三维激光扫描技术在道路工程测量中的应用

王小战
中国葛洲坝集团三峡建设工程有限公司测绘数字化中心 443000

【摘　要】在经济快速发展的背景下，道路工程质量问题受到了广泛关注。为了有效地保证道路工程的质量，施工前必须对道路工程进行合理的测量。在网络信息技术飞速发展的时代，道路工程测量新技术逐渐得到发展和应用。三维激光扫描作为一种新技术已经进入人们的视野，并在实际应用中取得了良好的效果。传统的道路工程测量方法测量效率低，不仅密度测量精度不高，而且测量人员的工作强度大。应用三维激光扫描技术，不仅可以对数据进行三维处理，还可以在空间上描述被测物体的面积，最大程度地保证数据的精度，使其具有较高的参考价值，可谓优势多多。

【关键词】三维激光扫描技术；道路工程测量；应用

1.三维激光扫描技术工作原理与优势

1.1.三维激光扫描技术工作原理

车载三维激光扫描系统主要在车载刚性平台上安装三维激光扫描仪、惯性测量设备、全景摄像机、里程表、卫星定位模块和装配控制模块。当车辆处于运动状态时，三维激光扫描仪可快速获取并分析高精度定位位姿数据、高密度三维点云数据和高清全景图像，实现自动空间地理信息采集和数据库建设。

车载三维激光扫描系统由车辆、三维激光扫描仪和数据处理软件组成。该系统广泛应用于基础测绘、街景导航地图测绘、矿山测绘、三维数字城市建设等项目。在系统运行中，定位姿态设置设备和 GNSS 接收机对车辆的位置和姿态进行记录和扫描，利用全景摄像头和激光扫描头对三维点云和全景图像进行采集和处理，形成具有绝对定位坐标的彩色整体点云。通过点云，可以获得道路中心线和道路截面的信息。这一系统能实现对道路现状彩色信息全景图像的精准记录与查看，从而利于判别地物并进行绘制。

1.2.三维激光扫描技术优势

三维激光扫描技术可以通过现场扫描采集三维数据，可以快速建立真实物体的三维模型，包括线、面、体等信息，是一种新型的测量技术。应用三维激光扫描技术具有以下优点:一是操作简单，三维激光扫描仪智能化程度较高，可自动发射激光对目标物体进行测量，获取其三维坐标信息。二是收集数据速度快，三维激光扫描仪可实现一秒钟 100 万点的采集速度。三是精度较高，三维激光扫描仪能同时在水平、竖直两方向上迅速采集点位数据，不仅精度高，分辨率也高，且能扫描全部肉眼可见物体。四是数据简单直观，三维激光扫描仪测量所得数据既具备三维坐标信息，还呈现原始颜色与物体反射率，矢量数据更加真实。五是具备无接触性，操作人员不用与测量目标接触即可对其表面三维数据进行采集，能规避测量风险，尤其是对高空、电厂以及辐射等危险场景进行测量时，能有效确保操作人员安全。六是数字化程度高，三维激光扫描仪能通过直接获取数字信号采集数据，拥有全数字特点，能为后续数据处理与输出提供便利，同时还能与很多软件实现数据共享。

2.道路工程测量中三维激光扫描技术作业流程

2.1.测量准备

将车载三维激光扫描技术应用于道路工程中的道路测量之前，应做好准备工作，包括两个内容，一是合理选择基站位置，二是科学规划测量路线。

2.2.确定基站位置

一般来说，三维激光扫描的范围是很广的，但是与道路工程覆盖的道路面积相比，还是很有限的。此外，由于三维激光扫描仪与被扫描物体之间的夹角，会在一定程度上影响空间测量结果的分辨率。此外，道路工程位于室外，因此测量属于室外作业范畴。而道路周围植被覆盖、地质地形、水文情况等都存有差异，多少具备一些激光无法穿透的障碍物，所以难以对整个道路工程做到一览无余。这就要求在道路工程测量时要合理选择基站位置。在确定测量基站位置时，要在道路工程中央处寻找视野开阔区域，且确保附近没有遮挡物，进而在此处完成测量基站的架设工作。

2.3.确定测量路线

道路工程往往具有范围广、距离远的特点，因此要保证测量结果的准确性，就必须科学地规划测量路线。测量路径的设置会在一定程度上影响数据结果及其处理。在确定测量路线时，要掌握测量区域的具体交通情况，熟悉道路路线的走向，找到合适的时间段来规划测量路线。

2.4.数据采集

数据采集主要是利用车载三维激光扫描技术采集被扫描物体的外观数据，包括物体的长度、宽度、高度、面积、体积等。在进行数据采集前，要先将车载系统静置一段时间，通常为 5min~10min，确保惯性导航系统处于初始化姿态。在完成初始化之后，要应用车载系统进行定速巡航，同时将巡航速度保持在 20km/h。如果巡航速度过快，测量数据会出现不连贯问题，可能导致遗漏重要地势变化与道路状况现象的发生，为后续工程施工带来麻烦。而如果巡航速度过慢，又会致使测量数据过密，造成点云数据量过大，这在室外作业环境、条件较差的情况下，会使数据传输、数据储存等存在一定难度，甚至造成误差，而且，过于庞大的数据量还会进一步加大后续处理工作的复杂程度，从而导致整体工作效率下降。所以在对道路工程进行实际测量时，要合理调整车辆速度，有效保证数据合理，具备良好连贯性。此外，如果在数据采集过程中需要长时间停车，可设置暂停扫描，尽量避免由于停车时间较长所产生的数据冗余现象，而后在车辆启动前设置开始扫描即可。如果在数据采集时车辆进入 GPS 信号失锁路段，要快速通过，尽量防止由此带来的点云精度损失问题。在数据采集工作开展中，要注意在车载设备启动前打开测量基站，对道路工程测量全程进行同步观测以获得观测数据，同时利用此数据对车载 GPS 采集三维坐标进行后差分，从而确保最终三维点云成果具备较高坐标精度。

2.5.数据预处理

对扫描后点云数据进行预处理时主要包括两项内容，一为定位定姿系统（POS）解算，二为点云融合解算。其中前者主要对基站数据、惯性导航系统数据以及车载移动站 GPS 数据进行组合解算，将精度较高的轨迹数据输出来，进而用此数据融合轨迹与点云数据，以获取精度较高的点云数据。后者主要结合各传感器时序与位置参数，来配准与融合车载三维激光扫描系统所记录的各传感器测量数据，以还原测量目标三维几何空间坐标，并呈现其属性。

3.结束语

在道路工程测量中，三维激光扫描技术的应用越来越广泛。该技术在实际应用时，既能有效提高测量效率，保证数据的准确性和准确性，又能充分节省人力，保证操作人员的人身安全。该技术可在较为复杂的环境下实现无接触测量，甚至超高层工程的测量也能保持较高的精度，可为道路工程的后续施工工作奠定良好的基础，有力地推动中国道路工程的发展。此后，相关行业人员不断对该技术进行深入研究，使其具有更广阔的应用前景。

【参考文献】

[1]刘小云.地面三维激光扫描技术在工程测量中的应用研究[J].信息系统工程，2019（05）：103.

[2]臧伟，钱林，孙宝军，等.地面三维激光扫描技术在工程测量中的应用[J].北京测绘，2015（3）：130-135.