(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111392984 A
(43)申请公布日 2020.07.10

(21)申请号 202010318364.X

(22)申请日 2020.04.21

(71)申请人 西安西热水务环保有限公司
地址 710032 陕西省西安市兴庆路136号
申请人 西安热工研究院有限公司

(72)发明人 李亚娟 余耀宏 卢剑 许臻 胡大龙 李乐 曹瑞雪 杨阳

(74)专利代理机构 西安通大专利代理有限责任公司 61200
代理人 房鑫

(51)Int.Cl.
C02F 9/14(2006.01)
C02F 101/10(2006.01)
C02F 101/16(2006.01)
C02F 101/30(2006.01)
C02F 103/02(2006.01)

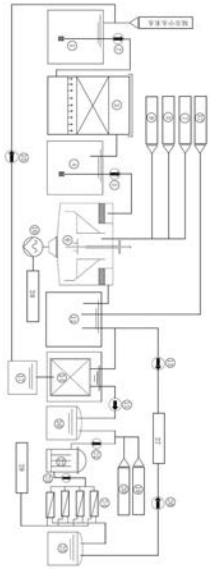
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统及方法

(57)摘要

本发明公开了一种城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统及方法，包括城市中水来水管、调节水池、曝气生物滤池、机械加速澄清池、凝聚剂加药装置、石灰加药装置、助凝剂加药装置、清水池、冷却塔、浸没式超滤装置、超滤产水箱、还原剂加药装置、阻垢剂加药装置、保安过滤器、反渗透装置及淡水箱，该系统及方法能够实现城市中水的软化、生化以及脱盐处理。



CN 111392984 A

1.一种城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，其特征在于，包括城市中水来水管、调节水池(1)、曝气生物滤池(3)、机械加速澄清池(6)、凝聚剂加药装置(7)、石灰加药装置(8)、助凝剂加药装置(9)、清水池(11)、冷却塔(27)、浸没式超滤装置(14)、超滤产水箱(16)、还原剂加药装置(20)、阻垢剂加药装置(19)、保安过滤器(22)、反渗透装置(24)及淡水箱(25)；

城市中水来水管的出水口依次经调节水池(1)及曝气生物滤池(3)与机械加速澄清池(6)的入口相连通，凝聚剂加药装置(7)的出口、石灰加药装置(8)的出口及助凝剂加药装置(9)的出口与机械加速澄清池(6)的加药口相连通，机械加速澄清池(6)的出口及硫酸加药装置(12)的出口与清水池(11)的入口相连通，清水池(11)的出口与冷却塔(27)的入水口及浸没式超滤装置(14)的入口相连通，浸没式超滤装置(14)的出口与超滤产水箱(16)的入口相连通，超滤产水箱(16)的出口、还原剂加药装置(20)的出口及阻垢剂加药装置(19)的出口与保安过滤器(22)的入口相连通，保安过滤器(22)的出口经反渗透装置(24)及淡水箱(25)与冷却塔(27)的入水口相连通。

2.根据权利要求1所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，其特征在于，调节水池(1)与曝气生物滤池(3)之间通过原水提升泵(2)相连通。

3.根据权利要求1所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，其特征在于，曝气生物滤池(3)经中间水池(4)及澄清池给水泵(5)与机械加速澄清池(6)的入口相连通。

4.根据权利要求1所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，其特征在于，清水池(11)的出口经冷却塔补水泵(13)与冷却塔(27)的入水口相连通，淡水箱(25)的出口经淡水泵(26)与冷却塔(27)的入水口相连通。

5.根据权利要求1所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，其特征在于，浸没式超滤装置(14)的出口经抽吸泵(15)与超滤产水箱(16)的入口相连通，超滤产水箱(16)的出口经反渗透给水泵(21)与保安过滤器(22)的入口相连通。

6.根据权利要求1所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，其特征在于，保安过滤器(22)的出口经高压泵(23)与反渗透装置(24)的入口相连通。

7.根据权利要求1所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，其特征在于，反渗透装置(24)的浓水出口连接有脱硫工艺水箱(29)；

机械加速澄清池(6)的底部出口经污泥排放泵(10)与脱硫吸收塔(28)的入口相连通。

8.根据权利要求1所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，其特征在于，浸没式超滤装置(14)的反洗水出口经废水池(17)及废水回用水泵(18)与调节池的入口相连通。

9.一种城市中水作为电厂循环水补水的深度处理方法，其特征在于，基于权利要求1所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统，包括以下步骤：

城市中水来水管输出的城市中水经调节水池(1)调节后进入到曝气生物滤池(3)中，通过曝气生物滤池(3)降低城市中水中的有机物、氨氮、总磷及微生物，然后送入机械加速澄清池(6)中；

通过凝聚剂加药装置(7)、石灰加药装置(8)及助凝剂加药装置(9)向机械加速澄清池(6)中加入凝聚剂、石灰及助凝剂，通过石灰软化并辅助混凝剂及助凝剂以提高城市中水的混凝澄清效果，使得机械加速澄清池(6)输出的城市中水的COD≤30mg/L，氨氮≤10mg/L，总

磷≤1mg/L，SiO_2≤20mg/L，碱度≤1mmol/L；

机械加速澄清池(6)输出的城市中水经清水池(11)后分为两路，其中一路直接补入冷却塔(27)中，另一路经浸没式超滤装置(14)超滤处理后进入到超滤产水箱(16)中，超滤产水箱(16)输出的水、阻垢剂加药装置(19)输出的阻垢剂及还原剂加药装置(20)输出的还原剂进入到保安过滤器(22)中进行过滤处理，然后进入到反渗透装置(24)中进行反渗透处理，其中，反渗透装置(24)输出的产水作为补水送入到冷却塔(27)中。

一种城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统及方法

技术领域

[0001] 本发明属于废水处理技术领域，涉及一种城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统及方法。

背景技术

[0002] 随着国家“鼓励使用城市中水，限制使用地表水，禁止使用地下水”的电力行业用水政策的实施，火力发电厂采用城市中水作为补充水源的电厂越来越多。城市中水有机物、氨氮、总磷、微生物以及碱度、硬度、Cl^-、SO_4^{2-}、含盐量等指标均比常规的地表水或者地下水偏高。目前，部分电厂对城市中水进行简单的混凝澄清或者软化处理，仅降低了碱度、硬度、悬浮物，减轻了结垢的风险，但Cl^-、SO_4^{2-}等对凝汽器及水泥的腐蚀性并没有缓解。因此，采用城市中水作为补水水源的循环水系统浓缩倍率基本控制在3倍左右，导致循环水补水量、排污水量都偏大，不满足国家节水减排的环保政策。

[0003] 目前，部分电厂采用“混凝澄清+过滤”、“石灰软化+过滤”等工艺对城市中水进行处理后作为循环水补水，由于上述工艺对有机物的去除率在20％左右，去除率较低，而且基本不去除盐分，对于来水有机物较高的城市中水存在冷却塔微生物滋生、污泥黏附等风险。此外，对于凝汽器采用铜管、304不锈钢等材质的电厂，由于城市中水Cl^-含量较高，存在凝汽器腐蚀的风险。

[0004] 因此需设计一种系统及方法，该系统及方法能够实现城市中水的软化、生化以及脱盐处理。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于克服上述现有技术的缺点，提供了一种城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统及方法，该系统及方法能够实现城市中水的软化、生化以及脱盐处理。

[0006] 为达到上述目的，本发明所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统包括城市中水来水管、调节水池、曝气生物滤池、机械加速澄清池、凝聚剂加药装置、石灰加药装置、助凝剂加药装置、清水池、冷却塔、浸没式超滤装置、超滤产水箱、还原剂加药装置、阻垢剂加药装置、保安过滤器、反渗透装置及淡水箱；

[0007] 城市中水来水管的出水口依次经调节水池及曝气生物滤池与机械加速澄清池的入口相连通，凝聚剂加药装置的出口、石灰加药装置的出口及助凝剂加药装置的出口与机械加速澄清池的加药口相连通，机械加速澄清池的出口及硫酸加药装置的出口与清水池的入口相连通，清水池的出口与冷却塔的入水口及浸没式超滤装置的入口相连通，浸没式超滤装置的出口与超滤产水箱的入口相连通，超滤产水箱的出口、还原剂加药装置的出口及阻垢剂加药装置的出口与保安过滤器的入口相连通，保安过滤器的出口经反渗透装置及淡水箱与冷却塔的入水口相连通。

[0008] 调节水池与曝气生物滤池之间通过原水提升泵相连通。

[0009] 曝气生物滤池经中间水池及澄清池给水泵与机械加速澄清池的入口相连通。

[0010] 清水池的出口经冷却塔补水泵与冷却塔的入水口相连通，淡水箱25的出口经淡水泵与冷却塔的入水口相连通。

[0011] 浸没式超滤装置的出口经抽吸泵与超滤产水箱的入口相连通，超滤产水箱的出口经反渗透给水泵与保安过滤器的入口相连通。

[0012] 保安过滤器的出口经高压泵与反渗透装置的入口相连通。

[0013] 反渗透装置的浓水出口连接有脱硫工艺水箱；

[0014] 机械加速澄清池的底部出口经污泥排放泵与脱硫吸收塔的入口相连通。

[0015] 浸没式超滤装置的反洗水出口经废水池及废水回用水泵与调节池的入口相连通。

[0016] 本发明所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理方法包括以下步骤：

[0017] 城市中水来水管输出的城市中水经调节水池调节后进入到曝气生物滤池中，通过曝气生物滤池降低城市中水中的有机物、氨氮、总磷及微生物，然后送入机械加速澄清池中；

[0018] 通过凝聚剂加药装置、石灰加药装置及助凝剂加药装置向机械加速澄清池中加入凝聚剂、石灰及助凝剂，通过石灰软化并辅助混凝剂及助凝剂以提高城市中水的混凝澄清效果，使得机械加速澄清池输出的城市中水的COD≤30mg/L，氨氮≤10mg/L，总磷≤1mg/L，SiO_2≤20mg/L，碱度≤1mmol/L；

[0019] 机械加速澄清池输出的城市中水经清水池后分为两路，其中一路直接补入冷却塔中，另一路经浸没式超滤装置超滤处理后进入到超滤产水箱中，超滤产水箱输出的水、阻垢剂加药装置输出的阻垢剂及还原剂加药装置输出的还原剂进入到保安过滤器中进行过滤处理，然后进入到反渗透装置中进行反渗透处理，其中，反渗透装置输出的产水作为补水送入到冷却塔中。

[0020] 本发明具有以下有益效果：

[0021] 本发明所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统及方法在具体操作时，采用曝气生物滤池去除来水中的有机物、氨氮及总磷等生化性指标，曝气生物滤池输出的水经机械加速澄清池投加石灰、混凝剂以及助凝剂处理，以大幅度降低水中的碱度、硬度、总磷、悬浮物、部分有机物及硅酸盐等，经过两级预处理后城市中水的COD≤30mg/L、氨氮≤10mg/L、总磷≤1mg/L、SiO_2≤20mg/L、碱度≤1mmol/L，出水指标可以满足《城市污水再生利用工业用水水质标准》(GB/T19923-2005)中敞开式循环水冷却水补充水的相关要求。由于城市中水中Cl^-、SO_4^{2-}等腐蚀性离子含量较高，存在对凝汽器及水泥的腐蚀风险，因此采用超滤-反渗透技术进一步处理，考虑到系统运行的经济性以及循环水系统高浓缩倍率运行对补水水质的要求，将机械加速澄清池出水部分直接补入冷却塔中，另一部分进行脱盐处理，脱盐处理的水量比例根据凝汽器管材材质确定，通常脱盐处理水量仅为总水量的20%～40%。本发明采用浸没式超滤，对来水水质波动的适应性较强，而且可以取代传统的介质过滤器及压力式超滤，具有占地面积小及投资低的优势。将反渗透淡水和部分机械加速澄清池出水混合后补入冷却塔中，循环水浓缩倍率可以提高至6～8倍，对于2×600MW的湿冷机组，每年可节约城市中水260万吨，每年可降低循环水排污水量330万吨，节水减排效果显著。

附图说明

[0022] 图1为本发明的结构示意图。

[0023] 其中，1为调节水池、2为原水提升泵、3为曝气生物滤池、4为中间水池、5为澄清池给水泵、6为机械加速澄清池、7为凝聚剂加药装置、8为石灰加药装置、9为助凝剂加药装置、10为污泥排放泵、11为清水池、12为硫酸加药装置、13为冷却塔补水泵、14为浸没式超滤装置、15为抽吸泵、16为超滤产水箱、17为废水池、18为废水回用水泵、19为阻垢剂加药装置、20为还原剂加药装置、21为反渗透给水泵、22为保安过滤器、23为高压泵、24为反渗透装置、25为淡水箱、26为淡水泵、27为冷却塔、28为脱硫吸收塔、29为脱硫工艺水箱。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图对本发明做进一步详细描述：

[0025] 参考图1，本发明所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理系统包括城市中水来水管、调节水池1、曝气生物滤池3、机械加速澄清池6、凝聚剂加药装置7、石灰加药装置8、助凝剂加药装置9、清水池11、冷却塔27、浸没式超滤装置14、超滤产水箱16、还原剂加药装置20、阻垢剂加药装置19、保安过滤器22、反渗透装置24及淡水箱25；城市中水来水管的出水口依次经调节水池1及曝气生物滤池3与机械加速澄清池6的入口相连通，凝聚剂加药装置7的出口、石灰加药装置8的出口及助凝剂加药装置9的出口与机械加速澄清池6的加药口相连通，机械加速澄清池6的出口及硫酸加药装置12的出口与清水池11的入口相连通，清水池11的出口与冷却塔27的入水口及浸没式超滤装置14的入口相连通，浸没式超滤装置14的出口与超滤产水箱16的入口相连通，超滤产水箱16的出口、还原剂加药装置20的出口及阻垢剂加药装置19的出口与保安过滤器22的入口相连通，保安过滤器22的出口经反渗透装置24及淡水箱25与冷却塔27的入水口相连通。

[0026] 具体的，调节水池1与曝气生物滤池3之间通过原水提升泵2相连通；曝气生物滤池3经中间水池4及澄清池给水泵5与机械加速澄清池6的入口相连通；清水池11的出口经冷却塔补水泵13与冷却塔27的入水口相连通，淡水箱25的出口经淡水泵26与冷却塔27的入水口相连通；浸没式超滤装置14的出口经抽吸泵15与超滤产水箱16的入口相连通，超滤产水箱16的出口经反渗透给水泵21与保安过滤器22的入口相连通；保安过滤器22的出口经高压泵23与反渗透装置24的入口相连通；反渗透装置24的浓水出口连接有脱硫工艺水箱29；机械加速澄清池6的底部出口经污泥排放泵10与脱硫吸收塔28的入口相连通；浸没式超滤装置14的反洗水出口经废水池17及废水回用水泵18与调节池的入口相连通。

[0027] 本发明所述的城市中水作为电厂循环水补水的深度处理方法包括以下步骤：

[0028] 城市中水来水管输出的城市中水经调节水池1调节后进入到曝气生物滤池3中，通过曝气生物滤池3降低城市中水中的有机物、氨氮、总磷及微生物，然后送入机械加速澄清池6中；

[0029] 通过凝聚剂加药装置7、石灰加药装置8及助凝剂加药装置9向机械加速澄清池6中加入凝聚剂、石灰及助凝剂，通过石灰软化并辅助混凝剂及助凝剂以提高城市中水的混凝澄清效果，使得机械加速澄清池6输出的城市中水的COD≤30mg/L，氨氮≤10mg/L，总磷≤1mg/L，SiO_2≤20mg/L，碱度≤1mmol/L；

[0030] 机械加速澄清池6输出的城市中水经清水池11后分为两路，其中一路直接补入冷

却塔27中，另一路经浸没式超滤装置14超滤处理后进入到超滤产水箱16中，超滤产水箱16输出的水、阻垢剂加药装置19输出的阻垢剂及还原剂加药装置20输出的还原剂进入到保安过滤器22中进行过滤处理，然后进入到反渗透装置24中进行反渗透处理，其中，反渗透装置24输出的产水作为补水送入到冷却塔27中。

[0031] 所述曝气生物滤池3采用上流进水、升流式运行方式，水力负荷为2～3.5m^3/m^2.h，采用粒径为3～5mm的轻质陶粒滤料，运行过程中连续曝气，出水溶解氧控制为3～4mg/L。

[0032] 所述机械加速澄清池6分为第一反应室、第二反应室、分离室及泥渣浓缩室，在第一反应室中投加凝聚剂，在第二反应室中投加石灰和助凝剂，在分离室内设有斜板，以提高固液分离效果，机械加速澄清池6可大幅度去除水中的碱度、硬度、总磷、悬浮物和部分有机物、硅酸盐等，有机物、氨氮、总磷、SiO_2、碱度、硬度等出水指标可以满足《城市污水再生利用工业用水水质标准》(GB/T 19923-2005)中敞开式循环水冷却水补充水的相关要求。

[0033] 所述机械加速澄清池6的上升流速为0.8～1.0mm/s，水力停留时间为1.2～1.5h，凝聚剂采用聚合铝、聚合铁、三氯化铁、硫酸铝等中的一种，投加量在10～20mg/L之间，具体根据来水水质通过烧杯试验来确定，助凝剂采用聚丙酰胺，投加量≤0.5mg/L，通过投加石灰控制第二反应室pH值在10.1～10.3之间，出水碳酸盐硬度≤1mmol/L。

[0034] 所述机械加速澄清池6的出水pH值偏高，不满足冷却塔27补水和后续膜处理系统运行要求，需要加酸调节pH值至7.5～8.3之间，硫酸加药装置12的出口与清水池11的硫酸加药口相连通，清水池11出水分成两路，一路出水与冷却7补水泵13入口相连通，冷却塔补水泵13出口与冷却塔27的入口相连通，另一路出水自流与浸没式超滤装置14的入口相连通，膜处理水量比例根据凝汽器管材材质来定，通常处理水量仅为总水量的20%～40%。

[0035] 所述浸没式超滤装置14采用外压式中空纤维膜元件、聚偏氟乙烯(PVDF)膜材料，采用低压真空抽吸方式制水，膜通量为30～40L/m^2.h，产水浊度≤0.5NTU、SDI_{15}≤3，产水水质满足后续反渗透对进水水质的要求。浸没式超滤装置14的产水母管与抽吸泵15的入口相连通，抽吸泵15的出口与超滤产水箱16的入口相连通，浸没式超滤装置14的反洗水出口与废水池17的入口相连通，废水池17的出口与调节水池1入口相连通。

[0036] 反渗透装置24为卷式反渗透，采用一级两段设计，膜通量为16～20L/m^2.h，回收率≥75%，脱盐率≥98%。

[0037] 以上所述仅是本发明的实施步骤的举例，应当指出，对于本技术领域的普通技术人员来说，在不脱离本发明技术原理的前提下，还可以做出若干改进和变型，这些改进和变型也应视为本发明的保护范围。

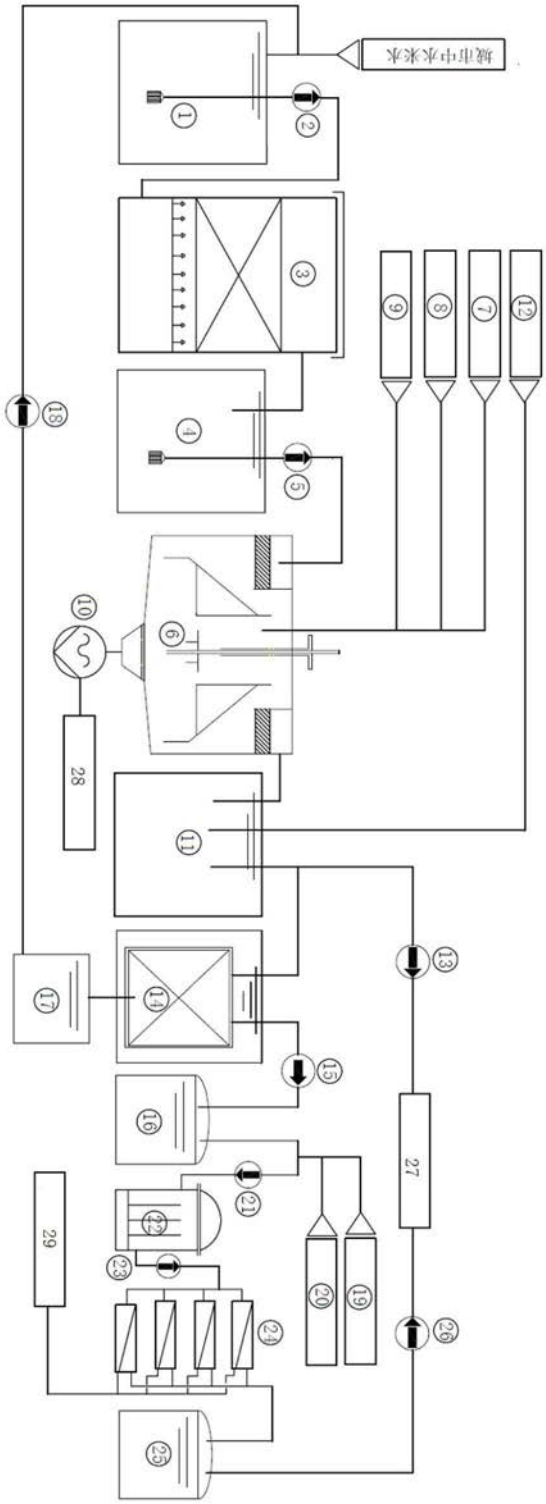

城市中水来水
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29

图1