

建筑工程主体结构安全性鉴定检测技术

文 / 刘 峰 广东科信工程质量检测有限公司

摘要：随着建筑工程数量持续增加、既有建筑服役年限延长且新建建筑结构形式日益复杂，为满足建筑结构安全保障对鉴定检测技术准确性、可靠性要求不断提升的需求，本文对建筑工程主体结构安全性鉴定检测过程中存在的问题进行分析，包括检测方法选择不当导致数据可靠性低、损伤特征判定标准模糊引发误判率高、承载力计算参数取值不准造成结果偏差、环境干扰未有效排除影响检测效果等，并针对上述问题提出了对应的技术对策，通过精准匹配检测方法提升数据可靠性、明确损伤判定标准降低误判率、优化参数取值方式减小计算偏差、采用干扰排除技术保障检测有效，实现了对建筑工程主体结构安全性鉴定检测技术问题的针对性解决。

关键词：建筑工程主体结构；安全性鉴定检测；检测方法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.22.009

引言

建筑工程主体结构安全性鉴定检测技术作为衡量结构当前安全水准、预估结构性能变化态势的核心方式，能为建筑的维修加固、改造利用、安全评估给出科学依据，建筑行业对结构安全的关注度持续提高，对鉴定检测结果的精准性、稳定性和及时性提出了更高标准，促进建筑工程主体结构安全性鉴定检测技术的优化与进步，成为保障建筑结构安全、推动建筑行业高质量发展的关键问题。

一、建筑工程主体结构安全性鉴定检测的重要性

建筑工程的主体结构作为建筑承载负荷、保障整体稳固的关键部分，其安全状况直接关系到建筑能否安全使用，关系到民众生命财产和社会公共利益，所以主体结构安全性鉴定检测十分重要且无可替代^[1]。

从建筑的全寿命周期考量，不管是新建建筑处于竣工验收环节，抑或是既有建筑在长时间服役进程中，都有可能因为设计误差、施工质量缺陷、材料老化、环境腐蚀或使用功能调整等因素，造成结构性能下降，潜藏安全隐患，安全性鉴定检测借助专业技术手段，精确评定结构当下的承载能力、稳定性与损伤状况，及时找出潜在隐患，为建筑安全使用给出科学依据。

在建筑进行维修加固、改造升级或者拆除重建等决策阶段，鉴定检测结果是制定合理方案的核心要素，能防止因盲目操作引发资源浪费或安全事故。随着建筑行业对安全标准的要求日益提高，鉴定检测可促进产业规范落地，促使建筑设计、施工及运维阶段提升质量，助力建筑行业达成高质量、安全的发展目标。

二、建筑工程主体结构安全性鉴定检测存在的问题

（一）检测方法选择不当，数据可靠性低

开展建筑工程主体结构安全性鉴定检测工作，需综合结构类型、检测目标、构件特性以及现场环境等多方面因素来选定检测方法，但实际检测期间常常出现方法选择不恰当的状况，直接造成检测数据可靠性下降。不

同检测场景需匹配不同检测方法，如部分方法用于混凝土强度检测，部分方法可用于钢结构焊缝质量检测，若不按检测对象具体状况匹配适宜方法，检测数据易与实际结构状态存在较大偏差^[2]。

（二）损伤特征判定标准模糊，误判率高

损伤特征判定是建筑工程主体结构安全鉴定检测的重要一环，其准确与否直接影响结构损伤程度的评估，然而目前该环节存在判定标准不清晰的状况，造成较高的误判率，主体结构存在多种损伤类型，如裂缝、变形、腐蚀、剥落等情况，各损伤特征表现有别，而且同一损伤在不同结构构件和使用环境下的呈现形式也可能各异。这要求有明确、细化的判定标准来规范检测人员的判定，当前部分领域的损伤特征判定标准表述粗放、界限不明，对于损伤量化指标以及分级标准的界定不够清晰，比如混凝土裂缝宽度安全阈值、钢结构腐蚀程度分级缺少明确且统一的规范^[3]。

（三）承载力计算参数取值不准，结果偏差

承载力计算作为评定建筑工程主体结构安全性的核心环节，而计算参数取值的准确性是保证承载力计算结果可靠的基础，但实际检测时往往存在参数取值不准确的情况，造成计算结果出现较大误差，计算主体结构承载力时会涉及多种参数，如材料强度、构件截面大小、荷载取值以及力学性能参数等，这些参数得通过现场检测、实验室试验或按照规范标准加以确定^[4]。但在实际开展操作时，部分参数取值的严谨性有所欠缺：有些检测人员获取参数时，未按规范规定的检测精度和样本数量采集数据，仅依据少量样本或进行粗略测量来确定参数值，难以反映整体结构的真实参数水平；对于一些难以直接检测的参数，检测人员没有结合结构的实际情形进行合理估量，而是直接照搬通用标准值或经验值，忽略了结构使用期间材料性能下降、截面尺寸改变等因素对参数的影响。

（四）环境干扰未有效排除，检测受影响

建筑工程主体结构安全性鉴定检测大多在现场进行，

然而现场环境复杂多变，很容易出现各种干扰因素，若不能有效排除这些干扰，将直接妨碍检测流程并降低检测结果的精准度，现场环境里干扰因素繁杂多样，如检测区域的振动干扰，有可能是周边施工机械、交通车辆以及建筑内部设备运行造成的，会降低检测仪器的稳定性，造成检测数据波动；气候条件里温度、湿度等的变化，可能会影响部分检测仪器的性能或检测材料的状态，如高温环境会使电子检测设备的精度降低，高湿度环境会影响混凝土含水率检测的精确性。

三、建筑工程主体结构安全性鉴定检测的技术对策

(一) 精准匹配检测方法，提升数据可靠性

由于检测方法选取有误，会造成数据与结构实际状况偏差较大，无法为安全评估提供精准依据，因此需精确匹配检测方法，确定检测方法前，需对结构基本信息展开全面调研，涵盖结构类型，考察完毕后要编制书面考察报告，明确各参数对检测方法选择的影响力^[5]。

当开展混凝土结构强度检测时，如果构件表面平整且能接受轻微破损，可运用钻芯法，先标识出构件受力较小的部位，躲开钢筋集中区和裂缝处，依照规范要求选用直径不低于100mm的金刚石钻头，钻孔期间把控钻进速度在30~50mm/min，避免因速度太快造成芯样破损；根据构件数量和检测精度要求来确定芯样数量，检测单根构件时，钻取的芯样数量至少为3个，取出芯样后要打磨其两端面，要保证端面平整度误差不超0.1mm，然后送往实验室做抗压强度试验。

若构件要求不能破损，则采用超声回弹法。检测前需先把构件表面的浮浆、油污清理掉，用钢丝刷把表面疏松层去除，使混凝土表面显现新鲜骨料，选取代表性测区之际，应避免预埋件、钢筋外露的部位和边角区域，每个测区面积不得小于200mm×200mm，长度3~6m且宽度0.5~1.5m的中型构件，测区数量不能少于10个，大型构件按比例增添测区数量（不同位置测点布置方法如图1）。

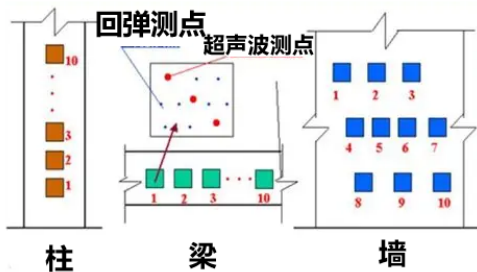


图1 不同位置测点布置方法

(二) 明确损伤判定标准，降低误判率

鉴于损伤判定标准的模糊性，不同检测人员对同一损伤的判断会有显著差异，影响评估的科学合理性，因此需确定损伤判定标准，制定不同损伤类型的细化标准

时，要参照GB/T50344-2019《建筑结构检测技术标准》等规范，结合结构的使用年限与受力状态来补充分级依据，打造统一的判定手册。

针对钢结构腐蚀现象，依据腐蚀面积在构件表面积中的占比以及腐蚀深度进行分级，当腐蚀面积占比不超过5%且腐蚀深度不超过0.1mm时，判定为轻微腐蚀，只需清理表面锈斑后涂刷防腐漆；若面积占比处于5%至15%之间，腐蚀深度处于0.1mm至0.3mm之间，则属于中度腐蚀，需打磨掉腐蚀层后重新进行防腐处理；若面积占比大于15%或者腐蚀深度大于0.3mm，属于严重腐蚀，要对构件截面的削弱程度进行评估，必要时替换构件。

进行检测期间，使用专业测量工具获取损伤参数必须严格依照操作规范，使用裂缝宽度观测仪开展裂缝宽度测量工作，要预先用标准试块对仪器进行校准，测量时把仪器镜头对准裂缝，调整焦距使裂缝图像在显示屏上清晰显现，利用十字标线确定裂缝边缘，读取仪器显示出的宽度值，对每个裂缝分别在左、中、右三个不同地点测量，把平均值当作最终宽度值，测量误差需把控在±0.02mm以内。

(三) 完善参数取值模式，降低计算误差

由于承载力计算参数取值不准确，会使计算结果与实际承载能力存在偏差，可能会造成安全隐患或者资源浪费，因此要优化参数取值方法，为不同类型参数定制专门的取值流程，保证各参数获取均有规范可循，还设立参数取值校验机制，防止因单一方法产生误差。

材料强度参数检测运用“现场检测+实验室试验”相融合的方式确定取值，检测混凝土强度，现场运用钻芯法或回弹法完成检测后，要挑选20%的芯样或同条件养护试块送到实验室做抗压强度试验，试验时把试块放置于压力试验机的中心位置，让试块轴线与试验机压力轴线对齐，以每秒0.3-0.5MPa的恒定加载速度施加荷载，直至试块有明显的破坏表现，记录下破坏时所承受的荷载，依照公式算出抗压强度值，倘若单个试块的强度值与平均值的偏差超过了15%，则需剔除该数据并重新进行试验。

检测钢材强度时，测定钢材强度时，截取构件上的代表性试样，其尺寸须符合GB/T228-1-2021《金属材料拉伸试验第1部分：室温试验方法》的要求，拉伸试样长度是标距长度加上两倍的夹持长度，圆试样直径选10~15mm，开展拉伸试验时，把试样装到试验机夹头中，调节夹头间距让试样呈自然伸直状，以每秒5~10mm的速度加载，记录屈服与最大荷载，算出屈服强度，每种强度指标测试3个试样，要是有一个试样结果不正常，需额外选取2个试样重新开展测试，取有效数据平均值当作钢材强度参数。

对于构件的截面尺寸参数，采用激光测距仪或卡尺需根据构件大小选工具，截面尺寸小于 300mm 的构件用精度 0.02mm 卡尺测，300mm 以上的用精度 1mm 激光测距仪测量，针对矩形截面构件，在构件两端及中部各选一个测量截面，每个截面均对高度与宽度分别测量 2 次，针对圆形截面的构件，分别在截面相互垂直的两个方向测量 3 次直径，针对异形截面构件，运用三维扫描仪扫描构件截面，把扫描精度设为 0.1mm，使扫描范围覆盖整个截面轮廓，得到点云数据后把它导入专业建模软件，生成截面模型，由软件自动算出截面积、惯性矩、抵抗矩等参数，算完后需人工对关键参数进行复核，保证误差不超 2%。

(四) 借助干扰排除技术，保证检测有效

由于现场环境干扰会造成检测仪器运行不稳定、数据出现失真情况，进而降低检测结果的准确性，因此需采用干扰排除技术，检测前要制定环境干扰评估预案，

预先判断可能存在的干扰类型与强度，专门制定排除手段，检测时实时监控环境参数，保证干扰一直处于可控状态。

为应对振动干扰，检测前利用振动测量仪对现场周边振动源展开勘查，记录振动源的类型、工作时间段以及振动加速度，若有施工机械、机动车辆这类振动源，宜优先调整检测的时间，躲开振动源的工作高峰期，若时间无法调整，可给检测仪器底部装上减震装置。

为应对温湿度干扰，检测前利用精度达 ±0.5℃ 的温湿度计测量现场温湿度，测量点选定检测区域的中心和四周，一共 5 个点，倘若温度高于 35℃，在检测区域搭建由防晒帆布制成、高度不低于 2.5m 的遮阳棚；如果湿度高于 85%，借助除湿机降低空气湿度值，并每小时记录一次温湿度，直到温湿度稳定在仪器工作范围之内（其余类型及对策如表 1）。

表 1 干扰排除类型及对策

| 干扰类型 | 排除措施 | 监测指标 |
|--------|---|---------------------------|
| 振动干扰 | 1. 调整检测时间避开振动高峰； 2. 安装邵氏硬度 50-60 的丁腈橡胶减震垫； 3. 固定钢制稳定平台 | 振动加速度 |
| 温湿度干扰 | 1. 遮阳棚 + 工业风扇控温 (> 35℃)； 2. 保温棚 + 电加热器控温 (< 5℃)； 3. 除湿机控湿 (> 85%) | 温度: 15-30℃; 湿度: 40% ~ 60% |
| 电磁辐射干扰 | 1. 远离辐射源（水平 ≥ 10m，垂直 ≥ 5m）； 2. 加装铁皮屏蔽罩 + 吸波材料； 3. 屏蔽线缆接地 | 电磁辐射强度 |
| 粉尘干扰 | 1. 吸尘器 + 压缩空气吹扫清理； 2. 安装 2mm 厚聚碳酸酯防尘罩； 3. 异丙醇擦拭维护 | 镜头透光率 |

结语

本文提出精准匹配检测方法、明确损伤判定标准、优化参数取值方式、采用干扰排除技术等措施，能有效解决检测数据可靠性低、误判率高、计算结果偏差大、环境干扰影响检测等问题，提升建筑工程主体结构安全性鉴定检测的科学性与准确性，为建筑结构安全评估及后续维修加固工作提供可靠技术支撑。未来，检测技术人员应积极寻求检测技术与智能化技术（如人工智能、大数据分析）的深度融合，探索更高效的结构损伤识别与承载力评估方法，以推动建筑工程主体结构安全性鉴定检测技术向更精准、更智能、更高效的方向发展，进一步保障建筑结构全生命周期安全。

参考文献

[1] 陈磊. 建筑工程主体结构安全性鉴定检测及裂缝修复 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2024, (33): 179-181.

[2] 龙涛. 房屋建筑主体结构检测技术的运用研究 [J]. 住宅产业, 2024, (09): 69-71.

[3] 封德桂. 住宅工程项目主体结构安全性鉴定检测技术要点研究 [J]. 居舍, 2023, (14): 148-150.

[4] 魏锴. 建筑工程主体结构安全性鉴定检测及裂缝修复 [J]. 安徽建筑, 2022, 29(09): 158-159.

[5] 沈利伟. 既有大型复杂建筑主体结构安全性检测与鉴定技术——以嘉兴湘家荡绿地铂瑞酒店为例 [J]. 建筑安全, 2022, 37(01): 36-41.