

# 建筑工程混凝土强度无损检测优化

梁立峰

**摘要：**本文围绕建筑工程混凝土强度无损检测的优化问题。首先阐述了主流无损检测技术的原理，包括回弹法、超声波回弹综合法等。接着分析了传统检测方法的局限性，如受多种因素干扰、检测精度有限等。然后从改进现有检测方法、加强设备校准和维护、加强技术培训以及实施质量控制体系四个方面提出了具体的优化措施。旨在提高建筑工程混凝土强度无损检测的准确性和可靠性，为建筑工程的质量保障提供有力支持。

**关键词：**建筑工程；混凝土强度；无损检测；优化措施

## 引言

建筑工程当中，混凝土作为应用最普遍的建筑材料，混凝土强度的高低直接影响着建筑结构是否安全稳定。混凝土强度的精确检测对评价建筑工程质量，确保工程安全具有十分重要的意义。钻芯取样法等常规混凝土强度检测方法虽能较准确获得混凝土内部强度信息，但会给混凝土结构带来一定程度损伤，并影响其完整性与耐久性。于是无损检测技术便应运而生并逐步成为检测混凝土强度的一种主流手段。无损检测技术以其不会对混凝土结构造成损伤，检测快速以及可以实时监测的特点，可以对混凝土的强度做出检测与评价，同时不会影响建筑物的正常使用。但现有无损检测技术还存在不足，有待进一步优化完善。文章旨在对建筑工程中混凝土强度无损检测优化措施进行探究，以期能够提升检测精度与可靠性。

## 一、主流无损检测技术原理

### （一）回弹法

回弹法是无损检测混凝土强度的常用方法，该方法的基本原理是用回弹仪对混凝土表面进行回弹，并由回弹仪中的回弹拉簧带动回弹锤进行回弹，撞击弹击杆使弹击杆撞击混凝土表面，撞击的一瞬间弹击拉簧回复到原来的长度，弹击锤推动指针后移停留到一定位置以指示回弹的数值。回弹值与混凝土表面硬度相关，混凝土表面硬度与混凝土强度有一定关系。建立回弹值和混凝土

强度测强曲线可依据回弹值反演混凝土强度。回弹法具有操作简单，检测快速，成本低廉等优点，适合检测大范围混凝土结构强度。但是这种方法容易受到混凝土龄期、含水率和表面质量的影响，其检测结果精度比较有限。

### （二）超声波回弹综合法

超声波回弹综合法为回弹法与超声波法相结合的检测方法。利用回弹法可以评估混凝土的表面硬度，而超声波方法则揭示了混凝土内部的密实度。通过对混凝土回弹值及超声波声速进行同步测定，并利用二者与混凝土强度之间的相关性建立了综合测强曲线，以更加精确地反演混凝土强度。超声波回弹综合法可以克服回弹法对混凝土表面质量有显著影响的不足，使检测结果更加精确。超声波回弹综合法比单一回弹法或者超声波法更准确可靠。

### （三）雷达检测法

雷达检测法就是用电磁波对混凝土中缺陷进行无损检测，雷达检测仪向混凝土内部发射高频电磁波，当电磁波遇到混凝土内部的缺陷（如裂缝、空洞等）时，会发生反射和散射，反射波被雷达接收天线接收并记录下来。对反射波进行分析处理可识别混凝土内部缺陷的位置、尺寸及深度信息。雷达检测法探测速度快，探测范围广，不破坏混凝土结构，适合探测混凝土内部缺陷及结构完整性。

## 二、传统方法局限性分析

传统的建筑工程混凝土强度无损检测方法存在诸多局限性。以回弹法为例，操作误差会对检测结果产生显著影响，回弹仪操作需沿测试面垂直方向进行，若倾角超出十五度，检测数值可能低约1.0兆帕，且施压力度应

**作者简介：**梁立峰（1979.09——）男，汉族，本科学历，中级工程师，主要从事建筑工程材料及质量检测方面的研究工作。

保持恒定，否则将影响反弹值的稳定程度。其测试结果受环境因素影响也较大，环境湿度较大时，混凝土表层可能吸水，进而影响反弹值测定结果，同时测试精度受表面粗糙度及碳化层深度影响，为确保数据准确性，需对表面实施预处理，并在检测环节中反复计量。

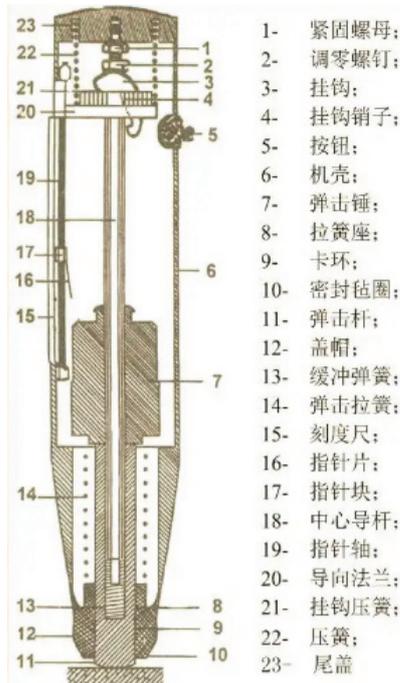


图1 回弹仪示意图

在试件制备和养护方面同样存在问题。在试件制备阶段，混凝土拌和物性能失控、模具安装缺陷及振捣工艺不当都会引发误差，如混凝土拌合物工作性能未达预期、坍落度偏离标准值，易造成试件内部密实度不均，影响强度测试的稳定性；模具安装问题会导致试件尺寸偏差、边角破损或粘模现象，加载时因应力集中使试件提前破坏，致使检测数据失真；振捣过度或不足均会影响试件的均匀性与致密性。部分检测单位养护条件控制不严，温湿度频繁波动、养护池水质不达标或养护室空间不足，均会影响试件正常水化进程，若试件早期出现缺水、表面风干或温度骤变，内部结构将受损，导致最终抗压强度偏低。

检测设备与仪器校准也不容忽视。检测设备状态对混凝土强度检测准确性高度依赖，片面校准难以发现隐藏的结构磨损或性能衰退问题，易导致设备运行状态与标定参数不符，形成潜在误差风险。中小检测机构受经费、设备更新频率及人员技术储备限制，可能出现超周期使用、临时校准甚至无校准操作的现象，为检测结果的准确性和公信力带来隐患。

### 三、建筑工程混凝土强度无损检测优化措施

#### (一) 改进现有检测方法

完善现有检测方法，是促进建筑工程中混凝土强度无损检测精度和可靠性提高的关键所在。以回弹法为例，对其测强曲线进行优化是非常关键。尽管统一测强曲线具有一定的普适性，但其在不同地域和工程项目中对混凝土的适应性仍然受限；地区测强曲线具有很强的针对性；专用测强曲线是面向特定项目的、精度最高的曲线。要根据项目的实际情况选择适当的测强曲线、必要的专用曲线、不断采集项目的数据进行优化和更新，以提高精度和适用性等。

单一的检测方法具有明显的局限性，综合运用各种方法可以发挥其各自的优点。我们可以结合回弹法和超声波回弹综合法，首先使用回弹法对混凝土的表面强度进行初步评估，然后再利用超声波回弹综合法对其内部强度进行进一步的检测，并对两种方法的结果进行互相验证。也可将雷达检测法等相结合用于混凝土内部缺陷及强度变化的探测。雷达检测法具有探测深度大、分辨率高、不破坏混凝土结构的特点，适合深层缺陷的探测；超声波回弹综合法结合了表面硬度和内部的密实度来估算混凝土的强度。这种结合方式能够更为全面和精确地了解混凝土的强度和状态，为建筑工程的质量评估提供了坚实的依据。

#### (二) 加强设备校准和维护

加强设备的校准与维修，对于建筑工程中混凝土强度的无损检测具有十分重要的意义。校准设备，校准机构选择需要优先选择法定计量技术机构或者是经过CNAS批准的第三方机构；如果内部有校准能力可以按照内部规范进行，但是校准人员要持有有效的资格证。校准前应由操作人员对设备进行清洗并对状态进行检查，校准人员应严格按照标准进行校准，并对环境条件、标准器具信息、关键数据等进行记录，从而保证校准准确可靠。

在进行日常的维护工作时，我们绝不能掉以轻心。操作人员在每天使用设备之前，必须仔细检查其外观、电源和连接部分。使用完毕后，他们需要清洁设备的表面、调整配件位置，并完成《日常维护记录》的填写，以详细记录设备的运行状况和任何异常情况。对光学或者精密设备来说，镜头、传感器都需要经常进行清洗；对于机械设备，需要对其紧固件和润滑状态进行检查，并根据需要添加加油（脂）。

设备管理部门要根据说明书和用途编制《定期维护

计划》，并确定工程、周期和责任人。维修内容包括内部清洁、部件紧固、软件更新和功能验证，对于复杂的设备可以交由原厂或者专业机构进行预防性维修。在完成维护工作之后，需要填写一份名为《定期维护记录》的文档，该文档应详细记录维护的内容、替换的部件以及设备的当前状态，并由管理员进行审核和存档。

### （三）加强技术培训

加强技术培训，对促进建筑工程混凝土强度无损检测具有十分重要的意义。在培训主体方面，要支持各企业广泛开展有关人员的岗前培训和岗位技能提升培训，充分发挥行业协会、龙头企业、培训机构的作用，指导和协助中小微企业做好技术培训工作，如为新入职、在岗转岗人员提供针对性培训，提高他们操作技能、掌握专业知识等。在培训项目的设置上，由各级行业主管部门和群团组织结合培训需求及规划对培训项目进行细化，并通过官方网站及其他渠道向社会公示，内容包括培训的人数、时间、专业（工种）、补贴标准、技能的考核方向、就业的推荐方向，使参加培训的学员对培训的内容及预期收获有一个明确的认识。训练的内容要与实际情况相结合，例如对于建筑工程中混凝土强度的无损检测而言，可以包含主流的无损检测技术的基本原理、操作规范以及数据分析，使得培训人员能够把学到的知识应用于实践，提高了检测准确性与可靠性。

### （四）实施质量控制体系

质量控制体系的落实对于建筑工程中混凝土的强度无损检测具有非常重要的意义。以全员培训为根本，以分层培训的方式促进职工的认识和能力的提高。管理层接受“ISO9001标准理解”“体系建设领导力”等培训以获支持，普通员工也参与对应培训来增强质量意识。为了减少潜在的风险，该体系首先在生产车间、研发部等具有代表性的部门进行了3-6个月的试点运行，并发布了包括“问题清单”和“改进建议”在内的《试点运行

报告》。试点通过后步入正式运营，应建立常态化的监控机制，采用内审的方式保证过程达标。日常质量监控包括过程参数、产品/服务结果和人员操作，定期进行检查和数据分析以验证体系的有效性和发现改进的机遇。在发现问题后，例如产品不良率超标等，则对其进行原因分析、纠正措施制定与执行，最终对结果进行验证，从而不断提高检测质量、确保检测结果准确可靠。

### 结论

综上，建筑工程中混凝土强度的无损检测对于确保工程的质量和安全性具有重要的意义，目前主流的无损检测技术虽然取得了一定的进步，但是传统的方法受到操作误差、环境因素、试件制备和养护以及设备校准的限制而影响了检测结果的准确性。通过对已有检测方法的改进，例如测强曲线的优化和各种检测手段的综合应用等；加强设备的校准与维修；加强技术培训，提高人员素质；质量控制体系的落实确保了检测流程的规范，可以有效地促进检测的准确性和可靠性。在今后的工作需要不断探索和创新，不断提升检测的准确性和检测的效率，从而为建筑工程的高质量发展奠定坚实的基础。

### 参考文献

- [1] 赵菁菁. 建筑工程混凝土结构构件的强度无损检测[J]. 江西建材, 2024(7): 123-126.
- [2] 于高超, 刘杨. 基于建筑楼体主体的混凝土强度无损检测技术探究[J]. 建材发展导向, 2025(16).
- [3] 高兵, 傅柏樑. 混凝土强度无损检测方法及其结果分析[J]. 工程机械与维修, 2025(9).
- [4] 徐新. 主体结构混凝土强度无损检测技术研究[J]. 住宅与房地产, 2024(32): 53-56.
- [5] 谢昆君. 回弹法在建筑工程高强度混凝土检测中的应用探讨[J]. 现代物业: 中旬刊, 2023(4): 49-51.