

水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的运用

李小松

武汉盘龙水务建设投资发展有限公司 湖北 武汉 430300

摘要: 水利水电施工过程中, 边坡开挖是一个重要且复杂的工程环节。边坡开挖施工的质量和安全性直接决定着整个工程的稳定性和可持续发展。对于边坡开挖施工来说, 不可避免地会出现边坡稳定性降低、土石体崩溃等安全隐患。因而, 在水利水电施工过程中, 运用合适的边坡开挖支护技术对边坡稳定性进行加固和保护至关重要。基于此, 论文对水利水电施工过程中边坡开挖支护技术运用展开了深入探讨与研究, 旨在为水利水电工程边坡施工提供理论依据和实践指导, 保障工程建设的顺利进行和可持续发展。

关键词: 水利水电施工过程; 边坡开挖支护技术; 运用

引言: 随着水利水电事业的蓬勃发展, 工程规模不断扩大, 其施工环境日益复杂, 边坡稳定问题成为工程建设的关键挑战之一。边坡作为水利水电工程结构的重要组成部分, 其稳定性不仅影响工程建设过程中的人员安全、施工进度和成本控制, 更关系到工程投入使用后的长期运行安全和功能发挥。因此, 深入研究水利水电施工过程中边坡开挖支护技术的运用具有深远意义。

1 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术运用的必要性

1.1 确保施工安全

水利水电工程的边坡开挖工作往往在复杂的地质条件下进行, 如山区、峡谷等地带, 这些区域的边坡岩体可能存在裂隙、破碎带等不稳定因素。如果缺乏有效的开挖支护技术, 在开挖过程中极易引发边坡失稳、滑坡、坍塌等地质灾害^[1]。这些灾害不单单会对施工人员的生命安全构成严重威胁, 还可能导致施工设备的损坏和掩埋。像是, 在高陡边坡开挖时, 若没有及时的支护, 一旦发生滑坡, 巨大的土石方量会瞬间冲击施工现场, 带来巨大的财产损失与人员伤亡。而合理运用边坡开挖支护技术, 可采取锚杆、锚索、挡土墙等措施增强边坡的稳定性, 最大程度上为施工人员创造一个安全的作业环境, 继而保障施工过程的顺利进行。

1.2 保障工程质量

边坡的稳定性对于水利水电工程的整体质量有着直接影响。对于大坝、渠道等水利设施而言, 其周边边坡的稳固是基础条件。如果边坡在施工过程中或后续运行期间出现变形、破坏的不良现象, 可能会导致水库渗漏、渠道垮塌等问题的频发, 进而严重影响水利水电工程的正常功能。开挖支护技术能够控制边坡的变形量, 保证边坡的岩土体在设计允许的范围内变动。如采用深

层搅拌桩支护技术可以有效加固软土地基边坡, 有效提高其承载能力, 从而为水利水电工程的高质量建设提供保障, 最终确保工程在长期运行中能够稳定发挥作用。

1.3 提高施工效率

边坡问题在水利水电施工中如果得不到妥善处理, 频繁的边坡失稳事故会导致施工停滞。每次处理边坡坍塌等问题都需要花费大量的时间和精力进行抢险救灾、重新规划和修复。运用边坡开挖支护技术, 则能够提前对边坡进行加固和防护, 尽量减少因边坡不稳定导致的施工中断情况。施工人员可按照预定的施工计划有序地开展作业, 机械设备也能在稳定的工作条件下持续作业, 从而提高整个水利水电工程的施工效率, 缩短工期, 大幅度降低成本。

1.4 保护周边环境

水利水电工程往往位于生态环境较为脆弱的地区, 边坡开挖不当可能会引发一系列环境问题。比如, 边坡失稳可能导致大量的土石方进入河流, 造成河道堵塞、水体污染, 影响水生生物的生存环境。更严重的是, 大面积的边坡破坏可能会破坏当地的植被和地表土壤结构, 引发水土流失等问题。采用边坡开挖支护技术, 可在一定程度上减少对周边环境的负面影响。像是植被护坡技术的应用, 在加固边坡的同时还能恢复植被, 起到涵养水源、保持水土的作用, 使当地的生态平衡得以保护。

1.5 适应复杂地质条件

众所周知, 不同的水利水电工程建设场地有着各异的地质条件, 从坚硬的岩石到松软的黏土都有。边坡开挖支护技术具有很强的适应性, 针对不同的地质情况可以选择不同的技术方法。像是对于岩石边坡, 可以采用爆破开挖结合预应力锚索支护的方法; 对于土质边坡, 可以采用土钉墙支护或土工织物加筋等技术。技术的适应性使得水利

水电工程能够在各种复杂地质条件下顺利开展，在一定程度上保证了工程建设的可行性和可靠性。

2 水利水电施工过程中边坡开挖支护技术

2.1 坡率法

坡率法是一种较为简单且经济的边坡开挖支护方法。它主要是根据岩土性质、水文地质条件等因素，利用控制边坡的坡度来保证边坡的稳定性。对于土质较好、地下水位较低的边坡，可采用较陡的坡率；而对于土质疏松、有地下水影响的情况，则需放缓坡率^[2]。开挖过程中，需严格按照设计的坡率进行分层开挖，同时格外注意坡面的平整度。该方法在小型水利水电工程或地质条件相对简单的边坡处理中应用较多。例如在一些小型灌溉渠道的边坡施工中，如果土层为黏土且含水量适中，可采用1:1 - 1:1.5的坡率进行开挖，施工过程中要注意避免超挖或欠挖，保证坡面的整齐，以减少雨水冲刷等因素对边坡稳定性的影响。

2.2 锚杆支护技术

锚杆支护指的是通过在边坡岩土体中钻孔，然后插入锚杆并灌注水泥砂浆等锚固材料，使锚杆与岩土体形成一个整体。锚杆的一端与坡面的钢筋网或其他支护结构相连，利用锚杆的拉力来加固边坡。面对水利水电工程，对于岩石边坡或土质较差但有一定整体性的边坡常采用这种技术。如在一些水电站的引水渠道边坡，如果边坡岩石存在裂隙，可沿裂隙方向或垂直于潜在滑动面方向打入锚杆，增强岩石的整体性，防止岩石块体沿裂隙面滑动。锚杆的类型比较多样，包括普通钢筋锚杆、预应力锚杆等，预应力锚杆可对边坡施加一定的预紧力，更有效地限制边坡变形。

2.3 锚索支护技术

锚索支护与锚杆支护类似，但锚索的承载能力更强，可用于对稳定性要求更高、地质条件更复杂的大型边坡。锚索一般由高强度钢绞线组成，采用钻孔将锚索安装在边坡深部稳定的岩土体中，接着进行张拉锁定。针对水利水电高边坡工程而言，如大型水库大坝的两岸边坡，当边坡高度大、岩土体性质复杂时，锚索可深入到更深的稳定地层，提供较大的锚固力。并且，锚索常与格构梁配合使用，格构梁可以将锚索的力均匀分布到坡面，增强坡面的整体稳定性，而且有利于坡面的防护和绿化。

2.4 土钉墙支护技术

土钉墙是一种原位土体加筋技术。在边坡中设置一定密度的土钉，土钉通常采用钢筋或钢管，应用钻孔、注浆等方式植入土体。土钉与土体共同作用，形成一

个复合的加固土体结构。在水利水电工程的土质边坡施工中应用广泛，特别是在粉质黏土、粉土等土层中效果较好。如在一些小型水库的溢洪道边坡，采用土钉墙支护可以有效地提高边坡的抗滑能力和稳定性。施工过程中，要注意土钉的长度、间距、倾角等参数的合理设计，以达到最佳的加固效果。

2.5 挡土墙支护技术

挡土墙是一种用于阻挡边坡土体或岩石滑动的结构。常见的挡土墙类型包括重力式挡土墙、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来维持稳定，适用于高度较低、地基条件较好的边坡。而悬臂式和扶壁式挡土墙则采取墙体的结构设计来承受侧向土压力，适用于较高的边坡。水利水电工程中，如在渠道的转弯处或填方边坡处，当空间有限且需要对边坡进行有效支挡时，可采用挡土墙支护。其中，需要注意的是，挡土墙的设计要考虑墙后土压力、墙体的稳定性和地基承载力等因素。

2.6 混凝土或浆砌石护坡技术

该技术是在边坡表面浇筑混凝土或砌筑浆砌石来保护边坡。对于易受水流冲刷、风化作用强烈的边坡，如水库大坝的上下游坡面、渠道坡面等，可采用这种方法。混凝土护坡可以采用素混凝土或钢筋混凝土，在此基础上，根据边坡的受力情况设计厚度和配筋。浆砌石护坡则要注意石块的砌筑质量，保证石块之间的缝隙密实，防止水流渗入。而且，可在坡面设置排水孔，以排出坡体内的积水，进一步增强护坡的效果。

2.7 植被护坡技术

植被护坡指的是在边坡上种植草皮、灌木等植被，利用植被的根系固土作用来增强边坡的稳定性。植被可以高效减少雨水对坡面的冲刷，降低地表径流速度。对于水利水电工程而言，对于一些对生态环境要求较高的区域，如靠近自然保护区的水利工程边坡，植被护坡可以与其他支护技术结合使用。如在锚杆格构梁支护的边坡上种植合适的植被，既能保证边坡的稳定性，又能美化环境、恢复生态。

3 提升水利水电施工过程中边坡开挖支护技术运用的策略

3.1 施工前的全面勘察与规划

3.1.1 详细地质勘察

在水利水电工程边坡开挖支护施工前，必须进行全面的地质勘察。运用先进的地质勘探技术，如钻探、物探等方法，能够准确获取边坡岩土体的类型、结构、强度、地下水分布等信息。像是对于复杂地质区

域,要增加钻探密度,确保对潜在软弱夹层、断层等不良地质构造有清晰的认识。详细的地质数据是制定合理开挖支护方案的基础,能有效避免因地质情况不明导致的技术选择失误。

3.1.2 科学的方案设计

依据地质勘察结果,结合工程要求和周边环境特点,设计科学合理的边坡开挖支护方案。方案设计中,应充分考虑边坡的高度、坡度、稳定性等因素。如对于高陡边坡,可采用分层开挖与多级支护相结合的方案;对于有特殊地质问题的边坡,如存在岩溶洞穴,则需针对性地设计特殊的支护结构和处理措施。

3.2 人员与技术管理

施工单位应加强对施工人员的专业培训,包括边坡开挖支护技术理论知识、施工工艺、安全注意事项等方面。定期组织培训课程和技术交流活动,邀请专家讲解最新的技术和案例。同时,建立严格的考核制度,只有通过考核的人员才能参与施工,确保施工人员具备熟练运用开挖支护技术的能力^[3]。在此基础上,积极关注国内外水利水电边坡施工领域的先进技术,如新型锚杆技术、智能监测技术等,并根据工程实际情况引进应用。之后,在行业内推广成熟有效的技术,采取技术研讨会、示范工程等形式,致力于促进施工企业之间的技术交流,使先进的开挖支护技术得到更广泛的应用。

3.3 施工过程中的质量控制

3.3.1 严格的工序管理

在边坡开挖支护施工过程中,严格把控每一道工序的质量。对于开挖工序,按照设计的坡度和分层要求进行精准开挖,尽量避免超挖或欠挖,及时对坡面进行修整。支护施工中,如锚杆安装,要充分保证锚杆的长度、角度、锚固力符合设计标准;混凝土护坡施工要控制好混凝土的配合比、浇筑厚度和振捣质量等。每完成一道工序后,都要进行严格的质量检查,合格后方可进入下一道工序。

3.3.2 实时监测与反馈调整

建立实时监测系统,对边坡的位移、变形、应力等参数进行科学的动态监测。系统利用全站仪、水准仪、测斜仪等监测设备,结合自动化监测技术,及时获取边坡的状态信息。一旦监测数据出现异常,如边坡位移超

过预警值,立即停止施工,分析具体原因并对开挖支护方案进行调整,确保施工过程中边坡的稳定性。

3.4 安全与环保管理

一是制定完善的安全管理制度和操作规程,为施工人员配备齐全的安全防护用品。施工现场必须设置明显的安全警示标志,对危险区域进行隔离防护。如在边坡顶部设置防护栏,防止人员坠落;在爆破作业区严格按照规定进行警戒和疏散。更重要的是,还得定期开展安全检查和应急演练,及时消除安全隐患,进而保障施工安全。而在边坡开挖支护过程中,相关部门与施工企业应特别注重对周边环境的保护。施工前期应合理规划施工场地和废渣堆放场地,避免对周边植被和水体造成污染。施工中对于开挖产生的土石方,尽量进行合理调配利用,尽可能减少弃渣量。而在植被护坡施工中,宜选择适宜当地生长的植物品种,促进边坡生态环境的恢复,实现水利水电工程建设与生态保护的协调发展。

3.5 后期维护与管理

首先,应建立全面的维护计划,明确维护周期、内容和责任方,确保边坡支护结构得到定期检查与保养。其内容包括对支护结构的稳定性、完整性以及是否存在裂缝、锈蚀等问题进行细致检查,发现问题及时处理。其次,加强安全管理,确保维护人员具备必要的安全知识和技能,严格遵守安全操作规程。维护过程中,应设置明显的安全警示标志,防止无关人员进入施工区域,确保施工安全。

结语:综上所述,边坡开挖支护技术在水利水电施工过程中的运用是必不可少的,它关乎施工安全、工程质量、施工效率、环境保护和对复杂地质条件的应对等多个关键方面,对于水利水电工程的成功建设和稳定运行有着不可替代的作用。

参考文献

- [1]王泽源.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].产业与科技论坛,2022,21(16):45-46.
- [2]陈乃嘉,谢艾楠.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用研究[J].东北水利水电,2022,40(07):57-58+62.
- [3]王旭鑫.水利工程施工中的边坡开挖支护技术分析[J].新型工业化,2022,12(05):128-132.