



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102452760 B

(45) 授权公告日 2013. 07. 03

(21) 申请号 201010511439. 2

(22) 申请日 2010. 10. 19

(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 孙杰 刘正

(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 9/14 (2006. 01)

C02F 3/30 (2006. 01)

C02F 1/44 (2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101143755 A, 2008. 03. 19, 说明书具体实
施方式.

CN 201338974 Y, 2009. 11. 04, 说明书第 5 页
第 3 段 - 第 7 页第 1 段及附图 1.

CN 101219836 A, 2008. 07. 16, 说明书第 1 页
第 7 段 - 第 2 页第 11 段及附图 1.

JP 54158057 A, 1979. 12. 13, 全文.

DE 2549882 A1, 1976. 05. 13, 全文.

JP 53053156 A, 1978. 05. 15, 全文.

JP 61086986 A, 1986. 05. 02, 全文.

CN 101269903 A, 2008. 09. 24, 全文.

审查员 刘冬梅

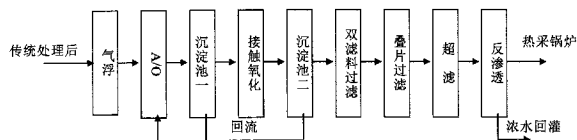
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54) 发明名称

一种油田采出水回用的处理方法

(57) 摘要

本发明涉及一种油田采出水的回用处理方法, 包括气浮、生化、过滤、超滤、反渗透等步骤。对油田采出水进行生化处理, 可以有效降低废水中易造成膜污染的有机物、石油类、低聚物含量, 生化后出水次序经双滤料过滤器和碟片过滤器去除部分悬浮物, 进入超滤装置, 超滤采用强制循环和错流过滤方式运行, 并运行设计常规反洗和加药反洗, 超滤出水进入反渗透装置, 反渗透设计定时低压正冲和定期杀菌, 反渗透产水回用做高品质的热采锅炉用水, 反渗透的浓水采用回灌处理, 气浮、生化、过滤和特殊的膜运行方式可有效地延长超滤膜和反渗透膜的清洗周期和寿命。此种工艺具有处理效率高、经济、稳定的特点。



1. 一种油田采出水回用的处理方法,依次包括以下步骤:

(1) 采油污水经原油脱水和两级重力沉降后出水,进入气浮除油、除悬浮物后,石油类、COD 和悬浮物分别降为 $8 \sim 20\text{mg/l}$ 、 $600 \sim 1800\text{mg/l}$ 、 $10 \sim 80\text{mg/l}$

(2) 气浮出水进入活性污泥法的水解酸化 (A) 和好氧池 (O),水解酸化池投加组合菌,所述组合菌由脱硫弧菌属 (Desulfovibrio)、肠杆菌属 (Enterobacter)、梭菌属 (Clostridium)、脱硫肠状菌属 (Desulfotomaculum)、泛菌属 (Pantoea) 细菌等重比例组合而成,水解酸化后,再进入好氧池

(3) 好氧池出水进入沉淀池,沉淀池出水水质为:COD $300 \sim 900\text{mg/l}$ 、石油类 $1 \sim 8\text{mg/l}$,沉淀的活性污泥部分回流至水解酸化池

(4) 沉淀池出水进入接触氧化池,接触氧化池也投加步骤 (2) 所述组合菌,接触氧化池内装有加密的组合填料

(5) 接触氧化池出水进入沉淀池,采用辐流式沉淀池,沉淀池出水水质为:COD $100 \sim 350\text{mg/l}$ 、石油类 $0.2 \sim 3\text{mg/l}$,悬浮物 $10 \sim 30\text{mg/l}$,沉淀的活性污泥按照 $5 \sim 15\%$ 的回流比,回流至水解酸化池

(6) 沉淀池出水进入双滤料过滤器,双滤料过滤器进水处投加次氯酸钠杀菌,过滤器滤料为核桃壳和无烟煤,出水悬浮物 $3 \sim 10\text{mg/l}$

(7) 双滤料过滤器出水进入碟片过滤器,碟片过滤器出水水质为:COD $100 \sim 300\text{mg/l}$ 、石油类 $0.1 \sim 2\text{mg/l}$,浊度 $1 \sim 5\text{mg/l}$

(8) 碟片过滤器出水进入内压式超滤装置,超滤的过膜通量为 $15 \sim 40\text{L/m}^2 \cdot \text{h}$,超滤采用强制循环和错流过滤方式运行;强制循环比(循环量:进水量)为 $1.3 \sim 2.2 : 1$;错流比(错流量:进水量)为 $0.1 \sim 0.3 : 1$

(9) 超滤膜出水进入反渗透装置,采用两支 DOW 化学的抗污染反渗透膜 -BW30-400FR,并联运行,强制循环;反渗透膜出水作为油田热采锅炉补水,反渗透浓水直接进入油田集输站污水回灌管网,回灌地下。

2. 根据权利要求 1 所述的处理方法,所述步骤 (2) 中,水解酸化进水量为 $3\text{m}^3/\text{h}$,水力停留时间为 $10 \sim 12\text{h}$,好氧池水力停留时间为 $12 \sim 15\text{h}$,设计气水比为 $10 \sim 40 : 1$ 。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的处理方法,所述步骤 (3) 和步骤 (5) 中,沉淀池上升流速为 $1 \sim 1.2\text{m/h}$ 。

4. 根据权利要求 1 所述的处理方法,所述步骤 (4) 中,接触氧化池水力停留时间为 $12 \sim 18\text{h}$ 。

5. 根据权利要求 1 所述的处理方法,所述步骤 (6) 中,双滤料过滤器滤速为 $6 \sim 8\text{m/h}$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的处理方法,所述步骤 (7) 中采用 $50\mu\text{m}$ 的碟片过滤器。

7. 根据权利要求 1 所述的处理方法,所述步骤 (8) 中,超滤膜通量为 $15 \sim 40\text{L/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

8. 根据权利要求 1 所述的处理方法,所述步骤 (9) 中,反渗透通量为 $10 \sim 25\text{L/m}^2 \cdot \text{h}$ 。

一种油田采出水回用的处理方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工业废水处理技术领域,具体涉及了一种油田采出水深度处理回用的方法。

背景技术

[0002] 在石油开采过程中,采出的原油含有大量的水,经过油气分离和脱水处理后将水分分离出来,分离后的污水称为油田采出水。以往通常是将油田采出水经处理后,全部注水驱油或回注到地层,基本不外排。但目前我国各大油田大都进入油田建设的中、后期,为提高油田采收率,随着热采、注聚合物采油等技术的使用,部分油田采出水水含量高达 90% 以上,使剩余污水量越来越大,大部分废水需要外排,同时原油采出液发生更加复杂的变化,处理难度加大,尤其是注聚采出水,使得油田采出水普遍具有以下特点:水量大、石油类高、悬浮物高、矿化度高、硬度高、二氧化硅高、剪度高(尤其后期采出水)、药剂剪剪高,剪剪剪剪。而热采、注聚合物采油又需要补充大量的除盐水和新鲜水,因此,油田采出水处理回用的问题显得尤为重要。

[0003] 目前,企业的油田采出水处理工艺主要是将污水经处理后回注地下而设计的,污水处理的主要目的是用于回注地下进行驱油,处理目标是去除污水中的主要污染物油、悬浮物以及对管线、设备有腐蚀作用和结垢倾向的微生物和金属离子等,所采用的处理方法以物理法和物化法为主,多数采用隔油除油-混凝或沉淀-过滤三段处理工艺。近年来,开始研究并使用水力旋流、浮选等方法,也对单元设备进行改进和研究,以提高其处理效率和适应聚驱采出水的处理,出现了横向流除油器、双层滤料过滤罐、悬浮污泥床过滤器、精细过滤器等多种新型处理设备。在处理工艺流程上,逐步将重力过滤的处理流程改为压力过滤的处理流程,有时为了提高污水的处理深度,采用两级过滤、甚至三级过滤。但由于三采采油的原因,上述处理工艺流程很难有效控制出水中的油和悬浮物含量,油田采出水处理所普遍使用的处理工艺流程已不能适应污水达标外排和回注的需求。

[0004] 因此现阶段油田采出水尝试经上述工艺处理后,在考虑其经济和可操作性前提下,再采用以下处理工艺路线:第一段采用气浮或沉降的方法进一步去除废水中石油类和部分有机物;第二段采用生化法和高级氧化法,生化法如水解酸化+好氧法或生物氧化塘等生物处理的方法进一步去除采油废水中的有机物,也有针对油田采出水的水质特点,采用联合菌群处理有机物的工艺,而高级氧化法主要是依靠能够产生高活性 $\cdot\text{OH}$ 的化学药剂,如化学氧化药剂双氧水或 KMnO_4 ,但大都处于初期研究阶段,并且处理费用高;对于回注要求严格和外排水质要求严格的采油废水,在第三段采用人工湿地、活性炭吸附、滤料过滤、树脂除盐、膜过滤等深度处理技术。但以上这些方法存在技术、经济等多种缺陷,如隔油只能去除大粒径的油珠,不能去除水中乳化油和溶解油;气浮法要加破乳剂,且油不易回收;活性炭吸附法剪剪高,活性炭不易再生等,树脂除盐后水回用做热采锅炉用水,存在树脂污染严重、再生周期和寿命短,剪剪高,膜过滤导致膜污染严重,膜使用效果下降和膜寿命短的问题,致使目前大多数油田采出水处理后无法回注而只能外排。

[0005] 而我国是稠油资源丰富的国家之一,现已探明稠油储量为 14 亿吨,约占我国原油储量的 28%,因而提高稠油采收率,是油田建设中增产、稳产、激产、提高整体原油采收率的极为重要的步骤。但稠油需要采用热采锅炉注蒸汽采取,而热采锅炉对水质提出了较高要求,并且随着热采动用储量的扩大,耗用淡水量越来越大,在消耗大量宝贵淡水资源的同时,国内油田进入特高含水期,原油开采过程中又产生大量油田采出水,成为造成油田采出水富余问题的重要原因之一。

发明内容

[0006] 本发明要解决的技术问题是提供一种油田采出水的处理回用的方法,通过气浮有效地去除油和悬浮物,经强化生物处理,克服现有技术中存在的处理效率低、出水水质差等问题,将污染膜的有机物、低聚物、石油类等通过生化处理尽可能的降低,再经特殊控制工艺的超滤和反渗透,降低超滤膜和反渗透膜的污染,确保超滤和反渗透的使用效果和寿命,反渗透出水回用做高品质的热采锅炉用水。

[0007] 本发明的技术方案是:

[0008] 油田采出水经传统的传统处理工艺除油-混凝沉淀方法处理(邓秀英,油田采出水处理技术综述,《工业用水与废水》Vo. 30 NO. 2 1999,7~9)后,废水水质:COD_{Cr} 900~2200mg/l、石油类 20~60mg/l,氯离子 5000~8500mg/l,溶硅 60~100mg/l,总硬度(以 CaCO₃ 计)800~1000mg/l,电导率 10~25mS/cm,悬浮物 60~120mg/l。

[0009] 本发明油田采出水回用的处理方法,包括以下步骤:

[0010] (1) 采油污水加破乳剂经原油脱水,加絮凝剂经两级重力沉降后出水,进入气浮除油、除悬浮物后,石油类、COD 和悬浮物分别降为 8~20mg/l、600~1800mg/l、10~80mg/l,石油类降低后可大幅降低后继生化负担和石油类膜污染。

[0011] (2) 气浮出水进入活性污泥法的水解酸化(A)和好氧池(O),水解酸化池和好氧池投加适合处理油田采出水的高效除油、断链除低聚物的专性组合菌,此专性组合菌主要由脱硫弧菌属(Desulfovibrio)、肠杆菌属(Enterobacter)、梭菌属(Clostridium)、脱硫肠状菌属(Desulfotomaculum)、泛菌属(Pantoea)细菌组合而成,可以自制(一般是从自然界或从处理系统中筛选出高效菌株),也可以从市面上购买商品化的微生物制剂,按等重比例混合即可(最好直接购买已经复配好了的工程菌制剂)。使用前激活,将活性污泥与混合菌进行复配,复配后活性污泥投加入水解酸化池和好氧池,水解酸化将低聚物断链,增加其 BOD/COD 比后,再进入好氧池初步去除污水中的部分石油类和有机物。

[0012] (3) 好氧池出水进入沉淀池,上升流速 1.8m/h,沉淀池出水水质为:COD 300~900mg/l、石油类 1~8mg/l,沉淀的活性污泥部分回流至水解酸化池。

[0013] (4) 沉淀池出水进入接触氧化池,接触氧化池也投加步骤(2)所述复配后活性污泥。接触氧化池内装有加密的组合填料。

[0014] (5) 接触氧化池出水进入沉淀池,采用辐流式沉淀池,沉淀池出水水质为:COD 100~350mg/l、石油类 0.2~3mg/l,悬浮物 10~30mg/l,沉淀的活性污泥按照 5~15%的回流比,回流至水解酸化池。

[0015] (6) 沉淀池出水进入双滤料过滤器,双滤料过滤器进水处投加次氯酸钠杀菌,过滤器滤料为核桃壳和无烟煤,双滤料过滤器去除部分悬浮物,其出水悬浮物 3~10mg/l。

[0016] (7) 双滤料过滤器出水进入碟片过滤器,去除其中颗粒状物质,避免超滤膜表面过滤功能层的划伤,碟片过滤器出水水质为:COD 100 ~ 300mg/l、石油类 0.1 ~ 2mg/l,浊度 1 ~ 5mg/l。

[0017] (8) 碟片过滤器出水进入内压式超滤装置,超滤的过膜通量为 $15 \sim 40\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$,超滤采用强制循环和错流过滤方式运行,强制循环是将超滤膜组件进水流道流出的水重新循环至超滤进水侧,重新进入膜组件,以增加膜表面的水力冲刷,降低膜污染,强制循环比(循环量:进水量)为 1.3 ~ 2.2 : 1;错流过滤是将进入膜组件的水部分排出膜组件,以降低膜组件中污染物的富集,降低膜污染错流比(错流量:进水量)为 0.1 ~ 0.3 : 1,错流水回流至气浮装置,循环处理,以提高污水的回收率,强制循环和错流可以有效降低污水中污染物尤其是低聚物对膜的影响,并能在膜的过滤表面起到冲刷作用,减轻膜污染,同时选用内压式超滤膜由于没有通道死角,可以强化膜表面的冲刷效果;超滤过滤,每 30 ~ 60 分钟用超滤出水反洗一次,反洗强度时正常进水量 1.5 ~ 3 倍。每到第 5 ~ 10 次反洗进行一次小化学碱洗,药剂为次氯酸钠和氢氧化钠,并用药剂浸泡 2 ~ 5 分钟后冲洗;每到第 10 ~ 20 次反洗时进行一次小化学酸洗,药剂为盐酸或柠檬酸,并用药剂浸泡 2 ~ 5 分钟后冲洗;超滤膜的出水水质:COD 100 ~ 300mg/l、石油类 0.1 ~ 0.5mg/l,浊度 0.001 ~ 0.01mg/l。

[0018] (9) 超滤膜出水进入反渗透装置,采用两支 DOW 化学的抗污染反渗透膜 -BW30-400FR,此膜元件采用了陶氏专有抗污染膜技术进行化学及物理改性,专门针对有较严格的预处理,但原水仍富含生物和有机物等污染物的应用领域。并联运行,强制循环,膜通量为 $10 \sim 25\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$,控制回收率为 70 ~ 75%。设计反渗透膜每 12 ~ 24h,采用超滤产水,利用变频器控制反渗透进水泵低压正冲反渗透膜一次,每次 2 ~ 5 分钟,以降低反渗透膜表面的浓差极化;并根据需要,每 10 ~ 50 天进行一次小规模在线化学清洗,采用非氧化性杀菌剂或者氢氧化钠溶液,分两次利用变频器控制反渗透进水泵低压将药剂送入反渗透膜的空腔,共浸泡 30 分钟后冲洗。反渗透膜出水水质:COD_{mn} 6 ~ 15mg/l、石油类小于检测限 0.01mg/l,浊度小于检测限 0.001mg/l,电导率 100 ~ 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$ 。反渗透膜出水完全可以达到油田热采锅炉用水水质标准,可作为油田热采锅炉补水,反渗透浓水水质:COD 300 ~ 1000mg/l、电导率 35 ~ 100ms/cm,反渗透浓水不需要单独处理,可直接进入油田集输站污水回灌管网,回灌地下。

[0019] 在具体实施时:

[0020] 在步骤(2),水解酸化进水量为 $3\text{m}^3/\text{h}$,水力停留时间为 10 ~ 12h,好氧池水力停留时间为 12 ~ 15h,设计气水比为 10 ~ 40 : 1;

[0021] 在步骤(3)和步骤(5),沉淀池上升流速为 1 ~ 1.2m/h;

[0022] 在步骤(4),接触氧化池水力停留时间为 12 ~ 18h;

[0023] 在步骤(6),双滤料过滤器滤速为 6 ~ 8m/h;

[0024] 在步骤(7),采用 50 μm 的碟片过滤器;

[0025] 在步骤(8),超滤膜通量为 $15 \sim 40\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$;

[0026] 在步骤(9),反渗透通量为 $10 \sim 25\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$;

[0027] 本发明是油田采出水脱盐处理回用做热采锅炉用水的有效方法,其特点在于:

[0028] 1) 采用加强前处理,通过提高填料装填密度、投加专性组合菌以加强生化处理,以

降低有机物、石油类等物质对膜的污染。油田采出水经传统的方法处理后,再经浮选进一步去除石油类和悬浮物,再经水解酸化和两级好氧生化的处理,并且在水解酸化池和接触氧化池投加适合处理油田采出水的高效除油、除低聚物的专性组合菌,达到有效降低采出水中有机物、石油类和低聚物的目的;

[0029] 2) 生化的后的水经沉淀后,再经双滤料过滤器,去除部分悬浮物,其出水进碟片过滤器,碟片过滤器可有效去除污水中颗粒状物质,避免超滤膜的划伤;

[0030] 3) 超滤采用强制循环和错流过滤方式运行,强制循环的冲刷作用和错流的浓水排放,可以减轻污水中有机物、低聚物对膜的污染,错流排水进入水解酸化池,以提高污水的回收率,超滤运行设计常规反洗和定期加药化学洗,此种运行方式,可有效地降低超滤膜的污染,增加膜的使用寿命;

[0031] 4) 反渗透设计定时低压正冲,以降低膜表面的浓差极化,并降低有机物的累积污染;并定期进行小规模在线杀菌清洗,防止反渗透膜的生物污染;

[0032] 5) 反渗透的浓水可采用回灌处理,不存在浓盐水单独处理排放的问题。

[0033] 本发明的效果:

[0034] 本发明提供了一种油田采出水处理回用的方法,通过有效的气浮除油、除悬浮物,油、悬浮物的去除率可到达 50% 以上,气浮出水经投加专性组合菌的强化生物处理,水解酸化池和接触氧化池投加适合处理油田采出水的高效除油、除低聚物的专性组合菌,专性组合菌通过水解酸化将大分子有机物断链,增加其 BOD/COD 比后,通过一级好氧生化和一级接触氧化处理,将污染膜的有机物、低聚物、石油类等尽可能的降低,克服现有技术中存在的处理效率低、出水水质差等问题,生化处理对 COD 的去除率在 70% 以上,石油类去除率在 80% 以上。接触氧化池出水经沉淀后进入双滤料过滤器,双滤料过滤器去除部分悬浮物,其悬浮去除效率为 60% 以上,双滤料过滤器出水进入碟片过滤器,去除颗粒状悬浮物,防止膜的划伤,碟片过滤器出水依次经特殊控制工艺的超滤和反渗透,超滤采用强制循环和错流过滤方式运行,强制循环的冲刷作用和错流的浓水排放,可以降低污水中有机物、低聚物对膜的污染,并且超滤运行设计常规反洗和加药反洗,可有效地延长超滤膜的清洗周期;反渗透设计定时低压正冲,以降低反渗透膜表面的浓差极化,并降低膜的有机物积累污染;并定期进行小规模在线化学清洗,并降低有机物的累积污染,反渗透装置的系统脱盐率大于 98%,反渗透的回收率大于 70%,通过以上措施可确保超滤和反渗透的使用效果和寿命,将油田采出水处理回用做高品质的热采锅炉用水。

[0035] 采用本发明的处理方法,油田采出水经过气浮、生化、过滤、超滤、反渗透后,完全可以达到油田热采锅炉用水水质标准,达到“节水减排”资源化的目的。对油田采出水进行生化处理,可以有效降低废水中易造成膜污染的有机物、石油类、低聚物含量,生化后出水次序经双滤料过滤器和碟片过滤器去除部分悬浮物,进入超滤装置,超滤采用强制循环和错流过滤方式运行,并运行设计常规反洗和加药反洗,超滤出水进入反渗透装置,反渗透设计定时低压正冲和定期杀菌,反渗透产水回用做高品质的热采锅炉用水,反渗透的浓水采用回灌处理,气浮、生化、过滤和特殊的膜运行方式可有效地延长超滤膜和反渗透膜的清洗周期和寿命。

附图说明

[0036] 图 1 是本发明的流程示意图。

具体实施方式

[0037] 实施例 1

[0038] 步骤同图 1, 工艺参数如下：

[0039] 在步骤 (2), 专性组合菌系购自北京天灏柯润环境科技有限公司 (北京市朝阳区慧忠北里 312 号天创世缘 B2 座 2601 室, 电话 :010-84274689, 邮编 :100012) 的工程菌制剂 (由脱硫弧菌属 (*Desulfovibrio*)、肠杆菌属 (*Enterobacter*)、梭菌属 (*Clostridium*)、脱硫肠状菌属 (*Desulfotomaculum*)、泛菌属 (*Pantoea*) 细菌等组成, 按等重比例混合, 固态粉状), 采用油田采出水配置成 COD 不小于 200mg/L 的污水, 闷曝 4~5 天激活, 再将取自胜利油田炼油厂处理炼油污水的活性污泥与组合菌按湿重比 3 : 7 进行复配, 复配后活性污泥投加入水解酸化池和好氧池, 水解酸化将低聚物断链, 增加其 BOD/COD 比后, 再进入好氧池初步去除污水中的部分石油类和有机物。

[0040] 水解酸化进水量为 3.5~4m³/h, 水力停留时间为 10h, 好氧池水力停留时间为 12h, 设计气水比为 20 : 1 ;

[0041] 在步骤 (3) 和步骤 (5), 沉淀池上升流速为 1m/h ;

[0042] 在步骤 (4), 填料密度上下间距 5cm, 填料边缘左右前后间距均为 10cm, 通过加密填料增加填料数量, 以增加细菌固定的数量, 达到进一步降低废水中有机物、石油类和低聚物的目的。接触氧化池水力停留时间为 12h ;

[0043] 在步骤 (6), 双滤料过滤器滤速为 6m/h ;

[0044] 在步骤 (8), 超滤膜通量为 35L/m²·h ; 强制循环比 (循环量 : 进水量) 为 1.8 : 1 ; 错流比 (错流量 : 进水量) 为 0.2 : 1, 每 40 分钟用超滤出水反洗一次, 反洗强度时正常进水量 1.5 倍。每到第 6 次反洗进行一次小化学碱洗, 药剂为次氯酸钠和氢氧化钠, 并用药剂浸泡 3 分钟后冲洗 ; 每到第 12 次反洗时进行一次小化学酸洗, 药剂为盐酸或柠檬酸, 并用药剂浸泡 3 分钟后冲洗。

[0045] 在步骤 (9), 反渗透并联运行, 强制循环, 膜通量为 20L/m²·h, 控制回收率为 72%。设计反渗透膜每 20h, 正冲反渗透膜一次, 每次 2 分钟, 每 25 天进行一次小规模在线化学清洗。

[0046] 实施例 1 水质情况

项目	COD _{Gr} mg/l	电导率 mS/cm	石油类 mg/l	氯离子 mg/l	溶硅 mg/l	总硬度 mg/l	悬浮物 mg/l
气浮 进水	900~ 1200	10~12	20~60	5000~ 6500	50~80	800~ 1000	60~120
[0047] 沉淀 池二	100~250		0.2~3				10~30
反渗 透产水	3~10 COD _{Mn}	100~ 200 μs/cm					

[0048] 实施例 2

[0049] 步骤同图 1, 工艺参数如下:

[0050] 在步骤 (2), 专性组合菌同实施例 1; 水解酸化进水量为 $3\text{m}^3/\text{h}$, 水力停留时间为 12h, 好氧池水力停留时间为 15h, 设计气水比为 25 : 1;

[0051] 在步骤 (3) 和步骤 (5), 沉淀池上升流速为 $1.2\text{m}/\text{h}$;

[0052] 在步骤 (4), 接触氧化池水力停留时间为 17h;

[0053] 在步骤 (6), 双滤料过滤器滤速为 $8\text{m}/\text{h}$;

[0054] 在步骤 (8), 超滤膜通量为 $30\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$; 强制循环比 (循环量: 进水量) 为 1.8 : 1; 错流比 (错流量: 进水量) 为 0.1 : 1, 每 50 分钟用超滤出水反洗一次, 反洗强度时正常进水量 2 倍。每到第 8 次反洗进行一次小化学碱洗, 药剂为次氯酸钠和氢氧化钠, 并用药剂浸泡 3 分钟后冲洗; 每到第 15 次反洗时进行一次小化学酸洗, 药剂为盐酸或柠檬酸, 并用药剂浸泡 3 分钟后冲洗。

[0055] 在步骤 (9), 反渗透并联运行, 强制循环, 膜通量为 $18\text{L}/\text{m}^2 \cdot \text{h}$, 控制回收率为 73%。设计反渗透膜每 24h, 正冲反渗透膜一次, 每次 2 分钟, 每 40 天进行一次小规模在线化学清洗。

[0056] 实施例 2 水质情况

[0057]

项目	COD_{Gr} mg/l	电导率 mS/cm	石油类 mg/l	氯离子 mg/l	溶硅 mg/l	总硬度 mg/l	悬浮物 mg/l
气浮 进水	1500~ 2200	22~25	20~60	7000~ 8500	60~ 100	800~ 1000	60~120
沉淀 池二	180~350		0.2~3				
反渗 透产水	5~15 COD_{Mn}	220~ 300 $\mu\text{S}/\text{cm}$					

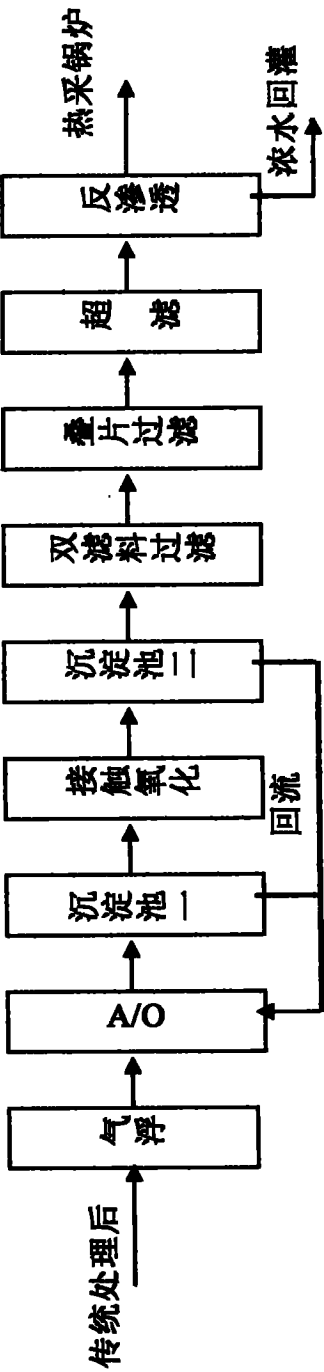


图 1