

# 回弹法在建筑混凝土主体结构检测中的应用分析

文 / 吕冬荣 山西兰星工程质量检测有限公司

**摘要：**混凝土作为建筑结构中应用相对广泛的建筑材料，其强度及质量直接影响建筑整体结构的稳定性与安全性，为了提升工程施工水平与质量，需要重视混凝土结构的质量检测，降低质量风险造成的安全隐患问题。回弹法作为一种高效的无损检测技术，其能够基于混凝土表面硬度推断整体的质量与强度，操作便捷且成本较低，具有良好的应用价值。因此，本文重点探究回弹法的应用原理及其在混凝土主体结构检测中的应用要点，希望能够为相关技术人员带来一定参考，共同保障混凝土强度与稳定性，强化建筑工程整体质量。

**关键词：**回弹法；建筑混凝土；质量检测；应用要点

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.050

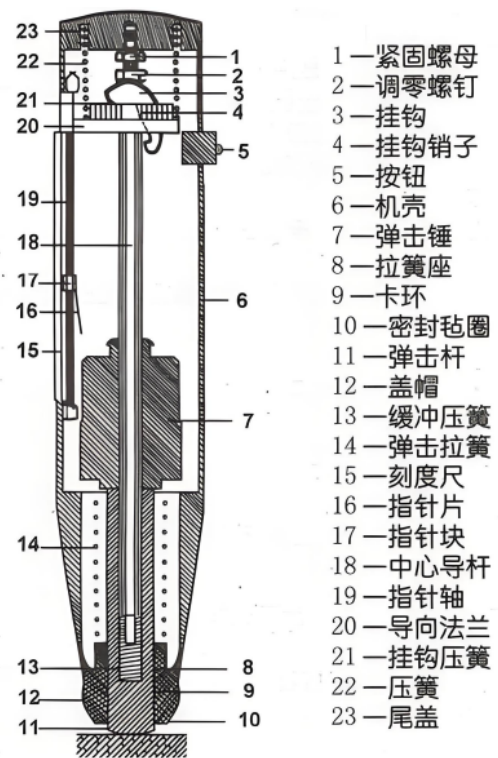
## 引言

混凝土作为保障建筑结构安全的核心环节，其材料性能及施工质量的重要性日益凸显，为了确保混凝土结构性能满足设计要求，技术人员需要进行严格的试验检测，在规范性的检验流程中评估混凝土强度，分析混凝土整体结构质量，进而及时发现可能存在的质量缺陷并解决，为建筑主体结构的整体质量提供基础保障，以此满足设计标准，提升建筑工程整体建设水平。

### 一、回弹法

#### (一) 技术原理

回弹法作为一种非破坏性的检测技术，其主要是借助回弹仪设备（图一）来评估混凝土表面硬度及间接抗压强度，此设备通常由弹簧驱动锤头及显示回弹距离的刻度盘组成，通过释放锤头撞击混凝土表面，然后观察刻度表上锤头的回弹数值，检测人员可以结合具体的回弹值进行相关曲线的绘制，即可间接推断出混凝土表面强度。正常情况下，回弹值越高，则说明混凝土的强度更大，混凝土结构的稳固性更强，更有利于整体结构的稳定性与安全。相较于传统破坏性的试验方法，回弹法具备操作便捷、直观反馈、无损、精度高等优势，通过对回弹值的定量分析能够快速评估处混凝土主体结构实际的质量，精确判定整体施工与设计之间的一致性。其一，操作便捷。只需按照简单流程开展相应检测工作，无需进行烦琐的准备环节，检测压力相对较小，实现高效的现场检测工作。其二，结果直观明了。检测人员只需通过读取仪器数据就可快速获取相关的数据信息，为后续的评估决策提供辅助作用。其三，无损性。应用这一检测方法时不会对混凝土主体结构造成物理伤害，可以在不影响结构安全与稳定性的前提下开展质量检测。并且，检测过程还不会产生额外的材料浪费或结构破坏情况，减少后续修复成本，具有一定的经济性。其四，精度高。在现代社会发展背景下，回弹仪设计也在持续的优化，其具备较高的精度性，可以为检测人员提供更加精准的数据信息，进而准确评估混凝土结构强度，确保建筑工程施工质量。



图一回弹仪结构组成

#### (二) 应用条件

通常情况而言，混凝土表面硬度与内部强度有着一定的相关性，但是这一相关性可能受混凝土成分、含水量、养护条件、表面处理等因素影响导致回弹值发生变化。因此，为了更加准确地评估混凝土主体结构的强度，在实际应用回弹法检测中需要遵循一定的条件，只有在应用条件下开展相应检测才能获得更加精确的结果。具体而言，在检测之前，需要对混凝土表面进行一定的处理，避免存在明显凹凸不平、蜂窝、麻面、裂缝等瑕疵，确保表面平整且坚固，以此降低表面缺陷或不规则对回弹值造成的干扰。当发现存在明显瑕疵时，技术人员需要提前对这些影响因素进行修复或避免，提升检测结果的可靠性。同时，对于检测试样的选择，新浇筑或养护不当的混凝土表面可能过软，未达到一定的标准，若直

接测定这一混凝土结构会造成回弹测试结果出现偏差，不能向技术人员提供精确的数据，进而亦难以准确判定混凝土的强度。因此，在应用回弹法检测中需要关注混凝土的养护状况，只有在充分养护且处于稳定状态的混凝土才能满足检测要求，获得真实的强度数据。其次，混凝土物理特性在极端温度下可能会发生一定的变化，直接影响回弹值，所以在检测过程中也需要做好环境的控制，正常而言理想的回弹法测试环境温度在 $-4^{\circ}\text{C}$ ~ $-40^{\circ}\text{C}$ 之间，以此为试验操作提供更加适宜的环境。此外，混凝土的类型也会影响回弹值，如轻质骨料混凝土或含有钢纤维增强的混凝土，在应用回弹法检测中会出现结果不精确的情况，难以评估混凝土真实的抗压强度。所以，回弹法试验法常见于普通的混凝土设计，若遇到特殊类型的混凝土时可考虑与其他检测技术配合完成，确保测试结果的可靠性与准确性。

### （三）混凝土主体结构检测中回弹法应用的具体检测内容

1. 混凝土强度检测。基于混凝土表面的硬度回弹试验，能够准确有效评估混凝土的强度等级，进而判断混凝土主体结构整体的施工质量。在实际检测过程中，为了避免误差现象，需要做好混凝土表面的平整工作，并保持回弹仪的垂直状态，可以获取相对精确的数据，技术人员可以结合测量到的数据信息进行强度曲线的制作，以便直观看到检测结果。

2. 混凝土缺陷检测。通过对试验所得回弹值进行深入的分析与对比，可以精准地判断裂缝、蜂窝、麻面等缺陷位置、大小等详细信息，为后续工程修复方案的制定提供精确的数据支持，确保建筑结构整体的安全性。

3. 混凝土碳化深度检测。混凝土碳化即指混凝土中钙羟基化合物与二氧化碳发生反应产生碳酸钙的过程，这一过程的发生会使得混凝土内部空隙增多，密度降低，直接会对混凝土强度、耐久性产生一定影响，威胁混凝土结构的完整性。在检测过程中，可以采用酚酞酒精法的原理观察混凝土表面的颜色变化，以此判断实际的碳化深度。具体在试验过程中，可以在混凝土表面钻孔直径大约在15mm的孔洞，并对孔洞中的粉末与碎屑进行清除，之后可以将1%~2%的酚酞酒精溶液滴在孔洞的内壁上，溶液能够与混凝土中的碱金属氢氧化合物发生反应，若未见明显的颜色变化，则表明混凝土结构已经碳化；反之，若混凝土表面出现紫红色则证明未发生碳化。当界限清晰后技术人员只需借助深度测量工具即可获得碳化深度。需要注意的是，为了确保碳化深度的测量精确性，技术人员需要反复测量并取平均值，将测量结果精确至0.5mm内。

4. 混凝土保护层厚度检测。保护层的设置不仅能够有效防止钢筋侵蚀现象，亦能强化钢筋与混凝土的粘结力，在一定程度上增强了混凝土结构整体的稳定性与耐

久性。借助回弹法进行保护层厚度的检测，能够及时识别出厚度不足或超过规定的情况，降低混凝土结构潜在安全隐患，有效提升混凝土结构的耐久性与安全性。

## 二、回弹法在建筑混凝土主体结构检测中的应用要点

### （一）做好充分的准备工作

充分的准备工作能够为后续检测工作的有序高效开展奠定基础保障，提升检测结果的精确性。

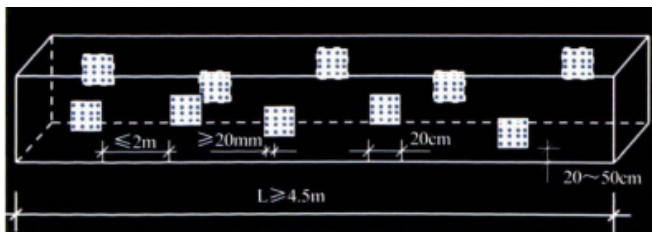
1. 强化人员素养。检测人员的技术水平、专业素养、工作态度等与最终的检测结果存在一定联系，若其对打击力度把控不到位会导致实际的回弹效果不佳，检测结果产生不同程度的偏差。因此，在实际操作之前，需要对技术人员进行系统的培训，将回弹仪器的使用方法、监测点选择、数据分析技巧等内容涵盖到培训过程中，使其能够熟练掌握回弹法的操作流程。同时，还需要定期对技术人员进行必要的考核，激励检测人员能够持续学习行业最新知识点，才能够巧妙应对检测过程中可能存在的多种复杂情况，提升检测准确性与效率。

2. 选择试验仪器。回弹仪作为回弹法试验操作的重要设备，在进行混凝土主体结构检测之前需要做好回弹仪器的采购与检验。具体在选择仪器中，为了降低仪器自身质量导致的检测结果不精确，可以选择信誉良好、综合实力强的供应商，并对仪器性能进行全面的测定，保证高质量的回弹仪器。同时，为了确保仪器能够始终处于安全稳定的使用状态，表现出更优的工作性能，检测人员需要定期对仪器进行保养与维护，及时清理仪器表面存在的杂质或灰尘，确保仪器干净卫生。在高品质的回弹仪辅助下，可以为检测人员带来高精度的检测结果，提升整体的检测效率与质量。

3. 校准回弹仪。回弹仪在正式使用之前，需要做好相应的校准工作，确保读数与混凝土强度之间的一致性。因此，在混凝土主体结构检测之前，需要进行回弹仪的调零校准工作，避免回弹仪“带病”检测影响检测结果。在完成调零处理后，要求技术人员仔细检查仪器各个部件的连接情况，确保所有螺丝的紧固性，避免检测过程中出现仪器晃动或移动现象。同时，针对仪器弹簧部分，应当做好两段的固定操作，一端位于底座，另一端固定至弹击锤上，确保回弹仪工作状态下的稳固性。在完成固定作业后，之后可以将回弹仪精准安装与固定在被检测混凝土结构的中心位置，此时弹击杆、弹击锤、中心导杆会处于同一铅垂线上，最大限度减少外部变量对检测结果造成的干扰。

4. 确定检测区域。回弹法的应用前提依赖于检测点的精确选择，检测人员需要选择具备代表性的检测区域，在综合考虑受力特性、施工工艺、材料均匀性等因素下选择多个检测点位，确保检测结果的准确性与代表性，

以便人员根据检测结果评估混凝土主体结构整体的强度。具体而言，对于相对比较大的混凝土构件，应当至少选择 10 个检测点，并在构件表面均匀排开，以此确保能够全面反映整体的强度状态（如图二所示）。对于构件长度小于 4.5m 时，可以适当减少检测点的布置，但也需在 5 个左右，确保检测结果的充分代表性。实际检测操作中，可以将检测点设置在梁、柱等主要承重结构的关键部位，如跨中或柱中部等手里较为集中的区域，可以有效评估混凝土结构的承载力及耐久性。其次，在测区选择过程中，技术人员应当遵循相应的技术规程，将测区与柱端部的间隔控制在 0.2-0.5m 内，测量区域面积为 0.02-0.04m<sup>2</sup>，且选定的测量区域应当避开裂缝、孔洞、钢筋设置的位置，然后对检测区域进行光滑处理，可以避免回弹仪在测试过程中受到的干扰因素。对于一些小构件的混凝土结构，薄壁或小零件在检测过程中会出现震动现象影响结果的精确性，此时可以在试验期间对此部分的结构增加临时支架，或者将检测点的布置设置在构建的对称面上，在平衡撞击力下减少能量损失对检测结果造成的干扰，提升测量数据的精准度。



图二回弹测点布置情况

### （二）进行回弹测试

在做好相应的准备工作后，技术人员可以参照《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》开展规范性的检测工作获取混凝土构件的抗压强度。实际检测过程中，需要检查回弹仪的性能，并将回弹仪完全固定在被检测位置，保证混凝土表面与仪器基座完全接触，降低检测误差。之后，技术人员可以将回弹仪的弹击杆打入至仪器内部，并确定弹簧处于完全压缩的状态，通过按钮的触发弹击杆能够迅速被释放并撞击在混凝土的表面。完成撞击操作后回弹仪的显示器上能够显示出回弹值，检测人员可以将回弹值逐一记录下来，为后续数据的分析与图表绘制提供依据。需要注意的时，在检测过程中，为了保证最终检测结果的准确性，测试人员需要遵循由上至下、由左至右的原则开展系统性的测试，并在统一测试区域进行多个测点的测试。一般而言，对于每一个测量区域回弹仪都会记录 16 个数值，去掉最大值与最小值各三个，对剩余的 10 个数字进行平均值计算获得该检测区域的回弹数值，提升数据的可比性与可靠性。同时，在弹击锤释放并施加冲击压力时，需要做到平稳、均匀增压，在恒定的加压速度下可以避免因试压不均导致的测量失误，

此时回弹仪指针会指向一个确定的位置，其对应的数字即为该测试区域的回弹高度。

### （三）综合分析检测数据

回弹试验测试中所获得的回弹值不能直接反映混凝土实际的强度，需要结合相应的公式、统计分析、关系建立等进行原始数据的转化，详细计算混凝土主体结构的强度，评估建筑结构的安全性。在计算中为了避免因构件表面不平整、污染等因素产生的异常数据，在进行回弹值计算中可以剔除异常值和极端值，并对剩余的数值进行平均值、标准差及相关统计指标的计算。之后，可以建立回弹值与混凝土强度的关系图表，将测得的回弹值转化为具体的混凝土抗压强度值，为工程师带来直观的数据依据。最后，技术人员可以结合实际结构的设计要求与使用环境评估混凝土的均匀性、耐久性等情况，并做出混凝土结构健康状况、寿命预测、维护加固等建议，有效提升混凝土结构的稳定性，提升建筑结构整体的安全性。

### 结语

综上所述，建筑混凝土的质量检测至关重要，在确保混凝土强度符合设计要求的基础上保证建筑主体结构的稳定性与安全性，延长建筑使用寿命。因此，在实际工程施工中，技术人员应当重视混凝土主体结构的检测工作，充分做好检测准备工作，并严格遵循回弹测试、数据分析的操作要点，提升检测结果的可靠性。未来，随着大数据、人工智能等技术的发展与进步，相信回弹法能够在混凝土质量检测工作中发挥更大的作用，推动建筑行业的高质量发展。

### 参考文献

- [1] 朱开文. 回弹法在建筑主体结构检测中的应用分析 [J]. 中国厨卫, 2024, 23 (11): 106-108-111.
- [2] 徐婷. 回弹法在建筑混凝土主体结构检测中应用 [J]. 中国水泥, 2024 (6): 81-83.
- [3] 李金泰, 李明京, 郑秋格. 回弹法在建筑混凝土主体结构检测中的应用分析 [J]. 砖瓦, 2025 (3): 61-63-67.
- [4] 张宗国. 回弹法在建筑混凝土主体结构检测中的应用分析 [J]. 佛山陶瓷, 2024, 34 (10): 72-74.
- [5] 尹伟成. 回弹法在建筑混凝土主体结构检测中应用 [J]. 工程建设 (维泽科技), 2024, 7 (12): 133-135.
- [6] 袁思南. 回弹法在建筑混凝土结构质量检测中的应用研究 [J]. 广东建材, 2024, 40 (6): 65-68.
- [7] 陈嘉豪. 回弹法在建筑混凝土结构质量检测中的应用 [J]. 工程技术研究, 2024, 9 (22): 52-54.
- [8] 林子强. 回弹法在建筑混凝土结构质量检测中的应用 [J]. 中国科技期刊数据库 工业 A, 2024 (10): 0141-0144.