



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 108105796 A

(43)申请公布日 2018.06.01

(21)申请号 201810012045.9

(22)申请日 2018.01.05

(71)申请人 山东大学

地址 250061 山东省济南市历下区经十路
17923号

(72)发明人 徐震 王志强 董勇 马春元

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221

代理人 张晓鹏

(51) Int. Cl.

F23J 15/06(2006.01)

F23L 7/00(2006.01)

F24H 1/34(2006.01)

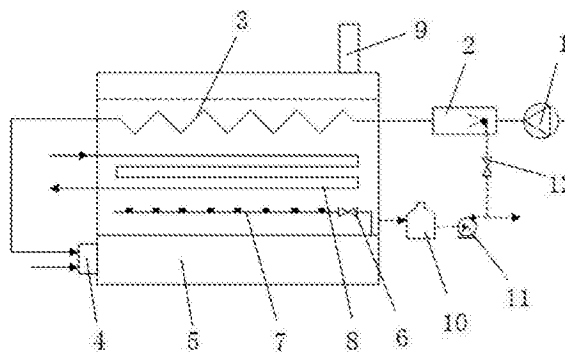
权利要求书2页 说明书4页 附图1页

(54)发明名称

一种低氮排放高效天然气锅炉

(57)摘要

本发明公开了一种低氮排放高效天然气锅炉,本发明采用蒸发冷却原理回收利用烟气低温余热(显热和潜热):首先,通过加湿助燃空气解决高湿度烟气与低湿度助燃空气间换热负荷不匹配,同时有效提高两者之间的换热系数,最大限度回收烟气低温显热和潜热,也可消除天然气锅炉冒白烟问题;其次,助燃空气加湿使得烟气露点提高,实现了低温潜热的品位提升,有利于提高烟气潜热回收率;再次,提高助燃空气湿度,减少了氧浓度,可降低天然气燃烧过程中热力型NO_x生成量,同时烟气与热媒水直接接触也可溶解部分NO_x,由此可有效减少燃气锅炉氮氧化物排放。



1. 一种低氮排放高效天然气锅炉,其特征在于:包括鼓风机、喷雾室、锅炉本体、蒸发回热管束、燃烧机、布气管束和循环水系统,其中,

燃烧机的燃烧室和蒸发回热管束自下而上依次设置于锅炉本体内,锅炉本体内部的位于燃烧室上方的部位留有用于盛装热媒介质的空腔,锅炉本体的顶部设置烟囱;

鼓风机的入口与空气连通,鼓风机出口与喷雾室进口相连通,喷雾室出口与蒸发回热管束进口相连通,蒸发回热管束出口与燃烧机的助燃空气进口相连通,燃烧机的燃气进口与燃气源连接;

燃烧室的烟气出口经止回阀与布气管束相连通;

循环水系统与所述锅炉本体连通,循环水系统中的供热回水流入锅炉本体内,通过与烟气的直接接触或间接接触换热,实现烟气中热量的回收。

2. 根据权利要求1所述天然气锅炉,其特征在于:还包括换热管束,换热管束设置于布气管束与蒸发回热管束之间,且锅炉本体内盛装有热媒介质,换热管束的进口与循环水系统的回水管路连接,换热管束的出口与循环水系统的供水管路连接;

优选的,所述换热管束和蒸发回热管束为单回程或两回程蛇形管;

优选的,所述天然气锅炉还包括水处理装置和增压泵,水处理装置的进口与锅炉本体内部的空腔连接,水处理装置的出口通过增压泵与喷雾室连接。

3. 根据权利要求1所述天然气锅炉,其特征在于:所述天然气锅炉还包括布水管束,布水管束上均布有若干通孔,布水管束的进口与循环水系统的回水管路连接,循环水系统的供水管路与锅炉本体连接;

优选的,所述天然气锅炉还包括水处理装置,水处理装置与锅炉本体的空腔连通;

优选的,所述天然气锅炉还包括增压泵,增压泵的进口与锅炉本体的空腔连通,增压泵的出口管路分为两路,一路与喷雾室连接,另一路与循环水系统的供水管路连接。

4. 根据权利要求1所述天然气锅炉,其特征在于:所述空腔内盛装的热媒介质的体积为空腔容积的85-95%。

5. 根据权利要求1所述天然气锅炉,其特征在于:所述布气管束上沿轴向均布有若干通孔;

优选的,所述若干通孔分布在布气管束的半圆周上,开孔的半圆周朝上布置。

6. 根据权利要求1所述天然气锅炉,其特征在于:所述锅炉本体的顶部安装有烟道,烟道内安装有除雾器,烟道的出口与所述烟囱连接。

7. 根据权利要求1所述天然气锅炉,其特征在于:循环水系统采用自动控制系统,实时采集烟气体积、烟气温度、烟气NO_x浓度等参数,通过调节喷雾水量来调节换热量及NO_x排放量。

8. 利用权利要求1-7任一所述天然气锅炉进行供暖的方法,其特征在于:包括如下步骤:

鼓风机将空气鼓入喷雾室中,与雾化后的水滴混合后进入蒸发回热管束,与热媒介质之间发生换热,水滴受热蒸发,然后水蒸气与空气的混合气流入燃烧室中与天然气混合燃烧,燃烧后的高温烟气均匀流入燃烧室上方的热媒介质中,与供暖回水直接接触换热或间接接触换热,烟气经冷却、除雾后排放。

9. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于:雾化后的水滴的粒径小于10 μ m;

优选的,水蒸气与空气的混合气中,水蒸气与空气的体积比为1:8-12。

10. 根据权利要求8所述的方法,其特征在于:还包括对热媒介质进行加碱处理的步骤。

一种低氮排放高效天然气锅炉

技术领域

[0001] 本发明涉及锅炉烟气余热回收与NO_x污染物控制技术领域,具体的说,是涉及一种低氮排放高效天然气锅炉。

背景技术

[0002] 天然气是一种清洁燃料,其成分中85-90%是甲烷,燃烧产物主要为二氧化碳和水,且水蒸气含量较高。据计算,1Nm³天然气燃烧约产生1.55kg水蒸气,相应的汽化潜热可占天然气低位发热量的10%左右。因而,充分回收利用天然气燃烧烟气中的水蒸气潜热对于天然气的高效利用具有重要意义。

[0003] 现阶段,随着我国城市能源结构的调整,大量燃煤供暖锅炉被燃气锅炉替代。为防止烟气露点腐蚀问题,常规燃气锅炉设计排烟温度较高,一般都在150℃以上,实际运行时排烟温度更高,可达200℃以上。天然气燃烧烟气的露点温度约为60℃,设计条件下水蒸气处于过热状态,从而导致了较高的排烟热损失,潜热被浪费。为提高燃气锅炉热效率,节省宝贵的天然气资源,学术界和工业界对高湿烟气潜热回收利用技术开展了较多研究。理论上,只要将天然气锅炉排烟冷却到露点温度以下,就可使烟气中的水蒸气冷凝并释放出潜热,即所谓的“冷凝式燃气锅炉”。这种方法只需在锅炉系统中增加一台换热器,使用供暖回水作为冷却介质,系统简单,但潜热回收效果受供暖回水温度限制。由于我国供暖系统设计的回水温度一般在45-50℃,而烟气温度不能降低到回水温度以下,较低的换热温差使得潜热回收率很低。此外,还有人将吸收式或压缩式热泵应用于烟气潜热回收,该方法利用热泵产生低于供暖回水温度的冷却介质,提高了潜热回收率,然而设备投资和运行费用较高。上述方法都是在现有锅炉结构上,通过增加额外装置或系统实现潜热回收,这无疑会增加锅炉系统的复杂性且需较大的占地面积,也不能有效解决燃气锅炉NO_x排放问题。而且由于排放的烟气中水分含量大,烟囱中排出的烟气遇到冷空气后,水蒸气快速液化成小水滴,形成肉眼可见的“白烟”,“白烟”虽然为水蒸汽对人体无害,但是白烟阻挡了阳光的正常照射,影响了人类的视觉效果,同时小水滴与空气中的灰尘相结合降落到烟囱周围区域,也对环境造成一定的污染。

[0004] 因而,有必要设计一种新型的低氮排放高效天然气锅炉,来解决上述问题。

发明内容

[0005] 针对上述现有技术中存在的技术问题,本发明的目的是提供一种低氮排放高效天然气锅炉。该锅炉具有系统结构简单、热效率高、钢材耗量少、占地面积少、设备维护方便、造价低的优势,同时还可通过助燃空气加湿燃烧方式降低氮氧化物排放,消除白烟问题,增加环保效益。

[0006] 为了解决以上问题,本发明的技术方案为:

[0007] 一种低氮排放高效天然气锅炉,包括鼓风机、喷雾室、锅炉本体、蒸发回热管束、燃烧机、布气管束和循环水系统,其中,

[0008] 燃烧机的燃烧室和蒸发回热管束自下而上依次设置于锅炉本体内,锅炉本体内部的位于燃烧室上方的部位留有用于盛装热媒介质的空腔,锅炉本体的顶部设置烟囱;

[0009] 鼓风机的入口与空气连通,鼓风机出口与喷雾室进口相连通,喷雾室出口与蒸发回热管束进口相连通,蒸发回热管束出口与燃烧机的助燃空气进口相连通,燃烧机的燃气进口与燃气源连接;

[0010] 燃烧室的烟气出口经止回阀与布气管束相连通;

[0011] 循环水系统与所述锅炉本体连通,循环水系统中的供热回水流入锅炉本体内,通过与烟气的直接接触或间接接触换热,实现烟气中热量的回收。

[0012] 优选的,所述天然气锅炉还包括换热管束,换热管束设置于布气管束与蒸发回热管束之间,且锅炉本体内盛装有热媒介质,换热管束的进口与循环水系统的回水管路连接,换热管束的出口与循环水系统的供水管路连接。

[0013] 天然气燃烧产生的高温烟气流经热媒介质时,与热媒介质直接接触换热,实现烟气中热量的回收,高温烟气和热媒介质之间具有较高的传热系数,可以有效减少换热面积和锅炉本体的容积,有效减少锅炉散热损失。

[0014] 被加热的热媒介质对流经换热管束中的供暖回水进行加热,由于热媒介质与换热管束的接触面积较大,且对供暖回水的加热时间较长,可以实现对供暖水的充分加热。

[0015] 进一步优选的,所述换热管束和蒸发回热管束为单回程或两回程蛇形管。

[0016] 换热管束的管内介质为供暖回水,蒸发回热管束的管内介质为空气-水滴两相流。

[0017] 水滴在受热蒸发吸收大量热量,使管束外热媒水保持较低温度,进一步使得烟气气泡温度降低,由此实现烟气低温潜热的深度回收利用,同时使助燃空气湿度增加。

[0018] 进一步优选的,所述天然气锅炉还包括水处理装置和增压泵,水处理装置的进口与锅炉本体内的空腔连接,水处理装置的出口通过增压泵与喷雾室连接。

[0019] 优选的,所述天然气锅炉还包括布水管束,布水管束上均布有若干通孔,布水管束的进口与循环水系统的回水管路连接,循环水系统的供水管路与锅炉本体连接。

[0020] 供暖回水通过布水管束均匀分布在锅炉本体的截面上,与来自燃烧室的高温烟气直接接触换热,利于回收烟气中的热量。

[0021] 进一步优选的,所述天然气锅炉还包括水处理装置,水处理装置与锅炉本体的空腔连通。

[0022] 进一步优选的,所述天然气锅炉还包括增压泵,增压泵的进口与锅炉本体的空腔连通,增压泵的出口管路分为两路,一路与喷雾室连接,另一路与循环水系统的供水管路连接。

[0023] 优选的,所述空腔内盛装的热媒介质的体积为空腔容积的85-95%。

[0024] 进一步优选的,所述空腔的横截面形状为矩形、方形或梯形。

[0025] 优选的,所述布气管束上沿轴向均布有若干通孔。

[0026] 进一步优选的,所述若干通孔分布在布气管束的半圆周上,开孔的半圆周朝上布置。

[0027] 高温烟气以鼓泡形式从多孔管内向上喷入热媒水,热媒水被快速加热,烟气气泡依次经过换热管束、蒸发回热管束后浮出水面。

[0028] 优选的,所述喷雾室内安装有雾化装置,雾化装置为雾化喷嘴或超声波雾化器,使

雾化后的水滴粒径小于 $10\mu\text{m}$ 。

[0029] 优选的,所述鼓风机为高压离心风机或罗茨鼓风机。

[0030] 优选的,所述锅炉本体的顶部安装有烟道,烟道内安装有除雾器,烟道的出口与所述烟囱连接。

[0031] 优选的,循环水系统采用自动控制系统,实时采集烟气量、烟气温度、烟气 NO_x 浓度等参数,通过调节喷雾水量来调节换热量及 NO_x 排放量。

[0032] 利用上述天然气锅炉进行供暖的方法,包括如下步骤:

[0033] 鼓风机将空气鼓入喷雾室中,与雾化后的水滴混合后进入蒸发回热管束,与热媒介质之间发生换热,水滴受热蒸发,然后水蒸气与空气的混合气流入燃烧室中与天然气混合燃烧,燃烧后的高温烟气均匀流入燃烧室上方的热媒介质中,与供暖回水直接接触换热或间接接触换热,烟气经冷却、除雾后排放。

[0034] 优选的,雾化后的水滴的粒径小于 $10\mu\text{m}$ 。

[0035] 优选的,水蒸气与空气的混合气中,水蒸气与空气的体积比为1:8-12。

[0036] 优选的,上述方法还包括对热媒介质进行加碱处理的步骤。以调节热媒介质的pH值,避免对锅炉本体和管道的腐蚀。

[0037] 本发明的有益效果为:

[0038] 1) 传统天然气锅炉高温烟气通过换热管束加热供暖回水,而本发明将高温烟气首先与热媒水直接接触换热,进而用热媒水通过管束加热供暖回水,由此可显著提高烟气侧传热系数,从而减少换热面积和锅炉本体容积,减少锅炉散热损失;

[0039] 2) 采用蒸发冷却原理回收利用烟气低温余热(显热和潜热):首先,通过加湿助燃空气解决高湿度烟气与低湿度助燃空气间换热负荷不匹配,同时有效提高两者之间的换热系数,最大限度回收烟气低温显热和潜热,也可消除天然气锅炉冒白烟问题;其次,助燃空气加湿使得烟气露点提高,实现了低温潜热的品位提升,有利于提高烟气潜热回收率;再次,提高助燃空气湿度,减少了氧浓度,可降低天然气燃烧过程中热力型 NO_x 生成量,同时烟气与热媒水直接接触也可溶解部分 NO_x ,由此可有效减少燃气锅炉氮氧化物排放;

[0040] 3) 余热回收部分与锅炉本体一体化集成,系统流程简单、结构紧凑、设备维护方便、占地面积少、初投资低。

附图说明

[0041] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本申请的进一步理解,本申请的示意性实施例及其说明用于解释本申请,并不构成对本申请的不当限定。

[0042] 图1是本发明实施例的结构示意图;

[0043] 图2是本发明另一个实施例的结构示意图;

[0044] 其中,1、鼓风机;2、喷雾室;3、蒸发回热管束;4、燃烧机;5、燃烧室;6、止回阀;7、布气管束;8、换热管束;9、烟囱;10、水处理装置;11、增压泵;12、调节阀;13、布水管束。

具体实施方式

[0045] 应该指出,以下详细说明都是例示性的,旨在对本申请提供进一步的说明。除非另有指明,本文使用的所有技术和科学术语具有与本申请所属技术领域的普通技术人员通常

理解的相同含义。

[0046] 需要注意的是,这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式,而非意图限制根据本申请的示例性实施方式。如在这里所使用的,除非上下文另外明确指出,否则单数形式也意图包括复数形式,此外,还应当理解的是,当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时,其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0047] 实施例一:

[0048] 如图1所示,一种低氮排放高效天然气锅炉,燃气锅炉本体采用卧式结构,燃烧室5布置在锅炉本体底部,燃烧机4连接在锅炉本体前端。鼓风机1进口助燃空气由室外环境引入,鼓风机1出口与喷雾室2空气进口连通,喷雾室2前端布置压力式雾化喷嘴,向助燃空气中喷入雾化水滴。喷雾室2排出的含水滴空气进入蒸发回热管束3进口,蒸发回热管束3出口与燃烧机4助燃空气进口连通。

[0049] 提供天然气至燃烧机4燃料进口,燃烧产生的高温烟气由燃烧室5出口经止回阀6进入布气管束7向上喷雾热媒水,高温烟气在上浮过程中逐渐降温减湿并加热热媒水,燃烧产生的水蒸气大部分冷凝析出到热媒水中,燃烧产生的NO_x也部分溶解于热媒水中,浮出液面的高温烟气降温减湿为低温饱和烟气,经锅炉烟囱9排至环境。供暖回水加热过程采用换热管束8,加热所需热量来自高温烟气显热和小部分潜热,被加热至供水温度的供暖回水由换热管束8出口排出,之后被送入供暖管网。

[0050] 为保持热媒水量平衡和控制其酸度,锅炉本体下部设置排水口,排出的热媒水进入循环水子系统。循环水子系统包括:水处理装置10、增压泵11和调节阀12。其中,水处理装置10一端连接锅炉本体排水口,另一端连接增压泵11,排出的热媒水经水处理装置10调节pH值、增压泵加压后分为两路:一路经调节阀12调节流量后接入喷雾室2前端的水雾化装置;另一路接入储水罐用作供暖补水或生活用水。

[0051] 实施例二:

[0052] 如图2所示,本实施例与实施例一的不同在于:取消换热管束和热媒水,将供暖回水通过布水管路13直接喷入锅炉本体上部,与自下向上喷入的高温烟气直接接触被加热,加热后的供暖回水由排水口排出经增压泵增压后分为两路:一路经调节阀12调节流量后接入喷雾室2前端的水雾化装置;另一路接入供暖管道用作供暖给水。水处理装置10与锅炉本体连接,调节供暖给水的pH值。

[0053] 以上所述仅为本申请的优选实施例而已,并不用于限制本申请,对于本领域的技术人员来说,本申请可以有各种更改和变化。凡在本申请的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本申请的保护范围之内。

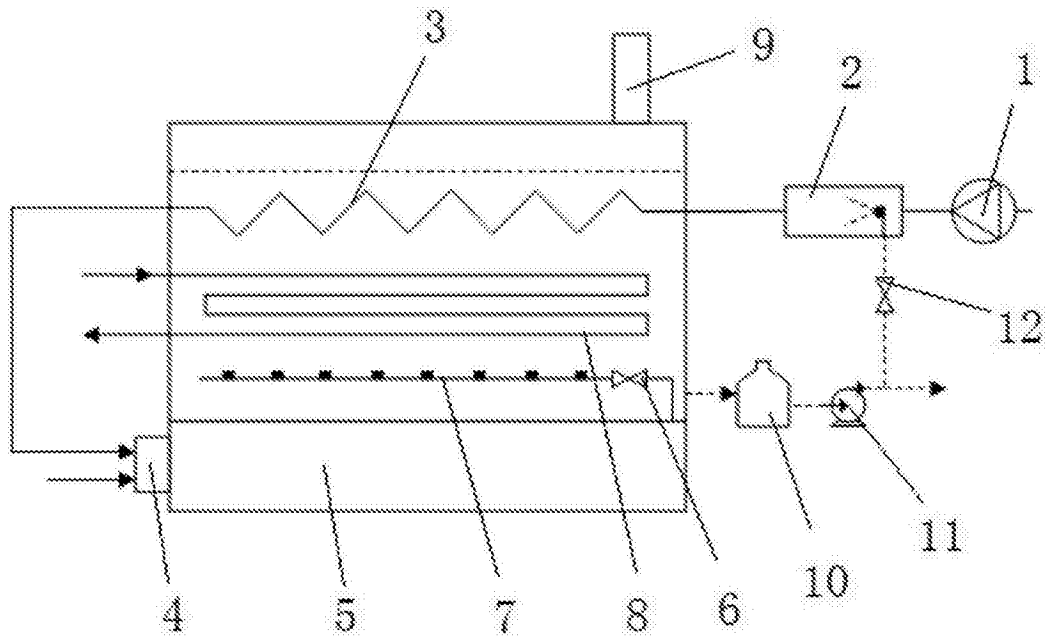


图1

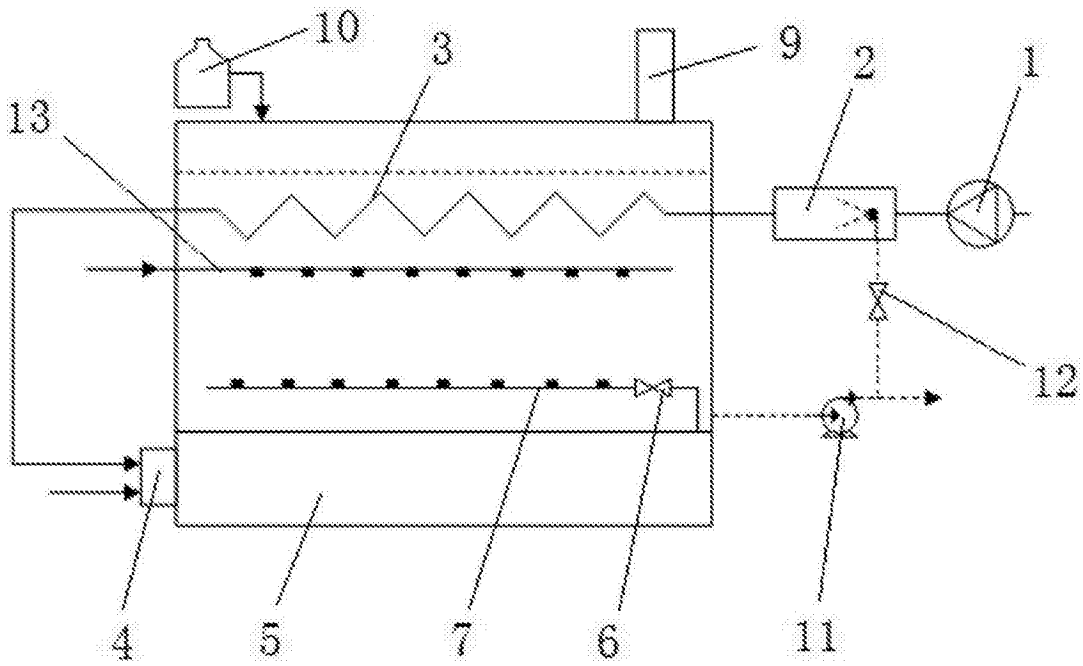


图2