

基于三维激光扫描技术的地面沉降监测分析

刘泓鑫¹ 许丹² 周立强³ 官尖锋²

1 绍兴文理学院元培学院 2 华汇工程设计集团股份有限公司 3 浙江工业职业技术学院

DOI:10.12238/btr.v5i1.3915

[摘要] 在现代社会背景下,我国很多技术均在持续更新中,进而推动现代社会建设工作的逐步深入。其中,三维激光扫描技术在很多工程项目中或其他领域应用均较为广泛,尤其是在土木工程方面,通过该技术可进行地面沉降监测,进而确保工程建设质量。

[关键词] 三维激光扫描技术; 地面沉降监测; 应用

中图分类号: TK01+2 **文献标识码:** A

Ground settlement monitoring and analysis based on 3 D laser scanning technology

Hongxin Liu¹ Dan Xu² Liqiang Zhou³ Jianfeng Guan²

1 Shaoxing University Yuanpei College 2 Huahui Engineering Design Group Co., Ltd

3 Zhejiang Industrial Vocational and Technical College

[Abstract] Under the background of modern society, many technologies in China are being continuously updated, and then promote the gradual deepening of the construction of modern society. Among them, three-dimensional laser scanning technology is widely used in many engineering projects or other fields, especially in civil engineering, through which land subsidence can be monitored, thus ensuring the quality of engineering construction.

[Key words] 3 D laser scanning technology; ground settlement monitoring; application

引言

在使用三维激光扫描技术进行地面沉降监测时,需要根据工程类型选择最适合的三维激光扫描技术。在使用三维激光扫描仪时,首先需要根据测量距离,测量环境等情况进行综合评定,从而使测量结果得到保证。此外,还需要注重人才及技术操作管理,这样才能将三维激光扫描技术的作用充分发挥出来。

1 三维激光扫描技术

1.1 基本概念及工作原理。三维激光扫描技术其英文翻译为Light Detection and Ranging,英文简称Lidar,在很多情况下,人们会把三维激光扫描技术与雷达技术相混淆,雷达技术的工作原理是仪器发射出无线电信号,并遇到物体后,经过反射被仪器所接收,因此可以探测物体之间的距离。而三维激光扫描技术的工作原理主要以发出激光信号为主,同时也是二者之间最为关键的区别,并

且在利用三维激光扫描技术进行测量时,该技术没有距离与范围的限制,其测量精度也相对较高,便于精准锁定搜寻目标。三维激光扫描系统由三维激光扫描仪、相关的系统软件及电源、其他附属设备组成。通过三维激光扫描仪发射出的激光信号,对物体表面进行测定三维坐标,精准定位物体大小方位,显著提高搜寻目标的精准性。

1.2 技术特点。三维激光扫描测量技术是一种非接触性主动测量技术,利用该技术,可将搜寻目标进行空间三维定位,进而实现对整个目标物体表面的测量;与此同时,通过计算机对三维激光扫描系统进行全数字化点云数据处理,并实现快速三维建模,将全部的数据信息进行集合,精准定位搜寻目标位置。之所以可以进行精准快速的目标定位,主要因其下属几个技术特点,内容如下。

(1) 数据采集速度快,精度高。脉冲

式三维激光扫描仪,通过扫描仪发射出的激光素,每秒都可采集上千个点;而相位三维激光扫描仪可在每秒采集上万个点,通过结合两种信息获取方式,获取的数据信息更多,所以定位也会更加准确^[1]。(2) 非接触测量。三维激光扫描技术在测量的过程中,不需要使用水准尺,棱镜等测量设备,可通过激光对物体表面进行扫描,以此便可得到相应的三维数据信息。三维激光扫描技术突破传统测量的不足,所以,在目前应用较为广泛。(3) 数字化信息采集。三维激光扫描技术在对目标物体进行扫描时,依靠三维激光扫描系统进行数据化操作,所以采集的数据均为数字化数据,经过相关的软件处理后,可对数据信息进行传输与储存,并可在相关平台内实现数据共享,进而实现多方数据资源集合,提高数据信息的全面性^[2]。(4) 应用条件灵活。与传统测量技术相比,三维激光扫描技术在测量过程中不受过

多条件限制,并且方便移动具有较强的灵活性,对于测量位置的要求也并不苛刻。操作时只需要对点云数据进行处理,便可对被测物体进行三维建模。此外,三维激光扫描技术也不受时间限制,可在夜间进行测量,显著提高测量的准确率。(5)可联合其他测量系统共同使用。三维激光扫描系统可以与GPS测量系统或数码相机相结合,进而加强数据测量的真实性及准确性^[3]。

1.3 三维激光扫描系统的分类。三维激光扫描系统按照承载平台进行划分,可分为机载激光扫描系统、地面激光扫描系统以及手持激光扫描仪,其中,机载激光扫描系统一般应用在飞机领域;地面激光扫描系统一般以汽车为平台,在此基础上,对被测物体进行数据采集;手持激光扫描仪属于的三维激光扫描系统,其主要应用优势在于,便于携带其扫描距离最远可达十米,目前,在建筑测量等领域应用较为广泛。三维激光扫描系统按照扫描系统成像方式划分,可分为摄影式扫描系统,全景式扫描系统,混合型扫描系统,其中,摄影式扫描系统可进行长距离扫描测量;全景式扫描系统适用于室内扫描;混合型扫描系统是将摄影扫描系统与全景式扫描系统的优点进行继承,进而得到一种新型的扫描系统,该扫描系统不受水平轴系限制,但在竖直方向的轴系限制较大。将三维激光扫描系统按照测距原理划分,可分为激光脉冲测距三维激光扫描仪、相位测距三维激光扫描仪及三角测距三维激光扫描仪,其中,三角测距三维扫描仪主要应用在工业测量及逆向工程重建中,该仪器不适用于远距离测量。激光脉冲测距三维激光扫描仪主要应用于长距离的距离测量,其测量精度可达到mm级别。相位测距三维激光扫描仪,其扫描范围一般在100米以内,扫描精度也可达到mm级别^[4]。

1.4 应用领域。(1)文物保护领域。文物经过长时间的风吹日晒,其全貌会产生变化,此时,可利用三维激光扫描技术对文物建筑进行三维建模,恢复其原本面貌,对于文物研究、保护具有重要意义。此外,利用三维激光扫描仪可将文物

的数据信息进行保存,为后期保护工作提供基础保障。(2)工程测量。在建筑施工过程中,可利用三维激光扫描技术对工程各项指标进行检验,例如,在竣工阶段可将原设计数据信息详细的一一列出,然后利用三维扫描技术对工程进行激光测量,然后对比相关数据信息,若出现较大差异,则需要及时整改,为建筑的安全使用打下基础^[5]。(3)体积测量。三维激光扫描仪在对物体扫描的过程中,扫描速度及精度相对较高,同时,三维激光扫描仪的应用优势可以帮助测量物体填充体积,而天窗数据也会逐一显示,因此,便可得到填充的具体数据。与传统测量方式相比,该技术可以更加快速地获取填充体积,从而推动相关工作持续开展^[6]。(4)变形监测。利用三维激光扫描仪可获取高精度、高密度的点云数据信息,根据点云数据信息,可对监测物体的形状变化趋势及量级进行预测,为相关测量工作提供测量方向。

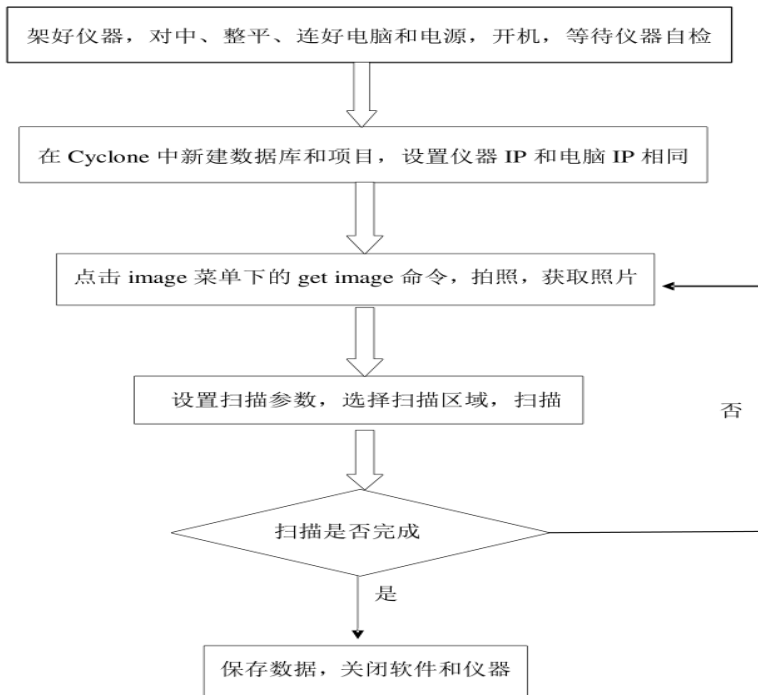
1.5 医学领域。在医学领域中,应用三维激光扫描技术可进行牙齿矫正,骨骼修复等操作,应该技术可重新塑造原始数据信息帮助患者塑造出原有的骨骼形态,进而保证患者的生理功能,为其健康提供保障^[7]。

2 三维激光扫描技术在地面沉降监测中的实际应用策略分析与探究

2.1 点数据处理与分析。(1)现场踏勘及实施方案的制定。利用三维激光扫描技术对地面沉降进行监测时,首先,需要对现场进行勘察,进而了解监测区域的实际情况,以便合理摆放标靶位置或合理安置控制点、测站点,而上述工作内容均在具体的实施方案中,所以科学合理的制定实施方案,具有较强的影响力,基于此,在制定方案的过程中,需要重点考虑下述几个问题。其一,坐标系问题,在利用三维激光扫描仪对目标区域进行扫描式,需要建立一个直角坐标系,并以仪器旋转轴为z轴,以旋转平面为xoy面,每一个测站点坐标系均不相同,而坐标系的选择与监测误差有着直接关系,所以需要合理选择坐标系,最大化缩减监测误差。其二,测站点数量的控制,因测站点数量过多或过少都是不合理的,车

站数量主要取决于扫描对象,且必须在满足测量精度的情况下,将测站点的数量控制最少,这样不仅可以节约资源与成本,有助于后期监测工作的持续开展。其三,布设标靶点,在对目标物体进行测量的过程中,需要在扫描场景中布设一些标靶,烟标靶可以提高点云数据拼接的精度及速度,并且在不设标靶时,公共扫描范围内设置数量不应少于三个公共标靶,且三个公共标靶不能在同一直线上若标靶数大于四个,这四个标靶均不能在同平面。其四,注意控制点的选择,利用控制点的坐标可完成对三维激光扫描仪的定向,即可获得外部坐标系的数据信息,这也是后期测量的功能之一。其五,现场环境的干扰,在利用三维激光扫描仪的过程中,外界的温度,湿度,均会对对测量数据产生影响,进而形成较大误差的扫描数据信息。(2)点云数据的处理。点云数据的处理包括点云数据的拼接点,云数据的滤波,点云数据的缩减,点云数据的分割等方式,其中,点云数据的拼接较为常用;而在应用点云数据的滤波时,因激光扫描受随机因素或人为的影响,导致噪声点混入其中,进而影响测量数据的精准度,滤波则可将混杂在测量中的噪声点去除,从而提升测量精度。通过三维激光扫描点云数据,可以在短时间内获得大量数据信息,三维激光扫描系统对大量的扫描信息数据进行储存,处理,传输,若将数据信息处理后传输至相应系统内及速度相对较慢,整合效率也会降低,同时,也会造成大量的点云数据信息重复,既冗余数据,因此,需要对数据信息进行缩减,该过程便是数据去冗和数据简化,从而提升数据点的存储,传输及处理。点云数据的分割主要对点云数据进行分割处理,将数据信息分成若干个小区域,促使每个小区域的点均有相同的属性,这样进行局部数据分析更加简洁方便。

2.2 沉降量提取。(1)小波神经网络概述。小波神经网络的基本构成有小波元代替神经元组成,利用该神经元与网络系数进行连接,同时,小波神经网络与肖波分析的优势相结合,进而提升小波神经网络的容错能力。因此,小波神经网络



图一

络已经广泛地应用于三维激光信号处理过程中,同时对故障诊断及图像处理应用中具有较强的优势。(2)控制点布设。在布设控制点儿的过程中小波神经网络课将各个控制点所提供的激光信号进行网络连接,并对激光信号进行快速处理,控制点在布设时需要覆盖整个监测区域,值得注意的是,控制点的安放区域不得重复,然后再控制点安装扫描仪,对每个测站点进行点云数据测量,在利用点云数据相互转换至统一的坐标系下对陆地整体沉降进行分析。(3)工作流程。具体的工作流程如下图一所示。(4)沉降观测与分析。据相关的实验研究得出,为避免大量的点云数据造成数据干扰,需要增加计算成本并对数据进行分析时,要选取特征区域进行计算,这样可以着重分析目标区域的整体沉降。当对三维点云数据处理时,会监测到明显的差异沉降现象。道路建成数周后,易出现沉降现象,因在施工初期及后期地基路段下方的土体未完全固结,所以会出现一定范围的沉降,随着现代工艺的不断更新,可在施工过程中在板桩结构中加入水泥混凝土板,这样可以减小路基整体沉降。但在使用现代工艺的过程中,需要利用三维激光扫描仪对沉降现象进行预估,并为后期的实际工作提供可靠的

数据支持。(5)技术人员培养策略。在使用三维激光扫描技术的过程中,需要有相应的技术人员进行规范化操作,这样才能监测出更好的数据信息,以便避免相关工程出现沉降现象。所以技术人才是使用三维激光扫描技术的基础,于此,相关部门为确保工程质量,为技术人员聘请专家向其讲授专业知识,进而不断夯实技术人员对基础知识的掌握能力,同时也会提升技术人员对专业知识的应用能力。(6)完善管理策略。三维激光扫描技术是进行沉降监测的主要技术,沉降监测技术的应用水平能够在一定程度上影响监测结果,所以需要对其操作进行规范管理,因在不同的工程中所使用的三维激光扫描技术均有所不同,所以需要根据实际的工程情况及经费使用情况,合理选择三维激光扫描仪,同时,还要联合监控等先进设备,对现场进行实时监控,以便获得最新的数据信息,此外,在管理完善的过程中,还要配置相应的管理制度,进而约束技术人员的行为及工作意识,而避免沉降现象发生。

3 结束语

综上所述,使用三维激光扫描技术对地面进行沉降监测,能够保证监测数据的准确性,将所得数据作为依据开展后续工作,能使工程质量的到根本保证。

为进一步提高该技术的应用水平,工作人员需要不断加强专业人才的培养,并加强技术管理,发挥出三维激光扫描技术的全部价值和作用。

[课题信息]

浙江省建设厅建设科研项目,“基于三维激光扫描技术的大跨度桁架屋盖挠度监测分析研究”编号:2020K159。

教育部高教司产学研合作协同育人项目“新工科背景下高校教师实践能力培养研究”,编号:202101080014。

[参考文献]

[1]张培培.三维激光扫描技术在隧道管片加载试验中的应用[J].测控技术,2021,40(5):86-90。

[2]陈凯,杨小聪,张达,等.三维激光扫描技术在岩体结构面几何参数获取中的应用[J].有色金属工程,2021,11(8):128-133。

[3]高钰婷,杨世君,董彦丽,等.三维激光扫描技术在淤地坝沟岸安全监测中的应用[J].中国水土保持,2021,(11):62-64。

[4]郑祖发,杜力立.矿山测绘中三维激光扫描技术的应用[J].世界有色金属,2021,(2):40-41。

[5]刘志强.三维激光扫描技术在矿山测量中的应用与研究[J].有色金属(矿山部分),2021,73(3):133-135。

[6]党杨梅,赵成明.三维激光扫描技术在变电站三维建模中的应用[J].济源职业技术学院学报,2021,20(3):62-66。

[7]许潜金.三维激光扫描技术在地形地质测量中的应用[J].中国金属通报,2021,(2):223-224。

作者简介:

刘泓鑫(1979--),男,汉族,吉林辽源人,学士学位,高级工程师,研究方向:装配式建筑、智能建造、BIM技术。

许丹(1975--),男,汉族,江西鹰潭人,学士学位,高级工程师,研究方向:智能建造、绿色施工。

周立强(1976--),男,汉族,陕西咸阳人,硕士学位,讲师,研究方向:装配式建筑、智能建造、BIM技术。

官尖锋(1988--),男,汉族,浙江新昌人,学士学位,工程师,研究方向:智能建造、绿色施工。