

水利工程水土保持生态修复技术的应用研究

周红梅

重庆市长寿区水土保持监督所 重庆 401200

摘要:在水利工程建设与运行过程中,水土保持生态修复技术是实现生态保护与工程效益平衡的关键。本文深入探讨水利工程水土保持生态修复技术的应用,阐述其在保护生态环境、提升工程效益、推动可持续发展方面的重要性。详细介绍植被恢复、边坡防护、水资源保护与利用、监测与管理等核心技术的应用要点。同时,针对技术适应性差、资源投入不足、公众参与度低等挑战,提出加强技术研发、优化资源配置、强化宣传教育等对策,为水利工程水土保持生态修复技术的科学应用与推广提供理论支撑和实践参考。

关键词:水利工程;水土保持;生态修复;技术应用;研究

引言:水利工程作为保障水资源合理利用、防洪减灾的重要基础设施,在促进经济社会发展中发挥着关键作用。然而,工程建设中的土方开挖、植被破坏等活动易引发水土流失、生态失衡等问题,对区域生态环境造成负面影响。随着生态文明建设理念的深入贯彻,如何在水利工程全生命周期中有效应用水土保持生态修复技术,成为亟待解决的重要课题。本文基于此背景,系统研究生态修复技术的应用价值、核心方法及现存问题,旨在探索科学有效的解决路径,推动水利工程建设与生态环境保护协同发展。

1 水利工程水土保持生态修复技术的重要性

1.1 保护生态环境

水利工程建设过程中,大规模土石方开挖、植被破坏等活动,极易打破区域原有的生态平衡。据统计,未采取有效水土保持措施的水利工程区域,水土流失量可较自然状态增加3-5倍。通过应用喷播植草、植被混凝土等技术,能够快速覆盖裸露坡面,形成稳固的植被防护层,显著提升土壤抗侵蚀能力。在某山区水库建设项目中,采用植被混凝土技术后,坡面植被覆盖率从不足10%提升至75%,有效减少了泥沙入河量。同时,河道疏浚、湿地修复等水资源保护措施,可改善水体自净能力,保护鱼类、鸟类等生物栖息地,对维护区域生态系统完整性具有重要意义。

1.2 提高水利工程效益

水土保持生态修复是保障水利工程长期稳定运行的重要基础。以河道型水利工程为例,若未做好水土保持工作,每年因泥沙淤积导致的库容损失可达总库容的0.5%-1%,严重影响工程调蓄功能。通过实施边坡防护、河道清淤等措施,可有效降低泥沙淤积风险,延长工程使用寿命。某灌区渠道工程采用生态护坡技术后,渠道

边坡稳定性显著增强,维护频次由每年3-4次降至1次,节约维护成本40%以上。此外,生态化改造后的水利工程可与周边自然景观融合,发展生态旅游产业。如浙江某水库通过生态修复打造滨水休闲带,每年吸引游客超20万人次,实现工程经济效益与生态效益双赢。

1.3 促进可持续发展

在生态文明建设背景下,水土保持生态修复是实现水利工程可持续发展的必然选择。传统水利工程建设往往注重短期效益,忽视生态保护,导致资源过度开发与生态退化。而雨水收集利用、植被固碳等生态修复技术,能够实现水资源的循环利用与生态系统服务功能的提升。在西北干旱地区某调水工程中,配套建设的雨水收集系统年利用雨水量达50万立方米,有效缓解了区域用水压力。同时,生态修复推动水利工程建设向绿色化转型,契合“双碳”目标与可持续发展理念,对促进区域经济、社会、生态协调发展,保障水资源永续利用具有深远意义^[1]。

2 水土保持生态修复技术的核心应用

2.1 植被恢复技术

2.1.1 喷播植草技术

喷播植草技术通过将草种、肥料、保水剂、黏合剂和水按科学比例混合成浆液,利用喷播设备均匀喷射至目标坡面。其中,保水剂可吸收自身重量数百倍水分,在干旱时缓慢释放,保障草种萌发;黏合剂增强浆液与坡面的附着力,防止冲刷流失。施工前需对坡面进行清理和平整,根据坡度和土壤条件调整喷播参数。该技术效率高、覆盖均匀,适用于坡度小于45°的土质或土石混合坡面,能快速形成植被防护层,有效固土护坡,减少水土流失,常用于水利工程边坡、矿山修复等场景。

2.1.2 香草根技术

香草根技术以香根草等深根系草本植物为核心,通过密集栽植构建生物防护体系。香根草根系发达,入土深度可达2-3米,抗拉强度高,可深入土壤裂隙锚固土体,有效抵御水流冲刷与坡面侵蚀。施工时按20-30厘米间距定植香根草幼苗,需确保根系舒展并压实根部土壤。该技术适应性强,能在贫瘠、酸性土壤甚至重金属污染环境生长,尤其适用于河道岸坡、水库坝坡等易受水力侵蚀区域,通过植物地上部分拦截雨水、地下根系固土,实现长效生态防护。

2.1.3 植被混凝土技术

植被混凝土技术是将水泥、骨料、腐殖质、保水剂、植物种子及添加剂按特定配比混合,喷射于坡面形成兼具防护与绿化功能的复合材料层。水泥赋予结构强度,保障坡面稳定;腐殖质与孔隙结构为植物生长提供基质和空间;添加剂调节酸碱度,优化植物生长环境。施工采用分层喷射,底层增强坡面抗冲刷能力,面层优化孔隙率至15%-25%,促进种子萌发与根系延伸。该技术突破岩质坡面绿化难题,广泛应用于高陡边坡、硬质岩面,实现工程防护与生态修复的有机结合。

2.2 边坡防护技术

2.2.1 刚柔一体防控体系

刚柔一体防控体系融合刚性支撑与柔性防护的双重优势。刚性结构以钢筋混凝土框架、锚杆为主,锚杆深入稳定岩土层,将框架牢固固定于坡面,承受较大滑坡推力,保障边坡整体稳定性;柔性防护材料如主动防护网、生态袋等,覆盖于刚性框架间,防护网可缓冲落石冲击,生态袋内填充土壤与草种,既能加固坡面,又利于植被生长。施工时需依据边坡地质条件精准设计锚杆间距、框架尺寸,柔性材料需紧密贴合坡面。该体系适用于地质条件复杂、坡度较大的边坡,兼顾工程防护与生态修复,有效抵御滑坡、崩塌等地质灾害。

2.2.2 点孔挖沟法

点孔挖沟法通过微地形改造提升边坡防护能力。在坡面上按等高线方向布置点状孔洞与浅沟,孔洞直径20-30厘米、深30-50厘米,内填碎石与腐殖土混合材料,形成微型集水区;浅沟深15-20厘米、宽20-25厘米,引导坡面径流有序汇入孔洞。此技术利用孔洞与浅沟滞蓄雨水、减缓径流速度,削弱水流冲刷力,填充材料为植物生长提供基质,促进植被扎根固土。适用于土质或风化岩坡面,尤其在降雨集中区域,以低成本、易操作的方式减少水土流失,且对原生生态破坏小,利于自然修复。

2.3 水资源保护与利用技术

2.3.1 河道疏浚与护岸工程

河道疏浚与护岸工程是改善河流水环境、增强河道行洪能力的关键举措。疏浚工程通过机械清挖或水力冲挖的方式,清除河道内淤积的泥沙、垃圾及障碍物,恢复河道过水断面,提升水流速度,减少泥沙沉积对河床的抬升作用,保障河道畅通。护岸工程则采用生态型或硬质结构防护河岸,生态护岸如石笼网、植被混凝土挡墙等,既能稳固岸坡防止坍塌,又能为水生生物提供栖息空间,增强水体自净能力;硬质护岸如混凝土挡墙,适用于冲刷严重区域,通过高强度结构抵御水流侵蚀。两者结合可有效降低水土流失风险,维持河道生态系统稳定,提升水利工程综合效益。

2.3.2 雨水收集与利用系统

雨水收集与利用系统通过对降雨进行截留、储存和净化,实现水资源的循环利用。该系统主要由收集管网、储存设施(如蓄水池、雨水罐)和净化装置组成。降雨时,通过屋顶、地面硬化区域的收集管网将雨水汇聚,经初期弃流装置去除污染物后,流入储存设施;净化环节采用沉淀、过滤、消毒等工艺,使雨水达到灌溉、景观补水等用水标准。在水利工程中,该系统可减少地表径流对坡面的冲刷,降低水土流失,同时缓解区域水资源供需矛盾,尤其适用于干旱缺水地区。

2.4 监测与管理技术

2.4.1 水土流失监测

水土流失监测通过多技术融合手段,对区域土壤侵蚀状况进行动态跟踪与量化分析。采用地面观测、遥感解译和模型模拟相结合的方法,地面观测依托径流小区、控制站等设施,直接测量降雨、径流和泥沙含量;遥感技术利用卫星影像获取大范围地表变化信息,识别水土流失区域;模型模拟则基于地理信息系统(GIS),结合地形、土壤、植被等数据,预测侵蚀趋势。通过长期数据积累与分析,可及时掌握水土流失强度、分布特征及变化规律,为生态修复工程设计、治理措施优化提供科学依据,助力精准防治水土流失,提升水土保持工程的针对性与有效性。

2.4.2 信息化管理平台

信息化管理平台整合物联网、大数据与云计算技术,构建水土保持工程全周期智慧管理体系。该平台通过传感器实时采集土壤湿度、坡面位移、水质指标等数据,经网络传输至云端进行存储与分析;利用GIS技术实现空间数据可视化,直观展示工程布局、治理进度与生态修复效果;内置决策支持模块,可根据监测数据生成风险预警,辅助管理者制定科学的维护方案。平台还具备多部门协同功能,实现数据共享与业务联动,提升管

理效率^[2]。

3 生态修复技术应用的挑战与对策

3.1 挑战分析

3.1.1 技术适应性不足

生态修复技术受地域条件制约显著。不同区域气候、土壤、地形差异大,现有技术难以普适。如喷播植草在干旱地区易因缺水枯萎,植被混凝土在高寒地带面临冻融破坏,盐碱地更使香草根技术成效大打折扣。此外,复合型生态问题频发,单一技术难以应对污染与侵蚀并存的复杂场景,且技术应用对施工工艺要求高,基层实操易偏离标准,影响修复效果。

3.1.2 资源投入缺口

生态修复需长期大量资金支撑,但资源供给与需求失衡。财政资金有限,难以覆盖项目全周期;社会资本因投资回报周期长、盈利模式模糊,参与积极性低。技术研发环节同样面临资源分散、产学研协同不足的问题,导致创新成果转化缓慢,制约生态修复技术的推广应用与迭代升级。

3.1.3 公众参与度低

公众对生态修复认知不足,阻碍技术落地。部分群众重短期经济利益,忽视生态保护价值,对植被恢复、河道整治等工程存在抵触。同时,宣传教育手段单一,缺乏针对性科普,公众难以理解生态修复对环境改善的长远意义。加之参与机制不健全,缺乏有效意见反馈与监督渠道,进一步削弱了公众参与的主动性。

3.2 对策建议

3.2.1 加强技术研发

针对生态修复技术适应性不足问题,需构建产学研协同创新体系。高校与科研机构应结合不同区域生态特征,开展专项技术攻关,研发耐旱、耐盐碱、抗冻融的新型植被恢复材料,如改良香草根品种以适应特殊土壤环境;优化植被混凝土配方,提升其在极端气候下的耐久性。同时,运用大数据与人工智能技术,建立生态修复技术智能决策模型,整合地形、气候、土壤等多源数据,实现技术方案的精准匹配与动态优化。此外,鼓励企业参与技术研发,通过设立生态修复创新基金、给予税收优惠等政策,加速科研成果转化,推动技术迭代升级,增强生态修复技术的普适性与实用性。

3.2.2 优化资源配置机制

为解决生态修复资源投入缺口,需建立多元化资金

筹措与高效配置机制。相关部门层面,加大财政专项资金倾斜力度,将生态修复纳入地方财政预算,并探索生态补偿横向转移支付,引导受益地区向修复区域提供资金支持。积极推广PPP模式,通过特许经营、收益共享等方式,吸引社会资本参与生态修复项目,例如采用“生态修复+文旅开发”捆绑模式,平衡项目短期与长期收益。同时,优化资源分配结构,利用信息化管理平台整合资金、设备、人力等资源,实现需求与供给的精准对接,提高资源使用效率;建立动态绩效评估机制,依据修复成效调整资源投入方向,确保资金效益最大化。

3.2.3 强化宣传教育

提升公众参与度需构建全方位、多层次的宣传教育体系。相关部门联合媒体机构,通过短视频、科普纪录片等大众喜闻乐见的形式,普及生态修复技术对防洪固土、改善水质等方面的重要意义,消除公众对工程建设的误解。在社区、学校开展主题宣传活动,组织生态修复实践体验,增强公众对生态保护的认同感与责任感。同时,完善公众参与机制,搭建线上线下意见征集平台,在工程规划阶段充分吸纳公众建议,设立生态监督员岗位,鼓励群众参与项目监督;对积极参与生态修复的个人或团体给予表彰奖励,激发公众主动性,形成全社会共同参与生态保护的良好氛围^[3]。

结束语

水利工程水土保持生态修复技术的应用,是平衡工程建设与生态保护的关键路径。实践表明,通过植被恢复、边坡防护等核心技术的系统应用,既能有效遏制水土流失,提升工程效益,又能推动生态系统的可持续发展。然而,技术适应性、资源投入及公众参与等挑战仍需持续关注。未来需强化技术创新、优化资源配置机制,并通过广泛宣传凝聚社会共识,推动生态修复技术向精准化、智能化方向发展,实现水利工程建设与生态保护的深度融合,为守护绿水青山、建设生态文明提供坚实的技术支撑。

参考文献

- [1]张小霞.水土保持工作在水利工程建设中的应用研究[J].农业科技与信息,2021(03):123-124.
- [2]曲波.水利施工水土保持生态修复技术的有效运用[J].科技创新,2020(06):124-125.
- [3]张丽萍.生态修复在水利工程水土保持生态建设中的应用[J].珠江水运2020(15):126-127