

# 水利工程施工边坡开挖支护技术

王经宇

山西三建集团有限公司 山西 太原 030000

**摘要:** 本文深入探讨了水利工程施工中的边坡开挖支护技术,分析了该技术在水利工程中的重要性以及面临的主要问题。文章详细阐述了边坡开挖支护技术的具体应用方法,包括浅层支护和深层支护技术,并强调了安全监测与质量控制在边坡开挖支护过程中的关键作用。通过本文的研究,旨在为水利工程边坡开挖支护技术的实践提供有益的参考和借鉴。

**关键词:** 水利工程; 边坡开挖; 支护技术; 安全监测; 质量控制

引言: 水利工程作为国家重要的基础设施工程,其施工质量直接关系到国家的经济发展和人民的生命财产安全。在水利工程施工过程中,边坡开挖支护技术是一项至关重要的技术环节。该技术不仅能够确保边坡的稳定性,防止滑坡、崩塌等安全事故的发生,还能够提高水利工程的整体施工质量。因此,深入研究水利工程边坡开挖支护技术具有重要意义。

## 1 水利工程边坡开挖支护技术概述

### 1.1 定义边坡及其分类

边坡,简而言之,是工程建设中为了保持土体或岩体稳定而设置的具有一定倾斜角度的坡面。它通常出现在路基、水坝、渠道等工程的两侧,用于防止土体或岩体的滑落和坍塌。根据地层岩性的不同,边坡可以分为土质边坡和岩质边坡两大类。土质边坡主要由土壤构成,其稳定性和强度相对较低,容易受到风化、雨水冲刷等自然因素的影响。而岩质边坡则主要由岩石构成,其稳定性和强度相对较高,但也可能因岩石的裂隙、断层等地质构造因素而引发滑坡、崩塌等灾害。在实际工程中,边坡的稳定性和安全性是至关重要的。一旦边坡发生失稳,不仅会对工程本身造成严重的破坏,还可能对周边环境和人民生命财产安全构成威胁。因此,在水利工程施工中,必须采取有效的边坡开挖支护技术来确保边坡的稳定性和安全性。

### 1.2 边坡开挖支护技术的基本原理

边坡开挖支护技术的基本原理是通过在边坡内部设置支护结构,以增强边坡的抗滑、抗倾覆能力,从而确保边坡的稳定性和安全性。这些支护结构通过不同的方式作用于边坡,共同构成一个稳定的支护体系。(1) 锚杆支护是一种常用的边坡开挖支护技术。它通过在边坡岩土层中打入锚杆,并利用预应力锁定技术将锚杆与岩土层紧密结合,形成一个整体。这样,锚杆就能有效地

传递岩土层内部的应力,提高边坡的抗滑能力。同时,锚杆还能通过其本身的抗拉强度来抵抗边坡的倾覆力矩,进一步确保边坡的稳定性。(2) 土钉墙支护则是另一种常见的边坡开挖支护技术。它通过在边坡表面设置密集的土钉,并将土钉与边坡土体紧密结合,形成一个类似于重力墙的支护结构<sup>[1]</sup>。土钉墙支护能够有效地提高边坡的抗剪强度和抗滑能力,同时其施工速度快、成本低,适用于各种规模的边坡支护工程。(3) 喷射混凝土支护则是一种通过喷射混凝土在边坡表面形成保护层的支护技术。这种支护技术能够有效地防止边坡受到风化、雨水冲刷等自然因素的破坏,同时提高边坡的整体强度和稳定性。(4) 挡土墙支护则是一种利用墙体阻挡土压力的支护技术。它通常采用石料、混凝土或钢筋混凝土等材料建造,通过自身重量对土压力进行抵抗,从而保持边坡的稳定。挡土墙支护适用于边坡开挖后稳定性较差的情况,能够有效地防止边坡的滑移和坍塌。

## 2 水利工程边坡开挖支护技术面临的主要问题

在水利工程的边坡开挖支护过程中,会遇到多种复杂而棘手的问题,这些问题不仅影响施工进度,更直接关系到工程的安全性和稳定性。

### 2.1 地下水渗漏对边坡开挖支护的影响

地下水渗漏是边坡开挖支护过程中一个不容忽视的问题。地下水的存在不仅增加了边坡土体的含水量,降低了其抗剪强度和承载力,还可能引发边坡内部的水力梯度变化,导致土体渗透失稳。在支护结构施工过程中,地下水渗漏还可能对支护材料的强度和耐久性造成不良影响,如腐蚀锚杆、降低喷射混凝土的粘结力等。此外地下水渗漏还可能引发边坡表面的冲刷和侵蚀,导致支护结构暴露和失效。特别是在雨季或地下水丰富的地区,地下水渗漏问题尤为突出,给边坡开挖支护带来了极大的挑战。为了应对这一问题,施工前需要对地下水进行详细的勘探和监

测,制定合理的降水方案,并在支护结构中采取防水措施,如设置防水层、使用防水材料等。

### 2.2 超挖问题及其产生的原因

超挖是指边坡开挖过程中实际挖掘深度超过设计要求的深度。超挖不仅浪费了大量的人力、物力和财力,还可能对边坡的稳定性造成不利影响。超挖产生的原因多种多样,如施工人员对设计图纸理解不准确、测量误差、机械操作不当等<sup>[2]</sup>。超挖会导致边坡坡度的改变,增加边坡的滑移和坍塌风险。同时超挖还可能破坏边坡土体的自然平衡状态,引发新的地质问题。为了避免超挖问题,施工前应加强对施工人员的培训和教育,提高他们的专业素质和操作技能。还应加强现场测量和监控,确保开挖深度和坡度的准确性。

### 2.3 复杂地形和地质条件对施工造成的挑战

水利工程边坡开挖支护往往面临着复杂的地形和地质条件。这些条件包括但不限于陡峭的山坡、松软的土壤、坚硬的岩石、断层和裂隙等。这些复杂的地形和地质条件不仅增加了施工的难度和风险,还可能对支护结构的设计和施工方法的选择提出更高的要求。在复杂地形和地质条件下,支护结构需要具有更强的适应性和灵活性。例如,在陡峭的山坡上,支护结构需要能够承受更大的倾覆力矩和滑移力;在松软的土壤中,支护结构需要具有更好的抗拔和抗剪能力;在坚硬的岩石中,支护结构需要能够穿透岩石并与其紧密结合。为了应对复杂地形和地质条件带来的挑战,施工前需要对地形和地质条件进行详细的勘探和分析,制定合理的施工方案和支护结构设计。同时,在施工过程中还需要加强现场监测和预警,及时发现和处理潜在的地质问题。

## 3 水利工程边坡开挖支护技术的具体应用

在水利工程的边坡开挖支护过程中,合理的施工准备、精确的施工方案、关键材料的正确使用以及支护技术的选择与应用,都是确保边坡稳定性和工程安全性的关键要素。

### 3.1 边坡开挖前的施工准备工作

在进行边坡开挖支护之前,充分的施工准备工作是必不可少的。首先,需要对边坡所在区域的地形地貌、地质结构、水文条件等进行详尽的勘探和调查,以获取准确的基础数据。基于这些数据,可以设计出合理的边坡开挖支护方案。同时对施工区域周边的环境进行评估,确保施工活动不会对周边环境造成不良影响。施工人员和技术团队需要对设计图纸和施工方案进行深入学习和理解,确保施工过程中的每一个步骤都符合设计要求。此外,施工所需的材料和设备需要提前准备到位,

包括但不限于支护材料(如锚杆、土钉、喷射混凝土等)、测量仪器、挖掘机械等。在施工现场,还需要设置好安全警示标志,确保施工人员的安全。

### 3.2 边坡开挖支护技术的具体施工方案

边坡开挖支护技术主要包括浅层支护和深层支护两大类。浅层支护主要应用于边坡表层的加固,如采用土钉墙、喷射混凝土等方法。土钉墙通过在边坡表面设置密集的土钉,与喷射混凝土结合形成复合结构,提高边坡的抗剪强度和整体稳定性。喷射混凝土则能够迅速形成保护层,防止边坡受到风化、雨水冲刷等自然因素的破坏<sup>[3]</sup>。深层支护则主要应用于边坡内部的加固,如采用锚杆、锚索等方法。锚杆通过预埋在边坡岩土层中,与支护结构形成整体,提高边坡的抗滑能力。锚索则通过预应力锁定技术,将边坡岩土层内部的应力进行平衡,进一步确保边坡的稳定性。在实际施工中,浅层支护和深层支护往往需要结合使用,以形成更为有效的支护体系。

### 3.3 钢筋铺设和混凝土施工在边坡开挖支护中的关键作用

钢筋铺设和混凝土施工在边坡开挖支护中发挥着至关重要的作用。钢筋作为支护结构的主要受力构件,其铺设质量和位置准确性直接关系到支护结构的强度和稳定性。因此,在施工过程中,需要严格按照设计图纸进行钢筋的铺设,确保钢筋的间距、直径和长度等参数符合设计要求。混凝土作为支护结构的保护层和填充材料,其施工质量同样重要。在喷射混凝土时,需要控制好混凝土的喷射速度和厚度,确保混凝土能够均匀覆盖在边坡表面,形成致密的保护层。同时,混凝土的配合比和强度等级也需要根据设计要求进行严格把控,以确保其满足支护结构的强度和耐久性要求。

### 3.4 不同支护技术在特定条件下的选择与应用

在水利工程边坡开挖支护中,支护技术的选择需要根据具体的工程条件、地质条件、环境因素等进行综合考虑。例如,在土质边坡中,由于土壤的抗剪强度和承载力相对较低,因此更适合采用土钉墙、喷射混凝土等浅层支护技术。而在岩质边坡中,由于岩石的强度和稳定性相对较高,因此可以考虑采用锚杆、锚索等深层支护技术。此外,支护技术的选择还需要考虑施工成本、工期等因素。例如,在某些紧急情况下,为了尽快完成边坡支护工作,可能需要选择施工速度较快的支护技术。而在一些对成本有严格要求的工程中,则需要选择性价比更高的支护方案。

## 4 水利工程边坡开挖支护技术的安全监测与质量控制

### 4.1 安全监测在边坡开挖支护中的重要性

边坡开挖支护工程涉及复杂的地质结构和多变的环境因素,其稳定性和安全性往往受到多种内外因素的共同影响。因此,实施安全监测对于及时发现边坡变形、滑移等异常情况,评估支护效果,以及预测潜在滑坡风险具有重要意义。安全监测不仅能够为工程决策提供科学依据,还能够提高应对突发事件的能力,减少灾害损失。

#### 4.2 安全监测的目的、方法和常用仪器

(1) 安全监测的主要目的是通过定期或实时监测边坡的变形、应力、地下水位等关键参数,评估边坡的稳定性状态,预测滑坡发生的可能性和演变趋势。监测数据可用于验证支护设计的有效性,指导后续施工和维护工作。(2) 安全监测的方法包括地表位移监测、地下位移监测、应力应变监测、地下水位监测等<sup>[4]</sup>。地表位移监测通常采用全站仪、GPS等高精度测量仪器,对边坡表面的水平位移和垂直位移进行监测。地下位移监测则利用测斜仪、沉降仪等设备,对边坡内部的变形情况进行测量。应力应变监测通过应变计、土压力盒等仪器,监测边坡岩土体的应力状态。地下水位监测则利用水位计等设备,实时监测边坡区域内的地下水位变化。(3) 常用的安全监测仪器包括全站仪、GPS接收机、测斜仪、沉降仪、应变计、土压力盒、水位计等。这些仪器具有高精度、自动化、远程传输等特点,能够满足不同监测需求,提高监测效率和准确性。

#### 4.3 如何通过监测数据预测滑坡发生的可能性和演变趋势

通过安全监测获得的数据,可以运用统计分析、数值模拟等方法,对边坡的稳定性进行评估,预测滑坡发生的可能性和演变趋势。例如,通过分析地表位移监测数据,可以判断边坡是否存在滑移趋势,以及滑移的速度和方向。结合地下位移监测数据,可以进一步了解边坡内部的变形情况,评估支护结构的效果。此外,还可以利用地质力学模型、有限元分析等数值模拟方法,对边坡的稳定性进行定量评估。通过模拟不同工况下的边坡变形和应力状态,可以预测滑坡的发生条件和演变趋势,为制定预防措施提供科学依据。

#### 4.4 加强质量控制、确保施工安全和工程质量的措施

为了确保水利工程边坡开挖支护的施工安全和工程质量,需要采取一系列质量控制措施。(1) 应建立健全质量管理体系,明确各级管理人员的职责和权限,确保施工过程中的每一个环节都符合设计要求和行业标准。

(2) 应加强对原材料和构配件的质量控制。对于支护材料如锚杆、土钉、喷射混凝土等,应严格按照规范进行检验和验收,确保其质量符合设计要求。同时,对于施工机械和设备,应定期进行维护和保养,确保其性能稳定可靠。(3) 在施工过程中,应加强对关键工序和隐蔽工程的监督检查。例如,在锚杆安装过程中,应检查锚杆的长度、直径、注浆质量等关键参数;在喷射混凝土施工过程中,应检查混凝土的配合比、喷射速度和厚度等关键指标。对于发现的质量问题,应及时进行整改和处理,确保施工质量符合要求。(4) 还应加强对施工人员的培训和教育。通过定期举办安全培训和技能提升课程,提高施工人员的安全意识和操作技能水平。同时,应建立健全应急预案和救援机制,提高应对突发事件的能力。

#### 结语

综上所述,水利工程边坡开挖支护技术是一项至关重要的技术环节,其应用效果直接关系到水利工程的整体施工质量和安全。在实际施工过程中,需要充分考虑地质条件、施工环境等因素,选择合适的支护技术并加强安全监测与质量控制。通过不断的研究和实践,我们可以进一步提高水利工程边坡开挖支护技术的水平,为国家的经济发展和人民的生命财产安全提供更加坚实的保障。

#### 参考文献

- [1]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.
- [2]张璐.水利工程施工中高边坡开挖爆破与支护技术的应用[J].石材,2023,(08):28-29.
- [3]黄耀坤.边坡开挖支护技术在水利工程施工中的应用[J].黑龙江水利科技,2023,51(04):140-143.
- [4]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.