



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111412485 B

(45) 授权公告日 2024.10.22

(21) 申请号 202010348914.2
 (22) 申请日 2020.04.28
 (65) 同一申请的已公布的文献号
 申请公布号 CN 111412485 A
 (43) 申请公布日 2020.07.14
 (73) 专利权人 湖南中冶长天节能环保技术有限公司
 地址 410006 湖南省长沙市岳麓区节庆路7号
 (72) 发明人 沈维民 罗睿 匡宏业 刘唐猛 殷维
 (74) 专利代理机构 北京集佳知识产权代理有限公司 11227
 专利代理师 宋天凯

(51) Int.Cl.
 F23K 5/00 (2006.01)
 F23K 5/14 (2006.01)
 F23D 11/38 (2006.01)
 F23D 11/44 (2006.01)
 F23D 14/02 (2006.01)
 F23D 14/46 (2006.01)

(56) 对比文件
 CN 101900333 A, 2010.12.01
 CN 203586205 U, 2014.05.07
 CN 209909905 U, 2020.01.07
 CN 212081299 U, 2020.12.04

审查员 李媛婕

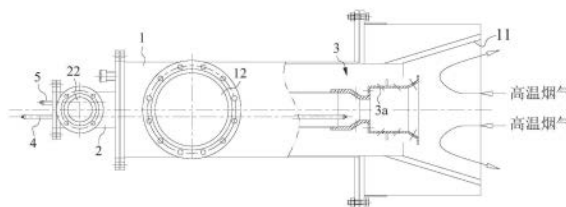
权利要求书1页 说明书6页 附图3页

(54) 发明名称

一种低氮燃烧设备及其风料供给装置

(57) 摘要

本发明公开一种低氮燃烧设备及其风料供给装置,其中,该风料供给装置包括助燃气进管和燃料进管,所述燃料进管部分插装于所述助燃气进管;所述燃料进管的出口管段连接有预燃管,所述预燃管的管壁设有气孔,所述助燃气进管的出口管段为沿气流方向渐扩的渐扩管段,所述预燃管位于所述助燃气进管内,且所述预燃管的出口端与所述助燃气进管的出口端间隙设置;还包括点火器,所述点火器能够点燃所述预燃管内的燃料和助燃气。本发明所提供风料供给装置,可以有效减少氮氧化物的生成,以符合烟气的排放标准。



1. 一种低氮燃烧设备的风料供给装置,包括助燃气进管(1)和燃料进管(2),所述燃料进管(2)部分插装于所述助燃气进管(1),其特征在于,所述燃料进管(2)的出口管段连接有预燃管(3),所述预燃管(3)的管壁设有气孔(3a),所述助燃气进管(1)的出口管段为沿气流方向渐扩的渐扩管段(11),所述预燃管(3)位于所述助燃气进管(1)内,且所述预燃管(3)的出口端与所述助燃气进管(1)的出口端间隙设置;

还包括点火器(4),所述点火器(4)能够点燃所述预燃管(3)内的燃料和助燃气;

所述预燃管(3)包括扩张管段(34),所述扩张管段(34)位于所述预燃管(3)的末端,所述扩张管段(34)还包括渐扩段(342),所述渐扩段(342)的出口端形成所述预燃管(3)的出口端,所述渐扩段(342)至少部分位于所述渐扩管段(11)内;

所述预燃管(3)还包括安装管段(31)、缩径管段(32)和喉管段(33),所述安装管段(31)用于和所述燃料进管(2)相连,所述缩径管段(32)的大径端与所述安装管段(31)相连,所述缩径管段(32)的小径端与所述喉管段(33)的一端相连,所述喉管段(33)的另一端与所述扩张管段(34)相连,所述缩径管段(32)的管壁设有所述气孔(3a);

所述安装管段(31)以套接长度可调的方式与所述燃料进管(2)相连;所述渐扩管段(11)的内壁设有沿周向间隔分布的旋流导向结构。

2. 根据权利要求1所述低氮燃烧设备的风料供给装置,其特征在于,所述扩张管段(34)包括等径段(341),所述等径段(341)的径向尺寸大于所述喉管段(33),所述等径段(341)与所述喉管段(33)之间形成台阶面(341a),所述台阶面(341a)和/或所述等径段(341)的管壁设有所述气孔(3a)。

3. 根据权利要求2所述低氮燃烧设备的风料供给装置,其特征在于,所述气孔(3a)分布在所述等径段(341)轴向的多个位置,轴向相邻两位置处的所述气孔(3a)之间设有第一挡板(341b)。

4. 根据权利要求2所述低氮燃烧设备的风料供给装置,其特征在于,所述渐扩段(342)的小径端与所述等径段(341)相连,所述渐扩段(342)也设有所述气孔(3a)。

5. 根据权利要求4所述低氮燃烧设备的风料供给装置,其特征在于,所述渐扩段(342)的外壁设有第二挡板(342a),且所述第二挡板(342a)位于所述渐扩段(342)的所述气孔(3a)的下游。

6. 根据权利要求1-5中任一项所述低氮燃烧设备的风料供给装置,其特征在于,所述气孔(3a)中,至少部分所述气孔(3a)沿所述预燃管(3)的轴向间隔分布,轴向上处于下游位置的所述气孔(3a)的流量大于相邻处于上游位置的所述气孔(3a)的流量。

7. 根据权利要求1-5中任一项所述低氮燃烧设备的风料供给装置,其特征在于,所述燃料进管(2)所提供的燃料为液体燃料时,所述燃料进管(2)的出口设有燃料喷头(21)。

8. 根据权利要求1-5中任一项所述低氮燃烧设备的风料供给装置,其特征在于,所述点火器(4)的点火位置位于所述预燃管(3)内,或者,所述点火器(4)的点火位置位于所述预燃管(3)的出口端和所述助燃气进管(1)的出口端之间。

9. 根据权利要求1-5中任一项所述低氮燃烧设备的风料供给装置,其特征在于,还包括监火器(5),用于监测点火状况。

10. 一种低氮燃烧设备,包括炉体和风料供给装置,其特征在于,所述风料供给装置为权利要求1-9中任一项所述低氮燃烧设备的风料供给装置。

一种低氮燃烧设备及其风料供给装置

技术领域

[0001] 本发明涉及燃烧设备技术领域,具体涉及一种低氮燃烧设备及其风料供给装置。

背景技术

[0002] 请参考图1,图1为常规燃烧设备的风料供给装置的一种具体实施方式的结构示意图。

[0003] 如图1所示,常规燃烧设备的风料供给装置中,燃料进管02插装于助燃气进管01内,并通过助燃气进管01固定在炉膛耐火内衬火道03中,燃料自燃料进口021进入燃料进管02,并自燃料喷头022喷出,与自助燃气进口011进入的助燃气在混合喷头012内混合后直接喷入炉膛进行燃烧,为保证燃料能够燃烧充分,通常采用高温、过量供氧、集中燃烧等方式,相应地,炉体燃烧区域火焰中心温度就偏高,导致烟气中 NO_x 含量较高,难以满足排放的要求。

[0004] 因此,如何提供一种方案,以尽可能地减少烟气中的 NO_x 含量,仍是本领域技术人员亟待解决的技术问题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种低氮燃烧设备及其风料供给装置,其中,该风料供给装置可以减少烟气中的 NO_x 含量。

[0006] 为解决上述技术问题,本发明提供一种低氮燃烧设备的风料供给装置,包括助燃气进管和燃料进管,所述燃料进管部分插装于所述助燃气进管;所述燃料进管的出口管段连接有预燃管,所述预燃管的管壁设有气孔,所述助燃气进管的出口管段为沿气流方向渐扩的渐扩管段,所述预燃管位于所述助燃气进管内,且所述预燃管的出口端与所述助燃气进管的出口端间隙设置;还包括点火器,所述点火器能够点燃所述预燃管内的燃料和助燃气。

[0007] 采用上述结构,燃料进管的出口管段连接有预燃管,预燃管的周壁设有气孔,使得助燃气进管内的助燃气可以通过气孔进入预燃管内进行预燃烧,此时,预燃管内的燃料处于缺氧燃烧的状态,助燃气中的氧气可以优先与燃料进行燃烧反应、而不与氮气进行反应生成 NO_x ,从而可以达到降低氮燃烧的目的;渐扩管段为渐扩设计,在预燃管内的高温混合气体自其出口端排出后,可以与助燃气进管内的高速助燃气进行混合、并以外扩散的方式向渐扩管段的外缘流动,这就造成渐扩管段的中心区域出现一定程度的负压,可以迫使低氮燃烧设备炉体内的高温烟气回流,进而可以降低渐扩管段内的氧浓度,并降低火焰高温区的温度,以减少热力型氮氧化物的生成。

[0008] 如此,采用本发明所提供风料供给装置,可以有效减少氮氧化物的生成,以符合烟气的排放标准。

[0009] 可选地,所述预燃管包括安装管段、缩径管段、喉管段和扩张管段,所述安装管段用于和所述燃料进管相连,所述缩径管段的大径端与所述安装管段相连,所述缩径管段的

小径端与所述喉管段的一端相连,所述喉管段的另一端与所述扩张管段相连,所述缩径管段的管壁设有所述气孔。

[0010] 可选地,所述扩张管段包括等径段,所述等径段的径向尺寸大于所述喉管段,所述等径段与所述喉管段之间形成台阶面,所述台阶面和/或所述等径段的管壁设有所述气孔。

[0011] 可选地,所述气孔分布在所述等径段轴向的多个位置,轴向相邻两位置处的所述气孔之间设有第一挡板。

[0012] 可选地,所述扩张管段还包括渐扩段,所述渐扩段的小径端与所述等径段相连,所述渐扩段也设有所述气孔。

[0013] 可选地,所述渐扩段的外壁设有第二挡板,且所述第二挡板位于所述渐扩段的所述气孔的下游;和/或,所述渐扩段至少部分位于所述渐扩管段内。

[0014] 可选地,所述安装管段以套接长度可调的方式与所述燃料进管相连。

[0015] 可选地,各所述气孔中,至少部分所述气孔沿所述预燃管的轴向间隔分布,轴向上处于下游位置的所述气孔的流量大于相邻处于上游位置的所述气孔的流量。

[0016] 可选地,所述渐扩管段的内壁设有沿周向间隔分布的旋流导向结构。

[0017] 可选地,所述燃料进管所提供的燃料为液体燃料时,所述燃料进管的出口设有燃料喷头。

[0018] 可选地,所述点火器的点火位置位于所述预燃管内,或者,所述点火器的点火位置位于所述预燃管的出口端和所述助燃气进管的出口端之间;和/或,还包括监火器,用于监测点火状况。

[0019] 本发明还提供一种低氮燃烧设备,包括炉体和风料供给装置,所述风料供给装置为上述的低氮燃烧设备的风料供给装置。

[0020] 由于上述的低氮燃烧设备的风料供给装置已经具备如上的技术效果,那么,具有该风料供给装置的低氮燃烧设备亦当具备相类似的技术效果,故在此不作赘述。

附图说明

[0021] 图1为常规燃烧设备的风料供给装置的一种具体实施方式的结构示意图;

[0022] 图2为本发明所提供低氮燃烧设备的风料供给装置的一种具体实施方式的结构示意图;

[0023] 图3为预燃管的结构示意图;

[0024] 图4为渐扩管段的结构示意图;

[0025] 图5为本发明所提供低氮燃烧设备的风料供给装置的另一种具体实施方式的结构示意图。

[0026] 图1中的附图标记说明如下:

[0027] 01助燃气进管、011助燃气进口、012混合喷头;

[0028] 02燃料进管、021燃料进口、022燃料喷头;

[0029] 03炉膛耐火内衬火道。

[0030] 图2-5中的附图标记说明如下:

[0031] 1助燃气进管、11渐扩管段、111旋流槽、12助燃气进口;

[0032] 2燃料进管、21燃料喷头、22燃料进口;

[0033] 3预燃管、31安装管段、32缩径管段、33喉管段、34扩张管段、341等径段、341a台阶面、341b第一挡板、342渐扩段、342a第二挡板、3a气孔、3a-1第一级气孔、3a-2第二级气孔、3a-3第三级气孔、3a-4第四级气孔、3a-5第五级气孔；

[0034] 4点火器；

[0035] 5监火器。

具体实施方式

[0036] 为了使本领域的技术人员更好地理解本发明的技术方案，下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明。

[0037] 本文中所述“若干”是指数量不确定的多个，通常为两个以上；且当采用“若干”表示某几个部件的数量时，并不表示这些部件在数量上的相互关系。

[0038] 本文中所述“第一”、“第二”等词，仅是为了便于描述结构和/或功能相同或者相类似的两个以上的结构或部件，并不一定表示对于顺序和/或重要性的某种特殊限定。

[0039] 请参考图2-5，图2为本发明所提供低氮燃烧设备的风料供给装置的一种具体实施方式的结构示意图，图3为预燃管的结构示意图，图4为渐扩管段的结构示意图，图5为本发明所提供低氮燃烧设备的风料供给装置的另一种具体实施方式的结构示意图。

[0040] 如图2所示，本发明提供一种低氮燃烧设备的风料供给装置，包括助燃气进管1和燃料进管2，燃料进管2部分插装于助燃气进管1；燃料进管2的出口管段连接有预燃管3，预燃管3的管壁设有气孔3a，助燃气进管1的出口管段为沿气流方向渐扩的渐扩管段11，预燃管3位于助燃气进管1内，且预燃管3的出口端与助燃气进管1的出口端间隙设置；还包括点火器4，点火器4能够点燃预燃管3内的燃料和助燃气。

[0041] 助燃气进管1还设有助燃气进口12，燃料进管2还设有燃料进口22，在使用时，助燃气可以通过助燃气进口12通入助燃气进管1内，燃料可以通过燃料进口22通入燃料进管2内。这里的燃料主要是指具有一定流动性的气体燃料（天然气、煤气等）或者液体燃料（燃油、可燃废液等），当采用液体燃料时，如图5所示，燃料进管2的出口还可以设有燃料喷头21，用于将燃料进管2内的液体燃料打散为液滴，以方便后续燃料与助燃气的混合和点燃；具体来讲，该燃料喷头21可以为雾化喷头，此时，至少在雾化喷头处要通入压缩空气，以形成雾化液滴，更有利于燃料与助燃气的均匀混合。

[0042] 在本发明实施例中，燃料进管2的出口管段连接有预燃管3，预燃管3的周壁设有气孔3a，使得助燃气进管1内的助燃气可以通过气孔3a进入预燃管3内进行预燃烧，此时，预燃管3内的燃料处于缺氧燃烧的状态，助燃气中的氧气可以优先与燃料进行燃烧反应、而不与氮气进行反应生成NO_x，从而可以达到降低氮燃烧的目的；渐扩管段11为渐扩设计，在预燃管3内的高温混合气体自其出口端排出后，可以与助燃气进管1内的高速助燃气进行混合、并以外扩散的方式向渐扩管段11的外缘流动，这就造成渐扩管段11的中心区域出现一定程度的负压，可以迫使低氮燃烧设备炉体内的高温烟气回流，进而可以降低渐扩管段11内的氧浓度，并降低火焰高温区的温度，以减少热力型氮氧化物的生成。

[0043] 如此，采用本发明所提供风料供给装置，可以有效减少氮氧化物的生成，以符合烟气的排放标准。

[0044] 需要说明，烟气中的氮氧化物主要有热力型和物料型，其中，热力型主要是指高温

下空气中的氮气燃烧所形成的氮氧化物,物料型则是指物料中的含氮化合物燃烧所形成的氮氧化物;一般而言,烟气中的氮氧化物以热力型为主,燃烧时的火焰温度越高、氧浓度越高、烟气在高温区停留的时间越长,热力型氮氧化物就越多。

[0045] 在具体的方案中,如图2、图3所示,预燃管3可以包括安装管段31、缩径管段32、喉管段33和扩张管段34,安装管段31可用于和燃料进管2相连,缩径管段32的大径端可以与安装管段31相连,缩径管段32的小径端可以与喉管段33的一端相连,喉管段33的另一端可以与扩张管段34相连,缩径管段32的管壁设有气孔3a。

[0046] 采用这种结构,缩径管段32与喉管段33可以组合形成文丘里结构,能够增加燃料的流速,此时,缩径管段32内部燃料流速增加,其内部相对外部可以形成负压,可将助燃气进管1内的助燃气吸入缩径管段32内,以与缩径管段32内的燃料进行混合,同时,这种结构设计也可以有效地阻止火焰逆气流方向燃烧。

[0047] 设于缩径管段32的气孔3a可以分布在轴向同一位置,也可以分布在轴向不同位置,而位于轴向同一位置的气孔3a的数量可以为一个,也可以为多个,当为多个时,各气孔3a可以在周向上间隔分布。在图3实施例中,缩径管段32的气孔3a分布在轴向同一位置,为便于描述,可以将这部分气孔3a称之为第一级气孔3a-1。

[0048] 扩张管段34的径向尺寸可以大于喉管段33的径向尺寸,以图3中的方案为例,扩张管段34可以包括等径段341,等径段341的径向尺寸可以大于喉管段33,在等径段34与喉管段33之间可以形成台阶面341a,台阶面341a可以设有气孔3a。为便于描述,可以将设置在台阶面341a的气孔3a称之为第二级气孔3a-2,第二级气孔3a-2的数量可以为一个,也可以为多个,当为多个时,各第二级气孔3a-2可以在台阶面341a的周向上间隔分布,助燃气进管1内的助燃气可以通过上述的第二级气孔3a-2进入等径段341内。

[0049] 等径段341的管壁也可以设有气孔3a,且设于等径段341的气孔3a可以分布在轴向的多个位置,轴向每一位置处的气孔3a可以为一个,也可以为周向上间隔分布的若干个,轴向相邻两位置处的气孔3a之间可以设有第一挡板341b,第一挡板341b可以为周向封闭的环板,也可以为周向非封闭的板件,如弧形板等,这具体与轴向各位置处所分布的气孔3a的数量等有关。

[0050] 在图3实施例中,气孔3a可以分布在等径段341轴向的两个位置,这两个位置之间可以设有前述的第一挡板341b,为便于描述,可以将相对处于轴向上游侧的气孔3a称之为第三级气孔3a-3、将相对处于轴向下游侧的气孔3a称之为第四级气孔3a-4,二者之间的第一挡板341b可以起到拦截气流的作用,以增加气流的阻力,这样,可以使得更多的助燃气自第三级气孔3a-3进入等径段341内。

[0051] 当气孔3a分布在等径段341轴向的三个及以上位置时,等径段341的轴向上会存在两个及以上的第一挡板341b,此时,可以将下游的第一挡板341b的径向尺寸设置为大于相邻上游的第一挡板341b的径向尺寸,以逐渐增大靠近下游的第一挡板341b的拦截高度,进而可保证每一个第一挡板341b都可以为处于其上游、且与之相邻的气孔3a拦截到一部分的助燃气。

[0052] 扩张管段34还可以包括渐扩段342,渐扩段342的小径端可以与等径段341相连,渐扩段342也可以设有气孔3a,助燃气进管1内的助燃气可以通过设置在渐扩段342的气孔3a进入渐扩段342内。设于渐扩段342的气孔可以分布在轴向同一位置,也可以分布在轴向不

同位置,而位于轴向同一位置的气孔3a的数量可以为一个,也可以多个,当为多个时,轴向同一位置的气孔3a可以在周向上间隔分布。在图3实施例中,渐扩段342的气孔3a可以分布在轴向同一位置,为便于描述,可以将这部分气孔3a称之为第五级气孔3a-5。

[0053] 渐扩段342的外壁可以设有第二挡板342a,且第二挡板342a位于渐扩段342的气孔3a的下游,第二挡板342a的结构及功能与前述的第一挡板341b相类似,均能够起到拦截气流的作用,以使得更多地助燃气可通过前述第五级气孔3a-5进入渐扩段342。

[0054] 在上述的方案中,气孔3a实际上是分布在预燃管3轴向的多个位置,这就使得助燃气可以分多次与预燃管3内的燃料进行混合,以分散燃烧位置,且每一次的燃烧均是缺氧状态下的不充分燃烧,氧气均可以优先与燃料进行反应,以尽可能地消降低氮的燃烧。

[0055] 进一步地,在轴向间隔分布的各气孔3a中,下游位置的气孔3a的流量要小于相邻上游位置的气孔3a的流量,以图3中方案为例,各位置处气孔3a的流量可以满足下述关系:第一级气孔3a-1<第二级气孔3a-2<第三级气孔3a-3<第四级气孔3a-4<第五级气孔3a-5,上述关系可以通过改变各位置处气孔3a的数量或者气孔3a的孔径来实现,这样,预燃管3轴向不同位置处的气孔3a混入的助燃气的量在气流方向上是不断增加的,以形成助燃气从无到有、从少到多的燃烧状态。

[0056] 这里,本发明实施例并不限定通过气孔3a进入预燃管3内的助燃气占助燃气总量的比值A,具体实施时,本领域技术人员可以根据实际需要进行设置,例如,可以将上述的比值A设置为0.3-0.5,相应地,预燃管3出口端与助燃气进管1出口端之间的助燃气占助燃气总量的比值B可以设置为0.5-0.7。

[0057] 在实际应用中,可以通过改变气孔3a的数量和/或孔径来调整上述的比值A,或者,也可以通过调整预燃管3出口端与渐扩管段11出口端的间距来调整上述的比值A。以后一种方案为例,安装管段31能够以套接长度可调的方式与燃料进管2相连,例如,二者之间可以采用螺纹连接等,当预燃管3出口端与渐扩管段11出口端的间距缩小时,上述比值A可以增大,以增加预燃管3内的助燃气混入量,而当预燃管3出口端与渐扩管段11出口端的间距增大时,上述助燃气占比A可以缩小,预燃管3内的助燃气混入量可以减少,有利于提高炉体的炉膛温度;或者,安装管段31与燃料进管2之间也可以采用焊接的方式进行连接,此时,可以根据需要调整二者相套接部分的长度,然后再进行焊接固定。

[0058] 进一步地,渐扩段342的至少局部可以位于渐扩管段11内,如此,渐扩段342和渐扩管段11之间可以形成导向通道,以将助燃气进管1内的高速助燃气导向至外扩管段11的外缘处,更有利于在渐扩管段11的中心区域形成负压。

[0059] 渐扩管段11的内壁还可以设有沿周向间隔分布的旋流导向结构,这种旋流导向结构可以对助燃气进管1内的助燃气进行导向,使得助燃气在靠近渐扩管段11管壁的位置形成旋流,有利于保证预燃管3出口端排出的高温混合气体在靠近渐扩管段11管壁的位置与助燃气进行混合燃烧,同时渐扩管段11中心区域形成负压,促使炉膛内的高温低氧烟气回流至渐扩管段11中心区域,可降低渐扩管段11火焰中心区的含氧量及火焰温度,减少热力型氮氧化物的产生量。结合图4,上述旋流导向结构可以为设于渐扩管段11内管壁的若干旋流槽111,各旋流槽111可以为直线型,也可以为弧线型,具体可以根据实际情况进行确定;或者,上述的旋流导向结构也可以为设于渐扩管段11内管壁的若干旋流肋,这些旋流肋同样可以采用直线型或者弧线型。

[0060] 需要指出,上述的包括等径段341、渐扩段342的扩张管段34仅为本发明实施例的一种示例性描述,并不能够作为对本发明所提供风料供给装置的实施范围的限定,在满足功能的条件下,也可以采用其他结构形式的扩张管段34,例如,可以直接采用渐扩段342来形成扩张管段34,此时,可以将渐扩段342的小径端与喉管段33相连;另外,由于要在预燃管3内进行燃烧,预燃管3的材质可以为耐热金属材质,以增强预燃管3的耐热性能。

[0061] 点火器4的点火位置可以位于预燃管3内,这种结构可以参照图2、图5,此时,点火器4可以直接对预燃管3内的燃料和助燃气进行点燃;或者,点火器4的点火位置也可以位于预燃管3的出口端和助燃气进管1的出口端之间,此时,点火器4将先点燃预燃管3出口端和助燃气进管1出口端之间的燃料和助燃气,然后再间接地引燃预燃管3内的燃料和助燃气。

[0062] 为便于监测点火状况,本发明所提供风料供给装置还可以包括监火器5,监火器5的结构形式可以多种多样,图2、图5即分别示出了两种形式的监火器5,在具体实施时,本领域技术人员可以根据实际需要选择监火器的类型,只要能够满足使用即可。

[0063] 本发明还提供一种低氮燃烧设备,包括炉体(图中未示出)和风料供给装置,其中,风料供给装置即为上述各实施方式所涉及的低氮燃烧设备的风料供给装置。

[0064] 由于上述的低氮燃烧设备的风料供给装置已经具备如上的技术效果,那么,具有该风料供给装置的低氮燃烧设备亦当具备相类似的技术效果,故在此不作赘述。

[0065] 以上仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

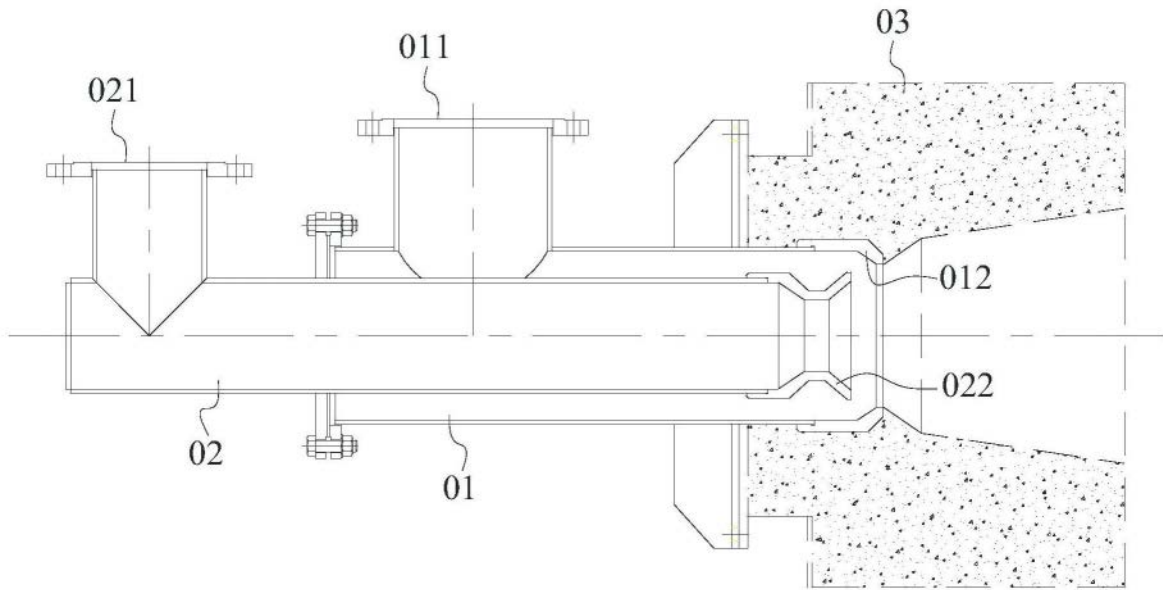


图1

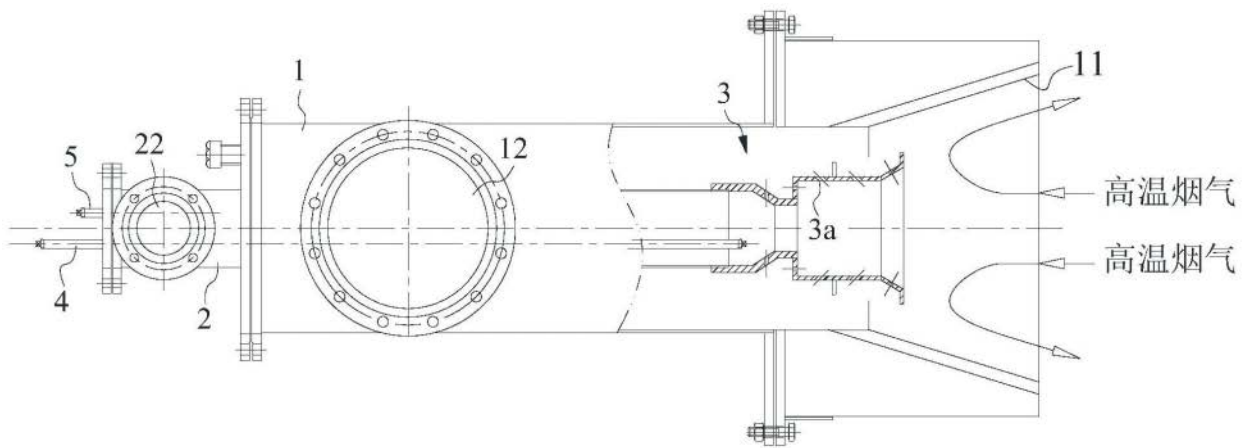


图2

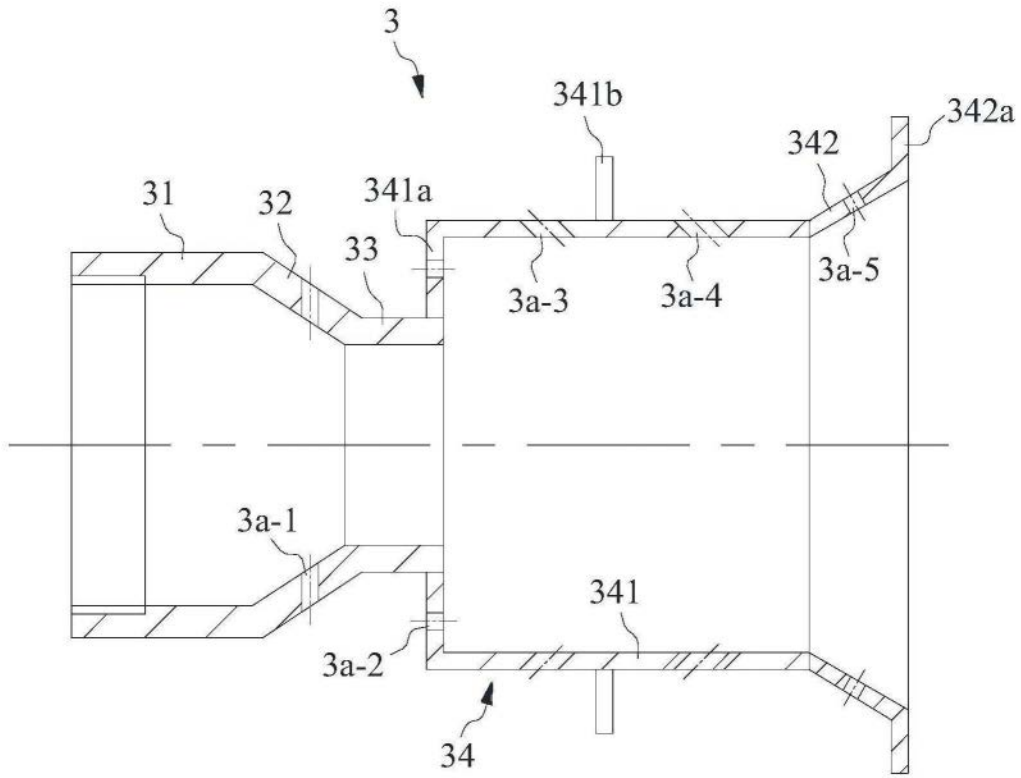


图3

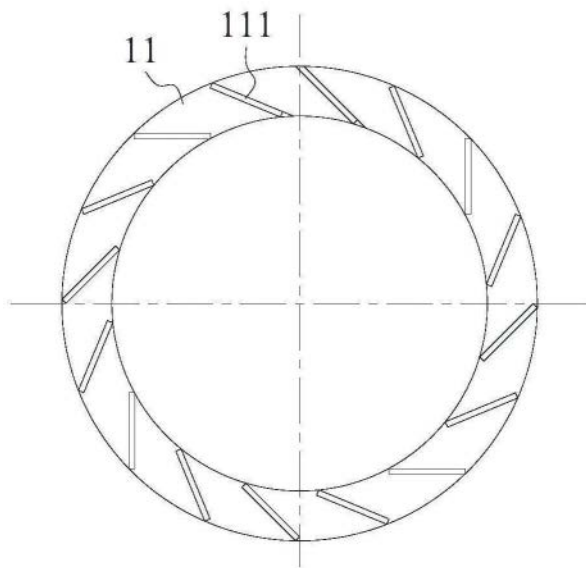


图4

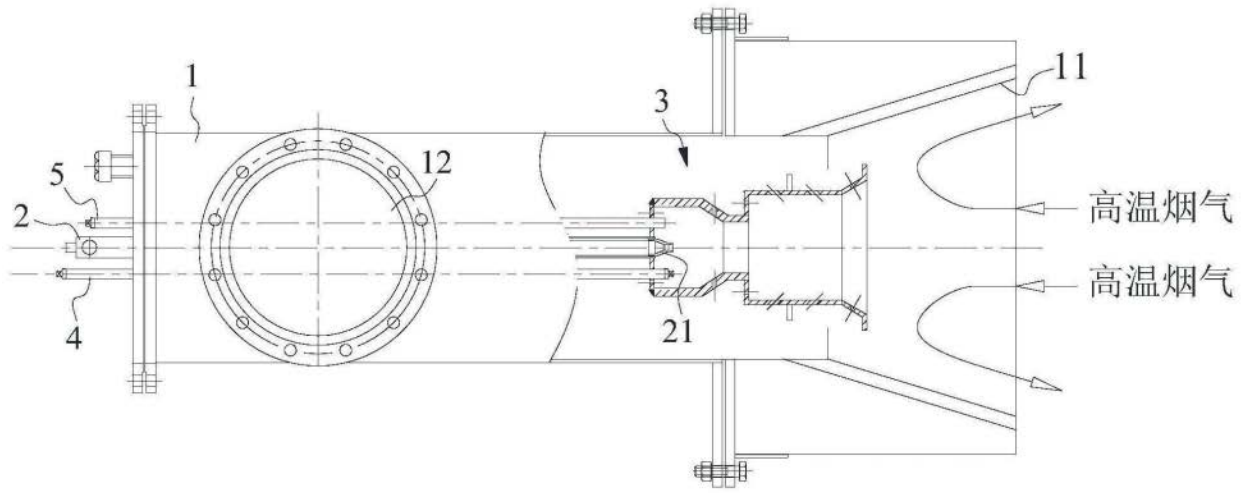


图5