

# 道路全息测绘关键质量控制的讨论与实践

王焯 茅继中

南京市测绘勘察研究院股份有限公司 210000

**[摘要]**道路全息测绘作为构建新型基础测绘体系的重要组成部分,可以快速获取更完整、更准确的道路地理空间数据,满足智能交通和自动驾驶的需求。本文结合上海市新的测绘基础研究,分析道路全息测绘的需求和特点,通过生产实践探索和讨论道路全息测绘的关键质量控制和检验方法。

**[关键词]**道路全息测绘; 质量控制; 实践讨论

**[DOI]** 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.10.389

## 引言

2015年12月,领导人在中心城市工作会上聚焦“建设”和“管理”两端,要求转变城市发展方式,完善城市治理体系,解决城市疾病等未解决的问题,提升城市治理能力。2019年11月,领导人在上海考察时,倡导“人民城市是人民建设,人民城市是为人民服务”的重要理念,基于上海的现代化水平,应在城市治理方面持续深入改进,运用智能化等先进的信息技术,探索以人工智能为基础的智能、科学、精细化的城市治理,有助于提高政府管理效率。

## 一、道路全息测绘

### (一) 道路全息测绘的迫切需求

随着上海的不断发 展,市民的出行需求日益增加。为了解决道路资源供需矛盾,达到“一流的城市需要一流的治理”、“城市管理要像刺绣一样细腻”等目标,提出构建公共安全道路交通管理系统,为城市交通管理提供智能化基础支撑。但是,实现路网计算、人车测量、传感设备接入等功能的基础和前提,是需要全面覆盖道路要素的道路全息测绘成果。同时,随着智能驾驶技术的不断发展,地图已经从导航地图发展到自动驾驶所需的高精度导航电子地图。因此,涵盖了道路、车道、交通附属设施及其相关属性信息的道路全息测绘成果,是实现智能交通和自动驾驶等功能的迫切需求。

### (二) 道路全息测绘的特点

#### 1、新技术

道路全息测绘采用新技术、新工艺、新设备,外业数据采集效率高,可满足快速采集、快速更新的数据采集需求。同时,数据的生产过程由大量外业调查、采集转向内业生产。数据的成果形式也发生了变化,从二维数据升级到三维数据,可以以更多的产品形式来表达成果。

#### 2、道路全要素

道路全要素不仅包含传统基础测绘的道路及其两侧区域地形,还包括车道线、道路标线、路标、路边设施、人行道、停车位、交通标志、路牌、探头等各类道路要素,采集包括名称、类型、材料、信息类别、管理单位、维护单位等属性信息。道路全息测绘可以利用车载激光扫描的高精度点云数据和全景影像采集完整的道路要素,从而达到“一次扫描获取全要素”的目的。

#### 3、按精度等级分类

道路全息测绘突破了传统的尺度分类概念,根据应用需求对道路要素按精度等级进行分类。上海道路全息测绘精度分为三个等级:一级、二级精度满足自动驾驶和高精度导航地图的精度要求,三级精度满足数字孪生城市建设的需要,如表1所示。

表1 道路全要素地形数据精度指标

精度等级	平面精度/cm	高程精度/cm	要素类别
一级	≤10	≤5	城市道路和堤坝等坚实地面
二级	≤10	≤10	道路两侧区域、城市部件
三级	≤25	≤20	地貌、植被和土质、其他设施等

## 二、道路全息测绘生产流程

车载移动式三维激光扫描融合了激光扫描技术、GPS技术、惯导技术、照片测量等高新技术,通过多源传感器高效、高精度、远距离地获取三维空间信息和全景影像数据。使用该技术可快速获取高密度、可靠、准确的三维点云数据。

扫描后的点云数据需要使用校正点进行纠正,以保证数据精度满足道路全要素地形采集的要求。校正点的放置和测量可以与道路扫描同时进行,也可以根据车辆扫描完成后采集的点云强度进行布设,校正点一般选取有一定厚度和大小的道路标线拐角处,或选取点云中容易辨识的地物特征点。

基于纠正过的高精度点云数据进行道路要素提取,结合外业补测、调绘,获取道路全要素的三维空间信息和属性信息。根据采集成果,结合车载采集的全景影像,可对道路及其两侧区域全要素进行三维建模,构建全要素道路实景模型。全要素道路实景模型可直观反映道路信息,还原道路现状,满足智慧城市建设需求。道路全息测绘的生产制作流程详见图1。

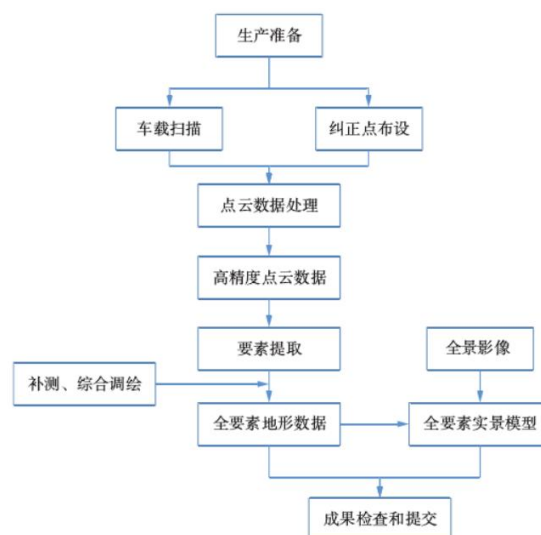


图1 道路全息测绘生产流程图

## 三、道路全息测绘关键质量控制

### (一) 加强环节跟踪管理

道路全息测绘采用车载激光扫描技术,获取高精度点云

数据和全景影像,从现场扫描到数据结果生成,处理过程复杂,仪器操作要求高。整个生产过程环环相扣,工序之间关联性强,上一道工序的质量直接与下一道工序挂钩。然而,传统的质量控制通常基于最终产品的后期检查,不适用于道路全息测绘的质量控制。当某个环节出现问题时,不仅会影响整体数据成果的质量,还会严重影响生产周期。例如,若校正点的采集精度、测量要求不达标,点云的纠正精度会超限,从而影响后续的道路全要素采集,因此必须重新进行校正点的布设和测量,重新纠正点云。道路全息测绘创建工作流程后,可以按照“流程跟踪”的原则,将工作流程分解成各个环节,对各环节进行质量跟踪,覆盖全流程的质量控制。

### (二) 创新质量检查方法

道路全息测绘成果可以表现出丰富而全面的地理特征,还可以挂接相关的属性信息。由于地理要素的增加和属性的扩展,对质量检测的要求越来越高。为保证产品质量,提高质检效率,可以从三个方面考虑:

(1) 创新检验方法。利用无人机倾斜摄影、机载点云扫描等新技术获取多个数据源,从多维角度验证采集数据的完整性和数学精度。

(2) 增加质检要素。道路全息测绘成果不仅要检查相关的质量要素,还应重点关注采集方法的局限性导致的精度和质量问题,例如,基于车载点云提取的三维矢量的高程是否准确等质量因素。若使用了自动化采集工具获取的数据,还应按照特定比例进行抽样质检。

(3) 开发质检工具。随着大数据、人工智能等技术的发展,需要开发相应的质检软件对道路全息测绘成果的地理要素和属性进行现场巡检,提高巡检的自动化水平和精确度。

### (三) 按需进行质量控制

道路全息测绘成果应以需求为导向,根据不同的应用方向,按照相应的精度要求进行质量控制。例如,自动驾驶对车道、路边设施、电线杆等道路要素的精度要求很高;智能交通系统更注重道路标线、标志、停车位等辅助设施的完备性等。因此,在精度指标的基础上,应对用户更为关注的要素定制质量要求,按需进行质量控制。

### (四) 关键质量元素分析

测绘成果的质量元素包含多个方面,这些质量元素的作用不一,缺一不可,共同组成描述成果质量水平的评价标准。有一些质量元素是起到基础性作用的,如空间参考系,有一些质量元素则是辅助性的,如附件质量,主要是体现项目材料的规范程度。根据道路全息测绘的生产技术特点,以下4项质量元素对于成果质量控制起关键性作用:

#### (1) 位置精度

道路全息测绘成果的位置精度主要取决于数据源,也就是车载激光扫描点云数据的精度和采集精度。车载激光扫描获取点云过程中,会受到诸多因素的制约和影响,从而影响点云数据精度,如:三维激光扫描硬件系统的固有误差、行车轨迹的定位误差、点云的强度密度、点云空洞、不同车次点云接边误差等。使用半自动化、自动化工具提取要素时,工具的使用准确度会影响数据成果的采集精度。

#### (2) 属性精度

地理要素挂接的属性信息丰富多样,在基础信息的基础上,集成了管理养护信息、运营信息等多种属性信息。属性

是成果后期分析应用的关键,因此,需对成果数据的属性精度进行检查、核实。

#### (3) 完整性

道路全息测绘的采集原则为“应采尽采”,因此,数据完整性是重要的质量元素。

#### (4) 一致性

道路全息测绘过程中,应用到了多源数据,这些数据本身蕴含着丰富的地理信息。在多源数据使用过程中,应通过融合、配准等手段保证空间位置和属性的一致性,因此采集成果应保证一致性。

## 四、道路全息测绘质量检验

### (一) 点云数据检验

车载点云数据作为重要的数据源,生产过程包括现场扫描、校正点布设测量、点云数据纠正整理等步骤。影响车载激光扫描质量的因素很多,点云数据的质量主要受路况、现场扫描以及定位、姿态等系统误差,以及校正点的精度影响。结合“流程跟踪”原则,分解各个生产环节的检验程序,提前进行质量检验。

点云数据质量包含几何精度、点云质量、完整性、附件质量等。对点云成果进行抽样检验,抽样比例不低于10%,样本以千米为单位。检查点应分布在相邻校正点中间的区域,此处为精度最薄弱点,选择精度薄弱区域进行精度检验,有助于完整评估点云数据质量。

### (二) 道路全要素地形成果检验

基于车载点云数据检查道路全要素地形成果的采集质量,包括地形要素的空间参考系、位置精度、数学精度、完整性、一致性、附件质量等质量因素。在检验过程中,使用多源数据相结合,如无人机倾斜摄影模型、机载点云数据、全景影像等,辅助检查因道路隔离带、路边设施、行进车辆等造成的点云遮挡处的数据采集质量,全方位检查成果质量,减少外部检验的工作量,有助于提高数据成果的完整性和准确性,提高整体检验效率。

### (三) 实际结果分析

在每个生产环节完成后,及时开展质量检查,有效地控制了数据生产效率和成果质量,减少数据返改工作,从而保证产品质量和工程周期。

## 结束语

目前,新型基础测绘成果面临更多类型、更高质量和更广泛应用的现实需求。然而,质量检验滞后于技术生产,质量控制和检验方法仍基于传统测绘手段。本文结合道路全息测绘的需求和特点,阐述了质量控制的思路,通过生产实践探索了道路全息测绘的质量控制方法。

## 参考文献

- [1] 金雯. 城市道路全息测绘关键质量控制的讨论与实践[J]. 地理空间信息, 2020, 18(11): 5-5.
- [2] 曹春华. 重庆市“3D+”全息空间数据库建设与新时代基础测绘转型实践[J]. 测绘通报, 2018(12): 6-7.
- [3] 许国辉. 土地测绘技术手段的变迁与测绘质量控制[J]. 黑龙江科技信息, 2016(25): 45-46.
- [4] 李红霞. 土地测绘技术手段的变迁与测绘质量控制探讨[J]. 中国房地产业, 2017(22): 89-90.
- [5] 赵婧文, 金雯, 申建华, 等. 智能化全息测绘成果及其质量检查探讨[J]. 测绘通报, 2021(2): 3-3.