



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 114804403 A

(43) 申请公布日 2022. 07. 29

(21) 申请号 202210280924.6

(22) 申请日 2022.03.21

(71) 申请人 中冶南方都市环保工程技术股份有限公司

地址 430205 湖北省武汉市东湖新技术开发区流芳路59号

(72) 发明人 许晓明 胡国峰 邵雁 刘子豪
陈堃 郭华军 向浩 夏阳 汪远
皮鏊 熊劲

(74) 专利代理机构 武汉科皓知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 42222
专利代理师 吴艳姣

(51) Int. Cl.

C02F 9/04 (2006.01)

C02F 103/10 (2006.01)

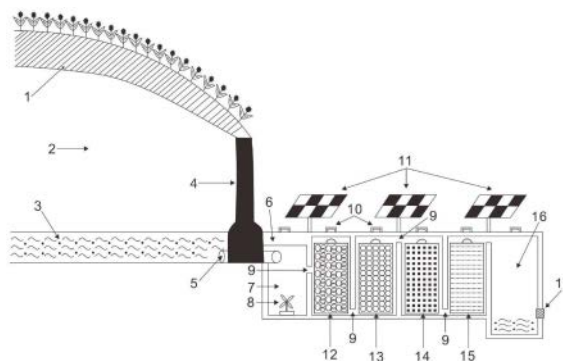
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统

(57) 摘要

本发明提供一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,包括矿洞封堵单元、可渗透反应墙单元和药剂存储单元;矿洞封堵单元包括封堵墙墙体和引流管道,引流管道连接在封堵墙墙体底部;可渗透反应墙单元依次包括入水槽、多级反应槽、出水槽,可渗透反应墙单元整体位于引流管道下;多级反应槽内放置有填充不同药剂的药剂存储装置;药剂存储装置侧面开孔洞。入水槽、多级反应槽和出水槽相邻的进水槽口和出水槽口上下错开,使废水的流经路线为“曲流式”。多级反应槽分别为石英砂反应槽、石灰石反应槽、钢渣反应槽和锰砂沸石反应槽。本发明将长期淤积在矿洞浅层的酸性矿山废水引出处理,减轻对封堵系统的侵蚀破坏,提高矿洞封堵系统的安全性与使用寿命。



1. 一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,包括矿洞封堵单元、可渗透反应墙单元和药剂存储单元;

所述矿洞封堵单元包括封堵墙墙体和引流管道,所述引流管道连接在封堵墙墙体底部,用以将废水引入可渗透反应墙单元;

所述可渗透反应墙单元整体上是以前筋为骨架的多级水泥混凝土槽体,依次包括入水槽、多级反应槽、出水槽,可渗透反应墙单元整体位于引流管道下方,废水经引流管道汇聚于入水槽,然后依次流经各级反应槽后,汇聚于出水槽,通过过滤网处理后流入河道;所述多级反应槽内放置有填充不同药剂的药剂存储装置;

所述药剂存储单元包括药剂存储装置和药剂,药剂存储装置进水侧开有若干进水孔,出水侧开有若干出水孔。

2. 根据权利要求1所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,所述入水槽、多级反应槽和出水槽的顶面均开有开口,开口上盖有盖子,入水槽、多级反应槽和出水槽的进水侧和出水侧分别开有进水槽口和出水槽口,入水槽、多级反应槽和出水槽相邻的进水槽口和出水槽口上下错开,上一级槽体的出水槽口即为下一级槽体的进水槽口,使得废水的流经路线为“曲流式”。

3. 根据权利要求1所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,所述多级反应槽分别为石英砂反应槽、石灰石反应槽、钢渣反应槽和锰砂沸石反应槽。

4. 根据权利要求2所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,所述药剂存储装置顶部两侧还连接有把手,药剂存储装置顶部开有入料出料口。

5. 根据权利要求1所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,所述封堵墙墙体整体呈上薄下厚、且内扣的弧形。

6. 根据权利要求1所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,所述封堵墙墙体为以前筋为骨架的水泥混凝土墙体。

7. 根据权利要求1所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,还包括搅拌器和光伏发电装置,所述入水槽中连接有搅拌器,搅拌器由光伏发电装置驱动。

8. 根据权利要求1所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,所述药剂存储装置呈长柱状,整体由不锈钢材质制成,并且表面喷漆以增强其抗腐蚀性。

9. 根据权利要求1所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,所述可渗透反应墙单元底部和侧面均连接有防水膜。

10. 根据权利要求4所述的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,其特征在于,所述药剂存储装置周身遍布进水孔和出水孔,进水孔和出水孔为粒径0.2-0.3cm的圆形孔洞。

一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统

技术领域

[0001] 本发明属于环境保护技术领域,具体涉及一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,可用于从源头上治理矿山酸性废水污染问题。

背景技术

[0002] 矿山酸性废水是矿产资源开采过程中产生的各种矿洞涌水、选矿废水、矿渣堆渗滤液等各种废水的总称,具有pH较低、含有高浓度硫酸盐和可溶性重金属离子(如 Fe^{3+} 、 Mn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+})等特点,不仅直接影响地表水体的水质安全,而且会逐渐累积侵入周边土壤和地下水体,对生态环境产生极大的威胁。

[0003] 矿洞涌水是矿山酸性废水的主要来源之一,由于经过开采后的矿洞围岩长时间暴露在空气中,其中的硫化物矿物与重金属不断被氧气氧化释放,自然降雨、围岩裂隙水、地表和地下径流水体会流入矿洞内,二者混合后形成了酸度极高的重金属废水从矿洞涌出。工程治理上通常先利用抽水泵将矿洞积水抽出处理,然后采用水泥混凝土对矿洞进行机械封堵,以产生密闭环境减少矿洞内氧气含量并阻止涌水外排。但此种方法治标不治本,长期下来淤积在洞内的酸性废水会从矿洞其他裂隙带排出,进一步污染环境,或对已有矿洞封堵系统产生腐蚀破坏,难以保证工程质量的长久性。

[0004] 可渗透反应墙是一种代表性被动式处理技术,常用于矿山酸性废水末端净化处理,通过让废水源源不断流经充填有净化吸附材料的渗透墙,实现废水的高效净化处理。该工艺具有投资成本低、运营维护简便、治理效果较好等特点。但在实际工程应用中,可渗透反应墙也需要定期更换反应药剂,并存在占地面积较大、使用过程中常常无法兼顾废水停留时间与反应墙渗透性的问题,致使废水治理效果不如其他主动式处理技术。

[0005] 本发明充分吸纳了传统矿洞封堵法与可渗透反应墙的优点,并在此基础上进行了诸多优化,提出了一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,用于矿山酸性废水的源头治理。

发明内容

[0006] 本发明提出了一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,该系统不仅可实现对矿洞的物理封堵,大幅度减少空气从而减少对围岩的腐蚀作用与污染因子的释放效果,还可对长期淤积在矿洞底部的酸性废水进行高效净化处理,显著提高了矿洞封堵系统的使用效果与寿命,从源头上对矿洞涌水污染物进行了减量化、无害化处理。本系统占地面积小、运营维护简单、治理效果好,能显著减少矿山酸性废水治理工程投入成本。

[0007] 本发明针对现有矿洞酸性涌水封堵效果差、治理程度低的问题,将传统矿洞机械封堵技术与可渗透反应墙单元技术耦合,并进行了改进优化,提出了适用于矿山酸性废水治理的新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统。本发明提出的新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,置于裸露矿洞末端,从前至后包括三个组成单元:矿洞封堵单元、可渗透反应墙单元、药剂存储单元;

[0008] 所述矿洞封堵单元包括封堵墙墙体和引流管道,所述引流管道连接在封堵墙墙体

底部,用以将废水引入可渗透反应墙单元;优选地,施工过程中,将采空区挖成前后左右由高到低逐渐向下朝引流管道倾斜的、将封堵墙墙体建成内扣的弧形,以保障矿洞废水能充分汇聚入引流管道然后进入可渗透反应墙单元。

[0009] 所述可渗透反应墙单元整体上是以前筋为骨架的多级水泥混凝土槽体,依次包括入水槽、多级反应槽、出水槽,可渗透反应墙单元整体位于引流管道下方,废水经引流管道汇聚于入水槽,然后依次流经各级反应槽后,汇聚于出水槽,通过过滤网处理后流入河道;所述多级反应槽内放置有填充不同药剂的药剂存储装置;

[0010] 所述药剂存储单元包括药剂存储装置和药剂,药剂存储装置进水侧开有若干进水孔,出水侧开有若干出水孔。

[0011] 进一步地,所述入水槽、多级反应槽和出水槽的顶面均开有开口,开口上盖有盖子,入水槽、多级反应槽和出水槽的进水侧和出水侧分别开有进水槽口和出水槽口,入水槽、多级反应槽和出水槽相邻的进水槽口和出水槽口上下错开,使得废水的流经路线为“曲流式”。

[0012] 进一步地,所述多级反应槽分别为石英砂反应槽、石灰石反应槽、钢渣反应槽和锰砂沸石反应槽。

[0013] 进一步地,所述药剂存储装置顶部两侧还连接有把手,药剂存储装置顶部开有入料出料口。

[0014] 进一步地,所述封堵墙墙体整体呈上薄下厚、且内扣的弧形。

[0015] 进一步地,所述封堵墙墙体为以前筋为骨架的水泥混凝土墙体。

[0016] 进一步地,还包括搅拌器和光伏发电装置,所述入水槽中连接有搅拌器,搅拌器由光伏发电装置驱动。当然,搅拌器也可以由电动机的输出轴驱动。

[0017] 优选地,所述药剂存储装置呈长柱状,整体由不锈钢材质制成,并且表面喷漆以增强其抗腐蚀性。

[0018] 进一步地,所述可渗透反应墙单元底部和侧面均连接有防水膜。

[0019] 进一步地,所述药剂存储装置周身遍布进水孔和出水孔,进水孔和出水孔为粒径0.2-0.3cm的圆形孔洞。

[0020] 进一步地,所述可渗透反应墙单元整体上前筋为骨架,采用水泥混凝土浇筑而成。

[0021] 进一步地,所述石英砂反应槽的药剂存储装置内填充有 SiO_2 含量95%以上、粒径0.3-0.5cm的石英砂;所述石灰石反应槽的药剂存储装置内填充有 CaCO_3 含量90%以上、粒径0.5-1.0cm的天然石灰石;钢渣反应槽的药剂存储装置内填充有CaO含量45%以上、粒径0.3-0.5cm的钢渣颗粒;锰砂沸石反应槽的药剂存储装置内填充有 MnO_2 含量40%以上、粒径0.3-0.5cm的天然锰砂和沸石矿物含量85%以上、粒径0.3-0.5cm的天然沸石。

[0022] 优选地,所述封堵墙墙体上部厚30-70cm,下部厚80-120cm。

[0023] 优选地,所述引流管道的直径为8-15cm。

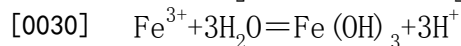
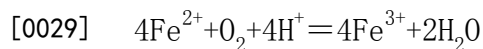
[0024] 优选地,所述入水槽中配备有直径18-30cm的搅拌器,搅拌器采用光伏发电装置驱动,功率30-50W。

[0025] 优选地,所述锰砂与沸石均是具有0.3-0.7nm孔道结构的分子筛材料。

[0026] 优选地,出水槽的出口槽口的位置高于槽底10-20cm。

[0027] 矿洞封堵单元包括以钢筋为骨架、采用水泥混凝土浇筑而成的封堵墙墙体,封堵墙墙体对矿洞末端进行机械封堵,封堵厚度通常在50-100cm,封堵墙墙体整体呈上薄下厚,主要用于抵御底部矿洞涌水的冲击与腐蚀作用,在封堵墙墙体底部设置有直径10cm的引流管道,用于将废水引入可渗透反应墙单元。

[0028] 可渗透反应墙单元包括入水槽、多级反应槽、出水槽。为方便运营维护和利用重力对矿洞淤积废水进行充分引流,可渗透反应墙单元整体位于引流管道下约50cm处。矿洞废水在重力作用下由引流管道汇聚于入水槽,然后依次流经各级反应槽后,汇聚于出水槽,通过过滤网处理后流入河道。可渗透反应墙单元整体上以钢筋为骨架,采用水泥混凝土浇筑而成。入水槽中配备有直径约20cm的搅拌器,搅拌器采用光伏发电装置驱动,功率30-50W。通过不断搅拌曝气提高废水中的 O_2 含量,促进废水中的 Fe^{2+} 离子转化为 Fe^{3+} 离子,从而更容易发生水解沉淀反应,通常情况下, Fe^{3+} 离子在pH=3的情况下即可进行水解。反应方程式如下所示:



[0031] 多级反应槽共包含4级反应槽。其中1级反应槽的药剂存储装置内填充有粒径0.3-0.5cm的石英砂(SiO_2 含量95%以上),主要用于吸附过滤溶液中的大颗粒杂质与泥沙。2级反应槽的药剂存储装置内填充有粒径0.5-1.0cm的天然石灰石($CaCO_3$ 含量90%以上),主要用于中和废水酸度,提高溶液pH并促进 Fe^{3+} 离子的水解反应,此外,由于石灰石是为数不多的 $pH_{pzc} > 7$ 的天然矿物,因此对废水中的 SO_4^{2-} 也有良好的吸附去除效果。3级反应槽的药剂存储装置内填充有粒径0.3-0.5cm的钢渣颗粒(CaO 含量45%以上),钢渣具有良好的碱度释放能力,结构疏松,具有一定的吸附效果,能够同步实现对废水中的碱度与重金属离子进行去除。4级反应槽的药剂存储装置内填充有粒径0.3-0.5cm的天然锰砂(MnO_2 含量40%以上)和天然沸石(沸石矿物含量85%以上)。锰砂与沸石均是具有良好纳米孔道结构(孔径0.3-0.7nm)的分子筛材料,能够实现 Pb 、 Zn 、 Ba 、 Cr 、 Cu 等重金属离子的高效去除,二者的具体配比可由前端废水中重金属离子种类确定。

[0032] 经上述多级反应槽处理后的矿洞涌水汇入出水槽,在出水槽末端设置有孔径小于0.2cm的过滤网,主要用于拦截废水从前端反应槽带出的颗粒杂质或形成的胶体沉淀,出水槽的出口槽口的位置高于槽底10-20cm,以保证各类颗粒杂质完全停留在可渗透反应墙单元内而不会被带入到河道中。此外,体系的入水槽、多级反应槽、出水槽设计成分段式互不干扰,且槽口互相错开,使得废水的流经路线为“曲流式”,这种设计有以下几点好处:1) 保障了废水与反应槽药剂能够充分接触反应,提高了净化效果;2) 充分利用了废水在重力作用下的驱动效果,保障废水流动动力的同时降低体系运行成本。

[0033] 可渗透反应墙单元的入水槽、多级反应槽和出水槽顶部均开有开口,开口上连接有盖子,方便对体系进行清洁或维护。其中反应槽配备有特殊的药剂存储装置,该装置呈长柱状,整体由不锈钢材质制成,并且表面喷漆以增强其抗腐蚀性,在药剂存储装置顶部设置有方便投料/清理的入料出料口,并配备有方便提取该装置的半圆形把手。整个装置周身遍布粒径为0.2-0.3cm的圆形孔洞,在保障废水在装置中的流通性的前提下,避免反应药剂在废水驱动下被带出装置外。

[0034] 本系统集矿洞机械封堵与矿井涌水净化处理于一体,极大节省了系统占地面积,

实现了矿井涌水的减量化、无害化处理。在此基础上,充分考虑了工程运维的简便性需求,本系统只需要对药剂存储装置中的药剂进行定期更换和清理出水槽中的沉淀物即可。

[0035] 本发明的有益效果是:

[0036] 本发明提出的用于矿山废水污染治理的新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统具有以下技术优点:

[0037] 1) 对矿洞进行支撑加固的同时,基本阻隔外界空气进入矿洞侵蚀围岩,从源头上实现污染因子的减量化处理;

[0038] 2) 将长期淤积在矿洞浅层的酸性矿山废水引出处理,减轻对封堵系统的侵蚀破坏,提高矿洞封堵系统的安全性与使用寿命;

[0039] 3) 将采空区挖成前后左右由高到低向下朝引流管道倾斜的、将封堵墙墙体建成内扣弧形的形状,以保障矿洞废水能充分汇聚入引流管道然后进入可渗透反应墙单元,封堵墙墙体防止废水往周围环境中溢;

[0040] 4) 通过在矿洞口底部布置可渗透反应墙单元,通过多级反应槽对残留的矿洞涌水进行高效净化处理后达标排放,废水流经路线采用“曲流式”设计,保障废水与药剂的接触反应时间,提升了净化效果,从源头上实现了污染因子无害化处理;

[0041] 5) 药剂存储装置独立于反应槽,可以通过把手,单个取出进行换料维护等,且侧壁的进水孔和出水孔既能容许废水渗透通过,也能拦截废水从前端反应槽带出的颗粒杂质或形成的胶体沉淀;

[0042] 6) 本系统各级单元均采用模块化设计,方便后续运维过程中的药剂更换与保洁维护,采用太阳能供电对前端废水进行曝气处理,减少了工程投入。

附图说明

[0043] 图1是本发明的一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统的整体结构示意图。

[0044] 图2是药剂存储装置的结构示意图。

[0045] 图中1-岩体;2-采空区;3-矿洞积水;4-封堵墙墙体;5-引流管道;6-可渗透反应墙单元;7-入水槽;8-搅拌器;9-槽口;10-盖子;11-光伏发电装置;12-石英砂反应槽;13-石灰石反应槽;14-钢渣反应槽;15-锰砂沸石反应槽;16-出水槽;17-过滤网;18-把手;19-入料出料口;20-进水孔;21-出水孔;22-药剂存储装置。

具体实施方式

[0046] 下面将结合具体实施例与附图,对本发明做进一步详细说明。

[0047] 本发明所有的一切材料药剂,都可在市场上购买到。

[0048] 本发明提出了一种新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统,置于矿洞末端。该系统包括矿洞封堵单元、可渗透反应墙单元6、药剂存储单元。在岩体1的采空区2的矿洞积水3区末端设置矿洞封堵单元。矿洞封堵单元由钢筋混凝土浇筑而成,顶部厚度为0.5米,底部厚度为1.0米,在封堵墙墙体4底部设置有引流管道5,在基本隔绝洞外氧气以避免腐蚀围岩、实现污染物减量化处理的同时,将矿洞底部较长周期生成的酸性废水排出处理,减少其对封堵墙墙体的侵蚀破坏作用。

[0049] 可渗透反应墙单元包括入水槽7、多级反应槽、出水槽16。所述入水槽、多级反应槽

和出水槽的顶面均开有开口,开口上盖有盖子10。可渗透反应墙单元6整体由钢筋混凝土浇筑而成,其底部和侧面通过铺设防水膜进行覆膜防渗处理。入水槽7槽底低于矿洞封堵墙墙体0.5米,以保障在重力作用下淤积废水能充分引流至入水槽7,入水槽7内配备有直径20cm的搅拌器8,该搅拌器8由光伏发电装置11供电驱动,用于曝气处理提高溶液中的 O_2 含量,充分促进 Fe^{2+} 转化成 Fe^{3+} ,以降低铁的水解难度。反应槽共设置有4级,包括1级石英砂反应槽12,2级石灰石反应槽13,3级钢渣反应槽14,4级锰砂沸石反应槽15。废水流经多级反应槽的路线设计成“曲流式”,以充分利用重力驱动并保障废水与药剂的接触反应时间。经过处理的废水汇聚于出水槽16内,在重力与过滤网17双重作用下分离其中的颗粒沉淀物后排出,流入河道。在实际工程应用中,不同槽体的厚度要根据入水水质情况、入水流速与出水指标等要求综合考虑决定。所述药剂存储单元包括药剂存储装置22和药剂。所述药剂存储装置呈长柱状,整体由不锈钢材质制成,并且表面喷漆以增强其抗腐蚀性,药剂存储装置进水侧开有若干进水孔20,出水侧开有若干出水孔21,均为0.2-0.3cm的圆形孔洞。所述药剂存储装置顶部两侧还连接有把手18,药剂存储装置顶部开有入料出料口19。

[0050] 入水槽7中所用直径20cm搅拌器8的动力来源为功率为50W的光伏发电装置。

[0051] 所述石英砂粒径为0.5cm,有效组分含量98%;

[0052] 所述天然石灰石粒径0.5-0.8cm,有效组分含量95%;

[0053] 所述钢渣粒径0.3-0.5cm,有效组分含量55%;

[0054] 所述天然锰砂粒径0.3cm,有效组分含量45%;所述天然沸石粒径0.3cm,有效组分含量90%。

[0055] 本发明所述的新型矿洞废水渗透过滤式封堵系统如图1所示,在完成系统搭建后,将所述药剂材料充填于药剂存储装置中,如图2所示,该药剂存储装置进水孔20与出水孔21的粒径为0.2cm。将药剂存储装置装填于反应槽内,然后向矿洞底部注入模拟矿山酸性废水。系统运行过程中,废水在重力作用下缓慢汇聚于入水槽7,在入水槽7经过搅拌处理后,通过“曲流式”方式依次流经1级石英砂反应槽12、2级天然石灰石反应槽13、3级钢渣反应槽14、4级锰砂沸石反应槽15,最后汇入出水槽16。进入出水槽16的废水在重力与过滤网的双重作用下,分离其中的颗粒沉淀物后,流入河道或进入后续工序。

[0056] 实施例1

[0057] 本实施例模拟了包含有酸度、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Cu^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 SO_4^{2-} 等污染因子的低浓度矿洞酸性废水溶液(如表1所示),搭建了每级槽体宽度为50cm的可渗透反应墙单元,进行了模拟实验研究。将上述废水加入到模拟矿洞封堵单元前端,在流速为1L/min的条件下,由矿洞引流管道5引出的废水经过多级反应槽处理后,对出水槽水质进行理化性质分析,发现其中的污染因子含量达到《地表水环境质量标准》III类标准(GB3838-2002)。表明该系统对低浓度矿井涌水具有优秀的净化处理能力。该系统能够对矿洞涌水进行减量化、无害化处理。

[0058]

污染因子	pH	SO_4^{2-}	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb
净化前含量(mg/L)	4.0	400	50	10	10	10	1
净化后含量(mg/L)	6.8	180	0.3	0.1	0.2	0.1	0.1

[0059] 实施例2

[0060] 本实施例模拟了包含有酸度、 Fe^{2+} 、 Mn^{2+} 、 Pb^{2+} 、 Zn^{2+} 、 SO_4^{2-} 等污染因子的高浓度矿洞酸性废水溶液(如表2所示),搭建了每级槽体宽度为50cm的可渗透反应墙单元,进行了模拟

实验研究。将上述废水加入到模拟矿洞封堵单元前端,在流速为1L/min的条件下,由矿洞引流管道引出的废水经过多级反应槽处理后,对出水槽水质进行理化性质分析,发现其中的污染因子含量达到了《铁矿石采选企业污水处理技术规范(GB/T33815-2017)》。表明该系统对高浓度矿井涌水具有良好的净化处理能力。该系统能够对矿洞涌水进行减量化、无害化处理。

[0061]

污染因子	pH	SO ₄ ²⁻	Fe	Mn	Cu	Zn	Pb
净化前含量 (mg/L)	2.0	600	200	50	15	15	2
净化后含量 (mg/L)	6.5	240	2.3	0.8	0.2	0.1	0.1

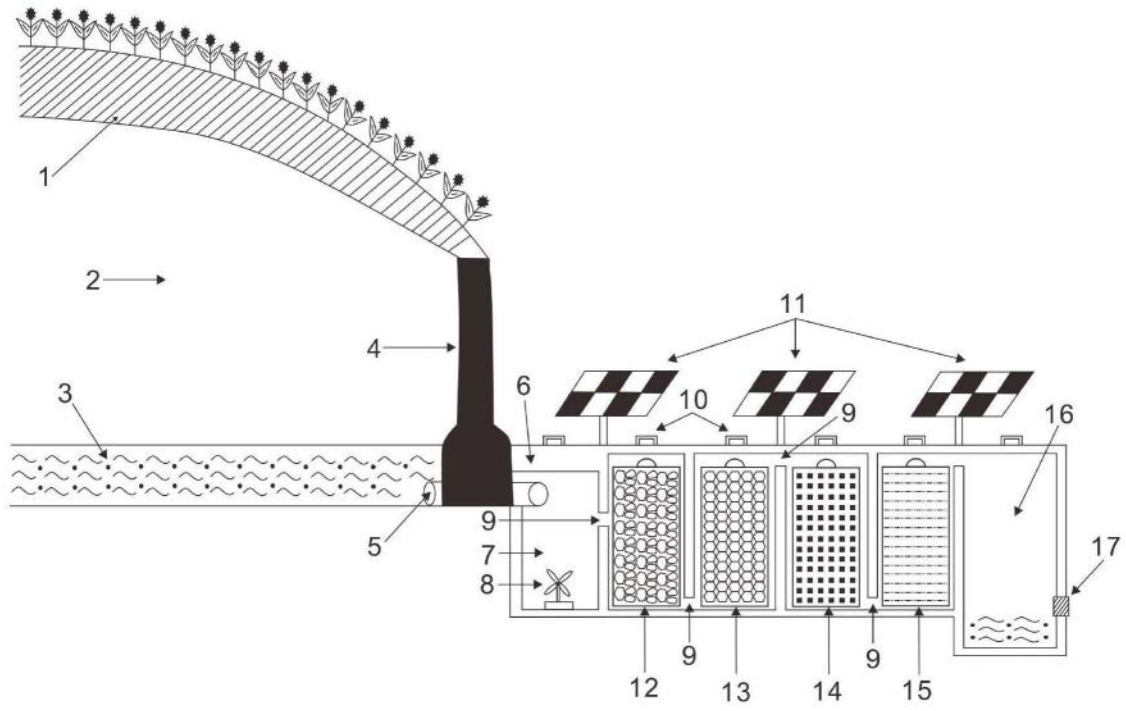


图1

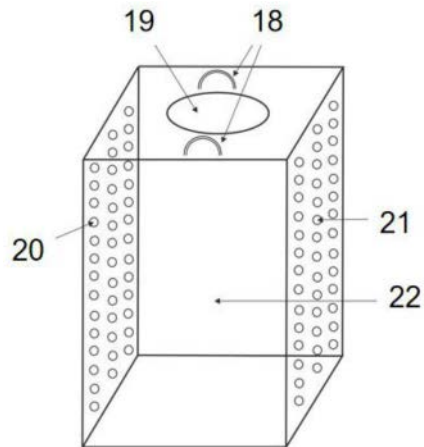


图2