

# 探究电声产品快速检测系统的设计与实现

曾劲峰

广东省江门市质量计量监督检测所，广东江门，529000；

**摘要：**在信息时代，需要利用电声器件传播信息，科学技术不断发展，快速发展了数字技术和计算机技术，推动了数字化测量技术的发展，并且逐渐代替了传统测量仪器设备。本文主要分析了电声产品快速检测系统的设计与实现，充分发挥出系统检测效率和精度以及稳定性等优势，保障电声产品的质量，推动我国电声产品行业的可持续发展。

**关键词：**电声产品；快速检测系统；设计工作；实现措施

**DOI：**10.69979/3041-0673.26.02.040

电声产品综合了现代科学技术和音频技术，在当前通信和娱乐等行业中电声产品发挥重要的作用。不断普及各类智能化设备，物联网技术也逐渐完善，拓展了电声产品的应用场景。而电声产品的设计和制造等工艺直接关系到电声产品的性能，如果在某一工作环节出现质量问题，将会降低产品音质，甚至会出现失效问题。因此研究电声产品快速检测系统发挥重要的作用。

## 1 电声产品快速检测系统设计原理

### 1.1 信号采集原则

该系统运行的基础是合理采集信号，主要是利用传感器设备转换声音信号为电信号，为后续信号处理和分析工作提供便利。在选择传感器类型的时候，需要综合考虑传感器的灵敏度和频率范围等指标。因为驻极体电容式声音传感器的灵敏性较高，在噪声检测中广泛利用<sup>[1]</sup>。该传感器利用驻极体话筒转换声波和电信号，膜片随着声波振动产生电容变化，因此形成电压信号，电压信号和声源强度之间呈现正比关系。音频频谱分析系统的基础为FPGA和单片机，利用信号预处理电路，可以转换声音和电压信号，也可以放大电压信号，不仅可以提高信号采集的质量，同时可以为后续分析工作提供便利。在实际应用过程中，传感器不仅要精准地捕捉目标声源，同时要提高设备抗干扰性，保证设备适应性，在各种复杂环境中发挥出设备作用。

### 1.2 信号处理原理

在电声产品快速检测系统中，信号处理工作发挥重要的作用，通过放大和滤波处理采集到的信号，可以将噪声干扰去除，因此保障信号质量。在信号放大过程中，需要合理设计调制电路。例如在噪声检测系统中利用数据采集卡，在调制电路中利用整流滤波电路放大和整流

处理电信号，转化微弱的电信号为数字化模拟信号。此外利用流水线作业的设计理念配置FPGA和DSP的遥测声压谱分析设备，在采集数据的过程中即可转换数据时频，优化系统的实时性和准确性。在滤波处理过程中利用FFT算法，可以避免高频噪声干扰系统运行，同时可以将目标信号的关键特征保留下来，利用这种信号处理方法，可以使系统的信噪比得以提高，同时可以为后续的分析算法输入高质量的数据。

### 1.3 分析算法原理

分析算法的设计关系到电声产品快速检测系统的检测结果精准性和工作效率。当前常用的分析算法包括频响分析，主要对电声产品的频率响应特征进行评估，也可以利用失真度计算对非线性失真程度进行评估。在频响分析过程中，可以利用虚拟声级计测试系统分析声音信号的频域，确定这一信号频谱分布规律<sup>[2]</sup>。此外可以利用耳声发射综合检测系统，可以分段处理连续信号，还可以叠加平均多段频谱，将目标频点突出，可以规避背景噪声的干扰。在失真度计算过程中，利用总谐波失真算法，对输入和输出信号的频谱差异性进行对比分析，确定电声产品失真情况。合理设计和优化这些分析算法，可以使系统检测精准性得以提高，同时可以优化评估电声产品的性能。

## 2 电声产品快速检测系统的设计与实现

### 2.1 电声检测系统总体设计

#### (1) 电声检测系统总体设计方案

HighSystemQC系统可以快速检测电声产品质量，利用该系统可以及时检测电声产品的谐振频率和灵敏度以及极性等参数，有利于保障扬声器等电声产品质量。下图1为HighSystemQC系统示意图。

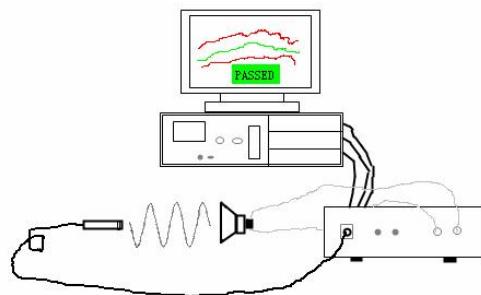


图 1 HighSystemQC 系统示意图

## (2) 电声检测系统结构原理

HighSystemQC 系统运行过程中，利用计算机声卡输出端向音频测试仪传输激励信号，利用内置功率放大器向待测器件反馈放大之后的信号。利用传声器可以转化待测器的声信号为电信号，再利用音频测试仪放大信号，利用声卡在计算机中采集待测器件相应信号数据，计算机完成数据处理之后，对该器件的电声参数进行精准计算，因此判断器件质量<sup>[3]</sup>。用户可以对质量管理的上下限参数合理设定，系统可以自动化比较分析待测器件参数和上下限参数，自动化判断扬声器是否合格。

## 2.2 系统硬件

### (1) 传感器选型

在电声产品快速检测系统设计中，要合理选择传感器，有利于高效地采集信号，同时可以保障信号精度。驻极体电容式声音传感器具有较高的灵敏度，利用驻极体模块振动来转换声波和电信号，在对外部环境噪声检测中适合利用这一传感器。MEMS 传声器具有较小的体积，实际应用中不会产生较大的功耗，同时具有较高的集成化，当前广泛应用于便携式产品中，在噪声检测系统中可以推广利用。压电式传感器具有较快的响应速度，但是该设备不利于采集低频信号，因此主要是在特定场景中用来检测高频信号。

以检测工作需求为基础，选择的核心传感器件为 MEMS 传声器，该设备的信噪比和稳定性比较高，还可以多通道的并行采集数据。此外该设备利用成熟的封装工艺，可以降低环境噪声的负面影响<sup>[4]</sup>。因此在电声产品快速检测系统中适合利用 MEMS 传声器，负责采集信号，有利于提高检测结果的精准性。

### (2) 数据采集卡

数据采集卡负责对传感器和上位机进行连接，可以转化模拟信号为数字信号，为后续处理工作提供便利。在选择数据采集卡的时候，需要对其采样率和分辨率以及通道数量等进行综合考虑。例如 NI USB-6001 数据采集卡的投资较低，而且具有较高的采样率，主要负责采集中低频信号。如果对精度需求较高，可以利用 NI 9234 采集卡，可以通过 4 通道同步完成采样工作，而且可以

保障采样率，同时配置滤波器，可以提高信号的真实度。

对数据采集卡和传感器的连接电路搭建中，要注意合理设计信号调理电路。因为传感器输出信号相对较弱，因此需要利用放大电路增强信号<sup>[5]</sup>。为了将高频噪声的干扰去除，可以配置低通滤波器，使整体信号质量得以保障。可以利用 EPP 模式采集电磁声数据，可以高效地传输数据。

### (3) 测量放大模块

测量放大电路可以对微弱信号进行放大，可以使测量精准性得以提高，而且具有较高的稳定性。测量放大电路主要包括稳压电路和线路放大以及传感器放大等。测量放大器的输入阻抗和公模抑制比较高，调整过程非常简单，而且具有较小的输出电阻，因此在数据采集系统中广泛利用，可以优化放大电路的性能。

#### ① 线路放大器

并联两个同相放大器，因此形成平衡对称差动输入级，差模输入电压直接影响到差动输出和差模增益，在两端可以相互抵消公模输出、偏移以及失调，因此可以提高放大电路的共模抑制能力，同时无需对外部电阻进行匹配<sup>[6]</sup>。为了降低偏置电路的干扰，需要统一电阻取值。在设计过程中，需要提高电路的增益调节能力，可以利用继电器切换增益调节，利用不同的电阻，可以实现增益切换工作。形成的输出级为双端输入单端输出，对公模信号发挥抑制作用，公模抑制比因此得以提高。

#### ② 传声器放大电路

测量放大电路在切换增益阶段需要发挥出继电器的作用，在差动放大输出级布置精密可调节的电阻，通过开展调节工作，可以满足精度要求，输入失调电压和偏移因此得以显著的降低。

### (4) 其他硬件设备

电声产品快速检测系统中，控制器和存储设备发挥重要的作用，控制器负责对不同设备的工作状态进行协调，同时可以顺利推行各种复杂的算法。CORTEX M0 控制器的能耗较低，整体性能良好，可以实时检测噪声。此外可以对多种通信协议给予支持，有利于提高整体监测水平。

存储设备负责对采集的数据进行存储，提高后续查询和分析的便利性。在电声产品快速检测系统中可以利用 SD 卡，不仅具备较大的容量，同时可以快速完成数据读写工作，拓展难度较低<sup>[7]</sup>。对超限异常数据检测中，系统将会自动在 SD 卡中保存相关数据，再利用上位机软件分析数据。此外为了保障系统运行的稳定性，还可以利用锂电池供电系统，降低外部电源的依赖度。总之搭配不同的硬件，可以保障电声产品快速检测系统运行的高效性。

## 2.3 系统软件

### (1) 合理选择编程语言

在开发电声产品快速检测系统软件的过程中，要合理选择编程语言，对整体系统开发效率和运行性能等方面形成直接影响。不同编程语言的特点和适用场景是不同的，例如可以利用 C++ 编程语言，不仅具有高效性优势，同时可以控制底层硬件，如果电声产品快速检测系统对实时性要求较高，适合利用 C++、Python 相对简单，同时具备科学的计算库，在数据分析中广泛利用。因为电声产品快速检测系统负责处理复杂的信号，并且合理集成硬件设备，可以利用 LabVIEW，因为 LabVIEW 的基础为图形化编程语言，适合开发测量和控制系统。LabVIEW 的信号处理函数和硬件驱动接口比较多，可以对整体设计流程合理简化。再加上 LabVIEW 的编程方式具有直观性特点，可以降低开发难度，此外可以发挥出 LabVIEW 的多线程处理能力，可以优化电声产品快速检测系统运行效果，快速地检测电声产品。

### (2) 设计软件功能模块

电声产品快速检测系统模块较多，相互协作各个模块可以提高检测效率。例如利用信号采集模块可以获取硬件设备的声音信号，同时可以转化为数字信号，为后续处理工作提供便利。信号采集模块运行中对采样率和采样位数等参数合理设置，有利于精准地采集信号。信号处理模块负责放大和滤波处理采集的信号，合理减少干扰因素，保障信号质量。该模块中综合利用数字信号处理算法，可以优化整体使用性能。此外可以利用数据分析模块评估信号性能，自动化生成检测结果，并且在存储库中存储。设计整体设计软件流程的过程中要利用模块化理念，有利于在日后工作中扩展和优化系统功能。

### (3) 设计人机交互界面

在电声产品快速检测系统中人机交互界面设计工作发挥重要的作用，为用户提供操作平台，使其便利地配置系统和调整参数，因此在界面设计过程中，要保证用户便利地操作系统。用户可以结合实际工作需求合理设置采样频率等参数，此外可以利用波形图和频谱图等方式将检测信号的状态展示出来，方便用户确定信号的质量。用户还可以查询历史记录数据，也可以结合工作需求导出和打印数据<sup>[8]</sup>。此外在人机交互界面中还可以发挥出报警作用，如果检测结果超过阈值，将会发出警报，同时可以对问题发生原因进行分析。利用人机交互设计方式，可以保障整体检测效率，同时可以提高检测结果的精准性，优化系统使用效果。

## 2.4 系统测试和调试

### (1) 系统测试

在系统测试中可以利用黑盒测试和白盒测试。黑盒测试主要是对软件外部特性进行检测，不涉及软件设计，以终端用户为基础，在外部对软件对各种功能、性能进行测试。白盒测试可以直接测试和修改以及复测软件的源程序，在测试过程中直接涉及源程序，要求工程师深入了解软件结构和逻辑等，同时要明确源程序编程语言。

### (2) 系统调试

为了有序开展调试工作，可以依次开展模块调试子系统调试以及总调试。在模块调试中，保障不同模块运行的正常性。子系统调试指的是利用接口程序结合经过调试的不同模块，调试形式为子系统，对不同模块的通信和协调进行合理调试。总调试过程可以及时发现系统设计中存在的问题，保证系统功能符合要求。

## 3 结束语

本文主要分析了电声产品快速检测系统的设计与实现工作，对实际工作的开展提供参考，有利于高效地检测电声产品，同时可以保障检测精度，该系统可以及时综合评估多项性能指标，同时具备稳定性和功能性等优势，可以为产品质控工作奠定基础。

## 参考文献

- [1] 叶绪娟. 无线通信技术在电声设备中的融合与发展 [J]. 电声技术, 2025, 49(08): 166-168.
- [2] 王显强, 李娜. 基于电声传感技术的注塑工艺过程监控与优化研究 [J]. 电声技术, 2024, 48(10): 141-143.
- [3] 赖璐莹. 食品安全快速检测产品评价标准体系构建 [J]. 中外食品工业, 2024, (19): 37-39.
- [4] 邱碧波, 郑建敏. 石油产品质量快速检测技术的需求与发展研究 [J]. 石化技术, 2024, 31(07): 319-320+269.
- [5] 谢俊平, 肖毅美, 吴文玲, 等. 水产品中地西洋胶体金快速检测卡产品性能评估 [J]. 农产品加工, 2024, (13): 71-74+79.
- [6] 俞连水, 孙占秀, 刘洪齐, 等. 热轧带肋钢筋重量偏差快速检测设备的研发与应用 [J]. 山西冶金, 2024, 47(06): 19-22.
- [7] 戴海霞. 基于人工智能的电声设备设计与优化策略 [J]. 电声技术, 2024, 48(02): 119-121.
- [8] 高楠. 电声产品音质主观评价用节目源的编辑 [J]. 演艺科技, 2021, (10): 23-29.

作者简介：曾劲峰（1972.07-），男，汉族，广东省江门市台山市人，本科，质量工程师，研究方向：电器产品检验检测。