



梁文俊. 建立科学评价体系促进水土保持措施的可持续发展[J]. 黑龙江农业科学, 2025(1):94-98.

建立科学评价体系促进水土保持措施的可持续发展

梁文俊

(山西农业大学 林学院, 山西 晋中 030801)

摘要:为促进水土保持措施的可持续发展,分析了当前水土保持工作的局限性,重点关注管理不足、监测体系不完善以及科研与技术创新滞后等问题。针对这些挑战,建议建立综合评价指标体系,优化数据收集与监测手段,并选择适当的评价方法,以科学评估水土保持措施的实际效果及其长期影响,促进水土保持的科学决策。通过构建多维度评价指标体系和实施综合数据监测,为有效开展水土保持工作提供指导,从而促进生态环境改善与可持续发展,确保在应对日益严峻的水土流失问题时,实现资源的高效利用与生态平衡的维护。

关键词:水土保持措施;土壤侵蚀;植被覆盖;评价体系;生态效益

全球范围内,土壤侵蚀和水土流失是生态环境及农业生产面临的重大问题之一^[1]。土壤作为地球生态系统的重要组成部分,承载着生物多样性和生态平衡^[2]。土壤侵蚀会导致有机质和养分流失,降低土壤肥力,减少土壤有机碳的含量,从而影响植物的生长和生态系统的生产力,进而影响全球碳循环,加剧气候变化^[3]。除此之外,侵蚀的土壤中含有重金属和农药残留物,这些污染物随着径流进入水体,威胁水质和水生生物的健康,造成水体污染,危害人类健康^[4]。根据联合国粮食及农业组织(FAO)的报告,全球每年约有 240 亿 t 表土被侵蚀,导致土壤对碳、养分与水的存储和循环能力减弱,进而导致作物减产等。这一问题在发展中国家尤为严重,其主要受到不合理的土地利用、气候变化和人口压力的影响。由于农业生产对水土的过度开采和不科学的耕作方式,许多地区的土壤肥力显著下降,水土流失加剧,导致农作物减产,进一步威胁粮食安全。这不仅影响了农民的生计,还造成了严重的生态环境退化。因此,加强水土保持措施,如植树造林、修建梯田和推广可持续农业技术,对于改善土壤质量、恢复生态系统和促进可持续发展至关重要^[5]。

我国是世界上水土流失相对严重的国家之一^[6]。据水利部统计,中国每年水土流失面积达 300 万 km²,约占国土面积的 30%。这一现象主要发生在黄土高原、长江中上游和西南地区,这些区域地形复杂、降水集中且强度大,导致土壤侵蚀程度严重,生态环境脆弱。土壤侵蚀不仅影响农业生产,还加剧了水体污染,导致生物多样性减

少,进一步威胁生态安全^[7]。面对这一问题,国家和地方政府采取了多种水土保持措施,如植被恢复、梯田建设和水土保持技术推广,旨在减少土壤流失、改善生态环境和提高农业生产力。然而,由于治理工程建设不足,各地土壤侵蚀等问题仍然剧烈,因此,需要进一步加强治理以促进水土保持措施的可持续发展^[8]。基于此,本文深入分析了当前水土保持工作存在的局限性,并针对这些挑战提出可行措施,以期今后有效开展水土保持工作提供指导。

1 水土保持措施目前存在的问题

尽管水土保持措施在全球范围内广泛应用,并在减少土壤侵蚀和改善生态环境方面取得了显著效果,但仍然存在一些问题和挑战。

1.1 措施实施的局限性和适应性

水土保持措施在实施过程中面临着区域适应性差和技术推广困难的挑战。不同地区的地理、气候和土壤条件差异显著,导致某些措施在特定区域效果显著,但在其他地区可能不适用。山地、丘陵、平原和荒漠等不同地形,以及干旱、湿润等不同气候条件,对措施的需求和效果存在较大差异^[9]。为了克服这一问题,需要因地制宜地选择和调整措施,通过区域评估和分类、开发本地化适应技术以及综合多种措施,形成适合当地的水土保持方案^[10]。此外,技术推广也面临困难,如梯田修建、遥感监测等一些先进技术,由于技术复杂性高,农村和偏远地区的农民难以自行实施和维护^[11]。同时,由于传统观念的影响、知识和技能的不足以及经济负担较重,农民在接受度较低。

收稿日期:2024-09-01

基金项目:山西省水利科学技术研究与推广项目(2024GM30)。

作者简介:梁文俊(1983-),男,博士,教授,从事水土保持与林业生态研究。E-mail:liangwenjun123@163.com。

技术培训的不足也是一大障碍,许多地区的培训资源匮乏,内容不接地气,培训方式单一。为了解决这些问题,可以通过简化技术、加强培训和示范、提供经济支持以及利用本地资源等方式,提高措施的适应性和推广效果,从而实现更广泛的水土保持目标^[12]。

1.2 管理和维护问题

水土保持措施在实施过程中面临管理和维护不足的问题,这影响了其长期效果。许多项目在初期实施后,由于缺乏持续的管理和维护,导致措施效果逐渐减弱甚至失效,具体表现为植被维护不足、工程设施失修和土壤改良停滞等^[13]。主要原因包括资金短缺、管理机制缺乏以及技术和人力不足。为确保措施的长期效果,需要制定长期管理计划、建立资金保障机制、加强技术培训和设立责任制度。社区参与度低也是一个重要问题。社区参与是项目成功的关键,但一些项目忽视了与当地居民的沟通和协调,未能充分利用社区的传统智慧和管理方法,导致措施的执行和维护缺乏支持。主要原因在于缺乏参与机制、社区意识不足及社会经济条件的制约。为提高社区参与度,应建立社区参与机制、加强宣传教育、合理分配项目收益,并利用当地居民的知识 and 经验,结合现代技术,形成适合本地的水土保持方案^[14]。

1.3 监测和评价体系不完善

水土保持措施在实施过程中,监测和评价体系的不完善是一个重大问题。许多项目缺乏系统的监测和评价机制,导致难以准确评估措施的实际效果和长期效益^[15]。具体表现为缺乏详细的监测规划、监测手段单一、覆盖面不足等。资金和资源限制、技术能力不足及重实施轻监测的观念是主要原因。解决这一问题需要制定详细的监测规划、应用现代监测技术并扩大监测覆盖面。同时,监测数据的不足和不准确也严重影响了措施的科学评价和决策支持。传统手段和技术落后、人员素质不高及数据管理混乱是造成这一问题的主要原因^[16]。为此,应引进先进的监测技术、加强人员培训、建立统一的数据管理平台,以确保数据的全面性和准确性,为科学评价和决策提供有力支持。通过解决这些问题,可以显著提升水土保持措施的监测和评价水平,确保措施的长期效果和可持续发展^[17]。

1.4 科研和技术创新滞后

水土保持措施的科研和技术创新滞后是当前面临的重要问题^[18]。在许多地区,水土保持技术的研究和创新不足,缺乏针对新问题和新的挑战的

有效解决方案,导致依赖传统技术,难以应对现代环境变化。这主要由于科研资源匮乏、政策支持不足以及跨学科合作不够紧密。同时,科研成果在实际应用中的转化率低也制约了水土保持措施的效果。新技术推广不足、缺乏示范项目和农民接受度低是主要原因。为提高科研成果转化率,应建立推广平台、开展示范项目、加强培训和指导,并调整科研方向以更好地满足实际应用需求。通过解决这些问题,可以推动水土保持技术的发展和应用,提升水土保持措施的效果,促进生态环境的改善和可持续发展。

2 建立合适的水土保持措施评价体系

建立一个科学、全面、适应性强的水土保持措施评价体系,需要综合考虑当前存在的问题,并结合技术创新、管理优化和政策支持等方面的因素。

2.1 建立综合评价指标体系

为了建立综合的水土保持措施评价体系,应选择多维度评价指标,涵盖土壤侵蚀量、植被覆盖率、水文指标、生态恢复效果和社会经济效益等多个方面。具体而言,土壤侵蚀量的评价指标包括土壤侵蚀减少率、土壤保持量和土壤质量改善情况;植被覆盖率的指标包括植被覆盖度、植被生长速度和物种多样性;水文指标则包括径流量、泥沙含量和水质参数(如悬浮物、氮磷含量等);生态恢复效果的指标涉及生物多样性指数、野生动植物种群恢复情况和景观变化情况;社会效益的评价指标包括农户收入变化、农业生产效率提升和社区参与度。此外,还需考虑各个指标的权重和相互关系,通过综合分析形成系统的评价体系。通过这些多维度的综合评价指标,可以全面、科学地评估水土保持措施的实际效果,为决策提供有力支持^[19]。

2.1.1 土壤侵蚀量评价 通过实施多种水土保持措施,土壤侵蚀量得到了有效控制。植被覆盖措施,通过种植草类、灌木和树木,有效减少了土壤侵蚀。植被的根系固定土壤,减少了地表径流的侵蚀作用,根系和地表植被共同形成天然的保护屏障,显著降低了土壤侵蚀量。工程措施如水平梯田、挡土墙和截水沟,通过改变地形和水流路径来控制土壤流失。这些工程措施能够有效减缓水流速度,增加土壤的滞水时间,减少径流对土壤的冲刷作用,从而降低土壤侵蚀量。农艺措施,包括等高耕作、保护性耕作和轮作等,通过改进耕作方法和作物管理来减少土壤侵蚀。例如,等高耕作能够减少水流的下坡速度,而保护性耕作则通

过保持地表覆盖,减少雨滴直接冲击和水流侵蚀^[20]。这些措施的综合应用,显著降低了土壤侵蚀量,有效保护了土壤资源。

2.1.2 植被覆盖率评价 封禁措施通过禁止人类活动,促进了自然植被的恢复和重建,有效增加了地表植被覆盖^[21]。植被护坡和植树造林措施在短时间内恢复了大量植被,改善了生态环境,使植被类型从单一化向多样化发展,植被结构更加稳定。植被覆盖率的增加不仅减少了土壤侵蚀,还改善了当地的小气候条件,促进了区域生态平衡的恢复。通过这些措施的实施,土壤肥力显著恢复,植被生长更加茂盛。土壤有机质含量增加,土壤结构改善,保水保肥能力增强,使植被的生长环境得到优化。植被类型的多样性增加,原本稀有的本地植物种类逐渐恢复,生态系统的生物多样性得到了提升。植被恢复不仅改善了地表覆盖,还增强了生态系统的抗逆性和稳定性。

2.1.3 水文指标评价 水土保持措施的实施对水文指标产生了显著影响,主要体现在径流量和泥沙含量的变化以及水质的改善上。通过改造地形和修建拦截设施等,工程措施有效控制了地表径流,减少了土壤侵蚀的发生。这些措施改变地形特征,分散和减缓地表水流的速度,降低了径流的侵蚀力。植被覆盖和农艺措施通过增加土壤的渗透性和延长水分滞留时间,显著降低了地表径流量和泥沙含量。植被根系增强了土壤结构的稳定性,减少了土壤颗粒的流失,同时改善了土壤的保水能力。这些综合措施有效地降低了径流对土壤的侵蚀,提高了土壤的稳定性。此外,植被覆盖的增加和土壤结构的改善显著减少了径流中携带的悬浮物和污染物含量,使水质变得更加清澈。通过减少土壤侵蚀和泥沙淤积,河流和水库的储水能力和水质都得到了提升。减少泥沙淤积不仅有助于维持水体的清洁度,还增加了水体的深度和储水量,进一步提升了水资源的利用效率^[22]。总之,水土保持措施在显著减少地表径流量和泥沙含量的同时,极大地改善了水质,既有效保护了土壤资源,增强了土壤的稳定性,又维护了水资源的质量,为区域生态平衡和可持续发展提供了有力保障。

2.1.4 生态恢复效果评价 水土保持措施的实施对生态恢复效果显著,主要体现在生物多样性和景观生态的变化上。植被恢复区内的植物种类和数量显著增加,为各种野生动物提供了更丰富的栖息环境和食物资源。随着生态环境的改善,一些原本濒危或消失的动植物种群重新出现,增

强了生态系统的功能和稳定性。生物多样性的提升不仅有助于维持生态平衡,还提高了生态系统的自我调节能力。此外,通过对比实施前后的景观变化,水土保持措施显著改善了区域的景观生态。植被覆盖的增加使得地表绿意盎然,荒漠化和裸露地表大幅减少。景观生态的改善不仅具有美学价值,还提高了生态系统的服务功能,如防风固沙、保水保土等。区域景观的改善对当地居民的生活质量和旅游业的发展也产生了积极影响。总体而言,水土保持措施有效促进了生态系统的恢复与发展,为实现可持续生态环境奠定了坚实的基础^[23]。

2.1.5 社会经济效益 水土保持措施不仅可以改善生态环境,还会提高农田生产力,增加农作物产量。一方面,农业产量的提高直接增加了农户的经济收入,减少了因土壤侵蚀造成的经济损失,土壤肥力的提升和水资源的优化利用使得农业生产成本降低,收入增加。另一方面,水土保持措施的实施也增强了环境保护意识。水土保持措施的长期效益还包括改善生态环境,促进生态旅游业的发展,提升土地和水资源的价值。这些间接经济效益在整体经济评估中同样具有重要意义。

2.2 数据收集与监测

为有效评估水土保持措施的效果,必须建立长效的监测机制。首先,需要制定详细的监测计划,明确监测的内容、方法和频次,确保各项评价指标的数据能够持续、准确地收集。定期监测土壤侵蚀量、植被覆盖率、水文指标、生态恢复效果和社会经济效益等关键参数,保证数据的连续性和时效性。其次,应采用多途径的数据收集方法。结合遥感技术、地面调查和实验室分析等手段,获取全面、可靠的数据。遥感技术可以提供大范围的高精度图像,用于监测植被覆盖和土地利用变化;地面调查能够提供详细的现场数据,评估具体措施的效果;实验室分析则用于检测水质和土壤样本,提供精准的理化参数^[24]。这些方法相互补充,共同构成一个全面的数据收集体系。最后,建立统一的数据管理平台,实现数据的集中存储、共享和分析。该平台应具备强大的数据处理和分析功能,支持不同类型数据的集成和查询,确保数据的完整性和一致性。同时,数据管理平台还应具备良好的安全性和权限管理机制,保障数据的安全使用和有效共享。通过这样的综合数据管理体系,能够为水土保持措施的科学评价和决策提供坚实的数据基础。

2.3 评价方法选择与应用

在水土保持措施的评价过程中,采用综合的评价方法是至关重要的。首先,评价方法的选择应结合定量评价和定性评价。定量评价可以借助土壤侵蚀模型、遥感监测等技术手段,对水土保持措施的效果进行客观、量化的分析,进而提供科学的数据支撑。而定性评价则可以通过农户访谈、专家评估等方式,获取相关利益主体的主观感受和意见,为评价结果提供更全面的信息。其次,采用多准则决策分析方法(Multi-Criteria Decision Analysis, MCDA)进行评价也是有效的途径。例如,可以运用层次分析法(AHP)^[25]、模糊综合评价法、熵权法及 TOPSIS 等方法^[26],综合考虑不同评价指标的权重和重要性,得出系统的评价结果。这些方法能够有效地处理多个评价指标之间的关系,避免了单一指标评价可能带来的片面性和不足。综合而言,水土保持措施的评价应采用定量与定性相结合的方法,并运用多准则决策分析技术,以综合、科学的方式评估措施的实际效果和长期影响。通过这样的评价方法,可以更好地指导水土保持工作的实施,提高措施的有效性和可持续性,从而促进生态环境的改善和可持续发展。

2.4 动态调整与优化

动态调整与优化是确保水土保持措施持续有效的关键环节^[27]。首先,需要定期评估水土保持措施的实施效果,采用定性与定量相结合的方法,对各项评价指标进行全面、系统地评估。通过定期评估,及时发现和解决实施过程中出现的问题和不足,为措施的动态调整和优化提供科学依据。这种定期的评估与反馈机制能够保证评价体系的持续改进和提升。其次,需要通过案例分析和经验总结,不断优化水土保持工作的实施方案和评价方法。总结成功案例和经验教训,挖掘背后的规律和原因,为今后的工作提供借鉴和启示。同时,推广有效的水土保持措施和评价方法,通过示范效应和经验分享,提高水土保持工作的整体水平和效益。这种案例分析与推广的做法能够加强各地区之间的交流与合作,促进水土保持工作的良性循环和可持续发展。综合而言,动态调整与优化是水土保持工作持续有效的重要保障^[28]。通过定期评估与反馈机制,及时发现和解决问题;通过案例分析与推广,不断提高水土保持工作的整体水平和效益,为水土保持工作的长远发展和生态环境的改善提供支持。

2.5 实例分析

以我国北方黄土高原某水土保持治理示范区

为例,该区域长期面临着土壤侵蚀、生态环境恶化等严峻问题。建立并实施一套科学、全面的水土保持措施评价体系对于有效应对上述挑战显得尤为重要。以水土保持措施最佳效果为目标层,以土壤侵蚀(侵蚀量、模数、侵蚀面积等)、植被覆盖(植被覆盖度、归一化植被指数等)、水文(径流量、泥沙量、地下水位等)、生态恢复(生物多样性、固碳量等)和社会经济效益(农产品收益、居民收入等)5个方面为准则层(对应指标)构建评价体系。利用遥感技术、地面调查和实验室分析等方法,全面、准确地收集数据,结合定量与定性评价,通过多准则决策分析,综合考虑各指标权重,形成系统评价结果,量化反映水土保持措施效果。

在上述基础上,定期评估体系实施效果,对比数据变化,及时发现问题并调整优化措施。这不仅能科学评估水土保持工作,还能为政策制定和资源分配提供依据。通过该体系,黄土高原能更有效地应对水土流失,促进植被恢复,改善水文环境,提升生态服务功能,并带来社会效益。最终,实现区域生态环境的持续改善和可持续发展。

3 结语

当前,水土保持措施面临着诸多挑战与问题。措施实施的局限性和适应性仍是一个主要问题,要避免某些措施仅在特定区域效果显著,在其他区域并不适用的问题。长期的管理与维护是保持措施长效性的关键,但在实际工作中,往往缺乏后期的管理和维护,导致措施效果逐渐减弱甚至失效。此外,在具体工作中往往缺乏系统的监测和评价机制,难以准确评估措施的实际效果和长期效益。同时,科研与技术创新困难也制约了水土保持工作的进展,缺乏针对新问题和新挑战的有效解决方案,技术创新不足,科研成果在实际应用中的转化率低。然而,通过建立科学、合理的水土保持措施评价体系,可以有力地应对这些问题。这一评价体系应该包括多维度的评价指标,涵盖土壤侵蚀量、植被覆盖率、水文指标、生态恢复效果和社会经济效益等方面。同时,在具体分析评价过程中应采用多种方法进行数据收集与监测,包括遥感技术、地面调查和实验室分析等,以确保数据的全面、准确。在评价方法上,可以结合定量评价和定性评价的特点,运用多准则决策分析方法,综合考虑各项指标的权重和重要性,形成系统的评价结果。此外,还需要定期评估与反馈,动态调整与优化措施实施方案,不断提高水土保持工作的整体水平和效益。

参考文献:

- [1] PIMENTEL D, BURGESS M. Soil erosion threatens food production[J]. *Agriculture*, 2013, 3(3): 443-463.
- [2] 岑佳宝, 武燕, 徐艳梅, 等. 贵州脆弱生态区三种森林类型土壤碳氮磷含量及储量分布特征[J]. *黑龙江农业科学*, 2024(6): 57-63.
- [3] LAL R. Restoring soil quality to mitigate soil degradation[J]. *Sustainability*, 2015, 7(5): 5875-5895.
- [4] ZHANG W. Impacts of soil erosion on water quality and aquatic ecosystems: a review[J]. *Environmental Science & Policy*, 2018, 88: 65-77.
- [5] 陈睿山, 郭晓娜, 熊波, 等. 气候变化、土地退化和粮食安全问题: 关联机制与解决途径[J]. *生态学报*, 2021, 41(7): 2918-2929.
- [6] 郎燕, 刘宁, 刘世荣. 气候和土地利用变化影响下生态屏障带水土流失趋势研究[J]. *生态学报*, 2021, 41(13): 5106-5117.
- [7] 王敏, 刘志刚, 张攀, 等. 黄河中游多沙粗沙区水土流失治理面临的关键问题与发展对策[J]. *中国水利*, 2023(10): 42-45.
- [8] 刘春月, 信忠保, 秦瑞杰, 等. 1986—2018年黄土丘陵区典型小流域不同水文年水沙变化[J]. *水土保持研究*, 2024, 31(1): 126-135.
- [9] 吴波. 小凌河流域水土保持生态效应分析[J]. *水土保持应用技术*, 2020(6): 47-49.
- [10] 杨荣辉. 辽河流域水土流失变化特征与治理对策研究[J]. *黑龙江水利科技*, 2021, 49(10): 196-198.
- [11] 毛慧, 陈绍俭, 付咏. 政策激励与农户水土保持技术采用: 来自黄河流域陕西省农户的实证分析[J]. *江西财经大学学报*, 2024(3): 91-101.
- [12] 屈创, 李素雅, 张麟. 服务国家生态文明建设支撑黄河流域水土保持高质量发展黄河流域水土保持监测技术推广基地推介[J]. *中国水土保持*, 2024(4): 1-6.
- [13] 王楠, 陈一先, 白雷超, 等. 陕北子洲县“7·26”特大暴雨引发的小流域土壤侵蚀调查[J]. *水土保持通报*, 2017, 37(4): 338-344, 347-348.
- [14] 孟一槿. 引黄调蓄工程水土保持管理措施[J]. *河南水利与南水北调*, 2023, 52(3): 79-80.
- [15] 沈雪建. 强化新时代水土保持高质量发展监测和信息化基础支撑[J]. *中国水利*, 2023(17): 14-18.
- [16] 王爱娟. 我国水土保持监测点工作现状及规范化建议[J]. *中国水土保持*, 2017(4): 66-68.
- [17] 朱进, 商成芬, 孟天友. 七星关区水土保持监管工作实践与探索[J]. *中国水土保持*, 2024(5): 23-25.
- [18] 张春利. 水土保持技术在水利工程建设中的创新与应用[J]. *城市建设理论研究*, 2024(12): 220-222.
- [19] 张玉斌, 王昱程, 郭晋. 水土保持措施适宜性评价的理论与方法初探[J]. *水土保持研究*, 2014, 21(1): 47-55.
- [20] 张明波, 郭海晋, 徐德龙, 等. 嘉陵江流域水保治理水沙模型研究与应用[J]. *水土保持学报*, 2003, 17(5): 110-113.
- [21] 蒋丽伟, 卢泽洋, 宫殷婷, 等. 内蒙古伊金霍洛旗植被恢复生态效益研究[J]. *林业资源管理*, 2019(1): 38-43.
- [22] 黄布. 气候变化及人类活动对东江流域上游水文情态的影响分析[J]. *中国资源综合利用*, 2024, 42(7): 171-173.
- [23] 王玮, 李丽娟. 老集高速公路边坡生态恢复效果评价[J]. *施工技术*, 2017, 46(S2): 959-964.
- [24] 张继真, 姜艳艳, 张月. 基于遥感技术的东北黑土区水土流失动态监测研究[J]. *中国水土保持*, 2024(1): 26-29, 69.
- [25] 彭璞, 杨贺, 张梦杰, 等. 湖南省水土保持科技示范园标准化建设评价体系探索[J]. *中国水土保持*, 2024(5): 50-54.
- [26] 孙洋. 基于熵权的改进 TOPSIS 法在水土保持项目管理评估中的应用[J]. *水利规划与设计*, 2016(5): 72-74, 106.
- [27] 周奎. 基于小型水利水保工程的小流域水土保持优化设计[J]. *水利科技与经济*, 2024, 30(5): 126-130, 142.
- [28] 聂国辉, 朱春波, 戴君儿, 等. 水土流失重点防治区动态调整必要性分析: 以浙江省省级水土流失重点防治区为例[J]. *浙江水利科技*, 2023, 51(6): 4-8.

Establishing a Scientific Evaluation System to Promote Sustainable Development of Soil and Water Conservation Measures

LIANG Wenjun

(College of Forestry, Shanxi Agricultural University, Jinzhong 030801, China)

Abstract: In order to promote the sustainable development of soil and water conservation measures, this article analyzed the limitations of current soil and water conservation work, focusing on issues such as inadequate management, incomplete monitoring systems, and lagging scientific research and technological innovation. To address these challenges, it was recommended to establish a comprehensive evaluation index system, optimize data collection and monitoring methods, and select appropriate evaluation methods to scientifically assess the actual effects and long-term impacts of soil and water conservation measures, thereby providing reliable support for decision-making. By constructing a multidimensional evaluation index system and implementing comprehensive data monitoring, this article provided guidance for the effective implementation of soil and water conservation work, promotes ecological environment improvement and sustainable development, and ensures efficient utilization of resources and maintenance of ecological balance in response to increasingly severe soil erosion problems.

Keywords: soil and water conservation measures; soil erosion; vegetation cover; evaluation system; ecological benefits