



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 212819076 U

(45) 授权公告日 2021.03.30

(21) 申请号 202020539839.3

(51) Int.CI.

(22) 申请日 2020.04.13

B01D 53/78 (2006.01)

(73) 专利权人 华能国际电力股份有限公司

B01D 53/50 (2006.01)

地址 100031 北京市西城区复兴门南大街  
丙2号

B01D 53/14 (2006.01)

专利权人 西安热工研究院有限公司  
西安西热锅炉环保工程有限公司

B01D 50/00 (2006.01)

(72) 发明人 宦宣州 王少亮 余昭 李楠  
孙叶柱 萧云志 牛拥军 雷鸣  
李兴华 余福胜 王定帮 刘海培  
郭浩然 孟令海 何仰朋 石振晶  
邹乔 吴晓龙 王韶晖

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

(74) 专利代理机构 西安通大专利代理有限责任  
公司 61200

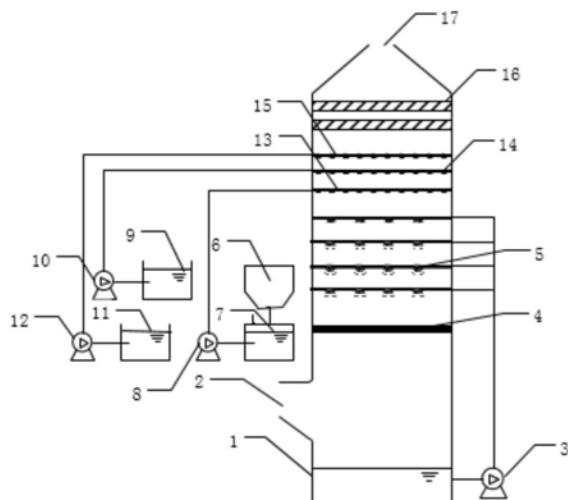
权利要求书1页 说明书4页 附图1页

(54) 实用新型名称

一种烟气污染物深度脱除的系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种烟气污染物深度脱除的系统，吸收塔内自上到下依次设置有除雾器、工艺水喷雾层、滤液水超细喷雾层、碱液喷雾层、浆液喷淋层、托盘及浆液池，吸收塔的顶部设置有烟气出口，浆液池的出口经浆液循环泵与浆液喷淋层的入口相连通，工艺水箱的出口与工艺水喷雾层的入口相连通，滤液水箱的出口与滤液水超细喷雾层的入口相连通，生石灰仓底部的漏料口与氢氧化钙溶液制备罐的入口相连通，氢氧化钙溶液制备罐的出水口与碱液喷雾层的入口相连通，该系统能够大幅提升湿法脱硫协同脱除粉尘的能力，降低吸收塔内的液气比及除雾器的冲洗频率，占地面积小，且能够避免出口烟气携带石膏，同时冲洗水量较少。



1. 一种烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,包括吸收塔(1),其中,吸收塔(1)内自上到下依次设置有除雾器(16)、工艺水喷雾层(15)、滤液水超细喷雾层(14)、碱液喷雾层(13)、浆液喷淋层(5)、托盘(4)及浆液池,吸收塔(1)的顶部设置有烟气出口(17),浆液池的出口经浆液循环泵(3)与浆液喷淋层(5)的入口相连通,工艺水箱(11)的出口与工艺水喷雾层(15)的入口相连通,滤液水箱(9)的出口与滤液水超细喷雾层(14)的入口相连通,生石灰仓(6)底部的漏料口与氢氧化钙溶液制备罐(7)的入口相连通,氢氧化钙溶液制备罐(7)的出水口与碱液喷雾层(13)的入口相连通;

吸收塔(1)的侧面设置有烟气入口(2),其中,烟气入口(2)位于浆液池与托盘(4)之间。

2. 根据权利要求1所述的烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,工艺水箱(11)的出口通过工艺水循环泵(12)与工艺水喷雾层(15)的入口相连通。

3. 根据权利要求1所述的烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,滤液水箱(9)的出口通过滤液水循环泵(10)与滤液水超细喷雾层(14)的入口相连通。

4. 根据权利要求1所述的烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,氢氧化钙溶液制备罐(7)的出水口经碱液循环泵(8)与碱液喷雾层(13)的入口相连通。

5. 根据权利要求1所述的烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,碱液喷雾层(13)中单个喷嘴的流量为 $3m^3/h-5m^3/h$ ,喷淋角度为 $90^\circ-120^\circ$ ,覆盖率为100%-150%。

6. 根据权利要求1所述的烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,滤液水超细喷雾层(14)中单个喷嘴的流量为 $0.05m^3/h-0.15m^3/h$ ,喷淋角度为 $90^\circ-120^\circ$ ,覆盖率为100%-150%,喷雾粒径为 $150\mu m-300\mu m$ 。

7. 根据权利要求1所述的烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,工艺水喷雾层(15)中单个喷嘴的流量为 $0.05m^3/h-0.2m^3/h$ ,喷淋角度为 $90^\circ-120^\circ$ ,覆盖率为100%-150%,喷雾粒径为 $400\mu m-500\mu m$ 。

8. 根据权利要求1所述的烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,除雾器(16)中各叶片,第一层叶片的间距为 $10mm-20mm$ 。

9. 根据权利要求1所述的烟气污染物深度脱除的系统,其特征在于,氢氧化钙溶液制备罐(7)的顶部设置有换热排风口。

## 一种烟气污染物深度脱除的系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属环保技术领域,涉及一种烟气污染物深度脱除的系统。

### 背景技术

[0002] 随着环保技术的进步,脱硫技术应用到更多的化石能源燃烧的工业废气中,以减少废气中二氧化硫的排放。湿法脱硫工艺为目前应用最为广泛的脱硫技术,该工艺利用液体脱硫剂对烟气中的二氧化硫进行脱除。

[0003] 典型的湿法脱硫工艺利用石灰石为脱硫剂,其主要设备为吸收塔,烟气从吸收塔中部进入吸收塔,分别经过托盘、喷淋层、除雾器等脱除设备。在吸收塔中,烟气与脱硫剂逆流接触,在塔内进行吸收反应生成  $\text{CaSO}_3$ ,对吸收塔内的亚硫酸钙再进行强制氧化反应生成  $\text{CaSO}_4$ ,最后石膏过饱和溶液结晶,得到脱硫副产品石膏 ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 经吸收塔洗涤后的净烟气通过吸收塔顶部除雾器,以除去脱硫后烟气带出的细小液滴,再经净烟道排入大气。

[0004] 由于湿法脱硫工艺的自身特性,其不仅能有效脱除二氧化硫,也对烟气中的粉尘有一定的脱除能力。目前,在湿法脱硫系统的实际运行过程中普遍只考虑其工艺对二氧化硫的脱除,未深入考虑其设备对粉尘的协同脱除能力。由于改造和运行情况差异较大,目前湿法脱硫系统普遍存在以下问题:①系统庞杂,设备体积大,导致系统占地面积大;②液气比过大,导致能耗较高;③未充分开发和利用其系统对协同治理粉尘的能力;④出口烟气携带石膏,导致烟囱排口出现石膏雨现象;⑤除雾器等设备冲洗水量过大,导致脱硫系统工艺水消耗量大。

[0005] 湿法脱硫作为一个较为成熟的脱硫技术,广泛应用于工业生产中,若能对湿法脱硫工艺进行更进一步的优化改造,使其具有更高脱硫效率的同时,提升其协同除尘的能力,并进一步降低运行电耗和各项物料消耗,将会为环境保护做出更大贡献,并为生产企业带来可观的经济效益。

### 实用新型内容

[0006] 本实用新型的目的在于克服上述现有技术的缺点,提供了一种烟气污染物深度脱除的系统,该系统能够大幅提升湿法脱硫协同脱除粉尘的能力,降低吸收塔内的液气比及除雾器的冲洗频率,占地面积小,且能够避免出口烟气携带石膏,同时冲洗水量较少。

[0007] 为达到上述目的,本实用新型所述的烟气污染物深度脱除的系统包括吸收塔,其中,吸收塔内自上到下依次设置有除雾器、工艺水喷雾层、滤液水超细喷雾层、碱液喷雾层、浆液喷淋层、托盘及浆液池,吸收塔的顶部设置有烟气出口,浆液池的出口经浆液循环泵与浆液喷淋层的入口相连通,工艺水箱的出口与工艺水喷雾层的入口相连通,滤液水箱的出口与滤液水超细喷雾层的入口相连通,生石灰仓底部的漏料口与氢氧化钙溶液制备罐的入口相连通,氢氧化钙溶液制备罐的出水口与碱液喷雾层的入口相连通;

[0008] 吸收塔的侧面设置有烟气入口,其中,烟气入口位于浆液池与托盘之间。

[0009] 工艺水箱的出口通过工艺水循环泵与工艺水喷雾层的入口相连通。

- [0010] 滤液水箱的出口通过滤液水循环泵与滤液水超细喷雾层的入口相连通。
- [0011] 氢氧化钙溶液制备罐的出水口经碱液循环泵与碱液喷雾层的入口相连通。
- [0012] 碱液喷雾层中单个喷嘴的流量为 $3\text{m}^3/\text{h}$ - $5\text{m}^3/\text{h}$ , 喷淋角度为 $90^\circ$ - $120^\circ$ , 覆盖率为100%-150%。
- [0013] 滤液水超细喷雾层中单个喷嘴的流量为 $0.05\text{m}^3/\text{h}$ - $0.15\text{m}^3/\text{h}$ , 喷淋角度为 $90^\circ$ - $120^\circ$ , 覆盖率为100%-150%, 喷雾粒径为 $150\mu\text{m}$ - $300\mu\text{m}$ 。
- [0014] 工艺水喷雾层中单个喷嘴的流量为 $0.05\text{m}^3/\text{h}$ - $0.2\text{m}^3/\text{h}$ , 喷淋角度为 $90^\circ$ - $120^\circ$ , 覆盖率为100%-150%, 喷雾粒径为 $400\mu\text{m}$ - $500\mu\text{m}$ 。
- [0015] 除雾器中各叶片, 第一层叶片的间距 $10\text{mm}$ - $20\text{mm}$ 。
- [0016] 氢氧化钙溶液制备罐的顶部设置有换热排风口。
- [0017] 本实用新型具有以下有益效果:
- [0018] 本实用新型所述的烟气污染物深度脱除的系统在具体操作时, 经托盘及浆液喷淋层洗涤后的烟气进行碱液喷雾、滤液水超细喷雾及工艺水喷雾, 以协同脱除粉尘, 同时通过超细碱液、滤液水及工艺水的喷雾, 以深度脱除二氧化硫, 进而降低正常浆液的循环量, 减少循环泵的使用, 达到降低运行电量的目的。另外, 烟气进入到除雾器之前, 进行了水喷雾洗涤掉随烟气携带的石膏浆液, 烟气中浆液含量降低, 以降低第一层除雾器的冲洗频率, 节约工艺水的消耗。并且, 由于烟气中浆液含量降低, 在进行首层除雾器设计时, 可以降低其叶片间距, 大幅度提高除雾器拦截液滴和粉尘的能力, 减少烟囱出口污染物排放。

## 附图说明

- [0019] 图1为本实用新型的结构示意图;
- [0020] 图2为本发明的喷雾层布置示意图。
- [0021] 其中, 1为吸收塔、2为烟气入口、3为浆液循环泵、4为托盘、5为浆液喷淋层、6为生石灰仓、7为氢氧化钙溶液制备罐、8为碱液循环泵、9为滤液水箱、10为滤液水循环泵、11为工艺水箱、12为工艺水循环泵、13为碱液喷雾层、14为滤液水超细喷雾层、15为工艺水喷雾层、16为除雾器、17为烟气出口。

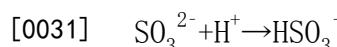
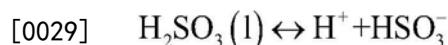
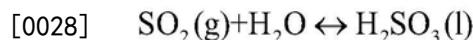
## 具体实施方式

- [0022] 下面结合附图对本实用新型做进一步详细描述:
- [0023] 参考图1, 本实用新型所述的烟气污染物深度脱除的系统包括吸收塔1, 其中, 吸收塔1内自上到下依次设置有除雾器16、工艺水喷雾层15、滤液水超细喷雾层14、碱液喷雾层13、浆液喷淋层5、托盘4及浆液池, 吸收塔1的顶部设置有烟气出口17, 浆液池的出口经浆液循环泵3与浆液喷淋层5的入口相连通, 工艺水箱11的出口与工艺水喷雾层15的入口相连通, 滤液水箱9的出口与滤液水超细喷雾层14的入口相连通, 生石灰仓6底部的漏料口与氢氧化钙溶液制备罐7的入口相连通, 氢氧化钙溶液制备罐7的出水口与碱液喷雾层13的入口相连通; 吸收塔1的侧面设置有烟气入口2, 其中, 烟气入口2位于浆液池与托盘4之间。
- [0024] 工艺水箱11的出口通过工艺水循环泵12与工艺水喷雾层15的入口相连通; 滤液水箱9的出口通过滤液水循环泵10与滤液水超细喷雾层14的入口相连通; 氢氧化钙溶液制备罐7的出水口经碱液循环泵8与碱液喷雾层13的入口相连通。

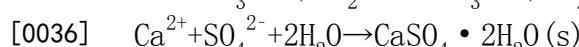
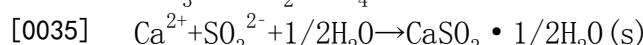
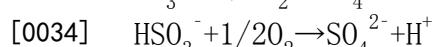
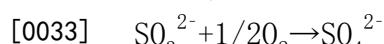
[0025] 碱液喷雾层13中单个喷嘴的流量为 $3\text{m}^3/\text{h}$ - $5\text{m}^3/\text{h}$ , 喷淋角度为 $90^\circ$ - $120^\circ$ , 覆盖率为100%-150%; 滤液水超细喷雾层14中单个喷嘴的流量为 $0.05\text{m}^3/\text{h}$ - $0.15\text{m}^3/\text{h}$ , 喷淋角度为 $90^\circ$ - $120^\circ$ , 覆盖率为100%-150%, 喷雾粒径为 $150\mu\text{m}$ - $300\mu\text{m}$ ; 工艺水喷雾层15中单个喷嘴的流量为 $0.05\text{m}^3/\text{h}$ - $0.2\text{m}^3/\text{h}$ , 喷淋角度为 $90^\circ$ - $120^\circ$ , 覆盖率为100%-150%, 喷雾粒径为 $400\mu\text{m}$ - $500\mu\text{m}$ ; 除雾器16中各叶片, 第一层叶片的间距为 $10\text{mm}$ - $20\text{mm}$ ; 氢氧化钙溶液制备罐7的顶部设置有换热排风口。

[0026] 本实用新型的具体工作过程为:

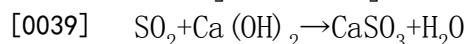
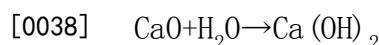
[0027] 浆液循环泵3将浆液池中的浆液泵入浆液喷淋层5的喷嘴中, 浆液经喷嘴雾化为 $2000\mu\text{m}$ 左右的液滴后落下, 与自下而上的烟气逆流接触, 吸收烟气中二氧化硫, 吸收过程中发生的反应的化学方程式为:



[0032] 吸收了烟气的浆液通过托盘4后最终下落到浆液池中, 利用氧化风机向浆液池中注入空气发生氧化反应, 最终析出石膏晶体, 该反应的化学方程式为:



[0037] 生石灰原料储存在生石灰仓6中, 通过螺纹输送机输送至生石灰仓6下方的氢氧化钙溶液制备罐7中配置氢氧化钙溶液, 通过氢氧化钙溶液制备罐7顶部的换热排风口放散生石灰溶解时的热量。碱液循环泵8将氢氧化钙溶液制备罐7中的氢氧化钙溶液泵入碱液喷雾层13的喷嘴中, 氢氧化钙溶液雾化为 $200\mu\text{m}$ - $400\mu\text{m}$ 的雾状喷雾后与烟气逆流接触, 吸收未被浆液捕集的二氧化硫, 吸收二氧化硫的氢氧化钙溶液反应产生亚硫酸钙, 最终同吸收二氧化硫的浆液一同在浆液池中被氧化, 并最终析出石膏晶体, 该反应的主要化学方程式为:



[0040] 滤液水循环泵10将滤液水箱9中的滤液水泵入滤液水超细喷雾层14的喷嘴中, 滤液水被雾化为 $200\mu\text{m}$ - $300\mu\text{m}$ 的雾状喷雾与烟气逆流接触, 以吸收烟气中的二氧化硫、粉尘和浆液。

[0041] 此时烟气已经经过除尘器、托盘4和吸收塔1中下部的喷淋层, 因此此时烟气中携带的粉尘及浆液雾滴多为粒径非常小的微细颗粒, 此时捕集主要为布郎扩散的机理。粉尘和雾滴的运动轨迹与流线不一样, 会绕着流线晃动, 若此时颗粒物距离液滴较近, 就会撞上液滴而被捕集。粉尘颗粒物粒径越小, 布郎扩散越强烈, 其中, 布郎扩散捕集效率公式为:

$$[\text{0042}] \quad \eta_D = \frac{4}{Pe} (2 + 0.557 Re^{1/8} Pe^{3/8})$$

[0043] 其中,  $\eta_D$  为捕集效率,  $Pe$  为佩克勒数,  $Re$  为雷诺数。

[0044] 工艺水循环泵 12 将工艺水箱 11 中的工艺水泵入工艺水喷雾层 15 的喷嘴中, 工艺水被雾化为  $400\mu\text{m}$ - $500\mu\text{m}$  的雾状喷雾后与烟气逆流接触, 吸收烟气中的二氧化硫、粉尘和浆液, 捕集原理和滤液水超细喷雾系统相同, 雾化粒径更大是为了方便逃逸的雾滴被除雾器 16 捕集。

[0045] 经过碱液喷雾层 13、滤液水超细喷雾层 14 及工艺水喷雾层 15 的铺集, 进入除雾器 16 的浆液或其它含固液滴明显减少, 因此可以减少除雾器 16 的冲洗频次, 并降低首层除雾器 16 叶片之间的间距, 大幅度提高除雾器 16 拦截液滴和粉尘的能力。

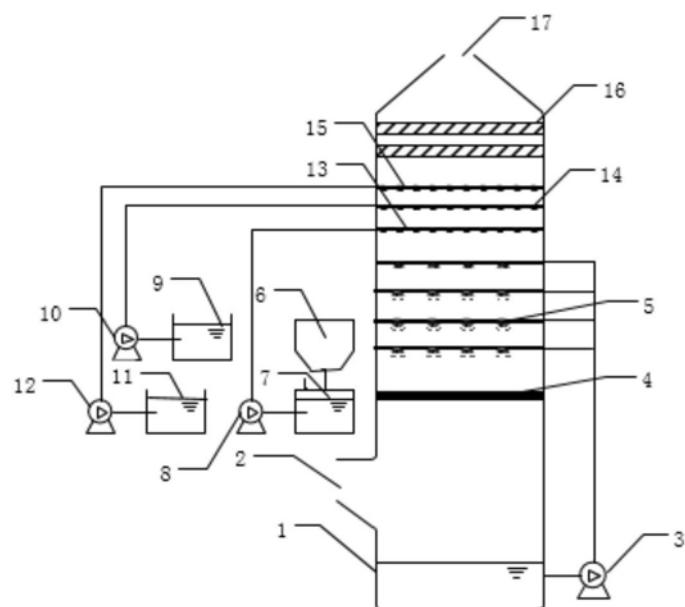


图1

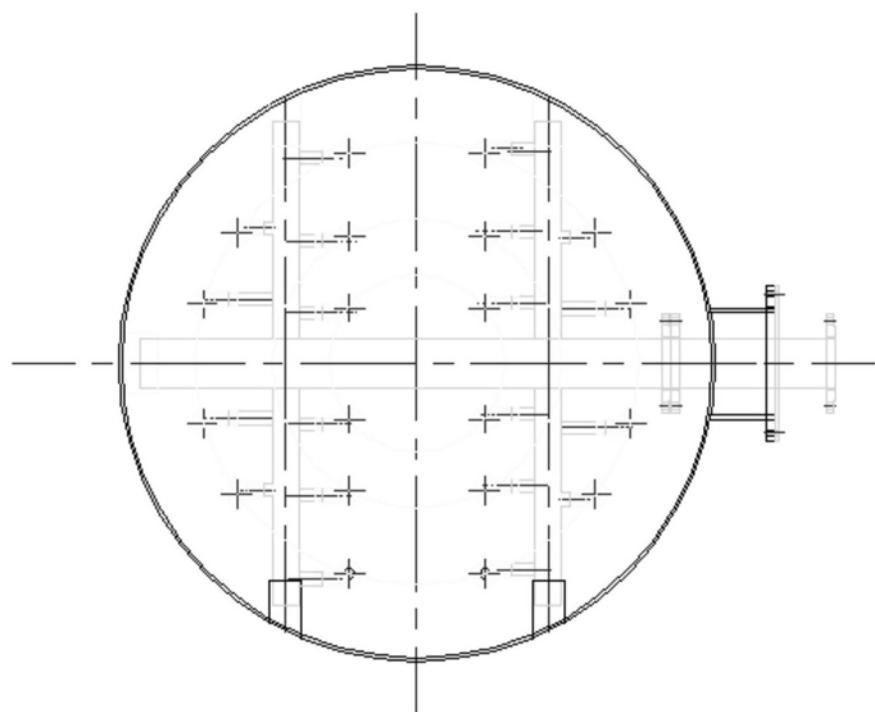


图2