(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 211813791 U
(45)授权公告日 2020.10.30

(21)申请号 201922002999.4

(22)申请日 2019.11.19

(66)本国优先权数据
201921846132.0 2019.10.30 CN

(73)专利权人 吉林化工学院
地址 132022 吉林省吉林市龙潭区承德街45号

(72)发明人 李英华 彭云飞 肖世杰 刘博 王永佳 巩岩

(74)专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11465
代理人 姜海荣

(51)Int.Cl.
C02F 9/04(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)
C02F 101/38(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

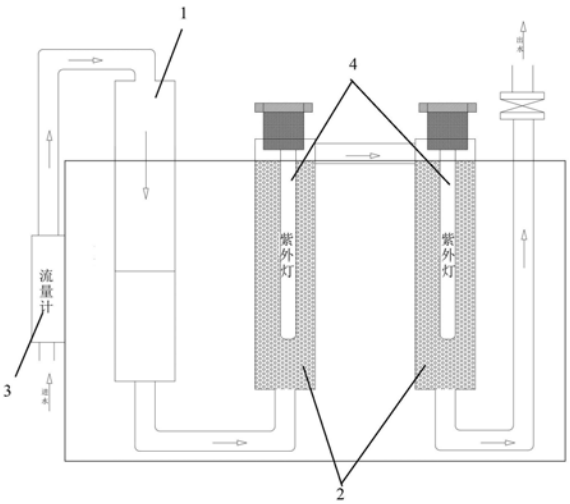
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54)实用新型名称

一种有机废水光催化处理装置

(57)摘要

本实用新型公开了一种有机废水光催化处理装置,包括过滤系统,所述过滤系统与污水处理池连通;光催化反应系统,所述光催化反应系统的输入端与所述过滤系统的输出端相连接,并且所述光催化反应系统的内部安装有灯源;曝气系统,所述曝气系统与所述光催化反应系统连通;和循环管路;并且所述过滤系统、所述光催化反应系统、所述曝气系统和所述循环管路的运行动力由电动机提供。本实用新型的有机废水光催化处理装置可以将啤酒废水中的有机污染物降低75%,使其出水达到城镇污水处理厂污染物排放标准中的一级A标准。



CN 211813791 U

1.一种有机废水光催化处理装置,其特征在于,包括

过滤系统,所述过滤系统与污水处理池连通;

光催化反应系统,所述光催化反应系统的输入端与所述过滤系统的输出端相连接,并且所述光催化反应系统的内部安装有灯源;

曝气系统,所述曝气系统与所述光催化反应系统连通;

和循环管路;

并且所述过滤系统、所述光催化反应系统、所述曝气系统和所述循环管路的运行动力由电动机提供。

2.根据权利要求1所述的一种有机废水光催化处理装置,其特征在于,所述过滤系统为固定床吸附器、移动床吸附器或者流动床吸附器中的任意一种。

3.根据权利要求2所述的一种有机废水光催化处理装置,其特征在于,所述过滤系统为固定床吸附器,并且所述固定床吸附器为内部填充活性炭球的有机玻璃材质。

4.根据权利要求2或3所述的一种有机废水光催化处理装置,其特征在于,所述过滤系统底部设置有可拆卸连接的水量调节阀。

5.根据权利要求1所述的一种有机废水光催化处理装置,其特征在于,所述光催化反应系统由多个串联连接的光催化反应器组成。

6.根据权利要求5所述的一种有机废水光催化处理装置,其特征在于,所述光催化反应器内部装填TiO_2/ACF复合材料。

7.根据权利要求1所述的一种有机废水光催化处理装置,其特征在于,所述灯源为紫外灯。

8.根据权利要求1所述的一种有机废水光催化处理装置,其特征在于,所述过滤系统的进水口一侧设置有流量计。

一种有机废水光催化处理装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及污水处理技术领域，更具体的说是涉及一种有机废水光催化处理装置。

背景技术

[0002] 中国是啤酒消费大国，随着生活水平的提高，人们越来越多的使用自酿啤酒机器，而酿酒产生的废水却没有得到妥善处理，啤酒生产废水是啤酒生产过程中产生的中、高浓度有机废水，该类废水虽然无毒，但是很容易腐坏，一旦进入水体中会消耗其中大量的溶解氧，使水体溶解氧减少，厌氧微生物大量生长，消耗水中的有机物，产生一些有毒的物质，从而导致水质变差，形成恶性循环，影响水生生物的正常生活，对周围环境造成严重的危害。

[0003] 目前，针对啤酒废水常采用好氧法或厌氧法进行处理，但好氧法污泥产生量多，处理成本高；厌氧法过程长，反应速度慢；而厌氧-好氧联合生物处理技术虽然对污染物有着较好的去除效果，但较高的成本同样限制了其在污水处理中的应用。

[0004] 近年来光催化氧化技术广泛应用于各类废水的深度处理，TiO_2可以对有机污染物进行光催化降解，可以降解有机物中的烯、烃、醛、醇、芳香族类化合物以及有机染料、农药、表面活性剂、有机酸、甲苯等污染物，将有机污染物分解为无毒无害的二氧化碳和水等无毒无害的无机物，达到了较好的工程实际效果，具有效率高、工艺设备简单、反应条件易控制等优点，但是现在市场上的光催化反应仪的造价较高、运行费用过高，催化剂活性成分易流失，而且在水溶液中易于凝结，阻碍了TiO_2光催化材料和反应器在实际中的推广应用。

[0005] 因此，如何提供一种低成本、高效率的有机废水光催化处理装置是本领域技术人员亟需解决的问题。

实用新型内容

[0006] 有鉴于此，本实用新型提供了一种有机废水光催化处理装置，在很大程度上节约了有机废水的处理成本，提高了反应效率，并且还实现了催化剂的回收利用。

[0007] 为了达到上述目的，本实用新型采用如下技术方案：

[0008] 一种有机废水光催化处理装置，包括

[0009] 过滤系统，所述过滤系统与污水处理池连通；

[0010] 光催化反应系统，所述光催化反应系统的输入端与所述过滤系统的输出端相连接，并且所述光催化反应系统的内部安装有灯源；

[0011] 曝气系统，所述曝气系统与所述光催化反应系统连通；

[0012] 和循环管路；

[0013] 并且所述过滤系统、所述光催化反应系统、所述曝气系统和所述循环管路的运行动力由电动机提供。

[0014] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述过滤系统为活性炭过滤系统，并且所述过滤系统为固定床吸附器、移动床吸附器或者流动床吸附器中的任意一种。

[0015] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述过滤系统为固定床吸附器，并且所述固定床吸附器为内部填充活性炭球的有机玻璃(PMMA甲基丙烯酸甲酯)材质。

[0016] 上述技术方案的有益效果是：固定床吸附器用于废水光催化前的过滤及初步预处理，具有结构简单、制造容易、价格低廉的特点，并且使得装置整体适用于小型、间歇性污染源的治理，吸附和脱附间歇操作，吸附剂还可循环使用；

[0017] 并且活性炭球用于光催化前对废水的过滤、吸附以及除色除臭，有效降低了废水的色度和悬浮物质的浓度，便于后续处理的进行；

[0018] 另外过滤系统采用有机玻璃作为介质，具有高的耐腐蚀性、透光性，并且极大程度的降低了运行成本。

[0019] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述过滤系统底部设置有可拆卸连接的水量调节阀。

[0020] 上述技术方案的有益效果是：水量调节阀不仅可以用于控制污水的处理量，而且由于其可拆卸，则实现了内部填充的活性炭球的更换与回收利用。

[0021] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述光催化反应系统由多个串联连接的光催化反应器组成。

[0022] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述光催化反应器内部装填TiO_2/ACF复合材料。

[0023] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述TiO_2/ACF复合材料的制备包括以下步骤：

[0024] 量取35ml无水乙醇溶液、32ml蒸馏水于烧杯中，加入5滴浓盐酸调节 pH值至小于等于3，记为A溶液；向另一个烧杯中加入35ml钛酸丁酯，23ml 冰乙酸，70ml无水乙醇，记为B溶液。将B溶液放入30℃的恒温搅拌器上进行搅拌，向B溶液中慢慢加入A液，待滴加完毕，仍继续搅拌100min，形成湿溶胶。得到湿溶胶后分别添加1％的E-15型环氧树脂，剪取活性炭纤维进行 2次浸渍提拉并于鼓风箱中105℃烘干15min，最后在马弗炉中450℃煅烧hr，制得添加交联剂的TiO_2/ACF复合材料。

[0025] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述灯源为紫外灯。

[0026] 上述技术方案的有益效果是：紫外灯管发出紫外光，使得光催化反应器的里外侧均匀受光，从而提高了催化效率；

[0027] 并且需要注意的是，当使用TiO_2/ACF复合材料时，只在紫外灯的照射下下才有效，高压汞灯和氙灯均不会提高催化效率。

[0028] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述光催化反应器的材质为石英玻璃。

[0029] 上述技术方案的有益效果是：采用石英玻璃作为光学材料，可以实现有机废水光催化处理装置在各种恶劣条件下的正常运行，使得反应过程更加稳定。

[0030] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，所述过滤系统的进水口一侧设置有流量计。

[0031] 上述技术方案的有益效果是：流量计可以方便废水处理过程中对流量的观察，并根据需求进行灵活调节。

[0032] 优选的，在上述一种有机废水光催化处理装置中，电动机为整个装置运行提供动

力。

[0033] 经由上述的技术方案可知，与现有技术相比，本实用新型公开提供了一种有机废水光催化处理装置，尤其适用于实验室和小规模有机废水的处理，经过对主体构筑物和具体工艺的选择、计算和实际运用处理，将啤酒废水中的有机污染物去除率大于75％，使其出水达到COD<50mg/L，取得了理想的处理效果，达到了城镇污水处理厂污染物排放标准中一级A标准。

附图说明

[0034] 为了更清楚地说明本实用新型实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本实用新型的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0035] 图1附图为本实用新型的整体结构示意图；

[0036] 图2附图为本实用新型的整体结构的俯视图；

[0037] 图3附图为本实用新型的整体结构的侧视图；

[0038] 图4附图为本实用新型实施例催化剂用量对甲基橙去除效率的影响曲线；

[0039] 图5附图为本实用新型实施例催化剂浓度对甲基橙去除效率的影响曲线；

[0040] 图6附图为本实用新型实施例催化剂形状对甲基橙去除效率的影响曲线。

[0041] 在图中：

[0042] 1为活性炭过滤系统、2为光催化反应器、3为流量计、4为紫外灯管、5 为电动机、6为污水处理池。

具体实施方式

[0043] 下面将对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本实用新型一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本实用新型保护的范围。

[0044] 实施例

[0045] 本实用新型实施例提供了一种有机废水光催化处理装置，包括活性炭过滤系统1、两个光催化反应器2、曝气系统、流量计3、紫外灯管4、循环系统和电动机5。

[0046] 其中，电动机5为整个装置运行提供动力，本实施例采用国内小型电动机，效率为87％，设计扬程为0.8m，设计流量为Q_{max}＝50L/d，因此选择功率为 5W的电动机。

[0047] 活性炭过滤系统1选用固定床吸附器，由有机玻璃制成的圆柱，内部填塞活性炭球，具体的选用煤质状活性炭作为吸附剂，用于啤酒废水光催化前的过滤及初步预处理，底部设有水量调节阀，并可卸载，方便了活性炭球的更换与回收利用。

[0048] 具体的，活性炭吸附装置计算如下：本次设计流量Q_{max}＝50L/d；活性炭柱设计尺寸$D_{活性炭}$＝60mm；吸附层高度L＝0.4m；活性炭堆积密度ρ_b＝550kg/m^3；

[0049] 因此，活性炭过滤系统设计为：活性炭柱内水流速度0.2m/s；吸附剂用量0.62kg。

[0050] 光催化反应器2设计为空心柱体形状，内部装填TiO_2/ACF复合材料，空心部位作为

灯源安装处，紫外灯管3用于紫外光催化氧化研究中，通过紫外灯管3使光催化反应器2里外侧均匀受光，从而提高催化效果。

[0051] 具体的，光催化反应器2设计为：反应器高度L＝0.6m，反应器外径60mm，内径20mm。

[0052] 水中O_2的含量是影响光催化效率的重要影响因子之一，为了提高污染物的去除效率，本实施例安装有曝气系统。

[0053] 提高曝气效率和空气的利用率：减少气泡的大小，增加气泡的数量，提高液体的紊流程度，加大曝气器的安装深度，延长气泡与液体的接触时间。

[0054] 循环系统使污水得到充分处理，使污染物得到充分的降解，达到出水水质标准，也可用于应急处理，提高本实用新型装置在工艺运行过程中的稳定性和安全可靠性。

[0055] 本实用新型实施例的出水水质满足城镇污水处理厂污染物排放标准中一级A标准(COD＜50mg/L)。

[0056] 本实用新型提供的一种有机废水光催化处理装置的成本可参见表1。

[0057] 表1经济技术分析

[0058]

序号	项目	单位	指标
1	活性炭过滤系统	元	120
2	光催化反应器	元	800

[0059]

3	紫外灯	元	200
5	其他附属装置	元	100
	总投资	元	1280

[0060] 本实施例设备预算总投资为1280元，为应变各种突发情况，设备设计预算为1500元。处理1L水所需电费0.02元，所需活性炭纤维0.5元，复合材料0.5元。

[0061] 通过上述有机废水光催化处理装置对有机废水进行处理的方法如下：

[0062] (1)废水的预处理：被过滤的废水为从污水处理池6流出的废水，流入由有机玻璃制成的活性炭过滤系统1中，内部填塞活性炭球，用于啤酒废水光催化前的过滤、吸附以及啤酒废水的除色除臭，降低啤酒废水的色度和悬浮物质的浓度，为下一步光催化反应优化条件。

[0063] 因为水中O_2的含量是影响光催化效率的重要影响因子之一，为了提高污染物的去除效率，过滤后流入曝气系统对废水进行曝气处理。

[0064] (2)光催化氧化处理：曝气处理后的废水流入光催化反应器2，当二氧化钛与水接碰撞时，其表面会吸收附着的OH^-的H_2O分子，光激发的(H^+)能够把这些分子氧化，形成的高能羟基被吸附至催化剂表面，因此在TiO_2表面层会存在大量的.OH自由基。

[0065] 由更多的实验可知，由于很多有机物的氧电位都比TiO_2的电位低，所以它们也可以被TiO_2释放的空穴氧化。光子能量照射到TiO_2表面，会释放电子，这些电子可以与体系中的O发生反应生成过氧化物离子的自由基。其中生成的过氧化物离子自由基，它们还可以转变成为HO_2.、H_2O_2。另外，•OH、HO_2.和H_2O_2可以相互转化。

[0066] 由上论述可知，TiO_2发生会光催化反应的催化机理可以统计为以下几点：

[0067] $TiO_2+hv\rightarrow TiO_2+e^-+h^+$

[0068] $H_2O+h^+\rightarrow .OH+h^+$

[0069] $OH^-+h+\rightarrow .OH$

[0070] 吸附在自由电子表面的O_2会发生以下反应：

[0071] $O_2+e^-\rightarrow .O_2^-$

[0072] $\bullet O_2^-+H_2O\rightarrow HO_2.+OH^-$

[0073] 因为HO_2.自由基是及其不稳定的，会进一步的产生如下反应：

[0074] $2HO_2.\rightarrow O_2+H_2O_2$

[0075] $HO_2.+H_2O+e-\rightarrow H_2O_2+OH^-$，

[0076] $H_2O_2+e^-\rightarrow .OH+OH^-$

[0077] 经过了上面一系列的反应，会产生多种有强氧化能力或还原能力的自由基。由于这些粒子的活性很高，对反应物近似无选择性，所以可以破坏有机物的C—C，C—N，C—H，C—O，N—H和O—H键，从而氧化了许多与TiO_2接触的有机物质，使其能转变为无毒无害的无机物质。

[0078] (3)后处理：经过一段时间的反复过滤、光催化反应后处理过的水从蓄水池溢出经过接触池、巴士计量池最后排出。

[0079] 下面通过模拟实验对本实用新型所述的有机废水光催化处理装置所能达到的效果进行说明。

[0080] (1)催化剂用量对去除效率的影响

[0081] 在自制的反应仪器中，进行对甲基橙的光催化模拟实验。

[0082] 分别向反应器中添加自制的TiO_2/ACF催化材料(3g、6g、10g)。对30mg/L 的甲基橙4L进行模拟实验，每10分钟从反应器中取出水样测其吸光度，再计算其浓度。得到如图2所示的催化剂用量随时间的变化曲线。

[0083] 由图2中可以看出，当复合材料的添加量为3g时，反应120min后甲基橙的去除效率为44.65％；当复合材料的添加量为6g时，反应120min后甲基橙的去除效率可以达到75.2％；当复合材料的添加量为10g时，反应100min 对甲基橙的去除率达到75.2％，反应时间120min时对甲基橙的去除率可以达到80.6％。可以得到如下结论：当模拟反应器的添加量大于6g，反应时间大于120min，即使只在单纯的光催化作用下对甲基橙的去除率大于75％。

[0084] (2)催化剂浓度对去除效率的影响

[0085] 在自制反应器中用3g TiO_2/ACF催化材料处理体积均为4L，浓度分别为 30mg/L和50mg/L的甲基橙120min，得到如图3所示的反应时间对去除效率影响的变化曲线。

[0086] 由图3可以看出，当甲基橙浓度低时，前60min污染物的去除率高，60min 后反应放缓。当甲基橙浓度高时一开始污染物的去除率较低，随着反应时间的变化，体系中污染物浓度降低，去除率增加。

[0087] (3)催化剂形状对去除效率的影响

[0088] 用6g条状和块状的催化材料分别处理体积为4L，浓度为30mg/L的甲基橙120min，结果参见图4。

[0089] 由图4可以看出，块状催化材料，由于填充较为均匀分布较好，在120min 前的去除

率相对较高，条状催化材料虽然在120min时可以达到相近的去除率，但其对污染物的降解不够稳定。因此本实用新型采用块状的催化材料。

[0090] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。

[0091] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本实用新型。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本实用新型的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本实用新型将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

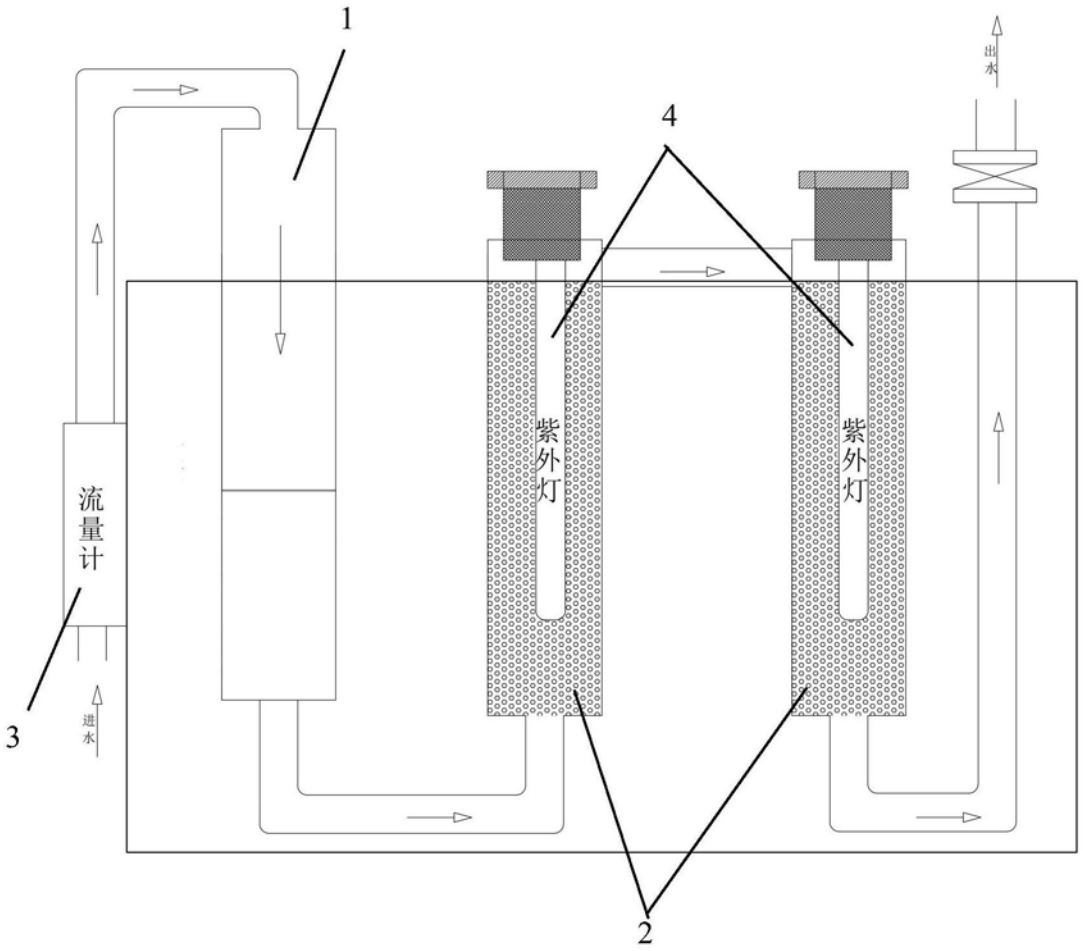


图1

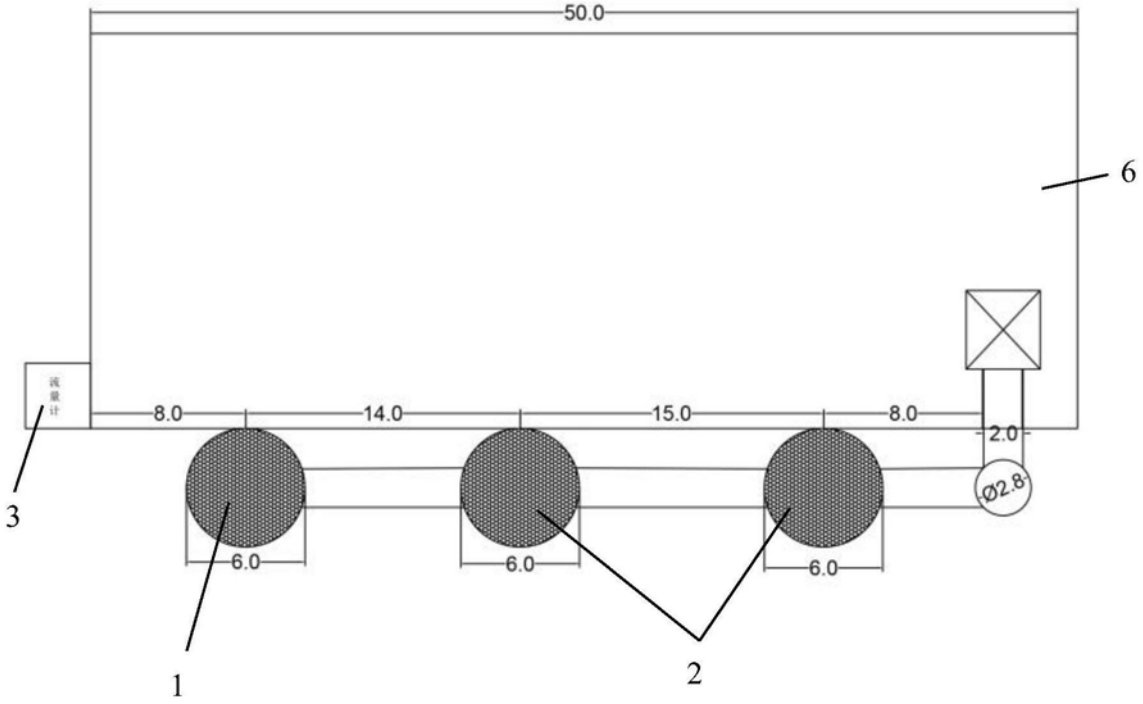


图2

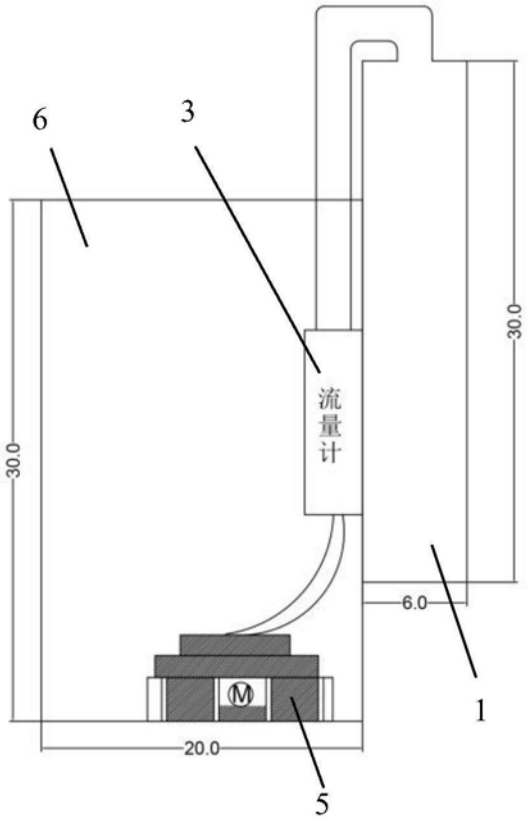


图3

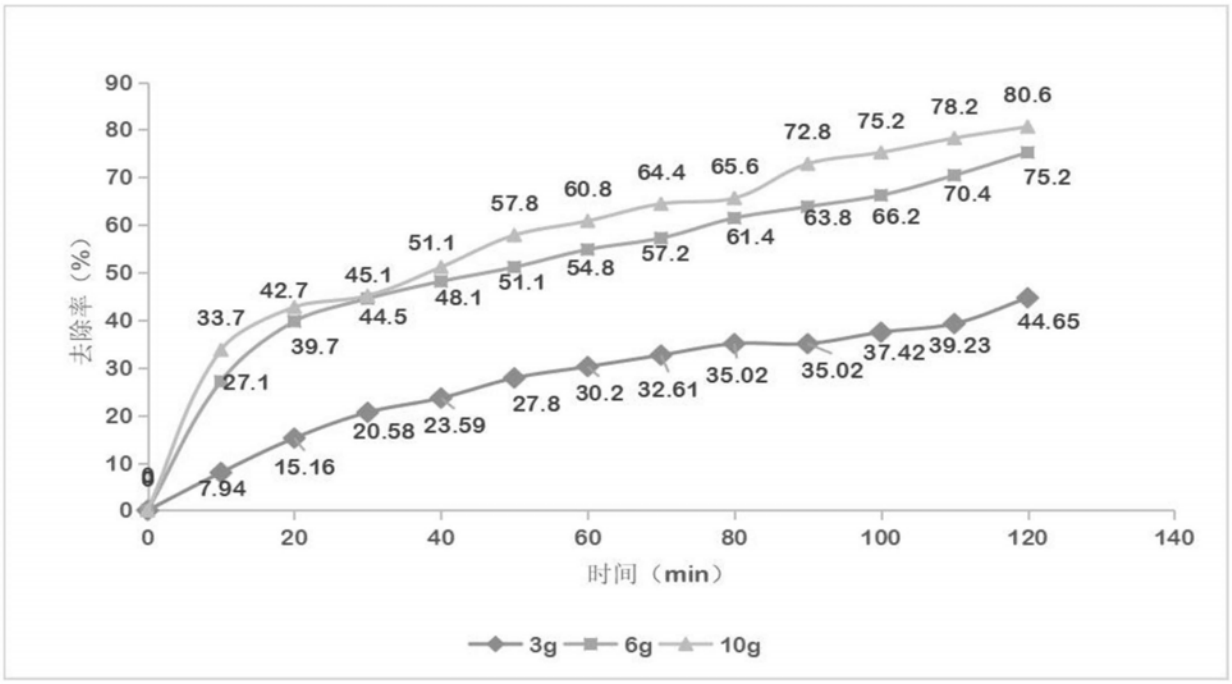

去除率（%）
时间（min）
3g
6g
10g
0
7.94
15.16
20.58
23.59
27.8
30.2
32.61
35.02
35.02
37.42
39.23
44.65
0
27.1
39.7
44.5
48.1
51.1
54.8
57.2
61.4
63.8
66.2
70.4
75.2
0
33.7
42.7
45.1
51.1
57.8
60.8
64.4
65.6
72.8
75.2
78.2
80.6

图4

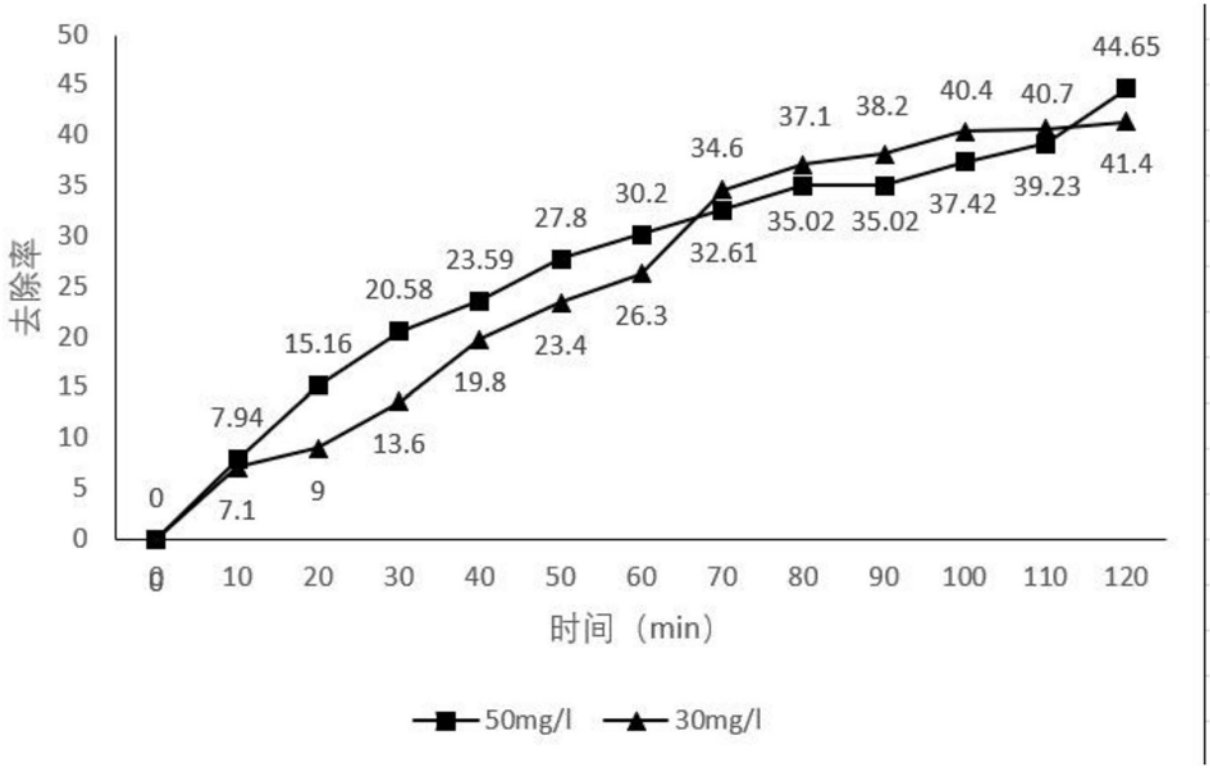

去除率
时间（min）
50mg/l
30mg/l
0
7.94
15.16
20.58
23.59
27.8
30.2
32.61
35.02
35.02
37.42
39.23
44.65
0
7.1
9
13.6
19.8
23.4
26.3
34.6
37.1
38.2
40.4
40.7
41.4

图5

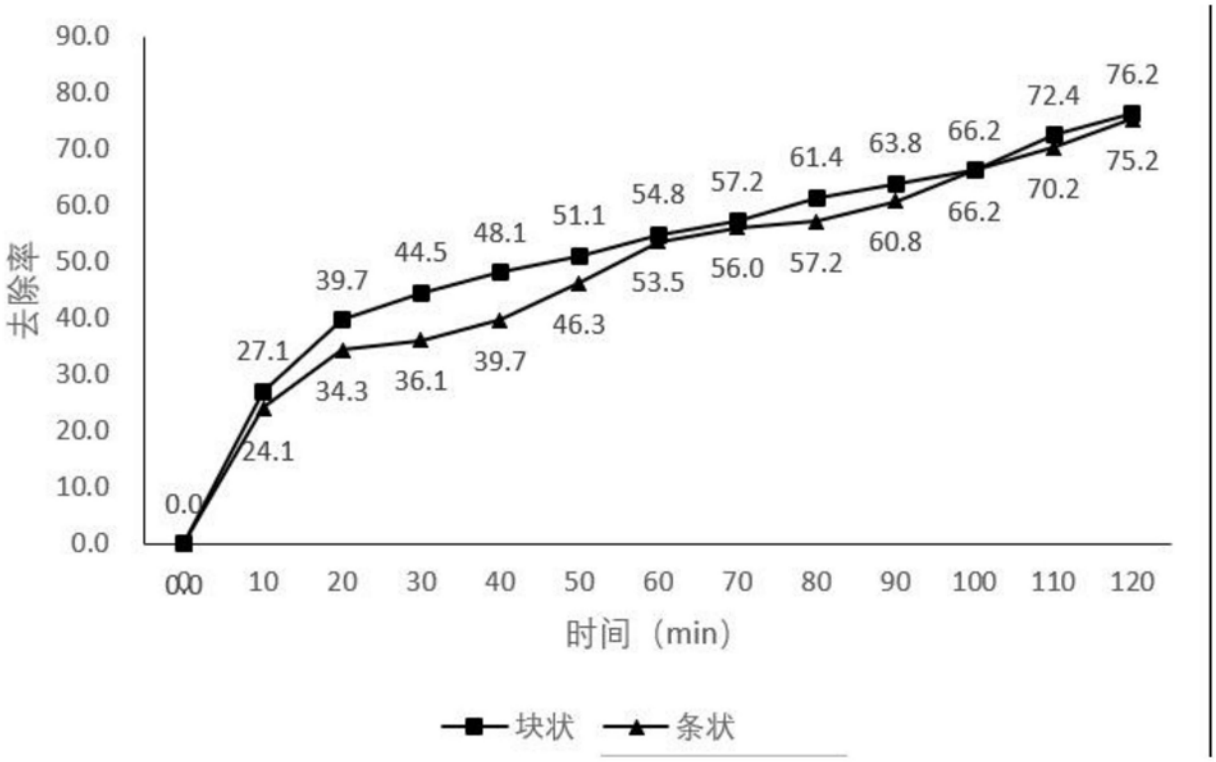

90.0
80.0
70.0
60.0
50.0
40.0
30.0
20.0
10.0
0.0
去除率
0.0
27.1
39.7
44.5
48.1
51.1
54.8
57.2
61.4
63.8
66.2
72.4
76.2
0.0
24.1
34.3
36.1
39.7
46.3
53.5
56.0
57.2
60.8
66.2
70.2
75.2
0
10
20
30
40
50
60
70
80
90
100
110
120
时间（min）
块状
条状

图6