

建筑工程质量缺陷整改措施实践分析

黎明

湖北省工业建筑集团有限公司 湖北 武汉 430000

【摘要】：建筑工程质量缺陷的有效整改是确保工程本质安全、维护相关方权益的核心环节。本研究聚焦于质量缺陷整改措施的系统性实践与分析，旨在构建一个从缺陷识别、根源剖析至措施制定与验证的闭环管理框架。研究通过文献梳理与实证调研相结合的方法，对当前整改实践中存在的技术与管理层面的关键问题进行了深入探讨。研究揭示，基于病害表象的诊断精度不足、多专业协同的整改策略缺失以及整改效果的量化评估体系不完善，是制约整改效能提升的主要瓶颈。本研究的贡献在于提出了一套集成化的整改决策支持逻辑，强调以全过程数据链为基础，强化整改措施的科学性与可追溯性，为提升建筑工程质量韧性与实践精准维保提供了理论依据与实践路径。

【关键词】：质量缺陷；整改措施；闭环管理；决策支持；实证分析

DOI:10.12417/2705-0998.26.09.045

引言

建筑工程在建造与使用周期中，受设计、材料、工艺、环境及使用荷载等多因素耦合影响，质量缺陷的产生具有客观性与必然性。这些缺陷不仅影响建筑观感与使用功能，更可能诱发结构安全隐患，导致耐久性衰退与资产价值贬损。因此，构建一套高效、科学的缺陷整改机制，是现代工程质量管理体系中不可或缺的组成部分。当前实践普遍存在“头痛医头、脚痛医脚”的现象，整改决策多依赖于经验判断，缺乏对缺陷发生机理的深度追溯与系统干预。本研究的核心目的在于，超越对单一缺陷现象的孤立处理，从系统工程视角审视整改措施的全链条逻辑。通过剖析整改实践的深层结构，识别关键影响因子，旨在为建立一套标准化、精细化、可复现的质量缺陷整改范式提供学理支撑，从而推动建筑工程质量风险管控由被动响应向主动预防与精准治理转型。

1 建筑工程质量缺陷的本质内涵

1.1 质量缺陷的多元表征模态

建筑工程质量缺陷的表征具有高度多样性。从显性层面观察，包括但不限于混凝土结构的裂缝与蜂窝麻面、砌体工程的灰缝不饱满与墙体平整度超差、装饰饰面的空鼓脱落与色差、屋面及地下室等部位的渗漏、门窗安装的密封失效与启闭不灵等。这些表象是缺陷的直观外显，是整改行动的直接触发信号。然而，更深层次的隐性缺陷，如材料内部的微观损伤、钢筋的渐进锈蚀、预应力筋的应力松弛、地基的不均匀沉降趋势等，往往更具隐蔽性与危害性。这些缺陷在初期不易被察觉，但其发展演化会从根本上削弱工程的承载能力与耐久性。

1.2 缺陷生成的多维驱动机制

任何质量缺陷的发生，皆非单一因素所致，而是设计逻辑、

材料性能、施工工艺、环境作用及使用荷载等多维因素非线性交织后的产物。设计层面的荷载考量不足、构造细节不当、专业接口模糊，为缺陷埋下了先天性伏笔。材料层面，原材料质量波动、配合比失当、运输与存储不当导致性能劣化，构成了缺陷生成的物质基础。施工工艺层面，操作不规范、工序颠倒、养护不到位、质量检查流于形式，是缺陷形成的直接促因。而在建筑全生命周期中，环境侵蚀如冻融循环、干湿交替、化学腐蚀，以及非设计工况的使用荷载冲击，则持续作用于工程实体，诱发或加速缺陷的显现与发展。

2 整改措施的理论平台构建

2.1 整改措施的系统性逻辑原则

系统性原则要求将整改措施视为一个涵盖信息感知、决策制定、行动执行与效果反馈的闭环控制系统。信息感知强调对缺陷信息的全面、准确、及时采集，包括缺陷的几何特征、发展速率、环境影响等量化数据。决策制定则需基于感知信息，综合运用工程力学、材料科学、结构诊断学等多学科知识，进行失效模式推演与干预方案比选。行动执行关注实施方案的技术可靠性、施工便捷性与成本可控性。效果反馈则通过预设的监测指标，对整改后状态的长期性能进行跟踪评估，验证措施有效性并形成知识积累^[1]。这一逻辑原则确保了整改行为不是终点，而是一个持续优化的循环迭代过程的节点。

2.2 基于根源追溯的干预路径

有效的整改措施必然建立在准确的根源追溯之上。干预路径可分为三类：针对材料失效的置换强化路径，如更换劣化钢筋、注入高性能修补材料；针对构造缺陷的调整补强路径，如增设受力构件、优化排水构造；针对环境与使用因素的隔离防护路径，如施加防腐涂层、改善使用环境、限制不当荷载。

选择的路径必须与追溯到的根源高度匹配^[2]。例如，对于因碱骨料反应导致的混凝土胀裂，仅进行表面封堵治标不治本，必须采取抑制反应继续发展的深层化学处理或局部置换措施。

2.3 全过程数据链的支撑作用

从缺陷发现到整改完成，每一个环节都应生成并记录标准化的数据。这些数据包括缺陷的初始勘察记录、无损检测与微损检测数据、材料性能复验报告、施工过程影像与关键参数记录、以及整改后的监测数据^[3]。这些数据构成了贯穿整改全过程的数据链。它不仅为当次整改决策提供了定量依据，提升了决策的客观性与精细化程度，更为重要的是，通过长期积累与大数据分析，可以挖掘特定类型缺陷的发生规律、特定材料工艺的薄弱环节、特定整改技术的长期效能，从而反向优化设计、选材与施工标准，实现质量管理的正向反馈与持续改进。

3 建筑工程质量缺陷整改的实践流程深化

3.1 缺陷表征的精细化识别与诊断

精细化识别超越了传统的目测与简单测量，强调多技术协同的综合诊断。首先，利用三维激光扫描、无人机倾斜摄影等技术获取缺陷及周边区域的精准几何模型与影像资料，实现缺陷形貌与空间分布的数字化留存^[4]。其次，针对内部与潜在缺陷，综合运用超声波检测、雷达探测、红外热像、声发射等无损检测技术，获取材料内部不连续性和应力状态信息。必要时，辅以微损取样进行微观结构观察与化学成分分析，如通过扫描电镜分析混凝土裂缝的微观形貌以判断其成因。一个深度实践体现在，将基于图像的深度学习算法初步应用于裂缝模式的自动识别与分类，通过训练模型识别不同类型裂缝的特征，辅助判断其潜在危害性，虽然目前尚处辅助阶段，但代表了诊断智能化的发展方向。此环节的目标是构建一个多维度的“缺陷数字画像”，为后续分析提供坚实的数据基础。

3.2 缺陷数据的结构化分析与风险定级

获取海量诊断数据后，需进行结构化分析与系统性评估。本环节重点在于将离散数据转化为决策信息。分析内容包括缺陷的当前严重程度评估，如裂缝的宽度、长度、深度及其发展动态；对结构安全性能、使用功能及耐久性的影响程度预测；以及缺陷发展的趋势模拟^[5]。基于分析结果，需建立一套风险定级体系。该体系通常综合考虑缺陷的即时安全风险、功能影响范围、修复紧迫性及修复成本，将缺陷划分为诸如“紧急”、“重大”、“一般”、“轻微”等不同等级。为支撑此环节的量化决策，研究引入了多源数据融合分析的理念。例如，表 1 展示了在某大型公共建筑质量排查中，结合目视检查、裂缝监测仪数据与回弹法强度抽测结果，对常见缺陷进行的初步风险定级与数据分析示例。

表 1 某公共建筑部分质量缺陷风险定级与数据分析示例

缺陷位置与类型	表征数据	关联检测结果	初步风险定级	潜在影响分析
三层楼板底面纵向裂缝	长度:4.2m;最大宽度:0.8mm;三月内稳定	超声检测显示裂缝未贯穿;板底钢筋电位正常	一般	影响观感,长期可能诱发钢筋锈蚀
西侧剪力墙表面渗漏	渗漏面积约 2.5 m ² ;随降雨强度变化明显	红外热像显示潮湿区域大于可见区域	重大	影响使用功能,加速墙体材料劣化
入口大堂干挂石材空鼓	空鼓点数 15 处,单点最大面积 0.06 m ²	敲击检测结合热像验证	轻微	存在脱落安全风险,需及时处理
地下室顶板局部下挠	相对设计标高最大下挠值 32mm	挠度监测显示趋势已稳定;混凝土强度达标	重大	需复核结构承载力,影响净高与管线

3.3 整改措施的专项化制定与比选

基于风险定级与根源分析，进入专项化措施制定阶段。此阶段需针对具体缺陷，穷举可行的技术方案。例如，对于混凝土裂缝，可选方案包括表面封闭、压力注浆、预应力加固、增加截面乃至局部置换。制定方案时，必须详细规定所用材料的性能指标、施工工艺的关键参数、环境条件要求、施工周期以及安全防护措施。随后，需对多个方案进行系统的比选。比选不应仅限于直接经济成本，而应建立一个包含技术可靠性、长期耐久性、施工对原结构及使用的影响、全生命周期成本、以及环保性在内的多准则评价体系。一个深层次的考量可以引入模糊综合评价法或价值工程原理，对各项准则赋予权重并进行量化评分，从而将复杂的工程决策部分量化为可比较的数值，辅助选择综合最优的整改方案。这个过程体现了从“经验决策”向“基于证据和模型的决策”的跃迁。抛弃传统依靠主观判断来选型的弊端，使方案选择更科学、客观。多维评价体系既考虑了施工阶段又考虑了后期运行阶段的需求，可以避免只注重成本而产生的隐患。量化打分方式减少决策偏差，适合不同的工况下缺陷整改工作，也给同类工程方案选型提供统一的标准，促进整改工作规范化、精细化的发展。

3.4 整改施工的标准化实施与过程监控

即使方案完美，若实施过程失控，整改效果亦将大打折扣。标准化实施要求编制详细的作业指导书，对施工人员进行专项技术交底，确保其理解工艺精髓与质量控制要点。关键工序应实行样板引路。过程监控则至关重要，需对影响整改质量的关键参数进行实时或阶段性监测记录。例如，在化学灌浆修补裂缝时，需监控注浆压力、流量、浆液胶凝时间；在粘贴碳纤维

布加固时,需监控胶粘剂的涂抹均匀性、粘结饱满度以及固化环境条件。监控数据不仅用于即时判断施工是否偏离预定轨道,以便及时纠偏,同时也是后期评估整改工程质量的重要依据。此环节强调“过程即记录,记录即证据”的理念。标准化控制可以统一施工行为,减小由于人员操作水平不同造成的质量问题。全过程动态监测可以立即发现工艺偏离情况并予以纠正,把质量问题消灭在施工环节里。完整的监测记录可以形成可追溯的施工档案,既可以满足工程验收、核查的要求,也可以清楚地划分出各个环节的责任,全面筑牢整改工程的质量防线。

3.5 整改效果的持续化验证与后评估

整改施工完成并非终点,而是一轮新的性能监测周期的开始。效果验证需设定明确的验收指标与合理的观察期。指标可以是定量的,如裂缝经注浆后在一定时期内是否重新张开、加固后构件的荷载试验数据是否满足要求、渗漏部位在经历数次暴雨后是否保持干燥;也可以是定性的,如使用功能是否恢复、观感是否改善。后评估则是在一个较长周期内,综合考察整改措施对结构整体性能的贡献,评估其耐久性是否达到预期。这需要建立长期的性能监测档案,定期回访检查。例如,对采用新型防水材料处理的屋面,连续记录多个雨后的状况,并与传统材料处理区域进行对比分析。后评估的结论应反馈至整改知识库,用于优化未来同类缺陷的整改决策,形成“实践-评估

-优化”的良性循环,从而不断提升整改措施库的科学性与有效性。长期检验、后评估可弥补短时验收的不足,对整改措施的实际情况进行正确的耐久性评价。常态化回访并同数据对比,可以客观地判定不同的工艺、材料的好坏。数据反哺知识库的运行模式,不断积累工程实战经验,不断改进整改体系,使以后同类问题处理方案更加成熟、适用。

4 结语

本研究通过对建筑工程质量缺陷整改措施的系统性实践分析,构建了一个从本质认知到理论构建,再到流程深化的完整分析框架。研究阐明,高质量的整改实践绝非简单的修补作业,而是一项融合了精准诊断、科学决策、精细施工与长效验证的系统工程。研究强调,提升整改效能的关键在于强化全过程的数据驱动决策能力,构建基于多源信息融合的缺陷风险评估模型,并推行标准化、可追溯的闭环管理流程。本文所提出的集成化决策支持逻辑,为突破当前依赖经验、头痛医头的困局提供了可行的思路。未来研究方向应聚焦于构建更完善的建筑工程质量缺陷与整改措施案例数据库,开发融合建筑信息模型、物联网监测与人工智能算法的下一代智能整改决策支持平台,并探索在建筑工程全生命周期资产管理中嵌入预防性维护与预测性整改的先进理念与实施路径,最终实现从“治已病”到“防未病”的跨越。

参考文献:

- [1] 申丛菲,王晓方,崔浩.建筑工程施工过程成本动态管控方法分析[J].建材发展导向,2026,24(8):106-108.
- [2] 刘联合.新型建筑材料质量缺陷表征分析方法及对工程质量风险防控研究[J].中国品牌与防伪,2026,(8):103-105.
- [3] 毛晨毅.声波透射法在基桩完整性检测中的应用与质量缺陷研究——防范隐蔽工程质量“造假”与隐患,促使建筑工程整体质量改善[J].中国品牌与防伪,2026,(8):118-120.
- [4] 王泓清.基于人工智能的建筑工程质量缺陷智能检测与预警系统研究[J].标准生活,2026,(2):174-176.
- [5] 田玲.建筑工程质量中常见的缺陷及控制措施探讨[J].建材发展导向,2026,24(4):40-42.