



# (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105737796 B

(45)授权公告日 2018.06.05

(21)申请号 201610258723.0

审查员 屈旻

(22)申请日 2016.04.25

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 105737796 A

(43)申请公布日 2016.07.06

(73)专利权人 苏州市建设工程质量检测中心有限公司

地址 215000 江苏省苏州市滨河路1979号

(72)发明人 张亦明 于东峰

(74)专利代理机构 南京苏科专利代理有限责任公司 32102

代理人 陆明耀 陈忠辉

(51)Int.Cl.

G01C 5/00(2006.01)

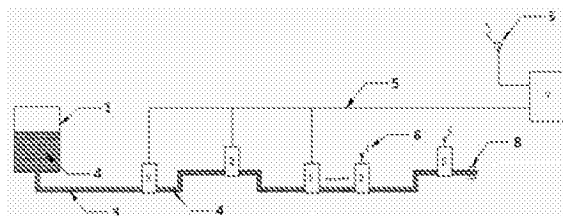
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

## (54)发明名称

液压水准测量系统及其测量方法

## (57)摘要

本发明提供了一种液压水准测量系统,包括一设置有测量液的储液罐、与所述储液罐出口连接的连通管,设置于所述连通管上的测量单元,所述连通管尾端设置有一放液阀,所述测量单元与一数据采集分析计算机电性连接,所述测量单元为一液压密封罐,且所述液压密封罐的上方设置有绝对压力传感器。本发明利用有线或无线传感器网络,将数百个甚至上千个测量单元连接在一起,能够同时对所有测量单元进行测量和分析,较传统的水准测量效率提高数百倍,省时省力。



1. 基于液压水准测量系统的测量方法, 所述液压水准测量系统, 包括一设置有测量液的储液罐、通过连通管与所述储液罐出口连接测量单元, 所述连通管尾端设置有一放液阀, 所述测量单元与一数据采集分析计算机电性连接, 所述测量单元为一液压密封罐, 且所述液压密封罐的上方设置有绝对压力传感器, 其特征在于: 所述测量方法包括如下步骤,

S1、进行测量单元的标定, 将测量单元与储液罐固定后测其绝对压力值P; 将测量单元或储液罐升高或降低高度h后, 测其绝对压力值P' ;

按下式计算标定系数A, 所述A为每mm高度差对应的压强差:

$$A = |P - P'| / h$$

标定系数A值存储在测量单元的微处理器中, 正常测量时通过 $H = P/A$ 计算出真空状态下达到P值所对应的标准测量液高度H, 为消除绝对压力传感器的个体差异影响, 测量单元的测量结果统一为真空状态下达到P值所对应的标准测量液高度H;

S2、将储液罐固定安装, 各测量单元安装在测量点和基准点上, 在储液罐中倒入测量液, 直至测量也充满各个测量单元和连通管, 关闭放液阀;

S3、进行水准测量;

所述S3中包括如下步骤,

S31、根据如下关系式计算出各测量单元间的相对高度差:

$$P = P_0 + \rho gh \quad \text{式1}$$

其中, P 为绝对压力传感器所测得的绝对压强值;

$P_0$  为大气压强;

$\rho$  为测量液的密度;

g 为重力加速度;

h 为绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

当系统只有储液罐与大气连通时, 测量单元间的压强关系表示为:

$$P_1 - P_2 = \rho g (h_1 - h_2) \quad \text{式2}$$

其中,  $P_1$  为1号测量单元所测得的绝对压强值;

$P_2$  为2号测量单元所测得的绝对压强值;

$h_1$  为1号测量单元绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

$h_2$  为2号测量单元绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

S32、对 $\rho g$ 值进行修正,

首先, 在测量系统内设置至少两个基准点, 并在基准点均安装测量单元, 且基准点之间的高度差 $\Delta h$ 已知, 根据式2可以得出:

$$\rho g = |P_{BM1} - P_{BM2}| / \Delta h \quad \text{式4}$$

其中,  $P_{BM1}$ : 第一个基准点测量单元所测得的绝对压强值;

$P_{BM2}$ : 第二个基准点测量单元所测得的绝对压强值;

$\Delta h$ : 第一个基准点与第二个基准点之间的高度差;

根据式4计算每一次测量时的 $\rho g$ 值, 通过采集分析计算机进行自动修正, 对测量结果进行补偿;

S33、测得各测量点H值与基准点H值之差值, 通过对比同一测量点在不同时间对应基准点H值之差的变化来测定测量点的高差变化。

2. 如权利要求1所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:当系统只有储液罐与大气连通时,测量单元间的压强关系还可表示为: $P_{1-2}=\rho g (h_{1-2})$

其中: $P_{1-2}$  为1号测量单元与2号测量单元所测得压强差;

$h_{1-2}$ 为1号测量单元与2号测量单元的高度差。

3. 如权利要求1所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:所述绝对压力传感器为液体绝对压力传感器或气体绝对压力传感器。

4. 如权利要求2所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:所述绝对压力传感器为气体绝对压力传感器时,所述液压密封罐内的测量液与液压密封罐顶部设置有间隙,且所述绝对压力传感器与液压密封罐之间设置有传感器保护膜,所述绝对压力传感器轴线与测量液液面垂直。

5. 如权利要求1所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:所述测量单元置于各测量点和基准点上。

6. 如权利要求4所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:所述传感器保护膜为透气性微孔疏水型保护膜。

7. 如权利要求1所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:所述测量单元还包括温度传感器,及与绝对压力传感器和温度传感器电性连接的微处理器。

8. 如权利要求1所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:所述连通管为硬质连通管。

9. 如权利要求1所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:所述储液罐顶部开设有小孔或通过折弯吸管与储液罐外空气接触。

10. 如权利要求1所述的基于液压水准测量系统的测量方法,其特征在于:所述储液罐顶部设置有一容纳槽,所述容纳槽内设置有透气海绵,所述容纳槽上开设有与外界联通的联通孔。

## 液压水准测量系统及其测量方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水准测量系统及其测量方法,属于水准测量仪器技术领域。

### 背景技术

[0002] 水准测量又名“几何水准测量”,是用水准仪和水准尺测定地面上两点间高差的方法。传统的水准测量采用水准测量仪器和水准尺,测量测量点与基准点之间的高差。水准仪目前用的比较多的有自动安平水准仪、精密水准仪。自动安平水准仪在仪器架设不需要人工手动精平,提高了测量速度;精密水准仪则配合铟钢尺可以提高测量精度。最近发展出来的数字水准仪和条码水准尺则可以实现自动安平、自动高精度测量。

[0003] 传统的水准测量主要缺点是采用单台仪器测量,每测一个水准点需要重新移动、架设水准仪和水准尺,测量速度慢。尤其在测量点较多的情况下,测量工作劳动强度非常大,测量速度非常缓慢。

[0004] 静力水准测量在每个测点都安装静力水准仪,具有测量速度快的优点,但是受测量原理和量程限制,所有静力水准仪要求基本安装在同一水平面。若遇到高差较大的情况则需要增加动基点来解决,安装调试非常麻烦,静力水准受温度影响较大,昼夜或冬夏季之间测量误差非常大,所以一般只用于隧道这种常年环境温度变化不大的地方。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的在于解决上述的技术问题,提供一种液压水准测量系统及其测量方法。

[0006] 本发明的目的通过以下技术方案来实现:

[0007] 液压水准测量系统,其特征在于:包括一设置有测量液的储液罐、通过连通管与所述储液罐出口连接测量单元,所述连通管尾端设置有一放液阀,所述测量单元与一数据采集分析计算机电性连接,所述测量单元为一液压密封罐,且所述液压密封罐的上方设置有绝对压力传感器。

[0008] 优选地,所述绝对压力传感器为液体绝对压力传感器或气体绝对压力传感器。

[0009] 优选地,所述绝对压力传感器为气体绝对压力传感器时,所述液压密封罐内的测量液与液压密封罐顶部设置有间隙,且所述绝对压力传感器与液压密封罐之间设置有传感器保护膜,所述绝对压力传感器轴线与测量液液面垂直。

[0010] 优选地,所述测量单元置于各测量点和基准点上。

[0011] 优选地,所述传感器保护膜为透气性微孔疏水型保护膜。

[0012] 优选地,所述测量单元还包括温度传感器,及与绝对压力传感器和温度传感器电性连接的微处理器。

[0013] 优选地,所述连通管为硬质连通管。

[0014] 优选地,所述储液罐顶部开设有小孔或通过折弯吸管与储液罐外空气接触。

[0015] 优选地,所述储液罐顶部设置有一容纳槽,所述容纳槽内设置有透气海绵,所述容

纳槽上开设有与外界联通的联通孔。

[0016] 基于液压水准测量系统的测量方法,包括如下步骤,

[0017] S1、进行测量单元的标定,将测量单元与储液罐固定后测其绝对压力值P;将测量单元或储液罐升高或降低高度h后,测其绝对压力值P' ;

[0018] 按下式计算标定系数A,所述A为每mm高度差对应的压强差:

$$[0019] \quad A = |P - P'| / h$$

[0020] 标定系数A值存储在测量单元的微处理器中,正常测量时通过 $H = P/A$ 计算出真空状态下达到P值所对应的标准测量液高度H。为消除绝对压力传感器的个体差异影响,测量单元的测量结果统一为真空状态下达到P值所对应的标准测量液高度H。

[0021] S2、将储液罐固定安装,各测量单元安装在测量点和基准点上,在储液罐中倒入测量液中,直至测量也充满各个测量单元和连通管,关闭放液阀。

[0022] S3、进行水准测量。

[0023] 优选地,所述S3中包括如下步骤,

[0024] S31、根据如下关系式计算出各测量单元间的相对高度差:

$$[0025] \quad P = P_0 + \rho gh \quad \text{式1}$$

[0026] 其中,P 为绝对压力传感器所测得的绝对压强值;

[0027]  $P_0$  为大气压强;

[0028]  $\rho$  为测量液的密度;

[0029] g 为重力加速度;

[0030] h 为绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

[0031] 当系统只有储液罐与大气连通时,测量单元间的压强关系表示为:

$$[0032] \quad P_1 - P_2 = \rho g (h_1 - h_2) \quad \text{式2}$$

[0033] 其中, $P_1$  为1号测量单元所测得的绝对压强值;

[0034]  $P_2$  为2号测量单元所测得的绝对压强值;

[0035]  $h_1$  为1号测量单元绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

[0036]  $h_2$  为2号测量单元绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

[0037] 亦为:

$$[0038] \quad P_{1-2} = \rho g (h_{1-2}) \quad \text{式3}$$

[0039] 其中: $P_{1-2}$  为1号测量单元与2号测量单元所测得压强差;

[0040]  $h_{1-2}$ 为1号测量单元与2号测量单元的高度差。

[0041] S32、对 $\rho g$ 值进行修正,

[0042] 首先,在测量系统内设置至少两个基准点,并在基准点均安装测量单元,且基准点之间的高度差 $\Delta h$ 已知,根据式2可以得出:

$$[0043] \quad \rho g = |P_{BM1} - P_{BM2}| / \Delta h \quad \text{式4}$$

[0044] 其中, $P_{BM1}$ :第一个基准点测量单元所测得的绝对压强值;

[0045]  $P_{BM2}$ :第二个基准点测量单元所测得的绝对压强值;

[0046]  $\Delta h$ :第一个基准点与第二个基准点之间的高度差;

[0047] 根据式4计算每一次测量时的 $\rho g$ 值,通过采集分析计算机进行自动修正,对测量结果进行补偿。

[0048] S33、测得各测量点H值与基准点H值之差值,通过对比同一测量点在不同时间对应基准点H值之差的变化来测定测量点的高差变化。

[0049] 本发明的有益效果:利用有线或无线传感器网络,将数百个甚至上千个测量单元连接在一起,能够同时对所有测量单元进行测量和分析,较传统的水准测量效率提高数百倍,省时省力。

[0050] 实现24小时不间断测量,提高水准测量数据的连续性和有效性,提高测量频率。系统高差量程大,且能工作在负压段,测量单元任意高度安装,安装维护省时省力;测量单元高度集成化,具有体积小、重量轻、成本低的优点。

## 附图说明

[0051] 图1是本发明的系统接连结构示意图。

[0052] 图2是本发明中液压密封罐的结构关系示意图。

[0053] 图3本发明中储液罐的其中一实施例的结构示意图。

[0054] 图4本发明中储液罐的另一实施例的结构示意图。

[0055] 图5本发明中储液罐的第三种实施例的结构示意图。

## 具体实施方式

[0056] 本发明具体揭示了一种液压水准测量系统,结合图1所示,包括一设置有测量液的储液罐1、通过连通管3与所述储液罐1出口连接的测量单元2。所述测量单元置于测量点和基准点上。所述测量单元为一液压密封罐,且所述液压密封罐的上方设置有绝对压力传感器。所述绝对压力传感器为液体绝对压力传感器或气体绝对压力传感器。

[0057] 结合图3-图5所示,而为了消除外界风压及较大声音对系统产生大气压强抖动影响,储液罐1不能直接敞口与大气接通,在所述储液罐1的顶部设置有小孔19或通过连接有一细长的连通管20与大气接通,或者经过海绵或其它多孔透气材料与大气接通。通过所述储液罐顶部设置有一容纳槽,所述容纳槽内设置有透气海绵21,所述容纳槽上开设有与外界大气联通的联通孔。

[0058] 所述连通管3尾端设置有一放液阀8,所述测量单元2与数据采集分析计算机7电性连接。测量单元2与数据采集分析计算机7之间可以采用有线网5连接,也可以采用无线网6连接。

[0059] 所述绝对压力传感器可以消除大部分大气压力的影响,且不用安装气压平衡管,减少安装成本。但若连通管较软,依旧会引入误差,测量单元间高差为9米,会产生约1mbar的误差。所以优选采用硬质材料的管子作为连通管,以减小其影响,当然,也可以将其高差影响通过软件修正的方法予以消除。

[0060] 结合图2所示,当所述绝对压力传感器为气体绝对压力传感器时,所述液压密封罐内的测量液4与液压密封罐顶部设置有间隙,且所述绝对压力传感器9与液压密封罐之间设置有传感器保护膜18。所述传感器保护膜18为透气性微孔疏水型保护膜。例如,传感器保护膜18材质可以为疏水型聚四氟乙烯微孔膜(PTFE)或聚偏氟乙烯微孔膜(PVDF),也可以由其它具有同样特性材料的膜材或片材制成。

[0061] 所述测量单元2内还包括温度传感器,及通过与绝对压力传感器和温度传感器电

性连接的微处理器。通过所述测量单元内部安装的温度传感器,可以实现自动温度补偿修正,系统受环境温度影响小,长期测量时精度高。

[0062] 一种基于以上液压水准测量系统的测量方法,包括如下步骤,

[0063] S1、进行测量单元的标定,将测量单元与储液罐固定后测其绝对压力值P;将测量单元或储液罐升高或降低高度h后,测其绝对压力值P' ;

[0064] 按下式计算标定系数A,所述A为每mm高度差对应的压强差:

$$[0065] \quad A = |P - P'| / h$$

[0066] 标定系数A值存储在测量单元的微处理器中,正常测量时通过 $H = P/A$ 计算出真空状态下达到P值所对应的标准测量液高度H。为消除绝对压力传感器的个体差异影响,测量单元的测量结果统一为真空状态下达到P值所对应的标准测量液高度H。

[0067] S2、将储液罐固定安装,各测量单元安装在测量点和基准点上,在储液罐中倒入测量液中,直至测量也充满各个测量单元和连通管,关闭放液阀。

[0068] S3、进行水准测量。

[0069] 其中,所述S3中包括如下步骤,

[0070] S31、根据如下关系式计算出各测量单元间的相对高度差:

$$[0071] \quad P = P_0 + \rho gh \quad \text{式1}$$

[0072] 其中,P 为绝对压力传感器所测得的绝对压强值;

[0073]  $P_0$  为大气压强;

[0074]  $\rho$  为测量液的密度;

[0075] g 为重力加速度;

[0076] h 为绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

[0077] 当系统只有储液罐与大气连通时,测量单元间的压强关系表示为:

$$[0078] \quad P_1 - P_2 = \rho g (h_1 - h_2) \quad \text{式2}$$

[0079] 其中, $P_1$  为1号测量单元所测得的绝对压强值;

[0080]  $P_2$  为2号测量单元所测得的绝对压强值;

[0081]  $h_1$  为1号测量单元绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

[0082]  $h_2$  为2号测量单元绝对压力传感器与储液罐液面的高度差;

[0083] 亦为:

$$[0084] \quad P_{1-2} = \rho g (h_{1-2}) \quad \text{式3}$$

[0085] 其中: $P_{1-2}$  为1号测量单元与2号测量单元所测得压强差;

[0086]  $h_{1-2}$ 为1号测量单元与2号测量单元的高度差。

[0087] S32、对 $\rho g$ 值进行修正,

[0088] 首先,在测量系统内设置至少两个基准点,并在基准点均安装测量单元,且基准点之间的高度差 $\Delta h$ 已知,根据式2可以得出:

$$[0089] \quad \rho g = |P_{BM1} - P_{BM2}| / \Delta h \quad \text{式4}$$

[0090] 其中, $P_{BM1}$ :第一个基准点测量单元所测得的绝对压强值;

[0091]  $P_{BM2}$ :第二个基准点测量单元所测得的绝对压强值;

[0092]  $\Delta h$ :第一个基准点与第二个基准点之间的高度差;

[0093] 根据式4计算每一次测量时的 $\rho g$ 值,通过采集分析计算机进行自动修正,对测量结

果进行补偿。

[0094] S33、测得各测量点H值与基准点H值之差值,通过对比同一测量点在不同时间对应基准点H值之差的变化来测定测量点的高差变化。

[0095] 本发明尚有多种具体的实施方式,凡采用等同替换或者等效变换而形成的所有技术方案,均落在本发明要求保护的范围之内。



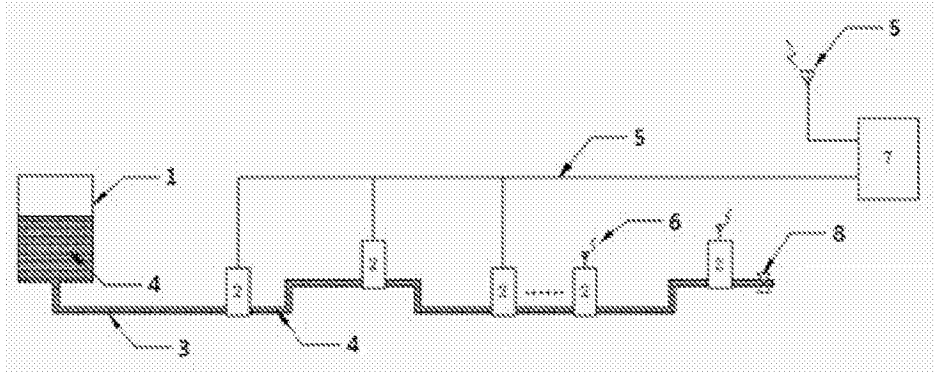


图1

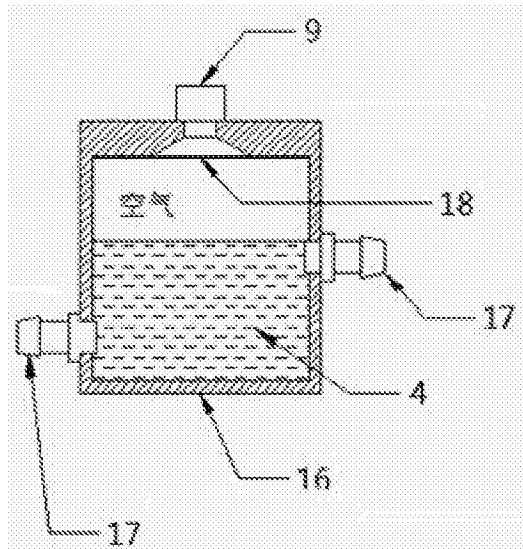


图2

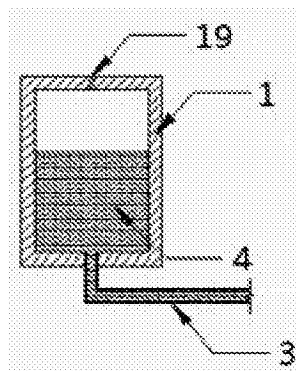


图3

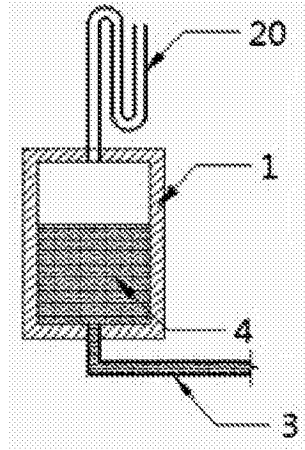


图4

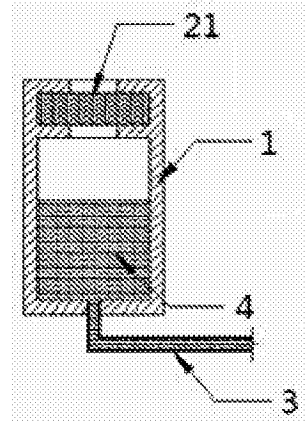


图5