



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104528871 A

(43) 申请公布日 2015. 04. 22

(21) 申请号 201510001722. 3

(22) 申请日 2015. 01. 04

(71) 申请人 安徽理工大学

地址 232001 安徽省淮南市舜耕中路 168 号

(72) 发明人 郝勇敢 邵先坤 汪涛 唐海娣
李本侠

(51) Int. Cl.

C02F 1/30(2006. 01)

C02F 1/32(2006. 01)

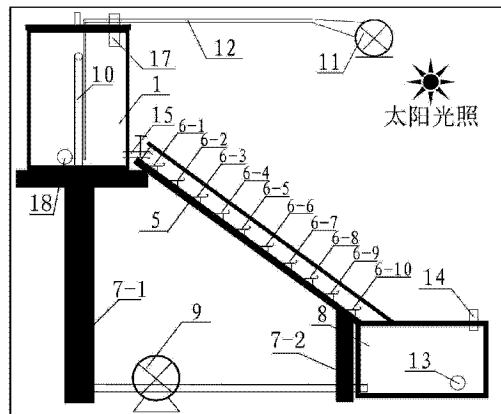
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54) 发明名称

太阳能光催化降解装置

(57) 摘要

本发明公开了一种太阳能光催化降解装置,属于污水处理技术领域,具体涉及一种利用紫外可见光响应的改性光催化剂,太阳光作为光源驱动反应对污染物进行降解,解决污水处理设备能耗高、价格昂贵、二次污染的装置。本装置主要包括:反应罐,用于提供污水均化及净化的场所;中空管,用于放置紫外可见光灯管;喷气管及气泵,用于向反应罐中通气;透明阶梯形光催化反应斜槽,用于提供光催化降解的场所;圆弧形挡板,用于均化、减缓污水溶液;输水管及水泵,用于将集水池中的污水输送到反应罐中;集水池,用于收集降解后的污水;太阳能电池板,用于储存电能。本发明装置主要是利用太阳光,具有清洁高效、无二次污染、反应气氛可控、光源利用率高等优点。



1. 太阳能光催化降解装置,其特征在于主要包括如下组成部分:

四个并排连通的反应罐(1、2、3和4),位于该装置上部,用于提供污水与改性催化剂混合及光催化降解的场所;

透明阶梯形光催化反应斜槽(5),位于该装置的中部,是本发明的核心部分,用于提供反应液均匀化和高效吸收太阳光进行光催化降解的场所;

太阳能电池板(16),位于该装置的左侧,用于将太阳能转换成电能储存在蓄电池中,配合外部电源,提供夜晚和阴天等光照不足条件下的光催化降解所需光源,节约能源;

集水池(8),位于该装置的下部,用于储存经透明阶梯形光催化反应斜槽(5)降解后的污水;

水泵(9)和输水管(10),连接在反应罐(4)和集水池(8)之间,用于污水的循环降解;

气泵(11),用于提供通入气体所需的动力;

通气管(12),位于气泵(11)与反应罐(1、2、3、4)中的喷气管之间,用于输送反应气体;

支撑结构(7-1和7-2),位于反应罐(1、2、3、4)和透明阶梯形光催化反应斜槽(5)的下方,用于支撑固定反应装置。

2. 根据权利要求1所述太阳能光催化降解装置,其特征在于:所述四个并排连通的反应罐1、2、3和4,以反应罐4为例,其结构设计包括反应罐外壳(4-1)、反应罐罐盖(4-8)、紫外可见光灯管(4-5)、中空管(4-4)、两个成对称位置的搅拌器(4-3)和(4-6)、喷气管(4-2)、取样口(4-7)和连通管(4-9)。其中:中空管,用于放置紫外可见光灯管,向其外部的反应罐中高效提供光源;搅拌器,两组平叶状桨叶锚式搅拌器对称分布于反应罐和中空管之间,用于搅拌反应罐中的污水溶液使之均匀混合;喷气管,位于该装置内部,用于向反应罐内喷入反应气体,以控制反应溶液体系的气氛;取样口,位于该装置上部,用于定期从反应罐中取样,以分析反应罐中的污水光催化降解情况。反应罐外壳,搅拌器和中空管依次位于所述反应罐4的外部,中部和内部。

3. 根据权利要求2所述太阳能光催化降解装置,其特征在于:所述四个并排连通的反应罐1、2、3和4内部的外壳上均含有喷气管,以反应罐4为例,其喷气管(4-2)上均匀分布许多喷气小孔,用于向反应罐内喷入气体,四个反应罐中的喷气管均与其上部的通气管(12)相连接。

4. 根据权利要求3所述太阳能光催化降解装置,其特征在于:所述反应罐(1、2、3和4)呈中空圆柱形透明结构,之间由连通管相连,其中反应罐4的结构分布为,顶部是反应罐罐盖(4-8),右侧为喷气管,左上侧为取样口,中间固定有中空管,中空管左右两侧为搅拌器,中空管中带有紫外可见光灯(4-5)。搅拌器和取样口均固定在反应罐罐盖上;搅拌器为锚式,上面分别均匀对称的分布10个平叶状桨叶。同时四个反应罐的上部均有一个取样口,用于定期取样检测,反应罐1、2、3和4的下方分别含有向透明阶梯形光催化反应斜槽(5)调控输水速度的给水阀门15-1、15-2、15-3和15-4,并且反应罐(1)的左上部有用于向装置中输入污水的进水口(17),左下部有用于将降解完全后的污水排出的排水口(18)。

5. 根据权利要求4所述太阳能光催化降解装置,其特征在于:所述透明阶梯形光催化反应斜槽(5)的外壳由透光性很好的透明玻璃组成,其内部设有10个圆弧形挡板(6-1、6-2、6-3、6-4、6-5、6-6、6-7、6-8、6-9、6-10),呈阶梯形均匀排布,圆弧形挡板的主要功能是

减缓反应溶液的流动速度,同时起到均匀分散改性光催化剂的作用,使反应溶液能够均匀缓慢的通过透明阶梯形光催化反应斜槽(5),延长与太阳光的接触时间,反应斜槽内部的给水量由其上部的给水阀门(15-1、15-2、15-3和15-4)调控,进入反应斜槽的污水经圆弧形挡板的作用能够均匀缓慢通过,高效率的利用太阳光光源,整个反应结构密封性很好,利于反应气氛的控制,污水经降解后进入集水池(8)中进行储存。

6. 根据权利要求5所述太阳能光催化降解装置,其特征在于:所述集水池(8)为透明玻璃结构,储存在其内的污水也能够吸收光源进行光催化反应,提高污水降解效率,其左上部含有取样口(14),用于定期取样,检测光催化降解效果,确定光催化循环次数;左下部有排水口(13),污水经过催化降解完全后,经此处排出。

太阳能光催化降解装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种太阳能光催化降解装置,属于污水处理技术领域。

背景技术

[0002] 随着经济的迅速发展,生活和工业污水排放量逐渐增加,水污染问题日益严重。工业污水和一般生活污水中存在的污染物主要包括有机染料、无机离子、固体颗粒或胶体、微生物等。对于含有这些污染物的废水,通常的处理手段有是通过絮凝、电解沉积、物理吸附(包括过滤)、化学处理、微生物降解等。这些传统的污水处理方法难以彻底净化污水中的可溶性有害物质和细微颗粒物,存在高能耗、二次污染、处理效率低等问题,还需要经过后续进一步处理才能去除。而利用具有紫外可见光响应能力的改性光催化材料作为催化剂,在充分利用太阳光中含量较少的紫外光(3~5%)同时,也可以有效利用太阳光中的可见光,扩大太阳光光谱利用范围,提高污水净化效率。太阳能是一种绿色能源,而目前的光催化降解装置使用的是模拟太阳光,消耗电能,造成资源的浪费,如果能有效的将太阳能用于污水处理,将会带来很高的经济效益,充分体现绿色节能的原则。

发明内容

[0003] 本发明克服了现有技术的不足,提供了一种太阳能光催化降解装置,本发明的目的是提供一种绿色节能、催化效果好、易于实现规模化、程序化、功能化的污水净化装置,可进行高效化、高太阳光光源利用率的光催化降解过程。此光催化降解过程易控制,实验精度和效率值高,实现绿色节能效果。

[0004] 为实现上述目的,本发明采用的技术方案是:太阳能光催化降解装置,其特征在于主要包括如下组成部分:

[0005] 太阳能光催化降解装置,其特征在于主要包括如下组成部分:

[0006] 四个并排连通的反应罐(1、2、3和4),位于该装置上部,用于提供污水与改性催化剂混合及光催化降解的场所;

[0007] 透明阶梯形光催化反应斜槽(5),位于该装置的中部,是本发明的核心部分,用于提供反应液均匀化和高效吸收太阳光进行光催化降解的场所;

[0008] 太阳能电池板(16),位于该装置的左侧,用于将太阳能转换成电能储存在蓄电池中,配合外部电源,提供夜晚和阴天等光照不足条件下的光催化降解所需光源,节约能源;

[0009] 集水池(8),位于该装置的下部,用于储存经透明阶梯形光催化反应斜槽(5)降解后的污水;

[0010] 水泵(9)和输水管(10),连接在反应罐(4)和集水池(8)之间,用于污水的循环降解;

[0011] 气泵(11),用于提供通入气体所需的动力;

[0012] 通气管(12),位于气泵(11)与反应罐(1、2、3、4)中的喷气管之间,用于输送反应气体;

[0013] 支撑结构 (7-1 和 7-2), 位于反应罐 (1、2、3、4) 和透明阶梯形光催化反应斜槽 (5) 的下方, 用于支撑固定反应装置。

[0014] 优选的, 所述四个并排连通的反应罐 1、2、3 和 4, 以反应罐 4 为例, 其结构设计包括反应罐外壳 (4-1)、反应罐罐盖 (4-8)、紫外可见光灯管 (4-5)、中空管 (4-4)、两个成对称位置的搅拌器 (4-3) 和 (4-6)、喷气管 (4-2)、取样口 (4-7) 和连通管 (4-9)。其中: 中空管, 用于放置紫外可见光灯管, 向其外部的反应罐中高效提供光源; 搅拌器, 两组平叶状桨叶锚式搅拌器对称分布于反应罐和中空管之间, 用于搅拌反应罐中的污水溶液使之均匀混合; 喷气管, 位于该装置内部, 用于向反应罐内喷入反应气体, 以控制反应溶液体系的气氛; 取样口, 位于该装置上部, 用于定期从反应罐中取样, 以分析反应罐中的污水光催化降解情况。反应罐外壳, 搅拌器和中空管依次位于所述反应罐 4 的外部, 中部和内部。

[0015] 优选的, 所述四个并排连通的反应罐 1、2、3 和 4 内部的外壳上均含有喷气管, 以反应罐 4 为例, 其喷气管 (4-2) 上均匀分布许多喷气小孔, 用于向反应罐内喷入气体, 四个反应罐中的喷气管均与其上部的通气管 (12) 相连接。

[0016] 优选的, 所述反应罐 (1、2、3 和 4) 呈中空圆柱形透明结构, 之间由连通管相连, 其中反应罐 4 的结构分布为, 顶部是反应罐罐盖 (4-8), 右侧为喷气管, 左上侧为取样口, 中间固定有中空管, 中空管左右两侧为搅拌器, 中空管中带有紫外可见光灯 (4-5)。搅拌器和取样口均固定在反应罐罐盖上; 搅拌器为锚式, 上面分别均匀对称的分布 10 个平叶状桨叶。同时四个反应罐的上部均有一个取样口, 用于定期取样检测, 反应罐 1、2、3 和 4 的下方分别含有向透明阶梯形光催化反应斜槽 (5) 调控输水速度的给水阀门 15-1、15-2、15-3 和 15-4, 并且反应罐 (1) 的左上部有用于向装置中输入污水的进水口 (17), 左下部有用于将降解完全后的污水排出的排水口 (18)。

[0017] 优选的, 所述透明阶梯形光催化反应斜槽 (5) 的外壳由透光性很好的透明玻璃组成, 其内部设有 10 个圆弧形挡板 (6-1、6-2、6-3、6-4、6-5、6-6、6-7、6-8、6-9、6-10), 呈阶梯形均匀排布, 圆弧形挡板的主要功能是减缓反应溶液的流动速度, 同时起到均匀分散改性光催化剂的作用, 使反应溶液能够均匀缓慢的通过透明阶梯形光催化反应斜槽 (5), 延长与太阳光的接触时间, 反应斜槽内部的给水量由其上部的给水阀门 (15-1、15-2、15-3 和 15-4) 调控, 进入反应斜槽的污水经圆弧形挡板的作用能够均匀缓慢通过, 高效率的利用太阳光光源, 整个反应结构密封性很好, 利于反应气氛的控制, 污水经降解后进入集水池 (8) 中进行储存。

[0018] 进一步的, 所述集水池 (8) 为透明玻璃结构, 储存在其内的污水也能够吸收光源进行光催化反应, 提高污水降解效率, 其左上部含有取样口 (14), 用于定期取样, 检测光催化降解效果, 确定光催化循环次数; 左下部有排水口 (13), 污水经过催化降解完全后, 经此处排出。

[0019] 工作原理:

[0020] 本发明是一种利用具有紫外可见光响应的改性半导体材料作为光催化剂, 太阳光作为光源驱动反应对污染物进行降解, 在充分利用太阳光中含量较少的紫外光 (3 ~ 5%) 同时, 也可以有效利用太阳光中的可见光, 扩大太阳光光谱利用范围, 提高污水净化效率; 本发明中的透明阶梯形光催化反应斜槽其外壳由透光性很好的透明玻璃组成, 内部设有 10 个圆弧形挡板, 呈阶梯形均匀排布, 圆弧形挡板的主要功能是减缓反应溶液的流动速度, 同

时起到均匀分散改性光催化剂的作用,使反应溶液能够均匀缓慢的通过透明阶梯形光催化反应斜槽,延长与太阳光的接触时间,反应斜槽的倾斜角度模拟日用太阳能,可以最大效率的提高反应溶液与太阳光的接触面积,提高光源利用率;本发明中的集水池,四个并排连通的反应罐,透明阶梯形光催化反应斜槽均为透明结构,能够最大效率的利用太阳光光源,增加污水降解效率。

[0021] 与现有技术相比,本发明的优点是:

[0022] 本装置的催化剂为具有紫外可见光响应能力的改性半导体材料,在充分利用太阳光中含量较少的紫外光(3~5%)同时,也可以有效利用太阳光中的可见光,扩大太阳光光谱利用范围;太阳光作为光源,具有绿色、无污染、节能的特点;装置有一定的高度差形成势能差增加了污水通过透明阶梯形光催化反应斜槽的动力,本发明装置中同时含有四个反应罐,可以提高污水净化效率;透明阶梯形光催化反应斜槽的倾斜角度模拟日用太阳能,可以最大效率的提高反应溶液与太阳光的接触面积,提高光源利用率,其内部的圆弧形挡板,呈阶梯形均匀排布,能够减缓反应溶液的流动速度,增加污水曝光时间,同时起到均匀分散改性光催化剂的作用,即具有自搅拌功能,无需使用搅拌器,节约能源,整个发明装置充分体现绿色节能的原则。

附图说明

[0023] 图1是本发明太阳能光催化降解装置的平面主视图。

[0024] 图1中:太阳能电池板(16)、四个并排连通的反应罐(1、2、3、4)、透明阶梯形光催化反应斜槽(5)、集水池(8)、气泵(11)、水泵(9)、给水阀门(15-1、15-2、15-3、15-4)、通气管(12)、输水管(10)、进水口(17)、取样口(14)、支撑结构(7-1、7-2)、排水口(13)和(18)、10个圆弧形挡板(6-1、6-2、6-3、6-4、6-5、6-6、6-7、6-8、6-9、6-10)。

[0025] 图2是本发明太阳能光催化降解装置的简化平面俯视图。

[0026] 图3是本发明太阳能光催化降解装置中反应罐4的平面图。

[0027] 图3中:反应罐外壳(4-1)、反应罐罐盖(4-8)、紫外可见光灯管(4-5)、中空管(4-4)、两个成对称位置的搅拌器(4-3)和(4-6)、喷气管(4-2)、取样口(4-7)和连通管(4-9)。

[0028] 图4是本发明太阳能光催化降解装置中喷气管和圆弧形挡板的平面图。

[0029] 图4中:4-2为喷气管,6-1为透明阶梯形光催化反应斜槽的圆弧形挡板。

具体实施方式

[0030] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚,下面结合附图和具体实施方式对本发明进一步详细描述:

[0031] 如图1和图2所示,太阳能光催化降解装置,主要包括如下组成部分:

[0032] 四个并排连通的反应罐(1、2、3和4),位于该装置上部,用于提供污水与改性催化剂混合及光催化降解的场所;

[0033] 透明阶梯形光催化反应斜槽(5),位于该装置的中部,是本发明的核心部分,用于提供反应液均匀化和高效吸收太阳光进行光催化降解的场所;

[0034] 太阳能电池板(16),位于该装置的左侧,用于将太阳能转换成电能储存在蓄电池

中,配合外部电源,提供夜晚和阴天等光照不足条件下的光催化降解所需光源,节约能源;

[0035] 集水池 (8),位于该装置的下部,用于储存经透明阶梯形光催化反应斜槽 (5) 降解后的污水;

[0036] 水泵 (9) 和输水管 (10),连接在反应罐 (4) 和集水池 (8) 之间,用于污水的循环降解;

[0037] 气泵 (11),用于提供通入气体所需的动力;

[0038] 通气管 (12),位于气泵 (11) 与反应罐 (1、2、3、4) 中的喷气管之间,用于输送反应气体;

[0039] 支撑结构 (7-1 和 7-2),位于反应罐 (1、2、3、4) 和透明阶梯形光催化反应斜槽 (5) 的下方,用于支撑固定反应装置。

[0040] 优选的,所述四个并排连通的反应罐 1、2、3 和 4,以反应罐 4 为例,如图 3 和图 4 所示,其结构设计包括反应罐外壳 (4-1)、反应罐罐盖 (4-8)、紫外可见光灯管 (4-5)、中空管 (4-4)、两个成对称位置的搅拌器 (4-3) 和 (4-6)、喷气管 (4-2)、取样口 (4-7) 和连通管 (4-9)。其中:中空管,用于放置紫外可见光灯管,向其外部的反应罐中高效提供光源;搅拌器,两组平叶状桨叶锚式搅拌器对称分布于反应罐和中空管之间,用于搅拌反应罐中的污水溶液使之均匀混合;喷气管,位于该装置内部,用于向反应罐内喷入反应气体,以控制反应溶液体系的气氛;取样口,位于该装置上部,用于定期从反应罐中取样,以分析反应罐中的污水光催化降解情况。反应罐外壳,搅拌器和中空管依次位于所述反应罐 4 的外部,中部和内部。

[0041] 优选的,所述四个并排连通的反应罐 1、2、3 和 4 内部的外壳上均含有喷气管,以反应罐 4 为例,其喷气管 (4-2) 上均匀分布许多喷气小孔,用于向反应罐内喷入气体,四个反应罐中的喷气管均与其上部的通气管 (12) 相连接。

[0042] 优选的,所述反应罐 (1、2、3 和 4) 呈中空圆柱形透明结构,之间由连通管相连,其中反应罐 4 的结构分布为,顶部是反应罐罐盖 (4-8),右侧为喷气管,左上侧为取样口,中间固定有中空管,中空管左右两侧为搅拌器,中空管中带有紫外可见光灯 (4-5)。搅拌器和取样口均固定在反应罐罐盖上;搅拌器为锚式,上面分别均匀对称的分布 10 个平叶状桨叶。同时四个反应罐的上部均有一个取样口,用于定期取样检测,反应罐 1、2、3 和 4 的下方分别含有向透明阶梯形光催化反应斜槽 (5) 调控输水速度的给水阀门 15-1、15-2、15-3 和 15-4,并且反应罐 (1) 的左上部有用于向装置中输入污水的进水口 (17),左下部有用于将降解完全后的污水排出的排水口 (18)。

[0043] 优选的,所述透明阶梯形光催化反应斜槽 (5) 的外壳由透光性很好的透明玻璃组成,其内部设有 10 个圆弧形挡板 (6-1、6-2、6-3、6-4、6-5、6-6、6-7、6-8、6-9、6-10),呈阶梯形均匀排布,圆弧形挡板的主要功能是减缓反应溶液的流动速度,同时起到均匀分散改性光催化剂的作用,使反应溶液能够均匀缓慢的通过透明阶梯形光催化反应斜槽 (5),延长与太阳光的接触时间,反应斜槽内部的给水量由其上部的给水阀门 (15-1、15-2、15-3 和 15-4) 调控,进入反应斜槽的污水经圆弧形挡板的作用能够均匀缓慢通过,高效率的利用太阳光光源,整个反应结构密封性很好,利于反应气氛的控制,污水经降解后进入集水池 (8) 中进行储存。

[0044] 进一步的,所述集水池 (8) 为透明玻璃结构,储存在其内的污水也能够吸收光源

进行光催化反应,提高污水降解效率,其左上部含有取样口(14),用于定期取样,检测光催化降解效果,确定光催化循环次数;左下部有排水口(13),污水经过催化降解完全后,经此处排出。

[0045] 结合附图中图1、图2、图3和图4对本发明的工作过程进行说明:

[0046] ①污水首先经外部的预处理设备将其中的大颗粒污染物,以及易分离的有害小颗粒物除去,得到预处理过的污水溶液;

[0047] ②在阳光充足的条件下,打开反应罐的罐盖,将一定量的具有紫外可见光响应能力的改性光催化剂分别加入四个反应罐,从进水口缓慢注入预处理过的污水,在连通管的作用下,四个反应罐中的污水量达到同样指定高度,盖上罐盖并将罐盖上的对称位置的搅拌器及喷气管固定好,打开电源启动搅拌器,之后根据需要经进气管道通入特定反应气体控制反应溶液的气氛;

[0048] ③反应罐中的溶液搅拌混合均匀后,关闭搅拌棒电源停止搅拌,打开给水阀门,调控合适的给水速度,污水被输送至透明阶梯形光催化反应斜槽中,透明阶梯形光催化反应斜槽可以提供足够大的反应溶液与太阳光接触面积;同时在圆弧形挡板的作用下,污水均匀缓慢通过,充分吸收太阳光,使得污水中的污染物在特定气氛及太阳光光照和改性催化剂的作用下进行催化降解。经降解后的污水收集在集水池中;

[0049] ④系统定期从集水池的取样口取出一定量的溶液进行检测,污水中的污染物如果被完全降解,则降解后的洁净水从集水池的排水口排出,进入外部的离心,过滤或磁选装置,对催化剂进行回收。以上反应结束后,系统将从进水口重新注入预处理过的污水,进行下一次光催化降解;如果没有降解完全,则当反应罐中的溶液输送完时,反应系统自动启动水泵,将集水池中的污水泵回反应罐中,重复③的步骤进行循环降解,直到污水中的污染物被彻底降解;

[0050] ⑤本发明装置在吸收太阳光进行光催化降解的同时,太阳能电池板充分吸收太阳光并将其转换为电能储存在蓄电池中,用作搅拌棒电机,紫外可见光灯等电器的电源,节约能源;

[0051] ⑥在夜晚和阴天等太阳光光照条件不足条件下,关闭给水阀门,将污水溶液集中到反应罐中,打开搅拌棒的电机电源,利用太阳能储存的电能并配合外部电源,向搅拌棒的电机及反应罐中的紫外可见光灯供电能,确保光催化降解反应正常进行,使得本光催化反应装置可以连续工作,满足不同光照条件的适用性,提高污水处理效率。通过定期从反应罐上部的取样口取样检测,确定光催化降解进行程度。当污水中的污染物被完全降解后,洁净水最终从反应罐中的排水口排出,进入外部的离心装置,离心回收的改性光催化剂,用于循环反应。

[0052] 以上所述,是说明性的而不是限定性的,因此在不脱离本发明总体结构下的变化和修改,应属于本发明的保护范围之内。

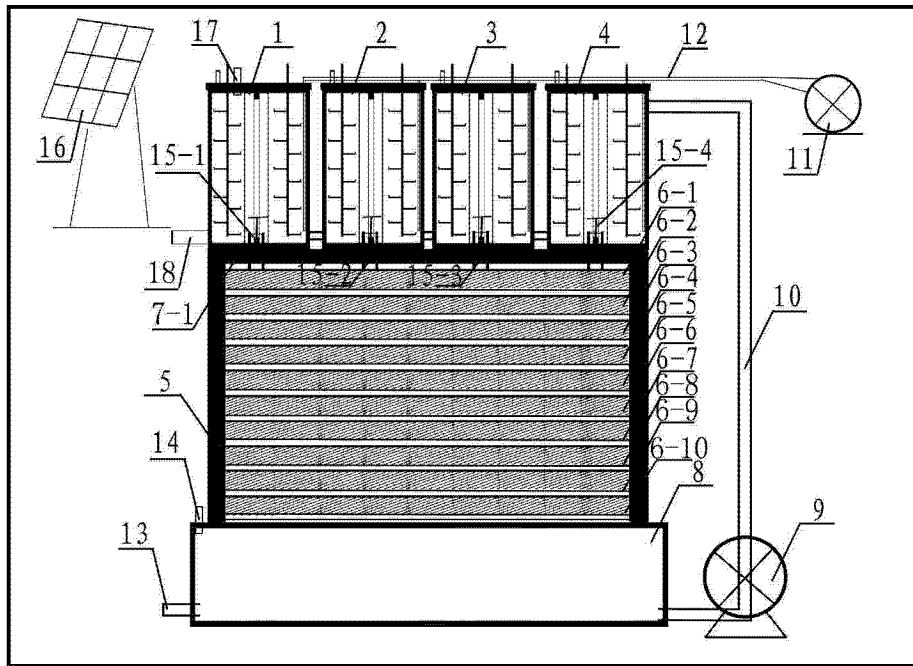


图 1

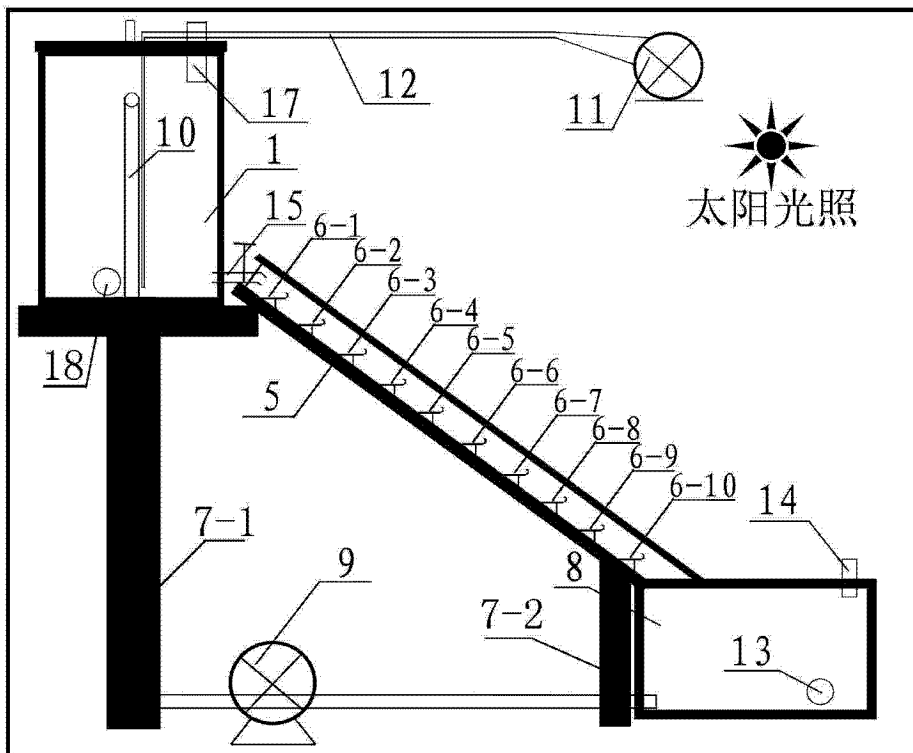


图 2

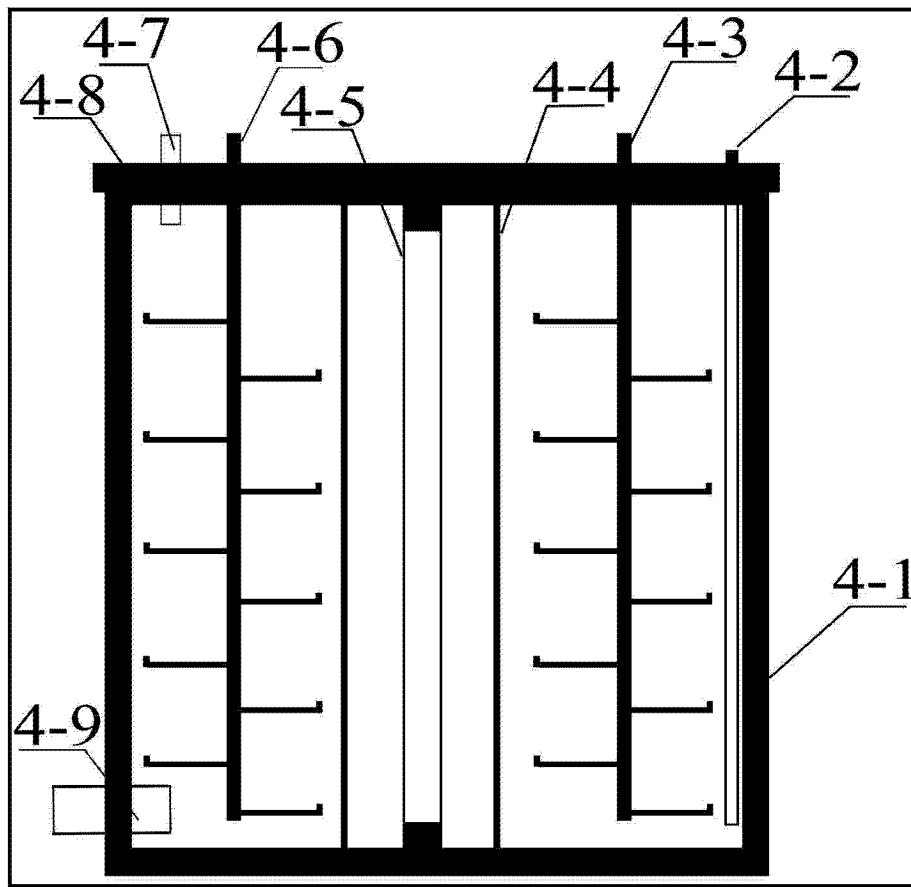


图 3

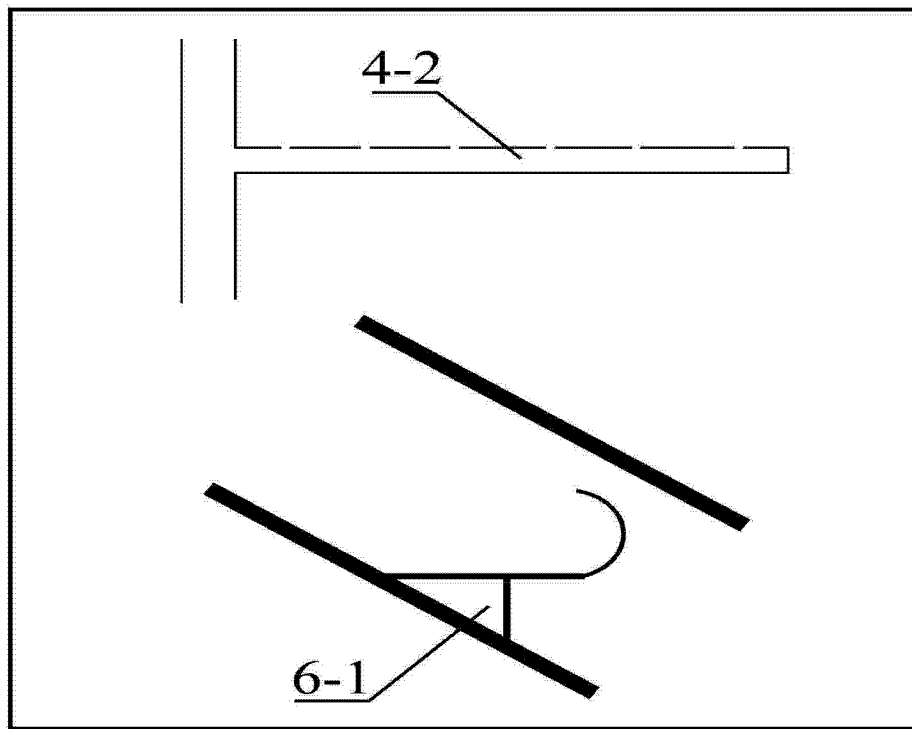


图 4