

无人机技术在测绘工程地面位移形变测量中的应用研究

唐涛

(合肥市轨道交通集团有限公司, 安徽 合肥 230000)

【摘要】随着科技的迅猛发展,无人机技术成为当前应用十分广泛的技术,在测绘工程领域中,此项技术具有极高的应用优势,为测绘工作提供了更为便捷、有效的创新工具。在此背景下,本文深入探讨无人机技术,并明确其在地面位移形变测量中的应用及其研究进展,提出其在提高测量效率、精度和安全性方面的具体应用方式,以此为测绘工程提供帮助与参考。

【关键词】无人机技术; 测绘工程; 地面位移; 形变测量

引言: 传统的地面位移形变测量方法如全站仪、GPS等,在过去发挥了重要作用,但仍存在操作复杂、耗时长、覆盖范围有限等问题。随着无人机技术的引入,为测绘工程带来了革命性的变化,尤其是在地面位移形变测量方面展现出独特的优势。

一、无人机应用在测绘工程的技术优势

(一) 高效率

无人机能够迅速部署并开始执行任务,无需复杂的准备工作,极大地节省了宝贵的时间和资源。无人机搭载高精度相机和其他传感器的无人机,可以快速起飞并按照预设的飞行路径进行作业。在几个小时内完成原本需要数天甚至数周才能完成的测绘任务。这种快速响应能力使得无人机成为紧急情况下的理想选择,例如自然灾害后的损毁评估或突发事件的现场勘查。同时,无人机的高度自动化程度进一步提高了工作效率。一旦设定好飞行路线和参数,无人机就能够自主完成剩余的工作,包括数据采集、图像拍摄和实时监控。操作人员可以将精力集中在监控无人机的状态和数据分析上,而不是耗费时间在现场的物理劳动上。

(二) 高精度

在传统测绘方法中,获取如此高精度的数据往往需要复杂的设备和大量的人力,这不仅耗时耗力,而且在某些情况下可能无法实现。然而,无人机技术的出现改变了这一现状,使得高精度数据的获取变得更加快捷和可行。现代无人机装备了多种高精度传感器,包括高分辨率相机、激光雷达(LiDAR)和光谱仪等。这些传感器能够在飞行过程中收集大量的数据,捕捉地表的细节信息。此外,随着技术的发展,无人机配备的软件能够快速处理大量数据,进行校正和分析,以消除误差并提供准确的测量结

果。这种数据处理不仅提高了数据的准确性,还加快了从数据采集到最终产品生成的整个过程。再者,操作人员可以精确控制无人机的飞行路径和高度,确保传感器在最佳位置和角度捕捉数据,最大化数据的质量和可用性。

(三) 高安全性

传统的测绘工作往往需要人员亲自到达测量点,在某些情况下,如恶劣的自然环境、污染区域或是不稳定的地表,人员的安全难以得到保障。无人机的使用,使得这些危险区域的测量工作可以通过遥控无人机完成,无人机可以在不接触地面的情况下,准确地收集所需数据,并将信息实时传回给操作人员。这种方式避免人员进入危险区域的风险,还提高数据采集的效率和精度。无人机搭载的高精度传感器和摄像头,能够在飞行过程中捕捉高分辨率的图像和精确的测量数据,这些数据经过专业软件处理后,可以为测绘工程提供极为详细和准确的地图及其他重要信息。保证后期的地图使用具备安全效果。在操作方面,无人机的部署和控制通常通过专业的地面站软件实现,操作人员可以在安全的环境中,通过电脑屏幕监控无人机的飞行状态和测量进度,实时调整飞行路线和测量参数,以适应不同的测绘需求。这种远程控制的方式,进一步提升了测绘工作的安全性和灵活性。无人机在测绘工程中的应用,保护了测量人员的安全,减少了人员进入危险区域的必要性,还提高了数据采集的效率和精度,为测绘工程提供了一种更加安全、高效和精确的技术手段^[1]。

二、测绘工程地面位移形变测量中具体应用方式

(一) 数据采集

无人机技术的核心在于数据采集,其通过无人机搭载的多种传感器进行数据采集。这些传感器包括光

学相机、多光谱相机以及激光雷达等，所有传感器共同作用于目标区域，进行高效率和高密度的数据捕捉。在数据的采集过程中，无人机技术的运用首先体现在其搭载的传感器上。这些传感器是无人机进行地面位移形变测量的关键工具，其能够捕获大量的数据，为后续的分析提供基础。例如，光学相机能够捕捉高分辨率的图像，多光谱相机则能够在不同波段下获取地表的反射率信息，而激光雷达则能够精确地测量地形的三维结构。传感器的共同特点是在无人机飞行过程中，对目标区域进行连续的、覆盖范围广泛的数据采集。这种高效率的数据采集方式，使得无人机技术在地面位移形变测量中具有显著的优势。与传统的地面测量方法相比，无人机可在较短的时间内覆盖更大的区域，在不接触地面的情况下，获取到更为精确和全面的数据。与此同时，无人机搭载的传感器还具有高密度数据采集的能力。可在短时间内收集到大量的数据点，为地面位移形变的精确测量提供数据信息。这种高密度的数据点分布，有助于揭示地面的微小变化。在实际应用中，无人机技术的数据采集过程通常自动进行。无人机根据预设的航线自主飞行，搭载的传感器会自动记录数据。自动化过程减少人为操作的需要，并提升数据采集的效率和准确性。

在具体地面位移形变测量期间，与普通工程测量的不同之处是对于测量点位的针对性和真实性需求较高。因此，在一定程度上，对测量标准的要求也较高。为了满足相关要求，需要进行初始测量点的标定。在测量中采用无人机技术作为测量的载体。为了保证准确的测量结果，需要对内置的测量设备和装置进行调整，并设置光学测量参数^[2]。

首先需要对无人机进行校准，维持其飞行稳定性和准确性。包括调整无人机的传感器、陀螺仪和其他导航设备，以使其能够准确地定位和稳定地飞行。接下来，对内置的测量设备进行调整。例如：调整激光测距仪、相机或其他测量设备的焦距、分辨率和灵敏度等参数。通过调整参数，保证测量设备能够准确地捕捉到所需的细节和信息。此外，还需要设置光学测量参数。包括调整相机的曝光时间、光圈大小和 ISO 感光度等参数，以适应不同的测量环境和条件。通过合理设置参数，提升光学测量的准确性和可靠性，其具体参数如表 1。最后，开始进行实际的测量工作。无人机将根据预设的路径和任务，自动飞行并进行测量。通过搭载的测量设备，无人机捕捉到地面的细节和特征，并将数据传输回计算机系统进行处理和分析。在数据处理过程中，使用专业的软件来处理和解析测

量数据。以此有效提取出所需的信息，如距离、角度、高度等，并将其转化为可视化的地图、模型或报告。

表 1 无人机测量光学测量参数设置表

光学测量项目
视野范围占比
水平长度 /m
可调节比
分辨率 /%

根据表格标定出测量点位，并创建测量坐标，以 X、Y、Z 作为原始标定点，通过科学调整，保证测量过程中坐标与空间坐标之间的互相转换，提升坐标点测量的灵活性与可靠性。

（二）数据处理

对采集数据的精确处理，促使生成的三维模型和地形图具有高精度。数据处理环节采用先进的图像处理技术和点云处理技术。

首先，无人机在执行测量任务时，会捕捉大量的图像和点云数据。数据随后需要提取出有用的信息并构建准确的三维模型。图像处理技术能够从原始图像中识别出关键特征和细节，同时去除不必要的背景信息。接下来，点云数据是由无数个点组成的集合，每个点都包含了空间坐标信息。通过对这些点进行精确的分析，构建出地形的详细轮廓。点云处理技术包括分类、滤波和配准等多个步骤，确保了点云数据的准确性和一致性。随着数据处理的深入，三维模型逐渐成形。此模型展示了地形的高度信息，还准确地反映了地面的位移和形变情况。对于地质学研究、城市规划、灾害监测等领域具有重要意义。通过对比不同时间点的三维模型，专家可以分析地面的变化趋势，预测可能发生的风险，并采取相应的预防措施。最终，经过精细的数据处理，无人机技术能够提供极为精确的地形图。这些地形图用于科学研究，还能为工程建设、土地管理等提供宝贵的参考信息。地形图的准确性直接影响到相关决策的有效性^[3]。

在构建多目标测量模型时，应在选定的测量点位附近设置一定数量的节点。这些节点将用于获取数据和信息。通过设置节点，促使在测量过程中获取到足够的信息，便于后续的分析。在此基础上，利用无人机技术对设定的多目标测量环节进行操作。无人机将被用于获取测量点位周围的数据和信息。无人机的使用可以提供高效、准确的数据采集方式，并且可以在不同高度和角度上进行测量，以获取更全面的数据。根据获取到的数据，进行量化性处理，将收集到的数据转化为可量化的数值，以此开展分析和比较。量化性处理可以通过计算、统计或其他数学

方法实现。根据得出的数据，确定测量点位周围的地面位移形变情况。通过与预先设定的位移形变需求进行匹配，可以评估地面的稳定性和变化趋势。需要注意的是，在进行无人机位移形变测量时，应确保操作人员具备相关的技术和安全知识，保证测量过程的安全性和准确性。此外，还应遵守相关的法律法规，保护环境和个人隐私。

根据收集的数据信息技术暗处坐标点的入射与反射函数，所需公式如下：

$$f_x, y = ix, y \times rx, y$$

x, y 代表入射与反射函数， i 代表可控离散处理值， r 代表定向序列。将收集的数值带入公式中，对设置的点位位移形变情况加以计算，明确具体的位移情况。

（三）变化检测

无人机轻松地覆盖大面积地区进行数据测量，并且在短时间内多次飞越同一区域，从而获取大量的数据点。这些数据点包含了关于地表高度、形状以及位置的详细信息，为后续的分析提供了坚实的基础。随着数据的不断积累，专家们开始对这些信息进行细致的分析。通过对不同时间点采集的数据进行对比，可以观察到地表的微小变化。这种变化可能是由于自然因素，如地质活动、土壤侵蚀或者植被生长；也可能是由于人为因素，如建筑施工、采矿活动或者其他工程作业。无论哪种情况，无人机提供的数据都能够捕捉到这些变化，并将其记录下来。记录下的数据随后会被送入专业的分析软件中，以便进行更深入的处理和解读。分析软件可以通过复杂的算法来识别和量化地表的变化模式，生成详细的位移和形变图。这些图像展示了地表变化的位置，还揭示了变化的幅度和方向。这对于理解地表动态变化的原因和后果至关重要。通过对无人机采集的数据进行精确的监测和分析，专家能够评估地面的位移和形变情况。这种评估对于多种领域都具有重要意义，比如城市规划、基础设施建设、环境监测和灾害预防。例如，在地震多发区域，通过监测地面的微小位移，科学家可以预测未来可能发生的地震活动。

完成位移形变测量模型处理后，采用补偿处理的方法实现地面位移形变测量。此过程需要利用模型计算出可控的位移形变补偿极限差值。其公式如下：

$$B = k2 - \theta aR + 1 - \theta$$

其中 B 代表位移形变补偿极限差值， R 代表预设周期， a 代表测量基准值， θ 代表重叠测量范围。将数值带入公式中，采用多层级补偿方式，修正测量结

果，全面提升测量的精准可靠性^[4]。

（四）实时监控

在实时监控方面，无人机技术的优势尤为明显。传统的地面监测方法需要人工巡查或者固定设备，这种方式耗时耗力，而且在某些危险或难以到达的区域，还存在安全隐患。无人机的使用大大减少这些风险。无人机可以在很短的时间内，对大范围的地面进行快速扫描，实时获取地面的位移形变信息。这种实时传输功能，提高了监测的效率，更重要的是，能够帮助监测人员及时发现潜在的风险。当地面发生位移形变时，若不及时处理，可能会导致严重的地质灾害，如滑坡、塌陷等。无人机通过实时监控，可以在第一时间捕捉到这些变化，及时向相关部门发出预警，从而采取相应的措施，避免或减轻灾害的发生。此外，无人机技术的实时监控功能，还可以用于长期的地面位移形变观测。通过对同一区域进行连续的监测，建立起完整的位移形变数据库。这些数据对于研究地面稳定性、预测未来的变化趋势以及制定防治措施都具有重要的参考价值^[6]。

无人机技术在地面位移形变测量中的应用，通过其实时传输功能，实现了对地面位移形变的实时监控，及时发现潜在的风险。这种技术提高了监测的效率和安全性，为地面位移形变的研究和防治提供了有力的技术支持。随着无人机技术的不断发展和完善，其在地面位移形变测量领域的应用前景将更加广阔。

结论：综上所述，无人机技术在测绘工程地面位移形变测量中的应用过程中，大幅度提高了测量效率和精度，还降低了成本和风险，此项技术是测绘工作未来发展的主要趋势。随着技术的不断进步，无人机技术将会为测绘工程提供更加便捷、精准、高效的数据测量。

参考文献：

- [1] 田世华. 无人机技术在测绘工程中的科学实施分析 [J]. 信息系统工程, 2024, (03): 44-47.
- [2] 曹永安. 基于无人机技术的地质矿产工程测绘新方法 [J]. 工程技术研究, 2024, 9(03): 35-37.
- [3] 王占利, 马晓云. 无人机三维激光扫描技术在矿区地表沉降监测中的应用 [J]. 能源与环保, 2023, 45(06): 97-101+107.
- [4] 陈恺明. 无人机技术在测绘工程中的应用与实践 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (07): 101-103.
- [5] 马世龙, 朱小韦. 无人机测绘技术在金属矿产开采中的应用 [J]. 世界有色金属, 2022, (17): 34-36.