

混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的应用

楼烽烽

浙江国丰集团有限公司 浙江 杭州 310028

摘要：混凝土裂缝控制技术是保障建筑施工质量的关键环节，其核心在于通过科学设计、材料优化与施工管控，抑制裂缝产生。技术体系涵盖结构设计优化、材料配比调整及施工工艺改进。例如，采用低水化热水泥与矿物掺合料降低热应力，通过分层浇筑与二次振捣减少收缩，结合智能温控系统监测温升梯度。同时，注重构造配筋增强约束力，配合保湿养护延缓水分蒸发。该技术可显著提升混凝土结构的耐久性与安全性，为现代建筑提供可靠的裂缝控制解决方案。

关键词：混凝土裂缝控制技术；建筑施工；应用

引言：在建筑施工领域，混凝土因其诸多优势被广泛应用，然而混凝土裂缝问题却始终如影随形，严重影响着建筑结构的安全性、耐久性与美观性。小裂缝可能逐渐发展扩大，导致钢筋锈蚀、渗漏水等问题，威胁建筑使用寿命。混凝土裂缝成因复杂，涉及材料、设计、施工及环境等多方面因素。深入研究并有效应用混凝土裂缝控制技术，已成为保障建筑工程质量的关键。本文将系统探讨该技术在建筑施工中的应用，为提升建筑质量提供参考。

1 混凝土裂缝的类型及成因分析

1.1 混凝土裂缝的主要类型

(1) 按裂缝深度分类：表面裂缝多呈现网状或不规则线条，深度通常不超过5mm，仅出现在混凝土表层，对结构承载力影响较小，但会影响外观和耐久性；深层裂缝深度可达保护层以下至钢筋表面，呈断续分布状态，可能削弱结构的整体性；贯穿裂缝则贯穿混凝土构件截面，会直接破坏结构的防水性和承载力，引发严重安全隐患。(2) 按裂缝成因分类：塑性收缩裂缝多在混凝土初凝前出现，因表面水分快速蒸发导致，表现为不规则的网状细缝；温度裂缝多因内外温差过大产生，冬季或大体积混凝土中较常见，裂缝走向多为横向或纵向，宽度随温度变化波动；干缩裂缝出现在混凝土硬化期，由水分散失收缩引起，多为平行或网状分布的细缝；沉降裂缝因地基不均匀沉降导致，裂缝多呈竖向，宽度较大且持续发展。

1.2 混凝土裂缝的成因

(1) 材料因素：选用水化热高的水泥或水泥用量过多，易引发温度裂缝；骨料级配不合理、含泥量超标，会降低混凝土强度和韧性，增加开裂风险；外加剂选型不当或掺合料质量差，可能破坏混凝土的和易性和稳定

性。(2) 施工因素：搅拌时配合比失衡、搅拌不均匀，会导致混凝土性能不均；运输时间过长使坍落度损失过大，浇筑时振捣不密实或漏振，会形成内部孔隙；养护不及时、保湿措施不足，会加速水分散失引发干缩裂缝。(3) 设计因素：结构布置不对称、受力路径不清晰，会导致应力集中；配筋率不足或钢筋布置不合理，无法有效约束混凝土收缩；伸缩缝和沉降缝设置间距过大或位置不当，不能释放结构变形应力。(4) 环境因素：温度骤升骤降使混凝土内外热胀冷缩差异过大，产生温度应力；环境湿度持续降低，加速混凝土表面水分蒸发；地基土层不均匀或后期沉降差异，会对上部混凝土结构产生附加应力，引发沉降裂缝^[1]。

2 混凝土裂缝控制技术体系

2.1 材料选择与配比优化技术

(1) 水泥的选择：需结合工程所处环境（如严寒、沿海）与结构类型（如大体积基础、薄壁构件），优先选用低热矿渣水泥、硅酸盐水泥等水化热较低的品种；对于高强度要求的工程，合理匹配水泥强度等级，避免因水泥强度过高导致收缩应力增大。(2) 骨料的控制：选用连续级配的碎石或卵石，保证骨料颗粒均匀，减少空隙率；严格控制骨料含泥量（碎石不超过1%，卵石不超过0.5%），避免杂质降低混凝土黏结力；禁止使用风化、软弱的骨料，防止混凝土强度不足引发开裂。(3) 外加剂和掺合料的应用：合理添加高效减水剂，减少混凝土用水量（可降低15%-20%），降低水胶比；掺加引气剂引入微小气泡，提高混凝土抗冻性与抗裂性；掺入粉煤灰、矿渣粉等掺合料（掺量一般为20%-40%），替代部分水泥，降低水化热，改善混凝土和易性。(4) 配合比设计：通过试配确定最佳配合比，控制水胶比在0.4-0.5之间（高强度混凝土可更低），减少混凝土干缩；

优化砂率（一般为35%-45%），保证混凝土流动性的同时，避免砂率过高导致收缩增大，从配比层面提升抗裂性能。

2.2 施工工艺控制技术

(1) 混凝土搅拌与运输：采用强制式搅拌机，搅拌时间控制在90-120秒，确保水泥、骨料、外加剂充分混合；运输过程中使用搅拌罐车匀速搅拌，避免停留时间过长（常温下不超过1.5小时），防止混凝土离析、初凝，若坍落度损失过大，需按规范补加外加剂，禁止直接加水。(2) 混凝土浇筑与振捣：采用分层分段浇筑法，每层浇筑厚度控制在300-500mm，相邻两层浇筑间隔不超过混凝土初凝时间；使用插入式振捣器振捣，振捣间距不大于400mm，振捣至混凝土表面无气泡、泛浆为止，避免漏振导致密实度不足，或过振引发骨料离析。(3) 混凝土养护：浇筑完成后12小时内覆盖保湿（采用土工布、麻袋），夏季高温时及时喷水，冬季覆盖保温棉被或搭设保温棚；养护时间不少于7天（掺加缓凝剂或大体积混凝土不少于14天），确保混凝土在硬化期保持足够湿度，防止表面失水干裂^[2]。

2.3 结构设计优化技术

(1) 合理设置伸缩缝和沉降缝：根据建筑物长度（如现浇钢筋混凝土结构，室内环境伸缩缝最大间距为55m）、高度差及地基承载力差异，确定伸缩缝宽度（一般为20-30mm）、沉降缝宽度（30-70mm），确保结构变形能自由释放，避免应力集中。(2) 优化结构布置：避免梁、板、柱构件尺寸突变（如截面高度骤减），在荷载集中部位（如梁柱节点）采用渐变过渡设计；合理布置构件间距，减少超长、超宽结构，提高整体刚度，降低局部应力引发的开裂风险。(3) 加强构造配筋：在混凝土构件阳角、边缘等易开裂部位，增设放射状构造钢筋（直径不小于6mm，间距不大于200mm）；在楼板、墙板中增加分布筋密度，使钢筋均匀受力，有效约束混凝土收缩变形。

2.4 环境控制技术

(1) 温度控制：大体积混凝土施工前，对骨料进行预冷（如喷水降温、风冷），将入模温度控制在30℃以下；浇筑后在混凝土内部埋设冷却水管，通入循环冷水，降低内部最高温度（控制内外温差不超过25℃）；混凝土表面覆盖保湿被、阻燃保温板，减缓温度下降速度，避免温度应力开裂。(2) 湿度控制：在干燥、多风环境施工时，混凝土浇筑完成后立即覆盖塑料薄膜，隔绝空气，减少水分蒸发；对于地下结构或室内构件，采用喷雾加湿器维持环境湿度（相对湿度不低于60%），确

保混凝土缓慢失水。(3) 地基处理：针对软弱地基（如淤泥、泥炭土），采用换填垫层（换填砂石、灰土）、灰土挤压桩等方法加固，提高地基承载力；在地基不均匀部位设置褥垫层，调整地基沉降速率，减少因地基沉降差对上部混凝土结构产生的附加应力。

3 混凝土裂缝控制技术在建筑施工中的具体应用

3.1 在不同建筑结构中的应用

(1) 大体积混凝土结构：以高层建筑筏板基础为例，原材料选用低热矿渣水泥，掺加40%粉煤灰替代部分水泥，降低水化热；配合比设计控制水胶比0.45，砂率38%，添加高效缓凝减水剂延长初凝时间。浇筑采用“分层推移”工艺，每层厚度300mm，相邻层浇筑间隔不超过6小时；内部埋设冷却水管，通入15℃循环水，将内外温差控制在20℃以内；表面覆盖3层阻燃保温板+土工布，养护时间21天，有效预防温度裂缝。大型设备基础施工时，还需在基础边缘设置后浇带，间距30m，待45天后浇筑补偿收缩混凝土，释放收缩应力。(2) 薄壁结构：如矩形水池施工，因壁板厚度仅200mm，易因收缩不均开裂。结构设计优化壁板配筋，在转角处增设直径12mm、间距150mm的放射状钢筋；采用补偿收缩混凝土，掺加8%膨胀剂，配合比控制水胶比0.42。施工时采用“跳仓浇筑”法，分块面积不超过200m²，块间留设20mm宽企口缝；浇筑后2小时内覆盖塑料薄膜+岩棉被，每日喷水3次，养护14天。水箱施工中，还需在顶板与壁板交接处设置柔性止水带，避免沉降差异引发裂缝^[3]。(3) 装配式结构：预制叠合板制作时，选用强度等级C35混凝土，掺加20%矿渣粉，控制坍落度180±20mm，振捣采用平板振捣器，确保表面平整度；运输时使用专用支架，避免叠合板边角磕碰产生微裂缝。安装阶段，叠合板接缝处预留150mm宽后浇带，钢筋采用机械连接，后浇带混凝土掺加微膨胀剂，浇筑后覆盖养护7天。节点连接处采用遇水膨胀止水条+双组分聚氨酯密封胶双重防水，防止雨水渗入引发缝隙开裂。

3.2 在不同施工阶段的应用

(1) 基础施工阶段：以桩基础承台施工为例，基坑开挖后及时浇筑100mm厚C15垫层，避免地基土暴晒失水；垫层表面铺设防水卷材时，预留50mm宽伸缩缝，防止卷材收缩拉裂承台混凝土。钢筋绑扎时，承台边缘钢筋保护层厚度控制在50mm，采用塑料垫块间距800mm均匀布置；混凝土浇筑前，对桩头进行凿毛处理，浇筑时分层厚度400mm，振捣器插入深度至下层混凝土50mm，确保结合密实；浇筑后覆盖土工布，每日浇水2次，养护14天，防止基础出现贯穿裂缝。(2) 主体结构施工阶

段：梁、板施工中，模板支撑体系选用盘扣式脚手架，立杆间距900mm，横杆步距1.5m，确保浇筑时模板不下沉；梁筋绑扎时，腰筋间距控制在200mm，防止梁侧开裂。柱浇筑采用“分段振捣”，每段高度500mm，振捣至柱表面泛浆；柱养护采用塑料薄膜包裹，顶部浇水保湿，养护时间不少于10天。此外，主体施工中需按设计留设伸缩缝，间距不超过55m，缝内填充泡沫板+密封胶。（3）装饰装修阶段：墙面抹灰前，对混凝土基层进行“甩浆拉毛”处理，甩浆厚度5mm，增强抹灰层与基层黏结力；抹灰采用“分层施工”，底层厚度7mm，中层5mm，面层3mm，每层间隔24小时，避免抹灰层开裂。地面找平施工中，选用C20细石混凝土，掺加5%抗裂纤维，找平厚度不超过40mm，浇筑后覆盖塑料薄膜，养护7天。屋面防水施工前，需对屋面混凝土基层进行裂缝检查，宽度超过0.3mm的裂缝采用环氧树脂灌浆处理；防水层选用SBS改性沥青卷材，卷材搭接宽度100mm，避免防水层因基层裂缝引发开裂^[4]。

3.3 在不同环境条件下的应用

（1）高温环境：夏季施工时，调整作业时间为早6-10点、晚16-20点，避开正午高温；骨料堆放场地搭建遮阳棚，采用喷雾降温，将骨料温度控制在30℃以下；混凝土搅拌时加入冰水，降低拌合温度至25℃以内。浇筑后1小时内覆盖遮阳网+土工布，每2小时喷水1次，保持表面湿润；大体积混凝土还需在表面设置测温点，每2小时测温1次，当表面温度超过35℃时，增加喷水频次。此外，高温环境下可掺加0.2%缓凝剂，延长混凝土初凝时间至8小时，避免浇筑过程中初凝开裂。（2）低温环境：冬季施工时，采用“暖棚法”养护，在施工区域搭设彩钢板暖棚，内部设置燃油热风机，将棚内温度维持在5℃以上；混凝土搅拌用水采用电加热至60℃，骨料采用蒸汽加热至15℃以上，确保拌合温度不低于10℃。浇筑后覆盖电热毯+阻燃保温被，通电加热3天，使混凝土

强度达到设计强度的70%以上；墙体施工中，还需在模板外侧粘贴50mm厚岩棉板，减少热量散失。低温环境下禁止在-5℃以下浇筑混凝土，若气温骤降，需对已浇筑混凝土覆盖双层保温被，防止冻裂。（3）潮湿环境：地下车库施工时，混凝土配合比控制水胶比0.4，掺加8%防水剂，提高混凝土抗渗等级至P8；墙体浇筑时，振捣密实度需达到密实度98%以上，避免蜂窝麻面引发渗水。施工完成后，墙体表面涂刷水泥基渗透结晶型防水涂料，厚度1.5mm；地面施工中，在混凝土基层下铺设100mm厚级配砂石垫层+防水卷材，防止地下水位上升导致混凝土吸水膨胀开裂。此外，潮湿环境中需加强混凝土养护，避免过早暴露在潮湿空气中，养护时间延长至14天，防止干湿交替引发裂缝。

结束语

混凝土裂缝控制技术作为保障建筑施工质量的核心手段，其重要性不言而喻。通过科学选材、优化配比、精细施工及环境调控等综合措施，能够有效降低裂缝发生风险，延长建筑使用寿命。实践中需结合工程特点，灵活应用分层浇筑、智能温控、构造配筋等关键技术，并强化全流程质量管理。未来，随着新材料与数字化监测技术的发展，混凝土裂缝控制将迈向更精准、高效的方向，为构建安全、耐久的建筑结构提供坚实支撑，推动建筑业高质量发展。

参考文献

- [1]郭顺明.混凝土裂缝产生的原因及防治方法研究[J].散装水泥,2023,(07):84-86.
- [2]成千兵.薄壁混凝土裂缝产生原因及防治对策[J].建材发展导向,2023,21(16):65-66.
- [3]谭啟林.房建施工中混凝土裂缝控制技术研究[J].新城建科技,2024,33(10):130-132.
- [4]陈昌腾.基于混凝土裂缝控制技术在房屋建筑施工中的应用[J].中国建设信息化,2021,15(03):70-71.