

# 混凝土结构检测中的无损检测技术分析

戴雯霏

(大连市建筑工程质量检测中心有限公司, 辽宁 大连 116000)

**摘要** 无损检测技术在混凝土结构检测中的有效应用, 具有非常明显的优势, 特别是在确保工程结构稳定性, 降低工程检测成本上较为明显。但客观来讲, 在混凝土结构无损检测技术的应用中还存在许多问题。本文在归纳总结混凝土结构无损检测主要方法的基础上, 指出了混凝土结构无损检测的应用范围和影响因素, 并探讨了其未来发展趋势, 希望能够为相关人员提供有益借鉴。

**关键词** 混凝土结构 无损检测 超声波检测

中图分类号: TU755

文献标识码: A

文章编号: 1007-0745(2021)10-0016-02

混凝土结构无损检测技术就是在不破坏混凝土结构和外在形态的情况下, 进行直接且有效的定性检测, 主要包括结构强度检测、内部缺陷检测等, 是确保混凝土结构质量的关键技术。有必要结合实际, 就混凝土结构检测中无损检测技术的应用范围、影响因素、发展趋势等展开系统研究。

## 1 混凝土结构检测中的无损检测方法

### 1.1 回弹法

该检测方法主要是利用弹簧驱动弹簧锤, 经由传力杆对混凝土表面实施弹击, 然后通过对具体反弹距离的计算分析得出回弹值, 然后将其作为混凝土强度检测结果的重要依据。该检测方法具有成本低、易操作、设备简便、混凝土规模要求小等优势, 但同样存在精准度不高的问题, 且基本依据混凝土表层质量对其整体质量实施评估, 缺乏有效检测混凝土内部缺陷, 应用范围有限, 尤其不适用于存在火灾、冻伤、腐蚀等内部缺陷的混凝土检测, 以及表层和内部质量存在较大差别的混凝土, 还有就是预应力钢筋锚固区域、密集区域的混凝土。

### 1.2 超声波检测

该检测方法主要是利用超声仪向混凝土内部发射超声波, 然后通过对超声波传播速度、振幅、信号频率等的综合分析, 对混凝土内部结构进行整体判定。如果混凝土内部性质、测点间距相同时, 那么上述参数测量值也不会存在太大差异。但若是局部区域存在不密实或缺陷时, 超声波声时值就会出现明显变化, 首波振幅、频率也会出现下降。为此, 我们可以通过下降范围大小来综合判定混凝土内部缺陷情况。但该检测技术不适用于预应力管道灌浆密度检测上, 且只能对混凝土内部缺陷进行定性分析, 无法准确判定缺陷所处位置<sup>[1]</sup>。

### 1.3 超声层析成像

该技术就是利用专业设备向检测对象发射超声波、电子、X射线等, 以获取相关投影数据, 然后经过专业计算得出内部物理量分布的二维、三维图像, 以全面直观地把握内部特征。当该技术发生超声波进行检测时, 那么就

属于超声层析成像技术, 通过该检测技术能够对混凝土断面进行矩形单元划分, 然后通过多方向、多频次的单元检测形成较为全面的数据影像, 以确保检测结果的全面精准。

### 1.4 探地雷达

该检测方法就是利用电磁波对地下介质分布情况进行确定, 具体作用机制就是发射宽频带短脉冲的电磁波, 然后通过回收波信号的介质形态、电性性质分析, 以及波形变化、强度变化、路径变化等的分析, 得出波动相位、幅度、双程走势等信息, 进而综合判定内部结构特点。该检测方法适用于混凝土内部钢筋分布情况的检测, 以及混凝土结构厚度、内部裂缝等的判定<sup>[2]</sup>。

### 1.5 红外线法

该检测方法就是依托所有绝对零度以上物体都会发射红外线的原理, 通过对混凝土热流、热量的检测来判断内部结构特征。当混凝土结构存在内部缺陷时, 那么其热传导也会发生改变, 并引起表面温度场的改变, 借此就可以通过红外线检测成像来找出缺陷位置和结构特征。该检测方法具有效率高、可视化的优势, 广泛应用于混凝土结构渗漏检测、外层饰面剥离、外墙保温隔热效果等的检测。

### 1.6 弹性波法

该检测方法的原理就是利用弹性介质质点间的弹性力变化判定介质结构特征。当某处物质粒子发生应变, 处于不平衡状态的时候, 就会在弹性力下发生振动, 并引发周围粒子的应变与振动, 此时就会形成弹性波, 通过对其检测捕捉就能够推导出介质特征。该检测方法主要应用于基桩桩身结构、预应力孔道检测领域, 都是通过一定质量的力锤敲击促使内部介质产生弹性波, 并通过相关参数分析判定结构质量, 该检测技术对检测主体的专业能力和经验有着较高要求。

### 1.7 综合法

该检测方法就是采用两种或以上无损检测方法进行检测, 以综合判定混凝土结构质量。目前, 超声-回弹综合法有着较为广泛的应用, 就是先通过超声波检测形成整体判定, 随后通过回弹法找到具体缺陷位置, 在优势互补中

有效提高了检测效率和精度。

## 2 混凝土结构检测中无损检测技术的应用

### 2.1 应用范围

#### 2.1.1 混凝土强度检测

在混凝土强度检测中,超声波无损检测能够快速判定混凝土表面厚度,进而整体得出强度等级,但该方法不适用于结构层较厚的混凝土检测。因此,在强度检测上可辅以回弹法,也就是上述综合法中所提的方法,在具体检测中可通过主频转换、振幅变化、速度变化等信息实施综合判定,以确保检测结果精准性、全面性<sup>[3]</sup>。

#### 2.1.2 混凝土缺陷检测

在混凝土内部缺陷检测中,弹性波法是应用较为广泛的检测技术,主要通过冲击荷载形成低频应力波,最终判定混凝土内部情况。在利用该方法实施检测时,先用小钢球对混凝土表层进行反复敲击,进而形成瞬时应力脉冲,此时P波与S波会顺着半球波阵传到结构内部,而R波则会顺着结构表面进行横向传播。在此过程中,一旦遇到波阻抗不同的介质界面时就会出现发射或绕射,最终所回收的弹力波就会产生变动差异,通过计算分析可以明确得出异常介质界面所处位置,进而判定混凝土结构内部缺陷及结构厚度。

#### 2.1.3 混凝土质量检测

在混凝土质量检测中,通常采用的是红外成像法,如上文所述,就是根据混凝土颞部热量与热流的变化进行质量判定。如果混凝土内部存在缺陷,就会出现相应的传导异常,进而带来结构表面温度的差异,通过综合对比就能够快速判定异常类型和具体位置。近年来,随着检测技术的发展,混凝土质量检测技术也出现了许多新突破和新要求,如模糊聚类分析,就是在对特定对象进行检测时,要结合现场实际结构,全面考虑所选检测方法的精准度和可行性,以保证检测结果的精准性。

### 2.2 影响因素

#### 2.2.1 波速的确定

在混凝土结构的无损检测技术中,无论是超声波还是冲击波,波速的精准确定都是非常重要的影响因素。在实际检测中,纵波波速的确定通常是通过设置两个距离合适的传感器,分别读取激振点到传感器纵波到达的时间,随后用传感器之间的距离除以纵波到达的时间差,最后确定混凝土内部纵波波速。当然,受混凝土板状结构的影响,实际混凝土内部纵波波速还应该在上述结果的基础上乘以形状系数0.96。为最大程度地消除纵波波速确定误差,要多取几组数据进行综合对比,将平均值作为最后确定数值,这是较为保守且可靠的检测方法。

#### 2.2.2 接收点与激振点间距

在混凝土结构的无损检测技术应用中,必须要合理设置接收点与激振点之间的距离,若是两者的距离较大,因波在实际传播中会随距离而逐渐变弱,很容易使得传感器无法精准获取纵波信号。而若是两者之间距离过小,则会无法有效区分瑞利波和纵波信号,会干扰检测结果。因此,

必须要确保接收点与激振点的距离合理性,以免影响到检测结果。大量实践表明,对于混凝土板状结构的检测,两者之间的距离最好选为0.5倍板厚左右。

#### 2.2.3 冲击作用时长

冲击时间与频带宽窄有着正相关,冲击时间越长,产生的应力波有效频率就越小,传播距离就越长,因此适用于深层缺陷的结构检测。相反,冲击时间越短,产生的应力波有效频率则越大,传播距离变小,频带变宽,较为适用于侧浅部位的缺陷检测<sup>[4]</sup>。

## 3 混凝土结构检测中无损检测技术发展趋势

### 3.1 强化无损检测结果验证

客观来讲,无论是哪种无损检测技术,单独应用的时候都存在一定缺点和局限,如回弹法只适用于混凝土表层结构的硬度检测,超声波法只适用于构件两点之间的混凝土内部质量检测,地质雷达法很容易受内部电磁感应强弱的影响,弹性波法很难有效判定混凝土内部缺陷的位置,等等。因此,在未来混凝土结构无损检测技术的发展中,会越来越强化检测结果的验证,以确保检测结果的精准性。当然,验证手段也会随着技术成熟而逐步摒弃传统有损的方式,典型如上述的综合法,通过互相验证来强化结果精准性,同样是未来发展的一大趋势。

### 3.2 注重检测理论与工程实践的对接

因混凝土制作材料、工艺流程、施工技术 etc 存在较大差异,都会对无损检测技术的应用造成直接影响。再加上国内无损检测技术发展尚处于初期阶段,还没有完全摆脱对西方发达国家的技术依赖,这就决定了在后续一段时间内,我国混凝土结构无损检测技术将非常注重检测理论与工程实践的对接。特别是在信息化时代,无损检测技术的研发与应用,应该全面介入混凝土构件生产过程,通过大量基础数据的整合与分析,为混凝土结构检测精准性生成提供重要支撑<sup>[5]</sup>。

总而言之,混凝土结构无损检测技术的发展有着广阔空间,并在技术加持下,智能化、精准化水平将越来越高。但也需要看到的是,当前无损检测技术应用还存在许多问题,需要检测主体在实践探索中不断完善与提升,通过持续的技术优化和质量管理,为混凝土结构工程的高质量开展提供重要支撑与保障。

### 参考文献:

- [1] 张晓丽. 桥梁混凝土结构无损检测中应用弹性波CT技术的研究[J]. 交通世界, 2021(21):66-67.
- [2] 鹿锦浩. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用分析[J]. 中国建筑金属结构, 2021(07):88-89.
- [3] 高业奎. 房屋建筑无损检测技术应用探析[J]. 房地产世界, 2021(12):73-75.
- [4] 梁伟卓. 无损检测技术在建筑工程检测中的应用分析[J]. 广东建材, 2021,37(06):45-46.
- [5] 王刚. 地质雷达在隧道衬砌无损检测中的应用[J]. 四川建材, 2021,47(06):17-18.