



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108871996 B
(45) 授权公告日 2023. 11. 10

(21) 申请号 201810990640.X
(22) 申请日 2018.08.28
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 108871996 A
(43) 申请公布日 2018.11.23
(73) 专利权人 河北省农林科学院旱作农业研究所
 地址 053000 河北省衡水市桃城区胜利东路1966号
(72) 发明人 马俊永 曹彩云 党红凯 郑春莲
 李科江 马筱建 李佳
(74) 专利代理机构 河北知亦可为专利代理事务所(特殊普通合伙) 13115
 专利代理师 张建茹
(51) Int.Cl.
 G01N 5/00 (2006.01)
 G01N 33/24 (2006.01)
(56) 对比文件
 CN 102866077 A,2013.01.09
 CN 103115836 A,2013.05.22
 CN 103558120 A,2014.02.05

CN 103592202 A,2014.02.19
CN 105510173 A,2016.04.20
CN 106053554 A,2016.10.26
CN 106066350 A,2016.11.02
CN 107014976 A,2017.08.04
CN 107748187 A,2018.03.02
CN 205594002 U,2016.09.21
FR 2654834 A1,1991.05.24
CN 104034861 A,2014.09.10
王友保.土壤污染与生态修复实验指导.安徽师范大学出版社,2015,22-25.
王黎明;张雪芬;周旭辉;王建波;陈晨;王爱珍.FDR土壤水分传感器原状土壤标定方法研究.气象科技.2016,(第03期),全文.
麦积有,丁祖裕.土壤质量密度、容重、含水率新法测定.宁夏农林科技.1997,(第02期),全文.
马玉莹;雷廷武;张心平;陈逸欣.体积置换法直接测量土壤质量含水率及土壤容重.农业工程学报.2013,(第09期),全文. (续)

审查员 刘晨

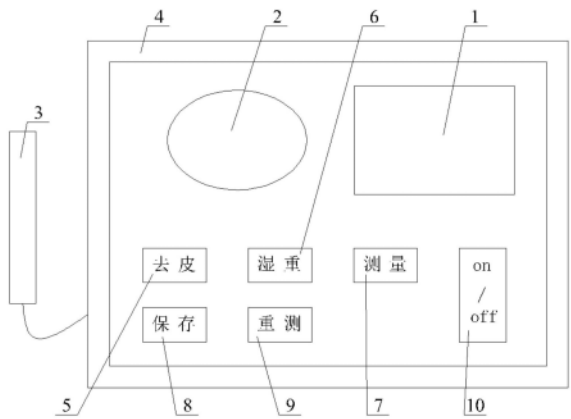
权利要求书2页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称
一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法

(57) 摘要

本发明公开了一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,属于土壤墒情监测方法技术领域,本发明用容重环采集体积为V的湿土样本,利用称量装置测得湿土样本质量 M_s ,利用土壤水分速测仪现场测定土壤的体积含水量 W_v ,根据公式 $W_m=W_v*V/(M_s-W_v*V)*100$,即可计算得出湿土样本的质量含水量 W_m ,根据公式 $\gamma=W_v/W_m$,即可计算得出湿土样本的土壤容重 γ 。本发明在不用烘箱的情况下,就能在土壤测试点当场测定出土壤的质量含水量,从而计算得出土壤容重,不需要再将土样带回实验室,更加方便快捷,而

且现场称重可以有效避免由于湿土样本中的水分流失而产生的误差,测得的数据更加精确。



CN 108871996 B

[接上页]

(56) 对比文件

王黎明;张雪芬;周旭辉;王建波;陈晨;王爱珍.FDR土壤水分传感器原状土壤标定方法研究.气象科技.2016,(第03期),全文.

麦积有,丁祖裕.土壤质量密度、容重、含水

率新法测定.宁夏农林科技.1997,(第02期),全文.

马玉莹;雷廷武;张心平;陈逸欣.体积置换法直接测量土壤质量含水率及土壤容重.农业工程学报.2013,(第09期),全文.

1. 一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,该方法所用的设备包括取样装置、测量装置、数据处理模块和显示模块(1),其特征在于:所述的取样装置是容重环,测量装置包括用于测定土壤体积含水量的土壤水分速测仪、以及用于测定湿土样本质量的称重装置,土壤水分速测仪和称重装置的信号输出端都与数据处理模块的输入端连接,数据处理模块的输出端与显示模块(1)连接,基于上述设备,该方法包括以下步骤:

a、将空容重环放到称重装置上,称量去皮;

b、用去皮后的容重环,在土壤测试点采集湿土样本,并将容重环内的湿土样本修平,得到待测容重环;

c、将待测容重环放到称重装置上,称重装置将测得的湿土样本质量 M_s 发送给数据处理模块;

d、用土壤水分速测仪在土壤测试点进行测量,土壤水分速测仪将测得的体积含水量 W_v 发送给数据处理模块,数据处理模块根据公式 $W_m = W_v * V / (M_s - W_v * V) * 100$ 计算得出质量含水量 W_m ,根据公式 $\gamma = W_v / W_m$ 计算得出土壤容重 γ ,公式中的 V 为湿土样本体积,即为容重环的容积;

e、数据处理模块将计算出的结果发送给显示模块(1)显示出来;

所述的称重装置为电子天平(2),土壤水分速测仪包括速测仪本体和测量头(3),所述的设备还包括壳体(4)、与壳体(4)锁紧固定的侧盖,速测仪本体和数据处理模块都固定在壳体(4)内部,测量头(3)位于壳体(4)外部,壳体(4)的顶板上开设有测量口和显示窗口,电子天平(2)嵌装在测量口处,显示模块(1)嵌装在显示窗口处;

壳体(4)包括顶板(4-1)、底板(4-2)和四个侧板(4-3),一个侧板(4-3)上开设有操作窗口,侧盖设置在操作窗口处并与侧板(4-3)锁紧固定,四个侧板(4-3)的上端面都凸出在顶板(4-1)上方并在顶板(4-1)上方形成一个容纳腔,容纳腔内固定有C形的弹性夹套(4-4),测量头(3)与弹性夹套(4-4)卡接,容纳腔上方设置有盖板(4-5),盖板(4-5)的边缘处开设有过线豁口,盖板(4-5)与侧板(4-3)之间形成为可拆卸式连接。

2. 根据权利要求1所述的一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,其特征在于:在步骤a中,用的称重装置是感量为0.01g的电子天平。

3. 根据权利要求1所述的一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,其特征在于:在步骤b中,是用修土铲或修土刀将容重环内的湿土样本修平。

4. 根据权利要求1所述的一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,其特征在于:在步骤d中,用的土壤水分速测仪为TDR或FDR土壤水分速测仪。

5. 根据权利要求1所述的一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,其特征在于:在步骤d中,是在采集湿土样本的地点周围2-8cm范围内进行测量。

6. 根据权利要求1所述的一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,其特征在于:在壳体(4)的顶板上还设置有操作面板,操作面板上设置有去皮按键(5)、湿重按键(6)、测量按键(7)、保存按键(8)、重测按键(9)和on/off按键(10),上述所有按键都与数据处理模块连接。

7. 根据权利要求1所述的一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,其特征在于:所述的数据处理模块包括微控制器单元MCU和数据存储模块,土壤水分速测仪和称重装置的信号输出端都与微控制器单元MCU的输入端连接,微控制器单元MCU的输出端同时与数

据存储模块和显示模块(1)连接。

8.根据权利要求7所述的一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,其特征在于:所述的微控制器单元MCU借助其数据信号、地址信号及读写控制信号与数据存储模块连接,微控制器单元MCU借助其数据信号、地址信号及显示控制信号与显示模块(1)连接。

一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法

技术领域

[0001] 本发明属于土壤墒情监测方法技术领域,涉及到一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法。

背景技术

[0002] 土壤体积含水量是多数土壤水分监测仪器的传感器响应变量和测定结果。但体积含水量受土壤容重的影响比较大,而耕层土壤由于种植耕作作业的原因,容重变化又很大。因此体积含水量在节水灌溉农业应用中有很多局限性。另外,因其稳定性好,一般校正仪器也多数采用质量含水量。但在实际应用中,质量含水量一般用烘箱将土样烘干,然后进行称重的方法来进行测定,需要将土样带回实验室,不便现场测定。而现场土壤水分测定一般是给出的体积含水量。如果想在质量含水量与体积含水量之间进行换算,需要用到土壤的容重,而容重的测定也需要带回土壤烘干。因此,如何在现场,不用烘箱情况下能测定土壤的质量含水量一直是个难题。

发明内容

[0003] 本发明为了克服现有技术的缺陷,设计了一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,在不用烘箱的情况下,就能在土壤测试点当场测定出土壤的质量含水量和土壤容重,不需要再将土样带回实验室,更加方便快捷,而且现场称重可以有效避免湿土样本中的水分流失,测得的数据更加精确。

[0004] 本发明所采取的具体技术方案是:一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,该方法所用的设备包括取样装置、测量装置、数据处理模块和显示模块,关键在于:所述的取样装置是容重环,测量装置包括用于测定土壤体积含水量的土壤水分速测仪、以及用于测定湿土样本质量的称重装置,土壤水分速测仪和称重装置的信号输出端都与数据处理模块的输入端连接,数据处理模块的输出端与显示模块连接,基于上述设备,该方法包括以下步骤:

[0005] a、将空容重环放到称重装置上,称量去皮;

[0006] b、用去皮后的容重环,在土壤测试点采集湿土样本,并将容重环内的湿土样本修平,得到待测容重环;

[0007] c、将待测容重环放到称重装置上,称重装置将测得的湿土样本质量 M_s 发送给数据处理模块;

[0008] d、用土壤水分速测仪在土壤测试点进行测量,土壤水分速测仪将测得的体积含水量 W_v 发送给数据处理模块,数据处理模块根据公式 $W_m = W_v * V / (M_s - W_v * V) * 100$ 计算得出质量含水量 W_m ,根据公式 $\gamma = W_v / W_m$ 计算得出土壤容重 γ ,公式中的 V 为湿土样本体积,即为容重环的容积;

[0009] e、数据处理模块将计算出的结果发送给显示模块显示出来。

[0010] 在步骤a中,用的称重装置是感量为0.01g的电子天平。

[0011] 在步骤b中,是用修土铲或修土刀将容重环内的湿土样本修平。

[0012] 在步骤d中,用的土壤水分速测仪为TDR或FDR土壤水分速测仪。

[0013] 在步骤d中,是在采集湿土样本的地点周围2-8cm范围内进行测量。

[0014] 所述的称重装置为电子天平,土壤水分速测仪包括速测仪本体和测量头,所述的设备还包括壳体、与壳体锁紧固定的侧盖,速测仪本体和数据处理模块都固定在壳体内部,测量头位于壳体外部,壳体的顶板上开设有测量口和显示窗口,电子天平嵌装在测量口处,显示模块嵌装在显示窗口处。

[0015] 在壳体的顶板上还设置有操作面板,操作面板上设置有去皮按键、湿重按键、测量按键、保存按键、重测按键和on/off按键,上述所有按键都与数据处理模块连接。

[0016] 所述的数据处理模块包括微控制器单元MCU和数据存储模块,土壤水分速测仪和称重装置的信号输出端都与微控制器单元MCU的输入端连接,微控制器单元MCU的输出端同时与数据存储模块和显示模块连接。

[0017] 所述的微控制器单元MCU借助其数据信号、地址信号及读写控制信号与数据存储模块连接,微控制器单元MCU借助其数据信号、地址信号及显示控制信号与显示模块连接。

[0018] 本发明的有益效果是:用容重环采集体积为V的湿土样本,利用称量装置测得湿土样本质量 M_s ,利用土壤水分速测仪现场测定土壤的体积含水量 W_v ,数据处理模块根据公式 $W_m = W_v * V / (M_s - W_v * V) * 100$,即可计算得出湿土样本的质量含水量 W_m ,根据公式 $\gamma = W_v / W_m$,即可计算得出湿土样本的土壤容重 γ 。本发明在不用烘箱的情况下,就能在土壤测试点当场测定出土壤的质量含水量和土壤容重,不需要再将土样带回实验室,更加方便快捷,而且现场称重可以有效避免由于湿土样本中的水分流失而产生的误差,测得的数据更加精确。

附图说明

[0019] 图1为本发明中所用设备的结构示意图。

[0020] 图2为图1中壳体的结构示意图。

[0021] 附图中,1代表显示模块,2代表电子天平,3代表测量头,4代表壳体,4-1代表顶板,4-2代表底板,4-3代表侧板,4-4代表弹性夹套,4-5代表盖板,5代表去皮按键,6代表湿重按键,7代表测量按键,8代表保存按键,9代表重测按键,10代表on/off按键。

具体实施方式

[0022] 下面结合具体实施例对本发明作详细说明:

[0023] 具体实施例,一种现场测定土壤质量含水量和土壤容重的方法,该方法所用的设备包括取样装置、测量装置、数据处理模块和显示模块1,如图1所示,所述的取样装置是容重环,测量装置包括用于测定土壤体积含水量的土壤水分速测仪、以及用于测定湿土样本质量的称重装置,土壤水分速测仪和称重装置的信号输出端都与数据处理模块的输入端连接,数据处理模块的输出端与显示模块1连接,其中,数据处理模块包括微控制器单元MCU和数据存储模块,土壤水分速测仪和称重装置的信号输出端都与微控制器单元MCU的输入端连接,微控制器单元MCU的输出端同时与数据存储模块和显示模块1连接。微控制器单元MCU借助其数据信号、地址信号及读写控制信号与数据存储模块连接,微控制器单元MCU借助其数据信号、地址信号及显示控制信号与显示模块1连接。数据存储模块是用于存储土壤测试

点、测试时间、体积含水量、质量含水量及容重的数据存储器。显示模块1是用来显示土壤测试点、测试时间、体积含水量、质量含水量及容重的LCD显示器。

[0024] 称重装置为电子天平2,土壤水分速测仪包括速测仪本体和测量头3,所述的设备还包括壳体4、与壳体4锁紧固定的侧盖,速测仪本体和数据处理模块都固定在壳体4内部,测量头3位于壳体4外部,壳体4的顶板上开设有测量口和显示窗口,电子天平2嵌装在测量口处,显示模块1嵌装在显示窗口处。将速测仪本体、数据处理模块、电子天平2和显示模块1都集成在壳体4内部,搬运时更加方便,整体更加整齐美观。

[0025] 在壳体4的顶板上还设置有操作面板,测量口和显示窗口在壳体4的顶板上沿左右方向排列,操作面板位于测量口和显示窗口下方,操作面板上设置有去皮按键5、湿重按键6、测量按键7、保存按键8、重测按键9和on/off按键10,上述所有按键都与数据处理模块连接。各个按键分工明确,操作时更加直观,简单方便。

[0026] 如图2所示,壳体4包括顶板4-1、底板4-2和四个侧板4-3,一个侧板上开设有操作窗口,侧盖设置在操作窗口处并与侧板4-3锁紧固定,四个侧板4-3的上端面都凸出在顶板4-1上方并在顶板4-1上方形成一个容纳腔,容纳腔内固定有C形的弹性夹套4-4,测量头3与弹性夹套4-4卡接,容纳腔上方设置有盖板4-5,盖板4-5的边缘处开设有过线豁口,盖板4-5与侧板4-3之间形成为可拆卸式连接。速测仪器不需要使用时,将测量头3卡接在弹性夹套4-4内,将盖板4-5与侧板4-3锁紧固定即可,测量头3与速测仪本体之间的连线通过过线豁口进入到容纳腔内。需要使用时,将盖板4-5拆卸下来,将测量头3拔出,不需要使用时,将测量头3插回到弹性夹套4-4内即可,结构简单,使用方便。同时,盖板4-5还可以起到保护显示模块1、电子天平2和操作面板的作用,避免该设备在不需要使用时不小心被碰到而产生误操作,更加安全可靠。为了避免测量头3直接与弹性夹套4-4刚性接触而在反复插拔过程中被磨损,在弹性夹套4-4内壁上设置有弹性防护层,可以起到很好的防护作用。

[0027] 盖板4-5与侧板4-3之间可以借助搭扣连接,也可以借助螺栓连接,本发明在盖板4-5下端面有对称设置的两个燕尾条,侧板4-3上端面开设有燕尾槽,盖板4-5借助燕尾条和燕尾槽的配合与侧板4-3插接,连接牢固可靠,拆装时也不用借助外部设备,简单方便。

[0028] 为了防止容重环在搬运过程中被磕碰损坏,在容纳腔内固定有定位套,定位套内壁上固定有弹性缓冲层,不用时将容重环插装固定在定位套内即可。

[0029] 本发明中所用的容重环包括环体和盖体,环体的两端都设置有盖体,盖体为L形结构,盖体的内径等于环体外径,采集湿土样本时,先将两个盖体与环体分离,然后用环体去采样,采样完成后,用修土铲或修土刀将环体内的湿土样本修平,然后将两个盖体与环体扣合,可以防止环体内的土壤外流而影响测量数据的准确性。

[0030] 基于上述设备,该方法包括以下步骤:

[0031] a、按on/off按键,打开设备的开关,将空容重环放到电子天平上,按去皮按键,给容重环称量去皮,电子天平的感量为0.01g;

[0032] b、将两个盖体与环体分离,用环体在土壤测试点采集湿土样本(即将环体插入到土壤内采集湿土样本),并用修土铲或修土刀将环体内的湿土样本修平,然后将两个盖体与环体扣合,得到待测容重环;

[0033] c、将待测容重环放到电子天平上,电子天平将测得的湿土样本质量 M_s 发送给微控制器单元MCU,然后按湿重按键,则微控制器单元MCU将湿土样本质量 M_s 发送给数据存储器

进行存储,如果想要重新测量的话,先按重测按键,然后再按湿重按键即可;

[0034] d、用土壤水分速测仪的测量头,在采集湿土样本的地点周围(即在环体插入点周围)2-8cm范围内进行测量,土壤水分速测仪将测得的体积含水量 W_v 发送给微控制器单元MCU,微控制器单元MCU将体积含水量 W_v 发送给数据存储器进行存储,然后按测量按键,则微控制器单元MCU根据公式 $W_m = W_v * V / (M_s - W_v * V) * 100$ 计算得出质量含水量 W_m ,根据公式 $\gamma = W_v / W_m$ 计算得出土壤容重 γ ,公式中的 V 为湿土样本体积,即为容重环的容积,测量开始前已通过微控制器单元MCU将具体数值存储到数据存储器中;

[0035] e、微控制器单元MCU将计算出的结果发送给LCD显示器,LCD显示器上会显示出土壤的体积含水量 W_v 、质量含水量 W_m 和容重 γ 的具体数值,然后按保存按键,则测定的上述数值会同时保存到数据存储器中,测定完成后可导出测定结果,最后按on/off按键,关闭设备的开关即可。

[0036] 本发明中所用公式 $W_m = W_v * V / (M_s - W_v * V) * 100$ 的推导原理如下所示:

[0037] 公式①、 $W_m = M_w / M_d * 100$, W_m 为质量含水量, M_w 为湿土样本中土壤水的质量, M_d 为湿土样本中干土的质量;

[0038] 公式②、 $M_w = W_v * V$, W_v 是利用土壤水分速测仪测定的土壤的体积含水量, V 是湿土样本体积,即为容重环的容积;

[0039] 公式③、 $M_d = M_s - M_w$, M_s 为湿土样本质量;

[0040] 将公式②和③代入到①中,即可得出土壤的质量含水量 $W_m = W_v * V / (M_s - W_v * V) * 100$ 。

[0041] 2018年在河北省农林科学院旱作农业研究所实验站,选取五个湿土样本,所用容重环的容积即每个湿土样本体积 $V = 100\text{cm}^3$,用烘干法、本发明的现场测定法分别测定每个湿土样本的质量含水量,所得数据如下面的表1所示:

[0042] 表1两种方法分别得到的体积含水量和质量含水量

湿土样本	湿土样本的质量 M_s (g)	烘干法		现场测定法	
		体积含水量 (%)	质量含水量 (%)	体积含水量 W_v (%)	质量含水量 W_m (%)
1	153.3	13.0	9.3	13.1	9.34
2	160.7	25.3	18.7	25.2	18.60
3	170.7	25.1	17.3	25.0	17.16
4	145.2	8.1	5.9	8.3	6.06
5	178.5	27.0	17.8	26.8	17.67

[0044] 将用烘干法和本发明的现场测定法得到的质量含水量进行比较,其结果如下面的表2所示:

[0045] 表2两种方法分别得到的质量含水量的比较

	湿土样本	湿土样本的质量 Ms (g)	现场测定法得到的质量含水量 Wm (%)	烘干法得到的质量含水量 (%)	质量含水量的差值 (%)	质量含水量的差值所占百分比 (%)
[0046]	1	153.3	9.34	9.3	0.04	0.43
	2	160.7	18.60	18.7	-0.1	-0.53
	3	170.7	17.16	17.3	-0.14	-0.81
	4	145.2	6.06	5.9	0.16	2.71
	5	178.5	17.67	17.8	-0.13	-0.73

[0047] 将用烘干法和本发明的现场测定法得到的体积含水量进行比较,其结果如下面的表3所示:

[0048] 表3两种方法分别得到的体积含水量的比较

	湿土样本	湿土样本的质量 Ms (g)	现场测定法得到的体积含水量 Wm (%)	烘干法得到的体积含水量 (%)	体积含水量的差值 (%)	体积含水量的差值所占百分比 (%)
[0049]	1	153.3	13.1	13.0	0.1	0.77
	2	160.7	25.2	25.3	-0.1	-0.40
	3	170.7	25.0	25.1	-0.1	-0.40
	4	145.2	8.3	8.1	0.2	2.47
	5	178.5	26.8	27.0	-0.2	-0.74

[0050] 将用烘干法和本发明的现场测定法得到的土壤容重进行比较,其结果如下面的表4所示:

[0051] 表4两种方法分别得到的土壤容重的比较

	湿土样本	湿土样本的质量 Ms (g)	现场测定法得到的土壤容重 γ (g/cm ³)	烘干法得到的土壤容重 γ (g/cm ³)	土壤容重的差值 (g/cm ³)	土壤容重的差值所占百分比 (%)
[0052]	1	153.3	1.403	1.398	0.005	0.358
	2	160.7	1.355	1.353	0.002	0.148
	3	170.7	1.457	1.451	0.006	0.414
	4	145.2	1.370	1.373	-0.003	-0.218
	5	178.5	1.517	1.517	0	0

[0053] 由表2中的数据可知,用本发明的现场测定法得到的质量含水量与烘干法得到的质量含水量十分接近;由表3中的数据可知,本发明用土壤水分速测仪测得的体积含水量与用烘干法得到的体积含水量也十分接近;由表4中的数据可知,用本发明的公式计算得到的土壤容重与用烘干法得到的土壤容重也十分接近。所以用本发明的方法现场测定土壤质量含水量和土壤容重是没有问题的,本发明的现场测定法具有实际使用价值,可以被广泛使用。

[0054] 本发明在不用烘箱的情况下,就能在土壤测试点当场测定出土壤的质量含水量和土壤容重,不需要再将土样带回实验室,更加方便快捷,而且现场称重可以有效避免由于湿

土样本中的水分流失而产生的误差,测得的数据更加精确。

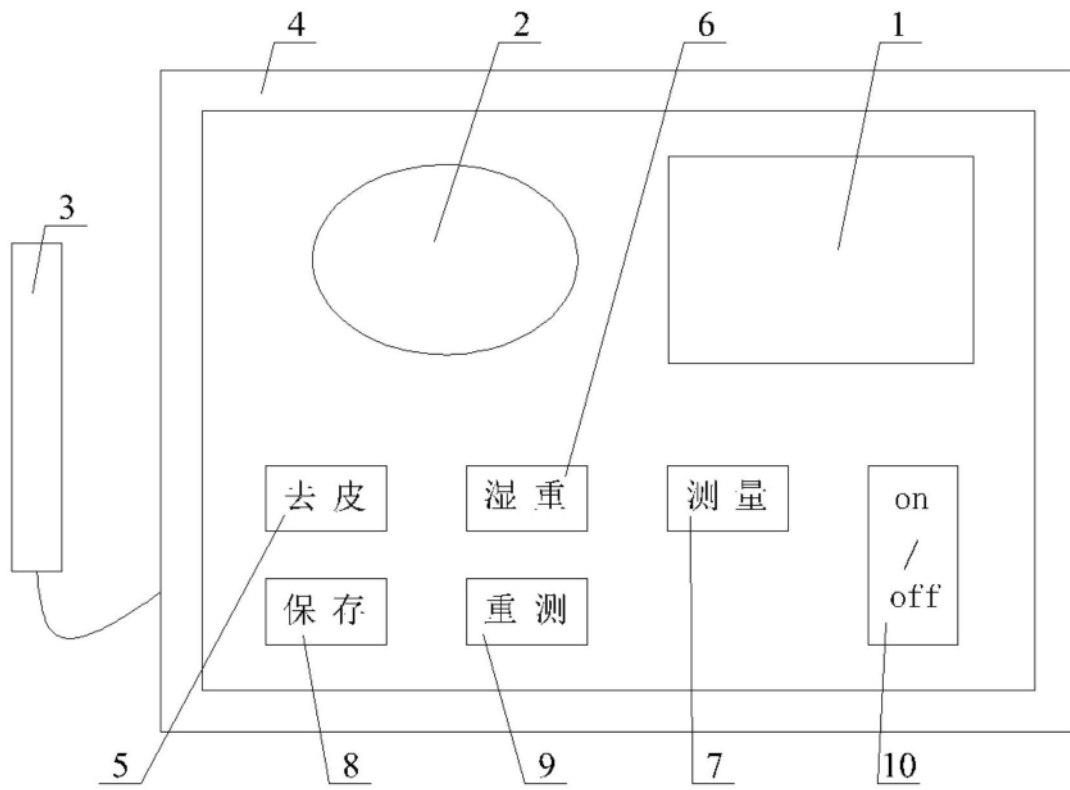


图1

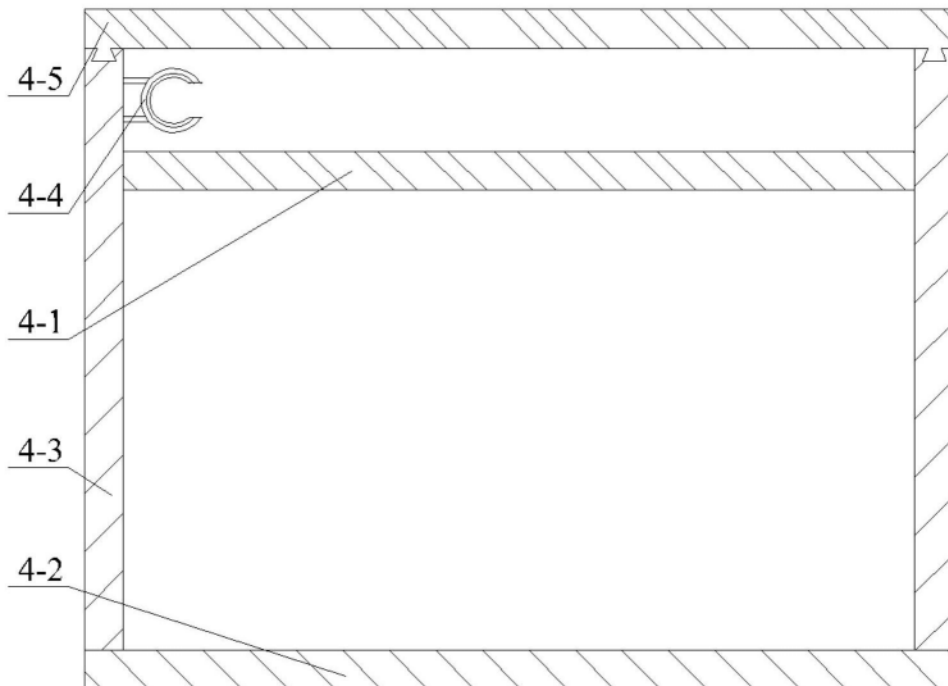


图2