



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 107560960 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 01

(21) 申请号 201710952959.9
 (22) 申请日 2017.10.13
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 107560960 A
 (43) 申请公布日 2018.01.09
 (73) 专利权人 中交第二公路勘察设计研究院有限公司
 地址 430056 湖北省武汉市经济技术开发区创业路18号
 专利权人 武汉大学
 (72) 发明人 张静波 王云 周春梅 曾文博 吕雷 王宇 何斌 付伟
 (74) 专利代理机构 武汉宇晨专利事务所(普通合伙) 42001
 专利代理师 李鹏 王敏锋
 (51) Int. Cl.
 G01N 3/56 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 103776747 A, 2014.05.07
 CN 105928827 A, 2016.09.07
 JP H10124700 A, 1998.05.15
 RU 2010146363 A, 2012.05.20
 SU 1103147 A1, 1984.07.15
 CN 207300781 U, 2018.05.01
 CN 1584542 A, 2005.02.23
 CN 106290800 A, 2017.01.04
 KR 101354452 B1, 2014.01.27
 US 5243850 A, 1993.09.14
 付玉等. 雨滴击溅对耕作层土壤团聚体粒径分布的影响. 农业工程学报. 2017, (第03期), 第155-160页.
 David Jon Furbish et al. Rain splash of dry sand revealed by high-speed imaging and sticky paper splash targets. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH. 2007, 第112卷第F01001页.

审查员 钟巧慧

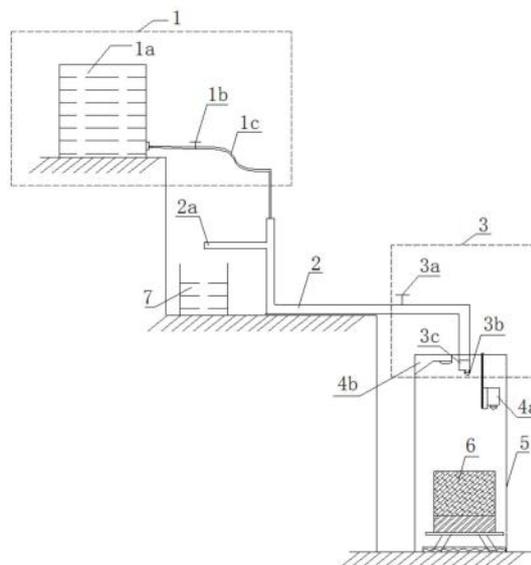
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种测量细粒土耐溅蚀能力的装置及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种测量细粒土耐溅蚀能力的装置,包括供水系统、主体管构、雨滴控制系统和测量系统,还公开了一种测量细粒土耐溅蚀能力的方法。包括:样品制备、装置调试、测试试验三个步骤。可以实现对不同细粒土(砂土、粉土、粉质黏土、黏土、红黏土、膨胀土等)在雨滴作用下耐溅蚀性能进行定量测试和评估,对于路基边坡防冲刷设计具有重要参考和指导意义。



1. 一种测量细粒土耐溅蚀能力的方法,利用一种测量细粒土耐溅蚀能力的装置,上述装置包括供水系统(1)、主体管构(2)、雨滴控制系统(3)和测量系统,

供水系统(1)包括水容器(1a),水容器(1a)通过橡皮软管(1c)与主体管构(2)的上端连通,橡皮软管(1c)上设置有止水夹(1b),

主体管构(2)的上端设置有溢水管(2a),溢水管(2a)下方设置有溢水接收瓶(7),

雨滴控制系统(3)包括设置在主体管构(2)上的调节阀(3a)、设置在主体管构(2)下端的滴水器(3c)以及设置在滴水器(3c)的滴水口的止水套(3b),

测量系统包括设置在试验环境箱(5)的顶部内壁的摄像头(4b)以及位于试验环境箱(5)内的测试土样(6)的上方的激光测距仪(4a),

所述主体管构(2)包括第一垂直管段、水平管段和第二垂直管段,第一垂直管段的底端与水平管段的一端连通,水平管段的另一端与第二垂直管段的顶端连通,第一垂直管段的顶端通过橡皮软管(1c)与水容器(1a)连通,溢水管(2a)设置在第一垂直管段的上部,调节阀(3a)设置在水平管段上,滴水器(3c)设置在第二垂直管段的底端,

其特征在于,上述方法包括以下步骤:

步骤1、制备测试土样,测试土样为原状土或压实土,测试土样的形状均为圆柱形土样;

步骤2、控制滴水器(3c)的滴水口的水滴在单位时间内的滴落滴数;

步骤3、首先将测试土样放置入试验环境箱(5)中,并采用激光测距仪(4a)对测试土样的表面高度数据H1进行采集,然后打开止水套(3b)设定时间对测试土样进行测试实验,测试试验完成后,关闭调节阀(3a),采用激光测距仪(4a)和摄像头(4b)分别对测试土样的溅蚀坑深度和面积进行测量。

2. 根据权利要求1所述的一种测量细粒土耐溅蚀能力的方法,其特征在于,

所述的压实土的制备包括以下步骤:

步骤1.1、首先筛除试料中粒径大于40mm的颗粒,然后再采用四分法分样将已过筛的试料依次采用四分法分成8份,将其中6份试料分别加入设定的不同量的水,拌匀后闷料一夜备用,

步骤1.2、取出闷料后的6份试料进行重型Ⅱ-2型击实试验,重型Ⅱ-2型击实试验中每份试料分为3个小份并分3层击实后获得试样,然后量测每个试样的质量,计算相应的干密度,并取试样的中心土样,测中心土样的含水率,以干密度为纵坐标,含水率为横坐标,在坐标中标记各个试样点,从而绘制出试样的干密度与含水率关系曲线,得出试样的最大干密度,用插值法在试样的干密度与含水率关系曲线上求得93%最大干密度对应的含水率,

步骤1.3、最后将步骤1.1中剩余的2份试料加入适量的水,使其含水率达到93%最大干密度对应的含水率后进行重型Ⅱ-2型击实,重型Ⅱ-2型击实分3层进行,制备成压实土样。

3. 根据权利要求2所述的一种测量细粒土耐溅蚀能力的方法,其特征在于,所述的步骤2包括以下步骤:

开启止水夹(1b),水由橡皮软管(1c)流入到主体管构(2)并从溢水管(2a)流出,保证主体管构(2)内充满了水并保持溢水管(2a)有均匀流速的水流出,打开止水套(3b),调节调节阀(3a),采用秒表计时,最终控制60秒内水滴量为设定滴数,最后关闭止水套(3b)。

4. 根据权利要求3所述的一种测量细粒土耐溅蚀能力的方法,其特征在于,所述的步骤3中的采用激光测距仪(4a)和摄像头(4b)分别对测试土样的溅蚀坑深度和面积进行测量包

括以下步骤:

首先采用激光测距仪(4a)测定激光测距仪(4a)距离水滴造成溅蚀坑之前的土样表面高度数据H1,打开止水套(3b)设定时间对测试土样进行测试实验后,再次采用激光测距仪(4a)测定激光测距仪(4a)距离溅蚀坑的坑底的高度数据H2,则溅蚀坑深度 $D=H2-H1$,然后放一片尺寸为 $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ 设定尺寸的正方形薄片作为标尺物放置在土样溅蚀坑旁,采用摄像头(4b)同时对方形薄片和溅蚀坑进行拍照获得测量图像,根据测量图像求取方形薄片的三个边的边长的平均值L1,根据测量图像求取溅蚀坑的三个直径的平均值 Φ_1 ,溅蚀坑的真实孔径 $\Phi = \frac{\Phi_1 \times 10\text{mm}}{L_1}$,进而获得溅蚀坑面积。

一种测量细粒土耐溅蚀能力的装置及方法

技术领域

[0001] 本发明隶属于岩土工程技术领域,具体涉及一种测量细粒土耐溅蚀能力的装置,还涉及一种测量细粒土耐溅蚀能力的方法。

背景技术

[0002] 土壤的溅蚀是土侵蚀的重要形式和组成部分,是指由于降雨雨滴打击土壤表层,导致土壤颗粒分散和迁移的一种侵蚀过程。其是土壤侵蚀过程的前期阶段和关键环节,并影响着边坡稳定。

[0003] 雨滴溅蚀的过程同时是一个能量转化的过程:地表未产生径流时,具有动能的雨滴打击地表,一部分能量被土壤颗粒吸收,转化为热能。而未被吸收的“过剩”能量破坏了土壤结构,甚至转化为土粒势能,使一部分土粒跃移。由于重力的作用,这些被溅起的土粒重新落到地表,成为“孤立”的土粒。随着雨滴的不断打击,这种溅起土粒的过程不断进行。当地表产生径流后,雨滴直接作用的对象则由土壤转变为“水层”。即雨滴首先与水层发生碰撞,一部分能量被水层吸收发热,而“剩余”的能量再次与土壤碰撞,该剩余的能量一部分被土壤颗粒吸收,另一部分则用于破坏土壤结构。但此时这种“二次剩余”能量较小,产生的溅蚀就较小。

[0004] 虽雨滴直径一般不超过6mm,但是长时间集中暴雨所集聚的能量仍是不可小觑,因此其强度受降雨影响显著。现阶段,雨滴的溅蚀量一般用溅蚀盘或溅蚀杯法测得。溅蚀量影响因素大致可分为两类:一是动能因素,与雨滴大小、降落速度有关;二是地表因素,与土壤类别、土壤表层密度、植被条件等有关。国内外学者,针对上述影响因素做了大量试验,但是大多只研究了溅蚀量的变化,土壤的溅蚀破坏情况却没有进一步研究。因此,研究土壤在溅蚀过程中其表面的破坏状况对于细粒土的耐溅蚀能力研究意义重大。

发明内容

[0005] 本发明针对现有技术存在的上述缺陷,为了确定细粒土在雨水作用下的破坏情况,评价细粒土的耐溅蚀性能,提出一种测量细粒土耐溅蚀能力的装置,还提出了一种测量细粒土耐溅蚀能力的方法。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:

[0007] 一种测量细粒土耐溅蚀能力的装置,包括供水系统,还包括主体管构、雨滴控制系统和测量系统,

[0008] 供水系统包括水容器,水容器通过橡皮软管与主体管构的上端连通,橡皮软管上设置有止水夹,

[0009] 主体管构的上端设置有溢水管,溢水管下方设置有溢水接收瓶,

[0010] 雨滴控制系统包括设置在主体管构上的调节阀、设置在主体管构下端的滴水器以及设置在滴水器的滴水口的止水套,

[0011] 测量系统包括设置在试验环境箱的顶部内壁的摄像头以及位于试验环境箱内的

测试土样的上方的激光测距仪。

[0012] 如上所述的主体管构包括第一垂直管段、水平管段和第二垂直管段,第一垂直管段的底端与水平管段的一端连通,水平管段的另一端与第二垂直管段的顶端连通,第一垂直管段的顶端通过橡皮软管与水容器连通,溢水管设置在第一垂直管段的上部,调节阀设置在水平管段上,滴水器设置在第二垂直管段的底端。

[0013] 如上所述的第一垂直管段、水平管段和第二垂直管段均为管径为25mm的PVC管,水容器的容积为4L,滴水器的滴水口径为10mm,试验环境箱为板厚3mm的透明亚克力板,试验环境箱的高×宽×长为1200cm×40cm×40cm。

[0014] 主体管构主要为保证试验过程中管道的水压保持稳定,雨滴控制系统主要为控制单位时间内水滴的滴落滴数,测量系统主要为测量细粒土表面在水滴作用下产生溅蚀坑的深度及面积,试验环境箱主要为消除环境因素对试验造成的干扰。

[0015] 当水流漫过至溢水管时,水将从溢水管流出以保持管道内水压稳定。

[0016] 一种测量细粒土耐溅蚀能力的方法,包括以下步骤:

[0017] 步骤1、制备测试土样,测试土样为原状土或压实土,测试土样的形状均为圆柱形土样;

[0018] 步骤2、控制滴水器的滴水口的水滴在单位时间内的滴落滴数;

[0019] 步骤3、首先将测试土样放置入试验环境箱中,并采用激光测距仪对测试土样的表面高度数据H1进行采集,然后打开止水套设定时间对测试土样进行测试实验,测试试验完成后,关闭调节阀,采用激光测距仪和摄像头分别对测试土样的溅蚀坑深度和面积进行测量。

[0020] 如上所述的压实土的制备包括以下步骤:

[0021] 步骤1.1、首先筛除试料中粒径大于40mm的颗粒,然后再采用四分法分样将已过筛的试料依次采用四分法分成8份,将其中6份试料分别加入设定的不同量的水,拌匀后闷料一夜备用,

[0022] 步骤1.2、取出闷料后的6份试料进行重型Ⅱ-2型击实试验,重型Ⅱ-2型击实试验中每份试料分为3个小份并分3层击实后获得试样,然后量测每个试样的质量,计算相应的干密度,并取试样的中心土样,测中心土样的含水率,以干密度为纵坐标,含水率为横坐标,在坐标中标记各个试样点,从而绘制出试样的干密度与含水率关系曲线,得出试样的最大干密度,还可以得到试样的最佳含水率,用插值法在试样的干密度与含水率关系曲线上求得93%最大干密度对应的含水率,

[0023] 步骤1.3、最后将步骤1.1中剩余的2份试料加入适量的水,使其含水率达到93%最大干密度对应的含水率后进行重型Ⅱ-2型击实,重型Ⅱ-2型击实分3层进行,制备成压实土样。

[0024] 如上所述的步骤2包括以下步骤:

[0025] 开启止水夹,水由橡皮软管流入到主体管构并从溢水管流出,保证主体管构内充满了水并保持溢水管有均匀流速的水流出,打开止水套,调节调节阀,采用秒表计时,最终控制60秒内水滴量为设定滴数,最后关闭止水套。

[0026] 如上所述的步骤3中的采用激光测距仪和摄像头分别对测试土样的溅蚀坑深度和面积进行测量包括以下步骤:

[0027] 首先采用激光测距仪测定激光测距仪距离水滴造成溅蚀坑之前的土样表面高度数据H1,打开止水套设定时间对测试土样进行测试实验后,再次采用激光测距仪测定激光测距仪距离溅蚀坑的坑底的高度数据H2,则溅蚀坑深度D=H2-H1,然后放一片尺寸为10mm×10mm设定尺寸的正方形薄片作为标尺物放置在土样溅蚀坑旁,采用摄像头同时对方形薄片和溅蚀坑进行拍照获得测量图像,根据测量图像求取方形薄片的三个边的边长的平均值

L1,根据测量图像求取溅蚀坑的三个直径的平均值 Φ_1 ,溅蚀坑的真实孔径 $\Phi = \frac{\Phi_1 \times 10\text{mm}}{L_1}$

,进而获得溅蚀坑面积。

[0028] 本发明相对于现有技术具有以下有益效果:

[0029] 创新性的提出了以土壤表面破坏状况,来评价细粒土的耐溅蚀行,弥补了现有土壤溅蚀试验,仅针对溅蚀量的变化进行评价的现状。不仅考虑了细粒土在水滴溅蚀过程中,溅蚀坑的深度随时间的变化趋势,同时还考虑了溅蚀坑的孔径大小随时间的变化情况。从多方面评价了细粒土在水滴的滴落过程中其表面形貌的破坏情况,为评估其耐降雨侵蚀性能提供一种切实有效的评价装置和方法。

附图说明

[0030] 图1为本发明装置的结构示意图;

[0031] 图2为试验环境箱内部结构示意图。

[0032] 图中:1-供水系统;1a-水容器;1b-止水夹;1c-橡皮软管;2-主体管构;2a-溢水管;3-雨滴控制系统;3a-调节阀;3b-止水套;3c-滴水器;4a-激光测距仪;4b-摄像头;5-试验环境箱;6-测试土样;7-溢水接收瓶。

具体实施方式

[0033] 为了清晰说明本发明的目的、技术方案及其优点,以下结合实施例,对本发明进行进一步详细介绍。这里所描述的具体实施例仅用以解释本发明,并不用于限定本发明。

实施例1

[0034] 如图1~2所示,一种测量细粒土耐溅蚀能力的装置,包括供水系统1,还包括主体管构2、雨滴控制系统3和测量系统,

[0035] 供水系统1包括水容器1a,水容器1a通过橡皮软管1c与主体管构2的上端连通,橡皮软管1c上设置有止水夹1b,

[0036] 主体管构2的上端设置有溢水管2a,溢水管2a下方设置有溢水接收瓶7,

[0037] 雨滴控制系统3包括设置在主体管构2上的调节阀3a、设置在主体管构2下端的滴水器3c以及设置在滴水器3c的滴水口的止水套3b,

[0038] 测量系统包括设置在试验环境箱5的顶部内壁的摄像头4b以及位于试验环境箱5内的测试土样6的上方的激光测距仪4a。

[0039] 主体管构2包括第一垂直管段、水平管段和第二垂直管段,第一垂直管段的底端与水平管段的一端连通,水平管段的另一端与第二垂直管段的顶端连通,第一垂直管段的顶端通过橡皮软管1c与水容器1a连通,溢水管2a设置在第一垂直管段的上部,调节阀3a设置

在水平管段上,滴水器3c设置在第二垂直管段的底端。

[0040] 如上所述的第一垂直管段、水平管段和第二垂直管段均为管径为25mm的PVC管,水容器1a的容积为4L,滴水器3c的滴水口径为10ml,试验环境箱5为板厚3mm的透明亚克力板,试验环境箱5的高×宽×长为1200cm×40cm×40cm。

[0041] 主体管构主要为保证试验过程中管道的水压保持稳定,雨滴控制系统主要为控制单位时间内水滴的滴落滴数,测量系统主要为测量细粒土表面在水滴作用下产生溅蚀坑的深度及面积,试验环境箱主要为消除环境因素对试验造成的干扰。

[0042] 当水流漫过至溢水管时,水将从溢水管流出以保持管道内水压稳定。

[0043] 如图1~2所示,一种测试细粒土耐溅蚀能力的测试方法,其测试步骤如下:整个测试过程包括:样品制备、装置调试、测试试验三个步骤。具体为:

[0044] 步骤1、制备测试土样,测试土样为原状土或压实土,测试土样的形状均为圆柱形土样;

[0045] 步骤2、控制滴水器3c的滴水口的水滴在单位时间内的滴落滴数;

[0046] 步骤3、首先将测试土样放置入试验环境箱5中,并采用激光测距仪4a对测试土样的表面高度数据H1进行采集,然后打开止水套3b设定时间对测试土样进行测试实验,测试试验完成后,关闭调节阀3a,采用激光测距仪4a和摄像头4b分别对测试土样的溅蚀坑深度和面积进行测量。

[0047] 该套测试装置及方法操作简便,可以实现对不同细粒土(砂土、粉土、粉质黏土、黏土、红黏土、膨胀土等)在雨滴作用下耐溅蚀性能进行定量测试和评估,对于路基边坡防冲刷设计具有重要参考和指导意义。

[0048] 所述的原状土的制备包括以下步骤:进行原状土的取样,其取样方法应符合国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)中关于原状土取样要求的规定,宜采用I级土试样进行本实验,取土器外径应 $\geq 75\text{mm}$,取圆柱形土样,高度不小于10cm。

[0049] 所述的压实土的制备包括以下步骤:

[0050] 步骤1.1、首先筛除试料中粒径大于40mm的颗粒,然后再采用四分法分样将已过筛的试料依次采用四分法分成8份,将其中6份试料分别加入设定的不同量的水,拌匀后闷料一夜备用,

[0051] 步骤1.2、取出闷料后的6份试料进行重型II-2型击实试验,重型II-2型击实试验中每份试料分为3个小份并分3层击实后获得试样,然后量测每个试样的质量,计算相应的干密度,并取试样的中心土样,测中心土样的含水率,以干密度为纵坐标,含水率为横坐标,在坐标中标记各个试样点,从而绘制出试样的干密度与含水率关系曲线,得出试样的最大干密度,还可以得到试样的最佳含水率,用插值法在试样的干密度与含水率关系曲线上求得93%最大干密度对应的含水率,

[0052] 步骤1.3、最后将步骤1.1中剩余的2份试料加入适量的水,使其含水率达到93%最大干密度对应的含水率后进行重型II-2型击实,重型II-2型击实分3层进行,制备成压实土样。

[0053] 所述的步骤2包括以下步骤:

[0054] 开启止水夹1b,水由橡皮软管1c流入到主体管构2并从溢水管2a流出,保证主体管构2内充满了水并保持溢水管2a有均匀流速的水流出,打开止水套3b,调节调节阀3a,采用

秒表计时,最终控制60秒内水滴量为设定滴数,最后关闭止水套3b。

[0055] 所述的步骤3中的采用激光测距仪4a和摄像头4b分别对测试土样的溅蚀坑深度和面积进行测量包括以下步骤:

[0056] 首先采用激光测距仪4a测定激光测距仪4a距离水滴造成溅蚀坑之前的土样表面高度数据H1,打开止水套3b设定时间对测试土样进行测试实验后,再次采用激光测距仪4a测定激光测距仪4a距离溅蚀坑的坑底的高度数据H2,则溅蚀坑深度 $D=H2-H1$,然后放一片尺寸为 $10\text{mm}\times 10\text{mm}$ 设定尺寸的正方形薄片作为标尺物放置在土样溅蚀坑旁,采用摄像头4b同时对方形薄片和溅蚀坑进行拍照获得测量图像,根据测量图像求取方形薄片的三个边的边长的平均值 $L1$,根据测量图像求取溅蚀坑的三个直径的平均值 $\Phi 1$,溅蚀坑的真实孔径 $\Phi = \frac{\Phi 1 \times 10\text{mm}}{L1}$,进而获得溅蚀坑面积。

实施例2

[0057] 步骤1中的为土样为原状土,按照国家标准《岩土工程勘察规范》(GB 50021)中关于原状土的取样要求的在现场制备,适用于测试地表天然土的耐溅蚀能力,步骤2中的水滴量为30滴/每分钟,步骤3中的对测试土样进行测试实验的设定时间为120分钟。其他与实施例1一致。测试结果如表1所示。

[0058] 表1 溅蚀坑深度与孔径测试数据

	样品	溅蚀坑深度 (mm)	溅蚀坑孔径 (mm)
[0059]	测试土样	13.2	15.5

实施例3

[0060] 步骤1中的土样为压实土。适用于测评压实路基土的耐溅蚀能力,步骤2中的水滴量为30滴/每分钟,步骤3中的对测试土样进行测试实验的设定时间为120分钟。其他与实施例1一致。测试结果如表2所示。

[0061] 表2溅蚀坑深度与孔径测试数据

	样品	溅蚀坑深度 (mm)	溅蚀坑孔径 (mm)
[0062]	测试土样	9.4	13.0

[0063] 本文中所描述的具体实施例仅仅是对本发明精神作举例说明。本发明所属技术领域的技术人员可以对所描述的具体实施例做各种各样的修改或补充或采用类似的方式替代,但并不会偏离本发明的精神或者超越所附权利要求书所定义的范围。

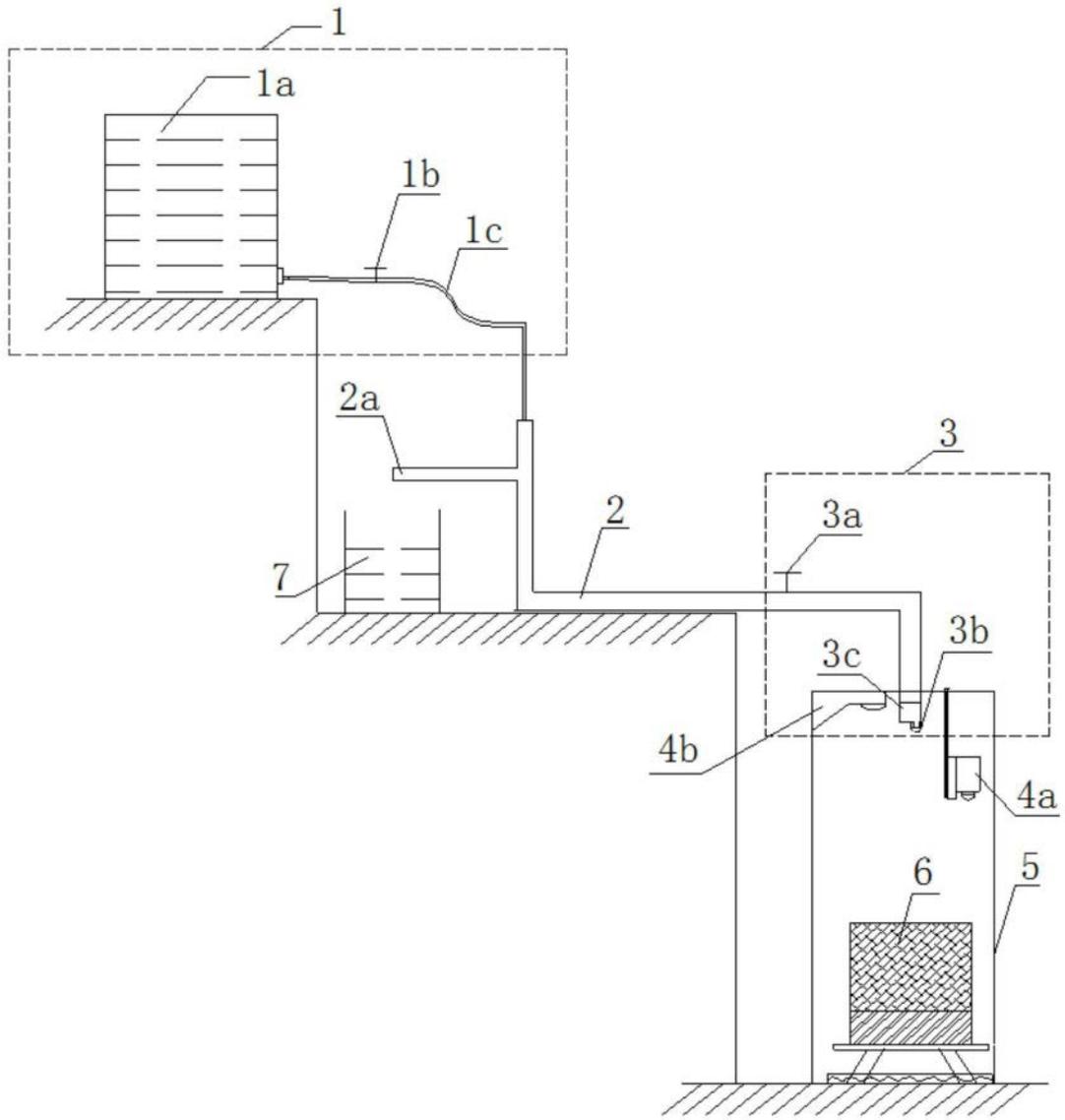


图1

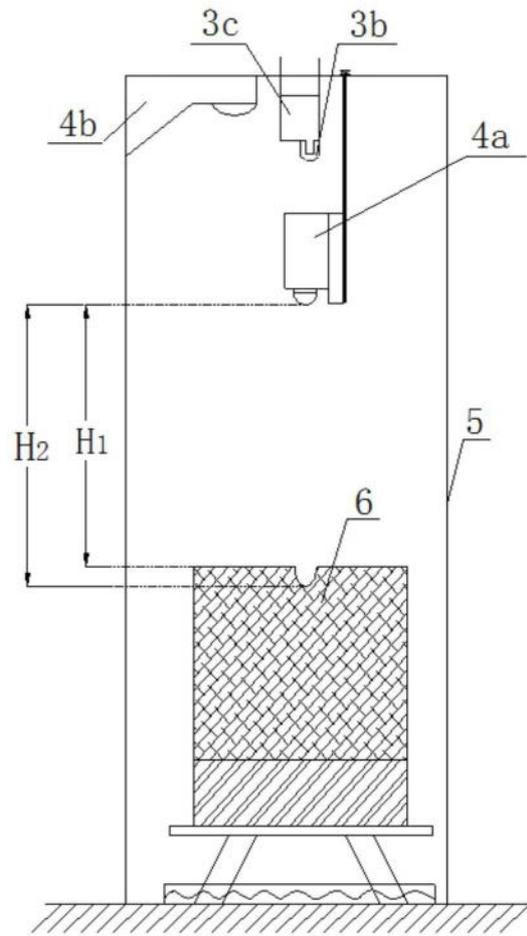


图2