

# The control effect of soil and water conservation measures during the construction period of water conservancy and hydropower projects on sediment loss

Ning Jiang<sup>1</sup> Anqiang Zhang<sup>1\*</sup> Chengfeng Li<sup>2</sup> Panpan Shan<sup>3</sup>

1. Shandong Dashun Construction Group Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257091, China

2. Shandong Zhaocaitong Project Management Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257000, China

3. Guangrao Hengze Real Estate Development Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257091, China

## Abstract

Large scale earthwork operations and vegetation destruction during the construction period of water conservancy and hydropower projects can easily cause serious sediment loss, exacerbating regional ecological and environmental pressure. To explore the control effect of soil and water conservation measures on sediment loss during the construction period, this article takes the construction period of water conservancy and hydropower projects as the research object. Firstly, the spatiotemporal distribution characteristics and main influencing factors of sediment loss during the construction period are analyzed. Then, commonly used soil and water conservation methods are systematically sorted out. Combined with actual engineering cases, the control effectiveness of different measures is evaluated from the aspects of sediment interception efficiency, improvement of soil physical and chemical properties, and ecological restoration effect. Finally, in response to the existing problems in the application of soil and water conservation measures during the current construction period, suggestions such as optimizing configuration and strengthening supervision are proposed to provide reference for soil and water conservation work during the construction period of water conservancy and hydropower projects, and to help promote the coordinated development of engineering construction and ecological protection.

## Keywords

Water conservancy and hydropower engineering; Construction period; Soil and water conservation measures; Sediment loss; Control effect

# 水利水电工程施工期水土保持措施对泥沙流失的控制效果

姜宁<sup>1</sup> 张安强<sup>1\*</sup> 李成峰<sup>2</sup> 山盼盼<sup>3</sup>

1. 山东大舜建设集团有限公司, 中国·山东 东营 257000

2. 山东招采通项目管理有限公司, 中国·山东 东营 257000

3. 广饶恒泽房地产开发有限责任公司, 中国·山东 东营 257091

## 摘要

水利水电工程施工期的大规模土方作业、植被破坏等活动易引发严重泥沙流失, 加剧区域生态环境压力。为探究施工期水土保持措施对泥沙流失的控制效果, 本文以水利水电工程施工期为研究对象, 先分析施工期泥沙流失的时空分布特征与主要影响因素, 再系统梳理常用水土保持手段, 结合实际工程案例, 从泥沙拦截效率、土壤理化性质改善、生态修复效果等方面评估不同措施的控制效能。最后, 针对当前施工期水土保持措施应用中存在的问题, 提出优化配置、强化监管等建议, 为水利水电工程施工期水土保持工作提供参考, 助力工程建设与生态保护协同发展。

## 关键词

水利水电工程; 施工期; 水土保持措施; 泥沙流失; 控制效果

## 1 引言

水利水电工程作为国家重要的基础设施, 在防洪、发电、

灌溉、航运等方面发挥着不可替代的作用。然而, 工程施工周期长、涉及范围广, 施工过程中的场地平整、基坑开挖、路基填筑、弃渣堆放等活动, 会大面积扰动地表土壤, 破坏原有植被覆盖, 导致土壤抗蚀性下降, 极易引发水土流失, 其中泥沙流失是最突出的问题之一。施工期产生的大量泥沙进入周边水体, 会造成河道淤积、水质恶化, 影响水利工程的正常运行和生态系统的稳定; 同时, 泥沙流失还会导致土壤肥力下降, 加剧区域土地退化, 制约当地农业生产和生态

【作者简介】姜宁(1988-), 男, 中国山东莘县人, 本科, 工程师, 从事水利水电施工研究。

【通讯作者】张安强(1989-), 男, 中国山东泰安人, 本科, 工程师, 从事水利水电研究。

环境可持续发展。近年来,随着中国生态文明建设的不断推进,水利水电工程施工期的水土保持工作受到高度重视,各类水土保持措施被广泛应用于工程建设中。

## 2 水利水电工程施工期泥沙流失特征分析

水利水电工程施工期泥沙流失是一个复杂的动态过程,受施工活动、地形地貌、气候条件等多种因素影响,其流失特征主要体现在时空分布、流失强度及泥沙来源等方面,明确这些特征是制定科学水土保持措施的前提。

从时间分布来看,施工期泥沙流失具有明显的阶段性和季节性。施工初期,场地平整、基坑开挖等活动集中开展,地表扰动剧烈,植被尚未恢复,此时泥沙流失强度较大;随着施工推进,部分区域完成防护措施布设和植被恢复,泥沙流失量逐渐下降;施工后期,工程收尾阶段的土方回填、场地清理等活动可能再次引发局部泥沙流失。在季节上,雨季是泥沙流失的高发期,降雨强度大、持续时间长,雨水冲刷扰动后的地表,极易产生坡面径流,携带大量泥沙进入周边水体;而旱季降水稀少,地表相对干燥,泥沙流失强度显著降低,主要以风力侵蚀产生的少量泥沙流失为主<sup>[1]</sup>。

从空间分布来看,施工期泥沙流失主要集中在施工扰动区域,呈现“点线面结合”的分布特征。“点”状流失区域主要包括弃渣场、取土场、施工营地等集中扰动区域,这些区域土壤裸露面积大、堆积松散,是泥沙流失的主要源头;“线”状流失区域主要为施工道路、输水管道铺设线路等,施工过程中形成的边坡、路基易受雨水冲刷,产生带状泥沙流失;“面”状流失区域主要是大面积的施工场地、基坑开挖区等,地表整体扰动后,坡面径流会造成区域性的泥沙流失。

从流失强度与泥沙来源来看,施工期泥沙流失强度普遍高于自然区域,尤其是在施工高峰期和暴雨季节,部分区域的土壤侵蚀模数可达到自然区域的10-20倍。泥沙来源主要包括三个方面:一是施工扰动产生的松散土壤,经雨水冲刷或风力侵蚀进入流失环节;二是弃渣场堆放的土石方,因防护措施不到位,在雨水冲刷下产生的泥沙流失;三是施工过程中产生的建筑垃圾、废渣等,随径流流失形成的泥沙污染物。这些泥沙不仅会造成土壤资源流失,还会携带施工过程中产生的污染物,对周边水体生态环境造成双重影响。

## 3 水利水电工程施工期泥沙流失影响因素

水利水电工程施工期泥沙流失的产生和发展是自然因素与人为因素共同作用的结果,其中人为因素是施工期泥沙流失加剧的主导因素,自然因素则为泥沙流失提供了必要的条件。

自然因素主要包括气候、地形地貌、土壤性质和植被覆盖等。气候因素中,降雨是影响泥沙流失的关键因子,降雨强度、持续时间和降雨频率直接决定了坡面径流的冲刷能力,高强度暴雨会显著加剧泥沙流失;风力则主要影响干

旱季节的泥沙流失,大风天气易引发土壤风蚀,产生扬尘和泥沙迁移<sup>[2]</sup>。地形地貌方面,坡度和坡长是重要影响因素,坡度越大,坡面径流的流速越快,冲刷能力越强,泥沙流失量越大;坡长越长,径流汇集的水量越多,对地表的冲刷作用越明显。土壤性质方面,土壤质地、结构、抗蚀性等直接影响泥沙流失的难易程度,砂质土壤孔隙大、黏结力弱,抗蚀性差,易发生泥沙流失;而黏质土壤黏结力强,抗蚀性较好,泥沙流失相对较轻。植被覆盖是抑制泥沙流失的重要屏障,植被的根系可固定土壤,叶片可截留雨水,减少坡面径流,降低冲刷强度,施工期植被破坏后,土壤失去保护,泥沙流失会急剧增加。

人为因素主要源于水利水电工程施工过程中的各类活动,具体包括施工扰动、施工工艺、防护措施和管理水平等。施工扰动是最主要的人为影响因素,场地平整、基坑开挖、弃渣堆放等活动会直接破坏地表土壤结构和植被覆盖,使土壤裸露,抗蚀性下降,为泥沙流失提供了物质基础。施工工艺的合理性也会影响泥沙流失,例如不合理的土方开挖顺序、边坡开挖坡度过大、弃渣堆放不规范等,都会增加泥沙流失的风险;而采用先进的施工工艺,如分层开挖、及时支护等,可有效减少地表扰动,降低泥沙流失强度。水土保持防护措施的布设与执行情况直接决定了泥沙流失的控制效果,措施配置不合理、布设不及时或执行不到位,会导致泥沙流失无法得到有效控制;反之,科学合理的防护措施可显著降低泥沙流失量。此外,施工期的管理水平也会影响泥沙流失,完善的管理制度、严格的监管措施可确保水土保持措施的有效落实,减少人为因素引发的泥沙流失。

## 4 水利水电工程施工期常用水土保持措施及控制效果

### 4.1 工程措施及控制效果

水利水电工程施工期控制泥沙流失的基础手段是工程措施。它主要借助修建各类构筑物来实现,这些构筑物可改变地表径流的路径,对泥沙起到拦截与疏导的作用,最终减少土壤侵蚀以及泥沙流失的情况。常见的工程措施有挡渣墙、排水沟、沉沙池以及护坡工程等。

挡渣墙一般设置在弃渣场、取土场这类集中堆渣的区域。它的关键作用是拦截堆放的土石方以及废渣,以此防止因雨水冲刷而造成泥沙流失。挡渣墙的控制成效主要由墙体结构、高度以及基础稳定性所决定。设计合理的挡渣墙可有效地拦截超过90%的弃渣泥沙,避免大量废渣流入周边水体。比如,某水利枢纽工程的弃渣场运用了浆砌石挡渣墙,墙体高度在5至8米之间,基础是依靠混凝土浇筑而成。经过监测,挡渣墙拦截泥沙的效率达到了92%,明显降低了弃渣场的泥沙流失风险。不过,挡渣墙建设要考虑地形条件和地质稳定性,防止因墙体坍塌引发二次灾害。

排水沟跟沉沙池大多时候配套安置。排水沟主要是

用来疏导坡面径流的,来防止雨水于施工区域聚集形成冲刷;沉沙池则是用于拦截径流里的泥沙,以此减少泥沙进入下水水体。排水沟的布设要依据施工场地地形,采用梯形或者矩形断面,保证径流可顺利排出;沉沙池要设置合理的容积以及流速,这样才能保证泥沙有效沉降<sup>[1]</sup>。某水电站施工区在边坡区域布设了梯形排水沟,还配套建设了3座沉沙池。经过监测,排水沟可疏导85%以上的坡面径流,沉沙池的泥沙拦截效率在75%-80%,有效减少了径流携带的泥沙量。定期清理沉沙池中的淤积泥沙,可保证其长期稳定发挥作用。

#### 4.2 植物措施及控制效果

植物措施属于水利水电工程施工期水土保持的长效举措。借助种植乔木、灌木以及草本等各类植被,实现地表植被覆盖的恢复,凭借植被的根系来稳固土壤、拦截雨水并减缓径流,达成控制泥沙流失以及改善生态环境的目标。植物措施有生态效益良好、可持续性较强的特性,是施工期水土保持措施里的关键构成部分。

植被恢复属于植物措施的关键部分。要依据工程区域的气候状况、土壤特性以及地形地貌等情况,挑选合适的植被品种,依照“适地适树、乔灌草相结合”的准则,搭建多层次的植被防护体系。在施工开始阶段,可以挑选生长速度较快、抗逆性较强的草本植物,像狗牙根、高羊茅等,迅速覆盖裸露的地表,降低短期的泥沙流失现象。随着施工的不断推进,逐渐种植灌木和乔木,比如紫穗槐、杨柳、松柏等,构建长期稳定的植被群落。某水利工程施工区在弃渣场复垦区域种植了狗牙根草本植物,搭配紫穗槐灌木以及杨柳乔木。经过1至2年的生长,植被覆盖率从施工初期的不到5%提高到60%以上,土壤抗蚀性明显提高,泥沙流失量相较于未恢复区域减少了65%至70%。

边坡绿化乃是植物措施于边坡防护里的具体运用。除了常见的植被种植之外,还涉及喷播绿化、植生袋绿化等先进技术手段。喷播绿化是把草种、灌木种、肥料以及土壤改良剂等混合材料借助喷播设备喷洒至边坡表面,形成植被覆盖层。这种方式适用于坡度较大且土壤条件欠佳的边坡。植生袋绿化则是将装有植被种子与营养土的植生袋堆积在边坡上,依靠植被生长来稳固边坡,适用于岩质边坡或者贫瘠边坡。某水电站施工区的岩质边坡运用了喷播绿化技术,喷播过后3个月便可形成均匀的植被覆盖层。经过监测可知,边坡泥沙流失量相较于未绿化区域减少了72%,植被的生长也改善了边坡的微生态环境,提升了区域的生态景观效果。

#### 4.3 临时防护措施及控制效果

临时防护措施主要是在施工期间发挥短期防护的作

用。针对施工高峰期以及暴雨季节这类泥沙流失风险比较高的时段,以及临时施工区域,采用临时性的防护手段,迅速拦截泥沙,降低短期内泥沙流失的风险。临时防护措施有施工便捷且见效快的特性,是综合防护体系里关键的补充部分。

常见的临时防护手段有土工布覆盖、彩条布覆盖、临时排水沟以及沙袋防护等。土工布覆盖与彩条布覆盖主要应用于裸露的施工场地、弃渣堆表面等地方,借助覆盖物阻挡雨水冲刷,减少土壤侵蚀以及泥沙流失。土工布有透气性良好、抗冲刷能力较强的特性,可重复利用,覆盖之后泥沙流失量可减少60%至70%;彩条布价格较为低廉,施工方便快捷,适用于短期裸露区域的防护,泥沙控制效率可达50%至60%。某水利工程在施工高峰期,针对裸露的基坑开挖区与弃渣堆运用土工布覆盖,并且结合临时排水沟疏导径流。经过暴雨之后监测,泥沙流失量相较于未防护时减少了65%,有效控制了短期的泥沙流失情况。

临时排水沟以及沙袋防护这两种措施主要是用来应对暴雨季节出现的突发性泥沙流失情况的。临时排水沟可迅速地将汇集起来的雨水进行疏导,防止出现大面积的冲刷现象;沙袋防护则可在边坡、河岸等地方堆砌成临时挡墙,以此来拦截泥沙和径流。某水电站在雨季快要到来之前,在施工道路边坡以及河岸区域布置了临时排水沟,并且用沙袋堆砌起了临时挡墙。暴雨期间,临时排水沟疏导了数量众多的坡面径流,沙袋挡墙拦截了大部分的泥沙,有效地避免了大规模泥沙流失情况的发生,保障了施工区域的安全以及周边水体环境的稳定。

## 5 结语

水利水电工程施工期间的泥沙流失控制属于工程建设和生态保护协同发展里的关键部分。科学运用水土保持措施是减少泥沙流失的关键所在。未来,随着水土保持技术持续发展,要强化新型水土保持材料以及技术的研发与运用,结合信息化手段来提高水土保持监测和管理水平,促使水利水电工程施工期的水土保持工作朝着精细化、智能化方向迈进,达成工程建设与生态保护的协调统一,为中国生态文明建设以及水利事业可持续发展给予有力支持。

#### 参考文献

- [1] 黄梦思,阎建忠,吴雅,周洪.西南高山峡谷区水土保持变化及驱动因素分析[J].西南大学学报(自然科学版), 2025, (11): 63-67
- [2] 邓小彬.水利水电工程中施工期水土保持措施对泥沙流失的控制效果[J].科技创新与应用, 2025, (31): 176-182
- [3] 李芳敏,李树平,李笑民,胡社成.内黄县生产建设项目水土保持方案编制工作实践及思考[J].中国水土保持, 2025, (11): 166-167