

水土保持监测技术与方法的研究与发展

刘霖

新疆志翔工程建设咨询监理有限责任公司 新疆 乌鲁木齐 830011

摘要：水土保持监测技术与方法经历了从传统依赖人工到现代化技术集成的显著发展。尽管遥感、无人机、GIS等新技术提高了监测效率与精度，但仍面临定量监测难度大、数据融合不足、成本较高等挑战。未来，需深化土壤侵蚀过程研究，建立预报模型，优化数据采集与管理体系，加强设施设备的智能化、集成化发展，并强化数据安全与网络共享，以全面推动水土保持监测技术的现代化进程，保障生态安全。

关键词：水土保持监测技术；方法；发展

引言：水土保持监测技术与方法的研究与发展，源于对土地退化和生态保护的迫切需求。随着科技进步，从最初的野外调查、实验观测，到如今的遥感监测、大数据分析，水土保持监测技术不断革新，实现了从劳动密集型向技术密集型的转变。本文旨在探讨水土保持监测技术的最新进展，分析其发展现状与趋势，为促进水土保持事业的持续发展提供理论支撑和实践指导。

1 水土保持监测技术与方法的发展历程

1.1 初始阶段

在建国初期至改革开放前的这一漫长阶段，我国的水土保持监测工作主要依赖于传统的技术手段和方法。这一时期的监测工作以坡面观测和人工调查为主，监测人员需要亲自前往现场，通过测量、记录和分析等手段来获取水土保持状况的数据。这种方法虽然直观且基础，但其局限性也显而易见：一是监测范围有限，难以覆盖广大区域；二是数据收集和处理效率低下，容易受到人为因素的影响；三是数据精度不足，难以满足科学研究和决策制定的需求。此外，由于技术手段的限制，监测数据的连续性和系统性也较差，难以形成有效的监测网络和数据平台。

1.2 发展阶段

改革开放后，我国的水土保持监测工作迎来了快速发展的新时期。随着科技的进步和对外交流的增多，3S技术（遥感技术RS、地理信息系统GIS、全球定位系统GPS）逐渐被引入到水土保持监测领域中。这一阶段的监测技术与方法在数据采集、处理、传输等方面取得了显著的改进。遥感技术的引入使得监测范围大大扩展，能够实现对大区域乃至全国范围内的水土保持状况进行快速、准确的监测。同时，地理信息系统和全球定位系统的应用则提高了数据处理的自动化和智能化水平，使得监测结果更加精确可靠。此外，这一阶段的监测工作还

开始注重数据的标准化和规范化，建立了相对完善的监测指标体系和数据库，为后续的科学研究和决策制定提供了有力的支持。

1.3 现代化阶段

进入21世纪以来，随着科技的飞速发展和信息技术的广泛应用，水土保持监测技术与方法也步入了现代化阶段。这一阶段的主要特征是新技术、新方法的不断涌现和应用，极大地提高了监测效率、精度和自动化程度。无人机技术的兴起为水土保持监测提供了新的手段，其高机动性、高分辨率和低成本的特点使得其能够实现复杂地形和难以到达区域的快速监测。高分辨率遥感影像的广泛应用则进一步提高了监测数据的精度和详细程度，使得监测结果更加接近真实情况。此外，物联网、大数据、云计算等前沿技术的融入也为水土保持监测工作带来了革命性的变化。通过构建智能化监测网络和数据平台，实现了对监测数据的实时采集、传输、处理和共享，大大提高了监测工作的效率和水平。这些现代化技术的应用不仅提高了水土保持监测的精度和效率，还为科学研究和决策制定提供了更加全面、准确和及时的数据支持。

2 水土保持监测技术与方法现状分析

2.1 空间尺度体系

水土保持监测工作在不同的空间尺度上展开，每个尺度都有其独特的监测方法和技术体系。在坡面尺度上，监测侧重于微观层面的土壤侵蚀过程和植被覆盖变化，常采用地面观测和定点监测的方法。这些方法能够直接获取土壤侵蚀量、植被覆盖度等关键数据，但受限于人力物力，难以实现大范围的持续监测。小流域尺度则更注重流域整体的水土流失状况和生态系统稳定性，常结合遥感技术和地理信息系统进行监测，能够全面分析流域内的土壤侵蚀类型、分布及影响因素。然而，小

流域尺度的监测仍需地面调查数据的验证和补充。在区域尺度上,监测工作则更加复杂和系统,需要综合利用多种数据源和技术手段,构建区域水土保持监测网络,以实现区域水土流失状况的宏观掌控和动态监测。各尺度监测方法的优缺点和适用范围各不相同,需根据具体需求和条件进行选择和优化。

2.2 内容指标体系

水土保持监测的内容指标体系具有全面性和综合性的特点,涵盖了水力侵蚀、风力侵蚀、冻融侵蚀等多种侵蚀类型以及相关的土壤、植被、气候等环境因子。国家标准和行业标准为监测指标的确定提供了科学依据和规范,确保监测数据的可比性和可靠性。例如,在水力侵蚀监测中,常见的指标包括侵蚀模数、土壤流失量、侵蚀强度等;在风力侵蚀监测中,则关注风蚀量、风沙运动规律等指标。此外,随着科学研究的深入和认识的提高,监测指标体系也在不断完善和发展,新增了许多反映生态系统健康状况和恢复能力的指标,如生物多样性指数、植被覆盖度变化率等。这些指标共同构成了水土保持监测的完整内容体系,为科学研究和决策制定提供了全面、准确的数据支持。

2.3 数据采集、传输与管理

数据采集是水土保持监测工作的基础环节,现代监测技术提供了多样化的数据采集平台。航天遥感技术以其覆盖范围广、数据更新快的特点,成为大区域监测的首选手段;无人机监测则以其灵活机动、高分辨率的优势,在小区域和复杂地形监测中发挥重要作用;地面观测则通过布设固定监测站点和开展定期巡查,获取更为详细和准确的监测数据。在数据传输方面,有线和无线网络传输技术的应用,使得监测数据能够实时、快速地传输到数据中心或用户终端,提高了监测的时效性和可靠性^[1]。同时,云计算和大数据技术的融入,为海量监测数据的存储、分析和挖掘提供了有力支持。在信息管理环节,通过建立完善的数据管理系统和平台,实现对监测数据的统一管理和共享,促进了数据资源的有效利用和科研合作。此外,数据分析和可视化技术的应用,使得监测结果更加直观易懂,便于政策制定者和公众理解和应用。

3 水土保持监测新技术与方法的应用

3.1 高新技术在水土保持监测中的应用

3.1.1 具体应用案例

(1) 无人机遥感技术:在黄土高原的某典型小流域水土保持监测项目中,无人机遥感技术被广泛应用于土壤侵蚀监测和植被覆盖变化评估。无人机搭载的多光谱

相机能够拍摄到高清晰度的地表影像,通过图像处理技术提取出植被覆盖度、土壤裸露面积等关键参数。结合GIS平台,将无人机获取的影像数据与DEM(数字高程模型)叠加分析,可以精确计算出不同坡度、坡向的土壤侵蚀强度,为水土保持措施的优化配置提供了科学依据。此外,无人机还能在恶劣天气或难以到达的地区进行监测,极大地拓宽了监测范围。(2) 高分辨率遥感影像:在长江流域的大型水库周边区域,高分辨率遥感影像被用于监测水库蓄水后周边的水土流失情况。通过高分辨率卫星或航空摄影获取的影像数据,可以清晰地辨识出库岸带的植被覆盖类型、土地利用状况以及潜在的水土流失风险区域。利用图像分类技术,将影像分割为不同的土地利用类型,并计算各类型的面积比例和变化趋势,为水库管理部门制定水土保持方案提供了重要的数据支持^[2]。(3) 激光扫描技术:在山区沟道治理项目中,激光扫描技术(LiDAR)被用于构建高精度的三维地形模型。LiDAR通过发射激光束并接收回波信号,可以精确测量地表的三维坐标点云数据。这些数据经过处理后,可以生成高精度的DTM(数字地面模型)和DSM(数字表面模型),为沟道形态、侵蚀量等的量化和分析提供了可靠的基础。同时,LiDAR还能揭示出隐蔽的侵蚀沟道和地形变化,为治理方案的制定提供了更为全面的信息。

3.1.2 优势分析

这些高新技术在提高监测效率和精度方面具有显著优势。首先,它们能够实现对大区域范围内的快速监测,减少了人工地面调查的工作量,提高了监测效率。其次,通过高精度的数据采集和处理技术,可以获取到更为详细和准确的信息,提高了监测数据的可靠性和精度。此外,这些技术还具备实时性和动态监测能力,能够及时反映水土保持状况的变化趋势和异常情况,为决策制定提供了更为及时和有效的支持。

3.2 监测设施设备的发展

3.2.1 应用与发展

现代监测设施设备正逐步向高质量、多功能、集成化、自动化、系统化和智能化方向发展。(1) 以激光扫描仪为例,新一代产品不仅具备更高的扫描速度和精度,还集成了GPS定位系统和惯性导航系统,实现了对监测对象的精确定位和自动校正。此外,多源数据融合技术的应用使得监测设施设备能够同时采集和处理多种类型的数据,如图像、光谱、地形等,进一步提升了监测的全面性和准确性。(2) 远距离测量设备如雷达测距仪和超声波测距仪,在复杂地形和难以接近的区域表现出

色。它们不仅能够远距离上精确测量目标,还能在恶劣天气条件下稳定工作,为水土保持监测提供了强有力的技术支持。这些设备通常与自动化控制系统相结合,实现了数据的自动采集和传输,大大减轻了人工监测的负担。(3)实时摄像设备则在水土保持监测中发挥着重要作用。高清摄像头和红外摄像头等现代设备能够全天候、不间断地记录监测区域的变化情况。通过视频分析技术,可以自动识别出土壤侵蚀、植被破坏等异常现象,并及时发出预警信号。这些设备还具备网络传输功能,能够将实时图像传输到远程监控中心,便于管理人员进行远程监控和指挥^[3]。

3.2.2 发展趋势

随着科技的进步,监测设施设备正朝着更加智能化、集成化和系统化的方向发展。未来的监测设备将更加注重用户体验和人机交互,通过智能算法和机器学习技术,实现数据的自动分析和处理,减少人工干预。同时,设备之间的互联互通和数据共享将成为常态,形成一个完整的监测网络体系。这个体系将能够实时、准确地反映水土保持状况的变化情况,为科学研究和政策制定提供强有力的数据支持。此外,随着物联网技术的不断发展,监测设施设备将更加智能化和自主化。通过嵌入传感器和智能芯片,设备能够自主感知环境变化、采集数据并进行分析处理。这些智能设备将能够自我优化、自我修复和自我升级,提高监测的可靠性和稳定性。同时,它们还能够与其他设备和系统进行无缝对接,实现数据的共享和协同工作,提高监测的整体效能。

3.3 信息提取与数据处理

3.3.1 现代空间信息技术应用

现代空间信息技术在水土保持监测对象信息提取中发挥着关键作用。遥感技术、GIS技术和GPS技术等空间信息技术的综合运用,使得我们能够快速、准确地获取和提取监测区域的地表信息。通过遥感影像处理和分析技术,可以提取出植被覆盖、土地利用、地形地貌等关键参数;通过GIS平台的空间分析功能,可以对这些参数进行叠加分析和空间统计;通过GPS定位技术,可以精确确定监测点的位置和坐标。这些技术的应用为水土保持监测提供了全面、准确和实时的数据支持。

3.3.2 模型化分析处理与数字化应用

在数据处理方面,模型化分析处理和数字化应用成为重要趋势。通过建立土壤侵蚀模型、植被生长模型等数学模型,可以对监测数据进行深入分析和预测。这些模型能够模拟和预测不同条件下土壤侵蚀和植被变化的规律和趋势,为制定科学的水土保持措施提供理论依据。同时,数字化应用也使得数据处理更加高效和便捷。通过数字化手段将监测数据转化为电子格式并进行存储和管理,可以方便地进行数据查询、分析和共享。此外,数字化应用还促进了数据可视化技术的发展,使得监测结果更加直观和易于理解。

3.3.3 网络共享与数据安全

随着网络技术的不断发展,监测数据的网络共享成为可能。通过建立统一的数据管理平台和数据共享机制,可以实现监测数据的实时共享和远程访问。这不仅方便了科研人员、政府机构以及公众对监测数据的获取和利用,还促进了不同部门和机构之间的合作与交流。然而,在数据共享的过程中也需要注意数据安全和隐私保护问题。通过加强数据加密、访问控制和权限管理等措施,可以确保监测数据的安全性和可靠性。同时,还需要建立健全的数据管理制度和法律法规体系,为数据共享提供法律保障。

结束语

水土保持监测技术与方法的发展,是科技进步与生态保护需求结合的典范。通过不断优化监测手段和技术体系,我们提高了数据获取的效率和精度,为水土保持决策提供了科学依据。展望未来,面对更加复杂多变的生态环境问题,需继续探索新技术、新方法,加强跨学科合作,深化监测数据的挖掘与应用,推动水土保持监测向智能化、精细化方向发展,共同守护绿水青山,实现人与自然的和谐共生。

参考文献

- [1]杨小垂.水土保持监测对水土保持的重要性与改进策略分析[J].环境与发展,2020,32(09):180-181.
- [2]姬俊虎,韩凤翔,周乐群.水土保持践行新时期治水新思路的技术探索[J].中国水土保持,2019,(06):61-62.
- [3]吴浓娣,王建平,李发鹏.水土保持法制度建设现状、问题及对策建议[J].中国水土保持,2019,(04):23-24.