



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104316144 B

(45)授权公告日 2017.06.09

(21)申请号 201410612230.3

(56)对比文件

(22)申请日 2014.11.04

CN 103868569 A, 2014.06.18,

(65)同一申请的已公布的文献号

CN 202928654 U, 2013.05.08,

申请公布号 CN 104316144 A

CN 103592002 A, 2014.02.19,

(43)申请公布日 2015.01.28

CN 203629640 U, 2014.06.04,

(73)专利权人 河海大学

US 2013317766 A1, 2013.11.28,

地址 211100 江苏省南京市江宁区佛城西路8号

审查员 文生明

(72)发明人 李平 刘伟 刘汉龙 赖建英  
丁选明

(74)专利代理机构 南京纵横知识产权代理有限公司 32224

代理人 董建林 许婉静

(51)Int.Cl.

G01F 23/66(2006.01)

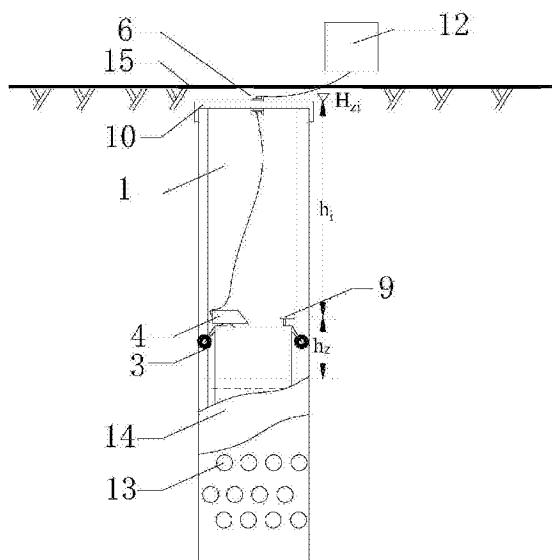
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54)发明名称

一种负压条件下地下水位的可视化测量方法

(57)摘要

本发明公开一种负压条件下地下水位的可视化测量装置，包括透水管、浮块、滑轮、带有光源的高清摄像头、导线、固定导线接口、指标针、顶盖、底盖、外接显示装备、土工滤布。本发明还公开了该装置的测量方法，浮块随着地下水位的浮动而带动带有光源的高清摄像头上下位移自由变化，每次测量时，将位于透水管外的外接显示装备通过导线与高清摄像头连接，拍摄管内指标针所指刻度位置，从而可获得负压条件下的地下水位。本发明能够精确测得负压条件下的真实地下水位，避免了传统敞口测量的误差，而且结构简单、容易制造、成本低廉、使用方便，应用前景广阔。



1. 一种负压条件下地下水位的可视化测量方法,利用负压条件下地下水位的可视化测量装置完成,所述负压条件下地下水位的可视化测量装置包括透水管,所述透水管为中空结构,全段埋于土中,透水管下端设有底盖,透水管上端设有顶盖,透水管侧壁全面设有渗透孔,透水管侧壁外部包裹土工滤布,测量时顶盖埋设在密封膜之下;浮块位于透水管内部,透水管内侧壁纵向至少设置一条凹槽轨道,一滑轮嵌入所述凹槽轨道内,所述滑轮与浮块固定连接;凹槽轨道中的一条设有刻度,刻度以透水管上端为零点,带有光源的高清摄像头、指标针固定于浮块上端,所述带有光源的高清摄像头与指标针方向一致,均指向设有刻度的轨道;外接显示装备位于透水管外,测量时通过导线与带有光源的高清摄像头连接,其特征在于,包括如下步骤:

(1) 利用成孔钻机在工作区预定测点定位开孔,将透水管全段埋入孔中,使透水管侧壁全面的渗透孔全部埋设在密封膜之下;

(2) 待透水管固定后,用高压水冲洗透水管内壁,防止土颗粒影响滑轮的上下自由滑动;

(3) 将带有光源的高清摄像头和指标针固定于浮块上端,调整高清摄像头和指标针方向,使高清摄像头和指标针均指向其中一个滑轮方向,放置浮块进入透水管,选择指标针所指的滑轮嵌入设有刻度的凹槽轨道,其他滑轮相应嵌入轨道中,留有导线在透水管内,连接固定导线接口,安置顶盖并密封顶盖和透水管的连接处,在透水管外用导线连接固定导线接口,并将导线延伸至密封膜外,用于连接外接显示装备;

(4) 地下水通过渗透孔进入透水管,测量时将带有光源的高清摄像头与外接显示装备进行连接,待透水管中地下水位及浮块位置稳定后,由外接显示装备读出指标针的读数;

(5) 在工作区之外确定基准点,负压施加前利用水准仪测量透水管上端口的初始标高 $H_{z0}$ ,再根据指标针到水面的垂直距离 $h_z$ 和指标针初始读数 $h_0$ 可计算出初始地下水位 $H_0 = H_{z0} - h_0 - h_z$ ;

(6) 抽真空负压施加过程中,浮块随着地下水位的变化而上下自由浮动,带动指标针和高清摄像头同步浮动,每次测量读取指标针读数 $h_i$ 及相对于基准点透水管上端的高程 $H_{zi}$ ,由公式 $H_i = H_{zi} - h_i - h_z$ 得出相应的地下水位值 $H_i$ ,根据测量频率的要求,重复步骤(4)、(5)、(6)从而获得负压条件下地下水位的实时变化值。

## 一种负压条件下地下水位的可视化测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种地下水位测试工具与方法,尤其涉及负压条件下地下水位的可视化测量方法。

### 背景技术

[0002] 在岩土工程领域,地下水位的测量有着不可替代的重要性,地下水位的变化一方面反映了地基加固的进度,另一方面反映了加固方法的优劣,所以真实、准确的地下水位测量技术就显得尤为重要。工程上用于地下水位的测试方法多采用常规的敞口式测管法,其所测得水位变化反映的实质是大气压力作用下水位管滤管段各点水位降深的平均值。若针对真空预压加固地基时地下水位的测量,每次测试过程中都需要打开密封管口,这样势必会破坏管内的密闭状态,用该法测出的水位只能反映正常大气压下的相应值,并不是负压条件下地基中地下水位的真实值,而且真空预压期间水位观测次数越多,引起的误差越大,所以常规地下水位测试方法并不适用于真空预压条件下地下水位的测试要求。

[0003] 在本发明之前,中国专利(专利申请号:201320244064.7)公开了“一种真空预压地下水位测量装置”,结构特点是包括埋在地基中的水位管和电阻式水位计,其中位于砂垫层下2m标高以上的所述水位管是封闭的,水位管设有顶部密封盖和底部密封盖,电阻式水位计密封固定在所述水位管内,并与读数仪连接。但具有以下缺点:(1)此装置通过水位的变化影响其埋设在水位管中的电阻式水位器读数的变化,间接地算出水位的变化,会存在较大的误差;(2)水位管从管口至砂垫层以下2m范围内与周围土体不连通,所以很难保证水位管内外真空间度一致,从而引起测量误差。此外,中国专利(专利申请号:2009102326279.6)还公开了“基于图像视觉的水位测量系统和方法”,其结构是采用浮子装置,在其正上方安置CCD摄像头对浮子进行视频采集,水位变化引起的浮子与CCD摄像头距离的改变影响动态图像中浮子图像面积;通过面积的变化得到浮子与CCD摄像头的相对距离,测量出水位。该装置避免了昂贵的水位传感器,降低了成本,但是该装置也存在以下问题:(1)该装置通过摄像头与浮子之间距离的远近引起摄像面积的变化,间接测算出水位的变化,间接测算出的水位误差会大于直接测量的误差,而且在计算面积的时候会使测量误差增加。(2)对于测量一直处于变化的水位,该装置需要一定时间的测算,可能会造成数据的延迟,不适合实时测量。(3)对于水位骤然的大幅度变化,浮子的摄像面积也会出现大幅度的变化,数据的大幅度变化会造成计算的误差增大,从而通过间接计算水位的结果误差也会增大。(4)对于负压条件下地下水位的测量,该装置由于没有密闭无法进行应用。(5)该装置的测量时在水位管的基础上进行测量,当浮子升降较大时,由于管内没有照明设备,会影响摄像效果,从而对面积的计算也会造成不精确的影响。

### 发明内容

[0004] 针对现有地下水位测量设备的缺陷和不足,本发明的目的是提供一种结构简单、便于操作、成本低廉的负压条件下可视化的直接测量地下水位的装置和方法。

[0005] 为解决上述技术问题,本发明提供一种负压条件下地下水位的可视化测量装置,其特征在于:包括透水管,所述透水管为中空结构,全段埋于土中,透水管下端设有底盖,透水管上端设有顶盖,透水管侧壁全部设有渗透孔,透水管侧壁外部包裹土工滤布,测量时顶盖埋设在密封膜之下;浮块位于透水管内部,透水管内侧壁纵向至少设置一条凹槽轨道,一滑轮嵌入所述凹槽轨道内,所述滑轮与浮块固定连接;凹槽轨道中的一条设有刻度,刻度以透水管上端为零点,带有光源的高清摄像头、指标针固定于浮块上端,所述带有光源的高清摄像头与指标针方向一致,均指向设有刻度的轨道;外接显示装备位于透水管外,测量时通过导线与带有光源的高清摄像头连接。

[0006] 前述的负压条件下地下水位的可视化测量装置,其特征在于:所述凹槽轨道总数为四条,沿透水管的内壁圆周每隔90度设置一条,与凹槽轨道相对应滑轮为四个。

[0007] 前述的负压条件下地下水位的可视化测量装置,其特征在于:所述四个滑轮设置高度相同。

[0008] 前述的负压条件下地下水位的可视化测量装置,其特征在于:所述导线通过固定导线接口固定于顶盖,所述固定导线接口位于顶盖中央,透水管与顶盖之间密封连接。

[0009] 前述的负压条件下地下水位的可视化测量装置,其特征在于:所述透水管直径为90mm-100mm。

[0010] 前述的负压条件下地下水位的可视化测量装置,其特征在于:所述浮块高度为20-25cm,直径为80-90mm。

[0011] 前述的负压条件下地下水位的可视化测量装置,其特征在于:所述指标针采用轻质材料聚苯乙烯,表面有荧光粉层。

[0012] 前述的负压条件下地下水位的可视化测量装置,其特征在于:所述带有光源的高清摄像头采用微距高清摄像头,自带LED光源。

[0013] 前述的负压条件下地下水位的可视化测量装置的测量方法,其特征在于,包括如下步骤:

[0014] (1)利用成孔钻机在工作区预定测点定位开孔,将透水管全段埋入孔中,使透水管侧壁全面的渗透孔全部埋设在密封膜之下;

[0015] (2)待透水管固定后,用高压水冲洗透水管内壁,防止土颗粒影响滑轮的上下自由滑动;

[0016] (3)将带有光源的高清摄像头和指标针固定于浮块上端,调整高清摄像头和指标针方向,使高清摄像头和指标针均指向其中一个滑轮方向,放置浮块进入透水管,选择指标针所指的滑轮嵌入设有刻度的凹槽轨道,其他滑轮相应嵌入轨道中,留有导线在透水管内,连接固定导线接口,安置顶盖并密封顶盖和透水管的连接处,在透水管外用导线连接固定导线接口,并将导线延伸至密封膜外,用于连接外接显示装备;

[0017] (4)地下水通过渗透孔进入透水管,测量时将带有光源的高清摄像头与外接显示装备进行连接,待透水管中地下水位及浮块位置稳定后,由外接显示装备读出指标针的读数;

[0018] (5)在工作区之外确定基准点,负压施加前利用水准仪测量透水管上端口的初始标高 $H_{z0}$ ,再根据指标针到水面的垂直距离 $h_z$ 和指标针初始读数 $h_0$ 可计算出初始地下水位 $H_0 = H_{z0} - h_0 - h_z$ ;

[0019] (6) 抽真空负压施加过程中,浮块随着地下水位的变化而上下自由浮动,带动指标针和高清摄像头同步浮动,每次测量读取指标针读数 $h_i$ 及相对于基准点透水管上端的高程 $H_{zi}$ ,由公式 $H_i = H_{zi} - h_i - h_z$ 可得出相应的地下水位值 $H_i$ ,根据测量频率的要求,重复步骤(4)、(5)、(6)从而获得负压条件下地下水位的实时变化值。

[0020] 本发明所达到的有益效果在于:1. 测量装置结构简单,易于操作,通过图像直观的测量地下水位,避免了间接测量带来的误差和繁琐。2. 密封性好,能够快速、精确地获取负压条件下的地下水位观测数据,克服了常规地下水位观测方法中泄露真空压力的缺点。3. 能够真实的反应负压条件下地下水位变化情况,测得更加可靠的地下水位数据,可精确了解预压区域的加固效果和工程进展。

#### 附图说明:

[0021] 附图1是本发明实施示意图;

[0022] 附图2是本发明结构示意图。

[0023] 图中1-透水管、2-浮块、3-滑轮、4-带有光源的高清摄像头、5-导线、6-固定导线接口、7-轨道、8-标尺刻度、9-指标针、10-顶盖、11-底盖、12-外接显示装备、13-渗透孔、14-土工滤布、15-密封膜

#### 具体实施方式

[0024] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述:

[0025] 如图1或图2所示,本发明的一种负压条件下地下水位的可视化测量装置,包括:透水管1、浮块2、滑轮3、带有光源的高清摄像头4、导线5、固定导线接口6、指标针9、顶盖10、底盖11、外接显示装备12、土工滤布14。

[0026] 其中,透水管1为中空结构,全段埋于土中,透水管1下端设有底盖11密封,,透水管1侧壁全面设有渗透孔13,透水管1外壁由土工滤布14包裹,可让地下水自由进入透水管1中,透水管1上端设有顶盖10密封,隔绝大气,保持透水管1内的负压状态,顶盖10埋设在密封膜15之下。透水管1内壁有条凹槽轨道7,凹槽轨道7总数为四条,沿透水管1的内壁圆周每隔90度设置一条。浮块2位于透水管1中,其中浮块2四周布置四个滑轮3,四个滑轮3设置高度相同,每个滑轮3嵌入一个轨道7中,固定浮块2的转向,使浮块2只能随水位变化上下自由浮动。带有光源的高清摄像头4、指标针9固定于浮块2上端,所述带有光源的高清摄像头4与指标针9方向一致,均指向设有刻度的轨道7。外接显示装备12位于透水管1外,带有光源的高清摄像头4、外接显示装备12分别通过导线5与顶盖10中央的固定导线接口6相连接,外接显示装备12通过显示带有光源的高清摄像头4拍摄的刻度读取透水管1内地下水位。

[0027] 本实例中,透水管1直径为90mm-100mm,浮块2高度为20-25cm,直径为80-90mm。带有光源的高清摄像头4、指标针9固定于浮块2上端,其中,指标针9采用轻质材料聚苯乙烯,表面有荧光粉层,有光源的高清摄像头4采用微距高清摄像头,自带LED光源。

[0028] 本发明的负压条件下测量地下水位的可视化装置的测量方法,包括以下步骤:

[0029] (1) 利用成孔钻机在工作区预定测点定位开孔,将透水管1全段埋入孔中,使透水管1侧壁全面的渗透孔13全部埋设在密封膜15之下;

[0030] (2) 待透水管1固定后,用高压水冲洗透水管1内壁,防止土颗粒影响滑轮3的上下

自由滑动；

[0031] (3) 将带有光源的高清摄像头4和指标针9固定于浮块2上端，调整高清摄像头4和指标针9方向，使高清摄像头4和指标针9均指向其中一个滑轮3方向，放置浮块2进入透水管1，选择指标针9所指的滑轮3嵌入设有刻度的凹槽轨道7，其他滑轮3相应嵌入轨道7中，留有导线5在透水管1内，连接固定导线接口6，安置顶盖10并密封顶盖10和透水管1的连接处，在透水管1外用导线5连接固定导线接口6，并将导线1延伸至密封膜15外，用于连接外接显示装备12；

[0032] (4) 地下水通过渗透孔13进入透水管1，测量时将带有光源的高清摄像头4与外接显示装备12进行连接，待透水管1中地下水位及浮块2位置稳定后，由外接显示装备12读出指标针9的读数；

[0033] (5) 在工作区之外确定基准点，负压施加前利用水准仪测量透水管1上端口的初始标高 $H_{z0}$ ，再根据指标针9到水面的垂直距离 $h_z$ 和指标针9初始读数 $h_0$ 可计算出初始地下水位 $H_0 = H_{z0} - h_0 - h_z$ ；

[0034] (6) 抽真空负压施加过程中，浮块2随着地下水位的变化而上下自由浮动，带动指标针9和高清摄像头4同步浮动，每次测量读取指标针9读数 $h_i$ 及相对于基准点透水管1上端的高程 $H_{zi}$ ，由公式 $H_i = H_{zi} - h_i - h_z$ 可得出相应的地下水位值 $H_i$ ，根据测量频率的要求，重复步骤(4)、(5)、(6)从而获得负压条件下地下水位的实时变化值。

[0035] 本发明中涉及的未说明部分与现有技术相同或采用现有技术加以实现的，在不脱离本发明原理的前提下，还可以做出若干改进和润饰，这些改进和润饰也应视本发明的保护范围。

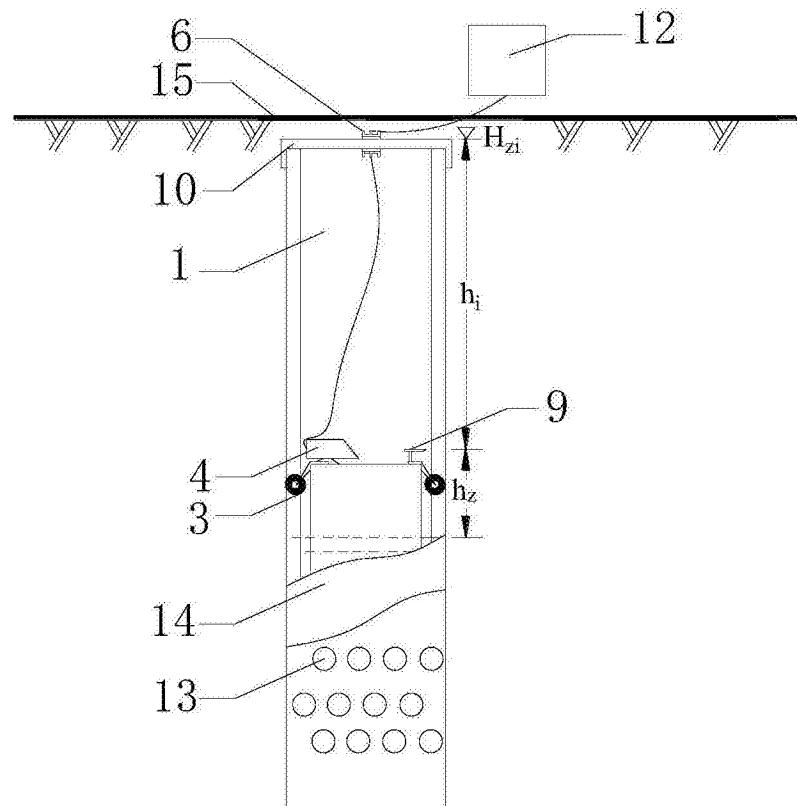


图1

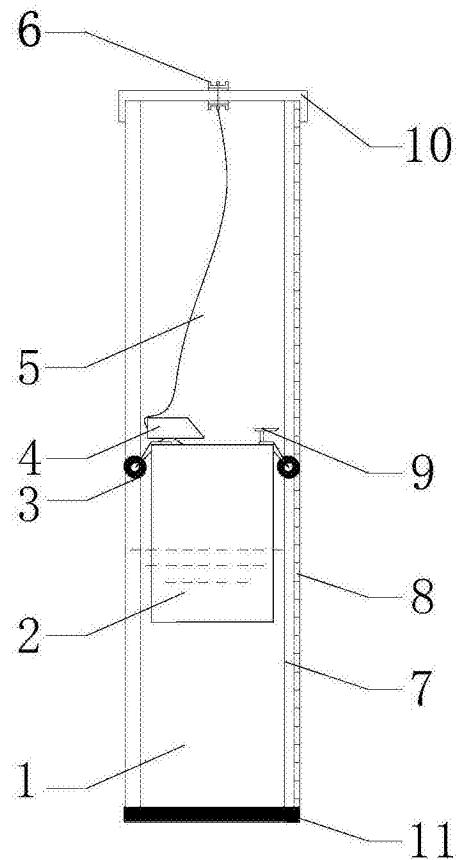


图2