



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 217340797 U

(45) 授权公告日 2022.09.02

(21) 申请号 202220850158.8

(22) 申请日 2022.04.12

(73) 专利权人 山东船舶技术研究院

地址 264299 山东省威海市文化西路2号

专利权人 哈尔滨工业大学(威海)

(72) 发明人 任秀莲 赵俊雄 魏琦峰 潘雁甲

王泓霖 许芳

(74) 专利代理机构 北京冠榆知识产权代理事务

所(特殊普通合伙) 11666

专利代理师 朱亚琦

(51) Int.Cl.

B01D 53/78 (2006.01)

B01D 53/60 (2006.01)

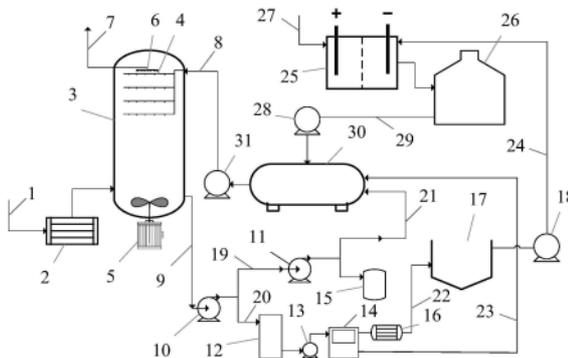
权利要求书3页 说明书8页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统

(57) 摘要

本实用新型公开一种船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,包括脱硫脱硝洗涤单元、洗涤液回收单元、NaClO供应单元和洗涤液混合单元;脱硫脱硝洗涤单元的洗涤液出口端与洗涤液回收单元的洗涤液入口端流体导通,洗涤液回收单元的有机相出口端与洗涤液混合单元的有机相入口端流体导通,洗涤液回收单元的直接循环水相出口端与洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导通,洗涤液回收单元的间接循环水相出口端与NaClO供应单元的间接循环水相入口端流体导通;NaClO供应单元的NaClO溶液出口端与洗涤液混合单元的NaClO溶液入口端流体导通。本实用新型结构简单且紧凑,占地面积小,环境友好。



CN 217340797 U

1. 一种船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,包括脱硫脱硝洗涤单元、洗涤液回收单元、NaClO供应单元和洗涤液混合单元;所述脱硫脱硝洗涤单元的洗涤液出口端与所述洗涤液回收单元的洗涤液入口端流体导通,所述洗涤液回收单元的有机相出口端与所述洗涤液混合单元的有机相入口端流体导通,所述洗涤液回收单元的直接循环水相出口端与所述洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导通,所述洗涤液回收单元的间接循环水相出口端与所述NaClO供应单元的间接循环水相入口端流体导通;所述NaClO供应单元的NaClO溶液出口端与所述洗涤液混合单元的NaClO溶液入口端流体导通,所述洗涤液混合单元的脱硫脱硝洗涤液出口端与所述脱硫脱硝洗涤单元的脱硫脱硝洗涤液入口端流体导通,所述NaClO供应单元的补充盐水入口端与海水淡化截留液进液管道(27)流体导通;所述脱硫脱硝洗涤单元的烟气入口端与烟气进气管道(1)流体导通,所述脱硫脱硝洗涤单元的烟气出口端与烟气出气管道(7)流体导通。

2. 根据权利要求1所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述脱硫脱硝洗涤单元包括洗涤塔(3)和冷却器(2);所述冷却器(2)的烟气出口端与所述洗涤塔(3)的进气口流体导通;所述冷却器(2)的烟气入口端与所述烟气进气管道(1)流体导通;所述洗涤塔(3)的出液口通过洗涤液回收管道(9)与所述洗涤液回收单元的洗涤液入口端流体导通,所述洗涤塔(3)的出气口与所述烟气出气管道(7)流体导通,所述洗涤塔(3)的进液口通过洗涤液进液管道(8)与所述洗涤液混合单元的脱硫脱硝洗涤液出口端流体导通。

3. 根据权利要求2所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述洗涤塔(3)包括洗涤塔本体、洗涤液喷头(4)和搅拌组件(5);所述洗涤液喷头(4)固定安装在所述洗涤塔本体内部且邻近所述进液口,所述搅拌组件(5)固定安装在所述洗涤塔本体内部且邻近所述出液口,所述洗涤液喷头(4)的流体入口端通过所述进液口与所述洗涤液进液管道(8)流体导通,所述洗涤液喷头(4)的流体出口端朝向所述搅拌组件(5);所述进液口和所述出气口分别设置在所述洗涤塔本体的侧壁上部,所述进气口和所述出液口分别设置在所述洗涤塔本体的侧壁下部。

4. 根据权利要求3所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述出气口处固定安装有除雾器(6),烟气沿所述洗涤塔本体内部自下而上流经所述除雾器(6)后再通过所述出气口进入所述烟气出气管道(7);

所述搅拌组件(5)包括电机、转轴和螺旋叶片;所述电机安装在所述洗涤塔本体外部,所述电机与所述转轴的第一端驱动连接,所述转轴的第二端穿过所述洗涤塔本体并伸入所述洗涤塔本体内,所述螺旋叶片固定安装在所述转轴的第二端上。

5. 根据权利要求3所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述进液口与所述进气口的水平距离等于所述洗涤塔本体的内径;所述洗涤液喷头(4)有两组或两组以上,两组或两组以上的所述洗涤液喷头(4)在所述洗涤塔本体内自上而下等间距分布;每组所述洗涤液喷头(4)有两个或两个以上,两个或两个以上的所述洗涤液喷头(4)在同一水平面上等间距分布。

6. 根据权利要求1所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述洗涤液回收单元包括第一离心机(10)、第二离心机(11)、水相存储池(12)、浓度反馈控制器(14)、VOCs/PM收集仓(15)、加热器(16)、沉降池(17)、第一水相循环泵(13)和第二水相循

环泵(18)；

所述第一离心机(10)的有机相出口端通过第一有机相回收管道(19)与所述第二离心机(11)的流体入口端流体导通,所述第二离心机(11)的第一流体出口端通过第二有机相回收管道(21)与所述洗涤液混合单元的有机相入口端流体导通,所述第二离心机(11)的第二流体出口端与所述VOCs/PM收集仓(15)流体导通；

所述第一离心机(10)的水相出口端通过第一水相回收管道(20)与所述水相存储池(12)的流体入口端流体导通,所述水相存储池(12)的流体出口端通过所述第一水相循环泵(13)与所述浓度反馈控制器(14)的流体入口端流体导通;所述浓度反馈控制器(14)的第一流体出口端与所述加热器(16)的流体入口端流体导通,所述加热器(16)的流体出口端通过第二水相回收管道(22)与所述沉降池(17)的流体入口端流体导通,所述沉降池(17)的流体出口端依次通过所述第二水相循环泵(18)和第四水相回收管道(24)与所述NaClO供应单元的间接循环水相入口端流体导通;所述浓度反馈控制器(14)的第二流体出口端通过第三水相回收管道(23)与所述洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导通；

所述第一离心机(10)的洗涤液入口端与所述脱硫脱硝洗涤单元的洗涤液出口端流体导通。

7. 根据权利要求6所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述浓度反馈控制器(14)包括浓度反馈管道、pH传感器(32)、盐度传感器(33)、信号反馈控制元件(34)和电动三通控制阀(35);所述pH传感器(32)和所述盐度传感器(33)均固定安装在所述浓度反馈管道上,所述电动三通控制阀(35)的流体入口端与所述浓度反馈管道的流体出口端流体导通;所述电动三通控制阀(35)的第一流体出口端与所述加热器(16)的流体入口端流体导通,所述电动三通控制阀(35)的第二流体出口端通过所述第三水相回收管道(23)与所述洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导通;所述pH传感器(32)的检测端与所述浓度反馈管道中的流体接触,所述pH传感器(32)的信号输出端与所述信号反馈控制元件(34)的pH信号输入端电连接;所述盐度传感器(33)的检测端与所述浓度反馈管道中的流体接触,所述盐度传感器(33)的信号输出端与所述信号反馈控制元件(34)的盐度信号输入端电连接;所述信号反馈控制元件(34)通过控制所述电动三通控制阀(35)的第一流体出口端和第二流体出口端的启闭来控制所述浓度反馈管道中的流体流向所述加热器(16)或所述洗涤液混合单元;所述水相存储池(12)的流体出口端通过所述第一水相循环泵(13)与所述浓度反馈管道的流体入口端流体导通。

8. 根据权利要求1所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述NaClO供应单元包括双极膜电解池(25)、NaClO存储罐(26)和NaClO溶液循环泵(28);所述双极膜电解池(25)的流体出口端与所述NaClO存储罐(26)的流体入口端流体导通,所述NaClO存储罐(26)的NaClO溶液出口端依次通过NaClO出液管道(29)和所述NaClO溶液循环泵(28)与所述洗涤液混合单元的NaClO溶液入口端流体导通;所述双极膜电解池(25)的补充盐水入口端与所述海水淡化截留液进液管道(27)流体导通,所述双极膜电解池(25)的间接循环水相入口端与所述洗涤液回收单元的间接循环水相出口端流体导通。

9. 根据权利要求8所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述双极膜电解池(25)包括电解池本体、第一钛网(36)、第二钛网(37)和离子交换膜(38);所述离子交换膜(38)将所述电解池本体分成两个空间,所述第一钛网(36)和所述第二钛网

(37) 分别位于两个空间内,所述第一钛网(36)与直流电源正极电连接,所述第二钛网(37)与直流电源负极电连接;所述电解池本体的侧壁上分别开设有第一进液口、第二进液口和出液口;所述洗涤液回收单元的间接循环水相出口端通过所述第一进液口与所述电解池本体流体导通,所述海水淡化截留液进液管道(27)通过所述第二进液口与所述电解池本体流体导通,所述电解池本体通过所述出液口与所述NaClO存储罐(26)流体导通。

10. 根据权利要求1所述的船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,其特征在于,所述洗涤液混合单元包括洗涤液混合槽(30)和洗涤液循环泵(31);所述洗涤液混合槽(30)的脱硫脱硝洗涤液出口端通过所述洗涤液循环泵(31)与所述脱硫脱硝洗涤单元的脱硫脱硝洗涤液入口端流体导通;所述洗涤液混合槽(30)的直接循环水相入口端与所述洗涤液回收单元的直接循环水相出口端流体导通,所述洗涤液混合槽(30)的有机相入口端与所述洗涤液回收单元的有机相出口端流体导通,所述洗涤液混合槽(30)的NaClO溶液入口端与所述NaClO供应单元的NaClO溶液出口端流体导通。

一种船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统

技术领域

[0001] 本实用新型涉及烟气脱硫脱硝技术领域。具体地说是一种船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统。

背景技术

[0002] 随着全球经济的快速发展,海洋运输以其运力大、运营成本低的特点在国际贸易中发挥着重要作用。然而,船舶柴油机排放的大量二氧化硫(SO₂)和氮氧化物(NO_x)对环境 and 人类健康的影响不容忽视。船用柴油发动机每年排放约2000万吨NO_x和1000万吨SO₂,这会造成严重的环境问题,如酸雨、烟雾、光化学烟雾、对流层臭氧等,并危害人类健康,增加呼吸和心血管相关疾病。

[0003] 为了减少这些有害排放,国际海事组织(IMO)及各国政府制定了更严格的排放标准。随着严格的海洋排放法规生效,船舶必须使用更高效的废气处理技术,这将给造船业带来巨大挑战。目前大多数修船厂都将选择性催化还原(SCR)或废气再循环(EGR)等脱硝装置与脱硫洗涤塔等脱硫装置串联,利用逐步去除工艺,以达到减排的目的。

[0004] 然而,这种逐步去除的工艺所需系统装置不仅占地面积大,而且系统复杂,投资和运行成本高,限制了其在船舶上的大规模应用。另外,SCR存在氨泄漏问题,催化剂材料容易结垢、堵塞和中毒,且脱硝过程受烟气温度和SO₂浓度等因素影响。另外,EGR存在燃料不完全燃烧的问题,这会增加CO和PM的排放。因此,有必要开发更好的高效脱硫脱硝技术,以满足造船厂的需要。

[0005] 专利CN113856445A公开了一种烟气脱硫脱硝水相氧化剂及有机相吸收剂组成的双相连续吸收体系及方法,但是必须配合相关的烟气脱硫脱硝系统才能在实际中应用。

实用新型内容

[0006] 为此,本实用新型所要解决的技术问题在于提供一种船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,可以配合烟气脱硫脱硝双相连续吸收体系的应用,使得双相连续吸收体系在烟气脱硫脱硝系统中能够循环利用,达到连续脱硫脱硝的目的,以解决现有船舶脱硫脱硝系统不能实现同步脱硫脱硝技术与电解海水技术相结合等问题。

[0007] 为解决上述技术问题,本实用新型提供如下技术方案:

[0008] 一种船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,包括脱硫脱硝洗涤单元、洗涤液回收单元、NaClO供应单元和洗涤液混合单元;所述脱硫脱硝洗涤单元的洗涤液出口端与所述洗涤液回收单元的洗涤液入口端流体导通,所述洗涤液回收单元的有机相出口端与所述洗涤液混合单元的有机相入口端流体导通,所述洗涤液回收单元的直接循环水相出口端与所述洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导通,所述洗涤液回收单元的间接循环水相出口端与所述NaClO供应单元的间接循环水相入口端流体导通;所述NaClO供应单元的NaClO溶液出口端与所述洗涤液混合单元的NaClO溶液入口端流体导通,所述洗涤液混合单元的脱硫脱硝洗涤液出口端与所述脱硫脱硝洗涤单元的脱硫脱硝洗涤液入口端流体导通,

所述NaClO供应单元的补充盐水入口端与海水淡化截留液进液管道流体导通；所述脱硫脱硝洗涤单元的烟气入口端与烟气进气管道流体导通，所述脱硫脱硝洗涤单元的烟气出口端与烟气出气管道流体导通。

[0009] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统，所述脱硫脱硝洗涤单元包括洗涤塔和冷却器；所述冷却器的烟气出口端与所述洗涤塔的进气口流体导通；所述冷却器的烟气入口端与所述烟气进气管道流体导通；所述洗涤塔的出液口通过洗涤液回收管道与所述洗涤液回收单元的洗涤液入口端流体导通，所述洗涤塔的上气口与所述烟气出气管道流体导通，所述洗涤塔的进液口通过洗涤液进液管道与所述洗涤液混合单元的脱硫脱硝洗涤液出口端流体导通。

[0010] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统，所述洗涤塔包括洗涤塔本体、洗涤液喷头和搅拌组件；所述洗涤液喷头固定安装在所述洗涤塔本体内部且邻近所述进液口，所述搅拌组件固定安装在所述洗涤塔本体内部且邻近所述出液口，所述洗涤液喷头的流体入口端通过所述进液口与所述洗涤液进液管道流体导通，所述洗涤液喷头的流体出口端朝向所述搅拌组件；所述进液口和所述出液口分别设置在所述洗涤塔本体的侧壁上部，所述进气口和所述出液口分别设置在所述洗涤塔本体的侧壁下部。

[0011] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统，所述出气口处固定安装有除雾器，烟气沿所述洗涤塔本体内部自下而上流经所述除雾器后再通过所述出气口进入所述烟气出气管道；

[0012] 所述搅拌组件包括电机、转轴和螺旋叶片；所述电机安装在所述洗涤塔本体外部，所述电机与所述转轴的第一端驱动连接，所述转轴的第二端穿过所述洗涤塔本体并伸入所述洗涤塔本体内部，所述螺旋叶片固定安装在所述转轴的第二端上。

[0013] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统，所述进液口与所述进气口的水平距离等于所述洗涤塔本体的内径；所述洗涤液喷头有两组或两组以上，两组或两组以上的所述洗涤液喷头在所述洗涤塔本体内部自上而下等间距分布；每组所述洗涤液喷头有两个或两个以上，两个或两个以上的所述洗涤液喷头在同一水平面上等间距分布。

[0014] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统，所述洗涤液回收单元包括第一离心机、第二离心机、水相存储池、浓度反馈控制器、VOCs/PM收集仓、加热器、沉降池、第一水相循环泵和第二水相循环泵；

[0015] 所述第一离心机的有机相出口端通过第一有机相回收管道与所述第二离心机的流体入口端流体导通，所述第二离心机的第一流体出口端通过第二有机相回收管道与所述洗涤液混合单元的有机相入口端流体导通，所述第二离心机的第二流体出口端与所述VOCs/PM收集仓流体导通；

[0016] 所述第一离心机的水相出口端通过第一水相回收管道与所述水相存储池的流体入口端流体导通，所述水相存储池的流体出口端通过所述第一水相循环泵与所述浓度反馈控制器的流体入口端流体导通；所述浓度反馈控制器的第一流体出口端与所述加热器的流体入口端流体导通，所述加热器的流体出口端通过第二水相回收管道与所述沉降池的流体入口端流体导通，所述沉降池的流体出口端依次通过所述第二水相循环泵和第四水相回收管道与所述NaClO供应单元的间接循环水相入口端流体导通；所述浓度反馈控制器的第二流体出口端通过第三水相回收管道与所述洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导

通；

[0017] 所述第一离心机的洗涤液入口端与所述脱硫脱硝洗涤单元的洗涤液出口端流体导通。

[0018] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,所述浓度反馈控制器包括浓度反馈管道、pH传感器、盐度传感器、信号反馈控制元件和电动三通控制阀;所述pH传感器和所述盐度传感器均固定安装在所述浓度反馈管道上,所述电动三通控制阀的流体入口端与所述浓度反馈管道的流体出口端流体导通;所述电动三通控制阀的第一流体出口端与所述加热器的流体入口端流体导通,所述电动三通控制阀的第二流体出口端通过所述第三水相回收管道与所述洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导通;所述pH传感器的检测端与所述浓度反馈管道中的流体接触,所述pH传感器的信号输出端与所述信号反馈控制元件的pH信号输入端电连接;所述盐度传感器的检测端与所述浓度反馈管道中的流体接触,所述盐度传感器的信号输出端与所述信号反馈控制元件的盐度信号输入端电连接;所述信号反馈控制元件通过控制所述电动三通控制阀的第一流体出口端和第二流体出口端的启闭来控制所述浓度反馈管道中的流体流向所述加热器或所述洗涤液混合单元;所述水相存储池的流体出口端通过所述第一水相循环泵与所述浓度反馈管道的流体入口端流体导通。

[0019] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,所述NaClO供应单元包括双极膜电解池、NaClO存储罐和NaClO溶液循环泵;所述双极膜电解池的流体出口端与所述NaClO存储罐的流体入口端流体导通,所述NaClO存储罐的NaClO溶液出口端依次通过NaClO出液管道和所述NaClO溶液循环泵与所述洗涤液混合单元的NaClO溶液入口端流体导通;所述双极膜电解池的补充盐水入口端与所述海水淡化截留液进液管道流体导通,所述双极膜电解池的间接循环水相入口端与所述洗涤液回收单元的间接循环水相出口端流体导通。

[0020] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,所述双极膜电解池包括电解池本体、第一钛网、第二钛网和离子交换膜;所述离子交换膜将所述电解池本体分成两个空间,所述第一钛网和所述第二钛网分别位于两个空间内,所述第一钛网与电直流源正极电连接,所述第二钛网与直流电源负极电连接;所述电解池本体的侧壁上分别开设有第一进液口、第二进液口和出液口;所述洗涤液回收单元的间接循环水相出口端通过所述第一进液口与所述电解池本体流体导通,所述海水淡化截留液进液管道通过所述第二进液口与所述电解池本体流体导通,所述电解池本体通过所述出液口与所述NaClO存储罐流体导通。

[0021] 上述船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统,所述洗涤液混合单元包括洗涤液混合槽和洗涤液循环泵;所述洗涤液混合槽的脱硫脱硝洗涤液出口端通过所述洗涤液循环泵与所述脱硫脱硝洗涤单元的脱硫脱硝洗涤液入口端流体导通;所述洗涤液混合槽的直接循环水相入口端与所述洗涤液回收单元的直接循环水相出口端流体导通,所述洗涤液混合槽的有机相入口端与所述洗涤液回收单元的有机相出口端流体导通,所述洗涤液混合槽的NaClO溶液入口端与所述NaClO供应单元的NaClO溶液出口端流体导通。

[0022] 本实用新型的技术方案取得了如下有益的技术效果:

[0023] 1、本实用新型中船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统可实现将同步脱硫脱硝技术与电解海水技术相结合,简化传统分步脱硫脱硝设备单元,从而实现船用湿式烟气脱硫脱硝一体化系统的设计;该系统由脱硫脱硝洗涤单元、洗涤液回收单元、NaClO供应单元以及洗涤液混合单元四个部分组成,将整个烟气脱硫脱硝集中在一个洗涤塔内,无需

其他脱硝设备；利用多组离心机将洗涤后的洗涤废液中的水相及有机相分离，可以提高水相氧化剂及有机相吸收剂的利用率，杜绝有机相吸收剂的排放，减少洗涤废液对环境造成的污染。

[0024] 2、本实用新型可以实现将船舶上电解海水淡化截留液以及回收的水相洗涤废液变废为宝，从而达到水相氧化剂循环利用的目的，并且可以充分利用海水资源和航行中剩余的电力资源，降低携带化学品和船上储存的风险；本实用新型船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统结构简单且紧凑，设备占地面积小，环境友好。

[0025] 3、第一离心机可将双相洗涤废液中的有机相和水相利用不同转速进行分离，第二离心机可将分离得到的有机相利用不同的转速将有机相吸收剂中吸附的未燃烧完全的碳粒及重油进一步分离，然后将分离后的有机相重新回收至洗涤液混合槽中用于双相洗涤液的制备；而分离得到的水相在浓度反馈控制器的监测作用下，如果水相浓度符合双相洗涤液的浓度要求，则回收至洗涤液混合槽中用于双相洗涤液的制备，否则，则将水相回收至NaClO供应单元中进一步加工至符合应用要求后再经管道运送至洗涤液混合槽中用于双相洗涤液的制备。这种回收系统能够有效的将烟气中脱硫脱硝后的有机废弃物分离收集，同时能够将符合应用要求的有机相和水相循环使用，不仅可以提高双相洗涤液的应用效率，而且节约资源、环境友好。

[0026] 4、本实用新型中双相洗涤液加入有机相吸收剂能够很好的吸收脱硝过程产生的硝酸及亚硝酸，增大脱硝效率；并且加入的有机相还能够吸附烟气中未燃烧完全的碳粒及重油，减少PM及VOCs排放。

附图说明

[0027] 图1本实用新型实施例中船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统的结构示意图；

[0028] 图2本实用新型实施例中船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统的脱硫脱硝洗涤单元的结构示意图；

[0029] 图3本实用新型实施例中船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统的浓度反馈控制器的结构示意图；

[0030] 图4本实用新型实施例中船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统的双极膜电解池的结构示意图。

[0031] 图中附图标记表示为：1-烟气进气管道；2-冷却器；3-洗涤塔；4-洗涤液喷头；5-搅拌组件；6-除雾器；7-烟气出气管道；8-洗涤液进液管道；9-洗涤液回收管道；10-第一离心机；11-第二离心机；12-水相存储池；13-第一水相循环泵；14-浓度反馈控制器；15-VOCs/PM收集仓；16-加热器；17-沉降池；18-第二水相循环泵；19-第一有机相回收管道；20-第一水相回收管道；21-第二有机相回收管道；22-第二水相回收管道；23-第三水相回收管道；24-第四水相回收管道；25-双极膜电解池；26-NaClO存储罐；27-海水淡化截留液进液管道；28-NaClO溶液循环泵；29-NaClO出液管道；30-洗涤液混合槽；31-洗涤液循环泵；32-pH传感器；33-盐度传感器；34-信号反馈控制元件；35-电动三通控制阀；36-第一钛网；37-第二钛网；38-离子交换膜。

具体实施方式

[0032] 本实施例船用湿式烟气联合脱硫脱硝一体化循环系统的结构示意图如图1所示，包括脱硫脱硝洗涤单元、洗涤液回收单元、NaClO供应单元和洗涤液混合单元。

[0033] 如图2所示，所述脱硫脱硝洗涤单元包括洗涤塔3和冷却器2【冷却器为现有技术中常见的可对烟气实现冷却的设备】；所述冷却器2的烟气出口端与所述洗涤塔3的进气口流体导通；所述冷却器2的烟气入口端与所述烟气进气管道1流体导通；所述洗涤塔3的出液口通过洗涤液回收管道9与所述洗涤液回收单元的洗涤液入口端流体导通，所述洗涤塔3的出气口与所述烟气出气管道7流体导通，所述洗涤塔3的进液口通过洗涤液进液管道8与所述洗涤液混合单元的脱硫脱硝洗涤液出口端流体导通。

[0034] 所述洗涤塔3包括洗涤塔本体、洗涤液喷头4和搅拌组件5；所述洗涤液喷头4固定安装在所述洗涤塔本体内部且邻近所述进液口，所述搅拌组件5固定安装在所述洗涤塔本体内部且邻近所述出液口，所述洗涤液喷头4的流体入口端通过所述进液口与所述洗涤液进液管道8流体导通，所述洗涤液喷头4的流体出口端朝向所述搅拌组件5；所述进液口和所述出气口分别设置在所述洗涤塔本体的侧壁上部，所述进气口和所述出液口分别设置在所述洗涤塔本体的侧壁下部；所述进液口与所述进气口的水平距离等于所述洗涤塔本体的内径；所述洗涤液喷头4有四组，四组所述洗涤液喷头4在所述洗涤塔本体内自上而下等间距分布；每组所述洗涤液喷头4有5个，5个所述洗涤液喷头4在同一水平面上等间距分布，各洗涤液喷头上下错开布置。

[0035] 所述出气口处固定安装有除雾器6【除雾器为烟气湿法脱硫领域常用的除雾器设备】，烟气沿所述洗涤塔本体内部自下而上流经所述除雾器6后再通过所述出气口进入所述烟气出气管道7，除雾器的设置可以有效减少双相洗涤液的损失；所述搅拌组件5包括电机、转轴和螺旋叶片；所述电机安装在所述洗涤塔本体外部，所述电机与所述转轴的第一端驱动连接，所述转轴的第二端穿过所述洗涤塔本体并伸入所述洗涤塔本体内，所述螺旋叶片固定安装在所述转轴的第二端上；所述搅拌组件5用于将参与烟气脱硫脱硝反应后的双相洗涤废液混合均匀，其中，电机转速控制为500~1500rpm。

[0036] 所述洗涤液回收单元包括第一离心机10、第二离心机11、水相存储池12、浓度反馈控制器14、VOCs/PM收集仓15、加热器16、沉降池17、第一水相循环泵13和第二水相循环泵18；所述第一离心机10的洗涤液入口端与所述洗涤塔3的出液口通过洗涤液回收管道9流体导通。

[0037] 所述第一离心机10的有机相出口端通过第一有机相回收管道19与所述第二离心机11的流体入口端流体导通，所述第二离心机11的第一流体出口端通过第二有机相回收管道21与所述洗涤液混合单元的有机相入口端流体导通，所述第二离心机11的第二流体出口端与所述VOCs/PM收集仓15流体导通；

[0038] 所述第一离心机10的水相出口端通过第一水相回收管道20与所述水相存储池12的流体入口端流体导通，所述水相存储池12的流体出口端通过所述第一水相循环泵13与所述浓度反馈控制器14的流体入口端流体导通；所述浓度反馈控制器14的第一流体出口端与所述加热器16的流体入口端流体导通，所述加热器16的流体出口端通过第二水相回收管道22与所述沉降池17的流体入口端流体导通，所述沉降池17的流体出口端依次通过所述第二水相循环泵18和第四水相回收管道24与所述NaClO供应单元的间接循环水相入口端流体导

通;所述浓度反馈控制器14的第二流体出口端通过第三水相回收管道23与所述洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导通。

[0039] 如图3所示,所述浓度反馈控制器14包括浓度反馈管道、pH传感器32、盐度传感器33、信号反馈控制元件34和电动三通控制阀35;所述pH传感器32和所述盐度传感器33均固定在所述浓度反馈管道上,所述电动三通控制阀35的流体入口端与所述浓度反馈管道的流体出口端流体导通;所述电动三通控制阀35的第一流体出口端与所述加热器16的流体入口端流体导通,所述电动三通控制阀35的第二流体出口端通过所述第三水相回收管道23与所述洗涤液混合单元的直接循环水相入口端流体导通;所述pH传感器32的检测端与所述浓度反馈管道中的流体接触,所述pH传感器32的信号输出端与所述信号反馈控制元件34的pH信号输入端电连接;所述盐度传感器33的检测端与所述浓度反馈管道中的流体接触,所述盐度传感器33的信号输出端与所述信号反馈控制元件34的盐度信号输入端电连接;所述信号反馈控制元件34通过控制所述电动三通控制阀35的第一流体出口端和第二流体出口端的启闭来控制所述浓度反馈管道中的流体流向所述加热器16或所述洗涤液混合单元;所述水相存储池12的流体出口端通过所述第一水相循环泵13与所述浓度反馈管道的流体入口端流体导通。本实施例所用的信号反馈控制元件34为工控机。

[0040] 所述NaClO供应单元包括双极膜电解池25、NaClO存储罐26和NaClO溶液循环泵28;所述双极膜电解池25的流体出口端与所述NaClO存储罐26的流体入口端流体导通,所述NaClO存储罐26的NaClO溶液出口端依次通过NaClO出液管道29和所述NaClO溶液循环泵28与所述洗涤液混合单元的NaClO溶液入口端流体导通;所述双极膜电解池25的补充盐水入口端与所述海水淡化截留液进液管道27流体导通,所述双极膜电解池25的间接循环水相入口端依次通过第四水相回收管道24和所述第二水相循环泵18与所述流体导通。

[0041] 如图4所示,所述双极膜电解池25包括电解池本体、第一钛网36【第一钛网具有RuO₂和IrO₂涂层】、第二钛网37和离子交换膜38【离子交换膜为全氟磺酸离子交换膜】;所述离子交换膜38将所述电解池本体分成两个空间,所述第一钛网36和所述第二钛网37分别位于两个空间内,所述第一钛网36与直流电源正极电连接,所述第二钛网37与直流电源负极电连接;所述电解池本体的侧壁上分别开设有第一进液口、第二进液口和出液口;所述洗涤液回收单元的沉降池17通过所述第一进液口与所述电解池本体流体导通,所述海水淡化截留液进液管道27通过所述第二进液口与所述电解池本体流体导通,所述电解池本体通过所述出液口与所述NaClO存储罐26流体导通。

[0042] 所述洗涤液混合单元包括洗涤液混合槽30【洗涤液混合槽为具有流体混合功能的设备】和洗涤液循环泵31;所述洗涤液混合槽30的脱硫脱硝洗涤液出口端通过所述洗涤液循环泵31和洗涤液进液管道8与所述脱硫脱硝洗涤单元的洗涤塔3的进液口流体导通;所述洗涤液混合槽30的直接循环水相入口端通过第三水相回收管道23与所述洗涤液回收单元的浓度反馈控制器14流体导通,所述洗涤液混合槽30的有机相入口端通过第二有机相回收管道21与所述洗涤液回收单元的第二离心机11流体导通,所述洗涤液混合槽30的NaClO溶液入口端与所述NaClO供应单元NaClO存储罐26的NaClO溶液出口端流体导通。

[0043] 本实施例中电机、除雾器、第一离心机、第二离心机、信号反馈控制元件、电极材料、离子交换膜均为市售,其结构及控制方式为现有技术,本领域内技术人员只需按照其附带的使用说明书进行安装和操作即可,说明书中不再赘述;上述实施例中离心机的不同转

速根据不同种类有机相吸收剂另外单独确定;本实用新型其安装方式、连接方式或设置方式均为常见机械方式,只要能够达成其有益效果的均可进行实施。

[0044] 工作流程:

[0045] 1、将船舶排放的烟气通过烟气进气管道1进入冷却器2中进行降温至110~140℃,降温后烟气自冷却器2进入洗涤塔3中自下而上流动,同时洗涤塔3中的4组洗涤液喷头4开启,在洗涤塔3中自上而下喷洒洗涤液,烟气自向上流动的过程中,烟气中的含硫、含硝物质与洗涤液进行充分反应,其中,烟气中的NO、SO₂能够被水相氧化剂有效氧化,NO氧化产生的硝酸及亚硝酸能被有机相吸收剂有效地吸收,从而达到脱硫脱硝的目的,而有机相吸收剂能吸附烟气中未燃烧完全的碳粒及重油,可以有效减少PM及VOCs排放;待烟气脱硫脱硝后,经过除雾器6除去雾沫,以使得烟气中裹挟的洗涤液停留在洗涤塔中,减少洗涤液的损失,增大洗涤液的利用效率,而脱硫脱硝后且除雾后的烟气自烟气出气管道排出,完成烟气的脱硫脱硝;

[0046] 2、洗涤塔3中的洗涤液因吸附了含硫含硝物质向下流动至洗涤塔3底部,底部的搅拌组件5高速运转,在搅拌组件5的作用下将完成烟气脱硫脱硝过程的双相洗涤废液混合均匀后进入第一离心机10进行离心,第一离心机10将洗涤液回收管道9送入的双相洗涤废液利用不同转速离心分离有机相及水相,使得水相和有机相进行分离;分离得到的有机相进入第二离心机11中,第二离心机11利用不同转速将有机相吸收剂中吸附的烟气中未燃烧完全的碳粒及重油进一步分离出来并汇集在VOCs/PM收集仓15中,而被分离的有机相则通过第二有机相回收管道21运送至洗涤液混合槽30中,用于重新制备由水相氧化剂和有机相吸收剂组成的双相洗涤液;

[0047] 3、分离得到的水相进入水相存储池12,水相存储池12中的水相在第一水相循环泵13的作用下泵送至浓度反馈控制器14中进行有效成分的检测,以判断水相能否满足双相洗涤液的配制要求:pH传感器32通过监测水相废液的pH值来判断水相是否符合双相洗涤液的配制要求,并将检测结果以电子信号的形式传输给信号反馈控制元件34,而盐度传感器33通过监测水相废液的盐度再次判断水相是否符合双相洗涤液的配制要求,并将检测结果以电子信号的形式传输给信号反馈控制元件34;当水相废液的pH值和盐度同时符合要求时,信号反馈控制元件34控制电动三通控制阀35第二流体出口端开启,使水相流入所述洗涤液混合单元,若水相废液的pH值和/或盐度不符合双相洗涤液的配制要求,则信号反馈控制元件34控制电动三通控制阀35第一流体出口端开启,使水相流入所述加热器16,经加热器16加热后通过第四水相回收管道24送至沉降池17,在沉降池17中将硫酸盐和硝酸盐分离出来,然后通过第二水相循环泵18抽取沉降池上层清液送至NaClO供应单元的双极膜电解池25中参与电解反应,用于重新生成NaClO溶液;

[0048] 4、同时,将船上海水淡化装置产生的海水淡化截留液经海水淡化截留液进液管道27通入到双极膜电解池25中,使其与从沉降池17中抽出的上层清液混合,从而使海水淡化截留液得以稀释而达到最佳电解浓度,用于电解产生出NaClO溶液,然后将电解产生的NaClO溶液储存至NaClO存储罐26中。NaClO存储罐26中的NaClO溶液通过NaClO溶液循环泵28经NaClO出液管道29抽送至洗涤液混合槽30,洗涤液混合槽30将不同管道输送的有机相吸收剂及水相氧化剂混合均匀后,利用洗涤液循环泵31输送至洗涤塔3中用于参与脱硫脱硝反应,从而实现洗涤液中废物的分离及洗涤液的循环利用,实现脱硫脱硝的连续吸收。

[0049] 本实施例通过设置洗涤液回收单元,利用多组离心机将洗涤后的洗涤废液水相及有机相分离;通过浓度反馈控制器,将未达到浓度限制的水相重复利用,将达到浓度限制的水相加热浓缩,在沉降池分离出硫酸盐及硝酸盐继续参与电解再生NaClO过程;分离得到的有机相吸收剂进一步利用离心机分离烟气中未燃烧完全的碳粒及重油,剩余的有机相吸收剂重新参与脱硫脱硝反应;通过上述回收再利用过程,提高了水相氧化剂及有机相吸收剂的利用率,杜绝了有机相吸收剂的排放,减少洗涤废液对环境造成的污染。

[0050] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本专利申请权利要求的保护范围之内。

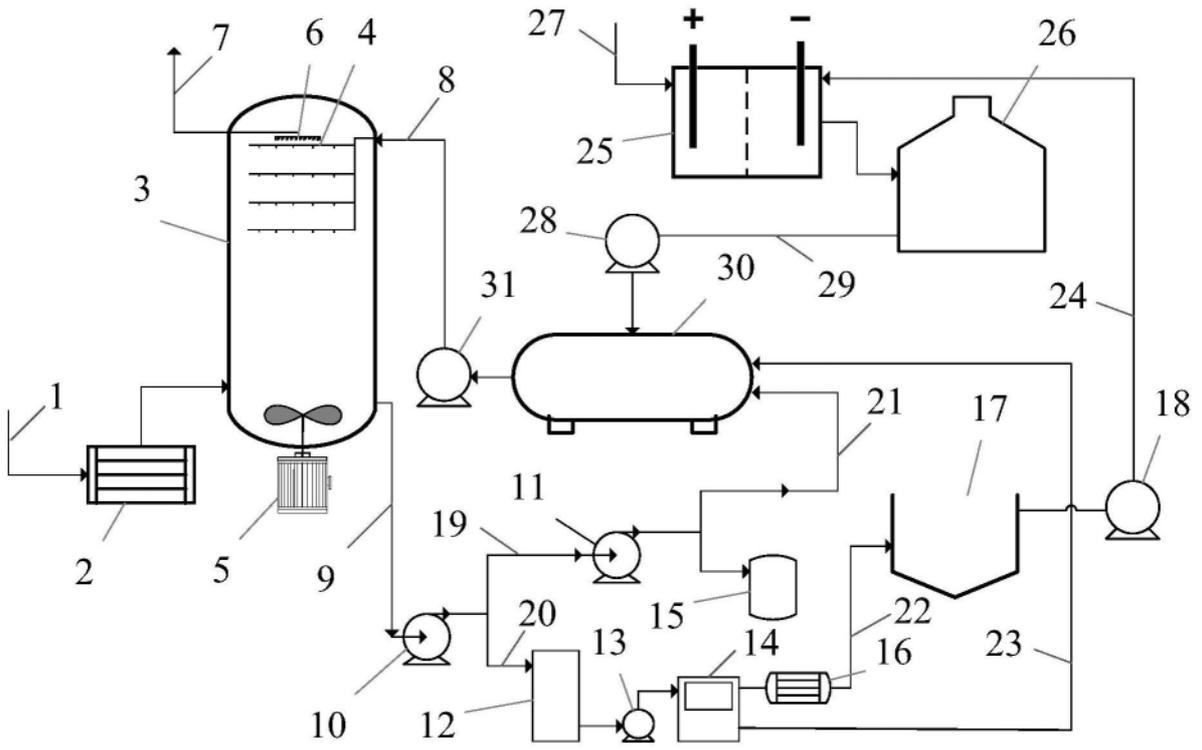


图1

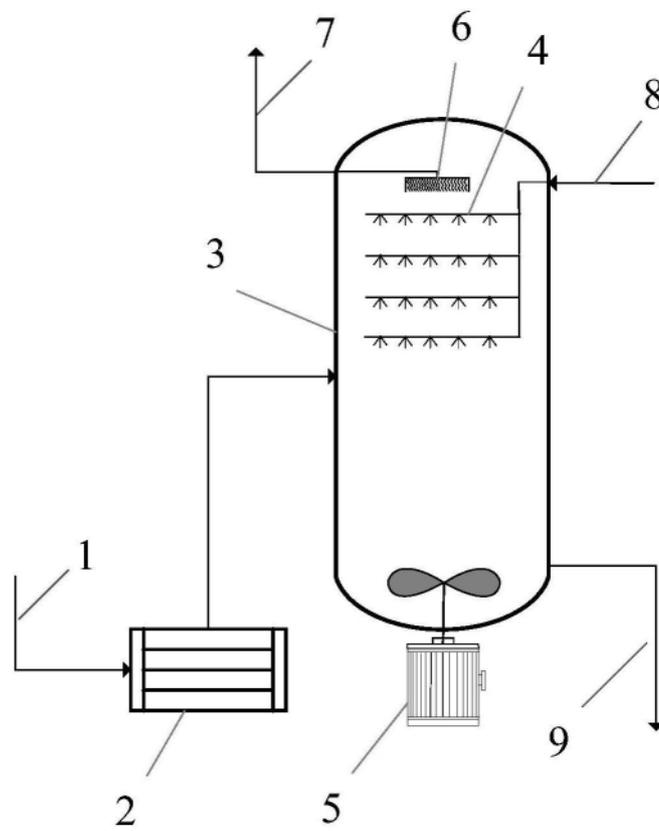


图2

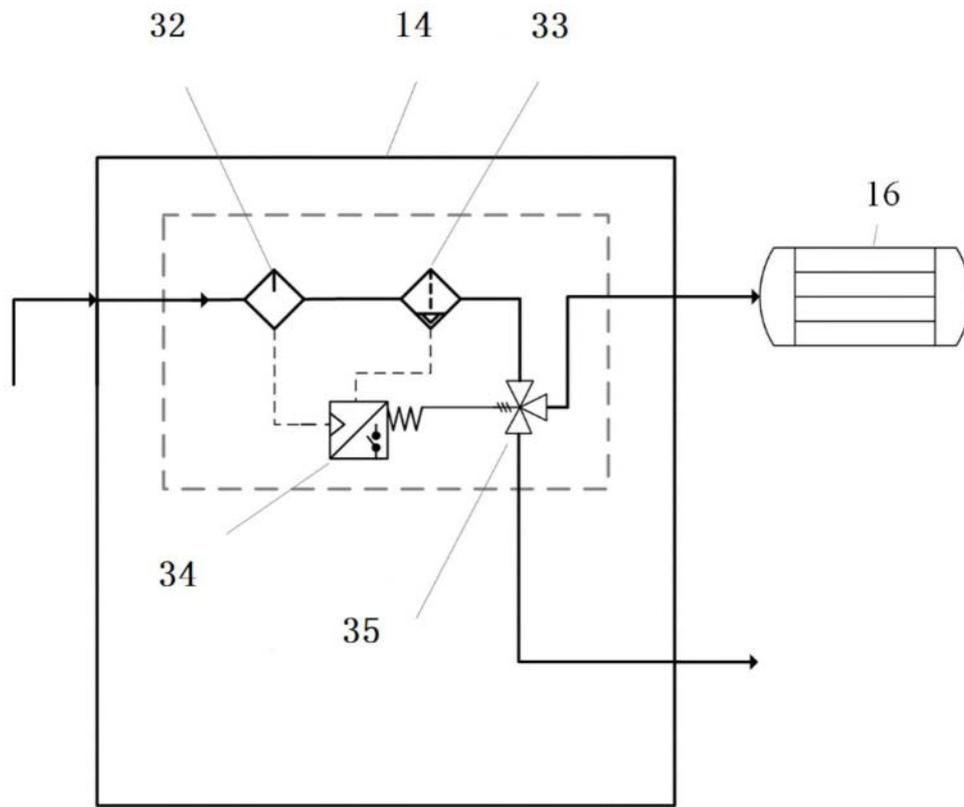


图3

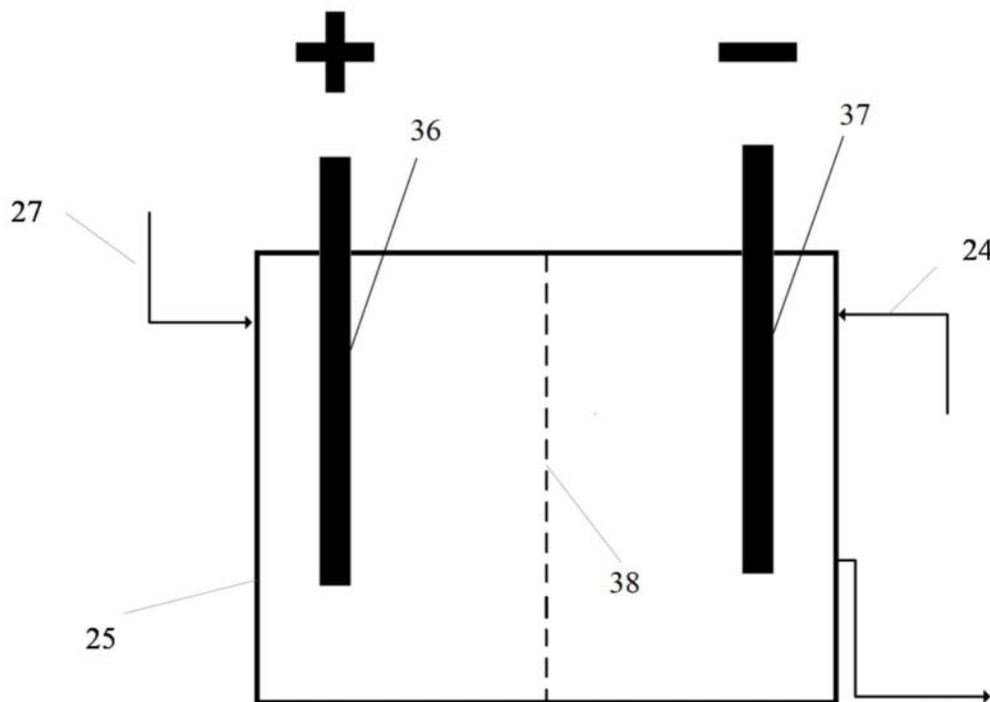


图4