

地下连续墙混凝土裂缝成因与防治体系构建

文 / 陈光宗 深圳创茂建设工程有限公司

摘要：地下连续墙是现代建筑工程中广泛应用的一种结构形式，其耐久性和安全性在很大程度上依赖于混凝土材料的质量。然而，在实际工程中，地下连续墙混凝土裂缝问题频发，不仅影响结构稳定性，还增加了后期维护成本。本研究以地下连续墙混凝土裂缝问题为出发点，系统分析裂缝产生的原因，从原材料选用、施工工艺、环境条件及应力分布等方面进行深入探讨。通过结合理论分析与工程实践，提出了一系列防治措施，包括优化混凝土配合比设计、加强施工过程质量控制、改良施工技术及后期养护措施。在此基础上，构建了一套地下连续墙混凝土裂缝防治体系，以实现裂缝问题的全方位预防和控制。研究表明，该体系能够有效改善地下连续墙混凝土性能，降低裂缝发生率，增强结构整体稳定性。此外，研究成果为地下连续墙的设计与施工提供了重要的理论指导和技术支持，对建筑工程的质量管控具有重要意义。

关键词：地下连续墙；混凝土裂缝；成因分析；防治措施；质量控制

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.19.007

引言

地下连续墙作为现代建筑工程关键结构，在城市建设诸多领域应用广泛，其耐久性与安全性高度依赖优质混凝土质量。然而，混凝土裂缝问题普遍存在，严重影响结构稳定性和使用寿命，增加后期维护成本，成为建筑工程质量管理的棘手难题。裂缝成因复杂，涉及原材料、施工技术、环境条件及应力分布等多方面。当前研究虽有所涉猎，但系统性不足，难以有效解决裂缝问题。随着工程规模扩大和环境复杂化，裂缝防治要求愈发严格。本研究构建了一套科学完整的裂缝抑制体系，从多维度入手，为行业提供技术指导，对提升地下连续墙结构耐久性和安全性、加强建筑工程质量管理意义重大。

一、地下连续墙混凝土裂缝问题概述

（一）地下连续墙的构造与应用背景

地下连续墙是常见且实用的建筑结构，在深基坑支撑、地下工程防水隔离及挡土等方面发挥重要作用。其结构由钢筋笼、混凝土墙体和连接装置组成，凭借钢筋混凝土的坚固耐用特性，可有效抵御外界压力与环境影响，保障工程稳定安全。施工涵盖挖掘沟槽、放置钢筋笼、浇灌混凝土等步骤，需借助抓斗机、混凝土泵等专业设备。它应用广泛，涉及交通隧道、城市地铁、防洪设施、地下停车场及高层建筑地基等领域，能迅速分离地下水、减少建筑下沉、适应复杂地质与环境。不过，施工时可能因材料、技术或外界因素产生裂缝，影响功能与寿命，因此深入研究其结构与场景对解决裂缝问题意义重大。

（二）混凝土裂缝的分类与工程影响

混凝土裂缝属于地下连续墙普遍问题，经常遇到，分成两大类，结构性裂缝和非结构性裂缝。结构性裂缝因为应力集中超过混凝土抗拉强度形成，裂缝发生会干扰墙体承载能力和整体稳定性，可能触发重大安全事故，非常危险。非结构性裂缝由于混凝土收缩、温度变化、吸水膨胀等因素导致，不会立即干扰结构安全，但会减

少墙体耐久性和使用寿命，造成维护成本增加，显著升高。裂缝问题会干扰建筑结构安全性，可能带来渗水、钢筋腐蚀等二次损伤，增加工程隐患和经济负担。

（三）裂缝问题的成因与关键挑战

地下连续墙混凝土产生裂缝的原因有很多因素一起影响，原材料质量，像是水泥和砂石，品质不同常常造成材料不均匀，明显加大裂缝形成的风险，施工过程中，混凝土配料比例不合理，振捣不足或养护不完善等技术问题，容易造成收缩裂缝和温度裂缝发生，外部环境，像是温度变化，水文条件和地基沉降，使混凝土受力不平衡，逐渐形成裂缝，裂缝问题常常干扰结构稳定性，明显增加维护难度和成本投入。



图1：混凝土裂缝

二、混凝土裂缝形成的原因剖析

（一）原材料性能对裂缝的影响

混凝土材料的选用是地下连续墙结构性能的关键因素之一，其性能直接决定了裂缝问题发生的频率和严重程度。混凝土的原材料主要包括水泥、砂、石子和水，这些材料的质量及其相互作用对混凝土的整体性能产生显著影响。水泥的特性、颗粒级配和化学成分是影响混

凝土性能的核心参数，若水泥中碱含量过高，可能引发碱骨料反应，导致裂缝产生。砂和石子的级配不良会造成混凝土内应力分布不均匀，进而导致结构失稳。掺合料如粉煤灰或矿渣的使用可以改善混凝土的工作性与耐久性，但过量使用也可能引发不利的膨胀效应。以便减少裂缝出现的可能性，务必严密管理各每种原材料的挑选和比例，并且其等于混凝土之中的互相影响，因而保证优质的混凝土可以于地下连续墙应用中长期维持它的耐久性和稳定性。

(二) 施工工艺与技术环节的作用

施工工艺与技术环节对地下连续墙混凝土裂缝的形成具有显著影响。在施工过程中，混凝土浇筑不均匀可能导致内部应力不均，从而引发裂缝^[4]。混凝土振捣不足或过度振捣会引起混凝土密实度不均匀，进一步增加裂缝风险。模板安装及拆除不当，若模板连接处不严密或拆除速度过快，也易产生裂缝。混凝土养护不及时或不充分，特别是在早期强度尚未完全形成时，温度和湿度变化可能导致收缩裂缝。由此可见，优化施工工艺与技术环节对于防止地下连续墙混凝土裂缝至关重要。

(三) 环境因素与应力分布的影响机制

环境因素和应力分布对地下连续墙混凝土裂缝的形成具有显著影响。温度变化是导致裂缝的主要环境因素之一。温度的骤然变化可能引发混凝土内部的应力集中，导致开裂现象，尤其是在昼夜温差较大的季节。湿度变化同样影响混凝土的水化反应和体积稳定性，从而增加裂缝风险。基础土质的变化和地下水位波动会改变墙体周围的应力分布，导致混凝土产生不均匀的受力状态。此类应力的不平衡会造成混凝土表面和内部的裂缝扩展。环境条件与应力分布的相互作用构成了裂缝形成的复杂机制。

三、裂缝防治策略的关键措施

(一) 混凝土配合比优化与材料筛选

地下连续墙施工时，混凝土配方的适当设计和材料选择成为避免裂缝的重要步骤，优化配方需要仔细考虑混凝土的强度、耐久性和流动性等关键因素，降低收缩

和温度变化导致的裂缝风险，采用低水灰比的高性能混凝土能够有效降低收缩幅度，大幅提升抗裂能力，加入适量矿物掺合料，例如粉煤灰、矿渣微粉等材料，可以优化混凝土的工作性能和抗裂能力，明显延缓裂缝出现时间，骨料选择同样非常关键，应当选用级配良好、颗粒形状优良的粗细骨料，保证混凝土填充充实并且内部结构保持稳固。外加剂靠非常严谨恰当运用减水剂和缓凝剂，可以调节混凝土凝结需要的时间和流动性能，让混凝土满足施工需求，提升施工过程中操作的更加方便性，保证成型后效果实现非常优质标准。全面采用各种措施，可以增强地下连续墙整体性能，减少裂缝出现的可能性，保证工程维持很持久稳定和结构牢固。

(二) 施工流程质量监控与技术改进

施工流程的质量监控和技术优化属于避免地下连续墙混凝土发生裂缝的关键方法之一，确保施工质量，必须设立严谨的质量监控体系，将施工的每个环节列入质量控制范围，减少人为失误引发裂缝的情况，技术优化属于避免裂缝策略的关键部分，使用现代化设备和工艺可以提升施工精确度，减少混凝土裂缝风险，执行监控时，必须全面检测混凝土强度，湿度和温度等参数，确保满足设计要求，优化施工技术的具体措施包括调节浇筑顺序，强化振捣工艺，优化模板使用，减少施工过程中应力集中现象，施工过程中，必须登记和研究数据结果，生成详细报告有效指引后续施工，提升施工质量和技术水平，可以高效减少混凝土裂缝，确保地下连续墙结构牢固安全。

(三) 后期养护与裂缝修复机制

后期养护和裂缝修复机制是地下连续墙混凝土裂缝防治体系中核心部分。混凝土养护决定混凝土耐久性和抗裂能力，必须采取合适湿度控制方法和选用适宜养护材料，延长混凝土强度增长时间，阻止裂缝进一步扩展。修复裂缝时，必须针对裂缝明确特点选用适宜修复材料和技术方案，采用灌浆修复或表面涂覆方式，保证结构稳固性和耐久性。迅速修复裂缝有利于减少维护成本开支，同时延长地下连续墙使用寿命。

防治阶段	防治措施
混凝土配合比优化与材料筛选	优化配方，降低水灰比，加入矿物掺合料，选用优质骨料，严谨使用外加剂
施工流程质量监控与技术改进	设立质量监控体系，全面检测参数，优化施工技术，登记研究数据
后期养护与裂缝修复机制	采取合适湿度控制，选用适宜养护材料，针对裂缝特点选用修复材料和技术方案

表 1：地下连续墙混凝土裂缝防治措施表

四、地下连续墙混凝土裂缝防治体系构建

(一) 防治体系的理论框架与核心要素

地下连续墙混凝土裂缝防治体系的目标是把材料科学，工程力学和施工技术融合起来，建成一个完善的裂缝防治体系。核心内容是选好材料并设计科学合理的配

方、监控施工过程，安排后期的养护和修复工作，选材料时，重点是保证原材料有非常稳固的质量和持久的性能，优化混凝土配方，提高抵御裂缝的能力，施工时，使用高科技设备和工具，实施质量控制，减少施工环节对混凝土结构稳固性的不良影响。监控机制要关注环境

变化,纳入检测范围,防止温度变化或湿度波动导致混凝土出现收缩或膨胀的现象。开展保养和修复工作,均需十分谨慎地实施,保证可以精确识别并完全处理或许发生的裂缝。管理方法尤其注重自起点至执行的整个过程全面地涵盖,融合十分机动且持续改进的反馈系统,实现对混凝土裂缝问题的全面地控制管理,最终明显提升地下连续墙结构的完整性和使用寿命。

(二) 系统化监测与预警机制的设计

监控预报机制规划地下连续墙混凝土裂缝防治系统起到非常关键作用。监控系统使用多维度传感器网络,通过布置应变计、温度计湿度传感器,持续收集混凝土内部周围环境详细数据。预报系统依靠大数据分析机器学习算法,建立裂缝风险评估模型,仔细检查监控数据异常情况,准确预测隐形裂缝风险。规划中关键因素包括数据精确程度、分析模型可靠性快速反应能力,确保裂缝出现前迅速采取高效措施,降低结构损坏风险,显著提高地下连续墙整体稳固性持久性。促进系统化监测与预警机制得到发展。

(三) 全周期质量管控的实施路径

全周期质量管控的实施路径需要从工程设计、施工与后期维护三个关键阶段进行综合考虑。在工程设计阶段,应严格筛选混凝土材料,确保材料符合标准要求,并进行配合比优化,以提高材料性能。在施工阶段,质量监控应覆盖整个施工流程,利用先进技术对关键工艺进行检查与调整,以确保施工精度和稳定性。后期维护阶段,通过及时的裂缝监测与修复机制,防止裂缝扩展,保障地下连续墙的长期耐久性。整个管控过程要求实行动态监测与反馈机制,实现裂缝问题的全程预防和控制。

五、防治体系在工程实践中的应用与效益

(一) 工程应用案例与效果验证

实际工程案例显示,地下连续墙技术对于防止混凝土裂缝的效果很好。一个大型建筑项目中,防止裂缝的体系用在地下连续墙施工中,施工团队认真执行优化后的混凝土配方、挑选材料、监督施工质量、后期维护和修补裂缝等重要措施。施工时,团队采用先进设备检测材料,用实时系统管理质量,确保每个环节都符合设计和技术标准。工程结束后,开展一年时间检测墙体稳定性,数据表明裂缝出现率降低,墙体整体更稳固,相比传统施工方法,维护费用降低。实际应用结果清晰显示,防治体系显著提升工程质量,后面建筑项目的裂缝预防提供实用综合的方案珍贵的经验。成功案例展现防治体系的实际价值明显经济效益,持续高效推进了地下连续墙施工技术的更加深入发展。

(二) 优化成果对结构稳定性的提升

地下连续墙混凝土裂缝防治体系采用优化方法大幅

提升结构稳定性,实施防治体系能够增强混凝土材料性能,减少裂缝出现次数,调整混凝土配合比并精心挑选材料,可以大幅增强混凝土抗拉强度,改善耐久性和抗裂能力,施工期间强化质量检查,保证工艺参数精确控制,降低因施工不当引发应力集中问题,建立系统化监测和预警机制,给予早期识别裂缝技术支持,使裂缝问题能够迅速得到妥善处理,成功修复裂缝机制维护地下连续墙整体性和长期稳定性,大幅减少维护费用并增加使用年限,实际工程中,优化方法大幅提升结构整体稳定性和安全性,效果非常理想。

(三) 技术推广与建筑工程质量发展的启示

依靠地下连续墙混凝土裂缝防治系统的研究和实施,技术推广显著提升了单个项目的结构强度,供给建筑行业优质整体质量提高的新颖方法。地下连续墙混凝土裂缝防治系统的成功应用持续激励了技术创新,推进了基于严谨科学分析的决策方法,使工程建设高效率并且稳固。地下连续墙混凝土裂缝防治系统的推广全面强化了施工人员质量控制重要性的深刻认识,促进行业内构建良好的循环系统,更大范围内大幅提高了建筑工程整体质量管理水平。

结语

本研究系统分析了地下连续墙混凝土裂缝的成因以及防治措施,提出了自原材料选择、施工工艺完善、环境条件控制至应力分布规律的解决方案,建立了裂缝防治体系。借助完善混凝土配合比、提升施工质量、改善关键技术以及加强养护管理,有效减少裂缝发生概率,提高结构性能与耐久性,为工程实践给予了具体指导,并且对建筑安全和成本控制拥有重要意义。然而研究在极端环境以及复杂应力状态下的裂缝防控效果仍需验证,混凝土老化的长期影响也尚待深入研究。未来能够联合先进测试手段与智能施工技术,进行动态监测和量化分析,同时研究高耐久性材料以及智能养护系统,完善裂缝防治体系,用以深化技术发展,助推工程实践应用。

参考文献

- [1] 刘志雄. 混凝土结构与填充墙间裂缝成因及防治[J]. 产业与科技论坛, 2020, (18): 46-47.
- [2] 戴丽金. 地下室连续墙裂缝的成因与防治措施[J]. 四川水泥, 2020, (09): 332-333.
- [3] 丁华柱, 于超, 张植, 金建杰, 陈源伟. 地下室墙壁混凝土裂缝成因及防治[J]. 建筑科技, 2020, 4(05): 38-39.
- [4] 蔡猛, 黄健东, 蔡志远, 王文哲, 童璐. 浅析地下室连续墙裂缝的成因与防治措施[J]. 中文科技期刊数据库(全文版)自然科学, 2020, (12).
- [5] 潘东欣. 剪力墙裂缝成因分析与防治措施[J]. 城市建筑空间, 2022, 29(10): 248-250.