

水利工程建设中的水土保持与可持续发展

韩守文

内蒙古自治区通辽市科尔沁区水利事业发展中心 内蒙古 通辽 028000

摘要：随着社会的发展，我们面临着越来越严重的环境问题，而出现这一问题是多方面的，从水环境的角度来看，主要是水资源的污染、水资源的短缺、水土流失的问题，这些都是非常严重的问题，必须对此类问题的成因和防治对策进行严格地分析。在水利工程建设中，切实加强对水土保持工作的重视，是一种较为有效的措施，它在可持续发展方面具有较为显著的正面效应，值得在今后的水利建设中予以重视。

关键词：水利工程；水土保持；可持续发展

水利工程作为民生工程，与群众生活密切相关，其发展质量将直接决定我国社会发展的进程，因此工作人员必须重视，在提高水利工程经济效益和社会效益的同时做好水土保持工作，全面贯彻可持续发展理念。水土保持是控制水土流失的主要措施，而水土保持又是可持续发展的一个重要组成部分。

1 水土保持对可持续发展的重要性分析

1.1 保障生态安全与环境质量。防控自然灾害，水土保持措施（如梯田、植被恢复）能增强土壤蓄水能力，减少地表径流，显著降低洪涝和干旱灾害风险。例如黄土高原通过淤地坝和梯田建设，有效拦截雨水和泥沙，区域防灾能力大幅提升。改善水环境与生物多样性，减少水土流失可降低泥沙及农药化肥进入水体的风险，改善水质并维护生态平衡。普者黑湖通过小流域综合治理，水质稳定在Ⅱ类，湿地鸟类增至208种，生物多样性显著恢复。

1.2 支撑资源可持续利用与经济发展。延长水利工程寿命，水土保持减少泥沙淤积，保障水库、河道行洪能力，避免工程效益衰减。提升农业生产效率，治理水土流失可改良坡耕地，增加土壤肥力，提高抗旱能力和作物产量。利通区新增治理面积19.06km²后，灌溉效率提升，带动农业增收与脱贫。降低经济损失，我国因水土流失造成的年经济损失约占GDP的3.5%，而有效治理可减少灾害损失，促进区域经济稳定增长。

1.3 促进社会公平与全球责任。缓解资源分配矛盾，水土资源短缺易引发区域冲突，而跨境合作治理（如国际河流协议）能协调资源分配，维护社会稳定。助力全球生态治理，中国经验（如黄土高原“由黄转绿”、库布其沙漠治理）为全球提供范例。

2 水土流失对可持续发展的负面影响

2.1 环境安全恶化。土地退化与生产力下降，水土

流失导致表土层变薄、土壤有机质流失，土地生产力显著衰退。据统计，全球每年损失1亿公顷高产土地，我国东北黑土地因流失每年损失约7毫米黑土层，面临60年后耗尽的危机。土地退化加剧旱灾风险，形成“跑水、跑土、跑肥”的“三跑田”，降低农作物产量稳定性。生态功能衰退，植被破坏削弱水源涵养能力，加剧洪涝灾害。如山区水土流失使枯水期水量减少、汛期洪峰增强，引发山洪与泥石流。生物多样性受损，泥沙携带农药化肥污染水体，导致水质恶化。

2.2 资源可持续利用受阻。水资源系统破坏，泥沙淤积河床、水库，降低水利工程效益。全国河道年均淤沙16.24亿吨，灌渠淤积1.2亿吨，削弱防洪抗旱能力并缩短工程寿命。水源污染加剧饮水安全风险，水土流失成为面源污染的主要载体。能源与粮食安全受威胁，水土流失区（如黄河几字弯）面临水-能-粮-生资源纽带断裂。能源开发（如矿区建设）破坏植被，加剧水土流失，形成“资源开发→生态退化→发展受限”恶性循环。耕地减少和地力下降制约粮食生产，威胁长期粮食安全。

2.3 经济社会成本攀升。直接经济损失巨大，我国水土流失年均经济损失约495亿元，占GDP的3.5%。灾害修复、工程清淤及农田复垦投入持续增加。社会公平与稳定受冲击，生态恶化加剧区域贫困，形成“越垦越穷，越穷越垦”的恶性循环。如工矿区土地荒废导致居民生计困难，引发社会矛盾。资源分配失衡激化跨境流域冲突（如国际河流水资源争端）。基础设施安全隐患，泥沙淤积影响航运，降低港口吞吐能力；滑坡、塌方频发威胁公路、铁路运行安全。

2.4 全球可持续目标受挫。水土流失加剧碳排放，削弱生态系统固碳能力，阻碍“碳中和”进程。土地退化面积扩大（预计2050年全球90%土地将退化），直接挑战联合国可持续发展目标（SDGs）中土地退化零增长的核

心指标。

3 水利工程建设中的水土保持措施

3.1 工程措施。坡面防护工程，梯田/台地建设：在缓坡地带修建水平梯田或反坡台地，降低地表径流速度，减少土壤冲刷。鱼鳞坑/水平沟：在陡坡区域挖掘坑穴或沟槽，分段拦截雨水，增加土壤入渗。沟道治理工程，淤地坝/拦沙坝：在沟壑中修建坝体，拦截泥沙并淤积成可利用耕地。谷坊/沟头防护：小型坝体群固定沟床，防止沟头溯源侵蚀。蓄水排水工程，截水沟/排水渠：引导坡面径流有序排放，避免集中冲刷。蓄水池/水窖：收集雨水用于旱季灌溉，减少水源浪费。

3.2 生物措施。植被恢复与覆盖，造林种草：在裸露地表种植乔木、灌木或草被，增强土壤固持能力。经济林草配置：选择抗旱树种（如牧豆树）或经济作物，兼顾生态与经济效益。农林牧结构优化，水土流失严重区域推行“以牧为主、农林牧结合”模式，减少垦殖扰动。

3.3 管理措施。全过程监管制度，“三同时”制度：水土保持设施与主体工程同步设计、施工及投产。表土保护与渣土利用：剥离表土单独堆放用于复垦，弃渣回填或加工再利用。规划与技术规范，分级审批机制：征占地 ≥ 5 公顷或土方量 ≥ 5 万 m^3 需编报水土保持方案报告书，小型项目简化流程。数字化监测：应用物联网技术动态监控水土流失风险，及时调整措施。

3.4 辅助性措施。耕作改良：采用等高耕作、沟垄种植等农艺方法，减少耕作扰动。临时防护：施工期加盖防尘网、设置沉沙池，控制短期扬尘与泥沙入河。

4 可持续发展在水利工程建设中的应用

4.1 跨区域调水工程：资源优化与生态平衡。引绰济辽工程，精准调配水资源：从嫩江支流绰尔河向西辽河流域调水，年均供水量4.36亿立方米，解决通辽市96.6%依赖地下水导致的超采问题，缓解500平方公里“漏斗区”危机。生态修复协同：工程建设同步实施灌渠节水改造，推广滴灌技术，农田灌溉效率提升30%，减少输水损失；同时恢复沿线湿地生态，提升水源涵养能力。江水东扩工程，地表水置换地下水：通过输水管网将南水北调水源输送至工业与农业水厂，年减少地下水开采1500万吨，区域地下水位回升0.5米。产业绿色转型：企业使用地表水后设备故障率下降60%，年节约成本超300万元，推动高耗水产业技术升级。

4.2 生态修复型工程：治沙与水土流失治理。库布其沙漠“引凌治沙”工程，灾害资源化利用：冬季引黄河凌汛水注入沙漠，形成库布其水生态，减轻凌汛压力同时固定沙丘，构建黄河南岸生态屏障。产业融合路

径：沙漠水域发展生态渔业，周边配套光伏发电与生态旅游，形成“治沙—产业—民生”循环模式，实现绿富同兴。田畈小流域治理，水土保持与产业结合：将1700亩荒坡改造为梯田梨园，配套水平沟、鱼鳞坑等工程措施，水土流失量减少70%；农户马容种植50亩梨园，年增收超10万元。智慧监测赋能：部署物联网传感器监测土壤墒情，结合气象数据优化灌溉调度，降低旱灾风险。

4.3 智慧化水利系统：技术驱动高效管理。南水北调中线智慧水务系统，动态调控水资源：基于大数据分析实现水库水位、水质（如氮磷含量）的实时预报，突发污染事件响应时效缩短至2小时内。数字孪生应用：伏羲码云平台构建三维模型模拟输水过程，优化管线压力分配，降低泵站能耗15%。沟渠智能治理，技术创新：采用连锁块护坡结构增强岸坡稳定性，为水生生物提供栖息空间；联合高校研发泥沙沉降模型，沟渠排沙效率提升40%。

4.4 制度与管理创新：长效机制保障。全过程监管：水利工程严格执行水土保持“三同时”制度，如矿区因未落实措施导致5500万元治理损失，倒逼企业强化合规性。政策协同：水利部2025年推行信用评价分级监管，对弃渣违规排放企业实施黑名单制度，约束人为破坏行为。可持续发展在水利工程中的实践核心在于“资源调配科学化、生态修复产业化、管理运维智慧化、制度建设刚性化”。

5 水利工程建设中水土保持措施的成本效益分析

5.1 成本构成分析。直接建设成本，前期规划费用：地形勘察、可行性研究等费用可达数百万元（如山区水库前期勘察耗资超千万）。工程措施投入：梯田、拦沙坝等工程建设中，材料（水泥、钢材）及设备（挖掘机、起重机）采购占主要成本。例如黄土高原植被恢复工程单位面积成本较旧定额提高12-15元/ m^2 。人工费用：民工工资预算单价约7元/工日，专业人员工资11.71元/工日，中型工程累计人工费可达数千万元。长期运维成本，设备维修更新：监测设备（如坡面径流传感器）组网费用1.2万元/公里，数据分析服务需额外计费。植被管护：经济林草种植后需持续灌溉及病虫害防治，年均投入占初始投资的15%-20%。

5.2 效益量化分析。直接经济效益，减少灾害损失：水库通过梯田+拦沙坝体系降低水土流失量70%，减少洪涝修复支出约495万元/年。提升农业产出：重庆石柱县梯田梨园改造后，农户年增收超10万元，投资回收期缩短至3-5年。延长工程寿命：泥沙拦截措施降低水库淤积，延长使用寿命20%以上，减少清淤费用超千万元。生态

与社会效益，固碳增值：植被恢复增强生态系统固碳能力，黄土高原治理区碳汇价值达120元/公顷·年。资源优化：经开区地表水置换地下水后，企业设备故障率下降60%，年节约成本300万元。减灾避损：库布其沙漠“引凌治沙”工程减少凌汛灾害损失，同时发展生态渔业，带动区域收入增长。政策协同效益，合规性降本：落实水土保持“三同时”制度可避免违规处罚（如企业未合规致5500万元损失）。补偿机制收益：2024年新政推动水土保持生态产品价值交易，符合条件的项目可通过碳汇交易获利。

5.3 风险与优化方向。成本控制难点：材料价格波动（如混凝土定额基价需按季度修正）；高寒/高原地区人工费高出平原地区18元/工日。效益提升路径：技术创新：推广泥沙沉降模型（案例提升排沙效率40%）；政策适配：利用2024年生态产品价值核算机制，将固碳、水源涵养等纳入交易体系。

6 应对水土保持与可持续发展挑战的策略

6.1 制度创新与监管强化。空间管控法定化，全国划定水土流失重点预防区/治理区，实施分级保护，省级政府须于2025年6月底前完成生态脆弱区范围界定并公告。推行“水土保持信用评价”制度，对违规弃渣企业实施黑名单管理，强化守信激励与失信惩戒。工程监管全链条化，严控开发项目选址，加强弃渣场安全审查与表土资源保护利用监管，水土保持设施须与主体工程同步验收。建立“问题-整改-销号”闭环机制，2025年起对全国5万m³以上土方工程实施动态台账管理。

6.2 技术创新与智慧赋能。生态修复技术升级，推广“鱼草联合调控”技术（如常熟水源地项目），通过植被组合增强水体自净能力，获国家专利认证。在黄土高

原等区域配置深根系树种（如牧豆树），提升土壤固持力，碳汇价值达120元/公顷·年。数字化监测应用，构建水土保持物联网平台，铺设坡面径流传感器（成本1.2万元/公里），实时预警侵蚀风险。应用数字孪生技术模拟流域治理（如南水北调中线工程），优化输水能耗15%。

6.3 资金机制与产业融合。多元化投入模式，设立生态补偿专项基金，2024年起试点水土保持生态产品价值交易（如固碳量、水源涵养量）。对县级政府投资类项目简化水土保持方案审批流程，降低财政压力。产业反哺生态治理，发展“治理-产业”融合模式：库布其沙漠引凌治沙工程衍生生态渔业及光伏产业，实现治沙经济收益闭环。

6.4 能力建设与公众参与。基层执行力提升，针对农村推广保土耕作技术（如等高种植），目标5年内减少水土流失量30%。2025年前完成80%农业人口水土保持培训，破解“意识薄弱”瓶颈。社会协同治理，建立“企业-社区-农户”共治网络，通过乡规民约约束过度垦殖行为。未来需深化跨境水权交易、3D打印护坡等创新技术应用，推动治理体系向零碳排演进。

总之，为了防止水土流失，必须不断地摸索和实践，以达到有效控制和有效监测水土流失的目的，使其取得显著成效，有利于在一定程度上推进水利项目的顺利实施，维护项目得到正常运行，最终实现有效遏制水土流失，促进水利事业的可持续发展的根本目标。

参考文献

- [1]赵文磊.水利工程建设中的水土保持与可持续发展的有效性探究.2023.
- [2]李浩宇.论水利工程建设中的水土保持与可持续发展的有效性.2022.