

既有房屋建筑结构安全性检测技术研究

文 / 张 峰 江西科力工程检测有限公司

摘要：本研究聚焦既有房屋建筑结构安全性检测技术，深入剖析现有检测技术的不足，创新性地融合多学科理论与新兴技术，旨在构建更高效、精准、全面的检测体系，为既有房屋建筑结构安全性评估提供科学依据。

关键词：既有房屋建筑；结构安全性；检测技术

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.24.119

引言

随着城市发展，既有房屋建筑数量不断增加，其结构安全性成为社会关注焦点。传统检测技术存在一定局限性，因此开展既有房屋建筑结构安全性检测技术的创新研究具有重要现实意义。

一、既有房屋建筑结构安全现状

国内大量2000年前建成的既有房屋普遍面临结构老化问题，以北京西城区某砖混结构住宅小区为例，该小区建成于1995年，墙体采用黏土砖砌筑，经过近30年使用，部分墙体出现明显开裂，裂缝宽度最大达3毫米，且楼板钢筋因保护层脱落出现锈蚀，导致混凝土剥落。这类老化问题不仅影响建筑外观，更削弱结构承载能力，尤其在冬季供暖季，温度变化引发的热胀冷缩会进一步加剧裂缝扩展，对居住安全构成潜在威胁，成为老旧小区改造中需重点解决的安全隐患。

二、现有检测技术概述

（一）无损检测技术

无损检测技术因不破坏结构原貌，在既有房屋检测中应用广泛，以上海某建于2010年的框架结构办公楼检测为例，检测人员采用回弹法检测混凝土强度，通过回弹仪测量混凝土表面硬度，结合碳化深度修正，得出梁、柱混凝土强度等级；同时使用超声波检测仪对墙体进行检测，通过声波传播速度判断墙体内部是否存在空洞、疏松等缺陷。该技术无需凿除混凝土，检测过程仅需2天即可完成整栋楼的核心构件检测，检测结果能为后续结构评估提供基础数据，适合大面积既有建筑的初步安全筛查。

（二）半破损检测技术

半破损检测技术通过局部破坏获取结构内部信息，精度高于无损检测，深圳某商业综合体在2022年结构检测中，采用钻芯法检测混凝土强度，检测人员在商场立柱上钻取直径100毫米的混凝土芯样，送至实验室进行抗压试验，准确得出混凝土实际强度；同时对外墙瓷砖采用拔出法检测粘结强度，通过专用设备拉拔瓷砖，测量粘结层的抗拉承载力，判断瓷砖是否存在脱落风险。这类技术虽会对结构造成微小损伤，但损伤可通过后期修补恢复，且检测结果可靠性高，常用于重要建筑的结构复核。

（三）破损检测技术

破损检测技术适用于需精确评估结构承载能力的场景，某建于1985年的老旧厂房在改造前，需检测楼板承载力是否满足新用途要求，检测单位采用荷载试验法，在楼板上分级堆放沙袋，通过位移计监测楼板变形，直

至达到设计荷载的1.2倍，观察楼板是否出现裂缝或超限变形。这类技术检测结果最为准确，但会对建筑造成一定破坏，需在检测后进行修复，通常用于安全隐患较大、需彻底评估的既有建筑。

三、检测技术创新方法

（一）多技术融合应用

多技术融合能弥补单一检测技术的不足，武汉某三甲医院既有住院楼检测中，采用“回弹法+钻芯法+超声波法”联用模式，先通过回弹法初步筛查混凝土强度异常区域，再对异常区域钻取芯样验证强度，同时用超声波检测芯样内部完整性，避免单一方法误判；针对屋顶渗漏问题，结合红外热像仪与地质雷达技术，红外热像仪快速定位渗漏区域，地质雷达进一步探测屋面防水层破损范围和结构层空洞，两种技术配合大幅提升检测效率与精度，为医院后续维修提供精准依据。

（二）智能传感器的应用

智能传感器为既有房屋结构监测提供实时数据支持，北京某地铁沿线的居民楼检测中，将光纤传感器埋入混凝土梁柱内部，传感器能实时监测结构应变变化，数据通过无线传输至后台系统，当结构应变超过阈值时自动报警；西安某古城墙周边的砖木结构民居，则安装无线倾角传感器，监测墙体倾斜角度，避免因周边施工导致墙体失稳。这类智能传感器无需人工值守，可实现长期连续监测，尤其适合对重要保护建筑或临近施工区域的既有建筑进行安全监控。

（三）大数据与云计算辅助

大数据与云计算技术推动既有房屋检测向智能化转型，杭州建立全市既有建筑检测数据库，整合近10年老旧小区、办公楼的检测数据，涵盖结构类型、建成年代、检测结果等信息；通过云计算平台对数据进行分析，可快速识别不同区域、不同结构类型建筑的常见安全隐患，如主城区砖混结构房屋的墙体开裂率、萧山区框架结构房屋的混凝土碳化程度等。某区住建局借助该平台，提前预判出3个老旧小区的结构安全风险，及时组织检测与加固，有效避免安全事故，体现数据技术对检测决策的支撑作用。

四、检测流程优化

（一）前期资料收集

前期资料收集是检测工作的基础，北京某高校建于2003年的教学楼检测项目中，检测团队首先向学校档案馆调取原始设计图纸、竣工结算资料，明确建筑结构形式为框架-剪力墙结构、梁柱截面尺寸及C30混凝土强度等

级等核心参数；若遇到部分竣工资料缺失情况，如2005年局部改造的图纸未存档，团队会联系原施工单位查找技术交底记录，或通过现场初步测绘补充构件尺寸数据。

（二）现场检测规划

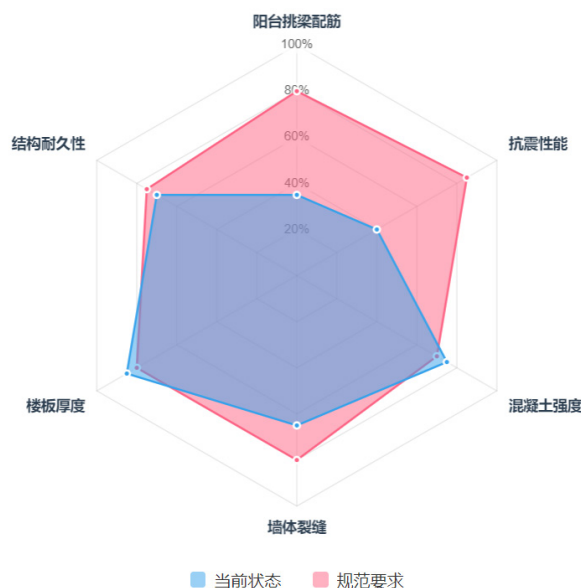
科学的现场检测规划能提升工作效率，重庆某山地既有住宅小区检测中，因小区依山而建，楼栋分布分散且部分道路狭窄，检测团队先勘察现场环境，确定设备运输路线，针对狭窄路段选择小型化检测设备，如便携式回弹仪、手持超声波检测仪，替代传统大型检测仪器，减少运输难度；同时制定设备适配方案，如对坡度较大的楼栋周边场地，搭建临时防滑平台，确保检测设备平稳放置。随后根据建筑结构特点划分检测区域，将每栋楼分为地基基础、主体结构、围护结构三个检测单元，每个单元安排2名持证检测人员负责，明确检测内容与时间节点，如地基基础检测需在3个工作日内完成，主体结构检测分5个楼层逐步推进。考虑居民正常生活，将产生噪音的检测工作安排在工作日，避开居民休息时

段；需要入户的检测提前3天通过小区物业通知居民，提供3个可选时间段供预约。此外还设置现场质量管控节点，每个检测单元完成后，由项目技术负责人核对原始数据记录表，确认无漏测、错填后再进入下一单元，在保障检测质量的同时减少对居民干扰。

（三）检测结果分析

细致的检测结果分析是得出准确结论的关键，成都某建于2008年的居民楼检测中，检测团队将现场采集的数据（如混凝土强度、墙体裂缝宽度、楼板厚度）录入结构计算软件，按现行《民用建筑可靠性鉴定标准》进行复核，发现该楼部分阳台挑梁的配筋量不足，在满载情况下挠度超过规范限值；同时对比建筑建成时的设计标准与现行标准，分析差异对结构安全的影响，如早期设计未考虑抗震设防烈度提升的要求，需补充抗震加固措施。最终形成的检测报告不仅明确安全等级，还针对问题提出具体整改建议，为业主后续处理提供清晰指引。如图1所示

图1 成都某建于2008年的居民楼检测结果分析



五、检测质量控制

（一）人员资质管理

人员资质是保障检测质量的核心，江苏某检测机构建立严格的人员管理体系，要求所有检测人员必须持有住建部颁发的《建设工程质量检测人员岗位证书》，且按专业细分领域实施分级考核，如混凝土检测人员需额外通过“回弹法实操+数据处理理论”的专项考核，考核合格后方可独立承担检测任务。该机构每季度组织检测人员参加继续教育，邀请行业专家讲解新版检测规范与技术，2023年针对《混凝土结构现场检测技术标准》修订内容开展专项培训时，还结合近年因规范执行不到位导致的检测误差案例进行深度剖析，帮助人员理解标准修订的实际意义。

（二）设备校准维护

设备校准维护直接影响检测数据准确性，上海某检测单位制定全流程设备管理规范，对回弹仪、超声波检测仪等核心设备，每半年送省级计量技术机构进行校准，

获取校准证书后需在设备机身粘贴校准标识，标注有效期；每次检测前，检测人员还需对回弹仪进行率定试验，若率定结果超出允许范围，立即暂停使用并联系维修。对钻芯机、荷载试验设备等大型设备，每月进行一次日常维护，检查设备运行状态，如钻芯机的钻头磨损情况、荷载设备的传感器精度，维护后填写《设备维护记录表》并由双人签字确认。该单位曾在维护中发现一台超声波检测仪的探头灵敏度下降，及时更换探头并与标准设备进行比对试验，确保数据偏差符合规范要求后才重新投入使用。

（三）检测标准遵循

严格遵循检测标准是保证检测合法性与准确性的前提，广州某既有商业建筑检测项目中，检测团队全程依据现行规范开展工作，检测前还组织技术交底会，明确各环节的标准执行要点。检测混凝土强度遵循《混凝土结构现场检测技术标准》，采用回弹法时按规范要求对构件侧面选取测区，每个测区均匀布置16个回弹点，避

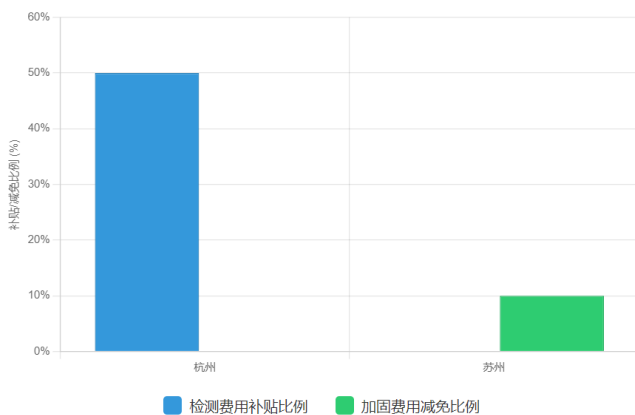
免在构件边缘或表面破损处设置测区；检测砌体结构遵循《砌体结构现场检测技术标准》，对墙体抗压强度检测时，结合建筑结构图纸确定取样部位，确保避开门窗洞口、梁下等受力薄弱区域，同时取样数量满足规范最低要求。2024年《砌体结构现场检测技术标准》局部修订后，团队立即组织临时研讨，明确新旧标准在取样数量上的差异，对已完成的检测数据进行复核调整。检测过程中同步记录原始数据，填写规范的检测记录表，每一步操作均留有影像资料，影像需包含检测部位标识、设备状态等关键信息，最终形成的检测报告符合《建设工程质量检测管理办法》要求，可作为结构安全鉴定、改造审批的合法依据，避免因标准执行不到位导致检测结果无效。

六、对策与展望

（一）政策支持建议

针对既有房屋检测行业发展，需强化政策支持，杭州已在老旧小区改造中出台专项政策，对参与结构安全检测的小区给予财政补贴，补贴比例达检测费用的50%，同时要求补贴资金需专款专用，仅用于支付检测机构服务费，降低业主检测成本。建议其他地区借鉴该模式，将既有房屋检测纳入城市更新重点工作，设立专项基金，优先支持建成30年以上、位于地震高发区或地质灾害隐患点的老旧建筑开展检测；苏州还推行“检测+加固”打包服务补贴，业主完成检测后若委托同一机构实施加固工程，可额外获得10%的加固费用减免，鼓励业主从“检测”向“整改”闭环推进。同时建立检测结果公示制度，要求检测机构在完成学校、医院等公共建筑检测后，将结果报送当地住建部门备案，通过政府官网向社会公示，公示内容包括检测结论、整改建议及完成时限，接受公众监督，倒逼业主重视结构安全，形成“政府引导、业主参与、社会监督”的检测工作格局。如图2所示

图2 杭州与苏州在房屋检测与加固方面的补贴政策对比



（二）技术发展方向

未来既有房屋检测技术将向智能化、精细化方向发展，深圳已试点研发微型智能传感器，该传感器体积仅为传统传感器的1/5，重量不足10克，可通过钻孔植入墙体内部或用专用胶粘贴在构件表面，实现对结构微小变形的精准监测，数据采集频率可达每分钟1次，通过无线传输至后台系统。某小区试点中，该传感器成功捕捉到墙体因周边地铁施工产生的0.2毫米位移，及时发

出预警。同时探索无人机搭载红外热像仪检测高层建筑外立面，无人机配备避障系统，可在距离墙面3米处稳定飞行，结合红外热像仪快速识别墙面空鼓、渗漏等问题，相比人工吊篮检测，效率提升3倍且安全风险大幅降低。此外，数字孪生技术有望深度应用于检测领域，通过激光扫描构建建筑数字模型，将检测数据与模型实时关联，模拟结构在不同荷载下的受力状态，为安全评估提供更直观的依据；某历史建筑检测中，数字孪生模型还帮助工程师对比不同修复方案的效果，最终选择对建筑原貌破坏最小的加固方式，推动检测从“事后评估”向“事前预警+方案优化”转变。

（三）行业规范完善

行业规范需结合技术发展与实践需求不断完善，建议修订现行检测标准，将智能传感器监测、多技术融合检测等创新方法纳入规范，明确技术应用流程与数据处理要求，如规定智能传感器的安装位置需避开构件受力集中区、数据采集频率应根据检测目的调整（长期监测不低于每小时1次，短期检测不低于每分钟1次）。同时建立检测机构信用评价体系，北京已开展相关试点，根据检测机构的资质条件、检测质量、客户评价、投诉处理等8项指标划分信用等级，对信用等级为AAA的机构，在政府项目检测招标中给予加分，优先获得合作资格；对信用等级为C级的机构，实施为期1年的重点监管，每季度开展一次现场核查，若核查仍不达标则纳入黑名单，限制参与检测业务。此外，住建部门还需建立规范执行监督机制，定期开展检测项目抽查，重点检查标准执行情况，对发现的问题（如测区选取不规范、数据记录不完整），要求机构限期整改并在行业内通报；每年组织检测机构负责人和技术骨干参加规范解读培训，邀请标准编制专家授课，确保行业内对标准的理解一致，提升行业整体服务水平，保障既有房屋结构安全检测工作有序开展。

结语

通过对既有房屋建筑结构安全性检测技术的研究，提出了创新方法与优化对策。未来需持续推进检测技术发展与应用，完善行业规范，保障既有房屋建筑结构安全。

参考文献

- [1] 葛栋材. 建筑结构抗震性能鉴定技术应用分析[J]. 安徽建筑, 2025, (08): 186-189.
- [2] 代红超. 数字孪生技术在既有建筑检测鉴定中的应用[J]. 施工技术(中英文), 2025, (12): 63-71.
- [3] 王如宽. Z公司既有房屋结构安全性检测鉴定工程质量管理研究[D]. 北京化工大学, 2025.
- [4] 齐虎, 罗诗敏, 费毕刚. 既有房屋结构安全性评价方法研究[J]. 工程建设标准化, 2024, (09): 85-89.
- [5] 李正飞, 龙浩. 既有砌体结构建筑安全性检测及加固设计[J]. 工业安全与环保, 2022, 48(07): 30-33.
- [6] 刘兴远, 何春燕, 刘磊, 等. 城镇房屋建筑安全性及危险性鉴定若干问题探讨[J]. 重庆建筑, 2020, 19(05): 29-33.

作者简介: 张峰, 1977.03-, 男, 汉族, 吉安市万安县人, 大专, 中级工程师, 监事长, 研究方向: 建筑工程检测。