

# 探究水利工程坝基岩体的抗滑稳定性

师少帅 王云飞

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆 乌鲁木齐 830000

**摘要:** 文章深入探究水利工程坝基岩体的抗滑稳定性问题。通过对坝基岩体的地质特性、力学性质以及影响因素的综合分析,提出多种改善坝基岩体抗滑稳定性的措施。这些措施包括优化坝基设计、加强地质灾害防治、采用先进的振动与地基处理技术等。通过实际案例的验证,证明这些措施的有效性。本文的研究成果对于提高水利工程的稳定性和安全性具有重要意义,为水利工程坝基岩体的抗滑稳定性评价和改善提供理论支撑和实践指导。

**关键词:** 水利工程;坝基岩体抗滑稳定性

## 1 抗滑稳定性在水利工程中的作用

抗滑稳定性在水利工程中扮演着至关重要的角色。水利工程,如大坝、堤防和水闸等,不仅承担着蓄水、防洪和灌溉等多重功能,还直接关系到人民生命财产的安全。在这些结构中,抗滑稳定性是确保结构安全稳定的关键因素之一。当水利工程面临水流冲刷、渗透压力或地震等外部荷载时,如果结构的抗滑稳定性不足,就可能导致结构滑动或失稳,进而引发严重的安全事故,设计水利工程时,必须充分考虑结构的抗滑稳定性,采取有效的工程措施,如设置抗滑桩、增加结构重量或采用合适的排水系统等,以提高结构的抗滑能力。抗滑稳定性还关系到水利工程的耐久性和使用寿命,一个具有良好抗滑稳定性的水利工程,能够更好地抵御各种外部荷载的侵蚀,减少结构损伤和维修成本,从而延长使用寿命。抗滑稳定性是水利工程安全稳定运行的基石。只有确保结构具有足够的抗滑稳定性,才能充分发挥水利工程的各项功能,为经济社会的可持续发展提供有力保障。

## 2 影响水利工程坝基岩体抗滑稳定性的因素

抗滑稳定性在水利工程中扮演着至关重要的角色。水利工程,如大坝、堤防和水闸等,承担着蓄水、防洪、灌溉等多重功能,直接关系到人民生命财产的安全。在这些结构中,坝基岩体的抗滑稳定性是确保结构安全稳定的关键因素之一。当水利工程面临水流冲刷、渗透压力或地震等外部荷载时,如果坝基岩体的抗滑稳定性不足,就可能导致坝体滑动或失稳,进而引发严重的安全事故。深入分析影响水利工程坝基岩体抗滑稳定性的因素,对于确保水利工程的长期安全运行具有重要意义。

### 2.1 地质条件

地质条件是决定坝基岩体抗滑稳定性的基础因素。地质条件复杂多变,对坝基岩体的稳定性产生直接影响。坝基所建地带的岩层特性是关键因素之一,当岩层

中存在许多软弱结构面时,这些结构面容易成为潜在的滑动面<sup>[1]</sup>。随着时间的发展,岩层之间的错动现象会愈发严重,直至坝基表层出现裂缝,破坏坝基结构。坝踵处如果存在断层,随着断层活动次数的增多,岩土体与坝踵之间可能会出现滑移面,这会大大削弱坝基的抗滑能力。岩石的物理力学性质也对抗滑稳定性有重要影响,例如,软岩地区的抗压强度、弹性模量等物理力学指标较低,其岩体稳定性较差。节理裂隙的发育程度同样影响岩体稳定性,节理密集程度决定岩体变形性、渗透性大小及对工程稳定性影响程度。风化蚀变程度也决定岩体质量、坚硬性、脆性、抗压强度的大小,风化程度高的岩体稳定性差。断裂构造也是影响坝基岩体抗滑稳定性的重要因素,断裂带的存在会导致地基岩体稳定性降低或丧失。断裂活动的历史和现今状态,以及断裂带内部是否存在活断层,都会直接影响地基的长期稳定性。如果活动断层沿线建造大坝,会对工程产生不利影响。

### 2.2 水文地质因素

水文地质因素对坝基岩体抗滑稳定性的影响同样不容忽视。水文地质条件复杂,可能引起渗透流失和渗透变形,导致坝基稳定性下降。地下水位的高低对坝基稳定性有直接影响,地下水位高,容易造成坝基渗透变形和渗流侵蚀,影响大坝的稳定性。特别是在水库蓄水过程中,水位的变化会导致水重力的不断变化,进而引起应力场的不稳定,加剧坝基岩体的滑动趋势。河流冲刷作用也是影响坝基稳定性的重要因素,河流水位高、流速大时,对坝基的冲刷作用强烈,容易破坏坝基岩体的完整性,降低其抗滑能力。水文地质条件还可能引起坝基渗漏问题,坝基渗漏主要受坝址地质条件、坝基处理措施和水库蓄水位等因素的影响。高渗透性岩层或土层、处理不当的软弱夹层、施工缺陷等因素均可能导致坝基渗漏,进而影响坝基的稳定性。

### 2.3 结构设计因素

结构设计因素同样对坝基岩体抗滑稳定性产生重要影响。合理的设计能够显著提高坝基岩体的抗滑能力,确保水利工程的安全运行。坝体的自重和形状对抗滑稳定性有直接影响,坝体自重越大,其抗滑能力越强,坝体的形状设计也应考虑抗滑稳定性的要求,避免过于陡峭的坝坡导致抗滑能力下降。坝基处理措施也是提高抗滑稳定性的关键,例如,采用清基回填法将坝基表部的软弱土层、浅部软弱夹层等清除掉,使坝基位于比较新鲜完整的岩土体或比较密实的岩土体之上,再用混凝土代替回填,起到胶结作用,从而增大坝基的抗剪强度指标<sup>[2]</sup>。排水系统的设计也是提高坝基抗滑稳定性的重要手段,通过合理设置排水孔、排水沟等排水设施,可以有效降低坝基岩体的孔隙水压力,提高抗滑稳定性。施工质量和监理水平也对坝基岩体抗滑稳定性产生重要影响,如果施工过程中存在施工质量不佳、监理不到位等问题,可能导致坝基处理措施不到位、坝体材料不合格等隐患,进而影响坝基岩体的抗滑稳定性。

## 3 水利工程坝基岩体抗滑稳定性评价

### 3.1 地质勘察与工程地质勘探

地质勘察与工程地质勘探是水利工程坝基岩体抗滑稳定性评价的基础。通过地质勘察,可以全面了解坝址区域的地质构造、地层岩性、水文地质条件以及不良地质现象等,为坝基设计提供可靠的地质依据。在地质勘察过程中,需要采用多种技术手段和方法,如地质测绘、地球物理勘探、钻探、坑探、采样测试等,以获取坝址区域的地质信息。特别是钻探和坑探,可以直接揭示坝基岩体的特性和结构,对于评价坝基岩体的抗滑稳定性具有重要意义。工程地质勘探则是对地质勘察成果的进一步深化和细化,通过工程地质勘探,可以更加准确地了解坝基岩体的物理力学性质、结构面特征以及潜在滑动面的位置和形态等,为坝基抗滑稳定性分析提供更为详细和准确的数据支持。在地质勘察与工程地质勘探的基础上,可以初步判断坝基岩体的抗滑稳定性,为后续的设计和施工提供重要参考。

### 3.2 抗滑稳定性分析方法比较

抗滑稳定性分析方法的选择对于水利工程坝基岩体抗滑稳定性评价至关重要。目前,常用的抗滑稳定性分析方法包括原理分析法、监测数据法和相似模型试验法等。原理分析法是根据坝基岩体的力学特性和结构特征,建立相应的力学模型,通过计算和分析得出坝基岩体的抗滑稳定系数。这种方法具有理论性强、计算精度高的特点,但需要对坝基岩体的力学参数和结构特征有

较为准确的了解。监测数据法则是通过对坝基岩体的监测数据进行处理,评估坝基岩体的抗滑稳定性。这种方法具有实时性强、数据可靠的特点,但需要建立完善的监测系统和数据处理流程。相似模型试验法则是通过建立与坝基岩体相似的物理模型,进行模拟试验,观察和分析坝基岩体的抗滑稳定性。这种方法具有直观性强、易于操作的特点,但需要对试验条件和试验结果进行严格控制和分析。在实际应用中,需要根据坝基岩体的具体情况和工程要求,选择合适的抗滑稳定性分析方法。同时也可以综合运用多种方法,相互验证和补充,以提高评价的准确性和可靠性。

### 3.3 案例分析与实例验证

案例分析与实例验证是水利工程坝基岩体抗滑稳定性评价的重要手段。通过分析和总结国内外类似工程的成功经验和失败教训,可以为当前工程提供有益的借鉴和参考。在案例分析过程中,需要重点关注坝基岩体的地质条件、抗滑稳定性分析方法的选择以及施工过程中的质量控制等方面。通过对比分析不同工程的抗滑稳定性评价结果和实际运行情况,可以评估各种方法的优劣和适用性,为当前工程提供更为准确和可靠的抗滑稳定性评价<sup>[3]</sup>。实例验证则是通过实际工程中的监测数据和试验结果,验证抗滑稳定性评价结果的准确性和可靠性。这种方法具有直接性强、说服力强的特点,但需要建立长期的监测和验证机制,以确保评价结果的持续有效。通过案例分析与实例验证,可以不断完善和优化水利工程坝基岩体抗滑稳定性评价的方法和流程,提高评价的准确性和可靠性,为水利工程的长期安全运行提供有力保障。

## 4 水利工程坝基岩体的抗滑稳定性改善措施

### 4.1 土木工程措施

土木工程措施是改善水利工程坝基岩体抗滑稳定性的基础手段。这些措施主要通过增加坝体的重量、改变坝体的形状以及优化坝基的设计等方式,来提升坝基岩体的抗滑能力。增加坝体重量是提升抗滑稳定性的有效方法之一,通过增加坝体的材料用量,可以增大坝体对坝基的正压力,从而提高坝基岩体的抗滑力。增加坝体重量还可以降低坝体在滑动面上的滑动力,进一步增强坝基的稳定性。改变坝体的形状也是提升抗滑稳定性的重要手段。通过调整坝体的坡度,使其更加平缓,可以减小坝体在滑动面上的滑动力矩,从而降低坝体滑动的风险,还可以通过设置抗滑键槽、抗滑桩等结构,增加坝体与坝基之间的摩擦力,提高坝基岩体的抗滑能力。优化坝基设计同样至关重要,在坝基设计阶段,需要充分考虑地质条件、水文条件以及坝体的功能需求等因

素, 制定出科学合理的坝基设计方案。通过优化坝基的几何形状、材料选择以及施工工艺等, 可以显著提升坝基岩体的抗滑稳定性。在实施土木工程措施时, 还需要注意对坝基岩体的保护和修复。对于已经受损或存在潜在滑动风险的坝基岩体, 需要采取适当的修复措施, 如注浆加固、锚杆支护等, 以提高其抗滑能力。

#### 4.2 地质灾害防治措施

地质灾害是影响水利工程坝基岩体抗滑稳定性的重要因素之一。加强地质灾害监测和预警是首要任务, 通过建立完善的地质灾害监测体系, 实时监测坝基岩体的变形、位移以及地下水位等关键参数, 及时发现并预警潜在的地质灾害风险。这有助于为后续的防治措施提供科学依据, 降低地质灾害对坝基岩体抗滑稳定性的影响。实施地质灾害治理工程也是关键, 对于已经发生或存在潜在地质灾害风险的坝基岩体, 需要采取适当的治理措施, 如滑坡治理、泥石流治理等。这些措施可以通过改变地形地貌、增加植被覆盖、修建排水设施等方式, 降低地质灾害的发生概率和危害程度<sup>[4]</sup>。还需要加强地质灾害防治知识的宣传和培训, 通过提高水利工程管理人员和施工人员对地质灾害的认识和了解, 增强其防灾减灾意识和能力, 为降低地质灾害对坝基岩体抗滑稳定性的影响提供有力保障。

#### 4.3 振动与地基处理技术

振动与地基处理技术也是改善水利工程坝基岩体抗滑稳定性的重要手段。这些技术主要通过减少地基的振动和变形, 提高地基的承载力和稳定性, 从而提升坝基岩体的抗滑能力。减少地基振动是提升抗滑稳定性的关键, 在水利工程中, 坝基岩体可能会受到来自水流、风力以及机械振动等多种因素的影响。为了降低这些振动对坝基岩体抗滑稳定性的影响, 需要采取适当的减振措

施, 如设置减振器、调整水流速度等。提高地基承载力也是提升抗滑稳定性的重要途径, 通过采用地基加固技术, 如注浆加固、锚杆支护等, 可以提高地基的承载力和稳定性, 从而增强坝基岩体的抗滑能力, 还可以采用桩基、地下连续墙等结构形式, 将坝体的荷载传递到更深层的稳定地层中, 进一步降低坝基岩体滑动的风险。在处理地基时, 还需要注意对地基的排水和固结。通过修建排水设施、设置排水孔等方式, 可以有效地降低地基中的孔隙水压力, 提高地基的稳定性, 通过采取适当的固结措施, 如加载预压、真空预压等, 可以加速地基的固结过程, 进一步提高地基的承载力和稳定性。

#### 结束语

水利工程坝基岩体的抗滑稳定性是确保水利工程安全稳定运行的关键。本文通过对坝基岩体抗滑稳定性的深入研究, 不仅揭示其复杂的机理和影响因素, 还提出一系列有效的改善措施。这些研究成果对于指导水利工程的坝基设计和施工、降低地质灾害风险、提高工程安全性和稳定性具有重要的实用价值。未来, 将继续深化研究, 为水利工程的发展贡献更多的智慧和力量。

#### 参考文献

- [1]史翠英,张朋,叶向阳等.某岩质边坡稳定性分析评价与防治措施[J].山西建筑,2023,49(20):67-70.DOI:10.13719/j.cnki.1009-6825.2023.20.017
- [2]史静,张浩,赵昕等.陕南某公路边坡稳定性及治理措施分析[J].岩土工程技术,2023,37(05):518-523.
- [3]洪伟.杨房沟水电站料场边坡稳定性及支护措施研究[D].成都理工大学,2019.DOI:10.26986/d.cnki.gcdlc.2019.000404
- [4]张建华,李强.土石坝失稳机理及加固技术探讨[J].水利科技与经济,2023,25(2):45-49.