

水利水电工程边坡开挖支护施工要点

张子扬

新疆花城勘测设计研究有限责任公司 新疆 可克达拉 835213

摘 要：水利水电工程边坡开挖支护技术是确保工程稳定性和安全性的关键。该技术涉及复杂的地质环境和多样的施工方法，包括爆破开挖、机械开挖以及多种支护技术。在施工过程中，根据边坡地质条件合理选择开挖方法和支护措施，以确保边坡的稳定性。同时，施工安全与环保管理也至关重要，建立完善的安全生产管理制度和应急预案，实施环保措施和绿色施工理念，以减少对环境的影响。本文综述了水利水电工程边坡开挖支护技术的要点和施工管理与环保方面的考虑，为相关工程实践提供了参考。

关键词：水利水电工程；边坡开挖；施工要点

1 水利水电工程边坡开挖支护技术概述

水利水电工程边坡开挖支护技术是指在水利水电工程建设过程中，为确保边坡稳定性和安全性所采取的一系列开挖和支护措施。这一技术具有综合性强、技术要求高、施工难度大等特点，对于水利水电工程的整体质量和安全具有至关重要的作用。在边坡开挖阶段，主要面临的是如何根据边坡的地质构造、岩土性质以及地下水状况等因素，合理地选择开挖方法和开挖顺序。常见的开挖方法包括爆破开挖、机械开挖以及人工开挖等。其中，爆破开挖能够快速有效地进行大范围的土方和石方开挖；机械开挖则适用于较为平缓且大面积的边坡；人工开挖则更多用于精细修整或难以使用机械的区域。开挖完成后，支护施工成为关键。支护的主要目的是防止边坡在后续施工或运行期间发生滑坡、坍塌等灾害。支护技术多种多样，包括锚杆支护、钢筋混凝土挡土墙支护、喷射混凝土支护等。这些支护技术能够根据不同的地质条件和施工需求，提供有效的边坡加固和防护。在实际施工中，还需要特别关注地下水的影响^[1]。地下水位的上升或下降都可能对边坡的稳定性产生不利影响，在支护设计中必须充分考虑防水和排水措施。随着科技的进步，水利水电工程边坡开挖支护技术也在不断发展。新型支护材料和智能施工技术的应用，进一步提高了施工效率和支护效果。未来，这一技术将继续向着智能化、绿色化、可持续化的方向发展，为水利水电工程建设提供更加安全、高效、环保的边坡开挖支护解决方案。

2 边坡开挖支护技术在水利水电工程中的重要性

边坡开挖支护技术是水利水电工程建设中不可或缺的一环，其重要性不言而喻。在水利水电工程中，边坡的稳定性和安全性直接关系到工程的整体质量和运行安全。一旦边坡发生滑坡、坍塌等灾害，不仅会造成严重

重的人员伤亡和财产损失，还可能对下游地区的水文环境和生态环境产生长远影响。边坡开挖支护技术通过合理的开挖方法和有效的支护措施，能够显著提升边坡的稳定性和承载能力。在开挖阶段，科学选择开挖方法和顺序，能够有效减少开挖对边坡原有结构的破坏，降低滑坡和坍塌的风险。同时，支护措施的应用，如锚杆支护、喷射混凝土支护等，能够进一步加固边坡，增强其抗滑和抗倾覆能力。另外，边坡开挖支护技术还有助于保护周边环境和生态系统。在水利水电工程建设中，边坡开挖往往伴随着大量的土石方作业，容易对周边环境造成破坏。通过精细的开挖控制和有效的支护措施，能够减少对周边植被和生态系统的干扰，保护生态环境的完整性和稳定性。

3 水利水电工程边坡开挖技术要点

3.1 爆破开挖技术

爆破开挖技术是水利水电工程中边坡开挖的一种常用方法，特别适用于岩质坚硬、地形复杂的边坡。该方法通过合理的爆破设计和精确的施工操作，能够迅速、有效地去除大量土石方，提高开挖效率。在爆破开挖过程中，首先需要进行详细的地质勘察，了解边坡的岩土性质、构造特征以及地下水情况。基于这些信息，爆破工程师可以设计出合理的爆破方案，包括爆破孔的布置、炸药类型和用量的选择等。为了确保爆破过程的安全，还需要采取一系列的安全措施，如设置警戒线、撤离非施工人员等；在实施爆破开挖时，应严格控制爆破参数，如爆破孔的深度、间距和装药量，以避免对周边环境和设施造成破坏。另外，爆破后还需及时对边坡进行安全检查，确保边坡的稳定性，并根据检查结果采取相应的支护措施^[2]。

3.2 机械开挖技术

机械开挖技术是现代水利水电工程中边坡开挖的另一种主要方法。相比于爆破开挖,机械开挖具有操作灵活、对周边环境的影响小、安全性高等优点。机械开挖技术主要依赖于挖掘机、装载机等重型机械设备,通过铲斗或斗齿的切割、挖掘动作来完成土石方的去除。在进行机械开挖前,同样需要对边坡的地质条件进行详细勘察,以便合理规划开挖路线和选择合适的机械设备。机械开挖过程中,操作人员需要密切关注边坡的变化情况,及时调整开挖速度和深度,以避免边坡失稳或滑坡等安全事故的发生。通过合理的机械配置和调度,可以大大提高开挖效率,缩短工期。同时,机械开挖还可以实现对边坡的精细开挖和修整,提高边坡的平整度和美观度。

3.3 土方与石方开挖技术差异

在水利水电工程的边坡开挖中,土方和石方开挖技术存在明显的差异。这些差异主要体现在开挖方法、所需设备以及处理难度等方面;土方开挖主要针对的是土壤或软质岩层,其开挖过程相对简单。由于土壤的质地较软,易于切割和搬运,因此土方开挖通常可以采用挖掘机等机械设备进行。土方开挖后的处理也相对容易,可以通过回填、压实等方式进行整平;相比之下,石方开挖则更为复杂。石方开挖主要针对的是硬质岩层或岩石,其开挖过程需要采用更为专业的设备和工艺。例如,对于大型岩石,可能需要采用爆破方法进行破碎;对于小型岩石,则可以采用机械破碎锤等工具进行破碎。另外,石方开挖后的处理也相对困难,需要对破碎后的岩石进行筛分、运输和处理。在实际工程中,土方和石方开挖往往需要相互配合进行。在边坡开挖过程中,可能会遇到土壤和岩石的交替出现,这就需要根据具体情况灵活选择开挖方法和设备。在开挖过程中还需要密切关注边坡的稳定性情况,及时采取相应的支护措施,以确保工程的安全顺利进行。

4 水利水电工程边坡支护施工要点

4.1 锚杆支护技术

锚杆支护技术是通过在边坡内部设置锚杆,利用锚杆与岩土体的粘结力或摩擦力来提供支护力的一种技术。锚杆支护具有施工简便、成本较低、支护效果好的优点。在施工锚杆支护时,首先需要确定锚杆的布置位置和深度。这需要根据边坡的地质条件、岩土性质以及设计要求来综合考虑。接着进行锚杆的钻孔和注浆工作。钻孔的深度和直径应满足设计要求,注浆材料的选择和注浆压力的控制也需要严格控制,以确保锚杆与岩土体的良好粘结。最后,进行锚杆的张拉和锁定,使其

充分发挥支护作用。因此,在施工过程中需要严格控制注浆材料的质量、注浆压力的稳定性以及锚杆张拉力的准确性^[3]。

4.2 钢筋网支护技术

钢筋网支护技术是通过在边坡表面铺设钢筋网,然后喷射混凝土或砂浆来形成一层坚固的支护层,以增强边坡的抗剪强度和整体性。在进行钢筋网支护施工时,首先需要清理边坡表面的杂物和松散岩土,确保钢筋网能够紧密贴合边坡。接着,按照设计要求铺设钢筋网,钢筋网的规格、间距和连接方式需要严格控制。然后,喷射混凝土或砂浆,使其与钢筋网紧密结合,形成一层坚固的支护层。钢筋网支护技术的关键在于确保钢筋网的铺设质量和喷射混凝土或砂浆的均匀性。在施工过程中,需要加强对钢筋网的检查和维护,确保其完整性和稳定性。同时,还需要严格控制喷射混凝土或砂浆的配比和喷射压力,以确保支护层的质量和厚度满足设计要求。

4.3 混凝土喷涂支护技术

混凝土喷涂支护技术是通过将混凝土以高压喷射的方式均匀喷涂在边坡表面,形成一层致密的混凝土层,以提高边坡的抗渗性和耐久性。在进行混凝土喷涂支护施工时,首先需要清理边坡表面的杂物和湿润表面,以确保混凝土能够紧密贴合边坡并形成良好的粘结。接着,选择合适的混凝土喷涂设备和喷射压力,进行混凝土的喷涂工作。喷涂过程中需要控制混凝土的喷涂速度和厚度,确保其均匀性和致密性。最后,对喷涂后的混凝土进行养护,以提高其强度和耐久性;混凝土喷涂支护技术的关键在于确保混凝土的喷涂质量和养护效果。在施工过程中,要加强对混凝土喷涂设备和材料的检查和维护,确保其正常运行和性能稳定。同时,严格控制混凝土的喷涂速度和厚度,以及养护条件和时间,以确保支护层的质量和性能满足设计要求。

4.4 其他支护技术

除了上述常见的支护技术外,水利水电工程中还可能采用其他支护技术,如悬臂挡土桩支护、预应力锚索支护等。悬臂挡土桩支护是通过在边坡前方设置一排悬臂桩来阻挡土体滑移的一种技术。在施工过程中,需要确定悬臂桩的布置位置和尺寸,然后进行桩的打入和固定工作。悬臂挡土桩支护的关键在于确保桩的稳定性和承载力满足设计要求;预应力锚索支护是通过在边坡内部设置预应力锚索来提供支护力的一种技术。预应力锚索由高强度钢材制成,通过张拉和锁定来提供支护力。在施工过程中,需要确定锚索的布置位置和长度,然后进行锚索的钻孔、注浆和张拉工作。预应力锚索支护的

关键在于确保锚索的张拉力和注浆质量满足设计要求。这些支护技术各有特点,适用于不同的地质条件和设计要求。在实际工程中,根据具体情况选择最合适的支护技术,或者将多种支护技术相结合,以达到最佳的支护效果;对于悬臂挡土桩支护技术,其施工关键在于桩体的稳定性和抗滑移能力。在设计时,根据边坡的土质、地下水情况、滑坡力等因素综合考虑,确定桩体的尺寸、间距和布置方式。在施工过程中,严格控制桩体的垂直度和打入深度,确保桩体能够稳定地嵌入土体中。同时,还需要对桩体进行必要的检测和监测,及时发现和处理可能存在的问题。

预应力锚索支护技术则是一种主动支护方式,通过预应力锚索对边坡进行加固。其施工关键在于锚索的选材、张拉和锁定工艺。锚索材料应具有高强度、耐腐蚀和耐久性好的特点。张拉和锁定工艺需要严格控制张拉力的大小和张拉速度,确保锚索能够充分发挥其支护作用。同时,还需要对锚索进行定期的检查和维护,及时发现和处理锚索可能出现的松弛或损坏情况。在实际工程中,还需要注意不同支护技术之间的协调和配合。例如,当采用锚杆支护和钢筋网支护相结合时,需要确保锚杆与钢筋网之间的连接牢固可靠;当采用混凝土喷涂支护和预应力锚索支护相结合时,需要确保混凝土层与锚索之间的粘结良好。

5 水利水电工程边坡开挖支护施工安全与环保管理

5.1 边坡开挖支护施工中的安全隐患与风险

边坡开挖支护施工涉及到复杂的地质环境和多样的施工设备,因此存在着多种安全隐患和风险。首先,边坡的地质条件复杂多变,如岩土层的稳定性、地下水位的高低等都可能对施工安全构成威胁。在开挖过程中,若处理不当,极易引发滑坡、崩塌等地质灾害。其次,施工设备的使用和操作也存在安全风险。如爆破作业可能引发飞石伤人、机械故障可能导致人员伤亡等,施工人员的不当操作或疏忽大意也是安全隐患的重要来源^[4]。

5.2 安全管理制度与应急预案的制定

为了有效应对边坡开挖支护施工中的安全隐患和风险,必须建立完善的安全管理制度和应急预案。安全管理制度应包括施工人员的安全培训、设备的定期检查和

维护、施工现场的安全监管等内容。通过制度化管理,可以规范施工行为,提高施工人员的安全意识,减少安全事故的发生。同时,还需要制定详细的应急预案,包括应急组织体系、应急物资准备、应急演练等。应急预案的制定和实施可以增强施工团队对突发事件的应对能力,确保在紧急情况下能够迅速、有效地采取措施,保障人员和财产的安全。

5.3 环保措施与绿色施工理念的实施

在水利水电工程的边坡开挖支护施工中,环保措施与绿色施工理念的实施对于保护环境和促进可持续发展具有重要意义。环保措施应包括施工扬尘的控制、噪声污染的防治、废弃物的处理等。例如,可以通过洒水降尘、设置隔音屏障、分类回收废弃物等方式减少施工对环境的影响。积极推广绿色施工理念,鼓励使用环保材料和设备,优化施工方案,减少对自然资源的消耗和环境的破坏。在施工过程中,还应加强环境监测和评估,及时发现和解决环境问题,确保施工活动符合环保要求。

结束语

综上所述,水利水电工程边坡开挖支护技术的合理应用对于工程的顺利进行和长期稳定运行具有重要意义。在施工过程中,应充分考虑边坡的地质条件和施工环境,合理选择开挖方法和支护措施。同时,加强施工安全与环保管理,建立完善的安全管理制度和应急预案,积极实施环保措施和绿色施工理念,以减少施工对环境和人员的影响。未来,随着技术的进步和环保意识的增强,水利水电工程边坡开挖支护技术将更加智能化、绿色化,为水利水电事业的发展做出更大贡献。

参考文献

- [1]郝泽维.水利水电工程边坡开挖支护施工要点[J].中国电力企业管理,2024,(03):94.
- [2]付桂生,张弦.水利水电工程施工中边坡开挖支护技术的应用分析[J].四川水利,2023,44(05):116-118.
- [3]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,(07):170-172.
- [4]刘黛伟.边坡开挖支护技术在水利水电工程施工中的应用分析[J].水电站机电技术,2020,43(11):175-176.