

无损检测技术在房建主体结构工程中的应用研究

作者：张玉雯

身份证号：530121199008240028

摘要：房建主体结构是保障建筑安全稳定运行的核心载体，施工及运维阶段的质量缺陷会直接降低结构承载力与耐久性能。传统破损检测手段易损伤成型构件、适用场景有限，难以满足现代房建工程精细化质量管控需求。无损检测技术可在不破坏结构本体的前提下，精准识别构件内部缺陷、检测结构性能指标，契合房建工程全过程质量核查要求。本文梳理常用无损检测技术原理与适用场景，分析现阶段技术应用短板，探究规范化、精准化的应用策略与质量管控措施，为房建主体结构质量检测、隐患排查及提质增效提供技术参考。

关键词：无损检测技术；房建工程；主体结构；质量检测；工程应用

一、引言

随着房建工程规模化、精细化发展，主体结构质量检测从传统破损抽检逐步转向无损全域检测。无损检测技术具备无损伤、高效率、可重复、全覆盖的优势，能够有效弥补传统检测技术的短板，广泛应用于混凝土、钢结构、砌体结构等主体构件的质量核验。规范无损检测技术应用流程，解决检测精度不足、操作不规范等问题，是提升房建工程质量管控水平、筑牢建筑安全防线的重要途径。

二、房建主体结构常用无损检测技术及原理

（一）回弹检测技术

回弹检测技术是房建混凝土结构强度检测的主流无损技术，操作便捷、适用性广，多用于混凝土表层强度快速检测。该技术依托回弹仪冲击混凝土表面，利用构件表层硬度与抗压强度的对应关系，通过回弹数值推算混凝土实际强度等级，可快速筛查混凝土强度不达标、表层密实度不足等问题。在现场检测中，回弹数值的稳定性直接决定检测精度，仪器校准、测点布置、表面打磨处理是保障检测数据准确的核心环节，适用于各类梁、板、柱混凝土构件的常规质量检测。

（二）超声波检测技术

超声波检测技术凭借穿透力强、检测精度高的特点，主要用于探测混凝土内部空洞、裂缝、蜂窝、离析等隐蔽缺陷。高频超声波在均匀混凝土介质中传播速度稳定，当传播路径存在缺陷时，会出现波速衰减、波形畸变、波幅降低等现象，通过分析波形数据可精准判定缺陷位置、大小与深度。超声波检测可有效排查主体结构内部隐蔽质量问题，弥补回弹法仅能检测表层质量的短板，是混凝土内部质量核查的核心技术手段。

（三）电磁感应检测技术

电磁感应检测技术主要应用于钢筋混凝土结构检测，可精准定位钢筋分布、测算保护层厚度、判定钢筋锈蚀程度与规格参数。该技术利用电磁感应原理，通过仪器信号反馈识别混凝土内部钢筋排布状态，能够快速排查钢筋偏移、保护层厚度超标或不足、钢筋锈蚀老化等质量通病，有效规避因钢筋施工不规范、锈蚀损伤引发的结构安全隐患，广泛用于主体结构钢筋工程质量验收与后期运维检测。

（四）红外热成像检测技术

建筑结构不同材质、不同密实度区域的热传导特性存在显著差异，缺陷部位的温度场分布会出现明显异常。红外热成像检测技术依托这一原理，通过捕捉结构表面温度分布，直观识别结构内部空鼓、开裂、保温层破损、渗漏通道等隐性缺陷，检测覆盖面广、可视化程度高，适配房建主体结构大面积快速筛查作业。

三、无损检测技术在主体结构工程中的具体应用场景

（一）混凝土结构质量检测

混凝土是房建主体结构的核心材料，其强度、密实度、完整性直接决定结构安全性能。在混凝土结构检测中，可采用回弹法结合超声波法的综合检测模式，相互弥补单一技术的检测缺陷，精准判定混凝土强度与内部质量。对于表层强度检测以回弹技术为主，内部缺陷排查采用超声波扫描检测，能够全面排查构件裂缝、空洞、疏松等质量问题。工程实践表明，综合无损检测模式可大幅提升混凝土结构质量判定准确率，有效规避单一检测技术的误差缺陷。

（二）钢结构工程质量检测

房建钢结构主体的质量隐患多集中于焊缝、螺栓连接及构件锈蚀部位。针对钢结构表面及近表面裂纹、气孔、夹渣等缺陷，可采用磁粉检测与渗透检测技术；针对焊缝内部深层缺陷，依托超声波、射线检测技术精准排查。同时结合超声波测厚技术检测钢构件壁厚损耗，判定构件锈蚀、磨损程度，全面保障钢结构连接可靠性与整体稳定性。

（三）隐蔽工程质量复核

主体结构隐蔽工程完工后无法直观核查施工质量，是质量管控的薄弱环节。电磁感应检测、超声波扫描等无损技术，可在不破除结构的前提下，复核隐蔽部位钢筋排布、构件密实度、施工工艺达标情况，实现隐蔽工程质量可查、可溯，有效杜绝隐蔽工程偷工减料、施工不规范等问题，完善主体结构全过程质量管控体系。

四、无损检测技术应用现存问题

（一）检测精度易受环境干扰

施工现场温湿度、构件表面平整度、杂物遮挡等外界因素，会直接影响无损检测设备的信号采集精度，导致检测数据出现偏差。部分露天作业场景中，阳光直射、粉尘覆盖会干扰红外热成像检测效果，混凝土表层浮浆、污渍未清理干净，也会降低回弹、超声波检测的准确性。

（二）技术应用缺乏规范性

部分检测人员操作流程不规范，存在仪器未校准、测点布设随意、检测流程简化等问题，未严格遵循标准化检测流程。同时单一技术应用普遍、综合检测模式使用率低，无法全面覆盖结构质量缺陷，导致部分隐蔽隐患漏检、误检。

（三）数据处理体系不完善

现阶段部分现场检测仅完成数据采集，缺乏专业化的数据对比、分析与复核，检测报告仅罗列基础数据，未结合结构工况开展风险研判，无法充分发挥无损检测技术的隐患预判、质量评估价值。

五、提升无损检测应用质量的优化策略

（一）严控现场检测作业条件

检测作业前清理构件表面浮浆、灰尘、污渍，打磨平整检测区域，规避表层杂物对检测信号的干扰。根据不同检测技术要求把控现场温湿度环境，恶劣天气暂停露天检测作业，提前完成仪器校准调试，从源头保障检测数据精准可靠。

（二）推行综合化检测应用模式

摒弃单一检测手段，结合构件类型与检测需求搭配多种无损检测技术，形成互补式检测体系。混凝土结构采用回弹与超声波联合检测，钢结构搭配超声波与磁粉检测，通过多技术交叉验证，提升缺陷识别与质量判定的精准度，全面排查各类结构质量隐患。

（三）规范检测流程与数据管理

严格落实检测标准化流程，规范测点布设、仪器操作、数据采集全过程环节，加强检测人员专业培训与技术交底。完善检测数据台账，做好数据记录、对比、复核与分析，结合工程规范开展质量评级与风险研判，让检测数据切实服务于工程质量整改与结构安全评估。

六、结语

无损检测技术凭借无破损、高精度、高效率的优势，已成为房建主体结构质量管控的核心手段，贯穿施工验收与运维检测全流程。精准把控各类技术适用场景，规范现场作业、推行综合检测、完善数据管理，可有效弥补传统检测短板，精准排查结构质量缺陷。优化技术应用体系，能显著提升质量管控精细化水平，为建筑工程安全稳定运行提供坚实技术保障。

参考文献

[1]吴建峰. 建筑工程主体结构无损检测技术应用研究[J]. 施工技术, 2024, 53(15): 88-91.

[2]刘锦程. 房建混凝土结构无损检测精度优化与质量控制[J]. 工程管理学报, 2023, 37(08): 112-115.

[3]陈泽宇. 钢结构工程无损检测技术实操与应用效果分析[J]. 建筑安全, 2024, 39(09): 66-69.

[4]杨海川. 红外无损检测在建筑结构缺陷排查中的应用[J]. 工程建设与设计, 2023(22): 139-141.

[5]周俊明. 建筑主体结构综合无损检测体系构建研究[J]. 城市住宅, 2024, 31(08): 105-108.