



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108654221 B

(45) 授权公告日 2023. 12. 22

(21) 申请号 201810466322.3

B01D 5/00 (2006.01)

(22) 申请日 2018.05.16

B01D 53/00 (2006.01)

B01D 53/26 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108654221 A

(43) 申请公布日 2018.10.16

(73) 专利权人 程伟良

地址 102206 北京市昌平区回龙观北农路2号华北电力大学主楼F409A

专利权人 张永洲

(56) 对比文件

CN 208511904 U, 2019.02.19

CN 201724237 U, 2011.01.26

CN 106474860 A, 2017.03.08

CN 107875800 A, 2018.04.06

CN 107737493 A, 2018.02.27

KR 101553550 B1, 2015.09.16

GB 1469829 A, 1977.04.06

(72) 发明人 程伟良 张永洲

审查员 梁晨

(74) 专利代理机构 郑州大通专利商标代理有限公司 41111

专利代理师 许艳敏

(51) Int. Cl.

B01D 45/16 (2006.01)

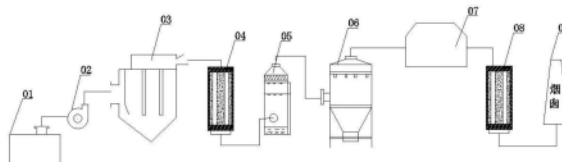
权利要求书3页 说明书10页 附图7页

(54) 发明名称

一种烟气脱水系统及其脱水方法

(57) 摘要

本发明公开了一种烟气脱水系统及其脱水方法,该系统包括烟气产出装置、引风机、第一换热器、脱硫塔、除尘器、烟气脱水器、第二换热器和烟囱;各部分通过气体输送管道相连通,工业烟气通过气体输送管道依次通过烟气脱水系统中的各部分进行脱水除尘处理。本发明在机械脱水与冷凝脱水结合处理烟气时,通过抽风机可以控制导烟管内管中旋出烟气的量,使得冷烟气与热烟气在冷凝板处进行最优混合,烟气冷凝更高效、除水更彻底;通过本发明系统及工艺处理之后的烟气中,饱和水含量降低在8%以下,即使在冬季也不会出现“烟囱雨”和“白色烟羽”现象,达到了高效的“脱白”效果。



1. 一种烟气脱水器,其特征在于,该烟气脱水器包括脱水器前段和脱水器后段,所述的脱水器前段与脱水器后段相连通;所述的脱水器前段包括烟气通道,前段壳体、设置在前段壳体内部前端的支撑板以及设置在前段壳体内部的导烟管,所述导烟管前端与支撑板固定连接,导烟管后端与脱水器后段固定连接;所述导烟管包括集烟壳体、导烟管内管和导烟管外管,所述集烟壳体为中空渐缩管,集烟壳体的烟气进口端直径大于烟气出口端直径,所述集烟壳体的烟气出口端端部与导烟管内管的烟气进口端端部固定连接,所述集烟壳体的烟气进口端端部与导烟管外管的前端端部固定连接,所述集烟壳体、导烟管内管管壁及导烟管外管管壁形成第一腔体,所述导烟管内管内部固定设有旋流板;所述烟气通道的后端与集烟壳体的烟气进口端相连通,所述前段壳体上设有抽气口母口,所述导烟管内管管壁上设有多个烟气通孔,所述的导烟管外管管壁上设有多个抽气口;

所述脱水器后段包括气体扩散腔体,所述气体扩散腔体上设有第二气体出口;所述气体扩散腔体内部中后端依次设有冷烟气管道、冷凝板,所述的冷烟气管道上设有多个气体喷头;

所述抽气口母口通过气体输送管道与抽风机相连通,所述抽风机通过气体输送管道与冷凝器相连通,所述冷凝器通过气体输送管道与冷烟气管道的进口相连通。

2. 根据权利要求1所述的烟气脱水器,其特征在于,所述第一腔体为第一冷凝室,所述第一冷凝室包括环绕导烟管内管管壁外设置的冷凝网层,还包括设置在导烟管内管管壁与冷凝网层之间的填料层以及冷凝网层与导烟管外管管壁之间形成的第二气体腔体;所述填料层的用料为中空金属颗粒、中空塑料颗粒、易吸水岩石颗粒或活性炭颗粒,所述冷凝网层为孔状冷凝网或格栅状冷凝网,其材质为金属、塑料pp或玻璃钢板;所述第二气体腔体对应的导烟管外管管壁上设有抽气口。

3. 根据权利要求1所述的烟气脱水器,其特征在于,所述导烟管内管中前端设有环形支撑板,环形支撑板设置在导烟管内管管壁与导烟管外管管壁形成的腔体内,所述环形支撑板的内径与导烟管内管的外径相一致,环形支撑板的外径与导烟管外管的内径相一致;所述环形支撑板将第一腔体分割为第三气体腔体和第二冷凝室,所述第二冷凝室包括环绕导烟管内管设置的冷凝网层,还包括设置在导烟管内管管壁与冷凝网层之间的填料层以及冷凝网层与导烟管外管管壁之间形成的第四气体腔体;所述的环形支撑板上设有通孔,通孔使第三气体腔体与第四气体腔体相连通,所述第三气体腔体与第四气体腔体对应的导烟管外管管壁上均设有抽气口;

其中,所述填料层的用料为中空金属颗粒、中空塑料颗粒、易吸水岩石颗粒或活性炭颗粒,所述冷凝网层为孔状冷凝网或格栅状冷凝网,其材质为金属、塑料pp或玻璃钢板。

4. 根据权利要求1所述的烟气脱水器,其特征在于,所述脱水器前段与脱水器后段为可拆卸连接;所述导烟管内管为圆形管、边数为4及以上的规则多边形管或边数为4及以上的不规则多边形管,所述导烟管外管为圆形管、边数为4及以上的规则多边形管或边数为4及以上的不规则多边形管;所述集烟壳体的烟气出口端端部与导烟管内管的烟气进口端端部相匹配固定连接,所述集烟壳体的烟气进口端端部与导烟管外管的前端端部相匹配固定连接;所述冷烟气管道上的气体喷头均朝向冷凝板,冷凝板底部安装有集水槽,所述集水槽与排水管相连通,所述的冷凝板为孔状冷凝网或格栅状冷凝网,其材质为金属、塑料pp或玻璃钢板。

5. 一种包含有权利要求1~4任一项所述烟气脱水器的烟气脱水系统,其特征在于,该系统包括烟气产出装置、引风机、第一除尘器、第一换热器、脱硫塔、第二除尘器、烟气脱水器、第二换热器和烟囱;所述烟气产出装置的烟气出口通过气体输送管道引风机相连通,所述引风机通过气体输送管道与第一除尘器的进口,所述第一除尘器的出口通过气体输送管道与第一换热器的的气体进口相连通,所述第一换热器的的气体出口通过气体输送管道与脱硫塔的气体进口相连通,所述脱硫塔的气体出口通过气体输送管道与第二除尘器的的气体进口相连通,所述第二除尘器的的气体出口通过气体输送管道与烟气脱水器的烟气通道相连通,所述烟气脱水器的第二气体出口通过气体输送管道第二换热器的的气体进口相连通,所述第二换热器的的气体出口通过气体输送管道与烟囱的气体进口相连通。

6. 根据权利要求5所述的烟气脱水系统,其特征在于,所述第一除尘器为干式电除尘器,所述第二除尘器为湿式电除尘器;所述第一换热器为冷却器,对烟气进行降温处理;所述第二换热器为加热器,对除水净化之后的烟气进行升温处理;所述第一换热器的循环水出口与第二换热器的循环水进口相连通。

7. 一种利用权利要求5所述烟气脱水系统对烟气进行脱水的方法,其特征在于,该方法包括:

将烟气产出装置产出的烟气由引风机、通过气体输送管道输送至第一除尘器中进行除尘处理,然后由气体输送管道输送至第一换热器中进行冷却降温处理;

将冷却降温之后的烟气通过气体输送管道输送脱硫塔中进行脱硫处理,脱硫之后的烟气通过气体输送管道输送至第二除尘器中进行除尘处理;

将经过第二除尘器除尘之后的烟气通过气体输送管道输送至烟气脱水器中进行脱水处理;

将脱水处理之后的烟气通过气体输送管道输送至第二换热器中进行加热升温,加热升温之后的烟气由气体输送管道输送至烟囱的气体进口,由烟囱排出。

8. 根据权利要求7所述对烟气进行脱水的方法,其特征在于,所述第一换热器的交换介质为水,烟气经过第一换热器冷却降温之后的温度为90~110℃;所述脱硫塔烟气出口的烟气温度为44~60℃;所述经过第二除尘器除尘之后的烟气温度为45~60℃;经过第二换热器加热之后的烟气温度为70~85℃,加热之后由烟囱排出。

9. 根据权利要求7所述对烟气进行脱水的方法,其特征在于,所述烟气通过脱水器进行脱水处理包括:

将除尘之后的烟气通过气体输送管道输送至脱水器前段烟气通道处、进入烟气通道中,然后由导烟管集烟壳体的烟气进口端进入到集烟壳体内,由集烟壳体压缩并进入到导烟管内管中,在导烟管内管中的旋流板处进行旋流转动,一部分烟气经过导烟管内管管壁上设置的烟气通孔旋出导烟管内管,进入到填料层中进行初步冷凝;未被旋出的烟气沿着导烟管内管向前流动进入到脱水器后段的气体扩散腔体中;

在脱水器中被旋流出分离之后的烟气,在抽风机的抽吸作用下,经过填料层进入到第二气体腔体或者第三气体腔体和第四气体腔体中,再由导烟管外管管壁上设置的抽气口排出进入到前段壳体内;前段壳体内的烟气经过前段壳体抽气口母口、气体输送管道、抽风机输送至冷凝器中进行冷凝;冷凝之后的烟气通过冷凝器出口、气体输送管道、冷烟气管道进口进入到冷烟气管道中,然后由冷烟气管道上设置的气体喷头喷向冷凝板;

同时未被旋出的烟气在达到气体扩散腔体后,体积迅速进行膨胀扩散增大,使得烟气内部得到自然冷凝、部分冷凝水析出;通过扩散得到自然冷凝,然后继续向前流动达到冷凝板处,与冷烟气管道内喷出的冷烟气混合搅动,使整个烟气得到冷凝,烟气中的饱和水及夹带水通过混合搅动、冷凝均被冷凝为液体聚集在冷凝板上,收集、排出;

将混合冷凝除水之后的烟气经过脱水器后段的第二气体出口排出,通过气体输送管道输送至第二换热器中,即完成脱水器的脱水过程。

10. 根据权利要求9所述对烟气进行脱水的方法,其特征在于,所述经过导烟管内管管壁上设置的烟气通孔旋出导烟管内管的一部分烟气占烟气总体积的20~60%,剩余烟气为未被旋出的烟气;经过冷凝器冷凝之后的烟气温度为30~45℃,所述脱水器第二气体出口排除的烟气温度42~48℃。

## 一种烟气脱水系统及其脱水方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于工业烟气处理技术领域,具体涉及一种烟气脱水系统及其脱水方法。

### 技术背景

[0002] 煤燃烧、石油、钢铁、电力、化工等领域涉及到的生产过程中产生的烟气含有较多的水蒸气、硫、尘等杂质,对空气、人体、环境均具有很大的危害。因此,在排放前均需要进行严格的处理。近年来,随着环保的严格要求,在粉尘、SO<sub>2</sub>等方面的排放中均可达到排放要求,在该处理过程中,其中湿法脱硫占到现有已有投产的脱硫装置的84%左右,湿法脱硫之后的烟气中含湿量达到13~15%、烟气温度降温到45~60℃,尤其是氨脱硫后的烟气含湿达到15~40%。脱硫后的烟气进入到环境中时,烟气中的水蒸气处于饱和状态,部分水蒸气凝结成雾,冷凝形成的水滴对光的折射和散射,使烟气显现出白色或黑黄色而出现“白色烟羽”现象,甚至在烟囱附近凝聚形成“烟囱雨”现象,对空气质量具有较大的影响,甚至形成雾而降低能见度,严重影响交通。

[0003] 所以,后期的除水蒸气(俗称“脱白”)就成了烟气处理中必须的处理过程。目前,常用的“脱白”操作为在烟气处理过程中增加换热器以对烟气中的水蒸气进行冷凝、脱除,然后对烟气进行加热扩散出烟囱,该方法在夏季、一定程度上能够避免“烟囱雨”和“白色烟羽”现象的产生,但是并不能脱除烟气中的饱和水蒸气,尤其是在冬季仍然不能避免“烟囱雨”和“白色烟羽”现象的产生,即不能彻底除去烟气中的饱和水蒸气。因此,该过程既造成了资源、人力物力的消耗,也没有达到相应的除水效果。

### 发明内容

[0004] 为了解决上述问题,本发明提供了一种烟气脱水系统及其脱水方法,该脱水系统降低了处理烟气过程中造成的能源消耗,而且达到了较好的除水及除尘效果,能够较好的避免每个季节中“烟囱雨”和“白色烟羽”的产生,即能够较为彻底的消除烟气中的饱和水蒸气及夹带的水蒸气。

[0005] 本发明是通过以下技术方案实现的

[0006] 一种烟气脱水器,该烟气脱水器包括脱水器前段和脱水器后段,所述的脱水器前段与脱水器后段相连通;所述的脱水器前段包括烟气通道,前段壳体、设置在前段壳体内部前端的支撑板以及设置在前段壳体内部的导烟管,所述导烟管前端与支撑板固定连接,导烟管后端与脱水器后段固定连接;所述导烟管包括集烟壳体、导烟管内管和导烟管外管,所述集烟壳体为中空渐缩管,集烟壳体的烟气进口端直径大于烟气出口端直径,所述集烟壳体的烟气出口端端部与导烟管内管的烟气进口端端部固定连接,所述集烟壳体的烟气进口端端部与导烟管外管的前端端部固定连接,所述集烟壳体、导烟管内管管壁及导烟管外管管壁形成第一腔体,所述导烟管内管内部中后端设有旋流板;所述烟气通道的后端与集烟壳体的烟气进口端相连通,所述前段壳体上设有抽气口母口,所述导烟管内管管壁上设有多个烟气通孔,所述的导烟管外管管壁上设有多个抽气口;

[0007] 所述脱水器后段包括气体扩散腔体,所述气体扩散腔体上设有第二气体出口;所述气体扩散腔体内部中后端依次设有冷烟气管道、冷凝板,所述的冷烟气管道上设有多个气体喷头;

[0008] 所述抽气口母口通过气体输送管道与抽风机相连通,所述抽风机通过气体输送管道与冷凝器相连通,所述冷凝器通过气体输送管道与冷烟气管道的进口相连通。

[0009] 所述的烟气脱水器,所述第一腔体为第一冷凝室,所述第一冷凝室包括环绕导烟管内管管壁外设置的冷凝网层,还包括设置在导烟管内管管壁与冷凝网层之间的填料层以及冷凝网层与导烟管外管管壁之间形成的第二气体腔体;所述的填料层用料为中空金属颗粒、中空塑料颗粒、易吸水岩石颗粒或活性炭颗粒,所述冷凝网层为孔状冷凝网或格栅状冷凝网,其材质为金属、塑料pp或玻璃钢板;所述第二气体腔体对应的导烟管外管管壁上设有抽气口。

[0010] 所述的烟气脱水器,所述导烟管内管中前端设有环形支撑板(环绕导烟管内管管壁,设置在导烟管内管与导烟管外管的腔体之间),所述环形支撑板的内径与导烟管内管的外径相一致,环形支撑板的外径与导烟管外管的内径相一致;所述环形支撑板将第一腔体分割为第三气体腔体和第二冷凝室;所述第二冷凝室包括环绕导烟管内管管壁外设置的冷凝网层,还包括设置在导烟管内管管壁与冷凝网层之间的填料层以及冷凝网层与导烟管外管管壁之间形成的第四气体腔体;所述环形支撑板上设有通孔(通孔的位置位于环形支撑板上靠近导烟管外管管壁的位置),通孔使第三气体腔体与第四气体腔体相连通,所述第三气体腔体与第四气体腔体对应的导烟管外管管壁上均设有抽气口;

[0011] 其中,所述填料层的用料为中空金属颗粒、中空塑料颗粒、易吸水岩石颗粒或活性炭颗粒,所述冷凝网层为孔状冷凝网或格栅状冷凝网,其材质为金属、塑料pp或玻璃钢板。

[0012] 所述的烟气脱水器,所述集烟壳体为中空截圆锥台壳体或中空截棱锥台壳体。

[0013] 所述的烟气脱水器,所述脱水器前段与脱水器后段为可拆卸连接;所述导烟管内管为圆形管、边数为4及以上的规则多边形管或边数为4及以上的不规则多边形管,所述导烟管外管为圆形管、边数为4及以上的规则多边形管或边数为4及以上的不规则多边形管;所述集烟壳体的烟气出口端端部与导烟管内管的烟气进口端端部相匹配固定连接,所述集烟壳体的烟气进口端端部与导烟管外管的前端端部相匹配固定连接;所述冷烟气管道上的气体喷头均朝向冷凝板,冷凝板底部安装有集水槽,所述集水槽与排水管相连通,所述的冷凝板为孔状冷凝网或格栅状冷凝板,其材质为金属、塑料pp或玻璃钢板。

[0014] 一种包含有上述烟气脱水器的烟气脱水系统,该系统包括烟气产出装置、引风机、第一除尘器、第一换热器、脱硫塔、第二除尘器、烟气脱水器、第二换热器和烟囱;所述的烟气产出装置的烟气出口通过气体输送管道与引风机相连通,所述引风机通过气体输送管道与第一除尘器进口相连通,所述第一除尘器的出口通过气体输管道与第一换热器的的气体进口相连通,所述第一换热器的的气体出口通过气体输送管道与脱硫塔的进气口相连通,所述脱硫塔的出气口通过气体输送管道与第二除尘器的进气口相连通,所述第二除尘器的出气口通过气体输送管道与烟气脱水器的进口相连通,所述烟气脱水器的第二出口通过气体输送管道与第二换热器的的气体进口相连通,所述第二换热器的的气体出口通过气体输送管道与烟囱的进气口相连通。

[0015] 所述的烟气脱水系统,所述第一除尘器为干式电除尘器,所述第二除尘器为湿式

电除尘器;所述第一换热器为冷却器,对烟气进行降温处理;所述第二换热器为加热器,对除水净化之后的烟气进行升温处理。

[0016] 所述的烟气脱水系统,所述第一换热器的循环水出口与第二换热器的循环水进口相连通,使得第一换热器降温之后得到的热水对第二换热器中的烟气进行加热;实现了能源的循环利用。

[0017] 一种利用上述烟气脱水系统进行烟气脱水的方法,该方法包括:

[0018] 将烟气产出装置产出的烟气由引风机、通过气体输送管道输送至第一除尘器中进行除尘处理(常规的干法电除尘),然后由气体输送管道输送至第一换热器中进行冷却降温处理;

[0019] 将冷却降温之后的烟气通过气体输送管道进入到脱硫塔中进行脱硫处理(采用常规的湿法脱硫进行处理),脱硫之后的烟气通过气体输送管道输送至第二除尘器中进行除尘处理(进行常规的湿法电除尘处理);

[0020] 将经过第二电除尘处理之后的烟气通过气体输送管道输送至烟气脱水器中进行脱水处理;

[0021] 将脱水处理之后的烟气通过气体输送管道输送至第二换热器中进行加热升温处理,加热升温之后的烟气由气体输送管道输送至烟囱的气体进口,由烟囱排出。

[0022] 所述的烟气脱水的方法,所述第一换热器中的热交换介质为水,烟气在第一换热器降温之后的温度为90~110℃;所述脱硫塔烟气出口的烟气温度为44~60℃;所述经过第二除尘器之后的烟气温度为45~60℃(即第二除尘器出口烟气的温度为45~60℃)。所述经过第二加热器加热之后的烟气温度为70~85℃,加热之后由烟囱排出。

[0023] 所述的烟气脱水方法,所述烟气通过脱水器进行的脱水处理包括:

[0024] 将除尘器除尘之后的烟气通过气体输送管道输送至脱水器前段壳体的烟气通道中,然后由烟气通道进入到前段壳体的导烟管处,由导烟管的集烟壳体烟气进口端进入到集烟壳体中,经过集烟壳体压缩并进入到导烟管内管中,在导烟管内管中的旋流板处进行旋流转动,一部分烟气经过导烟管内管管壁的烟气通孔旋出导烟管内管,进入到填料层进行初步分离冷凝;未被旋出的烟气继续沿着导烟管内管向前流动、经过导烟管内管进入到脱水器后段的气体扩散腔体中;

[0025] 将初步分离冷凝之后的烟气在脱水器中抽风机的作用下经过填料层进入到第二气体腔体或者第三气体腔体和第四气体腔体中,再由导烟管外管管壁上设置的抽气口排出进入到前段壳体内;前段壳体内的烟气经过前段壳体抽气口母口、气体输送管道、抽风机输送至冷凝器中进行彻底的冷凝和过滤除水;冷凝之后的烟气通过冷凝器出口、气体输送管道、冷烟气管道进口进入到冷烟气管道中,然后由冷烟气管道上设置的气体喷头喷向冷凝板。

[0026] 同时未被旋出的烟气在达到扩散腔体后体积迅速进行膨胀、扩散增大,气体由于体积的增大,内部发生自然吸热过程中使得烟气内部进行自然冷凝,部分冷凝水被析出之后,继续向前流动达到冷凝板处,与气体喷头内喷出的冷烟气混合搅动,使整个烟气得到加速冷凝,烟气中的饱和水及夹带的水通过混合搅动、冷凝均被冷凝为液体水滴聚集在冷凝板上,收集、排出;

[0027] 将混合冷凝除水之后的烟气经过脱水器后段的第二气体出口排出,通过气体输送

管道输送至第二换热器中,经过第二换热器进行升温,升温之后的烟气经过气体输送管道输送至烟囱中排出。

[0028] 所述的烟气脱水方法,所述抽风机工作时候的流量及压力根据实际运行进行设定,在实际处理过程中可以同时采用多台抽风机。

[0029] 所述的烟气脱水方法,所述由旋流板旋出导烟管内管的一部分烟气占烟气总体积的20~60%,剩余烟气为未被旋出的烟气;经过冷凝器冷凝之后的烟气的温度为30~45℃;所述脱水器第二气体出口排除的烟气温度为42~48℃。

[0030] 与现有技术相比,本发明具有以下积极有益效果

[0031] 本发明在对烟气进行处理的过程中,采用烟气脱水器将烟气经过导烟管机械压缩、旋流作用,将烟气分为两部分进行分别处理,首先经过导烟管的压缩、旋流板的旋流和抽气泵的抽吸作用,将烟气进行初步分离;被旋流出的一部分烟气,经过冷凝网层进行初步冷凝,然后,烟气经过前段壳体抽气口母口、气体输送管道、抽风机输送至冷凝器中,经过冷凝器进行彻底的冷凝和过滤除水;冷凝之后的烟气通过冷凝器出口、气体输送管道、冷烟气管道进口进入到冷烟气管道中,然后由冷烟气管道上设置的气体喷头喷向冷凝板;

[0032] 另外一部分未被旋出的烟气继续进入气体扩散腔体后,使体积膨胀扩散,烟气内部发生吸热自然冷凝,进入冷凝板处;与此同时,经过冷凝器处理之后的部分冷烟气通过气体喷头喷向冷凝板,在冷凝板处两部分冷热烟气进行混合搅动,自然冷凝的热烟气得到了加速促进冷凝作用,因此,更加高效率地脱除了剩余热烟气中的饱和水和夹带的水分。

[0033] 在此过程中,所述的冷凝器只需对初分离部分的烟气进行冷凝,不需要针对全部的热烟气进行冷凝降温处理,减小了烟气降温处理的总量;同时,采用经过冷凝器冷凝和过滤处理后的一部分烟气对扩散段的剩余热烟气进行促进冷凝作用,使烟气在除水处理过程热能消耗减少,烟气除水处理效率更高,保证了在冬季也不会出现“烟囱雨”和“白色烟羽”的现象。

[0034] 本发明通过抽风机和抽气通道,可以调节控制导烟管内管中经过压缩和旋流后,烟气初步分离的烟风量,经过抽风机进入冷凝器进行彻底的冷凝和过滤处理;即随着外界温度的变换,可以调节扩散段需要冷烟气的烟风量,使得冷烟气与热烟气在冷凝板处进行最优混合,促进剩余热烟气的冷凝更高效,热量损失最少。

[0035] 本发明由于在除水工作过程中,只需要对分离出的烟气进行深度冷凝和过滤处理,总的热能损失较少,减小了对第二换热器的规格和换热面积的要求,同时减小了第二换热器的烟气阻力,降低了其消耗的功率;随着第二换热器热能消耗的减少,需要第一换热器提供的热能减少,因此也降低了第一换热器的规格和换热面积,重量同时减小;一级换热器和二级加热器设备换热面积和重量减少,降低设备的造价费用;设备占地面积减少,更便于设备在生产现场的布置;同时,在安装施工阶段,可以降低建安和吊装费用;因此,可以降低整个工程的总体造价。

[0036] 本发明由于一级换热器和二级加热器的面积和重量的减少,使得与一二级换热器配套的循环水总量减少,循环水泵的总功率降低,也降低了水资源的消耗量,从而降低了整个系统的年运行费用;

[0037] 本发明,在冷凝水处理过程中,一部分微小颗粒尘通过冷凝水被脱除,在除水的同时,具有除尘的效果。

[0038] 因此,本发明通过机械压缩、旋流作用进行烟气初步分离,并对分离的气体进行冷凝、过滤除水的后,通过冷烟气喷头促进扩散段自然冷凝的热烟气加速冷凝,使得整个脱水过程,除水过程更加高效和彻底,热能总的消耗和损失降低,系统的年度运行费用降低;设备方便布置和施工实施,工程综合造价降低,社会效益和经济效益显著,易于实施推广。

[0039] 通过本发明系统及工艺处理之后的烟气中,饱和水含量降低在8% (体积比) 以下,尘含量降低到 $8\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下、甚至降低至 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下,即使在冬季也不会出现“烟囱雨”和“白色烟羽”现象,达到了高效的“脱白”效果。

## 附图说明

[0040] 图1为所述脱水器前段壳体的前视图,

[0041] 图2为所述脱水器的剖面图,

[0042] 图3为图2中所述脱水器前段的纵截面剖面图,

[0043] 图4为图2中所述脱水器的导烟管的剖面图,

[0044] 图5为图4中所示导烟管的导烟管内管结构示意图,

[0045] 图6为带有环形支撑板的导烟管剖面图,

[0046] 图7为图6中所示导烟管的导烟管内管结构示意图,

[0047] 图8为环形支撑板的结构示意图,

[0048] 图9为脱水器后段烟气进入方向的纵截面剖面图,

[0049] 图10为所述烟气脱水系统的示意图,

[0050] 图中符号表示的意义为:01表示烟气产出装置,02表示引风机,03表示第一除尘器,04表示第一换热器,05表示脱硫塔,06表示第二除尘器,07表示烟气脱水器,08表示第二换热器,09表示烟囱;

[0051] 所述烟气脱水器07中,1表示前段壳体,2表示支撑板,3表示导烟管,4表示气体扩散腔体,5表示冷烟气管道,6表示气体喷头,7表示冷凝板,8表示集水槽,9表示排水管,10表示抽风机,11表示冷凝器,12表示烟气通道;101表示抽气口母口,301表示集烟壳体,302表示导烟管内管,303表示导烟管外管,304表示冷凝网层,305表示填料层,306表示第二气体腔体,307表示旋流板,308表示烟气通孔,309表示抽气口,310表示环形支撑板,311表示第三腔体,312表示第四腔体,3101表示环形支撑板上的通孔,401表示第二气体出口。

## 具体实施方式

[0052] 下面通过具体实施例对本发明进行更加详细的说明,但是并不用于限制本发明的保护范围。

[0053] 实施例1

[0054] 一种烟气脱水器,如图1、图2、图3、图4、图5所示,该烟气脱水器包括脱水器前段和脱水器后段,所述的脱水器前段和脱水器后段相连通;所述的脱水器前段包括烟气通道12,前段壳体1、设置在前段壳体1内部前端的支撑板2以及设置在前段壳体内的导烟管3,所述的导烟管3前端与支撑板2固定连接,导烟管3后端与脱水器后段固定连接;所述导烟管3包括集烟壳体301、导烟管内管302和导烟管外管303,所述的集烟壳体301为中空渐缩管,集烟壳体301的烟气进口端的直径大于烟气出口端的直径,所述集烟壳体301的烟气出口端端部与导

烟管内管302的烟气进口端固定连接,所述集烟壳体301的烟气进口端端部与导烟管外管303的前端端部固定连接,所述集烟壳体301、导烟管内管302与导烟管外管303管壁形成的腔体为第一腔体,所述导烟管内管管壁中后段设有旋流板307;其中所述烟气通道12的后端与集烟壳体的烟气进口端相连接,所述前段壳体上设有抽气口母口101,所述导烟管内管302管壁上设有多个烟气通孔308,所述导烟管外管管壁上设有多个抽气口309;

[0055] 所述的脱水器后段包括气体扩散腔体4,气体扩散腔体4上设有第二气体出口401;气体扩散腔体4内部中后端依次设有冷烟气管道5、冷凝板7,所述的冷烟气管道5上设有多个气体喷头6,所述气体喷头6的喷口均朝向冷凝板7,所述冷凝板7下端设有集水槽8,所述集水槽8与排水管9相连接,使得在集水槽内的冷凝水由排水管不断排出;

[0056] 所述前段壳体的抽气口母口101通过气体输送管道与抽风机10相连接,所述抽风机10通过气体输送管道与冷凝器11相连接,所述冷凝器11通过气体输送管道与冷烟气管道5的进口相连接;

[0057] 其中,所述第一腔体即为第一冷凝室,所述第一冷凝室包括环绕导烟管内管302管壁外设置的冷凝网层304,还包括设置在导烟管内管302管壁与冷凝网层304之间的填料层305,以及冷凝网层304与导烟管外管303管壁之间形成的第二气体腔体306.

[0058] 其中,所述导烟管内管的烟气出口端伸入到脱水器后段的扩散腔体内,其内管管壁与气体扩散腔体壁之间为固定密封连接,导烟管外管后段端部与脱水器后段的气体扩散腔体比密封固定连接,以防止气体逸出。

[0059] 进一步的,在前段壳体1内可以放置多个导烟管(能够增加同时对烟气的处理量),导烟管的前端均为与支撑板固定连接、后端与脱水器后段的气体扩散腔体固定连接在一起,导烟管内管与气体扩散腔体相连接,所述前段壳体及壳体内的导烟管与脱水器后段的气体扩散腔体均为可拆卸连接。

[0060] 进一步的,所述集烟壳体为中空截圆锥台壳体或中空截棱锥台壳体;

[0061] 进一步的,所述的导烟管内管可以为圆形管、边数为4及以上的规则多边形管或者边数为4及以上的不规则多边形管;所述的导烟管外管为圆形管、边数为4及以上的规则多边形管或边数为4及以上的不规则多边形管;所述导烟管内管的烟气进口端端部与集烟壳体的烟气出口端端部相匹配、固定连接,所述导烟管外管的前端端部与集烟壳体的烟气进口端端部相匹配、固定连接。

[0062] 进一步的,所述填料层的用料为中空金属颗粒、中空塑料颗粒、易吸水岩石颗粒或活性炭颗粒,所述冷凝网层为孔状冷凝网或格栅状冷凝网,其材质为金属、塑料pp或玻璃钢板。

[0063] 进一步的,所述的冷凝板为孔状冷凝网或格栅状冷凝网,其材质为金属、塑料pp或玻璃钢板。

[0064] 实施例2

[0065] 实施例2与实施例1相同的部分具有相同的意义与功能,为了简便起见,不再重述。如图6、图7、图8所示,在导烟管内管的中前段设有环形支撑板310,所述环形支撑板310的内径与导烟管内管的外径相一致,所述环形支撑板的外径与导烟管外管的内径相一致;所述的环形支撑板310将第一腔体分割为第三气体腔体和第二冷凝室,所述第二冷凝室包括环绕导烟管内管外设置的冷凝网层,冷凝网层与导烟管内管管壁之间设置的填料层,冷凝网

层与导烟管外管管壁之间形成的第四气体腔体；

[0066] 其中,所述环形支撑板上设有通孔3101,所述通孔3101设置在环形支撑板靠近外径的边缘处,使第三气体腔体和第四气体腔体相连通,所述第三气体腔体及第四气体腔体对应的导烟管外管管壁上均设有抽气口。即通过填料层及冷凝网等冷凝除水之后的净化烟气可以由第三气体腔体和第四气体腔体的抽气口排出,进入到前段壳体内,然后由于第一气体出口、抽风机进入到冷凝器中,使初步净化后的烟气能够及时排出,控制烟气的净化排出量,高效率的完成旋出部分烟气的除水、除尘净化过程。

[0067] 实施例3

[0068] 一种含有实施例1或实施例2所述的烟气脱水装置的烟气脱水系统,如图10所示,该系统包括烟气产出装置01,引风机02,第一除尘器03,第一换热器04,脱硫塔05,第二除尘器06,烟气脱水器07,第二换热器08,烟囱09;所述的烟气产出装置01的烟气出口通过气体输送管道与引风机02相连通,所述引风机02通过气体输送管道与第一除尘器03的进口相连通,所述第一除尘器03的出口通过气体输送管道与第一换热器04的气体进口相连通,所述第一换热器04的气体出口通过气体输送管道与脱硫塔05的气体进口相连通,所述脱硫塔05的气体出口通过气体输送管道与第二除尘器06的气体进口相连通,所述第二除尘器06的气体出口通过气体输送管道与烟气脱水器07的烟气通道相连通,所述烟气脱水器07的第二气体出口通过气体输送管道与第二换热器08的气体进口相连通,所述第二换热器08的气体出口通过气体输送管道与烟囱09的进口相连通;

[0069] 进一步的,所述的第一除尘器03为干式电除尘器,所述第二除尘器06为湿式电除尘器;所述第一换热器04为冷却器,对进入的烟气进行降温处理;所述第二换热器08为加热器,对除尘除水之后的烟气进行升温处理;所述的除尘器为湿式除尘器;

[0070] 进一步的,所述第一换热器的循环水出口通过液体输送管道与第二换热器的循环水进口相连通,使得第一换热器对烟气降温之后得到的热水对第二换热器中的烟气进行升温处理,较好的实现了能源的循环再利用,大大减少了能源的消耗。

[0071] 即该系统中,对部分烟气进行初步冷凝、彻底冷凝,除去其中的饱和水及夹带水,并进一步除去了烟气中的细小尘埃颗粒,然后将净化除水之后的部分烟气与剩余的未处理部分的热烟气(该部分烟气经过气体扩散腔体扩散进行了初步的自然冷凝)在冷凝板处混合搅动,采用冷凝的部分烟气对剩余经过自然冷凝的部分烟气进行降温处理,无需额外能源的投入即实现了烟气中饱和水的脱除,且脱除效率更高;在操作简单、节约能源的基础上实现了烟气中饱和水及夹带水的高效脱除,避免了各个季节中“烟囱雨”和“白色烟羽”现象的产生,具有显著的社会经济效益。

[0072] 实施例4

[0073] 采用上述烟气脱水系统进行烟气脱水的方法之一,具体如下:

[0074] 该实施例处理的为电厂产生的工业烟气:

[0075] 烟气产出装置中产出的烟气采用常规方法进行脱硝处理之后经过气体输送管道输送至干式电除尘器中进行干式电除尘处理,处理之后由气体输送管道输送至第一换热器中进行降温(降温采用的介质为水),将烟气温度由初始温度(130~150℃)降低到90~110℃;

[0076] 降温至90~110℃的烟气通过气体输送管道输送至脱硫塔中进行湿法脱硫处理

(常规的湿法脱硫处理),经过脱硫塔脱硫之后的气体(温度为46~48℃)通过气体输送管道输送至湿式电除尘器中对烟气进行湿式电除尘处理(常规的湿法电除尘处理);经过湿式电除尘之后的烟气温度降温至45~47℃;

[0077] 将经过脱硫及除尘处理之后的烟气经过气体输送管道输送至脱水器中,烟气首先进入脱水器前段壳体的烟气通道中,然后由前段壳体的集烟壳体烟气进口端进入集烟壳体中,经过集烟壳体压缩并进入到导烟管内管中,进入导烟管内管之后,经过导烟管内管中的旋流板时产生旋流作用,进入导烟管内管的部分烟气旋出,旋出的部分烟气经过导烟管内管管壁上设置的多个烟气通孔进入到第一冷凝室的填料层中得到初步冷凝,初步冷凝之后的气体由冷凝网层进入到第二气体腔体中,进入第二气体腔体中的烟气在抽风机(抽风机工作时的流量及压力根据实际处理过程中的需要进行设定,控制旋流出导烟管内管的烟气体量为通入导烟管内管烟气体总体积的20~60%)的作用下由导烟管外管管壁上的抽气口被抽出进入到脱水前段的前段壳体内,然后再由前段壳体上的抽气口母口排出进入到气体输送管道中,进入气体输送管道之后,经过抽风机进入到冷凝器中,通过冷凝器中的冷凝和过滤装置,对烟气进行冷凝和过滤,并将烟气的温度冷凝降温至30~45℃,降温之后的烟气由冷凝器的气体出口排出进入到气体输送管道中,通过与气体输送管道相连通的冷烟气管道进口进入到冷烟气管道中,然后再由冷烟气管道上设置的多个气体喷头喷出,喷向冷凝板;

[0078] 其中,在对旋流出的部分烟气进行冷凝处理的同时,未被旋流出的剩余部分烟气继续向前流动,由导烟管内管进入到脱水器后段的气体扩散腔体中进行膨胀扩散,在烟气体积扩散的同时实现了烟气的自然冷凝,并同时继续向前流动,通过冷烟气管道之间的空隙流向冷凝板;

[0079] 经过冷凝器冷凝和过滤处理之后的冷烟气,经过冷烟气管道,再由气体喷头向冷凝板喷出,与经过此处的剩余热烟气(经过自然冷凝)相遇,经过气体喷头的喷射和混合搅动,使得未被旋出的经过自然冷凝的烟气得到大幅度的冷凝降温,脱除了其中的饱和水和夹带的水份,得到脱水净化的冷烟气;脱水净化之后的冷烟气经过脱水器后段扩散腔体的第二气体出口排出,此时由第二气体出口排出的烟气的温度为42~48℃;

[0080] 经过第二气体出口排出的烟气经过气体输送管道输送至第二换热器中进行加热处理(加热采用的介质为第一换热器换热之后得到的热水),加热之后得到烟气的温度为70~85℃,加热之后的烟气进入到烟囱中排出。

[0081] 该过程中处理之后的烟气中饱和水含量降低在8%以下,尘含量降低到8mg/Nm<sup>3</sup>以下,得到了高效的净化处理,在此条件下冬季也不会出现“烟囪雨”和“白色烟羽”的现象,大大减少了烟气对环境造成的影响。

[0082] 具体应用实施例

[0083] 山东某纸业北厂区现有450吨碱炉烟气,在已经投运的湿法脱硫和湿式电除尘后,烟气含湿量较高,温度较低,脱硫后的烟气经烟囪排入大气中时,烟气中的过饱和水蒸气夹杂着细小颗粒尘,在空气中凝结成雾,出现烟囪出口烟雾漂浮“白色烟羽”现象,甚至在烟囪附近凝聚成“烟囪雨”。因此采用本发明所述的系统及方法进行处理,具体如下:

[0084] 碱炉产生的烟气首先进行常规的脱硝处理,然后由于引风机引出,通过气体输送管道进入到干式电除尘器中进行干式电除尘,干式电除尘之后的烟气通过气体输送管道输送至第一加热器中(第一加热器为MGGH减温器,尺寸为2180\*3435\*4660,材质为ND钢),与第

一加热器管束内的介质水进行热交换,温度降低到105℃;

[0085] 将降温至105℃的烟气由第一换热器进入到脱硫塔中进行常规的强碱湿法脱硫处理,经过湿法脱硫处理之后、脱硫塔出口处烟气的温度为60℃,然后由气体输送管道输送至湿式电除尘器(WESP)中进行常规的湿法静电除尘处理,除尘之后的烟气温度为58℃;

[0086] 将脱硫及湿式电除尘之后的烟气通过气体输送管道输送至烟气脱水器中,经过烟气脱水器前段壳体的烟气通道达到集烟壳体,然后由集烟壳体的烟气进口端进入到集烟壳体内,经过集烟壳体压缩并进入到导烟管内管中,到达导烟管内管的旋流板处时产生旋流作用,烟气进行旋转流动,部分烟气经过导烟管内管管壁上设置的烟气通孔旋出,旋出的烟气进入到第二冷凝室的填料层中进行初步的冷凝,经过初步冷凝之后的烟气通过冷凝网层进入到第三气体腔体和第四气体腔体中,然后在抽风机的作用下由导烟管外管管壁上设置的抽风口排出(即在抽风机的控制下能够控制导烟管内旋流抽出的烟气的量,在该处理过程中控制旋流抽出的烟气的量为总进入导烟管内管烟气总体积的35~45%),由抽风口排出的烟气进入到脱水器前段的前段壳体内,然后由前段壳体的抽气口母口排出,经过气体输送管道进入到冷凝器中进行冷凝除尘(采用的冷凝器为常规的带有过滤装置的管式冷凝器),由冷凝器气体出口排出的烟气的温度为 $40\pm 3^{\circ}\text{C}$ 、其中的含水体积含量低于8%、含尘量低于 $8\text{mg}/\text{Nm}^3$ ;由冷凝器排出的烟气经过气体输送管道、冷烟气管道进口进入到冷烟气管道中,然后由冷烟气管道上设置的多个气体喷头喷出、喷向冷凝板;同时导烟管内管中未被旋流出的烟气沿着导烟管内管继续向前流动,达到脱水器后段的气体扩散腔体之后、在气体扩散腔体内扩散得到自然冷凝,自然冷凝之后烟气继续向前流动达到冷凝板处,在冷凝板处与气体喷头内喷出的气体进行混合搅动进一步得到降温,且进过喷气搅动之后烟气中的饱和水进一步被冷凝排出,在冷凝板上冷凝,冷凝板上的水进入到集水槽中,由排水管排出;

[0087] 经过搅动混合、在冷凝板处冷凝之后的烟气由脱水器后段气体扩散腔体上的第二气体出口排出,由第二气体出口排出的烟气温度为 $42\sim 45^{\circ}\text{C}$ 、饱和水体积含量降低在8%以下、尘含量降低在 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 以下;

[0088] 该过程中所使用前段壳体内放置了20个导烟管,每个导烟管中集烟壳体的尺寸为 $\phi 425\text{mm}$ (进口端外径),导烟管内管的尺寸为 $\phi 168\text{mm}$ (外径),导烟管外管的尺寸为 $\phi 325\text{mm}$ (外径),材质都采用316L该过程使用的抽风机为2台,每台风机的流量为 $40000\text{Nm}^3/\text{h}$ 、单台风机的压力为 $3.265\text{KPa}$ 。

[0089] 由于第二气体出口排出的烟气经过气体输送管道输送至第二换热器中(第二换热器为MGGH加热器、尺寸为 $4050*4500*1800$ ,加热管的材质为美国杜邦的氟塑料),第二加热器中的加热介质为第一加热器热交换之后的热水(由水循环泵输送,循环水泵的流量为 $50\text{m}^3/\text{h}$ ),经过第二加热器之后的烟气升温至 $80\pm 5^{\circ}\text{C}$ ,该烟气经过气体输送管道输送至烟囱的进口处,然后由烟囱排出,即完成了对该烟气的处理,由烟囱排出时完全没有“白色烟羽”和“烟囱雨”现象的产生。

[0090] 本发明所述的系统及处理方法的年运行成本为76.66万元、比现有方法的年处理成本152.95万元,降低了一半的费用;工程的总造价为800万元,比现有技术中的工程总造价1560万元降低了近一半的费用。即本发明所述的烟气脱水系统及方法在低成本、第消耗的条件下完成了烟气的彻底脱水,消除了“烟囱雨”和“白色烟羽”现象的产生,减少了对环

境等造成的影响,具有显著的社会经济效益。

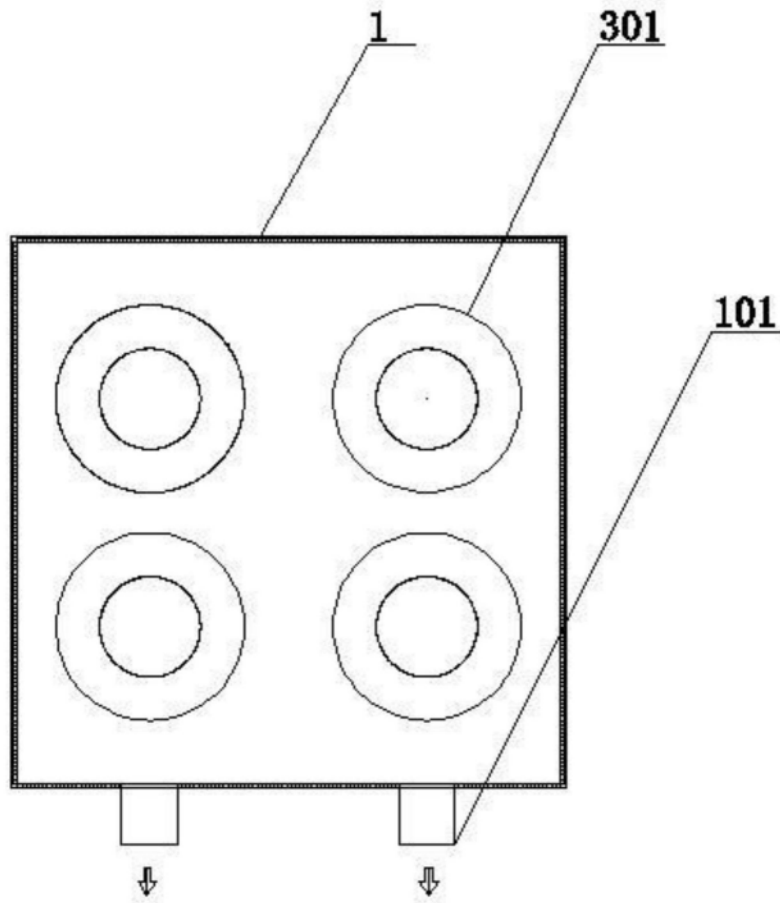


图1

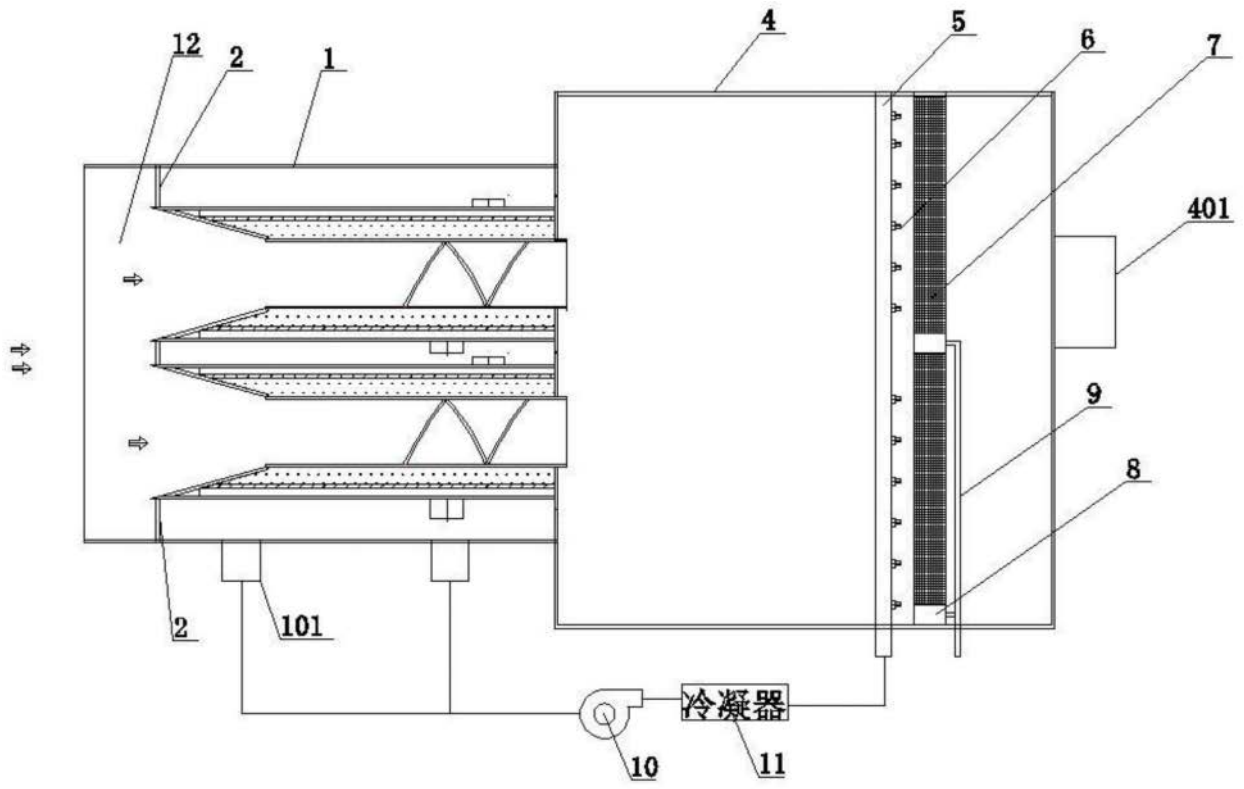


图2

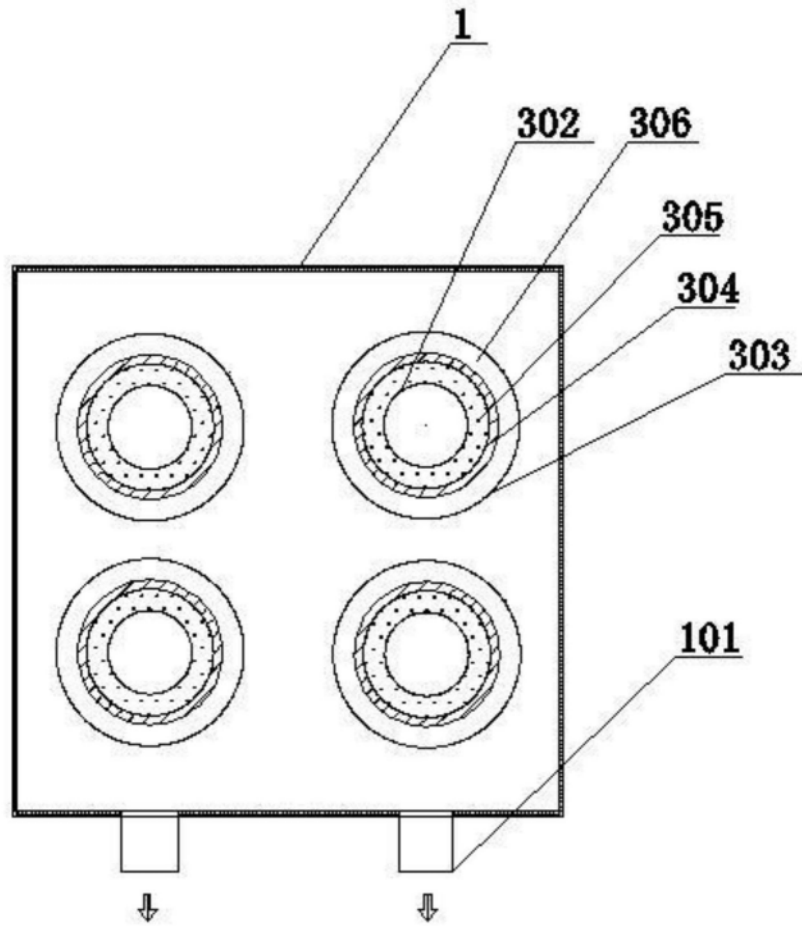


图3

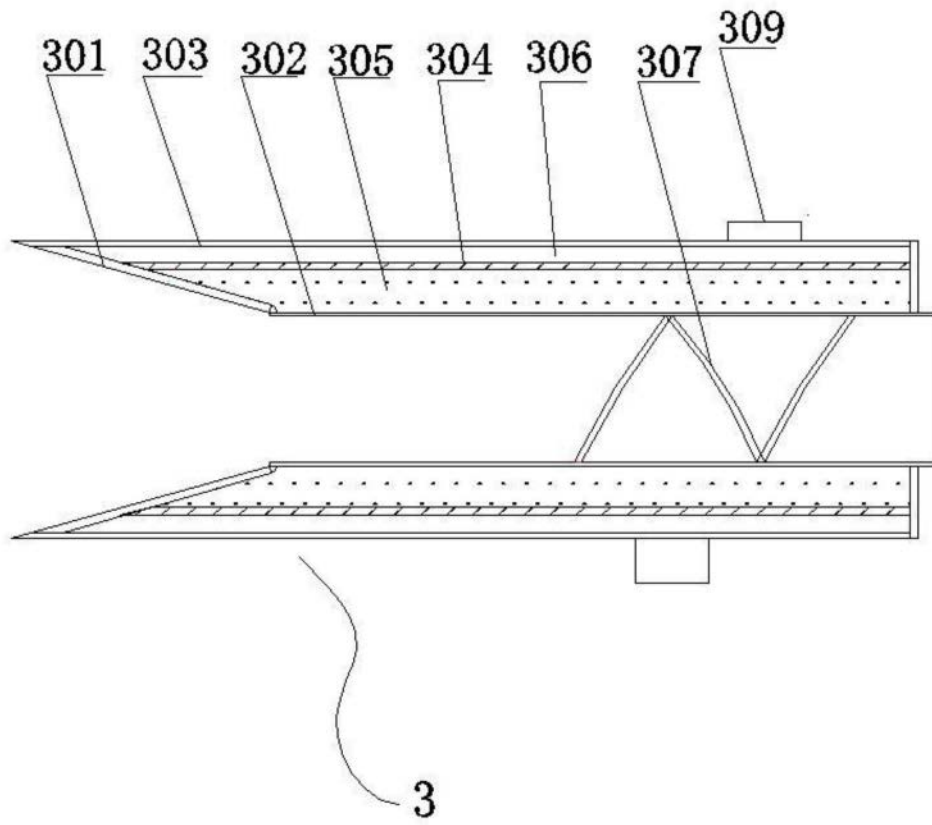


图4

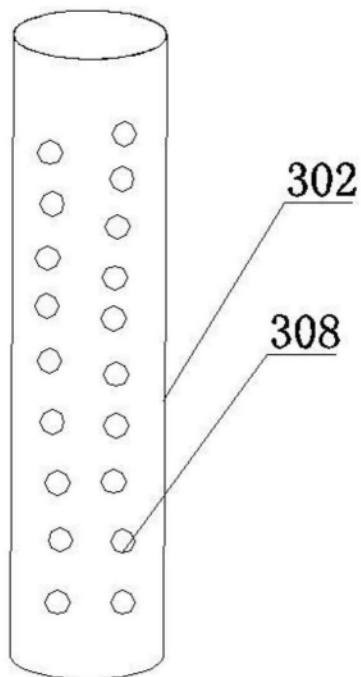


图5

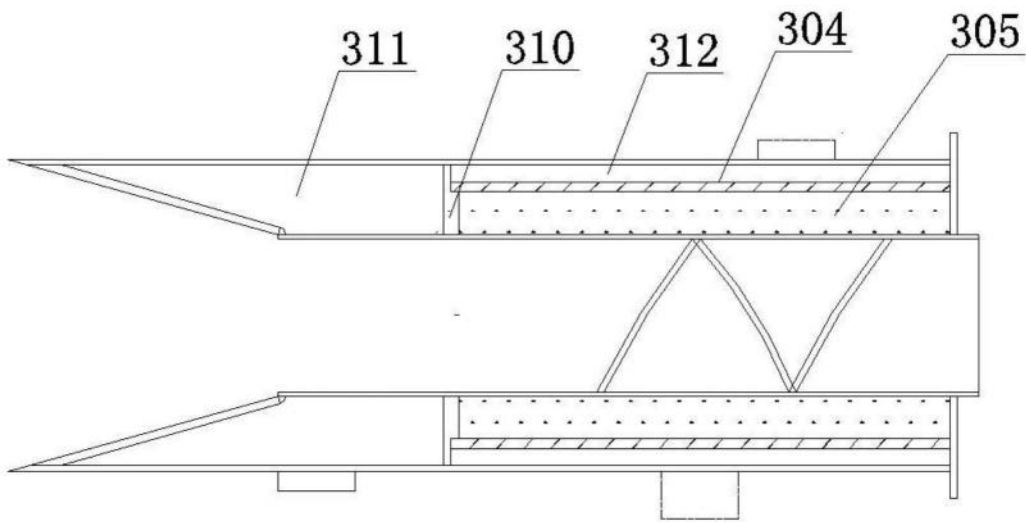


图6

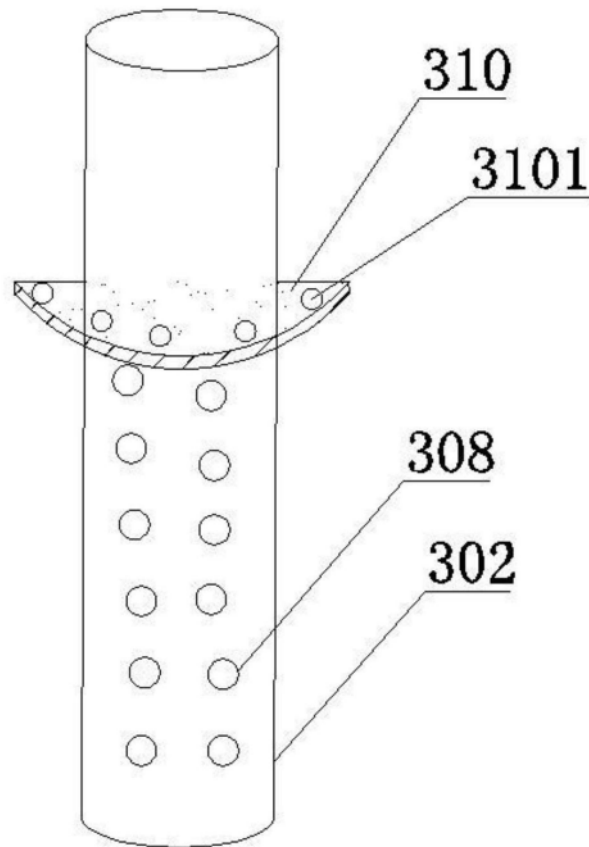


图7

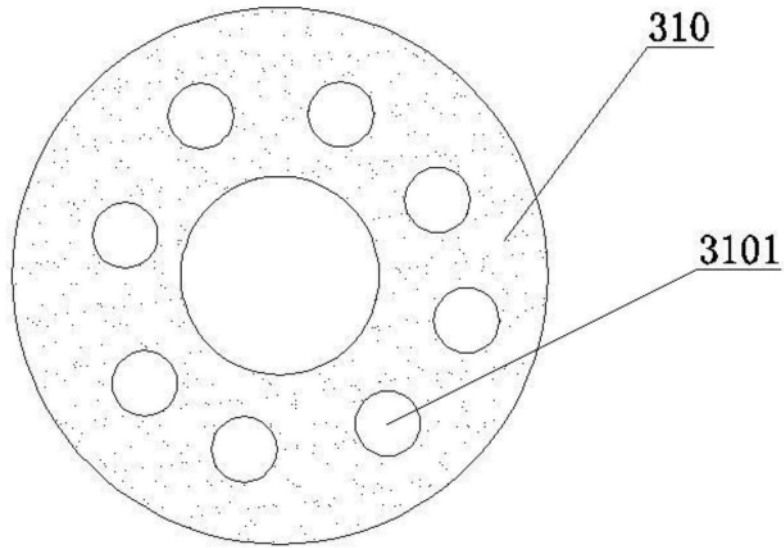


图8

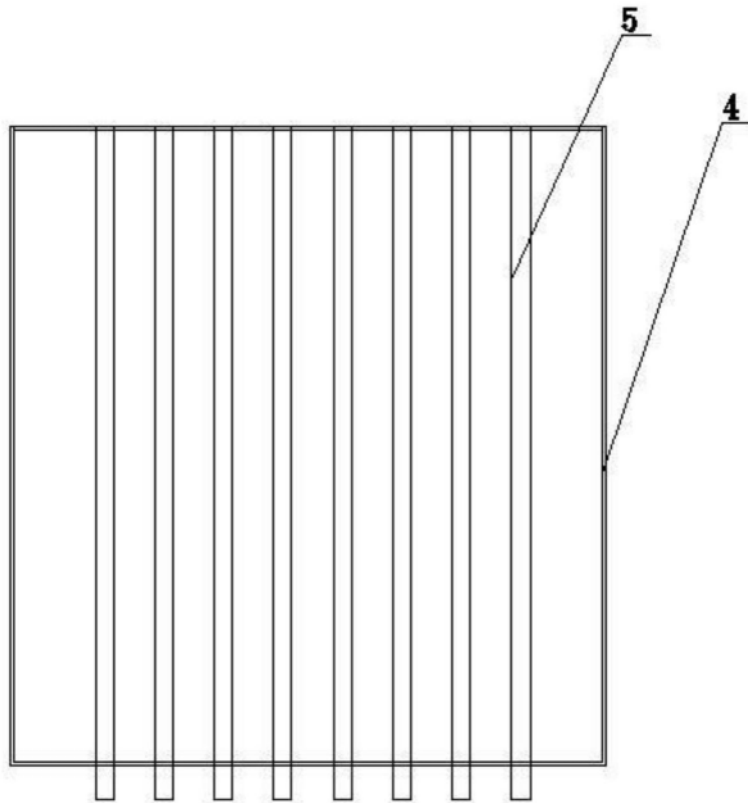


图9

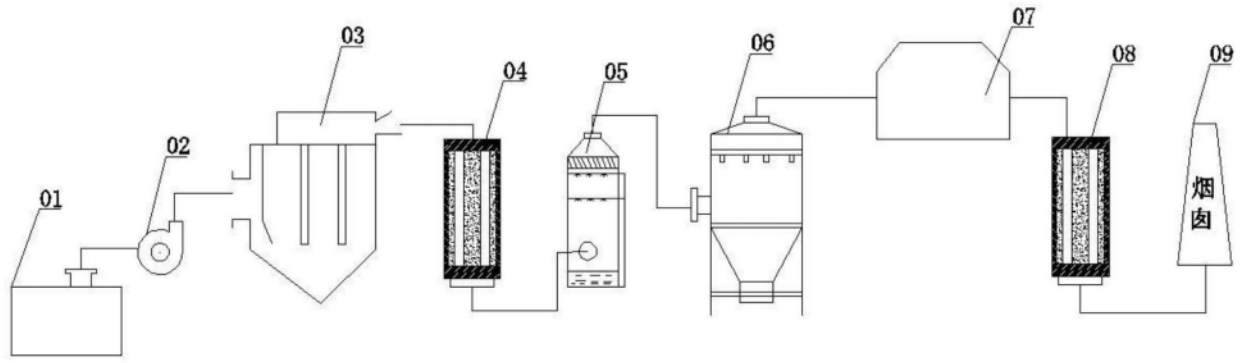


图10