

房建工程主体结构检测技术的应用

文 / 赵楠 延长油田股份有限公司下寺湾采油厂

摘要：随着建筑业的快速发展，房建工程的质量和安全隐患日益受到重视。主体结构作为房建工程的核心部分，其质量直接关系到工程的整体质量和使用安全。为了保障房建工程的质量，需要采用科学合理的检测技术对主体结构进行全面检测。本文介绍了房建工程主体结构检测中常用的破坏性检测技术和非破坏性检测技术，分析了各种检测技术的原理、特点和适用范围。在此基础上，提出了房建工程主体结构检测技术的应用措施，包括制定完善的检测方案和落实检测方案等，以期能为房建工程主体结构检测提供参考。

关键词：房建工程；主体结构；检测技术；应用措施

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.14.034

引言

随着我国社会经济的快速发展，城镇化进程不断加快，房屋建筑工程项目建设规模不断扩大。与此同时，房建工程质量和安全问题也日益突出，引起了社会各界的广泛关注。房建工程质量事关人民群众的生命财产安全，关系到社会和谐稳定，已成为城市建设和管理中亟待解决的重要问题。房建工程主体结构是房屋建筑的骨架和支撑系统，是房建工程的核心组成部分，其质量直接影响到建筑物的整体质量和使用安全。因此，加强房建工程主体结构的质量控制，采用科学有效的检测技术对主体结构进行全面系统的检测，对于保障房建工程质量，提高建筑物使用安全性具有十分重要的意义。

一、破坏性检测技术

(一) 取芯法

取芯法作为房建工程主体结构检测中应用最为广泛的一种破坏性检测技术，其可靠性和有效性已得到广泛认可（如图1）。该方法通过从混凝土结构中钻取一定数量的芯样，并对芯样进行抗压强度试验，从而评估混凝土结构的强度和品质，具有简便快速、结果直观等优点^[1]。在实际运用取芯法进行检测时，应严格遵守相关操作规范和标准。检测人员应根据工程实际情况和检测目的，综合考虑混凝土结构的受力特点、易发生质量问题的薄弱部位等因素，合理选择取芯位置，并尽量选择在受力较大、对结构安全影响较为关键部位进行取样。选用的取芯机应具有良好的性能和可靠的质量，确保钻芯过程平稳有序。取芯过程中，应控制钻芯垂直度，采集的芯样直径应不小于100mm，长度应控制在芯样直径的1.0~1.5倍范围内，以保证芯样的完整性和代表性。钻取出的混凝土芯样应小心存放，并及时进行后续处理，如切平、端面处理等，确保芯样表面平整、无毛刺，且不能出现影响试验结果的破损或缺陷。处理完成后应及时送至专业实验室进行抗压强度测试，并根据测试结果客观评估混凝土结构的强度和质

量，为工程质量验收和后期使用维护提供重要依据。



图1：取芯法检测混凝土结构强度

(二) 综合性能试验台技术

综合性能试验台技术作为一种先进的破坏性检测手段，能够实现对房建工程主体结构多项力学性能参数的同步检测，全面评估结构的工作状态和承载能力，在工程质量验收和安全鉴定中发挥着重要作用。该技术主要通过通过在结构上施加不同形式和大小的静动荷载，利用反力架和多通道数据采集系统，精确测试结构在不同工况下的变形、应变、位移等力学参数，从而分析结构的受力特性和破坏机理^[2]。在实际应用中，试验方案的设计是保证检测精度和有效性的关键。首先，应根据被检结构的类型、几何尺寸和受力状态，选择合理的加载方式和加载布置，一般宜采用多点同步加载的方式，最大限度地模拟结构实际工作状态下的受力情况。同时，科学合理的测点布置也十分重要，需要综合考虑检测参数的类型、分布特点等因素，优化传感器选型和布设方案，常用的传感器包括位移计、应变计和加速度计等。此外，加载过程的控制与监测也是一项关键的技术环节，应借助试验台自动化控制系统，实时监测荷载的变化情况和

结构的响应参数,确保试验在可控、安全的状态下进行。在试验数据采集完成后,还需采用专业的分析软件和数值模拟技术,对海量的监测数据进行处理和分析,并结合理论计算模型,综合评判结构在不同工况下的受力性能、变形特性以及破坏机理,全面评估结构的安全性和适用性,及时发现结构的薄弱环节和潜在风险,为结构加固维护和使用管理提供依据。

二、非破坏性检测技术

(一) 声波检测技术

声波检测技术凭借其操作便捷、无损检测等突出优势,在混凝土结构无损检测领域得到了广泛应用和推广。该技术主要利用声波在混凝土介质中传播的基本规律,通过分析声波的传播时间、速度等参数,间接评估混凝土结构的密实度、均匀性、强度等内部性能指标^[3]。开展声波检测时,检测人员需要综合考虑混凝土结构类型、检测精度要求等因素,优选声波检测仪器设备。目前,混凝土超声波检测仪凭借其检测精度高、灵敏度好、穿透力强等优点,已成为声波检测的主流仪器之一(如图2)。合理布设检测点位是声波检测的另一个关键环节,需要充分考虑混凝土结构尺寸、形状、测点数量等因素。一般可采用网格布点方法,将检测区域划分为若干个检测单元,每个单元尺寸控制在20cm*20cm范围内,从而实现对该结构的全面扫查。在实际检测过程中,检测人员还应严格遵守规范的操作程序,如测点表面应提前打磨平整,涂抹足量耦合剂,传感器与构件表面应保持良好的耦合状态,并控制耦合压力适中。此外,声波检测还需借助专业软件开展大量的数据分析工作,采用信号处理、频谱分析等技术手段提取超声波信号的特征参数。通过绘制声波参数云图、等值线图等形式,直观展示混凝土结构内部的缺陷分布、完整性和均匀性,为混凝土结构质量评估提供重要的数据支撑。同时,声波检测结果还可与其他无损检测方法,如回弹法、钻芯法等结果相互印证,开展综合分析,从而全面、客观地评判混凝土结构的健康状态。



图2: 混凝土超声波检测仪

(二) 回弹法

回弹法是一种简便、快速的混凝土结构无损检测技术,其基本原理是利用回弹锤对混凝土表面进行弹击,通过测量回弹值的大小,间接评估混凝土强度等力学性能指标^[4]。该方法具有现场检测方便、经济快捷等突出优点,在混凝土结构质量检验和健康监测中得到了广泛应用。然而,为了确保回弹法检测结果的准确性和可靠性,规范的检测操作和严格的数据分析至关重要。在开展回弹法检测之前,首先需要对混凝土表面进行处理,采用砂轮等工具将表面磨平,清除浮浆、油污等杂质,确保回弹锤能够与混凝土表面紧密贴合,避免局部应力集中导致的测试误差。在选择测试区域时,应尽量避免开棱角、裂缝等局部缺陷,选择具有代表性的平整区域,每个测区面积不宜过小,至少应包含9个测点,测点间距不小于20mm,以保证数据的统计特性。与此同时,规范的检测设备也是保证数据质量的关键因素,应选用经过计量检定合格的回弹仪,并在每次使用前进行校准,确保回弹锤的冲击能量满足标准要求。在回弹锤弹击过程中,需要严格控制锤轴与混凝土表面的垂直度,每个测点读数应准确到1个回弹值,如出现异常数据要及时剔除。为了提高检测数据的代表性,还需对每个测区的所有测点数据进行统计分析,取其算术平均值作为该区域的回弹值。在对回弹值数据进行分析时,需结合已有的混凝土强度与回弹值关系曲线,推算出混凝土结构的强度等级。

(三) 无损探伤技术

无损探伤技术是一类用于材料缺陷检测和性能评估的先进检测方法,其显著特点是在不破坏被检工件完整性的前提下,实现对材料内部、表面缺陷的精确识别和表征。在工程结构的无损检测领域,常用的无损探伤技术包括射线探伤、磁粉探伤、渗透探伤等,这些方法在金属构件缺陷检测中得到了广泛应用^[5]。射线探伤技术主要利用X射线或γ射线等高能射线穿透被检工件时,由于材料内部缺陷引起的射线吸收差异,在胶片上呈现出清晰的缺陷投影图像,从而实现缺陷的定位和评价。磁粉探伤则利用缺陷处磁场分布的畸变,通过施加磁场并喷洒铁磁性粉末,使缺陷区域产生粉末聚集而被突显出来。而渗透探伤主要利用毛细作用,使渗透液进入材料表面微小缺陷,经显像处理后使缺陷形貌清晰呈现。在实际应用中,选择合适的无损探伤方法是缺陷检测的关键。通常需要综合考虑材料的类型、加工工艺、使用环境等因素,优选与之相适应的探伤技术。例如,对于焊接接头的内部缺陷,如裂纹、

未焊透、夹渣等，射线探伤通常是首选方法；而对于铸造、锻造等大型金属构件的表面和近表面缺陷，如裂纹、折叠等，磁粉探伤则更为有效；对于有色金属等非铁磁性材料的表面微小缺陷，如微裂纹、气孔等，渗透探伤则具有独特优势。不过，在开展无损探伤时，应严格控制探伤工艺参数，如射线探伤的管电压、管电流和曝光时间等，磁粉探伤的磁化电流和磁粉浓度等，渗透探伤的渗透时间和显像剂类型等，以保证探伤结果的可靠性和重复性。

三、房建工程主体结构检测技术中的应用措施

（一）制定检测方案

就房建工程主体结构检测而言，制定科学合理的检测方案是保证房建工程主体结构检测质量的重中之重。在方案制定过程中，应充分考虑工程设计要求、施工工艺特点、材料性能参数等多方面因素，有针对性地选用最优的检测技术和方法。作为方案制定的首要任务，应深入分析工程设计文件和施工组织方案，准确把握结构受力特点，预判易发生质量缺陷的薄弱部位，从而有的放矢地确定检测部位和检测重点，避免出现检测盲区和遗漏。其次，还应综合考虑混凝土强度等级、钢筋规格等材料性能指标，优选与之相适应的检测仪器设备，确保检测精度满足设计和规范要求。在确定检测点数和频率时，应根据结构的重要性等级、受力复杂程度等因素进行统筹兼顾，对于承重结构和关键受力部位，应通过增加检测数量和频次，制定专项检测方案，从而实现更加细致入微的质量把控。与此同时，还应合理配置无损检测与破损检测技术，发挥多种检测手段的综合效力，既要准确诊断质量隐患，又要最大限度地减少对结构完整性的影响。在优化检测方案时，还应统筹考虑工期进度、成本预算等实际因素，在确保检测质量的基础上，合理压缩检测工作量，优化检测流程，最大限度地缩短工期，节约成本，实现质量、进度、成本的多方共赢。

（二）落实检测方案

房建工程主体结构检测方案的最终成效，很大程度上取决于现场实施的规范性和有效性。为保障工程质量，在检测方案实施过程中，必须严格遵守相关操作规范和质量控制要求，确保检测过程中的每一个环节都严谨、规范、有序。首先，要选择具备相应资质等级和专业能力的第三方检测机构，配置经验丰富、技术精湛的检测团队，所有上岗人员均应持证上岗，并定期接受培训和考核，不断提升业务水平和职业素

养。其次，要强化检测仪器设备的全生命周期管理，定期开展计量检定和性能校准，淘汰落后设备，更新先进仪器，确保检测装备始终处于最佳工作状态。针对不同类型的仪器设备，还应分门别类地划定专属存放区域，明确管理责任人，制定定期维护和保养计划，从源头上防范设备故障和测试失准。再次，还应严格按照规范标准和操作指南，对检测的每个步骤和细节进行精细化管控。例如，在开展无损检测时，要高度重视耦合剂涂抹的均匀性、探头布置的合理性等关键工序；在钻芯取样时，要严格控制钻孔位置的代表性、芯样处理的规范性等核心环节。唯有如此，才能切实保证检测数据的真实可靠，检测结果的准确权威。与此同时，在检测过程中还应做好原始记录和数据析工作，运用大数据分析、智能算法等现代信息技术手段，及时发现异常数据和关键趋势，为工程质量的动态监管、风险预警提供数据支撑。一旦发现重大工程质量问题，还应及时向业主、设计、监理等相关方通报情况，深入开展原因分析，并提出切实可行的处置建议，避免质量事故的扩大蔓延。

结语

房建工程作为一项关乎民生的重要工程，其主体结构质量直接关系到建筑物的安全性、耐久性和适用性。采用科学有效的检测技术，对主体结构进行全面系统的检测，是控制和验证工程质量的重要手段。通过分析房建工程主体结构检测的常用技术，并探讨其实际应用，可为工程质量管理提供有益启示。在实践中，还需加强检测队伍建设，完善检测标准规范，积极采用新技术新方法，不断提高检测水平，为建设优质工程、提升人居品质作出应有贡献。

参考文献

- [1] 张鹏. 房建工程主体结构检测技术研究 [J]. 房地产世界, 2023, (23): 142-144.
- [2] 陈家兴. 房建工程主体结构检测方法及技术应用分析 [J]. 中国科技信息, 2023, (12): 66-68.
- [3] 李文涛. 房建工程主体结构检测技术研究 [J]. 工程与建设, 2023, 37(01): 237-240.
- [4] 林健群, 朱文超. 房建工程主体结构检测技术及运用分析 [J]. 砖瓦, 2021, (11): 116-117.
- [5] 张建琦. 房建工程主体结构检测技术的应用探析 [J]. 江西建材, 2021, (04): 39-40.

作者简介：赵楠，1987年12月，汉，陕西延安，工程师，本科，主要研究方向：土木工程。