

(12) 按照专利合作条约所公布的国际申请

(19) 世界知识产权组织
国际局

(43) 国际公布日
2022 年 7 月 7 日 (07.07.2022)



(10) 国际公布号
WO 2022/142181 A1

(51) 国际专利分类号:
C02F 9/10 (2006.01) *B01D 1/22* (2006.01)
C02F 1/04 (2006.01) *C02F 103/18* (2006.01)

(21) 国际申请号: PCT/CN2021/101472

(22) 国际申请日: 2021 年 6 月 22 日 (22.06.2021)

(25) 申请语言: 中文

(26) 公布语言: 中文

(30) 优先权:
202011585573.7 2020 年 12 月 28 日 (28.12.2020) CN

(71) 申请人: 国网河北省电力有限公司电力
科学研究院 (STATE GRID HEBEI ELECTRIC
POWER RESEARCH INSTITUTE) [CN/CN]; 中国
河北省石家庄市裕华区体育南大街 238
号, Hebei 050000 (CN)。 国家电网有限公
司 (STATE GRID CORPORATION OF CHINA) [CN/
CN]; 中国北京市西城区西长安街 86 号,

Beijing 100000 (CN)。 国网河北能源技术
服务有限公司 (STATE GRID HEBEI ENERGY
TECHNOLOGY SERVICE CO., LTD) [CN/CN]; 中
国河北省石家庄市新石北路 368 号 1 号楼
420 室, Hebei 050000 (CN)。

(72) 发明人: 刘克成 (LIU, Kecheng); 中国河北省石
家庄市裕华区体育南大街 238 号, Hebei 050000
(CN)。 夏彦卫 (XIA, Yanwei); 中国河北省石家庄
市裕华区体育南大街 238 号, Hebei 050000 (CN)。
高燕宁 (GAO, Yanning); 中国河北省石家庄市裕
华区体育南大街 238 号, Hebei 050000 (CN)。 张
立军 (ZHANG, Lijun); 中国河北省石家庄市裕华
区体育南大街 238 号, Hebei 050000 (CN)。 周慧
波 (ZHOU, Huibo); 中国河北省石家庄市裕华区
体育南大街 238 号, Hebei 050000 (CN)。

(74) 代理人: 石家庄新世纪专利商标事务所有
限公司 (SHIJIAZHUANG XINSHIJI PATENT AND

(54) Title: DESULFURIZATION WASTEWATER ZERO-DISCHARGE DEVICE AND SYSTEM

(54) 发明名称: 一种脱硫废水零排放装置及系统

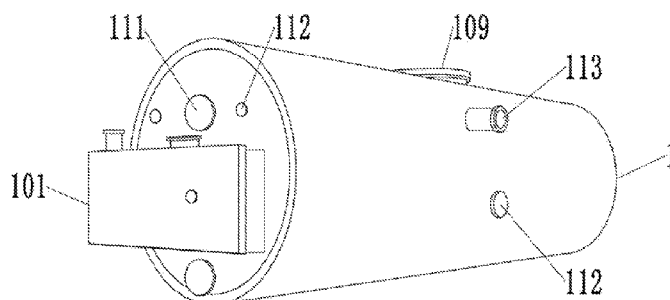


图 1

(57) Abstract: Disclosed are a desulfurization wastewater zero-discharge device and system, comprising a horizontal falling film evaporator for concentration and crystallization of desulfurization wastewater. A steam box and a condensation box are respectively installed on the left side and the right side of the horizontal falling film evaporator, and a plurality of heat exchange tube bundles are provided between the steam box and the condensation box. The heat exchange tube bundles are positioned inside the horizontal falling film evaporator, and the two ends of each heat exchange tube bundle are respectively in communication with the steam box and the condensation box. A liquid inlet pipe is installed at the top of the interior of the horizontal falling film evaporator, and a plurality of spray heads are installed on the liquid inlet pipe in a linear direction. By means of the arrangement of a desulfurization wastewater pretreatment module, a desulfurization wastewater concentration module, a desulfurization wastewater crystallization module and a fixed waste treatment module, zero-discharge treatment of desulfurization wastewater is achieved. Compared with existing technical solutions, the present invention has the technical characteristics of being convenient to repair and maintain, has low construction installation requirements, high adaptability to scaling type water quality, low investment costs and occupies little space.

TRADEMARK OFFICE CO., LTD); 中国河北省
石家庄市长安区建设北大街2号燕华大
厦1606室, Hebei 050000 (CN)。

(81) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的国家
保护): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG,
BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU,
CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB,
GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT,
JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国 (除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

— 包括国际检索报告 (条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本发明公开了一种脱硫废水零排放装置及系统, 包括用于脱硫废水浓缩和结晶的卧式降膜蒸发器, 卧式降膜蒸发器的左右两侧分别安装有蒸汽箱和冷凝箱, 蒸汽箱和冷凝箱之间设置有若干换热管束, 换热管束位于卧式降膜蒸发器的内部, 且换热管束的两端分别于蒸汽箱及冷凝箱连通; 所述卧式降膜蒸发器内部的顶部安装有进液管, 进液管沿直线方向安装有若干喷头。本发明通过设置有脱硫废水预处理模块、脱硫废水浓缩模块、脱硫废水结晶模块和固定废弃物处理模块实现对脱硫废水零排放处理, 相较于现有的技术方案, 本发明具有便于检修、维护的技术特点, 施工安装要求低, 对结垢型水质有较强的适应性, 而且投资成本低, 占地面积较小。

一种脱硫废水零排放装置及系统

技术领域

本发明涉及脱硫废水处理技术领域，具体是一种脱硫废水零排放装置及系统。

背景技术

现有技术中配置的脱硫废水处理系统，采用中和-絮凝-沉降-澄清等常规处理工艺，处理后达到排放标准，系统运行基本正常。经过处理的脱硫废水，主要是降低脱硫废水的浊度、重金属和少量的硬度，废水的含盐量没有明显降低，对脱硫废水进行回用比较困难，主要原因是脱硫废水可回用的用水点较少且各用水点用水不稳定、用水量少。

目前火力发电厂可接收脱硫预处理后的高含盐废水的用水点主要有以下几个：

1) 灰库：各厂对灰的处置方式不同，大多电厂干灰综合利用，不需加湿，即不需用水，少数电厂需要运往灰场时，用水拌湿以防止扬尘，用水量不足 $2.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

2) 灰场：主要用于灰场抑尘喷洒，用水量不连续，雨天和冬季不需喷洒，用水量不超过 $0.5\text{m}^3/\text{h}$ 。

3) 输煤系统：主要用于煤场喷洒和输煤系统的冲洗，由于煤场喷洒和冲洗水均回收至煤水处理系统进行处理后循环使用，所需补水量较小，大约为 $1.0\text{m}^3/\text{h}$ 。

4) 除渣系统：每小时约消耗水 $6.0\text{--}8.0\text{m}^3$ ，除渣系统已经发现腐蚀问题。

因此，针对以上现状，迫切需要开发一种脱硫废水零排放装置及系统，以克服当前实际应用中的不足。

发明内容

本发明的目的在于提供一种脱硫废水零排放装置及系统，以解决上述背景技术中提出的问题。

为实现上述目的，本发明提供如下技术方案：

一种脱硫废水零排放装置及系统，包括用于脱硫废水浓缩和结晶的卧式降膜蒸发器，卧式降膜蒸发器的左右两侧分别安装有蒸汽箱和冷凝箱，蒸汽箱和冷凝箱之间设置有若干换热管束，换热管束位于卧式降膜蒸发器的内部，且换热管束的两端分别于蒸汽箱及冷凝

箱连通；所述卧式降膜蒸发器内部的顶部安装有进液管，进液管沿直线方向安装有若干喷头。

作为本发明进一步的方案：所述卧式降膜蒸发器的外侧开设有进液口，进液口与进液管连通。

作为本发明进一步的方案：所述冷凝箱的上部开设有不凝气体出口，冷凝箱的下部开设有冷凝水出口。

作为本发明进一步的方案：所述卧式降膜蒸发器的顶部开设有二次蒸汽出口，所述蒸汽箱上开设有蒸汽进口，二次蒸汽出口与蒸汽进口之间设置有蒸汽压缩机。

作为本发明进一步的方案：蒸汽压缩机的进气端与二次蒸汽出口连通，蒸汽压缩机的排气端与蒸汽进口连通。

作为本发明进一步的方案：所述卧式降膜蒸发器内部的顶部还安装有除雾器。

作为本发明进一步的方案：所述卧式降膜蒸发器的外侧开设有人孔，卧式降膜蒸发器的外侧还安装有视镜。

一种脱硫废水零排放系统，包括采用上述脱硫废水零排放装置的脱硫废水浓缩模块和脱硫废水结晶模块。

作为本发明进一步的方案：还包括有脱硫废水预处理模块和固定废弃物处理模块。

作为本发明进一步的方案：脱硫废水预处理模块、脱硫废水浓缩模块、脱硫废水结晶模块和固定废弃物处理模块依次连接。

与现有技术相比，本发明的有益效果是：本发明通过设置有脱硫废水预处理模块、脱硫废水浓缩模块、脱硫废水结晶模块和固定废弃物处理模块实现对脱硫废水零排放处理，相较于现有的技术方案，本发明具有便于检修、维护的技术特点，施工安装要求低，对结垢型水质有较强的适应性，而且投资成本低，占地面积较小，能够获得高品质工业盐。

附图说明

图1为脱硫废水零排放装置及系统中卧式降膜蒸发器的外观图。

图2为脱硫废水零排放装置及系统中卧式降膜蒸发器的剖视图。

图3为脱硫废水零排放装置及系统中卧式降膜蒸发器的工作流程图。

图4为脱硫废水零排放装置及系统中脱硫废水零排放系统的系统框图。

图中：1-卧式降膜蒸发器、101-蒸汽箱、102-蒸汽进口、103-冷凝箱、104-不凝气体出口、105-冷凝水出口、106-进液管、107-喷头、108-除雾器、109-二次蒸汽出口、110-换热管束、111-人孔、112-视镜、113-进液口、2-脱硫废水预处理模块、3-脱硫废水浓缩模块、4-脱硫废水结晶模块、5-固定废弃物处理模块。

具体实施方式

下面结合具体实施方式对本专利的技术方案作进一步详细地说明。

下面详细描述本专利的实施例，所述实施例的示例在附图中示出，其中自始至终相同或类似的标号表示相同或类似的元件或具有相同或类似功能的元件。下面通过参考附图描述的实施例是示例性的，仅用于解释本专利，而不能理解为对本专利的限制。

在本专利的描述中，需要理解的是，术语“中心”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系，仅是为了便于描述本专利和简化描述，而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作，因此不能理解为对本专利的限制。

在本专利的描述中，需要说明的是，除非另有明确的规定和限定，术语“安装”、“相连”、“连接”、“设置”应做广义理解，例如，可以是固定相连、设置，也可以是可拆卸连接、设置，或一体地连接、设置。对于本领域的普通技术人员而言，可以根据具体情况理解上述术语在本专利中的具体含义。

实施例 1

请参阅图 1~3，本发明实施例中，一种脱硫废水零排放装置，包括用于脱硫废水浓缩和结晶的卧式降膜蒸发器 1，卧式降膜蒸发器 1 的左右两侧分别安装有蒸汽箱 101 和冷凝箱 103，蒸汽箱 101 和冷凝箱 103 之间设置有若干换热管束 110，换热管束 110 位于卧式降膜蒸发器 1 的内部，且换热管束 110 的两端分别于蒸汽箱 101 及冷凝箱 103 连通，蒸汽

箱 101 产生的高温蒸汽沿换热管束 110 通入卧式降膜蒸发器 1，并与卧式降膜蒸发器 1 内部的物料浓液产生热交换，高温蒸汽预冷后冷凝成冷凝水流入冷凝箱 103 的内部，物料浓液受热蒸发浓缩后汇集于卧式降膜蒸发器 1 底部的热井中；

所述卧式降膜蒸发器 1 内部的顶部安装有进液管 106，进液管 106 沿直线方向安装有若干喷头 107，卧式降膜蒸发器 1 的外侧开设有进液口 113，进液口 113 与进液管 106 连通，物料浓液由进液口 113 流入进液管 106 中，通过喷头 107 喷射而下，物料浓液凭借重力沿卧式降膜蒸发器 1 流动时，以膜状分布在卧式降膜蒸发器 1 上；

具体的，本实施例中，所述冷凝箱 103 的上部开设有不凝气体出口 104，冷凝箱 103 的下部开设有冷凝水出口 105；

所述卧式降膜蒸发器 1 的顶部开设有二次蒸汽出口 109，所述蒸汽箱 101 上开设有蒸汽进口 102，二次蒸汽出口 109 与蒸汽进口 102 之间设置有蒸汽压缩机，蒸汽压缩机的进气端与二次蒸汽出口 109 连通，蒸汽压缩机的排气端与蒸汽进口 102 连通，物料浓液受热蒸发时，部分浓液转化为蒸汽，由二次蒸汽出口 109 流入蒸汽压缩机中，压缩后送入蒸汽箱 101 中作为加热蒸汽；

具体的，本实施例中，所述卧式降膜蒸发器 1 内部的顶部还安装有除雾器 108；

进一步的，本实施例中，所述卧式降膜蒸发器 1 的外侧开设有人孔 111，卧式降膜蒸发器 1 的外侧还安装有视镜 112。

实施例 2

请参阅图 1~3，本发明实施例中，一种脱硫废水零排放装置，包括用于脱硫废水浓缩和结晶的卧式降膜蒸发器 1（卧式 MVC），卧式降膜蒸发器 1 的左右两侧分别安装有蒸汽箱 101 和冷凝箱 103，蒸汽箱 101 和冷凝箱 103 之间设置有若干换热管束 110，换热管束 110 位于卧式降膜蒸发器 1 的内部，且换热管束 110 的两端分别于蒸汽箱 101 及冷凝箱 103 连通，蒸汽箱 101 产生的高温蒸汽沿换热管束 110 通入卧式降膜蒸发器 1，并与卧式降膜蒸发器 1 内部的物料浓液产生热交换，高温蒸汽预冷后冷凝成冷凝水流入冷凝箱 103 的内部，物料浓液受热蒸发浓缩后汇集于卧式降膜蒸发器 1 底部的热井中；

所述卧式降膜蒸发器 1 内部的顶部安装有进液管 106，进液管 106 沿直线方向安装有若干喷头 107，卧式降膜蒸发器 1 的外侧开设有进液口 113，进液口 113 与进液管 106 连通，物料浓液由进液口 113 流入进液管 106 中，通过喷头 107 喷射而下，物料浓液凭借重力沿卧式降膜蒸发器 1 流动时，以膜状分布在卧式降膜蒸发器 1 上；

具体的，本实施例中，所述冷凝箱 103 的上部开设有不凝气体出口 104，冷凝箱 103 的下部开设有冷凝水出口 105；

所述卧式降膜蒸发器 1 的顶部开设有二次蒸汽出口 109，所述蒸汽箱 101 上开设有蒸汽进口 102，二次蒸汽出口 109 与蒸汽进口 102 之间设置有蒸汽压缩机，蒸汽压缩机的进气端与二次蒸汽出口 109 连通，蒸汽压缩机的排气端与蒸汽进口 102 连通，物料浓液受热蒸发时，部分浓液转化为蒸汽，由二次蒸汽出口 109 流入蒸汽压缩机中，压缩后送入蒸汽箱 101 中作为加热蒸汽；

具体的，本实施例中，所述卧式降膜蒸发器 1 内部的顶部还安装有除雾器 108；

进一步的，本实施例中，所述卧式降膜蒸发器 1 的外侧开设有人孔 111，卧式降膜蒸发器 1 的外侧还安装有视镜 112。

请参阅图 4，本实施例与实施例 1 的不同之处在于：

一种脱硫废水零排放系统，包括脱硫废水预处理模块 2、脱硫废水浓缩模块 3、脱硫废水结晶模块 4 和固定废弃物处理模块 5，脱硫废水预处理模块 2、脱硫废水浓缩模块 3、脱硫废水结晶模块 4 和固定废弃物处理模块 5 依次连接；

所述脱硫废水预处理模块 2 采用熟石灰和碳酸钠两级澄清软化处理工艺对废水进行预处理，去除水中的悬浮固体和有害污染物，使出水水质满足国家排放标准；

所述脱硫废水浓缩模块 3 和脱硫废水结晶模块 4 均采用卧式降膜蒸发器 1 对废水进行浓缩结晶处理；

所述固定废弃物处理模块 5 将脱硫废水预处理模块 2 产生的污泥抛弃到灰场或送至垃圾填埋场，结晶盐作为工业盐再利用。

实施例 3

一种脱硫废水零排放方法，包括以下步骤：

S1、脱硫废水预处理：采用熟石灰和碳酸钠两级澄清软化处理工艺对废水进行预处理，去除水中的悬浮固体和有害污染物；

S2、脱硫废水浓缩、结晶：采用卧式降膜蒸发器 1 对废水进行浓缩结晶处理；

S3、固定废弃物处理：将步骤 S1 产生的污泥抛弃到灰场或送至垃圾填埋场，结晶盐作为工业盐再利用。

对比例 1

脱硫废水预处理系统：采用熟石灰+碳酸钠两级澄清软化处理工艺；

脱硫废水浓缩系统：采用立管降膜式机械蒸汽压缩薄膜蒸发技术（立式 MVC 工艺）；

脱硫废水结晶系统：采用强制循环机械蒸汽压缩蒸发技术（强制循环 MVC 工艺）；

固体废弃物处置：预处理污泥抛弃到灰场或送至垃圾填埋场，结晶盐作为工业盐再利用。

对比例 2

脱硫废水预处理系统：采用熟石灰+碳酸钠两级澄清软化处理工艺；

脱硫废水浓缩系统：采用正渗透工艺（MBC 工艺）；

脱硫废水结晶系统：采用多效强制循环蒸发技术（强制循环 MED 工艺）；

固体废弃物处置：预处理污泥抛弃到灰场或送至垃圾填埋场，结晶盐作为工业盐再利用。

技术经济比较（实施例 2、对比例 1 和对比例 3）：以河源电厂废水零排放系统的水质条件为参考，分别进行总投资、运行费用、占地等比较。其中预处理系统均采用相同的水质和处理系统，采用相同的投资估算和药剂消耗运行费用估算。

一、总投资

总投资估算，包括实验、设计、设备、安装、土建、调试所有的费用计算，按照 $2 \times 600\text{MW}$ 机组，脱硫废水处理量为 $25\text{m}^3/\text{h}$ 的规模，前处理系统采用深度处理方案，总投资约为 1500 万元，蒸发结晶系统的总投资，根据目前佛山德嘉、美国 GE、威立雅公司、北京普仁美华

公司、北京沃特尔公司等提供的报价，约在 5500–6000 万。所以，脱硫废水零排放系统的工程总投资约在 7000–7500 万元。

询价结果统计表

系统供应商	核心工艺	报价（万元）	备注
佛山德嘉公司	卧式 MVC	6300	不含土建和安装和设计费。
北京普仁美华	立式 MVC+强制循环 MVC	6300	不含土建、安装和设计费
北京沃特尔	MBC+强制循环 MED	6600	不含设计费
美国 GE	立式 MVC+强制循环 MVC	5000–6000	不含前处理系统、土建、安装和设计费
威立雅	立式 MVC+强制循环 MVC	5000–6000	不含前处理系统、土建、安装和设计费
上海鼎泰	4 效立管降膜蒸发	5600	不含土建、安装和设计费

三个技术方案总投资估算见下表。其中：实施例 2 方案以佛山德嘉公司报价为基准，土建、安装和设计等按 1000 万元计；对比例 1 方案以国内供应商北京普仁华美公司报价为基准，土建、安装和设计等按 1000 万元计；对比例 2 方案以北京沃特尔公司报价为基准，设计费按照 300 万元计。

三种工艺系统总投资对比表 （万元）

序号	项目	总投资估算	备注
1	实施例 2 方案	7300	规模为 25m ³ /h。
2	对比例 1 方案	7300	规模为 25m ³ /h。
3	对比例 2 方案	6900	规模为 25m ³ /h。
4	三水方案	6600	规模为 22m ³ /h。
5	河源方案	9000	规模为 22m ³ /h

二、直接运行费用

运行费用包括蒸汽、电耗、药品消耗、备件消耗、人员费用等。调研主要了解到蒸汽消耗、电耗和预处理药剂消耗，其他费用很小或相同，暂时不比较。其中：MED 蒸发系统是河源电厂现有运行费用，立管 MVC 和卧式 MVC 浓缩单元蒸汽消耗、电耗采用三水电厂的运行数据，预处理单元药品消耗采用河源电厂预处理系统的运行数据，其他数据为供货商估算。

三种工艺系统直接运行费用对比表

工艺路线	预处理单元 (元/m ³)	浓缩单元	结晶单元	总计 (元/m ³)
实施例 2 方案 卧式 MVC	24.5	电耗：510kw/h 蒸汽消耗：120kg/h 小计：10.92 元/m ³	电耗：120kw/h 蒸汽消耗：300kg/h 小计：4.2 元/m ³	39.62
对比例 1 方案 立管 MVC+强制 循环 MVC	24.5	电耗：510kw/h 蒸汽消耗：120kg/h 小计：10.92 元/m ³	电耗：200kw/h 蒸汽消耗：300kg/h 小计：5.8 元/m ³	41.22
对比例 2 方案 MBC+三效强制 循环	24.5	电耗：75kw/h 蒸汽消耗：2250kg/h 小计：15.0 元/m ³	电耗：30kw/h 蒸汽消耗：1500 kg/h 小计：9.6 元/m ³	>73.1(不含提 取液更换和损 耗、膜系统药 剂费用)
三水方案 卧式 MVC+卧式 MED	24.5	电耗：510kw/h 蒸汽消耗：120kg/h 小计：10.92 元/m ³	电耗：30kw/h 蒸汽消耗：1500kg/h 小计：9.6 元/m ³	45.02
河源方案 MED	24.5	电耗：510kw/h 蒸汽消耗：7000kg/h 小计：50.2 元/m ³		76.7

说明：

1. 蒸汽单价按照 150 元/吨计（广东工业蒸汽价格）；
2. 按照上网电价 0.5 元/度计。

3. MBC 正渗透膜寿命不超过 5 年, 6600 万的总投资中, 其中正渗透膜组件的费用约占总投资的 20%, 按照 20%计, 膜组件的费用约为 1320 万元, 按照年运行 5500 小时和 4 年寿命计, 吨水膜组件更换成本约为 24 元/m³。

三种工艺系统总经济指标对比表 (元/m³废水)

序号	项目	实施例 2 方案	对比例 1 方案	对比例 2 方案	三水方案	河源方案
1	直接运行费	39.62	41.22	73.1	44.52	76.7
2	折旧费	35.39	35.39	33.45	25.34	49.59
3	人力费用	13.09	13.09	13.09	11.1	11.1
总计		88.1	89.7	119.64	80.96	137.36

说明:

按照年运行 5500 小时数折算。

折旧费按照总投资分 15 年折算。

人力资源费用按照 30 人编制, 每人每年 60000 元计算, 三个方案是相同的。

其中三水方案的折旧费按照 4600 万设备价格计, 不含土建、安装、设计和前处理系统。

河源方案为折旧费用按照 9000 万元计, 人力费用来自河源方面提供。

四、系统布置及占地

脱硫废水预处理+蒸发结晶系统布置原则, 参考河源的布置情况为设独立区域单独布置。河源电厂 2×600MW 机组的脱硫废水规模相当于国华公司 2×1000MW 机组规模,

三种方案工艺系统占地面积对比表

序号	工艺路线	占地面积 (m ²)
1	实施例 2 方案	3300
2	对比例 1 方案	3300

3	对比例 2 方案	1200
4	三水电厂	3300
5	河源电厂	4000

说明：

河源电厂的多效立管强制循环蒸发系统占地面积包括脱硫废水预处理系统，实际占地面积约为 4000m²。其他工艺路线的占地面积参考河源的实际数据，按照供货商推荐系数选取。

三种工艺系统方案综合经济比表对比见下表。按照 2×1000MW 机组规模，高盐废水 25m³/h 对比。

三种工艺系统经济指标对比表

序号	项目	直接运行费用		总经济指标	
		元/m ³ 废水	分/发 1 度电	元/m ³ 废水	分/发 1 度电
1	实施例 2 方案	39.62	0.0495	88.1	0.110
2	对比例 1 方案	41.22	0.0515	89.7	0.112
3	对比例 2 方案	73.1	0.0914	119.64	0.149
4	三水方案	44.52	0.0557	80.96	0.101
5	河源方案	76.7	0.0959	137.36	0.171

脱硫废水零排放系统综合对比见下表

序号	项目	综合经济指标 分/发 1 度电	系统占地 m ²
1	实施例 2 方案	0.110	3300
2	对比例 1 方案	0.112	3300
3	对比例 2 方案	0.149	1200
4	三水电厂	0.101	3000

5	河源电厂	0.171	4000
---	------	-------	------

对比结论：

实施例 2 方案的浓缩和结晶单元的设备与对比例 1 方案相比，高级合金耗量大，设备复杂，但是具有便于检修、维护的技术特点，施工安装要求低，对结垢型水质有较强的适应性；对比例 1 方案的浓缩和结晶单元设备简单，高级合金耗量小，但是相对检修维护复杂，安装要求高，对结垢型水质适应相对较差。实施例 2 方案，具有明显的技术优势，并且国内三水电厂有 2 年的实际运行经验，是优势条件之一。

对比例 2 方案与第一、对比例 1 方案相比，投资略低，占地面积较小，运行成本较高。核心工艺 MBC 正渗透技术作为国际上新开发的实现商用的工艺技术，根据介绍，国外四个投入商业运行的业绩，均为油气开采行业，没有电力行业的应用业绩。

综上所述，优先选用实施例 2 方案（熟石灰、碳酸钠两级软化+卧式 MVC 蒸发浓缩+卧式 MVC 蒸发结晶），获得高品质工业盐再利用，作为基建项目脱硫废水零排放系统工艺方案。

以上的仅是本发明的优选实施方式，应当指出，对于本领域的技术人员来说，在不脱离本发明构思的前提下，还可以作出若干变形和改进，这些也应该视为本发明的保护范围，这些都不会影响本发明实施的效果和专利的实用性。

权 利 要 求 书

1. 一种脱硫废水零排放装置，其特征在于，包括用于脱硫废水浓缩和结晶的卧式降膜蒸发器(1)，卧式降膜蒸发器(1)的左右两侧分别安装有蒸汽箱(101)和冷凝箱(103)，蒸汽箱(101)和冷凝箱(103)之间设置有若干换热管束(110)，换热管束(110)位于卧式降膜蒸发器(1)的内部，且换热管束(110)的两端分别于蒸汽箱(101)及冷凝箱(103)连通；所述卧式降膜蒸发器(1)内部的顶部安装有进液管(106)，进液管(106)沿直线方向安装有若干喷头(107)。

2. 根据权利要求1所述的脱硫废水零排放装置，其特征在于，所述卧式降膜蒸发器(1)的外侧开设有进液口(113)，进液口(113)与进液管(106)连通。

3. 根据权利要求2所述的脱硫废水零排放装置，其特征在于，所述冷凝箱(103)的上部开设有不凝气体出口(104)，冷凝箱(103)的下部开设有冷凝水出口(105)。

4. 根据权利要求3所述的脱硫废水零排放装置，其特征在于，所述卧式降膜蒸发器(1)的顶部开设有二次蒸汽出口(109)，所述蒸汽箱(101)上开设有蒸汽进口(102)，二次蒸汽出口(109)与蒸汽进口(102)之间设置有蒸汽压缩机。

5. 根据权利要求4所述的脱硫废水零排放装置，其特征在于，蒸汽压缩机的进气端与二次蒸汽出口(109)连通，蒸汽压缩机的排气端与蒸汽进口(102)连通。

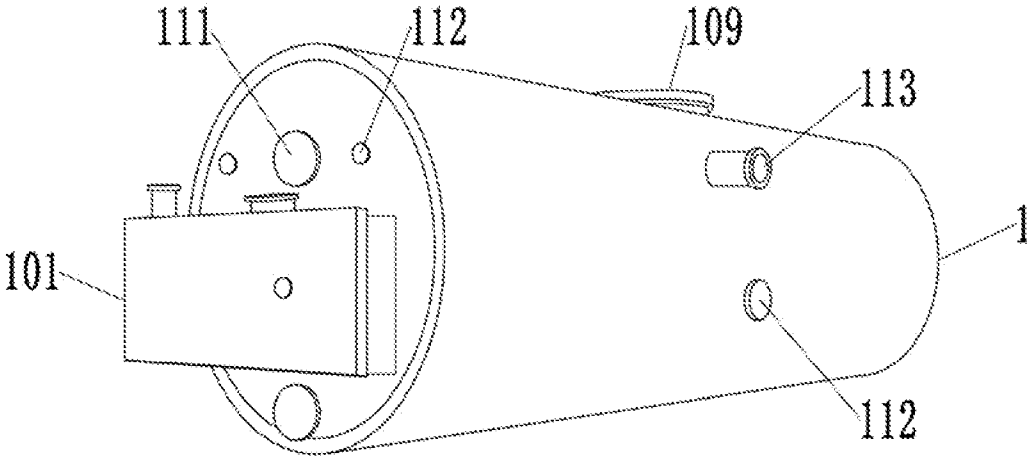
6. 根据权利要求5所述的脱硫废水零排放装置，其特征在于，所述卧式降膜蒸发器(1)内部的顶部还安装有除雾器(108)。

7. 根据权利要求6所述的脱硫废水零排放装置，其特征在于，所述卧式降膜蒸发器(1)的外侧开设有人孔(111)，卧式降膜蒸发器(1)的外侧还安装有视镜(112)。

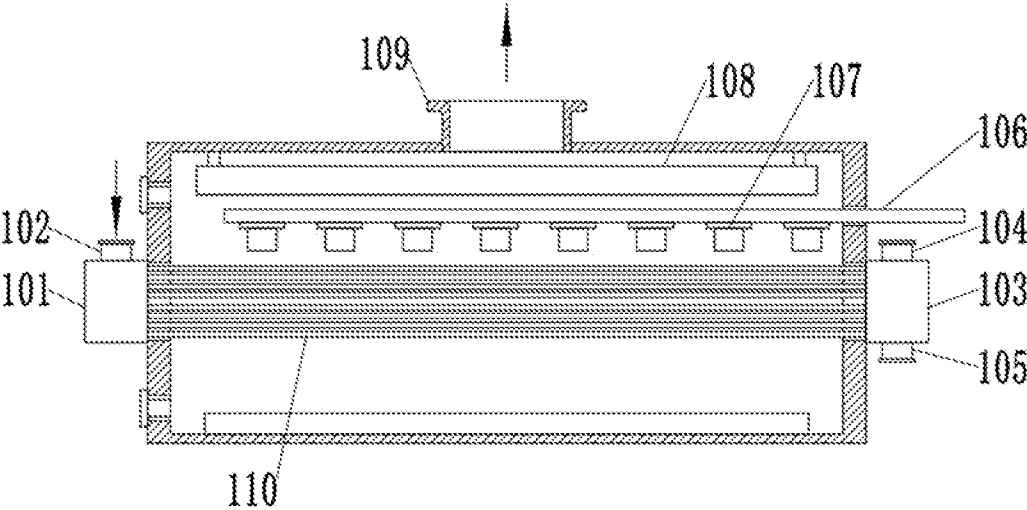
8. 一种脱硫废水零排放系统，其特征在于，包括采用如权利要求1-7任一所述的脱硫废水零排放装置的脱硫废水浓缩模块(3)和脱硫废水结晶模块(4)。

9. 根据权利要求8所述的脱硫废水零排放系统，其特征在于，还包括有脱硫废水预处理模块(2)和固定废弃物处理模块(5)。

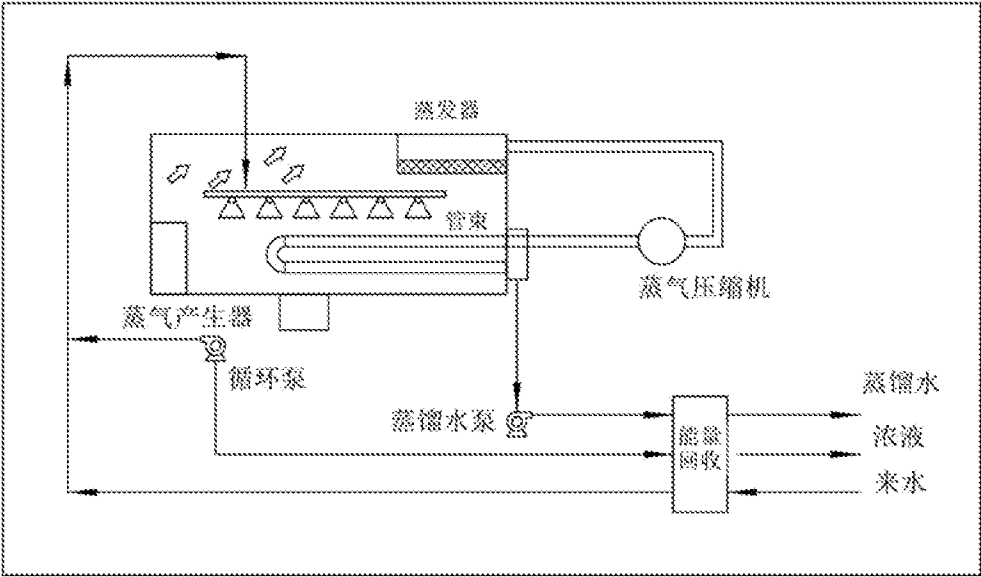
10. 根据权利要求9所述的脱硫废水零排放系统，脱硫废水预处理模块(2)、脱硫废水浓缩模块(3)、脱硫废水结晶模块(4)和固定废弃物处理模块(5)依次连接。



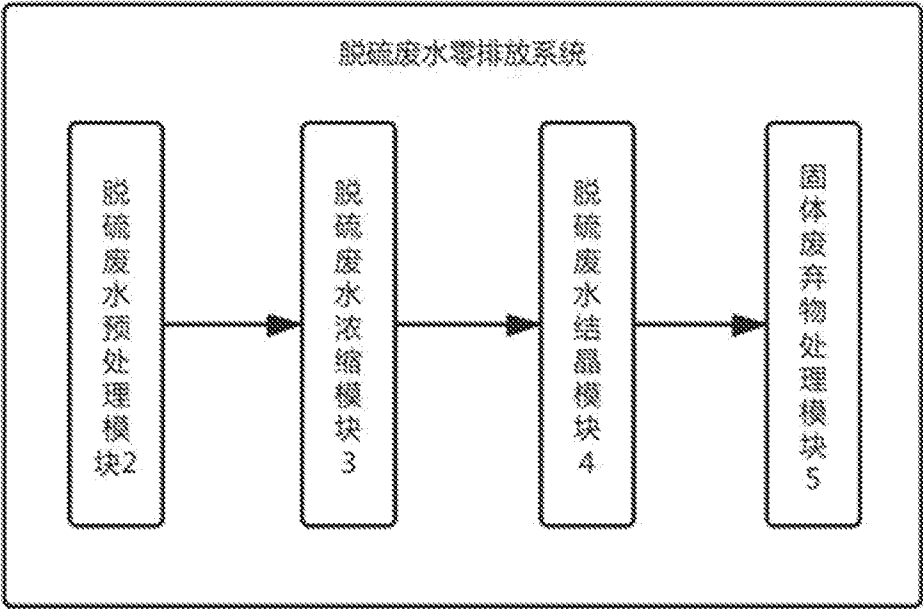
【图号】 图 1



【图号】 图 2



【图号】 图 3



【图号】 图 4

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/101472

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C02F 9/10(2006.01)i; C02F 1/04(2006.01)i; B01D 1/22(2006.01)i; C02F 103/18(2006.01)n

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

C02F; B01D

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI, ELSEVIER: 降膜, 喷淋, 浓缩, 蒸发, 蒸馏, 结晶, 卧式, 零排放, 脱硫, 火电厂, 污泥, 预处理, 填埋, falling film, spray+, concentrat+, condens+, inspissat+, evaporat+, distill, distillat+, crystal, crystalliz+, horizon+, zero discharg+, desulfuriz+, desulphuris+, power plant, sludge, pretreatment, landfill

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
PX	CN 112811689 A (STATE GRID HEBEI ELECTRIC POWER SUPPLY CO., LTD. ELECTRIC POWER RESEARCH INSTITUTE et al.) 18 May 2021 (2021-05-18) claims 1-10	1-10
Y	CN 206570143 U (TIANHAI ENERGY TECHNOLOGY CO., LTD.) 20 October 2017 (2017-10-20) description, paragraphs [0022]-[0039], figure 1	1-10
Y	CN 106730955 A (GUANGDONG WOTAI ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY CO., LTD.) 31 May 2017 (2017-05-31) description, paragraphs [0046]-[0049], figure 1	1-10
Y	CN 206325242 U (GUANGDONG WOTAI ENVIRONMENTAL PROTECTION TECHNOLOGY CO., LTD.) 14 July 2017 (2017-07-14) description, paragraphs [0046]-[0049], figure 1	1-10
A	CN 205473143 U (LI, Yanping) 17 August 2016 (2016-08-17) entire document	1-10



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

17 August 2021

Date of mailing of the international search report

30 August 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/101472**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	CN 105314783 A (SHANGHAI JINGYU ENVIRONMENTAL ENGINEERING CO., LTD.) 10 February 2016 (2016-02-10) entire document	1-10
A	JP 10192838 A (SASAKURA ENG CO., LTD. et al.) 28 July 1998 (1998-07-28) entire document	1-10
A	US 10259735 B1 (BADER MANSOUR S) 16 April 2019 (2019-04-16) entire document	1-10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/101472

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
CN	112811689	A	18 May 2021	None	
CN	206570143	U	20 October 2017	None	
CN	106730955	A	31 May 2017	None	
CN	206325242	U	14 July 2017	None	
CN	205473143	U	17 August 2016	None	
CN	105314783	A	10 February 2016	None	
JP	10192838	A	28 July 1998	JP 3148664 B2	19 March 2001
US	10259735	B1	16 April 2019	None	

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/101472

A. 主题的分类

C02F 9/10(2006.01)i; C02F 1/04(2006.01)i; B01D 1/22(2006.01)i; C02F 103/18(2006.01)n

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

C02F; B01D

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNTXT, VEN, CNKI, ELSEVIER: 降膜, 喷淋, 浓缩, 蒸发, 蒸馏, 结晶, 卧式, 零排放, 脱硫, 火电厂, 污泥, 预处理, 填埋, falling film, spray+, concentrat+, condens+, inspissat+, evaporat+, distill, distillat+, crystal, crystalliz+, horizon+, zero discharg+, desulfuriz+, desulphuris+, power plant, sludge, pretreatment, landfill

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
PX	CN 112811689 A (国网河北省电力有限公司电力科学研究院等) 2021年 5月 18日 (2021 - 05 - 18) 权利要求1-10	1-10
Y	CN 206570143 U (天海能源科技有限公司) 2017年 10月 20日 (2017 - 10 - 20) 说明书第[0022]段-[0039]段, 图1	1-10
Y	CN 106730955 A (广东沃泰环保有限公司) 2017年 5月 31日 (2017 - 05 - 31) 说明书第[0046]-[0049]段, 图1	1-10
Y	CN 206325242 U (广东沃泰环保有限公司) 2017年 7月 14日 (2017 - 07 - 14) 说明书第[0046]-[0049]段, 图1	1-10
A	CN 205473143 U (李艳萍) 2016年 8月 17日 (2016 - 08 - 17) 全文	1-10
A	CN 105314783 A (上海晶宇环境工程股份有限公司) 2016年 2月 10日 (2016 - 02 - 10) 全文	1-10
A	JP 10192838 A (SASAKURA ENG CO., LTD. 等) 1998年 7月 28日 (1998 - 07 - 28) 全文	1-10

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年 8月 17日

国际检索报告邮寄日期

2021年 8月 30日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国 北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

受权官员

施晶俊

电话号码 62084999

C. 相关文件		
类 型*	引用文件，必要时，指明相关段落	相关的权利要求
A	US 10259735 B1 (BADER MANSOUR S) 2019年 4月 16日 (2019 - 04 - 16) 全文	1-10

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/101472

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	112811689	A	2021年 5月 18日	无	
CN	206570143	U	2017年 10月 20日	无	
CN	106730955	A	2017年 5月 31日	无	
CN	206325242	U	2017年 7月 14日	无	
CN	205473143	U	2016年 8月 17日	无	
CN	105314783	A	2016年 2月 10日	无	
JP	10192838	A	1998年 7月 28日	JP 3148664 B2	2001年 3月 19日
US	10259735	B1	2019年 4月 16日	无	