



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101781051 B

(45) 授权公告日 2011. 09. 07

(21) 申请号 201010124809. 7

C02F 1/44(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 03. 16

审查员 葛晨

(73) 专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150001 黑龙江省哈尔滨市南岗区西大直街 92 号

(72) 发明人 李圭白 高伟 梁恒 韩梅

田家宇 陈忠林 瞿芳术 韩正双

(74) 专利代理机构 哈尔滨市松花江专利商标事

务所 23109

代理人 荣玲

(51) Int. Cl.

C02F 9/08(2006. 01)

C02F 1/52(2006. 01)

C02F 1/36(2006. 01)

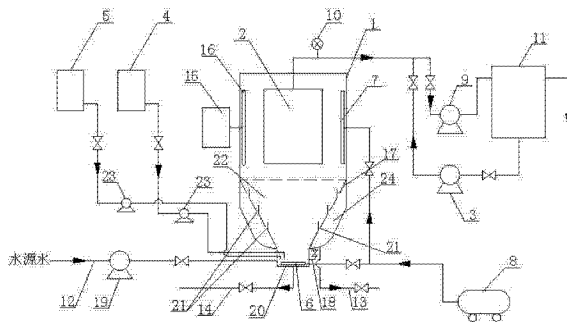
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置及其生产饮用水的方法

(57) 摘要

以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置及其生产饮用水的方法,它属于饮用水处理领域。本发明解决了分置式混凝-超滤工艺占地大、形成絮体不匀及膜污染严重的问题。本发明装置所述壳体的底部设置凹槽,凹槽底部安装有第一曝气器,壳体的上部设置有超声波金属板、第二曝气器和超滤膜组件。本发明水源水经曝气混凝、超声空化和超滤膜过滤后得到饮用水。经本发明处理后的水水质达到了国家饮用水标准 GB5749-2006。本发明方法减小膜污染,延长了膜的使用寿命,获得絮体均匀。本发明装置占地面积小、结构简单;适用于农村小型供水装置的建立、野外供水、突发事件的临时供水和城市水厂改扩建,具有较大推广价值。



1. 以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置,它包括壳体(1)、超滤膜组件(2)、反冲洗泵(3)、混凝剂加药池(4)、第一曝气器(6)、第二曝气器(7)、鼓风机(8)、抽吸泵(9)、压力传感器(10)、净水箱(11)、进水管(12)、排泥管(13)、反冲洗排泥管(14)、超声波发生器(15)、超声波金属板(16)、锥形排泥板(17)、提升泵(19)和凹槽(20)构成,其特征在于所述壳体(1)的底部设置凹槽(20),凹槽(20)底部安装有第一曝气器(6),混凝剂加药池(4)的出液口与凹槽(20)侧壁上的进液口连通,进水管(12)的出水口与凹槽(20)侧壁上的进水口通过提升泵(19)连通,壳体(1)内的上部设置有超声波金属板(16)、第二曝气器(7)和超滤膜组件(2),超声波金属板(16)与壳体(1)外部的超声发生器(15)连接,超滤膜组件(2)的出水口与压力传感器(10)的进水口连通,压力传感器(10)分别与抽吸泵(9)和反冲洗泵(3)连接,抽吸泵(9)的出水口与净水箱(11)的进水口连通,反冲洗泵(3)的进口与净水箱(11)的出口连通,壳体(1)内的下部安装有锥形排泥板(17),锥形排泥板(17)上开有数个通孔(21),锥形排泥板(17)和凹槽(20)的内腔形成了曝气混凝沉淀区(22),锥形排泥板(17)的外侧与壳体(1)内腔下部之间形成集泥区(24),集泥区(24)底部出泥口与排泥管(13)的进泥口连通,反冲洗排泥管(14)的进口与凹槽(20)底部的出口连通。

2. 根据权利要求1所述的以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置,其特征在于壳体(1)的材料为有机玻璃或不锈钢。

3. 根据权利要求2所述的以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置,其特征在于所述超滤膜组件(2)材质为有机膜组件、陶瓷膜组件或不锈钢膜组件。

4. 根据权利要求1、2或3所述的以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置,其特征在于以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置还包括助凝剂加药池(5),所述助凝剂加药池(5)的出口与凹槽(20)侧壁上的进口连通。

5. 根据权利要求1、2或3所述的以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置,其特征在于以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置还包括回流管(18),所述回流管(18)的进口与集泥区(24)底部出口连通,回流管(18)的出口与凹槽(20)侧壁上的进口连通。

6. 采用权利要求1所述以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置生产饮用水的方法,其特征在于曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置生产饮用水的方法是按下述步骤进行的:一、水源水由进水管(12)通入曝气混凝沉淀区(22)内,投加混凝剂同时底部连续曝气,其中混凝剂的投加量为 $1 \sim 10\text{mg/L}$,空气与水体积比为 $10 \sim 30 : 1$,水力停留时间为 $1 \sim 5$ 分钟;二、步骤一处理后的水升流至壳体(1)的上部进行超声波空化,超声波的频率为 $16 \sim 30\text{KHz}$,超声波的功率为 $1 \sim 10\text{W/m}^2$,然后用超滤膜组件(2)过滤,超滤膜组件(2)的通量在 $10 \sim 60\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,运行压力为 $0.05 \sim 0.2\text{Mpa}$,再用抽吸泵(9)抽吸至净水箱(11)内,即得到了饮用水;其中步骤二中每间隔 $30 \sim 150$ 分钟利用反冲洗泵(3)对超滤膜组件(2)进行反冲洗,每次反冲洗历时 $30 \sim 90$ 秒。

7. 根据权利要求6所述以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置生产饮用水的方法,其特征在于步骤一所述的混凝剂的投加量为 $4 \sim 8\text{mg/L}$ 。

8. 根据权利要求6或7所述以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置生产饮用水的方法,其特征在于步骤一所述的混凝剂为硫酸铝、聚合氯化铝、硫酸铁或聚合氯化铁。

9. 根据权利要求 8 所述以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置生产饮用水的方法,其特征在于步骤二中反冲洗时关闭第一曝气器 (6)、开启第二曝气器 (7),强度为 $20 \sim 100\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$,反洗强度为 $20 \sim 100\text{L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。

以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置及其生产饮用水的方法

技术领域

[0001] 本发明属于饮用水处理领域；具体涉及一种以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置及其生产饮用水的方法。

背景技术

[0002] 随着饮用水源的污染加重和城市规模的不断扩大,农村饮用水安全卫生以及城市自来水厂的改扩建日益受到人们的重视。农村缺乏一定的基建设施,且建设分散,难以实现集中供水；城市用地紧张,在水厂扩建时往往无合适用地。超滤膜分离技术可根据用水规模进行设计,小型装置方便运输,适合于分散式的农村供水；大规模供水时,可大量节约占地面积。随着超滤膜分离技术的成熟及膜生产成本的降低,其在国内水处理行业具有广泛的应用前景。经典的混凝工艺能够去除水中多种污染物,有研究指出,混凝后形成的矾花大小和其在水体中的形式会对超滤膜造成一定的污染,进而降低膜通量。传统的机械混凝/超滤组合工艺需设置两个(混凝后无沉淀)或三个(混凝、沉淀后进入超滤膜)反应池,相对占地较大,增加维护工作,且操作较繁琐。传统的混凝/超滤组合工艺是在超滤膜池外进行混合,保证不了混凝剂与原水的充分混合,且在向超滤膜池的输送过程中易造成矾花的破碎,最终的矾花是不均匀的,易造成膜污染。

发明内容

[0003] 本发明解决了现有分置式混凝-超滤工艺占地大、形成絮体(矾花)不匀及膜污染严重的问题；而提供了以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置及其生产饮用水的方法。


[0004] 本发明中以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置它包括壳体、超滤膜组件、反冲洗泵、混凝剂加药池、第一曝气器、第二曝气器、鼓风机、抽吸泵、压力传感器、净水箱、进水管、排泥管、反冲洗排泥管、超声波发生器、超声波金属板、锥形排泥板、提升泵和凹槽构成,所述壳体的底部设置凹槽,凹槽底部安装有第一曝气器,混凝剂加药池的出液口与凹槽侧壁上的进液口连通,进水管的出水口与凹槽侧壁上的进水口通过提升泵连通,壳体内部的上部设置有超声波金属板、第二曝气器和超滤膜组件,超声波金属板与壳体外部的超声发生器连接,超滤膜组件的出水口与压力传感器的进水口连通,压力传感器分别于抽吸泵和反冲洗泵连接,抽吸泵的出水口与净水箱的进水口连通,反冲洗泵的进口与净水箱的出口连通,壳体内部的下部安装有锥形排泥板,锥形排泥板上开有数个通孔,锥形排泥板和凹槽的内腔形成了曝气混凝沉淀区,锥形排泥板的外侧与壳体内腔下部之间形成集泥区,集泥区底部出泥口与排泥管的进泥口连通,反冲洗排泥管的进口与凹槽底部的出口连通。

[0005] 以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置生产饮用水的方法是按下述步骤进行的：一、水源水由进水管通入曝气混凝沉淀区内,投加混凝剂同时底部连续曝气,其中混凝剂的投加量为 1~10mg/L,空气与水体积比为 10~30:1,水力停留时间约为 1~5

分钟；二、步骤一处理后的水升流至壳体的上部进行超声波空化，超声波的频率为 16 ~ 30KHz，超声波的功率为 1 ~ 10W/m²，然后用超滤膜组件过滤，超滤膜组件的通量在 10 ~ 60L/(m²·h)，运行压力为 0.05 ~ 0.2Mpa，再抽吸泵抽吸至净水箱内，即得到了饮用水；其中步骤二中每间隔 30 ~ 150 分钟利用反冲洗泵对超滤膜组件进行反冲洗，每次反冲洗历时 30 ~ 90 秒。

[0006] 本发明中以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离的水处理方法，可保证混凝剂与原水的充分混合，且在超声波均化作用下形成的矾花在膜池内分布较均匀，易于膜分离。低频超声波的引入可有效清洗膜丝表面污染物，有效减缓凝胶层的形成，减轻浓差极化现象，且不会对膜造成机械损伤；膜池侧面安装横向气洗装置后，在超声波、气洗、水力反冲洗共同作用下，对膜的在线清洗效果会更好。以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离的水处理方法，能够延长膜的反冲洗周期，减少不可逆膜污染的发生，从而有效降低化学清洗的频率，进而延长超滤膜的寿命，同时能够起到很好的混凝效果。本发明操作方便，一体化设计，维修费用低，可减少一定量的基建投资和初期投入，规模可以灵活设计，适用于农村小型供水装置的建立、野外供水、突发事件的临时供水和城市水厂改扩建，具有较大推广价值。经试验证明，采用以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离的水处理方法，能够提高混凝过程中的混合效果，且产生的膜污染可通过超声波清洗、侧面气洗、水力反冲洗作用进行缓解，有效地降低了超滤膜的化学清洗频率，延长了膜的使用寿命，运行费用较低，为超滤膜在农村饮用水和城市自来水厂改扩建中的应用提供了一定的技术保障。

附图说明

[0007] 图 1 是本发明装置示意图，图中 23 表示计量泵，表示阀门。

具体实施方式

[0008] 具体实施方式一：结合图 1 进行说明，本实施方式中以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置它包括壳体 1、超滤膜组件 2、反冲洗泵 3、混凝剂加药池 4、第一曝气器 6、第二曝气器 7、鼓风机 8、抽吸泵 9、压力传感器 10、净水箱 11、进水管 12、排泥管 13、反冲洗排泥管 14、超声波发生器 15、超声波金属板 16、锥形排泥板 17、提升泵 19 和凹槽 20 构成，所述壳体 1 的底部设置凹槽 20，凹槽 20 底部安装有第一曝气器 6，混凝剂加药池 4 的出口与凹槽 20 侧壁上的进液口连通，进水管 12 的出水口与凹槽 20 侧壁上的进水口通过提升泵 19 连通，壳体 1 内的上部设置有超声波金属板 16、第二曝气器 7 和超滤膜组件 2，超声波金属板 16 与壳体 1 外部的超声发生器 15 连接，超滤膜组件 2 的出水口与压力传感器 10 的进水口连通，压力传感器 10 分别于抽吸泵 9 和反冲洗泵 3 连接，抽吸泵 9 的出水口与净水箱 11 的进水口连通，反冲洗泵 3 的进口与净水箱 11 的出口连通，壳体 1 内的下部安装有锥形排泥板 17，锥形排泥板 17 上开有数个通孔 21，锥形排泥板 17 和凹槽 20 的内腔形成了曝气混凝沉淀区 22，锥形排泥板 17 的外侧与壳体 1 内腔下部之间形成集泥区 24，集泥区 24 底部出泥口与排泥管 13 的进泥口连通，反冲洗排泥管 14 的进口与凹槽 20 底部的出口连通。

[0009] 本实施方式在出水管路上设有压力传感器，用于在线观察膜的污染状况。本实施方式所述装置可与自控系统连接，所述的自控系统有传感器、继电器、自控软件等组成，可通过软件控制投药量，根据压力信号控制超声波发生器的频率、功率和间歇比的大小。

[0010] 本实施方式所述装置在浸没式超滤膜池底部布置一种空气曝气器,以曝气方式混凝,混凝后的水直接经外压式超滤膜过滤,得到净化水;侧面设有空气曝气器,可实现优于底部曝气的有效气洗;并设有低频超声波装置,可实现对膜池内颗粒的均化及对膜表面附着颗粒物的有效清洗。本发明方法通过曝气保证混凝剂与原水的充分混合,在膜池内部通过曝气混合与超声波作用形成一定大小均匀的矾花,能较大程度上抑制不可逆膜污染的发生。与分置式混凝—超滤比较,在有效去除污染物的同时能够显著延长反洗周期。该装置结构简单,可减少基建投资和初期投入,能减少化学清洗的频率,延长超滤膜的使用寿命。

[0011] 具体实施方式二:本实施方式与具体实施方式一不同的是:所述壳体 1 的材料为有机玻璃或不锈钢。其它与具体实施方式一相同。

[0012] 具体实施方式三:本实施方式与具体实施方式一或二不同的是:所述超滤膜组件 2 材质为有机膜组件、陶瓷膜组件或不锈钢膜组件。其它与具体实施方式一或二相同。

[0013] 具体实施方式四:(参见图 1)本实施方式与具体实施方式一至三不同的是:以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置还包括助凝剂加药池 5,所述助凝剂加药池 5 的出口与凹槽 20 侧壁上的进口连通。其它与具体实施方式一至三相同。

[0014] 具体实施方式五:(参见图 1)本实施方式与具体实施方式一至三不同的是:以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置还包括回流管 18,所述回流管 18 的进口与集泥区 24 底部出口连通,回流管 18 的出口与凹槽 20 侧壁上的进口连通。其它与具体实施方式一至三相同。

[0015] 本实施方式中可根据絮体形成情况利用回流管 18 适当调节回流比例,有效助凝,达到最优的混凝效果。

[0016] 具体实施方式六:本实施方式中以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置生产饮用水的方法是按下述步骤进行的:一、水源水由进水管 12 通入曝气混凝沉淀区 22 内,投加混凝剂同时底部连续曝气,其中混凝剂的投加量为 1~10mg/L,空气与水体积比为 10~30:1,水力停留时间约为 1~5 分钟;二、步骤一处理后的水升流至壳体 1 的上部进行超声波空化,超声波的频率为 16~30KHz,超声波的功率为 1~10W/m²,然后用超滤膜组件 2 过滤,超滤膜组件 2 的通量在 10~60L/(m²·h),运行压力为 0.05~0.2Mpa,再抽吸泵 9 抽吸至净水箱 11 内,即得到了饮用水;其中步骤二中每间隔 30~150 分钟利用反冲洗泵 3 对超滤膜组件 2 进行反冲洗,每次反冲洗历时 30~90 秒。

[0017] 具体实施方式七:本实施方式与具体实施方式六不同的是:步骤一所述的混凝剂的投加量为 4~8mg/L。其它步骤和参数与具体实施方式四相同。

[0018] 具体实施方式八:本实施方式与具体实施方式六或七不同的是:步骤一所述的混凝剂为硫酸铝、聚合氯化铝、硫酸铁或聚合氯化铁。其它步骤和参数与具体实施方式六或七相同。

[0019] 具体实施方式九:本实施方式与具体实施方式六至八不同的是:步骤一所述的空气与水体积比为 15~25:1。其它步骤和参数与具体实施方式六至八相同。

[0020] 具体实施方式十:本实施方式与具体实施方式六至九不同的是:步骤二所述超声波的频率为 20~25KHz。其它步骤和参数与具体实施方式六至九相同。

[0021] 具体实施方式十一:本实施方式与具体实施方式六至十不同的是:步骤二中所述超滤膜组件 2 的通量在 20~40L/(m²·h)。其它步骤和参数与具体实施方式六至十相同。

[0022] 具体实施方式十二：本实施方式与具体实施方式六至十一不同的是：步骤二中反冲洗时关闭第一曝气器6、开启第二曝气器7，强度为 $20 \sim 100 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，反洗强度为 $20 \sim 100 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。其它步骤和参数与具体实施方式六至十一相同。

[0023] 具体实施方式十三：本实施方式与具体实施方式六至十二不同的是：步骤一在投加混凝剂同时投加助凝剂，助凝剂是高锰酸钾，助凝剂投加量为 $0.1 \sim 1\text{mg/L}$ 。其它步骤和参数与具体实施方式六至十二相同。

[0024] 具体实施方式十三：本实施方式以曝气和低频超声波强化膜混凝反应分离装置生产饮用水的方法是按下述步骤进行的：一、水源水（pH： $6.7 \sim 7.8$ ；温度： $15 \sim 20^\circ\text{C}$ ；浊度： $4 \sim 10\text{NTU}$ ； COD_{Mn} ： $3 \sim 5\text{mg/L}$ ； UV_{254} ： $0.54 \sim 0.75$ ）由进水管12经提升泵通入凹槽20内，投加聚合氯化铝同时底部连续曝气，其中混凝剂的投加量为 $2 \sim 6\text{mg/L}$ ，空气与水体积比为 $10 \sim 20:1$ ，水力停留时间约为 $1 \sim 5$ 分钟；混凝剂与原水在底部曝气作用下实现快速混合，提升过程中速度逐渐缓慢，在周围侧可以实现部分矾花的沉降，进入集泥区，进而排放；二、将步骤一处理后的水经超声波空化，然后用超滤膜组件2过滤，即得到了饮用水；步骤二中所用超滤膜为有机中空纤维膜，运行通量为 $20 \sim 45 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，运行压力为 $0.05 \sim 0.2\text{MPa}$ ，反洗强度为 $40 \sim 100 \text{ L}/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ ，反冲洗周期为 $30 \sim 150$ 分钟，反冲洗历时 $30 \sim 90$ 秒；超声波发生频率为 $18 \sim 25\text{kHz}$ ，发生功率为 $2 \sim 8 \text{ W}/\text{m}^2$ ，反冲洗时侧面曝气 $20 \sim 100\text{m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ 。本实施方式方法出水浊度 $< 0.2\text{NTU}$ ， $\text{COD}_{\text{Mn}} < 3\text{mg/L}$ ，满足国家《饮用水水质标准》（GB5749-2006）。与分置式混凝/超滤工艺相比，对 COD_{Mn} 、 UV_{254} 去除率均可提高15%以上，对超滤膜所形成的污染通过超声波、侧面气洗、反洗三者强化恢复75%以上，可延长反冲洗周期 $10 \sim 50\text{min}$ 。

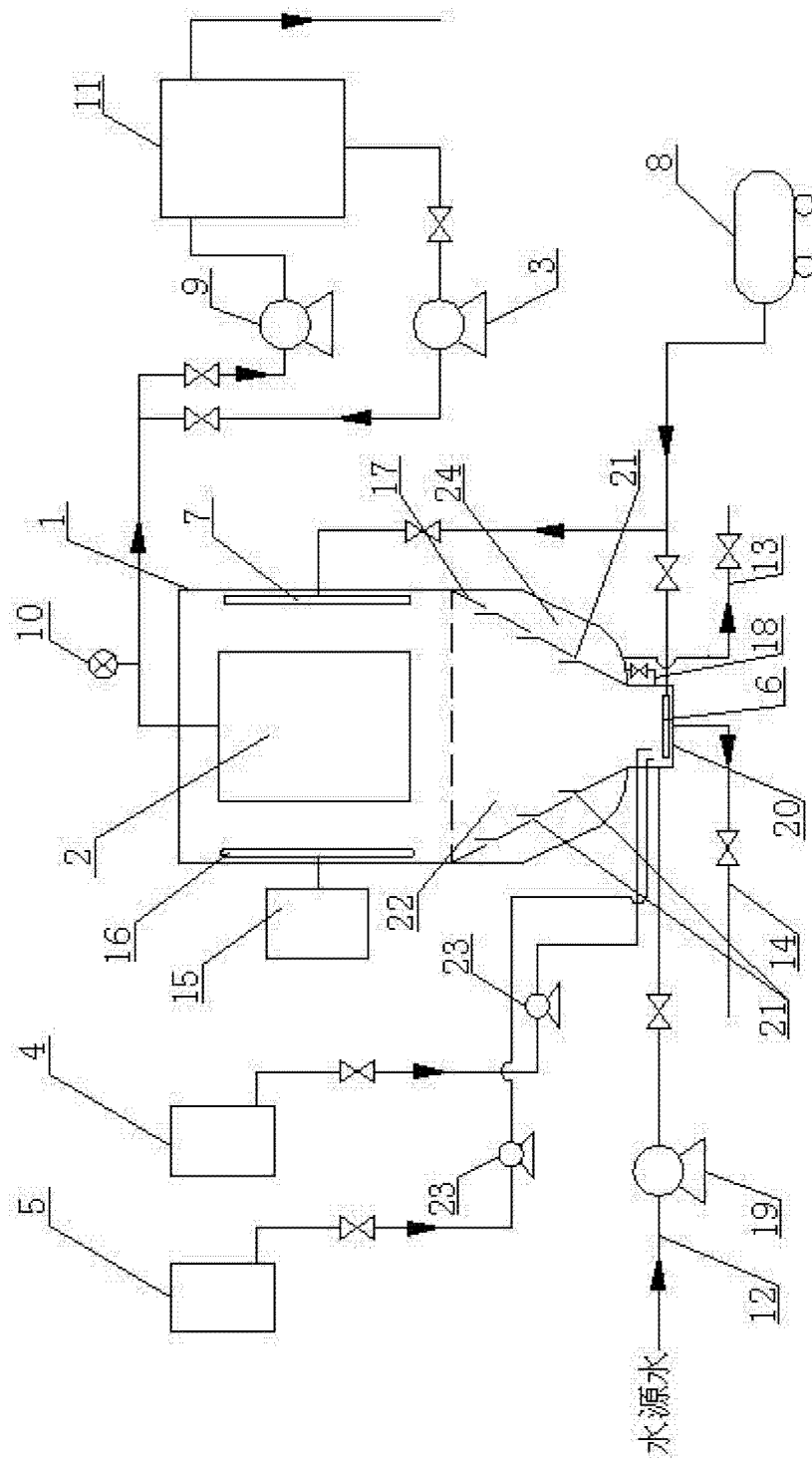


图 1