



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102030390 B

(45) 授权公告日 2012. 06. 20

(21) 申请号 200910177343. 4

(22) 申请日 2009. 09. 30

(73) 专利权人 中国石油化工股份有限公司

地址 100728 北京市朝阳区朝阳门北大街
22 号

专利权人 中国石油化工股份有限公司北京
化工研究院

(72) 发明人 李正琪 李井峰 杨永强 张新妙

(74) 专利代理机构 北京英特普罗知识产权代理
有限公司 11015

代理人 齐永红 唐彬

(51) Int. Cl.

C02F 1/44 (2006. 01)

审查员 李波

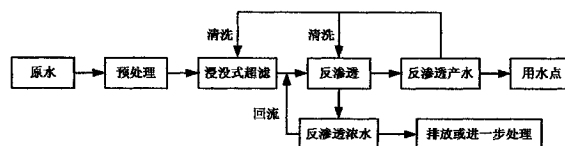
权利要求书 2 页 说明书 12 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种处理废水的膜精密过滤装置及其应用

(57) 摘要

一种处理废水的膜精密过滤装置及其应用, 涉及一种废水处理装置及其应用, 原水经过一定方式预处理后, 进入膜区, 使用浸没式膜单元进行过滤; 超滤产水增压后直接进入反渗透膜单元; 反渗透产水一部分送往用水点, 另一部分用于浸没式膜单元和反渗透膜单元清洗; 反渗透浓水一部分回流至反渗透膜单元进水口处, 另一部分排放掉或进入其他处理系统进行进一步处理。本发明所述的处理废水的膜精密过滤装置, 在超滤进水水质较好时可降低超滤操作能耗; 在超滤进水水质较差时可有效降低超滤膜污染, 使装置能适应高 COD 水质, 减轻反渗透膜微生物污染, 减少药剂使用量。



1. 一种处理废水的膜精密过滤装置,其特征在于包括:

超滤膜区(4),底部设有进水管路和排水管路;

浸没式膜单元(5),设置在超滤膜区(4)内;

排泥口(11),设置在排水管路的出口处;

原水泵(3),进水口与原水进水管路连接,出水口与进水管路连接;

超滤产水泵(12),进水口通过管路与浸没式膜单元(5)的产水端连接,出水口通过管路分别连接到反渗透高压泵(14)的进水口和超滤膜区(4);

反渗透高压泵(14),出水口与反渗透膜单元(15)的进水口连接;

反渗透膜单元(15),反渗透浓水出口通过管路与反渗透循环管路泵(16)的进水口连接,反渗透循环管路泵(16)的出水口通过管路与反渗透膜单元(15)的进水口连接,反渗透膜单元(15)的反渗透产水出口直接通过管路连接产水箱(18),反渗透膜单元(15)的反洗出水口通过分支管路连接到清洗水箱(19)或超滤膜区(4);

反渗透产水泵(21),进水口通过管路连接产水箱(18),出水口通过管路连接用水点;

反洗泵(17),进水口通过管路分别连接产水箱(18)和清洗水箱(19),出水口通过管路分别连接反渗透膜单元(15)的反洗进水口和浸没式膜单元(5)的出水口;

还包括:

原水加药口(1),设置在原水进水管路上;

原水开度调节阀(2),设置在原水进水管路上且位于原水加药口(1)后面;

超滤膜区液位计(6),设置在超滤膜区(4)中;

隔板(7),设置在超滤膜区(4)和原水反应区(8)之间,且超滤膜区(4)和原水反应区(8)在隔板(7)上方连通;

原水反应区(8),设置在超滤膜区(4)旁边,底部与超滤膜区(4)底部的进水管路和排水管路连通;

反应区加药口(9),设置在原水反应区(8)的侧壁上;

溢流堰(10),设置在原水反应区(8)上部,在溢流堰(10)和原水反应区(8)间形成溢流区,且溢流区通过管路连接到原水泵(3)的进水口;

反渗透加药口(13),设置在反渗透高压泵(14)的进水管路上,且位于超滤产水泵(12)连接超滤膜区(4)的分支管路的后面;

产水箱液位计(20),设置在产水箱(18)中;

浓水开度调节阀(22),进水口与反渗透循环管路泵(16)的出水口连接,出水口与浓水排放点连接。

2. 一种权利要求1所述的处理废水的膜精密过滤装置的应用,其特征在于包括以下废水处理步骤:

原水泵(3)将至少已经过混凝沉淀预处理工艺的、浊度小于5的原水,经过进水管路送入超滤膜区(4),控制超滤膜区(4)中的液位高于浸没式膜单元(5)的顶部,浸没式膜单元(5)的底端不进行曝气;

超滤膜区(4)中的原水通过浸没式膜单元(5)中的超滤膜过滤后成为超滤产水;

当超滤产水浊度大于设定的处理预期值时,经过超滤产水泵(12)回流至超滤膜区(4)继续超滤处理;当超滤产水浊度小于等于设定的处理预期值时,经过超滤产水泵(12)后送

入反渗透高压泵(14),经反渗透高压泵(14)增压后的超滤产水进入反渗透膜单元(15);

超滤产水经反渗透膜单元(15)过滤后,反渗透产水进入产水箱(18)并由反渗透产水泵(21)抽吸送往用水点;反渗透浓水一部分经反渗透循环管路泵(16)回流至反渗透膜单元(15)的进水口,另一部分排放掉或进入其他处理系统进行进一步处理;

还包括以下在线清洗步骤:

在线清洗时,将浸没式膜单元(5)和反渗透膜单元(15)中所含的膜组件平均分为若干组,每次按顺序仅清洗其中的一组,其余各组则保持运行状态;

浸没式膜单元(5)在线清洗时,所用的清洗液为产水箱(18)中的反渗透产水或清洗水箱(19)中清洗药剂的稀溶液;清洗液由反洗泵(17)抽吸后,由浸没式膜单元(5)产水端进入中空纤维膜内孔,排入超滤膜区(4);

反渗透膜单元(15)在线清洗时,所用的清洗液为产水箱(18)中的反渗透产水或清洗水箱(19)中清洗药剂的稀溶液,清洗液由反洗泵(17)抽吸后,由反渗透膜单元(15)的反洗进水口进入反渗透膜单元(15),当使用的清洗液为产水箱(18)中的反渗透产水时,清洗液由反渗透膜单元(15)的反洗出水口排出,排入超滤膜区(4),当使用的清洗液为清洗水箱(19)中清洗药剂的稀溶液时,清洗液由反渗透膜单元(15)的反洗出水口排出,回流至清洗水箱(19)。

3. 如权利要求2所述的处理废水的膜精密过滤装置的应用,其特征在于,当原水浊度大于等于5时,增设原水反应区(8)和隔板(7),废水处理步骤如下:

原水由超滤膜区(4)底部进入并从隔板(7)上方溢流至原水反应区(8),浸没式膜单元(5)底端进行曝气操作,通过反应区加药口(9)向原水反应区(8)内添加絮凝剂,原水反应区(8)上端清液通过溢流堰(10)回到原水泵(3)的进水口。

4. 如权利要求2所述的处理废水的膜精密过滤装置的应用,其特征在于,当需要调节原水pH值时,增设原水加药口(1),通过原水加药口(1)加入酸液或碱液以调节原水的pH值。

5. 如权利要求2所述的处理废水的膜精密过滤装置的应用,其特征在于,当反渗透产水硬度较高时,增设反渗透加药口(13),通过反渗透加药口(13)加入阻垢剂以调节反渗透产水硬度。

6. 如权利要求2所述的处理废水的膜精密过滤装置的应用,其特征在于,当需要通过液位控制相应的泵频率和阀的开度时,在超滤膜区(4)中设置超滤膜区液位计(6),在产水箱(18)中设置产水箱液位计(20),通过液位连锁相应的泵和阀,控制液位在正常范围。

7. 如权利要求2所述的处理废水的膜精密过滤装置的应用,其特征在于,当需要自动控制原水进水量和浓水排放量时,增设原水开度调节阀(2)和浓水开度调节阀(22),通过调整原水开度调节阀(2)的开度,控制原水进水量,通过调整浓水开度调节阀(22)的开度,控制浓水排放量。

8. 如权利要求3或4或5或6或7所述的处理废水的膜精密过滤装置的应用,其特征在于,浸没式膜单元(5)采用恒流操作或恒压操作方式,操作负压范围为0.01~0.09MPa;反渗透膜单元(13)采用恒流操作或恒压操作方式,操作压力范围为0.5~2.5MPa。

一种处理废水的膜精密过滤装置及其应用

技术领域

[0001] 本发明涉及一种废水处理装置及其应用,具体的说是一种处理废水的膜精密过滤装置及其应用。

背景技术

[0002] 近年来,膜分离技术得到了快速发展,开始在化工废水处理,海水、苦咸水淡化,环境污染治理等领域广泛应用。

[0003] 从本质上来说,膜分离技术也是一种过滤技术,但与其他传统过滤技术相比,膜分离技术具有高精度的优点,可分为低压膜过滤和高压膜过滤两种。

[0004] 低压膜过滤过程包括微滤(MF)和超滤(UF),属于压力驱动的过滤技术,一般只能去除水中 $1\mu\text{m}\sim 0.002\mu\text{m}$ 直径的的颗粒物和微生物,如贾第鞭毛虫和隐孢子虫,需要其他水处理工艺才能解决水中溶解性污染物问题。采用低压膜过滤的低压膜系统一般采用中空纤维膜组件,中空纤维膜组件具有较高的堆填密度和处理效率,是低压膜系统的首选型式。中空纤维膜组件按水流方式可分为外压式和内压式,按膜系统制造方式可分为压力式和浸没式。压力式中空纤维膜组件是将大量的中空纤维膜丝装填入一圆形的压力容器中,纤维束的开口端使用环氧树脂浇灌密封,配备相应的连接件形成标准的膜组件。若低压膜系统从中空纤维膜组件外部由外向内通过膜产水,为外压式;若低压膜系统从中空纤维膜组件内部向外通过膜产水,为内压式。浸没式中空纤维膜组件没有压力容器,中空纤维膜丝顶端开口汇集在一起构成出水口,其形态有帘状的或柱状的,浸没式中空纤维膜组件直接放置在水池中,污水在压力作用下通过浸没式中空纤维膜组件过滤,净水穿过膜后进入膜管内,再由出水口流出,最后净水在膜丝末端出口进行汇集。

[0005] 高压膜过滤过程包括反渗透和纳滤,可截留1000分子量以下的小分子(包括无机盐)。反渗透技术是当今最先进的膜分离技术。其原理是在高于溶液渗透压的作用下,依据其他物质不能透过反渗透膜的特点,将这些物质和水分离开来。由于反渗透膜的膜孔径非常小(仅为1nm左右),因此能够有效地去除水中的溶解盐类、胶体、微生物、有机物等(去除率高达97~99%)。反渗透膜过滤系统具有水质好、耗能低、无污染、工艺简单、操作简便等优点。目前绝大部分商业反渗透膜都是卷式形态的标准元件。

[0006] 双膜技术是将超滤/微滤(UF/MF)技术和反渗透(RO)技术相结合在一起的工艺。由于反渗透膜过滤系统对进水的水质要求很高(通常要求污染指数 $\text{SDI}\leq 5$),否则反渗透膜极易被污染物堵塞而降低甚至丧失其高精度的过滤功能,而超滤/微滤过滤系统的产水水质完全可以满足反渗透膜过滤系统对进水水质的要求。因此,在反渗透膜过滤系统前设置超滤/微滤过滤系统,可以有效地防止反渗透膜的污染和堵塞,延长了反渗透膜的使用寿命。目前双膜法水处理技术可以广泛应用于化工、电力、电子、制药、石化、纺织、食品等领域的纯水和超纯水制备,以及海水淡化、苦咸水淡化和特种分离过程,特别是在污水资源化再生利用方面,双膜法可直接利用企业的生化出水做为原水,处理后可以达到锅炉补充水的水质要求,为企业节约水资源。

[0007] 目前传统双膜过滤系统在工业运行过程中存在的主要问题在于：

[0008] (1) 目前双膜过滤系统超滤部分一般都采用压力式组件。压力式组件过流通道小，对预处理要求高，只适合水质较好、稳定的水源，对于水质较差水源，需要频繁的清洗。

[0009] (2) 压力式组件操作压力一般较浸没式组件高（压力式可达 0.05 ~ 0.2MPa，而浸没式组件一般为 0.02 ~ 0.05MPa）。压力式组件需一定面积安放膜组件，连接件较为复杂。

[0010] (3) 超滤反洗一般都采用超滤中间水箱的超滤产水。当水质波动，超滤产水水质较差时，采用超滤产水反洗效果不佳，甚至加重了产水端的超滤膜污染。

[0011] (4) 传统双膜过滤系统中反渗透膜对进水 COD 值有严格要求（一般要求小于 100mg/L），由于超滤 / 微滤仅对悬浮性 COD 具有较好的去除效果，而对溶解性 COD 几乎没有去除效果，因此现有的双膜过滤系统只能处理已经经过生化处理且 COD 值较低的废水体系；而不能适应高 COD 值的废水体系。

[0012] (5) 在超滤 / 微滤与反渗透的连接方式上，目前使用的双膜过滤系统需要设置中间水箱和保安过滤器，并投加杀菌剂。虽然超滤 / 微滤理论上可以截留细菌，但由于中间水箱和保安过滤器的存在，经超滤 / 微滤后的产水在中间水箱的停留时间较长，给细菌的生长提供了一定的时间和空间。在传统的双膜工艺中，反渗透前保安过滤器的堵塞非常严重，需要经常更换。

[0013] (6) 在反渗透操作方式上，由于单支反渗透膜的回收率只能达到 15% 左右，目前使用的双膜过滤系统主要通过增加反渗透膜的段数来提高回收率。这样的方法使得后段的反渗透膜进水水质较差，后段膜面水流速降低，容易发生堵塞或造成后段反渗透膜产水水质的严重下降。少量双膜过滤系统设计了反渗透浓水回流，一般浓水回流到反渗透高压泵前或微滤 / 超滤膜区，高压浓水所带有的能量被浪费。

[0014] CN1807268 提出了一种双膜法水处理系统，在超滤预处理单元后加入一压力罐，为脱盐单元提供料液，同时向预处理单元提供反冲液。该系统的超滤部分采用的是压力式组件，在超滤和反渗透之间需要设置中间压力罐。

[0015] CN101372379 提出了一种有机废水的双膜处理方法，使用浸没式膜生物反应区的出水作为反渗透进水，在反渗透进水之前设置了清液池，反渗透浓水回流至厌氧池。该系统采用了浸没式超滤组件，但由于应用在膜生物反应器中，超滤产水无法直接进入反渗透膜单元处理，需要进一步深度处理再进入反渗透膜单元处理。

[0016] 目前，浸没式组件已广泛应用于膜生物反应器中。在膜生物反应器的操作中，浸没式组件直接放置于好氧生化池中，采用抽吸负压的方式实现产水，在浸没式组件底端进行曝气供给生物好氧反应所需氧气，同时对膜表面进行气擦洗以降低膜污染。CN101254409 公开了一种双端产水浸没式中空纤维膜组件，旨在提供一种支撑管既具有支撑作用，又作为双端产水的水通道。CN201195704 公开了一种上端通透浸没式中空纤维膜组件，旨在提供一种能减轻气泡对上端膜丝的冲击，避免膜丝产生疲劳损伤，延长组件使用寿命。但这些浸没式膜单元都是使用在膜生物反应器中，生物好氧反应需要进行曝气，曝气的能耗一般占 MBR 总能耗的 90% 以上。而从生化池的构建上，进水都是由生化池上端进入。因此在 MBR 体系中应用的浸没式组件大多都是采用上端进水，底端曝气的方式进行操作。同时，由于 MBR 体系耐受冲击较大，很难保证浸没式组件不断丝，因此在绝大部分设计中，产水没有与反渗透组件连接进行进一步深度处理。

发明内容

[0017] 针对现有技术中存在的缺陷,本发明的目的在于提供一种处理废水的膜精密过滤装置,以克服现有双膜装置存在的反渗透膜微生物污染严重、不适应高 COD 水质、超滤反渗透工艺流程复杂且需要添加大量药剂、超滤部分操作压力较高、超滤产水端容易污堵等缺点。

[0018] 为达到以上目的,本发明采取的技术方案是:

[0019] 一种处理废水的膜精密过滤装置,其特征在于包括:

[0020] 超滤膜区 4,底部设有进水管路和排水管路;

[0021] 浸没式膜单元 5,设置在超滤膜区 4 内;

[0022] 排泥口 11,设置在排水管路的出口处;

[0023] 原水泵 3,进水口与原水进水管路连接,出水口与进水管路连接;

[0024] 超滤产水泵 12,进水口通过管路与浸没式膜单元 5 的产水端连接,出水口通过管路分别连接到反渗透高压泵 14 的进水口和超滤膜区 4;

[0025] 反渗透高压泵 14,出水口与反渗透膜单元 15 的进水口连接;

[0026] 反渗透膜单元 15,反渗透浓水出口通过管路与反渗透循环管路泵 16 的进水口连接,反渗透循环管路泵 16 的出水口通过管路与反渗透膜单元 15 的进水口连接,反渗透膜单元 15 的反渗透产水出口直接通过管路连接产水箱 18,反渗透膜单元 15 的反洗出水口通过分支管路连接到清洗水箱 19 或超滤膜区 4;

[0027] 反渗透产水泵 21,进水口通过管路连接产水箱 18,出水口通过管路连接用水点;

[0028] 反洗泵 17,进水口通过管路分别连接产水箱 18 和清洗水箱 19,出水口通过管路分别连接反渗透膜单元 15 的反洗进水口和浸没式膜单元 5 的出水口。

[0029] 在上述技术方案的基础上,还包括:

[0030] 原水加药口 1,设置在原水进水管路上;

[0031] 原水开度调节阀 2,设置在原水进水管路上且位于原水加药口 1 后面;

[0032] 超滤膜区液位计 6,设置在超滤膜区 4 中;

[0033] 隔板 7,设置在超滤膜区 4 和原水反应区 8 之间,且超滤膜区 4 和原水反应区 8 在隔板 7 上方连通;

[0034] 原水反应区 8,设置在超滤膜区 4 旁边,底部与超滤膜区 4 底部的进水管路和排水管路连通;

[0035] 反应区加药口 9,设置在原水反应区 8 的侧壁上;

[0036] 溢流堰 10,设置在原水反应区 8 上部,在溢流堰 10 和原水反应区 8 间形成溢流区,且溢流区通过管路连接到原水泵 3 的进水口;

[0037] 反渗透加药口 13,设置在反渗透高压泵 14 的进水管路上,且位于超滤产水泵 12 连接超滤膜区 4 的分支管路的后面;

[0038] 产水箱液位计 20,设置在产水箱 18 中;

[0039] 浓水开度调节阀 22,进水口与反渗透循环管路泵 16 的出水口连接,出水口与浓水排放点连接。

[0040] 一种上述的处理废水的膜精密过滤装置的应用,其特征在于包括以下废水处理步

骤：

[0041] 原水泵 3 将至少已经过混凝沉淀预处理工艺的、浊度小于 5 的原水，经过进水管路送入超滤膜区 4，控制超滤膜区 4 中的液位高于浸没式膜单元 5 的顶部，浸没式膜单元 5 的底端不进行曝气；

[0042] 超滤膜区 4 中的原水通过浸没式膜单元 5 中的超滤膜过滤后成为超滤产水；

[0043] 当超滤产水浊度大于设定的处理预期值时，经过超滤产水泵 12 回流至超滤膜区 4 继续超滤处理；当超滤产水浊度小于等于设定的处理预期值时，经过超滤产水泵 12 后送入反渗透高压泵 14，经反渗透高压泵 14 增压后的超滤产水进入反渗透膜单元 15；

[0044] 超滤产水经反渗透膜单元 15 过滤后，反渗透产水进入产水箱 18 并由反渗透产水泵 21 抽吸送往用水点；反渗透浓水一部分经反渗透循环管路泵 16 回流至反渗透膜单元 15 的进水口，另一部分排放掉或进入其他处理系统进行进一步处理。

[0045] 在上述技术方案的基础上，还包括以下在线清洗步骤：

[0046] 在线清洗时，将浸没式膜单元 5 和反渗透膜单元 15 中所含的膜组件平均分为若干组，每次按顺序仅清洗其中的一组，其余各组则保持运行状态；

[0047] 浸没式膜单元 5 在线清洗时，所用的清洗液为产水箱 18 中的反渗透产水或清洗水箱 19 中清洗药剂的稀溶液；清洗液由反洗泵 17 抽吸后，由浸没式膜单元 5 产水端进入中空纤维膜内孔，排入超滤膜区 4；

[0048] 反渗透膜单元 15 在线清洗时，所用的清洗液为产水箱 18 中的反渗透产水或清洗水箱 19 中清洗药剂的稀溶液，清洗液由反洗泵 17 抽吸后，由反渗透膜单元 15 的反洗进水口进入反渗透膜单元 15，当使用的清洗液为产水箱 18 中的反渗透产水时，清洗液由反渗透膜单元 15 的反洗出水口排出，排入超滤膜区 4，当使用的清洗液为清洗水箱 19 中清洗药剂的稀溶液时，清洗液由反渗透膜单元 15 的反洗出水口排出，回流至清洗水箱 19。

[0049] 在上述技术方案的基础上，当原水浊度大于等于 5 时，增设原水反应区 8 和隔板 7，废水处理步骤如下：

[0050] 原水由超滤膜区 4 底部进入并从隔板 7 上方溢流至原水反应区 8，浸没式膜单元 5 底端进行曝气操作，通过反应区加药口 9 向原水反应区 8 内添加絮凝剂，原水反应区 8 上端清液通过溢流堰 10 回到原水泵 3 的进水口。

[0051] 在上述技术方案的基础上，当需要调节原水 pH 值时，增设原水加药口 1，通过原水加药口 1 加入酸液或碱液以调节原水的 pH 值。

[0052] 在上述技术方案的基础上，当反渗透产水硬度较高时，增设反渗透加药口 13，通过反渗透加药口 13 加入阻垢剂以调节反渗透产水硬度。

[0053] 在上述技术方案的基础上，当需要通过液位控制相应的泵频率和阀的开度时，在超滤膜区 4 中设置超滤膜区液位计 6，在产水箱 18 中设置产水箱液位计 20，通过液位联锁相应的泵和阀，控制液位在正常范围。

[0054] 在上述技术方案的基础上，当需要自动控制原水进水量和浓水排放量时，增设原水开度调节阀 2 和浓水开度调节阀 22，通过调整原水开度调节阀 2 的开度，控制原水进水量，通过调整浓水开度调节阀 22 的开度，控制浓水排放量。

[0055] 在上述技术方案的基础上，浸没式膜单元 5 采用恒流操作或恒压操作方式，操作负压范围为 0.01 ~ 0.09MPa；反渗透膜单元 13 采用恒流操作或恒压操作方式，操作压力范

围为 0.5 ~ 2.5MPa。

[0056] 本发明所述的处理废水的膜精密过滤装置及其使用方法具有以下优点：

[0057] (1) 在超滤进水水质较好（悬浮物较少，浊度较低）时，降低超滤操作能耗；

[0058] (2) 在超滤进水水质较差（悬浮物较多，浊度较高）时，有效降低超滤膜污染；

[0059] (3) 能适应高 COD 水质；

[0060] (4) 减轻反渗透膜微生物污染，减少药剂使用量。

附图说明

[0061] 图 1 是本发明的流程示意图

[0062] 图 2 是本发明的结构示意图

[0063] 图 3 是本发明中的浸没式膜单元示意图

[0064] 图 4 是本发明中的反渗透膜单元示意图

具体实施方式

[0065] 以下结合附图进一步详细说明本发明所述技术方案。

[0066] 本发明公开了一种处理废水的膜精密过滤装置及其应用，具体说是一种采用浸没式超滤-反渗透耦合方式的膜精密过滤装置，工艺流程如图 1 所示，附图中箭头所示方向为水流方向：原水经过一定方式预处理后，进入膜区，使用浸没式膜单元进行过滤；超滤产水增压后直接进入反渗透膜单元；反渗透产水一部分送往用水点，另一部分用于浸没式膜单元和反渗透膜单元清洗；反渗透浓水一部分回流至反渗透膜单元进水口处，另一部分排放掉或进入其他处理系统进行进一步处理。

[0067] 如图 2 所示，本发明所述处理废水的膜精密过滤装置，包括：

[0068] 超滤膜区 4，底部设有进水管路和排水管路；

[0069] 浸没式膜单元 5，设置在超滤膜区 4 内；

[0070] 排泥口 11，设置在排水管路的出口处；

[0071] 原水泵 3，进水口与原水进水管路连接，出水口与进水管路连接；

[0072] 超滤产水泵 12，进水口通过管路与浸没式膜单元 5 的产水端连接，出水口通过管路分别连接到反渗透高压泵 14 的进水口和超滤膜区 4；

[0073] 反渗透高压泵 14，出水口与反渗透膜单元 15 的进水口连接；

[0074] 反渗透膜单元 15，反渗透浓水出口通过管路与反渗透循环管路泵 16 的进水口连接，反渗透循环管路泵 16 的出水口通过管路与反渗透膜单元 15 的进水口连接，反渗透膜单元 15 的反渗透产水出口直接通过管路连接产水箱 18，反渗透膜单元 15 的反洗出水口通过分支管路连接到清洗水箱 19 或超滤膜区 4；

[0075] 反渗透产水泵 21，进水口通过管路连接产水箱 18，出水口通过管路连接用水点；

[0076] 反洗泵 17，进水口通过管路分别连接产水箱 18 和清洗水箱 19，出水口通过管路分别连接反渗透膜单元 15 的反洗进水口和浸没式膜单元 5 的出水口（浸没式膜单元 5 的产水端）。

[0077] 在上述技术方案的基础上，如图 2 所示，还包括：

[0078] 原水加药口 1，设置在原水进水管路上；

- [0079] 原水开度调节阀 2, 设置在原水进水管路上且位于原水加药口 1 后面 ;
- [0080] 超滤膜区液位计 6, 设置在超滤膜区 4 中 ;
- [0081] 隔板 7, 设置在超滤膜区 4 和原水反应区 8 之间, 且超滤膜区 4 和原水反应区 8 在隔板 7 上方连通 ;
- [0082] 原水反应区 8, 设置在超滤膜区 4 旁边, 底部与超滤膜区 4 底部的进水管路和排水管路连通 ;
- [0083] 反应区加药口 9, 设置在原水反应区 8 的侧壁上 ;
- [0084] 溢流堰 10, 设置在原水反应区 8 上部, 在溢流堰 10 和原水反应区 8 间形成溢流区, 且溢流区通过管路连接到原水泵 3 的进水口 ;
- [0085] 反渗透加药口 13, 设置在反渗透高压泵 14 的进水管路上, 且位于超滤产水泵 12 连接超滤膜区 4 的分支管路的后面 ;
- [0086] 产水箱液位计 20, 设置在产水箱 18 中 ;
- [0087] 浓水开度调节阀 22, 进水口与反渗透循环管路泵 16 的出水口连接, 出水口与浓水排放点连接。
- [0088] 在上述技术方案的基础上, 本发明给出了一种上述的处理废水的膜精密过滤装置的应用, 包括以下废水处理步骤 :
- [0089] 原水泵 3 将至少已经过混凝沉淀预处理工艺的、浊度小于 5 的原水, 经过进水管路送入超滤膜区 4, 控制超滤膜区 4 中的液位高于浸没式膜单元 5 的顶部, 浸没式膜单元 5 的底端不进行曝气 ;
- [0090] 超滤膜区 4 中的原水通过浸没式膜单元 5 中的超滤膜过滤后成为超滤产水 ;
- [0091] 当超滤产水浊度大于设定的处理预期值时, 经过超滤产水泵 12 回流至超滤膜区 4 继续超滤处理 ; 当超滤产水浊度小于等于设定的处理预期值时, 经过超滤产水泵 12 后送入反渗透高压泵 14, 经反渗透高压泵 14 增压后的超滤产水进入反渗透膜单元 15 ;
- [0092] 超滤产水经反渗透膜单元 15 过滤后, 反渗透产水进入产水箱 18 并由反渗透产水泵 21 抽吸送往用水点 ; 反渗透浓水一部分经反渗透循环管路泵 16 回流至反渗透膜单元 15 的进水口, 另一部分排放掉或进入其他处理系统进行进一步处理。
- [0093] 在上述技术方案的基础上, 还包括以下在线清洗步骤 :
- [0094] 在线清洗时, 将浸没式膜单元 5 和反渗透膜单元 15 中所含的膜组件平均分为若干组, 每次按顺序仅清洗其中的一组, 其余各组则保持运行状态 ;
- [0095] 浸没式膜单元 5 在线清洗时, 所用的清洗液为产水箱 18 中的反渗透产水或清洗水箱 19 中清洗药剂的稀溶液 ; 清洗液由反洗泵 17 抽吸后, 由浸没式膜单元 5 产水端进入中空纤维膜内孔, 排入超滤膜区 4 ;
- [0096] 反渗透膜单元 15 在线清洗时, 所用的清洗液为产水箱 18 中的反渗透产水或清洗水箱 19 中清洗药剂的稀溶液, 清洗液由反洗泵 17 抽吸后, 由反渗透膜单元 15 的反洗进水口进入反渗透膜单元 15, 当使用的清洗液为产水箱 18 中的反渗透产水时, 清洗液由反渗透膜单元 15 的反洗出水口排出, 排入超滤膜区 4, 当使用的清洗液为清洗水箱 19 中清洗药剂的稀溶液时, 清洗液由反渗透膜单元 15 的反洗出水口排出, 回流至清洗水箱 19。
- [0097] 在上述技术方案的基础上, 当原水浊度大于等于 5 时, 增设原水反应区 8 和隔板 7, 废水处理步骤如下 :

[0098] 原水由超滤膜区 4 底部进入并从隔板 7 上方溢流至原水反应区 8, 浸没式膜单元 5 底端进行曝气操作, 通过反应区加药口 9 向原水反应区 8 内添加絮凝剂, 原水反应区 8 上端清液通过溢流堰 10 回到原水泵 3 的进水口。

[0099] 在上述技术方案的基础上, 当需要调节原水 pH 值时, 增设原水加药口 1, 通过原水加药口 1 加入酸液或碱液以调节原水的 pH 值。

[0100] 在上述技术方案的基础上, 当反渗透产水硬度较高时, 增设反渗透加药口 13, 通过反渗透加药口 13 加入阻垢剂以调节反渗透产水硬度。

[0101] 在上述技术方案的基础上, 当需要通过液位控制相应的泵频率和阀的开度时, 在超滤膜区 4 中设置超滤膜区液位计 6, 在产水箱 18 中设置产水箱液位计 20, 通过液位联锁相应的泵和阀, 控制液位在正常范围。

[0102] 在上述技术方案的基础上, 当需要自动控制原水进水量和浓水排放量时, 增设原水开度调节阀 2 和浓水开度调节阀 22, 通过调整原水开度调节阀 2 的开度, 控制原水进水量, 通过调整浓水开度调节阀 22 的开度, 控制浓水排放量。

[0103] 上述技术方案中所述的浸没式膜单元 5 的结构如图 3 所示, 采用中空纤维膜 23, 中空纤维膜 23 的材质可以是聚偏氟乙烯、聚砜、聚醚砜、聚丙烯、聚乙烯、聚丙烯腈、聚四氟乙烯中的一种或几种, 浸没式膜单元下端设有曝气头 24, 压缩空气通过曝气管路 27 进入曝气头进行曝气。浸没式膜单元共有 n ($n = 1, 2, \dots, 200$) 组超滤膜 UF1, UF2, ..., UF n , 根据处理水量可任意调整 n 的数值。浸没式膜单元顶端通过产水管路 25 和超滤产水泵 12 的进水口连接, 同时超滤清洗管路 26 由超滤产水端进入清洗超滤膜, 超滤清洗管路 26 另一端与反洗泵 17 连接。

[0104] 上述技术方案中所述的反渗透膜单元 15 的结构如图 4 所示, 反渗透膜单元采用卷式反渗透膜组件 28, 有 n ($n = 1, 2, \dots, 200$) 支膜壳 R01, R02, ..., R0 n , 根据处理水量可任意调整 n 的数值; 采用一级两段操作时, 前 m 支膜壳作为反渗透第一段, $m+1$ 至 n 支膜壳作为反渗透第二段。每支膜壳装有 2 ~ 6 支 4040 或 8040 卷式反渗透膜, 材质为芳香聚酰胺。反渗透进水管路 29 与反渗透高压泵 14 连接, 反渗透膜单元的反渗透产水出口 30 与产水箱 18 连接, 反渗透浓水出口 31 与反渗透循环管路泵 16 的进水口连接, 反渗透清洗管路 32 两端分别连接反渗透膜单元 15 的反洗进水口与反洗泵 17, 反渗透清洗液出水管路 33 一端连接反渗透膜单元 15 的反洗出水口, 另一端通过分支管路连接到清洗水箱 19 或超滤膜区 4。

[0105] 上述技术方案中需要使用的阀门包括手动球阀、两通 (三通) 电磁阀、气动蝶阀、电动开度调节阀、取样阀等, 可通过手动或自动控制实现开启和闭合或开度调节, 均可采用现有技术实现, 本文不再详述。

[0106] 上述技术方案中需要使用的测量仪表包括 pH 计、电导仪、浊度仪、氧化还原电位仪、流量计、压力传感器、压力表、液位计等, 均可采用现有技术实现, 本文不再详述。

[0107] 本发明所述装置可用自动控制器完成操控, 使用的自动控制器可选用市售成品可编程程序控制器 (PLC), 可实现对整个操作过程的自动控制和人工设定, 可设定膜单元正常运行和清洗时间间隔, 可设定各阀门开启和关闭状态以及开度, 可设定各水泵的运行流量和压力, 均可采用现有技术实现, 本文不再详述。

[0108] 本发明在具体实施时, 原水反应区可进行混凝、絮凝等反应, 也可只做简单重力沉降处理。浸没式膜单元和反渗透膜单元可以同时运行, 也可以单独运行。浸没式膜单元和

反渗透膜单元的运行数量都可以根据处理量进行更改。浸没式膜单元采用恒流操作或恒压操作方式,操作负压范围为 0.01 ~ 0.09MPa,例如:操作负压可以为 0.01MPa、0.02MPa、0.03MPa、0.04MPa、0.05MPa、0.06MPa、0.07MPa、0.08MPa 或 0.09MPa;更优的操作负压为 0.02 ~ 0.06MPa。浸没式膜单元下端可以进行曝气,也可以不进行曝气。超滤原水进口、原水反应区、反渗透高压泵前加药口可以进行加药操作,也可以封闭。反渗透可以采用并联操作,也可以采用两段串联操作,一二段串联比一般可设置 1 : 1 至 3 : 1,更优的比例为 2 : 1。反渗透膜单元采用恒流操作或恒压操作方式,操作压力范围为 0.5 ~ 2.5MPa,例如:操作压力可以为 0.5MPa、0.6MPa、0.7MPa、0.8MPa、0.9MPa、1.0MPa、1.1MPa、1.2MPa、1.3MPa、1.4MPa、1.5MPa、1.6MPa、1.7MPa、1.8MPa、1.9MPa、2.0MPa、2.1MPa、2.2MPa、2.3MPa、2.4MPa 或 2.5MPa;更优的操作压力为 0.6 ~ 2.0MPa。

[0109] 本发明所述的处理废水的膜精密过滤装置,给出了一种采用浸没式超滤-反渗透耦合方式的膜过滤装置及其在处理废水中的应用。由于实现了超滤产水直接进入反渗透膜单元而无需中间水箱、保安过滤器等中间环节,具有较高 COD 的污水通过超滤过滤后没有滋生微生物的时间和空间,只要这种污水中不含容易吸附在反渗透膜上的有机物,则高 COD 废水不会对反渗透膜造成严重污染。由于省去了超滤前处理以及超滤反渗透连接中的诸多步骤,本发明的工艺较传统工艺大大简化了。由于超滤产水能直接进入反渗透膜单元,微生物不会在此环节滋生,因此超滤前的氧化性杀菌剂和反渗透进水前的还原剂都可以不再添加,能大大降低运行费用。由于使用了浸没式膜单元,采用低压抽吸负压方式操作,能耗较一般压力式超滤要低。由于采用反渗透产水对超滤膜进行清洗,清洗水质好,避免了超滤产水端的污堵。

[0110] 本发明所述装置可用于预处理后 COD 较低的有机废水,也可处理水质较差未经生化处理的高浓度有机废水。这种高浓度有机废水所应该具有的特点是:其有机成分基本不具备可生化性 (BOD/COD 小于 0.2),其中含有的有机成分不与反渗透膜功能层发生化学反应或严重吸附。

[0111] 本发明具有以下有益效果:

[0112] 采用本发明的浸没式膜单元代替传统压力式组件,既可处理达标污水,也可以处理高 COD 的废水,并能减少占地面积。浸没式膜单元运行时,采用抽负压方式,运行压力较压力式组件更低,膜污染程度较轻。

[0113] 与目前在 MBR 中应用的浸没式膜单元相比,在水质较好、浊度较低情况下采用水提方式代替曝气擦洗,可以大大降低能耗。在水质较差、浊度较高情况下,通过反应区中进行的处理以及水流的内循环流动冲刷,能较大程度地降低膜污染。

[0114] 实现了超滤与反渗透装置的耦合连续操作,省去了中间水箱和保安过滤器,无需添加杀菌剂,不仅减少占地面积,大大降低了药剂和耗材成本,在操作效果上还能有效的控制反渗透膜的微生物污染。

[0115] 超滤膜的反洗水采用反渗透产水,清洗水质较好,能避免造成反洗端的膜污染。

[0116] 反渗透膜单元操作方式可方便切换,既可实现一级一段并联操作,也可实现一级两段操作。

[0117] 反渗透膜单元可通过增加反渗透浓水回流量来提高系统回收率,部分反渗透浓水通过反渗透循环管路泵回流到反渗透膜入口前,提高了反渗透膜膜面流速,有利于降低反

渗透膜污染,同时还避免了高压浓水的能量浪费。

[0118] 本发明的膜精密过滤装置结构简单,连接件少,自动控制程度高,适合工业化放大。

[0119] 综上所述,本发明所述的处理废水的膜精密过滤装置适合各种工业废水和市政废水的处理,处理对象可以是经过生化、高级氧化处理的达标废水,也可以是未经达标处理的高浓度有机废水;本装置的反渗透产水可以实现回用,反渗透浓水可以排放或进一步深化处理。本发明所述的处理废水的膜精密过滤装置容易实现放大,可适应各种不同规模的水处理工程项目。本发明在浸没式膜部分采用水提部分代替曝气降低能耗,采用水流内循环降低膜污染。所述膜精密过滤装置可以实现超滤反渗透的连续进水产水,无需超滤中间水箱和保安过滤器,可以降低反渗透膜的微生物污染。所述膜精密过滤装置可以实现一级一段并联操作和一级两段串联操作,可以通过浓水回流至反渗透高压泵前提高系统回收率并降低能耗。所述膜精密过滤装置具有在线自动清洗功能,可以对超滤膜和反渗透膜进行在线的清洗或化学加强清洗。所述膜精密过滤装置可用于达标废水的回用以及高浓度有机废水的浓缩和回用。

[0120] 以下为本发明的具体实施例:

[0121] 实施例 1

[0122] 膜精密过滤装置的组成包括原水开度调节阀 2,原水泵 3,超滤膜区 4,浸没式膜单元 5,超滤膜区液位计 6,排泥口 11,超滤产水泵 12,反渗透高压泵 14,反渗透膜单元 15,反渗透循环管路泵 16,反洗泵 17,产水箱 18,清洗水箱 19,产水箱液位计 20,反渗透产水泵 21,浓水开度调节阀 22。

[0123] 膜精密过滤装置原水为经过混凝、生化处理和盘式过滤器过滤的废水,COD 值小于 50,浊度值为 3,生化后废水中 BOD/COD 值小于 0.1,硬度小于 100mg/L,水流量为 12t/h。原水经原水泵 3 由超滤膜区 4 底端进入。

[0124] 所用浸没式膜单元共 4 组 (UF1 ~ UF4),每组膜面积为 120m²,总膜面积为 480m²。进行超滤操作时,正常产水情况下原水泵 3 和超滤产水泵 12 同时开启。当超滤膜区 4 水位低于控制低值时,原水泵 3 继续开启,超滤产水泵 12 和反渗透高压泵 14 关闭;当超滤膜区 4 水位高于控制高值时,原水泵 3 关闭,超滤产水泵 12 和反渗透高压泵 14 继续开启。浸没式膜单元 5 操作方式为恒流操作,超滤产水泵 12 抽吸负压压力为 0.02MPa ~ 0.03MPa。污水经浸没式膜单元 5 过滤后,当超滤产水浊度低于或等于设定值时,超滤产水继续进入反渗透膜单元 15;当超滤产水浊度大于设定值时,超滤产水回流至超滤膜区 4,反渗透高压泵 14 关闭。膜区底端连续或间歇排放沉积物至排泥口 11。

[0125] 所用反渗透膜单元 15 共有 4 支反渗透膜壳 (R01 ~ R04),每支膜壳装有 4 根 8040 苦咸水反渗透组件。超滤产水进反渗透流量为 12t/h,浓水回流量为 20t/h,浓水排放量 2t/h。控制单组反渗透膜回收率 30%左右,控制系统总回收率 80%左右。进行反渗透操作时,超滤产水经反渗透高压泵 14 加压后,进入反渗透膜单元 15。反渗透膜单元采用恒流操作,反渗透操作压力为 0.6MPa ~ 1.2MPa。正常产水时,4 组反渗透组件并联运行。反渗透产水流量为 10t/h,产水进入反渗透产水箱 18,反渗透产水泵 21 开启,反渗透产水供往用水点。反渗透浓水流量为 22t/h,反渗透循环管路泵 16 开启,反渗透浓水回流量和排放量比例由浓水开度调节 22 控制,其中循环回流至反渗透膜前流量为 20t/h,排放或做进一步处理流

量为 2t/h。

[0126] 浸没式膜单元 5 的自动清洗程序设置如下。正常运行时间长度为 T_0 。超滤膜组件 UF1 清洗时间长度为 T_1 ；清洗时，UF1 停止产水，其余 3 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF2 清洗时间长度为 T_2 ；清洗时，UF2 停止产水，其余 3 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF3 清洗时间长度为 T_3 ；清洗时，UF3 停止产水，其余 3 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF4 清洗时间长度为 T_4 ；清洗时，UF4 停止产水，其余 3 组超滤膜组件运行状态不变。反洗泵 17 开启，清洗流量为 6t/h。清洗液由产水端进入膜丝内部，直接排入超滤膜区 4。清洗液可能是反渗透产水或药剂的一种或几种。 T_0 至 T_4 为一完整的运行周期，当使用的清洗液为一种以上时，按次序设置每一清洗周期内使用的清洗液。

[0127] 反渗透膜单元 15 的自动清洗程序设置如下。正常运行时间长度为 T_0' 。反渗透组件 R01 清洗时间长度为 T_1' ；清洗时，反渗透组件 R01 停止产水，其余 3 组反渗透运行状态不变。反渗透组件 R02 清洗时间长度为 T_2' ；清洗时，反渗透组件 R02 停止产水，其余 3 组反渗透运行状态不变。反渗透组件 R03、清洗时间长度为 T_3' ；清洗时，反渗透组件 R03 停止产水，其余 3 组反渗透运行状态不变。反渗透组件 R04 清洗时间长度为 T_4' ；清洗时，反渗透组件 R04 停止产水，其余 3 组反渗透运行状态不变。反洗泵 17 开启，清洗流量为 10t/h，压力小于 0.2MPa。清洗液由反渗透组件浓水端进入，由反渗透膜单元进水端排出。当清洗液为反渗透产水时，排出的清洗液回流至超滤膜区 4。当清洗液为药剂时，清洗液回流至清洗水箱 19。 T_0' 至 T_4' 为一完整的运行周期，当使用的清洗液为一种以上时，按次序设置每一清洗周期内使用的清洗液。

[0128] 实例 2

[0129] 膜精密过滤装置的组成包括原水加药口 1，原水开度调节阀 2，原水泵 3，超滤膜区 4，浸没式膜单元 5，超滤膜区液位计 6，隔板 7，原水反应区 8，反应区加药口 9，溢流堰 10，排泥口 11，超滤产水泵 12，反渗透加药口 13，反渗透高压泵 14，反渗透膜单元 15，反渗透循环管路泵 16，反洗泵 17，产水箱 18，清洗水箱 19，产水箱液位计 20，反渗透产水泵 21，浓水开度调节阀 22。

[0130] 膜精密过滤装置原水为高浓度有机废水，其中含有较多悬浮物和胶体，浊度值为 8，COD 值大于 2000，其中 BOD/COD 值小于 0.2，废水未经生化、混凝处理，硬度大于 500mg/L，水流量为 40t/h。在原水进入精密过滤装置前，通过原水加药口 1 投加适量酸碱调节 pH。原水经原水泵 3 由超滤膜区 4 底端进入，控制液位高于隔板 7 和溢流堰 10 高度，超滤膜区 4 原水溢流至原水反应区 8。原水反应区内由加药口 9 加入适量絮凝剂，上清液由溢流堰 10 回流至原水泵 3 前。膜区和反应区底端连续或间歇排放沉积物至排泥口 11。浸没式膜单元 5 下端进行连续曝气操作。

[0131] 所用浸没式膜单元共 8 组 (UF1 ~ UF8) 膜组件，每组膜面积为 200m²，总膜面积为 1600m²。超滤运行方法同实例一。

[0132] 所用反渗透膜单元件共有 8 支膜壳 (R01 ~ R08)，每支膜壳装有 4 根 8040 苦咸水反渗透组件。超滤产水进反渗透流量为 40t/h，浓水回流量为 40t/h，浓水排放量 20t/h。控制单组反渗透膜回收率 25% 左右，控制系统总回收率 50% 左右。进行反渗透操作时，反渗透加药口 13 连续添加阻垢剂。超滤产水经反渗透高压泵 14 加压后，进入反渗透膜单元。反渗透膜单元采用恒流操作，反渗透操作压力为 0.7MPa ~ 1.2MPa。正常产水时，8 组反渗透

组件并联运行。反渗透产水流量为 20t/h,产水进入反渗透产水箱 18,反渗透产水泵 21 开启,反渗透产水供往用水点。反渗透浓水流量为 60t/h,反渗透循环管路泵 16 开启,反渗透浓水回流量和排放量比例由浓水开度调节阀 22 控制,其中循环回流至反渗透膜前流量为 40t/h,排放或做进一步处理流量为 20t/h。

[0133] 浸没式超滤膜单元的自动清洗程序设置如下。正常运行时间长度为 T_0 。超滤膜组件 UF1 ~ UF2 清洗时间长度为 T_1 ;清洗时,UF1 ~ UF2 停止产水,其余 6 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF3 ~ UF4 清洗时间长度为 T_2 ;清洗时,UF3 ~ UF4 停止产水,其余 6 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF5 ~ UF6 清洗时间长度为 T_3 ;清洗时,UF5 ~ UF6 停止产水,其余 6 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF7 ~ UF8 清洗时间长度为 T_4 ;清洗时,UF7 ~ UF8 停止产水,其余 6 组超滤膜组件运行状态不变。反洗泵 17 开启,清洗流量为 20t/h。清洗液由产水端进入膜丝内部,直接排入超滤膜区 4。清洗液可能是反渗透产水或药剂的一种或几种。 T_0 至 T_4 为一完整的运行周期,当使用的清洗液为一种以上时,按次序设置每一清洗周期内使用的清洗液。

[0134] 反渗透膜的自动清洗程序设置如下。正常运行时间长度为 T_0' 。反渗透组件 R01 ~ R02 清洗时间长度为 T_1' ;清洗时,反渗透组件 R01 ~ R02 停止产水,其余 6 组反渗透运行状态不变。反渗透组件 R03 ~ R04 清洗时间长度为 T_2' ;清洗时,反渗透组件 R03 ~ R04 停止产水,其余 6 组反渗透运行状态不变。反渗透组件 R05 ~ R06 清洗时间长度为 T_3' ;清洗时,反渗透组件 R05 ~ R06 停止产水,其余 6 组反渗透运行状态不变。反渗透组件 R07 ~ R08 清洗时间长度为 T_4' ;清洗时,反渗透组件 R07 ~ R08 停止产水,其余 6 组反渗透运行状态不变。反洗泵 17 开启,清洗流量为 25t/h,压力小于 0.2MPa。清洗液由反渗透组件浓水端进入,由反渗透组件进水端排出。当清洗液为反渗透产水时,排出的清洗液回流至超滤膜区 4。当清洗液为药剂时,清洗液回流至清洗水箱 19。 T_0' 至 T_4' 为一完整的运行周期,当使用的清洗液为一种以上时,按次序设置每一清洗周期内使用的清洗液。。

[0135] 实例 3

[0136] 膜精密过滤装置的组成包括原水开度调节阀 2,原水泵 3,超滤膜区 4,浸没式膜单元 5,超滤膜区液位计 6,排泥口 11,超滤产水泵 12,反渗透高压泵 14,反渗透膜单元 15,反渗透循环管路泵 16,反洗泵 17,产水箱 18,清洗水箱 19,产水箱液位计 20,反渗透产水泵 21,浓水开度调节阀 22。

[0137] 膜精密过滤装置原水为经过混凝、生化处理和盘式过滤器过滤的废水,COD 值小于 20,生化后废水中 BOD/COD 值小于 0.2,水流量为 100t/h。原水经原水泵 3 由超滤膜区 4 底端进入。

[0138] 所用浸没式膜单元共 8 组 (UF1 ~ UF8)。每组膜面积 500m^2 ,总膜面积为 4000m^2 。超滤运行方法同实例一。

[0139] 反渗透膜单元共有 30 支膜壳 (R01 ~ R030),每支膜壳装有 4 根 8040 苦咸水反渗透组件。反渗透采用一级两段串联操作时,设置一二段串联比为 2 : 1。超滤产水进反渗透流量为 100t/h,浓水回流量为 25t/h,浓水排放量 20t/h。控制反渗透膜一级两段总回收率 64%左右,控制系统总回收率 80%左右。进行反渗透操作时,超滤产水经反渗透高压泵 14 加压后,进入反渗透膜单元 15。反渗透膜单元采用恒流操作,反渗透操作压力为 0.6MPa ~ 1.2MPa。正常产水时,R01 ~ R021 作为反渗透操作第一段,R021 ~ R030 作为反渗透操作第

二段。反渗透产水流量为 80t/h,产水进入反渗透产水箱 19,反渗透产水泵 21 开启,反渗透产水供往用水点。反渗透浓水流量为 45t/h,反渗透循环管路泵 16 开启,反渗透浓水回流量和排放量比例由开度调节阀控制,其中 25t/h 循环回流至反渗透膜前,20t/h 排放或做进一步处理。

[0140] 浸没式膜单元的自动清洗程序设置如下。正常运行时间长度为 T_0 。超滤膜组件 UF1-UF2 清洗时间长度为 T_1 ;清洗时,UF1-UF2 停止产水,其余 6 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF3-UF4 清洗时间长度为 T_2 ;清洗时,UF3-UF4 停止产水,其余 6 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF5-UF6 清洗时间长度为 T_3 ;清洗时,UF5-UF6 停止产水,其余 6 组超滤膜组件运行状态不变。超滤膜组件 UF7-UF8 清洗时间长度为 T_4 ;清洗时,UF7-UF8 停止产水,其余 6 组超滤膜组件运行状态不变。反洗泵 17 开启,清洗流量为 100t/h。清洗液由产水端进入膜丝内部,直接排入超滤膜区 4。清洗液可能是反渗透产水或药剂的一种或几种。 T_0 至 T_4 为一完整的运行周期,当使用的清洗液为一种以上时,按次序设置每一清洗周期内使用的清洗液。

[0141] 反渗透膜的自动清洗程序设置如下。正常运行时间长度为 T_0' 。反渗透组件 R01 ~ R05 清洗时间长度为 T_1' ;清洗时,反渗透组件 R01 ~ R05 停止产水,其余反渗透组件运行状态不变。反渗透组件 R06 ~ R010 清洗时间长度为 T_2' ;清洗时,反渗透组件 R06 ~ R010 停止产水,其余反渗透组件运行状态不变。反渗透组件 R011 ~ R015 清洗时间长度为 T_3' ;清洗时,反渗透组件 R011 ~ R015 停止产水,其余反渗透组件运行状态不变。反渗透组件 R016 ~ R020 清洗时间长度为 T_4' ;清洗时,反渗透组件 R016 ~ R020 停止产水,其余反渗透组件运行状态不变。反渗透组件 R021 ~ R025 清洗时间长度为 T_5' ;清洗时,反渗透组件 R021 ~ R025 停止产水,其余反渗透组件运行状态不变。反渗透组件 R026 ~ R030 清洗时间长度为 T_6' ;清洗时,反渗透组件 R026 ~ R030 停止产水,其余反渗透组件运行状态不变。反洗泵 17 开启,反洗流量为 80t/h,压力小于 0.2MPa。清洗液由反渗透膜单元浓水端进入,由反渗透膜单元进水端排出。当清洗液为反渗透产水时,排出的清洗液回流至超滤膜区 4。当清洗液为药剂时,清洗液回流至清洗水箱 19。 T_0' 至 T_6' 为一完整的运行周期,当使用的清洗液为一种以上时,按次序设置每一清洗周期内使用的清洗液。

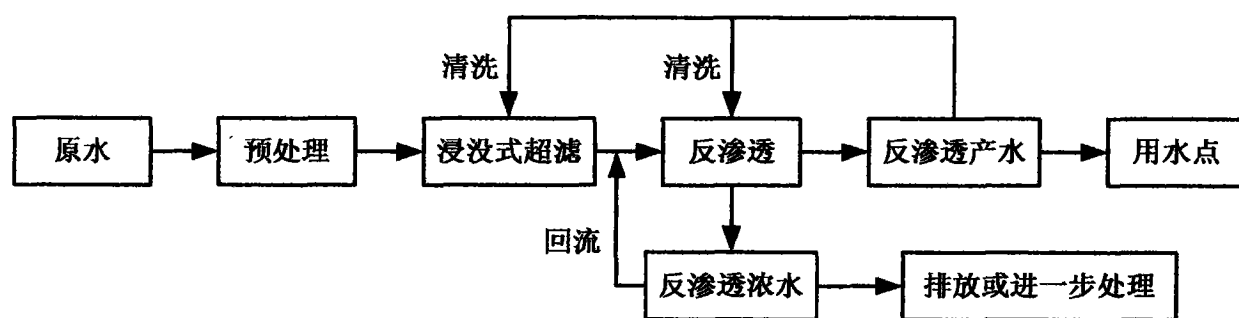


图 1

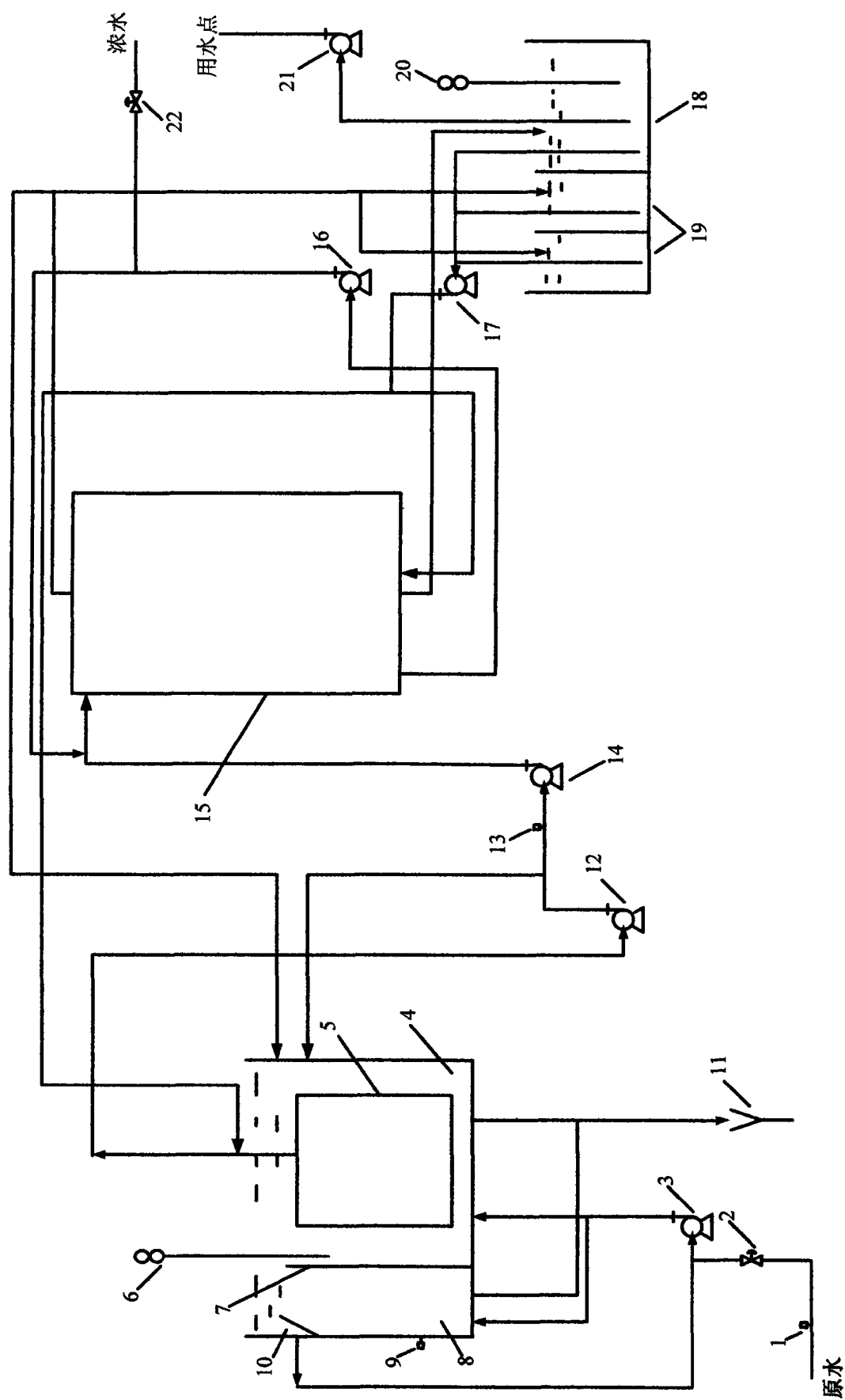


图 2

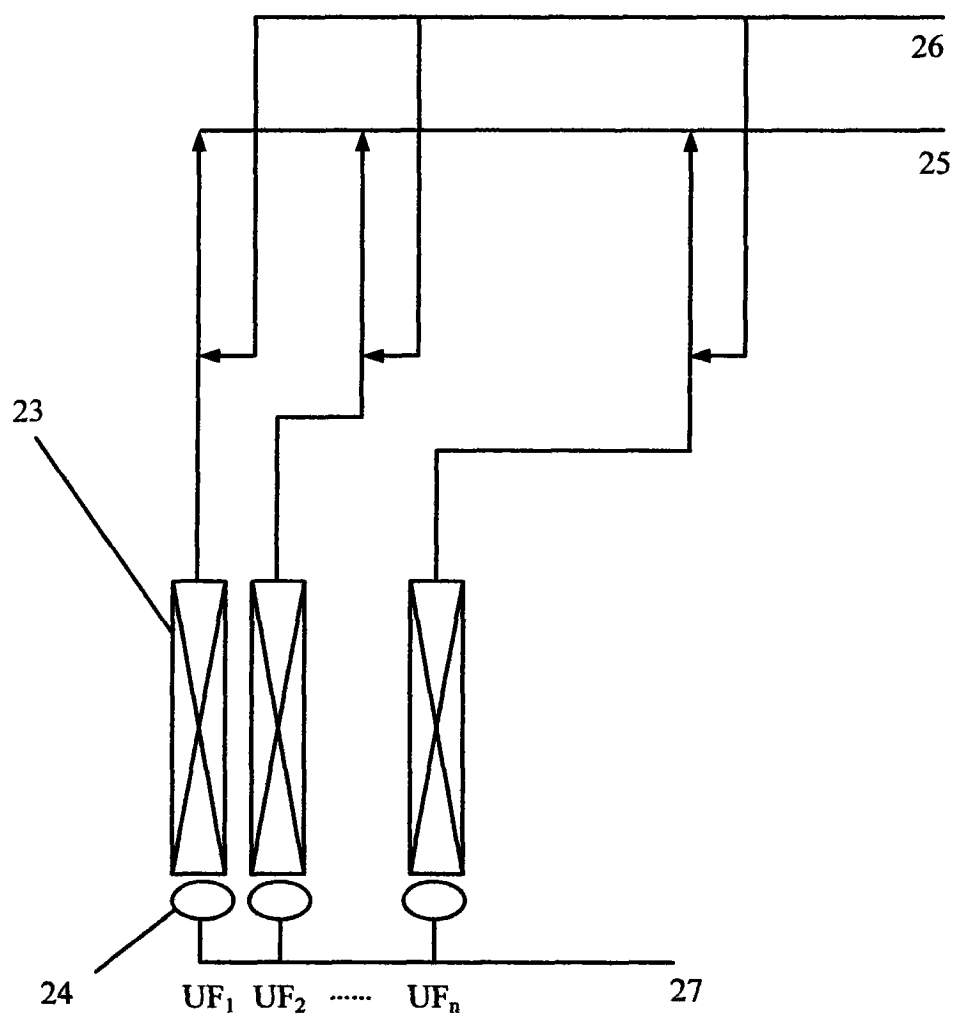


图 3

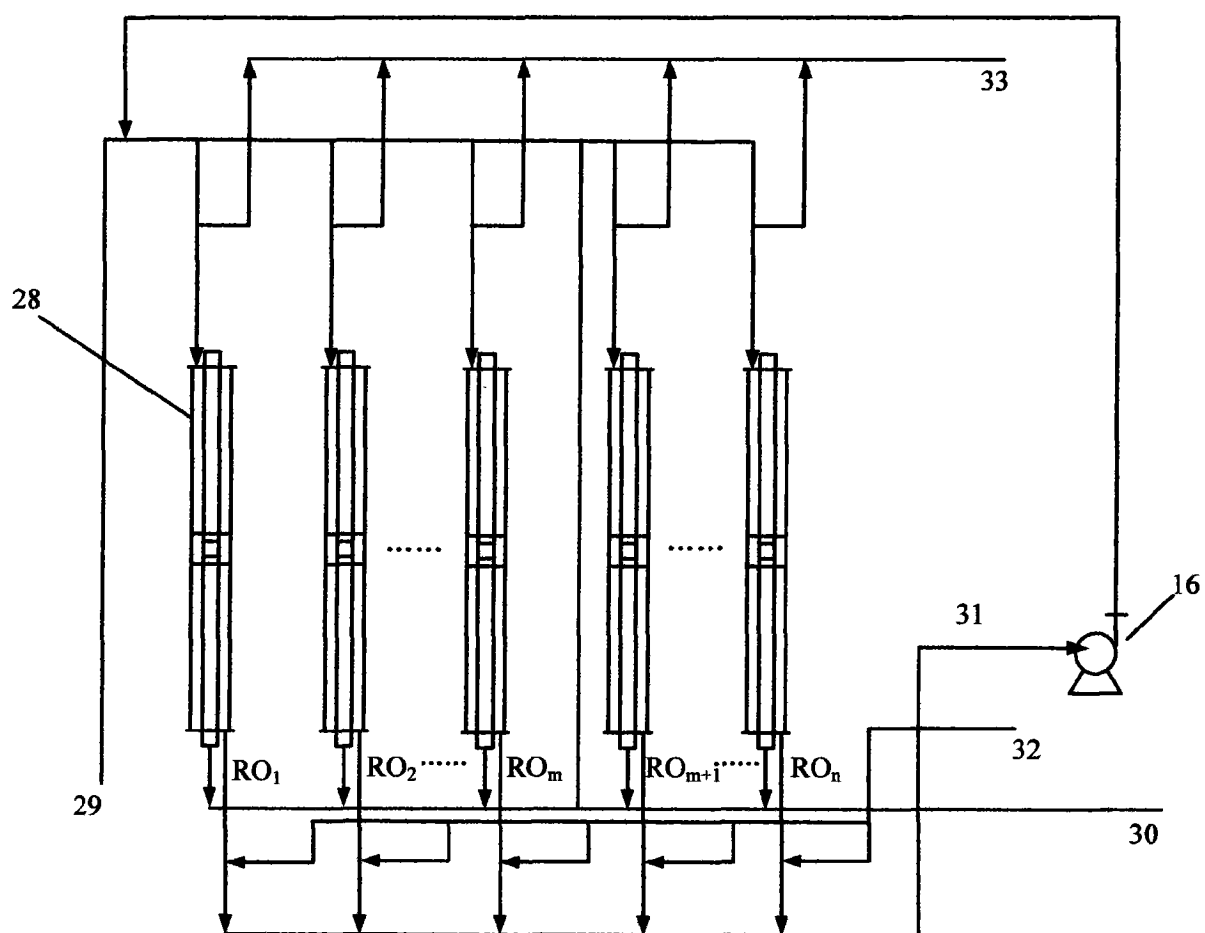


图 4