

# 无人机航测及地理信息技术在地形测绘中的应用

陈 炜 王 浩

长江航道勘察设计院(武汉)有限公司 湖北 武汉 430040

**摘要:** 无人机航测及地理信息技术已经成为现代地形测绘的重要手段之一。通过利用无人机进行遥感采集和图像处理,可以快速、高效地获取各种空间数据,如数字高程模型、地表覆盖类型等。这些数据可以用于制作详细的地图、规划城市和农业生产、监测自然灾害等领域。越来越多的专业地形测绘机构已经开始使用无人机航测技术,这不仅提高了工作效率,还降低了采集成本和风险。未来随着技术的进一步发展,无人机航测及地理信息技术在地形测绘中的应用前景将更加广阔。

**关键词:** 无人机航测; 地理信息技术; 地形测绘; 应用

## 1 无人机航测技术的定义和发展

无人机航测是指利用无人机这种不需要人员驾驶的飞行器,通过搭载各类传感器和设备,以自主、半自主或遥控的方式,完成测绘、调查等工作的一种新型航空测绘技术。无人机航测的目的是获取地图、影像、三维模型等数据。该技术始于20世纪90年代初,在美国先进研究计划局的资助下进行技术开发,并在伊拉克战争期间得到了广泛应用。此后,随着无人机技术和成像技术的迅速发展,无人机航测得到了广泛应用和推广。

## 2 无人机航测技术的原理与流程

**2.1 原理。**无人机航测技术基于光学成像原理和三角剖分法,通过在不同位置拍摄地面图像,再根据这些图像之间的重叠度和视差关系,运用数学方法计算出每个地面点的三维坐标,生成数字地图或数字模型。

**2.2 流程。**无人机航测技术的流程主要包括以下几个步骤:飞行计划是无人机航测的第一步,包括确定飞行区域、高度、速度、航线、摄像机参数等。在飞行前需要对场地进行勘察,了解地形、风向等情况,并依据实际情况进行调整<sup>[1]</sup>。摄影测量是无人机航测的核心环节之一,通过搭载相机或者激光雷达等传感器,在飞行过程中对地面进行拍照或激光扫描,获取地形数据。数据处理是指利用专业软件对采集到的数据进行后处理,包括图像匹配、三维重建、数字建模、纠正和精度评定等处理过程。这些处理可以生成数字地图或数字模型,以及各种相关产品。结果输出是指将处理好的数据输出成各种格式的产品,例如数字地图、数字模型、DEM(数字高程模型)、DSM(数字表面模型)等。

## 3 无人机航测技术在地形测绘中的应用优势

随着科技的不断发展,无人机航测技术在地形测绘领域的应用越来越广泛。相较于传统地形测绘技术,无

人机航测技术具有很多优势和特点。首先,传统地形测绘技术需要在地面上铺设大量地面控制点和折射标志,以此进行数据采集和处理。这不仅耗费大量时间和人力成本,而且很难覆盖到一些难以到达或不安全的区域,如高山、森林、洼地、水域等。而无人机航测技术可以通过空中视角获取数据,避开地面限制,提高了测绘范围和灵活性。其次,在传统地形测绘技术中,人工测量和计算数据是一个非常繁琐且易出错的过程。而无人机航测技术利用传感器自动获取数据的特性,减少了人工干预,提高了采集效率和数据质量。另外,传统地形测绘技术所需的仪器设备也比较复杂,操作起来需要高超的技能和经验,容易受到作业人员技能、经验、工艺等因素的影响。而无人机航测技术则不需要过高的操作技能,只需对设备进行简单的设置即可完成数据采集。第三,传统地形测绘技术获取数据的分辨率和精度较低,且容易受到天气等自然条件的影响<sup>[2]</sup>。而无人机航测技术可以搭载高分辨率的成像设备,提供更精确、更实时的数据,并且可以灵活应对不同时间、地点和环境的变化。这为地形测绘提供了更加精准和有效的数据支持,有助于提高地形测绘的质量和效率。除此之外,无人机航测技术还具有以下优势:首先,无人机航测技术可以快速响应任务需求,根据具体情况进行数据采集和处理,提高了测绘作业的灵活性和响应速度;其次,无人机航测技术在数据传输方面也具有很大的优势,可以通过无线通信等方式实现快速、准确、实时的数据传输,极大地提升了数据处理和利用的效率和便捷性;最后,无人机航测技术在成本方面也具有很大的优势,相较于传统地形测绘技术,无人机航测技术的成本更加低廉,能够为用户节省大量的经济成本。总之,无人机航测技术在地形测绘领域的应用优势非常明显,其空中视角、

自动化数据采集、高分辨率数据提供、灵活性、响应速度、数据传输和成本等多方面的优势，都为地形测绘带来了更加高效、精确、实用的数据支持，推动了地形测绘技术向着更加智能化、数字化、高效化的方向发展。

#### 4 无人机航测技术在地形测绘中的应用

##### 4.1 数字地图制作

随着科技的不断发展，数字地图制作已经成为了现代化城市规划、交通管理和自然资源管理等领域必不可少的一部分。通过拍摄高分辨率的航拍图像，无人机可以获取到大面积的地理信息，并通过三角测量法和影像匹配技术来生成高精度的数字地图。这些数字地图可以用于构建详细的地形模型、进行线路规划及设计、进行土地利用评估以及进行环境监测等方面<sup>[3]</sup>。在城市规划中，数字地图可以帮助城市规划师快速了解城市整体布局、道路交通状况、绿化覆盖率等信息，为城市规划提供可靠的基础数据。数字地图还可以帮助交通管理部门进行交通流量统计、车辆监管，以及实时监控交通事故等。在自然资源管理中，数字地图可以有效地提供关于植被类型、土地利用变化、水资源分布等方面的信息，这有助于制定自然资源保护政策。同时，数字地图还可以用于进行生态环境监测，提供有关气候变化、生态系统演变等方面的数据，帮助决策者做出更准确的决策。

##### 4.2 数字高程模型制作

数字高程模型（DEM）是一种以地面海拔高度信息为基础的数字模型，它可以帮助我们更好地理解和分析地理环境。而随着无人机航测技术的不断发展，采用激光雷达或相机等传感器采集地面点云数据可以生成高精度的数字高程模型，这也成为了当前地形测绘领域中最先进和常用的技术之一。数字高程模型制作需要经历三个主要步骤：数据采集、数据处理和结果输出。首先，使用无人机进行航测，通过激光雷达或相机等传感器采集大量地面点云数据，并记录这些数据的位置、方向和其他相关属性。这个过程需要依靠专业的软件和设备，以保证数据的准确性和可靠性。接下来，对采集到的点云数据进行预处理，包括数据清洗、滤波、配准等操作，以使数据更加规范化和标准化。然后，使用数据处理软件，例如三角剖分法、插值算法等数学方法对采集到的点云数据进行处理，提取出数字高程模型所需的信息，如高程、坡度、坡向等。根据处理结果可生成各类高程模型，如数字地面模型（DTM）、数字表面模型（DSM）和数字高程模型（DEM）等<sup>[4]</sup>。最后，将处理后的结果输出为数字高程模型，通常输出文件格式包括TIFF、ASCII和DEM格式等。这些数字高程模型被广泛

应用于水文地质、土地利用规划、环境保护等领域。例如，在水文地质方面，数字高程模型可以作为建立流域水文模型的基础数据，通过分析地形特征来预测洪水和泥石流等自然灾害。在土地利用规划方面，数字高程模型可以帮助农民和城市规划者更好地了解土地潜力和局限性，进而优化土地利用方式。在环境保护方面，数字高程模型则有助于监测地表变化，例如森林覆盖率的改变和水体污染的扩散等。

##### 4.3 数字表面模型制作

数字表面模型（DSM）是一种基于地面物体形态和高度信息的数字模型，它不仅包括了地面的高程信息，还包括了地面物体的上层结构和建筑物等高度信息。相比于数字高程模型，数字表面模型更加详细和准确，因此在城市规划、建筑设计、地质勘查等领域中得到了广泛应用。无人机航测技术可以利用搭载的多角度、多方位相机等传感器采集大量图像数据，再借助先进的影像处理技术和三维建模算法，对这些图像进行处理和分析，生成高精度的数字表面模型。与传统的地面测量方法相比，无人机航测技术具有效率高、成本低、精度高等优点，可以快速地获取大面积区域的高精度遥感数据，为数字表面模型制作提供了有力的支持。数字表面模型广泛应用于城市规划、建筑设计、地质勘查等领域。在城市规划方面，数字表面模型可以通过三维可视化的方式，直观地展示城市现状和未来发展趋势，为城市规划决策提供参考。在建筑设计领域，数字表面模型可以帮助设计师更好地了解建筑物周围环境的地形和高度信息，从而制定出更加适合当地地形的建筑方案。在地质勘查方面，数字表面模型可以用于矿产资源勘查、地质灾害预警等领域<sup>[5]</sup>。通过数字表面模型，可以快速准确地识别地质构造与变形区域，为地质勘查提供有力的支持。

##### 4.4 灾害监测

无人机航测技术在灾害监测中具有不可替代的重要作用。在自然灾害发生后，及时了解受影响区域的情况可以为救援行动提供有力的支持，而无人机航测技术可以迅速采集高分辨率图像，实现对灾情的快速评估和救援决策支持。首先，无人机航测技术可以快速获取高精度地形数据，为灾情评估提供数据基础。例如，在地震中，无人机可以飞越受灾区域，获取高精度的数字高程模型（DEM）和三维地形模型等数据，为灾情评估提供准确的基础数据。其次，无人机航测技术可以获取受灾区域的高分辨率图像，并通过图像处理、三维重建等技术实现对灾情的全面评估。例如，在山洪等自然灾害中，无人机可以拍摄受灾区域的高分辨率图像，并进行

图像处理和分析,识别出受灾区域的损毁情况,包括建筑物倒塌、道路中断等情况,同时利用三维重建技术实现对受灾区域的立体化展示,为救援决策提供全面的数据支持。此外,无人机航测技术还可以实现对灾情变化的实时监测和预警。例如,在地震中,无人机可以通过多次飞行获取受灾区域的高分辨率图像,利用图像配准技术对比不同时间的图像,实现对灾情变化的监测和预警,为救援行动提供重要的参考数据<sup>[1]</sup>。

#### 4.5 工程测量

无人机航测技术在工程测量中的应用范围广泛,包括大型基础设施建设项目如高速公路、高铁、桥梁等、城市规划与建设、矿山勘探、地质灾害监测、水利工程、农业资源普查等领域。它具有数据获取快速、成本低廉、精度高等优点。尤其对于大型基础设施建设项目,无人机航测技术可以为工程设计和施工提供可靠的数据支持。首先,在大型基础设施建设项目中,无人机航测技术可以实现对工程现场的高效三维数据获取。通过无人机采集的高分辨率航拍图像、激光雷达数据以及地面控制点等信息,可以构建出精度高、真实性强的数字高程模型(DEM)和数字表面模型(DSM),并可以获取地形、地貌、土地利用情况等多种空间信息,进而为工程设计和施工提供必要的的数据支持。其次,在工程施工过程中,无人机航测技术还可以实现对工程进度和质量的监测。通过无人机采集的高分辨率航拍图像,可以实现对工程施工进度的监测与评估;通过配合遥感技术,也可以实现对工程质量的检验与评估。这些信息可以为工程管理提供必要的的数据支持,使得工程施工过程更加高效、安全和可控。此外,无人机航测技术在城市规划与建设、矿山勘探、地质灾害监测、水利工程、

农业资源普查等领域均有着广泛的应用。例如,在城市规划与建设中,无人机航测技术可以获取城市地形、道路网络、建筑物分布等信息,为城市规划和管理提供支持;在矿山勘探中,无人机航测技术可以实现对矿区地形的三维重建,为矿区开采和管理提供支持;在水利工程中,无人机航测技术可以实现对水文环境的监测与评估,为水利工程设计和和管理提供支持<sup>[2]</sup>。

#### 结语

无人机航测技术是新兴技术中的一个重要组成部分,它以其高效性、灵活性、精度高等特点,受到了越来越多领域的关注和应用。在地形测绘领域,无人机航测技术具有广泛的应用价值,包括数字地图制作、数字高程模型制作、数字表面模型制作、灾害监测、工程测量等方面。通过对无人机航测技术在地形测绘中的应用案例进行分析,我们可以看到这项技术的巨大潜力和广阔前景。相信随着技术的不断发展和应用的不断深入,无人机航测技术将成为地形测绘领域的重要支柱之一,为人们提供更加精准、高效、可靠的服务。

#### 参考文献

- [1]钟鸿,王淑华.无人机航测技术及其在工程测量中的应用[J].科技信息,2019(21).
- [2]刘清华,张晓娟.无人机航测在现代制图制图中的应用[J].测绘工程,2017(14).
- [3]魏艳萍.无人机在地图快速制作中的应用[J].测绘工程,2018(8).
- [4]陈凤英.浅谈无人机在农业生产中的应用前景[J].农村现代化,2020(5).
- [5]刘志超,吴红军.无人机遥感在城市规划中的应用[J].城市规划与园林设计,2019(23).