

# 混凝土结构裂缝成因分析与修复技术探讨

戚伟大

浙江循正检测有限公司 浙江 杭州 311200

**【摘要】**：建筑工程的建设关系到我国多方面事业的发展，因此应该对此给予重视。混凝土作为城乡基建与房建工程的核心受力材料，受自身力学特性与外部环境多重约束，极易在拌合配比、现场施工、温湿度交变及长期受力过程中滋生结构性裂缝。面对混凝土裂缝这一主要问题，其相关的工程人员应该做到在施工前采取预防措施，在施工后以及修复，从而保证建筑工程整体的发展质量。本文将系统剖析裂缝产生的诱因，针对混凝土结构裂缝修复技术的应用进行深入探究，以期混凝土结构病害长效治理提供实践依据。

**【关键词】**：混凝土；结构裂缝；成因；修复技术

DOI:10.12417/2811-0528.26.12.101

## 1 混凝土结构裂缝成因分析

### 1.1 材料配比存在失衡

材料配比是否科学，直接决定混凝土内部结构稳定性，也是引发裂缝的内在核心因素。实际施工中，部分人员为简化操作、提升拌合物流动性，随意加大用水量，或盲目增加水泥用量、选用级配不合理的骨料，都会大幅增加混凝土收缩量。另外，水泥品种与工程实际场景不匹配、外加剂掺量把控不当，会破坏混凝土内部密实度，在后期硬化过程中，因收缩不均匀极易产生细小网状裂缝，且这类裂缝易随时间逐步扩展，埋下质量隐患。

### 1.2 施工工艺不规范

施工环节的操作规范性，直接影响混凝土结构成型质量，也是裂缝产生的直接诱因。模板安装阶段，若支撑体系刚度不足、拼接缝隙过大，会导致混凝土浇筑后出现沉降变形，进而引发裂缝。浇筑过程中，振捣操作不规范，无论是振捣不充分导致的密实度不足，还是过度振捣引发的骨料离析、水泥浆富集，都会造成局部结构强度薄弱，后期受力时易出现开裂情况。同时，浇筑完成后养护不及时、养护方式不合理，会导致混凝土表面水分快速蒸发，内外温差进一步加剧，最终形成表面干缩裂缝。

### 1.3 温度应力作用导致大体积混凝土裂缝

对于大体积混凝土结构而言，温度应力作用是引发裂缝的最主要原因。混凝土在硬化过程中会持续释放水化热，大体积混凝土内部空间密闭，热量难以快速散发，而表面直接与外界接触，散热速度较快，由此形成明显的内外温差。当温差产生的应力超过混凝土自身抗拉强度时，就会出现贯通性或表面裂缝。尤其在高温、严寒环境下施工，温度骤变会进一步加大温差应力，加速裂缝的产生与蔓延。

### 1.4 荷载作用不当

荷载作用不当，会导致混凝土结构产生受力裂缝，直接影响结构承载能力。工程使用期间，若实际承受的荷载超过设计标准，或荷载分布不均衡，会使混凝土结构局部出现应力集中现象，当应力值超过混凝土抗拉极限时，就会产生线性分布的受力裂缝，且裂缝方向与受力方向保持一致。除此之外，施工阶段临时荷载堆放无序、吊装作业违规操作，也会导致混凝土结构提前受力，引发早期裂缝。

### 1.5 环境因素侵蚀加速裂缝蔓延

长期暴露在室外的混凝土结构，易受各类环境因素侵蚀，进而加速裂缝的产生与扩展。雨水长期冲刷、环境干湿交替、冬季冻融循环等，都会对混凝土结构造成损害。雨水渗入细小缝隙后，在低温环境下结冰膨胀，会不断拓宽裂缝宽度。空气中的二氧化碳、氯离子等有害物质，会逐步侵蚀混凝土表层，破坏内部结构完整性，降低混凝土抗拉性能，导致原有裂缝进一步发展，严重影响结构的耐久性与使用寿命。

## 2 混凝土结构裂缝修复技术的应用策略

### 2.1 实施表面封闭修复，适配浅层细微裂缝治理

表面封闭修复主要用于处理宽度 $<0.2\text{mm}$ 、深度较浅且未对结构承载性能造成影响的细微裂缝，其核心逻辑是借助专用封闭材料，在裂缝表层构建致密防护屏障，隔绝外界水分、腐蚀性有害物质的侵入，减缓裂缝风化侵蚀速率，同时兼顾结构外观的规整性。实施过程中，需先对裂缝表层进行彻底打磨清理，清除表面浮浆、杂物及松动破损部分，确保表层平整干燥、无杂物附着。随后，依据裂缝所处服役环境，选用适配的封闭材料，其中环氧类封闭剂凭借粘附强度高、抗渗性能优异的特点，在室内及干燥环境的裂缝修复中应用广泛，此外也可选用丙烯酸酯涂料、聚合物水泥浆等材料。施工时采用刮涂、涂刷

或喷涂方式,将封闭材料均匀覆盖于裂缝表面及周边 2-3cm 范围,杜绝气泡、空鼓等质量问题,控制涂层厚度,待第一道涂层完全干燥后,可涂刷第二道涂层强化防护效果,养护至材料完全固化,实现对浅层细微裂缝的有效处置。

## 2.2 加强压力注浆修复,破解中深层裂缝渗漏难题

压力注浆修复是处理 0.2-2mm 中深层裂缝及存在渗漏隐患裂缝的核心技术方式,其核心要点是利用专用注浆设备,将流动性优良、粘结力强劲、固化后强度达标且与混凝土相容性良好的注浆材料,在合理压力控制下注入裂缝内部,充分填充裂缝空隙,与混凝土本体形成协同受力整体,同时彻底阻断渗漏通道。实施时,要对裂缝进行全面排查,明确标注裂缝走向、长度及大致贯穿深度,再用高压水枪或压缩空气,彻底清除裂缝内部杂物、灰尘及积水,确保裂缝内部畅通。同时,根据裂缝特性及修复强度要求选用适配材料,聚氨酯注浆液适用于渗漏裂缝,遇水可膨胀实现高效封堵,环氧注浆液则适用于对修复强度要求较高的中深层裂缝。另外,还要合理设置注浆嘴,用密封材料封堵裂缝表层防止漏浆,启动注浆设备匀速注浆至材料从相邻注浆嘴溢出,封闭注浆嘴待材料固化后,拆除封堵并检查,确保裂缝被完全填充,实现强度恢复与渗漏治理的双重效果。

## 2.3 开展粘帖加固修复,提升裂缝区域承载能力

粘帖加固修复主要针对裂缝较宽、已影响结构承载能力的承重构件,其核心思路是通过专用粘结材料,将高强度加固材料粘帖于构件表面,形成协同受力体系,有效分担构件应力,提升裂缝区域的抗拉、抗剪及抗裂性能。相关部门需对构件表面及裂缝周边进行打磨处理,清除浮锈、浮浆及油污,确保表面达到设计粘结强度标准。裂缝部位可提前采用表面封闭或压

力注浆方式预处理,保障裂缝稳定。常用加固材料包括碳纤维布、玻璃纤维布、钢板,其中碳纤维布具有重量轻、抗拉强度高、耐腐蚀、施工便捷等优势,在实际修复中应用广泛,粘结剂优先选用环氧类,保障粘结强度与长期耐久性。涂刷底胶增强粘结效果,待底胶干燥后,将裁剪适配的加固材料涂刷粘结剂并平整粘贴,碾压排出气泡确保紧密贴合,养护至粘结剂完全固化,有效提升裂缝区域承载能力。

## 2.4 强化嵌缝封堵修复,适配宽裂缝及伸缩缝治理

嵌缝封堵修复适用于宽度 >2mm 的宽裂缝、沉降裂缝及伸缩缝治理,其核心是采用柔性或刚性嵌缝材料,对裂缝空隙进行充分填充,实现密封封堵的同时,适配结构轻微变形,防止裂缝再次开裂。为此,需先采用专用工具将裂缝凿制成 V 型或 U 型槽,彻底清理槽内杂物、松动混凝土块,用清水冲洗后晾干,确保槽壁平整、干燥且无松动部位。同时,根据裂缝所处环境及结构变形需求选用嵌缝材料,刚性材料(聚合物水泥砂浆、环氧砂浆)适用于无明显变形的宽裂缝,柔性材料(聚氨酯嵌缝膏、聚硫嵌缝膏)适用于存在轻微变形的裂缝及伸缩缝。在槽壁涂刷界面剂增强粘结性能,将嵌缝材料填充至槽内并压实抹平,杜绝空隙、气泡,伸缩缝需额外增设防水防护措施,养护至材料完全固化,实现宽裂缝及伸缩缝的长效修复。

总而言之,通过梳理混凝土结构各类裂缝的产生诱因与处置方式,可发现结构开裂多源于建材配比把控不严、现场施工细节疏漏、外界温湿度及荷载长期影响等综合问题,裂缝治理不能仅依赖后期修补,更要落实全过程管控。未来,还需依托新型建材与精细化施工思路完善治理措施,从而有效延长混凝土结构服役寿命,保障工程结构安全稳定运行。

## 参考文献:

- [1] 史娜.桥梁混凝土结构裂缝成因分析及修复技术研究[J].水泥,2026,(05):155-157.
- [2] 孙会云,陈海宁,孙超.混凝土结构裂缝成因及加固修复技术研究[J].佛山陶瓷,2026,36(02):38-40.
- [3] 姚庚.市政桥梁混凝土结构病害成因分析及修复技术研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(20):49-51.