



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 117760923 A

(43) 申请公布日 2024.03.26

(21) 申请号 202311419954.1

(22) 申请日 2023.10.30

(71) 申请人 浙江大学

地址 310058 浙江省杭州市西湖区余杭塘路866号

(72) 发明人 王路君 杨灏辰 朱斌 陈云敏

(74) 专利代理机构 杭州求是专利事务有限公司 33200

专利代理师 万尾甜 韩介梅

(51) Int. Cl.

G01N 15/08 (2006.01)

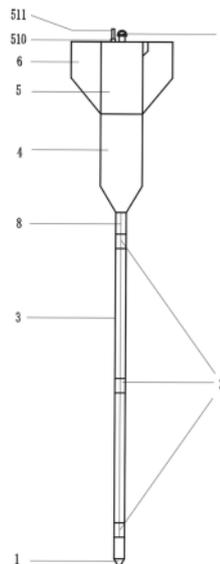
权利要求书2页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

一种深海沉积物渗透性原位测量装置和测量方法

(57) 摘要

本发明公开了深海沉积物渗透性原位测量装置和测量方法,所述装置包括自下而上依次连接的锥尖、探杆、数采舱、配重筒和吊环,所述深水孔压传感器为光纤光栅式孔压传感器;所述配重筒为中空结构,内腔灌装铁砂,能根据需求控制筒内铁砂的含量;装置在组装和调试完成后利用自重贯入海床,随后自动测量海底孔压数据,通过原位孔压数据直接获取渗透系数。本发明装置及方法能够对深海海床沉积物的渗透性参数精确、快捷地测量,在深海极端环境下具有良好的工作性能,并且原位渗透性计算采用原始数据,结果物理意义明确、准确性高,解决了目前常规渗透性测量设备难以在千米级深海极端环境下正常工作的难题。



1. 一种深海沉积物渗透性原位测量装置,其特征在于,包括自下而上依次连接的锥尖、探杆、数采舱、配重筒和吊环;所述探杆由至少一个深水孔压传感器及至少一节贯入套杆连接构成,探杆上至少一节贯入套杆的侧壁上开有孔用于将探杆内部与海水相通;所述深水孔压传感器采用光纤光栅式孔压传感器;所述数采舱设置有可开关的舱门,内部设有数据采集系统,包括数据存储系统、光纤光栅解调仪、加速度传感器、姿态传感器;所述深水孔压传感器与光纤光栅解调仪相连,所述光纤光栅解调仪、加速度传感器、姿态传感器均与所述数据存储系统相连。

2. 根据权利要求1所述的深海沉积物渗透性原位测量装置,其特征在于,所述深水孔压传感器包括外管、内管、端盖、平膜片、传力杆、光栅、活塞、过压调节弹簧;所述外管下端开放,上端与端盖固定连接,端盖边缘开孔供光纤进入,所述内管上端开放,底部封闭,上端管口覆盖有平膜片,所述传力杆上端固定在端盖中心,下端固定在内管的中心,所述光栅粘贴在传力杆的中部,使得光栅形变与传力杆相同,光纤接入光栅;所述外观侧壁开孔并用透水石覆盖,内管的上部内腔与透水石连通,下部侧面开有透水孔,所述活塞及过压调节弹簧均置于内管中,过压调节弹簧下端与内管底部固定,上端与活塞固定,过压调节弹簧和活塞可以被压缩至低于透水孔,使得内管的内腔与外管的内腔通过透水孔相互连通。

3. 根据权利要求1所述的深海沉积物渗透性原位测量装置,其特征在于,所述配重筒为中空封闭筒结构,筒顶周向上设有一向外侧凸出部,在凸出部上开设有装砂孔,在筒底侧壁开设有卸砂孔,装砂孔和卸砂孔上均可拆卸固定有孔塞,筒内腔用于灌装铁砂,铁砂上表面覆盖有配重调节盘,配重调节盘与筒顶通过弹簧连接,在筒顶设有一通孔,配重调节盘上表面与一伸缩杆下端固定连接,所述伸缩杆穿过通孔上端固定在一杆柄上,所述杆柄下端设有旋盖,所述旋盖与所述通孔能够固定连接并防水密封。

4. 根据权利要求1所述的深海沉积物渗透性原位测量装置,其特征在于,在所述配重筒外周设有若干尾翼,以配重筒中轴线为轴对称分布在筒壁周围。

5. 一种深海沉积物渗透性原位测量方法,其特征在于,采用如权利要求1-4任一项所述的装置实现,包括如下步骤:

步骤1:设备组装和调试

打开数据采集系统开关,启动数据采集软件,将数据采集系统与电脑进行连接调试,调试完成后关闭数采舱舱门,并进行防水密封处理;根据海底土体实际情况和预定贯入深度确定探杆长度和深水孔压传感器布置数量,将锥尖、深水孔压传感器、贯入套杆逐段连接,往配重筒灌装预定质量的铁砂并密封;

步骤2:装置安装与布放

将载有布放设备的作业船行驶至预定海域观测点,确定适宜的布放位置;将足够长的缆绳与装置顶部的吊环连接,吊起测量装置,移动至指定位置后将装置释放;

步骤3:装置贯入与姿态记录

测量装置自由下落穿过海水贯入海床沉积物,在整个贯入过程中实时记录入水时间、入水深度和位置,在装置下落和贯入过程中,加速度传感器、姿态传感器采集并记录装置的加速度和运行姿态;

步骤4:测试与数据采集

装置贯入海床和贯入后的静止过程中,深水孔压传感器按一定时间间隔进行数据测量

和采集,并将数据保存在数据存储系统中;

步骤5:装置回收

原位测量预设周期测量结束后,将测量装置回收至作业船上;将数采舱内数据存储系统中的数据上传至电脑,关闭测量装置开关,进行清洗和维护;对原位测量数据进行处理得到沉积物渗透性数据。

6.根据权利要求5所述的深海沉积物渗透性原位测量方法,其特征在于,对原位测量数据进行处理,具体包括:

①测量装置的深水孔压传感器半径 r_0 ;

②据原位测量数据绘制孔压消散曲线,固结度达到50%时,即超孔隙水压力消散50%时,对应的时间选取为消散时间 t_{50} ;

③预先通过室内试验或由经验确定所测海域沉积物的刚度指数 I_r ,根据 I_r 选择对应的超孔隙水压力消散程度与时间因素关系理论曲线,查出固结度50%时对应的 T_{50} 的值;

④按以下公式计算沉积物水平向固结系数:

$$C_H = T_{50} r_0^2 / t_{50}$$

⑤根据所测量海域海水粘度 μ 和海底沉积物体积压缩系数 m_v ,根据沉积物水平向固结系数 C_H 与渗透系数 K 的关系,按以下公式计算获得渗透系数:

$$K = \mu m_v r_0^2 T_{50} / t_{50}$$

由此,基于每个深水孔压传感器进行上述处理得到对应的渗透数据,从而得到不同深度渗透数据。

一种深海沉积物渗透性原位测量装置和测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于海洋岩土工程技术领域,涉及一种深海沉积物物理力学参数的测量装置与方法,尤其涉及一种深海沉积物渗透性原位测量装置和测量方法,适用于研究深海沉积物渗透性和孔隙水压力等问题。

背景技术

[0002] 随着我国海洋强国战略推进,海洋油气资源勘探开发逐渐由浅海向深海发展,越来越多的海洋工程项目开工,海底地质情况监测、获取海底沉积物的各项物理力学性能参数对于保证海洋工程建设和长期安全服役具有越来越重要的意义。深海沉积物的渗透性是海洋工程设计的核心参数之一,渗透性的大小直接决定着海床孔压的消散、固结速率和变形稳定性等,对深海油气资源开发有着重要意义。

[0003] 在深海沉积物渗透性参数测量过程中,海底土体一般为含水量高、孔压大、厚度大、饱和松散的新近沉积物,传统的钻探取样与室内试验会造成沉积物应力释放、试样扰动等问题,其测试结果与现场沉积物相差较大,难以反映真实海底土体原位参数,大大降低了所得土体物理力学参数的工程应用价值。获取深海沉积物渗透性最有效的测量手段更多地依赖于原位测量方法,但由于深海海域环境恶劣,海流、高水压、盐度腐蚀等均有可能损坏原位测量设备或影响测量精度,因此深海海底原位测量存在着设备布放难度大、控制困难、操作复杂、易损坏等问题。目前在深海极端环境下对海床沉积物渗透性进行原位测量的设备尚属空白,研发出一种能在深海高压、低温、海流环境下工作、有效获取深海海底沉积物的原位渗透性测量新装置,对海洋能源工程设施建设和长期安全服役评价具有重要意义。

发明内容

[0004] 针对现有技术手段的不足,本发明旨在提供一种深海沉积物渗透性原位测量装置和测量方法,能够在深海复杂环境下对海床沉积物的孔隙水压力精确、快捷地测量,并通过原始数据直接计算获取原位沉积物的渗透性系数,解决了目前常规渗透性测量设备难以在千米级深海极端环境下正常工作的难题。

[0005] 本发明采用的技术方案如下:

[0006] 一种深海沉积物渗透性原位测量装置,包括自下而上依次连接的锥尖、探杆、数采舱、配重筒和吊环;所述探杆由至少一个深水孔压传感器及至少一节贯入套杆连接构成,探杆上至少一节贯入套杆的侧壁上开有孔用于将探杆内部与海水相连通;所述深水孔压传感器采用光纤光栅式孔压传感器;所述数采舱设置有可开关的舱门,内部设有数据采集系统,包括数据存储系统、光纤光栅解调仪、加速度传感器、姿态传感器;所述深水孔压传感器与光纤光栅解调仪通过光纤相连,所述光纤光栅解调仪、加速度传感器、姿态传感器均与所述数据存储系统相连。深水孔压传感器和贯入套杆可根据实际测量需要设置多个。

[0007] 所述贯入套杆分为若干节,可在最上面一节贯入套杆的侧壁开孔,将贯入套杆内部与海水连通,为深水孔压传感器提供与海水相同的静水压力环境。

[0008] 所述深水孔压传感器为光纤光栅式孔压传感器,内部可采取过压调节设计,能够测量千米级深海沉积物的超孔隙水压力。深水孔压传感器包括外管、内管、端盖、平膜片、传力杆、光栅、活塞、过压调节弹簧;所述外管下端开放,上端与端盖固定连接,端盖边缘开孔供光纤进入,所述内管上端开放,底部封闭,上端管口覆盖有平膜片,所述传力杆上端固定在端盖中心,下端固定在平膜片的中心,所述光栅粘贴在传力杆的中部,使得光栅形变与传力杆相同,光纤接入光栅;所述外观侧壁开孔并用透水石覆盖,内管的上部内腔与透水石连通,下部侧面开有透水孔,所述活塞及过压调节弹簧均置于内管中,过压调节弹簧下端与内管底部固定,上端与活塞固定。

[0009] 所述数采舱设置内部设置数据采集系统,可包括数据存储系统、光纤光栅解调仪、加速度传感器、姿态传感器和电池等,用于采集超孔隙水压力及装置下落过程中的加速度和姿态。

[0010] 所述配重筒为中空封闭筒结构,筒顶周向上设有一向外侧凸出部,在凸出部上开设有装砂孔,在筒底侧壁开设有卸砂孔,装砂孔和卸砂孔上均可拆卸固定有孔塞,筒内腔用于灌装铁砂,铁砂上表面覆盖有配重调节盘,配重调节盘与筒顶通过弹簧连接,在筒顶设有一通孔,配重调节盘上表面与一伸缩杆下端固定连接,所述伸缩杆穿过通孔上端固定在一杆柄上,所述杆柄下端设有旋盖,所述旋盖与所述通孔能够固定连接并防水密封。配重筒能根据需求灵活地控制筒内铁砂的含量,达到精准控制装置整体的质量的目的。

[0011] 所述配重筒外部设置尾翼,尾翼数量可根据需求设置,以配重筒中轴线为轴对称分布在筒壁的周围,用来保证装置在下沉过程中的稳定和方向。

[0012] 一种深海沉积物渗透性原位测量方法,采用上述的装置实现,具体包括如下步骤:

[0013] 步骤1:设备组装和调试

[0014] 打开数据采集系统开关,启动数据采集软件,将数据采集系统与电脑进行连接调试,调试完成后关闭数采舱舱门,并进行防水密封处理;根据海底土体实际情况和预定贯入深度确定探杆长度和深水孔压传感器布置数量,将锥尖、深水孔压传感器、贯入套杆逐段连接,往配重筒灌装预定质量的铁砂并密封。

[0015] 步骤2:装置安装与布放

[0016] 将具有绞车、起重机等必要布放设备的作业船行驶至预定海域观测点,确定适宜的布放位置;将足够长的缆绳与装置顶部的吊环连接,利用起重机吊起测量装置,移动至指定位置后将装置释放。

[0017] 步骤3:装置贯入与姿态记录

[0018] 测量装置自由下落穿过海水贯入海床沉积物,在整个贯入过程中实时记录入水时间、入水深度和位置。在装置下落和贯入过程中,加速度传感器、姿态传感器采集并记录装置的加速度和运行姿态。

[0019] 步骤4:测试与数据采集

[0020] 装置贯入海床和贯入后的静止过程中,深水孔压传感器按一定时间间隔进行数据测量和采集,静止时间预设一定时长。上述过程中深水孔压传感器将数据保存在数据存储系统中。

[0021] 步骤5:装置回收

[0022] 原位测量预设周期测量结束后,在作业船上利用绞车和缆绳拖动装置回收至作业

船上;将数采舱内数据存储系统中的数据上传至电脑,关闭开关,并对装置进行清洗和维护。

[0023] 步骤6:原位测量数据处理

[0024] 对获得的超孔隙水压力数据进行处理。具体方法为:

[0025] ①测量装置的深水孔压传感器半径 r_0 ;

[0026] ②据原位测量数据绘制孔压消散曲线,固结度达到50%时,即超孔隙水压力消散50%时,对应的时间选取为消散时间 t_{50} ;

[0027] ③根据所测海域沉积物超孔隙水压力衰减与时间因数T的关系曲线,查出固结度50%时对应的 T_{50} 的值;

[0028] ④按以下公式计算沉积物水平向固结系数:

$$[0029] \quad C_H = T_{50} r_0^2 / t_{50}$$

[0030] ⑤根据所测量海域海水粘度 μ 和海底沉积物体积压缩系数 m_v ,根据沉积物水平向固结系数 C_H 与渗透系数K的关系,按以下公式计算获得渗透系数:

$$[0031] \quad K = \mu m_v r_0^2 T_{50} / t_{50}$$

[0032] 本发明与现有技术相比,具有以下优点和有益效果:

[0033] (1)本发明提供了一种深海沉积物渗透性原位测量装置,为海洋地质勘察中获取深海沉积物的超孔隙水压力提供便捷和可靠的手段。本发明进行原位测量时,能在不扰动沉积物的情况下进行测量,操作简单、便捷,测试结果精确、可靠。为深海沉积物原位特性参数测量提供新的测试装置。

[0034] (2)本发明装置贯入沉积物的动力由配重筒提供,配重筒的重量可以连续调节,从而能精准地控制装置贯入海床沉积物的深度。且配重筒内设置配重调节盘,能够使配重筒内铁砂重心保持不变,保证装置在贯入过程中保持姿态,实现测量结果的高精确性。

[0035] (3)本发明采用光纤光栅式超孔压传感器测量海底沉积物的超孔压,避免直接测量海底沉积物孔压,大大提高传感器的量程和精度。同时该传感器基于全光信号设计,没有电子元件,具有抗电磁干扰、防水性能好的优点,在深海极端环境下具有良好的工作性能。

[0036] (4)本发明提供了一种深海沉积物渗透性原位测量方法,采用原位测量的沉积物原始超孔压数据直接计算渗透系数,无需借助拟合的方法或参数反算,结果物理意义明确、准确性高。

附图说明

[0037] 图1是本发明采用的一种深海沉积物渗透性原位测量装置的整体结构示意图。

[0038] 图2是本发明装置的深水孔压传感器的剖视图。

[0039] 图3是本发明装置的配重筒的剖视图。

[0040] 图4是图3的部分结构的局部剖视图。

[0041] 图5是本发明采用的一种深海沉积物渗透性原位测量装置的俯视图。

[0042] 附图标记说明:1锥尖;2深水孔压传感器;3贯入套杆;4数采舱;5配重筒;6尾翼;7吊环;8光纤;21外管;22端盖;23透水石;24传力杆;25平膜片;26光栅;27内管;28活塞;29过压调节弹簧;210透水孔;51筒身;52内腔;53弹簧;54装砂孔;55孔塞;56卸砂孔;57通孔;58配重调节盘;59伸缩杆;510旋盖;511杆柄;512弹扣;513伸缩杆上管;514伸缩杆下管;515挡

部。

具体实施方式

[0043] 以下结合附图和具体实施例对本发明的技术方案作进一步说明。在下面的描述中阐述了具体细节以便于充分理解本发明。但是本发明能够以很多不同于在此描述的其它方式来实施,本领域技术人员可以在不违背本发明内涵的情况下做类似改进,因此本发明不受下面公开的具体实施例的限制。本发明各个实施例中的技术特征在没有相互冲突的前提下,均可进行相应组合。

[0044] 如图1所示,本实施例提出的一种深海沉积物渗透性原位测量装置,该装置包括锥尖1、深水孔压传感器2、贯入套杆3、数采舱4、配重筒5、尾翼6、吊环7和光纤8。

[0045] 装置最下端为锥尖1,锥尖1直径与深水孔压传感器2外径相同,锥角为 60° ,锥尖1上端与贯入套杆3通过螺纹连接。

[0046] 本实施例中贯入套杆3共有四节,其中第一节和第四节长度较短,四节贯入套杆3将三个深水孔压传感器2串联,深水孔压传感器2与贯入套杆3之间通过螺纹连接,第一节贯入套杆3的侧壁开孔,将贯入套杆3内部与海水连通。实际使用时可以根据测量深度需要,增加或减少深水孔压传感器2和贯入套杆3的数量。孔压传感器与贯入套杆交错连接,每个孔压传感器测量不同深度的数据,孔压传感器间是相互独立的。

[0047] 所述数采舱4侧面设置可开关的舱门,内部设置有数据采集系统,包括数据存储系统、光纤光栅解调仪、加速度传感器、姿态传感器和电池等,用于采集超孔隙水压力以及装置下落过程中的加速度和姿态。光纤光栅解调仪、加速度传感器、姿态传感器与数据存储系统电连接,以上传感器将获得的数据传输给数据存储系统。数采舱4下部为漏斗形,最下端设置水密连接器,光纤8通过水密连接器进入数采舱,将深水孔压传感器与光纤光栅解调仪连接。

[0048] 如图2所示,本装置的深水孔压传感器2采用光纤光栅式孔压传感器,深水孔压传感器由外管21、端盖22、透水石23、传力杆24、平膜片25、光栅26、内管27、活塞28、过压调节弹簧29、透水孔210等结构组成。外管21侧壁开孔,并用透水石23覆盖,上端与端盖22通过螺纹连接,端盖22边缘开孔,将静水压力环境和光纤8引入传感器内部,传力杆24上端固定在端盖22中心,下端固定在平膜片25的中心,光栅26粘贴在传力杆24的中部,使得光栅26形变与传力杆24相同,光纤8与光栅26连接。在如图2所示实例中,内管27呈“L”型,置于外管21的内部,内管27的内腔与透水石23连通,内管27上端开放,其上部内壁开有凹槽嵌入平膜片25将内管上端覆盖,内管底部封闭,其下段侧面开有透水孔210,活塞28及过压调节弹簧29置于内管27内,过压调节弹簧29下端固定在内管底部,上端与活塞28连接;过压调节弹簧和活塞可以被压缩至低于透水孔,使得内管的内腔与外管的内腔通过透水孔相互连通。

[0049] 装置贯入海床过程中,深水孔压传感器2管壁与沉积物接触区域瞬间产生极高的孔压,透水石23将沉积环境压力引入内管27内腔,平膜片25作为传感器的敏感原件,内外两侧分别作用沉积物孔隙总压力和静水压力,其压力差,即超孔压,使平膜片25产生挠曲变形,同时转化为集中力作用在传力杆24上,传力杆24受到外力发生伸缩变形,使光栅26中心波长发生变化,光纤8将信号传递至光纤光栅解调仪,并由软件采集存储数据,即可得到超孔压的大小。

[0050] 如果平膜片25两侧压力差超过了量程范围,活塞28向下运动压缩过压调节弹簧29,活塞28上表面将会低于透水孔210上边缘,内管27的内腔与外管21的内腔通过透水孔210相互连通,此时压力差将降为零,以此达到过压调节的目的。随着超孔压消散,活塞28逐渐上移。当压力差减小到量程允许范围时,活塞28将透水孔210封闭,传感器即可测量该位置处的超孔压。

[0051] 如图3所示,在本实例中,配重筒5为中空封闭筒结构,由筒身51、内腔52、弹簧53、装砂孔54、孔塞55、卸砂孔56、通孔57、配重调节盘58、伸缩杆59、旋盖510、杆柄511组成。配重筒内腔52用于灌装铁砂,铁砂上表面覆盖配重调节盘58,配重调节盘58与筒身51通过四段弹簧53连接,四段弹簧53按上下左右对称分布;配重筒筒顶周向上设有一向外侧凸出部,装砂孔54开设在该凸出部上,伸缩杆59下端通过螺纹固定在配重调节盘58上,上端固定在杆柄511上,杆柄511下端套有旋盖510,旋盖510与通孔57通过螺纹连接并用O型圈密封处理。卸砂孔56设在筒底侧面,装砂孔54和卸砂孔56上均设置孔塞55,孔塞55通过螺钉固定在筒身52上。

[0052] 装砂时,将旋盖510拧开,向上拉动杆柄511,伸缩杆59带动配重调节盘58升至配重筒内腔52的顶部,弹簧53此时被压缩,从装砂孔54灌入一定重量的铁砂;灌装完成后,缓缓松开杆柄511,弹簧53伸长使得配重调节盘58压住铁砂的上表面,此时将杆柄511下推并把旋盖510拧紧,最后将装砂孔54用孔塞55封闭。装置贯入时,配重调节盘58和弹簧53可以限制铁砂流动,避免铁砂倾斜导致装置重心偏移。卸砂时,将卸砂孔56上的孔塞55打开,微微倾斜装置使得铁砂流出,铁砂全部流出后将孔塞55关闭。配重筒5的能根据需求灵活地控制筒内铁砂的含量,达到精准控制装置整体的质量的目的。

[0053] 如图4所示,为伸缩杆的一种具体实例,伸缩杆512为中空结构,其连接处结构包括弹扣512、伸缩杆上管513、伸缩杆下管514、挡部515。当伸缩杆59拉长时,弹扣512上面的凸起会卡在伸缩杆上管513和伸缩杆下管514之间的孔洞里,起到定位的作用,同时伸缩杆上管513下部设置挡部515,使得伸缩杆下管514不能从伸缩杆上管513中脱出;当伸缩杆59缩短时,弹扣512向内侧收缩,伸缩杆下管514缩进伸缩杆上管513的内部。

[0054] 如图5所示,在本实例中,配重筒5外部设置尾翼6,数量为4支,厚度为2mm,对称分布在配重筒5的周围,用来保证装置在下沉过程中的稳定和方向。配重筒5上表面设置吊环7,贯入时吊环7与吊机释放设备连接。

[0055] 一种深海沉积物渗透性测量方法,该方法具体包括如下步骤:

[0056] 步骤1:设备组装和调试,打开数据采集系统开关,启动数据采集软件,将数据采集系统与电脑进行连接调试,调试完成后关闭数采舱舱门,并进行防水密封处理;根据海底土体实际情况和预定贯入深度确定探杆长度和深水孔压传感器布置数量,将锥尖、深水孔压传感器、贯入套杆逐段连接,往配重筒灌装预定质量的铁砂并密封。

[0057] 步骤2:装置安装与布放,将具有绞车、起重机等必要布放设备的作业船行驶至预定海域观测点,确定适宜的布放位置;将足够长的缆绳与装置顶部的吊环连接,利用起重机吊起测量装置,移动至指定位置后将装置释放。

[0058] 步骤3:装置贯入与姿态记录,测量装置自由下落穿过海水贯入海床沉积物,在整个贯入过程中实时记录入水时间、入水深度和位置。在装置下落和贯入过程中,加速度传感器、姿态传感器采集并记录装置的加速度和运行姿态。

[0059] 步骤4:测试与数据采集,装置贯入海床和贯入后的静止过程中,孔压传感器按一定时间间隔进行数据测量和采集,静止时间预设一定时长。上述过程中孔压传感器均将数据保存在数据存储系统中。

[0060] 步骤5:装置回收,原位测量预设观测周期测量结束后,在作业船上利用绞车和回收缆绳拖动装置,然后在其他设备配合下将装置回收至作业船上;将打开数采舱舱门,将保存在内数据存储系统中的数据上传至电脑,关闭开关,并对装置进行清洗和维护。

[0061] 步骤6:原位测量数据处理,对保存的超孔隙水压力数据进行处理。针对每个孔压传感器,具体方法为:

[0062] ①测量装置的深水孔压传感器半径 r_0 ;

[0063] ②据原位测量数据绘制孔压消散曲线,固结度达到50%时,即超孔隙水压力消散50%时,对应的时间选取为消散时间 t_{50} ;

[0064] ③根据所测海域沉积物超孔隙水压力衰减与时间因数 T 的关系曲线(可预先通过室内试验或由经验确定所测海域沉积物的刚度指数 I_r ,根据 I_r 选择对应的超孔隙水压力消散程度与时间因素关系理论曲线,本实例中可采用Torstensson法给出的理论曲线),查出固结度50%时对应的 T_{50} 的值;

[0065] ④按以下公式计算沉积物水平向固结系数:

$$[0066] \quad C_H = T_{50} r_0^2 / t_{50}$$

[0067] ⑤根据预先得到的所测量海域海水粘度 μ 和海底沉积物体积压缩系数 m_v (海水粘度可通过海水温度和盐度查表得到,海底沉积物体积压缩系数可以由室内压缩试验测定),根据沉积物水平向固结系数 C_H 与渗透系数 K 的关系,按以下公式计算获得渗透系数:

$$[0068] \quad K = \mu m_v r_0^2 T_{50} / t_{50}$$

[0069] 由此,基于每个深水孔压传感器进行上述处理得到对应的渗透数据,从而得到不同深度对应的渗透数据。

[0070] 本技术领域的人员根据本发明所提供的文字描述、附图以及权利要求书能够很容易在不脱离权利要求书所限定的本发明的思想和范围条件下,可以做出多种变化和改动。凡是依据本发明的技术思想和实质对上述实施例进行的任何修改、修饰或等同变化,均属于本发明权利要求所限定的保护范围。

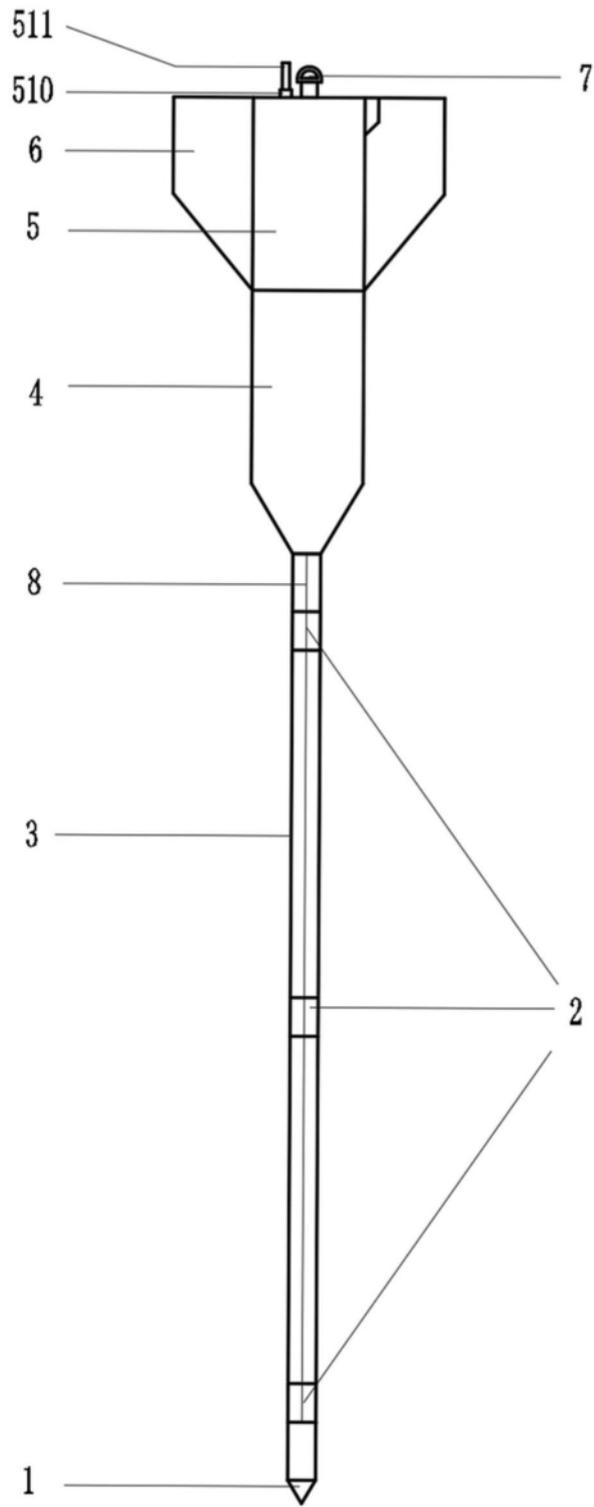


图1

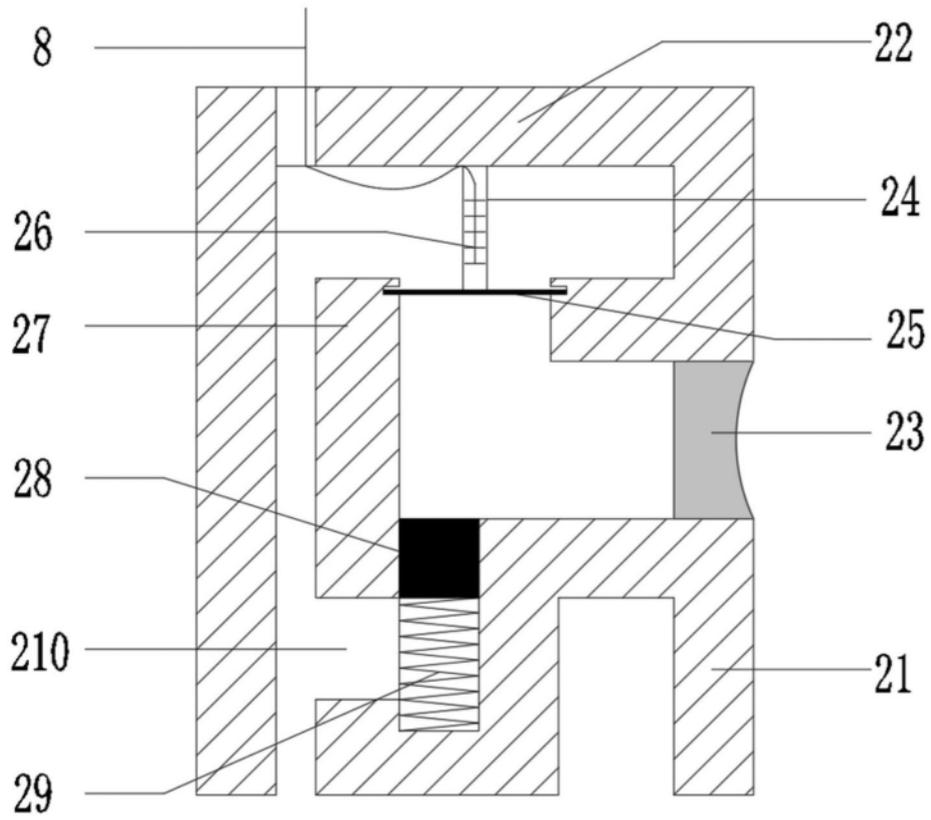


图2

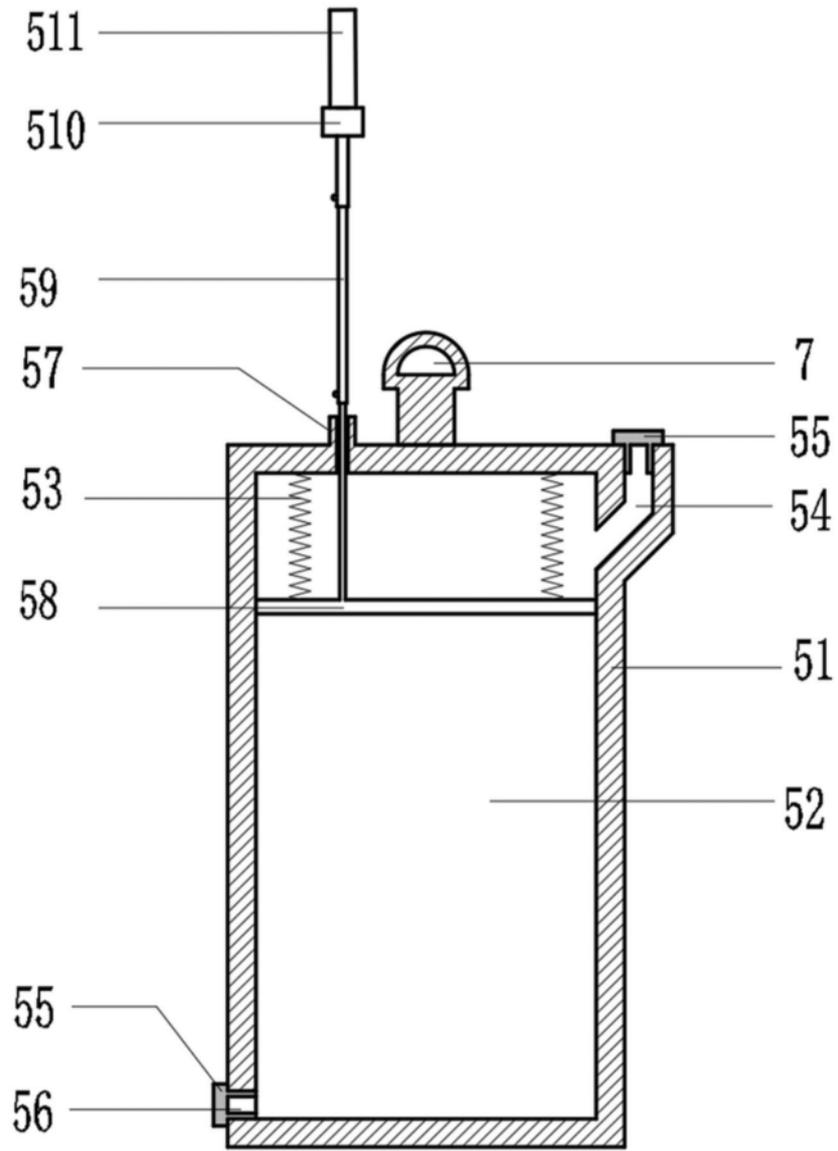


图3

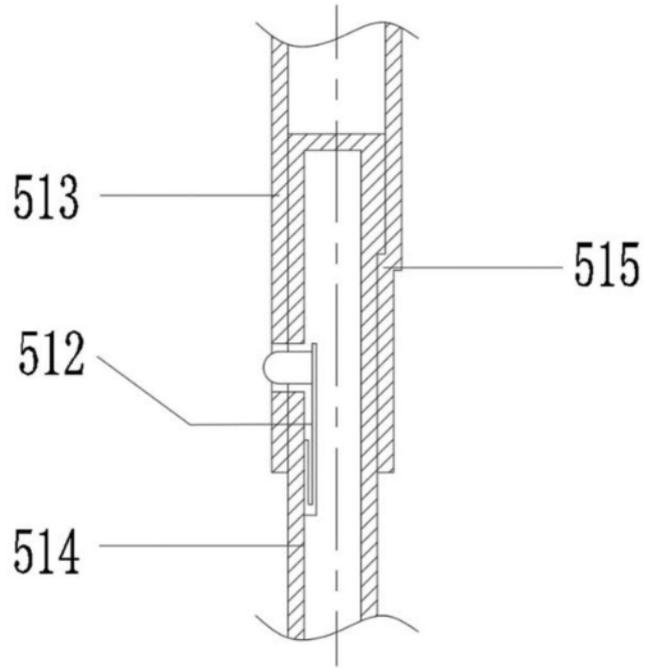


图4

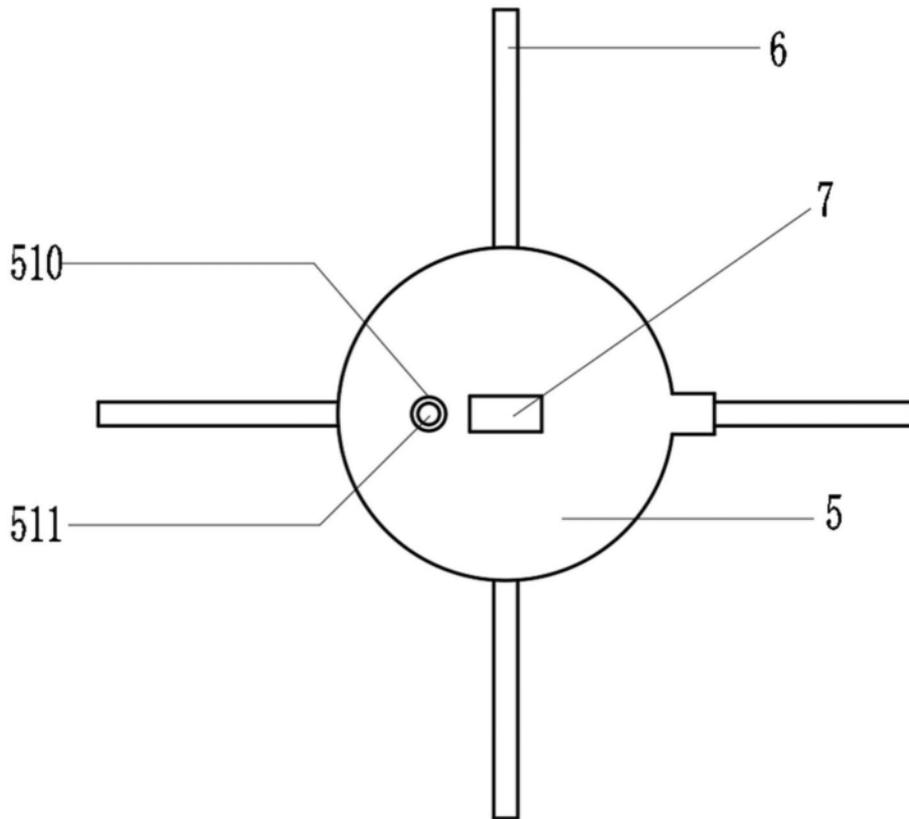


图5