

大体积混凝土温控施工技术及裂缝综合防治路径探索

作者：王有周

身份证号：532326199610012831

摘要：大体积混凝土广泛应用于建筑基础、设备承台、地下结构等关键工程部位，水化热集中释放引发的温差变形与收缩应力，是产生结构性裂缝的核心诱因，直接影响结构耐久性与工程安全。当前施工中普遍存在温控标准落实不严、养护手段粗放、监测体系不完善等问题，导致温度裂缝多发且治理难度大。本文立足工程施工实际，梳理大体积混凝土温度裂缝的形成机理与常见类型，系统阐述科学化温控施工核心技术，从材料、浇筑、温控、养护、监测多维度构建裂缝综合防治体系，形成全流程、可落地的施工管控路径，为同类工程提质创优提供实操参考。

关键词：大体积混凝土；温控施工；水化热；裂缝防治；施工技术

一、引言

大体积混凝土结构体量庞大、厚度超标，水化反应过程中热量聚集快、散热速度慢，极易形成明显的内外温差，产生温度应力进而诱发裂缝病害。温度裂缝具有隐蔽性、多发性、不可逆性等特征，一旦形成难以彻底修复，会降低结构防渗性能、削弱整体承载能力，缩短建筑使用寿命。现阶段工程施工中，温控措施不到位、施工工艺不规范、后期养护缺失等问题普遍存在，亟需优化施工技术、完善防治体系，全面提升大体积混凝土施工质量。

二、大体积混凝土温度裂缝形成机理与常见类型

（一）裂缝形成核心机理

大体积混凝土裂缝产生的核心根源为水化热温差应力与硬化收缩变形。混凝土拌合浇筑后，水泥水化反应会释放大量热量，结构内部热量无法快速散发，温度持续升高，而结构表层与空气接触散热较快，形成显著内外温差。温差会使混凝土内部产生压应力、表层产生拉应力，当表层拉应力超过混凝土即时抗拉强度

时，就会产生温度裂缝。同时混凝土硬化过程中水分蒸发会产生收缩变形，受基础约束、结构自重约束影响，收缩应力无法释放，进一步加剧裂缝开展。相关施工规范明确指出，大体积混凝土里表温差需严格控制在 25℃ 以内，降温速率不得超过 2.0℃/d，严控温差与降温速度是防裂的核心关键。

（二）常见裂缝类型及危害

施工现场大体积混凝土裂缝主要分为表面裂缝、深层裂缝与贯穿性裂缝三类。表面裂缝多因表层养护不到位、温差过大产生，裂缝深度浅、范围小，主要影响结构外观与表层抗渗性；深层裂缝延伸至结构中层，会破坏混凝土内部整体性，削弱结构局部承载力；贯穿性裂缝贯穿整个结构断面，危害性最大，会直接导致结构受力失衡、渗水渗漏，引发重大质量安全隐患。多数工程裂缝并非单一成因，而是温度变形、收缩变形、约束应力共同作用的结果，需针对性开展综合防治。

三、大体积混凝土核心温控施工技术

（一）原材料优化温控技术

从源头降低水化热是温控防裂的基础手段，原材料选型与配合比优化直接决定混凝土温升水平。施工中优先选用低热硅酸盐水泥、中热水泥，减少水泥水化热释放总量。通过掺入优质粉煤灰、矿渣粉等矿物掺合料替代部分水泥，有效降低水泥用量、延缓水化热峰值出现时间。同时添加缓凝型高效减水剂，优化混凝土和易性，降低水胶比，减少拌合用水量，从根本上减少混凝土硬化过程中的收缩变形。严格把控骨料质量，控制粗细骨料含泥量、粒径级配，避免杂质影响混凝土强度与稳定性，降低裂缝诱发概率。

（二）分层分段浇筑温控技术

科学的浇筑工艺能够有效分散水化热、加快热量散发，规避热量集中堆积问题。大体积混凝土严禁一次性整体浇筑成型，需采用薄层浇筑、阶梯推进的施工方式，分层厚度严格控制在规范范围内，保障每层混凝土充分散热。遵循对称、分段、连续浇筑原则，合理划分浇筑区段，控制浇筑间隔时间，杜绝施工冷缝产生。分层浇筑可大幅增大混凝土散热面积，让内部水化热逐层散发，有效缩小结构内外温差，避免温度应力集中，从施工工艺层面防控温度裂缝。

（三）主动通水降温施工技术

预埋冷却水管主动通水降温，是大体积混凝土内部温控最直接、最有效的技术手段。施工前期在混凝土结构内部预埋蛇形循环冷却水管，选用适配管径管材，按照标准间距均匀布设，保障降温覆盖全面。混凝土浇筑完成后 6 至 12 小时启动通水循环，持续通水养护 5 至 7 天，根据实时测温数据动态调节水流速度与水温，均匀带走内部聚集热量，快速降低结构内部峰值温度。该技术可精准调控内部温升速率，有效缩小混凝土里表温差，规避深层及贯穿性温度裂缝产生。

（四）保温保湿养护温控技术

养护阶段是把控温差、防控裂缝的关键环节，保温与保湿需协同推进。混凝土浇筑初凝完成后，及时覆盖土工布、保温棉被、塑料薄膜进行多层保温保湿养护，减少表层热量散失速度，缩小内外温差，同时锁住混凝土内部水分，抑制干燥收缩裂缝。根据季节气温调整养护措施，夏季高温做好遮阳、洒水降温，冬季低温做好防风保温、防冻防护，严格把控养护周期，杜绝过早撤除保温层导致的温差骤变裂缝。稳定的养护环境能够保障混凝土强度稳步增长，提升结构抗裂性能。

四、大体积混凝土裂缝综合防治实施路径

（一）建立全过程动态测温监测体系

依托智能化监测设备搭建全覆盖测温体系，在混凝土内部、表层、底层合理布设测温点位，实时采集结构温度数据，精准掌握温升、温降、温差变化规律。全程记录入模温度、峰值温度、里表温差、降温速率四大核心指标，一旦数据超标立即启动应急调控措施，调整通水速度、补强保温养护。建立测温台账，实现温度数据可追溯、风险可预判，将被动整改转变为主动防控，杜绝温差超标引发的裂缝隐患。

（二）优化结构应力释放措施

针对混凝土收缩约束应力问题，合理设置后浇带、伸缩缝、滑动层，有效释放结构内部应力，避免应力集中引发裂缝。后浇带严格按照设计时限浇筑封闭，

规避超长结构收缩变形累积；在结构与基础接触面设置滑动隔离层，弱化基础约束作用，减少收缩应力对结构的拉扯破坏。通过结构优化设计与应力释放技术，大幅降低混凝土裂缝产生概率。

（三）落实精细化现场施工管控

强化施工全过程精细化管理，严格执行技术交底、样板引路、工序验收制度，规范操作人员施工行为。严控混凝土入模温度，夏季入模温度不宜超过 30℃，冬季不得低于 5℃，从源头控制初始热积累。杜绝随意更改配合比、违规超厚浇筑、养护缺位等问题，每道工序验收合格后方可进入下一施工环节，全方位保障温控防裂技术落地见效。

五、结语

大体积混凝土裂缝防控的核心在于温度管控，需坚持源头优化、过程严控、动态监测、综合防治的全周期管理理念。通过原材料优化、分层浇筑、通水降温、保温养护等核心温控技术，搭配应力释放、智能监测、精细化施工管控手段，可有效控制水化热温差与收缩变形，从根本上减少温度裂缝、收缩裂缝的产生。在后续工程施工中，需持续优化温控施工工艺，严格落实规范标准，健全全过程防控体系，切实提升大体积混凝土结构施工质量与耐久性能。

参考文献

- [1]刘涛. 大体积混凝土水化热温控及裂缝防治技术研究[J]. 施工技术, 2024, 53(12): 67-70.
- [2]王浩宇. 建筑工程大体积混凝土温度裂缝控制策略探析[J]. 工程管理学报, 2023, 37(05): 89-92.
- [3]陈锦荣. 大体积混凝土冷却水管通水降温施工技术应用[J]. 建筑安全, 2024, 39(07): 51-54.
- [4]林泽宇. 温控监测体系在大体积混凝土工程中的实践应用[J]. 工程建设与设计, 2023(18): 145-147.

[5]郑晓峰. 大体积混凝土全周期裂缝综合防治路径优化[J]. 城市住宅, 2024, 31(05): 98-101.