

无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用

开力比努尔·卡哈尔

新疆维吾尔自治区吐鲁番地区鄯善县土地勘测规划队, 新疆 吐鲁番 838200

[摘要] 无人机航测技术近年来在地图测绘领域得到了广泛应用。相比传统的航空摄影测量, 无人机航测具有诸多优势, 包括成本低、时效性强、适用性广等, 因此在大比例尺地形图测绘中展现出了广阔的应用前景。文章详细探讨了无人机航测在大比例尺地形图测绘中的有效应用, 包括照片的控制测量、空中三角测量、立体测量、现场补测以及地形图更新等方面, 为地理信息应用提供重要技术支持, 推动大比例尺地形图测绘技术的发展。

[关键词] 无人机航测技术; 大比例尺地形图测绘; 有效应用

DOI: 10.33142/ec.v7i10.13765

中图分类号: P231

文献标识码: A

Application of UAV Aerial Surveying Technology in Large Scale Topographic Mapping

KAILIBINUER Kahaer

Xinjiang Turpan Shanshan Land Survey and Planning Team, Turpan, Xinjiang, 838200, China

Abstract: Drone aerial surveying technology has been widely applied in the field of mapping in recent years. Compared to traditional aerial photogrammetry, drone aerial surveying has many advantages, including low cost, strong timeliness, and wide applicability. Therefore, it has shown broad application prospects in large-scale topographic mapping. The article discusses in detail the effective application of UAV in large-scale topographic mapping, including photo control measurement, aerial triangulation, stereo measurement, on-site supplementary measurement, and topographic map updating, providing important technical support for geographic information applications and promoting the development of large scale topographic mapping technology.

Keywords: UAV surveying technology; large scale topographic mapping and surveying; effective application

引言

近年来, 随着无人机技术的快速发展和应用的普及, 无人机航测技术作为一种新兴的地图测绘手段, 正在逐渐受到人们的关注和重视^[1]。相比传统的航空摄影测量, 无人机航测具有成本低、时效性强、适用性广等诸多优势, 为大比例尺地形图测绘提供了全新的解决方案和技术手段。因此, 探索无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用, 具有重要的研究意义和实际应用价值。

1 无人机航测的技术优势

1.1 反应灵敏

无人机航测具有反应灵敏的技术优势, 源于其灵活的飞行特性和先进的导航控制系统。首先, 无人机航测采用先进的自动飞行控制系统, 可以实现对飞行过程的高度自动化和精准控制, 意味着无人机可以根据预设的飞行路径和任务要求, 实时调整飞行姿态和航线, 以应对复杂多变的环境和任务需求, 从而保证了航测任务的顺利执行和数据的准确获取。其次, 无人机具有快速响应的特点, 能够实现飞行任务的即时调整和应急响应。传统的航空摄影测量通常需要长时间的准备和调度, 而无人机航测则可以在短时间内启动和执行飞行任务, 快速响应用户需求和任务变化, 大大提高了航测工作的灵活性和效率, 如突发灾害事件发生后, 无人机可以迅速投入使用, 对灾区进行航测和

监测, 为灾害救援和应急响应提供及时准确的数据支持。

1.2 时效性强

首先, 无人机航测的任务准备周期相对较短。传统的航空摄影测量可能需要较长时间来准备飞行计划、调度飞机和人员等, 而无人机航测则可以通过预先设定的航线和任务参数, 迅速进行任务准备, 减少了任务启动的等待时间, 提高了任务的时效性^[2]。其次, 无人机航测的执行效率高。由于无人机具有灵活的飞行特性和自动化的飞行控制系统, 可以实现对地区的快速覆盖和数据采集。相比之下, 传统的航空摄影测量可能受限于飞机的飞行速度和航线规划的复杂性, 导致数据采集的效率较低。而无人机航测则可以根据实际情况进行灵活调整, 快速完成飞行任务, 保证了数据的及时采集和更新。此外, 无人机航测具有较短的数据处理周期。无人机获取的航测数据可以通过自动化的数据处理软件进行快速处理和分析, 减少了人工干预的时间和成本, 提高了数据处理的效率和精度。相比之下, 传统的航空摄影测量可能需要较长时间来处理和分析大量的航测影像数据, 限制了数据的时效性和应用效果。

1.3 成本较低

成本较低主要归因于其相对低廉的设备和操作成本、高效的数据采集方式以及减少人力资源的需求。首先, 与传统的航空摄影测量相比, 无人机航测所需的设备和操作

成本相对较低。传统航测需要大型飞机、专业航摄设备等昂贵的设备,并需要大量的人力资源进行飞行任务的准备和执行,都会增加成本,而无人机航测所需的无人机设备相对便宜,而且无人机可实现自主飞行,减少了人力资源的需求,因此成本较低。其次,无人机航测采用的是轻便、便携的设备,不需要大型的飞机和复杂的设备安装,可快速启动和执行任务,降低了任务准备和执行的时间成本,提高了任务的效率。同时,由于无人机航测具有较短的数据采集周期,减少了飞行时间和燃料消耗,进一步降低了成本。最后,无人机航测还可减少人力资源的需求,进一步降低了成本。传统的航空摄影测量需要大量的人力资源进行飞行任务的准备、执行和数据处理,而无人机航测采用自动化的飞行控制系统和数据处理软件,减少了人力资源的需求,降低了成本。

1.4 适用性强

无人机具有灵活多变的飞行特性,可适应不同地形地貌和环境条件下的飞行任务^[3]。在城市、山区、森林、水域等各种复杂地形地貌中进行飞行,实现对不同地区的高精度测绘和监测,使得无人机航测适用性强,可以满足不同领域和行业的需求。同时,无人机航测应用于土地利用规划、城市规划设计、资源管理、环境保护、灾害监测等各个领域。在城市规划设计中,无人机航测可以快速获取城市的地形地貌数据,为规划设计提供准确的空间信息支持;在资源管理中,无人机航测可以对森林、草原、水域等资源进行监测和评估,实现资源的合理利用和保护;在环境保护和灾害监测中,无人机航测可以实现对污染物排放、自然灾害等情况的快速监测和评估,提供及时的数据支持和决策参考。此外,通过调整飞行高度、航线规划、传感器配置等参数,可以实现对不同精度和分辨率的数据采集,满足用户的具体需求,使得无人机航测具有更广泛的适用性,能够满足不同用户和应用场景的需求。

2 无人机航测在大比例尺地形图测绘中的有效应用

2.1 照片的控制测量

照片的控制测量过程是通过无人机搭载的摄像头拍摄地表影像,并通过后续的数据处理和分析,实现对地表特征的控制测量,以获取地形地貌等相关信息,为地图制作提供基础数据。

无人机航测所搭载的摄像头通常具有高分辨率和广覆盖范围的特点,能够在飞行过程中以不同角度和高度拍摄地表影像,这些影像覆盖地表的各个部分,包括地形起伏、建筑物、植被等特征,为后续的控制测量提供了丰富的数据来源。通过无人机航测获取的影像数据可进行精确的地面控制点的提取和测量。控制点通常是地表上的一些明显地物或人工设置的标志物,通过对这些点的测量和标定,可以确定影像的地理位置和相对位置关系。这些控制

点的测量通常涉及影像配准、几何校正等过程,通过数学模型和地理信息系统(GIS)技术,实现对影像的精确地理定位。此外,无人机航测还可以通过配备全球定位系统(GPS)等定位设备,实现对飞行路径和摄影点的精确控制和记录,以确保拍摄的影像数据具有准确的地理参考信息,为后续的控制测量提供了重要的基础,确保了测量结果的准确性和可靠性。综上,通过无人机获取的高分辨率影像数据,结合精确的控制点测量和地理定位信息,可实现对地表特征的准确测量和地理定位,为地图制作和地理信息应用提供了可靠的数据支持。

2.2 空中三角测量

空中三角测量是一种基于影像数据进行的测量方法,通过分析不同位置的影像之间的几何关系,确定地表上各点的位置坐标,从而实现地表特征的准确测量和定位。首先,无人机航测搭载的摄像头能够在飞行过程中拍摄地表的高分辨率影像。这些影像涵盖了地表的各个部分,包括地形、建筑物、道路等特征,为后续的空中三角测量提供了丰富的数据源。其次,空中三角测量通过分析不同位置的影像之间的几何关系,确定地表上各点的位置坐标。这一过程主要包括影像匹配、三角测量、坐标计算等步骤。影像匹配是指将不同位置的影像进行配准,确定它们之间的对应关系,三角测量则利用影像之间的视线关系和角度测量原理,计算地表上各点的三维坐标,根据三角测量得到的角度和距离数据,结合地面控制点的坐标信息,计算地表上各点的地理位置坐标。最后,无人机航测在空中三角测量中具有灵活的飞行路径规划能力,能够根据地区的地形地貌特点和任务要求,灵活调整飞行高度、飞行速度、航线间距等参数,以实现针对不同地区的精确测量,使得无人机航测能够适应不同场景的要求,提供高效、精确的数据支持。

2.3 立体测量

立体测量是无人机航测的重要应用,区别于其他测量方法的关键在于利用影像的立体视觉信息进行地表三维特征的测量和重建,这种方法通过分析不同位置、不同角度的影像,捕捉影像之间的立体差异,从而获取地表特征的立体信息,为地图制作提供了丰富的数据基础^[4]。首先,无人机搭载的摄像头通常采用双目或多目配置,可以同时获取不同视角的影像数据,这些影像数据经过精密的飞行轨迹规划和采集,覆盖了地表的各个部分,包括地形起伏、建筑物、植被等丰富的地物特征,就像人类双眼观察世界一样,提供了立体视觉的基础。其次,立体测量利用影像之间的立体视差信息,通过影像匹配和立体模型构建等技术手段,实现对地表特征的三维几何测量。影像匹配是指将不同位置的影像进行配准,确定它们之间的对应关系,从而计算出地表特征在不同影像中的位置关系;立体模型构建则利用影像之间的视差信息,重建地表的三维模型,

实现对地表特征的立体测量和重建。此外，在立体测量中由于具有灵活的飞行路径规划能力，能够根据地区的地形地貌特点和任务要求，灵活调整飞行高度、飞行速度、航线间距等参数，以实现对不同地区的精确测量，使得无人机航测能够适应不同场景的要求，提供高效、精确的数据支持。综上，无人机航测在大比例尺地形图测绘中的立体测量是一项高效、精确的技术手段，其利用影像的立体视觉信息实现对地表特征的三维测量和重建，通过影像匹配、立体模型构建等技术手段，实现对地表的立体测量和模型重建，为地图制作和地理信息应用提供了可靠的数据支持。

2.4 现场补测

与前述的照片控制测量、空中三角测量和立体测量不同，现场补测更侧重于在地图制作过程中对某些特定地区或特定地物进行更为详细和准确的测量，以确保地图数据的完整性和准确性^[5]。

尽管无人机航测能够提供高分辨率的影像数据和大范围的覆盖，但在实际应用中，仍然可能存在一些特定地区或特定地物无法被充分覆盖或无法得到足够清晰的影像，这些地区由于地形复杂、植被密集、建筑物遮挡等原因导致无法获得满足要求的数据，因此需要进行现场补测。现场补测通常通过地面测量、激光扫描或 GPS 定位等手段进行，利用专业的测量仪器对特定地区进行详细的测量和记录，获取地表特征的精确数据；激光扫描则可以利用激光雷达等设备对地表进行高精度的三维扫描，获取地表特征的详细形态和几何信息；GPS 定位则可以利用全球定位系统对地表特征进行精确定位，获取地理位置的准确坐标。此外，现场补测还可以通过无人机搭载的传感器设备进行。无人机搭载的 LiDAR（光学雷达）设备可以实现对地表的高精度三维扫描和测量，获取地表特征的详细信息；红外相机可以用于检测植被覆盖和土地利用情况，为地图制作提供更为详细和准确的数据支持。总之，通过地面测量、激光扫描、GPS 定位等手段对特定地区或特定地物进行详细的测量和记录，以确保地图数据的完整性和准确性。无人机搭载的传感器设备也可为现场补测提供高效、精确的数据采集手段，为地图制作和地理信息应用提供可靠的数据支持。

2.5 地形图更新

随着时间的推移，地表的地貌、建筑物、道路等地物会发生变化，因此需要定期对地形图进行更新以保持其准确性和实用性。无人机航测作为一种高效、灵活的数据采

集手段，在地形图更新中具有显著的优势。通过搭载高分辨率摄像头，无人机能够覆盖大范围的地区，并且在短时间内完成数据的采集，使得无人机航测能够及时获取地表的最新状态，为地形图的更新提供了可靠的数据支持。同时，无人机航测具有灵活的飞行路径规划能力，能够根据更新需求和地区特点进行定制化的飞行任务，灵活调整飞行高度、飞行速度、航线间距等参数，实现对地形图更新所需的数据采集。另外，无人机航测还可以搭载各种传感器设备，如 LiDAR（光学雷达）、红外相机等，进一步提高数据采集的效率和准确性。这些传感器设备可以获取更多维度的地表信息，包括地形高程、植被覆盖、土地利用等，为地形图的更新提供更加丰富和全面的数据支持。此外，无人机航测还可实现对地形图变化的实时监测和反馈。通过不断采集地表影像数据，并结合地图更新的需求，无人机航测可以实时监测地表变化情况，并及时反馈给地图制作团队，以便及时更新地形图。

3 结束语

无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中具有重要的应用价值，通过充分发挥其技术优势和应用特点，能够实现地图绘制、空中三角测量、影像数据采集与整理等多个方面的有效应用，为地形图测绘提供了可靠的技术支持和数据保障。随着技术的不断发展和应用的不断完善，相信无人机航测技术将在地图测绘领域发挥越来越重要的作用，为地理信息领域的发展和應用带来新机遇和新挑战。

[参考文献]

- [1] 魏世丽, 董巧玲. 浅析无人机航测技术在大比例尺地形图测绘中的应用[J]. 华北自然资源, 2023(4): 99-101.
 - [2] 卢飞. 无人机航测大比例尺地形图技术研究[J]. 经纬天地, 2023(2): 76-79.
 - [3] 乐泽龙. 无人机航测技术在矿山大比例尺地形图测量中的应用[J]. 中国高新科技, 2022(24): 145-147.
 - [4] 赵正军. 无人机航测在大比例尺地形图测绘中的应用探究[J]. 低碳世界, 2022, 12(7): 76-78.
 - [5] 路璐. 基于微型无人机航测大比例尺地形图的测绘[J]. 黑龙江科学, 2022, 13(8): 130-131.
- 作者简介: 开力比努尔·卡哈尔(1997.4—), 毕业院校: 新疆工程学院, 所学专业: 安全科学与工程, 当前单位名称: 新疆维吾尔自治区吐鲁番地区鄯善县土地勘测规划队, 就职单位职务: 内业室科员, 职称级别: 专业技术 12 级助理工程师。