



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110822714 A

(43)申请公布日 2020.02.21

(21)申请号 201911057908.5

F22B 31/08(2006.01)

(22)申请日 2019.11.01

F23D 14/02(2006.01)

(71)申请人 西安交通大学

F23D 14/62(2006.01)

地址 710049 陕西省西安市碑林区咸宁西路28号

F23D 14/70(2006.01)

(72)发明人 赵钦新 倪永涛 梁志远 王云刚 刘明 邵怀爽

(74)专利代理机构 西安智大知识产权代理事务所 61215

代理人 何会侠

(51)Int.Cl.

F24H 8/00(2006.01)

F24H 7/02(2006.01)

F24H 9/00(2006.01)

F24H 9/18(2006.01)

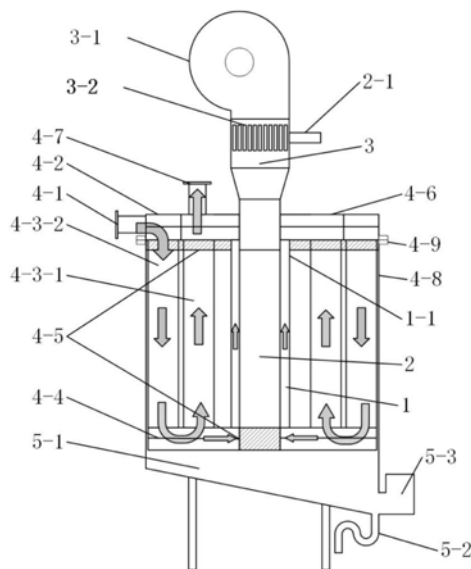
权利要求书3页 说明书7页 附图12页

(54)发明名称

一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉

(57)摘要

一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,包括燃烧器与换热器,安装在锅炉顶板中心的窄间隙燃烧器由鼓风机、混合器和水冷燃烧头构成;换热器由内、外两圈内侧窄外侧宽的玉米粒形直管和一圈与燃烧头耦合的玉米粒形直管沿周向均匀布置构成,鼓风机将空气送入混合器和燃气充分混合进入燃烧头空腔沿周向均匀分布的水冷直管间的窄间隙喷流而出,点火后沿周向和轴向均匀燃烧并向内管圈辐射放热,烟气依次冲刷内、外圈直管间的窄间隙实现窄间隙层流强化换热,通过外壳和外层直管间的间隙向下流入承露盘并从烟气出口排入大气,本发明结构简单,层流强化,紧凑换热,低氮排放,热效率高。



1. 一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,包括外壳(4-8),其特征在于:外壳(4-8)内窄间隙换热器由一圈或多圈圆柱形排列的内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)构成,内层玉米粒形直管(4-3-1)包绕构成冷凝锅炉炉内辐射换热空间,辐射换热空间中心为由水冷直管(1-1)构成的全预混燃烧器头部(1);全预混燃烧器安装在外壳(4-8)的上顶板上,全预混燃烧器头部(1)深入到炉内辐射换热空间进行燃烧放热,烟气从内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)的管间间隙流过,通过外壳(4-8)和外层玉米粒形直管(4-3-2)间隙进入冷凝锅炉底部的承露盘(5-1),并由承露盘(5-1)底部的烟气出口(5-3)流出;

所述内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)和水冷直管(1-1)的结构相同均由多根玉米粒形直管构成,每根玉米粒形直管横截面为内侧窄外侧宽的玉米粒形,具体为内侧为小圆弧,外侧为大圆弧,两侧为平直段,大圆弧和小圆弧与平直段之间由圆角连接,其横截面积尺寸根据布置位置的不同应有所区别,外层玉米粒形直管(4-3-2)上部连通进水集箱(4-2),下部连通水室转弯下集箱(4-4)外侧,内层玉米粒形直管(4-3)上部连通出水集箱(4-6),下部连通水室转弯下集箱(4-4)内侧;进水集箱(4-2)与出水集箱(4-6)分别接有进水口(4-1)和出水口(4-7);冷却水通过进水口(4-1)进入进水集箱(4-2),先后通过水冷直管(1-1)、内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)进行换热,汇集在出水集箱(4-2)中通过出水口(4-7)流出。

2. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在于:所述进水集箱(4-2)、出水集箱(4-6)、水室转弯下集箱(4-4)由上下端盖焊接制成,为同心圆环状,进水集箱(4-2)和出水集箱(4-6)内部通过隔板分为两部分独立的空间,进水集箱(4-2)和出水集箱(4-6)下半端盖和水室转弯下集箱(4-4)上半端盖设置有滑动夹层,供内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)嵌入连接;水室转弯下集箱(4-4)内侧与出水集箱(4-6)之间的距离较水室转弯下集箱(4-4)外侧与进水集箱(4-2)的距离短,与之对应,内层玉米粒形直管(4-3-1)长度较外层玉米粒形直管(4-3-2)长度短,二者的长度差供内层玉米粒形直管(4-3-1)从窄间隙换热器圆周外侧安装进入出水集箱(4-6)与水室转弯下集箱(4-4)内侧的滑动夹层中;出水口(4-7)布置在出水集箱(4-6)上侧。

3. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在于:耐火材料(4-5)布置在外壳(4-8)上顶板上和水室转弯下集箱(4-4)内侧的内部,水室转弯下集箱(4-4)与其内部的耐火材料(4-5)之间密封,使烟气只能依次通过内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)间的间隙及外圈玉米粒形直管(4-3)与外壳(4-8)之间的间隙。

4. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在于:所述外壳(4-8)分为上下两部分端盖,上下端盖通过紧固螺丝(4-9)紧密连接;上下端盖之间使用密封材料填充,通过多个沿圆周等距布置的紧固螺丝(4-9)实现外壳的密封;在停炉时,拆开外壳(4-8),清洗内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)或改变内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)平直段间隙。

5. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在于:所述内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)中相邻玉米粒形直管的平直段间最大间隙为0.5~2mm,平直段为光滑平面或布置有扰流突起,内层玉米粒形直管(4-3-1)和外

层玉米粒形直管(4-3-2)中相邻玉米粒形直管的平直段夹角为 $0^{\circ}\sim 30^{\circ}$;内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)数量和尺寸根据具体功率和布置方式决定;内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)中每个玉米粒形直管与其上下两端的滑动管板(4-31)连接前应进行缩颈,以使滑动管板(4-31)的宽度不大于内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)中每个玉米粒形直管小圆弧边的宽度,实现多块滑动管板(4-31)与进水集箱(4-2)、出水集箱(4-6)、水室转弯下集箱(4-4)的安装。

6. 根据权利要求5所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在于:内层的滑动管板(4-31)与内层玉米粒形直管(4-3-1)的缩颈只能以焊接方式连接,缩颈为圆形或当量直径较小的玉米粒形;外层的滑动管板(4-31)与外层玉米粒形直管(4-3-2)中每个玉米粒形直管采用焊接或插拔两种方式连接,此时外层的滑动管板(4-31)与外层玉米粒形直管(4-3-2)中每个玉米粒形直管连接的缩颈段处设置沉头孔放置密封圈,与进水集箱(4-2)和水室转弯下集箱(4-4)使用螺栓紧固,停炉时可将外层玉米粒形直管(4-3-2)与进水集箱(4-2)和水室转弯下集箱(4-4)分离,方便清洗管间积灰,制造过程减小焊接工作量,可节约制造成本;滑动管板(4-31)的两侧各布置有多个紧固螺丝孔,通过使用不同的紧固螺丝孔调整内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)圆周的半径,滑动管板(4-31)安装在进水集箱(4-2)、出水集箱(4-6)、水室转弯下集箱(4-4)的滑动夹层中;集箱滑动夹层中滑动管板(4-31)上设置有周向凹槽,凹槽内填充有耐高温密封材料,并由紧固螺丝进水集箱(4-2)、出水集箱(4-6)、水室转弯下集箱(4-4)与内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2),实现进水集箱(4-2)、出水集箱(4-6)和水室转弯下集箱(4-4)的完全密封。

7. 根据权利要求6所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在于:所述外壳(4-8)内换热器不需要改变内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)管间间隙时,内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)的缩颈直接与进水集箱(4-2)、出水集箱(4-6)和水室转弯下集箱(4-4)通过插拔进行连接形成换热器,在进水集箱(4-2)、出水集箱(4-6)和水室转弯下集箱(4-4)均设置有与内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)的缩颈连接的沉头孔,孔内放置有密封垫圈,垫圈内设置有缩颈形状的凹槽,完全匹配缩颈以完全密封。

8. 根据权利要求6所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在于:所述滑动管板(4-31)能够在停炉时调节紧固螺丝的位置,使内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)沿圆周径向移动,从而改变内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)间大圆弧和小圆弧之间的平直段间隙,使间隙在 $0.5\sim 2\text{mm}$ 范围内可调;内层玉米粒形直管(4-3-1)焊接的内层的滑动管板(4-31)由出水集箱(4-6)外侧圆周沿径向安装,内层玉米粒形直管(4-3-1)需在停炉后将外层玉米粒形直管(4-3-2)拆除后才能调节;与外层玉米粒形直管(4-3-2)连接的滑动管板(4-31)由进水集箱(4-6)外侧圆周沿径向安装,实现内层和外层的滑动管板(4-31)的独立调节,在特殊要求下实现由内向外的等流速设计,或称为变窄间隙流速调控设计。

9. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在于:所述内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)组成的窄间隙换热器能够独立作为高温烟气、低温余热烟气的换热器或者太阳光能的吸热器,所述燃烧器头部(1)的位置能够

为高温烟气、低温余热烟气的换热器的输入的位置或者太阳光能的吸热器输入的位置。

10. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在於:所述全预混燃烧器包括混气室(3)和燃烧器头部(1),燃气进气口(2-1)与增压风机(3-1)为混气室(3)两个进气口,进气比例调节由气控阀门或电控阀门控制,混气室(3)出气口为配气室(2)进口,混合气经配气室(2)通过燃烧器头部(1)喷入炉膛燃烧空间进行燃烧。

11. 根据权利要求9所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在於:所述燃烧器头部(1)由多根圆周排列的水冷直管(1-1)构成,水冷直管(1-1)为玉米粒形,相邻两根水冷直管(1-1)间隙为燃烧器头部(1)的条缝形火孔,水冷直管(1-1)通过冷插拔方式连接在出水集箱(4-6)和水室转弯下集箱(4-4)之间,水冷直管(1-1)与内层玉米粒形直管(4-3-1)均由水室转弯下集箱(4-4)给水并汇合于出水集箱(4-6)中。

12. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在於:所述全预混燃烧器顶部放置或底部放置,燃烧器头部(1)为水冷管束或者金属孔板或者金属纤维结构。

13. 根据权利要求10所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在於:所述混气室(3)为圆柱体或长方体空间,空间内部布置有若干片气体混合片(3-2),外围布置有对称的燃气集箱(3-2-2),侧面布置有燃气进口(2-1);气体混合片(3-2)为圆形或两侧具有平直段的六边形、矩形或腰圆形的直管或圆环管道,平直段侧面开有若干排顺列或错列的燃气出流孔(3-2-1),每个燃气出流孔(3-2-1)形状为上游布置有锥形、三角形、半圆形、菱形、矩形、半球形或球形突起的三维孔,或者布置上游没有突起和空气流向垂直的圆形、三角形、菱形、半圆形、椭圆形或矩形的平面出流孔,或者为上述三维孔和平面出流孔的组合;空气向混气室(3)流动,当气体混合片(3-2)为直管时,气体混合片(3-2)平行排列布置,当气体混合片(3-2)为圆环管道时,直径不同的气体混合片(3-2)在同一平面或多个平面内嵌套布置,并且在圆环中心的气体混合片(3-2)为圆柱形集箱,若干根供气管道将多层气体混合片(3-2)以及燃气集箱(3-2-2)相互连接,空气被气体混合片(3-2)分隔成多层气流,气流流经突起时在燃气出流孔(3-2-1)形成低压区,使燃气和空气在低压区混合均匀。

14. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在於:换热器可根据具体尺寸选择一圈或多圈玉米粒形直管(4-3-1),4-3-2),当全预混燃烧器中心线垂直布置时,燃气冷凝锅炉也能作为蒸汽锅炉使用,若只保留一圈外层玉米粒形直管(4-3-2),燃气冷凝锅炉烟气出口另外接入节能器;当作为蒸汽锅炉使用时,其稳定工作时外层玉米粒形直管(4-3-2)水位线位于管的中上部2/3处。

15. 根据权利要求1所述的一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,其特征在於:所述内层玉米粒形直管(4-3-1)和外层玉米粒形直管(4-3-2)和水冷直管(1-1)中导热介质为水或导热油。

一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉

技术领域

[0001] 本发明涉及整体冷凝锅炉技术领域,具体涉及一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉。

背景技术

[0002] 我国是能源生产和消费的大国,节能减排、提高能源利用效率是我们面临的重要任务,同时我国环境治理还需严控,雾霾问题的持续、频发,北方供暖季间雾霾现象更为严重。长期以来,我国的能源生产和消费中主要以煤为主。我国的大气污染属于“第一代”煤烟型污染,主要是由于煤燃烧造成。为治理雾霾,供暖行业提出了2019年清洁取暖率50%代替散烧煤0.74亿吨,新增气131亿m³;2021年清洁取暖率70%代替散烧煤1.5亿吨,新增气278亿m³;2021年供暖天然气需求达641亿m³以上等诸多要求。为达到要求,采用燃烧天然气的商用燃气冷凝热水炉作为分布式供热方式必不可少,燃烧天然气基本上不排放或排放少量的SO₂;氮氧化物排放量比燃煤减少45%,比燃油减少63%;CO₂排放量比燃煤减少52%,比燃油减少26%,其次,商用燃气冷凝热水炉是将天然气的化学能转变成热能实现采暖的供应终端,是分布式供热的最好选择。

[0003] 目前,常规的商用燃气热水炉等热动力设备,存在利用效率低的问题。一方面需要不断提高天然气的燃烧效率,另一方面需要进一步降低天然气利用设备的排烟温度,提高设备转换效率。常规天然气热水锅炉的排烟温度一般在130℃以上,蒸汽锅炉在200℃以上,有时甚至高达300℃,该温度远高于天然气烟气水露点温度(通常为55~60℃),排烟不仅带走大量烟气显热,更重要的是烟气中水蒸气潜热得不到充分利用,降低锅炉排烟温度对于提高天然气锅炉效率和降低运行费用是非常重要的。

[0004] 冷凝锅炉利用高效的全预混燃烧技术,有效的降低了燃烧过量空气系数,提高了天然气燃烧效率,降低NO_x等污染气体的生成与排放,同时采用烟气深度冷却技术,将热能利用设备排烟温度降到烟气露点温度(或水露点)以下,不仅能够充分地吸收烟气的显热还能利用天然气燃烧时产生的水蒸气凝结放热,大大提高了天然气能量在热能利用设备中的转换效率,节约了能源。因此,开发应用燃气冷凝热水锅炉,是减少环境污染、高效利用燃气的有效途径之一。目前市场上冷凝锅炉的结构形式主要有分离式和整体式两种形式,前者是在常规锅炉后加装冷凝段换热器,冷凝率低,锅炉整体热效率提高小;后者是将常规锅炉和冷凝换热器设计为整体结构。目前市场上推出的整体式冷凝锅炉主要有铸铝硅镁模块化商用燃气冷凝热水炉和商用燃气不锈钢盘管冷凝热水炉。铸铝硅镁模块化商用燃气冷凝热水炉虽然效率较高,结构紧凑但模具、材料价格昂贵,国内生产能力极其有限同时核心技术受国外掌控;商用燃气不锈钢盘管冷凝热水炉体积大且笨重,盘管工艺复杂、成本高。

发明内容

[0005] 为了解决上述现有技术存在的问题,本发明的目的在于提供一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,采用横截面为内侧窄外侧宽的玉米粒形直管组成锅炉的辐射一对流换

热器,玉米粒形直管构成的燃烧室有利于发挥全预混燃烧器辐射换热能力强的优势,同时,相邻玉米粒形直管管间的窄间隙烟道,使高温烟气流过时被管内水强烈冷却,强化层流换热,换热系数大。锅炉结构简单,成本低且热效率高,在回水温度30℃时,锅炉热效率可达106%以上。

[0006] 为了实现上述发明目的,本发明采取的技术方案是:

[0007] 一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,包括外壳4-8,外壳4-8内窄间隙换热器由一圈或多圈圆柱形排列的内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2构成,内层玉米粒形直管4-3-1包绕构成冷凝锅炉炉内辐射换热空间,辐射换热空间中心为由水冷直管1-1构成的全预混燃烧器头部1;全预混燃烧器安装在外壳4-8的上顶板上,全预混燃烧器头部1深入到炉内辐射换热空间进行燃烧放热,烟气从内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2的管间间隙流过,通过外壳4-8和外层玉米粒形直管4-3-2间隙进入冷凝锅炉底部的承露盘5-1,并由承露盘5-1底部的烟气出口5-3流出;

[0008] 所述内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2和水冷直管1-1的结构相同均由多根玉米粒形直管构成,每根玉米粒形直管横截面为内侧窄外侧宽的玉米粒形,具体为内侧为小圆弧,外侧为大圆弧,两侧为平直段,大圆弧和小圆弧与平直段之间由圆角连接,其横截面积尺寸根据布置位置的不同应有所区别,外层玉米粒形直管4-3-2上部连通进水集箱4-2,下部连通水室转弯下集箱4-4外侧,内层玉米粒形直管4-3上部连通出水集箱4-6,下部连通水室转弯下集箱4-4内侧;进水集箱4-2与出水集箱4-6分别接有进水口4-1和出水口4-7;冷却水通过进水口4-1进入进水集箱4-2,先后通过水冷直管1-1、内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2进行换热,汇集在出水集箱4-2中通过出水口4-7流出。

[0009] 进水集箱4-2、出水集箱4-6、水室转弯下集箱4-4由上下端盖焊接制成,为同心圆环状,进水集箱4-2和出水集箱4-6内部通过隔板分为两部分独立的空间,进水集箱4-2和出水集箱4-6下半端盖和水室转弯下集箱4-4上半端盖设置有滑动夹层,供内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2嵌入连接;水室转弯下集箱4-4内侧与出水集箱4-6之间的距离较水室转弯下集箱4-4外侧与进水集箱4-2的距离短,与之对应,内层玉米粒形直管4-3-1长度较外层玉米粒形直管4-3-2长度短,二者的长度差供内层玉米粒形直管4-3-1从窄间隙换热器圆周外侧安装进入出水集箱4-6与水室转弯下集箱4-4内侧的滑动夹层中;出水口4-7布置在出水集箱4-6上侧。

[0010] 耐火材料4-5布置在外壳4-8上顶板上和水室转弯下集箱4-4内侧的内部,水室转弯下集箱4-4与其内部的耐火材料4-5之间密封,使烟气只能依次通过内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2间的间隙及外圈玉米粒形直管4-3与外壳4-8之间的间隙。

[0011] 外壳4-8分为上下两部分端盖,上下端盖通过紧固螺丝4-9紧密连接;上下端盖之间使用密封材料填充,通过多个沿圆周等距布置的紧固螺丝4-9实现外壳的密封;在停炉时,拆开外壳4-8,清洗内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2或改变内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2平直段间隙。

[0012] 内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2中相邻玉米粒形直管的平直段间最大间隙为0.5~2mm,平直段为光滑平面或布置有扰流突起,内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2中相邻玉米粒形直管的平直段夹角为0°~30°;内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2数量和尺寸根据具体功率和布置方式决定;内层玉米粒

形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2中每个玉米粒形直管与其上下两端的滑动管板4-31连接前应进行缩颈,以使滑动管板4-31的宽度不大于内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2中每个玉米粒形直管小圆弧边的宽度,实现多块滑动管板4-31与进水集箱4-2、出水集箱4-6、水室转弯下集箱4-4的安装。

[0013] 内层的滑动管板4-31与内层玉米粒形直管4-3-1的缩颈只能以焊接方式连接,缩颈可为圆形或当量直径较小的玉米粒形;外层的滑动管板4-31与外层玉米粒形直管4-3-2中每个玉米粒形直管采用焊接或插拔两种方式连接,此时外层的滑动管板4-31与外层玉米粒形直管4-3-2中每个玉米粒形直管连接的缩颈段处设置沉头孔放置密封圈,与进水集箱4-2和水室转弯下集箱4-4使用螺栓紧固,停炉时可将外层玉米粒形直管4-3-2与进水集箱4-2和水室转弯下集箱4-4分离,方便清洗管间积灰,制造过程减小焊接工作量,可节约制造成本;滑动管板4-31的两侧各布置有多个紧固螺丝孔,通过使用不同的紧固螺丝孔调整内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2圆周的半径,滑动管板4-31安装在进水集箱4-2、出水集箱4-6、水室转弯下集箱4-4的滑动夹层中;集箱滑动夹层中滑动管板4-31上设置有周向凹槽,凹槽内填充有耐高温密封材料,并由紧固螺丝进水集箱4-2、出水集箱4-6、水室转弯下集箱4-4与内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2,实现进水集箱4-2、出水集箱4-6和水室转弯下集箱4-4的完全密封。

[0014] 外壳4-8内换热器不需要改变内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2管间间隙时,内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2的缩颈可直接与进水集箱4-2、出水集箱4-6和水室转弯下集箱4-4通过插拔进行连接形成换热器,在进水集箱4-2、出水集箱4-6和水室转弯下集箱4-4均设置有与内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2的缩颈连接的沉头孔,孔内放置有密封垫圈,垫圈内设置有缩颈形状的凹槽,可完全匹配缩颈以完全密封。

[0015] 滑动管板4-31能够在停炉时调节紧固螺丝的位置,使内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2沿圆周径向移动,从而改变内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2间大圆弧和小圆弧之间的平直段间隙,使间隙在0.5~2mm范围内可调;内层玉米粒形直管4-3-1焊接的内层的滑动管板4-31由出水集箱4-6外侧圆周沿径向安装,内层玉米粒形直管4-3-1需在停炉后将外层玉米粒形直管4-3-2拆除后才能调节;与外层玉米粒形直管4-3-2连接的滑动管板4-31由进水集箱4-6外侧圆周沿径向安装,实现内层和外层的滑动管板4-31的独立调节,在特殊要求下实现由内向外的等流速设计,或称为变窄间隙流速调控设计。

[0016] 内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2组成的窄间隙换热器能够独立作为高温烟气、低温余热烟气的换热器或者太阳光能的吸热器,所述燃烧器头部1的位置能够为高温烟气、低温余热烟气的换热器的输入的位置或者太阳光能的吸热器输入的位置。

[0017] 全预混燃烧器包括混气室3和燃烧器头部1,燃气进气口2-1与增压风机3-1为混气室3两个进气口,进气比例调节可由气控阀门或电控阀门控制,混气室3出气口为配气室2进口,混合气经配气室2通过燃烧器头部1喷入炉膛燃烧空间进行燃烧。

[0018] 燃烧器头部1由多根圆周排列的水冷直管1-1构成,水冷直管1-1为玉米粒形,相邻两根水冷直管1-1间隙为燃烧器头部1的条缝形火孔,水冷直管1-1通过冷插拔方式连接在

出水集箱4-6和水室转弯下集箱4-4之间,水冷直管1-1与内层玉米粒形直管4-3-1均由水室转弯下集箱4-4给水并汇合于出水集箱4-6中。

[0019] 全预混燃烧器顶部放置或底部放置,燃烧器头部1为水冷管束或者金属孔板或者金属纤维结构。

[0020] 混气室3为圆柱体或长方体空间,空间内部布置有若干片气体混合片3-2,外围布置有对称的燃气集箱3-2-2,侧面布置有燃气进口2-1;气体混合片3-2为圆形或两侧具有平直段的六边形、矩形或腰圆形的直管或圆环管道,平直段侧面开有若干排顺列或错列的燃气出流孔3-2-1,每个燃气出流孔3-2-1形状为上游布置有锥形、三角形、半圆形、菱形、矩形、半球形或球形突起的三维孔,或者布置上游没有突起和空气流向垂直的圆形、三角形、菱形、半圆形、椭圆形或矩形的平面出流孔,或者为上述三维孔和平面出流孔的组合;空气向混气室3流动,当气体混合片3-2为直管时,气体混合片3-2平行排列布置,当气体混合片3-2为圆环管道时,直径不同的气体混合片3-2在同一平面或多个平面内嵌套布置,并且在圆环中心的气体混合片3-2为圆柱形集箱,若干根供气管道将多层气体混合片3-2以及燃气集箱3-2-2相互连接,空气被气体混合片3-2分隔成多层气流,气流流经突起时在燃气出流孔3-2-1形成低压区,使燃气和空气在低压区混合均匀。

[0021] 换热器可根据具体尺寸选择一圈或多圈玉米粒形直管4-3-1,4-3-2,当全预混燃烧器中心线垂直布置时,燃气冷凝锅炉也能作为蒸汽锅炉使用,若只保留一圈外层玉米粒形直管4-3-2,燃气冷凝锅炉烟气出口另外接入节能器;当作为蒸汽锅炉使用时,其稳定工作时外层玉米粒形直管4-3-2水位线位于管的中上部2/3处。

[0022] 内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2和水冷直管1-1中导热介质可为水或导热油。

[0023] 本发明和现有技术相比,具有如下优点:

[0024] 1、本发明冷凝锅炉的换热器结构采用窄间隙玉米粒形直管组成辐射一对流受热面,燃烧室紧凑,可以充分吸收高温烟气的辐射换热,窄间隙的烟道流程,有效强化了烟气与管壁的对流换热。

[0025] 2、直管采用玉米粒形的截面形式,与扁平截面的直管相比,减小了烟气进入窄间隙的流动阻力;与圆形截面的直管相比,增加了烟气在窄间隙的对流换热面积,强化了层流换热,具有优于扁平截面和圆形截面盘管的换热效果。

[0026] 3、玉米粒形直管内、外圈均同心布置,高温烟气经燃烧室依次流过内圈和外圈,内管圈体通过辐射和对流冷却烟气温度,外圈管体对烟气进行冷凝换热,具有较高的热效率,烟气在窄间隙间流向的改变也造成烟气的扰动,加强了对流换热,同时,盘管采用不锈钢或铸铝硅合金材料有效的提高抗氧化、耐腐蚀性,并且光滑的换热表面可以自动清洁,大大延长了换热器的使用寿命,保养更加简便。

[0027] 4、本发明冷凝锅炉采用的水冷全预混燃烧器,与传统扩散式燃烧器相比,火焰长度短,辐射能力强;与传统金属纤维燃烧器相比,由于水冷冷却能力的安全性,可以安全稳定高效燃烧,并且能够在极低的过量空气系数下充分燃烧,不仅降低了排烟热损失,并且提高烟气中水蒸气冷凝率。

[0028] 5、本发明中混合器比传统混合器混合更均匀,采用空气分层的方法,消除空气密集区,实现空气与燃气的完全混合。

[0029] 6、本发明具有结构简单,制造工艺简化的优势,冷凝换热器不需焊接,同时强化了烟气侧层流对流和冷凝换热,使整个换热器十分紧凑。

附图说明

[0030] 图1为本发明结构示意图。

[0031] 图2为本发明玉米粒形直管换热器布置示意图。

[0032] 图3为本发明改变玉米粒形直管间间隙原理示意图。

[0033] 图4为玉米粒形直管结构示意图。

[0034] 图5为本发明内层玉米粒形直管顶部结构示意图,其中图5a为顶部结构侧视图,图5b为顶部结构俯视图。

[0035] 图6为本发明外圈玉米粒形直管顶部结构示意图,其中图6a为顶部结构侧视图,图6b为顶部结构俯视图。

[0036] 图7为本发明玉米粒形直管与集箱连接的结构示意图。

[0037] 图8为本发明水冷全预混燃烧器结构示意图,其中图8a为燃烧器系统示意图,图8b为燃烧器头部结构横截面示意图。

[0038] 图9为本发明气体混合片为直管的混气室结构示意图,其中图9a为混气室结构等轴视图,图9b为混气室结构俯剖视图,图9c为混气室结构侧剖视图。

[0039] 图10为本发明气体混合片为圆环管的混气室结构示意图,其中图10a为混气室结构等轴视图,图10b为混气室结构俯剖视图,图10c为混气室结构侧剖视图。

[0040] 图11为本发明气体混合片结构示意图。

具体实施方式

[0041] 以下结合附图及具体实施例对本发明作进一步的详细描述。

[0042] 如图1和图2所示,本发明一种窄间隙燃烧及换热的燃气冷凝锅炉,包括外壳4-8,外壳4-8内窄间隙换热器由一圈或多圈圆柱形排列的玉米粒形直管构成,内层玉米粒形直管4-3-1包绕构成冷凝锅炉炉内辐射换热空间,辐射换热空间中心为全预混燃烧器头部1;全预混燃烧器安装在外壳4-8的上顶板上,全预混燃烧器头部1深入到炉内辐射换热空间进行燃烧放热,烟气从内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2的管间间隙流过,通过外壳4-8和外层玉米粒形直管4-3-2间隙进入承露盘5-1,并由烟气出口5-3流出。冷工质通过进水口4-1进入进水集箱4-2,通过外层玉米粒形直管4-3-2在外圈换热器向下流动进入水室转弯下集箱4-4,混合后进入内层玉米粒形直管4-3-1,在内层玉米粒形直管4-3-1向上流动进入出水集箱4-6通过出水口4-7流出。烟气在内层玉米粒形直管4-3-1进行辐射和对流换热,在外层玉米粒形直管4-3-2进行冷凝换热,冷凝水被烟气带入承露盘5-1,在承露盘5-1最低处的冷凝液排水口5-2排出锅炉。外壳4-8分为上下两部分端盖,上下端盖通过紧固螺丝4-9紧密连接;上下端盖之间使用密封材料填充,通过多个沿圆周等距布置的紧固螺丝4-9实现外壳的密封;在停炉时,可拆开外壳4-8,清洗内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2或改变内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2平直段间隙。

[0043] 如图3所示,以内层玉米粒形直管4-3-1为例说明改变管间间隙的原理,所述内层

玉米粒形直管4-3-1通过改变与燃烧器头部1的距离来改变管间的间距,内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2可独立调节,从而实现变窄间隙流速调控设计。

[0044] 如图4所示,以内层玉米粒形直管4-3-1为例描述玉米粒形直管结构,外层玉米粒形直管4-3-2与内层玉米粒形直管4-3-1结构相同,所述内层玉米粒形直管4-3-1上下端部均有缩颈,缩颈段与滑动管板4-31连接;内层玉米粒形直管4-3-1缩颈段与滑动管板4-31用焊接方式连接;外层玉米粒形直管4-3-2缩颈段与滑动管板4-31用焊接方式或密封插拔方式连接。

[0045] 如图5中图5a和图5b所示,所述玉米粒形直管4-3-1与滑动管板4-31以焊接方式连接时,可用于内圈显热换热和外圈冷凝换热,滑动管板4-31布置有小凹槽供进水集箱4-2、出水集箱4-6和水室转弯下集箱4-4的密封圈密封。

[0046] 如图6中图6a和图6b所示,所述外层玉米粒形直管4-3-2与滑动管板4-31以密封插拔方式连接时,只可用于外圈冷凝换热,壁面过高的温度使密封圈失效;滑动管板4-31与外层玉米粒形直管4-3-2的接触面内部设置有凹槽来放置密封圈;以插拔方式密封外层玉米粒形直管4-3-2与滑动管板4-31可大幅减少焊接工作量,减少成本,因此外层玉米粒形直管4-3-2可单独作为冷凝换热器对其他锅炉进行冷凝改造。

[0047] 如图7所示,以内层玉米粒形直管4-3-1与进水集箱4-2连接为例,说明二者的连接结构和方式。内层玉米粒形直管4-3-1连接的滑动管板4-31安装在进水集箱4-2下部的夹层中,夹层内部开有凹槽放置密封圈,紧固螺丝通过滑动管板4-31外侧的紧固螺丝孔与进水集箱4-2连接,紧固内层玉米粒形直管4-3-1和进水集箱4-2;滑动管板4-31两侧各布置有多个紧固螺丝孔,图中以两个为例,通过使用不同位置的紧固螺丝孔来改变内层玉米粒形直管4-3-1沿径向的距离。

[0048] 如图8中图8a和图8b所示,所述全预混燃烧器包括混气室3,配气室2和燃烧器头部1。空气通过增压风机3-1,增压进入混气室3,空气被多个气体混合片3-2分隔成多片薄气流,流经燃气出流孔3-2-1的上游突起时在燃气出流孔3-2-1形成局部低压区,使气体混合片3-2内的燃气与外部薄空气流充分混合,混合气通过方变圆的变径进入配气室2。燃烧器头部1的火孔由一圈水冷直管1-1的间隙构成,其给水从水室转弯下集箱4-4分流进入,从出水集箱4-6流出。空气与燃气的混合气从水冷直管1-1间隙喷入炉膛燃烧空间进行燃烧。

[0049] 如图9中图9a、图9b和图9c所示,以混气室3为圆柱体空间为例,空间内部布置有若干片直管气体混合片3-2,外围布置有对称的燃气集箱3-2-2,侧面布置有燃气进口2-1。气体混合片3-2为圆形或两侧具有平直段的六边形、矩形和腰圆形管道,平直段侧面开有若干排燃气出流孔3-2-1,每个燃气出流孔3-2-1上游布置有突起,该突起可为锥形、菱形、矩形和球形。在图9b中空气自垂直纸面方向向里流动,被气体混合片3-2分隔成多片气流,气流流经突起时在燃气出流孔3-2-1形成低压区,使燃气和空气在低压区混合均匀。如图10中图10a、图10b和图10c所示,以混气室3为圆柱体空间为例,空间内部布置有若干片相互嵌套的圆环气体混合片3-2,中间为锥顶圆柱形集箱,若干根供气管道将多层气体混合片3-2以及燃气集箱3-2-2相互连接,外围布置有对称的燃气集箱3-2-2,侧面布置有燃气进口2-1。在图10b中空气自垂直纸面方向向里流动,被气体混合片3-2分隔成多层环状气流,气流流经突起时在燃气出流孔3-2-1形成低压区,使燃气和空气在低压区混合均匀。

[0050] 如图11所示,气体混合片3-2上开有若干排燃气出流孔3-2-1,每个燃气出流孔上

游布置有突起,该图以锥形为例。

[0051] 当全预混燃烧器中心线垂直布置时也能作为蒸汽锅炉使用,此时换热器可只保留一圈外层玉米粒形直管4-3-2,直管材料可为碳钢,烟气出口可另外接入节能器。当此锅炉作为蒸汽锅炉使用时,其稳定工作时外层玉米粒形直管4-3-2水位线位于管中的中上部2/3处。

[0052] 本发明玉米粒形直管中导热介质可以是水,也可以是导热油之类的有机热载体。

[0053] 内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2组成的窄间隙换热器可独立作为其他高温热源的换热器,所述燃烧器头部1的位置可为其它高温热源输入的位置,所述高温热源可为高温烟气、低温余热烟气或者是太阳光能,因此不仅可以作为天然气锅炉的换热器,也可作为光吸热器。

[0054] 作为本发明的优选实施方式,所述外壳4-8内表面、烟气出口5-3采用碳钢辅以表面化学镀膜或热喷涂防腐处理材料,或者直接采用抗硫酸露点腐蚀能力的ND钢、Corten钢、316L奥氏体不锈钢或铸铝硅合金材料,或者采用PVC、ABS、PP或PE。

[0055] 作为本发明的优选实施方式,所述外壳4-8内内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2中相邻玉米粒形直管的平直段间最大间隙为0.5~2mm,侧面为光滑平面或布置有扰流突起,内层玉米粒形直管4-3-1和外层玉米粒形直管4-3-2中相邻玉米粒形直管的平直段夹角为0~30°。

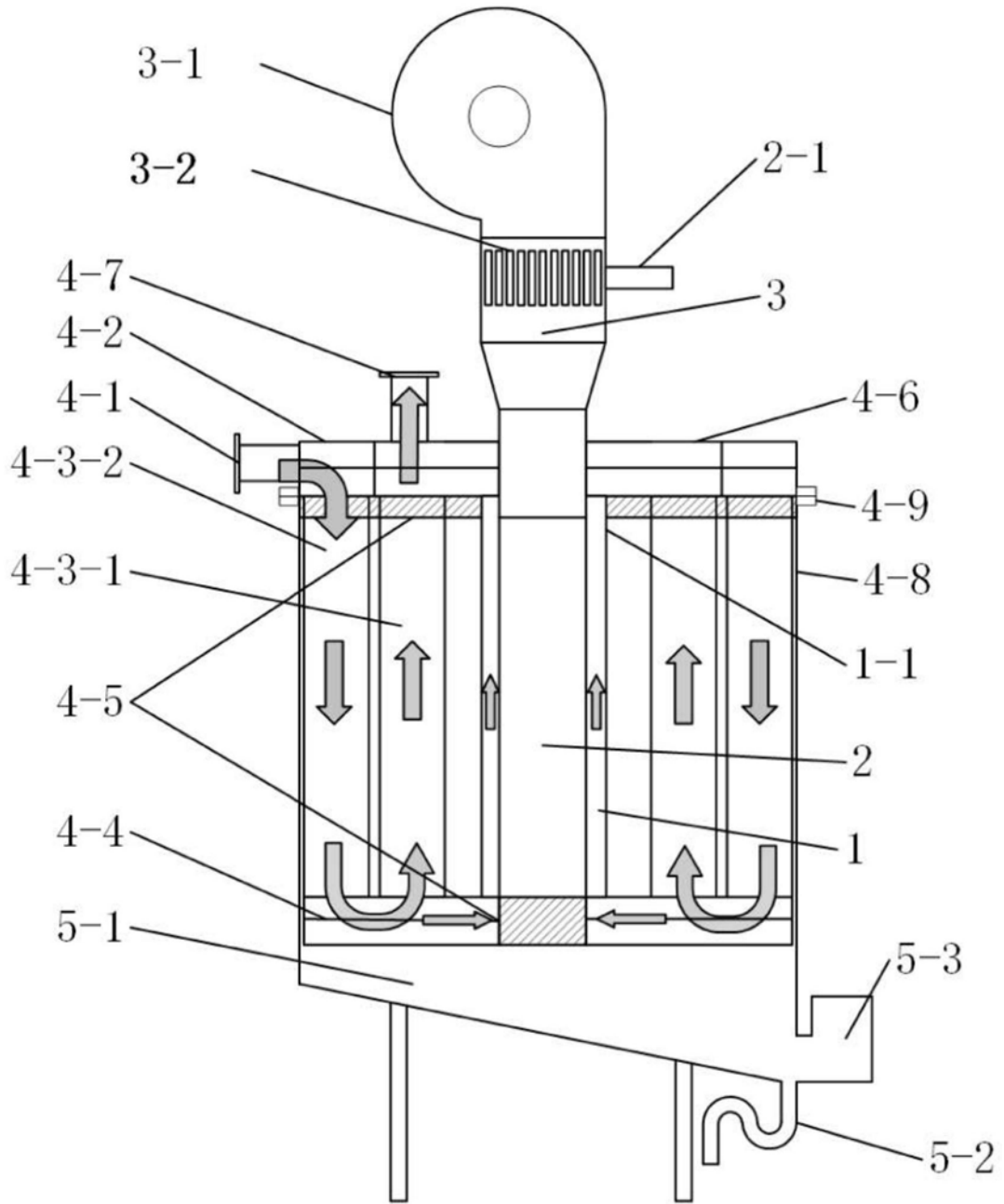


图1

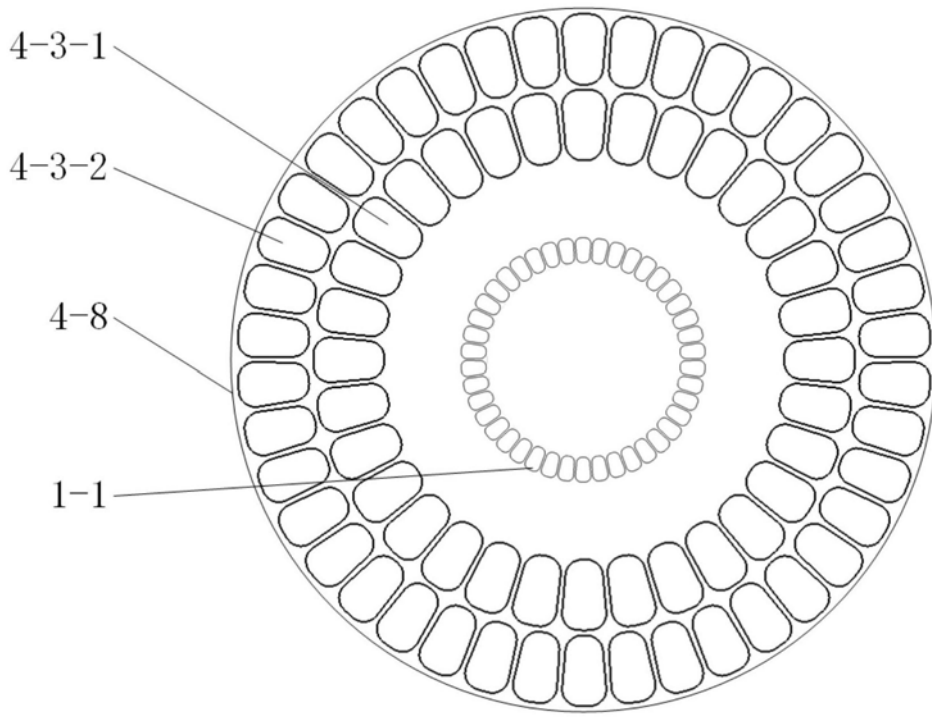


图2

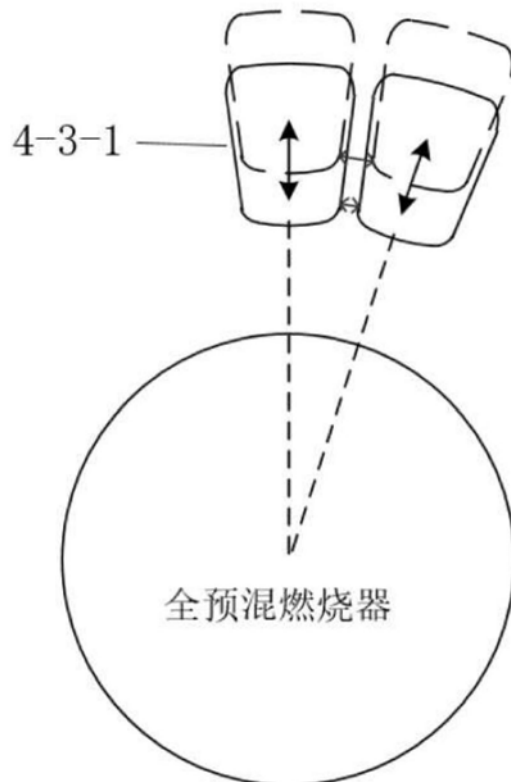


图3

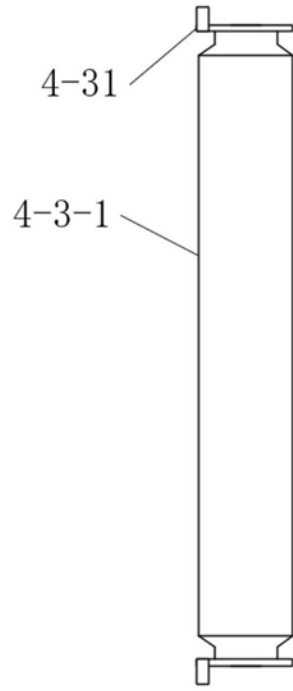


图4

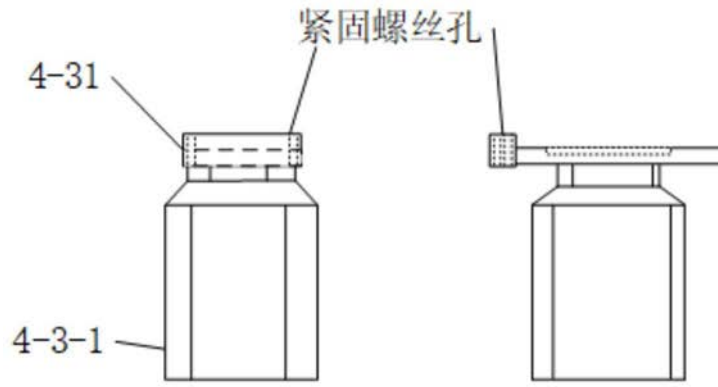


图 5a

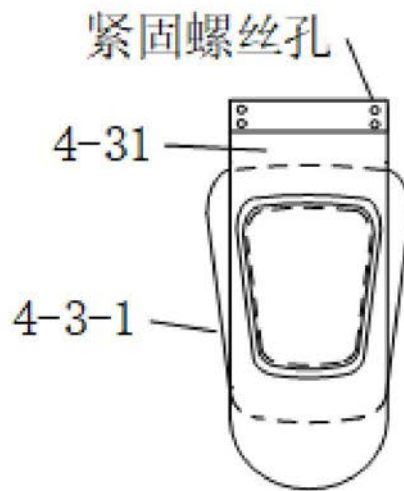


图 5b

图5

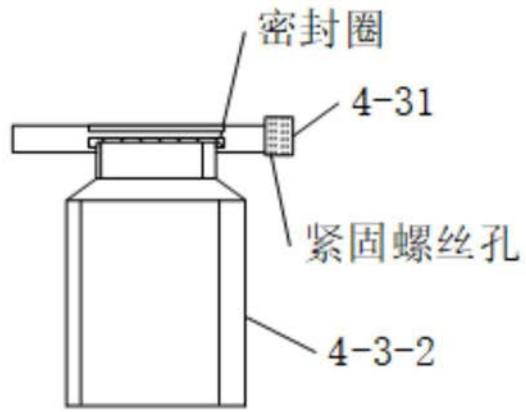


图 6a



图 6b

图6

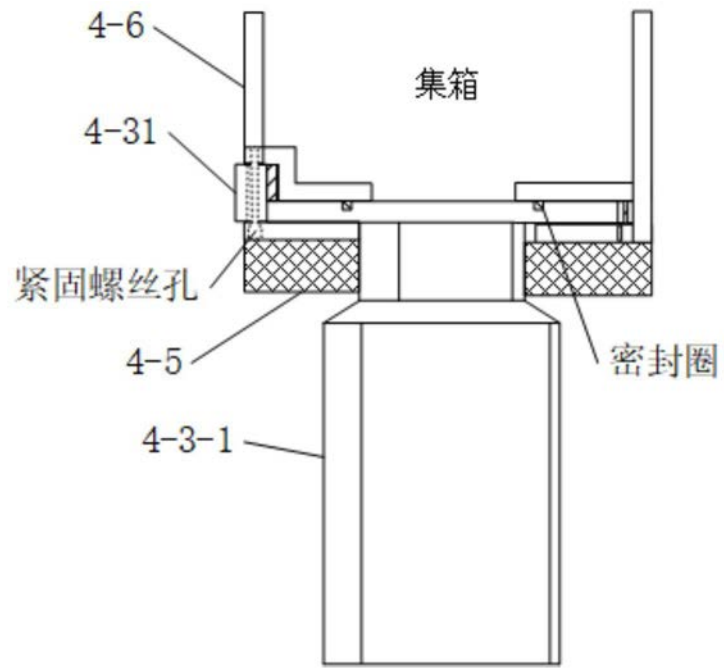


图7

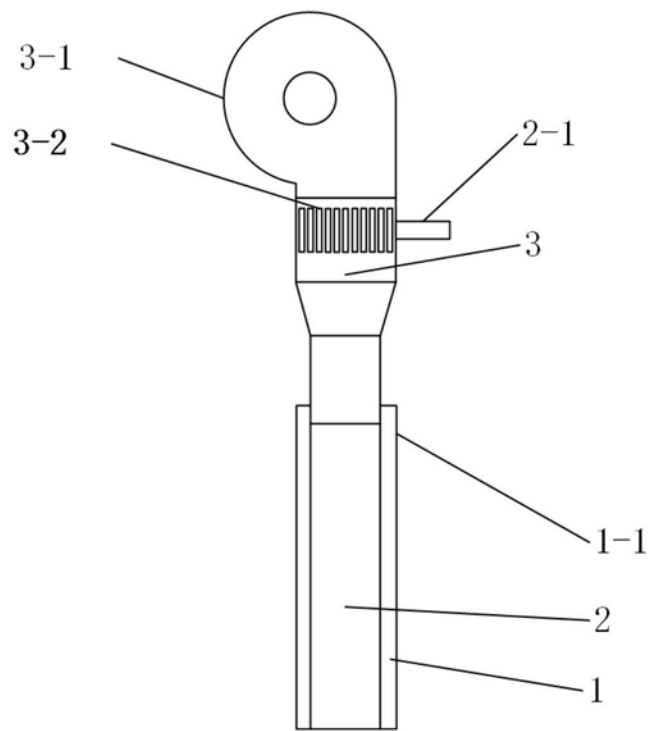


图 8a

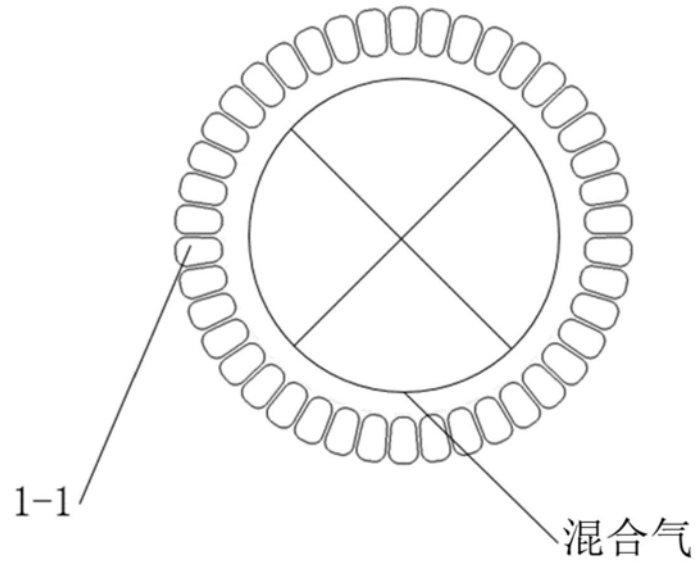


图 8b

图8

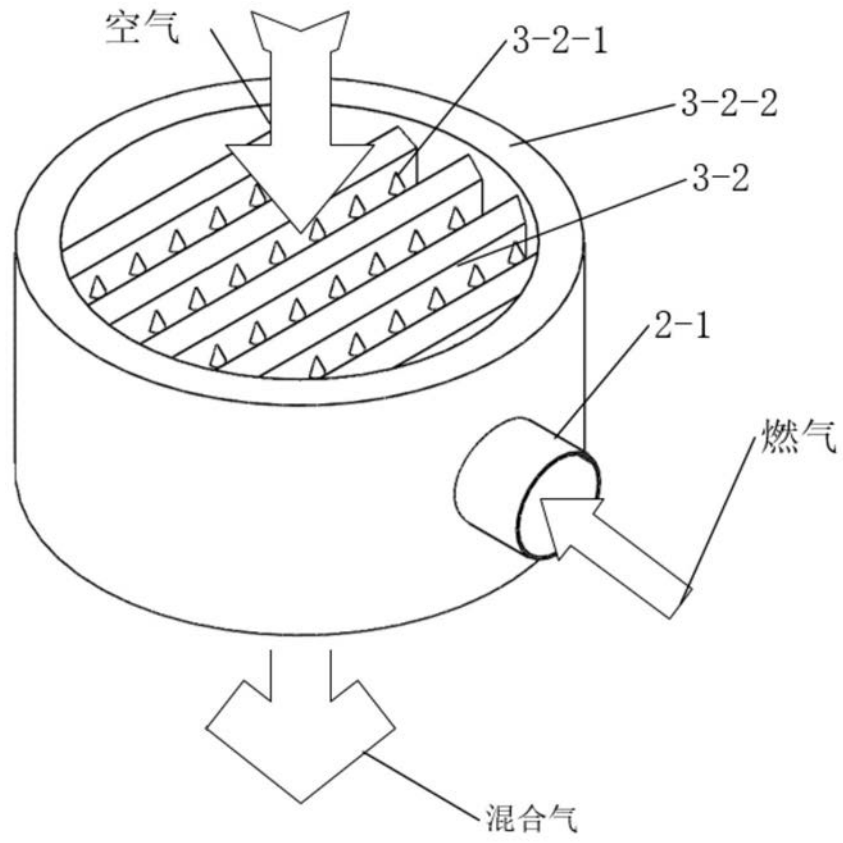


图 9a

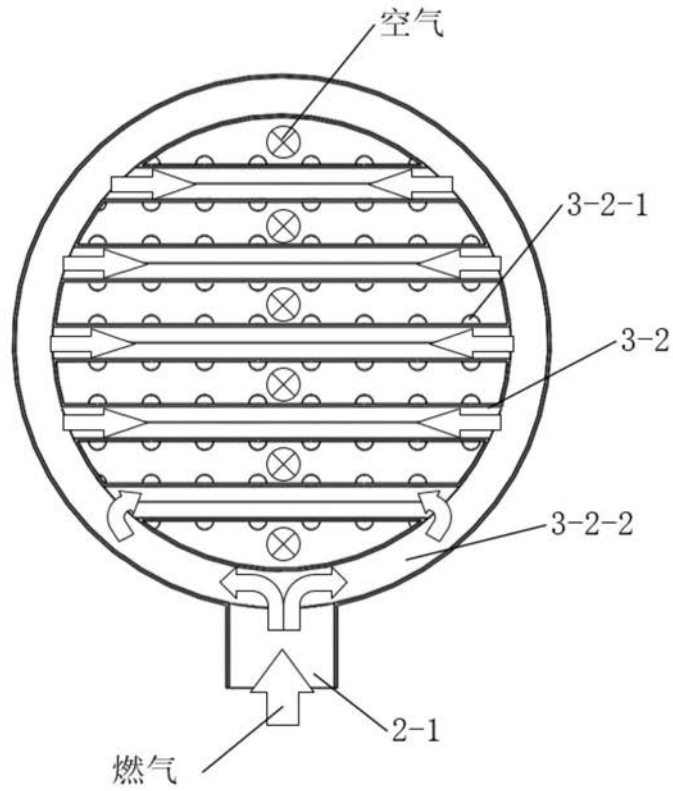


图 9b

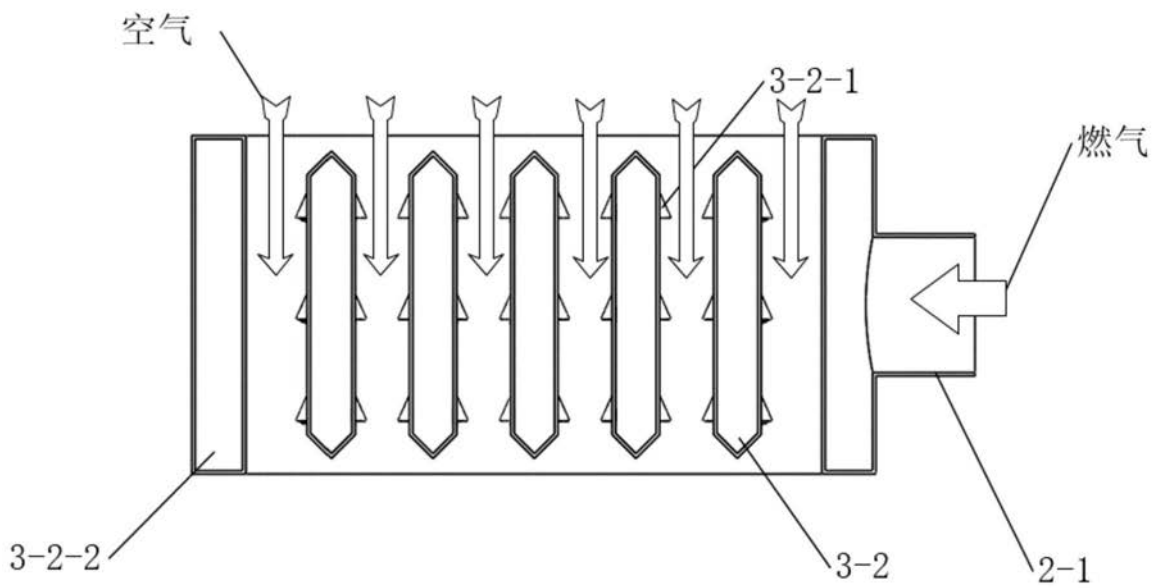


图 9c

图9

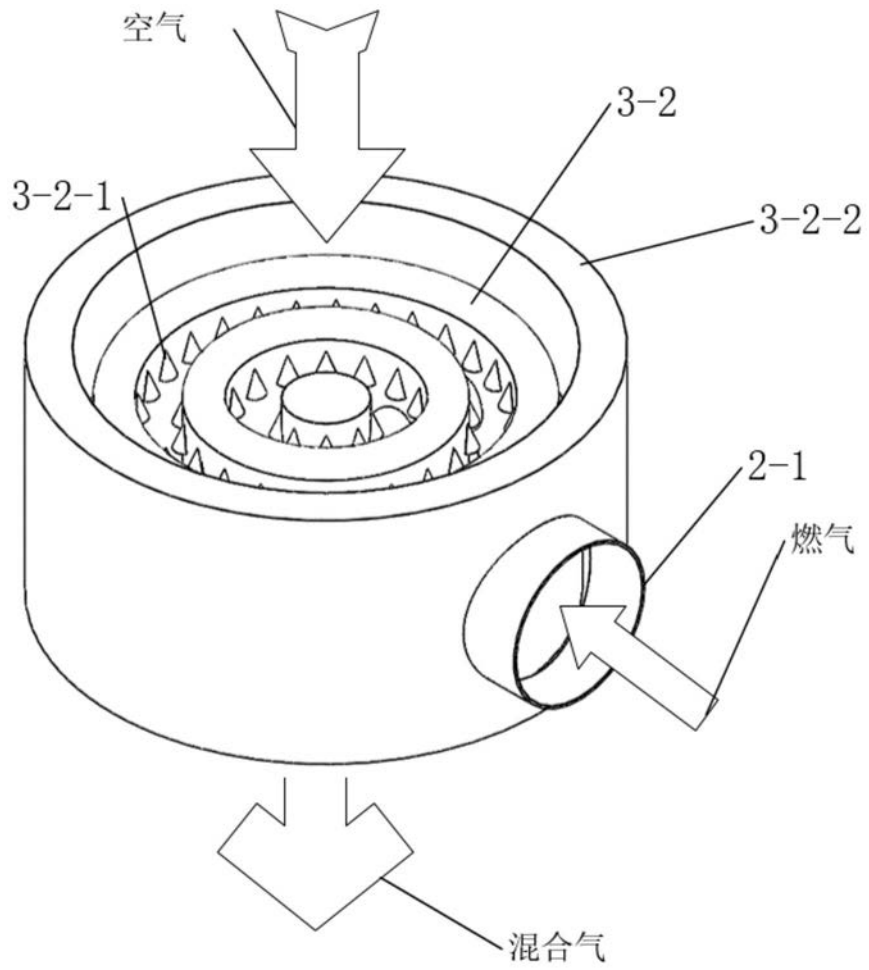


图 10a

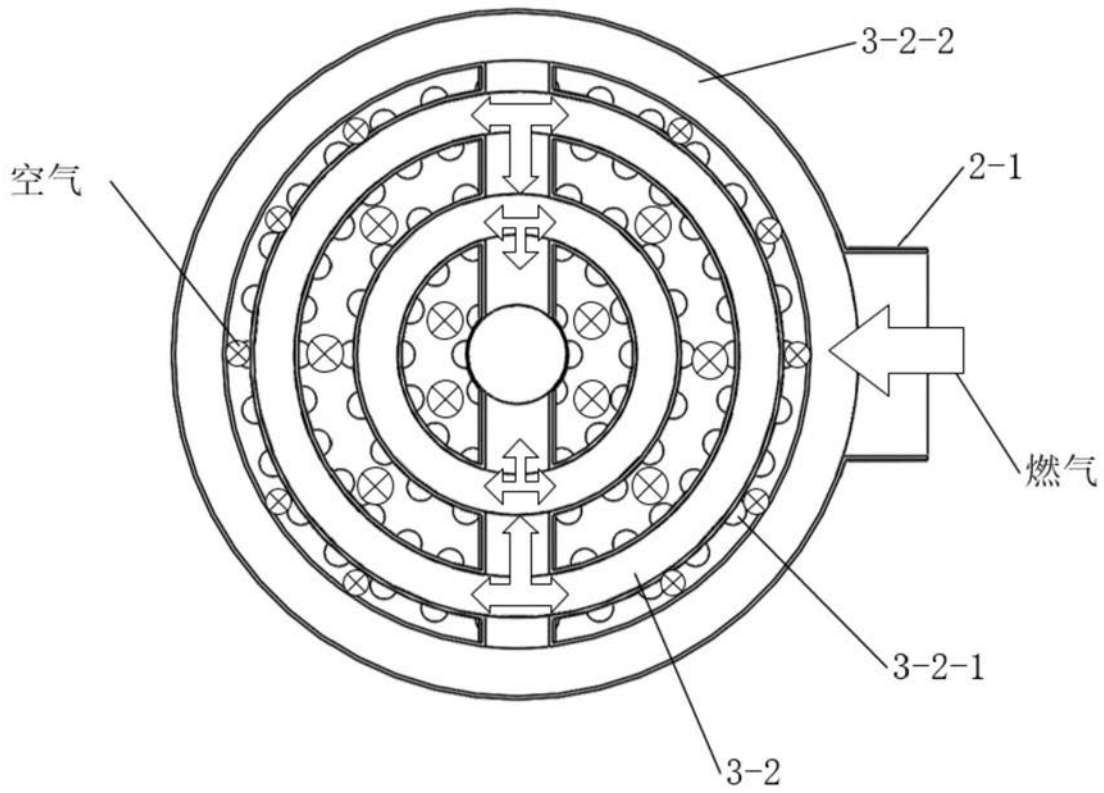


图 10b

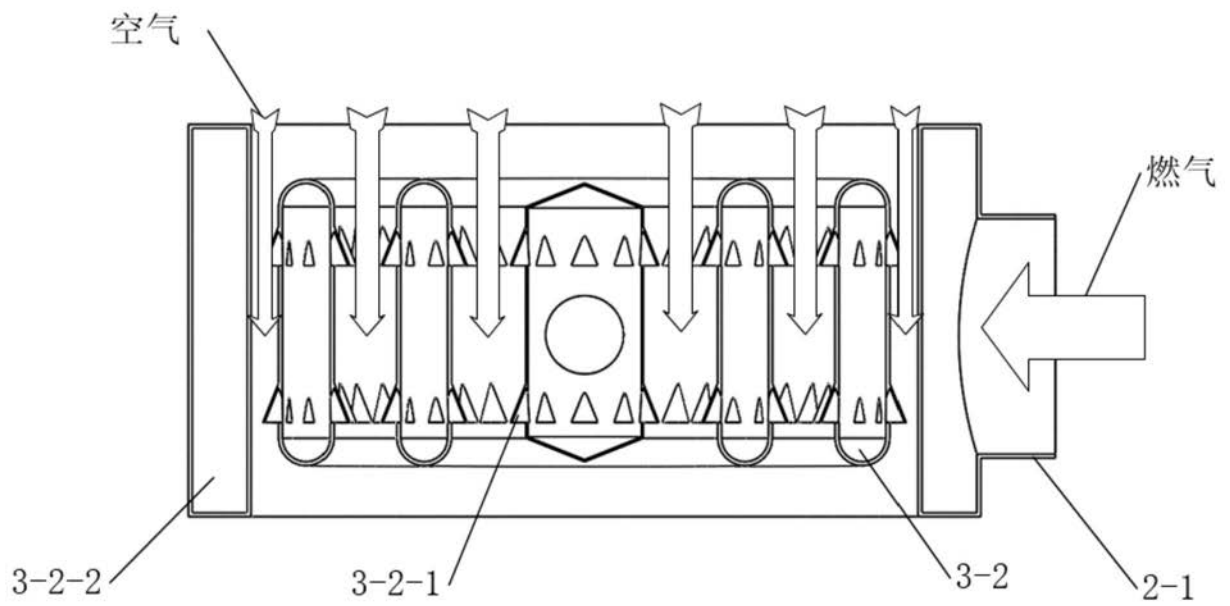


图 10c

图10

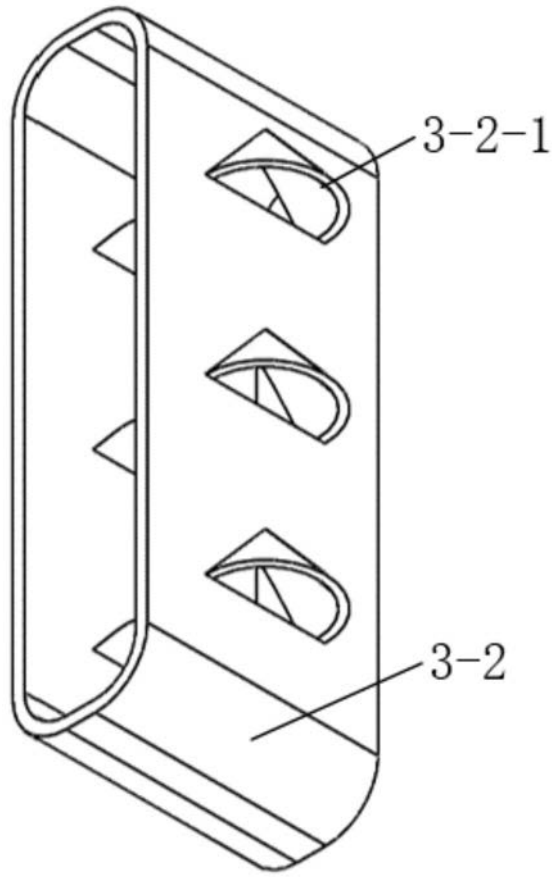


图11