

水利水电施工过程中边坡开挖支护技术施工技术

王庚

四川路航建设工程试验检测有限公司，四川乐山，614000；

摘要：水利水电工程中的边坡开挖支护施工，施工难度逐年增加，特别是在复杂的地质环境中，边坡的稳定性始终是施工的核心问题。边坡开挖支护工作的实施需要考虑土质等多种状况，还需要科学设计支护结构，确保开挖过程中的边坡稳定。本文探讨了水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的作用及现状，然后分析了一定的策略，以期提高边坡开挖施工的安全性。

关键词：水利水电；施工过程；边坡开挖；支护技术

DOI：10.69979/3060-8767.25.09.051

引言

在大型工程项目中，边坡开挖支护工作作为基础设施环节，直接关系到施工的安全性。边坡开挖不仅要考虑到施工过程中的操作性，还需要对可能出现的地质风险及环境影响进行充分评估。合理的开挖支护措施能够有效避免边坡失稳或其他意外事故，确保施工的顺利进行。

1 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术现状

首先，地质条件的不确定性是当前边坡开挖支护技术面临的一大问题。在很多工程项目中，地质勘察数据的不准确或者不足，导致支护设计时未能充分考虑地下水、土质、岩层等因素的变化，进而影响了支护措施的效果。在施工过程中，尤其是在深度较大、岩土层松软的地区，常常出现边坡不稳定的情况。随着开挖深度的增加，岩层的受力状态发生变化，支护结构可能无法有效抵抗新的应力，导致边坡发生滑坡或塌方。其次，支护技术的适应性和灵活性较差也是一个突出问题。在实际施工过程中，边坡开挖支护技术往往无法根据不同施工阶段、不同地质条件进行及时调整。在部分复杂地质环境中，常规的支护技术难以满足需求，需要采用更为精细化的支护措施^[1]。然而，现有的支护技术和方法往往局限于传统形式，缺乏灵活应变的能力，未能在复杂地质条件下发挥出最佳效果。此外，支护结构在实际应用中，也可能由于施工技术水平的不足等原因，导致支护效果不能长期维持，甚至出现支护结构提前失效的情况。最后，支护设计和施工的标准化和规范化不足，导致在不同项目中的支护质量存在较大差异。虽然各类水利水电工程都有一定的支护设计标准和施工规范，但在具体实施过程中，因项目地域、地质条件的差异，施工单位往往难以严格按照统一标准执行，导致支护结构的

质量无法得到充分保证。部分项目在支护设计时未能考虑施工现场的特殊情况，设计方案较为单一，不能灵活应对实际问题。

2 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的作用及常见技术

水利水电工程的边坡开挖支护技术在施工过程中起着至关重要的作用，尤其是在山区或复杂地质环境下，边坡的稳定性直接影响着施工进度、安全性和工程质量。边坡开挖支护技术的核心目标是防止施工过程中出现边坡失稳、滑坡或崩塌等现象，从而保障施工人员的生命安全和工程结构的稳定性。随着水利水电工程规模的逐步扩大，边坡开挖支护技术在施工中逐渐显现出其复杂性。在不同地质条件下，施工单位需根据具体情况选择合适的支护措施，以确保边坡的稳定性。常见的支护方法包括锚杆支护、喷射混凝土支护、钢支撑支护以及土钉墙支护等。锚杆支护是当前应用最为广泛的一种支护形式，能够有效增强边坡的稳定性，特别是在软弱岩土层中。锚杆通过在岩土层中打入预定深度的钢筋或钢索，利用锚固力来加固边坡，防止滑坡和崩塌。喷射混凝土支护是一种有效的边坡加固方式，适用于较为松软或碎裂的岩石^[2]。它通过喷射混凝土形成一层连续的加固层，增强边坡的整体稳定性。钢支撑支护则在岩土层中设置钢管或钢梁，用于加固大规模的边坡开挖，特别适合于深度较大、土质较为松软的地区。土钉墙支护则适用于土质较为松软且局部存在滑坡的区域，通过将钢钉固定在边坡上，形成一道稳定的防护墙。

3 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的应用

3.1 合理选择支护方式

支护方式的选择必须考虑到边坡的稳定性,尤其是在施工初期,选择合适的支护方式能够减少不稳定因素,防止边坡滑动或崩塌。在支护方式的选择过程中,必须准确评估开挖深度与开挖后边坡的形态。如果开挖深度较大或边坡陡峭,支护结构的设计就应更为复杂,支护力也需要更强。此时,支护方式应确保能够承受由开挖引发的各种应力变动,并适应开挖过程中地质条件的变化。此外,对于不同土层的边坡,施工人员选择支护方式时要特别注意土壤的结构稳定性。土质松软或层理结构较差的区域,其支护设计要考虑采取更为强力的支护手段,例如使用锚杆或钢支撑,以防止边坡发生突然失稳。在实施过程中,施工人员还应充分考虑施工的各个阶段。在开挖初期,支护结构的设计应侧重于控制施工过程中的不确定因素。随着施工的深入,支护方式需要根据实际情况进行动态调整。实施过程中要确保支护设计能够有效适应不同阶段的需求,及时对支护方式进行优化和升级。支护方式的合理选择还应考虑施工周期、施工进度及可能的外部环境变化,例如降雨、气温变化等因素,这些外部因素往往对支护结构的稳定性有直接影响。每种支护方式的具体实施均需要在施工过程中严格把控质量标准。即使是最为先进的支护方法,如果施工质量得不到保证,也会大大降低支护效果。因此,施工单位应根据支护方式的选择,制定相应的施工质量控制方案,确保施工过程中的每一个环节都符合设计标准和技术要求。

3.2 精确的地质勘察与支护设计

支护设计的科学性,直接关系到施工的安全性与稳定性。实施这一策略的首要任务是进行全面、精确的地质勘察,全面了解施工现场的地质环境。勘察工作不仅仅局限于表面岩土层的取样与分析,更应深入到地下深层,掌握岩层分布、土质强度、裂隙发育以及地下水的分布情况。地质勘察中还需特别关注地下水的变化,因为地下水的渗透性和流动性对边坡的稳定性有着重要影响,特别是在岩土层存在渗水或水流动的情况下,边坡可能出现滑动或坍塌现象。因此,地质勘察工作需要在不同深度上进行充分的监测,确保获得全面的数据。在地质勘察的基础上,支护设计应根据实际情况进行合理规划。支护设计的核心在于确保边坡稳定性,防止施工过程中发生塌方等事故。支护设计时,施工人员要根据地质勘察的结果分析土层的抗剪强度等因素,并结合边坡的形态、开挖深度以及施工过程中可能出现的负荷变化,选取合适的支护结构。设计应从整体性和局部性相结合的角度出发,既要考虑边坡的长期稳定性,也要

确保施工过程中的及时安全。支护设计的强度以及施工方式应与施工环境、土壤与岩层的性质密切契合,尽量避免采取过于单一或盲目性的设计方案,避免一刀切的做法^[3]。支护设计不仅要关注岩土层的性质,还应充分考虑施工过程中可能带来的扰动效应。支护方案的设计应结合施工阶段的实际情况,随着施工的推进,逐步优化支护方式和技术手段。特别是在施工初期,支护设计应力求简单有效,避免复杂的结构对施工进度和质量产生负面影响,而在后期施工中,随着开挖深度的增加及边坡压力的变化,支护设计应逐步加强,确保支护措施的适应性与可靠性。设计还应关注开挖的分段实施,每一段开挖都应配套相应的支护设计,以减少开挖过程中对边坡造成的扰动和影响。

3.3 进行分段开挖

分段开挖的实施应在初期开挖时,进行适度控制,以保证边坡不发生过度变形或失稳,尤其是在开挖过程中必须时刻关注支护结构的稳固性,确保在开挖深度逐渐增大的过程中,支护结构能够同步增强,避免出现支护不及时或支护不足的情况。在进行分段开挖时,施工单位必须根据地质勘察结果和工程要求,确定合理的开挖段落,每个段落的开挖深度应确保不会对邻近区域的稳定性造成威胁。开挖段落之间的距离应当根据现场地质情况、支护设计要求以及边坡的安全性进行科学划分。每个开挖段落的开挖量不应过大,特别是对于深度较大的边坡,更应注重控制每一段的开挖时间和进度,以防止因开挖过快造成的地质变动,使得支护结构无法及时适应变化的地质条件。在实际施工过程中,每个分段的支护结构必须在开挖的同时或之前完成,确保支护与开挖保持同步,防止开挖后出现支护滞后,造成边坡不稳定。实施分段开挖的策略还要求在每一段开挖前后,采取相应的支护加固措施。每一段开挖后,应及时进行支护结构的加固,确保支护力的均衡分布和支护结构的持久性。支护结构应根据每个段落的地质情况、开挖深度及边坡的稳定性进行设计和实施,避免盲目采取一刀切的方式。支护设计要充分考虑施工期间的的所有不确定因素,特别是在每个开挖段落完成后,应进行局部监测,确保支护结构能够适应地质变化,防止出现支护失效或不适应的情况。在某些特殊地质条件下,开挖顺序的安排尤为重要,应该根据地质的层理结构和潜在的滑坡风险进行科学规划,避免在开挖过程中引发大范围的边坡失稳。开挖顺序应确保每一段的开挖都不会影响到其他段落的稳定性,特别是在某些地质条件复杂或地下水丰富的区域,施工人员应考虑分段开挖的顺序,以确保土

体在开挖后始终处于稳定的状态^[4]。

3.4 加强地下水控制

施工过程中若不采取有效的地下水控制措施,可能导致边坡土体松动、支护结构失效、边坡滑动甚至施工事故的发生。因此,加强地下水控制策略的实施,必须从多方面入手,系统性地解决地下水带来的影响。在实施这一策略时,首先要通过精确的地质勘察了解地下水的分布、渗透特性及其流动方式。采取详细的水文地质勘查,施工人员可以识别潜在的地下水风险区域,对地下水的来源、流向、变化规律有全面地掌握。这为地下水控制措施的制定提供了理论依据。在地下水控制的具体实施过程中,首先应针对施工区域的地下水进行合理的监控与评估。在开挖前,应进行充分的排水设计,确保在开挖过程中地下水能够及时排出,防止水位上升对边坡造成不利影响。施工中要合理布设排水设施,采用有效的降水措施如排水井、集水井等,将地下水排出施工区域,保持地下水位在安全范围内。降水过程中,要特别注意地下水流量与水位的变化情况。动态监测地下水的变化是确保地下水控制措施有效实施的重要手段,施工过程中应不断评估地下水的流动与渗透情况,及时调整排水设施的位置和布局,确保排水系统的有效性。此外,地下水控制策略还需要采取加固措施以防止地下水对土体造成渗透压力。在水文地质条件复杂的区域,应加强边坡的防渗设计。例如,可以增加土壤的密实度,减少水分渗透。采用防水层或防渗墙等方式,在可能的地下水渗透路径上设置屏障,避免地下水通过开挖面的渗透影响边坡的稳定。加固措施应与支护结构相结合,确保地下水对边坡的压力得到有效管理,防止水土流失、软化和滑坡等现象发生。

3.5 建立完善的实时监测系统

系统中应集成各种传感器和测量仪器,确保能够全面监测边坡及支护结构的各项性能。这些设备需根据不同的地质条件、施工深度和施工阶段进行合理布设,确保每一项监测指标都能够在其影响范围内得到准确测量。与此同时,监测系统应具备数据实时采集与处理功能,能够实时将监测数据传输到中央控制系统,并通过数据分析识别施工过程中可能存在的风险。一旦发现数据异常,系统能够及时发出警报,为施工人员提供足够

的预警时间。监测设备的选择和布设应严格按照设计要求进行,避免由于设备故障或布设不当而导致数据失真。为确保监测数据的准确性,实时监测系统应设置多重备份机制,定期校准监测设备,确保其长期稳定运行^[5]。同时,监测数据的处理与分析也需要高效、科学。系统应具备智能化的数据分析功能,能够根据实时采集的数据,自动生成报告,并对施工过程中可能出现的风险进行预测与分析,为施工人员提供决策支持。此外,监测数据应具有可追溯性,能够记录每一个阶段的施工状态,为后期的施工调整与优化提供依据。在开挖过程中,边坡稳定性的变化是逐步的,因此监测系统应能够实时反映每个开挖段落的状态,并根据监测结果对支护结构进行动态调整。特别是在深度较大或地质条件复杂的区域,监测数据对支护设计和施工方案的调整至关重要。实时监测系统应与支护设计紧密结合,根据监测结果及时调整支护方式、支护力的分布、施工方法等,确保支护措施在每个施工阶段都能够充分发挥作用。

4 结束语

总之,在水利水电施工过程中,边坡开挖支护技术的有效实施是保障工程安全的关键。施工人员应用加强地下水控制、合理选择支护方式、精确的地质勘察与支护设计、进行分段开挖以及建立完善的实时监测系统等策略,能够在不同层面提升边坡稳定性,减少施工过程中的风险。随着技术不断发展,相关技术手段也在不断进步,相信可以为水利水电施工的质量打下坚实的基础。

参考文献

- [1] 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.
- [2] 汪海波. 水利水电施工中边坡开挖支护技术分析[J]. 水上安全, 2024, (14): 169-171.
- [3] 赵国栋. 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的运用[J]. 城市建设理论研究(电子版), 2024, (15): 215-217.
- [4] 石杰炳. 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术研究[J]. 大陆桥视野, 2024, (05): 129-131.
- [5] 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.