



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 207214097 U

(45)授权公告日 2018.04.10

(21)申请号 201720680533.8

(22)申请日 2017.06.12

(73)专利权人 清华大学

地址 100085 北京市海淀区成府路清华园1号

专利权人 北京清大天工能源技术研究有限公司

(72)发明人 李先庭 张茂勇 尚升 陈炜 石文星

(51)Int.Cl.

F23J 15/06(2006.01)

F23L 15/00(2006.01)

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

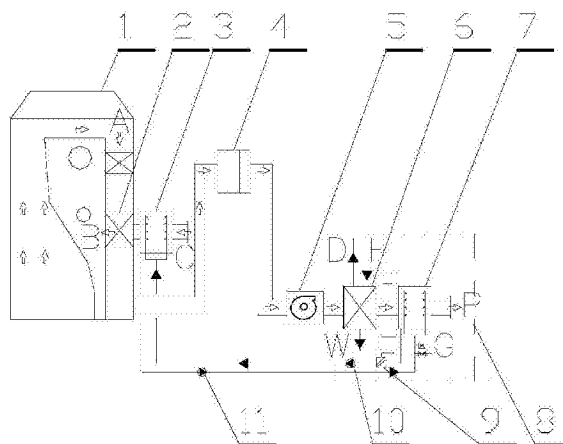
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)实用新型名称

一种基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉

(57)摘要

一种基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉,属于锅炉供热和能源利用技术领域,针对供暖用燃煤锅炉,采用三个热湿循环转移模块回收排烟余热,其中排烟低温段降温减湿模块由冷凝中介循环水通过喷淋方式将锅炉排烟温度降低到趋近大气温度并实现“消白”后排放,吸收排烟余热及凝结水;锅炉进风加热加湿模块由冷凝中介循环水直接对锅炉进风喷淋加热加湿,高湿进风经空气预热器后送入炉膛,从而将排烟凝结水以水蒸气形式又经历炉膛内燃烧过程转移到锅炉排烟中;显著提高了含湿量的锅炉排烟则通过排烟高温段余热回收模块由热网回水等回收余热及凝结水;烟气则继续进入下一级换热器。上述排烟热回收方式可将燃煤锅炉热效率提高到接近100%。



1. 一种基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 针对供暖用燃煤锅炉, 采用基于排烟水蒸气内循环式的超低温冷凝热回收组件回收锅炉排烟余热, 其特征在于该超低温冷凝热回收组件内置于或外置于燃煤锅炉本体, 包括如下三个热湿循环转移模块: 排烟低温段降温减湿模块(8)、锅炉进风加热加湿模块(3)和排烟高温段余热回收模块(6), 以及相互之间的连接管路与管件, 排烟低温段降温减湿模块(8)由喷淋室(7)、水处理装置(9)、冷凝中介循环泵(10)、回水泵(11)、以及相互之间的连接管路与管件组成, 其中喷淋室(7)的烟气进口与上游的锅炉低温段排烟进口烟气(F)的进烟通道相通, 喷淋室(7)的烟气出口与下游的“消白”烟气(P)的出烟通道相通, 喷淋室(7)的下部出水口与水处理装置(9)和冷凝中介循环泵(10)的进口相连, 冷凝中介循环泵(10)的出口与锅炉进风加热加湿模块(3)的进水口相连, 锅炉进风加热加湿模块(3)的出水口经回水泵(11)与喷淋室(7)的喷淋进水口相连, 喷淋室(7)的喷淋进水口与调质补水(G)的进水管相连, 锅炉进风加热加湿模块(3)的进风口与锅炉进风(C)的进风管相通, 锅炉进风加热加湿模块(3)的出风口与锅炉(1)的原进风管道及空气预热器(2)进风通道相通, 锅炉(1)的炉内排烟(A)的出风口径原超低排放装置组件(4)和引风机(5)后与排烟高温段余热回收模块(6)的进风口相连, 排烟高温段余热回收模块(6)的出风口与喷淋室(7)的进风口相连, 排烟高温段余热回收模块(6)的被加热侧进水口与被加热水进水(E)相通, 排烟高温段余热回收模块(6)的被加热侧出水口与被加热水出水(D)相通, 排烟高温段余热回收模块(6)的凝结水出口与终端凝结水(W)的出水管相连。

2. 如权利要求1所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 其特征在于所述的锅炉进风加热加湿模块(3)外置于锅炉(1)的锅炉进风口外部的上游管段上, 或内置于锅炉(1)的炉内并设置在空气预热器(2)的空气进口管段上, 形成一体化结构布置方式。

3. 如权利要求1所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 其特征在于所述的锅炉进风加热加湿模块(3)采用单级喷淋结构, 或N级喷淋结构或由N个串联的喷淋室组成, 其中 $N>1$, 其中内部设置填料, 或采用空段结构。

4. 如权利要求1所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 其特征在于所述的喷淋室(7)为空气和喷淋水组成竖向或横向布置的逆流换热结构, 其中内部设置填料, 或采用空段结构。

5. 如权利要求4所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 其特征在于所述的喷淋室(7)与烟囱的布置关系为一体式或分体式的组合结构, 当采用一体式结构时喷淋室(7)设置于烟囱内部并构成烟塔合一的逆流喷淋塔结构。

6. 如权利要求1所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 其特征在于所述的喷淋室(7)为空气和喷淋水组成竖向或横向布置的交叉流或顺流结构。

7. 如权利要求1所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 其特征在于所述的喷淋室(7)采用单级喷淋结构, 或由N级喷淋结构或由N个串联的喷淋室组成, 其中 $N>1$ 。

8. 如权利要求1所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 其特征在于所述的排烟高温段余热回收模块(6)设置在引风机(5)的下游或上游。

9. 如权利要求1所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉, 其特征在于所述的排烟高温段余热回收模块(6)采用间壁式换热器结构, 或由N级喷淋结构组成的喷淋室和采用间壁式换热器的水水热交换器组成的复合式余热回收组件, 其中 $N \geq 1$, 其中内部

设置填料,或采用空段结构。

10. 如权利要求1所述的基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉,其特征在于所述的喷淋室(7)的补水(G)和水处理装置(9)的处理水(H)的水源来源包括经处理后的终端凝结水(W)。

一种基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉

技术领域

[0001] 本实用新型涉及基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉,属于锅炉供热和能源利用技术领域。

背景技术

[0002] 采用燃煤锅炉排烟中含有大量的水蒸气,因此传统锅炉的排烟温度通常达110~160℃左右,烟气中的大量潜热及显热均白白散失了。燃煤锅炉的以燃料低位发热量计算的锅炉热效率由于受到多种热损失因素的影响而不可能达到100%,根据锅炉热平衡关系,燃煤锅炉的热损失主要包括:排烟热损失 Q_2 ;气体(化学)不完全燃烧热损失 Q_3 ;固体(机械)不完全燃烧热损失 Q_4 ;锅炉散热散失 Q_5 ;其它热损失 Q_6 。通常而言小型燃煤锅炉的热效率只有50%~60%甚至更低,但大型供暖燃煤锅炉的热效率因燃烧过程更充分、采取的各类降低热损失的技术措施更为完善等,通常可达82%~91%左右,其中 Q_3 、 Q_4 、 Q_5 、 Q_6 等均在技术经济可行的范围内优化到了极限的程度。但对燃煤锅炉而言,有效降低热损失技术难度最大的是排烟热损失 Q_2 ,其主要原因既是在于排烟既含有一定的显热散失,更含有大量水蒸气及其潜热量,虽然后者不计入燃料低位发热量的计算范畴,但其烟气余热总量通常很大,可达入炉燃料放热量的7%~9%左右,而受限于排烟中所含的较大量的硫化物、氮氧化物等腐蚀性气体成分,燃煤锅炉排烟温度通常控制在水露点、硫露点以上,即通常超过100℃,则排烟中的大量的显热特别是水蒸气潜热被迫白白散失,也正因此如何实现安全有效的回收排烟热损失 Q_2 ,即成为设计新型燃煤锅炉以大幅提高锅炉总热效率的关键所在。

[0003] 目前中国正在锅炉供热领域大规模推行排烟超低排放的标准,则锅炉排烟的除尘、脱硫、脱硝指标将逐步趋近于 $5\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、 $35\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、 $50\text{mg}/\text{Nm}^3$ 乃至更低的排放标准,这为进行锅炉特别是燃煤锅炉的排烟深度余热回收、大幅提高锅炉总热效率提供了更好的技术条件及经济可行性。

[0004] 为回收燃煤锅炉烟气余热,目前常用的余热回收的方式及其特点如下。

[0005] (一)直接式显热回收:最为简单常用的方式,烟气余热用于预热锅炉进风、锅炉回水或者供热回水等,烟气处于显热换热区,对燃煤锅炉效率一般最高可提高到90%~93%左右,但烟气对空气只加热不加湿,烟气排放温度高,含湿量大,余热回收量有限。

[0006] (二)冷凝式锅炉热回收装置:排烟温度可降低至约50℃,烟气余热用于预热锅炉进风、锅炉回水或者供热回水等,烟气处于冷凝换热区,对燃煤锅炉效率提高可达2%~5%左右,总的锅炉效率最高可达93~97%左右,系统的效率受到供热回水的影响大,如回水温度提高则必然导致排烟温度提高,而且烟温进一步降低有困难。

[0007] (三)基于吸收式热泵换热的烟气冷凝热回收装置:吸收式热泵系统的效率高,排烟温度可降低至20~30℃,烟气处于深度冷凝换热区,对燃煤锅炉效率提高可达7%~9%左右,总的锅炉效率最高可达97~101%左右,系统的效率基本不受供热回水的影响。但是吸收式热泵的结构较复杂,造价较高,运行维护成本较大,因此需要综合考虑其技术经济性,特别是对燃料价格较低的燃煤锅炉而言其经济性相对较差。

[0008] 因此,上述各类锅炉排烟余热利用方式均有各自的优缺点,特别是其固有的缺点反映在技术可实施性、性价比等问题上,往往限制了其大规模采用。

[0009] 另外,锅炉排烟因含有大量水蒸气,即使是已经实现了超低排放标准,但其烟囱出口往往存在“白烟”现象,特别是在冬季,因大量水汽与冷空气迅速大量凝结成水,表现为更显著地“白烟”现象,不少地方存在周边群众对该类污染提出异议的现象,因此要求锅炉烟囱“消白”已经成为许多城市的环保政策要求。

发明内容

[0010] 本实用新型的目的和任务是,针对上述燃煤锅炉排烟进行余热回收及消白中存在的节能和环保问题,采用基于水蒸气载热循环的锅炉排烟热湿直接回收方法,实现燃煤锅炉排烟热湿直接回收和烟囱排烟消白,从而针对供暖用燃煤锅炉,设计出锅炉总体热效率趋近于100%的新型燃煤锅炉及其配套系统。

[0011] 本实用新型的具体描述是:一种基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉,针对供暖用燃煤锅炉,采用基于排烟水蒸气内循环式的超低温冷凝热回收组件回收锅炉排烟余热,其特征就在于该超低温冷凝热回收组件内置于或外置于燃煤锅炉本体,包括如下三个热湿循环转移模块:排烟低温段降温减湿模块8、锅炉进风加热加湿模块3和排烟高温段余热回收模块6,以及相互之间的连接管路与管件,排烟低温段降温减湿模块8由喷淋室7、水处理装置9、冷凝中介循环泵10、回水泵11、以及相互之间的连接管路与管件组成,其中喷淋室7的烟气进口与上游的锅炉低温段排烟进口烟气F的进烟通道相通,喷淋室7的烟气出口与下游的“消白”烟气P的出烟通道相通,喷淋室7的下部出水口与水处理装置9和冷凝中介循环泵10的进口相连,冷凝中介循环泵10的出口与锅炉进风加热加湿模块3的进水口相连,锅炉进风加热加湿模块3的出水口经回水泵11与喷淋室7的喷淋进水口相连,喷淋室7的喷淋进水口与调质补水G的进水管相连,锅炉进风加热加湿模块3的进风口与锅炉进风C的进风管相通,锅炉进风加热加湿模块3的出风口与锅炉1的原进风管道及空气预热器2进风通道相通,锅炉1的炉内排烟A的出风口经原超低排放装置组件4和引风机5后与排烟高温段余热回收模块6的进风口相连,排烟高温段余热回收模块6的出风口与喷淋室7的进风口相连,排烟高温段余热回收模块6的被加热侧进水口与被加热水进水E相通,排烟高温段余热回收模块6的被加热侧出水口与被加热水出水D相通,排烟高温段余热回收模块6的凝结水出口与终端凝结水W的出水管相连。

[0012] 锅炉进风加热加湿模块3外置于锅炉1的锅炉进风口外部的上游管段上,或内置于锅炉1的炉内并设置在空气预热器2的空气进口管段上,形成一体化结构布置方式。

[0013] 锅炉进风加热加湿模块3采用单级喷淋结构,或N级喷淋结构或由N个串联的喷淋室组成,其中 $N>1$,其中内部设置填料,或采用空段结构。

[0014] 喷淋室7为空气和喷淋水组成竖向或横向布置的逆流换热结构,其中内部设置填料,或采用空段结构。

[0015] 喷淋室7与烟囱的布置关系为一体式或分体式的组合结构,当采用一体式结构时喷淋室7设置于烟囱内部并构成烟塔合一的逆流喷淋塔结构。

[0016] 喷淋室7为空气和喷淋水组成竖向或横向布置的交叉流或顺流结构。

[0017] 喷淋室7采用单级喷淋结构,或由N级喷淋结构或由N个串联的喷淋室组成,其中 $N>1$ 。

[0018] 排烟高温段余热回收模块6设置在引风机5的下游或上游。

[0019] 排烟高温段余热回收模块6采用间壁式换热器结构,或由N级喷淋结构组成的喷淋室和采用间壁式换热器的水水热交换器组成的复合式余热回收组件,其中 $N \geq 1$,其中内部设置填料,或采用空段结构。

[0020] 喷淋室7的补水G和水处理装置9的处理水H的水源来源包括经处理后的终端凝结水W。

[0021] 本实用新型实现了针对燃煤锅炉的全新的锅炉排烟余热回收新机制,通过将烟气余热回收与锅炉燃烧——排烟系统的流程相结合,以排烟水蒸气或其凝结水作为载热工质,构成了具有创新性的余热利用型锅炉燃烧及排烟换热流程,实现了最大幅度的回收利用锅炉排烟余热。对于用于集中供暖等供热循环水的回收温度较低的供热燃煤锅炉,通常可提高过滤效率7%~9%,例如煤粉炉的原有锅炉热效率通常可达90~93%,则通过该项新技术的应用,可将采暖期的锅炉运行效率提高到98%~101%左右,实现供热燃煤锅炉领域的跨越式的技术进步。

[0022] 另外,本技术方式还可达到燃煤锅炉排烟的消白效果。

附图说明

[0023] 图1是本实用新型的系统示意图。

[0024] 图1中各部件编号与名称如下。

[0025] 锅炉1、空气预热器2、锅炉进风加热加湿模块3、超低排放装置组件4、引风机5、排烟高温段余热回收模块6、喷淋室7、排烟低温段降温减湿模块8、直接接触式热湿交换段5、进水末端装置6、挡水板7、排出段烟囱8、水处理装置9、冷凝中介循环泵10、回水泵11、炉内排烟A、高湿进风B、锅炉进风C、被加热水出水D、被加热水进水E、锅炉低温段排烟进口烟气F、补水G、处理水H、“消白”烟气P、终端凝结水W。

具体实施方式

[0026] 图1是本实用新型的系统示意图。

[0027] 本实用新型的具体实施例如下:基于排烟水蒸气内循环式冷凝热回收的燃煤锅炉,针对供暖用燃煤锅炉,采用基于排烟水蒸气内循环式的超低温冷凝热回收组件,并内置于和外置于燃煤锅炉本体,该超低温冷凝热回收组件包括如下三个热湿循环转移模块:排烟低温段降温减湿模块8、锅炉进风加热加湿模块3和排烟高温段余热回收模块6,以及相互之间的连接管路与管件,其中排烟低温段降温减湿模块8由喷淋室7、水处理装置9、冷凝中介循环泵10、回水泵11、以及相互之间的连接管路与管件组成,其中喷淋室7的烟气进口与上游的锅炉低温段排烟进口烟气F的进烟通道相通,喷淋室7的烟气出口与下游的“消白”烟气P的出烟通道相通,喷淋室7的下部出水口与水处理装置9和冷凝中介循环泵10的进口相连,冷凝中介循环泵10的出口与锅炉进风加热加湿模块3的进水口相连,锅炉进风加热加湿模块3的出水口经回水泵11与喷淋室7的喷淋进水口相连,喷淋室7的喷淋进水口与调质补水G的进水管相连,锅炉进风加热加湿模块3的进风口与锅炉进风C的进风管相通,锅炉进风加热加湿模块3的出风口与锅炉1的原进风管道及空气预热器2进风通道相通,锅炉1的炉内排烟A的出风口经原超低排放装置组件4和引风机5后与排烟高温段余热回收模块6的进风

口相连,排烟高温段余热回收模块6的出风口与喷淋室7的进风口相连,排烟高温段余热回收模块6的被加热侧进水口与被加热水进水E相通,排烟高温段余热回收模块6的被加热侧出水口与被加热水出水D相通,排烟高温段余热回收模块6的凝结水出口与终端凝结水W的出水管相连。

[0028] 锅炉进风加热加湿模块3内置于锅炉1的炉内并设置在空气预热器2的空气进口管段上,形成一体化结构布置方式。采用单级喷淋结构,内部不设置填料而采用空段结构。

[0029] 喷淋室7为空气和喷淋水组成竖向布置的逆流换热结构,其中内部不设置填料而采用空段结构,与烟囱的布置关系为一体式组合结构,并构成烟塔合一的喷淋塔结构。

[0030] 排烟高温段余热回收模块6设置在引风机5的下游。

[0031] 排烟高温段余热回收模块6采用由2级喷淋结构组成的喷淋室和采用间壁式换热器的水-水热交换器组成的复合式余热回收组件,其中内部不设置填料而采用空段结构。

[0032] 喷淋室7的补水G和水处理装置9的处理水H的水质以满足喷淋室7的出水水质要求而定,其水源来源包括经处理后的终端凝结水W。

[0033] 需要说明的是,本实用新型提出了一种新型的供暖用燃煤锅炉,采用基于排烟中的水蒸气直接作为载热介质,经冷凝热回收、锅炉燃烧、与热网回收换热回收余热和凝结水的方法实现锅炉热效率趋近于100%,而按照此总体解决方案可有不同的具体实施措施和不同结构的具体实施装置,上述具体实施方式仅仅是其中的一种而已,任何其它类似的简单变形的实施方式,例如采用不同的补水水质或处理水质的设备;采用不同的换热结构及其简单变形;或者简单的调整设备在流程中的先后次序;或进行普通专业人士均可想到的变形方式等,或者将该技术方式以相同或相似的结构应用于不同结构的燃煤锅炉及其应用场合等,均落入本实用新型的保护范围。

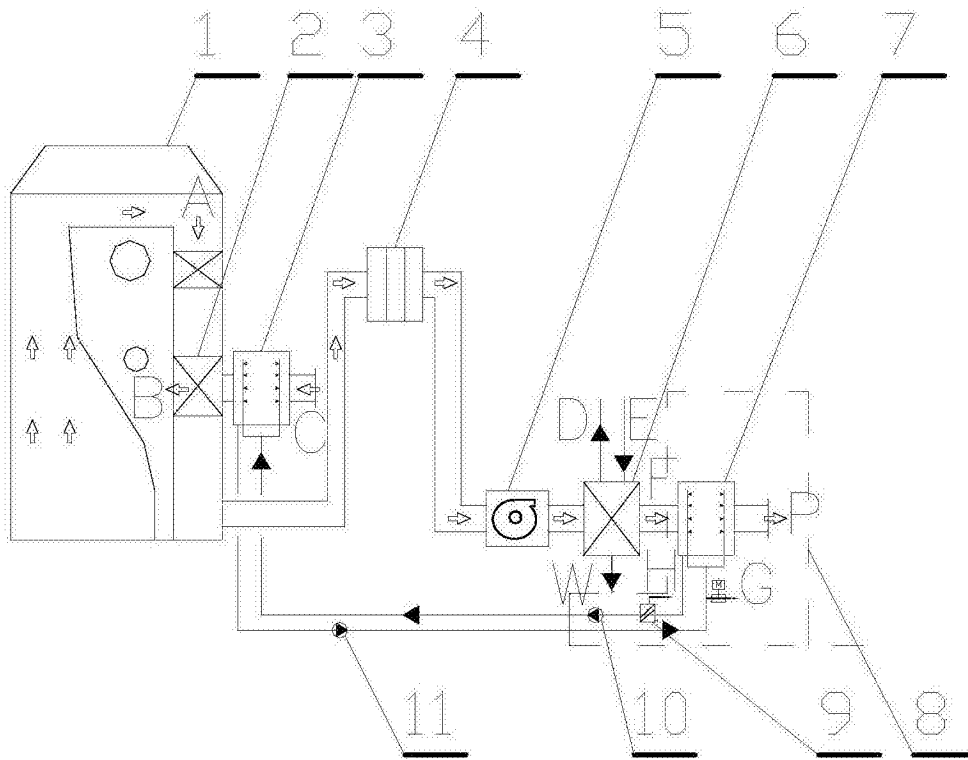


图1