



## (12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 209460415 U

(45)授权公告日 2019.10.01

(21)申请号 201920268588.7

(22)申请日 2019.03.04

(73)专利权人 昆明理工大学

地址 650093 云南省昆明市五华区学府路  
253号

(72)发明人 邵建龙 薛春 邵馨叶 金建辉  
刘羽升 王奕文 李重

(51)Int.Cl.

G01V 1/18(2006.01)

G01P 15/125(2006.01)

G01H 11/06(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

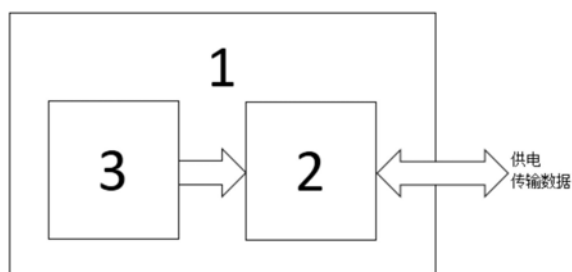
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)实用新型名称

一种次声传感器

(57)摘要

本实用新型涉及一种次声传感器,属于地震监测技术领域。本实用新型所述次声传感器包括塑料外壳、含有单片机、加速度传感器的电路板及引出线;所述电路板上加速度传感器与单片机相连,利用密封性和防水性强的塑料外壳将电路板密闭封装。本实用新型工作时,进行模式设置;安装装置;读取次声信号;次声信号去干扰;次声信号幅频转换;发送数据;循环监测。本实用新型密闭封装放置于地下或深水处,检测地下地震前兆次声。该装置具有成本低、使用方便、简单可靠、体积小、易于携带和安装等特点。



1. 一种次声传感器,其特征在于:包括塑料外壳(1)、单片机(2)、加速度传感器(3);其中加速度传感器(3)与单片机(2)相连,加速度传感器(3)与单片机(2)通过塑料外壳(1)密闭封装并埋于地下。

2. 根据权利要求1所述的次声传感器,其特征在于:所述加速度传感器(3)采用MPU-9250九轴传感器。

3. 根据权利要求1所述的次声传感器,其特征在于:所述加速度传感器(3)采用三个以正交方式摆放的模拟加速度传感器,每个模拟加速度传感器均包括低通滤波电路和放大电路。

4. 根据权利要求3所述的次声传感器,其特征在于:所述加速度传感器(3)用于采集次声信号,通过低通滤波电路将高于所需次声信号最高频率的其他信号进行滤除,经过放大电路进行信号放大,通过三个模拟加速度传感器以正交的方式进行摆放,来模拟三轴加速度传感器进行声源幅值、频率、方位的检测。

5. 根据权利要求2所述的次声传感器,其特征在于:所述加速度传感器(3)通过i2c通信与单片机(2)相连,单片机(2)采用STM32F103;其中,MPU-9250的SCL口接单片机(2)的PB5口,SDA口接单片机(2)的PB6口,VCC口接电源VCC,GND口接地。

6. 根据权利要求2所述的次声传感器,其特征在于:所述加速度传感器(3)通过SPI通信与单片机(2)相连,单片机(2)采用STM32F103;其中,MPU-9250的SCLK口接单片机(2)的PA15口,SDI口接单片机(2)的PB3口,SDO口接单片机(2)的PB4口,NCS口接单片机(2)的PB7口,VCC口接电源VCC,GND口接地。

7. 根据权利要求1所述的次声传感器,其特征在于:所述加速度传感器(3)、单片机(2)与塑料外壳(1)的连接为干性连接,并用螺丝进行固定,并将单片机(2)的供电电源和串口通过USB线导出,当次声传感器埋于超过地表5米深的地下或深水处时,USB线需要加中继器,然后将塑料外壳(1)的连接处进行热封装处理,塑料外壳(1)和USB线的连接处包裹锡纸并涂胶处理并在内部放置干燥剂并固定住,然后将装置埋于地下或深水处。

## 一种次声传感器

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种次声传感器,属于地震监测技术领域。

### 背景技术

[0002] 大地震给人类造成了极大的灾害,21世纪大地震日趋频繁,大地震的预测十分紧迫。随着人类对地震的研究越来越深入,大量研究资料表明,地震孕育过程中会向外发出地震次声波。如果能够对地震次声波的特性进行分析并监测,这将会为提前预知地震的发震时刻、震中以及震级提供很大的帮助,这也将会大大降低地震的危害,所以我们为检测大地震前兆次声波提供了一个解决方法。众多学者进行研究发现了大地震前兆次声波的特点:7级以上的大地震震前10天左右内可以接收到次声异常信号;绝大部分的次声异常信号最大声压超过100dB;地震次声波异常信号的异常频段在 $10^{-3}$ Hz量级;从频谱图的能量分布来看,能量多集中在0.0015~0.0045Hz。通过这些特性就能与其它自然次声和人工次声区分出来。现有的次声传感器体积大,成本高,使用起来较为复杂,因而导致现有的地震监测方式成本高,使用起来较为复杂,有较多干扰,所以使用次声监测方式检测地震的方法在世界上仍然是个很棘手的问题。因此,设计出一个合适的次声传感器对地震监测等方面来说是迫切需要的。

### 发明内容

[0003] 本实用新型要解决的技术问题是:本实用新型提供一种次声传感器,以用于解决现有的地震监测方式成本高,使用起来较为复杂,有较多干扰的问题。

[0004] 本实用新型技术方案是:一种次声传感器,包括塑料外壳1、单片机2、加速度传感器3;其中加速度传感器3与单片机2相连,加速度传感器3与单片机2通过塑料外壳1密封封装并埋于地下,塑料外壳1采用密封性和防水性强的塑料外壳。

[0005] 进一步地,所述加速度传感器3采用MPU-9250九轴传感器。

[0006] 进一步地,所述加速度传感器3可以用三个模拟加速度传感器代替,代替后,传感器可以根据需要添加低通滤波电路和放大电路,这样可以在模拟加速度传感器采集到次声信号后,通过低通滤波电路将高于所需次声信号最高频率的其它信号进行滤除,再经过放大电路进行信号放大,即可根据需要控制传感器的灵敏度,通过三个模拟加速度传感器以正交的方式进行摆放,来模拟三轴加速度传感器进行声源幅值、频率、方位的检测。

[0007] 进一步地,所述加速度传感器3通过i2c通信与单片机2相连,单片机2采用STM32F103;其中,MPU-9250的SCL口接单片机2的PB5口,SDA口接单片机2的PB6口,VCC口接电源VCC,GND口接地。

[0008] 进一步地,所述加速度传感器3通过SPI通信与单片机2相连,单片机2采用STM32F103;其中,MPU-9250的SCLK口接单片机2的PA15口,SDI口接单片机2的PB3口,SDO口接单片机2的PB4口,NCS口接单片机2的PB7口,VCC口接电源VCC,GND口接地。

[0009] 进一步地,所述加速度传感器3、单片机2与塑料外壳1的连接为干性连接,并用螺

丝进行固定,并将单片机2的供电电源和串口通过USB线导出,当次声传感器埋于超过地表5米深的地下或深水处时,USB线需要加中继器,然后将塑料外壳1的连接处进行热封装处理,塑料外壳1和USB线的连接处包裹锡纸并涂胶处理并在内部放置干燥剂并固定住,然后将装置埋于地下或深水处。

[0010] 一种次声传感器的工作过程如下:

[0011] A、模式设置:传感器有三种工作模式,分别是一般声音检测模式、一般次声检测模式和低频次声检测模式,一般声音检测模式的音频检测范围在20Hz到800Hz,用来检测加速度传感器3的好坏,一般次声检测模式的音频检测范围在1Hz到20Hz,用于检测地震次声,低频次声检测模式的音频检测范围在0.001Hz到0.005Hz,用于检测地震前兆次声信号,在传感器上电以后,默认的初始工作模式是低频次声检测模式,通过串口向传感器发送字符串“mode1”,工作模式将设置为一般声音检测模式,通过串口向装置发送字符串“mode2”,工作模式将设置为一般次声检测模式,通过串口向装置发送字符串“mode3”,工作模式将设置为低频次声检测模式;

[0012] B、安装装置:在工作模式设置为一般声音检测模式,检测完加速度传感器3能正常使用以后,将加速度传感器3与单片机2连接无误以后放置在密封性和防水性强的塑料外壳1内,且加速度传感器3、单片机2与塑料外壳1的连接为干性连接,并用螺丝进行固定,并将单片机2的供电电源和串口通过USB线导出,方便给装置供电和传输数据,当装置需要埋于超过地表5米深的地下或深水处时,USB线需要加中继器,然后将塑料外壳的连接处进行热封装处理,塑料外壳和USB线的连接处包裹锡纸并涂胶处理并在内部放置干燥剂并固定住,来达到防水、防潮效果,因为声音在固体和液体中传播损耗远低于在气体中传播损耗,然后将装置埋于地下或深水处,来增加装置检测次声的灵敏度,在安置好以后,再将工作模式设置为低频次声检测模式,并通过串口向装置发送字符串“RESET”,进行初始化;

[0013] C、读取次声信号:设置模式并将装置安装好以后,通过加速度传感器来读取信号,读取的值为三维直角坐标系方向上三个波动的加速度的值,由于默认使用的加速度传感器是MPU-9250九轴传感器,它是电容式加速度传感器,它的原理是当传感器处于加速度的情况下,其内部的质量块会由于惯性力导致偏移,使其内部电容的容值发生变化,通过容值的变化量来检测加速度的值,而声音的传播也是能量的传播,会造成加速度传感器内部的质量块进行受迫振动,导致其内部电容的容值发生变化,使其可以检测到加速度值,受迫振动的振幅和声源的振幅、频率有关,受迫振动的频率和声源的频率相同,在频率不变时,受迫振动的振幅和声源的振幅成正比,而声源的频率越接近受迫振动物体的固有频率,受迫振动的振幅越大,而声源的声压与声源的振幅、频率关系如下:

$$[0014] \quad P=2\pi c\rho Af$$

[0015] 其中,P为震源的声压,c是声速,rho是声源密度,A是声源的振幅,f是声源的频率,可以看出,在频率相同时,声压和声源的振幅成正比,所以在频率相同时,声压和受迫振动的振幅也成正比,而加速度传感器内部质量块在受迫振动时的振幅和其检测到波动的加速度值的幅值也成正比,所以声压和加速度传感器检测到波动的加速度值的幅值也成正比,其关系如下:

$$[0016] \quad P=ka$$

[0017] 其中P为震源的声压,a为所检测到的波动的加速度值的幅值,k为比例系数,而声

源的频率越接近受迫振动物体的固有频率,受迫振动的振幅越大,所以在不同频率下的比例系数k是不同的,而且不同的加速度传感器其比例系数k也不同,甚至传感器所处的地理位置不同,其比例系数k也不同,而且装置内部的加速度传感器与塑料外壳为干性连接,所以当检测到次声时,内部的加速度传感器的外壳和塑料外壳会率先发生受迫振动,而内部的加速度传感器的内部质量块会和塑料外壳发生受迫振动,这样也会增加传感器的灵敏度,但也会改变其比例系数k,所以需要对其进行测试,方可确定比例系数k,在传感器埋于地下或深水处以后,通过串口向装置发送字符串“record”使传感器进入录制模式,然后用一个可以产生0到0.005Hz次声波的仪器来产生压强为10Pa的次声波,从0.0015Hz开始,每隔两秒频率递增0.00015Hz,直到0.0045Hz为止,传感器会计算出这21组频率的比例系数k的值,并将其存储起来,然后通过串口向装置发送字符串“normal”使传感器重新回到低频次声检测模式,开始读取次声信号;

[0018] D、次声信号去干扰:单片机2在接收到加速度传感器3所发送来的数据以后,当加速度传感器3为MPU9250传感器时,会通过二阶低通滤波算法对三个方向上检测到的信号进行滤波计算,将超过所需频率的最大值以外的声波信号进行滤除,二阶低通滤波算法如下:

$$[0019] \quad Y_n = \frac{b}{a+b} x_n + \frac{a}{a+b} (2Y_{n-1} - Y_{n-2})$$

[0020] 其中, $Y_n$ 为本次滤波后的值, $x_n$ 为本次的采样值, $Y_{n-1}$ 为上次滤波后的值, $Y_{n-2}$ 为上上次滤波后的值, $a$ 和 $b$ 为滤波系数, $a$ 的值如下:

$$[0021] \quad a = \frac{1}{(2\pi f_H)^2}$$

[0022] 其中 $f_H$ 为截止频率,所以,只要确定截止频率,就能确定滤波系数 $a$ 的值, $b$ 的值如下:

$$[0023] \quad b = T^2$$

[0024] 其中 $T$ 为采样间隔时间,所以当程序设置好采样间隔时间以后,就能确定滤波系数 $b$ 的值,当加速度传感器3为三个以正交方式摆放的模拟加速度传感器时,直接对每个模拟加速度传感器使用低通滤波电路进行滤波,并根据需要使用放大电路,无论使用二阶低通滤波算法还是低通滤波电路,其截止频率均设置为0.0045Hz,在使用二阶低通滤波算法时,其采样频率设置为0.0096Hz;

[0025] E、次声信号幅频转换:在经过步骤D以后,单片机对滤波后的三个方向上的信号分别进行采样频率0.0096Hz、64点的FFT变换,即快速傅里叶变换,它可以把时域信号变换为频域信号,采用64点的FFT变换算法,既可保证所得信号的频率误差较低,也可保证算法拥有较低的存储量,降低对单片机的要求,每个频率所对应的幅值 $a$ 可通过以下公式求出:

$$[0026] \quad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

[0027] 其中, $a_x$ 、 $a_y$ 、 $a_z$ 为每个频率在三维直角坐标系方向上对应的三个幅值,然后把频率在0.0015Hz到0.0045Hz内的频率所对应的幅值 $a$ 乘以步骤C中所存储的相对应的比例系数 $k$ 以后,就可以得到0.0015Hz到0.0045Hz内的频率所对应的次声信号的幅值;

[0028] F、发送数据:单片机在接收到加速度传感器所发送来的数据以后,经过低通滤波算法和FFT算法之后,所得的数据为三维直角坐标系方向上的三个次声信号幅值和对应次

声信号频率,再经过算法计算可得次声信号幅值和具体的次声声源方向,用串口将测得数据进行发送;

[0029] G、循环监测:

[0030] 传感器上电并设置好工作模式且安装完毕以后,传感器会重复执行步骤C、D、E、F。

[0031] 本实用新型的有益效果是:本实用新型利用声音在固体和液体中传播损耗远低于在气体中传播损耗的原理,将装置密闭封装放置于地下或深水处,来增加装置检测次声的灵敏度,使之用较低的成本,来达到高成本高精度次声传感器的检测效果,本实用新型拥有成本低、使用方便、简单可靠、体积小、易于携带和安装等特点。

## 附图说明

[0032] 图1为本实用新型的结构框图;

[0033] 图2为本实用新型中实施例1的电路原理图;

[0034] 图3为本实用新型中实施例2的电路原理图;

[0035] 图中各标号:1-塑料外壳、2-单片机、3-加速度传感器。

## 具体实施方式

[0036] 下面结合附图和具体实施例,对本实用新型作进一步说明。

[0037] 实施例1:如图1-2所示,一种次声传感器,包括塑料外壳1、单片机2、加速度传感器3;其中加速度传感器3与单片机2相连,加速度传感器3与单片机2通过塑料外壳1密闭封装并埋于地下,塑料外壳1采用密封性和防水性强的塑料外壳。

[0038] 进一步地,所述加速度传感器3采用MPU-9250九轴传感器。

[0039] 进一步地,所述加速度传感器3通过i2c通信与单片机2相连,单片机2采用STM32F103;其中,MPU-9250的SCL口接单片机2的PB5口,SDA口接单片机2的PB6口,VCC口接电源VCC,GND口接地。

[0040] MPU-9250九轴传感器(即U2)与单片机2(即U1)通过一根数据线和一根时钟线来通信的,单片机U1在总线上产生时钟脉冲、寻址信号、数据信号,而MPU-9250九轴传感器U2则以串行方式将地址线、数据线、控制线合为一根串行传输数据的信号线,这种方式信号线少、电路连接简单、节省系统资源和电路板面积;外接的AX5043无线传输模块(即U3)与单片机U1通过串口的方式连接,而且另一个AX5043无线传输模块通过串口的方式与上位机连接,上位机既可以是计算机,也可以是其他的CPU器件,使得该装置既可作为一个独立的系统,也可以作为一个传感器模块来参与到其他的系统里。

[0041] 进一步地,所述加速度传感器3、单片机2与塑料外壳1的连接为干性连接,并用螺丝进行固定,并将单片机2的供电电源和串口通过USB线导出,当次声传感器埋于超过地表5米深的地下或深水处时,USB线需要加中继器,然后将塑料外壳1的连接处进行热封装处理,塑料外壳1和USB线的连接处包裹锡纸并涂胶处理并在内部放置干燥剂并固定住,然后将装置埋于地下或深水处。

[0042] 一种次声传感器的具体工作过程如下:

[0043] A、模式设置:传感器有三种工作模式,分别是一般声音检测模式、一般次声检测模式和低频次声检测模式,一般声音检测模式的音频检测范围在20Hz到800Hz,用来检测加速

度传感器3的好坏,一般次声检测模式的音频检测范围在1Hz到20Hz,用于检测地震次声,低频次声检测模式的音频检测范围在0.001Hz到0.005Hz,用于检测地震前兆次声信号,在传感器上电以后,默认的初始工作模式是低频次声检测模式,通过串口向传感器发送字符串“mode1”,工作模式将设置为一般声音检测模式,通过串口向装置发送字符串“mode2”,工作模式将设置为一般次声检测模式,通过串口向装置发送字符串“mode3”,工作模式将设置为低频次声检测模式;

[0044] B、安装装置:在工作模式设置为一般声音检测模式,检测完加速度传感器3能正常使用以后,将加速度传感器3与单片机2连接无误以后放置在密封性和防水性强的塑料外壳1内,且加速度传感器3、单片机2与塑料外壳1的连接为干性连接,并用螺丝进行固定,并将单片机2的供电电源和串口通过USB线导出,方便给装置供电和传输数据,当装置需要埋于超过地表5米深的地下或深水处时,USB线需要加中继器,然后将塑料外壳的连接处进行热封装处理,塑料外壳和USB线的连接处包裹锡纸并涂胶处理并在内部放置干燥剂并固定住,来达到防水、防潮效果,因为声音在固体和液体中传播损耗远低于在气体中传播损耗,然后将装置埋于地下或深水处,来增加装置检测次声的灵敏度,在安置好以后,再将工作模式设置为低频次声检测模式,并通过串口向装置发送字符串“RESET”,进行初始化;

[0045] C、读取次声信号:设置模式并将装置安装好以后,通过加速度传感器来读取信号,读取的值为三维直角坐标系方向上三个波动的加速度的值,由于默认使用的加速度传感器是MPU-9250九轴传感器,它是电容式加速度传感器,它的原理是当传感器处于加速度的情况下,其内部的质量块会由于惯性力导致偏移,使其内部电容的容值发生变化,通过容值的变化量来检测加速度的值,而声音的传播也是能量的传播,会造成加速度传感器内部的质量块进行受迫振动,导致其内部电容的容值发生变化,使其可以检测到加速度值,受迫振动的振幅和声源的振幅、频率有关,受迫振动的频率和声源的频率相同,在频率不变时,受迫振动的振幅和声源的振幅成正比,而声源的频率越接近受迫振动物体的固有频率,受迫振动的振幅越大,而声源的声压与声源的振幅、频率关系如下:

$$[0046] \quad P=2\pi c\rho Af$$

[0047] 其中,P为震源的声压,c是声速,rho是声源密度,A是声源的振幅,f是声源的频率,可以看出,在频率相同时,声压和声源的振幅成正比,所以在频率相同时,声压和受迫振动的振幅也成正比,而加速度传感器内部质量块在受迫振动时的振幅和其检测到波动的加速度值的幅值也成正比,所以声压和加速度传感器检测到波动的加速度值的幅值也成正比,其关系如下:

$$[0048] \quad P=ka$$

[0049] 其中P为震源的声压,a为所检测到的波动的加速度值的幅值,k为比例系数,而声源的频率越接近受迫振动物体的固有频率,受迫振动的振幅越大,所以在不同频率下的比例系数k是不同的,而且不同的加速度传感器其比例系数k也不同,甚至传感器所处的地理位置不同,其比例系数k也不同,而且装置内部的加速度传感器与塑料外壳为干性连接,所以当检测到次声时,内部的加速度传感器的外壳和塑料外壳会率先发生受迫振动,而内部的加速度传感器的内部质量块会和塑料外壳发生受迫振动,这样也会增加传感器的灵敏度,但也会改变其比例系数k,所以需要对其进行测试,方可确定比例系数k,在传感器埋于地下或深水处以后,通过串口向装置发送字符串“record”使传感器进入录制模式,然后用

一个可以产生0到0.005Hz次声波的仪器来产生压强为10Pa的次声波,从0.0015Hz开始,每隔两秒频率递增0.00015Hz,直到0.0045Hz为止,传感器会计算出这21组频率的比例系数k的值,并将其存储起来,然后通过串口向装置发送字符串“normal”使传感器重新回到低频次声检测模式,开始读取次声信号;

[0050] D、次声信号去干扰:单片机2在接收到加速度传感器3所发送来的数据以后,当加速度传感器3为MPU9250传感器时,会通过二阶低通滤波算法对三个方向上检测到的信号进行滤波计算,将超过所需频率的最大值以外的声波信号进行滤除,二阶低通滤波算法如下:

$$[0051] \quad Y_n = \frac{b}{a+b}x_n + \frac{a}{a+b}(2Y_{n-1} - Y_{n-2})$$

[0052] 其中, $Y_n$ 为本次滤波后的值, $x_n$ 为本次的采样值, $Y_{n-1}$ 为上次滤波后的值, $Y_{n-2}$ 为上上次滤波后的值,a和b为滤波系数,a的值如下:

$$[0053] \quad a = \frac{1}{(2\pi f_H)^2}$$

[0054] 其中 $f_H$ 为截止频率,所以,只要确定截止频率,就能确定滤波系数a的值,b的值如下:

$$[0055] \quad b = T^2$$

[0056] 其中T为采样间隔时间,所以当程序设置好采样间隔时间以后,就能确定滤波系数b的值,当加速度传感器3为三个以正交方式摆放的模拟加速度传感器时,直接对每个模拟加速度传感器使用低通滤波电路进行滤波,并根据需要使用放大电路,无论使用二阶低通滤波算法还是低通滤波电路,其截止频率均设置为0.0045Hz,在使用二阶低通滤波算法时,其采样频率设置为0.0096Hz;

[0057] E、次声信号幅频转换:在经过步骤D以后,单片机对滤波后的三个方向上的信号分别进行采样频率0.0096Hz、64点的FFT变换,即快速傅里叶变换,它可以把时域信号变换为频域信号,采用64点的FFT变换算法,既可保证所得信号的频率误差较低,也可保证算法拥有较低的存储量,降低对单片机的要求,每个频率所对应的幅值a可通过以下公式求出:

$$[0058] \quad a = \sqrt{a_x^2 + a_y^2 + a_z^2}$$

[0059] 其中, $a_x$ 、 $a_y$ 、 $a_z$ 为每个频率在三维直角坐标系方向上对应的三个幅值,然后把频率在0.0015Hz到0.0045Hz内的频率所对应的幅值a乘以步骤C中所存储的相对应的比例系数k以后,就可以得到0.0015Hz到0.0045Hz内的频率所对应的次声信号的幅值;

[0060] F、发送数据:单片机在接收到加速度传感器所发送来的数据以后,经过低通滤波算法和FFT算法之后,所得的数据为三维直角坐标系方向上的三个次声信号幅值和对应次声信号频率,再经过算法计算可得次声信号幅值和具体的次声声源方向,用串口连接AX5043无线传输模块将测得数据进行发送,用另一个AX5043无线传输模块来接收数据;

[0061] G、循环监测:

[0062] 传感器上电并设置好工作模式且安装完毕以后,传感器会重复执行步骤C、D、E、F。

[0063] 实施例2:如图1,图3所示,一种次声传感器,本实施例与实施例1相同,其中不同之处在于:

[0064] 进一步地,所述加速度传感器3通过SPI通信与单片机2相连,单片机2采用



STM32F103;其中,MPU-9250的SCLK口接单片机2的PA15口,SDI口接单片机2的PB3口,SDO口接单片机2的PB4口,NCS口接单片机2的PB7口,VCC口接电源VCC,GND口接地。

[0065] MPU-9250九轴传感器(即U2)与单片机2(即U1)通过两根数据线、一根片选信号线和一根时钟线来通信的,这种方式传输速度更快,且当需要多个MPU-9250九轴传感器时只需要用单片机U1通过片选来控制每个MPU-9250九轴传感器;外接的Air202(即U3)与单片机U1通过串口的方式连接,Air202U3是阿里云的信号传输模块,它可以通过一个物联卡直接将数据发送给阿里云的账户内,然后在阿里云平台上进行显示和其他计算,这种方式使用便捷,可以随时随地地用计算机和移动通信装置进行查看和设置,使得上位机更加灵活,不用限定在一个上位机上,但是无法将传感器作为一个模块参与到其他系统里,只能作为一个独立的系统来使用。

[0066] 步骤F、发送数据:单片机在接收到加速度传感器所发送来的数据以后,经过低通滤波算法和FFT算法之后,所得的数据为三维直角坐标系方向上的三个次声信号幅值和对应次声信号频率,再经过算法计算可得次声信号幅值和具体的次声声源方向,用串口连接Air202模块将测得数据进行发送,将数据发送到特定的阿里云账户上,做进一步处理;

[0067] 实施例3:如图1-3所示,一种次声传感器,本实施例与实施例1相同,其中不同之处在于:

[0068] 进一步地,所述加速度传感器3可以用三个模拟加速度传感器代替,代替后,传感器可以根据需要添加低通滤波电路和放大电路,这样可以在模拟加速度传感器采集到次声信号后,通过低通滤波电路将高于所需次声信号最高频率的其它信号进行滤除,再经过放大电路进行信号放大,即可根据需要控制传感器的灵敏度,通过三个模拟加速度传感器以正交的方式进行摆放,来模拟三轴加速度传感器进行声源幅值、频率、方位的检测。

[0069] 这种方式的优点在于,根据自己设计的低通滤波电路和放大电路中的元器件型号和参数,可以更加灵活地配置出自己所需要的传感器灵敏度,且硬件滤波电路不会受到采样频率的影响,也不会受到单片机运行速度的影响,滤波效果会更好,但是硬件电路变多,且一般传感器只有两个ADC口,而该方式需要三个模拟加速度传感器,所以至少需要两个单片机,导致成本变多,传感器更大更笨重。

[0070] 上面结合附图对本实用新型的具体实施例作了详细说明,但是本实用新型并不限于上述实施例,在本领域普通技术人员所具备的知识范围内,还可以在不脱离本实用新型宗旨的前提下作出各种变化。

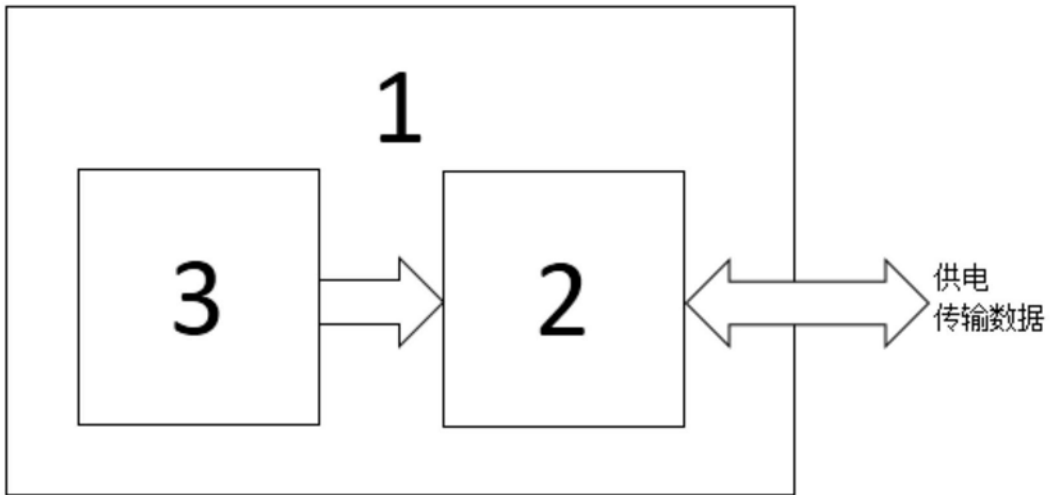


图1

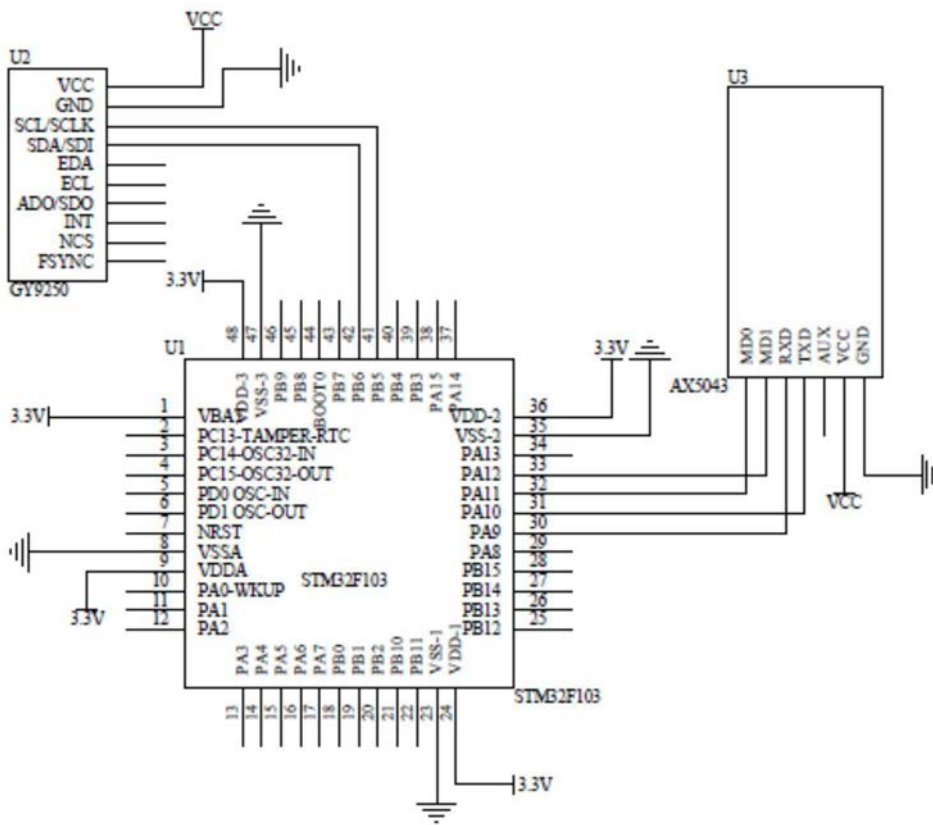


图2

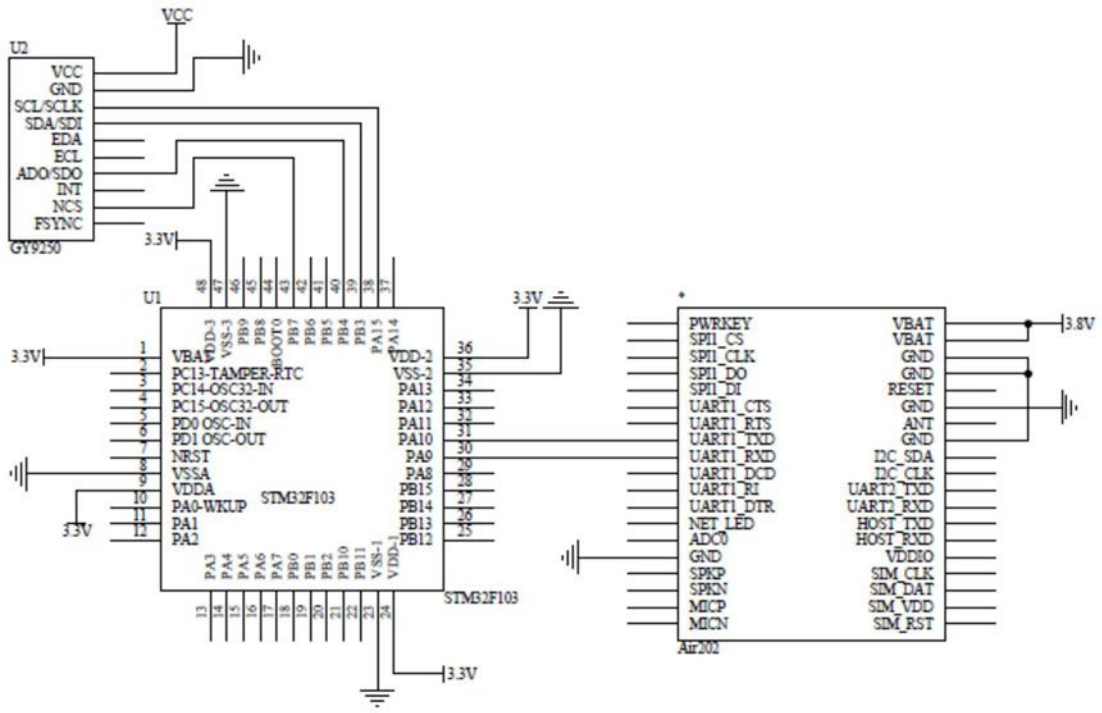


图3