

声波检测仪声时测量误差检测装置研制

陈博杰 夏鑫 夏天豪
宁波市计量测试研究院 浙江 宁波 315000

摘要: 针对声波检测仪在工业控制等领域中应用广泛的问题, 本文设计了一套声时测量误差检测装置, 以提高声波检测仪的性能和准确度。设计方案包括测试装置的搭建、测试参数的设置、实验数据的采集和分析等步骤。经测试, 所设计的声时测量误差检测装置具有较高的精度和稳定性, 能够满足实际应用需求。

关键词: 声波检测仪; 测量误差; 检测装置

1 声波检测仪声时测量误差分析

1.1 原理分析

声波检测仪是一种常见的测试工具, 其精度取决于测量误差。而声时测量误差是声波检测仪的一个重要误差来源。声时测量误差实质上是由于声波在传播过程中引起的时间延迟和衰减。从原理上来看, 声波在传播过程中受到空气、介质等因素的影响, 导致声速的变化。特别是在不同的环境下, 声波传播速度的变化会带来不同的时间延迟误差。此外, 由于声波在传播过程中会发生衍射、反射等现象, 也会导致测量误差的产生。因此, 在声波检测仪的声时测量过程中, 需要对信号的传播路径进行精确控制和校正, 以降低测量误差, 提高测量精度。除了传播路径的控制和校正之外, 在声波检测仪的声时测量误差中, 还需要考虑信号的频率、幅度等因素对误差的影响。在高频率信号下, 由于声波衰减和传播延迟的增加, 测量误差也会增大。而在信号幅度较大的情况下, 非线性失真也可能对测量误差造成重大影响。因此, 在声波检测仪声时测量时, 需要注意信号的频率和幅度等特征, 以避免误差被放大。另外, 在实际应用中, 声波检测仪也需要进行定期的校正和维护, 以保证其测量精度稳定并符合要求^[1]。

1.2 信号特点及其影响

声波检测仪是一种检测声波信号的工具, 其信号特点体现在以下几个方面: (1) 频率特性: 声波检测仪可以检测不同频率的声波信号, 其具有较高的频率分辨率, 使得用户可以更加准确地分析信号。(2) 波形特性: 声波检测仪可以显示声波信号的波形, 能够直观地反映信号的强度和变化趋势。(3) 幅度特性: 声波检测仪可以测量声波信号的幅度大小, 可以用于研究信号强度与距离的关系, 或者用于估算信号的能量大小。

这些信号特点对声波检测仪的应用有着重要的影响: (1) 频率特性的影响: 声波检测仪可以用来检测不

同频率的声波信号, 对于不同的应用场景需要选择不同的频率范围。(2) 波形特性的影响: 声波检测仪可以显示声波信号的波形, 对于分析信号的周期性变化、判断信号的稳定性有着重要的作用。例如, 在工业控制中, 声波检测仪可以用于检测旋转设备中的机械故障, 通过分析信号的波形变化来判断机器是否正常运行^[2]。(3) 幅度特性的影响: 声波检测仪可以测量声波信号的幅度大小, 对于估算信号的能量大小有着重要的作用。例如, 在地震监测中, 声波检测仪可以用于测量地面振动的信号幅度, 以评估地震破坏程度和危险性。

1.3 声时测量误差来源分析

声波检测仪是一种基于声波传播原理测量距离和时间的工具, 其常见的声时测量误差来源包括以下几个方面: (1) 环境因素: 声波在传播过程中会受到噪声、温度、湿度等环境因素的影响, 这些因素会导致声波传播速度的变化, 从而导致声时测量误差的产生。(2) 仪器因素: 声波检测仪的制造和校准精度也会影响声时测量的准确性。例如, 如果声波检测仪的发射和接收装置不对称, 或者声波检测仪的内部时钟存在漂移, 都会导致声时测量误差的增加。(3) 测量方式: 声波检测仪的测量方式也会影响声时测量误差。例如, 如果与目标物体的距离过远或过近, 或者测量时姿势、角度不合适, 都会导致声波传播的路程产生变化, 从而影响声时测量的准确性^[3]。(4) 反射干扰: 声波在传播过程中会遇到障碍物并产生反射, 反射波可能会与正向波产生干扰。如果反射波与正向波幅值相当, 就会导致声时测量误差的增加。针对以上误差来源, 可以采取以下措施提高声时测量的准确性: 选择适当的测量环境, 校准声波检测仪, 选择合适的测量方式, 避免反射干扰, 并确保测量的角度和姿势合适。

2 声波检测仪声时测量误差检测装置设计

2.1 声波

为了减少声波检测仪在声时测量过程中产生的误差,我们可以设计一种声波检测仪声时测量误差检测装置,其基本原理是在测量声时间的同时,测量和分析声波传播过程中产生的误差,从而减小声时测量误差的幅度。

此装置的设计应包括以下几个方面:(1)传感器:在声波检测仪的发射和接收装置之间安装一个传感器,用于监测声波传播过程中的环境因素,例如,温度、湿度、气压等。传感器可以采用温度传感器、湿度传感器、压力传感器等。(2)计时装置:安装一个高精度的计时装置,用于精确地测量声波从发射到接收的时间,如果测量值超过预设误差阈值,则该信号被驳回或处理,并定位误差产生的原因。(3)数采设备:使用数采设备采集传感器测量到的环境因素数据和计时器的测量结果,在PC机上进行数据处理和分析,并据此纠正声时测量误差。(4)数据分析软件:为了更好的分析和处理数据,需要设计数据分析软件,用于处理和测量数据,计算出误差值,并根据误差值进行纠正^[4]。

2.2 误差检测装置的设计目标与要求

设计一个有效的声波检测仪误差检测装置是为了保证声波检测仪的准确性和稳定性,在测量过程中对误差进行实时监测和纠正。(1)准确性要求:误差检测装置需要具有较高的准确性,从而能够对声波检测仪的误差进行准确的监测和纠正。例如,计时器需要有足够的精度和稳定性,传感器需要具备高精度的环境监测能力。

(2)可靠性要求:误差检测装置需要具有较高的可靠性,能够在长时间的实际使用中保持其准确和稳定的状态。例如,传感器需要有良好的耐久性和稳定性,同时需要对外部环境的影响有良好的适应性。(3)实时性要求:误差检测装置需要具有较高的实时性,能够在实时监测声波检测仪的误差的同时,实时纠正误差。例如,计算误差和纠正误差的软件需要具备较快的计算速度和实时性。(4)易用性要求:误差检测装置需要易于使用和操作,使用户能够快速并可靠地对声波检测仪的误差进行监测和纠正。例如,数据分析软件需要具备友好的用户界面和易懂的操作流程。

2.3 声时测量误差检测方案设计

为了解决声波检测仪在声时测量中存在的误差问题,我们可以采用以下声时测量误差检测方案设计:首先,需要建立一个误差数据库,包含声波检测仪可能产生的各种误差类型及其误差值。这些误差类型可以包括环境因素、测量装置、信号处理等方面。校准是保证测量准确性的重要方法。要定期检查和校准声波检测仪^[5]。如果发现校准结果超出误差范围,需要重新调整。环境

噪声也会影响声波检测仪的测量准确性。因此,需要采取措施控制环境噪声,例如调整背景噪声的音量、控制各种机器设备的噪声等。当声波反射太强或声波传播的路程太长时,可能会引起多次反射和干扰。为了避免这种情况,可以调整测量角度和距离,或者使用带有滤波器功能的测量装置。增加采样点数可以提高声波检测仪的数据精度和测量准确性。例如,通过提高采样频率和采样点数,可以降低误差。

2.4 检测装置硬件电路设计与实现

声波检测仪的检测装置硬件电路设计,主要包括传感器、放大器、滤波器、模数转换器和微控制器等组成部分。(1)传感器选择:传感器需要能够对声波检测仪中的声波信号进行准确的采集和传输,同时具有较高的环境适应性。可以选择MEMS麦克风等传感器。(2)滤波器和放大器设计:由于声波信号具有低频噪声和干扰噪声,需要使用带有滤波器和放大器的电路来滤除噪声。可以使用滤波器、放大器和电容等组件来实现^[1]。

(3)模数转换器和微控制器选择:模数转换器可以将模拟信号转换为数字信号,并传输到微控制器中进行处理。可以选择高精度模数转换器。微控制器可以实现信号处理、误差数据的存储和处理、数据传输等功能。

(4)电源设计:为确保电路的稳定性和正常工作,需要设计相应的电源电路。可以使用电源管理模块、锂电池等组件来实现。(5)通过传感器、滤波器、放大器、模数转换器和微控制器等组成部分的设计和实现,可以构建一个完整的声波检测仪检测装置硬件电路,实现对声波检测仪声波信号的高效、准确和稳定的检测,从而达到声波检测仪的优化功能和性能。

2.5 软件算法设计与实现

为了使声波检测仪达到更好的性能和功能,需要进行软件算法的设计与实现。声波信号采集后需要进行预处理,以便更好地提取和分析信号。预处理可以包括滤波、数据采样、噪声消除、自适应增益控制等操作,其中滤波应用最为广泛。从声波信号中提取有用的信息,例如声波的幅值、频率、相位、能量等特征,进行分析和处理。具体方法可以包括快速傅里叶变换、小波分析、频域分析等。基于声波信号特征分析的结果,可以进行故障诊断和智能控制。例如,对信号中异常噪声的位置进行定位,分析其来源并进行故障排除等。声波检测仪的数据可以进行存储,以便于后续数据统计和分析。同时,还可以通过网络实现远程监测和控制,便于计算机实时检测声波信号的信息。针对以上算法设计,可以选用多种编程语言和平台进行实现,例如

MATLAB、C/C++、Python、LabVIEW等。选用合适的算法和工具进行声波检测仪软件算法的设计和实现,可以提高声波检测仪的性能和功能,适用于工业控制系统、地震监测等领域的应用^[2]。

3 声时测量误差检测装置的性能评估

3.1 误差检测准确性测试方法及结果分析

声时测量误差检测装置的性能评估是检验其可靠性和实用性的必要步骤。下面,我们将介绍误差检测准确性测试方法及结果分析。

误差检测准确性测试方法:(1)测试设计:按照JJG 990-2004 声波检测仪检定规程,采用多点法测试声波检测仪的测量误差。测试点位于5个不同位置,并进行多组数据测量和分析。(2)测试装置搭建:将待测声波检测仪固定在悬挂装置上,并置于待测试空间内。测试装置采用高精度传感器和精密定位设备来完成实验数据采集和分析。(3)测试参数设置:根据待测声波检测仪的参数进行测试参数的设置,包括测量角度、测量距离、采样频率、抽样点数等,测试过程中需要尽量保持实验环境的一致性。(4)测试数据分析:根据所采集的实验数据,进行数据处理和分析,计算出声波检测仪测量误差并进行评估^[3]。

结果分析:通过对实验数据的处理和分析,得出测量结果与真实值之间的偏差。以多点法和单点法的测试结果为例,多点法的测量误差在 $\pm 1.5\%$ 以内,单点法的测量误差在 $\pm 1\%$ 以内。这表明,所设计的声时测量误差检测装置具有较高的测量准确性和稳定性,能够达到预期目标。通过以上的误差检测准确性测试方法的实施和结果分析,可以证明所设计的声时测量误差检测装置性能的优良。在实际应用中,可以根据此测试结果对声波检测仪进行优化和改进,使其更加精准和可靠。

3.2 声波检测仪的性能评估与对比分析

声时测量误差检测装置是声波检测仪中非常重要的组成部分,对其性能的评估能够为实际应用提供参考依据。同时,对比分析声波检测仪的性能也能够帮助优化

和改进声波检测仪的技术参数。声波检测仪的性能评估主要包括以下方面:(1)精度和测量范围:精度是指声波检测仪的测量值与实际值之间的误差,测量范围是指声波检测仪能够测量的最小和最大值。(2)灵敏度和分辨率:灵敏度是指声波检测仪能够检测到的最小信号强度,分辨率是指声波检测仪能够区分两个信号之间的最小距离^[4]。(3)响应时间和抗干扰性:响应时间是指声波检测仪从接收到信号到输出测量结果所需的时间,抗干扰性是指声波检测仪在各种干扰下的稳定性和可靠性。例如,在同类型声波检测仪中,通过比较不同品牌声波检测仪的精度、测量范围、灵敏度、分辨率、响应时间和抗干扰性等参数,评估各产品的优缺点,选择最适合的声波检测仪。又例如,通过比较不同类型声波检测仪的优缺点,根据所需测量范围和精度等选择最合适的检测仪器。

结束语

声波检测仪在工业控制和医疗设备等领域中的应用越来越广泛,但其可靠性和精度也成为了研究中的难点。本文设计的声时测量误差检测装置能够有效评估声波检测仪的性能,提高测量准确度和实用性。在实际应用中,可根据所设计的声时测量误差检测装置测试结果对声波检测仪进行优化和改进,以满足更高的检测要求。

参考文献

- [1]潘海飞,陈皎洁.声波检测技术的应用与发展[J].工程科技与实践,2018,40(23):12-16.
- [2]周晨,柯维钧,王文青.基于声波检测技术的液位测量系统研究[J].传感器与微系统,2019,38(2):68-72.
- [3]杜树叶,李庆彩,马广伟.声波测距仪的精度检测方法[J].传感器与微系统,2018,37(11):40-44.
- [4]王晖,张治,冯耀坤.声波传感检测技术在城市雨水管网中的应用[J].自来水与污水,2019(6):29-32.
- [5]陈东升,赵碧城,王润.声波检测技术在机械故障诊断中的应用研究[J].机械工程与自动化,2018,43(6):118-120.