(19)国家知识产权局

(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 114354765 B
(45)授权公告日 2024.06.14

(21)申请号 202111462472.5
(22)申请日 2021.12.02
(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 114354765 A
(43)申请公布日 2022.04.15
(73)专利权人 中国核电工程有限公司
地址 100840 北京市海淀区西三环北路117号
专利权人 长沙鹏翔电子科技有限公司
(72)发明人 张雷 陈卫军 魏华彤 夏增辉 王欢
(74)专利代理机构 北京天悦专利代理事务所(普通合伙) 11311
专利代理师 任晓航
(51)Int.Cl.
G01N 29/24(2006.01)
G01N 29/14(2006.01)
(56)对比文件
CN 104883147 A,2015.09.02
CN 109459500 A,2019.03.12
审查员 牛琳

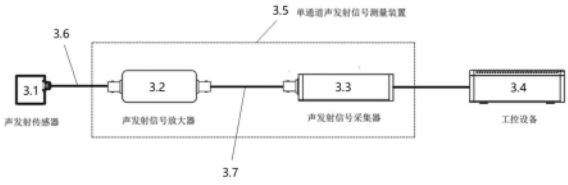
权利要求书3页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种核电站用单通道声发射信号采集装置

(57)摘要

本发明属于核工业数据采集技术领域,具体涉及一种核电站用单通道声发射信号采集装置,用于将辐射区的声发射传感器(3.1)发射的声发射信号收集并传送给辐射区之外的工控设备(3.4),包括设有声发射信号放大器(3.2)的声发射信号采集器(3.3),声发射信号放大器(3.2)与声发射传感器(3.1)连接,用于将声发射传感器(3.1)发出的声发射信号进行放大;声发射信号采集器(3.3)与工控设备(3.4)连接,用于采集声发射信号放大器(3.2)放大后的声发射信号进行计算分析并将结果传送给工控设备(3.4)。本发明为核电站提供了一种单通道分布式声发射信号采集方案,解决声发射数据网络传输和声发射设备分布式布置的问题,也同样适用于具有类似需求对象。



CN 114354765 B

1.一种核电站用单通道声发射信号采集装置,用于将辐射区的声发射传感器(3.1)发射的声发射信号收集并传送给辐射区之外的工控设备(3.4),其特征是:包括设有声发射信号放大器(3.2)的声发射信号采集器(3.3),所述声发射信号放大器(3.2)与所述声发射传感器(3.1)连接,用于将所述声发射传感器(3.1)发出的所述声发射信号进行放大;所述声发射信号采集器(3.3)与所述工控设备(3.4)连接,用于采集所述声发射信号放大器(3.2)放大后的所述声发射信号进行计算分析并将结果传送给所述工控设备(3.4);

所述声发射信号采集器(3.3)的机壳(2.10)内部包括串联的幻象电源模块(4.1)、高通电路模块(4.2)、低通电路模块(4.3)、差分驱动电路模块(4.4)、ADC芯片(4.5)、FPGA+ARM一体化集成电路(4.6)和SD卡(4.13);

所述FPGA+ARM一体化集成电路(4.6)由FPGA芯片(4.7)、第一ARM芯片(4.8)和网络控制模块(4.9)构成;所述FPGA芯片(4.7)和所述网络控制模块(4.9)连接到所述第一ARM芯片(4.8);所述FPGA芯片(4.7)与所述ADC芯片(4.5)连接;所述第一ARM芯片(4.8)与所述SD卡(4.13)连接;

还包括第二ARM芯片(4.10)、人机接口模块(4.11)和电源模块(4.12),所述第二ARM芯片(4.10)与所述第一ARM芯片(4.8)、所述人机接口模块(4.11)和所述电源模块(4.12)连接;所述电源模块(4.12)还连接所述幻象电源模块(4.1)并与外部的电源连接;

所述FPGA芯片(4.7)用于实施所述ADC芯片(4.5)的AD转换所需的时序,同时承担并行运算,运算结果传送给所述第一ARM芯片(4.8);所述FPGA芯片(4.7)能够实现声发射特征参数、波形和波形流的实时提取和传输;

在所述声发射信号采集器(3.3)的设备驱动上,底层驱动采用C语言编写,封装了动态库信息模块、设备控制模块、数据处理模块、异常处理模块,生成独立的DLL动态库,能够通过LabVIEW或C++语言进行业务功能开发;

所述动态库信息模块,用于获取接口版本、获取接口说明文档以及接口初始化;

所述设备控制模块,用于打开设备、关闭设备、设置采集参数、读取采集参数、开始采集、停止采集、开启/关闭单个通道采集;

所述数据处理模块,用于数据查询、获取参数、获取波形、解析参数、解析波形;

所述异常处理模块,用于重连设备、重启设备、设置/获取设备IP、获取设备状态;

在数据传输类型和通讯方式上,数据传输类型包括声发射特征参数、声发射波形参数以及声发射实时数据流;

所述声发射特征参数包括幅度、能量、到达时间、振铃技术、上升时间、阻尼;

所述声发射波形参数是指截取一段声发射实时数据流波形进行传输;

所述声发射实时数据流是指连续的声发射数据,数据不间断,数据量大,数据传输占用网络带宽高。

2.如权利要求1所述的一种核电站用单通道声发射信号采集装置,其特征是:所述声发射信号放大器(3.2)采用纯模拟电路,能够耐辐射,无需单独的外部电源供电;所述声发射信号放大器(3.2)上设置BNC信号输入端(1.2)和BNC信号输出端(1.3)。

3.如权利要求2所述的一种核电站用单通道声发射信号采集装置,其特征是:所述声发射信号放大器(3.2)通过声发射信号采集通道(3.6)与所述声发射传感器(3.1)连接,所述声发射信号采集通道(3.6)连接在所述BNC信号输入端(1.2)上;所述声发射信号放大器

(3.2)通过信号传输通路(3.7)与所述声发射信号采集器(3.3)连接,所述信号传输通路(3.7)连接在所述BNC信号输出端(1.3)上。

4.如权利要求3所述的一种核电站用单通道声发射信号采集装置,其特征是:

所述声发射信号采集器(3.3)的机壳(2.10)外部设置电源拨键开关(2.1)、电源接线端子(2.2)、声发射信号BNC接入口(2.3)、同步信号BNC接入口(2.4)、SD卡槽(2.5)、电源指示灯(2.6)、通讯指示灯(2.7)、RJ45网络接口(2.8)和散热口(2.9);

所述电源拨键开关(2.1)和所述电源接线端子(2.2)用于电源接入和通断控制;

所述声发射信号BNC接入口(2.3)用于与所述BNC信号输出端(1.3)连接,用于采集放大后的所述声发射信号;

所述同步信号BNC接入口(2.4)用于同步不同的所述声发射信号采集器(3.3)之间信号采集的时间;

所述SD卡槽(2.5)用于存储异常声发射数据,用于故障溯源;

所述RJ45网络接口(2.8)用于与所述工控设备(3.4)通讯。

5.如权利要求4所述的一种核电站用单通道声发射信号采集装置,其特征是:

所述幻象电源模块(4.1)通过所述信号传输通路(3.7)为所述声发射信号放大器(3.2)提供幻象激励电源;

所述高通电路模块(4.2)和所述低通电路模块(4.3)用于对放大后的所述声发射信号进行过滤,滤除通频带之外的杂散信号;所述通频带是指高通频率和低通频率之间的频带;

所述差分驱动电路模块(4.4)用于将过滤后的所述声发射信号变化为AD转换所需要的全差分信号;

所述ADC芯片(4.5)用于AD转换,将所述差分驱动电路模块(4.4)转化的所述全差分信号转化为数字信号;所述ADC芯片(4.5)的采样精度为24位,2.5Msps通道采样率;

所述FPGA+ARM一体化集成电路(4.6)还用于接收所述同步信号BNC接入口(2.4)传送的同步信号,进而实现同步不同的所述声发射信号采集器(3.3)之间信号采集的时间;

所述第一ARM芯片(4.8)用于将所述ADC芯片(4.5)送来的所述数字信号以及所述FPGA芯片(4.7)送来的所述运算结果按通信协议打包,经所述网络控制模块(4.9)从所述RJ45网络接口(2.8)与所述工控设备(3.4)通讯;

所述网络控制模块(4.9)的数据传输采用千兆网接口,支持交换机同步采集,支持GPS授时同步;

所述第二ARM芯片(4.10)用于对所述人机接口模块(4.11)和所述电源模块(4.12)进行控制,从而实现电源管理以及其他外设的控制;所述第二ARM芯片(4.10)与所述FPGA+ARM一体化集成电路(4.6)并行运行。

6.如权利要求5所述的一种核电站用单通道声发射信号采集装置,其特征是:

所述声发射信号采集器(3.3)采用单一电源供电,内部电路采用DC-DC开关电源为每级电路供电;其中,为模拟电路供电的开关电源采用工作频率2MHz的DC-DC开关电源,其工作频率远大于所述声发射信号放大器(3.2)传送来的待采集的所述声发射信号的频率,电源噪音通过所述低通电路模块(4.3)滤除,并在其后接入自身噪音低于15uV的低噪音的电压稳压器,为所述模拟电路提供纯净的供电电源;

所述声发射信号放大器(3.2)的电采用幻象电源供电,所述声发射信号采集器(3.3)和

所述声发射信号放大器(3.2)之间的所述信号传输通路(3.7)为单根同轴电缆,同时传输直流供电和交流信号,在所述BNC信号输出端(1.3)使用电阻实施供电电源和输入信号的叠加,此电阻既是所述声发射信号放大器(3.2)的负载电阻,也是所述声发射信号采集器(3.3)的输入电阻,阻值为52.3Ω,使所述声发射信号采集器(3.3)的输入噪音的平均值小于等于18dB;与所述信号传输通路(3.7)连接的所述声发射信号BNC接入口(2.3)的内部使用LC电路实现电源分离和输出信号叠加,实现所述声发射信号采集器(3.3)向所述声发射信号放大器(3.2)供电以及所述声发射信号放大器(3.2)向所述声发射信号采集器(3.3)传送所述声发射传感器的所述声发射信号。

7.如权利要求6所述的一种核电站用单通道声发射信号采集装置,其特征是:所述声发射信号采集器(3.3)的信号带宽为20KHz-400KHz,在所述信号带宽之外的其他信号采用滤波器进行衰减和滤除,设有所述高通电路模块(4.2)滤除20KHz以下的音频干扰信号,400KHz的所述低通电路模块(4.3)滤除高频干扰信号,所述电源模块(4.12)设有共模电感滤除共模干扰,其他输入端使用磁环抑制高频干扰;对于所述信号带宽内的干扰信号,采用软件手段对不符合声发射特征的干扰信号进行拦截。

一种核电站用单通道声发射信号采集装置

技术领域

[0001] 本发明属于核工业数据采集技术领域,具体涉及一种核电站用单通道声发射信号采集装置。

背景技术

[0002] 声发射是材料中因裂缝扩展、塑性变形或相变等引起应变能快速释放而产生的应力波现象。利用接收声发射信号研究材料、动态评价结构的完整性称为声发射检测技术。由于声发射技术先进性,目前已在核电站进行推广应用,核电站在管道泄漏、容器检测、裂纹检测等领域逐步采用声发射检测技术。

[0003] 声发射信号频率通常可以达到几百KHz,声发射信号的采集频率要求一般在1MHz以上。受到声发射应用市场限制,声发射信号采集设备目前主要采用PCI、PCIE、PXI接口的采集板卡进行采集。部分声发射公司的声发射采集卡内置声发射信号特征参数计算功能,可将声发射特征参数或波形参数发给工控机软件进行二次应用,而大部分常规采集卡只能完成声发射信号的高频采集,而无法完成声发射特征参数的计算,需要由上位机软件完成,由于声发射信号特征参数计算专业性强,极大增加了上位机软件开发难度,同时也会增加上位机软件的计算负荷。

[0004] 声发射技术在核电站实施过程中,采用声发射采集卡集中采集的方式,需要部署大量采集电缆,增加了施工难度和成本,后期声发射测量通道增减的灵活性、可扩展性、操作便捷性也受到限制。随着边缘计算技术和网络化技术的发展,核电站数据采集方式正在从集中采集向分布式采集转变,声发射信号采集方式也依托于边缘技术水平的提高、以太网传输技术的发展以及芯片计算能力的提升向着边缘层分布式采集转变。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种可以用于核电站的分布式声发射信号采集装置,该采集装置可布置在核辐射区域内的声发射传感器附近,具有耐受核辐射特性,可远距离传输声发射信号,并对声发射信号进行采集和计算分析。

[0006] 为达到以上目的,本发明采用的技术方案是一种核电站用单通道声发射信号采集装置,用于将辐射区的声发射传感器发射的声发射信号收集并传送给辐射区之外的工控设备,其中,包括设有声发射信号放大器的声发射信号采集器,所述声发射信号放大器与所述声发射传感器连接,用于将所述声发射传感器发出的所述声发射信号进行放大;所述声发射信号采集器与所述工控设备连接,用于采集所述声发射信号放大器放大后的所述声发射信号进行计算分析并将结果传送给所述工控设备。

[0007] 进一步,所述声发射信号放大器采用纯模拟电路,能够耐辐射,无需单独的外部电源供电;所述声发射信号放大器上设置BNC信号输入端和BNC信号输出端。

[0008] 进一步,所述声发射信号放大器通过声发射信号采集通道与所述声发射传感器连接,所述声发射信号采集通道连接在所述BNC信号输入端上;所述声发射信号放大器通过信

号传输通路与所述声发射信号采集器连接,所述信号传输通路连接在所述BNC信号输出端上。

[0009] 进一步,

[0010] 所述声发射信号采集器的机壳外部设置电源拨键开关、电源接线端子、声发射信号BNC接入口、同步信号BNC接入口、SD卡槽、电源指示灯、通讯指示灯、RJ45网络接口和散热口;

[0011] 所述电源拨键开关和所述电源接线端子用于电源接入和通断控制;

[0012] 所述声发射信号BNC接入口用于与所述BNC信号输出端连接,用于采集放大后的所述声发射信号;

[0013] 所述同步信号BNC接入口用于同步不同的所述声发射信号采集器之间信号采集的时间;

[0014] 所述SD卡槽用于存储异常声发射数据,用于故障溯源;

[0015] 所述RJ45网络接口用于与所述工控设备通讯。

[0016] 进一步,

[0017] 所述声发射信号采集器的机壳内部包括串联的幻象电源模块、高通电路模块、低通电路模块、差分驱动电路模块、ADC芯片、FPGA+ARM一体化集成电路和SD卡;

[0018] 所述FPGA+ARM一体化集成电路由FPGA芯片、第一ARM芯片和网络控制模块构成;所述FPGA芯片和所述网络控制模块连接到所述第一ARM芯片;所述FPGA芯片与所述ADC芯片连接;所述第一ARM芯片与所述SD卡连接;

[0019] 还包括第二ARM芯片、人机接口模块和电源模块,所述第二ARM芯片与所述第一ARM芯片、所述人机接口模块和所述电源模块连接;所述电源模块还连接所述幻象电源模块并与外部的电源连接。

[0020] 进一步,

[0021] 所述幻象电源模块通过所述信号传输通路为所述声发射信号放大器提供幻象激励电源;

[0022] 所述高通电路模块和所述低通电路模块用于对放大后的所述声发射信号进行过滤,滤除通频带之外的杂散信号;所述通频带是指高通频率和低通频率之间的频带;

[0023] 所述差分驱动电路模块用于将过滤后的所述声发射信号变化为AD转换所需要的全差分信号;

[0024] 所述ADC芯片用于AD转换,将所述差分驱动电路模块转化的所述全差分信号转化为数字信号;所述ADC芯片的采样精度为24位,2.5Msps通道采样率;

[0025] 所述FPGA+ARM一体化集成电路还用于接收所述同步信号BNC接入口传送的同步信号,进而实现同步不同的所述声发射信号采集器之间信号采集的时间;

[0026] 所述FPGA芯片用于实施所述ADC芯片的AD转换所需的时序,同时承担并行运算,运算结果传送给所述第一ARM芯片;所述FPGA芯片能够实现声发射特征参数、波形和波形流的实时提取和传输;

[0027] 所述第一ARM芯片用于将所述ADC芯片送来的所述数字信号以及所述FPGA芯片送来的所述运算结果按通信协议打包,经所述网络控制模块从所述RJ45网络接口与所述工控设备通讯;

[0028] 所述网络控制模块的数据传输采用千兆网接口,支持交换机同步采集,支持GPS授时同步;

[0029] 所述第二ARM芯片用于对所述人机接口模块和所述电源模块进行控制,从而实现电源管理以及其他外设的控制;所述第二ARM芯片与所述FPGA+ARM一体化集成电路并行运行。

[0030] 进一步,电源设计

[0031] 所述声发射信号采集器采用单一电源供电,内部电路采用DC-DC开关电源为每级电路供电;其中,为模拟电路供电的开关电源采用工作频率2MHz的DC-DC开关电源,其工作频率远大于所述声发射信号放大器传送来的待采集的所述声发射信号的频率,电源噪音通过所述低通电路模块滤除,并在其后接入自身噪音低于15uV的低噪音的电压稳压器,为所述模拟电路提供纯净的供电电源;

[0032] 所述声发射信号放大器的电采用幻象电源供电,所述声发射信号采集器和所述声发射信号放大器之间的所述信号传输通路为单根同轴电缆,同时传输直流供电和交流信号,在所述BNC信号输出端使用电阻实施供电电源和输入信号的叠加,此电阻既是所述声发射信号放大器的负载电阻,也是所述声发射信号采集器的输入电阻,阻值为52.3Ω,使所述声发射信号采集器的输入噪音的平均值小于等于18dB;与所述信号传输通路连接的所述声发射信号BNC接入口的内部使用LC电路实现电源分离和输出信号叠加,实现所述声发射信号采集器向所述声发射信号放大器供电以及所述声发射信号放大器向所述声发射信号采集器传送所述声发射传感器的所述声发射信号。

[0033] 进一步,滤波和抗干扰设计

[0034] 所述声发射信号采集器的信号带宽为20KHz-400KHz,在所述信号带宽之外的其他信号采用滤波器进行衰减和滤除,设有所述高通电路模块滤除20KHz以下的音频干扰信号,400KHz的所述低通电路模块滤除高频干扰信号,所述电源模块设有共模电感滤除共模干扰,其他输入端使用磁环抑制高频干扰;对于所述信号带宽内的干扰信号,采用软件手段对不符合声发射特征的干扰信号进行拦截。

[0035] 进一步,组态和设置功能设计

[0036] 在声发射信号采集器的设备驱动上,底层驱动采用C语言编写,封装了动态库信息模块、设备控制模块、数据处理模块、异常处理模块,生成独立的DLL动态库,能够通过LabVIEW或C++语言进行业务功能开发;

[0037] 所述动态库信息模块,用于获取接口版本、获取接口说明文档以及接口初始化;

[0038] 所述设备控制模块,用于打开设备、关闭设备、设置采集参数、读取采集参数、开始采集、停止采集、开启/关闭单个通道采集;

[0039] 所述数据处理模块,用于数据查询、获取参数、获取波形、解析参数、解析波形;

[0040] 所述异常处理模块,用于重连设备、重启设备、设置/获取设备IP、获取设备状态。

[0041] 进一步,在数据传输类型和通讯方式上,

[0042] 数据传输类型包括声发射特征参数、声发射波形参数以及声发射实时数据流;

[0043] 所述声发射特征参数包括幅度、能量、到达时间、振铃技术、上升时间、阻尼;

[0044] 所述声发射波形参数是指截取一段声发射实时数据流波形进行传输;

[0045] 所述声发射实时数据流是指连续的声发射数据,数据不间断,数据量大,数据传输

占用网络带宽高。

[0046] 本发明的有益效果在于：

[0047] 1.为核电站提供了一种核电站用单通道分布式声发射信号采集装置,解决声发射数据网络传输和声发射设备分布式布置的问题,也同样适用于具有类似需求对象。

[0048] 2.本发明为单通道设计,体积小巧,可布置在声发射传感器附近,能够耐受核辐射。

附图说明

[0049] 图1是本发明具体实施方式中所述的声发射信号放大器3.2的正视图；

[0050] 图2是本发明具体实施方式中所述的声发射信号放大器3.2的侧视图；

[0051] 图3本发明具体实施方式中所述的声发射信号放大器3.2的立体视图；

[0052] 图4是本发明具体实施方式中所述的声发射信号采集器3.3的正视图；

[0053] 图5是本发明具体实施方式中所述的声发射信号采集器3.3的的侧视图；

[0054] 图6是本发明具体实施方式中所述的声发射信号采集器3.3的的正视图；

[0055] 图7是本发明具体实施方式中所述的一种核电站用单通道声发射信号采集装置3.5的示意图(与声发射传感器3.1以及工控设备3.4连接)；

[0056] 图8是本发明具体实施方式中所述的声发射信号采集器3.3的硬件原理框图；

[0057] 图中:1.1-壳体,1.2-BNC信号输入端,1.3-BNC信号输出端,1.4-安装底板,2.1-电源拨键开关,2.2-电源接线端子,2.3-声发射信号BNC接入口,2.4-同步信号BNC接入口,2.5-SD卡槽,2.6-电源指示灯,2.7-通讯指示灯,2.8-RJ45网络接口,2.9-散热口,2.10-机壳,2.11-底部安装孔,3.1-声发射传感器,3.2-声发射信号放大器,3.3-声发射信号采集器,3.4-工控设备,3.5-单通道声发射信号采集装置,3.6-声发射信号采集通道,3.7-信号传输通路,4.1-幻象电源模块,4.2-高通电路模块,4.3-低通电路模块,4.4-差分驱动电路模块,4.5-ADC芯片,4.6-FPGA+ARM一体化集成电路,4.7-FPGA芯片,4.8-第一ARM芯片,4.9-网络控制模块,4.10-第二ARM芯片,4.11-人机接口模块,4.12-电源模块,4.13-SD卡。

具体实施方式

[0058] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步描述。

[0059] 本发明提供的一种核电站用单通道声发射信号采集装置(如图7所示),用于将辐射区的声发射传感器3.1发射的声发射信号收集并传送给辐射区之外的工控设备3.4(既上位机),其中,包括设有声发射信号放大器3.2的声发射信号采集器3.3,声发射信号放大器3.2与声发射传感器3.1连接,用于将声发射传感器3.1发出的声发射信号进行滤波放大;声发射信号采集器3.3与工控设备3.4连接,用于采集声发射信号放大器3.2放大后的声发射信号进行计算分析并将结果传送给工控设备3.4,声发射信号放大器3.2与声发射信号采集器3.3的输出间距可达200米以上,通过分散布置,声发射信号采集器3.3可分体安装在非辐射区域。

[0060] 在安装方式上,声发射信号放大器3.2应安装在就地箱内,通过安装底板1.4上的底部安装孔固定在就地箱安装背板上;声发射信号采集器3.3安装在就地箱内,通过底部安装孔2.11固定在L型支板水平面上,L型支板垂直面固定在就地箱安装背板上。

[0061] 声发射信号放大器3.2采用纯模拟电路,能够耐辐射,可与声发射传感器一起布置在辐射区域,无需单独的外部电源供电,而是以幻象电源方式从声发射信号采集器3.3获得直流电源,为本机电路供电;声发射信号放大器3.2(外形结构如图1、2、3所示)上设置BNC信号输入端1.2和BNC信号输出端1.3,BNC端子接口,安装方便、快捷、牢固。

[0062] 声发射信号放大器3.2通过声发射信号采集通道3.6与声发射传感器3.1连接,也可与主流厂家的压电型声发射传感器配套使用,声发射信号采集通道3.6连接在BNC信号输入端1.2上;声发射信号放大器3.2通过信号传输通路3.7与声发射信号采集器3.3连接,信号传输通路3.7连接在BNC信号输出端1.3上。

[0063] 声发射信号采集器3.3(外形结构如图4、5、6所示)的机壳2.10外部设置电源拨键开关2.1、电源接线端子2.2、声发射信号BNC接入口2.3、同步信号BNC接入口2.4、SD卡槽2.5、电源指示灯2.6、通讯指示灯2.7、RJ45网络接口2.8和散热口2.9;

[0064] 电源拨键开关2.1和电源接线端子2.2用于电源接入和通断控制;

[0065] 声发射信号BNC接入口2.3用于与BNC信号输出端1.3连接,用于采集放大后的声发射信号;

[0066] 同步信号BNC接入口2.4用于同步不同的声发射信号采集器3.3之间信号采集的时间;

[0067] SD卡槽2.5用于存储异常声发射数据,用于故障溯源;

[0068] RJ45网络接口2.8用于与工控设备3.4通讯。

[0069] 如图8所示,声发射信号采集器3.3的机壳2.10内部包括串联的幻象电源模块4.1、高通电路模块4.2、低通电路模块4.3、差分驱动电路模块4.4、ADC芯片4.5、FPGA+ARM一体化集成电路4.6和SD卡4.13;

[0070] FPGA+ARM一体化集成电路4.6由FPGA芯片4.7、第一ARM芯片4.8和网络控制模块4.9构成;FPGA芯片4.7和网络控制模块4.9连接到第一ARM芯片4.8;FPGA芯片4.7与ADC芯片4.5连接;第一ARM芯片4.8与SD卡4.13连接;

[0071] 还包括第二ARM芯片4.10、人机接口模块4.11和电源模块4.12,第二ARM芯片4.10与第一ARM芯片4.8、人机接口模块4.11和电源模块4.12连接;电源模块4.12还连接幻象电源模块4.1并与外部的电源连接(12V电源)。

[0072] 幻象电源模块4.1通过信号传输通路3.7为声发射信号放大器3.2提供幻象激励电源(直流电源);

[0073] 高通电路模块4.2和低通电路模块4.3用于对放大后的声发射信号进行过滤,滤除通频带之外的杂散信号;通频带是指高通频率和低通频率之间的频带;高通滤波是指,当频率高于设定点(高通点)时候,可以通过;低通滤波是指,当频率低于设定点(低通点)时可以通过;高通点和低通点之间作为可以通过频率的频带,简称通频带;

[0074] 差分驱动电路模块4.4用于将过滤后的声发射信号变化为AD转换所需要的全差分信号;

[0075] ADC芯片4.5用于AD转换,将差分驱动电路模块4.4转化的全差分信号转化为数字信号;ADC芯片4.5的采样精度为24位,2.5Msps通道采样率;

[0076] FPGA+ARM一体化集成电路4.6还用于接收同步信号BNC接入口2.4传送的同步信号,进而实现同步不同的声发射信号采集器3.3之间信号采集的时间;

[0077] FPGA芯片4.7用于实施ADC芯片4.5的AD转换所需的时序,同时承担第一ARM芯片4.8不擅长的并行运算,运算结果通过内部高带宽的共享数据总线传送给第一ARM芯片4.8;FPGA芯片4.7能够实现声发射特征参数、波形和波形流的实时提取和传输;

[0078] 第一ARM芯片4.8用于将ADC芯片4.5送来的数字信号以及FPGA芯片4.7送来的运算结果按通信协议打包,经网络控制模块4.9从RJ45网络接口2.8与工控设备3.4通讯;

[0079] 网络控制模块4.9的数据传输采用千兆网接口,支持交换机同步采集,支持GPS授时同步;

[0080] 第二ARM芯片4.10用于对人机接口模块4.11和电源模块4.12进行控制,从而实现电源管理以及其他外设的控制;第二ARM芯片4.10与FPGA+ARM一体化集成电路4.6并行运行,能够提高声发射信号采集器3.3的性能。

[0081] 电源设计:

[0082] 声发射信号采集器3.3采用单一电源供电,内部电路需要多种不同的供电电压,采用高效率的DC-DC开关电源为每级电路供电;其中,为模拟电路供电的开关电源采用工作频率2MHz的DC-DC开关电源,其工作频率远大于声发射信号放大器3.2传送来的待采集的声发射信号的频率,电源噪音很容易通过低通电路模块4.3滤除,并在其后接入自身噪音低于15uV的低噪音的电压稳压器,为模拟电路提供纯净的供电电源;(DC-DC开关电源在电源模块4.12中,用于为声发射信号采集器3.3中的每一个单元提供电源供应;模拟电路包括声发射信号采集器3.3中的高通电路模块4.2、低通电路模块4.3、差分驱动电路模块4.4、ADC芯片4.5)

[0083] 声发射信号放大器3.2的电采用幻象电源供电,声发射信号采集器3.3和声发射信号放大器3.2之间的信号传输通路3.7为单根同轴电缆,同时传输直流供电和交流信号,在BNC信号输出端1.3使用电阻实施供电电源和输入信号的叠加,此电阻既是声发射信号放大器3.2的负载电阻,也是声发射信号采集器3.3的输入电阻,阻值为52.3Ω,使声发射信号采集器3.3的输入噪音的平均值小于等于18dB(0dB=1uV);声发射信号采集器3.3上与信号传输通路3.7连接的声发射信号BNC接入口2.3的内部使用LC电路实现电源分离和输出信号叠加,实现声发射信号采集器3.3向声发射信号放大器3.2供电以及声发射信号放大器3.2向声发射信号采集器3.3传送声发射传感器的声发射信号。

[0084] 滤波和抗干扰设计:声发射信号采集器3.3的信号带宽为20KHz-400KHz,在信号带宽之外的其他信号采用滤波器进行衰减和滤除,设有高通电路模块4.2滤除20KHz以下的音频干扰信号,400KHz的低通电路模块4.3滤除高频干扰信号,电源模块4.12设有共模电感滤除共模干扰,其他输入端使用磁环抑制高频干扰;对于信号带宽内的干扰信号,采用软件手段对不符合声发射特征的干扰信号进行拦截。

[0085] 组态和设置功能设计:

[0086] 在声发射信号采集器3.3的设备驱动上,底层驱动采用C语言编写,封装了动态库信息模块、设备控制模块、数据处理模块、异常处理模块等,生成独立的DLL动态库,能够通过LabVIEW或C++等高级语言进行业务功能开发,满足用户复杂的及日后可能需要扩展的需求;

[0087] 动态库信息模块,用于获取接口版本、获取接口说明文档以及接口初始化;

[0088] 设备控制模块,用于打开设备、关闭设备、设置采集参数、读取采集参数、开始采

集、停止采集、开启/关闭单个通道采集；

[0089] 数据处理模块，用于数据查询、获取参数、获取波形、解析参数、解析波形；

[0090] 异常处理模块，用于重连设备、重启设备、设置/获取设备IP、获取设备状态。

[0091] 在数据传输类型和通讯方式上，数据传输类型包括声发射特征参数、声发射波形参数以及声发射实时数据流；

[0092] 声发射特征参数主要包括幅度、能量、到达时间、振铃技术、上升时间、阻尼等特征参数；

[0093] 声发射波形参数是指截取一段声发射实时数据流波形进行传输，由于声发射信号分析频段较高，截取的波形包含高频成分，通常满足数据分析的需求；

[0094] 声发射实时数据流是指连续的声发射数据，数据不间断，数据量大，数据传输占用网络带宽高，必要时在工控设备3.4带宽满足要求的前提下可采用TCP/IP协议进行数据的高速传输。

[0095] 本发明所述的装置并不限于具体实施方式中所述的实施例，本领域技术人员根据本发明的技术方案得出其他的实施方式，同样属于本发明的技术创新范围。

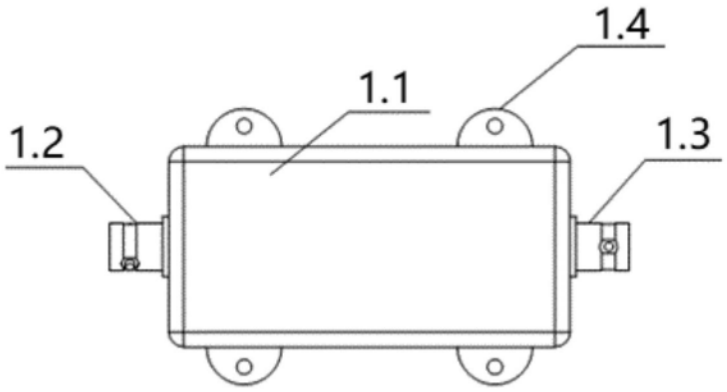


图1

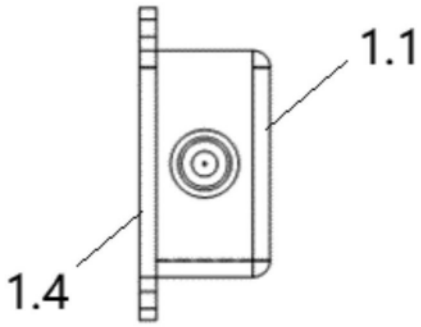


图2

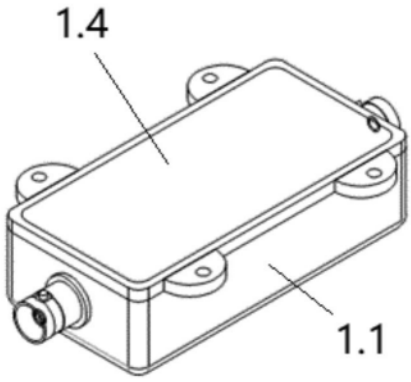


图3

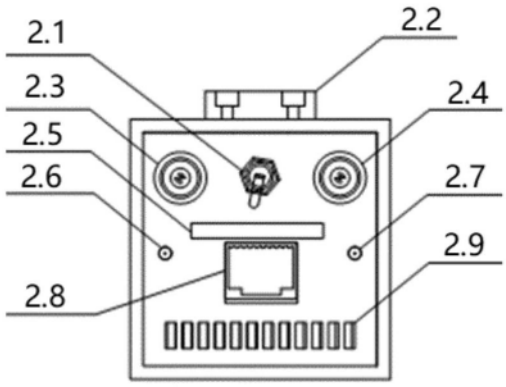


图4

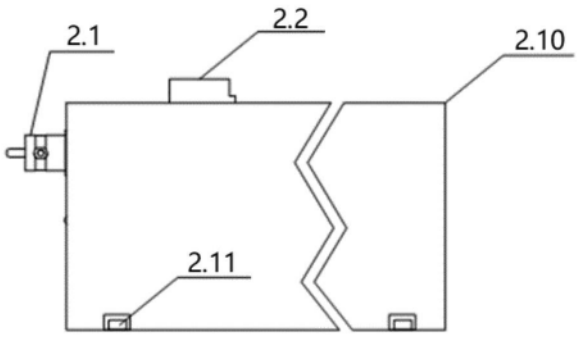


图5

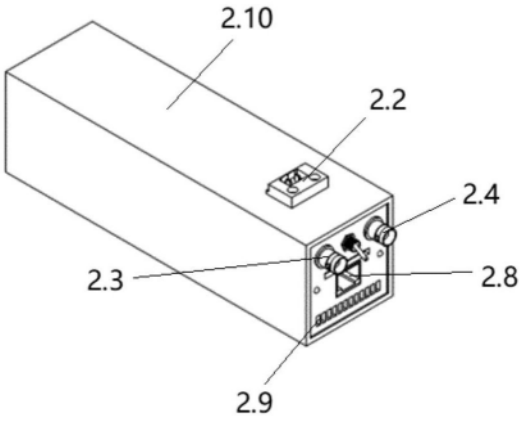


图6

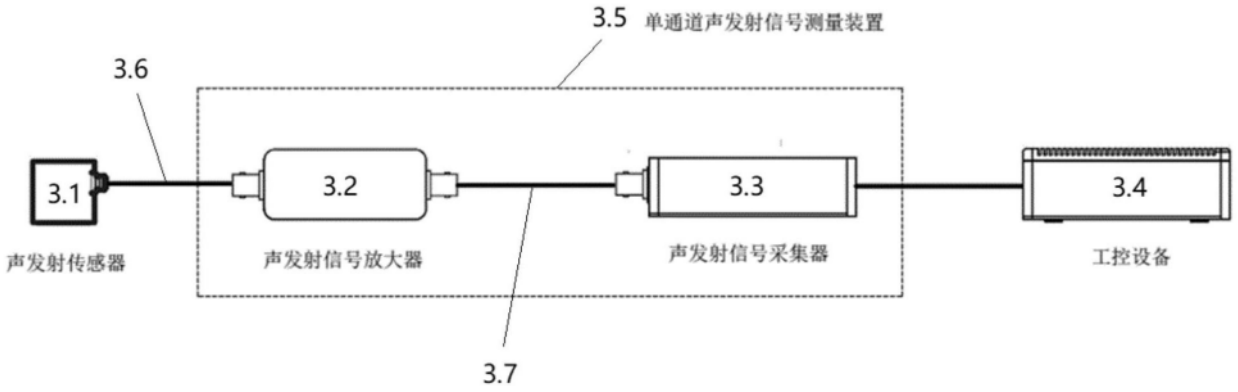

3.5 单通道声发射信号测量装置
3.6
3.1
3.2
3.3
3.4
声发射传感器
声发射信号放大器
声发射信号采集器
工控设备
3.7

图7

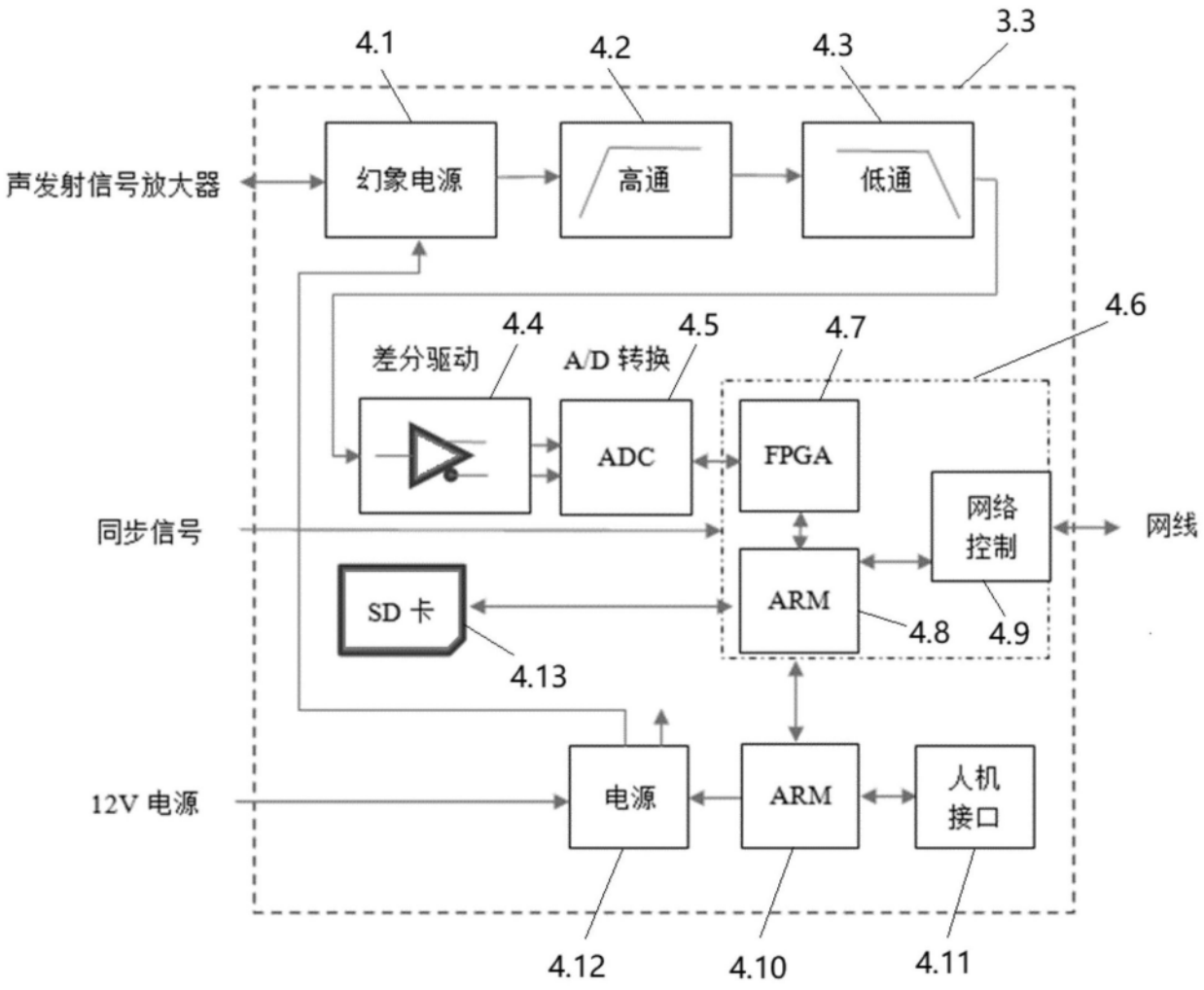

3.3
4.1
4.2
4.3
声发射信号放大器
幻象电源
高通
低通
4.6
4.4
4.5
4.7
差分驱动
A/D 转换
ADC
FPGA
网络
控制
网线
同步信号
SD 卡
ARM
4.8
4.9
4.13
12V 电源
电源
ARM
人机
接口
4.12
4.10
4.11

图8