(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 102139935 A
(43)申请公布日 2011.08.03

(21)申请号 201010102865.0

(22)申请日 2010.01.28

(71)申请人 中国科学院生态环境研究中心
地址 100085 北京市海淀区双清路 18 号

(72)发明人 强志民 史彦伟 李梦凯 曲久辉
刘锐平 刘娟

(51)Int.Cl.
C02F 1/32(2006.01)
C02F 1/48(2006.01)
C02F 1/78(2006.01)

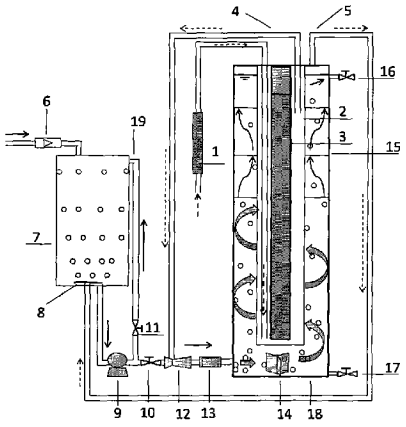
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54)发明名称

一种可同步清洗的紫外－光化学复合净水工艺和装置

(57)摘要

本发明是关于一种经济高效、运行简便的可同步清洗的紫外－光化学净水处理工艺和反应装置。该工艺包括利用主波长 254nm、次波长 185nm(10-15%)的紫外灯辐照空气产生臭氧，经射流器形成气水混合物，通过高强磁场强化臭氧自由基化，进入反应器，协同两段波长的紫外线发生光化学自由基链式反应，尾臭氧通过顶部导管利用气压进入集水箱，臭氧氧化和紫外／臭氧光氧化的多级处理达到灭活致病菌和去除微污染物的目的；同时气水混合物经反应器底部切线进入，冲击旋转叶片产生的螺旋上升气水流协同高位穿孔折流板的三维错流作用，冲刷套管表面，防止了生物和物化性附着结垢。该发明方法和反应装置具有很好的净水和同步清洗效果。



CN 102139935 A

1. 本发明是关于一种经济高效、运行简便的可同步清洗的紫外－光化学净水处理工艺和反应装置。该工艺包括利用主波长 254nm、次波长 185nm(10-15％) 的紫外灯辐照空气产生臭氧，经射流器形成气水混合物，通过高强磁场强化臭氧自由基化进入反应器，协同两段波长的紫外线发生光化学自由基链式反应，尾臭氧通过顶部导管利用气压进入集水箱，臭氧氧化和紫外 / 臭氧光氧化多级处理达到灭活致病菌和去除微污染物的目的 ；同时气水混合物经反应器底部切线进入，冲击旋转叶片产生的螺旋上升气水流协同高位穿孔折流板的三维错流作用，冲刷套管表面，防止了生物和物化性附着结垢。该发明方法和装置具有很好的净水和同步清洗效果。

2. 按照权利要求 1 所述的方法，其中，磁化处理器为高磁场处理器，其磁场强度高于 5000GS，用于改变钙盐的结晶结构和强化臭氧自由基化。

3. 按照权利要求 1 所述的方法，其中，紫外灯为主波长为 254nm、次波长 185nm(10-15％) 的高臭氧低压紫外灯。

4. 一种可同步清洗的紫外－光化学净水装置，其特征在于，它包括第一级集水箱臭氧氧化装置 (7) 和第二级紫外－臭氧光化学氧化装置 (18)，第一级反应装置内装有曝气砂板 (8) 和气水混合物循环导管 (19) ；第一级反应装装置前连接有流量计 (6)，与第二级反应装置之间配有提升泵 (9)、阀门 (10)、射流器 (12)、磁化处理器 (13) 和下部进水口，通过管路相连接，阀门 (10) 和 (11) 调节控制一级循环和二级处理水量 ；第二级反应装置 (18) 内装有底部螺旋叶片 (14)、上部多套穿孔折流板 (15) 和石英套管 (2)，石英套管内装有一支主波长 254nm、次波长 185nm 低压紫外灯管 (3)、空气进气管和干燥器 (1)、主臭氧导气管 (4) ；在第二级反应装置的上部装有最终出水口和出水调节阀门 (16)，下部装有排污口和调节阀门 (17)。

5. 根据权利要求 4 所述的反应器，其特征在于，第二级反应器中的底部螺旋叶片 (14) 为无电动力旋转、利用底部进水和气流的切线冲击旋转搅动水流螺旋上升。

6. 根据权利要求 4 所述的反应器，其特征在于，第二级反应器上部增设的多层穿孔折流板 (15) 分别为近套管内环穿孔和远套管外环穿孔，并且孔与孔错位布置，实现三维错流，达到内外混合和冲刷套管的目的。

7. 根据权利要求 4 所述的反应器，其特征在于 ：在第二级反应装置的顶空部分还安装有尾臭氧导气管 (5)，用于引导未反应的臭氧进入一级反应装置内参与自循环反应。

一种可同步清洗的紫外－光化学复合净水工艺和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种高效消毒和去除微污染物的工艺和装置，利用单级多波长的紫外线照射空气产生臭氧，并利用磁场强化臭氧自由基化以及臭氧与多段紫外线光化学联合作用的多级物理和光化学作用，达到高效消毒和去除微污染物的目的。利用切线流带动无电动力旋转叶片产生螺旋上升流，并协同多层穿孔折流板的三维错流作用，达到混合水体和同步冲刷清洗紫外套管的作用，强磁场磁化处理也可以改变钙类物质的结晶状态，降低结垢风险，属于饮用水处理技术领域。

背景技术

[0002] 当前，利用紫外线杀菌的装置有单级紫外线和二级紫外臭氧联合作用（一级180-200nm紫外产臭氧和二级232-238nm紫外／臭氧联合），后者较前者在处理效果上有一定的提高作用，但臭氧浓度可能过高导致出水异味大，而且没有尾气再利用功能，二级处理能耗也会偏大；现有的紫外线自动清洗方式一般以机械清洗、加化学药剂清洗和两种结合的清洗方法为主，结构复杂，制造和安装不方便，而且能耗成本高，也会引入化学物质，清洗时需要中断水处理。因此，需要一种既能充分利用紫外、臭氧，又能强化臭氧自由基化的工艺，同时兼具同步自动清洗、不需要机械和化学药剂清洗的反应装置。

发明内容

[0003] 本发明提供了一种经济高效、运行简便的饮用水同步清洗和紫外光化学复合净水工艺和装置，该工艺综合单级多段波长紫外产臭氧、磁场强化臭氧自由基化、臭氧与多段紫外线联合光化学反应和尾臭氧自循环的多级作用，提高消毒效果，抑制病原菌光复活的同时氧化降解微污染物；综合在线切流、螺旋流、三维错流和磁场变晶作用来实现同步清洗和降低结垢风险的一体化强化处理。

[0004] 本发明的反应器的构造如附图1和2所示，包括第一级集水箱臭氧氧化装置(7)和第二级紫外－臭氧光化学氧化装置(18)。第一级反应装置内装有曝气砂板(8)和气水混合物循环导管(19)，前面连接有流量计(6)，与第二级反应装置之间配有提升泵(9)、阀门(10)、射流器(12)、磁化处理器(13)和下部进水口，通过管路相连接，阀门(10)和(11)调节控制一级循环和二级处理水量；第二级反应装置(18)内装有底部螺旋叶 片(14)、上部多套穿孔折流板(15)和石英套管(2)，石英套管内装有一支主波长254nm、次波长185nm低压紫外灯管(3)、空气进气管和干燥器(1)、主臭氧导气管(4)；在第二级反应装置的上部装有最终出水口和出水调节阀门(16)，下部装有排污口和调节阀门(17)。

[0005] 本发明的反应器系统操作过程如下：

[0006] 打开阀门10、11和16，开启电源，使紫外灯3和提升泵9开始工作。此时，在射流器的作用下，臭氧气水混合物经过磁处理器进入紫外反应器进行消毒和净水处理；多余的臭氧空气混合尾气由导管5进入集水箱扩散布气。通过调节阀门10和11可以调节控制水的处理量。

[0007] 本发明的技术原理为：

[0008] 紫外／臭氧光化学反应可以产生氧化能力很强的羟基自由基·OH 和氧自由基·O；自由基对的单重态向三重态的转化可以防止自由基单重态之间的重结合，外加磁场作用可以加快这种转化，从而加快了臭氧自身以及与 UV 反应产生羟基自由基·OH 的速率，强化自由基氧化反应；套管表面螺旋流态的变化可以降低微生物、钙镁矿物质的附着和结垢风险，由射流器进入反应器的气水混合物沿底部切线进入，通过切线冲击螺旋叶片带动混合物螺旋上升，反应器高位区随着流态横向动能减弱可能变为平流，增设内外孔位交错的多层穿孔折流板（见附图 1 和 2，折流板 A 型、B 型间隔放置，相邻层的孔错位），可以在沿套管表面到反应器表面方向和垂直于这个方向的方向上产生流动，结合上升流动，产生的三维错流可以强化减弱的螺旋流对套管表面的冲刷作用，并且可以使内外水层加速混合，强化紫外线对单位水体的杀菌效果。

[0009] 本发明的优点如下：

[0010] 1 采用单级多波长紫外光，同时实现产臭氧和净化水；产生的臭氧利用射流器与处理水混合进入反应器，未利用臭氧通过反应器余压自循环进入前置集水箱，实现单级产臭氧、双级臭氧化的目的；

[0011] 2 利用高磁场强化臭氧水中自由基化和紫外／臭氧自由基化，强化自由基产生，多级自由基化强化消毒效果和氧化去除微污染物；

[0012] 3 利用进水气水混合物的动能带动旋转叶片，形成螺旋水流，协同高位区多层穿孔折流板的三维错流，实现同步冲刷的清洗目的，无化学污染物残留；

[0013] 4 磁场强化自由基化和光催化氧化提高了消毒效果，并可有效防止病原菌的光复活 发生；

[0014] 5 系统构造简单，占地面积小，可实现连续和自动化运行，操作维护方便。

[0015] 附图简要说明

[0016] 图 1 是本发明的工艺和反应装置运行示意图

[0017] 图 2 是本发明反应装置高位区穿孔折流板示意图

（其中，1 为石英套管壁，2 为不锈钢筒壁，3 为穿孔）

具体实施方式

[0018] 以下处理系统中，紫外灯管功率为 41W，输出功率 14W，输出波长主要为 254nm，185nm 波长紫外线输出率为 10-15％。

[0019] 实施例 1

[0020] 地表水中常含有腐殖质等有机物，可吸收紫外能量降低紫外消毒效果。利用自来水配制含有大肠杆菌和腐植酸的待处理水，其中大肠杆菌总数为 1.2×10^{6}CFU/L，腐植酸为 2mg/L。空气流量为 90L/h，臭氧产生量为 0.66mg/L（混合气），处理水量为 540L/h 和 900L/min 时对大肠杆菌和腐植酸的处理效果见表 1，可见处理水量增大近一倍，病原菌灭活率和腐植酸去除率变化较小。

[0021] 表 1 实施例 1 处理效果

[0022]

检测指标	处理水量 540L/h			处理水量 900L/h		
	处理前	处理后	灭活率&去除率	处理前	处理后	灭活率&去除率
大肠杆菌（CFU/L）	1.2×10^6	9	5.1 log	1.2×10^6	24	4.7log
腐植酸（mg/L）	2	0.53	73.5%	2	0.80	60.0%

[0023] 实施例 2

[0024] 进气量的不同导致臭氧产率的不同，光氧化效率的不同导致杀菌效率的不同，致病菌初始浓度对其灭活率也有一定影响。利用自来水配制含有大肠杆菌和腐植酸的待处理水，其中大肠杆菌总数为 1.5×10^6CFU/L，腐植酸为 2mg/L。空气流量为 120L/h，臭氧产生量为 0.82mg/L（混合气），处理水量为 540L/h 和 900L/min，对大肠杆菌和腐植酸的处理效果见表 2。结果表明，增大进气量提高了腐植酸去除率；致病菌初始总数增大，但灭活率几乎不受影响。

[0025] 表 2 实施例 2 处理效果

[0026]

检测指标	处理水量 540L/h			处理水量 900L/h		
	处理前	处理后	灭活率&去除率	处理前	处理后	灭活率&去除率
大肠杆菌（CFU/L）	1.5×10^6	14	5.0 log	1.5×10^6	35	4.6 log
腐植酸（mg/L）	2	0.34	83.0%	2	0.62	69.0%

[0027] 实施例 3

[0028] 由于地表水中存在颗粒物，水的浊度常常会影响紫外线的穿透率和消毒效果。利用自来水配置含有大肠杆菌的待处理水，其中大肠杆菌总数为 9.3×10^5CFU/L，用高岭土调节水的浊度，分别为 3NTU 和 5NTU。空气流量为 120L/h，臭氧产生量为 0.82mg/L（混合气），处理水量为 540L/h，对大肠杆菌的灭活效果见表 3。结果表明，常见的地表水浊度在此反应系统中几乎不影响杀菌效率。

[0029] 表 3 实施例 3 处理效果

[0030]

浊度	处理前	处理后	去除率（log）
3NTU	9.3×10^5	5	5.3
5NTU	9.3×10^5	7	5.1

[0031] 实施例 4

[0032] 由于受到农药的点源和面源污染，地表水中有时会有农药残留，对人体健康造成威胁。利用自来水配制含有莠去津和乐果的待处理水。空气流量为 120L/h，臭氧产生量为 0.82mg/L（混合气），处理水量为 300L/h，对莠去津和乐果的去除效果见表 4。结果表明，农药微污染能够在此反应系统中得到高效去除。

[0033] 表 4 实例 4 处理效果

[0034]

微污染物	处理前	去除率（%）
莠去津	25 μg/L	100
乐果	25 μg/L	93

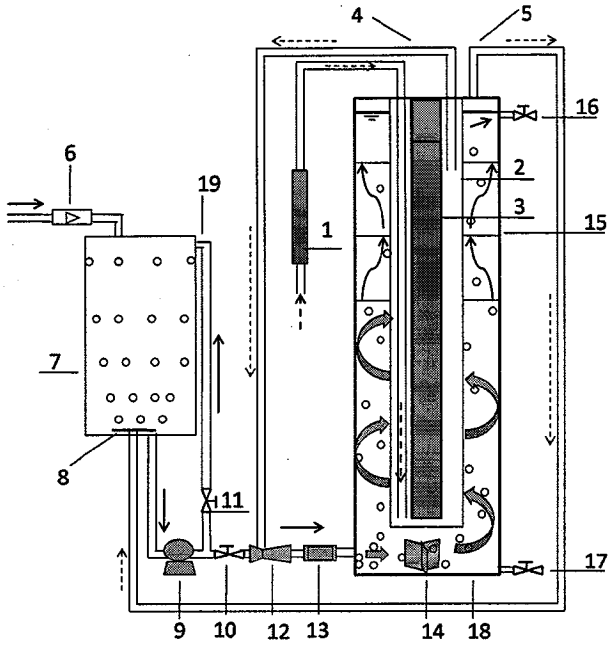


图 1

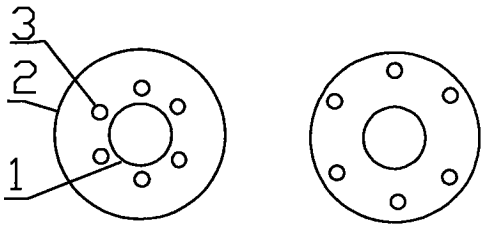


图 2