



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109231610 A

(43)申请公布日 2019.01.18

(21)申请号 201811156922.6

(22)申请日 2018.09.30

(71)申请人 厦门理工学院

地址 361024 福建省厦门市集美区理工路
600号

(72)发明人 李青松 李国新 陈国元 李锐
李霞 江湘婷 陈文超

(74)专利代理机构 泉州市潭思专利代理事务所
(普通合伙) 35221

代理人 麻艳

(51)Int.Cl.

C02F 9/08(2006.01)

C02F 101/30(2006.01)

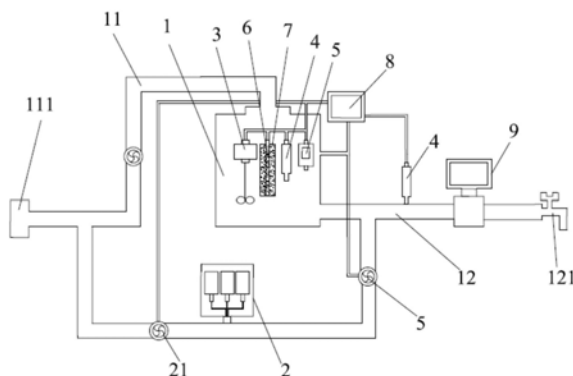
权利要求书1页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置及处理方法

(57)摘要

本发明公开了一种多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置及处理方法,包括反应容器、电动搅拌器、全石英玻璃光源保护冷阱、多波长UV-LED灯带、紫外光谱水质分析仪、加补氯装置、PLC控制面板和复数个余氯计;反应容器设有进水管和出水管,进水管连接进水口,出水管连接出水口,在出水管上设置余氯计;多波长UV-LED灯带设于全石英玻璃光源保护冷阱中,PLC控制面板分别连接加补氯装置、多波长UV-LED灯带、紫外光谱水质分析仪、余氯计和电动搅拌器。本发明可以对水体中的微量有机污染物进行有效去除的同时并降低溶液的急毒性和遗传毒性,从而达到提高用水的安全性。



1. 多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,其特征在于:包括反应容器、电动搅拌器、全石英玻璃光源保护冷阱、多波长UV-LED灯带、紫外光谱水质分析仪、加补氯装置、PLC控制面板和复数个余氯计;反应容器设有进水管和出水管,进水管连接进水口,出水管连接出水口,在出水管上设置余氯计;电动搅拌器、全石英玻璃光源保护冷阱、余氯计、紫外光谱水质分析仪和多波长UV-LED灯带设于反应容器内部;多波长UV-LED灯带设于全石英玻璃光源保护冷阱中,PLC控制面板分别连接加补氯装置、多波长UV-LED灯带、紫外光谱水质分析仪、余氯计和电动搅拌器。

2. 根据权利要求1所述的多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,其特征在于:还包括流量计,流量计设置在出水管上。

3. 根据权利要求1所述的多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,其特征在于:所述UV-LED灯带由不同波长的UV-LED灯组装在带状的FPC柔性线路板或PCB硬板上形成缠绕状。

4. 根据权利要求1所述的多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,其特征在于:加补氯装置还包括投加泵,在进水管和出水管上分别设置投加泵。

5. 根据权利要求1所述的多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,其特征在于:磁力搅拌器采用电动磁力搅拌器。

6. 根据权利要求1所述的多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,其特征在于:多波长UV-LED灯带的波长包括但不限于280nm和310nm,280nm波长的功率为10mW,310nm波长的功率为30mW。

7. 多波长UV-LED灯带协同氯水的处理方法,其特征在于:包括以下步骤:步骤一,在反应容器中加入待处理水溶液,通过PLC控制面板启动电动搅拌器,并开启多波长UV-LED灯带;步骤二,结合紫外光谱水质分析仪分析紫外吸光度情况,通过加补氯装置加入含氯消毒剂,在多波长UV-LED灯带辐照和含氯消毒剂产生的活性氯的作用下,从而除去水中的污染物并降低溶液的毒性,完成水处理。

8. 根据权利要求7所述的多波长UV-LED灯带协同氯水处理方法,其特征在于:在步骤一中,电动搅拌器上转速为100r/min。

9. 根据权利要求7所述的多波长UV-LED灯带协同氯水处理方法,其特征在于:在步骤一中,反应容器外部用锡箔纸包裹。

10. 根据权利要求7所述的多波长UV-LED灯带协同氯水处理方法,其特征在于:含氯消毒剂为二氧化氯、次氯酸钠或液氯。

多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置及处理方法

技术领域

[0001] 本发明属于水处理的技术领域,特别涉及一种多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置及处理方法。

背景技术

[0002] 随着社会的发展,水体中有机污染物引起了人们对水质安全性的关注。水体中的微量有机污染物按其来源主要包括农药(如除草剂、杀虫剂等)、药品及个人护理品(PPCPs)、化学物品和塑料制品、自然形成的化学物质等(如水中嗅味物质等)。

[0003] 随着医药及洗化行业的大规模发展,药品及个人护理用品(PPCPs)的生产和使用量迅猛增长,导致它们在水、土壤和大气环境中均有残留。PPCPs包括各种各样的化学物质,例如各种处方药和非处方药(如抗生素、类固醇、消炎药、镇静剂、抗癫痫药、显影剂、止痛药、降压药、避孕药、催眠药、减肥药等)、香料、化妆品、遮光剂、染发剂等。

[0004] 尽管水中PPCPs的浓度很低,但由于常规的水处理工艺无法对其有效去除,微量有机污染物被持续地排入河流、湖泊等地表水中,最终进入饮用水源。这些物质可以使微生物产生耐药性,影响人和动物的生殖发育、神经系统和免疫系统功能,以及产生致癌作用。饮用水质的安全保障重点是控制水中化学与生物物质在水质净化过程中的形态转化与交互作用,以及由此而产生的健康风险。水处理工艺中常采用氯消毒以增加水质的安全性,然而很难保证物质的转化是有利于水质安全的。水质转化风险主要发生在消毒过程中,难以避免产生氯仿、三卤甲烷等副产物。

[0005] 20世纪70年代后,人们发现传统的氯消毒会产生致畸、致癌、致突变的卤代烷等副产物,而UV消毒法则具有不投加化学药剂、不产生有毒有害的副产物、不增加水的嗅和味、消毒速度快、效率高、设备操作简单、便于运行管理和实现自动化等优点,克服了现有传统消毒的缺点,近年来逐渐得到广泛应用,但其不能持续消毒,而且由于其穿透能力很差,通常只能对样品表面进行消毒灭菌。

[0006] 二氧化氯是一种水溶性强氧化剂,不是氯化剂,其氧化能力是氯气的2.6倍,其在水中的扩散速度更快,在较短浓度下可以更快速地有效杀灭有机物。

[0007] 液氯在水中产生次氯酸,次氯酸具有强氧化性和杀毒作用,能够使细菌死亡,但是存在消毒副产物三卤甲烷等。

[0008] ClO_2 在水中发生以下反应:

[0009] $\text{ClO}_2 \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{O}_2$ (1)

[0010] $\text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{HClO} + \text{HCl}$ (2)

[0011] $2\text{HClO} \rightarrow \text{Cl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ (3)

[0012] 紫外线杀菌消毒是利用适当波长的紫外线能够破坏微生物机体细胞中的DNA(脱氧核糖核酸)或RNA(核糖核酸)的分子结构,造成生长性细胞死亡和(或)再生性细胞死亡,达到杀菌消毒的效果。紫外线消毒技术是基于现代防疫学、医学和光动力学的基础上,利用特殊设计的高效率、高强度和长寿命的UVC波段紫外光照射流水,将水中各种细菌、病毒、寄

生虫、水藻以及其他病原体直接杀死。紫外线消毒是一种物理方法,它不向水中增加任何物质,没有副作用,这是它优于氯化消毒的地方,通常与其它物质联合使用,常见的联合工艺有UV+H₂O₂、UV+H₂O₂+O₃、UV+TiO₂。

[0013] 氯消毒一般会产生具有“三致效应”的消毒副产物,虽然紫外线消毒基本上不会产生消毒副产物,不会造成二次污染问题,且运行维护简便快捷,但不具备后续消毒能力。然而传统紫外消毒不易做到在整个处理空间内辐射均匀,有照射的阴影区;紫外线杀菌装置电耗大,设备维护费和造价较高。水体中存在诸多不同有机物物质,如酚类、芳香化合物等有机物,其有效去除所需用的含氯消毒剂也不尽相同,现有紫外和二氧化氯联合工艺除难以做到对有机物的有效去除,能耗较高,且无法做到降低溶液的急毒性和遗传毒性。

[0014] UV-LED一般指发光中心波长在400nm以下的LED。相比于传统的紫外灯,UV-LED有超长的寿命、冷光源、无热辐射、寿命不受开闭次数影响(可达五万小时)、能量高、照射均匀提高生产效率(能节约90%电量),面光源做成的灯具,在二次配光时,能随意控制光照射的角度,避免光的浪费和污染,瞬间点亮,不需要预热即刻达到100%功率紫外输出,不含有毒物质比传统的光源更安全、更环保。此外还可定制有效照射区域,长度从7mm到1000mm。

[0015] 因此,本发明人对此做进一步研究,研发出一种多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置及处理方法,本案由此产生。

发明内容

[0016] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置及处理方法,可以对水体中的微量有机污染物进行有效去除并降低溶液的急毒性和遗传毒性,从而达到提高用水的安全性。

[0017] 为解决上述技术问题,本发明的技术解决方案是:

[0018] 多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,包括反应容器、电动搅拌器、全石英玻璃光源保护冷阱、多波长UV-LED灯带、紫外光谱水质分析仪、加补氯装置、PLC控制面板和复数个余氯计;反应容器设有进水管和出水管,进水管连接进水口,出水管连接出水口,在出水管上设置余氯计;电动搅拌器、全石英玻璃光源保护冷阱、余氯计、紫外光谱水质分析仪和多波长UV-LED灯带设于反应容器内部;多波长UV-LED灯带设于全石英玻璃光源保护冷阱中,PLC控制面板分别连接加补氯装置、多波长UV-LED灯带、紫外光谱水质分析仪、余氯计和电动搅拌器。

[0019] 进一步,还包括流量计,流量计设置在出水管上。

[0020] 进一步,所述UV-LED灯带由不同波长的UV-LED灯组装在带状的FPC柔性线路板或PCB硬板上形成缠绕状。

[0021] 进一步,加补氯装置还包括投加泵,在进水管和出水管上分别设置投加泵。

[0022] 进一步,磁力搅拌器采用电动磁力搅拌器。

[0023] 进一步,多波长UV-LED灯带的波长包括但不限于280nm和310nm,280nm波长的功率为10mW,310nm波长的功率为30mW。

[0024] 多波长UV-LED灯带协同氯水的处理方法,包括以下步骤:

[0025] 步骤一,在反应容器中加入待处理水溶液,通过PLC控制面板启动电动搅拌器,并开启多波长UV-LED灯带;

[0026] 步骤二,结合紫外光谱水质分析仪分析紫外吸光度情况,通过加补氯装置加入含氯消毒剂,在多波长UV-LED灯带辐照和含氯消毒剂产生的活性氯的作用下,从而除去水中的污染物并降低溶液的毒性,完成水处理。

[0027] 进一步,在步骤一中,电动搅拌器上转速为100r/min。

[0028] 进一步,在步骤一中,反应容器外部用锡箔纸包裹。

[0029] 进一步,含氯消毒剂为二氧化氯、次氯酸钠或液氯。

[0030] 采用上述方案后,本发明提出的多波长UV-LED灯带协同氯同步去除有机物和消毒的处理装置及处理方法,其技术方案的特点是利用多波长UV-LED灯带辐照以及氯(二氧化氯、次氯酸钠和液氯等)产生的活性氯经多波长UV-LED照射产生的羟基自由基($\cdot\text{OH}$)、氯自由基等协同氯的氧化性,对水中有机物进行去除。

[0031] 本发明利用典型的绿色照明光源多波长UV-LED强化协同氯的去除控制污染物效果,在提高生物稳定性的同时,还可以有助于有效去除对饮用水中微量有机物。本发明可以解决现有净水技术对无法有效去除水体中微量有机污染物的问题,具有工艺简单、时间短、对环境要求较低等优点,并可以有效降低溶液的急毒性和遗传毒性。

[0032] 多波长UV-LED灯带协同氯同步去除有机物和消毒的处理装置及处理方法可以适用于面向农村的饮用水小型或分散式水处理设备,可以实现净水工艺中毒性增强效应物质的有效控制。本发明可适用于市政给排水和环境工程。

附图说明

[0033] 图1是本发明的装置示意图;

[0034] 图2是本发明不同波长的LED对DS降解的影响;

[0035] 图3是UV-LED协同NaClO去除DS过程中急毒性的变化;

[0036] 图4是UV-LED协同NaClO去除DS过程中遗传毒性的变化。

[0037] 标号说明

[0038] 反应容器1 进水管11 进水口111 出水管12 出水口121

[0039] 加补氯装置2 投加泵21 电动搅拌器3 余氯计4

[0040] 紫外光谱水质分析仪5 多波长UV-LED灯带6

[0041] 全石英玻璃光源保护冷阱7 PLC控制面板8 流量计9

具体实施方式

[0042] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步详述。本发明所揭示的是一种多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,如图1所示,为本发明的较佳实施例,

[0043] 多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,包括反应容器1、电动搅拌器3、全石英玻璃光源保护冷阱7、多波长UV-LED灯带6、紫外光谱水质分析仪5、加补氯装置2、PLC控制面板8和复数个余氯计4;电动搅拌器3起到混合溶液的作用,全石英玻璃光源保护冷阱7防止多波长UV-LED灯带6和溶液直接接触,紫外光谱水质分析仪5可以实时测定水中有机物的组成、余氯计4可以测定水体中余氯的浓度。

[0044] 反应容器1设有进水管11和出水管12,进水管11连接进水口111,出水管12连接出水口121。在出水管12上设置余氯计4。

[0045] 电动搅拌器3、全石英玻璃光源保护冷阱7、余氯计4、紫外光谱水质分析仪5和多波长UV-LED灯带6设于反应容器1内部；反应器1中的余氯计4可根据反应前后水质紫外吸收的变化及反应过程中余氯的变化，精准调节余氯的投加量和灯带波长。

[0046] 多波长UV-LED灯带6设于全石英玻璃光源保护冷阱7中，PLC控制面板8分别连接加补氯装置2、多波长UV-LED灯带6、紫外光谱水质分析仪5、余氯计4、电动搅拌器3，PLC控制面板8控制加补氯装置2、多波长UV-LED灯带6、紫外光谱水质分析仪5、余氯计4和电动搅拌器3动作。即PLC控制面板8控制加补氯装置2何时向反应器1中添加氯，多波长UV-LED灯带6的开启和关闭，紫外光谱水质分析仪5和余氯计4开始检测，以及电动搅拌器3的开启和关闭。

[0047] 进一步，还包括流量计9，流量计9设置在出水管12上。

[0048] 进一步，所述UV-LED灯带6由不同波长的UV-LED灯组装在带状的FPC柔性线路板或PCB硬板上形成缠绕状。这样，可以增加UV-LED灯组在溶液中的作用面积。

[0049] 进一步，为了保证符合出水国家要求，在出水管12上设置余氯计4，以便测定出水中的余氯。

[0050] 进一步，加补氯装置2还包括投加泵21，在进水管11和出水管12上分别设置投加泵21。在进水管11上设置投加泵21是控制反应器1里面氯的投加量，以控制污染物的去除。在出水管12上设置投加泵21是在出水中加氯，控制出水余氯符合国家标准。

[0051] 进一步，磁力搅拌器3采用电动磁力搅拌器。

[0052] 进一步，在本实施例中，多波长UV-LED灯带6的波长分别为280nm和310nm，属于B和C波段，其功率分别为10mW和30mW。当然也可以采用其他波长的UV-LED灯，例如265nm或360-365nm、365-370nm、375-380nm、385-390nm和405-410nm，在本实施例中，连接好的多波长UV-LED灯带6置于直径为12mm的玻璃套管（即全石英玻璃光源保护冷阱7）中，灯带上安装不同波长的灯，相对于目前传统的真空紫外灯，可以促进反应面积，排列不同可以产生不同的效果。由于水体中存在诸多有机物，不同有机物的吸收波长不同，不同波长的灯可以更好的在去除水体中有机物的同时降低水质的急毒性和遗传毒性，保证水质安全。如下表所示，不同的多波长UV-LED灯带6，对本发明的作用效果。样品1的多波长UV-LED灯带6为3个280nm波长的灯和5个310nm波长的灯组合排列，样品2为单一280nm波长，样品3为单一310nm波长。对于人体健康来说，急毒性和遗传毒性指标要更为直接反应水质安全性，从表中看出样品1的急毒性和遗传毒性效果最佳。

[0053]

序号	排列分类	条件因素	急毒性和遗传毒性及有机物浓度的去除
样品 1	280*3+310*5 组合排列	230 μ g/L 的条件下, NaClO 的投加量为 3mg/L	40min 后急毒性降低由 50%降低为 5%, 遗传毒性 (β -半乳糖苷酶诱导活性 (unit)) 由 500 降低为 200, DS 去除 95%
样品 2	280 波长	230 μ g/L 的条件下, NaClO 的投加量为 3mg/L	40min 后急毒性降低由 50%降低为 28%, 遗传毒性 (β -半乳糖苷酶诱导活性 (unit)) 由 500 降低为 300, DS 去除 88%
样品 3	310 波长	230 μ g/L 的条件下, NaClO 的投加量为 3mg/L	40min 后急毒性降低由 50%降低为 15%, 遗传毒性 (β -半乳糖苷酶诱导活性 (unit)) 由 500 降低为 280, DS 去除 100%

[0054] 在UV-LED波长为280nm时、DS浓度为230 μ g/L的条件下,NaClO的投加量为3mg/L时UV-LED协同NaClO对DS的降解效果对比,结果如图2。图中标记■波长为280nm,●波长为310nm。

[0055] 水处理实验中,影响光解作用的直接因素是有机物本身的吸光能力和所用光源的主要波长。从有机物分子结构方面看,当分子中具有不饱和结构的化合物时,该化合物会吸收波长较长的紫外光,当UV-LED光源的主波长越接近有机物最大吸收波长时,其光激发效果更好,光解作用也更强。从图中可以看出相同的其他条件下,当改用波长为310nm的UV-LED灯时,在10分钟时,DS剩余率就只有17%,当反应进行到20分钟左右时,DS已经被完全去除,结果表明当使用波长为310nm的UV-LED时对DS的降解效果更好。

[0056] 在UV-LED波长为280nm时、DS浓度为230 μ g/L的条件下,NaClO的投加量为3mg/L时,用细菌来评价废水毒性是基于毒性对细菌的某些可见特性的作用,因此特别适合于生物毒性试验。结果如图3。图中,UV-LED波长为280nm、DS浓度为230 μ g/L,NaClO的投加量为3mg/L。

[0057] 生物发光细菌急性毒性实验表明:DS在降解过程中会产生毒性大于母体的中间产物,在0分钟和15分钟时急毒性达到最大,之后毒性逐渐减小并趋于0,当急毒性在正负20%之间时,说明水中有毒物质量安全,而UV-LED/NaClO复合工艺能够有效的去除水体中的DS,同时降低溶液中非受控中间产物的毒性,达到保证饮用水安全的目的。

[0058] 在UV-LED波长为280nm时、DS浓度为230 μ g/L的条件下,NaClO的投加量为3mg/L时,实验采用SOS/umu遗传毒性测试来评估反应过程中DS溶液的毒性变化,其结果分别如图4所示。图中,UV-LED波长为280nm、DS浓度为230 μ g/L,NaClO的投加量为3mg/L。

[0059] 随着DS在UV-LED/NaClO体系中的降解,溶液的遗传毒性呈现先增大再减小的趋势。在DS降解的过程中,产生了毒性更高的中间产物,且在30min左右综合遗传毒性达到最大,之后随着反应的进行,中间产物在UV-LED/NaClO体系中得到进一步降解,遗传毒性效应也随之减小。

[0060] 本发明还公开了一种多波长UV-LED灯带协同氯水的处理方法,包括以下步骤:

[0061] 步骤一,在反应容器1中加入曲安奈德醋酸酯(DS)水溶液,通过PLC控制面板8启动电动搅拌器3,并开启多波长UV-LED灯带6。

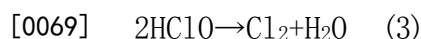
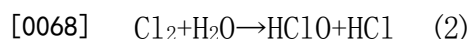
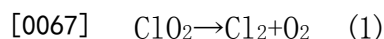
[0062] 步骤二,结合紫外光谱水质分析仪分析5分析紫外吸光度情况通过加补氯装置2加入含氯消毒剂,在多波长UV-LED灯带6辐照和含氯消毒剂产生的活性氯的作用下,从而除去水中的DS等污染物并降低溶液的毒性,完成水处理。

[0063] 进一步,在步骤一中,电动搅拌器3上转速为100r/min,促进含氯消毒剂和溶液混合。

[0064] 进一步,在步骤一中,反应容器1外部用锡箔纸包裹,防止光泄露出来对生物造成危害。

[0065] 进一步,含氯消毒剂为二氧化氯、次氯酸钠或液氯,在本实施例中,以次氯酸钠说明UV-LED/NaClO联用工艺能够有效的去除水体中的DS,当然,在水体中存在很多有机物,有的用次氯酸钠好,有的用二氧化氯好,可根据不同污染物针对性选择去除效果好的消毒剂。例如,也可使用本装置和方法,采用二氧化氯协同去除双氯芬酸钠和三氯生。

[0066] 由于本发明采用多波长UV-LED灯带协同氯水处理装置,除了多波长UV-LED灯带对目标物质具有一定的去除作用外,溶液中ClO₂或次氯酸钠可以生成活性氯Cl₂和HC1O,活性氯Cl₂和HC1O经UV-LED辐照可以生成·OH,从而加快反应的进行,并且还有二氧化氯、次氯酸钠和液氯的氧化性对目标物质进行去除。另外,多波长UV-LED灯带协同氯水处理对目标污染物的降解程度较高。多波长UV-LED灯带协同氯水处理方法中ClO₂在水中发生以下反应:



[0070] 在使用本发明时,在反应容器1中加入污染物水溶液,通过PLC控制面板8,启动电动搅拌器3,并开启多波长UV-LED灯带6,结合紫外光谱水质分析仪5和余氯计4反馈余氯量并控制投加量和多波长UV-LED灯带6同时通过加补氯装置2加入二氧化氯、液氯或次氯酸钠等,在不同UV-LED灯带6辐照以及二氧化氯产生的活性氯经UV-LED照射产生的羟基自由基协同二氧化氯的氧化性,从而除去水中的污染物,完成水处理。

[0071] 本发明采用UV-LED和氯复合工艺在去除微量污染物的同时,不仅可以降低消毒副产物产生,还可以有效降低能耗,UV-LED和氯复合工艺中反应剩余的氯还可以在管网水中保持持续消毒能力,此外,灯带布设形式的多样化可以实现更多的定制选择等,更有效地使整个处理空间内辐射均匀,避免照射阴影区。多种含氯消毒剂的切换可以实现诸多微量有机物的有效控制。

[0072] 以上所述,仅是本发明的较佳实施例而已,并非对本发明的技术范围作任何限制,故但凡依本发明的权利要求和说明书所做的变化或修饰,皆应属于本发明专利涵盖的范围

之内。

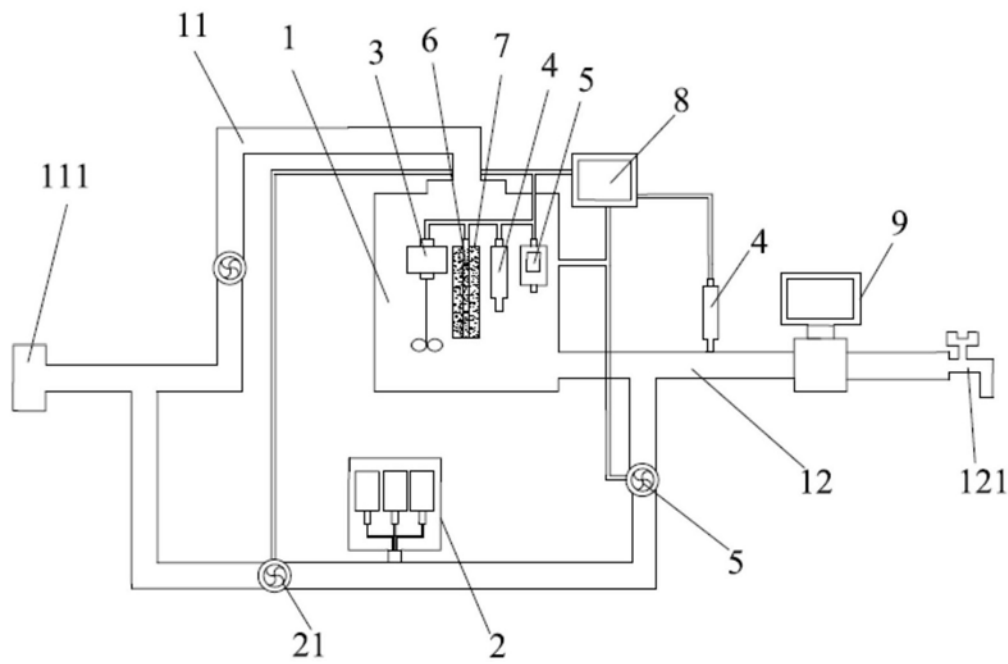


图1

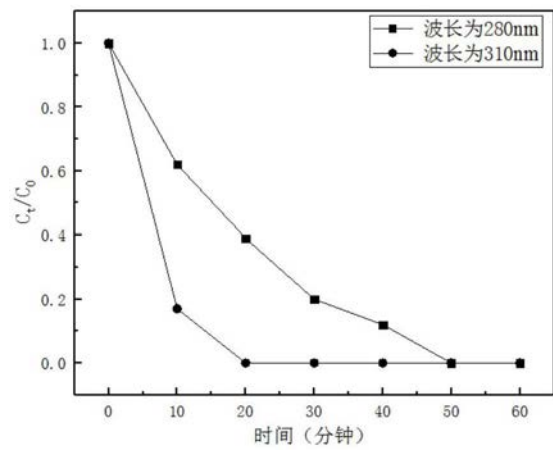


图2

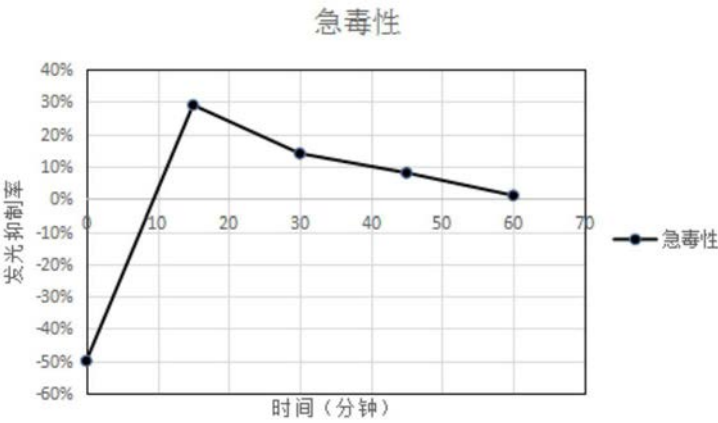


图3

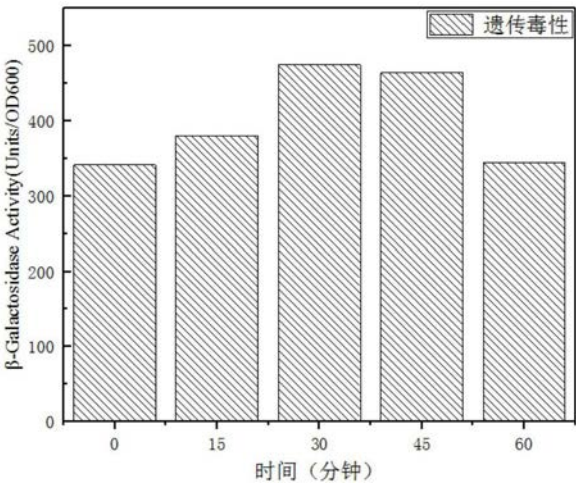


图4