

# 水利工程建设过程中边坡加固的处理措施探讨

陈 城<sup>1</sup> 孙坚勇<sup>2</sup> 李锋利<sup>3</sup> 邢向阳<sup>3</sup>

1. 福建省闽电投资开发有限公司 福建 福州 350001

2. 福建省水利水电建设有限公司 福建 福州 350001

3. 中国水电建设集团十五工程局有限公司 陕西 西安 710609

**摘 要：**水利工程作为国民经济的重要基础设施，其建设过程中的边坡加固处理至关重要。边坡的稳定性直接影响到水利工程的安全运行和周边居民的生命财产安全。本文探讨了水利工程建设过程中边坡加固的处理措施，包括抗滑结构、锚固技术、排水处理等多种方法，旨在提高边坡的稳定性，保障水利工程的安全运行。

**关键词：**水利工程；边坡加固；抗滑结构；锚固技术；排水处理

## 引言

随着社会经济的快速发展，我国水利工程建设取得了显著成就。然而，在水利工程建设过程中，边坡加固问题一直是工程人员关注的焦点。边坡作为水利工程的重要组成部分，其稳定性直接关系到整个工程的安全性和耐久性。因此，探讨水利工程建设过程中边坡加固的处理措施具有重要的现实意义。

### 1 边坡加固处理的重要性

边坡加固处理是水利工程建设过程中不可或缺的重要环节，其重要性不言而喻。边坡的稳定性是水利工程安全运行的基石，不仅直接关系到水利工程建设质量，还深刻影响着工程的使用寿命和整体安全性。在水利工程施工前期，开挖工作是必不可少的一环。然而，岩体作为一种天然材料，其内部往往存在着各种裂缝、节理和弱面。这些裂缝在开挖过程中若未得到妥善处理，就可能成为边坡失稳的潜在隐患。一旦这些裂缝在后续施工或运营过程中受到外力作用，如雨水渗透、地震力等，就可能导致整个水利工程出现坍塌，造成不可估量的损失。除了岩体内部的裂缝外，外界因素也对边坡稳定性构成严重威胁。温度、气候等自然条件的变化，如降雨、融雪、冻胀等，都可能引起土质边坡的力学性质发生变化，从而导致边坡失稳。特别是在极端天气条件下，如暴雨、洪水等，边坡失稳的风险更是大大增加。此外，边坡失稳不仅会对水利工程本身造成破坏，还可能对周边环境和居民生命财产安全构成严重威胁。一旦边坡发生滑坡或坍塌，可能会堵塞河道、摧毁建筑物、破坏交通设施等，造成严重的经济损失和社会影响<sup>[1]</sup>。因此，必须高度重视边坡加固处理工作。通过采取有效的加固措施，如抗滑结构、锚固技术、排水处理等，可以显著提高边坡的稳定性，降低失稳风险。同

时，还需要加强边坡监测和预警工作，及时发现并处理潜在的边坡失稳隐患，确保水利工程的安全运行和周边居民的生命财产安全。综上所述，边坡加固处理在水利工程建设过程中具有举足轻重的地位，必须给予足够的重视和投入。

## 2 边坡加固的处理措施

### 2.1 抗滑结构

抗滑结构是边坡加固处理中一种极为常用且有效的方法。通过在需要加固的边坡部位施工特定形式的抗滑结构，利用这些结构本身所具有的抗滑性质，对边坡进行有力的约束，从而达到加固边坡、防止滑坡发生的目的。在众多的抗滑结构中，混凝土抗滑桩、混凝土沉井以及混凝土挡墙是三种最为常用的类型。

### 2.2 混凝土抗滑桩

混凝土抗滑桩是一种在边坡加固工程中应用极为广泛的措施，其以坚固可靠、施工便捷著称。其施工原理是通过在边坡的外侧部分精心打下一排或多排混凝土桩，这些桩需深入至边坡滑床下面的稳定地层中，如同锚固点一般。借助混凝土桩底部稳定地层的强大承载力和抗滑力，对滑床进行有力的控制与约束，与滑体的滑动形成有效的对抗，从而稳固地实现对边坡的加固。在混凝土抗滑桩的施工过程中，桩与桩之间的间距取值是一个至关重要的参数。这一间距的设定需根据边坡滑体的具体情况、滑动力的大小以及实际施工条件进行合理设定。一般来说，桩距应确保边坡滑体在任何情况下都不会从桩距间滑出，同时也要充分考虑到施工的经济性和可行性，避免过度密集导致成本上升和施工难度增加。混凝土抗滑桩加固结构因其施工方便、周期短、所需施工设备相对较少等优点，特别适合用于浅层和中厚层的滑体边坡，因此在实际工程中得到了广泛的应用和

好评。此外,混凝土抗滑桩的设计还需全面考虑其抗弯、抗剪等力学性能<sup>[2]</sup>。抗弯性能确保桩体在受到滑体压力时不会弯曲变形,抗剪性能则保证桩体与滑床之间的连接处能够承受巨大的剪切力,从而确保桩体能够稳固地抵抗边坡滑体的滑动力,保证边坡的长期稳定性。

### 2.3 混凝土沉井

混凝土沉井的加固原理与混凝土抗滑桩相似,都依赖于深入稳定地层的结构来提供抗滑力,但在具体的施工工艺上却存在着显著的差别。混凝土沉井的施工过程包括沉井下沉、混凝土封底、毛石混凝土填心等多个复杂环节。每一步施工工序都需要进行严格的质量控制,确保沉井在下沉过程中保持稳定,封底混凝土能够有效隔绝地下水,填心混凝土则提供足够的承载力,以确保沉井的整体稳定性和承载力。相比于混凝土抗滑桩,混凝土沉井的施工工艺更为复杂,涉及的质量影响因素也更多,如沉井下沉的速度、封底混凝土的质量、填心混凝土的浇筑等,因此施工控制难度也更大。然而,混凝土沉井具有其独特的优点。它能够承受较大的水平荷载,对于滑体压力较大的边坡特别适用。同时,沉井的施工对边坡的扰动较小,不会破坏边坡的原有结构,因此在某些特定条件下,如边坡土质松软、滑体压力较大或对施工扰动敏感的情况下,混凝土沉井可能成为一种更为合适的边坡加固措施。

### 2.4 混凝土挡墙

混凝土挡墙加固法是一种施工工艺相对简单、周期较短的边坡加固方法。其施工原理是通过在边坡的外侧部分紧贴着边坡滑体施工建造出一道全新的混凝土挡墙。这道挡墙利用自身的重力以及重力所产生的静摩擦力来抵抗边坡滑体的滑动力,从而实现抗滑的目的。混凝土挡墙如同一道坚固的屏障,稳稳地挡住滑体的滑动路径。混凝土挡墙具有极佳的稳定边坡的作用,其施工工艺简单明了,对施工技术与施工设备的要求不高,因此在实际工程中得到了广泛的应用。然而,混凝土挡墙的成本造价相对比较昂贵,需要在设计时进行充分的经济比较和分析。要综合考虑挡墙的材料成本、施工成本以及长期维护成本等因素,以确保其经济性和可行性。此外,混凝土挡墙的设计还需要全面考虑其抗倾覆、抗滑移等稳定性问题。挡墙的重心位置、基础设计以及与周边土体的连接等都需要经过精心计算和设计,以确保挡墙在受到滑体压力时不会倾覆或滑移<sup>[3]</sup>。同时,挡墙的设计与周边环境也需要保持协调性,既要满足边坡加固的需求,又要对周边环境产生较小的影响,保持景观的美观和和谐。

### 2.5 锚固技术

锚固技术是边坡加固处理中另一种极为有效且广泛应用的措施。它主要通过采用锚索、锚杆等锚固构件,对边坡滑体进行有力的约束,利用这些锚固构件所产生的锚力来稳定滑体边坡,从而达到边坡加固、防滑抗滑的目的。锚索作为锚固技术中的一种重要构件,具有施工灵活、工期短、对周边环境干扰小等显著优点。锚索的施工通常不需要大量的开挖工作,因此可以大大减少对边坡土体的扰动,降低滑坡的风险。同时,锚索的受力形式为主动受力,即它能够通过预张拉等方式,提前对边坡滑体施加一定的约束力,从而更有效地抵抗滑体的滑动力。锚杆则是另一种常用的锚固构件。它与锚索相似,但结构和施工方式有所不同。锚杆通常通过钻孔、注浆等工序固定在边坡土体中,与土体形成牢固的结合体,从而提供稳定的锚固力。锚杆的施工也相对简单快捷,且能够适应不同地质条件的边坡加固需求。采用锚固技术进行边坡加固时,需要根据边坡的具体情况 and 实际需要进行合理设计。这包括确定锚固构件的类型、数量、布置方式以及预张拉力等参数。通过科学的设计和施工,可以确保锚固技术能够充分发挥其加固效果,提高边坡的稳定性。此外,锚固技术还具有一些其他的优点。例如,它可以根据边坡的变形情况进行适时调整,以保持边坡的长期稳定;同时,锚固构件的耐久性和可靠性也相对较高,能够在恶劣的环境条件下长期发挥作用。

### 2.6 排水处理

排水处理在边坡加固处理中占据着至关重要的地位,是确保边坡长期稳定性的关键环节。水作为影响边坡稳定的主要外部条件之一,其渗透、积聚和流动都可能对边坡造成不利影响,如软化土体、增加滑动力、引发塌方等。因此,通过有效的排水处理措施,排除地表水和地下水,是减少边坡受水分渗透损害、保持边坡稳定的重要手段。地表排水处理几乎适用于所有类型的边坡。在进行地表排水设计时,需要根据地形和地质条件,综合考虑拦截、分散、防冲、防渗等原则,设置一套综合排水系统。这套系统通常包括截水沟、排水沟、急流槽等组件,用以拦截和引导地表水流,使其远离边坡,避免水流对边坡的直接冲刷和渗透。对于坡面较长或坡度较大的边坡,还可以设置多级排水设施,以确保水流能够顺畅排出,不对边坡造成威胁。地下排水处理则主要适用于地下水水位较高、地下水对边坡稳定性影响较大的情况。在这种情况下,需要采取工程措施来疏干或降低地下水位,以减少地下水对边坡土体的软化作

用和滑动力。常见的地下排水措施包括盲沟、排水井、排水隧洞等。盲沟通常设置在边坡体内，用以收集和引导地下水流出；排水井则可以通过抽水的方式降低地下水位；而排水隧洞则适用于地下水流量较大的情况，能够有效地将地下水引流至边坡之外。在进行排水处理时，还需要注意以下几点：首先，排水设施的设计和施工需要充分考虑边坡的地质条件和稳定性要求，确保排水设施能够长期稳定地发挥作用；其次，排水设施的维护和管理也非常重要，需要定期检查、清理和维修，以确保其畅通无阻；最后，对于某些特殊的边坡，如含有膨胀土、软弱夹层等易受水影响的土层，还需要采取额外的防水和加固措施，以确保边坡的整体稳定性。排水处理是边坡加固处理中不可或缺的一环。通过有效的地表和地下排水措施，可以减少水分对边坡的渗透和损害，提高边坡的稳定性和安全性。在实际工程中，需要根据边坡的具体情况和实际需要进行合理设计和施工，以确保排水处理措施的有效性和可靠性。

### 2.7 其他措施

除了抗滑结构、锚固技术和排水处理外，边坡加固处理还可以采用多种其他方法，如土工合成材料加固、块石加固、加固墙、植物加固以及土体固结或改良等。这些方法各有其独特的优缺点，选择时需根据边坡的具体情况 and 工程需求进行综合考虑。土工合成材料加固是一种利用土工布、土工格栅等高分子材料对边坡进行加固的方法。这些材料具有轻便、易施工、耐腐蚀等特点，能够有效地提高边坡的抗剪强度和稳定性。通过将材料铺设在边坡表面或嵌入边坡土体中，可以形成一层加固层，增强边坡的整体稳定性。块石加固是一种传统的边坡加固方法，主要通过将块石堆砌在边坡表面形成保护层，防止水土流失和边坡坍塌。这种方法施工简单、材料易得，适用于一些坡度较缓、土质较好的边坡。然而，对于坡度较陡或土质较差的边坡，块石加固可能效果有限。加固墙是一种通过建造墙体来对边坡进行加固的方法。加固墙可以采用混凝土、砖石等材

料建造，其主要作用是抵挡边坡滑体的滑动力，保持边坡的稳定性<sup>[4]</sup>。加固墙的设计和施工需要考虑墙体的稳定性、抗滑力以及与周边环境的协调性等因素。植物加固是一种生态友好的边坡加固方法，通过种植植被来增强边坡的稳定性和抗侵蚀能力。植物根系能够固定土壤，减少水土流失，同时植被的覆盖也能减少雨水对边坡的直接冲刷。这种方法适用于一些坡度较缓、土质较好的边坡，且对周边环境影响较小。土体固结或改良是通过物理、化学或生物方法对边坡土体进行改良，提高其强度和稳定性。例如，可以通过注浆、加筋等方法增强土体的抗剪强度；或者通过添加固化剂、生物酶等改善土体的物理性质。这些方法需要根据边坡土体的具体性质和工程需求进行选择。边坡加固处理的方法多种多样，每种方法都有其独特的优缺点和适用范围。在实际工程中，需要根据边坡的具体情况、工程需求以及周边环境等因素进行综合考虑，选择最适合的加固方法。同时，还需要注意加固措施的施工质量和后期维护管理，确保边坡的长期稳定性和安全性。

### 结束语

水利工程建设过程中的边坡加固处理是一个复杂而重要的过程。通过采用抗滑结构、锚固技术、排水处理等多种方法，可以有效地提高边坡的稳定性，保障水利工程的安全运行。在未来的水利工程建设中，应继续加强边坡加固处理技术的研究和应用，为水利工程的可持续发展提供有力保障。

### 参考文献

- [1] 夏瑞英,高海洋.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用研究[J].河南科技,2020,39(25):58-59.
- [2] 周奎.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].工程技术研究,2020,43(15):113-114.
- [3] 甄清亮.浅谈水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用[J].农业科技与信息,2020,31(13):115-116.
- [4] 商志清.水利工程施工中边坡开挖支护技术的应用研究[J].城市建设理论研究,2020,10(16):112.