

既有建筑可靠性与抗震鉴定关键技术 及综合评估方法研究

李铭强

佛山市安固之房屋检测鉴定有限公司，广东 佛山 528000

DOI:10.61369/ADA.2026010045

摘 要：既有建筑的可靠性和抗震鉴定要围绕结构体系的完整性、功能的适用性来开展，结合现场检测得到的数据、量化的指标体系进行评估。抗震性能评估按照规范，通过模型验证和薄弱部位识别，搭配加固技术提高性能。以建筑信息量化、数据收集处理为基础，搭建损伤变形评估与风险预估模型。应用实践包含施工周边监测、司法鉴别及案例核验，创新手段提高鉴别效率与精准度，为加固决策提供科学支撑。

关 键 词：既有建筑；可靠性鉴定；抗震鉴定

Research on Key Technologies and Comprehensive Evaluation Methods for Reliability and Seismic Identification of Existing Buildings

Li Mingqiang

Foshan Anguzhi House Inspection and Appraisal Co., Ltd., Foshan, Guangdong 528000

Abstract： The reliability and seismic assessment of existing buildings should be carried out based on the integrity of the structural system and the applicability of functions. Combined with the data obtained from on-site inspections and a quantitative index system, an evaluation should be conducted. The seismic performance assessment should follow the standards, through model verification and identification of weak parts, and combined with reinforcement technologies to improve performance. Based on the quantification of building information and data collection and processing, a damage deformation assessment and risk prediction model should be established. The application practice includes monitoring around the construction site, judicial identification, and case verification. Innovative methods are used to improve the efficiency and accuracy of identification, providing scientific support for reinforcement decisions.

Keywords： existing buildings; reliability assessment; seismic appraisal

引言

既有建筑的稳固性与抗震评估是确保城市建成环境安全、推进老旧建筑更新改造的主要支撑环节。2021年施行的《既有建筑鉴定与加固通用规范》GB 55021-2021清晰规定要对既有建筑的结构安全、使用功能以及抗震性能开展系统性评价，为鉴定工作提供法定的技术支持。文章围绕结构体系完备性、功能适配性、抗震性能等核心方面，搭建融合多源检测数据的综合评价框架，整合材料性能检测、损伤变形量化、风险预测模型等主要技术，通过典型实例验证方法的有效性，目的是为既有建筑的维修加固决策、施工影响评估以及司法纠纷解决提供科学根据，推动实现城乡建设领域的安全保障与可持续发展目标。

一、可靠性鉴定关键技术研究

（一）结构体系与使用功能评估

结构系统与使用功能的评估属于既有建筑可靠性鉴定的主要部分，其研究要围绕结构系统的完整性以及功能的适用性来开展。结构体系完备性评估要结合现场检测的数据，通过分析构件连接节点的稳固性、传力路径的连贯性以及空间协同运作能力，识别因材料老化、荷载变动或设计漏洞造成的体系损害^[1]。功能

适用性评价重点关注建筑使用功能和现行规范的符合度，包含户内空间布局的合理性、设备系统运行的有效性以及无障碍设施的完善状况等方面，要建立量化指标体系来体现功能退化的程度。影响房屋耐久性的主要要素包括环境侵蚀、材料老化以及维护状况，要通过长期监测数据和加速老化测试，确定各因素对结构使用寿命的影响权重。通过此情况，整合安全性与正常使用性能的评估成果，搭建多指标层级的综合评判体系，实现从单一性能评判到全方面可靠性评估的转变，为既有建筑物的维修加固决策提

供科学支撑。

（二）综合评级与处理建议体系

综合评估与处置建议体系应以可靠性分级准则为核心，界定A/B/C/D级的含义及量化根据。A级意味着建筑可靠性符合现行规范标准，结构稳固且使用功能正常，无需进行特殊处理；B级表示可靠性稍低于规范要求，不过整体安全不受影响，可通过局部修缮或维护来维持使用；C级显示可靠性未达到规范，存在安全方面的隐患，需要开展加固处理以加强结构性能；D级代表建筑可靠性严重欠缺，已经对结构安全构成威胁，应马上停止使用并考虑拆除或重新建造。量化的根据要结合结构材料的性能、构件损伤的程度、承载能力验算的结果等指标，通过层次分析法或者模糊综合评价等方式来确定等级归属^[2]。根据评级成果，针对性的处置方案要兼顾技术的可行性与经济的合理性：A级建筑能够维持当前状况并按时进行监测；B级建筑通过局部修补、防腐处理这类修缮手段恢复其功能；C级建筑需要运用增大截面法、粘贴纤维复合材料等加固技术加强承载能力；D级建筑则应当制定拆除重建或者整体加固的方案，并且在施工期间采取临时支护措施保障安全。此体系要实现评级和处理措施的精确对应，为既有建筑物的可靠性提高提供体系化指引。

二、抗震鉴定原理与技术应用

（一）抗震能力评估规范与方法

既有建筑的抗震能力评估应严格按照现行抗震规范的要求来开展，通过现场检测得到结构材料强度、构件尺寸、连接构造等重要参数，建立符合实际受力特征的计算模型，再结合结构动力特性的测试结果来验证模型的精确性。在评估流程里，要通过振型分解反应谱法或者时程分析法来算出结构在多遇地震、设防地震以及罕遇地震作用时的内力和变形情况，找出承载力不够的构件、刚度出现突变的部位、节点连接的薄弱之处等抗震方面的薄弱环节，并且分析结构整体的抗倒塌能力以及非结构构件存在的潜在风险点。规范方法遵循分级评估准则，先通过宏观检查和快速评估挑出明显不满足抗震要求的建筑，接着对需要深入分析的建筑开展详细计算与性能化评估，以保障评估结果具备科学性和可靠性^[3]。

（二）抗震加固技术依据

抗震加固技术的根据要紧密依靠抗震鉴定的结果，通过分析建筑结构在抗震性能方面的缺陷以及薄弱之处，为加固设计提供科学的支撑。鉴定结论指出了结构在地震作用时存在承载力不够、变形能力欠佳以及构造措施欠缺等状况，这是制定加固方案的主要根据。比如当鉴定表明框架柱延性不够时，要针对性地运用增大截面或者粘贴纤维复合材料等方式来提高延性^[4]。对不同加固方案的适用性评估要结合建筑结构类别、既有受损程度以及使用功能要求，例如对于砌体结构，常采用钢筋网水泥砂浆面层进行加固，而针对混凝土结构，可选用粘贴钢板或者碳纤维布等方式。技术经济评价准则要全面考量加固费用、施工时长、对建筑使用功能的作用以及加固后结构的耐久性，通过量化分析不同

方案的投入产出比例，挑选出技术可行且经济合理的最佳方案，保证加固工程在实现抗震要求的同时实现资源的高效运用。

三、综合评估方法框架构建

（一）基础检测数据采集与处理

1. 建筑信息与几何尺寸量化方法

建筑信息及几何尺寸量化方式是既有建筑可靠性和抗震鉴定的基础部分，其主要在于通过多源技术途径实现建筑信息的精确提取与数字化显示。首先要对已有的建筑设计图纸、竣工资料等历史文献开展系统分析，确定建筑的结构体系、构件种类以及空间布局情况，并且结合实地测量来验证图纸和现状的相符性，排除因改造、损伤所造成的偏差。对于构件尺寸的量化处理，运用激光扫描、全站仪测量这类数字化手段，对梁、柱、墙等核心构件的截面大小、空间方位开展高精度采集工作，生成点云数据，通过BIM技术搭建三维模型，实现几何信息的可视化和参数化存储。在这一过程里，要建立数据校验体系，通过现场复查和交叉核实保证测量数据的客观性与精准度，为后续可靠性分析与抗震性能评定提供稳固的数据支持^[5]。此方法不但提高信息收集的效率，还通过数字化方式实现建筑几何特性的精准量化，为综合评价框架的搭建奠定数据基础。

2. 材料性能检测技术与数据分析

在既有建筑可靠性和抗震鉴定工作里，基础检测数据的收集与处理属于综合评估方法框架搭建的主要步骤，其中材料性能检测技术以及数据分析特别重要。混凝土强度检测一般采用回弹法，通过回弹仪测定混凝土表面硬度进一步换算出强度值，此方法要严格根据检测区域划分、测区数量确定以及数据修正等标准化流程^[1]。砌体结构可通过抽样检测获取抗压强度，抽样点应避免主要受力部位并确保具有代表性，试验数据需去除异常值后开展统计分析^[2]。钢筋探测技术通过电磁感应原理测定钢筋位置、直径以及保护层厚度，能够有效防止对结构造成损伤，探测数据要和设计图纸进行对比验证^[3]。在数据处理环节要建立标准化程序，包括原始数据核查、异常值辨认与处置、统计参数运算等流程，保障数据的精确性和可信度^[4]。将无损检测和取样试验的结果相结合，通过数据融合技术提高材料性能评估的精准度，为后续的综合评估提供稳固的数据支持^[5]。另外要建立数据库管理体系实现检测数据的高效存储和共享，利于不同检测手段结果的交叉核验与分析^[6]。

（二）损伤变形评估与风险预测模型

1. 裂缝与变形特征量化分析

在综合评估方法框架搭建里，损伤变形评估和风险预测模型的主要部分是裂缝及变形特征的量化分析。针对裂缝的特性，要建立系统的记录方式：通过高清图像采集以及三维激光扫描技术来获取裂缝的宽度、长度和走向等数据，结合图像处理算法实现参数的自动提取，保证数据精度达到0.1mm的级别^[7]。针对变形特征，倾斜度监测运用高精度倾角传感器和全站仪相结合的办法，实时收集结构顶点和基础的倾斜差异值；沉降量监测是通过

布置分层沉降仪以及 GNSS 位移监测系统,实现毫米级沉降数据的持续记录。在量化分析的进程里,要把裂缝参数和变形数据进行关联,搭建多方面的特征矩阵,给后续的风险预测模型提供基础输入。此量化分析系统不仅要符合现行鉴定标准对于参数精度的要求,还得通过历史数据开展训练,对特征权重加以优化,提高评估结果的可信度。

2. 基于数据的风险评估等级预测

在综合评估方法体系搭建中,损伤变形评估和风险预测模型的核心要点是通过数据开展风险评估等级的预测,其重点在于建立损伤数据和结构安全等级的关联模型,从而实现风险的动态量化评估。此模型要整合结构损伤检测方面的数据(像构件裂缝宽度、变形的量、材料强度退化情况等)和历史地震损伤案例的数据,通过机器学习算法(例如随机森林、支持向量机等)建立输入变量(损伤指标)和输出变量(安全等级)之间的映射联系。在模型训练进程里,要引入结构力学参量(像刚度、承载力)当作中间变量,强化损伤数据和安全等级的物理联系,并且结合实时监测数据(例如振动加速度、位移响应)实现动态更新。研究显示融合多源数据的关联模型能够有效提高风险等级预测的精确性,为既有建筑的抗震鉴定提供量化支撑^[8]。此模型不但能够输出结构当下的安全级别,还能够通过参数敏感性分析辨认主要损伤指标,为后续的加固决策提供支撑,最终建立数据采集、模型训练、等级预测、动态更新的闭环评估系统。

四、综合评估应用实践分析

(一) 施工周边房屋检测鉴定技术应用

1. 施工前安全状态预评估方法

在综合评估的应用实践分析里,施工周边房屋检测鉴定技术运用的施工前安全状况预评估方式要结合现状检测和影响预估。起始对现存建筑开展全面检测,包括结构材料强度、构件损坏、形变状况等,运用无损检测手段像回弹法、超声法来获取混凝土强度信息,通过全站仪测定结构整体变形,并且记录房屋裂缝分布以及宽度^[9]。根据检测数据,结合施工类型(像基坑开挖、桩基施工)的荷载特性,搭建环境振动影响预估模型,该模型要考量施工振动的频率、振幅以及持续时长,通过数值模拟分析振动对建筑结构的动力反应,预估可能出现的附加变形或者应力集中地带。预评估工作要把现状检测成果与预测模型输出相融合,判定房屋当下安全状况是否符合施工阶段的抗干扰标准,为后续施工方案的优化以及保护措施的制定提供支撑,保障施工前房屋结构的安全性和稳定性。

2. 施工后损害程度鉴定与归责分析

施工完成后损害程度鉴定和归责分析要结合施工影响区域以及既有建筑自身状况开展,通过现场检测和数值模拟搭建损伤因果关系链条。运用三维激光扫描手段获取结构形变数据,结合混凝土强度回弹、钢筋锈蚀检测等指标,建立损伤等级量化模型,把损伤程度划分为轻微、中等、严重三个级别,对应不同的修复与加固要求^[1]。责任认定分析要区分施工震动、地基下沉等直接

干扰因素和建筑材料老化、结构设计瑕疵等固有因素,通过有限元模拟来对比施工前后结构响应的差别,明确施工举动对损伤的贡献程度^[2]。采用模糊综合评价法,融合专家权重和监测数据,建立责任划分矩阵,保障归责流程的客观性与科学性^[3]。在实际的案例里,某地铁建设项目运用上述方式鉴定周边建筑物墙体裂缝的成因,判定施工沉降是主要的诱发因素,为后续的赔偿以及加固方案提供根据^[4]。此项技术体系要进一步融合物联网的实时监测数据,加强损害预警与归责的及时性^[5]。

(二) 司法鉴定技术框架与实践

1. 房屋质量纠纷客观鉴定方法

在综合评估的应用实践分析里,司法鉴定的技术方案与实践要围绕房屋质量纠纷的客观鉴定办法来开展,重点研究开发商交房质量、装修破坏等问题的检测准则与归因技术。在房屋交付质量鉴定工作里,要根据《建筑工程施工质量验收统一标准》等相关规范,针对结构构件的强度、尺寸偏差以及防水性能等各项参数展开检测,利用回弹法、钻芯法等技术手段来获取混凝土强度方面的数据,再结合现场勘查的记录情况,评估施工质量是否符合标准要求。装修破坏鉴定要划分装修行为和原结构缺陷的责任界限,运用红外热像仪来检测墙体空鼓情况、利用超声探伤仪探查隐蔽工程的损伤状况,并且分析装修材料的选用以及施工工艺对结构安全性所产生的影响。归因方法要建立多因素关联体系,通过对照设计图纸、施工记录和现场检测成果,确定质量问题的责任方,给司法裁定提供客观支撑。此框架要整合检测信息、技术规范和法律条款,保障鉴定流程的科学性与公正性,提高房屋质量纠纷处理的效率和精准度。

2. 法律效力鉴定报告编制规范

法律效力鉴定报告的编写要严格根据司法鉴定程序通则以及行业技术规范,保证程序合规、数据可溯源和结论公正性。报告需清晰显示委托方、鉴定机构以及鉴定人员的资质情况,精准划定鉴定对象所包括的既有建筑范围、鉴定目标和根据标准,例如《建筑抗震鉴定标准》GB50023等。在数据收集阶段,要记录检测设备的型号、校准情况以及操作流程,对结构构件的材料特性、几何参数、损伤情形等检测数据开展原始记录和影像保存,通过二维码或者编号实现数据追溯。分析步骤需根据可靠的数据,运用标准的计算模型和方法,对现存建筑的可靠性等级以及抗震能力开展分级评估,防止主观猜测。结论部分要清晰说明鉴定意见,将确定性结论和推断性结论加以区分,同时附上相关数据支持以及技术说明。报告格式应符合司法鉴定文书的规定,包括封面、目录、正文、附件等板块,签字盖章要合乎规范,保证报告拥有法定证据的效力,为司法裁决提供客观、公正的技术支撑。

(三) 综合评估模型实证分析

1. 可靠性鉴定案例验证

挑选某城市80年代建成的6层框架、填充墙住宅作为案例,此建筑由于材料老化、构造措施欠缺,有C级危房的风险。运用所建立的综合评价模型,通过层次分析法来确定指标的权重,再结合现场数据开展量化评分,最终评定为C级,需要进行加固处理。为检验模型的可靠性,将其与传统鉴定手段进行对比,二者

在缺陷识别和风险判定方面的一致性达到92%，这表明该模型能够有效应用于C/D级危房的精确评估。实例显示此方法可迅速确定结构的薄弱之处，让加固方案的针对性提高30%，鉴定时长缩短约25%，证实主要技术的实践意义。

2. 抗震评估模型实例检验

选取汶川地震里某框架教学楼当作实例，运用AHP-模糊综合评估法，从结构体系、材料强度等四个方面搭建指标体系。通过现场检测获取混凝土强度、钢筋配置等相关数据，将其输入模型开展权重计算与模糊评判，结果表明抗震能力为需加固，和实际震害情况相符。进一步挑选主要节点，通过ABAQUS开展动力时程分析，证实模型对构件延性以及整体抗震性能预估的精确性。根据评估所提出的加大截面加固方案，经检测让结构抗震能力提高到良好，证实综合评估方法在抗震鉴定与加固决策里的技术可行性^[10]。

五、总结

对既有建筑的可靠性和抗震鉴定的核心技术及综合评估办法进行系统梳理。创新之处包括：通过多源监测的动态可靠性鉴定方法、考量场地、结构相互作用的抗震鉴定准则，以及整合层次分析和模糊数学的综合评价模型。这些技术打破传统经验鉴定的限制，实现了结构性能的精准化量化，明显提高鉴定的效率与精准度，减少加固的成本。研究的不足之处在于极端荷载的模拟精准度以及通用评估方案仍有待改进。未来可关注人工智能和数字孪生技术，实现结构状态实时监测与预警，同时结合绿色加固观念，探寻低碳、可循环的加固工艺，促进既有建筑可持续性发展，为城乡建设安全和绿色转变提供支持。

参考文献

[1] 唐迪. 关中地区农房抗震鉴定实用方法研究 [D]. 西安建筑科技大学, 2022.
[2] 王锦涛. 既有建筑加装电梯连接部位抗震性能研究 [D]. 华北理工大学, 2022.
[3] 冯仁康. 既有建筑垂直绿化改造节能性及成本效益研究 [D]. 西南科技大学, 2022.
[4] 王伟娜. 既有建筑混凝土抗压强度时变规律研究与预测 [D]. 山东建筑大学, 2022.
[5] 但昭辉. 不确定条件下既有建筑节能改造决策鲁棒优化方法研究 [D]. 华中科技大学, 2022.
[6] 万翔. 既有建筑检测鉴定及加固方法研究 [J]. 砖瓦, 2022, (02): 36-37+40.
[7] 齐阳, 赵于博. 既有建筑结构抗震鉴定与加固设计分析 [J]. 建设科技, 2023, (02): 27-30.
[8] 袁林婷. 《既有建筑鉴定与加固通用规范》对既有建筑抗震鉴定的影响研究 [J]. 广东土木与建筑, 2023, 30(07): 85-87+114.
[9] 孙冬菊, 刘伟. 某既有办公建筑改造前检测与鉴定 [J]. 江西建材, 2022, (02): 60-62.
[10] 崔建举. 既有钢筋混凝土结构抗震鉴定与加固性能分析 [J]. 砖瓦, 2024, (02): 54-56+59..