

# 新型测绘技术结合 EPS 平台在 隧道竣工测量中的应用

龚良雄

(南昌市测绘勘察研究院有限公司, 江西 南昌 330013)

**摘要** 借助于三维激光扫描、倾斜摄影等新型测绘技术, 结合 EPS 地理信息工作平台, 本文详细阐述了新型测绘技术及 EPS 平台在隧道竣工测量中的作业流程, 结合传统测绘作业模式, 对点云数据成果及倾斜摄影模型成果进行了精度分析。结果表明: 倾斜摄影及三维激光扫描技术获取的成果数据精度满足相应规范要求, 同时作业效率得到了有效提升。

**关键词** 三维激光扫描技术; 倾斜摄影; 隧道竣工测量; EPS

**中图分类号:** U45; P2

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2023)09-0014-03

隧道竣工规划中的验收测量是城乡规划监督管理的一项重要工作, 主要包括竣工地形测量、道路中线测量、纵横断面测量等内容。近年来, 各种新型测绘技术迅速发展, 与传统方法相比, 它们不仅提高了作业效率, 同时确保了测绘成果的质量。

三维激光扫描技术以非接触式手段直接获取被测物体表面的三维点云坐标数据, 凭借其高精度、高速度、高分辨率等特点, 可准确地、详细地构建出被测物体表面的数字化三维模型<sup>[1]</sup>, 例如建筑立面图、历史建筑三维模型、BIM 模型、隧道模型等<sup>[2-5]</sup>。无人机倾斜摄影技术以其高效率、高精度、低成本、作业灵活等特点, 在数字与智能城市、城市建设与管理、国土空间规划、联合测绘、征地拆迁等领域内有着广泛的应用<sup>[6]</sup>。EPS 地理信息处理平台是面向地理信息生产的处理平台, 该平台结合了计算机辅助制图与地理信息系统技术, 以图形和属性数据库为中心, 将测绘成果信息化、数字化<sup>[7]</sup>。EPS 地理信息处理平台包含数据编辑与处理、数据拓扑与属性检查两大模块, 并且该平台提供脚本开发和 SDL 二次开发等两种开发模式。

为此, 本文以实际生产项目为例, 结合 EPS 地理信息内业处理工作平台, 重点阐述了三维激光扫描、倾斜摄影两种新型测绘技术在隧道竣工测量中的应用, 并对点云数据成果及倾斜摄影模型成果精度进行了对比分析。

## 1 技术流程

总体技术流程主要分为: (1) 地面倾斜摄影模型制作; (2) 隧道内部模型构建; (3) 内业成果数据生产。

地面倾斜摄影模型制作主要包括: (1) 外业踏勘; (2) 飞行参数设置; (3) 影像采集; (4) 像控点测量; (5) 空三计算; (6) 模型三维重建。

隧道内部三维激光点云模型制作主要包括:

(1) 隧道内部点云数据的数据采集、数据拼接及绝对坐标转换; (2) 隧道内部矢量化数据成图。

内业成果生产主要包括: (1) 隧道中心线比对;

(2) 纵断面比对; (3) 横断面比对; (4) 隧道竣工总平面图制作。

本文采用的总体技术流程如图 1 所示。

## 2 工程实例

本文以艾溪湖隧道竣工测量为例, 该工程西起京东大道, 东至创新一路, 长约 2.6km, 分为湖西岸段、湖面段及湖东岸段等三段, 其中湖面段约 700m, 隧道主体路幅宽度 29m (含主体箱涵), 设计时速 60km/h。

### 2.1 外业数据采集

外业数据采集分为倾斜摄影影像和地面三维激光点云数据采集。倾斜摄影影像采集利用大疆精灵 4 Pro 模拟五镜头获取影像数据, 并在隧道测区地上区域内均匀布设像控点, 最后在测区内利用传统测绘手段, 均匀采集了 20 个平面特征点及 20 个高程点。

地面三维激光点云数据采集利用 RTC 360 三维激光扫描仪采集数据, 在扫描前需要设定仪器的扫描参数。设定完扫描仪参数之后, 在隧道内部均匀布设黑白标靶, 最终开始对艾溪湖隧道工程进行三维激光扫描, 如图 2 所示。

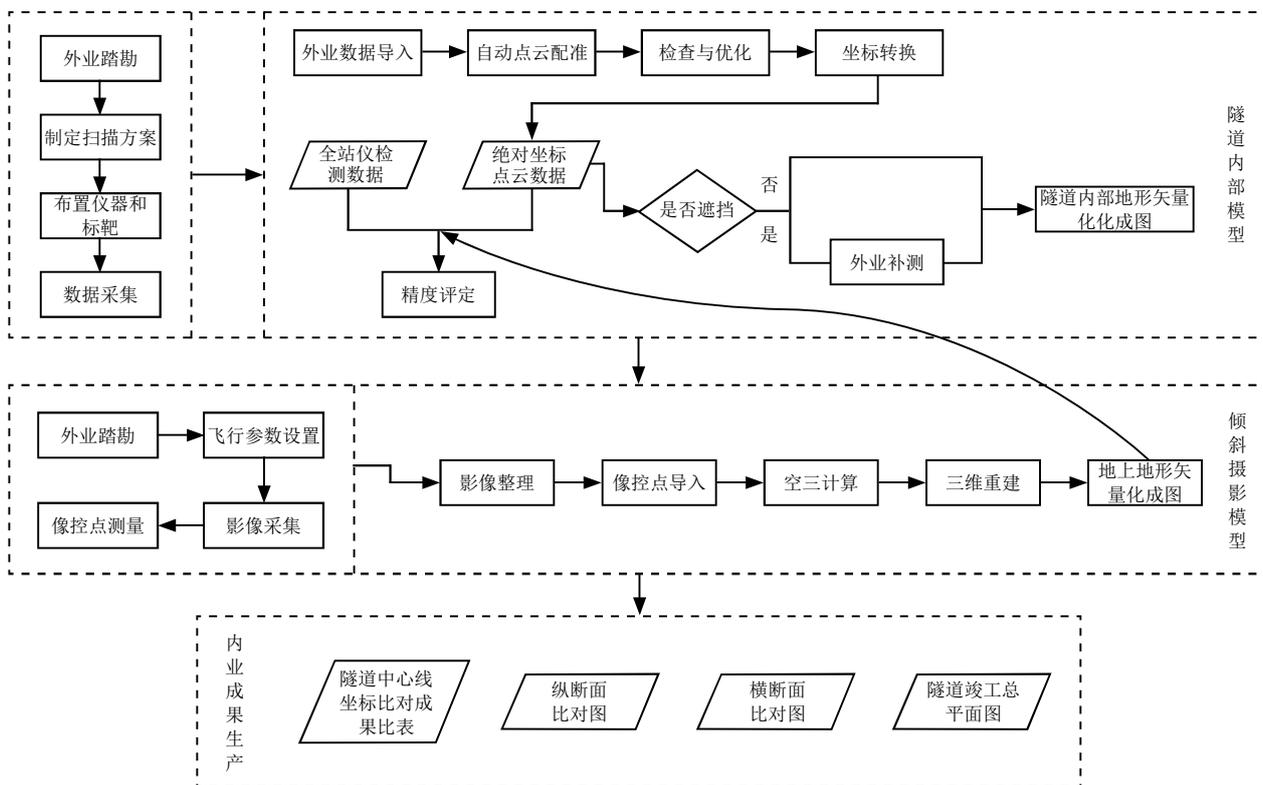


图 1 总体技术流程



图 2 三维激光扫描



图 3 正射影像



图 4 倾斜三维模型

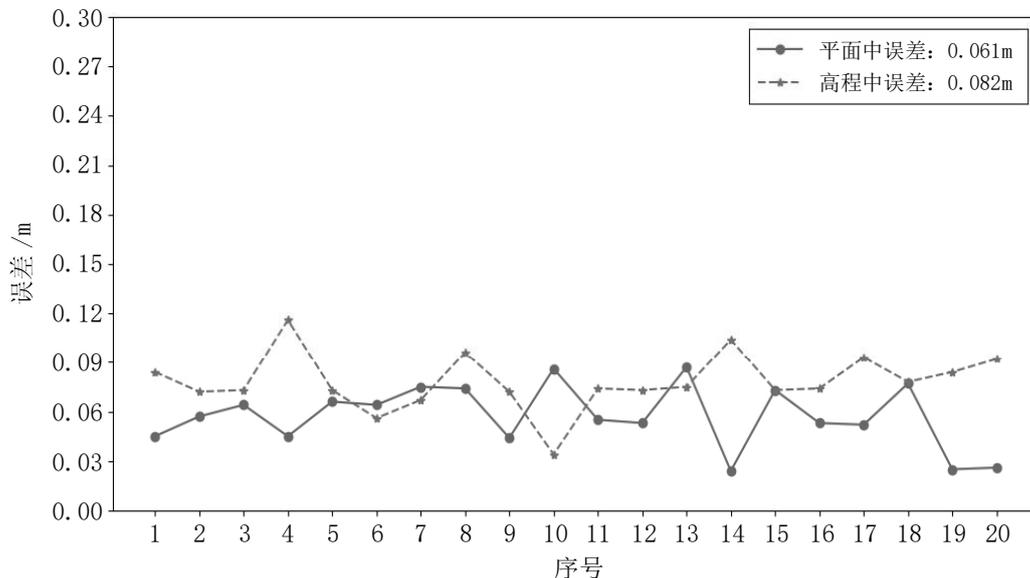


图5 误差分布图

## 2.2 倾斜摄影三维模型制作

倾斜摄影三维模型制作采用 Smart3D 实景三维建模软件, 立体测图采用 EPS 地理信息工作平台, 处理后的隧道地上部分正射影像、倾斜三维模型及如图 3、图 4 所示。

## 2.3 隧道内部点云模型构建

在开始构建隧道内部点云模型之前, 以纸质黑白标靶的形式在隧道内部共布设 178 个标靶控制点, 并采用 RTK 技术结合徕卡全站仪采集黑白标靶的三维坐标。将采集后的三维点云数据导入 Register 360 软件中, 进行点云数据智能化拼接, 智能化拼接后需要检查所有测站间的拼接精度, 以保证整体点群精度。然后标靶的坐标信息导入软件中进行刚体变换, 即可得到绝对坐标系下的点云模型。

## 2.4 成果内业处理

隧道竣工测量成果内业整理采用 EPS 地理信息工作平台, 借助于地面倾斜三维模型和隧道内部三维激光点云数据, 对隧道地上地隧道内地形进行矢量化成图, 然后进行隧道中线位置比对、纵横断面比对、用地红线比对等内容。

## 2.5 精度分析

为了分析倾斜摄影模型及点云三维模型的精度, 将外业采集的平面特征点和高程点与模型中对应的平面特征点与高程点进行精度比对分析, 平面中误差为 0.061m, 高程中误差为 0.082m, 各项精度指标均满足江西省“多测合一”技术规程要求。平面、高程精度如图 5 所示。

## 3 结语

本文利用三维激光扫描、倾斜摄影等新型测绘技术, 结合 EPS 地理信息工作平台, 详细阐述了新型测绘技术及 EPS 平台在隧道竣工测量中的内外业作业流程, 并验证了三维激光扫描点云数据、倾斜摄影模型精度满足相应技术规程要求。工程实验结果表明: 新型测绘技术有效地提高了隧道竣工测量的外业效率, 同时也为其他正在开展的隧道竣工测量项目提供了实践参考。

## 参考文献:

- [1] 李自然, 杜阳. 联合测绘“一张图”作业模式研究[J]. 地理空间信息, 2022, 20(12): 127-129, 155.
- [2] 杨必胜, 梁福逊, 黄荣刚. 三维激光扫描点云数据处理研究进展、挑战与趋势[J]. 测绘学报, 2017, 46(10): 1509-1516.
- [3] 龚良雄, 赵兴友, 朱锋博. 基于三维激光扫描技术的建筑物立面测绘及成果精度评定[J]. 城市勘测, 2018, 168(06): 67-69.
- [4] 苗亚哲, 李胜波, 邓安仲, 等. 三维激光点云数据在既有地下人防工程 BIM 模型重建中的应用[J]. 测绘通报, 2019, 507(06): 100-104.
- [5] 李楠, 方余铮, 府伟娟, 等. 基于三维激光扫描的历史建筑测绘应用研究[J]. 地理空间信息, 2022, 20(08): 55-58, 63.
- [6] 原明超, 仇俊. 无人机倾斜摄影测量在三维模型测图中的应用[J]. 测绘通报, 2020(07): 116-119, 142.
- [7] 陈璞然. CAD 数据到 EPS 数据的转换实践[J]. 测绘与空间地理信息, 2017, 40(05): 143-145, 156.