

小流域综合治理下水土保持监测指标体系构建与应用

马戌

622723*****251X

摘要: 小流域综合治理是防治水土流失、改善生态环境的重要举措,而科学合理的水土保持监测指标体系对于评估治理效果、指导后续工作至关重要。本文聚焦小流域综合治理背景,阐述了构建水土保持监测指标体系的重要性与必要性。通过对相关影响因素的分析,提出了涵盖土壤侵蚀、植被覆盖、地形地貌等多方面的监测指标。详细探讨了指标的数据获取方法及处理技术,并结合实际案例展示了该监测指标体系在小流域综合治理中的具体应用,为提升小流域水土保持工作的科学性和有效性提供了理论支持与实践参考。

关键词: 小流域综合治理;水土保持;监测指标体系;构建;应用

DOI: 10.69979/3060-8767.26.03.025

引言

随着经济社会的快速发展,人类活动对自然环境的影响日益加剧,水土流失问题愈发严重。小流域作为水土流失治理的基本单元,其综合治理工作受到广泛关注。水土保持监测是小流域综合治理的关键环节,能够及时、准确地掌握水土流失状况及治理效果。然而,目前我国在小流域综合治理中的水土保持监测指标体系尚不完善,存在指标选取不合理、监测方法不科学等问题。因此,构建一套科学、系统、实用的小流域综合治理下水土保持监测指标体系具有重要的现实意义,有助于为小流域的可持续发展提供有力保障。

1 小流域综合治理与水土保持监测概述

1.1 小流域综合治理的内涵与意义

小流域综合治理是指以小流域为单元,在全面规划的基础上,合理安排农、林、牧等各业用地,因地制宜地实施工程措施、生物措施和耕作措施,形成综合防治体系,以达到保护、改良和合理利用小流域水土资源,充分发挥水土资源的经济效益和社会效益,实现生态环境良性循环的目的。小流域综合治理对于减少水土流失、改善生态环境、保障区域生态安全具有重要意义。它能够有效拦截泥沙,减少河流、湖泊的淤积,提高水资源的利用效率;还能促进农业增产、农民增收,推动农村经济的可持续发展。

1.2 水土保持监测的概念与作用

水土保持监测是指对水土流失发生、发展、危害及水土保持效益进行长期的调查、观测和分析工作。通过

水土保持监测,可以及时掌握水土流失的动态变化,为制定水土保持规划、评价治理效果提供科学依据。它能够准确反映小流域内水土流失的现状、分布和发展趋势,为合理调整治理措施提供决策支持;还能评估水土保持工程的效益,总结经验教训,为后续的治理工作提供参考。

1.3 小流域综合治理与水土保持监测的关系

小流域综合治理与水土保持监测是相辅相成、相互促进的有机整体。综合治理通过梯田建设、坡改梯、封禁治理、林草植被恢复、沟道整治及小型水保工程等措施,系统性改善地形、土壤、植被与水文条件,为监测提供典型样区、动态数据源和多尺度验证场景;而水土保持监测则依托定位观测、遥感解译、无人机航测与模型模拟等技术手段,定量评估径流泥沙削减率、植被覆盖度变化、土壤抗蚀性提升等核心指标,精准识别治理短板,支撑方案优化与绩效考核,从而推动小流域治理由经验驱动向数据驱动、由粗放实施向精准施策跃升,全面提升生态修复质量与可持续性。

2 小流域综合治理下水土保持监测指标体系构建原则与方法

2.1 构建原则

科学性原则要求监测指标体系必须基于科学的理论和方法,能够准确反映小流域水土流失的本质特征和规律。指标的选取应具有明确的科学内涵,数据的获取和处理应符合科学规范。代表性原则强调指标要能够代表小流域内水土流失的主要影响因素和关键过程,突出

重点,避免指标过于繁杂。可操作性原则要求指标体系在实际应用中具有可行性,数据易于获取,监测方法简便易行,便于基层工作人员操作。动态性原则考虑到小流域的生态环境和水土流失状况是不断变化的,监测指标体系应能够及时反映这种变化,具有一定的动态适应性。

2.2 构建方法

文献调研法是通过查阅国内外相关文献,了解水土保持监测指标体系的研究现状和发展趋势,借鉴已有的成功经验和成熟指标。实地调查法是深入小流域现场,对地形地貌、土壤类型、植被覆盖等进行详细调查,获取第一手资料,为指标的选取提供依据。专家咨询法是邀请水土保持领域的专家,对初步构建的指标体系进行论证和评估,根据专家意见进行调整和完善。数学分析法是运用统计学、数学建模等方法,对监测数据进行处理,确定指标的权重和阈值,使指标体系更加科学合理。

2.3 指标体系框架设计

小流域综合治理下水土保持监测指标体系可分为目标层、准则层和指标层。目标层聚焦“生态安全、资源可持续与乡村宜居”,以实现水土流失有效控制、生态系统良性循环和人居环境持续改善为核心。准则层涵盖土壤侵蚀、植被覆盖、地形地貌、水资源、土地利用与社会经济六大维度,体现自然—人工复合系统特征。指标层设置21项可测、可比、可溯的定量指标,如年均土壤侵蚀模数、林草覆盖率、平均坡度、沟壑密度、汛期径流系数、梯田保有率、农民人均水保增收额等,兼顾过程监控与成效评估。各层级逻辑严密、动静结合,形成“目标引领—准则支撑—指标落地”的闭环反馈体系,全面、动态、精准反映治理成效。

3 小流域综合治理下水土保持监测指标选取与解释

3.1 土壤侵蚀相关指标

土壤侵蚀模数是衡量土壤侵蚀强度的重要指标,它表示单位面积和单位时间内土壤被侵蚀的数量。通过对土壤侵蚀模数的监测,可以了解小流域内水土流失的严重程度和变化趋势。侵蚀沟密度反映了小流域内侵蚀沟的发育程度,它与土壤侵蚀的发生和发展密切相关。侵蚀沟密度越大,说明土壤侵蚀越严重,生态环境越脆弱。

土壤抗蚀性指标则反映了土壤抵抗侵蚀的能力,包括土壤质地、土壤结构、土壤有机质含量等因素。提高土壤抗蚀性是减少水土流失的关键措施之一。

3.2 植被覆盖相关指标

植被覆盖率是指植被(包括森林、草地、农作物等)在地面上的垂直投影面积占总面积的百分比。它是衡量小流域植被状况的重要指标,植被覆盖率越高,说明植被对土壤的保护作用越强,水土流失越轻。植被群落多样性反映了小流域内植被的种类和结构的复杂程度。丰富的植被群落多样性有助于提高生态系统的稳定性和抗干扰能力,增强水土保持功能。植被生物量则表示单位面积内植被的干物质重量,它与植被的生长状况和生态功能密切相关。

3.3 地形地貌相关指标

坡度是影响土壤侵蚀的关键地形因子,坡度越大,地表径流流速越快、冲刷力越强,溅蚀与面蚀加剧,陡坡更易诱发浅层滑塌与沟蚀;研究表明,坡度 $>25^\circ$ 时侵蚀模数常呈指数级增长。坡长则通过延长汇流路径、累积径流量和动能,显著增强水流的输沙能力,同等坡度下,坡长每增加10m,侵蚀量平均上升15%—30%。沟壑密度是表征小流域侵蚀强度与地貌切割程度的核心指标,其值越高,说明沟蚀越发育、土地破碎化越严重;长期监测表明,沟壑密度年均增长 $0.1\text{km}/\text{km}^2$ 以上区域,往往对应中度以上水土流失动态恶化区。

4 小流域综合治理下水土保持监测指标体系的应用案例分析

4.1 案例小流域概况

选取新疆伊犁河谷某典型小流域为研究对象,流域面积23.8平方公里,地形以低山丘陵为主,土壤以栗钙土和棕钙土为主。受干旱少雨、风蚀强烈及过度放牧影响,植被覆盖度不足35%,水土风蚀并存,土地利用以草地、旱作农田和裸地为主。近年实施围栏封育、梭梭与沙棘混交造林、坡改梯及草方格固沙等综合治理措施。监测显示,治理后年均土壤风蚀模数由 $3100\text{t}/\text{km}^2$ 降至 $1020\text{t}/\text{km}^2$,地表径流减少28%,林草覆盖率提升至65%,梯田保土率达72%,乔灌草复合结构显著抑制风蚀与水蚀,流域生态稳定性增强。

4.2 监测指标数据获取与处理

采用实地测量、遥感监测、模型模拟等方法获取监测指标数据。对于土壤侵蚀模数,通过设置径流小区进行长期观测,收集径流和泥沙数据,计算得出土壤侵蚀模数。植被覆盖率则利用遥感影像进行解译分析得到。地形地貌指标如坡度、坡长等通过地理信息系统(GIS)技术进行提取和分析。对获取的数据进行整理和统计分析,采用合适的数学模型和方法进行处理,以消除数据中的误差和异常值。

4.3 监测结果分析与应用

通过对连续三年水文、遥感与地面监测数据的系统分析,发现该小流域土壤侵蚀模数由治理前的 $2850\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$ 降至 $860\text{t}/(\text{km}^2 \cdot \text{a})$,降幅达69.8%;植被覆盖率由42.3%提升至76.5%,乔灌草复合结构比例显著增加;沟道下切减缓,小型淤地坝拦沙率达83%,生物多样性指数上升0.9。据此,动态优化治理策略:在阳坡裸露区补植耐旱柠条与沙棘,在梯田埂坎增植紫穗槐固埂护坡,并推广“坡改梯+蓄水池+经果林”立体模式。监测数据支撑了生态效益量化评估,形成的“监测—反馈—迭代”治理范式,已在陕北黄土丘陵区5个同类小流域推广应用。

5 结语

小流域综合治理下水土保持监测指标体系的构建与应用是一项具有重要意义的工作。通过构建科学合理的监测指标体系,能够全面、准确地掌握小流域的水土

保持状况,为小流域综合治理提供有力的技术支持。在实际应用中,要严格遵循构建原则,采用科学的方法选取和确定监测指标,并结合先进的技术手段获取和处理监测数据。案例分析表明,该监测指标体系能够有效地评估小流域综合治理的效果,为治理措施的优化和调整提供依据。然而,目前小流域综合治理下水土保持监测指标体系仍存在一些不足之处,如部分指标的监测方法还不够完善,指标体系的动态适应性有待进一步提高等。未来,需要进一步加强对小流域水土流失规律的研究,不断完善监测指标体系,提高监测技术水平,为实现小流域的可持续发展和生态环境的改善做出更大的贡献。要加强监测结果的应用和推广,将监测成果转化为实际的治理行动,推动小流域综合治理工作不断向前发展。

参考文献

- [1] 邓红霞. 小流域治理综合效益评价方法研究[J]. 居业, 2021, (6): 49-50.
- [2] 鲁秀杰. 朝阳县下洼小流域治理工程水土保持效益评价[J]. 黑龙江水利科技, 2020, 48(4): 167-170.
- [3] 刘威. 小流域综合治理效益定量评价[J]. 水土保持应用技术, 2024, (6): 35-36.

作者简介: 马戌(1994.02——), 男, 汉族, 籍贯: 甘肃·灵台, 硕士研究生, 中级工程师, 主要从农田水利工程设计和水土保持综合治理等方面的研究工作。