

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101915825 A

(43) 申请公布日 2010. 12. 15

(21) 申请号 201010250257. 4

(22) 申请日 2010. 08. 11

(71) 申请人 天津大学

地址 300072 天津市南开区卫津路 92 号

申请人 天津市市政工程设计研究院

(72) 发明人 尤学一 杨栩 季民 王秀朵  
潘留明

(74) 专利代理机构 天津市北洋有限责任专利代  
理事务所 12201

代理人 李素兰

(51) Int. Cl.

G01N 33/18 (2006. 01)

G01N 33/24 (2006. 01)

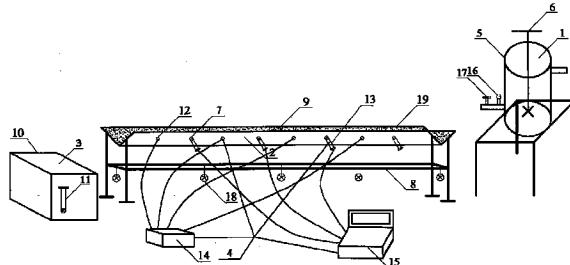
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 发明名称

植草沟模拟试验装置与实验方法

(57) 摘要

本发明公开了一种植草沟模拟试验装置与实  
验方法，其中，本发明装置包括径流产生装置、径  
流流经装置、径流收集装置和监测装置四部分，所  
述径流流经装置包括一 V 型长槽、用来调整所述 V  
型长槽纵向坡度及 V 形长槽两侧面之间夹角的角  
度调节结构，所述 V 型长槽的两侧面上设有多个  
取样孔，所述 V 型长槽的底部设有支撑结构，所述  
V 型长槽中填装有土壤，在土壤表面上设有表面  
处理层。依据实验目的，配制不同污染物浓度的实  
验用水，设定不同的水力负荷和流速；通过土壤  
水份观测及表层水质和土壤溶液污染物浓度监测  
可知不同地表措施对植草沟雨水利用效率和径流  
污染物调节作用影响程度。因而本发明对节约用  
水与控制城市降雨地表径流污染具有十分重要意义。



1. 一种植草沟模拟试验装置,包括径流产生装置(1),其特征在于:还包括径流流经装置(2)、径流收集装置(3)和监测装置(4);

所述径流产生装置(1)由水管、水箱(5)和设置在所述水箱(5)内的搅拌器(6)构成;

所述径流流经装置(2)包括一V型长槽(19)、用来调整所述V型长槽(19)纵向坡度及V形长槽两侧面之间夹角的角度调节结构,所述V型长槽(19)的两侧面上设有多个取样孔(7),所述V型长槽(19)的底部设有支撑结构(8),所述V型长槽(19)中填装有土壤,在土壤表面上设有表面处理层(9);

所述径流收集装置(3)包括径流桶(10)和设置在所述径流桶(10)中的水位传感器(11);

所述监测装置(4)包括设置在所述土壤中的多个土壤水份传感器(12)、设置在所述取样孔(7)内的土壤溶液取样器(13)、均与所述土壤水份传感器(12)和所述水位传感器(11)相连的数据采集处理器(14)、与所述土壤溶液取样器(13)连接的水质分析仪(15)。

2. 根据权利要求1所述植草沟模拟试验装置,其特征在于:所述水箱(5)是高度为1m,半径为0.4m的圆桶,该圆桶上设有一出水管,所述出水管上设置流量计(16)和阀门(17)。

3. 根据权利要求1所述植草沟模拟试验装置,其特征在于:所述表面处理层(9)是表层土壤增渗处理层、强化除氮磷处理层和植草层中的任一种或几种组合。

4. 根据权利要求1所述植草沟模拟试验装置,其特征在于:所述角度调节结构为一设置在支撑结构(8)上的调节转盘(18),该调节转盘控制所述V型长槽(19)的纵向坡度为0-30%,V形长槽(19)两侧面之间的夹角为40°-180°。

5. 根据权利要求1所述植草沟模拟试验装置,其特征在于:所述V型长槽(19)的上口宽度为0.5m-5m,长度为1-100m,高度为0.4m-2.75m。

6. 根据权利要求1所述植草沟模拟试验装置,其特征在于:所述水质分析仪(15)为便携式多参数水质分析仪。

7. 一种植草沟模拟实验方法,其特征在于,利用如权利要求1所述植草沟模拟试验装置进行实验的步骤如下:

首先,依据实验目的,配制不同污染物浓度的实验用水,将配置后的实验用水放置于水箱(5)中,设定不同的水力负荷和流速;

开启阀门(17)后,实验用水流入V型长槽(19),所述数据采集处理器(14)通过与之相连的分布在V型长槽土壤中的多个所述土壤水份传感器(12)和设置在所述径流桶(10)中的水位传感器(11)动态地收集到土壤中相关部位土壤水份的变化值和径流桶(10)中水位的变化值;

将上述土壤水份变化值和水位变化值导入计算机系统,利用统计软件得出土壤入渗雨量;与此同时,利用土壤溶液取样器(13)采集水样,利用所述水质分析仪(15)测定,最终获得不同取样点径流污染物的各项技术指标。

8. 根据权利要求7所述植草沟模拟实验方法,其中,设定不同的水力负荷和流速,是通过调节阀门(17)来实现径流流量增减,由流量计(16)和出水管横截面积和标定的径流流经面积来换算径流流速与水力负荷。

## 植草沟模拟试验装置与实验方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于城市降雨地表径流污染生态控制系统,尤其涉及一种植草沟模拟试验装置与实验方法。

### 背景技术

[0002] 城市降水径流污染是指在降水过程中雨水及其形成的径流流经城市地面(如商业区、居住区、停车场等),聚集一系列污染物质(如有机物、氮、磷、重金属等)通过排水系统直接排入水体而引起的水体非点源污染。城市降雨地表径流污染在全球范围内已成为城市水环境污染和生态退化的关键因素,是河流与湖泊的第三大污染源。而与此同时,水资源短缺已经成为世界性问题,世界各国均在积极开展雨水资源利用技术。植草沟不仅能防治降雨地表径流污染,并且能充分利用雨水资源。目前,虽然人工模拟实验装置和方法是植草沟调控雨水地表径流污染机理与雨水利用效果的主要方法之一,但都没有予以实施的具体装置和方法。

### 发明内容

[0003] 针对上述现有技术,本发明提供一种植草沟模拟试验装置,该装置能够模拟实际雨水地表径流流经植草沟过程,借助该试验装置可以分析植草沟对地表径流污染物去除效果和对雨水资源利用效率。

[0004] 本发明的基本内容包括径流产生装置、径流流经装置、径流收集装置和监测装置四部分组成。在不同雨水径流污染物浓度、水力负荷和流速状态下,模拟自然地表径流条件,地表径流流过径流流经装置后,受径流流经装置内不同模拟地表措施影响,径流污染物迁移转化,而雨水则重新分配,通过土壤水份观测及表层水质和土壤溶液污染物浓度监测可知不同地表措施对植草沟雨水利用效率和径流污染物调节作用的影响程度。

[0005] 为了解决上述技术问题,本发明植草沟模拟试验装置予以实现的技术方案是:包括径流产生装置、径流流经装置、径流收集装置和监测装置;所述径流产生装置由水管、水箱和设置在所述水箱内的搅拌器构成;所述径流流经装置包括一V型长槽、用来调整所述V型长槽纵向坡度及V形长槽两侧面之间夹角的角度调节结构,所述V型长槽的两侧面上设有多个取样孔,所述V型长槽的底部设有支撑结构,所述V型长槽中填装有土壤,在土壤表面上设有表面处理层;所述径流收集装置包括径流桶和设置在所述径流桶中的水位传感器;所述监测装置包括设置在所述土壤中的多个土壤水份传感器、设置在所述取样孔内的土壤溶液取样器、均与所述土壤水份传感器和所述水位传感器相连的数据采集处理器、与所述土壤溶液取样器连接的水质分析仪。

[0006] 本发明一种植草沟模拟实验方法,利用上述植草沟模拟试验装置进行实验的步骤是:首先,依据实验目的,配制不同污染物浓度的实验用水,将配置后的实验用水放置于水箱中,设定不同的水力负荷和流速;开启阀门后,实验用水流入V型长槽,所述数据采集处理器通过与之相连的分布在V型长槽土壤中的多个所述土壤水份传感器和设置在所述径

流桶中的水位传感器动态地收集到土壤中相关部位土壤水份的变化值和径流桶中水位的变化值;将上述土壤水份变化值和水位变化值导入计算机系统,并利用统计软件 EXCEL 或 SPSS 进行分析,得出土壤入渗雨量;与此同时,利用土壤溶液取样器采集水样,利用所述水质分析仪测定,最终获得不同取样点径流污染物的各项技术指标。

[0007] 与现有技术相比,本发明的有益效果是:本发明是人工模拟试验装置和方法,其通过土壤水份观测及表层水质和土壤溶液污染物浓度监测可知不同地表措施对植草沟雨水利用效率和径流污染物调节作用的影响程度,从而对节约用水与控制城市降雨地表径流污染具有十分重要意义。

## 附图说明

[0008] 附图是本发明植草沟模拟试验装置构成示意图。

[0009] 说明书附图中主要附图标记说明:

- |                  |             |             |
|------------------|-------------|-------------|
| [0010] 1. 径流产生装置 | 2. 径流流经装置   | 19. V 型长槽   |
| [0011] 3. 径流收集装置 | 7. 取样孔      | 9. 表面处理层    |
| [0012] 11. 水位传感器 | 12. 土壤水份传感器 | 13. 土壤溶液取样器 |

## 具体实施方式

[0013] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步详细地描述。

[0014] 参见附图,本发明植草沟模拟试验装置,由径流产生装置 1、径流流经装置 2 和径流收集装置 3 和监测装置 4 四部分组成。

[0015] 所述径流产生装置 1 由水管、水箱 5 和设置在所述水箱 5 内的搅拌器 6 构成,所述水箱 5 是高度为 1m,半径为 0.4m 的圆桶,该圆桶上设有一出水管,所述出水管上设置流量计 16 和阀门 17,通过调节阀门 17 来实现径流流量增减,由流量计 16 和出水管横截面积和标定的径流流经面积来换算径流流速与水力负荷。

[0016] 所述径流流经装置 2 包括一 V 型长槽 19、用来调整所述 V 型长槽 19 纵向坡度及 V 形长槽两侧面之间夹角的角度调节结构,所述 V 型长槽 19 的上口宽度为 0.5m-5m,长度为 1-100m,高度为 0.4m-2.75m,所述角度调节结构为一设置在支撑结构 8 上的调节转盘 18,该调节转盘控制所述 V 型长槽 19 的纵向坡度为 0-30%,V 形长槽 19 两侧面之间的夹角为 40° -180°。所述 V 型长槽 19 的两侧面上设有多个取样孔 7,所述 V 型长槽 19 的底部设有支撑结构 8,所述 V 型长槽 19 中填装有土壤,在土壤表面上设有表面处理层 9,所述表面处理层 9 是表层土壤增渗处理层、强化除氮磷处理层和植草层中的任一种或几种组合。

[0017] 所述径流收集装置 3 包括径流桶 10 和设置在所述径流桶 10 中的水位传感器 11。

[0018] 所述监测装置 4 包括设置在径流流经装置内土壤中的多个土壤水份传感器 12、设置在不同位置所述取样孔 7 内的多个土壤溶液取样器 13、均与所述土壤水份传感器 12 和所述水位传感器 11 相连的数据采集处理器 14、与所述土壤溶液取样器 13 连接的便携式多参数水质分析仪 15。其中,土壤水份传感器 12 沿 V 型长槽纵向布置,与土壤溶液取样器 13 的安装位置相一致。从附图中可以清楚地看出所述径流产生装置 1、径流流经装置 2 和径流收集装置 3 的布局是所述径流产生装置 1 和所述径流收集装置 3 位于所述径流流经装置 2 中 V 型长槽 19 的两端。

[0019] 本发明可以在设定不同的雨水径流污染物浓度、水力负荷和流速状态下，模拟自然地表径流条件，地表径流流过本发明中的径流流经装置2后，受径流流经装置2内不同模拟地表措施影响，径流污染物迁移转化，而雨水则重新分配，通过土壤水份观测及表层水质和土壤溶液污染物浓度的监测，可知不同地表措施对植草沟雨水利用效率和径流污染物调节作用的影响程度。

[0020] 使用植草沟模拟试验装置的实验方法步骤如下：

[0021] 首先，依据实验目的，配制不同污染物浓度的实验用水，将配置后的实验用水放置于水箱5中，设定不同的水力负荷和流速，即：通过调节阀门17来实现径流流量增减，由流量计16和出水管横截面积和标定的径流流经面积来换算径流流速与水力负荷。

[0022] 开启阀门17后，实验用水流入V型长槽19，所述数据采集处理器14通过与之相连的分布在V型长槽土壤中的多个所述土壤水份传感器12和设置在所述径流桶10中的水位传感器11动态地收集到土壤中相关部位土壤水份的变化值和径流桶10中水位的变化值；

[0023] 将上述土壤水份变化值和水位变化值导入计算机系统，并利用统计软件EXCEL或SPSS进行分析，得出土壤入渗雨量；与此同时，利用土壤溶液取样器13采集水样，运用便携式多参数水质分析仪15进行测定，最终获得不同取样点径流污染物的各项技术指标，表层径流量由径流桶10中的水位乘底面积再减去所含泥沙量来推算得出。

[0024] 实施例：

[0025] 本发明植草沟模拟试验装置中的径流流经装置，其中，V型长槽19的基本尺寸为：(宽×长×高)0.75m×10m×0.65m，V型长槽两侧面的夹角为60°，其纵向坡度，即：其长度方向与水平方向的斜度为2%。V型长槽由两块铁板制作，两个侧面的铁板之间以活页相连，从而形成V型长槽。在V型长槽内填装的土壤为壤质粘土，土壤表面上的表层处理层9为植草层，该植草层由种植的早熟禾+高羊茅构成。设置在土壤中的多个土壤水份传感器12为5个英国产ML2x土壤水份传感器，所述5个土壤水份传感器设置在沿V型长槽纵向并以位于所述径流产生装置端为起点距离分别为1m、3m、5m、7m、9m处。同时，所述数据采集处理器14选用英国产DL-2e数据采集器。应用德国产HM21水位传感器11测定径流桶10的水位。用于雨水地表径流污染物监测的多个土壤溶液取样器13运用荷兰产Rhizon土壤溶液取样器5个，其布置位置与上述的土壤水份传感器相同。水质分析仪15选用德国产Photolab S12便携式多参数水质分析仪。

[0026] 按照下述设定的污染物浓度配置实验用水，其中：总悬浮物200mg/L，化学需氧量140mg/L，总氮5mg/L，总磷1.5mg/L；设定水力负荷为0.00133m/min，流速为1.768m/min，放水时间为10min；按照前述实验步骤完成实验过程，结果是：经土壤水份换算进入土壤中的径流量是30kg，径流流经装置流过的径流量是50kg，流失的径流量约20kg，那么雨水利用率是60%。与此同时，利用水质分析仪对出水污染物浓度进行分析可得总悬浮物80mg/L、化学需氧量70mg/L、总氮2.95mg/L、总磷0.83mg/L，经计算植草沟对径流污染物去除率分别是总悬浮物60%、化学需氧量50%、总氮41%、总磷45%。

[0027] 尽管上面结合图对本发明进行了描述，但是本发明并不局限于上述的具体实施方式，上述的具体实施方式仅仅是示意性的，而不是限制性的，本领域的普通技术人员在本发明的启示下，在不脱离本发明宗旨的情况下，还可以作出很多变形，这些均属于本发明的保护之内。

