

三维激光扫描技术在测绘工程中的应用分析

李文博 王坤 杨雨尤 李荔特

中陕核工业集团测绘院有限公司

DOI:10.12238/gmsm.v7i7.1911

[摘要] 随着经济和技术的迅猛发展,工程测绘技术的应用变得日益重要。特别是在信息技术不断进步的背景下,工程测绘技术展现出越来越显著的作用和优势。为了进一步提高工程测绘的精确度和效率,三维激光扫描技术的应用显得尤为关键,并应在未来工程领域的发展中得到更多的关注。将GPS技术与三维激光扫描技术相结合,实现两者的有效配合,是提升工程测绘整体水平的有效途径。本文通过探讨三维激光扫描技术在测绘工程中的应用,旨在为工程测绘领域的发展提供参考和借鉴。

[关键词] 三维激光扫描技术; 测绘工程; 应用

中图分类号: P2 文献标识码: A

Application analysis of 3 D laser scanning technology in mapping engineering

Wenbo Li Kun Wang Yuyou Yang Lite Li

China Shaanxi Nuclear Industry Group Surveying and Mapping Institute Co., LTD

[Abstract] With the rapid development of economy and technology, the application of engineering surveying and mapping technology has become increasingly important. Especially in the background of the continuous progress of information technology, engineering surveying and mapping technology shows more and more significant role and advantages. In order to further improve the accuracy and efficiency of engineering mapping, the application of 3 D laser scanning technology is particularly critical and should get more attention in the development of future engineering fields. Combining GPS technology with 3 D laser scanning technology, to realize the effective coordination of the two, it is an effective way to improve the overall level of engineering surveying and mapping. By exploring the application of 3 D laser scanning technology in mapping engineering, this paper aims to provide reference for the development of engineering mapping field.

[Key words] 3 D laser scanning technology; surveying and mapping engineering; application

引言

三维激光扫描技术通过发射激光束并接收反射回来的光波,能够精确地测量目标物体或场景的三维坐标信息。这项技术在测绘工程领域中的应用,标志着从传统的二维平面测量向三维空间测量的重大转变。三维激光扫描技术不仅能够捕捉到复杂环境中的细节信息,而且能够快速、高效地获取大规模场景的三维数据,为工程设计、施工和管理提供了强有力的技术支持。随着三维激光扫描技术的不断发展和成熟,其在测绘工程中的应用将更加广泛,对于提高测绘工程的效率和质量,推动测绘技术的进步具有重要意义^[1]。

1 三维激光扫描系统的构成与技术

三维激光扫描系统是一种先进的空间信息采集技术,它通过非接触式的方式快速获取物体表面的三维坐标数据。该系统主要由以下几个核心组件构成: 三维激光扫描仪、数码相机、扫描仪旋转平台、软件控制平台、数据处理平台以及电源和其他附件设备。这些组件协同工作,使得三维激光扫描系统能够高效、精确地完成空间信息的采集任务。

他附件设备。这些组件协同工作,使得三维激光扫描系统能够高效、精确地完成空间信息的采集任务。

三维激光扫描仪是整个系统的核心部件,它负责发射激光脉冲并接收反射回来的信号,从而测量激光与物体之间的距离。扫描仪内部的发射器通过激光二极管发射出高频率的激光脉冲信号,这些信号经过旋转棱镜的反射,射向目标物体。探测器负责接收从物体表面反射回来的激光脉冲信号,并由记录器记录信号的往返时间。通过计算激光往返时间的差异,系统能够精确地计算出激光与物体之间的距离。编码器用于测量镜头旋转角度与激光扫描仪的水平旋转角度,从而确定每个采样点在空间中的准确位置。三维激光扫描仪能够获取被测对象表面的每个采样点的空间立体坐标,形成所谓的“点云”数据。这些点云数据包含了被测物体表面的详细三维信息,可以用于后续的分析和处理。

数码相机与三维激光扫描仪协同工作,用于捕捉被测物体

的纹理和颜色信息。在扫描过程中,数码相机拍摄的图像与点云数据相结合,可以生成具有真实纹理的三维模型。这种结合不仅提高了模型的视觉效果,而且增强了模型的实用价值,特别是在需要进行详细分析和模拟的领域,如文化遗产保护、建筑可视化和工业设计等。扫描仪旋转平台、软件控制平台和数据处理平台共同构成了系统的控制和数据处理中心。扫描仪旋转平台负责精确控制激光扫描仪的运动,确保扫描过程的稳定性和准确性。软件控制平台则用于操作和管理整个扫描过程,包括扫描参数的设置、扫描过程的监控以及数据的初步处理。数据处理平台则负责对采集到的原始点云数据进行进一步的处理和分析,包括数据的拼接、滤波、平滑和三维模型的生成等。

三维激光扫描系统的技术特点在于其高精度、高效率和非接触式的测量方式。通过三维激光扫描技术,可以快速获取复杂物体或场景的精确三维模型,为科学研究、工程设计和文物保护提供了强有力的技术支持^[2]。

2 三维激光扫描技术在测绘工程中的应用

2.1 外业数据采集

在外业数据采集过程中,三维激光扫描仪能够像全站仪一样,被架设在已知的控制点上,进行精确的测量工作。这种仪器通常具备对中整平功能,确保了测量的准确性。测量人员会对测区周围的环境进行仔细观察,以确定最佳的控制点位置。这些控制点的布设对于后续的数据处理至关重要,因为它们提供了扫描仪与地理坐标之间的基准关系。平面控制测量通常采用全球定位系统实时动态差分技术(GPS RTK)或传统的全站仪来完成。GPS RTK技术能够提供高精度的平面位置信息,而全站仪则用于进行角度和距离的测量。高程控制测量则依赖于水准仪,以确保高程数据的准确性。

在完成控制点的布设和测量后,三维激光扫描仪开始进行扫描工作。操作人员需要设定每个站点的采样间隔,这是指激光束扫描时相邻两个测量点之间的距离。采样间隔的选择需要权衡数据精度和处理效率。如果采样间隔过大,可能会导致后期数据处理时精度不足;而采样间隔过小,则会产生大量的点云数据,给数据处理和存储带来挑战。

在通视条件良好的情况下,每个站点的扫描距离可以达到80米左右,同时确保相邻测站之间有一定的点云重叠区域。这样做的目的是为了保证数据的连续性和完整性,便于后续的数据拼接和处理。如果通视条件不佳,可能需要适当增加扫描站点的数量,以确保目标区域的完整扫描^[3]。

2.2 标靶和控制点的测量和分布

在三维激光扫描过程中,标靶和控制点的测量与分布是确保数据准确性和拼接精度的关键环节。标靶,通常是指具有高反射率的球形或圆柱形物体,它们被放置在被扫描的场景中,以便于扫描仪能够准确捕捉到它们的位置。控制点则是指在已知坐标位置的点,它们用于将扫描数据与实际地理坐标系统进行关联。

在实际操作中,由于三维激光扫描仪与被扫描物体之间的

距离不同,扫描仪的空间分辨率会有所变化。这种变化主要受测距精度的影响,即扫描仪发射的激光束在不同距离上的分辨率不同。为了确保整个场景的测量精度,通常需要在不同的测站进行多次扫描。每个测站的扫描范围有限,因此需要通过多个测站的扫描数据拼接来覆盖整个目标区域。

为了实现数据的准确拼接,需要在相邻测站的重叠区域设置标靶。这些标靶通常需要至少三个,并且它们的位置要形成一个不规则的图形,以确保在不同角度和位置下都能被扫描仪准确捕捉。通过这些标靶,可以将不同测站的扫描数据进行精确对齐,从而实现整个场景的无缝拼接。

在三维激光扫描过程中,控制点用于将扫描数据与实际地理坐标系统进行关联。这些控制点的位置需要事先通过传统测量方法精确测定,并在扫描数据中进行标记。通过将控制点的坐标信息与扫描数据相结合,可以将扫描数据转换到实际的地理坐标系统中,从而确保数据的准确性和实用性^[4]。

2.3 精密工程测量

随着工程技术的发展,工程项目对测量精度的要求越来越高,特别是在桥梁、隧道、大型建筑物、精密机械制造等领域,对测量精度的要求更是达到了毫米级甚至亚毫米级。在这样的背景下,传统的测量方法往往难以满足需求,而三维激光扫描技术则因其独特的优势成为了精密工程测量的重要工具。

与传统的测量方法相比,三维激光扫描可以在短时间内获取大量的三维坐标数据,且精度高,误差小。这对于需要快速、精确获取复杂表面或结构三维信息的精密工程测量来说,具有不可替代的优势。在精密工程测量中,很多对象是精密设备或结构,传统的接触式测量方法可能会对被测对象造成损伤或变形。而三维激光扫描技术通过激光束扫描被测物体,无需接触即可获取精确的三维数据,有效避免了对被测对象的潜在损害。

在精密工程测量中,除了需要高精度的点位信息外,还需要对被测物体的整体形状、结构进行详细了解。三维激光扫描技术能够提供被测物体表面的完整三维模型,为工程设计、施工和维护提供了全面的数据支持。通过专业的数据处理软件,可以对采集到的三维数据进行编辑、分析和处理,生成各种所需的工程图纸和模型,为精密工程测量提供了强大的数据支持。

在实际应用中,三维激光扫描技术与GPS技术的结合使用,进一步提升了精密工程测量的精度和效率。GPS技术可以提供精确的定位信息,而三维激光扫描技术则负责获取详细的三维空间数据。两者结合,可以实现对大型工程项目的快速、精确测量,为工程设计和施工提供了可靠的数据保障。例如,在桥梁建设中,三维激光扫描技术可以用于对桥梁结构进行精确测量,获取桥梁的三维模型,为桥梁的健康监测和维护提供数据支持。在隧道施工中,三维激光扫描技术可以用于对隧道断面进行精确测量,及时发现施工中的偏差,确保隧道施工的质量和安全^[5]。

2.4 处理采集的数据

三维激光扫描技术通过发射激光束并接收反射回来的信号,能够快速、精确地获取物体表面的三维坐标信息。这些数据以

点云的形式呈现,包含了数以百万计的点,每个点都带有精确的三维坐标信息。然而,这些原始数据需要经过一系列的处理才能转化为可用的测绘成果。

数据采集完成后,需要对不同站点获取的点云数据进行严格匹配。这一过程通常涉及点云配准,即将不同站点采集的点云数据整合到同一个坐标系中。为了实现这一点,需要进行点云对齐,这通常通过识别和匹配点云中的特征点来完成。此外,还需要进行噪声消除,因为激光扫描过程中不可避免地会引入一些噪声数据,这些数据通常是由于激光束反射或系统误差造成的。噪声数据通常表现为不规则且不连续的点,可以通过滤波算法将其从点云中剔除。点云数据的处理还包括图像匹配和坐标转换。图像匹配是指将点云数据与相应的纹理图像进行匹配,以便在三维模型中提供更丰富的视觉信息。坐标转换则是将点云数据从激光扫描仪的局部坐标系转换到更通用的坐标系中,例如国家或地方坐标系。

在处理点云数据时,由于三维激光扫描通常需要在多个站点进行,因此需要将各个站点采集的点云数据拼接成一个完整的三维模型。这通常通过识别和匹配相邻站点之间的重叠区域来完成。为了提高拼接的精度,可以在每个站点周围设置标靶,并利用这些标靶作为参考点来辅助拼接过程。在生成等高线的过程中,点云数据需要经过进一步的处理。由于三维激光扫描能够捕捉到地面上的微小细节,因此在地形测绘中,如果点位过于密集且分布不均匀,可能会导致等高线出现混乱。为了解决这个问题,需要对点云数据进行过滤,排除非地貌影响因素,并根据测绘的详细进度进行相应的调整。对于等高线残缺、变形或不

完整的情况,需要进行手动修复。这通常涉及到参考照片和标记高程,形成轮廓后对局部进行修改。这种情况多发生在编辑地形图时,将等高线图形与地面物体图形重叠编辑,导致某些部分的物体数据被删除后引起等高线问题。

3 结语

三维激光扫描技术代表了测绘领域的一项重大进步,它超越了传统测量方法的局限性,实现了高效和高精度的测量。这种技术创新不仅继承了GPS技术的革命性成果,而且极大地丰富了测绘工作的内容,提高了数据采集的完整性。随着三维激光扫描技术在软硬件方面的持续进步,它预计将在更多行业展现出独特的优势,为社会的发展贡献更大的力量。

参考文献

- [1]许伟林.三维激光扫描技术在测绘工程中的应用[J].现代物业,2022,(31):13-15.
- [2]徐威.三维激光扫描技术在建筑测绘中的应用分析[J].河南建材,2023,(8):158-160.
- [3]康强平.三维激光扫描技术在地籍测绘中的应用分析[J].华北自然资源,2021,(6):92-94.
- [4]赵睿.三维激光扫描在建筑测绘中的应用[J].科技创新与应用,2023,(13):185-188.
- [5]方立伟.三维激光扫描技术在隧道工程中的应用分析[J].测绘与空间地理信息,2023,46(2):163-165.

作者简介:

李文博(1991--),男,汉族,陕西省咸阳市三原县人,本科,工程师民族,研究方向:测绘工程研究。