

# 码头水工工程大体积混凝土施工裂缝控制技术

史洋洋

深圳市三社人力资源有限公司，广东省深圳市，518000；

**摘要：**随着我国水运事业的蓬勃发展，码头水工工程的建设规模持续扩大，施工质量要求也愈发严格。大体积混凝土作为码头水工工程的主要结构材料，其施工质量的优劣直接关系到整个工程的稳定性和耐久性。然而，大体积混凝土在施工过程中因多种因素影响，容易出现裂缝问题，给工程质量和安全带来严重隐患。因此，对大体积混凝土施工裂缝控制技术的研究，不仅具有重要的理论意义，还具有重要的实践价值。本文在深入剖析大体积混凝土裂缝成因的基础上，提出了一系列针对性的裂缝控制措施，旨在提升码头水工工程的施工质量。

**关键词：**码头水工工程；大体积混凝土；施工裂缝控制技术

**DOI：**10.69979/3060-8767.25.03.044

## 引言

码头水工工程作为港口建设的关键部分，发挥着货物装卸、船舶停靠等核心功能。随着水运事业的快速推进，码头水工工程的规模和复杂性显著增加，对大体积混凝土施工的要求也更为严格。然而，大体积混凝土在施工过程中容易因各种因素而产生裂缝，这已成为影响工程质量和安全的主要问题。因此，深入探索大体积混凝土施工裂缝控制技术，具有重要的现实意义。本文将结合大体积混凝土裂缝的成因，探讨有效的裂缝控制措施，以期为提高码头水工工程的施工质量提供有益的参考。

## 1 大体积混凝土裂缝成因分析

### 1.1 温度裂缝

温度裂缝是大体积混凝土裂缝中最常见的类型之一，其成因与混凝土内外温差过大密切相关。在混凝土浇筑过程中，水泥的水化反应会产生大量热量，导致混凝土内部温度升高。当内部温度高于外部温度时，混凝土表面会产生拉应力，一旦拉应力超过混凝土的抗拉强度，就会产生裂缝。此外，混凝土在硬化过程中，内外温差的变化也会导致温度应力的产生，进而引发裂缝。

### 1.2 收缩裂缝

收缩裂缝是由于混凝土在硬化过程中体积缩小而产生的裂缝。在硬化过程中，水泥水化反应会消耗大量水分，导致混凝土体积缩小。当混凝土受到的约束力大于其抗拉强度时，就会产生裂缝。收缩裂缝通常出现在混凝土表面，对混凝土的耐久性和美观性产生负面影响。

### 1.3 化学反应裂缝

化学反应裂缝是由于混凝土中某些化学成分发生

化学反应而产生的裂缝。例如，混凝土中的碱骨料反应会导致混凝土体积膨胀，进而产生裂缝。此外，氯离子侵蚀等化学作用也会导致钢筋锈蚀，从而产生裂缝。化学反应裂缝对混凝土的稳定性和耐久性构成严重威胁。

## 1.4 施工因素裂缝

施工因素裂缝是由于施工过程中的不当操作或施工质量不达标而产生的裂缝。这包括但不限于混凝土振捣不密实、模板拆除过早、混凝土浇筑速度过快等。此外，混凝土原材料的质量、配合比、施工工艺等也会对混凝土的抗裂性能产生影响。

## 2 大体积混凝土施工裂缝控制措施

### 2.1 优化混凝土配合比设计

优化混凝土配合比设计是提高混凝土抗裂性能的关键。通过调整混凝土中水泥、水、骨料等原材料的比例，可以有效降低混凝土的水化热和收缩变形，从而提高混凝土的抗裂性能。具体措施包括：

(1) 选用低水化热水泥：低水化热水泥的水化反应产生的热量较少，可以降低混凝土内部的温度峰值和温升速率，从而减少温度裂缝的产生。

(2) 控制用水量：在保证混凝土工作性的前提下，尽量减少用水量，可以降低混凝土的收缩变形，提高混凝土的抗裂性能。

(3) 合理选用骨料：选用热膨胀系数小、含泥量低的骨料，可以降低混凝土的收缩变形和温度应力，从而提高混凝土的抗裂性能。

(4) 添加外加剂：通过添加适量的外加剂，如减水剂、缓凝剂等，可以改善混凝土的工作性和力学性能，进一步提高混凝土的抗裂性能。

### 2.2 加强混凝土施工过程控制

加强混凝土施工过程控制是防止施工因素裂缝产生的重要手段。具体措施包括:

(1) 严格控制混凝土浇筑速度: 混凝土浇筑速度过快会导致混凝土内部温度升高过快, 增加温度裂缝的风险。因此, 应严格控制混凝土浇筑速度, 确保混凝土内部温度均匀上升。

(2) 加强混凝土振捣: 混凝土振捣不密实会导致混凝土内部空隙增多, 降低混凝土的强度和抗裂性能。因此, 应加强混凝土振捣, 确保混凝土内部密实无空隙。

(3) 合理设置施工缝: 施工缝是混凝土施工中的薄弱环节, 容易产生裂缝。因此, 应合理设置施工缝, 避免施工缝设置在受力较大或变形较大的部位。同时, 施工缝的处理应严格按照规范进行, 确保施工缝的强度和耐久性。

(4) 加强模板拆除管理: 模板拆除过早会导致混凝土表面受到外力作用而产生裂缝。因此, 应加强模板拆除管理, 确保混凝土达到一定的强度后再拆除模板。同时, 在拆除模板时, 应避免对混凝土表面造成损伤。

### 2.3 采取温控措施

采取温控措施是防止温度裂缝产生的重要手段。具体措施包括:

(1) 埋设冷却水管: 在混凝土内部埋设冷却水管, 通过循环水冷却降低混凝土内部温度, 从而减少温度裂缝的产生。冷却水管应合理布置, 确保混凝土内部温度均匀降低。

(2) 覆盖保温材料: 在混凝土浇筑完成后, 及时覆盖保温材料, 减缓混凝土表面散热速度, 降低内外温差, 从而减少温度裂缝的产生。保温材料应选用导热系数小、保温性能好的材料。

(3) 调整浇筑时间: 在高温季节施工时, 应选择早晚温度较低时浇筑混凝土, 避免中午高温时段浇筑混凝土, 以减少温度裂缝的产生。同时, 在高温季节施工时, 还应加强混凝土的浇水养护, 以降低混凝土的温度。

### 2.4 加强混凝土养护管理

加强混凝土养护管理是防止收缩裂缝和化学反应裂缝产生的重要手段。具体措施包括:

(1) 保持混凝土湿润: 混凝土在硬化过程中需要保持一定的湿润度, 以减少收缩变形和化学反应的发生。因此, 应加强混凝土的浇水养护, 确保混凝土表面保持湿润状态。浇水养护应持续至混凝土完全硬化为止。

(2) 控制养护温度: 养护温度过高或过低都会导致混凝土产生裂缝。因此, 应控制养护温度在适宜范围内, 避免温度过高或过低对混凝土产生不利影响。在寒

冷季节施工时, 应采取保温措施, 防止混凝土受冻而产生裂缝。

(3) 加强养护期管理: 养护期是混凝土强度和抗裂性能形成的关键时期。因此, 应加强养护期管理, 确保养护期内的各项养护措施得到落实。在养护期内, 应定期对混凝土进行检查和观测, 及时发现并处理裂缝等异常情况。

## 2.5 采用新技术和新材料

随着科技的不断发展, 新技术和新材料在混凝土施工中的应用越来越广泛。通过采用新技术和新材料, 可以进一步提高混凝土的抗裂性能。例如, 采用高性能混凝土、自密实混凝土等新型混凝土材料, 可以提高混凝土的强度和耐久性; 采用智能温控系统、智能养护系统等新技术, 可以实现对混凝土施工过程的精准控制和监测。

## 3 案例分析

以某码头水工工程为例, 该工程采用大体积混凝土进行施工。在施工过程中, 出现了温度裂缝和收缩裂缝等问题。针对这些问题, 采取了以下裂缝控制技术措施:

(1) 优化混凝土配合比设计: 通过调整混凝土中水泥、水、骨料等原材料的比例, 降低了混凝土的水化热和收缩变形。同时, 添加了适量的外加剂, 改善了混凝土的工作性和力学性能。

(2) 加强混凝土施工过程控制: 严格控制了混凝土浇筑速度和振捣强度, 确保混凝土内部密实无空隙。同时, 合理设置了施工缝, 避免了施工缝设置在受力较大或变形较大的部位。

(3) 采取温控措施: 在混凝土内部埋设了冷却水管, 通过循环水冷却降低了混凝土内部温度。同时, 覆盖了保温材料, 减缓了混凝土表面散热速度。

(4) 加强混凝土养护管理: 加强了混凝土的浇水养护和温度控制, 确保了混凝土在养护期内的湿润度和温度适宜。

(5) 采用新技术和新材料: 在施工过程中采用了高性能混凝土和智能温控系统等新技术和新材料, 进一步提高了混凝土的抗裂性能。

## 4 技术措施详细解释与应用

### 4.1 优化混凝土配合比设计

(1) 低水化热水泥的选择: 低水化热水泥的水化反应较温和, 释放的热量较少, 能够有效控制混凝土内部温升。在配合比设计时, 需根据工程要求和环境条件, 选择合适的低水化热水泥, 并进行实验室试验验证其性能。

(2) 用水量控制: 在满足工作性的前提下, 通过调整混凝土的水灰比, 可以减少多余水分蒸发导致的收缩变形。在实际操作中, 需严格控制搅拌过程中的用水量, 避免随意加水, 以保证混凝土的质量稳定性。

(3) 骨料的选择与级配: 骨料的质量和级配直接影响混凝土的力学性能和抗裂性能。应选用质地坚硬、热膨胀系数小的骨料, 并合理搭配不同粒径的骨料, 形成紧密的骨料堆积, 减少孔隙率, 提高混凝土的密实度和强度。

(4) 外加剂的添加: 通过添加适量的外加剂, 如高效减水剂、缓凝剂等, 可以显著改善混凝土的工作性、流动性和强度, 同时降低水灰比, 减少收缩变形。外加剂的选择和使用需根据具体情况进行试验和验证。

## 4.2 加强混凝土施工过程控制

(1) 混凝土浇筑与振捣: 混凝土浇筑时, 应采取分层浇筑、分段推进的方式, 避免一次浇筑过多, 导致内部温度过高。振捣应均匀、密实, 避免漏振或过振, 确保混凝土内部无气泡、无空洞。

(2) 施工缝的设置与处理: 施工缝的设置应避免受力较大或变形较大的部位, 如结构转角、截面突变处等。施工缝的处理需严格按照规范进行, 包括清理、凿毛、涂刷界面剂等, 确保新旧混凝土的良好结合。

(3) 模板拆除与养护: 模板的拆除应待混凝土达到一定强度后进行, 避免过早拆除导致混凝土表面损伤。拆除后应立即进行养护, 保持混凝土表面湿润, 避免干燥收缩。

## 4.3 采取温控措施

(1) 冷却水管的埋设: 冷却水管的布置应根据混凝土的结构尺寸和形状进行合理设计, 确保冷却水能够均匀流过混凝土内部, 降低温度梯度。冷却水的流量和温度需根据实时监测结果进行调整, 避免过度冷却导致混凝土内部应力过大。

(2) 保温材料的覆盖: 保温材料的选择应考虑其导热系数、防火性能等因素。覆盖保温材料时, 需确保其与混凝土表面紧密贴合, 无空隙, 以减少热量散失。保温材料的厚度和覆盖时间需根据环境温度和混凝土温度进行计算和确定。

## 4.4 加强混凝土养护管理

(1) 浇水养护: 浇水养护应持续至混凝土完全硬化为止, 具体时间和频率需根据环境温度、湿度和混凝土类型进行调整。浇水时应避免直接冲击混凝土表面,

以免破坏混凝土的结构。

(2) 温度控制: 在养护期间, 需实时监测混凝土的温度变化, 并采取相应措施进行调控。如夏季高温时, 可采取遮阳、洒水降温等措施; 冬季低温时, 可采取加热、保温等措施。

(3) 裂缝监测与修复: 养护期间应定期对混凝土进行检查和观测, 一旦发现裂缝等异常情况, 应立即进行记录和分析, 并采取相应措施进行修复。修复方法包括填充、注浆、加固等, 具体方法需根据裂缝的性质和严重程度进行选择。

## 5 未来研究方向与展望

### 5.1 智能监控系统的研发

随着物联网、大数据等技术的快速发展, 未来可以研发更加智能的混凝土施工监控系统。该系统能够实时监测混凝土的温度、湿度、应力等参数, 并进行数据分析和预警, 为施工人员提供及时的决策支持。

### 5.2 新型混凝土材料的研发

针对大体积混凝土的特点和要求, 未来可以研发更加高性能、高耐久性的新型混凝土材料。如自密实混凝土、高性能纤维混凝土等, 这些材料能够显著提高混凝土的抗裂性能和耐久性。

### 5.3 施工技术的创新与应用

未来可以进一步探索和创新大体积混凝土的施工技术, 如采用预制构件、模块化施工等方式, 提高施工效率和质量。同时, 也可以尝试将 3D 打印等先进技术应用于混凝土施工中, 实现更加精准和高效的施工。

## 6 结束语

综上所述, 码头水工工程大体积混凝土施工裂缝控制技术的研究和应用是一个长期而复杂的任务。通过不断优化配合比设计、加强施工过程控制、采取温控措施和加强养护管理等措施, 可以显著提高混凝土的抗裂性能和施工质量。同时, 未来也应加强新材料、新技术和智能监控系统的研发和应用, 推动混凝土施工技术的不断创新和发展。

## 参考文献

- [1] 黄光玉. 码头大体积混凝土裂缝控制技术探讨[J]. 工程建设与设计, 2021 (02): 218-219.
- [2] 尤海峰. 电力工程中的电气设备检修策略分析[J]. 集成电路应用. 2020, (10).