

# 水利项目中大体积混凝土裂缝成因及防裂技术分析

金彦鹏

新疆维吾尔自治区玛纳斯河流域水利管理中心

DOI:10.12238/hwr.v9i1.5999

**[摘要]** 大体积混凝土作为水利工程项目中的关键材料,其性能直接关系到整个工程的稳定性和耐久性。然而,在实际施工过程中,大体积混凝土常常会出现裂缝问题,这不仅影响了工程的外观质量,更可能对其结构安全构成严重威胁。因此,深入分析大体积混凝土裂缝的成因,并探讨有效的防裂技术在水利项目中的应用,显得尤为重要。本文将结合水利工程的实际情况,系统阐述大体积混凝土裂缝的成因,并介绍一系列防裂技术及其在实际工程中的应用效果,以期水利工程施工的安全施工和质量保障提供有益的参考。

**[关键词]** 大体积混凝土; 裂缝成因; 防裂技术; 水利项目; 应用

**中图分类号:** TV431+.5 **文献标识码:** A

## Analysis of crack causes and application of crack prevention technology in water conservancy projects

Yanpeng Jin

The Manas River Basin Water Conservancy Management Center of Xinjiang Uygur Autonomous Region

**[Abstract]** As a key material in hydraulic engineering projects, the performance of mass concrete is directly related to the stability and durability of the whole project. However, in the actual construction process, cracks often occur in mass concrete, which not only affects the appearance quality of the project, but also poses a serious threat to its structural safety. Therefore, it is particularly important to analyze the causes of cracks in mass concrete and discuss the application of effective crack prevention technology in water conservancy projects. Based on the actual situation of hydraulic engineering, this paper will systematically explain the causes of cracks in mass concrete, and introduce a series of anti-crack technologies and their application effects in practical engineering, in order to provide useful references for the safe construction and quality assurance of hydraulic engineering.

**[Key words]** mass concrete; Cause of fracture; Anti-crack technology; Water conservancy projects; Apply

## 引言

近年来,随着我国对水利基础设施建设的持续投入和高度重视,一系列旨在加强水利工程质量、确保工程安全的政策措施相继出台。其中,《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204-2015)中对混凝土裂缝的控制提出了具体要求。因此,在混凝土结构工程施工过程中,应采取有效措施控制混凝土裂缝的产生。对于已经出现的裂缝,应根据裂缝的性质、宽度、深度等情况,采取相应的处理措施,从而提高水利工程质量、延长工程使用寿命。

### 1 大体积混凝土裂缝成因分析

#### 1.1 温度变化

温度变化是导致大体积混凝土裂缝产生的重要因素之一。在混凝土浇筑和硬化过程中,由于水泥水化反应产生大量热量,

使得混凝土内部温度急剧上升。当内外温差过大时,混凝土内部因温度升高而膨胀,外部则因温度较低而收缩,这种不均匀的应变变化容易导致表面裂缝的产生。特别是在夜间或气温骤降的情况下,混凝土表层温度迅速下降,而内部仍保持相对高温,这种温差引起的力学效应会进一步加剧裂缝的形成。

#### 1.2 混凝土材料特性

混凝土作为一种复合材料,其材料特性对裂缝的产生具有直接影响。首先,水胶比是影响混凝土强度和耐久性的关键参数。较高的水胶比虽然有助于混凝土的施工和流动性,但也会降低混凝土的强度和耐久性,增加收缩和开裂的风险。其次,骨料的性质同样重要。骨料的粒径、形状、强度以及表面特性都会影响混凝土的性质。同时,使用的骨料具有较大的吸水性或膨胀性,在干湿交替的环境中极易导致裂缝。此外,水泥的选择和用

量也是关键因素。大体积混凝土中水泥用量大,水化反应产生的热量高,温差引发的收缩是裂缝产生的重要原因。

### 1.3 施工工艺

施工工艺的不当也是导致大体积混凝土裂缝产生的重要原因。浇筑过程中的不均匀性会导致局部区域硬化时间不同,从而引起应力集中,增加裂缝的风险。混凝土振捣不当也可能导致气泡、不均匀和空洞,影响混凝土的密实性和强度,进而导致裂缝的形成。此外,养护措施的不足也是裂缝产生的重要因素。混凝土浇筑后需要进行适当的养护,以保持水分和适宜的温度。养护不到位,混凝土表面就会容易干燥收缩,进而产生裂缝。

### 1.4 外部环境因素

外部环境因素同样对大体积混凝土裂缝的产生具有显著影响。高温、强风和暴雨等极端天气条件,都可能影响混凝土的硬化与收缩情况。特别是在高温条件下,水分蒸发过快,混凝土表层干燥过快,影响其整体的强度和稳定性。同时,土壤沉降也是导致裂缝产生的原因。大体积混凝土基础下方的土壤如果发生沉降,会导致混凝土结构产生变形,进而形成裂缝。此外,外部荷载的变化、振动及冲击也会引起混凝土的应力集中,尤其是在施工阶段控制不严,则会导致裂缝的产生。

## 2 大体积混凝土防裂技术在水利项目中的应用意义

### 2.1 保障工程结构安全

大体积混凝土是水利工程中的关键结构材料,如大坝、水闸、涵洞等,这些结构的安全性和稳定性直接关系到整个水利工程的安全运行。裂缝的产生不仅会降低混凝土的强度、刚度和耐久性,还可能成为水分、化学物质侵入的通道,导致钢筋锈蚀、结构承载力下降,甚至引发结构失稳和倒塌。因此,采用有效的防裂技术,如优化混凝土配合比、采用低热水泥、设置冷却水管、加强后期养护等,可以有效控制混凝土内部的温度应力和干缩应力,减少裂缝的产生,从而保障工程结构的安全性和稳定性。

### 2.2 提高工程使用寿命

水利工程的使用寿命不仅关系到工程的经济效益,还直接影响到社会资源的合理利用和环境保护。大体积混凝土裂缝的存在会加速混凝土的劣化过程,缩短工程的使用寿命。通过应用防裂技术,如添加抗裂纤维、使用高性能混凝土、实施智能温控等,可以显著提高混凝土的抗裂性能,减少裂缝的产生和发展,从而延长工程的使用寿命,减少后期的维修和加固成本,提高工程的经济效益和社会效益。

### 2.3 促进施工技术进步

大体积混凝土防裂技术的应用不仅是对传统施工技术的挑战,也是推动施工技术进步的重要动力。为了适应大体积混凝土防裂的需求,施工单位必须不断创新和改进施工技术,如采用先进的混凝土浇筑和振捣设备、开发智能温控系统、实施精细化施工管理等。这些技术的应用不仅提高了施工效率和质量,也促进了施工技术的整体进步,为水利工程建设提供了更为可靠的技术保障。

### 2.4 推动行业可持续发展

水利工程的可持续发展不仅要求工程本身具有较长的使用寿命和良好的运行性能,还要求工程在建设过程中尽可能减少对环境和破坏。大体积混凝土防裂技术的应用有助于减少因裂缝产生的维修和加固工作,从而降低对自然资源的消耗和环境污染。同时,防裂技术的推广和应用也促进了相关产业的发展,如新型混凝土材料、智能温控设备、高效施工机械等,为水利工程建设提供了更为丰富和可持续的技术支持。

## 3 大体积混凝土防裂技术在水利项目中的应用策略

### 3.1 优化混凝土配合比设计,提升抗裂性能

混凝土配合比设计不仅是预防裂缝产生的基础,更是确保工程质量的关键。在水利项目中,大体积混凝土因其体积庞大、结构复杂,对配合比设计的要求尤为严格。通过科学调整水泥、骨料、水、外加剂等原材料的比例,可以显著提升混凝土的抗裂性能。例如:选用低热水泥或中热水泥,可以有效减少水化热引起的温度应力,从而降低混凝土开裂的风险。同时,采用级配良好的骨料,可以提高混凝土的密实度和强度,进一步增强其抗裂能力。此外,添加适量的膨胀剂或纤维材料,也是提升混凝土抗裂性能的有效手段。这些材料能够补偿混凝土的收缩变形,减少因收缩而产生的裂缝。为了确定最优的水灰比,还需要进行大量的试验工作。通过试验,可以确保混凝土既具有良好的工作性能,方便施工操作,又能在硬化后保持足够的强度,满足工程要求,并从源头上降低混凝土开裂的风险,为水利项目的质量和安全提供有力保障。

### 3.2 采用先进的施工工艺,减少裂缝产生

在大体积混凝土施工中,采用先进的施工工艺是减少裂缝产生的关键。施工工艺的选择对混凝土裂缝的控制具有至关重要的影响。针对大体积混凝土的特点,采用分层浇筑、分段施工的方法,可以显著减小混凝土内部温度应力和收缩应力的累积。通过分步骤、分区域地进行浇筑,使得混凝土能够逐步散热,避免了因一次性浇筑而产生的过大温度应力。同时,合理设置施工缝也是降低裂缝产生风险的有效手段。施工缝的设置可以释放混凝土内部的应力,使得混凝土在硬化过程中能够更自由地适应温度变化和收缩变形,从而减少裂缝的产生。此外,加强混凝土施工的振捣工作同样重要。通过充分的振捣,可以确保混凝土内部密实无空洞,提高其整体的抗裂性能。振捣还可以使混凝土中的骨料分布更加均匀,减少因骨料分布不均而产生的应力集中现象。为了进一步减少混凝土内部的缺陷和裂缝源,还可以采用二次振捣技术。二次振捣可以在混凝土初凝前再次进行振捣,进一步排除混凝土中的气泡和多余水分,使得混凝土更加密实,抗裂性能得到进一步提升。

### 3.3 加强温度控制与监测,防止温度裂缝

温度变化是大体积混凝土开裂的主要原因之一。因此,在水利项目的施工过程中,必须对混凝土的温度进行严格的控制与监测,预埋测温元件,实时监测混凝土的温度变化。这样,施工人员就能根据监测结果及时调整养护措施,确保混凝土在适宜的温度环境下硬化。在高温季节施工时,为了降低混凝土表面的温

度并减小内外温差,可以采用覆盖保湿材料或喷洒养护剂等方法。这些方法不仅可以有效减少混凝土的水分蒸发,还能保持其表面湿润,从而降低温度应力,减少裂缝的产生。而在低温季节施工时,则应采取加热保温措施。通过加热保温,可以确保混凝土在适宜的温度下硬化,避免因温度过低而导致的冻害和裂缝。此外,还可以通过调整浇筑时间和速度来控制混凝土的温升速率。合理的浇筑时间和速度能够避免混凝土内部温度过快升高,从而降低温度裂缝的风险,根据具体的气候条件和施工情况来灵活调整,以确保达到最佳的防裂效果。

### 3.4应用高性能外加剂,提高混凝土性能

高性能外加剂如减水剂、引气剂、缓凝剂等,可以在不增加水泥用量的前提下,显著提高混凝土的流动性、抗渗性、抗裂性等性能。在水利项目的实际应用中,应根据工程的具体特点和混凝土的性能需求,精心选择外加剂的种类和掺量。例如,减水剂通过降低混凝土的水灰比,有效提高混凝土的密实度和强度,从而增强其抗裂能力。引气剂则能在混凝土中引入微小气泡,这些气泡能够改善混凝土的抗冻融性和耐久性,进一步减少裂缝的产生。而缓凝剂的使用,可以延缓混凝土的初凝时间,为混凝土的散热和养护提供宝贵的时间,避免因温度应力过大而导致的裂缝。这些高性能外加剂的综合应用,能够显著提升混凝土的抗裂性能,为水利项目的质量和安全提供有力保障。

### 3.5采用智能温控技术,实现精准控温

随着科技的飞速发展,智能温控技术在大体积混凝土施工中的应用日益广泛,为混凝土的温控管理提供了强有力的支持。通过引入智能温控系统,可以实现对混凝土温度的精确控制和远程监控。智能温控系统可以根据预设的温度曲线和实际情况,自动调节养护措施和温控策略,确保混凝土在硬化过程中始终处于适宜的温度环境。例如,在高温季节施工时,智能温控系统能够自动开启喷雾降温装置,有效降低混凝土表面的温度,避免温度过高导致的裂缝产生。而在低温季节施工时,系统则能自动开启加热保温装置,确保混凝土不受冻害,保持其良好的物理性能。不仅提高了施工效率,更显著降低了温度裂缝的风险,为水利项目的质量和安全提供了有力保障。

### 3.6强化后期养护管理,巩固防裂成果

后期养护是防止大体积混凝土开裂的关键环节。在水利项目中,应制定详细的养护计划,明确养护时间、方法和标准。养护期间,应保持混凝土表面的湿润状态,避免其过快干燥收缩。同时,还应根据天气变化和混凝土性能需求,适时调整养护措施。例

如:在高温干燥季节,应增加浇水次数和保湿材料的覆盖厚度;在低温寒冷季节,则应采取加热保温措施,防止混凝土受冻开裂。此外,还应定期对混凝土进行质量检查和维护,及时发现并处理潜在的裂缝风险,通过强化后期养护管理,巩固防裂成果,从而确保水利工程的安全运行。

### 3.7利用BIM技术进行裂缝风险预测与防控

BIM(建筑信息模型)技术是一种先进的工程管理工具,可以在设计阶段就对大体积混凝土的裂缝风险进行预测和防控。通过构建三维数字化模型,模拟混凝土在施工过程中和硬化后的应力分布和变形情况,可以及时发现潜在的裂缝风险区域和因素。基于BIM技术的裂缝风险预测结果,可以指导施工方案的优化和调整,采取针对性的防控措施。例如:在风险区域增加钢筋配筋率、设置温度钢筋或膨胀带等,以提高混凝土的抗裂性能。同时,还可以利用BIM技术进行施工过程的动态监控和管理,确保各项防控措施得到有效执行和落实。这种基于BIM技术的裂缝风险预测与防控方法,可以为水利项目的质量和安全提供更加坚实的保障。

总而言之,大体积混凝土防裂技术在水利项目中的应用,不仅保障了工程结构的安全性和稳定性,提高了工程的使用寿命,还促进了施工技术的进步和行业的可持续发展。因此,在水利工程建设中,应高度重视大体积混凝土防裂技术的应用和推广,进而为水利事业的蓬勃发展提供坚实的技术保障。

### [参考文献]

- [1]潘俊峰.水利工程施工中混凝土防裂技术的优化与应用探讨[J].治淮,2024,(08):58-59.
- [2]王金秀.大体积混凝土中的收缩裂缝控制与预防策略研究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(22):202-204.
- [3]李松明.桥梁施工中大体积混凝土裂缝成因及处理对策分析[J].运输经理世界,2024,(12):136-138.
- [4]阿卜杜热西提·艾合麦提尼亚孜.公路桥梁大体积混凝土常见裂缝成因分析及控制方法[J].工程机械与维修,2023,(05):216-218.
- [5]后永亮.混凝土防裂技术在水利工程建设中的应用[J].智能城市,2021,7(19):157-158.

### 作者简介:

金彦鹏(1990--),男,汉族,甘肃兰州市人,大学本科,工程师,研究方向:水利工程。