(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 113769446 A
(43)申请公布日 2021.12.10

(21)申请号 202110930415.9

(22)申请日 2021.08.13

(71)申请人 徐州工程学院
地址 221111 江苏省徐州市云龙区丽水路2号

(72)发明人 刘强 刘思瑶

(74)专利代理机构 北京汇捷知识产权代理事务所(普通合伙) 11531
代理人 赵艳

(51)Int.Cl.
B01D 24/26(2006.01)
B01D 24/46(2006.01)
B01D 24/48(2006.01)
B01D 36/02(2006.01)

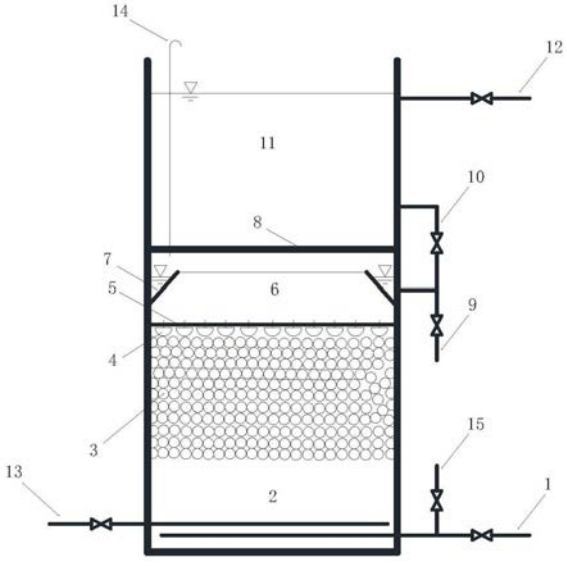
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池及其冲洗方法

(57)摘要

本发明公开了一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池及其冲洗方法。本发明滤池池体内通过隔板和滤板由上至下分隔为清水池、清水区、滤层以及配水区;清水区的池体内壁上设有集水槽,滤板上均布短柄滤头,池体内的配水区底部通入原水管以及气冲管;集水槽与清水池内部通过联络管导通;清水池内的顶部通入清水管;初滤水排放管一端对接在联络管上,该冲洗废水排放管一端对接在原水管上,该排气管进气端伸入清水区、且位于靠近隔板处。该滤池具有运行成本低、滤速高、滤料粒径较为均匀、截污能力强、出水水质好的特点,以该滤池为对象开发的冲洗方法具有冲洗效果好、能耗低等优点。



CN 113769446 A

1.一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池，其特征在于，该滤池包括池体，池体内由上而下设有隔板和滤板，且隔板上为清水池，隔板与滤板之间为清水区，滤板下为聚苯乙烯泡沫滤珠堆集的滤层，该滤层之下为配水区；

所述清水区的池体内壁上设有集水槽，所述滤板上均布短柄滤头；所述池体内的配水区底部通入原水管以及气冲管；所述集水槽与清水池内部通过联络管导通；所述清水池内的顶部通入清水管；

该滤池还包括初滤水排放管、冲洗废水排放管以及排气管；该初滤水排放管一端对接在联络管上，该冲洗废水排放管一端对接在原水管上，该排气管进气端伸入清水区、且位于靠近隔板处。

2.如权利要求1所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池，其特征在于，所述原水管进水端伸入到配水区内，且所述原水管位于配水区内的管体为上部敞口的管渠状。

3.如权利要求1所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池，其特征在于，所述气冲管端部伸入配水区内，所述气冲管位于配水区内的管体上均布孔径为1～3mm的气孔。

4.权利要求1～3任一项所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

(1)关闭原水管和联络管上的阀门，打开气冲管的阀门进行气冲；

(2)打开冲洗废水排放管的阀门以泄空池内的冲洗废水，泡沫滤珠随着水位的下降逐渐下落至池底，关闭气冲管的阀门停止气冲；

(3)打开联络管的阀门，清水池中的清水在重力作用下经联络管进入集水槽和清水区，然后自上而下流经滤板和滤层，板结黏连的泡沫滤珠在水流作用下继续下落并变得松散；

(4)调整冲洗废水排放管的阀门以使滤池中的水位逐渐上升并最终充满隔板下方的空间，此阶段水流自上而下冲洗滤层。

5.如权利要求4所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法，其特征在于，在步骤(1)中，气冲强度为5～9L/s·m^2，冲洗时间为1～3min。

6.如权利要求4所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法，其特征在于，在步骤(4)中，水冲强度为4～8L/s·m^2，冲洗时间为4～6min。

7.权利要求1～3任一项所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

(1)关闭原水管和联络管的阀门，打开气冲管的阀门进行气冲；

(2)打开冲洗废水排放管的阀门以泄空池内的冲洗废水，泡沫滤珠随着水位的下降逐渐下落；

(3)打开联络管上的阀门，清水池中的清水在重力作用下经联络管进入集水槽和清水区，然后自上而下流经滤板和滤层，板结黏连的泡沫滤珠在水流作用下继续下落并变得松散；

(4)关闭冲洗废水排放管上的阀门，使滤池中的水位逐渐上升并最终充满隔板下方的空间，此阶段气泡自下而上、水流自上而下冲洗滤层；

(5)关闭气冲管上的阀门以停止气冲，打开冲洗废水排放管上的阀门，水冲强度保持不变。

8.如权利要求7所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法，其特征在于，在步骤(1)中，

气冲强度为5～9L/s·m^2,冲洗时间为1～3min。

9.如权利要求7所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法,其特征在于,在步骤(4)中,水冲强度为4～8L/s·m^2,气冲强度为5～9L/s·m^2,冲洗时间为3～4min。

10.如权利要求7所述的聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法,其特征在于,在步骤(5)中,冲洗时间为3～5min。

一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池及其冲洗方法

技术领域

[0001] 本发明属于饮用水处理装置研发技术领域，尤其涉及一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池及其冲洗方法。

背景技术

[0002] 传统石英砂滤池在饮用水处理中有重要作用，但也存在以下缺陷：(1)因用作滤料的石英砂价格较贵，石英砂滤池的建设和运行成本较高；(2)若采用高速水流反冲洗方式，冲洗结束后整个滤层会呈现出明显的“水力分级”现象，滤层的截污能力会大幅度降低；(3)即便是所谓的“均质滤料”也只是相对而言，滤层仍然会有一定程度的“水力分级”现象，整个滤层的截污能力仍然较为有限；(4)由于石英砂的比重较大，冲洗时的阻力较大，能耗较高。为解决上述问题，一些专家致力于轻质滤料滤池的研发与应用。所谓“轻质滤料”，是指比重比水小的滤料，主要有泡沫滤珠、轻质硅藻土陶粒、超轻污泥陶粒、聚乙烯醇缩甲醛悬浮滤料等。目前，轻质滤料滤池主要研究和应用于污水处理和饮用水的生物预处理领域，在饮用水常规处理领域的研究和应用极少。

[0003] 现有的轻质滤料滤池有一个重要缺陷，即反冲洗难度较大，冲洗效果较差。由于轻质滤料在水的浮力作用下挤压在滤板的下方，上向流冲洗时滤料会在水流作用下进一步受到挤压，滤层中截留的污染物不易被清除。若采用下向流冲洗，则需要很大的冲洗强度，能耗较高，耗水量也较大。目前解决该问题的方法主要是采用脉冲反冲洗的方式，具体操作步骤为：首先关闭进水阀和曝气系统，然后开启反冲洗进气阀门，反冲洗风机向气室充气5～6min，目的是排出气室中的水，等到形成一定厚度的空气垫层后，打开放气管阀门，瞬时排气，此时滤池上部的水自上而下迅速补充气室，被压实的轻质滤料会被冲散，滤料得到冲洗。可以看出，该冲洗方式的操作程序较为复杂，且冲洗时间有限，冲洗强度不易控制，冲洗效果并不理想。

[0004] 刘强等人发明了一种上向流轻质滤料滤池(专利号ZL201610847534.7)，通过特殊的工艺设计，冲洗时可将液位降低到滤板以下一定距离，防止冲洗时滤料因滤板的阻碍而受到挤压。该滤池对密度与水接近的滤料(例如密度为 700-850kg/m^3的轻质硅藻土陶粒等)有很好的冲洗效果，但对密度过小的滤料 (例如密度为15-20kg/m^3的聚苯乙烯泡沫滤珠)的冲洗效果较差。由于聚苯乙烯泡沫滤珠的密度过小，即使将液位下降到滤板以下一定距离，整个滤层仍然在水的浮力作用下挤压在滤板之下，滤料层中截留的污染物很难被清除。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提供一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池及其冲洗方法，旨在解决上述背景技术中现有技术所存在的各种问题。

[0006] 本发明是这样实现的，一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池，该滤池包括池体，池体内由上而下设有隔板和滤板，且隔板上为清水池，隔板与滤板之间为清水区，滤板下为聚苯乙烯泡

沫滤珠堆集的滤层，该滤层之下为配水区；

[0007] 所述清水区的池体内壁上设有集水槽，所述滤板上均布短柄滤头；所述池体内的配水区底部通入原水管以及气冲管；所述集水槽与清水池内部通过联络管导通；所述清水池内的顶部通入清水管；

[0008] 该滤池还包括初滤水排放管、冲洗废水排放管以及排气管；该初滤水排放管一端对接在联络管上，该冲洗废水排放管一端对接在原水管上，该排气管进气端伸入清水区、且位于靠近隔板处。

[0009] 优选地，所述原水管进水端伸入到配水区内，且所述原水管位于配水区内的管体为上部敞口的管渠状。

[0010] 优选地，所述气冲管端部伸入配水区内，所述气冲管位于配水区内的管体上均布孔径为1～3mm的气孔。

[0011] 本发明进一步公开了一种上述聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法，该方法包括以下步骤：

[0012] (1)关闭原水管和联络管上的阀门，打开气冲管的阀门进行气冲；

[0013] (2)打开冲洗废水排放管的阀门以泄空池内的冲洗废水，泡沫滤珠随着水位的下降逐渐下落至池底，关闭气冲管的阀门停止气冲；

[0014] (3)打开联络管的阀门，清水池中的清水在重力作用下经联络管进入集水槽和清水区，然后自上而下流经滤板和滤层，板结黏连的泡沫滤珠在水流作用下继续下落并变得松散；

[0015] (4)调整冲洗废水排放管的阀门以使滤池中的水位逐渐上升并最终充满隔板下方的空间，此阶段水流自上而下冲洗滤层。

[0016] 优选地，在步骤(1)中，气冲强度为5～9L/s·m^2，冲洗时间为1～3min。

[0017] 优选地，在步骤(4)中，水冲强度为4～8L/s·m^2，冲洗时间为4～6min。

[0018] 本发明公开了又一种上述聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的冲洗方法，该方法包括以下步骤：

[0019] (1)关闭原水管和联络管的阀门，打开气冲管的阀门进行气冲；

[0020] (2)打开冲洗废水排放管的阀门以泄空池内的冲洗废水，泡沫滤珠随着水位的下降逐渐下落；

[0021] (3)打开联络管上的阀门，清水池中的清水在重力作用下经联络管进入集水槽和清水区，然后自上而下流经滤板和滤层，板结黏连的泡沫滤珠在水流作用下继续下落并变得松散；

[0022] (4)关闭冲洗废水排放管上的阀门，使滤池中的水位逐渐上升并最终充满隔板下方的空间，此阶段气泡自下而上、水流自上而下冲洗滤层；

[0023] (5)关闭气冲管上的阀门以停止气冲，打开冲洗废水排放管上的阀门，水冲强度保持不变。

[0024] 优选地，在步骤(1)中，气冲强度为5～9L/s·m^2，冲洗时间为1～3min。

[0025] 优选地，在步骤(4)中，水冲强度为4～8L/s·m^2，气冲强度为5～9L/s·m^2，冲洗时间为3～4min。

[0026] 优选地，在步骤(5)中，冲洗时间为3～5min。

[0027] 为克服现有技术的缺点和不足，本发明公开了一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池及其冲洗方法，本发明的技术原理是利用气冲使泡沫滤珠之间产生剧烈摩擦，将滤珠表面吸附的污染物剥落下来，然后通过泄空，将含高浓度污染物的冲洗废水排走，最后用水冲漂洗滤珠。核心技术要点包括：(1)气冲：产生上升气泡，造成滤珠的颤动与相互摩擦，将滤珠表面吸附的污染物剥落下来；(2)泄空：排除高浓度冲洗废水，同时造成水位下降，使部分滤珠下落并变得松散；(3)气水同时冲洗：水冲使得板结黏连的滤珠继续下落并变得松散，在滤池内水位上升过程中，气水同时冲洗，松散的滤珠间剧烈摩擦，进一步将滤珠表面吸附的污染物剥落下来；(4)最后的水冲：主要对滤珠起漂洗作用，排除高浓度冲洗废水。

[0028] 相比于现有技术的缺点和不足，本发明具有以下有益效果：

[0029] (1)价格优势：滤珠的市场价格约为400元/m^3，石英砂滤料的价格约为 1200元/m^3；

[0030] (2)运输与人工优势：1m^3滤珠的重量约为20kg，而同体积石英砂的重量约为1800kg，因此滤珠在运输、安装以及人工费方面均有明显优势；

[0031] (3)水质优势：同等滤速条件下(8m/h)，粒径0.5～1.0mm、滤层厚度 700mm的滤珠滤池的出水浊度长时间小于0.3NTU，而同等粒径、同等滤层厚度的石英砂滤池的出水浊度介于0.5～1.0NTU之间(注：浊度越低，水越清澈)；

[0032] (4)产量优势：石英砂滤池(单层细砂)的滤速一般为6～9m/h，而滤珠滤池在16m/h的滤速下运行24h仍能保证出水浊度小于1.0NTU(试验数据)；

[0033] (5)能耗优势：石英砂滤池的气冲强度一般为13～17L/s·m^2，而滤珠滤池的气冲强度仅为5～9L/s·m^2，风机能耗小；石英砂滤池的水冲一般需要额外的动力费用(冲洗水泵消耗电能)，本发明利用滤珠滤池上方清水池的高位水头实施水冲，不需要额外的动力费用；过滤到第24h时，单层石英砂滤池的水头损失可达1.8～2.0m，而滤珠滤池的水头损失仅为0.6～1.0m，滤珠滤池的运行费用非常低(滤速分别为8、12、16m/h时，过滤到第24h时的水头损失分别为 0.61m、0.71m和0.85m)；

[0034] (6)冲洗效果：滤珠滤池刚投入使用时的清洁滤层过滤水头损失为8.2cm (滤速为8m/h)，冲洗后的清洁滤层水头损失在8.5～8.8cm之间，冲洗效果良好。

附图说明

[0035] 图1是本发明聚苯乙烯泡沫滤珠滤池的结构示意图；其中，1.原水管；2.配水区；3.滤层；4.短柄滤头；5.滤板；6.清水区；7.集水槽；8.隔板；9.初滤水排放管；10.联络管；11.清水池；12.清水管；13.气冲管；14.排气管； 15.冲洗废水排放管；

[0036] 图2是不同滤速条件下的滤后水浊度变化；

[0037] 图3是不同气冲强度下的冲洗效果。

具体实施方式

[0038] 为了使本发明的目的、技术方案及优点更加清楚明白，以下结合附图及实施例，对本发明进行进一步详细说明。应当理解，此处所描述的具体实施例仅仅用以解释本发明，并不用于限定本发明。

[0039] 本发明公开了一种聚苯乙烯泡沫滤珠滤池，该滤池的池体内由上而下设有隔板8和滤板5，且隔板上为清水池11，隔板8与滤板5之间为清水区6，滤板5下为聚苯乙烯泡沫滤

珠堆集的滤层3，该滤3层之下为配水区2；

[0040] 所述清水区6的池体内壁上设有集水槽7，所述滤板5上均布短柄滤头4；所述池体内的配水区2底部通入原水管1以及气冲管13；所述集水槽7与清水池11内部通过联络管10导通；所述清水池11内的顶部通入清水管12；

[0041] 该滤池还包括初滤水排放管9、冲洗废水排放管15以及排气管14；该初滤水排放管9一端对接在联络管10上，该冲洗废水排放管5一端对接在原水管1 上，该排气管14进气端伸入清水区6、且位于靠近隔板8处。

[0042] 在本发明实施例中，所述原水管1、气冲管13、联络管10、清水管12、初滤水排放管9以及冲洗废水排放管5等上均应当设有阀门。

[0043] 在本发明实施例中，原水管1在池内的部分为上部敞口的管渠形式，这样能够保证过滤时的均匀布水和冲洗时的均匀排水。气冲管13在池内的部分为穿孔管，孔径为1～3mm。

[0044] 在本发明实施例中，排气管14用于排除滤池内的空气，确保隔板8下方不会形成气垫层。

[0045] 在本发明实施例中，在规模化生产中，可在本装置的下部设多座滤池并联，上部共用1座清水池。

[0046] 在实际应用过程中，本发明实施例的实际应用涉及到过滤和冲洗两个过程。

[0047] 一、滤池的过滤

[0048] 待处理原水由原水管1进入滤池底部，经配水区2自下而上流经聚苯乙烯泡沫滤珠滤层3，然后通过滤头4进入滤板5上方的清水区6，待隔板8下方的清水区6完全充满后，滤后水在压力作用下经集水槽7、联络管10进入清水池11，清水最终自清水管12流出。其中，过滤刚开始5～10min内的滤后水自初滤水排放管9排出。经多次检测，若过滤开始前的滤珠滤层处于淹没状态，滤珠被挤压在滤板的下方，过滤出水后第1min的滤后水浊度介于0.30～0.50NTU 之间，第5min的滤后水浊度则降到了0.05NTU以下，这种情况下的初滤水可以不用排放。若过滤开始前的滤池中液位较低，泡沫滤珠松散地位于滤板下方一段距离，滤珠随着过滤的进行逐渐上浮并最终挤压在滤板下方。过滤出水后第1min的滤后水浊度介于4.50～8.20NTU之间，第5min的滤后水浊度则降到了0.10NTU以下，这种情况下自过滤出水开始5～10min的初滤水必须排放掉。

[0049] 试验期间，待滤水浊度为3.64～4.71NTU，试验用的滤珠滤池为内径400mm 的圆柱体，泡沫滤珠粒径为1.0～2.0mm，K80＝1.11，滤层厚度为1200mm，不同滤速(8m/h、12m/h、16m/h、24m/h)条件下的滤后水浊度变化如图2所示。当滤速分别为8m/h和12m/h时，运行到第24h的滤后水浊度均未超过 0.1NTU；当滤速为16m/h时，运行到第24h的滤后水浊度为0.35NTU，虽然在第11h和第20h时滤后水浊度有两次明显的跃变(滤后水浊度短时间内超过了0.6NTU)，但整个过滤周期内滤后水浊度均未超过1.0NTU；当滤速为24m/h 时，运行到第9h的滤后水浊度就超过了1.0NTU。

[0050] 二、滤池的冲洗

[0051] 本发明滤池的冲洗方式有两种：第一种冲洗方法：先气冲，后水冲；第二种冲洗方法：先气冲，然后气水同时冲洗，最后水冲。两种方式的水冲方向均为下向流。

[0052] 1、第一种冲洗方法：

[0053] (1)关闭原水管1和联络管10上的阀门，打开气冲管13上的阀门进行气冲，气冲强

度为5～9L/s·m^2,冲洗时间为1～3min;

[0054] (2)打开冲洗废水排放管15上的阀门,泄空池内的冲洗废水,滤珠随水位下降逐渐下落并变得松散,然后关闭气冲管13上的阀门,停止气冲;

[0055] (3)打开联络管10上的阀门,清水池11中的清水在重力作用下经联络管 10进入集水槽7和清水区6,然后自上而下流经滤板5和滤层3,板结黏连的泡沫滤珠在水流作用下继续下落并变得松散;

[0056] (4)调整冲洗废水排放管15上的阀门,使滤池中的水位迅速上升并最终充满隔板8下方的空间,此时水流自上而下冲洗滤层,水冲强度为4～8L/s·m^2,冲洗时间为4～6min。

[0057] 在实际应用过程中,以过滤前、后的测压管水头差表征过滤水头损失,滤珠滤池第一次投入使用时的清洁滤层过滤水头损失为8.2cm(在滤速为8m/h 的条件下),当气冲强度分别为4、5、6、7、8、9L/s·m^2时,按上述第一种冲洗方法冲洗相同的时间后(在步骤(1)中气冲3min;在步骤(2)中气冲3min;在步骤(3)中水冲强度为6L/s·m^2,水冲3min;在步骤(4)中水冲强度为6L/s·m^2,冲洗3min),清洁滤层的过滤水头损失分别为12.8cm、9.5cm、9.0cm、8.8cm、 8.7cm、8.5cm(5次的平均值),如图3所示。很明显,气冲强度超过5L/s·m^2后即可取得很好的冲洗效果。

[0058] 2、第二种冲洗方法

[0059] (1)关闭原水管1和联络管10上的阀门,打开气冲管13上的阀门进行气冲,气冲强度为5～9L/s·m^2,冲洗时间为1～3min;

[0060] (2)打开冲洗废水排放管15上的阀门,泄空池内的冲洗废水,滤珠随水位下降逐渐下落并变得松散;

[0061] (3)打开联络管10上的阀门,清水池11中的清水在重力作用下经联络管 10进入集水槽7和清水区6,然后自上而下流经滤板5和滤层3,板结黏连的泡沫滤珠在水流作用下继续下落并变得松散;

[0062] (4)关闭冲洗废水排放管15上的阀门,使滤池中的水位逐渐上升并最终充满隔板8下方的空间,此阶段水流自上而下冲洗滤层,水冲强度为4～8L/s·m^2,气冲强度为5～9L/s·m^2,冲洗时间为3～4min;

[0063] (5)关闭气冲管13上的阀门,停止气冲,打开冲洗废水排放管15上的阀门,水冲强度保持不变,冲洗时间为3～5min。

[0064] 综上而言,本发明滤池具有运行成本低、滤速高、滤料粒径较为均匀、截污能力强、出水水质好、冲洗效果好、能耗低等优点,与传统石英砂滤池相比有极强的竞争优势。

[0065] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内所作的任何修改、等同替换和改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

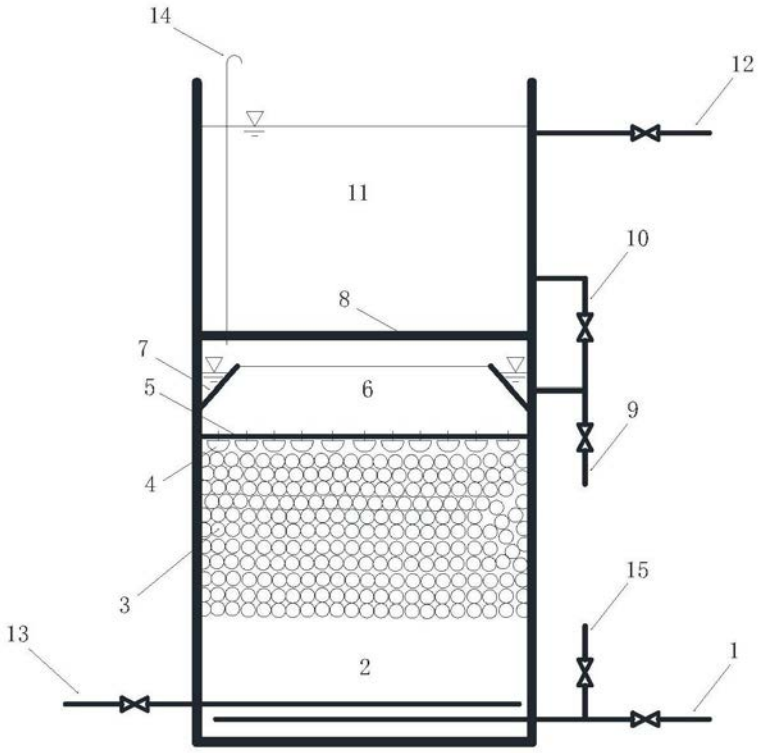

14
12
11
10
8
7
6
5
9
4
15
3
13
2
1

图1

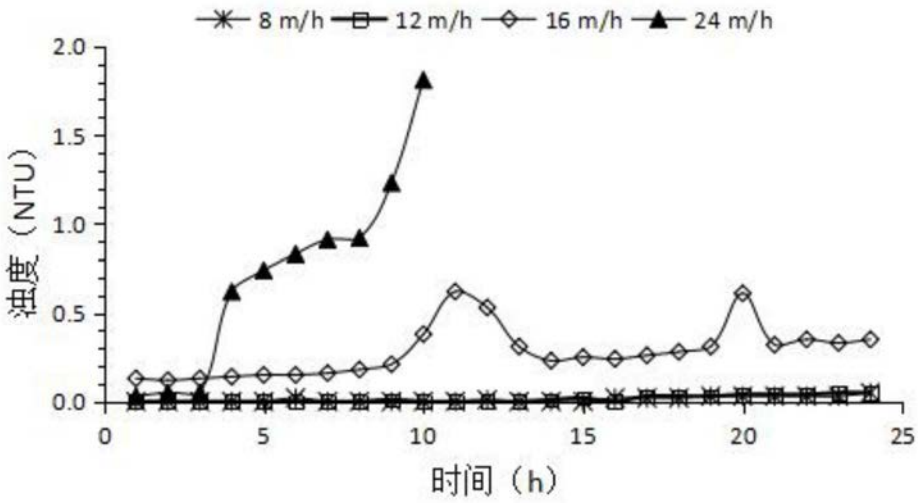

8 m/h
12 m/h
16 m/h
24 m/h
浊度（NTU）
2.0
1.5
1.0
0.5
0.0
0
5
10
15
20
25
时间（h）

图2

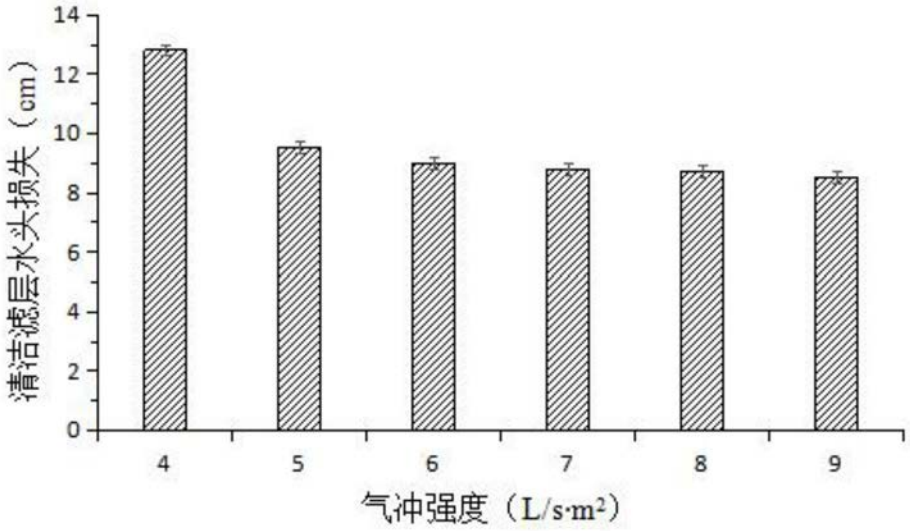


图3