

遥感技术在水土保持监测中的应用研究

闫博渊

新疆维吾尔自治区水土保持监测中心（新疆维吾尔自治区水利厅水土保持实验站） 新疆 乌鲁木齐 830000

摘要：随着全球生态环境问题日益严峻，水土保持监测成为保障可持续发展的重要环节。遥感技术，作为一种先进的非接触式探测手段，其在水土保持监测中的应用日益受到关注。本研究深入探讨了遥感技术在水土保持领域的具体应用，包括土壤侵蚀、水土流失、水资源污染及生产建设项目等方面的监测。通过理论与案例相结合，证明了遥感技术的高效性、准确性和实时性，为水土保持监测提供了强有力的技术支持，有助于科学制定水土保持策略，促进生态环境可持续发展。

关键词：遥感技术；水土保持监测；应用

引言：水土保持是维护生态平衡、促进可持续发展的重要基石。随着人类活动的不断增加，水土流失、土壤侵蚀等问题日益凸显，对水土保持监测的需求也愈发迫切。遥感技术作为一种先进的探测手段，以其远距离、非接触、大范围覆盖等特点，为水土保持监测提供了新的解决方案。本文旨在深入探讨遥感技术在水土保持监测中的应用，分析其在提高监测效率、精度和实时性方面的优势，以期水土保持工作提供更加科学、准确的数据支持。

1 遥感技术基础与特点

1.1 遥感技术定义

遥感技术是一种非接触式、远距离的探测技术，它利用传感器或遥感器对目标物体的电磁波辐射、反射特性进行探测。遥感技术通过人造地球卫星、飞机等平台上搭载的遥测仪器，对地球表面实施感应遥测，获取目标物体的电磁波信息，这些信息经过提取、判定、加工处理、分析后，可用于资源管理、环境监测等多个领域。遥感技术的工作原理主要基于电磁波与目标物体的相互作用，通过捕捉和分析这些相互作用产生的电磁波信息，实现对目标物体的远程感知和识别。

1.2 遥感技术的主要特点

（1）大范围获取数据资料的能力：遥感技术通过卫星或飞机等平台，能够一次性覆盖大范围区域，快速获取地表信息。这使得遥感技术在资源调查、环境监测等领域具有显著优势，能够宏观地展示地表景象，为决策提供科学依据。（2）高时效性和连续性：遥感技术能够实时或准实时地获取地表信息，且能够定期对同一区域进行重复观测，形成连续的时间序列数据。这种高时效性和连续性使得遥感技术在灾害监测、气候变化研究领域发挥重要作用。（3）宏观景象呈现与微观特征捕捉

的结合：遥感技术不仅能够呈现大范围的地表景象，还能够捕捉到地表物体的微观特征。这得益于遥感技术的多波段信息获取能力，不同波段对应着不同的地表物体和现象，使得遥感技术能够在宏观和微观层面实现对地表信息的全面感知。

1.3 遥感技术的分类与发展

遥感技术按照平台可分为卫星遥感、无人机遥感等；按照波段可分为可见光遥感、红外遥感、微波遥感等。随着科技的不断发展，新型遥感技术如高光谱遥感、激光雷达等逐渐崭露头角。高光谱遥感能够获取目标物体的精细光谱信息，实现更精准的识别和分类；激光雷达则能够穿透云层和植被，获取地表的三维信息，为城市规划、地质勘探等领域提供有力支持。未来，随着技术的不断进步和应用领域的不断拓展，遥感技术将在更多领域发挥重要作用。

2 遥感技术在水土保持监测中的应用

2.1 土壤侵蚀监测

2.1.1 遥感技术在土壤侵蚀类型、范围、程度、强度监测中的应用

土壤侵蚀是地表土壤在自然因素或人为活动作用下被风、水、重力等分离、搬运和沉积的过程。遥感技术能够利用不同波段的光谱信息，准确识别土壤侵蚀的类型，包括水力侵蚀、风力侵蚀、重力侵蚀等。通过多时相遥感影像对比分析，可以精确划定土壤侵蚀的范围，评估其程度与强度^[1]。例如，利用高分辨率卫星影像，可以清晰地观察到沟壑的发育情况，进而判断土壤侵蚀的严重程度。同时，结合地理信息系统（GIS）的空间分析能力，可以对土壤侵蚀进行空间分布特征的分析，为制定针对性的防治策略提供科学依据。

2.1.2 不同季节植被覆盖度对土壤侵蚀强度判别的影响

植被作为地表重要的覆盖物,对土壤侵蚀具有显著的抑制作用。植被覆盖度的变化直接影响土壤侵蚀的强度。在遥感监测中,NDVI(归一化植被指数)是衡量植被覆盖度的重要指标。不同季节,由于气候条件和植物生长周期的影响,NDVI值会有所波动。春季,植被开始复苏,NDVI值逐渐升高,土壤侵蚀强度相应减弱;夏季,植被茂盛,NDVI值达到高峰,土壤侵蚀强度最低;秋季,植被开始枯萎,NDVI值逐渐下降,土壤侵蚀强度增强;冬季,地表裸露,NDVI值最低,土壤侵蚀强度最高。因此,在利用遥感技术进行土壤侵蚀监测时,应充分考虑植被覆盖度的季节性变化,以提高监测结果的准确性。

2.2 水土流失监测

2.2.1 遥感技术在水土流失动态监测中的方法

水土流失是土壤侵蚀导致的土地生产力下降和水环境恶化的综合现象。遥感技术在水土流失动态监测中,主要采用多时相遥感影像对比分析、地理信息系统空间分析和土壤流失模型等方法。其中,中国土壤流失方程(CSLE)模型是一种综合考虑降雨侵蚀力、土壤可蚀性、地形因子、植被覆盖与管理因子、水土保持措施因子等影响因素的定量评估方法。通过遥感技术获取上述因子的空间分布信息,结合CSLE模型,可以实现对水土流失的动态监测和定量评估。

2.2.2 气象卫星、资源卫星等遥感数据源的应用与优缺点分析

气象卫星和资源卫星是遥感技术在水土流失监测中的主要数据源。气象卫星具有覆盖范围广、时间分辨率高的优点,能够实时监测降雨等气象条件,为水土流失监测提供及时准确的气象信息。然而,其空间分辨率相对较低,对于精细的地表特征识别能力有限。资源卫星则具有高空间分辨率的优点,能够清晰地捕捉到地表细微的变化,为水土流失监测提供详细的地表信息。但资源卫星的回访周期长,可能无法满足连续监测的需求。因此,在实际应用中,应根据监测需求和数据源的优缺点,合理选择数据源,以实现水土流失的有效监测^[2]。

2.3 水资源污染监测

2.3.1 遥感技术在水资源污染监测中的可行性

遥感技术在水资源污染监测中具有显著的可行性。不同污染物在水体中溶解或悬浮后,会改变水体的光学特性,如反射率、透射率等。遥感技术通过捕捉这些光学特性的变化,可以实现对水资源污染的快速识别和监测。特别是对于海洋石油污染和内陆水体污染,遥感技术具有独特的优势。海洋石油污染在遥感影像上表现为

明显的油膜特征,而内陆水体污染则可以通过水质参数的提取与分析进行判别。

2.3.2 遥感图像中水质参数的提取与分析方法

遥感图像中水质参数的提取与分析方法主要包括光谱分析、波段比值、指数计算等。光谱分析是通过分析水体在不同波段的光谱反射特性,提取水质参数的信息。波段比值则是利用不同波段反射率的比值来反映水质参数的变化^[3]。例如,利用红波段与近红外波段的比值可以估算水体的悬浮物浓度。指数计算则是通过构建特定的水质指数,如归一化水体污染指数(NWPI),来综合评估水体的污染状况。这些指数通常基于遥感影像的多波段信息,通过特定的数学运算得到,能够直观地反映水体的污染程度和类型。

2.4 生产建设项目水土保持监测

2.4.1 遥感技术在生产建设项目水土保持方案审批与督查中的应用

在生产建设项目水土保持方案的审批阶段,遥感技术能够提供项目所在地的自然环境和生态状况信息,为制定科学合理的水土保持方案提供依据。通过遥感影像分析,可以了解项目所在地的地形地貌、植被覆盖、土壤类型等自然条件,以及可能存在的水土流失风险点。这些信息有助于决策者判断项目是否具备实施水土保持措施的条件,以及这些措施是否科学合理。在督查阶段,遥感技术能够实现对生产建设项目的长期跟踪监测。通过定期获取项目所在地的遥感影像,对比分析项目建设前后的地表变化,可以及时发现和纠正水土保持措施实施中的问题。例如,通过监测植被恢复情况和土壤侵蚀状况,可以评估水土保持措施的有效性,确保项目在建设过程中和建成后都能够保持良好的水土保持状态^[4]。

2.4.2 利用遥感技术预测项目可能造成水土流失情况,辅助判断水土保持措施的有效性

遥感技术还能够通过构建水土流失预测模型,预测项目可能造成水土流失情况。这些模型综合考虑了降雨、地形、土壤、植被等多个因素,能够模拟项目建设过程中和建成后可能发生的水土流失过程。通过对比预测结果与实际监测数据,可以评估水土保持措施的有效性,为调整和优化水土保持策略提供科学依据。同时,遥感技术还能够实时监测项目建设过程中的地表变化,及时发现潜在的水土流失风险点,为采取针对性的防治措施提供及时预警。

3 遥感技术在水土保持监测中的案例分析

3.1 典型应用案例介绍

遥感技术在水土保持监测中的应用案例丰富多样,

以下是三个具有代表性的典型案例：

3.1.1 水土流失动态监测

水土流失是生态环境退化的主要表现之一，遥感技术通过获取多时相、多光谱的卫星影像，能够实现对水土流失的动态监测。例如，在黄河流域，科研团队利用Landsat和Sentinel系列卫星影像，结合GIS技术，对流域内水土流失的时空变化进行了系统分析。通过提取植被覆盖度、土壤湿度等关键指标，成功识别了水土流失的严重区域，并为治理措施的制定提供了数据支持。

3.1.2 水土保持遥感监管

遥感技术在水土保持工程的监管中发挥了重要作用。以长江流域为例，监管部门利用高分辨率遥感影像，对水土保持工程的实施效果进行了定期评估。例如，某次监测发现某地区存在大规模非法开垦行为，遥感数据为执法部门提供了确凿证据，有效遏制了违规行为。此外，遥感技术还被用于评估水土保持工程的实际效果，如梯田建设、植被恢复等。

3.1.3 东北黑土区侵蚀沟调查

东北黑土区是我国重要的粮食生产基地，但近年来水土流失问题日益严重，尤其是侵蚀沟的发育对农业生产造成了严重影响。科研团队利用高分辨率遥感影像和三维地形数据，对东北黑土区的侵蚀沟分布和演变趋势进行了系统调查。例如，某次研究发现某地区侵蚀沟数量在过去十年内增加了40%，为制定针对性的治理措施提供了科学依据。

3.2 案例效果评估

遥感技术在水土保持监测中的应用效果显著，主要体现在以下两个方面：

3.2.1 数据对比分析

遥感数据与实地监测数据的对比分析表明，遥感技术在数据获取方面具有较高的可靠性。例如，在黄河流域的水土流失监测项目中，遥感数据与实地监测数据的相关系数达到0.85以上，表明遥感技术能够准确反映水土流失的实际情况。此外，在东北黑土区侵蚀沟调查中，遥感数据与实地测量结果的一致性也达到了90%以上。

3.2.2 提高监测效率、精度和覆盖范围

遥感技术在提高监测效率、精度和覆盖范围方面表现突出。例如，在长江流域的水土保持监管项目中，遥感技术能够在短时间内覆盖大面积区域，监测效率提高了50%以上。同时，高分辨率遥感影像的空间分辨率达到米级，显著提高了监测精度。此外，遥感技术还能够实现对

偏远和复杂地形的监测，弥补了传统监测手段的不足。

3.3 案例中的挑战与解决方案

尽管遥感技术在水土保持监测中取得了显著成效，但在实际应用中仍面临一些挑战，以下是主要问题及解决方案：

3.3.1 技术难题与实际操作问题

(1) 数据获取与处理：遥感数据的获取和处理需要较高的技术水平和计算资源。例如，高分辨率影像的数据量巨大，处理和分析需要高性能计算设备。(2) 天气与云层干扰：天气条件和云层对遥感数据的获取有较大影响。例如，在多云或雨天，卫星影像的质量会显著下降，影响监测效果。(3) 数据精度与验证：遥感数据的精度受到传感器性能、数据处理算法等多种因素的影响，需要与实地监测数据进行对比验证。

3.3.2 解决方案与优化措施

(1) 数据获取与处理：通过引入云计算和人工智能技术，优化遥感数据的处理流程。例如，某项目利用云计算平台，将数据处理时间从原来的数天缩短至数小时。(2) 天气与云层干扰：采用多源遥感数据融合技术，结合光学和雷达遥感数据，提高数据获取的可靠性。例如，某次监测中，通过融合光学和雷达影像，成功获取了多云天气下的高质量数据。(3) 数据精度与验证：建立多源数据协同验证机制，结合地面监测数据和无人机数据，提高遥感数据的精度和可靠性。

结束语

综上所述，遥感技术以其强大的信息采集和分析能力，在水土保持监测中发挥着不可替代的作用。它让我们能够更全面、更精准地了解水土流失现状，为制定和实施有效的水土保持措施提供了强有力的数据支持。展望未来，我们有理由相信，随着遥感技术的不断进步和创新，它将为水土保持监测带来更多突破性的进展，为人类守护绿水青山、促进生态和谐贡献力量。

参考文献

- [1]张辰.关于遥感技术在水土保持监测中应用的探讨[J].亚热带水土保持,2023,(05):50-51.
- [2]杨晓娟.探讨无人机遥感技术在水土保持监测中的应用[J].工程技术,2021,(10):103-104.
- [3]杨红霞.遥感技术在水土保持监测中的应用[J].中国高新科技,2023,(12):133-134.
- [4]孙向峰,赵莹,赵国峰.无人机遥感技术在水土保持监测中的应用[J].山东水利,2022,(05):56-57.