

边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用

宋文韬

中国安能建设集团唐山分公司, 河北 唐山 063000

[摘要] 边坡开挖支护技术属于水利工程施工当中一项复杂性、结构性比较强的系统工程, 与水利工程的结构安全性与稳定性有直接的关系。在水利工程的具体施工过程中, 边坡开挖支护技术的实施与应用除了技术人员要在项目施工前做好相应的支护措施外, 还要对施工期间边坡结构的稳定性进行实时的监测, 做好相关施工风险的预测防护工作。基于此, 本篇文章对影响施工中边坡滑坡的主要因素进行了分析, 并对边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用进行阐述。

[关键词] 边坡开挖; 支护技术; 水利工程; 水利施工; 技术应用

DOI: 10.33142/hst.v7i12.14660

中图分类号: TU457

文献标识码: A

Application of Slope Excavation Support Technology in Water Conservancy Engineering Construction

SONG Wentao

Tangshan Branch of China Aneng Construction Group, Tangshan, Hebei, 063000, China

Abstract: Slope excavation and support technology is a complex and structurally strong system engineering in hydraulic engineering construction, which is directly related to the structural safety and stability of hydraulic engineering. In the specific construction process of hydraulic engineering, the implementation and application of slope excavation and support technology require not only technical personnel to take corresponding support measures before project construction, but also real-time monitoring of the stability of slope structures during construction, and prediction and protection of related construction risks. Based on this, this article analyzes the main factors affecting slope landslides during construction and elaborates on the application of slope excavation and support technology in hydraulic engineering construction.

Keywords: slope excavation; support technology; water conservancy engineering; water conservancy construction; technical application

引言

边坡开挖支护技术在水利工程施工中扮演着至关重要的角色, 特别是在进行大规模土方开挖及深基坑施工时, 它不仅是确保施工安全的关键, 还在提升工程质量方面发挥着重要作用。水利工程项目通常涉及堤坝、水库大坝、渠道及隧道等复杂结构, 这些工程常常需要大范围的边坡开挖。若土质或岩石松动, 可能引发边坡坍塌或滑坡。严重情况下, 施工进度不仅会因此延误, 且施工人员的生命安全也可能受到威胁。科学合理的边坡支护措施, 作为确保工程顺利进行的基础, 已被广泛采用。随着水利工程规模的不断扩展以及施工环境复杂性的增加, 传统支护方法已难以满足现代工程对安全性与稳定性的更高要求。新型技术, 如锚杆支护、挡土墙支护及喷锚支护等, 已广泛应用, 为水利工程的顺利实施提供了更加坚实的保障。不同支护技术的合理选择与应用, 不仅能够有效控制边坡变形、防止塌方与滑坡, 还能提升施工效率、降低成本, 并减少对周围环境的影响。本文将深入分析边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用, 探讨其在不同施工条件下的适用性、技术优势以及发展趋势, 旨在为水利工程的安全施工提供理论支持与实践指导。

1 水利工程施工中边坡开挖支护重要性

在水利工程施工中, 边坡开挖支护技术对于确保施工

安全、提升工程质量及保护环境至关重要。大规模土方作业, 特别是在水库大坝、渠道、堤防等水利设施建设中, 通常涉及边坡开挖, 而边坡的稳定性直接影响到整个工程的安全性。通过科学合理的支护措施, 边坡开挖支护技术能够有效防止土体滑动、崩塌或沉降, 避免灾难性后果的发生, 如地面沉降、塌方及施工中的安全事故。合理的边坡支护设计, 不仅有助于防范上述风险, 还能有效控制施工过程中可能发生的水土流失, 减少对周围环境的破坏。在山区或丘陵等特殊地形的水利工程中, 支护技术对于土壤保水和生态平衡的保持起到了至关重要的作用。由此可见, 边坡开挖支护技术不仅是确保施工安全的核心手段, 且为水利工程长期稳定运行提供了基础保障。

2 水利工程边坡稳定的主要影响因素

水利工程边坡的稳定性受多种因素的影响, 其中最为关键的因素包括变形、地质条件、水文气象以及施工方法等。边坡的地质条件对其稳定性具有决定性作用。岩土的性质、层理结构、地下水位及其流动等因素, 均会直接影响边坡的稳定性。松散的土质或软弱的岩层, 更容易发生滑坡或塌方, 而坚硬的岩石边坡则相对稳定。变形因素亦对边坡稳定性产生重要影响。特别是在大规模开挖或施工过程中, 边坡的应力重新分布, 可能导致不稳定现象,

土体的变形情况尤为关键。水文气象条件同样不可忽视。降雨或冻融循环等气候变化,会导致土体湿度变化,进而改变其物理力学性质,从而影响边坡的稳定性。施工方法的选择在很大程度上影响边坡的安全性^[1]。开挖顺序、施工速度以及支护技术的应用,都会对边坡的稳定性产生重要作用。如果支护措施不当,或在施工过程中未充分考虑环境变化,边坡失稳的风险将显著增加。

3 水利工程施工中边坡开挖支护技术分析

3.1 边坡开挖技术

3.1.1 土质边坡开挖技术

土质边坡的开挖技术在水利工程施工中占据着重要地位,尤其是在面对土质松散、湿润或膨胀性较强的地质条件下,科学合理的开挖方法的采用至关重要。在进行土质边坡开挖前,必须进行详细的地质勘察,了解土质的结构、物理力学性质及地下水状况,以确保开挖方案的科学性与安全性。对于松散的土质边坡,分层开挖的方法可被采纳,每次开挖的深度应严格控制,以避免因过度开挖而导致边坡的不稳定。开挖过程中,需采用有效的支护措施,如锚杆、钢支撑等,以确保开挖面能够保持稳定,防止滑坡或坍塌的发生。对于含水量较高的土质边坡,地下水渗透对边坡稳定性的影响特别应予以关注。在必要时,通过排水措施,应降低地下水位,或引导水流排出,以减轻土体湿度并增强土体稳定性。同时,在开挖过程中,振动与冲击应尽量避免,以减少对周围地质环境的扰动。开挖作业完成后,支护作业应立即进行,以防止外界因素(如降雨、气温变化等)引发的二次破坏。

3.1.2 岩质边坡开挖技术

岩质边坡的开挖技术在水利工程施工中具有较大的挑战,主要源于岩层的坚硬特性及其复杂的地质结构。在开挖前,岩层的地质特征、结构面、裂隙情况以及岩石的力学性质必须进行详细勘察,以确保开挖方案的科学性与可行性。此外,开挖前应进行严格的风险评估,以确保施工过程的安全性。在岩质边坡的开挖过程中,机械化手段常被采用,如爆破开挖、钻孔爆破法以及液压劈裂技术等。爆破开挖作为一种常用的手段,特别适用于较为坚硬的岩石。在实施爆破时,爆破药量、深度和方向等参数需精确计算,以避免对周围环境造成过大影响,同时确保岩石碎片能够顺利清除,为后续施工提供便利。对于更加坚硬的岩质,钻孔爆破技术可被采用,通过钻孔并填充爆破药剂,达到破碎岩层的目的。液压劈裂技术则适用于非爆破性施工环境,通过液压装置沿岩层裂隙逐步劈裂,降低对周围环境的震动和破坏。在岩质边坡开挖过程中,边坡的稳定性控制尤为重要。由于岩质边坡常常具有明显的自然裂隙或层理结构,开挖过程中可能引发岩石的滑移或崩塌。为此,在开挖后期,支护设计应及时进行,以增强边坡的整体稳定性。同时,边坡的变形情况应持续监测,确保在出现异常时,能够迅速采取应急措施,防止事故的发生。

3.1.3 测量放线技术

在水利工程施工中的边坡开挖过程中,测量放线技术起着至关重要的作用,尤其是在确定开挖范围、边坡形态以及支护结构位置等方面,具有重要的指导意义。精确的测量放线不仅能够确保边坡开挖符合设计要求,还能够提高施工的准确性与安全性。首先,现场勘察对工程地块进行测量放线的首要步骤,地形、地貌的了解以及相关地质资料与设计文件的收集,为后续放线工作提供了必要的技术支持。在边坡开挖过程中,测量放线技术主要包括纵横坐标的放置、边坡角度的设定以及开挖深度的控制。借助全站仪、激光测距仪、水平仪等现代测量设备,施工人员能够精确测定边坡的起点、终点以及各个关键位置。特别是在地形复杂的区域,较强的专业能力,施工团队需要具备,以确保数据的准确性。放线过程中,定点放线与沿线放线两种方法通常会被采用,前者用于确定特定位置的坐标,后者适用于测量连续的开挖边界^[2]。测量放线时,还需要充分考虑环境因素和施工难度。在高风险区域,例如软弱土层或存在裂隙的岩石区域,标高控制与方向调整,在放线时应特别注意,以防地质变化对开挖方向造成影响。完成放线后,通常会进行检验与复测,以确保放线数据的准确性,避免因数据偏差而导致施工进度延误或安全隐患。

3.2 边坡支护施工技术

3.2.1 锚杆施工技术

在水利工程施工中,锚杆支护技术广泛应用于边坡加固,旨在提高边坡的稳定性,防止滑坡或坍塌的发生。作为一种常见的加固手段,锚杆支护特别适用于软弱土层或岩质边坡的支护工程。施工过程中,岩土勘察需进行详细,以了解地质条件,并据此确定锚杆的布置位置、数量、长度及埋设深度。锚杆的设计应考虑边坡坡度、岩土层性质及地下水位等因素,以确保支护系统的有效性。锚杆施工一般分为四个主要步骤:钻孔、锚杆安装、灌浆及张拉。在钻孔阶段,施工人员需使用钻机根据设计要求进行定深钻孔,孔的直径与深度会根据土质的不同进行调整。钻孔过程中,特别需要注意避免孔壁塌方,确保孔内清洁并保持稳定。锚杆安装阶段,选材至关重要,通常会采用高强度钢材,如预应力钢绞线或钢筋作为锚杆主体材料。锚杆安装完成后,进入灌浆阶段,水泥浆或其他加固剂会填充孔内,形成坚固的锚固体,从而增强锚杆与周围土体或岩层的结合力,提高承载能力。灌浆完成后,张拉作业会进行,利用张拉设备对锚杆进行预应力张拉,确保锚杆产生足够的拉力,从而发挥支撑作用。在张拉后的锚杆安装完成后,检测仍需进行,以确保张拉力符合设计要求,避免出现张拉过度或不足的情况,从而影响支护效果。锚杆施工技术的主要优势在于其显著提升边坡稳定性的能力,尤其是在处理不规则或复杂边坡地形时,锚杆能够有效分担土体或岩体的重力,从而降低滑坡或坍塌的风险。

3.2.2 深层支护技术

深层支护技术是一种通过加固边坡深层结构来提高

其稳定性的支护手段,常用于软弱土层或岩土交替的复杂地质条件下。边坡出现大范围的变形或滑坡现象,得以有效防止,这一技术能够显著提升边坡的稳定性。在水利工程施工中,深层支护技术主要依赖于设置深层支护构件,如深层灌浆、土钉和锚杆等,以增强边坡的稳定性。在实施支护之前,必须进行详尽的地质勘察,明确边坡的土质类型、地下水位及可能的滑动面,制定与实际情况相适应的支护方案。常见的深层支护技术包括深层灌浆、土体加固及岩体锚固等方法,其中,深层灌浆被广泛采用。通过钻孔将高强度水泥浆或其他固化剂注入边坡的关键部位,在土层或岩层内形成加固区域,从而提升整体稳定性,防止水流冲刷或地震等外部因素引发变形。此外,土钉和锚杆技术也在深层支护中得到广泛应用。钢筋钉入边坡土体或岩层,土钉技术通过摩擦力增强土体稳定性;而锚杆技术则将钢绞线或钢筋锚杆埋入土层或岩体中,并通过灌浆等方式增强锚固力^[3]。通过与土体的紧密结合,这些支护方式提供了额外的支撑力,有效防止边坡发生大规模滑动。深层支护技术的主要优势在于能够深入边坡的稳定层,增加支护的深度,从根本上解决边坡的不稳定性问题。尤其在大规模水利工程施工中,深层支护不仅能显著提高边坡的承载力,还能保障施工过程的安全性与持续性。

3.2.3 挡土墙支护技术

挡土墙支护技术在水利工程中被广泛应用,主要通过设置挡土墙防止土体或岩体的滑移与变形,从而维持边坡的稳定性。挡土墙的设计与施工需依据边坡的土质、坡度、受力情况及水文地质特征,选用合适的材料与结构形式,以确保支护的有效性。在进行挡土墙支护时,必须进行详细的地质勘察,了解土层分布、土体强度及水流情况,这些因素直接影响挡土墙的设计参数。常见的挡土墙类型包括重力式挡土墙、悬臂式挡土墙及条形挡土墙等。凭借其较大的体积与重量,重力式挡土墙利用自重抵抗土压力,适用于较为坚固的土层;悬臂式挡土墙则通过设计上部悬臂部分,使结构更加轻便,适用于土层较为松软的区域;而条形挡土墙则由多个小型墙体构成,适用于具有较大流动性的土质。确保挡土墙的稳定性与承载能力,是挡土墙支护的关键所在。施工过程中,挡土墙的垂直度和平整度必须严格控制,避免施工误差导致整体结构倾斜或失稳。为了增强挡土墙的支护效果,通常会在基础部位进行加固,例如使用钢筋混凝土基础或采用深基坑支护方法。这些措施能够进一步提升挡土墙的抗倾覆与抗滑移能力。除此之外,排水系统的设计同样至关重要,以防止水分积聚导致墙体背后土壤的软化。为此,挡土墙背后常设置排水孔或排水层,确保水分能够及时排出,避免水压对墙体造成破坏。根据需要,墙体外侧也可进行喷浆处理,以进一步增强其稳定性。挡土墙支护技术在水利工程中的重要应用不言而喻,尤其是在堤坝、渠道、护岸等项目中。通过合理的设计与施工,不仅能有效防止土体滑移与变形,还能抵

御外部水流冲刷,确保工程结构的长期稳定。

3.2.4 混凝土喷涂支护技术

混凝土喷涂支护技术在水利工程施工中作为一种常用的边坡支护方法,主要通过将混凝土喷射到边坡表面,形成一层坚固的保护层,从而增强边坡的稳定性,防止土体滑移或崩塌。此技术具有施工速度快、成本低、适应性强等特点,尤其适用于岩质或软土层的边坡支护。在实施该技术之前,首先需要对边坡进行预处理,清除表面杂物,去除松动的土层,并进行必要的凿岩作业。确保喷涂层能够与原土层充分接触,从而增加黏结力,这些步骤至关重要。随后,喷射设备将混凝土均匀地喷涂到边坡表面,形成保护层。喷涂过程中,采用高压喷射方式,使混凝土能够紧密附着于不规则的岩面或土层,从而有效提高支护效果。混凝土喷涂层的厚度通常根据边坡的稳定性需求以及土质的特性来确定。若土层较为松软,则需增加喷涂层的厚度,以增强支护能力。此外,为了提高混凝土喷涂层的抗压性和抗裂性,通常在混凝土中加入钢筋网或钢丝网等加固材料,这有助于提升其整体承载力和抗震性能^[4]。通过喷涂混凝土,能够有效防止水土流失,保护边坡免受外力侵蚀。同时,通过合理设计排水系统,水分在支护层背后的积聚将得以减少,防止水分渗透导致土体软化或支护层脱落。在复杂的水利工程环境中,混凝土喷涂支护技术能够通过局部加固或设计优化,适应不同的施工条件和地质情况,从而提供可靠的支护效果。

4 结语

边坡开挖支护技术在水利工程施工中的重要地位,毋庸置疑,其应用价值与实际意义十分显著。随着工程规模的不断扩大以及施工环境的日益复杂,采用先进的支护技术,能够有效提高边坡的稳定性,从而避免潜在的地质灾害及安全隐患。在实际工程中,锚杆支护、挡土墙支护、混凝土喷涂支护等技术,已经得到了广泛的应用,且取得了显著的成效。随着技术的持续创新与发展,边坡支护技术的未来,将趋向更加智能化与精细化,这为水利工程的安全施工与高效建设提供了更加坚实的技术保障。

[参考文献]

- [1] 赵建梅. 边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J]. 水上安全, 2024(13): 179-181.
 - [2] 杨正平. 边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J]. 石材, 2023(12): 90-92.
 - [3] 马壮. 水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J]. 长江技术经济, 2021, 5(2): 56-58.
 - [4] 石晓剑. 边坡开挖支护技术在水利工程施工中的有效运用研究[J]. 农业开发与装备, 2021(9): 86-87.
- 作者简介: 宋文韬(1994.7—), 男, 毕业院校: 河海大学, 所学专业: 水利水电工程, 当前就职单位: 中国安能建设集团唐山分公司, 职务: 工程部负责人, 职称级别: 初级。