



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 101948218 A

(43) 申请公布日 2011. 01. 19

(21) 申请号 201010275461. 1

(22) 申请日 2010. 09. 08

(71) 申请人 清华大学

地址 100084 北京市 100084-82 信箱

(72) 发明人 张晓健 张伟 陈超 李永红

汪隼

(74) 专利代理机构 北京众合诚成知识产权代理

有限公司 11246

代理人 张文宝

(51) Int. Cl.

C02F 9/14 (2006. 01)

C02F 3/12 (2006. 01)

C02F 1/44 (2006. 01)

C02F 1/52 (2006. 01)

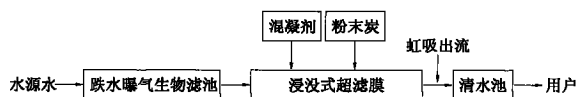
权利要求书 1 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用方法及装置

(57) 摘要

山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用方法及装置属于山区农村饮水安全领域。首先将原水引入横向流跌水曝气生物滤池,水中颗粒物被部分截留,小分子有机物和氨氮被部分生物降解,水质得到一定程度的净化,然后出水进入到膜处理水池进一步处理;根据进水水质,必要时可以在膜处理水池中投加混凝剂和粉末炭,利用山区的自然高差形成虹吸出水。超滤膜能够很好地去除原水中的颗粒物,截留两虫、红虫、藻类、细菌甚至病毒,投加的混凝剂和粉末炭能很好地改善污染物的去除效果和超滤膜的运行工况,从而达到简便、经济地制备符合国家标准优质饮用水的目标要求。



1. 一种山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用方法,其特征在于,包括以下步骤:

①将原水经重力流引入三级横向流跌水曝气生物滤池,滤池的充氧通过三级滤床之间的高差跌水实现;

②出水重力流进入膜处理水池,膜处理水池内设置浸没式超滤膜,利用山区地形进行虹吸式出水;

③在膜处理水池底部装设穿孔曝气管来减少超滤膜的粘连堵塞,根据进水水质,向膜处理水池进水管内投加混凝剂和粉末炭来减少膜污染;

④采用超滤膜的出水通过反洗泵对超滤膜进行定期反冲洗。

2. 一种山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用装置,包括横向流跌水曝气生物滤池、浸没式超滤膜处理系统和清水池,其特征在于:

所述横向流跌水曝气生物滤池为三级串联的、以砾石或卵石为填充物的砾石床;

所述浸没式超滤膜系统包括:膜处理水池(14),设置在膜处理水池(14)内的超滤膜组件(13),由设置在膜处理水池(14)底部穿孔曝气管(25)和设置于膜处理水池(14)外部的鼓风机(24)组成的曝气装置,由与超滤膜组件(13)连接的出水管(15)、安装在出水管(15)上依次串联的虹吸形成罐(19)和虹吸阀门(20)、以及安装在出水管(15)旁路上的手动放气阀(16)和灌水阀门(17)组成的虹吸形成装置,设置在出水管(15)旁路上的、由串联的反冲洗阀门(22)和反冲洗水泵(23)组成的反冲洗装置,以及混凝剂投加装置和粉末炭投加装置;

所述清水池为混凝土水池、玻璃钢水箱或不锈钢水箱,膜处理水池(14)和清水池之间的高度差为3-5m。

3. 根据权利要求2所述的一种山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用装置,其特征在于:所述超滤膜组件(13)中用到的超滤膜的材质包括聚偏氟乙烯、聚乙烯和聚砜超滤膜,膜孔径为0.01-0.1 μ m,工作压力为5-50kPa,膜形式为中空纤维膜。

4. 根据权利要求2所述的一种山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用装置,其特征在于:所述穿孔曝气管(25)在虹吸出水过程中利用鼓风机(24)间歇向膜处理水池(14)内曝气,曝气间隔为10-120min,每次曝气持续0.5-5min,曝气强度为20-50m³/m²·h。

5. 根据权利要求2所述的一种山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用装置,其特征在于:所述混凝剂投加装置中添加的混凝剂包括硫酸铝、三氯化铁和聚合铝;所述粉末炭投加装置中添加的粉末炭为200-325目煤质炭或木质炭。

山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用方法及装置

技术领域

[0001] 本发明涉及山区农村饮水安全领域,特别涉及一种适用于山区农村饮用水供给,将横流式跌水曝气生物预处理与浸没式超滤膜组合工艺联合使用的方法及装置。

背景技术

[0002] 由于中国南方山区的经济水平较低,人们的饮水安全意识比较淡薄,《全国农村饮水安全工程“十一五”规划》中提到集中式供水工程中,多数供水设施简陋,只有水源和管网,缺少必要的水处理设施和水质检测措施;有水处理设施的集中式供水工程仅占集中供水工程总数的8%左右。而直接饮用未经处理的污染水,对人体健康危害严重。饮用细菌严重超标的污染水会导致肠道疾病甚至急性传染病暴发,饮用有机污染严重的水会降低人体的免疫力,致畸、致癌、致突变。解决农村饮水安全问题,可减少疾病、改善农村人居环境、提高生活质量、增加农民收入、繁荣农村经济、缩小城乡差别,是建设社会主义新农村的重要内容。在这种背景条件下,研发出适合农村的运行成本低、管理简便、因地制宜、安全可靠的饮用水处理方法和装置势在必行。

[0003] 膜技术被誉为 21 世纪最有前途的水处理技术之一,以超滤膜技术为核心的组合工艺作为微污染地表水处理的一项新技术引起了人们的广泛关注。超滤膜能有效截留水中颗粒物,使出水浊度降低至 0.1NTU 以下,并能去除大分子有机物,及绝大部分藻类、水蚤、红虫、蓝氏贾第虫和隐孢子虫(两虫)、细菌甚至病毒等微生物。单独超滤对溶解性有机物的去除能力有限,特别是对小分子有机物和氨氮等污染物成分的去除能力有限,需要结合生物预处理才能将水源中的小分子有机物和氨氮有效去除。

[0004] 涉及农村饮水供给的专利,如《适用于农村地区的饮用水膜-紫外线组合消毒反应器》200820058505.3 实用新型将超滤膜和紫外线消毒结合,未涉及生物处理,不能去除水中小分子有机物和氨氮;涉及山区农村供水专利《山区饮用水供给装置及方法》200610049817.3 同样未涉及生物预处理;涉及超滤处理微污染水作为饮用水的专利,如《一种饮用水深度净化方法和装置》200810063899.6 和《一种处理微污染地表水的方法及装置》200910087209.5 中使用曝气生物滤池或曝气活性炭滤池作为生物预处理和产水泵出水等工艺和设备,能较好地去除水中的有机物和氨氮,但是该工艺运行较复杂,不适合山区农村的管理水平,且未能很好地利用山区地形特点,设备需要持续的曝气使得运行成本较高。

发明内容

[0005] 本发明目的在于提供一种便于工程应用、运行成本低廉、适合农村管理水平,并能充分利用山区地形特点且对微污染水源有良好处理效果的饮用水处理方法和装置。

[0006] 本发明所述的山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用方法,包括以下步骤:

[0007] ①将原水经重力流引入三级横向流跌水曝气生物滤池,滤池的充氧通过三级滤床之间的高差跌水实现;

[0008] ②出水重力流进入膜处理水池,膜处理水池内设置浸没式超滤膜,利用山区地形进行虹吸式出水;

[0009] ③在膜处理水池底部装设穿孔曝气管来减少超滤膜的粘连堵塞,根据进水水质,向膜处理水池进水管内投加混凝剂和粉末炭来减少膜污染;

[0010] ④采用超滤膜的出水通过反洗泵对超滤膜进行定期反冲洗;根据膜处理水池内混合液的水质情况确定膜处理水池定期放空的时间,为 1-5 天,通过打开放空阀门进行放空,然后重新进水。

[0011] 本发明还提供了一种山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用装置,包括横向流跌水曝气生物滤池、浸没式超滤膜处理系统和清水池。所述横向流跌水曝气生物滤池为三级串联的、以砾石或卵石为填充物的砾石床;所述浸没式超滤膜系统包括:膜处理水池,设置在膜处理水池内的超滤膜组件,由设置在膜处理水池底部穿孔曝气管和设置于膜处理水池外部的鼓风机组成的曝气装置,由与超滤膜组件连接的出水管、安装在出水管上依次串联的虹吸形成罐和虹吸阀门、以及安装在出水管旁路上的手动放气阀和灌水阀门组成的虹吸形成装置,设置在出水管旁路上的、由串联的反冲洗阀门和反冲洗水泵组成的反冲洗装置,以及混凝剂投加装置和粉末炭投加装置;所述清水池为混凝土水池、玻璃钢水箱或不锈钢水箱,膜处理水池和清水池之间的高度差为 3-5m。

[0012] 所述超滤膜组件中用到的超滤膜的材质包括聚偏氟乙烯、聚乙烯和聚砜超滤膜,膜孔径为 $0.01-0.1\mu\text{m}$,工作压力为 5-50kPa,膜形式为中空纤维膜。

[0013] 所述穿孔曝气管在虹吸出水过程中利用鼓风机间歇向膜处理水池内曝气,曝气间隔为 10-120min,每次曝气持续 0.5-5min,曝气强度为 $20-50\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$ 。

[0014] 所述混凝剂投加装置中添加的混凝剂包括硫酸铝、三氯化铁和聚合铝;所述粉末炭投加装置中添加的粉末炭为 200-325 目煤质炭或木质炭。

[0015] 本发明优点为:

[0016] 1. 本发明将生物预处理与混凝-粉末炭-超滤膜工艺结合使用,通过生物预处理去除水源水中小分子有机物和氨氮,混凝使大分子有机物、胶体和颗粒物形成大矾花,粉末炭吸附小分子物质,超滤膜形成最后的屏障,可以去除颗粒物和细菌病毒,根据水源水水质情况确定是否投加混凝剂和粉末炭。

[0017] 2. 本发明采用的生物预处理为横向流跌水曝气生物滤池,通过跌水进行充氧曝气,节省能源,充分利用山区的地形优势;该生物滤池中设置叠梁闸,可以灵活地调整运行参数,自适应能力强。

[0018] 3. 本发明中采用浸没式超滤膜,出水需要压力较低,采用虹吸式出水,使运行费用降低,通过膜处理水池和清水池之间水面的变化可以自适应地调整出水水量。

[0019] 4. 本发明中浸没式超滤膜采用间歇曝气方式,与连续曝气相比,大大节省运行费用。

附图说明

[0020] 图 1 是本发明的工艺流程图;

[0021] 图 2 是跌水曝气生物滤池部分结构示意图;

[0022] 图 3 为超滤膜处理系统和清水池部分结构示意图。

[0023] 图中标号：

[0024] 1- 总进水管 ;2- 第一级砾石床 ;3- 第二级砾石床 ;4- 第三级砾石床 ;5- 集水坑 ;6- 生物滤池出水 ;7- 进水流量计 ;8- 混凝剂溶药桶 ;9- 粉末炭溶药桶 ;10- 混凝剂加药管道 ;11- 粉末炭加药管道 ;12- 膜处理水池进水管 ;13- 超滤膜组件 ;14- 膜处理水池 ;15- 出水管 ;16- 手动放气阀 ;17- 灌水阀门 ;18- 出水流量计 ;19- 虹吸形成罐 ;20- 虹吸阀门 ;21- 清水池 ;22- 反冲洗阀门 ;23- 反冲洗水泵 ;24- 鼓风机 ;25- 穿孔曝气管 ;26- 溢流管 ;27- 放空管。

具体实施方式

[0025] 本发明提供了一种山区饮用水的预处理与浸没式超滤膜工艺联用方法及装置,下面结合附图和具体实施方式对发明做进一步说明。

[0026] 本发明的工艺流程图如图 1 所示,将原水经重力流引入三级横向流跌水曝气生物滤池,滤池的充氧通过三级滤床之间的高差跌水实现;出水重力流进入膜处理水池,膜处理水池内设置浸没式超滤膜,利用山区地形进行虹吸式出水;在膜处理水池底部装设穿孔曝气管来减少超滤膜的粘连堵塞,根据进水水质,向膜处理水池进水管内投加混凝剂和粉末炭来减少膜污染;采用超滤膜的出水通过反洗泵对超滤膜进行定期反冲洗。

[0027] 原水可以是水库水、湖泊水或池塘水等地表水源水。如图 2 所示,原水首先通过总进水管 1 引至第一级砾石床 2,通过叠梁闸和活动跌水板顺序跌水至第二级砾石床 3 和第三级砾石床 4,水力停留时间可以通过调整砾石床末端的叠梁闸进行调整,调整范围 1-2h。原水在通过砾石床的过程中进行生物处理,由附着在砾石表面的生物膜对水中分子的有机物和氨氮进行降解,通过跌水对砾石床进行充氧;原水经过各级砾石床后汇集至集水坑 5,由生物滤池出水管 6 向后续工艺输水。

[0028] 如图 3 所示,经跌水曝气生物滤池处理过的水经过进水流量计 7 和进水管 12 进入膜处理水池 14,在膜处理水池 14 中填装了超滤膜组件 13,该超滤膜组件采用浸没式超滤膜,材质为聚偏氟乙烯、聚乙烯、聚砜超滤膜或其它超滤膜,膜孔径为 $0.01-0.1\mu\text{m}$,工作压力为 $5-50\text{kPa}$,膜形式为中空纤维膜,该超滤膜通过虹吸出水。在设备运行初始,关闭阀门 20,打开手动放气阀 16 和灌水阀 17,向超滤膜出水管 15 内灌水,直到手动放气阀 16 内有水溢出,然后关闭手动放气阀 16 和灌水阀 17,打开阀门 20,这时管道 15 内形成负压,超滤膜开始出水进入清水池 21,膜处理水池和清水池水面之间的高差为 $3-5\text{m}$,膜出水管末端延伸至清水池底部;针对不同的进水水质,必要时可以向膜处理水池内投加混凝剂和粉末炭,将混凝剂溶药桶 8 和粉末炭溶药桶 9 设置在高处,分别通过混凝剂加药管道 10 和粉末炭加药管道 11 采用重力流投加至膜处理水箱内,在粉末炭溶药桶 9 内设置搅拌器防止粉末炭静沉。在运行过程中通过鼓风机 24 和设置于膜处理水池底部的穿孔曝气管 25 向水池内曝气,穿孔曝气管的开孔朝下,以防止堵塞,采用间歇曝气方式,曝气强度为 $20-50\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$,曝气周期为每隔 $10-120\text{min}$,曝气时间 $0.5-5\text{min}$ 。运行中定期对超滤膜进行反冲洗,反冲洗时关闭阀门 20,打开阀门 22 和反冲水泵 23,开始反冲洗,反洗强度为 $30-60\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$,反冲洗时间为 $1-5\text{min}$,反冲洗的周期可以根据水质情况确定,反洗结束后,首先关闭阀门 22 和反洗水泵 23,然后打开阀门 20,设备开始重新产水;根据膜处理水池内混合液的水质情况确定膜处理水池定期放空的时间,一般为 $1-5$ 天,通过打开放空阀门 27 进行放空,然后重新进

水。

[0029] 实施例 1：

[0030] 使用本发明所述的方法和装置进行水处理,处理水量为 $10\text{m}^3/\text{h}$;超滤膜采用海南立升净水科技有限公司提供的浸没式中空纤维超滤膜,膜孔径为 $0.01\mu\text{m}$,膜材质为聚氯乙烯,过滤通量为 $30\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{h}$;混凝剂采用聚合铝,投加量为 $1\text{mg}/\text{L}(\text{Al}^{3+})$;200 目粉末炭投加量为 $10\text{mg}/\text{L}$;膜处理水池与清水池水面高差约 3m;曝气强度为 $40\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$,曝气周期 29min,曝气时间 1min;反洗强度为 $50\text{m}^3/\text{m}^2\cdot\text{h}$,反冲洗时间为 2min,反洗周期为 2.5 小时,进出水水质情况如表 1 所示,试验水温为 21°C 。

[0031] 表 1. 实施例 1 的进出水水质情况对比表

[0032]

项目	水源水	装置出水	去除率
浊度	2.56	0.08	96.8%
氨氮 (mg/L)	1.88	0.16	91.5%
亚硝氮 (mg/L)	0.027	0.0026	90.3%
COD_{Mn} (mg/L)	2.81	0.88	68.7%
UV_{254} (cm^{-1})	0.018	0.001	94.4%
DOC (mg/L)	1.27	0.22	82.9%
总大肠菌群 (MPN/100mL)	5	0	100%
耐热大肠菌群 (MPN/100mL)	5	0	100%
菌落总数 (CFU/mL)	片状生长	0	100%

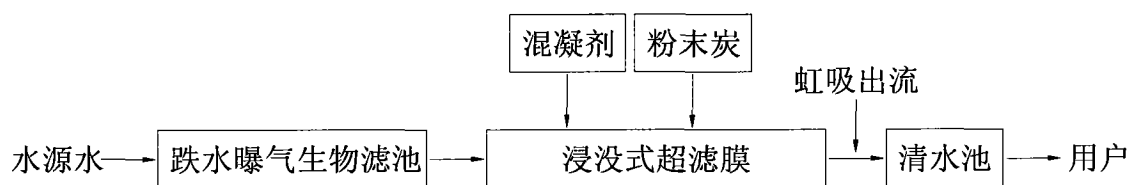


图 1

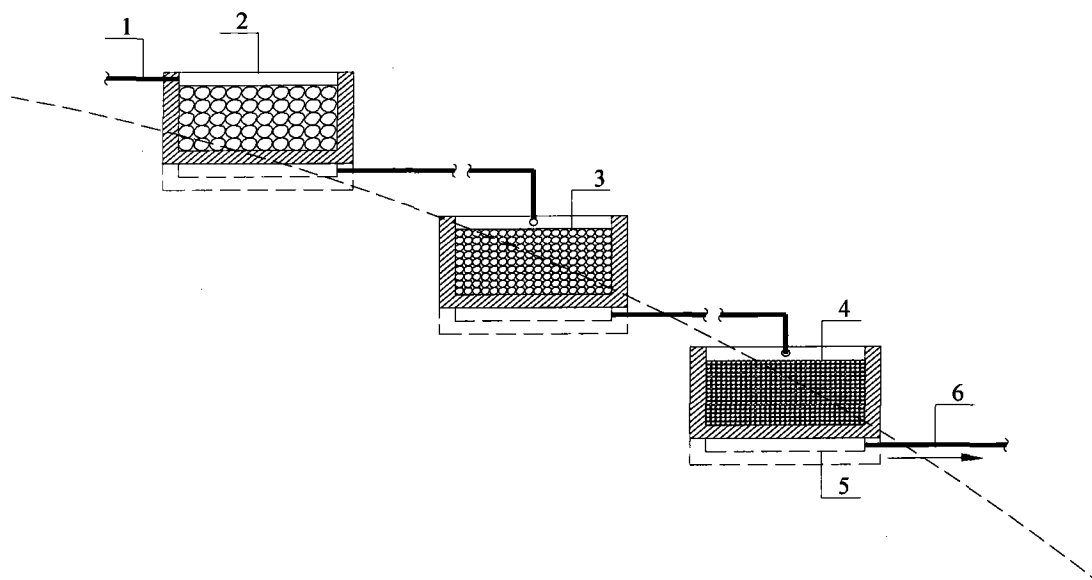


图 2

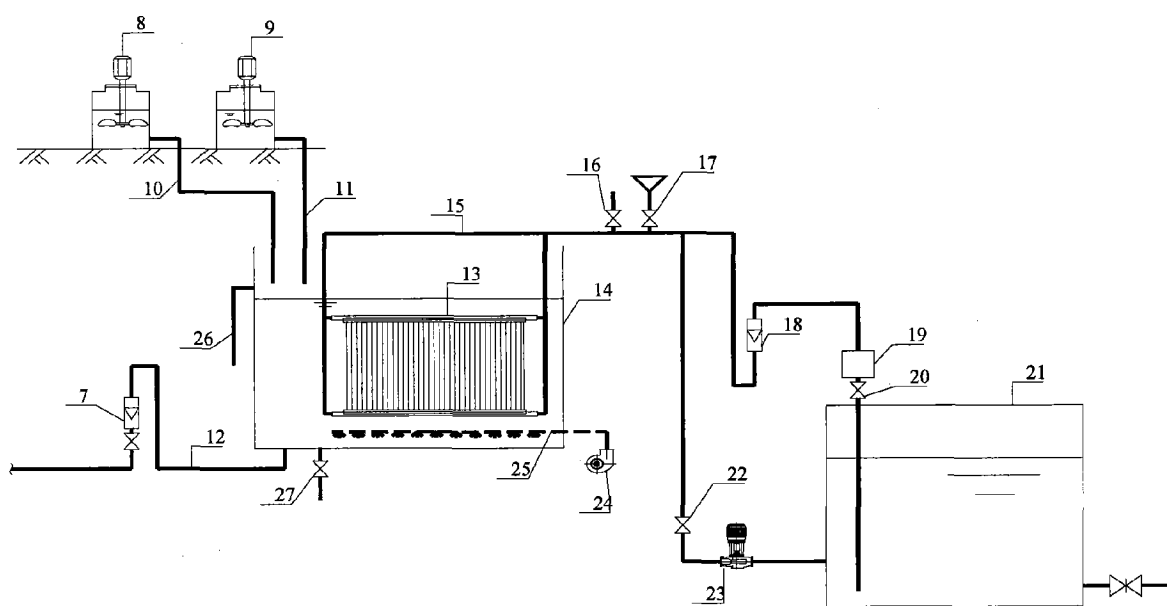


图 3