

水利工程边坡防护施工技术

王桂利

北京市密云区潮白河道管理所 北京 101500

摘要: 水利工程边坡防护施工技术是水利工程建设领域中的一重要措施,其主要目的是防范边坡因自然因素及人为施工活动引发的灾害性事件。本文详细阐述了水利工程边坡防护施工技术的基本概念、影响因素以及主要的技术方法。边坡防护施工技术在水利工程建设中具有重要意义,旨在防范边坡失稳、滑坡或坍塌等灾害性事件。影响因素主要包括地质条件、水文条件和气候因素。并进一步分析了工程防护技术(如刚性自重式挡土墙、柔性自重式挡土墙)、边坡支护技术(如锚杆支护、喷锚支护、格网护坡)以及生态防护技术(如植被防护、生态混凝土防护)的具体应用和施工要点。这些技术方法的综合运用,旨在确保水利工程边坡的稳定性和安全性。

关键词: 水利工程; 边坡防护; 施工技术

引言: 边坡,作为一种特殊的地貌形态,其土质边坡高度通常介于二十至一百米之间,而岩质边坡则可达三十至一百米的高度范围。由于边坡独特的高度与陡峭的坡度,使得施工技术在面对此类地形时面临更高的挑战。边坡防护技术不仅是保障工程安全的关键,还直接关系到整体结构的稳定性与耐久性;因此,深入研究和探讨边坡防护与开挖技术,对于提升水利工程整体施工水平、确保工程安全稳定,具有极其重要的意义。

1 水利工程边坡防护施工技术的基本概念

在水利工程建设领域,边坡防护施工技术具有至关重要的意义。这是一项集多种技术于一体的综合性工程措施,其主要目的是防范边坡因自然因素(如水流冲刷、风雨侵蚀)及人为施工活动引发的失稳、滑坡或坍塌等灾害性事件。边坡防护施工技术的核心在于两点:一是通过增强边坡的稳定性,确保水利工程主体结构的安全稳固;二是在实施过程中尽量减少对周围生态环境的负面影响。在边坡开挖的初步阶段,施工人员必须严格控制边坡的坡度和形态,这是稳固边坡的首要前提^[1]。随后进入边坡支护阶段,可能会运用锚杆支护、喷锚支护、格网护坡等多种技术手段,对边坡实施全面的加固,以进一步提升其整体稳定性。此外,边坡防护施工技术还特别强调生态防护的重要性。通过采用植被覆盖、生态混凝土等创新方法,旨在同时实现边坡的有效防护与生态环境的恢复,既确保了水利工程的安全运行,又促进了工程项目与周边生态环境的和谐共存。

2 水利工程边坡防护的影响因素

2.1 地质因素

地质因素在边坡防护施工中扮演着至关重要的角色,其复杂多变的特性是决定边坡稳定状态及制定相应

防护措施的基础。在施工筹备的初步阶段,对施工区域进行详尽的地质勘探与分析显得尤为关键。这不仅包括对地质构造复杂性的了解,还涉及地形地貌特征的把握,地下水分布规律的探索,以及水文地质特性的深入研究。特别是岩层的倾角、厚度及其岩性,加之断裂、节理的发育状况,都是评估边坡稳定性的核心要素。在岩石强度较低、节理发育密集且易受风化影响的区域,边坡的稳定性往往会受到严重威胁,进而增大了滑坡、坍塌等地质灾害发生的可能性。

2.2 水文条件

水文条件,特别是河流、水库等水体的存在,对边坡的稳定性带来了显著的影响和挑战。水体的自然冲刷力,在雨季或洪水期间会大幅度增强,对边坡产生强烈的冲击。这种冲刷不仅剥蚀边坡表层的土壤,还可能渗透到边坡内部,破坏其原有的结构,导致边坡的稳定性大幅下降。此外,河流的水位变动也是影响边坡稳定的重要因素。水位的频繁涨落使得边坡受到周期性的冲刷与浸泡,这种周期性的作用力会加速边坡土体的软化和剥落,从而降低边坡的整体稳定性。长期的水流作用还可能导致边坡局部区域出现严重的侵蚀现象,如沟壑、凹槽等。这些侵蚀现象不仅削弱了边坡的承载能力,还可能成为边坡失稳的触发点,对边坡的稳定性构成严重威胁。

2.3 气候因素

气候因素,尤其是降雨和风化现象,对边坡的稳定性产生着深远的影响。降雨作为边坡稳定性的重要考验,会直接导致土壤含水量的显著增加,进而降低边坡土体的抗剪强度。当土壤中的水分达到饱和状态时,土体的内聚力会大幅下降,使得边坡在重力作用下更容易发生滑动或坍塌。特别是在遭遇持续性强降雨时,边坡

的稳定性将面临极大的挑战,滑坡等地质灾害的风险会急剧上升。除了降雨,风化作用也是影响边坡稳定性的一个关键因素。随着时间的推移,岩石表面会逐渐受到风化作用的影响,导致岩石剥落、破碎,进而改变岩石的物理力学性质。这种风化作用不仅削弱了岩石的强度,还降低了其稳定性,使得边坡在受到外力作用时更容易发生破坏。

3 水利工程边坡防护施工技术分析

3.1 工程防护技术

3.1.1 刚性自重力式挡土墙技术

刚性自重力式挡土墙技术是一种依靠自身重量来抵抗土体侧压力的挡土结构。它主要由砖石、混凝土等无机材料构成,通过其较大的质量和坚固的结构来保持稳定。这类挡土墙因其结构紧凑、耐久性好、施工方便等特点,在各类工程中得到了广泛应用。刚性自重力式挡土墙的设计和施工需严格遵循工程规范^[2]。首先,需根据工程现场的地质条件、土壤特性以及挡土墙所需承受的压力来确定挡土墙的尺寸和形状。常见的刚性自重力式挡土墙类型包括重力式挡土墙、钢筋混凝土挡土墙等。重力式挡土墙通过自身重量和摩擦力来抵抗土压力,适用于挡土面较硬、坚实、无拱形土体和非抗震区。而钢筋混凝土挡土墙则通过钢筋和混凝土的共同作用,提高了挡土墙的承载力和稳定性,特别适用于土体较软、抗震要求较高的地区。在施工过程中,刚性自重力式挡土墙的基础处理尤为关键。需确保地基承载力满足设计要求,防止因地基不均匀沉降导致挡土墙开裂或倾斜。

3.1.2 柔性自重力式挡土墙技术

柔性自重力式挡土墙技术,作为一种创新的土工建筑方法,其核心在于利用回填土与挡土墙结构的相互作用,构建一个稳固的自支撑体系。相较于传统的刚性自重力式挡土墙,该技术展现出更高的柔性与可塑性,使得其能更有效地顺应地形起伏,吸收外部震动,并显著降低结构内部的应力集中现象。此技术的显著优势体现在广泛的适应性、施工的便捷性以及环保节能的特性上。它能够针对多样化的地质条件和特定的工程要求,进行个性化的设计,诸如加筋土挡墙和土工格栅墙便是其中的典型代表。加筋土挡墙通过在土体中巧妙嵌入钢筋网或其他金属加强件,显著提升了土体的抗拉强度,有效抵御了土体的挤压性破坏。而土工格栅墙,则采用聚酯纤维等高性能材料编织成网格状,埋设于土体中,构成一道既柔韧又耐用的挡土屏障,其施工流程简洁,且使用寿命长久。在柔性自重力式挡土墙的施工实践中,对回填土的质量控制与压实度的把握至关重要。回填土需分

层仔细夯实,以确保挡土墙与周围土体间形成紧密的结合,从而避免因回填土松动而引发的挡土墙失稳问题,保障整体结构的安全与稳定。

3.2 边坡支护技术

3.2.1 锚杆支护技术

锚杆支护作为边坡支护中的一种经典技术,其应用广泛且效果显著。锚杆支护的优势在于施工便捷、占地面积小以及安全系数高,这些特点使得它在水利工程的边坡防护中占据了重要地位。在锚杆支护的施工过程中,施工人员的专业性和细致性至关重要。首先,他们需要根据边坡的地质条件和支护需求,选择合适的锚杆材料和规格。锚杆的材料通常选择高强度、耐腐蚀的钢材,以确保其长期稳定性和耐久性。规格方面,则要根据边坡的土层厚度、岩土体性质以及支护力度等因素进行综合考虑。确定锚杆材料和规格后,施工人员还需要根据边坡的实际情况,精确确定锚杆的打入深度和角度。打入深度要足够,以确保锚杆能够牢固地嵌入岩土体中,发挥出其应有的支护作用。为了确保锚杆与岩土体的紧密结合,施工人员还需要采取必要的注浆和加固措施。注浆是指将水泥浆或其他注浆材料注入锚杆与岩土体之间的空隙中,以填充空隙、提高锚杆与岩土体之间的粘结力。

3.2.2 喷锚支护技术

喷锚支护技术,作为一种高效的边坡稳定方案,巧妙地将锚杆的锚固力与喷射混凝土的覆盖保护相结合,为水利工程边坡提供了强有力的支护。该技术不仅继承了锚杆支护的稳固性和混凝土喷射的快速施工特点,还进一步提升了支护结构的整体稳定性和可靠性,尤其适用于破碎岩层厚度较大、节理发育显著的边坡环境。在施工过程中,喷射混凝土的配合比控制至关重要。一般而言,混凝土中水泥、砂、石的比例需精确控制在1:2:3至1:2.5:3.5之间,以确保混凝土的强度和密实性达到最优。施工人员需根据边坡的具体地质条件和支护要求,灵活调整配合比,确保每一批混凝土都能满足设计要求。此外,施工质量的把控同样不容忽视。喷射混凝土应达到均匀、密实的标准,其厚度通常需保持在5-10厘米之间,以有效抵抗外部压力^[3]。为进一步提升支护效果,施工人员可在混凝土中掺入约5%的纤维材料或适量的外加剂,如减水剂、增塑剂等,这些添加剂能显著提升混凝土的抗拉强度和抗裂性能,从而延长支护结构的使用寿命。

3.2.3 格网护坡

格网护坡是一种利用钢丝网、土工网等格网材料对边坡进行防护的技术。它不仅能够有效增强边坡的抗冲

刷能力,还有利于植被的生长和发育,实现生态防护的目标。常用的格网护坡技术包括三维植被网护坡、蜂巢式网格植草护坡等。在格网护坡的施工过程中,施工人员需要首先选择合适的格网材料和规格。格网材料通常选择耐腐蚀、耐磨损的钢丝网或土工网,以确保其长期稳定性和耐用性。规格方面则要根据边坡的坡度、土层厚度以及植被生长需求等因素进行综合考虑。确定格网材料和规格后,施工人员需要根据边坡的实际情况确定格网的铺设方式和固定方法。铺设方式可以选择平铺、叠放或搭接等,以确保格网能够紧密贴合边坡表面。固定方法则包括使用锚杆、锚钉或绑扎带等将格网牢固地固定在边坡上,以防止其滑动或脱落。土壤要选择肥沃、透气的类型,以确保植被能够顺利生长。植被种子则要根据边坡的气候条件、土壤类型以及生态需求等因素进行选择,以确保植被的适应性和生长效果。

3.3 生态防护技术

3.3.1 植被防护技术

植被防护技术是通过在边坡表面种植植被来增强边坡稳定性的一种有效方法。植被的根系能够深入土壤,起到固结土壤、减少水土流失的作用。植被还能改善边坡周边的环境,提升景观效果,使边坡与周围环境更加和谐统一。在植被防护技术的实施过程中,施工人员需要综合考虑边坡的土壤条件、气候条件以及植被的生长习性等因素,选择合适的植被种类和种植方式。常用的植被防护技术包括平铺草皮护坡、人工种草护坡、土工网植草护坡等。平铺草皮护坡是将预先培育好的草皮直接铺设在边坡表面,这种方法施工简便、效果显著;人工种草护坡则是根据边坡的实际情况,选择合适的草种进行播种,这种方法需要较长的生长周期,但成本相对较低;土工网植草护坡则是在边坡表面铺设土工网,然后在网内填充土壤并种植植被,这种方法既能增强边坡的稳定性,又能提高植被的成活率。为了确保植被的生长和发育,施工人员还需要采取必要的养护措施。在植被生长初期,需要定期浇水、施肥,以促进植被的快速生长;在植被生长过程中,还需要及时修剪、除草,以保持植被的健壮生长和良好景观效果。

3.3.2 生态混凝土防护技术

生态混凝土防护技术,凭借其独特的环保与实用性,在水利工程边坡防护中日益受到重视。该技术采用特殊级配的胶凝材料与集料,制备出多孔结构的混凝土,其透水系数可达到每秒数毫米,透气性能优异,为植物根系提供了充足的生长空间与养分^[4]。在实施过程中,混凝土材料与配合比的选择至关重要。通常,生态混凝土的水泥用量控制在200-300千克每立方米,集料含量高达70%-80%,孔隙率维持在20%-30%之间,以确保良好的透水透气性能。根据边坡的具体坡度与土壤条件,混凝土的浇筑方式可采用喷涂、浇筑或预制块铺设,厚度一般控制在10-20厘米,既保证结构强度,又便于植物生长。在混凝土浇筑后,需在其表面均匀设置直径约5-10厘米的植被生长孔和深度约15-20厘米的种植槽,填充富含有机质的土壤,并播种适宜当地气候的植被种子。植被生长期间,需定期浇水,每周至少一次,施肥每季度一次,根据生长情况进行适时修剪,确保植被茂盛,景观效果良好。

结语

综上所述,水利工程边坡防护施工技术是确保水利工程边坡稳定性和安全性的重要手段。通过综合考虑地质、水文和气候等影响因素,并合理运用工程防护技术、边坡支护技术和生态防护技术,可以有效提升边坡的整体稳定性,减少灾害风险,同时促进工程项目与周边生态环境的和谐共存。在实际应用中,应根据具体工程条件和需求,灵活选择和设计防护方案,确保防护效果的最大化。

参考文献

- [1] 普正宏,高伟.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].工程建设与设计,2020(01):134-135+138.
- [2] 覃楚曼.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].水电水利,2020,4(3):31-32.
- [3] 杨帆.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].智能城市,2019,5(21):163-164.
- [4] 谢良冬.水利水电工程施工中的高边坡加固技术分析[J].工程建设与设计,2019(18):201-202.