

三维激光扫描技术在勘测工程中的应用策略

文 / 完绍鹏 合肥市勘察院有限责任公司

摘要：为探索三维激光扫描技术在勘测工程中的有效应用，文章对该技术在勘测工程中的应用情况展开研究。分析得出，该技术在勘测工程中具有提高测量精度、提升工作效率、提供可视化结果等优势，但也存在数据采集精度不好把握、点云数据处理与分析难度大、设备及技术成本高、环境适应性差等问题。针对这些问题，提出提升数据采集精度、加强点云数据处理能力、降低技术成本、提高环境适应性等策略。研究成果有助于促进三维激光扫描技术在勘测工程中的合理应用，为相关工程实践提供参考。

关键词：三维激光扫描技术；勘测工程；应用策略；技术问题；管理问题

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.07.091

引言

随着科技的飞速发展，勘测工程的需求日益增长且不断向精细化、高效化的方向迈进。三维激光扫描技术作为一种先进的测量手段，在勘测工程领域发挥着重要作用。其能够实现对物体空间信息的精确获取，为工程建设提供有力支持。然而，在实际应用中，三维激光扫描技术却面临着诸多挑战，如数据采集精度、点云数据处理与分析难度、设备及技术成本以及环境适应性等问题。这些问题严重影响了该技术在勘测工程中的应用效果和推广。因此，深入研究三维激光扫描技术在勘测工程中的应用策略，对提高勘测工程的质量和效率具有重要意义。

一、三维激光扫描技术在勘测工程中的应用优势

（一）提高测量精度

三维激光扫描技术在测量精度方面表现卓越。它借助先进的激光束发射与接收装置，能够精准地获取物体表面的三维坐标信息。在实际测量中，激光束的精度可达到毫米级甚至更高。例如在建筑工程中，对建筑物的结构尺寸、外形轮廓进行测量时，该技术能够精确地测量出各部分的尺寸，误差极小。从原理上看，激光束在传播过程中，通过与物体表面的反射、折射等相互作用，将物体的位置信息转化为电信号。其高分辨率的传感器能够捕捉到极其细微的变化，从而保证了测量的准确性^[1]。而且，该技术不受光线、距离等因素的影响。在光线昏暗、远距离测量时，仍能保持稳定的测量精度。同时，其配备的先进传感器能够对测量数据进行实时分析和处理，进一步提高测量的准确性。此外，三维激光扫描技术还可以对物体进行全方位扫描。通过不同角度的扫描，获取全面的测量数据，这使得测量结果更加准确、可靠。在一些复杂的工程场景中，如大型桥梁的建造、大型机械的安装等，该技术能够提供精确的测量数据，为工程的设计、施工等提供有力支持。

（二）提升工作效率

三维激光扫描技术极大地提升了工作效率。首先，它能够快速地对物体进行扫描，在短时间内获取大量的

点云数据。与传统测量方式相比，其效率大幅提高。例如，在大型土地勘测项目中，利用三维激光扫描技术可以迅速完成对地形地貌的测绘，节省了大量时间和人力。在实际操作中，该技术的自动化程度高，通过自动化的扫描设备和软件，能够自动完成测量、数据采集等工作，减少了人工操作环节。而且，所采集的数据可以直接进行处理和分析，无需人工进行繁琐的整理和计算。例如，在一些大型建筑项目中，通过三维激光扫描技术获取的点云数据，能够直接在计算机上进行分析和处理，大大提高了工作效率。此外，三维激光扫描技术还可以实现远程操作。在一些难以到达的区域，通过远程控制设备进行扫描，避免了人员的实地操作。这不仅提高了工作效率，还降低了安全风险，例如在一些危险区域，如火山口、矿井等，通过远程控制设备进行扫描，能够安全、高效地完成测量任务。

（三）提供可视化结果

三维激光扫描技术为勘测工程提供了直观的可视化结果。它将采集到的点云数据转化为直观的三维模型，使人们能够清晰地看到物体的形状、结构以及空间位置关系。在城市规划、地质勘探等领域，通过三维激光扫描技术构建的三维模型，能够直观地展示出地形地貌、建筑物分布等情况。例如在城市建设中，通过三维激光扫描技术构建的城市模型（如图所示），能够清晰地看到建筑物的布局、道路的走向以及周边环境的情况。借助虚拟现实技术，人们可以身临其境地感受测量场景。这种沉浸式的体验不仅有助于对工程的进一步理解和分析，还方便了对工程进度的监控和管理。例如在一些大型建筑项目中，通过虚拟现实技术，人们可以在虚拟环境中进行模拟操作，提前发现问题并进行优化。此外，可视化结果还为决策提供了更直观的依据。在工程设计、施工等过程中，通过可视化的方式展示出各种方案和效果，能够帮助决策者做出更加科学、合理的决策。例如在城市规划中，通过三维激光扫描技术展示不同的规划方案，能够让决策者更好地了解各方案的优缺点，从而选择最优的方案。



图1 三维建模

二、三维激光扫描技术在勘测工程中的应用问题

（一）数据采集的精度问题

在三维激光扫描技术应用过程中，数据采集精度是关键问题之一。首先，激光束的发射与接收受多种因素影响。在大气环境中，空气中的尘埃、雾气、温度变化等都会干扰激光束的传播路径。例如，当空气中尘埃较多时，激光束会发生散射，导致测量精度下降。其次，测量距离的远近也会对精度产生影响。距离越远，激光束的能量衰减越严重，从而导致测量误差增大。而且，被扫描物体表面的材质特性也会影响数据采集精度。不同材质的表面对激光的反射率不同，像金属表面反射率高，而粗糙的材料表面可能吸收激光能量，造成测量数据的不准确。另外，设备本身的精度也会影响数据采集^[2]。例如，激光扫描仪的分辨率、扫描角度等参数决定了其测量精度。在扫描过程中，若设备的参数设置不合理，也会导致测量误差。还有，在实际操作中，测量人员的操作规范程度也会对数据采集精度产生影响。如果测量人员没有正确地进行仪器校准、操作步骤等，都可能导致数据采集的精度出现偏差。

（二）点云数据的处理与分析难度大

点云数据是三维激光扫描技术获取的大量离散点的集合。这些数据量庞大且复杂，给处理与分析带来了极大挑战。一方面，点云数据的噪声问题严重，在采集过程中由于各种因素产生的噪声，会干扰数据的准确性和完整性。另一方面，数据的密度分布不均匀，在某些区域可能出现点云过于密集，而在其他区域则相对稀疏。这使得数据的处理和分析变得困难，需要花费大量时间和精力进行数据的筛选、去噪和插值等操作。此外，不同类型的点云数据具有不同的特征，如形状、纹理等，需要针对不同的特征进行相应的分析处理。例如在地质勘探中，点云数据的形状和纹理对于分析地质结构和地层分布至关重要。而且，点云数据的处理还需要结合专业的软件和算法。这些软件和算法能够对数据进行有效的处理和分析，但是其操作难度较大，需要专业的技术

人员进行操作。同时，随着数据量的不断增加，对数据处理效率也提出了更高要求。

（三）设备及技术成本问题

三维激光扫描设备的购置成本较高，包括扫描仪器、配套软件以及后期维护等费用。对于一些大型勘测项目，需要配备高性能的激光扫描设备，这无疑增加了项目的成本投入。同时，技术的更新换代也使得设备的更新费用不断增加。此外，专业的技术人员培训也是一笔不小的开支。要掌握三维激光扫描技术并进行有效的操作，需要专业的技术人员进行培训。而且，在数据处理过程中，还需要使用一些先进的软件和算法，这些都进一步增加了技术成本。例如在建筑工程中，为了保证扫描数据的质量和精度，需要购买专业的软件和硬件设备，这使得项目的成本大幅提高。另外，设备的维护和保养也需要投入一定的资金。设备在使用过程中可能会出现故障，需要及时维修和保养。而且，设备的使用寿命也会影响成本。如果设备的使用寿命较短，那么就需要不断地更换设备，这也会增加成本。

（四）环境适应性问题

三维激光扫描技术在不同环境条件下的适应性存在一定问题。在恶劣的自然环境如极端天气、高温高湿等情况下，设备的性能会受到影响。例如在高温环境下，激光设备的散热系统可能会出现故障，导致设备运行不稳定。而在高湿度环境下，激光束的传播会受到水汽的干扰，影响测量精度。此外，在一些特殊环境如地下洞穴、矿山等，由于空间狭窄、光线条件差等因素，也会给激光扫描带来困难。而且，不同的地理环境和地形条件也会对激光扫描技术的应用产生影响。例如在山区，地形复杂，植被覆盖度高，可能会影响激光扫描的效果。另外，环境的变化也会对激光扫描技术产生影响^[3]。例如在城市中，由于建筑物的遮挡、环境的污染等因素，可能会影响激光扫描的效果。而且，不同的环境因素对激光扫描技术的影响也不同，需要根据具体情况进行分析 and 处理。

三、三维激光扫描技术在勘测工程中的应用策略

(一) 提升数据采集精度的策略

提升数据采集精度是确保三维激光扫描技术在勘测工程中有效应用的关键。首先,在设备选型上要注重其性能参数。例如,选择高分辨率、精度高且稳定性强的激光扫描仪,能从源头上保证数据采集的质量。不同品牌的激光扫描仪在分辨率、精度上存在差异,像一些高端型号,其分辨率可达毫米级甚至更高。其次,对激光束的发射与接收进行优化。通过调整激光束的波长、强度等参数,使其在不同环境下都能保持稳定的传播路径。比如在大气环境复杂时,通过调整激光束的波长,减少因尘埃、雾气等导致的散射,从而保证测量精度。同时,利用先进的传感器技术,减少外界因素对激光束的干扰。再者,在测量过程中,要对扫描对象进行合理的预处理。对于表面粗糙或有杂质的物体,先进行清洁处理,确保激光束能准确地反射。比如在建筑工程中,对建筑物表面的污垢、灰尘进行清理,避免因表面杂质影响激光束的反射。另外,建立严格的测量标准和操作规范^[4]。定期对设备进行校准和维护,确保设备始终处于良好状态。同时,采用多次测量取平均值等方式,提高数据采集的精度。例如在测量过程中,对同一物体进行多次测量,取平均值,减少误差。

(二) 加强点云数据处理能力

点云数据处理能力直接关系到三维激光扫描技术的应用效果。首先,要开发专业的点云数据处理软件。这些软件能够对海量的点云数据进行高效的筛选、去噪和插值等操作。市面上有许多专门针对点云数据处理的软件,它们具有强大的功能,能根据不同的需求对数据进行处理。其次,采用先进的算法来处理点云数据。例如,利用人工智能算法对数据进行分析,能够快速识别出数据的特征和规律。这些算法可以对数据进行分类、聚类等操作,提高数据处理的效率。再者,建立数据存储和管理系统,方便对数据进行分类和存储。通过建立数据库,将不同类型的点云数据进行分类存储,便于后续查询和分析。同时,培养专业的技术人员,提高其对数据处理的能力。在处理过程中,要注重数据的质量和完整性。确保数据的准确性,避免因数据丢失或错误而影响后续的分析和应用。另外,通过不断地优化处理流程,提高数据处理的效率。

(三) 降低技术成本的策略

降低技术成本对于提高三维激光扫描技术在勘测工程中的应用竞争力至关重要。首先,在设备采购方面,要选择性价比高的设备。通过对比不同厂家的产品,选择性能好且价格合理的设备。例如,一些国产的激光扫描仪在性能上与国外品牌相差不大,但价格相对较低。其次,合理规划设备的使用周期。对设备进行定期维护和保养,延长其使用寿命。通过定期检查设备的各项性能指标,及时发现问题并进行处理。再者,优化技术方案,减少不必要的技术环节。例如,采用合适的扫描方法和数据处理技术,避免过度依赖昂贵的软件和硬件。比如

在一些项目中,采用简单有效的扫描方法,减少对复杂软件的依赖。另外,加强与其他企业或机构的合作。通过共享资源和技术成果,降低成本。例如与其他企业合作,共同开发项目,共享设备和技术资源。同时,提高人员的技术水平和工作效率,减少人力成本。

(四) 提高环境适应性的方法

提高环境适应性是确保三维激光扫描技术在勘测工程中稳定应用的重要保障。首先,针对不同的环境条件,开发相应的设备防护措施。例如在高温环境下,配备散热装置;在高湿度环境下,进行防潮处理。其次,利用先进的技术手段,提高设备的抗干扰能力。例如,采用抗干扰技术,减少外界因素对激光束的影响^[5]。比如在电磁干扰较强的环境下,采用抗干扰技术,保证激光束的正常传播。再者,加强对环境数据的监测和分析。通过对环境数据的实时监测,了解环境变化情况,及时调整设备的参数。例如在环境变化较大时,及时调整激光扫描仪的参数,确保其适应环境。另外,提高设备的灵活性和可操作性。在不同环境下,能够快速地进行设备的调整 and 适应。例如在不同地形条件下,能够灵活地调整设备的角度和位置。同时,加强对技术人员的培训,提高其对环境的适应能力。

结语

综上所述,三维激光扫描技术在勘测工程中具有显著优势,同时也面临着诸多挑战。通过提升数据采集精度、加强点云数据处理能力、降低技术成本以及提高环境适应性等策略,能有效解决应用过程中存在的问题。在实际应用中,该技术提高了测量精度,为工程提供了可靠的数据支持;提升了工作效率,加快了项目进度;提供了可视化结果,助力工程决策。然而,在数据采集精度、点云数据处理、技术成本和环境适应性方面仍需进一步优化。未来,随着技术的不断发展和完善,三维激光扫描技术有望在勘测工程领域发挥更大作用。通过持续改进技术和管理措施,不断提高技术水平和应用效果,为勘测工程的发展提供更有力的支持。

参考文献

- [1] 董凤彬,王军宁,刘奇政,等.三维激光扫描技术在矿洞治理勘测中的应用探究[J].信息技术与信息化,2024,(08):156-161.
 - [2] 张巨鹏.机载三维激光扫描技术在公路勘测中的应用初探[J].中小企业管理与科技(中旬刊),2019,(05):137-138.
 - [3] 侯俊岭.三维激光扫描技术在铁路危岩落石勘测中的应用[J].铁道勘察,2017,43(02):31-34.
 - [4] 陈志雨.三维激光扫描技术在隧道测量工作中的应用[J].经纬天地,2024,(06):28-32.
 - [5] 杜艳忠,黄东锋.不动产测绘中地面三维激光扫描技术的应用[J].有色金属设计,2024,51(04):70-74.
- 作者简介:完绍鹏(1991-02),男,满族,安徽合肥人,工程师,本科学历,研究方向:测绘工程。