

声波透射法检测在地下连续墙中的运用

陈 攀

温州市建筑质监科学研究所有限公司 浙江 温州 325024

摘 要：声波透射法检测在地下连续墙中的运用广泛且重要。该方法基于声波在混凝土中的传播特性，通过预埋声测管发射并接收声波，分析声波在墙体中的传播参数，如波速、波幅和频率等，来判断墙体内部是否存在缺陷。声波透射法具有非破坏性、高精度和广泛适用性等优点，适用于各种复杂结构的地下连续墙质量检测。通过实例分析，该方法能准确检测墙体内部的空洞、断层和混凝土离析等问题，为工程决策提供科学依据。同时，针对检测中的挑战，可优化声测管布置和引入先进技术，提高检测准确性和可靠性。

关键词：声波透射法检测；地下连续墙；运用

引言：地下连续墙作为地下工程的重要结构形式，其质量直接关系到工程的安全和稳定性。声波透射法作为一种先进的非破坏性检测技术，为地下连续墙的质量检测提供了有效的手段。该方法通过声波在墙体内部的传播特性，分析墙体内部的结构状况，能够准确判断墙体是否存在缺陷及其位置和性质。本文将详细介绍声波透射法的基本原理、在地下连续墙检测中的具体应用及实例分析，探讨其在工程实践中的挑战与解决方案，以期为该领域的研究和应用提供参考。

1 声波透射法检测的基本原理

1.1 声波在混凝土中的传播特性

混凝土是一种复杂的非均质材料，其内部结构包含骨料、水泥浆及气孔等多种成分，这些成分对声波的传播特性产生了显著影响。（1）声速、频率与波幅的衰减。在混凝土中，声波的传播速度（声速）受到材料密度、弹性模量以及孔隙率等因素的影响。通常，声速较高的混凝土具有较高的密实度和强度。此外，声波在传播过程中，其频率和波幅会随距离的增加而逐渐衰减。频率的衰减反映了混凝土内部的均匀性，而波幅的衰减则与混凝土的吸声性能有关。当声波遇到混凝土内部的缺陷时，如空洞、裂缝或松散区域，声波的衰减会加剧，导致频率和波幅的显著下降。（2）声波在混凝土缺陷处的反射、散射与绕射。当声波遇到混凝土内部的缺陷时，会发生反射、散射和绕射现象。反射声波的方向与入射波方向相反，其强度和频率取决于缺陷的性质、大小和形状。散射声波则向四周散射，强度减弱且频率发生变化。绕射声波则绕过缺陷继续传播，但其路径会发生偏转。通过测量和分析这些反射、散射和绕射声波的特性，可以准确地判断混凝土内部的缺陷位置、大小和性质。

1.2 声波透射法的检测原理

声波透射法的检测原理基于声波在混凝土中的传播特性和声学参数的测量与分析。（1）声波发射与接收。在检测过程中，通常会在混凝土结构中预埋若干条声测管，作为声波发射和接收的通道。发射探头放置在一条声测管内，接收探头则放置在相邻的声测管内。通过发射探头向混凝土内部发射超声波，接收探头则接收经过混凝土传播的声波信号^[1]。（2）声学参数的测量与分析。接收到的声波信号会经过放大、滤波和数字化处理，提取出声速、波幅、频率和波形等声学参数。这些参数反映了声波在混凝土中的传播特性和混凝土内部的结构状况。通过对比分析这些参数的变化，可以判断混凝土内部是否存在缺陷，以及缺陷的性质、位置和大小。

1.3 声波透射法的检测优势

声波透射法作为一种先进的检测技术，具有显著的优势：（1）非破坏性、非接触性。声波透射法不需要对混凝土结构进行破坏或切割，也不会对结构表面造成损伤。同时，检测过程中无需直接接触结构表面，适用于各种形状和尺寸的混凝土结构。（2）高精度与可靠性。声波透射法能够精确测量声波在混凝土中的传播参数，并通过专业的分析软件对检测结果进行精确计算和分析。这使得检测结果具有高度的可靠性和准确性，能够为工程决策提供科学依据。（3）广泛的检测范围。声波透射法适用于各种类型、各种尺寸和形状的混凝土结构检测。无论是大型桥梁、高层建筑还是地下连续墙等复杂结构，声波透射法都能提供有效的检测手段。

2 声波透射法在地下连续墙检测中的运用

2.1 地下连续墙的结构特点与检测需求

（1）结构形式与功能。地下连续墙是一种广泛应用于地下工程建设中的墙体结构，具有施工振动小、墙体刚度大、防渗性能好、地质适应性强等特点。其主要功

能包括作为建筑物地下基础、深基坑支护结构、地下车库、地下铁道、地下电站及水坝防渗墙等。地下连续墙通过连续的槽段施工和混凝土浇筑形成,形成一道连续的地下墙体,起到防水、抗渗、支撑和防护的作用。

(2) 施工中的常见问题。地下连续墙的施工过程复杂且技术要求高,容易出现各种质量问题。常见的施工问题包括混凝土浇筑过程中出现的沉渣过厚、接头渗漏、空洞、断层、离析等。这些问题会导致墙体混凝土的质量缺陷,影响工程的进行和墙体的质量,甚至可能引发严重的工程事故。此外,由于地下连续墙是隐蔽工程,施工过程中的问题难以直观发现,因此需要通过有效的检测手段进行质量监控^[2]。(3) 检测的必要性。为了确保地下连续墙的结构安全和功能正常,必须对其进行质量检测。声波透射法作为一种非破坏性检测技术,具有高精度、可靠性和广泛适用性等优点,被广泛应用于地下连续墙的质量检测中。通过声波透射法检测,可以及时发现墙体内部的缺陷,评估墙体的整体质量,为工程决策提供科学依据。

2.2 声波透射法的检测步骤与方法

(1) 预埋声测管与灌注混凝土。在地下连续墙的施工过程中,需要在墙体内部预埋声测管。声测管一般选用金属管或塑料管,其数量和位置应根据墙体的尺寸和检测要求确定。预埋声测管后,进行混凝土的灌注。在灌注过程中,应注意混凝土的均匀性和密实性,避免产生气泡和空隙。(2) 声波检测仪的选择与设置。声波检测仪是声波透射法检测的核心设备。在选择声波检测仪时,应考虑其测量范围、精度、稳定性和操作简便性等因素。在设置声波检测仪时,应根据检测要求和墙体结构特点,合理布置发射探头和接收探头的位置。发射探头负责向墙体内部发射超声波,接收探头则负责接收经过墙体传播的声波信号。(3) 声学参数的测量与记录。通过声波检测仪,可以测量出声波在墙体内部的传播时间、波速、波幅和频率等声学参数。这些参数反映了声波在墙体中的传播特性和墙体内部的结构状况。在测量过程中,应确保测量结果的准确性和可靠性,及时记录测量数据,并进行必要的校核和修正^[3]。(4) 数据分析与判断。对测量得到的声学参数进行数据分析,可以判断墙体内部是否存在缺陷,以及缺陷的性质、位置和大小。通常采用的方法包括比较法、图解法、统计分析法等。通过对声学参数的比较和分析,可以得出墙体内部的缺陷分布图和缺陷程度评估报告,为后续的缺陷处理提供科学依据。

2.3 声波透射法在地下连续墙检测中的实例分析

2.3.1 工程项目概述

以某市地铁车站地下连续墙工程为例,该车站为地下三层岛式车站,主体结构采用明挖顺作法施工。地下连续墙作为车站深基坑的支护结构,墙厚800mm,墙深约30m,共设48幅。混凝土强度等级为C35,抗渗等级为P8。为了确保地下连续墙的质量和安全性,采用了声波透射法进行质量检测。

2.3.2 检测过程与实施

在地下连续墙施工过程中,按照设计要求预埋了声测管。声测管采用钢管,内径为40mm,壁厚为2.5mm,管底封闭并设有端塞。声测管沿墙体纵向布置,每幅墙体设置2根声测管,分别位于墙体的两侧。在混凝土灌注完成后,等待混凝土达到设计强度后进行声波检测。检测时,使用声波检测仪对墙体进行扫描检测。发射探头和接收探头分别置于相邻的声测管内,通过测量声波的传播参数来评估墙体的质量。检测过程中,严格控制测量条件,确保测量结果的准确性和可靠性。同时,对测量数据进行详细记录,并标注测量位置和时间等信息。

2.3.3 检测结果与分析

通过对测量数据的分析,发现部分墙体内部存在缺陷。其中,有3幅墙体存在空洞现象,空洞大小不等,最大空洞直径为100mm;有5幅墙体存在断层现象,断层位置多位于墙体底部或接头处;还有部分墙体存在混凝土离析和浇筑不密实的问题。对缺陷产生的原因进行分析,认为空洞可能是由于混凝土浇筑过程中未能完全排除气泡和空隙造成的;断层则可能是由于槽段接缝处理不当或混凝土浇筑不连续导致的;混凝土离析和浇筑不密实则可能是由于混凝土配合比不合理、浇筑工艺不当或振捣不充分等原因造成的。

2.3.4 缺陷的处理与建议

(1) 对于空洞和断层等缺陷,可以采用注浆加固的方法进行修复。注浆材料应选择与墙体混凝土相容性好、固化后强度高的材料。注浆时应严格控制注浆压力和注浆量,确保注浆材料能够充分填充缺陷区域并达到预期的加固效果。同时,应加强注浆后的质量检测和验收工作,确保注浆加固的质量。(2) 对于混凝土离析和浇筑不密实等缺陷,可以采用重新浇筑的方法进行修复。在重新浇筑前,应彻底清理缺陷区域并检查声测管是否完好。重新浇筑时,应严格控制混凝土的配合比和浇筑工艺,加强振捣和排气工作,确保新浇筑的混凝土与原有混凝土紧密结合并达到设计要求的强度和密实度。

3 声波透射法检测的挑战与解决方案

3.1 声波透射法检测的挑战

声波透射法作为一种非破坏性检测技术,在地下连续墙等结构的质量检测中发挥着重要作用。然而,在实际应用中,该方法也面临着一些挑战,这些挑战主要包括检测盲区、声测管的布置与要求以及混凝土特性对检测的影响。(1)检测盲区。声波透射法检测过程中,由于声波的传播特性,存在一些检测盲区。这些盲区通常位于墙体边缘、声测管周围以及声波传播路径上的障碍物附近。在这些区域,声波的传播可能受到干扰或阻碍,导致测量结果不准确或无法获得有效的数据。检测盲区的存在可能会漏检墙体内部的某些缺陷,从而影响检测结果的全面性和准确性。(2)声测管的布置与要求。声测管的布置是声波透射法检测的关键环节之一。声测管的数量、位置、间距以及直径等参数都会对检测结果产生影响。如果声测管布置不合理,可能会导致检测数据不准确或无法有效覆盖整个墙体。此外,声测管的质量和使用寿命也是需要考虑的因素。如果声测管在使用过程中出现损坏或堵塞,将直接影响检测工作的进行。(3)混凝土特性对检测的影响。混凝土的物理和化学特性对声波的传播具有重要影响。例如,混凝土的强度、密实性、含水量以及骨料类型和尺寸等都会影响声波的传播速度和衰减特性。如果混凝土存在较大的离散性或不均匀性,可能会导致声波传播过程中的散射和绕射现象,从而影响检测结果的准确性。此外,混凝土的龄期和温度等因素也会对检测产生影响,需要在检测过程中进行充分考虑和校正。

3.2 解决方案与改进措施

针对声波透射法检测中的挑战,可以采取以下解决方案和改进措施:(1)优化声测管的布置与数量。为了减小检测盲区并提高检测结果的准确性,可以优化声测管的布置和数量。首先,应根据墙体的尺寸和形状合理确定声测管的位置和间距,确保检测数据能够全面覆盖整个墙体。其次,可以增加声测管的数量,以提高检测的分辨率和灵敏度。同时,还可以考虑采用多声道检测技术,通过多个发射和接收探头的组合使用,进一步减小检测盲区并提高检测精度。(2)提高混凝土质量。为了提高声波透射法检测的准确性,需要严格控制混凝土

的质量。首先,应优化混凝土的配合比设计,确保混凝土的强度和密实性满足设计要求。其次,应加强混凝土的浇筑和振捣过程管理,避免产生气泡和空隙等缺陷。同时,还可以采用高性能混凝土或添加剂等措施,提高混凝土的均匀性和稳定性。通过提高混凝土质量,可以减少声波传播过程中的散射和绕射现象,从而提高检测结果的准确性^[4]。(3)引入先进的检测技术与设备。随着科技的不断发展,新的检测技术和设备不断涌现,为声波透射法检测提供了更多的选择和可能性。例如,可以采用高分辨率的声波检测仪和传感器,提高检测的灵敏度和准确性;还可以采用三维成像技术或机器视觉技术等方法,对墙体内部结构进行可视化分析和判断。此外,还可以结合其他非破坏性检测方法如雷达检测、红外热成像等进行综合分析和判断。通过引入先进的检测技术和设备,可以进一步提高声波透射法检测的准确性和可靠性。

结束语

综上所述,声波透射法在地下连续墙质量检测中展现出了显著的优势和应用价值。通过精确测量和分析声波的传播参数,该方法能够准确判断墙体内部缺陷的存在、位置及性质,为工程质量控制和安全隐患排查提供了科学依据。虽然在实际应用中仍面临一些挑战,但通过不断优化声测管布置、提高混凝土质量以及引入先进的检测技术和设备,声波透射法的准确性和可靠性将得到进一步提升,为地下连续墙的安全建设和维护提供坚实保障。

参考文献

- [1]唐嘉洪.声波透射法在引调水工程地下连续墙完整性检测中的应用[J].广东水利水电,2022,(03):27-28.
- [2]余察军.声波透射法现场检测相关问题研究[J].工程技术研究,2021,(02):20-23.
- [3]周武.超声波透射法在建筑桩基缺陷检测中的应用[J].科技创新,2021,(16):159-160.
- [4]谭杰,徐以艳.声波透射法在地下连续墙检测中的应用[J].江西建材,2019,(14):126-127.