

# 大体积混凝土温度裂缝控制施工措施的系统梳理与优化建议

季来玉

青岛世都建设项目管理有限公司 山东 青岛 266000

**摘要：**大体积混凝土温度裂缝由温度变化致应力失衡引发，成因包括水泥水化热、内外温差等，配合比不合理、施工工艺不当、养护不充分等会加剧裂缝产生。控制裂缝的核心施工措施涵盖原材料、配合比、施工过程和养护阶段。本文提出优化建议：原材料上构建检测机制、优化组合、选用高性能外加剂；配合比上动态优化、依季节调整、控制总量；施工过程优化分层、振捣、测温体系和环境温度控制；养护措施引入智能系统、优化材料组合、延长保湿时间、针对特殊部位养护，以实现温度裂缝精细化控制。

**关键词：**大体积混凝土；温度裂缝；施工控制；配合比优化；养护措施

引言：大体积混凝土在建筑工程中应用广泛，然而其温度裂缝问题一直是影响结构安全与耐久性的关键因素。温度裂缝的产生主要源于水泥水化热引发的内部升温、内外温差及降温速率过快等。为有效控制温度裂缝，需从原材料、配合比、施工过程及养护阶段等方面采取核心施工措施。但随着工程要求的不断提高，现有措施仍有优化空间。本文深入剖析大体积混凝土温度裂缝产生原因，梳理核心施工措施，并从原材料、配合比、施工过程和养护措施四个维度提出优化建议，旨在为大体积混凝土温度裂缝控制提供更科学、有效的指导，保障建筑工程质量。

## 1 大体积混凝土温度裂缝产生的原因

大体积混凝土温度裂缝的产生，本质上是由温度变化所引发的应力失衡所导致的，其成因主要涵盖以下两个方面。

1.1 水泥水化热引发的内部升温是大体积混凝土温度裂缝产生的重要根源。

在大体积混凝土工程中，为满足结构强度等性能要求，水泥的用量通常较大。水泥与水发生水化反应时，会释放出大量的热量。由于大体积混凝土结构尺寸较大，热量难以在短时间内通过混凝土表面向外界环境快速散发，使得混凝土内部温度持续升高。在极端情况下，内部最高温度可达60-70℃甚至更高。这种内部的高温状态会导致混凝土内部产生较大的温度应力。

1.2 内外温差及降温速率过快也是导致温度裂缝产生的关键因素。

混凝土表面直接与环境接触，其散热速度相对较快；而混凝土内部由于热传导的滞后性，散热较为缓

慢。这就使得混凝土内部与表面之间形成了较大的温度差。在施工后期，若混凝土降温速率过快，混凝土会发生收缩变形。然而，由于混凝土结构受到基础或其他构件的约束，其收缩变形受到限制，从而在混凝土内部产生温度应力。当这种温度应力超过混凝土在不同龄期的抗拉强度时，裂缝便会在混凝土中产生，并随着应力的持续作用而逐步发展扩大。此外，混凝土配合比不合理，如水泥用量过多、水胶比过大等，会使混凝土的水化热更高、收缩更大；施工工艺不当，如振捣不密实、浇筑不连续等，会影响混凝土的质量和均匀性；养护不及时或不充分，会使混凝土表面水分散失过快，导致表面收缩应力增大。这些因素都会进一步加剧大体积混凝土温度裂缝产生的概率<sup>[1]</sup>。

## 2 大体积混凝土温度裂缝控制的核心施工措施梳理

### 2.1 原材料控制措施

原材料的选择直接影响水泥水化热释放量和混凝土的热力学性能，是温度裂缝控制的基础。优选低水化热水泥，优先选用矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等，此类水泥水化热释放速率慢、峰值低，能有效降低混凝土内部升温幅度；合理选用掺合料，掺入适量粉煤灰、矿粉等掺合料，替代部分水泥用量，不仅能减少水泥水化热的产生，还能改善混凝土的和易性、密实度，提升混凝土的抗拉强度和抗裂性能；控制骨料质量，选用级配良好、粒径较大的粗骨料，减少骨料空隙率，降低水泥用量，同时选用低热、线膨胀系数小的骨料，减少混凝土的温度收缩；优化外加剂，选用缓凝型高效减水剂，延长混凝土的凝结时间，延缓水化热释放峰值，避免热量集中释放，同时减少拌和用水量，提升混凝土

密实度<sup>[2]</sup>。

## 2.2 配合比优化措施

合理的混凝土配合比是控制温度裂缝的关键，核心是在保证混凝土强度、和易性及耐久性的前提下，最大限度减少水泥用量、降低水化热。控制水泥用量，根据混凝土设计强度等级，结合掺合料替代比例，合理确定水泥用量，避免水泥用量过高导致水化热集中；优化水胶比，在满足施工和易性的前提下，尽量降低水胶比，提升混凝土的密实度和抗拉强度，减少收缩变形；调整骨料级配，采用连续级配的粗骨料，搭配适量细骨料，改善混凝土的堆积密度，减少胶凝材料用量，同时降低混凝土的收缩量；合理确定掺合料掺量，根据掺合料的性能和工程要求，确定粉煤灰、矿粉等掺合料的最佳掺量，既要发挥其替代水泥、降低水化热的作用，又要保证混凝土的强度和耐久性。

## 2.3 施工过程控制措施

施工过程的规范化操作，能有效控制混凝土的温度变化，减少温度裂缝的产生。控制混凝土拌和温度，在高温季节施工时，对骨料进行遮阳、洒水降温，对拌和水进行冷却处理，避免高温原材料导致混凝土拌和温度过高；在低温季节施工时，对原材料进行预热，保证混凝土拌和温度满足施工要求，防止混凝土受冻产生裂缝。优化浇筑工艺，采用分层浇筑、分层振捣的方式，分层厚度控制在300-500mm，避免一次性浇筑过厚导致热量无法散发；振捣过程中要均匀、密实，避免漏振、过振，防止混凝土内部产生空隙，影响结构整体性和抗裂性能。控制浇筑速度，根据混凝土的凝结时间和散热能力，合理控制浇筑速度，避免混凝土堆积过多、热量集中，同时便于散热。设置测温点，在混凝土浇筑完成后，在不同深度、不同部位设置测温点，实时监测混凝土内部和表面温度，掌握温度变化规律，为后续养护措施的调整提供依据<sup>[3]</sup>。

## 2.4 养护阶段控制措施

养护作为控制大体积混凝土温度裂缝的关键环节，其核心在于精准把控混凝土的降温进程，有效缩小内外温差，防止混凝土表面因过快收缩而引发裂缝。

### 2.4.1 及时覆盖保温。

在混凝土浇筑完成且初凝后，需迅速采用保温棉被、塑料薄膜、岩棉等保温材料对混凝土表面进行全面覆盖。如此可显著降低表面散热速度，进而缩小内外温差。对于体积较大的构件，还可采用保温模板或外挂保温层的方式，进一步增强保温效果，为混凝土内部热量散失设置多重屏障。拆除保温覆盖时，混凝土浇筑体表

面与大气温差控制在20°C内。

### 2.4.2 控制降温速率。

依据实时测温数据，科学合理地调整保温措施。确保混凝土降温过程平稳有序，避免因降温过快致使混凝土收缩速度超出正常范围，从而产生温度应力，威胁混凝土结构安全。保湿养护。在做好保温工作的同时，要保证混凝土表面始终处于湿润状态。可通过洒水、喷淋等方式适时补充水分，防止混凝土表面因失水过快而产生干缩裂缝，同时促进水泥充分水化，提升混凝土的抗拉强度与抗裂性能。保温养护时间不宜少于14d。混凝土浇筑体降温速率不宜大于2°C/d。

### 2.4.3 延长养护时间。

大体积混凝土养护时间需足够长，对于强度等级较高、体积较大的构件，更应适当延长，确保混凝土强度充分发展，抗裂性能稳定。

## 3 大体积混凝土温度裂缝控制施工措施的优化建议

### 3.1 原材料优化建议

为进一步提升大体积混凝土温度裂缝的控制成效，需在现有原材料管控基础上，进一步细化原材料选择标准。

#### 3.1.1 构建严谨的原材料性能检测机制。

对于进场的水泥、掺合料、骨料等各类原材料，实施全面且严格的检测流程。着重检测水泥的水化热，因其直接关联混凝土内部温升情况；检测骨料的线膨胀系数，此系数会影响混凝土因温度变化产生的变形；检测掺合料的活性，确保其能有效参与混凝土反应。通过严格检测，保证原材料各项指标契合温度裂缝控制要求。

#### 3.1.2 优化掺合料的组合方式。

采用粉煤灰与矿粉复合掺加，利用二者特性形成协同效应。既能进一步降低水泥水化热，减少混凝土内部温升，又能提升混凝土的工作性能，使其更易施工操作，同时增强混凝土的抗裂性能。

#### 3.1.3 选用高性能外加剂。

将缓凝型高效减水剂与引气剂复合使用，可延缓水化热释放、减少用水量，还能引入适量微小气泡，改善混凝土的抗冻性和抗裂性，有效降低温度应力产生的几率<sup>[4]</sup>。

### 3.2 配合比优化建议

为达成大体积混凝土温度控制与性能保障的平衡，需紧密结合施工实际工况，动态优化混凝土配合比。

#### 3.2.1 运用正交试验方法开展参数试验。

针对水泥用量、掺合料掺量、水胶比、外加剂用量等关键参数进行全面且系统的试验。通过多组试验数据的对比分析，精准确定最优配合比。在确保混凝土强度完全满足设计要求的前提下，最大程度降低水泥水化

热,减少混凝土收缩量,从源头上降低温度裂缝产生的可能性。

### 3.2.2 依据施工季节灵活调整配合比。

在高温季节施工时,适当增加缓凝剂的用量,以此延长混凝土的凝结时间,减缓水泥水化反应速度,进而降低拌和物的温度,避免因内部温升过高产生较大温度应力。而在低温季节,则适当提高水泥用量,增加水化热释放,保证混凝土在早期获得足够的强度,防止因受冻而影响其性能。

### 3.2.3 严格控制胶凝材料总量。

根据混凝土的设计强度和体积大小,经过科学计算和合理规划,精准控制胶凝材料的总量,防止胶凝材料过多造成水化热集中释放,同时保障混凝土具有足够的密实度和良好的耐久性。

## 3.3 施工过程优化建议

为提升大体积混凝土温度控制的精准度,需针对施工过程中的薄弱环节优化施工工艺。

### 3.3.1 在浇筑环节,优化浇筑分层方案至关重要。

依据混凝土构件的尺寸、形状以及散热条件,科学合理地划分浇筑分层。对于厚度较大的构件,采用斜层浇筑、推移式浇筑等有效方式,能够显著加快混凝土内部的散热速度,降低因热量积聚导致的内部温升。

### 3.3.2 振捣工艺的改进也不容忽视。

采用插入式振捣器与平板振捣器相结合的方式,可确保混凝土振捣密实,消除内部孔隙和缺陷。同时,严格控制振捣时间和力度,避免过振造成骨料离析,进而影响混凝土的抗裂性能。宜进行二次振捣工艺,并及时对浇注面进行多次抹压处理。

### 3.3.3 完善测温体系是温度控制的关键。

运用智能测温设备,对混凝土内部、表面以及环境温度进行实时监测,并建立温度预警机制。一旦内外温差超过 $25^{\circ}\text{C}$ ,立即调整保温措施,防止因温差过大产生温度应力。

### 3.3.4 要严格控制施工环境温度。

高温季节合理安排浇筑时间,避开中午高温时段,通过遮阳、通风等措施降低施工环境温度;低温季节则搭建保温棚,采用蒸汽养护或电加热养护等方式,保证混凝土施工温度符合要求。

## 3.4 养护措施优化建议

为达成大体积混凝土温度裂缝的精细化控制,需创新养护方式以提升养护效果。

### 3.4.1 引入智能保温养护系统。

借助该系统,依据实时测温数据自动且精准地调整

保温层厚度与保湿频率。如此一来,能严格把控混凝土降温速率,使其处于合理范围,同时有效维持混凝土表面湿度,避免因人为操作的不确定性而产生误差,为混凝土养护提供更科学、稳定的条件。

### 3.4.2 优化保温材料组合。

采用“塑料薄膜+保温棉被+岩棉”的复合保温方式,充分发挥各材料的优势。塑料薄膜可起到良好的保湿作用,保温棉被和岩棉则能有效减少热量散失,兼顾保湿与保温效果,降低混凝土温度损失,进一步缩小内外温差,减少温度裂缝产生的可能性。

### 3.4.3 延长保湿养护时间。

即便混凝土强度达到设计强度的75%以上,仍需持续进行保湿养护,防止混凝土后期因失水而产生干缩裂缝,确保混凝土性能的稳定发展。

### 3.4.4 针对特殊部位优化养护。

对于构件棱角、边缘等散热较快的部位,增加保温层厚度或采用包裹式保温,防止局部温度变化过快而引发裂缝<sup>[5]</sup>。

## 结束语

大体积混凝土温度裂缝控制是一个系统工程,涉及原材料选择、配合比设计、施工过程操作以及养护措施实施等多个环节。通过对温度裂缝产生原因的深入分析,梳理核心施工措施,并针对性地提出优化建议,我们能够更加科学、精准地控制大体积混凝土的温度裂缝。在实际工程中,应充分考虑工程特点和施工条件,综合运用各项优化措施,加强各环节的协同配合,不断提升大体积混凝土施工质量和温度裂缝控制水平。同时,随着建筑技术的不断发展和新材料、新工艺的出现,我们还应持续探索和创新,为大体积混凝土温度裂缝控制提供更先进、更有效的解决方案,推动建筑工程质量的不断提高。

## 参考文献

- [1]李梅.建筑工程大体积混凝土裂缝成因及控制技术[J].科海故事博览,2025(15):124-126.
- [2]张嘉.大体积混凝土施工技术的温度控制及裂缝预防措施研究[J].石油化工建设,2024,46(12):157-159.
- [3]张允基.房屋建筑工程大体积混凝土梁施工温度及收缩裂缝的控制技术探讨[J].智能建筑与工程机械,2024,6(12):4-6.
- [4]王静.房建施工中大体积混凝土裂缝成因及其预防措施分析[J].建筑·建材·装饰,2024(21):148-150.
- [5]陈邦盛.大体积混凝土浇筑及温度裂缝施工控制技术研讨[J].模型世界,2024(2):149-151.