

无人机低空遥感技术在水文监测中的应用

玉米提·玉山江

伊犁水文勘测中心

DOI:10.12238/hwr.v9i4.6251

[摘要] 无人机低空遥感技术凭借其高空间分辨率、灵活性、实时性等独特优势,在水文监测领域展现出巨大的应用潜力。本文详细阐述了该技术的工作原理,深入剖析了其在水量监测、水质监测、水情监测以及应急监测等水文监测具体方面的应用。研究表明,无人机低空遥感技术为水文监测提供了高效、精准且全面的技术手段,有效推动了水资源管理的科学化和精细化进程。

[关键词] 无人机低空遥感技术; 水文监测; 高分辨率影像; 灾害评估

中图分类号: P336 **文献标识码:** A

Application of UAV Low-Altitude Remote Sensing Technology in Hydrological Monitoring

Yushanjiang Yumiti

Yili Hydrological Survey Center, Yining City

[Abstract] Unmanned Aerial Vehicle (UAV) low-altitude remote sensing technology, with its unique advantages such as high spatial resolution, flexibility, and real-time capabilities, demonstrates significant application potential in the field of hydrological monitoring. This paper elaborates on the working principle of this technology and deeply analyzes its applications in specific aspects of hydrological monitoring, including water quantity monitoring, water quality monitoring, water regime monitoring, and emergency monitoring. The research indicates that UAV low-altitude remote sensing technology provides an efficient, accurate, and comprehensive technical means for hydrological monitoring, effectively promoting the scientific and refined management of water resources.

[Key words] UAV low-altitude remote sensing technology; hydrological monitoring; high-resolution imagery; disaster assessment

引言

传统的水文监测方法依赖人工测量和地面监测站,存在监测范围有限、数据更新不及时、难以在复杂地形和恶劣环境下作业等问题。随着遥感技术的快速发展,无人机低空遥感技术作为一种新兴的监测手段,凭借其独特的优势在水文监测领域得到了广泛应用。无人机低空遥感技术是以自动控制的无人机为平台,以机载遥感设备为有效载荷,获取规则重叠度影像,并按一定精度要求制作地理信息数据的航空摄影系统。其低空飞行的特性使得无人机能够更贴近地面,获取更高分辨率的影像数据,为水文监测提供了更为精准的信息支持。

1 无人机低空遥感技术关键点

1.1 导航与定位技术

无人机低空遥感技术依赖于高精度的导航与定位系统,以确保无人机能够按照预设航线准确飞行并获取目标区域的遥感数据。目前,全球定位系统(GPS)是无人机导航与定位的主要技术手段。通过GPS接收机,无人机可以实时获取自身的位置、速

度和时间信息,从而实现精确的飞行控制。此外,为了提高定位精度和可靠性,差分GPS(DGPS)技术也被广泛应用于无人机低空遥感中。DGPS技术通过在地面设置基准站,接收GPS卫星信号并进行差分处理,然后将差分信息发送给无人机,从而消除或减弱GPS信号传播过程中的误差,提高定位精度。

1.2 遥感传感器技术

遥感传感器是无人机低空遥感技术的核心部件,其性能直接影响遥感数据的质量和效果。在水文监测中,常用的遥感传感器包括高清摄像机、多光谱相机、激光雷达等。高清摄像机可以获取高分辨率的可见光影像,用于观察河流、湖泊等水体的形态、颜色、纹理等特征,以及监测水体中的漂浮物、污染物等。多光谱相机则能够获取不同波段的光谱信息,用于反演水体的水质参数(如叶绿素a浓度、悬浮物浓度等)、监测水体的富营养化状况等。激光雷达则可以测量地物的三维坐标信息,生成高精度的数字表面模型和数字高程模型,用于分析河流地形、计算河流流量等。

1.3 数据传输与存储技术

无人机在飞行过程中采集到的大量遥感数据需要及时传输到地面处理中心进行存储和处理,因此数据传输的稳定性和速度成为关键技术之一。目前,无人机低空遥感技术主要采用无线通信技术进行数据传输,如Wi-Fi、4G/5G移动网络等。同时,为了应对数据传输过程中可能出现的丢包、延迟等问题,还需要采用数据压缩、缓存、重传等技术手段来提高数据传输的可靠性和效率。此外,随着无人机技术的发展,一些高端无人机还配备了机载存储设备,可以在飞行过程中实时存储采集到的遥感数据,待无人机降落后再将数据导出进行处理。

2 无人机低空遥感技术在水文监测中的优势

2.1 高分辨率与精准监测

无人机低空遥感技术在水文监测中具备显著的高分辨率与精准监测优势。由于其在低空飞行,距离地表目标更近,能够搭载高精度的光学相机、多光谱相机等传感器,获取厘米级甚至更高精度的影像数据。以河流监测为例,高分辨率影像可以清晰呈现河流的宽度、深度、河床质地以及水流的具体形态,精准识别河流的弯曲程度、浅滩分布等细节信息。对于湖泊而言,能够精确描绘湖泊的边界、岸线变化以及湖底地形特征。在水库监测中,可准确测量水库的水位、库容以及周边地形地貌的细微变化。这种高精度的数据为水文模型的建立、水资源的精确评估以及水利工程的设计与实施提供了坚实可靠的基础,大大提高了水文监测的准确性和科学性。

2.2 灵活性与适应性强

无人机低空遥感技术在水文监测中展现出卓越的灵活性与适应性。它不受复杂地形和恶劣环境的限制,无论是山区陡峭的地形、广袤的沼泽地,还是人迹罕至的偏远区域,无人机都能轻松抵达并开展监测工作。在洪水灾害期间,传统监测手段可能因道路中断、地形危险等原因无法及时获取受灾区域的信息,而无人机可以迅速飞抵灾区上空,实时获取洪水淹没范围、水流速度、受灾情况等关键数据。此外,无人机还可以根据监测任务的具体需求,灵活调整飞行高度、速度和航线,对重点区域进行多次、多角度的监测。这种高度的灵活性和适应性使得无人机低空遥感技术能够满足不同水文监测场景的需求,为及时、全面地掌握水文信息提供了有力保障。

2.3 实时性与快速响应优势

无人机低空遥感技术在水文监测中具有突出的实时性与快速响应优势。它能够快速部署,在短时间内完成起飞准备并抵达监测区域,及时获取最新的水文信息。在突发水污染事件中,无人机可以迅速起飞,对污染源头、污染扩散范围以及污染物浓度进行实时监测,为应急决策提供及时、准确的数据支持。同时,无人机搭载的实时传输设备可以将获取的数据快速传回地面控制中心,实现数据的实时共享和分析。这种实时性和快速响应能力使得水文监测人员能够及时了解水文状况的变化,迅速采取相应的措施,有效应对各种突发情况,大大提高了水文监测的时效性和应急处理能力。

3 无人机低空遥感技术在水文监测中的应用

3.1 水质监测

水质是水文监测的重要内容之一,其好坏直接关系到水资源的可利用性和生态系统的健康。传统水质监测方法多依赖于地面采样和实验室分析,存在监测范围有限、数据更新速度慢等问题。无人机低空遥感技术为水质监测提供了新的解决方案。通过搭载多光谱相机等遥感传感器,无人机可以在低空域对水体进行大面积、快速的扫描和监测。多光谱相机能够获取水体在不同波段的光谱信息,这些光谱信息与水体中的水质参数(如叶绿素a浓度、悬浮物浓度、化学需氧量等)存在一定的相关性。通过建立光谱信息与水质参数之间的数学模型,可以实现对水质参数的快速反演和监测。例如,利用无人机低空遥感技术可以实时监测河流、湖泊等水体的富营养化状况,及时发现水体污染问题并采取相应的治理措施。

3.2 水量监测

水量监测是水文监测的另一项重要内容,对于水资源管理、防洪抗旱等工作具有重要意义。传统水量监测方法多依赖于地面监测站点和人工测量,存在监测范围有限、数据准确性受人为因素影响较大等问题。无人机低空遥感技术为水量监测提供了新的手段。通过搭载激光雷达等遥感传感器,无人机可以获取河流、湖泊等水体的三维坐标信息,生成高精度的数字表面模型和数字高程模型。基于这些模型,可以计算出水体的表面积、体积等参数,进而估算出水体的水量。此外,结合无人机获取的遥感影像数据,还可以对河流的流量进行监测。例如,通过对比不同时间段的遥感影像数据,可以分析河流流量的变化趋势;通过测量河流断面的流速和过水断面面积,可以计算河流的瞬时流量。

3.3 流速监测

流速是水文监测中的关键参数之一,对于了解水体的流动特性、计算河流流量等具有重要意义。传统流速监测方法多依赖于流速仪等地面测量设备,存在测量范围有限、在恶劣环境下作业难度大等问题。无人机低空遥感技术为流速监测提供了新的途径。通过搭载非接触式雷达波多普勒测速设备等遥感传感器,无人机可以在低空域对河流等水体的流速进行快速、准确的测量。非接触式雷达波多普勒测速设备利用雷达波的多普勒效应原理,通过测量雷达波束在水体中的传播时间差来计算流速。这种测量方法具有测量范围广、不受水体深度限制、在恶劣环境下作业能力强等优点。例如,在洪水期间,无人机可以悬停在河流上空对洪水流速进行实时监测,为防洪决策提供科学依据。

3.4 洪水监测与预警

传统洪水监测方法多依赖于地面监测站点和人工巡查,存在监测范围有限、数据更新速度慢、在恶劣环境下作业难度大等问题。无人机低空遥感技术为洪水监测与预警提供了新的技术手段。通过搭载高清摄像机等遥感传感器,无人机可以在低空域对洪水淹没范围、洪水水位、洪水流速等进行实时监测。结合遥感影像数据和地理信息系统(GIS)技术,可以快速生成洪水淹没范围图、洪水水位变化曲线等,为洪水预警和应急救援提供

科学依据。例如,在洪水发生前,无人机可以对河流流域进行预监测,分析河流的水文特性、地形地貌等因素,预测洪水的可能淹没范围和水位变化趋势;在洪水发生后,无人机可以实时获取洪水淹没范围和水位信息,为应急救援和灾后重建提供数据支持。

3.5 水文地理特征调查

水文地理特征调查是了解水文系统结构、功能及其演化规律的基础工作。传统水文地理特征调查方法多依赖于地面调查和人工测量,存在调查范围有限、数据准确性受人为因素影响较大等问题。无人机低空遥感技术为水文地理特征调查提供了新的手段。通过搭载高清摄像机、激光雷达等遥感传感器,无人机可以在低空域对河流、湖泊、湿地等水体及其周边地形地貌进行大面积、快速的扫描和监测。结合遥感影像数据和GIS技术,可以提取出水体的形态、面积、周长、岸线长度等参数,分析水体的空间分布特征、演变规律等。例如,通过无人机低空遥感技术可以调查河流的流域范围、水系结构、河道形态等特征,为河流治理和规划提供科学依据。

4 无人机低空遥感技术在水文监测中面临的挑战

4.1 技术挑战

4.1.1 传感器性能限制

虽然无人机低空遥感技术已经取得了显著的发展,但遥感传感器的性能仍然存在一定的限制。例如,多光谱相机的光谱分辨率和空间分辨率有待提高,以更准确地反演水质参数;激光雷达的测程和精度也受到一定限制,特别是在复杂地形和恶劣天气条件下。因此,需要不断研发新型遥感传感器,提高传感器的性能和稳定性。

4.1.2 数据处理与分析技术

无人机低空遥感技术采集到的大量遥感数据需要进行复杂的处理和分析才能提取出有用的信息。然而,目前的数据处理与分析技术仍然存在一些挑战。例如,如何快速、准确地从遥感影像中提取出水体的边界、形态等特征;如何建立准确的光谱信息与水质参数之间的数学模型等。因此,需要不断研发新的数据处理与分析算法和技术手段,提高数据处理的效率和准确性。

4.2 法规与政策挑战

4.2.1 空域管理

无人机低空遥感技术需要在低空域进行作业,这涉及到空域管理的问题。目前,我国对于无人机低空飞行的管理还不够完善,存在空域申请难度大、飞行限制多等问题。这限制了无人机低空遥感技术在水文监测中的广泛应用。因此,需要加强对无人机低空飞行的法规规划建设,明确空域使用权限和飞行规则,为无人机低空遥感技术的发展创造良好的空域环境。

4.2.2 数据管理与共享

无人机低空遥感技术采集到的大量遥感数据需要进行有效的管理和共享。然而,目前对于无人机遥感数据的管理和共享还存在一些问题。例如,数据格式不统一、数据安全性难以保障等。这限制了遥感数据的应用价值。因此,需要建立统一的无人机遥

感数据管理和共享平台,规范数据格式和存储方式,加强数据安全管理,促进遥感数据的广泛应用和共享。

5 无人机低空遥感技术在水文监测中的发展趋势

5.1 技术融合与创新

随着科技的不断进步,无人机低空遥感技术将与其他新兴技术(如人工智能、大数据、物联网等)进行深度融合与创新。例如,通过结合人工智能技术,可以实现对遥感影像的自动解译和分析,提高数据处理的效率和准确性;通过结合大数据技术,可以对海量遥感数据进行挖掘和分析,发现水文系统的内在规律和特征;通过结合物联网技术,可以实现无人机与地面监测设备的互联互通,构建更加完善的水文监测网络。

5.2 传感器性能提升

随着遥感传感器技术的不断发展,无人机低空遥感技术将采用更加先进的传感器设备。例如,新型多光谱相机将具有更高的光谱分辨率和空间分辨率,能够更准确地反演水质参数;新型激光雷达将具有更远的测程和更高的精度,能够满足更复杂地形和恶劣天气条件下的监测需求。这将进一步提高无人机低空遥感技术在水文监测中的应用效果。

5.3 智能化与自动化

未来,无人机低空遥感技术将更加注重智能化和自动化的发展。例如,通过采用先进的飞行控制系统和导航与定位技术,可以实现无人机的自主飞行和避障功能;通过结合人工智能算法和机器学习技术,可以实现对监测任务的自动规划和执行;通过采用先进的数据处理和分析软件,可以实现对遥感数据的自动处理和分析。这将进一步提高无人机低空遥感技术的作业效率和可靠性。

6 结束语

综上所述,无人机低空遥感技术在水文监测领域展现出了无可比拟的优势,其高分辨率与精准监测能力为获取详细、准确的水文信息提供了坚实保障,灵活性与适应性使其能轻松应对各种复杂环境和监测场景,实时性与快速响应特性则为及时掌握水文动态、应对突发情况提供了有力支撑。尽管在实际应用中面临一些挑战,但随着技术的不断发展和完善,无人机低空遥感技术必将在水文监测中发挥更加重要的作用,为水资源的合理开发、利用和保护,以及防洪减灾、生态环境保护等工作提供更加科学、高效的技术手段,推动水文监测事业迈向新的台阶。

[参考文献]

- [1]王松吉,宋君,陈沐.无人机低空遥感技术在水文监测中的应用[J].珠江水运,2023(17):84-86.
- [2]庄杰,经正彤.无人机监测系统在河流水文应急监测中的应用研究[J].水利科学与寒区工程,2020,3(1):99-101.
- [3]郭昌盛.水土保持监测中的无人机低空遥测技术分析[J].智能城市,2021,7(19):55-56.

作者简介:

玉米提·玉江山(1993—),男,新疆伊宁县人,本科,工程师,研究方向为水文测验。