(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 102050538 A
(43)申请公布日 2011.05.11

(21)申请号 200910309517.8

(22)申请日 2009.11.10

(71)申请人 虞建忠
地址 313012 浙江省湖州市南浔区双林镇巷门里 2 号

(72)发明人 虞建忠

(74)专利代理机构 杭州新源专利事务所（普通合伙） 33234
代理人 李大刚

(51)Int.Cl.
C02F 9/08(2006.01)
C02F 9/14(2006.01)
C02F 1/44(2006.01)
C02F 1/32(2006.01)

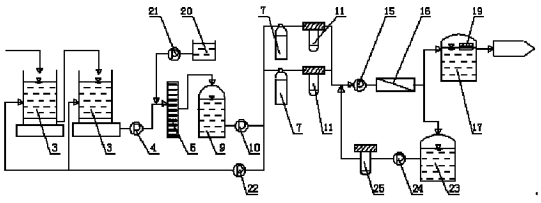
权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 2 页

(54)发明名称

用反渗透膜进行水处理的工艺方法和装置

(57)摘要

本发明公开了一种用反渗透膜进行水处理的工艺方法和装置，该方法包括前处理、深度净化和消毒工序，前处理工序包括对源水进行超滤和/或过滤以及微滤处理，深度净化工序即反渗透处理，消毒工序即紫外杀菌、消毒。本发明在优化各种饮用水源的净化处理工艺的同时，也相应地选用了可保证其工艺实施效果良好的装置设备。与现有技术相比，本发明将活性炭过滤、双介质过滤、生物过滤和超滤、微滤等技术与反渗透技术相结合，针对各种饮用水源的具体情况，经过试验筛选出合理的前处理工艺，减小了反渗透膜工艺的处理压力，取得了良好的净化效果，使得经过前处理、反渗透以及紫外消毒的产品出水达到了优质饮用水或直饮水标准，有效地解决了当前农村饮用水所存在的问题。



CN 102050538 A

1. 用反渗透膜进行水处理的工艺方法，其特征在于：包括前处理、深度净化和消毒工序，前处理工序包括对源水进行超滤和/或过滤以及微滤处理，深度净化工序即反渗透处理，消毒工序即紫外杀菌、消毒。

2. 根据权利要求 1 所述用反渗透膜进行水处理的工艺方法，其特征在于：所述的过滤为活性炭过滤、双介质过滤、生物过滤中的任意一种或两种。

3. 根据权利要求 1 所述用反渗透膜进行水处理的工艺方法，其特征在于：源水为河水时，所述前处理工序为依次进行超滤和微滤处理；源水为井水时，所述前处理工序还包括离子交换过程，即前处理工序为依次进行超滤、活性炭过滤、离子交换和微滤处理；源水为小水厂出水时，所述前处理工序还包括离子交换过程，即前处理工序为依次进行双介质过滤、活性碳过滤、离子交换和微滤处理；源水为太湖水时，所述前处理工序还包括加氯消毒过程，即前处理工序为依次进行生物过滤、加氯消毒、超滤、活性炭过滤和微滤处理。

4. 按权利要求 1 所述工艺方法用反渗透膜进行水处理的装置，包括压力泵 (4)、超滤膜滤器 (5) 和/或过滤器、初滤水储水罐 (9)、加压泵 (10)、微滤膜滤器 (11)、高压泵 (15)、反渗透膜单元 (16)、产品水储水罐 (17) 和紫外消毒器 (19)，其特征在于：压力泵 (4)、超滤膜滤器 (5) 或过滤器、初滤水储水罐 (9)、加压泵 (10) 之间通过管道依次相连，加压泵 (10) 与微滤膜滤器 (11) 之间直接通过管道相连或者经过管道及过滤器相连，微滤膜滤器 (11)、高压泵 (15)、反渗透膜单元 (16)、产品水储水罐 (17) 之间通过管道依次相连，紫外消毒器 (19) 设于产品水储水罐 (17) 中或者经过管道及出水泵 (18) 与产品水储水罐 (17) 相连。

5. 根据权利要求 4 所述用反渗透膜进行水处理的装置，其特征在于：所述的过滤器为生物滤池 (3)、双介质过滤器 (6)、活性炭过滤器 (7) 中的一种或两种。

6. 根据权利要求 4 所述用反渗透膜进行水处理的装置，其特征在于：对河水进行处理时的装置还包括源水泵 (1) 和源水储水罐 (2)，即源水泵 (1)、源水储水罐 (2)、压力泵 (4)、超滤膜滤器 (5)、初滤水储水罐 (9)、加压泵 (10)、微滤膜滤器 (11)、高压泵 (15)、反渗透膜单元 (16)、产品水储水罐 (17)、出水泵 (18)、紫外消毒器 (19) 之间通过管道依次相连；该装置进一步包括两个加药箱，NaHSO3 加药箱 (13) 和阻垢剂加药箱 (14) 均通过管道与微滤膜滤器 (11) 的进水端相连。

7. 根据权利要求 4 或 5 所述用反渗透膜进行水处理的装置，其特征在于：对井水进行处理时的装置还包括源水泵 (1)、源水储水罐 (2) 和离子交换器 (8)，即源水泵 (1)、源水储水罐 (2)、压力泵 (4)、超滤膜滤器 (5)、初滤水储水罐 (9)、加压泵 (10)、活性碳过滤器 (7)、离子交换器 (8)、微滤膜滤器 (11)、高压泵 (15)、反渗透膜单元 (16)、产品水储水罐 (17)、出水泵 (18)、紫外消毒器 (19) 之间通过管道依次相连；该装置进一步包括三个加药箱，树脂加药箱 (12) 通过管道连接于离子交换器 (8) 的进水端，NaHSO3 加药箱 (13) 和阻垢剂加药箱 (14) 均通过管道连接于微滤膜滤器 (11) 的进水端。

8. 根据权利要求 4 或 5 所述用反渗透膜进行水处理的装置，其特征在于：对小水厂出水进行处理时的装置还包括源水泵 (1)、源水储水罐 (2) 和离子交换器 (8)，即源水泵 (1)、源水储水罐 (2)、压力泵 (4)、双介质过滤器 (6)、活性碳过滤器 (7)、离子交换器 (8)、初滤水储水罐 (9)、加压泵 (10)、微滤膜滤器 (11)、高压泵 (15)、反渗透膜单元 (16)、产品水储水罐 (17)、出水泵 (18)、紫外消毒器 (19) 之间通过管道依次相连；该装置进一步包括三个加药箱，树脂加药箱 (12) 通过管道连接于离子交换器 (8) 的进水端，NaHSO3 加药箱 (13) 和

阻垢剂加药箱 (14) 均通过管道连接于微滤膜滤器 (11) 的进水端。

9. 根据权利要求 4 或 5 所述用反渗透膜进行水处理的装置，其特征在于：对太湖水进行处理时的装置还包括生物滤池 (3) 和氯液罐 (20)、氯液泵 (21)，即生物滤池 (3)、压力泵 (4)、超滤膜滤器 (5)、初滤水储水罐 (9)、加压泵 (10)、活性碳过滤器 (7)、微滤膜滤器 (11)、高压泵 (15)、反渗透膜单元 (16)、产品水储水罐 (17) 之间通过管道依次相连，紫外消毒器 (19) 设于产品水储水罐 (17) 中，氯液罐 (20) 和氯液泵 (21) 经管道连接于压力泵 (4) 与超滤膜滤器 (5) 之间。

10. 根据权利要求 9 所述用反渗透膜进行水处理的装置，其特征在于：对太湖水进行处理时的装置还包括清洗子系统，该子系统由经管道依次串连的清洗液罐 (23)、清洗液泵 (24) 和清洗液滤膜 (25) 组成，清洗液罐 (23) 通过管道连接于反渗透膜单元 (16) 的出水端，清洗液滤膜 (25) 通过管道连接于高压泵 (15) 的进水端；该装置可进一步包括反冲洗子系统，该子系统由经管道连接于加压泵 (10) 的出水端与生物滤池 (3) 的进水端之间的反冲泵 (22) 组成。

用反渗透膜进行水处理的工艺方法和装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用反渗透膜进行水处理，特别是对井水、河水、小水厂出水以及太湖源水进行深度处理的工艺方法和装置，属于水处理技术领域。

背景技术

[0002] 中国广大农村地区幅员辽阔，南北跨热、温两大气候带，地形变化复杂。因此水文地质条件差异性很大，决定了饮用水源类型多种多样。中国饮用水源类型，主要有江河水、水库湖泊水、坑塘窖水、井水及泉水五种类型。江河水不仅是城市集中供水的取水源地，而且是小城镇及分散型农村饮用水源地。水库湖泊是城市的取水源地，在山区也是农村饮用水源地。在中国北方，利用坑塘及人工挖的水窖，收集雨水，作为饮用水源。井水是古老的人工水源，在农村比较普遍。泉水是山区农民一种饮用水源。

[0003] 中国农村饮用水存在的主要问题是：农村供水总体水平不高，严重影响群众的身体健康与正常生活；局部地区饮用水源不足，保证率低；农村饮用水质量不高。

[0004] 利用膜技术进行分散型农村饮用水深度处理、净化技术示范，是一项涉及广大农户的新技术应用研究项目。为作好该项研究工作，申请人对当前农村饮用水的现状进行了调查，根据调查统计的结果，调查地居民主要饮用简易自来水厂供给的自来水，群众对自来水的水质不满意，认为水质一般；非常希望对饮用水深度净化处理，提高饮用水质量；群众对经过膜处理后达标合格水是愿意接受的。小水厂出水、井水、河水是调查地三种不同的饮用水源。按照饮用水标准，对三种水源的水质进行了检测。从检测指标可以看出，三种水源存在的主要问题是：小水厂出水余氯含量严重超标，出厂水的余氯含量是国家饮用水标准的 6 倍，出厂水有很浓的蓝藻味；河水有机污染严重，泥沙、悬浮物含量高，色、味、混浊度等感官指标严重超标，细菌数量高，细菌总数、总大肠菌群分别是国家饮用水标准的 12 倍、920 倍；井水矿物质含量高、水的硬度大，细菌数量严重超标，细菌总数、总大肠菌群分别是国家饮用水标准的 13 倍、23 倍。

[0005] 太湖是沿岸的苏州、无锡、湖州的饮用水水源地，2007 年春季太湖蓝藻爆发，引发了严重的饮用水问题，为水处理课题提出新的研究目标。为了解决有机复合污染水源的深度净化，申请人对太湖源水的水质进行了分析与检测，检测结果如下表。

[0006] 太湖源水水质

[0007]

编号	检验项目	单位	太湖源水
1	pH		7.70
2	臭和味		蓝藻味
3	氟化物	mg/L	0.5
4	Cd	mg/L	＜ 0.001
5	Cr6-	mg/L	＜ 0.004
6	Hg	mg/L	＜ 0.0001
7	耗氧量（OD_{Mn} 法，以 O_2 计）	mg/L	2.4

8	挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	＜ 0.002
9	浑浊度	NTU	400
10	硫酸盐	mg/L	70.0
11	Al	mg/L	3.22
12	氯化物	mg/L	43.2
13	Mn	mg/L	0.36
14	Pb	mg/L	＜ 0.008
15	氰化物	mg/L	＜ 0.002
16	TDS	mg/L	295
17	肉眼可见物		大量泥沙沉淀
18	三氯甲烷		＜ 0.0006
19	色度	度	灰色
20	As	mg/L	＜ 0.001
21	四氯化碳	mg/L	0.0003
22	Fe	mg/L	0.57
23	Cu	mg/L	0.014
24	Se	mg/L	＜ 0.001
25	硝酸盐（以 N 计）	mg/L	1.15
26	Zn	mg/L	0.001
27	阴离子合成洗涤剂	mg/L	＜ 0.03
28	总 α 放射性	Bq/L	0.13
29	总 β 放射性	Bq/L	0.05

[0008]

30	总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	Mg/L	127
31	总大肠菌群	MPN/100ml	170
32	大肠埃希氏菌	MPN/100ml	12
33	菌落总数	CFU/ml	2000
34	耐热大肠菌群	MPN/100ml	170

[0009] 根据 1993 年国家制定并颁布实施的《生活饮用水源水质标准》，太湖源水存在如下问题：

[0010] (1) 蓝藻味很浓：根据太湖源水检测结果可知，太湖源水有很浓的蓝藻味。

[0011] (2) 浑浊度高：太湖源水的浑浊度为 400 度 (NTU)，国家饮用水源水质标准为≤ 3 度 (NTU)，超过国家标准 133 倍。

[0012] (3) 肉眼可见物明显：在太湖源水中含有大量泥沙沉淀，不符合饮用水源水质标准。

[0013] (4) 有异色：国家饮用水源水质标准规定：色度不超过 15 度，并不得呈现其他异色，而太湖源水的颜色为灰色。

[0014] (5) 菌群数量高：是国家饮用水源水质标准的 2 倍。

[0015] 反渗透是在外力作用下，使水透过特制的半透膜，从溶液中分离出来，达到净化目的的一项非常有效的水质净化技术。反渗透膜能够去除水中绝大部分离子，可以去除水中的微细颗粒、细菌及有机物。为改善农村饮用水的现状，申请人针对上述各种饮用水源的具体情况，采用膜滤（超滤、微滤）、反渗透等技术，设计了对各种水源进行深度处理的工艺方法和设备装置。

发明内容：

[0016] 本发明的目的在于：提供一种用反渗透膜进行水处理的工艺方法和装置。本发明选用合理的前处理工艺，结合反渗透技术对各种饮用水源进行深度处理后，产品水的水质可达到优质饮用水的标准。

[0017] 本发明是这样实现的：用反渗透膜进行水处理的工艺方法，包括前处理、深度净化和消毒工序，前处理工序包括对源水进行超滤和／或过滤以及微滤处理，深度净化工序即反渗透处理，消毒工序即紫外杀菌、消毒。

[0018] 超滤是在一定的压力驱动下，利用超滤膜表面的截留作用，实现对水体中细小颗粒、细菌、病毒及蛋白质等物质的分离。微滤是在一定的压力驱动下，利用微滤膜的吸附截留作用，实现对水体中悬浮物、细菌、病毒及蛋白质等物质的分离，吸附不良气体，从而减小反渗透膜工艺的处理压力。反渗透是在高压驱动下，水通过反渗透膜进入膜的低压侧，而水中的 其它组分（如盐）被阻挡在膜的高压侧并随浓缩水排出，从而达到有效的分离过程。反渗透工艺能截留去除溶液中所有溶解性盐及分子量大于 100 道尔顿的有机物，从而使出水达到饮用纯净级标准。

[0019] 所述的过滤为活性炭过滤、双介质过滤、生物过滤中的任意一种或两种。活性炭过滤是在一定的压力驱动下，利用活性炭膜的吸附截留作用，实现对水体中悬浮物、细菌、病毒及蛋白质等物质的分离，吸附不良气体，从而减小反渗透膜工艺的处理压力。双介质过滤是利用无烟煤与石英砂组成的双层滤料进行过滤，以去除水中的悬浮物和胶体杂质。生物过滤是利用曝气生物滤料自然挂膜，具有去除含碳有机物及悬浮物、硝化与反硝化脱氮功能。

[0020] 当源水为河水时，所述前处理工序为依次进行超滤和微滤处理。

[0021] 源水为井水时，所述前处理工序还包括离子交换过程，即前处理工序为依次进行超滤、活性炭过滤、离子交换和微滤处理。

[0022] 源水为小水厂出水时，所述前处理工序还包括离子交换过程，即前处理工序为依次进行双介质过滤、活性碳过滤、离子交换和微滤处理。

[0023] 源水为太湖水时，所述前处理工序还包括加氯消毒过程，即前处理工序为依次进行生物过滤、加氯消毒、超滤、活性炭过滤和微滤处理。其中加氯消毒所用的氯化试剂为液态或气态 Cl_2、次氯酸钠 NaOCl、次氯酸钙 $Ca(OCl)_2$ 或二氧化氯 ClO_2。

[0024] 按上述工艺方法用反渗透膜进行水处理的装置，包括压力泵、超滤膜滤器和／或过滤器、初滤水储水罐、加压泵、微滤膜滤器、高压泵、反渗透膜单元、产品水储水罐和紫外消毒器，压力泵、超滤膜滤器或过滤器、初滤水储水罐、加压泵之间通过管道依次相连，加压泵与微滤膜滤器之间直接通过管道相连或者经过管道及过滤器相连，微滤膜滤器、高压泵、反渗透膜单元、产品水储水罐之间通过管道依次相连，紫外消毒器设于产品水储水罐中或者经过管道及出水泵与产品水储水罐相连。

[0025] 所述的过滤器为生物滤池、双介质过滤器、活性炭过滤器中的一种或两种。

[0026] 具体的说，对河水进行处理时的装置还包括源水泵和源水储水罐，即源水泵、源水储水罐、压力泵、超滤膜滤器、初滤水储水罐、加压泵、微滤膜滤器、高压泵、反渗透膜单元、产品水储水罐、出水泵、紫外消毒器之间通过管道依次相连。该装置最好还包括两个加药箱，$NaHSO_3$ 加药箱和阻垢剂加药箱均通过管道与微滤膜滤器的进水端相连。

[0027] 对井水进行处理时的装置还包括源水泵、源水储水罐和离子交换器，即源水泵、源水储水罐、压力泵、超滤膜滤器、初滤水储水罐、加压泵、活性碳过滤器、离子交换器、微滤膜滤器、高压泵、反渗透膜单元、产品水储水罐、出水泵、紫外消毒器之间通过管道依次相连 。该装置最好还包括三个加药箱，树脂加药箱通过管道连接于离子交换器的进水端，$NaHSO_3$ 加药箱和阻垢剂加药箱均通过管道连接于微滤膜滤器的进水端。

[0028] 对小水厂出水进行处理时的装置还包括源水泵、源水储水罐和离子交换器，即源水泵、源水储水罐、压力泵、双介质过滤器、活性碳过滤器、离子交换器、初滤水储水罐、加压泵、微滤膜滤器、高压泵、反渗透膜单元、产品水储水罐、出水泵、紫外消毒器之间通过管道依次相连。该装置最好还包括三个加药箱，树脂加药箱通过管道连接于离子交换器的进水端，$NaHSO_3$ 加药箱和阻垢剂加药箱均通过管道连接于微滤膜滤器的进水端。

[0029] 对太湖水进行处理时的装置还包括生物滤池和氯液罐、氯液泵，即生物滤池、压力泵、超滤膜滤器、初滤水储水罐、加压泵、活性碳过滤器、微滤膜滤器、高压泵、反渗透膜单元、产品水储水罐之间通过管道依次相连，紫外消毒器设于产品水储水罐中，氯液罐和氯液泵经管道连接于压力泵与超滤膜滤器之间。该装置最好还包括清洗子系统，该子系统由经管道依次串连的清洗液罐、清洗液泵和清洗液滤膜组成，清洗液罐通过管道连接于反渗透膜单元的出水端，清洗液滤膜通过管道连接于高压泵的进水端；也可以包括反冲洗子系统，该子系统由经管道连接于加压泵的出水端与生物滤池的进水端之间的反冲泵组成。

[0030] 前述的生物滤池为降流式曝气生物滤池，分两层，上层为曝气系统、填料，下层为处理后的储水设施。

[0031] 与现有技术相比，本发明将活性炭过滤、双介质过滤、生物过滤和超滤、微滤等技术与反渗透技术相结合，针对各种饮用水源的具体情况，经过试验筛选出合理的前处理工艺，减小了反渗透膜工艺的处理压力，取得了良好的净化效果，使得经过前处理、反渗透以及紫外消毒的产品出水达到了优质饮用水或直饮水标准，有效地解决了当前农村饮用水所存在的问题。本发明人在研究设计各种饮用水源的净化处理工艺的同时，也相应地选用了可保证其工艺实施效果良好的装置设备。

附图说明：

[0032] 图 1 是用反渗透膜对河水进行深度处理（即实施例 1）所用的装置示意图；

[0033] 图 2 是用反渗透膜对井水进行深度处理（即实施例 2）所用的装置示意图；

[0034] 图 3 是用反渗透膜对小水厂出水进行深度处理（即实施例 3）所用的装置示意图；图 4 是用反渗透膜对太湖水进行深度处理（即实施例 4）所用的装置示意图。

具体实施方式：

[0035] 实施例 1：用反渗透膜对河水进行深度处理的工艺流程为：源水泵 1 将源水抽入源水储水罐 2，通过源水储水罐 2 内的水位感应器，自动控制泵的运行，当源水储水罐 2 中的水位达到一定高度时，压力泵 4 就会自动从源水储水罐 2 中抽水。管道中的源水泵压力表和源水流量表 显示工作状态。压力泵 4 将水抽入超滤膜滤器 5 进行超滤处理，超滤前后都有一个压力表，显示工作状态。为了去除超滤膜表面的浊度成分或有机物，提高回收率，延长膜的寿命，超滤过程需要进行反清洗操作。超滤处理后的水进入初滤水储水罐 9。加压泵 10 通过初滤水储水罐 9 中的水位感应器控制抽水，水进入微滤膜滤器 11。$NaHSO_3$ 和水处理

用阻垢剂分别存放在 $NaHSO_3$ 加药箱 13 和阻垢剂加药箱 14 中。微滤膜处理后的出水，经过高压泵 15 为反渗透膜单元 16 供水。压力表显示高压泵 15 工作状态。经过反渗透处理的水进入产品水储水罐 17 中。为了控制流量、压力等运行条件，反渗透膜单元 16 排出水的一部分，通过循环回路流入高压泵 15，再进入反渗透膜单元 16。反渗透膜单元 16 有压力表、流量计显示工作状态。出水泵 18 通过产品水储水罐 17 中的水位感应器控制，将水抽入紫外消毒器 19，杀菌、消毒后为最终产品水。

[0036] 对河水进行深度处理所用的装置（见附图 1）为：源水泵 1、源水储水罐 2、压力泵 4、超滤膜滤器 5、初滤水储水罐 9、加压泵 10、微滤膜滤器 11、高压泵 15、反渗透膜单元 16、产品水储水罐 17、出水泵 18、紫外消毒器 19 之间通过管道依次相连；$NaHSO_3$ 加药箱 13 和阻垢剂加药箱 14 均通过管道与微滤膜滤器 11 的进水端相连；反渗透膜单元 16 的出水端与高压泵 15 的进水端之间连有回水管道。所述各设备之间均通过 U-PVC15A 型管道连接。

[0037] 待经过深度处理的最终产品水水质稳定后，进行采样分析，河水水质与深度处理后的水质指标以及生活饮用水标准比较如下表 1：

[0038] 实施例 2：用反渗透膜对井水进行深度处理的工艺流程为：用源水泵 1 将源水抽入源水储水罐 2，通过源水储水罐 2 内的水位感应器，自动控制泵的运行，当源水储水罐 2 中的水位达到一定高度时，压力泵 4 就会自动从源水储水罐 2 中抽水。管道中装有源水泵压力表和源水流量表，可显示工作状态。压力泵 4 将水抽入超滤膜滤器 5 进行超滤处理，超滤前后都有一个压力表，分别测超滤前压力和超滤后压力。超滤处理后的水进入初滤水储水罐 9，加压泵 10 通过初滤水储水罐 9 中的水位感应器控制抽水，水进入活性炭过滤器 7，再进入离子交换器 8。在离子交换器 8 的进水端设有树脂加药箱 12。离子交换器 8 的功能是进行水的软化。软化水进入微滤膜滤器 11。在微滤膜滤器 11 的进水端设有两个加药箱，$NaHSO_3$ 和水处理用阻垢剂分别存放在 $NaHSO_3$ 加药箱 13 和阻垢剂加药箱 14 中，通过泵抽入微滤膜滤器 11 中。微滤出水经过高压泵 15，进入反渗透膜单元 16。高压泵 15 有压力表反映工作状态。经过反渗透膜单元 16 处理后的出水分成两部分，一部分进入产品水储水罐 17 中，另一部分循环回流进入高压泵 15，再进入反渗透膜单元 16（以控制流量、压力等运行条件），有压力表与流量表反映循环水工作状态。出水泵 18 通过产品水储水罐 17 中的水位感应器控制，将水抽入紫外消毒器 19，经杀菌 、消毒后为最终产品水。为了去除超滤膜表面的浊度成分或有机物，提高回收率，延长膜的寿命，超滤过程需要进行反清洗操作。另外，活性碳过滤器需要进行反清洗和正清洗操作，离子交换器也需要进行清洗操作。

[0039] 对井水进行深度处理所用的装置（见附图 2）为：源水泵 1、源水储水罐 2、压力泵 4、超滤膜滤器 5、初滤水储水罐 9、加压泵 10、活性碳过滤器 7、离子交换器 8、微滤膜滤器 11、高压泵 15、反渗透膜单元 16、产品水储水罐 17、出水泵 18、紫外消毒器 19 之间通过管道依次相连；树脂加药箱 12 通过管道连接于离子交换器 8 的进水端，$NaHSO_3$ 加药箱 13 和阻垢剂加药箱 14 均通过管道连接于微滤膜滤器 11 的进水端。反渗透膜单元 16 的出水端与高压泵 15 的进水端之间连有回水管道。所述各设备之间均通过 U-PVC15A 型管道连接。

[0040] 待经过深度处理的最终产品水水质稳定后，进行采样分析，井水水质与深度处理后的水质指标以及生活饮用水国家标准比较如下表 2：

[0041] 表 2 井水、产品水、饮用水标准比较

[0042]

编号	检验项目	单位	卫生部饮用水标准	井水	井水深度处理产品水
1	Al	mg/L	≤ 0.2	0.061	< 0.020
2	pH		6.5 ～ 8.5	7.39	6.50
3	臭和味		无异臭，无异味	无	无
4	粪大肠菌群		每 100mL 水样中不得检出	未检出	未检出
5	氟化物	mg/L	≤ 1	0.32	< 0.01
6	Cd	mg/L	≤ 0.005	< 0.001	< 0.001
7	Cr6-	mg/L	≤ 0.05	< 0.004	< 0.004
8	Hg	mg/L	≤ 0.001	< 0.0001	< 0.0001
9	COD（以 O_2 计）	mg/L	≤ 3	0.6	< 0.1
10	挥发酚类（以苯酚计）	mg/L	≤ 0.002	< 0.002	< 0.002
11	浑浊度	NTU	≤ 1	< 1	< 1
12	硫酸盐	mg/L	≤ 250	93.8	0.56
13	氯仿	mg/L	≤ 0.06	0.0193	0.0069
14	氯化物	mg/L	≤ 250	63.0	0.89
15	Mn	mg/L	≤ 0.1	0.003	< 0.001

[0043]

16	Pb	mg/L	≤ 0.01	< 0.005	< 0.005
17	氰化物	mg/L	≤ 0.05	< 0.002	< 0.002
18	TDS	mg/L	≤ 1000	486	22
19	肉眼可见物		不得含有肉眼可见物	无	无
20	色	度	≤ 15，并不得呈现其它异色	< 5	< 5
21	As	mg/L	≤ 0.05	< 0.001	< 0.001
22	四氯化碳	mg/L	≤ 0.002	0.0004	0.0005
23	Fe	mg/L	≤ 0.3	0.073	0.009
24	Cu	mg/L	≤ 1	0.003	< 0.002
25	Se	mg/L	≤ 0.01	< 0.001	< 0.001
26	细菌总数	CFU/ml	≤ 100	1300	< 1
27	硝酸盐（以 N 计）	mg/L	≤ 20	10.6	0.12
28	Zn	mg/L	≤ 1	< 0.001	< 0.001
29	阴离子合成洗涤剂	mg/L	≤ 0.3	< 0.03	< 0.03
30	总 α 放射性	Bq/L	≤ 0.5	0.08	0.06
31	总 β 放射性	Bq/L	≤ 1	0.03	0.07
32	总大肠菌群		每 100mL 水样中不得检出	23	未检出
33	总硬度（以 $CaCO_3$ 计）	mg/L	≤ 450	202	2.8

[0044] 实施例 3：用反渗透膜对小水厂出水进行深度处理的工艺流程为：用源水泵 1 将源水抽入源水储水罐 2，通过源水储水罐 2 内的水位感应器，自动控制泵的运行，当源水储水罐 2 中的水位达到一定高度时，压力泵 4 就会自动从源水储水罐 2 中抽水。管道中的源水泵压力表和源水流量表显示工作状态。压力泵 4 将水抽入双介质过滤器 6，对其中的悬浮物和蓝藻残体进行过滤；然后进入活性碳过滤器 7，通过活性碳吸附去掉水中的蓝藻味；再进入离子交换器 8，通过离子交换削减水中的余氯含量。在离子交换器 8 的进水端设有树脂加药箱 12。离子交换处理后的水进入初滤水储水罐 9。加压泵 10 通过初滤水储水罐 9 中的水位感应器控制抽水，水进入微滤膜滤器 11。$NaHSO_3$ 和水处理用阻垢剂分别存放在 $NaHSO_3$ 加药箱 13 和阻垢剂加药箱 14 中。微滤出水经过高压泵 15，进入反渗透膜单元 16。高压泵 15 有压力表反映工作状态。经 过反渗透膜单元 16 处理后的出水分成两部分，一部分进入

产品水储水罐 17 中，另一部分循环回流进入高压泵 15，再进入反渗透膜单元 16（以控制流量、压力等运行条件），有压力表与流量表反映循环水工作状态。出水泵 18 通过产品水储水罐 17 中的水位感应器控制，将水抽入紫外消毒器 19，经杀菌、消毒后为最终产品水。双介质过滤器、活性碳过滤器和离子交换器均需要进行反清洗和清洗操作。

[0045] 对小水厂出水进行深度处理所用的装置（见附图 3）为：源水泵 1、源水储水罐 2、压力泵 4、双介质过滤器 6、活性碳过滤器 7、离子交换器 8、初滤水储水罐 9、加压泵 10、微滤膜滤器 11、高压泵 15、反渗透膜单元 16、产品水储水罐 17、出水泵 18、紫外消毒器 19 之间通过管道依次相；树脂加药箱 12 通过管道连接于离子交换器 8 的进水端，$NaHSO_3$ 加药箱 13 和阻垢剂加药箱 14 均通过管道连接于微滤膜滤器 11 的进水端。反渗透膜单元 16 的出水端与高压泵 15 的进水端之间连有回水管道。

[0046] 取水质稳定后的产品水进行试样分析，小水厂出水深度处理后的水质指标与瓶装饮用纯净水国家标准比较结果如下表 3：

[0047] 表 3 小水厂出水深度处理产品水指标与瓶装饮用纯净水国家标准比较

[0048]

项 目		GB17324-2003瓶装饮用纯净水卫生标准	小水厂出水深度处理产品水	比 较
感官指标	色度，度 ≤	5，不得呈现其他异色	<5	优于标准
	浊度，NTU ≤	1	<1	优于标准
	臭和味	无异味、异臭	无异味、异臭	符合标准
	肉眼可见物	不得检出	无	符合标准
理化指标	PH 值	5.0～7.0	6.75	符合标准
	电导率，μS /cm ≤	10	9	优于标准
	高锰酸钾消耗量，mg/L ≤	1.0	0.8	优于标准

[0049]

	氯化物mg/L ≤	6.0	3.9	优于标准
	亚硝酸盐，mg/L ≤	0.002	0.001	优于标准
	四氯化碳，mg/L ≤	0.001	0.0003	优于标准
	铅,mg/L ≤	0.01	0,001	优于标准
	总砷，mg/L ≤	0.01	0.001	优于标准
	铜，mg/L ≤	1.0	<0.002	优于标准
	氰化物，mg/L ≤	0.002	0.002	符合标准
	挥发酚(以苯酚计)，mg/L ≤	0.002	0.002	符合标准
	三氯甲烷，mg/L ≤	0.02	0.02	符合标准
	游离氯，mg/L ≤	0.005	0.05	低于标准
微生物指标	菌落总数,cfu/mL ≤	20	<1	优于标准
	大肠菌群,MPN/100 mL ≤	3	未检出	优于标准
	致病菌(系指肠道致病菌和致病性球菌)	不得检出	未检出	符合标准
	霉菌、酵母菌，cfu/mL	不得检出	未检出	符合标准

[0050] 实施例 4 :用反渗透膜对太湖水进行深度处理的工艺流程为 :太湖源水进入生物滤池 3 进行生物过滤,生物滤池 3 可以设置一个或一个以上。压力泵 4 将生物过滤后的水抽入超滤膜滤器 5 进行超滤处理。在进入超滤膜之前,氯液泵 21 将氯液罐 20 中的 NaOCl 溶液（质量百分比浓度为 10％）抽入管道中对处理水进行消毒灭菌。超滤膜滤器 5 前后都有一个压力表,显示工作状态。超滤膜最大运行压力不超过 6kg/cm^2,运行温度不超过 40℃。超滤处理后的水进入初滤水储水罐 9。加压泵 10 通过初滤水储水罐 9 中的水位感应器控制抽水,水进入活性炭过滤器 7,再进入微滤膜滤器 11。微滤出水经过高压泵 15,进入反渗透膜单元 16。高压泵 15 有压力表反映工作状态。反渗透膜运行压力不超过 41.6kg/cm^3,原水流量不超过 15m^3/h,浓水排出量不低于 3.615m^3/h,运行温度不超过 45℃,脱盐率可达 99.5％。反渗透膜基本运行压力参数见下表 4。经过反渗透膜单元 16 处理后的出水进入产品水储水罐 17 中。产品水储水罐 17 中 的水经设置于其中的紫外消毒器 19 进行杀菌、消毒后为最终产品水。

[0051] 表 4 反渗透膜运行压力参数

[0052]

基本参数压力范围单位 (kg/cm^3)	正常压力值单位 (kg/cm^3)	压力变化原因
1.0 ≤进水泵压≤ 2.5	1.5	低于下限 :漏水,活性炭与微滤膜前后压差增大高于上限 :活性炭与微滤膜破损
9.0 ≤高压泵压≤ 12.0	10.2	低于下限 :高压泵受损,反渗透膜破损高于上限 :反渗透膜结垢
8.0 ≤循环水回压≤ 11.0	9.8	低于下限 :反渗透膜结垢高于上限 :
8.0 ≤浓缩水排压≤ 11.0	9.5	低于下限 :反渗透膜破损高于上限 :反渗透膜结垢
0.1 ≤净水排压≤ 0.5	0.1 ～ 0.3	低于下限 :反渗透膜结垢高于上限 :反渗透膜破损

[0053] 另外,利用清洗液罐 23、清洗液泵 24 和清洗液滤膜 25 组成的清洗子系统,可根据反渗透膜工作情况,用碱性溶液 (如 0.1% NaOH 溶液) 清洗反渗透膜表面堆积的污垢以恢复其处理效率。当产水量较之正常值下降 15%以上 ;运行压力较之正常值上升 15%以上 ;盐透过率较之正常值上升 15%以上 ;比初始条件 (第一次运行 24 48 小时的运行记录) 压差增加 15%以上时需进行反渗透膜清洗 1-2 次,每次清洗 30 分钟。生物滤池和超滤膜在运行一段时间后也会在滤池内以及超滤滤芯中遗留污垢,从而降低处理效率,此时可利用反冲泵 22 组成的反冲洗子系统,用超滤出水对生物滤池、超滤膜定期进行反冲洗以恢复其处理效率。生物滤池一般每天进行 1 次反洗,每次 10 分钟 ;超滤膜运行 1 小时使用超滤出水反洗 1 次,每次反洗 1 分钟。

[0054] 对太湖水进行深度处理所用的装置 (见附图 4) 为 :生物滤池 3、压力泵 4、超滤膜滤器 5、初滤水储水罐 9、加压泵 10、活性碳过滤器 7、微滤膜滤器 11、高压泵 15、反渗透膜单元 16、产品水储水罐 17 之间通过管道依次相连,紫外消毒器 19 设于产品水储水罐 17 中,氯液罐 20 和氯液泵 21 经管道连接于压力泵 4 与超滤膜滤器 5 之间 ;经管道依次串连的清洗液罐 23、清洗液泵 24 和清洗液滤膜 25 组成清洗子系统,清洗液罐 23 通过管道连接于反渗透膜单元 16 的出水端,清洗液滤膜 25 通过管道连接于高压泵 15 的进水端 ;通过管道连接于加压泵 10 的出水端与生物滤池 3 的进水端之间的反冲泵 22 组成反冲洗子系统。

[0055] 所述的生物滤池 3 最好采用降流式曝气生物滤池 (BAF),分两层,上层为曝气系统、填料,下层为处理后的储水设施。填料优选为螺旋型聚乙烯塑料,具有重量轻、比表面大、半浮于水的特点,为微生物的理想栖息处。该 BAF 具有很强的脱氮、去除有机污染、降低悬浮物的功能。其运行条件为 24 小时连续进水,同时 24 小时连续鼓风曝气。净化效果好的反渗透膜是世韩公司的 4′ 单支膜,采用该膜时,需根据膜的运行压力 (41.6kg/cm^3) 要求,配备高压泵,并配置相应的压力表、流量计与阀门。压力表与流量计可以显示进水、出水、循环水的工作状态。

[0056] 太湖水经深度处理后,产品水的检测结果及其与饮用水标准的比较见下表 5。从检测结果可以看出,太湖源水经过深度处理的产品水,8 项指标符合卫生部饮用水标准,其余 26 项指标优于卫生部饮用水标准。

[0057] 表 5 太湖源水深度处理产品水与卫生部饮用水标准比较

[0058]

编号	检验项目	单位	卫生部饮用水标准	太湖源水深度处 理产品水
1	pH		6.5 ～ 8.5	7.95
2	臭和味		无异臭,无异味	无
3	氟化物	mg/L	≤ 1	＜ 0.03
4	Cd	mg/L	≤ 0.005	＜ 0.001
5	Cr6-	mg/L	≤ 0.05	＜ 0.001
6	Hg	mg/L	≤ 0.001	＜ 0.0001
7	耗氧量 (OD_{Mn} 法,以 O_2 计)	mg/L	≤ 3	＜ 0.3
8	挥发酚类 (以苯酚计)	mg/L	≤ 0.002	＜ 0.002
9	浑浊度	NTU	≤ 1	＜ 0.5
10	硫酸盐	mg/L	≤ 250	2.51

11	Al	mg/L	≤0.2	＜0.020
12	氯化物	mg/L	≤250	2.52
13	Mn	mg/L	≤0.1	＜0.001
14	Pb	mg/L	≤0.01	＜0.005
15	氰化物	mg/L	≤0.05	＜0.002
16	TDS	mg/L	≤1000	26

[0059]

17	肉眼可见物		不得含有肉眼可见物	无
18	三氯甲烷	mg/L	≤0.06	＜0.0006
19	色度	度	≤15,并不得呈现其它异色	符合
20	As	mg/L	≤0.05	＜0.001
21	四氯化碳	mg/L	≤0.002	＜0.0003
22	Fe	mg/L	≤0.3	0.008
23	Cu	mg/L	≤1	＜0.002
24	Se	mg/L	≤0.01	＜0.001
25	硝酸盐（以N计）	mg/L	≤20	0.07
26	Zn	mg/L	≤1	＜0.001
27	阴离子合成洗涤剂	mg/L	≤0.3	＜0.03
28	总 α 放射性	Bq/L	≤0.5	0.01
29	总 β 放射性	Bq/L	≤1	0.06
30	总硬度（以$CaCO_3$计）	Mg/L	≤450	12
31	总大肠菌群	MPN/100m 1	不得检出	未检出
32	大肠埃希氏菌	MPN/100m 1	不得检出	未检出
33	菌落总数	CFU/ml	≤100	＜1
34	耐热大肠菌群	MPN/100m 1	不得检出	未检出

[0060] 太湖源水经深度处理的产品水检测结果与瓶（桶）装饮用纯净水卫生标准的比较见下表6：

[0061] 表6太湖源水深度处理产品水与瓶（桶）装饮用纯净水卫生标准比较

[0062]

项 目		GB17324-2003瓶(桶)装饮用纯净水卫生标准	反渗透膜设备深度处理产品水	比 较
感官指标	色度，度≤	5，不得呈现其他异色	<5	优于标准

[0063]

	浊度，NTU≤	1	<1	优于标准
	臭和味	无异味、异臭	无异味、异臭	符合标准
	肉眼可见物	不得检出	无	符合标准
理化指标	PH 值	5.0～7.0	6.75	符合标准
	电导率，μS /cm≤	10	9	优于标准
	高锰酸钾消耗量，mg/L≤	1.0	未测	
	氯化物mg/L≤	6.0	2.52	优于标准
	亚硝酸盐，mg/L≤	0.002	未测	
	四氯化碳，mg/L≤	0.001	0.0003	优于标准
	铅,mg/L≤	0.01	0,005	优于标准
	总砷，mg/L≤	0.01	0.001	优于标准
	铜，mg/L≤	1.0	<0.002	优于标准
	氰化物，mg/L≤	0.002	0.002	符合标准
	挥发酚(以苯酚计)，mg/L≤	0.002	0.002	符合标准
	三氯甲烷，mg/L≤	0.02	0.0006	优于标准
	游离氯，mg/L≤	0.005	未测	
微生物指标	菌落总数，cfu/mL≤	20	<1	优于标准
	大肠菌群,MPN/100 mL≤	3	未检出	优于标准
	致病菌(系指肠道致病菌和致病性球菌)	不得检出	未检出	符合标准
	霉菌、酵母菌，cfu/mL	不得检出	未检出	符合标准

[0064] GB17324-2003瓶（桶）装饮用纯净水卫生标准共21项指标，太湖源水经过深度处理后的 产品水经检测，除高锰酸钾消耗量、亚硝酸盐、游离氯三项指标未测，其余检测的18项指标，11项优于标准，7项符合标准。据此检测结果，太湖源水处理后的产品水基本达到直饮水的标准。

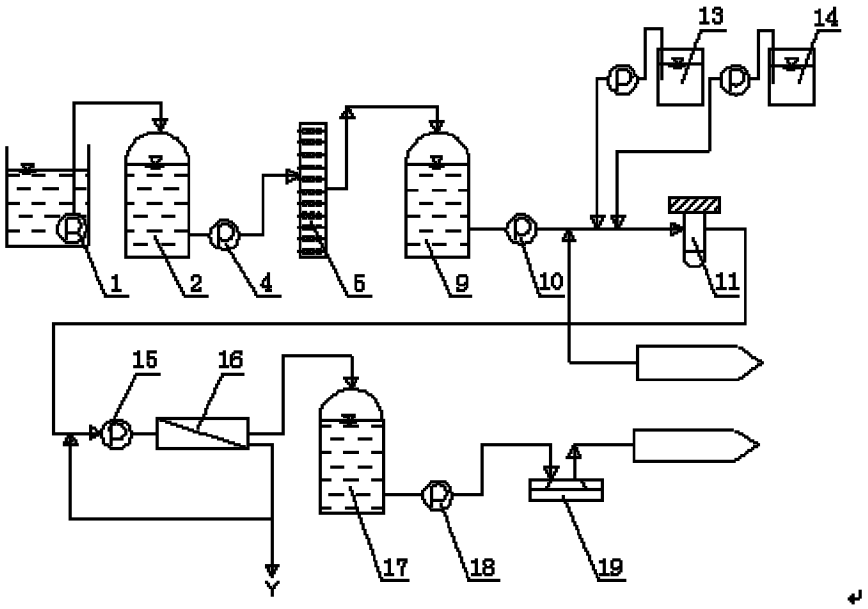

13
14
1
2
4
5
9
10
11
15
16
17
18
19

图 1

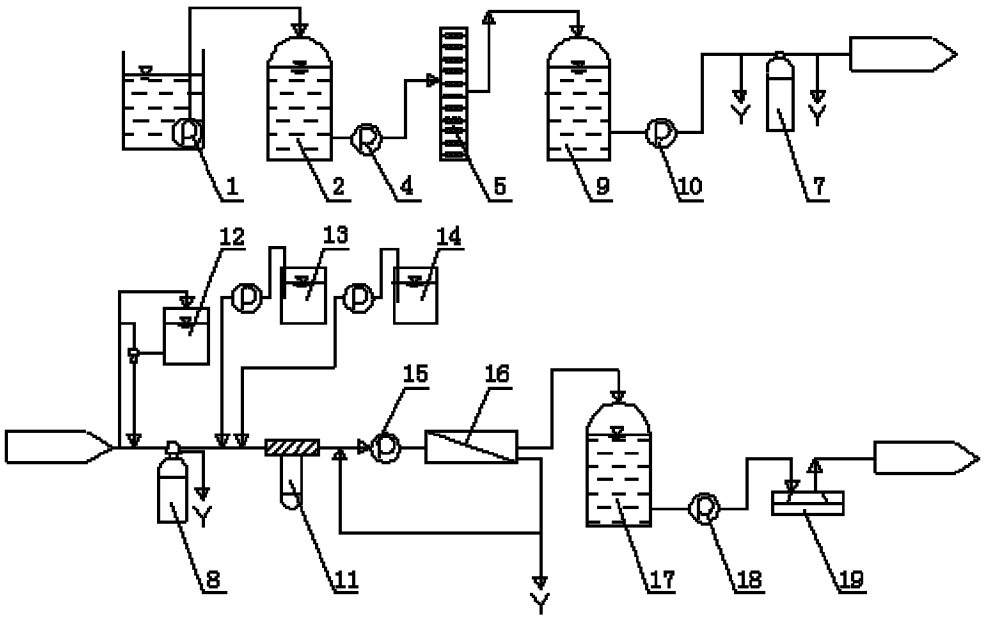

1
2
4
5
9
10
7
12
13
14
15
16
8
11
17
18
19

图 2

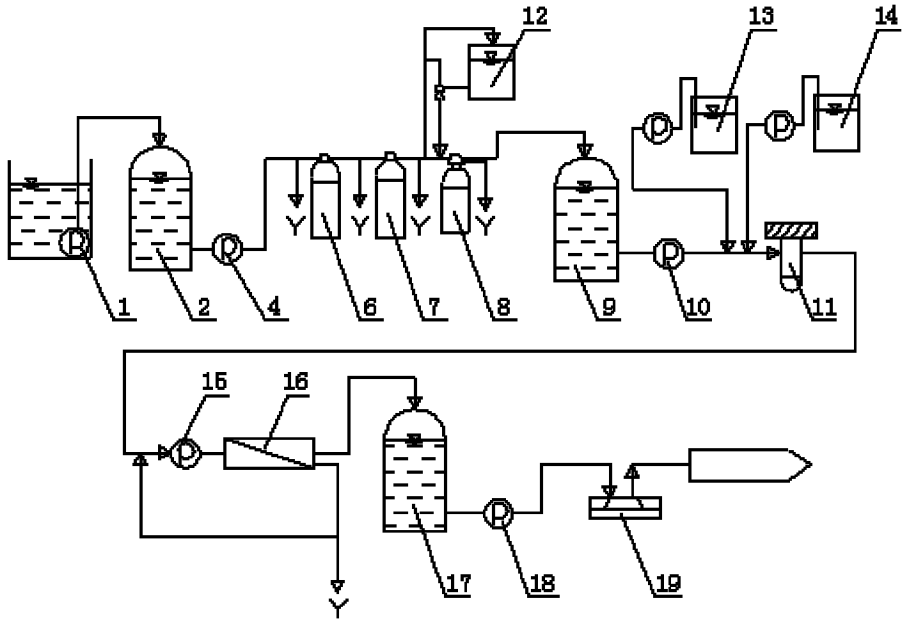

12
13
14
1
2
4
6
7
8
9
10
11
15
16
17
18
19

图 3

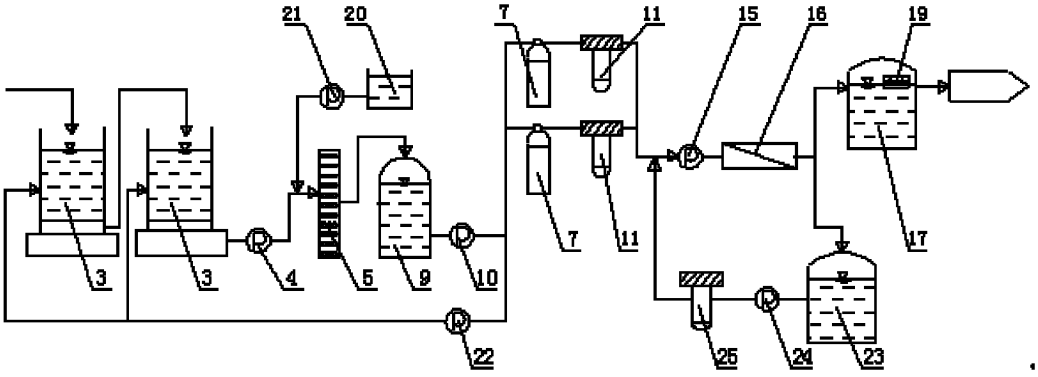

21
20
7
11
15
16
19
3
3
4
5
9
10
7
11
17
22
25
24
23

图 4