



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104817218 B

(45)授权公告日 2016.08.03

(21)申请号 201510183936.7

(22)申请日 2015.04.17

(73)专利权人 北京建筑大学

地址 100044 北京市西城区展览馆路1号

(72)发明人 张君枝 邱丽佳 马文林 崔蕊  
王子豪

(74)专利代理机构 北京恩赫律师事务所 11469

代理人 刘守宪

(51)Int.Cl.

C02F 9/08(2006.01)

C02F 1/78(2006.01)

审查员 夏宏彩

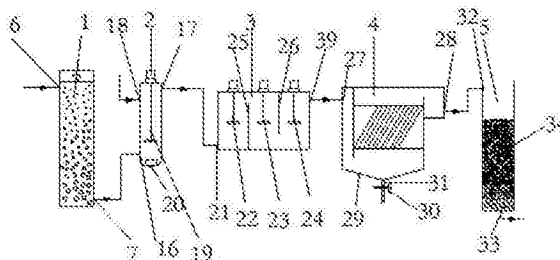
权利要求书2页 说明书9页 附图5页

### (54)发明名称

一种臭氧预氧化水处理方法

### (57)摘要

一种臭氧预氧化水处理方法,电控单元(10)控制第一进水口(6)的进水量和臭氧扩散器(9)输出的臭氧量,使得臭氧浓度处于0.8到0.9毫克每升的范围内的水和其中的臭氧氧化反应5分钟;电控单元(10)根据输入到第二进水口(16)的进水量控制第一可调节搅拌机(19)搅拌和超声波振动阵列(20)的振动强度进行持续1分钟的搅拌和振动,通过第二、第三和第四可调节搅拌机(22、23、24)搅拌15分钟,传送到沉淀部分(4)进行35分钟的沉淀作用;进入过滤部分(5)的水通过过滤层(34)后从第五出水口(33)排出。



1. 一种臭氧预氧化水处理方法,其包括以下步骤:

在第一步骤中,带有第一进水口(6)和第一出水口(7)的臭氧预氧化反应部分(1)中,其包括臭氧发生器(8)、臭氧扩散器(9)和电控单元(10),从第一进水口(6)输入的待处理原水通过设有臭氧扩散器(9)的流体通道(11)传送到第一出水口(7),带有进气电磁阀(12)的导气管(13)将设在臭氧预氧化反应部分(1)底部的臭氧发生器(8)产生的臭氧传输到带有钛板微孔(39)的臭氧扩散器(9),电控单元(10)控制第一进水口(6)的进水量和臭氧扩散器(9)输出的臭氧量,使得臭氧浓度处于0.8到0.9毫克每升的范围内的水和其中的臭氧氧化反应5分钟;

在第二步骤中,在带有第二进水口(16)和第二出水口(17)的混合部分(2)中,其包括设在其上部的聚合氯化铝溶液输入口(18)、从混合部分(2)的顶部垂下的第一可调节搅拌机(19)和设在其下部的超声波振动阵列(20),来自第一出水口(7)的氧化后的水经过第二进水口(16)和聚合氯化铝溶液经聚合氯化铝溶液输入口(18)输入混合部分(2),电控单元(10)根据输入到第二进水口(16)的进水量控制第一可调节搅拌机(19)搅拌和超声波振动阵列(20)的振动强度对混合部分(2)容纳的水和聚合氯化铝溶液进行持续1分钟的搅拌和振动;

在第三步骤中,包括位于其底部的第三进水口(21)、从其顶部垂下的第二、第三和第四可调节搅拌机(22、23、24)和从其上部输出水的第三出水口的凝聚部分(3)中,来自第二出水口(17)的水经过第三进水口(21)输入凝聚部分(3),通过第二、第三和第四可调节搅拌机(22、23、24)搅拌15分钟,电控单元(10)根据输入到第三进水口(21)的进水量控制凝聚部分(3)的第二、第三、和第四可调节搅拌机(22、23、24)的转速,其中,第一可调节搅拌机(19)的转速大于第二可调节搅拌机(22)的转速,第二可调节搅拌机(22)的转速大于第三可调节搅拌机(23)的转速,第三可调节搅拌机(23)的转速大于第四可调节搅拌机(24)的转速;在第四步骤中,包括位于其上部的一侧的第四进水口(27)和另一侧的第四出水口(28)的沉淀部分(4)中,经过凝聚部分(3)的水从第三出水口经第四进水口(27)传送到沉淀部分(4)进行35分钟的沉淀作用;

在第五步骤中,包括设在上部的第五进水口(32)和设在底部的第五出水口(33)的过滤部分(5)中,进入过滤部分(5)的水通过从上到下依次为粒径为4-8毫米的厚度0.2米的粗砂层(35)、粒径在0.8-1.5毫米的厚度为0.4米的活性炭层(36)、粒径在0.9-1.4毫米厚度为0.7米的石英砂层(37)和微米级的反渗透膜层(38)的过滤层(34)后从第五出水口(33)排出。

2. 根据权利要求1的方法,其中,当臭氧量数据低于臭氧量设定值时,电控单元(10)通过控制进气电磁阀(12)增加臭氧量;当臭氧量数据大于臭氧量设定值时,电控单元(10)通过控制进气电磁阀(12)减小气流量。

3. 根据权利要求1的方法,其中,反渗透膜层(38)为芳香族聚酰胺膜。

4. 根据权利要求1的方法,其中,设在第一出水口(7)的ORP传感器(15)检测经过第一出水口(7)的氧化后的水并将ORP数据发送电控单元(10),电控单元(10)将测得的ORP数值与设定范围进行比较,当测得的ORP数值小于设定范围的最小值时,电控单元(10)控制臭氧发生器(8)增加臭氧量或控制第一进水口(6)的进水电磁阀降低第一进水口的进水量,以使ORP数值上升至设定范围内;当测得的ORP数值大于设定范围的最大值时,电控单元(10)控

制臭氧发生器(8)减少臭氧量或控制第一进水口(6)的进水电磁阀增加第一进水口(6)的进水量,以使ORP数值降至设定范围内。

5.根据权利要求1的方法,其中,臭氧预氧化反应部分(1)为不锈钢制成的壁厚为3毫米、直径为0.13米和高度为2米的圆柱体。

6.根据权利要求1的方法,其中,混合部分(2)为不锈钢制成的壁厚为3毫米、直径为0.11米和高度为0.4米的圆柱体。

7.根据权利要求1的方法,其中,钛板微孔(39)为多个1-2微米的通孔均匀分布在钛金属面板制成的曲面板上。

8.根据权利要求1的方法,其中,第一可调节搅拌机(19)的转速为300转每分、第二可调节搅拌机(22)的转速为200转每分、第三可调节搅拌机(23)的转速为150转每分和第四可调节搅拌机(24)的转速为100转每分。

9.根据权利要求1的方法,其中,聚合氯化铝溶液替换成硫酸铝、聚合硫酸铝、氯化铝溶液中的一种或数种。

10.根据权利要求1的方法,其中,电控单元(10)为可编程的控制单元。

11.根据权利要求1的方法,其中,电控单元(10)控制臭氧浓度为0.85毫克每升。

12.根据权利要求1的方法,其中,超声振动阵列(20)为压电型超声换能器或磁致伸缩型超声换能器。

## 一种臭氧预氧化水处理方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及水处理技术领域,特别是涉及微污染饮用水水源净化的技术领域,特别是涉及一种臭氧预氧化水处理方法。

### 背景技术

[0002] 近年来,由于大量生活污水、工业废水、农渔牧水的排入,使大部分水体遭受不同程度的污染,对城市供水造成严重影响。由于工业污水的排放,农业化肥使用量的增加特别是渔业饲料的广泛应用造成氮磷营养物的大量流失。湖泊富营养化的程度日趋严重,已成为突出的环境污染问题。城市自来水的取水口周围的湖面被大量的藻类包围,直接恶化了人们赖以生存的自来水的水质。据调查,我国430个城市中有90%以上的饮用水源受到污染,导致水体的富营养化,而富营养化最明显的特征就是藻类的过度繁殖,给供水工程带来很大影响。

[0003] 现有技术中的水处理有物理方法和化学方法两大类,其中诸如过滤、分离等物理方法无法对水中的可溶性有机物等进行净化处理,化学方法如水源通常采用氯进行消毒,但水源的污染使用氯消毒后会产生氯仿、溴二氯甲烷、四氯化碳等有致癌性氯化有机物(THM),即会带来二次污染。

[0004] 另外,水中的物质除了溶解性的有机物之外,还有多种颗粒物,如藻类、硅藻土、有机颗粒等等,是构成微细胶体和浊度的主要结构体。砂滤是饮用水处理过程中去除颗粒物的关键步骤,尤其是以地表水为水源的处理过程,但是在净水处理厂经常会出现滤池堵塞的现象。很多研究发现藻是滤池堵塞的罪魁祸首,甚至有一些大型藻会导致滤池运行周期的大大缩短,给水厂的运行带来严峻的挑战。虽然其他大型的藻类也会影响过滤过程,但是硅藻是造成滤池堵塞的主要藻种,例如,丝状硅藻导致滤池运行周期从30小时缩短至8小时,针杆藻(*Synedra*)导致滤池运行周期从35小时缩短至3.5小时。

[0005] 现有技术中,杀菌灭藻并抑制藻类大量繁殖的技术主要有:1)滤网捞集、2)超声技术、3)高压灭藻、4)生物治理、5)生态治理和6)氧化除藻等。其中,首推化学氧化法,且用于杀菌除藻的化学氧化剂非常多,如液氯、臭氧、二氧化氯、次氯酸钠等。液氯虽然能使藻细胞死亡,但并不能分解藻细胞的尸体和藻毒素,产生消毒副产物三卤甲烷、卤代烃等对人体及环境有害的三致物质,且有氯臭味和腥臭味,因此尽管价格便宜,也应当慎重使用。臭氧作用速度快,不具有抑制藻类大量繁殖的效果,在灭藻一段时间之后,其中的藻细胞又开始生长。二氧化氯难以解决大量的藻类死亡之后沉积在水底被微生物分解消耗水中的溶解氧而导致水体变质的问题。次氯酸钠的杀菌除藻效果低于二氧化氯,而且其杀生能力随PH值的升高而明显下降,因此,目前在国内外都没有得到广泛的应用。诸如超声波除藻技术,臭氧与高锰酸钾联用除藻技术,双场式除藻杀菌消毒器等等。物理法费时费力,效率很低;化学法虽然见效快,如控制不好投加量,易引起二次污染;常规生物法工程投资大、操作较困难、除藻效率低、不适用于大规模的水域治理。少量或微量的含藻自来水达不到国家规定的生活用水和饮用水的标准。

[0006] 因此,在本领域,需要一种不仅能够去除水中的颗粒、包括藻类的有机物等杂质的水处理设备,使得水质达到饮用水标准,而且不会造成水处理设备运行周期缩短、能够快速高效地进行水处理。

[0007] 本发明提供的水处理设备及其方法与现有技术相比较,本发明具有以下有益效果:

[0008] 1)本发明采用臭氧预氧化反应部分、混合部分、凝聚部分、沉淀部分以及过滤部分联合净化除藻,避免了现有技术中的化学方法产生的二次污染等问题,避免了物理方法的处理时间长、净化效果不好等问题,也避免了单一使用臭氧抑制时效短的缺点,有效抑制藻类再生,预防水华。

[0009] 2)本发明通过电控单元对臭氧量进行调节,控制氧化效果,并且臭氧氧化和凝聚作用、过滤作用产生倍增效应,超声波振动和搅拌机搅拌结合促进了凝聚作用和破碎作用,多层不同材料的过滤层从多个维度进行过滤等技术手段显著地提高了本发明的水处理的净化效果。

[0010] 3)本发明能够在小于1小时的短时间内完成一批次的待处理原水的水处理,而且本发明的方法不会造成由于藻类等原因造成的无法长周期运行,因此,本发明的方法能够高效地长周期地进行净水效果显著的处理,节约运行成本。

## 发明内容

[0011] 本发明提供了一种臭氧预氧化水处理方法,其包括以下步骤。

[0012] 在第一步骤中,带有第一进水口和第一出水口的臭氧预氧化反应部分中,其包括臭氧发生器、臭氧扩散器和电控单元,从第一进水口输入的待处理原水通过设有臭氧扩散器的流体通道传送到第一出水口,带有进气电磁阀的导气管将设在臭氧预氧化反应部分底部的臭氧发生器产生的臭氧传输到带有钛板微孔的臭氧扩散器,电控单元控制第一进水口的进水量和臭氧扩散器输出的臭氧量,使得臭氧浓度处于0.8到0.9毫克每升的范围内的水和其中的臭氧氧化反应5分钟。

[0013] 在第二步骤中,在带有第二进水口和第二出水口的混合部分中,其包括设在其上部的聚合氯化铝溶液输入口、从混合部分的顶部垂下的第一可调节搅拌机和设在其下部的超声波振动阵列,来自第一出水口的氧化后的水经过第二进水口和聚合氯化铝溶液经聚合氯化铝溶液输入口输入混合部分,电控单元根据输入到第二进水口的进水量控制第一可调节搅拌机搅拌和超声波振动阵列的振动强度对混合部分容纳的水和聚合氯化铝溶液进行持续1分钟的搅拌和振动。

[0014] 在第三步骤中,包括位于其底部的第三进水口、从其顶部垂下的第二、第三和第四可调节搅拌机和从其上部输出水的第三出水口的凝聚部分中,来自第二出水口的水经过第三进水口输入凝聚部分通过第二、第三和第四可调节搅拌机搅拌15分钟,电控单元根据输入到第三进水口的进水量控制凝聚部分的第二、第三、和第四可调节搅拌机的转速,其中,第一可调节搅拌机的转速大于第二可调节搅拌机的转速,第二可调节搅拌机的转速大于第三可调节搅拌机的转速,第三可调节搅拌机的转速大于第四可调节搅拌机的转速。

[0015] 在第四步骤中,包括位于其上部的一侧的第四进水口和另一侧的第四出水口的沉淀部分中,经过凝聚部分的水从第三出水口经第四进水口传送到沉淀部分进行35分钟的沉

淀作用。

[0016] 在第五步骤中,包括设在上部的第五进水口和设在底部的第五出水口的过滤部分中,进入过滤部分的水通过从上到下依次为粒径为4-8毫米的厚度0.2米的粗砂层、粒径在0.8-1.5毫米的厚度为0.4米的活性炭层、粒径在0.9-1.4毫米厚度为0.7米的石英砂层和微米级的反渗透膜层的过滤层后从第五出水口排出。

[0017] 本发明的臭氧预氧化水处理设备通过对水进行臭氧处理、搅拌及超声波振动、凝聚沉淀和过滤等有机结合的处理流程能够显著改进作为评价有机污染物去除效果的表征指标DOC、COD<sub>Mn</sub>、UV<sub>254</sub>等指标,提高对水的有机物、颗粒等净化效果。其中,DOC是水体中溶解性有机碳总量,COD<sub>Mn</sub>是各种在特定条件下能被高锰酸钾氧化的有机物的总和,而UV<sub>254</sub>代表的是如腐殖酸类具有不饱和键、在254nm处有特征吸收的有机物。这三个指标是最常用的用以表征水体中有机污染物含量的指标。浊度和不同粒径的颗粒含量表征水体中颗粒残留的指标。本发明能够显著提高水体颗粒去除的效果。

[0018] 臭氧预氧化部分,第一,适当浓度的臭氧氧化UV<sub>254</sub>类有机物后过滤去除;第二,对于COD<sub>Mn</sub>类有机物,适当浓度的臭氧使其聚合成高聚物,提高了在混合部分和凝聚部分的混凝效果,臭氧具有良好的助凝作用;第三,适当浓度的臭氧氧化使水的pH值发生了变化,从而提高了混凝效率,改善了沉淀效果;第四,适当的臭氧浓度能够使得过滤过程中形成生物膜,生物膜延长砂滤运行周期并提高对颗粒物及浊度的去除率,另外,生物膜对有机物的分解去除也可能发挥了一定的作用,从而提高过滤效果,本发明处理的水的浊度远远低于现有技术处理的水的浊度,也就是说本发明的设备的运行负荷得到了明显的提高;第五,对于硅藻等DOC有机物,由于硅藻在混沉阶段很难去除,直接导致大量的硅藻进入过滤部分中。粒径较大的硅藻无法过滤至过滤部分填料的孔隙中,只是被滤料堵塞在表层,很快堵塞了过滤部分的过滤。本发明的臭氧预氧化部分将藻细胞破坏成小颗粒物,使得进入过滤工艺段后,粒径较小的颗粒物可以通过过滤部分的孔隙慢慢地向下层转移,从而使得过滤部分的有效过滤厚度增加,从而提高过滤部分的过滤效果。因此,臭氧氧化对混合部分、凝聚部分、沉淀部分以及过滤部分存在多种机制的交叉作用从而促进有机物的净化。

[0019] 在混合部分,通过可控的快速搅拌和超声波振荡能将水中的有机物、颗粒等进一步粉碎,而且有助于臭氧氧化后的水和凝聚溶液的充分混合,有助于下一步的凝聚作用。超声波振荡和快速搅拌的有机结合能够显著地提高对中尺寸较大的有机物、颗粒的作用,进一步提高下一步的凝聚作用和沉淀作用。

[0020] 在凝聚部分,通过不同转速的搅拌机搅拌水和凝聚溶液,能够提高凝聚作用,有利于提高净化效果。通过上述的作用,本发明对水处理的杂质绝大部分沉淀在沉淀部分中,大大降低了浊度。

[0021] 在过滤部分,结合臭氧氧化作用、搅拌作用以及超声波振荡,水中的有机物、颗粒等杂质通过多层的沙石过滤、活性炭过滤和反渗透膜过滤后,原水处理成合格的饮用水。

[0022] 优选地,当臭氧量数据低于臭氧量设定值时,电控单元通过控制电磁阀增加臭氧量;当臭氧量数据大于臭氧量设定值时,电控单元通过控制电磁阀减小臭氧量。

[0023] 优选地,反渗透膜层为芳香族聚酰胺膜。

[0024] 优选地,ORP传感器将检测到的ORP数值输送至电控单元中;电控单元将测得的ORP数值与设定范围进行比较,当测得的ORP数值小于设定范围的最小值时,电控单元控制臭氧

发生器增加臭氧的供应量或控制第一进水口的进水电磁阀降低第一进水口的进水量,以使ORP数值上升至设定范围内;当测得的ORP数值大于设定范围的最大值时,电控单元控制臭氧发生器减少臭氧的供应量或控制第一进水口的进水电磁阀增加第一进水口的进水量,以使ORP数值降至设定范围内。

[0025] 优选地,臭氧预氧化反应部分为不锈钢制成的壁厚为3毫米、直径为0.13米和高度为2米的圆柱体。

[0026] 优选地,混合部分为不锈钢制成的壁厚为3毫米、直径为0.11米和高度为0.4米的圆柱体。

[0027] 优选地,斜板倾斜角度为45度到60度。

[0028] 优选地,钛板微孔为多个微米级的通孔均匀分布在钛金属面板制成的曲面板上。

[0029] 优选地,第一搅拌机的转速为300转每分、第二搅拌机的转速为200转每分、第三搅拌机的转速为150转每分、第四搅拌机的转速为100转每分。上述设置能够确保水被充分混合、破碎,有利于优化氧化、凝聚、破碎、沉淀和过滤效果。

[0030] 优选地,聚合氯化铝溶液可替换成硫酸铝、聚合硫酸铝、氯化铝溶液中的一种或数种。

[0031] 根据本发明的方法,能够大幅降低 $UV_{254}$ 、 $COD_{Mn}$ 、DOC、浊度和不同粒径的颗粒数目等指标,和现有技术相比,可显著提高净化效果而且在1小时内可完成一批次的水处理,运行高效且节约运行成本。

[0032] 优选地,电控单元为可编程的控制单元。

[0033] 优选地,电控单元控制臭氧浓度的预定范围为0.85毫克每升。

[0034] 优选地,超声振动阵列为压电型超声换能器或磁致伸缩型超声换能器。

## 附图说明

[0035] 图1是根据本发明的臭氧预氧化水处理方法的结构示意图;

[0036] 图2是根据本发明的臭氧预氧化水处理方法的臭氧预氧化反应部分的结构示意图;

[0037] 图3是根据本发明的臭氧预氧化水处理方法的过滤部分的结构示意图;

[0038] 图4是根据本发明的方法和现有技术分别进行长周期水处理的 $UV_{254}$ 变化示意图;

[0039] 图5是根据本发明的方法和现有技术分别进行长周期水处理的 $COD_{Mn}$ 含量变化示意图;

[0040] 图6是根据本发明的方法和现有技术分别进行长周期水处理的DOC含量变化示意图;

[0041] 图7是根据本发明的方法和现有技术分别对水进行长周期水处理的浊度变化示意图;

[0042] 图8是根据本发明的水处理方法和现有技术分别进行不同臭氧浓度的水处理的 $UV_{254}$ 变化示意图;

[0043] 图9是根据本发明的水处理方法和现有技术分别对水进行不同臭氧浓度水处理的 $COD_{Mn}$ 变化示意图;

[0044] 图10是采用本发明的水处理方法和现有技术分别对水进行不同臭氧浓度水处理

的DOC变化示意图；

[0045] 图11(a)是根据本发明的方法和现有技术分别进行水处理的小于2微米粒径的颗粒含量变化示意图；

[0046] 图11(b)是根据本发明的方法和现有技术分别进行水处理的2微米到5微米粒径的颗粒含量变化示意图；

[0047] 图11(c)是根据本发明的方法和现有技术分别进行水处理的5微米到15微米粒径的颗粒含量变化示意图；

[0048] 图11(d)是根据本发明的方法和现有技术分别进行水处理的大于15微米粒径的颗粒含量变化示意图。

## 具体实施方式

[0049] 为使本发明的目的、技术方案和优点更加清楚明了，下面结合具体实施方式并参照附图，对本发明进一步详细说明。应该理解，这些描述只是示例性的，而并非要限制本发明的范围。此外，在以下说明中，省略了对公知结构和技术的描述，以避免不必要地混淆本发明的概念。

[0050] 根据本发明的一个实施例，如图1所示的根据本发明的臭氧预氧化水处理方法的结构示意图。在第一步骤中，参见如图2所示的根据本发明的臭氧预氧化水处理方法的臭氧预氧化反应部分的结构示意图。带有第一进水口6和第一出水口7的臭氧预氧化反应部分1中，其包括臭氧发生器8、臭氧扩散器9和电控单元10，从第一进水口6输入的待处理原水通过设有臭氧扩散器9的流体通道11传送到第一出水口7，带有进气电磁阀12的导气管13将设在臭氧预氧化反应部分1底部的臭氧发生器8产生的臭氧传输到带有钛板微孔39的臭氧扩散器9，电控单元10控制第一进水口6的进水量和臭氧扩散器9输出的臭氧量，使得臭氧浓度处于0.8到0.9毫克每升的范围内的水和其中的臭氧氧化反应5分钟；设在第一出水口7的ORP传感器15检测经过第一出水口7的氧化后的水并将ORP数据发送电控单元10。优选地，钛板微孔39可定时定量地喷射臭氧。

[0051] 带有可设定进气流量的内嵌式气体流量计14的臭氧扩散器9在流体通道11中氧化来自第一进水口6的待处理原水。气体流量计14将气体流量数据发送至电控单元10。设在第一出水口7的ORP(Oxidation-Reduction Potential, 氧化还原电位)传感器15检测经过第一出水口7的氧化后的水并将ORP数据发送电控单元10。ORP传感器15用于检测经氧化处理的养殖水的氧化还原电位。

[0052] 在第二步骤中，如图1所示，在带有第二进水口16和第二出水口17的混合部分2中，其包括设在其上部的聚合氯化铝溶液输入口18、从混合部分2的顶部垂下的第一可调节搅拌机19和设在其下部的超声波振动阵列20，来自第一出水口7的氧化后的水经过第二进水口16和聚合氯化铝溶液经聚合氯化铝溶液输入口18输入混合部分2，电控单元10根据输入到第二进水口16的进水量控制第一可调节搅拌机19搅拌和超声波振动阵列20的振动强度对混合部分2容纳的水和聚合氯化铝溶液进行持续1分钟的搅拌和振动。通过第一可调节搅拌机19的搅拌的同时叠加超声波振动阵列20振动能进一步地充分混合且将一部分尺寸较大的有机物如硅藻等破碎，减小其尺寸。

[0053] 在第三步骤中，包括位于其底部的第三进水口21、从其顶部垂下的第二、第三和第

四可调节搅拌机22、23、24和从其上部输出水的第三出水口39的凝聚部分3中,来自第二出水口17的水经过第三进水口21输入凝聚部分3通过第二、第三和第四可调节搅拌机22、23、24搅拌15分钟,电控单元10根据输入到第三进水口21的进水量控制凝聚部分3的第二、第三、和第四可调节搅拌机22、23、24的转速,其中,第一可调节搅拌机19的转速大于第二可调节搅拌机22的转速,第二可调节搅拌机22的转速大于第三可调节搅拌机23的转速,第三可调节搅拌机23的转速大于第四可调节搅拌机24的转速。

[0054] 第二、三可调节搅拌机22、23之间和第三、四可调节搅拌机23、24之间设有第一、第二隔板25、26,隔板25将第二可调节搅拌机22和第三可调节搅拌机23的相应的搅拌范围进行间隔,有利于水中的诸如有机物、颗粒等杂质进一步搅拌和凝聚,同样地,隔板26将第三可调节搅拌机23和第四可调节搅拌机24的相应的搅拌范围进行间隔,有利于水中的诸如有机物、颗粒等杂质进一步搅拌和凝聚。

[0055] 在第四步骤中,包括位于其上部的一侧的第四进水口27和另一侧的第四出水口28的沉淀部分4中,经过凝聚部分3的水从第三出水口39经第四进水口27传送到沉淀部分4进行35分钟的沉淀作用。两块设在沉淀部分4底部的斜板29超中心位置倾斜且在相互间隔10毫米处向下延伸,斜板29的向下延伸部分通过可拆卸密封件30密封形成容纳槽31。沉淀的杂质在重力作用下顺着斜板落入容纳槽31中,有利于沉淀部分的沉淀效果,其中,当容纳槽31充满后,可通过可拆卸密封件30来清空并再一次密封以供沉淀部分再一次沉淀。

[0056] 在第五步骤中,如图3所示的根据本发明的臭氧预氧化水处理设备的过滤部分的结构示意图,包括设在上部的第五进水口32和设在底部的第五出水口33的过滤部分5中,进入过滤部分5的水通过从上到下依次为粒径为4-8毫米的厚度0.2米的粗砂层35、粒径在0.8-1.5毫米的厚度为0.4米的活性炭层36、粒径在0.9-1.4毫米厚度为0.7米的石英砂层37和微米级的反渗透膜层38的过滤层34后从第五出水口33排出。过滤层的材料是由粒径由大到小从上到下依次层叠,根据材料的不同,其厚度进行了适应性地有效设置,能够过滤微米级杂质,进一步提高了本设备的净水效果。

[0057] 电控单元10可根据气体流量数据、ORP数据控制进气电磁阀12,电控单元10可调节第一、第二、第三和第四可调节搅拌机19、22、23、24的转速以及超声波振动阵列20的振动强度。电控单元可根据存储的优化设定值或设定范围来调整本发明的设备的各个部分的进水量以及处理时间,更优选地,本发明的电控单元是可编程的电控单元。

[0058] 根据本发明提供的水处理方法,通过调整电控单元10对臭氧量进行调节,控制氧化效果,并且臭氧氧化和凝聚作用、过滤作用产生倍增效应,超声波振动和搅拌机搅拌结合促进了凝聚作用和破碎作用,多层不同材料的过滤层从多个维度进行过滤等技术手段显著地提高了本发明的水处理的净化效果,本发明通过UV<sub>254</sub>、COD<sub>Mn</sub>、DOC、浊度等指标对本发明的水处理和现有技术的水处理进行了对比。

[0059] DOC是水体中溶解性有机碳总量,COD<sub>Mn</sub>是各种在特定条件下能被高锰酸钾氧化的有机物的总和,而UV<sub>254</sub>代表的是如腐殖酸类具有不饱和键、在254nm处有特征吸收的有机物。这三个指标是最常用的用以表征水体中有机污染物含量的指标。三者之间存在着一定的相关性,同时由于三个指标所代表的意义及其分析方法存在差异,三个指标结合起来可以比较全面地反映有机物的去除情况。因此,DOC、COD<sub>Mn</sub>和UV<sub>254</sub>被作为评价有机污染物去除效果的表征指标,而浊度是评价水体中颗粒含量的指标。

[0060] 如图4所示的采用本发明的方法和现有技术分别进行长周期水处理的UV<sub>254</sub>变化示意图,其中横坐标为水处理时间,单位为天数,纵坐标为UV<sub>254</sub>值,单位为cm-1,方块连线表示待处理的原水的UV<sub>254</sub>值变化曲线,三角连线表示现有技术处理后的水的UV<sub>254</sub>值变化曲线,圆圈连线表示本发明处理后的水的UV<sub>254</sub>值变化曲线。如图所示,在长期运行过程中,本发明的方法处理的UV<sub>254</sub>的平均去除率为70%,现有技术处理的UV<sub>254</sub>的平均去除率为33%,本发明能够更好地去除腐殖酸类的有机物,具有更好的净化水质的显著净化效果。

[0061] 如图5所示的采用本发明的方法和现有技术分别进行长周期水处理的COD<sub>Mn</sub>含量变化示意图,其中横坐标为水处理时间,单位为天数,纵坐标为COD<sub>Mn</sub>含量,单位为毫克每升,方块连线表示未处理的原水的COD<sub>Mn</sub>含量变化曲线,三角连线表示现有技术处理后的水的COD<sub>Mn</sub>含量变化曲线,圆圈连线表示本发明处理后的水的COD<sub>Mn</sub>含量变化曲线。如图所示,在长期运行过程中,本发明的方法处理的COD<sub>Mn</sub>的含量比现有技术处理的COD<sub>Mn</sub>含量更低,能更有效地去除原水中有机物,具有更好的净化水质的显著强化效果。

[0062] 如图6所示的采用本发明的方法和现有技术分别进行长周期水处理的DOC含量变化示意图,其中横坐标为水处理时间,单位为天数,纵坐标为DOC去除率,单位为百分比,实心点连线表示现有技术处理后的水的DOC去除率变化曲线,空心连线表示本发明处理后的水的DOC去除率变化曲线。如图所示,在长期运行过程中,本发明的方法处理的DOC去除率比现有技术处理的DOC去除率能够提高10%左右,能更有效地去除原水中有机物,具有更好的净化水质的显著强化效果。

[0063] 如图7是采用本发明的方法和现有技术分别对水进行长周期水处理的浊度变化示意图,其中横坐标为水处理时间,单位为天数,纵坐标为浊度(NTU),方块连线表示未处理的原水的浊度变化曲线,三角连线表示现有技术处理后的水的浊度变化曲线,圆圈连线表示本发明处理后的水的浊度变化曲线。如图所示,在长期运行过程中,现有技术的出水的浊度在0.2NTU左右,而本发明的出水的浊度在正常滤程内均低于0.1NTU。本发明的方法处理的平均浊度比现有技术处理的平均浊度更低,能更稳定且有效地去除原水中颗粒,具有更好的净化水质的显著效果。

[0064] 根据本发明的优选实施例,当气体流量数据低于气流量设定值时,电控单元10通过控制进气电磁阀12增加气流量;当气体流量数据大于气流量设定值时,电控单元10通过控制进气电磁阀12减小气流量。

[0065] 根据本发明的优选实施例,反渗透膜层38为芳香族聚酰胺膜。

[0066] 根据本发明的优选实施例,其中,ORP传感器15将检测到的ORP数值输送至电控单元10中;电控单元10将测得的ORP数值与设定范围进行比较,当测得的ORP数值小于设定范围的最小值时,电控单元10控制臭氧发生器8增加臭氧的供应量或控制第一进水口6的进水电磁阀降低第一进水口的进水量,以使ORP数值上升至设定范围内;当测得的ORP数值大于设定范围的最大值时,电控单元10控制臭氧发生器8减少臭氧的供应量或控制第一进水口6的进水电磁阀增加第一进水口6的进水量,以使ORP数值降至设定范围内。

[0067] 根据本发明的优选实施例,臭氧预氧化反应部分1为不锈钢制成的壁厚为3毫米、直径为0.13米和高度为2米的圆柱体。

[0068] 根据本发明的优选实施例,混合部分2为不锈钢制成的壁厚为3毫米、直径为0.11米和高度为0.4米的圆柱体。

[0069] 根据本发明的优选实施例,斜板29倾斜角度为45度到60度。

[0070] 根据本发明的优选实施例,钛板微孔39为多个1-2微米的通孔均匀分布在钛金属面板制成的曲面板上。

[0071] 根据本发明的优选实施例,第一可调节搅拌机19的转速为300转每分、第二可调节搅拌机22的转速为200转每分、第三可调节搅拌机23的转速为150转每分、第四可调节搅拌机24的转速为100转每分。

[0072] 根据本发明的优选实施例,聚合氯化铝溶液可替换成硫酸铝、聚合硫酸铝、氯化铝溶液中的一种或数种。

[0073] 本发明的水处理方法通过电控单元对多个处理部分进行在预定值和预定范围内的准确控制以达到最优化的水处理效果,例如,如果臭氧浓度没有在预定范围内,过低则无法充分氧化,浓度过高则影响凝聚部分的作用,也会对过滤部分层间产生的生物膜发生不利的影响,在本方法中,电控单元对第一可调节搅拌机19的搅拌速度和超声波振动阵列20的振动强度控制不当,则不利于水中杂质的搅拌和破碎,进一步不利于凝聚作用。电控单元对第二、第三和第四可调节搅拌机22、23和24的转速控制不当,则不利于水中杂质的搅拌和破碎,进一步不利于沉淀作用和过滤作用。

[0074] 首先,从有机物去除的角度来看,图8是采用本发明的水处理方法和现有技术分别进行不同臭氧浓度的水处理的UV<sub>254</sub>变化示意图,其中横坐标为臭氧浓度,单位为毫克每升,纵坐标为UV<sub>254</sub>去除率,单位为%,实心连线表示现有技术处理后的水的UV<sub>254</sub>去除率变化曲线,空心连线表示本发明的方法处理的UV<sub>254</sub>去除率变化曲线。如图所示,本发明提供的方法对UV<sub>254</sub>的总去除率50.5%~73.2%,比现有技术的22.3%高28.3%~50.9%,其中,0.8毫克每升的臭氧浓度时,对去除UV<sub>254</sub>的总去除效果最佳。

[0075] 图9是采用本发明的水处理方法和现有技术分别对水进行不同臭氧浓度水处理的高锰酸盐指数(COD<sub>Mn</sub>)变化示意图,其中横坐标为臭氧浓度,单位为毫克每升,纵坐标为COD<sub>Mn</sub>去除率,单位为%,实心连线表示现有技术处理后的水的COD<sub>Mn</sub>去除率变化曲线,空心连线表示本发明的方法处理的COD<sub>Mn</sub>去除率变化曲线。如图所示,本发明提供的方法可以有效的降低COD<sub>Mn</sub>的值,对COD<sub>Mn</sub>的总去除率26.6%~63.0%,比现有技术的平均去除率26.6%高0~36.4%,其中,0.8毫克每升的臭氧浓度时,对去除COD<sub>Mn</sub>的总去除效果最佳。

[0076] 图10是采用本发明的水处理方法和现有技术分别对水进行不同臭氧浓度水处理的DOC变化示意图,其中横坐标为臭氧浓度,单位为毫克每升,纵坐标为DOC去除率,单位为%,实心连线表示现有技术处理后的水的DOC去除率变化曲线,空心连线表示本发明的方法处理的DOC去除率变化曲线。如图所示,本发明提供的方法可以有效的降低DOC的值,对DOC的平均去除率28%,比现有技术的17%高11%,其中,0.9毫克每升的臭氧浓度时,对去除DOC的总去除效果最佳。

[0077] 综上,本发明的水处理方法中臭氧浓度为0.8~0.9毫克每升,对有机物的去除有很好的强化作用,对浊度也能够很好的控制。实现最优化的净化效果。

[0078] 其次,从对颗粒去除的角度来看,本发明对颗粒的净化效果显著优于现有技术,参见图11的采用本发明的方法和现有技术分别对水进行水处理的不同粒径的颗粒含量变化示意图。其中横坐标为水处理时间,单位为小时,纵坐标为颗粒含量,单位为每毫升中颗粒数,图11a所示的是小于2微米的颗粒含量变化图,其中,上方的曲线表示现有技术的颗粒含

量变化曲线,下方的曲线表示本发明的水处理方法的颗粒含量变化曲线,图11b所示的是2微米到5微米的颗粒含量变化图,其中,上方的曲线表示现有技术的颗粒含量变化曲线,下方的曲线表示本发明的水处理方法的颗粒含量变化曲线,图11c所示的是5微米到15微米的颗粒含量变化图,其中,上方的曲线表示现有技术的颗粒含量变化曲线,下方的曲线表示本发明的水处理方法的颗粒含量变化曲线,图11d所示的是大于15微米的颗粒含量变化图,其中,上方的曲线表示现有技术的颗粒含量变化曲线,下方的曲线表示本发明的水处理方法的颗粒含量变化曲线。从图中可以看出,相比于现有技术,本发明的水处理方法可显著提高水中大于2微米的颗粒去除效果,进一步提高了净水能力。

[0079] 根据本发明的另一个优选实施例,电控单元10控制臭氧浓度的预定范围为0.85毫克每升。

[0080] 根据本发明的另一个优选实施例,超声振动阵列20为压电型超声换能器或磁致伸缩型超声换能器。

[0081] 应当理解的是,本发明的上述具体实施方式仅仅用于示例性说明或解释本发明的原理,而不构成对本发明的限制。因此,在不偏离本发明的精神和范围的情况下所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。此外,本发明所附权利要求旨在涵盖落入所附权利要求范围和边界、或者这种范围和边界的等同形式内的全部变化和修改例。

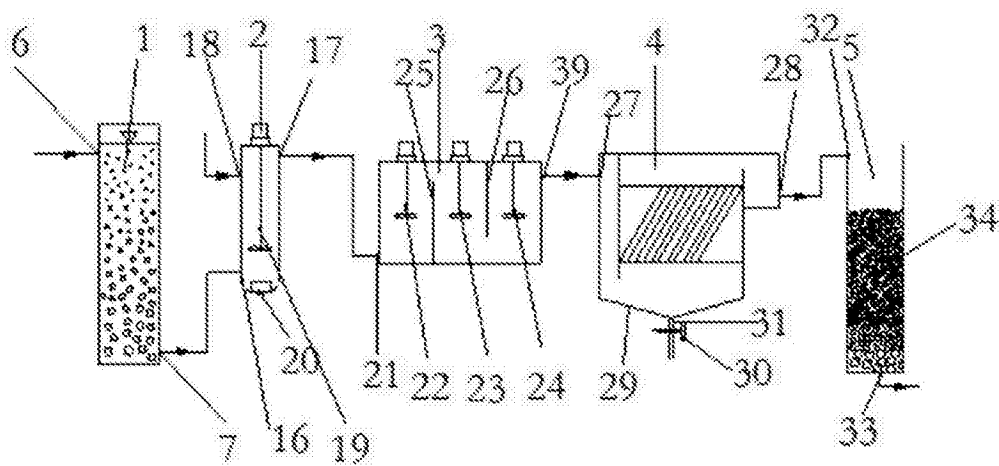


图1

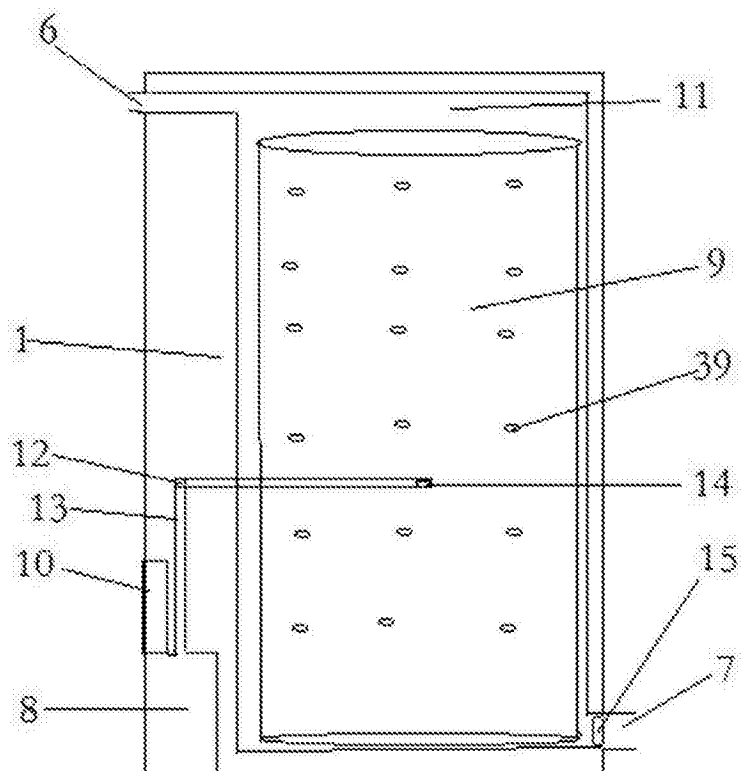


图2

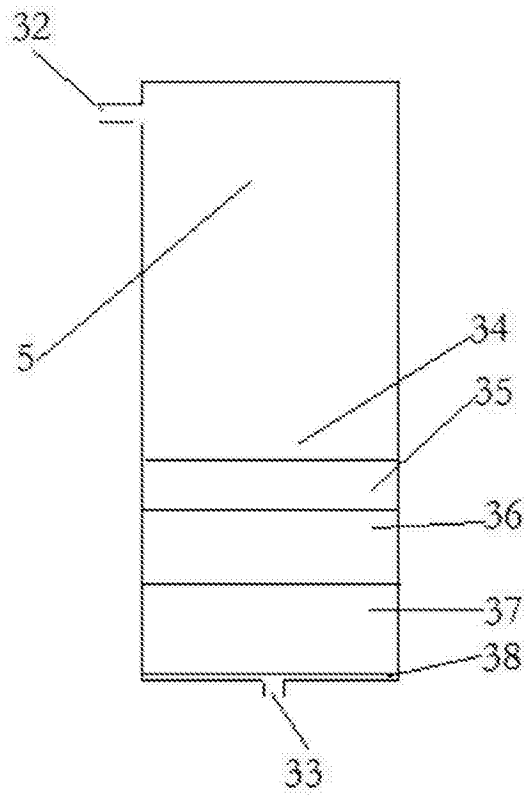


图3

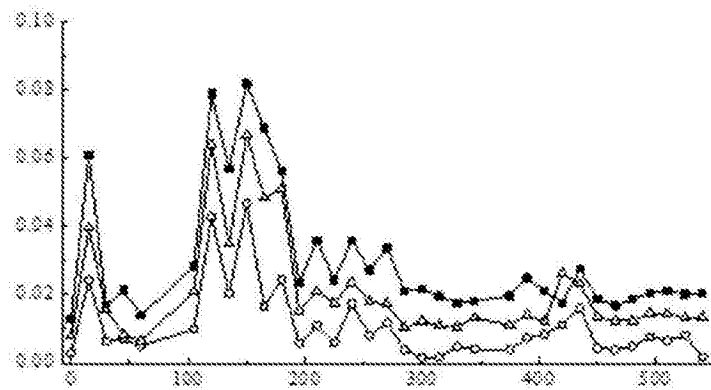


图4

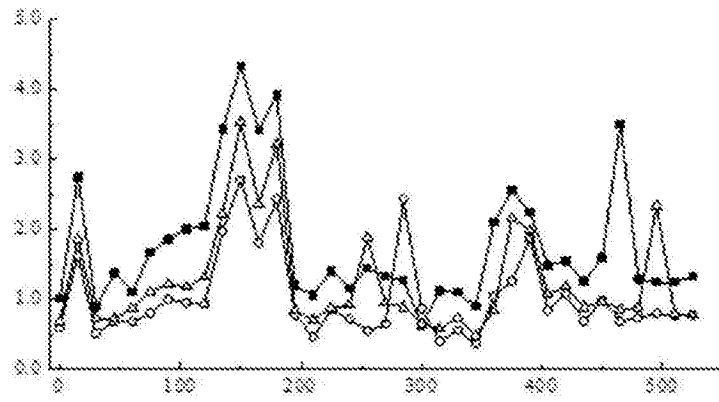


图5

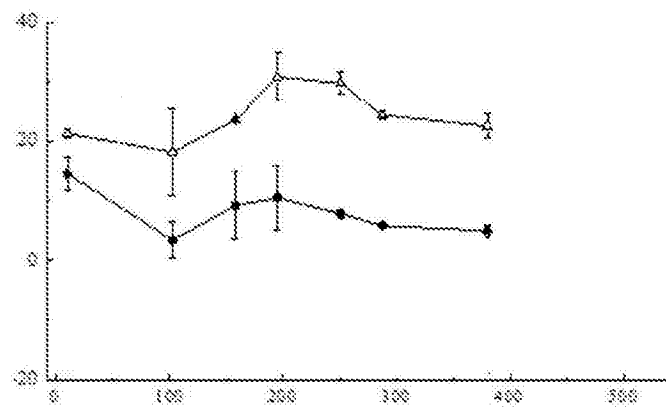


图6

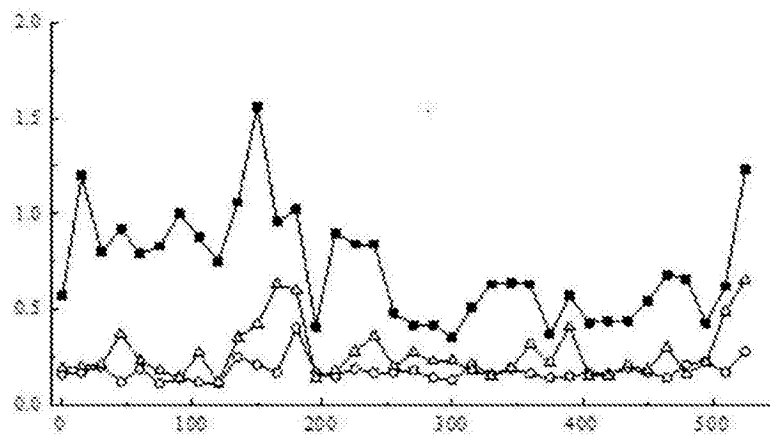


图7

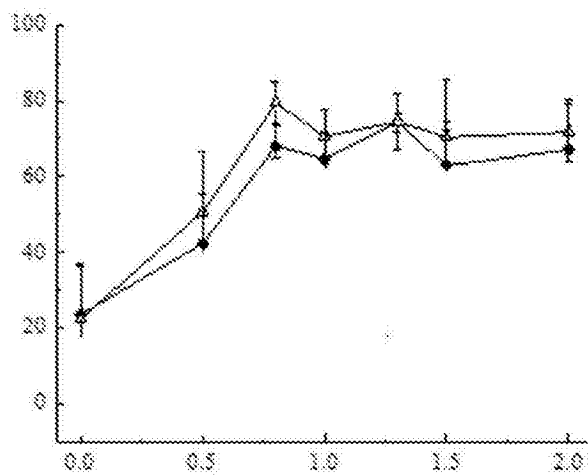


图8

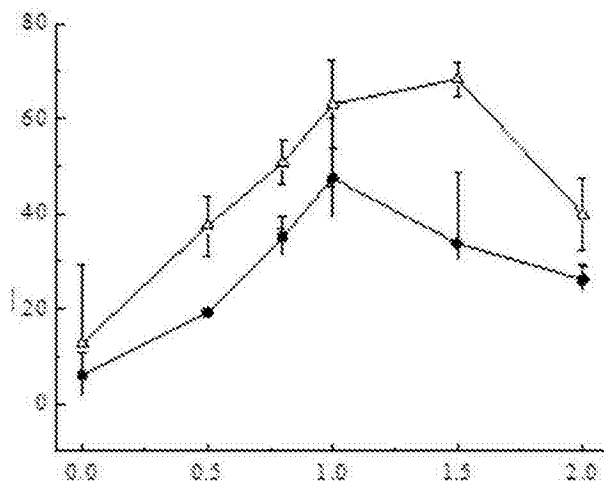


图9

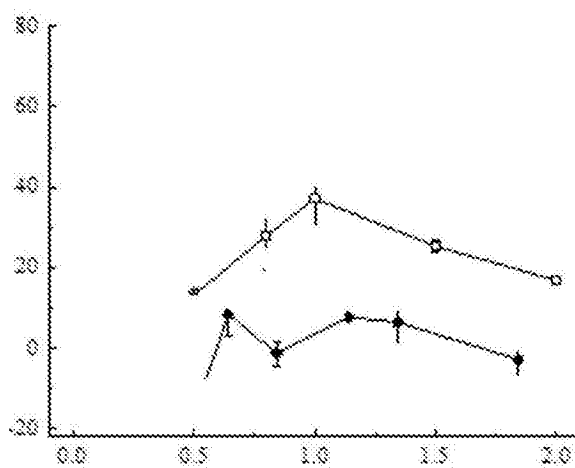


图10

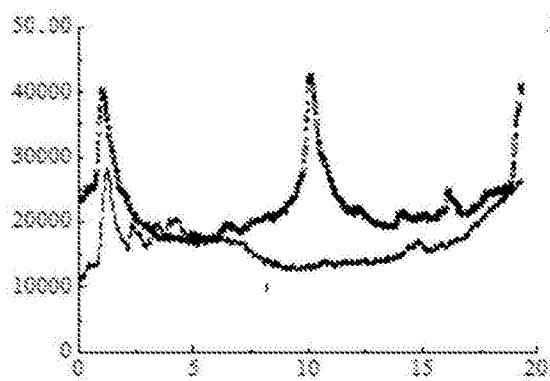


图11(a)

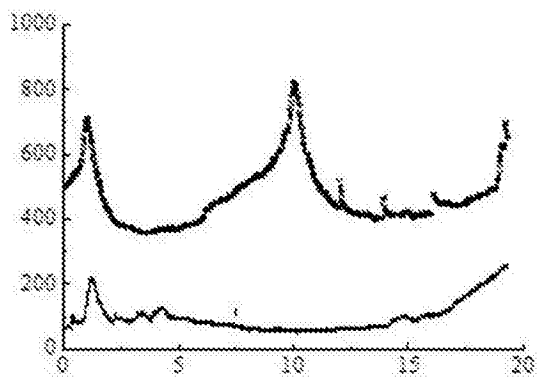


图11(b)

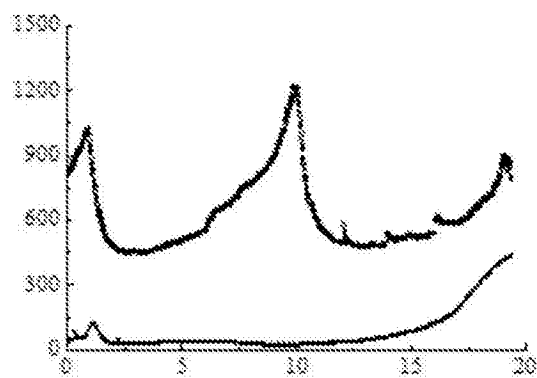


图11(c)

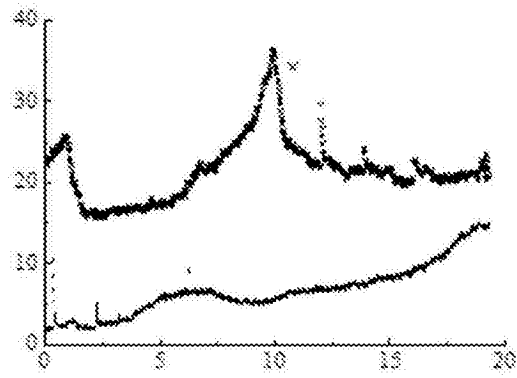


图11(d)