

探究水利工程施工中边坡开挖支护技术

张守东

山东省菏泽市鄄城县水务局 山东 菏泽 274600

摘要：水利工程施工中，边坡开挖支护技术至关重要，它关乎施工安全、工程质量与效益，以及工程可持续发展。边坡开挖技术涵盖土质与岩石边坡开挖，需遵循原则、选择合适方法并做好监测控制。支护技术包括浅层与深层支护，各有原理与适用场景。选择与优化支护技术需综合考量多方面因素。本文详细探讨了边坡开挖支护技术的各个方面，旨在为水利工程边坡施工提供科学、合理、有效的技术指导，保障施工安全与工程质量，推动水利工程建设发展。

关键词：水利工程施工；边坡开挖；支护；技术

引言

水利工程作为国家基础设施建设的重要组成部分，其施工安全与质量至关重要。边坡开挖支护技术是水利工程施工中的关键环节，直接影响到工程的稳定性、安全性以及使用寿命。随着水利工程建设规模的不断扩大和施工技术的不断进步，对边坡开挖支护技术提出了更高的要求。本文旨在深入探究水利工程施工中边坡开挖支护技术，分析其重要性、影响因素，详细阐述边坡开挖与支护技术要点，为水利工程建设提供技术参考。

1 边坡开挖支护技术概述

1.1 边坡开挖支护技术对水利工程的重要性

在水利工程施工过程中，大规模的土方和石方开挖不可避免，而边坡的稳定性直接关乎施工人员的生命财产安全。边坡一旦失稳，极易引发滑坡、坍塌等安全事故，威胁极大，所以合理的边坡开挖支护技术尤为关键，它能有效控制边坡的变形和位移，通过科学设置挡土墙、锚杆、锚索等支护措施，增强边坡稳定性，防止因边坡失稳导致的安全事故，为施工营造安全可靠的环境。而且该技术也是水利工程施工质量的重要保障，边坡失稳不仅威胁施工安全，还可能对工程主体结构造成损害，影响整个水利工程的质量和稳定性，而合理的支护措施可确保边坡开挖过程中的稳定性，避免对工程主体结构产生不良影响，保证水利工程正常运行，延长工程使用寿命，提高工程整体效益。此外合理的边坡开挖支护技术还能促进水利工程的可持续发展，传统边坡支护方式往往只注重稳定性而忽视生态环境保护，随着生态环境保护意识的提高，生态护坡等支护方式逐渐受到重视，这些方式在保证边坡稳定性的同时，还能通过种植植被、设置生态袋等措施改善边坡生态环境，防止水土流失，提高边坡生态功能，为水利工程的可持续发展奠定坚实基础。

1.2 影响边坡开挖支护技术的因素

影响边坡开挖支护技术的因素多种多样，其中地质条件、水文条件以及施工条件尤为关键，它们共同决定了边坡开挖支护技术的选择与实施效果。地质条件作为决定边坡开挖支护技术选择的基础性因素，其土质类型、岩性特征以及地质构造的复杂性均对边坡稳定性产生深远影响，在松软的土质或破碎的岩性区域，边坡更易发生滑移或坍塌，因此施工前对施工现场地质条件进行详细勘察和分析必不可少，这有助于准确评估边坡稳定性并据此选择合适的支护技术，确保施工安全有效。水文条件同样对边坡开挖支护技术产生重要影响，地下水位高低、水流冲刷作用以及降雨等因素都会直接或间接影响边坡稳定性，高水位或强烈水流冲刷可能导致边坡土体软化或侵蚀，进而降低边坡稳定性，所以在施工过程中必须充分考虑水文条件影响，并采取相应排水和防护措施，如设置排水管道降低地下水位、采用防水材料进行边坡防护等，以减少水文条件对边坡稳定性的不利影响，确保边坡长期稳定。施工条件也是影响边坡开挖支护技术选择与实施的重要因素，施工设备的先进性、施工人员的技术水平以及施工工期的紧迫性都会对边坡开挖支护技术的选择和实施产生制约，先进施工设备能提高施工效率和质量，高水平技术人员能确保支护技术准确实施，合理的施工工期安排也是确保边坡开挖支护工程顺利进行的关键，所以在进行边坡开挖支护施工时，必须充分考虑施工条件影响，制定合理的施工方案，明确施工步骤和要求，确保各项施工活动有序、高效进行，从而保障边坡开挖支护工程的质量和安全性^[1]。

2 边坡开挖技术

2.1 土质边坡开挖技术

土质边坡开挖技术是一项综合性强且要求严格的工作，其开挖原则、方法及注意事项均对边坡稳定性与后

续施工至关重要。在开挖原则上,必须严格遵循从上到下的顺序逐步推进,以确保开挖过程中的土体稳定,避免因开挖顺序不当引发边坡失稳风险,还需严格控制削坡层厚度,防止因厚度过大或过小导致边坡受力不均而发生滑移或坍塌。开挖面的平整度和坡度也必须严格符合设计要求,这是保障边坡稳定性和后续施工顺利进行的基础。在开挖方法上,主要依赖机械开挖和人工开挖两种方式,对于大规模土方开挖任务,挖掘机、推土机等机械设备因其高效快速而成为首选,能够迅速完成大量土方的挖掘和搬运工作,显著提高开挖效率;而在边坡角落等机械设备难以到达的区域,人工开挖则因其灵活性和精确性显得尤为重要,能够确保这些特殊区域的土方得到妥善处理。在开挖过程中,应合理调配机械设备和人力资源,充分发挥各自优势,以提高整体开挖效率和质量。还需特别注意避免过度开挖以破坏边坡原有平衡状态,及时清理挖出的土方以防止对边坡造成额外压力,并密切关注边坡稳定性状况,一旦发现异常情况如裂缝、土体滑移等,应立即采取措施进行处理,防止事态恶化。

2.2 岩石边坡开挖技术

岩石边坡的开挖方式主要包括爆破开挖和机械开挖两种,二者各具特点并适用于不同规模和条件的岩石开挖任务。对于较大规模的岩石开挖,爆破开挖因其高效快速而成为首选方法,但在此之前必须进行详尽的爆破设计,精确确定爆破参数、合理计算装药量并选择恰当的引爆方式,以确保爆破效果并减少对边坡稳定性的影响,同时安全防护工作也至关重要,需确保所有非作业人员安全撤离现场,并在爆破过程中严格控制爆破角度和爆破量,避免对边坡造成过大震动和破坏。而对于规模较小或爆破难以到达的区域,机械开挖则展现出其灵活性和精确性,在开挖前需对机械设备进行全面检查和调试,确保其性能完好、运行稳定,开挖过程中应根据岩石的硬度和结构特点选择合适的开挖工具和方式,并密切关注边坡稳定性,一旦发现异常情况如裂缝、岩石滑移等,要立即采取措施进行处理。无论是爆破开挖还是机械开挖,在岩石边坡开挖过程中均需严格遵守相关规范和安全操作规程,施工人员应具备丰富经验和专业技能,能够根据实际情况灵活选择和应用不同的开挖方式和技术方法,同时加强现场管理和监督,确保各项安全措施得到有效执行,保障岩石边坡开挖工程的安全、顺利进行。

2.3 边坡开挖过程中的监测与控制

在边坡开挖过程中,监测与控制是确保边坡稳定性

及保障施工安全的关键环节,应贯穿边坡开挖的全过程,对边坡稳定性进行实时、动态跟踪。监测内容主要聚焦于边坡的位移、变形、裂缝以及渗水等关键指标,这些指标的变化直接反映边坡的稳定状况,通过对监测数据的深入分析,施工人员能够及时了解边坡稳定性状况,为后续支护施工提供科学依据,确保施工方案的合理性与有效性。监测方法主要有人工监测和自动化监测两种,人工监测依赖施工人员的定期巡视和精确测量,他们凭借专业知识和丰富经验对边坡外观、形态及表面变化进行细致观察,并通过测量工具获取关键数据,但受限于人力和时间,难以实现全天候、连续性监测;自动化监测则借助先进的监测仪器和设备,如位移传感器、渗压计等,对边坡稳定性进行实时、自动的数据采集和传输,不仅提高监测效率,还能确保数据的准确性和及时性,为边坡稳定性评估提供更为可靠的支持。在实际施工中,要根据边坡规模、地质条件、施工环境等具体情况,灵活选择适合的监测方法,或结合使用两种监测方式,以实现边坡稳定性的全面、有效监控^[2]。当监测过程中发现边坡出现异常情况,如位移过大、变形严重、裂缝扩展或渗水加剧等,应立即启动应急响应机制,采取有效措施进行控制,控制措施应根据具体情况制定,可能包括调整开挖方案,如减缓开挖速度、改变开挖顺序等,以减少对边坡的扰动;加强支护措施,如增设锚杆、喷射混凝土等,以提高边坡的稳定性;进行排水处理,如设置排水沟、集水井等,以降低地下水位,减少渗水对边坡的影响。

3 边坡支护技术

3.1 浅层支护技术

浅层支护技术是边坡工程中不可或缺的关键环节,对提升边坡稳定性、预防边坡失稳引发的安全事故具有显著作用。挂网喷混凝土技术通过固定钢筋网片于边坡表面并喷射混凝土形成致密保护层,有效限制边坡变形与位移,增强整体稳定性,抵御风雨侵蚀、地震波动等外界破坏,施工速度快且效果显著,尤其适用于需快速加固的边坡工程。砂浆锚杆技术则通过深入边坡内部注入砂浆固定锚杆,增加边坡内聚力和抗滑力,防止滑移或坍塌,施工简便、成本低且加固效果持久,是边坡支护的常用手段。排水孔技术作为辅助措施,在边坡内部合理设置排水孔以排出地下水,减小岩体内水压力,降低地下水对边坡的侵蚀作用,减少失稳风险,施工灵活且可根据具体情况调整,是边坡支护中不可或缺的部分。混凝土网格梁技术主要用于土质边坡支护,通过设置混凝土网格梁利用结构作用增加稳定性,并可在网格

梁内部辅以植草护坡等措施,既美化环境又增强稳定性,施工相对简单且对边坡扰动小,适用于各种规模的土质边坡支护工程。这些浅层支护技术各有优势,适用于不同边坡条件和支护需求,在实际工程中应综合考虑边坡具体情况、地质条件、环境因素及施工条件等,选择合适的支护技术或组合使用多种技术,以达到最佳支护效果,确保边坡稳定性,为边坡工程的安全施工和长期运行提供有力保障。

3.2 深层支护技术

预应力锚索、预应力深孔锚杆及固结灌浆作为常见的深层支护技术,各自依托独特原理在边坡支护中发挥关键作用。预应力锚索技术通过锚索对被加固岩体施加预应力,有效限制岩体有害变形发展,显著改善围岩应力状态并提升其自承能力,对边坡深层潜在滑移面控制效果显著,不仅增强边坡整体稳定性,更为边坡工程安全施工提供有力保障。预应力深孔锚杆技术则通过锚杆对深层岩体施加预应力,深入边坡内部进行加固,特别适用于地质条件复杂、边坡稳定性较差的工程环境,为边坡长期稳定运行奠定坚实基础。固结灌浆技术针对破碎边坡,通过填充岩石缝隙增强边坡岩体整体性,显著提高边坡稳定性,降低因岩石缝隙导致的失稳风险,尤其适用于风化严重、岩石破碎的边坡工程,有效改善边坡力学性质并提升其整体承载能力。这些深层支护技术各具特色,适用于不同的边坡条件及支护需求,实际工程中应综合考虑边坡具体情况、地质条件、环境因素及施工条件等,合理选择支护技术或组合使用多种技术,如地质条件复杂、边坡稳定性差时,可采用预应力锚索与预应力深孔锚杆相结合;岩石破碎、风化严重时,则优先考虑固结灌浆技术。

3.3 支护技术的选择与优化

在选择与优化边坡支护技术时,需综合考量地质条件、水文条件、施工条件、经济性以及支护技术的可靠性和有效性等多方面因素,以确保支护方案的科学性、经济性与可靠性。首要原则是根据边坡的具体地质构造、岩石类型、土壤性质及地下水位等精准匹配支护技术,深入分析地质勘察资料,明确稳定性状况及潜在风

险,选择最能满足边坡稳定需求的支护方法。同时,要充分考虑施工现场的地形地貌、交通条件、施工空间等实际情况,确保施工过程的可行性与便利性,并对支护方案的成本效益进行综合分析,力求在保障边坡稳定的前提下实现经济效益最大化。在确保支护技术可靠性和有效性方面,应优先选择经过实践验证、技术成熟且效果显著的支护方法,并结合边坡的长期运行需求,考虑支护结构的耐久性、维护便捷性等因素,以保障支护效果在边坡整个生命周期内均能有效保持^[3]。为进一步优化边坡支护技术,可采取针对性措施,如对支护结构进行精细化建模与计算,优化调整其尺寸、形状、材料等,提升承载能力和稳定性;采用自动化监测技术、智能化施工设备等先进施工技术和设备,提高施工效率和质量;加强施工过程中的监测和控制,实时监测边坡变形、应力等关键参数,及时发现并处理潜在安全隐患,同时建立严格的施工质量控制体系,对支护结构施工全过程进行精细化管理,确保每一道工序都符合设计要求,从而全面提升边坡支护技术的整体水平。

结语

综上所述,水利工程施工中边坡开挖支护技术是一项复杂而系统的工程,涉及多个学科领域与众多影响因素。通过本文的探讨,我们深刻认识到边坡开挖支护技术的重要性及其面临的挑战。在实际工程中,应综合考虑地质、水文、施工条件等多方面因素,科学选择与优化支护技术,确保边坡稳定性与施工安全。并且随着科技的不断进步与工程实践的深入,我们应持续探索与创新,推动边坡开挖支护技术向更加高效、环保、智能化的方向发展,为水利工程建设事业贡献更大的力量。

参考文献

- [1]梁玉冰.边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J].工程建设与设计,2025(5):193-195.
- [2]张帆.水利工程施工中的边坡开挖支护技术分析[J].水上安全,2023(7):170-172.
- [3]付晓,李庆健.边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J].现代装饰,2025(3):232-234.