



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109489626 B

(45) 授权公告日 2021. 11. 02

(21) 申请号 201710824274.6

(22) 申请日 2017.09.13

(65) 同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 109489626 A

(43) 申请公布日 2019.03.19

(73) 专利权人 上海港湾工程质量检测有限公司  
地址 202150 上海市崇明区崇明县城桥镇  
新崇中路388号

专利权人 中交上海三航科学研究院有限公司  
中交上海港湾工程设计研究院有限公司

(72) 发明人 陈煜淼 张健 邓启飞 邬家琪

(74) 专利代理机构 上海光华专利事务所(普通合伙) 31219

代理人 陆蕾

(51) Int.Cl.  
G01C 5/04 (2006.01)

(56) 对比文件  
CN 103321201 A, 2013.09.25  
CN 204007591 U, 2014.12.10  
CN 104792304 A, 2015.07.22  
CN 202350780 U, 2012.07.25  
JP 2009300298 A, 2009.12.24  
JP 2000130068 A, 2000.05.09

审查员 陈喜杰

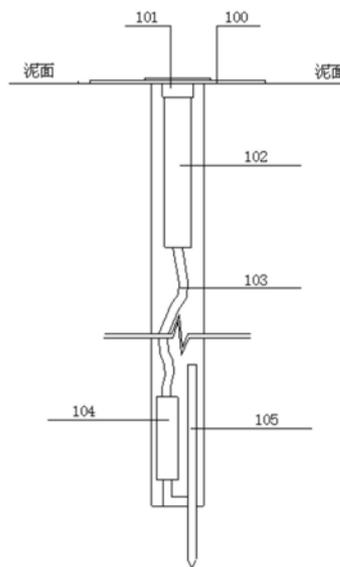
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54) 发明名称

液压传感表层沉降计及沉降测量方法

(57) 摘要

本发明提供一种液压传感表层沉降计以及沉降测量方法,其包括:沉降板、与沉降板相连的保护壳,置于保护壳下方的安装底座,以及置于保护壳内由上至下依次设置的干燥管、储液罐以及液压传感器,干燥管内填充有干燥介质,储液罐内盛放有液体,干燥管的底部通过连接管与所述储液罐的顶端相连通,干燥管的顶部通过气管与所述液压传感器的通气端相连通,储液罐的底端通过液管与所述液压传感器的受压端相连通,所述液压传感器具有与外部设备相连的通讯单元。本发明采用储液灌、干燥管、气管、液管和液压传感器的受压端和通气端形成一个密闭空间,整个系统与外界隔绝,不受大气压变化、温度变化的影响,提高了沉降测量的精准性。



1. 一种液压传感表层沉降计的沉降测量方法,其特征在于,液压传感表层沉降计包括:沉降板、与沉降板相连的保护壳,置于保护壳下方的安装底座,以及置于保护壳内由上至下依次设置的干燥管、储液罐以及液压传感器,干燥管内填充有干燥介质,储液罐内盛放有液体,干燥管的底部通过连接管与所述储液罐的顶端相通,干燥管的顶部通过气管与所述液压传感器的通气端相通,储液罐的底端通过液管与所述液压传感器的受压端相通,所述液压传感器具有与外部设备相连的通讯单元;所述沉降测量方法包括:

1) 对所述液压传感器进行压力值标定,零水头时调整所述液压传感器输出电流为标定初始值 $a_1$ ;标定时的满量程水头值记为 $H$ ,调整对应满量程水头值所述液压传感器输出电流为标定最大值 $a_2$ ,并且记录当前温度条件下所述储液罐内液体的密度;标定后安装所述液压传感表层沉降计,满量程水头值指安装后沉降板距离所述液压传感器的高度距离;

2) 初始值测试:测试获取所述液压传感器的初始电流值 $I_0$ ,并且记录当前温度条件下所述储液罐内液体的密度,记为初始值测试时刻温度条件下液体的密度 $\rho_0$ ;

3) 沉降观测:测试获取观测沉降时所述液压传感器的沉降观测时刻电流值 $I_i$ ,并且记录当前温度条件下所述储液罐内液体的密度,记为沉降观测测试时刻温度条件下液体的密度 $\rho_i$ ;

4) 根据步骤2)和步骤3)中所记录的数据,进行计算当前沉降量 $\Delta s$ :

$$\Delta s = ((I_0 - a_1) / (a_2 - a_1) \times H - \Delta H_{0C} - \Delta H_{0T}) - ((I_i - a_1) / (a_2 - a_1) \times H - \Delta H_{iC} - \Delta H_{iT})$$

其中, $\Delta s$ --从初始值测试时刻到沉降观测时刻的沉降量;

$I_0$ 、 $I_i$ --初始电流值和沉降观测时刻电流值;

$a_1$ 、 $a_2$ --液压传感器输出电流标定初始值和输出电流标定最大值

$H$ -----标定时的满量程水头值;

$\Delta H_{0C}$ -标定时刻到初始值测试时刻因所述液管温度变化引起的水头变化值;

$\Delta H_{0T}$ -标定时刻到初始值测试时刻因液体温度变化引起的水头变化值;

$\Delta H_{iC}$ -标定时刻到沉降观测时刻因所述液管温度变化引起的水头变化值;

$\Delta H_{iT}$ -标定时刻到沉降观测时刻因液体温度变化引起的水头变化值。

2. 根据权利要求1所述的沉降测量方法,其特征在于:所述保护壳分为上保护壳、下保护壳,上保护壳和下保护壳间连设有管道保护套,所述干燥管和所述储液罐置于上保护壳内,所述液压传感器置于所述下保护壳内,所述液管、所述气管穿设在所述管道保护套中。

3. 根据权利要求2所述的沉降测量方法,其特征在于:所述上保护壳内填充有固定所述干燥管和所述储液罐的环氧树脂密封物料。

4. 根据权利要求2所述的沉降测量方法,其特征在于:所述下保护壳内填充有固定所述液压传感器的环氧树脂密封物料。

5. 根据权利要求1所述的沉降测量方法,其特征在于:所述干燥介质为硅胶干燥剂。

6. 根据权利要求1所述的沉降测量方法,其特征在于:所述储液罐及液管内填充乙二醇水溶液,并且储液罐内的溶液量为储液罐体积的75%~90%。

7. 根据权利要求6所述的沉降测量方法,其特征在于:所述干燥管以及所述气管内填充有自然空气。

8. 根据权利要求1所述的沉降测量方法,其特征在于:所述液压传感器包括扩散硅压力敏感元件和恒流激励线路板,所述通讯单元为信号电缆,信号电缆由保护壳延伸至所述沉

降板中伸出。

9. 根据权利要求8所述的沉降测量方法,其特征在于:所述通讯单元输出RS485通讯信号或者4-20ma电流信号。

10. 根据权利要求1所述的沉降测量方法,其特征在于:所述液压传感器置于一不锈钢保护壳体内。

11. 根据权利要求1所述的沉降测量方法,其特征在于:所述液压传感器的通气端连接一根铜或者尼龙制成的毛细管,毛细管通过卡套接头与所述气管相连。

## 液压传感表层沉降计及沉降测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及检测地面沉降的技术领域,特别是涉及一种液压传感表层沉降计及其测量方法。

### 背景技术

[0002] 在围海造地、填海筑堤、陆域形成、地基加固等涉及到土体固结的工程中,通常需要观测土体沉降,用以监测土体稳定性,确定填筑速率;用以计算地基固结程度,确定卸载时间。目前常用的表层沉降观测方法是采用沉降板和沉降杆,使用水准仪等光学方法进行观测。随着建设规模增大,光学方法进行观测往往很难找到沉降稳定的基准点或者基准点很远,观测很不方便,精度较差;近年来人工成本逐年上升,光学方法观测耗费大量人力资源,而且该方法基础上很难实现自动化观测;人工观测的间隔时间较长,不适宜进行连续观测;在填海筑堤等工程中沉降观测需要从筑堤开始进行,此时沉降板处水深可能达到10米,沉降杆很难在流动的海水中站立,而且距离岸边可能达到几公里,保护难度很大,观测难度也很大。

### 发明内容

[0003] 鉴于以上所述现有技术的缺点,本发明的目的在于提供一种液压传感表层沉降计,用于解决现有技术中难以快速、准确的实现表层沉降量的测试的问题。

[0004] 为实现上述目的及其他相关目的,本发明提供一种液压传感表层沉降计,其包括:沉降板、与沉降板相连的保护壳,置于保护壳下方的安装底座,以及置于保护壳内由上至下依次设置的干燥管、储液罐以及液压传感器,干燥管内填充有干燥介质,储液罐内盛放有液体,干燥管的底部通过连接管与所述储液罐的顶端相连通,干燥管的顶部通过气管与所述液压传感器的通气端相连通,储液罐的底端通过液管与所述液压传感器的受压端相连通,所述液压传感器具有与外部设备相连的通讯单元。

[0005] 优选的,所述保护壳分为上保护壳、下保护壳,上保护壳和下保护壳间连设有管道保护套,所述干燥管和所述储液罐置于上保护壳内,所述液压传感器置于所述下保护壳内,所述液管、所述气管穿设在所述管道保护套中。

[0006] 优选的,所述上保护壳内填充有固定所述干燥管和所述储液罐的环氧树脂密封物料。

[0007] 优选的,所述下保护壳内填充有固定所述液压传感器的环氧树脂密封物料。

[0008] 优选的,所述干燥介质为硅胶干燥剂。

[0009] 优选的,所述储液灌及液管内填充乙二醇水溶液,并且储液灌内的溶液量为储液灌体积的75%~90%。

[0010] 优选的,所述干燥管以及所述气管内填充有自然空气。

[0011] 优选的,所述液压传感器包括扩散硅压力敏感元件和恒流激励线路板,所述通讯单元为信号电缆,信号电缆由保护壳延伸至所述沉降板中伸出。

[0012] 优选的,所述通讯单元输出RS485通讯信号或者4-20ma电流信号。

[0013] 优选的,所述液压传感器置于一不锈钢保护壳体内。

[0014] 优选的,所述液压传感器的通气端连接一根铜或者尼龙制成的毛细管,毛细管通过卡套接头与所述气管相连。

[0015] 本发明还提供一种采用上述的液压传感表层沉降计的沉降测量方法,所述沉降测量方法包括:

[0016] 1) 对所述液压传感器进行压力值标定,零水头时调整所述液压传感器输出电流为初始值a1;标定时时的满量程水头值记为H,调整对应满量程水头值所述液压传感器输出电流为最大值 a2,并且记录当前温度条件下所述储液灌内液体的密度;标定后安装所述液压传感表层沉降计,满量程水头值指安装后沉降板距离所述液压传感器的高度距离;

[0017] 2) 初始值测试:测试获取所述液压传感器的初始电流值 $I_0$ ,并且记录当前温度条件下所述储液罐内液体的密度,记为初始值测试时刻温度条件下液体的密度 $\rho_0$ ;

[0018] 3) 沉降观测:测试获取观测沉降时所述液压传感器的沉降观测时刻电流值 $I_i$ ,并且记录当前温度条件下所述储液罐内液体的密度,记为沉降观测测试时刻温度条件下液体的密度 $\rho_i$ ;

[0019] 4) 根据步骤2) 和步骤3) 中所记录的数据,进行计算当前沉降量  $\Delta s$ :

$$[0020] \quad \Delta s = ((I_0 - a1) / (a2 - a1) \times H - \Delta H_{0C} - \Delta H_{0T}) - ((I_i - a1) / (a2 - a1) \times H - \Delta H_{iC} - \Delta H_{iT})$$

[0021] 其中,  $\Delta s$ --从初始值测试时刻到沉降观测时刻的沉降量;

[0022]  $I_0$ 、 $I_i$ --初始电流值和沉降观测时刻电流值;

[0023] a1、a2--液压传感器输出电流的标定初始值和标定最大值;

[0024] H-----标定时的满量程水头值;

[0025]  $\Delta H_{0C}$ -标定时刻到初始值测试时刻因液管温度变化引起的水头变化值;

[0026]  $\Delta H_{0T}$ -标定时刻到初始值测试时刻因液体温度变化引起的水头变化值;

[0027]  $\Delta H_{iC}$ -标定时刻到沉降观测时刻因液管温度变化引起的水头变化值;

[0028]  $\Delta H_{iT}$ -标定时刻到沉降观测时刻因液体温度变化引起的水头变化值。

[0029] 如上所述,本发明的液压传感表层沉降计以及沉降测量方法,具有以下有益效果:采用液体压力差值作为测试物理量,表达沉降板相对于安装基准的沉降量;采用储液灌、干燥管、气管、液管和液压传感器的受压端和通气端形成一个密闭空间,整个系统与外界隔绝,不受大气压变化,温度变化影响,提高了沉降测量的精准性;另外,本发明的液压传感表层沉降计可采用钻孔埋设,观测基准设置在土层深处,不受现场基准点位移影响;本发明适应能力很强,可以应用于各种环境,特别是恶劣环境更具有优势,例如围海造地,海上筑堤等水工相关项目中的表层沉降(海底原始泥面处的沉降)观测。

## 附图说明

[0030] 图1显示为本发明的液压传感表层沉降计示意图。

[0031] 图2显示为本发明的上保护壳内部结构示意图。

[0032] 图3显示为本发明的下保护壳内部结构示意图。

[0033] 元件标号说明

[0034] 100 沉降板

[0035]	101	法兰盘
[0036]	102	上保护壳
[0037]	103	管道保护套
[0038]	104	下保护壳
[0039]	105	安装底座
[0040]	200	储液罐
[0041]	201	干燥管
[0042]	202	气管
[0043]	203	液管
[0044]	205	信号电缆
[0045]	300	液压传感器
[0046]	301	毛细管
[0047]	304	卡套接头
[0048]	305	液压传感器的受压端

### 具体实施方式

[0049] 以下由特定的具体实施例说明本发明的实施方式,熟悉此技术的人士可由本说明书所揭露的内容轻易地了解本发明的其他优点及功效。

[0050] 请参阅图1至图3。须知,本说明书所附图中所绘示的结构、比例、大小等,均仅用以配合说明书所揭示的内容,以供熟悉此技术的人士了解与阅读,并非用以限定本发明可实施的限定条件,故不具技术上的实质意义,任何结构的修饰、比例关系的改变或大小的调整,在不影响本发明所能产生的功效及所能达成的目的下,均应仍落在本发明所揭示的技术内容所能涵盖的范围内。同时,本说明书中所引用的如“上”、“下”、“左”、“右”、“中间”及“一”等的用语,亦仅为便于叙述的明了,而非用以限定本发明可实施的范围,其相对关系的改变或调整,在无实质变更技术内容下,当亦视为本发明可实施的范畴。

[0051] 如图1至图3所示,本发明提供一种液压传感表层沉降计,其包括:沉降板100、与沉降板100相连的保护壳,置于保护壳下方的安装底座105,以及置于保护壳内由上至下依次设置的干燥管201、储液罐200以及液压传感器300,干燥管201内填充有干燥介质,储液罐200内盛放有液体,干燥管201的底部通过连接管与所述储液罐200的顶端相连通,干燥管201的顶部通过气管202与所述液压传感器300的通气端相连通,储液罐200的底端通过液管203与所述液压传感器300的受压端305相连通,所述液压传感器300具有与外部设备相连的通讯单元。本发明采用储液罐200、干燥管201、气管202、液管203和液压传感器300的受压端和通气端形成一个密闭空间,采用液体压力差值作为测试物理量,表达沉降板100相对于安装基准的沉降量,整个系统与外界隔绝,不受大气压变化,温度变化影响,提高了沉降测量的精准性。

[0052] 为便于安装,以及适应各种环境,本实施例中保护壳分为上保护壳102、下保护壳104,上保护壳102和下保护壳104间连设有管道保护套103,见图1所示;干燥管201和所述储液罐200置于上保护壳102内,见图2所示;所述液压传感器300置于所述下保护壳104内,所述液管203、所述气管202穿设在所述管道保护套103中。本实施例中将保护壳分为上下独立

的上保护壳102和下保护壳104,这样可根据需要设置中间的连接长度,即管道保护套 103、液管203和气管202的长度可随意设置,适应各种环境。

[0053] 本实施例中连接上述储液灌200与干燥管201的连接管为2分PE管,气管202顶部180度弯后与干燥管顶部连接,液管203采用3分PE管,气管202、液管203通过管道保护套103保护后一直延伸到下保护壳体104内,本实施例中管道保护套103为塑料胶管。为方便气管202与液压传感器300的连接,本实施例中液压传感器的通气端用铜或者尼龙制成的毛细管301连出并连接卡套接头304,卡套接头304与气管202连接。

[0054] 本实施例中上保护壳102内填充有固定干燥管201和所述储液罐200的环氧树脂密封物料。下保护壳104内填充有固定所述液压传感器300的环氧树脂密封物料。沉降板100与上保护壳体102之间采用法兰盘101连接。上保护壳102和下保护壳104均可采用PVC管制作。上述安装底座105可采用1寸镀锌钢管,用连接接头与下保护壳104连接。

[0055] 本实施例中液压传感器300包括扩散硅压力敏感元件和恒流激励线路板,通讯单元为信号电缆205,信号电缆205由保护壳延伸至沉降板100中伸出。通讯单元输出RS485通讯信号或者4-20ma电流信号,其也可以采用无线信号传输。液压传感器300可置于一不锈钢保护壳体内。

[0056] 本实施例中上述干燥管201内填充的干燥介质,其可为硅胶干燥剂,干燥管以及所述气管内填充有自然空气,干燥介质只需满足其在吸湿后不分解即可;上述干燥管201的主要功能是吸收液体的蒸发水分,保持气管202、毛细管301以及液压传感器通气端内部的干燥,利用干燥管隔绝液体和气体。上述储液灌200,干燥管201,液管203,气管202,液压传感器300,毛细管301形成了一个密闭空间。储液灌200内填充其体积的75%~90%液体,液管203内充满液体,液体采用乙二醇水溶液。储液灌200的顶部无液体空间和干燥管201、气管202、毛细管301内充满自然空气,且各处的气压相等。当自然空气收到外界温度影响,密闭空间内的气压发生变化时,液压传感器300受压端和通气端气体压力变化相同,测量时气体压力值自动抵消,液压传感器300的受压端测试到的压力始终为液体产生的压力,也就是说本发明中液压传感器始终检测的为液体产生的压力,与环境变化无关。

[0057] 上述储液灌200及液管203内填充乙二醇水溶液,并且储液灌200内的溶液量为储液灌体积的75%~90%。上述储液灌200内部填充液体的量控制在75%~90%,主要是按照水上安装和陆上安装环境条件不同。水上安装时比较难控制上保护壳体102的垂直度,为了防止因为安装时候的倾斜过大使液体直接进入干燥管201而使干燥管失效,控制液体填充量为75%,而且水上安装完成后整个沉降计沉入水底温度变化很小,液体蒸发量很小75%的液体填充量可以足够满足沉降计整个使用寿命期内的蒸发要求。陆上安装时比较容易控制上保护壳体102的垂直度,液体填充量控制在90%,能够更好的符合蒸发要求。

[0058] 本发明还提供一种采用上述的液压传感表层沉降计的沉降测量方法,其包括:

[0059] 1) 对所述液压传感器进行压力值标定,零水头(无液体压力)值时,调整液压传感器使输出电流为标定初始值 $a_1$ ,本实施例中 $a_1$ 为4ma;标定时满量程水头值记为H,满量程水头值时,调整所述液压传感器输出电流为标定最大值,本实施例中 $a_2$ 为20ma.并且记录当前温度条件下所述储液灌内液体的密度;标定后安装所述液压传感表层沉降计,满量程水头值指安装后沉降板距离所述液压传感器的高度距离;

[0060] 2) 初始值测试:测试获取所述液压传感器的初始电流值 $I_0$ ,并且记录当前温度条

件下所述储液罐内液体的密度,记为初始值测试时刻温度条件下液体的密度 $\rho_0$ ;

[0061] 3) 沉降观测:测试获取观测沉降时所述液压传感器的沉降观测时刻电流值 $I_i$ ,并且记录当前温度条件下所述储液罐内液体的密度,记为沉降观测测试时刻温度条件下液体的密度 $\rho_i$ ;

[0062] 4) 根据步骤2)和步骤3)中所记录的数据,进行计算当前沉降量 $\Delta s$ ;

$$[0063] \quad \Delta s = ((I_0 - a_1 / (a_2 - a_1) \times H - \Delta H_{0C} - \Delta H_{0T}) - ((I_i - a_1) / (a_2 - a_1) \times H - \Delta H_{iC} - \Delta H_{iT}))$$

[0064] 其中, $\Delta s$ --从初始值测试时刻到沉降观测时刻的沉降量;

[0065]  $I_0$ 、 $I_i$ --初始电流值和沉降观测时刻电流值;

[0066]  $a_1$ 、 $a_2$ --液压传感器输出电流标定初始值和输出电流标定最大值;

[0067]  $H$ -----标定时的满量程水头值;

[0068]  $\Delta H_{0C}$ -标定时刻到初始值测试时刻因液管温度变化引起的水头变化值;

[0069]  $\Delta H_{0T}$ -标定时刻到初始值测试时刻因液体温度变化引起的水头变化值;

[0070]  $\Delta H_{iC}$ -标定时刻到沉降观测时刻因液管温度变化引起的水头变化值;

[0071]  $\Delta H_{iT}$ -标定时刻到沉降观测时刻因液体温度变化引起的水头变化值。

[0072] 作为上述沉降计的一具体沉降测量过程如下:

[0073] 1) 出厂标定:乙二醇水溶液的比重与温度和浓度有关。上述液体优先选用体积浓度30%的乙二醇水溶液。根据相关资料,体积浓度30%的乙二醇水溶液的比重在-10℃~55℃时的比重如下:

[0074] 温度℃	-10	-5	0	5	10	15	20
比重kg/m <sup>3</sup>	1054.31	1053.11	1051.78	1050.33	1048.76	1047.07	1045.25
温度℃	25	30	35	40	45	50	55
比重kg/m <sup>3</sup>	1043.32	1041.26	1039.08	1036.78	1034.36	1031.81	1029.15

[0075] 本实施例的液压传感表层沉降计最高精度可以做到1mm,使用是应根据具体使用要求进行标定。出厂标定时,可以对液压传感器进行标定,也可以对整个沉降计进行标定。对于沉降观测有精确要求的,应该选择对整个沉降计进行标定。本实施例以对液压传感器进行标定进行说明。

[0076] 首先收集使用环境常态温度状况,根据温度查证上述液体的比重;

[0077] 其次确定液压传感表层沉降计的工作时最高水头值,正常情况下,安装时的水头值为最高,将最高水头值确定为所述液压传感器的量程最大值,即满值 $P$ ,满量程水头值为 $H$ ;液压传感器的最小值为0,即零值。

[0078] 将液压传感器置于压力传感器标定架上进行压力值标定,将压力传感器标定架压力设置为零,液压传感器输出电流为标定初始值,设为4ma,再将压力传感器标定架的压力值调整到满值,液压传感器输出电流为标定最大值,设置为20ma,为如此设置完成液压传感器的零值和满值。再将压力传感器标定架的压力设置到满值的一半附近,根据设置的压力传感器标定架压力和对应的输出电流,液压传感器内的激励线路板自动计算非线性值。至此完成液压传感器的标定。

[0079] 2) 初始值测试:液压传感表层沉降计安装完成后,需要等待30分钟以上测试获得液压传感器的电流值为 $I_0$ ,压力值 $P_0^R$ ,换算成初始水头值 $H_0^R$ 。初始值的测试根据现场安装情况,可以结合工况测试几次求平均值,或者观测几天待钻孔内土体基本稳定后确定。

[0080] 3) 沉降观测:正常观测沉降时,通过上述信号电缆205观测液压传感器的当前电流值为  $I_i$ , 压力值  $P_i^R$ , 换算成测试水头值  $H_i^R$ 。

[0081] 4) 沉降量计算:设初始值测试时刻的实际水头高度为  $H_0$ , 沉降观测时刻的实际水头高度是  $H_i$ , 则沉降量  $\Delta s = H_0 - H_i$

$$[0082] \quad \Delta s = ((I_0 - 4) / 16 \times H - \Delta H_{0C} - \Delta H_{0T}) - ((I_i - 4) / 16 \times H - \Delta H_{iC} - \Delta H_{iT}) \quad \text{式 1}$$

[0083] 其中:

[0084]  $\Delta s$  - 从初始值测试时刻到沉降观测时刻的沉降量;

[0085]  $I_0$ 、 $I_i$  - 初始电流值和沉降观测时刻电流值;

[0086]  $H$  - 标定时的满量程水头值;

[0087]  $\Delta H_{0C}$  - 标定时刻到初始值测定时刻因液管温度变化引起的水头变化值;

[0088]  $\Delta H_{0T}$  - 标定时刻到初始值测定时刻因液体温度变化引起的水头变化值;

[0089]  $\Delta H_{iC}$  - 标定时刻到沉降观测时刻因液管温度变化引起的水头变化值;

[0090]  $\Delta H_{iT}$  - 标定时刻到沉降观测时刻因液体温度变化引起的水头变化值;

[0091] PE材料管道的一般纵向线胀系数计算公式为  $0.07\text{mm} \cdot \text{L} \cdot \Delta T$  ( $L$ 为管道长度,  $\Delta T$ 为温度变化), 径向变形可以忽略不计。以10米液管长度计算, 温度变化  $\Delta T$ 时的液管伸长量为  $0.7 \cdot \Delta T$ 。一般沉降计的使用环境为地面以下, 周年的温度变化一般不超过  $10^\circ\text{C}$ , 以  $10^\circ\text{C}$  为例, 液管的伸长量在7mm。上述沉降板100与安装底座205相对位置不改变的情况下, 因温度变化引起容器材料体积变化产生的水头变化值为  $\Delta H_C = 7 \times a_y / a$ , 在本实施例中,  $a = 30 \times 30 / 4 \times 3.14$ ,  $a_y = 10 \times 10 / 4 \times 3.14$ 。  $\Delta H_C = 7 \times a_y / a = 0.8\text{mm}$ 。所以本实施例中, 可以忽略温度变化时液管变形引起的水头变化。

[0092] 因此式1表达的沉降值在实际应用上可以表达为:

$$[0093] \quad \Delta s = ((I_0 - 4) / 16 \times H - \Delta H_{0T}) - ((I_i - 4) / 16 \times H - \Delta H_{iT})$$

$$[0094] \quad = (I_0 - I_i) / 16 \times H - (\Delta H_{0T} - \Delta H_{iT})$$

$$[0095] \quad (\Delta H_{0T} - \Delta H_{iT}) = (G / \rho - G / \rho_0) / a - (G / \rho - G / \rho_i) / a$$

$$[0096] \quad = (G / \rho_i - G / \rho_0) / a = (1 / \rho_i - 1 / \rho_0) \cdot G / a$$

[0097] 其中:

[0098]  $\rho_0$ 为初始值测试时刻温度条件下所述液体的密度;

[0099]  $\rho_i$ 为沉降观测测试时刻温度条件下所述液体的密度;

[0100]  $a$ 为所述储液灌的截面积;

[0101]  $G$ 为所述液压传感器表层沉降计的充液量。

[0102] 因此自初始值测定时刻至沉降观测时刻的沉降量值计算值表达为:

$$[0103] \quad \Delta s = (I_0 - I_i) / 16 \times H - (1 / \rho_i - 1 / \rho_0) \cdot G / a$$

[0104] 综上所述, 本发明的液压传感表层沉降计以及沉降测量方法, 采用液体压力差值作为测试物理量, 表达沉降板相对于安装基准的沉降量; 采用储液灌、干燥管、气管、液管和液压传感器的受压端和通气端形成一个密闭空间, 整个系统与外界隔绝, 不受大气压变化, 温度变化影响, 提高了沉降测量的精准性; 另外, 本发明的液压传感表层沉降计可采用钻孔埋设, 观测基准设置在土层深处, 不受现场基准点位移影响; 本发明适应能力很强, 可以应用于各种环境, 特别是恶劣环境更具有优势, 例如围海造地, 海上筑堤等水工相关项目中的表层沉降(海底原始泥面处的沉降)观测。所以, 本发明有效克服了现有技术中的种种缺点

而具高度产业利用价值。

[0105] 上述实施例仅例示性说明本发明的原理及其功效,而非用于限制本发明。任何熟悉此技术的人士皆可在不违背本发明的精神及范畴下,对上述实施例进行修饰或改变。因此,举凡所属技术领域中具有通常知识者在未脱离本发明所揭示的精神与技术思想下所完成的一切等效修饰或改变,仍应由本发明的权利要求所涵盖。

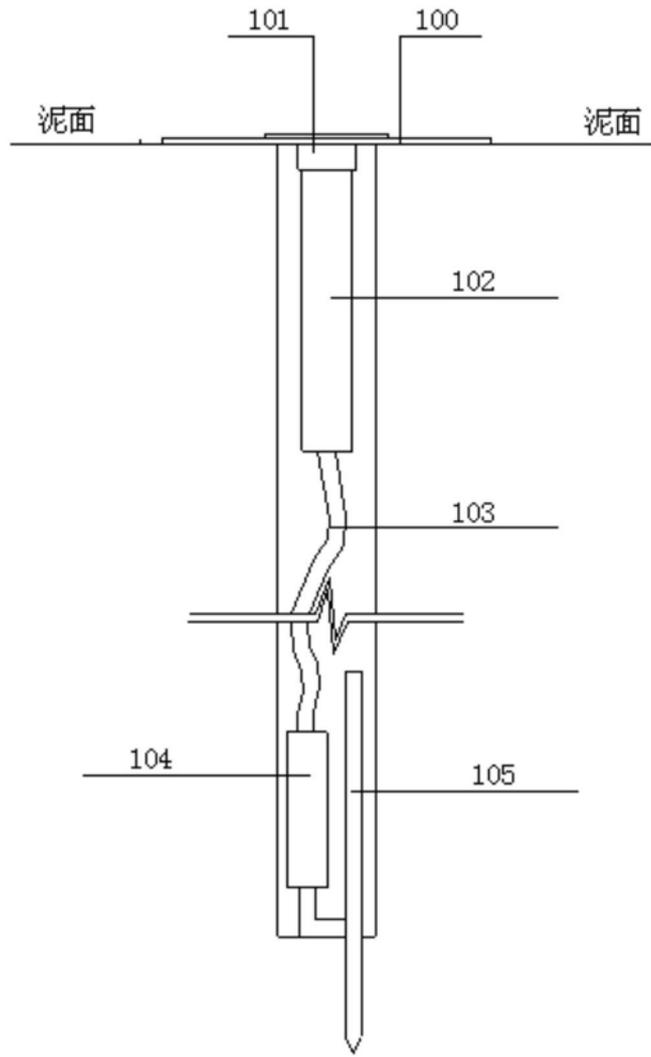


图1

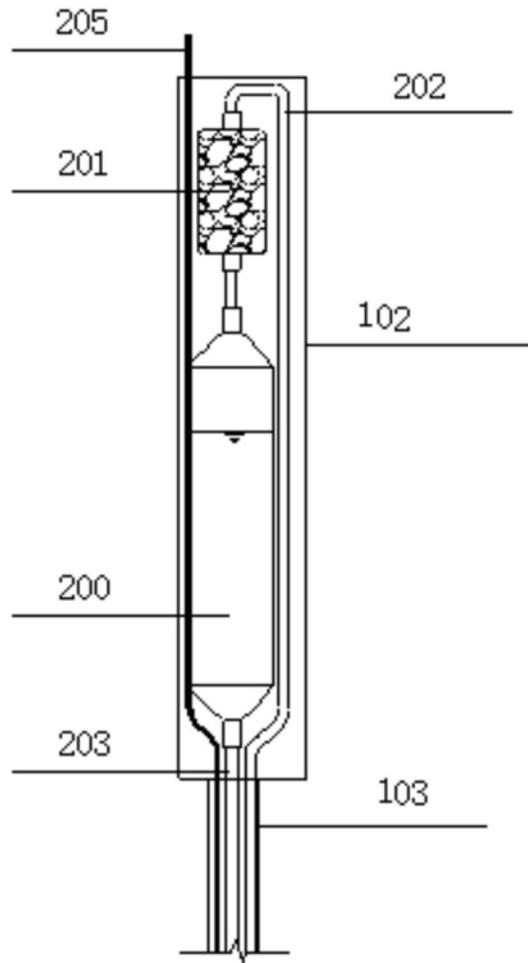


图2

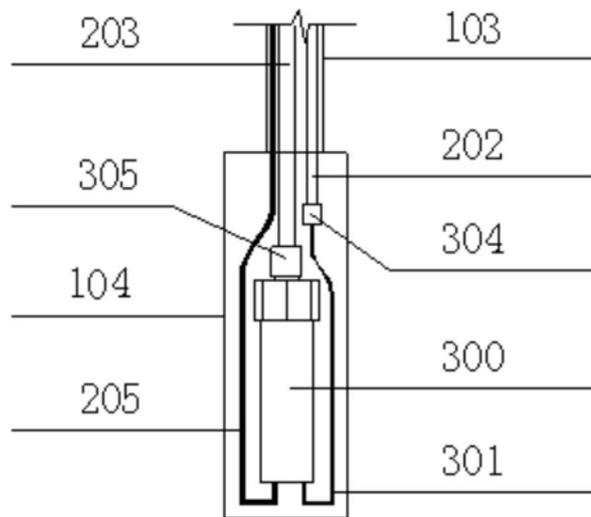


图3