

# 基于无人机的地形测绘技术

李升

安徽省第一测绘院

**摘要:** 在各类工程规划和建设领域,地形测绘工作都是必不可少的关键部分,决定了规划的科学性和施工的稳定。随着科学技术的发展,各类新型的地形测绘技术不断出现,无人机测绘作为广泛应用的一种测绘技术,具有安全性高、测绘范围大、测绘速度快诸多优点,合理应用相关技术,可以有效提升测绘效率效果。本文将对基于无人机的地形测绘技术进行分析,具体阐述其价值、注意事项和应用。

**关键词:** 无人机; 地形测绘; 价值; 问题

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2024.20.117

## 引言

无人机测绘技术是通过无人机配置的摄像系统进行地形信息的摄录,再通过数据传输将相关信息转到计算机程序进行分析,最终得出完善的地形测绘内容。通过无人机测绘技术,可以有效解决部分地区无法通过人员进行测绘的问题,也可以快速做好大范围的地形测绘工作,有利于在短时间内总结地形测绘信息,发挥测绘工作的关键作用。

### 一、基于无人机进行地形测绘的价值分析

#### (一) 提高测绘效率

在通过无人机进行地形测绘的过程中,最为显著的优势就是能够提升测绘工作的效率,减少测绘工作中的问题情况,提升测绘效果。首先,无人机可以在短时间内覆盖广泛的地区,执行传统地面测绘所需数周甚至数月的工作,无人机搭载的先进摄影测量设备和传感器能够在飞行过程中实时收集高分辨率的地形图像和地理信息,完成高精度的地形测绘。

其次,在山区、沼泽地、灾区等传统测绘设备难以进入的区域,无人机可以轻易飞入并进行精确测量,不仅能显著提高工作效率,还可以降低测绘人员的安全风险。例如,在地震后的灾区,无人机可以迅速部署,对受损地区进行详细测绘,帮助救援团队制定有效的救援计划。

在数据处理效率方面,现代无人机测绘系统通常包括自动数据处理软件,能够快速将原始图像和数据转换为可用的地图和模型,这意味着地形数据几乎可以实时生成,极大地缩短从数据收集到决策制定的时间<sup>[1]</sup>。

最后,尽管无人机的初期投资可能相对较高,但长远来看,可以减少人力需求、缩短项目时间和减少因交通或设备故障导致的额外费用。同时,无人机的运行维护成本远低于传统的测绘设备,在预算有限的情况下,无人机测绘是一种非常具有成本效益的选择。

#### (二) 降低测绘成本

在传统的测绘活动中,不仅需要考虑到测绘设备本

身带来的成本,测绘人员方面的成本也必须考虑,总体来说,想要完成一次大范围的测绘工作,不仅要消耗大量的时间,还会消耗大量的成本。而通过无人机地形测绘技术的应用,可以有效提升测绘效果,降低测绘成本。

首先,传统的地面测绘往往需要大量的人力物力支持,涉及难以到达的地区时,传统方法的成本会因交通、住宿等支出而大幅增加。相比之下,无人机可以快速部署到任何地点,操作人员相对较少,且不需面对传统测绘中常见的地形或交通限制。

其次,无人机的维护主要包括电池更换和软件更新,与传统测绘设备如重型车辆和复杂仪器相比,成本大为降低。同时,无人机的操作培训较为简单,培训时间较短,可以有效减少培训成本,随着无人机技术的普及,相关设备和维护服务的价格也在逐渐降低,能够更好地提升无人机操作的成本效益。

此外,高质量的数据收集能够减少错误和数据不一致的风险,从而减少需花费在数据校正和分析上的时间和资源。同时,无人机能够在灾害发生后迅速部署,为灾害管理和应急响应提供即时数据,在这些情况下,无人机不仅能够节省成本,还有助于减少可能的人员伤亡和财产损失。

#### (三) 提升测绘效果

相较于传统的测绘方式,在很多场景的测绘工作中,无人机都占有一定的优势,合理利用无人机进行测绘,可以切实提高测绘工作的实际效果,并减少问题因素对测绘工作造成的影响。

首先,无人机可以装备高端的测量设备,如激光雷达(LiDAR)、高分辨率相机和多光谱传感器,使得无人机测绘能够构架极高质量的地形图和三维模型。例如,激光雷达技术通过发射激光脉冲并测量反射回的光的时间来精确计算距离,从而能够生成精细的地形数据,可以用于需求严格的工程项目,如道路设计、洪水模拟和城市规划。

其次,无人机的飞行稳定性和高级的导航系统可以精确控制无人机的飞行路径和定位,使每次飞行都可以重复获取数据,增加数据收集过程的可靠性。同时,在通过无人机进行测绘的过程中,可以通过实时的数据传输加快项目的工作流程,使问题在数据收集阶段及时发现和纠正,减少后期可能需要的数据校正工作。

此外,敏感或危险区域进行测绘工作时,无人机测绘能够提供安全的测绘方式,并保证数据的完整性和准确性,从而有效拓展可以测绘的领域,并满足测绘需要,防止测绘出现问题。

### 二、基于无人机的地形测绘需要注意的问题

(一) 技术限制

首先, 尽管无人机技术已经取得显著进步, 但大多数商用无人机的飞行时间仍受限于电池容量, 通常在30分钟到一个小时左右。这意味着面对大面积的地形测绘任务时, 需要多次起降或更换电池, 可能会增加项目的总体时间和成本。同时, 电池性能受温度和天气条件的影响较大, 极端气候条件下的电池效率会显著下降, 导致无人机不适合在极端天气下测绘。

其次, 高精度的测绘设备, 如高分辨率相机和激光雷达系统, 往往较重, 而大多数无人机只能携带有限的重量, 在不牺牲设备性能的情况下, 很难实现设备的轻量化。在进行测绘的过程中, 由于载荷能力的限制, 无人机也需要尽可能搭载关键的设备, 很容易对测绘项目造成限制。

此外, 尽管现代无人机大多配备有先进的自动驾驶和导航系统, 但在复杂或遮挡密集的环境中, 如密集的城市或多山的地区, 无人机的导航精度可能会受到影响。同时, 无人机需要收集并传输大量数据信息, 以满足测绘需要, 应当对数据收集和传输过程中的数据安全问题产生重视, 确保数据在传输和存储过程中的安全, 避免数据泄漏或被非法访问<sup>[2]</sup>。

(二) 数据安全与隐私问题

数据安全和隐私问题一直是测绘工作中应当关注到的问题, 在无人机测绘的过程中, 由于数据传输量大, 测绘范围大, 更容易出现数据安全和隐私方面的问题情况。

首先, 无人机在执行测绘任务时会收集大量的地理数据, 包括图像和其他相关信息, 这些数据可能涉及私人财产或敏感区域, 如果未经授权就公开或使用这些数据, 可能会侵犯个人隐私或企业机密。同时, 无人机收集的数据通常需要通过无线网络传输到服务器或云存储系统中, 这个过程的数据可能面临截取、篡改或丢失的风险。为了防止这种情况, 必须采用强加密技术保护传输过程中数据的安全。

其次, 随着技术的发展, 无人机所用的软件和固件也可能成为黑客攻击的目标, 黑客可能通过软件漏洞控制无人机, 获取敏感数据或者干扰无人机的正常运行。因此, 需要定期更新无人机的软件和固件, 修补已知的安全漏洞, 保证无人机的安全维护效果。同时, 对操作无人机的人员, 需要进行严格的培训, 使相关人员了解并遵守所有相关的数据保护法规。还应当制定详细的操作规程, 明确何种情况下可以收集数据, 以及数据可以被如何使用和分享, 防止数据泄漏和滥用。

(三) 法规问题

在借助无人机进行地形测绘过程中, 由于无人机的飞行状态受到操作、设备情况、电源等多方面的影响, 具有一定的危险性, 为此, 与无人机飞行相关的法规较为复杂。在无人机地形测绘技术的应用过程中, 应当充分重视法律法规, 在法律允许的范围内合理应用无人机。

首先, 在无人机测绘技术的使用过程中, 通常比传

统的地面测绘方法对自然环境的干扰更少, 但无人机的活动仍可能对野生动物特别是鸟类产生负面影响。例如, 无人机的噪音可能会干扰鸟类的栖息和繁殖, 鸟类的飞行也会对无人机的飞行造成影响。因此, 在野生保护区或敏感生态区域使用无人机进行测绘时, 必须进行环境影响评估, 并采取措施减少对野生动物的干扰<sup>[3]</sup>。

其次, 无人机的使用受到多层面的法律和法规约束, 在地区, 关于无人机飞行的法规可能有很大差异, 为此, 在进行无人机测绘的过程中, 无人机操作者必须熟知并严格遵守当地的法规。同时, 在一些特定的自然保护区, 可能完全禁止使用无人机, 或者在特定的时间段内限制无人机的使用, 以避免干扰动植物的生长或迁徙。因此, 在规划无人机测绘项目时, 需要提前获取所有必要的许可和批准, 防止项目违反相关环境保护法规。

最后, 由于无人机技术和应用领域的快速发展, 相关的法律法规也在不断变化, 无人机操作者必须保持对法规变化的关注, 并定期进行培训, 防止无人机测绘工作触碰法律红线。

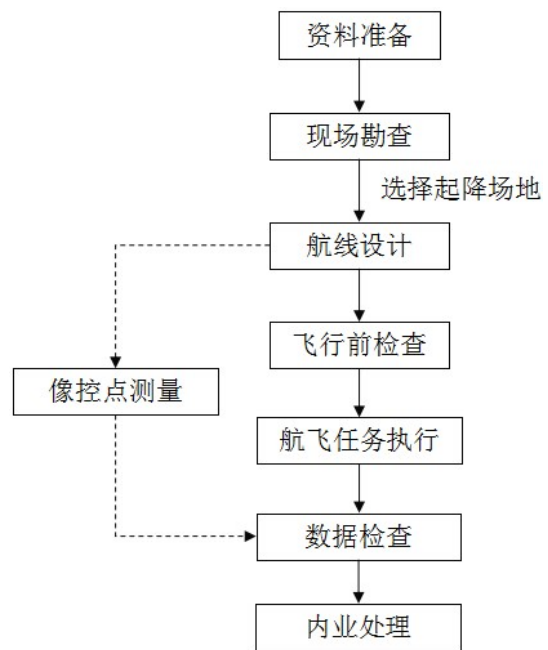


图1 无人机测绘的基本流程

三、基于无人机的地形测绘技术的应用

(一) 完善飞行规划

在进行无人机地形测绘技术的应用过程中, 想要切实保证测绘工作的质量和完整度, 一定要做好测绘前的飞行规划工作, 再结合飞行规划调整测绘模式, 从而保证测绘效果。一旦未做好相关规划, 在实际进行测绘的过程中, 就容易出现混乱, 也不利于有效率地做好测绘工作。

首先, 在进行飞行路径的规划时, 应当使其覆盖所有需要测绘的区域, 避免不必要的重复覆盖, 同时, 在路线规划中应该尽量减少转弯, 防止无人机在转弯时失去稳定性, 影响图片的清晰度。此外, 为了获得高质量

的影像数据，无人机的飞行高度必须根据地形的复杂性和摄影设备的性能来仔细设定。

其次，在无人机的飞行速度方面，需要综合考虑无人机的电池续航能力、摄像设备的曝光时间和预期的数据采集量，过快的飞行速度可能导致影像模糊，而过慢则可能导致电池电量不足，无法完成整个测绘任务。因此，必须根据无人机的续航能力和摄像设备特性来调整飞行速度<sup>[4]</sup>。

再次，在考虑了飞行路径、高度和速度后，还应充分考虑测绘中的天气状况，避免在强风条件下飞行。同时，要确保飞行时间安排在光线条件最佳时段，避免大光比和昏暗场景，防止对图像清晰度造成影响。考虑到无人机系统可能出现的技术故障，应准备好备用电池、可能的着陆点，使操作人员能够在出现意外时能迅速反应。

最后，测绘人员应当切实做好测绘前的准备工作，做好无人机的检查、固件和软件的更新、飞行设备的校准以及通讯设备的测试。一旦飞行开始，必须持续监控无人机的状态，并实时调整飞行计划以应对可能出现的变数。

## （二）数据质量控制

在基于无人机进行地形测绘时，为确保测绘工作的准确性和可靠性，应当做好数据质量的控制工作，加强从数据采集、存储到处理各个阶段的管理，从而减少误差，提高数据的精度和一致性。

首先，在数据采集阶段，应做好无人机搭载的摄影测量设备的校准工作，做好相机各类参数和传感器的检查，防止出现故障情况。为了减少环境变化对测量结果的影响，应避免在强风、雨雪或光线条件不稳定的情况下飞行。同时，飞行中应实时监控无人机的飞行状态，确保其按照预定的飞行路径和高度进行，以获得最佳的数据覆盖范围和分辨率。

在数据存储阶段，必须使用可靠的存储介质，并且定期备份数据，以防数据丢失。数据传输过程中应使用校验和检测和错误纠正编码防止数据丢失。同时，应建立一套完善的数据管理系统，对采集的数据进行组织和归档，切实保护数据质量，保证后续的数据处理和分析效果。

在数据处理阶段，应做好影像的预处理工作，依次执行去畸变、辐射校正和光度校正，在完成相关的校正调整工作后，可以做好影像匹配、三维重建和特征提取。同时，应使用高质量的地面控制点和后端处理软件，提升三维模型的精度。为了评估数据处理的质量，应在处理过程中进行多次校核，并与已知的基准数据或先前的测量结果进行比对。

最后，应建立一套标准化的评价体系，包括定性和定量的评价指标，通过对比分析，持续跟踪和改进数据质量，必要时进行返工或重新采集，确保最终的地形测绘成果达到预定的质量标准。

## （三）硬件选择与维护

无人机测绘工作的精确度与硬件的性能有着很大的

联系，老旧的硬件不仅容易出现问題，也难以满足更加专业的测绘需要，容易对测绘工作造成影响。为此，应当做好硬件选择和维护工作，延长设备的使用寿命，并减少故障率。

首先，在选择无人机平台时，应切实考虑其载重能力、续航时间、稳定性以及是否能够在所需的测绘环境中稳定飞行。例如，固定翼无人机适合于长时间、大范围的测绘任务，而多旋翼无人机在小范围、高精度的任务中表现更好，可以适当根据环境情况选择应用<sup>[5]</sup>。

在传感器的选择上，需要根据测绘的具体需求适当选择分辨率、解析力和传感能力合适的传感器，提升图像拍摄的效果。同时，无人机应当配备先进的卫星导航系统，如北斗和GPS。

其次，应当定期对无人机进行检查维护，预防可能的技术问题，并确保硬件始终处于最佳状态。同时，操作人员还应接受专业培训，以便在出现故障时能够快速诊断，及时修复设备问题。

## （四）优化工具选择与数据处理

数据处理是无人机测绘工作中的关键一环，通过使用科学的数据处理工具进行数据处理，可以提升数据处理效率，减少差错，保证测绘效果。

首先，在接收到无人机数据后，应进行预处理，对原始图像进行校正，以消除摄像机镜头畸变和不同光照条件下的影响。同时，在预处理完成后，应使用专业的摄影测量软件识别多张照片中的同一特征点，生成高精度的三维模型，完成数据内容的分析和重建。

其次，为了大量处理数据，应选择合适的计算平台，保证数据处理的效率和能力，提升数据处理效果。同时，应利用软件工具分析进行数据分析，使数据信息通过可视化或更加直观的方式进行表达。

结论：总而言之，基于无人机进行地形测绘，可以有效提升测绘工作的效率效果，相较于传统的测绘方式，还能够降低测绘风险，减少测绘成本。但在实际的测绘中，也存在一定的问题情况，需要根据具体的测绘要求进行无人机测绘技术的应用调整，以切实保证测绘工作的效果，解决潜在问题，提升测绘质量。

## 参考文献

[1] 张念. 基于无人机航测与三维激光扫描的三维地形测绘技术[J]. 低碳世界, 2023, 13(08): 64-66.

[2] 叶彬彬, 戴矽妍. 无人机航测及地理信息技术在地形测绘中的应用[J]. 电子技术, 2023, 52(08): 145-147.

[3] 宋利奎. 无人机航测及地理信息技术在地形测绘中的应用[J]. 中国金属通报, 2023, (03): 204-206.

[4] 李建强. 基于无人机技术的金属矿山地形测绘方法[J]. 中国金属通报, 2023, (02): 207-209.

[5] 周韵芝. 探析无人机航空摄影测量技术在地形测绘中的应用[J]. 西部资源, 2022, (06): 117-119.

作者简介: 李升(1975-), 男, 汉族, 安徽肥西县人, 本科, 助理工程师, 从事测绘外业工作。