

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^[1]。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^[2]。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^[3]。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^[4]。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.