

# 结构裂缝对建筑工程安全性的影响及其防治方法

张勇

广东宇鸿建设工程有限公司

**摘要:** 在当前的建筑工程中, 结构裂缝已成为影响工程质量和结构安全性的关键问题之一。本研究分别研究了结构裂缝的主要原因以及其对建筑工程安全性的不良影响, 并提出了一系列实用且有效的防治措施。首先, 我们通过对多个工程案例的分析, 概括出导致结构裂缝的常见原因, 包括材料性能问题、施工工艺不当、设计的合理性和天然环境因素等。我们确定, 结构裂缝的形成不仅可能对结构强度产生负面影响, 还可能成为对建筑可靠性、耐久性和使用寿命的隐患。或在极端情况下, 裂缝可能触发建筑结构的突然破裂, 导致严重的安全事故。因此, 我们提出了一套基于预防和及时处理的裂缝防治方法, 包括严格的质量控制、合理的设计、规范的施工、定期巡查等策略。同时, 也提出了新型的防裂材料和修复技术。研究结果表明, 采用这套综合防治方法的工程裂缝防治效果显著。我们期望本研究可以为建筑工程安全性评估和裂缝防治工作提供有力的理论支撑和实践建议。

**关键词:** 结构裂缝; 建筑工程安全性; 防治措施; 裂缝形成原因; 防裂材料及修复技术

【DOI】 10.12254/j.issn.2096-6539.2024.22.014

## 引言

在现代社会中, 建筑结构的完整性和安全性是我们必须面临的重要任务。据统计, 近年来, 因结构裂缝导致的建筑工程质量问题和安全事故频发, 已引发了社会和业界的广泛关注。具有安全隐患的裂缝会对建筑工程的可靠性、耐久性、使用寿命产生严重负面影响, 更糟糕的是, 可能导致建筑结构突然崩溃, 引发严重的生命财产损失。打造安全稳固的建筑环境, 则需要我们对建筑裂缝的产生机理和防治手段有深入的理解和探索。本研究将研究结构裂缝产生的原因, 讨论其对建筑工程安全性的影响, 并在此基础上, 提出一套结合预防和及时处置的有效防治策略。通过对实例分析, 我们将精确定位裂缝产生的关键环节, 针对性地提出防范对策, 并将讨论新型防裂材料和修复技术对裂缝防治的重要性。希望本研究对构建安全稳固的建筑环境, 推动建筑工程质量和安全防范工作的理论研究和实践有所贡献。

## 一、结构裂缝对建筑工程安全性的影响

### (一) 结构裂缝的定义及形成过程

结构裂缝是指在建筑结构中由于受力或其他因素的影响, 材料内部出现的分离或破裂现象, 未完全贯通结构截面但可能对结构整体性和使用功能造成影响<sup>[1]</sup>。形成过程通常是一个逐步累积的过程, 当结构内部的应力超过材料的强度或耐久性时, 会在应变集中区形成初始裂缝, 并随着应力的持续作用, 这些裂缝可能扩展或延伸, 导致更严重的损坏。

初始裂缝的形成可能源于多种因素。常见的原因包括材料性能本身的不均匀性、外部荷载的作用、环境影响诸如温度变化和湿度影响、以及长期使用中积累的疲劳应力等<sup>[2]</sup>。当这些因素超过了材料本身允许的应力限度或变化范畴, 局部区域的应力集中便会表现为微观裂

纹的萌生。随着时间推移和应力的不断累积, 这些微观裂纹逐渐扩展, 连接成明显的宏观裂缝。

在实际工程中, 裂缝的生成过程还与施工工艺息息相关。未按照规范标准施工可能导致结构应力分布不均匀, 形成应力集中点, 从而引发裂缝。比如, 混凝土浇筑时的养护不足或模板拆除过早, 可导致未完全固化的混凝土产生收缩裂缝和温度裂缝。设计中忽视结构抗裂性能或者未充分考虑到建筑所处环境中的应力因素, 如地基沉降、过度挖填、温差影响等, 也可能引发裂缝形成。特定施工方法如焊接或高强度紧固也可能导致局部应力集中而诱发裂缝。

在理解裂缝形成过程时, 需全面考量各种可能的影响因素, 包括材料特性、施工工艺、外部环境变化和使用过程中的累积效应等。综合掌握这些因素有助于预测和预防裂缝的产生, 确保建筑结构的安全性和耐久性。

### (二) 结构裂缝对建筑工程质量的影响

结构裂缝对建筑工程质量的影响是多方面且深刻的。结构裂缝的存在破坏了建筑构件的完整性, 导致其承载能力下降, 进而影响整个结构体系的稳定性和安全性。结构裂缝往往容易引起钢筋的腐蚀和混凝土的劣化, 使得结构构件的强度和耐久性逐渐降低, 直接影响建筑物的使用寿命。

当结构中出现裂缝时, 水分和有害化学物质更容易渗透进结构内部, 导致钢筋腐蚀和混凝土碳化, 从而加速了建筑材料的老化过程。结果, 不仅会导致修复和维护成本增加, 还可能引发更严重的安全隐患。裂缝会成为潜在的扩展源, 若不及时检测和修复, 将进一步扩大, 并可能在荷载作用下逐渐发展成更大的结构性障碍。

裂缝的存在在某种程度上也影响了建筑物的美观性, 使得表面出现瑕疵, 降低了建筑物的市场价值。结构裂缝也会对室内环境产生负面影响, 例如通过裂缝向建筑物内部渗水, 引起墙体发霉、装饰材料损坏, 甚至影响居住者的健康。

建筑工程质量中, 结构裂缝的影响不仅限于物理性损伤, 还会在心理上引起使用者的不安, 削弱对建筑物的信任, 尤其在公共建筑和大型民用工程中, 这种影响尤为显著。必须深刻认识结构裂缝对建筑工程质量的多重影响, 并采取综合有效的措施进行预防和治理。

### (三) 结构裂缝对建筑工程安全性的影响

结构裂缝对建筑工程安全性的影响不可忽视。结构裂缝可能削弱建筑物的整体强度, 导致承载能力下降。在极端情况下, 大尺度的裂缝可能引起结构的突然破坏, 造成人员伤亡和财产损失。裂缝的存在也增加了结构腐蚀的风险, 尤其在湿度较高的环境下, 水分和有害物质通过裂缝渗透进结构内部, 从而加速材料的老化和损坏。由于裂缝使应力集中区域容易进一步扩展, 导致材质疲劳和断裂, 裂缝还可能影响建筑物的耐久性, 缩短其使用寿命, 从而需要频繁的维修和成本投入。裂缝不仅是潜在的结构隐患, 也是影响建筑长期运营和安全的重大问题。

## 二、结构裂缝的主要原因

### (一) 材料性能问题

材料性能问题是导致结构裂缝的重要原因之一。建筑材料的性能对整体结构的稳定性和耐久性具有直接影响。在建筑材料的选择与使用过程中，若未能充分考虑其物理与化学特性，可能会导致不可预见的裂缝形成<sup>[3]</sup>。

若使用劣质或不合规的建筑材料，其材质内在的缺陷和不均匀性可能会在承受负荷和环境变化时产生裂缝。例如，混凝土在硬化过程中，由于水泥水化反应会产生收缩，若配比不当、养护不够或添加料成分不稳定，都会导致硬化后的混凝土出现内部微裂缝<sup>[4]</sup>。这些微裂缝在作用力的长期反复作用下，可能逐渐扩展成肉眼可见的裂缝，影响结构安全性。

钢筋混凝土中的钢筋锈蚀问题同样不可忽视。钢筋锈蚀主要由于防护层不足或混凝土碱性环境失衡引起。锈蚀后的钢筋体积膨胀，产生的内应力会导致混凝土开裂，严重影响构件的整体承载能力。特别是在潮湿环境或含盐区域，钢筋裸露并产生锈蚀的概率更高，对结构造成的危害也更严重。

聚合物材料的老化和性能退化也是裂缝产生的一个潜在因素。某些复合材料在长期使用过程中，受到紫外线、温度变化以及其他环境影响，其材料的物理化学性能可能发生变化，导致结构性能下降并出现裂缝。

为避免材料性能问题导致的裂缝，需在材料选型、检测和使用环节进行严格把控。必须确保使用的建筑材料符合标准规范，具备可靠的力学性能和耐久性。在施工过程中，还应注意材料的匹配和施工工艺的合理性，以减少因材料性能不足带来的裂缝风险。这些措施将有助于确保建筑结构的安全性及长久性。

### (二) 施工工艺不当

施工工艺不当是导致结构裂缝的重要原因之一。施工过程中，不规范的操作和不严谨的工艺控制常常导致各种类型的裂缝<sup>[5]</sup>。这些裂缝不仅影响工程质量，还严

重威胁建筑的安全性。

混凝土在施工和养护期间的处理不当是裂缝形成的主要诱因之一。例如，混凝土浇筑时如果振捣不充分，会导致混凝土中的气泡和砂浆不能完全填充模板，从而在硬化后出现空洞和裂缝。而在养护阶段，混凝土如果得不到充足的湿润保护，可能会因为水分过度蒸发而产生干缩裂缝，这对混凝土的整体强度和耐久性造成不利影响。

结构构件连接处的施工质量也是裂缝产生的一大隐患。在施工过程中，对于梁柱节点、剪力墙和基础连接部位，如果钢筋绑扎和焊接不规范，或者模板安装和加固不充分，都可能引发应力集中，导致裂缝产生。特别是在混凝土浇筑过程中，如果模板支撑不牢固、位移过大，会导致结构构件不能完全按照设计尺寸成型，进而影响结构刚度和整体性。

施工项目的管理和监督不足，也是导致施工工艺不当的重要因素。过度压缩施工周期、随意更改工艺流程、人员培训不充分等问题，都会加剧裂缝的产生。有效的施工管理和监督，可以确保工艺标准严格执行，从而降低裂缝形成的风险。

施工工艺不当涵盖了从混凝土浇筑、振捣、养护，到钢筋绑扎、模板安装等多个环节的不规范操作。每一个环节出现问题，都可能导致结构裂缝的形成，进而影响建筑工程的质量和安全性。对施工工艺的严格控制和他管理，是防止结构裂缝产生的关键措施。

### (三) 设计合理性与天然环境因素问题

设计合理性与天然环境因素的缺陷对结构裂缝的形成影响显著。设计合理性问题包括结构布置不当、荷载分布不均和过度设计等，容易导致局部应力集中和结构变形，从而引发裂缝。天然环境因素如温度变化、湿度波动和地基条件不稳定，也会引起材料膨胀、收缩和基础沉降，进一步加剧裂缝的发展。这些因素相互作用，使得裂缝问题复杂化，增加了建筑工程安全风险。

表 1 结构裂缝主要原因分析表

原因类别	详细说明	示例
材料性能问题	建筑材料的性能直接影响结构的稳定性和耐久性	- 劣质或不合规材料 - 混凝土配比不当、养护不够 - 钢筋锈蚀
劣质或不合规材料	材质内在的缺陷和不均匀性导致裂缝	- 水泥质量不合格 - 钢筋含硫量过高
混凝土问题	配比不当、养护不够导致硬化后混凝土出现内部微裂缝	- 水泥水化反应收缩 - 硬化后混凝土内部微裂缝扩展
钢筋锈蚀	钢筋锈蚀体积膨胀导致混凝土开裂	- 防护层不足 - 混凝土碱性环境失衡
聚合物材料老化	老化和性能退化导致结构性能下降并出现裂缝	- 紫外线照射 - 温度变化影响
施工工艺不当	不规范的操作和不严谨的工艺控制导致裂缝	- 混凝土浇筑、振捣不充分 - 养护不足导致干缩裂缝 - 钢筋绑扎、焊接不规范
混凝土浇筑与养护	处理不当导致裂缝形成	- 振捣不充分产生空洞 - 养护不足导致干缩
结构构件连接	施工质量问题导致应力集中	- 钢筋连接不规范 - 模板安装和加固不充分
施工管理与监督	管理和监督不足加剧裂缝产生	- 压缩施工周期 - 更改工艺流程
设计合理性与天然环境因素	设计不合理和天然环境因素导致裂缝	- 结构布置不当 - 荷载分布不均 - 温度变化、湿度波动 - 地基条件不稳定
设计合理性问题	结构布置和荷载分布问题导致应力集中	- 局部应力集中 - 结构变形
天然环境因素	温度、湿度和地基条件影响材料性能	- 材料膨胀、收缩 - 基础沉降

### 三、结构裂缝的防治方法

#### (一) 预防和及时处理的裂缝防治方法

建筑工程中，结构裂缝的预防和及时处理是确保工程质量和安全性的重要手段。实施严格的质量控制是裂缝防治的核心。工程材料在进场时需进行严格检验，以确保其符合设计要求和相关标准。材料的优劣直接影响结构的耐久性和稳定性，确保使用高质量材料是防治裂缝的基础。

设计阶段的合理性对裂缝的预防也至关重要。应优化结构设计，注重应力分布均匀，避免由于设计缺陷引发的集中应力和结构变形。采用合理的施工工艺，从根源上减少裂缝的出现概率。施工过程中，应严格遵循规范操作，确保各工序质量达标，尤其是在混凝土浇筑、钢筋绑扎等关键环节。

定期巡查和监测是裂缝防治的重要措施。施工完成后，需进行定期检查，及时发现并处理初期裂缝，避免其发展为危及结构安全的大裂缝。对于已发现的裂缝，应根据其性质和危险程度，选用合适的修补技术和材料，进行及时和有效的处理，防止其扩展和恶化。

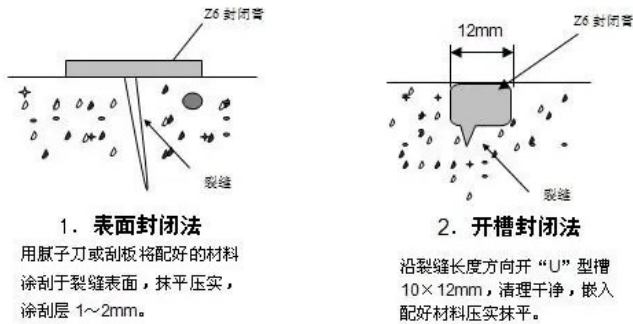


图1 裂缝处理措施示意图

加强施工人员的培训和管理，提升其操作技能和质量意识。通过培训，使工人了解裂缝产生的原因及其防治方法，从而在施工中自觉采取防裂措施。建立健全的工程质量监督机制，对施工全过程进行监督和控制，确保每个环节都严格按照规范执行。

通过上述措施，能够从预防和治理两方面有效控制结构裂缝的发生和发展，提升建筑工程的质量和安全性，为建筑物的长期使用提供坚实保障。

#### (二) 新型防裂材料和修复技术

在建筑工程中，裂缝问题的防治不仅依赖于预防措施，还需借助新型防裂材料和修复技术以实现效果最大化。新型防裂材料主要包含具有高抗裂性能的纤维增强混凝土、超高性能混凝土(UHPC)和聚合物改性材料等。纤维增强混凝土通过在混凝土基体中掺入不同形状和材质(如钢纤维、玻璃纤维和碳纤维)的纤维，显著提高混凝土的抗拉强度和韧性，从而有效减少裂缝的产生。超高性能混凝土以其高强度、超低孔隙率和优异的耐久性而著称，可以有效应对高荷载环境下的裂缝形成。聚合物改性材料通过添加聚合物添加剂，增强混凝土的抗龟裂性能和黏结性，从而改善结构裂缝问题。

在修复技术方面，裂缝注浆法和裂缝封闭法是常用且有效的两种手段。裂缝注浆法通过将高流动性的修补材料(如环氧树脂、聚氨酯)注入裂缝内部，实现结构的加固和裂缝的封闭；裂缝封闭法利用高强度密封材料对裂缝表面进行封闭，避免外部有害物质的侵入、延缓或抑制裂缝扩展。近年来，自愈合混凝土技术逐渐引起

关注，这种技术通过在混凝土中掺入自愈合材料(如微胶囊、自愈合剂)，当裂缝出现时能自发进行修复，从而大大提高了混凝土的自愈能力和使用寿命。

新型防裂材料和修复技术不仅有效提高了建筑结构的抗裂性能和耐久性，还能在更大程度上降低维修和运营成本。这些技术的合理应用对提升建筑工程的整体质量与安全性具有重要意义。

#### (三) 裂缝防治方法的实践效果及改进建议

裂缝防治方法在多个工程项目中取得了显著效果，通过严格的质量控制、合理的设计和规范的施工，显著减少了结构裂缝的发生率。例如，在某大型建筑工程中，采用了高性能混凝土和先进的裂缝修复技术，使得裂缝控制效果显著，工程整体的结构安全性和耐久性得到显著提升。定期巡查和及时处理裂缝的措施有效地延长了建筑物的服务寿命，降低了突发性结构破坏的风险。

仍存在改进空间。例如，在材料选择上，应更加重视环保性能与长寿命特性的结合；在施工过程中，应采用更加智能化的监测设备，提升施工质量的实时控制能力。定期巡查应当更加系统化和专业化，以便更早识别潜在裂缝问题。还应加强工人技能培训，确保施工操作的规范性和精确度。通过以上多方面的改进，建筑工程的裂缝防治效果将进一步提升，为提高建筑安全性和耐久性提供更有力的保障。

#### 结束语

本文对建筑工程中结构裂缝的原因、影响以及解决方案进行了深度探索与研究。我们通过对多个建筑案例的分析，提炼出了结构裂缝产生的主要原因，并深入分析了其对建筑工程安全性的不良影响。在此基础上，我们提出了一系列裂缝防治措施，采用了严格的质量控制、合理的设计、规范的施工以及定期巡查等预防和及时治理策略。本研究最为重要的贡献在于，我们针对这个普遍存在的问题，提出了新型的防裂材料和修复技术，整套方法对于解决工程裂缝问题具有显著效果。然而，尽管本研究提出了许多有用的防治措施，但我们必须承认，现行的防裂技术还存在一定的局限性，例如在极端环境下的防裂问题，以及新型防裂技术的研发与应用等。这些问题需要我们在日后的研究与工作中进一步关注和解决。同时，结构裂缝防治的问题也与设计、施工等环节密切相关，因此需要各个环节通力合作，共同防治结构裂缝的发生。展望未来，我们希望能够进一步深化对结构裂缝形成机制的研究，继续优化防治策略，开发新型的防裂材料和修复技术，从而提升建筑工程的安全性，保障人民群众生命财产安全。同时，我们也期望本研究的成果能为业界提供参考，进一步推动建筑工程安全性评估和裂缝防治工作的发展。

#### 参考文献

[1] 魏锴. 建筑工程主体结构安全性鉴定检测及裂缝修复[J]. 安徽建筑, 2022, 29(09).

[2] 左华龙. 论建筑工程结构楼板的裂缝原因及防治措施[J]. 建筑与装饰, 2022, (09).

[3] 杜铀. 建筑工程钢筋砼裂缝原因及防治措施[J]. 名城绘, 2020, 0(02).

[4] 陈晓鹏. 建筑工程混凝土结构裂缝成因与防治措施[J]. 安防科技, 2020, (14).

[5] 葛雅正. 建筑工程主体结构安全性鉴定检测及裂缝修复分析[J]. 地产, 2023, (11).