(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210559895 U
(45)授权公告日 2020.05.19

(21)申请号 201920880870.0

(22)申请日 2019.06.12

(73)专利权人 北京浦仁美华环保科技股份有限公司

地址 100094 北京市海淀区北清路68号院24号楼C座3层

(72)发明人 王晓茵 张英浦 于东川 刘建军 吴峰 彭靖龄

(74)专利代理机构 广州嘉权专利商标事务所有限公司 44205

代理人 胡辉

(51)Int.Cl.

C02F 9/12(2006.01)

C02F 103/18(2006.01)

C02F 101/10(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

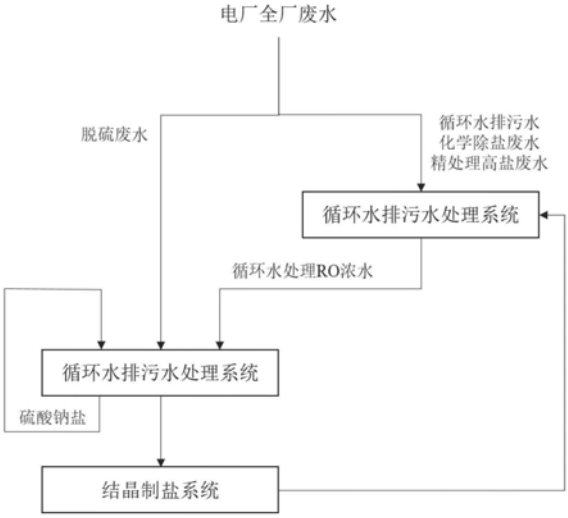
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

(54)实用新型名称

一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统

(57)摘要

本实用新型公开了一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统。这种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统包括循环水排污水处理系统、脱硫废水处理系统、结晶制盐系统。本实用新型的处理系统具有高效、可靠、经济等优点。使用本实用新型的系统处理电厂全厂废水，节约了药剂成本，提高了NaCl的纯度和浓度，降低了蒸发结晶系统的投资和成本。在实现全厂废水零排放的同时分步回收水、碳酸钙浓液、NaCl盐，真正意义上实现水的零排放及水和固废的资源化利用。



CN 210559895 U

1.一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：包括循环水排污水处理系统、脱硫废水处理系统、结晶制盐系统；

所述的循环水排污水处理系统包括通过管线依次连接的一级絮凝沉淀池、二级絮凝沉淀池、三级絮凝沉淀池、调节池、多介质过滤器、臭氧催化氧化塔、生物活性炭滤池、自清洗过滤器、超滤装置、反渗透装置、絮凝池、微滤装置、海水反渗透装置；

所述的脱硫废水处理系统包括通过管线依次连接的蓄水调节池、一级软化池、管式过滤膜装置、二级软化澄清池、三级软化澄清池、多介质过滤器、臭氧高级氧化塔、活性炭床、超滤装置、一级纳滤装置、二级纳滤装置、海水反渗透装置、均相膜ED装置、脱碳脱氨装置、缓冲池；

所述的结晶制盐系统包括通过管线依次连接的蒸发结晶装置、离心脱水机、干燥流化床、盐仓；

所述循环水排污水处理系统的海水反渗透装置浓水出口与脱硫废水处理系统的蓄水调节池相连接；所述脱硫废水处理系统的缓冲池与结晶制盐系统的蒸发结晶装置相连接；所述脱硫废水处理系统中的一级纳滤装置、二级纳滤装置的硫酸钠盐液出口分别与蓄水调节池相连接；

一级絮凝沉淀池、一级软化池分别与石灰投加装置相连接；二级絮凝沉淀池、二级软化澄清池分别与烟道气管相连接；三级絮凝沉淀池、三级软化澄清池分别与碳酸钠投加装置相连接。

2.根据权利要求1所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：二级絮凝沉淀池、三级絮凝沉淀池、二级软化澄清池、三级软化澄清池的污泥出口分别与污泥浓缩池相连接，污泥浓缩池与电厂湿法脱硫系统相连接。

3.根据权利要求1所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：循环水排污水处理系统中，反渗透装置和海水反渗透装置的淡水出口分别与淡水综合回用系统相连接；反渗透装置的浓水出口与絮凝池的进水口相连接；反渗透装置的进水口与超滤装置的淡水出口相连接。

4.根据权利要求1所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：循环水排污水处理系统中，多介质过滤器、生物活性炭滤池、自清洗过滤器、超滤装置的浓水出口分别与三级絮凝沉淀池的进水口相连接。

5.根据权利要求1所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：脱硫废水处理系统中，一级纳滤装置的进水口与超滤装置的淡水出口相连接；一级纳滤装置的淡水出口与二级纳滤装置的进水口相连接。

6.根据权利要求1或5所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：脱硫废水处理系统中，海水反渗透装置的进水口与二级纳滤装置的淡水出口相连接；海水反渗透装置的淡水出口与工业水系统相连接；海水反渗透装置的浓水出口与均相膜ED装置的进水口相连接。

7.根据权利要求6所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：脱硫废水处理系统中，均相膜ED装置的淡水出口与循环水排污水处理系统中的反渗透装置的进水口相连接，均相膜ED装置的浓水出口与脱碳脱氨装置的进水口相连接。

8.根据权利要求1所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：

脱硫废水处理系统中，多介质过滤器、活性炭床、超滤装置的浓水出口分别与三级软化澄清池的进水口相连接。

9.根据权利要求1所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：结晶制盐系统中，蒸发结晶装置的淡水出口与循环水排污水处理系统中的反渗透装置的进水口相连接。

10.根据权利要求1或9所述的一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，其特征在于：结晶制盐系统中，蒸发结晶装置为多效蒸发装置、单效蒸发装置、MVR蒸发装置或TVR蒸发装置。

一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统。

背景技术

[0002] 电厂脱硫废水含盐量在30000-60000mg/L，目前对其采取补入捞渣机等系统进行综合利用，由于该废水含盐量过高，存在设备腐蚀等较大风险。为保证设备安全运行，电厂正寻求脱硫废水其它处理途径。通过实施全厂废水零排放工程，实现全厂用水结构优化及对循环水排污水、脱硫废水和其它高盐废水的全部回收利用，将彻底解决电厂外排废水含盐量超标问题与目前脱硫废水的用水安全隐患问题。

[0003] 常规的电厂废水处理工艺，药剂费用高，工序复杂，难以完全实现废水的零排放，最终得到的盐为混盐，只能作为危废填埋。进行分盐还需设置两套蒸发结晶装置，增加了系统的投资和成本。

[0004] 全厂废水零排放工程的实施，将使电厂在获得良好的社会效益和环境效益的同时，也将获得一定的经济效益具有，具有重要的现实意义。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的目的在于提供一种电厂全厂废水零排及资源化利用的系统，在实现电厂全厂废水零排放的同时分步回收水、碳酸钙、NaCl结晶盐，真正意义上实现了水的零排放及水和固废的资源化利用。

[0006] 本实用新型所采取的技术方案是：

[0007] 一种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，包括循环水排污水处理系统、脱硫废水处理系统、结晶制盐系统。

[0008] 进一步的，这种系统中，循环水排污水处理系统包括通过管线依次连接的一级絮凝沉淀池、二级絮凝沉淀池、三级絮凝沉淀池、调节池、多介质过滤器、臭氧催化氧化塔、生物活性炭滤池、自清洗过滤器、超滤装置、反渗透装置、絮凝池、微滤装置、海水反渗透装置。

[0009] 进一步的，这种系统中，脱硫废水处理系统包括通过管线依次连接的蓄水调节池、一级软化池、管式过滤膜装置、二级软化澄清池、三级软化澄清池、多介质过滤器、臭氧高级氧化塔、活性炭床、超滤装置、一级纳滤装置、二级纳滤装置、海水反渗透装置、均相膜ED(electrodialysis，电渗析)装置、脱碳脱氨装置、缓冲池。

[0010] 进一步的，这种系统中，结晶制盐系统包括通过管线依次连接的蒸发结晶装置、离心脱水机、干燥流化床、盐仓。

[0011] 优选的，循环水排污水处理系统的海水反渗透装置浓水出口与脱硫废水处理系统的蓄水调节池相连接；脱硫废水处理系统的缓冲池与结晶制盐系统的蒸发结晶装置相连接；脱硫废水处理系统中的一级纳滤装置、二级纳滤装置的硫酸钠盐液出口分别与蓄水调节池相连接。

[0012] 优选的，这种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统中，一级絮凝沉淀池、一级

软化池分别与石灰投加装置相连接;二级絮凝沉淀池、二级软化澄清池分别与烟道气管相连接;三级絮凝沉淀池、三级软化澄清池分别与碳酸钠投加装置相连接。

[0013] 优选的,这种电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统中,二级絮凝沉淀池、三级絮凝沉淀池、二级软化澄清池、三级软化澄清池的污泥出口分别与污泥浓缩池相连接,污泥浓缩池与电厂湿法脱硫系统相连接。

[0014] 优选的,循环水排污水处理系统中,反渗透装置和海水反渗透装置的淡水出口分别与淡水综合回用系统相连接;反渗透装置的浓水出口与絮凝池的进水口相连接;反渗透装置的进水口与超滤装置的淡水出口相连接。

[0015] 优选的,循环水排污水处理系统中,多介质过滤器、生物活性炭滤池、自清洗过滤器、超滤装置的浓水出口分别与三级絮凝沉淀池的进水口相连接。

[0016] 优选的,循环水排污水处理系统中,一级絮凝沉淀池的污泥出口还与浓缩池连接,浓缩池与脱水机相连接。

[0017] 优选的,循环水排污水处理系统中,絮凝池与双碱投加装置相连接,双碱为氢氧化钠和氢氧化钙。

[0018] 优选的,脱硫废水处理系统中,一级纳滤装置的进水口与超滤装置的淡水出口相连接;一级纳滤装置的淡水出口与二级纳滤装置的进水口相连接。

[0019] 优选的,脱硫废水处理系统中,海水反渗透装置的进水口与二级纳滤装置的淡水出口相连接;海水反渗透装置的淡水出口与工业水系统相连接;海水反渗透装置的浓水出口与均相膜ED装置的进水口相连接。

[0020] 优选的,脱硫废水处理系统中,均相膜ED装置的淡水出口与循环水排污水处理系统中的反渗透装置的进水口相连接,均相膜ED装置的浓水出口与脱碳脱氨装置的进水口相连接。

[0021] 优选的,脱硫废水处理系统中,多介质过滤器、活性炭床、超滤装置的浓水出口分别与三级软化澄清池的进水口相连接。

[0022] 优选的,脱硫废水处理系统中,一级软化池的污泥经收集后,输送至脱水机,经脱水处理后外运处理;脱水机的出水回流至蓄水调节池。

[0023] 优选的,脱硫废水处理系统中,脱碳脱氨装置还与检修备用池相连接,检修备用池与结晶制盐系统的蒸发结晶装置相连接。

[0024] 优选的,结晶制盐系统中,蒸发结晶装置的淡水出口与循环水排污水处理系统中的反渗透装置的进水口相连接。

[0025] 优选的,结晶制盐系统中,蒸发结晶装置为多效蒸发装置、单效蒸发装置、MVR(mechanical vapor recompression,机械式蒸汽再压缩)蒸发装置或TVR(thermal vapour recompression,蒸汽热力再压缩)蒸发装置。

[0026] 优选的,结晶制盐系统中,蒸发结晶装置还与捞渣系统相连接。

[0027] 优选的,结晶制盐系统中,离心脱水机的出水回流至蒸发结晶装置。

[0028] 循环水排污水主要问题是含盐量较高,若作为循环水补水,必须降低其盐分含量。因此本实用新型的处理系统用反渗透工艺作为脱盐技术,反渗透膜装置出水水质很好,不但去除了绝大部分的无机盐,也去除了各类有机污染物、胶体、二氧化硅、病毒、细菌等,而且对水中的各种杂质具有很高的去除率,因此反渗透膜出水水质可达到高标准用水水质指

标，反渗透膜出水适合高端用水需要，提高水资源的利用价值。而反渗透脱盐系统设计的关键在于预处理的选择。采用反渗透脱盐工艺，必须先对来水进行预处理，经过三级软化絮凝沉淀处理后，去除废水中的镁、硫酸根、氟、重金属、悬浮物等物质。过滤处理后，再经过一级反渗透和海水反渗透进行脱盐处理。反渗透出水输送至综合回用系统，海水反渗透浓水进入脱硫废水处理系统。

[0029] 针对脱硫废水含盐量较高、硬度高、有机物污染较严重成分复杂等特点，采用三级软化反应去除镁、硫酸根、重金属等物质。通过臭氧高级氧化去除废水中的有机物。超滤出水再通过两级纳滤进一步去除废水中钙、镁、硫酸根等，二级纳滤的出水主要成分为NaCl，然后通过海水反渗透和均相膜ED装置进行脱硫废水的减量浓缩和盐分的分离。高盐浓液经脱碳脱氨处理后再通过蒸发结晶装置最终形成高纯度的氯化钠结晶盐，作为化工原料进行资源化利用。均相膜ED装置的淡水则以无机盐及有机污染物为主，其盐分浓度为1％左右，该淡水回流至循环水排污水处理系统的反渗透装置协同处理。纳滤浓水主要成分为硫酸钠盐，返回到脱硫废水处理系统的蓄水调节池中，通过絮凝沉淀去除。

[0030] 本实用新型的有益效果是：

[0031] 本实用新型的处理系统具有高效、可靠、经济等优点。使用本实用新型的系统处理电厂全厂废水，软化部分用电厂脱硫后的烟道气代替部分碳酸钠，使药剂成本节约了75％左右。同时，软化部分可去除60％～70％的硫酸根，通过后续纳滤和ED装置处理后进一步提高了NaCl的纯度和浓度，降低了蒸发结晶系统的投资和成本。软化过程中生成的碳酸钙沉淀可回用于电厂内部湿法脱硫系统。纳滤浓水所得的硫酸钠盐也通过絮凝沉淀处理。在实现全厂废水零排放的同时分步回收水、碳酸钙浓液和NaCl盐，真正意义上实现水的零排放及水和固废的资源化利用。

[0032] 本实用新型的具体优点如下：

[0033] (1)在一级软化絮凝沉淀步骤向废水中投加石灰实现镁、硫酸根、氟、重金属等物质的去除，降低了水中硫酸根的含量。二级絮凝沉淀中投加烟道气，减少后续三级软化中碳酸钠的投加量，降低软化澄清单元的运行成本。

[0034] (2)三级软化澄清装置进一步去除废水中的悬浮物、硬度等的同时实现碳酸钙的资源化回收，且降低了钙、镁等对后续装置的不利影响，此步骤分离出来的碳酸钙可回用于电厂内部的湿法脱硫系统。

[0035] (3)脱硫废水深度处理系统通过两级纳滤+海水反渗透+均相膜ED装置联合使用，实现盐分的浓缩和废水的减量，大大降低了高盐浓缩液中硫酸钠的含量，提高了氯化钠的纯度，简化了蒸发结晶系统，节省了系统的投资和成本。

[0036] (4)硫酸钠盐通过絮凝沉淀处理，实现了零排放。

附图说明

[0037] 图1是本实用新型电厂全厂废水零排放及资源化利用系统的组成示意图；

[0038] 图2是循环水排污水处理系统的示意图；

[0039] 图3是脱硫废水处理系统的示意图；

[0040] 图4是结晶制盐系统的示意图；

[0041] 图5是蒸发结晶装置为MVR蒸发结晶装置的结晶制盐系统的示意图。

具体实施方式

[0042] 以下通过具体的实施例对本实用新型的内容作进一步详细的说明。实施例中所用的原料或装置如无特殊说明，均可从常规商业途径得到。本实用新型各系统、设备或装置所述的“相连接”、“连接”如无特殊说明，均为通过管道、管线等连接，属于本领域的常规技术。

[0043] 实施例

[0044] 参照附图1，电厂全厂废水零排放及资源化利用的系统，包括循环水排污水处理系统、脱硫废水处理系统、结晶制盐系统。其中，循环水排污水处理系统示意图可见附图2，脱硫废水处理系统的示意图可见附图3，结晶制盐系统的示意图可见附图4。

[0045] 参照图2，这种系统中的循环水排污水处理系统包括通过管线依次连接的一级絮凝沉淀池、二级絮凝沉淀池、三级絮凝沉淀池、调节池、多介质过滤器、臭氧催化氧化塔、生物活性炭滤池、自清洗过滤器、超滤装置、反渗透装置、絮凝池、微滤装置、海水反渗透装置。

[0046] 循环水排污水处理系统中，一级絮凝沉淀池与石灰投加装置相连接，二级絮凝沉淀池与烟道气管相连接，三级絮凝沉淀池与碳酸钠投加装置相连接。一级絮凝沉淀池的污泥出口还与浓缩池、脱水机相连接，经脱水处理后的污泥外运处理。二级絮凝沉淀池、三级絮凝沉淀池产生的沉淀分别输送至污泥浓缩池，再输送至电厂湿法脱硫系统处理，比如返流至脱硫吸收塔处理。调节池用于加酸调节pH。超滤装置的淡水出口与反渗透装置的进水口相连接。反渗透装置的浓水出口与絮凝池的进水口相连接，反渗透装置的淡水出口与淡水综合回用系统相连接。絮凝池与双碱投加装置相连接，使用双碱(氢氧化钠、氢氧化钙)进行絮凝处理。海水反渗透装置的浓水出口与脱硫废水处理系统的蓄水调节池相连接，海水反渗透装置的淡水出口与淡水综合回用系统相连接。多介质过滤器、生物活性炭滤池、自清洗过滤器、超滤装置的浓水还分别回流至三级絮凝沉淀池的进水口循环处理。

[0047] 参照图3，这种处理系统中的脱硫废水处理系统包括通过管线依次连接的蓄水调节池、一级软化池、管式过滤膜装置、二级软化澄清池、三级软化澄清池、多介质过滤器、臭氧高级氧化塔、活性炭床、超滤装置、一级纳滤装置、二级纳滤装置、海水反渗透装置、均相膜ED装置、脱碳脱氨装置、缓冲池。

[0048] 脱硫废水处理系统中，超滤装置的淡水出口连接一级纳滤装置的进水口。一级纳滤装置的淡水出口连接二级纳滤装置的进水口。二级纳滤装置的淡水出口连接海水反渗透装置的进水口。一级纳滤装置和二级纳滤装置的硫酸钠盐液出口分别通过回流管与蓄水调节池相连接，将硫酸钠盐通过絮凝沉淀去除。海水反渗透装置的浓水出口连接均相膜ED装置的进水口，海水反渗透装置的淡水出口连接工业水系统，回收利用。均相膜ED装置的浓水出口连接脱碳脱氨装置的进水口，均相膜ED装置的淡水出口连接循环水排污水处理系统中的反渗透装置的进水口，与盐浓缩环节来的淡水协同处理。一级软化池与石灰投加装置相连接，二级软化澄清池与烟道气管相连接，三级软化澄清池与碳酸钠投加装置相连接。一级软化池的污泥出口还与脱水机相连接，经脱水后外运处理；脱水机的出水回流至蓄水调节池。二级软化澄清池、三级软化澄清池产生的沉淀分别输送至污泥浓缩池，再输送至电厂湿法脱硫系统处理，比如返流至脱硫吸收塔处理。脱碳脱氨装置除了与缓冲池相连接，还与检修备用池相连接。缓冲池或检修备用池输出的高盐浓缩液输送至结晶制盐系统的蒸发结晶装置进行处理。多介质过滤器、活性炭床、超滤装置的浓水还分别回流至三级软化澄清池的进水口循环处理。

[0049] 参照图4，这种系统中的结晶制盐系统包括通过管线依次连接的蒸发结晶装置、离心脱水机、干燥流化床、盐仓。蒸发结晶装置的淡水出口与循环水排污水处理系统中的反渗透装置的进水口相连接，蒸发结晶装置的出水用于循环水补充水。蒸发结晶装置还与捞渣系统相连接。离心脱水机的出水回流至蒸发结晶装置。盐仓的物料打包分装储存外运。

[0050] 参照图5，当蒸发结晶装置具体选自MVR蒸发结晶装置时，则这种系统中的结晶制盐系统包括通过管线依次连接的换热器、蒸发结晶器、离心脱水机、干燥流化床、盐仓；蒸发结晶器通过MVR蒸汽压缩机与换热器相连接。换热器的淡水出口与循环水排污水处理系统中的反渗透装置的进水口相连接，换热器的出水用于循环水补充水。蒸发结晶器还与捞渣系统相连接。离心脱水机的出水回流至蒸发结晶器。盐仓的物料打包分装储存外运。

[0051] 通过本实施例的处理系统处理电厂全厂废水，电厂全厂废水中的循环水排污水、化学除盐废水、精处理高盐废水等输入一级絮凝沉淀池，进入循环水排污水处理系统处理。循环水排污水处理系统的海水反渗透装置处理后的循环水处理RO浓水与脱硫废水输入蓄水调节池，进入脱硫废水处理系统处理。脱硫废水处理系统缓冲池和/或检修备用池得到的高盐浓缩液输入蒸发结晶装置，经结晶制盐系统处理得到NaCl结晶盐。结晶制盐系统得到的NaCl结晶盐可作为化工原料出售。纳滤浓水的硫酸钠盐通过絮凝沉淀处理。

[0052] 本实施例的处理系统处理电厂全厂废水，用一级絮凝沉淀池以石灰作为软化药剂，与镁和硫酸根反应生成氢氧化镁、硫酸钙沉淀，加入聚铁促进颗粒物沉淀，经脱水后外运处置。二级絮凝沉淀池中投加电厂经脱硫处理后的烟道气，烟道气中的CO_2与钙反应生成碳酸钙沉淀。三级絮凝沉淀中加入少量碳酸钠，进一步去除废水中的钙。通过一级絮凝沉淀可去除60％～70％的硫酸根。药剂成本可节约75％左右。二级、三级絮凝沉淀反应产生的碳酸钙沉淀经浓缩池浓缩后可回用于电厂内湿法脱硫系统。循环水排污水处理系统中反渗透装置和海水反渗透装置产生的淡水输送至淡水回收系统综合回用利用。脱硫废水处理系统中海水反渗透装置产生的淡水输送至工业水系统用以回用。硫酸钠盐絮凝处理，实现系统的零排放。结晶制盐系统得到的NaCl结晶盐可作为化工原料出售。

[0053] 本实用新型的处理系统通过石灰软化可去除60％～70％的硫酸根，二级软化利用烟道气代替部分碳酸钠，在硬度去除效果满足的条件下药剂成本可节约75％左右，生成的碳酸钙沉淀可回用于电厂内湿法脱硫系统。纳滤、反渗透和均相膜ED装置协同作用可得到高纯度的NaCl高盐液，蒸发结晶后作为化工原料出售。全厂废水在实现水的零排放的同时实现了废水组分的分质提取和资源化利用，彻底解决电厂废水存在的问题，具有重要的经济效益和环境效益。

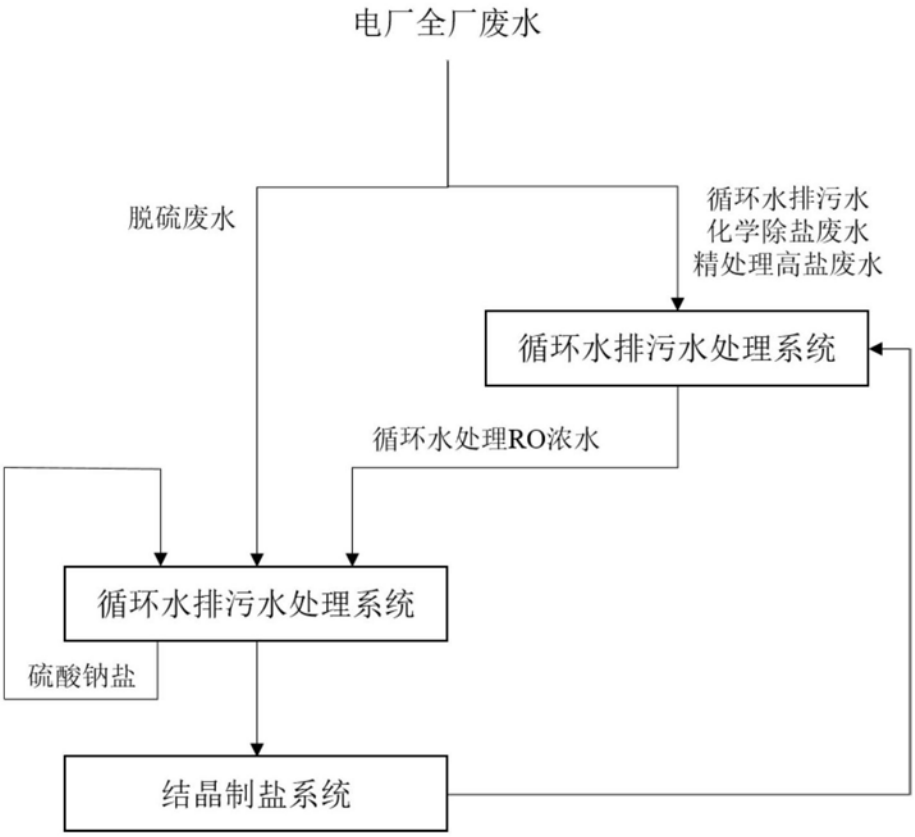

电厂全厂废水
脱硫废水
循环水排污水
化学除盐废水
精处理高盐废水
循环水排污水处理系统
循环水处理RO浓水
循环水排污水处理系统
硫酸钠盐
结晶制盐系统

图1

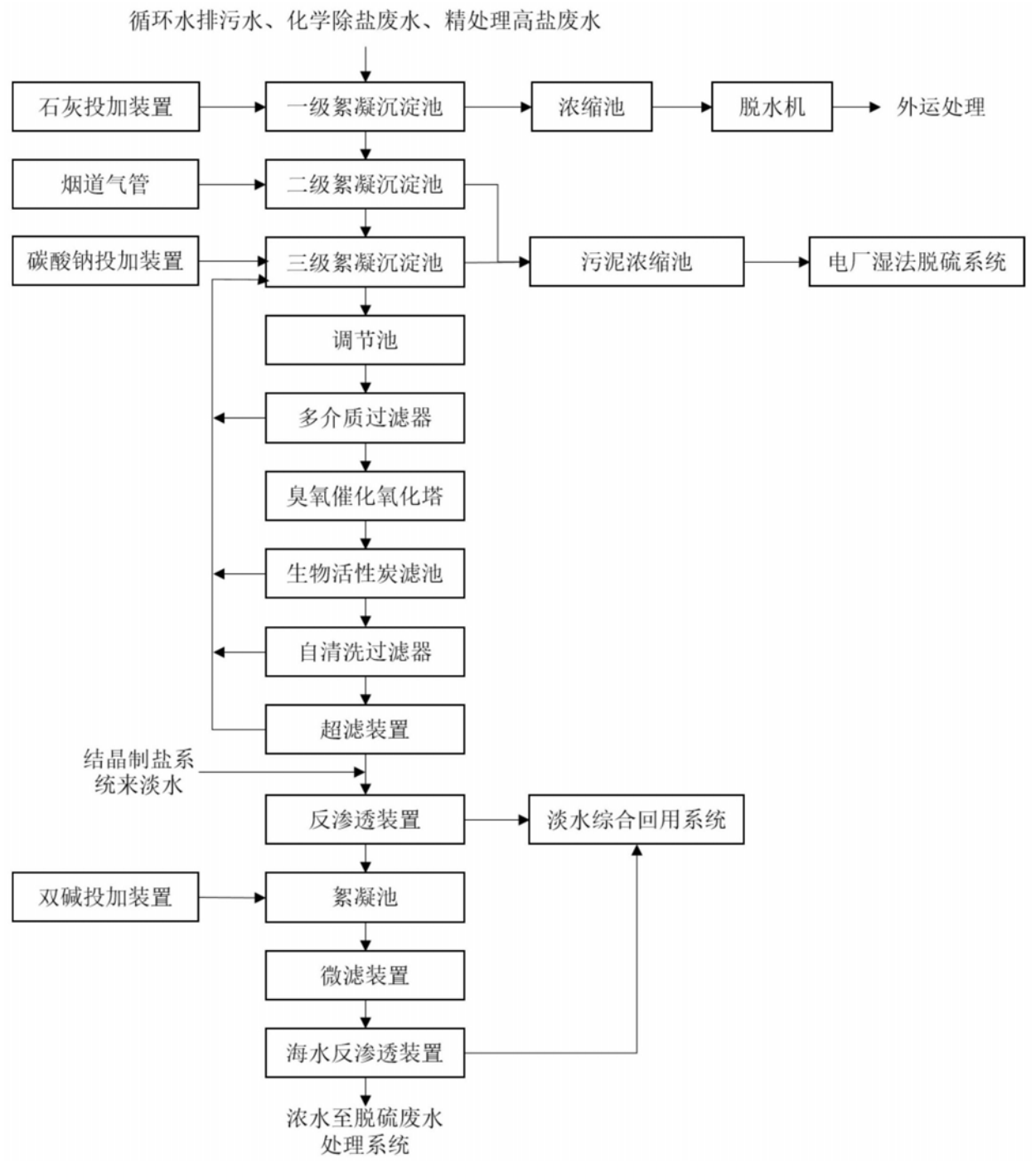

循环水排污水、化学除盐废水、精处理高盐废水
石灰投加装置
一级絮凝沉淀池
浓缩池
脱水机
外运处理
烟道气管
二级絮凝沉淀池
碳酸钠投加装置
三级絮凝沉淀池
污泥浓缩池
电厂湿法脱硫系统
调节池
多介质过滤器
臭氧催化氧化塔
生物活性炭滤池
自清洗过滤器
超滤装置
结晶制盐系统来淡水
反渗透装置
淡水综合回用系统
双碱投加装置
絮凝池
微滤装置
海水反渗透装置
浓水至脱硫废水处理系统

图2

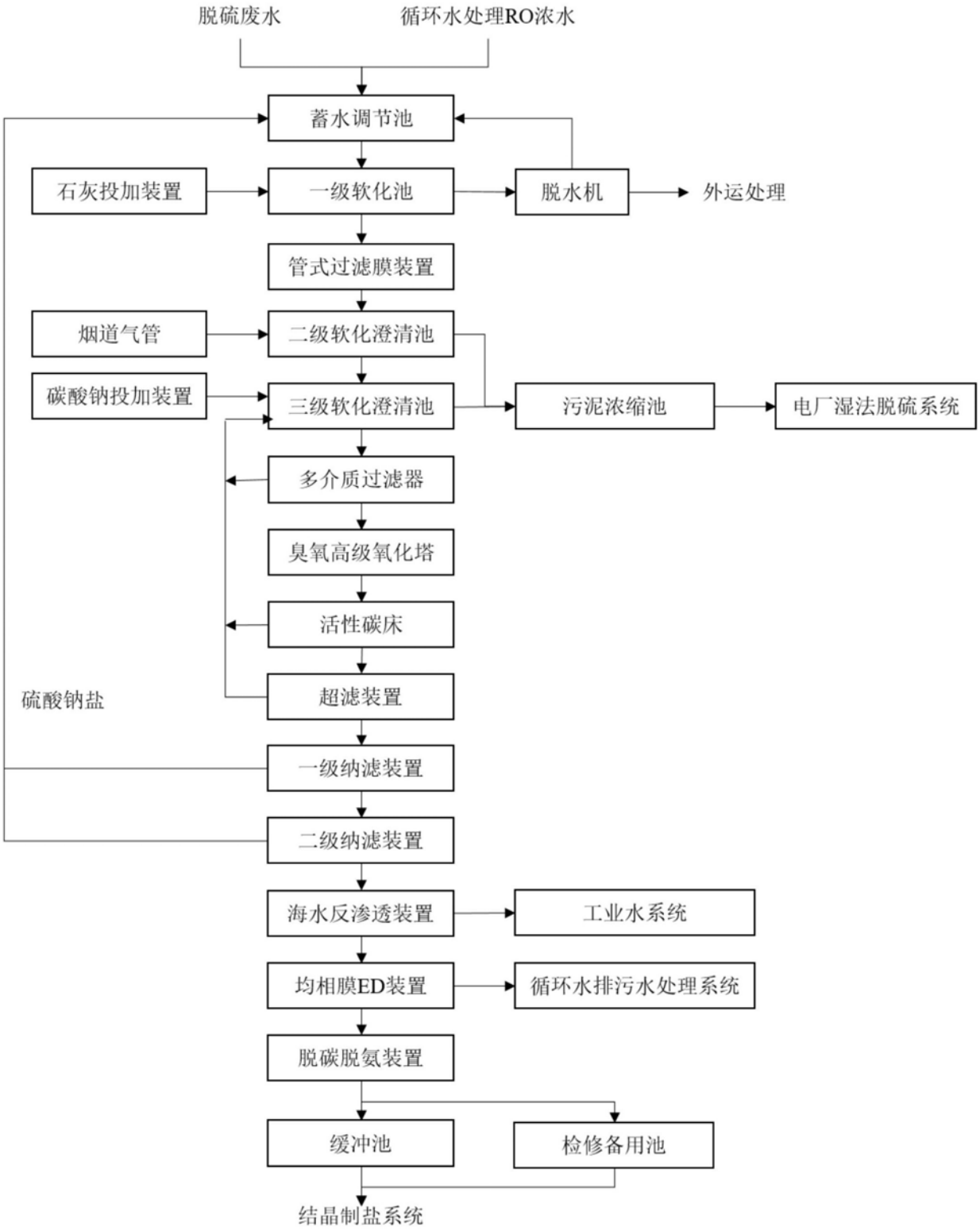

脱硫废水
循环水处理RO浓水
蓄水调节池
石灰投加装置
一级软化池
脱水机
外运处理
管式过滤膜装置
烟道气管
二级软化澄清池
碳酸钠投加装置
三级软化澄清池
污泥浓缩池
电厂湿法脱硫系统
多介质过滤器
臭氧高级氧化塔
活性碳床
硫酸钠盐
超滤装置
一级纳滤装置
二级纳滤装置
海水反渗透装置
工业水系统
均相膜ED装置
循环水排污水处理系统
脱碳脱氨装置
缓冲池
检修备用池
结晶制盐系统

图3

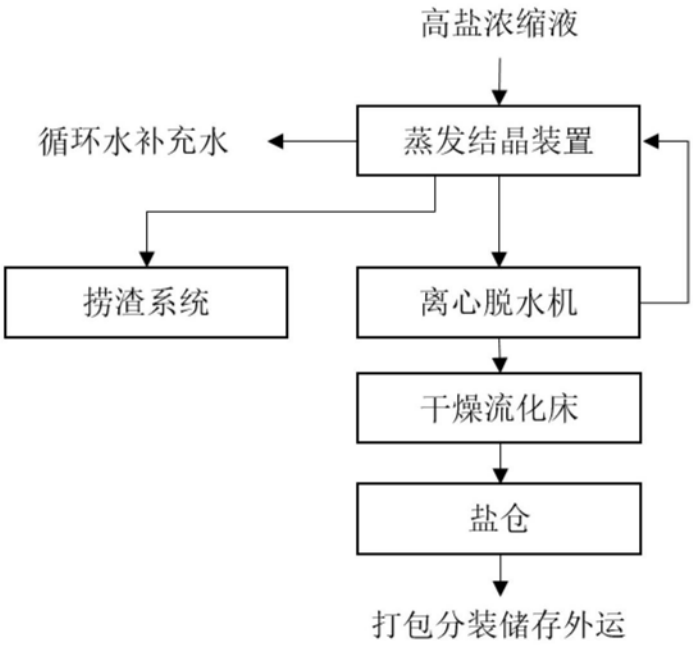

高盐浓缩液
循环水补充水
蒸发结晶装置
捞渣系统
离心脱水机
干燥流化床
盐仓
打包分装储存外运

图4

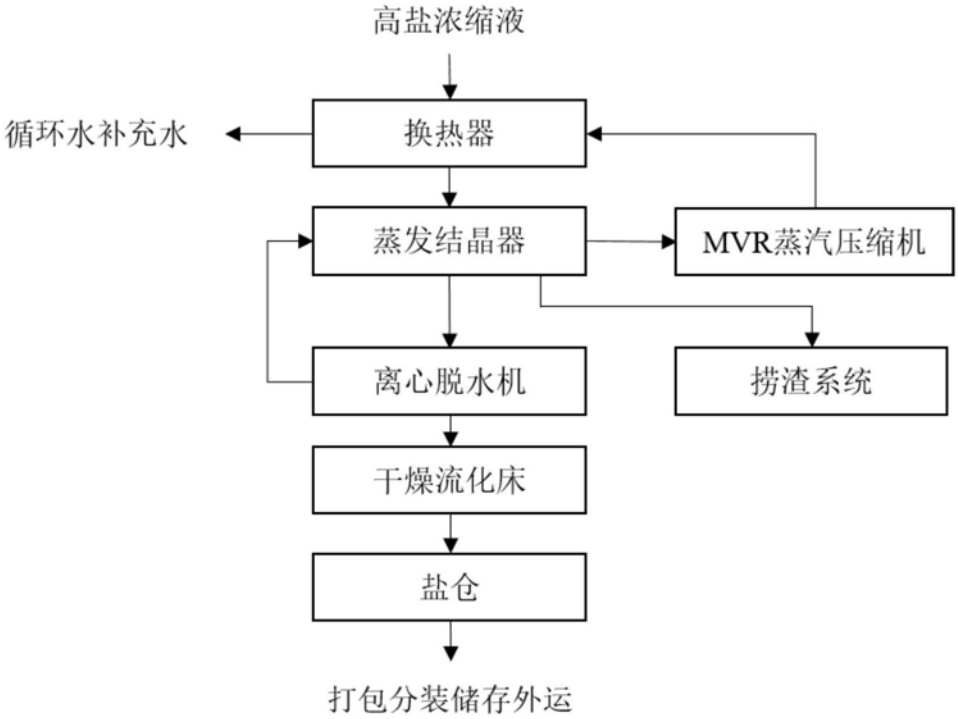

高盐浓缩液
循环水补充水
换热器
蒸发结晶器
MVR蒸汽压缩机
离心脱水机
捞渣系统
干燥流化床
盐仓
打包分装储存外运

图5