(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108458334 A
(43)申请公布日 2018.08.28

(21)申请号 201810173882.X

(22)申请日 2018.03.02

(71)申请人 中国华电科工集团有限公司
地址 100160 北京市丰台区汽车博物馆东路6号院盈坤世纪A座11层
申请人 华电环保系统工程有限公司

(72)发明人 张锡乾 吴冲 耿宣 卢虎 杨彭飞 石旭

(74)专利代理机构 北京联创佳为专利事务所（普通合伙）11362
代理人 郭防

(51)Int.Cl.
F22D 1/00(2006.01)
F23J 15/06(2006.01)
F23L 15/04(2006.01)

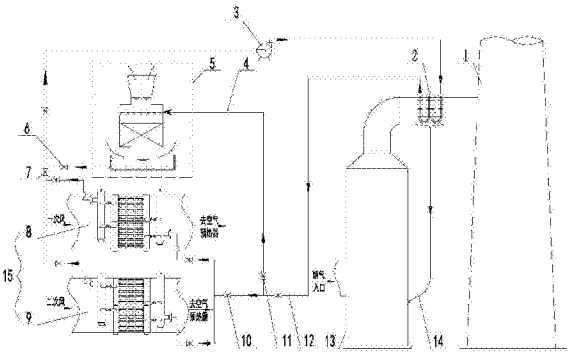
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置和方法

(57)摘要

本发明公开了一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置和方法，属于燃煤电站锅炉、工业锅炉等工业烟气净化、消白烟及余热回收领域。本装置中的冷凝换热器、暖风器组件、热媒水循环泵之间经管道循环顺次连接，冷凝换热器与暖风器组件之间的管道为热媒水管道，热媒水管道上还设有旁路管道，旁路管道的端部连接有机械通风冷却塔，机械通风冷却塔也经管道连接有热媒水循环泵。冷凝换热器安装在烟囱与吸收塔之间的烟道内，冷凝换热器经底部排水管与吸收塔连接。本装置设备集成度高、操作简单，还提供了火电厂低温余热利用及消白烟的方法，使空气预热器低温腐蚀的风险大大降低，便于提取饱和湿烟气中的水分，进而起到消除白烟作用。



CN 108458334 A

1.一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，其特征在于，包括烟囱(1)、冷凝换热器(2)、热媒水循环泵(3)、旁路管道(4)、机械通风冷却塔(5)、热媒水管道(12)、吸收塔(13)、底部排水管(14)和暖风器组件(15)，所述吸收塔(13)的顶部经烟道连接有烟囱(1)，所述冷凝换热器(2)、暖风器组件(15)、热媒水循环泵(3)之间经管道循环顺次连接，所述冷凝换热器(2)与暖风器组件(15)之间的管道为热媒水管道(12)，所述热媒水管道(12)上还设有旁路管道(4)，所述旁路管道(4)的端部连接有机械通风冷却塔(5)，所述机械通风冷却塔(5)也经管道连接有热媒水循环泵(3)；其中冷凝换热器(2)安装在烟囱(1)与吸收塔(13)之间的烟道内，所述冷凝换热器(2)经底部排水管(14)与吸收塔(13)连接。

2.根据权利要求1所述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，其特征在于，所述暖风器组件(15)包括一次风暖风器(8)和二次风暖风器(9)，所述一次风暖风器(8)的出口经管道连接于热媒水循环泵(3)的入口，所述二次风暖风器(9)的出口也经管道连接于热媒水循环泵(3)的入口；其中一次风暖风器(8)设于一次风机出口与空气预热器入口之间的风道上，其中二次风暖风器(9)设于二次风机出口与空气预热器入口之间的风道上。

3.根据权利要求2所述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，其特征在于，所述一次风暖风器(8)和二次风暖风器(9)的材质为铝合金或者普通碳钢。

4.根据权利要求1所述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，其特征在于，所述冷凝换热器(2)由若干个换热模块组成，所述换热模块中的换热管材质为氟塑料或者不锈钢。

5.根据权利要求1所述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，其特征在于，还包括暖风器进口总阀(10)和机械通风冷却塔入口阀门(11)，所述暖风器进口总阀(10)安装于热媒水管道(12)上靠近暖风器组件(15)的一端，所述机械通风冷却塔入口阀门(11)安装于旁路管道(4)上远离机械通风冷却塔(5)的一端。

6.根据权利要求1所述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，其特征在于，还包括机械通风冷却塔出口阀门(6)和暖风器出口总阀(7)，所述机械通风冷却塔出口阀门(6)安装于机械通风冷却塔(5)与热媒水循环泵(3)之间的连接管道上，且是靠近机械通风冷却塔(5)的一端；所述暖风器出口总阀(7)安装于暖风器组件(15)与热媒水循环泵(3)之间的连接管道上，且是靠近暖风器组件(15)的一端。

7.一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，采用权利要求1～6任一所述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，其特征在于，包括以下步骤：

S1，热媒水进入到冷凝换热器(2)，通过冷凝换热器(2)换热后热媒水温度升高，热媒水温度升高的同时使得吸收塔(13)出口的烟气温度降低；

S2，升温后的热媒水经热媒水管道(12)进入暖风器组件(15)换热，具体的，包括以下步骤：

S21，升温后的热媒水进入一次风暖风器(8)中，通过一次风暖风器(8)的换热作用，使一次风温度升高，热媒水温度降低，升温后的一次风进入空气预热器；

S22，升温后的热媒水进入二次风暖风器(9)中，通过二次风暖风器(9)的换热作用，使二次风温度升高，热媒水温度降低，升温后的二次风进入空气预热器；

S3，降温后的热媒水在热媒水循环泵(3)的作用下，再次进入冷凝换热器(2)中循环换热。

8.一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，采用权利要求1～6任一所述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，其特征在于，包括以下步骤：

S1，热媒水进入到冷凝换热器(2)，通过冷凝换热器(2)换热后热媒水温度升高，热媒水温度升高的同时使得吸收塔(13)出口的烟气温度降低；

S2，升温后的热媒水经热媒水管道(12)、旁路管道(4)进入机械通风冷却塔(5)进行喷淋降温；

S3，降温后的热媒水在热媒水循环泵(3)的作用下，再次进入冷凝换热器(2)中循环换热。

9.根据权利要求7所述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，其特征在于，所述冷凝换热器(2)、一次风暖风器(8)、二次风暖风器(9)与热媒水之间的换热方式均为逆流换热。

一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置和方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置和方法，属于燃煤电站锅炉、工业锅炉等工业烟气净化、消白烟及余热回收领域。

背景技术

[0002] 燃煤电厂锅炉在运行中排烟热损失所占比重较大，目前，火电厂的能量利用率比较低，全厂热效率在35％～45％之间，约60％的能量被排放到环境中，没有被利用；并且一些火力发电厂运行排烟温度常常高于设计值，能量散失较大。同时，我国北方绝大多数的电厂室外环境温度低于-15℃左右，一次风、二次风温度较低，如果不经暖风器的换热，直接进入到空气预热器后，容易造成空气预热器的低温腐蚀，严重影响锅炉机组的运行安全。目前，火电厂吸收塔出口排烟温度在50℃左右，吸收塔出口烟气是饱和湿烟气，携带大量水蒸气，这部分水蒸气含有大量汽化潜热；同时，由于脱硫出口烟气为饱和湿烟气，排出烟囱后与冷空气混合，导致烟气中的水汽骤然凝结形成白烟，尤其在冬天，容易造成视觉上的污染，影响环境美观。因此，降低电站锅炉的排烟温度对于节能减排，消除烟囱出口白色烟雾具有重要的实际意义。

[0003] 针对上述问题，以往的做法主要是：对于处理烟囱出口白烟的问题，一般采用烟气再热的方法，早期电厂主要采用GGH的较多，即利用脱硫前高温烟气的热量来加热脱硫后烟气，加热后的烟气温度在75℃以上，该方案起到了消白烟的作用，并没有对能量充分利用，同时容易造成设备低于酸露点腐蚀以及设备堵塞泄漏的问题。近几年消白烟的方法有MGGH，MGGH是一种水媒是换热器，该方案一般是在电除尘器入口安装降温段换热器，在脱硫出口安装升温段换热器，利用电除尘器前烟气的热量后加热脱硫后的烟气，该方案起到了在一定程度上起到了消白烟作用，但是并没有对能量充分利用。

发明内容

[0004] 本发明的目的在于，提供一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，解决了现有技术的不足，该装置设备集成度高、操作简单、运行可靠；同时本发明还提供了一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，使空气预热器低温腐蚀的风险大大降低，同时使得脱硫出口烟气温度下降1～5℃左右，便于提取饱和湿烟气中的水分，进而起到消除白烟作用。

[0005] 为解决上述技术问题，本发明采用如下的技术方案：

[0006] 一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置包括烟囱、冷凝换热器、热媒水循环泵、旁路管道、机械通风冷却塔、热媒水管道、吸收塔、底部排水管和暖风器组件，所述吸收塔的顶部经烟道连接有烟囱，所述冷凝换热器、暖风器组件、热媒水循环泵之间经管道循环顺次连接，即热媒水循环泵出口与冷凝换热器入口相连接。所述冷凝换热器与暖风器组件之间的管道为热媒水管道，所述热媒水管道上还设有旁路管道，所述旁路管道的端部连接有机械通风冷却塔，所述机械通风冷却塔也经管道连接有热媒水循环泵。其中冷凝换热

器安装在烟囱与吸收塔之间的烟道内，所述冷凝换热器经底部排水管与吸收塔连接。

[0007] 前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，所述暖风器组件包括一次风暖风器和二次风暖风器，所述一次风暖风器的出口经管道连接于热媒水循环泵的入口，所述二次风暖风器的出口也经管道连接于热媒水循环泵的入口。其中一次风暖风器设于一次风机出口与空气预热器入口之间的风道上，其中二次风暖风器设于二次风机出口与空气预热器入口之间的风道上。

[0008] 前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，所述一次风暖风器和二次风暖风器的材质为铝合金或者普通碳钢。

[0009] 前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，所述冷凝换热器由若干个换热模块组成，所述换热模块中的换热管材质为氟塑料或者不锈钢。

[0010] 前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置还包括暖风器进口总阀和机械通风冷却塔入口阀门，所述暖风器进口总阀安装于热媒水管道上靠近暖风器组件的一端，所述机械通风冷却塔入口阀门安装于旁路管道上远离机械通风冷却塔的一端。

[0011] 前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置还包括机械通风冷却塔出口阀门和暖风器出口总阀，所述机械通风冷却塔出口阀门安装于机械通风冷却塔与热媒水循环泵之间的连接管道上，且是靠近机械通风冷却塔的一端。所述暖风器出口总阀安装于暖风器组件与热媒水循环泵之间的连接管道上，且是靠近暖风器组件的一端。

[0012] 一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，采用前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，包括以下步骤：

[0013] S1，热媒水进入到冷凝换热器，通过冷凝换热器换热后热媒水温度升高，热媒水温度升高的同时使得吸收塔出口的烟气温度降低，从而提取烟气中的水分，进而起到消除白烟的作用，同时回收了一定的气化潜热；

[0014] S2，升温后的热媒水经热媒水管道进入暖风器组件换热，具体的，包括以下步骤：

[0015] S21，升温后的热媒水进入一次风暖风器中，通过一次风暖风器的换热作用，使一次风温度升高，热媒水温度降低，升温后的一次风进入空气预热器；

[0016] S22，升温后的热媒水进入二次风暖风器中，通过二次风暖风器的换热作用，使二次风温度升高，热媒水温度降低，升温后的二次风进入空气预热器；

[0017] S3，降温后的热媒水在热媒水循环泵的作用下，再次进入冷凝换热器中循环换热。该种方法适宜于冬季工况，冬季时，中国北方绝大多数的电厂室外环境温度低于-15℃左右，一次风、二次风如果不经暖风器组件的换热，直接进入到空气预热器后，容易造成空气预热器的低温腐蚀，严重影响锅炉机组的运行安全。为防止空气预热器低温腐蚀，冬季时关闭热媒水管道的旁路管道阀门，即关闭机械通风冷却塔入口阀门，使热媒水不经过机械通风冷却塔而直接进入到一次风暖风器和二次风暖风器进行换热，使风温从-15℃升高到25℃，从而降低空气预热器的低温腐蚀情况；同时，热媒水温度从45℃减低到25℃，然后通过热媒水循环泵升压的作用，使热媒水重新进入冷凝换热器换热，从而降低吸收塔出口烟气温度，减少烟气中的水分，起到消白烟的作用。

[0018] 一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，采用前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，包括以下步骤：

[0019] S1，热媒水进入到冷凝换热器，通过冷凝换热器换热后热媒水温度升高，热媒水温

度升高的同时使得吸收塔出口的烟气温度降低；

[0020] S2，升温后的热媒水经热媒水管道、旁路管道进入机械通风冷却塔进行喷淋降温，其中热媒水经过其中的喷淋填料减温后落入低温冷却水池；

[0021] S3，降温后的热媒水在热媒水循环泵的作用下，再次进入冷凝换热器中循环换热。该种方法适宜于夏季工况，夏季时，由于环境温度在25～30℃左右，使暖风器入口风温高于原设计暖风器出口热媒水温度值，使暖风器组件不能够起到良好的换热效果。因此，为减少热媒水循环管道的阻力，关闭热媒水管道上暖风器组件的进出口管道阀门，即关闭暖风器进口总阀和暖风器出口总阀，使热媒水不经过暖风器组件而直接进入到机械通风冷却塔进行换热，使热媒水温度从45℃降低到25℃，然后通过热媒水循环泵升压的作用，使热媒水重新进入冷凝换热器换热，从而降低吸收塔出口烟气温度，减少烟气中的水分，起到消白烟的作用。

[0022] 前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，所述冷凝换热器、一次风暖风器、二次风暖风器与热媒水之间的换热方式均为逆流换热，相比于其他换热方式，逆流换热可以强化换热，提高换热效率。

[0023] 与现有技术相比，本发明的有益之处在于：

[0024] 1、通过采用本发明中的装置，热媒水通过冷凝换热器，使脱硫出口烟气温度下降1～5℃，降低脱硫出口的饱和湿烟气的含湿量，回收一定的热量，同时收集烟气中的水分约10～15t/h，进而起到消白烟的作用；

[0025] 2、热媒水通过冷凝换热器后温度从25℃升高到45℃左右，然后再进入到一次风暖风器和二次风暖风器进行换热，对一次风和二次风进行加热，使低温余热得以充分利用；

[0026] 3、由于热媒水温度较低，不存在热媒水在管道中汽化的现象，因此热媒水的压力接近常压，进一步提高了装置运行的稳定性；

[0027] 4、吸收塔出口烟气通过冷凝换热器后，烟气中的气态水凝结为液态水，烟气中的一部分粉尘、细颗粒物也会被收集下来，也能起到一定的除尘作用；

[0028] 5、采用新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，提高了空气预热器入口风温，回收了烟气热量，消除了白烟，提高了锅炉效率，降低了吸收塔出口粉尘浓度，实现电厂超低排放，提高了锅炉运行的经济性，该低温余热利用和消白烟装置适用但不局限于燃煤电站锅炉、工业锅炉等领域。

附图说明

[0029] 图1是本发明的工作流程图；

[0030] 图2是本发明中机械通风冷却塔的工作原理图；

[0031] 图3是本发明的湿空气饱和曲线图。

[0032] 附图标记的含义：1-烟囱，2-冷凝换热器，3-热媒水循环泵，4-旁路管道，5-机械通风冷却塔，6-机械通风冷却塔出口阀门，7-暖风器出口总阀，8-一次风暖风器，9-二次风暖风器，10-暖风器进口总阀，11-机械通风冷却塔入口阀门，12-热媒水管道，13-吸收塔，14-底部排水管，15-暖风器组件。

[0033] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的说明。

具体实施方式

[0034] 本发明的实施例1：如图1所示，一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，冷凝换热器2布置在吸收塔13与烟囱1之间的烟道内，由若干个小的换热模块组成，换热模块中的换热管采用氟塑料管或不锈钢管。若是冷凝换热器2的换热管采用不锈钢材质，则布置方式为烟道烟气流动方向m个(其中m可以为1或2)、烟道高度方向n个(其中n可以为1，2，3，4或者5)在烟道中形成积木型布置。一次风暖风器8安装在一次风机出口和空气预热器入口之间的风道上，二次风暖风器9安装在二次风机出口和空气预热器入口之间的风道上。其中一次风暖风器8和二次风暖风器9采用铝合金或普通碳钢等材质。热媒水管道12为闭式循环系统，25℃的热媒水进入到冷凝换热器2，通过冷凝换热器2换热后热媒水温度从25℃左右升高到45℃左右，热媒水升温约20℃，同时使吸收塔13出口的烟气温度下降1～5℃左右，从而提取烟气中的水分，进而起到消除白烟作用，同时回收了一定的气化潜热。热媒水通过冷凝换热器2换热后，热媒水温度从25℃左右升高到45℃左右，然后进入到一次风暖暖风器8和二次风暖风器9进行换热，通过暖风器组件15的换热作用，使一次风和二次风的风温从-15℃左右升高到25℃左右，使热媒水从冷凝换热器2回收的热量加热一次风和二次风，实现能量的回收；然后热媒水温度从45℃左右降低到25℃左右，换热后的热媒水经热媒水循环泵3再次进入到冷凝换热器2进行循环换热。

[0035] 实施例2：如图1所示，一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，冷凝换热器2布置在吸收塔13与烟囱1之间的烟道，由若干个小的换热模块组成，换热模块中的换热管采用氟塑料材质或不锈钢材质。冷凝换热器2的换热管若采用不锈钢材质，则布置方式为烟道烟气流动方向m个(m一般为不大于2的正整数)、烟道高度方向n个(n一般为不大于5的正整数)在烟道中成积木型布置。通过冷凝换热器2换热后热媒水温度从25℃左右升高到45℃左右，热媒水升温约20℃，同时使吸收塔13出口的烟气温度下降1～5℃左右，从而提取烟气中的水分，进而起到消除白烟作用，同时回收了一定的气化潜热。夏季环境温度较高时，由于环境温度在25～30℃左右，使暖风器入口风温高于原设计暖风器出口热媒水温度值，使暖风器组件15不能够起到良好的换热效果；因此为减少热媒水循环管道的阻力，关闭热媒水管道12的一次风、二次风暖风器的进口管道阀门即暖风器进口总阀10和出口管道阀门即暖风器出口总阀7，开启机械通风冷却塔入口阀门11和机械通风冷却塔出口阀门6，使热媒水不经过暖风器组件15直接通过机械通风冷却塔5进行减温后再次循环换热，机械通风冷却塔5安装在热媒水循环泵3入口的旁路管道4上，45℃的热媒水经由机械通风冷却塔5热水入口进入到机械通风冷却塔5进行喷淋降温，并经喷淋填料减温至约25℃后落入机械通风冷却塔5的低温冷却水池，最后通过热媒水循环泵3的作用返回冷凝换热器2再次进行循环换热，从而降低吸收塔13出口烟气温度，减少烟气中的水分，起到消白烟的作用。

[0036] 实施例3：如图1所示，一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置包括烟囱1、冷凝换热器2、热媒水循环泵3、旁路管道4、机械通风冷却塔5、热媒水管道12、吸收塔13、底部排水管14和暖风器组件15，所述吸收塔13的顶部经烟道连接有烟囱1，所述冷凝换热器2、暖风器组件15、热媒水循环泵3之间经管道循环顺次连接，即热媒水循环泵3出口与冷凝换热器2入口相连接。所述冷凝换热器2与暖风器组件15之间的管道为热媒水管道12，所述热媒水管道12上还设有旁路管道4，所述旁路管道4的端部连接有机械通风冷却塔5，所述机械

通风冷却塔5也经管道连接有热媒水循环泵3。其中冷凝换热器2安装在烟囱1与吸收塔13之间的烟道内，所述冷凝换热器2经底部排水管14与吸收塔13连接。所述暖风器组件15包括一次风暖风器8和二次风暖风器9，所述一次风暖风器8的出口经管道连接于热媒水循环泵3的入口，所述二次风暖风器9的出口也经管道连接于热媒水循环泵3的入口。其中一次风暖风器8设于一次风机出口与空气预热器入口之间的风道上，其中二次风暖风器9设于二次风机出口与空气预热器入口之间的风道上。所述一次风暖风器8和二次风暖风器9的材质为铝合金或者普通碳钢。

[0037] 实施例4：如图1所示，一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置包括烟囱1、冷凝换热器2、热媒水循环泵3、旁路管道4、机械通风冷却塔5、热媒水管道12、吸收塔13、底部排水管14和暖风器组件15，所述吸收塔13的顶部经烟道连接有烟囱1，所述冷凝换热器2、暖风器组件15、热媒水循环泵3之间经管道循环顺次连接，即热媒水循环泵3出口与冷凝换热器2入口相连接。所述冷凝换热器2与暖风器组件15之间的管道为热媒水管道12，所述热媒水管道12上还设有旁路管道4，所述旁路管道4的端部连接有机械通风冷却塔5，所述机械通风冷却塔5也经管道连接有热媒水循环泵3。其中冷凝换热器2安装在烟囱1与吸收塔13之间的烟道内，所述冷凝换热器2经底部排水管14与吸收塔13连接。所述冷凝换热器2由若干个换热模块组成，所述换热模块中的换热管材质为氟塑料或者不锈钢。所述换热模块中的换热管材质为不锈钢，所述换热管的布置方式为烟道烟气流动方向m个(m一般为不大于2的正整数)、烟道高度方向n个(n一般为不大于5的正整数)，在烟道内成积木型布置。

[0038] 实施例5：如图1所示，一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置包括烟囱1、冷凝换热器2、热媒水循环泵3、旁路管道4、机械通风冷却塔5、热媒水管道12、吸收塔13、底部排水管14和暖风器组件15，所述吸收塔13的顶部经烟道连接有烟囱1，所述冷凝换热器2、暖风器组件15、热媒水循环泵3之间经管道循环顺次连接，即热媒水循环泵3出口与冷凝换热器2入口相连接。所述冷凝换热器2与暖风器组件15之间的管道为热媒水管道12，所述热媒水管道12上还设有旁路管道4，所述旁路管道4的端部连接有机械通风冷却塔5，所述机械通风冷却塔5也经管道连接有热媒水循环泵3。其中冷凝换热器2安装在烟囱1与吸收塔13之间的烟道内，所述冷凝换热器2经底部排水管14与吸收塔13连接。火电厂低温余热利用及消白烟的装置还包括暖风器进口总阀10和机械通风冷却塔入口阀门11，所述暖风器进口总阀10安装于热媒水管道12上靠近暖风器组件15的一端，所述机械通风冷却塔入口阀门11安装于旁路管道4上远离机械通风冷却塔5的一端。

[0039] 实施例6：如图1所示，一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置包括烟囱1、冷凝换热器2、热媒水循环泵3、旁路管道4、机械通风冷却塔5、热媒水管道12、吸收塔13、底部排水管14和暖风器组件15，所述吸收塔13的顶部经烟道连接有烟囱1，所述冷凝换热器2、暖风器组件15、热媒水循环泵3之间经管道循环顺次连接，即热媒水循环泵3出口与冷凝换热器2入口相连接。所述冷凝换热器2与暖风器组件15之间的管道为热媒水管道12，所述热媒水管道12上还设有旁路管道4，所述旁路管道4的端部连接有机械通风冷却塔5，所述机械通风冷却塔5也经管道连接有热媒水循环泵3。其中冷凝换热器2安装在烟囱1与吸收塔13之间的烟道内，所述冷凝换热器2经底部排水管14与吸收塔13连接。新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置还包括机械通风冷却塔出口阀门6和暖风器出口总阀7，所述机械通风冷却塔出口阀门6安装于机械通风冷却塔5与热媒水循环泵3之间的连接管道上，且是靠近机械

通风冷却塔5的一端。所述暖风器出口总阀7安装于暖风器组件15与热媒水循环泵3之间的连接管道上，且是靠近暖风器组件15的一端。

[0040] 实施例7：如图1～图3所示，一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，采用前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，包括以下步骤：

[0041] S1，热媒水进入到冷凝换热器2，通过冷凝换热器2换热后热媒水温度升高，热媒水温度升高的同时使得吸收塔13出口的烟气温度降低，从而提取烟气中的水分，进而起到消除白烟的作用，同时回收了一定的气化潜热；

[0042] S2，升温后的热媒水经热媒水管道12进入暖风器组件15换热，具体的，包括以下步骤：

[0043] S21，升温后的热媒水进入一次风暖风器8中，通过一次风暖风器8的换热作用，使一次风温度升高，热媒水温度降低，升温后的一次风进入空气预热器；

[0044] S22，升温后的热媒水进入二次风暖风器9中，通过二次风暖风器9的换热作用，使二次风温度升高，热媒水温度降低，升温后的二次风进入空气预热器；

[0045] S3，降温后的热媒水在热媒水循环泵3的作用下，再次进入冷凝换热器2中循环换热。该种方法适宜于冬季工况，冬季时，中国北方绝大多数的电厂室外环境温度低于-15℃左右，一次风、二次风如果不经暖风器组件15的换热，直接进入到空气预热器后，容易造成空气预热器的低温腐蚀，严重影响锅炉机组的运行安全。为防止空气预热器低温腐蚀，冬季时关闭热媒水管道12的旁路管道4阀门，即关闭机械通风冷却塔入口阀门11，使热媒水不经过机械通风冷却塔5而直接进入到一次风暖风器8和二次风暖风器9进行换热，使风温从-15℃升高到25℃，从而降低空气预热器的低温腐蚀情况；同时，热媒水温度从45℃减低到25℃，然后通过热媒水循环泵3升压的作用，使热媒水重新进入冷凝换热器2换热，从而降低吸收塔13出口烟气温度，减少烟气中的水分，起到消白烟的作用。进一步的，其中所述冷凝换热器2、一次风暖风器8、二次风暖风器9与热媒水之间的换热方式均为逆流换热，相比于其他换热方式，逆流换热可以强化换热、提高换热效率。

[0046] 实施例8：如图1～图3所示，一种新型火电厂低温余热利用及消白烟的方法，采用前述的新型火电厂低温余热利用及消白烟的装置，包括以下步骤：

[0047] S1，热媒水进入到冷凝换热器2，通过冷凝换热器2换热后热媒水温度升高，热媒水温度升高的同时使得吸收塔13出口的烟气温度降低；

[0048] S2，升温后的热媒水经热媒水管道12、旁路管道4进入机械通风冷却塔5进行喷淋降温，其中热媒水经过其中的喷淋填料减温后落入低温冷却水池；

[0049] S3，降温后的热媒水在热媒水循环泵3的作用下，再次进入冷凝换热器2中循环换热。该种方法适宜于夏季工况，夏季时，由于环境温度在25～30℃左右，使暖风器入口风温高于原设计暖风器出口热媒水温度值，使暖风器组件15不能够起到良好的换热效果。因此，为减少热媒水循环管道的阻力，关闭热媒水管道12上暖风器组件15的进出口管道阀门，即关闭暖风器进口总阀10和暖风器出口总阀7，使热媒水不经过暖风器组件15而直接进入到机械通风冷却塔5进行换热，使热媒水温度从45℃降低到25℃，然后通过热媒水循环泵3升压的作用，使热媒水重新进入冷凝换热器2换热，从而降低吸收塔13出口烟气温度，减少烟气中的水分，起到消白烟的作用。

[0050] 本发明的一种实施例的工作原理：如图1所示，高温烟气离开吸收塔13后，经烟道

进入到冷凝换热器2，通过冷凝换热器2的换热作用，热媒水后温度从25℃左右升高到45℃左右，热媒水升温约20℃，同时使吸收塔13出口的烟气温度下降1～5℃左右，从而提取烟气中的水分，使烟气的含湿量大大的降低，进而起到消除白烟作用，并回收了一定的气化潜热。冬季时，升温后的热媒水不经过机械通风冷却塔5而直接进入到一次风暖风器8和二次风暖风器9进行换热，通过暖风器组件15的换热作用，使一次风和二次风的风温从-15℃左右升高到25℃左右，使热媒水从冷凝换热器2回收的热量加热一次风和二次风，实现能量的回收；然后热媒水温度从45℃左右降低到25℃左右，换热后的热媒水经热媒水循环泵3升压的作用，再次进入到冷凝换热器2进行循环换热。

[0051] 如图2所示，由于夏季环境温度较高，使暖风器入口风温高于原设计暖风器出口热媒水温度值，暖风器组件15不能够起到良好的换热效果，因此为减少热媒水循环管道的阻力，关闭热媒水管道12的一次风、二次风暖风器的进出口管道阀门，热媒水直接通过机械通风冷却塔5进行减温后再次循环换热，机械通风冷却塔5安装在热媒水循环泵3入口的旁路管道4上，45℃的热媒水经由机械通风冷却塔5热水入口进入到机械通风冷却塔5进行喷淋降温，并经喷淋填料减温至约25℃后落入机械通风冷却塔5的低温冷却水池，通过机械通风冷却塔5冷水出口排出，最后通过热媒水循环泵3的作用返回冷凝换热器2再次进行循环换热，从而降低脱硫出口烟气温度，减少烟气中的水分，起到消白烟的作用。

[0052] 从图3中可以看到，未安装冷凝换热器2时，烟气的含湿量在A点位置，通过降温后烟气温度到达B点，烟气从B点排出烟囱1进入大气后到达C点，从图3中可以看出，当烟气从A到C时与湿饱和蒸汽线相交，如果相交，说明产生白烟，当烟气从B到C时没有与湿饱和蒸汽线相交，说明不产生白烟，因此通过本装置可以起到消除白烟的效果。

[0053] 同时，本发明还可以起到低温余热利用的作用。热媒水经冷凝换热器2后温度从25℃左右升高到45℃左右，收集烟气中的水分约8～12t/h，从而起到消白烟的效果，然后进入暖风器组件15，热媒水温度从45℃左右降低到25℃左右，将冷凝回收的热量用于加热暖风器组件15，实现热量的回收。

[0054] 根据季节不同，分为冬季和夏季工况。冬季时，中国北方绝大多数的电厂室外环境温度低于-15℃左右，一次风、二次风如果不经暖风器的换热，直接进入到空气预热器后，容易造成空气预热器的低温腐蚀，严重影响锅炉机组的运行安全。为防止空气预热器低温腐蚀，因此冬季时关闭热媒水管道12上旁路管道4机械通风冷却塔5的进出口阀门，使热媒水不经过机械通风冷却塔5，而直接进入到一次风暖风器8和二次风暖风器9进行换热，使风温从-15℃升高到25℃，从而降低空气预热器的低温腐蚀情况。同时，热媒水温度从45℃减低到25℃，然后通过热媒水循环泵3升压的作用，使热媒水重新进入冷凝换热器2换热，从而降低脱硫出口烟气温度，减少烟气中的水分，起到消白烟的作用。

[0055] 夏季时，由于环境温度在25～30℃左右，使暖风器入口风温高于原设计暖风器出口热媒水温度值，使暖风器组件15不能够起到良好的换热效果，因此为减少热媒水循环管道的阻力，关闭热媒水管道12的一次风、二次风暖风器的进出口管道阀门，使热媒水不经过暖风器组件15，而直接进入到机械通风冷却塔5进行换热，使热媒水温度从45℃降低到25℃，然后通过热媒水循环泵3升压的作用，使热媒水重新进入冷凝换热器2换热，从而降低脱硫出口烟气温度，减少烟气中的水分，起到消白烟的作用。

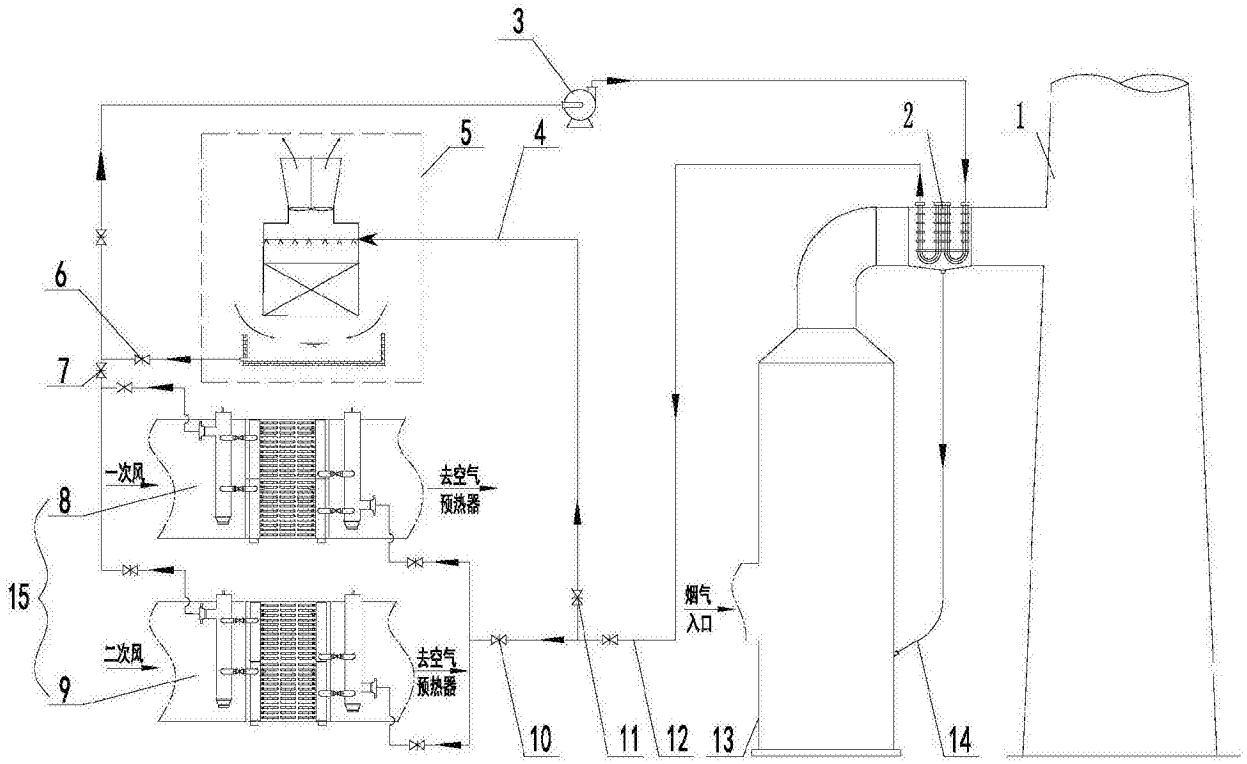


图1

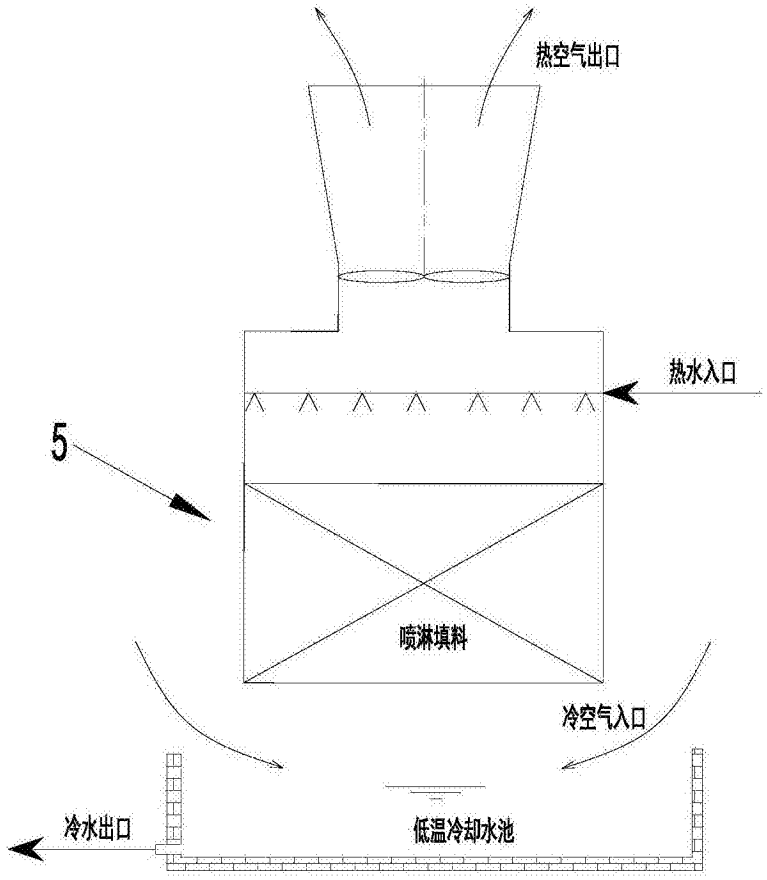


图2

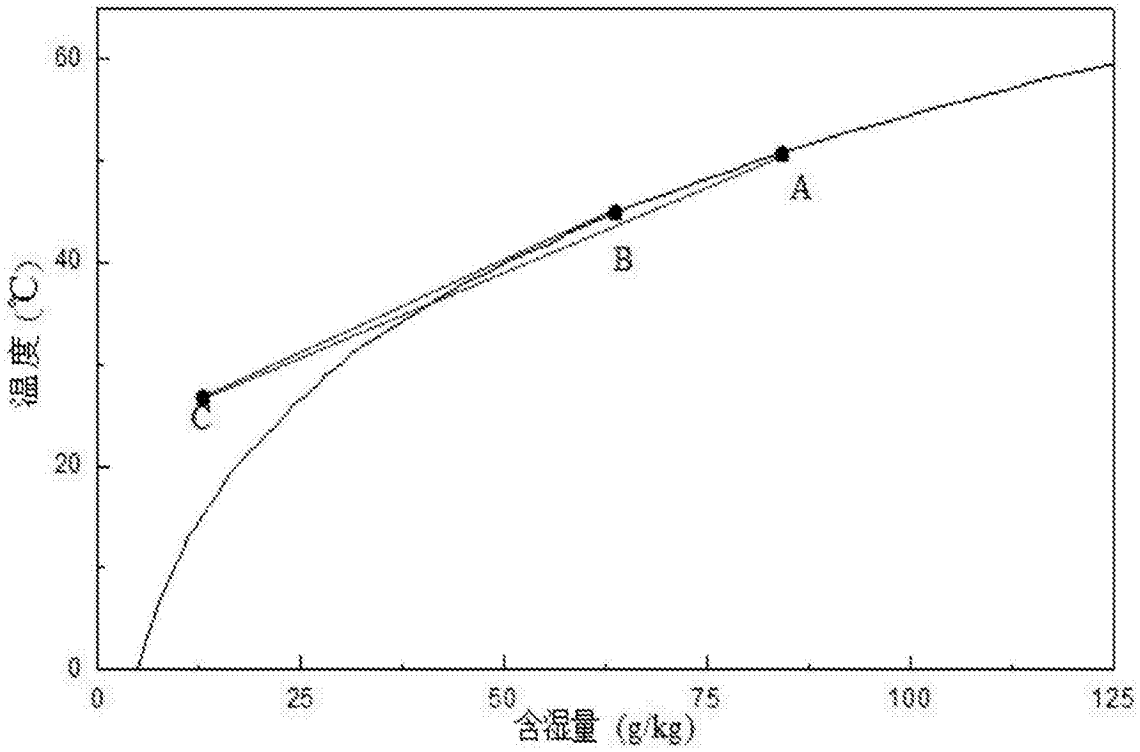


图3