

水利工程施工中混凝土裂缝控制策略探讨

文 / 向涛 广东省建筑工程集团股份有限公司

摘要: 水利工程在发展经济、维护社会稳定等方面都扮演着极为重要的角色, 因此, 一旦水利工程出现质量问题, 影响将是极为严重的。混凝土是建筑工程施工中的常用材料, 对整个工程的质量具有直接影响, 而和混凝土施工有关的质量问题较多, 其中裂缝是比较普遍的一种。裂缝不仅会损害工程外观, 而且工程的耐久性会在后续使用中明显下降, 直至在某个时间节点引发严重事故。为了提高水利工程的施工质量, 有效控制混凝土裂缝, 非常有必要对此进行分析。导致裂缝的因素较多, 如不均匀沉降、温度和湿度变化、荷载、混凝土材料及施工过程中的操作等, 因此, 为了有效控制裂缝, 需充分了解这些因素, 并采用相应的技术手段加以控制。

关键词: 水利工程; 混凝土裂缝; 控制措施

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2025.06.079

引言

混凝土属于应用频率较高的材料之一, 其具有良好的可塑性、稳定性等特点, 但是因为受到多方因素的影响, 容易使得混凝土产生裂缝问题, 从而对水利工程的安全性带来威胁。为了改善这一情况, 就需要相关工作者深入分析, 把控裂缝成因与危害, 应用恰当的裂缝控制手段。本文也将对水利项目裂缝出现原因展开说明, 并提出控制裂缝的措施, 希望可以在笔者的研究下为相关工作者提供建议。

一、水利水电施工中混凝土裂缝的影响

混凝土裂缝在水利水电工程施工中是常见的问题, 会对工程质量产生重要影响。首先, 降低工程结构的强度。在水利水电工程中, 混凝土结构常用于建造大型水库、堤坝、水闸等重要设施, 如果混凝土出现裂缝, 将降低结构的抗压能力, 从而影响工程的整体强度。特别是在水库等要承受巨大水压的工程中, 混凝土裂缝不仅会增加渗漏风险, 还可能引发严重的工程事故, 对人民生命财产造成巨大威胁。其次, 影响水利水电工程的使用寿命和维护成本。混凝土是一种长期使用的材料, 但裂缝的存在会破坏其耐久性, 使水渗透到混凝土内部, 导致混凝土被大量腐蚀, 从而缩短工程的使用寿命。同时, 修补(化灌)混凝土裂缝需要耗费大量的人力、物力、财力, 势必会增加工程的维护成本。最后, 影响水利水电工程的结构功能。水利水电工程中的混凝土结构通常承担着防渗作用, 如果出现裂缝, 会影响工程的结构性能, 破坏其整体防水抗渗性能, 降低工程的抗渗性。因此, 在水利水电工程施工中, 应严格按照相关规范和要求进行混凝土浇筑和养护, 并采取适当的措施预防混凝土裂缝, 确保工程施工的抗渗性。

二、水利工程裂缝成因

(一) 温差裂缝

最为常见的混凝土裂缝就是温度差异所导致的裂

缝, 其主要原因是混凝土内部与外部温差较大, 因此使得混凝土无法匀称受热从而出现裂缝情况。在初次展开浇筑作业的进程中, 这一裂缝情况十分容易出现, 在水泥材料的性质方面来看, 其自身性能会导致混凝土表层温度迅速流失, 但同时混凝土的内部结构中依旧保持较高的温度, 因此出现内外温度差, 并产生裂缝情况。在水利工程中, 经常可见的裂缝就是温差裂缝, 同时这一类型的裂缝不论在工程的哪一环节中都容易出现。



图1 温度裂缝

(二) 干缩裂缝

在施工进程中, 混凝土质量问题的表现方式就是干缩裂缝, 导致干缩裂缝出现的原因就是混凝土材料配合比不科学, 或者因为混合作业不恰当等原因。在材料混合配置完毕后, 养护阶段因为上述原因的发生, 混凝土脱水情况极易出现, 这时混凝土的承受能力较差, 因此逐渐出现裂缝。网状是干缩裂缝的主要形式, 其缝隙较小, 同时分布散乱, 因此短时间之中不会对工程整体成效造成较大的影响, 但是随着时间的推移, 干缩裂缝也逐渐会降低工程使用寿命, 影响工程正常应用。



图2 干缩裂缝

（三）沉陷裂缝

沉陷裂缝是由地基沉降引起的混凝土结构裂缝。在水利水电施工中，由于施工区域的地基的稳定性有待提升，导致地基出现不同程度的沉降。这种沉降会对混凝土结构造成压力，从而形成裂缝问题。沉陷裂缝主要分为如下几种：第一，垂直裂缝。垂直裂缝是沿着混凝土结构的高度方向形成的裂缝，这种裂缝通常出现在建筑物角落、柱子周围。由于地基不稳定，垂直裂缝会逐渐形成并扩大。第二，水平裂缝。水平裂缝是与地基沉降方向平行的裂缝，这种裂缝一般在混凝土结构墙体和屋顶上，水平裂缝会随着地基的沉降而逐渐形成，且可能会导致结构不稳定。第三，斜裂缝。斜裂缝是沿着混凝土结构的倾斜方向形成的裂缝，这种裂缝通常出现在墙体角落，是因地基沉降引起的混凝土结构受到不均匀力作用。

三、水利工程施工中混凝土裂缝控制策略

（一）温度裂缝控制技术

首先，应该提高对季节变换导致温度降低或升高的关注。一般情况下来说，季节温差所造成的裂缝会产生于混凝土的外露部分，因此就需要工作者在水利项目开展过程中对混凝土外露部分进行高质高效的保温处理，以此规避产生局部温度太低等问题。

其次，应该提高对阳光过度照射导致的裂缝问题的关注度。通常来说，该种类型的裂缝多产生于夏天，工作者应该在受到阳光照射时间比较长的部位做好遮阳处理，以此规避产生局部温度太高等问题。再次，应该提高对水化热以及温度迅速下降导致的裂缝关注度。为了减少水化热所形成的热量，工作者可以在混凝土材料拌合的进程中适量添加冰块，借此方式缓解水化热带来的不良反应与影响。除此以外，水利项目管理者还应该多留意天气预报，如若未来几天温度突然下降，则应该立刻对混凝土进行高质高效的保温处理。

最后，应该做好对冻融裂缝问题的预防整治工作。

规避产生此种裂缝的措施，应该在强化混凝土抵御冷冻能力这一方面着眼，为了尽可能强化混凝土抗冻性，工作者可以在对混凝土展开配置处理的进程中添入一定的引气剂，此添加剂具有表面活性特点，可以极大程度减少混凝土自身的表面张力，同时还可以在混凝土的内部形成一定量的气泡，这种气泡具有直径比较小的特性，因此可以在一定程度上阻隔混凝土内部毛细通路，从而高效缓解混凝土在温度较低的情况下所形成的冷胀问题。同时所形成的气泡还可以减少混凝土的渗透性能，促使外部环境中存在的水分无法渗透与入侵。因此在混凝土施工阶段，添入相应的引气剂可以高效强化混凝土抗冻能力，减少因为反复冻融而产生裂缝的概率。

（二）严格把控混凝土施工进度

正确选择优质的混凝土原材料是防治混凝土裂缝的基础。在选择水泥时，需确保其符合国家标准，具备良好的胶凝性和耐久性，优先选用中低热水泥。骨料应选择粒形均匀、颗粒间无粉化、无腐蚀性的石料，并且经过洗净、筛选等处理，以保证骨料与水泥充分结合。同时，要使用合适的掺合料，如粉煤灰、硅灰等，能够改善混凝土的流动性和抗裂性能。通过合理搭配原材料，可提高混凝土的抗压强度和抗裂性能，从而减少裂缝发生的可能性。施工过程的严格管理也是防治混凝土裂缝的关键，工作中要制定科学合理的施工方案，包括浇筑顺序、浇筑速度、浇注温度等，减少混凝土内部的应力积累，避免裂缝的产生。在施工过程中要注意控制混凝土的水灰比，确保混凝土的流动性和坍落度适宜，以提高混凝土的密实性；并加强施工现场的质量检查和监控，及时发现施工中的问题，防止裂缝的进一步扩展。在水利水电工程中，为了防治混凝土裂缝，要注意其他方面的措施。例如：浇筑前应进行充分的基础处理，确保基础的平整度；合理控制混凝土收缩和膨胀变形，通过添加适量收缩剂和膨胀剂来调节混凝土的体积变化；在混凝土结构的设计中，采用适当的伸缩缝和结构缝，有效减少裂缝的发生和扩展。

（三）精确选择修复材料与手段

对于不同种类的混凝土裂痕，选择适当的修复材料和方法显得尤为重要。针对细微的裂痕，表面封闭技术通常是一种高效且经济的处理方式。借助特殊的封闭物质，例如专用的涂层或树脂，可以有效地封闭裂痕，预防水分和有害物质的渗透，进而延长建筑的使用寿命。对于较宽的裂痕，填充手段或灌浆技术则更为适合。填充手段通常采用柔韧的填充物，例如聚氨酯泡沫或橡胶条，来填补裂痕，以恢复建筑的完整性。而灌浆技术则是通过注入特制的灌浆物质，例如环氧树脂或水泥浆，

来巩固裂痕周围的混凝土，提升建筑的承重能力。在选择修复材料时，必须全面考虑物质的黏合强度、耐用性以及其与原始混凝土的相容性。此外，施工环境的温度和湿度也会对修缮效果产生影响，因此在挑选修缮方法和物质时，需要充分考量这些外部因素。

（四）巧妙运用强化技术

1. 应用高效能纤维强化材料

在水利工程中，当混凝土裂痕问题较为严重，简单的修缮难以满足建筑安全要求时，采用高效能纤维强化材料进行加固是一种实用有效的技术手段。具体来说，可在裂痕处粘贴高性能的碳纤维布或芳纶纤维布，这些材料具备出色的力学特性和耐用性，能够显著提升混凝土建筑的承重能力和抗变形能力。这种加固方式的优点在于施工方便，对建筑原结构的影响小，并且加固效果显著。在实际应用中，应根据裂痕的具体情况和建筑的特点，合理选择纤维强化材料的种类和规格，以确保加固效果达到最优。

2. 利用预应力技术调整应力布局

预应力技术作为混凝土加固的另一种有效方法，在水利工程中得到了广泛应用。该技术通过给混凝土结构施加预应力，改变其内在的应力布局状态，从而降低裂痕的产生，减缓发展趋势。具体来说，预应力筋的拉伸作用可以在混凝土内部产生压应力，抵消部分或全部使用荷载下产生的拉应力，从而有效防止裂痕的扩展。在实际操作中，应根据建筑的实际情况和设计要求，合理设定预应力筋的配置方式、拉伸力和拉伸顺序等参数，以确保预应力加固效果的最大化。

3. 增设支承结构以提升整体稳固性

增设支承结构作为一种可行的加固措施，旨在提高水利工程混凝土结构的整体稳固性，防止裂痕的进一步扩展。具体来说，可在关键部位增设钢结构支承、钢筋混凝土剪力墙等支承结构，以增强建筑的整体刚度和稳固性。这种加固方法适用于裂痕问题较为严重或建筑整体稳固性不足的情况。在实施过程中，应根据建筑的实际情况和施工条件，合理设计支承结构的形式和尺寸，确保其能够有效地发挥作用并满足安全要求。

（五）碳化锈蚀裂缝控制技术

一般情况来说，外部环境中存在的侵蚀物质是通过混凝土表面渗入进来的，最终渗透到钢筋表层，对其钝化层造成影响与侵蚀，使得钢筋出现锈蚀问题。因此，为了规避外部有害物带来的影响，减少有害物导致钢筋产生锈蚀的概率，工作者就需要尽可能减少混凝土孔隙率。笔者建议可以在混凝土中添入相应的减水剂，同时结合实际状况适当减少水源应用量，借此方式降低

整体孔隙率，当添入一定量的减水剂以后，可以使得混凝土中分子保持在一种悬浮的状态下，同时还可以在颗粒表层形成一层水化膜，这样一来即可高效高质地将混凝土中存有的游离水释放出来，最终实现减少混凝土孔隙率的目标。

氯离子的侵蚀会使得钢筋发生锈蚀问题，而氯离子的主要来源具有两个渠道，第一种为在水利项目施工过程中向混凝土料之中添加了含有氯离子的外加剂，抑或是水利项目周边含盐量相对较高，并且在工程建设过程中没有做好防护处理。第二种为渗透。水利项目周边环境具有较多的游离氯离子，其经由混凝土表层细小的孔隙渗透。对于上述两种原因来说，笔者建议可以使用以下几种举措规避氯离子侵蚀钢筋。首先，应该在工程建设过程中重点把控原料中含有的氯离子，在混凝土应用前期阶段，借助相应检测工艺探测出混凝土中存在的氯离子含量，如若通过检测发觉其含量大于规范要求，那么应该马上使用相应举措减少含量。其次，应该加大保护层厚度，将保护层的厚度适当提高，这样一来即可减缓氯离子侵袭钢筋的速率，这也属于保护钢筋的高效举措。再次，可以在混凝土表层增设一层涂层，借此方式为氯离子的入侵增加障碍，发挥出保护钢筋的价值作用。最后，可以在施工过程中于钢筋表层抹刷相应的防腐料，现阶段水利项目中应用频率最高的就是环氧涂层钢筋，此种类型的材料可以高效强化钢筋抵御腐蚀的性能。

结束语

综上所述，水利工程属于民生类工程，其对于社会以及广大人民群众的正常生活都具有无法比拟的积极作用。因此，必须保障水利工程整体质量，提高工程建设实效性。现阶段社会中，水利工程的数量与规模不断增大，这就使得工程中的风险性因素也在不断增加，裂缝问题是工程建设中最为显著的，也是不容忽略的问题，只有处理好混凝土裂缝，才可以提高工程安全性。

参考文献

- [1] 吴可佳. 房屋建筑工程施工中混凝土裂缝防治技术研究[J]. 居业, 2023(2): 10-12.
- [2] 王亮. 水利水电工程施工中混凝土裂缝防治技术研究[J]. 建筑工程技术与设计, 2023(34): 19-21.
- [3] 袁胜启, 崔秋梅. 建筑工程中混凝土裂缝产生原因及防治技术运用[J]. 砖瓦世界, 2023(14): 4-6.
- [4] 刘翠. 水利工程塑性混凝土防渗墙施工裂缝防治技术[J]. 地下水, 2023(3): 275-277.
- [5] 袁新华. 明挖隧道混凝土裂缝防治技术探讨: 以润扬路隧道项目为例[J]. 工程技术研究, 2022(3): 40-41, 65.