



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115849598 A

(43) 申请公布日 2023. 03. 28

(21) 申请号 202211480471.8

(22) 申请日 2022.11.24

(71) 申请人 浙江浙能技术研究院有限公司

地址 311121 浙江省杭州市余杭区五常街
道余杭塘路2159-1号1幢5楼

(72) 发明人 徐浩然 陈锡炯 冯向东 顾强

张林 徐豪 董宇鸣 朱亮

王伟建 张佳宁 雷磊

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务所有限公
司 33101

专利代理师 张羽振

(51) Int. Cl.

C02F 9/00 (2023.01)

C02F 1/44 (2023.01)

C02F 1/78 (2023.01)

C02F 1/32 (2023.01)

C02F 1/36 (2023.01)

C02F 1/467 (2023.01)

C02F 1/00 (2023.01)

C02F 5/06 (2023.01)

C02F 5/00 (2023.01)

C02F 1/52 (2023.01)

C02F 1/72 (2023.01)

C02F 1/66 (2023.01)

C02F 101/16 (2006.01)

C02F 101/38 (2006.01)

C02F 101/30 (2006.01)

C02F 101/14 (2006.01)

C02F 101/10 (2006.01)

C02F 101/12 (2006.01)

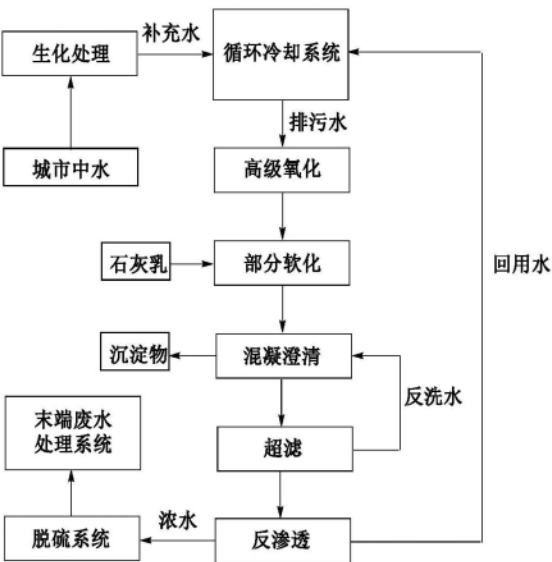
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种火电厂中水水源循环水回用系统及工
艺方法

(57) 摘要

本发明涉及一种火电厂中水水源循环水回用系统及工艺方法,包括循环冷却系统、高级氧化系统、软化系统、混凝澄清系统、超滤系统、反渗透系统、脱硫系统和末端废水处理系统。其中,混凝澄清系统和超滤系统相互连接并形成第一回路;循环冷却系统、高级氧化系统、软化系统、混凝澄清系统、超滤系统和反渗透系统依次连接并形成第二回路;反渗透系统、脱硫系统和末端废水处理系统之间还依次进行连接。本发明的有益效果是:本发明实现了火电厂中水水源循环冷却系统零排放,结合火电厂内的其他系统需求合理回用了水资源,减少了前端取水量,避免了排污水和污染物外排至水体环境,环境效益显著。



1. 一种火电厂中水水源循环水回用系统,其特征在于,包括:循环冷却系统、高级氧化系统、软化系统、混凝澄清系统、超滤系统、反渗透系统、脱硫系统和末端废水处理系统;

其中,混凝澄清系统和超滤系统相互连接并形成第一回路;循环冷却系统、高级氧化系统、软化系统、混凝澄清系统、超滤系统和反渗透系统依次连接并形成第二回路;反渗透系统、脱硫系统和末端废水处理系统之间还依次进行连接;所述反渗透系统的淡水出口与所述循环冷却系统相连,所述反渗透系统的浓水出口与脱硫系统相连。

2. 根据权利要求1所述的一种火电厂中水水源循环水回用系统,其特征在于,所述高级氧化系统为臭氧氧化系统、电化学氧化系统、超声氧化系统、芬顿氧化系统和紫外氧化系统中的任意一种。

3. 根据权利要求2所述的一种火电厂中水水源循环水回用系统,其特征在于,所述软化系统包括用于投药的加药系统和用于搅拌的加药水池。

4. 根据权利要求3所述的一种火电厂中水水源循环水回用系统,其特征在于,所述混凝澄清系统包括澄清池和压滤系统,所述澄清池为机械加速澄清池。

5. 根据权利要求4所述的一种火电厂中水水源循环水回用系统,其特征在于,所述超滤系统包括:超滤水泵、超滤膜组件和反洗水泵。

6. 根据权利要求5所述的一种火电厂中水水源循环水回用系统,其特征在于,所述反渗透系统包括保安过滤器、进水泵和反渗透膜组件。

7. 一种火电厂中水水源循环水回用工艺方法,其特征在于,由权利要求1所述火电厂中水水源循环水回用系统执行,包括:

S1、城市中水经过初步生化处理后进入循环冷却系统,并进行浓缩处理,作为排污水排出所述循环冷却系统;

S2、排污水进入高级氧化系统,去除大部分化学需氧量COD和氨氮后进入软化系统;

S3、在软化系统中,通过投加石灰乳,形成 $Mg(OH)_2$ 和 CaF_2 沉淀,并将 HCO_3^- 去除;并通过投加絮凝剂和助凝剂,使水中的不溶性悬浮物混凝;

S4、软化系统的出水进入混凝澄清系统,并通过澄清池进入超滤系统进行除浊,得到超滤反洗水和超滤出水,所述超滤反洗水返回至所述混凝澄清系统重新澄清;

S5、超滤出水通过反渗透系统,并获取反渗透浓水和反渗透淡水,所述反渗透淡水作为补水回用至所述循环冷却系统,所述反渗透浓水作为补水回用至脱硫系统;

S6、所述反渗透浓水中钙离子和硫酸根离子在脱硫系统中形成副产物脱硫石膏,反渗透浓水中的其他杂质在脱硫系统的脱硫塔进一步浓缩后,形成脱硫废水进入末端废水处理系统。

8. 根据权利要求7所述的一种火电厂中水水源循环水回用工艺方法,其特征在于,S5中,通过控制反渗透系统规模和运行工况调整淡水和浓水的比例,优先根据脱硫系统的实际补水需求控制浓水制水量。

一种火电厂中水水源循环水回用系统及工艺方法

技术领域

[0001] 本发明涉及工业污水处理技术领域,更确切地说,它涉及一种火电厂中水水源循环水回用系统及工艺方法。

背景技术

[0002] 火电厂开式循环冷却系统通过定期排水来保持一定的浓缩倍率,防止污染物在循环水中富集。循环冷却系统排污水具有水量大、水质差的特点,其含盐量、碱度、硬度、悬浮物浓度都是循环水补充水的数倍。以城市中水作为补水水源的循环冷却系统排污水较常见的江河水和地下水,排污水水质更为恶劣,不仅含盐量更大且化学需氧量 (Chemical Oxygen Demand, COD) 浓度更高。大多火电厂循环冷却系统在排污水达到排放标准后直接外排,造成大量水资源浪费的同时,也将浓缩后的污染物排放至环境,科学处理并合理回用循环冷却系统排污水成为工业污水治理领域的难题。

[0003] 在火电厂废水零排放的目标下,多种不同循环水排污水处理工艺被提出,包括软化澄清-超滤-反渗透、软化澄清-纳滤-反渗透、混凝过滤-离子交换-纳滤-反渗透等。这些工艺虽能够有效处理常规循环排污水,却存在诸多不足:1、双碱法等全软化工艺需投加大量碱性除硬剂,并产生固体废弃物;离子交换法除硬时,阳离子交换树脂再生过程使用大量浓酸,并产生高浓酸性废水。2、现有工艺不包含COD控制步骤,中水中未除尽的COD在循环冷却系统富集,会影响产水和浓水的合理回用。3、大量浓水进入末端热法蒸发系统,水资源回用途径不合理且能耗过高。4、工艺终产水通常精制成除盐水,但由于循环水排污水量远超火电厂锅炉补给水需求量,造成一定程度的资源浪费。

发明内容

[0004] 本发明的目的是克服现有技术中的不足,提供了一种火电厂中水水源循环水回用系统及工艺方法。

[0005] 第一方面,提供了一种火电厂中水水源循环水回用系统,包括:循环冷却系统、高级氧化系统、软化系统、混凝澄清系统、超滤系统、反渗透系统、脱硫系统和末端废水处理系统;

[0006] 其中,混凝澄清系统和超滤系统相互连接并形成第一回路;循环冷却系统、高级氧化系统、软化系统、混凝澄清系统、超滤系统和反渗透系统依次连接并形成第二回路;反渗透系统、脱硫系统和末端废水处理系统之间还依次进行连接;所述反渗透系统的淡水出口与所述循环冷却系统相连,所述反渗透系统的浓水出口与脱硫系统相连。

[0007] 作为优选,所述高级氧化系统为臭氧氧化系统、电化学氧化系统、超声氧化系统、芬顿氧化系统和紫外氧化系统中的任意一种。

[0008] 作为优选,所述软化系统包括用于投药的加药系统和用于搅拌的加药水池。

[0009] 作为优选,所述混凝澄清系统包括澄清池和压滤系统,所述澄清池为机械加速澄清池。

[0010] 作为优选,所述超滤系统包括:超滤水泵、超滤膜组件和反洗水泵。

[0011] 作为优选,所述反渗透系统包括保安过滤器、进水泵和反渗透膜组件。

[0012] 第二方面,提供了一种火电厂中水水源循环水回用工艺方法,由第一方面所述一种火电厂中水水源循环水回用系统执行,包括:

[0013] S1、城市中水经过初步生化处理后进入循环冷却系统,并进行浓缩处理,作为排污水排出所述循环冷却系统;

[0014] S2、排污水进入高级氧化系统,去除大部分化学需氧量COD和氨氮后进入软化系统;

[0015] S3、在软化系统中,通过投加石灰乳,形成 $Mg(OH)_2$ 和 CaF_2 沉淀,并将 HCO_3^- 去除;并通过投加絮凝剂和助凝剂,使水中的不溶性悬浮物混凝;

[0016] S4、软化系统的出水进入混凝澄清系统,并通过澄清池进入超滤系统进行除浊,得到超滤反洗水和超滤出水,所述超滤反洗水返回至所述混凝澄清系统重新澄清;

[0017] S5、超滤出水通过反渗透系统,并获取反渗透浓水和反渗透淡水,所述反渗透淡水作为补水回用至所述循环冷却系统,所述反渗透浓水作为补水回用至脱硫系统;

[0018] S6、所述反渗透浓水中钙离子和硫酸根离子在脱硫系统中形成副产物脱硫石膏,反渗透浓水中的其他杂质在脱硫系统的脱硫塔进一步浓缩后,形成脱硫废水进入末端废水处理系统。

[0019] 作为优选,S5中,通过控制反渗透系统规模和运行工况调整淡水和浓水的比例,优先根据脱硫系统的实际补水需求控制浓水制水量。

[0020] 本发明的有益效果是:

[0021] 1、本发明实现了火电厂中水水源循环冷却系统零排放,结合火电厂内的其他系统需求合理回用了水资源,减少了前端取水量,避免了排污水和污染物外排至水体环境,环境效益显著。

[0022] 2、本发明采用部分软化工艺去除镁离子、氟离子等杂质,使大量钙离子随浓水回用至脱硫系统,减少了固体沉淀的产生,减少了脱硫系统石灰石的投加量,减少了除硬药剂的投加量,经济效益和环境效益显著。

[0023] 3、本发明针对中水水质特点,设置了高级氧化系统用于去除COD,避免了因COD富集而造成的回用水水质不合格,保障了火电厂水系统的安全稳定运行

[0024] 4、本发明提供的火电厂中水水源循环水回用系统安全、可靠、易维护,可以作用新系统成套应用,也可以在老系统基础上进行升级改造。

[0025] 5、本发明不仅适用于中水水源循环冷却系统,也能够用于地表水水源、地下水水源、混合水水源的循环冷却系统,具有普适性和通用性。

附图说明

[0026] 图1为本申请提供的一种火电厂中水水源循环水回用系统的结构示意图;

[0027] 图2为本申请提供的软化系统的结构示意图;

[0028] 图3为本申请提供的一种火电厂中水水源循环水回用工艺方法的流程图。

具体实施方式

[0029] 下面结合实施例对本发明做进一步描述。下述实施例的说明只是用于帮助理解本发明。应当指出,对于本技术领域的普通人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

[0030] 实施例1:

[0031] 本申请提供了一种火电厂中水水源循环水回用系统,针对中水循环水水质特点设置合理工艺,部分软化即可对排污水进行浓缩,将产水回用作循环水系统补水,将浓水回用作脱硫系统补水,实现循环水系统的零排放,具体地,如图1所示,包括:循环冷却系统、高级氧化系统、软化系统、混凝澄清系统、超滤系统、反渗透系统、脱硫系统和末端废水处理系统;所述反渗透系统的淡水出口与所述循环冷却系统相连,所述反渗透系统的浓水出口与脱硫系统相连;

[0032] 其中,混凝澄清系统和超滤系统相互连接并形成第一回路;循环冷却系统、高级氧化系统、软化系统、混凝澄清系统、超滤系统和反渗透系统依次连接并形成第二回路;反渗透系统、脱硫系统和末端废水处理系统之间还依次进行连接。

[0033] 高级氧化系统为臭氧氧化系统、电化学氧化系统、超声氧化系统、芬顿氧化系统和紫外氧化系统或其他高级氧化系统。能够有效去除中水残留较高浓度的COD和氨氮,避免了COD和氨氮的富集,也防止了后端系统发生微生物污染。

[0034] 如图2所示,软化系统包括用于投药的加药系统和用于搅拌的加药水池,加药系统和加药水池相连,加药水池的进口端与出口端分别与高级氧化系统和混凝澄清系统相连。其中加药系统可以投加石灰乳、絮凝剂和助凝剂,加药水池带搅拌功能。软化系统能够沉淀镁离子、氟离子和悬浮物,去除暂时硬度,并调节pH至弱碱性。

[0035] 混凝澄清系统包括澄清池和压滤系统。软化系统出水作为澄清池进水,从澄清池中部进入澄清池。澄清池出水从顶部溢流,作为超滤系统补水进入超滤系统。压滤系统接收澄清池底部泥水混合物,分离得到大量固体沉淀物排出系统外,得到少量压滤废水返回至澄清池。澄清池可以为机械加速澄清池,也可以是其他类型的澄清池。能够去除大部分悬浮物和沉淀物,并通过压滤系统形成固体滤渣。

[0036] 超滤系统包括:超滤水泵、超滤膜组件和反洗水泵等设备。混凝澄清系统出水(即澄清池溢流水)是超滤系统进水,超滤系统产水(即超滤膜组件出水)是反渗透系统进水。超滤水泵与超滤膜组件为串联模式,反洗水泵仅作用于超滤膜组件。能够进一步去除进水中的悬浮物,减慢后端反渗透系统污堵速率。由于超滤系统和混凝澄清系统之间形成了第一回路,因此,超滤反洗水返回至澄清池重新澄清。

[0037] 反渗透系统包括保安过滤器、进水泵和反渗透膜组件。超滤系统出水(即超滤膜组件出水)是反渗透系统进水,反渗透系统产水是循环冷却系统补水,反渗透系统浓水是脱硫系统补水。保安过滤器、进水泵、反渗透膜组件之间为串联模式。反渗透膜组件可以是淡水反渗透、苦咸水反渗透、海水反渗透或其他类型反渗透膜组件。反渗透系统可以设置一段、二段或多段。反渗透系统淡水作为补水回用至循环冷却系统,反渗透浓水作为补水回用至脱硫系统。相比现有技术中将反渗透系统的浓水与淡水分别通入浓水箱和淡水箱,本申请对反渗透系统的出水进行了合理回用,减少了前端取水量,避免了排污水和污染物外排至水体环境,环境效益显著。

[0038] 实施例2:

[0039] 一种火电厂中水水源循环水回用工艺方法,由第一方面一种火电厂中水水源循环水回用系统执行,包括:

[0040] S1、城市中水经过初步生化处理后进入循环冷却系统,并进行浓缩处理(浓缩倍率通常为3~10倍),作为排污水排出循环冷却系统。

[0041] S2、排污水进入高级氧化系统,去除大部分化学需氧量COD和氨氮后进入软化系统。

[0042] S3、在软化系统中,通过投加石灰乳,形成 $Mg(OH)_2$ 和 CaF_2 沉淀,并将 HCO_3^- 去除;并通过投加絮凝剂和助凝剂,使水中的不溶性悬浮物混凝。

[0043] S4、软化系统的出水进入混凝澄清系统,并通过澄清池进入超滤系统进行除浊,得到超滤反洗水和超滤出水,超滤反洗水返回至混凝澄清系统重新澄清;过澄清池后的出水悬浮物质量浓度应小于100mg/L。

[0044] S5、超滤出水通过反渗透系统,并获取反渗透浓水和反渗透淡水,反渗透淡水作为补水回用至循环冷却系统,反渗透浓水作为补水回用至脱硫系统。

[0045] 其中,反渗透淡水也可以称为脱盐产水,该产水各类阴离子和阳离子都较低,可回用至循环冷却系统。反渗透浓水有较高浓度的钙离子、氯离子和硫酸根离子,可回用至脱硫系统。

[0046] S6、反渗透浓水中钙离子和硫酸根离子在脱硫系统中形成副产物脱硫石膏,反渗透浓水中的其他杂质在脱硫系统的脱硫塔进一步浓缩后,形成脱硫废水进入末端废水处理系统。

[0047] 值得注意的是,S5中,火电厂脱硫系统补水远少于循环冷却系统补水,通过控制反渗透系统规模和运行工况调整淡水和浓水的比例,优先根据脱硫系统的实际补水需求控制浓水制水量。

[0048] 实施例3:

[0049] 某内陆火电厂设有开式循环冷却系统,以曝气生物流化床(ABFT)工艺处理后的城市中水作为循环水主要补水。补水量约2000t/h,补水TDS约600mg/L,补水氯离子浓度约100mg/L,补水COD约20mg/L。循环水系统浓缩倍率约4倍,排污水量约550t/h,排水TDS约2400mg/L,排水氯离子浓度约400mg/L,排水COD约80mg/L。该火电厂石灰石-石膏湿法脱硫系统补水为杂用水,补水量为120t/h,设置旁路烟气干燥塔处理末端脱硫废水。

[0050] 为节约水资源、减轻环境负担、实现全厂废水零排放,该火电厂建设了循环水回用系统用于处理和回用循环冷却系统排污水。依次设置了臭氧杀菌系统、石灰加药系统、混凝澄清系统、超滤系统和反渗透系统。其中反渗透系统分两段,一段为海水反渗透,二段为碟管式高压反渗透。二段浓水水量约120t/h,TDS约9000mg/L,氯离子浓度约1500mg/L,钙离子浓度约2000mg/L,作为脱硫系统补水。一段反渗透和二段反渗透产水共约450t/h均回用至循环冷却系统。火电厂应用本发明的系统后,消纳并回用了全部的循环水排污水,不仅减少了前端取水550t/h,也避免了废水外排。结合末端废水处理系统,真正实现了全厂废水的零排放。

[0051] 该电厂循环水回用系统正常投运1年以来,排污水处理效率稳定,循环冷却系统运行和循环冷却水水质均保持正常,包括脱硫系统在内的其他系统也未见明显异常,实现了

预期处理目标。以上结果表明,这种中水水源循环水回用系统及工艺方法具有很好的适用性。

[0052] 综上所述,本发明针对中水循环水水质特点设置合理工艺,部分软化即可对排污水进行浓缩,将产水回用作循环水系统补水,将浓水回用作脱硫系统补水,实现循环水系统的零排放。

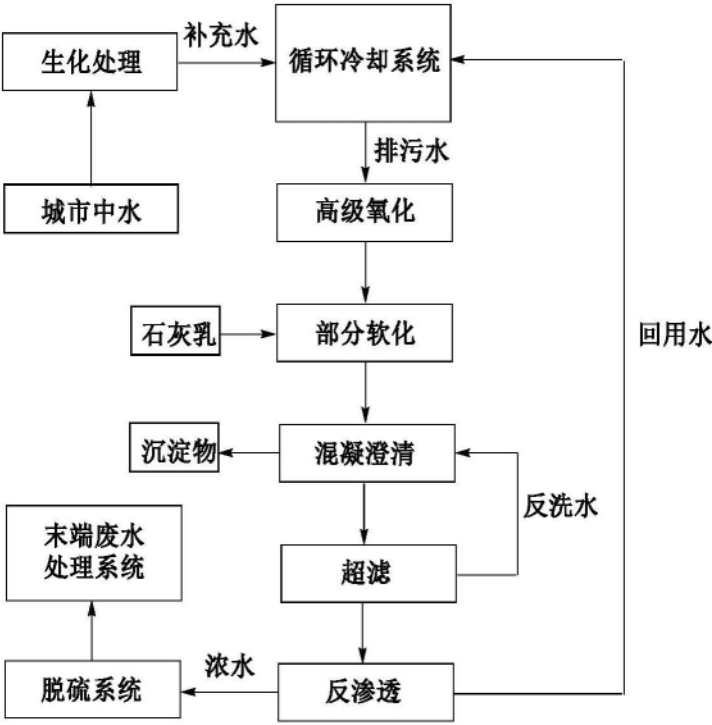


图1

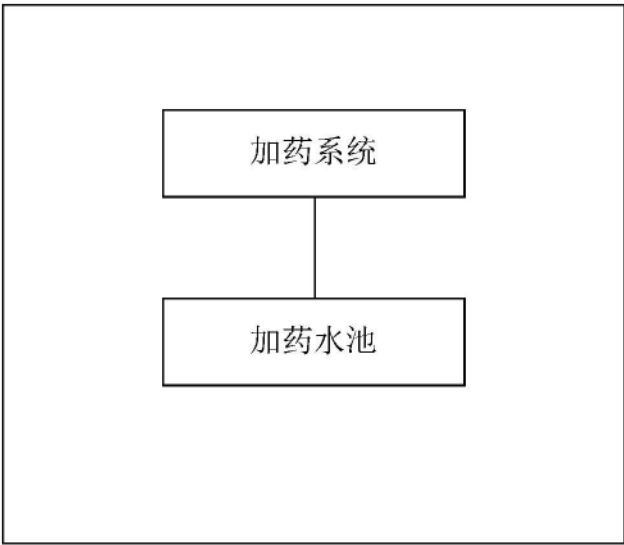


图2

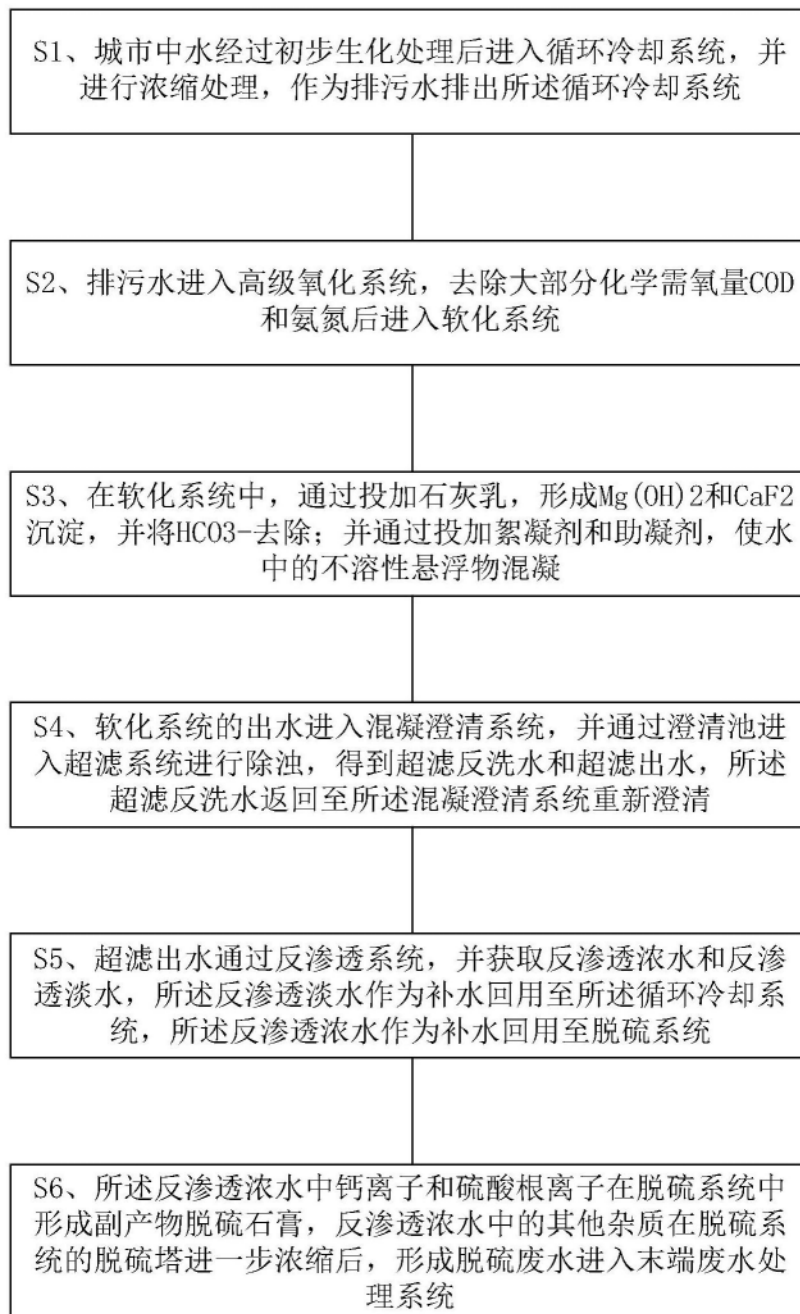


图3