

浅谈无人机构造和无人机在地形测量中应用

杨 涛

河北天之图航空科技有限公司 河北 保定 072550

摘要：本文围绕无人机构造与地形测量应用展开研究，系统分析无人机核心构造、控制导航及任务载荷系统，阐述构造设计核心原则。结合地形测量核心需求，对比传统测量局限，凸显无人机高效、高精度、灵活的技术优势，介绍其标准作业流程与多场景应用实践，分析应用效果及常见问题与对策。研究表明，无人机凭借合理构造与先进技术，可突破传统测量瓶颈，为矿山、林地等多场景地形测量提供精准支撑，推动地形测量行业高效发展。

关键词：无人机构造；无人机；地形测量；应用

引言：地形测量是工程建设、资源调查、生态保护等领域的基础工作，核心需求是获取精准、全面的地形数据。传统人工测量方式存在效率低、精度有限、复杂地形作业困难等局限，难以满足现代测量的多元化需求。随着无人机技术的快速发展，其轻量化构造与精准控制能力逐步完善，在地形测量中得到广泛应用。本文结合无人机构造系统特点，探讨其在地形测量中的应用路径，为相关实践提供理论与技术参考，助力地形测量技术转型升级。

1 无人机构造系统分析

1.1 无人机核心构造组成

(1) 机身/机架：作为无人机的“骨架”，承载所有设备，是保障飞行稳定的基础。核心设计要点包括布局合理性，需根据飞行需求设计多轴、固定翼等布局；臂长需匹配动力系统，平衡灵活性与稳定性；减震设计可减少飞行振动对设备的影响；模块化设计则便于设备拆装、维护与升级，提升使用便捷性。(2) 动力系统：由无刷电机、电子调速器、螺旋桨组成，直接决定无人机的飞行性能与载重能力。无刷电机提供飞行动力，具有高效、耐用的优势；电子调速器控制电机转速，调节飞行速度与姿态；螺旋桨的尺寸、桨叶数量则影响升力大小，适配不同载重与飞行场景。(3) 能源系统：以锂聚合物电池为核心，其性能参数直接影响飞行稳定性与续航时长。电压需匹配动力系统需求，容量决定续航能力，放电倍率影响瞬时动力输出，安装位置需兼顾重心平衡，避免因电池偏移影响飞行姿态。

1.2 无人机控制与导航系统

(1) 飞行控制系统：作为无人机的“核心大脑”，包含主控制器、惯性测量单元等核心部件，负责精准控制无人机的飞行姿态、高度与速度，实时响应指令，纠正飞行偏差，保障飞行平稳。(2) 导航定位系统：结合

GPS/北斗定位与惯性导航技术，双重保障飞行精度与位置准确性。GPS/北斗定位实现户外精准定位，惯性导航可在信号薄弱区域补充定位，确保无人机不偏离预设航线。(3) 通信与感知系统：包含遥控、图传天线及避障传感器，是飞行安全的重要保障。遥控与图传天线负责指令传输与图像回传，保障信号稳定；避障传感器可实时检测周边障碍物，及时触发避障指令，避免碰撞^[1]。

1.3 无人机任务载荷系统

(1) 测绘核心载荷：激光雷达、倾斜相机、全画幅测绘相机等，是地形测量数据采集的关键设备。激光雷达可精准获取地形高程数据，倾斜相机捕捉多角度地形影像，全画幅测绘相机保障影像清晰度，为地形测绘提供精准数据支撑。(2) 辅助载荷设备：云台与数据存储模块不可或缺。云台可抵消飞行振动，保障拍摄画面稳定，提升数据采集质量；数据存储模块负责存储采集的地形数据，便于后续处理与分析。

1.4 无人机构造设计的核心原则

(1) 重量管理与气动效率：核心是兼顾轻量化与飞行稳定性，通过采用轻质高强度材料减少机身重量，同时优化机身气动设计，降低飞行阻力，提升飞行效率与续航能力。(2) 重心平衡与环境适应性：需保证机身重心与推力中心对齐，避免飞行中出现倾斜、失稳现象；同时优化结构设计，提升无人机在高温、大风、复杂地形等恶劣环境下的适应能力，保障作业可靠性。

2 无人机在地形测量中的应用基础

2.1 地形测量核心需求与传统测量方式局限

(1) 地形测量核心需求：核心是获取精准、全面的地形相关数据，主要包括地形高程、地貌特征、地物分布三大类核心信息，同时需保证数据的时效性与完整性，满足不同场景的应用需求。无论是工程建设中的地形勘察、土地规划中的地貌分析，还是灾害监测中的地

形变化追踪、资源调查中的地物统计,都依赖精准的地形测量数据作为决策支撑,数据的精度与全面性直接决定后续工作的质量与效率。(2)传统测量方式局限:传统地形测量以人工测量为主,存在诸多难以突破的局限。一方面,人工测量效率极低,需投入大量人力物力,作业周期长,难以满足大规模、紧急场景的测量需求,且人工成本居高不下;另一方面,在山地、林地、沼泽等复杂地形区域,人工难以抵达,作业难度极大,同时受人为操作误差、环境干扰等因素影响,测量精度有限,无法满足高精度测量场景的使用要求,且存在一定的作业安全隐患。

2.2 无人机地形测量的技术优势

(1)高效性:无人机地形测量无需大量人力,单人即可完成设备调试、航线规划与数据采集等核心操作,大幅降低人力成本。相较于传统人工测量,其数据采集效率提升5至10倍,可将原本数天甚至数周的测量任务压缩至数小时内完成,显著缩短作业周期,尤其适合大规模地形测量,能快速提供数据,提升工作推进效率。

(2)高精度:依托先进导航定位技术与数据采集设备,无人机地形测量可实现厘米级精度,能满足1:500免像控地形测量的行业需求。其数据采集受人为干扰小,通过自主飞行与精准控制,可有效减少测量误差,保障数据真实可靠,为后续地形分析、工程设计等提供高质量数据支撑,降低数据误差带来的风险^[2]。(3)灵活性:无人机环境适应性极强,可灵活应对山地、林地、河谷等传统测量难以覆盖的复杂地形,且能适应高温、大风等恶劣天气,保障作业顺利开展。此外,无人机可搭载专用设备穿透植被获取林下地形数据,打破传统测量受植被遮挡的局限,实现全区域无死角数据采集。

2.3 无人机地形测量的核心技术支撑

(1)无人机飞行控制技术:作为核心支撑技术,主要包括自主航线规划与仿地飞行功能。操作人员可根据测量区域的地形特点、测量需求,预设飞行航线,无人机可自主完成全程飞行与数据采集,无需人工实时操控;仿地飞行功能可使无人机跟随地形起伏自动调整飞行高度,避免因地形落差导致的数据遗漏或采集精度下降,保障数据采集的全面性与准确性。(2)数据采集技术:核心是激光雷达、倾斜摄影等先进技术的应用。激光雷达可快速扫描地形,精准获取地形高程数据,不受光照、植被等因素影响;倾斜摄影技术通过多角度拍摄,可捕捉地形、地物的三维信息,实现地形数据的全方位、立体化采集,弥补了传统平面测量的不足,为三维建模提供丰富的数据支撑。(3)数据处理技术:依

托大疆智图、ContextCapture等专业数据处理软件,对无人机采集的原始数据进行后期处理。通过点云去噪、拼接、分类,以及三维建模、地形图绘制等一系列操作,将原始数据转化为可直接使用的地形测量成果,满足不同场景的应用需求,实现从数据采集到成果输出的全流程高效衔接^[3]。

3 无人机在地形测量中的具体应用实践

3.1 无人机地形测量的标准作业流程

(1)前期准备:核心是为高效、精准测量奠定基础,主要包括三个关键环节。测区规划需结合测量需求,明确测区范围、测量精度标准,划分飞行区域,避开禁飞区与障碍物;飞行参数设置需根据测区地形与精度要求,合理调整航高、航速与重叠率,一般航高控制在50-150米,航向重叠率不低于80%、旁向重叠率不低于70%,确保数据采集无遗漏;设备检查与调试需逐一核查无人机机身、动力系统、导航系统及载荷设备,测试电池续航、信号传输稳定性,校准传感器与定位系统,避免设备故障影响作业。(2)数据采集:按照前期规划的航线,无人机自主开展飞行作业,全程无需人工实时操控。飞行过程中,搭载的激光雷达、倾斜相机等载荷设备同步工作,精准采集地形影像、点云等原始数据,同时记录飞行轨迹与相关参数。作业过程中需实时监控飞行状态与数据采集情况,及时处理突发飞行异常,确保原始数据的完整性与有效性,采集完成后安全回收无人机与设备。(3)数据处理:对采集的原始数据进行筛选、校正,剔除模糊、失真、冗余的数据,修正因飞行姿态、环境干扰导致的误差。随后依托大疆智图、ContextCapture等专业软件,完成数据拼接、点云处理、坐标校正等操作,最终生成数字正射影像图(DOM)、数字表面模型(DSM)、实景三维模型等标准化测绘成果,为后续应用提供直观、精准的数据支撑^[4]。(4)成果验收:按照行业标准与测量需求,对测绘成果进行全面检验。重点核查成果的精度是否达到预设标准,数据是否完整、无遗漏,三维模型与实际地形是否一致,DOM、DSM等成果的清晰度、准确性是否符合应用要求。验收合格后,整理成果资料并归档;若存在问题,需返回数据处理环节重新优化,直至满足需求。

3.2 不同场景下的具体应用案例

(1)矿山地形测量:矿山地形复杂、作业环境危险,传统测量方式效率低且存在安全隐患,无人机测量成为最优选择。通过无人机快速采集矿坑、采场的地形数据,精准获取矿坑深度、坡度、面积等参数,用于开采量计算、矿坑边坡稳定性分析,同时为矿山生态修复规划提供精准

地形依据,助力矿山绿色开采与生态治理。某露天矿山采用无人机测量,仅用1天完成原本10人5天的测量任务,开采量计算误差控制在3%以内。(2)景区与林地地形测量:景区与林地植被覆盖密集、地形起伏较大,传统测量难以穿透植被获取真实地形。无人机搭载倾斜相机与激光雷达,可高效获取植被覆盖区的地形高程、地貌特征数据,既满足景区规划中道路布局、景点建设的地形需求,也能为林业调查提供植被覆盖度、林地面积等精准数据,助力景区生态保护与林业资源管理,避免人工测量对景区环境与植被的破坏^[5]。(3)滩涂与湿地地形测量:滩涂与湿地地形复杂、水域分布广泛,人工测量难度大且易破坏生态环境。无人机可适应水域周边的复杂地形,低空飞行采集高精度高程数据与地物分布信息,精准掌握滩涂淤积、湿地退化等情况,为湿地生态保护、滩涂开发规划、防洪排涝工程设计提供可靠数据支撑,实现生态保护与合理开发的兼顾。

3.3 无人机地形测量的应用效果分析

(1)效率对比:与传统人工测量方式相比,无人机测量的效率优势极为显著。在人力成本上,传统测量需3-5人协同作业,而无人机测量单人即可完成核心操作,大幅减少人力投入;在作业时间上,以10平方公里测区为例,传统人工测量需7-10天,无人机测量仅需1-2天,作业效率提升5-10倍,尤其适用于大规模、紧急场景的地形测量,大幅缩短项目推进周期。(2)精度对比:通过实际案例数据验证,无人机测量成果精度完全满足行业标准。以1:500地形测量为例,无人机测量的平面精度可达 $\pm 5\text{cm}$,高程精度可达 $\pm 10\text{cm}$,远超传统人工测量的精度水平;在矿山、工程建设等高精度需求场景中,通过免像控技术,可进一步提升精度,确保测量成果能够直接用于后续设计、施工等工作,减少因数据误差带来的损失。

3.4 无人机地形测量应用中的常见问题及解决对策

(1)常见问题:实际应用中主要面临三大问题,一是复杂天气(大风、暴雨、大雾)会影响无人机飞行稳

定性,导致信号中断、飞行偏差,甚至设备损坏,影响数据采集;二是原始数据量大,传统处理软件效率低,导致数据处理周期长,难以快速输出成果;三是林下、密集植被区域,普通相机无法穿透植被,导致林下地形数据采集难度大、精度不足。(2)解决对策:针对上述问题,采取针对性解决措施。面对复杂天气,优化飞行规划,提前查询天气预报,选择适宜天气作业,同时设置飞行应急预案,避免恶劣天气强行作业;针对数据处理效率低,升级数据处理软件,采用批量处理、云端计算等方式,提升数据处理速度,缩短处理周期;针对林下地形采集难题,采用激光雷达等专用载荷,其可穿透植被间隙,精准获取林下地形高程数据,有效提升采集精度与效率。

结束语

综上,无人机构造的不断优化的核心载荷、控制导航技术的升级,为地形测量提供了高效、精准的技术支撑,有效弥补了传统测量方式的不足。无人机在矿山、景区、湿地等多场景的应用实践,充分彰显了其应用价值与广阔前景。尽管目前应用中仍面临天气干扰、数据处理等问题,但通过科学应对可逐步解决。未来,随着技术迭代,无人机将进一步与地形测量深度融合,为相关领域发展提供更有力的保障。

参考文献

- [1]付佳琪.无人机航空摄影测量在河北某矿山地形测绘中的应用及精度控制[J].中国非金属矿工业导刊.2024,12(1):67-69.
- [2]陈震洋.无人机航空摄影测量在地形测绘中的应用研究[J].建材发展导向.2023,21(20):172-174.
- [3]郑斯见.无人机航空摄影测量在矿区地形测绘中的应用研究[J].世界有色金属.2023,10(16):107-110.
- [4]赵新峰.无人机航空摄影测量在地形图测绘中的应用[J].中国设备工程.2023,26(18):215-218.
- [5]徐林芝,周少岳,方猛.无人机倾斜摄影测量在大比例尺地形测绘中的应用[J].江西测绘.2024,9(2):32-35