建筑结构工程质量检测鉴定技术研究

李国飞

云南达峰工程质量检测鉴定有限公司　云南　昆明　650200

摘　要：建筑结构质量检测与鉴定涉及材料性能、构件尺寸外观、内部损伤和动力特性，涵盖承载、使用、耐久与整体稳定。传统手段局限、复杂工况精度不足、数据处理薄弱、体系分割明显，本文归纳智能无损检测、数字化采集分析、动态监测实时鉴定及多技术融合路径。需统一数据标准，强化多源校核，完善闭环流程，清晰表达参数与结论可信度，为质量评定与安全判断提供支撑。

关键词：建筑结构；质量检测；工程鉴定；无损检测；动态监测

引言：结构质量检测与鉴定覆盖材料、尺寸外观、内部损伤和动力特性，承载、使用、耐久和整体稳定构成鉴定主线。工程条件复杂，损伤多样，单一方法难以覆盖全部需求。传统手段在代表性、精度和效率上存在不足，复杂工况下信号干扰与模型简化影响判断。智能无损检测、数字化采集分析、动态监测实时鉴定与多技术融合路径，可提升一致性和可追溯性，为质量评定与安全判断提供依据。

1 建筑结构工程常用质量检测技术

1.1 结构材料性能检测技术

结构材料性能检测覆盖混凝土、钢材、砌体、木材等。混凝土主要看抗压强度、弹性模量、密实度和耐久性，现场可用回弹、超声回弹综合、钻芯和拔出，室内做压力与耐久试验。钢材关注屈服强度、抗拉强度、伸长率、硬度和化学成分，取样拉伸与光谱检测配合。砌体看砂浆强度、块材强度和砌筑质量。木材看含水率、密度和力学强度。实际做起来，材料检测不能只盯单项强度指标。龄期、含水率、碳化深度和温度都会影响结果，取样位置要有代表性，避开明显异常区。现场读数不能直接当最终结论，要按条件修正。判断时结合多个指标，单一数据容易偏差。

1.2 结构构件尺寸与外观缺陷检测技术

尺寸检测包括截面尺寸、长度、厚度、垂直度、平整度、轴线偏差和预埋件位置。外观检查包括裂缝、蜂窝、麻面、露筋、剥落、锈蚀、变形和连接松动。现场常用尺量、激光测距、全站仪、水准仪、摄影测量和 3 维扫描。裂缝要记录位置、长度、宽度、深度、走向和数量，必要时监测变化。现场检查时，得先把表面清理干净，确定缺陷边界，保证测量精度。隐蔽部位可结合局部剔凿或内窥观察。数据整理成图和表，便于对比分析。判断时区分施工缺陷和使用损伤，关注缺陷是否稳定。尺寸偏差和外观缺陷往往相互关联，需要综合评定。

1.3 结构内部损伤无损检测技术

无损检测在不破坏构件的前提下，探测空洞、裂缝、不密实、钢筋位置、保护层厚度、锈蚀、脱空和分层。常用方法有超声、雷达、红外、冲击回波、声发射、电磁和射线。它们利用波、电磁场、热场或射线与介质相互作用，根据信号变化推断内部状态。检测前要了解结构构造、材料性质和配筋情况，测区宜按网格布置，便于发现异常[1]。无损检测不是万能的。结果解释不能脱离已知信息，异常信号需其他方法互证。无损检测有分辨率和穿透深度限制，现场条件也会影响效果。必要时用局部破损验证。

2 建筑结构工程质量鉴定技术体系

2.1 结构承载能力鉴定技术

承载能力鉴定要看结构能不能在现有荷载下安全承担。实际做起来，先明确鉴定目的和范围，再收集设计施工资料，调查使用历史和当前状态。现场检测材料强度、截面尺寸、配筋、连接节点和损伤，确定荷载条件与边界条件。计算模型要按实际受力构造修正，不能直接套原设计。复核时考虑恒载、活载、风载、地震作用及组合，评价构件和体系抗力与荷载效应关系。存在裂缝、锈蚀、变形或材料退化时，要折减抗力并判断传力路径是否可靠。结果给出安全等级和薄弱部位。单构件合格不等于整体安全，需看连接和冗余。数据不足时补测或保守取值。结论要说明适用条件。

2.2 结构使用性能鉴定技术

使用性能鉴定关注结构在日常使用下是否满足功能要求。实际做起来，要看变形、裂缝、振动、楼面平整度、防水、气密和构件外观。检测时记录裂缝宽度、长度和变化，测量梁板挠度、柱墙倾斜、楼板振动频率和加速度。判断要对照设计要求和实际使用条件，区分施工偏差、材料收缩、温度作用和荷载作用。振动问题还得看频率、阻尼和舒适度，不能只看振幅。裂缝要判断是否稳定，是否影响耐久和防水。使用性能鉴定不只看单个指标，要结合环境、使用荷载和维护状况。数据不足时安排监测。结论应给出继续使用、限制使用或维修处理建议，并说明观察周期和复测要求。这样能支撑后续管理。

2.3 结构耐久性鉴定技术

耐久性鉴定看材料在环境作用下能否长期保持性能。实际做起来，要调查环境条件、使用年限、防护层状态和劣化迹象。混凝土关注碳化深度、氯离子含量、保护层厚度、裂缝和锈蚀；钢材关注涂层、锈蚀和疲劳；砌体和木材关注含水、风化和虫蛀。检测要取有代表性部位，结合无损和局部破损[2]。评价时考虑劣化速率、剩余截面、材料强度下降和防护措施有效性。不能只看当前外观，要推断未来发展趋势。耐久性等级可分好、一般、差，但判断要谨慎。维护记录和复测数据很重要。结论应说明剩余使用年限的估计范围、需要修复部位和监测频率。环境变化大时，应提高检测密度。

2.4 结构整体稳定性鉴定技术

整体稳定性鉴定关注结构体系在各类作用下是否保持稳定。实际做起来，要检查侧向刚度、支撑体系、连接节点、构件长细比和传力路径。检测内容包括倾斜、沉降、侧移、构件屈曲、节点松动和支座状态。分析时考虑二阶效应、连续倒塌风险和偶然荷载，复核抗倾覆、抗滑移和整体失稳。局部损伤可能改变内力分布，所以要判断冗余度和协同工作能力。地基不均匀沉降会引入附加内力，必须结合监测数据[3]。动力特性变化可辅助判断整体刚度退化。结论应明确稳定等级、薄弱环节和限制条件。对需处理的结构，提出监测和加固方向。不能只看单个构件，体系稳定才是关键。

3 当前建筑结构检测鉴定技术现存技术短板

3.1 传统检测鉴定技术的局限性

传统检测鉴定技术多依赖人工现场操作和单点抽样，测区布置受可达性限制，样本代表性不足。对隐蔽部位和复杂节点，常规手段难以直接观察，只能依靠间接推断。部分方法对材料龄期、含水率和温度敏感，现场条件偏离标准时，结果修正困难。检测人员经验差异也会影响判读一致性。破损检测会削弱原有构件，非破损方法又存在分辨率和穿透深度限制。多种因素叠加，导致鉴定结论偏保守或遗漏局部缺陷。实际做起来，传统技术覆盖面和可靠性都有限，难以满足当前精细化鉴定需求。

3.2 复杂工况下检测鉴定精度不足问题

实际做起来，结构常处于高温、高湿、腐蚀、振动、持续荷载和空间受限等耦合状态，检测信号容易受到干扰，信噪比偏低。边界条件和传力路径不易准确确定，计算模型不得不简化，参数取值存在不确定性。测点数量有限，难以覆盖全部关键区域，局部损伤可能被平均化处理。温度变化和活载波动会引起响应漂移，使前后数据可比性下降。无损方法在多层介质和密集配筋区域分辨率降低，异常判读难度上升。多种误差叠加后，鉴定结果精度不足，容易造成安全等级误判或加固范围不合理。

3.3 检测鉴定数据处理与分析技术缺陷

数据采集格式不统一，现场记录与仪器输出常需人工转换，容易引入录入误差。连续监测数据量大，异常值剔除多依赖经验，缺少稳定客观的判别规则。多源数据融合程度低，材料检测、几何测量、无损信号和动力响应之间缺少关联分析。模型修正往往只调整少量参数，难以反映实际损伤分布。统计方法应用不充分，置信区间和不确定性表达不足。分析结果多以单项指标呈现，缺少综合判定依据。大量数据未得到有效利用，分析深度有限。实际做起来，数据处理环节已成为影响鉴定结论可靠性的重要短板。

3.4 一体化检测鉴定技术体系不完善问题

检测、鉴定、监测和后续处理常被分割成独立环节，流程衔接不畅，信息传递依赖人工，容易出现重复工作和结论矛盾。不同专业采用的技术标准与数据格式不一致，成果难以直接共享。现场检测与室内分析脱节，鉴定结论不能及时反馈到测点调整和补充检测。监测数据未与初始检测结果有效关联，难以形成连续判断。缺少统一平台对数据、模型和结论进行管理，全过程闭环不足。实际做起来，这种分割状态降低了效率，也影响鉴定结果的一致性和可追溯性。体系整合不足，难以支撑复杂结构的全寿命管理。

4 建筑结构工程检测鉴定新技术优化与创新应用

4.1 智能化无损检测技术的优化应用

智能化无损检测把传感、信号处理、模式识别和自

动控制结合起来，减少人工判读差异。实际做起来，先按结构类型和检测目标选择方法，再把测点布置、激励方式和采集参数统一设计。信号处理环节引入自适应滤波、时频分析和特征提取，提高弱信号识别能力。模式识别用于异常分类和损伤定位，训练样本要覆盖不同材料、龄期和工况。设备方面，多通道采集和无线传输可提升效率，但需校验同步性和稳定性。结果解释不能脱离结构构造和已知信息。应建立复核机制，用多种无损方法互证，必要时局部破损验证。优化重点是提高分辨率、抗干扰能力和可重复性。通过自动化采集和智能判读，现场效率与结论一致性可同步改善。最终输出应包含检测参数、信号质量、异常位置和可信度说明。

4.2 数字化数据采集与分析技术创新

数字化采集把现场记录、仪器输出、图像和监测数据统一为结构化格式，减少人工转录误差。实际做起来，要统一时间基准、坐标系统和编码规则，保留原始数据与元数据。边缘计算可在现场完成滤波、压缩和初步判别，降低传输负担。云端或本地平台负责存储、检索和版本管理，保证数据可追溯。分析方面，多源数据融合把材料性能、几何尺寸、无损信号和动力响应放在同一框架下关联[4]。统计推断和不确定性分析用于表达参数范围与结论置信水平。模型修正应结合实测数据调整边界条件和损伤分布，避免只调少量参数。可视化展示有助于快速定位异常。创新重点是数据标准、接口兼容和自动化流程。数据质量控制和复核机制必须贯穿始终，否则分析结果难以支撑鉴定结论。

4.3 动态监测与实时鉴定融合技术

动态监测与实时鉴定融合把长期或短期监测数据直接接入鉴定流程，形成连续判断。实际做起来，传感器网络要覆盖关键构件和整体响应部位，采集频率和量程按关注目标设定。数据预处理包括去噪、漂移修正和异常识别，避免环境干扰造成误报。动力参数如频率、振型和阻尼的变化可用于判断刚度退化与连接状态。实时鉴定需要设定阈值和分级规则，结合荷载与环境条件进行归一化处理。模型更新可采用在线识别方法，使计算模型逐步逼近实际状态。当指标超过限值时，系统给出预警并提示补充检测。融合技术强调监测、检测和鉴定之间的闭环。实际做起来，还要解决供电、通信和数据安全问题。输出应包括趋势、当前等级和建议措施。

4.4 多技术融合的综合检测鉴定方案优化

多技术融合不是简单叠加，而是按目标、对象和工况进行组合优化。实际做起来，先明确鉴定问题和关键部位，再选择互补方法。材料检测提供强度参数，几何测量提供实际尺寸，无损检测提供内部缺陷，动力测试提供整体刚度信息。多种结果应在统一模型下校核，出现矛盾时追查原因并补充测点。方案设计要考虑可达性、干扰、工期和成本，确定检测顺序与抽样比例。数据融合后，采用分级判定和加权综合评价，避免单项指标决定结论。对复杂结构，可把监测纳入方案，形成初始检测、复核和跟踪的流程[5]。优化重点是方法互补、信息共享和结论一致。实际做起来，需建立质量控制节点和复核机制，保证方案可执行、结果可追溯、建议可落地。

结束语：结构检测鉴定正由单点检测向系统鉴定转变，材料、构件、内部损伤与动力特性需统一考虑，承载、使用、耐久和整体稳定需协同评价。传统手段局限、复杂工况精度问题、数据处理缺陷及体系分割，推动智能无损检测、数字化采集分析、动态监测实时鉴定和多技术融合持续发展。统一数据标准，强化多源校核，完善闭环流程，可提升结论一致性和可追溯性，为质量评定与安全判断提供更可靠依据。

参考文献

[1] 黄国权. 建筑结构工程质量检测鉴定技术研究 [J]. 建筑工程技术与设计,2026,14(19):25-27.

[2] 茆铭心. 建筑工程质量保障中的结构检测鉴定方法 [C]//2026 工程技术与材料应用经验交流会论文集.2026:1-3.

[3] 郭诚. 既有房屋结构安全性检测鉴定工程质量管理研究 [C]//2026 年智慧城市建设论坛建筑技术分论坛论文集.2026:243-245.

[4] 袁松涛. 主体结构检测在建筑工程质量监督中的应用研究 [C]//2026 中国国土经济学会年会——“城市规划与工程技术管理论坛”(一) 论文集.2026:1-4.

[5] 李常新, 袁龙. 人工智能技术在建筑结构现场检测与可靠性鉴定中的融合应用研究 [J]. 消费电子,2026(18):221-223.