



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105547359 B

(45)授权公告日 2018.03.27

(21)申请号 201510930406.4

(22)申请日 2015.12.15

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 105547359 A

(43)申请公布日 2016.05.04

(73)专利权人 中国科学院力学研究所  
地址 100190 北京市海淀区北四环西路15号

(72)发明人 张旭辉 鲁晓兵 王淑云 赵京  
王爱兰 石要红 夏真 梁前勇

(74)专利代理机构 北京和信华成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11390  
代理人 胡剑辉

(51)Int.Cl.  
G01D 21/02(2006.01)

(56)对比文件

CN 104360021 A,2015.02.18,  
JP 特开2006-266898 A,2006.10.05,  
CN 102748005 A,2012.10.24,  
CN 2606354 Y,2004.03.10,  
CN 103487569 A,2014.01.01,  
CN 103616290 A,2014.03.05,  
CN 102997886 A,2013.03.27,  
CN 104155188 A,2014.11.19,  
GB 2401621 B,2004.11.17,  
US 20130170519 A1,2013.07.04,

审查员 刘腾飞

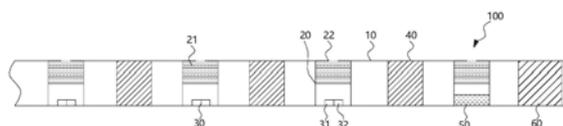
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种土层响应监测系统

(57)摘要

本发明提供了一种土层响应监测系统,包括管状且在管壁内设置有容纳腔的安装架,以及与所述安装架一端连接,以测量当前位置处土层的变形量的变形测量模块;在安装架上安装有:温度传感器,安装在容纳腔内,用于测量当前位置处的温度;压力传感器,安装在容纳腔内,用于测量当前位置处的压力;浓度监测模块,安装在容纳腔内,用于检测当前位置处的气体浓度;信号传送单元,用于传输各测量信号至控制中心。本发明能够实时监测海床下天然气水合物开采过程中,土层孔隙流体压力、温度、声波、孔隙甲烷气体浓度和变形的响应等信息,可以为天然气水合物开采方案的制定、环境效应评价等方面提供数据支持值,也可为相关海底测量系统研发提供参考。



1. 一种土层响应监测系统,其特征在于,包括管状且在管壁内设置有容纳腔的安装架,以及与所述安装架一端连接,以测量当前位置处土层的变形量的变形测量模块;在所述安装架上安装有:

温度传感器,安装在所述容纳腔内,用于测量当前位置处的温度;

压力传感器,安装在所述容纳腔内,用于测量当前位置处的压力;

浓度监测模块,安装在所述容纳腔内,用于检测当前位置处的气体浓度;

信号传送单元,用于传输各测量信号至控制中心;

所述容纳腔上设置有与所述安装架外部相通的测试孔,在所述测试孔处设置有过滤层,所述浓度监测模块为检测甲烷在水中浓度的甲烷传感器,所述浓度监测模块独立安装在所述安装架远离插入土层一端的所述容纳腔内,所述变形测量模块安装在所述安装架远离插入土层一端,所述变形测量模块包括空心且两端封闭的导向管,在所述导向管内的侧壁圆周上均匀设置有轴向导槽,在所述导向管内活动放置有与其轴向长度相对应的连接杆,在所述连接杆上安装有通过销轴连接的两端安装有导轮的平衡杆,所述导轮卡入所述轴向导槽内。

2. 根据权利要求1所述的土层响应监测系统,其特征在于,

所述安装架的长度与待测量的土层厚度对应,所述容纳腔有多个且沿所述安装架的轴向间隔排列。

3. 根据权利要求1所述的土层响应监测系统,其特征在于,

所述温度传感器和所述压力传感器为一体式测量元件,且安装在每一所述容纳腔内。

4. 根据权利要求3所述的土层响应监测系统,其特征在于,

在相邻所述容纳腔之间,设置有用于隔断相邻所述容纳腔之间温度传递的封隔层。

5. 根据权利要求1所述的土层响应监测系统,其特征在于,

所述导向管的内部装满具备绝缘效果的润滑油。

6. 根据权利要求1所述的土层响应监测系统,其特征在于,

所述信号传送单元采用光缆将各测量元件的采集信号传输至地面控制中心。

7. 根据权利要求1所述的土层响应监测系统,其特征在于,

所述温度传感器的温度监测范围为 $-30\sim 100^{\circ}\text{C}$ ,测量精度在 $0.5^{\circ}\text{C}$ 内,所述压力传感器的监测范围为 $0\sim 30\text{MPa}$ ,测量精度在 $0.01\text{MPa}$ 内。

## 一种土层响应监测系统

### 技术领域

[0001] 本发明涉及地下资源开采领域,特别是涉及一种天然气水合物开采过程中监控土层响应变化的监测集成系统

### 背景技术

[0002] 海洋天然气水合物开采具有潜在的地质灾害威胁和环境效应问题,目前在国际天然气水合物试验性开采过程中,已经逐步认识到现场土层响应监测技术的重要性,但目前尚未有完备的监测手段。因此,研制一种地下土层响应监测集成系统,以监测天然气水合物在开采过程中的土层力学响应参数,获得现场原位数据,对于工程安全评价与安全保障措施制定具有重要意义,也对深海能源开采、地质灾害的长期监测有潜在应用价值。

### 发明内容

[0003] 本发明的目的是要提供一种能够测量海床下水合物土层开采过程中,土层的温度、压力、甲烷浓度及变形程度的检测装置。

[0004] 特别地,本发明提供一种土层响应监测系统,包括管状且在管壁内设置有容纳腔的安装架,以及与所述安装架一端连接,以测量当前位置处土层的变形量的变形测量模块;在所述安装架上安装有:

[0005] 温度传感器,安装在所述容纳腔内,用于测量当前位置处的温度;

[0006] 压力传感器,安装在所述容纳腔内,用于测量当前位置处的压力;

[0007] 浓度监测模块,安装在所述容纳腔内,用于检测当前位置处的气体浓度;

[0008] 信号传送单元,用于传输各测量信号至控制中心。

[0009] 进一步地,所述容纳腔上设置有与所述安装架外部相通的测试孔,在所述测试孔处设置有过滤层。

[0010] 进一步地,所述安装架的长度与待测量的土层厚度对应,所述容纳腔有多个且沿所述安装架的轴向间隔排列。

[0011] 进一步地,所述温度传感器和所述压力传感器为一体式测量元件,且安装在每一所述容纳腔内。

[0012] 进一步地,在相邻所述容纳腔之间,设置有用于隔断相邻所述容纳腔之间温度传递的封隔层。

[0013] 进一步地,所述浓度监测模块为检测甲烷在水中浓度的甲烷传感器,所述浓度监测模块独立安装在所述安装架远离插入土层一端的所述容纳腔内。

[0014] 进一步地,所述变形测量模块安装在所述安装架远离插入土层一端,所述变形测量模块包括空心且两端封闭的导向管,在所述导向管内的侧壁圆周上均匀设置有轴向导槽,在所述导向管内活动放置有与其轴向长度相对应的连接杆,在所述连接杆上安装有通过销轴连接的两端安装有导轮的平衡杆,所述导轮卡入所述凹槽内。

[0015] 进一步地,所述导向管的内部装满具备绝缘效果的润滑油。

[0016] 进一步地,所述信号传送单元采用光缆将各测量元件的采集信号传输至地面控制中心。

[0017] 进一步地,所述温度传感器的温度监测范围为 $-30\sim 100^{\circ}\text{C}$ ,测量精度在 $0.5^{\circ}\text{C}$ 内,所述压力传感器的监测范围为 $0\sim 30\text{MPa}$ ,测量精度在 $0.01\text{MPa}$ 内。

[0018] 本发明能够实时监测海床下天然气水合物开采过程中,土层孔隙流体压力、温度、声波、孔隙甲烷气体浓度和变形的响应等信息,可以为天然气水合物开采方案的制定、环境效应评价等方面提供数据支持值,也可为相关海底测量系统研发提供参考。

### 附图说明

[0019] 图1是根据本发明一个实施例的土层响应监测系统的结构示意图;

[0020] 图2是图1所示变形测量模块的结构示意图;

[0021] 图中:10-安装架、20-容纳腔、21-过滤层、22-测试孔、30-测量元件、31-温度传感器、32-压力传感器、40-封隔层、50-浓度监测模块、60-变形测量模块、61-导向管、62-连接杆、63-平衡杆、64-导轮、65-润滑油、66-导槽、100-土层响应监测系统。

### 具体实施方式

[0022] 如图1所示,本发明一个实施例的土层响应监测系统100,一般包括管状且在管壁内设置有容纳腔20的安装架10,以及与安装架10一端连接,以测量当前位置处土层变形量的变形测量模块60。

[0023] 在该安装架10上安装有各种测量元件30,其中,用于测量当前位置处温度的温度传感器31,和用于测量当前位置处压力的压力传感器32,和用于检测当前位置处气体浓度的浓度监测模块50,分别安装在安装架10的容纳腔20内。

[0024] 变形测量模块60可以作为一个独立的模块安装在安装架10的容纳腔20内,也可以连接在安装架10的一端。

[0025] 本实施例中的安装架10可以是一段中空的管子,该管子与常规的油田用的油管尺寸一致,使得安装架10可以作为油井的油管一部分随油管打入地下。而容纳腔20设置在安装架10的侧壁上,各容纳腔20可以根据待安装的测量元件30的尺寸进行设置,各测量元件30随安装架10进入地下相应土层后,对当前位置处的土层进行各种性质的测量。测量得到的信息,则通过信号传送单元传送至地面,由于是在地下作业,因此信号传送单元可以采用设置在油管内的光缆进行信号传送,地面控制中心通过对收集信号的分析后,即可得到当前土层在开采过程中温度、压力及变形程度的变化数据,从而对后续开采做出相应的调整。

[0026] 在本实施例中,该温度传感器31和压力传感器32可以采用一体式测量元件,即一个传感器可以同时测量当前温度和压力值。在其它的实施例中,温度和压力也可以分别采用独立的传感器。温度与压力传感器用于监测水合物土层中孔隙流体压力与温度,实时获取水合物相变过程中热量转化与孔隙流体耗散数据。根据水合物开采过程中的温度、压力范围和监测分析所需数据精度,温度传感器31可以采用热容小的材料,以准确地监测微小温度和压力变化。其温度监测范围可以为 $-30\sim 100^{\circ}\text{C}$ ,测量精度在 $0.5^{\circ}\text{C}$ 内,而压力传感器32的监测范围可以为 $0\sim 30\text{MPa}$ ,测量精度在 $0.01\text{MPa}$ 内。

[0027] 为方便与外部环境同步,该容纳腔20上可以设置与安装架10外部相通的测试孔

22,在测试孔22处设置过滤杂质的过滤层21。容纳腔20可以通过测试孔22与当前土层中的温度、压力信息直接形成接触,而过滤层21则可将土层中的泥沙进行过滤,避免影响传感器的测量效果。具体的过滤层21可以采用耐腐蚀的金属网。

[0028] 如图2所示,为了方便测量整个土层的变化,该安装架10的长度可以与待测量的水合物土层厚度对应,安装架10在油管的带动下贯穿整个水合物土层,容纳腔20可以根据水合物土层的厚度设置多个,且各容纳腔20可以沿安装架10的轴向等距离间隔排列,如水合物土层厚度为10m,安装架10则设置同样的长度,各容纳腔20间隔2.5m设置一个共4个,此时可以安装4组温度传感器31和压力传感器32,每一组分别安装在一个容纳腔20内。

[0029] 为避免各测量元件30之间相互影响,可以在相邻容纳腔20之间,设置用于隔断相邻容纳腔20之间温度传递的封隔层40。封隔层40可以采用绝热材料制作,其本身可以通过吸热或隔热的方式来避免安装架10上热量的传递。封隔层40可以采用宽度一定的隔离结构,也可是将整个安装架10的表面或整个安装架10的材料都采用绝热材料制作。

[0030] 作为检测气体浓度的浓度监测模块50,其可以位于安装架10远离水合物土层的一端,用于监测水合物开采过程中,上覆土层中甲烷气体浓度的变化,为甲烷气体泄漏分析提供参数。在本实施例中,该浓度监测模块50为检测甲烷在水中浓度的甲烷传感器。考虑到水合物开采过程中,甲烷气体泄漏速度较慢,通过将过滤层21处的水合物层中流体引入甲烷传感器探头处的容纳腔内,使水中的甲烷与甲烷传感器接触引起化学反应,从而产生电信号,根据该电信号的强度即可分析出当前位置处甲烷的浓度值。

[0031] 监测甲烷在土层中的浓度,可以用于评价水合物开采带来的温室气体效应,和气泡导致的海洋结构、生物安全等问题。甲烷气体泄漏通量一般较小,甲烷传感器可以是对甲烷敏感的元件制成的浓度计,其监测数值范围为50nM/L~10 $\mu$ M/L。甲烷传感器可以和温度传感器31、压力传感器32安装在同一个容纳腔20内,也可以独立安装在一个容纳腔2. 内。

[0032] 本实施例中的变形测量模块60可以是测斜仪,该测斜仪可以安装在安装架10安装甲烷传感器的一端,用于测量水合物土层上方的上覆土层受开采影响而导致的变形。测斜仪一般包括一根空心且两端密封的导向管61,在导向管61内活动放置有与其轴向长度相对应的连接杆62,在连接杆62上安装有二至三个通过销轴连接的两端安装有导轮64的平衡杆63,在导向管61内的侧壁圆周上均匀设置有轴向导槽66,该导轮64卡入导槽66内且可以沿导槽66滑动。同时为方便导轮64的移动,可以在导向管61的内部装满具备绝缘效果的润滑油65,润滑油65既能抵抗外部高压对导向管61的挤压变形,又能方便导轮64的滑动和绝缘。

[0033] 在正常工作时,连接杆62垂直地竖立在导向管61中,平衡杆63通过中心与连接杆62垂直连接,且平衡杆63能够以连接点为支点进行周向旋转,当连接杆62在导向管61内垂直运动时,平衡杆63两端的导轮64会顺着导槽65前进,此时导向管61的倾斜即可导致连接杆62倾斜,而连接杆62的倾斜即可视为当前地形的变形程度,控制中心根据连接杆62的倾斜信息即可获取当前土层的变形结果。

[0034] 海洋天然气水合物层在水合物开采后软化显著,根据水合物相变过程中地层变形量的估算与工程允许地层变形量,地层变形量在mm-cm之间,而且不均匀变形明显。而测斜仪可以监测水合物相变过程中地层软化与变形的程度,为土层响应分析提供基本数据。

[0035] 至此,本领域技术人员应认识到,虽然本文已详尽示出和描述了本发明的多个示例性实施例,但是,在不脱离本发明精神和范围的情况下,仍可根据本发明公开的内容直接

确定或推导出符合本发明原理的许多其他变型或修改。因此,本发明的范围应被理解和认定为覆盖了所有这些其他变型或修改。

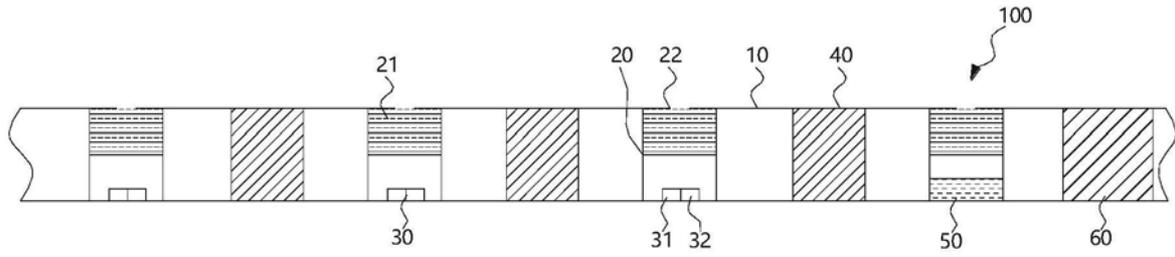


图1

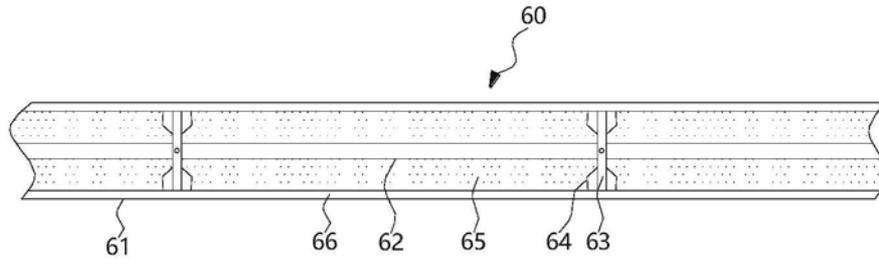


图2