



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105158023 B

(45)授权公告日 2017.08.22

(21)申请号 201510548507.5

(22)申请日 2015.08.31

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105158023 A

(43)申请公布日 2015.12.16

(73)专利权人 大连理工大学
地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工
路2号

(72)发明人 韩敏 徐旭东 姜欣 汪天祥
刘瑀

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心
21200
代理人 赵连明 梅洪玉

(51)Int.Cl.
G01N 1/14(2006.01)

(56)对比文件

CN 102928257 A,2013.02.13,
CN 103411794 A,2013.11.27,
US 2014/0287487 A1,2014.09.25,
CN 104677691 A,2015.06.03,
CN 101487772 A,2009.07.22,
黄中华 等.深海浮游微生物浓缩保压取样
技术.《机械工程学报》.2006,第42卷(第3期),第
212-216页.
李风波.深海分层采样技术的研究.《中国优
秀硕士学位论文全文数据库 基础科学辑》
.2011,(第7期),第A011-11页.

审查员 曾波

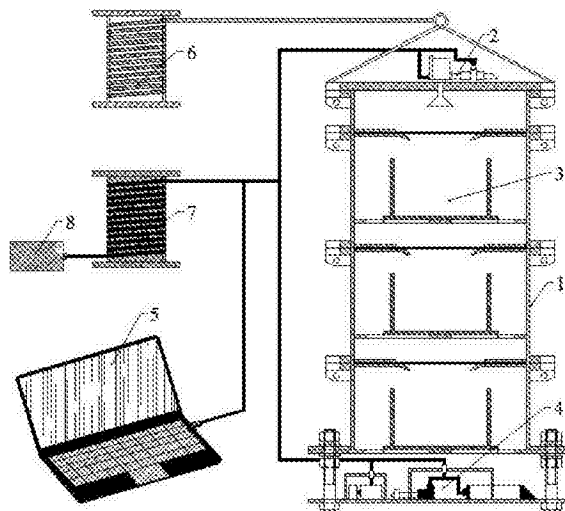
权利要求书2页 说明书5页 附图5页

(54)发明名称

一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置

(57)摘要

本发明公开了一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置,属于环境监测、环境治理及计算机控制技术领域,涉及到水库等水体中悬浮物样本的采集。主要由悬浮物采集仪、上位机、单片机控制单元、24V直流抽水泵、电磁流量计、压力传感器、浊度传感器、密封盒、5V直流电源、24V直流电源构成。带有刻度的缆绳缠绕于线轴上,穿过吊环与悬浮物采集仪相连接,上位机通过电缆线与单片机控制单元连接,24V直流电源通过电缆线与24V直流抽水泵、压力传感器、浊度传感器、电磁流量计相连接。悬浮物采集仪的自动控制操作简化了采样过程,旋转入流和分级存储技术优化了滤膜堵塞问题,实现了水中悬浮物的保真、分级采集,提高了采样效率和精度。



1. 一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置,包括分级旋转式桶体(1)、出水机构(2)、样本收集仓(3)、监测控制机构(4)、上位机(5)、带有刻度的缆绳(6)、电缆线(7)和24V直流电源(8);所述带有刻度的缆绳(6)缠绕于线轴上,穿过吊环与悬浮物采集仪相连接,上位机(5)通过电缆线(7)与监测控制机构(8)连接;其特征在于:

所述分级旋转式桶体(1)包括:桶盖、三层分级的收集桶以及支撑底座,各部分之间均采用法兰盘式结构连接,并采用螺杆固定;

所述出水机构(2)包括:24V直流抽水泵(2-1)、以及电磁流量计(2-2),电磁流量计(2-2)通过记录抽水泵(2-1)的出水流量来确定分级过滤过程的水体总量;

所述样本收集仓(3)包括:悬浮物过滤层(3-1)、悬浮物收集盒(3-2)、盒体支撑板(3-3)、盒体固定卡槽(3-3-1);

所述悬浮物过滤层包括:上层固定板(3-1-1)、中间滤网(3-1-2)、及下层固定板(3-1-3),其中两层固定板均为中间空心的圆环,上层固定板(3-1-1)为标准圆环,下层固定板(3-1-3)为中间带有一圈弧形倒角的圆环;当水体从下至上流动经过下层固定板(3-1-3)时,受到圆环及弧形倒角的阻挡作用,改变直上直下的流动方向,重新回到当前样本收集仓(3)的中下部,进而在盒内形成涡流,并保证当前样本收集仓(3)过滤后的悬浮物样本能够最大程度地落到收集盒(3-2)中;

所述支撑底座上底板与盒体支撑板(3-3)上均设置四个对称的扇形进水口(3-3-2)负责进水;特别的,进水口(3-3-2)面积、过滤层圆孔面积、以及收集盒(3-2)与下层固定板(3-1-3)之间圆柱形区域的表面积近似相等,以保证水体在当前收集仓(3)内匀速流动,进而保证悬浮物样本达到最好的过滤效果;所述收集盒固定卡槽(3-3-1)为内径与悬浮物收集盒(3-2)外径相等的圆环,并固定在盒体支撑板(3-3)上,起到固定悬浮物收集盒(3-2)的作用。

2. 按照权利要求1所述的一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置,其特征在于,所述监测控制机构(4)包括:单片机控制单元(4-1)、压力传感器(4-2)、浊度传感器(4-3)、5V直流电源(4-4)以及密封盒(4-5);所述单片机控制单元(4-1)由5V直流电源(4-4)供电,压力传感器(4-2)、浊度传感器(4-3)、电磁流量计(2-2)由24V直流电源(8)供电;单片机控制单元(4-1)通过电缆线(7)与各传感器电路部分相连接,并被密封安装在密封盒(4-5)内,密封盒(4-5)固定在支撑底座上;传感器的探头部分暴露在采样环境中,分别用于实时测量当前采样点的深度信号、悬浮物浓度信号以及出水流量信号。

3. 如权利要求1或2所述的一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置,其特征在于,所述上位机(5)为便携式笔记本,上位机(5)通过电缆线(7)与单片机控制单元(4-1)相连接;单片机控制单元(4-1)将采集到的深度信号、悬浮物浓度信号和出水流量信号传送至上位机(5),上位机(5)实时显示接收到的信号,并根据实时显示的信号判断装置工作状态;上位机(5)根据接收到的信号进行实时处理分析,向单片机控制单元(4-1)发送操作命令,控制24V直流抽水泵(2-1)的开启和关闭。

4. 如权利要求2所述的一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置,其特征在于,所述单片机控制单元(4-1)放在水下,并固定在悬浮物采集仪(1)的支撑底座内,避免由于信号传输距离过长而造成的干扰与损耗;所述电磁流量计(2-2)安装在24V直流抽水泵(2-1)的出水管道上,更为准确地记录抽水泵(2-1)排出的过滤后水体的体积,进而更精确地计算悬浮

物样本的浓缩倍数;所述压力传感器(4-2)和浊度传感器(4-3)安装在支撑底座内,这样一方面使传感设备适应水流状态,测得更为准确的深度信号与浓度信号,另一方面可以降低整个采样装置的重心,使悬浮物采集仪(1)在水下时更好地保持竖直状态。

5.如权利要求3所述的一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置,其特征在于,所述单片机控制单元(4-1)放在水下,并固定在悬浮物采集仪(1)的支撑底座内,避免由于信号传输距离过长而造成的干扰与损耗;所述电磁流量计(2-2)安装在24V直流抽水泵(2-1)的出水管道上,更为准确地记录抽水泵(2-1)排出的过滤后水体的体积,进而更精确地计算悬浮物样本的浓缩倍数;所述压力传感器(4-2)和浊度传感器(4-3)安装在支撑底座内,一方面使传感设备适应水流状态,测得更为准确的深度信号与浓度信号,另一方面降低整个采样装置的重心,使悬浮物采集仪(1)在水下时更好地保持竖直状态。

一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置

技术领域

[0001] 本发明属于环境监测、环境治理及计算机控制技术领域,具体涉及到一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置。

背景技术

[0002] 水体悬浮物是指悬浮在水中的固有物质,主要是由无机物、泥沙、粘土、原生动物、藻类、细菌、病毒、以及高分子有机物等组成。悬浮物能够使水体浑浊,降低自然水体的透明度,进而影响水生生物的呼吸和代谢,甚至造成河道堵塞等严重的水体污染。水源水库作为居民生活用水的源头,在人类的生产、生活中扮演着极为重要的作用。在水源水库的长期运行中,较大颗粒的悬浮物逐渐沉淀,中小颗粒则吸附凝聚在一起,悬浮在水库的下层水体中。因此,对水体中的悬浮物进行采集,并进行后续相关的化验分析,具有重要的研究意义。

[0003] 目前,国内水环境保护与治理研究领域内,专门用于水体悬浮物取样的装置很少,对于自然水体中的悬浮物大多直接使用采水器或者简单的筛网进行收集。这些装置由于自身的结构特性,在悬浮物采集时均存在一定的限制。

[0004] 使用采水器进行悬浮物采集时,由于采水器本身容量较小,因此需要将大量的水样采集到岸上或甲板上再进行过滤,这样的采样过程操作繁琐且效率低下,往往在过滤了大量水样之后也很难获得足够量的悬浮物样本;使用浮游微生物筛网时,受到本身结构的制约,筛网能够下放的深度有限,然而悬浮物样本的采集效果与采样深度有着直接的关系,悬浮物浓度较高的区域往往位于靠近水体底部的位置,因此浮游微生物筛网往往难以取得具有代表性的悬浮物样本,且筛网周边没有遮挡闭合结构,容易导致采集到的悬浮物随水流渗漏。此外,在使用上述两类装置进行悬浮物采集时,水体中不同粒径的悬浮物混合在一起,给后续的化验分析工作带来很多不便。

[0005] 随着水体检测技术的不断发展,对于采样器的要求也在不断地发展与变化。与以前的采样器相比,悬浮物采集仪正朝着大深度、高保真、智能化、一体化的方向发展。由于计算机领域与水环境防治领域的联系日益密切,目前这几种完全依赖人工的采样方式既费时又费力,已经逐渐不能满足采样要求,对悬浮物采集仪的自动化升级显得迫在眉睫。在目前已经公开的一些发明专利中,存在部分采样装置使用自动采样的手段取代人工采样,节省了大量的采样时间,提高了工作效率,也在一定程度上改善了采样效果。但是,这些装置在悬浮物的采样过程中同样也存在一定的不足。

[0006] 例如,中国专利公开号CN101487772A,公开日2009年7月22日,发明专利名称为《深水浮游生物自动分层定量取样器》,包括支架、取样单元、控制单元,所述的支架包括框架以及框架内设置的支撑板,将所述的取样单元、控制单元设置在支撑板上。该申请案的采样装置同样也是使用浮游生物过滤网对悬浮物进行过滤采集。因此该采样装置不能将不同粒径的悬浮物颗粒分离,其同样存在上述不足。

[0007] 例如,中国专利公开号CN102928257A,公开日2013年2月13日,发明专利名称为《一种自然水体悬浮物分级采集装置及其采集方法》,包括:过滤组合套件、操控箱、潜水泵及水

管,过滤组合套件包括:入水元件、过滤元件和出水元件。将多个过滤元件叠放在一起,过滤元件的孔径从上至下依次递减,能够一次性分离不同粒径的悬浮物。该申请案的采样装置虽然可以对不同深度的自然水体进行定量采样,但是无法及时获知采样点悬浮物的浊度情况,因此不能根据悬浮物浓度调整采样时间。并且,过滤元件孔径从上至下依次递减,会导致过滤后的悬浮颗粒物受重力作用吸附在滤网上,从而造成滤网堵塞,进而影响后续操作的采样效果。

[0008] 显然,以上述两种悬浮物采样装置为代表的现有采集仪均难以真正地满足自然水体悬浮物自动采样的要求。因此,需要研发一套能够在原位、微扰动地采集悬浮物样本,且仪器本身的滤网结构不易形成堵塞、并可根椐采样点悬浮物浓度情况调节采样时长的自控式分级过滤水体悬浮物采集装置。

发明内容

[0009] 本发明要解决的技术问题,是针对现有技术存在的不足,提供一套能够在原位、微扰动地自动获取浓缩悬浮物样本的采样装置及其控制方法。该装置能够准确地不同深度的采样点对水体悬浮物进行精准地分级采样。并且,该装置还能根据采样点的悬浮物浓度情况调节采样时长,提高悬浮物采集效率。同时,还可以在该装置的上位机上实时观察并记录采样点的深度信号、悬浮物浓度信号、以及出水口的流量信号。

[0010] 本发明的目的在于提供一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置,其技术方案如下:

[0011] 一种自控式分级过滤水体悬浮物采集装置,主要由分级旋转式桶体、出水机构、样本收集仓、监测控制机构、上位机、带有刻度的缆绳、电缆线、24V直流电源组成。

[0012] 分级旋转式桶体为透明的圆柱形有机玻璃管,分为桶盖、三层分级的收集桶、以及支撑底座,这五部分结构之间均采用法兰盘式结构连接,并使用螺杆固定。

[0013] 出水机构包括:24V直流抽水泵和电磁流量计,电磁流量计通过记录抽水泵的出水流量来确定分级过滤过程的水体总量。

[0014] 样本收集仓包括:悬浮物过滤层、悬浮物收集盒、盒体支撑板、以及收集盒固定卡槽。所述悬浮物过滤层包括上、下两层滤网固定板及中间滤网,其中两层固定板均为中间空心的圆环,其区别在于,上层固定板为标准圆环,下层固定板为中间带有一圈弧形倒角的圆环。其目的在于,当水体从下至上流动经过各层悬浮物过滤层的下层固定板时,受到圆环及弧形倒角的阻挡作用,改变直上直下的流动方向,重新回到当前样本收集仓的下部,进而在盒内形成一定程度的涡流,并保证当前收集仓过滤后的悬浮物样本能够最大程度地落到收集盒中。所述盒体支撑板上设置四个对称的扇形进水口负责进水。特别的,进水口面积、过滤层圆孔面积、以及收集盒与下层固定板之间圆柱形区域的表面积近似相等,以保证水体在当前收集仓内匀速流动,进而保证悬浮物样本达到最好的过滤效果。所述收集盒固定卡槽为内径与悬浮物收集盒外径相等的圆环,并固定在盒体支撑板上。这样的固定卡槽结构简单,并且能够很好地起到固定收集盒的作用。

[0015] 悬浮物过滤层内的滤网固定安装在两层滤网固定板之间。三级收集仓中滤网的网孔数目不同,即孔径大小不同。下层滤网的网孔数目最少,即下层孔径最大;上层滤网的网孔数目最多,即上层孔径最小,孔径大小从下至上依次递减。使用三层不同孔径的悬浮物过

滤网可以更好地分离自然水体中的悬浮物,将粒径最大的悬浮物样本收集在下层样本收集仓的收集盒中,粒径最小的悬浮物样本收集在上层收集盒中,粒径大小处于二者之间的悬浮物样本收集在中层收集盒中,实现不同粒径悬浮物颗粒的一次性分离。

[0016] 监测控制机构包括:单片机控制单元、压力传感器、浊度传感器、5V直流电源、以及密封盒。监测控制机构设置支撑底座下底板上,底座上底板设置四个对称的扇形进水口负责进水,水体在悬浮物采集仪内的流动方向为自下至上流动。

[0017] 所述单片机控制单元包括:单片机、数据采集模块、压力传感器测量模块、浊度传感器测量模块、电磁流量计测量模块等。单片机由5V直流电源供电,各传感器测量模块由24V直流电源供电,单片机通过数据采集模块与传感器相连接。整个单片机控制单元与各传感器的电路部分被密封安装在密封盒内,密封盒固定在支撑底座上。各传感器的探头部分暴露在采样环境中,分别用于实时测量当前采样点的深度信号、悬浮物浓度信号以及出水流量信号,进而实现对不同深度、不同浓度的自然水体进行定深、定量采样。

[0018] 所述上位机为便携式笔记本,上位机通过电缆线与单片机控制单元相连接。单片机控制单元将采集到的深度信号、悬浮物浓度信号和出水流量信号传送至上位机,上位机实时显示接收到的信号,并根据实时的显示信号判断装置工作状态。上位机根据接收到的信号进行实时处理分析,向单片机控制单元发送操作命令,控制24V直流抽水泵的开启和关闭。

[0019] 本发明所述的悬浮物采集装置部分,桶盖、三层分级的收集桶、以及支撑底座之间均采用法兰盘式结构连接,并采用螺杆固定,拆卸简单方便。悬浮物过滤层使用两层中间开孔的圆环作为滤网固定板来固定中间的悬浮物过滤网,且下层固定板中间带有一圈弧形倒角,使得水体在采样桶内形成涡流,最大程度地收集过滤后的悬浮物颗粒;采用从上至下悬浮物过滤网孔径依次增大的三层滤网结构,可以更好地实现悬浮物分级采样,并有效优化了滤膜堵塞的问题。

[0020] 本发明的监测控制部分,上位机、单片机控制单元、以及传感器测量模块之间采用电缆线连接,单片机控制单元以及各部分传感器均被密封安装在密封盒内,传感器探头暴露在采样环境中进行数据采集,上位机实时显示采集到的深度信号、浊度信号与流量信号,可以更加直观地了解当前采样点悬浮物采集仪的状态,并更好地实现自然水体悬浮物的定深、定量采样。

[0021] 本发明的效果和益处是相比于现有的采水仪器、浮游微生物取样网、以及其他自动式采集装置,弥补了采样效率低、样本时效差、还原浓度失真、滤膜易堵塞等不足,发明了具有自控操作、精准富集、分级储样的自控式分级过滤水体悬浮物采集仪,且具备实时采样深度测量、悬浮物浓度校核、动态流量监测的特点。

附图说明

[0022] 图1是自控式分级过滤水体悬浮物采集装置的结构示意图。

[0023] 图2是自控式分级过滤水体悬浮物采集装置的整体结构图。

[0024] 图3是样本收集仓的结构图。

[0025] 图4是悬浮物过滤层的结构图。

[0026] 图5是箱体支撑板的俯视图。

- [0027] 图6是监测控制机构的结构图。
- [0028] 图7是自控式分级过滤水体悬浮物采集装置的工作原理图。
- [0029] 图8是单片机控制单元的结构图。
- [0030] 图9是自控式分级过滤水体悬浮物采集方法的操作流程图。
- [0031] 图中:1分级旋转式桶体;2出水机构;3样本收集仓;4监测控制机构;5上位机;6带有刻度的缆绳;7电缆线;824V直流电源;
- [0032] 3-1悬浮物过滤层;3-2悬浮物收集盒;3-3盒体支撑板;
- [0033] 3-1-1上层滤网固定板;3-1-2悬浮物过滤网;3-3-3带一圈弧形倒角的下层滤网固定板;
- [0034] 3-3-1固定卡槽;3-3-2进水口;
- [0035] 4-1单片机控制单元;4-2压力传感器;4-3浊度传感器;4-45V直流电源;4-5密封盒;4-6螺栓孔;
- [0036] 2-12 4V直流抽水泵;2-2电磁流量计;
- [0037] 4-1单片机控制单元;4-2压力传感器;4-3浊度传感器;4-4 5V直流电源。

具体实施方式

- [0038] 以下是结合技术方案和附图详细叙述本发明的具体实施方式。
- [0039] 自控式分级过滤水体悬浮物采集装置进行悬浮物采集的具体步骤如下:
- [0040] 步骤1:采样开始前,根据采集目的悬浮物的粒径大小范围,选择三层不同孔径的过滤网3-1-2,分别固定在悬浮物过滤层3-1内。过滤网3-1-2的孔径可以按等比关系确定,或根据目的悬浮物的粒径分布确定,使得悬浮物能够尽量分布在三层收集盒3-2中。连接自控式分级过滤水体悬浮物采集装置的监测控制机构4,检查水下电路部分的密封性。初始化上位机5、单片机控制单元4-1、电磁流量计2-2、压力传感器4-2以及浊度传感器4-3,检查整套装置能否正常工作。
- [0041] 步骤2:确定当前采样点的采样深度,通过带刻度的缆绳6下放悬浮物采集仪,在上位机5上读取搭载在悬浮物采集仪上的压力传感器4-2传输的深度信号,即获取当前时刻的深度值。当到达指定深度时,停止下放动作。在上位机5上读取搭载在悬浮物采集仪上的浊度传感器4-3传输的悬浮物浓度信号,即获取当前时刻的浊度值,判断此时是否满足采样所需的浊度条件。
- [0042] 步骤3:在上位机5上选择开启24V直流抽水泵2-1,单片机控制单元4-1接收到指令后,打开24V直流抽水泵2-1,开始采样。含有悬浮物的水体从支撑底座上的四个扇形进水口进入桶体1内,分别经过三层样本收集仓3,悬浮物颗粒被一次性分离,过滤后的水体被24V直流抽水泵2-1从采样桶1中排出。粒径较大的悬浮物颗粒留在下层悬浮物收集仓中,粒径较小的颗粒留在上层收集仓中,其他悬浮物颗粒留在中层收集仓中。在上位机5上读取搭载在悬浮物采集仪上的电磁流量计2-2传输的出水流量信号,观察并及时判断装置工作状态是否正常。
- [0043] 步骤4:根据浊度传感器4-3获得的悬浮物浓度,反推获得所需悬浮物质量的过滤水样总量。当电磁流量计2-2的累计流量满足条件时,在上位机5上选择关闭24V直流抽水泵2-1,单片机控制单元4-1接收到指令后,停止24V直流抽水泵2-1。在上位机5上保存采样过

程中记录的深度值、浊度值、出水流量值至数据库文件,关闭整个系统的电源8。

[0044] 步骤5:缓慢提拉缆绳6,将悬浮物采集仪提至船上(岸上)。打开三层收集桶之间的法兰盘,依次取出上、中、下三层悬浮物过滤网3-1-2和悬浮物收集盒3-2,观察每个收集盒3-2中高浓度悬浊液真实的物理状态,并拍照记录。将获取到的高浓度悬浊液在岸上或实验室中进一步过滤,获得悬浮物固态样本,便于后期的相关分析,至此悬浮物自动采样过程全部结束。

[0045] 图9是将本发明应用于水库中进行悬浮物样本自动采集的流程图。

[0046] 步骤S900开始进行悬浮物自控式分级采集。进行步骤S901初始化各部分控制程序,包括LabVIEW上位机程序,以及单片机控制单元程序,检查整个系统的运行情况,若各部分情况良好,则进行步骤S902。步骤S902通过缆绳不断下放悬浮物采集仪,下放过程中不断进行步骤S903,即在上位机上不断读取压力传感器与浊度传感器测得的悬浮物采集仪当前时刻的深度,以及周围水体中悬浮物的浓度。通过观察上位机显示的数据,进行步骤S904,判断悬浮物采集仪是否到达指定深度,如未到达,继续进行步骤S902和S903,如果到达,则进行步骤S905,上位机向单片机控制单元发送控制指令,单片机接收到控制指令后,打开24V直流抽水泵,开始进行分级过滤采样。进行步骤S906,上位机记录24V直流抽水泵出水管道的实时出水流量与出水总量。进行步骤S907,判断采集到的悬浮物样本的质量是否满足条件,如未满足,继续进行步骤S906,如果满足条件,则进行步骤S908,上位机向单片机控制单元发送控制指令,单片机接收到控制指令后,关闭顶部24V直流抽水泵,在上位机上将采样过程中记录的深度值、浊度值、出水流量值保存为数据库文件,关闭整个系统的供电电源,回收悬浮物采集仪。步骤S909结束水体悬浮物样本的自动采集过程。

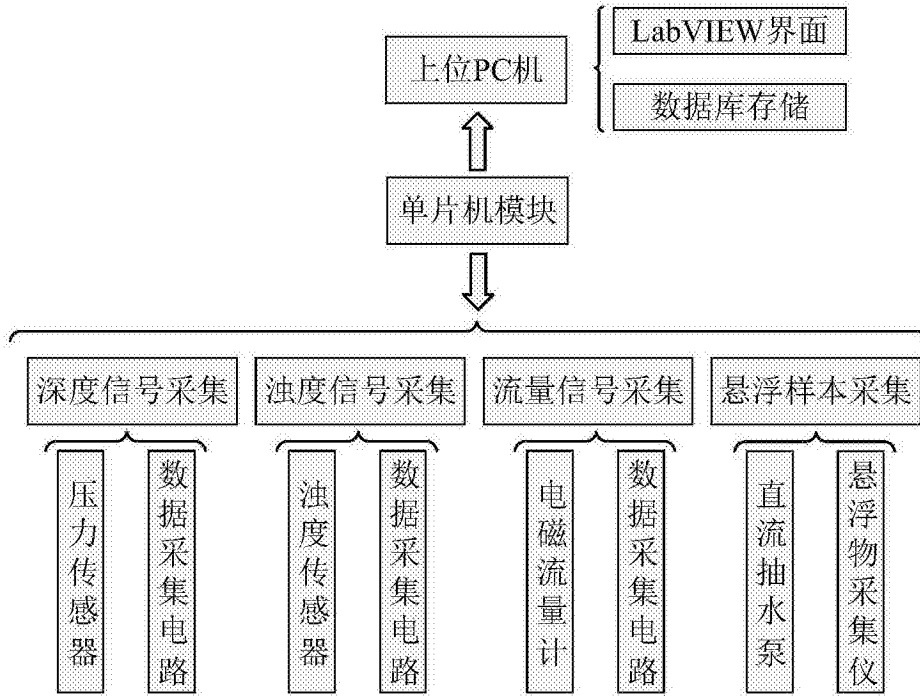


图1

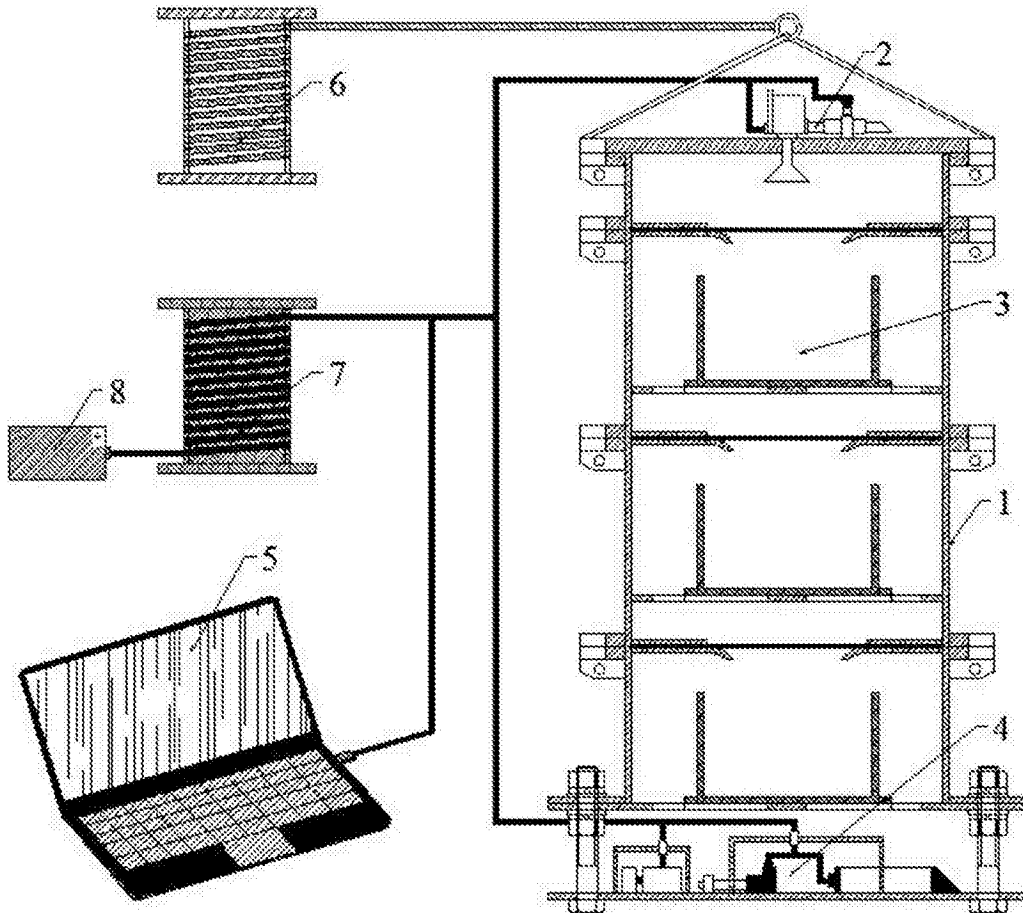


图2

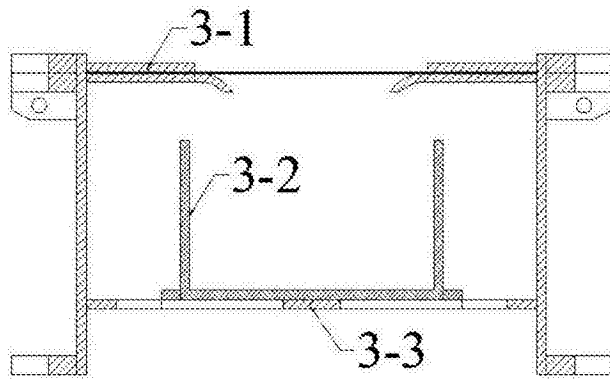


图3

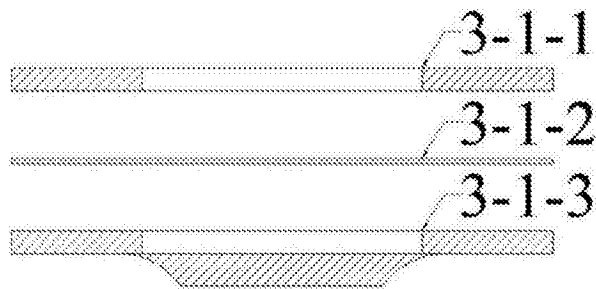


图4

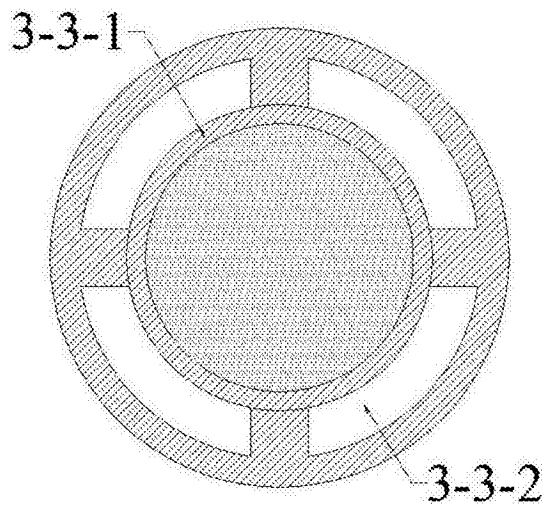


图5

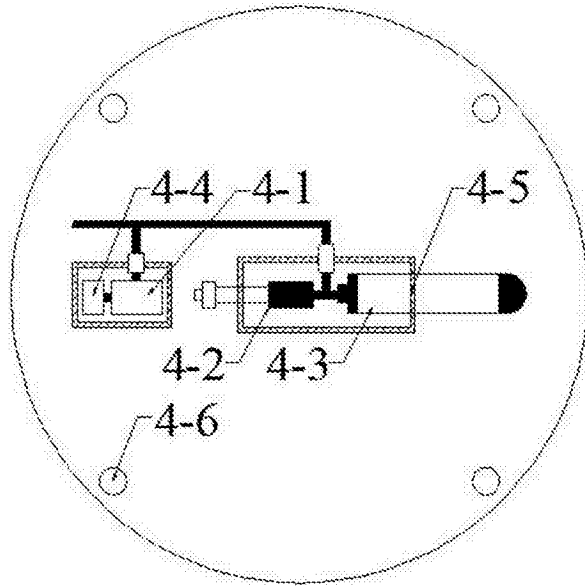


图6

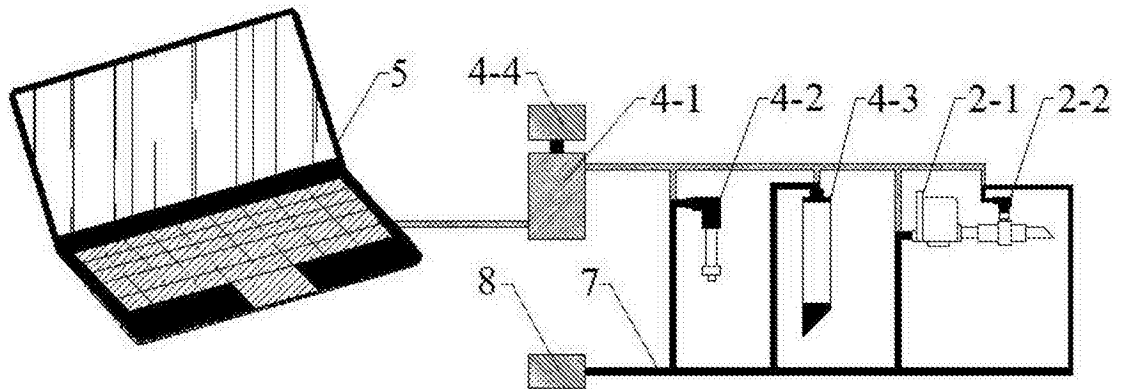


图7

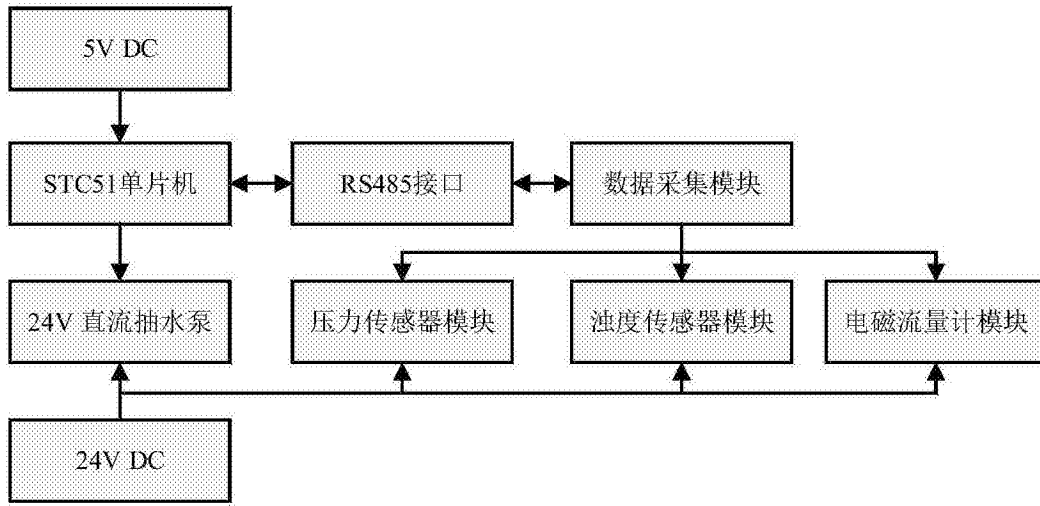


图8

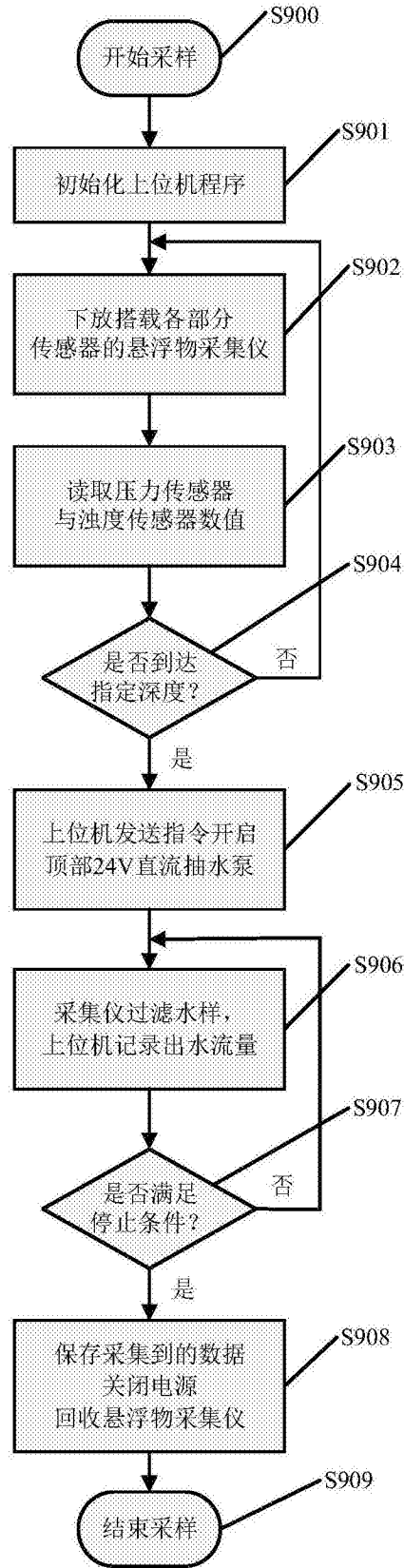


图9