

回弹法在建筑工程检测方面的应用研究

王莹

杭州恒正工程检测有限公司 浙江杭州 311200

摘要: 在中国经济飞速发展的背景下, 建筑工程行业得到了大力发展, 人们对于建筑质量提出了越来越高要求。建筑施工期间, 以混凝土为主要建筑材料的施工质量对工程结构安全性与耐久性有着直接的影响。为确保工程质量, 准确检测混凝土强度至关重要。回弹法检测混凝土强度具有简便、快速、无损等特点, 在建筑工程上得到了广泛的应用。通过测定混凝土表面硬度, 回弹法可以间接地评价混凝土抗压强度。文章通过回弹法在建筑工程检测过程中应用的研究, 论述了回弹法检测建筑工程的准确性及局限性, 为控制工程质量提供了理论依据。

关键词: 回弹法; 建筑工程; 检测应用

引言

混凝土强度作为衡量建筑结构质量好坏的一个重要标志, 它的检测结果对工程安全性及使用寿命有着直接的影响。传统混凝土强度检测方法有取样试验及破坏性检测等, 尽管精确度较高, 但是操作繁杂、费时且损伤结构完整性。为提高检测效率和降低结构受影响程度, 无损检测技术已逐步被广泛采用。回弹法是目前比较成熟的无损检测方法之一, 具有操作简便、速度快以及低成本的特点, 已经成为建筑工程质量检测的一种常用方法。

一、回弹法的基本原理与特点

1. 回弹法的工作原理

回弹法原理根据混凝土表面硬度与抗压强度相关性来检测。具体操作中, 利用回弹仪中弹簧装置对混凝土表面产生一定冲击力, 回弹仪中冲击锤释放后会产生特定动能撞击混凝土表面并产生一定回弹值。这个回弹值和混凝土硬度有直接关系, 因而间接地反映混凝土抗压强度。回弹仪一般主要采用N型, 冲击能量在2.207J左右, 冲击锤质量在163g左右, 冲击力在0.735kN左右。

混凝土抗压强度与表面硬度呈正相关关系, 表面越坚硬, 回弹值越大其对应抗压强度越高。采用国家标准GB/T 9138中回弹曲线将实测回弹值换算成混凝土抗压强度值。回弹值通常取多测点平均值来提高计算结果精度。一般情况下, 在一个检测区域内至少要测量16个点, 在去除过高或过低异常值之后, 将剩余数值的平均数取为最后回弹值。

环境因素、混凝土龄期、湿度及碳化深度对回弹值精度均有影响, 故回弹法应用时需要结合实际情况加以校正。对回弹值进行合理校正并进行回归分析可提高检测结果可靠性, 从而使得回弹法能够作为评价混凝土强度的一种简单、有效方法。

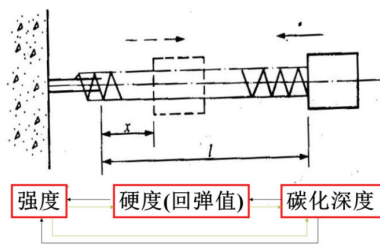


图1 回弹法检测的工作原理

2. 回弹法的仪器与设备

回弹法主要有回弹仪和混凝土表面硬度检测及抗压强度推算仪。常用的回弹仪型号为N型, 其冲击能量为2.207J, 适用于普通混凝土的强度检测。除此之外, 还配备了具有较低冲击能量的L型回弹仪, 其冲击能量达到0.735J, 主要用于对较薄的混凝土构件进行检测。回弹仪核心部分由弹簧, 冲击锤, 撞击杆及标尺组成, 弹簧给设备提供冲击力, 冲击锤利用弹簧弹力撞击混凝土表层, 撞击发生时, 回弹值将在标尺或者数字显示屏上显示。

该回弹仪结构巧妙、携带方便、操作简单, 工作原理是利用机械式或者电子式设备测得混凝土在受到冲击时的反弹距离并作为反弹值显示出来。当代的回弹仪通常都配备了数字化显示设备, 能够自动记录和处理回弹数据, 从而避免了人为的读数误差。同时部分回弹仪配备了内置存储器或者无线数据传输功能以方便测试数据

传入计算机分析。

为保证检测准确性，回弹仪校准与保养非常关键。测试之前需校准仪器零点以保证弹簧力及回弹值准确。总体来说，回弹法仪器设备设计简单、效率高，适用于现场检测和海量数据采集，符合建筑工程对混凝土质量进行快速评价的要求。

| | N型 | NR型 | L型 | LR型 |
|------|--|-----|----------|-----|
| 测量范围 | 10 - 70 N/mm ² (1,450 至 10,152 psi) | | | |
| 冲击能 | 2.207 Nm | | 0.735 Nm | |
| 带状纸 | 无 | 有 | 无 | 有 |

图2 常用回弹仪参数

3.回弹值与混凝土强度的关系

回弹值和混凝土强度之间的关系，是回弹法测试的核心内容。回弹值就是用回弹仪测得冲击锤回弹后的距离或者位移，这个值和混凝土表面硬度有直接关系。混凝土硬度越高，其表面抗冲击能力越强，回弹值越高。混凝土抗压强度与混凝土表面硬度之间存在着某种相关关系，故回弹值的确定可间接地对混凝土抗压强度进行估计。按照国家标准GB/T 9138《回弹法检测混凝土抗压强度技术规程》的规定，回弹仪测得的回弹值需通过某种换算公式或者回弹曲线才能测定混凝土抗压强度。

回弹值通常为0到100之间的无量纲数值。实际应用时，通过选择某一地区若干测点，各测点所测回弹值要去掉最高值与最低值，取该中间值平均值为最终回弹值。标准中规定，测区内至少需要16个测点，以保证成果可靠。对强度等级在C20~C60之间的混凝土一般可根据回弹强度曲线判断回弹值和抗压强度之间的关系。通常回弹值在30附近混凝土抗压强度在20MPa左右；回弹值为40时抗压强度在40MPa左右。

回弹值受多种因素影响，如混凝土碳化深度、表面状况、湿度及龄期均可导致回弹值与实际抗压强度出现偏差。所以，在实践中需要依据上述因素加以校正。经过合理校正，回弹值可以较真实地反映混凝土强度情况，对建筑工程质量控制具有重要意义。

二、回弹法在建筑工程中的应用

1.回弹法在混凝土结构检测中的应用

回弹法被广泛应用于混凝土结构检测，其主要目的是对混凝土结构抗压强度及质量状况进行评价。该方法由于具有无损检测等优点而被广泛应用在各种混凝土构件及建筑物中，其中包括桥梁、隧道、楼板及梁柱。利用回弹仪测量混凝土表面回弹值可快速判定混凝土强度等级进而对建筑物整体结构性能进行评价。

对于混凝土结构的检测，一般采用回弹法进行现场检测而无需对混凝土构件进行损伤。在检测中，操作员利用回弹仪在混凝土表面多点测试回弹值，回弹值分布能够反映出结构中各个位置处强度的不同。比如在大体积混凝土结构检测中，回弹法有助于对混凝土硬化不均匀性以及施工质量等问题进行评判。另外，对现有建筑进行加固或者改造工程时，回弹法可以用来评价混凝土老化程度及强度衰减，为加固设计提供了重要基础。

混凝土结构建成后采用回弹法检测可以迅速评价其强度是否满足设计要求。尤其当破坏性检测不便时，回弹法更具有便捷性与高效性。尽管回弹法受到碳化，湿度等环境因素的影响很大，但是通过对其进行适当校正并进行数据分析后，回弹法可以给建筑工程提供高效的检测结果以保证混凝土结构安全稳定。

2.回弹法在施工现场质量控制中的应用

回弹法广泛地应用于施工现场质量控制，其主要目的是评价混凝土抗压强度能否满足设计要求和实时监测施工过程质量。混凝土浇筑及养护阶段施工人员可使用回弹仪对混凝土表面硬度进行快速测试，并由回弹值反演混凝土抗压强度以保证满足设计标准。通常，设计规范规定混凝土抗压强度应满足C20~C60级，具体以工程需要为标准，同时以回弹值为评判标准，能及时体现施工质量波动。

在施工现场的具体操作中，通常在混凝土浇筑完成后的7天、14天或28天进行检测，这个过程可以跟踪混凝土的强度增长情况。例如，在施工规范中明确指出，混凝土在28天龄期内的抗压强度必须达到设计强度值的100%，而在这一阶段，其回弹值可以通过标准曲线进行相应强度的换算，如果回弹值指示强度较低，则可能说明混凝土在施工或者养护过程中出现了问题，需及时采取措施进行整改。

回弹法由于具有操作简便、检测速度快等特点，特别适合大范围施工现场进行质量控制。通过多点回弹值

检测及统计分析, 施工人员能有效地检测出混凝土质量不均匀性和局部硬度不过关。

3. 回弹法在旧建筑物加固评估中的应用

回弹法被广泛应用于旧建筑物加固评价中, 其主要目的是对混凝土结构强度及耐久性进行评价, 从而决定是否要进行加固及具体的加固方案。在旧建筑物内, 由于环境, 荷载或者材料老化的影响, 混凝土经多年服役其强度及结构性能会降低。利用回弹法可对混凝土表面硬度进行快速测试, 然后对混凝土抗压强度进行评价, 有助于技术人员对结构能否持续承受设计荷载或者需要补强措施做出判断。

在进行加固评估时, 工作人员通常会在旧建筑的关键受力区域, 如梁、柱、墙体等, 进行多点回弹检测。用回弹仪测试了这些区域, 所得回弹值能够反映混凝土局部强度等级。回弹值小的地区通常表明混凝土强度已明显下降, 其原因可能与碳化、冻融循环或者湿度有关。对这些地区, 检测结果对后续结构加固设计奠定基础。比如如果回弹值表明混凝土强度已小于设计所需 C20 级, 则一般需采用加包钢板, 纤维增强材料或者灌浆等加固措施。

因回弹法无损性强、操作简单等优点, 特别适合大面积旧建筑物快速探测及初步评价。采用回弹法可以使技术人员得到混凝土强度的可靠信息而不会对原有结构造成损伤, 为之后的加固方案提供数据支撑, 确保旧建筑物加固之后的安全性及使用寿命。

4. 回弹法在桥梁检测中的应用

回弹法应用于桥梁检测有着十分重要的意义, 其主要目的是对桥梁混凝土结构抗压强度以及健康状况进行评价, 从而保证桥梁安全性以及耐久性。桥梁做为承载交通荷载最主要的基础设施, 在风雨侵蚀、冻融循环以及交通荷载振动这类复杂环境条件中长期作用下会使桥梁混凝土结构受到不同程度破坏。回弹法能够通过混凝土表面硬度的测试来提供桥梁混凝土强度方面的实时

反馈信息, 方便桥梁管理部门的日常养护与健康监测。

桥梁检测中常采用回弹法检测梁体、桥墩和桥面板等重要结构部位。技术人员利用回弹仪在这些位置密集测量回弹值, 其结果可用来评价混凝土强度及局部质量缺陷。若某部分回弹值显着小于标准值则可能表明该区有混凝土劣化或者损坏的危险, 例如碳化、开裂或者局部剥落, 这将为后续进一步检测或者修补奠定基础。

对陈旧的桥梁来说, 回弹法可以帮助技术人员对桥梁的剩余使用寿命做出评价, 判断结构是需要加固还是更换。

结束语

回弹法作为一种重要的无损检测手段, 在建筑工程检测中具有广泛的应用价值。其操作简便、成本低廉、检测速度快, 尤其适用于大面积的混凝土结构强度评估。通过本文的研究, 我们深入分析了回弹法的工作原理、仪器设备、影响因素及其在混凝土结构、施工现场质量控制、旧建筑加固评估和桥梁检测等领域的具体应用。尽管回弹法受环境因素、混凝土碳化等影响存在一定误差, 但通过合理的修正方法和多点检测, 它仍然可以提供可靠的混凝土强度评估结果。

参考文献

- [1] 王锦彪. 回弹法在建筑工程检测方面的应用研究[J]. 国际援助, 2022(13): 130-132.
- [2] 盛天亮. 回弹法在建筑工程检测方面的应用研究分析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022(1): 4.
- [3] 陈远翔. 回弹法在建筑主体结构检测中应用研究[J]. 门窗, 2024(8): 208-210.
- [4] 赵少华. 回弹法在建筑主体结构检测中应用研究[J]. 中国建筑金属结构, 2023.