

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl⁷

C02F 9/04

C02F 9/02

//(C02F9/04, 1 : 52,

1 : 72,

1 : 66, 1 : 78,

1 : 44)



[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200410012228.9

[43] 公开日 2005 年 1 月 12 日

[11] 公开号 CN 1562815A

[22] 申请日 2004.4.9

[21] 申请号 200410012228.9

[71] 申请人 太原钢铁(集团)有限公司

地址 030003 山西省太原市尖草坪 2 号

[72] 发明人 杨艾花 侯昭红 郝志刚 罗克定

[74] 专利代理机构 太原市科瑞达专利代理有限公司

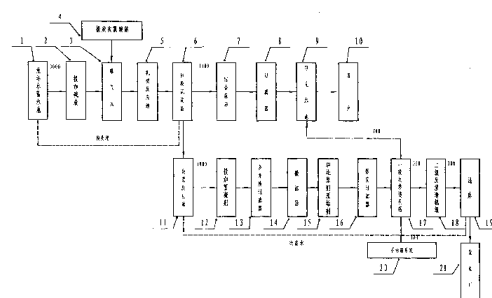
代理人 王思俊

权利要求书 2 页 说明书 11 页 附图 1 页

[54] 发明名称 反渗透污水处理方法

[57] 摘要

一种反渗透污水处理方法, 该方法是把油环水先进行下述预处理, 把油环水的 pH 值调节到 7-7.5, 接着送入曝气池除铁离子, 然后把水送到机械反应池使絮凝剂和助凝剂与水混合均匀, 再由斜板沉淀池去除水中的部分悬浮物成预处理水; 一部分预处理水由过滤器除去水中杂质后送入勾兑水池; 另一部分送入臭氧反应池进行杀菌后由多介质过滤器滤去水中较大的杂质, 然后送到微滤器截留水中 20 μ m 以上的颗粒, 再由保安过滤器截留水中 5 μ m 以上的颗粒并经一级反渗透处理初步除盐, 一部分水输出, 一部分送入勾兑水池勾兑为净环水, 另一部分水进行二级反渗透处理和混床处理。本污水处理方法可处理杂质含量高的钢铁企业产生的废水。



1、一种反渗透污水处理方法，该方法是把经过一级处理后的浊环水排放到浊环水蓄水池，进行预处理，预处理的步骤依次为：

I 测出浊环水的 PH 值，根据浊环水蓄水池引出水的 PH 值投加碱液，把浊环水的 PH 值调节到 7—7.5；

II 把调节好 PH 值的浊环水送入安装着微孔曝气盘的曝气池，在曝气池内缓慢流动，停留 25—35 分钟，采用曝气氧化法除铁离子，以满足反渗透对进水中铁离子含量的要求，在曝气池投放次氯酸钠；

III 把曝气池的水经提升水泵送到安装着搅拌机的机械反应池，在机械反应池内投放絮凝剂聚合氯化铝和助凝剂聚丙烯酰胺进行搅拌混凝，使药剂与水混合均匀，形成矾花；

IV 机械反应池的水自流入安装着泥耙和渣浆泵的斜板沉淀池，在斜板沉淀池去除水中的大部分悬浮物；

把经过上述预处理的水分为两部分，一部分水送到内装填无烟煤和石英砂的过滤器滤去水中的杂质，送入勾兑水池；另一部分水送入臭氧反应池，依次进行下述的处理；

a 在臭氧反应池与臭氧混合，对水中的有机物采用臭氧杀菌、消毒、除色，氧化水中少量有机污染物；b 水经过臭氧氧化池与多介质过滤器的联接管道时由加液泵投加絮凝剂聚合氯化铝；c 臭氧反应池内引出的并加有絮凝剂聚合氯化铝的水送入装有石英砂和无烟煤的多介质过滤器，多介质过滤器出水综合污染质数 SDI 值在 5 以下；d 多介质过滤器的出水利用余压自动流入装有滤芯的微滤器，截留多介质过滤器过滤后水中 $20\mu\text{m}$ 以上的颗粒；e 从微滤器出来的水到保安过滤器之间的管道上，安装有管道混合器，由计量药泵从计量箱中分别抽取还原剂和阻垢剂加到管道混合器中使水在流动过程中与药剂混合，还原水中氧化性物质；f 加有还原剂和阻垢剂的水进入内装滤芯的保安过滤器，由保安过滤器截留水中 $5\mu\text{m}$ 以上的颗粒，使水质符合反渗透进水的要求；g 从保安过滤器出来的水用高压泵打入装有过滤膜元件的压力容器的一级反渗透机组，进行初步除盐，初步

除盐的水，一部分水直接输出，一部分送入勾兑水池与过滤器出来的水进行勾兑后，作为净环水。

2、根据权利要求1所述的反渗透污水处理方法，其特征是：经一级反渗透外理的水，还有一部分进入装有过滤膜的压力容器的二级反渗透处理，二级反渗透出来的水进入上部装阴离子树脂，下部装阳离子树脂的混床，经混床进一步去除水中剩余的盐。

3、根据权利要求1、2所述的反渗透污水处理方法，其特征是：曝气池中次氯酸钠的加入量根据多介质过滤器的进水余氯确定，保证余氯不大于1 mg/l；在机械反应池内投放絮凝剂聚合氯化铝和助凝剂聚丙烯酰胺的投入浓度分别为25—35mg/l和0.16—0.22mg/l；在臭氧化应池与多介质过滤器的联接管道投加絮凝剂聚合氯化铝的投加浓度为3mg/l。

反渗透污水处理方法

技术领域

本发明涉及一种水的反渗透处理方法。

背景技术

钢铁公司每年在表面清洗、循环冷却生产过程中产生几千万吨的污水，污水的 PH 不稳定、悬浮物高、色度大、油、铁、无机盐含量高，比一般污水处理难度大，特别是氯含量高，重点是除水中盐份和氯离子，采用反渗透污水处理方法。反渗透污水处理方法与电渗析、离子交换等脱盐分离方法相比，具有不发生相变、无须加热、设备简单、效率高、占地少、能耗低、操作简单的优点，特别是处理高含盐浓度的污水，反渗透污水处理方法比其它脱盐过程耗能更低。因此反渗透污水处理方法不仅广泛用于海水、苦咸水淡化，而且已用于食品、医药的浓缩、净化、水软化、水再生和废液回收。但现有的反渗透处理方法一般用于处理水中杂质含量少的水如海水、医药的浓缩，不能直接用于处理杂质含量高的废水如钢铁企业产生的废水。现在的钢铁企业特别是炼钢厂用水量很大，产生的废水也很多，供水量不足，处理废水已成为钢铁企业降低成本、扩大生产的重要难题。

发明内容

为了克服现有反渗透污水处理方法不能处理钢铁企业产生的杂质含量高的废水的不足，本发明提供一种反渗透污水处理方法，本方法能处理钢铁企业产生的废水。

本发明的技术方案是把钢铁企业的多种废水经一级处理为浊环水排放到浊环水蓄水池，把浊环水蓄水池的水先进行预处理，即依次经曝气氧化法除铁离子、机械反应池加絮凝剂助凝剂混凝、斜板沉淀池除去大部分悬浮物。将预处理的水分为两部分，一部分流入综合泵站吸水井，经过滤器滤去水中的杂质，送到勾兑水池；另一部分流入安装着臭氧发生器的臭氧反应池，用臭氧混合氧化水中少量有机污染物，经多介质过滤器过滤，进入微滤器截留水中 $20\mu\text{m}$ 以上的颗粒，并经保安过滤器截留水中 $5\mu\text{m}$

以上的颗粒，保证了反渗透要求的水质，经一级反渗透机组初步除水中的盐，水质进一步提高，分为两部分，一部分水进入勾兑水池与过滤器出来的水混合成净环水，这一部分水作为冷却用水，另一部分水再经二级反渗透机组和混床进一步除去水中的盐，水质又提高一步，水质达中温中压锅炉用水标准的要求。浊环水经上述的处理，成三种水质不同的水，供钢铁企业不同的设备使用，用后产生的废水经一级处理后再进入蓄水池再次处理，循环使用，不足的水由地下水或自来水公司补充。

下面详细说明本发明的反渗透污水处理方法。

把经过一级处理后的污水即浊环水排放到浊环水蓄水池，进行预处理，预处理的步骤依次为，I 把排放到浊环水蓄水池中的浊环水，由设置在取水口的格栅拦截大的漂浮物后，测出浊环水的 PH 值，当 PH 值在酸性时，絮凝剂的絮凝效果差，在曝气池前的引水渠进水口由安装的碱液自动投加装置，根据浊环水蓄水池引出水的 PH 值投加碱液，或人工投加碱液，把浊环水的 PH 值调节到 7—7.5；II 把调节好 PH 值的浊环水送入安装着微孔曝气盘的曝气池，在曝气池内缓慢流动，停留 25—35 分钟，采用曝气氧化法除铁离子，利用空气中的氧将二价铁离子氧化成三价铁离子，与 OH 结合形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 化合物经沉淀除去，以满足反渗透对进水中铁离子含量的要求，并且为了避免在斜板沉淀池的斜板上滋生菌藻堵塞斜板甚至压塌斜板，在曝气池投放次氯酸钠，次氯酸钠的加入量根据后序多介质过滤器的进水余氯确定，保证余氯不大于 1 mg/l；III 把曝气池的水经一级提升水泵站送到安装着搅拌机并分为 2—4 格的机械反应池，在机械反应池内投放絮凝剂聚合氯化铝和助凝剂聚丙烯酰胺进行搅拌混凝，使药剂与水混合均匀，形成矾花，絮凝剂聚合氯化铝和助凝剂聚丙烯酰胺的投入浓度分别为 25—35mg/l 和 0.16—0.22mg/l；IV 机械反应池的水自流入安装着泥耙和渣浆泵的斜板沉淀池，在斜板沉淀池去除水中的大部分悬浮物，斜板沉淀池中部深凹，周边浅，在斜板沉淀池内周边安装着斜板。

把经过上述预处理的水分为两部分，一部分水流入综合泵站的吸水井，吸水井内的水用水泵送到内装填无烟煤和石英砂的过滤器滤去水中的杂质，送入勾兑水池；另一部分水送入臭氧反应池，依次进行下述的处理，1

在臭氧反应池的吸水井内与臭氧混合，对水中的有机物采用臭氧杀菌、消毒、除色，氧化水中少量有机污染物；2 水经过臭氧化应池与多介质过滤器的联接管道时由加液泵投加絮凝剂聚合氯化铝，投加浓度为 3mg/l；3 臭氧反应池内引出的并加有絮凝剂聚合氯化铝的水送入装有石英砂和无烟煤的多介质过滤器；为了保证过滤后的水质，多介质过滤器采用空气擦洗和水反洗，水反洗周期为 16-24 小时，多介质过滤器出水综合污染质数 SDI 值在 5 以下；4 多介质过滤器出来的水，浊度 1NTU 以下，但仍有一些细小物质、胶体、细菌，所以多介质过滤器的出水利用余压自动流入装有滤芯的微滤器，截留多介质过滤器过滤后水中 20 μm 以上的颗粒；5 从微滤器出来的水到保安过滤器之间的管道上，安装有管道混合器，由计量药泵从计量箱中分别抽取还原剂和阻垢剂加到管道混合器中使水在流动过程中与药剂混合，投入还原剂是为了还原水中氧化性物质如余氯、臭氧等，氧化性物质会对膜造成永久性破坏，还原剂投入的浓度根据水中剩余的氯确定，一般 1mg/l 的余氯投入 3mg/l 的还原剂，阻垢剂一般投入 4--5mg/l；6 加有还原剂和阻垢剂的水进入内装滤芯的保安过滤器，由保安过滤器截留水中 5 μm 以上的颗粒，进一步保证反渗透的水质，微滤器与保安过滤器主要对反渗透装置起保护作用，从臭氧反应池出来的水经过三级过滤后，水质完全符合反渗透进水的要求；7 为了除去水中的盐，从保安过滤器出来的水用高压泵打入装有过滤膜元件的压力容器的一级反渗透机组，进行初步除盐，经一级反渗透机组后，水的回收率在 75%以上，除盐率在 97%以上。初步除盐的水，一部分水用于不锈钢轧钢车间，作为不锈钢轧制冷却用水，一部分送入勾兑水池与过滤器出来的水进行勾兑后，作为净环水，供给加热炉、发电机的冷却用水。一级反渗透机组的浓盐水从地沟自流入浊环水蓄水池。

为了给对水质要求高的设备供水，经上述一级反渗透外理的水，必须由二级反渗透机组和混床进一步除去水中的盐。一级反渗透机组出来的水有一部分进入装有过滤膜的压力容器的二级反渗透机组进一步脱盐，水的回收率 85%以上，除盐率 97%以上。二级反渗透机组的浓盐水回到浊环水蓄水池。

二级反渗透出来的水进入上部装阴离子树脂，下部装阳离子树脂的混床，经混床进一步去除水中剩余的盐。运行一周后用酸碱再生。经过混床处理后的水质达中温中压锅炉用水标准，供给发电厂的中压锅炉用水。

本发明的反渗透污水处理方法，把现有的污水处理设备重新组合成污水处理系统，能处理钢铁企业产生的杂质含量高的废水，污水处理的效果满足钢铁企业各用水点对水质的要求，水的回收率达 90%，可满足部分用水点用水量，如本申请文件中实施例，处理能力达到 3000 吨/小时，每小时可产生 1400 吨除盐水，将这些水的一部分 700 吨与沉淀池出水勾兑成优质的净环水，每小时为 1800 吨；一部分进一步处理成中温中压锅炉用水，每小时为 300 吨。以本请文件中的实施例的经济效益，进一步说明本反渗透污水处理方法的优点。

1 经试用，每年产生的直接经济效益为：（1）2003 年总处理水量 1728 万吨，减少外排水 452 万吨，每吨外排水排污费 0.4 元，共计节约 180.8 万元；（2）2003 年生产一级除盐水 345.6 万吨，其中供给七轧不锈钢系统 51.7 万吨，每吨除盐水 4.5 元计算，产生 232.65 万元效益；（3）293.9 万吨一级除盐水送到勾兑水池，进入公司水系统，减少水系统含盐量，减少公司系统药剂费和检修费，累计产生经济效益 413.45 万元。

2 潜在经济效益：如果六台一级反渗透机组和两台二级反渗透机组全部满负荷运行，每年产生的经济效益如下：（1）生产 1440 万吨优质净环水，可以代替低温水，按照每吨低温水 2.9 元计算，一年可节约 4176 万元；（2）生产 280 万吨除盐水，按照每吨除盐水 4.5 元计算，一年可节约 1260 万元；（3）生产 240 万吨二级除盐水，按照每吨 5.0 元计算，一年可节约 1200 万元，累计产生经济效益 6636 万元。

附图说明

图 1 为本发明的最佳实施例的流程图。

图中：1、浊环水蓄水池 2、投加碱液 3、曝气池 4、投放次氯酸钠
5、机械反应池 6、斜板沉淀池 7、综合泵站 8、过滤器
9、勾兑水池 10、用户 11、臭氧反应池 12、投加絮凝剂
13、多介质过滤器 14、微滤器 15、加还原剂阻垢剂 16、保安过滤器

- 17、一级反渗透机组 18、二级反渗透机组 19、混床
20、不锈钢系统 21、发电厂

具体实施方式

下面通过实施例及其附图说明本发明的反渗透污水处理方法详细过程，但本反渗透污水处理方法不局限于下述的实施例。

本发明的污水处理方法实施례的流程参见图 1。

把经过一级处理后的废水即浊环水排放到浊环水蓄水池 1, 浊环水的水质见表 1。

表 1

项目	SS	Oil	Fe	PH	含盐量	COD
参数	100-500	20-40	10-30	2-11	2000-3000	38-240

SS、Oil、Fe、COD 的单位是 mg/l,含盐量的单位是 us/cm; 首先测出浊环水的 PH 值, 当 PH 值为酸性时, 絮凝剂的絮凝效果差, 在曝气池 3 前有一引水渠, 在引水渠的进水口安装着一套碱液自动投加装置, 根据浊环水蓄水池 1 引出水的 PH 值自动投加碱液 2, 在进曝气池 3 之前投加液碱调整废水的 PH 值到 7—7.5 呈碱性。也可人工根据 PH 值加入碱液。反渗透对水质有较高的要求, 反渗透进水水质要求见表 2

表2 反渗透进水水质要求

项目	水温℃	PH 值	浊度 (NTU)	色度 (倍)	污染指数 (SDI)	余 氯 (mg/l)	COD (mg/l)	铁 (mg/l)
指标	15-35	3-11	≤0.3	清	≤5	≤0.01	≤2	≤0.1

很明显, 浊环水蓄水池 1 内的水不能直接输入反渗透装置, 必须经过处理。

把排放到浊环水蓄水池 1 中的浊环水，由设置在取水口的格栅拦截大的漂浮物后，并用碱液自动投加装置把浊环水的 PH 值调节到 7.5 以下，以每小时 3000 吨/小时的流量送入曝气池 3，曝气池为 22m×15m 的水泥池，分为两格，池内装有 600 个微孔曝气盘。浊环水在曝气池 3 内缓慢流动，停留 30 分钟，在曝气池 3 中经过 30 分钟采用曝气氧化法除铁离子，利用空气中的氧将二价铁离子氧化成三价铁离子，与 OH^- 结合形成 $\text{Fe}(\text{OH})_3$ 化合物经沉淀、过滤除去，以满足反渗透对进水中铁离子含量的要求。

由于水中含有有机物，来水温度大部分在 15-25℃，正适合菌藻生长，

为了避免在斜板沉淀池 6 的斜板上滋生菌藻堵塞斜板甚至压塌斜板，在进入斜板沉淀池 6 前曝气池 3 内投放次氯酸钠 4。次氯酸钠在酸性条件下效果较好，这与除铁离子相矛盾，为了保证除铁离子和混凝的 PH，又考虑到次氯酸钠的酸性条件，PH 为 7.5 较好，次氯酸钠的加入量根据后序多介质过滤器的进水余氯确定，保证余氯 1 mg/l 左右即可。

把曝气池 3 的水经一级提升水泵站，提升泵站内安装 4 台型号 14sh-28 离心泵，离心泵流量 $Q=1260\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=16.2\text{m}$ ，提升到 6 m 的分四列的机械反应池 5 进行加药混凝，机械反应池 5 内投放絮凝剂聚合氯化铝和助凝剂聚丙烯酰胺，使药剂与水混合均匀，形成矾花，机械反应池长 13 m，宽 11 m，水深 3.6 m，机械反应池每列从进水到出水又分为三格，每格内一台搅拌机，共 12 台。为了防止形成的矾花被重新打碎，三个格内搅拌机的转速从进水端到出水端依次减慢。本实施例第一格内安装三台型号 JBS2000/I 搅拌机，第二格内安装三台 JBS2000/II 搅拌机，第三格内安装三台 JBS2000/III 搅拌机，三格内搅拌机的转速分别为 0.54m/s, 0.35m/s, 0.15m/s。絮凝剂聚合氯化铝和助凝剂聚丙烯酰胺的投入浓度分别为 30mg/l 和 0.2mg/l。

四列机械反应池 5 的水自流入两个斜板沉淀池 6，斜板沉淀池 6 主要用于去除水中的大部分悬浮物。斜板沉淀池 6 为中间进水，周边出水的辐流式沉淀池，斜板沉淀池 6 中部深凹，周边浅，本实施例的斜板沉淀池 6 中部水深 5.7m，池壁水深 4.25m，斜板沉淀池 6 的直径 29m，有效水深 4.25m，两座斜板沉淀池 6 的总有效面积为 6000m^2 ，处理能力达 3000 吨/小时，为了满足水量要求并保证水质，在斜板沉淀池 6 内周边安装着宽 3m 的斜板，增加沉淀面积 245m^2 ，缩短沉淀时间，强化沉淀效果。经过上述预处理，从斜板沉淀池 6 出来的水质有明显的提高，出水水质见表 3

表 3 斜板沉淀池出水水质

项目	指标
PH 值	7--8
悬浮物 (mg/l)	≤ 5
电导率 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	≤ 2000
铁 (mg/l)	≤ 0.5
油 (mg/l)	≤ 4
COD (mg/l)	≤ 30
浊度 (NTU)	≤ 5

每个斜板沉淀池 6 底均安装着一台泥耙与两台渣浆泵，渣浆泵型号 100D-L，流量 $Q=58\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=20\text{m}$ ，进水浊度在 20-40NTU 之间波动时，出水浊度可小于 5NTU。泥耙的型号 XL19A—SY 型，功率 4 千瓦，主要部件有驱动提升装置、转矩、刮泥耙、进水道、溢流堰、电控装置，刮泥耙转速 0.0311r/min,刮泥耙升降范围 500mm，刮泥耙升降速度 40 mm/min。

斜板沉淀池 6 有一部分水以 1100 吨/小时的流量进入综合泵站 7 的吸水井，综合泵站 7 有吸水井、水泵，吸水井是长 13.3 m，宽 6 m，深 4.9 m 的蓄水池。有七台水泵，其中三台型号 250S39 的水泵，每台流量 $Q=485\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=39\text{m}$ ，将吸水井内的水送入过滤器 8。三台型号 250S39 的水泵，每台流量 $Q=485\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=39\text{m}$ ，过滤器 8 过滤后的水自流到勾兑水池 9。勾兑水池 9 是长 12 m，宽 10 m，深 5 m 钢筋混凝土蓄水池。用于将反渗透出水与预处理出水进行勾兑成净环水后供用户使用。二台型号 250S24 的水泵，每台流量 $Q=485\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=24\text{m}$ ，抽吸勾兑水池 9 内的水反洗过滤器。本实施例有四台型号 GSL--4 型，直径 4 m 的过滤器 8，过滤器 8 内装填无烟煤和石英砂，具体粒径见表 4。

表 4 过滤器内装填无烟煤和石英砂滤料，具体粒径、厚度：

名 称	粒 径(mm)	厚 度(mm)	备 注
卵石	25-38	100	支撑层
	18-25	100	支撑层
	12-18	100	支撑层
	6-12	100	支撑层
石英砂	2-3	300	滤料
	3-4	300	滤料
无烟煤	3.5-5.5	500	滤料
	5.5-7.5	1000	滤料

经过过滤器过 8 滤后的水质见表 5

表 5 过滤器出水水质

项 目	指 标
PH 值	7--8
电导率 ($\mu\text{s}/\text{cm}$)	≤ 2000
总铁 (mg/l)	≤ 0.3
总锰 (mg/l)	≤ 0.1
SDI	≤ 5
油 (mg/l)	≤ 1.0
细菌总数 (个/ml)	≤ 100
浊度 (NTU)	≤ 1
氧化性物质 (mg/l)	0

斜板沉淀池 6 的另一部分以 1900 吨/小时的流量自重流入臭氧反应池

11 与臭氧混合, 臭氧反应池 11 是长 5m, 宽 10 m, 深 4.9 m 的蓄水池, 在臭氧反应池 11 内设置有三台 LF—1000 型的臭氧发生器, 臭氧发生器的进气压力 0.1-0.3Mpa, 臭氧输出压力 0.05-0.2Mpa, 臭氧投加量 1.5mg/l, 臭氧与水结合后自流进入二级提升泵站吸水井, 在吸水井内充分混合反应, 由于来水中含有机物、色度, 所以采用臭氧进行杀菌、消毒、除色, 氧化水中少量有机污染物。吸水井是长 22 m, 宽 10 m, 深 4.9 m 的蓄水池, 二级提升泵站内安装四台型号 14sh-28 离心泵, 每台离心泵流量 $Q=1260\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $H=16.2\text{m}$, 二级提水站是在臭氧反应池 11 与多介质过滤器 13 之间的提水站。

由二级提升泵站将吸水井内的水经管道送入多介质过滤器 13, 在进入多介质过滤器 13 之前投加絮凝剂 12, 由加液泵把絮凝剂聚合氯化铝加到该管道中, 投加浓度为 3mg/l。

多介质过滤器 13 有多台, 本实施例有 18 台, 多介质过滤器 13 内衬玻璃钢, 每台多介质过滤器 13 的设计处理量为 $110\text{--}120\text{m}^3/\text{h}$, 流速为 5m/s, 每台多介质过滤器直径 $\Phi 5000\text{mm}$, 设备容积 77.8m^3 , 滤料为石英砂和无烟煤, 过滤层的高度为 1200mm 支撑层为 400mm, 粒径与厚度关系见表 6,

表 6 多介质过滤器内装填无烟煤和石英砂滤料, 具体粒径、厚度:

名 称	粒 径 (mm)	厚 度 (mm)	备 注
卵 石	8-10	100	支撑层
石英砂	4-8	100	支撑层
石英砂	3-5	100	支撑层
石英砂	1-3	100	支撑层
石英砂	0.3-0.5	800	滤料
无烟煤	0.5-0.8	400	滤料

为了保证过滤后的水质, 多介质过滤器 13 采用空气擦洗和水反洗, 水反洗周期为 16-24 小时, 多介质过滤器出水综合污染质数 SDI 值在 5 以下。

多介质过滤器 13 出来的水, 浊度 1NTU 以下, 但仍有一些细小物质、胶体、细菌, 多介质过滤器 13 出水利用余压自动流入微滤器 14 进行微滤, 截留多介质过滤器 13 过滤后水中 $20\mu\text{m}$ 以上的颗粒。微滤器 14 的直径 1000mm, 内装 101 根 $20\mu\text{m}$ 的折叠式扇形滤芯, 每根滤芯设计过水量为 $2\text{m}^3/\text{h}$ 。

从微滤器 14 出来的水经管道混合器加还原剂阻垢剂 15, 投入还原剂亚硫酸氢钠是为了还原水中氧化性物质。加入阻垢剂是为了保护反渗透机组的膜元件。还原剂投入的浓度根据水中余量的氯确定, 一般 1mg/l 的余氯投入 3mg/l 的还原剂, 阻垢剂一般投入 5mg/l。型号 DJ-200 计量箱两个, 一个装还原剂, 一个装阻垢剂, 加计量药泵的型号 C72, 流量 $Q=48\text{L/h}$, 扬程 $H=16.2\text{bar}$, 两台用于加还原剂, 两台用于加阻垢剂, 加药泵从计量箱中吸取药液再加入到管道混合器。本实施例的阻垢剂是美国贝迪公司的 MDC—220 阻垢剂。

加有还原剂和阻垢剂的水进入保安过滤器 16, 用保安过滤器 16 截留水中 $5\mu\text{m}$ 以上的颗粒, 进一步保证反渗透的水质, 微滤器 14 与保安过滤器 16 主要对反渗透装置起保护作用。保安过滤器直径为 1000mm, 内装 101 根 $5\mu\text{m}$ 毡式缠绕滤芯, 每根滤芯设计过水量 $2\text{m}^3/\text{h}$ 。从臭氧反应池 11 出来的水经过三级过滤后, 水质完全符合反渗透进水的要求, 保安过滤器 16 过滤后的水质见表 7。

表 7 保安过滤器出水水质

项目	指标
PH 值	7--8
电导率 ($\mu\text{s/cm}$)	≤ 2000
总铁 (mg/l)	≤ 0.3
总锰 (mg/l)	≤ 0.1
SDI	≤ 5
油 (mg/l)	≤ 1.0
细菌总数 (个/ml)	≤ 100
浊度 (NTU)	≤ 1
氧化性物质 (mg/l)	0

为了除去水中的盐, 从保安过滤器 16 出来的水用高压泵打入一级反渗透机组 17, 进行初步除盐, 高压泵有 6 台, 型号 PWT125-100-315D, 流量 $Q=648\text{m}^3/\text{h}$, 扬程 $H=43\text{m}$ 。一级反渗透机组 17 共有 6 套, 一台高压泵为一套反渗透机组供水。其中 4 套采用 DOW 公司 BW30-365FR 膜元件, 每套反渗透机组由 48 只压力容器组成, 分为两段, 第一段 32 只, 第二段 16 只, 每只压力容器内装 7 只膜元件, 共 1344 只膜元件。另两套采用 KOCH 公司 TFC8832FR-575MAG 膜元件, 每套反渗透机组由 54 只压力容器组成, 分为两段, 第一段 36 只, 第二段 18 只。每只压力容器内装 4 只膜元件, 共有 432 只膜元件。设计的反渗透系统回收率在 75%以上, 除盐率在 97%以

上。经一级反渗透机组出来的水质见表 9。

一级反渗透出来的水有一部分以 700 吨/小时的流量送给勾兑水池 9，与过滤器 8 的 1100 吨/小时的水进行勾兑后，作为净环水，供给加热炉、发电机的冷却用水。勾兑水池 9 中的净环水的水质见表 8。

表 8 净环水的水质

项目	指标
PH 值	7--8
电导率 ($\mu\text{ s/cm}$)	≤ 300
总铁 (mg/l)	≤ 0.3
总锰 (mg/l)	≤ 0.1
油 (mg/l)	≤ 2.0
细菌总数 (个/ml)	≤ 300
浊度 (NTU)	≤ 5

一级反渗透机组 17 的浓盐水回到浊环水蓄水池 1，有一部分以 350 吨/小时的流量送到不锈钢系统 20 的轧钢车间，作为不锈钢轧制冷却用水。

一级反渗透机组 17 出来的水有一部分水以 350 吨/小时的流量进入二级反渗透机组 18 进一步脱盐，二级反渗透机组 18 有两个高压泵，型号 PWT125—100—315D，流量 $Q=648\text{m}^3/\text{h}$ ，扬程 $H=43\text{m}$ 。二级反渗透机组 18 共有两套，采用 HYDRANAAUTICS 公司 ESPA4 膜元件，每套反渗透由 15 只压力容器组成，分为两段，第一段 10 支，第二段 5 支，每支压力容器内装 6 只膜元件，共 180 只膜元件，每套机组设计出水 $150\text{m}^3/\text{h}$ ，回收率 85%以上，除盐率 97%以上。经二级反渗透机组 18 脱盐后的水质见表 9。

表 9 一级、二级反渗透机组后的水质

项目	一级反渗透	二级反渗透
PH 值	6--7	6--7
浊度 (NTU)	≤ 0.5	≤ 0.5
系统脱盐率	$\geq 97\%$	$\geq 97\%$
水回收率	$\geq 75\%$	$\geq 85\%$
总铁 (mg/l)	≤ 0.1	≤ 0.1
总锰 (mg/l)	≤ 0.05	≤ 0.05
油 (mg/l)	≤ 0.5	≤ 0.5
细菌总数 (个/ml)	0	≤ 10

二级反渗透机组 18 的浓盐水回到浊环水蓄水池 1，再进入曝气池 3。

二级反渗透出来的水进入三台并列运行的混床 19，混床 19 是直径 3 m

的蓄水罐，混床 19 可进一步去除水中剩余的盐。混床 19 内装阴离子树脂和阳离子树脂，上部装阴离子树脂，下部装阳离子树脂，各装 500mm 高，运行一周后用酸碱再生。经过混床 19 处理后的水质很高，可满足发电厂 21 的锅炉用水要求，供给发电厂的中压锅炉，其水质见表 10。

表 10 混床出水水质

项目	指标
硬度（ $\mu\text{mol/L}$ ）	≤ 2.0
铁（ $\mu\text{g/l}$ ）	≤ 50
铜（ $\mu\text{g/l}$ ）	≤ 10
油（ mg/l ）	≤ 1.0

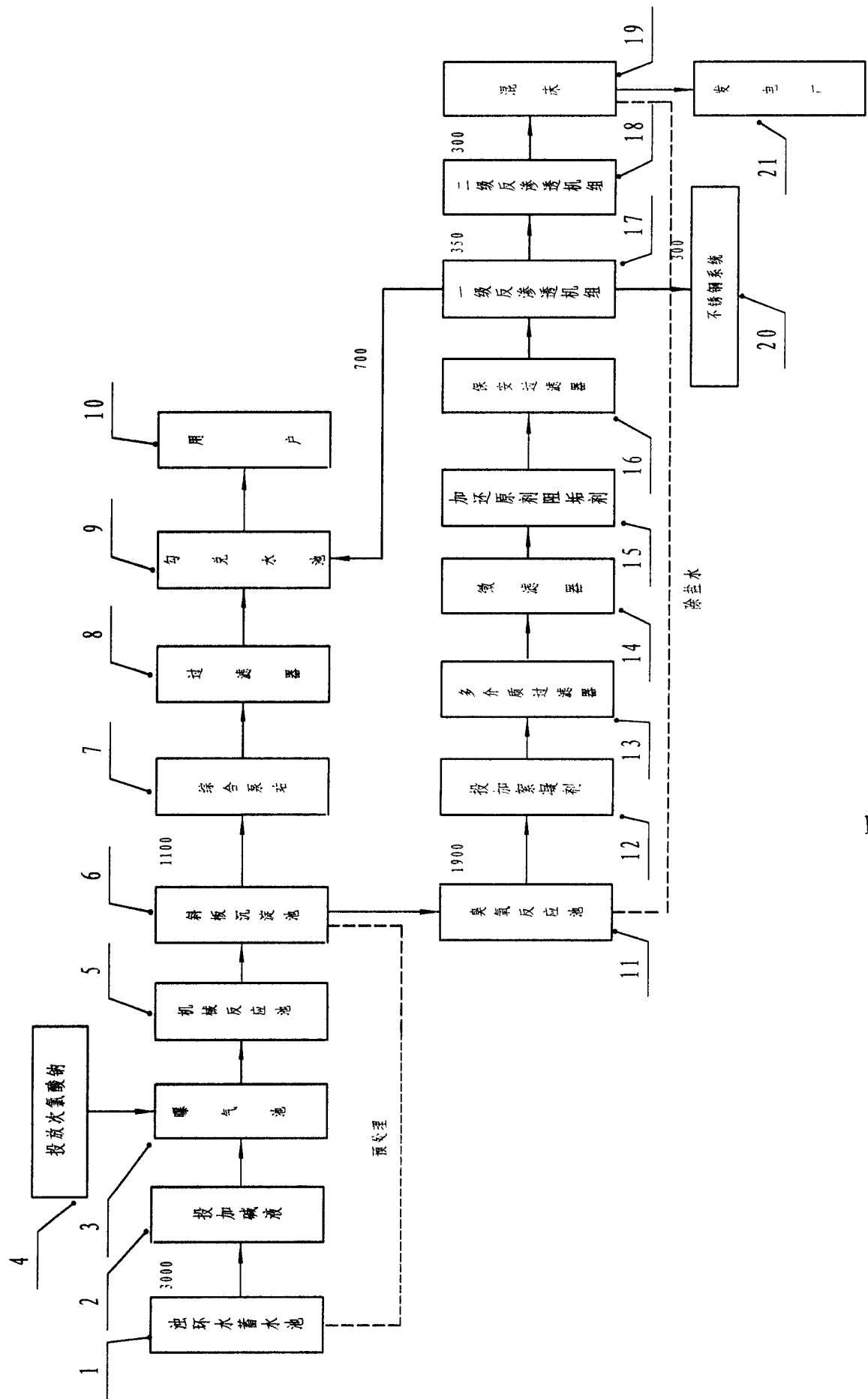


图1