

(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102807296 A

(43) 申请公布日 2012. 12. 05

(21) 申请号 201210315768. 9

(22) 申请日 2012. 08. 30

(71) 申请人 北京鑫佰利科技发展有限公司
地址 100083 北京市海淀区学院路 30 方兴大厦 709

(72) 发明人 李君占 王自斌

(74) 专利代理机构 北京华谊知识产权代理有限公司 11207
代理人 刘月娥

(51) Int. Cl.
C02F 9/10 (2006. 01)

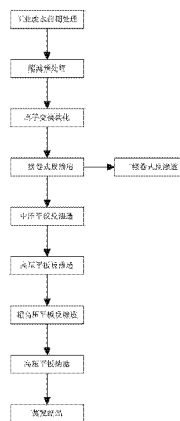
权利要求书 2 页 说明书 7 页 附图 1 页

(54) 发明名称

一种高盐度工业废水深度处理回用工艺

(57) 摘要

一种高盐度工业废水深度处理回用工艺,属于环境保护与资源综合利用技术领域。采用组合式设备,包括超滤、离子交换软化、一级卷式反渗透、中压平板反渗透、高压平板反渗透、超高压平板反渗透、高压平板纳滤、二级反渗透等设备。经过该组合工艺处理,工业废水可被浓缩至 36 ~ 180 倍,结合蒸发结晶设备,可实现工业废水的零排放,并能回收工业废水中的盐;产水经过二级反渗透处理,可实现 100% 回用。优点在于:采用组合式工艺,工艺灵活、占地少、投资省、效率高、运行费用低、效果稳定可靠等。



1. 一种高盐度工业废水深度处理回用工艺,其特征在于:工艺步骤及控制的技术参数如下:

(1) 前期处理

高盐工业废水首先经过传统物理、化学、物理化学或 / 和生物处理的方法进行各种必要的处理,使得处理以后的水质 COD 和 BOD 指标达到或接近《污水综合排放标准》(GB8978-1996);

(2) 超滤

采用超滤膜对工业废水进行预过滤,去除容易造成反渗透膜和纳滤膜污堵的有机胶体、无机胶体和微生物,延长后续反渗透和纳滤膜系统的清洗周期和使用寿命;超滤使用中空纤维浸没式膜组件,或使用柱式中空纤维膜组件;

(3) 离子交换

使用离子交换系统对反渗透进水进行软化处理,以防止膜的结垢;

离子交换系统由离子交换柱以及相关管道阀门组成,离子交换柱内填装离子交换树脂。

所述离子交换树脂为丙烯酸系弱酸阳离子交换树脂或亚胺基二乙酸型大孔螯合树脂或胺基磷酸型大孔螯合树脂;

(4) 一级卷式反渗透

经软化和脱气处理后的废水由给水泵加压,经过保安过滤器,进入一级卷式反渗透系统,在 1 ~ 4MPa 下对经(1)到(3)步处理后的废水进行 3 ~ 4 倍浓缩;一级卷式反渗透浓水和产水分别收集到一级浓水箱和一级产水箱;一级卷式反渗透产水达标,即进行回用,不达标,需要进行第(10)步骤的处理。

一级卷式反渗透使用苦咸水淡化用各种卷式反渗透膜组件,或使用海水淡化用卷式反渗透膜组件;

(5) 中压平板反渗透

一级卷式反渗透浓水经中压平板反渗透系统给水泵加压,经保安过滤器,进入中压平板反渗透系统,在 4 ~ 7MPa 下对一级卷式反渗透浓水进行 3 ~ 5 倍浓缩;中压平板反渗透产水回流到一级卷式反渗透前的软水箱或一级卷式反渗透产水箱继续处理,浓水收集到中压平板反渗透浓水箱继续进行下一步处理;

(6) 高压平板反渗透

中压平板反渗透的浓水经高压平板反渗透系统给水泵加压,经保安过滤器,进入高压平板反渗透系统,在 7 ~ 12MPa 下对中压平板反渗透浓水进行 2 ~ 3 倍浓缩;高压平板反渗透产水回流到一级卷式反渗透前的软水箱进行继续处理,高压平板反渗透浓水进入高压平板反渗透浓水箱,进行下一步浓缩处理;

(7) 超高压平板反渗透

高压平板反渗透的浓水经超高压平板反渗透系统给水泵加压,经保安过滤器,进入超高压平板反渗透系统,在 120 ~ 200MPa 下对高压平板反渗透浓水进行 2 ~ 3 倍浓缩;超高压平板反渗透产水回流到一级卷式反渗透前的软水箱进行继续处理,超高压平板反渗透浓水相对原废水浓缩 36 ~ 180 倍后,去蒸发结晶;

(8) 高压平板纳滤

当原废水中多价阴离子硫酸根、磷酸根含量较高,即多价阴离子浓度与一价阴离子浓度比 > 1 ,高压平板反渗透的浓水用高压平板纳滤代替超高压平板反渗透进行浓缩,降低系统的操作压力,降低运行成本;

高压平板反渗透的浓水经高压平板纳滤系统给水泵加压,经保安过滤器,进入高压平板纳滤系统,在 $70 \sim 120\text{MPa}$ 下对高压平板反渗透浓水进行 $2 \sim 3$ 倍浓缩;高压平板纳滤产水回流到上一级高压平板反渗透前的中压平板反渗透浓水箱,进行继续处理,浓水相对原废水浓缩 $36 \sim 180$ 倍后,去蒸发结晶;

(9) 蒸发结晶

经过 $3 \sim 10$ 次反渗透浓缩处理,废水被浓缩至 $10 \sim 180$ 倍,体积缩小到原体积的 $1/10 \sim 1/180$,采用蒸发结晶的方法进行处理,把废水中的无机盐、COD物质变为固体,按固体废物进行处理,从而达到真正的废水零排放;

蒸发结晶采用双效或多效蒸发结晶,或者MVR蒸发结晶;结晶固体收集包装,冷凝水收集到一级产水箱继续进行处理;

(10) 二级卷式反渗透

一级卷式反渗透产水达到回用标准,直接进行回用;水质未达到回用标准,则进行二级卷式反渗透处理;

一级卷式反渗透产水经二级卷式反渗透给水泵加压,经保安过滤器,进入二级反渗透系统,在 $1 \sim 3\text{MPa}$ 下对一级卷式反渗透产水进行 $5 \sim 10$ 倍浓缩;二级卷式反渗透浓水回流到一级卷式反渗透前软水箱继续进行处理,产水收集到二级卷式反渗透产水箱。

2. 根据权利要求1所述的工艺,其特征在于,所述的丙烯酸系弱酸阳离子交换树脂的牌号包括112、D113、D113FC、D113SC、SQD-80、SQD-85、SQD-88、SQD-112等或者等同牌号。

3. 根据权利要求1所述的工艺,其特征在于,所述的亚胺基二乙酸型大孔螯合树脂或胺基磷酸型大孔螯合树脂的牌号包括D401、D402、D402-II。

4. 根据权利要求1所述的工艺,其特征在于,在离子交换后设置脱气塔,用于脱除离子交换后产生的二氧化碳。

5. 根据权利要求1所述的工艺,其特征在于,所述的离子交换柱采用两级串联。

6. 根据权利要求1所述的工艺,其特征在于,使用EDTA或其钠盐作为反渗透和纳滤系统的阻垢剂,阻垢剂加药量为 $2 \sim 20\text{ppm}$ 。

7. 根据权利要求1所述的工艺,其特征在于,使用双(1,6-亚己基三胺五甲叉膦酸)BHMPMPA或二乙烯三胺五甲叉膦酸DTPMPA或乙二胺四亚甲基膦酸EDTMPA含有甲叉膦酸基的有机膦酸或其盐作为阻垢剂,阻垢剂加药量为 $2 \sim 20\text{ppm}$ 。

一种高盐度工业废水深度处理回用工艺

技术领域

[0001] 本发明属于环境保护与资源综合利用技术领域,特别是提供了一种高盐度工业废水深度处理回用工艺。

背景技术

[0002] 我国是一个严重缺水的国家,人均淡水资源仅为世界平均水平的 1/4、在世界上名列 110 位,是全球人均水资源最贫乏的国家之一。我国不仅水资源严重短缺,水污染还相当严重,专家们警告:“20 年后中国将找不到可饮用的水资源”,水资源严重短缺已经严重制约了我国经济的发展。因此开发新的废水处理回用工艺是至关重要的。

[0003] 膜分离技术是 20 世纪中后期逐步发展起来的。近 30 年来,各种膜分离技术在电子、化工、环保、食品、制药及饮用纯水等各个领域都得到了广泛的应用。随着膜材料的不断改进,分离技术的不断进步,各种膜的抗污染性能得到了很大的提高,在环保和污水处理方面的应用也越来越广泛。

[0004] 反渗透技术是一种通用的水处理技术,其目的是水(溶剂)脱盐(溶质)。反渗透技术已成为海水和苦咸水淡化、纯水和超纯水制备的最经济手段。随着性能优良的反渗透膜及膜组件的工业化,反渗透技术的应用范围已从最初的脱盐放到电子、化工、医药、食品、饮料、冶金和环保等领域。反渗透技术在新领域(如工艺用水的生产和再利用;废液处理;电镀漂洗水再利用和金属回收等)的应用技术不断被开发。

[0005] 纳滤是在反渗透基础上发展起来的新型分离技术,在废水处理方面,主要用于对二价盐的脱除和大分子有机物的浓缩。用纳滤膜对木材制浆碱萃取阶段所形成的废液进行脱色,脱色率可达 98% 以上。用纳滤膜从酸性溶液中分离金属硫酸盐和硝酸盐,其中对硫酸镍的截留率可达 95%。

[0006] 膜分离技术应用在工业废水深度处理中,主要存在以下几方面问题:

[0007] (1) 膜的结垢问题:结垢物质通常包括难溶盐、难溶碱、二氧化硅等。通常采用添加阻垢剂的方式防止膜结垢,但是在高盐废水中,离子浓度含量非常高,阻垢效果被抑制,从而造成膜结垢。

[0008] (2) 有机物污染问题:通常工业废水中含有复杂的有机体系,即使经过物理化学及生物处理,水中仍然残留一定浓度的 COD。这些残存的 COD 会造成膜的有机物污堵和微生物污染。

[0009] (3) 浓缩倍数和浓水处理问题:由于以上两个问题的存在,造成现有膜技术用于污水处理,浓缩倍数不高(回收率低),通常只能浓缩到 4-5 倍(对应回收率 75 ~ 80%),浓缩倍数低使浓缩水量大,后续处理压力较大。

发明内容

[0010] 本发明的目的在于提供一种高盐工业废水深度处理回用工艺,采用组合式膜工艺,可将含盐工业废水浓缩到 10 ~ 180 倍以上。本发明的优势在于:占地少、投资省、效率

高、运行费用低、效果稳定可靠等。

[0011] 本发明包括前期处理、超滤、离子交换、一级卷式反渗透、中压平板反渗透、高压平板反渗透、超高压平板反渗透、高压平板纳滤、蒸发结晶、二级卷式反渗透等工艺,工艺步骤的具体内容及控制的技术参数如下:

[0012] (1) 前期处理

[0013] 高盐工业废水首先经过传统物理、化学、物理化学或 / 和生物处理的方法进行各种必要的处理,使得处理以后的水质 COD 和 BOD 指标达到或接近《污水综合排放标准》(GB8978-1996)。其主要目的:①将工业废水中对膜有害的各种有机溶剂、油脂、氧化剂、大分子有机物等进行降解和消化处理,防止对膜的污染和损坏;②将工业废水中不易被膜截留的小分子有机物进行消化处理,提高膜产水质量;③尽量去除工业废水中的其它各种污染物,减少膜的负荷。

[0014] (2) 超滤

[0015] 采用超滤膜对工业废水进行预过滤,去除容易造成反渗透膜和纳滤膜污堵的有机胶体、无机胶体和微生物,延长后续反渗透和纳滤膜系统的清洗周期和使用寿命。

[0016] 超滤系统由供水泵(或抽吸泵)、保安过滤器、超滤膜组件组成的膜堆以及相关管道阀门等组成。其中超滤膜组件可以使用中空纤维浸没式膜组件(采用抽吸泵),也可以使用传统柱式中空纤维膜组件(采用供水泵)。既可以使用外压式中空纤维超滤膜组件,也可以使用内压式中空纤维超滤膜组件。超滤还可以使用其它超滤形式:比如陶瓷膜超滤、管式膜超滤或者卷式膜超滤等。

[0017] (3) 离子交换

[0018] 由于本发明涉及的膜系统浓缩倍数高,必须使用离子交换系统对反渗透进水进行软化处理,以防止膜的结垢。

[0019] 离子交换系统由离子交换柱以及相关管道阀门组成,其中离子交换柱内部装填离子交换树脂。

[0020] 优选的离子交换树脂是丙烯酸系弱酸阳离子交换树脂。树脂牌号包括 112、D113、D113FC、D113SC、SQD-80、SQD-85、SQD-88、SQD-112 等或者等同牌号,离子形态 H 型,全交换容量 10.0 ~ 20.0 mmol/g,体积交换容量 3.5 ~ 7.0 mmol/mL,含水量 40 ~ 65%,湿视密度 0.70 ~ 0.82 g/mL,湿真密度 1.10 ~ 1.20 g/mL,粒度范围 0.315 ~ 1.25mm, ≥ 95%,有效粒径 0.35~0.70 mm,均一系数 1.1 ~ 1.6,磨后渗磨圆球率 90% ~ 100%,转型膨胀率(H → Na) 65-105%,颜色淡黄色或乳白色。该树脂具有优异的抗氧化、抗物理磨损、抗化学渗透和抗有机污染能力,有很高的工作交换容量,广泛应用于水的软化及脱碱处理。该树脂工作时为 H 型,使用盐酸再生。

[0021] 进一步优选的离子交换树脂是亚胺基二乙酸型或胺基磷酸型大孔螯合树脂。树脂牌号包括 D401、D402、D402- II 以及其它等同牌号,离子形态 Na 型,质量交换容量 1.45 ~ 2.0 mmolCu²⁺/g,体积交换容量 0.5 ~ 0.6 mmol Cu²⁺ 或 Ca²⁺/mL,含水量 52 ~ 58%,湿视密度 0.72 ~ 0.78 g/mL,湿真密度 1.15 ~ 1.25 g/mL,粒度范围 0.315 ~ 1.25mm, ≥ 95%,有效粒径 0.4 ~ 0.7mm,均一系数 1.0 ~ 1.6,磨后渗磨圆球率 90% ~ 100%,转型膨胀率(H → Na) 40% ~ 100%,颜色乳白色或灰色。该树脂对多价离子具有很好的选择性和交换容量,广泛应用于水的软化及金属的分离提纯。该树脂工作时为 Na 型,再生时首先使用盐酸再生,转化

为 H 型,然后再用氢氧化钠再生,再转化为 Na 型。

[0022] 为了防止硬度离子穿透树脂层,进入后续反渗透和纳滤系统,造成膜结垢污染,使用两级离子交换柱串联的方式运行。

[0023] 如果使用弱酸阳树脂,离子交换出水为酸性,需要连接脱气塔脱除离子交换出水中的二氧化碳,以减少后续工艺中氢氧化钠的消耗量。可采用鼓风式二氧化碳脱气塔,安装在离子交换器后,去除产水中的二氧化碳,经脱碳后,水中二氧化碳残余量不超过 5mg/L。工作温度:5 ~ 50℃;淋水密度 40 ~ 60 m³/m² h,通风强度 3000m³/h。

[0024] 脱气后的废水在进入反渗透系统之前,需要用氢氧化钠调节 PH 至中性,以提高反渗透膜的截留率。

[0025] 尽管前面已经进行了软化处理,除去了几乎所有的钙、镁等硬度离子,高盐度废水进入反渗透之前,仍然需要添加阻垢剂,尤其是废水中硫酸根离子浓度较高时。传统的反渗透阻垢剂通常仅适用于一般苦咸水水源,当水中离子浓度很高时,常规反渗透阻垢剂会失去效果。因此必须开发新型适用于高盐溶液的阻垢剂。阻垢剂添加到一级卷式反渗透保安过滤器之前。

[0026] 优选的阻垢剂包括乙二胺四乙酸(EDTA)及其盐,双 1,6-亚己基三胺五甲叉膦酸(BHMTMPA)、二乙烯三胺五甲叉膦酸(DTPMPA)、乙二胺四亚甲基膦酸(EDTMPA)等含有甲叉膦酸基的有机膦阻垢剂及其盐。阻垢剂添加量为 2 ~ 20ppm。

[0027] 进一步优选的阻垢剂为乙二胺四乙酸二钠盐(EDTA·Na₂),添加量为 2 ~ 20ppm。

[0028] (4) 一级卷式反渗透

[0029] 一级卷式反渗透系统由给水泵、保安过滤器、高压泵、一级卷式反渗透膜堆以及相关管道阀门等组成。

[0030] 经软化和脱气处理后的废水由给水泵加压,经过保安过滤器过滤,高压泵增压后,进入一级卷式反渗透膜堆,在 1 ~ 4MPa 下将一级卷式反渗透浓缩进水 3 ~ 4 倍。一级卷式反渗透浓水和产水分别收集到一级浓水箱和一级产水箱。一级卷式反渗透产水如达标即可进行回用,如不达标,需要进行第(10)步骤的处理。

[0031] 一级卷式反渗透可以使用苦咸水淡化用各种卷式反渗透膜组件,也可以使用海水淡化用卷式反渗透膜组件。

[0032] (5) 中压平板反渗透

[0033] 中压平板反渗透系统由给水泵、保安过滤器、高压泵、中压平板反渗透膜堆以及相关管道阀门等组成。

[0034] 一级卷式反渗透浓水经中压平板反渗透系统给水泵,保安过滤器,高压泵,进入中压平板反渗透膜堆,在 4 ~ 7MPa 下对一级卷式反渗透浓水进行 3 ~ 5 倍浓缩。中压平板反渗透产水回流到一级卷式反渗透前的软水箱或一级卷式反渗透产水箱继续处理,浓水收集到中压平板反渗透浓水箱继续进行下一步处理;

[0035] 本工艺过程中,使用了不同压力等级的碟管式平板反渗透和平板纳滤工艺,用于工业废水的高倍数浓缩处理。

[0036] 碟管式平板反渗透系统的运行压力较高。该膜元件不仅抗压性好,更重要的是在高压系统中因为压力消失或突然停机时,水锤作用对反渗透膜元件的影响要远低于传统的卷式膜。在实际运行中可以通过产水流量的变化及压力的降低对破损的膜元件进行报警,

并通过出水的变化可以判断出是哪根膜柱出现了问题,并进行更换,是全球高压膜系统中最安全可靠系统之一。

[0037] 碟管式高压反渗透膜元件结构和流程上具有以下特点:

[0038] ①由耐压导流盘,膜片叠置及中央通道拉杆组成,导流盘并不压在膜包表面上置于中央拉杆周围的 O 形圈将进水和纯水分开。

[0039] ②膜元件入水流道短,流动连续产生 180 度转向(每个标准膜柱共转向 418 次)从而消除了浓度极化。

[0040] ③膜表面和配流盘之间的通道之间的间距在 2mm 以上,这种开敞式通道的独特设计,使得原水即使浊度高至 80NTU 仍可正常工作,这样就可以简化预过滤。较宽的通道也可以承受更快的膜表面液体流速,高达 0.4m/s 的膜表面流速可以大大降低浓差极化的可能性。

[0041] ④由于配流盘上的凸点造成膜表面的水流成湍流状态,使得膜表面的污染和结垢少,膜稳定性极高,正常使用寿命可达 3 年以上。由于膜柱设计中,其他附件均选择质量很高的元件,使得可以长期使用 15 年,每隔 3~5 年只需要更换膜包,非常简便,费用极低。

[0042] ⑤膜元件中的膜片操作温度范围宽,为 5℃~45℃之间。满足大多数污水的日常温度。

[0043] 高压平板反渗透膜元件,在整个的元件构造上打破了卷式膜设计的思维定式,在传统的卷式膜元件上,进行了大胆的革新,是当前反渗透领域,除了卷式膜外,在反渗透领域世界上的唯一一种独特的膜元件形式。另外,碟管式膜元件的独特设计使得元件进水压力可以高达 20MPa。

[0044] 本组合工艺中,应根据工业废水的水质以及水量情况合理选择不同压力等级的碟管式平板反渗透和平板纳滤元件,并根据需要进行合理组合,各种不同的组合方案均应视为本专利的保护范围。

[0045] (6) 高压平板反渗透

[0046] 高压平板反渗透系统由给水泵、保安过滤器、高压泵、高压平板反渗透膜堆以及相关管道阀门等组成。

[0047] 中压平板反渗透的浓水经高压平板反渗透系统给水泵,保安过滤器,高压泵,进入高压平板反渗透膜堆,在 7~12MPa 下对中压平板反渗透浓水进行 2~3 倍浓缩。高压平板反渗透产水回流到一级卷式反渗透前的软水箱进行继续处理,高压平板反渗透浓水进入高压平板反渗透浓水箱,进行下一步浓缩处理。

[0048] (7) 超高压平板反渗透

[0049] 超高压平板反渗透系统由给水泵、保安过滤器、高压泵、超高压平板反渗透膜堆以及相关管道阀门等组成。

[0050] 高压平板反渗透的浓水经超高压平板反渗透系统给水泵,保安过滤器,高压泵,进入超高压平板反渗透系统,在 120~200MPa 下对高压平板反渗透浓水进行 2~3 倍浓缩。超高压平板反渗透产水回流到一级卷式反渗透前的软水箱进行继续处理,超高压平板反渗透浓水相对原废水浓缩 36~180 倍后,去蒸发结晶。

[0051] (8) 高压平板纳滤

[0052] 如果原废水中多价阴离子(如硫酸根、磷酸根等)含量较高(多价阴离子浓度与一

价阴离子浓度比 > 1), 高压平板反渗透的浓水可以用高压平板纳滤代替超高压平板反渗透进行浓缩, 可明显降低系统的操作压力, 降低运行成本。

[0053] 高压平板纳滤系统由给水泵、保安过滤器、高压泵、高压平板纳滤膜堆以及相关管道阀门等组成。

[0054] 高压平板反渗透的浓水经高压平板纳滤系统给水泵, 保安过滤器, 高压泵, 进入高压平板纳滤膜堆, 在 $70 \sim 120\text{MPa}$ 下对高压平板反渗透浓水进行 $2 \sim 3$ 倍浓缩。高压平板纳滤产水回流到上一级高压平板反渗透前的中压平板反渗透浓水箱, 进行继续处理, 浓水相对原废水浓缩 $36 \sim 180$ 倍后, 去蒸发结晶。

[0055] (9) 蒸发结晶

[0056] 经过 $3 \sim 10$ 次反渗透浓缩处理, 废水被浓缩至 $10 \sim 180$ 倍, 体积大大缩小, 可采用蒸发结晶的方法进行处理, 把废水中的无机盐、COD 等物质变为固体, 按固体废物进行处理, 从而达到真正的废水零排放。

[0057] 蒸发结晶系统包括蒸发器、冷凝器、相关工艺管道阀门以及其它必备附件(如列管换热器等)组成。

[0058] 蒸发结晶可采用双效或多效蒸发结晶, 或者 MVR 蒸发结晶。结晶固体收集包装, 冷凝水收集到一级产水箱继续进行处理。

[0059] (10) 二级卷式反渗透

[0060] 一级卷式反渗透产水(含蒸发结晶冷凝水) 如果达到回用标准, 可直接进行回用, 如果水质未达到回用标准, 则进行二级卷式反渗透处理。

[0061] 二级卷式反渗透由给水泵、保安过滤器、高压泵、二级卷式反渗透膜堆以及相关管道阀门等组成。

[0062] 一级卷式反渗透产水经二级卷式反渗透给水泵加压, 经保安过滤器, 进入二级反渗透系统, 在 $1 \sim 3\text{MPa}$ 下对一级卷式反渗透产水进行 $5 \sim 10$ 倍浓缩。二级卷式反渗透浓水回流到一级卷式反渗透前软水箱继续进行处理, 产水收集到二级卷式反渗透产水箱。

[0063] 二级卷式反渗透产水一般均可达标回用, 产水经过二级反渗透处理, 基本可实现 100% 回用。如果需要超纯水, 尚需要进行进一步处理。

[0064] 通过以上(4)~(8)步骤处理, 高盐度工业废水可以被浓缩 $36 \sim 180$ 倍, 废水流量变为原废水流量的 $1/36 \sim 1/180$, 体积大大减少。最后通过第(9)步蒸发结晶处理, 实现工业废水的“零排放”, 同时, 蒸发结晶得到的盐可回收利用。

[0065] 本高盐度工业废水深度处理回用工艺采用组合式工艺, 以上描述的各工艺过程可根据原废水水质和水量情况进行优化组合。

附图说明

[0066] 图一为高盐度工业废水深度处理回用工艺流程方块图。

具体实施方式

[0067] 下面结合实施例对本发明做进一步解释。

[0068] 实施例:

[0069] 某公司化工制药废水 1500 吨 / 天, 其中包括高浓度废水 500 吨 / 天, 低浓度废水

600 吨 / 天,其它废水 400 吨 / 天。

[0070] 高浓度废水水质状况 : COD_{Cr} 25000 mg/L, B/C = 0.2, $\text{NH}_3\text{-N}$ 1500 mg/L, SS 500 mg/L, Cl^- 5000 mg/L, 全盐量 35000 mg/L, 石油类 370 mg/L, PH 10。

[0071] 低浓度废水水质状况 : COD_{Cr} 1000 mg/L, $\text{NH}_3\text{-N}$ 50 mg/L, SS 200 mg/L, 全盐量 1500mg/L, PH 7。

[0072] 采用隔油→混凝沉淀→气浮→水解→氧化沟→臭氧氧化→砂滤等工艺处理后,实际水质状况 :水温 25℃, PH9, COD_{Cr} :150mg / L, $\text{SS} \leq 50\text{mg} / \text{L}$, $\text{NH}_3\text{-N}$ <5mg / L, Cl^- 1830 mg/L, SO_4^{2-} 3050mg / L, 总硬度 5.5mmol/L, 总溶解固体(TDS) 6500mg / L。

[0073] 现需要对经过生化处理的废水深度处理后回用,采用以下工艺处理。

[0074] 总处理规模 1500 吨 / 天,年工作时间 330 天,每天工作时间 20 小时。

[0075] 步骤(1),中空纤维膜超滤 :总处理能力 110 m^3/h (进水),分为三列,设计通量 40LMH,设计压力 0.25MPa,运行功率 11KW。超滤出水污染指数 SDI2.8,浊度小于 0.2NTU,超滤出水进入超滤水箱 ;

[0076] 步骤(2),离子交换系统 : 配备 3 套,两用一备,使用时两台串联。设计流量 90 m^3/h ,设计流速 17m/h,设计再生周期 48 小时。离子交换柱直径 2600mm,总高度 5000mm,树脂层高度 1850mm,单台树脂容量 10 m^3 。

[0077] 采用丙烯酸系大孔弱酸阳树脂 D113,离子形态 H 型,全交换容量 10.8 mmol/g,体积交换容量 4.3 mmol/mL,含水量 50%,湿视密度 0.78 g/mL,湿真密度 1.18 g/mL,粒度范围 0.315 ~ 1.25mm, $\geq 95\%$,有效粒径 0.40 ~ 0.70 mm,均一系数 1.5,磨后渗磨圆球率 90%,转型膨胀率(H → Na) 65%,颜色淡黄色。该树脂具有优异的抗氧化、抗物理磨损、抗化学渗透和抗有机污染能力,有很高的工作交换容量,广泛应用于水的软化及脱碱处理。该树脂工作时为 H 型,使用盐酸再生。

[0078] 经弱酸阳树脂软化出水进入鼓风式二氧化碳脱碳塔,脱碳后,水中二氧化碳残余量不超过 5mg/L。工作温度 :42℃ ;淋水密度 60 $\text{m}^3/\text{m}^2 \text{h}$,通风强度 3000 m^3/h 。

[0079] 经过弱酸阳树脂软化后,出水硬度检测基本为 0。为了确保膜系统不结垢,在运行中加入 3.5ppm 乙二胺四乙酸二钠盐作为阻垢剂。

[0080] 步骤(3),一级卷式反渗透 :分为两列,每列均采用 6+3 两段结构,膜型号 PROC-10, PROC-10 是脱盐率最高的一种抗污染反渗透膜元件,优秀的耐强碱清洗性能使得 PROC10 在复杂废水的脱盐中仍能保持稳定、优异的性能,即使发生严重的有机污染、仍能通过化学清洗最大限度恢复膜元件的初始性能。

[0081] 膜元件规格和性能 :公称脱盐率 99.75%,最低脱盐率 99.6%,给水网厚度 34mil (0.86mm),有效膜面积 400 ft^2 (37 m^2),产水量 10500GPD (39.8 m^3/d)。

[0082] 进膜压力 1.8MPa,进膜流量 47 m^3/h ,浓水流量 15 m^3/h ,产水流量 32 m^3/h ,产水 TDS 小于 320 mg/L,产水 COD 5 mg/L。

[0083] 经过一级卷式反渗透系统,废水被浓缩至 3.13 倍。

[0084] 步骤(4),中压平板反渗透 : 30+50 两段结构,膜型号 DTR070,单支组件膜面积 9.0 m^2 ,盐截留率 99.5%。进膜压力 4.2MPa,进膜流量 30 m^3/h ,浓水流量 6 m^3/h ,产水流量 24 m^3/h ,产水 TDS 500 mg/L,产水 COD 10 mg/L。

[0085] 经过中压平板反渗透系统,废水在原浓缩的基础上又被浓缩了 5 倍。

[0086] 步骤(5), 高压平板反渗透: 9+7 两段结构, 膜型号 DTRO-120, 膜面积 9.0 m^2 , 盐截留率 99.5%。进膜压力 11MPa, 进膜流量 $6 \text{ m}^3/\text{h}$, 浓水流量 $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 产水流量 $3.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 产水 TDS 820 mg/L , 产水 COD 30mg/L 。

[0087] 经过高压平板反渗透系统, 废水在原浓缩的基础上又被浓缩 2.4 倍。

[0088] 步骤(6), 高压平板纳滤: 4+3 两段结构, 膜型号 PTNF-120, 膜面积 9.0 m^2 。进膜压力 9.5MPa, 进膜流量 $2.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 浓水流量 $1 \text{ m}^3/\text{h}$, 产水流量 $1.5 \text{ m}^3/\text{h}$, 产水 TDS 20000 mg/L , 产水 COD 1000mg/L , 产水回流到一级卷式反渗透浓水箱, 进行继续处理。

[0089] 经过高压平板纳滤系统, 废水在原浓缩的基础上又被浓缩 2.5 倍。

[0090] 最终纳滤浓水被用于锅炉冲灰水使用。基本实现了废水零排放。

[0091] 经过以上处理, 废水由 $94 \text{ m}^3/\text{h}$ 被浓缩到 $1 \text{ m}^3/\text{h}$, 浓缩倍数达到 94 倍。一级卷式反渗透的产水、中压平板反渗透一级高压平板反渗透产水合并, 用于循环冷却水补充水。

[0092] 以上系统占地省, 厂房总占地面积 800 平方米; 操作简便, 配备 PLC 控制系统, 可实现全自动操作; 运行成本低廉, 包括动力费用、化学药剂费用、人员工资、换膜费用、设备折旧在内, 总运行费用不超过 5.20 元 / 吨水。

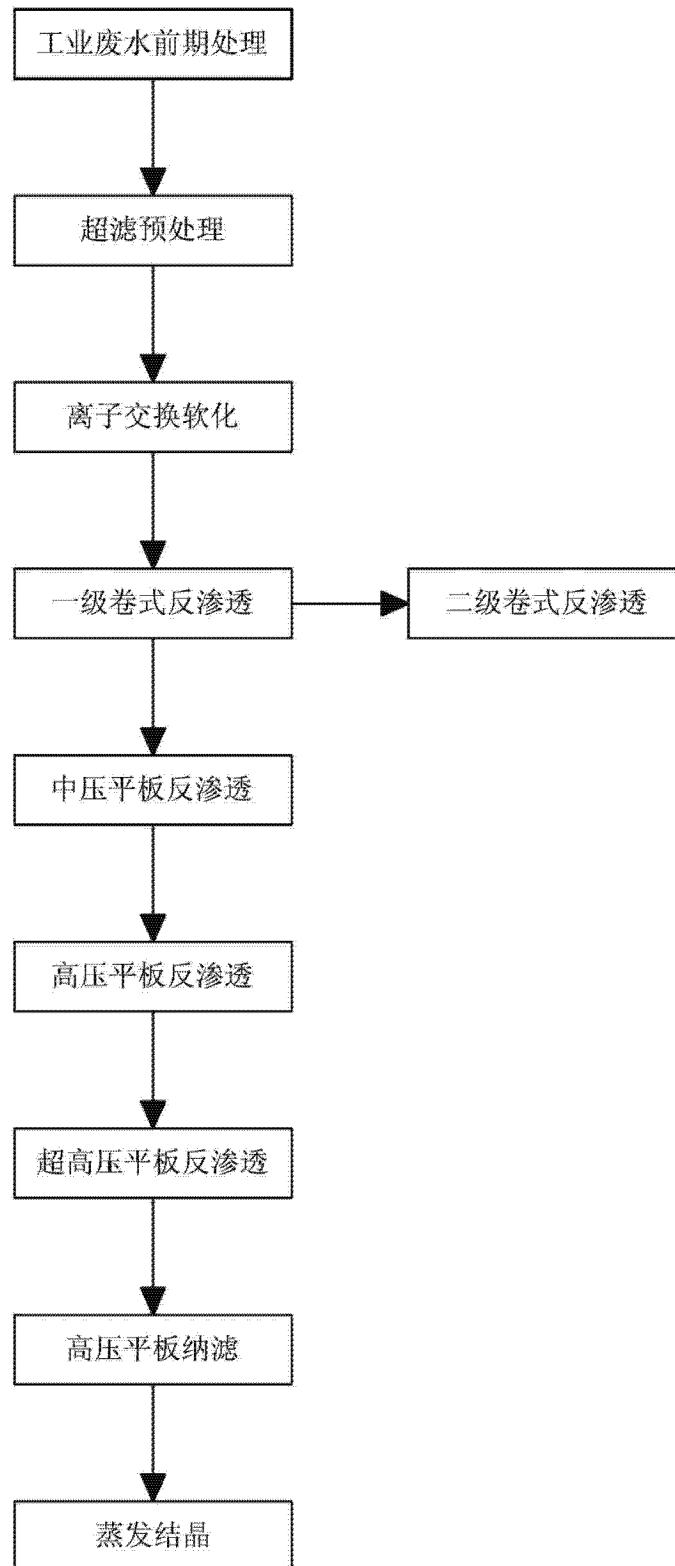


图 1