

水利工程建设中水土保持绿化灌溉设计

张 璞

运城市水务局 山西 运城 044000

摘 要：水利工程施工会扰动原有地表地貌，破坏土层与植被结构，极易引发区域水土流失、坡面冲刷及生态退化等问题。为有效控制工程建设产生的水土扰动，提升区域生态修复质量，本文开展水土保持、生态绿化与节水灌溉一体化设计研究。通过分析工程建设期水土流失和绿化灌溉存在的现实问题，从水土防控方案、分区绿化设计、节水灌溉布局三个方面制定系统性设计措施。同时阐明水、土、绿三者协同耦合机理，构建工程防护、植被固土、精准灌溉相结合的综合体系。

关键词：水利工程建设；水土保持；绿化设计；灌溉设计

引言：现阶段水利工程建设多数工程存在重主体施工、轻生态治理的情况，水土保持设计针对性不足，绿化配置与现场工况适配度低，灌溉系统布设较为粗放，极易诱发坡面侵蚀、土体坍塌及泥沙淤积等隐患。为改善工程区域生态现状，规范水土治理与绿化灌溉施工，落实工程生态建设要求，本文结合水利工程施工特点，开展水土保持绿化灌溉专项设计研究，通过系统化、分区化设计手段，解决工程建设中的水土流失与生态修复难题，保障工程安全与区域生态长期稳定。

1 水利工程建设中水土保持、绿化与灌溉的协同设计耦合机理

在水利工程建设生态改造体系中，水土防护、生态绿化、节水灌溉三大系统并非独立存在，而是相互依存、相互约束、互为支撑的有机整体，共同构成工程区域生态固土与水土治理的核心体系，也是一体化设计的核心机理。工程土体是生态绿化的基础载体，施工后经过整治加固的土层结构，能够为植被扎根生长提供稳定的立地条件，同时规避土体松散、坡面坍塌带来的绿化失效问题。生态绿化是水土保持的核心生态手段，植被深层根系可缠绕固结岩土体，浅层植被冠层能够有效截留降雨、削弱地表径流冲刷力，从生态层面抑制工程区域水土流失。节水灌溉系统是保障水土绿化长效稳定的关键配套设施，通过精准、可控的补水方式，改善工程区域土壤墒情，保障护坡植被、生态绿植的正常生长与存活^[1]。

2 水利工程水土保持整体设计方案

2.1 工程区域水土现状勘测与风险评估

水利工程水土保持设计前期需开展全域实地勘测，摸清场地水土基底条件，为方案设计提供数据支撑。勘测工作主要涵盖区域地形地貌、土层结构、土壤侵蚀强

度、年均降雨量及径流特征等基础内容，重点排查开挖边坡、弃土场区、河道沿岸、施工便道等重点区域的水土隐患。结合现行水土保持技术规范，采用实地取样、现场监测、数据比对相结合的方式，划分土壤侵蚀等级，明确工程建设扰动范围与扰动强度。

在此基础上开展水土风险专项评估，针对工程土方开挖、堆土堆放、场地平整等施工环节，识别临时裸露坡面、松散堆土体、临水岸坡等易侵蚀点位。结合项目施工周期、汛期时间、极端天气频次，评估不同施工阶段的水土流失风险等级，梳理潜在的冲刷、坍塌、泥沙淤积等安全隐患，区分常规风险与突发风险，为分区施策、分级防控的水土保持设计提供科学依据。

2.2 分区水土保持工程措施设计

结合水利工程功能分区与场地工况差异，实行分区针对性水土保持工程设计。（1）边坡防护设计。针对开挖形成的土质边坡、岩质边坡，根据边坡坡度、高度及土体稳定性，采用差异化防护方式。缓坡区域采用植草护坡、草皮铺种等生态防护模式；陡坡及高边坡区域采用锚杆框架、格构护坡、喷播绿化等组合防护形式，加固坡面土体，约束松散土层位移。（2）基坑与施工场地防护设计。基坑周边设置截水沟、排水沟与挡土埂，阻断地表径流汇入基坑，避免积水冲刷坑壁。施工裸露场地采用防尘网、土工布全覆盖覆盖，抑制风力与水力侵蚀，减少表层土体流失。（3）河道及库区防护设计。河道施工段布设护岸、护坡及沉砂设施，防止施工泥沙进入河道造成淤积，稳固河道岸坡结构。库区周边设置缓冲带与截排水体系，降低雨水冲刷对库区周边土体的扰动，维持库区水土稳定^[2]。

2.3 临时与永久水土保持防护体系搭建

水利工程施工周期长、扰动范围广，需搭建临时防

护与永久防护相结合的复合型水土保持体系,实现施工全过程水土管控。(1)临时防护体系。主要服务于施工建设期,针对临时堆土区、临时施工道路、临时裸露创面开展防护。堆土区设置袋装土挡护、临时排水沟,堆土高度严格控制,表层及时覆盖密闭;施工便道采用碎石铺垫,两侧布设排水槽,避免路面径流冲刷周边土体。所有临时防护措施随施工进度同步布设、同步拆除、同步恢复,填补施工空档期的防护空白。(2)永久防护体系。适配工程竣工后的长期生态稳定需求,以工程固土、植被固土、排水固土为核心。对永久边坡、岸坡、库区周边实施永久性硬质防护与生态防护结合的施工方式,配套建设永久性截排水、沉砂池、护坡工程,形成长效水土保持屏障,适配工程长期运行的水土防护需求。

2.4 水土流失动态防控与修复设计

依托工程施工全周期,建立动态化水土流失防控机制,根据施工阶段场地变化及时调整防护方案。施工前期以预防防控为主,提前布设基础防护与排水设施,从源头减少土体扰动;施工中期以动态管控为主,定期排查坡面、堆土区、排水设施的运行状态,及时修复破损防护结构,清理淤积排水通道;施工后期以生态修复为主,全面拆除临时设施,平整扰动场地。针对施工造成的土体裸露、土层破坏区域,开展专项生态修复设计,结合场地土壤条件补植乡土植被,恢复地表植被覆盖。对水土流失轻微区域实施自然修复,对破损严重、扰动剧烈的区域实施人工辅助修复,通过土体改良、植被补植、地形修整等方式,逐步恢复区域原生水土生态结构,实现工程建设与水土生态修复的同步落地^[3]。

3 适配水土保持的工程绿化专项设计

3.1 工程区域生态绿化总体布局规划

水利工程绿化布局区别于普通市政景观绿化,核心围绕水土保持、生态修复、工程防护三大核心目标开展,整体布局遵循因地制宜、分区布设、生态优先的设计原则。设计前期结合工程总平面布置、施工扰动范围、地形高差及水土风险分区,对项目绿化区域进行整体统筹规划,明确边坡绿化、库区绿化、施工恢复区绿化、道路绿化带等功能分区边界,杜绝盲目绿化、无序种植的问题。整体布局充分依托原有地形走势,不二次大规模开挖扰动土体,最大限度保留原生地貌结构。同时衔接水土保持工程措施,将绿化区域与截排水设施、护坡工程、固土结构统筹结合,形成“工程固土+植被防护”的一体化布局模式,让绿化设计完全适配水利工程水土防控的整体要求,规避单独绿化与水土防护脱节的问题。

3.2 本土化、抗逆性绿化植被选型配置

植被选型要摒弃观赏性优先的设计思路,以适应性强、根系发达、养护简易为核心标准。(1)优先选用乡土植被。乡土植被长期适配区域气候、土壤及水文条件,成活率高、稳定性强,无需高强度养护即可自然生长,可有效规避外来植被水土适配性差、后期退化死亡的问题。草本类可选用狗牙根、紫花苜蓿等固土能力强的品种,灌木类优先选择紫穗槐、荆条等耐贫瘠、根系纵深发达的植被。(2)实行乔灌草分层配置。摒弃单一草本种植模式,采用灌木、草本分层搭配的组合形式,浅层草本覆盖地表、截留雨水,深层灌木根系穿插固结深层土体,形成立体固土结构,提升整体水土防护能力。(3)严控特殊区域植被适配性。临水区域选用耐涝、抗冲刷的湿生植被,干旱贫瘠坡面选用耐旱、抗逆性强的植被,保证各类场地植被均可稳定生长。

3.3 边坡、库区、施工区差异化绿化设计

水利工程不同区域场地条件、水土流失风险差异较大,需针对性开展差异化绿化设计,贴合各分区实际情况。(1)边坡绿化设计。土质缓坡采用直接喷播植草、铺植草皮的方式快速覆盖坡面;高陡边坡及岩土混合边坡采用格构植草、锚杆框架覆土绿化的组合方式,依托工程框架固定种植土层,再搭配植被覆盖,避免土层滑落。(2)库区周边绿化设计。库区岸坡设置生态绿化缓冲带,选用耐水淹、抗冲刷的植被,分层布设绿植,缓冲雨水及库水波动对岸坡的冲刷,减少库区土体坍塌与泥沙淤积。(3)施工恢复区绿化设计。针对施工便道、临时堆场等扰动区域,先平整场地、改良贫瘠土壤,再采用乔灌草混合种植模式,快速恢复地表植被覆盖,修复施工扰动造成的生态破损,抑制区域次生水土流失。

3.4 绿化植被固土保水功能优化设计

为提升绿化工程的水土保持实效,需结合工程场地短板开展功能优化设计,强化植被固土、蓄水、防冲刷的核心性能。针对坡面雨水冲刷严重、表层土体松散的问题,优化植被种植密度与排布方式,加密坡面浅层草本植被覆盖率,减少雨水对裸土的直接冲击。对土体松散、易坍塌的重点区域,增加深根灌木种植比例,利用植被纵深根系缠绕固结土体,提升坡面整体稳定性。同时结合场地排水条件优化绿化结构,在截水沟、排水沟周边搭配低矮固土植被,稳固沟渠两侧土体,避免沟渠边坡坍塌堵塞排水通道^[4]。

4 基于水土保持与绿化需求的灌溉系统设计

4.1 灌溉用水量测算与水土供需平衡分析

灌溉水量精准测算为系统设计的基础,水利工程绿

化灌溉需兼顾植被生长用水与坡面水土稳定要求,杜绝大水漫灌引发的坡面冲刷、土体松散等问题。水量测算结合项目区域多年气象资料、土壤含水率、植被种类及覆盖范围开展,重点参考年均蒸发量、汛期降雨分布、干旱期时长等基础数据。根据乔、灌、草不同植被的耗水规律,分区计算日常养护用水量、补水期用水量,剔除降雨有效补给水量,得出实际灌溉需水量。同时开展水土供需平衡分析,结合坡面土壤持水能力、地表径流系数核定单次灌溉量与灌溉间隔,严格控制单次灌溉入渗深度,避免水量过量下渗导致边坡土体软化、抗剪强度降低,从水量源头规避灌溉诱发的水土流失隐患。

4.2 适配水土防护的节水灌溉技术选型

结合水利工程边坡、库区、恢复区不同场地条件,优先选用低冲刷、高精度、低耗水的节水灌溉技术,杜绝传统漫灌、粗放浇灌模式,适配水土保持防控要求。

(1) 边坡区域选用滴灌技术。边坡坡面土体松散、抗冲刷能力弱,滴灌可实现点状缓慢渗水,水流均匀、冲击力小,不会造成坡面径流冲刷,可稳定维持坡面土壤湿度,保证植被根系正常吸水。(2) 平缓绿化区选用微喷灌技术。施工恢复区、场区绿化带地形平缓,采用低压微喷灌,雾化程度高、落点轻柔,能够全面覆盖植被冠层,满足大面积绿化养护需求,且不会造成地表积水和土层扰动。(3) 库区缓冲带选用小管出流灌溉。针对临水坡植被布设小管出流系统,出水稳定、渗透深度可控,适配湿生植被生长规律,避免灌溉水流直接汇入库区造成岸坡淘刷^[5]。

4.3 分区灌溉管网与设备布局设计

依据工程绿化分区、地形坡度、植被配置形式,实行差异化管网布局,保障灌溉均匀度的同时,适配水土保持工程结构布置。(1) 边坡管网布局。边坡灌溉管道沿等高线横向布设,主管固定于格构框架内侧,避免管道悬空、松动破坏坡面覆土;支管间距根据植被种植密度设定,滴头正对植被根部布设,减少无效灌溉。(2) 平地绿化区管网布局。施工恢复区、道路绿化带采用网状管网布设,阀门分段控制,实现分区独立灌溉,便于后期检修与水量调控,避免局部积水浸泡土体。(3) 设备配套布置。灌溉首部设置过滤装置、调压装置,防止

杂质堵塞滴头,稳定出水压力;阀门井、支管接头避开坡面薄弱土层和排水通道,防止设备施工扰动原有防护结构,保证水土保持工程完整性。

4.4 灌溉系统与水土绿化工程协同设计

灌溉系统设计需与水土保持措施、生态绿化方案同步衔接、统筹施工,避免各分项工程相互冲突。管网布设避开截水沟、沉砂池、护坡锚固结构等水土保持设施,管线施工尽量采用浅槽铺设、随挖随填,减少二次土体扰动。灌溉制度结合坡面防护要求动态调整,降雨天气关停灌溉系统,干旱时段小水量高频次补水,维持土壤结构稳定。系统运行参数匹配植被固土生长周期,植被种植初期采用小水量保湿灌溉,保障幼苗成活;植被成型后降低灌溉频次,依托植被自稳能力维持生态平衡,最终形成灌溉养护、植被固土、工程防护三位一体的稳定体系,全面提升水利工程区域水土保持与生态绿化整体效果。

结束语:本文针对水利工程建设过程中的水土流失隐患与绿化灌溉短板,完成了水土保持整体方案、分区绿化设计及节水灌溉系统的成套设计研究。通过构建临时与永久相结合的水土防护体系,搭配本土化立体绿化模式与分区精准灌溉布局,有效解决了传统施工中防护零散、绿化低效、灌溉冲刷等实际问题。研究明确了水土、绿化、灌溉三者的协同耦合关系,实现工程固土、生态复绿、节水养护的有机统一。

参考文献

- [1]陈际旭,董璇.水利工程建设中水土保持绿化灌溉设计[J].水科学与工程,2025(2):52-53.
- [2]陈际旭,房蕾,翁丽珠.水利工程水土保持绿化灌溉设计分析[J].水土保持应用技术,2026(2):53-54.
- [3]阮敬豹,刘奎贺,汪孔滕.水利工程建设中的水土保持策略[J].安家,2026(4):0196-0198.
- [4]彭璨.水利工程水土保持中的生态护坡设计研究[J].低碳世界,2025,15(2):31-33.
- [5]颜井波,刘德成,曾宏宇.水利工程规划设计与农田灌溉技术分析[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2025(5):134-137.