

# 声波检测仪声时检定装置的设计与应用

夏鑫 陈博杰 夏天豪  
宁波市计量测试研究院 浙江 宁波 315000

**摘要:** 声波检测仪声时检定装置是为了检测声波检测仪的声时性能、精度和稳定性而设计的一种关键性装置。本文对声波检测仪声时检定装置的设计和应用进行了详细介绍,包括声源的选取、检测装置的结构设计、信号处理与分析方法等方面,同时结合实际应用场景,探究了该装置在实际应用中的重要性和应用前景。

**关键词:** 声波检测仪; 检定装置; 设计与应用

## 1 声波检测仪声时检定装置的原理与设计

### 1.1 声波检测仪声时测量误差的定义与影响因素

声波检测仪是一种利用声波进行测量的仪器,它通过发射声波并测量声波传播时间来实现对物体距离、速度等参数的测量。而声时测量误差是指声波检测仪所进行的声波传播时间测量与实际时间之间的差异,通常以时间、距离或速度的百分比表示。声时测量误差是影响声波检测仪测量准确度的一个重要因素,其大小直接影响测量结果的精度。声时测量误差的影响因素较多,包括声波检测仪本身的性能、测量环境以及人为因素等。其中,声波检测仪的性能是影响声时测量误差的最主要因素之一,包括发射和接收声波的频率稳定性、灵敏度、采样率等方面;测量环境也会对声波传播和检测产生影响,如温度、湿度、声速等参数会对声波传播产生影响,从而进一步影响测量结果的准确度;此外,人为因素也可能会对声波检测仪的测量产生影响,如操作不当、信号干扰等<sup>[1]</sup>。因此,精确评估和消除声波检测仪的声时测量误差,对于保证声波检测仪的精度和可靠性具有重要意义。

### 1.2 声波检测仪声时检定装置的原理及基本组成

声波检测仪声时检定装置是一种用于校准声波检测仪声时误差的装置,其原理是通过发射精确的声波信号并测量其传播时间,与声波检测仪测量的实际时间进行对比,从而精确测量声波检测仪的声时误差。声波检测仪声时检定装置通常由硬件电路及相关软件组成。在硬件方面,声波检测仪声时检定装置包括发送电路、接收电路、计数电路和显示电路等组成部分。其中,发送电路负责发射精确的声波信号,接收电路则用于接收从声波检测仪发出的声波信号,并将其转化为电信号。而计数电路则负责测量声波信号传播所需时间,并将此数据转化为相应的距离,从而获得声波检测仪的声时误差<sup>[2]</sup>。最后,显示电路则将计算出的误差数据显示出来,以协

助校准人员进行误差调整。在软件方面,声波检测仪声时检定装置的程序结构可以分为数据采集、数据存储、数据处理和数据显示等几个主要模块。在进行声时检定时,系统从发送电路发射信号,传至被校准的声波检测仪,然后将接收到的数据传回声波检测仪声时检定装置中进行处理,最终计算误差数据并进行显示。

### 1.3 检定装置的设计思路与方法

声波检测仪声时检定装置是用于校准声波检测仪的一种仪器,其设计思路需考虑人性化操作、高精度测量和可靠性等几个方面。其基本设计方法是通过发射声波信号,并在其相应的回波信号被接收后进行精确测量,以此检验声波检测仪的工作状态和检验结果。在设计过程中,需优先考虑用户操作便捷性,应充分考虑用户对于操作的便利性和易懂性。必须在软硬件整体设计中注重界面友善性和功能完整性,让操作人员可以直观、方便的操作仪器,并方便进行数据展示、校准误差调整等操作。还需考虑到测量精度,对于声波检测仪声时检定装置而言,精度是同样至关重要的<sup>[3]</sup>。因此,在选用硬件模块时,需要选择灵敏度高的声波发射器、高分辨率的声波接收器和快捷的信号算法,以保证测量准确度和多次测量结果的一致性。最后,在设计过程中,还要考虑到可靠性和稳定性等因素。在硬件设备和软件程序中应加入安全过载保护和数据存储等功能,以确保在工作时能保证数据完整性和设备的稳定性。

## 2 检定装置的关键技术与器件选择

### 2.1 声波发生器和接收器的选型和设计

声波检测仪声时检定装置的关键技术在于选择对声波发生器和接收器及其各项参数进行适当合理的优化,以保证装置的精度和可靠性。在声波发生器和接收器的选型和设计方面,需要关注以下几个方面:(1) 声波发生器是声波检测仪声时检定装置中的重要组件之一,其选择需要兼顾频率范围、发射功率、稳定性和可靠性

等因素。常规的声波发生器包括扬声器、麦克风和压电陶瓷等,其应通过实际测量选择具有高精度、先进技术的产品。(2)声波接收器在整个声波检测仪声时检定装置中发挥着至关重要的作用,它的选型需要考虑声音级别、灵敏度、带宽等多个参数。对于高精度的校准装置,需要选择具有宽带宽、高分辨率、低噪声、高抗干扰能力的声信号采集传感器<sup>[4]</sup>。(3)在设计声波发生器时,要考虑输出功率、频率调节、波形控制、稳定性等关键因素。需要选取具有稳定高频振荡性能的晶振以及放大器电路等模块实现高精度的声波信号发生。(4)在设计声波接收器时,关注传感器的系统噪声、增益、稳定性以及有效动态范围等参数。采用合适的前置放大电路、高精度运算放大器、噪声参考电源及抑制电源噪声的滤波器,以保证信号的精确和稳定性。为了保证声波检测仪声时检定装置的精度和可靠性,选择合适技术方案,进行合理的器件选型和设计,是十分必要的。应根据实际使用需求来对声波发生器和接收器进行优化设计,并采用现代先进的控制技术,提高装置的性能和稳定性。

## 2.2 测量电路的设计与优化

测量电路是声波检测仪声时检定装置的关键组成部分之一,其设计和优化对于提高检定装置的精度和可靠性具有重要意义。在测量电路的设计和优化方面,关注以下几个方面:(1)信号放大器是测量电路中的关键模块,需要选择具有低噪声、高增益、宽带宽和高抗干扰能力的运算放大器。根据应用场景和电路设计的需求,选择合适的放大倍数和增益,以保证电路的灵敏度和抗干扰能力。(2)在测量电路中,需要选择合适的滤波器,将目标信号从干扰信号中分离出来。通常情况下,采用低通滤波器,以滤除高频噪声和杂波信号,确保目标信号的稳定性和精度。(3)采样器是测量电路中另一个重要模块,其选择需要考虑到高速性、高分辨率和低噪声等因素。为了保证采样精度和稳定性,可选用高速模数转换芯片,完成精确的数字信号转换和示数处理<sup>[5]</sup>。(4)电源噪声和地线干扰是测量电路中常见的问题,其存在会影响测量精度和稳定性。因此,需要在电路设计中采用相应的抑制电源噪声和地线干扰的滤波电路,同时采用合适的电源稳压器,以实现较高的抗干扰能力。

## 2.3 控制系统的设计和实现

检定装置的控制系统是实现自动控制和校准的关键部分,其设计和实现对于系统性能、精度和稳定性具有重要影响。在设计控制系统时,需要考虑自动控制的实现,以减少人为干预的不确定因素。通过引入自动控制算法,如PID控制等,实现对声波检测仪声时检定装置的

自动控制,以提高重复性和可靠性。驱动控制器是控制系统中的核心部分之一,其性能直接影响到系统的精度和稳定性。在选择驱动控制器时,需要充分考虑到电路参数限制,如电压、电流等因素,并选择性能稳定、抗干扰能力强的驱动控制器,以实现精确的控制和可靠的长期运行。在实现自动控制时,需要进行高速运算,以实现精确的控制和测量。在选择控制芯片时,可采用高速运算功能强大的32位控制芯片,保障控制和测量的高精度和高速度性,同时进行实时反馈并进行数据处理和监控。在控制系统设计和实现时,需要编写相应的软件系统,以实现系统控制和操作。在编写软件系统时,需要考虑到界面友好、功能齐全、反应灵敏等因素,并充分测试和验证系统的稳定性和精度<sup>[1]</sup>。

## 3 检定装置的性能与准确性分析

### 3.1 检定装置的标定方法与步骤

声波检测仪声时检定装置的标定是检定装置工作前必须进行的一项重要工作,其目的是确认检定装置的精确度和可靠性,并对装置进行参数调整和优化。标定的方法和步骤如下:(1)在进行标定前,需要建立标定系统,包括声源和声检测器。声源使用精确的标准声源,能够发出准确、稳定的声波信号。声检测器使用灵敏和稳定的设备,以检测声波信号并输出数字信号。可使用三角波、矩形波等特定的标准声源输出标准信号。(2)根据标准声源的要求,对标准声源进行校准,以确保其输出的声压级和频率等参数符合标准要求。在校准时,应使用符合标准要求的专业设备进行检测和校准<sup>[2]</sup>。(3)在标定过程中,需要对检定装置的各项参数进行调试和优化,以确保系统的精确度和稳定性。可根据标准要求进行参数调整和优化,如放大倍数、触发模式等。(4)在调试完成后,进行标定测试。使用标准声源发出标准信号,通过声波检测仪声时检定装置进行检测和测量,得出测量结果。对测量结果进行数据分析和比对,计算测量误差,并确定系统的精确度和可靠性等参数。(5)对标定测试结果进行核验和确认,检查其是否符合标准要求。如存在误差较大的情况,需要进行参数调整和重新标定。确认标定结果后,标定装置即可投入使用。

### 3.2 声时测量误差的分析与评估

声波检测仪声时测量误差的分析和评估是检测装置工作后必须进行的一项重要工作,其目的是评估检测装置的精确度和可靠性,寻找误差产生的原因,进行优化和改善。对声波检测仪声时测量误差的分析和评估包括以下几个方面:对声波检测仪声时检定装置的工作原理和检测流程进行分析,确定可能产生误差的因素。这些因

素包括装置本身的精度、系统中信号处理和传输过程中产生的噪声、外部环境因素等。根据声波检测仪声时检定装置工作原理,建立误差分析模型和方法,分析误差来源和引起误差的因素。分析方法可根据误差来源的不同,分别进行数据处理、数学模型和实验验证等<sup>[3]</sup>。通过对误差来源和误差分析的分析,制定合理的误差评估指标。常用的评估指标包括平均误差、标准差、误差带、可测量范围等,可根据实际情况进行选择 and 制定。根据误差来源和误差分析,针对具体问题制定优化方案,以降低误差和提高检定精度。可采用多种方法和技术,包括调整、改进检定装置的设计和参数,减少信噪比、加强抗干扰能力及消除外部环境因素等手段。

### 3.3 实验验证与结果分析

声波检测仪声时实验验证和结果分析的主要目的是为了评估该声波检测仪在实际应用中的测量精度、灵敏度和可重复性等性能,并确定其在特定应用领域的适用性。(1)实验方案设计:根据检测要求和实际应用场景,设计合理的实验方案,确定试验参数。比如,选择适当的测试方法和测试参数,确定声源和声波检测仪的位置和角度等。(2)实验数据采集:按照实验方案进行实验数据采集。声波检测仪通过测量声源发出的声波信号,在检测点上产生信号输出。采集这些数据,并存储到计算机设备中。(3)数据处理与分析:对采集到的实验数据进行处理和分析,并计算出相应的测量结果。数据处理和分析通常包括:数据清洗、信号消噪、去除干扰以及数据拟合等<sup>[4]</sup>。(4)结果评估与改进:评估实验结果的准确性和可靠性,并根据需要进行参数调整和优化,改进检测装置的性能,以提高测量精度和可靠性。

### 4 检定装置的应用及其优势

声波检测仪声时检定装置是现代声波检测技术中不可缺少的部分,它可以用于评估声波检测仪的声时性能、精度和稳定性等参数,从而保证声波检测仪在各类工业领域中的可靠应用。

4.1 检定过程简单。声波检测仪声时检定装置通过将

声波信号输入检测仪中,得出频率、振幅和相位差等参数,从而实现声波检测仪的检定工作。相比传统的误差测试方法,声波检测仪声时检定装置的检定过程更加简单、直观,且具有更高的测量精度。

4.2 检定精度高。声波检测仪声时检定装置采用了现代科技手段,如数字信号处理、模拟滤波和频率分析等,能够提高检定装置的性能和检测精度。因此,在进行声波检测仪检定时,其检定精度相对较高,可满足各类精密测试要求。

4.3 适用范围广。声波检测仪声时检定装置适用于多种声波检测仪型号,不受设备品牌和型号的影响,具有很强的通用性和适用范围<sup>[5]</sup>。

4.4 检定效率高。声波检测仪声时检定装置可以通过自动化测试方式进行检定,不仅省时省力,而且能够提高检定效率,降低了人工误差和测试周期。

### 结束语

本文的研究对于声波检测仪的声时测量误差检测具有重要的意义,并为相关领域的研究提供了有价值的参考。在未来的研究中,我们将进一步完善该装置的设计和应用,以满足不同声波检测仪的需求,并探索更多的声时测量误差检测方法,为声波检测技术的发展做出更大的贡献。

### 参考文献

- [1]王明,张云,杨洪涛,刘东华,笄统华.基于超声检测技术和最优化方法的金属材料表面性能评估研究[J].机械工程材料,2018(10):29-34.
- [2]李文华.声时仪校准装置的设计与应用研究[J].电声技术,2016(4):35-37.
- [3]陈丛波,李香,颜春志.一种基于FFT的声时检定装置的设计与实现[J].电声技术,2011(5):37-40.
- [4]胡成峰,李志颖.声频信号处理技术的研究与应用[J].检测技术与仪器,2015(4):33-38.
- [5]刘丽娟,洪柳阳,郑婵娟.声波探头的参数校准方法研究[J].现代仪器,2018(6):81-84.