

## 浅析水利水电工程中的边坡加固处理技术

张嘉或

长江勘测规划设计研究有限责任公司上海分公司, 上海 201900

[摘要] 边坡加固处理是水利水电工程中关注的重要问题之一。该处理涉及边坡稳定性评估、加固方案设计、加固施工和监测等关键步骤。通过综合考虑地质条件、水文条件和工程活动等因素, 选择适合的加固技术, 并进行科学的设计和施工, 能够提高边坡的稳定性和安全性。同时, 持续监测边坡变化, 并及时调整和修复, 能够确保加固效果的可靠性和长期稳定性。边坡加固处理的成功应用有助于保护工程安全, 减少灾害风险, 并为水利水电工程的可持续发展提供保障。

[关键词] 边坡; 加固处理技术; 水利水电工程

DOI: 10.33142/hst.v6i5.9522

中图分类号: TV223

文献标识码: A

### Brief Analysis of Slope Reinforcement Technology in Water Resources and Hydropower Engineering

ZHANG Jiayu

Shanghai Branch, Changjiang Institute of Survey, Planning, Design and Research Co., Ltd., Shanghai, 201900, China

**Abstract:** Slope reinforcement treatment is one of the important issues of concern in water conservancy and hydropower engineering. The treatment involves committed step such as slope stability assessment, reinforcement scheme design, reinforcement construction and monitoring. By comprehensively considering factors such as geological conditions, hydrological conditions, and engineering activities, selecting suitable reinforcement techniques, and conducting scientific design and construction, the stability and safety of slopes can be improved. At the same time, continuous monitoring of slope changes and timely adjustment and repair can ensure the reliability and long-term stability of the reinforcement effect. The successful application of slope reinforcement treatment helps to protect engineering safety, reduce disaster risks, and provide guarantees for the sustainable development of water conservancy and hydropower projects.

**Keywords:** slope; reinforcement treatment technology; water conservancy and hydropower engineering

边坡稳定性是水利水电工程中的重要问题, 而边坡加固处理则成为解决这一问题的关键。在面对地质条件、水文条件和工程活动等多种因素的影响时, 选择合适的加固技术, 并进行科学地评估、设计、施工和监测, 能够提高边坡的稳定性和安全性。边坡加固处理的成功应用不仅有助于保护工程的可靠性和持久性, 还能够减少灾害风险、保护生态环境, 并为水利水电工程的可持续发展提供保障。因此, 深入了解和掌握边坡加固处理的流程和技术对于工程实践具有重要意义。

#### 1 水利水电工程中影响边坡稳定的因素

##### 1.1 地质条件

地质条件包括土层性质、岩石结构、岩性变化、断层、裂缝等。不同地质条件对边坡的稳定性产生直接影响, 因此在工程设计和施工中必须充分考虑这些因素。

土层性质首先是地质条件中的一个关键方面。土壤的组成、颗粒大小和排列方式决定了其承载力、剪切强度和渗透性等特性。黏土质地的土层在吸湿膨胀和干燥收缩过程中容易出现变形和裂缝, 从而增加边坡失稳的风险。而砂质土层则具有较大的渗透性和较低的剪切强度, 容易发生滑坡和冲刷。其次, 岩石结构和岩性变化对边坡稳定性也具有重要影响。岩石的强度、稳定性和断裂性质决定了

岩块的稳定性和失稳机制。例如, 节理和裂缝是岩石中常见的弱面和滑动面, 当这些弱面与边坡倾向一致时, 岩块易于发生滑坡和崩塌。同时, 断层也是地质条件中的另一个重要因素。断层是地壳中地层错动形成的破碎带, 具有明显的滑动性质。当断层穿过边坡时, 由于地壳运动和断层活动, 边坡易于发生位移和滑动。此外断层活动还会导致地下水体系的改变, 进而影响边坡的稳定<sup>[1]</sup>。

##### 1.2 水文条件

水文条件包括降雨、河流水位、水库蓄水等因素。这些因素对边坡的稳定性产生直接影响, 因此在工程设计和施工中必须充分考虑这些因素。

降雨是水文条件中最重要因素之一。大量降雨会引起边坡水分含量的增加, 导致土壤饱和和水力压力的增加, 进而降低边坡的抗剪强度, 增加边坡滑坡的风险。同时降雨还会引发地表径流和地下渗流, 进一步加剧边坡的侵蚀和破坏。其次, 河流水位对边坡稳定性的影响也非常重要。当河流水位上涨时, 边坡所受水力压力增大, 容易导致边坡的滑动和坍塌。尤其是在河流水位突然上涨的情况下, 边坡的稳定性更容易受到破坏。此外, 水库蓄水也对边坡稳定产生重要影响。水库蓄水会导致上游水位上升, 对边坡施加水压力, 增加边坡滑动和破坏的风险。尤其是在水

库首次蓄水或快速蓄水时, 边坡稳定性的问题尤为突出。

### 1.3 工程活动

工程活动是水利水电工程中影响边坡稳定的另一个重要因素。施工和运营过程中的工程活动对边坡的稳定性产生直接影响, 因此在工程规划、设计和施工中必须充分考虑这些因素。

挖掘是水利水电工程中常见的工程活动之一。挖掘过程中, 边坡土壤或岩石被削减、移除或改变, 这会改变边坡原有的结构和力学特性, 增加边坡变形和破坏的风险。其次, 爆破是水利水电工程中常用的地质爆破技术。爆破作业会引起边坡的震动和冲击, 对边坡的稳定性产生直接影响。爆破能够导致岩石的破碎和破坏, 使边坡岩体的稳定性降低, 增加边坡滑动和坍塌的风险。最后, 土方填筑也是水利水电工程中常见的工程活动之一。土方填筑会改变边坡的原有地形和地质条件, 增加边坡的坡度和高度, 导致边坡的变形和破坏的风险增加。

## 2 水利水电工程中的边坡加固处理技术

### 2.1 岩体锚杆加固

岩体锚杆加固技术通过使用钢筋或锚杆将岩体的不稳定部分与深层稳定岩体连接, 增强岩体的整体稳定性, 以防止边坡滑动和崩塌。关于该技术的描述分为以下几个部分:

①岩体锚杆加固技术可以有效地控制岩体的位移和裂缝扩展。通过预先埋设锚杆, 可以产生预应力或摩擦力, 使岩体形成紧密连接。这种连接作用能够抵抗岩体的受力和位移, 提高岩体的抗滑性能。锚杆还能够控制岩体内部的裂缝扩展, 减少裂缝对边坡稳定性的影响。

②岩体锚杆加固技术适用于各种不同类型的岩石和岩层。不同类型的岩石具有不同的力学特性和稳定性, 但通过适当设计和施工, 可以根据具体的岩石条件选择合适的锚杆材料和布置方式。岩体锚杆加固技术的适用性较广, 可针对不同岩层的不同问题提供解决方案。

③岩体锚杆加固技术具有较高的可靠性和持久性。锚杆材料通常采用高强度钢筋或钢绞线, 具有较好的抗拉强度和耐腐蚀性能, 能够承受较大的荷载。合理设计和施工的岩体锚杆加固系统能够经受长期的岩体变形和外力作用, 保持边坡的稳定性。

④岩体锚杆加固技术具有较高的适应性和灵活性。根据不同的边坡条件和工程要求, 可以灵活选择锚杆的数量、直径和布置方式。在较为复杂和危险的边坡情况下, 还可以采用多层次和多阶段的锚杆加固方案, 以进一步提高边坡的稳定性和安全性<sup>[2]</sup>。

### 2.2 土工格栅加固

土工格栅加固技术通过铺设土工格栅在边坡表面或内部, 增加土体的抗剪强度和整体稳定性, 以防止边坡的滑动和侵蚀。关于该技术的描述分为以下几个部分:

①土工格栅能够有效地分散荷载, 提高土体的抗拉强度。土工格栅的特殊结构使其能够承受较大的荷载, 并将荷载均匀分散到土体中。这种荷载分散作用减少了土体内部的应力集中, 有效提高了土体的抗拉强度和整体稳定性。

②土工格栅能够增加土体的抗冲刷能力和抗侵蚀能力。边坡常受到降雨和河流水流的侵蚀, 导致土体的冲刷和破坏。土工格栅的存在形成了一种抗冲刷的屏障, 能够减缓水流速度、分散水流能量, 并阻止土体被冲刷。同时, 土工格栅的三维结构还能阻止土体颗粒的溶解和沉积, 提高了土体的抗侵蚀能力。

③土工格栅具有较好的透水性和透气性。土工格栅内部的空隙结构可以允许水分和空气通过, 防止水分在土体中积聚。这样可以降低土体的饱和度和水分压力, 减少土体的液化和软化风险, 有利于边坡的稳定性。

④土工格栅具有较高的可塑性和适应性。根据边坡的具体情况, 土工格栅可以根据需要选择不同材料、尺寸和强度。同时, 土工格栅还可以根据需要进行定制, 以适应不同边坡的形状和复杂度。这种灵活性和可塑性使得土工格栅成为一种广泛适用于不同工程要求的边坡加固材料。

### 2.3 混凝土护面加固

混凝土护面加固在边坡表面施工混凝土护面层, 形成坚固的护岩层, 增加边坡的抗冲刷和抗侵蚀能力, 从而提高边坡的稳定性。关于该技术的描述分为以下几个部分:

①混凝土护面层能够提供坚固的保护和支撑。混凝土具有很高的抗压强度和耐久性, 能够承受较大的荷载和水流冲击。通过在边坡表面施工混凝土护面层, 形成一个坚固的护岩层, 可以有效地防止边坡岩石的风化和破坏, 保护边坡的稳定性。

②混凝土护面层能够抵御水流的冲刷和侵蚀。边坡常受到降雨和河流水流的冲刷, 导致岩石和土壤的侵蚀和剥蚀。混凝土护面层具有光滑的表面和较高的硬度, 可以有效地分散和减缓水流的冲击力, 降低水流的侵蚀能力。同时, 混凝土护面层还可以防止土壤颗粒的溶解和沉积, 提高边坡的抗侵蚀能力。

③混凝土护面层具有较好的适应性和可塑性。根据边坡的具体情况, 可以调整混凝土护面层的厚度和形状, 以适应不同边坡的坡度和复杂度。混凝土护面层还可以与其他加固材料结合使用, 如锚杆、土工格栅等, 形成多层次的加固系统, 以进一步提高边坡的稳定性。

### 2.4 植被加固

植被加固是通过植被的种植和管理来增加边坡的稳定性。植被能够提高边坡土壤的抗剪强度, 降低水分含量, 减缓水流速度, 防止土壤侵蚀和滑动, 从而有效地保护边坡。关于该技术的描述分为以下几个部分:

①植被根系能够增加边坡土壤的抗剪强度。植物的根系能够穿透土壤, 并形成网状结构。这种根系结构能够提

供较好的抗剪强度,使土壤颗粒之间形成更紧密的连接,增加边坡土壤的整体稳定性。植物的根系还能够吸收土壤中的水分,减少土壤饱和和液化的风险。

②植被能够降低边坡土壤的水分含量。植物通过根系吸水,将水分从土壤中吸收和蒸腾释放到大气中。这样可以降低土壤的水分含量,减少土壤的饱和度,从而降低土壤的重量和位移,提高边坡的稳定性。植被的存在还可以降低降雨对边坡的冲击和侵蚀,减缓水流速度,防止土壤侵蚀和滑动。

③植被能够减缓水流速度,防止水流对边坡的冲刷和侵蚀。植物的茎和叶子能够形成一种抵抗水流冲击的屏障,减少水流的能量和速度。植物的根系也能够增加土壤的黏结性和黏聚力,阻止土壤颗粒的溶解和沉积,从而减少水流对边坡的冲刷和侵蚀<sup>[3]</sup>。

### 3 水利水电工程中的边坡加固处理流程

#### 3.1 边坡稳定性评估

边坡稳定性评估是水利水电工程中边坡加固处理流程中的第一步。该评估旨在确定边坡的稳定状态、存在的问题以及潜在的风险,为后续的加固设计提供基础。

地质勘察是边坡稳定性评估的重要组成部分。通过对边坡区域的地质勘察,包括地层岩性、结构特征、断裂裂隙、岩土层厚度等的调查和分析,可以了解边坡地质条件的基本情况。地质勘察还包括地质构造分析,评估地壳运动、地震活动等对边坡稳定性的影响。其次,水文条件评估对边坡稳定性评估至关重要。通过分析降雨量、降雨强度、径流量以及河流水位等因素,评估边坡在不同水文条件下的稳定性。水文条件评估还包括对地下水位的监测和分析,地下水位的升降会对边坡的稳定性产生直接影响。此外,边坡工程活动的分析也是边坡稳定性评估的重要内容。工程活动,如挖掘、爆破、土方填筑等,会对边坡的稳定性产生影响。通过对工程活动的分析,评估其对边坡稳定性的潜在影响,为后续的加固设计和施工方案提供依据<sup>[4]</sup>。

#### 3.2 加固方案设计

加固方案设计是水利水电工程中边坡加固处理流程中的关键步骤。该步骤旨在根据边坡的稳定性评估结果,制定合适的加固方案,以提高边坡的稳定性和安全性。

在水利水电工程中,需要根据边坡的特征和问题,选择合适的加固技术。常见的边坡加固技术包括岩体锚杆加固、土工格栅加固、混凝土护面加固、植被加固等。每种技术都有其适用的情况和优势,根据边坡的地质条件、坡度、高度以及工程要求等因素,选择最合适的加固技术。其次,进行加固方案的详细设计。根据选定的加固技术,设计加固的具体方案。包括确定加固材料的规格和数量、锚杆的布置和锚固深度、土工格栅的铺设方式和层厚、混凝土护面层的厚度和形状,以及植被的种植方式和密度等。设计方案时,需充分考虑加固效果、工程可行性、经济性

和环境可持续性。此外,加固方案设计还需考虑施工过程中的实际操作。根据施工条件和限制,合理安排施工顺序、工艺和方法,确保加固施工的顺利进行。同时需要充分考虑施工时可能出现的风险和困难,提前制定相应的安全措施和应急预案,保障施工安全。

#### 3.3 加固施工和监测

加固施工和监测是水利水电工程中边坡加固处理流程中不可或缺的环节。施工过程中的正确实施和监测的持续进行是确保加固效果的关键。

加固施工需要根据设计方案按照合适的工艺和方法进行。施工人员应严格遵守操作规程和安全操作要求,保证施工的质量和安全性。对于岩体锚杆加固,需要准确布置锚杆并进行正确的锚固操作。对于土工格栅加固,需要确保格栅的铺设牢固和正确,与地表和地下部分连接良好。对于混凝土护面加固,需控制混凝土浇筑过程,保证混凝土的质量和均匀性。对于植被加固,需根据设计要求进行植物的种植和管理,确保植被能够发挥其加固作用。其次,加固施工过程中应进行现场监测和质量控制。通过安装监测点,定期进行边坡的位移、应力和水文条件等监测,以及工程施工质量的检验和控制,确保加固工程的有效性和稳定性。监测数据的及时反馈和分析,能够发现施工中的问题和异常情况,及时采取调整措施,确保加固施工的质量和安全性。此外,施工过程中需要注意环境保护和生态恢复。合理规划施工区域,采取措施防止土壤和水源污染,减少对周边生态环境的影响。对于植被加固,要注意植物的选择和管理,保护当地生态系统的平衡和多样性。

### 4 结语

边坡加固处理在水利水电工程中具有重要意义,通过综合考虑边坡稳定性评估、加固方案设计、加固施工和监测等关键步骤,能够有效提高边坡的稳定性和安全性。合理选择适用的加固技术,科学实施施工,持续监测边坡的变化,是确保加固效果持久和工程可靠性的关键。边坡加固处理的成功应用将为水利水电工程的可持续发展提供保障,保护人民生命财产安全,实现可持续发展目标。

#### [参考文献]

- [1]李磊.浅析水利水电工程中的边坡加固处理技术[J].四川建材,2023,49(1):99-101.
  - [2]韦建宇.水利水电工程中的边坡加固处理技术应用分析[J].城镇建设,2022(20):178-180.
  - [3]朱守霞.浅析水利水电工程中的边坡加固处理技术[J].电脑爱好者(普及版),2021(8):25-26.
  - [4]张建伟.浅析水利水电工程中的边坡加固处理技术[J].户外装备,2021(10):247-248.
- 作者简介:张嘉或(1991.10—),男,汉族,毕业学校:华北水利水电大学,现工作单位:长江勘测规划设计研究有限责任公司上海分公司。