



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 107144523 B

(45)授权公告日 2019.12.03

(21)申请号 201710346506.1

(22)申请日 2017.05.17

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 107144523 A

(43)申请公布日 2017.09.08

(73)专利权人 上海理工大学

地址 200093 上海市杨浦区军工路516号

(72)发明人 李宁 李玉成 赫建勇 陈瑛

(74)专利代理机构 上海德昭知识产权代理有限

公司 31204

代理人 郁旦蓉 颜爱国

(51)Int.Cl.

G01N 17/00(2006.01)

(56)对比文件

CN 204945001 U,2016.01.06,全文.

CN 103885095 A,2014.06.25,全文.

CN 105004646 A,2015.10.28,全文.

CN 103675238 A,2014.03.26,全文.

CN 103452144 A,2013.12.18,全文.

CN 104634945 A,2015.05.20,全文.

CN 205620284 U,2016.10.05,全文.

CN 104569349 A,2015.04.29,

审查员 周冉冉

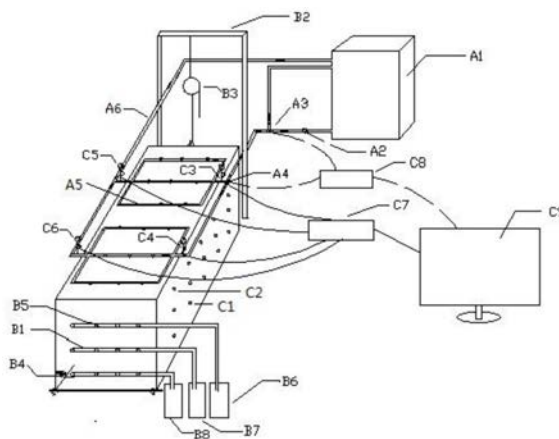
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种模拟降雨时空变化的边坡试验装置

(57)摘要

根据本发明所涉及的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,包括模拟降雨单元、试验平台单元及数据采集分析单元。模拟降雨单元包括通过水管连通的水箱、水压增压部件、多个电磁阀、多个喷头所构成的降雨回路;降雨回路的管路上设置有水压增压部件,数据采集分析单元通过分别控制电磁阀阀门的闭合大小来控制不同管路上的排水流量强度,从而实现模拟降雨的时间和空间的分布。本发明所涉及的模拟降雨时空变化的边坡试验装置操作简单,具有数据采集自动化程度高和可重复性强的特点。



1. 一种模拟降雨时空变化的边坡试验装置,其特征在于,包括:

模拟降雨单元,该模拟降雨单元包括通过水管连通的水箱、水压增压部件、多个电磁阀、多个喷头所构成的降雨回路;

试验平台单元,该试验平台单元设置在所述模拟降雨单元的正下方,包括可变换水平倾斜角度的边坡试验箱、设置在所述边坡试验箱内的多根排水棒、与多根所述排水棒相连通的多个水箱、多个设置在所述边坡试验箱侧壁上的传感器预埋孔、手拉葫芦、测量调整部件;以及

数据采集分析单元,所述数据采集分析单元包括分别设置在传感器预埋孔内的多个张力计和多个土壤水分传感器、多个给水流量计、多个排水流量计、传感器数据采集模块、电磁阀控制模块以及计算机控制模块;

其中,所述手拉葫芦设置在所述边坡试验箱一端的上方,用于将所述边坡试验箱一端吊起,通过调整边坡一段的高度来调整所述边坡的水平倾角,

所述测量调整部件用于测量所述边坡试验箱的水平倾角,

所述传感器预埋孔横向和竖向均为均匀分布,

所述多个电磁阀包括分别与所述水管相连通的第一电磁阀和第二电磁阀,

所述电磁阀控制模块分别与所述第一电磁阀和所述第二电磁阀相连并控制所述第一电磁阀和所述第二电磁阀的工作状态。

2. 根据权利要求1所述的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,其特征在于:

其中,所述数据采集分析单元包括分别与所述水管相连通的第一给水流量计、第二给水流量计、第一排水流量计、第二排水流量计,

所述传感器数据采集模块分别与所述第一给水流量计、所述第二给水流量计、所述第一排水流量计、所述第二排水流量计、多个张力计以及多个土壤水分传感器相连,用于分别采集给水流量、排水流量、张力计以及土壤水分传感器的数据信号。

3. 根据权利要求1所述的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,其特征在于:

其中,所述计算机控制模块,分别与所述传感器数据采集模块、电磁阀控制模块相连,用于接收并处理来自所述所述传感器数据采集模块的数据后,得到控制所述电磁阀控制模块工作状态的控制信号。

4. 根据权利要求1所述的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,其特征在于:

其中,所述第一电磁阀通过分流所述水管中水来模拟试验的降雨时间分布状态。

5. 根据权利要求1所述的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,其特征在于:

其中,所述第二电磁阀通过分流所述水管中水来模拟试验的降雨空间分布状态。

6. 根据权利要求1所述的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,其特征在于:

其中,所述排水棒为管壁上设置有多个通孔的空心管。

7. 根据权利要求1所述的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,其特征在于:

其中,所述边坡试验箱采用强化透明钢化玻璃制成,便于观测试验结果。

8. 根据权利要求1所述的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,其特征在于:

其中,所述水压增压部件为水泵。

一种模拟降雨时空变化的边坡试验装置

技术领域

[0001] 本发明土壤水环境试验测试领域,具体涉及一种模拟降雨时空变化的边坡试验装置。

背景技术

[0002] 由于城市生活垃圾成分的复杂多样性带来处理与利用上的困难。目前垃圾处理方式主要有卫生填埋处理、堆肥处理与焚烧等,且卫生填埋是主要方式。且很多卫生填埋场正面临封场,因此,研究城市固体废弃物填埋场封顶覆盖层的组成具有十分重要的意义。目前认为土质覆盖层具有比复合覆盖层更好的耐久性,更能适应恶劣气候条件,更经济。而土质覆盖层具有一定的坡度,这也是本发明所要解决的问题。

[0003] 目前主要采取理论分析和数值模拟方法对降雨下土层入渗的规律进行研究,而本发明专利提供的实验装置用模拟边坡来模拟垃圾填埋场的土质覆盖层,用自制的模拟降雨设备来模拟自然情况下的降雨,来研究不同降雨强度、降雨历时和降雨类型的边坡土层入渗规律。

[0004] 现有的模拟降雨装置没有考虑降雨的时间和空间变化,未能模拟降雨的真实情况。目前的降雨控制系统在试验过程中,不能连续的测量降雨的雨量,降雨的强度和降雨的类型单一,且不能连续测量断续的降雨情况。例如:一种地基与边坡工程模拟试验平台专利号:z1200720111516.9;试验平台均为;里面的水箱水压为定水头,本专利有水压增压装置,可以调节雨量大小,也可以测量断续条件下的降雨情况。一种模拟降雨及含水量对边坡稳定性影响的分析实验装置申请号:201510026725.2;该平台降雨强度单一,且未考虑降雨的时间和空间变化,未考虑模型表面径流的影响。一种室内模拟降雨入渗的试验装置实用新型专利申请号cn201520732401.6;该模拟降雨入渗装置未考虑变水头下的降雨情况。以上现有的模拟降雨边坡试验装置,均未考虑降雨的时间和空间分布。

发明内容

[0005] 本发明是为了解决上述问题而进行的,目的在于提供一种模拟降雨时空变化的边坡试验装置。

[0006] 本发明提供了一种模拟降雨时空变化的边坡试验装置,具有这样的特征,包括模拟降雨单元,该模拟降雨单元包括通过水管连通的水箱、水泵、多个电磁阀、多个喷头所构成的降雨回路;试验平台单元,该试验平台单元设置在模拟降雨单元的正下方,包括可变换水平倾斜角度的边坡试验箱、设置在边坡试验箱内的多根排水棒、与多根排水棒相连通的多个水箱、多个设置在边坡试验箱内的传感器预埋孔;以及数据采集分析单元,数据采集分析单元包括分别设置在传感器预埋孔内的多个张力计和多个土壤水分传感器、多个给水流量计、多个排水流量计、传感器数据采集模块、电磁阀控制模块以及计算机控制模块。

[0007] 在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,数据采集分析单元包括分别与水管相连通的第一给水流量计、第二给水流量计、第一

排水流量计、第二排水流量计,传感器数据采集模块分别与第一给水流量计、第二给水流量计、第一排水流量计、第二排水流量计、多个张力计以及多个土壤水分传感器相连,用于分别采集给水流量、排水流量、张力计以及土壤水分传感器的数据信号。

[0008] 另外,在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,模拟降雨单元包括分别与水管相连通的第一电磁阀和第二电磁阀,电磁阀控制模块分别与第一电磁阀和第二电磁阀相连并控制第一电磁阀和第二电磁阀的工作状态。

[0009] 另外,在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,计算机控制模块,分别与传感器数据采集模块、电磁阀控制模块相连,用于接收并处理来自传感器数据采集模块的数据后,得到控制电磁阀控制模块工作状态的控制信号。

[0010] 另外,在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,第一电磁阀通过分流水管中水来模拟试验的降雨时间分布状态。

[0011] 另外,在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,第二电磁阀通过分流水管中水来模拟试验的降雨空间分布状态。

[0012] 另外,在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,试验平台单元还包括:手拉葫芦,设置在边坡试验箱一端的上方,用于将边坡试验箱一端吊起,通过调整边坡一段的高度来调整边坡的水平倾角,测量调整部件,用于测量边坡试验箱的水平倾角。

[0013] 另外,在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,排水棒为管壁上设置有多个通孔的空心管。

[0014] 另外,在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,边坡试验箱采用强化透明钢化玻璃制成,便于观测试验结果。

[0015] 另外,在本发明提供的模拟降雨时空变化的边坡试验装置中,还可以具有这样的特征:其中,水压增压部件为水泵。

[0016] 发明的作用与效果

[0017] 根据本发明所涉及的模拟降雨时空变化的边坡试验装置,包括模拟降雨单元、试验平台单元及数据采集分析单元。模拟降雨单元包括通过水管连通的水箱、水压增压部件、多个电磁阀、多个喷头所构成的降雨回路;降雨回路的管路上设置有水压增压部件,数据采集分析单元通过分别控制电磁阀阀门的闭合大小来控制不同管路上的排水流量强度,从而实现模拟降雨的时间和空间的分布。

[0018] 本发明所涉及的模拟降雨时空变化的边坡试验装置操作简单,具有数据采集自动化程度高和可重复性强的特点。

附图说明

[0019] 图1是本发明的实施例中试验装置总示意图;

[0020] 图2是本发明的实施例中降雨模拟单元的平面图;

[0021] 图3是本发明的实施例中倾角测量仪示意图;

[0022] 图4是本发明的实施例中排水棒示意图;

[0023] 图5是本发明的实施例中传感器预埋孔示意图;

[0024] 图6是本发明的实施例中边坡降雨的纵向剖面图;以及

[0025] 图7是本发明的实施例中边坡降雨的横向剖面图。

具体实施方式

[0026] 为了使本发明实现的技术手段、创作特征、达成目的与功效易于明白了解,以下实施例结合附图对本发明所涉及的模拟降雨时空变化的边坡试验装置作具体阐述。

[0027] 实施例

[0028] 模拟降雨时空变化的边坡试验装置包括模拟降雨单元、试验平台单元及数据采集分析单元。

[0029] 模拟降雨单元包括水箱A1、水泵A2、第一电磁阀A3、第二电磁阀A4、多个喷头A5、水管A6构成如图1所示降雨回路图。

[0030] 如图2所示,水管A6上安装有水泵A2、第一电磁阀A3、第二电磁阀A4、喷头A5、第一给水流量计C3、第二给水流量计C4、第一排水流量计C5、第二排水流量计C6;本发明实施例中边坡降雨的喷头A5布置如图6、图7所示。

[0031] 其中,水泵A2为模拟降雨回路提供动力;第一电磁阀A3为三向控制阀,可任意开启两向,用于控制水管A6中水的流向,是流向试验平台B1还是流回水箱A1,进而控制总降雨的强度;第二电磁阀A4用于控制水管A6中两水管分支的水量大小,来考虑降雨的空间分布实验结果的影响;第一给水流量计C3用于检测统计水管A6中左分支(A1-A3流向)中水的进水流量;第二给水流量计C4用于检测统计水管A5右分支(A1-A4流向)中水的进水流量;第一排水流量计C5用于检测统计水管A6中左分支(A1-A3流向)中水的出水流量;第二排水流量计C6用于检测统计水管A6右分支(A1-A4流向)中水的出水流量。实施例中水管A6上按图1所示均布18个喷头A5。水管A6水量流回水箱A1,水箱A1的水可循环利用。

[0032] 试验平台单元设置在模拟降雨单元的正下方,包括可变换水平倾斜角度的边坡试验箱B1、设置在边坡试验箱B1内的多根排水棒B5、与多根排水棒B5相连通的多个水箱、多个设置在边坡试验箱B1内的传感器预埋孔B9。

[0033] 实施例中,试验平台单元包括边坡试验箱B1、水管支架B2、手拉葫芦B3、倾角测量仪B4、排水棒B5、水箱B6、水箱B7、水箱B8、传感器预埋孔B9。

[0034] 试验平台单元设置在模拟降雨单元的正下方30cm的位置。

[0035] 如图1所示,边坡试验箱B1采用强化透明钢化玻璃制成,便于观测试验结果,边坡试验箱B1的前端底部有一转轴设计。手拉葫芦B3设置在边坡试验箱B1后端的上方,用于将边坡试验箱B1的后端吊起,通过调整边坡一段的高度来调整边坡的水平倾角,测量调整部件,用于测量边坡试验箱B1的水平倾角,实施例中,测量调整部件为倾角测量仪B4,倾角测量仪B4设置在边坡试验箱B1的前端,倾角测量仪B4包括具有如图3所示的倾角刻度表的表盘和指针,表盘固定设置在地面上,表盘的端点与转轴重合,指针和边坡试验箱B1是一体的,在试验中可通过控制手拉葫芦B3调整边坡试验箱B1后端的高度,进而调整边坡试验箱B1的倾角,而这个倾角可通过固定的倾角测量仪B4来测出,边坡试验箱B1通过转轴转动,可直接在表盘上读取边坡倾角数值。

[0036] 在边坡试验箱B1的侧壁上预留有多个如图5所示的传感器预埋孔,传感器预埋孔横向和竖向均为均匀分布,可同时安装张力计C1和土壤水分传感器C2,由图5可知,可沿边

坡试验箱B1的侧面竖向安装三排,每排可安装5组,张力计C1和土壤水分传感器C2均与传感器数据采集器C7连接;边坡试验箱B1为了方便填充边坡土层模型,设计三层组合,可根据需要来调整为两层或一层,来满足土层厚度和成分要求;边坡试验箱B1的前端设有排水孔,并设计有如图4所示的排水棒B5及相应的排水管路,且排水管路分上、中、下三层,分别流入水桶水箱B6、水箱B7、水箱B8中,实验中可通过测量水箱中水的量来测量估算各层排水量和总排水量。实施例中,排水棒B5为管壁上设置有多个通孔的空心管。

[0037] 数据采集分析单元包括张力计C1、土壤水分传感器C2、第一给水流量计C3、第二给水流量计C4、第一排水流量计C5、第二排水流量计C6、传感器数据采集模块C7、电磁阀控制模块C8、计算机控制模块C9。张力计C1和土壤水分传感器C2在边坡试验箱B1侧壁上的传感器预埋孔B9上径向均布埋设;张力计C1和土壤水分传感器C2通过数据线与传感器数据采集模块C7相连;电磁阀控制模块C8通过数据线与第一电磁阀A3、第二电磁阀A4相连;传感器数据采集模块C7、电磁阀控制模块C8均通过数据线与计算机控制模块C9连接,将收到的数据发送到计算机控制模块C9进行分析。

[0038] 本实施例中,传感器包括张力计C1和土壤水分传感器C2,其中,张力计C1用于测量降雨时土层的基质吸力,土壤水分传感器C2用于测量土层的含水量。为了更好的发现土层中水的入渗规律,传感器的安装为有规律的埋设。

[0039] 数据采集分析单元与模拟降雨单元和试验平台单元之间有数据交流。第一电磁阀A3的开合大小、第二电磁阀A4的开合大小由计算机控制模块C9通过电磁阀控制模块C8来控制;第一给水流量计C3、第二给水流量计C4、第一排水流量计C5和第二排水流量计C6测出水管A6中的水流量大小和总流量后将数据传回到计算机控制模块C9;实验中的张力计C1、土壤水分传感器C2的测得的基质吸力和含水量数据会传到传感器数据采集模块C7上,再传给计算机控制模块C9进行分析。

[0040] 实施例中,通过第一电磁阀A3的分流作用,来考虑降雨时间分布对试验结果的影响。通过第二电磁阀A4的分流作用,来考虑降雨空间分布对试验结果的影响。

[0041] 计算机控制模块C9的屏幕上会显示出每一监测点基质吸力和时间的关系曲线,含水量和时间的关系曲线,基质吸力和含水量的关系曲线,各点的基质吸力变化折线图、含水量折线图。

[0042] 一种考虑时空变化的模拟降雨土柱入渗试验装置具体使用方法如下:

[0043] (1) 调试模拟降雨装置,水箱A1中加入2/3的水,计算机控制模块C9控制开启第一电磁阀A3阀门至A1-A2方向,此时打开水泵A2,水流从水箱A1流出沿A1-A2方向流回水箱A1,然后调节第一电磁阀A3阀门的大小使部分水流沿A1-A1方向流向降雨模拟单元,可通过流量计的数据来反映降雨强度的大小。试验中可通过调节第二电磁阀A4阀门的大小来调整水管A6回路中各降雨分支A1-A4流向和A1-A3流向的雨量大小,来达到考虑降雨空间分布的影响。可通过给水和排水流量计来差值来具体反映流量即降雨强度的大小,当流量计显示值到达规定值后,第一电磁阀A3和第二电磁阀A4稳定运行。

[0044] (2) 制作土柱模型,可分三层制作,下层粗沙,中层细沙,上层粉土等,可根据试验需要来选择,每层厚度均为20cm,传感器均布于土柱内,其中一组传感器置于土层交界处,传感器埋设与土柱模型制备同时进行。

[0045] (3) 试验中,根据实际工况要求,通过计算机控制模块C9来实时调整降雨强度的大

小。

[0046] (4) 观察实验中土层的湿润锋走向, 试验中传感器得到的数据、流量计的数据实时的传给计算机进行分析, 分析后得到相关曲线。

[0047] 实施例的作用与效果

[0048] 根据本实施例所涉及的模拟降雨时空变化的边坡试验装置, 包括模拟降雨单元、试验平台单元及数据采集分析单元。

[0049] 本实施例所提供的边坡试验装置中的供水管路上设置有水压增压部件, 通过分别控制电磁阀的闭合大小来控制不同管路上的排水流量强度, 从而实现模拟降雨空间的分布。

[0050] 本实施例所提供的边坡试验装置操作简单, 具有数据采集自动化程度高、可重复性强、测试数据持续性好以及测试精度高的特点。

[0051] 另外, 实施例中边坡试验箱采用强化透明钢化玻璃制成, 便于观测试验结果。

[0052] 上述实施方式为本发明的优选案例, 并不用来限制本发明的保护范围。

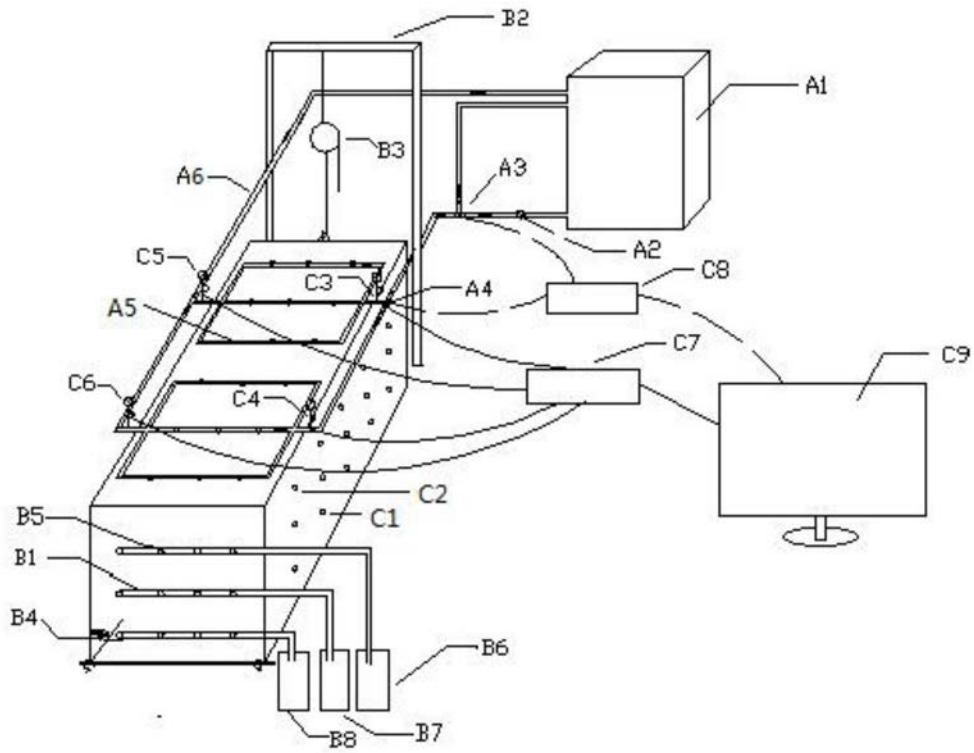


图1

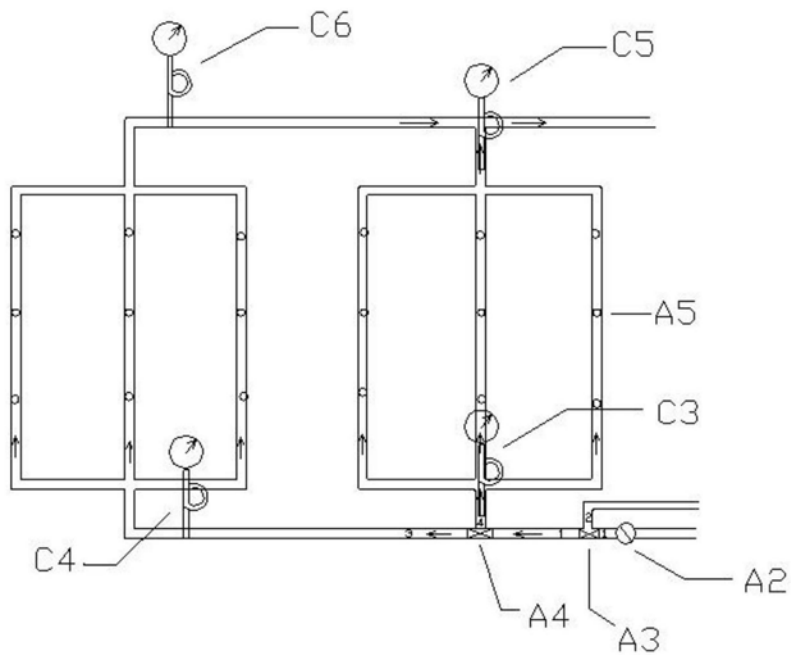


图2

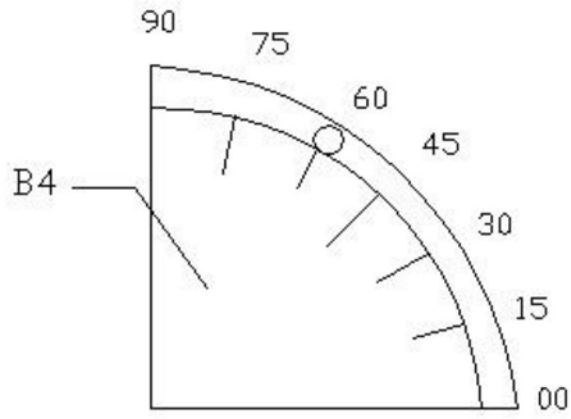


图3

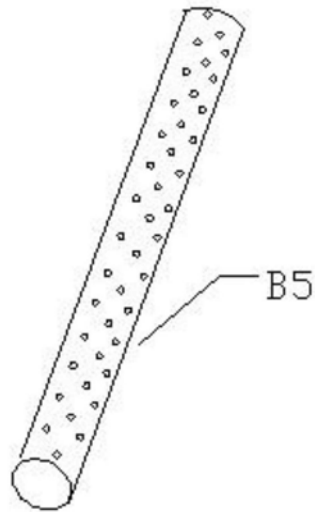


图4

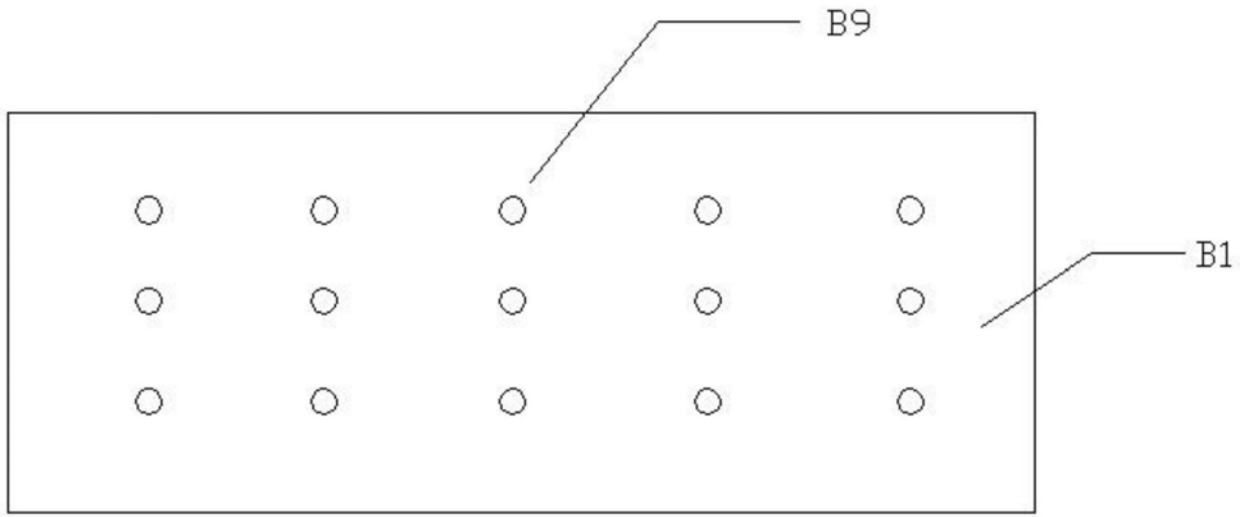


图5

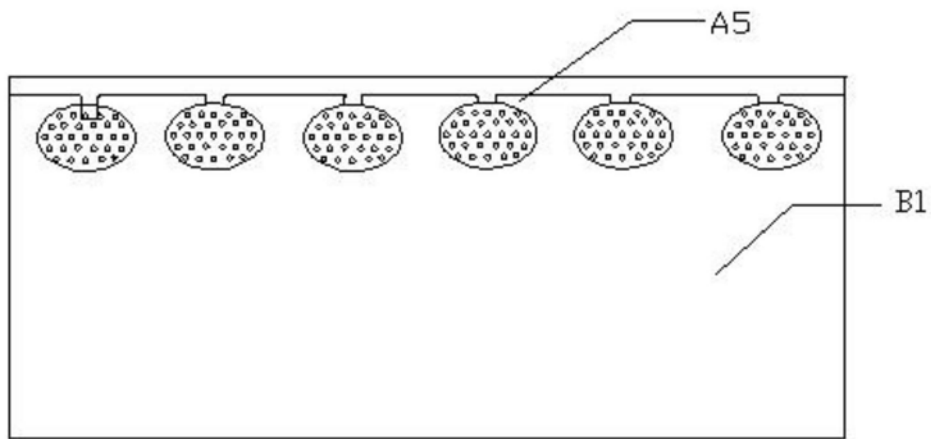


图6

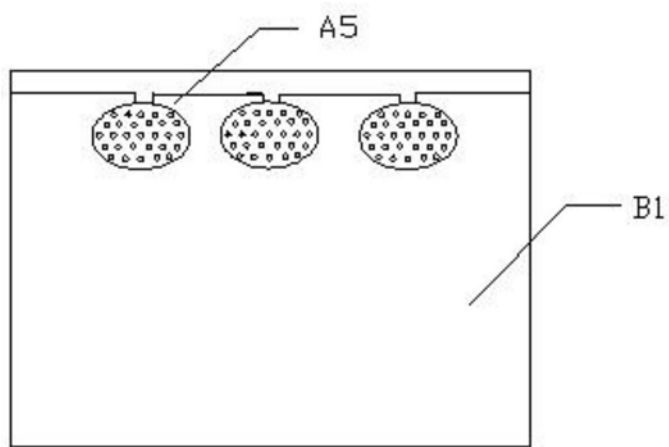


图7