

# 我国水利水电工程高边坡的加固与治理

宋 勇

安徽华睿水利建设有限公司 安徽 滁州 239000

**摘 要：**本文综述当前我国水利水电工程高边坡加固与治理的主要技术措施，包括混凝土抗滑结构、混凝土沉井、混凝土挡土墙技术、混凝土框架与喷混凝土护坡技术等。这些技术的应用不仅增强了边坡的稳定性，还提高工程的抗灾能力。同时，还强调在实际工程中应综合考虑地质条件、环境因素和工程需求，选择适合的加固与治理方案，并注重生态环保，实现工程安全与生态保护的双重目标。

**关键词：**水利水电工程；高边坡；加固；治理

## 1 我国水利水电工程高边坡加固与治理的重要性

我国水利水电工程高边坡加固与治理的重要性不容忽视。高边坡作为水利水电工程的重要组成部分，其稳定性直接关系到工程的安全运行和周边生态环境的保护。因此，对高边坡进行科学合理的加固与治理，不仅有助于提升工程的整体质量，还能有效防范地质灾害的发生，保障人民群众的生命财产安全。第一、从工程安全角度来看，高边坡加固与治理是确保水利水电工程稳定运行的关键环节。由于高边坡往往处于复杂的地质环境中，受到风化、侵蚀、地震等多种自然因素的影响，容易发生滑坡、崩塌等地质灾害。通过加固与治理，可以显著提高边坡的稳定性和承载能力，减少地质灾害的发生概率，从而确保工程的长期安全运行<sup>[1]</sup>。第二、高边坡加固与治理对于保护生态环境具有重要意义，水利水电工程的建设往往会对周边生态环境造成一定的影响，而高边坡作为工程与自然环境的交界面，其稳定性直接关系到生态环境的恢复和保护。通过科学合理的加固与治理措施，可以有效减少水土流失、植被破坏等环境问题，促进生态环境的恢复和可持续发展。第三、高边坡加固与治理还具有重要的经济效益，一方面，通过加固与治理可以减少工程因地质灾害造成的损失，降低维修和重建成本；另一方面，稳定的边坡可以为工程提供更好的运行环境，提高工程的运行效率和使用寿命，从而增加工程的经济效益。

## 2 影响水利水电高边坡稳定性的主要因素分析

### 2.1 现场地质条件的影响

影响水利水电高边坡稳定性的主要因素众多，其中现场地质条件的影响尤为显著。地质条件是决定高边坡稳定性的基础因素，直接关系到边坡的岩土体性质、结构以及潜在的地质灾害风险。岩土体性质是决定高边坡稳定性的核心要素，不同种类的岩土体，其力学性质、

透水性、抗风化能力等差异显著。例如，粘土类土壤具有较低的强度和较高的压缩性，容易受到水的影响而发生变形；而岩石类土壤则具有较高的强度和较好的稳定性。因此，岩土体的类型、成分、结构以及物理力学性质等因素，对高边坡的稳定性具有决定性的影响。地质构造也是影响高边坡稳定性的重要因素，地质构造包括地层产状、节理裂隙发育程度、断层破碎带分布等。这些构造特征会直接影响边坡岩土体的完整性和连续性，进而影响边坡的稳定性。例如，节理裂隙发育的岩石边坡，其抗剪强度会显著降低，容易发生滑坡等地质灾害。水文地质条件也对高边坡的稳定性产生重要影响，地下水的分布、运移以及水位变化等因素，都会对边坡岩土体的物理力学性质产生显著影响。地下水的存在会导致岩土体软化、降低其强度，同时还会产生浮托力，增加边坡失稳的风险。在水利水电工程建设过程中，应充分考虑地质条件的影响，通过勘察、试验等手段详细了解边坡的地质情况，为制定合理的加固与治理措施提供科学依据。同时，还应加强对地质条件变化的监测和预警，及时发现并处理潜在的地质灾害风险，确保高边坡的稳定性和工程的安全运行。

### 2.2 边坡长度的影响

边坡长度作为工程设计中不可忽视的参数，对边坡的整体稳定性和安全性能有着直接且显著的影响。边坡长度决定了边坡所承受的水平应力的大小，在水利水电工程中，水体的静水压力和动水压力都会对边坡产生水平推力，这种推力随着边坡长度的增加而增大。当边坡长度过长时，水平应力累积效应会更加明显，增加了边坡失稳的风险。边坡长度的增加也意味着边坡暴露面的增大，使得边坡更易受到自然风化和侵蚀作用的影响。长期的风化作用会导致边坡岩土体结构松散、强度降低，进而降低边坡的稳定性。同时，降雨、洪水等自然

因素也会对边坡产生冲刷和侵蚀作用,进一步加剧边坡的不稳定性。边坡长度的增加还可能导致施工难度和成本的增加,在边坡加固与治理过程中,需要采取一系列工程技术措施来提高边坡的稳定性,如排水、支护、加固等。随着边坡长度的增加,这些措施的实施难度和成本也会相应增加,对工程的整体经济效益产生不利影响。因此,在水利水电工程的设计和施工过程中,应充分考虑边坡长度对边坡稳定性的影响。通过合理确定边坡长度、采取科学的加固与治理措施以及加强监测和预警等手段,可以有效提高高边坡的稳定性,确保工程的安全运行和持久稳定。

### 3 水利水电工程中高边坡加固与治理措施

#### 3.1 混凝土抗滑结构

水利水电工程中,高边坡加固与治理是一项至关重要的任务,其中混凝土抗滑结构作为一种常见的加固措施,发挥着不可或缺的作用。混凝土抗滑结构主要通过设置在边坡上设置抗滑桩、抗滑挡墙等结构物,利用混凝土的强度和稳定性,有效抵抗边坡岩土体在重力、水压力等外力作用下的下滑趋势。这种结构不仅能够显著提高边坡的整体稳定性,还能够减少因边坡失稳而引发的地质灾害风险。在实际应用中,混凝土抗滑结构的设计和施工需要充分考虑地质条件、边坡形态、荷载特性等因素。设计时需要精确计算结构的尺寸、配筋和埋深等参数,以确保其能够承受预期的下滑力<sup>[2]</sup>。施工过程中,则需要严格控制混凝土的质量、浇筑工艺和养护条件,确保抗滑结构能够达到设计要求的强度和稳定性。混凝土抗滑结构还需要与其他加固措施相配合,形成完整的边坡加固体系。例如,可以结合排水措施减少水对边坡稳定性的影响,或者采用植被恢复措施提高边坡的生态环境质量。这些综合措施的实施,可以进一步提升高边坡的稳定性,保障水利水电工程的安全运行。总之,混凝土抗滑结构是水利水电工程中高边坡加固与治理的重要手段。通过科学的设计和施工,结合其他加固措施的综合应用,可以有效提高边坡的稳定性,降低地质灾害风险,为水利水电工程的长期稳定运行提供有力保障。

#### 3.2 混凝土沉井

混凝土沉井作为一种有效的加固措施,在提升边坡稳定性方面发挥着重要作用。混凝土沉井加固技术是通过在边坡上构建大型混凝土井体,利用井体的自重和结构强度,增强边坡的承载能力和稳定性。沉井的设计通常根据边坡的实际情况和加固需求进行精确计算,确保其在受力时能够保持足够的稳定性和刚度。在施工过程中,先在地面上浇筑好混凝土井体,然后利用机械或水

力下沉的方式,将沉井逐渐埋入边坡土体中,直至达到预定深度。混凝土沉井加固技术具有多个显著优点。它能够有效抵抗边坡的下滑力,通过增加边坡的摩擦力和抗剪强度,显著提升边坡的整体稳定性。沉井结构具有较强的耐久性和抗腐蚀性,能够在恶劣的自然环境下长期保持其性能。混凝土沉井还具有施工方便、成本相对较低的优点,使得它在实际工程中得到了广泛应用。在水利水电工程中,混凝土沉井加固技术常用于治理滑坡、崩塌等地质灾害。通过结合其他加固措施,如排水、支护等,可以形成一套完整的边坡加固体系,进一步提高边坡的稳定性。同时,该技术还可与生态恢复措施相结合,实现工程安全与生态环境保护的双重目标。

#### 3.3 混凝土挡土墙技术

水利水电工程中,高边坡加固与治理是确保工程安全稳定运行的重要环节。其中,混凝土挡土墙技术作为一种有效的加固措施,被广泛应用于实际工程中。混凝土挡土墙技术主要是通过设置在边坡坡脚或适当位置构建混凝土墙体,利用墙体的自重和结构强度,抵抗边坡土体的侧压力,从而达到加固边坡的目的。这种技术能够有效提高边坡的稳定性,防止滑坡、崩塌等地质灾害的发生。在实际应用中,混凝土挡土墙的设计和施工至关重要<sup>[3]</sup>。设计阶段,需要充分考虑边坡的地质条件、荷载特性以及环境因素,确定挡土墙的位置、高度、厚度等关键参数。施工阶段,则需要严格控制混凝土的配合比、浇筑质量以及养护条件,确保挡土墙具有足够的强度和稳定性。混凝土挡土墙技术的优点在于其结构稳定、施工简便、成本相对较低。同时,挡土墙还能够起到一定的排水作用,减少水对边坡稳定性的影响。此外,通过合理的结构设计,混凝土挡土墙还可以与周边环境相协调,实现工程安全与生态环保的双重目标。需要注意的是,在应用混凝土挡土墙技术时,还需结合其他加固措施进行综合治理。例如,可以配合排水沟、护坡等结构,共同提高边坡的稳定性。同时,还应加强对边坡的监测和预警,及时发现并处理潜在的安全隐患。通过科学设计、精心施工和综合治理,可以充分发挥其在提高边坡稳定性方面的优势,为水利水电工程的长期安全运行提供有力保障。

#### 3.4 混凝土框架与喷混凝土护坡技术的应用

水利水电工程中,高边坡加固与治理是确保工程安全稳定运行的关键环节,其中混凝土框架与喷混凝土护坡技术的结合应用,为边坡加固与治理提供高效且可靠的解决方案。混凝土框架技术是通过在边坡上构建网格状的混凝土框架,将边坡划分为若干个相对独立的区

域,从而增强边坡的整体稳定性。框架的设计通常根据边坡的实际情况和加固需求进行,确保其在承受外力时能够保持足够的刚度和稳定性。框架内的土壤可以通过植被恢复等措施进行加固,进一步提高边坡的稳定性。喷混凝土护坡技术则是利用专门的喷射设备,将混凝土均匀地喷射到边坡表面上,形成一层坚固的防护层。这层防护层不仅能够增强边坡的强度和稳定性,还能够有效防止水流的冲刷和侵蚀,保护边坡不受自然环境的破坏。喷混凝土护坡技术具有施工速度快、适应性强等优点,可以在不同地质条件和气候条件下进行有效应用。将混凝土框架与喷混凝土护坡技术相结合应用,可以充分发挥两者的优势,形成一套完整的边坡加固与治理体系。首先,通过构建混凝土框架,将边坡划分为若干区域,为后续的护坡施工提供便利。然后,在框架内采用喷混凝土护坡技术,形成坚固的防护层,进一步提高边坡的稳定性和抗冲刷能力。此外,还可以在框架内种植植被,通过植被的根系作用进一步加固土壤,实现工程安全与生态环保的双重目标。混凝土框架与喷混凝土护坡技术的结合应用,是水利水电工程中高边坡加固与治理的一种高效且可靠的措施。通过科学设计、精心施工和合理维护,可以充分发挥其在提高边坡稳定性、防止地质灾害发生等方面的优势,为水利水电工程的长期安全运行提供有力保障。

### 3.5 混凝土框架与喷混凝土护坡技术的应用

水利水电工程中,高边坡的加固与治理是保障工程安全稳定运行的关键步骤。混凝土框架与喷混凝土护坡技术的联合应用,为工程提供坚实的技术支撑,有效提升了边坡的稳固性。混凝土框架技术,作为一种结构加固手段,在高边坡治理中发挥着重要作用。通过在边坡上构建网格状的混凝土框架,不仅增强边坡的整体性,还使得边坡土体的受力分布更为均匀。框架的网格设计经过精确计算,能够有效地分散边坡上的应力,降低局部破坏的风险。混凝土框架还具有一定的排水功能,可以有效排除边坡内部的积水,减少水对边坡稳定性的不利影响<sup>[4]</sup>。而喷混凝土护坡技术,则是利用高压喷射设

备将混凝土材料均匀地喷涂在边坡表面,形成一层坚固的保护层。这层保护层能够有效抵御风雨侵蚀和水流冲刷,保护边坡不受自然环境的破坏。喷混凝土护坡材料具有良好的附着力和耐久性,能够长期保持边坡的稳定性和美观性。喷混凝土护坡施工速度快,能够适应各种复杂地形和气候条件,因此在高边坡加固与治理中得到了广泛应用。将混凝土框架与喷混凝土护坡技术相结合应用,可以充分发挥两者的优势,实现高边坡的综合治理。在施工中,首先根据边坡的实际情况和加固需求,设计并构建合适的混凝土框架。然后,在框架的基础上,采用喷混凝土护坡技术对边坡表面进行处理。这样,既可以通过框架增强边坡的整体稳定性,又可以通过喷混凝土护坡技术提高边坡表面的抗侵蚀能力。这种联合应用还注重生态环保的理念。在加固与治理过程中,充分考虑边坡与周边环境的协调性,采用植被恢复等措施,实现工程安全与生态环保的双重目标。

### 结束语

综上所述,我国水利水电工程高边坡的加固与治理是一项复杂而重要的任务。通过不断研究和实践,已经形成一套行之有效的加固与治理技术体系,为工程的安全稳定运行提供有力保障。然而,随着工程建设的不断推进和外部环境的变化,仍需不断探索和创新,提高加固与治理技术的水平和效果。同时,还应加强工程监测和预警,及时发现和处理潜在的安全隐患,确保水利水电工程的长期稳定运行,为国家的经济社会发展做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1]杨明,李峰,戴碧华.浅议水利水电工程中高边坡的加固及治理措施[J].湖南水利水电.2019(03):29-30.
- [2]鲍立华.浅议水利水电工程中高边坡的加固及治理措施[J].中华建设.2018(11):122-123.
- [3]郑梓涛.水利水电工程高边坡的加固与治理研究[J].建筑工程技术与设计.2016.(5).1255-1255.
- [4]白启明.水利水电工程高边坡加固治理措施[J].建筑工程技术与设计.2016.(6).1333-1333.