

# 建筑工程结构检测方法与应用研究

刘寿喜

马鞍山领煜建设工程有限公司 安徽 马鞍山 243000

**摘要:**随着我国建筑业进入存量提质与增量优化并行的发展阶段,建筑工程结构的安全性、耐久性及适用性评估需求愈发迫切。本文围绕建筑工程结构检测展开研究,阐述了其在保障结构安全、保证工程质量、为改造加固提供依据及评估使用寿命等方面的重要性。系统梳理了针对混凝土结构、砌体结构、钢结构的主要检测方法,并分析了这些方法在新建建筑竣工验收、既有建筑安全评估、突发灾害后应急检测及建筑改造扩建前等场景的应用。研究旨在为建筑工程结构检测的实践应用提供理论与方法参考,助力提升建筑结构的安全性与耐久性。

**关键词:** 建筑工程; 结构检测; 方法; 应用

引言:建筑工程结构是社会生产生活的重要载体,其安全性与耐久性直接关系到人民生命财产安全及社会经济稳定。随着建筑服役时间增长、环境侵蚀及荷载变化,结构易出现损伤累积、性能退化等问题,而新建工程的质量把控也需科学检测手段支撑。结构检测作为评估建筑性能的关键技术,既能及时发现潜在风险,又能为工程决策提供数据支持。聚焦建筑工程结构检测的重要性,系统介绍混凝土、砌体、钢结构的主流检测方法,并结合不同应用场景分析其实践价值,为工程检测工作的规范化、精准化提供理论依据与应用指导。

## 1 建筑工程结构检测的重要性

### 1.1 保障结构安全

建筑结构的安全性是建筑存在的首要前提,直接关系到人民群众的生命财产安全。结构检测能够及时发现建筑在施工、使用过程中出现的隐藏缺陷,如混凝土裂缝、钢结构变形、砌体松动等问题。通过对这些隐患的早期识别和评估,可以提前采取防控措施,避免结构失效引发坍塌等安全事故。

### 1.2 保证工程质量

在建筑工程建设过程中,受材料性能、施工工艺、管理水平等因素影响,工程质量可能存在波动。结构检测作为工程质量控制的关键环节,能够对建筑材料强度、构件尺寸、施工精度等指标进行客观核验,确保其符合设计标准和规范要求。通过检测,可及时发现施工中的质量问题并督促整改,防止不合格工程投入使用,从源头上保障建筑工程的整体质量,维护建筑市场的正常秩序。

### 1.3 为改造和加固提供依据

随着城市化进程加快,既有建筑的功能升级、空间拓展等改造需求日益增多。结构改造和加固需以建筑当

前的结构性能为基础,而结构检测能精准获取构件承载力、损伤程度、材料劣化等数据。这些数据为改造方案的制定提供了科学依据,确保改造后的结构既能满足新的使用需求,又能保证结构体系的安全性和合理性,避免盲目改造带来的安全隐患和资源浪费。

### 1.4 评估结构使用寿命

建筑结构在长期使用过程中,会受到荷载作用、环境侵蚀、材料老化等因素的影响,其性能逐渐退化。结构检测通过对结构当前状态的全面评估,结合历史数据和老化规律,可科学预测结构的剩余使用寿命。这一评估结果为建筑的维护保养、更新改造计划提供了重要参考,有助于合理安排资金投入,延长建筑的有效使用周期,实现资源的优化配置和建筑行业的可持续发展<sup>[1]</sup>。

## 2 建筑工程结构检测方法

### 2.1 混凝土结构检测方法

#### 2.1.1 回弹法

回弹法是混凝土强度非破损检测的常用手段,原理是通过回弹仪测量混凝土表面回弹值,依据其与强度的相关性推算抗压强度。检测时选取多个测区,每个测区布置若干测点,剔除异常值后取平均,结合碳化深度等参数,按规范测强曲线计算强度。该方法操作简便、速度快、成本低且无损伤,适合大面积普查和现场快速检测。但受表面质量、碳化深度、龄期影响较大,精度有限,常需与其他方法配合使用以提升准确性。

#### 2.1.2 超声脉冲法

超声脉冲法利用超声波在混凝土中的传播特性评估内部质量,密实混凝土中声波传播快、衰减小,有缺陷时则相反。检测时将换能器置于构件两侧,接收探头捕捉穿过混凝土的声波,记录传播时间和波形,判断均匀性、缺陷及强度。可检测内部隐蔽缺陷,适用范围广,

能测裂缝深度、空洞等，对结构损伤小。但结果受钢筋布置、含水率干扰，对操作人员技术要求高，需结合经验分析。

### 2.1.3 超声回弹综合法

该方法结合超声脉冲法与回弹法，通过同时测回弹值和声速值，利用互补性提高精度。回弹法受表面状态影响大，超声法反映内部质量，结合可减少单一因素误差。同一测区同步测试，获回弹值和声速值后，依规范综合测强曲线算强度。兼顾两者优势，结果更可靠，适用于精度要求高的检测，尤其在表面质量差或有碳化、风化时优势明显。但操作较复杂，检测时间和成本增加。

### 2.1.4 钻芯法

钻芯法是半破损直接检测法，用钻芯机在构件上取圆柱形芯样，经处理后做抗压试验，测芯样强度推算构件强度。结果直观准确，能反映实际强度，是其他方法的校准依据，适用于非破损结果有争议或需精确验证的场景，如重要构件强度复核。但钻芯会对结构造成局部损伤，需控制芯样数量和尺寸，避免影响受力，且成本高、周期长，不适用于大面积检测。

### 2.1.5 拔出法

拔出法通过测拔出力评估抗压强度，特制锚固件嵌入混凝土后，施拉力拔出，依拔出力与强度相关性计算。检测时先钻孔、扩底，植入锚固件固定拔出仪，拉至拔出记录最大力，再用校准曲线换算。分预埋和后装式，前者用于施工监控，后者用于已成型构件。对结构损伤小，结果较可靠，反映实际受力性能，适用于局部检测和施工质量控制。但检测范围有限，需在表面操作，基层处理和锚固件安装质量影响结果。

### 2.1.6 钢筋位置及锈蚀检测

此检测是保障耐久性的关键。钢筋位置检测用电磁感应定位仪，探钢筋电磁信号，确定位置、数量、间距及保护层厚度，避免位置偏差影响受力。锈蚀检测用半电池电位法、电阻法等，前者测钢筋与参考电极电位差判断锈蚀情况，后者通过电阻变化评估锈蚀量。能及时发现保护层不足、锈蚀隐患，为耐久性评估和加固提供依据，尤其适用于服役久或在潮湿、腐蚀性环境中的结构。

## 2.2 砌体结构检测方法

### 2.2.1 砌体强度间接测定法

间接测定法通过检测砌体中块体或砂浆的强度，间接推算砌体整体强度，常用方法包括回弹法、推出法、筒压法等。回弹法通过回弹仪测块体表面硬度，结合经验公式算块体强度；推出法测定单块砖被推出时的水平推力，关联砌体抗剪强度；筒压法将砂浆破碎后筛分，

测筒压强度换算砂浆强度。该类方法操作简便、对结构损伤小，适用于大面积普查。但因未直接测砌体整体性能，受块体与砂浆粘结力影响，结果精度有限，需结合结构实际状态修正。

### 2.2.2 砌体强度直接测定法

直接测定法直接检测砌体整体强度，主要有原位轴压法、扁顶法、原位单剪法等。原位轴压法在墙体开洞放置原位压力机，分级加载测极限抗压强度；扁顶法通过扁式液压千斤顶在砌体开槽中加压，测变形求抗压强度；原位单剪法测试砌体沿通缝截面的抗剪强度。该类方法能真实反映砌体受力性能，结果可靠，适用于重要结构或对精度要求高的检测。

## 2.3 钢结构检测方法

### 2.3.1 外观检测

外观检测是钢结构检测的基础环节，主要通过肉眼观察结合量具（如卷尺、游标卡尺、焊缝量规等）对钢结构表面及可见部位进行检查。重点关注构件是否存在变形、锈蚀、裂纹、焊缝外观缺陷（如咬边、焊瘤、未焊透等）、螺栓连接松动或缺失、涂层剥落等问题。检测时需按照规范逐件、逐部位排查，对发现的缺陷记录位置、尺寸及形态。该方法操作简单、成本低，可快速掌握结构整体状况，适用于初步检测和日常巡检。

### 2.3.2 超声波探伤

超声波探伤利用超声波在金属中的传播特性检测内部缺陷，探头发出的超声波穿过钢结构，遇到缺陷时会发生反射、折射或衰减，通过仪器接收反射信号并显示波形，以此判断缺陷的位置、大小和性质。检测时需在构件表面涂抹耦合剂，确保声波有效传播，可检测焊缝、板材、型材中的裂纹、气孔、夹渣等内部缺陷。该方法灵敏度高、检测速度快，对人体无伤害，适用于各种钢结构构件的内部质量检测，尤其适合焊缝质量的全面排查，但对操作人员的技术水平和经验要求较高。

### 2.3.3 磁粉探伤

磁粉探伤基于钢铁材料的磁导率差异，对被检测构件施加磁场使其磁化，若存在裂纹等缺陷，缺陷处会产生漏磁场，吸附撒布的磁粉形成磁痕，从而显示缺陷位置和形状。检测前需清理构件表面，根据构件形状选择磁化方式（如纵向磁化、周向磁化），检测后对构件进行退磁处理。该方法能直观显示表面及近表面缺陷，灵敏度高，操作简便，适用于铁磁性材料钢结构的表面裂纹检测，但无法检测非铁磁性材料，且对深埋内部的缺陷难以识别。

### 2.3.4 射线探伤

射线探伤利用 X 射线或  $\gamma$  射线穿透钢结构时的衰减特性,通过胶片或数字探测器记录射线强度分布,形成影像反映内部缺陷。缺陷(如气孔、夹渣、未焊透)会使射线衰减减弱,在影像上呈现与正常区域的差异。该方法可直观显示缺陷的二维形态,检测结果可永久保存,适用于焊缝和厚壁构件的内部缺陷检测,尤其对体积型缺陷识别效果好。但射线对人体有辐射危害,需采取严格防护措施,且检测成本较高,对平面型裂纹的检测灵敏度不及超声波探伤。

### 2.3.5 钢材力学性能检测

钢材力学性能检测通过取样试验测定钢材的力学指标,包括抗拉强度、屈服强度、伸长率、冲击韧性等。检测时从钢结构构件上截取标准试样,在万能试验机、冲击试验机上进行拉伸、冲击等试验,记录试验数据并与设计标准对比。该方法能直接反映钢材的力学性能是否满足设计要求,是评估结构承载能力的重要依据,适用于新建工程材料验收、既有结构钢材性能退化评估。但取样会对构件造成损伤,需谨慎选择取样位置和数量,对重要构件可采用非破坏性检测辅助验证<sup>[2]</sup>。

## 3 建筑工程结构检测方法的应用场景研究

### 3.1 新建建筑竣工验收阶段

新建建筑竣工验收阶段的结构检测是保障工程质量达标的关键环节,其核心目的是验证建筑结构是否符合设计规范及相关标准。此阶段需对混凝土结构、砌体结构、钢结构等进行全面检测:混凝土结构常用回弹法、超声回弹综合法普查强度,钻芯法对疑似区域精准验证;钢结构通过外观检测、超声波探伤排查焊缝缺陷,磁粉探伤检查表面裂纹;砌体结构则采用间接测定法评估整体强度。检测范围涵盖主体结构、构件尺寸、材料性能等,需形成完整数据报告。

### 3.2 既有建筑常规安全评估

既有建筑在长期服役中,受环境侵蚀、荷载变化等影响,结构性能易逐渐退化,常规安全评估需定期开展以防控风险。检测时,对混凝土结构重点检测钢筋锈蚀、裂缝发展,采用钢筋位置及锈蚀检测、超声脉冲法判断内部损伤;砌体结构通过直接测定法评估强度衰减;钢结构侧重外观锈蚀检查与超声波探伤监测内部缺陷。同时结合结构使用年限、荷载历史等数据,综合评估承载能力与耐久性。

### 3.3 突发灾害或事故后的应急检测

突发灾害(如地震、洪水)或事故(如火灾、撞击)后,建筑结构可能出现隐蔽性损伤,应急检测需快速评估安全状态以保障救援及后续处理。此场景对检测效率与准确性要求极高:混凝土结构用超声脉冲法快速定位裂缝深度,钻芯法判断火灾后的强度损失;钢结构通过磁粉探伤、射线探伤排查灾害引发的裂纹,钢材力学性能检测评估高温或撞击后的性能变化;砌体结构侧重外观检测与直接测定法,判断墙体是否存在酥松、坍塌风险。检测需聚焦关键承重构件,优先采用便携式设备(如回弹仪、超声波探伤仪),在短时间内出具应急评估报告,明确结构是否可临时使用、需紧急加固或拆除,为抢险救灾及灾后重建提供决策支撑。

### 3.4 建筑结构改造或扩建前的检测

建筑改造或扩建前,需通过结构检测明确原结构性能,确保新方案的安全性与可行性。检测内容包括原结构承载力、构件损伤状况及材料性能:混凝土结构采用钻芯法、拔出法精确测定实际强度,钢筋锈蚀检测评估耐久性;钢结构用超声波探伤、射线探伤全面排查内部缺陷,为荷载增加后的加固设计提供数据;砌体结构通过直接测定法确定是否满足改造荷载要求。同时需核实结构实际尺寸与设计图纸的差异,分析改造对原结构的影响。检测结果将直接影响改造方案的制定(如是否需要加固、如何分配新增荷载),避免因原结构隐患导致改造后出现安全问题,保障改造工程的科学性与可靠性<sup>[3]</sup>。

### 结束语

综上所述,建筑工程结构检测作为保障建筑安全与质量的核心技术,其方法的科学选择与场景化应用对建筑全生命周期管理至关重要。从混凝土、砌体到钢结构的多样化检测手段,为不同阶段的结构评估提供了精准工具,而在竣工验收、常规评估、灾害应急及改造扩建等场景的实践,彰显了检测技术的实用价值。

### 参考文献

- [1] 孙乾.建筑工程主体结构质量检测的有效措施[J].中外企业家,2021(29):121.
- [2] 王东江,马士蕾.建筑工程中主体结构检测的重要意义及常用方法探究[J].住宅与房地产,2021(27):198.
- [3] 杜玉华.浅谈建筑工程主体结构质量检测方法及应用[J].地产,2022(17):145.