



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101798150 B

(45) 授权公告日 2012. 11. 07

(21) 申请号 201010111515. 0

C02F 1/20(2006. 01)

(22) 申请日 2010. 02. 11

(56) 对比文件

(73) 专利权人 北京新源国能科技有限公司
地址 100101 北京市朝阳区慧忠里 103 号楼
洛克时代中心 A 座 502 室

CN 1721337 A, 2006. 01. 18, 权利要求 1.
CN 2477619 Y, 2002. 02. 20, 权利要求 1.
JP 特开 2006-1656 A, 2006. 01. 05, 权利要
求 1.

(72) 发明人 周敏 王旭 张旭兵 罗海泉

CN 2598987 Y, 2004. 01. 14, 权利要求 1.

(74) 专利代理机构 隆天国际知识产权代理有限
公司 72003

审查员 张佳

代理人 吕俊清

(51) Int. Cl.

C02F 9/04(2006. 01)

C02F 5/00(2006. 01)

C02F 1/66(2006. 01)

C02F 1/42(2006. 01)

C02F 1/44(2006. 01)

C02F 5/06(2006. 01)

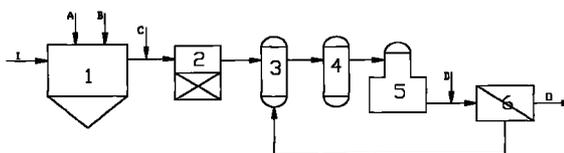
权利要求书 2 页 说明书 15 页 附图 1 页

(54) 发明名称

高含盐废水的处理方法及其处理装置

(57) 摘要

本发明提供一种高含盐废水处理方法,其步骤包括:降低高含盐废水中的碳酸盐硬度和永久硬度,使高含盐废水的碳酸盐硬度在 150mg/l 以下,永久硬度在 300mg/l 以下;调整所述高含盐废水的 pH 值在 8.5 以下;过滤高含盐废水中的沉淀物;使用钠离子交换器,交换出高含盐废水中的永久硬度;使用弱酸离子交换器,交换出高含盐废水中的碳酸盐硬度;去除废水中的二氧化碳,使得高含盐废水中二氧化碳的指标在 5mg/l 以下;再次调整高含盐废水的 pH 值至 8.5 以下;使用反渗透装置过滤高含盐废水。本发明同时还提供一种高含盐废水处理装置。本发明提供一种高含盐废水处理方法及装置,可大大提高水回收率,并节约生产用水和钠离子交换器再生用食盐的用量。



CN 101798150 B

1. 一种高含盐废水的处理方法,包括如下步骤:

A、降低高含盐废水中的碳酸盐硬度和 / 或永久硬度,使高含盐废水的碳酸盐硬度在 150mg/l 以下,永久硬度在 300mg/l 以下;

B、调整步骤 A 中的所述高含盐废水的 pH 值在 8.5 以下;

C、过滤步骤 B 中的高含盐废水中的沉淀物;

D、使用钠离子交换器,交换出步骤 C 中的高含盐废水中的永久硬度;

E、去除步骤 D 中的高含盐废水中的二氧化碳,使得高含盐废水中二氧化碳的指标在 5mg/l 以下;

F、再次调整步骤 E 中的高含盐废水的 pH 值在 8.5 以下;

G、使用反渗透装置过滤步骤 F 中的高含盐废水,过滤后得到的浓缩废水返回至步骤 D 作为再生剂循环利用。

2. 如权利要求 1 所述的高含盐废水的处理方法,其特征在于,在步骤 D 与步骤 E 之间还设有步骤 D1:使用弱酸离子交换器,交换出步骤 D 中的高含盐废水中的碳酸盐硬度。

3. 如权利要求 1 所述的高含盐废水的处理方法,其特征在于,在步骤 D 与步骤 E 之间还设有步骤 D2:使用另一钠离子交换器,进一步交换出步骤 D 中的高含盐废水中的永久硬度。

4. 如权利要求 1 所述的高含盐废水的处理方法,其特征在于,所述步骤 A 中使用澄清池承载高含盐废水,并向澄清池内加入石灰溶液控制碳酸盐硬度和 / 或加入纯碱溶液控制永久硬度。

5. 如权利要求 1 所述的高含盐废水的处理方法,其特征在于,所述步骤 B 中加入酸溶液。

6. 如权利要求 1 所述的高含盐废水的处理方法,其特征在于,所述步骤 E 中使用除碳器。

7. 如权利要求 1 所述的高含盐废水的处理方法,其特征在于,所述步骤 F 中加入碱。

8. 一种高含盐废水处理装置,其包括:

进水口;

澄清池,其与进水口连接,且在该澄清池上设置有加石灰装置、加纯碱装置,用以向池中加入石灰溶液和 / 或纯碱溶液来控制高含盐废水的碳酸盐硬度和 / 或永久硬度;

滤池,其与所述澄清池连接,且在所述澄清池与所述滤池之间设置有加酸装置,用以向高含盐废水中加入酸,以调整 pH 值在 8.5 以下;

钠离子交换器,其与所述滤池连接,用以交换高含盐废水中的永久硬度;

除碳器,其与所述钠离子交换器连接,用以控制高含盐废水中二氧化碳含量;

反渗透装置,其与所述除碳器连接,其中在所述反渗透装置与所述除碳器之间设置有加碱装置,用以向高含盐废水中加入碱,以调整 pH 值在 8.5 以下,所述反渗透装置上设置有回流管,用以将过滤得到的浓缩废水重新导入钠离子交换器中;

出水口,其与反渗透装置连接,用以导出过滤水。

9. 如权利要求 8 所述的高含盐废水处理装置,其特征在于,该装置还包括弱酸离子交换器,设置在所述钠离子交换器及除碳器之间,用以交换高含盐废水中的碳酸盐硬度。

10. 如权利要求 8 所述的高含盐废水处理装置,其特征在于,该装置还包括又一钠离子交换器,设置在所述钠离子交换器及除碳器之间,用以交换高含盐废水中的碳酸盐硬度。

11. 如权利要求 8 所述的高含盐废水处理装置,其特征在于,所述澄清池中高含盐废水加入石灰溶液和 / 或纯碱溶液,以控制高含盐废水的碳酸盐硬度在 150mg/1 以下,永久硬度在 300mg/1 以下。

12. 如权利要求 8 所述的高含盐废水处理装置,其特征在于,所述除碳器控制高含盐废水中二氧化碳的指标在 5mg/1 以下。

高含盐废水的处理方法及其处理装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种废水处理方法,特别涉及一种针对高含盐废水的处理方法及其处理装置。

背景技术

[0002] 目前,反渗透除盐工艺已经被广泛的应用在海水淡化、中水回用除盐和天然水除盐等方面,由于反渗透处理工艺对进水的品质要求为污染指数 $SDI < 3$,当水要用反渗透除盐时,反渗透前需要一定的预处理工艺,目前,比较典型的预处理工艺有:

[0003] (1) 澄清过滤 + 多介质过滤 + 活性炭处理 + 反渗透

[0004] (2) 澄清过滤 + 超滤 / 微滤膜处理 + 反渗透

[0005] (3) 生物曝气 BAF+ 过滤 + 超滤 + 反渗透

[0006] 上述典型的处理工艺系统无论多么复杂,其预处理的的目的都是将水中的悬浮物和有机物从水中去除,来防止反渗透发生有机物和无机悬浮颗粒引起的污染,反渗透进水溶解性固体造成的结垢倾向通过两个参数来调整,第一是反渗透的回收率;第二是投加一定量的防止水结垢沉积在膜上的反渗透阻垢剂来完成,这两种方式是保证反渗透有效运行的可靠保证。在这种反渗透系统中,反渗透进水的 PH 一般控制在 6-8.5,也就是中性范围内。

[0007] 由于存在上述水中溶解性固体在反渗透膜上的沉积,现有反渗透处理工艺一般可产生 75% 左右的产品淡水,25% 左右的反渗透浓水,由于浓水量占整个进水量的 1/4,使反渗透系统在实际应用中,反渗透浓水的量也是相当可观的,这部分废水不能再回收利用,仅能排放。因此,针对如何处理浓缩过的废水再利用的问题,提出一种高含盐废水处理方法,本方法不但解决了被浓缩水可有效被再次用膜处理技术脱盐的问题,同时也提高了膜处理系统的回收率,解决了本领域急需解决的两大难题。

发明内容

[0008] 为解决上述技术问题,本发明提供一种高含盐废水处理方法及其处理装置,以达到提高回收率的效果。

[0009] 本发明提供的一种高含盐废水处理方法,其包括步骤如下:

[0010] A、降低高含盐废水中的碳酸盐硬度和 / 或永久硬度,使高含盐废水的碳酸盐硬度在 150mg/l 以下,永久硬度在 300mg/l 以下;

[0011] B、调整步骤 A 中的所述高含盐废水的 pH 值在 8.5 以下;

[0012] C、过滤步骤 B 中的高含盐废水中的沉淀物;

[0013] D、使用钠离子交换器,交换出步骤 C 中的高含盐废水中的永久硬度;

[0014] E、去除步骤 D 中的高含盐废水中的二氧化碳,使得高含盐废水中二氧化碳的指标在 5mg/l 以下;

[0015] F、再次调整步骤 E 中的高含盐废水的 pH 值在 8.5 以下;

[0016] G、使用反渗透装置过滤步骤 F 中的高含盐废水,过滤后得到的浓缩废水返回至步

骤 D 作为再生剂循环利用。

[0017] 在本发明的一个实施方案中,在步骤 D 与步骤 E 之间还设有步骤 D1:使用弱酸离子交换器,交换出步骤 D 中的高含盐废水中的碳酸盐硬度。

[0018] 在本发明的一个实施方案中,在步骤 D 与步骤 E 之间还设有步骤 D2:使用另一钠离子交换器,进一步交换出步骤 D 中的高含盐废水中的永久硬度。

[0019] 在本发明的一个实施方案中,所述步骤 A 中使用澄清池承载高含盐废水,并向澄清池内加入石灰溶液控制碳酸盐硬度和 / 或加入纯碱溶液控制永久硬度。

[0020] 在本发明的一个实施方案中,所述步骤 B 中加入酸溶液。

[0021] 在本发明的一个实施方案中,所述步骤 D 中根据表 1 中高含盐废水中硫酸根的含量和后续反渗透的回收率控制钠离子交换出水的永久硬度。

[0022]

| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 1000mg/l 以下 | | |
|---|--------|------------|
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.8mmol/L |
| 2 | 90% | 0.5 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.2 mmol/L |
| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 2000mg/l 以下 | | |
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.5mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1 mmol/L |

[0023] 表 1

[0024] 在本发明的一个实施方案中,所述步骤 D1 中根据表 2 中后续反渗透的回收率控制弱酸离子交换出水的碳酸盐硬度。

[0025]

| 序号 | 反渗透回收率 | 残留碳酸盐硬度 |
|----|--------|-----------|
| 1 | 85% | 0.4mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1mmol/L |

[0026] 表 2

[0027] 在本发明的一个实施方案中,所述步骤 E 中使用除碳器。

[0028] 在本发明的一个实施方案中,所述步骤 F 中加入碱。

[0029] 在本发明的一个实施方案中,该高含盐废水处理方案包括步骤如下:

[0030] A、将高含盐废水导入一澄清池中，向澄清池内加入适量的石灰溶液和纯碱溶液，以控制高含盐废水的碳酸盐硬度在 150mg/l 以下，永久硬度在 300mg/l 以下；

[0031] B、向高含盐废水中加入适量的酸，以调整 PH 值在 8.5 以下；

[0032] C、将高含盐废水导入一滤池中，过滤掉其中的沉淀物；

[0033] D、将高含盐废水导入一钠离子交换器，根据表 1 中高含盐废水硫酸根的含量和后续反渗透的回收率控制高含盐废水的永久硬度；

| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 1000mg/l 以下 | | |
|---|--------|------------|
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.8mmol/L |
| 2 | 90% | 0.5 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.2 mmol/L |
| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 2000mg/l 以下 | | |
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.5mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1 mmol/L |

[0035] 表 1

[0036] E、将高含盐废水导入一弱酸离子交换器中，根据表 2 中后续反渗透的回收率控制高含盐废水的碳酸盐硬度；

[0037]

| 序号 | 反渗透回收率 | 残留碳酸盐硬度 |
|----|--------|-----------|
| 1 | 85% | 0.4mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1mmol/L |

[0038] 表 2

[0039] F、将高含盐废水经过除碳器去除其中的溶解性二氧化碳，以控制高含盐废水中二氧化碳的指标在 5mg/l 以下；

[0040] G、向高含盐废水中加入适量的碱，以调整 PH 值在 8.5 以下；

[0041] H、将高含盐废水导入一反渗透装置过滤，得到过滤水，过滤后得到的浓缩废水返回至步骤 D 作为再生剂重新被使用。

[0042] 本发明还提供的一种高含盐废水处理装置，其包括：

[0043] 进水口；

[0044] 澄清池,其与进水口连接,且在该澄清池上设置有加石灰装置、加纯碱装置,用以向池中加入石灰溶液和 / 或纯碱溶液来控制高含盐废水的碳酸盐硬度和 / 或永久硬度;

[0045] 滤池,其与所述澄清池连接,且在所述澄清池与所述滤池之间设置有加酸装置,用以向高含盐废水中加入适量的酸,以调整 pH 值在 8.5 以下;

[0046] 钠离子交换器,其与所述滤池连接,用以交换高含盐废水中的永久硬度;

[0047] 除碳器,其与所述钠离子交换器连接,用以控制高含盐废水中二氧化碳含量;

[0048] 反渗透装置,其与所述除碳器连接,其中在所述反渗透装置与所述除碳器之间设置有加碱装置,用以向高含盐废水中加入碱,以调整 pH 值在 8.5 以下,所述反渗透装置上设置有回流管,用以将过滤得到的浓缩废水重新导入钠离子交换器中;

[0049] 出水口,其与反渗透装置连接,用以导出过滤水。

[0050] 在本发明的一个实施方案中,该装置还包括弱酸离子交换器,设置在所述钠离子交换器及除碳器之间,用以交换高含盐废水中的碳酸盐硬度。

[0051] 在本发明的一个实施方案中,该装置还包括又一钠离子交换器,设置在所述钠离子交换器及除碳器之间,用以交换高含盐废水中的碳酸盐硬度。

[0052] 在本发明的一个实施方案中,所述澄清池中高含盐废水加入石灰溶液和 / 或纯碱溶液,以控制高含盐废水的碳酸盐硬度在 150mg/l 以下,永久硬度在 300mg/l 以下。

[0053] 在本发明的一个实施方案中,所述钠离子交换器中,根据表 1 中高含盐废水硫酸根的含量和后续反渗透的回收率控制高含盐废水的永久硬度。

[0054]

| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 1000mg/l 以下 | | |
|---|--------|------------|
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.8mmol/L |
| 2 | 90% | 0.5 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.2 mmol/L |
| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 2000mg/l 以下 | | |
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.5mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1 mmol/L |

[0055] 表 1

[0056] 在本发明的一个实施方案中,所述弱酸离子交换器中,根据表 2 中后续反渗透的回收率控制高含盐废水的碳酸盐硬度。

[0057]

| 序号 | 反渗透回收率 | 残留碳酸盐硬度 |
|----|--------|-----------|
| 1 | 85% | 0.4mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1mmol/L |

[0058] 表 2

[0059] 在本发明的一个实施方案中,所述除碳器控制高含盐废水中二氧化碳的指标在 5mg/l 以下。

[0060] 本发明提供的高含盐废水处理方法及装置,采用了石灰/纯碱处理工艺和钠/弱酸离子交换器相结合的处理工艺,在反渗透装置过滤前依次将高含盐废水中的碳酸盐硬度和永久硬度进行了降低和交换,并将废水的 PH 值调整至 8.5 以下,大大提高了反渗透装置中水的回收率,且在处理后将未通过反渗透膜的高含盐废水作为钠离子交换器的再生剂,既节约了用水和再生剂的用量,又将带有高浓度钠离子的高含盐废水再次应用回系统,系统水回收率得到提高运行费用得到降低。

附图说明

[0061] 图 1 为本发明的高含盐废水处理装置的示意图。

[0062] 图 2 为本发明的高含盐废水处理装置的一实施例示意图。

[0063] 图 3 为本发明的高含盐废水处理装置的另一实施例示意图。

具体实施方式

[0064] 如图 1 所示,本发明提供的高含盐废水处理装置,包括:澄清池 1、滤池 2、进水口 I、钠离子交换器 3、除碳器 5、反渗透装置 6 和进水口 I、加石灰装置 A、加纯碱装置 B、加酸装置 C、加碱装置 D、出水口 O。其中,澄清池 1,其与进水口 I 连接,且在澄清池 1 上设置有加石灰装置 A、加纯碱装置 B,用以向池中加入适量的石灰溶液和纯碱溶液来控制高含盐废水的碳酸盐硬度和永久硬度;滤池 2,其与澄清池 1 连接,且在澄清池 1 与滤池 2 之间设置有加酸装置 C,用以向高含盐废水中加入适量的酸,以调整 pH 值在 8.5 以下;钠离子交换器 3,其与滤池 2 连接,用以交换高含盐废水中的永久硬度;除碳器 5,其与钠离子交换器 3 连接,用以控制高含盐废水中二氧化碳含量;反渗透装置 6,其与除碳器 5 连接,其中在反渗透装置 6 与除碳器 5 之间设置有加碱装置 D,用以向高含盐废水中加入适量的碱,以调整 pH 值在 8.5 以下,反渗透装置 6 与钠离子交换器 3 通过回流管连接,在钠离子交换器再生时,用以将未过滤的浓缩废水导入钠离子交换器 3 中作为再生剂使用。出水口 O,其与反渗透装置 6 连接。

[0065] 如图 2 所示,本发明提供的另一高含盐废水处理装置,其结构与如图 1 所示的高含盐废水处理装置基本相同。不同之处在于:该高含盐废水处理装置还包括弱酸离子交换器 4,其设置于钠离子交换器 3 与除碳器 5 之间,用以交换高含盐废水中的碳酸盐硬度。

[0066] 如图 3 所示,本发明提供的再一高含盐废水处理装置,其结构与如图 1 所示的高含

盐废水处理装置基本相同。不同之处在于：该高含盐废水处理装置还包括又一钠离子交换器 3'，其设置于钠离子交换器 3 与除碳器 5 之间，用以进一步交换高含盐废水中的永久硬度。

[0067] 工作原理：

[0068] 以图 2 所示的高含盐废水处理装置为例，高含盐废水通过进水口 I 导入至澄清池 1，由加石灰装置 A、加纯碱装置 B 分别向澄清池 1 内加入适量的石灰溶液和纯碱溶液，以控制高含盐废水的碳酸盐硬度在 150mg/l 以下，永久硬度在 300mg/l 以下；再由加酸装置 C 向高含盐废水中加入适量的酸，以调整 pH 值在 8.5 以下；然后高含盐废水由澄清池 1 导入滤池 2 中过滤掉其中的沉淀物后，再导入钠离子交换器 3 中，根据表 1 中高含盐废水硫酸根的含量和后续反渗透的回收率控制高含盐废水的永久硬度。

[0069]

| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 1000mg/l 以下 | | |
|---|--------|------------|
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.8mmol/L |
| 2 | 90% | 0.5 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.2 mmol/L |
| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 2000mg/l 以下 | | |
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.5mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1 mmol/L |

[0070] 表 1

[0071] 高含盐废水自钠离子交换器 3 流出导入弱酸离子交换器 4 中，根据表 2 中后续反渗透的回收率控制高含盐废水的碳酸盐硬度。

[0072]

| 序号 | 反渗透回收率 | 残留碳酸盐硬度 |
|----|--------|-----------|
| 1 | 85% | 0.4mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1mmol/L |

[0073] 表 2

[0074] 再将高含盐废水导入除碳器 5 中，去除其中的溶解性二氧化碳，以控制高含盐废水中二氧化碳的指标在 5mg/l 以下。由加碱装置 D 向高含盐废水中加入适量的碱，以调整 pH 值至 8.5 以下，再将高含盐废水导入反渗透装置 6 过滤，得到过滤水，从出水口 O 中流出。

反渗透装置 6 中未过滤的高含盐废水导入钠离子交换器 3 中重新循环过滤。

[0075] 本发明提供的高含盐废水处理装置工作原理与上述举例基本一致,在此不再累述。

[0076] 实施例 1

[0077] 在某电厂现场处理高含盐量废水中试试验情况:

[0078] 1、中试试验水源:冷却塔循环排污水。

[0079] 2、中试试验水源水质:

[0080]

| 项目 | 单位 | 分析结果 | 项目 | 单位 | 分析结果 | |
|-------|------------|--------|-------|----|--------|------|
| 全固形物 | mg/L | 1811.2 | 碱度 | P | mmol/L | 1.3 |
| 溶解固形物 | mg/L | 3916.8 | | M | mmol/L | 11.5 |
| 悬浮物 | mg/L | 24.4 | 硬度 | 总硬 | mmol/L | 8.83 |
| 钙离子 | mmol/L | 3.67 | | 暂硬 | mmol/L | |
| 钠离子 | mg/L | 1400.8 | | 永硬 | mmol/L | |
| 氯根 | mg/L | 178 | pH | | | 9.13 |
| 硫酸根 | mg/L | 1445.0 | CODMn | | mg/L | 6.67 |
| 电导率 | μ s/cm | 5322.4 | | | | |

[0081] 3、中试试验用药品规范:

[0082] 名称 纯度

[0083] 熟石灰 85%

[0084] 聚铁(絮凝剂) 12%(以 Fe 计)

[0085] PAM 工业品

[0086] HCl 30%

[0087] NaClO 10%

[0088] NaCl 工业品

[0089] 阻垢剂 浓缩液

[0090] 还原剂 工业品

[0091] NaOH 32%

[0092] 4 中试试验设备流程:

[0093]

循环排污水 \longrightarrow 石灰澄清池 \longrightarrow 滤池 \longrightarrow NaR 离子交换器 \longrightarrow
弱酸离子交换器 \longrightarrow 除碳器 \longrightarrow 反渗透

[0094] 5 试验设备规范

[0095] 中试试验设备设计出力 1 ~ 2m³/h, 主要设备参数如下:

- [0096] 5. 1. 石灰澄清池
- [0097] 出力 :2 ~ 3m³/h
- [0098] 外形尺寸 :Φ 3200×3750
- [0099] 材质 :碳钢
- [0100] 电机功率 :3kW
- [0101] 配套设备 :石灰溶解加药装置、聚铁加药装置、PAM 加药装置、盐酸加药装置
- [0102] 5. 2. 石英砂滤池
- [0103] 出力 :2 ~ 3m³/h
- [0104] 外形尺寸 :Φ 1100×3750
- [0105] 材质 :碳钢
- [0106] 数量 :1 套
- [0107] 配套设备 :反冲洗水箱、反洗水泵、反洗风机
- [0108] 5. 3. Na 离子交换树脂试验柱
- [0109] 出力 :2 ~ 3m³/h
- [0110] 外形尺寸 :Φ 600×2300
- [0111] 材质 :有机玻璃
- [0112] 树脂层高 :1000mm
- [0113] 树脂型号 :001×7
- [0114] 数量 :1 套
- [0115] 配套设备 :再生水泵、再生水箱
- [0116] 5. 4. 弱酸离子交换树脂试验柱
- [0117] 出力 :2 ~ 3m³/h
- [0118] 外形尺寸 :Φ 600×2300
- [0119] 材质 :有机玻璃
- [0120] 树脂层高 :1000mm
- [0121] 树脂型号 :D113
- [0122] 数量 :1 套
- [0123] 配套设备 :再生水泵、再生水箱
- [0124] 5. 5. 除碳器
- [0125] 出力 :2 ~ 3m³/h
- [0126] 外形尺寸 :Φ 500×3150
- [0127] 填料层高 :1500mm
- [0128] 配套功率 :0. 75kW
- [0129] 数量 :1 套
- [0130] 5. 6. 反渗透一体化装置
- [0131] 出力 :2m³/h
- [0132] 外形尺寸 :2100×3500
- [0133] 压力容器数量 :1 根
- [0134] 膜组件数量 :2 支

- [0135] 膜组件型号 :PROC10
- [0136] 功率 :30kW
- [0137] 数量 :1 套
- [0138] 配套装置 :高压泵、保安过滤器、冲洗水泵,阻垢剂加药装置、还原剂加药装置、碱加药装置
- [0139] 5.7. 回流装置
- [0140] 6、中试试验步骤 :
- [0141] 6.1 澄清池加药量的调整
- [0142] 向澄清池供水,调整石灰的加药量,控制石灰出水的碳酸盐硬度在 100mg/l,由于本实验的水质为负硬水,无永久硬度。试验时最终确定石灰加药量为 400mg/l ;
- [0143] 向澄清池内供水,投加不同剂量的絮凝剂,观察矾花的形态和测定出水的浊度,试验最终确定絮凝剂的投加量为 40mg/l,出水浊度小于 5mg/l。
- [0144] 向澄清池供水,按 40mg/l 投加絮凝剂,按 400mg/l 投加石灰,按 0.5mg/l 投加 PAM,稳定运行 2 天,测定出水的 pH,浊度和碳酸盐硬度,上述三种指标均值控制在如下的水平。
- [0145] 碳酸盐硬度 :95.7mg/l
- [0146] PH :10.8
- [0147] 浊度 :4.78mg/l
- [0148] 澄清池调试完成。
- [0149] 6.2 过滤系统的调试 (负硬水是需要弱酸离子交换,而正硬水仅需要钠离子交换。)
- [0150] 澄清池出水加酸量的调整
- [0151] 1、向澄清池出水加入不同的 98% 的硫酸,测定澄清池出水的 pH 值,最终确定当加酸量为 35mg/l,澄清池出水的 pH 为 8,系统按这个条件加酸。
- [0152] 2、加酸后的出水通过石英砂过滤器,测定出水的浊度和观察滤料表面的变化,经过观察,滤料表面无白色结晶出现,滤池出水浊度控制在小于 2.5mg/l,按此条件运行滤池。
- [0153] 6.3NaR 树脂交换器的调试
- [0154] 过滤后出水,经过 NaR 树脂交换器,根据表 1 控制出水的残留硬度在 01mmol/l。
- [0155]

| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 1000mg/l 以下 | | |
|---|--------|------------|
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.8mmol/L |
| 2 | 90% | 0.5 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.2 mmol/L |
| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 2000mg/l 以下 | | |
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.5mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1 mmol/L |

[0156] 表 1

[0157] 6.4 弱酸树脂交换器的调试

[0158] NaR 树脂交换器的出水通过弱酸树脂交换器,根据表 2 控制出水残留碳酸盐硬度在 0.1mmol/L。

[0159]

| 序号 | 反渗透回收率 | 残留碳酸盐硬度 |
|----|--------|-----------|
| 1 | 85% | 0.4mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1mmol/L |

[0160] 表 2

[0161] 6.5 除碳器的运行调试

[0162] 将弱酸出水经过除碳器,控制出水的 CO_2 在 5mg/l。

[0163] 6.6 除碳器出水的 PH 调整,联动试验。

[0164] 除碳器出水加 32%的氢氧化钠,在以下的条件下分别联动运行反渗透系统。

[0165] 反渗透进水 pH 在 8.5 的情况下,,控制上述预处理条件下,反渗透回收率分别从 85%,90%,最终提高到 95%,观察反渗透过膜压差的变化,在上述条件下,反渗透稳定运行三个月,反渗透膜压差没有明显的变化。在这种条件下旁流除碳器也就是将流程中的除碳器去除,记录反渗透过膜压差的变化,这种条件下,除了反渗透出水电导增加外,反渗透过膜压差没有明显的变化。

[0166] 反渗透进水 pH 在 7.5 的情况下,控制上述预处理条件下,反渗透回收率分别从 85%,90%,最终提高到 95%,观察反渗透过膜压差的变化,在上述条件下,反渗透稳定运行

三个月,反渗透膜压差没有明显的变化。

[0167] 反渗透进水 pH 在 10 的情况下,控制上述预处理条件下,反渗透回收率分别从 85%,90%,最终提高到 95%,观察反渗透过膜压差的变化,在上述条件下,反渗透稳定运行三个月,反渗透膜压差没有明显的变化。在这种条件下旁流除碳器也就是将流程中的除碳器去除,记录反渗透过膜压差的变化,这种条件下,反渗透连续运行两天后,过膜压差有明显的增长,分析在碱性条件下,水中碳酸盐垢溶解度明显大大降低,因此,试验又调整到 8.5,继续运行。

[0168] 6.7 反渗透浓水再生 NaR 试验

[0169] 将反渗透浓水收集在水箱中,待用。

[0170] 用清水配置好 4% 的食盐水再生 NaR 离子交换器,记录每次再生的耗盐量和再生后运行周期。

[0171] 用反渗透浓水再生 NaR 离子交换器,控制反渗透浓水的水量与用盐再生时消耗的盐量相当,记录消耗的反渗透浓水的水量和再生后运行周期。试验结果发现,当控制反渗透浓水中盐的耗量是 4% 的食盐水再生耗量的 1.3-1.5 倍时,用反渗透浓水再生与用配置 4% 的盐水再生后树脂的运行周期相当。由此可得出,用反渗透浓水完全可再生 NaR 离子交换器,减少系统总的耗水量。

[0172] 用反渗透浓水配置 4% 的食盐水再生 NaR 离子交换器,记录每次再生的耗盐量和再生后运行周期,试验结果表明,用反渗透浓水配置食盐水和用清水配置食盐水对 NaR 离子交换器的运行周期没有影响。

[0173] 因此,根据反渗透浓水的水质情况,可选择反渗透浓水配置食盐水也可选择用反渗透浓水直接再生 NaR 离子交换器。

[0174] 实施例 2

[0175] 在某电厂现场处理高含盐量废水中试试验情况:

[0176] 1、中试试验水源:反渗透浓水

[0177] 2、中试试验水源水质:

[0178] 反渗透浓水水质

[0179]

| 项目 | 单位 | 分析结果 | 项目 | 单位 | 分析结果 | |
|-------|------------|--------|--------|----|--------|------|
| 溶解固形物 | mg/L | 4216 | 碱 | P | mmol/L | 5.2 |
| 悬浮物 | mg/L | 1.0 | 度 | M | mmol/L | 7.8 |
| 钙离子 | mmol/L | 5.62 | 硬 度 | 总硬 | mmol/L | 15.8 |
| 钠离子 | mg/L | 1520 | | 暂硬 | mmol/L | |
| 氯根 | mg/L | 1230 | | 永硬 | mmol/L | |
| 硫酸根 | mg/L | 300 | pH | | | 8.13 |
| 电导率 | μ s/cm | 7322.4 | | | | |

[0180] 3、中试试验用药品规范：

[0181] （与实施例 1 相同）

[0182] 4 中试试验设备流程：

[0183] 对于反渗透浓水采用如下流程：

[0184]

反渗透浓水 \rightleftarrows 石灰澄清池 \rightleftarrows 滤池 \rightleftarrows 一级 NaR 离子交换器
 \rightleftarrows 二级 NaR 离子交换器 \rightleftarrows 除碳器 \rightleftarrows 反渗透

[0185] 5 试验设备规范：

[0186] 中试试验设备设计出力 1 ~ 2m³/h, 主要设备参数如下：

[0187] 5.1. 石灰澄清池

[0188] 出力 : 2 ~ 3m³/h

[0189] 外形尺寸 : Φ 3200 \times 3750

[0190] 材质 : 碳钢

[0191] 电机功率 : 3kW

[0192] 配套设备 : 石灰溶解加药装置、聚铁加药装置、PAM 加药装置、盐酸加药装置

[0193] 5.2. 石英砂滤池

[0194] 出力 : 2 ~ 3m³/h

[0195] 外形尺寸 : Φ 1100 \times 3750

[0196] 材质 : 碳钢

[0197] 数量 : 1 套

[0198] 配套设备 : 反冲洗水箱、反洗水泵、反洗风机

[0199] 5.3. 一级 Na 离子交换树脂试验柱

[0200] 出力 : 2 ~ 3m³/h

[0201] 外形尺寸 : Φ 600 \times 2300

[0202] 材质 : 有机玻璃

[0203] 树脂层高 : 1000mm

[0204] 树脂型号 : 001 \times 7

[0205] 数量 : 1 套

[0206] 配套设备 : 再生水泵、再生水箱

[0207] 5.4. 一级 Na 离子交换树脂试验柱

[0208] 出力 : 2 ~ 3m³/h

[0209] 外形尺寸 : Φ 600 \times 2300

[0210] 材质 : 有机玻璃

[0211] 树脂层高 : 1000mm

[0212] 树脂型号 : 001 \times 7

[0213] 数量 : 1 套

[0214] 配套设备 : 再生水泵、再生水箱

[0215] 5.5. 除碳器

[0216] 出力 : 2 ~ 3m³/h

- [0217] 外形尺寸 : $\Phi 500 \times 3150$
- [0218] 填料层高 :1500mm
- [0219] 配套功率 :0.75kW
- [0220] 数量 :1 套
- [0221] 5.6. 反渗透一体化装置
- [0222] 出力 :2m³/h
- [0223] 外形尺寸 :2100 \times 3500
- [0224] 压力容器数量 :1 根
- [0225] 膜组件数量 :2 支
- [0226] 膜组件型号 :PROC10
- [0227] 功率 :30kW
- [0228] 数量 :1 套
- [0229] 配套装置 :高压泵、保安过滤器、冲洗水泵,阻垢剂加药装置、还原剂加药装置、碱加药装置
- [0230] 5.7. 回流装置
- [0231] 6、反渗透浓水中试试验步骤 :
- [0232] 6.1 澄清池加药量的调整
- [0233] 向澄清池供水,调整石灰的加药量,控制石灰出水的碳酸盐硬度在 100mg/l ;向澄清池内投加碳酸钠,控制澄清池出水的永久硬度在。试验时最终确定石灰加药量为 230mg/l ;碳酸钠加药量为 300mg/l ;
- [0234] 向澄清池内供水,投加不同剂量的絮凝剂,观察矾花的形态和测定出水的浊度,试验最终确定絮凝剂的投加量为 30mg/l,出水浊度小于 5mg/l。
- [0235] 向澄清池供水,按 30mg/l 投加絮凝剂,按 230mg/l 投加石灰,按 300mg/l 投加碳酸钠,按 0.5mg/l 投加 PAM,稳定运行 2 天,测定出水的 PH,浊度和碳酸盐硬度,上述三种指标均值控制在如下的水平。
- [0236] 碳酸盐硬度 :99.60mg/l
- [0237] PH :10.6
- [0238] 浊度 :3.5mg/l
- [0239] 澄清池调试完成。
- [0240] 6.2 过滤系统的调试
- [0241] 澄清池出水加酸量的调整
- [0242] 1、向澄清池出水加入不同的 98%的硫酸,测定澄清池出水的 PH 值,最终确定当加酸量为 33mg/l,澄清池出水的 PH 为 7.9,系统按这个条件加酸。
- [0243] 2、加酸后的出水通过石英砂过滤器,测定出水的浊度和观察滤料表面的变化,经过观察,滤料表面无白色结晶出现,滤池出水浊度控制在小于 2.1mg/l,按此条件运行滤池。
- [0244] 6.3 一级 NaR 树脂交换器的调试
- [0245] 过滤后出水,经过 NaR 树脂交换器,根据表 1 控制出水的残留硬度在 0.2mmol/l。
- [0246]

| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 1000mg/l 以下 | | |
|---|--------|------------|
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.8mmol/L |
| 2 | 90% | 0.5 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.2 mmol/L |
| 高含盐废水 SO_4^{2-} 的含量在 2000mg/l 以下 | | |
| 序号 | 反渗透回收率 | 残留硬度 |
| 1 | 85% | 0.5mmol/L |
| 2 | 90% | 0.2 mmol/L |
| 3 | 95% | 0.1 mmol/L |

[0247] 表 1

[0248] 6.4 二级 NaR 树脂交换器的调试

[0249] 一级 NaR 树脂交换器的出水通过二级 NaR 树脂交换器, 根据表 1 控制出水残留碳酸盐硬度在 0.1mmol/L。

[0250] 6.5 除碳器的运行调试

[0251] 将弱酸出水经过除碳器, 控制出水的 CO_2 在 5mg/l。

[0252] 6.6 除碳器出水的 pH 调整, 联动试验。

[0253] 除碳器出水加 32% 的氢氧化钠, 在以下的条件下分别联动运行反渗透系统。

[0254] 反渗透进水 pH 在 8.5 的情况下, 控制上述预处理条件下, 反渗透回收率分别从 85%, 90%, 最终提高到 95%, 观察反渗透过膜压差的变化, 在上述条件下, 反渗透稳定运行三个月, 反渗透膜压差没有明显的变化。在这种条件下旁流除碳器也就是将流程中的除碳器去除, 记录反渗透过膜压差的变化, 这种条件下, 除了反渗透出水电导增加外, 反渗透过膜压差没有明显的变化。此变化和循环排污水试验结果相同。

[0255] 反渗透进水 pH 在 7.5 的情况下, 控制上述预处理条件下, 反渗透回收率分别从 85%, 90%, 最终提高到 95%, 观察反渗透过膜压差的变化, 在上述条件下, 反渗透稳定运行三个月, 反渗透膜压差没有明显的变化。

[0256] 反渗透进水 pH 在 10 的情况下, 控制上述预处理条件下, 反渗透回收率分别从 85%, 90%, 最终提高到 95%, 观察反渗透过膜压差的变化, 在上述条件下, 反渗透稳定运行三个月, 反渗透膜压差没有明显的变化。在这种条件下旁流除碳器也就是将流程中的除碳器去除, 记录反渗透过膜压差的变化, 这种条件下, 反渗透连续运行两天后, 过膜压差有明显的增长, 分析在碱性条件下, 水中碳酸盐垢溶解度明显大大降低, 因此, 试验又调整到 8.5, 继续运行。

[0257] 6.7 反渗透浓水再生 NaR 试验

[0258] 将反渗透浓水收集在水箱中, 待用。

[0259] 用清水配置好 4% 的食盐水再生 NaR 离子交换器, 记录每次再生的耗盐量和再生后运行周期。

[0260] 用反渗透浓水再生 NaR 离子交换器, 控制反渗透浓水的水量与用盐再生时消耗的盐量相当, 记录消耗的反渗透浓水的水量和再生后运行周期。试验结果发现, 当控制反渗透浓水中盐的耗量是 4% 的食盐水再生耗量的 1.1-1.3 倍时, 用反渗透浓水再生与用配置 4% 的盐水再生后树脂的运行周期相当。这个耗水量的倍数略小于循环排污水的试验, 分析原因为反渗透浓水的 Na⁺ 含量高于循环排污水中 Na⁺ 的含量, 由此可得出, 用本系统内的反渗透浓水完全可再生 NaR 离子交换器, 减少系统总的耗水量。

[0261] 用反渗透浓水配置 4% 的食盐水再生 NaR 离子交换器, 记录每次再生的耗盐量和再生后运行周期, 试验结果表明, 用反渗透浓水配置食盐水和用清水配置食盐水对 NaR 离子交换器的运行周期没有影响。

[0262] 因此, 根据反渗透浓水的水质情况, 可选择反渗透浓水配置食盐水也可选择用反渗透浓水直接再生 NaR 离子交换器。

[0263] 本发明提供的高含盐废水处理方法及装置, 采用了石灰 / 纯碱处理工艺和钠 / 弱酸离子交换器相结合的处理工艺, 在反渗透装置过滤前依次将高含盐废水中的碳酸盐硬度和永久硬度进行了降低和交换, 并将废水的 PH 值调整至 8.5 以下, 大大提高了反渗透装置中水的回收率, 且在处理后将未通过反渗透膜的高含盐废水返回到钠离子交换器中重新进行交换, 既节约了用水, 又将带有高浓度钠离子的高含盐废水返回了钠离子交换器中, 节约了钠离子用量。

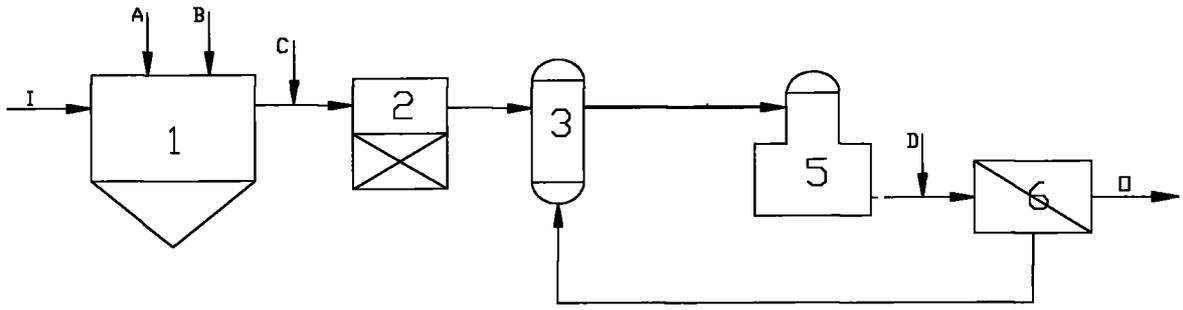


图 1

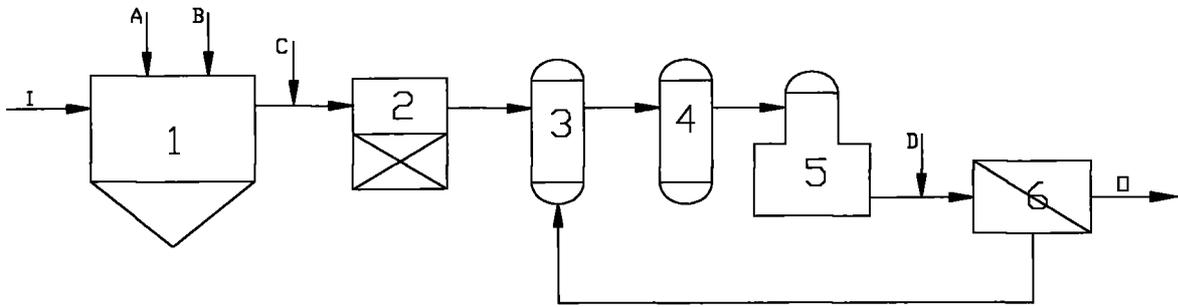


图 2

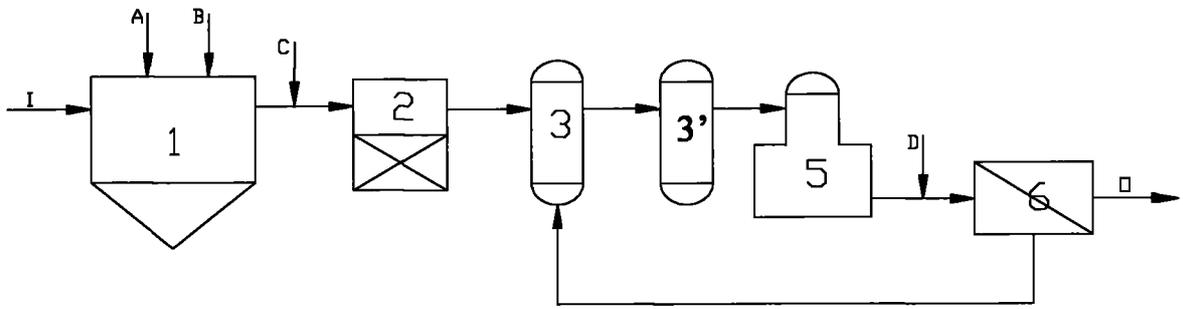


图 3