求的设备,降低对进口设备的依赖。在此基础上,根据矿山测绘的实际需求,开发定制化设备,提高设备的适用性和稳定性。定制化设备可以针对特定矿山的复杂地形和气候条件进行优化设计,提高扫描效率和数据质量。

对于设备使用过程来说,建立完善的维护与保养体系是延长设备寿命、降低维护成本的关键所在。所以,应定期对设备进行清洁、校准和维修,可以确保设备始终处于最佳工作状态。

对于资金有限的矿山企业而言,采用设备租赁模式可以降低初期投入成本。利用与设备供应商合作,企业可以根据项目需求租赁所需设备,无需承担高昂的购置费用。同时,推动设备共享机制也是提高设备利用率的有效途径。共享设备资源,使得不同项目之间可以实现设备的有效利用,避免设备闲置和浪费。租赁与共享模式不仅降低了企业的运营成本,还促进了资源的合理配置和高效利用。

3.4 提高测绘环境适应性

矿山测绘环境复杂多变,对3D激光扫描技术的适应性提出了更高要求。针对复杂地形,设计适应性强、操作简便的扫描设备成为关键。如,采用无人机搭载3D激光扫描仪进行空中扫描,可以轻松克服地形限制,获取更为全面的地形信息。无人机扫描方式提高了扫描效率,还大幅度降低了人员安全风险。

在气候适应性方面,设备设计中加入防水、防尘、耐高温等特性必不可少。这些特性能够确保设备在恶劣气候条件下正常工作,避免因环境因素导致的设备故障和数据损失。并且,根据气候条件选择合适的扫描时段也是提高数据质量的有效方法。

在陡峭山坡等危险地形进行扫描时,安全监控与防护措施显得尤为重要。利用设置安全监控设备,可实时监测扫描区域的安全状况,确保操作人员的安全^[4]。而且,采用防滑底座、安全绳等防护措施,可以防止设备滑落或摔落,避免设备损坏和人员伤亡。这些安全防护措施不仅保障了扫描工作的顺利进行,还为矿山测绘提

供了更加安全可靠的解决方案。

3.5 完善法规与标准

3.5.1 积极与政府、行业协会等合作,推动相关法规政策的制定和实施,明确技术应用范围、数据标准、安全规范等要求。这些法规政策能够为3D激光扫描技术在矿山测绘中的应用提供法律保障和政策支持。

3.5.2 建立统一的数据标准和规范是确保不同设备、不同软件之间数据兼容性的关键。通过制定统一的数据格式、坐标系和精度要求等标准,可以促进数据的交流与利用,提高数据处理的效率和准确性。同时,建立数据共享机制也是促进数据交流与利用的有效途径。通过共享数据资源,不同机构之间可以实现数据的互通有无,共同推动矿山测绘领域的发展。

3.5.3 加强3D激光扫描技术培训与认证工作是提高技术人员专业能力和操作水平的重要途径。通过开展培训课程和实践活动,提高技术人员对3D激光扫描技术的理解和掌握程度。更重要的是,建立认证机制对符合标准的技术人员和机构进行认证,可以确保技术应用的质量和可靠性。培训和认证工作既提升了技术人员的专业素养和技能水平,又为矿山测绘领域培养了更多高素质的专业人才。

结语:综上所述,3D激光扫描技术在矿山测绘中的应用具有重要意义。它不仅提高了测量的精度和效率,增强了安全保障,还推动了矿山数字化转型的发展。随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展,3D激光扫描技术将在矿山测绘中发挥更加重要的作用,为矿山的可持续发展提供有力支持。因此,矿山企业应积极引进和应用3D激光扫描技术,不断提升自身的测绘能力和管理水平。

参考文献

- [1]陈伟,刘世涛,谢久军. 3D激光扫描技术在矿山测绘中的应用[J]. 中国金属通报,2024(11):189-191.
- [2]张武. 三维激光扫描技术在矿山地质快速测绘中的应用探究[J]. 世界有色金属,2024(13):136-138.
- [3]张永敢. 矿山测绘中三维激光扫描技术的应用[J]. 科学与信息化,2022(21):65-67.
- [4]刘钰,袁曼飞. 基于3D激光扫描技术的露天矿边坡监测分析研究[J]. 中国锰业,2019,37(4):86-89.