

# 水利水电工程施工中大体积混凝土裂缝控制技术研究

夏书剑

景德镇市博润工程检测咨询有限公司, 江西 景德镇 333000

**摘 要 :** 大体积混凝土裂缝是水利水电工程施工中的常见问题, 裂缝的产生不仅影响工程质量, 还可能影响结构安全。裂缝控制的关键在于合理设计混凝土配比、控制浇筑温度、加强施工过程中的养护管理。通过优化施工方案、采取有效的温控措施以及提高混凝土材料的性能, 能够有效减少裂缝的产生。此外, 加强施工过程中的监测与检测, 及时发现并处理裂缝问题, 也是保障工程质量的必要措施。

**关 键 词 :** 大体积混凝土; 裂缝控制; 施工技术; 温控措施; 混凝土材料

## Research on Crack Control Technology of Mass Concrete in Water Conservancy and Hydropower Engineering Construction

Xia Shujian

Jingdezhen Borun Engineering Inspection and Consulting Co., Ltd. Jingdezhen, Jiangxi 333000

**Abstract :** Mass concrete cracks are a common problem in the construction of water conservancy and hydropower projects. The occurrence of cracks not only affects the quality of the project but may also affect the safety of the structure. The key to crack control lies in the rational design of concrete mix proportion, controlling the pouring temperature, and strengthening the maintenance management during the construction process. By optimizing the construction plan, adopting effective temperature control measures, and improving the performance of concrete materials, the generation of cracks can be effectively reduced. In addition, strengthening monitoring and detection during the construction process, and timely discovering and dealing with crack problems, are also necessary measures to ensure the quality of the project.

**Keywords :** mass concrete; crack control; construction technology; temperature control measures; concrete materials

## 引言

大体积混凝土在水利水电工程中广泛应用, 但由于其较大的体积和复杂的施工环境, 裂缝问题始终是工程建设中的难题。裂缝不仅影响混凝土的强度和耐久性, 甚至可能威胁工程的整体安全性。随着施工技术的不断进步, 如何有效控制大体积混凝土的裂缝, 成为确保工程质量的关键。通过对施工工艺和材料的优化, 结合温控管理与实时监测, 裂缝控制技术的研究和应用正日益显得尤为重要。

## 一、大体积混凝土裂缝的成因分析

大体积混凝土裂缝的成因较为复杂, 涉及多个方面的因素, 主要与混凝土本身的性质、施工环境、施工工艺以及外部荷载等有关。首先混凝土的水泥水化反应是导致裂缝的主要因素之一。在大体积混凝土浇筑过程中, 由于水泥水化反应会释放大量热量, 导致混凝土内部温度急剧升高。如果温度控制不当, 混凝土内部与表面温差过大, 容易产生温度裂缝。此外, 水泥水化过程中产生的水化收缩也是导致裂缝产生的原因之一, 这种收缩作用与混凝土浇筑时的初期强度、湿度和温度等因素密切相关<sup>[1]</sup>。

施工环境对大体积混凝土裂缝的形成也有重要影响。特别是在极端天气条件下, 温度过高或过低都可能加剧裂缝的形成。在

高温天气中, 混凝土表面水分蒸发过快, 导致表面干缩, 而内部仍保持较高水分, 容易形成裂缝。而在低温环境下, 水泥水化反应的速度减慢, 混凝土强度增长较慢, 也会导致混凝土在固化过程中产生裂缝。此外, 施工现场的湿度控制也对裂缝的形成有重要作用, 过干或过湿的环境都会对混凝土的收缩产生不利影响。

施工工艺和混凝土的配比设计对裂缝的控制至关重要。混凝土的水灰比、骨料级配、掺合料等因素直接影响混凝土的抗裂性能。如果混凝土的水灰比过大, 或者掺合料种类不当, 会降低混凝土的强度和耐久性, 增加裂缝的产生概率。尤其是在大体积混凝土施工时, 混凝土的收缩变形较大, 若没有合理的配比设计, 容易导致裂缝的形成<sup>[2]</sup>。此外, 浇筑工艺中的不当操作, 如浇筑速度过快、层次不均匀、振捣不密实等, 也会导致混凝土内部产

生空隙或裂纹，进一步加大裂缝的风险。

大体积混凝土裂缝的成因是多方面的，涉及到材料、环境和施工工艺等多个因素。只有从多个角度入手，优化设计和施工过程，才能有效控制裂缝的产生，确保水利水电工程的质量与安全。

## 二、裂缝控制的关键技术与措施

裂缝控制是大体积混凝土施工中的关键问题，为了有效避免裂缝的产生，必须采取一系列针对性的技术和措施。首先合理的混凝土配比设计是控制裂缝的基础。混凝土的水灰比、骨料级配和掺合料的选择应根据施工环境和工程要求进行优化。较低的水灰比能够有效提高混凝土的强度和耐久性，从而降低裂缝的风险<sup>[3]</sup>。同时，合理使用掺合料如矿粉、粉煤灰等，可以改善混凝土的抗裂性能，减少水泥水化热，减少温度裂缝的发生。除此之外，采用高性能的混凝土，如高强度、低收缩的混凝土，也有助于降低裂缝发生的概率。

控制混凝土浇筑过程中的温度差异是防止裂缝产生的有效措施之一。在大体积混凝土施工中，由于水泥水化反应产生的热量较大，如果温度控制不当，内部与表面的温差过大，容易产生裂缝。因此，采取温控措施至关重要。常见的温控方法包括设置冷却管道、采用冰水混合物浇筑、选择低热水泥等，通过这些手段可以有效降低混凝土内部的温度，控制其温度差异，避免因热胀冷缩产生裂缝。此外，合理的浇筑时间和浇筑速度，也有助于减少施工过程中的温差变化，从而减少裂缝的发生。

施工现场的养护措施同样在裂缝控制中起着至关重要的作用。养护的主要目的是保持混凝土表面的湿润，防止表面干缩。尤其是在高温天气中，水分的蒸发会加剧表面干裂，因此，应在浇筑后尽早进行覆盖养护，使用湿麻袋、塑料薄膜等材料保持表面的湿润。在低温环境下，混凝土的水化速度较慢，养护期间应采取加热措施，保持混凝土的温度，确保其水化反应正常进行。对于大体积混凝土来说，合理的分层浇筑与及时振捣也是防止裂缝的有效措施。通过分层浇筑，避免过多的混凝土一次性浇筑造成过大的温差，而通过振捣可以确保混凝土内部的密实性，减少气孔的产生，进一步减少裂缝的发生。裂缝控制需要综合多方面的技术和措施，只有通过合理的配比设计、有效的温控措施和科学的养护管理，才能在大体积混凝土施工中实现对裂缝的有效控制，确保水利水电工程的质量和安全<sup>[4]</sup>。

## 三、混凝土配比与施工工艺对裂缝控制的影响

混凝土配比与施工工艺对裂缝控制具有重要影响。首先混凝土的配比设计直接关系到混凝土的抗裂性能。混凝土的水灰比是影响裂缝产生的关键因素之一。水灰比过大会导致混凝土的强度降低，并增加收缩性，进而提高裂缝的发生概率。合理控制水灰比，不仅能确保混凝土的强度达到要求，还能减少混凝土的干缩变形，降低裂缝的风险。此外，适当掺入矿粉、粉煤灰等活性掺

合料，可以有效改善混凝土的流动性和抗裂性，减少水泥水化热，减少温度裂缝的产生。混凝土的骨料级配也起到重要作用，合理的骨料级配能提高混凝土的密实度，减少孔隙率，降低裂缝的产生。

施工工艺对于裂缝控制的影响不容忽视。在大体积混凝土的施工过程中，浇筑工艺和施工环境密切相关，直接影响混凝土的温控效果与内部结构。大体积混凝土浇筑时，如果施工过程中浇筑速度过快或振捣不均匀，会导致混凝土内部出现空隙和不均匀的密实度，这些都可能成为裂缝的来源。因此，合理控制浇筑速度，确保混凝土均匀振捣至关重要。此外，混凝土的浇筑时间也应根据气候条件合理安排，避免在高温或低温环境下浇筑，以免加剧裂缝的产生。在低温环境下，水泥水化反应速度减慢，混凝土强度增长较慢，容易出现裂缝。而在高温环境中，混凝土表面水分蒸发过快，容易引起干缩裂缝<sup>[5]</sup>。

施工过程中温控措施和养护措施也是影响裂缝产生的重要因素。在大体积混凝土施工中，由于水泥水化反应会释放大量热量，如果不采取有效的温控措施，混凝土内部温差过大，容易导致温度裂缝。因此，在浇筑过程中，可以采用冷却管道、冰水混合浇筑等方式降低混凝土的内部温度，控制温差。此举能够有效避免由于温度膨胀和收缩造成的裂缝。此外，浇筑后的养护工作同样至关重要，尤其是在干燥或高温环境下。合理的养护措施可以减少水分蒸发，保持混凝土表面的湿润，防止表面干裂。常见的养护方法包括覆盖湿麻袋或塑料薄膜，保持表面湿润，或使用蒸汽养护等技术，以促进水泥水化反应的正常进行，确保混凝土强度的稳定增长<sup>[6]</sup>。

混凝土配比和施工工艺对裂缝控制起着决定性作用。通过优化混凝土配比设计，控制施工工艺中的各个环节，以及采取有效的温控和养护措施，可以显著降低裂缝的产生，提高混凝土结构的质量和耐久性，确保水利水电工程的长期稳定运行。

## 四、温控管理在大体积混凝土施工中的应用

在大体积混凝土施工中，温控管理是控制裂缝、保证工程质量的关键技术之一。由于混凝土的水泥水化反应会释放大量的热量，在大体积混凝土中，内部和表面温差的过大可能导致温度裂缝的产生。为了有效控制温度差异，采用温控管理措施显得尤为重要。常见的温控方法包括使用冷却管道、冷却水系统以及调整混凝土配比等。冷却管道是通过在混凝土中嵌入冷却管，将冷却水通过管道循环流动，从而带走混凝土内部产生的热量，降低温度，减少内部和外部的温差。除此之外，混凝土的配比设计也对温控管理起到了辅助作用。例如，选择低热水泥或掺入矿粉、粉煤灰等活性掺合料，可以有效降低水泥水化热，从而减少温度裂缝的产生。

温控管理的实施不仅仅是在混凝土浇筑过程中，后续的温度监控和管理同样重要。通过在混凝土内部和表面安装温度传感器，实时监测混凝土的温度变化，能够及时发现温差过大的问题，采取相应措施进行调整。温度监控不仅可以有效指导温控措

施的实施，还能为混凝土强度的增长提供数据支持，确保混凝土的水化反应在适宜的温度范围内进行。此外，采用分层浇筑和适当的浇筑时间安排，也有助于温控管理的效果<sup>[7]</sup>。通过分层浇筑，可以避免一次性大量浇筑导致的温度积累，减小混凝土内部温差，降低裂缝的风险。

在实际施工中，温控管理的实施还需要考虑施工环境的影响。温度过高或过低都会对混凝土的水化反应和强度增长产生不利影响。为了应对高温天气，可以采用冰水混合物进行浇筑，或是采用遮阳网等措施减少太阳辐射的影响。对于低温天气，则可以采取加热措施，例如使用加热设备或采用温暖水泥进行混凝土浇筑，确保混凝土在低温环境下依然能够进行正常的水化反应。此外，在温控过程中，还需要加强对混凝土养护的管理，合理控制混凝土的养护时间和方法，以确保混凝土能够在合适的温度和湿度条件下完成固化，进一步防止裂缝的产生<sup>[8]</sup>。温控管理在大体积混凝土施工中起着至关重要的作用，通过合理的温度控制措施、实时的温度监测以及施工环境的适应性调整，能够有效控制裂缝的产生，确保工程的质量和耐久性。

## 五、裂缝监测与修复技术在水利水电工程中的实践应用

在水利水电工程中，裂缝监测与修复技术的应用是保障工程质量和安全的关键。大体积混凝土由于其特殊的施工工艺和环境条件，容易在浇筑后出现裂缝，因此对裂缝进行及时监测和修复显得尤为重要。裂缝监测技术通过安装传感器、裂缝检测仪器等设备，实时监测混凝土结构的应力、温度、变形等变化。通过这些监测手段，可以及时发现裂缝的产生和发展，避免裂缝对结构安全产生更大的影响<sup>[9]</sup>。现代监测技术如应变计、位移计和光纤传感器等，能够提供精确的裂缝位置信息和发展趋势，帮助工程人员做出科学的决策，防止裂缝进一步扩大。

裂缝修复技术则包括了裂缝的处理和修复手段，通常根据裂缝的类型和位置采取不同的修复措施。对于较为轻微的表面裂缝，可以采用注浆修复法，通过注入特定的修复材料（如环氧树脂、无收缩灌浆材料等）填补裂缝，恢复混凝土的结构强度和防水性能。对于较为严重的裂缝，除了注浆修复，还可以采取加固措施，如在裂缝部位加设钢筋网或外包钢板，增加结构的承载能力。裂缝修复不仅是为了恢复结构的强度，还要考虑混凝土的耐久性，避免裂缝再次发生。因此，选择合适的修复材料和技术，确保修复后的长期稳定性，是裂缝修复工作的核心。

裂缝监测和修复技术的应用在水利水电工程中，还需要结合施工过程中的裂缝预防措施进行综合管理。在裂缝监测的同时，通过温控管理、合理的配比设计以及精确的施工工艺，可以有效减少裂缝的发生。施工过程中，实时监测混凝土的温度变化和浇筑过程中的工艺控制，有助于防止温度差异引起的裂缝。同时，在混凝土强度未完全恢复之前，应加强对结构的监控，防止外部荷载或环境变化导致裂缝的进一步扩大。裂缝监测与修复技术的结合，不仅能有效应对裂缝的产生，还能为水利水电工程的长周期运行提供有效保障，确保结构的安全性与稳定性，从而延长工程的使用寿命，提升其整体耐久性和安全性<sup>[10]</sup>。

## 六、结语

大体积混凝土裂缝控制是水利水电工程中至关重要的技术难题。通过合理的混凝土配比设计、精确的施工工艺、有效的温控管理及实时的裂缝监测和修复技术，可以有效降低裂缝的发生，确保工程的质量与安全。随着技术的不断发展，未来裂缝控制措施将更加智能化和精细化，这不仅提高了工程的施工效率，也为工程的长期稳定运行提供了有力保障。

## 参考文献

- [1] 宋德桥, 边旭辉. 浅谈桥梁施工中大体积混凝土裂缝控制 [J]. 公路交通科技 (应用技术版), 2011, 7(10): 98-100.
- [2] 龚剑, 李宏伟. 大体积混凝土施工中的裂缝控制 [J]. 施工技术, 2012, 41(06): 28-32.
- [3] 魏国校. 桥梁工程施工中大体积混凝土施工技术 [J]. 科技创新与应用, 2014(01): 203.
- [4] 程国起. 建筑工程大体积混凝土施工裂缝控制措施研究 [J]. 门窗, 2016(01): 45-46.
- [5] 李昂, 冯琦. 港口工程施工中大体积混凝土裂缝预防控制 [J]. 四川水泥, 2016(05): 199.
- [6] 曹作刚. 大体积混凝土施工中的裂缝控制 [J]. 居舍, 2019(30): 48.
- [7] 李文静. 混凝土结构工程施工裂缝控制实例分析 [J]. 安徽建筑, 2021, 28(07): 92-93. DOI: 10.16330/j.cnki.1007-7359.2021.07.044.
- [8] 宋丽萍. 水利水电工程大体积混凝土裂缝成因与控制对策研究 [J]. 黑龙江水利科技, 2022, 50(07): 8-11. DOI: 10.14122/j.cnki.hskj.2022.07.019.
- [9] 白治琴. 建筑工程施工中大体积混凝土裂缝控制技术 [J]. 工程机械与维修, 2023(04): 158-160.
- [10] 刘茂春, 梁治国. 房建工程大体积混凝土裂缝控制措施探索 [J]. 技术与市场, 2023, 30(08): 101-103+107.