

基于无损检测技术的既有建筑结构安全性评估方法研究

庞树山

重庆中研检验检测认证有限公司 重庆 400000

【摘要】：城市化推进使既有建筑安全问题愈发突出，结构性能退化与资料缺失给传统评估带来诸多限制，为提升安全性评估的精准度与实用性，本文以无损检测技术为核心搭建完整评估体系，明确多层级评估指标，规范技术选型与实施流程，建立适配不同结构的检测策略，开展数据处理分析与结果验证，该模式可精准获取结构缺陷、材料性能与变形信息，提升评估可靠性与科学性，为既有建筑安全判定与加固改造提供稳定技术支持。

【关键词】：既有建筑；无损检测；安全性评估；结构性能；数据处理

DOI:10.12417/2811-0528.26.11.015

引言

城市更新与可持续发展理念持续深化，既有建筑的安全运维成为工程领域重点研究内容，长期服役、环境侵蚀及功能变更更使建筑结构出现不同程度损伤，传统评估方式难以全面反映真实受力状况，评估精度与适用性存在明显短板，无损检测技术具备非破坏性、精准高效等优势，可弥补传统方法的不足，以无损检测为基础构建系统化安全评估方法，实现结构状态精准判定，提升建筑运维管理水平，为既有建筑安全使用与长效保护提供坚实理论与实践支撑。

1 既有建筑结构安全性评估与无损检测技术的关联基础

既有建筑结构安全性评估以结构真实受力状态、材料性能与损伤缺陷为核心依据，无损检测技术能够在不损伤结构完整性的条件下采集内部缺陷、材料强度及结构变形等关键信息，为评估工作提供精准可靠的数据支撑，二者共同构成从数据采集到安全判定的完整路径，无损检测可突破传统检测依靠外观查看与局部取样的限制，化解老旧建筑资料不全、改造痕迹繁杂等评估难点^[1]。超声、射线、磁粉等技术分别对应混凝土、钢材等不同构件的检测要求，以非侵入方式获取缺陷位置、深度、材料劣化水平等内容，为结构强度、刚度、稳定性判别提供量化参考，使安全性评估更贴近结构实际运行状况，增强结论的科学性与可信程度。见图1。

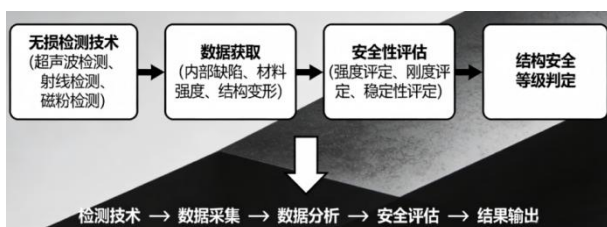


图1 既有建筑结构安全性评估逻辑关系图

2 基于无损检测技术的既有建筑结构安全性评估体系构建

2.1 评估指标体系的确定

既有建筑结构安全性评估指标体系围绕结构真实工作状态搭建，以强度、刚度、稳定性为核心维度，涵盖材料性能、结构缺陷、变形状态、荷载适配性等关键内容，材料性能指标包含混凝土强度、钢材力学参数、砌体抗压强度等，直接体现结构承载基础，结构缺陷指标涵盖构件裂缝、内部空洞、材料腐蚀与损伤程度，是判断结构劣化的重要依据，变形指标包含基础沉降、构件倾斜与受弯挠度，用于识别整体失稳与局部受力异常风险，荷载指标结合恒载与活载实际取值，兼顾使用功能变更带来的荷载变化影响，指标体系具备量化可测性，与无损检测数据直接对应，形成从材料到构件、从局部到整体的多层次评估框架，为结构安全等级判定提供统一标准，保障评估结果客观可比。

2.2 无损检测技术的合理选型与应用规范

无损检测技术选型需契合结构类型、构件材质与检测目标，恪守针对性、精准性与非破坏性准则，混凝土构件检测优先采用超声波技术探查内部缺陷，以超声回弹综合法或钻芯法核验强度，红外热像技术可辨识墙体渗漏与保温层破损，钢结构检测运用磁粉技术排查表面及近表面裂纹，射线技术检测内部气孔与夹渣，保证缺陷识别完整^[2]。检测实施需依照统一操作流程，规范仪器校准、测点布置、数据采集与现场记录步骤，控制环境干扰与人为偏差，各类技术需明晰适用范围与操作界限，避免单一方法局限作用结果精准度，借助技术组合达成多维度信息收集，为评估提供全面可信的数据支撑。

2.3 评估体系的流程设计与实施要点

评估体系流程需遵循前期准备、现场检测、数据处理、综合评定、结果验证的完整路径推进，前期梳理建筑使用年限、

改造历史与结构形式,制定适配的检测与评估方案,现场检测按标准布设测点,同步收集材料性能、结构缺陷与变形数据,保证样本代表性与数据真实性,数据处理阶段对多源检测信息整合分析,剔除异常数值,提取关键特征参数,量化结构损伤与性能退化水平,综合评定依托指标体系判定结构安全等级,确定薄弱部位与风险层级,实施过程严控数据质量,强化结构体系受力分析,面对资料缺失、改造复杂等状况采用多技术交叉核验,保证评估流程规范、结果可靠,为后续加固决策提供科学依据。

3 基于无损检测技术的既有建筑结构安全性评估实践应用

3.1 不同结构类型建筑的无损检测适配策略

不同结构类型建筑在材料特性、受力形式与损伤特征上存在明显差异,需制定针对性无损检测适配策略,保障检测结果与评估需求高度匹配,混凝土框架结构以梁、板、柱为主要承重构件,重点采用超声波检测内部空洞与裂缝深度,结合超声回弹综合法获取混凝土实际强度,配合高精度测量设备监测沉降与倾斜,全面反映结构承载与变形状态^[1]。古建筑木结构以木柱、梁枋为核心构件,选用超声波技术探测内部腐朽程度,搭配激光扫描技术获取构件几何形态与节点变形信息,精准识别残损位置与影响范围,砌体结构以墙体承重为主,运用原位检测方式确定砌体抗压强度,结合红外热像技术排查墙体渗漏与内部疏松问题,兼顾整体稳定性与局部缺陷检测,各类技术组合贴合结构受力逻辑与损伤分布规律,实现关键部位全覆盖,为安全性评估提供精准数据支撑。

3.2 评估过程中的无损检测数据处理与分析

无损检测得到的多源数据要经系统化处理与深度解析,转变为可直接用于安全判定的有效信息,对原始检测数据开展预处理,剔除环境干扰、操作误差等异常数值,完成数据归一化与降噪处理,保证基础信息真实可信,依照评估指标体系提取

关键特征参数,包含材料强度数值、缺陷尺寸与深度、结构变形幅度等,构建多维度数据关联关系,面对不同检测技术得到的异构数据,运用合理算法实现信息整合,提升缺陷定位与损伤程度量化的精准性,避免单一数据造成的评估偏差,解析过程结合结构传力路径与受力特征,判断缺陷与变形对结构承载、刚度及稳定性的影响程度,确定薄弱区域与风险等级,把离散检测数据转化为结构化评估依据,为结构安全等级评定提供有力支撑。

3.3 评估结果的验证与可靠性提升

评估结果需依托多重验证机制保证可信度,不断提升安全性评估的整体可靠性,多技术交叉验证可对不同无损检测方法的结论进行比对复核,弱化单一技术带来的局限,保证缺陷识别与性能判定结果统一,结合结构体系受力分析与理论计算,校核评估结果与结构实际受力状况的契合度,对资料缺失、历史改造等复杂场景开展现场验证与局部复核,调整可能出现的判定偏差,构建完整的质量控制流程,统一检测、处理、评定各环节操作规范,加强仪器校准与人员操作约束,降低系统误差与人为影响,借助数据融合技术提高信息完整度与精准度,配合模糊综合评判与概率统计方法完善评定思路,让评估结果更贴近结构真实安全状况,为后续加固改造与使用决策提供稳定可靠的技术依据。

4 结语

以无损检测技术为核心的既有建筑结构安全性评估,可精准获取结构材料性能、内部缺陷及变形状态等关键信息,构建指标清晰、技术适配、流程规范的完整评估体系,针对不同结构类型形成专项检测方案,通过数据处理分析与结果核验,有效提升评估结果的可靠性与科学性,该评估方法能够真实反映结构安全状况,为既有建筑的隐患排查、加固改造提供可靠依据,对保障建筑使用安全、延长服役年限、推动城市建筑可持续运维具备重要实用价值。

参考文献:

- [1] 王玉健.建筑结构工程质量检测中无损检测技术的应用分析[J].中国房地产业,2025,(30):70-73.
- [2] 赖东平.建筑结构工程质量检测中的无损检测技术探究[J].城市建设理论研究(电子版),2024,(25):175-177.
- [3] 杨一诺.建筑工程检测中无损检测技术的应用研究[J].建材发展导向,2023,21(24):131-133.