



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 109432935 B

(45) 授权公告日 2021.04.27

(21) 申请号 201811297953.3

B01D 53/14 (2006.01)

(22) 申请日 2018.11.01

B01D 47/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

F25B 30/04 (2006.01)

申请公布号 CN 109432935 A

F23J 15/06 (2006.01)

(43) 申请公布日 2019.03.08

(56) 对比文件

(73) 专利权人 中石化炼化工程(集团)股份有限公司

CN 108644796 A, 2018.10.12

DE 3127835 A1, 1983.02.03

CN 104180381 A, 2014.12.03

地址 100000 北京市朝阳区惠新东街甲6号

CN 108397930 A, 2018.08.14

CN 105605647 A, 2016.05.25

(72) 发明人 李玖重 孙志钦 高晓红 高跃成 郜建松 周天宇 张婧帆

FR 2921717 A1, 2009.04.03

CN 206771805 U, 2017.12.19

(74) 专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理事务所(普通合伙) 11371

CN 107008119 A, 2017.08.04

CN 108079762 A, 2018.05.29

代理人 杨彦鸿

CN 103528044 A, 2014.01.22

CN 206531318 U, 2017.09.29

(51) Int. Cl.

审查员 田佳阳

B01D 53/00 (2006.01)

B01D 53/18 (2006.01)

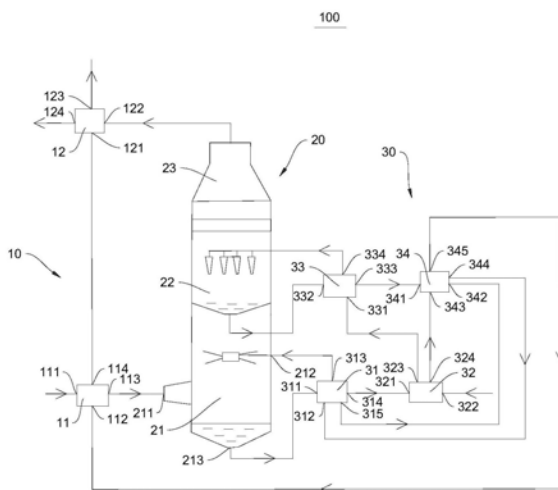
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统

(57) 摘要

本发明提供了一种深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统,属于烟气脱硫应用技术领域。该系统包括烟气换热系统、脱硫系统以及热泵循环系统。烟气换热系统包括第一换热器和第二换热器。脱硫系统包括脱硫塔,脱硫塔包括连通的冷却吸收段、出口段以及洗涤除雾段。热泵循环系统包括发生器、冷凝器、蒸发器和吸收器。该系统无需额外高温热源,利用热泵技术冷却脱硫塔循环液,降低净化烟气含湿量,并利用循环浆液热量和高温入口烟气热量,提高净化烟气排出温度,大幅提高净化烟气的不饱和度,进而达到深度消除白烟的目的,并利用水蒸气冷凝进一步减少烟气中的细小颗粒物含量。



1. 一种深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统,其特征在于,所述系统包括烟气换热系统、脱硫系统以及热泵循环系统;

所述烟气换热系统包括第一换热器和第二换热器;

所述脱硫系统包括脱硫塔,所述脱硫塔包括位于底部的冷却吸收段、位于顶部的出口段以及位于所述冷却吸收段以及所述出口段之间的洗涤除雾段,所述冷却吸收段、所述洗涤除雾段以及所述出口段连通;

所述热泵循环系统包括发生器、冷凝器、蒸发器和吸收器;

高温烟气用于通入所述第一换热器,所述第一换热器分别与所述第二换热器及所述冷却吸收段单向连通,所述第二换热器用于输出净化烟气;

所述冷却吸收段与所述发生器循环连通,所述洗涤除雾段与所述蒸发器循环连通,所述出口段与所述第二换热器单向连通;

所述发生器与所述吸收器循环连通并与所述冷凝器单向连通,所述冷凝器还分别与所述蒸发器及吸收器单向连通且空气用于通入所述冷凝器;所述蒸发器还与所述吸收器单向连通;所述吸收器还与所述第一换热器单向连通;

所述第一换热器设有第一入口、第二入口、第一出口和第二出口,所述第一入口用于通入高温烟气,所述第二入口用于通入由所述吸收器输出的空气,所述第一出口用于将经所述第一换热器降温后的所述高温烟气输入至所述冷却吸收段,所述第二出口用于将所述第一换热器内吸收所述高温烟气的温度后的所述空气输入至所述第二换热器;

所述第二换热器设有第三入口、第四入口、第三出口以及第四出口,所述第三入口用于与所述第二出口连通,所述第四入口用于输入所述出口段排出的净化烟气,所述第三出口用于输出所述第二换热器内产生的换热空气,所述第四出口用于输出经所述第二换热器升温后的高温非饱和干烟气;

所述冷却吸收段设有第五入口、第六入口以及第五出口,所述第五入口用于与所述第一出口连通,所述第五出口用于将所述冷却吸收段的循环液输入至所述发生器,第六入口用于将所述发生器内温度降低后的所述循环液循环输回至所述冷却吸收段进行喷淋;

所述发生器设有第七入口、第八入口、第六出口、第七出口和第八出口,所述第七入口用于与所述第五出口连通,所述第六出口用于与所述第六入口连通,所述第七出口用于将所述发生器内富溶液蒸发的溶剂输入至所述冷凝器,所述第八出口用于将所述发生器内溶剂蒸发后的溶液输入至所述吸收器,所述第八入口用于将所述吸收器内吸收溶剂蒸汽升温后的富溶液循环输回至所述发生器;

所述冷凝器设有第九入口、第十入口、第九出口和第十出口,所述第九入口用于与所述第七出口连通,所述第十入口用于通入常温空气,所述第九出口用于将所述冷凝器内由溶剂蒸汽液化形成的溶剂溶液输入至所述蒸发器,所述第十出口用于将经所述冷凝器升温的所述常温空气输入至所述吸收器;

所述蒸发器设有第十一入口、第十二入口、第十一出口与第十二出口,所述第十一入口用于与所述第九出口连通,所述第十二入口用于输入所述洗涤除雾段的循环液,所述第十二出口用于将所述蒸发器内降温后的所述循环液循环输回至所述洗涤除雾段,所述第十一入口用于与所述第九出口连通,所述第十一出口用于将所述蒸发器内形成的溶剂蒸汽输入至所述吸收器;

所述吸收器设有第十三入口、第十四入口、第十五入口、第十三出口以及第十四出口，所述第十三入口用于与所述第十一出口连通，所述第十四入口用于与所述第八出口连通，所述第十五入口用于与所述第十出口连通，所述第十三出口用于与所述第八入口连通，所述第十四出口用于与所述第二入口连通。

2. 根据权利要求1所述的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统，其特征在于，所述循环液为氨水或溴化锂溶液。

3. 根据权利要求2所述的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统，其特征在于，所述循环液为溴化锂溶液。

4. 根据权利要求1所述的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统，其特征在于，所述第一换热器和所述第二换热器均选自管式换热器、板式换热器或热管式换热器。

5. 根据权利要求4所述的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统，其特征在于，所述第一换热器和所述第二换热器为板式换热器。

一种深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统

技术领域

[0001] 本发明属于烟气脱硫应用技术领域,且特别涉及一种深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统。

背景技术

[0002] 锅炉、焚烧炉、催化裂化装置等燃烧产生的烟气需要经过脱硫后才能排入空气,脱硫一般采用湿法脱硫,脱硫后的烟气温度降低,烟气中的水蒸气处于过饱和状态,这样的烟气排入空气中,遇冷会产生大量的细小水滴形成白烟,既浪费了大量的热能和水资源,又会造成强烈的视觉污染。并且,水蒸气冷凝的小液珠与烟气中残余的 NO_x 、 SO_3 、气溶胶以及细小粉尘等颗粒物结合易形成雾霾,严重影响周边环境能见度及居民的身心健康。

[0003] 近年来,为了解决上述问题,一般采用冷凝、再热、混兑及相结合的方式。但上述技术需要考虑低温冷源、高温热源的问题,并且烟气升高温度有限,消除白烟的能力有待提高。

发明内容

[0004] 本发明的目的包括提供一种深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统,该系统无需额外高温热源,利用热泵技术冷却脱硫塔循环液,降低净化烟气含湿量,并利用循环浆液热量和高温入口烟气热量,提高净化烟气排出温度,大幅提高净化烟气的不饱和度,进而达到深度消除白烟的目的,并利用水蒸气冷凝进一步减少烟气中的细小颗粒物含量。

[0005] 本发明解决其技术问题是采用以下技术方案来实现的:

[0006] 本发明实施例提出了一种深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统,其包括烟气换热系统、脱硫系统以及热泵循环系统。

[0007] 烟气换热系统包括第一换热器和第二换热器。

[0008] 脱硫系统包括脱硫塔,脱硫塔包括位于底部的冷却吸收段、位于顶部的出口段以及位于冷却吸收段以及出口段之间的洗涤除雾段,冷却吸收段、洗涤除雾段以及出口段连通。

[0009] 热泵循环系统包括发生器、冷凝器、蒸发器和吸收器。

[0010] 高温烟气用于通入第一换热器,第一换热器分别与第二换热器及冷却吸收段单向连通,第二换热器用于输出净化烟气。

[0011] 冷却吸收段与发生器循环连通,洗涤除雾段与蒸发器循环连通,出口段与第二换热器单向连通。

[0012] 发生器与吸收器循环连通并与冷凝器单向连通,冷凝器还分别与蒸发器及吸收器单向连通且空气用于通入冷凝器;蒸发器还与吸收器单向连通;吸收器还与第一换热器单向连通。

[0013] 进一步地,第一换热器设有第一入口、第二入口、第一出口和第二出口,第一入口用于通入高温烟气,第二入口用于通入由吸收器输出的空气,第一出口用于将经第一换热

器降温后的高温烟气输入至冷却吸收段,第二出口用于将第一换热器内吸收高温烟气的温度后的空气输入至第二换热器。

[0014] 进一步地,第二换热器设有第三入口、第四入口、第三出口以及第四出口,第三入口用于与第二出口连通,第四入口用于输入出口段排出的净化烟气,第三出口用于输出第二换热器内产生的换热空气,第四出口用于输出经第二换热器升温后的高温非饱和干烟气。

[0015] 进一步地,冷却吸收段设有第五入口、第六入口以及第五出口,第五入口用于与第一出口连通,第五出口用于将冷却吸收段的循环液输入至发生器,第六入口用于将发生器内温度降低后的循环液循环输回至冷却吸收段进行喷淋。

[0016] 进一步地,循环液包括氨水或溴化锂溶液;优选为溴化锂溶液。

[0017] 进一步地,发生器设有第七入口、第八入口、第六出口、第七出口和第八出口,第七入口用于与第五出口连通,第六出口用于与第六入口连通,第七出口用于将发生器内富溶液蒸发的溶剂输入至冷凝器,第八出口用于将发生器内溶剂蒸发后的溶液输入至吸收器,第八入口用于将吸收器内吸收溶剂蒸汽升温后的富溶液循环输回至发生器。

[0018] 进一步地,冷凝器设有第九入口、第十入口、第九出口和第十出口,第九入口用于与第七出口连通,第十入口用于通入常温空气,第九出口用于将冷凝器内由溶剂蒸汽液化形成的溶剂溶液输入至蒸发器,第十出口用于将经冷凝器升温的常温空气输入至吸收器。

[0019] 进一步地,蒸发器设有第十一入口、第十二入口、第十一出口与第十二出口,第十一入口用于与第九出口连通,第十二入口用于输入洗涤除雾段的循环液,第十二出口用于将于蒸发器内降温后的循环液循环输回至洗涤除雾段,第十一入口用于与第九出口连通,第十一出口用于将蒸发器内形成的溶剂蒸汽输入至吸收器。

[0020] 进一步地,吸收器设有第十三入口、第十四入口、第十五入口、第十三出口以及第十四出口,第十三入口用于与第十一出口连通,第十四入口用于与第八出口连通,第十五入口用于与第十出口连通,第十三出口用于与第八入口连通,第十四出口用于与第二入口连通。

[0021] 进一步地,第一换热器和第二换热器均选自管式换热器、板式换热器或热管式换热器;优选为板式换热器。

[0022] 本发明实施例中深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统的有益效果包括:

[0023] 本发明实施例提供的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统无需额外高温热源,利用热泵技术冷却脱硫塔循环液,降低净化烟气含湿量,并利用循环浆液热量和高温入口烟气热量,提高净化烟气排出温度,大幅提高净化烟气的不饱和度,进而达到深度消除白烟的目的,并利用水蒸气冷凝进一步减少烟气中的细小颗粒物含量。

附图说明

[0024] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本发明的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0025] 图1为本申请实施例提供的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统的结构示意图;

[0026] 图2为本申请实施例提供的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统中烟气换热系统的结构示意图;

[0027] 图3为本申请实施例提供的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统中脱硫系统的结构示意图;

[0028] 图4为本申请实施例提供的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统中热泵循环系统的结构示意图。

[0029] 图标:100-深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统;10-烟气换热系统;11-第一换热器;111-第一入口;112-第二入口;113-第一出口;114-第二出口;12-第二换热器;121-第三入口;122-第四入口;123-第三出口;124-第四出口;20-脱硫系统;21-冷却吸收段;211-第五入口;212-第六入口;213-第五出口;22-洗涤除雾段;23-出口段;30-热泵循环系统;31-发生器;311-第七入口;312-第八入口;313-第六出口;314-第七出口;315-第八出口;32-冷凝器;321-第九入口;322-第十入口;323-第九出口;324-第十出口;33-蒸发器;331-第十一入口;332-第十二入口;333-第十一出口;334-第十二出口;34-吸收器;341-第十三入口;342-第十四入口;343-第十五入口;344-第十三出口;345-第十四出口。

具体实施方式

[0030] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0031] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0032] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“上”、“下”、“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,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,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发明的限制。此外,术语“第一”、“第二”等仅用于区分描述,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0033] 此外,术语“垂直”等术语并不表示要求部件绝对垂直,而是可以稍微倾斜。如“垂直”仅仅是指其方向相对“水平”而言更加垂直,并不是表示该结构一定要完全垂直,而是可以稍微倾斜。

[0034] 在本发明的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“安装”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。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发明中的具体含义。

[0035] 以下结合实施例进行具体说明。

[0036] 实施例

[0037] 请一并参照图1,本实施例涉及的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统100包括烟气换热系统10、脱硫系统20以及热泵循环系统30。

[0038] 其中,烟气换热系统10包括第一换热器11和第二换热器12。作为可选地,第一换热器11和第二换热器12均可选自管式换热器、板式换热器或热管式换热器。优选地,第一换热器11和第二换热器12均为板式换热器。

[0039] 脱硫系统20包括脱硫塔,脱硫塔包括位于底部的冷却吸收段21、位于顶部的出口段23以及位于冷却吸收段21以及出口段23之间的洗涤除雾段22,冷却吸收段21、洗涤除雾段22以及出口段23之间相互连通。

[0040] 热泵循环系统30包括发生器31、冷凝器32、蒸发器33和吸收器34。

[0041] 高温烟气用于通入第一换热器11,第一换热器11分别与第二换热器12及冷却吸收段21单向连通,第二换热器12用于输出净化烟气。

[0042] 冷却吸收段21与发生器31循环连通,洗涤除雾段22与蒸发器33循环连通,出口段23与第二换热器12单向连通。

[0043] 发生器31与吸收器34循环连通并与冷凝器32单向连通,冷凝器32还分别与蒸发器33及吸收器34单向连通且空气用于通入冷凝器32;蒸发器33还与吸收器34单向连通;吸收器34还与第一换热器11单向连通。

[0044] 值得说明的是,本实施例中的“单向”是指仅由前者部件向后者部件的方向输送或流通,而不能反向由后者向前者方向输送或流通。例如“出口段23与第二换热器12单向连通”指待输送的物体仅能由出口段23向第二换热器12的方向输送或流通,而不能由第二换热器12向出口段23输送或流通。“循环连通”是指由前者向后者方向输送或流通,然后再由后者向前者方向输送或流通。例如“洗涤除雾段22与蒸发器33循环连通”指待输送的物体一方面由洗涤除雾段22向蒸发器33输送或流通,另一方面又由蒸发器33向洗涤除雾段22输送或流通。

[0045] 具体地,请一并参照图1与图2,第一换热器11设有第一入口111、第二入口112、第一出口113和第二出口114。第一入口111用于通入高温烟气(本实施例的高温烟气的温度为170℃,除此以外,本申请的高温烟气主要用于指温度超过150℃的烟气)。第二入口112用于通入由吸收器34输出的空气。第一出口113用于将经第一换热器11降温后的高温烟气输入至冷却吸收段21。第二出口114用于将于第一换热器11内吸收高温烟气的温度后的空气输入至第二换热器12。

[0046] 第二换热器12设有第三入口121、第四入口122、第三出口123以及第四出口124,第三入口121用于与第二出口114连通,第四入口122用于输入出口段23排出的净化烟气,第三出口123用于输出第二换热器12内产生的换热空气,第四出口124用于输出经第二换热器12升温后的高温非饱和干烟气。

[0047] 请一并参照图1与图3,冷却吸收段21设有第五入口211、第六入口212以及第五出口213,第五入口211用于与第一出口113连通,第五出口213用于将冷却吸收段21的循环液输入至发生器31,第六入口212用于将发生器31内温度降低后的循环液循环输回至冷却吸收段21进行喷淋。

[0048] 作为可选地,上述循环液例如可以包括氨水或溴化锂溶液;优选为溴化锂溶液。

[0049] 请一并参照图1与图4,发生器31设有第七入口311、第八入口312、第六出口313、第

七出口314和第八出口315,第七入口311用于与第五出口213连通,第六出口313用于与第六入口212连通,第七出口314用于将发生器31内富溶液蒸发的溶剂输入至冷凝器32,第八出口315用于将发生器31内溶剂蒸发后的溶液输入至吸收器34,第八入口312用于将吸收器34内吸收溶剂蒸汽升温后的富溶液循环输回至发生器31。

[0050] 冷凝器32设有第九入口321、第十入口322、第九出口323和第十出口324,第九入口321用于与第七出口314连通,第十入口322用于通入常温空气,第九出口323用于将冷凝器32内由溶剂蒸汽液化形成的溶剂溶液输入至蒸发器33,第十出口324用于将经冷凝器32升温的常温空气输入至吸收器34。

[0051] 蒸发器33设有第十一入口331、第十二入口332、第十一出口333与第十二出口334,第十一入口331用于与第九出口323连通,第十二入口332用于输入洗涤除雾段22的循环液,第十二出口334用于将于蒸发器33内降温后的循环液循环输回至洗涤除雾段22,第十一入口331用于与第九出口323连通,第十一出口333用于将蒸发器33内形成的溶剂蒸汽输入至吸收器34。

[0052] 吸收器34设有第十三入口341、第十四入口342、第十五入口343、第十三出口344以及第十四出口345,第十三入口341用于与第十一出口333连通,第十四入口342用于与第八出口315连通,第十五入口343用于与第十出口324连通,第十三出口344用于与第八入口312连通,第十四出口345用于与第二入口112连通。

[0053] 本实施例提供的系统的工作原理如下:

[0054] 170℃的高温烟气经第一入口111进入第一换热器11,加热第一换热器11内的空气后其温度降低至120℃,然后经第一出口113和第五入口211进入冷却吸收段21。

[0055] 冷却吸收段21的60℃的循环液经第五出口213以及第七入口311进入发生器31,加热热泵循环液(如溴化锂浓溶液),循环液温度降低至50℃后经第六出口313和第六入口212返回冷却吸收段21进行喷淋,此步骤能够在降低入脱硫塔烟气温度(将120℃的烟气降低至55℃)的同时,吸收烟气中的硫化物,并捕获烟气中的部分颗粒物。

[0056] 冷却脱硫后的55℃饱和烟气在脱硫塔内上行进入洗涤除雾段22,洗涤除雾段22的53℃的循环液经第十二入口332进入蒸发器33放出热量,温度降低至45℃后经第十二出口334返回洗涤除雾段22进行喷淋,使上行烟气温度进一步降低至48℃,冷凝析出饱和烟气中的水蒸气,进一步降低脱硫塔烟气的含水量(使净化烟气的含水量从180g/kg降低至90g/kg);同时,通过水蒸气冷凝提高烟气中细小颗粒物的脱除效率(提高60%)。

[0057] 出洗涤除雾段22的净化烟气从出口段23引出,经第四入口122进入第二换热器12,温度升高至130℃后变为高温非饱和干烟气由第四出口124直接排出。

[0058] 发生器31中的富溶液吸收循环液热量后,55℃的溶剂蒸发经第七出口314和第九入口321进入冷凝器32,溶剂蒸发后的溶液经第八出口315和第十四入口342进入吸收器34。55℃的溶剂蒸气进入冷凝器32后被空气冷却,溶剂蒸气放出热量液化为溶剂溶液后经第九出口323和第十一入口331进入蒸发器33。20℃的溶剂溶液进入蒸发器33后被洗涤除雾段22的53℃的循环液加热蒸发,变为40℃的溶剂蒸气经第十一出口333和第十三入口341进入吸收器34。溶剂蒸气进入吸收器34被从发生器31来的50℃的溶液吸收并放出热量,溶液吸收溶剂蒸气变为85℃的高温富溶液并加热空气,温度降低至50℃后,经第十三出口344和第八入口312返回发生器31进行循环。

[0059] 常温空气经第十入口322进入冷凝器32吸收溶剂蒸气冷凝放出的热量,温度升高至50℃后经第十出口324和第十五入口343进入吸收器34,吸收溶液吸收溶剂蒸气放出的热量,温度进一步升高至80℃后经第十四出口345和第二入口112进入第一换热器11,吸收170℃的高温烟气的热量,温度进一步升高至150℃后经第二出口114和第三入口121进入第二换热器12,把净化烟气温度大幅升高至130℃后经第三出口123直接排出。

[0060] 承上,本实施例提供的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统100能够:

[0061] 1、大幅提高净化烟气的不饱和度,能够深度消除脱硫烟气的白烟。净化烟气利用循环浆液热量和高温入口烟气热量,温度可升高至120℃以上。加之通过热泵系统冷却,使净化烟气出口温度降低10-15℃,烟气含水量减少70-105g/kg烟气,烟气中含湿量减少40%以上,净化烟气的饱和度大幅增加,白烟现象可以有效消除。

[0062] 2、提高脱硫效率,降低烟气中硫化物含量并进一步减少烟气夹带的固体颗粒。热泵循环技术降低冷却吸收段21循环浆液温度,使循环浆液温度降低10-15℃,浆液温度越低,二氧化硫在浆液中的溶解度越大,进而提高了循环浆液的脱硫效率,进一步降低了烟气中的硫化物含量。同时,温度降低减少了烟气的含湿量,能够进一步减少烟气夹带的固体颗粒。

[0063] 3、减少脱硫塔循环浆液喷淋量,缩小脱硫塔体积。进入脱硫塔的烟气温度由170℃降低至120℃以下,入塔烟气体积减少了10%以上,循环浆液的体积流量相应可减少10%以上,脱硫塔体积可同步减小。

[0064] 4、实现烟气的洁净排放。洗涤除雾段22循环液温度降低,进一步降低了上行饱和烟气的温度,使水汽在烟气的超细颗粒物上进行凝结凝聚,进而达到脱除的目的,使烟气中的 NO_x 、 SO_3 、气溶胶及细小粉尘等污染物含量进一步降低,实现了烟气脱硫的洁净排放。

[0065] 5、回收烟气的冷凝水,减少脱硫系统20补水量。循环液冷却降温,净化烟气温度降低10-15℃,脱硫过程蒸发水量减少,可节约水量为70-105g/kg烟气。

[0066] 综上,本发明实施例提供的深度消除湿法脱硫烟气白烟的系统100系统无需额外高温热源,利用热泵技术冷却脱硫塔循环液,降低净化烟气含湿量,并利用循环浆液热量和高温入口烟气热量,提高净化烟气排出温度,大幅提高净化烟气的饱和度,进而达到深度消除白烟的目的,并利用水蒸气冷凝进一步减少烟气中的细小颗粒物含量。

[0067] 以上仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

100

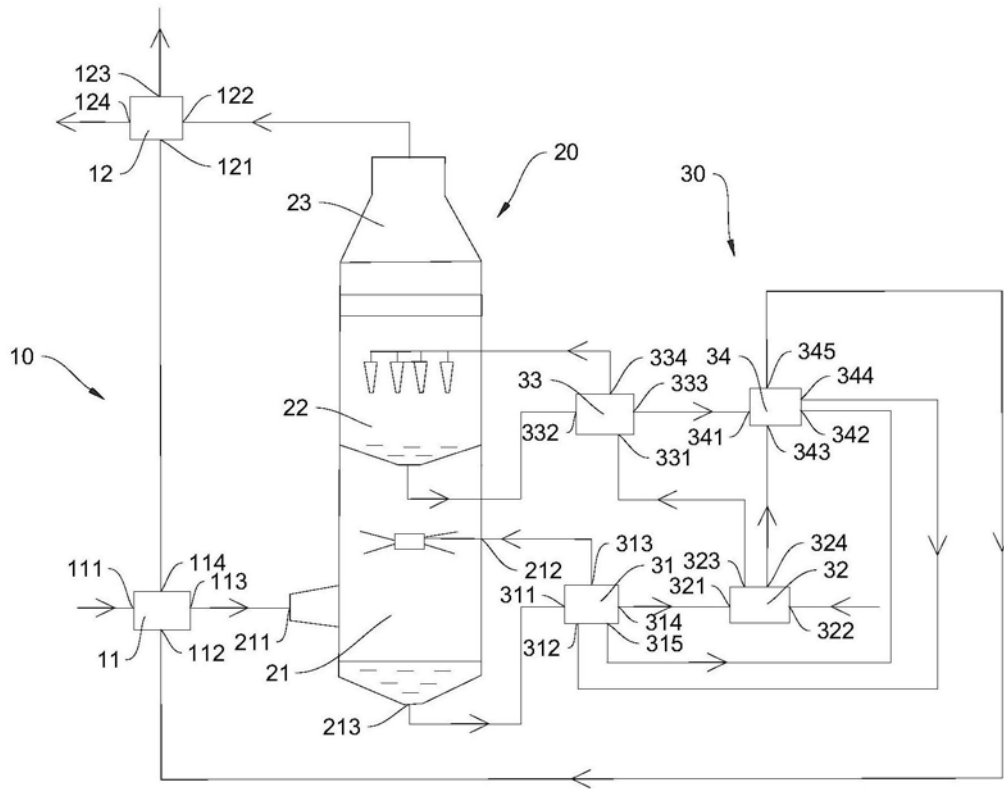


图1

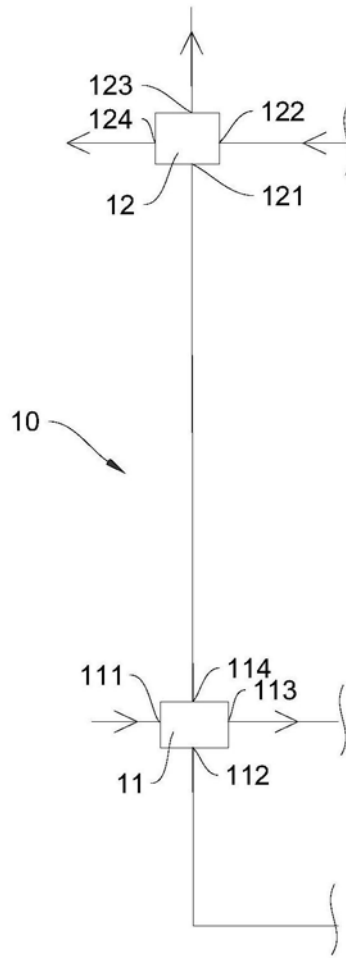


图2

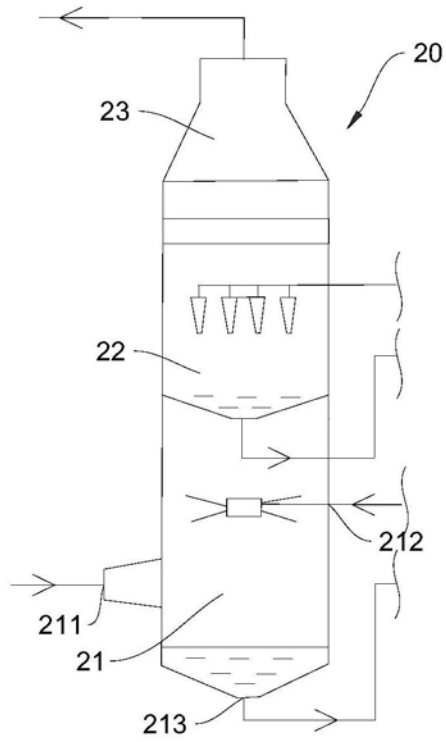


图3

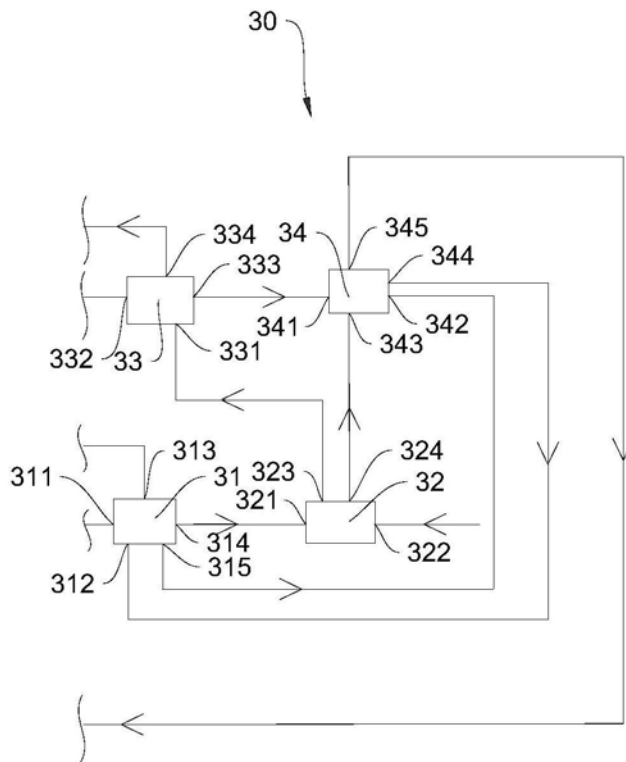


图4