

既有民用建筑结构现场检测方法 与可靠性鉴定评级实操研究

汤启彬

广东合正建筑物鉴定检测有限公司, 广东 广州 510030

DOI:10.61369/UAID.2026030016

摘 要 : 本研究专注既有民用建筑结构可靠性鉴定工作, 梳理现场检测技术(像回弹法、超声法、结构健康监测)的运用, 根据 GB50292 等标准搭建 A-D 四级评级系统, 结合抗震性能指标对结构状态进行评估。实际操作时要处理设备精度、数据离散状况等难题, 所得成果能够为结构隐患识别与加固工作提供科学支撑, 未来可结合智能技术提高检测与评级的效率。

关 键 词 : 既有民用建筑; 可靠性鉴定; 现场检测

Research on On-site Detection Methods and Reliability Evaluation Rating for Existing Civil Building Structures

Tang Qibin

Guangdong Hezheng Building Appraisal and Testing Co., Ltd., Guangzhou, Guangdong 510030

Abstract : This research focuses on the reliability assessment of existing civil building structures, sorting out the application of on-site detection techniques (such as rebound method, ultrasonic method, and structural health monitoring), and establishing a four-level rating system from A to D based on standards like GB50292. The structural condition is evaluated in combination with seismic performance indicators. In practical operation, issues such as equipment accuracy and data dispersion need to be addressed. The results obtained can provide scientific support for the identification of structural hazards and reinforcement work. In the future, intelligent technologies can be integrated to enhance the efficiency of detection and rating.

Keywords : existing civil buildings; reliability assessment; on-site detection

引言

既有民用建筑属于城市存量资产的主要构成部分, 其结构可靠性直接关联着居住安全和功能持续。随着建筑服役时长增加以及使用状况改变, 科学的实地检测与鉴定评级成为确保建筑安全的重要步骤。2016 年施行的《民用建筑可靠性鉴定标准》(GB50292-2015) 为该项工作建立系统的技术方案, 清楚从现场检测至评级判定的全流程准则。综合声波检测、回弹法等无损技术所取得的混凝土强度、钢筋分布以及损伤数据, 经过承载力计算、抗震性能评估等流程, 能够全面判定结构的安全性、适用性和耐久性等级, 为加固改造提供量化的参考根据, 促进既有建筑安全管理朝着精准化与规范化方向发展, 帮助城市存量资产的可持续利用。

一、既有民用建筑结构现场检测方法

(一) 检测技术概述

既有民用建筑结构现场检测手段的检测技术简述, 要重点无损检测技术在可靠性鉴定里的基础功能。声波探测利用发射弹性波并接收其传播的信号, 分析波速、振幅等参量来评估混凝土的强度、内部瑕疵或者钢筋分布状况, 适用于墙体、梁、板等部件的质量检测^[1]。结构健康监测技术整合传感器网络以及数据采集与分析系统, 对结构的位移、应变、振动等参数进行实时监测, 实现长期性能跟踪, 特别适合用于老旧建筑或者受环境荷载作用

的结构。另外回弹法通过回弹仪测定混凝土表面硬度来间接估算强度, 操作较为简便, 不过容易受到表面状况的影响; 超声回弹综合法将声波和回弹数据相结合, 能够提高混凝土强度检测的精准度。这些技术工具的运用, 给结构可靠性鉴定提供量化支撑, 对其原理和适用范围进行合理挑选, 会直接影响鉴定结果的科学性和可靠性。

(二) 实操流程与设备应用

实际操作流程通过图纸和历史资料的分析, 确定检测主要要点。设备挑选要符合参数: 混凝土强度采用 HT-225 回弹仪搭配酚酞试剂; 钢筋位置以及保护层厚度运用 HC-GY61 扫描仪; 裂

缝检测使用 DJCK-2 观测仪和深度测深仪^[2]。数据收集根据代表性准则，例如测区进行 16 处回弹、于主要位置布点并标记裂缝走向。实施主要包含设备校准、环境记录以及影像留存。

二、房屋可靠性鉴定理论基础

（一）鉴定标准与规范分析

房屋可靠性评定以标准规范作为核心根据。在国内建立起以 GB 50292《民用建筑可靠性鉴定标准》为典型的完备体系，根据力学和材料科学理论，清晰界定鉴定原则、流程以及评级办法。鉴定要全面考量安全性、适用性和耐久性，根据现场检测数据进行分级评定。海外 ISO 等标准尽管指标存在差异，但都重点强调概率风险评估，可为国内的完善工作提供参考。标准的制定要综合考虑使用时长、荷载变动以及环境侵蚀等要素，以保证其科学性。相关研究需持续检验条款的合理性，从而符合建筑老化以及功能更新的需求^[3]。

（二）鉴定评估方法与流程

房屋可靠性鉴定的理论基础是以结构可靠性理论作为核心，融合概率论以及数理统计的方法，通过量化分析结构于设计基准期内实现预定功能的概率，为鉴定工作提供理论方面的支撑。鉴定评估的方法和流程要遵循系统化的逻辑，首先进行损伤识别，运用现场检测技术来获取结构材料性能、几何参数以及损伤状况等数据，像混凝土强度回弹检测法、钢筋位置探测等方式，为后续的分析提供基础信息。根据检测所得数据，开展承载力的计算工作，将结构力学原理和规范要求相结合，对构件以及整体结构的承载能力予以评估，判定是否符合现行的荷载标准。风险评估阶段要考量结构失效样式及其后果，通过概率模型评定不同失效情形的发生几率与影响大小，建立综合风险级别。在实际操作里，各个环节要紧密相连，损伤识别的成果直接关系到承载力计算的精确性，而风险分析需根据前面的结果来明确主要风险点，以保障鉴定结论具备科学性与可靠性^[4]。

三、抗震鉴定实操分析

（一）抗震鉴定理论框架

1. 抗震性能评估指标

抗震性能的评估指标为鉴定主要，要结合结构的特性来定义。地震反应系数根据场地、分组以及周期来确定，GB 50011 给出计算标准。延性能力用于衡量变形消耗能量的情况，将材料老化以及损伤的影响纳入考虑领域，是以弹塑性能量耗散原理为基础的。层间位移角体现变形特性，保障非结构构件安全并防止倒塌。抗震承载能力经由验算地震组合时的承载能力来判定合规情况，根据极限状态设计方法，结合现场检测参数开展计算^[5]。

2. 抗震相关法规实践

抗震鉴定实操分析要以现行法规作为基础，国家方面把 GB 50011《建筑抗震设计规范》当作核心，清楚不同设防烈度下既有建筑的抗震性能标准，国际标准像 ISO 13822 等会提供结构

振动测试与损伤评估的通用办法，二者共同建立实操的合规性框架^[6]。抗震鉴定的理论体系建立于结构动力学和可靠性理论基础之上，通过现场检测得到的材料强度、构件尺寸等参数，结合非线性分析模型来评估结构在地震作用时的响应。理论的发展促使其从经验判断向数据驱动转变，例如通过性能的抗震设计理念的引入，让鉴定更注重结构在不同地震水准下维持功能的能力。

（二）现场抗震检测与加固实操

1. 抗震检测技术实操

在抗震检测技术实际操作里，微震监测以及结构响应测试属于既有民用建筑抗震性能现场评估的核心方法，是判断建筑结构安全、排查抗震隐患的关键环节。微震监测需在建筑主要受力部位精准布置高灵敏度传感器，重点覆盖梁柱连接点、剪力墙边缘部件、楼板与墙体交接处等关键节点，通过专用数据采集设备持续捕捉结构在环境震动、小震作用下的微震信号，后续结合时域与频域分析技术，精准提取振动频率、阻尼比、振型等核心参数，以此识别结构内部可能存在的裂缝、构件松动等损伤区域，为后续加固提供精准数据支撑^[7]。结构响应测验则通过人工激励（如脉动法、锤击法）或自然激励（如环境振动）两种方式获取结构动力响应信息，实操中需严格把控传感器的布设密度与位置，确保全面覆盖梁、柱、剪力墙等主要受力部件，合理避开遮挡物与干扰源，防止出现数据空白区域，同时做好数据校准与复核工作，保障检测数据的准确性和可靠性，为建筑抗震性能评估提供科学依据。

2. 抗震加固评估

抗震加固需结合建筑结构现状、使用需求及现行抗震规范，综合采用多维技术手段全面提升结构整体抗震可靠性。加固设计要坚持受力合理、协同工作原则，增设支撑时，需结合结构受力特性、现场施工条件，灵活选用钢支撑或混凝土支撑，精准确定构件截面尺寸、布设位置与连接方式，确保新增构件与原结构协同受力、变形协调。基础加固可通过扩大基底面积、压力注浆补强、增设桩基等方式优化，加固完成后必须通过现场载荷试验，严格验证地基承载力与沉降稳定性。某框架住宅针对梁柱节点薄弱缺陷，采用碳纤维布加固并增设交叉钢支撑，改造后层间位移角由 1/250 降至 1/500，完全满足规范要求^[8]。加固效果需通过动力特性检测、承载力复核、变形观测综合验证，对比前后频率、阻尼比、荷载位移曲线，量化评估抗震性能提升幅度，保障结构具备充足延性与抗倒塌能力。

四、可靠性鉴定评级实操方法

（一）评级体系与标准应用

1. 评级标准解析与依据

既有建筑可靠性鉴定是以 GB 50292 作为核心，把结构划分成 A、B、C、D 四个等级。A 级符合要求；B 级稍低但不影响安全性；C 级对安全有影响需采取应对措施；D 级危及安全要立刻进行处理^[9]。评级参考包含体系、承载能力、构造以及变形等指标，结合回弹数值、锈蚀程度等检测信息，运用加权或者层次分析法

明确权重并进行综合评估。实际操作时要严格根据单元划分以及逐级评级的流程。但是定性指标依靠经验易产生主观误差，并且老旧建筑由于资料欠缺难以获取精准参数，这或许会对准确性造成影响，需要结合实际情况合理调整方式以保证结果可信。

2. 可靠性鉴定评级实操方法与优化策略

可靠性鉴定评级应根据体系标准，完善实际操作方法。国内《民用建筑可靠性鉴定标准》运用层次化方案，从构件到单元逐步评定，重点定性评判与经验校正，操作便捷但是对复杂结构的适用性存在局限。国际通行标准重点性能化设计，设立多级安全指标，通过概率风险与非线性分析，精准度高但是对设备及人员要求严格。二者区别在于逻辑和参数选择。实际操作时可引入数据融合方法，整合检测、监测以及历史数据，通过机器学习建立模型来降低误差。同时参考先进的量化指标精细计算方式，建立符合我国特性的改进流程，兼顾本土的适用性和结果的科学性。

（二）实操流程设计与管控

1. 检测与评级结合流程

检测与评级整合流程以抗震鉴定作为核心，按照 GB50023 等规范明确混凝土强度、钢筋配置以及损伤状况等参数，运用回弹、超声等手段获取数据并记录荷载环境。数据解析要验证其有效性，去除异常数据点，根据图纸建立模型，评估地震情况下的承载与变形特性。评级阶段把结果和阈值进行比较，逐级评定构件直至整体可靠性，重点分析薄弱之处。流程要保证检测数据和标准相匹配，例如强度换算、构造核验，让输出能够直接为评级结论服务，建立从采集到判定的封闭循环，确保评级的严谨性^[10]。

2. 参数识别与测点布设

在鉴定评级工作里，传感器的设置要结合结构的类型与目标，例如在混凝土梁的端部、柱的底部等应力区域布置应变计，在砌体墙身的交接部位设置位移计，同时保证量程相互匹配。布置前要预先验证设备的稳定性，针对温度、电磁等环境干扰运用补偿算法和屏蔽手段加以控制；对于操作差异则通过标准化流程来减小影响。最终得到的参数要符合评级精度标准，为后续的鉴定工作提供可靠的根据。

（三）案例实践与挑战应对

1. 民用建筑案例解析

以一栋2005年建成、由于功能改变需要进行鉴定的6层框

架式住宅为例。实地检测表明：混凝土强度推测值处于 C25 至 C30 之间，部分柱角的碳化深度超过 5mm；顶层的最大偏移距离为 12mm，超出规定限值；30% 的梁、柱保护层厚度偏差超过 ± 5mm。按照 GB 50292-2015 进行评定：结构体系大体完整，部分柱子由于强度不够以及保护层存在偏差，承载能力评定为 C 级。在抗震鉴定工作里，底层的位移角达到 1/450，稍微超出限值，部分节点的箍筋间距不符合规定。实践显示：当碳化程度较大时，需通过钻芯来修正强度数值；进行评级时要综合考量缺陷分布状况以及对整体的影响；开展抗震鉴定工作时，应重点关注节点箍筋等构造的完整性。

2. 实操挑战与解决方案

在既有民用建筑结构可靠性鉴定评级实际操作里，常见难题包含现场检测仪器精度不够导致的参数误差、不同检测人员操作区别引发的数据分散性，以及老旧建筑原始资料缺乏造成的评级根据不充足。针对设备受限情况，可通过定期校准检测仪表、引入高精度传感装置（像光纤应变计）加强数据采集的精准度；对于数据出现偏差的状况，要制定标准化操作流程（SOP），确定检测点设置、数据读取和记录的统一准则，同时运用交叉验证手段（例如同一个构件用多台设备复测）减少人为差错。当原始资料缺乏时，能够将现场无损检测（像回弹法测定混凝土强度、超声法检测缺陷）和结构反向建模技术相结合，重新建立构件力学性能参数。

五、总结

本研究重点关注既有民用建筑结构现场检测手段以及可靠性鉴定评级的实际操作难题，经过对现存检测技术和鉴定流程的系统梳理，确定核心研究成果。研究表明现场检测要将无损检测和局部破损检测技术相结合，像回弹法、超声回弹综合法、钻芯法等，从而精确获取结构材料强度、构件损伤状况等主要参数；可靠性鉴定评级则要根据《民用建筑可靠性鉴定标准》，综合考量结构安全性、适用性和耐久性指标，建立量化评级体系。这些成果于房屋可靠性鉴定时能够有效识别结构潜在隐患，在抗震鉴定方面可为加固改造工作提供科学参考根据，明显提高既有建筑的使用安全程度与耐久性。

参考文献

[1] 杨树蔚. 用于现场检测的小型化多模式显微成像系统设计 [D]. 西安工业大学, 2022.
[2] 闫琳. 基于免疫层析技术的丝织品文物现场快速检测研究 [D]. 浙江理工大学, 2023.
[3] 付艳丽. 基于比色 / 荧光双信号的鼠伤寒沙门氏菌现场快速检测技术研究 [D]. 吉林大学, 2023.
[4] 余洁. 微型化激光诱导荧光检测器的性能优化及其现场分析应用 [D]. 兰州大学, 2023.
[5] 耿俊豪. 基于电化学生物传感器的有机磷农药残留的现场快速检测 [D]. 新疆大学, 2023.
[6] 杨益飞. 既有民用建筑结构检测及安全性评定分析 [J]. 工程与建设, 2022, 36(6): 1703-1705.
[7] 薛雪. 既有钢结构厂房检测与可靠性鉴定分析 [J]. 电脑爱好者 (普及版) (电子刊), 2020(3): 219-220.
[8] 邹勇, 张京街, 曹淑上, 杨若愚. 既有办公建筑改造为医院建筑前检测与鉴定 [J]. 重庆建筑, 2019, 18(5): 57-61
[9] 谢鹏. 浅谈既有建筑混凝土结构现场检测 [J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2022(5): 59-61
[10] 白海江. 既有建筑结构损伤检测方法与加固方案研究 [J]. 建筑工程技术与设计, 2021(24): 2223.