

# Study on the prevention method of concrete crack in water conservancy and hydropower project construction

Yanwei Zhang

Henan Water Construction Group Co., Ltd., Zhengzhou, Henan, 450000, China

## Abstract

Concrete crack problem is one of the most common and far-reaching quality problems in the construction of water conservancy and hydropower projects. It will not only weaken the mechanical properties of the whole structure, but also may lead to the durability of the project, and even cause safety risks. In order to ensure the safety and service life of water conservancy and hydropower projects, scientific and effective prevention measures must be taken in the construction process, so as to control the occurrence of cracks from the source, and further reduce the impact of cracks on the project through subsequent maintenance and repair. By analyzing the causes of concrete cracks, this paper puts forward the all-round prevention and control strategies such as optimizing the concrete mix ratio, improving the construction technology, reasonably setting the temperature control measures and strengthening the later maintenance, in order to provide reference for the actual project.

## Keywords

water conservancy and hydropower engineering; concrete crack; prevention and control method; construction technology

# 水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治方法研究

张彦伟

河南水建集团有限公司, 中国 · 河南 郑州 450000

## 摘 要

混凝土裂缝问题是水利水电工程施工中最为常见且影响深远的的质量难题之一, 其不仅会削弱结构整体的力学性能, 还可能导致工程耐久性下降, 甚至引发安全隐患。为了确保水利水电工程的安全性与使用寿命, 必须在施工过程中采取科学有效的防治措施, 做到从源头上控制裂缝的发生, 并通过后续的维护与修补进一步降低裂缝对工程的影响。本文通过分析混凝土裂缝的成因, 提出了优化混凝土配合比、改善施工工艺、合理设置温度控制措施以及加强后期维护等全方位防治策略, 以期能够为工程实际提供参考。

## 关键词

水利水电工程; 混凝土裂缝; 防治方法; 施工工艺

## 1 引言

混凝土裂缝的产生原因多种多样, 可能与水泥的特性、骨料的质量、施工工艺以及养护措施等密切相关。在施工过程中, 如果对这些因素的控制不够严格, 裂缝就会不可避免地出现。此外, 混凝土的收缩也是导致开裂的重要因素之一。在水利水电工程中, 由于结构复杂, 负荷较大, 混凝土裂缝的产生更为普遍。因此, 针对这些问题, 必须从施工的各个环节入手, 进行全面的分析和研究, 以制定出切实可行的防治方案。

## 2 优化混凝土配合比

### 2.1 选择合适的水泥品种

不同种类的水泥在水化热、凝结时间、硬化速度等方面的表现都有所差异, 而这些因素对混凝土的开裂风险有直接影响。例如, 对于水利水电工程中的大体积混凝土结构, 如果使用普通硅酸盐水泥, 其水化热较高, 容易导致混凝土内部温差过大, 进而产生温度裂缝<sup>[1]</sup>。因此, 针对大体积混凝土, 通常推荐采用低热水泥或矿渣水泥, 这类水泥的水化热较低, 能够有效降低温度应力, 减少裂缝的发生风险。此外, 水泥的细度也是一个不可忽视的因素。细度过高的水泥虽然前期强度增长较快, 但由于水化反应速度较快, 容易出现较大的干缩变形, 进而导致裂缝。因此, 在选择水泥时, 既要考虑其适应工程需要的强度等级, 也要尽量选择水化热低、细度适中的水泥品种, 以减少可能的裂缝隐患。

【作者简介】张彦伟(1989-), 男, 中国河南郑州人, 本科, 工程师, 从事水利水电工程施工管理研究。

2.2 控制水泥用量

水泥用量过多，会增加混凝土的水化热，导致混凝土内部温度升高，产生较大的温差应力，进而引发裂缝。而且，水泥用量过大还会导致混凝土的干缩变形增大，特别是在环境湿度变化较大的情况下，更容易出现干缩裂缝。因此，在施工过程中，必须严格控制水泥用量，既要保证混凝土的强度和耐久性，又要尽量减少过量水泥的使用<sup>[2]</sup>。根据相关标准和规范，通常建议水泥用量控制在每立方米混凝土300~400公斤之间，具体数值应根据实际工程情况和施工要求进行适当调整。

2.3 掺加外加剂

在掺加外加剂时可以合理使用减水剂、缓凝剂或膨胀剂，可以有效改善混凝土的工作性能和体积稳定性。例如，高效减水剂可以在降低水灰比的同时提高混凝土的流动性，从而减少因泌水导致的塑性收缩裂缝；而缓凝剂则有助于延长混凝土的凝结时间，降低大体积混凝土因水化热引起的内

外温差；膨胀剂则可通过补偿混凝土的收缩，减少干缩裂缝的发生。在实际应用中，应根据工程特点选择合适的外加剂种类和掺加比例，并通过试验验证其效果，确保混凝土的性能满足设计要求。

2.4 优化骨料级配

通常情况下，应优先选择质地坚硬、颗粒级配连续且含泥量低的骨料，这样可以有效减少混凝土的空隙率，提高密实度，从而降低收缩和开裂的风险。例如，粗骨料的最大粒径应根据结构构件的最小尺寸适当选择，通常不宜超过构件最小尺寸的1/4；细骨料则宜采用中粗砂，且细度模数应控制在2.3至3.0之间。通过合理搭配粗细骨料的比例，可以有效改善混凝土的和易性和抗裂性。此外，还需要注意骨料的清洁度，尤其是砂石中的泥土含量必须严格控制在规范允许范围内，否则会影响混凝土的粘结性能和体积稳定性。混凝土试配配合比如表1所示。

表 1 混凝土试配配合比

| 编号 | 水泥  | 砂   | 石    | 水   | 粉煤灰 | 钢渣 | 水胶比  |
|----|-----|-----|------|-----|-----|----|------|
| A1 | 370 | 720 | 1160 | 132 | 80  | -- | 0.28 |
| A2 | 352 | 720 | 1160 | 140 | 85  | -- | 0.32 |
| A3 | 354 | 720 | 1160 | 146 | 90  | -- | 0.36 |
| B1 | 345 | 720 | 1160 | 132 | 80  | 50 | 0.28 |
| B2 | 327 | 720 | 1160 | 140 | 85  | 50 | 0.32 |
| B3 | 310 | 720 | 1160 | 146 | 90  | 50 | 0.36 |
| C1 | 442 | 720 | 1160 | 146 | 80  | -- | 0.32 |
| C2 | 372 | 720 | 1160 | 146 | 80  | -- | 0.32 |
| C3 | 327 | 720 | 1160 | 146 | 85  | -- | 0.32 |
| C4 | 381 | 720 | 1160 | 146 | 90  | -- | 0.32 |

3 改善施工工艺

3.1 分层分块浇筑

对于大体积混凝土或结构复杂的工程，分层分块浇筑能够有效降低混凝土内部的水化热积累，减少温差应力，降低裂缝产生的概率。通常情况下，分层浇筑的厚度应控制在30~50厘米之间，具体厚度应根据施工条件、混凝土配合比及现场实际情况进行调整<sup>[3]</sup>。分块浇筑则需根据结构形式和混凝土浇筑面积进行划分，避免一次性浇筑造成的整体温度升高和应力集中。分层分块浇筑的另一个好处在于可以逐步释放混凝土内部的水化热，避免短时间内温度急剧变化，从而减少温度裂缝的发生。在浇筑过程中，还需确保每层混凝土之间的接触面保持干净、湿润，避免因接缝处理不当导致冷缝出现，进而产生结构性裂缝。

3.2 合理设置施工缝

在混凝土施工过程中，由于施工进度、工艺流程或其他不可控因素，往往需要在不同区域之间设置施工缝。通常，施工缝应设置在结构受力较小的部位，如梁、柱的1/3跨度处或墙体的高度1/3处，避免设置在受力集中区域。此外，

在施工缝的处理上，需要保证施工缝表面平整、干净，并在再次浇筑混凝土时做好接缝部位的湿润处理，确保新老混凝土之间的良好结合。为了进一步增强施工缝的防裂效果，还可以在施工缝处设置止水条、钢筋等加强措施，防止因施工缝处理不当而导致水渗透或结构性裂缝。

4 合理设置温度控制措施

4.1 设置冷却水管

由于混凝土在硬化过程中会产生大量的水化热，尤其是大体积混凝土，其内部温度升高较快，容易导致温度应力过大。因此，通过在混凝土内部设置冷却水管，可以有效降低混凝土内部的温度，减少因温度差异引发的裂缝。冷却水管通过循环冷水的方式将混凝土内部的热量带走，使其温度逐步降低，达到控制温度变化速率的目的。在具体操作中，冷却水管的布置应根据混凝土结构的几何形状、浇筑厚度和施工工艺等因素进行合理设计，确保冷却效果的均匀性和有效性<sup>[4]</sup>。通常，冷却水管的间距应控制在1.5~3米之间，水管的直径根据冷却需求选择，冷却水的温度则应保持在

5℃~15℃之间,以确保冷却效果的稳定性。

## 4.2 在混凝土表面覆盖保温材料

在施工过程中,常用的保温材料包括草帘、麻袋、泡沫板等,这些材料能够有效减少混凝土表面与外界环境之间的温度交换,延缓混凝土表面降温速度。此外,保温材料的使用不仅能够有效降低表面的温度变化速率,还能在一定程度上保持混凝土表面的湿润,减少因干燥引发的收缩裂缝。覆盖保温材料的时间应根据混凝土的施工进度和外界环境温度的变化情况灵活调整,通常应在混凝土浇筑完成后立即进行,并持续覆盖至少7天至14天,确保混凝土表面温度和湿度的稳定性。

## 5 设置防裂钢筋

### 5.1 合理选择钢筋直径和间距

在实际工程中,不同的施工环境、荷载条件以及混凝土浇筑厚度都会对钢筋的选型提出不同要求。一般来说,钢筋的直径不宜过大,否则不仅会增加施工难度,还可能导致混凝土内部应力集中,诱发新的裂缝。通常在水利工程中,防裂钢筋的直径多选用6mm至12mm的小直径钢筋,这样可以更好地分散混凝土内的拉应力,同时减少对混凝土浇筑过程中的干扰。而在钢筋间距的设置上,需要确保其能够覆盖混凝土的关键受力区域。根据实际经验,防裂钢筋的间距宜控制在150mm至300mm之间,这样既可以保证混凝土裂缝的有效控制,又不会因钢筋过密而影响混凝土的浇筑质量和振捣效果。

### 5.2 正确安装防裂钢筋

在实际操作中,防裂钢筋的布置位置应与设计图纸保持一致,并严格按照设计要求进行绑扎和固定。如果钢筋的安装位置发生偏移,可能会导致混凝土内部应力分布不均,从而增大裂缝的发生概率。施工人员在绑扎钢筋时,应注意钢筋的交叉点处必须牢固连接,可以采用绑扎丝进行固定,确保钢筋在浇筑和振捣过程中不会发生位移。此外,对于防裂钢筋的保护层厚度也需严格控制,一般情况下,保护层厚度应控制在20mm至40mm之间,以保证钢筋不会因过于靠近混凝土表面而导致腐蚀问题,同时也能有效避免因保护层厚度不足而使钢筋失去抗裂效果。

## 6 后期维护和修复

### 6.1 表面修复

表面修复往往适用于宽度较小、深度较浅或对结构承载力影响较小的裂缝问题。针对这种情况,可以采用涂刷、嵌填或粘贴材料的方法进行修补。修复前需要对裂缝进行充分清理,去除表面松散物质及污垢,确保修补材料能够与混凝土表面紧密结合。通常使用的材料包括环氧树脂、聚氨酯

和高性能水泥基修补材料,它们具备较好的粘结性能和抗渗能力。根据相关标准,修补材料的抗压强度应不低于原混凝土强度的80%,以保证修复后的整体性能符合工程要求。

### 6.2 灌浆修复

灌浆修复则主要适用于裂缝贯穿性较强、宽度较大或深度较深的情况,特别是那些可能影响结构安全的裂缝。首先需要对裂缝进行系统分析,确定其走向、宽度和深度,并设置灌浆孔和排气孔。注浆时,应选择性能优异的注浆材料,例如环氧树脂浆液或水泥基浆液,根据裂缝的实际情况灵活调整材料的配比和流动性。注浆压力的控制尤为关键,压力过高可能引发裂缝扩展或混凝土破坏,而压力过低则可能导致浆液无法完全充填裂缝<sup>[1]</sup>。因此,为了确保修复效果,施工人员应在注浆过程中实时监测压力和浆液流量,保证浆液能够均匀分布并充分填充裂缝。

### 6.3 植筋修复

植筋修复是针对因裂缝导致局部结构受损或强度不足的一种加固方式,通常用于较大的裂缝或结构受力部位的修复。这种修复方法的核心是通过在裂缝两侧植入钢筋,将断裂的结构重新连接起来,从而恢复其整体性和承载能力。在施工过程中,首先需要根据设计要求,在裂缝两侧钻孔,并清理孔内的灰尘和杂质,然后将钢筋植入孔内,并注入高强度的化学锚固剂,确保钢筋与混凝土之间的牢固粘结。钢筋植入后,可以通过外部加固网或喷射混凝土的方式,对裂缝部位进行进一步封闭和保护,从而提高修复后的结构强度。

## 7 结语

综上所述,水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治需从多个方面入手,包括合理的混凝土配合比、科学的施工工艺以及后期的监测与维护等。只有综合考虑这些因素,并采取相应的措施,才能有效减少混凝土裂缝的产生,确保水利水电工程的安全与耐久。

## 参考文献

- [1] 高卫华.水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治技术探讨[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(9):0157-0160.
- [2] 刘清华.水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治技术应用研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(6):0088-0091.
- [3] 童悦.水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术,2024(3):0161-0164.
- [4] 赵杨.水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治技术研究[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术,2024(10):0123-0125.
- [5] 韦毅翔.水利水电工程施工中混凝土裂缝的防治技术探讨[J].中国科技期刊数据库工业A,2024(3):0076-0078.