

民用建筑土建施工中混凝土裂缝防控技术的应用与优化研究

张健

北京城建十六建筑工程有限责任公司 北京 海淀 102425

摘要：本文聚焦民用建筑土建施工中混凝土裂缝防控技术。首先剖析裂缝主要成因，涵盖材料特性与配比、施工工艺把控、环境条件与养护不足三方面。接着阐述防控技术应用，包括基于材料优化、施工过程管控、养护环节调控的技术。随后提出优化路径，从基于构件类型、环境适配、全过程协同三个维度展开。最后探讨技术落地保障措施，涉及施工人员专业能力、施工与监测设备、施工过程质量管控。旨在为民用建筑土建施工提供全面的混凝土裂缝防控指导，提升工程质量，减少裂缝问题带来的不良影响。

关键词：民用建筑；土建施工；混凝土裂缝；防控技术应用；技术优化

引言：在民用建筑土建施工中，混凝土裂缝问题屡见不鲜，这不仅影响建筑物的美观与耐久性，更可能威胁结构安全，降低建筑使用寿命。混凝土裂缝的产生是材料、施工、环境等多因素交织的结果，精准把握其成因并采取有效防控措施至关重要。当前，随着建筑行业对工程质量要求的不断提高，如何科学防控混凝土裂缝成为亟待解决的关键问题。本文深入剖析民用建筑土建施工中混凝土裂缝的主要成因，系统阐述防控技术的应用，并探索优化路径与保障措施，以期为实际工程提供有益参考。

1 民用建筑土建施工中混凝土裂缝的主要成因

在民用建筑土建施工领域，混凝土裂缝的产生是受材料特性、施工操作以及环境条件等多方面因素共同作用的结果。精准剖析其成因，是有效实施防控措施的关键前提。从实际施工场景深入分析，混凝土裂缝的主要成因可归结为以下三大类。

1.1 材料自身特性与配比问题

混凝土作为由水泥、骨料、水以及外加剂等多种组分混合而成的复合材料，其配比设计的合理性直接关乎混凝土的性能。若水泥用量过多、水胶比过大，在混凝土硬化过程中，收缩量会显著增大，从而产生内应力，当内应力超过混凝土自身的抗拉强度时，便会引发裂缝。此外，骨料级配不合理、杂质含量超标，会破坏骨料与水泥浆体之间的粘结性能，影响混凝土的整体性；外加剂选型与掺量不恰当，会干扰混凝土的正常凝结硬化过程，影响其和易性与强度发展，进而降低混凝土的抗裂能力。

1.2 施工工艺把控不当

混凝土施工涵盖搅拌、运输、浇筑、振捣、拆模等

多个环节，任何一个环节操作失误都可能导致裂缝产生。搅拌不均匀会使混凝土各组分布不均，影响其性能稳定性；运输时间过长会造成混凝土和易性下降，出现离析现象；浇筑顺序混乱会破坏混凝土结构的整体受力状态；振捣不密实会导致混凝土内部存在孔隙和疏松区域，降低结构强度，而过度振捣则可能使骨料下沉、水泥浆上浮，造成混凝土不均匀收缩；拆模时间过早，混凝土尚未具备足够的强度来承受自重及外力作用，容易引发裂缝^[1]。

1.3 环境条件与养护不足

施工及使用过程中，环境温湿度的剧烈变化对混凝土影响显著。夏季高温暴晒、冬季低温冻融，会使混凝土表面与内部产生较大温差，形成温度应力，诱发裂缝。同时，混凝土浇筑完成后，若养护不及时、养护时间不足或养护方式不当，会导致表面水分快速蒸发，收缩不均，进而产生干缩裂缝。

2 民用建筑土建施工中混凝土裂缝防控技术的应用

2.1 基于材料优化的防控技术应用

材料优化是防控混凝土裂缝的基础环节，核心是通过合理选型与配比设计提升混凝土自身抗裂能力。（1）在水泥选型方面，优先选用低热或中热水泥，减少水泥水化热产生，降低温度裂缝风险；对于大体积混凝土构件，可搭配使用粉煤灰、矿渣粉等掺合料，替代部分水泥，既能降低水化热峰值，又能改善混凝土和易性与耐久性。（2）在骨料选择上，选用级配良好、颗粒饱满的骨料，控制骨料含泥量与杂质含量，粗骨料优先选用连续级配的碎石，细骨料选用中砂，提升混凝土密实度；同时，可适当增加骨料用量，减少水泥浆体体积，降低

混凝土收缩量。(3)在外加剂应用方面,根据施工需求与混凝土性能要求,合理选用高效减水剂、缓凝剂、膨胀剂等外加剂:高效减水剂可在保证混凝土和易性的前提下减少用水量,降低水胶比;缓凝剂可延长混凝土凝结时间,避免高温环境下因凝结过快产生收缩裂缝;膨胀剂可通过产生适度膨胀,补偿混凝土收缩,抵消部分收缩应力。此外,严格控制混凝土配比计量精度,确保各组分混合均匀,保障混凝土性能稳定^[2]。

2.2 基于施工过程管控的防控技术应用

施工过程是混凝土裂缝防控的关键环节,通过规范各施工工序操作,可有效规避因施工不当引发的裂缝。(1)在混凝土搅拌环节,严格按照配比要求控制各组分用量,采用强制式搅拌机进行搅拌,保证搅拌时间充足,确保混凝土搅拌均匀;同时,根据环境温度调整搅拌用水温度,夏季可采用冰水搅拌,降低混凝土出机温度,减少温度应力。(2)在运输环节,选用封闭式运输车辆,缩短运输时间,避免混凝土在运输过程中出现离析、泌水现象;若运输距离较远,可在运输过程中适当搅拌,保障混凝土和易性。在浇筑环节,合理规划浇筑顺序与浇筑厚度,采用分层浇筑、分层振捣的方式,避免一次性浇筑厚度过大导致水化热集中;浇筑过程中控制浇筑速度,确保混凝土布料均匀,对于大体积混凝土或超长结构,可设置后浇带或膨胀加强带,释放收缩应力。(3)在振捣环节,选用插入式振捣器进行振捣,振捣过程中遵循“快插慢拔、分层振捣”的原则,确保振捣密实,避免漏振或过振;漏振会导致混凝土内部存在空隙,降低结构强度,过振则会导致骨料下沉、水泥浆上浮,引发表面裂缝。在拆模环节,根据混凝土强度发展情况确定合理的拆模时间,严禁过早拆模;拆模过程中避免暴力拆除,防止对混凝土构件造成冲击损伤,同时做好拆模后的边角保护。

2.3 基于养护环节调控的防控技术应用

养护环节的科学调控是避免混凝土干缩裂缝与温度裂缝的重要保障,核心是维持混凝土表面温湿度稳定,促进水泥水化反应充分进行。(1)在养护时机选择上,混凝土浇筑完成后,应在初凝前及时覆盖保温材料,避免表面水分快速蒸发;对于高温、大风等干燥环境,可适当提前覆盖时间,必要时采取喷雾保湿措施。(2)在养护方式选择上,根据混凝土构件类型与环境条件选用合适的养护方式:对于楼板、梁、板等平面构件,可采用覆盖土工布、麻袋等保温材料洒水养护的方式,确保保温材料始终处于湿润状态;对于柱、墙等竖向构件,可采用包裹保温材料或涂刷养护剂的方式,减少水分散失;

对于大体积混凝土构件,除常规保湿养护外,还需采取温控养护措施,如在构件内部埋设冷却水管,通过循环水降低内部温度,同时在表面覆盖保温材料,减小表面与内部温差,控制温差在合理范围内。(3)在养护时间控制上,普通混凝土养护时间不少于7天,掺用缓凝剂或有抗渗要求的混凝土养护时间不少于14天;养护过程中定期检查温湿度情况,及时调整养护措施,确保养护效果。

3 民用建筑土建施工中混凝土裂缝防控技术的优化路径

3.1 基于构件类型的防控技术适配优化

民用建筑不同混凝土构件的受力特点、施工环境与裂缝风险存在差异,需针对性优化防控技术。(1)对于大体积混凝土构件(如基础筏板、转换层),核心优化方向是强化温控措施:在原有冷却水管基础上,采用智能温控系统,实时监测混凝土内部与表面温度,自动调节循环水流量,精准控制温差;同时,优化掺合料配比,适当提高粉煤灰或矿渣粉掺量,进一步降低水化热。(2)对于超长楼板、墙体等构件,重点优化收缩补偿措施:在设置后浇带的基础上,采用膨胀加强带替代部分后浇带,减少施工工序;同时,选用高性能膨胀剂,根据构件长度与收缩量精准控制膨胀剂掺量,确保补偿效果。(3)对于梁柱节点、板角等应力集中部位,优化振捣与加固措施:采用小型振捣器进行精准振捣,确保节点部位密实;在施工过程中增设钢筋网片或抗裂纤维,提升局部抗裂能力^[3]。

3.2 基于环境适配的精准防控技术优化

针对不同气候环境下的施工特点,优化防控技术参数与实施方式,提升技术适配性。(1)在高温干燥环境下,重点优化降温与保湿措施:混凝土搅拌时增加冰水掺量,降低出机温度;运输车辆加装遮阳棚与保湿装置,减少运输过程中温度升高与水分散失;浇筑完成后,采用“覆盖保温材料+喷雾降温”的双重养护方式,避免表面高温失水过快。(2)在低温寒冷环境下,优化保温与防冻措施:选用早强型外加剂,促进混凝土强度快速发展;搅拌用水与骨料采用加热措施,保证混凝土入模温度符合要求;浇筑完成后,及时覆盖保温被、岩棉被等保温材料,必要时在构件周围设置保温棚,防止低温冻融引发裂缝。(3)在多雨潮湿环境下,优化浇筑时机与排水措施:提前关注天气变化,避开暴雨天气浇筑;施工现场设置完善的排水系统,避免雨水浸泡混凝土构件;浇筑完成后,覆盖防雨布,防止雨水冲刷混凝土表面,影响强度发展。

3.3 基于全过程协同的防控技术优化

打破材料、施工、养护环节的技术壁垒,构建全过

程协同防控体系。(1)在前期准备阶段,建立材料性能与施工工艺的匹配机制,根据选用的混凝土材料特性,提前优化施工流程与养护方案;(2)在施工过程中,加强各工序衔接,建立“搅拌-运输-浇筑-振捣-拆模-养护”的全流程质量追溯体系,实时记录各环节参数,及时发现并整改问题;(3)在养护阶段,加强与施工环节的协同,根据混凝土强度发展数据调整养护方式与养护时间,确保养护措施与施工进度、混凝土性能需求相匹配。同时,引入数字化监测技术,在混凝土构件关键部位埋设传感器,实时监测温度、应变等参数,通过数据分析预判裂缝风险,提前调整防控措施,实现从“被动防控”向“主动预判”的转变。

4 民用建筑土建施工混凝土裂缝防控技术落地的保障措施

4.1 施工人员专业能力保障

施工人员的操作水平直接影响防控技术的实施效果,需强化人员专业能力培养。(1)建立分层培训机制:针对技术管理人员,开展防控技术原理、方案设计、参数优化等内容的培训,提升其方案制定与现场管控能力;针对一线施工人员,开展各工序操作规范、防控要点、安全注意事项等内容的培训,通过实操演练提升其规范操作水平。(2)建立技术交底制度,每个施工环节开展前,由技术管理人员向施工人员详细交底技术要求、操作流程与质量标准,确保施工人员精准掌握防控要点。(3)建立考核评价机制,定期对施工人员的操作规范度与技术掌握情况进行考核,将考核结果与绩效挂钩,提升人员执行积极性^[4]。

4.2 施工设备与监测设备保障

配备充足的施工设备与监测设备,为防控技术落地提供硬件支撑。(1)在施工设备方面,选用性能稳定的搅拌设备、振捣设备、运输设备,定期对设备进行检修与维护,确保设备正常运行;根据施工需求配备专用设备,如大体积混凝土施工所需的冷却水管系统、智能温控设备,高温环境施工所需的喷雾降温设备等。(2)在监测设备方面,配置温度传感器、应变传感器、湿度传感器等监测设备,实现对混凝土施工全过程关键参数的实时监测;建立监测数据管理平台,对监测数据进行集

中分析与管理,及时生成预警信息,为防控措施调整提供数据支撑。

4.3 施工过程质量管控保障

建立严格的施工过程质量管控机制,确保防控技术规范落实。制定详细的质量管控细则,明确各环节的质量检查项目、检查标准与检查频率;建立“自检-互检-专检”三级质量检查制度,施工人员自行检查、班组之间相互检查、专职质量管理人员专项检查,确保质量问题及时发现。加强对关键环节的管控,如混凝土配比计量、搅拌时间、浇筑顺序、振捣密实度、养护温湿度等,对检查中发现的问题及时整改,形成问题整改台账,跟踪整改效果。建立质量追溯体系,对施工过程中的各类参数、检查记录、整改情况进行详细记录,确保质量问题可追溯,为后续同类工程提供经验参考^[5]。

结束语

民用建筑土建施工中混凝土裂缝防控是一项系统且复杂的工作,涉及材料、施工、养护等多个环节。通过深入剖析裂缝成因,针对性地应用防控技术,并从构件类型、环境适配、全过程协同等角度进行优化,同时落实施工人员专业能力、设备保障、质量管控等保障措施,可有效提升混凝土裂缝防控水平。未来,随着建筑技术的不断进步,应持续探索创新防控技术与方法,加强数字化、智能化手段的应用,进一步提高民用建筑土建施工质量,为建筑行业的可持续发展奠定坚实基础。

参考文献

- [1]孙柯岩.建筑工程施工技术中混凝土裂缝的成因与应对措施[J].中文科技期刊数据库(全文版)工程技术.2024(03):0133-0136.
- [2]杨家煊,梁赞.土木工程中混凝土裂缝成因及施工处理技术研究[J].中文科技期刊数据库(引文版)工程技术.2024(06):0158-0161.
- [3]谢学伟.混凝土施工中裂缝防控研究[J].散装水泥.2024(05):17-19-22.
- [4]张涛.建筑施工中混凝土裂缝产生原因及其防控技术[J].居舍,2021,(09):53-54+70.
- [5]孙晓龙,马超.建筑工程大体积混凝土施工技术要点[J].新城建科技,2024,33(05):85-87.