

# 水工建筑物结构裂缝产生原因与防治措施

韩存良

河北天和咨询有限公司 河北 石家庄 050011

**摘要:** 水工建筑物作为水利工程的重要基础设施,其安全性与耐久性直接关系到整个水利系统的稳定运行。本文全面探讨了水工建筑物结构裂缝产生原因及有效防治措施。首先,概述了水工建筑物结构裂缝的主要特征,深入分析了不同类型水工建筑物结构裂缝的具体产生原因,最后提出了包括优化混凝土配合比与施工工艺、优化合理布置与结构设计、加强水工建筑物的维护与保养以及及时修复与加固裂缝等结构损伤在内的综合防治措施,旨在为保障水工建筑物的安全稳定运行提供理论支持和实践指导。

**关键词:** 水工建筑物; 结构裂缝; 产生原因; 防治措施

引言: 水工建筑物在水利系统中扮演着关键角色,但其结构裂缝问题日益凸显,成为影响工程安全与耐久性的重要因素。裂缝的产生源于复杂的地质条件、多变的环境因素、材料特性及施工质量等多方面原因。旨在深入分析这些原因,并提出针对性的防治措施,以期在水工建筑物的设计、施工与维护提供科学指导,确保水利工程的长期稳定运行。

## 1 水工建筑物结构裂缝的特征

水工建筑物结构裂缝是水利工程中常见的现象,其特征多样且复杂,主要可以从裂缝的形态、成因及影响等方面进行分析。第一,从裂缝的形态上看,水工建筑物结构裂缝大致可以分为微观裂缝和宏观裂缝两大类。微观裂缝是指宽度在0.05mm以下、肉眼难以察觉的裂缝,它们存在于混凝土内部,通常被视为无害,只要荷载不超过设计规定。而宏观裂缝则是指宽度大于0.05mm、肉眼可见的裂缝,这些裂缝往往对结构的安全性产生较大影响。第二,宏观裂缝中,收缩裂缝是较为常见的一种。它们通常由于水泥水化热及外部气温的作用,导致混凝土收缩而产生。收缩裂缝多为规则的条状,很少交叉,常发生在结构的变截面处,与受力钢筋平行。这种裂缝在大体积混凝土和梁、板、柱等块体构件中尤为常见,且危害较大,尤其是暴露在大气中的构筑物,其影响更为显著。第三,超载裂缝也是不可忽视的一种。当混凝土构件超载使用时,会造成变形、受力不均,从而产生裂缝。这些裂缝一般发生在构件受力弯矩最大的部位,成条状,但分布不像收缩裂缝那样均匀,扩展方向一般沿受力钢筋垂直方向或斜向发展。超载裂缝的产生往往与施工中的不当操作有关,如构件上受到了不适当的施工荷载或上部建筑物过早施工。第四,除了收缩裂缝和超载裂缝外,水工建筑物结构裂缝

还可能由地基沉降、温度变化、化学反应、施工振捣过度等多种因素引起。这些裂缝的形态各异,有的呈龟裂状,有的沿结构缝隙或接缝延伸,还有的则表现为水平或垂直方向的明显裂缝<sup>[1]</sup>。

## 2 水工建筑物结构裂缝产生原因分析

### 2.1 体积变化导致裂缝产生

体积变化作为水工建筑物结构裂缝的主要驱动力,其影响深远且不容忽视。这种变化不仅限于单一因素的作用,而是多种因素相互交织、共同作用的结果。在极端温度条件下,混凝土的热胀冷缩效应尤为显著,尤其是在昼夜温差大或季节性温度变化明显的地区,混凝土内部应力会因温度的急剧变化而急剧增加,当这种应力达到或超过混凝土的抗拉极限时,裂缝便应运而生。第一,湿度变化同样不容忽视,尤其是在水域附近或地下水丰富的地区,混凝土长期处于潮湿环境中,水分的吸收与释放过程频繁,导致体积反复波动,加剧了内部应力的产生与累积。这种湿胀干缩的循环作用,不仅降低了混凝土的耐久性,还加速了裂缝的形成与发展。第二,水泥的水化反应等内部化学反应也是体积变化的重要来源。虽然这些反应在微观层面上进行,但其累积效应在大型水工建筑物中尤为明显。随着水化反应的进行,混凝土体积发生微小但持续的变化,这些变化在长时间内逐渐累积,最终对结构安全构成威胁。

2.2 水闸、泵站及渡槽等水工建筑物结构裂缝产生特有原因,下面针对几种常见的水工建筑物裂缝产生的原因进行分析

### 2.2.1 水闸结构裂缝产生原因

水闸结构裂缝的产生是一个复杂的力学与环境因素交织的过程。地基作为水闸的支撑基础,其稳定性直接关系到水闸的整体安全。当地基承载力不足,或遭遇复

杂地质条件如软弱土层、岩溶等,地基易发生不均匀沉降,导致水闸结构产生扭曲或倾斜,进而在薄弱部位形成裂缝。第一,水闸作为调节水流的重要设施,长期承受着水压力。特别是在闸门启闭过程中,水流的动态冲击力与静水压力共同作用,使得水闸结构经受了复杂的应力状态。这种应力状态若超过结构的承载能力,便会在应力集中区域引发裂缝。第二,环境温度和湿度的周期性变化也是导致水闸结构裂缝产生的重要因素。随着季节更替,水闸结构会经历热胀冷缩的循环过程,导致混凝土材料体积发生变化。这种体积变化若受到结构约束,便会在内部产生应力,进而形成裂缝。第三,混凝土材料自身的性能特性也是不可忽视的因素。混凝土的配合比、强度、收缩徐变等性能直接影响其抗裂性能。若混凝土材料质量不佳或配合比不合理,便难以抵抗外部因素的作用,从而增加裂缝产生的风险。这些因素相互关联、相互影响,共同构成了水闸结构裂缝产生的复杂原因<sup>[2]</sup>。

### 2.2.2 泵站结构裂缝产生原因

泵站结构裂缝的成因确实多元且复杂,涉及设计、施工、运营维护等多个环节。在设计阶段,如果未能充分考虑地质条件的复杂性、水文波动的影响以及实际荷载需求,就容易导致设计上的缺陷,为裂缝的产生埋下伏笔。例如,地质勘探不充分可能导致对地基承载力的误判,水文分析不准确可能忽视水位变化对结构的影响,而荷载计算不精确则可能使结构在实际使用中承受过大的应力。施工阶段的问题同样不容忽视。如果忽视模板的稳固性、钢筋的绑扎精度等细节,就可能使结构在浇筑混凝土时产生变形或位移,从而加剧裂缝的风险。此外,混凝土的浇筑和养护过程中如果操作不当,也可能导致结构内部产生微裂缝,这些微裂缝在后续的使用中可能逐渐扩展成为宏观裂缝。进入运营阶段后,缺乏有效的维护管理也会促使裂缝隐患的显现。例如,地基沉降的监测不足可能导致结构因地基不均匀沉降而产生裂缝;混凝土耐久性的维护滞后则可能使结构在恶劣环境下加速老化,从而降低其抗裂性能。

### 2.2.3 渡槽结构裂缝产生原因

渡槽结构裂缝的产生原因复杂多样,主要归咎于地基条件的复杂性、水流动力作用的复杂性、环境因素的剧烈变化以及混凝土材料自身的特性。地基若存在不均匀沉降、承载力不足或处理不当等问题,会导致渡槽基础产生变形,进而在结构薄弱处引发裂缝。同时,渡槽作为输水构筑物,长期承受水流的动态作用,包括水流的冲击力、振动以及水位变化引起的压力变化,这些复

杂的动力作用易使渡槽结构产生应力集中和疲劳损伤,从而促进裂缝的形成。此外,环境温度和湿度的周期性变化,会引起混凝土材料的热胀冷缩和干湿变形,导致体积变化并产生内部应力,最终诱发裂缝。最后,混凝土材料的配合比、强度、收缩徐变等性能特性,也是影响渡槽结构裂缝产生的重要因素。这些因素的共同作用,使得渡槽结构裂缝的产生成为一个复杂且难以完全避免的过程。

## 3 水工建筑物结构裂缝的防治措施

### 3.1 优化混凝土配合比与施工工艺

提高水泥结合比和施工工艺,是保证水工建筑物的结构安全、耐久性和经济效益的关键步骤。混凝土是水工建筑中最常见的建材,其性质好坏直接影响着建筑的总体效能。所以,采用科学的技术与精确的管理,提高水泥的配制比例和施工工艺显然尤为重要。第一,调整水泥配合比必须要考虑多种因素。这些因素主要涉及水泥的设计稳定性、工作性、耐久性以及经济效益等。结构刚度是混凝土最基础的结构特性要求,它确定了建筑物的抗压水平。而施工性则关系到砼的浇注、振捣和密实性等施工能力。而耐久性则是指建筑物在长期的应用环境中,对抗环境腐蚀和劣化的能力。其经济性原则是在符合上述特性条件的前提下,减少生产混凝土的成本。第二,在优化混凝土配合比的过程中,需要通过试验和计算来确定各种原材料的比例。这包括水泥、骨料、砂子、水和添加剂等。水泥是混凝土的主要胶结材料,其用量和质量对混凝土的性能有重要影响。骨料和砂子则构成混凝土的骨架,其粒径、级配和含泥量等也会影响混凝土的性能。水则是混凝土中不可缺少的组成部分,其用量和质量也需要严格控制。添加剂则可以根据需要添加,以改善混凝土的性能。第三,除调整水泥配置比外,施工工艺的调整同样重要。施工工艺的调整涉及到砼的拌和、包装、施工、振捣和维护等诸多方面。混凝土过程必须调节混合时间和搅拌速率,以保证砼拌和均匀、质量平稳。运输过程则需要避免混凝土离析和泌水,以保证混凝土到达施工现场时仍具有良好的工作性。浇筑和振捣过程需要控制浇筑速度和振捣时间,以确保混凝土密实度符合要求<sup>[3]</sup>。

### 3.2 优化合理布置与结构设计

优化合理布置与结构设计确实是水工建筑物防治结构裂缝的关键环节,它要求在设计初期就全面、深入地考虑各种因素,以实现结构经济性与安全性的最佳平衡。第一,在合理布局方面,除了要根据地形地貌、水流方向及水位变化等因素科学规划建筑物的位置、走向

及尺寸外,还需要进一步细化考虑。例如,可以通过模拟水流动态,分析不同布局下水流对结构的冲击力度和受力分布,从而选择最优的布局方案。同时,布局设计还需充分考虑施工的可行性和便捷性,以及建筑物在运行过程中的维护需求和环境保护要求,确保整体方案的可行性和长期可持续性。第二,在结构设计方面,追求简洁、规则是基本原则,但这并不意味着可以忽视细节。相反,设计人员需要更加关注结构的每一个细节,通过精细化的计算和分析,确保结构在各种工况下的稳定性和安全性。例如,对于大跨度、高水头的水工建筑物,除了要进行常规的结构计算外,还需要考虑水流动力、温度变化、地基沉降等多种因素的综合影响,进行更为复杂和精细化的分析。第三,设计过程中还应注重细节处理,通过设置必要的温度缝、沉降缝等,来释放结构的变形能,防止因温度变化和地基沉降等因素引起的裂缝。这些细节设计虽然看似微小,但对于提高结构的整体抗裂性能和延长使用寿命具有重要意义。第四,结构设计还应充分考虑材料的耐久性和抗老化性能。对于水工建筑物而言,由于长期处于水流冲刷和侵蚀的环境中,因此选用耐腐蚀、抗老化的材料至关重要。这不仅可以提高结构的整体性能,还可以减少后期的维护成本和维修难度,延长结构的使用寿命。

### 3.3 加强水工建筑物的维护与保养并及时修复与加固裂缝等结构损伤

在实际运行过程中,水工建筑物要加强维护与保养,定期检查水工建筑物的裂缝情况,及时修补发现的裂缝,防止裂缝进一步扩展。在水工建筑物的长期运营过程中,裂缝等结构损伤是不可避免的现象。这些损伤若不及时处理,不仅会影响建筑物的美观性,更可能逐渐削弱其结构强度,甚至威胁到整个工程的安全性。因此,及时修复与加固裂缝等结构损伤,对于保障水工建筑物的稳定运行具有至关重要的意义。第一,针对水工建筑物出现的裂缝等结构损伤,必须采取科学、合理的修复与加固措施。对于已经产生的裂缝,应进行详细的

检测与评估,确定裂缝的性质、程度和影响范围。这有助于制定针对性的修复方案,确保修复工作的有效性。第二,在修复过程中,要针对裂纹的情况选用适当的修补工具与技术。对较小的裂纹,可通过灌注、充填等技术加以修复;针对大的裂纹,可能要使用板材补强、碳纤维强化等较为复杂的修补工艺。同时,在修复过程中应严格执行工艺标准,保证维修品质。第三,除了对裂缝进行修复外,还应加强水工建筑物的整体加固工作。这包括加强建筑物的基础、增加支撑结构、提高混凝土强度等措施。通过整体加固,可以进一步提高水工建筑物的结构强度,增强其抵御外界侵蚀和自然灾害的能力。第四,在修复与加固工作完成后,还应进行定期的检查和维护。这有助于及时发现并处理新产生的裂缝等结构损伤,防止问题进一步扩大。同时,通过维护可以保持建筑物的良好状态,延长其使用寿命<sup>[4]</sup>。

### 结束语

水工建筑物结构裂缝的防治是一个复杂而重要的工程问题,它要求我们从设计、施工到维护的每一个环节都进行严格的把控。通过对裂缝产生原因的深入分析,我们可以找到有效的防治措施,确保水工建筑物的结构安全和耐久性。未来,随着新材料、新工艺的不断发展,我们有理由相信,水工建筑物结构裂缝的问题将得到更好的解决,水利工程的安全运行将得到更有效的保障。让我们共同努力,为水利工程的安全发展贡献力量。

### 参考文献

- [1]温荫辉.探讨水工混凝土裂缝存在的问题[J].建材与装饰:下旬,2018(7):386-387.
- [2]李颖波.水工建筑物混凝土裂缝的防治[J].中国新技术新产品,2018,10:93-95
- [3]郭军.水工建筑物混凝土裂缝产生机理与防治[J].农业科技与信息,2019,14:44-45.
- [4]郝素慧.水工建筑物混凝土裂缝的防治[J].同煤科技,2019,03:34-36.