

土建施工中混凝土裂缝控制与防治研究

任广宇

国电建投内蒙古能源有限公司 内蒙古 鄂尔多斯 017000

摘要：围绕土建施工中混凝土裂缝这一质量通病，深入剖析其在形态、成因及危害上的复杂特征。从材料特性、施工工艺与环境条件三个维度，系统阐述裂缝产生的内在机理与外部诱因。针对性地提出从原材料优化、配合比调试到施工全过程管控及养护修复的一整套抗裂防控技术体系，旨在构建全面、有效的裂缝防治路径，为保障工程结构安全与耐久性提供理论支撑与实践指导。

关键词：土建施工；混凝土裂缝；裂缝控制；防治技术；施工管控

引言：土建工程的结构安全与长期性能，高度依赖于混凝土施工的质量。然而，混凝土裂缝作为其最常见的病害之一，不仅影响外观，更会侵蚀钢筋、降低承载力，严重威胁工程寿命。深入探究其产生根源，掌握不同工况下的裂缝演化规律，是实现质量预控的前提。唯有从源头到过程，从材料到工艺，建立全链条的防治体系，方能有效化解隐患，为后续工程建设提供坚实的质量保障与技术参考。

1 土建施工中混凝土裂缝的基本特征与危害

土建施工中混凝土裂缝的形成具有复杂性和多样性，不同类型的裂缝在形态、分布、形成时间上存在明显差异，其带来的危害也呈现梯度性。从裂缝深度划分，可分为表面裂缝、深层裂缝和贯穿裂缝，表面裂缝深度通常不超过5mm，主要影响外观，若不及时处理，会逐步向深层发展；深层裂缝深入混凝土内部，破坏结构局部整体性，削弱截面承载力；贯穿裂缝则贯穿混凝土构件整个截面，直接破坏结构完整性，成为水分、腐蚀性介质渗透的通道。从形成时间划分，可分为施工期裂缝和使用期裂缝，施工期裂缝多产生于混凝土浇筑、养护阶段，与施工工艺密切相关；使用期裂缝则在工程投入使用后，受荷载、环境变化等因素影响逐步显现。混凝土裂缝的危害具有渐进性，初期表面裂缝若未及时防控，会逐步扩展为深层裂缝、贯穿裂缝，加速钢筋锈蚀，降低混凝土耐久性，导致结构承载力下降，严重时会影响工程安全运行，增加后期维修加固成本，甚至缩短工程使用寿命，因此，裂缝的控制与防治是土建混凝土施工质量管控的核心环节^[1]。

2 土建施工中混凝土裂缝的主要形成因素

2.1 材料特性因素

混凝土材料本身的非均质性和性能缺陷是裂缝形成的内在基础。水泥作为混凝土的核心胶凝材料，其品种、

强度等级和水化热特性对裂缝形成影响显著，若选用水化热较高的水泥，在混凝土硬化过程中会释放大量热量，导致内部温度急剧升高，与表面形成较大温差，引发温度应力，进而产生裂缝。骨料的质量和级配也会影响混凝土的抗裂性能，骨料含泥量过高、级配不良，会降低混凝土的密实度和抗拉强度，增加收缩变形，易引发裂缝；细骨料过细、粗骨料粒径过小，会增加混凝土的比表面积，提高需水量，加剧干燥收缩，诱发表面裂缝。此外，外加剂的选用与掺量不当，也会导致混凝土性能异常，如减水剂掺量过高会造成混凝土离析、泌水，膨胀剂掺量不合理则无法达到补偿收缩效果，甚至引发膨胀裂缝，进一步增加裂缝产生的概率。

2.2 施工工艺因素

施工工艺的规范性直接决定混凝土裂缝的产生概率，是裂缝形成的主要外部因素。混凝土浇筑环节，若浇筑速度过快、浇筑高度过高，会导致混凝土在模板内产生较大侧压力，引发模板变形，同时使混凝土内部气泡无法及时排出，形成孔隙，降低结构密实度，后续易在薄弱部位产生裂缝；浇筑过程中振捣不规范，过度振捣会导致骨料下沉、水泥浆上浮，产生分层离析现象，削弱混凝土整体性，振捣不足则会导致混凝土密实度不够，形成内部空隙，两者均会增加裂缝隐患。模板工程施工中，模板支撑体系不牢固、拼接不严，会导致浇筑过程中模板沉降、变形，使混凝土表面产生裂缝；拆模时间过早，混凝土强度尚未达到设计要求，无法承受自身重量和施工荷载，易引发结构变形和裂缝。施工缝、后浇带留设与处理不当，会导致新旧混凝土粘结不紧密，形成缝隙，后续在荷载和环境作用下逐步发展为裂缝^[2]。

2.3 环境条件因素

环境条件的变化会加剧混凝土的收缩变形，加速裂缝的形成与扩展，是裂缝产生的重要诱发因素。温度变

化是最主要的环境影响因素,混凝土在硬化过程中,水水泥水化释放的热量使内部温度升高,若环境温度较低,表面散热过快,会形成内外温差,当温差产生的温度应力超过混凝土早期抗拉强度时,就会引发温度裂缝;昼夜温差、季节更替带来的温度波动,会使混凝土反复收缩、膨胀,长期作用下易产生疲劳裂缝。湿度变化也会对混凝土产生显著影响,若施工环境湿度较低、风速较大,混凝土表面水分蒸发过快,会导致表面干燥收缩速度大于内部,产生干缩应力,引发表面龟裂;长期处于潮湿环境中,混凝土表面会发生碳化反应,降低表层混凝土强度,增加裂缝敏感性。此外,恶劣天气如暴雨、寒潮等,会直接影响混凝土浇筑质量,导致表面裂缝、冻融裂缝等问题。

3 土建施工中混凝土裂缝的控制与防治技术

3.1 原材料管控技术

原材料质量是混凝土抗裂性能的核心决定因素,加强原材料全流程管控是裂缝预防的基础,需从选用、检验、存储三方面严格把控。水泥选用需结合工程实际,优先采用低热、中热型通用硅酸盐水泥,严格控制比表面积,避免水化热过高;大体积混凝土可选用矿渣硅酸盐、火山灰质硅酸盐水泥,有效降低水化热产生。水泥进场时,必须严格检测强度等级、安定性、凝结时间等关键指标,不合格材料严禁进场。骨料应遵循级配良好、质地坚硬、含泥量低的原则,细骨料选用细度模数适中的中砂,严控含泥量和石粉含量,杜绝细砂、特细砂;粗骨料选用连续级配碎石或卵石,控制最大粒径、含泥量和压碎值,确保性能稳定。骨料进场后按规格分类存储,避免混杂受潮,使用前需清洗去除表面杂质。外加剂需与水泥、骨料匹配,优先选用缓凝保坍型聚羧酸减水剂,合理控制掺量,改善工作性、减少用水量、延缓水化热峰值;补偿收缩混凝土可掺入适量膨胀剂,掺量通过试配确定,严禁使用氯盐、硫酸盐超标的外加剂,防止钢筋锈蚀和混凝土开裂。矿物掺合料可单掺或双掺优质粉煤灰、矿渣粉,合理控制掺量替代部分水泥,减少水化热,利用“滚珠效应”降低粘度、提升密实度和抗裂性,进场时需检测活性指数、烧失量等指标,确保质量合格^[3]。

3.2 配合比优化技术

混凝土配合比的合理性直接影响其抗裂性能、强度和工作性,优化配合比是裂缝预防的关键,需在满足设计强度和工作性的前提下,实现“低水化热、低收缩、高抗拉”目标。严格控制水胶比,根据强度等级和使用环境确定合理范围,水胶比越低,混凝土抗拉强度越高、收缩越小,严禁为追求工作性盲目加水,坍落度不足时

优先调整外加剂掺量。优化胶凝材料用量,在满足最小限值的基础上控制总用量,避免用量过高导致水化热过大、收缩加剧;通过掺加矿物掺合料替代部分水泥,既能减少水化热,又能降低收缩量,实现胶凝材料合理配比。合理调整砂率,控制在适宜范围并根据骨料级配微调,选用最优砂率——砂率过高会增加细骨料比表面积,加大干燥收缩;砂率过低则会导致混凝土黏聚性差、易离析,引发塑性裂缝,中砂配合连续级配粗骨料可兼顾抗裂性和工作性。控制浆体体积,浆体过高增加收缩量,过少则骨料包裹不足、黏聚性差,易产生裂缝;通过优化骨料级配降低空隙率,减少浆体用量,平衡收缩与工作性。配合比设计完成后,必须进行试配试验,检测坍落度、凝结时间、强度、收缩性能等指标,根据试配结果调整优化,确保满足抗裂要求。

3.3 施工全过程管控技术

施工全过程管控是裂缝控制的核心,需针对浇筑、振捣、模板、施工缝、拆模等关键工序,制定规范流程,严控施工质量。浇筑前,全面检查模板和支撑体系,确保模板表面平整光滑、拼接严密,支撑牢固无松动沉降隐患;模板表面涂刷合格隔离剂,严禁使用废机油等污染性材料,避免拆模时拉伤混凝土表面。浇筑过程中,控制浇筑速度和高度,速度不宜过快,防止混凝土堆积离析,浇筑高度超过2m时设置溜槽或串筒;采用分层浇筑、分层振捣方式,分层厚度根据振捣设备和坍落度确定,一般不超过50cm,确保浇筑均匀。振捣作业需规范,选用合适设备,控制振捣时间,以表面泛浆、无气泡、不下沉为宜,避免过度振捣或振捣不足;振捣棒插入下层混凝土5-10cm,确保上下层结合紧密,减少施工缝隐患。施工缝、后浇带留设与处理需规范,施工缝优先留设在受力较小、便于施工部位,严禁在梁柱交接处、墙板转角处留设;施工缝表面需凿毛清理,去除浮浆和松动骨料,浇筑新混凝土前涂刷水泥浆或界面剂,增强粘结力。后浇带按设计留设,控制间距和宽度,浇筑时间滞后主体混凝土,采用强度高一个等级的补偿收缩混凝土,浇筑后及时养护。拆模严格控制时间,侧模确保混凝土表面及棱角不损坏,底模符合规范要求,严禁过早拆模;拆模操作轻柔,避免硬撬硬砸,拆除后及时保护混凝土表面^[4]。

3.4 养护管控技术

混凝土养护的核心是控制内部温度变化、保持表面湿度,延缓水分蒸发,减少干燥收缩和温度收缩,是裂缝防控的长效保障,需贯穿终凝至规定养护期结束。养护时间严格把控,普通混凝土不少于14d,大体积混凝土

土、补偿收缩混凝土不少于28d；高温、干燥环境适当延长，确保强度充分发展、收缩稳定。养护方式根据环境条件和混凝土类型选择，保湿养护为基础方式，终凝后立即覆盖土工布、麻袋、塑料薄膜等保湿材料，保持表面湿润，避免水分快速蒸发；洒水次数根据环境温度调整，高温天气缩短间隔，确保表面始终湿润。保温养护主要用于大体积混凝土和低温施工，在保湿材料外侧覆盖保温棉被、塑料薄膜，控制内外温差在合理范围，避免表面降温过快引发温度裂缝，严禁明火直接加热。大体积混凝土养护需加强温度监控，浇筑后布置温度传感器，实时监测内外温度，定期检测变化，若温差超标，立即采取增加保温层、通循环冷却水等措施；分块浇筑的每块单独养护，避免块体间温差过大，养护期间避免过早拆除保温层，逐步降温释放内部温度，减少温度应力。此外，养护期间避免混凝土表面受碰撞、震动和荷载作用，防止产生表面裂缝。

3.5 裂缝修复技术

尽管采取完善预防措施，土建施工中仍可能出现少量混凝土裂缝，需根据裂缝类型、深度、宽度，采取针对性修复技术，及时处理防止扩展，保障结构完整性和安全性。修复前，全面排查裂缝，明确位置、长度、深度、宽度及发展趋势，划分裂缝等级，据此选择修复方法。表面裂缝和浅层裂缝，采用表面封闭法修复：清除裂缝表面灰尘杂物，打磨平整后，涂刷环氧树脂浆液、水泥浆等封闭材料，形成封闭层，阻止水分、腐蚀性介质渗透；宽度较小的表面裂缝，可涂刷渗透型密封剂，使其渗透裂缝内部实现封闭。深层裂缝和贯穿裂缝，采用压力注浆法修复：选用环氧树脂浆液、水泥浆等合适注浆材料，通过专业设备高压注入裂缝内部，填充空隙、粘结两侧

混凝土，恢复结构整体性和承载力；注浆前清理封堵裂缝，确保通道畅通，控制注浆压力和用量，确保填充饱满，完成后及时封堵注浆孔并养护至规定强度。裂缝宽度较大、影响结构承载力时，采用加固修复法：在裂缝两侧粘贴碳纤维布、钢板等加固材料，增强抗拉能力，限制裂缝扩展、提升承载力；加固前需封闭裂缝，确保加固材料与混凝土表面粘结紧密。修复完成后，对修复部位养护并质量检查，确保效果达标，同时加强后期监测，观察裂缝是否再次扩展，及时采取后续处理措施^[5]。

结束语：综上，混凝土裂缝的控制是一项涉及多因素、多环节的系统工程。只有精准把控原材料质量，科学优化配合比，并在施工与养护的每一个关键节点严格执行标准，才能从根本上减少裂缝的产生。针对已出现的裂缝，亦需根据其形态与深度，因地制宜地采取科学修复。唯有将预防为主与精准治理相结合，方能全面提升混凝土结构的抗裂性能与工程品质，筑牢土建工程的安全基石。

参考文献

- [1]苗华波.土建施工中混凝土现浇板裂缝的预防与控制措施[J].建材发展导向,2025,23(11):118-120.
- [2]慕踊前.城市地铁工程土建施工中的混凝土裂缝控制要点分析[J].大众标准化,2025(2):22-24.
- [3]李瑞.土建施工中混凝土现浇板裂缝的预防与控制研究[J].建筑安全,2023,38(1):11-13.
- [4]段雪东.土建工程中大体积混凝土裂缝的防治技术研究[J].建材发展导向,2023,21(23):61-64.
- [5]马婷.土建施工中混凝土现浇板裂缝的预防与控制探究[J].中国科技期刊数据库工业A,2023(8):071-074.