

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101532662 B

(45) 授权公告日 2013. 01. 02

(21) 申请号 200810085042. 4

(22) 申请日 2008. 03. 14

(73) 专利权人 烟台龙源电力技术股份有限公司
地址 264006 山东省烟台市烟台开发区衡山路 9 号

(72) 发明人 王雨蓬 唐宏 苗雨旺 牛涛
马淮军 刘鹏 王新光 张孝勇
张玉斌 张超群 董永胜 崔星源

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专
利商标事务所 11038
代理人 谢志刚

(51) Int. Cl.

F23C 7/00(2006. 01)

F23D 1/00(2006. 01)

F23L 9/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2004353951 A, 2004. 12. 16, 全文.

CN 1757966 A, 2006. 04. 12, 说明书 4 页第 11 行至第 5 页第 14 行, 附图.

SU 1322002 A1, 1987. 07. 07, 说明书第 1 栏第 8 行至第 2 栏第 23 行.

CN 2632502 Y, 2004. 08. 11, 全文.

张孝勇, 王雨蓬, 郭永红, 孙保民, 黄其励. HM 型等离子燃烧器多级燃烧特性数值模拟. 《中国电机工程学报》. 2006, 第 26 卷 (第 4 期), 60-65.

审查员 常梦媛

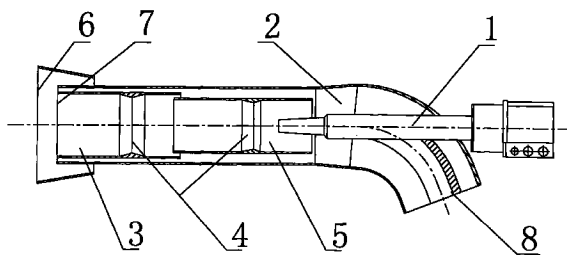
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54) 发明名称

一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法

(57) 摘要

本发明提供了一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法, 该方法包括, 将煤粉锅炉的全部或部分燃烧器设计或改造成为内燃型燃烧器, 其点火热源可以是等离子发生器也可以是小油枪等点火装置, 并且功率可调, 用以控制燃烧器内的着火强度。燃烧器内部分为若干级燃烧筒, 并且设置有煤粉浓缩装置, 在燃烧器内部进行深度的燃料分级。锅炉运行过程中, 点火源始终保持工作状态, 煤粉在燃烧器内部被逐级点燃, 提前着火。降低主燃区二次风空气量, 使主燃区处于较强的还原性气氛中, 营造有利于抑制 NO_x 生成的高温缺氧条件, 其余空气在炉膛上部以燃尽风形式供入, 在全炉膛内进行深度的空气分级。这样, 就能在保证锅炉效率不降低的前提下, 使燃烧生成的 NO_x 得到有效的控制。



1. 一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,该方法包括在锅炉侧壁上安装的煤粉燃烧器全部或部分为内燃型的工作方式,即在整个锅炉运行过程中,燃烧器内部的点火源始终保持工作状态;在煤粉燃料从燃烧器喷出时已经着火的状态下,降低主燃区供入的二次风量,在主燃区内形成一种强还原性气氛,使煤粉燃料在高温缺氧的状态下燃烧;剩余空气在炉膛上部以燃尽风形式供入炉膛内,形成一个强氧化性气氛的区域,使得在锅炉主燃烧区内未完全燃烧的煤粉在此区域内与空气强烈混合、充分反应,以满足煤粉燃尽的需要。

2. 如权利要求 1 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,在燃烧器内分为若干级燃烧筒,对一次风中的煤粉气流进行浓淡分离,浓度较高的煤粉进入燃烧器中心筒内,浓度较低的煤粉进入剩余燃烧筒内,使中心筒内的煤粉气流被浓缩到适合点火的浓度水平;首先利用点火源点燃燃烧器中心筒内浓度较高的煤粉,再利用其着火燃烧释放出的热量点燃剩余浓度较低的煤粉燃料,煤粉在其中分级逐次燃烧。

3. 如权利要求 2 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,利用点火源,在燃烧器中心筒内就提前点燃煤粉燃料,并且可以通过改变点火源能量的手段,调整煤粉在燃烧器内的着火强度,以适应降低氮氧化物生成量的效果。

4. 如权利要求 1 或 2 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,所述的点火源采用等离子发生器或者小油枪;燃烧器是直流燃烧器或旋流燃烧器;锅炉是墙式炉或四角喷燃炉。

5. 如权利要求 1 或 2 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,在燃烧器内仅有一次风空气提供煤粉燃烧所需的氧量,其过量空气系数低于 0.4。

6. 如权利要求 1 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,减少主燃区的二次风量,当采用等离子点火的燃烧器的锅炉时,主燃烧区维持过量空气系数在 0.85 左右,当采用常规燃烧器的锅炉时,主燃烧区过量空气系数为 0.85 ~ 0.95,使燃料更长时间地处于缺氧燃烧状态。

一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种降低氮氧化物的燃烧技术,更具体地涉及一种煤粉锅炉采用内燃型燃烧器实现氮氧化物减排的燃烧技术。

背景技术

[0002] 氮氧化物(主要包括 NO、NO₂、N₂O、N₂O₃、N₂O₄ 及 N₂O₅ 等,统称 NO_x)对人类赖以生存的环境以及人类自身的危害极其严重:一方面,NO_x 是形成酸雨的主要因素;另一方面 NO_x 在一定条件下可以和碳氢化合物一起形成光化学烟雾破坏大气环境,严重危害人类健康,恶化人类赖以生存的环境。随着我国工业的迅速发展,NO_x 污染问题越来越得到人们的重视。

[0003] 电站燃煤锅炉是 NO_x 排放的主要来源之一。据统计,2002 年我国氮氧化物排放量约为 1177 万吨,其中约 63% 排放源于燃煤。因此,为保护环境,必须减少电站锅炉的 NO_x 排放量。

[0004] 电站锅炉 NO_x 减排方法主要分两大类:炉内低 NO_x 燃烧技术(在炉内抑制 NO_x 生成)和烟气脱硝技术(在尾部还原已生成的 NO_x)。烟气脱硝技术由于初投资巨大,运行费用很高,而且占地面积较大,一些在用机组无法满足其空间要求。因此,目前我国较多采用的是低 NO_x 燃烧技术,来降低氮氧化物的排放。

[0005] 锅炉煤燃烧生成的 NO_x 主要为煤粉中 N 元素生成的燃料型 NO_x(占 75%~90%)和由于高温燃烧使得空气中 N₂ 反应生成的热力型 NO_x(占 10%~25%)。影响煤粉燃烧时 NO_x 生成量的主要因素有燃烧温度、过剩空气系数、燃料含氮量和停留时间。因此,控制 NO_x 生成的主要途径为:(1) 降低燃烧温度水平,防止产生局部高温区;(2) 降低主燃烧区氧气浓度,使燃烧在偏离理论空气量的条件下进行;(3) 合理组织燃烧气流,使 NO_x 在火焰内还原。

[0006] 当前锅炉厂设计的煤粉燃烧器普遍为外燃型。正常运行时,炉膛内已达到煤粉的着火温度,通过燃烧器直接喷入炉膛内的煤粉,受高温回流烟气的对流热和炉内火焰的辐射热作用而逐步着火、燃烧,并在炉膛上部区域内燃尽。锅炉采用此常规的燃烧方式运行时,为达到着火和稳燃的目的,必须保证在锅炉的主燃烧区有很高的温度和较高的氧气浓度,因此在主燃烧区内 NO_x 的生成量很大。

[0007] 目前厂锅炉可采用的低 NO_x 燃烧技术主要有:空气分级燃烧技术、燃料分级燃烧技术、提前着火强化燃烧及再燃技术等。但对于安装了常规外燃型燃烧器的锅炉在应用这些技术时,不得不考虑煤粉喷入炉膛后的配风组织,满足煤粉着火、稳燃和燃尽的要求,运行时不能使燃烧反应过度偏离化学当量比,因而燃料分级和空气分级的程度有限,NO_x 减排的效果也受到限制。而且,这些技术的应用通常会对炉内的燃烧组织产生影响,使得锅炉的燃烧效率受到一定程度的影响。

[0008] 因此,电站锅炉迫切需要一种对稳燃和燃烧效率不产生影响的高效低 NO_x 燃烧技术,来满足电站煤粉锅炉 NO_x 减排的要求。

发明内容

[0009] 本发明的目的是提供一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,以解决在不降低锅炉稳燃能力和煤粉燃烧效率的条件下,降低 NO_x 的煤粉燃烧技术问题。

[0010] 本发明的目的是这样实现的:该方法包括在锅炉侧壁上安装的煤粉燃烧器全部或部分为内燃型的工作方式,即在整个锅炉运行过程中,燃烧器内部的点火源始终保持工作状态;在煤粉燃料从燃烧器喷出时已经着火的状态下,降低主燃区供入的二次风量,在主燃区内形成一种强还原性气氛,使煤粉燃料在高温缺氧的状态下燃烧;剩余空气在炉膛上部以燃尽风形式供入炉膛内,形成一个强氧化性气氛的区域,使得在锅炉主燃烧区内未完全燃烧的煤粉在此区域内与空气强烈混合、充分反应,以满足煤粉燃尽的需要。

[0011] 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,在燃烧器内分为若干级燃烧筒,对一次风中的煤粉气流进行浓淡分离,浓度较高的煤粉进入中心筒内,浓度较低的煤粉进入剩余燃烧筒内,使中心筒内的煤粉气流被浓缩到适合点火的浓度水平;首先利用点火源点燃燃烧器中心筒内浓度较高的煤粉,再利用其着火燃烧释放出的热量点燃剩余浓度较低的煤粉燃料,煤粉在其中分级逐次燃烧。

[0012] 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,利用点火源,在燃烧器中心筒内就提前点燃煤粉燃料,并且可以通过改变点火源能量的手段,调整煤粉在燃烧器内的着火强度,以适应降低氮氧化物生成量的效果。

[0013] 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,所述的点火源采用等离子发生器或者小油枪;燃烧器是直流燃烧器或旋流燃烧器;锅炉是墙式炉或四角喷燃炉。

[0014] 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,在燃烧器内仅有一次风空气提供煤粉燃烧所需的氧量,其过量空气系数低于 0.4。

[0015] 所述的一种采用内燃式燃烧器的煤粉锅炉降低氮氧化物的方法,减少主燃区的二次风量,当采用等离子点火的燃烧器的锅炉时,主燃烧区维持过量空气系数在 0.85 左右,当采用常规燃烧器的锅炉时,主燃烧区过量空气系数一般为 0.85~0.95 左右,使燃料更长时间地处于缺氧燃烧状态。

[0016] 本发明的积极效果体现在在锅炉运行过程中,这些燃烧器的点火源始终投用,即保持内燃形式,使进入炉膛的燃料已进入着火状态,并且可以通过改变等离子发生器的输出功率或小油枪等点火源的出力,来调整煤粉在燃烧器的着火程度。燃烧器内仅有一次风空气提供的氧量,过量空气系数很低,形成的强还原性燃烧环境可有效地降低 NO_x 的生成。燃料喷入炉膛后,由于着火问题已经解决,仅需保证一定的空气量来保证稳燃,因此炉内整体配风可在更大范围内进行调节,主燃区的过量空气系数也可以控制在很低的水平。这样,在燃烧器内部和主燃烧区内都形成了极强的还原性气氛,有利于抑制煤粉燃烧过程中 NO_x 的生成。为保证煤粉最终的燃尽率,将剩余空气从炉膛上部以燃尽风形式供入,形成一个强氧化性气氛的区域,使得在锅炉主燃烧区内未完全燃烧的煤粉在此区域内与空气强烈混合,充分反应,从而保证锅炉燃烧效率不降低。这样,在整个炉膛内就实现了深度的空气分级。

[0017] 内燃型的燃烧器可使煤粉在进入炉膛前着火燃烧,其具有的深度空气分级和

燃料分级的特性使燃料中的 C 元素在高温低氧的条件下无法与足够的空气混合就开始大量反应,生成物以 CO 为主。这种气氛中,挥发份中的 N 元素偏向于生成 HCN、NH_i 等还原性物质,不仅减少了 NO_x 的生成量,还可以在火焰内部将已经生成的 NO_x 大量还原 ($\text{HCN} + \text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$ 、 $\text{NH}_i + \text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$),最终减少了燃料型 NO_x 的生成。同时,由于主燃区内过量空气系数很低,煤粉燃烧不完全,温度有限,控制了热力型 NO_x 的生成。在燃尽区,未燃尽燃料虽然获得足量氧气充分反应,但由于混入空气温度较低,NO_x 生成量不大,使得 NO_x 总体生成量得到有效控制。

[0018] 同时,由于采用内燃型燃烧器,煤粉在进入炉膛前就开始着火反应,着火提前相当于扩大了炉膛的燃烧空间,为提高燃料的燃尽率创造了有利的条件,克服了大部分常规低 NO_x 燃烧技术导致锅炉燃烧效率下降的缺点。

[0019] 综上所述,本发明能够在保证锅炉燃烧效率不降低的前提下,有效抑制煤粉燃烧过程中 NO_x 的生成量,实现 NO_x 减排。不仅能为电厂大大节省因氮氧化物排放所交的排污费用,带来巨大的经济效益,而且由于其高效环保,还会带来相当大的社会效益。

附图说明

[0020] 图 1 为本发明的一种以等离子发生器为点火源的内燃型煤粉燃烧器的结构示意图;

[0021] 图 2 是图 1 的左视图;

[0022] 图 3 为本发明的一种内燃型旋流燃烧器应用于燃烧器墙式布置的煤粉锅炉的示意图;

[0023] 图 4 为图 3 的煤粉锅炉断面示意图。

[0024] 图 5 为本发明的一种内燃型直流燃烧器应用于燃烧器四角布置的煤粉锅炉的示意图。

[0025] 图 6 为图 5 的煤粉锅炉断面示意图。

具体实施方式

[0026] 下面根据附图来说明本发明的具体实施例。

[0027] 图 1 是以等离子发生器为点火源的内燃型煤粉燃烧器的一个具体实施例的示意图。如图 1 所示,燃烧器内部分为若干级,燃烧器弯头处设有弯板,一次风中的煤粉与空气由于惯性大小不同,一次风煤粉气流在弯板 8 处产生浓淡分离。浓度较高的煤粉进入燃烧器中心筒 5 内,剩余浓度较低的煤粉逐次进入各级燃烧筒内分级供入。最后从燃烧器一次风喷口 7 喷入炉膛。各级燃烧筒内的煤粉还会经过煤粉浓缩装置 4 的浓缩,沿燃烧器 2 的径向形成中心浓四周淡的煤粉气流。这样,在燃烧器 2 内部形成了深度的燃料分级。中心筒内的高浓度煤粉首先被点火装置快速点燃,着火后放出的热量逐级点燃燃烧器内剩余浓度相对较低的煤粉,实现了深度的燃料分级,并同时被喷入炉膛燃烧。

[0028] 等离子发生器 1 启动后产生的高温、高焓值的等离子电弧,作用于燃烧器中心筒 5 内被高度浓缩了的煤粉,使煤粉颗粒迅速破裂释放出挥发份,并开始着火。中心筒 5 内已着火的煤粉放出大量的热能,继续点燃燃烧器 2 内剩余的浓度较低的煤粉。运行过程中,等离子发生器 1 始终保持工作状态,即保证煤粉在燃烧器中心筒 5 内就开始被点燃,燃烧器

一次风喷口 7 喷入炉膛内的全部或大部分煤粉已经开始着火。等离子发生器 1 的输出功率可调,提高功率可使被提前点燃的煤粉量增加,以此来控制煤粉在燃烧器内的着火程度。

[0029] 燃烧器内仅有一次风空气来提供煤粉燃烧所需的氧量,其过量空气系数低于 0.4,大大低于煤粉正常点火过程中的氧浓度,所形成的强还原性燃烧环境可有效地降低 NO_x 的生成。燃料喷入炉膛后,由于煤粉点火和稳燃的问题已经解决,可适当推迟煤粉与二次风的混合时机,减少主燃区的二次风量,维持过量空气系数在 0.85 左右(采用常规燃烧器的锅炉主燃烧区过量空气系数一般为 0.85 ~ 0.95),甚至更低,使燃料更长时间地处于缺氧燃烧状态。这样,在燃烧器内部和主燃烧区内都形成了极强的还原性气氛,有利于抑制煤粉燃烧过程中 NO_x 的生成。

[0030] 实施例 1:图 2、3 是以等离子发生器为点火源的内燃型旋流燃烧器应用于燃烧器墙式布置的煤粉锅炉上的一个具体实施例的示意图。如图 2、3 所示,将锅炉所有燃烧器全部设计或改造成为以等离子发生器为点火源的内燃型燃烧器 21。锅炉运行时,图 1 中的等离子发生器 1 始终保持工作状态,使煤粉在燃烧器 21 内就已经被逐级点燃,燃烧器一次风喷口 7 与炉膛主燃区 22 相连,由此喷入炉膛主燃区 22 的煤粉完全或大部分处于着火状态。控制燃烧器二次风喷口 6 处进入主燃区 22 的空气量,使主燃区 22 内氧气浓度降低,形成有利于抑制 NO_x 生成的强还原性气氛。在高温缺氧的条件下,燃料中的 C 元素无法与足够的空气混合就开始大量反应,生成物以 CO 为主。高浓度的 CO 气氛中,挥发份中的 N 元素偏向于向 HCN、NH_i 等还原性物质的转化,不仅减少了 NO_x 的生成量,还可以在火焰内部大量还原已经生成的 NO_x ($\text{HCN} + \text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$ 、 $\text{NH}_i + \text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$),最终减少了燃料型 NO_x 的生成。同时,由于主燃区 22 内过量空气系数很低,煤粉燃烧不完全,温度有限,控制了热力型 NO_x 的生成。

[0031] 剩余的空气由炉膛上部的燃尽风喷口 23 射入炉膛燃尽区 24,与从主燃区 22 过来的未燃尽的烟气流强烈混合,形成很强的氧化性气氛,使烟气中的煤粉颗粒在此燃尽。由于从燃尽风喷口 23 射入了大量的低温空气,使得炉膛燃尽区 24 内的温度水平不会太高,因此煤粉充分反应生成的 NO_x 量有限。这样,就在不影响锅炉效率的前提下,降低了 NO_x 的生成量。

[0032] 实施例 2:图 3、4 是以等离子发生器为点火源的内燃型直流燃烧器应用于燃烧器四角布置的煤粉锅炉上的一个具体实施例的示意图。如图 3、4 所示,将锅炉四层燃烧器的上三层设计或改造成为以等离子发生器为点火源的内燃型燃烧器 32,最下层仍为常规直流燃烧器 31。

[0033] 锅炉运行时,常规直流燃烧器 31 仍保持通常的运行状态,在炉膛主燃区 34 的下部生成较多的 NO_x。图 1 中的等离子发生器 1 始终保持工作状态,使煤粉在燃烧器 32 内就已经被逐级点燃,燃烧器一次风喷口 7 与炉膛主燃区 34 相连,由此喷入炉膛主燃区 34 的煤粉完全或大部分处于着火状态。控制内燃型燃烧器 32 二次风喷口 6 处进入主燃区 34 的空气量,使主燃区 34 上部空间内氧气浓度降低,形成有利于抑制 NO_x 生成的强还原性气氛。

[0034] 在高温缺氧的条件下,燃料中的 C 元素无法与足够的空气混合就开始大量反应,生成物以 CO 为主。高浓度的 CO 气氛中,挥发份中的 N 元素偏向于向 HCN、NH_i 等还原性物质的转化,不仅减少了 NO_x 的生成量,还可以在火焰内部大量还原炉膛主燃区 34 下部空间内已经生成的 NO_x ($\text{HCN} + \text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}$ 、 $\text{NH}_i + \text{NO}_x \rightarrow \text{N}_2 + \text{H}_2\text{O}$),最终减少了燃料型 NO_x 的生

成。同时,由于主燃区 34 上部的过量空气系数很低,煤粉燃烧不完全,温度有限,控制了热力型 NO_x 的生成。

[0035] 剩余的空气由炉膛上部的燃尽风喷口 33 射入炉膛燃尽区 35,与从主燃区 34 过来的未燃尽的烟气强烈混合,形成很强的氧化性气氛,使烟气中的煤粉颗粒在此燃尽。由于从燃尽风喷口 33 射入了大量的低温空气,使得炉膛燃尽区 35 内的温度水平不会太高,因此煤粉充分反应生成的 NO_x 量有限,使得 NO_x 总体生成量得到有效控制。这样,就在不影响锅炉效率的前提下,降低了 NO_x 的生成量。

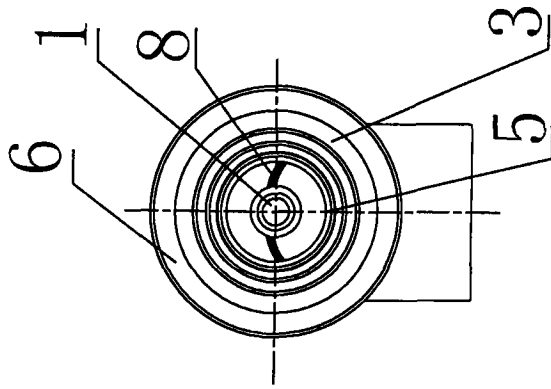


图2

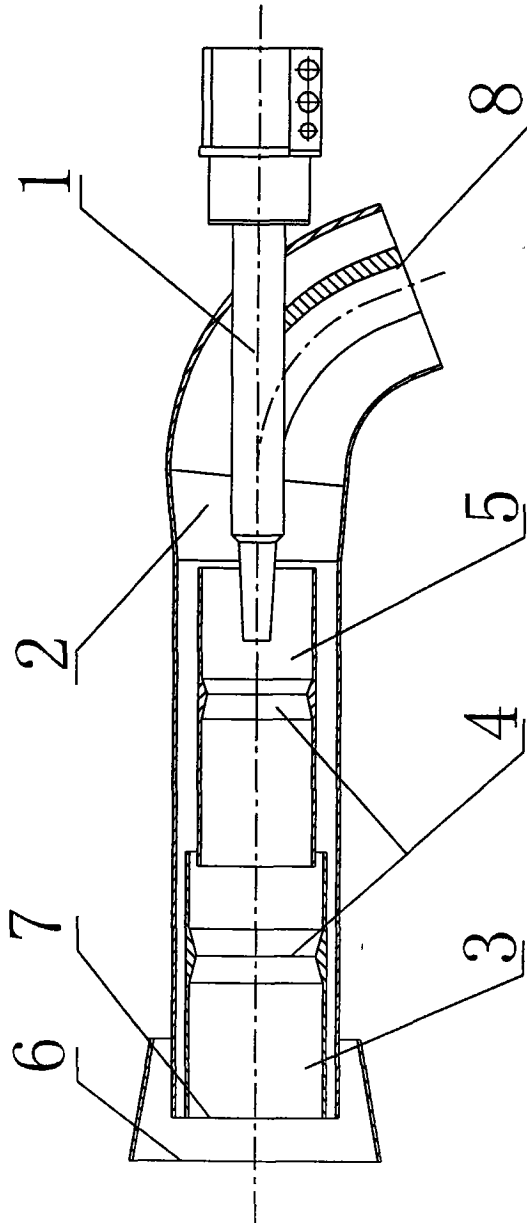


图1

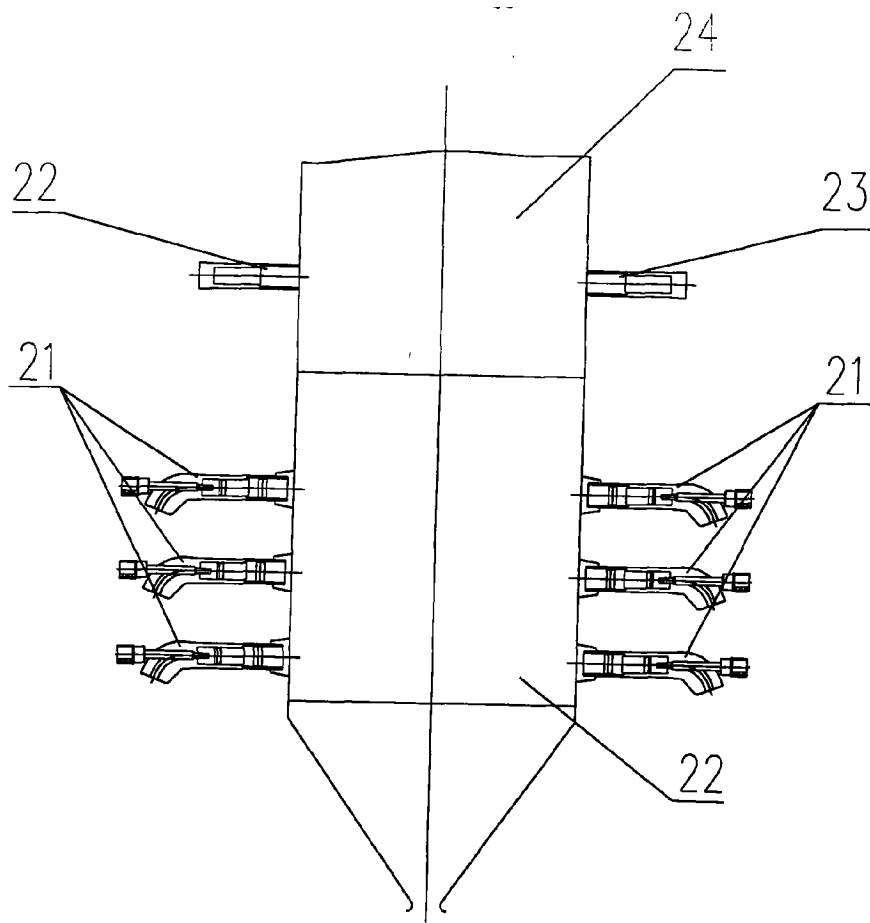


图3

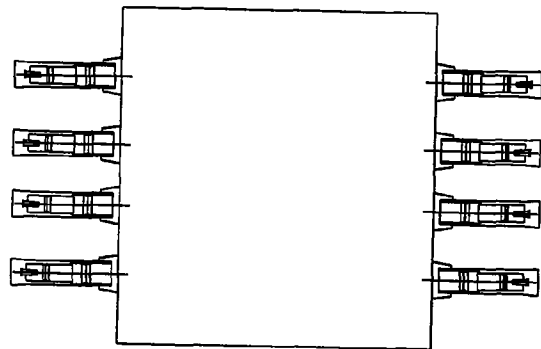


图4

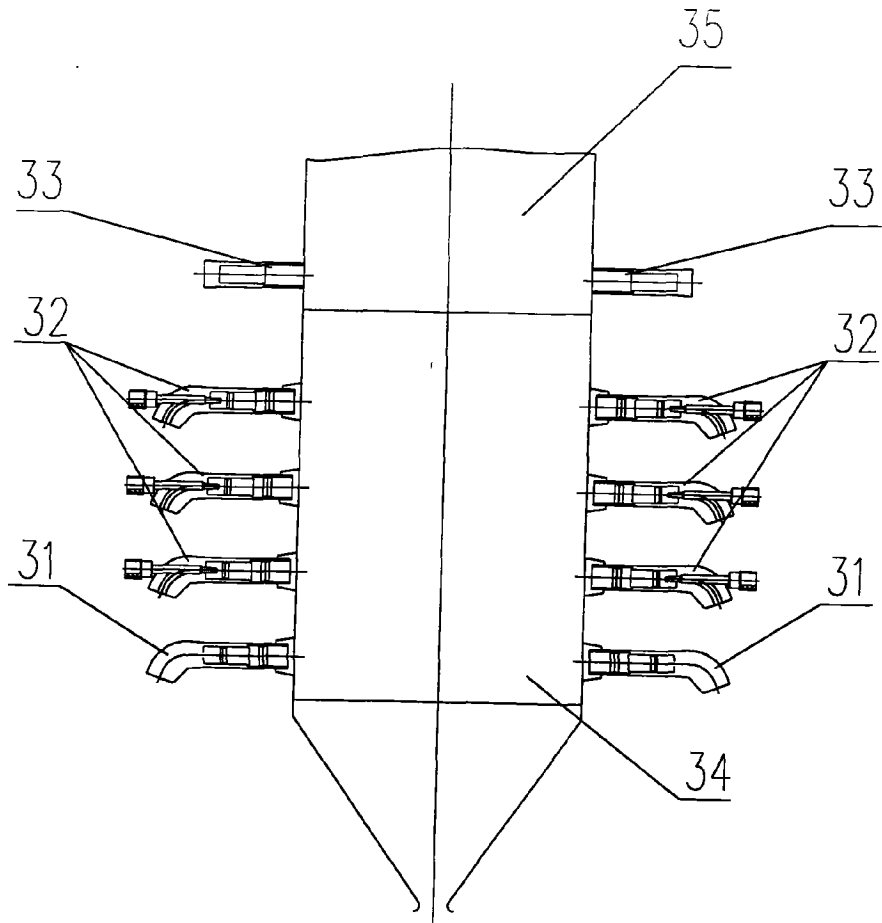


图5

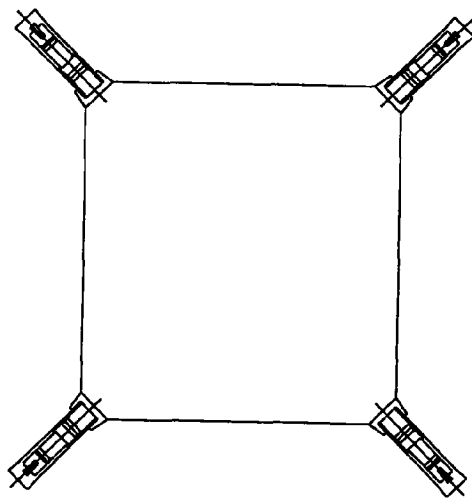


图6