



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 116282668 A

(43) 申请公布日 2023. 06. 23

(21) 申请号 202310152977.4

(22) 申请日 2023.02.22

(71) 申请人 华能济宁运河发电有限公司
地址 272057 山东省济宁市任城区长沟镇

(72) 发明人 石涛 李亚明 高兵 成峰
赵海波 杜纪朋 王蕴宏

(74) 专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
专利代理师 张晓鹏

(51) Int. Cl .
C02F 9/00 (2023.01)
C02F 101/16 (2006.01)

权利要求书2页 说明书8页 附图3页

(54) 发明名称

一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统及方法,属于水处理技术领域。其包括依次相连的预处理单元、高级氧化单元、陶瓷膜处理单元和高压反渗透单元;预处理单元用于调节待处理水体的pH、降低悬浮物,包括依次连接的混合罐、三联箱;高级氧化单元包括催化氧化塔,催化氧化塔内填充有催化剂且连接有臭氧发生器;陶瓷膜处理单元包括依次相连的过程罐、陶瓷膜过滤组件;高压反渗透单元包括依次连接的过滤罐、缓冲罐、保安过滤器、反渗透高压泵、高压反渗透组件。从整体来看,本发明的一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统可将循环水排污浓水减量85%以上,并且整个系统可长期稳定运行。



1. 一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,包括依次相连的预处理单元、高级氧化单元、陶瓷膜处理单元和高压反渗透单元;

所述预处理单元用于调节待处理水体的pH、降低悬浮物,包括依次连接的混合罐、三联箱;

所述高级氧化单元包括催化氧化塔,催化氧化塔内填充有催化剂且连接有臭氧发生器;

所述陶瓷膜处理单元包括依次相连的过程罐、陶瓷膜过滤组件;

所述高压反渗透单元包括依次连接的过滤罐、缓冲罐、保安过滤器、反渗透高压泵、高压反渗透组件。

2. 如权利要求1所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,所述预处理单元还包括絮凝剂加药泵和絮凝剂罐,絮凝剂罐与絮凝剂加药泵相连,絮凝剂加药泵与三联箱中的絮凝箱相连,将絮凝剂罐中的絮凝剂输送至絮凝箱。

3. 如权利要求1所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,所述预处理单元还包括旋流器、过滤机给料箱、污泥处理装置;

所述旋流器与三联箱中沉降箱排污口相连,用于将污泥杂质进行固液分离,其固体出口与过滤机给料箱物料入口相连,其液体出口与混合罐相连;过滤机给料箱物料出口与污泥处理装置物料入口相连。

4. 如权利要求3所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,所述污泥处理装置为真空盘式过滤机或真空皮带脱水机,其液体出口与混合罐相连。

5. 如权利要求1所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,所述高级氧化单元还包括双氧水加药装置、加药泵、管道混合器、旋风机、循环泵;

所述双氧水加药装置通过管道与管道混合器相连,两者之间的管道上设有加药泵;所述管道混合后器与催化氧化塔物料入口相连,用于将待处理水体与双氧水混合;所述旋风机与催化氧化塔气体入口相连,用于向催化氧化塔内输送空气;所述催化氧化塔的催化剂顶部与出料口之间部分设有循环管,循环管与循环泵相连,用于将催化氧化塔内经过催化氧化的液体通过循环泵重新输送至催化氧化塔底部,使其进行催化氧化。

6. 如权利要求1所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,所述高级氧化单元还包括增压泵,催化氧化塔物料出口通过管道与增压泵相连,用于将水体泵送至陶瓷膜处理单元。

7. 如权利要求1所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,所述陶瓷膜处理单元还包括板式换热器、清洗罐、供料泵、主循环泵、以及浓液转移泵;

所述陶瓷膜过滤组件包括多组并联的陶瓷膜管及与陶瓷膜管相连的供水罐;主循环泵通过管道将不同供水罐连接起来;

所述过程罐与陶瓷膜过滤组件之间的管道上设有板式换热器;陶瓷膜过滤组件出水管道上设有与清洗罐相连的支路,清洗罐出水至浓液转移泵或者通过供料泵出水至陶瓷膜过滤组件,使得水体再次进行过滤。

8. 如权利要求1所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,所述陶瓷膜管过滤精度为50nm。

9. 如权利要求1所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,其特征在于,高压

反渗透单元的过滤器为依次连接的砂粒过滤器、活性炭过滤器；

所述高压反渗透单元还包括清水箱、第一清洗送水泵、浓水箱、第二清洗送水泵；所述高压反渗透组件清水出水口与清水箱入水口相连，清水箱通过第一清洗送水泵出水至高压反渗透组件入口；所述高压反渗透组件浓水出水口与浓水箱入水口相连，浓水箱通过第二清洗送水泵出水至高效蒸发单元进行下一步处理。

10. 一种循环水排污水的处理与回用方法，其特征在于，采用权利要求1-9任一所述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统处理循环水排污水；

采用原片状、厚度为0.5cm、直径1.5cm、比表面积 $55\text{m}^2/\text{g}$ 的 TiO_2 催化剂填充催化氧化塔；催化剂与循环水排污浓水的量比例为1:60；向催化氧化塔通入臭氧，通入时间为0.5h-2.5h；高压反渗透处理单元跨膜压差始终维持在0.1bar；

将待处理水体输送至预处理单元，调节pH为9-10；预处理单元出水至高级氧化单元，在高级氧化单元去除水体中的COD、氨氮以及悬浮物；高级氧化单元出水至陶瓷膜处理单元，对水体进行过滤；陶瓷膜处理单元出水至高压反渗透单元，对水体进行脱盐浓缩。

一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于水处理技术领域,具体涉及一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统及方法。

背景技术

[0002] 公开该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解,而不必然被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已经成为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

[0003] 当前随着环境压力的不断增长,废水零排放当前废水处理行业的发展趋势,废水零排放是指对废水进行预处理、回用、浓缩、固化,最终形成固体废物外运,不再从厂区进行排水。一般循环水排污水的工艺补充水通常水质较差,水质污染物被高度浓缩,各项污染指数都较高,特别是悬浮物含量高、含盐量高、金属离子种类复杂等。实现废水零排放,循环水排污水的处理浓缩回用是工厂废水零排放的关键步骤,建立高效稳定的循环水排污水零排放处理工艺是决定工厂废水零排放工艺稳定性的核心,而循环水排污水零排放处理工艺的关键步骤为循环水排污水的预处理和浓缩,稳定的预处理和浓缩单元可极大量的降低循环水排污水最终的蒸干量,降低能耗和水处理成本,推动循环水排污水零排放工艺的建设和推广。

[0004] 循环水排污水的回收浓缩通常是膜法,膜法浓缩循环水排污水浓水虽然当前取得了较多应用案例,但通常会出现膜污堵、膜污染,造成膜通量恢复困难而最终影响膜系统的正常运行。这是由于膜系统的正常运行依赖于预处理工艺,预处理工艺的处理效率不仅影响着膜系统的运行稳定性和使用寿命,同时影响着膜系统的处理效率,即膜系统对废水的浓缩率。

[0005] 因此,迫切需要开发新的、稳定的循环水排污水的预处理和浓缩工艺,实现废水零排放。

发明内容

[0006] 为了解决现有技术的不足,本发明的目的是提供一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统及方法,本发明提供的针对电厂循环水排污水浓水的水质情况,设计适合的循环水排污水浓水预处理单元和膜单元,在高效稳定循环水排污水的预处理和膜单元的基础上,实现循环水排污水的高浓缩率回收。

[0007] 为了实现上述目的,本发明的技术方案为:

[0008] 本发明的第一个方面,提供一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,包括依次相连的预处理单元、高级氧化单元、陶瓷膜处理单元和高压反渗透单元;

[0009] 所述预处理单元用于调节待处理水体的pH、降低悬浮物,包括依次连接的混合罐、三联箱;

[0010] 所述高级氧化单元包括催化氧化塔,催化氧化塔内填充有催化剂且连接有臭氧发

生器；

[0011] 所述陶瓷膜处理单元包括依次相连的过程罐、陶瓷膜过滤组件；

[0012] 所述高压反渗透单元包括依次连接的过滤罐、缓冲罐、保安过滤器、反渗透高压泵、高压反渗透组件。

[0013] 优选的，所述预处理单元还包括絮凝剂加药泵和絮凝剂罐，絮凝剂罐与絮凝剂加药泵相连，絮凝剂加药泵与三联箱中的絮凝箱相连，将絮凝剂罐中的絮凝剂输送至絮凝箱。

[0014] 优选的，所述预处理单元还包括旋流器、过滤机给料箱，污泥处理装置；

[0015] 所述旋流器与三联箱中沉降箱排污口相连，用于将污泥杂质进行固液分离，其固体出口与过滤机给料箱物料入口相连，其液体出口与混合罐相连；过滤机给料箱物料出口与污泥处理装置物料入口相连。

[0016] 进一步优选的，所述污泥处理装置为真空盘式过滤机或真空皮带脱水机，其液体出口与混合罐相连。

[0017] 优选的，所述高级氧化单元还包括双氧水加药装置，加药泵，管道混合器、旋风机、循环泵；

[0018] 所述双氧水加药装置通过管道与管道混合器相连，两者之间的管道上设有加药泵；所述管道混合后器与催化氧化塔物料入口相连，用于将待处理水体与双氧水混合；所述旋风机与催化氧化塔气体入口相连，用于向催化氧化塔内输送空气；所述催化氧化塔的催化剂顶部与出料口之间部分设有循环管，循环管与循环泵相连，用于将催化氧化塔内经过催化氧化的液体通过循环泵重新输送至催化氧化塔底部，使其进行催化氧化。

[0019] 优选的，所述高级氧化单元还包括增压泵，催化氧化塔物料出口通过管道与增压泵相连，用于将水体泵送至陶瓷膜处理单元。

[0020] 优选的，所述陶瓷膜处理单元还包括板式换热器、清洗罐、供料泵、主循环泵、以及浓液转移泵；

[0021] 所述陶瓷膜过滤组件包括多组并联的陶瓷膜管及与陶瓷膜管相连的供水罐；主循环泵通过管道将不同供水罐连接起来；

[0022] 所述过程罐与陶瓷膜过滤组件之间的管道上设有板式换热器；陶瓷膜过滤组件出水管道上设有与清洗罐相连的支路，清洗罐出水至浓液转移泵或者通过供料泵出水至陶瓷膜过滤组件，使得水体再次进行过滤。

[0023] 优选的，所述陶瓷膜管过滤精度为50nm。

[0024] 优选的，高压反渗透单元的过滤器为依次连接的砂粒过滤器、活性炭过滤器；

[0025] 所述高压反渗透单元还包括清水箱、第一清洗送水泵、浓水箱、第二清洗送水泵；所述高压反渗透组件清水出水口与清水箱入水口相连，清水箱通过第一清洗送水泵出水至高压反渗透组件入口；所述高压反渗透组件浓水出水口与浓水箱入水口相连，浓水箱通过第二清洗送水泵出水至高效蒸发单元进行下一步处理。

[0026] 本发明的第二方面，提供一种循环水排污水的处理与回用方法，采用上述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统处理循环水排污水；

[0027] 采用原片状、厚度为0.5cm、直径1.5cm、比表面积55m²/g的TiO₂催化剂填充催化氧化塔；催化剂与循环水排污水浓水的量比例为1:60；向催化氧化塔通入臭氧，通入时间为0.5h-2.5h；高压反渗透处理单元跨膜压差始终维持在0.1bar；

[0028] 将待处理水体输送至预处理单元,调节pH为9-10;预处理单元出水至高级氧化单元,在高级氧化单元去除水体中的COD、氨氮以及悬浮物;高级氧化单元出水至陶瓷膜处理单元,对水体进行过滤;陶瓷膜处理单元出水至高压反渗透单元,对水体进行脱盐浓缩。

[0029] 本发明的有益效果为:

[0030] 本发明以降低废水COD-悬浮物沉降-陶瓷膜处理-反渗透处理为主体的循环水排污水浓缩减量工艺,通过优化和筛选COD降低工艺,建立预处理单元以及以非均相陶瓷催化剂和双氧水组合的高级氧化处理单元,降低废水的COD到70%,同时由于破坏水体当前的稳态,循环水排污水中的部分高价离子也形成颗粒物从水体中分离,而后进行悬浮物沉降,将水中形成的大颗粒物进行降低,分离大颗粒物后的循环水排污水进入陶瓷膜处理单元后,陶瓷膜处理单元在保障高品质出水的基础上,可实现超过96%的废水浓缩效率,陶瓷膜处理单元出水进入高压反渗透单元后,高压反渗透处理单元可实现70%以上的废水回收率,脱盐率可超过97%,极大降低循环水排污水浓水进入蒸发单元的水量。从整体来看,本发明的一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统可将循环水排污水浓水减量85%以上,并且整个系统可长期稳定运行。

附图说明

[0031] 构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。

[0032] 图1为本发明基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统结构图;

[0033] 图2为本发明基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统中预处理单元结构图;

[0034] 图3为本发明基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统中高级氧化处理单元结构图;

[0035] 图4为本发明基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统中陶瓷膜过滤单元结构图;

[0036] 图5为本发明基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统中高压反渗透单元结构图。

[0037] 其中,1:混合罐、2:原料水泵、3:三联箱、4:絮凝剂加药泵、5:絮凝剂罐、6:水力旋流器、7:过滤机给料箱、8:污泥处理装置、9:第一过程泵、10:双氧水加药装置、11:加药泵、12:管道混合器、13:旋风机、14:催化氧化塔、15:循环泵、16:第二过程泵、17:过程罐、18:板式换热器、19:陶瓷膜过滤组件、191:陶瓷膜管、192:供水罐、20:清洗罐、21:主循环泵、22:供料泵、23:浓液转移泵、24:砂粒过滤器、25:活性炭过滤器、26:缓冲罐、27:保安过滤器、28:反渗透高压泵、29:高压反渗透组件、30:浓水箱、31:清水箱、32:第二清洗送水泵、33:第一清洗送水泵。

具体实施方式

[0038] 为了使得本领域技术人员能够更加清楚地了解本发明的技术方案,以下将结合具体的实施例详细说明本发明的技术方案。

[0039] 实施例1

[0040] 一种基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,包括依次相连的预处理单元、高级氧化单元、陶瓷膜处理单元和高压反渗透单元。

[0041] 预处理单元用于调节待处理水体的pH、降低悬浮物,包括依次连接的混合罐1、原料水泵2、三联箱3、第一过程泵9,第一过程泵9用于将三联箱3出水泵送至高级氧化单元;还包括絮凝剂加药泵4、絮凝剂罐5、水力旋流器6、过滤机给料箱7、污泥处理装置8。絮凝剂罐5与絮凝剂加药泵4相连,絮凝剂加药泵4与三联箱3中的絮凝箱相连,将絮凝剂罐5中的絮凝剂输送至絮凝箱。水力旋流器6与三联箱3中沉降箱排污口相连,用于将污泥杂质进行固液分离,其固体出口与过滤机给料箱7物料入口相连,其液体出口与混合罐1相连;过滤机给料箱7物料出口与污泥处理装置8物料入口相连,污泥处理装置8液体出口与混合罐1相连。污泥处理装置8为真空盘式过滤机或真空皮带脱水机。

[0042] 高级氧化单元包括催化氧化塔14,催化氧化塔14内填充有催化剂且连接有臭氧发生器;还包括双氧水加药装置10、加药泵11、管道混合器12、旋风机13、循环泵15、第二过程泵16。双氧水加药装置10通过管道与管道混合器12相连,两者之间的管道上设有加药泵11;管道混合器12与催化氧化塔14料入口相连,用于将待处理水体与双氧水混合;旋风机13与催化氧化塔14气体入口相连,用于向催化氧化塔内输送空气;催化氧化塔14的催化剂顶部与出料口之间部分设有循环管,循环管与循环泵15相连,用于将催化氧化塔内经过催化氧化的液体通过循环泵重新输送至催化氧化塔底部,使其进行催化氧化。第二过程泵16将催化氧化塔14出料泵送至陶瓷膜处理单元。

[0043] 陶瓷膜处理单元包括依次相连的过程罐17、陶瓷膜过滤组件19。还包括板式换热器18、清洗罐20、供料泵22、主循环泵21、以及浓液转移泵23。陶瓷膜过滤组件19包括多组并联的陶瓷膜管191及与陶瓷膜管相连的供水罐192;主循环泵21通过管道将不同供水罐连接起来。过程罐17与陶瓷膜过滤组件19之间的管道上设有板式换热器18;陶瓷膜过滤组件19出水管道上设有与清洗罐20相连的支路,清洗罐20出水至浓液转移泵23或者通过供料泵22出水至陶瓷膜过滤组件19,使得水体再次进行过滤。过程罐17底部出料口通过管道与浓液转移泵23和供料泵22之间管道相连。

[0044] 陶瓷膜管过滤精度为50nm。

[0045] 高压反渗透单元包括依次连接的砂粒过滤器24、活性炭过滤器25、缓冲罐26、保安过滤器27、反渗透高压泵28、高压反渗透组件29。还包括清水箱31、第一清洗送水泵33、浓水箱30、第二清洗送水泵32。高压反渗透组件29清水出水口与清水箱31入水口相连,清水箱31通过第一清洗送水泵33出水至高压反渗透组件29入口,过程水再次被高压反渗透组件29浓缩;高压反渗透组件29浓水出水口与浓水箱30入水口相连,浓水箱30通过第二清洗送水泵32出水至高效蒸发单元进行下一步处理。活性炭过滤器25与缓冲罐26之间的管道与浓水箱30入水口相连。

[0046] 本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统,通过设置预处理单元、高级氧化单元、陶瓷膜处理单元以及高压反渗透单元实现了对循环水排污水的高效处理。

[0047] 采用本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统与采用常规双碱法软化+膜处理工艺处理循环水排污水时,本发明的系统最明显的优势在于降低了废水的COD指标,而双碱法软化通常对降低COD不起作用,且双碱法由于加入药剂量较大,所以产生的污泥量也较大,如不能对该部分污泥进行有效再利用,则会形成新的固体废弃物,增加处理

难度,且双碱法在处理过程中,超滤单元经常需要反冲洗,但冲洗效果不佳,同时保安过滤器滤芯会经常需要更换,在正常运行的情况下,半个月就要进行更换,对300MW机组而言,每个年需更换保安过滤器,浪费生产时间和人力成本。而本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统在运行过程中,保安过滤器未出现压差上的任何明显变化,极大节约了运行维护成本。

[0048] 本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统中,高级氧化单元成本在2.1元/t左右,由于催化剂稳定性高,通常3-5年才需更换一次,经重新核算,高级氧化单元成本在2.4元/t。陶瓷膜处理单元费用通常高于有机膜处理单元费用,与处理量相同规模的超滤膜,陶瓷膜价格约高出40%,在处理运行成本上相差不大。高压反渗透单元中,虽然软化法可以降低钙镁离子的含量,但又对废水中补入新的钠离子和氯离子,并没有降低循环水排污浓水的电导率,因此在电导率相似的情况下,两者运行压力和耗电量相似,因此成本也相差不大。

[0049] 表1软化法+膜处理和本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统工程成本对比

[0050]

工程成本	加药处理(万)	超滤处理(万)	反渗透(万)
软化法+膜处理	132	117	245
高级氧化+膜处理	112	197	242

[0051] 表2软化法+膜处理和本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统运行成本对比

[0052]

运行成本	加药处理(元/t)	超滤处理(元/t)	反渗透(元/t)
软化法+膜处理	3.4	4.5	4.5
高级氧化+膜处理	2.1	4.3	4.6

[0053] 通过对比可知,虽然软化法工程成本低于本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统的成本,但软化法无法解决进水COD和保安过滤器滤芯需经常更换的问题。虽本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统运行成本略低于软化法+膜处理,但是本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统中高级氧化单元产生的污泥量少,降低了固体废弃物的处理成本,因此以循环水排污膜法浓缩减量工艺而言,本发明的高级氧化+陶瓷膜+反渗透是更为合理的处理工艺,即本发明的基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统是更为合理的处理系统。

[0054] 实施例2

[0055] 一种循环水排污水的处理与回用方法,采用上述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统处理循环水排污水。

[0056] 对基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统各单元处理参数进行与优化:

[0057] 影响膜系统运行稳定性的COD指标,且由于循环水排污浓水内悬浮物主要为硫酸钙颗粒,黏性较大,易对膜系统造成污堵,即在预处理过程中应着重考虑降低这两类污染指标。所需试剂和设备:催化剂TiO₂,原片状,厚度为0.5cm,直径1.5cm,比表面积55m²/g。单独使用臭氧处理循环水排污浓水效果并不明显,催化剂+臭氧是一种能有效处理循环水排污浓水的工艺,可在不调节循环水排污浓水初始指标的情况下,显著降低循环水排污浓水的COD指标,在反应1h时可获得19.2%的COD去除率,在2h时可获得51.6%的COD去除率,而陶

瓷类催化剂一方面是由于本身性能稳定,吸附的硫酸钙容易脱落,且孔径较大,不易被堵塞,因此有良好的稳定性。

[0058] 从高级氧化单元处理前后水质变化情况来看,除水体的COD指标有显著下降之外,一些容易形成沉淀的金属离子和酸根也出现了一定的下降,这是由于氧化过程不仅会降低COD指标,同时也会破坏循环水排污浓水中原来水体情况,如破坏胶体结构等,使得原来过饱和的部分离子处于脱稳状态,而后从水体中分离。

[0059] (1) 预处理单元优化

[0060] 高级氧化单元是依靠氧化剂形成的羟基自由基对废水中有机物进行氧化。在碱性条件下,羟基自由基的形成会受到抑制作用,初始pH是影响羟基自由基形成的重要因素。通过调节三联箱产出的循环水排污水pH发现,随着pH由5.0上升至10.0,循环水排污浓水COD从650mg/L降低至157-218mg/L。当pH为7.0时,COD可降低至151mg/L。进一步调增pH到9.0-10.0,COD缓慢升至198mg/L-222mg/L。这是由于催化剂的加入会激活臭氧转化为羟基自由基,在部分程度上抵消pH对羟基自由基产生的影响。当pH=9.0时,循环水排污浓水的氨氮可由316.2mg/L降低至35.3mg/L,去除率达到89.2%。且在处理的过程中,废水出现絮状沉淀,经沉降后,悬浮物含量由4700mg/L继续降低至1280mg/L。综上分析可知,在pH=9时,循环水排污浓水的COD、氨氮和悬浮物去除率分别达到69.6%、90%、76%,三联箱出水的pH为9-10满足此技术的使用要求。

[0061] (2) 高级氧化单元优化

[0062] A、臭氧通入时间对循环水排污浓水COD、氨氮、悬浮物指标降低的影响

[0063] 通常而言,采用臭氧处理不宜通入臭氧浓度过高,一方面臭氧破坏装置可能出现处理能力有限的问题,另一方面高浓度臭氧需要纯氧作为气源,增加现场化学品的管理难度和要求。延长臭氧通入时间是增加废水内污染物和氧化剂接触概率的有效方式,可以加强废水内的污染物与臭氧及形成羟基自由基的接触概率,有利于降低循环水排污浓水COD、氨氮和悬浮物等指标。

[0064] 随着臭氧通入时间的不断延长,循环水排污水的各项指标均呈现下降趋势。从0.5h开始,COD和氨氮迅速下降,当时间为0.5h-2.5h,COD从601mg/L降低至184mg/L,氨氮可从275.8mg/L降低至30.7mg/L。2.5h后废水指标下降趋于平缓,继续通入2h臭氧后,COD仅从201mg/L降低至158mg/L,氨氮则由34.3mg/L降低至28.2mg/L,表明继续氧化处理的效果有限。这是由于随着废水中污染物含量不断降低,臭氧及羟基自由基与污染物的有效接触概率降低,而且部分污染物在被氧化后形成了更难降解的物质,导致继续通入氧化剂无法获得理想的处理效果。

[0065] 综上分析可知,在臭氧通入时间为0.5h-2.5h时,循环水排污浓水的COD、氨氮和悬浮物去除率高且成本相对较低,因此,臭氧通入时间选择0.5h-2.5h可满足要求。

[0066] B、催化剂加入量对循环水排污水COD、氨氮、悬浮物指标降低的影响

[0067] 臭氧与催化剂的接触效率极大影响羟基自由基的生成。增加催化剂使用量能够为气液两相接触提供更大的比表面积,提高臭氧与催化剂的接触概率,增加羟基自由基的生成量,从而增强循环水排污水COD等指标的降低效果。

[0068] 随着催化剂加入量的增大,循环水排污水的COD、氨氮、悬浮物等指标随之降低,证明了提高催化剂加入量可提升臭氧与催化剂的接触概率,强化羟基自由基的形成。当催化

剂加入量增加至50g时,COD由640mg/L降低至197mg/L,氨氮由310.7mg/L降低至25.7mg/L。继续增加催化剂加入量至100g时,COD仅降低至161mg/L,氨氮仅降低至29.1mg/L。同时,随着催化剂加入量的增加,为了维持反应体系的流化状态,则需要增加爆气量,导致能耗增加。综合考虑,催化剂加入量为50g为最佳,即与循环水排污浓水的量比例为1:60。

[0069] (3)超滤处理单元(即陶瓷膜处理单元)优化

[0070] 预处理单元的主要目的是尽最大程度的分离水中的各种杂质,降低后续膜系统处理单元的处理负担,维护后续膜处理单元的处理效率和运行稳定性。影响膜处理系统的主要污染物为悬浮物、易结垢离子和有机物。悬浮物的来源主要为循环水排污浓水内形成的硫酸钙、硅盐、磷酸盐等沉淀,循环水排污浓水内的悬浮物多为无定形物质,颗粒较小,分散程度较高,且循环水排污浓水中由于大量盐分和胶体的存在,使得该类物质较难被处理。处理循环水排污浓水内悬浮物的关键在于使用抗污染性的超滤处理单元,避免超滤单元由于循环水排污浓水内颗粒的污堵而造成无法复原。因此本发明通过选择抗污染性陶瓷膜处理循环水排污浓水。陶瓷膜过滤精度为50nm,陶瓷膜处理相同的循环水排污浓水运行稳定性和处理效率有显著提高,在膜面积相同的情况下,陶瓷膜处理循环水排污浓水的水量较有机膜要显著提高,总体处理效率高出16.7%,而回收率指标而言,陶瓷膜系统平均可达到86.7%,而有机超滤膜仅评价可以达到67.7%,因此在超滤单元而言,陶瓷膜过滤组件是十分适合循环水排污浓水处理的超滤单元。

[0071] (4)高压反渗透单元优化

[0072] 由于循环水排污浓水含盐量较高,因此对循环水排污浓水浓缩的最后一步是脱盐浓缩,一方面可以实现有效脱盐,对废水进行减量,另一方面是产水含盐量较低可实现回收,节约水资源。本发明采用国产抗污染性高压反渗透膜作为处理循环水排污浓水的反渗透单元。

[0073] 主要设备包括:

[0074] (1)保安过滤器:5um保安过滤器,材质选用SS361L不锈钢,内部选用精度为5um的pp棉滤芯,当保安过滤器的两侧压差大于0.1MPa时,应该进行更换。

[0075] (2)RO膜组件:BW-8040-400LP作为系统膜元件,陶瓷膜出水作为反渗透的进水,处理工艺为一级一段。

[0076] (3)清洗系统包括一个清洗罐和相关清洗管路,清洗液手工配置,利用泵进行料液循环,当膜组件的压差上升15-20%时,或产生流量下降了15%时,就停止系统进行化学清洗。

[0077] 本发明高压反渗透单元水回收率控制在60%-70%之间,脱盐率控制在98%以上,反渗透阻垢剂按照使用要求的加药量为1.0ppm。对用陶瓷膜处理单元处理后的循环水排污浓水,在连续运行一个月的时间内,高压反渗透单元进水压力和跨膜压差均没有明显变化,跨膜压差始终维持在0.1bar左右,且水回收率可达到60-70%之间,没有明显的变化,使用反渗透对陶瓷膜处理后循环水排污浓水进行处理,并没有对膜引起污堵等问题,同时可将循环水排污浓水内悬浮物颗粒、盐分等杂质在集中的几个单元内进行脱离,避免了循环水排污浓水处理方法中,每一步都产生废水、废渣的问题而导致中间处理单元维修周期较短的问题,且脱盐率始终维持在98%以上。

[0078] 实施例3

[0079] 一种循环水排污水的处理与回用方法,采用上述基于陶瓷膜的循环水排污水的处理与回用系统处理循环水排污水;

[0080] 采用原片状、厚度为0.5cm、直径1.5cm、比表面积 $55\text{m}^2/\text{g}$ 的 TiO_2 催化剂填充催化氧化塔;催化剂与循环水排污浓水的量比例为1:60;向催化氧化塔通入臭氧,通入时间为0.5h-2.5h;高压反渗透处理单元跨膜压差始终维持在0.1bar;

[0081] 将待处理水体输送至预处理单元,调节pH为9-10;预处理单元出水至高级氧化单元,在高级氧化单元去除水体中的COD、氨氮以及悬浮物;高级氧化单元出水至陶瓷膜处理单元,对水体进行过滤;陶瓷膜处理单元出水至高压反渗透单元,对水体进行脱盐浓缩。

[0082] 以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。



图1

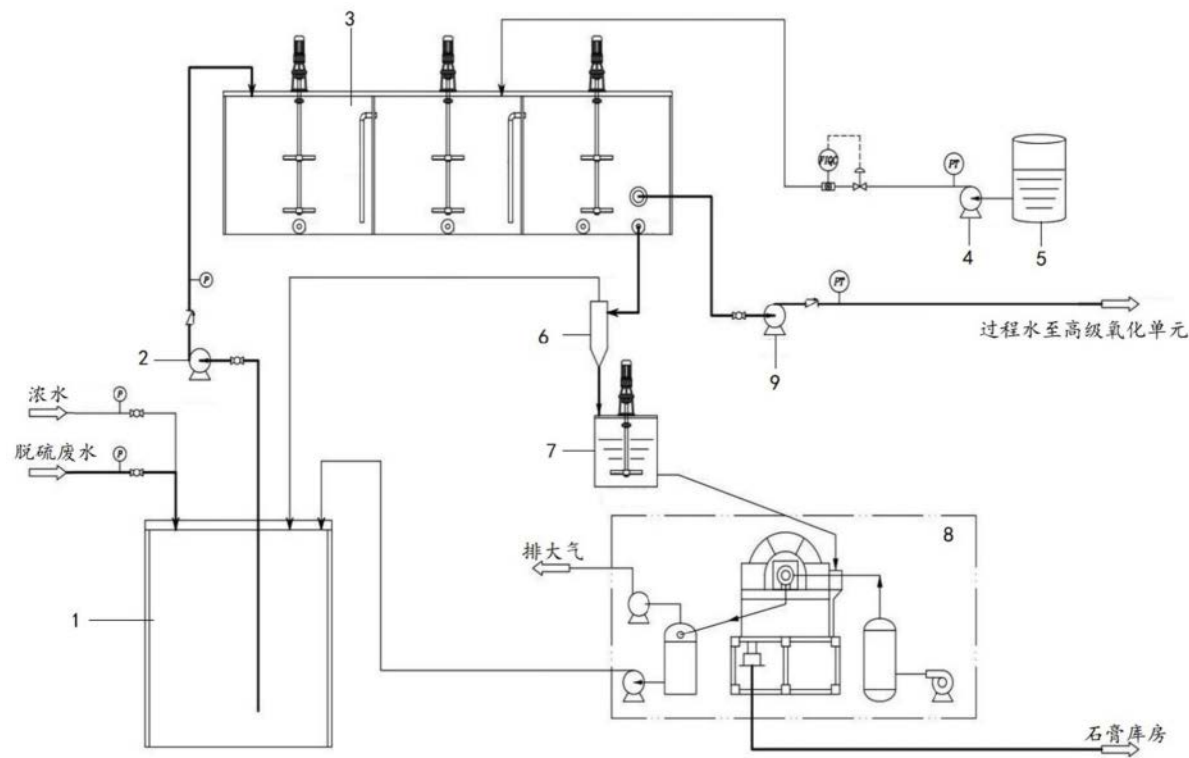


图2

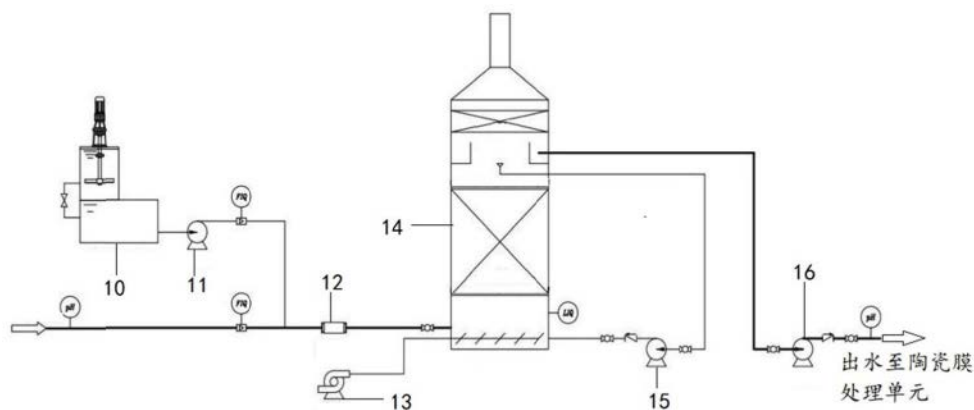


图3

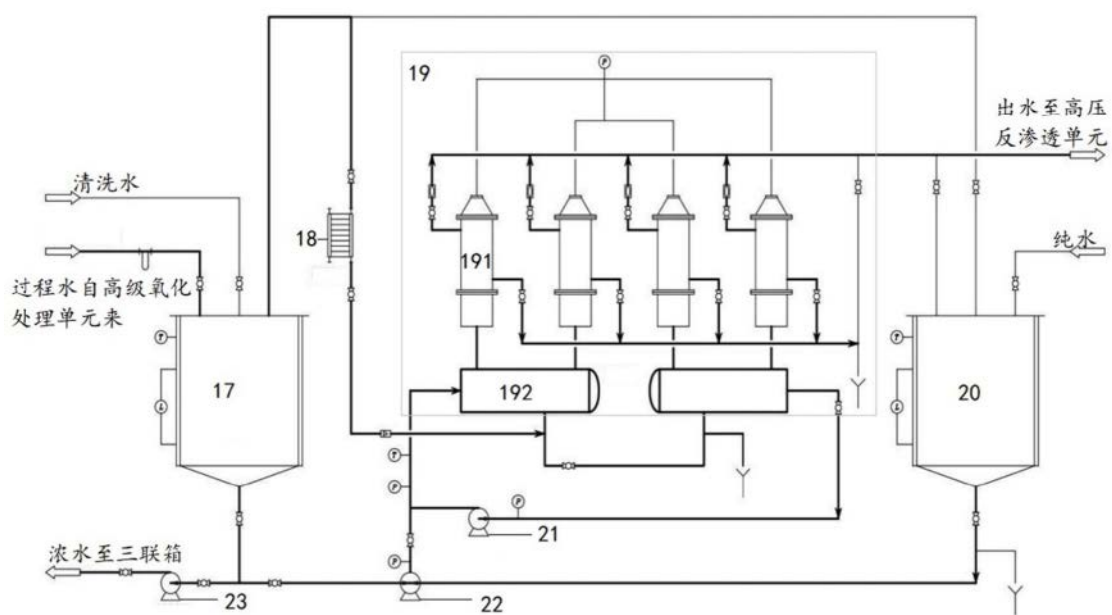


图4

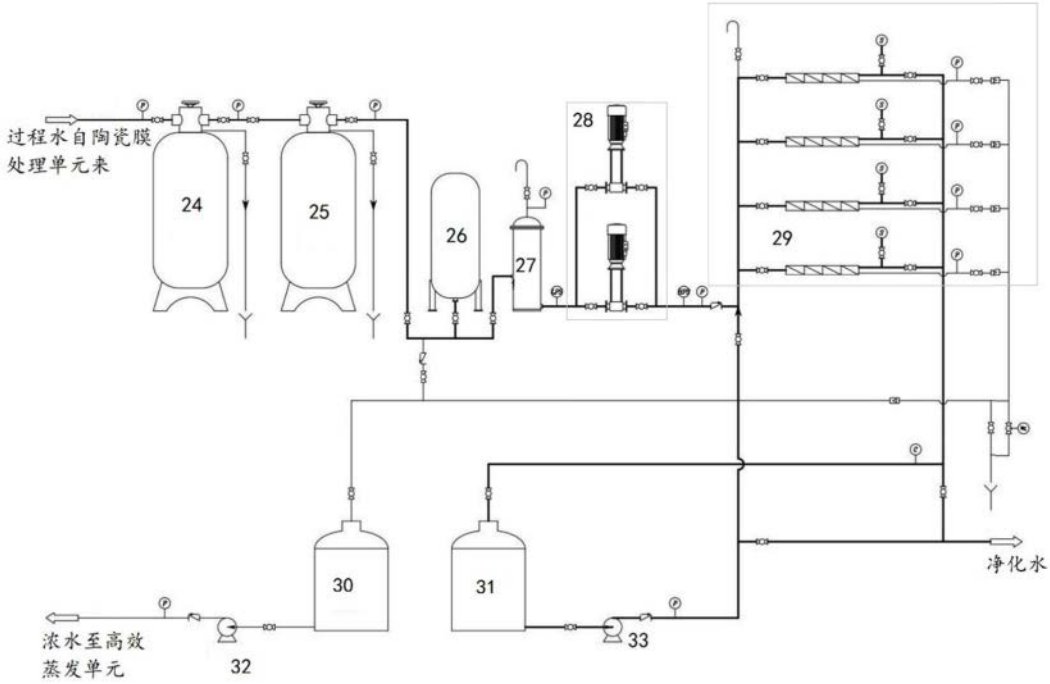


图5