

# Application of 3D Laser Scanning Technology in Deformation Monitoring of Foundation Pits

Lei Zhang

Beijing Construction Engineering Quality Inspection Institute Co., Ltd., Beijing, 100037, China

## Abstract

The deformation monitoring of foundation pit can ensure the safety of the project, which is an important measure. It can accurately obtain the relevant data of foundation pit deformation, and provide a more favorable basis for the follow-up work. There are many limitations in the application of 3D laser scanning technology in foundation pit deformation monitoring, especially vulnerable to some objective factors. Therefore, it will cause data deviation or error, which is very unfavorable for foundation pit deformation monitoring.

## Keywords

3D laser scanning; foundation pit; deformation; detection

## 三维激光扫描技术在基坑变形监测中的应用

张磊

北京市建设工程质量第三检测所有限责任公司, 中国·北京 100037

## 摘要

基坑变形监测可以很好的保障工程安全, 是一个比较重要的措施。它可以对基坑变形的相关数据进行准确的获取, 为后续工作提供比较有利的依据。三维激光扫描技术在基坑变形监测的应用当中存在非常多的局限性, 特别容易受到一些客观因素的影响, 因此会造成数据出现偏差或者错误的现象, 对于基坑变形监测是非常不利的。

## 关键词

三维激光扫描; 基坑; 变形; 检测

## 1 引言

中国城市化建设的进程一直在飞速的加快, 进而基坑建设的规模也变得越来越大, 这样就会给基坑监测工作带来非常多的挑战以及问题。如果对于基坑变形监测的数据质量不能很好地保障, 对于后续工作而言是非常不顺利的。三维激光扫描技术的特点: 密度以及精度比较高、速度比较快、空间以及时间分辨率比较高、测量精度非常的均匀等, 这样可以比较有效的提高基坑变形监测的效率以及质量。

## 2 三维激光扫描简介以及误差分析

### 2.1 工作原理

根据目前的情况, 在中国基坑变形监测当中, 经常使用的三维激光扫描仪的测绘采用的是激光脉冲测距法。通常情况下, 三维激光扫描仪主要包含扫描、激光测距以及支持系统等。仪器内部的校正系统以及 CCD 数字摄影系统等会根据

具体的工作需要集成, 以更好地保障三维激光扫描仪满足关于监测当中各种各样的需求。三维激光扫描仪的具体运行, 首先扫描目标主要是由激光脉冲二极管释放的相应激光脉冲进行扫描, 然后是激光脉冲接收器进行接收, 这样就可以完成数据的收集以及记录<sup>[1]</sup>。可以很好地计算出激光脉冲的释放以及接收之间的时间差, 以更好地保障扫描仪以及扫描目标之间的准确空间距离。

### 2.2 工作特性

科学技术一直在不断地发展, 这样可以很好地保障三维激光扫描仪的工作效率以及质量的提升。在实际操作的过程当中, 三维激光扫描仪展现出非常多的特点, 如渗透性较快、实时性高、抗干扰能力比较强等, 这可以很好地提高测绘工作的效率以及质量, 并且可以有效地保障数据的质量。

#### 2.2.1 渗透性比较强

三维激光扫描仪渗透性比较强, 释放的激光脉冲对那些

具备一定密度的植被有很好的穿透作用,在使用的过程当中,适应性非常强,所获取的点云信息可以对目标表面不同层次的几何信息进行显示,并且可以对扫描结果进行准确反映。

### 2.2.2 速度比较快

伴随着科学技术的发展,三维激光扫描仪当中关于数据采集的效率也在不断的提高,可以在比较短的时间内获取非常多的空间信息。现场数据这种采集形式可以对人员成本进行有效的减少<sup>[2]</sup>。因此,相比较于比较传统的基坑变形监测技术,在信息获取方面,三维激光扫描仪具备更高的优势,对于传统基坑变形当中的监测问题可以有效地进行解决。

### 2.2.3 实时性

作为一种主动性比较强的测量系统,它可以利用内部的激光发射器对激光信号进行释放,也可以利用仪器当中的信号接收设备对目标信号进行接收以及记录。整个过程当中不会受到空间以及时间的具体限制,很大程度上对基坑变形监测的总体效果有了改善作用。同时三维激光扫描仪相应的扫描速度是非常高的,可以对扫描目标的动态信息进行及时的掌握,更好地完成对扫描目标的实时监控。

### 2.2.4 非接触性

当使用三维激光扫描仪对基坑的变形情况进行检测时,不需要对将要监测的物体表面进行处理或者使用反射棱镜。在物体表面可以比较直接地对三维数据进行收集,在整个过程当中,是不需要进行联系以及直接接触的。所获得的数据具备准确性、真实性以及完整性,这样可以更好保证基坑变形的监测工作能够顺利的进行<sup>[3]</sup>。

### 2.2.5 抗干扰能力强

对基坑变形进行检测时,关于操作环境的具体要求相对来说是比较小的,关于各种各样的复杂环境都是可以适应的,如高湿度、高温等。三维激光扫描仪抗干扰能力非常强,这样可以对外部因素的干扰进行有效的降低。

## 2.3 误差分析

从误差产生的理论来进行分析,会发现激光扫描系统产生测量误差的原因主要可以分为系统误差以及偶然误差。系统误差会造成三维激光扫描点的坐标出现偏差,而偶然误差是随机误差当中比较综合的一种反映。在扫描的过程当中,导致出现误差的因素是多种多样的,大致可以分为仪器系统错误、与扫描目标相关联的错误、由于外部环境的影响而造

成的错误。仪器系统的误差包含在系统当中轴系统之间的相互旋转而造成的测距以及角度的误差,和扫描目标相关的误差包括由于目标物体的相应反射面以及扫描激光束之间的相交角比较小而造成的误差以及物体表面粗糙度比较高而造成的误差等;外部环境的影响因素包含温度因素、气压因素以及空气质量因素等。

在处理各个环节当中,激光测距信号都会大小小有一定的误差,关于光电子电路当中的相关激光脉冲回波信号的具体处理就非常容易引起误差,主要包含扫描仪脉冲在计时的过程中产生的系统误差以及在测距技术当中由于不确定间隔而造成的误差等。扫描角度的主要影响包含激光束水平的扫描角度以及扫描角度垂直的测量精度。可以把扫描角引起的误差称之为扫描镜的平面角误差,这主要是由于扫描镜旋转的小振动以及扫描电动机的旋转控制不均匀而造成的一种综合效果。

除此之外,还和外部环境的条件有很大的关系,比如会受到温度,压力以及空气质量的影响等。温度以及气压等这些外部环境条件对于激光扫描影响的表现温度为温度变化对于仪器的影响比较小,在扫描的过程当中风会造成仪器出现微动的现象等。激光扫描仪在激光脉冲的基础上对时间或者脉冲进行测量,由于激光束本身存在发散的特性,因而激光束在固体表面的光斑大小会对回波的分辨率以及不确定性造成严重的影响。

## 3 应用现状

经过不断的发展,关于三维激光扫描技术的相关硬件技术问题已经基本上得到了解决。一些其他的国家甚至已经出现了非常多比较成熟的商用三维激光扫描硬件系统以及三维激光扫描数据的具体处理软件,并在很多领域当中已经得到了比较广泛的应用。在医学研究应用、工业模具制造以及工业逆向工程领域当中都用到了三维激光扫描设备,数据处理的理论以及方法相对来讲也已经发展的比较成熟。

在中国,三维激光扫描技术发展的比较晚,相对来讲比较落后。中国关于三维激光扫描仪以及数据处理系统还没有真正的设立,但是很多企业对于三维激光扫描技术却非常看中。也有很多的司正着力于开发三维激光扫描系统。除此之外,近些年来,三维激光扫描技术也已经在很多方面都得到了应

用,如古建筑以及文物保护方面、城市规划、交通运输方面等,而且取得的效果还不错。

三维激光扫描技术的具体应用状况,目前主要集中在相应的滑坡以及结构监测方面,但是在基坑监测当中还没有比较具体的实例。因此,研究三维激光扫描技术是非常有必要的,在基坑监测当中具有很好的可行性以及现实意义。

## 4 应用分析

### 4.1 数据采集以及处理

当使用三维激光扫描仪对基坑变形进行检测时,工人首先需要和实际情况进行结合,然后再次使用三维激光扫描技术以及比较传统的测量技术,在这个过程中,要提前准备三维激光扫描仪设备、全站仪设备、HDS3英寸标准等,和之相匹配的处理软件 Cyclone、Geomagic 等。在基坑变形的监测过程当中,工人需要进行安装 HDS3 英寸的标靶,这样不会对项目建设造成影响,然后需要在全站仪的设备基础之上对 HDS3 英寸标靶以及测量位置进行准确的检测,这样可以很好的对三维坐标进行获取,然后通过三维激光扫描仪对墙以及目标进行扫描。在数据完成收集之后,可以在点云当中进行处理。关于过程,要进行比较简要的总结,可以利用 Cyclone 软件对三个点云进行合并以及缝合,对缝合精度进行科学的控制,要在噪声除去之后再对建模操作进行执行,这样就可以获得比较基础的内部支撑结构点云图。

### 4.2 变形分析

#### 4.2.1 3D 模型的分析

在 3D 模型分析的过程当中,可以利用 Geomagic 软件对点云数据进行分析以及处理,并且也可以通过图表的具体颜色对支撑结构的变形量进行直接的显示。同时,可以利用 Geomagic 软件中的相应点云模型进行分析支撑结构变形的 3D 图,这样就可以比较清楚地获得变形量的具体百分比数据表以及模型分析表。对这两个表进行分析可以比较准确地对变形分布的特定区域进行了解。按照施工现场的实际情况,就

可以对基坑的具体成因以及变形进行判断。

#### 4.2.2 2D 模型的分析

在进行 2D 模型分析的过程当中,可以利用 Geomagic 软件在相应的变形量当中对基坑变形位置的 3D 图进行选择,然后对那些明显变形的断面进行放大以及测量,这样可以比较准确地对最大变形量、取值以及分布位置进行了解,然后再根据变形方向以及程度对变形的原因以及程度进行确定。

### 4.3 注意事项

扫描时,要对现场做好检查工作,根据扫描部位对扫描距离进行比较合理的控制,尽可能使扫描距离保持在 50m 以内,这样可以保证扫描的精度以及有效的保证数据的质量。同时,为了更好地保障后视点以及测量点的相关坐标精度,可以选择水平仪以及全站仪设备对后视点以及测量点进行测量。通过进行多次的测量,可以把数据进行平均,最终把平均值当做后视点以及调查点的坐标,这样可以保障数据质量。另外,关于扫描目标时,要尽可能地选择一些小间距以及高精度的具体点云扫描方式,这样可以完成精细扫描,可以对目标中心点的相应坐标精度进行提高,从而保障基坑变形监测变得更加准确以及完整。

## 5 结语

总体而言,需要按照现场实际情况,把三维激光扫描技术以及比较传统的测量技术结合起来,对注意事项以及应对策略更好地进行掌握,只有这样才能保障基坑变形数据检测的质量,保证基坑工程的相关安全性。

## 参考文献

- [1] 陈致富,陈德立,杨建学.三维激光扫描技术在基坑变形监测中的应用[J].岩土工程学报,2015,34(s1):557-559.
- [2] 张善文.三维激光扫描技术在基坑变形监测中的应用[J].科研,2015.
- [3] 马朝阳,王广原.三维激光扫描技术在基坑变形监测中的应用研究[J].建筑技术开发,2018(11).