

地形测绘中无人机航测数据采集实用方法

蔡相坤

永善县土地储备中心, 云南省昭通市永善县, 657300;

摘要: 在当今地形测绘领域, 传统测绘方法面临效率低、成本高、对复杂地形适应性差等问题。本研究旨在探索一种高效、精准且适应性强的地形测绘数据采集方法, 即利用无人机航测技术。主要方法包括合理选择与配置无人机航测系统、做好数据采集前的充分准备、运用科学的航线规划与飞行操作技巧进行数据采集, 并对采集的数据进行严格的质量控制与处理。通过这些方法, 可有效提高地形测绘数据采集的效率和质量, 为地形测绘工作提供有力支持。

关键词: 地形测绘; 无人机航测; 数据采集; 质量控制

DOI: 10. 64216/3080-1508. 25. 04. 015

地形测绘是获取地形信息、绘制地形图的重要工作, 广泛应用于城市规划、工程建设、资源勘探等领域。随着科技的不断发展, 无人机航测技术逐渐兴起并在地形测绘中得到了广泛应用。相较于传统测绘方法, 无人机航测具有灵活性高、成本低、效率快等优势。然而, 要充分发挥无人机航测的优势, 需要掌握科学合理的数据采集方法。本文将详细探讨地形测绘中无人机航测数据采集的实用方法, 以期相关工作提供参考。

1 无人机航测数据采集概述

1.1 无人机航测的基本原理

无人机航测是一种集成多种高新技术的测绘手段^[1]。其基本原理是利用无人机搭载的航测传感器, 在飞行过程中按照预定航线对测区进行影像或数据采集。无人机在飞行过程中, 通过全球定位系统(GPS)或北斗卫星导航系统进行定位, 确保其按照预设航线飞行。同时, 航测传感器会按照一定的时间间隔或距离间隔对地面进行拍摄或数据记录。这些采集到的影像或数据包含了丰富的地形信息, 通过后期的数据处理软件, 对这些影像进行拼接、校正、三维建模等操作, 从而生成高精度的地形图或三维地形模型。例如, 通过对采集到的影像进行特征匹配和空中三角测量, 可以确定影像中各点的三维坐标, 进而构建出地形的三维模型。

1.2 数据采集在地形测绘中的关键作用

数据采集是地形测绘的基础环节, 其质量直接影响到最终测绘成果的准确性和可靠性。准确、全面的数据采集能够为地形测绘提供丰富的信息, 使得绘制出的地形图能够真实反映地形的实际情况。在城市规划中, 精确的地形数据可以帮助规划者合理布局城市基础设施, 避免因地形因素导致的建设问题。在工程建设中, 详细

的地形数据有助于工程师设计合理的工程方案, 降低工程成本和风险。此外, 数据采集还可以为地质勘探、环境保护等领域提供重要的基础数据, 促进相关领域的发展。

1.3 无人机航测数据采集的发展历程

无人机航测数据采集技术的发展经历了多个阶段^[2]。早期, 无人机技术尚不成熟, 航测设备也较为简陋, 数据采集的精度和效率较低。随着无人机技术的不断进步, 尤其是飞行控制技术、导航技术和传感器技术的发展, 无人机航测数据采集能力得到了显著提升。从最初只能采集简单的影像数据, 到现在可以同时采集多种类型的数据, 如激光雷达数据、多光谱数据等。同时, 数据处理软件也不断更新升级, 使得数据处理的速度和精度大大提高。近年来, 随着人工智能和大数据技术的融入, 无人机航测数据采集和处理更加智能化和自动化, 为地形测绘带来了新的发展机遇。

2 无人机航测系统的选择与配置

2.1 不同类型无人机的特点与适用场景

目前市场上的无人机类型繁多, 常见的有固定翼无人机、多旋翼无人机和复合翼无人机。固定翼无人机飞行速度快、航程远、续航时间长, 适合大面积、地形相对平坦的测区。例如, 在进行大面积的农田测绘、土地面积测绘时, 固定翼无人机可以快速完成数据采集任务。多旋翼无人机具有垂直起降、悬停稳定等特点, 适用于小面积、地形复杂的测区。在城市建筑密集区域、山区等复杂地形环境下, 多旋翼无人机可以灵活飞行, 采集到更详细的地形数据。复合翼无人机结合了固定翼和多旋翼的优点, 既可以垂直起降, 又具有较长的续航能力和较快的飞行速度, 适用于多种地形条件下的测绘任务。

2.2 航测传感器的选型要点

航测传感器是无人机航测系统的核心部件,其性能直接影响到数据采集的质量。在选型时,需要考虑传感器的分辨率、精度、光谱范围等因素。高分辨率的传感器可以采集到更清晰、详细的影像数据,提高地形测绘的精度。例如,在进行城市高精度地形测绘时,应选择分辨率较高的光学相机。同时,传感器的精度也是关键因素之一,高精度的传感器可以减少数据误差,提高测绘成果的可靠性。此外,根据不同的测绘需求,还需要选择合适光谱范围的传感器。如在进行植被监测时,需要选择具有多光谱功能的传感器,以获取植被的生长信息。

2.3 无人机航测系统的优化配置策略

为了提高无人机航测系统的性能和数据采集效率,需要进行优化配置^[3]。首先,要根据测区的特点和测绘要求选择合适的无人机和航测传感器。其次,要合理搭配无人机的飞行控制系统、导航系统和数据传输系统。飞行控制系统要具备稳定的飞行控制能力,确保无人机按照预定航线飞行。导航系统要提供高精度的定位信息,保证数据采集的准确性。数据传输系统要具备稳定、快速的数据传输能力,及时将采集到的数据传输到地面控制站。此外,还可以通过安装辅助设备,如差分全球定位系统(DGPS),提高无人机的定位精度,进一步优化航测系统的性能。

3 数据采集前的准备工作

3.1 测区的现场勘查与分析

在进行数据采集前,对测区进行现场勘查与分析是非常必要的。通过现场勘查,可以了解测区的地形地貌、气象条件、交通状况等信息。地形地貌信息包括测区的海拔高度、坡度、起伏程度等,这些信息对于航线规划和飞行操作具有重要指导意义。气象条件如风速、风向、气温等会影响无人机的飞行安全和数据采集质量,需要在勘查时进行详细记录和分析。交通状况则关系到无人机的起降场地选择和运输安全。通过对测区的分析,可以确定测区的重点测绘区域和难点区域,为后续的飞行计划制定和数据采集策略提供依据。

3.2 飞行计划的制定与模拟

飞行计划的制定是数据采集的关键环节。首先,要根据测区的地形地貌和测绘要求,确定无人机的飞行高度、飞行速度、航线间距等参数。飞行高度应根据传感器的性能和测绘精度要求进行合理选择,飞行速度要保

证传感器能够准确采集数据。航线间距要根据影像的重叠度要求进行设置,以确保采集到的数据能够完整覆盖测区。在制定飞行计划后,还需要进行模拟飞行。通过模拟飞行,可以检查飞行计划的合理性,发现潜在的问题并及时进行调整。模拟飞行可以使用专业的飞行模拟软件,将飞行计划导入软件中,模拟无人机的飞行过程,观察飞行轨迹和数据采集情况。

3.3 无人机设备的检查与调试

在数据采集前,对无人机设备全面的检查与调试是确保飞行安全和数据采集质量的重要措施。检查内容包括无人机的外观是否有损坏、电池电量是否充足、传感器是否正常工作等。对无人机的飞行控制系统、导航系统、数据传输系统等进行调试,确保其性能稳定。同时,要对无人机进行试飞,检验其飞行性能和各项功能是否正常。在试飞过程中,要密切观察无人机的飞行状态,记录飞行参数,如飞行高度、速度、姿态等,及时发现并解决问题。只有在无人机设备检查和调试合格后,才能进行正式的数据采集工作。

4 无人机航测数据采集的实用方法

4.1 航线规划的科学方法

航线规划是无人机航测数据采集的重要环节,科学合理的航线规划可以提高数据采集的效率和质量^[4]。在进行航线规划时,要充分考虑测区的地形地貌、气象条件和测绘要求。对于地形复杂的测区,如山区、峡谷等,应采用变高飞行或分段飞行的方式,确保无人机能够在安全的高度采集到完整的数据。同时,要根据影像的重叠度要求设置合理的航线间距,一般情况下,航向重叠度应不低于 60%,旁向重叠度应不低于 30%。此外,还可以采用网格状、带状等不同的航线规划方式,根据测区的形状和特点进行选择。在航线规划过程中,要使用专业的航线规划软件,结合测区的地理信息数据进行规划,提高航线规划的准确性和科学性。

4.2 数据采集的飞行操作技巧

在数据采集过程中,掌握正确的飞行操作技巧可以提高数据采集的质量。飞行过程中,要保持无人机的飞行姿态稳定,避免因姿态变化过大导致影像模糊或数据误差。同时,要根据气象条件及时调整飞行参数,如在风速较大时,适当降低飞行速度,确保无人机的飞行安全。在转弯时,要提前减速,避免因转弯过快导致影像重叠度不足。此外,要密切关注无人机的电量和信号强度,及时返回起降场地进行充电或调整信号接收设备。

在飞行过程中,还可以采用多次采集的方式,对重点区域进行重复采集,提高数据的准确性和可靠性。

4.3 特殊地形下的数据采集策略

在面对特殊地形时,需要采用特殊的数据采集策略。对于山区地形,由于地形起伏较大,无人机在飞行过程中可能会受到气流影响,导致飞行不稳定。因此,在山区进行数据采集时,要选择合适的飞行时间和天气条件,避免在强对流天气下飞行。同时,要采用变高飞行的方式,根据地形的起伏调整飞行高度,确保传感器能够采集到清晰的影像数据。对于水域地形,如湖泊、河流等,由于水面反光较强,会影响影像的质量。在进行水域数据采集时,可以采用偏振滤镜等设备,减少水面反光的影响。

5 无人机地形测绘数据质量控制与处理技术

5.1 数据采集过程中的质量监测

在数据采集过程中,进行质量监测是确保数据质量的重要手段。可以通过实时监测无人机的飞行状态、传感器的工作状态和数据采集情况,及时发现问题并进行处理。在飞行过程中,要密切关注无人机的飞行高度、速度、姿态等参数,确保其在预定的范围内。同时,要实时查看传感器采集到的影像数据,检查影像的清晰度、重叠度等指标是否符合要求。如果发现数据质量问题,如影像模糊、重叠度不足等,要及时调整飞行参数或重新采集数据。此外,还可以在地面控制站设置质量监测系统,对采集到的数据进行实时分析和评估,提高数据采集的质量控制水平。

5.2 常见数据误差的分析与修正

在数据采集过程中,可能会出现各种数据误差,如影像畸变、定位误差、高程误差等^[5]。对于影像畸变,主要是由于传感器的光学特性和拍摄角度等因素引起的。可以采用影像校正算法对影像进行校正,消除影像畸变的影响。定位误差主要是由于无人机的定位系统精度不足或外界干扰等原因导致的。可以通过安装差分全球定位系统(DGPS)或采用地面控制点测量的方法,提高定位精度,减少定位误差。高程误差则可能是由于地形起伏、传感器测量误差等因素引起的。

5.3 数据处理的有效算法与软件应用

数据处理是将采集到的原始数据转化为有用的地形测绘成果的重要环节。在数据处理过程中,需要运用各种有效的算法和软件。常用的数据处理算法包括影像匹配算法、空中三角测量算法、三维建模算法等。影像匹配算法可以将不同影像中的同名点进行匹配,为后续的空中三角测量提供基础。空中三角测量算法可以通过对影像中控制点的测量和计算,确定影像的外方位元素,提高影像的定位精度。三维建模算法则可以根据处理后的影像数据构建地形的三维模型。在软件应用方面,常见的数据处理软件有 Pix4Dmapper、ContextCapture 等。这些软件具有强大的数据处理功能,可以快速、准确地完成数据处理任务,生成高质量的地形测绘成果。

6 结束语

本研究系统地探讨了地形测绘中无人机航测数据采集的实用方法。通过对无人机航测数据采集概述的介绍,明确了无人机航测的基本原理、数据采集在地形测绘中的关键作用以及其发展历程。在无人机航测系统的选择与配置方面,详细分析了不同类型无人机的特点与适用场景、航测传感器的选型要点以及航测系统的优化配置策略。未来的研究可以朝着以下几个方向发展:一是加强无人机在复杂气象条件下的飞行技术研究,提高其适应能力;二是深入研究数据处理算法,结合人工智能和大数据技术,提高数据处理的效率和精度;三是探索无人机与其他测绘技术的融合应用,如与地面激光扫描技术、卫星遥感技术等相结合,实现更全面、更准确的地形测绘。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 李胜才, 李禹, 陈尚云. 无人机航测效率和质量改进技术研究[J]. 水电站设计, 2020, 36(04): 41-46.
- [3] 张利. 基于无人机航测技术的地形图测绘模式分析[J]. 华北自然资源, 2021, (05): 75-76.
- [4] 张效锋. 影响无人机航测高程精度因素的研究[J]. 现代测绘, 2021, 44(03): 31-33.
- [5] 邓南燕. MapGIS 的无人机航测数据自动成图方法[J]. 北京测绘, 2021, 35(06): 795-799.