

水利水电施工过程中边坡开挖支护施工质量控制研究

薛晶晶

新疆小海子水利建筑安装工程有限公司，新疆 图木舒克 843900

[摘要]边坡开挖与支护施工于水利水电工程建设而言，其地位颇为重要，该施工的质量与工程安全、施工进度以及后期运行稳定性有着直接关联。文章参考高边坡且处于复杂地质条件下的施工实际情况，深入剖析了影响边坡施工的关键因素，像地形、地质、气候以及施工技术条件等。还全面阐述了边坡支护所涉及的施工办法和技术，囊括临时支护、锚杆及锚索支护、喷射混凝土以及复合支护方法，还有排水与防护举措。与此明确了施工质量控制的重点所在，就施工前的各项准备工作、开挖与支护过程中的监测情况以及材料与工艺管理方面，还有安全与环境保障等诸多方面展开了细致论述。依据高风险以及特殊环境下的施工特性，给出了针对边坡施工质量控制的优化策略，希望能够给水利水电工程施工给予科学的指引以及实践方面的参考。

[关键词]边坡开挖；支护施工；施工质量控制；水利水电工程

DOI: 10.33142/hst.v8i11.18330 中图分类号: TU7 文献标识码: A

Research on Quality Control of Slope Excavation and Support Construction in Water Conservancy and Hydropower Construction Process

XUE Jingjing

Xinjiang Xiaohaizi Water Conservancy Construction and Installation Engineering Co., Ltd., Tumushuke, Xinjiang, 843900, China

Abstract: Slope excavation and support construction play an important role in the construction of water conservancy and hydropower projects. The quality of this construction is directly related to project safety, construction progress, and later operational stability. The article refers to the actual construction situation of high slopes and complex geological conditions, and deeply analyzes the key factors that affect slope construction, such as terrain, geology, climate, and construction technology conditions. It also comprehensively elaborates on the construction methods and technologies involved in slope support, including temporary support, anchor and cable support, shotcrete, and composite support methods, as well as drainage and protection measures. This clarifies the key points of construction quality control, and provides detailed discussions on various preparations before construction, monitoring during excavation and support processes, material and process management, as well as safety and environmental protection. Based on the construction characteristics of high-risk and special environments, optimization strategies for slope construction quality control are proposed, hoping to provide scientific guidance and practical reference for water conservancy and hydropower engineering construction.

Keywords: slope excavation; support construction; construction quality control; water conservancy and hydropower engineering

引言

水利水电工程的建设往往处于地形复杂且边坡陡峭的山区或者河谷地带，在施工进程里，边坡开挖以及支护施工便成了保证工程安全以及施工质量极为关键的环节。边坡开挖不但牵涉到对土体、岩体稳定性的相关分析，而且得考虑到施工机械以及施工方法的挑选与运用情况。支护技术身为边坡施工的一种重要手段，可有效地降低土体出现位移的情况，能够阻止边坡发生滑动乃至塌方的现象，进而切实保障工程的安全性。在高边坡以及复杂地质条件

之下的施工，一方面增加了施工的难度，另一方面也对施工人员的技术水平提出了更高的要求。于施工的实际操作当中，科学地去制定边坡开挖支护方案，精准地识别出各种影响因素，合理地选取施工方法以及支护形式，这无疑是确保工程施工的质量以及安全起到十分关键的保障作用。本文围绕着边坡施工的影响因素、施工技术方法、质量控制要点以及在高风险环境下施工控制策略等诸多方面展开了较为系统的分析，其目的就在于为水利水电工程的施工给予相应的理论依据以及实践方面的指导。

1 边坡开挖支护技术在水利水电施工中应用重要性

边坡开挖支护技术在水利工程中的合理应用是对施工质量提供保障的关键性因素。水利水电工程施工期间边坡开挖技术不仅仅是一项施工手段,基于该技术中蕴含的技术特点多样且复杂,所以在综合应用期间可以确保项目边坡整体结构的稳定,是对水利水电施工项目安全性进行提升的重要手段。水利工程施工期间边坡支护技术的应用需要设定健全的施工方案,因此施工人员不仅需要加强对施工环境和影响因素的分析,还要有效检测出施工地形和地质条件,只有这样才能推进施工项目的顺利发展。

2 边坡施工影响因素分析

边坡施工的质量以及安全会受到多种多样的因素影响,在这些因素当中,地形条件无疑是处于首要位置的关键因素。像坡度呈现出陡峭的态势、土体的厚度分布得并不均匀还有岩层结构异常复杂等这类特点,它们会径直对边坡开挖所具有的稳定性产生影响,并且还会影响到施工方法该如何去选择。地质条件同样也是影响边坡施工极为重要的核心因素,不同的土壤类型、不一样的岩性结构、存在断层裂隙以及地下水分布的具体状况等方面,均会对边坡的稳定性带来颇为显著的影响。施工区域所处的气候条件以及水文环境同样是不可以被忽视掉的重要方面,当出现高降雨量的情况或者存在季节性的冻融循环时,这就会引发土体湿度发生相应的变化,进而对边坡所具备的抗滑能力以及支护结构的稳定性都产生影响。除此之外,施工机械设备所拥有的技术性能、施工组织管理达成的水平以及施工人员所具备的经验,这些也都于边坡施工当中起到了十分关键的作用。在实际开展施工活动的过程中,务必要将上述诸多因素综合起来加以考量,凭借科学的方式去展开调查与分析工作,从而制定出更为合理的施工方案,以此来切实保障边坡开挖支护施工能够做到安全无虞且质量达标。

3 边坡支护施工技术方法

3.1 临时支护措施及施工要求

在开展边坡开挖相关作业的时候,临时支护无疑是最为关键的安全保障举措,它的核心任务就在于避免土体或者岩体在施工进程里出现塌方又或者是滑移这样的状况。临时支护所包含的形式多样,像钢支撑、木支撑还有组合式支护结构等都在其中,而且其施工的要求极为严格,务必要依据边坡的实际坡度、土质的具体性质以及施工的高度来做出合理的安排与布置。在整个施工期间,得要保证支护结构能够和边坡的表面紧紧地贴合在一起,并且要密

切留意土体的变形情形,依据实际情况及时地去调整支撑的力度,从而能够契合施工安全方面动态变化的需求。临时支护的施工一方面确保了开挖工作可以顺利地推进下去,另一方面也给后续的永久支护施工创设了必不可少的施工方面的条件。

3.2 锚杆、锚索及桩体支护技术

锚杆与锚索支护属于边坡支护里常见的技术手段,它是凭借在边坡土体或者岩体当中设置锚固体这种方式,进而提升边坡的整体稳定性。锚杆支护多适用于中小型边坡,然而锚索支护则适宜在高边坡以及复杂地质条件之下运用。桩体支护是通过在边坡基底或者是坡体内部去布置桩体,由此形成一个完整的支撑结构,能够有效地分担土体荷载。在进行锚杆、锚索以及桩体施工的时候,需要对锚固长度、间距、预应力值还有注浆质量加以严格把控,并且要保障支护结构可达成长期的稳定状态以及具备良好的耐久性能。

3.3 喷射混凝土及复合支护方法

喷射混凝土属于一种可迅速形成支护构造的施工手段,其能对不规则的边坡表面予以覆盖,进而防止土体或者岩体出现局部脱落的情况。在高边坡以及不稳定土体所在的区域当中,喷射混凝土往往会和锚杆又或者是钢筋网相互结合起来,由此构成复合支护体系。复合支护不但能够提升边坡的整体稳定程度,而且还能切实有效地延长支护构造的使用期限。在开展施工活动的过程中,必须对混凝土的配比、喷射的厚度以及固化的时长加以严格的把控,从而保证支护效果能够符合设计方面所提出的要求。

4 边坡施工质量控制要点

4.1 施工前准备与质量标准制定

施工前的准备工作是保证边坡开挖支护施工质量的重要环节。在施工正式开展之前,需依据工程设计以及地质勘察所获取的资料,针对边坡地形、土质还有岩体结构展开详尽分析,进而制定出合理且科学的施工方案。施工方案要清楚地界定施工工艺流程、施工顺序、支护结构的布置方式以及施工安全方面的措施,与此还要结合高风险区域的具体特点来制定应急预案。质量标准的制定应当兼顾设计规范方面的要求以及现场的实际状况,明确支护材料的规格、施工允许出现的偏差以及施工监测的相关指标,以此为施工过程当中的质量控制给予清晰明确的依据。施工准备还包含施工机械设备的调试工作、施工人员的培训事宜以及施工现场管理制度的落实情况,以此确保施工各个环节都能够依照预定方案顺利推进,进而为后续的开挖以及支护施工的质量控制筑牢稳固的基础。

4.2 开挖与支护施工过程监测

在开展开挖以及支护施工相关工作期间,针对边坡稳定性实时监测,实属是保障施工质量以及施工安全的一项极为重要的举措。于施工实施的具体阶段当中,务必要在那些关键的位置去设置诸如位移测量点、倾斜测量点还有应力监测点等,进而对土体、岩体以及支护结构所呈现出的变形状况以及受力情况展开连续且系统的观察活动,如此一来便能够及时且精准地掌握施工进程里有可能会出现的各种异常状态。通过对监测所得的数据加以细致分析,便能够较为准确地判断出边坡是不是存在着像滑移、局部塌方又或者是支护结构受力出现异常这类潜在的风险情况,并且依据这样的判断结果来相应地采取诸如调整开挖的顺序、增加支护方面的措施或者对施工工艺予以优化等一系列的应对办法,以此来切实确保施工的安全性。与此还需要综合考虑边坡的坡度、所属类型、土质的具体性质以及施工的高度等诸多因素,科学合理地去安排分层开挖以及支护施工的先后顺序,从而保证每一个施工层都能够处在可被控制的安全范围之内开展作业操作,进而有效降低施工所面临的风险。施工监测最终所得到的结果,一方面能够为即时的安全控制给予相应的依据参考,另一方面还能够应用于施工质量的验收环节以及对施工工艺的优化工作当中,进而为边坡开挖支护施工的整个过程都提供充足的数据方面的支撑,达成科学化、规范化以及精细化的管理目标,由此也能够切实有效地提升工程的整体质量以及施工的效率水平,同时也为后续的维护工作以及长期的运行事宜打下较为可靠的根基。

4.3 材料、工艺及安全管理

施工材料以及施工工艺在边坡支护质量方面起着核心保障作用,同时也是保证施工安全并且让工程能够长期保持稳定的关键环节所在。在正式施工之前,所有的材料都得依照设计规范来严格地去选用,并且在材料进场的时候要开展一番全面的质量验收工作,务必要确认这些材料的力学性能、耐久性、抗腐蚀能力以及其他物理化学指标都能够完全契合工程所提出的要求。在施工的过程当中,需要严格依据既定的工艺流程来进行操作,这涵盖了支护结构的安装环节、锚杆与锚索的施工环节、混凝土的喷射环节以及复合支护等各个环节的操作,绝不能随意地去更改施工的方法或者出现跳步作业的情况,以此来保证施工工艺具备连续性以及科学性。与此施工的安全管理是贯穿于整个施工过程当中的,应当配备相应必要的安全防护设施以及监测设备,要清楚明确施工人员的操作规范,并且要结合边坡的实际坡度情况、土质的具体性质以及施工环

境的特点来开展风险评估以及防护措施的布置工作。凭借对材料、工艺以及安全管理的协同控制,不但能够在最大程度上对边坡施工质量予以保障,减少施工过程当中出现的偏差以及结构方面的缺陷,而且还能有效地降低施工风险,保证施工可以顺利地推进下去,进而达成工程实现高质量、安全施工并且能够长期稳定运行这样的目标,从而为水利水电工程的建设给予稳固的技术以及安全方面的保障。

5 高风险与特殊环境下的施工控制策略

5.1 复杂地质区施工适应性

在复杂的地质状况之下,边坡施工时常会碰到岩层出现破碎的情况,还有断层裂隙的存在,土体结构呈现出不均匀的状态,这些诸多的因素相互交织在一起,进而使得施工所面临的风险大幅增加,同时也让整个工程充满了更多的不确定性。为了能够切实保障施工的质量以及边坡的稳定状态,在正式开始施工之前,务必要开展细致且周全的地质勘察工作,只有这样才能够全面且详尽地掌握边坡岩土的具体性质、裂隙是如何分布的以及地下水的实际状况是怎样的^[1]。在着手制定施工方案的时候,得依据不同的地质类型来挑选那种适应性比较强、可靠性也相对较高的支护技术,像是锚杆、锚索、桩体又或者是复合支护等这类技术,而且要参照地质勘察所得到的结果去对支护的布置方式以及施工的顺序加以优化,以此来保证支护结构可以有效地抵御不均匀荷载所带来的影响,还有潜在可能出现的滑动情况以及水力冲刷等种种不利的因素。除此之外,还需要综合考量施工现场的环境状况、边坡的坡度大小以及施工的高度等因素,科学合理地去安排开挖以及支护的节奏,同步实施动态的监测并且及时进行反馈调整,从而确保施工能够全程处于安全且能够被控制的范围之内,如此一来便能够在很大程度上降低施工的风险,提升边坡施工的质量,增强工程在长时间内的稳定性,进而给水利水电工程建设筑牢坚实的技术方面的保障。

5.2 高边坡及冻融循环施工管理

高边坡施工时,重力的影响颇为显著。并且,在冻融循环较为频发的地区,土体的性质会随着温度的变化而出现膨胀或者收缩的情况,进而对边坡的稳定性造成影响^[2]。所以,在施工的进程当中,需要结合季节性的特点来对施工进度做出相应的调整,并且采取防冻或者是保温的相关措施,以此来保证土体以及支护结构能够在施工以及使用的整个期间都维持稳定的状态。

5.3 边坡稳定性监测与预警技术

高风险边坡在施工期间务必要配备起科学且合理的

监测系统，借助这一系统对土体位移情况、支护应力状况以及降雨量等相关数据展开实时监测，进而以此来判定边坡当下的稳定性具体状态^[3]。同时建立起相应的预警机制，如此便能够在边坡出现异常位移或者支护应力超出标准的情况发生时，能够及时地采取与之相对应的措施，从而有效防止事故的发生。而且这些监测所获取的数据还能够给施工方案的调整给予一定的依据，进一步提升施工的安全性以及科学性。

6 结语

边坡开挖支护施工在水利水电工程当中占据着极为重要的地位，其施工的质量状况和工程的安全性、施工的推进速度以及后期的运行稳定情况紧密相关联。本文针对边坡施工所涉及的影响因素展开了相应的分析，同时对边坡支护施工所采用的技术方法予以阐述，还给出了施工质量控制的关键要点以及在高风险环境下施工控制的具体策略。借助于科学且合理的施工方案制定工作、对支护技术做出恰当的选择以及实施覆盖整个过程的监测与管理

工作，能够切实有效地确保边坡施工的质量以及工程的安全，进而为水利水电工程的施工给予实践方面的参考以及理论层面的指导。在未来的发展进程中，结合新技术以及监测手段的实际应用情况，将会进一步促使边坡施工质量控制的水平得以提升，从而为工程建设给予更为稳固可靠的保障。

【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]后志坤.水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的应用研究[J].水上安全,2024(22):193-195.
 - [3]王鹏.水利水电施工过程中边坡开挖支护技术施工技术[J].建材发展导向,2022,20(12):133-135.
- 作者简介：薛晶晶（1983,4—），毕业院校：塔里木大学，所学专业：农业水利工程，当前就职单位名称：新疆小海子水利建筑工程有限公司，就职单位职务：技术员，职称级别：工程师。