

既有建筑的结构检测鉴定与抗震性能分析

伍柏豪

广东汇远检测技术有限公司, 广东 肇庆 526000

DOI:10.61369/ETQM.2026070022

摘 要： 文章系统梳理了既有建筑结构检测鉴定的主要方法、技术特点与工程应用，重点分析了其在材料性能退化、构造措施缺失、抗震能力评估等方面的技术难点，并针对性提出了基于精细化检测、多级鉴定与性能化加固的综合解决措施。研究表明，将检测鉴定与抗震性能分析深度融合，是实现既有建筑科学评价与有效加固的关键路径，可为城市更新与韧性城市建设提供技术支撑。

关 键 词： 既有建筑；结构检测鉴定；抗震性能

Structural Inspection, Appraisal, and Seismic Performance Analysis of Existing Buildings

Wu Baihao

Guangdong Huiyuan Testing Technology Co., Ltd., Zhaoqing, Guangdong 526000

Abstract： This article systematically reviews the primary methods, technical characteristics, and engineering applications of structural inspection and appraisal for existing buildings, with a focus on analyzing technical challenges in areas such as material performance degradation, lack of structural measures, and seismic capacity assessment. It proposes comprehensive solutions based on refined inspection, multi-level appraisal, and performance-based reinforcement. Research indicates that the deep integration of inspection, appraisal, and seismic performance analysis is a crucial pathway for achieving scientific evaluation and effective reinforcement of existing buildings, providing technical support for urban renewal and the construction of resilient cities.

Keywords： existing buildings; structural inspection and appraisal; seismic performance

引言

我国既有建筑总量庞大，部分建筑存在结构老化、设计标准偏低、抗震能力不足等问题。随着城市更新战略的推进和建筑安全意识的提升，既有建筑的结构检测鉴定与抗震性能评价成为工程界与学术界关注的热点。然而，实际工程中常面临检测数据不充分、抗震分析方法不统一、加固措施针对性不强等挑战。文章围绕既有建筑结构检测鉴定的技术体系与抗震性能分析方法展开论述，旨在为相关工程实践与技术研究提供系统性的参考。

一、既有建筑结构检测鉴定的技术特点与重要性

（一）检测鉴定是结构安全评估的基础环节

既有建筑在长期使用过程中，受到荷载作用、环境侵蚀、材料老化等多重因素影响，其结构性能与原设计状态往往存在显著差异。结构检测鉴定通过现场测试、材料取样、无损检测等手段，获取结构当前的实际状态参数，为安全性评估提供基础数据。不同于新建建筑可依据设计图纸与施工记录进行理论分析，既有建筑的真实性能必须建立在实测数据之上。因此，检测鉴定不仅是结构安全评估的起点，其准确性与完整性直接决定了后续分析结论的可靠性。在实际工程中，检测内容通常涵盖结构布置、材料强度、构件截面尺寸、钢筋配置、损伤状况、变形情况

等多个维度，需根据建筑类型、使用历史与鉴定目标综合确定检测方案。

（二）检测鉴定承载着历史标准与现代要求的衔接功能

大量既有建筑建造时所依据的设计规范与现行规范存在明显差异，尤其在抗震设防标准方面，早期规范对地震作用的取值、构造措施的要求均低于当前标准。结构检测鉴定的重要任务之一，是在明确建筑历史背景的前提下，衔接历史建造水平与现代安全要求。鉴定工作中需合理确定结构后续使用年限，并据此选择适用的鉴定标准与性能目标。这种“历史与当下”的衔接，既体现为对既有结构真实状态的尊重，也体现为对安全底线与技术进步的回应。检测鉴定由此超越了单纯的技术评价范畴，成为协调历史建造条件与当代安全需求的关键环节^[1]。

（三）检测鉴定为抗震性能分析提供输入条件

抗震性能分析依赖于结构质量、刚度、承载力、耗能能力等关键参数的准确取值，而这些参数在既有建筑中往往无法直接沿用原始设计资料。检测鉴定所获得的材料强度实测值、构件截面实际尺寸、节点构造状况、结构损伤分布等信息，构成了抗震性能分析的基础输入。特别是在采用静力弹塑性分析、时程分析等精细化方法时，检测数据的完备性直接决定了分析模型的准确度。此外，检测鉴定还可识别出结构存在的薄弱部位与潜在失效模式，为抗震性能分析中重点关注区域的确定提供依据。因此，检测鉴定与抗震性能分析之间并非简单的先后关系，而应形成数据与模型的深度耦合。

二、既有建筑结构检测鉴定与抗震性能分析的难点

（一）检测数据获取的局限性与不确定性

既有建筑结构检测面临现场条件复杂、隐蔽部位难以触及、检测手段适用范围受限等现实困难。对于砌体结构，砂浆强度、砌筑质量、构造柱与圈梁的实际布置情况往往难以全面掌握；对于钢筋混凝土结构，钢筋配置、节点区加密箍筋、保护层厚度等关键信息只能通过局部破损检测获取，样本数量有限导致数据代表性存在不确定性。此外，现有检测设备与方法在特定条件下的适用性也有待验证，如回弹法受混凝土龄期、碳化深度影响较大，钻芯法对结构存在局部损伤。检测数据的离散性、不完整性以及人为操作误差，共同构成了检测阶段的不确定性。这种不确定性若不能在后续鉴定分析中合理考虑，可能导致评估结论偏于冒进或过于保守，直接影响加固决策的科学性^[2]。

（二）材料性能退化与损伤累积的定量表征困难

长期服役的建筑结构普遍存在材料性能退化现象，包括混凝土碳化、钢筋锈蚀、砌体砂浆粉化、木材腐朽等。这些退化过程具有明显的时空不均匀性，同一建筑不同部位、不同构件的退化程度差异显著。更复杂的是，退化往往与结构损伤相互耦合：锈蚀导致钢筋截面减小、黏结性能下降，进而加剧裂缝开展与刚度退化；裂缝又为水分与侵蚀介质提供通道，加速后续劣化进程。目前，对退化与损伤的定量表征多采用经验公式或简化模型，难以准确反映实际结构的非线性演化规律。在抗震性能分析中，如何将材料退化、累积损伤与动力响应特性有机结合起来，建立符合既有建筑实际状态的力学模型，仍然是当前技术实践中的突出难点。

（三）抗震性能分析中模型建立与参数取值的适配性问题

既有建筑抗震性能分析通常需建立有限元或等效分析模型，但模型建立过程中面临多个适配性难题。其一，结构实际边界条件与理想化假定存在差异，如基础与上部结构的协同工作性能、非结构构件对整体刚度的贡献等，难以在模型中精确反映。其二，材料本构关系需基于检测数据确定，但检测结果多为离散点值，如何将其转化为具有统计意义的材料参数并应用于整体结构分析，缺乏统一的方法论。其三，对于复杂结构或经过多次改造的建筑，结构传力路径可能发生改变，原有的设计计算简图已不

适用，而现场检测又难以完全揭示实际受力机制。模型失配将导致分析结果偏离实际，给抗震能力评价带来系统性偏差^[3]。

（四）抗震鉴定标准的多层级选择与适用性矛盾

现行抗震鉴定标准针对不同后续使用年限、不同设防类别、不同结构类型规定了多层级鉴定方法，但在具体工程应用中，标准的选择常存在模糊地带。对于建于不同年代、经历多次加固改造的建筑，其后续使用年限的确定缺乏明确依据；对于设防类别发生变化的建筑，如由普通教学楼改为应急避难场所，抗震设防目标如何调整同样存在争议。此外，抗震鉴定中的一级鉴定与二级鉴定之间存在逻辑关联，但实际工程中常出现抗震措施不满足要求但承载力满足要求的情况，此时如何综合评判结构整体抗震性能，标准中缺乏明确指导。标准适用性的模糊给鉴定结论的统一性与权威性带来了挑战。

（五）检测鉴定与抗震分析之间的技术脱节

在实际工程实践中，检测鉴定工作与抗震性能分析往往分属不同技术环节，由不同团队或专业分工完成，容易形成技术脱节。检测工作侧重于数据采集与现状描述，对抗震分析所需参数的系统性、针对性考虑不足；而抗震分析人员在建模时，面对检测报告提供的大量原始数据，缺乏有效的数据筛选与参数转化方法，往往仍依赖经验假定。这种脱节导致检测数据利用率低，抗震分析结果与结构实际状态关联性减弱。更关键的是，当抗震分析发现结构存在薄弱部位时，往往缺乏针对性的补充检测来验证分析判断，使得分析与检测之间无法形成有效闭环，影响了鉴定结论的可靠性与加固方案的精准性。

三、既有建筑结构检测鉴定与抗震性能分析的解决措施

（一）建立分级化、综合化的检测技术体系

针对检测数据获取的局限性与不确定性，应从检测方案设计、方法选择与数据融合三个层面建立分级化、综合化的技术体系。检测方案应根据建筑重要性、结构类型与鉴定目标，划分为初步检测与详细检测两个层级，初步检测以宏观普查为主，筛选重点部位；详细检测则针对关键构件与薄弱区域，综合运用无损、微损与破损检测方法，形成多层次验证。在方法选择上，优先采用多种检测手段相互校核，如对混凝土强度同时采用回弹法与钻芯法，对钢筋配置采用雷达仪与局部开凿相结合，通过数据对比降低单一方法的系统误差。在数据融合方面，引入统计分析方法与概率方法，将检测数据转化为具有置信度表征的结构参数，为后续分析提供不确定性区间，而非单一确定值，从而提高鉴定结论的可靠性^[4]。

（二）构建基于退化机理的材料性能评价方法

为准确表征材料性能退化与损伤累积，应构建基于退化机理的定量评价方法。首先，建立建筑服役环境与材料劣化之间的关联数据库，依据建筑所处环境类别、保护层厚度、裂缝开展情况等，对混凝土碳化深度、钢筋锈蚀率等关键指标进行分区评估。其次，引入无损检测与微观分析相结合的手段，如采用电化学方

法测定钢筋锈蚀活性，采用显微镜观测混凝土微裂缝发展，将宏观性能退化与微观机理变化相衔接。在抗震分析模型中，采用分段式或时变参数的本构模型，考虑退化对材料强度、刚度、延性的非线性影响，对于锈蚀严重的构件，应专门建立考虑黏结滑移的精细化单元模型。通过上述方法，使材料性能退化从“定性描述”上升为“定量可算”，为抗震性能分析提供符合实际的材料参数输入。

（三）发展面向既有建筑的抗震分析精细化建模技术

针对模型建立与参数取值的适配性问题，应发展面向既有建筑特点的精细化建模技术。一方面，采用逆向建模思路，以检测数据为驱动建立结构分析模型，即根据实测构件尺寸、材料强度、配筋情况等反向构建模型参数，而非简单沿用设计资料。对于经多次改造的建筑，应通过现场调查与检测相结合的方式，厘清结构传力路径变化，必要时采用现场动力特性测试（如环境激励模态测试）对模型进行验证与修正。另一方面，在建模过程中合理区分结构构件与非结构构件的贡献，对于填充墙、女儿墙等非结构构件，应在模型中考虑其对整体刚度与质量分布的影响，但同时避免过度高估其抗震贡献。对于关键节点与薄弱区域，采用子模型或局部精细化网格进行分析，提高应力集中区域的分析精度。

（四）完善多级鉴定与性能化评估相结合的鉴定体系

为化解抗震鉴定标准选择与适用性的矛盾，应建立多级鉴定与性能化评估相结合的鉴定体系。在标准选择层面，明确后续使用年限的确定原则，综合考虑建筑实际状况、使用功能、城市更新规划等因素，经业主、设计、鉴定方共同确认后执行，避免标准选择的随意性。在鉴定方法层面，将“抗震措施鉴定—抗震承载力鉴定—结构性能评估”三个层级有机衔接，当抗震措施存在不足时，不应简单判定不满足，而应通过承载力复核与变形能力验算进行性能化评估，以结构在设定地震水准下的实际表现作为

最终评判依据。对于设防目标提升的建筑，引入性能目标分级理念，允许在不同设防地震水平下设定差异化的性能要求，使鉴定结论既能保障安全底线，又能兼顾经济性与可实施性^[5]。

（五）推动检测鉴定与抗震分析的协同工作机制

解决检测鉴定与抗震分析之间的技术脱节问题，关键在于建立协同工作机制，实现数据与分析的深度融合。首先，在项目组织层面，推行检测与鉴定分析一体化模式，由统一技术团队统筹检测方案与分析方法，确保检测数据采集与后续分析需求精准对接。其次，在技术流程层面，建立“检测—初步分析—补充检测—精细分析”的闭环工作流程，对初步分析揭示的薄弱部位与不确定性因素，应通过补充检测进一步验证，形成迭代优化。再次，在成果表达层面，检测报告应针对抗震分析需求进行结构化呈现，按照构件类型、材料属性、损伤等级分类汇总，并附注数据可信度说明；分析报告应明确标注所采用检测数据的来源与使用方式，增强分析结论的可追溯性。通过机制创新与技术融合，使检测鉴定与抗震性能分析从“串联”走向“协同”，全面提升既有建筑评价的科学性与工程实效。

四、结束语

既有建筑的结构检测鉴定与抗震性能分析是一项融合现场实测、理论分析与工程判断的系统性工作。针对检测数据不确定性、材料性能退化表征、模型参数适配、鉴定标准选择以及技术环节脱节等难点，提出了分级化检测体系、退化机理评价方法、精细化建模技术、多级性能化鉴定与协同工作机制等解决路径。实践表明，只有将检测鉴定与抗震性能分析深度融合，形成数据驱动、模型精准、标准适用、流程闭环的技术体系，才能实现对既有建筑结构安全的科学评价，为城市更新与防灾减灾提供坚实的技术支撑。

参考文献

[1] 钱磊. 既有建筑抗震性能检测鉴定与加固技术分析 [J]. 中国建筑金属结构, 2025, 24(15): 28-30.
[2] 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, 32(8): 186-189.
[3] 王辉东. 既有建筑结构检测及鉴定研究 [J]. 混凝土世界, 2024(11): 57-60.
[4] 高卫欣. 既有加固后砌体结构的检测鉴定 [J]. 散装水泥, 2025(4): 241-243, 247.
[5] 陈能辉. 既有建筑结构安全性鉴定分析 [J]. 江苏建材, 2024(5): 134-135.