



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110314527 A

(43)申请公布日 2019.10.11

(21)申请号 201910715749.7

(22)申请日 2019.08.05

(71)申请人 中石化炼化工程(集团)股份有限公司

地址 100000 北京市朝阳区胜古家园8号楼
1至5层101

(72)发明人 周天宇 李国智 孙志钦 李玖重
高晓红 郜建松 张婧帆

(74)专利代理机构 北京超凡宏宇专利代理事务
所(特殊普通合伙) 11463

代理人 王焕

(51)Int.Cl.

B01D 53/80(2006.01)

B01D 53/50(2006.01)

B01D 53/00(2006.01)

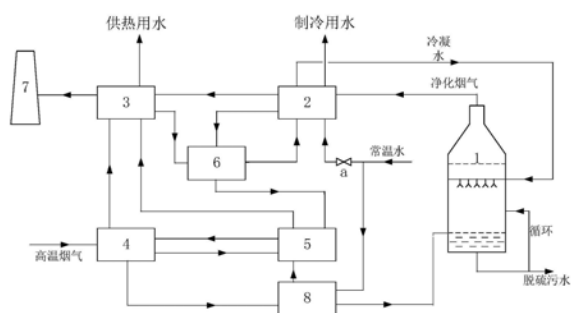
权利要求书2页 说明书7页 附图2页

(54)发明名称

一种高温烟气湿法脱硫的装置和方法

(57)摘要

本发明提供了一种高温烟气湿法脱硫的装置和方法,利用冷凝水冷却脱硫塔循环液,并利用热泵技术降低烟气温度,可以冷凝出烟气中90%以上的水蒸气,大幅提高烟气不饱和度,消除白烟现象,水蒸气冷凝凝聚时可将净化烟气中80%以上的污染物脱除,实现烟气的洁净排放,并且通过利用热泵回收烟气中的余热,制备大于60℃的供热用水。同时,进入脱硫塔的烟气温度下降,可以减小所使用的脱硫塔的体积。



1. 一种高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 包括脱硫塔、水-烟气换热器、发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、热泵换热器和烟气排放装置;

所述发生器包括烟气入口、烟气出口、水蒸气出口、制冷剂出口和制冷剂入口;

所述发生器的烟气出口与所述水-烟气换热器的烟气入口相连接, 所述发生器的水蒸气出口与所述冷凝器的水蒸气入口相连接, 所述发生器的制冷剂出口和制冷剂入口分别与所述吸收器的制冷剂入口和制冷剂出口相连接;

所述发生器内设置有制冷剂, 所述制冷剂循环于所述发生器和所述吸收器之间;

所述水-烟气换热器的进水口与常温水管相连接;

所述水-烟气换热器的出水口与所述吸收器的进水口相连接;

所述水-烟气换热器的烟气出口与所述脱硫塔相连接;

所述吸收器的出水口与所述冷凝器的进水口相连接, 所述吸收器的进水口与所述热泵换热器的出水口相连接;

所述脱硫塔的烟气出口与所述蒸发器的烟气入口相连接;

所述蒸发器的烟气出口与所述冷凝器的烟气入口相连接;

所述蒸发器的水蒸气出口和水蒸气入口分别与所述热泵换热器的水蒸气入口和水蒸气出口相连接;

所述冷凝器的烟气出口与所述烟气排放装置相连接;

所述冷凝器设置有供热用水出水口。

2. 根据权利要求1所述的高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 所述蒸发器还设置有入水口, 所述入水口与所述常温水管相连接, 所述入水口与所述常温水之间, 设置有阀门;

优选的, 所述蒸发器设置有制冷用水出水口。

3. 根据权利要求1所述的高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 所述烟气排放装置内设置有引风机, 优选的, 所述烟气排放装置为烟囱。

4. 根据权利要求1所述的高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 所述蒸发器的冷凝水出口与所述脱硫塔的进水口相连接;

优选的, 所述脱硫塔设置有污水出口。

5. 根据权利要求1所述的高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 所述制冷剂包括氨水、溴化锂、硝酸锂溶液中的一种, 优选为溴化锂。

6. 根据权利要求1所述的高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 所述热泵换热器和所述水-烟气换热器选自管壳式、热管式和板式换热器中的一种, 优选的为管壳式换热器。

7. 根据权利要求1所述的高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 所述热泵换热器的材质选自304L不锈钢和316L不锈钢中的一种或者两种的组合, 优选为304L不锈钢。

8. 根据权利要求1所述的高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 所述水-烟气换热器选自四氟塑料、石墨、搪瓷、碳化硅和陶瓷中的一种或者几种的组合, 优选为搪瓷材料。

9. 一种高温烟气湿法脱硫的方法, 适用于权利要求1-8任一项所述高温烟气湿法脱硫的装置, 其特征在于, 包括以下步骤:

(a) 待处理烟气进入发生器并放出热量, 降低温度后进入水-烟气换热器与常温水进行换热, 温度进一步降低后, 进行湿法脱硫处理, 处理后的净化烟气进入蒸发器, 降温至20℃以下, 将水蒸气冷凝, 然后烟气再进入冷凝器吸收热量升高至70℃以上, 排出烟气;

(b) 步骤(a)中,所述待处理烟气进入发生器并放出热量后,被所述发生器中的制冷剂溶液吸收,产生的水蒸气进入所述冷凝器放热,热量被所述蒸发器排出的降温至20℃以下烟气和冷却水带走;

(c) 所述冷凝器的出水口排出的水进入热泵换热器后,与所述蒸发器排出的水蒸气换热,换热后,降温后的水蒸气经节流降压继续进入蒸发器,吸收所述脱硫处理后的净化烟气的热量,降温后的水进入吸收器,被自发生器的制冷剂溶液吸收,放出热量的制冷剂溶液返回发生器继续循环,放出的热量被来自水-烟气换热器的水带走;

(d) 所述常温水进入所述水-烟气换热器,吸收热量后进入所述吸收器,再吸收热量后进入冷凝器,吸热后得到供热用水;优选的,所述供热用水的温度大于60℃;

优选的,打开阀门,所述常温水进入所述蒸发器,与所述脱硫处理后的净化烟气进行热量交换,得到温度小于10℃的制冷用水;

优选的,所述常温水的温度为25-30℃。

10. 根据权利要求9所述的高温烟气湿法脱硫的方法,其特征在于,所述待处理烟气的温度大于160℃,优选的,所述待处理烟气的温度为160-190℃。

一种高温烟气湿法脱硫的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及烟气脱硫技术领域,具体而言,涉及一种高温烟气湿法脱硫的装置和方法。

背景技术

[0002] 在电力和石化行业,锅炉、催化裂化装置等燃烧产生的烟气一般经过湿法脱硫工艺的处理才能排入空气,脱硫后的烟气温度降低,含湿量高,烟气中的水蒸气处于饱和状态,还携带微量的细颗粒物,排入大气中后,遇冷会产生大量的细小水滴形成白烟,进而与细颗粒物结合形成雾霾,对环境和人的身心健康带来危害。

[0003] 目前对湿法脱硫后烟气的处理主要是采用冷凝、再热的方法。冷凝是通过冷却烟气降低烟气的含湿量同时降低细颗粒污染物的浓度;再热是通过加热烟气,提高烟气的饱和度,进入烟囱排入大气后可减弱白烟现象。

[0004] 现有的技术都只是在一定程度上解决脱硫烟气的白烟问题,处理后的净化烟气依旧含有一定量的水蒸气,在阴雨天气或者环境温度较低时,处理后的净化烟气仍会出现白烟现象。并且冷凝法和再热法都没有充分利用烟气中的余热,冷凝法存在会产生废水等二次污染物排放问题,再热法存在能耗大,需要额外的辅助热能的缺点。

[0005] 有鉴于此,特提出本发明。

发明内容

[0006] 本发明的第一目的在于提供一种高温烟气湿法脱硫的装置,以完全或部分解决上述问题,所述的装置,利用冷凝水冷却脱硫塔循环液,并利用热泵技术降低烟气温度,可以冷凝出烟气中90%以上的水蒸气,大幅提高烟气饱和度,消除白烟现象,水蒸气冷凝凝聚时可将净化烟气中80%以上的污染物脱除,实现烟气的洁净排放,并且通过利用热泵回收烟气中的余热,制备大于60℃的供热用水。同时,进入脱硫塔的烟气温度下降,可以减小所使用的脱硫塔的体积。

[0007] 本发明的第二目的在于提供一种高温烟气湿法脱硫的方法,该方法采用脱硫前降温、脱硫后烟气冷却的方式,将净化烟气温度降低至20℃以下,冷凝出净化烟气中90%以上的水蒸气,大幅提高烟气饱和度,消除白烟现象,水蒸气冷凝凝聚时可将净化烟气中80%以上的污染物脱除,实现烟气的洁净排放。

[0008] 为了实现本发明的上述目的,特采用以下技术方案:

[0009] 一种高温烟气湿法脱硫的装置,包括脱硫塔、水-烟气换热器、发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、热泵换热器和烟气排放装置;

[0010] 所述发生器包括烟气入口、烟气出口、水蒸气出口、制冷剂出口和制冷剂入口;

[0011] 所述发生器的烟气出口与所述水-烟气换热器的烟气入口相连接,所述发生器的水蒸气出口与所述冷凝器的水蒸气入口相连接,所述发生器的制冷剂出口和制冷剂入口分别与所述吸收器的制冷剂入口和制冷剂出口相连接;

- [0012] 所述发生器内设置有制冷剂,所述制冷剂循环于所述发生器和所述吸收器之间;
- [0013] 所述水-烟气换热器的进水口与常温水管相连接;
- [0014] 所述水-烟气换热器的出水口与所述吸收器的进水口相连接;
- [0015] 所述水-烟气换热器的烟气出口与所述脱硫塔相连接;
- [0016] 所述吸收器的出水口与所述冷凝器的进水口相连接,所述吸收器的进水口与所述热泵换热器的出水口相连接;
- [0017] 所述脱硫塔的烟气出口与所述蒸发器的烟气入口相连接;
- [0018] 所述蒸发器的烟气出口与所述冷凝器的烟气入口相连接;
- [0019] 所述蒸发器的水蒸气出口和水蒸气入口分别与所述热泵换热器的水蒸气入口和水蒸气出口相连接;
- [0020] 所述冷凝器的烟气出口与所述烟气排放装置相连接;
- [0021] 所述冷凝器设置有供热用水出水口。
- [0022] 优选的,所述蒸发器还设置有入水口,所述入水口与所述常温水管相连接,所述入水口与所述常温水之间,设置有阀门。
- [0023] 优选的,所述蒸发器设置有制冷用水出水口。
- [0024] 优选的,所述烟气排放装置内设置有引风机,更优选的,所述烟气排放装置为烟囱。
- [0025] 优选的,所述蒸发器的冷凝水出口与所述脱硫塔的进水口相连接。
- [0026] 优选的,所述脱硫塔设置有污水出口。
- [0027] 优选的,所述制冷剂包括氨水、溴化锂、硝酸锂溶液中的一种,所述制冷剂循环于所述发生器和吸收器之间,更优选为溴化锂。
- [0028] 优选的,所述热泵换热器和所述水-烟气换热器选自管壳式、热管式和板式换热器中的一种,更优选的为管壳式换热器。
- [0029] 优选的,所述热泵换热器的材质选自304L不锈钢和316L不锈钢中的一种或者两种的组合,更优选为304L不锈钢。
- [0030] 优选的,所述水-烟气换热器选自四氟塑料、石墨、搪瓷、碳化硅和陶瓷中的一种或者几种的组合,更优选为搪瓷材料。
- [0031] 一种高温烟气湿法脱硫的方法,适用于所述高温烟气湿法脱硫的装置,包括以下步骤:
- [0032] (a) 待处理烟气进入发生器并放出热量,降低温度后进入水-烟气换热器与常温水进行换热,温度进一步降低后,进行湿法脱硫处理,处理后的净化烟气进入蒸发器,降温至20℃以下,将水蒸气冷凝,然后烟气再进入冷凝器吸收热量升高至70℃以上,排出烟气;
- [0033] (b) 步骤(a)中,所述待处理烟气进入发生器并放出热量后,被所述发生器中的制冷剂溶液吸收,产生的水蒸气进入所述冷凝器放热,热量被所述蒸发器排出的降温至20℃以下烟气和冷却水带走;
- [0034] (c) 所述冷凝器的出水口排出的水进入热泵换热器后,与所述蒸发器排出的水蒸气换热,换热后,降温后的水蒸气经节流降压继续进入蒸发器,吸收所述脱硫处理后的净化烟气的热量,降温后的水进入吸收器,被自发生器的制冷剂溶液吸收,放出热量的制冷剂溶液返回发生器继续循环,放出的热量被来自水-烟气换热器的水带走;

[0035] (d) 所述常温水进入所述水-烟气换热器,吸收热量后进入所述吸收器,再吸收热量后进入冷凝器,吸热后得到供热用水;优选的,所述供热用水的温度大于60℃。

[0036] 优选的,打开阀门,所述常温水进入所述蒸发器,与所述脱硫处理后的净化烟气进行热量交换,得到温度小于10℃的制冷用水。

[0037] 优选的,所述常温水的温度为25-30℃。

[0038] 优选的,所述待处理烟气的温度大于160℃,更优选的,所述待处理烟气的温度为160-190℃。

[0039] 与现有技术相比,本发明的有益效果为:

[0040] (1) 本发明所提供的高温烟气湿法脱硫的装置,可以完全消除烟气的白烟现象,用来自蒸发器的冷凝水冷却脱硫塔循环液,并利用热泵技术降低烟气温度,将净化烟气温度降低至20℃以下,净化烟气中90%以上的水蒸气被冷凝出来,然后再把净化烟气温度升高至70℃以上,完全消除了脱硫烟气的白烟现象。即使在阴雨天气或者环境温度较低时净化烟气排向大气,依旧不会有白烟现象产生。

[0041] (2) 本发明所提供的装置,进入脱硫塔的烟气温度下降后,减少脱硫塔循环浆液喷淋量,缩小脱硫塔体积。如本申请实施例所提供的,进入脱硫塔的烟气温度由170℃降低至70℃以下,入塔高温烟气体积减少了20%以上,脱硫塔循环浆液体积流量可相应减少20%以上,脱硫塔体积可同步缩小。

[0042] (3) 本发明所提供的装置实现了烟气的超洁净排放,净化烟气经过水-烟气换热器、蒸发器放出热量后,烟气中90%以上的水蒸气被冷凝出来,依靠水蒸气的冷凝凝聚作用,净化烟气中含有的NO_x、SO₃、气溶胶以及细小粉尘等污染物,80%以上污染物随着水蒸气冷凝被脱除,实现了净化烟气的超洁净排放。

[0043] (4) 本发明所提供的装置,在蒸发器内回收烟气中的水蒸气,冷凝水进入脱硫塔,减少脱硫系统补水量。净化烟气温度降低至20℃以下,净化烟气中90%以上的水蒸气被冷凝出来,节约水量至少为145g/kg烟气。

[0044] (5) 本发明所提供的装置,冬季产生中温热水,可直接用于供暖和生活用水。25-30℃的常温水经换热器和冷凝器换热后,温度升高至60℃以上,直接用于供暖和生活用水。

[0045] (6) 本发明所提供的装置,夏季产生制冷用水,常温水经过蒸发器后温度降低至10℃以下,可直接用于制冷。

附图说明

[0046] 为了更清楚地说明本发明具体实施方式或现有技术中的技术方案,下面将对具体实施方式或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍,显而易见地,下面描述中的附图是本发明的一些实施方式,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的附图。

[0047] 图1是本发明高温烟气湿法脱硫的装置的连接示意图;

[0048] 图2是本发明实施例1所提供的高温烟气湿法脱硫的方法工艺流程示意图;

[0049] 图3是本发明实施例2所提供的高温烟气湿法脱硫的方法工艺流程示意图。

[0050] 附图标记:

[0051] 1-脱硫塔;2-蒸发器;3-冷凝器;4-发生器;5-吸收器;6-热泵换热器;7-烟气排放

装置;8-水-烟气换热器。

具体实施方式

[0052] 下面将结合附图和具体实施方式对本发明的技术方案进行清楚、完整地描述,但是本领域技术人员将会理解,下列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,仅用于说明本发明,而不应视为限制本发明的范围。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做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。实施例中未注明具体条件者,按照常规条件或制造商建议的条件进行。所用试剂或仪器未注明生产厂商者,均为可以通过市售购买获得的常规产品。

[0053] 在本发明的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“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”、“第三”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0054] 在本发明的描述中,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”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。

[0055] 本发明所提供的一种高温烟气湿法脱硫的装置,包括脱硫塔、水-烟气换热器、发生器、冷凝器、蒸发器、吸收器、热泵换热器和烟气排放装置;所述高温烟气湿法脱硫的装置可以如图1所示的方式连接。

[0056] 所述发生器包括烟气入口、烟气出口、水蒸气出口、制冷剂出口和制冷剂入口;

[0057] 所述发生器的烟气出口与所述水-烟气换热器的烟气入口相连接,所述发生器的水蒸气出口与所述冷凝器的水蒸气入口相连接,所述发生器的制冷剂出口和制冷剂入口分别与所述吸收器的制冷剂入口和制冷剂出口相连接;

[0058] 所述发生器内设置有制冷剂,所述制冷剂循环于所述发生器和所述吸收器之间;

[0059] 所述水-烟气换热器的进水口与常温水管相连接;

[0060] 所述水-烟气换热器的出水口与所述吸收器的进水口相连接;

[0061] 所述水-烟气换热器的烟气出口与所述脱硫塔相连接;

[0062] 所述吸收器的出水口与所述冷凝器的进水口相连接,所述吸收器的进水口与所述热泵换热器的出水口相连接;

[0063] 所述脱硫塔的烟气出口与所述蒸发器的烟气入口相连接;

[0064] 所述蒸发器的烟气出口与所述冷凝器的烟气入口相连接;

[0065] 所述蒸发器的水蒸气出口和水蒸气入口分别与所述热泵换热器的水蒸气入口和水蒸气出口相连接;

[0066] 所述冷凝器的烟气出口与所述烟气排放装置相连接;

[0067] 所述冷凝器设置有供热用水出水口。

[0068] 本发明所提供的高温烟气湿法脱硫的装置,可以完全消除烟气的白烟现象,用来

自蒸发器的冷凝水冷却脱硫塔循环液,并利用热泵技术降低烟气温度,将净化烟气温度降低至20℃以下,净化烟气中90%以上的水蒸气被冷凝出来,然后再把净化烟气温度升高至70℃以上,完全消除了脱硫烟气的白烟现象。同时,依靠水蒸气的冷凝凝聚作用,净化烟气中含有的 NO_x 、 SO_3 、气溶胶以及细小粉尘等污染物,80%以上污染物随着水蒸气冷凝被脱除,实现了净化烟气的超洁净排放。即使在阴雨天气或者环境温度较低时净化烟气排向大气,依旧不会有白烟现象产生。并且,进入脱硫塔的烟气温度下降后,减少脱硫塔循环浆液喷淋量,缩小脱硫塔体积。利用烟气中的回收热量,可得到温度60℃以上的热水,直接用于供暖和生活用水。

[0069] 在本发明一些优选的实施例中,所述蒸发器还设置有入水口,所述入水口与所述常温水管相连接,所述入水口与所述常温水之间,设置有阀门。

[0070] 在本发明一些优选的实施例中,所述蒸发器设置有制冷用水出水口。

[0071] 常温水阀门a打开,1/3~1/2常温水经过阀门a进入蒸发器后,温度降低至6℃可作为夏季制冷用水,1/2~2/3常温水进入水-烟气换热器;常温水阀门a关闭,常温水全部进入水-烟气换热器和热泵系统,制取热水供热。从脱硫塔出来的饱和净化烟气进入蒸发器,温度降低至20℃以下,进入冷凝器吸收热量温度升高至70℃以上后进入烟囱排出。

[0072] 在本发明一些优选的实施例中,所述烟气排放装置内设置有引风机,由于烟气通过换热装置后压力下降,可在烟气沿程适当位置增加引风机提高烟气压力,更优选的,所述烟气排放装置为烟囱。

[0073] 在本发明一些优选的实施例中,所述蒸发器的冷凝水出口与所述脱硫塔的进水口相连接。

[0074] 净化烟气在蒸发器中冷却产生的冷凝水进入脱硫塔用作脱硫塔的喷淋液,进而减少脱硫过程的补水量。净化烟气温度降低至20℃以下,净化烟气中90%以上的水蒸气被冷凝出来,节约水量至少为145g/kg烟气。

[0075] 在本发明一些优选的实施例中,所述脱硫塔设置有污水出口。

[0076] 在本发明一些优选的实施例中,所述制冷剂包括氨水、溴化锂、硝酸锂溶液中的一种,所述制冷剂循环于所述发生器和吸收器之间,更优选为溴化锂。

[0077] 在本发明一些优选的实施例中,所述热泵换热器和所述水-烟气换热器选自管壳式、热管式和板式换热器中的一种,更优选的为管壳式换热器。

[0078] 在本发明一些优选的实施例中,热泵换热器为了避免换热器反生腐蚀,所述热泵换热器的材质选自304L不锈钢和316L不锈钢中的一种或者两种的组合,更优选为304L不锈钢。

[0079] 在本发明一些优选的实施例中,水-烟气换热器为避免烟气低温露点腐蚀,所述水-烟气换热器选自四氟塑料、石墨、搪瓷、碳化硅和陶瓷中的一种或者几种的组合,更优选为搪瓷材料。

[0080] 本发明所提供的一种高温烟气湿法脱硫的方法,适用于所述高温烟气湿法脱硫的装置,包括以下步骤:

[0081] (a) 待处理烟气进入发生器并放出热量,降低温度后进入水-烟气换热器与常温水进行换热,温度进一步降低后,进行湿法脱硫处理,处理后的净化烟气进入蒸发器,降温至20℃以下,将水蒸气冷凝,然后烟气再进入冷凝器吸收热量升高至70℃以上,排出烟气;

[0082] (b) 步骤(a)中,所述待处理烟气进入发生器并放出热量后,被所述发生器中的制冷剂溶液吸收,产生的水蒸气进入所述冷凝器放热,热量被所述蒸发器排出的降温至20℃以下烟气和冷却水带走;

[0083] (c) 所述冷凝器的出水口排出的水进入热泵换热器后,与所述蒸发器排出的水蒸气换热,换热后,降温后的水蒸气经节流降压继续进入蒸发器,吸收所述脱硫处理后的净化烟气的热量,降温后的水进入吸收器,被自发生器的制冷剂溶液吸收,放出热量的制冷剂溶液返回发生器继续循环,放出的热量被来自水-烟气换热器的水带走;

[0084] (d) 所述常温水进入所述水-烟气换热器,吸收热量后进入所述吸收器,再吸收热量后进入冷凝器,吸热后得到供热用水;优选的,所述供热用水的温度大于60℃。

[0085] 本发明所提供的方法,高温烟气进入发生器放出热量,温度降低后进入水-烟气换热器将热量传递给水,温度降低后进入脱硫塔进行降温脱硫。

[0086] 发生器中的制冷剂的稀溶液吸收高温烟气的热量,产生的制冷剂蒸气进入冷凝器,蒸发后的浓溶液进入吸收器。

[0087] 制冷剂蒸气进入冷凝器,冷凝放热后液化,热量被净化烟气和冷却水带走。

[0088] 制冷剂溶液进入热泵换热器与蒸发器产生的制冷剂蒸气换热,然后经节流降压,温度降低后进入蒸发器吸收净化烟气热量(夏季时吸收净化烟气和常温水热量)蒸发。净化烟气在蒸发器中发出热量温度降低至20℃以下,冷凝出烟气中90%以上的水蒸气。

[0089] 蒸发器产生的制冷剂蒸气进入热泵换热器换热升温后进入吸收器,被自发生器来的浓溶液吸收放出热量变为稀溶液返回发生器继续循环,吸收器放出的热量被冷却水带走。

[0090] 常温水进入水-烟气换热器,吸收烟气热量后进入吸收器,吸收吸收器放出的热量,温度进一步升高后进入冷凝器,吸收冷凝器中溶剂蒸气液化放出的部分热量,温度升高至60℃以上用于冬季供暖和生活用水。

[0091] 在本发明一些优选的实施例中,打开阀门,所述常温水进入所述蒸发器,与所述脱硫处理后的净化烟气进行热量交换,得到温度小于10℃的制冷用水。

[0092] 在本发明一些优选的实施例中,所述常温水温度为25-30℃。

[0093] 在本发明一些优选的实施例中,所述待处理烟气的温度大于160℃,更优选的,所述待处理烟气的温度为160-190℃。

[0094] 实施例1:冬季供热

[0095] 如图2所示,200000kg/h的170℃高温烟气进入发生器4放出热量,温度降低至100℃后进入水-烟气换热器8,与30℃水进行换热,温度降低至60℃后进入脱硫塔1进行降温脱硫。

[0096] 60℃烟气进入脱硫塔1被循环浆液洗涤脱除硫化物、颗粒物等物质,温度降低至48℃从脱硫塔1顶部排出。

[0097] 从脱硫塔1出来的饱和净化烟气进入蒸发器2放出热量,温度降低至13℃,进入冷凝器3吸收热量温度升高至75℃后进入烟气排放装置7排出。

[0098] 发生器4中的溴化锂溶液吸收170℃高温烟气的热量,产生的90℃水蒸气进入冷凝器3,85℃溴化锂浓溶液进入吸收器5。90℃水蒸气进入冷凝器3后冷凝放热,热量被13℃净化烟气和55℃冷却水带走。80℃液态水进入热泵换热器6与蒸发器2产生的2℃水蒸气换热,

温度降低后经节流降压,温度降低至1℃后进入蒸发器2吸收48℃净化烟气热量蒸发,48℃净化烟气在蒸发器2中发出热量温度降低至13℃,冷凝出烟气中94%的水蒸气。蒸发器2产生的2℃水蒸气进入热泵换热器6换热,温度升高至75℃后进入吸收器5,被自发生器4来的85℃溴化锂浓溶液吸收放出热量变为溴化锂稀溶液返回发生器4继续循环,吸收器5放出的热量被35℃冷却水带走。

[0099] 冬季供热时,常温水阀门a关闭,常温水全部进入水-烟气换热器和热泵系统。30℃常温水进入水-烟气换热器8,与100℃烟气换热,温度升高至35℃进入吸收器5,吸收吸收器5放出的热量,温度进一步升高至55℃后进入冷凝器3,吸收冷凝器3中水蒸气液化放出的部分热量,温度升高至68℃用于冬季供暖和生活用水。

[0100] 净化烟气在蒸发器2中冷却产生的13℃冷凝水进入脱硫塔1用作脱硫塔的喷淋液,进而减少脱硫过程的补水量,整个过程可减少脱硫塔补水29.9t/h。

[0101] 实施例2夏季制冷,同时获得冷水和热水

[0102] 如图3所示,200000kg/h的170℃高温烟气进入发生器4放出热量,温度降低至120℃后进入水-烟气换热器8,与30℃水进行换热,温度降低至70℃后进入脱硫塔1进行降温脱硫。

[0103] 70℃烟气进入脱硫塔1被循环浆液洗涤脱除硫化物、颗粒物等物质,温度降低至50℃从脱硫塔1顶部排出。

[0104] 发生器4中的溴化锂溶液吸收170℃高温烟气的热量,产生的90℃水蒸气进入冷凝器3,85℃溴化锂浓溶液进入吸收器5。90℃水蒸气进入冷凝器3后冷凝放热,热量被20℃净化烟气和55℃冷却水带走。80℃液态水进入热泵换热器6与蒸发器2产生的2℃水蒸气换热,温度降低后经节流降压,温度降低至1℃后进入蒸发器2吸收吸收50℃净化烟气和30℃常温水热量蒸发,50℃净化烟气在蒸发器2中发出热量温度降低至20℃,冷凝出烟气中90%的水蒸气。蒸发器2产生的2℃水蒸气进入热泵换热器6换热,温度升高至75℃后进入吸收器5,被自发生器4来的85℃溴化锂浓溶液吸收放出热量变为溴化锂稀溶液返回发生器4继续循环,吸收器5放出的热量被35℃冷却水带走。

[0105] 夏季时,常温水阀门a打开。1/3常温水经过阀门a进入蒸发器2后,温度降低至6℃可作为夏季制冷用水,2/3常温水进入水-烟气换热器和热泵系统。2/3的30℃常温水进入水-烟气换热器8,与120℃烟气换热,温度升高至35℃进入吸收器5,吸收吸收器5放出的热量,温度进一步升高至55℃后进入冷凝器3,吸收冷凝器3中水蒸气液化放出的部分热量,温度升高至68℃用于冬季供暖和生活用水。

[0106] 净化烟气在蒸发器2中冷却产生的20℃冷凝水进入脱硫塔1用作脱硫塔的喷淋液,进而减少脱硫过程的补水量,整个过程可减少脱硫塔补水28.1t/h。

[0107] 尽管已用具体实施例来说明和描述了本发明,然而应意识到,以上各实施例仅用以说明本发明的技术方案,而非对其限制;本领域的普通技术人员应当理解:在不背离本发明的精神和范围的情况下,可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分或者全部技术特征进行等同替换;而这些修改或者替换,并不使相应技术方案的本质脱离本发明各实施例技术方案的范围;因此,这意味着在所附权利要求中包括属于本发明范围内的所有这些替换和修改。

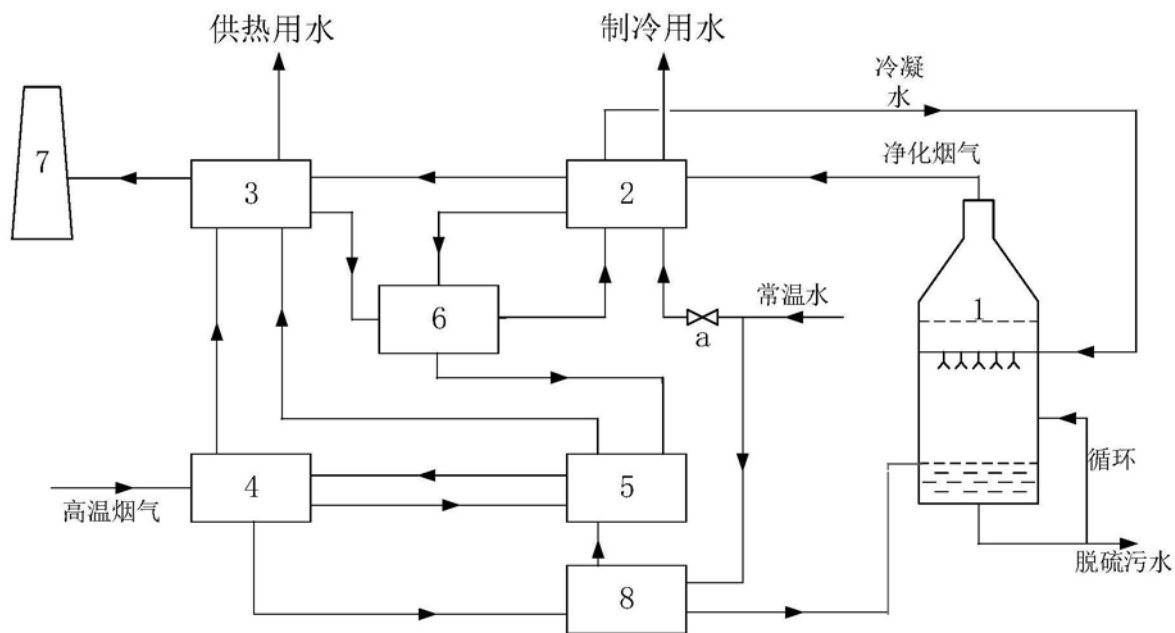


图1

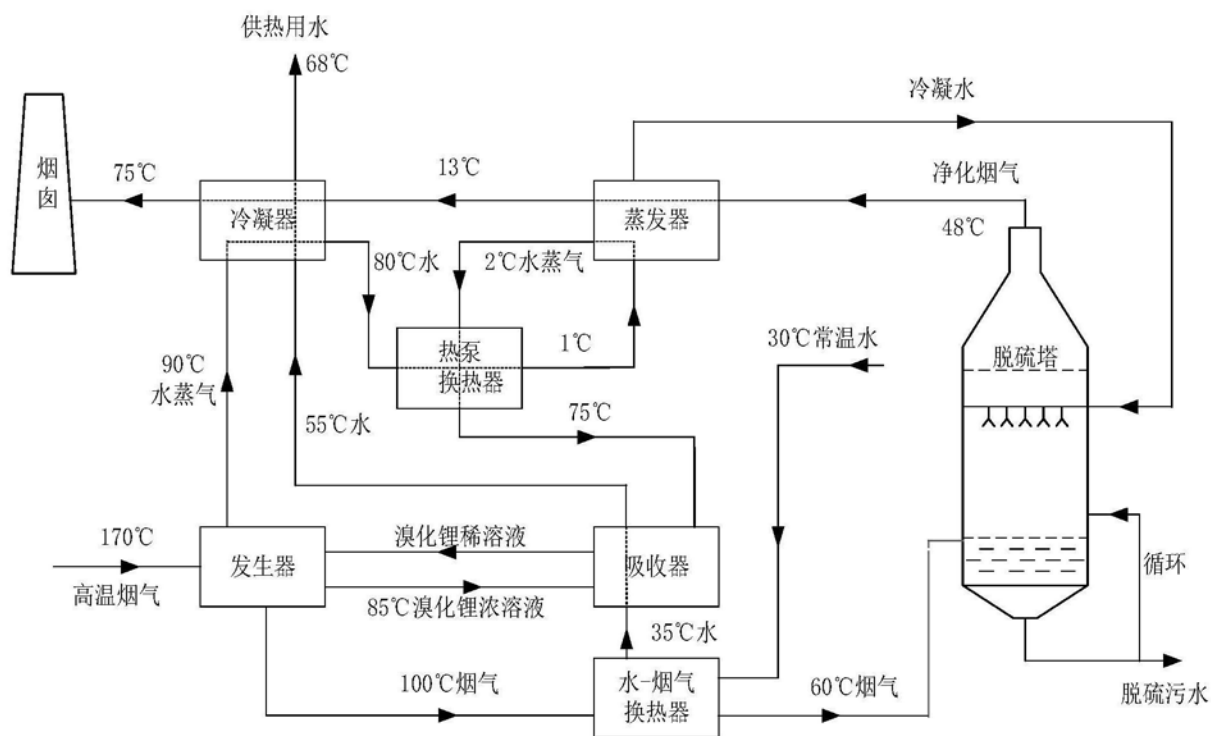


图2

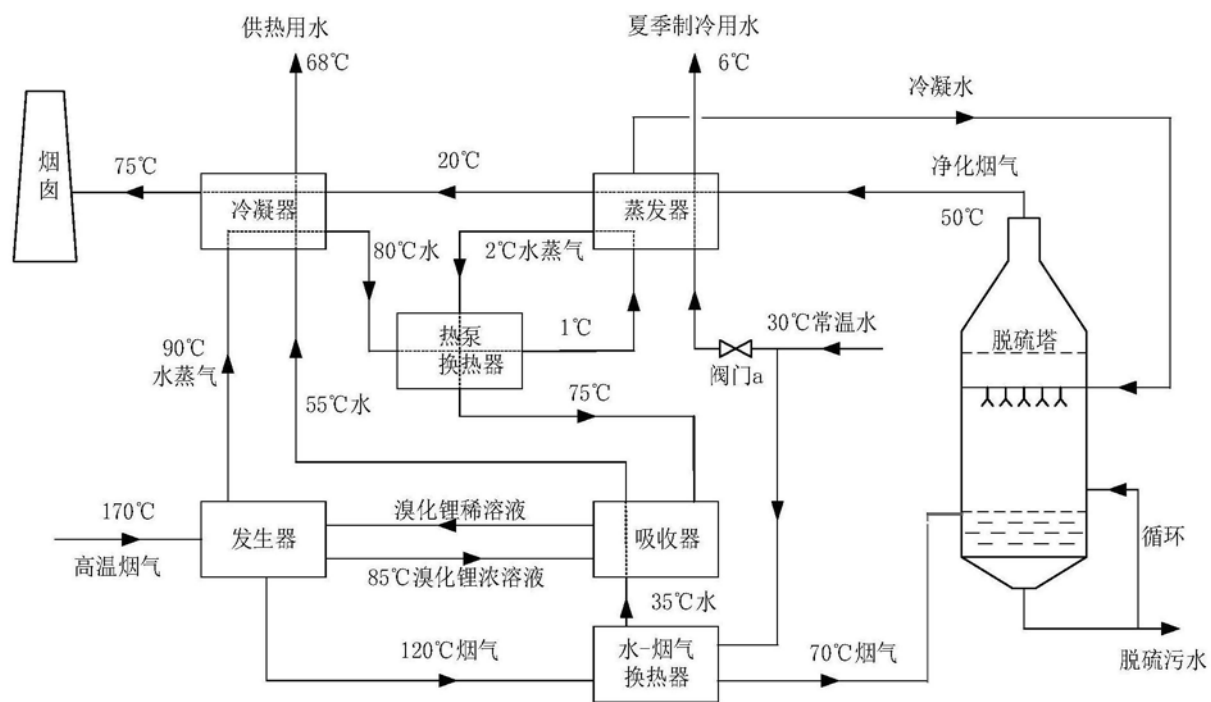


图3