



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107853121 A

(43)申请公布日 2018.03.30

(21)申请号 201711290461.7

(22)申请日 2017.12.08

(71)申请人 长江水利委员会长江科学院

地址 430010 湖北省武汉市黄浦大街23号

(72)发明人 任斐鹏 张平仓 刘纪根 程冬兵

张冠华 黄金权 范仲杰 钱峰

(74)专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113

代理人 孔敏

(51)Int.Cl.

A01G 22/60(2018.01)

A01G 17/00(2006.01)

C02F 9/00(2006.01)

E02B 11/00(2006.01)

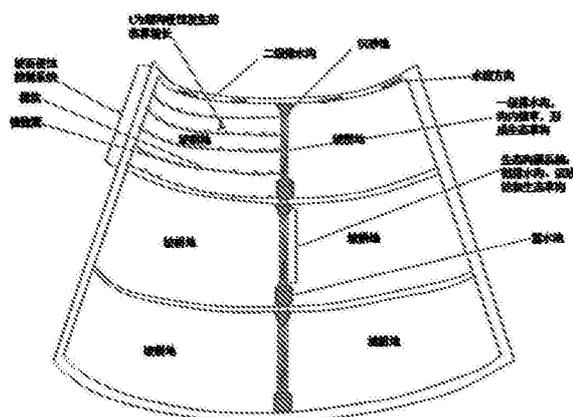
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种坡耕地农业面源污染综合防治系统及方法

(57)摘要

本发明提供一种坡耕地农业面源污染综合防治系统及方法,所述系统包括土壤侵蚀防治系统、生态沟渠系统、梯级蓄水系统和终端净化系统。土壤侵蚀防治系统可在源头防治农业面源物质的产生、迁移和输出;生态沟渠系统可以有效的沉积泥沙,净化水质,降低污染物质浓度;梯级蓄水系统可以蓄积上方来水,沉积泥沙,净化水质,为下方坡耕地提供灌溉水源;终端净化系统由沉积池、厌氧消化池和人工湿地组成,用于对入河、入库水质进行生态拦截与净化。本发明充分利用坡耕地的地形条件,针对农业耕作过程中面源污染发生的关键过程和不同阶段,采取有效的防控措施与方法,提高坡耕地水肥资源的循环利用效率,减少坡面水土流失和面源污染输出。



1. 一种坡耕地农业面源污染综合防治系统,其特征在於:包括土壤侵蚀防治系统、生态沟渠系统、梯级蓄水系统和终端净化系统,所述土壤侵蚀防治系统包括细沟侵蚀控制梯坎、以及种植于细沟侵蚀控制梯坎的植物篱,所述生态沟渠系统包括截排水沟、沉砂池,所述梯级蓄水系统包括分布于不同高度的蓄水池,所述终端净化系统包括泥沙沉积池、厌氧消化池、人工湿地和生态浮床;所述细沟侵蚀控制梯坎是以细沟侵蚀发生的临界坡长为间隔,在坡面上沿等高线修筑梯坎而形成;所述的截排水沟分为两级,其中一级截排水沟表面铺设植草砖,沿坡面低洼处垂直于坡面等高线布设,二级截排水沟沿坡面等高线布设,所述一级截排水沟与二级截排水沟通过中间布设的沉砂池连接,在一级排水沟内种植湿生植物后形成生态草沟;所述蓄水池上端设有与排水沟相连的溢洪口,所述蓄水池进口处与生态草沟相连,出口处与下方耕地灌溉水渠相连。

2. 如权利要求1所述的坡耕地农业面源污染综合防治系统,其特征在於:所述细沟侵蚀控制梯坎宽度为10~20cm,高度为15~20cm。

3. 如权利要求1所述的坡耕地农业面源污染综合防治系统,其特征在於:所述植物篱以广适性多年生草本植物为主,物种类型包括黄花菜、金银花和紫穗槐。

4. 如权利要求1所述的坡耕地农业面源污染综合防治系统,其特征在於:所述一级截排水沟和所述二级截排水沟为倒梯形,所述的一级截排水沟上端宽度为30~50cm,下端宽度为10~20cm,深度为大于50cm;所述的二级截排水沟上端宽度为10~20cm,深度为10~20cm。

5. 如权利要求1所述的坡耕地农业面源污染综合防治系统,其特征在於:所述沉砂池为圆锥形减速沉砂池,上端口半径15~25cm,下端口半径5~10cm,深度30~50cm,安装于截排水沟路径上。

6. 如权利要求1所述的坡耕地农业面源污染综合防治系统,其特征在於:所述的湿生植物为水芹、野苧荇、空心菜、狗牙根中的一种或其组合。

7. 如权利要求1所述的坡耕地农业面源污染综合防治系统,其特征在於:所述蓄水池按照平均20~50亩地汇流范围设置1个,所述蓄水池为圆柱形,池口半径为0.8~1.0m,深度为1.5~3.0m。

8. 如权利要求1所述的坡耕地农业面源污染综合防治系统,其特征在於:所述终端净化系统由预处理单元和主体处理单元两部分组成,所述预处理单元主要为泥沙沉积池、厌氧消化池;所述主体单元包括人工湿地和生态浮床。

9. 一种耕地农业面源污染综合防治方法,其特征在於包括如下步骤:

以细沟侵蚀发生的临界坡长为间隔,在坡面上沿等高线修筑梯坎,即形成细沟侵蚀控制梯坎,在所述细沟侵蚀控制梯坎上种植植物篱形成土壤侵蚀防治系统;

在坡耕地上采用明沟形式,布设坡面径流输出路径,设置截排水沟、沉砂池和生态草沟,所述的截排水沟分为两级,其中一级截排水沟表面铺设植草砖,沿坡面低洼处垂直于坡面等高线布设,二级截排水沟沿坡面等高线布设,所述一级截排水沟与二级截排水沟通过中间布设的沉砂池连接,在一级排水沟内种植湿生植物后形成生态草沟;

坡面上设置梯级蓄水系统,所述梯级蓄水系统由坡耕地所在坡面上从高到低,从上到下分布的多个蓄水池连接而成,所述蓄水池上端设有与排水沟相连的溢洪口,所述蓄水池进口处与生态草沟相连,出口处与下方耕地灌溉水渠相连;

设置终端净化系统对入河、入库水质进行生态拦截与净化,终端净化系统包括预处理

单元和主体处理单元,所述预处理单元主要为泥沙沉积池、厌氧消化池,所述主体单元包括人工湿地和生态浮床。

10.如权利要求9所述的坡耕地农业面源污染综合防治方法,其特征在于:所述植物篱以广适性多年生草本植物为主,物种类型包括黄花菜、金银花和紫穗槐。

一种坡耕地农业面源污染防治系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及生态保护、面源污染防治和水土保持领域,具体是一种坡耕地农业面源污染防治系统及方法。

背景技术

[0002] 坡耕地是指在山体坡面上通过耕作方式利用的土地,由于坡度大,地形起伏,具有生产力低,保水、保肥能力差,水土流失和面源污染输出严重等问题。三峡库区是我国坡耕地分布最为集中的地区之一,坡耕地面积约0.358亿亩,占区内耕地面积的80%以上,远高于全国20%的平均水平。这些坡耕地是三峡库区人民赖以生存的基础,也是三峡库区泥沙和面源污染的主要策源地。

[0003] 坡耕地面源污染过程通常与水土流失过程相伴生。由于坡耕地坡面倾斜度高,降雨到达地表后,受重力和坡面支撑力的综合影响,容易形成沿坡面向下的快速地表径流,冲刷土壤和营养物质,使得作物生长所需要的营养物质随着径流和泥沙输出,形成面源污染。以三峡库区为例,坡耕地土壤氮和磷雨季的流失量分别为 $1.038\text{kg}/\text{hm}^2$ 、 $0.509\text{kg}/\text{hm}^2$,远大于同区域平原区流失水平。

[0004] 实验表明,坡耕地地表径流中的氮素主要有硝态氮和铵态氮等,以硝态氮输出为主;磷素有可溶性磷和颗粒态磷,以颗粒态磷为主。目前国内的坡耕地面源污染防治技术主要有坡改梯、植物篱、施用缓释肥、耕作措施改进等方法;也有研究者通过阻控坡面耕作模式的改变防止水土流失的发生,通过“源头控制-过程控制-末端处理”来防治低山丘陵区耕地面源污染。这些技术的应用,对我国水土流失和面源污染的防治发挥了重要的作用。

[0005] 尽管我们在面源污染防治单项技术方面进行了深入的研究,也取得了较大的进步,但是我国在坡耕地农业面源污染的综合防治和系统治理方面,还缺乏有效的方法和控制系统,特别是把面源污染和水土流失过程结合分析进行面源污染防治相关成果并不多见。

[0006] 基于三峡库区及长江上游坡耕地面源污染过程及发生机理,综合考虑坡耕地的水土资源优缺点,形成一个包括水土流失和面源污染防治、土地生产力提高、水肥资源高效利用相结合的综合控制体系与方法,具有重要的现实意义。针对人地矛盾突出,降雨量大,地形陡峭的三峡库区坡耕地农业面源污染防治防治系统及方法更加现实意义。

发明内容

[0007] 本发明在于提供一种坡耕地农业面源污染防治系统及方法,将坡面径流资源化循环利用,把坡面径流中的氮、磷实现最大程度的截留,实现面源污染防治和清洁化生产,对于防治坡耕地面源污染具有重要的意义。

[0008] 为了实现上述发明目的,本发明采用如下技术方案:

[0009] 一种坡耕地农业面源污染防治系统,包括土壤侵蚀防治系统、生态沟渠系统、梯级蓄水系统和终端净化系统,所述土壤侵蚀防治系统包括细沟侵蚀控制梯坎、以及种植

于细沟侵蚀控制梯坎的植物篱,所述生态沟渠系统包括截排水沟、沉砂池,所述梯级蓄水系统包括分布于不同高度的蓄水池,所述终端净化系统包括泥沙沉积池、厌氧消化池、人工湿地和生态浮床;所述细沟侵蚀控制梯坎是以细沟侵蚀发生的临界坡长为间隔,在坡面上沿等高线修筑梯坎而形成;所述的截排水沟分为两级,其中一级截排水沟表面铺设植草砖,沿坡面低洼处垂直于坡面等高线布设,二级截排水沟沿坡面等高线布设,所述一级截排水沟与二级截排水沟通过中间布设的沉砂池连接,在一级排水沟内种植湿生植物后形成生态草沟;所述蓄水池上端设有与排水沟相连的溢洪口,所述蓄水池进口处与生态草沟相连,出口处与下方耕地灌溉水渠相连。

[0010] 进一步的,所述细沟侵蚀控制梯坎宽度为10~20cm,高度为15~20cm。

[0011] 进一步的,所述植物篱以广适性多年生草本植物为主,物种类型包括黄花菜、金银花和紫穗槐。

[0012] 进一步的,所述一级截排水沟和所述二级截排水沟为倒梯形,所述的一级截排水沟上端宽度为30~50cm,下端宽度为10~20cm,深度为大于50cm;所述的二级截排水沟上端宽度为10~20cm,深度为10-20cm。

[0013] 进一步的,所述沉砂池为圆锥形减速沉砂池,上端口半径15-25cm,下端口半径5-10cm,深度30-50cm,安装于截排水沟路径上。

[0014] 进一步的,所述的湿生植物为水芹、野荸荠、空心菜、狗牙根中的一种或其组合。

[0015] 进一步的,所述蓄水池按照平均20~50亩地汇流范围设置1个,所述蓄水池为圆柱形,池口半径为0.8~1.0m,深度为1.5~3.0m。

[0016] 进一步的,所述终端净化系统由预处理单元和主体处理单元两部分组成,所述预处理单元主要为泥沙沉积池、厌氧消化池;所述主体单元包括人工湿地和生态浮床。

[0017] 一种耕地农业面源污染综合防治方法,包括如下步骤:

[0018] 以细沟侵蚀发生的临界坡长为间隔,在坡面上沿等高线修筑梯坎,即形成细沟侵蚀控制梯坎,在所述细沟侵蚀控制梯坎上种植植物篱形成土壤侵蚀防治系统;

[0019] 在坡耕地上采用明沟形式,布设坡面径流输出路径,设置截排水沟、沉砂池和生态草沟,所述的截排水沟分为两级,其中一级截排水沟表面铺设植草砖,沿坡面低洼处垂直于坡面等高线布设,二级截排水沟沿坡面等高线布设,所述一级截排水沟与二级截排水沟通过中间布设的沉砂池连接,在一级排水沟内种植湿生植物后形成生态草沟;

[0020] 坡面上设置梯级蓄水系统,所述梯级蓄水系统由坡耕地所在坡面上从高到低,从上到下分布的多个蓄水池连接而成,所述蓄水池上端设有与排水沟相连的溢洪口,所述蓄水池进口处与生态草沟相连,出口处与下方耕地灌溉水渠相连;

[0021] 设置终端净化系统对入河、入库水质进行生态拦截与净化,所述终端净化系统由预处理单元和主体处理单元两部分组成,所述预处理单元主要为泥沙沉积池、厌氧消化池,所述主体单元包括人工湿地和生态浮床

[0022] 进一步的,所述植物篱以广适性多年生草本植物为主,物种类型包括黄花菜、金银花和紫穗槐。

[0023] 本发明与现有坡耕地农业面源污染防治技术相比具有以下显著特点和优势:

[0024] 本发明通过坡面土壤侵蚀防治系统防治水土流失的发生和面源污染的输出,通过生态沟渠系统过滤地表径流中的泥沙和营养物质,通过梯级蓄水系统实现坡面水资源的重

分配,促进水肥资源的循环利用,通过终端净化系统实现坡面径流的再过滤和清洁输出。本发明操作简单、建设成本低、管护方便、能够重复利用、运行管护成本低、应用范围广、生态清洁,具有较高的社会效益与生态效益。系统的坡面“梯坎细沟侵蚀控制-沉砂池-蓄水池-泥沙沉积池”控制可比采用单项技术提高泥沙的过滤程度,“植物篱-生态草沟-人工湿地-生物浮岛”可明显的提高坡面径流中氮、磷的拦截率与吸收率;梯级蓄水池比传统方法更加能够增加坡面水肥资源的重分配与利用,同时作为坡耕地季节性干旱的应急灌溉水源。

附图说明

- [0025] 图1是本发明坡耕地农业面源污染综合防治系统的结构示意图;
 [0026] 图2是本发明坡耕地农业面源污染综合防治方法的流程图;
 [0027] 图3是本发明中土壤侵蚀防治系统与生态沟渠系统的结构示意图;
 [0028] 图4是本发明中截排水系统的布局示意图;
 [0029] 图5是本发明中梯级蓄水系统的蓄水池的结构示意图。

具体实施方式

- [0030] 下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案进行清楚、完整地描述。
 [0031] 本发明提供了一种坡耕地农业面源污染综合防治系统及方法,将坡耕地水、土、肥资源高效循环利用与农业面源污染防治相结合,是缓解山丘区人地矛盾问题的重要技术保障。
 [0032] 请参阅图1及图2,所述综合防治系统包括土壤侵蚀防治系统、生态沟渠系统、梯级蓄水系统和终端净化系统。其中,土壤侵蚀防治系统包括细沟侵蚀控制梯坎、以及种植于细沟侵蚀控制梯坎的植物篱,可在源头防治农业面源污染物质的产生、迁移和输出;所述生态沟渠系统包括截排水沟、沉砂池,可以有效的沉积泥沙,净化水质,降低污染物浓度;所述梯级蓄水系统包括分布于不同高度的蓄水池,每个蓄水池可以蓄积上方来水,沉积泥沙,净化水质,为下方坡耕地提供灌溉水源;所述终端净化系统包括泥沙沉积池、厌氧消化池、人工湿地和生态浮床。
 [0033] 如图3所示,以细沟侵蚀发生的临界坡长(L)为间隔,在坡面上沿等高线修筑梯坎,即形成所述细沟侵蚀控制梯坎。所述临界坡长见表1,所述的梯坎宽度为10~20cm,高度为15~20cm。所述细沟侵蚀控制梯坎通过阻止细沟的形成和坡面土壤侵蚀的发生,减少源头面源污染物质的输出。

[0034] 表1典型坡耕地细沟侵蚀发生临界坡长统计表

[0035]

编号	临界坡长 L (单位: m)			
	10	15	20	25
1	5.98	4.22	2.70	1.58
2	6.16	3.87	2.56	1.55
3	6.25	4.27	2.90	1.52
均值	6.13	4.12	2.72	1.55

[0036] 在所述细沟侵蚀控制梯坎上种植植物篱,所述的植物篱以广适性多年生草本植物为主,物种类型包括黄花菜、金银花和紫穗槐等,形成微型过滤带,滞留地表径流中的泥沙,吸收地表径流中的营养物质,在地表径流离开坡面之前形成阻截与过滤。

[0037] 所述植物篱的种植优选具体为:春天在坡面上进行种植,播种前对坡面进行浅层土松土,然后采用撒播或者扦插方式进行种植,需要撒播的,撒播植密度为 $300\sim 500$ 粒/ m^2 ,需要扦插种植的,扦插种植密度为 $50\sim 100$ 株/ m^2 。完成种植后,本发明需要对植物篱进行管理,所述的植物篱管理包括苗期管理、收割管理。在本发明中,所述的苗期管理优选为杂草清除;所述的收割管理主要为花、果的收割,以及植物篱的修剪,所述的植物篱的修剪主要是当植物篱高度大于 $0.5m$ 时,需要对植物篱进行修剪,修剪方式为剪除高于 $30cm$ 的枝叶。

[0038] 在坡耕地上采用明沟形式,布设坡面径流输出路径,设置截排水沟、沉砂池和生态草沟,所述的截排水沟、沉砂池和生态草沟通过导流水渠连接在一起,形成连续处理系统,对径流过程进行控制。

[0039] 如图4所示,所述的截排水沟分为两级,其中一级截排水沟为倒梯形,表面铺设植草砖,具有排水、生物过滤功能,沿坡面低洼处垂直于坡面等高线布设;二级截排水沟为倒梯形,兼具收集地表径流、截获壤中流和排水功能,沿坡面等高线布设。所述的一级截排水沟上端宽度为 $30\sim 50cm$,下端宽度为 $10\sim 20cm$,深度为大于 $50cm$;所述的二级截排水沟上端宽度为 $10\sim 20cm$,深度为 $10\sim 20cm$ 。所述的一级截排水沟与二级截排水沟通过中间布设的沉砂池连接。

[0040] 所述沉砂池为小型沉砂池,为一种圆锥形减速沉砂池,所述圆锥形减速沉砂池上端口半径 $15\sim 25cm$,下端口半径 $5\sim 10cm$,深度 $30\sim 50cm$,为塑料材质可拆卸沉砂池,安装于截排水沟路径上。所述小型沉砂池需要定期进行泥沙清理,清理时间为下一场暴雨前或雨后 $3\sim 5$ 天内,清理泥沙后可以继续利用。

[0041] 所述生态草沟为在一级排水沟内种植湿生植物后形成的面源污染过滤、吸收与吸附综合系统,主要用于进一步的阻滞径流中的泥沙、吸纳氮、磷等农业面源污染物质。所述生态草沟由沟体结构和湿生植物两部分组成,所述的沟体结构即为一级排水沟;所述的湿生植物为吸附性强、有一定的抗逆性、兼具一定经济价值的草本植物,具体植物为:水芹、野荸荠、空心菜、狗牙根等。所述的生态草沟,布设于沉砂池与蓄水池之间,可对径流泥沙进一步的进行拦截,对氮、磷等面源物质进行吸收。

[0042] 本发明中,在坡面上设置梯级蓄水系统,用于存储坡面径流,用于坡面水肥资源再分配。所述梯级蓄水系统由坡耕地所在坡面上从高到低,从上到下分布的多个蓄水池连接而成,所述蓄水池按照平均 $20\sim 50$ 亩地汇流范围设置1个,所述蓄水池为圆柱形,池口半径为 $0.8\sim 1.0m$,深度为 $1.5\sim 3.0m$,蓄水池内壁和底部进行防渗处理,蓄水池上端留有溢洪口,溢洪口与排水沟相连。如图5所示,所述蓄水池进口处与生态草沟相连,出口处与下方耕地灌溉水渠相连,不同蓄水池之间通过生态沟渠系统相连。

[0043] 本发明中,设置终端净化系统对入河、入库水质进行生态拦截与净化,所述终端净化系统由预处理单元和主体处理单元两部分组成,所述预处理单元主要为泥沙沉积池、厌氧消化池;所述主体单元包括人工湿地和生态浮床。

[0044] 优选的,所述的泥沙沉积池可按照宽 $2m$,长 $3\sim 5m$,深 $1m$ 修筑,所述的泥沙沉积池为一种砂石过滤池,所述的砂石过滤带内采用多级配滤料,上层采用大粒径石质滤料,下层采

用小粒径碎沙滤料,上下层厚度比例为2:1,来水可以通过上方进入泥沙沉积池,经过双层过滤后,由下方排除进入厌氧消化池。

[0045] 优选的,所述的厌氧消化池宽2m,长3~5m,深0.5m,池壁做防渗处理。

[0046] 优选的,所述的人工湿地为宽3m,长20-50m的人工湿地构成,所述的人工湿地种植湿生草本植物,植物物种有狗牙根、芦苇、香蒲、葱兰、麦冬等植物构成,按照等比例混合种植(种子颗粒数量比);

[0047] 优选的,所述的生态浮床由浮岛和水生植物两部分构成,所述浮岛采用有框架的湿式浮岛,所述植物选取美人蕉、香蒲等水生植物,所述生态浮床设置于人工湿地与河流或湖库水面的交界处,所述生态浮床需定期的进行维护和管理,可以对水生植物进行收割处理,以减少入河水体的氮、磷等面源污染总量。

[0048] 以上所述,仅为本发明的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何属于本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。

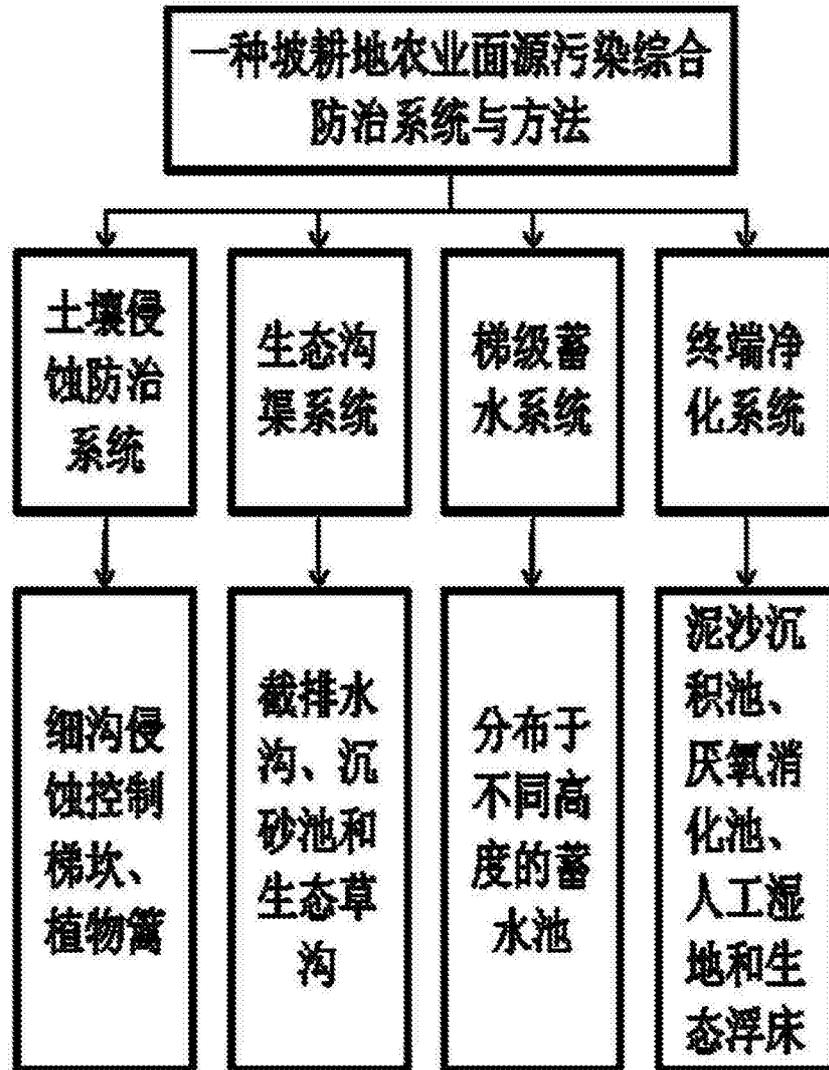


图1

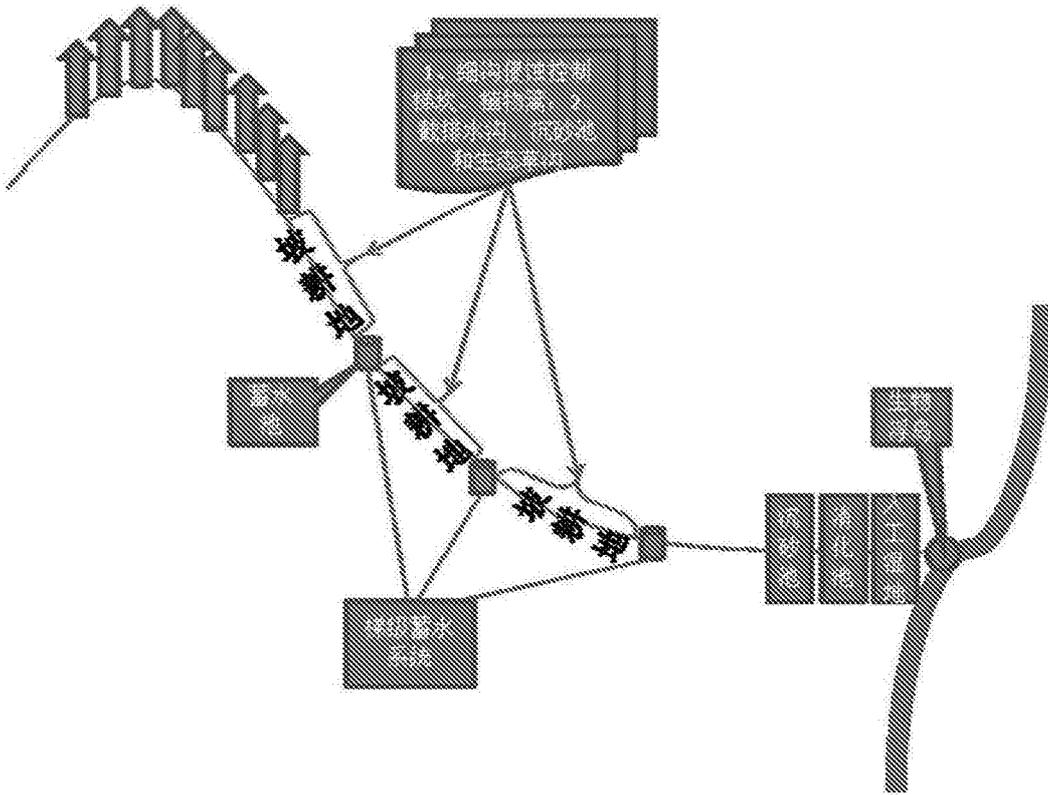


图2

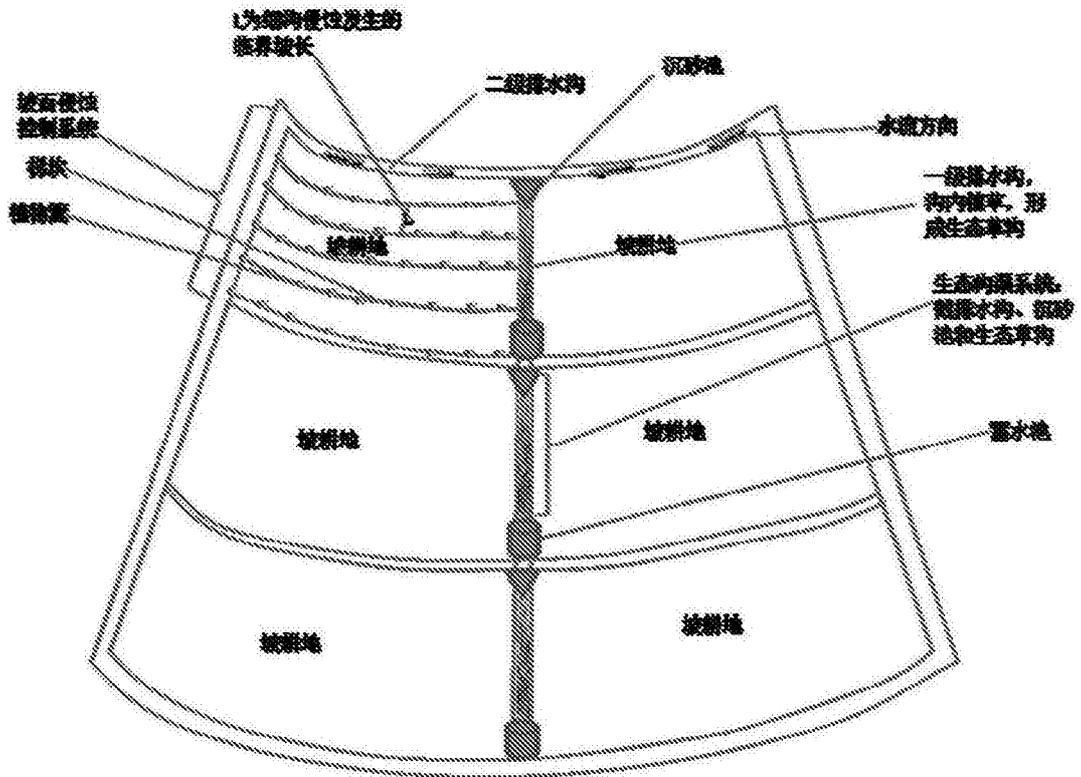


图3

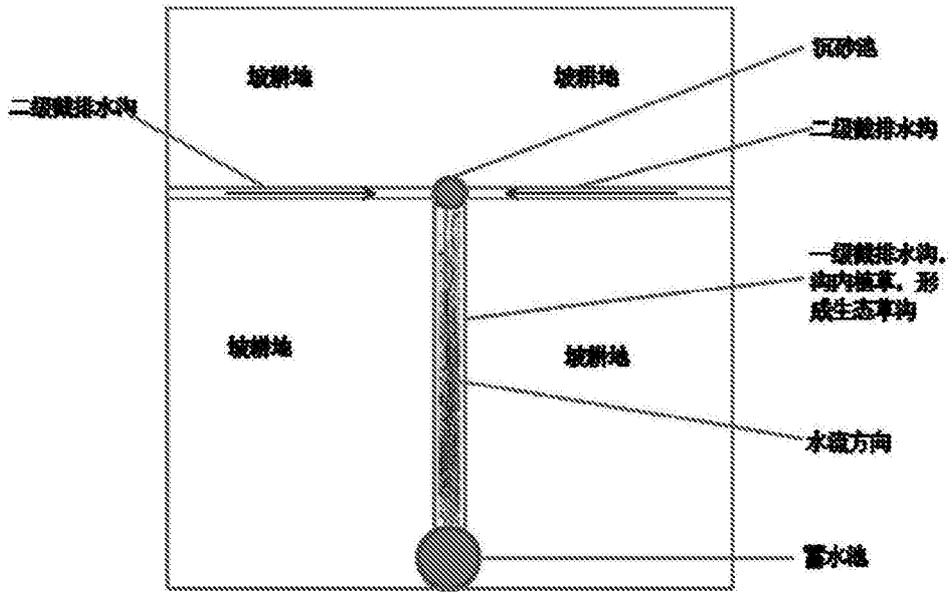


图4

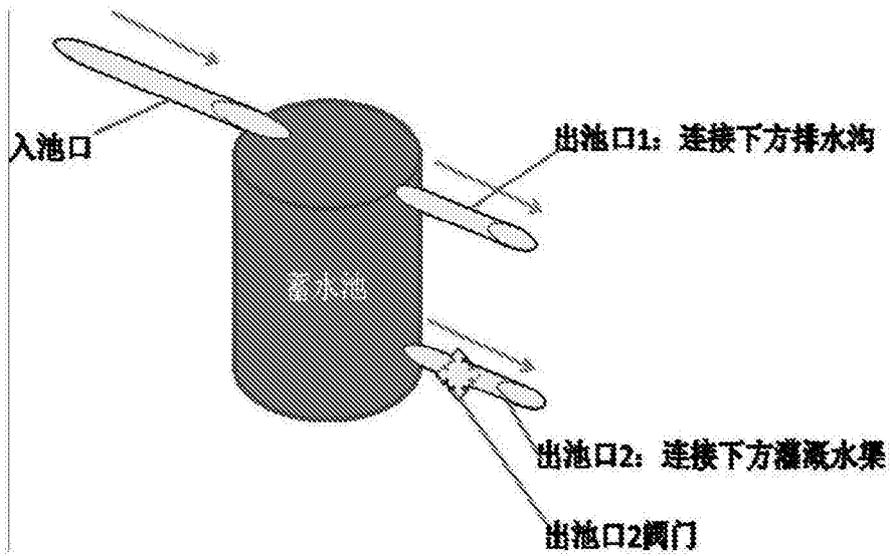


图5