

# 大疆无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用探究

余尚泽, 解睿, 张鑫诚, 吴浩文, 唐磊  
武汉学院信息工程学院, 湖北 武汉 430212  
DOI:10.61369/ME.2024080037

**摘要** : 随着工程测绘领域对高精度、高效率需求的提升, 大疆无人机遥感测绘技术凭借自动化、智能化优势成为行业转型核心力量。本文从技术架构与硬件配置切入, 分析其在数据采集、模型构建、施工监测及行业监管等场景的应用实践, 揭示其通过大疆机场2无人化作业模式、Matrice 4E高性能机型及大疆智图软件, 实现厘米级定位、快速三维建模与多领域数据融合的技术优势。研究指出, 该技术在文物保护、湿地监测、基层综合治理中显著提升作业效率并降低成本, 但也面临复杂环境适应性、数据安全等挑战。未来, 随着与 AI、大数据深度融合, 大疆无人机遥感测绘技术将进一步拓展应用边界, 推动测绘行业向智能化、全域覆盖方向发展。

**关键词** : 大疆无人机; 遥感测绘技术; 工程测绘; 自动化作业; 三维建模

## Research on the Application of DJI Unmanned Aerial Vehicle Remote Sensing Mapping Technology in Engineering Mapping

Yu Shangze, Xie Rui, Zhang Xincheng, Wu Haowen, Tang Lei  
Wuhan College School of Information Engineering, Wuhan, Hubei 430212

**Abstract** : With the increasing demand for high precision and high efficiency in the field of engineering surveying and mapping, DJI's unmanned aerial vehicle (UAV) remote sensing surveying and mapping technology, leveraging its advantages of automation and intelligence, has become a core force in the industry's transformation. This paper starts from the technical architecture and hardware configuration, analyzes its application practices in scenarios such as data collection, model construction, construction monitoring and industry supervision, and reveals its technical advantages in achieving centimeter-level positioning, rapid 3D modeling and multi-domain data fusion through the unmanned operation mode of DJI Airport 2, the high-performance Matrice 4E model and DJI Zhitu software. Research indicates that this technology significantly enhances operational efficiency and reduces costs in cultural relic protection, wetland monitoring, and grassroots comprehensive governance. However, it also faces challenges such as complex environmental adaptability and data security. In the future, with the deep integration of AI and big data, DJI's unmanned aerial vehicle (UAV) remote sensing mapping technology will further expand its application boundaries and promote the development of the mapping industry towards intelligence and full coverage.

**Keywords** : DJI UAV; remote sensing surveying and mapping technology; engineering surveying and mapping; automated operation; 3D modeling

## 引言

随着经济的迅猛发展, 工程测绘领域对成果质量的要求日益严苛, 这有力推动着相关技术不断革新。在此背景下, 大疆无人机凭借先进技术, 在遥感测绘中崭露头角。

大疆无人机搭载前沿科技, 如大疆机场2构建起无人化航测作业模式, 革新了传统测绘流程。其具备自动起飞、巡航、数据回传等功能, 相比传统测绘手段, 优势显著。在测绘精度上, 大疆无人机配备高分辨率相机与先进定位系统, 能获取厘米级甚至更高精度的数

依托大学生科研创新团队: 批准号: XST202404 智空安防团队, XST202406 三维机器视觉与逆向工程检测创新团队, XST202310 人工智能研究团队, 202413634001 智影空探——轻量级共轴无人机, 202413634008S 无人机起飞空域管理系统——自动生成姿态通行令牌, 202413634009 基于5G--北斗的智能温湿度监测装置, XCDC202404 蓝航守望者-北斗集成水质监测技术系统, XCDC202436 基于北斗卫星的近海水质智能监测养殖系统。

据；在效率方面，可快速完成大面积区域测绘，极大缩短工期。

深入探究大疆无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用，对推动该技术在工程领域的深化应用、助力行业高质量发展意义重大。接下来，本文将围绕相关应用要点展开深入剖析<sup>[1]</sup>。

## 一、大疆无人机遥感测绘技术简介与发展现状

大疆无人机遥感测绘技术融合先进的无人驾驶飞行器、遥感传感器、遥测遥控、通讯及GPS差分定位等技术，能快速、自动化获取高精度空间遥感信息，并完成数据处理、建模与应用分析。其以无人机为空中平台，搭载多种遥感传感器（如高分辨率CCD数码相机、多光谱成像仪等）获取信息，经计算机处理制作成图像。

在硬件方面，大疆不断推出新机型，性能持续提升。如早期精灵4RTK集厘米级导航定位与高性能成像系统于一体，操作便携；如今Matrice 4E在测量、AI辅助、摄影测量等功能上进一步突破。传感器也从早期向大面阵数字化发展，像素不断提高，还出现激光三维扫描仪、红外扫描仪等小型高精度传感器，为应用提供更多可能。

软件上，大疆智图以摄影测量技术为核心，能支持各类可见光精准高效二三维重建、激光雷达数据处理。可生成逼真三维模型、高精度点云、真正射影像等成果，支持多种格式输出并集成到第三方软件。还具备多显卡重建提升效率、自定义相机参数、通过控制点自动刺点纠偏、测量关键数据等功能，且能一键开启大疆智模进行模型编辑。

从市场与行业影响力看，大疆在无人机遥感测绘领域处于领先地位，其技术和产品得到广泛认可和应用。中国科学院院士李德仁表示中国无人机遥感世界第一，大疆解决了无人机飞行自动控制问题。

未来，随着AI、物联网等技术发展，大疆无人机遥感测绘技术有望在智能化、数据融合等方面进一步突破，拓展更多应用场景，为各行业数字化转型提供更强支持<sup>[2-3]</sup>。



图1 大疆机场2革新无人化航测作业模式

## 二、无人机遥感测绘技术的优势分析

### （一）自动化与智能化程度高

如大疆机场2革新无人化航测作业模式，可实现无人机自动作

业。通过司空2公有/私有平台下发任务指令，无人机回传数据信息，还能实时监控，且数据可通过上云API供各类行业平台调用，提高了作业的智能化与自动化水平，减少人工干预，提升工作效率<sup>[4]</sup>。

表1 系统菜单结构表



### （二）数据获取与处理能力强

数据采集高效：能快速获取测绘区域影像和数据。例如在一些项目中，可在短时间内完成大面积区域的数据采集，相比传统测绘大幅缩短工期。

影像分辨率高：拍摄的影像具有高分辨率，可清晰反映地物细节，为后续分析提供高质量数据基础。

多领域数据应用：采集的数据可应用于工程建筑、自然资源、实景三维、地质灾害等多个领域，通过建立数字模型、对比研判等，辅助各行业决策<sup>[5]</sup>。（参考图片：批后监管 - 技术流程、湿地保护场景、文物遗址保护 - 模型应用等相关内容）



图2 大疆无人机湿地保护场景

### （三）应用场景广泛

批后监管：按照项目下发、进度预判、建模初判、精细建模、对比研判、成果输出的流程，为项目建设监管提供技术支持，如对建设项目是否按规划实施进行监测。



图3 批后监管 - 技术流程图

湿地保护：可对重点湿地月巡、整治区域周检、问题部位日

查，及时发现倾倒垃圾、非法修建、水面垃圾等问题，生成巡检报告，助力湿地生态保护。

**文物保护：**硬件上依托大疆机场2，软件结合司空2等平台，可根据文物遗址范围规划巡检航线，建立实景三维模型数据，利用点云模型分析地形变化趋势，为预防性文物保护提供有力手段，还能协助景区管理与宣传。

**基层综合治理：**在沿海某县基层综合治理中，累计飞行2650架次，采集彩像19.5万张等，实现违建预警、渔排预警等，节省测绘服务费用580万元等，提升数字化执法取证工作质效。2.4系统架构与管理优势

**组网覆盖能力：**“1+1+1+N”系统架构中的低空无人机测绘遥感监测网，已进行多台大疆机场2的部署，按单台覆盖一定半径选址，逐步实现全域覆盖，扩大监测范围。



图4 “1+1+1+N”系统架构图

**云控平台功能强大：**基于上云 API 开发的无人机云控平台，具备飞机调度、任务管理、航线管理、成果管理等功能模块，实现对无人机及机场的操控管理，以及数据的实时获取、传输、智能处理与应用，还能与现有业务 GIS 平台数据打通。

**(四) 成本效益优势**

**硬件复用：**城市内一次硬件设备建设，多部门分时复用，减少重复投入。

**费用节省：**在沿海某县项目中，累计节省测绘服务费用580万元，节省单次出海费用600元/次等，降低作业成本。



图5 无人机沿海某县基层综合治理图

**(五) 设备操作与性能优势**

**操作简便安全：**运行通过遥感操作，无需驾驶员亲自驾驶，简化设备结构、降低重量、提高灵活性，保障人员安全。（参考资料：《3无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用（地信网论坛）》）

**部分机型性能卓越：**如 Mavic 3E 搭载含机械快门的 4/3 CMOS 广角相机，支持 RTK 厘米级定位；机械快门最快 0.7 秒间隔连拍，配合高速飞行提升作业效率；电池支持快充可轮转作业；图传能力强，保障复杂环境和远距离作业。（参考资料：《小型航测利器 | Mavic 3E 正射、倾斜及贴近摄影测量实测\_新闻报道\_DJI 大疆行业应用》）

**三、无人机遥感测绘技术的优势分析**

**(一) 飞行稳定性与环境适应性问题：**在复杂气象条件（如强风、暴雨、浓雾等）下，飞行稳定性可能受影响，导致数据采集精度下降甚至作业中断。在山区等地形复杂区域，信号遮挡可能影响无人机与地面控制站的通讯，干扰作业。（参考资料：《3 无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用（地信网论坛）》）

**(二) 数据安全与隐私问题：**随着数据传输与共享增多，若安全措施不到位，测绘数据可能面临被窃取、篡改风险，涉及敏感区域（如军事、涉密科研院所附近）的测绘数据还存在隐私与保密问题。

**(三) 传感器与控制精度局限：**部分场景下，传感器控制精度可能不足，影响测绘数据的准确性。例如在对微小地物或高精度地形测量时，可能无法满足要求。（参考资料：《3 无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用（地信网论坛）》）

**(四) 续航与作业范围限制：**尽管部分机型飞行时间有所提升，但整体续航时间有限，限制单次作业范围和时长，对于大面积、长距离测绘任务，可能需多次起降、更换电池或频繁调整起降点，影响效率。

**(五) 法规与监管相关挑战：**无人机飞行需遵循诸多法规政策，如空域限制、飞行许可申请等。不同地区法规差异大，操作不当易违规，增加作业复杂性和不确定性<sup>[6-8]</sup>。

**四、无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用**

**(一) 数据采集与模型构建**

**高效采集数据：**大疆无人机能够快速获取大面积区域的数据，大幅降低外业成本。如在深圳某地铁枢纽项目中，大疆 M300 RTK 无人机仅用3天就完成12平方公里地形测绘，较传统方式效率提升5倍。其搭载高分辨率相机及先进定位系统，可获取高精度地理坐标和位置信息，采集的影像分辨率高，能捕捉丰富地表细节，为构建高精度二维、三维模型提供优质数据基础。搭配 P1、L1 以及大疆智图软件，可带来高精度、高效率、一体化的测绘解决方案，快速构建二维正射影像以及三维模型，为设计师提供丰富地理信息参考。

**古建筑三维测绘：**对于古建筑，可快速构建高精度三维模型，全方位获取细节信息以进行精细化建模，得到精准建筑数据，为文物保护、教育等提供完备信息支撑。为省去外挂数字式温度计和气压计，本程序采用了多重差分的方法来消除外界因素对观测数据的影响，多重差分包括距离差分、方位角差分和高差

差分。

①距离差分系数的计算：

$$\Delta d = \frac{d_j^1 - d_j^0}{d_j^1}$$

式中  $d_j^0$  为无人机至某参考点的斜距； $d_j^1$  为某一时刻某参考点方向距离的实测值。

②方位角差分 方位角差分改正量的计算：

$$\Delta H_Z = H_{jz}^1 - H_{jz}^0$$

式中  $\mu_j^1$  为对参考点测量的方位角值； $\mu_j^0$  为参考点第一次测量的方位角。

③高差差分 差分改正系数的计算：

$$c = \frac{h_j^0 - h_j^1}{d_j^2 \cos^2 \alpha}$$

式中  $h_j^0$  为无人机至参考点的实际高差； $h_j^1$  为无人机至参考点的观测高差； $d_j^2$  为无人机至参考点的斜距； $\alpha$  为无人机至参考点的竖直角。

④无人机至变形点水平距离的计算：

$$D_p = \sqrt{d_p^2 - h_p^2}$$

⑤无人机坐标的计算：

$$\left. \begin{aligned} X_p &= D_p \cos H_{ZP} + X^0 \\ Y_p &= D_p \sin H_{ZP} + X^0 \\ H_p &= h_p + H^0 \end{aligned} \right\},$$

式中  $X^0$ 、 $Y^0$ 、 $H^0$  为监测站的坐标值。

## (二) 施工过程监测

施工进度管理：用信息化手段动态掌握工地状况，全面管理施工进度。通过快速生成施工区域二维、三维模型，可全面掌握工程进展，保存完整历史信息；构建动态施工变化图，直观展示施工进度。例如某特大桥工程通过无人机巡检发现结构偏差，及时调整施工方案，避免后期3000万元返工损失。

土方量测算：基于无人机建模计算土方量速度快、成本低，还可通过多光谱扫描自动计算土方量，误差能控制在3%以内。现场配合RTK定位仪，可一键生成开挖回填量报告，省去人工核算环节<sup>[9]</sup>。

## (三) 工程运营维护

对建筑或设施进行贴近摄影测量，快速构建高精度三维模型，为工程验收以及运维提供精准数字支撑，实现运营维护数字化，有效降低运维成本。处理能力大幅提升，如大疆智图4天可完成5公里河道建模。

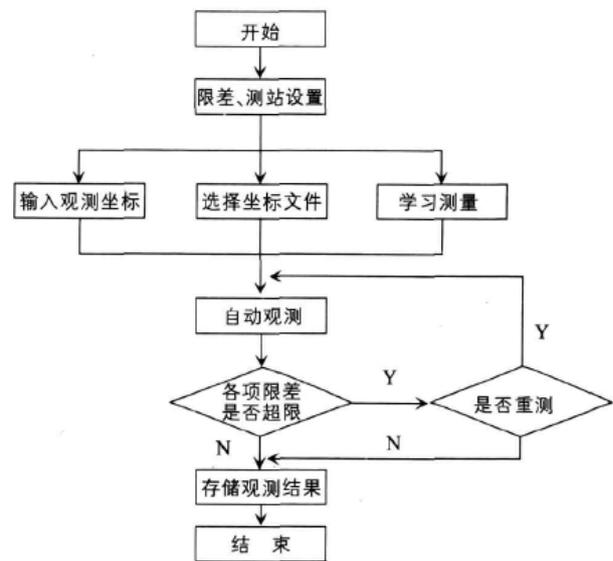


图6 系统详细流程图

## (四) 行业监管与综合应用

批后监管：在自然资源等领域的批后监管中发挥作用，按照项目下发、进度预判、建模初判、精细建模、对比研判、成果输出的技术流程，利用无人机获取的影像数据进行分析，辅助监管决策。

湿地保护：可用于重点湿地月巡、整治区域周检、问题部位日查等工作，及时发现倾倒垃圾、岸边开垦耕地、非法修建（构）筑物等问题。

文物保护：为预防性文物保护提供有力手段，如在长城文物保护中，建立实景三维模型数据，平均每台机场每日飞行10+架次，使文物保护有据可依；利用高空视野与定点监控形成互补，清除景区综合管理死角；还可协助景区完成对外宣传，体现历史与科技结合之美。在河北易县清西陵等文物保护巡查工作中也有应用。

基层综合治理：在沿海某县基层综合治理中，无人机累计飞行2650架次，采集影像19.5万张，进行三维建模235平方公里等，实现了数字化执法取证工作的提质增效，累计节省测绘服务费用580万元，全海域巡查、全域两违巡查时间大幅缩短<sup>[10]</sup>。

## (五) 系统架构支持

武测院基于上云API开发无人机云控平台，具备飞机调度、任务管理、航线管理、成果管理等功能模块，对无人机及机场进行操控管理，实现数据实时获取、传输、智能处理与应用，还与现有业务GIS平台打通数据，实现高效传递和应用。同时，通过“1+1+1+N”系统架构，构建低空无人机测绘遥感监测网，实现对城市区域的有效覆盖与监测。

## 五、结束语

大疆无人机遥感测绘技术凭借其创新的系统架构与多元应用，在当今测绘领域展现出巨大价值。从“1+1+1+N”系统架构

构建的低空无人机测绘遥感监测网与云控平台，到在工程建设、自然资源、文物保护、湿地监测等多领域的深度应用，大疆无人机实现了数据的高效采集、传输与处理，大幅提升了测绘作业的精度与效率，降低了成本。

随着技术的不断发展，大疆无人机遥感测绘技术有望在更多

领域得到拓展应用，与人工智能、大数据等前沿技术深度融合，进一步提升其智能化与自动化水平。未来，它将持续为各行业的数字化转型与高质量发展贡献力量，推动测绘行业迈向新的高度。

## 参考文献

---

- [1] 马彦辉. 工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用分析 [J]. 中国金属通报, 2021(07).
- [2] 冯晓滨. 无人机遥感测绘在工程测绘领域的应用 [J]. 智能城市, 2021(10).
- [3] 梁旭. 无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用研究 [J]. 工程技术研究, 2022(20).
- [4] 任敬. 无人机遥感测绘技术在工程测绘中的应用 [J]. 有色金属设计, 2022(01).
- [5] 王立静; 宋宁; 褚会鹏. 工程测绘中无人机遥感测绘技术的应用研究重点探寻 [J]. 世界有色金属, 2021(12).
- [6] IA C S, BAI X, DING J, et al. DOTA: a large-scale dataset for object detection in aerial images [EB/OL]. [2022-06-18]. <https://arxiv.org/pdf/1711.10398v3.pdf>.
- [7] JOSEPH R, SANTOSH D, ROSS G, et al. You only look once: unified, real-time object detection [EB/OL]. [2022-06-18]. <https://arxiv.org/pdf/1506.02640v5.pdf>.
- [8] ZHU Y X, WU X Q, DU J. Adaptive period embedding for representing oriented objects in aerial images [EB/OL]. [2022-06-18]. <https://arxiv.org/pdf/1906.09447v1.pdf>.
- [9] 魏明鑫, 黄浩, 胡永明, 等. 基于深度学习的多旋翼无人机单目视觉目标定位追踪方法 [J]. 计算机测量与控制, 2020, 28(4): 156120.
- [10] 张一博, 徐彬, 樊伟. 智能空中作业机器人研究进展与展望 [J]. 人工智能, 2021(4): 6-16.