



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115266240 B

(45) 授权公告日 2025. 09. 16

(21) 申请号 202211006308.8

(22) 申请日 2022.08.22

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 115266240 A

(43) 申请公布日 2022.11.01

(73) 专利权人 香港理工大学
地址 中国香港九龙红磡香港理工大学

(72) 发明人 谭道远 殷建华 陈文博 吴沛琛

(74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227

专利代理师 周伟

(51) Int. Cl.

G01N 1/14 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 201983947 U, 2011.09.21

CN 103712834 A, 2014.04.09

CN 202494591 U, 2012.10.17

审查员 盖兰

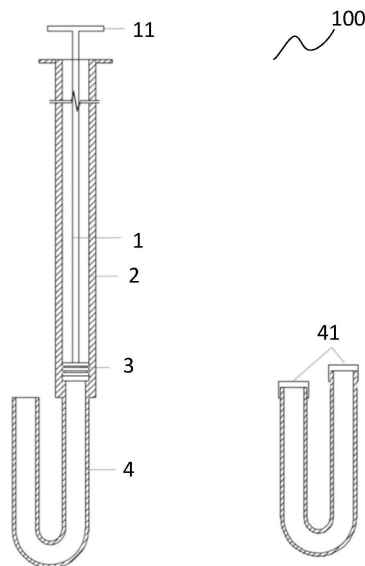
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种沉积物采样器及使用该采样器的采样测定方法

(57) 摘要

本申请一种沉积物的采样器及使用该采样器的采样测定方法,采样管部分设计为U形,使得在对海洋软土等含水量高、抗剪强度低的沉积物进行采样时,土样能够自然地留在采样管中,无需使用复杂的管结构来防止土样从采样管中滑落;U形管在采样时能够在两端的管口提供稳定的气压,使得土样内部不会因管内气压变化而发生挤压,实现高精度的保压采样;U形管的可拆除设计避免了采样器自重引入的称量误差,大大提高参数测定的准确性。



1. 一种沉积物采样器,其特征在于,包括:

活动杆,套管,活塞和U形管;

所述活动杆的一端设置有把手,远离所述把手的一端通过所述套管固定至设置在所述套管一端的所述活塞,使得所述活动杆在所述套管内沿套管方向移动时带动所述活塞在所述套管内移动;

所述U形管的第一端可拆除地套设在所述套管内活塞的下方,第二端在采样时处于敞开状态,所述U形管两端的开口均配置有封口盖,用于在U形管被取下时封住两端的开口防止沉积物流出;

所述活动杆在所述套管内的可移动距离满足 $L \geq V_0/A$,L表示活动杆在套管内的可移动距离, V_0 表示U形管体积,A表示活塞的横截面积;

所述采样器用于采样时,对所述活动杆的把手均匀施力,上拉所述活动杆使得沉积物在吸力作用下充满并留存在所述U形管内,通过对充满并留存有沉积物的U形管测量实现对沉积物的采样测定。

2. 根据权利要求1所述的沉积物采样器,其特征在于,所述套管是可伸缩的,使得套管的长度可以延长。

3. 根据权利要求1所述的沉积物采样器,其特征在于,所述活动杆是可伸缩的,使得所述活动杆在套管内的部分的长度可以延长。

4. 根据权利要求1所述的沉积物采样器,其特征在于,所述活动杆远离把手的一端与所述活塞为一体化结构。

5. 根据权利要求1所述的沉积物采样器,其特征在于,所述U形管和套管使用钢化玻璃制成。

6. 根据权利要求1所述的沉积物采样器,其特征在于,所述U形管和套管使用金属制成。

7. 一种使用如权利要求1-6任一项所述的沉积物采样器的采样测定方法,其特征在于,包括:

选取采样场地,把采样器插入沉积物中抵至预设采样深度;

通过活动杆的把手均匀施力,上拉所述活动杆使得活塞在套管内向上移动,同时保持套管静止以产生吸力,使得U形管充满土样;

缓慢平稳地取出所述采样器,拆下所述U形管并加盖封口盖封存;

通过测量封存土样的所述U形管测定所述土样的容重和/或含水量。

8. 根据权利要求7所述的采样测定方法,其特征在于,所述土样的容重的测定包括:

称取充满土样的U形管的重量,按下式计算土样的容重,

$$\gamma = \rho g = \frac{M_1 - M_0}{V_0} g,$$

式中, γ 表示土样的容重, ρ 表示的密度, M_1 表示封盖后的U形管在充满土样状态下的重量, M_0 表示U形管和封口盖的自重, V_0 表示U形管体积,g表示重力加速度。

9. 根据权利要求7所述的采样测定方法,其特征在于,所述采样测定方法还包括:

基于测得的容重和含水量,按照下式测定土样的比重,

$$G_s = \frac{\gamma}{\gamma_w + w(\gamma_w - \gamma)},$$

式中 G_s 表示土样的比重, γ 表示土样的容重, γ_w 表示水分的容重, w 表示土样含水量。

10. 根据权利要求7所述的采样测定方法, 其特征在于, 所述土样的含水量的测定采用烘干法。

11. 根据权利要求7所述的采样测定方法, 其特征在于, 拆下所述U形管之前还包括:

通过所述活动杆的把手均匀施力推动活动杆, 使得所述U形管插入沉积物中的一端的管口附近的余土在推力作用下被推出U形管。

一种沉积物采样器及使用该采样器的采样测定方法

技术领域

[0001] 本发明属于岩土工程领域,具体涉及一种沉积物采样器及使用该采样器的采样测定方法。

背景技术

[0002] 过去的填海造陆工程中常用填土(或碎石)填充填海区,然而随着填海用沙的严重短缺,沙地资源有限且价格昂贵,利用海洋原地的软土进行填海已成为许多沿海城市填海工程的普遍做法。由于疏浚软土含水量高、压缩性高、抗剪强度低,填筑过程应分步进行,使土体经过沉降和自重固结形成新的土层,因此测量用于填充的软土的含水量和密度可以为优化填海工程提供重要信息。

[0003] 目前已有很多采样装置被设计用于就地取样,用于测量软沉积物的含水量和容重(或密度)等基本特性。针对软沉积物常用的采样器包括固定活塞式采样器、多重采样器或柱状采样器,近来也出现了一种可测量流体淤泥实时密度的装置。然而,流体淤泥密度预测需要根据不同类型的土壤进行校准,且不能提供含水量的信息。尽管当比重已知时含水量和容重(或密度)可以相互反算,但对比重的准确测量仍是一项挑战。

发明内容

[0004] 基于此,本发明提出一种沉积物采样器及使用该采样器的采样测定方法,可以用于同时测定沉积物的容重(或密度)和含水量,以克服以上现有技术的缺陷。

[0005] 第一方面,本发明提供一种沉积物采样器,包括:

[0006] 活动杆,套管,活塞和U形管;

[0007] 活动杆的一端设置有把手,远离把手的一端通过套管固定至设置在套管一端的活塞,使得活动杆在套管内沿套管方向移动时带动活塞在套管内移动;

[0008] U形管的第一端可拆除地套设在套管内活塞的下方,第二端在采样时处于敞开状态,U形管两端的开口均配置有封口盖,用于在U形管被取下时封住两端的开口防止沉积物流出;

[0009] 采样器用于采样时,对活动杆的把手均匀施力,上拉活动杆使得沉积物在吸力作用下充满U形管。

[0010] 进一步地,套管是可伸缩的,使得套管的长度可以延长。

[0011] 进一步地,活动杆是可伸缩的,使得活动杆在套管内的部分的长度可以延长。

[0012] 进一步地,活动杆远离把手的一端与活塞为一体化结构。

[0013] 进一步地,活动杆在套管内的可移动距离满足 $L \geq V_0/A$, L 表示活动杆在套管内的可移动距离, V_0 表示U形管体积, A 表示活塞的横截面积。

[0014] 进一步地,U形管和套管使用钢化玻璃制成。

[0015] 进一步地,U形管和套管使用金属制成。

[0016] 第二方面,提供一种使用第一方面的采样器的采样测定方法,包括:

- [0017] 选取采样场地,把采样器插入沉积物中抵至预设采样深度;
- [0018] 通过活动杆的把手均匀施力,上拉活动杆使得活塞在套管内向上移动,同时保持套管静止以产生吸力,使得U形管充满土样;
- [0019] 缓慢平稳地取出采样器,拆下U形管并加盖封口盖封存;
- [0020] 测定土样的容重和/或含水量。
- [0021] 进一步地,土样的容重的测定包括:
- [0022] 称取充满有土样的U形管的重量,按下式计算土样的容重,

$$[0023] \quad \gamma = \rho g = \frac{M_1 - M_0}{V_0} g,$$

[0024] 式中, γ 表示土样的容重, ρ 表示的密度, M_1 表示封盖后的U形管在充满土样状态下的重量, M_0 表示U形管和封口盖的自重, V_0 表示U形管体积, g 表示重力加速度。

[0025] 进一步地,上述采样测量方法还包括:

[0026] 基于测得的容重和含水量,按照下式测定土样的比重,

$$[0027] \quad G_s = \frac{\gamma}{\gamma_w + w(\gamma_w - \gamma)},$$

[0028] 式中 G_s 表示土样的比重, γ 表示土样的容重, γ_w 表示水分的容重, w 表示土样含水量。

[0029] 进一步地,土样的含水量的测定采用烘干法。

[0030] 进一步地,拆下U形管之前还包括:

[0031] 通过活动杆的把手均匀施力推动活动杆,使得U形管插入沉积物中的一端的管口附近的余土在推力作用下被推出U形管。

[0032] 从以上技术方案可以看出,本发明具有如下有益效果:

[0033] 本发明提出一种沉积物的采样器及使用该采样器的采样测定方法,采样管部分设计为U形,使得在对海洋软土等含水量高、抗剪强度低的沉积物进行采样时,土样能够自然地留在采样管中,无需使用复杂的管结构来防止土样从采样管中滑落;U形管在采样时能够在两端的管口提供稳定的气压,使得土样内部不会因管内气压变化而发生挤压,影响土样测定的准确度;采样器中存放土样的U形管能够从采样器中拆除分离出来进行测定,而常规的采样器通常要把土样单独分离出来再测定,且采样器自身重量与土样重量通常相差几个数量级,本发明的可拆除结构避免了这个问题,能够实现高精度的保压采样,大大提高容重(或密度)测定的准确性。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案,下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例,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,还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0035] 图1本发明实施例提供的沉积物采样器结构示意图

[0036] 图2本发明实施例提供的沉积物采样器采样过程示意图

[0037] 图3本发明实施例提供的在预期采样深度采样的示意图

具体实施方式

[0038] 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、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,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,都属于本发明保护的范围。

[0039] 对海洋资源开发的不断发展,衍生了众多以海洋沉积物为载体的工程,尤其在沿海城市中进行的填海造陆工程,因此掌握海洋沉积物的物理性质和力学特性对海洋工程的建设尤为重要。海洋沉积物尤其是浅层沉积物以饱和软土为主,这类土质容重小,不排水抗剪强度和抗压强度都比较小,高含水量,饱和松散且易受到扰动,而沉积物的力学特性等工程指标与土样的受力情况、扰动程度、周围环境条件等因素有关,因此在指标测定前的采样过程应尽可能获取沉积物的原始状态。沉积物的保真采样通常有以下几方面的技术要求:样品形状低扰动、保压、保温、无污染和无压降后处理。

[0040] 传统的海洋沉积物采样设备多数为柱状采样器,由于海洋沉积物高含水量和饱和松散的特性,若使用无活塞结构的采样器,采样时由于土样的自重作用和采样器与沉积物之间的摩擦力,容易造成土样原始层序混杂或弯曲变形、长度缩短等机械扰动,破坏土样的原始状态。为了抵消摩擦力和土样的自重,采样器要么使用复杂的防滑落结构,这使得采样设备变得笨重,操作不够方便;要么使用活塞式结构,然而复杂的活塞结构不适合大长度的采样器。另外,传统的采样设备在采样完成后往往需要把土样从设备中分离出来进行参数测定,分离样品的过程也容易破坏沉积物的原始状态,如果把充满土样的采样设备作为整体进行测定,通常设备的重量要比土样的重量大得多往往是几千克重量与几十克重量的对比,若使用精度在千克级的测定仪器,样品的称重误差会非常大。使用传统的沉积物采样设备尚未能对沉积物样品进行直接且精确的参数测定。

[0041] 本发明提出一种在结构上进行了改进的沉积物采样器,通过对采样管结构形状的改动,无需使用复杂的结构即可完成沉积物的保真采样,且可以一次性完成土样多个参数的精确测定,不需要反复计算,减少多次数学运算和取出土样带来的误差。

[0042] 如图1所示例的,本发明的实施例提供的沉积物采样器100包括

[0043] 活动杆1,套管2,活塞3和U形管4;

[0044] 活动杆1的一端设置有把手11,远离把手11的一端通过套管2固定至设置在套管2一端的活塞3,使得活动杆1在套管2内沿套管方向移动时带动活塞3在套管2内移动;

[0045] U形管4的第一端可拆除地套设在套管2内活塞3的下方,第二端在采样时处于敞开状态,U形管4两端的开口均配置有封口盖41,用于在U形管4被取下时封住两端的开口防止沉积物流出;

[0046] 采样器100用于采样时,对活动杆1的把手11均匀施力,上拉活动杆1使得沉积物在吸力作用下经由U形管4的第二端充满U形管。

[0047] 采样器的采样管部分设计为U形,使得沉积物进入采样器时能够自然地停留在采样管内,不需要使用复杂的结构进行阻流,仅仅是通过改变形状即可达到阻流的目的,这不仅降低了采样器的结构复杂程度,还降低了采样器的制造成本,简易的结构也更方便操作。另一方面,U形的管结构的两侧直管部分长度相差不大,管两侧的气压基本持平,保证了沉积物的保压采样,减少土样受气压影响发生弯曲变形、长度变短等扰动,这对采样后的参数

准确测定非常重要。U形管的可拆除设计使得在不改变沉积物原始状态的情况下,对沉积物的容重、密度、含水量等参数进行更精确的测定,拆下的U形管自重与土样自重不会相差太多,当技术人员希望直接对充满有土样的采样管进行整体称重时,采样管的自重不会引入太大的称量误差,对于容重、密度这样的参数测定,技术人员无需先行移出土样,减少对土样的扰动。

[0048] 在一些实施例中,活动杆1和套管2设计为可伸缩的,使得采样器长度能够延长,适用于大长度的采样器,实现对海洋深层甚至底层的沉积物的保真采样。

[0049] 活动杆和活塞可以是分体制成再连接在一起固定,固定方式例如焊接、胶接、压合、铸接等都是允许的,活动杆和活塞还可以是一体式结构,一体化制成后再与套管完成嵌套。

[0050] 在一些实施例中,采样管的管部包括套管2和U形管4,可以使用钢化玻璃制成,也可以使用金属制成,以获得较薄的管壁,减少采样设备自身对测定的影响,进而提高参数测定的准确度。

[0051] 如图2示出的采样过程,上述采样器的采样测定方法包括以下步骤:

[0052] 选取采样场地,把采样器100插入沉积物中抵至预设采样深度;

[0053] 通过活动杆1的把手11均匀施力,上拉活动杆1使得活塞3在套管2内向上移动,同时保持套管2静止以产生吸力,使得U形管4充满土样;

[0054] 缓慢平稳地取出采样器100,拆下U形管4并加盖封口盖41封存;

[0055] 测定土样的容重和/或含水量。

[0056] U形管空管的体积 V_0 已预先校准,空管连同两个封口盖的质量记录为 M_0 ,取样封盖后称量U形管的质量,充满土样时的质量记录为 M_1 ,因此,土样的容重可以由式(1)表示:

$$[0057] \quad \gamma = \rho g = \frac{M_1 - M_0}{V_0} g \quad (1)$$

[0058] 式中, γ 表示土样的容重, ρ 表示的密度, g 表示重力加速度,从该式可以看出,本发明提供的沉积物采样器还可以用于直接测定土样的密度,而无需从管中取出土样,这能保证测定的准确度。

[0059] 土样的含水量 w 可以通过烘干法直接测得。

[0060] 对于采样得到的土样,其容重 γ 与含水量 w 之间的关系可以表示为式(2),

$$[0061] \quad \gamma = \frac{G_s (1 + w)}{1 + e} \gamma_w \quad (2)$$

[0062] 式中 γ_w 表示水分的容重, G_s 表示沉积物比重, e 表示土样孔隙率。

[0063] 又有孔隙率 e 与含水量 w 的关系可以表示为:

$$[0064] \quad e = \frac{w G_s}{S_r} \quad (3)$$

[0065] 式中 S_r 表示土样饱和度,当沉积物完全饱和时 $S_r = 1$,结合式(2)和(3)可以得出沉积物比重 G_s 如下式(4)表示:

$$[0066] \quad G_s = \frac{\gamma}{\gamma_w + w(\gamma_w - \gamma)} \quad (4)$$

[0067] 从式(4)可以看出,测定得到沉积物的容重和含水量后可以通过计算得到土样的比重,在容重和含水量的测定都比较准确的情况下比重无需再次测量,利用计算关系式即可确定。

[0068] 值得提及的是,往沉积物中插入采样器时,少量的沉积物可能会进入U形管内,如图3所示的情形,并结合图2,采样器达到预设采样深度后,通过上拉活动杆1将活塞3上拉一定距离L,同时U形管4和套管2保持静止。由于吸力作用,插入过程中进入U形管的少量沉积物被吸入套管中,且U形管中充满了在预期采样深度获得的土样。为了确保获得足够的土样,要求活塞的行程(L)×活塞的截面积(A)≥U形管体积(V_0)。

[0069] 从沉积物中拔出采样器时,一些沉积物可能会附着在U形管的管口附近,为确保土样完全来自所需位置/深度的沉积层,拔出采样器后通过活动杆1的把手11均匀施力推动活动杆1,使得U形管4管口附近的余土在推力作用下被推出U形管。

[0070] 综上,本发明提供的沉积物采样器,利用U形的采样管结构形成一个防滑落的采样空间,使得土样能够保持原始状态地停留在采样器内,结构简易操作方便。U形管能够在两侧管口形成稳定的气压环境,减少管内气压对土样的机械扰动。完成采样后U形管可以拆除与采样器本体分离,可以一次性测定沉积物的容重、密度、含水量等工程参数,不需要称量整个采样器或者参数之间的互相演算,减少了采样器自重和数学运算引入的误差,大大提高参数测定的准确度。利用本发明的采样器测定得到沉积物的容重和含水量,可以直接算得沉积物的比重。把套管和活动杆设计为可伸缩的,可以延长采样器的长度,适用大长度的采样。

[0071] 以上实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的技术人员应当理解:其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明实施例技术方案的精神和范围。

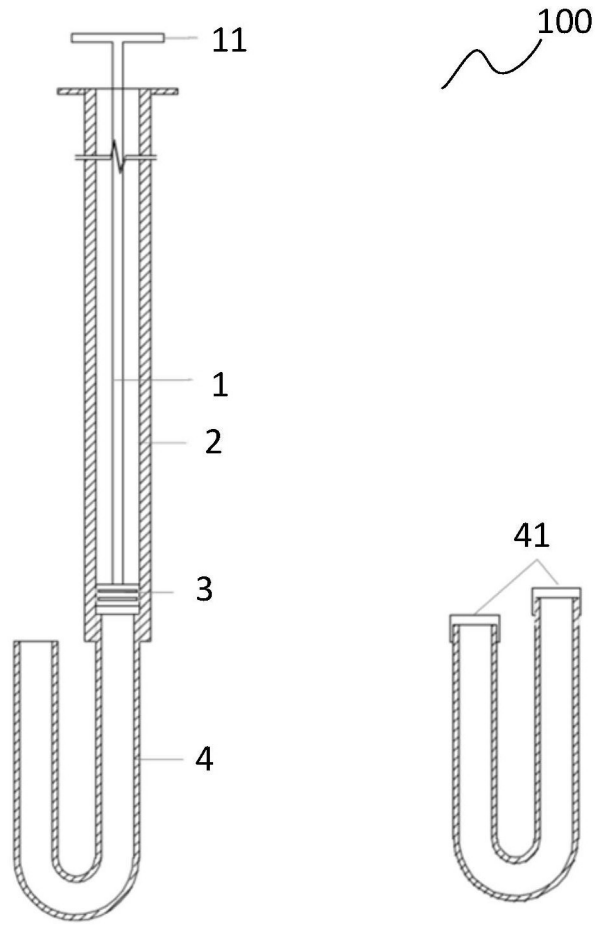


图1

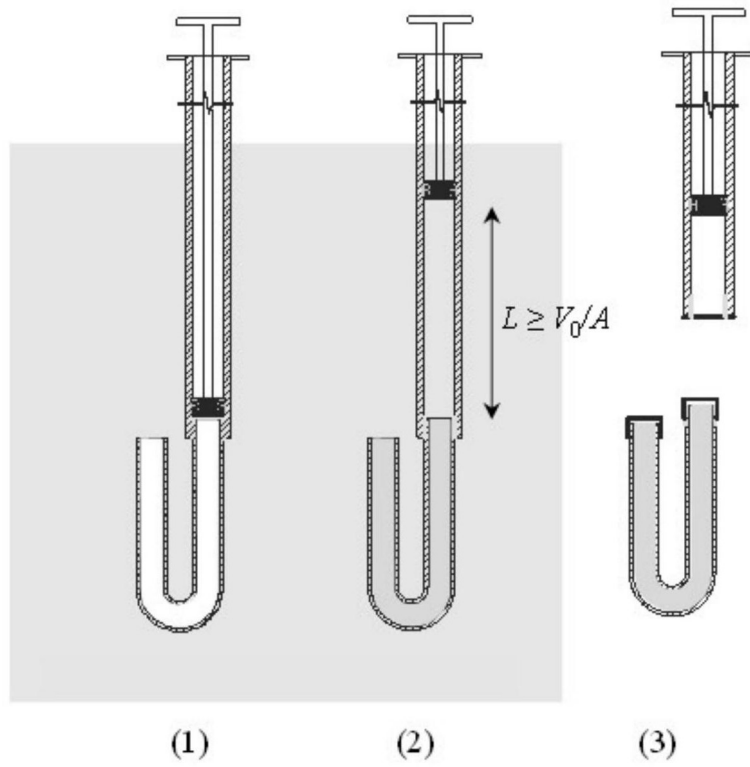


图2

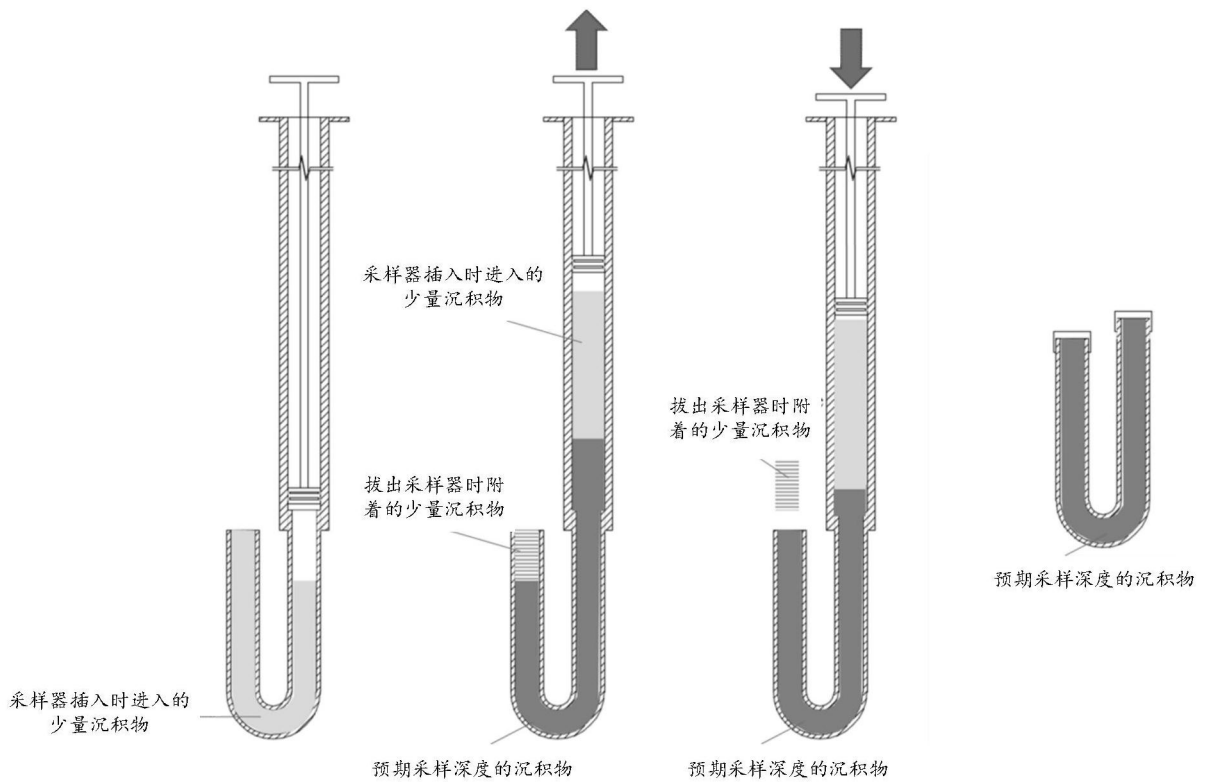


图3