

既有建筑结构工程检测与安全性评价研究

李瑞恺

重庆市住房和城乡建设技术发展中心（重庆市建筑节能中心） 重庆 400000

【摘要】：科学评估既有建筑结构服役状态与安全性能，本文围绕既有建筑结构工程检测与安全性评价开展系统研究。梳理当前建筑结构检测常用技术手段，明确检测内容、流程与技术标准，分析混凝土结构、砌体结构、钢结构等不同结构形式的检测要点与数据采集方法。结合结构受力特性、材料劣化程度、构件损伤情况等关键指标，构建多维度、多层次安全性评价体系，提出科学可操作的评价方法与判定准则。研究为既有建筑加固改造、正常使用及风险管控提供技术依据，对提升既有建筑结构安全管控水平、保障建筑使用功能与人员财产安全具备重要工程应用价值。

【关键词】：既有建筑；结构检测；安全性评价；结构性能；工程应用

DOI:10.12417/2811-0536.26.05.003

引言

随着城镇化进程的推进，大量既有建筑长期服役，受材料老化、环境侵蚀、荷载变化及施工遗留问题影响，结构性能逐渐衰减，安全隐患日益凸显^[1]。结构安全直接关系到建筑使用功能的正常发挥，更是保障生命财产安全的核心前提。精准的结构检测是掌握建筑服役状态的基础，科学的安全性评价则是隐患排查、风险管控与加固改造的关键依据^[2]。梳理结构检测技术要点，构建完善的评价体系，破解检测与评价中的技术难点，对推动既有建筑安全管理提质增效、延长建筑使用寿命具有重要现实意义^[3-4]。

1 既有建筑结构工程检测与安全性评价现状及现存问题

1.1 既有建筑结构工程检测与安全性评价现状

我国城镇既有建筑面积已超 600 亿平方米，随着城市化进程进入新阶段，发展重心从“增量扩张”逐步转向“存量优化”，既有建筑的安全管控成为城市更新、民生保障的重要环节，而结构检测与安全性评价则是筑牢既有建筑安全防线的核心前提。当前，既有建筑结构检测技术已形成多学科交叉融合的复合体系，全面覆盖无损检测、破坏性检测及混合集成检测三大核心类别，其中超声波检测、红外热成像、雷达扫描等无损检测技术凭借高效、便捷、对建筑结构无损伤的优势，已实现行业标准化应用，广泛用于混凝土强度检测、钢结构焊缝缺陷排查、墙体隐蔽损伤识别等场景。钻芯取样、荷载试验等破坏性检测方法，虽会对建筑结构造成一定影响，但能直接获取材料实际性能、结构承载能力等核心数据，为材料性能验证、结构安全复核提供不可替代的直接依据。与此同时，相关行业规范持续修订完善，逐步细化不同结构类型、

不同服役年限建筑的检测标准与要求，推动检测与评价工作从传统经验型向现代数据驱动型转变，部分具备实力的检测机构积极引入机器学习、BIM 技术等数字化手段，通过构建建筑结构数字化模型、实现检测数据的实时分析与精准研判，大幅提升检测精度与工作效率，为既有建筑的日常维护、隐患排查、加固改造提供了坚实的基础技术支撑^[5]。

1.2 既有建筑结构工程检测与安全性评价现存突出问题

尽管既有建筑结构检测与安全性评价工作已取得一定进展，但实际开展过程中仍存在诸多突出短板，严重影响工作质量与安全管控效果。检测技术应用呈现明显不均衡态势，大型检测机构已逐步实现智能化检测设备的普及应用，而大量中小检测机构受资金、技术、人才等因素限制，仍长期依赖传统人工检测方法，智能化、非接触式检测技术的普及程度严重不足，导致对建筑深层结构缺陷、隐蔽部位损伤的识别精度偏低，难以满足复杂工况下的实际检测需求。检测流程缺乏系统性规范，部分检测机构未建立完善的档案管理制度，检测原始记录存在缺失、填写随意、签字不全等问题，导致检测过程无法追溯，且存在检测点位布置不合理、检测数量不足、未按行业规范要求对采集数据进行科学修正等违规操作，直接影响检测数据的真实性与准确性。评价体系存在明显短板，核心表现为评价标准不统一、适用性不强，现有评价标准多为通用性规范，缺乏针对混凝土结构、砌体结构、钢结构等不同结构形式，以及不同使用环境、不同损伤程度既有建筑的专项评价标准，部分评价工作仍以人工经验判定为主，缺乏科学的量化分析指标与判定依据，同时存在标准混用、评价范围界定不清等问题，抗震鉴定等关键评价内容流于形式，未结合建筑实际服役状态开展全面复核，导致部分评价结论与建筑实

际安全状况存在明显偏差,无法为安全管控提供可靠支撑。

2 既有建筑结构工程检测与安全性评价问题成因分析

2.1 检测技术层面问题成因

检测技术应用不均衡、精度不足的核心,在于技术研发与实际应用存在严重脱节,智能化检测技术的研发投入长期不足,核心检测设备与核心算法多依赖进口,国产化设备在运行稳定性、检测精度等关键性能上仍存在明显差距,导致设备生产成本与推广成本居高不下。大量中小检测机构受资金实力有限、融资渠道狭窄等因素制约,难以承担智能化设备更新迭代的资金压力,只能长期延续效率低下、误差较大的传统人工检测模式,进一步加剧了技术应用的不均衡态势。传统检测技术本身存在难以突破的局限性,人工检测受检测人员专业能力、操作规范性的影响极大,不同人员的操作手法、判断标准存在差异,检测误差难以有效控制,且检测效率低下,无法适应大规模既有建筑检测的需求。对于建筑深层结构缺陷、隐蔽部位损伤,传统检测技术缺乏高效、精准的检测手段,无法实现建筑结构全方位、无死角的检测覆盖,容易遗漏关键安全隐患。同时,技术培训体系不完善,缺乏系统性、针对性的培训机制,检测人员的专业素养参差不齐,部分从业人员未及时掌握新型检测技术的操作规范与数据解读方法,即便部分机构配备了智能化检测设备,也难以充分发挥技术优势,导致智能化检测技术的应用效果大打折扣。此外,检测技术的标准化适配性不足,不同结构类型、不同服役年限的既有建筑,其结构特性、损伤规律存在显著差异,但目前缺乏针对性的检测技术标准,部分新型无损检测技术尚未纳入行业规范,技术应用缺乏明确的操作指引与精度要求,进一步加剧了检测技术应用的不均衡问题,影响检测工作的整体质量。

2.2 评价体系层面问题成因

评价体系标准不统一、适用性不强,根源在于既有建筑类型多样、服役状态差异较大,混凝土结构、砌体结构、钢结构等不同结构形式的建筑,以及处于不同使用环境、不同损伤程度的既有建筑,其安全评价的侧重点、核心指标存在明显区别,但现有评价标准多为通用性规范,缺乏针对特定类型建筑、特定损伤情况的专项评价标准,导致评价标准与实际工程需求严重脱节。评价指标设置不合理,部分指标过于抽象,缺乏可量化判定依据,难以精准界定建筑结构安全状态,部分评价只能依赖经验判断,无法形成科学

客观的评价结论。行业内缺乏统一评价数据共享机制,不同检测机构的检测数据、评价结果无法有效互通,评价过程中存在标准混用、数据重复采集问题,既降低评价效率,也影响评价结论一致性。评价人员专业能力不足,对评价标准理解存在偏差,实际评价中难以准确把握评价指标判定阈值,对建筑结构受力特性、材料劣化规律掌握不够,评价结论缺乏科学性,无法真实反映建筑实际安全状态,部分抗震鉴定等关键评价内容流于形式,难以发挥评价工作核心作用。

3 既有建筑结构工程检测与安全性评价问题解决策略

3.1 优化既有建筑结构工程检测技术与流程

针对检测技术应用不均衡、精度不足及流程不规范等问题,需加大智能化检测技术研发投入,建立产学研协同研发机制,推动核心设备与算法国产化进程,攻克设备稳定性、检测精度等核心技术瓶颈,降低设备生产与推广成本,助力中小检测机构实现设备更新迭代,逐步替代效率低下、误差较大的传统人工检测模式。聚焦建筑深层结构缺陷、隐蔽部位损伤等检测难点,结合混凝土结构、砌体结构、钢结构等不同结构形式的受力特性与损伤规律,研发适配不同结构类型、不同服役年限既有建筑的专项检测技术,将红外热成像、雷达扫描等新型无损检测技术纳入行业规范,明确技术应用的适用场景、操作流程与精度要求,为技术规范应用提供明确指引。完善检测技术培训体系,建立分层分类培训机制,针对不同岗位、不同技术水平的检测人员开展针对性培训,重点强化新型检测设备操作、数据解读与误差控制等核心能力,确保智能化检测技术充分发挥优势,有效减少人工检测带来的主观误差。同时,规范检测流程全环节管理,健全检测档案信息化管理制度,明确原始记录的填写标准、留存期限与核查要求,实现检测方案、现场操作、数据采集、报告出具等全流程可追溯,严格按照行业规范确定检测点位与检测数量,对采集的数据进行科学修正与校验,杜绝数据造假、记录缺失等问题,保障检测数据的真实性、准确性与完整性,为后续安全性评价工作提供可靠、有效的数据支撑。

3.2 完善既有建筑结构安全性评价体系与实施路径

结合既有建筑类型多样性、服役状态差异性特点,打破现有通用性评价标准的局限,结合不同结构形式、不同使用环境、不同损伤程度既有建筑的安全需求,制定针对性的专项评价标准,明确混凝土结构、砌体结构、钢结构等各类建筑安全评价的侧重点,细化不同损伤等级的判定标准,实现评价标准与实际工程需

求的精准对接。优化评价指标体系设置,剔除过于抽象、缺乏可操作性的指标,补充材料劣化速率、结构承载力衰减程度、环境侵蚀影响等核心指标,细化各评价指标的内容与权重分配,将抽象的安全等级判定转化为可量化、可操作的具体依据,明确各指标的判定阈值与评分标准,减少经验判断对评价结论的影响,提升评价结论的科学性与客观性。建立行业统一的评价数据共享机制,搭建跨机构、跨区域的数字化数据共享平台,规范检测数据与评价结果的录入、存储与调用标准,实现不同检测机构检测数据、评价结果的高效互通与协同应用,避免标准混用、数据重复采集等问题,大幅提升评价工作效率与结论一致性。强化评价人员专业能力培养,聚焦评价标准解读、结构受力特性、材料劣化规律、抗震鉴定规范等核心内容开展专项培训,配套实操演练与案例研讨,规范评价操作全流程,引导评价人员准确把握评价要点与判定标准,杜绝抗震鉴定等关键评价内容流于形式、敷衍了事的现象,确保评价结论能够真实、全面反映建筑实际安全状态,为既有建筑的加固改造、隐患治理、风险管控提供科学、可靠的决策依据,推动既有建筑安全管理工作提质增效。

3.3 强化检测与评价全过程监管及落地保障

检测与评价工作的有效落地,离不开完善的全过程监管体系与保障机制,需建立多部门协同监管机制,明确住建、市场监管等相关部门的监管职责,形成分工明确、权责清晰、协同高效的监管格局,杜绝监管缺位、推诿扯皮等问题。加强对检测机构与评价机构的资质审核与动态监管,严格规范机构准入与退出机制,对资质不符、操作不规范、数据造假的机构依法予以处罚,强化机构主体责任,推动机构规范运营。

参考文献:

- [1] 肖柳阳,胡志伟,马超.既有建筑工程结构的检测方法与加固技术研究[J].四川建材,2025,51(06):99-102.
- [2] 李瑞雪,刘嘉诚,任洹,等.既有加固后砌体结构的检测鉴定研究[J].工程质量,2024,42(07):34-38.
- [3] 李琳琳,刘小平.既有建筑节能改造中常见围护结构稳定性偏差分析[J].砖瓦,2026,(01):126-128+131.
- [4] 何启绿,段祖威.既有建筑结构检测及鉴定研究[J].中国房地产业,2025,(28):14-17.
- [5] 万金煌,杨凡,赵伟杰.既有建筑结构安全性检测管理体系构建研究[J].中国建筑金属结构,2025,24(10):166-168.

建立检测与评价质量抽查机制,定期对检测数据、评价报告进行随机抽查,重点核查数据真实性、流程规范性与评价结论科学性,对发现的问题责令限期整改,形成“监管-抽查-整改-复查”的闭环管理,确保检测与评价工作质量。同时,完善政策支持与资金保障体系,加大对智能化检测技术研发、专项标准制定、人员培训等方面的资金投入,鼓励检测机构与科研单位合作,推动技术成果转化与落地应用。建立健全激励约束机制,对规范运营、技术先进、评价精准的机构给予政策倾斜与表彰,对违规操作、弄虚作假的机构进行通报批评与信用惩戒,引导行业良性发展。此外,加强行业自律建设,推动建立行业协会,制定行业自律准则,规范从业人员行为,提升行业整体专业水平,为既有建筑结构检测与安全性评价工作的有序开展提供坚实保障,切实发挥检测与评价在建筑安全管控中的核心作用。

4 结语

梳理既有建筑结构检测与安全性评价的现状、问题、成因及解决策略,明确智能化检测技术优化、评价体系完善及全过程监管强化,是提升检测与评价工作质量、破解行业发展瓶颈的核心举措。相关策略可有效破解当前技术应用不均衡、评价标准不统一、监管不到位等突出短板,为既有建筑安全管控、隐患治理、加固改造提供坚实的技术支撑与保障。未来可进一步推动检测技术与智能化、数字化技术深度融合,不断完善各类专项评价标准,强化技术成果落地应用与从业人员专业素养提升,持续优化监管与保障机制,推动既有建筑结构安全管理向精细化、科学化、规范化水平稳步提升,更好地适应城市更新与存量建筑安全管理的发展需求。