

# 三维激光扫描技术在隧道检测中的应用探讨

郭建鹏

中国建筑西南勘察设计研究院有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v2i5.340

**[摘要]** 为了能够发现隧道中的拱顶沉降与净空收敛,需要对隧道进行检测、收集相关的变形数据,并对这些数据进行比对与分析,从而寻找更加合理、有效的施工方案,确保隧道能够在施工完成后顺利投入使用。目前来说,我国对隧道检测的重视程度不断提高,本文主要对三维激光扫描技术在隧道检测中的应用进行简要分析和研究,仅供相关人员参考。

**[关键词]** 三维激光扫描; 技术; 隧道; 检测; 应用

## 前言

目前,随着我国交通事业的快速发展,各种高难度的隧道、山岭隧道等项目不断建设投入使用,隧道的安全施工越来越受到重视。在传统隧道施工过程中,检测工作通常采用水平仪、全站仪等配合完成,用来获取岩体结构变形信息,但是这种检测方式不仅会给作业人员带来比较高的安全风险,而且也会增加人工成本。而三维激光扫描技术,作为一种立体化、高精度的现代检测技术,其可以通过激光扫描的方式对隧道结构空间位置进行扫描与分析,通过检测所获得的隧道空间内点位信息,使其形成具体的图像,从而更直观、更全面的了解隧道变形情况以及隧道结构病害情况。

### 1 三维激光扫描技术的工作原理与工作特点

#### 1.1 三维激光扫描技术的工作原理

三维激光扫描技术可以说是现阶段隧道检测中最先进的一种信息获取技术。三维激光扫描仪也可以叫做激光测距仪,是通过自身所发射出来的信号源,在被其他别的信号源转化后,将其转变成为一种新的信号源被反射回来,根据扫描点、直面垂直坐标和平面所形成的斜距之间构成一个三维空间图,这就是三维测距仪的主要工作原理,如图1:

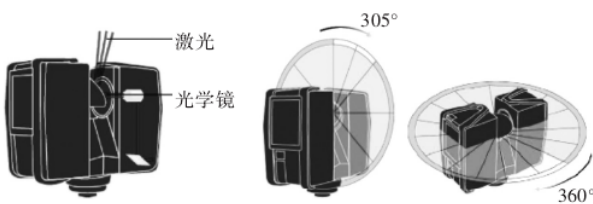


图1 三维激光扫描技术工作原理图

#### 1.2 三维激光扫描技术的工作特点

三维激光扫描能够通过全面扫描的方式,将隧道内的实景进行重现,属于一种在不接触任何物体的情况下,实现测量的一种现代化技术。该技术能够有效的打破单点测量的阻碍,主要具有以下的三个特点:首先就是该技术具有非接触性的特点,一般情况下,隧道测量工作的条件往往比较恶劣,而且很多情况下都无法进行人工测量,通过三维激光扫描技术则能够有效的解决这一问题,因为三维激光扫描技术能够

在无接触的条件下,快速的将隧道的空间位置进行还原;其次,该技术的扫描密度也比较高,在采集数据时,可以通过设置采样点的方法,对物体进行快速扫描,而后获得更加精准的测量数据,具有明显的扫描范围广泛、间隔小的特点;通过该技术能够快速的获得点云数据,在隧道的检测过程中往往需要大量的检测工作,这就需要对数据进行高效和快速的检测,而通过三维激光扫描技术则可对对其进行大范围的扫描,这样一来就能够快速的获得隧道内的结构的点云信息,从而有效提高了隧道检测的工作质量和效率。在一般情况下,可以在每秒内获得千点甚至上万的空间坐标数据。

### 2 三维激光扫描技术的工作流程

三维激光扫描技术的优势十分明显,将其应用在隧道检测工作中,应主要参考以下的工作流程,详见表1:

表1 三维激光扫描技术工作流程

工作流程	工作内容
1 前期准备	工作人员在作业前踏勘现场,根据现场设计扫描的具体线路,而后准确计算测站的数量,确定靶布的位置,详见图2。
2 采集数据	按照设计好的数据采集方法,进行数据采集工作。一旦发现问题,须及时调整,并进行记录。
3 数据处理	处理好点云的去噪、拼接以及过滤等数据信息,各种数据信息只有在处理后才能够使用。
4 点云应用	工作人员应按照实际的工作情况,完成资料存储、三维模型建立、绘制图表以及建立可视化的虚拟三维模型,从而提高数据的利用效率。

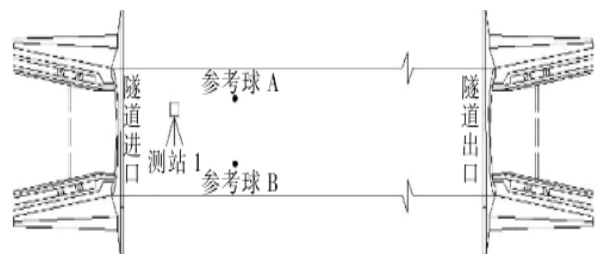


图2 三维激光扫描图

### 3 三维激光扫描技术在隧道检测中的具体应用

#### 3.1 工程简介

某城市需要建设一条公路隧道,其具体工程桩号为:K0+550-K1+650,经过设计,该隧道总长度为1.1km,其中有0.13km为明挖隧道,有0.97km为暗埋隧道,基坑最大的深度

控制在11.8m以内。该隧道工程中工包含7座泵房和1做桥涵。

### 3.2 测量方案

在使用三维激光扫描技术对隧道进行检测时,应该做好分测站的测量工作,需要工作人员对平面控制和高程控制两个方面进行扫描测量,而后进行平差计算,使活动的控制点坐标更加准确。本项目暗埋段的隧道长度要大于明挖段,在布置导线时应该更加灵活。在进行导线布置时,一共需要设置16个点,其中包括5个已知点,11个加密点。在进行高程控制测量时,应该采用二等水准测量的方法进行测量,其中偶数站的测量顺序应该为前-后-后-前,奇数站的观测顺序应该为后-前-前-后。

### 3.3 外业扫描

在开展扫描工作时,应将扫描仪放置在隧道的中间位置,而后在距离扫描仪的5-6m的位置放置球棱镜,参数设置后,开始进行扫描工作。完成扫描后,工作人员利用全站仪对扫描目标结构进行检测,从而实现精准化的定位,同时也要对球棱镜进行测量,再完成后期的定向工作。

工作人员进行扫描工作前应该利用全站仪对扫描仪基座的右棱镜、左棱镜以及球靶棱镜进行准确的测量,顺序为从左至右。在测量完成后,采用点云处理软件,完成后续的数据处理工作,在进行数据处理时,应注意以下三点:首先确保扫描仪放在隧道中,并且其与地面的距离应该大于1.6m,两个测站之间的距离应将其控制在30m左右,且误差不能 $>1m$ ;其次,工作人员应该将每个测站扫描仪的工作操作面板放置在同一侧,从而确保点云数据的准确性;最后,应确保扫描仪参数设置的统一性。

### 3.4 内业数据处理

要先做好内业数据的预处理工作,主要包括隧道裂缝的检测、分水岭变形分析、断面的检测以及平整度的检测。并且,在断面数据处理方面,必须要做好数据处理过程中所需要的相关事项。对于内业处理来说,大量工作是断面数据的处理,这其中主要包括过滤器、分辨率、切片长度、X轴投影的范围以及投影模型等,且分辨率会受到扫描点分辨率和软件最大分辨率的影响,而投影的长度应该根据断面的

半径来确定,在此次隧道的检测工作中,断面精度具体为一站15m,且测站前后所覆盖的实际距离保持在7.5m左右。在进行数据处理时,工作人员应该利用过滤设置,过滤掉无关的数据,工作人员也需对其进合理的分析,最终确定隧道管壁内外扫描数据的实际获取范围。此外,应将选择的具体方向作为断面的径向方向,并且将其作为过滤器,而后再投入使用,为隧道结构收敛变形提供更加准确的数据。

### 3.5 三维激光扫描技术在隧道检测建模工作中的应用

待三维激光扫描工作结束后,利用所检测的数据对曲面进行重新构建。在这一过程中通过三维激光扫描仪获取隧道中所存在的点云数据,并将其进行处理,在去除噪声、清除无关数据后,对数据进行渲染和染色,将未经处理的点云数据中的保留一个点,而后进行距离精简。同时,将点云数据的坐标转换为地理坐标,将坐标的零点位置作为中心点,并将扫描仪扫描的坐标作为相对坐标,因此须对其进行转换,这样一来就能够建立隧道工程模型。

## 4 结束语

综上所述,三维激光扫描技术属于近年来新兴起的一种高科技技术,其具有一定的自动化性能,可以对隧道进行立体化、精准化的扫描,并在短时间内构建出一个三维空间图像,将其运用到隧道检测工作中,不仅能够避免传统检测所存在的弊端,也能够使隧道工程的检测手段更加丰富,提高检测工作的安全性和效率,从而有效的提高了施工的质量与隧道工施工的进度。

### [参考文献]

[1]张灯军.三维激光扫描技术在矿山边坡变形监测中的应用[J].西部资源,2019(04):49+52.

[2]常立强,冯建辉.基于三维激光扫描技术的金属矿山采空区测量精度研究[J].世界有色金属,2019(08):46+48.

[3]张国权.地质雷达对隧道衬砌无损检测中的实例应用分析[J].黑龙江交通科技,2019(03):145-146+148.

### 作者简介:

郭建鹏(1987--),男,汉族,河南省洛阳市偃师市人,中级测绘工程师,学士学位,从事工作:工程测量。