

水利水电工程中的水土保持措施研究与实践

慕胜利

固原市原州区水土保持工作站 宁夏 固原 756000

摘要：水利水电工程中的水土保持措施对于维护自然生态平衡和经济社会可持续发展至关重要。本文探讨了水土保持的重要性，并且分析了关键技术及在规划设计、施工和运行管理阶段的水土保持策略与实践，包括合理选址与布局、科学组织管理、定期维护和监测等，这些措施的实施有助于有效减缓水流速度，增加地表覆盖，提升土壤抗蚀能力，遏制水土流失，保护生态环境。

关键词：水利水电工程；水土保持；措施；实践

引言

水利水电工程作为调节水资源、促进能源开发的关键基础设施，在经济社会发展中发挥着重要作用，但是随着工业化、城市化进程的推进，水土流失问题日益严峻，给生态系统和经济社会发展带来了巨大挑战，所以在水利水电工程中实施水土保持措施，维护自然生态平衡，成为当前亟待解决的问题。本文旨在探讨水利水电工程中的水土保持措施及其在实践中的应用，以期对相关工程提供借鉴和参考。

1 水利水电工程中水土保持的重要性

水利水电工程中的水土保持措施具有举足轻重的地位，它直接关系到自然生态平衡与经济社会可持续发展的稳固基石，水土保持是在预防与治理由自然力量及人为活动共同引发的水土流失现象的综合性策略，是守护我们赖以生存与发展的水土资源的核心手段，水土的健康状态直接维系着生态系统的稳定性与多样性，进而深刻影响着人类社会的繁荣与进步。但是随着工业化、城市化进程的迅猛推进以及土地利用方式的不合理，水土流失问题正以前所未有的速度加剧，不仅导致土地生产力显著下降，自然灾害频发，水质安全受到严重威胁，生物多样性遭受破坏，而且给经济社会的稳定发展带来了严峻挑战。在此背景下，水利水电工程作为调节水资源、促进能源开发、确保防洪安全的关键基础设施，在规划、设计、施工及运行管理的全过程中，必须高度重视水土保持工作，通过科学合理的工程布局，结合植被恢复、梯田建设、沟头防护、淤地坝等工程措施与生物措施，有效地减缓水流速度，提升土壤的抗蚀能力，以遏制水土流失^[1]。

2 水土保持理论及关键技术

2.1 关键技术分析

2.1.1 护坡工程

在水利水电工程中，当边坡土体稳定性较差、存在滑坡风险时，挡土墙稳稳地阻挡土体的下滑，保护坡体的稳定，挡土墙类型多样，根据设计要求和地形条件可灵活选择，如重力式挡土墙结构简单、施工方便，适用于高度较低、土质较好的边坡；悬臂式挡土墙则通过悬臂结构抵抗土体压力，更适用于高度较高、土质较差的边坡；而扶壁式挡土墙在悬臂式基础上增加扶壁，稳定性更强，能够应对更高、更复杂的边坡条件。除挡土墙外，护坡桩也是一种重要的护坡技术，它通过打入钢筋混凝土桩或钢桩至坡体内部，与土体紧密结合形成整体，利用桩体的抗滑力和摩擦力抵抗土体下滑力，稳定坡体，在地质条件复杂、土体稳定性差的边坡中优势尤为明显。护坡桩施工方法多样，钻孔灌注桩适用于各种地质条件且对周围土体扰动较小，打入桩则施工速度快但更适用于土质较软地区。格构护坡也是一种行之有效的护坡方式，它利用钢筋混凝土或砖石等材料构建格构状结构，再在格构内填充植被或其他防护材料，有效减小土体下滑力并增强坡体整体稳定性。

2.1.2 排水工程

截水沟的主要功能是拦截坡面上方的来水，将这些水流安全引导至预定区域，防止坡面径流对坡体造成直接冲刷。截水沟的断面多采用梯形结构，沟底设计平整，沟壁保持适当坡度，以确保排水顺畅无阻。其尺寸设计需综合考虑坡面集雨面积、降雨量等多个因素，当集雨面积大、降雨量充沛时，会相应增加沟底的宽度和深度，以抵御更大的水流冲击。在山区水利水电工程中，截水沟发挥着至关重要的作用，它能有效拦截山坡上的雨水，防止雨水在坡面上汇聚成汹涌径流，极大减少了坡面的水土流失。而位于坡面下部的排水沟，负责承接截水沟的来水以及坡面产生的其他径流，迅速将这些水流排出，避免积水对坡面造成侵蚀和破坏。排水沟

的断面形式多样,其尺寸需根据排水流量、坡面汇水面积、降雨强度等因素来确定。为确保排水通畅,排水沟需保持一定的比降。在大型水利水电工程中,排水沟的长度可能长达数千米,这就需要工程师们精心设计其走向和坡度,以确保排水的有效性和可靠性。排水管网由管道、检查井、雨水口等一系列组件构成,能迅速收集地面雨水,并将其安全输送至排水出口。

2.1.3 拦渣工程

拦渣坝其工作原理是利用坝体的阻挡作用,将弃渣拦截在坝内,使其逐渐沉淀,随着时间的推移形成稳定的堆积体,从而显著减少对下游地区的影响。设计拦渣坝时,需综合考虑坝址的地形、地质条件、弃渣量及洪水流量等多重因素,选择地形狭窄、地质条件稳定的地段作为坝址,以降低工程量和投资。坝体的高度和尺寸则需根据弃渣量和洪水流量精确计算,确保能承受住弃渣和洪水的巨大压力。挡渣墙作为设置在弃渣场周边的直立式墙体,采用混凝土或砖石材料砌筑,具有高强度和稳定性,能有效限制弃渣的横向移动,确保弃渣场安全,尤其在地形平坦地区作用更为显著。堆渣场防护也是综合防护的重要措施,包括对堆渣场表面进行覆盖以减少雨水冲刷,常用土工布、塑料薄膜等材料;进行绿化以通过植被根系固定弃渣、减少水土流失并美化环境,以及设置排水系统及时排除积水,防止积水对弃渣的浸泡和冲刷,确保堆渣场稳定^[2]。

2.2 植物措施

2.2.1 植被恢复与重建

植被恢复与重建的成功关键在于植物品种的选择,干旱地区适宜选择沙棘和柠条等耐旱植物,沙棘以其极强的耐旱、耐寒和耐瘠薄能力,在恶劣环境中也能顽强生长,有效固定土壤;柠条同样根系发达,能深入地下汲取水分和养分,并改善土壤理化性质。而在酸性土壤地区,茶树和马尾松等耐酸性植物更为合适,茶树在酸性土壤中生长旺盛,枝叶茂密可有效拦截降雨,减少水土流失;马尾松则对酸性土壤适应性强,其深根系为土壤稳定性提供有力支撑。此外种植方式和养护管理也至关重要。播种适用于大面积植被恢复,虽操作简单、成本较低,但需注重种子质量和播种时间;植苗则适用于对成活率要求高的植物,能确保植被快速生长;扦插适用于易生根植物,在种植过程中,苗木选择和种植密度需妥善安排。

2.2.2 植物群落配置

乔灌草结合的群落结构作为一种备受推崇的理想配置模式,充分发挥了乔木、灌木和草本植物各自的特

性,乔木以其高大的树冠和发达的根系,有效减少雨滴对地面的冲击,拦截降雨,并增强土壤的稳定性,为水土保持提供坚实支撑。灌木枝叶茂密,在乔木下方形成第二层植被覆盖,进一步减少水土流失,其发达的根系也在浅层土壤中紧紧固定土壤颗粒。而草本植物生长迅速,能快速覆盖地面,减少地表径流的冲刷,同时其根系还能增加土壤孔隙度,提升土壤透气性和保水性,促进土壤健康生态循环。在选择植物群落配置时,必须充分考虑当地生态环境和工程需求,生态脆弱地区应优先选择适应性强、抗逆性好的植物群落,干旱、半干旱地区则宜选择耐旱、耐风沙的植物,它们不仅能在恶劣环境中生存,还能改善土壤环境,为其他植被生长创造条件。工程周边需要防护的区域,应根据防护要求选择根系发达、固土能力强的植物群落,增强边坡稳定性,防止滑坡和坍塌。植物群落配置还应高度重视物种多样性,丰富的物种多样性不仅能提高群落的稳定性和生态功能,还能促进不同物种间的相互协作,共同适应环境变化,发挥水土保持的综合作用。

2.3 农业措施

在山区水利水电工程周边,土地平整处理不仅遏制了水土流失,还保护了珍贵的土壤资源。同时梯田建设作为土地整治的有效方式,其台阶状结构能拦截地表径流,减缓流速,增加下渗时间,既减少水土流失,又提高土壤含水量,为农作物提供充足水分,还提升了农业生产效率和土地利用效率,尤其在丘陵地区,梯田建设有效治理了易发生水土流失的坡地,提高了农作物产量。农耕技术的改进也至关重要,等高种植技术沿坡地等高线种植,减缓地表径流速度,减少土壤冲刷,提高保水能力,使土壤侵蚀量大幅减少,农作物产量提高。免耕技术则通过不耕作土壤,保持土壤自然状态,增加土壤表面覆盖物,有效拦截降雨,降低溅蚀发生概率,显著提高土壤有机质含量,增强土壤抗侵蚀能力,在干旱和半干旱地区有效减少水土流失,提高土壤保水保肥能力。轮作技术通过轮换种植不同作物,改善土壤理化性质,提高土壤肥力,避免养分过度消耗,保持养分平衡,减少病虫害发生,降低农药使用量,不仅能提高土壤肥力,还能减少病虫害危害,显著提高农作物产量。

3 水土保持策略与实践

3.1 规划设计阶段水土保持策略

在水利水电工程选址时要综合考虑地形地貌、地质条件、植被分布和生态环境等多方面因素,避开生态敏感区域如自然保护区、风景名胜区和水源保护区,同时避免在地质不稳定区域如断层、滑坡易发区建设水库坝

址,以防工程建设和运行过程中引发地质灾害及大量水土流失。布局方面,应优化工程设施布置,减少对地表的扰动和破坏,合理安排施工场地、弃渣场、取土场等临时用地位置,确保它们远离河道、农田和居民区,并选择地势平坦、排水良好的区域作为施工场地,弃渣场设在低洼地带并采取有效拦渣和防护措施,取土场则选在植被稀疏、土壤贫瘠区域。此外优化工程方案也至关重要,需尽量减少开挖量,采用定向爆破、盾构法等先进施工技术和工艺减少对周边土体的扰动,合理安排施工顺序避免雨季大规模开挖和填方作业,优先建设排水工程确保施工区域排水畅通,减少地表积水对土壤的浸泡和冲刷。还要注重工程的生态设计,采用生态混凝土、土工格栅等生态友好型材料和结构,实现工程防护与生态修复的有机结合,使水利水电工程与周边自然环境融为一体,达到经济效益、社会效益和生态效益的有机统一。

3.2 施工阶段水土保持的措施与实施

在施工阶段,科学组织管理对减少水土流失至关重要。施工前,需对施工区域进行详细规划,明确施工范围并设置边界标识,防止施工活动超出规定区域。施工单位应制定严格施工计划,合理安排施工顺序,避免集中进行大规模易产生水土流失的作业。基坑开挖时,要先完成排水设施建设,确保雨水及时排出。而且要及时清理施工场地,将废弃土石、建筑垃圾等按规定地点堆放和处置,对临时堆放的弃渣采取覆盖、拦挡等防护措施,并定期清扫场地,保持整洁。此外临时防护措施是关键手段,可在开挖面和填方区域采用沙袋堆砌、土工织物铺设等临时挡土设施阻挡土壤滑落和流失。覆盖措施也常用,减少雨滴直接冲击,降低溅蚀概率,并且建设临时排水设施也不可或缺,应合理设置临时排水沟、集水井等,确保雨水迅速排出,排水沟断面尺寸和坡度需根据地形、降雨量等因素设计,并在排水沟末端设置

集水井收集沉淀雨水,减少泥沙进入自然水体,且临时排水设施需定期检查和维护^[3]。

3.3 运行管理阶段水土保持维护

在运行管理阶段,水土保持设施的定期维护和监测至关重要。应制定详细的维护计划,明确维护时间、内容和责任人员,并定期对护坡、挡土墙、排水系统等工程设施进行检查与修复,及时填补护坡裂缝,清理排水系统杂物和淤泥,确保设施完好且排水畅通。同时建立长期监测体系,运用地面观测、遥感监测、无人机监测等多种技术手段,定期获取水土流失相关数据,分析发展趋势,及时发现并处理潜在问题。工程周边生态环境的修复和管理也是关键,需加强植被养护管理,定期修剪、施肥、病虫害防治,适时补植更新,提高植被覆盖率和稳定性。还应开展生态修复工程,结合生物、工程和管理措施,恢复和改善受损生态系统,以恢复河流生态功能、改善水质、提高生物多样性,同时制定相关保护制度和措施,限制人类活动干扰,划定生态保护红线,禁止红线范围内开发建设,确保生态环境完整稳定。

结语

综上所述,水利水电工程中的水土保持措施是维护自然生态平衡和经济社会可持续发展的关键。通过实施护坡工程、排水工程、拦渣工程等关键技术,结合植物措施和农业措施,以及科学合理的规划设计、施工和运行管理策略,可以有效减缓水流速度,增加地表的覆盖,提高土壤的抗蚀能力,从而遏制水土流失。

参考文献

- [1]任倩.水利水电工程中的水土保持措施及其效果评估[J].工程施工新技术,2024,3(4):10.
- [2]陈娟.水利工程施工中的水土流失与水土保持措施分析[J].水上安全,2024(9):97-99.
- [3]张虎林.水利水电工程中的水土保持与治理措施探[J].工程研究与实用,2024,5(22):155.