

水利工程建设中水土保持生态修复技术探讨

孙博文

阿荣旗水利局 内蒙古 呼伦贝尔 162750

摘要:水利工程建设引发的水土流失的防控与生态修复,需依托系统的工作体系有序推进。本文结合水利工程建设实际,系统梳理水土保持生态修复的前期筹备要点,包括区域水土现状调查、水土流失类型与成因剖析、修复目标明确及技术适配性分析;重点阐述坡面、沟道、河道周边等不同区域的核心修复技术,以及施工区临时修复、植被恢复与土壤改良等关键技术的应用;梳理修复区域划分、技术选型、现场施工及动态调整的完整实施流程,并从技术、人员、质量、养护四个层面提出保障措施,为工程实践提供可借鉴的思路与方法。

关键词:水利工程;水土保持;生态修复;坡面修复;植被恢复

引言:水利工程作为调控水资源、防范水旱灾害的核心基础设施,其建设过程中不可避免地产生土石方扰动、植被损毁等行为,极易打破区域生态平衡,诱发水土流失问题,进而破坏水土资源禀赋、加剧生态环境退化,甚至威胁工程施工安全与长期运维成效。当前,如何在水利工程建设中科学防控水土流失、高效开展生态修复,已成为保障工程可持续发展、推动生态环境改善的重要课题,需结合工程实际探索可行路径与技术体系。

1 水利工程建设中水土保持生态修复前期筹备

1.1 工程区域水土现状调查

工程区域水土现状调查采用资料收集与实地调查相结合的方式,严格遵循相关技术规范要求,充分利用主体工程地质、地貌、水文等相关资料,辅以必要的现场核查^[1]。调查重点涵盖区域地质构造、地层岩性等地质地貌特征,气候类型、气温、降水量、蒸发量等气象要素,以及土壤类型、土地利用现状、表土分布范围与可剥离厚度等土壤相关指标。同时排查区域植被类型及其分布特征,了解乡土植物生长状况,掌握水土资源现存状态,明确区域水土环境基本特征,为后续各项前期工作开展奠定数据基础。

1.2 水土流失类型与成因分析

水土流失类型与成因分析需结合工程区域水土现状调查结果,区分自然因素与人为因素的影响。自然因素主要包括地形地貌条件、气候变迁、地质构造等,地形崎岖、降水集中区域易发生水力侵蚀,干旱地区则易出现风力侵蚀,冻融侵蚀在部分区域亦有分布。人为因素以工程建设等开发活动为主,施工过程中土石方搬运、植被破坏等行为,会打破区域原有生态平衡,加剧水土流失。通过系统梳理不同侵蚀类型的分布特点,剖析各类成因的作用机制,明确自然因素与人为因素的关联,

为后续修复目标确定提供依据。

1.3 生态修复目标与方向明确

生态修复目标与方向明确需立足区域水土流失实际,结合水利工程建设特点与生态保护需求,兼顾生态效益与工程建设可持续性。目标设定需贴合区域生态系统修复规律,聚焦土壤流失防控、植被恢复、生态系统稳定性提升等核心方向,避免脱离区域实际的不合理设定。方向确定需针对不同水土流失类型与成因,明确重点修复区域与核心任务,突出因地制宜、科学施策的原则,确保修复工作针对性开展,助力实现水土资源可持续利用与生态环境良性循环。

1.4 修复技术适配性分析

修复技术适配性分析需结合工程区域水土现状、水土流失类型及修复目标,筛选符合区域特征的修复技术。分析过程中注重考量技术与区域地质地貌、气候、土壤等自然条件的适配程度,避免技术与实际情况脱节。针对土壤流失防控、植被恢复等不同修复需求,对比各类技术的应用条件与适用范围,优先选择生态兼容性强、操作可行的技术类型。同时结合工程建设进度与资源条件,优化技术选择,确保选定的修复技术能够有效支撑修复目标实现,为后续修复方案制定提供技术参考。

2 水利工程建设中水土保持生态修复核心技术

2.1 坡面水土流失修复技术

坡面水土流失修复技术聚焦水利工程建设中坡面易发生侵蚀的区域,结合坡面坡度、土壤质地、降水分布等核心特征选用适宜技术模式^[2]。采用工程措施与生态措施有机融合的思路,通过修建梯田、鱼鳞坑、水平阶等整地工程,减缓坡面坡度、拦截坡面径流,削弱水力侵蚀动能,降低土壤流失速率。搭配植被覆盖措施,筛选耐旱、耐贫瘠、适应性强的乡土草本与灌木品种,科学配置种植密

度,提升坡面植被覆盖度,增强土壤团粒结构稳定性与抗蚀能力,逐步实现坡面生态系统的正向恢复。

2.2 沟道水土流失修复技术

沟道水土流失修复技术针对工程建设中沟道侵蚀、沟岸坍塌、泥沙淤积等突出问题,重点防控沟道溯源侵蚀与侧向侵蚀。通过修建谷坊、拦沙坝、格栅坝等拦挡工程,拦截沟道内流失泥沙,减缓沟道水流速度,遏制沟道延伸、拓宽与下切。对不稳定沟岸采取加固处理,结合沟岸地质条件选用植物护岸或工程护岸方式,增强沟岸整体稳定性,减少沟岸坍塌引发的水土流失。梳理沟道原有水系,优化水流路径,提升沟道行洪排沙能力,改善沟道水文环境,推动沟道生态系统逐步趋于稳定。

2.3 河道周边水土保持修复技术

河道周边水土保持修复技术围绕水利工程河道周边区域,重点防控河岸侵蚀与水体周边土壤流失,兼顾水体生态保护。结合河道水文特征、水位变化规律与河岸地质条件,修建生态护岸、格宾护岸等护岸工程,减少水流对河岸的冲刷力度,保护河岸形态稳定。在河道周边合理种植水生植物与滨岸植被,构建结构完整的滨岸植被缓冲带,拦截地表径流中的泥沙与污染物,净化水体环境,同时提升河岸区域植被覆盖度,增强土壤保水保土能力,推动河道周边生态系统形成良性循环。

2.4 工程施工区临时水土保持修复技术

工程施工区临时水土保持修复技术针对施工过程中临时占用土地、植被破坏、土石方扰动等引发的阶段性水土流失,遵循临时防护与后期恢复有机结合的思路。施工期间,对临时开挖坡面、弃土弃渣堆放区、施工便道等区域,采取防尘覆盖、挡土设施防护、排水疏导等措施,减少施工过程中的土壤流失与扬尘污染。施工结束后,及时清理临时设施,对占用土地进行平整整形,恢复地表原有地貌,选用速生、易存活、适应性强的植被品种,快速提升植被覆盖度,逐步恢复施工区域生态功能,实现工程建设与生态保护协同推进。

2.5 植被恢复与土壤改良技术

植被恢复与土壤改良技术是水土保持生态修复的基础技术,贯穿修复工作全过程,为其他修复技术落地提供支撑。植被恢复坚持乡土物种优先原则,结合区域气候、土壤条件与水土流失特征,合理搭配乔灌木植被,构建结构合理、稳定性强的植被群落,提升植被固土保水、涵养水源的能力^[3]。土壤改良通过施加有机肥、生物炭、土壤改良剂等方式,改善土壤理化性质,提升土壤肥力、保水保肥能力与抗蚀性,破解工程建设区域土壤贫瘠、结构破坏、抗蚀性差的问题,为植被生长创造良

好条件,推动生态系统持续稳定恢复。

3 水利工程建设中水土保持生态修复实施流程

3.1 修复区域划分与优先级排序

修复区域划分与优先级排序需立足工程区域水土现状、水土流失类型及严重程度,结合水利工程建设进度与生态保护需求开展。按照水土流失强度、生态敏感程度、工程影响范围等核心指标,将修复区域划分为不同单元,明确各单元边界与范围,避免区域交叉或遗漏。优先级排序需综合考量水土流失危害程度、生态恢复紧迫性及技术实施可行性,对水土流失严重、生态功能脆弱且影响工程安全的区域优先开展修复工作,对危害较轻、恢复难度较小的区域合理安排实施时序,确保修复资源高效利用,提升整体修复工作的针对性与实效性。

3.2 修复技术选型与方案制定

修复技术选型与方案制定需结合修复区域特征、优先级排序结果及前期技术适配性分析结论,立足水土保持生态修复相关技术规范,筛选适配性强、操作可行、生态友好的修复技术。技术选型需兼顾不同区域水土流失特点,针对坡面、沟道、河道周边等不同区域,搭配对应的核心修复技术,形成差异化技术组合模式。方案制定需明确各修复环节的操作流程、技术参数、施工时限与责任分工,细化技术应用细节,充分考虑工程建设与修复工作的衔接,避免技术选型与方案设计脱离实际,为后续现场施工提供清晰指引。

3.3 修复工程现场施工与操作要点

修复工程现场施工与操作要点需严格按照制定的修复方案执行,强化施工过程中的细节管控,保障施工质量。施工前需对施工人员进行技术交底,明确各技术的操作规范与质量要求,提升施工人员专业操作水平。施工过程中,严格把控技术应用的关键环节,规范整地、护岸、植被种植、土壤改良等操作流程,注重施工工艺的规范性与合理性,避免违规操作引发新的水土流失。施工过程中需做好现场清理与保护,减少施工活动对周边生态环境的扰动,确保施工过程与生态保护有序衔接。

3.4 修复过程中的动态调整

修复过程中的动态调整需建立常态化排查机制,定期对修复区域的水土流失状况、植被生长情况、技术应用效果进行排查梳理,依托生态监测相关技术,及时掌握修复工作推进情况。根据排查结果,分析技术应用与方案执行过程中存在的问题,结合区域气候、水文等自然条件的变化,对修复技术、施工流程、实施时序进行合理调整。调整需立足实际情况,遵循生态修复规律,优化技术组合与施工方案,解决修复过程中出现的各类

问题,确保修复工作始终贴合预期目标,推动生态修复效果持续提升。排查频率一般为每月1次,遇暴雨等极端天气需在24小时内开展专项排查,确保问题及时发现、及时处置。

4 水利工程建设中水土保持生态修复保障措施

4.1 技术保障体系搭建

技术保障体系搭建需立足水土保持生态修复技术需求,整合技术资源,构建全方位、多层次的技术支撑体系^[4]。加强与科研机构、高校的协作,聚焦修复技术难点与痛点,开展技术研发与创新,优化现有修复技术工艺,提升技术适配性与应用效果。建立技术咨询机制,邀请行业技术专家参与修复工作全过程,为技术选型、方案制定、问题解决提供专业指导。梳理汇总各类修复技术标准与操作规范,明确技术应用的核心参数与质量要求,形成标准化技术指引,确保技术应用规范有序,为修复工作提供坚实技术支撑。

4.2 施工人员技术能力提升

施工人员技术能力提升是保障修复工程施工质量的关键,需结合修复技术特点与施工人员实际水平,开展针对性培训与指导。制定系统化培训计划,涵盖修复技术操作规范、施工工艺要点、质量管控要求等核心内容,采用理论讲解与现场实操相结合的方式,提升施工人员对技术的掌握程度。建立常态化培训机制,定期开展技术复盘与技能考核,检验培训效果,督促施工人员熟练掌握各类修复技术的操作要点。鼓励施工人员主动学习先进技术与施工经验,提升专业素养与操作能力,避免因操作不规范影响修复质量。

4.3 修复过程质量管控

修复过程质量管控需贯穿修复工程全过程,建立精细化管控机制,强化各环节质量监督与把控。制定明确的质量管控标准,细化各修复环节的质量要求,明确管控节点与责任主体,确保质量管控无死角。加强施工过程中的现场巡查,重点排查技术应用、施工工艺、材料使用等环节的质量问题,及时发现并整改违规操作与质量隐患。建立质量验收机制,对各修复单元、各施工环节进行阶段性验收,验收合格后方可进入下一环节,确

保修复工程质量符合规范要求,避免质量问题遗留。

4.4 修复后期养护管理

修复后期养护管理是巩固修复成果、推动生态系统持续稳定恢复的重要环节,需建立长效养护机制,明确养护责任与养护标准。根据修复区域植被生长特点、水土流失状况,制定针对性养护方案,细化浇水、施肥、除草、病虫害防治等养护措施,定期开展养护作业^[5]。加强养护巡查,及时掌握植被生长情况与土壤变化,针对植被枯萎、病虫害滋生、水土流失反弹等问题,及时采取补救措施。建立养护档案,详细记录养护过程、养护措施及养护效果,为后续养护工作优化提供依据,确保修复区域生态功能持续提升,实现水土保持生态修复的长效性。

结束语

水土保持生态修复工作贯穿水利工程建设与运维全过程,是协调工程效益与生态保护的关键抓手。科学的前期筹备为修复工作奠定基础,适配性强的核心技术为修复成效提供支撑,规范的实施流程与完善的保障措施则确保修复成果落地见效。通过系统落实各项修复工作,可有效遏制水利工程建设引发的水土流失,恢复区域生态系统功能,实现水土资源的可持续利用。在水利工程建设中,需强化生态修复理念,优化技术与实施模式,切实将水土保持要求融入工程各环节,筑牢生态安全屏障。

参考文献

- [1]陈海波.水利工程建设中水土保持生态修复技术探讨[J].生态与资源,2025(10):97-99.
- [2]王潇潇,王然.水利工程建设中水土保持生态修复技术的应用研究[J].水上安全,2024(22):91-93.
- [3]张晓蕾,杜贞,于梦龙.水利工程建设中水土保持生态修复技术的应用[J].数字化用户,2026(17):28-30.
- [4]俱鑫元,郝晨辉,黄聪.水利工程建设中水土保持生态修复技术的应用研究[J].今日农业,2025(16):75.
- [5]杜路平.水利工程建设中水土保持生态修复技术的应用研究[J].建筑工程技术与设计,2022,10(15):151-153.