(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111855963 A
(43)申请公布日 2020.10.30

(21)申请号 202010755446.0

(22)申请日 2020.07.31

(71)申请人 交通运输部公路科学研究所
地址 100088 北京市海淀区西土城路8号

(72)发明人 许崇帮

(74)专利代理机构 山东济南齐鲁科技专利事务所有限公司 37108
代理人 曲洋

(51)Int.Cl.
G01N 33/24(2006.01)

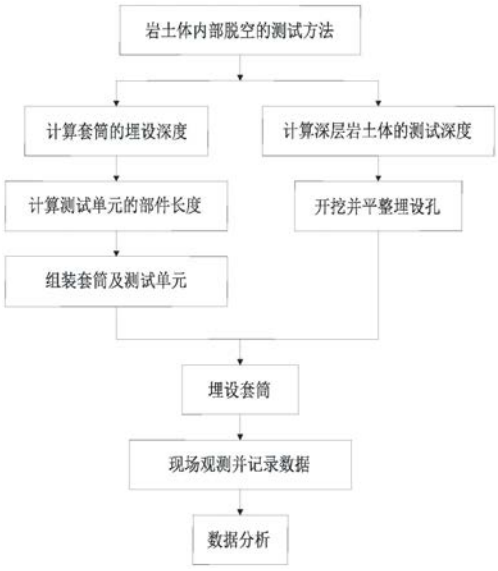
权利要求书3页 说明书8页 附图4页

(54)发明名称

一种岩土层内部脱空的测试方法及测试装置

(57)摘要

本发明涉及岩土工程测试技术领域，具体涉及一种岩土层内部脱空的测试方法及测试装置，包括如下步骤：(1)计算并确定测试装置的埋设深度；(2)计算并确定深层岩土体的测试深度；(3)确定测试装置中变形测试单元的部件长度；(4)埋设测试装置；(5)进行现场观测并测量数据；(6)测量数据分析，与现有技术相比，本发明的有益效果是：本方法旨在将特定的测试装置按照该方法埋设，通过记录测量装置的数据并按照方法内的计算过程进行计算，从而得出深层岩土体的状态，本发明在完成对表层岩土体变形观测的基础上，能够监测与分析判断表层土体与深层土体是否发生脱空、离层，可由此判断深部岩土体的稳定状况，为工程整体稳定性的评定提供依据。



CN 111855963 A

1.一种岩土层内部脱空的测试方法,其特征在于,包括如下步骤:

(1)计算并确定测试装置的埋设深度;

(2)计算并确定深层岩土体的测试深度;

(3)确定测试装置中变形测试单元的部件长度;

(4)埋设测试装置;

(5)进行现场观测并记录数据;

(6)数据分析。

2.一种权利要求1所述的岩土层内部脱空测试方法中的测试装置,其特征在于:所述测试装置包括外部套筒及设置于套筒内并沿套筒轴向分隔的多个测试单元,所述测试单元包括变形测试单元及含水率测试单元,所述变形测试单元包括标识片及连接在标识片上下两侧的上部弹簧和下部弹簧,所述下部弹簧的下端连接持力垫,所述持力垫及部分下部弹簧脱出套筒向下延伸,所述套筒的上端扣合固定盖,所述上部弹簧的上端与固定盖相连。

3.根据权利要求2所述的一种岩土层内部脱空测试方法中的测试装置,其特征在于,所述套筒的埋设深度计算如下:

套筒用于观测表层岩土体沉降变形,为了能够与表层岩土体协同变形,土体对套筒的约束力需要满足:

$2\pi H_g R_g \sigma_g > M_1 g + M_2 g$;

$2\pi H_g R_g \sigma_g > K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g$;

即:

$$H_g > \frac{M_1 g + M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g};$$

$$H_g > \frac{K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g};$$

其中,H_g为套筒埋设深度,H_s为套筒总高度,M_1为套筒质量,R_g为套筒半径,σ_g为岩土体对套筒的单位约束力,M_2为深层土体测试单元质量,l_1、l_2分别为两弹簧的自然长度,K为弹簧的弹性系数,Δl_{12}为弹簧初始压缩长度,Δl_1、Δl_2分别为上部弹簧和下部弹簧的压缩长度,Δl_{max}为两弹簧的最大压缩长度,l_s为标识片长度,l_d为下部弹簧下端持力垫厚度;

为保证安全取两者最大值的1.5倍值,即:

$$H_g = 1.5max\left(\frac{K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g},\ \frac{M_1 g + M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g}\right);$$

套筒地表以上高度H_{g0}满足以下条件:

$H_{g0} > l_1 + l_s + \Delta l_1$;

套筒总高度满足:

$H_s = H_g + 0.3$。

4.根据权利要求1所述的一种岩土层内部脱空的测试方法,其特征在于,深层岩土体测试深度计算过程如下:

深层岩土体测试范围满足以下条件,

1)表层处理土体厚度H_{bt},深层岩土体测试深度H_{st}为:

$H_{st}\geqslant H_{bt}+0.5$；

2)深层岩土体测试深度H_{st}不小于套筒埋设深度,即：

$H_{st}\geqslant H_g$；

因此,深层岩土体测试深度为：

$H_{st}=\max(H_g,H_{bt}+0.5)$；

若$H_g<H_{bt}+0.5$时,按$H_g=H_{bt}+0.5$修正。

5.根据权利要求1所述的一种岩土层内部脱空的测试方法,其特征在于,所述变形测试单元部件长度的计算过程如下：

变形测试单元部件总长符合下列条件：

$l_1+l_2+l_s+l_d-\Delta l_{12}=H_s$；

其中：

$l_2=(1\sim10)l_1$。

6.根据权利要求2所述的一种岩土层内部脱空测试方法中的测试装置,其特征在于:所述套筒的上部设有观测区域,所述观测区域内设有观测窗口,所述观测窗口处设有用于标定标识片的标度线,所述套筒的下部为埋设段,所述埋设段外侧设有环向肋纹,所述含水率测试单元包括表盘、传输线及感知器,所述感知器位于套筒的下方,并通过传输线与套筒内的表盘相连,所述表盘设置于套筒的含水率观测处窗口处。

7.根据权利要求1所述的一种岩土层内部脱空的测试方法,其特征在于,所述测量装置的埋设方法如下：

(1)平整埋设孔底部,将测试装置的固定盖、变形测试单元及含水率测试单元安装至套筒中；

(2)变形测试单元中的持力垫脱出套筒与下方土体嵌合,埋设时弹簧处于特定压缩状态,且两弹簧、标识片和持力垫在同一垂线上,竖向不偏移或弯曲。

8.根据权利要求1所述的一种岩土层内部脱空的测试方法,其特征在于,测量数据分析方法如下：

标识片观测位移S_s为弹簧伸缩位移产生的表征位移,弹簧实际伸缩位移S_t为：

$$S_t=S_s\frac{l_1+l_2}{l_1};$$

该位移即为深部岩土体相对于套筒的位移；

当$S_t=0$时,表明深部岩土体和表层岩土体变形相同,不存在差异性变形；

当$S_t>0$时,表明弹簧发生了拉伸,深部岩土体和表层岩土体间出现相对位移,存在离层现象；

当$S_t<0$时,表明弹簧发生了压缩,深部岩土体和表层岩土体变形方向相同,即测试范围内的岩土体整体沉降或整体隆起。

9.根据权利要求8所述的一种岩土层内部脱空的测试方法,其特征在于:当$S_t>0$时,若套筒顶部垂直位移S_g为向上隆起的位移且满足$S_g\geqslant S_t$时,则表征深部岩土体和表层岩土体间离层是由表层岩土体隆起为主;如果$S_g<S_t$时,则表征深部岩土体发生了向下的沉降变形；

若套筒顶部垂直位移S_g为向下沉降的位移时,则表征深部岩土体和表层岩土体间离层

是由深部岩土体沉降引起,存在深部岩土体塌陷。

一种岩土层内部脱空的测试方法及测试装置

技术领域

[0001] 本发明涉及岩土工程测试技术领域，具体涉及一种岩土层内部脱空的测试方法及测试装置。

背景技术

[0002] 在岩土工程中，地表沉降对工程的稳定性及安全性有极大影响，为保证工程的稳定，需进行岩土工程测试，地表沉降测试是其中一个常规且重要的测试项目，常用来分析隧道洞口边坡、城市道路等稳定状况，现有常规地表沉降观测常采用固体桩进行测量，固体桩主要通过与周边岩土体的接触约束进行协同变形，但是由于岩土层自上而下软硬程度不一，往往上部土体较为密实、底部岩土体较松软，当底部岩土体发生塌陷时不能及时有效传递到地表，往往造成地表沉降监测数据不能全面反映岩土体的稳定状况，常常导致地表发生突发性塌方，危及地面行人和车辆安全。为此，地表沉降观测时需要对深部土体变形情况进行观测，能够随时了解与掌握深部岩土变形和含水率变化，从而无法避免地质出现深部土体和表层土体相脱离而表突发性坍塌的事故。

[0003] 而若要观测深部土体位移情况需要深埋高精度的深部精密测试仪器，例如深部位移计等深部精密测试仪器，技术复杂、实施成本高，无法大规模的应用，且难以直接测试判断是否发生脱空。

[0004] 因此，开发一种新岩土层内部脱空的测试方法及测试装置，不但具有迫切的研究价值，也具有良好的经济效益和工业应用潜力，这正是本发明得以完成的动力所在和基础。

发明内容

[0005] 为了克服上述所指出的现有技术的缺陷，本发明人对此进行了深入研究，在付出了大量创造性劳动后，从而完成了本发明。

[0006] 具体而言，本发明所要解决的技术问题是：提供一种岩土层内部脱空的测试方法及测试装置，采用较为简便的结构通过计算，可观测深部土体位移情况，判断岩土层内部是否发生脱空，避免岩土层脱空对工程稳定性的影响。

[0007] 为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

[0008] 一种岩土层内部脱空的测试方法，其特征在于，包括如下步骤：

[0009] (1)计算并确定测试装置的埋设深度；

[0010] (2)计算并确定深层岩土体的测试深度；

[0011] (3)确定测试装置中变形测试单元的部件长度；

[0012] (4)埋设测试装置；

[0013] (5)进行现场观测并记录数据；

[0014] (6)数据分析。

[0015] 在本发明中，作为一种改进，所述测试装置包括外部套筒及设置于套筒内并沿套筒轴向分隔的多个测试单元，所述测试单元包括变形测试单元及含水率测试单元，所述变

形测试单元包括标识片及连接在标识片上下两侧的上部弹簧和下部弹簧,所述下部弹簧的下端连接持力垫,所述持力垫及部分下部弹簧脱出套筒向下延伸,所述套筒的上端扣合固定盖,所述上部弹簧的上端与固定盖相连。

[0016] 在本发明中,作为一种改进,所述套筒的埋设深度计算如下:

[0017] 套筒用于观测表层岩土体沉降变形,为了能够与表层岩土体协同变形,土体对套筒的约束力需要满足:

[0018] $2\pi H_g R_g \sigma_g > M_1 g + M_2 g$;

[0019] $2\pi H_g R_g \sigma_g > K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g$;

[0020] 即:

[0021] $$H_g > \frac{M_1 g + M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g};$$

[0022] $$H_g > \frac{K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g};$$

[0023] H_g为套筒埋设深度,H_s为套筒总高度,M_1为套筒质量,R_g为套筒半径,σ_g为岩土体对套筒的单位约束力,M_2为深层土体测试单元质量,l_1、l_2分别为两弹簧的自然长度,K为弹簧的弹性系数,Δl_{12}为弹簧初始压缩长度,Δl_1、Δl_2分别为上部弹簧和下部弹簧的压缩长度,Δl_{max}为两弹簧的最大压缩长度,l_s为标识片长度,l_d为下部弹簧下端持力垫厚度;

[0024] 为保证安全取两者最大值的1.5倍值,即:

[0025] $$H_g = 1.5max\left(\frac{K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g},\ \frac{M_1 g + M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g}\right);$$

[0026] 套筒地表以上高度H_{g0}满足以下条件:

[0027] $H_{g0} > l_1 + l_s + \Delta l_1$;

[0028] 套筒总高度满足:

[0029] $H_s = H_g + 0.3$。

[0030] 在本发明中,作为一种改进,深层岩土体测试深度计算过程如下:

[0031] 深层岩土体测试范围满足以下条件,

[0032] 1)表层处理土体厚度H_{bt},深层岩土体测试深度H_{st}为:

[0033] $H_{st} \geq H_{bt} + 0.5$;

[0034] 2)深层岩土体测试深度H_{st}不小于套筒埋设深度,即:

[0035] $H_{st} \geq H_g$;

[0036] 因此,深层岩土体测试深度为:

[0037] $H_{st} = \max((H_g, H_{bt} + 0.5)$;

[0038] 若$H_g < H_{bt} + 0.5$时,按$H_g = H_{bt} + 0.5$修正。

[0039] 在本发明中,作为一种改进,所述变形测试单元部件长度的计算过程如下:

[0040] 变形测试单元部件总长符合下列条件:

[0041] $l_1 + l_2 + l_s + l_d - \Delta l_{12} = H_s$;

[0042] 其中:

[0043] $l_2 = (1 \sim 10) l_1$。

[0044] 在本发明中，作为一种改进，所述套筒的上部设有观测区域，所述观测区域内设有观测窗口，所述观测窗口处设有用于标定标识片的标度线，所述套筒的下部为埋设段，所述埋设段外侧设有环向肋纹，所述含水率测试单元包括表盘、传输线及感知器，所述感知器位于套筒的下方，并通过传输线与套筒内的表盘相连，所述表盘设置于套筒的含水率观测处窗口处。

[0045] 在本发明中，作为一种改进，所述测量装置的埋设方法如下：

[0046] (1)平整埋设孔底部，将测试装置的固定盖、变形测试单元及含水率测试单元安装至套筒中；

[0047] (2)变形测试单元中的持力垫脱出套筒与下方土体嵌合，埋设时弹簧处于特定压缩状态，且两弹簧、标识片和持力垫在同一垂线上，竖向不偏移或弯曲。

[0048] 在本发明中，作为一种改进，测量数据分析方法如下：

[0049] 标识片观测位移S_s为弹簧伸缩位移产生的表征位移，弹簧实际伸缩位移S_t为：

[0050] $$S_t = S_s \frac{l_1+l_2}{l_1};$$

[0051] 该位移即为深部岩土体相对于套筒的位移；

[0052] 当S_t＝0时，表明深部岩土体和表层岩土体变形相同，不存在差异性变形；

[0053] 当S_t＞0时，表明弹簧发生了拉伸，深部岩土体和表层岩土体间出现相对位移，存在离层现象；

[0054] 当S_t＜0时，表明弹簧发生了压缩，深部岩土体和表层岩土体变形方向相同，即测试范围内的岩土体整体沉降或整体隆起。

[0055] 在本发明中，作为一种改进，当S_t＞0时，若套筒顶部垂直位移S_g为向上隆起的位移且满足$S_g \geq S_t$时，则表征深部岩土体和表层岩土体间离层是由表层岩土体隆起为主；如果S_g＜S_t时，则表征深部岩土体发生了向下的沉降变形；

[0056] 若套筒顶部垂直位移S_g为向下沉降的位移时，则表征深部岩土体和表层岩土体间离层是由深部岩土体沉降引起，存在深部岩土体塌陷。

[0057] 与现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0058] (1)本方法旨在将特定的测试装置按照该方法埋设，通过记录测量装置的数据并按照方法内的计算过程进行计算，从而得出深层岩土体的状态，本发明在完成对表层岩土体变形观测的基础上，能够监测与分析判断表层土体与深层土体是否发生脱空、离层，可由此判断深部岩土体的稳定状况，为工程整体稳定性的评定提供依据。

[0059] (2)测试装置中设有深层岩土体的变形测试单元，变形测试单元按照测试方法埋设至岩土体深层，并进行测量及数据分析，通过计算得知深层岩土体是否存在沉降，从而观测深部土体的位移情况。

[0060] (3)在外部套筒上还可以设置表层土体测量装置，表层土体测量装置测量套筒插装处的表层土体沉降，从而得到岩土体整体沉降情况。

[0061] (4)本装置埋设简单，通过计算即可快速判断表层土体与深层土体是否发生脱空现象。

[0062] (5)变形测试单元通过计算弹簧实际伸缩位移S_t得出深部岩土体相对于套筒的位移，并根据S_t数值与基准数值之间比较得出深层土体的状态。

附图说明

[0063] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案，下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍。在所有附图中，类似的元件或部分一般由类似的附图标记标识。附图中，各元件或部分并不一定按照实际的比例绘制。

[0064] 图1为本发明实施方式的流程示意图；

[0065] 图2为本发明带有A结构的测试装置示意图；

[0066] 图3为本发明带有B结构的测试装置示意图；

[0067] 图4为本发明套筒结构剖视图；

[0068] 图中：1、套筒，2、固定盖，3、钢板构件，4、上部弹簧，5、标识片，6、下部弹簧，7、持力垫，8、肋纹，9、表盘，10、传输线，11、感知器，12、隔网。

具体实施方式

[0069] 下面将结合附图对本发明技术方案的实施例进行详细的描述。以下实施例仅用于更加清楚地说明本发明的技术方案，因此只作为示例，而不能以此来限制本发明的保护范围。

[0070] 实施例一：图2为岩土体内部脱空的测试装置，包括设置在外侧的套筒1及套筒1内的测试单元，所述套筒1为刚性圆筒，多个测试单元沿套筒1轴向分隔设置，套筒1的上端扣合固定盖2，使套筒1上端部密封，表层岩土体测试单元的其中A结构包括带有十字丝的钢板构件3，钢板构件3下端连接的底座焊接于固定盖2上，如图3所示，表层岩土体测试单元B结构为设置于套筒1上端外壁的十字状反光贴片标记，A结构采用水准仪进行测量，B结构则采用全站仪进行测量，两种不同结构为适应不同测量方法设置。

[0071] 表层岩土体测试单元的竖向位移即为套筒1的竖向位移，由此可知，套筒的竖向位移可通过全站仪或水准仪测量得出。

[0072] 所述刚性套筒1内设有深层岩土体测试单元，所述深层岩土体测试单元包括深层岩土体变形测试单元和深层岩土体含水率测试单元，如图4所示，多个测试单元沿套筒轴向采用隔网12分隔设置，所述套筒1的上端设置观测窗口，所述观测窗口对应测试单元设有变形观测窗口和含水率观测窗口，所述套筒1下部的埋设段外壁带有环状肋纹8，肋纹8沿套筒1竖向设置多环，增大套筒1与岩土体之间的阻力，便于套筒1的固定。

[0073] 所述变形测试单元包括由上到下依次连接的上部弹簧4、标识片5、下部弹簧6及持力垫7，所述上部弹簧4的上端连接至固定盖2上，部分下部弹簧6及持力垫7由下端脱出套筒1，位于套筒1的下方，持力垫7的下端贴合套筒1下方的岩土体，两弹簧的设置使可测量范围变长，所述变形观测窗口处设有用于标定标识片5的标度线，标识片5上也同样设有标度线，两标度线相对应，用于标定标识片5上下移动情况。

[0074] 含水率测试单元包括表盘9、传输线10及感知器11，所述感知器11位于套筒1的下方，并通过传输线10与套筒1内的表盘9相连，所述表盘9设置于套筒1的含水率观测处窗口处，含水率测试单元的部件及连接方式均采用现有含水率测试装置的部件，测试方式及原理也与现有测试机构相同，测试时，感知器11与套筒1下方的岩土体接触，取得测量结果并传输至表盘9，由观测窗口观测表盘9数据。

[0075] 所述含水率测试单元可根据测试需要设置多组，以测试不同深度位置的土体含水

率。

[0076] 深层岩土体变形测试单元初始状态下两高精度弹簧处于压缩状态下，当持力垫7下方土体发生变化时，弹簧将发生拉伸或进一步收缩。

[0077] 如图1所示，应用前述测试装置的岩土层内部脱空的测试方法，包括如下步骤：

[0078] (1)计算并确定测试装置的埋设深度，即确定套筒1的埋设深度，为达到测试效果，测试装置的埋设深度应大于岩土体的最大变形深度，计算完成后，进行下一步；

[0079] (2)计算并确定深层岩土体的测试深度，深层岩土体的具体测试深度应不小于套筒1的埋设深度；

[0080] (3)为达到测试效果，需要确定测试装置中变形测试单元的部件长度，以实现测试功能；

[0081] (4)埋设测试装置；

[0082] (5)进行现场观测并记录数据；

[0083] (6)数据分析。

[0084] 其中，步骤(2)中，所述测试装置中套筒1的埋设深度计算如下：

[0085] 套筒1用于观测表层岩土体沉降变形，为了能够与表层岩土体协同变形，土体对套筒1的约束力需要满足：

[0086] $2\pi H_g R_g \sigma_g > M_1 g + M_2 g$；

[0087] $2\pi H_g R_g \sigma_g > K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g$；

[0088] 即：

[0089] $$H_g > \frac{M_1 g + M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g};$$

[0090] $$H_g > \frac{K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g};$$

[0091] H_g为套筒埋设深度，H_s为套筒总高度，M_1为套筒质量，R_g为套筒半径，σ_g为岩土体对套筒的单位约束力，M_2为深层土体测试单元质量，l_1、l_2分别为两弹簧的自然长度，K为弹簧的弹性系数，Δl_{12}为弹簧初始压缩长度，Δl_1、Δl_2分别为上部弹簧和下部弹簧的压缩长度，Δl_{max}为两弹簧的最大压缩长度，l_s为标识片长度，l_d为下部弹簧下端持力垫厚度；

[0092] 为保证安全取两者最大值的1.5倍值，即：

[0093] $$H_g = 1.5max\left(\frac{K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g},\ \frac{M_1 g + M_2 g}{2\pi R_g \sigma_g}\right);$$

[0094] 套筒1地表以上高度H_{g0}满足以下条件：

[0095] $H_{g0} > l_1 + l_s + \Delta l_1$；

[0096] 套筒1总高度满足：

[0097] $H_s = H_g + 0.3$。

[0098] 步骤(1)中，深层岩土体测试深度计算过程如下：

[0099] 深层岩土体测试范围满足以下条件，

[0100] 1)表层处理土体厚度H_{bt}，深层岩土体测试深度H_{st}为：

[0101] $H_{st} \geqslant H_{bt} + 0.5$；

[0102] 2)深层岩土体测试深度H_{st}不小于套筒埋设深度,即:

[0103] $H_{st}\geqslant H_g$;

[0104] 因此,深层岩土体测试深度为:

[0105] $H_{st}=\max(H_g,H_{bt}+0.5)$;

[0106] 若$H_g<H_{bt}+0.5$时,按$H_g=H_{bt}+0.5$修正。

[0107] 在本发明中,作为一种改进,所述变形测试单元部件长度的计算过程如下:

[0108] 变形测试单元部件总长符合下列条件:

[0109] $l_1+l_2+l_s+l_d-\Delta l_{12}=H_s$;

[0110] 其中:

[0111] $l_2=(1\sim10)l_1$。

[0112] 所述测量装置的埋设方法如下:

[0113] (1)套筒1顶部用固定盖2盖紧紧,上部弹簧4的上端固定于固定盖2底部。

[0114] 套筒1埋设时,应对埋设孔底部进行整平;同时,下部弹簧6的下部连接的持力垫7尺寸小于圆筒内径尺寸,且持力垫7下方土体隆起或沉降时,圆筒不会对持力垫7产生阻力;

[0115] (2)埋设时,变形测试单元中的持力垫7与下方土体嵌合,利用土体对持力垫7产生的约束力,土体隆起或沉降时,带动持力垫7上下移动,两弹簧处于预设某一压缩状态,且两弹簧、标识片5和持力垫7在同一垂线上,竖向不发生偏移或弯曲,能够保证两弹簧能够自由收缩。

[0116] 由以上埋设方法可知,当与持力垫7抵靠的岩土体沉降或隆起时,带动持力垫7、两弹簧及标识片5上下移动,通过观测标识片5上的刻度线与观测窗口两侧刻度线的对比判定两弹簧位移变化值,标识片5观测位移S_s为两弹簧伸缩位移产生的表征位移,两弹簧实际伸缩位移S_t为:

[0117] $$S_t=S_s\frac{l_1+l_2}{l_1};$$

[0118] 该位移即为深部岩土体相对于套筒1的位移。

[0119] 当$S_t=0$时,表明深部岩土体和表层岩土体变形相同,不存在差异性变形;

[0120] 当$S_t>0$时,表明弹簧发生了拉伸,深部岩土体和表层岩土体间出现相对位移,存在离层现象;

[0121] 当$S_t<0$时,表明弹簧发生了压缩,深部岩土体和表层岩土体变形方向相同,即测试范围内的岩土体整体沉降或整体隆起。

[0122] 在本发明中,作为一种改进,当$S_t>0$时,若套筒1顶部垂直位移S_g为向上隆起的位移且满足$S_g\geqslant S_t$时,则表征深部岩土体和表层岩土体间离层是由表层岩土体隆起为主;如果$S_g<S_t$时,则表征深部岩土体发生了向下的沉降变形;

[0123] 若套筒1顶部垂直位移S_g为向下沉降的位移时,则表征深部岩土体和表层岩土体间离层是由深部岩土体沉降引起,存在深部岩土体塌陷。

[0124] 实施例二:城市道路下方进行地下工程开挖,为掌握地下工程作业过程中路面及下部土体稳定状况,防止突发性路面坍塌,对地表路面进行观测。

[0125] 其中路面及路基结构层厚度H_{bt}为0.5m;土体对套筒1的平均约束应力σ_g为1.0kPa;套筒1采用直径R_g为2cm的钢管、每延米3.38kg,地表以上部分H_{g0}为0.3m,套筒1上部观测窗

口长5cm;深层土体测试单元质量M_2(包括固定盖2、两弹簧、标识片5和持力垫7)总计1.5kg;标识片5长l_s为10cm,两弹簧最大压缩量Δl_{max}为10cm,初始压缩量Δl_{12}为4cm,两弹簧的弹性系数K为10N/cm。测试过程不考虑土体中市政管线,重力加速度g为10m/s^2。

[0126] (1)套筒1埋设深度计算:

[0127] 套筒1用于观测表层岩土体沉降变形,为了能够与表层岩土体协同变形,土体对套筒1的约束力需要满足:

[0128] $2\pi H_g R_g \sigma_g > M_1 g + M_2 g$;

[0129] $2\pi H_g R_g \sigma_g > K\Delta l_{max} - M_1 g - M_2 g$;

[0130] 即

[0131] $H_g(2*3.14*0.02*1*10^3) = 12.56H_g > (H_g+0.3)*33.8+15$;

[0132] 得出:

[0133] $$H_g > \frac{25.14}{91.8} = 0.28m;$$

[0134] $H_g(2*3.14*0.02*1*10^3) > 10*10-((H_g+0.3)*33.8+15)$;得出:

[0135] $$H_g > \frac{74.86}{159.4} = 0.47m;$$

[0136] 为保证安全取两者最大值的1.5倍值,即:

[0137] $H_g = 1.5\max(0.47,0.28) = 0.71m$;

[0138] 则总高度为:

[0139] $H_s = H_g + 0.3 \geq 1.01m$。

[0140] (2)深层岩土体测试范围确定方法如下:

[0141] 深层岩土体测试范围满足以下条件,

[0142] 1)表层处理土体厚度为H_{bt},深层岩土体测试深度H_{st}应满足:

[0143] $H_{st} \geq H_{bt} + 0.5 = 0.5 + 0.5 = 1.0m$;

[0144] 2)深层岩土体测试深度H_{st}不小于套筒埋设深度,即:

[0145] $H_{st} \geq H_g = 0.71m$;

[0146] 因此,深层岩土体测试深度为:

[0147] $H_{st} = \max(H_g, H_{bt}+0.5) = 1.0m$;

[0148] 同时,由于$H_g < H_{bt}+0.5$,故取$H_g = 1.0m$,$H_s = 1.3m$。

[0149] (3)深层土体测试单元各部件长度确定方法如下:

[0150] 为实现测试功能,深层土体测试单元部件总长符合下列条件:

[0151] $l_1 + l_2 + l_s + l_d - \Delta l_{12} = H_s$;

[0152] 已知:$l_s = 0.1m$;$\Delta l_{12} = 0.04m$;

[0153] 故:

[0154] $l_d + l_1 + l_2 = 1.24m$;

[0155] $\Delta l_1 + \Delta l_2 = \Delta l_{12} = 0.04m$;

[0156] 持力垫7厚度取$l_d = 0.04m$,$l_2 = 9l_1$,则推得:

[0157] $l_1 = 0.12m$;

[0158] $l_2 = 1.08m$;

[0159] $\Delta l_1=0.004m$;

[0160] 套筒1地表以上高度H_{g0},并满足下列条件:

[0161] $H_{g0}>l_1+l_s+\Delta l_1$。

[0162] (4)测试装置埋设

[0163] 在套筒1下部根据埋深深度标出埋设线,作为套筒1埋设的控制基准线。

[0164] 先将上部弹簧4、标识片5、下部弹簧6和和持力垫7依次连接,组装形成深层土体测试单元,其中持力垫7直径为30mm;再将上部弹簧4的一端固定于固定盖2的底部,最后将固定盖2连接至套筒1的上端部,并保证两弹簧、标识片5和持力垫7处于圆筒中心线位置,持力垫7边缘与圆筒间保持5mm间距。

[0165] 在预设的测试点处开挖直径为60cm的埋设孔,孔深1.0m,将埋设孔底部土体表面整平,并用重1.5kg的平面锤轻轻拍压;然后,将套筒1垂直置于埋设孔中,使套筒1埋设线与地表线齐平,最后在套筒1周围进行填埋混凝土进行固定。

[0166] 埋深完成后,在套筒1观测窗口对深层土体测试单元的标识片5进行标识,记录其初始值位置;用水准仪对套筒1进行测量,记录其初始高程。

[0167] (5)实施现场观测

[0168] 经过一段时间后,观测标识片5上的刻度线与观测窗口两侧刻度线的对比进行判定弹簧位移变化值。

[0169] 套筒1竖向位移采用水准仪或全站仪进行测量获取。

[0170] (6)深层岩土体变形分析内容包括:

[0171] 标识片5观测位移S_s为弹簧伸缩位移产生的表征位移,弹簧通过固定盖固定于套筒上端部,因此,弹簧实际伸缩位移为:

[0172] $S_t=10S_s$;

[0173] 该位移即为深部岩土体相对于套筒1的位移。

[0174] 当$S_t=0$时,表明深部岩土体和表层岩土体变形相同,不存在差异性变形。

[0175] 当$S_t>0$时,表明弹簧发生了拉伸,深部岩土体和表层岩土体间出现相对位移,存在离层现象,此种条件下:

[0176] 若套筒1顶部垂直位移S_g为向上隆起的位移:如果$S_g\geq S_t$时,则表征深部岩土体和表层岩土体间离层是由表层岩土体隆起为主;如果$S_g<S_t$时,则表征深部岩土体发生了向下的沉降变形。

[0177] 若套筒1顶部垂直位移S_g为向下沉降的位移时,无论S_g与S_t关系如何,则表征深部岩土体和表层岩土体间离层是由深部岩土体沉降引起,可能存在深部岩土体塌陷的可能。

[0178] 当$S_t<0$时,表明弹簧发生了压缩,表明深部岩土体和表层岩土体变形方向相同,即测试范围内的岩土体整体沉降或整体隆起。

[0179] 最后应说明的是:以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;尽管参照前述各实施例对本发明进行了详细的说明,本领域的普通技术人员应当理解:其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部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各实施例技术方案的范围,其均应涵盖在本发明的权利要求和说明书的范围当中。

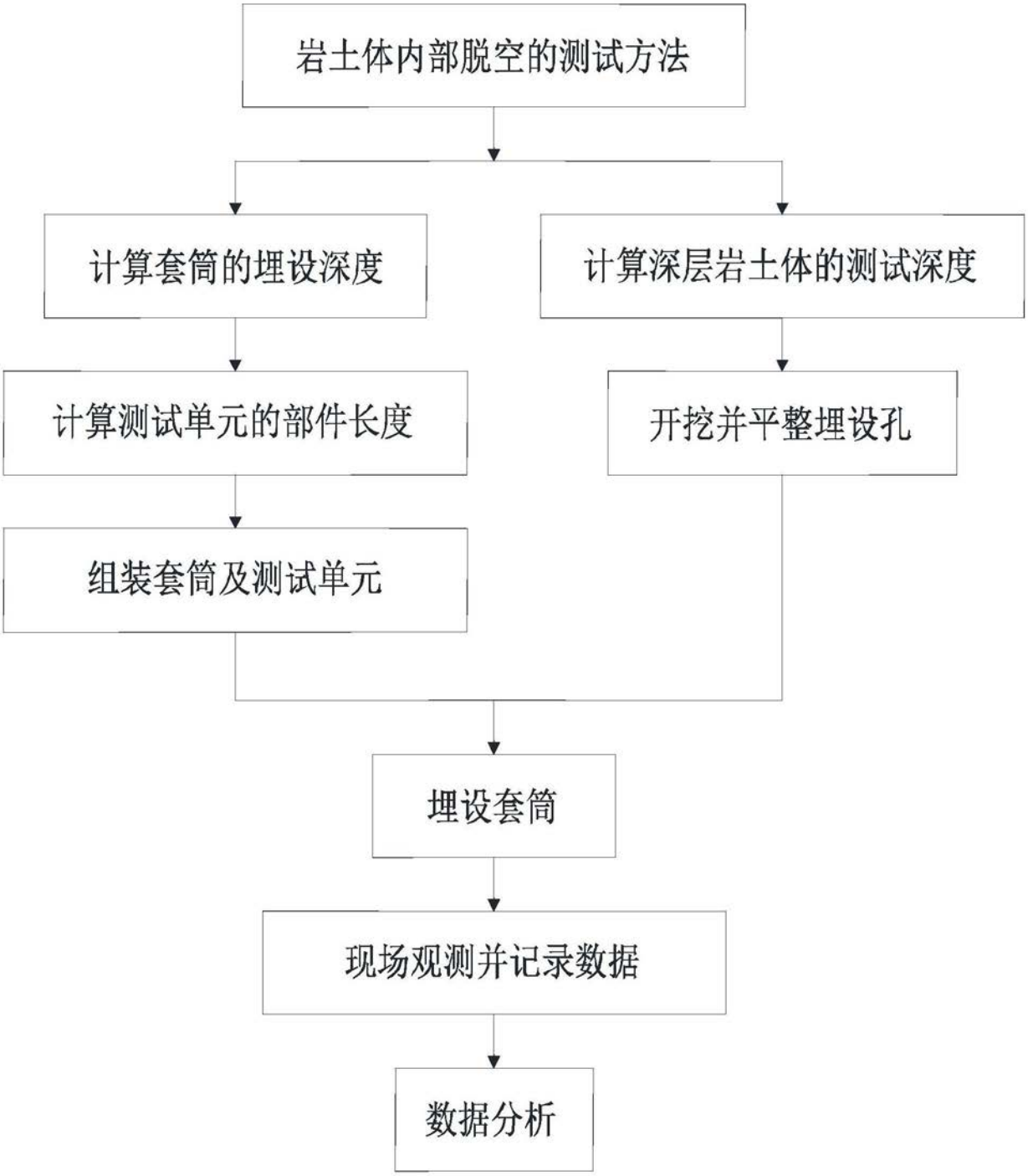

岩土体内部脱空的测试方法
计算套筒的埋设深度
计算深层岩土体的测试深度
计算测试单元的部件长度
开挖并平整埋设孔
组装套筒及测试单元
埋设套筒
现场观测并记录数据
数据分析

图1

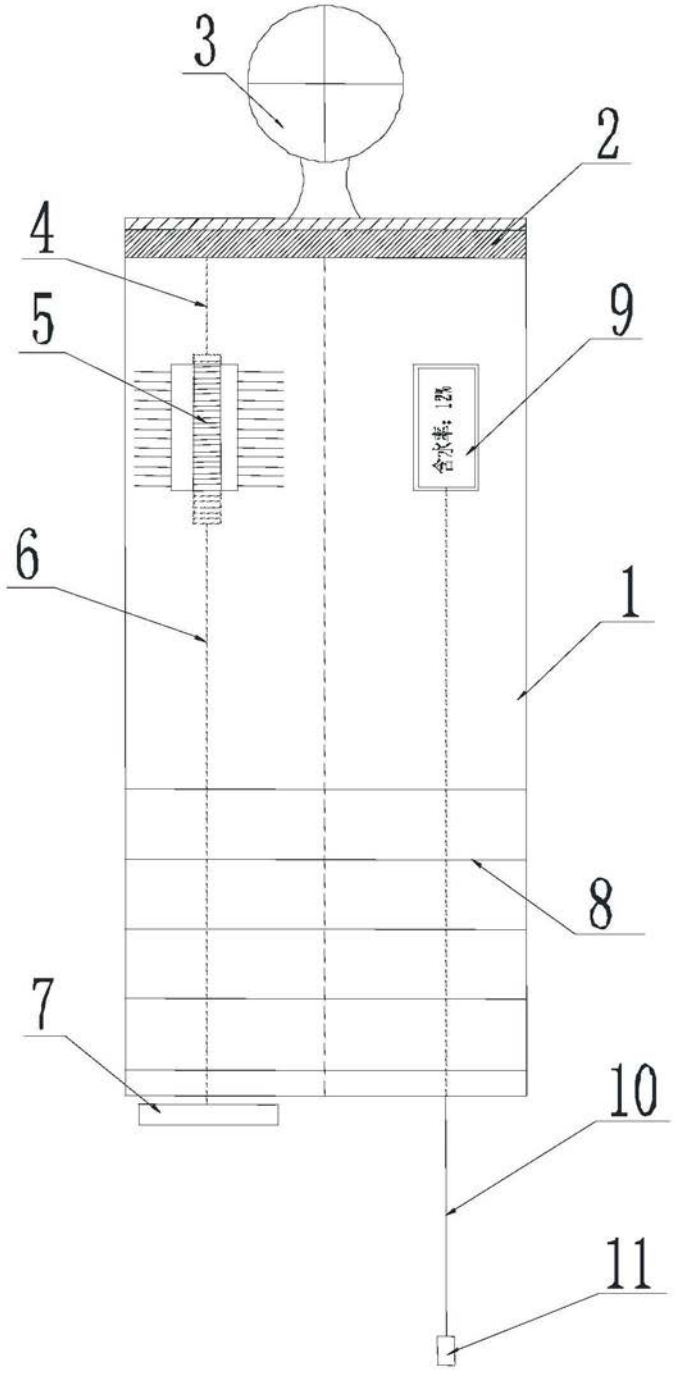


图2

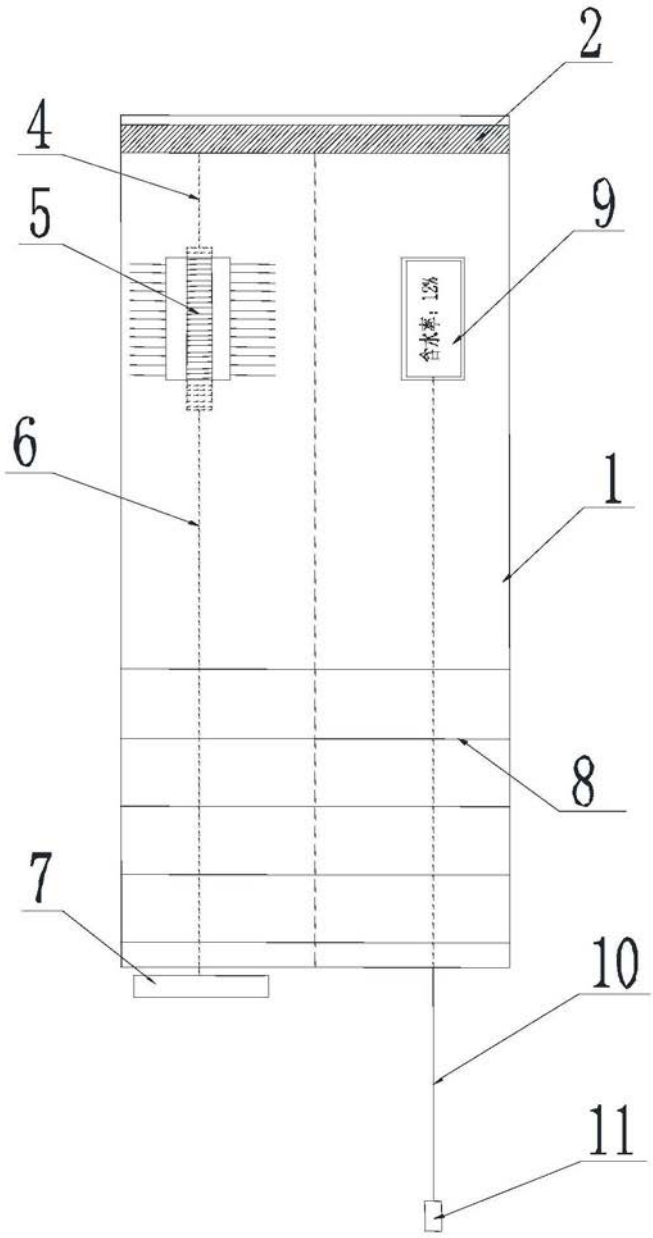


图3

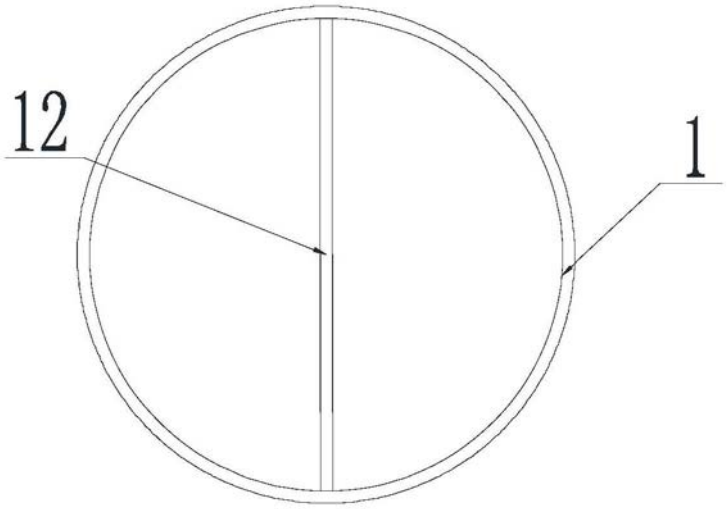


图4