

# 水利水电工程中的水土保持措施

张钦科

新疆兵团水利水电工程集团有限公司 新疆 乌鲁木齐 848000

**摘要:** 本文剖析水利水电工程水土流失成因,包括工程施工扰动、自然因素及运行后续影响。其水土流失具有形式多样、强度大及时空分布不均特点,危害土壤资源、河流水系与生态环境。提出系列水土保持措施,工程措施如设置挡土墙、截水沟、护坡;植物措施涵盖植树造林、种草护坡与植被恢复重建;临时防护措施包含临时拦挡、排水及覆盖。旨在减少水土流失,促进工程与生态环境协调发展。

**关键词:** 水利水电工程;水土保持;措施

## 引言

水利水电工程对能源供应与经济发展意义重大,但其建设与运行常引发严重水土流失问题。工程施工中的大规模作业破坏地表植被与土壤结构,复杂地形与降水条件又加剧侵蚀风险。水土流失不仅破坏生态环境,还影响工程安全与可持续性。因此,研究水利水电工程中的水土保持措施,对平衡工程效益与生态保护至关重要。

### 1 水利水电工程中水土流失的成因

#### 1.1 工程建设活动的直接扰动

水利水电工程建设涉及大量的土石方开挖、填筑、弃渣等作业。在施工过程中,大面积的地表植被被清除,原有的土壤结构遭到破坏,使得土壤抗侵蚀能力急剧下降。例如,大坝、溢洪道、引水隧洞等主体工程的施工,往往需要进行大规模的基础开挖,这会导致大量的土方裸露,在降雨和水流作用下极易产生水土流失。此外,施工道路的修建、施工场地的平整等活动,也会对周边地表造成不同程度的扰动,进一步加剧水土流失的风险。

#### 1.2 自然因素的影响

水利水电工程大多位于山区、峡谷等地形复杂、降水丰富的地区。这些地区地形起伏较大,坡度较陡,土壤在重力作用下本身就具有一定的不稳定性。同时,降水集中且强度大,短时间内大量降雨形成的地表径流具有较强的冲刷能力,能够迅速将裸露的土壤带走,造成水土流失。此外,部分地区可能存在强风天气,风力侵蚀也会对工程区及周边的土壤造成一定程度的破坏,加剧水土流失问题。

#### 1.3 工程运行的后续影响

水利水电工程建成运行后,水库蓄水会导致周边地下水水位上升,引起土壤沼泽化、盐渍化等问题,使土壤结构发生变化,抗侵蚀能力降低。同时,水库水位的

周期性涨落会对库岸产生冲刷作用,导致库岸坍塌、滑坡等现象,进而引发水土流失。此外,水电站运行过程中,水流状态的改变可能会对下游河道的冲刷和淤积情况产生影响,破坏河道原有的生态平衡,加剧河岸侵蚀和水土流失。

## 2 水利水电工程中水土流失的特点

### 2.1 水土流失形式多样

在水利水电工程建设与运行过程中,水土流失形式涵盖了水力侵蚀、重力侵蚀、风力侵蚀等多种类型。在施工期,由于地表扰动和降雨冲刷,水力侵蚀是主要的水土流失形式,表现为坡面径流对土壤的冲刷,形成面蚀和沟蚀。在山区等地形起伏较大的区域,重力侵蚀较为常见,如滑坡、崩塌等,对工程安全和周边生态环境造成严重威胁。在一些干旱、半干旱地区,风力侵蚀也不容忽视,风沙对工程设施和周边土壤的侵蚀作用明显。

### 2.2 水土流失强度大

水利水电工程建设规模大、施工范围广,施工过程中对地表的扰动剧烈,使得水土流失强度往往较大<sup>[1]</sup>。尤其是在土石方开挖、填筑集中的区域,如大坝基础施工区、弃渣场等,由于大量土方裸露,在短时间内会产生大量的水土流失。此外,工程运行期水库库岸的冲刷、下游河道水流状态改变等因素,也会导致局部区域水土流失强度增大,对生态环境的破坏较为严重。

### 2.3 水土流失的时空分布不均衡

从时间上看,水利水电工程水土流失主要集中在施工期,特别是在雨季和汛期,由于降雨量大且集中,水土流失问题更为突出。而在工程运行期,水土流失主要与水库水位变化、水流调节等因素相关,具有一定的周期性。从空间上看,水土流失主要集中在工程建设区,如大坝、溢洪道、施工道路、弃渣场等区域,这些区域由于工程活动的直接影响,水土流失较为严重。同时,

工程周边一定范围内的区域也会受到不同程度的影响,形成水土流失的扩散区。

### 3 水利水电工程中水土流失的危害

#### 3.1 对土壤资源的破坏

在水利水电工程的开展过程中,水土流失问题给土壤资源带来了极大的负面效应。大量原本肥沃的表层土壤,因水流冲刷等原因被无情带走。土壤中的关键养分,诸如有机质、氮、磷、钾等,也随土壤一同流失。这直接致使土壤肥力急剧下降,保水保肥能力大幅减弱。对于农作物而言,这样贫瘠的土壤环境严重影响其生长发育,难以提供充足的养分与水分支持。而对于植被恢复工作,同样面临重重困难,土壤条件的恶化使得植被扎根生长变得艰难。长此以往,更为严重的土壤沙化、石漠化问题便会接踵而至,土地逐渐丧失其生产能力,区域农业生产遭受重创,生态环境的可持续发展也受到极大阻碍。

#### 3.2 对河流水系的影响

水土流失所产生的大量泥沙,源源不断地涌入河流之中。泥沙的堆积使得河床不断抬高,河道的行洪能力随之降低。一旦遭遇强降雨等极端天气,洪涝灾害发生的风险便会显著增加,给周边地区带来严重的安全隐患。与此同时,泥沙淤积对水库、水电站等水利设施的正常运行产生了诸多不利影响。水库库容因泥沙淤积而减小,水电站的发电效率也会因设备被泥沙磨损等问题而降低,其使用寿命也被大幅缩短。不仅如此,水土流失还导致河流水质恶化。泥沙在流动过程中,裹挟着农药、化肥等污染物进入水体,这些污染物严重破坏了水生生态系统,使得水生动植物的生存和繁衍面临严峻挑战,许多物种数量锐减甚至濒临灭绝。

#### 3.3 对生态环境的破坏

水土流失严重破坏了原有的生态平衡。植被覆盖率因水土流失而降低,大量的泥沙淤积以及土壤侵蚀,改变了原本的地形地貌。这一变化直接导致动植物的栖息地遭到破坏,众多物种失去了赖以生存的空间,生物链也因此断裂,生物多样性大幅减少。更为严重的是,水土流失还极易引发山体滑坡、泥石流等地质灾害<sup>[2]</sup>。这些灾害的发生,对周边居民的生命财产安全构成了严重威胁,大量房屋受损,居民被迫撤离家园。同时,生态环境也遭受进一步的破坏,社会稳定也受到影响,区域的发展陷入困境。

### 4 水利水电工程中的水土保持措施

#### 4.1 工程措施

(1) 拦挡工程。在工程开挖边坡、填方边坡以及弃

渣场等周边设置挡土墙,可有效阻挡土体的滑落和崩塌。挡土墙的类型可根据工程地质条件、地形地貌以及水土保持要求选择,如重力式挡土墙、悬臂式挡土墙、扶壁式挡土墙等。重力式挡土墙依靠自身重力维持稳定,结构简单,施工方便,适用于高度较低、地基条件较好的地段;悬臂式挡土墙和扶壁式挡土墙则适用于较高的边坡和软弱地基,通过墙身的悬臂结构和扶壁增强稳定性。在弃渣场下游修建拦渣坝,可拦截弃渣,防止其随水流进入河道。拦渣坝应根据弃渣量、渣体性质以及地形地质条件进行设计,坝体应具有足够的强度和稳定性。同时,在坝体上应设置排水设施,如溢流口、排水涵洞等,以保证在暴雨等极端情况下坝体的安全。

(2) 排水工程。在工程开挖边坡、填方边坡的坡顶和坡脚设置截水沟,可拦截坡面径流,将其引至排水系统,避免水流对边坡的冲刷。截水沟的断面尺寸应根据设计流量进行计算,一般采用梯形或矩形断面。截水沟的材料可选用浆砌石、混凝土等,以保证其抗冲刷能力。在施工场地、道路两侧以及弃渣场等区域设置排水沟,将汇集的雨水引至排水出口。排水沟应具有一定的纵坡,以保证水流的顺畅。排水沟的形式可根据地形和排水要求选择,如明沟、暗沟等。明沟施工简单,便于清理和维护;暗沟则可减少对土地的占用,适用于对景观要求较高的区域。(3) 护坡工程。在土质边坡或风化严重的岩石边坡上,采用浆砌石护坡可有效防止坡面水土流失。浆砌石护坡应先对坡面进行平整和夯实,然后铺设反滤层,再进行浆砌石砌筑。浆砌石的强度等级应符合设计要求,砌筑应牢固、平整,灰缝饱满。对于坡度较陡、水流冲刷较大的边坡,可采用混凝土护坡。混凝土护坡可采用现浇或预制的方式施工,在护坡表面应设置排水孔,以排除坡体内的积水。混凝土护坡具有强度高、抗冲刷能力强的优点,但成本相对较高。格构护坡是在坡面上设置钢筋混凝土或浆砌石格构,在格构内种植植物或铺设防护材料。格构护坡可增强坡面的稳定性,同时利用植物的根系固土作用,达到水土保持的目的。格构的形式可根据边坡的坡度和地质条件选择,如菱形格构、矩形格构等。

#### 4.2 植物措施

(1) 植树造林。在水利水电工程建设区域内,选择适宜的树种进行植树造林是重要的水土保持植物措施之一。植树造林能够通过树木的根系固持土壤,增加土壤的抗侵蚀能力,同时树木的枝叶可以截留降雨,减少雨滴对地面的直接冲击,降低坡面径流速度。在选择树种时,应充分考虑当地的气候、土壤条件以及工程区的立

地条件等因素。例如,在干旱地区可选择耐旱性强的树种,如刺槐、沙棘等;在湿润地区可选择生长迅速、根系发达的树种,如杨树、柳树等。植树造林的密度应根据树种的生物学特性和水土保持要求合理确定,一般应保证树木在生长过程中能够相互遮荫、根系相互交织,形成良好的水土保持效果。(2)种草护坡。种草护坡适用于坡度较缓、土壤条件较好的坡面。草种的选择应结合当地的气候、土壤等自然条件,优先选用适应性强、根系发达、生长迅速、覆盖度高的草种,如狗牙根、黑麦草、高羊茅等。种草前,应对坡面进行整地处理,清除坡面的杂物、杂草,适当翻耕土壤,以提高土壤的透气性和保水性。种草可采用撒播、条播或喷播等方式,撒播时应注意均匀播种,条播时应保证行距和播深的一致性,喷播则适用于坡面较陡、人工播种困难的区域。种草后,应加强养护管理,及时浇水、施肥、除草,确保草种的出苗率和成活率。(3)植被恢复与重建。对于工程建设过程中破坏的植被,应进行有针对性的恢复与重建工作。首先,对工程建设区域进行生态评估,确定原有的植被类型和生态系统特征。然后,根据评估结果,选择乡土植物物种进行植被恢复,乡土植物对当地环境具有更好的适应性,能够更快地恢复植被群落结构和生态功能。在植被恢复过程中,可采用人工种植与自然恢复相结合的方式,对于一些生态条件较好、植被破坏程度较轻的区域,可适当减少人工干预,依靠自然演替恢复植被;对于植被破坏严重的区域,则需要通过人工种植、施肥、灌溉等措施促进植被的恢复与重建。同时,应注重植被群落的多样性,合理搭配乔木、灌木和草本植物,形成多层次、稳定的植被生态系统,提高植被的水土保持能力和生态服务功能。

#### 4.3 临时防护措施

(1)临时拦挡。在水利水电工程施工过程中,为防止施工过程中产生的临时堆土、弃渣等在降雨和水流作用下流失,需设置临时拦挡设施。临时拦挡可采用沙袋、土埂、编织布围栏等形式。沙袋拦挡是将装满土的沙袋堆积在临时堆土或弃渣的周边,形成简易的拦挡结构,沙袋应摆放整齐、紧密,防止缝隙过大导致水土流失。土埂拦挡则是在临时堆土或弃渣的边缘用土堆砌成一定高度和宽度的土埂,土埂应夯实,以增强其稳定

性。编织布围栏适用于对景观要求较高的区域,通过将编织布固定在木桩或钢管上,形成围栏,阻挡土壤颗粒的流失。临时拦挡设施应根据工程施工进度和现场实际情况及时设置和拆除,确保其在施工期间发挥有效的防护作用<sup>[1]</sup>。(2)临时排水。施工期间,为排除施工场地内的积水,防止雨水对施工区域的冲刷,需设置临时排水系统。临时排水可采用开挖临时排水沟、设置集水井等方式。临时排水沟的布置应根据施工场地的地形和排水需求合理确定,其断面尺寸和坡度应能满足排水流量的要求。排水沟可采用明沟形式,沟底和沟壁可采用塑料薄膜、彩条布等材料进行临时防渗处理,防止水流下渗造成周边土体的软化和坍塌。集水井应设置在地势较低处,用于收集施工场地内的积水,然后通过水泵将积水抽排至指定地点。临时排水系统应定期进行清理和维护,确保排水畅通。(3)覆盖措施。对于施工过程中临时堆放的土方、砂石料等,为防止其在降雨过程中遭受冲刷,可采用覆盖措施。常用的覆盖材料有塑料薄膜、彩条布、遮阳网等。在降雨来临前,将覆盖材料覆盖在临时堆土或材料表面,并用土袋或石块等重物压实,防止覆盖材料被风吹走。覆盖措施不仅能够减少雨水对堆土和材料的直接冲刷,还能降低扬尘污染,保护施工场地周边的环境。在施工结束后,应及时清理覆盖材料,避免其对环境造成二次污染。

#### 结束语

水利水电工程水土流失问题复杂且危害大,不容忽视。采用工程、植物及临时防护措施等科学水土保持策略,能有效减少水土流失,保护土壤、改善河流生态,维护生态平衡。未来水利水电工程建设与运行中,应持续重视水土保持,不断创新优化措施,最小化水土流失,实现工程与生态保护的协调发展,为人类社会可持续发展奠定坚实基础,确保环境与经济的和谐共生。

#### 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).
- [2]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).
- [3]刘斌,徐舟,潘文烽,等.大型水利水电工程水土保持监测的实践与思考[J].人民珠江,2023,44(z2):372-379.