

# 主体结构检测在建筑工程质量监督控制中的应用策略

文 / 郭菁菁 淮北市建设工程质量检测中心有限公司

**摘要：**为了探究主体结构检测在建筑工程质量监督控制中的有效应用，对主体结构检测技术的应用展开研究。介绍了非破坏性检测技术、破坏性检测技术以及综合检测方法等主体结构检测的核心技术。分析了主体结构检测在建筑工程质量监督中面临的检测精度与标准化、检测设备与技术更新、检测过程中的协调与沟通、数据处理与分析等方面的应用难点。提出了相应的应用策略，包括提升检测精度与标准化、加强检测技术与设备的更新及培训、强化项目各方协同并优化检测流程、引入先进数据分析技术以提高结果的科学性与实用性。分析认为，通过合理应用主体结构检测技术，解决检测过程中的难点问题并实施有效策略，能够有效提升建筑工程质量监督控制水平。

**关键词：**主体结构；检测技术；建筑工程；质量监督；控制策略

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.12.032

## 引言

建筑工程质量直接影响着人们的生命和财产安全，也关系到城市的可持续发展。主体结构是建筑物的核心构件，其质量状况直接影响到建筑物的安全和稳定。然而，在实际工程建设中，经常会出现主体结构质量问题，这就凸显了加强工程质量监管的迫切性。作为一种重要的质量监控手段，主体结构检测可以准确地发现结构的隐患，为质量评价提供科学依据。然而，主体结构检测在实际应用中还面临着诸多挑战，因此，对主体结构检测方法进行深入研究，对于提高建筑工程质量监控水平具有重要意义。

### 一、主体结构检测技术的核心方法

#### （一）非破坏性检测技术

非破坏测试技术是一种检测建筑物内部状态而又不破坏建筑物原有功能及外观的方法。超声波是一种常用的检测方法，其原理是利用超声波在不同介质中的传播特性，当超声遇到孔洞、裂纹等内部缺陷时，超声波的传播速度、幅值、频率等参数都会发生变化，进而判断缺陷的位置和大小。例如，在高层建筑混凝土柱的检测中，超声波检测技术能够快速准确地检测出混凝土柱内部缺陷，而不会对柱结构产生损伤。还有一种就是回弹仪（见图1），用回弹仪测量混凝土表面回弹，然后结合混凝土碳化深度等参数，计算出混凝土抗压强度。该法操作简单，造价低廉，通常用于一般房屋的楼板和梁柱等结构的强度测试。非损伤检测技术具有对结构无损伤、可以重复检测的优势，具有快速、高效、实时等优点。然而，该方法也有局限性，如对结构内部深层缺陷的检测精度较低，检测结果易受到结构表面状态等因素的影响。



图1：回弹仪

#### （二）破坏性检测技术

破坏性检测技术，顾名思义，是通过对建筑主体结构的局部进行破坏，获取样本以进行深入检测分析的方法。钻芯法是典型代表，在混凝土结构上钻取芯样，然后对芯样进行抗压强度试验、微观结构分析等。比如在对重要桥梁的桥墩混凝土强度检测时，钻芯法能直接获取混凝土实体样本，检测结果最为直观、可靠。拔出法也是常用的破坏性检测手段，它是将安装在混凝土中的锚固件拔出，根据拔出力的大小来确定混凝土的强度。这种方法适用于已建成结构的现场检测，能够真实反映结构混凝土的实际强度情况<sup>[1]</sup>。破坏性检测技术的优势在于检测结果准确、可信度高，能为工程质量评估提供有力的数据支撑。不过，它的缺点也很明显，会对结构造成一定程度的损伤，检测后需要对破坏部位进行修复处理，且检测过程相对复杂、成本较高，检测效率较低，不适用于大面积、快速检测。

#### （三）综合检测方法

综合检测方法是將非破坏性检测技术和破坏性检测技术有机结合，取长补短，实现对建筑主体结构更全面、准确的检测。在实际工程中，先采用非破坏性检测技术，如超声-回弹综合法，利用超声检测和回弹法的各自优势，对结构进行大面积快速普查，初步确定结构的质量状况，筛选出可能存在问题的部位。然后针对这些可疑部位，采用破坏性检测技术，如钻芯法，进行精准验证和深入分析。例如在大型商业综合体的主体结构检测中，先用超声-回弹综合法对大量的梁、板、柱进行快速检测，找出强度异常区域，再对这些区域钻取芯样进行强度试验和微观分析。这种综合检测方法能够充分发挥不同检测技术的长处，既保证了检测的全面性和高效性，又确保了检测结果的准确性和可靠性。通过综合运用多种检测技术，还能对结构的力学性能、内部缺陷、耐久性等多方面进行综合评估，为建筑工程质量监督控制提供更科学、更完善的依据。

## 二、主体结构检测在建筑工程质量监督中的应用难点

### （一）检测精度与标准化问题

在建筑工程主体结构检测中，影响检测精度的因素很多。不同的检测方法因其原理不同，对同一被测对象所得到的结果也会有一定的偏差。如超声波检测和回弹法在检测混凝土强度时，超声波对内部缺陷较为敏感，回弹检测的主要是表面硬度，在混凝土内外表面质量差异较大的情况下，检测结果很难统一。另外，测试环境中的温度、湿度、结构面的平整度等因素对测量结果的影响也很大。湿环境中超声波传播速度发生变化，结构表面水分对回弹值的影响也很大。另外，现行的检验标准在某些细节方面还不够完善，各地区、各单位对检验标准的理解与执行也不尽相同。例如，在钢筋间距检测中，标准规定的允许误差范围比较大，这就造成了检验人员在判断过程中存在着很大的主观性，影响了检验结果的准确度与可比性，从而影响了质量监管工作的有效开展<sup>[2]</sup>。

### （二）检测设备与技术更新的挑战

随着建筑技术的不断进步，新型建筑材料和复杂结构形式不断涌现，对主体结构检测设备与技术提出了更高要求。现有的检测设备在面对高强度混凝土、新型复合材料时，可能无法准确检测其性能指标。例如，传统的钢筋探测仪对于新型高强度钢筋的定位和直径测量存在误差。同时，检测技术更新速度相对较慢，不能及时跟上建筑行业发展步伐。新的无损检测技术如红外热成像检测虽有应用，但技术成熟度不足，检测结果的准确性和稳定性有待提高。而且检测设备的更新需要大量资金投入，部分检测机构因资金限制，仍在使用的老旧设备，导致检测效率低下，检测结果的可靠性也大打折扣，难以满足现代建筑工程质量监督的严格要求。

### （三）检测过程中的协调与沟通难题

建筑工程涉及建设单位、施工单位、监理单位和检测机构等多个主体。在主体结构检测过程中，各方之间的协调与沟通存在诸多问题。建设单位往往更关注工期，希望检测工作快速完成，而施工单位可能因担心检测结果影响工程进度，对检测工作配合度不高。例如在安排检测时间时，施工单位可能因自身施工计划，未能及时为检测人员提供检测条件。监理单位在监督检测过程中，有时不能准确传达检测要求和标准，导致检测人员和施工人员理解出现偏差。检测机构与其他各方之间信息传递不及时、不准确，也会影响检测工作的顺利进行。比如检测机构发现问题后，未能及时将详细情况反馈给建设和施工单位，导致问题得不到及时解决，延误工程质量整改时机。

### （四）数据处理与分析的复杂性

主体结构检测过程中会产生大量的数据，其中包括

各种测试方法所获得的物性参数，以及结构性能指标等。这些数据形式多样，来源多样，给数据处理与分析带来了巨大的挑战。首先，要认真甄别数据的准确性与可靠性，不同的测试仪器，由于测试设备的精度、操作水平等因素，会造成数据中的误差与离群。其次，如何从海量数据中抽取有价值的信息并构建高效的分析模型，是目前研究的难点<sup>[3]</sup>。如混凝土结构耐久性数据的分析，需综合考虑混凝土强度、碳化深度和钢筋腐蚀程度等多种因素，建立复杂的数学模型。此外，现有数据处理软件及分析方法受限，无法与建筑工程主体结构检测数据特征相匹配，影响数据分析结果的科学性与实用性，难以为质量监管决策提供有力支撑。

## 三、主体结构检测在建筑工程质量监督中的应用策略

### （一）提升检测精度与标准化

提升检测精度需从多方面着手。在技术层面，深入研究检测方法的原理，优化参数设置。以超声检测混凝土内部缺陷为例，依据声波在不同介质中的传播理论，精确调整超声频率、波幅等参数，增强对微小缺陷的分辨能力。同时，利用信号处理技术，如小波变换，对检测信号进行降噪和特征提取，提高检测结果的准确性。在人员操作规范上，制定详细的操作指南，明确每个检测步骤的量化指标。例如，在进行钢筋位置检测时，规定检测探头的移动速度和间距，通过多次重复测量取平均值的方式，减少人为误差。标准化建设对于检测精度的提升至关重要。一方面，紧跟国际检测标准发展趋势，结合国内建筑工程实际情况，修订和完善现行检测标准。细化标准中的技术指标和判定准则，使检测结果具有更强的可比性。另一方面，建立标准实施的监督与反馈机制。由权威机构定期对检测机构进行标准执行情况的检查，对不符合标准的行为进行纠正和公示。鼓励检测机构积极反馈标准执行过程中遇到的问题，以便及时对标准进行优化。

### （二）加强检测技术与设备的更新与培训

检测技术的更新是适应建筑行业发展的必然要求。随着新型建筑材料如高性能混凝土、纤维增强复合材料等的广泛应用，研发针对性的检测技术迫在眉睫。例如，对于高性能混凝土，研究基于电阻率法的耐久性检测技术，通过测量混凝土内部的电阻率变化，评估其耐久性指标。在无损检测领域，探索将太赫兹技术应用于建筑结构检测，利用太赫兹波对非极性材料的高穿透性，实现对结构内部缺陷的快速检测。检测设备的更新是提升检测能力的物质基础。检测机构应根据自身业务需求和技术发展趋势，制定科学的设备更新计划。优先购置具有高精度、自动化程度高的检测设备，如全自动混凝土强度检测仪、智能钢筋锈蚀检测仪等。同时，注重设备的维护与管理，建立设备档案，记录设备的使用、维护

和校准情况，确保设备始终处于良好的运行状态<sup>[4]</sup>。培训是将新技术、新设备转化为实际检测能力的关键环节。制定系统的培训方案，涵盖理论知识、操作技能和案例分析等内容。邀请行业专家和设备厂家技术人员进行授课，通过现场演示、模拟操作等方式，让检测人员深入掌握新技术、新设备的应用。定期组织技术交流活 动，鼓励检测人员分享工作中的经验和问题，促进共同提高。建立培训考核机制，将考核结果与检测人员的绩效挂钩，激励其积极参与培训，提升自身技术水平。

### （三）加强项目各方协同，优化检测流程

建筑工程主体结构检查涉及建设、施工、监理、检测等多方，要保证检测工作的顺利进行，需要各方的配合。建设单位应起主导作用，在项目策划阶段，把检测工作纳入工程总计划中，并对试验时间、试验资源进行合理分配。通过合同的形式明确双方在检测过程中的权利义务，并建立起有效的沟通与协调机制。如定期召开测试工作协调会议，及时解决测试中出现的问题；施工单位应根据试验要求，积极配合试验，做好各项准备工作。检测前，对检测区域内的杂物及障碍物进行清理，并提供混凝土配合比，钢筋布置图等精确数据（见图2）。监理单位应认真履行监理责任，对监理全过程实施监督，保证监理工作达到规范要求。对测试过程中出现的违规行为进行及时发现、纠正，保证测试数据真实可靠。检测机构应积极主动地与有关方面进行沟通，对检测结果及发现的问题进行及时反馈。通过优化检验程序，采用项目管理的方法，实现了检验工作的全过程管理。从下达测试任务，到现场测试，从数据处理再到报告的发布，每一个步骤都有明确的时间节点及质量标准。运用信息技术，建立了测试管理信息系统，实现了测试任务的在线分配，测试数据的实时上传，测试报告的在线审核，提高了测试工作的效率与透明度。

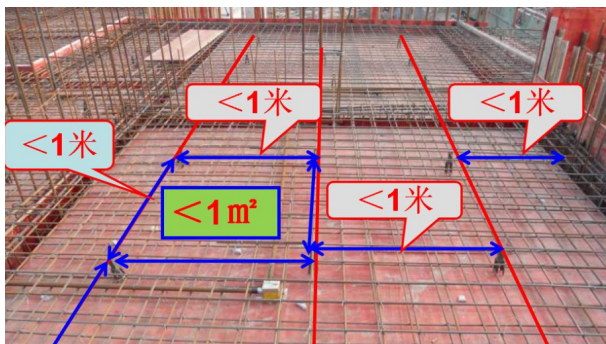


图 2：钢筋布置图

### （四）引入先进数据分析技术，提高结果的科学性与实用性

建筑工程主体结构检测产生的数据具有量大、复杂、多源等特点，传统的数据处理方法难以满足需求。引入先进的数据分析技术，如大数据分析、机器学习和人工智能等，能够从海量数据中挖掘有价值的信息，提高检

测结果的科学性和实用性。在大数据分析方面，建立建筑工程检测大数据平台，整合不同项目、不同时期的检测数据。通过数据挖掘算法，分析数据之间的关联关系，发现潜在的质量问题和规律。例如，通过对大量混凝土强度数据的分析，建立混凝土强度与原材料、施工工艺、养护条件等因素之间的数学模型，为后续工程的质量控制提供参考依据。机器学习技术在检测数据处理中具有广泛的应用前景。利用监督学习算法，如支持向量机、决策树等，对检测数据进行分类和预测。例如，根据混凝土的抗压强度、抗渗性等指标，建立混凝土质量等级分类模型，快速准确地判断混凝土的质量状况。利用无监督学习算法，如聚类分析，对检测数据进行聚类，发现异常数据点，及时排查结构质量隐患。人工智能技术的发展为建筑结构检测带来了新的机遇<sup>[5]</sup>。例如，利用深度学习中的卷积神经网络，对结构的无损检测图像进行分析，自动识别结构内部的缺陷类型、位置和大小。通过建立结构健康监测系统，运用人工智能算法对实时监测数据进行分析，实现对结构安全状态的实时评估和预警。为了确保先进数据分析技术的有效应用，需要培养既懂检测技术又懂数据分析的复合型人才。加强与高校、科研机构的合作，开展相关领域的研究和培训，为建筑工程质量监督提供强有力的技术支持。

### 结语

综上所述，在建筑工程质量监督控制中，主体结构检测至关重要。通过非破坏性、破坏性及综合检测方法，能有效评估结构质量。然而，目前检测存在精度与标准化、技术设备更新、协调沟通、数据处理等难题。为此，采取提升检测精度与标准化、加强技术设备更新培训、强化各方协同及引入先进数据分析技术等策略。未来，随着技术持续进步与行业协作加深，主体结构检测将更精准高效，为建筑工程质量提供更坚实保障，推动建筑行业高质量发展。

### 参考文献

[1] 黄东. 主体结构检测在建筑工程质量监督控制中的应用探讨 [J]. 中国住宅设施, 2024, (06): 73-75.  
 [2] 史正海. 主体结构检测在建筑工程质量监督控制中的应用 [J]. 新城建科技, 2024, 33(05): 196-198.  
 [3] 曹立, 周斌, 苏宏洋. 主体结构检测在建筑工程质量监督控制中的应用探讨 [J]. 四川建材, 2023, 49(08): 30-31+34.  
 [4] 潘艳. 主体结构检测在建筑工程质量监督控制中的应用 [J]. 中国建筑金属结构, 2021, (09): 62-63.  
 [5] 马小林. 浅析建筑工程主体结构检测相关规定在工程质量监督中的作用 [J]. 中国建筑金属结构, 2020, (09): 38-39.

作者简介：郭菁菁（1986.08），女，汉族，安徽淮北人，工程师，本科学历，研究方向：建筑工程。