



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104570059 B

(45)授权公告日 2017.06.27

(21)申请号 201410843437.1

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2014.12.30

G01V 1/18(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

G01V 1/24(2006.01)

申请公布号 CN 104570059 A

G01V 1/38(2006.01)

(43)申请公布日 2015.04.29

(56)对比文件

(73)专利权人 中国人民解放军理工大学

CN 204374433 U,2015.06.03,

地址 210007 江苏省南京市白下区海福巷
一号

审查员 宋洁

(72)发明人 顾文彬 王志华 陈江海 刘建青
陆鸣 武双章 徐浩铭 王振雄
董勤星 胡亚峰 陈学平 徐景林
黄鹤 郑向平

(74)专利代理机构 南京理工大学专利中心
32203

代理人 朱显国

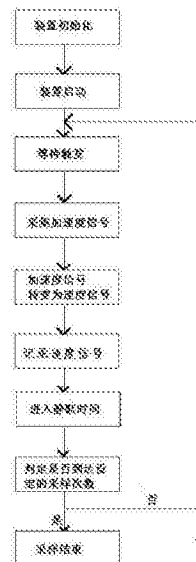
权利要求书2页 说明书7页 附图7页

(54)发明名称

一种水下爆破水底震动自主采集方法及装置

(57)摘要

本发明提供一种水下爆破水底震动自主采集方法,包括以下步骤:步骤1,提供采集装置;步骤2,设置初始启动时间、触发阈值、采样频率、静默时间、采集次数后,将采集装置放置于水下钻孔内;步骤3,采集装置开始采集水下爆破震动加速度信号并转化为速度信号,记录速度信号;步骤4,采集结束,从钻孔中取出采集装置。本发明可在指定时间自动启动、自动探测、自动触发、自动采集,可操作性强。



1. 一种水下爆破水底震动自主采集方法,其特征在于,包括以下步骤:

步骤1,提供采集装置,该装置包括:导向杆(1)、定位块(2)、顶盖(3)、圆柱壳体(6)、接口模块(7)、电源模块(8)、采集模块(9)、积分模块(10)、核心传感器模块(11)、底座(12);

定位块(2)中心设有螺纹通孔,导向杆(1)顶端设有吊孔,导向杆(1)外壁设有外螺纹,导向杆(1)旋入定位块(2)的螺孔内,导向杆(1)下端与顶盖(3)固定连接,定位块(2)下底面抵压在顶盖(3)上底面,顶盖(3)下底面密封圆柱壳体(6)上端开口,底座(12)密封圆柱壳体(6)下端开口,所述接口模块(7)、电源模块(8)、采集模块(9)、积分模块(10)、核心传感器模块(11)位于圆柱壳体(6)内,核心传感器模块(11)固定连接在底座(12)内;

所述接口模块(7)用于布设电源开关、电源充电接口、数据传输接口和状态指示灯;

核心传感器模块(11)为三向振动加速度传感器,同时测量径向、切向和垂直方向的振动加速度信号;

积分模块(10)将加速度信号积分转化为速度信号;

所述采集模块(9)为智能高速数据采集板,包括信号调理电路、模数转换电路、微处理器、数据存储、数据传输、时钟、温度和参数存储子模块;其中信号调理电路为三路,其输入端与积分模块(10)连接,输出端与模数转换电路输入端连接,模数转换电路输出端与微处理器输入端连接,微处理器还与数据存储、数据传输、时钟、温度、参数存储子模块连接,数据传输子模块还与网络接口连接;

电源模块(8)为整个采集装置提供电源;

步骤2,设置初始启动时间、触发阈值、采样频率、静默时间、采集次数后,将采集装置放置于水下钻孔内;

步骤3,采集装置开始采集水下爆破震动加速度信号并转化为速度信号,记录速度信号;

步骤4,采集结束,从钻孔中取出采集装置。

2. 根据权利要求1所述的水下爆破水底震动自主采集方法,其特征在于,步骤3的具体采集步骤为:

步骤3.1,到达预定初始启动时间,采集装置启动,

步骤3.2,采集装置等待触发;

步骤3.3,当震动加速度信号达到设定的触发阈值,采集装置根据设定的采样频率开始获取震动加速度信号;

步骤3.4,通过积分模块将获取的加速度信号转化为速度信号并记录;

步骤3.5,经过单次采样时长,采样装置进入静默时间,所述单次采样时长为采样装置的存储容量与采样频率和采样次数的比值;

步骤3.6,静默时间结束,采集装置重新启动执行步骤3.2—3.5,直到达到设定的采集次数后步骤3结束。

3. 根据权利要求1所述的水下爆破水底震动自主采集方法,其特征在于,顶盖(3)下底面设有圆柱形顶盖凸台,顶盖(3)通过螺钉与圆柱壳体(6)连接;顶盖(3)与圆柱壳体(6)的上端面之间设置密封垫片,顶盖(3)与圆柱壳体(6)的内壁之间设置O形密封圈。

4. 根据权利要求1所述的水下爆破水底震动自主采集方法,其特征在于,底座(12)上底面设置底座凸台,凸台设置放置核心传感器模块(11)的凹槽,底座(12)通过螺钉与圆柱壳

体(6)连接;底座(12)与圆柱壳体(6)的下端面之间设置密封垫片,底座(12)与圆柱壳体(6)的内壁之间设置至少两道O形密封圈。

5.一种水下爆破水底震动自主采集装置,其特征在于,包括导向杆(1)、定位块(2)、顶盖(3)、圆柱壳体(6)、接口模块(7)、电源模块(8)、采集模块(9)、积分模块(10)、核心传感器模块(11)、底座(12);

定位块(2)中心设有螺纹通孔,导向杆(1)外壁设有外螺纹,导向杆(1)旋入定位块(2)的螺孔内,导向杆(1)下端与顶盖(3)固定连接,定位块(2)下底面抵压在顶盖(3)上底面,顶盖(3)下底面密封圆柱壳体(6)上端开口,底座(12)密封圆柱壳体(6)下端开口,所述接口模块(7)、电源模块(8)、采集模块(9)、积分模块(10)、核心传感器模块(11)位于圆柱壳体(6)内,核心传感器模块(11)固定连接在底座(12)内;

所述接口模块(7)用于布设电源开关、电源充电接口、数据传输接口和状态指示灯;

核心传感器模块(11)包括三向振动加速度传感器,同时测量径向、切向和垂直方向的振动加速度信号;

积分模块(10)将加速度信号积分转化为速度信号;

所述采集模块(9)为智能高速数据采集板,包括信号调理电路、模数转换电路、微处理器、数据存储、数据传输、时钟、温度、参数存储子模块;其中信号调理电路为三路,其输入端与积分模块(10)连接,输出端与模数转换电路输入端连接,模数转换电路输出端与微处理器输入端连接,微处理器还与数据存储、数据传输、时钟、温度、参数存储子模块连接,数据传输子模块还与网络接口连接;

电源模块(8)为整个采集装置提供电源。

6.根据权利要求5所述的水下爆破水底震动自主采集装置,其特征在于,顶盖(3)下底面设有圆柱形顶盖凸台,顶盖(3)通过螺钉与圆柱壳体(6)连接;顶盖(3)与圆柱壳体(6)的上端面之间设置密封垫片,顶盖(3)与圆柱壳体(6)的内壁之间设置O形密封圈。

7.根据权利要求5或6所述的水下爆破水底震动自主采集装置,其特征在于,底座(12)上底面设置底座凸台,凸台设置放置核心传感器模块(11)的凹槽,底座(12)通过螺钉与圆柱壳体(6)连接;底座(12)与圆柱壳体(6)的下端面之间设置密封垫片,底座(12)与圆柱壳体(6)的内壁之间设置至少两道O形密封圈。

一种水下爆破水底震动自主采集方法及装置

技术领域

[0001] 本发明属于爆破地震测试领域,特别涉及一种水下爆破水底震动自主采集方法及系统。

背景技术

[0002] 目前的水底震动测试设备主要有三种类型,一种是大型的海底地震仪OBS(专利200910093585.5),这类地震仪用于深水海底地震研究,功能完备,精度很高,但是体积庞大,结构复杂,价格昂贵,一般只用于大型的海洋科学实验;第二种是大型海底拖缆式传感器(专利200910019112.0),将传感器、数据线、电源线整合在拖缆内,测量信号通过拖缆传送到拖船或者水上平台上的采集仪器进行记录,需要专用拖船配合投放和回收,系统复杂,操纵不便,并且只能采集水底表面的震动,受水底噪声和覆盖层的影响大;第三种是在线式水下震动传感器(专利02281796.4),将检波器置于防水外壳内,插在水底覆盖层内,测量信号通过检波器连接电缆传送到岸上或水面主机进行采集记录,设置和安装都比较繁琐,并且同样存在着传送电缆较长、信号受水底噪声影响大、防水处理困难等问题。

[0003] 相对于一般的陆地爆破震动测试,水下爆破引起的水底震动测试更为复杂和困难。一是水下设置困难。由于水底环境复杂和水下施工作业的影响,爆区附近水下透视性会比较差,通常的方法只能是依靠专业潜水员将测震传感器布设于水下测点,代价和危险性都比较高。二是水下固定困难。为了得到测点的真实地震信号,必须保证传感器与测点的可靠固定,使传感器与水底岩体之间满足位移连续性条件,而自然水底面多有乱石、淤泥且不平整,目前尚无有效的水下粘结剂,传感器与水底岩面无法可靠固定。三是防水处理困难。由于水下无线信号传输困难,水声传播易受爆区噪声淹没,而目前的水底测震传感器主要是通过有线电缆将信号传输到地面数据采集系统,传感器与水中电缆必须进行严格的防水处理,否则一旦电路短路就会导致设备损坏试验失败。四是信号干扰严重。水中浪涌、爆破冲击波等都会对电缆信号传输造成较强干扰,产生附加噪声,严重影响测试信号的准确性。现有震动测试设备和技术都无法满足水下钻孔爆破水底震动测量的使用要求。

发明内容

[0004] 为了克服现有的水下震动测试设备结构复杂、安装困难、线缆过长导致信噪比不高等缺点,本发明提供一种水底震动自主采集三向传感器,该传感器采用一体化集成离线式设计,可长时待机、自主采集,内部结构紧凑、布局合理,外壳密封防水、耐腐蚀,携带、安装和回收方便,可多次重复使用。

[0005] 一种水下爆破水底震动自主采集方法,包括以下步骤:

[0006] 步骤1,提供采集装置,该装置包括:导向杆、定位块、顶盖、圆柱壳体、接口模块、电源模块、采集模块、积分模块、核心传感器模块、底座;

[0007] 定位块中心设有螺纹通孔,导向杆顶端设有吊孔,导向杆外壁设有外螺纹,导向杆旋入定位块的螺孔内,导向杆下端与顶盖固定连接,定位块下底面抵压在顶盖上底面,顶盖

下底面密封圆柱壳体上端开口,底座密封圆柱壳体下端开口,所述接口模块、电源模块、采集模块、积分模块、核心传感器模块位于圆柱壳体内,核心传感器模块固定连接在底座内;

[0008] 所述接口模块用于布设电源开关、电源充电接口、数据传输接口和状态指示灯;

[0009] 核心传感器模块包括三向振动加速度传感器,同时测量径向、切向和垂直方向的振动加速度信号;

[0010] 积分模块将加速度信号积分转化为速度信号;

[0011] 所述采集模块为智能高速数据采集板,包括信号调理电路、模数转换电路、微处理器、数据存储、数据传输、时钟、温度、参数存储子模块;其中信号调理电路为三路,其输入端与积分模块连接,输出端与模数转换电路输入端连接,模数转换电路输出端与微处理器输入端连接,微处理器还与数据存储、数据传输、时钟、温度、参数存储子模块连接,数据传输子模块还与网络接口连接;

[0012] 电源模块为整个采集装置提供电源。

[0013] 步骤2,设置初始启动时间、触发阈值、采样频率、静默时间、采集次数后,将采集装置放置于水下钻孔内;

[0014] 步骤3,采集装置开始采集水下爆破震动加速度信号并转化为速度信号,记录速度信号;

[0015] 步骤4,采集结束,从钻孔中取出采集装置。

[0016] 本发明与现有技术相比,具有以下优点:(1)结构简单,核心传感器和采集系统一体化设计,省去了传统测试系统中的传输电缆,避免了长电缆带来的附加噪声和水下密封问题,外壳密封防水耐腐蚀;(2)信号采集过程智能化,水下安放前设定好启动时间、触发阈值和采样频率,可在指定时间自动启动、自动探测、自动触发、自动采集,测试完毕即可回收读取数据,可操作性强;(3)采用三向加速度传感器,体积小于市面上所用的速度传感器,整机携带、设置使用方便,性能可靠。

[0017] 下面结合附图对本发明的结构作进一步详细说明。

附图说明

[0018] 图1为本发明的竖直剖视图;

[0019] 图2为本发明采集模块的电子系统结构框图;

[0020] 图3为本发明模块3D离散图;

[0021] 图4为本发明积分模块电路框图;

[0022] 图5为本发明信号调理电路示意图;

[0023] 图6为本发明电源电压自检电路图;

[0024] 图7为本发明微处理器电路示意图;

[0025] 图8为本发明时钟子模块电路示意图;

[0026] 图9为本发明温度子模块电路示意图;

[0027] 图10为本发明参数存储子模块电路示意图;

[0028] 图11为本发明采集方法流程图;

[0029] 图12为本发明传感器水下布设图;

[0030] 图13为本发明采集示例图。

具体实施方式

[0031] 结合图1,一种水下爆破水底震动自主采集装置,包括导向杆1、定位块2、顶盖3、圆柱壳体6、接口模块7、电源模块8、采集模块9、积分模块10、核心传感器模块11、底座12。

[0032] 定位块2中心设有螺纹通孔,导向杆1顶端设有吊孔,导向杆1外壁设有外螺纹,导向杆1旋入定位块2的螺孔内,导向杆1下端与顶盖3固定连接,定位块2下底面抵压在顶盖3上底面,顶盖3下底面密封圆柱壳体6上端开口,底座12密封圆柱壳体6下端开口。所述定位块2可以根据钻孔的大小而变化,使得该装置与钻孔内部紧密贴合,防止装置在钻孔中摇摆;同时定位块2由金属制成,可以增加装置的重量,更容易沉到水底。

[0033] 顶盖3下底面设有圆柱形顶盖凸台,顶盖3通过螺钉与圆柱壳体6连接;顶盖3与圆柱壳体6的上端面之间设置密封垫片,顶盖3与圆柱壳体6的内壁之间设置O形密封圈。

[0034] 底座12上底面设置底座凸台,凸台设置放置核心传感器模块11的凹槽,底座12通过螺钉与圆柱壳体6连接;底座12与圆柱壳体6的下端面之间设置密封垫片,底座12与圆柱壳体6的内壁之间设置至少两道O形密封圈。底座12还起到夹紧圆柱壳体6内部模块的作用。

[0035] 所述接口模块7、电源模块8、采集模块9、积分模块10、核心传感器模块11位于圆柱壳体6内,核心传感器模块11固定连接在底座12上:

[0036] 所述接口模块7用于布设电源开关、电源充电接口7-1、数据传输接口7-2和状态指示灯;

[0037] 核心传感器模块11包括三向振动加速度传感器,同时测量径向、切向和垂直方向的振动加速度信号;

[0038] 积分模块10将加速度信号积分转化为速度信号;

[0039] 所述采集模块9为智能高速数据采集板,结合图2,包括信号调理电路、模数转换电路、微处理器、数据存储、数据传输、时钟、温度、参数存储子模块;信号调理电路为三路,其输入端与积分模块10连接,输出端与模数转换电路输入端连接,模数转换电路输出端与微处理器输入端连接,微处理器还与数据存储、数据传输、时钟、温度、参数存储子模块连接,数据传输子模块还与网络接口连接;

[0040] 电源模块8为整个采集装置提供电源。

[0041] 具体地,本发明中三向振动加速度传感器主要技术指标如下:

[0042] a) 灵敏度: $150 \pm 5\% \text{mv/g}$;

[0043] b) 测量范围: $\pm 30\text{g}$;

[0044] c) 耐冲击: 500g (不供电);

[0045] d) 频率范围: $0.5 \sim 500\text{Hz}$ ($\pm 1\text{dB}$);

[0046] e) 安装谐振频率: $\sim 10\text{KHz}$;

[0047] f) 横向灵敏度比: $\leq 5\%$;

[0048] g) 工作温度: $-40 \sim 120^\circ\text{C}$;

[0049] h) 幅值线性: $\leq \pm 1\%$;

[0050] i) 恒流源电压: $+15 \sim 28\text{VDC}$;

[0051] j) 偏置电压: $7.5 \sim 8\text{VDC}$;

[0052] k) 输出阻抗: $\leq 100 \Omega$;

[0053] 1) 安装方式: $\phi 5$ 通孔安装浮置隔离(外壳与线之间电阻 $> 20M\Omega$);

[0054] m) 结构: 剪切;

[0055] n) 外壳: 不锈钢。

[0056] 具体地, 结合图4, 积分模块包括恒流源、积分电路和放大器。积分模块实现的功能是提供加速度传感器所需要的恒流, 经过积分电路转换为速度信号, 再将速度信号放大输出。积分模块中电路主要技术性能指标为:

[0057] a) 灵敏度: $10\text{mv}/\text{Unit}$

[0058] b) 输出: $\pm 10\text{V}/5\text{mA}$

[0059] c) 频率范围: $5\sim 500\text{Hz}$ ($\pm 1\text{dB}$)

[0060] d) 电源: $\pm 12\text{V}/60\text{mA}$

[0061] e) 工作温度: $-10^{\circ}\text{C}\sim +55^{\circ}\text{C}$

[0062] f) 相对湿度: $< 85\%$ (40°C)

[0063] 具体地, 结合图5, 三路信号调理电路由运算放大器构成的射随电路构成, 作用是提高输入阻抗, 增加驱动能力。

[0064] 第一路调理电路输入端接第4端口, 第4端口分别连接电阻R1, R1另一端连接放大器U1A的正向输入端和R2, R2另一端接地, 放大器U1A的输出端通过电阻R3与放大器U1A的反向输入端连接, 放大器U1A的输出端将调理好的信号输出给模数转换电路;

[0065] 第二路调理电路输入端接第5端口, 第5端口分别连接电阻R4, R4另一端连接放大器U1B的正向输入端和R5, R5另一端接地, 放大器U1B的输出端通过电阻R6与放大器U1B的反向输入端连接, 放大器U1B的输出端将调理好的信号输出给模数转换电路;

[0066] 第三路调理电路输入端接第6端口, 第6端口分别连接电阻R7, R7另一端连接放大器U1C的正向输入端和R8, R8另一端接地, 放大器U1A的输出端通过电阻R9与放大器U1C的反向输入端连接, 放大器U1C的输出端将调理好的信号输出给模数转换电路;

[0067] 第1端口接 $+15\text{V}$, 第2端口接 -15V , 第3端口接地。所述电阻R1、R3、R4、R6、R7、R9的阻值为 $10\text{k}\Omega$; 电阻R2、R5、R8的组织为 $1\text{M}\Omega$; 所述放大器U1A、U1B、U1C的主要性能指标:

[0068] a) 电源范围: $+2.7\text{V}\sim +36\text{V}$ ($\pm 1.35\text{V}\pm 18\text{V}$);

[0069] b) 低噪声: $14\text{nV}/\sqrt{\text{Hz}}$;

[0070] c) 低偏移漂移: $0.3\mu\text{V}/^{\circ}\text{C}$;

[0071] d) 输入范围包括负电源;

[0072] e) 输入范围运行至正电源;

[0073] f) 轨到规输出;

[0074] g) 增益带宽: 3MHz ;

[0075] h) 低静态电流: 1.9mA ;

[0076] i) 高共模抑制: 120dB ;

[0077] j) 低输入偏压电流: 8pA 。

[0078] 作为本发明的一种改进, 本发明提供自检电路, 结合图6, 电源接电阻R13, 电阻R13的另一端分别连接电阻R15、电容C9和电阻R10, 电阻R10另一端分别连接电阻R11和放大器的正向输入端, 电阻R15、电容C9和电阻R11的另一端接地, 放大器输出端通过电阻R12与放大器反向输入端连接, 放大器输出端将转换后的电压送到模数转换电路, 用于系统自检。

[0079] 具体地,微处理器模块采用NXP公司的32位Cortex-M3内核的ARM芯片STM32F103搭建,结合图7,STM32F103脚12分别与电容C31和震荡器连接,STM32F103脚13分别与电容C32和震荡器另一端连接,电容C31和电容C32分别接地;STM32F103脚14通过电容C33接地;STM32F103脚21和脚22接VDDA;STM32F103脚19和脚20通过电阻R22接地;STM32F103脚11、28、50、75、100接3.3V;STM32F103脚10、27、49、74、99、37接地;STM32F103脚94分别接电阻R21和J_ISP脚1,J_ISP脚2接地,电阻R21另一端接3.3V;STM32F103脚85通过电阻R25接3.3V;STM32F103脚86通过电阻R26接3.3V;STM32F103脚54通过电阻R27接3.3V;STM32F103脚53通过电阻R28接3.3V。所述电容C31、C32、C33为10pF,电阻R21、R22、R25、R26、R27、R28组织为10k Ω 。

[0080] 具体地,数据存储模块要求能够快速存取数据,具有掉电数据不丢失功能,要求数据容量大,本设计中选用富士通公司的铁电存储器,型号为MB85R4002A芯片。

[0081] 具体地,数据传输模块由以太网网络协议芯片、隔离变压器及其外围电路组成。实现上位机对数据采集系统的自检、参数设置、采集系统参数读取、采集数据传输功能。本设计的核心芯片采用WIZnet公司的W5300以太网协议芯片,内部集成10/100M以太网控制器,MAC和TCP/IP协议栈。

[0082] 具体地,时钟模块的作用是提供试验启动时间,试验时间等信息。本发明采用PCF8563实时时钟芯片,用法拉电容作为后备电源,以保证实时时钟在采集系统掉电的情况下仍然正常运行。结合图8,PCF8563脚1接震荡器一端,PCF8563脚2接震荡器另一端;PCF8563脚4接地;PCF8563脚3接电阻R95,电阻R95另一端分别接3.3V和二极管D3阳极,二极管D3阴极分别连接PCF8563脚8、电阻R96和有极电容C100正极端,有极电容另一端接地,电阻R96另一端接法拉电容,法拉电容另一端接地。电阻R95阻值为10k Ω ,有极电容C100为10 μ F,电阻R96为30k Ω ,法拉电容为1F。

[0083] 具体地,温度模块的作用是测量试验地点的试验环境温度,为后续震动分析提供参考信息。结合图9,温度模块主要由半导体温度传感器DS18B20构成。其中DS18B20脚1接地,DS18B20脚2分别接电阻RT和微处理器电路,DS18B20脚3分别接3.3V和电阻RT的另一端。电阻RT的组织为4.7k Ω 。

[0084] 具体地,参数存储模块用于存放系统设置参数,如试验启动时间、采集中段与段之间的静默时间,采样率和自动触发的阈值门限等参数。本发明中参数存储采用AT24C02EEPROM电可擦写存储器。结合图10,AT24C02EEPROM脚1至脚4均接地,AT24C02EEPROM脚8分别接3.3V、电容C61、电阻R_SCL和电阻R_SDA,AT24C02EEPROM脚7分别接电容C61另一端和地,AT24C02EEPROM脚5接PCF8563实时时钟芯片脚6和电阻R_SCL,AT24C02EEPROM脚6接PCF8563实时时钟芯片脚5和电阻R_SDA。电容C61为104 μ F,电阻R_SCL和电阻R_SDA为4.7k Ω 。

[0085] 具体地,本系统中,全部电源由3.7V聚合物锂电池提供。

[0086] 本发明的技术指标:

[0087]

输入通道	X、Y、Z, 3 通道	频响范围	5~500Hz	A/D 分辨率	16bit
灵敏度	28±10%V/m/s	量程范围	0.1~35cm/s	采样率	2~8KHz
供电方式	可充电锂电池	触发方式	设定阈值自动触发	存储段数	10
续航时间	24 小时	触发电平	0.05V~2V	每段时长	≤10s
总体尺寸	Φ93mm×340mm	外壳材质	硬铝, 表面硬化	适应水深	≤50m
工作温度	-20℃~100℃	重量(无配重)	3kg	防护等级	IP68

[0088] 一种水下爆破水底震动自主采集方法,包括以下步骤。

[0089] 步骤1,提供水下爆破水底震动自主采集装置。

[0090] 步骤2,利用水下钻爆船在与爆区适当距离处选择岩性较完整的水底区域,在基岩上钻出0.5米深的安装孔。设置采集初始启动时间、触发阈值、采样频率、静默时间、采集次数后,装配并密封完整,在导向杆顶部吊孔内系好缆绳并连接浮标,将自主采集传感器沿钻机套筒放入水底岩石上的安装孔内,随后拔出套筒,撤走钻爆船。

[0091] 步骤3,采集装置开始采集水下爆破震动加速度信号并转化为速度信号,记录速度信号:

[0092] 步骤3.1,到达预定初始启动时间,采集装置启动,

[0093] 步骤3.2,采集装置等待触发;

[0094] 步骤3.3,当震动加速度信号达到设定的触发阈值,采集装置根据设定的采样频率开始获取震动信号;

[0095] 步骤3.4,通过积分模块将获取的加速度信号转化为速度信号并记录;

[0096] 步骤3.5,经过单次采样时长,采样装置进入静默时间,所述单次采样时长为采样装置的存储容量与采样频率和采集次数的比值,即存储容量除以采样频率与采集次数的乘积;

[0097] 步骤3.6,静默时间结束,采集装置重新启动执行步骤3.2—3.5,直到达到设定的采集次数后步骤3结束。

[0098] 步骤4,待水下爆破结束后,采集结束,通过浮标和缆绳取出自主采集传感器,通过专用数据线与电脑界面软件联通即可读出数据进行分析 and 处理。

[0099] 实施例一

[0100] 步骤1,将采集装置中除定位块、导向杆和顶盖之外的其余各模块按装配关系组装完毕;

[0101] 步骤2,通过数据线将接口模块上的网络接口和上位机网络接口连通,在上位机软件界面上设置好相关采集参数。初始启动时间8:00:00、触发阈值0.05V(对应震动速度0.175cm/s)、采样频率8000bps、静默时间5s,最多采集10次,则每次采集信号时长为 $43688\text{b}/8000\text{bps}=5.461\text{s}$ 。设置完毕,取下数据线,将定位块、导向杆和顶盖和圆柱壳体组装完毕,放置于水底岩石上深500mm、直径Φ100mm的钻孔内;

[0102] 步骤3,采集装置采集水下爆破震动速度信号并存储;

[0103] 步骤3.1,到达预定初始启动时间8:00:00,采集装置启动;

[0104] 步骤3.2,采集装置等待触发;

[0105] 步骤3.3,当水底震动速度达到设定的触发阈值 0.175cm/s ,采集装置开始记录震动速度信号;

[0106] 步骤3.4,采集装置根据设定的采样频率 8000bps 对速度信号进行采样转换并存储;

[0107] 步骤3.5,经过 5.461s 采样时长,本段信号采集结束,采集装置开始静默 2s ;

[0108] 步骤3.6, 2s 静默时间结束,采集装置重新启动执行步骤3.2-3.5,直到达到设定的采集次数后步骤3结束。步骤3流程如图13所示。

[0109] 步骤4,采集结束,从钻孔中取出采集装置,连接上位机,在界面软件中读取采集到的水底震动数据。

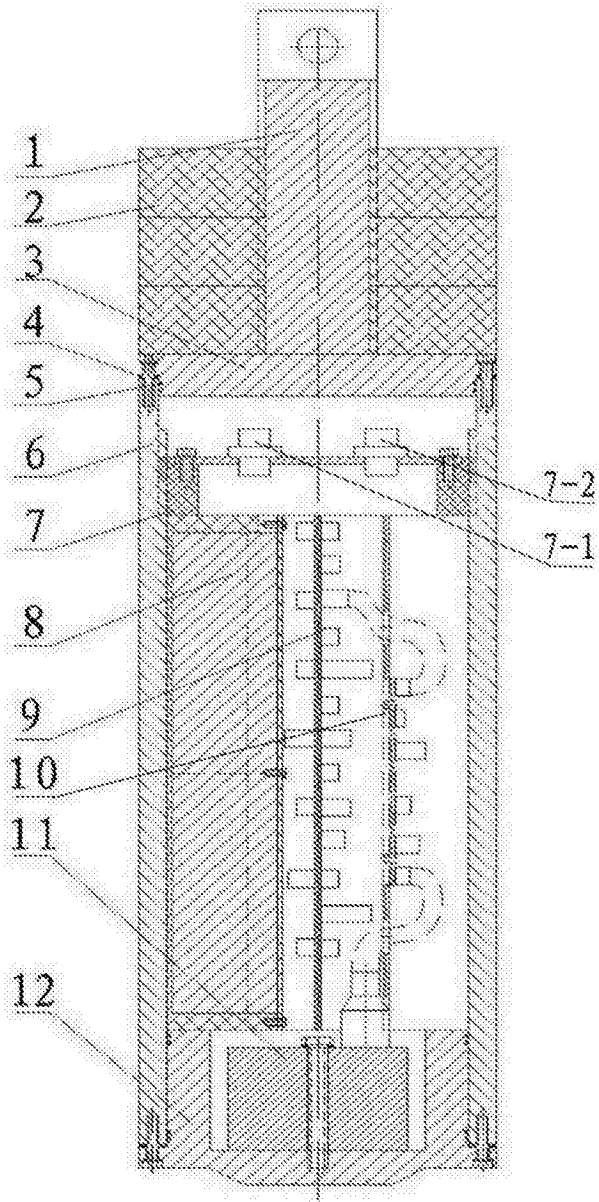


图1

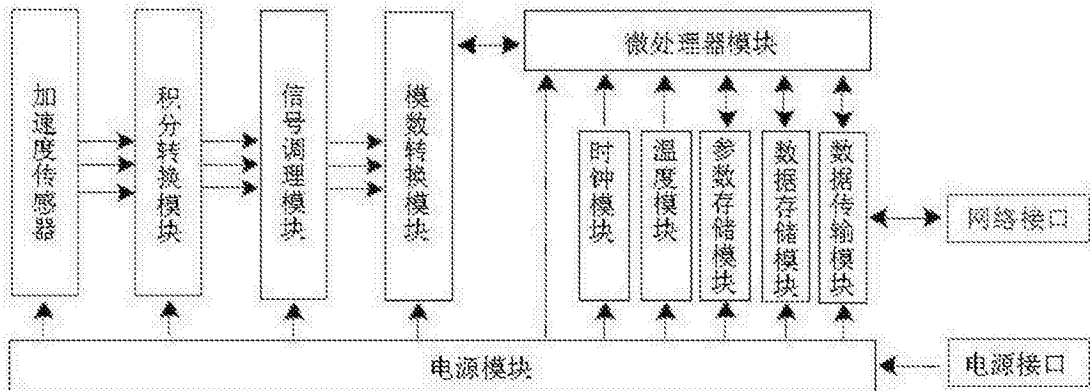


图2

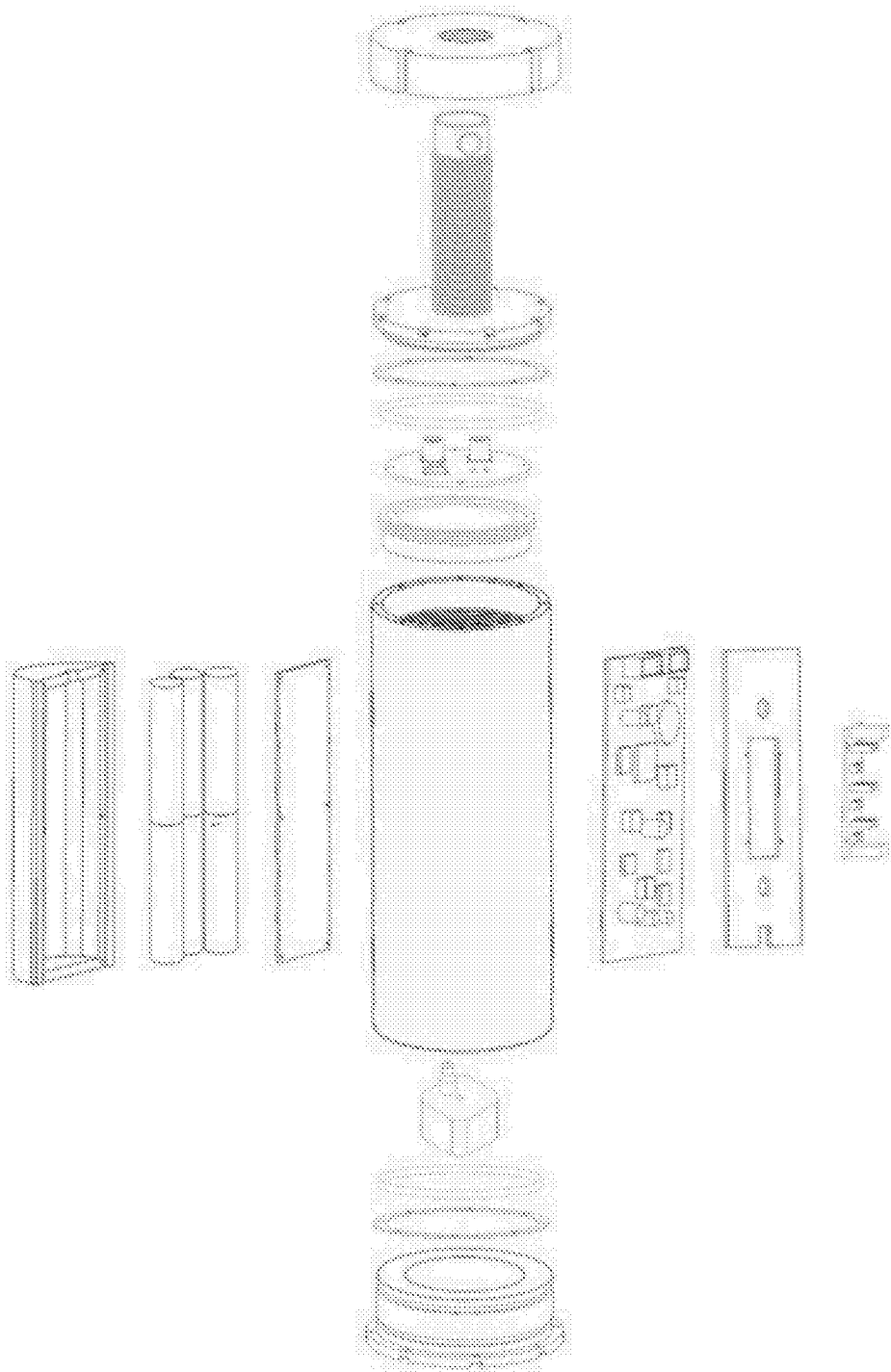


图3

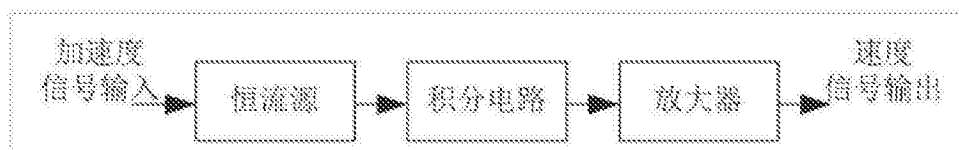


图4

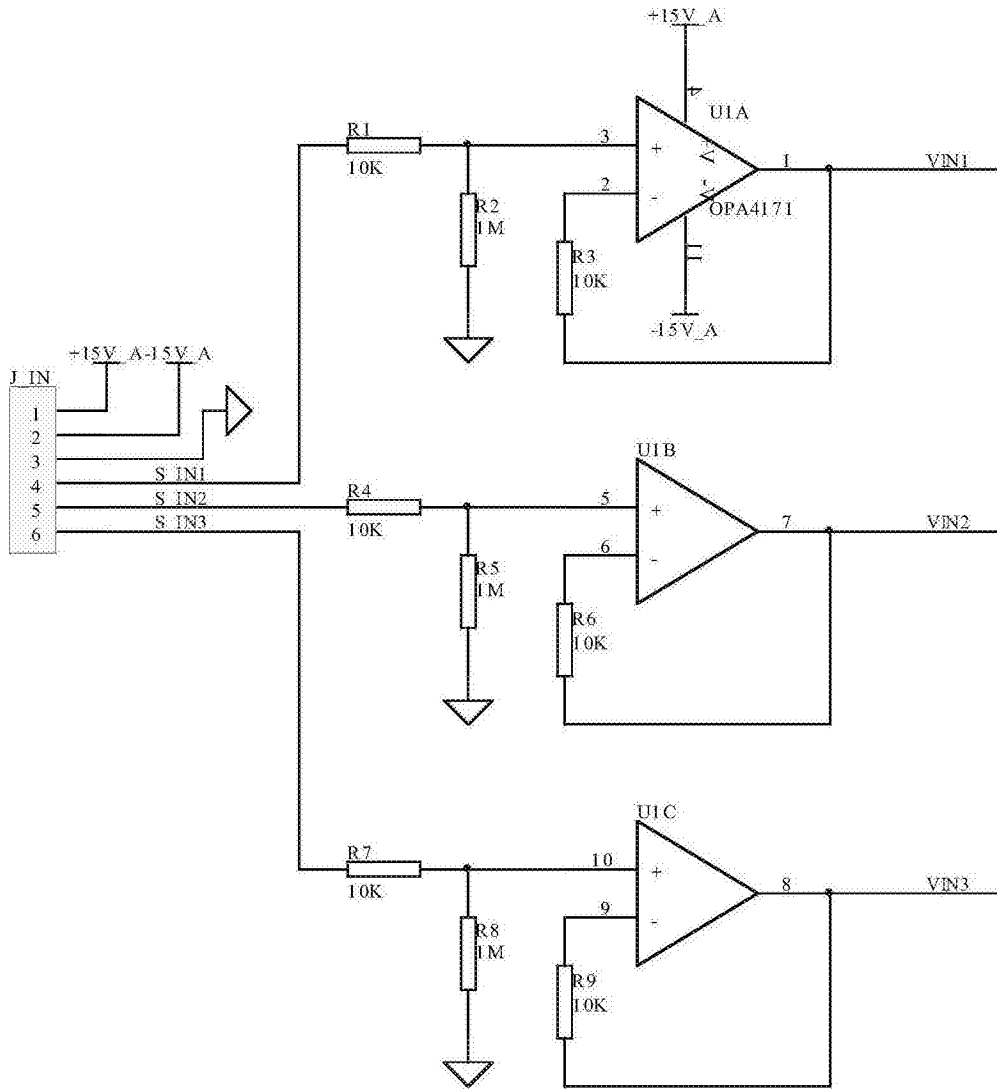


图5

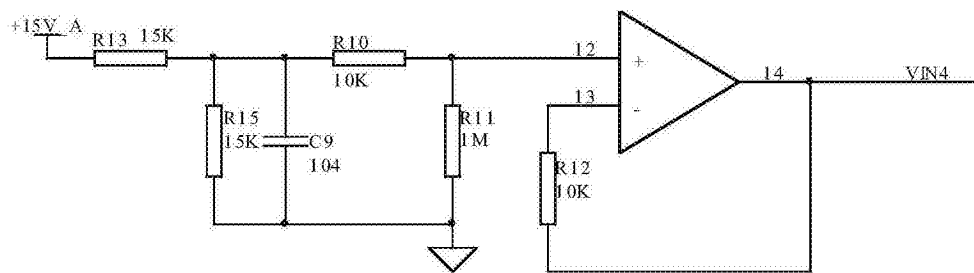


图6

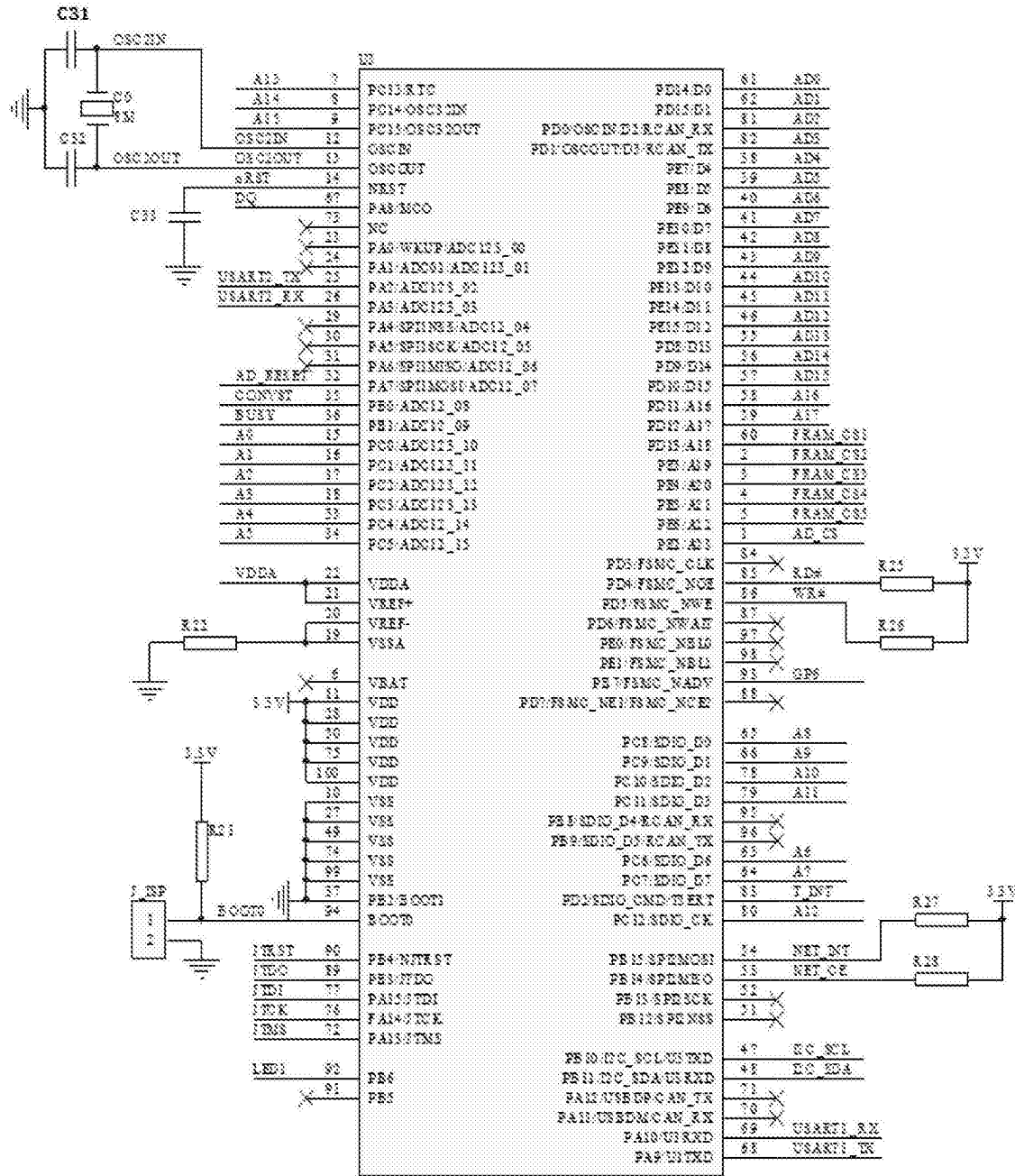


图7

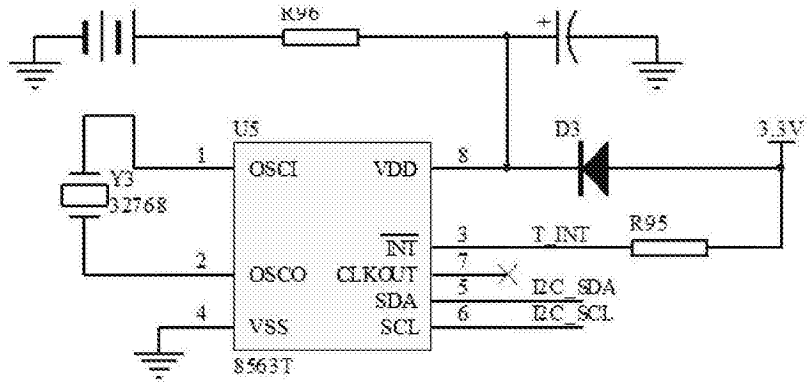


图8

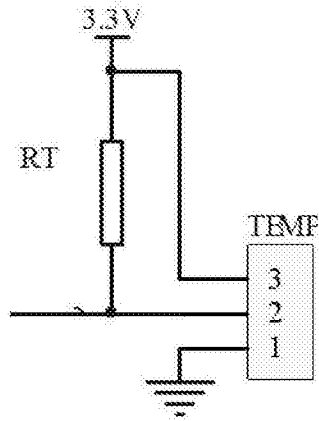


图9

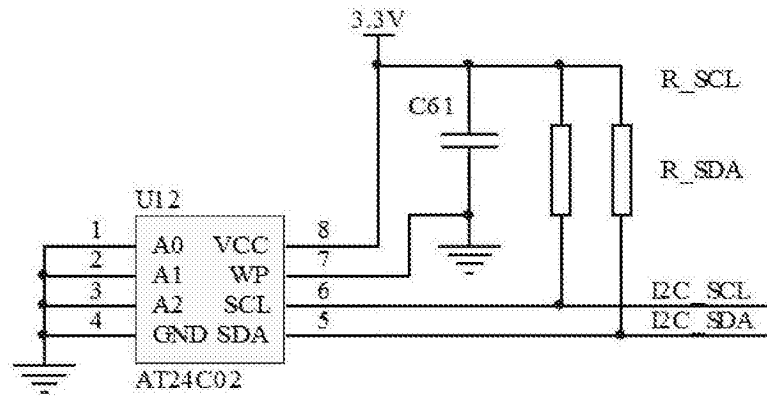


图10

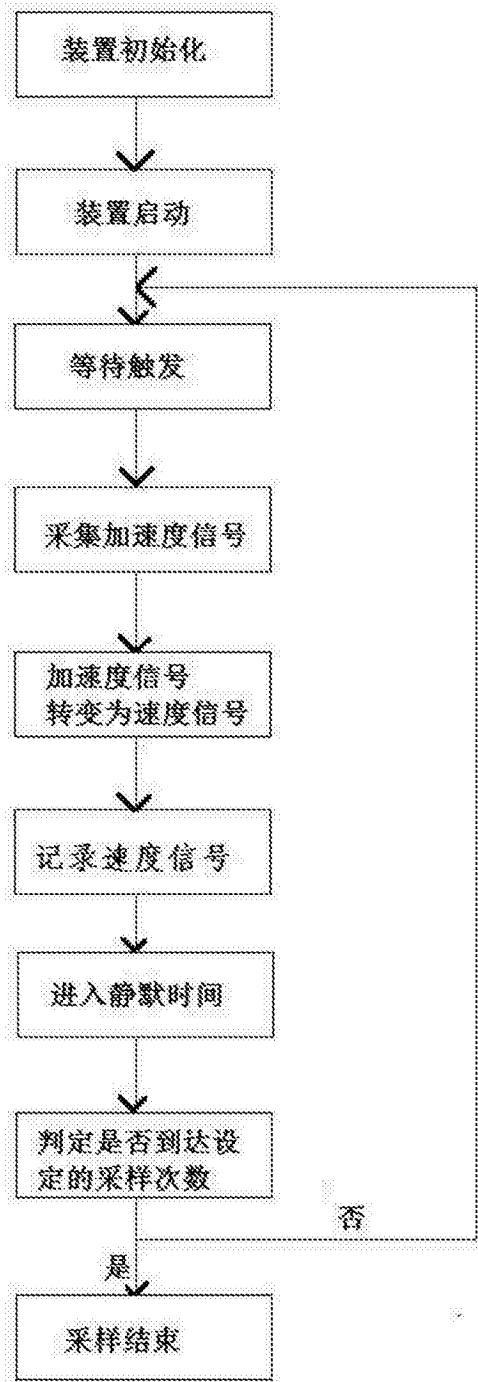


图11

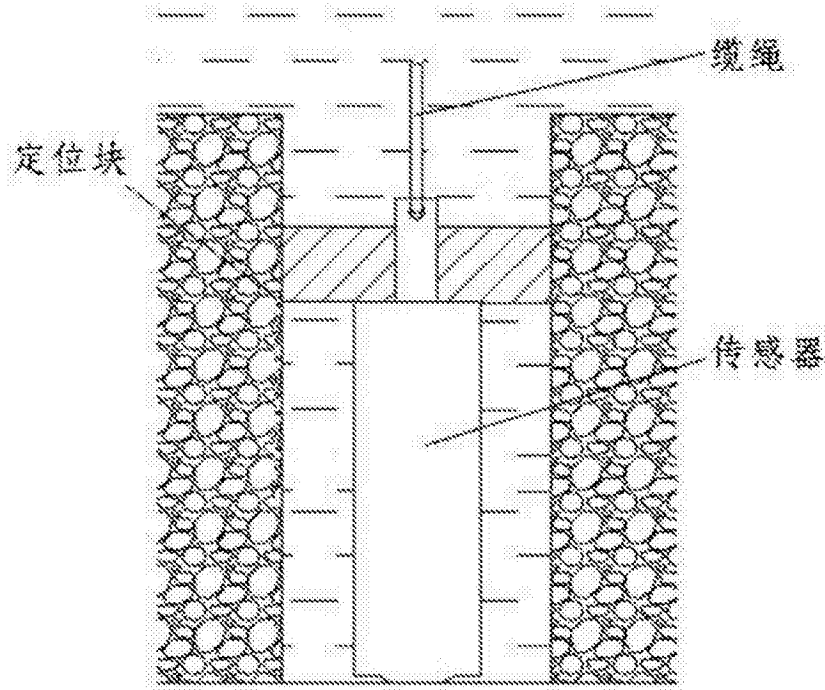


图12

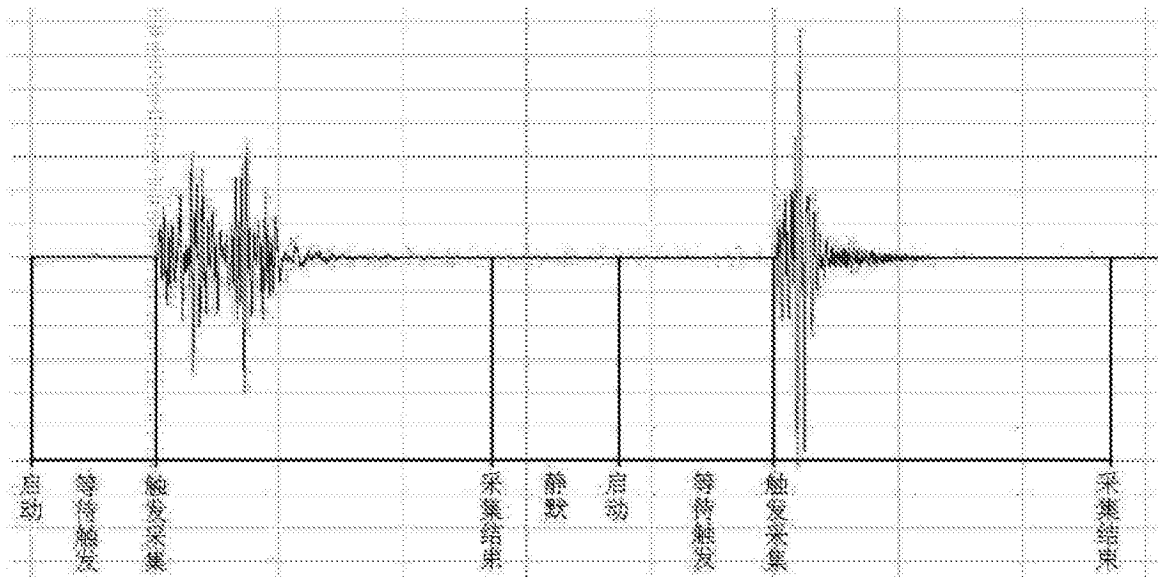


图13