

Analysis and application study of slope excavation and support technology during water conservancy and hydropower construction

Hui Xiao

Sinohydro Infrastructure Corporation Limited, Tianjin, 301700, China

Abstract

As an important part of national infrastructure construction, the construction quality and safety of water conservancy and hydropower projects are of great importance. Slope excavation and support technology plays a key role in water conservancy and hydropower construction, which is related to the stability of the project and the safety of the surrounding environment. This paper analyzes the principle and common types of slope excavation and support technology in the process of water conservancy and hydropower construction, and discusses the implementation effect combined with practical application cases. At the same time, the problems and solutions in the construction process are studied, aiming to promote the reasonable application and optimization of slope excavation and support technology in water conservancy and hydropower projects.

Keywords

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

水利水电施工过程中边坡开挖支护技术分析与应用研究

肖辉

中国水电基础局有限公司, 中国·天津 301700

摘要

水利水电工程作为国家基础设施建设的重要组成部分,其施工质量与安全至关重要。边坡开挖支护技术在水利水电施工中起着关键作用,关系工程的稳定性和周边环境安全。本文分析水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的原理、常见类型,并结合实际应用案例探讨其实施效果,同时对施工过程中面临的问题及解决策略进行研究,旨在促进水利水电工程中边坡开挖支护技术的合理应用与优化。

关键词

水利水电施工; 边坡开挖支护技术; 稳定性

1 引言

水利水电工程通常涉及大规模的土石方开挖,边坡作为工程建设的重要组成部分,其稳定性对整个工程的安全运行具有决定性影响。在施工过程中,由于地质条件复杂、开挖深度大、施工环境恶劣等因素,边坡容易出现坍塌、滑坡等安全隐患。因此,合理选择和应用边坡开挖支护技术,确保边坡在施工期间及后续运行中的稳定性,是水利水电工程建设面临的重要课题。有效的边坡开挖支护技术,不仅保障施工人员的安全,提高工程建设效率,还能减少对周边生态环境的破坏,实现水利水电工程的可持续发展。

2 边坡开挖支护技术在水利水电施工中的重要性

2.1 保障工程安全

水利水电工程中的边坡承受着巨大的岩土压力、水压力以及地震力等多种荷载作用。如果边坡稳定性不足,在施工过程中可能发生坍塌、滑坡等事故,不仅会造成工程建设中断、延误工期,还导致人员伤亡和财产损失。采用合适的边坡开挖支护技术,增强边坡的抗滑能力,提高边坡的稳定性,从而保障整个水利水电工程的安全建设和运行^[1]。

2.2 保护周边环境

水利水电工程建设通常位于山区或河流附近,周边生态环境较为脆弱。不合理的边坡开挖可能引发水土流失、山体滑坡等地质灾害,对周边植被、水体等生态环境造成严重破坏。科学的边坡开挖支护技术,可有效控制边坡的变形和位移,减少对周边土体的扰动,降低地质灾害发生的风险,

【作者简介】肖辉(1982-),男,中国湖北武汉人,本科,高级工程师,从事水利水电施工新技术新工艺研究。

保护周边生态环境,实现工程建设与生态环境保护的协调发展。

2.3 提高工程质量

良好的边坡稳定性,是水利水电工程质量的重要保障。在施工过程中,对边坡进行合理的开挖和支护,为后续的工程施工创造稳定的基础条件。在大坝、溢洪道等主体工程施工前,对边坡进行有效的支护,能确保施工场地的安全,避免因边坡问题导致的施工质量缺陷,从而提高整个水利水电工程的质量^[2]。

3 水利水电施工中边坡开挖支护技术分析

3.1 边坡开挖技术

3.1.1 分层分段开挖技术

分层分段开挖是水利水电施工中常用的边坡开挖方法。该方法根据边坡的高度、地质条件等因素,将边坡沿垂直方向分成若干层,每层再沿水平方向分成若干段进行开挖。分层分段开挖能够有效控制开挖过程中的边坡稳定性,减少一次开挖深度和范围,降低边坡土体的应力变化,同时便于施工人员进行边坡支护作业。例如,在某大型水利枢纽工程的边坡开挖中,根据边坡高度和岩石特性,将边坡分为5层,每层高度为8~10米,每层又分为若干段,每段长度根据地形复杂程度确定为10~20米。通过分层分段开挖,有效保证了边坡的稳定性,提高了施工效率^[3]。

3.1.2 预裂爆破技术

预裂爆破是在主爆区爆破之前,沿设计轮廓线先爆出一条具有一定宽度的贯穿裂缝,以缓冲、反射开挖爆破的振动波,控制其对保留岩体的破坏影响,使之获得较平整的开挖轮廓。在水利水电工程边坡开挖中,对于岩石边坡,预裂爆破技术减少爆破对边坡岩体的扰动,保持边坡岩体的完整性,提高边坡的稳定性。在某水电站的边坡开挖中,采用预裂爆破技术,在边坡设计轮廓线上布置预裂孔,采用不耦合装药方式进行爆破。预裂爆破后,边坡岩体表面平整,半孔率达到85%以上,有效减少了后续支护工作量,保证了边坡的质量。

3.1.3 光面爆破技术

光面爆破是在开挖边界布置密集炮孔,采取不耦合装药或装填低威力炸药,在主爆区之后起爆,以形成平整的轮廓面的爆破作业。与预裂爆破不同,光面爆破是在主爆区爆破之后进行。光面爆破技术使边坡开挖面光滑平整,减少超欠挖现象,降低对边坡岩体的损伤,提高边坡的稳定性和美观度。在某水利工程的边坡开挖中,光面爆破的炮孔间距控制在30~50厘米,采用间隔装药方式,爆破后边坡表面起伏差控制在15厘米以内,满足了工程对边坡平整度的要求^[4]。

3.2 边坡支护技术

3.2.1 锚杆支护技术

锚杆支护是通过在边坡岩体中钻孔,插入锚杆,然后

注入水泥砂浆,使锚杆与岩体紧密结合,从而将不稳定的岩体与稳定的岩体连接在一起,提高边坡的稳定性。锚杆支护技术具有施工简单、成本较低、适应性强等优点,广泛应用于各类水利水电工程边坡支护(图1)。在某小型水库的边坡支护中,采用全长粘结型锚杆,锚杆直径为22毫米,长度为3~5米,间距为1.5米×1.5米。通过锚杆支护,有效增强了边坡岩体的整体性,提高了边坡的抗滑能力。

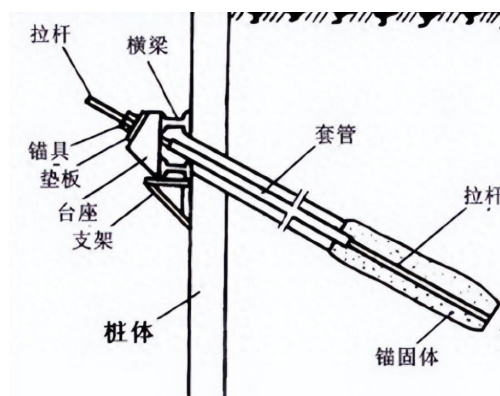


图1 锚杆支护技术

3.2.2 锚索支护技术

锚索支护是利用高强度的钢绞线作为锚索,利用钻孔将锚索锚固在稳定的岩体中,然后施加预应力,使锚索对边坡岩体产生拉力,从而提高边坡的稳定性。锚索支护技术适用于高陡边坡、地质条件复杂的边坡以及对边坡变形控制要求较高的工程。在某大型水电站的高边坡支护中,采用预应力锚索支护,锚索采用15.24毫米的钢绞线,设计拉力为1000~2000千牛,锚索长度根据边坡地质条件确定为15~30米。结合锚索支护,有效控制边坡的变形,保障了工程的安全。

3.2.3 挡土墙支护技术

挡土墙支护是在边坡坡脚或需要支护的部位设置挡土墙,结合挡土墙的自重和结构强度抵抗边坡土体的侧向压力,从而稳定边坡。挡土墙支护技术根据结构形式可分为重力式挡土墙、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,适用于小型水利水电工程或土质边坡。悬臂式挡土墙和扶壁式挡土墙则适用于较高的边坡或地质条件较差的情况。在某灌溉渠道的边坡支护中,采用重力式挡土墙,挡土墙采用C25混凝土浇筑,墙高3~5米,顶宽0.5米,底宽1~1.5米。挡土墙有效阻挡边坡土体的下滑,保证了渠道的正常运行。

3.2.4 喷射混凝土支护技术

喷射混凝土支护是将混凝土通过喷射机喷射到边坡岩体表面,形成一层混凝土防护层,从而提高边坡的稳定性。喷射混凝土支护及时封闭边坡岩体表面,防止岩体风化、剥落,同时与岩体紧密结合,增强岩体的整体性。在喷射混凝土中还可加入钢筋网、钢纤维等,进一步提高支护效果。在

某水利枢纽工程的边坡支护中,采用喷射混凝土加钢筋网支护,喷射混凝土强度等级为C20,钢筋网采用直径6毫米的钢筋,间距为20厘米×20厘米。喷射混凝土支护有效保护边坡岩体,提高边坡的抗风化能力。

4 水利水电施工中边坡开挖支护技术应用面临的问题及解决策略

4.1 面临的问题

4.1.1 地质条件复杂

水利水电工程多位于山区,地质条件复杂多变,存在断层、节理、破碎带等不良地质现象。这些复杂的地质条件增加边坡开挖支护的难度,使得施工过程中难以准确把握边坡岩体的力学特性和稳定性状况,容易导致边坡支护设计不合理或施工过程中出现意外情况。

4.1.2 施工环境恶劣

水利水电工程施工通常面临恶劣的自然环境,如高温、高湿、暴雨、强风等。恶劣的施工环境不仅影响施工人员的身体健康和工作效率,还会对边坡开挖支护施工设备和材料产生不利影响,增加施工安全风险。例如,在暴雨天气下,边坡土体容易饱和,增加边坡下滑力,导致边坡失稳。

4.1.3 施工技术水平参差不齐

目前,水利水电工程施工队伍众多,部分施工单位技术水平有限,缺乏对边坡开挖支护技术的深入理解和掌握。在施工过程中,出现施工工艺不规范、施工质量控制不到位等问题,影响边坡开挖支护的效果和工程安全。在锚杆施工中,可能出现锚杆长度不足、锚固力不够等问题;在喷射混凝土施工中,出现混凝土强度不足、喷射厚度不均匀等问题。

4.1.4 监测与预警体系不完善

边坡在开挖和支护过程中以及后续运行中,其稳定性会随着时间和外界因素的变化而变化。然而,部分水利水电工程缺乏完善的边坡监测与预警体系,无法实时掌握边坡的变形、应力等参数变化情况。当边坡出现异常情况时,不能及时发现并采取有效的处理措施,容易导致安全事故的发生。

4.2 解决策略

4.2.1 加强地质勘察与分析

在水利水电工程施工前,应加强对边坡地质条件的勘察工作,采用地质测绘、物探、钻探等多种手段,详细了解边坡岩体的结构、构造、力学性质等。对地质勘察数据的深入分析,建立准确的地质模型,为边坡开挖支护设计提供可靠依据。同时,在施工过程中,应根据实际开挖情况,及时对地质条件进行补充勘察和分析,调整边坡支护方案,确保支护设计符合实际地质情况。

4.2.2 优化施工组织与管理

针对恶劣的施工环境,制定合理的施工组织计划,合理安排施工时间和工序。在高温、高湿等恶劣天气条件下,采取相应的防护措施,保障施工人员的身体健康和安全。

加强对施工设备和材料的管理,定期对设备进行维护保养,确保设备正常运行;对施工材料进行严格检验,确保材料质量符合要求。同时,建立健全施工安全管理制度,加强对施工人员的安全教育培训,提高施工人员的安全意识和操作技能。

4.2.3 提高施工技术水平

加强对水利水电工程施工单位的技术培训和指导,提高施工人员对边坡开挖支护技术的认识和掌握程度。鼓励施工单位引进先进的施工技术和设备,推广应用新技术、新工艺、新材料。建立施工质量监督机制,加强对边坡开挖支护施工过程的质量控制,严格执行施工规范和标准,确保施工质量。采用信息化施工技术,对边坡开挖支护施工过程进行实时监控和管理,及时发现和纠正施工过程中的问题。

4.2.4 完善监测与预警体系

建立完善的边坡监测与预警体系,采用位移监测、应力监测、地下水监测等多种监测手段,对边坡的变形、应力、地下水位等参数进行实时监测。结合数据分析和处理,及时掌握边坡的稳定性状况,当边坡出现异常变化时,及时发出预警信号,采取相应的处理措施。同时,建立边坡监测数据管理系统,对监测数据进行长期保存和分析,为边坡的长期稳定性评估提供依据。

5 结论

边坡开挖支护技术在水利水电施工中具有举足轻重的地位,关系工程的安全、质量和环境效益。对分层分段开挖、预裂爆破、光面爆破等开挖技术以及锚杆支护、锚索支护、挡土墙支护、喷射混凝土支护等支护技术的合理选择和应用,结合实际工程案例的分析,可看出科学有效的边坡开挖支护技术能够显著提高边坡的稳定性,保障水利水电工程的顺利建设和运行。然而,在实际应用中,还面临着地质条件复杂、施工环境恶劣、施工技术水平参差不齐以及监测与预警体系不完善等问题。加强地质勘察与分析、优化施工组织与管理、提高施工技术水平以及完善监测与预警体系等解决策略的实施,可有效应对这些问题,进一步提升边坡开挖支护技术在水利水电施工中的应用效果。在未来水利水电工程建设中,应不断加强对边坡开挖支护技术的研究和创新,提高技术水平,为水利水电事业的发展提供更加坚实的技术保障。

参考文献

- [1] 蒋海斌.水利水电施工中边坡开挖支护技术研究[J].模型世界,2024(11):123-125.
- [2] 郭兴强.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术应用研究[J].中州建设,2024(5):119-120.
- [3] 万琪.水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的运用[J].模型世界,2024(31):155-157.
- [4] 崔毅.边坡开挖支护技术在某水利水电工程项目中的应用研究[J].海峡科学,2024(7):86-89.