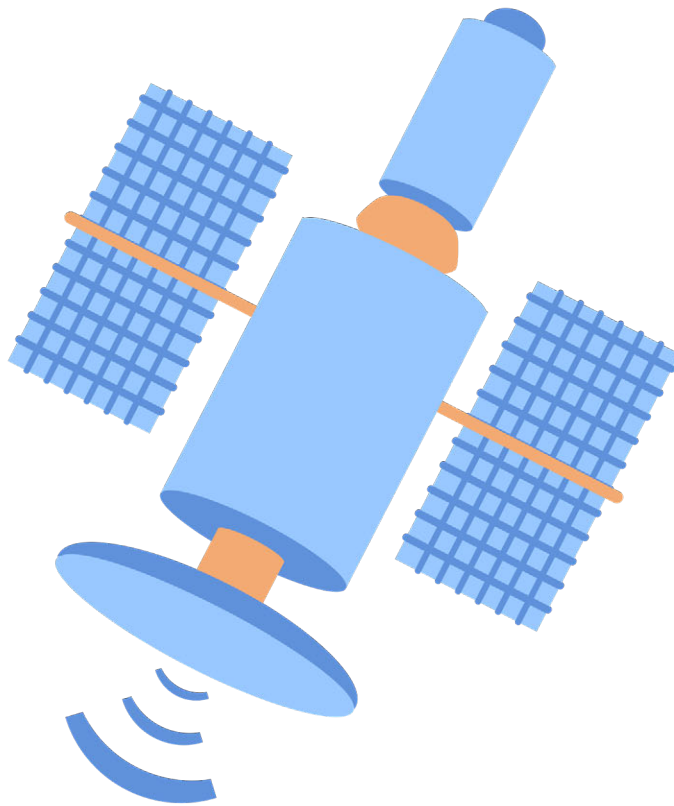


遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用与优化

文 / 朱海纳

本文主要探讨了遥感影像和地理信息系统在环境保护中的应用效果、发展趋势、问题、挑战以及优化和创新策略。首先介绍了遥感影像和地理信息系统的基本概念和应用，然后分析了它们在环境保护中的应用效果和优势，如生态参数监测、生物多样性评估、自然灾害预测和环境质量评价。接着进一步探讨了遥感影像和地理信息系统在环境保护中的应用问题和挑战，包括数据质量、方法标准、尺度转换、数据融合和信息提取等方面。然后，提出了遥感影像和地理信息系统在环境保护中的应用优化和创新策略，如开发新型遥感指数产品、以生态需求为导向设计传感器和卫星计划、建立生态遥感方法标准体系和利用大数据和云服务技术提高数据处理和分析能力等，最后分析了遥感影像和地理信息系统在环境保护中的实际案例研究。



遥感影像是指利用各种传感器从空间平台（如卫星、飞机、无人效果和发展趋势机等）获取的地球表面的光学、雷达、微波等电磁波反射或发射的信息，经过数字化处理和分析，形成具有一定空间分辨率和光谱分辨率的图像数据。遥感影像可以反映地表的物理、化学、生物等特征，为环境保护提供了大量的定量和定性的信息。地理信息系统（GIS）是指利用计算机技术对地理空间数据进行收集、存储、管理、分析和显示的一套系统，可以实现对地理实体和现象的空间关系和属性的描述和模拟，为环境保护提供了强大的空间分析和决策支持工具。

产品用途

遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用已经有了长期的历史和广泛的范围，随着遥感技术和 GIS 技术的不断发展和创新，它们在环境保护中的应用也呈现出新的特点和趋势。以下几个方面是它们在环境保护中的应用效果和优势。

生态参数监测：生态参数是指反映生态系统结构和功能的一些指标，如植被覆盖度、叶面积指数、初级生产力、生物多样性指数等。遥感影像可以提供对这些参数的大范围、高频率、多尺度、多光谱的监测，为生态系统评估和管理提供了基础数据。例如，利用 MODIS 卫星数据，可以实时监测全球植被覆盖度，为土地利用变化、荒漠化、森林碳汇等问题提供参考。利用高光谱传感器，可以提取植被的生理特征，如叶绿素含量、水分含量、叶片厚度等，为植被健康状况和生态功能评估提供依据。

生物多样性评估：生物多样性是指生物种类的丰富程度和差异程度，是衡量生态系统稳定性和可持续性的重要指标。遥感影像可以提供对生物多样性的间接测量，通过分析植被类型、结构、分布等特征，推断出物种组成、丰富度、均匀度等信息。例如，利用 Landsat 卫星数据，可以对全球森林类型进行分类，为森林资源管理和保护提供基础信息。利用无人机搭载的高分辨率相机或激光雷达，可以对森林冠层进行三维重建，为森林结构和功能分析提供细节信息。

自然灾害预测：自然灾害是指由自然因素引起的对人类社会造成损失或危害的事件，如洪涝、干旱、地震、火灾等。遥感影像可以提供对自然灾害发生前后的动态监测，通过分析灾害因子、易损性、风险等要素，实现对灾害的预测、预警、评估和应对。例如，利用雷达卫星数据，可以对地表形变进行精确测量，为地震预测和监测提供依据。利用热红外传感器，可以对火灾的发生、扩散和影响进行实时监测，为火灾控制

和灾后恢复提供支持。

环境质量评价：环境质量是指环境要素（如空气、水、土壤等）的物理、化学、生物等特性对人类健康和生态安全的影响程度。遥感影像可以提供对环境质量的综合评价，通过分析环境污染物的浓度、分布、来源等特征，评估环境质量的等级、趋势和影响因素。例如，利用气象卫星数据，可以对大气污染物（如 PM2.5、SO₂、NO₂ 等）进行全球范围的监测，为大气污染防治和健康风险评估提供数据。利用遥感卫星数据，可以对水体污染物（如叶绿素 a、悬浮物、有机物等）进行区域范围的监测，为水体富营养化和水质改善提供依据。

问题和挑战

遥感影像与地理信息系统虽然在环境保护中有着广泛的应用，但也面临着一些问题和挑战，需要不断地完善和改进。以下从几个方面探讨遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用问题和挑战，以及它们对环境保护的影响和危害。

数据质量是遥感影像与地理信息系统应用的基础，也是评价其应用效果的重要标准。数据质量包括数据的准确性、完整性、一致性、时效性等方面。数据质量受到多种因素的影响，如传感器的性能、数据的获取、处理、存储、传输等过程中的误差、噪声、干扰等。数据质量不高会导致信息提取的困难、结果的不可靠、分析的失真等问题，从而影响环境保护的决策和管理。例如，由于云雾、大气散射等因素，遥感影像可能存在较大的辐射校正误差，导致水体颜色、植被指数等参数的计算不准确，影响水体富营养化和植被健康状况的评估。

方法标准是遥感影像与地理信息系统应用的规范，也是评价其应用水平的重要指标。方法标准包括数据的采集、处理、分析、展示等方法的规范化、标准化、统一化等方面。方法标准受到多种因素的制约，如技术的发展、需求的变化、资源的限制等。方法标准不足会导致数据的不兼容、结果的不一致、分析的不科学等问题，从而影响环境保护的比较和评价。例如，由于缺乏统一的生态遥感方法标准体系，不同机构或个人可能采用不同的遥感指数产品、传感器和卫星计划、生态参数反演模型等，导致生态系统评估和管理的结果存在较大差异。

尺度转换是遥感影像与地理信息系统应用中必须面对和解决的问题，也是评价其应用能力的重要条件。尺度转换包括空间尺度（如分辨率）、时间尺度（如重访周期）、光谱尺度（如波段数）、生态尺度（如物种或群落）等方面。尺

度转换受到多种因素的制约,如传感器的设计、数据的可用性、模型的适用性等。尺度转换不当会导致数据的失真、结果的偏差、分析的误差等问题,从而影响环境保护的精度和效率。例如,由于空间分辨率和时间分辨率之间存在权衡关系,高分辨率卫星数据虽然可以提供更细节的地物信息,但其重访周期较长,难以捕捉快速变化的环境现象;而低分辨率卫星数据虽然可以提供更频繁的监测,但其空间分辨率较低,难以区分细微的地物差异。

数据融合是遥感影像与地理信息系统应用中常用和有效的方法,也是评价其应用创新性的重要手段。数据融合包括多源数据(如不同传感器、不同平台、不同类型等)的融合、多时相数据(如同一传感器、同一平台、不同时间等)的融合、多层次数据(如遥感影像、地面观测、模型输出等)的融合等方面。数据融合受到多种因素的影响,如数据的匹配、校准、转换等过程中的误差、不确定性、冲突等。数据融合不理想会导致数据的冗余、结果的矛盾、分析的复杂等问题,从而影响环境保护的简洁和可信。例如,由于不同传感器的光谱响应特性不同,多源遥感影像的融合可能存在光谱失真或偏移现象,导致植被指数或水体颜色等参数的计算不一致。

信息提取是遥感影像与地理信息系统应用的核心,也是评价其应用价值的重要依据。信息提取包括对遥感影像中反映环境要素和现象的信息进行识别、分类、量化、模拟等过程。信息提取受到多种因素的挑战,如环境要素和现象的复杂性、多样性、动态性等。信息提取不准确会导致数据的误解、结果的错误、分析的无效等问题,从而影响环境保护的正确和有效。例如,由于植被类型和结构的复杂性和多样性,遥感影像中植被信息的提取可能存在较大的分类误差或混淆矩阵,导致生物多样性或生态功能等指标的评估不准确。

遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用问题和挑战的一部分,还有许多其他的问题和挑战,如数据安全、数据共享、数据隐私等。这些问题和挑战对环境保护有着不可忽视的影响和危害,需要遥感影像与地理信息系统应用者和研究者共同努力,寻求解决方案和改进措施。

优化和创新策略

遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用虽然已经取得了显著的成果和进步,但也需要不断地优化和创新。遥感影像是指利用航空器或人造卫星搭载的传感器,从远距离观测地球表面或大气层的电磁波反射或发射信号所形成的图像。遥感影像可以提供大范围、高时效、多角度、多波段、多分辨率等特点的信息,对于环境保护具有重要的价值和意

义。例如,遥感影像可以用于监测植被覆盖度、土地利用变化、水资源状况、气候变化、污染物排放、生态灾害等多种环境要素或现象。然而,遥感影像的质量和数量并不是固定不变的,而是受到传感器和卫星计划的设计和制约的。传感器是指能够接收和记录电磁波信号的装置,它决定了遥感影像的光谱分辨率、空间分辨率、辐射分辨率等参数。卫星计划是指卫星轨道、周期、覆盖范围、重访时间等因素的安排,它决定了遥感影像的时间分辨率、覆盖范围、同步性等参数。传感器和卫星计划的设计需要考虑多种因素,如技术可行性、经济成本、社会需求等。以生态需求为导向设计传感器和卫星计划是指根据不同环境要素或现象的监测和分析需求,优化和创新传感器和卫星计划的设计,以提供更合适的遥感影像数据。这是遥感影像与地理信息系统应用优化和创新的有效方法,也是适应环境保护工作发展变化的必要措施。

为了监测全球植被生长状况和碳循环过程,美国国家航空航天局(NASA)于2014年发射了植被与土壤活动传感器(OCO-2),该传感器能够高精度地测量大气中二氧化碳(CO₂)浓度,并结合其他卫星数据,反演出植被光合作用和呼吸作用对CO₂的吸收和释放情况。

为了监测全球陆地表面温度(LST)变化和城市热岛效应(UHI),中国科学院于2018年发射了高光谱红外成像仪(HyspIRI),该传感器能够提供60米分辨率、30个波段、5天重访周期的高光谱红外影像,能够精确地测量LST,并结合其他卫星数据,分析LST与植被、土壤、水体、建筑等因素的关系。

为了监测全球森林覆盖度和生物多样性变化,欧洲空间局(ESA)计划于2022年发射生物多样性观测任务(BIOMASS),该任务将利用合成孔径雷达(SAR)技术,提供200米分辨率、6个月重访周期的雷达影像,能够穿透云层和树冠,测量森林的高度、生物量、结构等参数,并结合其他卫星数据,评估森林对气候变化的影响和适应性。

以上例子说明了以生态需求为导向设计传感器和卫星计划的意義和价值,它可以满足不同环境要素或现象的监测和分析需求,提供更合适的遥感影像数据,提高数据质量和数量。这对于环境保护工作具有重要的作用,可以提高环境信息的获取和利用效率,支持环境评估和管理决策,促进环境科学研究和技术创新。

遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用优化和创新策略的一部分,还有许多其他的策略和方法,如利用人工智能技术提高信息提取的智能性和自动化程度、利用社交媒体数据提高环境监测的参与度和实时性等。这些策略和方法对环境保护有着重要的意义和价值,可以从以下几个方面体

现：

通过开发新型遥感指数产品、以生态需求为导向设计传感器和卫星计划等策略，可以提高遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用精度，更准确地反映环境要素或现象的状况和变化，为环境保护提供更可靠的数据和结果。

通过建立生态遥感方法标准体系、利用大数据和云服务技术等策略，可以节省遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用成本，更有效地利用已有的数据资源，为环境保护提供更经济的方法和工具。

通过利用人工智能技术、利用社交媒体数据等策略，可以增强遥感影像与地理信息系统在环境保护中的应用可持续性，更灵活地适应不同环境要素或现象的监测和分析需求，为环境保护提供更持久的支持和服务。

实际案例研究

以下是一些遥感影像与地理信息系统在环境保护中的实际案例研究。

水环境监测：遥感影像可以反映水体的颜色、透明度、温度、悬浮物、叶绿素等参数，从而判断水体的污染程度和水质类别。地理信息系统可以对水体遥感影像进行分类、统计、分析和可视化，以及与其他水文、气象、社会经济等数据进行关联分析，从而评估水环境的现状和变化趋势，为水资源保护和管理提供依据。例如，生态环境部卫星环境应用中心利用高分辨率遥感影像，对全国重点流域的水体污染情况进行了监测和评价。

大气环境监测：遥感影像可以反映大气中的气溶胶、臭氧、二氧化硫、二氧化氮等污染物的浓度和分布，从而判断大气的污染程度和空气质量类别。地理信息系统可以对大气遥感影像进行分类、统计、分析和可视化，以及与其他气象、交通、工业等数据进行关联分析，从而评估大气环境的现状和变化趋势，为大气污染防治和管理提供依据。例如，中国科学院生态环境研究中心利用多源遥感影像，对全国城市群的大气污染情况进行了监测和评价。

土壤环境监测：遥感影像可以反映土壤的颜色、纹理、湿度、有机质等参数，从而判断土壤的类型和质量。地理信息系统可以对土壤遥感影像进行分类、统计、分析和可视化，以及与其他土地利用、农业生产等数据进行关联分析，从而评估土壤环境的现状和变化趋势，为土壤保护和管理提供依据。例如，国家林业和草原局利用多源遥感影像，对全国土壤侵蚀情况进行了监测和评价。

土地利用监测：遥感影像可以反映土地上覆盖的植被、

建筑物等物体的类型和分布，从而判断土地的利用方式和程度。地理信息系统可以对土地利用遥感影像进行分类、统计、分析和可视化，以及与其他人口、经济、资源等数据进行关联分析，从而评估土地利用的现状和变化趋势，为土地规划和管理提供依据。例如，国家发展改革委利用多源遥感影像，对全国主要城市群的土地利用情况进行了监测和评价。遥感影像和地理信息系统在环境保护领域的应用前景广阔，但也伴随着一些问题和挑战。其中，数据质量、方法标准、尺度转换、数据融合以及信息提取等方面面临一定的困境。为了解决这些问题和挑战，需要采用一系列优化和创新策略。首先，开发新型的遥感指数产品有助于准确反映环境变化情况。其次，针对生态需求，可以设计更加智能的传感器和卫星计划，以提高环境信息的收集精度。第三，建立生态遥感方法标准体系，有助于确保数据处理和分析的一致性和可比性。此外，借助大数据和云服务技术，可以提升数据处理和析的能力，从而更加高效地获取有关环境的信息。这些策略的实施不仅能够提高应用的精度，还可以有效地节省成本并增强环境保护的可持续性。然而，这些策略和方法仍然需要进一步地深入研究和实践，以充分发挥它们在环境保护中的最大效用。只有在科研和实际应用的双重努力下，才能够更好地利用遥感和地理信息系统的潜能，为环境保护事业作出更为显著的贡献。（本文作者为南京信息工程大学地理科学学院学生）