

# 水利水电工程施工中的生态保护技术创新与实践

朱洵

武义县国水水资源管理有限公司, 中国·浙江 金华 321200

**摘要:** 随着水利水电工程建设规模的不断扩大, 施工过程对周围生态环境的影响也越来越明显, 生态保护成为工程建设中需重视的问题。本文围绕水利水电工程施工中的生态保护技术, 阐述生态保护在这类工程中的重要性, 并分析目前工程施工中生态保护技术存在的不足, 提出了多个创新技术, 并结合实际工程案例, 探讨这些创新技术在实际应用中的效果。研究显示, 创新的生态保护技术能有效减轻水利水电工程施工对生态环境的破坏, 促进工程建设和生态保护协同发展, 为类似工程的生态保护提供参考。

**关键词:** 水利水电工程; 施工; 生态保护技术; 技术创新; 工程实践

## Innovation and Practice of Ecological Protection in Water Conservancy and Hydropower Engineering

Zhu Xun

Wuyi Guoshui Water Resources Management Co., Ltd., China Zhejiang Jinhua 321200

**Abstract:** With the continuous expansion of water conservancy and hydropower projects, the impact of construction on the surrounding ecological environment has become increasingly prominent, making ecological protection an important issue in project construction. Focusing on ecological protection technologies in the construction of water conservancy and hydropower projects, this paper expounds the importance of ecological protection in such projects, analyzes the deficiencies of existing ecological protection technologies in current engineering construction, and proposes several innovative technologies. Combined with practical engineering cases, it discusses the application effects of these innovative technologies. The research shows that innovative ecological protection technologies can effectively reduce the damage to the ecological environment caused by water conservancy and hydropower construction, promote the coordinated development of engineering construction and ecological protection, and provide a reference for ecological protection in similar projects.

**Keywords:** Water conservancy and hydropower engineering; Construction; Ecological protection technology; Technological innovation; Engineering practice

## 0 引言

水利水电工程作为国家重要的基础设施, 在防洪、发电、灌溉及水资源调配等方面发挥着无可替代的作用, 对保障国家能源安全和水资源安全意义重大。但是, 水利水电工程施工常会涉及大规模的土方开挖、混凝土浇筑、植被破坏等作业, 很容易引发水土流失、生物多样性减少、水体污染等一系列生态环境问题, 不仅会影响工程周边区域的生态平衡, 还可能限制工程长期稳定运行和区域可持续发展。因此, 深入研究水利水电工程施工中的生态保护技术创新与实践, 具有重要的理论价值和现实意义。本文通过梳理相关理论、研发创新技术以及分析实际工程案例, 为水利水电工程施工中的生态保护提供新的思路和方法, 推动水利水电工程行业朝着绿色、生态、可持续的方向发展。

## 1 水利水电工程施工中生态保护相关理论

### 1.1 生态系统稳定性理论

该理论指的是生态系统受到外界干扰后, 还能保持自身结构和功能相对稳定的能力。在水利水电工程施工过程中, 工程建设活动会对周边生态系统造成一定干扰, 比如破坏植被、改变地形地貌、影响水文情况等。

生态系统稳定性理论指出生态系统有一定的自我调节能力, 要是外界干扰在生态系统可承受的范围内, 生态系统就能通过自身调节机制恢复稳定; 但要是外界干扰超过了生态系统的承受能力, 生态系统的结构和功能就会遭到破坏, 严重时甚至可能导致生态系统崩溃。所以在水利水电工程施工中, 要充分考虑生态系统的稳定性, 合理规划施工方案, 控制施工干扰的强度, 确保工程施工对生态系统的影响在其承受范围内, 从而维持生态系统的稳定<sup>[1]</sup>。

## 1.2 可持续发展理论

该理论强调经济、社会和环境协调发展,追求满足当代人的需求,同时不影响后代人满足他们自身需求的能力。水利水电工程作为一项长期的基础设施建设项目,其建设和运行不仅要考虑当前的经济利益和社会需求,还要兼顾生态环境的保护和后代人的发展需求。

在水利水电工程施工中运用可持续发展理论,要求工程建设单位在追求工程经济效益的同时,重视生态环境保护,采取有效的生态保护措施,减少工程施工对生态环境的破坏,实现工程建设和生态环境保护一起发展。

## 1.3 生态修复理论

该理论是说通过人为干预,利用生态系统的自我修复能力,让受损的生态系统恢复到健康状态的理论。水利水电工程施工会对周边生态系统造成不同程度的损害,像植被破坏、土壤退化、水体污染等。根据生态修复理论,在工程施工结束后或者施工过程中,要及时采取生态修复措施,对受损的生态系统进行修复和重建。生态修复措施包括植被恢复、土壤改良、水体净化、栖息地修复等。比如,在工程施工区域的边坡上种植适合的植物,这样不仅能防止水土流失,还能恢复植被覆盖,改善生态环境;对施工过程中产生的废弃土方进行整理和改良,让其恢复成可利用的土地资源;对受污染的水体进行净化处理,提高水体质量,恢复水生生物的生存环境等。生态修复理论为水利水电工程施工中的生态保护提供了重要的理论指导,通过采取有效的生态修复措施,让受损的生态系统恢复到健康状态,实现生态环境的可持续发展<sup>[1]</sup>。

## 1.4 环境影响评价理论

该理论是在工程项目建设前,对项目建设可能给周边环境造成的影响进行预测和评估,并提出相应的预防和减轻不良环境影响措施的理论。在水利水电工程施工前,开展环境影响评价工作,是实现工程施工生态保护的前提和基础。根据环境影响评价理论,工程建设单位应该委托专业的环境影响评价机构,对工程施工可能给周边环境、水文情况、大气环境、声环境等方面造成的影响进行全面、系统的预测和评估。

通过环境影响评价,明确工程施工的主要环境影响因素和影响程度,提出有针对性的预防和减轻不良环境影响的措施。比如优化施工方案、设置环保设施、加强环境监测等。环境影响评价理论的应用,能为水利水电工程施工中的生态保护提供科学的决策依据,确保工程施工在生态环境保护方面合理可行。

## 2 水利水电工程施工中生态保护技术创新与实践

### 2.1 生态型施工材料应用技术创新与实践

传统的水利水电工程施工材料,像普通混凝土、水泥砂浆等,在生产和使用过程中常常会消耗大量的自然资源,产生较多的污染物,对生态环境造成一定影响。本文提出了生态型施工材料应用技术创新,主要包括新型环保混凝土和生态型护坡材料的研发与应用。

在新型环保混凝土板块,现已研发出一种主要用工业废渣做原料的绿色混凝土了。这种混凝土是拿粉煤灰、矿渣粉这些工业废渣,代替一部分水泥来用的,这样做不光能少用点水泥,减少混凝土生产时消耗的能源和排出去的二氧化碳,还能把工业废渣变废为宝,减少其对环境的污染,算是一举多得。

为了验证这种新型环保混凝土实用性、性能过不过关,曾在一个水利水电工程里投入使用。结果这混凝土的抗压能力、抗折能力这些硬性性能,都能达到工程设计的要 求;而且还挺耐用的,防水性、抗冻性都不错,就算是水利水电工程那种条件差、环境恶劣的地方,也能适应。所以这种新型环保混凝土,不管是从省钱的经济角度,还是从保护环境的角度看,效果都挺明显的<sup>[1]</sup>。

在生态型护坡材料板块,现已研发出新型生态袋护坡材料。这种生态袋是用强度高、还不易老化的无纺布做的,里面装的是土壤、草籽、有机肥这些混合起来的东 西。用生态袋护坡不仅施工简单,成本也不高,而且生态效果也不错,能有效防止边坡上的水土流失,还能让边坡重新长出植物,改善周围的生态环境。

曾有个水利枢纽工程做边坡防护的时候,用了这种新型生态袋护坡材料。施工的时候,把生态袋按照一定的大小和顺序堆在边坡上,就能形成稳定的护坡结构。同时浇水、施肥,做好养护工作,帮助生态袋里的草籽发芽、生长。一段时间之后,边坡上的植物覆盖率超过了90%,之前边坡水土流失、生态环境差的问题都解决了。所以这种生态袋护坡材料景观不仅效果不错,还能和周围的自然环境融合在一起,让整个工程看起来更美观。

### 2.2 施工期水土流失动态监测与防控技术创新与实践

水利水电工程施工期间常常会产生大量的露天土方,很容易引发严重的水土流失问题。传统的水土流失监测方法主要是人工巡查、采样分析等,存在监测范围小、监测频率低、数据准确性差等缺点,很难满足施工期水土流失

动态监测的需求。为此,本文提出了施工期水土流失动态监测与防控技术创新,主要包括基于遥感技术和地理信息系统(GIS)的水土流失动态监测技术,以及基于水土流失预测模型的精准防控技术。在基于遥感技术和GIS的水土流失动态监测技术方面,通过获取施工区域不同时期的遥感影像数据,利用遥感图像处理技术对影像数据进行预处理、解译和分析,提取施工区域的土地利用类型、植被覆盖度、露天土方面积等信息。再结合GIS技术建立施工区域的水土流失空间数据库,对水土流失状况进行动态监测和评估。这种技术能实现施工区域水土流失的大范围、高频率、高精度监测,及时掌握水土流失的动态变化情况,为水土流失防控提供准确的决策依据<sup>[9]</sup>。

在某大型水利水电工程施工中,就应用了这种水土流失动态监测技术。通过对施工区域不同时期的遥感影像数据进行分析,发现施工初期因为露天土方面积较大,水土流失比较严重;随着施工的推进,采取了一系列防控措施后,露天土方面积逐渐减少,植被覆盖度逐渐提高,水土流失状况有了明显改善。监测结果为工程建设单位及时调整水土流失防控措施提供了重要依据,有效控制了施工期的水土流失问题。

在靠模型预测精准防水土流失的技术板块,需先把影响水土流失的主要原因弄清楚,如雨下得急不急、土是什么类型的、有没有植物覆盖等,然后再设计水土流失预测的模型。该模型能根据施工地方的实际情况,算出不同施工阶段、不同区域会流失多少水土,这样后面想制定精准的防流失工作,就有科学依据了不会耽误进度。

曾有个水电站施工的时候,就用了这个模型。按照模型算出来的结果,专门对那些水土流失比较厉害的区域下功夫:修了截水沟和排水沟,弄了沉砂池,盖了防尘网,种植了临时的植物,用这些办法来防流失。并在施工的时候会跟着施工进度,根据实时监测到的水土流失情况,及时调整防控措施的力度和覆盖范围,这样才算真正做到了精准防水土流失。并且这套精准防控技术应用后,施工区域的生态环境得到了有效保护。

### 2.3 水生生物保护技术创新与实践

水利水电工程施工会对水生生物的生存环境造成一定影响,比如改变水文情况、阻断鱼类洄游通道、影响水体水质等,严重威胁水生生物的生存和繁衍。为了保护水生生物资源,维护水生生态系统的平衡,本文提出了水生生物保护技术创新,主要包括鱼类洄游通道修复技术和水体生态净化技术。

在鱼类洄游通道修复技术方面,针对水利水电工程施工阻断鱼类洄游通道的问题,研发出了一种新型的鱼道设计技术。这种鱼道采用仿自然的设计理念,模拟自然河流的水文情况和地形地貌,设置了适合的水流速度、水深、底质等条件,为鱼类提供良好的洄游环境。同时,在鱼道内设置了鱼类诱集装置和监测设备,吸引鱼类通过鱼道洄游,并对鱼类的洄游情况进行监测和记录。在某个水利枢纽工程中,应用了这种新型鱼道设计技术。实践结果显示,这种鱼道能有效吸引鱼类洄游,洄游鱼类的种类和数量逐渐增加,鱼类洄游通道得到了有效修复,保护了鱼类资源<sup>[9]</sup>。

在水体生态净化技术方面,针对水利水电工程施工可能导致水体污染的问题,研发出了一种基于人工湿地的水体生态净化技术。这种技术利用人工湿地中的水生植物、微生物、基质等组成的生态系统,对受污染的水体进行净化处理。人工湿地中的水生植物能吸收水体中的氮、磷等营养物质,微生物能分解水体中的有机污染物,基质能过滤水体中的悬浮物。

在某个水利水电工程的施工营地污水处理工程中,应用了这种水体生态净化技术。实践结果显示,这种技术对生活污水中的化学需氧量(COD)、氨氮、总磷等污染物的去除率均达到了80%以上,处理后的水质达到了国家地表水Ⅲ类标准,实现了施工营地污水的达标排放,保护了水体环境。

## 3 结语

本文围绕水利水电工程施工中的生态保护技术创新与实践展开了深入研究,取得了以下主要研究成果:

在理论方面,系统梳理了多个有效理论在水利水电工程施工生态保护中的应用,为生态保护技术的创新与实践提供了坚实的理论基础。这些理论的应用,能指导工程建设单位在施工过程中充分考虑生态环境的承载能力,实现工程建设和生态保护一起发展。

在技术创新方面,提出了生态型施工材料应用技术、施工期水土流失动态监测与防控技术以及水生生物保护技术等一系列创新技术。水土流失动态监测与防控技术提高了水土流失监测的准确性和防控的精准性,水生生物保护技术则保护了水生生物资源和水生生态系统平衡。

在实践应用方面,通过分析多个实际工程案例,验证了创新生态保护技术的可行性和有效性。实践结果显示,这些创新技术能有效减轻水利水电工程施工对生态环境的破坏,提高工程的生态效益、经济效益和社会效益,给类

似水利水电工程的生态保护提供了宝贵的经验和参考。

未来的研究方向应重点关注以下几个方面：一是加强对创新生态保护技术长期效果的监测和评估，为技术的优化和完善提供依据；二是针对不同地区、不同类型的水利水电工程，开展创新生态保护技术的适应性研究，制定个性化的生态保护方案，推动创新技术广泛应用；三是进一步加强生态保护技术和新兴技术的融合，为水利水电工程施工中的生态保护提供更先进、有效的技术支持。

#### 参考文献：

[1] 王浩，周祖昊，秦大庸等. 水利水电工程生态环境

保护关键技术研究进展[J]. 水利学报, 2021,52(5):529-540.

[2] 李锦秀, 李扬, 董增川等. 生态水利工程建设中的关键技术与实践[J]. 水科学进展, 2022,33(2):298-308.

[3] 陈兴茹, 王红瑞, 钱龙霞等. 水利水电工程施工期水土流失动态监测与防控技术[J]. 水土保持学报, 2020,34(3):1-7.

[4] 刘昌明, 何希吾, 李丽娟等. 中国水利水电工程生态效应与生态保护[J]. 地理学报, 2023,78(4):890-902.

[5] 张士杰, 王光谦, 李铁键等. 水生生物保护在水利水电工程中的应用研究[J]. 水利水电技术, 2024,55(1):156-165.