



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 212327453 U

(45) 授权公告日 2021.01.12

(21) 申请号 202021703637.4

B01D 53/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.08.14

B01D 7/00 (2006.01)

(73) 专利权人 中国华能集团清洁能源技术研究院有限公司

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

地址 102209 北京市昌平区北七家镇未来科技城华能人才创新创业基地实验楼A楼

专利权人 西安热工研究院有限公司

(72) 发明人 汪世清 郜时旺 肖平 蒋敏华 黄斌

(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 马贵香

(51) Int. Cl.

B01D 5/00 (2006.01)

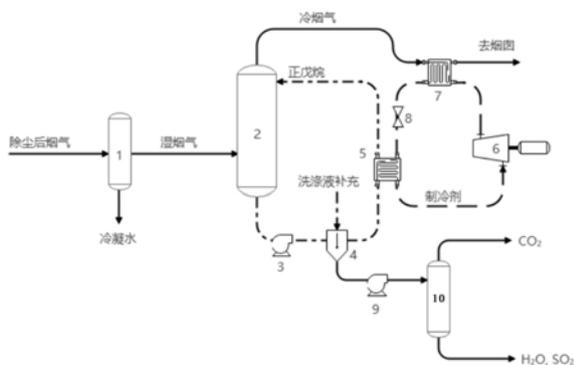
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 实用新型名称

低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统

(57) 摘要

本实用新型公开了低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,锅炉烟气经过脱硝、除尘和脱硫等工序后,进入到水冷器,通过水冷降温,同时排出烟气冷凝水。经水冷降温之后的饱和湿烟气进入到低温戊烷洗涤塔,被由上而下喷淋的低温戊烷液体洗涤冷却,烟气中的二氧化碳以及水分以固态干冰和固态冰的形式从烟气中分离出来,与戊烷液体形成固液混合浆液,从洗涤塔塔底流出,经过低温循环泵,进入到固液分离器,分离出固态干冰和固态冰。戊烷洗涤液在蒸发器中被四氟化碳制冷剂冷却后,进入洗涤塔塔顶,喷淋冷却烟气。经脱碳后的低温净烟气进入到冷凝器,与压缩机出口高温制冷剂换热回收冷量后排入烟囱。



1. 低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,其特征在於,包括水冷器(1),水冷器(1)的入口连接经过脱硝和除尘后的锅炉烟气,水冷器(1)的底部设置有烟气冷凝水出口,水冷器(1)的湿烟气出口连接至用于将湿烟气中的 $H_2O$ 、 $SO_2$ 和 $CO_2$ 以固态的形式分离出来的洗涤塔(2),洗涤塔(2)的顶部设置有冷烟气出口,上部设置有洗涤液入口,底部设置有固液混合物出口,所述冷烟气出口通过冷凝器(7)连接至烟囱,所述固液混合物出口连接至固液分离器(4),固液分离器(4)的液体出口通过蒸发器(5)连接至洗涤液入口,固液分离器(4)的固体出口连接至精馏分离塔(10),精馏分离塔(10)内侧底部设置有再沸器,精馏分离塔(10)的顶部设置有气态 $CO_2$ 出口,底部设置有 $H_2O$ 和 $SO_2$ 出口,所述冷凝器(7)的制冷剂出口连接至蒸发器(5)的制冷剂入口,蒸发器(5)的制冷剂出口连接至压缩机(6),压缩机(6)的出口连接至冷凝器(7)的制冷剂入口。

2. 根据权利要求1所述的低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,其特征在於,所述洗涤液为低温正戊烷。

3. 根据权利要求1所述的低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,其特征在於,所述固液混合物出口通过循环泵(3)连接至固液分离器(4)。

4. 根据权利要求1所述的低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,其特征在於,所述固液分离器(4)的固体出口通过稠浆泵(9)连接至精馏分离塔(10)。

5. 根据权利要求1所述的低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,其特征在於,所述固液分离器(4)顶部还连接有洗涤液补充管路。

## 低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于烟气污染治理和碳减排技术领域,具体涉及一种利用低温戊烷液体洗涤冷却烟气,进而将烟气中二氧化硫和二氧化碳同时冷凝脱除的系统。

### 背景技术

[0002] 火力发电机组产生的烟气中含有SO<sub>2</sub>、NO<sub>x</sub>等污染物,同时也排放出大量的温室气体CO<sub>2</sub>。为了保持国民经济的可持续发展,大力发展清洁低碳能源成为社会共识,因此烟气污染物脱除和二氧化碳捕集是煤炭能源适应清洁低碳发展要求的必然选择。

[0003] 当前主流烟气脱硫工艺一般采用碱液洗涤脱除,简称湿法脱硫。成熟的工艺包括氨法脱硫、石灰石-石膏法脱硫、双碱法脱硫等。烟气脱碳技术则主要以化学吸收法为主,以醇氨吸收法为代表。湿法脱硫消耗大量的石灰石或其它化学药剂,且容易产生大量脱硫废水。化学吸收法脱碳技术则存在能耗高、吸收剂损耗大的技术难题。因此寻求替代脱硫脱碳技术,尤其是可以同时进行脱硫脱碳的技术逐渐成为研究热点。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于提供一种低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,以克服现有技术的缺陷,本实用新型利用低温戊烷洗涤冷却烟气,同时将烟气中的SO<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>冷凝分离出来,适用于除尘后未脱硫烟气。

[0005] 为达到上述目的,本实用新型采用如下技术方案:

[0006] 低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,包括水冷器,水冷器的入口连接经过脱硝和除尘后的锅炉烟气,水冷器的底部设置有烟气冷凝水出口,水冷器的湿烟气出口连接至用于将湿烟气中的H<sub>2</sub>O、SO<sub>2</sub>和CO<sub>2</sub>以固态的形式分离出来的洗涤塔,洗涤塔的顶部设置有冷烟气出口,上部设置有洗涤液入口,底部设置有固液混合物出口,所述冷烟气出口通过冷凝器连接至烟囱,所述固液混合物出口连接至固液分离器,固液分离器的液体出口通过蒸发器连接至洗涤液入口,固液分离器的固体出口连接至精馏分离塔,精馏分离塔内侧底部设置有再沸器,精馏分离塔的顶部设置有气态CO<sub>2</sub>出口,底部设置有H<sub>2</sub>O和SO<sub>2</sub>出口,所述冷凝器的制冷剂出口连接至蒸发器的制冷剂入口,蒸发器的制冷剂出口连接至压缩机,压缩机的出口连接至冷凝器的制冷剂入口。

[0007] 进一步地,所述洗涤液为低温正戊烷。

[0008] 进一步地,所述固液混合物出口通过循环泵连接至固液分离器。

[0009] 进一步地,所述固液分离器的固体出口通过稠浆泵连接至精馏分离塔。

[0010] 进一步地,所述固液分离器顶部还连接有洗涤液补充管路。

[0011] 与现有技术相比,本实用新型具有以下有益的技术效果:

[0012] 本实用新型采用低温正戊烷直接喷淋冷却湿烟气,将湿烟气直接从零度以上温区冷却至零度以下温区,烟气中的水分在零下温区结冰后随着正戊烷液体一同排出冷却系统,不会造成冰堵。而现有技术采用间接换热的方式,通过回收低温净烟气冷量来将原烟气

预冷至零度以下温区,为了防止烟气水分结冰堵塞换热器,需要在冷却前增设分子筛除湿系统。本实用新型所述工艺则无需增设分子筛烟气干燥塔。此外,本实用新型低温净烟气冷量通过制冷系统冷凝器回收,降低制冷能耗;烟气中二氧化碳和二氧化硫同时从烟气中冷凝脱除;并且二氧化碳和二氧化硫由于沸点不同,通过精馏塔分离,分别回收利用。

### 附图说明

[0013] 说明书附图用来提供对本实用新型的进一步理解,构成本实用新型的一部分,本实用新型的示意性实施例及其说明用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的不当限定。

[0014] 图1为本实用新型低温戊烷洗一体化脱硫脱碳工艺示意图。

[0015] 其中,1、水冷器;2、洗涤塔;3、循环泵;4、固液分离器;5、蒸发器;6、压缩机;7、冷凝器;8、节流阀;9、稠浆泵;10、精馏分离塔。

### 具体实施方式

[0016] 下面对本实用新型作进一步详细描述:

[0017] 低温戊烷洗烟气同时脱硫脱碳系统,包括水冷器1,水冷器1的入口连接经过脱硝和除尘后的锅炉烟气,水冷器1的底部设置有烟气冷凝水出口,水冷器1的湿烟气出口连接至用于将湿烟气中的 $H_2O$ 、 $SO_2$ 和 $CO_2$ 以固态的形式分离出来的低温正戊烷洗涤塔2,洗涤塔2的顶部设置有冷烟气出口,上部设置有洗涤液入口,底部设置有固液混合物出口,所述冷烟气出口通过冷凝器7连接至烟囱,所述固液混合物出口通过循环泵3连接至固液分离器4,所述固液分离器4顶部连接有洗涤液补充管路,固液分离器4的液体出口通过蒸发器5连接至洗涤液入口,固液分离器4的固体出口通过稠浆泵9连接至精馏分离塔10,精馏分离塔10内侧底部设置有再沸器,精馏分离塔10的顶部设置有气态 $CO_2$ 出口,底部设置有 $H_2O$ 和 $SO_2$ 出口,所述冷凝器7的制冷剂出口通过节流阀8连接至蒸发器5的制冷剂入口,蒸发器5的制冷剂出口连接至压缩机6,压缩机6的出口连接至冷凝器7的制冷剂入口。

[0018] 锅炉烟气经过脱硝和除尘后,进入到水冷器1,通过间接换热或接触式喷淋降温等方式将烟气降温至接近室温,同时排出烟气冷凝水。经水冷降温之后的饱和湿烟气进入到低温正戊烷洗涤塔2,被由上而下喷淋的低温正戊烷液体洗涤冷却至二氧化碳凝华温度,从而将烟气中的 $H_2O$ 、 $SO_2$ 和 $CO_2$ 以固态的形式从烟气中分离出来。由于 $H_2O$ 、 $SO_2$ 和 $CO_2$ 均不溶于戊烷液体,冷凝出来后与戊烷液体形成固液混合浆液,从洗涤塔2塔底流出,经过低温循环泵3,进入到固液分离器4,分离出固态 $H_2O$ 、 $SO_2$ 和 $CO_2$ 。戊烷洗涤液在蒸发器5中被制冷剂冷却至设定温度后,进入洗涤塔2塔顶,循环使用。经脱硫脱碳后的低温净烟气进入到冷凝器7,与压缩机出口高温制冷剂换热回收冷量后排入烟囱。由于烟气会带走少量戊烷,因此需要定期从固液分离器4中补充戊烷,维持物流平衡。由固液分离器4分离出来的固态 $H_2O$ 、 $SO_2$ 和 $CO_2$ 是一种浓稠浆状混合物,由稠浆泵9输入精馏分离塔10。精馏分离塔10底部设置再沸器,通过加热将 $CO_2$ 从塔顶分离出来,作为 $CO_2$ 副产品或者用于封存, $SO_2$ 和 $H_2O$ 从塔底排出,用于后续制硫酸利用。

[0019] 为清楚说明本实用新型,下面结合实施例及附图,对本实用新型进行进一步详细说明。本领域技术人员了解,下述内容不是对本实用新型保护范围的限制,任何在本实用新

型基础上做出的改进和变化,都在本实用新型的保护范围之内。

[0020] 实施例

[0021] 如附图1所示,锅炉烟气经过脱硝、除尘和脱硫等工序后,进入到水冷器1,通过水冷降温至30℃,同时排出烟气冷凝水。经水冷降温之后的饱和湿烟气进入到低温戊烷洗涤塔2,被由上而下喷淋的低温戊烷液体洗涤冷却至-117℃,烟气中90%的二氧化碳以及99.99%以上的水分以固态干冰和固态冰的形式从烟气中分离出来,与戊烷液体形成固液混合浆液,从洗涤塔2塔底流出,经过循环泵3,进入到固液分离器4,分离出固态干冰和固态冰。戊烷洗涤液在蒸发器5中被四氟化碳制冷剂冷却至-120℃,进入洗涤塔2塔顶,喷淋冷却烟气。经脱碳后的低温净烟气进入到冷凝器7,与压缩机出口高温制冷剂换热回收冷量后排入烟囱。

[0022] 对比例

[0023] 锅炉烟气经过脱硝、除尘和脱硫等工序后,进入到水冷器,通过水冷降温至30℃,同时排出烟气冷凝水。经水冷降温之后的饱和湿烟气进入到分子筛干燥塔,分子筛塔采用两塔模式,按照设定程序分别进行干燥、再生、冷却等工序,烟气中的水分在分子筛塔加热再生过程中被吹扫出来。经过分子筛塔干燥后的干烟气进入到冷量回收器,与低温净烟气进行换热,被预冷至零度以下温区。由于烟气中水分被分子筛脱除,因此不会再冷量回收器中形成冰堵现象。经过冷量回收器预冷的烟气进入到低温洗涤冷却塔,被低温洗涤液喷淋冷却至-117℃,烟气中90%的二氧化碳以固态干冰形式从烟气中分离出来,与低温洗涤液形成固液混合浆液,从洗涤塔塔底流出,经过低温循环泵,进入到固液分离器,分离出固态干冰。低温洗涤液在蒸发器中被四氟化碳制冷剂冷却至-120℃,进入洗涤塔塔顶,喷淋冷却烟气。经脱碳后的低温净烟气经过冷量回收器加热后排入烟囱。

[0024] 实施例和对比例相比,省却了分子筛干燥塔和冷量回收器两个设备,零下温区冷却没有结冰堵塞风险,低温净烟气的冷量通过制冷系统冷凝器进行回收,降低冷却水用量,因此本实用新型所述工艺更具有应用潜力。

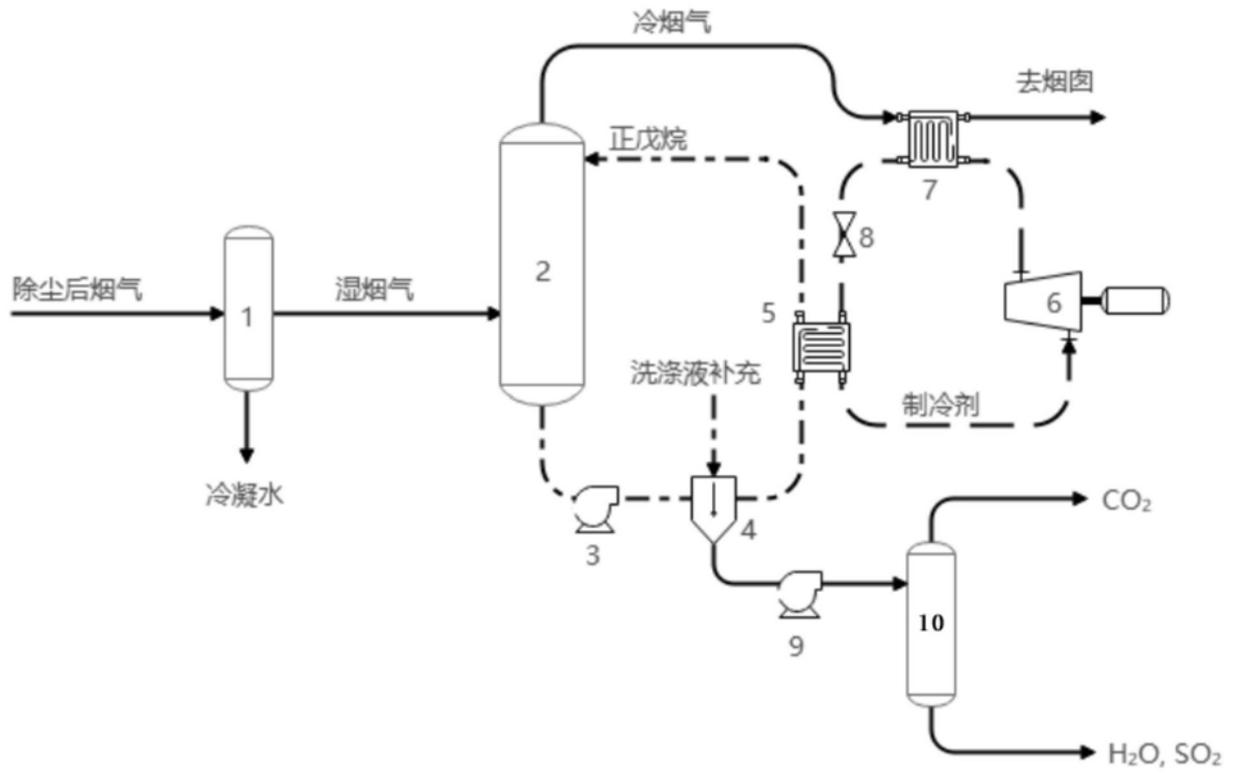


图1