



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 110260679 B

(45) 授权公告日 2024. 07. 09

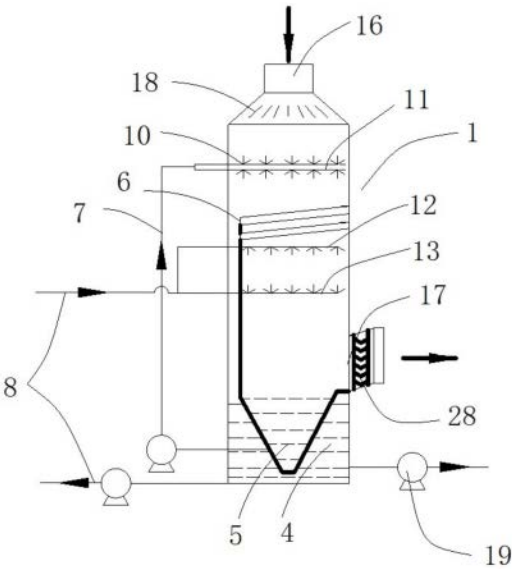
(21) 申请号 201910484611.0
(22) 申请日 2019.06.04
(65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 110260679 A
(43) 申请公布日 2019.09.20
(66) 本国优先权数据
 201910314032.1 2019.04.18 CN
(73) 专利权人 清华大学
 地址 100084 北京市海淀区清华园1号
(72) 发明人 李水清 王翔 王述浩 卓建坤
(74) 专利代理机构 北京三聚阳光知识产权代理
 有限公司 11250
 专利代理师 张乐乐

(51) Int.Cl.
 F28C 1/00 (2006.01)
 F28C 1/16 (2006.01)
 F28F 25/02 (2006.01)
 F28F 25/06 (2006.01)
 F23J 15/04 (2006.01)
 F23J 15/06 (2006.01)
 F25B 30/00 (2006.01)
(56) 对比文件
 CN 103252161 A, 2013.08.21
 CN 109289228 A, 2019.02.01
 CN 204017632 U, 2014.12.17
 CN 205361051 U, 2016.07.06
 CN 210773529 U, 2020.06.16
 审查员 张秋水

权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称
 一种喷淋塔、排气系统及锅炉系统

(57) 摘要
 本发明涉及烟气净化装置技术领域,具体涉及一种喷淋塔、排气系统及锅炉系统。喷淋塔包括塔体、第一循环组件、第二循环组件和冷却组件,塔体内设置有第一组喷淋层和第二组喷淋层,以及对应第一组喷淋层设置的用于收集第一组喷淋层喷出的液体的第一储液槽,和对应第二组喷淋层设置的用于收集第二组喷淋层喷出的液体的第二储液槽,塔体的烟气依次通过第一组喷淋层和第二组喷淋层;第一循环组件与第一组喷淋层和第二储液槽连接,将第二储液槽的液体运输至第一组喷淋层内;第二循环组件与第二组喷淋层和第一储液槽连接,将第一储液槽的液体运输至第二组喷淋层内;冷却组件设置在第二循环组件中,冷却第二循环组件中液体。



1. 一种喷淋塔,其特征在于,包括:

塔体(1),其内设置有第一组喷淋层(2)和第二组喷淋层(3),以及对应所述第一组喷淋层(2)设置的用于收集第一组喷淋层(2)喷出的液体的第一储液槽(4),和对应所述第二组喷淋层(3)设置的用于收集第二组喷淋层(3)喷出的液体的第二储液槽(5),所述塔体(1)的烟气依次通过所述第一组喷淋层(2)和第二组喷淋层(3);所述第一组喷淋层(2)和/或所述第二组喷淋层(3)包括布水管路(14),和设置在所述布水管路(14)上的喷嘴(15),所述喷嘴(15)为从中央到四周的分散式模块化均布设置;

第一循环组件(7),与所述第一组喷淋层(2)和所述第二储液槽(5)连接,将所述第二储液槽(5)的液体运输至所述第一组喷淋层(2)内;

第二循环组件(8),与所述第二组喷淋层(3)和所述第一储液槽(4)连接,将所述第一储液槽(4)的液体运输至所述第二组喷淋层(3)内;

冷却组件,设置在所述第二循环组件(8)中,冷却所述第二循环组件(8)中液体;

所述第一组喷淋层(2)具有两层,分别为第一喷淋层(10)和位于第一喷淋层(10)下方的第二喷淋层(11),所述第一喷淋层(10)和所述第二喷淋层(11)的喷嘴(15)朝向相反,所述第一喷淋层(10)的所述喷嘴(15)朝向下方,所述第二喷淋层(11)的所述喷嘴(15)朝向上方;和/或,所述第二组喷淋层(3)具有两层,分别为第三喷淋层(12)和位于第三喷淋层(12)下方的第四喷淋层(13),所述第三喷淋层(12)和所述第四喷淋层(13)的喷嘴(15)朝向相反,所述第三喷淋层(12)的所述喷嘴(15)朝向上方,所述第四喷淋层(13)的所述喷嘴(15)朝向下方;

所述第一喷淋层(10)和所述第二喷淋层(11)之间的距离小于所述第三喷淋层(12)和所述第四喷淋层(13)之间的距离,喷淋液体在塔内停留时间为3~6s。

2. 根据权利要求1所述的喷淋塔,其特征在于,还包括换热器或热泵(9)设备,所述换热器或热泵(9)设备包括所述冷却组件。

3. 根据权利要求1所述的喷淋塔,其特征在于,所述塔体(1)内总液气比为10-15;所述第二组喷淋层(3)的液气比为2-5。

4. 根据权利要求1-3中任一项所述的喷淋塔,其特征在于,所述第二储液槽(5)设置在所述第一储液槽(4)内,所述第二储液槽(5)为倒圆台状结构。

5. 根据权利要求4所述的喷淋塔,其特征在于,所述塔体(1)内还设置有湍流持液器(6),所述湍流持液器(6)位于所述第二储液槽(5)的上方,且位于所述第一组喷淋层(2)和所述第二组喷淋层(3)之间,用于产生湍流并将第一组喷淋层(2)喷出的液体导入至所述第一储液槽(4)。

6. 根据权利要求5所述的喷淋塔,其特征在于,所述湍流持液器(6)为两层交错设置的多个V型导液槽(20),所述V型导液槽(20)的朝向所述第一储液槽(4)的一端低于导液槽(20)的另一端。

7. 一种排气系统,其特征在于,具有权利要求1-6中任一项所述的喷淋塔(27)。

8. 一种锅炉系统,其特征在于,具有权利要求7所述的排气系统。

一种喷淋塔、排气系统及锅炉系统

技术领域

[0001] 本发明涉及烟气净化装置技术领域,具体涉及一种喷淋塔、排气系统及锅炉系统。

背景技术

[0002] 大型的燃煤电厂或者供暖锅炉设备在生产工作时往往需要通过烟囱排放大量的烟气。未经处理的这类烟气基本处于高温饱和状态,在排往大气的过程中,由于烟气含湿量较大并且与空气存在着温差,在与空气的降温混合过程中有液态水析出,容易形成“白色烟羽”或“烟囱雨”。“白色烟羽”或“烟囱雨”严重影响了空气的能见度,且在下落过程中会不断吸收有害粉尘产生雾霾,对排烟地域周围的环境造成了极大的影响。

[0003] 现有技术中,通常在烟气排放设备和烟囱之间增设额外的烟气净化及“消白”装置。现有的烟气“消白”技术分为升温消白和降温脱湿消白两类。其中,升温消白通常利用高温热源将饱和烟气的干球温度继续提高,以提高烟气的过热度从而降低其相对湿度,以避免排烟与空气接触时的结露现象,其主要使用的设备有回转式换热器(RGGH)和管式换热器(MGGH)等间壁式换热器。但是这类换热器易堵塞、阻力大、故障率高,且烟气升温需要消耗额外的热源,所以这类直接升温烟气消白的技术正在逐渐被淘汰。降温脱湿消白是利用外部冷源将烟气进行降温冷凝脱湿,然后再升温降低相对湿度的技术。该类技术可以通过循环水回收烟气中的热量,同时可有效降低烟气中二氧化硫、氮氧化物和有害粉尘的含量,具有明显的优点。如中国专利文献CN207941384U,公开了一种湿法烟气脱硫塔消除白色烟羽的系统,其锅炉的出烟口与引风机的进风口连接,引风机的出风口与烟道的一端连接,烟道的另一端与浆液喷淋装置连接,喷淋装置的出风口与烟气换热器的壳程一侧连接,烟气换热器的壳程另一侧连接烟囱,浆液换热器的出液口连接浆液喷淋装置,浆液换热器通过水泵将内部的液体本入到浆液喷淋装置内部,浆液喷淋装置位于脱硫塔内部,烟气换热器的管程连接热泵。上述专利文献的湿法烟气脱硫塔消除白色烟羽的系统中,浆液的一次换热流程为,冷却浆液从浆液喷淋装置喷下后经浆液换热器内换热,再次成为冷却浆液进入到浆液喷淋装置内,这种冷却浆液单次循环的方式对湿烟气的降温幅度有限,需要大量的换热面积,且需要消耗过多的冷却浆液以匹配烟气处理所需的冷凝负荷,因此,生产成本低。

发明内容

[0004] 因此,本发明提供一种成产成本低,降温脱湿消白效果好的喷淋塔,及设置有该喷淋塔的排气系统和锅炉系统。

[0005] 为解决上述问题,本发明的喷淋塔,包括塔体、第一循环组件、第二循环组件和冷却组件,塔体内设置有第一组喷淋层和第二组喷淋层,以及对应所述第一组喷淋层设置的用于收集第一组喷淋层喷出的液体的第一储液槽,和对应所述第二组喷淋层设置的用于收集第二组喷淋层喷出的液体的第二储液槽,所述塔体的烟气依次通过所述第一组喷淋层和第二组喷淋层;第一循环组件与所述第一组喷淋层和所述第二储液槽连接,将所述第二储液槽的液体运输至所述第一组喷淋层内;第二循环组件与所述第二组喷淋层和所述第一储

液槽连接,将所述第一储液槽的液体运输至所述第二组喷淋层内;冷却组件设置在所述第二循环组件中,冷却所述第二循环组件中液体。

[0006] 还包括换热器或热泵设备,所述换热器或热泵设备包括所述冷却组件。

[0007] 所述第一组喷淋层具有两层,分别为第一喷淋层和位于第一喷淋层下方的第二喷淋层,所述第一喷淋层和所述第二喷淋层的喷嘴朝向相反,所述第一喷淋层的所述喷嘴朝向下方,所述第二喷淋层的所述喷嘴朝向上方;和/或,所述第二组喷淋层具有两层,分别为第三喷淋层和位于第三喷淋层下方的第四喷淋层,所述第三喷淋层和所述第四喷淋层的喷嘴朝向相反,所述第三喷淋层的所述喷嘴朝向上方,所述第四喷淋层的所述喷嘴朝向下方;所述第一喷淋层和所述第二喷淋层之间的距离小于所述第三喷淋层和所述第四喷淋层之间的距离。

[0008] 所述塔体内总液气比为10—15;所述第二组喷淋层的液气比为2—5。

[0009] 所述第一组喷淋层和/或所述第二组喷淋层包括布水管路,和设置在所述布水管路上的所述喷嘴,所述喷嘴为从中央到四周的分散式模块化均布设置。

[0010] 所述第二储液槽设置在所述第一储液槽内,所述第二储液槽为倒圆台状结构。

[0011] 所述塔体内还设置有湍流持液器,所述湍流持液器位于所述第二储液槽的上方,且位于所述第一组喷淋层和所述第二组喷淋层之间,用于产生湍流并将第一组喷淋层喷出的液体导入至所述第一储液槽内。

[0012] 所述湍流持液器为两层交错设置的多个V型导液槽,所述导液槽的朝向所述第一储液槽的一端低于所述导液槽的另一端。

[0013] 本发明的排气系统,具有上述的喷淋塔。

[0014] 本发明的锅炉系统,具有上述的排气系统。

[0015] 本发明技术方案,具有如下优点:

[0016] 1. 本发明的喷淋塔,包括塔体、第一循环组件、第二循环组件和冷却组件,塔体内设置有第一组喷淋层和第二组喷淋层,以及对应所述第一组喷淋层设置的用于收集第一组喷淋层喷出的液体的第一储液槽,和对应所述第二组喷淋层设置的用于收集第二组喷淋层喷出的液体的第二储液槽,所述塔体的烟气依次通过所述第一组喷淋层和第二组喷淋层;第一循环组件与所述第一组喷淋层和所述第二储液槽连接,将所述第二储液槽的液体运输至所述第一组喷淋层内;第二循环组件与所述第二组喷淋层和所述第一储液槽连接,将所述第一储液槽的液体运输至所述第二组喷淋层内;冷却组件设置在所述第二循环组件中,冷却所述第二循环组件中液体。塔体内的溶液的循环过程为,第二储液槽内的溶液通过第一循环组件进入到第一组喷淋层中,由第一组喷淋层喷淋液体,该液体与烟气接触时进行第一次换热,换热后液体进入到第一储液槽内;第一储液槽内的液体通过第二循环组件进入到第二组喷淋层中,由第二组喷淋层喷淋液体,由于在第二组循环组件中设置了冷却组件,冷却组件对第一储液槽内的液体进行了冷却,因此,从第二组喷淋层喷淋的液体温度相对于从第一组喷淋层喷淋的液体温度低,第二组喷淋层喷淋的液体与烟气进一步的进行了换热,进一步的降低了烟气的温度。烟气依次经过第一组喷淋层和第二组喷淋层喷淋后,进行了两次换热,烟气的降温幅度较大,换热的效率高,不需要提供大量的换热面积即可实现对烟气的降温需求;而且,在两次换热过程中,第一次换热时为利用第二组喷淋层喷淋的相对冷却的液体,只在第二次换热时提供了被冷却组件冷却过的冷却液体,减少了冷却液体

的使用;因此,发明的喷淋塔的成产成本低,且降温脱湿消白效果好。

[0017] 2.本发明的喷淋塔,换热器或热泵设备可实现湿烟气中低品位热量的回收利用,提高了能源的利用率。

[0018] 3.本发明的喷淋塔,第一组喷淋层具有两层,其所述第一喷淋层和所述第二喷淋层的喷嘴朝向相反,所述第二组喷淋层也具有两层,其所述第三喷淋层和所述第四喷淋层的喷嘴朝向相反,这种设置方式,能够增大液滴与烟气的相对速度提高传热速率,同时增大塔内液滴提留时间。

[0019] 4.本发明的喷淋塔,所述塔体内总液气比为10—15;所述第二组喷淋层的液气比为2—5,可减小经过冷却组件冷却过的冷却液体的消耗,从而减少生产成本。

[0020] 5.本发明的喷淋塔,所述第一喷淋层和所述第二喷淋层之间的距离小于所述第三喷淋层和所述第四喷淋层之间的距离,可以提高喷淋液体与烟气的换热效果,提高换热效率。

附图说明

[0021] 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。

[0022] 图1为本发明的喷淋塔的结构示意图;

[0023] 图2为喷淋层的俯视图的结构示意图;

[0024] 图3为湍流持液器的结构示意图;

[0025] 图4为导流槽处的结构示意图;

[0026] 图5为锅炉系统的结构示意图;

[0027] 附图标记说明:

[0028] 1—塔体;2—第一组喷淋层;3—第二组喷淋层;4—第一储液槽;5—第二储液槽;6—湍流持液器;7—第一循环组件;8—第二循环组件;9—热泵;10—第一喷淋层;11—第二喷淋层;12—第三喷淋层;13—第四喷淋层;14—布水管路;15—喷嘴;16—入口烟道;17—出口烟道;18—导流格栅;19—排污组件;20—导液槽;21—导流槽;22—锅炉;23—脱硝装置;24—低温省煤器;25—除尘器;26—脱硫器;27—喷淋塔;28—除雾器;29—烟囱。

具体实施方式

[0029] 下面将结合附图对本发明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。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。

[0030] 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。

[0031] 实施例一：

[0032] 本实施例的喷淋塔27,是一种冷热分区直接接触式湿烟气喷淋塔,能够降低烟气温度,溶解烟气中的杂质等,如图1—4所示,喷淋塔27包括塔体1、第一组喷淋层2、第二组喷淋层3、第一储液槽4、第二储液槽5、湍流持液器6、第一循环组件7、第二循环组件8和冷却组件。

[0033] 本实施例中,塔本体材料选用Q235钢板壁厚5mm,塔体1内壁必须经过防腐处理,防腐玻璃鳞片厚度不小于3mm。

[0034] 塔体1内设置有第一组喷淋层2和第二组喷淋层3,以及对应所述第一组喷淋层2设置的用于收集第一组喷淋层2喷出的液体的第一储液槽4,和对应所述第二组喷淋层3设置的用于收集第二组喷淋层3喷出的液体的第二储液槽5;第一循环组件7与所述第一组喷淋层2和所述第二储液槽5连接,将所述第二储液槽5的液体运输至所述第一组喷淋层2内;第二循环组件8与所述第二组喷淋层3和所述第一储液槽4连接,将所述第一储液槽4的液体运输至所述第二组喷淋层3内;冷却组件设置在所述第二循环组件8中,用以冷却所述第二循环组件8中液体。

[0035] 塔体1内的溶液的循环过程为,第二储液槽5内的溶液通过第一循环组件7进入到第一组喷淋层2中,由第一组喷淋层2喷淋液体,该液体与烟气接触时进行第一次换热,换热后液体进入到第一储液槽4内;第一储液槽4内的液体通过第二循环组件8进入到第二组喷淋层3中,由第二组喷淋层3喷淋液体,由于在第二组循环组件中设置了冷却组件,冷却组件对第一储液槽4内的液体进行了冷却,因此,从第二组喷淋层3喷淋的液体温度相对于从第一组喷淋层2喷淋的液体温度低,第二组喷淋层3喷淋的液体与烟气进一步的进行了换热,进一步的降低了烟气的温度。烟气依次经过第一组喷淋层2和第二组喷淋层3喷淋后,进行了两次换热,烟气的降温幅度较大,换热的效率高,不需要提供大量的换热面积即可实现对烟气的降温需求;而且,在两次换热过程中,第一次换热时为利用第二组喷淋层3喷淋的相对冷却的液体,只在第二次换热时提供了被冷却组件冷却过的冷却液体,减少了冷却液体的使用;因此,本实施例的产成本低,且降温脱湿消白效果好。

[0036] 为了提高能源的利用率,对烟气中的热量进行回收利用,设置热泵9设备,冷却组件为热泵9设备中的蒸发器,热泵9设备可实现湿烟气中低品位热量的回收利用。烟气经过第一组喷淋层2时进行了第一次换热,第一次换热时由于烟气的温度比较高,第一组喷淋层2喷淋的液体与烟气换热后的温升较高,且由于由第一组喷淋层2喷出的液体为经过第二次换热后的液体,也就是说经过第一次换热后的液体的温度较高,该液体进入到热泵9设备时,热泵9设备能够回收较多的热量,该部分回收热量可以进行多种利用。如供暖季,回收热量可以直接用来加热城市供暖管网循环水,将热网回水由50℃直接加热到90℃;非供暖季,回收热量可以用来代替汽轮机7#、8#低压加热器加热凝汽器冷凝水,由36℃加热到85℃,减少汽轮机抽气,或者加热锅炉22二次风,由30℃加热到75℃,排挤锅炉22暖风器抽气量提高锅炉22效率同时可有效避免空预器堵塞。

[0037] 作为可变换的实施方式,将热泵9设备更换为换热器,冷却组件为换热器的一部分。

[0038] 本实施例中,所述第一组喷淋层2具有两层,分别为第一喷淋层10和位于第一喷淋层10下方的第二喷淋层11,所述第一喷淋层10和所述第二喷淋层11的喷嘴15朝向相反;所

述第一喷淋层10的所述喷嘴15朝向下方,所述第二喷淋层11的所述喷嘴15朝向上方。

[0039] 所述第二组喷淋层3也具有两层,分别为第三喷淋层12和位于第三喷淋层12下方的第四喷淋层13,所述第三喷淋层12和所述第四喷淋层13的喷嘴15朝向相反;所述第三喷淋层12的所述喷嘴15朝向上方,所述第四喷淋层13的所述喷嘴15朝向下方。

[0040] 第一组喷淋层2和第二组喷淋层3的设置方式,能够增大液滴与烟气的相对速度提高传热速率,同时增大塔内液滴提留时间。

[0041] 如图2所示,所述第一喷淋层10和所述第二喷淋层11包括布水管路14,和设置在所述布水管路14上的所述喷嘴15,所述喷嘴15为从中央到四周的分散式模块化均布设置,喷淋覆盖率保证不低于200%。本实施例中,每一喷淋模块包括共25个喷嘴15,喷嘴15间距为0.4m,根据喷淋塔27径确定喷淋模块数量,此种布置方式可以保证喷嘴15处压力一致,保证喷嘴15出口处雾化效果。本领域技术人员完全可以根据实际需求更改每一模块喷嘴15数量,但不管多少数量,只要保证是从中央到四周的分散式模块化布置即可。喷嘴15可为多种耐磨材质,如陶瓷、塑料、玻璃钢、316L等,雾化液滴中值粒径为1mm,为0.2Mpa,通过调整第一组喷淋层2和第二组喷淋层3的高度及喷嘴15的密度,使得雾滴在塔内停留时间约为3—6s。

[0042] 本实施例中,所述塔体1内总液气比为10—15,所述第二组喷淋层3的液气比为2—5,这种布置方式可减小对冷却液体的消耗。所述第一喷淋层10和所述第二喷淋层11之间的距离小于所述第三喷淋层12和所述第四喷淋层13之间的距离。第一喷淋层10和所述第二喷淋层11之间的距离为0.2m,第三喷淋层12和所述第四喷淋层13之间的距离为1.5m。

[0043] 所述塔体1包括入口烟道16和设置在所述入口烟道16下方的出口烟道17,所述第一组喷淋层2和所述第二组喷淋层3位于所述入口烟道16和所述出口烟道17之间,且所述第一组喷淋层2设置在所述第二组喷淋层3的上侧。所述塔体1的所述入口烟道16处设置有用导流分散烟气的导流格栅18。所述第二储液槽5设置在所述第一储液槽4内,在所述第二储液槽5的上方设置湍流持液器6,且所述湍流持液器6位于所述第一组喷淋层2和所述第二组喷淋层3之间,用于产生湍流并将第一组喷淋层2喷出的液体导入至所述第一储液槽内。所述第二储液槽5的结构根据使用需求设置,本实施例中,所述第二储液槽5为倒圆台状结构。

[0044] 所述湍流持液器6为两层交错设置的多个V型导液槽20,所述导液槽20的朝向所述第一储液槽4的一端低于所述导液槽20的另一端。本实施例中,湍流持液器6由两块高度为0.4m的钢板焊接而成,两层湍流持液器6的高度为0.4m,相邻湍流持液器6间距为0.4m,湍流器夹角不大于60°,湍流持液器6与水平线呈15°角,湍流持液器6中收集的喷淋液体顺着喷淋塔27内壁面直接流入喷淋塔27底部的第一储液槽4内。湍流持液器6可以增加回流区和湍流强度,强化喷淋塔27内湿烟气与喷淋液体间传热特性及颗粒停留时间其中,湍流持液器6入口烟气流速约为3m/s。

[0045] 本实施例中,所述出口烟道17靠近所述第二储液槽5设置,且位于所述第二储液槽5的上方。液体会在塔体1的内壁上凝聚,并顺着塔体1的内壁向下滑落,为了防止滑落的液体进入到出口烟道17后,影响到出口烟道17及设置在出口烟道17下游的设备,在靠近所述出口烟道17且位于所述出口烟道17上方设置导流槽21。本实施例中,导流槽21为与内壁连接的L型结构。

[0046] 由于第一储液槽4内的液体为经过第一次换热后的液体,烟气进行第一次换热后,烟气的杂质及烟气中可溶于液体的物质会进入到第一次换热的液体中,使得第一储液槽4内会有较多的杂质,需要设置与第一储液槽4连通的排污组件19。在湿烟气降温过程中,水不断从湿烟气中析出,喷淋塔27内水位不断增长,循环水的PH值不断降低,喷淋塔27内水位通过排污泵可控制不高于2m。循环水经过加碱调质直接进入热泵9系统或喷淋进入湿法脱硫塔作为脱硫塔内补水。

[0047] 本实施例的喷淋塔27在使用时,第一储液槽4和第二储液槽5内的液体的温度有一定的差异,第一储液槽4内的液体温度高于第二储液槽5内的液体温度,如第一储液槽4内液体的温度为45度,第二储液槽5内液体的温度为40度,烟气进入喷淋塔27的初始温度为50度,第二储液槽5内的液体由第一组喷淋层2喷出后与烟气第一次换热,此时如果是,烟气温度降低到45度,喷淋的液体升温至45度后落入第一储液槽4内,第一储液槽4内的液体经过热泵9后由第二组喷淋层喷出,喷淋液体的温度为30度,30度的液体与45度烟气进行第二次换热,以将烟气降低到设定的温度。本申请的这种对烟气的两次降温方式,相比于直接用30度的液体与50度的烟气进行换热,能够减少冷却液体的消耗量,降低了热泵的能耗,降低了生产成本。

[0048] 实施例二:

[0049] 本实施例的排气系统,如图5所示,包括依次连接的除尘器25、脱硫器26、实施例一所述的喷淋塔27、和烟囱29。为了减少排放的烟气湿度,对应所述喷淋塔27的出口烟道17处设置除雾器28,而为了方便对除雾器28的设置,本实施例中,参阅图1,将除雾器28设置在所述喷淋塔27的外侧。

[0050] 需要烟气净化、烟气消白的装置中,均可以使用本实施例的排气系统,如燃煤发电、锅炉22中,排气系统的应用范围非常广泛。

[0051] 将排气系统用于锅炉系统中时,包括依次连接的锅炉22、脱硝装置23、低温省煤器24、以及上述的排气系统。

[0052] 显然,上述实施例仅仅是为清楚地说明所作的举例,而并非对实施方式的限定。对于所属领域的普通技术人员来说,在上述说明的基础上还可以做出其它不同形式的变化或变动。这里无需也无法对所有的实施方式予以穷举。而由此所引伸出的显而易见的变化或变动仍处于本发明创造的保护范围之内。

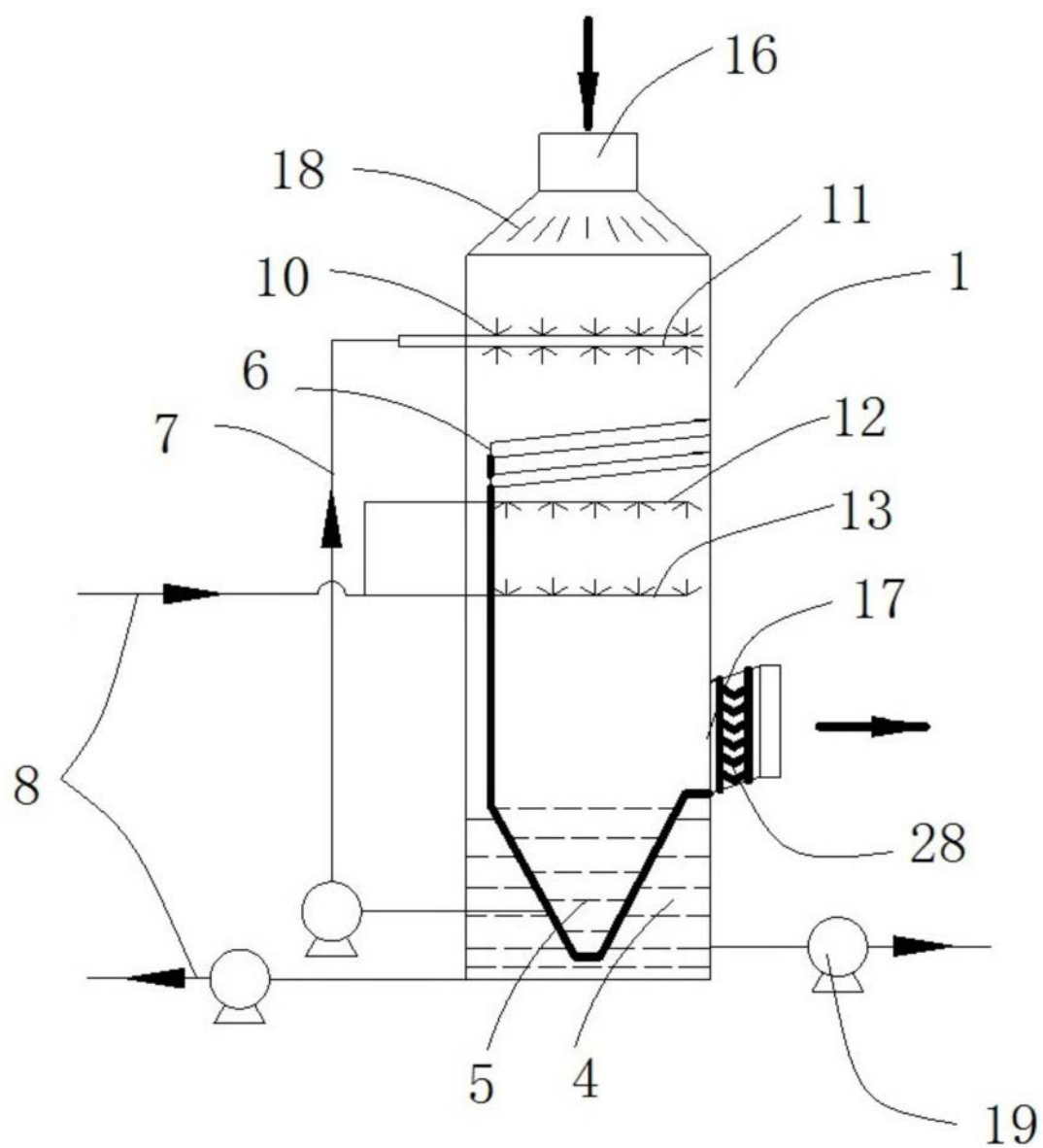


图1

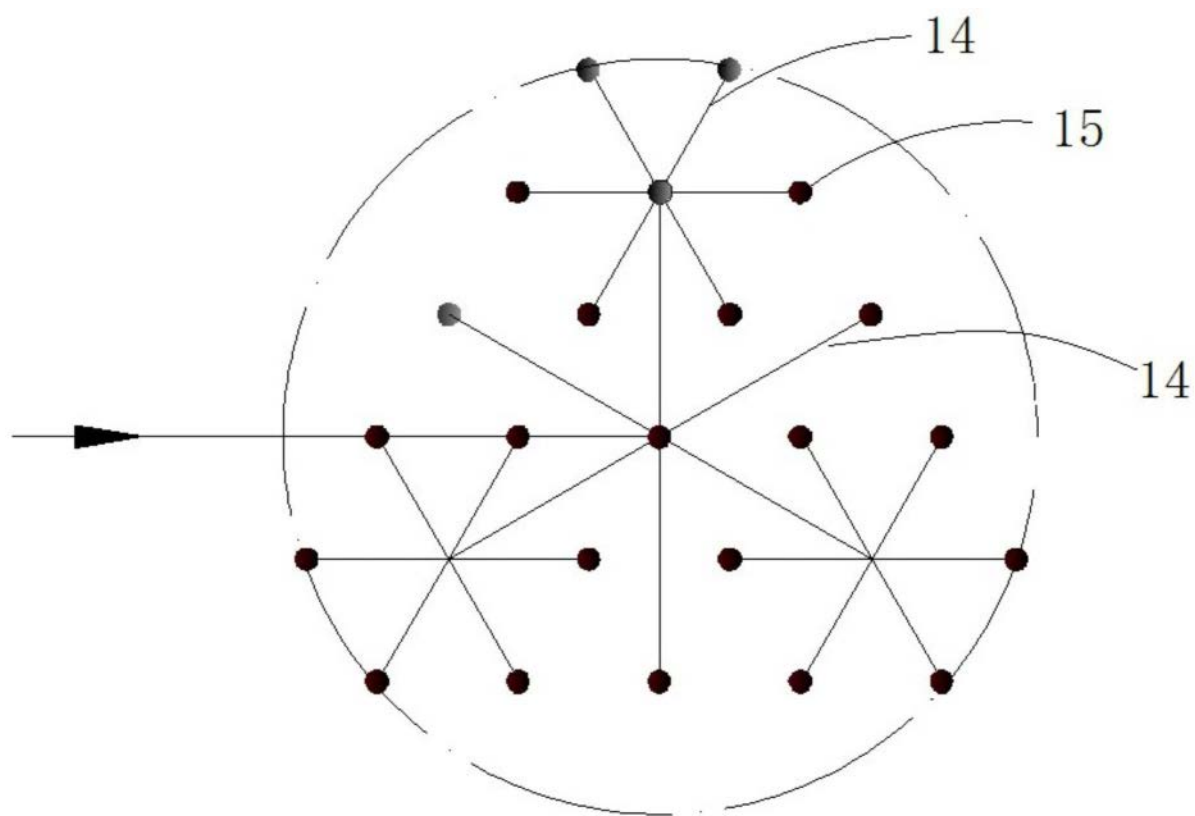


图2

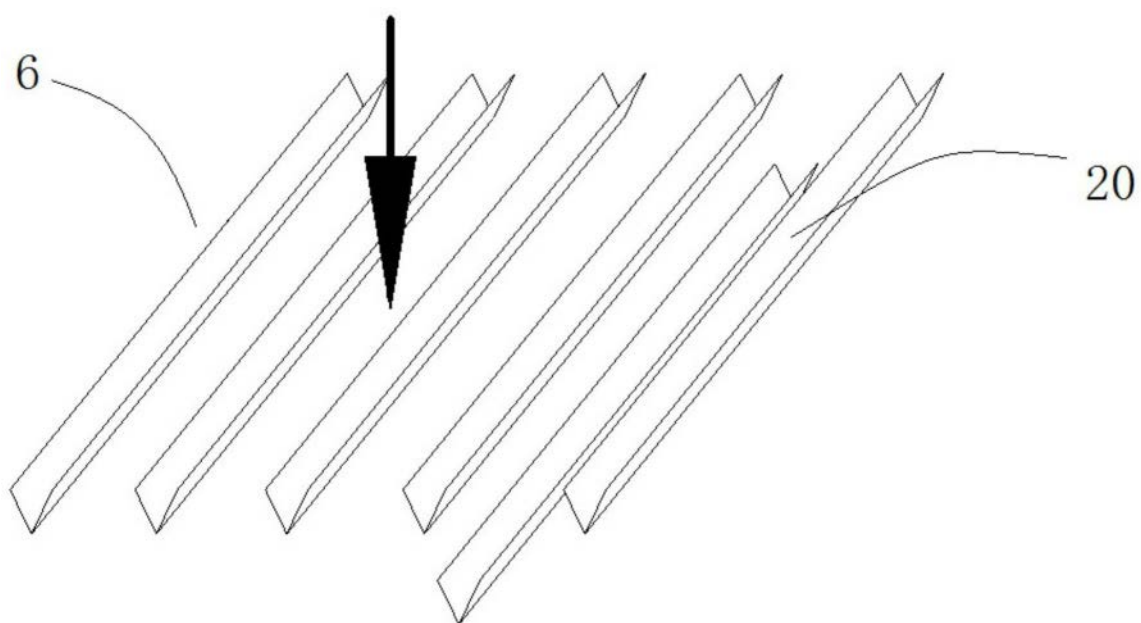


图3

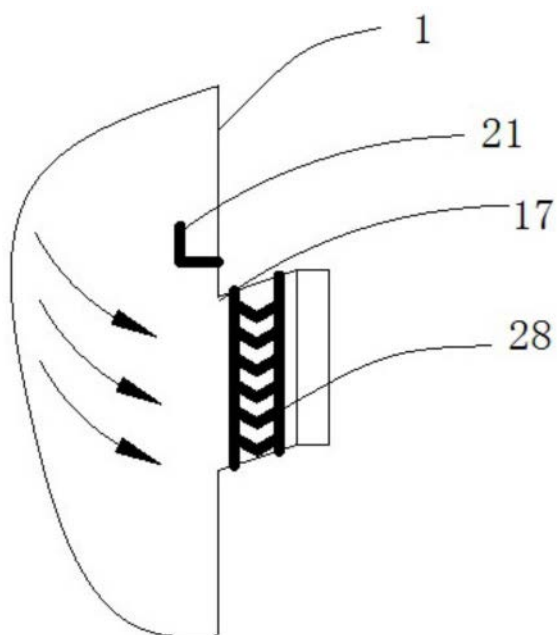


图4

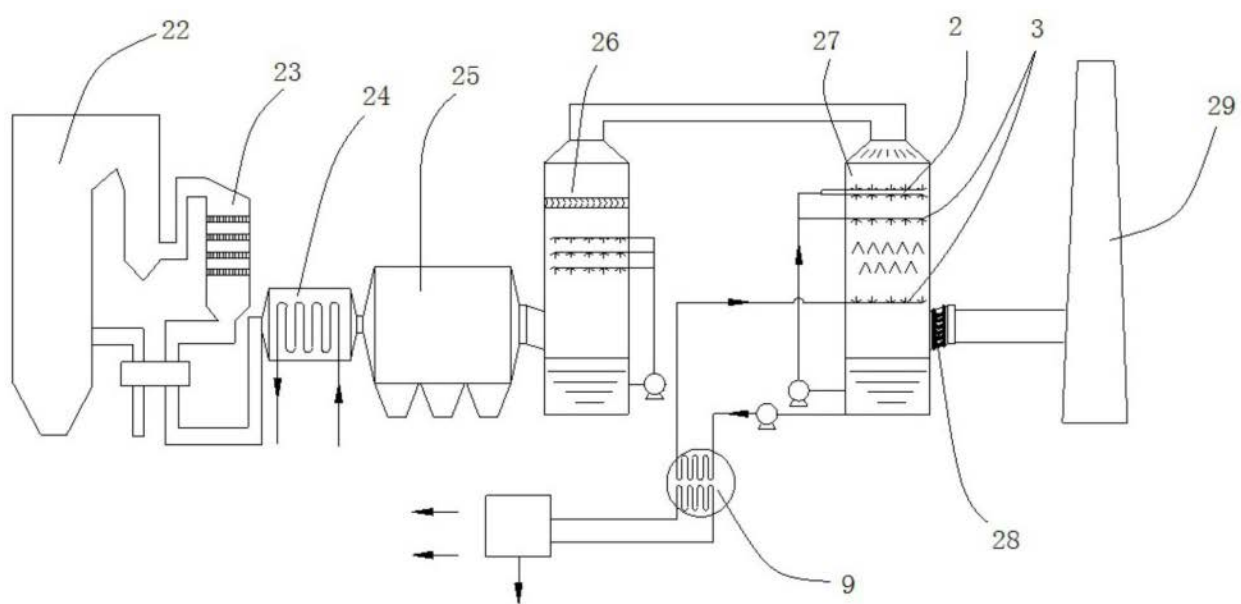


图5