



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110763518 B

(45) 授权公告日 2025. 01. 28

(21) 申请号 201810835610.1

B01D 29/56 (2006.01)

(22) 申请日 2018.07.26

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 105158023 A, 2015.12.16

申请公布号 CN 110763518 A

CN 205495355 U, 2016.08.24

(43) 申请公布日 2020.02.07

CN 208366673 U, 2019.01.11

(73) 专利权人 中国科学院烟台海岸带研究所
地址 264003 山东省烟台市莱山区春晖路
17号

冉文等. 环渤海潮间带长牡蛎微塑料富集特征研究.《海洋通报》.2018,第37卷(第5期),583-590.

审查员 张红梅

(72) 发明人 孙西艳 王清 付龙文 刘永亮
张晨 滕佳 赵建民

(74) 专利代理机构 沈阳科苑专利商标代理有限公司 21002

专利代理师 李巨智

(51) Int. Cl.

G01N 1/14 (2006.01)

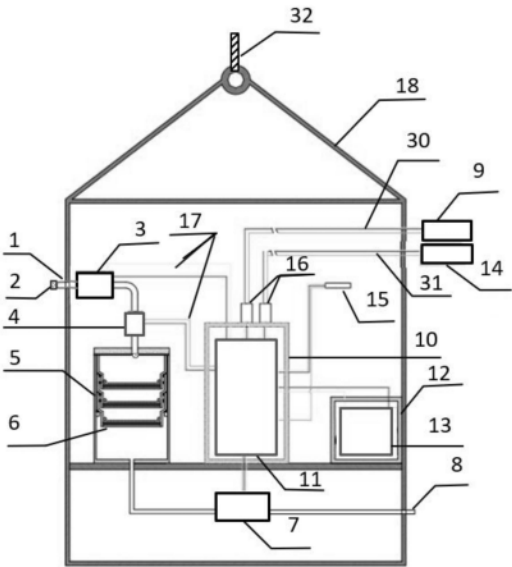
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

一种便携式原位水体微塑料分级采样系统及控制方法

(57) 摘要

本发明涉及一种便携式原位水体微塑料分级采样系统及控制方法,在采样支架侧壁上方嵌有进水口,进水口通过电磁阀连通过滤机构;其输出端连通出水口,出水口嵌于采样支架侧壁下方,在出水口与过滤机构之间设置抽水泵;在采样支架的内部,与进水口同一水平线上设置液位传感器,液位传感器连接数据采集与控制器;在电磁阀与过滤装置之间设置流量计,流量计连接数据采集与控制器,数据采集与控制器连接电磁阀和抽水泵,根据流量体积信号和液位高度信号对电磁阀和抽水泵进行控制。本发明可以预先设定采样深度、采样体积等参数实现微塑料的全自动采集,也可手动控制采集过程,实时监控样品的水下采集状态,实现水体微塑料样品的精确定量采集。



1. 一种便携式原位水体微塑料分级采样系统,包括采样支架(18),其特征在于:在采样支架(18)侧壁上方嵌有进水口(1),进水口(1)通过电磁阀(3)连通过滤机构;过滤机构的输出端连通出水口(8),出水口(8)嵌于采样支架(18)侧壁下方,在出水口(8)与过滤机构之间设置抽水泵(7);在采样支架(18)的内部,与进水口(1)同一水平线上设置液位传感器(15),液位传感器(15)连接数据采集与控制器(11),采集液位高度信号发送到数据采集与控制器(11);在电磁阀(3)与过滤装置之间设置流量计(4),流量计(4)连接数据采集与控制器(11),采集当前流量体积信号发送到数据采集与控制器(11),数据采集与控制器(11)连接电磁阀(3)和抽水泵(7),根据流量体积信号和液位高度信号对电磁阀(3)和抽水泵(7)进行控制;

所述过滤机构包括过滤桶(5)、过滤桶顶盖(19)和过滤器(6);其中,过滤桶顶盖(19)通过锁扣与过滤桶(5)固定,过滤桶(5)和过滤桶顶盖(19)之间通过密封垫(28)进行密封,且在过滤桶顶盖(19)中间部分设置进样口(27);

过滤器(6)包括若干级过滤装置,且由上至下,下一级过滤装置的过滤精度高于上一级;

在过滤桶(5)内壁下方设置支撑块(29),通过“O”型密封圈(26)抵于最下一级过滤装置,用于支撑最下一级过滤装置,使最下一级过滤装置的筛网与过滤桶底部保持一定距离;

所述过滤装置包括上下直径不等的内胆,且内胆上半部直径大于下半部直径,在内胆下部一体成型有筛网(24),在筛网(24)上方设置滤膜或筛绢(22),滤膜或筛绢(22)通过垫片(23)和卡簧(25)固定;

上级过滤装置的下半部内胆插入下级过滤装置的上半部内胆中,且在上级过滤装置下半部内胆外壁与下级过滤装置上半部内胆内壁之间设置“O”型密封圈(26),用于密封;

若干级过滤装置均设计有两个“O”型密封圈(26),为了上下两个过滤装置之间的密封,防止水溢出过滤装置,从过滤装置与过滤桶(5)的缝隙直接流出,而不经下层过滤器;

所述进样口(27)为网状喷射口;

在所述进水口(1)前端设置进样口隔网(2),用于阻隔大颗粒物质进入管路,其孔径范围为4mm~6mm。

2. 根据权利要求1所述的便携式原位水体微塑料分级采样系统,其特征在于:所述数据采集与控制器(11)密封于数据采集与控制仓(10)内,其中数据采集与控制器(11)采用PLC可编程控制器进行系统数据的采集与自动控制。

3. 根据权利要求1所述的便携式原位水体微塑料分级采样系统,其特征在于:还包括电池组(13),密封于电池仓(12)内,与所述数据采集与控制器(11)连接,用于在水下状态时为系统供电。

4. 根据权利要求1所述的便携式原位水体微塑料分级采样系统,其特征在于:还包括水上供电插头通过供电线缆(31)连接数据采集与控制器(11),用于在水上状态时为系统供电,其中供电线缆(31)通过防水插头(16)后进入数据采集与控制仓(10),与所述数据采集与控制器(11)连接。

5. 根据权利要求1所述的便携式原位水体微塑料分级采样系统,其特征在于:还包括手持控制器(9)通过通信线缆(30)连接数据采集与控制器(11),发送控制信号到数据采集与控制器(11),对系统进行外部控制;其中通信线缆(30)通过防水插头(16)后进入数据采集

与控制仓(10),与所述数据采集与控制器(11)连接。

6.根据权利要求1~5任一项所述系统的控制方法,其特征在于,包括以下过程:

采样系统入水,液位传感器(15)将采集到的液位高度信号实时反馈到数据采集与控制器(11),并通过通信线缆(30),将液位高度信号实时传送到手持控制器(9);

当到达设定深度后,手持控制器(9)报警提示,采样系统停止下放并保持该深度;

设定采样体积、启动时间、流量设定值和警戒时间,待到达启动时间后,系统自动开启,进行样品的采集,流量计(4)将流量体积信号实时传输至数据采集与控制器(11),到达设定采样体积后,系统自动关闭;

若流量数据小于流量设定值超过警戒时间,则认为过滤机构堵塞,系统自动关闭,采样体积按照实际采样体积进行存储。

一种便携式原位水体微塑料分级采样系统及控制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及海洋环境污染研究技术领域,具体地说是一种便携式原位水体微塑料分级采样系统及控制方法。

背景技术

[0002] 微塑料被称为海洋中的“PM2.5”,是指尺寸小于5mm的塑料颗粒。因其粒径较小,微塑料易被海洋生物摄食,富集在各种海洋生物体内。微塑料暴露可抑制海洋生物摄食,还会对海洋生物产生氧化胁迫,诱发其免疫应答,甚至导致某些生物繁殖力下降和胚胎发育出现异常,影响其生物种群的补充。因此,微塑料会对海洋生态系统造成潜在威胁。研究微塑料的丰度和分布规律对于阐明微塑料在海洋环境中的归趋机制具有重要意义,也为评估我国微塑料的污染水平及其潜在生态风险提供科学依据。

[0003] 目前水体中微塑料采集常用水平拖网的方式,采集水层深度误差较大,难以实现微塑料的剖面分布研究;此外,拖网过程中易受风浪和船体航行产生的波浪影响,网具易破损、易出现倾斜,且网口流量计准确性较差,导致网口进水量不稳定,拖网水体体积偏差较大,计算结果不准确。常用的采样网尺寸较大,微塑料样品易附着于网衣或筛绢上,易导致冲洗不净,样品残留严重,直接影响样品的定量分析。此外,针对不同粒径的微塑料样品,需要更换不同网孔的网具多次拖网,造成分级样品的统一性差,且造成人力物力的浪费。

发明内容

[0004] 针对现有技术的不足,本发明提供一种便携式原位水体微塑料分级采样系统及控制方法。

[0005] 本发明为实现上述目的所采用的技术方案是:

[0006] 一种便携式原位水体微塑料分级采样系统,包括采样支架18,其特征在于:在采样支架18侧壁上方嵌有进水口1,进水口1通过电磁阀3连通过滤机构;过滤机构的输出端连出水口8,出水口8嵌于采样支架18侧壁下方,在出水口8与过滤机构之间设置抽水泵7;在采样支架18的内部,与进水口1同一水平线上设置液位传感器15,液位传感器15连接数据采集与控制器11,采集液位高度信号发送到数据采集与控制器11;在电磁阀3与过滤装置之间设置流量计4,流量计4连接数据采集与控制器11,采集当前流量体积信号发送到数据采集与控制器11,数据采集与控制器11连接电磁阀3和抽水泵7,根据流量体积信号和液位高度信号对电磁阀3和抽水泵7进行控制。

[0007] 所述过滤机构包括过滤桶5、过滤桶顶盖19和过滤器6;其中

[0008] 过滤桶顶盖19通过锁扣与过滤桶5固定,过滤桶5和过滤桶顶盖19之间通过密封垫28进行密封,且在过滤桶顶盖19中间部分设置进样口27;

[0009] 过滤器6包括若干级过滤装置,且由上至下,下一级过滤装置的过滤精度高于上一级;

[0010] 在过滤桶5内壁下方设置支撑块29,通过“O”型密封圈26抵于最下一级过滤装置,

用于支撑最下一级过滤装置,使最下一级过滤装置的筛网与过滤桶底部保持一定距离。

[0011] 所述过滤装置包括上下直径不等的内胆,且内胆上半部直径大于下半部直径,在内胆下部一体成型有筛网24,在筛网24上方设置滤膜或筛绢22,滤膜或筛绢22通过垫片23和卡簧25固定;

[0012] 上级过滤装置的下半部内胆插入下级过滤装置的上半部内胆中,且在上级过滤装置下半部内胆外壁与下级过滤装置上半部内胆内壁之间设置“O”型密封圈26,用于密封。

[0013] 所述进样口27为网状喷射口。

[0014] 在所述进水口1前端设置进样口隔网2,用于阻隔大颗粒物进入管路,其孔径范围为4mm~6mm。

[0015] 所述数据采集与控制器11密封于数据采集与控制仓10内,其中数据采集与控制器11采用PLC可编程控制器进行系统数据的采集与自动控制。

[0016] 还包括电池组13,密封于电池仓12内,与所述数据采集与控制器11连接,用于在水下状态时为系统供电。

[0017] 还包括水上供电插头通过供电线缆31连接数据采集与控制器11,用于在水上状态时为系统供电,其中供电线缆31通过防水插头16后进入数据采集与控制仓10,与所述数据采集与控制器11连接。

[0018] 还包括手持控制器9通过通信线缆30连接数据采集与控制器11,发送控制信号到数据采集与控制器11,对系统进行外部控制;其中通信线缆30通过防水插头16后进入数据采集与控制仓10,与所述数据采集与控制器11连接。

[0019] 便携式原位水体微塑料分级采样系统的控制方法,包括以下过程:

[0020] 采样系统入水,液位传感器15将采集到的液位高度信号实时反馈到数据采集与控制器11,并通过通信电缆30,将液位高度信号实时传送到手持控制器9;

[0021] 当到达设定深度后,手持控制器9报警提示,采样系统停止下放并保持该深度;

[0022] 设定采样体积、启动时间、流量设定值和警戒时间,待到达启动时间后,系统自动开启,进行样品的采集,流量计4将流量体积信号实时传输至数据采集与控制器11,到达设定采样体积后,系统自动关闭;

[0023] 若流量数据小于流量设定值超过警戒时间,则认为过滤机构堵塞,系统自动关闭,采样体积按照实际采样体积进行存储。

[0024] 本发明具有以下有益效果及优点:

[0025] 1.本发明设置三层过滤器,可配置不同孔径的筛网、滤膜及筛绢,实现样品的分级过滤;

[0026] 2.本发明通过软件控制,可实现水体微塑料样品的原位定深采集,结合电磁阀、流量计等相应设计可实现水体微塑料样品的精确定量采集;

[0027] 3.本发明可以预先设定采样深度、采样体积等参数实现微塑料的全自动采集,也可手动控制采集过程,实时监控样品的水下采集状态;

[0028] 4.本发明进水口固定于采样支架的上部,与液位传感器位于同一水平线,出水口固定于采样支架的下部,有效避免出水对进水口处水体的扰动与影响;

[0029] 5.本发明过滤桶顶盖通过锁扣与过滤桶进行固定,可方便拆卸,方便过滤器的安装与取出;

[0030] 6. 本发明通过密封垫与密封圈的设计, 可保证所有样品均经过各个过滤器, 从而保证分级样品取样的统一性。

附图说明

[0031] 图1是本发明的系统结构图;

[0032] 图2是本发明的过滤机构示意图;

[0033] 图3是本发明的控制方法流程图;

[0034] 其中, 1为进水口, 2为进样口隔网, 3为电磁阀, 4为流量计, 5为过滤桶, 6为过滤器, 7为抽水泵, 8为出水口, 9为手持控制器, 10为水下数据采集及控制仓, 11为数据采集与控制器, 12为电池仓, 13为电池组, 14为水上供电接头, 15为液位传感器, 16为防水接插头, 17为数据连接线, 18为采样支架, 19为采样桶顶盖, 20、21为锁扣, 22为滤膜或筛绢, 23为垫片, 24为筛网, 25为卡簧, 26为“O”型圈, 27为进样口, 28为密封垫, 29为支撑块, 30为通信线缆, 31为供电线缆, 32为升降称重缆, 33为第一过滤装置, 34为第二过滤装置, 35为第三过滤装置。

具体实施方式

[0035] 下面结合附图及实施例对本发明做进一步的详细说明。

[0036] 便携式原位水体微塑料分级采样系统由分级采样模块、水下数据采集及控制模块、供电模块、手持控制器、液位传感器、采样支架等组成。整套系统通过软件控制, 可以实现水体微塑料的原位过滤、精确定量及分级采集, 可以预先设定采样深度、采样体积、采样时间等参数, 也可自动记录采样时间、体积、压力值及流量等数据。

[0037] 分级采样模块由抽水泵、流量计、电磁阀、过滤桶、过滤器、管路及管件等组成。其特征是采样进水口配有电磁阀和流量计, 进水口与深度传感器位于同一水平线上, 当到达预设深度后, 电磁阀和流量计才开启, 在出水口抽水泵的连续抽取下, 样品被截留至多级过滤器的筛网、筛绢或滤膜上, 因此, 本系统可实现精确定深采集、可精确控制采样体积、可实现样品的分级采集。采用三层过滤器堆叠设计, 采样过程中, 水体中的微塑料样品堆积在直径为100mm的多层筛网、筛绢或滤膜上, 可根据需要配置不同孔径的筛网、筛绢或滤膜, 以实现水体中不同尺寸微塑料样品的分级采集。每层过滤器之间及过滤器与过滤桶顶盖之间均做密封设计, 以保证分级样品取样的统一性, 防止交叉污染。过滤器上的筛网不仅可以作为过滤样品使用, 还可以作为过滤支架使用, 通过在筛网上部增加垫片和卡簧, 可实现滤膜或筛绢的固定, 以满足各类样品采集及检测需求。

[0038] 水下数据采集及控制模块具备数据采集、数据反馈及控制等多重功能, 即该模块与水下抽水泵、电磁阀、流量计及液位传感器相连, 可根据指令来控制采样主体的开闭, 即控制电磁阀的转向、抽水泵的开闭、流量计与液位传感器的数据采集与控制等。水下数据采集及控制模块与手持控制器采用有线方式连接, 实现手持控制器与水下设备的有线通信, 可及时调控及掌握水下采样过程及状态。

[0039] 供电模块采用电池仓自容供电与船载供电切换双供电模式, 即若采样船无电源, 则仪器供电采用水下电池仓供电, 若采样船可供电, 则仪器可切换至船上供电的形式。

[0040] 过滤桶进样口采用喷淋设计, 以确保收集到的微塑料在滤网、滤膜或筛绢的整个表面均匀分布。

[0041] 选用变频抽水泵,以根据筛网、筛绢或滤膜的孔径大小,来调节抽水泵的流量大小,可有效防止堵塞现象的发生。

[0042] 水体直接进入过滤器而不是首先经过抽水泵,以避免抽水泵的机械力对样品粒径的影响,提高样品采集的准确性。所述的水下装置均用“O”型圈进行密封处理。

[0043] 所述的水下电源线、数据传输线等的接插件均用防水接插头。

[0044] 采样器主体、管路、管件等均采用不锈钢等金属材质,可有效减少塑料材质对微塑料样品的污染。

[0045] 采样系统可以单个布放,也可以多个采样器串联布放,用以同时采集不同深度的样品,获取整个剖面的样品;还可将CTD仪器整合到系统支架上一起布放,以便同时获取环境参数数据。

[0046] 实施例:

[0047] 如图1所示为本发明的系统结构图。

[0048] 便携式原位水体微塑料分级采样系统由分级采样模块、水下数据采集及控制模块、供电模块、手持控制器、深度传感器、采样支架等组成。其中分级采样模块由抽水泵7、流量计4、电磁阀3、过滤桶5、过滤器6、进水口1、出水口8及管路及管件等组成。水下数据采集及控制模块由水下数据采集及控制仓10、数据采集与控制器11、防水接插头16及各数据连接线17组成。水下数据采集及控制模块通过各数据线17与电磁阀3、流量计4、抽水泵7、液位传感器15及电池组13连接;通过通信线缆30与手持控制器9相连,通过供电线缆31与水上供电接头14相连。

[0049] 数据采集与控制器11可根据手持控制器9的指令,以及液位传感器15的液位高度信号、流量计4的流量体积信号来控制电磁阀3与抽水泵7的开启与闭合。数据采集与控制器11可根据水上供电接头14的供电与否,判断是否采用水下电池组13供电。

[0050] 进水口1固定于采样支架18的上部,与液位传感器15位于同一水平线,出水口8固定于采样支架18的下部,有效避免出水对进水口处水体的扰动与影响。同时,进样口1前端增加进样口隔网2,隔网孔径可选择,例如5mm孔径,避免大颗粒物质进入管路,影响取样且可能会堵塞管路。

[0051] 过滤桶5、水下数据采集及控制仓10、电池仓12均为密封舱,采用“O”型圈或密封垫进行密封处理。

[0052] 为避免缠绕和增加抗拉强度,将通信线缆30、供电线缆31与升降称重缆32集成一体,若采样船无电源,需采用水下电池供电,可将供电线缆31卸下,并对防水接插头16进行防水处理。

[0053] 如图2所示为本发明的过滤机构示意图。

[0054] 采用三层过滤器6堆叠设计,从上至下以此为第一过滤装置33、第二过滤装置34、第三过滤装置35,原则上过滤孔径为第一过滤装置33孔径或滤膜或筛绢>第二过滤装置34孔径或滤膜或筛绢>第三过滤装置35孔径或滤膜或筛绢。

[0055] 过滤桶顶盖19通过锁扣20、21与过滤桶5进行固定,可方便拆卸,方便过滤器的安装与取出。过滤桶顶盖19与过滤桶5之间通过密封垫28进行密封,且第一过滤装置33通过密封垫28与过滤桶顶盖19之间做密封设计,防止水样顺着第一过滤装置33及过滤桶5的缝隙直接流走,而不经各级过滤器。第一过滤装置33、第二过滤装置34、第三过滤装置35均设

计有两个O型密封圈26,主要是为了上下两个过滤器之间的密封,防止水溢出过滤器,从过滤器与过滤桶5的缝隙直接流出,而经过下层过滤器。通过密封垫28与密封圈26的设计,可保证所有样品均经过各个过滤器,从而保证分级样品取样的统一性。

[0056] 筛网24与过滤器6是一体设计,也就是说筛网24是过滤器6的一部分。过滤器6不仅可以作为过滤样品使用,还可以作为过滤支架使用,通过在筛网24上部增加平滑垫片23和卡簧25,可实现不同孔径滤膜或筛绢22的固定,实现水体中不同尺寸微塑料样品的分级采集,以满足各类样品采集及检测需求。

[0057] 固定于过滤桶顶盖19的进样口27采用网状喷射口设计,以确保收集到的微塑料在滤网、滤膜或筛绢的整个表面均匀分布。

[0058] 如图3所示为本发明的控制方法流程图。

[0059] 本系统可实现手工设定与全自动运行,通过手持控制器9及数据采集与控制器11来控制各部件的动作、接收反馈信号并作出操作指令。通过手持控制器9可进行采样方式的选择,可选择预先设定采样深度、采样体积等参数定体积采样、定时间采样等全自动操作,也可手动控制水下设备的开启与关闭。结合图3说明本发明的一种便携式原位水体微塑料分级采样系统工作过程为:

[0060] 首先根据现场有无电源情况,确定是水下电池供电还是水上电源供电;根据样品采集及监测需求,安装三层过滤器,并检查所有水下设备的密封性。

[0061] 其次根据滤网/滤膜/筛绢的孔径大小,设定抽水泵7的流速;并对采样系统的采样深度值进行设定。

[0062] 当采样系统入水后,深度传感器15将感知的深度信号实时传送至数据采集与控制器11,并通过通讯电缆30,将深度信号实时传送到手持控制器9。当到达设定深度后,手持控制器9报警提示,船上人员停止采样系统继续下放,并保持此深度。

[0063] 此时或者下水前,可以选择是否让系统根据预设程序自动采集,还是船上人员手动控制采样系统的开启与关闭。若使用者希望系统自动采集,则可设定采样体积、启动时间以及流量设定值,待到达启动时间后,系统自动开启,进行样品的采集,流量计4将流量体积信号实时传输至数据采集与控制器11,到达设定采样体积后,系统自动关闭。若流量数据小于设定值超过1分钟,则认为过滤器堵塞,系统自动关闭,采样体积按照实际采样体积进行存储。若使用者希望手动控制采集过程,则随时点击系统的开启和关闭即可,采集过程中应保持人员实时注意流量变化,以免堵塞造成抽水泵空转损坏。

[0064] 系统采集结束后,等待回收,此时,采样时间、体积、压力值及流量等数据自动储存在数据采集与控制器11中,回收后可下载。

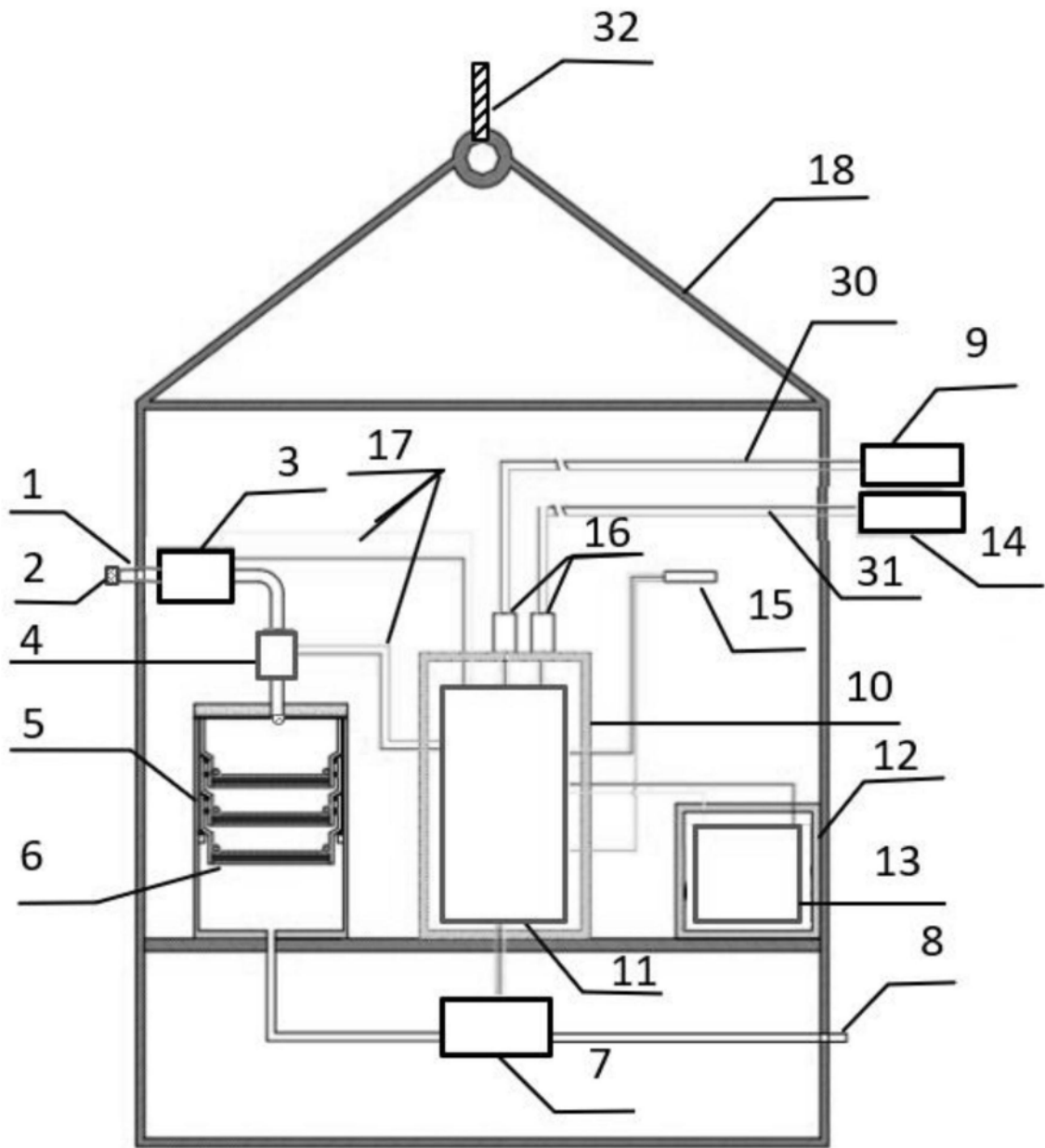


图1

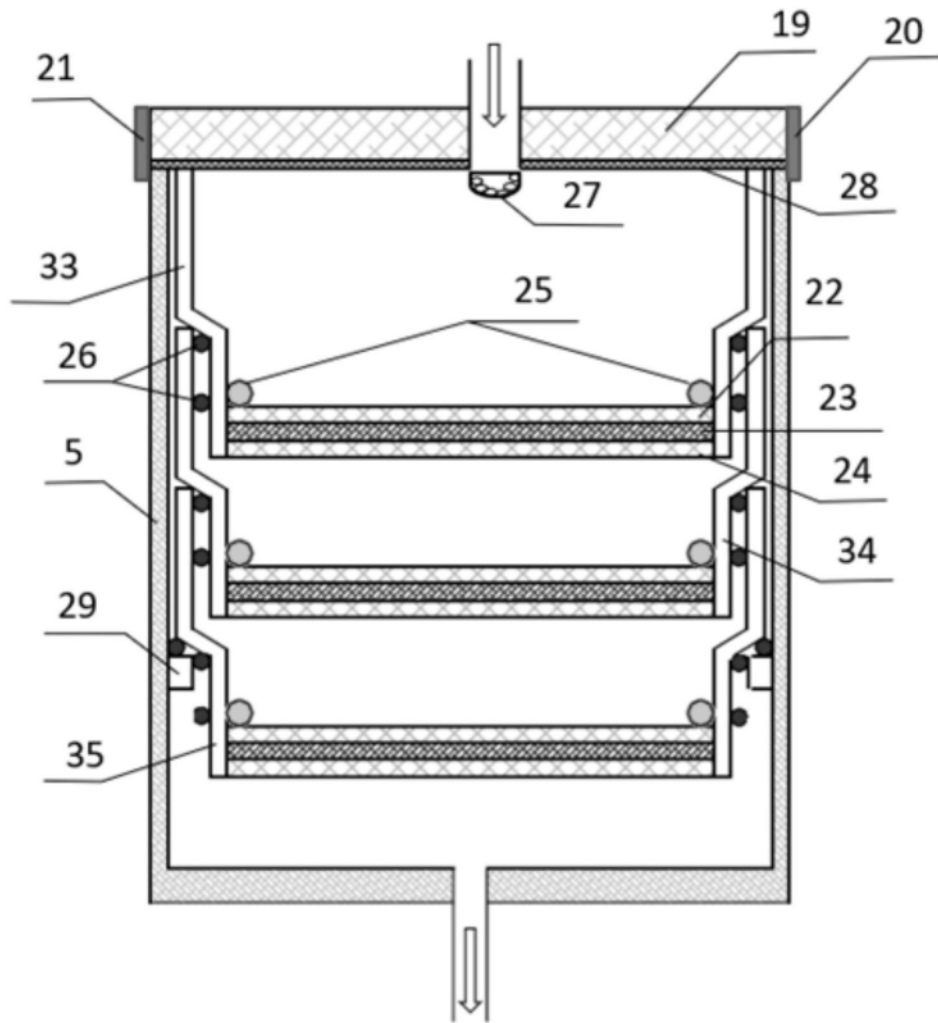


图2

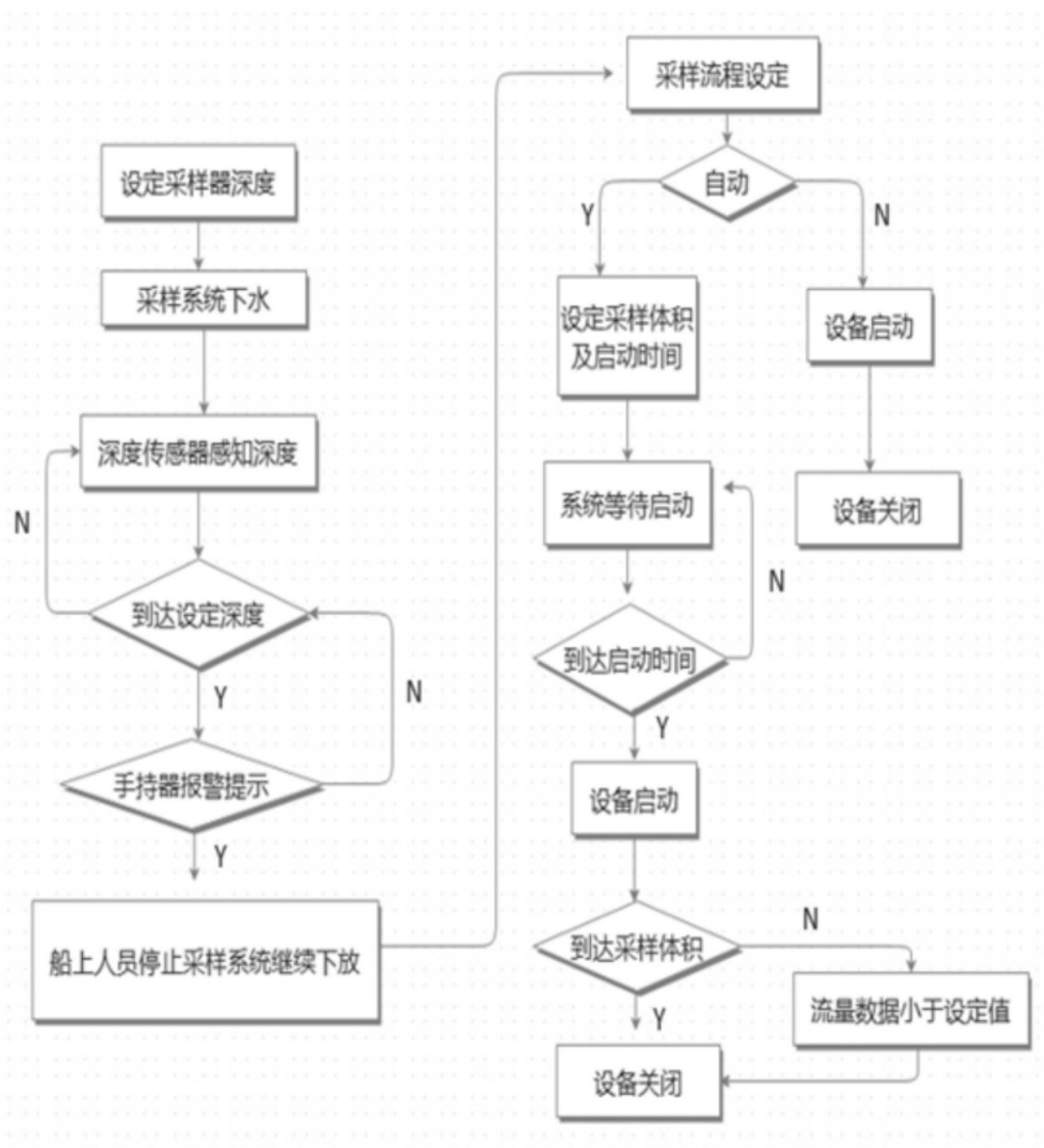


图3