



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106336088 A

(43)申请公布日 2017.01.18

(21)申请号 201610978802.9

(22)申请日 2016.11.08

(71)申请人 中国科学院地球化学研究所

地址 550018 贵州省贵阳市观山湖区林城西路99号

(72)发明人 宁增平 肖唐付 孙旻 刘意章
黄正玉 赵彦龙

(74)专利代理机构 贵阳春秋知识产权代理事务
所(普通合伙) 52109

代理人 杨云

(51)Int. Cl.

C02F 9/14(2006.01)

C02F 103/10(2006.01)

C02F 101/20(2006.01)

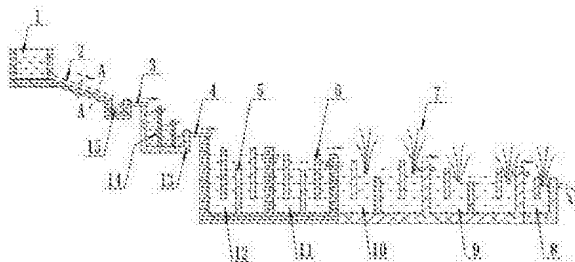
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

煤矿酸性废水处理系统

(57)摘要

本发明公开了一种煤矿酸性废水处理系统，属于煤矿废水处理装置；旨在提供一种集物理、化学、生物和微生物技术为一体的煤矿酸性废水处理系统。它包括由废水池、曝气系统、氧化沉淀系统、生物反应系统；曝气系统由曝气槽(2)、梯级浅水氧化沉淀池(13)构成，氧化沉淀系统由一级氧化沉淀池(12)、二级氧化沉淀池(11)构成，生物反应系统由一级生物反应池(10)、二级生物反应池(9)构成；各生物反应池中有半挡水墙(5)、悬空挡水墙(6)、第一秸秆层(20)、有机肥层(19)、第二秸秆层(18)、青石层(17)和水生植物(7)。本发明无电力设备，操作简单、维护方便、运行费用低；是一种煤矿废水处理装置。



1.一种煤矿酸性废水处理系统,包括由高到低依次连通的废水池、曝气系统、氧化沉淀系统、生物反应系统;其特征在于:

所述曝气系统由与废水池(1)连通且向下倾斜布置的曝气槽(2)、位于该曝气槽出口下方的导水渠(15)、与该导水渠出水口连通的梯级浅水氧化沉淀池(13)构成,曝气槽(2)的槽底呈等腰三角形结构;

所述氧化沉淀系统由与梯级浅水氧化沉淀池(13)出水口依次连通的一级氧化沉淀池(12)、二级氧化沉淀池(11)构成,所述两级氧化沉淀池中垂直固定有间隔分布的半挡水墙(5)和悬空挡水墙(6);

所述生物反应系统由与二级氧化沉淀池(11)出水口依次连通的一级生物反应池(10)、二级生物反应池(9)构成;所述各级生物反应池中也垂直固定有间隔分布的半挡水墙(5)和悬空挡水墙(6),所述各级生物反应池的池底自下而上依次铺垫有第一秸秆层(20)、有机肥层(19)、第二秸秆层(18)、青石层(17);各级生物反应池的水面有种植在浮床上的水生植物(7)。

2.根据权利要求1所述的煤矿酸性废水处理系统,其特征在于:曝气槽(2)的槽底中心线附近向上隆起而形成中间高、两边低的拱形结构。

3.根据权利要求1所述的煤矿酸性废水处理系统,其特征在于:梯级浅水氧化沉淀池(13)中有将其分隔为多个沉淀槽的多块隔板(14),各隔板(14)的高度沿水流方向逐级降低。

4.根据权利要求3所述的煤矿酸性废水处理系统,其特征在于:各隔板(14)上固定有将两相邻所述沉淀槽连通的过水管(16),相邻过水管(16)交错布置。

5.根据权利要求1~4中任意一项所述的煤矿酸性废水处理系统,其特征在于:曝气槽(2)和梯级浅水氧化沉淀池(13)中均铺垫有防晒网(21)。

6.根据权利要求1~4中任意一项所述的煤矿酸性废水处理系统,其特征在于:所述各级氧化沉淀池的进水口、出水口以及所述各级生物反应池的进水口、出水口沿水流方向交错布置。

7.根据权利要求1~4中任意一项所述的煤矿酸性废水处理系统,其特征在于:二级生物反应池(9)的出水口与缓冲池(8)连通;该缓冲池中有悬空挡水墙(6),其水面的浮床上种植有水生植物(7)。

煤矿酸性废水处理系统

技术领域

[0001] 本发明涉及一种废水处理装置,尤其涉及一种可去除煤矿酸性废水中总铁和亚铁的装置;属于环保设施。

背景技术

[0002] 煤矿酸性废水是煤中 FeS_2 等硫化物在氧气、水和微生物等的共同作用下,发生氧化、淋滤等一系列物理、化学和生物反应,形成的富含Fe等毒害元素且低pH的酸性污染水体。“黄水”横流一直是采煤区废水治理的难题。

[0003] 目前,煤矿酸性废水的修复治理大多采用石灰中和沉淀等常规的物理和化学治理方法。该方法是向酸性废水中施加石灰或工业碱,产生中和反应,提高废水的pH值,并使废水中有害金属离子沉淀;不仅需要较大的场地和电力设备,而且治理所需的原材料、运行费用和维修等成本高,治理效果持续性差。一旦停止施加石灰或电力供应,治理效果急剧下降;另外,运行过程中还产生大量废水泥浆,影响后续处理效果。因此,从技术经济角度论证分析,石灰中和的传统修复治理方法,不能从根本上解决煤矿酸性废水的环境污染问题,不适合煤矿区,特别是废弃无主煤矿区酸性废水的治理,迫切需要寻求开发新的、经济有效、环境友好的治理技术。

发明内容

[0004] 针对现有技术中存在的上述缺陷,本发明旨在提供一种集物理沉淀、化学氧化、生物吸收与吸附、微生物还原等技术为一体的煤矿酸性废水处理系统,以达到有效降低煤矿酸性废水中的Fe、提升水体pH,改善水质的目的。

[0005] 为了实现上述目的,本发明采用以下技术方案:它包括由高到低依次连通的废水池、曝气系统、氧化沉淀系统、生物反应系统;其中:所述曝气系统由与废水池连通且向下倾斜布置的曝气槽、位于该曝气槽出口下方的导水渠、与该导水渠出水口连通的梯级浅水氧化沉淀池构成,曝气槽的槽底呈等腰三角形结构;所述氧化沉淀系统由与梯级浅水氧化沉淀池出水口依次连通的一级氧化沉淀池、二级氧化沉淀池构成,所述两级氧化沉淀池中垂直固定有间隔分布的半挡水墙和悬空挡水墙;所述生物反应系统由与二级氧化沉淀池出水口依次连通的一级生物反应池、二级生物反应池构成;所述各级生物反应池中也垂直固定有间隔分布的半挡水墙和悬空挡水墙,所述各级生物反应池的池底自下而上依次铺垫有第一秸秆层、有机肥层、第二秸秆层、青石层;各级生物反应池的水面有种植在浮床上的水生植物。

[0006] 曝气槽的槽底中心线附近向上隆起而形成中间高、两边低的拱形结构;梯级浅水氧化沉淀池中有将其分隔为多个沉淀槽的多块隔板,各隔板的高度沿水流方向逐级降低;各隔板上固定有将两相邻所述沉淀槽连通的过水管,相邻过水管交错布置;曝气槽和梯级浅水氧化沉淀池中均铺垫有防晒网;所述各级氧化沉淀池的进水口、出水口以及所述各级生物反应池的进水口、出水口沿水流方向交错布置;二级生物反应池的出水口与缓冲池连

通;该缓冲池中有悬空挡水墙,其水面的浮床上种植有水生植物。

[0007] 与现有技术比较,本发明由于采用了上述技术方案,将曝气系统、氧化沉淀系统、生物反应系统有机的结合起来,充分利用了物理絮凝沉淀、化学氧化、生物吸收与吸附、微生物还原矿化等机制,因此可有效去除煤矿废水中的总铁和亚铁,并提升水体pH。本发明具有结构简单、水质改善效果明显、维护管理简单方便、运行费用低、产生的淤泥少等优点。具体分析如下:

[0008] 1)由于采用了槽底呈等腰三角形结构、且槽底中心线附近向上隆起的曝气槽,因此能使水体平铺;扩大了水体与空气的接触面,从而可促进水体中 Fe^{2+} 氧化为 Fe^{3+} ,而形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体;由于在曝气槽中铺设聚丙烯材质遮阳网,因此可为 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体提供更多的絮凝体,便于其沉淀结壳。

[0009] 2)梯级浅水氧化沉淀池既可进一步增加水体曝气、又能使水体中较大颗粒物沉淀。

[0010] 3)由于在氧化沉淀系统的两级氧化沉淀池中以及在生物反应系统两级生物反应池中设置若干间隔分布的半挡水墙和悬空挡水墙,并使得各池体的进水口、出水口错位分布,因此大大延长了水体在池中的滞留时间,可有效地阻隔水体中的 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体进入下一级沉淀池,进一步提升了絮凝体的去除效果。

[0011] 4)由于在各级生物反应池中铺垫了青石、秸秆和有机肥,因此不仅可通过有机肥和秸秆分解产生 OH^- 以及青石本身所含有的碳酸盐组分来中和水体酸性、避免pH值进一步下降,而且还可利用有机肥和秸秆自身的吸附作用降低水体中的Fe;此外,由于在铺设于水面的浮床上栽种了水生耐酸植物(宽叶香蒲),因此水生植物的根部组织及其分泌物又能吸附水体中的部分Fe,进一步降低了水体中的Fe含量。更为重要的是,覆盖在生物反应池水体表面的浮床降低了水体中的氧气浓度,形成一个相对的还原环境;特别是在池底附近,在有机肥和秸秆养分供给下,促进了水体中还原性微生物繁殖,从而促使 Fe^{3+} 还原为 Fe^{2+} ,并与水体中还原态 S^{2-} 形成 FeS 沉淀。另外,设置在生物池中的半挡水墙和悬空墙可控制水流方向,使水体必须通过池底的还原环境,通过还原性微生物作用使溶解态Fe有效矿化进而沉淀,进一步降低水体中的Fe。

[0012] 5)缓冲池可进一步沉淀水体颗粒物质,使水体更为清澈。

[0013] 6)由于整套系统利用自然落差来驱动水体流动,因此无需电力设备;具有操作简单、日常管理和后续维护方便、运行费用和投资成本低等优点。

附图说明

[0014] 图1是本发明的结构示意图;

[0015] 图2是图1的俯视图;

[0016] 图3是本发明生物反应系统的结构示意图;

[0017] 图4是图1中的A—A剖视图;

[0018] 图5是本发明梯级浅水氧化沉淀池的结构示意图。

[0019] 图中:废水池1、曝气槽2、第一引水渠3、第二引水渠4、半挡水墙5、悬空挡水墙6、水生植物7、缓冲池8、二级生物反应池9、一级生物反应池10、二级氧化沉淀池11、一级氧化沉淀池12、梯级浅水氧化沉淀池13、隔板14、导水渠15、过水管16、青石层17、第二秸秆层18、有

机肥层19、第一秸秆层20、防晒网21。

具体实施方式

[0020] 下面结合附图和具体的实施例对本发明作进一步说明：

[0021] 如图1~5所示：废水池、曝气系统、氧化沉淀系统、生物反应系统由高到低依次连通。其中：

[0022] 所述曝气系统由与该废水池连通且向下倾斜布置的曝气槽2、位于该曝气台出口下方的导水渠15、将该导水渠出水口与梯级浅水氧化沉淀池13连通的第一引水渠3构成。其中，曝气槽2的槽底为入口端小、出口端大的等腰三角形结构，其目的是促使水流在曝气槽2尽量分散、形成瀑布，以增加水体的曝气量；梯级浅水氧化沉淀池13中有将其分隔为三个沉淀槽(图中未标示出)的两块隔板14，各隔板14的高度沿水流方向逐级降低。

[0023] 为了促使水流在曝气槽2中尽量分散、铺开，该曝气槽的槽底中心线方附近向上隆起而形成中间高、两边低的拱形结构。为了延长水体在梯级浅水氧化沉淀池13中的滞留时间，各隔板14上固定有将两相邻所述沉淀槽连通的过水管16，各过水管16的高度自上而下逐级降低、且沿水流方向交错布置。为了促进 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 胶体絮凝、沉淀和结壳，曝气槽2和梯级浅水氧化沉淀池13中均铺垫有防晒网21。

[0024] 所述氧化沉淀系统由通过第二引水渠4与梯级浅水氧化沉淀池13的最后一级沉淀槽连通的一级氧化沉淀池12、通过过水管16与该一级氧化沉淀池连通的二级氧化沉淀池11构成，所述各级氧化沉淀池中垂直固定有间隔分布的半挡水墙5和悬空挡水墙6。其中，半挡水墙5的高度低于该级氧化沉淀池的液面，悬空挡水墙6的顶端高出该级氧化沉淀池的液面、悬空挡水墙6的底端与池底之间留有40cm的距离。

[0025] 为了延长水体在氧化沉淀系统中的滞留时间，所述各级氧化沉淀池的进水口高于出水口高度，且进水口和出水口沿水流方向交错布置。

[0026] 所述生物反应系统由通过过水管16与二级氧化沉淀池11连通的一级生物反应池10、通过另外一根水管16与该一级生物反应池连通的二级生物反应池9构成。其中，所述各级生物反应池中也垂直固定间隔分布的半挡水墙5和悬空挡水墙6，所述各级生物反应池的池底自下而上依次铺垫有第一秸秆层20、有机肥层19、第二秸秆层18、青石层17，各级生物反应池的水面铺设浮床(图中未标示出)，该浮床上种植有水生植物7。

[0027] 同理，为了延长水体在生物反应系统中的滞留时间，所述各级生物反应池进水口高于出水口高度，且进水口和出水口沿水流方向交错布置。

[0028] 为了进一步沉淀水体颗粒物质、使水体更为清澈，二级生物反应池9的出水口通过过水管16与缓冲池8连通；该缓冲池中页有悬空挡水墙6，缓冲池8的水面有浮床，该浮床上种植有水生植物7。

[0029] 以下是按照本发明设计建造的中试系统运行三年中，随机采样后，送中科院地球化学研究所环境地球化学国家重点实验室，利用分光光度计检测水样中总铁和亚铁的浓度结果：

[0030] 表1、处理前、后水体pH值与Fe浓度($\mu\text{g}/\text{L}$)

[0031]

监测日期	流量	处理前进水口 W0	处理后出水口 WT
------	----	-----------	-----------

[0032]

	(m ³ /天)	pH	总 Fe	Fe (II)	pH	总 Fe	Fe (II)
2014.03.10	4.9	2.62	1380	1205	2.69	4.0	1.6
2014.06.04	16.4	2.69	1244	1150	3.02	111	62
2015.09.11	7.6	2.87	1464	910	3.23	n.a	n.a
2015.10.23	24	2.82	1078	1000	2.89	18.6	1.4
2016.07.19	27.8	2.35	909	878	2.28	145	19
2016.07.28	29.1	2.31	877	859	2.29	90	5.6
2016.08.16	27.1	2.19	981	884	2.15	104	4
2016.09.28	25.5	2.45	908	866	2.58	11	0.7

[0033] n.a:未检出

[0034] 从表1中可以看出:经过本发明的装置处理的煤矿废水中总铁从 $1105 \pm 229.6 \mu\text{g/L}$ 降低至 $69.1 \pm 56.8 \mu\text{g/L}$ 、亚铁浓度从 $969 \pm 136.6 \mu\text{g/L}$ 降低至 $13.5 \pm 22.3 \mu\text{g/L}$,总铁消减量达到 $93.7\% \pm 5.1\%$ 、亚铁消减量达到 $98.6\% \pm 2.3\%$;水质得到显著改善,远优于我国工业排水标准中有关Fe的限值($300 \mu\text{g/L}$)。

[0035] 此外,野外三年中试结果表明:尽管初始未处理水体中铁主要以亚铁形式存在,通常其氧化将进一步产生 H^+ 、释放酸性、降低pH,但是经本发明系统处理后,水体pH没有进一步下降,反而略有上升,从 2.54 ± 0.25 提升为 2.64 ± 0.39 ,表明本发明的装置能够抑制水体酸度的产生,提升水体pH。

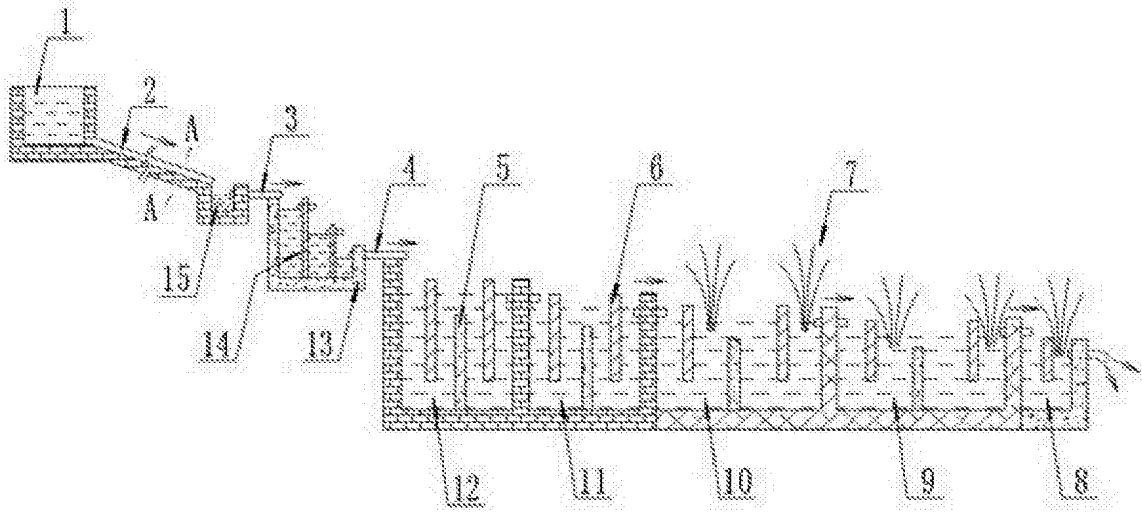


图1

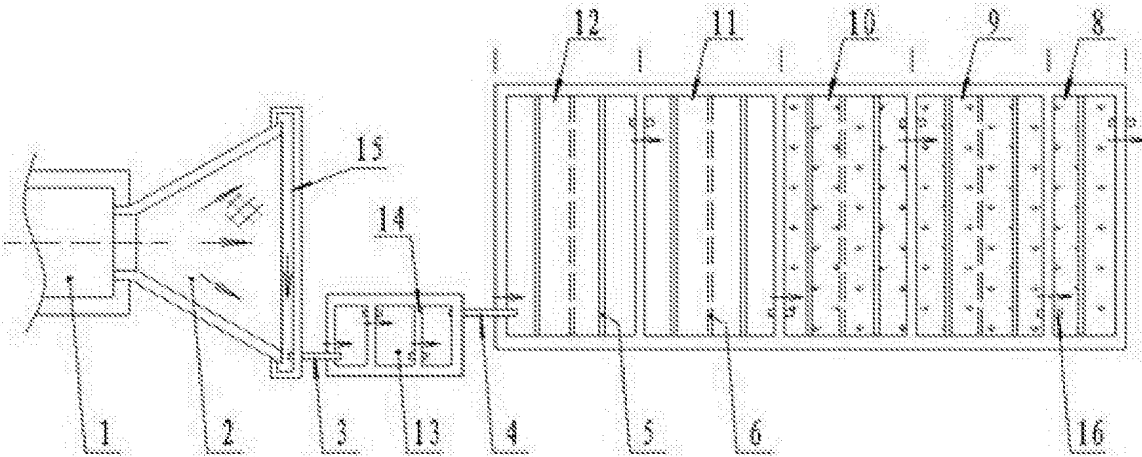


图2

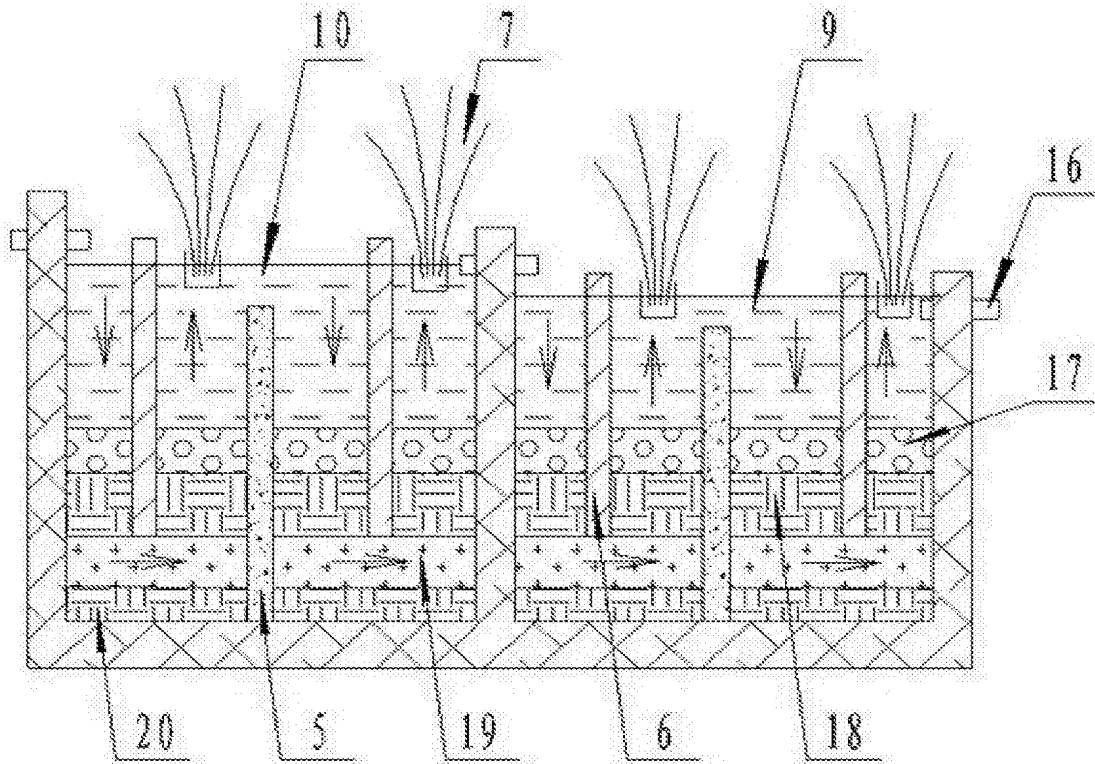


图3

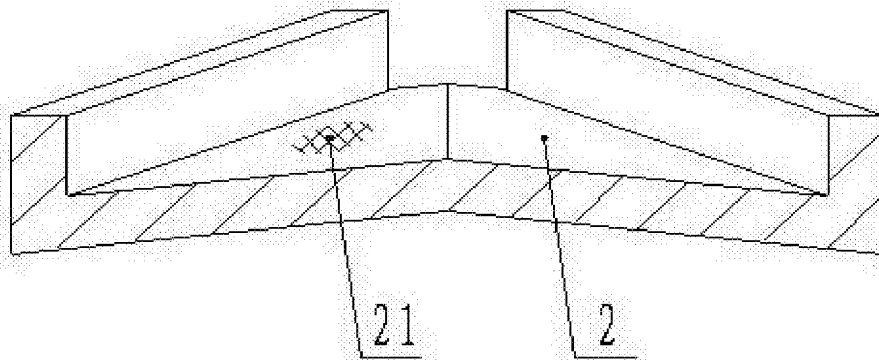


图4

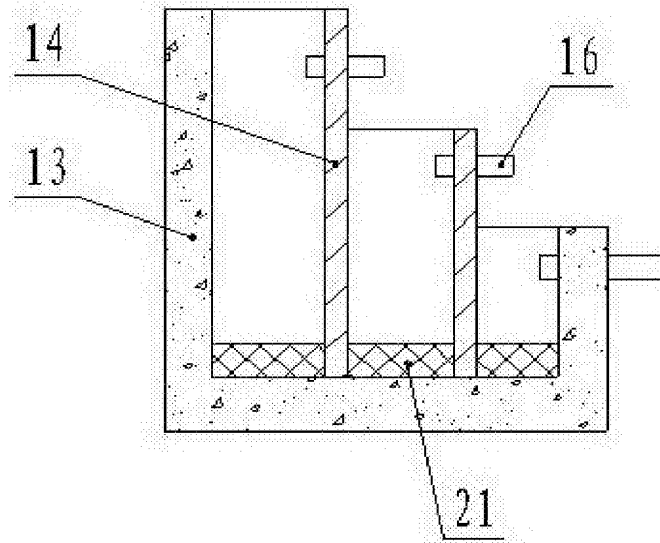


图5