

# 基于无人机遥感技术的环境监测数据采集与分析

沈翔宇

江苏省盐城市大丰生态环境监测站, 江苏 盐城 224100

**摘要 :** 随着环境问题的日趋重视, 高效、准确的环境监测手段至关重要。无人机遥感技术以其灵活性, 高分辨率等优势而被广泛应用在环境监测领域。本文系统介绍了无人机遥感技术的环境监测数据采集原理, 方法, 各种传感器的应用, 分析了数据处理与分析流程, 实例介绍了无人机遥感技术在不同环境监测场景中的应用, 并对技术的发展趋势进行了展望。技术的不断成熟和完善, 无人机遥感技术将在环境监测领域发挥更加重要的作用。它与其他先进技术如卫星遥感、物联网等深度融合, 构建起全方位、多层次、智能化的环境监测体系, 为守护地球的生态环境贡献更大的力量。在无人机遥感技术等先进手段的助力下, 人类将能够更加有效地应对环境挑战, 实现人与自然的和谐共生。

**关键词 :** 灵活; 分辨率; 数据处理; 分析流程

## Environmental Monitoring Data Acquisition and Analysis based on UAV Remote sensing Technology

Shen Xiangyu

Dafeng Ecological Environment Monitoring Station, Yancheng, Jiangsu 224100

**Abstract :** With the increasing attention to environmental problems, efficient and accurate environmental monitoring means are very important. Uav remote sensing technology is widely used in the field of environmental monitoring because of its flexibility and high resolution. This paper systematically introduces the principle and method of environmental monitoring data acquisition of UAV remote sensing technology, the application of various sensors, analyzes the data processing and analysis process, introduces the application of UAV remote sensing technology in different environmental monitoring scenarios with examples, and forecasts the development trend of the technology. As the technology continues to mature and improve, UAV remote sensing technology will play a more important role in the field of environmental monitoring. It will be deeply integrated with other advanced technologies such as satellite remote sensing and the Internet of Things to build a comprehensive, multi-level and intelligent environmental monitoring system and contribute more to protecting the ecological environment of the earth. With the help of advanced means such as UAV remote sensing technology, mankind will be able to respond to environmental challenges more effectively and achieve a harmonious coexistence between man and nature.

**Keywords :** flexibility; resolution; data processing; analysis process

## 引言

环境监测是了解环境质量状况, 评估环境污染程度和制定环境保护政策的重要手段。实地采样、定点监测等传统的环境监测方法, 存在监测范围有限、时效性差等缺点。无人机遥感技术的出现, 为环境监测提供了新的解决方案。它能够快速地获取大面积的环境信息, 而且能够根据需要灵活地调整监测区域和时间, 大大提高了环境监测的效率和精度。

## 一、无人机遥感技术概述

### (一) 无人机系统组成

无人机作为环境监测的主要手段, 无人机系统主要包括飞行器平台, 飞行控制系统, 数据传输系统和任务载荷系统。飞行器

平台是无人机的物理载体, 其由碳纤维复合材料等轻质高强度的材料制成, 在承受各种飞行应力的同时, 减少自己的重量, 提高飞行效率<sup>[1]</sup>。飞行器平台设计类型有多旋翼, 固定翼以及直升机式等, 不同的平台类型, 适应不同的监测任务需求。例如, 多旋翼无人机灵活性强, 适合在复杂地形或小范围区域开展精准监

测；固定翼无人机续航能力强，适合大面积的环境巡查。飞行控制系统就像无人机的“大脑”，它通过高度集成的传感器以及先进的算法控制无人机稳定飞行并按照既定航线作业<sup>[2]</sup>。它能够对无人机的姿态，位置，速度等实时感知，自动调整无人机飞行参数，以应对外界风力变化，地形起伏等干扰。例如，无人机在强风环境下的机翼角度和动力输出会自动进行调整以保持飞行的稳定性。数据传输系统负责无人机和地面控制站间数据实时回传。它采用4G、5G或微波等可靠的无线通信技术，使数据在传输过程中更加稳定高效。通过数据传输系统，地面操作人员可以实时获取无人机采集的图像，数据以及飞行状态信息，对监测任务进行实时监控与调整。任务载荷系统则根据不同的监测需求载荷各类传感器<sup>[3]</sup>。这些传感器有光学相机、多光谱相机、热红外相机等多种不同种类，每种传感器各有其功能，可以从不同的角度对环境进行监测。再例如，在森林火灾监测中，热红外相机能够快速地发现高温火源点，为火灾扑救提供关键信息。

### （二）无人机遥感工作原理

无人机的遥感功能主要通过其搭载的传感器来实现。当无人机飞行至目标区域上空后，无人机上搭载的光学相机，多光谱相机，热红外相机等开始对地面目标进行观测。植被、水体、建筑物等不同地物因其物质组成和结构不同，在不同波段电磁波反射、辐射特性存在较大差异。以植被为例，在可见光波段植被对绿光的反射较强，呈现绿色；在近红外波段植被具有高反射特性，这是由于植物细胞结构的影响<sup>[4]</sup>。当传感器接收到这些不同波段的电磁波信号后，通过内部的光电转换元件将其转换成数字信号。然后通过辐射校正、几何校正等复杂的算法来处理这些数字信号，最终再形成能直观反映地物特征和状态的图像或数据。譬如多光谱相机采集的各波段图像数据，经过分析处理后，能精确地计算出植被健康指数，水体污染程度等信息，为环境监测提供科学依据<sup>[5]</sup>。

## 二、无人机遥感环境监测数据采集的应用

### （一）大气环境监测

无人机搭载的高光谱传感器在大气环境监测中起到了重要作用。其工作原理是基于大气中的各种气体分量对一定波长电磁波的特殊吸收特性。例如，高光谱传感器发出的电磁波在大气中传播时，像二氧化硫、氮氧化物这样的污染物会在一定的波段形成明显的吸收峰<sup>[6]</sup>。把这些吸收峰找准，然后用专业的算法进行分析，就能够将大气中污染物的浓度分布进行反演。在某工业区域利用无人机搭载高光谱传感器开展低空飞行监测，取得了良好的效果。无人机凭借灵活的机动性，可深入工业区域的各个角落快速采集大气中光谱数据。这些数据通过专业软件进行高效处理与分析后，可以快速得到该区域大气污染物浓度分布情况<sup>[7]</sup>。不仅如此，通过数据的进一步挖掘与解析，也能及时锁定污染源，精确判断其影响范围，为后续的污染治理与环境监管提供精准而有力的数据支撑。

### （二）水环境监测

无人机用于水环境监测的多光谱相机。它通过准确测量水体对不同波段光的反射率，实现对水体叶绿素、悬浮物、化学需氧量等一系列重要水质参数的反演。以叶绿素为例，在蓝光和红光波段具有较强的吸收能力，而在绿光波段具有较高的反射率。仔

细分析这几个波段的反射率比值，利用某些数学模型可以比较准确地估算出叶绿素含量<sup>[8]</sup>。

### （三）土壤环境监测

在土壤环境监测方面，高光谱传感器可以对土壤的反射光谱进行全面测量。由于不同成分的土壤如有机质，氮，磷，钾含量不同，光谱特征有很大差别。通过采集大量的不同成分土壤的光谱数据，建立起准确的光谱与成分含量的对应模型，就能对土壤成分进行定量分析。无人机上搭载的热红外相机可以针对被重金属污染的土壤发挥自己的独特作用。由于重金属污染，土壤表面温度发生变化，热红外相机能够敏锐地捕捉到温度变化。与此同时，结合光谱分析技术，分析土壤的光谱特征，从而精确确定污染区域。无人机通过多次飞行监测，准确地圈定了某重金属污染场地，为后续的土壤修复工程提供了关键的基础信息，极大提高了修复工作的针对性与效率<sup>[10]</sup>。

## 三、无人机遥感环境监测数据处理与分析

### （一）数据预处理

#### 1. 数据校正

在无人机遥感数据采集集中，传感器获取的数据容易受到很多因素的干扰，因此数据校正是最为重要的。辐射校正主要致力于消除因传感器自身特性及大气传输等因素导致的辐射误差。传感器定标是辐射校正的关键步骤，它通过对传感器进行实验室或场地定标，建立起传感器输出数字化值与实际地物辐射亮度之间的定量关系，确保数据的准确性。大气校正则考虑大气对电磁波的吸收、散射等影响，将传感器接收到的辐射值转换为地表实际反射或辐射值，还原地物真实的辐射特征。几何校正的目的是纠正因无人机飞行姿态变化、地形起伏以及传感器成像方式等因素造成的图像几何变形。

#### 2. 数据融合

为充分发挥不同传感器的优势，提高数据的信息含量与分析精度，数据融合技术应运而生。以光学影像和热红外影像融合为例，光学影像能够提供丰富的地物纹理和色彩信息，而热红外影像则侧重于反映地物的温度差异。加权平均法是融合数据的一种简单方法，根据不同传感器数据的可靠性，重要性赋予相应的权重，对数据进行加权平均计算，产生融合后的新数据。主成分分析法是将多源数据线性变换为一组不相关主成分，从中提取主要信息，实现数据融合，有效地提高数据的综合分析价值。

### （二）数据分析方法

#### 1. 图像分类

图分类是无人机影像分析的重要手段。监督分类首先要求专业人员在影像中选取有代表性的已知类别的样本，作为训练区，包括水体、植被、土壤等地物类型。利用统计分析或机器学习算法建立分类模型，基于这些训练样本的光谱特征。之后将构建好的模型应用于整个影像，将每个像素加以分类，确定属于哪一地物类别。非监督分类则不需要预先设定样本类别，而是根据数据自身的统计特征，如聚类分析算法自动将影像中具有相似特征的像素归为一类，实现地物的分类。

#### 2. 变化检测

变化检测通过对比不同时期的无人机影像，敏锐捕捉环境要

素的动态变化。直接计算两期影像对应像素值的差值，根据差值的大小和分布，判断地物是否发生变化。采用比值法计算两期影像对应波段的比值，突出变化区域，减少因光照、地形等因素引起的误差。分类后比较法是对不同时期影像分别进行分类，并比较分类结果，从而确定土地利用类型、水体面积等环境要素的变化情况。例如在分析某城市不同年份无人机影像时，变化监测方法能够清晰地看到城市扩张过程中土地利用类型从农田，绿地向建设用地的转变，为城市规划，生态保护提供了重要数据支持。

## 四、无人机遥感技术在环境监测中的应用案例

### （一）城市生态环境监测

在城市的生态环境监测项目中，通过无人机对城市绿地，河流，湿地等生态系统进行定期监测。通过分析无人机获取的影像数据，评价城市绿地的覆盖面积和健康状况，河流的水质变化和河道变迁以及湿地的生态功能。结果表明，近几年城市部分区域绿地面积有所减少，河流有一定程度的污染，这些都是城市生态规划和环境保护的重要信息。

### （二）自然保护区生物多样性监测

无人机搭载高清相机和多光谱相机，在自然保护区监测保护区内的植被和野生动物。通过对影像数据的分析，绘制植被分布图，找出各种植被类型的分布范围、面积的变化。同时通过野生动物的活动踪迹和栖息地，评价生物多样性状况。

监测表明保护区内的珍稀物种的部分栖息地受人类活动影响，需要加以保护。

## 五、无人机遥感技术在环境监测中的优势与挑战

### （一）优势

无人机可随时随地起飞，到达传统监测手段难以到达的区域，如山区，森林深处，偏远水域等，进行快速，灵活的环境监测。可获得高分辨率的影像和数据，可清晰地观察到地物的细节信息，对于小范围、高精度的环境监测具有显著优势。无人机监测相对于卫星遥感和有人机监测成本低，且操作简单，可以快速部署，可以应用于各种规模的环境监测项目中。

### （二）挑战

目前无人机的续航时间较短，一般在几十分钟到数小时不等，限制了无人机的监测范围和时间连续性。无人机获取的大量高分辨率数据需要高效的数据处理和存储设备，同时对数据分析算法和人员的专业能力也提出了较高要求。无人机的飞行受到空域管理等法律法规的限制，实际应用中需要办理相关手续，以保障飞行的安全性和合法性。

## 六、无人机遥感在环境监测中的发展趋势

### （一）多传感器融合与智能化

随着科技的进步，无人机将可搭载更多类型的传感器，包括光学，热红外，高光谱，激光雷达等，从不同维度获得环境信息。无人机通过多传感器深度融合，可以融合多种数据源的数据，构建更全面，准确的环境信息模型。与此同时，人工智能技

术的应用将极大地提升无人机监测的智能化水平与效率。以深度学习算法为例，其强大的图像识别与分析能力可以应用于无人机影像的实时处理。在环境监测过程中，无人机实时对获取的影像进行分类，快速识别出不同的地物类型，如植被，水体，建筑物等。此外，无人机还可以通过目标识别算法，迅速发现环境中的异常情况，例如突发的污染事件，火灾隐患等，并及时作出预警，为环境应急响应争取宝贵时间。

### （二）长续航与大载荷能力提升

电池技术与飞行器设计的持续革新，将推动无人机续航能力与载荷能力的不断提升。在电池技术方面，高性能锂硫电池，固态电池等新型电池材料的研发与应用，将进一步提升电池的能量密度，从而提高无人机的续航时间。同时，通过更高效的动力系统设计，轻量级机身材料设计等改进使无人机的能耗减少，续航提升。随着载荷能力的提升，无人机能够携带更多先进的监测设备与充足的燃料。

这使得无人机可以执行更长时间、更大范围的环境监测任务。例如，在对广袤的森林生态系统进行监测时，长续航与大载荷的无人机能够一次性完成大面积林区的巡查，无需频繁返航充电或更换设备，极大地提高了监测效率与覆盖范围，为全面掌握森林资源状况、及时发现病虫害等问题提供有力保障。

## 七、结论

无人机遥感技术在环境监测数据采集与分析方面具有显著的优势，能够为环境监测提供高效、准确的信息支持。通过在大气、水、土壤等环境要素监测中的应用，以及不断发展的数据处理与分析技术，无人机遥感在环境保护和生态建设中发挥着越来越重要的作用。尽管目前仍面临一些挑战，但随着技术的不断进步和完善，无人机遥感技术有望在未来环境监测领域取得更广泛的应用和更大的突破，为人类创造更加美好的生态环境。

## 参考文献

- [1] 崔雪, 欧阳伟南, 段诗火, 吴业兰, 江楠. 基于卫星遥感技术的 CSPON 底线守护技术研究——以耕地为例 [J]. 自然资源信息化, 1-7.
- [2] 王赵明, 李明亮, 齐亚楠, 陈晓蓉, 邵社刚. 基于卫星与无人机遥感技术的沥青路面大变形智能监测分析 [J]. 自动化技术与应用, 1-7.
- [3] 吴美琼, 梁旭敏, 曾慧芳. 无人机遥感技术在工程测量中的应用 [J]. 广西水利水电, 2024, (06): 30-33.
- [4] 杨迎松, 王克勤, 赵洋毅. 基于无人机航测的水土保持监测精度及提升途径 [J]. 亚热带水土保持, 2024, 36(04): 20-24.
- [5] 赵志全, 梁明, 杨根, 李娇, 胡维权, 卓兰宁. 基于无人机遥感技术的稻瘟病监测——以江淮分水岭地区为例 [J]. 农村科学实验, 2024, (24): 175-177.
- [6] 刘佳明, 杨彦明. 无人机遥感技术在密云水库林业资源调查与监测中的运用 [J]. 中国林副特产, 2024, (06): 79-80+84.
- [7] 于丰华, 李世隆, 金忠煜, 白驹驰, 许童羽. 基于无人机遥感技术的大田作物精准施肥决策研究进展 [J]. 沈阳农业大学学报, 2024, 55(06): 788-797.
- [8] 张树静, 李东梅. 无人机遥感技术在农田水利工程管理中的应用 [J]. 农村科学实验, 2024, (23): 93-95.
- [9] 崔佳鹏, 徐宏杨, 公衍峰. 低空遥感技术在农业领域中的研究现状 [J]. 农机使用与维修, 2024, (12): 38-45.
- [10] 华意. 金园片区项目中无人机遥感测绘技术分析 [J]. 中国设备工程, 2024, (23): 268-270.