

关于混凝土检测中的回弹法分析与研究

文 / 杜 建 安徽盛威工程检测有限公司

摘要：回弹法是建筑工程混凝土结构重要检测方式，利用回弹法能够有效判别混凝土结构抗压强度，具有快捷、精准、无损等特征。相较于其他检测方式而言，回弹法的检测原理较为简单，适用性更强，但仍需在具体实施过程中做好质量管控工作。针对此，本文阐述混凝土检测中回弹法应用理论。提出混凝土结构检测中回弹法应用流程，制定回弹法在混凝土结构检测中的应用管理对策，以供参考。

关键词：回弹法；混凝土结构；检测

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.08.012

引言

随着建筑工程发展速度不断加快，钢筋混凝土结构体积日渐扩大。由于钢筋及混凝土属于两种不同材料，将其修建在一起会受到施工环境、施工技术等因素影响出现各类问题。通过将回弹法应用在混凝土结构检测过程中，能够有效判别混凝土机构强度、密实度与均质性。且相较于其他检测技术而言，回弹法的检测效率更快，不会对混凝土结构造成直接影响，应用效果更好。

一、混凝土检测中回弹法技术应用理论分析

(一) 回弹法应用条件

第1，混凝土表面状态、要求混凝土结构混凝土平整坚实，无凹凸不平、蜂窝麻面等情况。在混凝土结构表面存在较大缺陷时，回弹检测效果会受不利影响；

第2，混凝土养护状态。在混凝土结构养护得当、结构稳固的情况下，才可使用回弹检测方式。如混凝土尚未完全凝固，养护工作不到位，获得的检测数据不精准；

第3，环境条件。要求混凝土结构回弹检测工作需在一定温度条件下开展，通常为-4~40℃之间。在环境温度出现较大波动的情况下，混凝土内部温度应力也较大，对混凝土结构性能造成不利影响；

第4，混凝土种类。回弹法多数被应用在检测普通混凝土结构抗压强度中。因轻骨料混凝土、纤维混凝土等物理性质较为特殊，回弹检测结果的准确性将无法得到根本保障。

(二) 回弹法应用原理

混凝土结构混凝土强度与表面硬度存在密切关联，通过获取混凝土表面硬度值，可准确判断混凝土结构整体抗压强度。在应用回弹法时，回弹设备弹击到混凝土表面，由仪器内部的重锤回弹能量变化，反映混凝土表现出的不同强度。在回弹仪内弹击弹簧驱动设施的重锤，经由中心导杆弹击到混凝土表面，测量出重锤反弹的距离，获得反弹距离与弹簧初始比值。使用该比值与混凝土强度的关系判断混凝土抗压强度。

(三) 回弹法应用优势

建筑工程混凝土结构抗压强度与硬度关系密切。利用回弹值可有效判断混凝土结构的强度。与其他检测方

式相比，回弹检测环节的操作简便，无需准备复杂设备，检测效率更高；回弹值可直接读取，能够为混凝土结构质量评估工作提供重要依据；回弹法不会破坏混凝土结构，不对混凝土结构造成损坏，可在施工现场快速检验；混凝土回弹检测结果的精准度较高，可以有效评估混凝土结构的质量与强度。

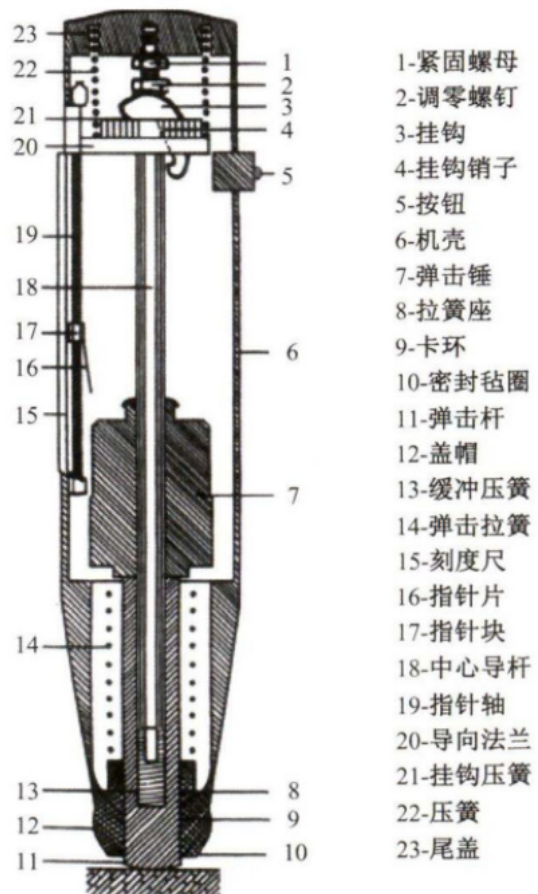


图1 回弹检测设施

二、建筑工程混凝土结构回弹法检测应用重要性

(一) 辅助质量管理工作

建筑工程混凝土结构检测工作须依照国家标准、设计方案及试验规范，对材料及构件的各项参数展开全面测量。依据回弹法检测结果科学评定工程施工质量，为

工程验收工作重要参考。现阶段建筑工程混凝土结构难度日渐提升、施工质量要求不断提高,借助有效回弹法检测工作,可提升工程施工期间的规范性及质量水平。由于建筑工程混凝土结构质量管理工作的系统性强,管理水平会受各种因素影响,开展混凝土回弹检测活动,也可辅助质量管理工作全面开展,为质量管理提供科学依据。

(二) 掌控施工进度

建筑工程混凝土结构回弹检测工作开展水平也可影响工程施工进程。在没有重视检测结果,或施工整改不到位的情况下,工程最后解决质量问题时将会花费更多的时间及成本。因此管理部门积极开展回弹法检测工作,确保试验工作能够扎实、有条理开展,使工程能够按照进度计划有序开展。

(三) 保障工程经济效益

建筑工程混凝土结构回弹法检测工作贯穿于混凝土施工全过程,施工单位利用回弹法检测结果,能够更好地把控工程整体施工质量,选择物美价廉的施工材料,节约材料运输及采购成本。通过回弹法检测,也可发现混凝土施工环节存在的各类问题,注明检测期间出现的异常情况或意外情况,明确施工成本管理要点。因此在回弹检测过程中也应做好记录工作,将检验结果应用在纠正不规范操作行为方面。

三、混凝土检测中回弹法应用流程

(一) 检测准备

遵照工程具体要求做好试验前准备工作,包括检查设备与环境,熟知检测方法、技术标准、准备好试剂与消耗品。检测人员依照规定检验方法及项目参数要求开展专项检验活动,确保采集的数据清晰、准确。

由试验室负责人安排并实施检测项目、检测方法相关规定。依照检测日期要求到达检测现场,检测工作所使用的仪器、材料应符合现场要求。如环境监测显示现场环境条件不满足检测要求,应停止检测活动,在检测条件达标后还可继续。检测工作应遵照规定检测方式,检测频率、检测程序开展,准确、清晰、完整地填写原始记录,检测完毕后由见证人签名确定。如委托人有特殊要求,应由其在委托书上备注说明原因。

为确保回弹检测结果精准,还需全方位检查回弹仪,及时发现并处理回弹仪故障问题。具体来说,首先对回弹仪进行调零处理,在调零工作完成后紧固螺丝。加固弹簧两端,避免弹簧移动。弹簧一端固定在底座上,另一端固定在弹击锤上。在回弹仪固定完毕后,需固定在混凝土结构中心部位,要求弹击杆、弹击锤、中心导杆在用一条铅垂线校正。

(二) 选择适宜检测区域

在选择检测区域时,监测区面积应始终在 0.04 m^2 左右,确保检测结果精度。严格控制检测区域与构件端部的距离,避免端部结构均匀性不足,使得检测结果发生变化。为防止回弹检测工作损害混凝土表面,还应尽量

避开受力集中区、易开裂等部位。由于回弹检测期间,重锤直接锤击到混凝土结构表面,导致混凝土构件出现震动,还需要尽量将检测点布置在结构对称面上,使锤击力平衡,减少震动与能源消耗量。

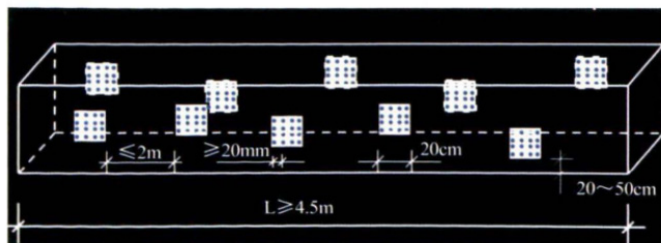


图2 回弹监测点位布置

(三) 确定混凝土深度

混凝土结构主要由混凝土材料建成,在回弹检测过程中还应着重测定混凝土碳化深度。混凝土碳化就是内部物质与二氧化碳发生化学反应并生成碳酸钙,碳化反应会使混凝土孔隙率增大,密度下降,缩短混凝土结构使用寿命。

导致混凝土出现碳化问题的原因主要为材料、环境、施工等。在水泥品种、水泥用量以及水灰比控制不当的情况下,碳化问题更易出现。因施工人员没有做好混凝土浇筑与养护工作,施工现场中的温湿度控制不当,也会使混凝土结构施工与使用过程中出现变化,承载力及稳定性被削弱。

检测混凝土碳化的深度就是使用酚酞酒精法,将酚酞试液与混凝土内碱金属氢氧化合物混合在一起,判断化合物是否出现紫红色。具体来说,首先混凝土表面凿取一个直径约 15 mm 的洞口,洞口深度应大于预计碳化深度;清理洞口内部碎屑或粉末,注意只能使用风筒吹扫法,不得使用水清洗方式;将浓度约 $1\% \sim 2\%$ 的酚酞酒精溶液滴入到孔洞内壁上,溶液变成紫红色的情况下,说明混凝土结构发生碳化;反之如溶液无变化,说明混凝土已经出现碳化情况。确定混凝土碳化后,需使用深度检测工具确定碳化深度,要求测量精准度应当控制在 0.5 mm 范围内。

混凝土碳化检测方式的操作较为简便,检测结果较为简便。但碳化检测只关注混凝土表面状态,容易在环境内温湿度波动较大的情况下出现测量不精准问题。如轻质混凝土、纤维混凝土的物理特性,普通混凝土物理特性存在一定差异。因此不适用于酚酞法检测混凝土深度。

(四) 混凝土强度计算

首先计算建筑主体混凝土结构的强度。回弹检测就是将一个小球发射至混凝土表面,测量小球的反射高度。每个检测区域需记录下 16 个或 16 个以上数据。为使检测结果能够更好地反映出混凝土强度特征,需去除检测值中的最大值及最小值各三个,而后计算出剩余数据的平均数。

对回弹数据进行修正处理，避免在检测过程中出现的系统误差对最终检测结果造成不利影响。修正过程中应结合检测方向以及混凝土表面状态，在检测工作是水平方向进行时，应结合现有修正规定对回弹系数展开修正处理。

绘制测强曲线。测强曲线就是表现弹性数值、混凝土抗压强度对应关系的曲线图。在回弹检测数值确定后，依照测强曲线计算出混凝土的抗压强度值。由测强曲线再次换算出混凝土结构的实际抗压强度，换算过程中应遵照相关技术标准或应用专业计算软件。因测强曲线也会受到混凝土配比、混凝土龄期、环境特征等因素影响，还需对测量结果进行细致评估。

（五）异常数据处理

混凝土结构强度是重要性能，利用强度检测结果可反映出结构整体的承载力与稳定性。混凝土强度是依照正态形式分布，获得的测试值为平均强度值。但由于施工环节的影响因素较多，混凝土强度分布时也可能偏离正态，需使用回弹法等非弹性测试手段，明确混凝土表面硬度，推算出混凝土整体抗压能力。

在处理异常数据时，可去除偏差较大的数值，留下偏差较小的数值。运用统计法确定测量参数，配合方差、标准差等评估数据的离散程度，确保检测结果符合实际情况。

四、回弹法在混凝土结构检测中的应用管理对策

（一）优化回弹检测环境

回弹检测环境除温度、湿度等指标外，还涉及电磁波干扰等因素。在回弹检测环节应结合回弹检测要求，对回弹检测进行严格控制。为提高回弹检测水平，还应综合利用干湿温度计原理，对恒温室设施进行功能改造。环境中的空气环境为水蒸气及其他气体的混合物，相对湿度属于潮湿空气接近饱和状态。

（二）做好回弹检测设备管理工作

当前回弹检测工作的重要性更为突出，检测期间涉及的数据需依靠先进设备。在回弹检测工作开展环节，管理部门应使用先进检测设备，加大检测设备维护管控力度，避免设备故障问题对回弹检测结果造成不利影响。在检测合格的设备上粘贴合格标识，不合格仪器应由专业人员维修并再次检定。针对实际情况选择不同检测设施，提高设备测试效率。

注重维护并正确使用检验仪器，确保计量器具示值精准。要求仪器选择、申购、入库、验收及发放工作都能够按计划进行。设备必须通过校准或其他溯源方式确定量值后才可使用。现阶段回弹检测设备极限趋向于智能化发展，部分设备也具备自动校准功能。

在混凝土检测强度较高的情况下，还需对回弹设备进行定期养护，在发现回弹仪数据不精准的情况下需要及时送检。随时拧紧回弹仪松动的尾盖，避免在实际检测过程中出现数据不精准问题，影响混凝土整体施工水平。

（三）加大回弹监测管控力度

在建筑工程混凝土结构工程回弹检测过程中还需构建完善检测质量体系，加大检测工作开展质量，确保现有检测技术规范能够在实际工作中贯彻落实，避免在建筑工程混凝土结构材料采购或使用过程中出现以次充好等问题，对建设单位或施工单位经济利益造成不利影响。

结合建筑工程混凝土结构材料种类、检测要求，合理划分回弹检测流程。回弹检测工作也需与工程质量评估工作结合在一起，将检测结果作为评估建筑工程混凝土结构施工质量的重要依据。在获得回弹检测数据后也需以报告的方式及时提交给监理单位，由监理工程师及总工程师单位分析工程质量落实情况。利用材料抽样检查结果分析样品性质，由检测机构展开反复核查。

针对不同情况选择适宜的回弹检测工艺。如在同一批混凝土构件检测过程中，如果各构件与侧区的回弹值较为均匀，某个部件或个别混凝土的碳化深度较大的情况下，可推测为是构件出现了异常谈话问题，可以选取该构件混凝土的深度碳化深度平均值作为混凝土构件整体碳化状态的判断依据，而后使用回弹检测强曲线换算混凝土强度。

结语

总而言之，回弹法是检测混凝土结构强度的重要方式之一，回弹检测水平可直接影响到混凝土结构质量评估结果。为充分发挥出回弹检测积极作用，相关人员需严格遵照操作流程，做好回弹检测准备工作，处理回弹检测后的各项数据，确保回弹检测结果能够更好反映出建筑工程混凝土结构质量。

参考文献

- [1] 余果. 钻芯修正回弹法在混凝土强度检测中的应用研究[J]. 中国新技术新产品, 2024, (24): 84-86.
- [2] 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.
- [3] 姜立香. 钻芯修正回弹法在混凝土抗压强度检测中的应用[J]. 广东建材, 2024, 40(10): 48-50.
- [4] 刘剑峰. 回弹法在水利工程混凝土实体检测中的应用研究[J]. 工程技术研究, 2024, 9(19): 82-84.
- [5] 钟路东. 回弹法检测技术在混凝土强度检测中的应用分析[J]. 交通科技与管理, 2024, 5(17): 74-76.
- [6] 郭慧琳. 钻芯法与回弹法在建筑混凝土结构检测中应用探讨[J]. 产品可靠性报告, 2024, (08): 110-111.
- [7] 卢孟晖. 回弹法在建筑工程混凝土强度检测中的应用[J]. 广东建材, 2024, 40(08): 67-70.
- [8] 王瀛. 建筑工程中无机非金属材料水泥与混凝土的检测[J]. 工程技术研究, 2024, 9(14): 127-129.
- [9] 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(06): 65-68.
- [10] 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, (06): 81-83.