

水利水电工程高边坡施工技术及安全措施

王东芳¹ 陈克福¹ 罗强²

1 湖北水总水利水电建设股份有限公司 湖北武汉 430050; 2 湖北云水建设工程有限公司 湖北武汉 430079

DOI: 10.12238/ems.v7i4.12624

[摘要] 水利水电工程在改变自然界不友好的河流和水库的时候,经常面临一个棘手的问题——高边坡施工。这些工程不仅仅是关于浇注大量的混凝土和安装巨大的水轮机,更在于如何在地势险峻的环境中,稳稳当当地打造一道道稳如泰山的边坡。高边坡施工的复杂性源于地质条件的千变万化和施工环境的多样性。为了确保工程的顺利进行,设计方案必须不断优化,施工工艺需要探索新技术,安全措施也不容有失。这一切都为了实现工程的稳定性、安全性和经济效益的最佳平衡。

[关键词] 高边坡施工; 水利水电; 边坡设计; 施工工艺; 安全措施

一、引言

高边坡施工在水利水电工程中扮演的角色无人能替代。面对山体、岩层、土质的不断变化,施工人员仿佛是和大自然进行一场旷日持久的谈判。在这场谈判中,边坡设计需要考虑角度与稳定性,确保在不影响其原貌的前提下拥有较高的稳定性。地质勘察的精确度和材料选择的适宜性将直接影响施工难度。而施工工艺上,挖方与填方技术是技术活,支护手段则是工程保证。得益于现代科技,自动化与智能化的加入让施工得以更精准也更安全。没有相应的安全措施,任何技术都可能一败涂地,这也是我们关注的核心。

二、高边坡施工技术

1. 边坡设计

在水利水电工程高边坡施工中,边坡设计是确保结构稳定性与安全性的重点。边坡角度的选择直接影响着工程的长远安全。角度过陡可能导致坡体不稳定,而过缓又可能增加施工难度和成本。因此,边坡角度的设计需要在安全与经济之间取得平衡。通常会综合考虑地质条件、降雨影响、施工方法等多方面因素决定最佳角度。这种精密的设计要求不仅是技术问题,更是对自然的尊重和对人类需求的深刻理解。地质勘察是整个设计的基础。通过详细的地质勘察,工程师可以获取关于土层结构、地下水流动及地质应力等关键信息。这些数据有助于评估边坡的潜在风险,指导材料选择和加固策略。材料的选择不仅要关注强度和耐久性,还需考虑其生态环境影响及可持续性。现代工程中,绿色材料的引入逐渐成为趋势,这是对环境的保护,也是对未来的责任。边坡设计既是一门科学,也是一门艺术,需要在自然规律中找到工程学的平衡。对这一领域的深入研究和创新实践,将为水利水电工程的安全施工提供有力支持^[1]。

2. 施工工艺

(1) 挖方与填方技术

在水利水电工程高边坡施工中,挖方与填方技术是确保边坡稳定性与安全性的关键环节。挖方技术要求精准度极高,充分考虑地质条件、斜坡角度以及土体性质。高效的挖方往往先依赖先进的地质勘查与数值模拟,通过建立详细的三维模型,预测挖方过程中的不稳定因素。这种方法有助于识别

潜在的滑坡风险,从而制定针对性的支护加固措施,不仅提高工程效率,也为施工安全提供了保障。填方技术同样不容忽视。选材方面,宜采用经过严格筛选的填料,以确保其压实度与稳定性。分层填筑与逐层压实施工是填方技术的基础,其关键在于每层的厚度控制与压实度检测。在这其中,高精度仪器的使用至关重要。填方工程中往往忽略了处理填土与自然土之间的结合面,这里恰恰是影响整体稳定性的薄弱点,应该特别注意结合面的处理与过渡设计。总体而言,挖方与填方技术的合理选择与优化,是高边坡施工中提高工程安全性与经济性的核心所在。这不仅需要技术层面的创新,更需管理上的精细化与严谨态度。解决这些问题,方能在风险与挑战中铸就更高标准的工程。

(2) 边坡支护方法

边坡支护是水利水电工程施工中至关重要的一个环节,特别是在地质条件复杂的高边坡作业中。锚杆支护是一种常用的方法,其通过将锚杆钻入稳固岩层中,以增强边坡的整体稳定性。在实施锚杆支护时,针对地质条件使用不同材料 and 设计长度的锚杆,可以有效抵抗拉应力和剪切应力,为边坡提供动态和静态的加固。这种方法具备施工速度快和适应性强的优点,已成为边坡工程中的经典选择之一。桩基支护则以其较高的承载能力和长久性占据一席之地。使用混凝土灌注桩、高压旋喷桩等桩基形式,能够承载较大的上部荷载,并通过其摩擦力和端承力提供额外的支护。桩基支护适用于承载力要求高的工程场景,但也对施工设备和技术提出了较高要求。因此,在工程预算和施工条件允许时,桩基支护是一种稳健可靠的选择。面对地下水的威胁,引排技术的设计至关重要。合理设计排水孔和集水廊道,引导并控制地下水流动,能有效减少水压对边坡稳定性的影响。近年来,渗透性材料的应用和智能监测技术的发展,使得地下水引排不仅能保护边坡安全,还能优化水资源利用。每种支护方法都有其适用的边界,需根据特定的地质、经济、环境条件进行综合考虑。只有在充分了解并合理应用这些技术的基础上,才能确保水利水电工程的长久安全与稳定^[2]。

(3) 施工设备

在水利水电工程的高边坡施工中,施工设备的选择直接

影响工程进度、安全性及经济效益。机械的选择不仅要适应地形复杂、空间狭小的施工环境,还需满足高效、安全作业的要求。对于高边坡施工,挖掘机、钻机和锚固设备是关键。其中,臂长可调的挖掘机能够在陡峭的斜坡上操作自如,而高效的钻机则保障了锚固作业的深度和精准。智能化施工技术的引入,为高边坡施工带来了质的飞跃。自动化设备不仅提高施工效率,在重复性操作中更能保持高精度和一致性,减少人为失误的可能性。这不仅是技术能力的提升,更是对施工管理理念的革新。物联网技术用于设备监测,实时反馈机械状态,推动施工过程由经验判断转向数据驱动,大大提升了施工安全性与效率。随着机器学习和人工智能的不断发展,施工设备将能够自主分析工况数据,优化作业路径,甚至进行自主决策。这一切令高边坡施工不再是单纯的力气活,而是高科技应用与工程实践的深度融合。未来,高智能机械或将成为高边坡施工工艺中不可或缺的部分,推动水利水电工程建设向着更智能、更安全、更高效的方向不断前进。

三、安全措施

1. 施工前准备

在水利水电工程的高边坡施工中,施工前的准备工作至关重要,尤其是安全教育与培训及施工方案的审核与优化。这些措施不仅关乎工程的顺利推进,更关系到现场施工人员的安全和整体施工环境的风险控制。安全教育与培训是确保施工现场安全管理的基石。有效的安全教育不仅是传授施工中的安全技能,更是提高全员安全意识的关键。培训应该结合实际案例,通过互动和参与式学习,增强施工人员对安全规程的理解和记忆。这样的培训不仅可以提高他们在危急情况下的应变能力,也能够让每一位参与人员深刻认识到遵守安全规程的重要性。施工方案的审核与优化是实施高效安全管理的核心环节。方案的审核不应流于形式,而应深入到施工的每一个细节。这需要对施工环境、地质条件和预期中的所有风险进行全面评估,并制定相应的应对措施。方案的优化则要在确保安全的前提下,提高施工效率和资源利用率。通过将施工方案与前沿技术和先进设备相结合,可以在减少风险的同时,提升整体施工质量。准备工作不仅仅是施工开始前的例行公事,而是工程全生命周期不可或缺的一部分。经过充分的准备,施工过程中的安全隐患才可能被降到最低,确保工程进度和施工人员在可控的环境中作业^[3]。

2. 施工过程中的安全管理

在水利水电工程高边坡施工过程中,安全管理是重中之重,尤其体现在监测与预警系统以及安全防护设施的设置上。高边坡施工环境复杂,地质条件多变,潜在危险因素众多。通过精准的监测与预警系统,施工团队能够实时掌握边坡的稳定性、变形趋势及潜在的滑坡风险。这些系统通常整合了多种监测技术,如激光扫描、倾斜监测、地质雷达等。合理选择技术的同时,保证数据的即时性和准确性是至关重要的。高效预警机制的建立,可以为施工人员提供充足的反应时间,避免灾难性后果。安全防护设施的设置亦不容忽视。临边作

业时,安装稳固的防护栏杆、围挡和警示标志是基本要求。此外,需要根据坡度和土质情况适时调整支护结构,如加设锚杆或拱形支撑,确保施工面的稳定。根据实际需求,设置紧急撤离路线和应急避难所,增强整个施工区域的安全感,至关重要。更为关键的是,高边坡施工的环境意识和安全文化,应植入所有人员的心中,形成从上至下的责任传导机制。只有人人都具备高度的安全意识,安全管理措施才能真正发挥其效能。安全不是口号,而是行动;是持续的关注,而非短暂的重视。

3. 应急预案

在水利水电工程的高边坡施工中,应急预案的制定和执行是一项至关重要的工作。紧急情况的应对措施需要全面考虑各种可能的突发事件,包括自然灾害如暴雨、滑坡等,以及人为事故如设备故障和人员伤害。为此,必须建立完善的预警系统和实时监测网络,及时获取现场情况,以便做出快速反应。事故处理与救援体系是整个应急预案的核心。建立高效的救援体系关键在于人员培训和物资储备的充分性。现场工作人员需定期接受专业的应急演练以提高应急反应能力;与此同时,必须在施工现场储备足够的救援设备,如急救箱、支撑工具和通讯设备,以便在关键时刻迅速支援。此外,明确的责任分工和信息传递渠道是事故处理的生命线,有助于避免混乱,提高处置效率。值得注意的是,心理援助也是安全措施中不可忽视的一环。在应急事件的高压环境下,帮助施工人员保持冷静和解决问题的信心,会显著提升整个团队的应对效果。只有在技术防护和心理支持双管齐下,才能在危急关头护航工程安全,保护人员生命财产不受损害^[4]。

结语

高边坡施工在水利水电工程中是绕不开的一道坎。要想在科技与自然之间找到最佳平衡,必须在设计、施工和安全管理的无缝衔接。经过严格的地质勘察和设计优化,确定合理的边坡角度和所需的支护体系,采取科学的施工工艺,选择合适的机械设备是关键。而安全方面,系统化的监测预警、可靠的防护设施以及完备的应急预案将是保障施工顺利进行的重要法宝。高边坡施工如同一场大考,考验的是设计者的智慧、施工者的经验,以及整个团队协作的默契。准确的实施计划和严格的质量、安全管理无疑是这种工程的基石。

[参考文献]

- [1] 卢树盛, 向能武, 孙云志. 高边坡勘察新技术在水利工程中的应用现状、挑战与展望[J]. 中国水利, 2024, (14): 44-50.
- [2] 张璐. 水利工程施工中高边坡开挖爆破与支护技术的应用[J]. 石材, 2023, (08): 28-29.
- [3] 曹钢进, 黄志华. 水利水电工程中高边坡开挖支护施工技术[J]. 珠江水运, 2023, (07): 9-11.
- [4] 杨明辉, 罗超. 水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用研究[J]. 工程建设与设计, 2022, (24): 180-182.