

# 水利施工中混凝土裂缝产生的原因及防治措施

苗长盛

上海华锦建设有限公司 上海 200000

**摘要：**混凝土裂缝是水利施工中常见的质量问题，对水利工程的稳定性和耐久性产生严重影响。本文详细分析了水利施工中混凝土裂缝产生的原因，包括化学反应、温度变化、地基沉降以及施工工艺不当等因素，并提出了相应的防治措施，包括控制混凝土收缩、加强温度控制、防治钢筋锈蚀以及提高施工质量等。这些措施对于预防和处理水利施工中的混凝土裂缝问题具有重要的指导意义。

**关键词：**水利施工；混凝土裂缝；原因分析；防治措施

引言：水利工程是国家基础设施建设的重要组成部分，其质量直接关系到人民群众的生命财产安全和国家的经济发展。上海市的水利项目，因区域的特点，以防汛、排涝为目的防汛墙、泵闸工程较多，在水利施工过程中，尤其是涉及大体积混凝土结构的泵闸工程中，混凝土裂缝问题时有发生，严重影响了水利工程的施工质量和使用寿命。因此，深入分析混凝土裂缝产生的原因，并提出有效的防治措施，对于提高水利工程的施工质量具有重要意义。

## 1 项目概况及背景

龙尖嘴泵闸工程位于闵行区华漕镇红卫村龙尖嘴河入苏州河出口处，工程主要建设内容包括：拆除原套闸、管理用房以及两侧防汛墙；新建泵闸一座，泵站规模为 $15\text{m}^3/\text{s}$ ，闸孔净宽 $8\text{m}$ ；新建交通桥一座、内外河两侧防汛墙、配套的管理用房 $526\text{m}^2$ 、新建开关站一座等。

泵闸室段采用“泵+闸”的布置型式，采用分离式结构，单边布置。泵房采用3台 $5\text{m}^3/\text{s}$ 潜水轴流泵，总流量为 $15\text{m}^3/\text{s}$ 。闸门采用升卧门，单孔净宽 $8\text{m}$ 。泵房垂直水流向宽为 $14.2\text{m}$ ，闸室垂直水流向宽为 $10\text{m}$ ，顺水流向长均为 $15\text{m}$ 。

龙尖嘴泵闸工程部分结构属于大体积混凝土，泵闸混凝土的施工高峰期，因前期进度影响，推迟至高温季节，增加了混凝土温度裂缝控制难度。施工过程中，参考类似项目的裂缝防治措施，结合本工程的项目特点，分析出裂缝产生的原因及制定了相应的防治措施，取得了良好的效果。

## 2 水利施工中混凝土裂缝产生的原因

结合项目施工过程中的一些经验，经过分析总结，产生裂缝的主要原因如下：

### 2.1 温度裂缝

温度裂缝常在大体积混凝土施工过程中出现，当构

件短边尺寸大于 $0.6\text{m}$ 后极易出现，其产生与混凝土在施工过程中的温度变化密切相关。以下是对三种主要温度裂缝的详细分析：（1）内外温差裂缝。由于混凝土内部水泥水化反应产生热量，使得内部温度迅速上升；而混凝土外部则受到环境温度的影响，温度上升较慢。这种内外温差会导致混凝土产生温度应力，当应力超过混凝土的抗拉强度时，就会产生裂缝。这种裂缝通常出现在混凝土结构的表面，对结构的整体性和耐久性都会造成不良影响。（2）拆模前后裂缝。拆模前后，由于混凝土表面温度与环境温度的差异，以及模板对混凝土的约束作用消失，都可能导致混凝土产生温度裂缝。这种裂缝往往出现在模板与混凝土的接触部位，形状不规则，对结构的外观和性能都会造成一定影响。（3）内部极限裂缝。当混凝土内部温度达到极限时，由于热胀冷缩的原理，混凝土内部会产生极大的应力，这种应力如果超过混凝土的承载能力，就会导致混凝土产生极限裂缝。这种裂缝通常贯穿整个混凝土结构，对结构的稳定性和安全性构成严重威胁。

### 2.2 化学反应类裂缝

化学反应类裂缝在水利施工中是常见的质量问题，其中水泥水化热、掺合料游离氧化钙超标引起的裂缝和钢筋锈蚀产生的施工裂缝尤为突出。（1）水泥水化热。引起的裂缝则与水泥的化学反应过程有关，在混凝土的制作过程中，尤其是高强度混凝土，水泥用量较大，水泥与水发生化学反应，放出大量的热量。由于混凝土的导热性能较差，这些热量难以迅速散发，导致混凝土内部温度升高。当混凝土内外温差过大时，会产生温度应力，引发裂缝。<sup>[1]</sup>（2）掺合料如粉煤灰中游离氧化钙超标，会使混凝土内部的温度和水汽度发生反应，这会导致混凝土出现开裂，进而影响混凝土的强度和耐久性，造成混凝土结构的破坏。（3）钢筋锈蚀。混凝土

保护层设置不当或者收到外力的破坏未及时修复,当混凝土受到二氧化碳、氯离子、硫酸盐等有害物质的侵蚀时,钢筋表面的钝化膜会被破坏,导致钢筋开始锈蚀。锈蚀的钢筋体积会膨胀,对周围的混凝土产生挤压,这些裂缝通常沿钢筋的位置出现,对结构的整体性和耐久性构成威胁。

### 2.3 沉陷裂缝

沉陷裂缝,常出现在防浪墙、平板薄壁结构施工过程中,主要源于地基结构的松软或不均匀沉降,以及模板紧固件松动或支撑变形。这两种情况都可能导致混凝土在浇筑或硬化过程中产生沉陷,进而形成裂缝。(1)结构松软或不均匀。如果地基结构松软,无法为上部结构提供足够的支撑,那么在浇筑混凝土时,混凝土会因为地基的沉降而产生沉陷,从而形成裂缝。此外,地基的不均匀沉降也会导致混凝土结构各部分受力不均,产生应力集中,进而引发裂缝。(2)模板松动或间隙过大。如果模板底部松动,或者支撑模板的支架间隙过大,那么在浇筑混凝土时,混凝土会因为模板的变形或移动而产生沉陷。这种沉陷不仅会导致混凝土表面不平整,还会在混凝土内部形成裂缝。

### 2.4 施工工艺不当引发的裂缝

施工工艺不当引发的裂缝在水利施工中是一个不可忽视的问题,其产生的原因多种多样,其中施工质量不合格以及浇筑、振捣等工艺不当尤为突出。(1)施工质量不合格。在水利工程施工过程中,如果施工人员的技能水平不足,或者对施工规范和操作流程不熟悉,就可能导致施工质量无法达到设计要求。例如,混凝土的配比不准确、搅拌不均匀、浇筑过程中存在杂物等问题,都可能影响混凝土的强度和均匀性,从而在后期产生裂缝。(2)浇筑、振捣工艺不当。浇筑是混凝土施工中的关键环节,如果浇筑速度过快、浇筑厚度过大或过小,都可能导致混凝土内部产生过大的应力,从而引发裂缝<sup>[2]</sup>。振捣工艺的不当也会对混凝土的质量产生影响。如果振捣不均匀,混凝土内部可能存在空洞和疏松区域,这些区域在受力时容易发生破坏,形成裂缝。这些由施工工艺不当导致的裂缝问题,不仅影响了水利工程的外观质量,更重要的是对结构的整体性和稳定性构成了威胁。

## 3 水利施工中混凝土裂缝的防治措施

### 3.1 控制混凝土的收缩与加强抗裂性能

从优化混凝土配合比、选用级配优良的砂石骨料以及添加控制收缩剂与纤维材料等多个方面入手。(1)优化混凝土配合比。上海地区常采用的商品混凝土,结合项目监管的要求,在商品混凝土投入使用前,应做配合

比验证,以满足质量要求。在选用商混厂家时,应考虑水工混凝土施工的特点,从浇筑手段、养护方式方面,其不同于常规城市商混需要采用泵送浇筑的要求,可以从降低流动性、减少拌合水用量方面着手进行优化,充分考虑水泥、砂、石、水以及外加剂的比例,这些因素的平衡直接影响到混凝土的强度、耐久性和收缩性。

(2)选配优良级配砂石骨料。在混凝土制备过程中,严格筛选砂石骨料,确保其质量符合标准,以达到提升混凝土抗裂性能的目的。商品混凝土常规的骨料采用5~25mm,大体积混凝土可参考水工大坝混凝土骨料的选用方式,粒径范围为5~40mm或者5~80mm的优质骨料,具体用量通过配合比设计确定,实施过程时考虑骨料超逊径的影响。(3)添加纤维限裂材料。常用纤维材料为玻璃纤维、碳纤维及聚丙烯纤维,加入则能够提高混凝土的抗拉强度和韧性,使其在受到外力作用时能够更好地抵抗裂缝的扩展。这些添加剂的使用可以根据具体的工程需求和混凝土性能要求进行选择和调整,以达到最佳的抗裂效果<sup>[3]</sup>。(5)严格把掺合料质量。在材料使用前,取样复试,满足混凝土配置质量要求的材料方可允许进行,骨料含泥量、碱活性、游离氧化钙等等均需满足设计及规范规定的限值要求。(4)增强结构配筋率。尤其是墙体两侧的钢筋,可以适当缩小钢筋间距,或者表面增加限裂钢筋网片,增强混凝土的约束力,也可在一定程度上提高混凝土的抗裂性能。

### 3.2 加强混凝土温度控制

通过采用分段施工方式和设置温度监测与调控系统,我们可以有效控制混凝土结构的变形和裂缝产生,提高工程的整体稳定性和耐久性。(1)优化施工进度计划。大体积混凝土的施工宜避开夏季高温季节施工,合理安排工程的总体计划工期是避免混凝土裂缝的有效措施之一。如将底板大体积混凝土安排在秋冬季施工,墙板等水下结构工程安排在春季完成等等。另遇气温较高的天气,可选择夜间、凌晨,避开高温时段,同时采取喷雾降温、冷却骨料等等措施,降低混凝土的入仓温度。(2)采用分段、薄层施工方式。当混凝土结构往往规模庞大、施工周期长,一次性浇筑整个结构不仅施工难度大,而且容易导致混凝土内部应力分布不均,增加裂缝产生的风险,将混凝土结构划分为若干个施工段,分段、薄层进行施工,可以减小每段的浇筑量和施工难度,同时也有利于控制混凝土的收缩和变形。在分段施工过程中,需要合理安排施工顺序和施工进度,确保各段之间的衔接紧密、平滑。(3)温度监测与调控系统。混凝土在浇筑和硬化过程中,如果温度变化过大或过

快,就会产生温度应力,引发裂缝,通过设置温度监测与调控系统,可以实时监测混凝土内部的温度变化,并根据需要采取相应的调控措施,如调整浇筑速度、加强通风散热、使用冷却水等,以保持混凝土内部温度的相对稳定。这样不仅可以减少温度裂缝的产生,还可以提高混凝土的强度和耐久性。(4)加强养护混凝土养护工作。在混凝土浇筑后,还需要及时进行养护和加固,如使用湿布覆盖、喷洒养护剂等,以减少混凝土表面的水分蒸发和温度变化,防止产生干缩裂缝和温度裂缝。

### 3.3 减小混凝土水泥水化热

在水泥水化热是产生裂缝的主因之一,它们不仅影响混凝土结构的强度和耐久性,还可能对工程的整体安全性构成威胁。大体积混凝土结构施工应使混凝土中心温度与表面温度、表面温度与大气温度之差在允许范围之内(一般取 $25^{\circ}\text{C}$ ),则可控制混凝土裂缝的出现。施工过程中可采取以下措施:(1)可采用低热水泥。在比较重要的结构中使用,可以有效降低水化热的产生,从而减少温度应力和裂缝的风险。(2)掺加适量的掺合料。如粉煤灰、矿渣粉等,也可以起到降低水泥用量,起到降低水化热的作用。(3)采用高效减水剂。可以降低混凝土用水量的通过时,减少水泥用量和水化放热,有效地减少混凝土裂缝的产生。(4)采用大粒径的骨料。可以降低混凝土内部的温度升高,减少由于水化热引起的裂缝。大粒径骨料可以减少水泥浆体的用量,进而降低水泥水化所产生的热量。

### 3.4 提高施工质量与工艺水平

(1)加强人员技能培训。施工人员是水利工程施工的主体,他们的技能水平和操作经验直接影响到工程的质量和进度,加强施工人员的技能培训至关重要,我们需要定期组织施工人员参加专业技能培训和安全教育培训。在技能培训中,我们应注重理论与实践相结合,不仅要让施工人员掌握基本的施工技术和操作方法,还要让他们了解施工中的安全规范和质量标准,以确保施工过程中各个环节能够紧密配合,提高施工效率和质量<sup>[4]</sup>。

(2)执行规范与质量标准。施工规范和质量标准是工程

质量的重要保障,它们为施工人员提供了明确的操作指南和质量要求,在施工过程中,我们必须严格执行这些规范和标准,确保每一个施工环节都符合设计要求和质量标准,为了严格执行施工规范与质量标准,我们需要建立完善的质量管理体系和监督机制。一方面,要制定详细的施工计划和施工方案,明确各个环节的质量要求和施工标准;另一方面,要加强施工现场的监督检查,及时发现和纠正施工过程中的质量问题。(3)强化细节工艺水平。如加强混凝土结构支撑与防治钢筋锈蚀。在混凝土浇筑前,搭设牢固的支撑体系,确保混凝土在浇筑和硬化过程中能够保持稳定的形状和位置,在施工过程中,应严格控制钢筋保护层的厚度和密实度,确保其符合设计要求,加强钢筋加工和安装的质量控制,避免钢筋出现弯曲、锈蚀或损伤等问题。此外,定期对钢筋保护层进行检查和维护,及时修复损坏部位,也是防治钢筋锈蚀的重要措施。

## 4 结束语

水利施工中混凝土裂缝的产生往往源于多种因素的共同作用,这些裂缝不仅影响工程的外观质量,更关键的是威胁到结构的安全性和稳定性。因此,我们必须高度重视并采取有效的防治措施,如加强施工人员技能培训、严格执行施工规范与质量标准、优化混凝土配合比、采用大粒径骨料、低热水泥等。通过这些措施,我们可以有效减少混凝土裂缝的产生,确保水利工程的施工质量和使用寿命,为水利事业的持续发展贡献力量。

## 参考文献

- [1]李锡文.水利工程混凝土裂缝渗透成因及有效预防措施研究[J].低碳世界,2019,9(12):121-122.
- [2]高山,高远贵.浅析水利工程中混凝土裂缝产生的原因和处理方法[J].四川水利,2019,40(06):104-106,113.
- [3]全正芳.水利工程施工中混凝土裂缝的成因及有效防治措施[J].工程技术研究,2021,6(23):130-132,152.
- [4]邓超能.水利工程施工中混凝土裂缝的防治措施[J].住宅与房地产,2021(27):77-78.