



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 113866269 A

(43) 申请公布日 2021.12.31

(21) 申请号 202111086492.7

(22) 申请日 2021.09.16

(71) 申请人 中国科学院南海海洋研究所

地址 511458 广东省广州市南沙区海滨路
1119号

申请人 三亚中科海洋研究院

(72) 发明人 陈忠 田雨杭 张斌

(74) 专利代理机构 广州科粤专利商标代理有限公司 44001

代理人 劳剑东 刘明星

(51) Int.Cl.

G01N 29/04 (2006.01)

G01N 29/22 (2006.01)

G01N 29/265 (2006.01)

G01D 21/02 (2006.01)

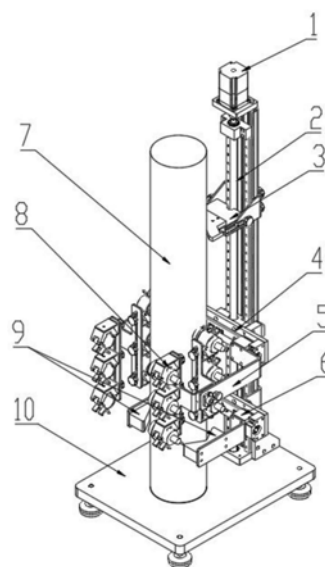
权利要求书3页 说明书9页 附图5页

(54) 发明名称

一种垂向横截面分层声学测量系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种垂向横截面分层声学测量系统及方法,涉及介质声学特性测量技术领域,本发明包括测量装置、声波仪和主控单元,测量装置包括底座和主机架,主机架设置在所述底座上,所述主机架上设有若干换能器安装夹具以及至少一样品管夹持机构,所述换能器安装夹具具有沿所述主机架的高度方向活动的自由度,所述换能器安装夹具上设有油囊换能器,所述样品管夹持机构用于夹持样品管;声波仪用于控制所述油囊换能器发射声波;以及,主控单元与所述测量装置的电机控制信号连接。本发明避免横向测量放平沉积物产生的扰动,以及测量的是轴向的平均声速,而非海底原位竖直沉积的每一层的声速。



1. 一种垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,包括:

测量装置,其包括

底座;以及,

主机架,其设置在所述底座上,所述主机架上设有若干换能器安装夹具以及至少一样品管夹持机构,所述换能器安装夹具具有沿所述主机架的高度方向活动的自由度,所述换能器安装夹具上设有油囊换能器,所述样品管夹持机构用于夹持样品管;

声波仪,其用于控制所述油囊换能器发射声波;以及,

主控单元,其与所述测量装置的电机控制信号连接。

2. 根据权利要求1所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,所述主机架包括:

电机,其设置在所述主机架的上端;以及,

升降丝杠模组,其设置在所述主机架内,其中,所述电机的输出轴与所述升降丝杠模组的输入动力端连接且所述升降丝杠模组的滑块与所述换能器安装夹具连接,在所述电机的动力驱动下,所述升降丝杠模组具有沿所述主机架的高度方向活动的自由度。

3. 根据权利要求2所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,所述主机架上还设置有:

磁栅尺,其沿所述主机架的高度方向延伸设置,所述磁栅尺上设置有位移传感器和温度传感器,其中,所述位移传感器与所述系统的主控单元控制信号连接,所述温度传感器与所述系统的主控单元控制信号连接。

4. 根据权利要求3所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,所述换能器安装夹具包括:

第一正反丝梯形丝杠模组,其水平设置在所述主机架上;以及,

对称设置的两组换能器旋转机构,其分别安装在所述第一正反丝梯形丝杠模组的两滑动部件上,所述换能器旋转机构包括:安装架和多组轴夹,所述安装架通过第一托架连接到该滑动部件上且所述安装架可转动地设置在所述托架上,多组轴夹沿所述安装架的中心线对称设置,所述轴夹设置有油囊换能器。

5. 根据权利要求4所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,所述安装架通过定位螺母可转动地连接在所述托架上,并通过分度销的插拔实现所述换能器旋转机构的限位。

6. 根据权利要求4所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,所述样品管夹持机构包括:

第二正反丝梯形丝杠模组,其水平设置在所述主机架上;

对称设置的两组V型块,其分别通过第二托架连接到所述第一正反丝梯形丝杠模组的两滑动部件上。

7. 根据权利要求1-5所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,所述第一正反丝梯形丝杠模组和所述第二正反丝梯形丝杠模组,均包括:

安装板,其两端设置有挡块;

正反丝梯形丝杠,其沿所述安装板的长度方向设置,所述正反丝梯形丝杠以其自身的中心截面所在平面为对称面,两端的丝杠螺纹旋向相反,旋向相反的丝杠螺纹上分别连接

有滑动部件,通过转动一侧的手轮,滑动部件相向或相离的运动。

8. 根据权利要求1-5所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,所述油囊换能器包括:

换能器,其具有声学发射和接收传感器;

卡箍,其通过台肩定位固定在所述换能器外侧;以及,

油囊,其具有柔性且通过所述卡箍固定,所述油囊内填充有油。

9. 一种垂向横截面分层声学测量方法,其根据权利要求1-8任一所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,包括:

将待测量的样品管固定在样品管夹持机构上,将不同频率的油囊换能器固定在换能器安装夹具上;

根据待测量的样品管的目标位置,主控单元生成第一控制指令并传递给电机的控制器,其中,所述第一控制指令包含油囊换能器的测量位置;

所述第一控制指令用于指示电机驱使换能器安装夹具移动到该测量位置;

接收位移传感器和温度传感器分别采集的位移量和温度数据,并通过显示器展示给操作者;

生成第二控制指令并传递给声波仪,其中,所述第二控制指令包含油囊换能器的声学测量操作;

所述第二控制指令用于指示油囊换能器在到达所述测量位置后完成所述声学测量操作并向声波仪反馈声学测量数据;

依次对样品管的不同位置进行测量;

利用换能器旋转机构调换里外侧的油囊换能器,重复上述步骤进行测量;

更换装满水的样品管进行标定实验;

对比不同尺寸样品管下的沉积物声学特性差异,以及不同频率下的沉积物声学特性差异。

10. 根据权利要求9所述的垂向横截面分层声学测量方法,其特征在于,对比不同尺寸样品管下的沉积物声学特性差异,以及不同频率下的沉积物声学特性差异,具体包括:

$$t_1 = \frac{S - S_1 - D}{C_s} + \frac{2\delta}{C_\delta} + \frac{d}{C_w}$$

$$t_2 = \frac{S - S_1 - D}{C_s} + \frac{2\delta}{C_\delta} + \frac{d}{C_p}$$

其中,样品管的管壁厚度为 δ ,外径为 D ,内径为 d ,换能器台肩测量距离为 S ,台肩宽度为 S_1 ;声波穿过样品管壁的速度为 C_δ ,穿过水的速度为 C_w ,穿过沉积物的速度为 C_p ,穿过油囊的声速为 C_s ;样品管中为水时声波旅行时间为 t_1 ,样品管中为沉积物时声波旅行时间为 t_2 ;

两式相减得沉积物的声速:

$$C_p = \frac{C_w}{1 - C_w \Delta t / d}$$

沉积物声衰减:

$$\alpha_{\text{P}} = \frac{20}{d} \log_{10} \left(\frac{e_w}{e_s} \right)$$

其中 α_{p} 为沉积物的声衰减系数,单位dB/m; e_w 、 e_s 分别表示同一通道采集的水和沉积物的接收电压,单位V, e_w/e_s 为可视为水和沉积物的能量比。

一种垂向横截面分层声学测量系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及介质声学特性测量技术领域,具体地说,涉及一种垂向横截面分层声学测量系统及方法。

背景技术

[0002] 海底沉积物的声学参数,例如声波在沉积物中的传播速度和能量衰减,是研究沉积物声学特性的重要参数,并且以理论为基础的声学模型也需要这些声学物理参数进行计算或者检验。海底沉积物的声学特性是影响水声传播的重要因素,因此获取声波在沉积物中的传播速度和能量衰减对海洋环境模型的计算研究以及海洋资源的发现和利用有着十分重要的意义。

[0003] 海底沉积物的声学参数测量技术主要有声学遥测、原位声学测量和实验室声学测量三种方法。声学遥测技术提供的是大体积地层的平均声速和衰减的估计,属于间接计算海底沉积物声学特性的方法;原位声学测量是探测海底最为直接的方法,但国内对其研发起步较晚,原位声学测量周期长、成本高易受海洋恶劣环境的影响;而实验室声学测量方法由于技术简单、环境可控、成本较低,关键是能够直接获得海底沉积物样品,能够进行全方面的物理特性、力学特性和声学特性测量,一直以来被广泛采用。

[0004] 在海底采集并用于实验室测量声速和声衰减的样品,通常采用PVC管或者有机玻璃管承载的圆柱状的沉积物样品,测量的方式主要是通过发射换能器发出声波信号,穿过沉积物,再由接收换能器接收声波信号,由声波的传播距离和传播时间差来计算平均声速;沉积物的声衰减通常用同轴差距衰减法来实现。

[0005] 在实际应用中,参考发明专利CN208043744U一种自适应沉积物柱状样品声学特性测量,此方法主要体现在换能器安装在样品管两端横向测量,将样品管水平放置来测量管中沉积物的声学特性。使用此方法来测量,对于海底表层沉积物来说,会使沉积物流淌,并且从样品管横截面来看,沉积物并不能充满样品管,这对测量精度有着一定的影响,并且横向放置相当于沉积物的混合,而各海底沉积物存在的年份各不相同,因此测量的沉积物声速是平均值。实验室采集的样品中通常含有多个不同种类的沉积物层,横向测量在对每一层的沉积物测量以及分界处的测量并不能达到理想的效果。

[0006] 参考发明专利CN113063855A自动双水听器声学特性测量系统及方法,此方法用一个发射换能器和两个接收水听器来测量沉积物的声学特性,并且也是将待测样品横置放置,此方法同样会使沉积物流淌从而对于分层的沉积物性质的测量带来不准确性,此外发射换能器和两个水听器之间存在阻挡,会对测量造成一定影响。

[0007] 参考发明专利CN208520818U海底沉积物声学剖面测量装置,此方法主要体现在换能器安装在样品管管身两侧测量沉积物声学特性。使用此方法来测量,能解决横向测量中沉积物无法充满横截面的问题,但仅能满足单一尺寸的样品管,而采集的样品管直径大小并不恒定,或大或小,对于不同的样品管尺寸的定位误差不同。再者,此装置的换能器装拆麻烦,对于多频的测量带来了不便。此外,此装置为手动装置,测量精度受人为影响较大,主

要包括测量时的换能器上下移动的位移。

发明内容

[0008] 针对现有技术中的不足,本发明提供一种垂向横截面分层声学测量系统及方法。

[0009] 为实现上述目的,本发明的技术方案具体如下:

[0010] 一种垂向横截面分层声学测量系统,其包括:

[0011] 测量装置,其包括

[0012] 底座;以及,

[0013] 主机架,其设置在所述底座上,所述主机架上设有若干换能器安装夹具以及至少一样品管夹持机构,所述换能器安装夹具具有沿所述主机架的高度方向活动的自由度,所述换能器安装夹具上设有油囊换能器,所述样品管夹持机构用于夹持样品管;

[0014] 声波仪,其用于控制所述油囊换能器发射声波;以及,

[0015] 主控单元,其与所述测量装置的电机控制信号连接。

[0016] 如上所述的垂向横截面分层声学测量系统,进一步地,所述主机架包括:

[0017] 电机,其设置在所述主机架的上端;以及,

[0018] 升降丝杠模组,其设置在所述主机架内,其中,所述电机的输出轴与所述升降丝杠模组的输入动力端连接且所述升降丝杠模组的滑块与所述换能器安装夹具连接,在所述电机的动力驱动下,所述升降丝杠模组具有沿所述主机架的高度方向活动的自由度。

[0019] 如上所述的垂向横截面分层声学测量系统,进一步地,所述主机架上还设置有:

[0020] 磁栅尺,其沿所述主机架的高度方向延伸设置,所述磁栅尺上设置有位移传感器和温度传感器,其中,所述位移传感器与所述系统的主控单元控制信号连接,所述温度传感器与所述系统的主控单元控制信号连接。

[0021] 如上所述的垂向横截面分层声学测量系统,进一步地,所述换能器安装夹具包括:

[0022] 第一正反丝梯形丝杠模组,其水平设置在所述主机架上;以及,

[0023] 对称设置的两组换能器旋转机构,其分别安装在所述第一正反丝梯形丝杠模组的两滑动部件上,所述换能器旋转机构包括:安装架和多组轴夹,所述安装架通过第一托架连接到该滑动部件上且所述安装架可转动地设置在所述托架上,多组轴夹沿所述安装架的中心线对称设置,所述轴夹设置有油囊换能器。

[0024] 如上所述的垂向横截面分层声学测量系统,进一步地,所述安装架通过定位螺母可转动地连接在所述托架上,并通过分度销的插拔实现所述换能器旋转机构的限位。

[0025] 如上所述的垂向横截面分层声学测量系统,进一步地,所述样品管夹持机构包括:

[0026] 第二正反丝梯形丝杠模组,其水平设置在所述主机架上;

[0027] 对称设置的两组V型块,其分别通过第二托架连接到所述第一正反丝梯形丝杠模组的两滑动部件上。

[0028] 如上所述的垂向横截面分层声学测量系统,进一步地,所述第一正反丝梯形丝杠模组和所述第二正反丝梯形丝杠模组,均包括:

[0029] 安装板,其两端设置有挡块;

[0030] 正反丝梯形丝杠,其沿所述安装板的长度方向设置,所述正反丝梯形丝杠以其自身的中心截面所在平面为对称面,两端的丝杠螺纹旋向相反,旋向相反的丝杠螺纹上分别

连接有滑动部件,通过转动一侧的手轮,滑动部件相向或相离的运动。

[0031] 如上所述的垂向横截面分层声学测量系统,进一步地,所述油囊换能器包括:

[0032] 换能器,其具有声学发射和接收传感器;

[0033] 卡箍,其通过台肩定位固定在所述换能器外侧;以及,

[0034] 油囊,其具有柔性且通过所述卡箍固定,所述油囊内填充有油。

[0035] 一种垂向横截面分层声学测量方法,其根据权利要求1-8任一所述的垂向横截面分层声学测量系统,其特征在于,包括:

[0036] 将待测量的样品管固定在样品管夹持机构上,将不同频率的油囊换能器固定在换能器安装夹具上;

[0037] 根据待测量的样品管的目标位置,主控单元生成第一控制指令并传递给电机的控制器,其中,所述第一控制指令包含油囊换能器的测量位置;

[0038] 所述第一控制指令用于指示电机驱使换能器安装夹具移动到该测量位置;

[0039] 接收位移传感器和温度传感器分别采集的位移量和温度数据,并通过显示器展示给操作者;

[0040] 生成第二控制指令并传递给声波仪,其中,所述第二控制指令包含油囊换能器的声学测量操作;

[0041] 所述第二控制指令用于指示油囊换能器在到达所述测量位置后完成所述声学测量操作并向声波仪反馈声学测量数据;

[0042] 依次对样品管的不同位置进行测量;

[0043] 利用换能器旋转机构调换里外侧的油囊换能器,重复上述步骤进行测量;

[0044] 更换装满水的样品管进行标定实验;

[0045] 对比不同尺寸样品管下的沉积物声学特性差异,以及不同频率下的沉积物声学特性差异。

[0046] 根据权利要求9所述的垂向横截面分层声学测量方法,其特征在于,对比不同尺寸样品管下的沉积物声学特性差异,以及不同频率下的沉积物声学特性差异,具体包括:

$$[0047] \quad t_1 = \frac{S - S_1 - D}{C_s} + \frac{2\delta}{C_\delta} + \frac{d}{C_w}$$

$$[0048] \quad t_2 = \frac{S - S_1 - D}{C_s} + \frac{2\delta}{C_\delta} + \frac{d}{C_p}$$

[0049] 其中,样品管的管壁厚度为 δ ,外径为 D ,内径为 d ,换能器台肩测量距离为 S ,台肩宽度为 S_1 ;声波穿过样品管壁的速度为 C_δ ,穿过水的速度为 C_w ,穿过沉积物的速度为 C_p ,穿过油囊的声速为 C_s ;样品管中为水时声波旅行时间为 t_1 ,样品管中为沉积物时声波旅行时间为 t_2 ;

[0050] 两式相减得沉积物的声速:

$$[0051] \quad C_p = \frac{C_w}{1 - C_w \Delta t / d}$$

[0052] 沉积物声衰减:

$$[0053] \quad \alpha_p = \frac{20}{d} \log_{10} \left(\frac{e_w}{e_s} \right)$$

[0054] 其中 α_p 为沉积物的声衰减系数,单位dB/m; e_w 、 e_s 分别表示同一通道采集的水和沉积物的接收电压,单位V, e_w/e_s 为可视为水和沉积物的能量比。

[0055] 本发明与现有技术相比,其有益效果在于:

[0056] 1.满足了垂向分层测量的要求。沉积物样品管垂直放置,可保证沉积物充满样片管横截

[0057] 2.触控屏通过PLC控制电机带动丝杠使换能器可以移动至指定位置,并且触控屏上设有微调和步进按钮,大大提高了运动精度。

[0058] 3.装置上配有磁栅尺位移传感器和pt100温度传感器,可以及时反馈换能器的高度以及沉积物的温度数据至触控屏上。

[0059] 4.此装置设计了兼容6种频率的换能器夹持机构,基本满足了沉积物声学特性测量所需频率要求,操作者一次性装夹6对换能器,每次测量时切换至对应频率换能器即可,当旋转架内侧换能器测量完毕,仅需转动旋转架即可完成剩余3组换能器的切换。

[0060] 5.对于样品管夹持机构,V型块的设计可满足直径为70~110mm的样品管,装拆简便,通过手轮摇动来夹紧样品管。

[0061] 6.换能器夹持机构通过升降滑块组在升降丝杠上移动,丝杠的导向作用保证了换能器夹紧机构的垂直度要求。

[0062] 7.换能器夹持机构中的正反丝梯形丝杠结构和底座上安装的正反丝梯形丝杠结构有效的保证了样品管的轴线和换能器组的中线的同轴度误差。因此,保证换能器的轴线和V块的轴线重合并且内侧换能器和外侧换能器相对于轴线2对称,即可满足样品管与换能器处于同一轴线。

[0063] 8.换能器旋转机构的分度销和定位螺栓的设计有效的约束了旋转的角度,并且保证了整个夹持机构的稳定性。

[0064] 9.垂向横截面分层声学测量方法可以有效的消除样品管管壁对声速的影响。

[0065] 10.油囊换能器的设计中,油囊具有柔性,可以变形贴近在样品圆柱形管壁上,排除空气;油是阻抗匹配介质,可以良好的匹配换能器和样品管壁;台肩用于卡位定位和测量换能器相对距离油囊换能器中的油囊充当耦合剂,间接保证了换能器与管壁的接触。

附图说明

[0066] 为了更清楚地说明本发明实施例中的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图进行简单的介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本申请的一些实施例,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他的附图。

[0067] 图1为本发明实施例的垂向横截面分层声学测量系统原理框图;

[0068] 图2为本发明实施例的垂向横截面分层声学测量装置的第一视角示意图;

[0069] 图3为本发明实施例的垂向横截面分层声学测量装置的第二视角示意图;

[0070] 图4为本发明实施例的正反丝梯形丝杠模组的第一视角示意图;

[0071] 图5为本发明实施例的正反丝梯形丝杠模组的第二视角示意图;

- [0072] 图6为本发明实施例的样品管夹持机构的结构示意图；
- [0073] 图7为本发明实施例的磁栅尺位移传感器的安装示意图；
- [0074] 图8为本发明实施例的油囊换能器的结构示意图；
- [0075] 图9为本发明实施例的沉积物声速计算原理图；
- [0076] 图10为本发明实施例的换能器和样品同轴误差的保证原理图。
- [0077] 其中：1、步进电机；2、升降丝杠模组；3、上定位机构；4、正反丝梯形丝杠模组一；5、换能器旋转机构；6、正反丝梯形丝杠模组二；7、样品管；8、换能器安装夹具；9、V型块；10、底座；11、磁栅尺；12、脚杯；13、手轮；14、滑块；15、正反丝梯形丝杠；16、滑轨；17、安装板；18、挡块；19、轴夹；20、油囊换能器组（共6对）；21、轴夹固定螺母；22、托架；23、分度销；24、定位螺栓；25、定位孔（分度销所处位置也有定位孔）；26、换能器安装架；27、V块安装架；28、V块；29、磁栅尺；30、磁栅尺读头；31、磁栅尺安装块。

具体实施方式

[0078] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整的描述，显然，所描述的实施例仅是本申请一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本申请中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本申请保护的范围。

[0079] 实施例：

[0080] 需要说明的是，本发明的说明书和权利要求书及上述附图中的术语“第一”、“第二”等是用于区别类似的对象，而不必用于描述特定的顺序或先后次序。应该理解这样使用的数据在适当情况下可以互换，以便这里描述的本发明的实施例能够以除了在这里图示或描述的那些以外的顺序实施。此外，本发明实施例的术语“包括”和“具有”以及他们的任何变形，意图在于覆盖不排他的包含，例如，包含了一系列步骤或单元的过程、方法、系统、产品或设备不必限于清楚地列出的那些步骤或单元，而是可包括没有清楚地列出的或对于这些过程、方法、产品或设备固有的其它步骤或单元。

[0081] 需要理解的是，术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”、“轴向”、“径向”、“周向”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本发明和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本发明的限制。

[0082] 在本发明的描述中，“多个”的含义是至少两个，例如两个、三个等，除非另有明确具体的限定。此外，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解，例如，可以是固定连接，也可以是可拆卸连接，或一体地连接；可以是机械连接，也可以是电连接；可以是直接相连，也可以通过中间媒介间接相连，可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。

[0083] 参见图1至图10，为了解决目前海底沉积物实验室测量现存在的技术问题，本发明提出一种垂向横截面分层声学测量系统及方法，可满足（1）按照海底沉积物原位的竖直布置方式进行测量，避免横向测量放平沉积物产生的扰动，以及测量的是轴向的平均声速，而非海底原位竖直沉积的每一层的声速；（2）可以按照任何间距运动，对海底沉积物依次进行

所需细分层的测量,满足对不同层沉积物的声学特性差异进行观察和对比,也可以此判断分层界面所在位置;(3)可以实现多频率的测量,为不同测量方法应用不同测量频率提供测量数据和测量特性支持;(4)可以实现自动测量,减少人工移动测量的低效和误差。本发明能兼容多个尺寸的换能器探头,以及多个尺寸的沉积物样品管,不仅能满足测量精度要求,还可以对比不同尺寸的样品管对测量的影响。

[0084] 一种垂向横截面分层声学测量系统包括主控单元、声波仪和垂向横截面分层声学测量装置。其实现过程如下图1所示,首先由主控单元通过电机控制器对垂向横截面分层声学测量装置的电机进行控制,使声学换能器移动至待测点,并且通过位移传感器和温度传感器反馈换能器位移量以及待测样品温度数据至触控屏,然后发送命令至声波仪激发换能器发射声波,通过接收换能器接收声波数据并且反馈给声波仪。

[0085] 参见图2-图3,垂向横截面分层测量声学测量装置包括电机1,升降丝杠模组2,上定位机构3,正反丝梯形丝杠模组一4,换能器旋转机构5,正反丝梯形丝杠模组二6,样品管7,换能器安装夹具8,V型块9,底座10,磁栅尺11,脚杯12。测量装置包括底座和主机架,主机架设置在所述底座上,所述主机架上设有若干换能器安装夹具以及至少一样品管夹持机构,所述换能器安装夹具具有沿所述主机架的高度方向活动的自由度,所述换能器安装夹具上设有油囊换能器,所述样品管夹持机构用于夹持样品管。声波仪用于控制所述油囊换能器发射声波。主控单元与所述测量装置的电机控制信号连接。满足了垂向分层测量的要求。沉积物样品管垂直放置,可保证沉积物充满样片管横截面。

[0086] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,所述主机架包括电机和升降丝杠模组,电机设置在所述主机架的上端,升降丝杠模组,其设置在所述主机架内,其中,所述电机的输出轴与所述升降丝杠模组的输入动力端连接且所述升降丝杠模组的滑块与所述换能器安装夹具连接,在所述电机的动力驱动下,所述升降丝杠模组具有沿所述主机架的高度方向活动的自由度。触控屏通过PLC控制电机带动丝杠使换能器可以移动至指定位置,并且触控屏上设有微调和步进按钮,大大提高了运动精度。

[0087] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,正反丝梯形丝杠模组一、二皆如图4所示,正反丝梯形丝杠模组一、二由手轮13,滑块14,正反丝梯形丝杠15,滑轨16,安装板17,挡块18组成。所谓正反丝梯形丝杠即是以丝杠中心截面所在平面为对称面,两端的丝杠螺纹旋向相反,因此当顺时针转动丝杠时,向中心平面靠近,逆时针转动即远离中心平面,挡块作为限位零件避免滑块脱轨。

[0088] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,换能器夹持机构5由正反丝梯形丝杠模组一4以及换能器旋转机构构成,如图5、6所示。换能器安装在轴夹19上并通过轴夹固定螺母21安装在安装架25上,换能器与声波仪连接。旋转机构由托架22,分度销23,定位螺母24组成,旋转机构内侧为测量状态,当内侧测量完成后拉出分度销,使其退出限位模式,手动绕着定位螺栓24旋转180°后按压分度销使其进入限位模式从而保证180°的转角以及旋转机构的锁紧,将外侧换能器旋转至内侧测量,即可完成对同一位置6组不同频率换能器对样品的测量。该装置主要由分度销23和定位螺母24来约束旋转角度180°。换能器夹持机构通过升降滑块组在升降丝杠上移动,丝杠的导向作用保证了换能器夹紧机构的垂直度要求。换能器夹持机构中的正反丝梯形丝杠结构和底座上安装的正反丝梯形丝杠结构有效的保证了样品管的轴线和换能器组的中线的同轴度误差。因此,保证换能器的轴线和V块的轴

线重合并且内侧换能器和外侧换能器相对于轴线2对称,即可满足样品管与换能器处于同一轴线。此外,换能器旋转机构的分度销和定位螺栓的设计有效的约束了旋转的角度,并且保证了整个夹持机构的稳定性。

[0089] 样品管夹持机构如图7所示,由正反丝梯形丝杠模组二6,V块安装架27,V块28组成。转动手轮时V块向中心靠近,夹紧样品管。V块可适用直径为75mm-110mm的样品管。.,装拆简便,通过手轮摇动来夹紧样品管。

[0090] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,所述主机架上还设置有磁栅尺,磁栅尺沿所述主机架的高度方向延伸设置,所述磁栅尺上设置有位移传感器和温度传感器,其中,所述位移传感器与所述系统的主控单元控制信号连接,所述温度传感器与所述系统的主控单元控制信号连接。磁栅尺位移传感器的安装如图9所示,磁栅尺读头30在磁栅尺28滑动,通过磁栅尺安装块与正反丝梯形丝杠模组一连接。即磁栅尺读头与换能器夹持机构同步运动,以此来检测换能器的运动位移。装置上配有磁栅尺位移传感器和pt100温度传感器,可以及时反馈换能器的高度以及沉积物的温度数据至触控屏上。

[0091] 作为一种可选的实施方式,在某些实施例中,油囊换能器具体结构如图9所示。由换能器、卡箍、油囊、油、台肩、导线组成,其中油囊具有柔性,可以变形贴近在样品圆柱形管壁上,排除空气;油是阻抗匹配介质,可以良好的匹配换能器和样品管壁;换能器是基本的声学发射和接收传感器;台肩用于卡位定位和测量换能器相对距离;导线是电线,传递发射电信号和接收电信号。油囊换能器组20由6对不同频率的油囊换能器组成,分成两组三对分布对称,安装在换能器夹持机构4上。以上6对油囊换能器的频率分别是50Hz、100Hz、200Hz、300Hz、400Hz、500Hz.,可以设计成更多对,最基本状态是1对,可以是2对、3对、4对、5对、6对,根据所研究的换能器的频率而定。油囊换能器的设计中,油囊具有柔性,可以变形贴近在样品圆柱形管壁上,排除空气;油是阻抗匹配介质,可以良好的匹配换能器和样品管壁;台肩用于卡位定位和测量换能器相对距离油囊换能器中的油囊充当耦合剂,间接保证了换能器与管壁的接触。此装置设计了兼容6种频率的换能器夹持机构,基本满足了沉积物声学特性测量所需频率要求,操作者一次性装夹6对换能器,每次测量时切换至对应频率换能器即可,当旋转架内侧换能器测量完毕,仅需转动旋转架即可完成剩余3组换能器的切换。

[0092] 换能器夹持机构4由正反丝梯形丝杠模组9以及换能器旋转架10构成。换能器通过专用夹具安装在旋转架上,换能器与声波仪连接,旋转架内侧为测量状态,当内侧测量完成后转动旋转机构180°,将外侧换能器旋转至内侧测量,即可完成对同一位置6组不同频率换能器对样品的测量。

[0093] 油囊换能器具体结构如图9所示。由换能器、卡箍、油囊、油、台肩、导线组成,其中油囊具有柔性,可以变形贴近在样品圆柱形管壁上,排除空气;油是阻抗匹配介质,可以良好的匹配换能器和样品管壁;换能器是基本的声学发射和接收传感器;台肩用于卡位定位和测量换能器相对距离的(结合补充计算式,与声速中的距离d对应起来);导线是电线,传递发射电信号和接收电信号。

[0094] 样品管夹持机构由V型块12、样品管13、正反丝梯形丝杠模组14组成。换能器夹持机构连接在升降丝杠模组的滑块上,样品管夹持机构通过螺丝固定在底座上,工作时,手摇样品管夹持机构手轮夹紧样品管,电机带动升降丝杠运动,控制换能器组上下移动,到达待测点声波仪发出采集命令开始进行声学测量。

[0095] 计算沉积物声速方法:

[0096] 参见图10,假设样品管的管壁厚度为 δ ,外径为 D ,内径为 d ,换能器台肩测量距离为 S ,台肩宽度为 S_1 ;声波穿过样品管壁的速度为 C_δ ,穿过水的速度为 C_w ,穿过沉积物的速度为 C_p ,穿过油囊的声速为 C_s ;样品管中为水时声波旅行时间为 t_1 ,样品管中为沉积物时声波旅行时间为 t_2 。则有:

$$[0097] \quad t_1 = \frac{S - S_1 - D}{C_s} + \frac{2\delta}{C_\delta} + \frac{d}{C_w}$$

$$[0098] \quad t_2 = \frac{S - S_1 - D}{C_s} + \frac{2\delta}{C_\delta} + \frac{d}{C_p}$$

[0099] 两式相减得沉积物的声速:

$$[0100] \quad C_p = \frac{C_w}{1 - C_w \Delta t / d}$$

[0101] 沉积物声衰减:

$$[0102] \quad \alpha_p = \frac{20}{d} \log_{10} \left(\frac{e_w}{e_s} \right)$$

[0103] 其中 α_p 为沉积物的声衰减系数,单位dB/m; e_w 、 e_s 分别表示同一通道采集的水和沉积物的接收电压,单位V, e_w/e_s 为可视为水和沉积物的能量比。

[0104] 垂向横截面分层声学测量方法可以有效的消除样品管管壁对声速的影响。

[0105] 具体实施时,可采取以下步骤:

[0106] 步骤1.将装有沉积物的样品管7竖直放置在装置底座10上,调节样品管夹持机构的手轮夹紧样品管7。

[0107] 步骤2.用轴夹19将6对不同频率换能器夹紧,并且将其连接在声波仪上。

[0108] 步骤3.操作触控屏,输入需要移动的距离,控制电机1转动,带动换能器移动,根据磁栅尺反馈的位移数据,调节微调按钮,使换能器移动到所需位置,并且实时记录温度传感器反馈的温度数据。

[0109] 步骤4.打开声波仪,控制发射换能器发射声波,通过接收换能器接收数据并反馈至声波仪上。由此待测点的一种频率的一次实验完成。

[0110] 步骤5.操作触控屏,按下步进按钮,依次对样品不同位置进行测量,直至完成整个样品位置的测量。

[0111] 步骤6.切换不同频率换能器组测量,重复上述操作,直至旋转架内侧换能器全部测量完毕。

[0112] 步骤7.拉出分度销,转动旋转架180°,再按下分度销完成一次旋转,由此内外侧互换,即可完成外侧三对换能器组的测量。

[0113] 步骤8.将装满水的样品管7放置装置上进行测量,进行水的标定实验,重复上述操作。

[0114] 步骤9.待测量完毕,复位装置,读取波形数据,进行数据分析。

[0115] 步骤10.对比不同尺寸样品管下的沉积物声学特性差异,以及不同频率下的沉积物声学特性差异。

[0116] 在本说明书的描述中,参考术语“一个实施例”、“一些实施例”、“示例”、“具体示例”、或“一些示例”等的描述意指结合该实施例或示例描述的具体特征、结构、材料或者特点包含于本发明的至少一个实施例或示例中。在本说明书中,对上述术语的示意性表述不必针对的是相同的实施例或示例。而且,描述的具体特征、结构、材料或者特点可以在任一个或多个实施例或示例中以合适的方式结合。此外,在不相互矛盾的情况下,本领域的技术人员可以将本说明书中描述的不同实施例或示例以及不同实施例或示例的特征进行结合和组合。

[0117] 上述实施例只是为了说明本发明的技术构思及特点,其目的是在于让本领域内的普通技术人员能够了解本发明的内容并据以实施,并不能以此限制本发明的保护范围。凡是根据本发明内容的实质所做出的等效的变化或修饰,都应涵盖在本发明的保护范围内。

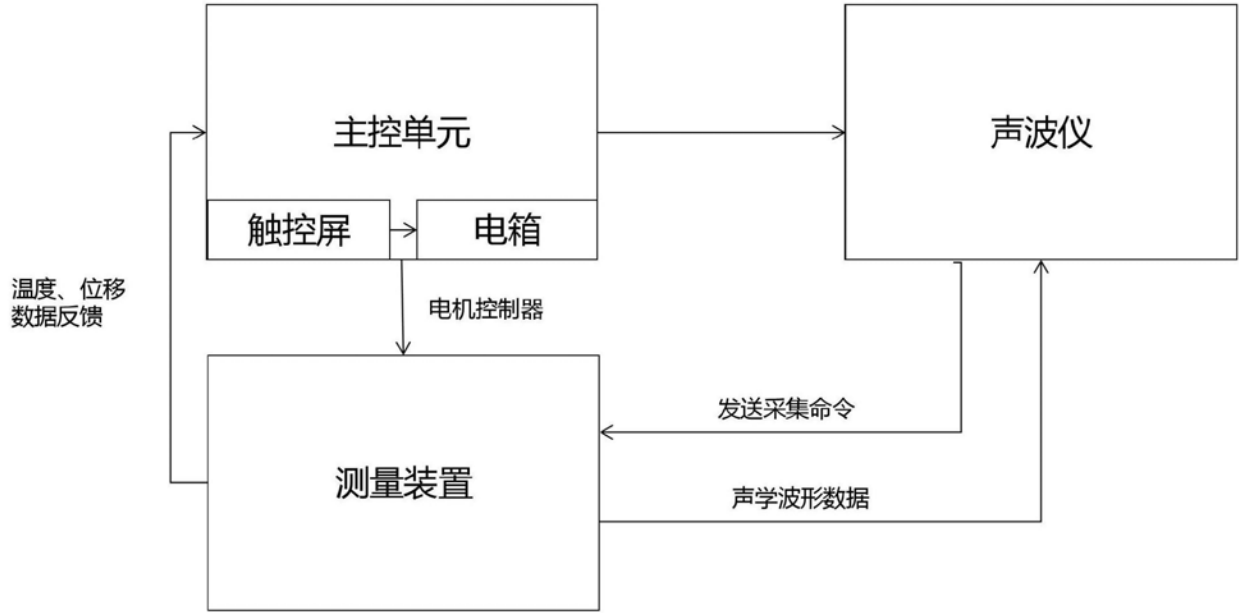


图1

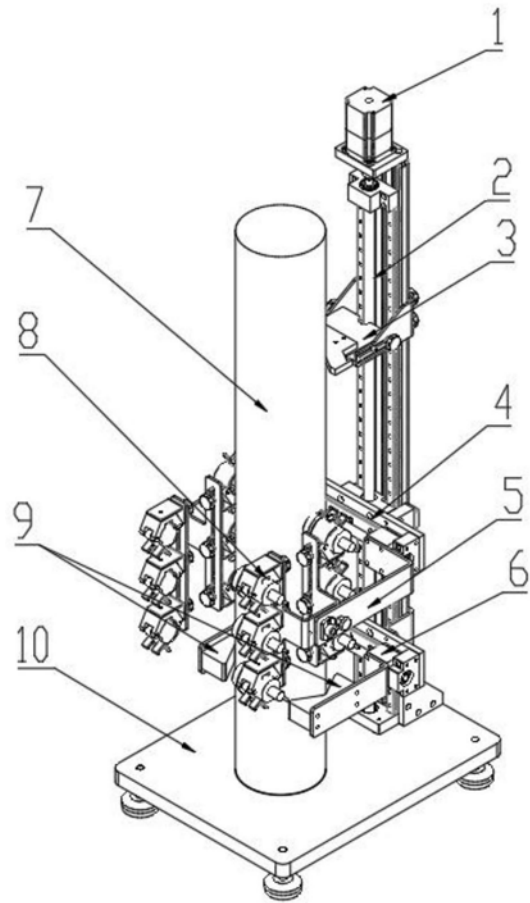


图2

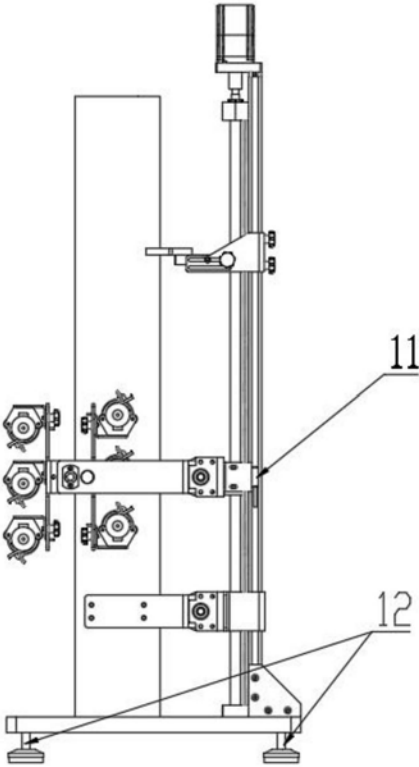


图3

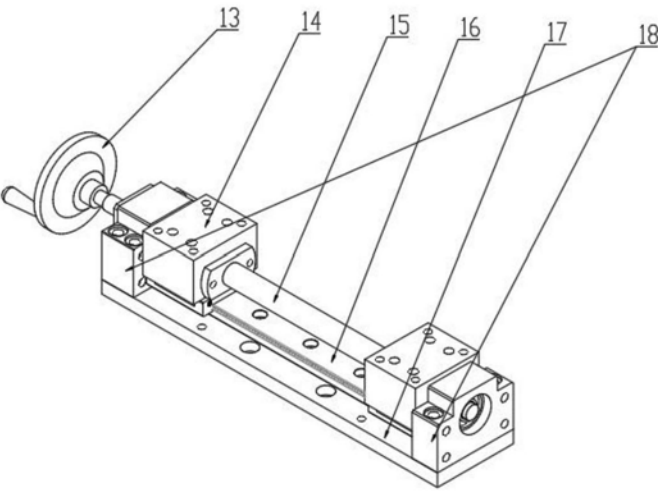


图4

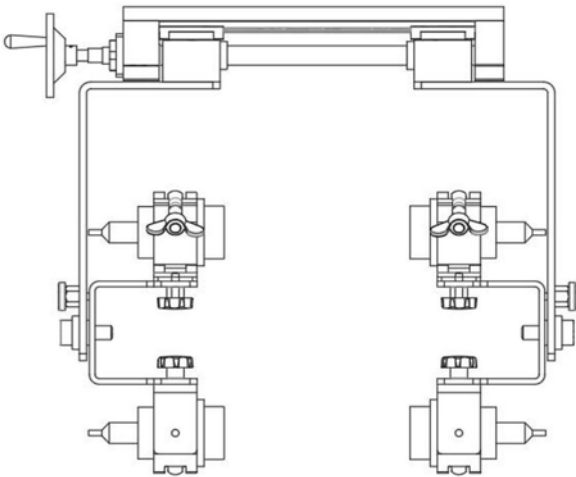


图5

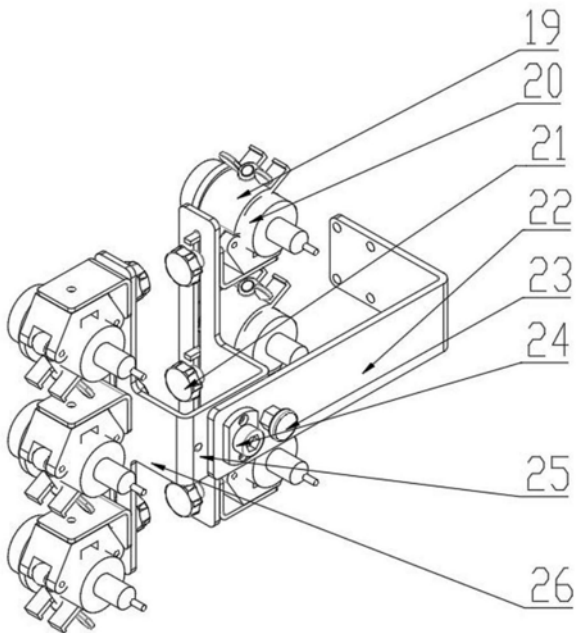


图6

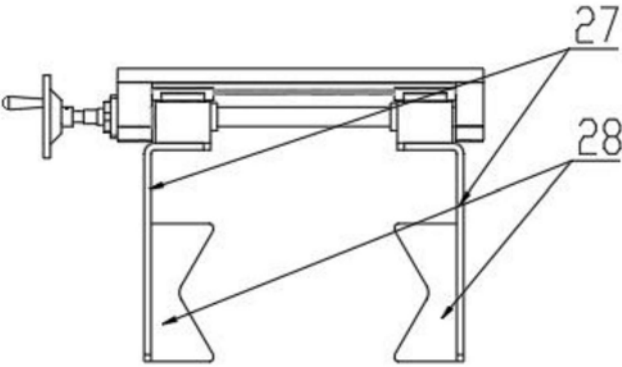


图7

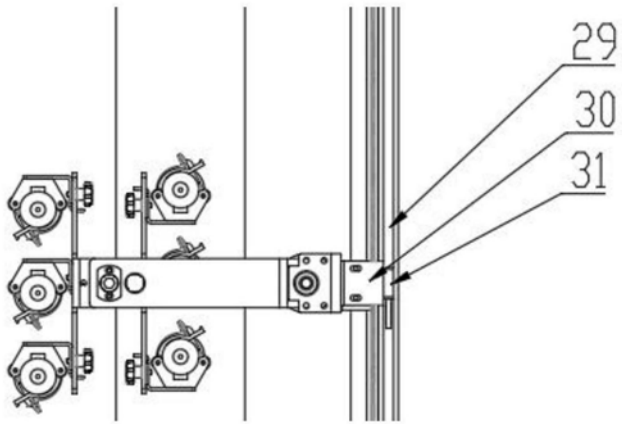


图8

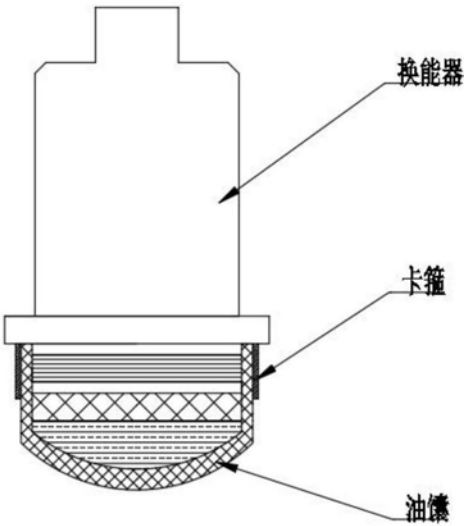


图9

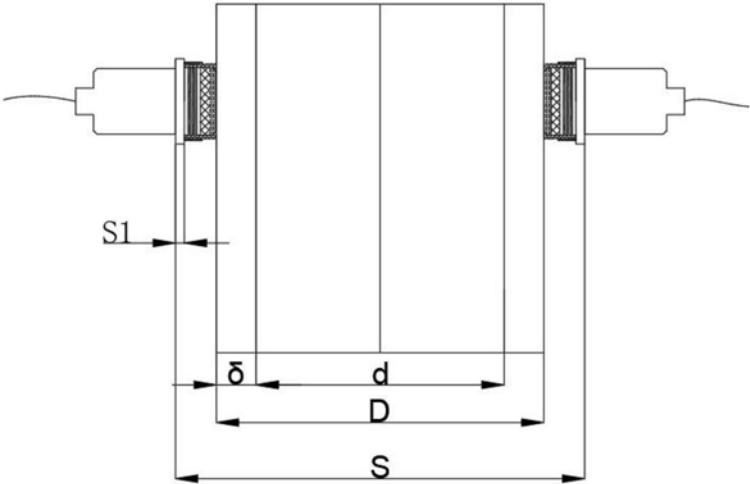


图10