



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108332999 B

(45) 授权公告日 2023. 07. 18

(21) 申请号 201810079264.9

G01N 1/34 (2006.01)

(22) 申请日 2018.01.26

G01F 22/00 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

G05B 19/04 (2006.01)

申请公布号 CN 108332999 A

G08C 17/02 (2006.01)

(43) 申请公布日 2018.07.27

(56) 对比文件

(73) 专利权人 长安大学

JP 2000111545 A, 2000.04.21

地址 710064 陕西省西安市南二环中段33号

CN 106930753 A, 2017.07.07

CN 105486953 A, 2016.04.13

(72) 发明人 贾志峰 苏凤梅 任涛 钟哲

王浩 王智

王浩,等.《陕北黄土丘陵区露水量及影响因素》.《应用生态学报》.2017,第28卷卷(第11期期),第3703-3710页.

审查员 张文静

(74) 专利代理机构 西安创知专利事务所 61213

专利代理师 谭文琰

(51) Int. Cl.

G01N 1/20 (2006.01)

G01N 1/14 (2006.01)

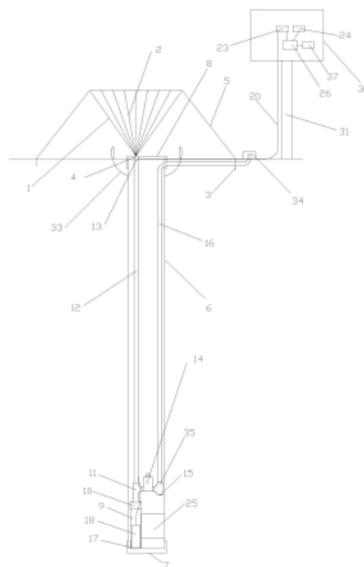
权利要求书3页 说明书9页 附图4页

(54) 发明名称

一种露水测量装置及测量方法

(57) 摘要

本发明公开了一种露水测量装置及测量方法,该测量装置包括露水收集装置、抽水装置和测量控制装置,所述露水收集装置包括露水凝结装置、套管和集露管,所述抽水装置包括抽水管、电磁阀和抽水泵,所述测量控制装置包括控制器、雨滴传感器、液位传感器、数据采集器和存储卡;该测量方法包括:步骤一、集露测量装置的安装;步骤二、判断集露研究场地是否发生降雨;步骤三、集露管中雨水的排放;步骤四、液位数据的采集及传输;步骤五、单位面积露水量的获取;步骤六、集露管中露水的排放。本发明设计合理,对露水自动收集与测量,准确地测量单位面积露水量,人工工作量小,成本低。



1. 一种露水测量装置,其特征在于:包括露水收集装置、抽水装置和测量控制装置,所述露水收集装置包括安装在地面上的露水凝结装置、设置在地面下的套管(6)和安装在套管(6)内的集露管,所述套管(6)的底端和顶端分别设置有下列管帽(7)和上管帽(8),所述露水凝结装置包括多棱锥形支架(1)、设置在所述多棱锥形支架(1)中每个锥面上的露水凝结面和安装在多棱锥形支架(1)顶点处且呈竖直布设的导水杆(4),所述露水凝结面包括多根沿多棱锥形支架(1)锥面边缘等间距布设的不锈钢丝(2),多根所述不锈钢丝(2)均自多棱锥形支架(1)的顶点延伸至多棱锥形支架(1)锥面的边缘,所述上管帽(8)上设置供导水杆(4)通过的导水杆通孔,所述集露管包括竖直安装在套管(6)内且由上至下连通的第一圆管(12)、集露三通管(11)、变径管(10)和第二圆管(9),所述第一圆管(12)位于导水杆(4)正下方,所述第二圆管(9)的底端设置有集露管帽(17),所述第一圆管(12)的顶端设置有滤网(13),所述抽水装置包括竖直安装在套管(6)内的抽水管(16)、安装在套管(6)内且连接于抽水管(16)与集露三通管(11)之间的电磁阀(14)和安装在地面上且与抽水管(16)连接的抽水泵(34),所述测量控制装置包括控制器(26)、雨滴传感器(19)、安装在第二圆管(9)内的液位传感器(18)以及与所述控制器(26)相接的数据采集器(23)、定时器(37)和存储卡(24),所述液位传感器(18)与数据采集器(23)相接,所述电磁阀(14)和抽水泵(34)均由所述控制器(26)进行控制;

所述露水凝结装置一侧设置有供控制器(26)、数据采集器(23)、定时器(37)和存储卡(24)安装的仪器箱(30),所述仪器箱(30)通过钢管(31)安装在地面上,所述第二圆管(9)外侧壁与套管(6)内侧壁之间设置有对第二圆管(9)进行固定的泡沫块(25),所述泡沫块(25)位于抽水管(16)下方;

所述抽水管(16)的底端设置有抽水三通管(35),所述电磁阀(14)的入水口与集露三通管(11)的支管接口连接,所述电磁阀(14)的出水口与抽水三通管(35)的支管接口连接,所述抽水三通管(35)的下端设置有堵头(15),所述抽水三通管(35)的上端与抽水管(16)的一端连通,所述抽水管(16)的另一端与抽水泵(34)连接;

所述套管(6)的上部侧壁对称设置有两个钢丝把手(33),所述多棱锥形支架(1)通过固定架(5)安装在地面上,所述仪器箱(30)内设置有为所述控制器(26)供电的锂电池(22),所述锂电池(22)为所述控制器(26)供电的供电回路中串联有开关(21)。

2. 按照权利要求1所述的一种露水测量装置,其特征在于:多根所述不锈钢丝(2)的一端均汇集在多棱锥形支架(1)的顶点,多根所述不锈钢丝(2)的另一端焊接在多棱锥形支架(1)锥面的边缘上,且多根所述不锈钢丝(2)的另一端在多棱锥形支架(1)锥面的边缘上均匀分布,所述多棱锥形支架(1)锥面的边缘上相邻两个不锈钢丝(2)之间的间距为1cm~1.5cm。

3. 按照权利要求1所述的一种露水测量装置,其特征在于:所述露水凝结面与水平方向的夹角为 25° ~ 35° ,多根所述不锈钢丝(2)的倾斜角度均相同,所述不锈钢丝(2)与水平方向的夹角为 25° ~ 35° ,所述不锈钢丝(2)的长度为30cm~40cm。

4. 按照权利要求1所述的一种露水测量装置,其特征在于:所述第二圆管(9)的直径大于第一圆管(12)的直径,所述第二圆管(9)的直径为3.6cm~4cm,所述第一圆管(12)的直径为1.4cm~1.6cm。

5. 一种利用如权利要求1所述露水测量装置对露水进行测量的方法,其特征在于:该方

法包括以下步骤:

步骤一、集露测量装置的安装,过程如下:

步骤101、套管的安装:首先,采用钻孔设备在集露研究场地中钻孔,直至钻孔的深度等于所述套管(6)的长度时,即获得套管钻孔;之后,在所述套管钻孔的底端填充碎石并夯实,形成碎石层;然后,在套管(6)的底端安装下管帽(7),使套管(6)的底端密封后,将套管(6)和下管帽(7)放入所述套管钻孔中,直至下管帽(7)的底端与所述碎石层接触;最后,在套管(6)外侧壁与所述套管钻孔内侧壁之间填充碎石,直至将所述套管钻孔填平;其中,所述碎石层的高度为2cm~3cm,所述碎石的粒径为5mm~10mm;

步骤102、集露管、电磁阀和抽水管的组装和安装:首先,将液位传感器(18)安装在第二圆管(9)内,并在第二圆管(9)的底端安装集露管帽(17),将第二圆管(9)底端密封,之后,在第二圆管(9)的顶端由下至上依次安装变径管(10)、集露三通管(11)和第一圆管(12);之后,在集露三通管(11)上安装电磁阀(14),并在电磁阀(14)上安装抽水管(16);然后,将组装好的集露管、电磁阀(14)和抽水管(16)放入套管(6)内;其中,所述液位传感器(18)上的液位传感器导线(20)穿出变径管(10)后经所述集露管外侧壁与数据采集器(23)相接,所述集露管和抽水管(16)均呈竖直布设;

步骤103、蒸馏水的填装及滤网与上管套的安装:向所述集露管中添加蒸馏水,直至所述集露管中的蒸馏水至第一圆管(12)的底端,获得初始液位值 h_0 ,并在第一圆管(12)的顶端安装滤网(13),之后,在套管(6)的顶端安装上管帽(8);

步骤104、露水凝结装置的安装:将所述露水凝结装置安装在地面上,使所述露水凝结装置底部的导水杆(4)通过上管帽(8)后位于第一圆管(12)的正上方;

步骤二、判断集露研究场地是否发生降雨:雨滴传感器(19)对集露研究场地的雨滴信号进行实时检测,并将检测到的雨滴信号发送至控制器(26),当雨滴传感器(19)检测到雨滴信号时,说明集露研究场地发生降雨,执行步骤三;否则,执行步骤四;

步骤三、集露管中雨水的排放:控制器(26)控制电磁阀(14)打开,同时控制器(26)控制抽水泵(34)工作,所述集露管中的雨水通过抽水管(16)和抽水泵(34)被排出,直至液位传感器(18)检测到的液位值等于初始液位值 h_0 ;

步骤四、液位数据的采集及传输:控制器(26)控制定时器(37)开始计时,液位传感器(18)对所述集露管中的液位按照预先设定的采样周期 T 进行采集,并将采集到的液位值通过数据采集器(23)发送至控制器(26),直至定时器(37)达到预先设定的测量设定时间 t ,定时器(37)结束计时,且液位传感器(18)停止液位值的采集;其中,测量设定时间内采集到的液位值的个数为 N ,多个采样时刻的液位值均小于高液位阈值, $t=N \times T$;

步骤五、单位面积露水量的获取:控制器(26)将接收到的多个采样时刻的液位值按照

时间先后顺序进行排列,采用所述控制器(26)根据公式 $q_i = \frac{[h(T_{i+1}) - h(T_i)] \times \frac{\pi}{4} \times d_1^2}{\pi \times d_2 \times m \times l}$, 得到任

一相邻两个采样时刻时间段内的单位面积露水量 q_i ;其中, $h(T_{i+1})$ 为相邻两个采样时刻中后一个采样时刻的液位值, $h(T_i)$ 为相邻两个采样时刻中前一个采样时刻的液位值, T_{i+1} 表示相邻两个采样时刻中后一个采样时刻, T_i 表示相邻两个采样时刻中前一个采样时刻, d_1 为第一圆管(12)的内径, d_2 为不锈钢丝(2)的直径, m 为不锈钢丝(2)的总根数, l 为不锈钢丝

(2) 的长度, i 表示第 i 次采样, i 为正整数, 且 i 的取值范围为 $1 \sim N$;

并采用所述控制器 (26) 根据公式 $Q_j = \sum_{i=1}^{j-1} q_i$, 得到第一个采样时刻至第 T_j 个采样时刻时间段内的单位面积露水量 Q_j , j 表示第 j 次采样, j 为正整数, 且 j 的取值范围为 $2 \sim N$, 所述第一个采样时刻为 T_1 ;

步骤六、集露管中露水的排放: 控制器 (26) 控制电磁阀 (14) 打开, 同时控制器 (26) 控制抽水泵 (34) 工作, 所述集露管中的露水通过抽水管 (16) 和抽水泵 (34) 被排出, 直至液位传感器 (18) 检测到的液位值等于初始液位值 h_0 , 重复步骤四至步骤六, 进行下一次的测量。

6. 按照权利要求 5 所述的方法, 其特征在于: 步骤五中所述高液位阈值小于第一圆管 (12) 高度的 $1\text{cm} \sim 2\text{cm}$ 。

7. 按照权利要求 6 所述的方法, 其特征在于: 步骤四中所述采样周期 T 为 $0.25\text{h} \sim 0.5\text{h}$ 。

一种露水测量装置及测量方法

技术领域

[0001] 本发明属于露水测量技术领域,尤其是涉及一种露水测量装置及测量方法。

背景技术

[0002] 露水在干旱地区是一种非常重要的水资源,在植物生长过程中扮演着重要的角色。当它被植物叶片直接吸收时,可以降低叶片蒸腾的水分损失,改善植物的水分状态;当露水浓重时,露滴可由植株表面滴落到土壤中,或直接凝结在土壤表面,参与土壤水分平衡过程。因此,对其测量研究具有非常重要的生态意义。

[0003] 露水的存在形式主要有两种,一是植物或地表从空气中获得的水汽形成的降水;二是植物或地表从其本身的蒸腾或蒸发中获得的液态水,即植物吐水或土壤蒸馏。前者对于植物或地表来说是一种水分纯输入,而土壤蒸馏或植物吐水仅是土壤-植物-大气系统水分循环的再分配。露水大多数在日落后开始出现,在黎明或日出期间形成量最大,因此,露水的测量工作必须在夜间进行。

[0004] 目前国际上还没有统一测量露水的方法,归纳起来主要有八类:容器式露量计、平板式露量计、吸水纸式露量计、Hiltner平衡法露量计、称重式蒸散仪、电子传导土壤-水汽计量器、微波辐射计和水分平衡露水测算系统等。其中,容器式露量计造价低,能反应一定的气候学意义,但容器形态的凹凸不平使其测量的露水量误差较大,以定性的人工观测为主,夜间工作量大;平板式露量计克服了容器式露量计凹凸不平的结构缺陷,但受凝结面的热力和辐射特性的干扰,不能有效地计算露水的形成率和持续过程,且在露水较多时,不便于露水的收集;吸水纸式露量计便于收集和测量露水量,其热辐射特性和亲水性也与真实叶片比较接近,而且它的热容量也较小,易于达到热平衡,但凝结面不同,露水量差异较大,且以人工定时观测为主;Hiltner平衡法露量计能够实现露水量的连续观测,但由于它悬挂在地表上空,与地表土壤之间被空气隔离,凝结盘是塑料制品,其材料性质与土壤明显不同,同时,土壤表面的露水有一部分会渗入土壤,而凝结盘上的露水只能积存在盘内,致使存在一定的测量误差;称重式蒸散仪保持了凝结面的自然状态,排除了植物吐水对降水测量的影响,但测量精度依赖于电子天平的精度,同时受到沙尘等因素的影响,有一定的边际效应,造价较高;电子传导土壤-水汽计量器测量方法简单易行,但热传导会在一定程度上影响凝结和蒸发过程,会对露水的准确测量有所干扰;微波辐射计能够应用于调查降露水的空间分布特征,但受到大气因子的影响较大;水分平衡露水测算系统能够根据水分平衡原理,利用能量平衡系统观测的蒸发量和雨量计观测的降水量来测算降露水,计算简单,但是间接估算露水量,中间观测也会引入较多的观测误差,在露水比较小的情况下往往会被误差所掩盖。

[0005] 综上所述,每种露水测量方法都或多或少存在一定的缺陷,主要表现在:(1)人工观测法,夜间工作量大,人为干扰因素较大;(2)自动观测法,自动化程度低,造价高。因此研究一种露水测量装置及测量方法,对露水自动收集与测量,实现单位面积露水量的测量,人为干扰因素小且测量准确,有效地减少人工工作量,成本低。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题在于针对上述现有技术中的不足,提供一种露水测量装置,其设计合理、操作简便且使用效果好,对露水自动收集与测量,实现单位面积露水量的测量,人为干扰因素小且测量准确,有效地减少人工工作量,成本低,实用性强。

[0007] 为解决上述技术问题,本发明采用的技术方案是:一种露水测量装置,其特征在于:包括露水收集装置、抽水装置和测量控制装置,所述露水收集装置包括安装在地面上的露水凝结装置、设置在地面下的套管和安装在套管内的集露管,所述套管的底端和顶端分别设置在下管帽和上管帽,所述露水凝结装置包括多棱锥形支架、设置在所述多棱锥形支架中每个锥面上的露水凝结面和安装在多棱锥形支架顶点处且呈竖直布设的导水杆,所述露水凝结面包括多根沿多棱锥形支架锥面边缘等间距布设的不锈钢丝,多根所述不锈钢丝均自多棱锥形支架的顶点延伸至多棱锥形支架锥面的边缘,所述上管帽上设置供导水杆通过的导水杆通孔,所述集露管包括竖直安装在套管内且由上至下连通的第一圆管、集露三通管、变径管和第二圆管,所述第一圆管位于导水杆正下方,所述第二圆管的底端设置有集露管帽,所述第一圆管的顶端设置有滤网,所述抽水装置包括竖直安装在套管内的抽水管、安装在套管内且连接于抽水管与集露三通管之间的电磁阀和安装在地面上且与抽水管连接的抽水泵,所述测量控制装置包括控制器、雨滴传感器、安装在第二圆管内的液位传感器以及与所述控制器相接的数据采集器、定时器和存储卡,所述液位传感器与数据采集器相接,所述电磁阀和抽水泵均由所述控制器进行控制。

[0008] 上述的一种露水测量装置,其特征在于:所述露水凝结装置一侧设置有供控制器、数据采集器、定时器和存储卡安装的仪器箱,所述仪器箱通过钢管安装在地面上,所述第二圆管外侧壁与套管内侧壁之间设置有对第二圆管进行固定的泡沫块,所述泡沫块位于抽水管下方。

[0009] 上述的一种露水测量装置,其特征在于:所述抽水管的底端设置有抽水三通管,所述电磁阀的入水口与集露三通管的支管接口连接,所述电磁阀的出水口与抽水三通管的支管接口连接,所述抽水三通管的下端设置有堵头,所述抽水三通管的上端与抽水管的一端连通,所述抽水管的另一端与抽水泵连接。

[0010] 上述的一种露水测量装置,其特征在于:所述套管的上部侧壁对称设置有两个钢丝把手,所述多棱锥形支架通过固定架安装在地面上,所述仪器箱内设置有与所述控制器供电的锂电池,所述锂电池为所述控制器供电的供电回路中串联有开关。

[0011] 上述的一种露水测量装置,其特征在于:多根所述不锈钢丝的一端均汇集在多棱锥形支架的顶点,多根所述不锈钢丝的另一端焊接在多棱锥形支架锥面的边缘上,且多根所述不锈钢丝的另一端在多棱锥形支架锥面的边缘上均匀分布,所述多棱锥形支架锥面的边缘上相邻两个不锈钢丝之间的间距为1cm~1.5cm。

[0012] 上述的一种露水测量装置,其特征在于:所述露水凝结面与水平方向的夹角为 25° ~ 35° ,多根所述不锈钢丝的倾斜角度均相同,所述不锈钢丝与水平方向的夹角为 25° ~ 35° ,所述不锈钢丝的长度为30cm~40cm。

[0013] 上述的一种露水测量装置,其特征在于:所述第二圆管的直径大于第一圆管的直径,所述第二圆管的直径为3.6cm~4cm,所述第一圆管的直径为1.4cm~1.6cm。

[0014] 同时,本发明还公开一种方法步骤简单、设计合理且实现方便、使用效果好的露水

测量方法,实现单位面积露水量的测量,人为干扰因素小且测量准确,有效地减少人工工作量,其特征在于:该方法包括以下步骤:

[0015] 步骤一、集露测量装置的安装,过程如下:

[0016] 步骤101、套管的安装:首先,采用钻孔设备在集露研究场地中钻孔,直至钻孔的深度等于所述套管的长度时,即获得套管钻孔;之后,在所述套管钻孔的底端填充碎石并夯实,形成碎石层;然后,在套管的底端安装下管帽,使套管的底端密封后,将套管和下管帽放入所述套管钻孔中,直至下管帽的底端与所述碎石层接触;最后,在套管外侧壁与所述套管钻孔内侧壁之间填充碎石,直至将所述套管钻孔填平;其中,所述碎石层的高度为2cm~3cm,所述碎石的粒径为5mm~10mm;

[0017] 步骤102、集露管、电磁阀和抽水管的组装和安装:首先,将液位传感器安装在第二圆管内,并在第二圆管的底端安装集露管帽,将第二圆管底端密封,之后,在第二圆管的顶端由下至上依次安装变径管、集露三通管和第一圆管;之后,在集露三通管上安装电磁阀,并在电磁阀上安装抽水管;然后,将组装好的集露管、电磁阀和抽水管放入套管内;其中,所述液位传感器上的液位传感器导线穿出变径管后经所述集露管外侧壁与数据采集器相接,所述集露管和抽水管均呈竖直布设;

[0018] 步骤103、蒸馏水的填装及滤网与上管套的安装:向所述集露管中添加蒸馏水,直至所述集露管中的蒸馏水至第一圆管的底端,获得初始液位值 h_0 ,并在第一圆管的顶端安装滤网,之后,在套管的顶端安装上管帽;

[0019] 步骤104、露水凝结装置的安装:将所述露水凝结装置安装在地面上,使所述露水凝结装置底部的导水杆通过上管帽后位于第一圆管的正上方;

[0020] 步骤二、判断集露研究场地是否发生降雨:雨滴传感器对集露研究场地的雨滴信号进行实时检测,并将检测到的雨滴信号发送至控制器,当雨滴传感器检测到雨滴信号时,说明集露研究场地发生降雨,执行步骤三;否则,执行步骤四;

[0021] 步骤三、集露管中雨水的排放:控制器控制电磁阀打开,同时控制器控制抽水泵工作,所述集露管中的露水通过抽水管和抽水泵被排出,直至液位传感器检测到的液位值等于初始液位值 h_0 ;

[0022] 步骤四、液位数据的采集及传输:控制器控制定时器开始计时,液位传感器对所述集露管中的液位按照预先设定的采样周期 T 进行采集,并将采集到的液位值通过数据采集器发送至控制器,直至定时器达到预先设定的测量设定时间 t ,定时器结束计时,且液位传感器停止液位值的采集;其中,测量设定时间内采集到的液位值的个数为 N ,多个采样时刻的液位值均小于高液位阈值, $t=N \times T$;

[0023] 步骤五、单位面积露水量的获取:控制器将接收到的多个采样时刻的液位值按照

时间先后顺序进行排列,采用所述控制器根据公式 $q_i = \frac{[h(T_{i+1}) - h(T_i)] \times \frac{\pi}{4} \times d_1^2}{\pi \times d_2 \times m \times l}$, 得到任一相

邻两个采样时刻时间段内的单位面积露水量 q_i ;其中, $h(T_{i+1})$ 为相邻两个采样时刻中后一个采样时刻的液位值, $h(T_i)$ 为相邻两个采样时刻中前一个采样时刻的液位值, T_{i+1} 表示相邻两个采样时刻中后一个采样时刻, T_i 表示相邻两个采样时刻中前一个采样时刻, d_1 为第一圆管的内径, d_2 为不锈钢丝的直径, m 为不锈钢丝的总根数, l 为不锈钢丝的长度, i 表示第 i

次采样, i 为正整数, 且 i 的取值范围为 $1 \sim N$;

[0024] 并采用所述控制器根据公式 $Q_j = \sum_{i=1}^{j-1} q_i$, 得到第一个采样时刻至第 T_j 个采样时刻时间段内的单位面积露水量 Q_j , j 表示第 j 次采样, j 为正整数, 且 j 的取值范围为 $2 \sim N$, 所述第一个采样时刻为 T_1 ;

[0025] 步骤六、集露管中露水的排放: 控制器控制电磁阀打开, 同时控制器控制抽水泵工作, 所述集露管中的露水通过抽水管和抽水泵被排出, 直至液位传感器检测到的液位值等于初始液位值 h_0 , 重复步骤四至步骤六, 进行下一次的测量。

[0026] 上述的露水测量方法, 其特征在于: 步骤五中所述高液位阈值小于第一圆管高度的 $1\text{cm} \sim 2\text{cm}$ 。

[0027] 上述的露水测量方法, 其特征在于: 步骤四中所述采样周期 T 为 $0.25\text{h} \sim 0.5\text{h}$ 。

[0028] 本发明与现有技术相比具有以下优点:

[0029] 1、所采用的露水测量装置结构简单、设计合理且投入成本较低、且安装布设方便。

[0030] 2、所采用的露水收集测量中通过设置露水凝结装置使露水凝结, 凝结的露水在不锈钢丝引流和自身重力的作用下, 汇流通过导水杆进入集露管, 实现了对露水的自动收集。

[0031] 3、所采用的露水收集测量中通过雨滴传感器对集露研究场地的雨滴信号进行实时检测, 以使在集露研究场地发生降雨时, 控制器控制抽水装置对集露管进行排水, 保证降雨后露水测量装置能正常工作。

[0032] 4、所采用的露水收集测量中通过液位传感器对所述集露管中的液位进行采集, 并将采集到的液位值通过数据采集器发送至控制器, 控制器经过处理得到测量时间段内的单位面积露水量, 实现单位面积露水量的测量, 人为干扰因素小且测量准确, 有效地减少人工工作量。

[0033] 5、所采用的露水收集测量中设置抽水装置, 是因为露水收集测量用于野外, 降雨同样会通过露水凝结面流入集露管, 会造成集露管溢流, 影响露水收集测量的量程; 另外, 在一次测量结束时, 需要对集露管进行排水, 以便于进行下一次的测量。

[0034] 6、所采用的露水测量装置操作简便, 通过液位传感器对集露管内的液位值进行实时检测并记录, 从而在达到测量设定时间时, 完成一次的测量, 之后, 控制器控制抽水装置对集露管进行排水, 避免下一次测量集露管出现溢流问题, 无需人工在集露现场对集露过程进行监控和集露, 省工省时, 且减少人为干扰因素。

[0035] 7、所采用的露水测量方法步骤简单、设计合理且实现方便、使用效果好, 首先是集露测量装置的安装, 之后, 判断集露研究场地是否发生降雨; 当集露研究场地未发生降雨时, 进入露水测量, 液位传感器对所述集露管中的液位按照预先设定的采样周期进行采集, 并将采集到的液位值通过数据采集器发送至控制器, 控制器经过处理得到相邻两个采样时刻时间段内的单位面积露水量和第一个采样时刻至任一个采样时刻时间段内的单位面积露水量, 整个测量过程简单, 且能实时、准确地测量到单位面积露水量, 人工工作量小, 成本低, 且测量准确。

[0036] 综上所述, 本发明设计合理、操作简便且使用效果好, 对露水自动收集与测量, 实现单位面积露水量的测量, 人为干扰因素小且测量准确, 有效地减少人工工作量, 成本低, 实用性强。

[0037] 下面通过附图和实施例,对本发明的技术方案做进一步的详细描述。

附图说明

[0038] 图1为本发明露水测量装置的结构示意图。

[0039] 图2为本发明露水测量装置中露水凝结装置的结构示意图。

[0040] 图3为本发明露水测量装置的电路原理框图。

[0041] 图4为本发明露水测量方法的流程框图。

[0042] 附图标记说明:

- | | | | |
|--------|-----------|-------------|------------|
| [0043] | 1—多棱锥形支架; | 2—不锈钢丝; | 3—地钉; |
| [0044] | 4—导水杆; | 5—固定架; | 6—套管; |
| [0045] | 7—下管帽; | 8—上管帽; | 9—第二圆管; |
| [0046] | 10—变径管; | 11—集露三通管; | 12—第一圆管; |
| [0047] | 13—滤网; | 14—电磁阀; | 15—堵头; |
| [0048] | 16—抽水管; | 17—集露管帽; | 18—液位传感器; |
| [0049] | 19—雨滴传感器; | 20—液位传感器导线; | 21—开关; |
| [0050] | 22—锂电池; | 23—数据采集器; | 24—存储卡; |
| [0051] | 25—泡沫块; | 26—控制器; | 27—参数设置模块; |
| [0052] | 28—显示器; | 29—报警器; | 30—仪器箱; |
| [0053] | 31—钢管; | 32—手机; | 33—钢丝把手; |
| [0054] | 34—抽水泵; | 35—抽水三通管; | 36—无线通信模块; |
| [0055] | 37—定时器。 | | |

具体实施方式

[0056] 如图1、图2和图3所示,一种露水测量装置,包括露水收集装置、抽水装置和测量控制装置,所述露水收集装置包括安装在地面上的露水凝结装置、设置在地面下的套管6和安装在套管6内的集露管,所述套管6的底端和顶端分别设置有下列管帽7和上管帽8,所述露水凝结装置包括多棱锥形支架1、设置在所述多棱锥形支架1中每个锥面上的露水凝结面和安装在多棱锥形支架1顶点处且呈竖直布设的导水杆4,所述露水凝结面包括多根沿多棱锥形支架1锥面边缘等间距布设的不锈钢丝2,多根所述不锈钢丝2均自多棱锥形支架1的顶点延伸至多棱锥形支架1锥面的边缘,所述上管帽8上设置供导水杆4通过的导水杆通孔,所述集露管包括竖直安装在套管6内且由上至下连通的第一圆管12、集露三通管11、变径管10和第二圆管9,所述第一圆管12位于导水杆4正下方,所述第二圆管9的底端设置有集露管帽17,所述第一圆管12的顶端设置有滤网13,所述抽水装置包括竖直安装在套管6内的抽水管16、安装在套管6内且连接于抽水管16与集露三通管11之间的电磁阀14和安装在地面上且与抽水管16连接的抽水泵34,所述测量控制装置包括控制器26、雨滴传感器19、安装在第二圆管9内的液位传感器18以及与所述控制器26相接的数据采集器23、定时器37和存储卡24,所述液位传感器18与数据采集器23相接,所述电磁阀14和抽水泵34均由所述控制器进行控制。

[0057] 本实施例中,设置存储卡24是为了对液位传感器18采集到的各个液位值进行保存,方便调取和查看。

[0058] 本实施例中,所述多棱锥形支架1为六棱锥形支架。

[0059] 本实施例中,所述露水凝结面选取不锈钢丝2,不仅可以防止露水凝结过程中,与空气中氧气长期接触,氧化生锈,影响露水收集量及收集露水的化学成分发生变化,而且不锈钢丝2的亲水性强,比热容小,相同热量条件下升温和降温速度快,提高夜间辐射冷却强度,减少露水凝结面的热惯性,使表面温度更容易降到较低状态,会使所述露水凝结面在更多时间处于露点以下,相比于塑料、木棒或PVC材质更利于露水凝结。

[0060] 本实施例中,已有露水收集装置采用盘体结构,该结构阻断了空气水汽和地面以下土壤蒸发水汽的流通,水汽不能充分汇集到露水凝结面上,改变了自然局部条件,且盘体外侧凝结的露水不易收集。而本实施例中采用多棱锥形支架1和设置在多棱锥形支架1上每个锥面上的露水凝结面进行露水收集,且所述露水凝结面由多根均布的不锈钢丝2组成,这样因为每个不锈钢丝2之间设置有间隙,即非密封结构,可以让地面以上空气水分和地面以下土壤蒸发水分通过空气流通,充分与不锈钢丝2接触,不锈钢丝2起到引流作用,在重力作用下,凝结汇流,有利于露水的收集,不仅数据合理,且更符合实际情况。

[0061] 本实施例中,所述电磁阀14为常闭电磁阀,且所述电磁阀14位于抽水管16与集露三通管11之间,是为了避免在露水收集过程中集露管与抽水管16形成连通器,从而避免露水通过集露管流入抽水管16影响集露管中的液位;另外,在集露管露水集满后,控制器26控制常闭电磁阀14打开,集露管内露水可被最大限度抽取,操作方便。

[0062] 本实施例中,变径管10的设置,是为了连接第一圆管12和第二圆管9,是因为第一圆管12内安装液位传感器18,所以第一圆管12的内径较大,如果集露管采用相同直径,则当集露管中液位变化较小时,液位传感器18不能准确检测到,造成液位传感器18测量精度过低,故集露管分为上下两个不同直径的管组成,变径管10起到连接作用。

[0063] 本实施例中,集露三通管11的设置,是为了与电磁阀14连接,从而通过电磁阀14根据需求将集露管与抽水管16连通。

[0064] 本实施例中,变径管10的下端与第二圆管9连接,变径管10的上端与集露三通管11连接,是因为集露三通管11管径受限,不便于与第二圆管9大口径端连接,安装方便。

[0065] 本实施例中,设置集露管帽17,一方面是为了将第二圆管9的底部密封,防止收集的露水漏出,另一方面是为了便于液位传感器18的安装和拆卸;设置下管帽7的设置,是为了对套管6的底部进行密封,从而对安装在套管内的集露管、抽水管16和电磁阀14等部件起到保护作用,防止套管6内渗入水造成装置的损害,另外,是为了当液位传感器18发生故障时,便于拆卸和安装;上管帽8的设置,是为了保护套管6,避免杂物进入套管6。

[0066] 本实施例中,所述露水凝结装置一侧设置有供控制器26、数据采集器23、定时器37和存储卡24安装的仪器箱30,所述仪器箱30通过钢管31安装在地面上,所述第二圆管9外侧壁与套管6内侧壁之间设置有对第二圆管9进行固定的泡沫块25,所述泡沫块25位于抽水管16下方。

[0067] 本实施例中,泡沫块25的设置,是为了对第二圆管9的位置进行固定,且因为集露管与抽水管16都沿套管6竖直方向布设,集露管与抽水管16相互限制,从而使集露管与抽水管16在套管6的位置固定。

[0068] 本实施例中,所述抽水管16的底端设置有抽水三通管35,所述电磁阀14的入水口与集露三通管11的支管接口连接,所述电磁阀14的出水口与抽水三通管35的支管接口连

接,所述抽水三通管35的下端设置有堵头15,所述抽水三通管35的上端与抽水管16的一端连通,所述抽水管16的另一端与抽水泵34连接。

[0069] 如图1和3所示,本实施例中,所述套管6的上部侧壁对称设置有两个钢丝把手33,所述多棱锥形支架1通过固定架5安装在地面上,所述仪器箱30内设置有为所述控制器26供电的锂电池22,所述锂电池22为所述控制器26供电的供电回路中串联有开关21。

[0070] 本实施例中,所述固定架5的底端设置有地钉3,通过地钉3将固定架5固定,从而使多棱锥形支架1固定。

[0071] 本实施例中,设置钢丝把手33,是为了便于将套管6放入地面下,也便于将套管6从地面下取出。

[0072] 本实施例中,多根所述不锈钢丝2的一端均汇集在多棱锥形支架1的顶点,多根所述不锈钢丝2的另一端焊接在多棱锥形支架1锥面的边缘上,且多根所述不锈钢丝2的另一端在多棱锥形支架1锥面的边缘上均匀分布,所述多棱锥形支架1锥面的边缘上相邻两个不锈钢丝2之间的间距为1cm~1.5cm。

[0073] 本实施例中,多棱锥形支架1锥面的边缘上相邻两个不锈钢丝2之间的间距为1cm~1.5cm,是因为不锈钢丝2之间的间隔不能过密,也不能过于稀疏,若多棱锥形支架1锥面上的不锈钢丝过于密集,容易阻碍地面以上空气中的水汽和地面以下土壤蒸发的水汽流通,如果多棱锥形支架1锥面上的不锈钢丝过于稀疏,露水面积小,收集露水量少,影响液位传感器18的测量精度。

[0074] 本实施例中,所述露水凝结面与水平方向的夹角为 25° ~ 35° ,多根所述不锈钢丝2的倾斜角度均相同,所述不锈钢丝2与水平方向的夹角为 25° ~ 35° ,所述不锈钢丝2的长度为30cm~40cm。

[0075] 本实施例中,所述露水凝结面与水平方向的夹角为 25° ~ 35° ,是因为水汽在所述露水凝结面上存在直接冷凝和相邻液滴之间合并,当液滴经历这两个过程并增长到一定尺寸后,会在重力作用下开始滚落。如果所述露水凝结面的倾斜角度越大即露水凝结面与水平方向的夹角越小,形成的露水沿着不锈钢丝2方向的重力分力越大,越有利于露珠沿着钢丝滚落,但倾斜角度越大,有效辐射面积越小,所述露水凝结面表面温度的变幅速率越小,越不利于露水的形成;但是所述露水凝结面的倾斜角度偏小即露水凝结面与水平方向的夹角偏大,形成的露水沿着不锈钢丝2方向的重力分力越小,露水将在重力作用下垂直向下滴至地面,不能沿着不锈钢丝2引流至集露管内。

[0076] 本实施例中,优选为,所述不锈钢丝2与水平方向的夹角为 30° 。

[0077] 本实施例中,所述不锈钢丝2的长度为30cm~40cm,是因为不锈钢丝2不宜过长,不锈钢丝2过长露水流不下去,不锈钢丝2不能太短,避免不锈钢丝2太短露水收集面积太小。

[0078] 本实施例中,所述第二圆管9的直径大于第一圆管12的直径,所述第二圆管9的直径为3.6cm~4cm,所述第一圆管12的直径为1.4cm~1.6cm。

[0079] 本实施例中,选择第二圆管9的直径为3.6cm~4cm,是为了供液位传感器18的安装,因为液位传感器18的直径为3.3cm左右,液位传感器18安装在第二圆管9内,且要有一定的移动空间,故选择该直径范围;

[0080] 选择第一圆管12的直径为1.4cm~1.6cm,是因为该直径范围可以有效提高液位传感器18的敏感程度,即使在集露管进入少量露水时,液位传感器18的数据有明显变化,便于

液位值的测量。

[0081] 如图3所示,本实施例中,所述控制器26的输出端接有报警器29和显示器28,所述控制器26的输入端接有参数设置模块27,所述控制器26通过无线通信模块36与手机32连接。

[0082] 本实施例中,通过参数设置模块27预先设定高液位阈值,通过设置报警器29是为了在露水研究场地发生降雨或者集露管中的液位达到高液位阈值时,控制器26控制报警器29进行报警提醒;设置无线通信模块36是为了与手机32进行通信,从而将控制器26处理得到的单位面积露水量发送至手机32,方便测量者观测。

[0083] 如图4所示的一种露水测量方法,包括以下步骤:

[0084] 步骤一、集露测量装置的安装,过程如下:

[0085] 步骤101、套管的安装:首先,采用钻孔设备在集露研究场地中钻孔,直至钻孔的深度等于所述套管6的长度时,即获得套管钻孔;之后,在所述套管钻孔的底端填充碎石并夯实,形成碎石层;然后,在套管6的底端安装下管帽7,使套管6的底端密封后,将套管6和下管帽7放入所述套管钻孔中,直至下管帽7的底端与所述碎石层接触;最后,在套管6外侧壁与所述套管钻孔内侧壁之间填充碎石,直至将所述套管钻孔填平;其中,所述碎石层的高度为2cm~3cm,所述碎石的粒径为5mm~10mm;

[0086] 本实施例中,设置碎石层可以起到扩散应力的作用,减少沉降量,同时可以起到排水的作用,且在套管6外侧壁与所述套管钻孔内侧壁之间填充碎石,是为了对套管6起到固定作用,保证套管6垂直于地面放置,从而进一步保证所述集露管垂直于地面放置。

[0087] 步骤102、集露管、电磁阀和抽水管的组装和安装:首先,将液位传感器18安装在第二圆管9内,并在第二圆管9的底端安装集露管帽17,将第二圆管9底端密封,之后,在第二圆管9的顶端由下至上依次安装变径管10、集露三通管11和第一圆管12;之后,在集露三通管11上安装电磁阀14,并在电磁阀14上安装抽水管16;然后,将组装好的集露管、电磁阀14和抽水管16放入套管6内;其中,所述液位传感器18上的液位传感器导线20穿出变径管10后经所述集露管外侧壁与数据采集器23相接,所述集露管和抽水管16均呈竖直布设;

[0088] 本实施例中,液位传感器导线20穿出变径管10后放置在集露管外侧,通过在变径管10侧壁开口,使液位传感器导线20穿出变径管10后再用密封胶将变径管10侧壁开口密封,保证变径管10不漏水,这样设计有利于提高集露管液位数据测量精度,若液位传感器导线20放置在集露管内部,影响集露管中液位的变化。

[0089] 本实施例中,在集露管、电磁阀14和抽水管16的组装的过程中,先将泡沫块25黏贴在第二圆管9外侧壁,且位于抽水管16下方,之后将集露管、电磁阀14、抽水管16和泡沫块25整体放入套管6内。

[0090] 步骤103、蒸馏水的填装及滤网与上管套的安装:向所述集露管中添加蒸馏水,直至所述集露管中的蒸馏水至第一圆管12的底端,获得初始液位值 h_0 ,并在第一圆管12的顶端安装滤网13,之后,在套管6的顶端安装上管帽8;

[0091] 本实施例中,添加蒸馏水,一方面是因为液位传感器18的工作需要初始水位,另一方面是因为蒸馏水中不含其它化学成分,添加的蒸馏水不会对收集的露水水质产生影响,也便于后期对收集的露水进行各个元素含量的检测。

[0092] 本实施例中,滤网13的设置,是为了对集露管起到保护,避免杂物进入集露管影响

集露管中液位的检测,从而影响单位露水量测量的准确性。

[0093] 步骤104、露水凝结装置的安装:将所述露水凝结装置安装在地面上,使所述露水凝结装置底部的导水杆4通过上管帽8后位于第一圆管12的正上方;

[0094] 步骤二、判断集露研究场地是否发生降雨:雨滴传感器19对集露研究场地的雨滴信号进行实时检测,并将检测到的雨滴信号发送至控制器26,当雨滴传感器19检测到雨滴信号时,说明集露研究场地发生降雨,执行步骤三;否则,执行步骤四;

[0095] 步骤三、集露管中雨水的排放:控制器26控制电磁阀14打开,同时控制器26控制抽水泵34工作,所述集露管中的露水通过抽水管16和抽水泵34被排出,直至液位传感器18检测到的液位值等于初始液位值 h_0 ;

[0096] 步骤四、液位数据的采集及传输:控制器26控制定时器37开始计时,液位传感器18对所述集露管中的液位按照预先设定的采样周期T进行采集,并将采集到的液位值通过数据采集器23发送至控制器26,直至定时器37达到预先设定的测量设定时间t,定时器37结束计时,且液位传感器18停止液位值的采集;其中,测量设定时间内采集到的液位值的个数为N,多个采样时刻的液位值均小于高液位阈值, $t=N \times T$;

[0097] 步骤五、单位面积露水量的获取:控制器26将接收到的多个采样时刻的液位值按

照时间先后顺序进行排列,采用所述控制器26根据公式 $q_i = \frac{[h(T_{i+1}) - h(T_i)] \times \frac{\pi}{4} \times d_1^2}{\pi \times d_2 \times m \times l}$, 得到任

一相邻两个采样时刻时间段内的单位面积露水量 q_i ;其中, $h(T_{i+1})$ 为相邻两个采样时刻中后一个采样时刻的液位值, $h(T_i)$ 为相邻两个采样时刻中前一个采样时刻的液位值, T_{i+1} 表示相邻两个采样时刻中后一个采样时刻, T_i 表示相邻两个采样时刻中前一个采样时刻, d_1 为第一圆管12的内径, d_2 为不锈钢丝2的直径,m为不锈钢丝2的总根数,l为不锈钢丝2的长度,i表示第i次采样,i为正整数,且i的取值范围为1~N;

[0098] 并采用所述控制器26根据公式 $Q_j = \sum_{i=1}^{j-1} q_i$, 得到第一个采样时刻至第 T_j 个采样时刻时间段内的单位面积露水量 Q_j ,j表示第j次采样,j为正整数,且j的取值范围为2~N,所述第一个采样时刻为 T_1 ;

[0099] 步骤六、集露管中露水的排放:控制器26控制电磁阀14打开,同时控制器26控制抽水泵34工作,所述集露管中的露水通过抽水管16和抽水泵34被排出,直至液位传感器18检测到的液位值等于初始液位值 h_0 ,重复步骤四至步骤六,进行下一次的测量。

[0100] 本实施例中,所述液位传感器18为CTD-10液位传感器。

[0101] 本实施例中,步骤五中所述高液位阈值小于第一圆管12高度的1cm~2cm。

[0102] 本实施例中,步骤四中所述采样周期T为0.25h~0.5h。

[0103] 综上所述,本发明对露水自动收集与测量,实现单位面积露水量的测量,人为干扰因素小且测量准确,有效地减少人工工作量,方便夜晚测量,成本低,实用性强。

[0104] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例,并非对本发明作任何限制,凡是根据本发明技术实质对以上实施例所作的任何简单修改、变更以及等效结构变化,均仍属于本发明技术方案的保护范围内。

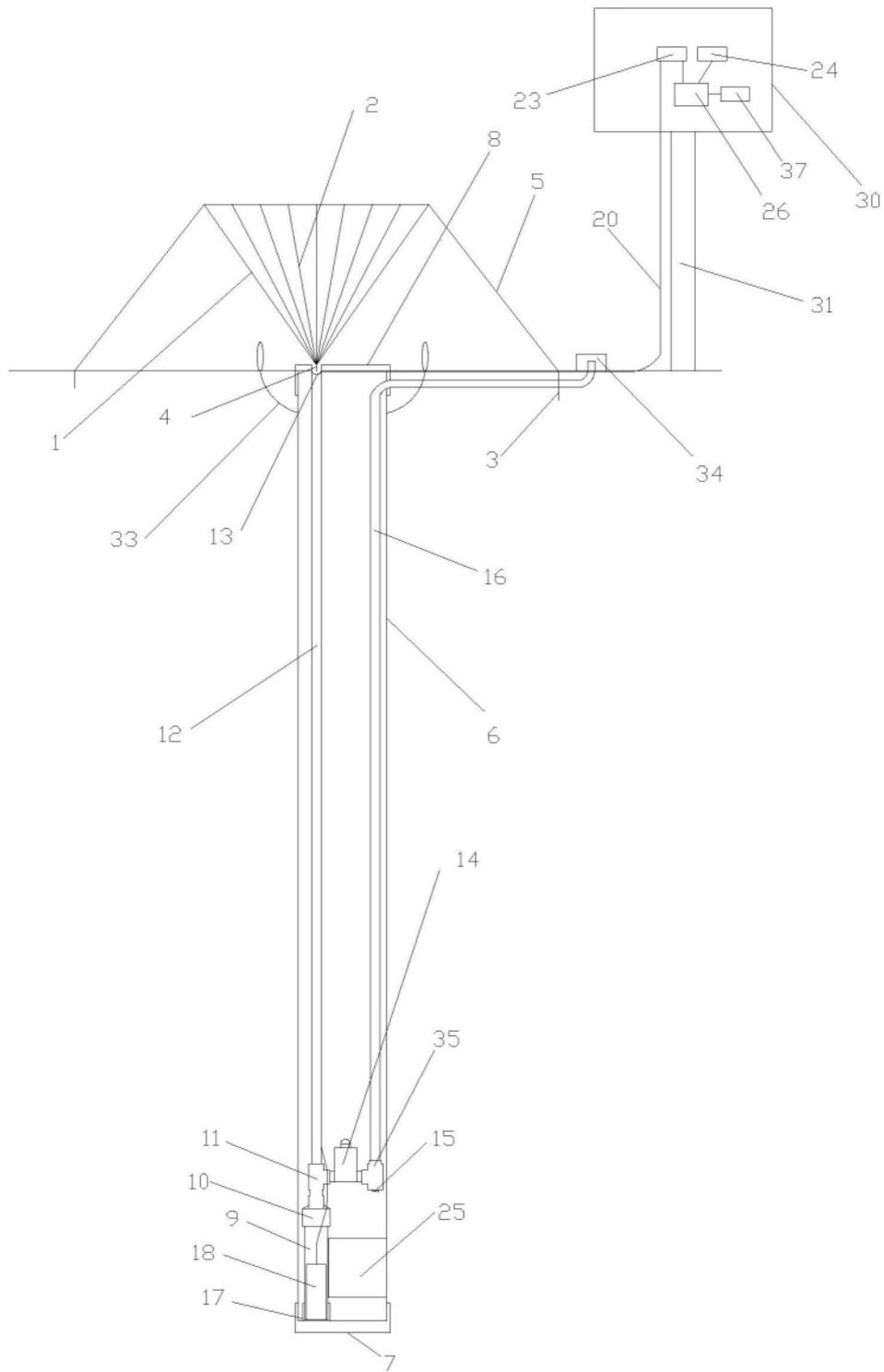


图1

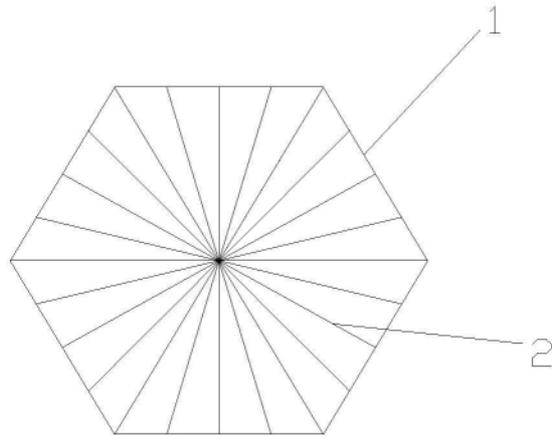


图2

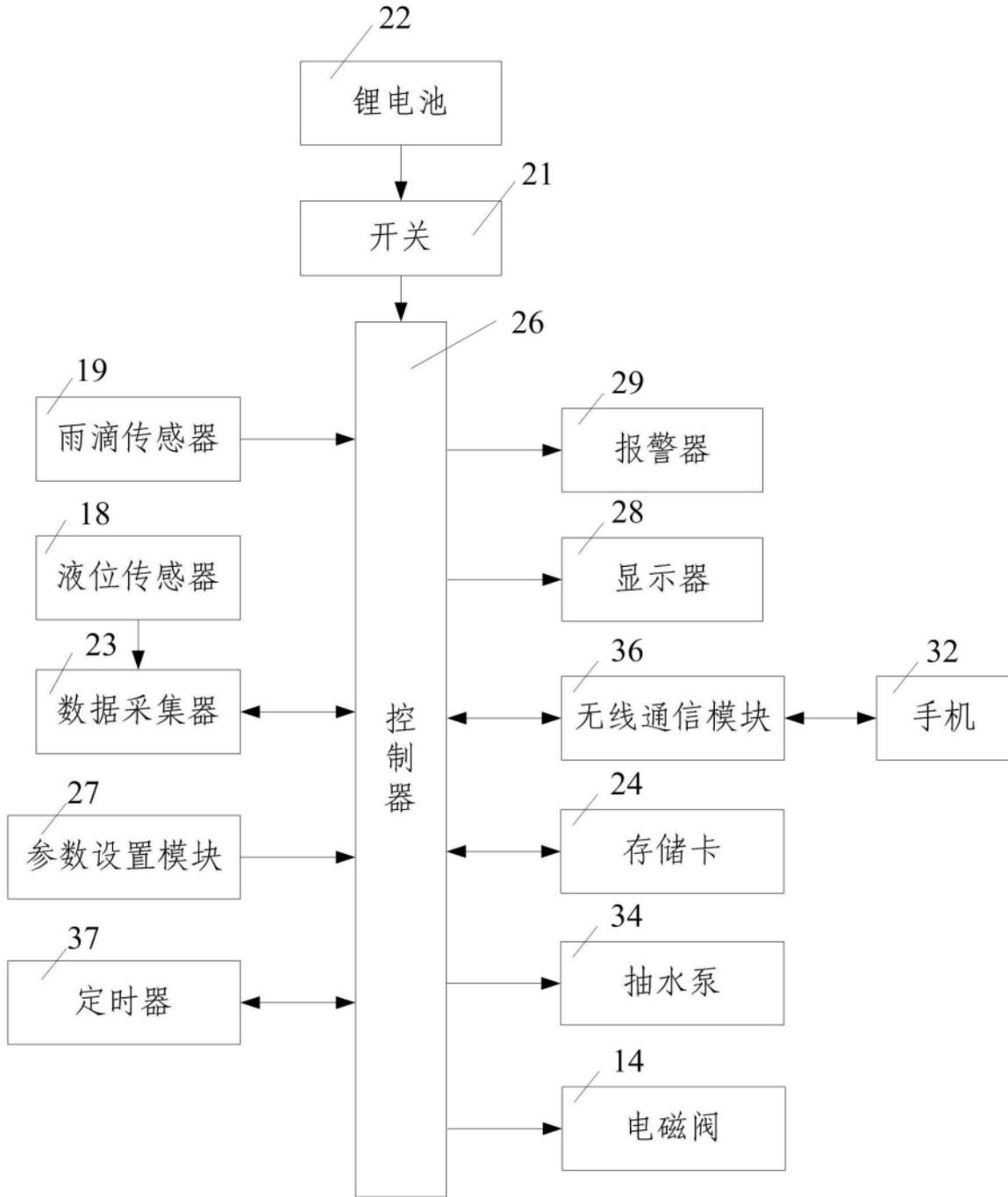


图3

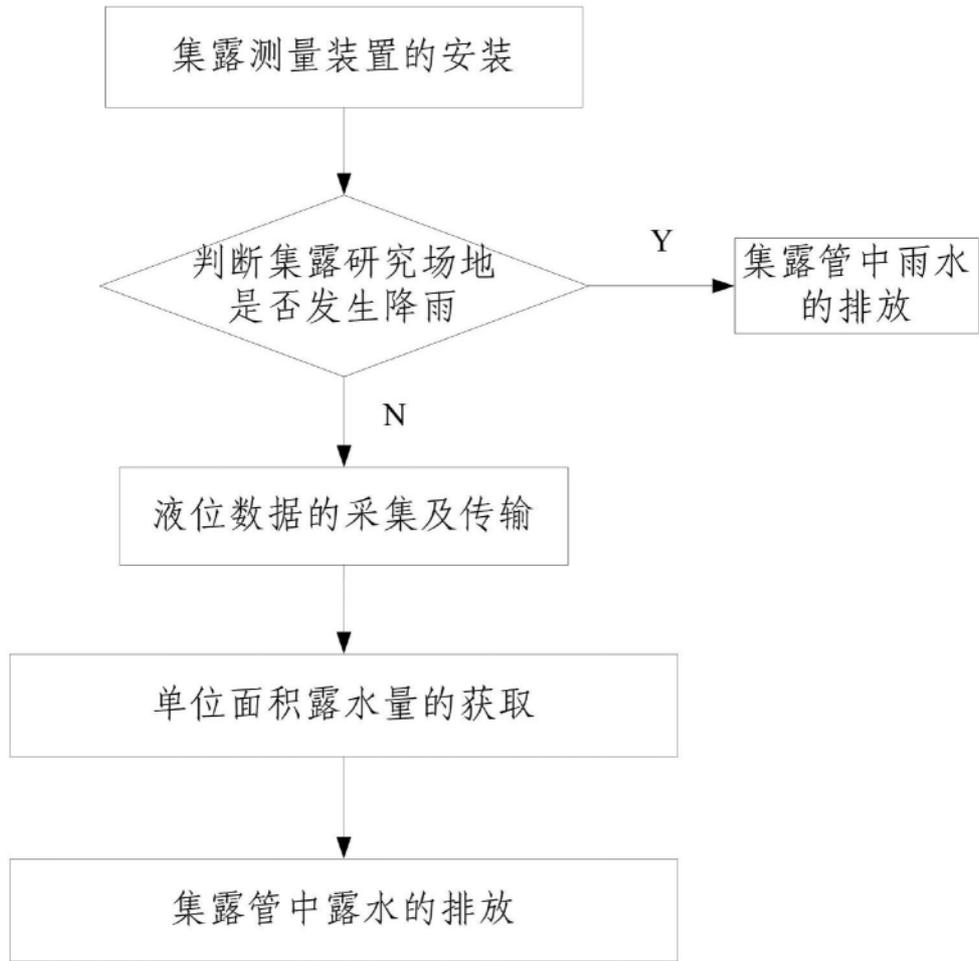


图4