

水利工程施工期水土保持与生态修复技术的集成研究

姜恩勉¹ 马晓敏¹ 刘治贤² 郁康¹ 洪春旭³

1. 沭阳县水利局 江苏 宿迁 223600

2. 泗阳县水利局 江苏 宿迁 223600

3. 江苏泗阳经济开发区管理委员会 江苏 宿迁 223600

摘要: 水利工程建设,水资源调配、防洪减灾、水利利用,这些事都离不开它。但施工阶段一挖土、一扰动场地、一改造坡面,原有的地表结构和自然植被就给破坏得不轻。本文把工程型、植物型、临时防护类这几类核心治理技术系统性地理了理,再结合施工现场动态变化的特征,搭了四套适配性很强的技术集成模式。刚性工程防护和柔性生态修复怎么整合,短期临时治理和长期永久防护怎么搭配,分区差异化治理怎么弄,这些一套一套的体系整合到一起,传统技术应用那种割裂的问题就给破了。

关键词: 水利工程; 施工期; 水土保持; 生态修复技术; 集成

引言

现在国内水利工程的水土治理,大多还是用单一、阶段性的路子。水土保持的工程措施和生态修复技术,没怎么真正融合到一块。临时防护跟永久治理,时序上也接不紧。统一化的治理模式,碰上复杂多变的施工现场,很难吃得开。另外,好多工程重治理、轻监测,场地的变化顾不上,治理方案也没法及时调。水土防控效果就有限,生态修复也撑不久。

1 施工期水土保持与生态修复核心技术体系

1.1 工程型水土保持技术

(1) 护坡技术,主要管的是工程开挖边坡、填筑边坡这些容易冲刷的地方。水利施工时会冒出大量裸露坡面,原来的土体结构给彻底毁了,抗冲刷能力掉了一大截。一下雨、地表水一冲,坡面就容易塌、泥沙就往外跑。护坡工程靠人工修筑稳固的防护结构,把松散坡面整体固化住,坡面水流速度降下来,雨水冲击力削弱,表层土体就不会被剥离冲走。边坡整体稳定性一直维持住,坡面水土流失的问题就从源头减少了。(2) 截排水技术,是把控施工现场水流侵蚀的一个重要工程手段,核心就是把施工场地的地表水和雨水径流科学地疏导开。施工场地地形又乱又松,积水排不出去的时候,就会一直冲刷地表土体,慢慢冲出冲沟来,水土流失越来越重。截排水工程合理布设排水通路,把场地积水有序地汇起来、疏导走,雨水无序漫流的状态就改了^[1]。水流走向规范了,积水滞留时间短了,水流对施工裸地、边坡、堆土区域的冲刷破坏就大大减轻,水力侵蚀带来的土体损耗也降下来了。(3) 拦挡技术,多用在施工堆

土区、临时渣场、场地低洼的地方,主要就是拦住施工产生的松散泥沙和废弃土体。工程施工会堆出大量松散土方,大风天、下雨天,泥沙很容易扩散流失。不光水土资源损耗,周边水域环境也跟着遭殃。拦挡工程靠固定式防护结构,把散落的泥沙有效阻隔住,施工泥沙不会往外扩散迁移,水土流失的范围就能牢牢控制住,施工活动对周边区域的水土扰动也小了。(4) 固土技术,盯着施工现场松散的土体做加固处理。开挖裸地、临时作业面这些土体疏松的地方,都要做固化治理。用物理加固的手段把土体结构改善一下,密实度和整体性提上来,土体自身的抗侵蚀、抗扰动能力就增强了。场地土体稳定性从根本上提上来了,风力和水力侵蚀带来的土体流失就能有效抑制住。后续生态修复工作,场地基础就有了,施工期的水土环境也能实现有效管控。

1.2 植物型生态修复技术

(1) 乡土植被配置,生态修复的基础活儿,也是植被能不能长期活下来的关键。水利工程扰动过的场地,土壤条件差,土层松、肥力不够,外来的植被很难适应当地的气候和水土环境,不是成活率低,就是后期退化严重。乡土植被在本地长了几百年上千年,气候、土壤、水文环境都跟它合拍。抗逆性强,养护成本低,适应性也稳。科学搭配不同类型的乡土植被,就能搭出结构稳、层次合理的植物群落。土壤固土保水能力上来了,跟区域自然生态格局也对得上号,人工修复那种生态违和的问题就能避开。(2) 边坡复绿,专门针对水利工程裸露边坡的生态修复方式。工程开挖、填筑弄出来的裸露边坡,工程固土防护做完之后,地表还是光

着、生态还是缺着。长期光着，不光不好看，还容易引发二次水土流失。边坡复绿技术，靠适合边坡环境的植被种植方式，先把表层土体稳固住，再把绿色植被盖上去^[2]。植物根系锚固住表层土壤，雨水冲刷带来的坡面侵蚀就弱了。边坡区域的植被覆盖慢慢恢复，工程施工留下的生态空白就能填上，边坡防护和生态美化就能一块推。（3）植被重建技术，主要用在施工扰动厉害、原生植被完全毁掉的地方，是对受损生态系统的系统性修复。水利工程大规模施工，原有地表植被体系给彻底毁了，区域生态链断了，水土保持能力也彻底没了。植被重建，目标是恢复原生态植被体系。结合场地受损程度和立地条件，系统性地搞植被培育和群落重构。地表植被覆盖慢慢恢复，土壤肥力和场地微环境改善，区域动植物的生存条件修复，稳定自然的生态系统一步步重塑回来。长效水土保持做到了，施工受损区域的生态功能也全面恢复，工程建设跟生态保护协调发展的目标就能达成。

1.3 临时防护技术

（1）施工裸地覆盖，最基础的临时防护方式，专门给各种短期裸露的施工场地做表层防护。工程开挖、土方转运、场地平整这些工序，会一直往外冒新裸地。土体结构松散，植被保护层完全没了，抗侵蚀能力掉到了最低点。及时把裸露地表全覆盖处理一下，雨水直接冲刷和大风扬尘侵蚀就能隔开，表层松散土体就不会被剥离、不会跑掉。靠物理遮挡把地表水土结构锁住，表层土壤流失就少了。极端天气对未施工区域的破坏也能弱化，后续永久防护施工要用的场地基础就能保留下来，稳稳当当的。（2）临时排水，主要用来解决施工场地积水漫流造成的水力侵蚀问题。施工场地地形又乱又起伏，原有的自然排水体系在施工过程中给彻底破坏了。一下雨，积水堆得到处都是，水到处乱流。无序的水流一直冲刷地表土体，地面被切出一条条冲沟来，水土流失的范围越扩越大。临时排水设施在施工期间快速搭一套简易排水体系，场地积水合理疏导开，水流走向规整好，地表积水排出去的速度就能加快。水流冲刷力度有效削弱了，积水滞留引发的土体坍塌和泥沙流失就能避免，施工场地整体地形就能相对稳定住。（3）临时固土，多用松散堆土区、施工便道和待施工扰动区域。施工堆起来的土，土层松、颗粒散，天然胶结结构没有，自然状态下很容易滑移^[3]。临时固土靠简易物理加固和表层稳固处理，把松散土体的密实度和整体性提上来，土体自身的抗扰动能力就增强了。短时间内就能把场地固土稳土的效果做出来，风力和水力侵蚀带来的水土损

耗遏制住，施工期动态水土流失总量有效降低，后续工程治理和生态修复工作就有了好场地条件。

2 水土保持与生态修复技术集成模式构建

2.1 工程措施与植物措施双向集成模式

（1）工程措施在集成体系里头，主要担着基础防护和结构稳固的活，给生态修复提供一个稳定安全的场地环境。用上各类护坡、拦挡、截排水工程，就能从物理层面把受损坡面和松散土体加固住，施工期间各种外力侵蚀都能有效挡一挡，土体变形和泥沙流失最大程度地控制住。工程基础打扎实了，植被生长初期根系弱、固土能力不够的短板就能规避掉，外界环境对植被幼苗的破坏干扰也少了，植被存活和群落生长的立地条件就稳了。单一植物修复前期防护能力不够的核心难题，就这么解决了。（2）植物措施，在工程防护的基础上，担着生态优化和长效固土的活儿，纯工程防护生态性不够的短板就补上了。靠适配区域环境的乡土植被配置和坡面植被重建，工程硬质结构露在外面的区域就能慢慢覆盖住。植被根系扎进土体里头，形成天然的固土网络，土体稳定性进一步强化，辅助工程结构分担水土压力，工程结构长期承载负荷降下来了，后期老化和破损的概率也小了。同时植被群落还能逐步改良受损土壤结构，把场地的土壤肥力恢复起来，区域微型生态系统重构出来，施工场地的生态功能就能一步步回归。（3）双向集成模式，把传统治理方式那种片面化、阶段性的毛病给改了^[4]。短期安全防护和长期生态治理，深度统一到一块了。工程措施保障施工期的安全稳定，植物措施负责运营期的生态长效维持。两种技术互相撑着、互相补着，水土防治的整体效果提上来了，受损区域的生态也能可持续地恢复。水利工程安全建设与生态保护协同发展的治理目标，就真能达成了。

2.2 临时防护与永久治理时序集成模式

（1）临时防护措施主要用在工程建设的前期和中期。场地开挖、土方转运、临时堆存，这些扰动大的阶段，地表土体长期松散、光着，永久治理工程还开不了工，土体抗外界侵蚀的能力很弱。靠裸地覆盖、临时排水、简易固土这些办法，短时间里就能搭起基础防护屏障，泥沙流失和地表冲蚀能快速压住。这类措施侧重即时防控，永久工程落地之前的防护空白能填上，施工扰动带来的水土损耗控制在合理范围里，原有的场地基底也不会被持续破坏掉，后续永久治理要用的良好作业条件就能保留下来。（2）永久治理工程，一般安排在主施工基本成型之后，针对地形已经稳定的区域做系统化建设。施工扰动慢慢减弱了，场地轮廓基本固定了，临时

防护就不再够用了,长期防护和生态恢复的需求它满足不了。这时候启动正式的护坡、截排水、植被重建这些工程,就能建起一套有长效作用的防护体系。永久治理更看重结构稳定性和生态可持续性,水土保持功能和区域生态恢复目标两头都要顾,工程完工之后长期的防护任务得它来扛。(3)时序集成模式核心就是把握好两类措施的转换节点,做到无缝衔接、有序过渡。施工前期靠临时手段守住即时防护的底线,到了施工后期稳步推进永久治理项目,同时根据现场情况逐步把临时设施拆掉或替换掉。整套模式顺着施工时序一层一层往前推,不同工序之间互不干扰,全周期不间断防护就能实现。治理阶段划分合理,技术手段匹配得当,水土治理工作就能紧跟工程建设的步子。整体治理成本降下来了,施工全周期水土管控的综合成效也能全面提升。

2.3 分段分区差异化集成治理模式

(1)先做分区划分,这是差异化治理的头一步。结合工程整体布局,按作业功能、地形起伏、受扰动程度,把整片施工区域切成不同的单元。有的区域以土方开挖和堆存为主,土体松、扰动多,水力、风力侵蚀风险高。有的区域是成型边坡和永久占地,地形慢慢稳定下来,治理重点偏向长期固土和生态恢复。还有的区域是通行便道和临时作业面,使用状态变来变去,防护需求也跟着变。区域划清楚了,每一处场地的治理难点就能精准定位,后面怎么组合技术就有了明确依据。(2)分区划好了,再针对不同分区的特点搭配技术体系,这是差异化模式的核心。扰动大、水土流失风险高的区块,优先把临时防护和基础工程措施组合到一块,强化短期防控能力,别让大范围泥沙流失冒出来。地形稳定的成型区域,侧重工程护坡、截排水设施跟植被修复技术结合,土体稳固的同时生态重建往前推,打造长效防护体系^[5]。使用频率高的临时通行区域,兼顾简易固土和表层覆盖,正常施工运转不出问题,同时把水土损耗控制住。各类技术灵活组合着搭,不再硬套固定的治理

框架。(3)分段分区的治理思路,还会跟着工程施工推进的节奏动态调整方案。施工环节一个一个往前走,部分临时区域会变成永久用地,对应的防护措施也同步完成过渡升级。这种因地制宜的方式,不同区块的水土问题能精准化解,人力、物资资源也能合理调配,不必要的成本消耗就少了。整套模式把场地的空间差异和功能变化都考虑进去了,水土保持和生态修复工作更有针对性,整片区域综合治理的整体质量和运行实效都能全面提升。

结语

总之,技术集成模式,施工期的安全防护和工程后期的生态恢复,两头都能顾上。水土流失防控的精度提上来了,生态修复的质量也上来了。往后水利工程建设,技术集成这个理念还得往深里走。不同场地的地形条件、施工扰动特点是什么样的,治理方案就跟着怎么调。动态监测和闭环治理机制,也要一直往好了完善。水利工程水土生态治理的科学化、精细化水平,就这么一步步往上推。工程建设安全、水土资源保护、生态环境修复,这几个目标最终才能真的一块实现。

参考文献

- [1] 王玺懂. 水利工程施工期水土保持与生态修复技术的集成研究 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)工程技术, 2026, (2): 025-028.
- [2] 张小刚. 水利工程中水土保持生态修复技术类型及应用研究 [J]. 中国科技期刊数据库工业 A, 2026, (3): 018-021.
- [3] 辛世昊. 水利工程建设中水土保持生态修复技术的应用研究 [J]. 区域治理, 2026, (8): 0112-0114.
- [4] 鞠荣茂. 输电线路建设期水土保持措施优化及生态修复技术报告 [J]. 中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2026, (2): 048-051.
- [5] 黎红. 小流域水土保持生态修复技术集成与区域推广应用 [J]. 区域治理, 2026, (9): 0136-0138.