

Research on Slope Excavation and Support Technology in Water Resources and Hydropower Construction Projects

Yunyun Huo

Lianyungang Ganyu District Water Conservation Service Center, Lianyungang, Jiangsu, 222100, China

Abstract

In the field of water conservancy and hydropower construction, the importance of slope excavation and its subsequent support work is increasingly prominent. The paper delves into slope excavation and support technology, aiming to improve the stability and safety of the project. By analyzing the basic principles of slope excavation, it reveals its crucial impact on water conservancy and hydropower engineering, and further explores slope stability issues. It elaborates on various slope support technologies, including anchor rods, spray anchors, grid supports, etc., emphasizing the importance of selecting appropriate support technologies. With the continuous progress of technology, the application of intelligence has brought new development directions to slope support work and injected new vitality into the field of water conservancy and hydropower construction. The paper provides valuable reference and inspiration for professionals in related fields with its rigorous analysis and outlook for future development.

Keywords

water conservancy and hydropower; construction engineering; slope excavation; support technology

水利水电工程施工工程中边坡开挖支护技术研究

霍芸芸

连云港市赣榆区节约用水服务中心, 中国·江苏 连云港 222100

摘要

在水利水电施工领域, 边坡开挖及其后续的支护工作日渐凸显其重要性。论文深入探讨了边坡开挖与支护技术, 研究旨在提升工程的稳定性及安全性, 通过分析边坡开挖的基本原理, 揭示了其对水利水电工程至关重要的影响, 并进一步探究了边坡稳定性问题, 详细阐述了多种边坡支护技术, 包括锚杆、喷锚、网格支护等, 强调了选择合适支护技术的重要性。随着技术的不断进步, 智能化的应用为边坡支护工作带来了新的发展方向, 为水利水电施工领域注入了新的活力。论文以其严谨的分析和对未来发展的展望, 为相关领域的专业人员提供了宝贵的参考和启示。

关键词

水利水电; 施工工程; 边坡开挖; 支护技术

1 引言

水利水电施工工程挑战重重, 特别是面对复杂地质条件下的边坡开挖。这一环节不仅对工程的稳定性和安全性要求极高, 也对施工技术提出了更高的要求。论文针对边坡开挖及其支护技术进行了细致的研究, 旨在探索提高工程稳定性和安全性的有效方法。通过对边坡开挖基本原理的探讨, 论文揭示了边坡稳定性分析的重要性, 并详细介绍了目前常用的几种边坡支护技术, 如锚杆支护、喷锚支护等, 并分析了各技术的适用情况及其选择标准。同时, 论文也展望了边坡支护技术的新发展及智能化技术的应用前景, 力求为水利水电施工工程提供一种全新的视角和方法论^[1]。

2 边坡开挖工程概述

2.1 边坡开挖的基本原理

边坡开挖是水利水电施工中的一道关键工序, 其基本原理涉及岩土力学、工程地质学以及水文学。在施工过程中, 为了确保边坡的稳定性, 必须详细分析地质结构、地下水状况和岩土力学性质。正确地开挖边坡, 需依据边坡岩土材料的物理和力学参数, 制定合理的开挖角度和步骤, 预防潜在的滑坡和崩塌。开挖前, 通过地质勘察确立边坡的稳定性, 并采用适宜的支护措施, 如锚杆、钢筋网或者混凝土喷射层来加固边坡。边坡开挖应顺应地质条件, 在有限的空间里创造出安全有效的作业平台, 为后续施工项目如大坝、渠道建设提供坚实的基础。施工过程以监控为伴, 即时获取边坡位移、应力及孔隙水压力的数据, 确保工程安全并进行必要的调整。通过系统的分析和精准的执行, 边坡开挖不仅保障了施工人员生命安全, 也为水电站构筑了安全坚固的枢纽。

【作者简介】霍芸芸(1981-), 女, 中国江苏连云港人, 本科, 工程师, 从事水利水电研究。

2.2 边坡稳定性分析

边坡稳定性分析是水利水电工程中确保人员与设备安全的前提条件,其复杂性来源于多种内外因素的交互作用。边坡稳定性分析通常要考虑的因素包括但不限于地质构造的复杂性、降水的影响、地震荷载、物理侵蚀、人为活动以及地下水位变化等^[1]。实施稳定性分析时,不仅要对地质材料进行物理和力学性质的详尽测试,还要根据地形地貌和水文地质条件,采用数值模拟技术,模拟边坡在各种自然及人工荷载作用下的应力—变形关系。分析过程中,边坡的安全系数是一个关键指标,反映了边坡在特定条件下对抵抗滑动的能力。这一分析不仅涉及计算技术,还需结合工程经验与直观判断来评估风险,确保分析的准确性与适应性。利用现场监测数据,如应变计、测斜仪和土压力计等工具,实时更新分析模型,针对识别出的潜在不稳定因素制定相应的防治措施,如锚固、排水和加固等,保持边坡结构的完整性与稳定性。综合这些详细、实时的分析方法,为疑难复杂的边坡稳定问题提供了科学的决策依据,从而确保了水利水电项目施工和运行阶段的工程安全。

2.3 边坡开挖对水利水电工程的影响

边坡开挖在水利水电工程中扮演了至关重要的角色,它不仅影响到工程的初期施工速度和质量,还在很大程度上决定了工程的长期稳定性与安全性。在施工初期,通过合理的边坡开挖,能够为大型结构物如大坝、水库和电站的建设提供足够的空间与坚实的基底,确保结构物稳固可靠。然而,边坡开挖的不当操作可能导致地表水和地下水流动路径的改变,引起边坡稳定性问题和降低土体的承载能力,从而对下游水体和生态环境造成负面影响。此外,边坡开挖过程中产生的震动和应力重新分布,若未能得到有效控制,可能会诱发滑坡、塌方等地质灾害,对周边社区和环境安全构成威胁。为此,在执行边坡开挖时,须依据地质勘查结果及土体力学分析,采取适宜的施工技术和支护措施,如加设固定锚杆、排水系统和植被恢复等,以降低对工程和环境的不利影响^[2]。

3 边坡支护技术

3.1 支护技术的基本原则

边坡支护技术是确保水利水电施工安全的基石,涉及维持边坡稳定,防止滑坡和土体流失的一系列方法和措施。正确的支护技术遵循几个基本原则:①安全性原则,确保支护结构具有充足的强度和稳定性以抵抗自然及施工过程中可能出现的各种荷载^[2]。②经济性原则,要求在满足安全和功能需求的前提下,考虑成本控制,选择性价比最优的支护方案。③施工工艺必须灵活可靠,能够适应复杂多变的地质环境和不同施工阶段的特殊需求。而支持结构的可持续性和环保性也是不容忽视的,宜采用对环境干扰小,易于与自然融合的材料和技术。④边坡支护技术必须兼顾监控预警功能,通过安装位移监测设备、张力计等,实时监测支护结构的性能,

以便及时发现问题并采取措施。各类支护技术如锚杆、喷锚支护、格构梁和土钉墙等,都必须根据具体的地质条件、边坡稳定分析以及环境和社会因素综合考量后精心选用。

3.2 常用的边坡支护技术

3.2.1 锚杆支护

锚杆支护是在边坡支护技术中被广泛采用的一种方法,它通过在稳定的岩石深处设置锚固体,利用锚杆将边坡的不稳定岩土体与锚固体连接起来,从而提高边坡的整体稳定性。这种技术特别适用于岩土质地较差或者受外力影响较大的施工场合。在施工过程中,根据边坡的实际地质条件,设计合适长度和承载力的锚杆,并进行科学布置,然后将锚杆钻入预定深度并注入水泥浆以实现牢固锚固。锚杆的张拉施工,可以通过预应力的引入,以主动加强边坡体的稳定。而锚杆支护系统的成功关键在于对应不同地质条件选用正确类型的锚杆,如自钻式锚杆、扩张式锚杆或粘结式锚杆,并确保水泥砂浆充分灌填,以及锚杆与岩土体之间的粘结力。有效的锚杆支护不仅能大幅提升边坡的稳定程度,也能通过对边坡进行加固,降低滑坡风险,确保水利水电工程建设的顺利进行。

3.2.2 喷锚支护

喷锚支护结合了喷射混凝土与锚杆两大技术优势,形成强有力的边坡稳定体系,常应用于岩石条件复杂或地表易发生松散的工程场景中。此技术通过对边坡表面喷射一层或多层混凝土,形成连续坚固的支护层,以提供即时的稳定作用,并通过埋设锚杆来传递深层土体或岩石的拉力,实现对边坡的加固。喷锚支护的关键步骤在于喷射混凝土的质量控制以及锚杆的规划与施工,确保混凝土喷涂面层与原岩土紧密结合,增强界面的抗剪强度,同时配合锚杆的布置,通过锚固点将边坡体的稳定性延伸至更深层次。施工中选择喷射混凝土的强度、骨料级配和锚杆的类型、长度、布置密度等,根据具体地质和环境条件识别和优化,以确保整个支护体系的有效性,强化边坡的抗变形能力。喷锚支护操作简便且适用范围广,凭借其对边坡的即时稳定和长期锚固功能,有效避免了水利水电工程施工中可能遇到的一系列边坡稳定问题。

3.2.3 网格支护

网格支护技术在边坡稳定工程中的应用日益广泛,特别是在处理松散土体或岩石边坡的加固中展现出其独特的效益。这种方法主要通过边坡表面铺设金属网或合成材料网格,并与锚杆、喷射混凝土等技术组合使用,以形成一种复合支护体系。金属网或合成网的功能在于对边坡表面形成一种物理包裹,这种包裹能有效避免岩石或土体的继续风化与脱落,同时提供一定程度的防腐蚀和防水效果。当网格与锚杆相结合时,可以通过锚杆将边坡表面的负荷传递至更深层的稳定土层或岩层,从而增强整体的稳定性。若进一步与喷射混凝土结合,不仅加强了网格的固定,还能通过喷射混凝土形成一个更为连续坚硬的保护层,极大地提升边坡的整体稳定性。

3.2.4 深层搅拌墙

深层搅拌墙技术 (Deep Mixing Method, DMM) 是一种在土体深部通过搅拌来改善土质的地基处理技术。它包括使用带有搅拌刀片的长杆进行旋转并同时喷注水泥浆, 使得水泥与土体混合, 形成固化的土水泥柱。这些柱体在土中交错布布或连成墙, 提高了土层的整体强度与刚度, 有效控制了边坡的稳定性和渗透问题。深层搅拌技术适用范围广泛, 既能用于改良地基, 增强承载力, 也能用作防渗墙, 防止地下水渗漏, 尤其在水利水电工程中发挥重要作用。该技术在施工过程中, 通过调节水泥浆的配比、注入量和搅拌参数, 可以实现对改良体性能的控制, 以适应不同工程的需求^[9]。搅拌墙连续性和完整性, 是确保施工质量的关键因素。较之传统的挡土墙, 深层搅拌墙在施工中对环境的影响小, 并且成本效益比相对较高, 是边坡支护领域的常用且高效的技术之一。

3.2.5 土钉墙

土钉墙技术是边坡支护领域中一种有效的加固手段, 它通过将钢筋或钢杆等“土钉”横向插入边坡土体中, 并在边坡表面施加喷射混凝土或其他面层材料, 形成一种与土体共同工作的支护结构。土钉作为一种主动加固措施, 能够改善土体的力学性能, 增加土体自身的抗剪强度, 同时借助喷射混凝土面层提供面部稳定性, 有效预防边坡的地表侵蚀与滑移问题。在施工过程中, 根据边坡的具体情况, 精确设计土钉的长度、角度与密度, 确保能够有效地锚固在稳定的土层内, 从而形成一个整体性较强的支护系统。与其他边坡支护方式相比, 土钉墙具有施工速度快、对环境的干扰小以及成本相对较低等优点, 特别适用于城市环境中边坡的稳定处理和临时开挖工程的支护, 是水利水电施工过程中经常采用的技术之一。

4 新技术与应用前景

4.1 边坡支护技术的新发展

边坡支护技术的新发展主要体现在材料创新和工程技术的精细化管理上。随着生态环保意识的提升和材料科学的进步, 生态支护材料如生物工程材料 (BET) 结合植物、生物降解材料等被更广泛地应用于边坡稳定性增强, 旨在实现边坡工程的绿色化、生态化。通过植被的根系增强土体力学性能, 同时改善环境景观, 达到边坡稳定与生态恢复的双重目的。此外, 智能化技术的引入, 如物联网 (IoT) 传感器、

无人机监测以及人工智能 (AI) 分析等技术, 使得边坡支护工程的设计、施工和后期维护更加科学化、精准化。通过实时监控边坡的位移、裂缝、土壤湿度等关键指标, 可实现对潜在滑坡等危险预警, 进而提前采取相应的支护或加固措施。这些新兴技术的应用, 大幅提升了边坡支护的安全性和可靠性, 同时降低了人力和物力成本, 展现了在水利水电施工领域对于边坡支护技术持续创新的需求与趋势^[1]。

4.2 智能化技术在支护工程中的应用前景

智能化技术在支护工程中的应用前景十分广阔, 主要体现在提升工程的效率、安全与生态效益上。利用物联网传感器实时收集边坡位移、土体水分、裂缝发展等数据, 支持工程师进行精准分析与评估, 预测潜在的地质灾害风险。结合大数据和人工智能, 可以对海量监测信息进行高效处理, 通过模型训练优化施工方案, 甚至进行自适应调整以应对复杂多变的地质条件。无人机技术的引入也极大地提高了监测工作的安全性和便利性, 通过高清摄像记录边坡状态, 为后期分析提供直观的视觉资料。此外, 智能机器人在施工现场的应用逐步增多, 它们能在恶劣或危险的环境中代替人工执行诸如安装土钉、进行喷射混凝土等任务。未来, 随着技术的不断发展和成本的降低, 智能化将更深入地融入支护工程的各个环节, 从而提高支护结构的稳定性及工程的经济性, 还将极大促进支护工程与环境保护的和谐共生。

5 结语

边坡开挖工作, 如同绘制水利水电工程的精妙篇章, 要求严苛的技术和细腻的工艺。论文经过深入的理论分析及综合实践总结, 阐述了边坡支护的多维度技术方案, 提升了对此类工程风险的控制能力。论文所探讨的支护技术, 包括但不限于锚杆和喷锚技术, 透彻地指明了它们在确保边坡稳定中的重要角色。智能化技术的注入, 更是为传统方法带来了创新的触点, 拓宽了未来工程技术的可行性。论文的研究成果, 为同行提供了有利的参考, 同时引导未来的研究方向, 为水利水电工程的安全与效率开拓了新天地。

参考文献

- [1] 杨正. 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术施工技术[J]. 大众标准化, 2023(21):35-37.
- [2] 区铭莲. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J]. 江西建材, 2022(7):3.
- [3] 汪静, 李蓉. 水利水电工程建设的边坡开挖支护[J]. 水电水利, 2023, 7(7):25-27.