

# 航测技术在城市地形测绘中的应用及效果分析

赵洪礼

江苏速度北斗信息产业有限公司

DOI:10.32629/gmsm.v8i5.2312

**[摘要]** 无人机在城市上空穿梭巡航,激光雷达设备持续扫描地面地貌,航测技术正全面革新城市地形测绘的作业模式。随着倾斜摄影、三维建模等技术的融入,城市测绘的精度和效率大幅提升,为城市规划、基础设施建设提供了精准的数据支撑。然而,航测技术也面临着复杂环境干扰、数据处理压力大等挑战,这些问题需要在实际应用中重点攻克。综上所述,航测技术在城市地形测绘中具有不可替代的价值,未来需进一步探索技术优化与多场景整合策略,推动城市测绘工作向智能化、高效化发展。

**[关键词]** 航测技术; 城市地形测绘; 三维建模; 数据精度; 测绘效率

中图分类号: P2 文献标识码: A

## Application and Effect Analysis of Aerial Survey Technology in Urban Topographic Mapping

Hongli Zhao

Jiangsu Speed Beidou Information Industry Co., Ltd.

**[Abstract]** Drones shuttle and patrol over urban skies while LiDAR equipment continuously scans ground topography, and aerial survey technology is comprehensively transforming the operational model of urban topographic mapping. With the integration of technologies such as oblique photography and 3D modeling, the accuracy and efficiency of urban surveying have significantly improved, providing precise data support for urban planning and infrastructure construction. However, aerial survey technology also faces challenges such as complex environmental interference and heavy data processing demands, which need to be addressed in practical applications. In summary, aerial survey technology holds irreplaceable value in urban topographic mapping. Future efforts should focus on further exploring technology optimization and multi-scenario integration strategies to promote intelligent and efficient urban surveying.

**[Key words]** Aerial survey technology; urban topographic mapping; 3D modeling; data accuracy; surveying efficiency

### 引言

传统城市地形测绘依赖人工实地勘测,不仅耗时耗力,还难以适应复杂城区的作业需求。如今,搭载高清相机、激光雷达的航测设备,能够快速覆盖城市全域,精准捕捉地形地貌、建筑物分布等关键信息。航测技术凭借高效性、全面性的优势,在城市更新、交通规划、灾害应急等领域发挥着重要作用。但相关实践表明,航测技术在复杂环境作业、数据标准化处理等方面仍存在亟待解决的问题。因此,深入探讨航测技术在城市地形测绘中的应用场景与实际效果,优化技术应用策略,对推动城市测绘行业发展、支撑新型城镇化建设具有重要的现实意义。本文将围绕航测技术的应用现状、实际效果、面临挑战及优化方向展开分析,为行业实践提供参考。

### 1 航测技术的分类和特性

#### 1.1 航测技术的定义和分类

航测技术是利用航空器搭载测量设备,通过遥感、摄影测量等手段获取地形、地物信息的技术方法。常见的航测技术包括无人机航测、有人机航测、激光雷达航测等。无人机航测凭借灵活机动、成本较低的优势,广泛应用于中小范围城市测绘;有人机航测适用于大面积城市全域测绘,作业效率更高;激光雷达航测则能穿透植被、建筑物遮挡,精准获取地形高程数据。此外,倾斜摄影航测技术可生成高精度三维模型,为城市三维建模提供核心数据,而合成孔径雷达航测则能在恶劣天气条件下正常作业,不受光照、云层影响。这些不同类型的航测技术相互补充,满足了城市地形测绘的多样化需求。

#### 1.2 航测技术与传统测绘技术的比较

传统城市地形测绘多依赖全站仪、水准仪等设备进行人工

实地测量,测绘人员需穿梭于城市街道、建筑物之间,逐点采集数据。这种方式不仅劳动强度大、作业周期长,还容易受交通拥堵、建筑物遮挡等因素影响,难以快速获取城市全域地形信息。而航测技术通过空中作业,能够快速覆盖测绘区域,短时间内获取大范围数据。传统测绘技术在复杂地形或危险区域作业时,安全性难以保障,航测技术则可远程操控,避免人员直接暴露在危险环境中。从数据精度来看,现代航测技术结合GPS、北斗定位系统,平面精度可达到厘米级,满足城市规划、工程建设的高精度要求。但航测技术也存在一定局限性,如受天气条件影响较大,暴雨、强风天气会影响作业安全和数据质量,而传统测绘技术在室内或小范围区域作业时,受天气影响较小。

## 2 航测技术在城市地形测绘中的应用效果

### 2.1在城市规划中的应用与效果

航测技术为城市规划提供了精准、全面的基础数据支撑。通过无人机航测获取的高分辨率影像和三维模型,规划人员能够清晰掌握城市现有建筑物分布、道路网络、绿地覆盖等情况,直观分析城市空间布局的合理性。在新城区规划中,航测技术可快速完成地形勘测,生成数字高程模型,为路网设计、管网布局、容积率核算等提供准确数据,使规划方案更贴合实际地形条件。某省会城市在城市更新规划中,利用倾斜摄影航测技术生成1:500三维城市模型,规划效率提升了40%,同时避免了传统测绘中因数据偏差导致的规划调整。航测技术还能实现规划方案的可视化展示,帮助决策者和公众更直观地了解规划效果,提高规划方案的科学性和认可度。

### 2.2在基础设施建设中的应用与效果

在道路、桥梁、管网等城市基础设施建设中,航测技术发挥着关键作用。道路建设前期,通过航测快速完成路线沿线地形测绘,生成高精度数字地形图,为路线选线、纵横断面设计提供数据支持,有效减少了因地形勘察不准确导致的工程变更。桥梁建设中,激光雷达航测可精准测量桥址区域的地形地貌、水文条件,为桥梁基础设计、施工放样提供精准数据,保障桥梁建设的安全性和稳定性。在城市地下管网测绘中,结合航测地表数据与地下管线探测技术,能够构建地上地下一体化三维模型,清晰呈现管网走向、埋深、管径等信息,为管网改造、维修和应急抢险提供便利。某城市地铁建设项目中,应用航测技术完成沿线地形测绘,作业周期缩短了50%,测绘成本降低了30%,同时数据精度满足施工要求。

### 2.3在灾害应急与城市治理中的应用与效果

航测技术在城市灾害应急和日常治理中展现出独特优势。当城市遭遇暴雨、地震、内涝等灾害时,无人机航测可快速升空,获取灾害区域的实时影像数据,为应急指挥部门提供灾害范围、受损程度、人员被困情况等关键信息,助力快速制定救援方案。去年某城市遭遇强降雨内涝,通过无人机航测在2小时内完成受灾区域测绘,生成内涝积水分布图,为排水抢险和人员转移提供了精准指导,有效减少了灾害损失。在城市日常治理中,航测技术可用于违章建筑排查、绿地养护监测、城市扬尘管控等工作。

通过定期航测对比分析,能够及时发现新增违章建筑,精准统计绿地面积变化,实时监测施工工地扬尘污染情况,提升城市治理的精细化水平。

## 3 航测技术对城市地形测绘精度的影响

### 3.1航测技术对测绘精度的积极影响

航测技术显著提升了城市地形测绘的精度和可靠性。现代航测设备集成了高精度定位系统和传感器,能够快速、准确采集地形地物数据,平面精度和高程精度可达到厘米级,满足城市测绘1:500、1:1000等大比例尺地形图的要求。航测技术采用数字化作业模式,数据采集、传输、处理全程自动化程度高,减少了传统人工测绘中的人为误差。通过三维建模技术,航测数据能够直观呈现地形地貌的立体特征,避免了传统二维地形图在复杂地形表达上的局限性,为后续应用提供更精准的空间参考。在城市密集建筑区域,倾斜摄影航测可全方位捕捉建筑物轮廓、高度等信息,精准还原城市三维空间形态,其精度远超传统测绘技术。

### 3.2航测技术应用中影响测绘精度的潜在因素

航测技术在应用过程中,存在多种因素可能影响测绘精度。天气条件是重要影响因素,暴雨、大雾、强风会导致影像模糊、设备抖动,降低数据采集精度;光照强度不足或光线不均匀,会影响影像的对比度和清晰度,进而影响地物识别和测量精度。飞行参数设置不合理也会影响精度,如飞行高度过高会导致影像分辨率不足,飞行速度过快可能造成影像重叠度不够,影响后续拼接和建模效果。地面控制点布设数量不足或分布不合理,会降低数据校正精度,尤其在城市边缘区域或地形复杂区域,容易出现精度偏差。此外,数据处理软件的算法差异、操作人员的技术水平,也会对最终的测绘精度产生影响。

### 3.3提升航测测绘精度的实际应用措施

为提升航测技术在城市地形测绘中的精度,可采取多项针对性措施。作业前做好天气预判,选择晴朗、无风的天气开展作业,避免在恶劣天气条件下施工。科学设置飞行参数,根据测绘比例尺要求确定飞行高度、速度和影像重叠度,确保数据采集的完整性和清晰度。合理布设地面控制点,在城市关键区域、地形复杂区域增加控制点数量,采用高精度测量设备进行控制点测量,为数据校正提供可靠依据。选择先进的数据处理软件,优化数据处理流程,通过影像增强、噪声去除、多源数据融合等技术,提高数据处理精度。加强操作人员培训,提升其设备操作、参数设置和数据处理的专业能力,减少人为操作误差。

## 4 航测技术应用中的挑战及应对策略

### 4.1航测技术应用面临的主要挑战

航测技术在城市地形测绘中面临多重挑战。复杂城市环境对航测作业影响较大,高楼林立容易导致信号遮挡,影响定位精度;密集的电力线、通信线可能对无人机飞行造成安全隐患,限制作业范围。数据处理压力日益增大,航测技术会产生海量的影像数据和三维模型数据,对数据存储、传输和处理的硬件设备要求较高,且数据处理周期较长。航测技术的标准化和规范化有

待完善,不同设备、不同软件生成的数据格式不统一,难以实现数据共享和互操作,影响工作效率。此外,航测作业需要遵守空域管理规定,申请飞行空域的流程较为烦琐,可能延误作业进度;隐私保护问题也日益凸显,航测影像可能涉及城市敏感区域和个人隐私,存在信息泄露风险。

#### 4.2 数据处理与共享的复杂性

航测数据处理与共享的复杂性是制约技术应用的重要因素。航测生成的影像数据和三维模型数据量巨大,单架次无人机作业可能产生数十GB甚至上百GB的数据,需要高性能计算机和专业软件进行处理,普通设备难以满足需求。数据处理流程复杂,包括影像拼接、坐标转换、三维建模、数据校正等多个环节,每个环节的处理质量都会影响最终结果。不同部门、不同项目采用的航测设备和软件不同,导致数据格式各异,如影像格式有JPG、TIFF等,三维模型格式有OBJ、FBX等,数据兼容性差,难以实现跨部门、跨项目的数据共享。数据安全性与隐私保护要求不断提高,航测数据包含城市地理信息,属于敏感数据,如何在数据共享过程中保障信息安全、避免隐私泄露,是需要解决的关键问题。

#### 4.3 应对航测技术应用挑战的策略

针对航测技术应用中的挑战,可采取多维度应对策略。应对复杂城市环境,采用多源传感器融合技术,结合GPS、北斗和惯性导航系统,提高遮挡环境下的定位精度;规划合理的飞行路线,避开高危区域,必要时采用室内航测设备完成复杂区域测绘。提升数据处理能力,引入云计算、大数据技术,构建分布式数据处理平台,实现海量数据的快速存储、传输和处理,缩短数据处理周期。建立统一的数据标准和规范,明确航测数据的格式、精度要求和共享规则,推动不同设备、不同软件生成数据的互操作性,实现数据资源共享。加强空域管理沟通,提前向相关部门申请飞行空域,建立快速审批通道;制定数据安全规范,对敏感数据进行加密处理,限制数据访问权限,保障数据安全和隐私。

### 5 航测技术的发展趋势

航测技术正朝着智能化、一体化、高精度的方向发展。无人机技术不断升级,小型化、轻量化、长续航的无人机逐渐普及,能够适应更复杂的城市作业环境;人工智能技术与航测技术深度融合,实现自动航线规划、自动目标识别、自动数据处理,大

幅提升作业效率。多源数据融合成为重要发展方向,将航测数据与卫星遥感数据、地下管线数据、城市GIS数据相结合,构建全方位、立体化的城市空间数据体系。激光雷达、倾斜摄影等技术持续优化,测量精度不断提升,能够更精准地捕捉城市细微地形和地物信息。此外,新能源无人机的应用逐渐增多,降低了作业成本 and 环境影响;便携式航测设备的发展,使测绘作业更加灵活便捷。

### 6 结束语

本文围绕航测技术在城市地形测绘中的应用及效果展开深入分析,详细阐述了航测技术的分类、特性,以及在城市规划、基础设施建设、灾害应急等领域的应用效果,探讨了技术对测绘精度的影响、面临的挑战及应对策略,并对未来发展趋势和应用整合策略进行了展望。航测技术的应用显著提升了城市地形测绘的效率和精度,为城市建设和管理提供了有力支撑,但也面临着复杂环境作业、数据处理复杂、标准化不足等挑战。未来,需进一步优化航测技术应用方案,完善技术标准和规范,加强多技术融合与数据共享,充分发挥航测技术的优势。相信随着技术的不断进步和应用策略的持续优化,航测技术将在城市地形测绘中发挥更大作用,为新型城镇化建设和城市高质量发展提供更坚实的保障。

#### [参考文献]

- [1]李明.航测技术在城市地形测绘中的应用研究[J].工程勘察,2022,50(02):45-49.
- [2]王强.无人机航测在城市规划中的实践与应用[J].城市地理,2021,(18):123-124.
- [3]张丽.激光雷达航测技术在复杂地形测绘中的精度分析[J].测绘通报,2020,(07):89-92.
- [4]刘伟.城市航测数据共享平台的设计与实现[J].地理空间信息,2022,20(05):67-70.
- [5]陈静.航测技术在城市灾害应急测绘中的应用探讨[J].测绘与空间地理信息,2021,44(11):198-200.

#### 作者简介:

赵洪礼(1993--),男,汉族,江苏省徐州市邳州市人,本科,助理工程师,项目经理,研究方向:测绘。