

建筑结构工程质量检测中无损检测技术的应用

夏 伟

湖北万钧工程技术有限责任公司 湖北武汉 430000

摘 要：建筑结构工程的质量安全一直是社会关注的焦点。随着建筑行业的快速发展和建设工程的日益复杂化，传统的质量检测方法已经难以满足对建筑结构安全性和可靠性的要求。因此，引入先进的无损检测技术成为了必然选择。无损检测技术以其非破坏性、高效准确的特点，在建筑结构工程质量检测中得到了广泛应用。本文旨在探讨无损检测技术在建筑结构工程中的应用，为建筑行业提供技术支持和参考。

关键词：建筑结构工程；质量检测；无损检测技术

传统的质量检测方法往往需要拆除部分结构或进行破坏性检测，不仅费时费力，而且可能会对建筑结构造成二次损伤，影响其安全性。相比之下，无损检测技术具有非破坏性、高效准确的特点，能够通过声波、电磁波、热量等方式对建筑结构进行全面而细致的检测，从而实现对结构质量的评估和监控。无损检测技术在建筑结构工程中的应用涉及到多个领域，包括但不限于混凝土、钢结构、桥梁等。通过超声波、磁粉探伤、红外热像等技术手段，可以有效检测裂缝、疲劳、腐蚀等结构缺陷，及时发现潜在安全隐患，为工程质量提供可靠保障。

1 光学检测技术

1.1 激光扫描仪

激光扫描仪是光学检测技术中的重要设备之一，在建筑结构工程质量检测中发挥着关键作用。该设备利用激光束对建筑结构进行快速而精确的三维扫描，获取结构表面的几何信息和变形情况。激光扫描仪具有高精度、高效率的特点，能够实现对建筑结构的全面覆盖和快速采集，为工程师提供详细的结构数据和图像资料。通过扫描得到的点云数据，可以进行结构形态分析、变形监测以及缺陷检测等工作，帮助及时发现和解决工程质量问题。然而，激光扫描仪在实际应用中也存在一些挑战，如对复杂结构的适应性、数据处理和分析的复杂性等。因此，需要不断改进设备的性能和算法，提高其在不同场景下的适用性和可靠性。激光扫描仪作为光学检测技术的重要代表，为建筑结构工程质量检测提供了强大的技术支持。通过不断的技术创新和实践应用，相信激光扫描仪将在建筑行业发挥越来越重要的作用，为提升工

程质量和安全性贡献力量。

1.2 光纤检测技术

光纤检测技术是光学检测技术中的关键分支，在建筑结构工程质量检测中具有重要应用。该技术利用光纤传输信号，实现对建筑结构的实时监测和评估，为工程质量控制提供了有效手段。光纤检测技术主要包括光纤光栅传感、光纤布拉格光栅传感和光纤光学断层扫描等方面。光纤光栅传感技术通过在光纤中引入周期性折射率变化，实现对应力、应变等参数的高灵敏度监测，可广泛应用于桥梁、隧道等建筑结构的安全监测。光纤布拉格光栅传感技术则利用布拉格光栅的特性，实现对温度、应变等参数的实时监测，可用于建筑结构的结构健康监测和故障诊断。光纤光学断层扫描技术则通过光纤的布置和扫描，实现对结构内部缺陷和损伤的高分辨率成像，为工程师提供准确的结构信息。光纤检测技术作为光学检测技术的重要组成部分，为建筑结构工程质量检测提供了先进的手段和技术支持。通过不断的技术创新和实践应用，相信光纤检测技术将在建筑行业发挥重要作用，为提升工程质量和安全性贡献力量。

2 声波检测技术

2.1 超声脉冲技术

超声波是一种频率高于20KHZ并且超过人类听觉极限的机械波。超声脉冲技术的原理是通过反弹声波来确定内部缺陷的尺寸和位置。其缺点是在混凝土疏松层中，缺陷范围达到一定程度才能检验出来。土木工程领域通常会应用该技术在检验混凝土质量、混凝土构件完整性和纤维增强材料等方面。Messaouda Belouadah等利用超声脉冲技术评价用大理石废料和粉末作为水泥部分替代

品的物理力学性能。他们将六种不同重量百分比大理石粉替代水泥,并加入超级增塑剂。采取超声脉冲技术和回弹锤法对四段养护龄期的试件进行了测试和分析。研究发现各试件的抗压强度与超声脉冲速度呈现良好的线性相关性。

2.2 相控阵超声检测技术

相控阵超声检测起源于先进的相控阵雷达技术,也称相控阵超声显像法,其基本原理实际上是相位控制,通过电子系统控制探头阵列中的晶片按照一定的延时法则发射和接收超声波,实现声束的扫描、偏转、聚焦等功能,可以在探头不前后移动的情况下将声束覆盖到检测区域,并在接收声波回波后按一定的延迟法则进行信号处理并以需要的图像的方式来显示被检测对象内部缺陷状态,可实现各种结构复杂工件的检测^[1]。由于其检测自由度高,检测快速、全面准确等优点,在医学和工业领域应用较广,近些年开始在土木工程领域有所应用。但其也存在一些缺点,如只适用于形状规则的部件,缺陷定量困难,装置规模大,判读困难,对操作人员技术有比较高的要求等,还需学者们更加深入的去研究解决这些问题。

3 电磁波检测技术

3.1 探地雷达

探地雷达(GPR)是一种利用脉冲电磁辐射扫描混凝土以评估混凝土结构完整性的无损检测方法。它具有非侵入性、低成本和快速监测的特点,是土木工程中应用最广泛的电磁波技术之一,它的工作原理是利用电磁光谱的微波区域,产生高频电磁能量的辐射短脉冲通过发射天线穿透物体,然后由接收器探测到。系统测量的工作频率越高,分辨率越高,系统的穿透深度越低。测量信号根据变化后的信号进行放大、处理和分析,以此来检测钢筋混凝土结构中的腐蚀或缺陷。其缺点是必须使用测试材料提前进行校准以保持系统准确性并且要高技能的专家来解释从系统中捕获的数据^[2]。近年来,研究人员主要关注各种GPR数据分析方法,希望通过人工智能分析数据以克服技术的局限性。为检测沥青路面的实际厚度并实现沥青路面厚度的自动提取。分别采用Canny算法、连通区域检测算法对探地雷达图像进行处

理,并结合gprMax软件正演模拟数据对比分析。结果表明,Canny算法具有更好的效果,与实际相比误差约为4.13%,可以较好地实现探地雷达图像中沥青路面厚度的快速智能提取。

3.2 频率扫描法

频率扫描法是一种基于电磁波的方法,其基础理论为交变磁场测量法。主要原理是利用一个固定磁场,使射频或磁场的频率缓慢变化,通过共振范围,获得我们所需要的共振谱。一般频率扫描系统由发射机、接收机、矢量网络分析仪和图形用户界面的计算机组成。天线与分析仪相连,通过用户界面进行实时控制,可以调节并控制系统与被测物之间的距离。系统工作在频域中的扫描频率设置为从2GHz到13GHz,入射波由分析仪产生并发送到发射机天线。通过接收天线捕获反射信号,依据波长、频率、时间等数据进行分析。许桥伟^[3]将频率扫描法应用于检测混凝土平屋面渗漏情况。结果表明,防水膜失效对微波信号有影响。反射微波信号的振幅和频率都发生了变化。

结语

无损检测技术的应用为建筑工程质量检测带来了新的可能性和机遇。随着技术的不断进步和应用范围的扩大,相信无损检测技术将在建筑行业发挥越来越重要的作用。然而,我们也要清醒地认识到无损检测技术存在的局限性和挑战,需要不断进行技术改进和创新,提高其在建筑工程质量检测中的精准度和可靠性。相信通过各方的共同努力,无损检测技术必将为建筑工程的质量和安全生产保驾护航,为建设更加安全可靠的城市环境做出积极贡献。

参考文献

- [1] 刘向开. 建筑结构工程质量检测中无损检测技术的应用[J]. 建筑科技, 2023, 7(04): 85-86+94.
- [2] 杨虎. 建筑结构工程质量检测中的无损检测技术探究[J]. 中国设备工程, 2023, (08): 167-169.
- [3] 许桥伟. 建筑结构工程质量检测中无损检测技术的应用分析[J]. 江苏建筑, 2022, (S2): 11-14+27.