

建筑工程混凝土结构表面裂缝实体检测研究

张景友

(涡阳县瑞丰建筑建材检测有限公司, 安徽 涡阳 233600)

【摘要】为解决建筑工程混凝土结构表面裂缝检测环节存在的精确度不足、检测手段单一问题,规避由此引发的裂缝识别处理效率低下困境,保证混凝土建筑工程综合质量的提升,文章进行了深入系统探究。先简要归纳建筑工程混凝土结构表面裂缝实体检测的常见技术类型,分别介绍了超声波检测、雷达检测、图像识别检测、声发射检测等技术的特征和优缺点。然后引入某地建筑工程实例,运用图像处理技术对其表面裂缝实体检测方法进行展开阐述,希望能为类似工程的裂缝检测工作提供借鉴。

【关键词】建筑工程;混凝土结构;表面裂缝;实体检测

引言

混凝土结构是当前建筑工程结构中较为常见的类型,具有造价低廉、结实耐久的鲜明优势,能够较好地满足工程建造差异化需求。近年来我国市场经济平稳发展,各种先进的技术手段不断涌现出来,为各行业领域的发展注入了活力。建筑工程行业受到驱动和滋养,同样步入了高质量发展新阶段,工程推进环节,对混凝土结构的设计、施工、检测均提出了更高要求。如何选择适宜的混凝土结构表面裂缝实体检测技术,如何提高表面裂缝识别处理效率,成为了诸多工程建设者、管理者关注的焦点问题,有必要进行深入系统探究。

一、建筑工程混凝土结构表面裂缝实体检测常见技术类型

(一) 超声波检测技术

超声波检测技术的应用时间较早,从上世纪60年代开始,便已经被融入到建筑工程混凝土结构的表面裂缝检测之中。从作用机制上看,超声波本身是较为特殊的能量形式,能够在特定的介质之中不断传递,频率通常可以达到20kHz以上。当建筑工程混凝土构件质量达标,且不存在表面裂缝时,其原材料分布应当是相对均匀的,配合比和龄期都能够较好地符合设计要求。当超声波进入此类构件之后,受到混凝土阻挡出现反射,携带反馈的信息数据应当是相对一致的。表现在图表之中,即振幅、频率、传播速度等相对一致。但混凝土结构表面出现温度裂缝、应力裂缝等病害缺陷后,超声波检测得到的数据便会发生较大改变,通过数据报告的分析,便能够较好地定位和把握混凝土构件的裂缝情况。现阶段超声波检测技术获得大面积推广应用,根据实际的操作流程和思路,又可以划分为单面平测、双面斜测等,可以视工程情况灵活选择和使用。

(二) 雷达检测技术

雷达无损检测技术具有高效、安全的鲜明优势,其设备装置主要由三部分组成,其中主机负责调控雷达波发射参数,接收雷达波返回数据,天线负责控制发送方向和角度等,配套软件则负责数据信号解析和检测结果的可视化呈现。在建筑工程混凝土结构裂缝检测工作中,雷达检测主要依靠的是开裂区域与其他区域介电常数不同的原理。若混凝土结构表面完好无损,反馈回的雷达数据应当是趋于一致的,介电常数不会出现明显异常,但结构出现裂缝时,图像则会出现异常状况,通过分析即可识别判定。雷达技术本身的无损检测能力是较为强大的,但在建筑工程混凝土结构中应用并不广泛,这主要是因为雷达检测能力与目标物反射率有很大关系,当雷达遇到金属时,反射率会明显提升^[1],用于混凝土实体检测时可能会出现雷达被阻挡的状况,检测也会由此产生盲区。

(三) 图像识别检测技术

在建筑工程混凝土结构表面裂缝实体检测工作中,图像识别检测技术的应用是相当广泛的,传统模式中多依赖人力进行图像收集,收集设备多为照相机、摄像机等。图片图像材料汇聚之后,经由计算机处理去噪,使裂缝更加明显,然后辅以人工标注计算方式,针对化地进行修补处理。这种方法操作简单,但无法保障图像识别检测效率,容易造成检测失误等状况。新时期计算机科技快速崛起,以智能化、数字化为特征的新图像识别检测技术进入建筑工程领域。实际检测时,只需要安装图像传感器,并通过传感器获取原始的图像信息,经过灰度处理、增强处理、分割处理等预处理工序之后,完成裂缝的识别和计算,得出具体的裂缝尺寸。根据裂缝尺寸大小,制定对应的裂缝修补方案即可,效率高且出错率小,识别检测技术架构可见图1。

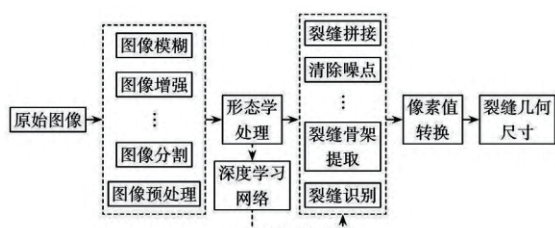


图1 图像识别混凝土裂缝检测技术

(四) 冲击回波检测技术

冲击波回波法在挡土墙、大坝等单面混凝土构件之中最为常用，能够较好地满足工程方无损检测的要求。从作用机制上看，其检测环节需要先用钢球、小锤等，给混凝土构件表面施加一个轻微的、短暂的机械冲击力，由此产生低频应力波，使其通过结构内部后返回接收器，携带各种构件及缺陷信息，在可视化技术的支持下形成图表。现场工作人员手持检测设备放置在设计好的检测点上，即可得出与构件厚度、缺陷相关的信息。在得到的分析谱图之中，可以看到多个表现明显的峰，这便是波在冲击表面、缺陷深处等反复碰撞、反射后，产生的物理结果，加强对峰参数和形状的分析，便可以精准预测相关的缺陷信息。与超声波检测技术相比，它省略了耦合剂使用步骤，也不需要双测试面保障，对于单一混凝土构件来说，有着其他技术手段无法比拟的优势。且该种方式的响应速度也是极快的，测速可以达到2000～3000点/小时^[2]。

(五) 声发射检测技术

混凝土表面裂缝的产生与多重因素有关，部分情况下混凝土原料性能不佳，在浇筑凝结过程中释放大水化热，内、外部受到的膨胀压缩应力大小和方向不一，最终引发裂缝问题。部分情况下则是因为建筑基础稳定性不足，在建筑持续应用过程中出现不均匀沉降，进而引发裂缝问题。但无论何种因素导致的裂缝，其在开裂过程中材料必然会发生微观结构上的变化，结构局部断裂之后也会产生一定的应变能。此时在混凝土构件上连接声发射传感器，即可便捷采集弹性波信号。受到压电效应原理影响，这种信号还可以转换成电压信号，方便后期放大处理和识别判断。此种方式是较为典型的被动检测方式，具有无损检测优点，对于建筑混凝土结构来说，不仅能反映出局部断裂情况，还能够辅助预测裂纹扩展趋势，帮助施工人员更好地确定裂缝性质和处理加固方案。但该种方式也有一定的局限性，即设备价格昂贵，在检测识别过程中，也容易受到无关信号的干扰，未来应当将研究重点放在防干扰层面上。

二、基于图像处理技术的建筑工程混凝土结构表面裂缝实体检测应用案例

引入某地混凝土结构建筑工程实例辅助阐述。

案例工程建筑面积38122.4m²，性质为工厂，地上3层、地下1层，采用框架结构，抗震设防烈度为7度，设计使用年限为50年。

(一) 图像采集

基于图像处理技术开展混凝土结构表面裂缝实体检测时，应当着重做好图像采集和预处理工作，将采集装置安放在适宜区域，确保数据采集和传输质量的提升。本次主要使用了BGS-500QC视觉传感器，其有效检测距离为3m，配备有电源逆接保护等功能。传感器在接收到图像信号之后，会通过无线网络进行数据传输，所有数据内容最终集成整合到计算机终端，借助自动化方式完成预处理，筛除其中无关信号和噪声信号，降低裂缝识别难度。实际处理过程中，首先要对图像进行灰度化转换，将其中采集到的色彩信息去除，以降低检验识别的综合难度。这种做法的主要原因是原始裂缝图像中，包含的色彩像素繁杂，存在多种复杂噪声，后续边缘算法参与环节，很难将裂缝与墙面背景顺利地区分开来，可能造成误判状况，而灰度算法的引入可以规避该种风险。灰度处理结束后进行增强处理，可用的处理方式主要包含锐化、平滑^[3]等，借处理技术去除周围颜色噪点，识别的精准度会相对更高。也可以在算法之中引入中值滤波器，借助下式计算锐化后图像的像素点：

$$H(x, y) = P(x, y) + \nabla^2 \alpha f$$

其中 α 为拉普拉斯算子系数； $P(x, y)$ 为灰度裂缝图像。

(二) 裂缝图像识别计算

数据采集的目的是为裂缝问题的识别提供依据，因此在预处理技术后，要着重加强对裂缝图像的识别。从现场收集的资料内容可以发现，构件表面裂缝主要可分为三类，即横向、纵向和网状裂缝，用模型化思维看待时，即裂纹随X、Y方向独立延伸或者共同延伸。采用阈值分割思路进行算法设计，其中背景点赋值为0，裂缝点赋值为1，实际运算过程中，系统会不断搜寻图像中的可疑裂缝目标，并计算出裂缝横向、纵向最大投影值，以及投影波动特征值，将其与设定好的数值进行对比，进而完成裂缝定性判断和裂缝类型判断。具体来讲，这种方式主要应用了不同裂缝形态的投影特征，比如纵向裂缝主要顺Y轴分布，因此会在Y轴上出现投影极值，在X轴上表现则相对平缓，通过特征提取和细节判断，即可轻易完成图像识别和分类。

(三) 裂缝图像计算

从建筑工程混凝土结构裂缝产生机理上看，构件内外收缩应力不同、内部热量蓄积等，均可能诱发裂缝问题，不同的裂缝尺寸、深度有所区别，可能带来的风险影响也会存在很大差异。因此在裂缝图像预处理、预识别的基础上，还应当进行裂缝尺度的计算，

结合计算结果标记点位,明确裂缝的严重程度,并采用针对化的修复处理工艺,确保修复质量和效率的综合提升。计算过程中,系统会先以裂缝为中心划割出矩形区域,并且按照设定程序将其分割成若干小区域,方便分区判定提高效率。在分区过程中,分割线和裂缝阴影面之间,必然会产生数量较多的相交点,以此类相交点为基准,计算其到中心点的间距,最后叠加即可得到整体的长度值,即^[4]:

$$L = F_1 + F_2 + \dots + F_n$$

在最后的检测报告之中,不但会呈现出显示裂缝长度、宽度的定量数据,还会生成相应的定性结果,当墙体无裂缝时,墙体安全等级定为“一级”,墙体存在0.1mm左右的轻微裂缝,且不会对构造安全性产生影响,则定为“二级”。若构件出现多条0.1mm以上的裂缝,且存在安全性风险,则定为“三级”。

(四) 裂缝修复

在图像采集、裂缝识别的基础上,建筑工程施工人员还应当开展积极的裂缝修补工作,常用的修复处理方法主要包含以下几种:(1)表面修补技术。当裂缝较为细浅,活动延伸趋势不明显,且对结构安全性、稳定性威胁不大时,可以优先使用表面修补技术,通过修补改善构件表面平整度和美观度。该种修补技术中,材料主要为玻璃布,要将玻璃布浸润到高黏度材料之中,比如环氧类树脂等,然后将其平整、完好地铺设在裂缝区域,材料厚度一般控制在0.3~2.5mm左右,左右各延伸一段距离,以提高修复效果。可以在表层覆盖水泥砂浆,保证修复质量的优化。(2)填充修补技术。当混凝土表面裂缝宽度超过0.1mm时,可以尝试使用填充修补技术。先将裂缝区域周边清理干净,然后开U型或V型槽,向其中灌入环氧树脂、水泥砂浆等,通过嵌填方式堵塞裂缝,保证混凝土结构质量的提升。(3)补强修补技术。部分表面裂缝尺寸较大,可能会威胁到建筑安全,后期甚至会发展成为贯穿裂缝,影响建筑的正常使用,此时还可以采用补强修复技术,通过粘贴加固、碳纤维布补强加固等方式提升建筑安全性能。本次综合运用三种修复技术,轻质隔音墙裂缝修补结果示例可见图2。

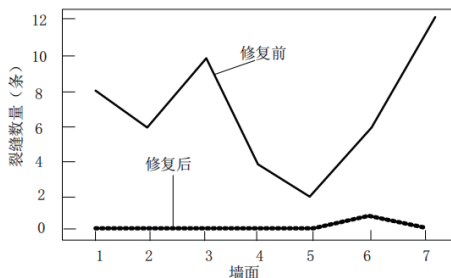


图2 案例工程混凝土轻质隔音墙裂缝修补结果示例

(五) 裂缝预防

本次混凝土结构裂缝检测结束后,进行了积极的裂缝成因反思和探讨,其经验可为类似工程项目提供借鉴。裂缝类型和预防措施如下:(1)温度裂缝。主要由施工当日气温较高,降温遮阴措施采取不当引发,在后续的施工,着重规范了温度管理方法。当环境温度为10~20℃时,要求混凝土运送时间控制在60min以内,气温在20~30℃时,要求混凝土运送时间控制在45min以内^[5],且运送过程中应当做好遮盖,必要时使用冰水拌合,尽量减少温度带来的不利影响。(2)收缩裂缝。主要由水泥过度释放水化热引发,需要严格控制水泥质量,选择低水化热产品,同时多设几组混凝土配比试验,多组比较得出最佳水灰比参数。(3)塑性裂缝。此类裂缝多在混凝土完全凝结之前产生,此时的混凝土结构强度尚未完全达标,遇到大风、干热等天气时,表面水分会快速散失,外表结构快速收缩,既有强度无法维持稳定,进而发生龟裂状况。预防环节要着重做好养护,根据天气情况适当延长养护时间、优化浇水次数,保证建筑工程施工质量的提升。

三、结束语

综上所述,在建筑工程混凝土结构中,应用表面裂缝实体检测技术可以提高裂缝缺陷识别响应效率,保证建筑工程综合质量的提升,实践中务必要给予充分重视。要积极了解和把握超声波检测、图像识别检测、雷达检测等不同检测技术的运行机制和生效原理,根据实际情况做好设计和选取。在使用图像识别技术时,要重点做好图像信息的采集和预处理,根据工程性质、被检测物种类等开展风险等级划分。在精准识别的基础上使用填充法、补强加固法等进行修复处理,避免由裂缝导致的混凝土构件强度下降风险,为建筑工程使用寿命的延长奠定坚实基础。

参考文献:

- [1] 李健民,贾晓芬.改进YOLO v5s网络的混凝土裂缝检测方法[J].兰州工业学院学报,2023,30(06):1-6.
- [2] 张盼盼,温泽坤.基于视觉传感器的建筑墙体裂缝检测与修复技术[J].建筑机械化,2023,44(12):19-22.
- [3] 方周泉.基于图像分析的桥梁混凝土结构施工裂缝检测技术[J].金华职业技术学院学报,2023,23(06):57-62.
- [4] 谢新宏.混凝土结构裂缝检测及裂缝产生原因分析[J].居舍,2023,(31):58-61.
- [5] 黄春琳.地下室顶板大体积混凝土的裂缝控制[J].散装水泥,2023,(05):131-133.