



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111573971 A

(43)申请公布日 2020.08.25

(21)申请号 202010374085.5

(22)申请日 2020.05.06

(71)申请人 北京京西燃气热电有限公司
地址 100041 北京市石景山区双峪路1号
申请人 北京朗新明环保科技有限公司南京分公司

(72)发明人 丁纯 陈旭 李学宾 顾小红
徐峰 赵军 王飞 林明 肖锐
钱小军 马德海 周金华

(74)专利代理机构 南京众联专利代理有限公司
32206
代理人 李雪萍

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)

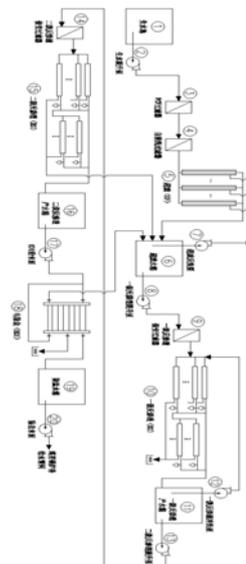
权利要求书1页 说明书8页 附图3页

(54)发明名称

一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统及其方法

(57)摘要

本发明公开了一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,生水池通过生水提升泵连接PCF纤维过滤器,PCF纤维过滤器连接超滤装置;超滤装置连接超滤水箱,超滤水箱通过超滤反洗泵循环连接超滤装置;超滤装置通过反渗透提升泵连接反渗透保安过滤器,反渗透保安过滤器连接反渗透装置,反渗透装置连接反渗透产水箱,反渗透产水箱通过反渗透冲洗泵循环连接反渗透装置;反渗透产水箱通过电除盐EDI给水泵连接电除盐装置,电除盐装置连接除盐水箱。本发明具有对环境无污染;系统简单、占地面积少,安装、运行操作和维护工作量小;系统运行稳定,连续制水能力强,不需单独再生;水的回收率高。



1. 一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,其特征在于:包括生水池、PCF纤维过滤器、超滤装置、超滤水箱、反渗透保安过滤器、反渗透装置、反渗透产水箱、电除盐装置、除盐水箱;生水池通过生水提升泵连接PCF纤维过滤器,PCF纤维过滤器连接超滤装置;超滤装置连接超滤水箱,超滤水箱通过超滤反洗泵循环连接超滤装置;超滤装置通过反渗透提升泵连接反渗透保安过滤器,反渗透保安过滤器连接反渗透装置,反渗透装置连接反渗透产水箱,反渗透产水箱通过反渗透冲洗泵循环连接反渗透装置;反渗透产水箱通过电除盐EDI给水泵连接电除盐装置,电除盐装置连接除盐水箱。

2. 如权利要求1的一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,其特征在于:反渗透装置设置两级;反渗透装置包括一级反渗透装置、二级反渗透装置;超滤装置通过一级反渗透提升泵连接一级反渗透保安过滤器,一级反渗透保安过滤器连接一级反渗透装置,一级反渗透装置连接一级反渗透产水箱,一级反渗透产水箱通过一级反渗透冲洗泵循环连接一级反渗透装置;一级反渗透产水箱通过二级反渗透提升泵连接二级反渗透保安过滤器,二级反渗透保安过滤器连接二级反渗透装置;二级反渗透装置连接二级反渗透产水箱,二级反渗透产水箱通过EDI给水泵连接电除盐装置。

3. 如权利要求2的一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,其特征在于:二级反渗透产水箱、电除盐装置连接超滤水箱。

4. 如权利要求1或3的一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,其特征在于:除盐水箱通过除盐水泵连接锅炉水给水管网。

5. 如权利要求4的一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,其特征在于:PCF纤维过滤器与超滤装置之间还设有自清洗过滤器。

6. 如权利要求5的一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,其特征在于:一级反渗透装置与一级反渗透产水箱(淡水室)之间设有除碳器。

7. 如权利要求1的一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,其特征在于:电除盐装置包括淡水室、浓水室;淡水室的外侧设有浓水室,淡水室与浓水室之间设有阳膜,浓水室的外壁设有阴膜,淡水室内设有阴离子交换树脂和阳离子交换树脂。

8. 一种利用全膜法对城市再生水进行回用的方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤1,经过换热器加热后的城市再生水通过提升泵输送至生水池;生化处理后,再生水进入纤维过滤器;

步骤2,然后通过PCF纤维过滤器进行过滤预处理,

步骤3,经过超滤装置系统进一步过滤,

步骤4,超滤产水先后进入一级反渗透装置和二级反渗透装置预除盐,

步骤5,经过电除盐装置进一步脱盐处理;

步骤6,制成合格的回用水。

9. 如权利要求8的一种利用全膜法对城市再生水进行回用的方法,其特征在于:步骤1中,加热过程中加入杀菌剂对城市再生水杀菌处理。

10. 如权利要求8的一种利用全膜法对城市再生水进行回用的方法,其特征在于:对超滤装置、一级反渗透装置、二级反渗透装置、电除盐装置进行化学清洗。

一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统及其方法

技术领域

[0001] 本发明涉及废水处理技术领域,具体为一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统及其方法。

背景技术

[0002] 城市再生水的水质介于城市污水和自来水之间,是城市污水经过净化处理后达到国家标准,能在一定范围内使用的非饮用水,可用于工业生产、百姓生活、城市景观等诸多方面。为了解决水资源短缺问题,城市再生水的开发与利用,与其他水源相比具有显著优势。

[0003] 城市再生水的数量巨大、稳定,不受气候条件和其它自然条件的限制,因此可以作为可靠且可以重复利用的第二水源,是一种十分宝贵的水资源。城市再生水利用与其它水资源开发利用相比,在经济上具有如下优势:

[0004] (1) 比远距离引水便宜

[0005] 城市再生水就是将城市污水进行二级处理后,再经过深度处理作为再生水资源回用到适宜的位置。基建投资成本比远距离引水经济。实践证明,污水处理技术的推广应用势在必行,城市再生水作为城市第二水源也是必然的发展趋势。

[0006] (2) 比海水淡化经济

[0007] 城市污水中所含的杂质小于0.1%,而且可用深度处理方法加以去除,而海水中含有3.5%的溶盐和大量有机物,其杂质含量为污水二级处理出水的35倍以上,需要采用复杂的预处理和反渗透或闪蒸等昂贵的处理技术,因此无论基建投资成本或单位运行成本,海水淡化都高于城市再生水回用。

[0008] (3) 可取得显著的社会效益

[0009] 在水资源日益紧缺的今天,将处理后的城市再生水回用于工业生产和居民生活用水,减少了污染物排放量,从而减轻了对城市周围的水环境影响,这种改变有利于保护环境,加强水体自净,并且不会对整个区域的水文环境产生不良的影响,其应用前景广阔。

[0010] 水是极其宝贵的自然资源,火电厂是用水大户,但决不能成为耗水大户,社会需要把火电厂建设成为节水型企业。面临严峻的水资源短缺的形势和严重恶化的水环境,开展利用全膜法对城市再生水进行回用,作为火电厂锅炉补给水的新工艺,符合国家环保政策要求,也符合国家对产业发展提升要求。具有良好的环保效益、经济效益和社会效益。

[0011] 因此,城市再生水的回用为人们提供了一个非常经济的新水源,减少了社会对新鲜水资源的需求,这种水资源的优化配制是一项利国利民、实现水资源可持续发展的重要策略。推进污水深度处理,普及再生水利用是人类与自然协调发展、创造良好水环境、促进循环型城市发展进程的重要举措。

发明内容

[0012] 为解决上述问题,本发明公开了一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统及其

方法。

[0013] 为了达到以上目的,本发明提供如下技术方案:

[0014] 一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,包括生水池、PCF纤维过滤器、超滤装置、超滤水箱、反渗透保安过滤器、反渗透装置、反渗透产水箱、电除盐装置、除盐水箱;生水池通过生水提升泵连接PCF纤维过滤器,PCF纤维过滤器连接超滤装置;超滤装置连接超滤水箱,超滤水箱通过超滤反洗泵循环连接超滤装置;超滤装置通过反渗透提升泵连接反渗透保安过滤器,反渗透保安过滤器连接反渗透装置,反渗透装置连接反渗透产水箱,反渗透产水箱通过反渗透冲洗泵循环连接反渗透装置;反渗透产水箱通过电除盐EDI给水泵连接电除盐装置,电除盐装置连接除盐水箱。

[0015] 进一步的,反渗透装置设置两级;反渗透装置包括一级反渗透装置、二级反渗透装置;超滤装置通过一级反渗透提升泵连接一级反渗透保安过滤器,一级反渗透保安过滤器连接一级反渗透装置,一级反渗透装置连接一级反渗透产水箱,一级反渗透产水箱通过一级反渗透冲洗泵循环连接一级反渗透装置;一级反渗透产水箱通过二级反渗透提升泵连接二级反渗透保安过滤器,二级反渗透保安过滤器连接二级反渗透装置;二级反渗透装置连接二级反渗透产水箱,二级反渗透产水箱通过EDI给水泵连接电除盐装置。

[0016] 进一步的,二级反渗透产水箱、电除盐装置连接超滤水箱。

[0017] 进一步的,除盐水箱通过除盐水泵连接锅炉水给水管网。

[0018] 进一步的,PCF纤维过滤器与超滤装置之间还设有自清洗过滤器。

[0019] 进一步的,一级反渗透装置与一级反渗透产水箱(淡水室)之间设有除碳器。

[0020] 进一步的,电除盐装置包括淡水室、浓水室;淡水室的外侧设有浓水室,淡水室与浓水室之间设有阳膜,浓水室的外壁设有阴膜,淡水室内设有阴离子交换树脂和阳离子交换树脂。

[0021] 一种利用全膜法对城市再生水进行回用的方法,包括如下步骤:

[0022] 步骤1,经过换热器加热后的城市再生水通过提升泵输送至生水池;生化处理后,再生水进入纤维过滤器;

[0023] 步骤2,然后通过PCF纤维过滤器进行过滤预处理,

[0024] 步骤3,经过超滤装置系统进一步过滤,

[0025] 步骤4,超滤产水先后进入一级反渗透装置和二级反渗透装置预除盐,

[0026] 步骤5,经过电除盐装置进一步脱盐处理;

[0027] 步骤6,制成合格的回用水。

[0028] 进一步的,根据水源分级分质使用的原则,二级反渗透装置浓水和电除盐装置浓水回流至超滤产水箱,作为一级反渗透装置的进水,充分回收可以利用的水源,将反渗透浓水、电除盐浓水等进行分级回收利用。

[0029] 进一步的,步骤1中,加热过程中加入杀菌剂对城市再生水杀菌处理。

[0030] 进一步的,对超滤装置、一级反渗透装置、二级反渗透装置、电除盐装置进行化学清洗。

[0031] 本发明采用上述全膜法对城市再生水进行回用,作为火电厂锅炉补给水,本发明与传统的离子交换法相比,具有以下优点:

[0032] (1) 无酸碱废液排放,对环境无污染。(2) 系统简单、占地面积少,安装、运行操作和

维护工作量小。(3) 系统运行稳定,连续制水能力强,不需单独再生。(4) 水的回收率高,当进水硬度小于0.02mmol/L时,回收率可达90%~95%。

[0033] 与传统的离子交换法相比,全膜法初始投资略高,但由于省去了酸碱消耗、再生用水、废水处理和污水排放等费用,运行费用明显降低,约一年即可补偿一次性投资差额。此外,EDI装置占地面积较小。约为相同系统产水量的混床的1/3。综合对比可以看出,全膜法技术与混床技术相比优质显著。

附图说明

[0034] 图1:工艺流程图;

[0035] 图2、纤维过滤器运行原理;

[0036] 图3、电除盐(EDI)运行原理;

[0037] 图4、超滤(UF)运行记录;

[0038] 图5、一级反渗透(RO)运行记录;

[0039] 图6、二级反渗透(RO)运行记录;

[0040] 图7、本发明的工艺流程图。

[0041] 其中:1、生水池;2、生水提升泵;3、PCF纤维过滤器;4、自清洗过滤器;5、超滤(UF);6、超滤水箱;7、超滤反洗泵;8、一级反渗透提升泵;9、一级反渗透保安过滤器;10、一级反渗透(RO);11一级反渗透产水箱;12、一级反渗透冲洗泵;13、二级反渗透提升泵;14、二级反渗透保安过滤器;15、二级反渗透(RO);16、二级反渗透产水箱;17、EDI给水泵;18、电除盐(EDI);19、除盐水箱;20、除盐水泵。

具体实施方式

[0042] 下面结合附图和具体实施方式,进一步阐明本发明,应理解下述具体实施方式仅用于说明本发明而不用于限制本发明的范围。

[0043] 如图7所示的一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统,包括生水池、PCF纤维过滤器、超滤(UF)、超滤水箱、反渗透保安过滤器、反渗透(RO)、反渗透产水箱、电除盐(EDI)、除盐水箱;生水池通过生水提升泵连接PCF纤维过滤器,PCF纤维过滤器连接超滤(UF);超滤(UF)连接超滤水箱,超滤水箱通过超滤反洗泵循环连接超滤(UF);超滤(UF)通过反渗透提升泵连接反渗透保安过滤器,反渗透保安过滤器连接反渗透(RO),反渗透(RO)连接反渗透产水箱,反渗透产水箱通过反渗透冲洗泵循环连接反渗透(RO);反渗透产水箱通过电除盐EDI给水泵连接电除盐(EDI),电除盐(EDI)连接除盐水箱。

[0044] 反渗透(RO)设置两级;反渗透(RO)包括一级反渗透(RO)、二级反渗透(RO);超滤(UF)通过一级反渗透提升泵连接一级反渗透保安过滤器,一级反渗透保安过滤器连接一级反渗透(RO),一级反渗透(RO)连接一级反渗透产水箱,一级反渗透产水箱通过一级反渗透冲洗泵循环连接一级反渗透(RO);一级反渗透产水箱通过二级反渗透提升泵连接二级反渗透保安过滤器,二级反渗透保安过滤器连接二级反渗透(RO);二级反渗透(RO)连接二级反渗透产水箱,二级反渗透产水箱通过EDI给水泵连接电除盐(EDI)。

[0045] 二级反渗透产水箱、电除盐(EDI)连接超滤水箱。

[0046] 除盐水箱通过除盐水泵连接锅炉水给水管网。

[0047] PCF纤维过滤器与超滤(UF)之间还设有自清洗过滤器。

[0048] 一级反渗透(RO)与一级反渗透产水箱(淡水箱)之间设有除碳器。

[0049] 电除盐(EDI)包括淡水室、浓水室;淡水室的外侧设有浓水室,淡水室与浓水室之间设有阳膜,浓水室的外壁设有阴膜,淡水室内设有阴离子交换树脂和阳离子交换树脂。

[0050] 同时还公开了上述一种利用全膜法对城市再生水进行回用系统的操作方法,包括如下步骤:

[0051] 步骤1,经过换热器加热后的城市再生水通过提升泵输送至生水池;生化处理后,再生水进入纤维过滤器;

[0052] 步骤2,然后通过PCF纤维过滤器进行过滤预处理,

[0053] 步骤3,经过超滤(UF)系统进一步过滤,

[0054] 步骤4,超滤产水先后进入一级反渗透(RO)和二级反渗透(RO)预除盐,

[0055] 步骤5,经过电除盐(EDI)进一步脱盐处理;

[0056] 步骤6,制成合格的回用水。

[0057] 根据水源分级分质使用的原则,二级反渗透(RO)浓水和电除盐(EDI)浓水回流至超滤产水箱,作为一级反渗透(RO)的进水,充分回收可以利用的水源,将反渗透浓水、电除盐浓水等进行分级回收利用。

[0058] 步骤1中,加热过程中加入杀菌剂对城市再生水杀菌处理。

[0059] 对超滤(UF)、一级反渗透(RO)、二级反渗透(RO)、电除盐(EDI)进行化学清洗。

[0060] 采用上述的实施例进行的具体实施方式如下:

[0061] 1、全膜法工艺介绍

[0062] 全膜法(Integrated Membrane Technology, IMT)水处理工艺,它将不同的膜工艺有机地组合在一起,以常规水源或经生化、过滤等常规处理后达标排放的市政污水为进水,采用“超滤(UF)→反渗透(RO)→电除盐(EDI)”的组合工艺,达到高效去除污染物以及深度脱盐的目的,满足各种用途的水质要求。

[0063] 全膜法的工艺流程为:加热后的城市再生水→生水池→生水提升泵→PCF纤维过滤器→超滤(UF)→超滤水箱→超滤水泵→一级反渗透(RO)→除碳器→淡水箱→淡水泵→二级反渗透(RO)→EDI给水箱→EDI给水泵→电除盐(EDI)→除盐水箱→除盐水泵→火电厂锅炉补给水系统。

[0064] 利用全膜法对城市再生水进行回用,作为火电厂锅炉补给水的新工艺拟采用以下技术:

[0065] (1)全膜法(Integrated Membrane Technology, IMT)水处理工艺,它将不同的膜工艺有机地组合在一起,以常规水源或经生化、过滤等常规处理后达标排放的市政污水为进水,采用“超滤(UF)→反渗透(RO)→电除盐(EDI)”的组合工艺,达到高效去除污染物以及深度脱盐的目的,满足各种用途的水质要求。

[0066] (2)上述工艺中,超滤(UF)、反渗透(RO)、电除盐(EDI)三种膜分离的技术分别作为预处理、预脱盐和精脱盐,把原水制备成满足各种锅炉补给水要求的高纯水。超滤(UF)是利用物理截留的方式去除水中一定颗粒大小的杂质,超滤的产水水质要好于传统的多介质过滤,即使原水水质很差的废水,超滤产水的SDI也可以稳定在3以下,这样就大大延长了下游反渗透膜的寿命。反渗透(RO)是在压力驱动下,选择性地去除98%以上的无机离子,但产

水还不能满足中、高压锅炉的用水要求。电除盐EDI (Electrodeionization) 技术则是依靠电场作用,去除水中的无机离子,是近年来出现的一项革新的超纯水制备技术。它把传统的电渗析技术和离子交换技术有机地结合起来,既克服了电渗析不能深度脱盐的缺点,又弥补了离子交换不能连续工作、需消耗酸碱再生的不足。其产水水质满足锅炉用水对电导率、硬度和硅等要求。

[0067] (3) 全膜法工艺本着水源分级分质使用的原则,二级反渗透 (RO) 浓水和电除盐 (EDI) 浓水回流至超滤产水箱,作为一级反渗透 (RO) 的进水,充分回收可以利用的水源,大大提高系统水回收率的同时,又节省了系统投资。

[0068] (4) 相比传统离子交换工艺,能够在水质波动大的条件下保持系统的运行稳定性和可靠性,出水水质稳定;运行过程中无需消耗酸碱等化学药剂,可有效避免二次污染,且降低系统投加药剂所增加的运行费用;系统自动化程度较高,运行维护工作量小,减轻运行人员的劳动强度,具有很强的推广借鉴作用。

[0069] 2、全膜法对城市再生水进行回用新工艺的主体设备

[0070]

序号	名称	规格及技术数据	单位	数量
1	生水箱	400m ³	座	1
2	生水提升泵(变频)	150m ³ /h,0.45MPa	台	3
3	PCF纤维过滤器	150m ³ /h	台	3
4	自清洗过滤器	76m ³ /h	台	4
5	超滤系统	65m ³ /h,含以下:	套	4
6	超滤水箱	800m ³	台	1
7	超滤反洗水泵(变频)	350m ³ /h,0.25MPa	台	2
8	一级反渗透提升泵	80m ³ /h,0.30MPa	台	5
9	保安过滤器	80m ³ /h	台	4
10	高压泵(变频)	80m ³ /h,1.20MPa	台	4
11	一级反渗透装置	60m ³ /h	套	4
12	一级反渗透产水箱	400m ³	台	2
13	一级反渗透冲洗水泵	80m ³ /h,0.40MPa	台	2
14	二级反渗透提升泵	43m ³ /h,0.30MPa	台	2
15	二级保安过滤器	43m ³ /h	台	2
16	二级高压泵	43m ³ /h,1.20MPa	台	2
17	二级反渗透装置	39m ³ /h	套	2
18	二级反渗透产水箱	40m ³	台	1
19	EDI给水泵	40m ³ /h,0.50MPa	台	3
20	EDI保安过滤器	40m ³ /h	台	2
21	电除盐(EDI)	35m ³ /h	套	2
22	除盐水箱	800m ³	台	2
23	除盐水泵	35m ³ /h,0.80MPa变频	台	2
24	加药装置		套	1
25	膜清洗装置		套	1

[0071] 3、全膜法工艺系统出水水质

[0072] 超滤系统出水水质:SDI \leq 3,浊度 \leq 0.2NTU,TSS \leq 1mg/L

[0073] 超滤系统平均水回收滤率: \geq 90%

[0074] 一级反渗透系统脱盐率: \geq 98% (运行一年后)

[0075] 一级反渗透系统脱盐率: \geq 97% (运行三年后)

[0076] 一级反渗透系统水回收率: \geq 75% (运行三年后)

[0077] 二级RO系统产水导电度: \leq 5 μ S/cm (运行一年后)

[0078] 二级RO系统产水导电度: \leq 8 μ S/cm (运行三年后)

[0079] 二级反渗透系统水回收率: \geq 90% (运行三年后)

[0080] 经电除盐处理后的水质:二氧化硅(SiO₂) \leq 20 μ g/L;电导率(25 $^{\circ}$ C) \leq 0.2 μ S/cm

[0081] 4、工艺流程

[0082] 本发明的锅炉补给水处理系统主要工艺流程如图1:

[0083] 其中,根据水源分级分质使用的原则,二级反渗透(RO)浓水和电除盐(EDI)浓水回流至超滤产水箱,作为一级反渗透(RO)的进水,充分回收可以利用的水源,将反渗透浓水、电除盐浓水等进行分级回收利用,大大提高系统水回收率的同时,又节省了系统投资。

[0084] 经过换热器加热后的城市再生水通过提升泵输送至生水池,然后通过PCF纤维过滤器进行过滤预处理,产水经过超滤(UF)系统进一步过滤,超滤产水先后进入一级反渗透(RO)和二级反渗透(RO)预除盐,最终经过电除盐(EDI)进一步脱盐处理,制成合格的回用水。

[0085] 5、运行步骤

[0086] 经过换热器加热后的城市再生水通过提升泵输送至生水池,然后通过PCF纤维过滤器进行过滤预处理,产水经过超滤(UF)系统进一步过滤,超滤产水先后进入一级反渗透(RO)和二级反渗透(RO)预除盐,最终经过电除盐(EDI)进一步脱盐处理,制成合格的回用水。

[0087] 5.1PCF纤维过滤器:

[0088] 纤维过滤器运行方式为程控自动运行,在过滤过程中对纤维丝施以回转机具压榨,使其纤维丝纵向之间孔隙变小,水中的悬浮物均被挡住留在纤维丝外,过滤后得到清洁的处理水。当过滤器内被截留的悬浮污物(杂质)增多,处理水量下降,压差达到设定值,自动进入反冲洗过程;反洗时让过滤器的压榨机具放松,使过滤纤维的孔隙在舒张的状态下,用罗茨风机来空气和反洗水合洗,将污物通过排放管排除,然后又自动进入过滤程序。工作原理如下图2所示。

[0089] 5.2超滤(UF)系统

[0090] 超滤系统的启动、运行、冲洗、停机备用等过程均由超滤PLC实现自动控制。原水在中空纤维的内部流动,而产水则是在原水流经膜的过程中逐渐由内壁向外壁透过(称为内压式),收集后,成为超滤产水从产水端排出。超滤运行过程中控制膜过滤压差(TMP)小于0.08MPa,TMP最大不能超过0.10MPa,否则会导致在膜的表面形成无法反洗掉的污垢。超滤运行一段时间后被截留的悬浮物、细菌、大分子有机物、胶体等就堆积在纤维内表面,此时膜的进水侧与产水侧的压差会逐渐增加,需要进行水力清洗。

[0091] 5.3反渗透(RO)系统:

[0092] 反渗透脱盐系统的运行和监控由仪表、PLC实现自动控制。系统运行过程中高压泵启动时,为了防止高压水源直接冲击膜元件,造成膜元件的破裂,高压泵出口电动慢开门逐渐打开,使膜系统水压逐渐稳定升高,同时加药泵自动启动(一级反渗透入口加还原剂和阻垢剂,二级反渗透入口加NaOH),反渗透系统正常运行时,给水和浓水沿着反渗透膜表面以一定的流速流动,污染物很难沉积下来,但是如果反渗透系统停止运行,这些污染物就会立即沉积在膜的表面,对膜元件造成污染。所以在反渗透系统停运前设置了自动冲洗,利用干净产水对膜元件表面进行停运冲洗,以防止这些污染物的沉积。一级反渗透冲洗流量为 $80\text{m}^3/\text{h}$,二级反渗透冲洗流量为 $43\text{m}^3/\text{h}$,冲洗时间为 10min 。

[0093] (1) 运行过程中控制反渗透入口压力为 1.0MPa ,同时注意保安过滤器进出口压差小于 0.2MPa ,若大于 0.2MPa 需要更换滤芯。

[0094] (2) 为了保证高压泵安全运行,高压泵运行过程中设置了入口压力低和出口压力高保护,当低压信号或高压信号触发保持 3s 后,高压泵自动停止,设置值为压力低 $\leq 0.1\text{MPa}$,压力高 $\geq 1.8\text{MPa}$ 。

[0095] (3) 反渗透膜虽然能够承受短期的氯和次氯酸根的攻击,但若连续接触将会破坏膜的分离能力,由于氧化性破坏引起膜性能的下降,反渗透膜入口余氯的含量一般要求控制 $<0.1\text{mg/L}$,为了防止游离氯超标,在一级反渗透入口设置了还原剂加药管路,同时安装了ORP表,用于控制和调整加药量,还原剂采用 NaHSO_3 ,药剂质量分数为 10% ,通过加药装置控制加药量。当ORP表显示 $\leq 150\text{mV}$ 时,停止加药泵;当 $150\text{mV} < \text{ORP} \leq 250\text{mV}$ 时,加药泵频率自动控制 25Hz ;当 $250\text{mV} < \text{ORP} < 300\text{mV}$ 时,加药泵频率自动调整至 50Hz ;当 $\text{ORP} > 300\text{mV}$ 时,停止运行所有反渗透组件,以防引起膜的严重损坏。另外系统长时间连续运行时,水中钙镁等离子会不断析出并在反渗透膜表面附着,形成结垢堵塞膜孔,为延缓钙镁等离子的析出和膜面结垢,在一级反渗透入口水中投加了阻垢剂,阻垢剂质量分数为 10% ,加药量为 $2\sim 4\text{mg/L}$ 。

[0096] (4) 在二级反渗透入口设置了加碱系统,投加的碱液为质量分数 20% 的NaOH,质量浓度过高pH不好调节,控制二级反渗透入口pH为 8.3 左右。主要有以下两个目的:第一,由于反渗透膜对水中 CO_2 的透过率几乎为 100% ,而从碳酸的电离度与水中pH的关系中可见,当pH约为 8.3 时溶液中几乎只含有 HCO_3^- ,这样 HCO_3^- 通过反渗透系统全部去除,间接实现了去除 CO_2 的目的,提高反渗透的脱盐率。第二,当 $\text{pH} < 8$ 时,溶解硅以硅酸的形式存在,如硅酸的浓度超过其溶解度,硅将沉积出来;当水的 $\text{pH} > 8$ 时,硅的溶解度增加,此时,硅酸电离为硅酸根 SiO_3^{2-} ,为防止硅在膜表面沉积,需保证二级反渗透进水pH在 8.0 以上。5.4电除盐(EDI)系统:

[0097] EDI运行采用自动控制,工作过程如图3所示。

[0098] 由图3可见,工作过程一般分为三个步骤:(1)淡水室中的离子交换树脂对水中电解质离子的交换作用,去除水中的离子;(2)在外电场作用下,水中电解质沿树脂颗粒构成的导电传递路径迁移到膜表面并透过离子交换膜进入浓水室;(3)树脂、膜与水相接触的扩散层中的极化作用使水解离为 H^+ 和 OH^- ,除部分参与负载电流外大多数对树脂起再生作用。离子交换、离子迁移、电再生相伴发生、相互促进,实现了连续去除离子的过程。

[0099] (1) EDI启动时,为了防止水锤导致的严重损坏,EDI给水泵设计为变频泵,给水压力和流量缓慢上升至运行压力和流量的时间为 1.5min 。

[0100] (2) 启动和运行过程中,每个EDI模块设置了产品水、浓水和极水低流量保护,当3个流量低信号其中任何一个触发并保持3s,EDI模块自动断电,单个EDI模块的保护值为产品水流量 $\leq 2.3\text{m}^3/\text{h}$,浓水流量 $\leq 150\text{L}/\text{h}$,极水流量 $\leq 80\text{L}/\text{h}$ 。

[0101] (3) 运行过程中每个模块电压不超过400V,电流不超过5.2A。

[0102] 6、运行数据图表

[0103] 如图4-图6所示,电除盐(EDI)系统处理效果:

[0104] 投产运行后,两套电除盐(EDI)进水量均为 $39\text{m}^3/\text{h}$,产水量平均为 $35\text{m}^3/\text{h}$,产水回收率为90%。进水压力平均为0.4MPa,产水电导率平均为 $0.15\mu\text{S}/\text{cm}$,达到了设计要求。

[0105] 7、结论

[0106] (1) 锅炉补给水的全膜法工艺是目前最先进,最环保的的工艺,不需使用酸碱进行再生即可连续制备锅炉补给水。而且全膜法工艺比以前的超滤、反渗透、离子交换工艺节省大量的占地面积,该工艺只需使用二级反渗透和电除盐(EDI)机架,可以取代之前工艺中的阳床,中间水箱,阴床、混床,酸碱再生系统和树脂储存罐等,从而降低工程投资和减少工程占地面积。

[0107] (2) 全膜法工艺的技术关键是有有效控制膜的污染,控制措施体现在三个方面:一方面通过投加药剂,防止污染产水水质;另一方面对膜的压差(包括超滤的TMP以及反渗透的段间压差)以及产水量进行上位机监控报警,以便掌握膜污染程度;第三个方面就是采用有效的化学清洗方式。

[0108] (3) 火电厂将城市中水深度处理后回用于锅炉补给水系统,是污水资源化的一种重要方法,它既可减少对环境的污染,又可增加可利用的水资源,降低企业的用水成本,对于缺水的城市而言具有较好的经济效益、社会效益和环境效益。

[0109] 本发明方案所公开的技术手段不仅限于上述实施方式所公开的技术手段,还包括由以上技术特征任意组合所组成的技术方案。应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也视为本发明的保护范围。

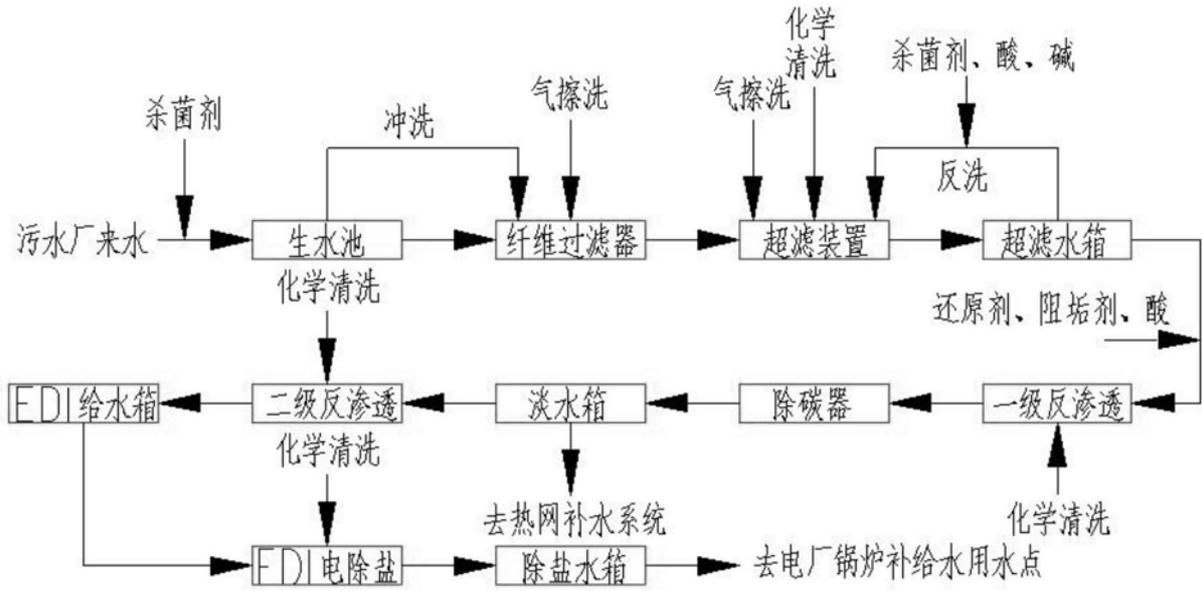


图1

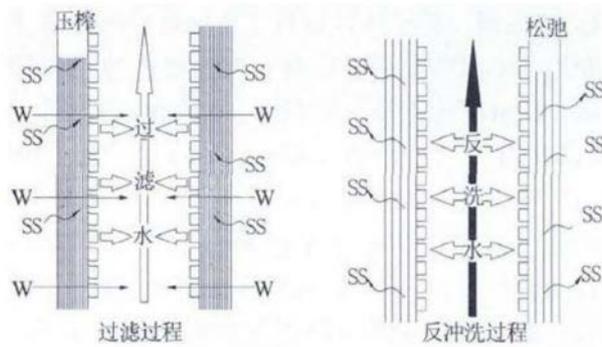


图2

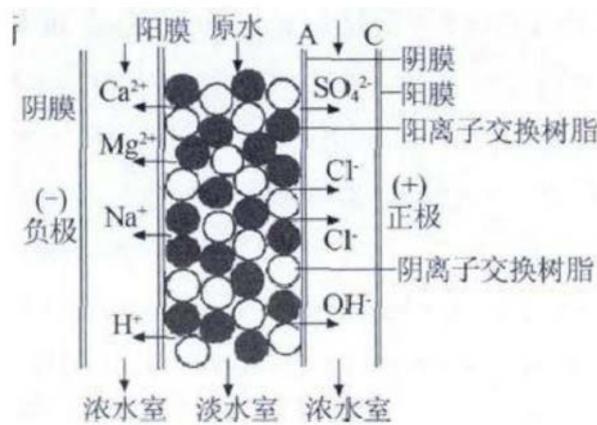


图3

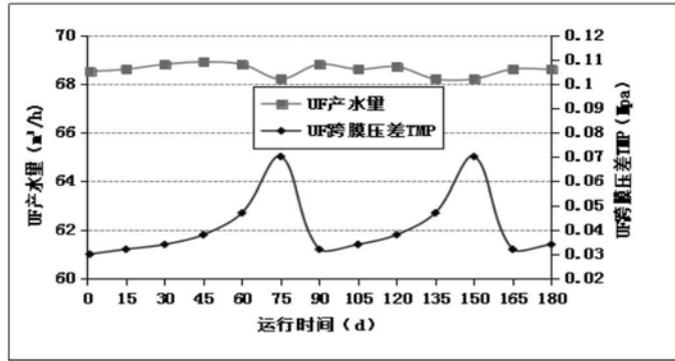


图4

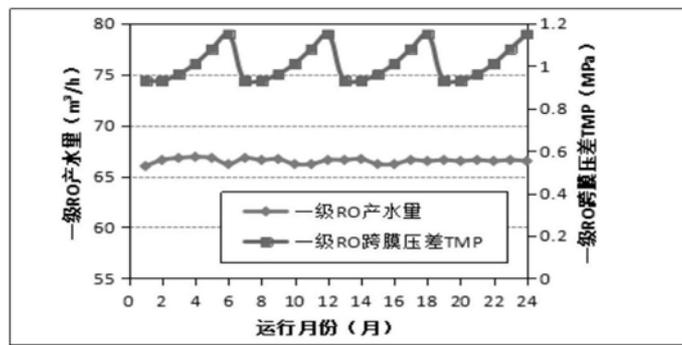


图5

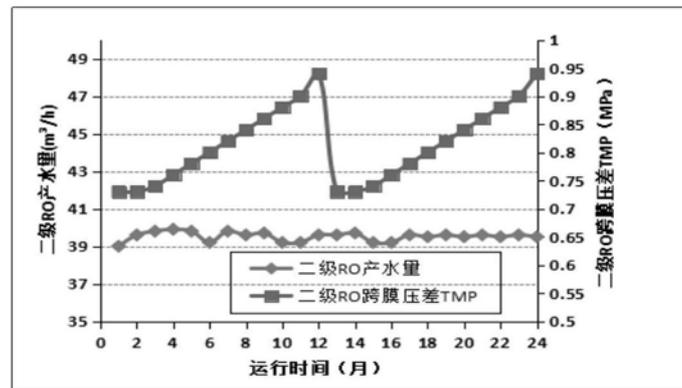


图6

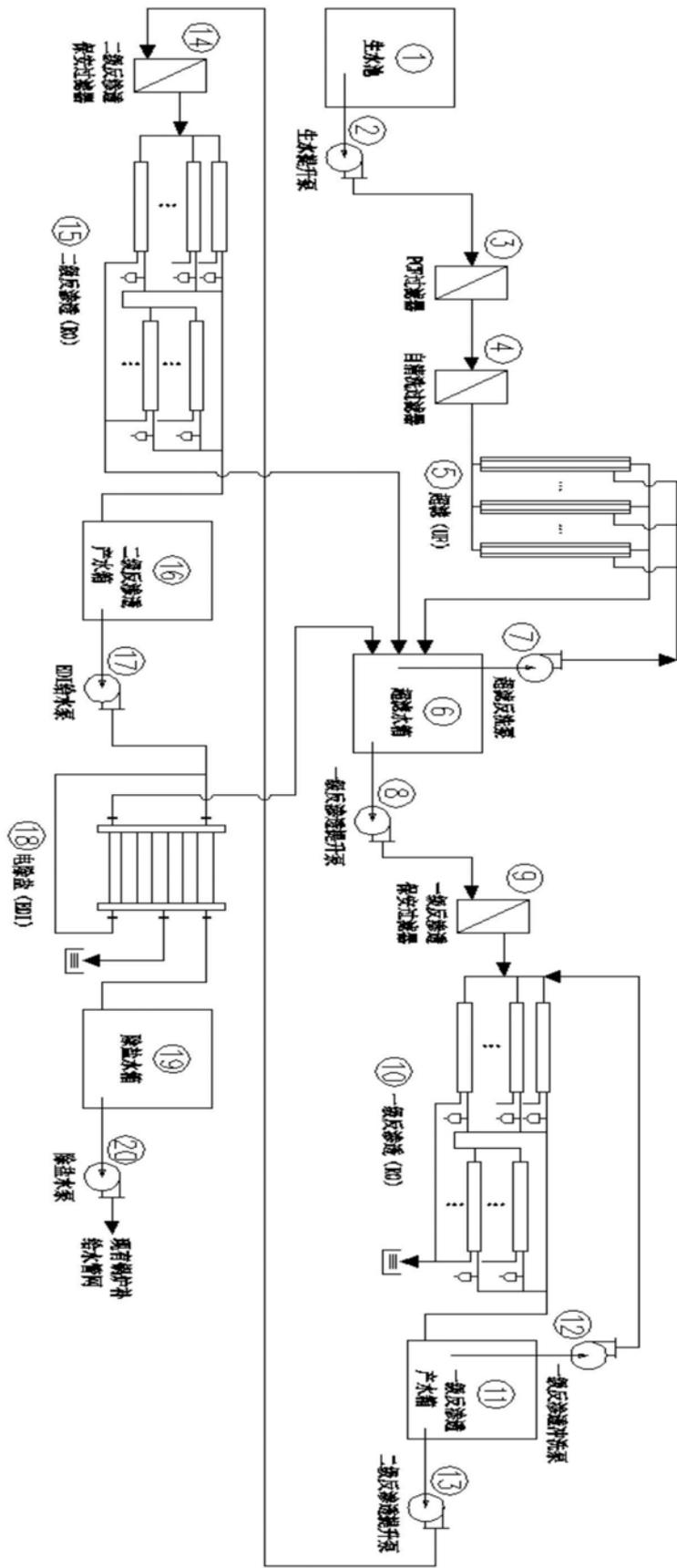


图7