

建筑工程施工中混凝土裂缝及防治措施

吴项

湖南省第六工程有限公司, 湖南 长沙 410004

摘要：在建筑工程领域，混凝土作为应用最为广泛的建筑材料之一，承担着构建各类建筑结构的关键任务。然而，在混凝土的施工过程中裂缝不仅严重影响建筑结构的的外观完整性，更对其结构稳定性、耐久性以及防水性能等关键性能指标构成潜在威胁。一旦裂缝形成，水分、空气以及各种侵蚀性介质便可能乘虚而入，加速混凝土内部钢筋的锈蚀，进而削弱结构的承载能力，缩短建筑物的使用寿命。因此，本文深入研究建筑工程施工中混凝土裂缝的产生原因，并探寻切实有效的防治措施，具有极其重要的现实意义和工程应用价值，这不仅关乎建筑工程的质量与安全，更与社会的可持续发展息息相关。

关键词：建筑工程施工；混凝土；裂缝；防治

Concrete Cracks and Prevention Measures in Construction Engineering

Wu Xiang

Hunan Sixth Engineering Co., LTD. Changsha, Hunan 410004

Abstract: In the field of construction engineering, concrete, as one of the most widely used building materials, undertakes the key task of constructing various building structures. However, cracks in the concrete construction process not only seriously affect the appearance integrity of the building structure, but also pose a potential threat to the key performance indicators such as structural stability, durability and waterproof performance. Once cracks are formed, moisture, air and various aggressive media may enter, accelerating the corrosion of steel bars inside the concrete, thereby weakening the bearing capacity of the structure and shortening the service life of the building. Therefore, it is of great practical significance and engineering application value to study the causes of concrete cracks in construction engineering and explore effective prevention and control measures, which is not only related to the quality and safety of construction engineering, but also closely related to the sustainable development of society.

Keywords: construction engineering; concrete; crack; prevention and control

引言

在现代建筑工程的宏大版图中，混凝土凭借其独特的性能优势，成为支撑起城市天际线与基础设施网络的中坚力量。它以强大的抗压能力、良好的可塑性和相对低廉的成本，为人类的建筑梦想提供了坚实的物质基础。然而，混凝土裂缝的出现却如同一颗颗潜伏的“定时炸弹”，随时可能引爆建筑质量与安全的危机。细微的裂缝看似微不足道，却可能成为建筑结构安全的“致命伤”。正因如此，本文以荆州开发区租赁房屋项目裂缝控制及防治措施的研究，深入剖析混凝土裂缝产生的根源，探寻科学有效的防治策略。

一、荆州开发区租赁房屋项目工程概况

本工程为荆州开发区租赁房屋项目，建设用地面积33456.83 m²，总建筑面积118366.3 m²。用地内包括5栋高层及附属工程（商业裙楼、配电房等）组成。整体地下室一层。1#楼23层，建筑高度75.85m，2#、3#、5#、6#楼26层，建筑高度77.95m，桩筏基础，剪力墙结构，拟建租赁房1034户。本工程抗震等级为4级，抗震设防烈度为6度，建筑结构安全等级二级，设计等级乙级，抗震设防类别丙类，建筑设计使用合理年限为50年^[1]。

二、建筑工程施工中混凝土裂缝类型

混凝土裂缝对建筑工程质量影响重大，在荆州开发区租赁房屋项目里也不例外，这些裂缝不仅关乎建筑外观，还存在渗水，更威胁结构安全与使用寿命^[2]。为保障项目质量，我们在施工中严格控制，深入探究房建项目中混凝土裂缝产生的类型，对荆州开发区租赁房屋项目后续施工和维护具有关键指导意义。

（一）塑性收缩裂缝

塑性收缩裂缝多发生于混凝土初凝阶段。此阶段水泥水化反应处于旺盛期，伴随拌合水分急剧散失，引发混凝土体积急剧收

缩。此时胶凝材料尚未形成有效强度骨架，导致收缩应力作用下形成微裂纹。此类裂缝多在浇筑后2–6小时内显现，呈现无规则网状分布特征，裂缝宽度多在0.05–0.2mm之间。夏季户外大体积楼板浇筑作业时，高温、强风及低湿度工况会加剧水分流失，显著提升塑性裂缝发生风险^[3]。在工程实践中因夏季施工期间未实施有效保湿养护，导致楼板表面密集出现塑性裂缝，虽经技术处理仍造成施工周期延长及质量缺陷记录。

（二）温度裂缝

作为典型的热惰性材料，混凝土在施工及服役阶段会因内外散热速率差异形成显著温度梯度。这种温度分布不均引发的应力效应若超过材料抗拉极限，将直接导致温度裂缝的萌生。以大体量混凝土工程为例，水化反应释放的热量可使芯部温度攀升至60–70℃，而表层温度受环境介质影响明显偏低，当内外温差突破25℃临界值时，极易诱发深度可达结构全断面的贯穿性裂缝。此类缺陷不仅破坏构件连续性，更会显著降低结构服役寿命^[4]。工程实践中曾出现因温控措施失当产生网状裂缝，致使承载力折减达30%，后期不得不采用碳纤维布包裹与注浆联合修复方案，此案例印证了温度裂缝控制是工程界公认的难题。

（三）干缩裂缝

混凝土硬化过程中会伴随水分的持续蒸发和体积缩小。当受到周围结构限制无法自由收缩时，内部将产生拉应力，当该应力超过材料抗拉极限即会引发干缩开裂。此类裂缝通常出现在构件成型后4–8周内，典型宽度介于0.05至1.0毫米，走向多与构件短轴方向一致，尤易发生于墙体、楼板等薄型构件。值得注意的是，在低湿度、高通风环境下该现象更为显著。工程实例显示，在工程实践中因施工养护不规范导致混凝土在干燥通风条件下失水过快，墙面形成密集干缩裂缝群，实测最大缝宽达0.8毫米，这不仅造成饰面层破损，更导致墙体渗水率超标达32%。

（四）荷载裂缝

混凝土结构在设计荷载或突发性超载作用下，当内部应力超出材料抗力阈值时，将诱发荷载裂缝的产生^[5]。此类裂缝的几何特征与力学传递路径存在显著对应关系：受弯构件中裂缝多沿构件轴向垂直分布于受拉边缘区域，而剪切作用下则呈现45°斜向开裂模式。试验数据表明，外荷载持续增加将导致裂缝宽度与深度呈现正相关发展，当裂缝扩展至临界尺寸时，结构承载体系将发生渐进性失效。在工程实践中，荷载裂缝问题不可忽视。因受工程造价影响，设计时对楼面荷载预估不足、安全系数取值偏低，交付使用后，部分房间的楼板出现了细微裂缝。经检测，是室内静、动荷载等实际荷载超出预期，致使楼板承受压力不均，产生荷载裂缝。

三、建筑工程施工中混凝土裂缝产生原因分析

（一）材料因素

1. 水泥质量与品种

水泥安定性作为混凝土品质控制的核心指标，其重要性不容忽视。当水泥材料中游离态氧化钙及氧化镁等活性成分含量超标

时，这些物质在硬化后仍会持续进行水化反应，伴随的体积膨胀效应将最终诱发混凝土结构开裂现象。值得关注的是，水泥品种的差异直接导致水化热特性与凝结硬化参数产生显著变化^[6]。以普通硅酸盐水泥为例，其剧烈的水化放热特性在大体积混凝土浇筑作业中尤为突出，若施工过程中选材不当，极易因内部温升效应引发贯穿性温度裂缝的形成。

2. 骨料质量

当骨料中泥质成分含量超标时，将直接影响其与水泥基体的结合强度，加剧混凝土的干燥收缩效应，进而形成结构裂缝。与此同时，骨料颗粒尺寸分布若不符合最优配比标准，会显著提高混凝土内部孔隙率，导致力学性能与抗裂性能双重下降。以细骨料为例，当粒径过小时，不仅会提高拌合物水灰比需求，更会因硬化阶段收缩量增大而显著增加干缩裂缝的形成概率^[7]。

（二）施工因素

1. 混凝土浇筑与振捣

在混凝土施工过程中，若浇筑速率控制不当或下落高度超标，易产生较大动能冲击，致使模板系统发生形变位移，继而诱发结构性裂缝。当振捣作业存在密实度不足时，内部孔隙与蜂窝状缺陷的形成将导致结构强度下降，在外部荷载作用下易形成裂缝。而过度振捣则可能引发粗骨料下沉、水泥浆上浮的离析现象，致使表层砂浆过厚，加剧了表面收缩裂缝的形成风险。

2. 养护措施不当

混凝土浇筑完成后若养护工作未能及时跟进，表层水分快速散失将引发显著的收缩应力，进而形成塑性收缩裂缝与干燥收缩裂缝。由于养护周期不足，混凝土内部水化反应不充分，结构强度发展迟缓，难以有效承受自重及外部荷载作用，由此产生的应力集中现象极易诱发裂缝。以夏季高温条件为例，此时混凝土表面水分子迁移速率急剧加快，若未能及时采取保湿措施，结构开裂概率将呈现几何级数增长态势。

（三）环境因素

1. 温度变化

混凝土在硬化及服役过程中容易受到温度波动的影响。当外界气温骤降时，表层混凝土迅速散热降温，而内部水化热释放形成的温场尚未消散，在此过程中形成的梯度温差将导致材料变形差异。随着内外温差显著扩大，由此引发的温度应力不断累积，一旦这种应力超出混凝土自身的抗拉极限，便会在结构薄弱处形成温度裂缝。特别需要指出的是，冬季施工期间若保温养护工作存在疏漏，新浇筑的混凝土极易因剧烈的温度变化而产生贯穿性裂缝^[8]。

2. 湿度变化

环境湿度波动与混凝土水分蒸发速率之间存在密切关联。处于低湿度条件下时，材料表层水分急剧流失将引发非均匀收缩变形，当这种体积变化受到基底约束时，毛细管张力作用会促使表面收缩裂纹的形成。值得注意的是，周期性干湿交替过程不仅会加剧胶凝材料与骨料界面的应力集中现象，还将导致微观结构损伤的累积效应，这种渐进式劣化过程会显著削弱材料的抗渗透性能，从而提升宏观裂缝发展的概率阈值。

（四）设计因素

1. 结构设计不合理

在建筑结构设计过程中，构件截面尺寸的合理选择及配筋率的科学计算至关重要。当这两个参数未达到规范要求时，混凝土构件的力学性能将显著弱化，特别是在承受荷载时易出现应力集中现象。以梁、板等受弯构件为例，当实际配筋量低于设计标准时，其受拉区混凝土在承载状态下将因拉应力超出材料强度限值而出现结构性裂缝^[9]。

2. 构造措施不完善

在工程实践中若忽视设置必要的伸缩缝或沉降缝，极易导致混凝土结构在温度波动或地基沉降等外界因素作用下产生过大内应力，最终诱发开裂现象。以超长建筑结构为例，当缺乏有效伸缩缝时，混凝土材料的热胀冷缩效应无法得到有效缓冲，这种变形约束将直接转化为结构内部的破坏性能量积累，从而形成可见裂缝。

四、在荆州开发区租赁房屋项目施工中混凝土裂缝防治措施

（一）优化材料选用与配合比设计

选择优质稳定的水泥作为基础性材料是工程实施的关键环节。荆州开发区租赁房屋项目针对大体积混凝土工程特性，应优先选用低热水泥品种，例如中热硅酸盐水泥或低热矿渣硅酸盐水泥，这类水泥能显著降低水化热效应，从而有效控制温度应力对结构完整性的影响，抑制温度裂缝的产生。此外严格执行水泥各项性能指标的检测验收，重点核查体积安定性等核心参数是否达标，以杜绝因胶凝材料品质缺陷引发的混凝土结构开裂风险。在骨料选型阶段，将含泥量控制作为关键指标，优先筛选低含泥量的粗细骨料品种，以增强骨料与水泥基体的界面结合效果。配合比设计作为核心步骤，结合工程实际需求与环境条件对水泥、骨料、水及外加剂等材料的配比量进行精确计算。通过系统试验筛选出最佳水灰比参数，在确保混凝土工作性能达标的同时，合理控制水灰比例以抑制收缩变形。科学运用外加剂可显著改善材料性能，例如施工中减水剂的合理掺入能在维持用水量恒定的前提下提升拌合物流动性，从而降低施工操作难度引发的结构缺陷；而膨胀剂的适量添加则可有效补偿材料收缩特性，对干缩裂缝形成具有明显的预防效果^[10]。上述通过建立数学模型来实现，该模型将帮助确定最佳的材料比例，从而减少裂缝产生的可能性。设 C 为水泥用量（kg/m³），S 为砂子用量（kg/m³），G 为石子用量（kg/m³），W 为水的用量（kg/m³），且假定混凝土的总用量为 V（m³）。则有：

$$V = C + S + G + W$$

考虑到强度和耐久性的要求，引入系数 k₁, k₂, k₃ 分别表示水泥、砂子和石子对混凝土抗压强度的影响系数，以及 k_w 表示水灰比对强度的影响。因此，混凝土的抗压强度 F 可以表示为：

$$F = kC_1 + k_2S + k_3G - k_w(W/C)$$

表 1：不同材料配比下的混凝土抗压强度分析表

材料	水泥 (C)	砂子 (S)	石子 (G)	水 (W)	水灰比 (W/C)	抗压强度 (F)
数据 1	300	750	1100	180	0.6	42
数据 2	320	720	1080	170	0.53	45
数据 3	350	700	1050	160	0.46	48

由表 1 可知，通过调整水泥、砂子、石子和水的比例，可以观察到随着水灰比的降低，混凝土的抗压强度有所提高。例如，从数据 1 到数据 3，水灰比从 0.6 降至 0.46，相应的抗压强度由 42MPa 提升至 48MPa，表明优化材料配比对于提高混凝土质量的重要性。

（二）规范施工流程与强化施工管理

在实施混凝土浇筑作业过程中，荆州开发区租赁房屋项目通过精准掌控浇筑速率与高度，浇筑速率与下落高度严格把控，防止因速率过快或下落高度过大导致模板承受超限侧压力而引发变形风险。特别注意的是，当采用分层浇筑工艺时，每层摊铺厚度宜控制在 40-50cm 范围内，同时须密切监控层间浇筑间隔时间，确保下层混凝土仍处于塑性状态时及时覆盖新拌混凝土，通过这种施工时序控制，既能保证层间结合面的有效粘结，又能有效杜绝冷缝等质量缺陷的形成。

在混凝土施工过程中，振捣作业作为关键工艺环节，其质量直接影响结构密实性。荆州开发区租赁房屋项目根据实际情况选用匹配的振捣设备与操作方法，通过分层有序的振捣工艺消除内部空隙，实现物料均匀分布。特别注意控制振捣强度，当观察到拌合物表面气泡逸出速率减缓、浮浆层稳定形成时，表明已完成有效密实。操作人员应全程监测骨料分布状态，适时调整振捣参数，既需避免欠振导致的蜂窝麻面缺陷，也要防范过振引发的粗骨料下沉离析现象。混凝土浇筑作业完成后，科学实施养护工序是控制裂缝质量的核心环节。要依据工程所处气候特征及现场工况，针对性制定养护策略。项目在高温季节施工时，重点控制表面湿度，通常采用铺设湿麻布结合定时喷淋的方式，保持表面湿润状态，减缓水分蒸发速率，有效抑制塑性收缩裂缝与干缩裂缝的形成；冬季施工着重控制温度，采取覆盖保温材料并搭设挡风屏障等措施，避免混凝土结构因内外温差过大引发温度应力裂缝。养护周期应严格遵循施工技术规程，为混凝土强度发展创造有利条件。为了有效防治荆州开发区租赁房屋项目施工中混凝土裂缝，我们基于温度应力理论建立一个简单的数学模型来评估和控制裂缝风险。设混凝土结构的最大允许温差为 ΔT_{max} ，实际温差为 ΔT ，混凝土的线膨胀系数为 α ，弹性模量为 E，泊松比为 ν ，结构长度为 L。则由温度变化引起的最大应力 σ_{max}

可以通过以下公式计算：

$$\sigma_{max} = E \cdot \alpha \cdot \Delta T$$

当 $\sigma_{max} > \sigma_{allow}$ (允许的最大应力)，裂缝可能发生。

表 2：温度应力对混凝土裂缝影响分析表

序号	$\Delta T(^{\circ}C)$	$\alpha(1/^{\circ}C)$	E(GPa)	$\sigma_{max}(MPa)$	$\sigma_{allow}(MPa)$
1	15	10×10^{-6}	30	4.5	4
2	10	10×10^{-6}	30	3.0	4
3	5	10×10^{-6}	30	N/A	4

从上表 2 可以看出，随着实际温差 ΔT 的减小， σ_{max} 也

相应减小。在序号3的情况下，即使温差较小，但仍然未达到 σ_{allow} ，表明在规范施工流程和强化施工管理中控制温度变化对于防止混凝土裂缝至关重要。

（三）强化环境因素应对

荆州开发区租赁房屋项目针对混凝土温度场演化控制问题，构建了全周期温度监测体系。针对大体积混凝土结构特性，采用预埋光纤传感装置与智能温控系统相结合的技术方案，同步采集核心与表层温度参数，建立混凝土温度场梯度模型，动态调整保温保湿方案。项目通过敷设闭式循环冷却管网，配合实时水化热释放速率分析，精确调控降温速率，抑制温度应力集聚，从而系统性地阻断温度裂缝萌生机理。在混凝土施工工艺中严格落实管控措施，针对不同季节特征实施差异化养护方案。高温季节施工时，对粗骨料实施洒水喷雾降温预处理，优选低温拌合水调控出机温度，同时在初凝后及时覆盖反光隔热膜，有效削弱太阳辐射热传导效应。寒冷气候作业期间，引入热风幕机等温控设备，构建混凝土水化热蓄存体系，确保模板内部维持标准养护温度，促进水泥水化反应充分进行。项目针对环境湿度变化问题，在干燥工况下施工时采取主动增湿方案，配置移动式雾化机组进行动态湿度调控，有效抑制混凝土表面水分梯度扩散。表面处理宜采用复合型密封养护工艺，通过交替覆盖薄膜与湿麻布形成多重阻隔层，实现水分缓释控制。对于存在干湿交替风险的作业区域，采用三阶段防护体系：首先在拌合阶段掺入有机硅烷类防水添加剂，其次优化振捣工艺提升骨料嵌锁效应，最后通过超细矿物掺合料二次水化反应增强界面过渡区致密性，从而系统提升结构抵抗环境交变应力的能力。为了评估和预防项目施工中由于环境因素导致的混凝土裂缝，建立如下数学模型：假设 E 代表环境影响因子，包括温度变化（T）、湿度变化（H）及风速（W）。我们定义一个综合环境影响系数 EIC，其计算公式为：

$$EIC = aT + bH + cW$$

其中，a、b 和 c 分别是温度、湿度和风速对混凝土裂缝形成的影响权重。

表3：混凝土裂缝防治环境因素影响分析表

测量时间	温度 (°C) TT	湿度 (%)HH	风速 (m/s)WW	环境影响系数 EICEIC
08:00	25	60	3	1.2
12:00	35	40	5	1.8
16:00	30	50	4	1.5

通过观察表3数据，我们可以看出随着温度和风速的增加，环境影响系数 EICEIC 显著上升，表明这些条件加剧了混凝土裂缝的风险。尤其是在中午12点时，尽管湿度降低，但高温和高风速共同作用使得 EICEIC 达到最高值1.8。这说明在炎热且干燥的条件下施工，需特别注意采取措施防止混凝土裂缝的发生和发展。

（四）完善设计方案与加强构造措施

在建筑结构设计过程中，综合考量功能需求、荷载分布及地质特征等多重因素，科学选择结构形式并精准确定构件截面参数。荆州开发区租赁房屋项目与设计沟通，针对梁板等受弯构件，依据规范要求精确配筋计算，确保配筋率符合承载能力

与抗裂性能双重标准，通过优化结构布局，减少几何突变带来的应力集中现象，在地基条件复杂区域布置沉降缝，有效规避差异沉降引发的结构损伤。混凝土构件配筋设计时，着重加强薄弱部位的抗裂构造措施，如在楼板边角区域增设放射筋，通过加强配筋提升局部抗裂能力。墙体结构采用双向网状配筋体系，提升墙体整体刚度及抗裂性能。针对大体量混凝土基础工程，配置温度应力补偿钢筋网，以抵消水化热与外部温差诱发的裂缝风险。我们深知建筑工程混凝土裂缝防治是一项复杂的系统工程，涉及材料配比、施工工艺、环境监测及结构设计等多维度管控。荆州开发区租赁房屋项目通过对各环节实施全过程管理，既确保建筑结构安全性和使用寿命，又实现社会资源的高效配置与可持续发展。针对当前行业现状，要求材料研发机构优化产品性能指标，我们严格执行浇筑养护规范，设计方完善结构应力计算模型，形成多维联动的质量管控机制。建立以项目经理为责任主体的专项治理方案，将裂缝预防标准嵌入工程验收体系，通过技术创新和工艺改良提升混凝土结构耐久性。荆州开发区租赁房屋项目这种通过多方协作的治理模式，不仅有效的降低裂缝发生概率，更为现代城市建设构建了安全可靠的城市发展基础。为了有效预测和控制混凝土结构中的裂缝，项目建立了基于弹性理论的数学模型。我们考虑的是受弯构件的裂缝宽度计算，常用的简化公式如下：

$$w = \beta \cdot \frac{\sigma_s}{E_s} \cdot \left(\frac{d_c}{\sqrt{f_m}} \right)$$

其中：

w 为最大裂缝宽度（mm）

β 为考虑裂缝间相互影响的系数

σ_s 为钢筋应力（N/mm²）

E_s 为钢筋弹性模量（N/mm²）

d_c 为混凝土保护层厚度（mm）

f_m 为混凝土平均抗压强度（N/mm²）

表4：混凝土结构裂缝宽度预测模型数据表

序号	β	σ_s (N/mm ²)	E_s (N/mm ²)	d_c (mm)	f_m (N/mm ²)	预测裂缝宽度 w (mm)
1	0.8	300	200000	25	30	0.12
2	0.9	350	210000	30	35	0.14
3	1.0	400	220000	35	40	0.16

通过表4可以看出，随着 β 值 σ_s 和 d_c 的增加以及 f_m 的增强，混凝土结构的最大裂缝宽度呈上升趋势。这表明在设计阶段精确选择材料参数和合理设置构造措施对于控制裂缝至关重要。适当调整这些参数，可有效减小裂缝宽度，提高结构耐久性。

五、总结

通过荆州开发区租赁房屋项目整体研究表明，建筑工程施工中混凝土裂缝的防治是一个系统工程，需要从材料、施工、环境

和设计等多个方面入手，采取综合有效的防治措施。它不仅关乎建筑结构的稳固与安全，更是对建筑使用寿命和社会资源合理利用的有力保障。只有各方齐心协力，秉持严谨的态度和专业的精

神，才能有效攻克混凝土裂缝这一难题，打造出更多优质、安全、耐久的建筑工程，为城市建设和社会发展筑牢坚实根基。

参考文献

- [1] 赵庆斌. 建筑工程施工中混凝土裂缝的成因与治理研究 [J]. 城镇建设, 2020 (2): 87-88.
- [2] 余立新. 建筑工程施工中混凝土裂缝成因与治理措施分析 [J]. 中国房地产业, 2019 (27): 197-198.
- [3] 史殿双, 罗丽娜. 房屋建筑现浇混凝土施工中裂缝原因及技术控制策略 [J]. 新商务周刊, 2019 (4): 209.
- [4] 潘学艳. 浅谈建筑工程施工中混凝土裂缝成因分析及预防措施 [J]. 中国室内装饰装修天地, 2019, 000 (008): 56.
- [5] 周舟. 建筑工程施工中混凝土裂缝防治技术研究 [J]. 中国住宅设施, 2023, (12): 112-114.
- [6] 宁军红. 建筑工程施工中混凝土裂缝及防治措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (20): 132-134.
- [7] 王少东. 建筑工程施工中混凝土裂缝及防治措施 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023, (07): 38-40.
- [8] 魏自清. 建筑工程施工中混凝土裂缝防治技术的应用 [J]. 居业, 2022, (08): 26-28.
- [9] 黄春娇. 试论建筑工程施工中混凝土裂缝的成因及防治策略 [J]. 江西建材, 2021, (08): 138-139.
- [10] 吕佳文. 建筑工程施工中混凝土与砌体结构的裂缝防治措施 [J]. 江西建材, 2021, (07): 135-136.