

# 民用建筑工程中大体积混凝土裂缝质量通病预防

张建敏

中铁三局集团建筑安装工程有限公司 山西 太原 030000

**摘要：**民用建筑工程中，大体积混凝土因体积效应易出现温度裂缝、收缩裂缝等质量通病，严重影响结构安全性与耐久性。本文基于裂缝形成机理，从材料、施工、设计、环境四方面分析裂缝成因，重点研究原材料优化与配合比设计、温度控制核心技术、施工全过程管控及结构设计优化四项关键预防措施。通过科学选型原材料、精准控制温度应力、规范施工操作流程、优化结构设计参数，构建全流程裂缝预防体系。

**关键词：**民用建筑工程；大体积混凝土；裂缝；质量通病；预防措施

引言：随着民用建筑向高层化、大型化发展，大体积混凝土广泛应用于基础、楼板等关键构件，但裂缝问题始终是工程质量管控的重点难点。裂缝的产生不仅削弱结构承载能力，还可能引发渗漏、锈蚀等连锁危害，威胁建筑使用安全。目前工程中对裂缝成因的综合把控与预防措施的系统性应用仍存在不足。本文立足民用建筑工程实际，先明确大体积混凝土定义、裂缝分类与特征，再深入剖析裂缝形成的多方面诱因，进而提出针对性预防技术与管控策略，为解决大体积混凝土裂缝质量通病提供理论与实践参考。

## 1 民用建筑大体积混凝土裂缝概述

### 1.1 大体积混凝土的定义与民用建筑工程适用场景

大体积混凝土的界定核心在于体积与温度应力的关联，通常指混凝土结构实体最小几何尺寸不小于1m，或因体积过大导致水化热积聚、内外温差易引发裂缝的混凝土工程。其定义本质是强调“体积效应”带来的温控技术需求，而非单纯以尺寸作为唯一判定标准，需结合混凝土强度等级、胶凝材料用量及施工环境综合考量。在民用建筑工程中，大体积混凝土凭借整体稳定性强、承载能力高的优势，广泛应用于关键承重与基础构件，包括高层建筑的筏板基础、箱形基础，大型公共建筑的整体楼板与梁柱节点，以及住宅建筑的地下室底板、厚壁剪力墙等部位，这些场景均对结构整体性和抗裂性能有严格要求，需通过针对性技术措施控制裂缝风险。

### 1.2 裂缝质量通病的分类

民用建筑大体积混凝土裂缝按形成机理可分为以下三大类。（1）温度裂缝由水化热导致的内外温差、环境温度骤变引发，表现为裂缝走向无固定规律，多呈不规则网状或纵向分布，裂缝宽度随温度变化存在一定伸缩性，贯穿性较弱但分布范围较广；（2）收缩裂缝包括塑性收缩与干燥收缩，塑性收缩发生在混凝土初凝前，因

表面失水过快形成，特征为短而细的平行裂缝，干燥收缩则出现在硬化阶段，表现为沿构件长度方向的纵向裂缝，宽度较均匀且多为表面裂缝；（3）约束裂缝由结构边界约束、钢筋配置不当或相邻构件变形不协调导致，裂缝走向多与约束方向垂直，易形成贯通性裂缝，宽度较大且发展具有持续性，对结构承载力和耐久性影响最为显著<sup>[1]</sup>。

## 2 民用建筑大体积混凝土裂缝质量通病成因

### 2.1 材料因素

水泥水化热是核心诱因，不同品种水泥的水化热释放速率与总量差异显著，高水化热水泥易导致混凝土内部温度骤升，形成较大内外温差。骨料性能直接影响抗裂性，强度不足、级配不合理会降低混凝土整体抗拉能力，吸水率过高则引发体积变形不均。配合比缺陷同样关键，胶凝材料用量过多、水胶比控制不当会加剧水化热积聚与收缩量，外加剂选型或掺量不匹配也会削弱混凝土抗裂性能。

### 2.2 施工因素

浇筑工艺合理性至关重要，浇筑速度过快、布料不均会导致内部气泡滞留，形成局部薄弱区域，同时加剧水化热集中。振捣操作存在明显影响，振捣不足会降低混凝土密实度与抗拉强度，过度振捣则破坏骨料级配，引发离析与表层砂浆富集，造成收缩应力集中。养护不到位是关键诱因，养护启动过晚、保湿保温措施不足或养护时长不够，会导致混凝土表面失水过快，内外温差持续扩大，最终引发裂缝。

### 2.3 设计因素

结构约束设计不合理，如约束构件布置不当、缺失后浇带或膨胀加强带，会过度限制混凝土硬化过程中的体积变形，产生较大约束应力。截面尺寸规划存在弊端，过大易导致水化热难以散发、内外温差超标，过小

则使结构刚度不足,无法有效分散应力,引发局部应力集中。钢筋配置设计不当,包括配筋率不足、布置间距过大或位置偏差,会降低结构抗裂性能,难以抵抗收缩与温度应力。

#### 2.4 环境因素

温度变化是主要诱因,环境温度骤升骤降、昼夜温差过大会使混凝土表面与内部产生不均匀热胀冷缩,形成温度应力。湿度波动影响显著,环境湿度持续偏低或频繁变化会加速表面水分蒸发,引发干燥收缩,若收缩受约束则产生裂缝。外界荷载作用不可忽视,施工阶段临时荷载堆放不当、施加时间过早,或使用阶段荷载超出设计预期,会导致结构应力集中,在抗拉薄弱区域诱发裂缝,尤其混凝土强度未达设计要求时,对外界荷载更为敏感<sup>[2]</sup>。

### 3 民用建筑大体积混凝土裂缝预防核心技术与管控措施

#### 3.1 原材料优化选择与配合比设计

原材料优化与配合比设计通过科学选型与参数调整,从源头降低水化热、减少收缩变形,提升混凝土抗裂性能。(1)水泥选型聚焦低水化热特性,优先选用矿渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥等品种,其水化热释放平缓、总量较低,可有效控制内部温度升幅。同时控制水泥强度等级与用量,避免盲目选用高标号或增加用量,在满足设计强度的前提下,合理降低胶凝材料总量,减少水化热生成。(2)矿物掺合料选用粉煤灰、矿粉、硅灰等,粉煤灰优先Ⅰ级或Ⅱ级优质品,可替代部分水泥,延缓水化热释放,改善和易性与密实度;矿粉需控制活性指数与比表面积,与水泥协同提升后期强度与抗裂性;硅灰掺量严格控制在胶凝材料总量5%以内,增强抗拉强度与抗渗性,避免掺量过高加剧收缩。(3)骨料优化兼顾多指标,粗骨料选用5-31.5mm连续级配碎石,最小化颗粒空隙率以减少胶凝材料用量;细骨料优先细度模数2.3-3.0的中砂,含泥量不超过3%,避免影响强度与耐久性。同时控制骨料吸水率,粗骨料不超过2%、细骨料不超过3%,防止引发体积变形不均。(4)外加剂核心选用缓凝型高效减水剂,降低水胶比、减少塑性收缩,且延缓初凝至8-12小时,适配施工环境与浇筑时长,保障浇筑连续与振捣充分。可按需参加膨胀剂补偿收缩,严格控制掺量避免产生过大内应力。(5)配合比遵循“低水化热、低收缩、高密实”原则,水胶比控制在0.4-0.5,胶凝材料总量不超过400kg/m<sup>3</sup>,砂率35%-40%。通过正交试验优化组分比例,在满足施工工作性的同时,兼顾强度、抗裂性与经济性,形成民用建筑大体

积混凝土专用配合比。

#### 3.2 基于温度控制的裂缝预防核心技术

温度应力是引发大体积混凝土裂缝的主要诱因,通过水化热控制、温度监测与温差调节等核心技术,可有效控制内外温差,降低温度应力,避免裂缝产生。(1)水化热控制以分层浇筑与散热构造设计为核心。分层厚度根据构件厚度与浇筑能力确定,通常300-500mm,采用斜面分层或全面分层浇筑方式,确保上下层浇筑间隔不超过初凝时间,形成整体结构。可在混凝土内部设置冷却水管,选用Φ40-50mm钢管,间距1.5-2.0m,水平分层或梅花形布置,循环水进水温度不超过25℃,通过持续换水带走内部热量。(2)温度监测体系覆盖浇筑全过程,监测点布置遵循“关键部位优先、均匀分布”原则。在构件中心、表面、侧面及距表面50mm处设置测温点,大型构件每20-30m<sup>2</sup>设置一个,边角部位与截面变化处加密。监测频率为浇筑后1-3天每2小时一次,4-7天每4小时一次,8-14天每8小时一次,实时记录分析数据,当内外温差超过25℃时及时采取调控措施。(3)温差调节采用“内降外保”协同措施。内部降温通过冷却水管循环水实现,根据测温数据调整水流速度与换水频率,确保内部温度稳步下降;外部保温在混凝土初凝后及时覆盖,选用阻燃型保温棉被、土工布或聚苯板等材料,根据环境温度调整覆盖层数,确保表面温度缓慢下降,避免温度骤降引发裂缝。(4)环境温度调控结合施工时段与天气情况,避免高温或低温时段浇筑。高温环境下对骨料遮阳降温,必要时冷水冲洗降低初始温度;浇筑完成后搭设遮阳棚,避免阳光直射导致表面温度快速升高。低温环境下对原材料预热,确保混凝土入模温度不低于5℃,浇筑后加强保温措施,防止表面受冻产生裂缝<sup>[3]</sup>。

#### 3.3 施工过程裂缝预防管控

施工过程管控要从浇筑前准备、浇筑过程操作到浇筑后养护全流程规范,确保各项技术措施落地执行。(1)浇筑前准备重点把控模板与基层质量。模板支护保证刚度与稳定性,选用强度足够的钢模板或木模板,支撑体系间距合理,避免浇筑过程中变形或位移。模板表面清理干净并涂刷隔离剂,确保脱模顺畅,避免粘结力过大导致表面裂缝。基层处理确保平整、坚实,清除浮土、杂物与积水,铺设水泥砂浆找平层,防止因基层不平整产生应力集中。(2)浇筑过程操作遵循连续、均匀、振捣到位的原则。浇筑速度控制在2-3m<sup>3</sup>/h,根据构件尺寸与振捣能力调整,确保布料均匀,避免局部堆积导致水化热集中。采用插入式振捣器,插入深度为作用半径的1.5倍,间距300-400mm,振捣时间20-30秒,

直至表面泛浆、无气泡冒出。严禁振捣不足或过度振捣，避免密实度不足或骨料离析。(3)浇筑后养护把握“及时、充分、持续”要点。养护启动时间为混凝土初凝后，通常浇筑完成后8-12小时内开始，高温干燥环境提前至4-6小时。保湿养护采用覆盖土工布、洒水或蓄水方式，确保表面始终湿润，避免失水过快产生干燥收缩裂缝。保温养护与温度控制协同，根据测温数据调整保温层厚度与范围，养护时长不少于14天，大体积混凝土延长至21天，确保强度稳步增长。养护期间避免扰动混凝土，禁止堆放重物或进行后续工序，防止振动裂缝。

(4)施工过程建立全过程监督机制，安排专业技术人员现场值守，监督原材料进场检验、配合比执行、浇筑速度、振捣质量与养护措施落实情况，及时纠正违规操作。做好施工记录，详细记录原材料用量、浇筑时间、振捣情况、测温数据与养护措施等信息，形成完整质量追溯体系。

#### 3.4 结构设计优化对裂缝预防的支撑作用

结构设计优化是裂缝预防的前提保障，通过合理规划结构形式、减少约束应力、增强抗裂性能，从设计源头降低裂缝风险。(1)约束应力控制优化结构布置，合理设置后浇带与膨胀加强带。后浇带间距30-40m，宽度800-1000mm，浇筑时间在两侧混凝土浇筑完成28天以上，采用高一标号补偿收缩混凝土浇筑。膨胀加强带可替代部分后浇带，设置间距20-30m，宽度2000-3000mm，混凝土掺加适量膨胀剂补偿收缩。避免结构形式突变，构件截面过渡平缓，减少应力集中部位。(2)截面尺寸规划兼顾强度与温控需求，避免过大或过小。厚度超过1.5m的构件采用“薄化分层”设计，设置散热孔或内置冷却水管改善散热条件；截面尺寸根据荷载精准计算，满足承载能力前提下避免盲目增大，减少水化

热积聚。合理设置构造钢筋，在构件边角、洞口周围等应力集中部位加密布置，增强局部抗裂性能。(3)钢筋配置优化提升结构抗拉能力，受力钢筋配筋率不低于0.2%，梁、板类构件受力钢筋间距不超过200mm，柱类构件不超过250mm。分布筋与构造筋均匀布置，确保受拉区域有效约束，减少收缩裂缝。钢筋保护层厚度严格控制，梁、柱类不小于25mm，板类不小于15mm，避免保护层过薄导致钢筋锈蚀膨胀引发裂缝。(4)设计参数调整适配环境条件，根据民用建筑所在地温度、湿度等气候特征，调整抗裂设计参数。寒冷地区提高混凝土抗冻等级，炎热地区增强缓凝性能与保湿措施，沿海地区提升抗渗性与耐腐蚀性<sup>[4]</sup>。

结束语：民用建筑大体积混凝土裂缝预防是一项系统性工程，需贯穿材料选型、设计规划、施工实施全阶段。本文通过分析裂缝成因，构建了“材料优化-温度控制-施工管控-设计支撑”的多维预防体系，核心在于从源头降低水化热与收缩变形，过程中精准控制温度应力，全流程规范技术操作。实践表明，科学的原材料选择、合理的配合比设计、严格的温度监测与养护措施，结合优化的结构设计，可有效降低裂缝发生率。

#### 参考文献

- [1]贾子义.房建施工中大体积混凝土裂缝成因及其预防措施[J].中华传奇(下旬),2021(34):0033-0035.
- [2]刘丽香.建筑工程中大体积混凝土裂缝控制技术要点分析[J].中国厨卫,2025,24(3):321-323.
- [3]袁孝慈.房建施工中大体积混凝土无缝技术分析[J].中华传奇(下旬),2021(7):123-124.
- [4]刘明洋,任涛.房屋建筑大体积混凝土施工温控防裂措施分析[J].中文科技期刊数据库(文摘版)工程技术,2025(9):158-161.