

# Application Analysis of Lidar Measurement Technology

Qunke Pan

Liuzhou Branch of Zhongwulian Planning and Design Research Institute Co., Ltd., Liuzhou, Guangxi, 545000, China

## Abstract

In the current process of national economic development, as an important part of municipal engineering, the construction scale and quantity of expressway have been expanding, while laying a good foundation for regional economic and trade exchanges, but with the increasing traffic pressure carrying by highway, especially affected by the perennial rolling of vehicles, the phenomenon of highway deformation and depression is extremely common, so it is very necessary to manage and maintain the highway. In view of this, this paper mainly based on the current development of China's lidar measurement technology, the specific application of road maintenance in-depth analysis, so as to ensure the safety, reliability and road travel qualitative.

## Keywords

expressway; lidar measurement; road maintenance; application strategy

## 激光雷达测量技术的应用剖析

潘群科

中物联规划设计研究院有限公司柳州分公司, 中国·广西柳州 545000

## 摘要

在当前国民经济发展过程中, 高速公路作为市政工程的重要组成部分, 其施工规模和数量在不断扩增的同时, 为区域经济贸易往来奠定了良好基础, 但伴随公路承载的交通压力不断增加, 尤其是受车辆常年碾压的影响, 公路变形和凹陷现象是极为普遍的, 故而对公路进行管理养护是十分必要的。鉴于此, 论文主要基于现阶段中国激光雷达测量技术发展现状, 对其在道路养护中的具体应用进行了深入剖析, 以此确保道路出行的安全性、可靠性和稳定性。

## 关键词

高速公路; 激光雷达测量; 道路养护; 应用策略

## 1 激光雷达测量技术发展现状的基本概述

激光雷达测量目前在国际上和中国都有了很多应用, 发展前景很被看好。但与航空雷达类似, 其核心的 IMU 依然依靠进口, 严重制约了中国应用的发展。国际一流 LIDAR 厂商在华代理主要包括: RIEGL、Ophch 等。激光雷达测量主要用于城市型数据采集, 即道路、房屋建筑、海岸线、轨道等地物, 通过集成 IMU 及 GPS, 可以实时移动获取扫描数据, 并通过经标定的高速摄像机获取对应影像用于后续贴纹理等处理。中国现有北京富斯德公司代理的 Riegl VMX-250 移动激光扫描系统、北京德可达公司代理的 StreetMapper 移动激光扫描系统、北京麦格天富代理的 Landmark 移动激光扫描系统等。这些移动激光扫描系统都是在汽车顶部安装 1~3 个经定标的

激光扫描仪, 并集 POS 系统 (IMU+GPS) 以及各类高速摄影机<sup>[1]</sup>。

2010 年, 中国在北京召开了“第一届全国激光雷达对地观测高级学术研讨会”, 指出了激光雷达的发展走向。国家十二五计划中已经将激光雷达数据采集及处理放在了一个重要发展的战略位置, 未来国家将力主发展激光雷达及 3S 集成的具有自主知识产权的多平台、多尺度应用。而国际上, 激光雷达的发展已经步入了一个新的阶段, 即由地面、移动、航空 LIDAR 向航天 LIDAR 转变。据日本媒体报道, 日本富士通研究所于 2012 年 10 月 29 日发布消息称, 已开发出了水平和垂直两个方向的检测角度均可达到 140 度的激光雷达。适用于检测汽车后方的车辆等。

传统的铁路复测方法作业效率低、精度差、安全性不高。采用激光雷达测量系统进行铁路复测是一种新技术,测量时将激光雷达系统安装于铁路通勤车或轨检车的车厢尾端,具有安全性好、作业效率高、能准确直观反映现场实况的优点。

## 2 激光雷达测量技术在道路养护中的具体应用

### 2.1 三维激光扫描系统概述

在当前城市道路交通网络快速化发展过程中,现阶段虽然中国已经形成了四通八达的快速公路运输通道,但是由于常年受车辆碾压的影响,变形和凹陷程度较为严重,在影响城市道路安全性的同时,对国家整体发展也造成了极为不利的影响。就目前来看,为从根本上改善当前城市道路现状,在道路养护中采取激光雷达测量技术是极为必要的。

简单来讲,所谓的“激光雷达测量技术”其实本质上而言就是一种测量技术,即工作人员通过将激光测距与GPS(全球定位系统)、IMU(惯导系统)和摄影测量系统等融合在一辆数据采集车上,而后通过差分GPS确定测量车精确位置、激光测距测量与周围环境的距离和角度、近景摄影测量反应地物类别,以此在确定被测点三维坐标的同时,为后期养护工作的顺利开展奠定良好基础<sup>[2]</sup>。

### 2.2 三维激光扫描技术的实践

#### 2.2.1 数据采集

在进行道路养护过程中,为确保养护工作的规范化实施,相关部门的工作人员需确保数据采集工作落实到位,而通常来讲在进行数据采集工作前,工作人员还要做好控制测量,即通过将测量设备安装到指定位置进行数据的采集,为后期养护作业的落实奠定良好基础。在将激光雷达测量实践于道路养护时,控制网布的布设需谨遵“先整体,后局部;先高级、后低级;分级布设,逐级控制”的原则,具体而言就是工作人员联合经检验后的国家高级控制点作为控制网首级控制点进行全球静态定位测量,在进行测量时为了确保测量数据的精准度工作人员可对控制点进行加密处理,由此在确保采集数据准确性的同时,为后期作业的有序进行打下坚实基础。

#### 2.2.2 数据处理

当三维激光扫描系统完成数据采集工作后,工作人员需及时对数据进行处理,从而为后期养护工作的顺利开展奠定良好基础。经大量调研数据分析可知,经三维激光扫描系统

采集的数据通常是物理参数信息的离散点以及带有噪点的云数据,为此进行数据预处理和坐标转换得到可以反映目标真实坐标和信息的点云数据是十分必要的,具体而言其具体处理如下。

#### (1) 数据配准

在进行数据配准时,通常而言数据配准主要分为两步,即——粗配准、精确配准,从处理效果来看其首先应该进行的是粗配准,之后在进行精确配准。在进行粗配准时,其具体处理流程是工作人员工作将噪点云数据进行平移和旋转,首先确定下来两个位置较远的点云相对位置关系,从而得到一个大范围内的平移旋转矩阵,至于后面的精确配准其实就是在平移旋转矩阵中进行的。在进行精确配准过程中,工作人员需严格按照ICP算法公式—— $f(R, T) = \frac{1}{N_p} \sum_{i=1}^{N_p} |p_i^i - R \cdot p_i^i - T|^2$ 或该算法的各种变种,将已经初步配准的初始值进行更加精确计算<sup>[3]</sup>。

#### (2) 噪声和粗差剔除

根据大量调研数据分析可知,当三维激光扫描系统在扫描过程中,通常而言也会得到一些不需要的数据,这些数据的存在会对道路的建模造成一定影响,故此为从根本上规避上述问题的产生,在对数据进行处理时,工作人员也需要将这些不必要数据进行剔除处理。

#### (3) 坐标转换

在激光雷达测量技术应用过程中,经三维激光扫描系统的云数据坐标系统为站心坐标系统,以扫描中心为原点,而在道路建模过程中,需要用到的数据其实主要是地面坐标系,因此工作人员在进行数据处理时,还要将站心坐标系转化为地面坐标系,转化方程如下——
$$\begin{bmatrix} x_M \\ y_M \\ z_M \end{bmatrix} = R(\alpha, \beta, \gamma) \begin{bmatrix} X_T \\ Y_T \\ Z_T \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} x_T \\ y_T \\ z_T \end{bmatrix}$$
其中 $x_T, y_T, z_T$ 为平移参数, $\alpha, \beta, \gamma$ 是旋转参数, $R$ 为比例尺参数。

#### 2.2.3 提取车道断面参数

##### (1) 提取车道线参数

作为道路断面参数基准,在进行断面参数提取过程中,工作人员需首先提取车道线。在进行车道线提取过程中,为了确保提取数据的精准度,科学性和合理性,工作人员需根据车道油漆边缘线对激光的反射和路边对激光反射强度不同提取车道边线,并将其作为道路断面参数计算基准进行计算。

##### (2) 计算道路倾斜参数

在进行断面参数计算过程中,为确保计算的科学性、合理性和规范性,工作人员需使用 **terrasolid** 激光雷达处理软件分类出地面点,而后根据点云拟合路面断面线,对道路倾斜各项参数(角度和路线方向倾斜角度)进行计算<sup>[4]</sup>。

### (3) 拟合剖面曲线

根据最小二程原理,将路面点云拟合成曲线,并寻找最低点,最低点距离最低点左右两侧较低点的垂直距离即为最大汇水深度。

## 3 结语

简而言之,激光雷达测量由于具有快速测定、适合野外作业、低成本、仪器轻便等特点。随着汽车的发展,在测绘新技术的不断创新推动下,激光雷达测量作为一种先进的数

据获取手段,凭借实用性强、精确度高、数字化程度高、数据采样率高等优势,必将拥有广阔的市场前景。因此,对其应用情况及发展趋势的研讨工作,可以为激光雷达测量系统的改进与完善打下坚实基础。

## 参考文献

- [1] 安延云,周瑞华,李志辉.浅谈GPS测量技术的应用[J].科技传播,2011(12):111-113.
- [2] 周立基,张鹏鹏,李薇薇.重视测量技术[J].电子测量与仪器学报,2012(22):111-113.
- [3] 王一鸣,徐志阳,张家虎.相关测量技术应用于测量气体速度和流量的研究[J].北京农业机械化学院学报,2014(22):222-225.
- [4] 小谷诚,徐彤彤,孙培懋.视频测量技术的应用[J].国外计量,2012(14):112-115.