

三维激光扫描在大型基础设施中的应用分析

高江旗

海南撰云空间信息技术有限公司

DOI:10.12238/pe.v2i2.7182

[摘要] 三维激光扫描技术作为一种高精度、高效率的空间数据采集手段,在大型基础设施建设领域中的应用越来越广泛。本文旨在探讨三维激光扫描技术在实际工程案例中的应用,分析其在项目设计、施工监控、竣工验收等阶段的作用和优势。通过对比传统测量方法与三维扫描技术的效率和精度,本文揭示了三维扫描技术如何提高工程质量、缩短工期并降低成本。此外,本文还讨论了三维扫描技术在处理复杂结构和环境挑战时的潜力,以及如何通过数据集成和模型优化来增强基础设施的可持续性和耐久性。最终,文章总结了三维激光扫描技术对大型基础设施建设行业的长远影响,并展望了其未来的发展趋势。

[关键词] 三维激光扫描; 大型基础设施; 应用案例

中图分类号: O343.2 **文献标识码:** A

Application analysis of 3D laser scanning in large-scale infrastructure

Jiangqi Gao

Hainan Zhuoyun Space Information Technology Co., Ltd

[Abstract] As a high-precision and efficient spatial data acquisition method, 3D laser scanning technology is increasingly widely used in the field of large-scale infrastructure construction. This article aims to explore the application of 3D laser scanning technology in practical engineering cases, analyze its role and advantages in project design, construction monitoring, completion acceptance, and other stages. By comparing the efficiency and accuracy of traditional measurement methods with 3D scanning technology, this article reveals how 3D scanning technology can improve engineering quality, shorten construction periods, and reduce costs. In addition, this article also discusses the potential of 3D scanning technology in dealing with complex structures and environmental challenges, as well as how to enhance the sustainability and durability of infrastructure through data integration and model optimization. Finally, the article summarizes the long-term impact of 3D laser scanning technology on the large-scale infrastructure construction industry and looks forward to its future development trends.

[Key words] 3D laser scanning; Large scale infrastructure; Application cases

引言

随着基础设施建设的快速发展,工程项目的规模和复杂性不断增加,传统的测量和施工方法已经难以满足现代工程建设的高精度和高效率要求。三维激光扫描技术以其独特的优势,为大型基础设施建设领域带来了革命性的变化。该技术能够快速、精确地获取复杂结构的空数据,为设计、施工和维护阶段提供了强有力的技术支持。本研究旨在深入探讨三维激光扫描技术在大型基础设施建设中的应用案例,分析其在实际工程中的表现,以及如何通过技术创新提升工程项目的整体性能。

1 三维激光扫描技术原理

1.1 扫描原理与技术分类

三维激光扫描技术,又称为激光雷达扫描或光学测量,是一种通过发射激光束并接收其反射回来的光线来测量物体表面距离的技术。该技术的核心在于时间飞行原理,即通过计算激光从发射到反射回传感器所需的时间来确定距离。根据扫描方式的不同,三维激光扫描技术可以分为静态和动态两大类。静态扫描通常用于固定结构的测量,如建筑物、桥梁等,而动态扫描则适用于移动对象或难以接近的结构,如隧道内部或机械设备。

静态扫描技术通常采用单点测量或线扫描的方式,其中单点测量通过旋转扫描仪来覆盖整个测量区域,而线扫描则通过直线运动的扫描仪进行连续测量。这些方法能够提供高精度的点云数据,适用于精细的结构分析和建模。动态扫描技术则依赖

于扫描仪与移动平台的结合,通过连续的移动来获取大面积的空间数据。这种方法的优势在于能够快速覆盖大范围区域,但其精度受到移动速度和环境因素的影响。

1.2 硬件与软件的协同作用

三维激光扫描的硬件主要包括激光发射器、接收器、扫描器和定位系统。激光发射器负责产生并发射激光束,接收器则用于捕获反射回来的激光。扫描器通过物理运动来改变激光束的方向,实现对空间的扫描。定位系统,如全球定位系统或惯性测量单元,则用于确定扫描仪的精确位置和姿态。软件方面,三维激光扫描数据处理软件负责将硬件收集的原始数据转换为可用的点云数据,并进一步处理生成三维模型。这些软件通常具备强大的算法库,能够进行数据清洗、去噪、配准和网格生成等操作。此外,软件还能够与其他工程软件进行数据交换和集成,为工程设计和施工提供支持。

1.3 数据处理与模型生成

数据处理是三维激光扫描技术中至关重要的一环,它直接影响到最终模型的质量和准确性。数据预处理包括去除无关的反射点、滤除非目标物体的反射以及平滑处理以减少噪声。随后,通过点云配准技术将不同视角或不同时间点获取的点云数据整合到同一坐标系统中,形成完整的点云模型。

模型生成则涉及将点云数据转换为三维几何模型的过程。这一过程通常包括点云简化、曲面重建和网格生成等步骤。点云简化旨在减少数据量,提高处理效率;曲面重建则通过数学算法将离散的点云转换为连续的曲面;网格生成则是创建可用于可视化和分析的三维模型。最终生成的三维模型可以用于设计验证、施工监控、竣工验收等多种应用,为大型基础设施建设提供精确的空间信息支持。

2 应用案例分析

2.1 桥梁建设项目

桥梁建设项目作为基础设施建设的重要组成部分,对三维激光扫描技术的应用提出了高精度和高效率的双重要求。以某跨河大桥建设项目为例,该项目面临的主要挑战包括复杂的地形条件、紧迫的施工时间表以及对周边环境的保护需求。为了满足这些要求,项目团队采用了三维激光扫描技术来优化设计和施工流程。

在项目实施过程中,三维激光扫描技术被用于前期的现场勘测、中期的结构监测以及后期的质量评估。通过使用高精度的激光扫描仪,项目团队能够在不同阶段快速获取桥梁及其周边环境的精确三维数据。这些数据不仅用于指导施工,还用于实时监测结构变形,确保施工安全和质量。

应用三维激光扫描技术后,项目团队显著提高了勘测效率,缩短了工程周期,并降低了成本。与传统测量方法相比,三维扫描技术提供了更为精确的测量结果,减少了设计和施工过程中的误差。此外,通过实时监测,项目团队能够有效控制施工质量,确保了桥梁的长期稳定性和安全性。三维激光扫描技术在桥梁建设项目中的应用,是现代工程测量领域的一项重要创新。该技术

以其高精度、高效率的特点,为桥梁建设提供了一种全新的数据采集和处理方法。在桥梁建设的各个阶段,三维激光扫描技术均展现出其独特的优势,从而显著提升了工程的整体质量和效率。

在桥梁建设项目的初期勘测阶段,三维激光扫描技术的应用尤为关键。传统的勘测方法往往耗时较长,且易受地形和气候条件的限制。然而,通过使用三维激光扫描仪,工程师能够在较短的时间内获取桥梁建设区域的详尽三维地形图。这些高精度的三维数据不仅为设计阶段提供了可靠的基础,还有助于评估潜在的地质风险,从而优化施工方案。

在桥梁建设的中期阶段,三维激光扫描技术同样发挥着至关重要的作用。在这一阶段,三维扫描不仅用于监测桥梁结构的施工进度,更重要的是,它能够实时捕捉结构的变形情况。通过对扫描数据的精确分析,工程师可以及时发现结构偏差,采取相应的调整措施,确保桥梁结构的精确安装和长期稳定性。此外,三维激光扫描技术还能够监测施工对周边环境的影响,如土壤沉降和水质变化,从而采取有效的环境保护措施。

在桥梁建设的后期,即质量评估阶段,三维激光扫描技术的应用同样不可或缺。通过对竣工桥梁进行三维扫描,可以生成精确的竣工模型,与设计模型进行对比分析,从而评估施工质量。此外,这些数据还可以用于桥梁的后期维护和管理,为桥梁的全生命周期管理提供科学依据。

2.2 高速铁路工程

在高速铁路工程的建设中,三维激光扫描技术的应用已经成为提高工程效率和质量的关键因素。高速铁路工程的特点在于其对测量和施工精度的严格要求,以及对工程进度的严格控制。在这种背景下,三维激光扫描技术以其高效、精确的数据采集能力,为高速铁路工程的顺利实施提供了强有力的技术支持。

在高速铁路工程的初期阶段,三维激光扫描技术主要用于地形和地物的详细勘测。传统的勘测方法往往依赖于人工测量和地面标记,这种方法不仅耗时耗力,而且容易受到人为误差的影响。相比之下,三维激光扫描技术能够在极短的时间内,对大面积的地形进行高精度扫描,生成详尽的三维地形图。这些三维数据不仅为工程设计提供了准确的基础,还有助于预测和规避潜在的地质风险,从而优化施工方案。

在高速铁路工程的施工阶段,三维激光扫描技术的应用进一步扩展到了土方作业和路基设计的监控。车载三维激光扫描系统能够在高速移动中连续收集沿线地形和地物的三维数据,这些数据被用于生成精确的地形模型,指导土方作业和路基设计。通过实时分析这些数据,工程师可以及时调整施工方案,确保路基的稳定性和工程的进度。

此外,三维激光扫描技术在高速铁路工程的质量控制方面也发挥着重要作用。通过对比施工前后的三维扫描数据,工程师可以精确评估施工质量,及时发现并纠正偏差。这种高精度的监测方法不仅提高了工程质量,还有助于减少后期维护的成本和工作量。

在高速铁路工程的后期阶段, 三维激光扫描技术还可用于对已完成工程的评估。通过对竣工后的铁路线路进行三维扫描, 可以生成精确的竣工模型, 与设计模型进行对比分析, 从而评估工程的最终质量。这种评估方法不仅有助于确保工程质量, 还为未来的维护和升级提供了重要的参考数据。

2. 3地下综合管廊工程

地下综合管廊工程, 作为城市基础设施建设的重要组成部分, 其复杂性和隐蔽性对测量与施工技术提出了极高的要求。这类工程不仅需要精确地协调多个地下管道和设施的布局, 还需对现有地下结构进行详尽的测量, 以确保新建管廊的顺利施工和未来运行的安全性与功能性。在这一背景下, 三维激光扫描技术的应用显得尤为关键。

三维激光扫描技术在地下综合管廊工程中的应用, 首先体现在对现有地下结构的详细记录上。传统的测量方法往往依赖于人工操作, 不仅效率低下, 而且难以达到所需的精度。三维激光扫描技术通过高精度的激光扫描仪, 能够在狭窄和低光照的地下环境中, 快速准确地获取管廊及其周边结构的三维数据。这些数据不仅为工程设计提供了精确的基础, 还有助于发现和规避潜在的施工风险, 如地下管道的冲突和结构的不兼容问题。

在施工过程中, 三维激光扫描技术的应用进一步扩展到了新建管廊的实时监控。通过定期使用便携式激光扫描仪对施工区域进行扫描, 工程团队能够实时获取管廊施工的精确三维数据。这些数据不仅用于监测施工进度, 更重要的是, 它们能够实时反映施工质量, 确保新建管廊的结构完整性和功能性。一旦发现偏差或异常, 工程团队可以立即采取措施进行调整, 从而避免了可能的施工错误和后期的维护成本。

此外, 三维激光扫描技术在地下综合管廊工程的后期维护和管理中也发挥着重要作用。通过对竣工后的管廊进行定期扫描, 可以生成精确的三维模型, 与设计模型进行对比分析, 从而评估管廊的运行状态和维护需求。

3 技术优势与挑战

3. 1提高工程效率

三维激光扫描技术在大型基础设施建设中的应用, 显著提升了工程效率。通过快速获取现场的高精度三维数据, 该技术减少了传统测量方法所需的人力和时间投入。此外, 实时数据的获取和处理能力, 使得项目团队能够及时调整施工计划和资源分配, 优化施工流程。例如, 在桥梁建设项目中, 三维扫描技术能够在短时间内完成对复杂结构的测量, 从而加速了设计和施工的进度。这种效率的提升不仅缩短了工期, 还降低了整体项目成本。

3. 2精度与质量提升

三维激光扫描技术的高精度特性, 为基础设施建设提供了更为精确的测量结果, 从而显著提升了工程质量。在高速铁路工程中, 该技术能够精确捕捉到地面的微小变化, 为路基设计和施工提供了可靠的数据支持。此外, 通过三维扫描技术生成的详细点云数据, 可以用于检测和预防潜在的结构缺陷, 确保了基础设施的长期稳定性和安全性。

3. 3环境与结构挑战

尽管三维激光扫描技术带来了诸多优势, 但在实际应用中仍面临环境和结构方面的挑战。例如, 在地下综合管廊工程中, 狭窄和封闭的空间限制了扫描设备的使用和数据的采集。此外, 复杂多变的气候条件, 如雾、雨和强光, 也可能影响激光扫描的精度和效率。为了克服这些挑战, 需要对扫描设备进行改进, 提高其在不同环境下的适应性和稳定性。

3. 4技术整合与创新

三维激光扫描技术的成功应用, 依赖于与其他技术的整合和创新。例如, 结合地理信息系统和建筑信息模型技术, 可以实现对大型基础设施项目全生命周期的管理。此外, 通过开发新的数据处理算法和软件工具, 可以进一步提高扫描数据的处理速度和模型生成的准确性。未来的研究应着重于技术的融合和创新, 以实现更高效、更精确的基础设施建设。

4 结论

三维激光扫描技术在大型基础设施建设中的应用展现了巨大的潜力和价值。随着技术的不断进步和创新, 其在未来的工程建设中将发挥更加重要的作用, 推动行业的持续发展和进步。

【参考文献】

- [1]马啸雨.基于三维激光扫描技术的机场跑道远道面大型基础设施高程测量系统.天津市,天津天河云筑科技有限公司,2020-10-01.
- [2]曹文杰.大型基础设施企业集团战略管控体系建设与创新[J].企业管理,2019,(S1):150-151.
- [3]宋红光,李晓霞,李湘,等.关于商业银行做好金融支持新旧动能转换的思考——以大型基础设施供应链融资为例[J].农村金融研究,2018,(04):22-27.
- [4]杜薇.PMC模式在大型基础设施建设项目中的应用研究[J].中国招标,2016,(01):28-30.
- [5]王晓雯,吴伟巍,尤佳.大型基础设施项目治理结构对其风险管理的影响研究[J].工程管理学报,2015,29(05):56-60.
- [6]张莉.电力基建工程中的信息化管理实施与研究[J].贵州电力技术,2013,16(12):65-66+64.
- [7]陈味象.浅谈BOT模式在大型基础设施建设中的运用[J].中国集体经济,2011,(36):83.