



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102679338 A

(43) 申请公布日 2012. 09. 19

(21) 申请号 201210171622. 1

(22) 申请日 2012. 05. 30

(71) 申请人 山西蓝天环保设备有限公司

地址 034000 山西省忻州市忻府区北义井乡  
曹家庄村北

(72) 发明人 王欢 王民发 郎凤娥 郎鹏德  
张宗旺 杜铭华 赵红卫

(74) 专利代理机构 太原科卫专利事务所(普通  
合伙) 14100

代理人 朱源

(51) Int. Cl.

F23D 1/02(2006. 01)

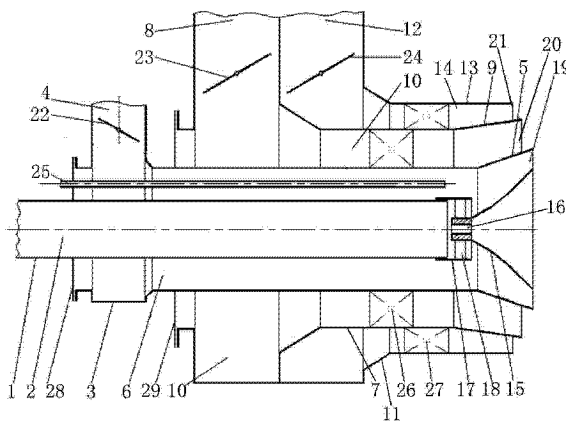
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 7 页

## (54) 发明名称

降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器

## (57) 摘要

本发明涉及煤粉燃烧技术,具体是一种降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器。本发明解决了现有分级供风煤粉燃烧器不适用于中小型煤粉锅炉的问题。降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器包括一次风管;一次风管的内腔构成一次风通道;一次风管外侧同轴套设有混风套筒;混风套筒的入口端连通有混风进风管;混风套筒的出口端设置有混风扩张段;混风套筒内壁与一次风管外壁共同围成环形混风室;混风套筒外侧同轴套设有内二次风套筒;内二次风套筒的入口端连通有内二次风进风管。本发明基于全新的结构,有效解决了现有分级供风煤粉燃烧器不适用于中小型煤粉锅炉的问题,适用于中小型煤粉锅炉。



1. 一种降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器,其特征在於:包括一次风管(1);一次风管(1)的内腔构成一次风通道(2);一次风管(1)外侧同轴套设有混风套筒(3);混风套筒(3)的入口端连通有混风进风管(4);混风套筒(3)的出口端设置有混风扩张段(5);混风套筒(3)内壁与一次风管(1)外壁共同围成环形混风室(6);混风套筒(3)外侧同轴套设有内二次风套筒(7);内二次风套筒(7)的入口端连通有内二次风进风管(8);内二次风套筒(7)的出口端设有内二次风扩张段(9);内二次风套筒(7)内壁与混风套筒(3)外壁共同围成环形内二次风通道(10);内二次风套筒(7)外侧同轴套设有外二次风套筒(11);外二次风套筒(11)的入口端连通有外二次风进风管(12);外二次风套筒(11)的出口端设有外二次风扩张段(13);外二次风套筒(11)内壁与内二次风套筒(7)外壁共同围成环形外二次风通道(14);一次风管(1)的出口端同轴设置有双曲线式反流线型钝体(15);钝体(15)的前端面中央设有与一次风通道(2)连通的中心直流通道(16);钝体(15)的前端外侧同轴套设有固定套筒(17);固定套筒(17)的前端与一次风管(1)的出口端密封连接;固定套筒(17)内壁与钝体(15)的前端外侧表面之间环绕固定有若干个筋板(18);混风扩张段(5)内壁与钝体(15)前端外壁之间共同围成混风喷口(19);混风扩张段(5)外壁与内二次风扩张段(9)内壁之间共同围成内二次风喷口(20);内二次风扩张段(9)外壁与外二次风扩张段(13)内壁之间共同围成外二次风喷口(21)。

2. 根据权利要求 1 所述的降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器,其特征在於:混风进风管(4)内设有混风流量调节板(22);内二次风进风管(8)内设有内二次风流量调节板(23);外二次风进风管(12)内设有外二次风流量调节板(24);混风室(6)内设置有点火枪(25);点火枪(25)的点火嘴位于混风喷口(19)内;点火枪(25)的轴线与一次风管(1)的轴线平行;内二次风通道(10)内设置有内二次风旋流叶片(26);外二次风通道(14)内设置有外二次风旋流叶片(27);一次风管(1)的入口端外侧套设有第一法兰(28),第一法兰(28)的边缘与混风套筒(3)的入口端面固定;混风套筒(3)的入口端外侧套设有第二法兰(29),第二法兰(29)的边缘与内二次风套筒(7)的入口端面固定。

3. 根据权利要求 1 或 2 所述的降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器,其特征在於:钝体(15)的后端面与混风扩张段(5)的后端面齐平。

4. 根据权利要求 1 或 2 所述的降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器,其特征在於:钝体(15)的后端设置有圆形管段;圆形管段的外壁上环绕固定有若干个等腰三角形柱状挡流块(30);挡流块(30)的后端侧面、圆形管段的后端端面均与混风扩张段(5)的后端面齐平。

## 降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器

### 技术领域

[0001] 本发明涉及煤粉燃烧技术,具体是一种降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器。

### 背景技术

[0002] 随着煤粉燃烧技术的发展和环保压力的增加,在保证煤粉充分燃烧的同时,抑制 NO<sub>x</sub> 的生成成为煤粉燃烧过程中必须解决的技术问题。为了抑制 NO<sub>x</sub> 的生成,目前主要采取分级供风的手段。分级供风的原理是将助燃风以多流股方式喷入燃烧空间,造成煤粉在第一燃烧区处于缺氧状态及较低的火焰温度,以此控制 NO<sub>x</sub> 的生成量,而其余的助燃风则在第二燃烧区及时混入,实现未燃煤粉的充分燃烬。在现有煤粉燃烧技术中,德国 Babcock 公司推出了具有分级供风功能的低 NO<sub>x</sub> 煤粉燃烧器——DS 燃烧器。在该燃烧器中,中心空气以旋流方式通过位于燃烧器中心轴上的中心空气管输入,一次风粉通过一个安装在中心空气管与内二次风管之间的环形通道以旋流方式导入,二次风则分为内二次风和外二次风两个流股,通过扩张喷口向外喷离燃料流束。该燃烧器通过逐步向具有充足燃料的火焰提供氧气,制造一定的缺氧空间和降低火焰温度,实现减少 NO<sub>x</sub> 生成量的目的。德国 Steinmüller 公司及 EVT 公司也分别推出了类似的分级供风煤粉燃烧器。其中,Steinmüller 公司的 SM 燃烧器的主要区别是将中心风和内二次风以直流方式喷入燃烧空间。EVT 公司的 Vapour 燃烧器的主要区别则是在一次风粉管内装有旋流分离器,将风粉混合物分成浓淡两股气流并分别送入主燃烧器和乏气燃烧器,燃烧器喷嘴为夹带中心风的直流喷嘴。此外,美国、日本等国家也分别研制了类似的分级供风煤粉燃烧器。由于自身结构所限,上述各种分级供风煤粉燃烧器的使用对象均是大型煤粉锅炉,其所用的一次风及二次风均是经过一定程度预热的热空气。换言之,若将上述分级供风煤粉燃烧器用于一次风不具备预热条件、二次风预热温度低或者是不经预热的中小型煤粉锅炉,则会出现点燃困难、火焰不稳定等问题,因而现有分级供风煤粉燃烧器并不适用于中小型煤粉锅炉。基于此,为了解决现有分级供风煤粉燃烧器不适用于中小型煤粉锅炉的问题,有必要发明一种全新的分级供风煤粉燃烧器。

### 发明内容

[0003] 本发明为了解决现有分级供风煤粉燃烧器不适用于中小型煤粉锅炉的问题,提供了一种降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器。

[0004] 本发明是采用如下技术方案实现的:降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器,包括一次风管;一次风管的内腔构成一次风通道;一次风管外侧同轴套设有混风套筒;混风套筒的入口端连通有混风进风管;混风套筒的出口端设置有混风扩张段;混风套筒内壁与一次风管外壁共同围成环形混风室;混风套筒外侧同轴套设有内二次风套筒;内二次风套筒的入口端连通有内二次风进风管;内二次风套筒的出口端设有内二次风扩张段;内二次风套筒内壁与混风套筒外壁共同围成环形内二次风通道;内二次风套筒外侧同轴套设有外二次风套筒;外二次风套筒的入口端连通有外二次风进风管;外二次风套筒的出口端设有外二次风扩张段;外二次风套筒内壁与内二次风套筒外壁共同围成环形外二次风通道;一次

风管的出口端同轴设置有双曲线式反流线型钝体；钝体的前端面中央设有与一次风通道连通的中心直流通道；钝体的前端外侧同轴套设有固定套筒；固定套筒的前端与一次风管的出口端密封连接；固定套筒内壁与钝体的前端外侧表面之间环绕固定有若干个筋板；混风扩张段内壁与钝体前端外壁之间共同围成混风喷口；混风扩张段外壁与内二次风扩张段内壁之间共同围成内二次风喷口；内二次风扩张段外壁与外二次风扩张段内壁之间共同围成外二次风喷口。

[0005] 工作时，本发明所述的降低烟气  $\text{NO}_x$  含量的煤粉高效燃烧器安装于中小型煤粉锅炉上。具体工作过程如下：向一次风通道通入一次风粉（一次风粉的固气质量比  $\geq 0.6\text{kg/kg}$ ，且一次风粉的风量占总风量的  $5\% \sim 15\%$ ），一次风粉流经一次风通道（一次风粉的流速为  $18 \sim 25\text{m/s}$ ），并在一次风管的出口端被钝体强制分成两股气流：一股是沿钝体中心直流通道向前喷射的煤粉集束小流股（煤粉集束小流股的温度和浓度等同于一次风粉的温度和浓度），另一股是沿钝体前端外壁运动的环形煤粉主流股（如图 6、图 7 所示，环形煤粉主流股的粒度和浓度因煤粉颗粒惯性及钝体双曲线式反流线型外壁的作用，在混风喷口内形成粒度和浓度沿半径方向由外向内逐渐增大的分布特征）。向混风进风管内通入热混风，热混风流经混风室（热混风的流速为  $10 \sim 25\text{m/s}$ ，热混风的风量与一次风粉的风量之和占总助燃风量的  $20\% \sim 25\%$ ），并以直流方式在一次风管的出口端与环形煤粉主流股逐渐混合。热混风的作用有两个：一是补充一次风粉风量的不足，防止一次风风量过低而影响煤粉燃烬效果。二是提升环形煤粉主流股的温度，改善煤粉的燃烧条件，利于提高煤粉火焰的稳定性。由钝体中心直流通道喷出的煤粉集束小流股直接接触锅炉中回流的高温烟气，因而首先被点燃。由钝体中心直流通道喷出的煤粉集束小流股与由混风喷口喷出的环形煤粉主流股之间形成一个围绕煤粉集束小流股的环形一次回流区。环形一次回流区的煤粉粒度细小，流速较低，极易被点燃，因而被点燃的煤粉集束小流股可通过环形一次回流区点燃环形煤粉主流股，由此解决了在一次风不具备预热条件下点燃困难、火焰不稳定的问题。向内二次风进风管内通入内二次风（内二次风风量占二次风总风量的  $50\% \sim 70\%$ ），内二次风流经内二次风通道，并以强旋流的方式由内二次风喷口喷出（内二次风喷出的流速为  $18 \sim 24\text{m/s}$ ），喷出的内二次风与环形煤粉主流股混合燃烧形成一次燃烧区。一次燃烧区属于缺氧燃烧的区域，其火焰温度得到一定程度的控制，不但能有效还原燃料型  $\text{NO}_x$ ，并可适当抑制热力型  $\text{NO}_x$  的生成，起到了降低烟气中  $\text{NO}_x$  含量的作用。向外二次风进风管内通入外二次风（外二次风风量占二次风总风量的  $30\% \sim 50\%$ ），外二次风流经外二次风通道，并以直流或弱旋流的方式由外二次风喷口喷出（外二次风喷出的流速为  $18 \sim 30\text{m/s}$ ）。由于环形一次回流区的存在，锅炉的高温烟气回流区被前推，又因外二次风以直流或弱旋流的方式喷出，抑制了锅炉的高温烟气回流区和一次燃烧区向外侧过度扩展，使得一次燃烧区沿轴向变得狭长，延长了煤粉在一次燃烧区的停留时间，强化了燃料型  $\text{NO}_x$  的还原，保证了在二次风预热温度低或者是不经预热的条件下煤粉能够充分燃烧。基于上述过程，与现有分级供风煤粉燃烧器相比，本发明所述的降低烟气  $\text{NO}_x$  含量的煤粉高效燃烧器基于全新的结构，解决了在一次风不具备预热条件、二次风预热温度低或者是不经预热的情形下，煤粉点燃困难、火焰不稳定、燃烧不充分的问题，不仅实现了煤粉的稳燃、低  $\text{NO}_x$  和高效燃烧，同时满足了中小型煤粉锅炉对煤粉火焰状态的要求，适用于中小型煤粉锅炉。

[0006] 进一步地，混风进风管内设有混风流量调节板；内二次风进风管内设有内二次风

流量调节板；外二次风进风管内设有外二次风流量调节板；混风室内设置有点火枪；点火枪的点火嘴位于混风喷口内；点火枪的轴线与一次风管的轴线平行；内二次风通道内设置有内二次风旋流叶片；外二次风通道内设置有外二次风旋流叶片；一次风管的入口端外侧套设有第一法兰，第一法兰的边缘与混风套筒的入口端面固定；混风套筒的入口端外侧套设有第二法兰，第二法兰的边缘与内二次风套筒的入口端面固定。工作时，混风流量调节板用于调节热混风的风量，内二次风流量调节板用于调节内二次风的风量，外二次风流量调节板用于调节外二次风的风量，点火枪用于对混风后的环形煤粉主流股进行局部高强度点火，内二次风旋流叶片用于制造强旋流，外二次风旋流叶片用于制造弱旋流，第一法兰用于固定一次风管和混风套筒，第二法兰用于固定混风套筒和内二次风套筒。

[0007] 本发明基于全新的结构，有效解决了现有分级供风煤粉燃烧器不适用于中小型煤粉锅炉的问题，适用于中小型煤粉锅炉。

### 附图说明

[0008] 图 1 是本发明的第一种结构示意图。

[0009] 图 2 是本发明的第二种结构示意图。

[0010] 图 3 是本发明的第一种工作状态参考图。

[0011] 图 4 是本发明的第二种工作状态参考图。

[0012] 图 5 是本发明的第三种工作状态参考图。

[0013] 图 6 是本发明的环形煤粉主流股在混风喷口内的粒度分布示意图。

[0014] 图 7 是本发明的环形煤粉主流股在混风喷口内的浓度分布示意图。

[0015] 图中：1- 一次风管，2- 一次风通道，3- 混风套筒，4- 混风进风管，5- 混风扩张段，6- 混风室，7- 内二次风套筒，8- 内二次风进风管，9- 内二次风扩张段，10- 内二次风通道，11- 外二次风套筒，12- 外二次风进风管，13- 外二次风扩张段，14- 外二次风通道，15- 钝体，16- 中心直流通道，17- 固定套筒，18- 筋板，19- 混风喷口，20- 内二次风喷口，21- 外二次风喷口，22- 混风流量调节板，23- 内二次风流量调节板，24- 外二次风流量调节板，25- 点火枪，26- 内二次风旋流叶片，27- 外二次风旋流叶片，28- 第一法兰，29- 第二法兰，30- 挡流块。

### 具体实施方式

[0016] 实施例一

降低烟气 NO<sub>x</sub> 含量的煤粉高效燃烧器，包括一次风管 1；一次风管 1 的内腔构成一次风通道 2；一次风管 1 外侧同轴套设有混风套筒 3；混风套筒 3 的入口端连通有混风进风管 4；混风套筒 3 的出口端设置有混风扩张段 5；混风套筒 3 内壁与一次风管 1 外壁共同围成环形混风室 6；混风套筒 3 外侧同轴套设有内二次风套筒 7；内二次风套筒 7 的入口端连通有内二次风进风管 8；内二次风套筒 7 的出口端设有内二次风扩张段 9；内二次风套筒 7 内壁与混风套筒 3 外壁共同围成环形内二次风通道 10；内二次风套筒 7 外侧同轴套设有外二次风套筒 11；外二次风套筒 11 的入口端连通有外二次风进风管 12；外二次风套筒 11 的出口端设有外二次风扩张段 13；外二次风套筒 11 内壁与内二次风套筒 7 外壁共同围成环形外二次风通道 14；一次风管 1 的出口端同轴设置有双曲线式反流线型钝体 15；钝体 15 的前

端面中央设有与一次风通道 2 连通的中心直流通道 16 ;钝体 15 的前端外侧同轴套设有固定套筒 17 ;固定套筒 17 的前端与一次风管 1 的出口端密封连接 ;固定套筒 17 内壁与钝体 15 的前端外侧表面之间环绕固定有若干个筋板 18 ;混风扩张段 5 内壁与钝体 15 前端外壁之间共同围成混风喷口 19 ;混风扩张段 5 外壁与内二次风扩张段 9 内壁之间共同围成内二次风喷口 20 ;内二次风扩张段 9 外壁与外二次风扩张段 13 内壁之间共同围成外二次风喷口 21 ;

混风进风管 4 内设有混风流量调节板 22 ;内二次风进风管 8 内设有内二次风流量调节板 23 ;外二次风进风管 12 内设有外二次风流量调节板 24 ;混风室 6 内设置有点火枪 25 ;点火枪 25 的点火嘴位于混风喷口 19 内 ;点火枪 25 的轴线与一次风管 1 的轴线平行 ;内二次风通道 10 内设置有内二次风旋流叶片 26 ;外二次风通道 14 内设置有外二次风旋流叶片 27 ;一次风管 1 的入口端外侧套设有第一法兰 28 ,第一法兰 28 的边缘与混风套筒 3 的入口端面固定 ;混风套筒 3 的入口端外侧套设有第二法兰 29 ,第二法兰 29 的边缘与内二次风套筒 7 的入口端面固定 ;

如图 1 所示,在本实施例中,钝体 15 的后端端面与混风扩张段 5 的后端端面齐平 ;工作时,钝体 15 的后端设有空腔(如图 3 所示)或填充有不定型耐火材料(如图 4 所示)。当设有空腔时,环形一次回流区部分深入到钝体空腔中,可使煤粉火焰的根部向钝体 15 迁移。当填充有不定型耐火材料时,环形一次回流区直接与耐火材料表面接触,因蓄热而具有较高温度的耐火材料表面可起到点燃环形一次回流区煤粉的作用 ;

具体实施时,混风扩张段 5 的扩张角为  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$  ;内二次风扩张段 9 的扩张角为  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$  ;外二次风扩张段 13 的扩张角为  $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$  ;钝体 15 前端的扩张角为  $60^{\circ} \sim 100^{\circ}$  ;钝体 15 的前端外径为一次风管 1 外径的  $0.15 \sim 0.2$  倍 ;钝体 15 的后端外径为混风套筒 3 内径的  $0.7 \sim 0.95$  倍 ;混风套筒 3 外径与一次风管 1 外径之比为  $1.4 \sim 2.0$  ;中心直流通道 16 的截面积为一次风管 1 内截面积的  $5\% \sim 10\%$  ;内二次风旋流叶片 26 的旋流角度为  $55^{\circ} \sim 65^{\circ}$  ;外二次风旋流叶片 27 的旋流角度为  $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$  。

#### [0017] 实施例二

降低烟气  $\text{NO}_x$  含量的煤粉高效燃烧器,包括一次风管 1 ;一次风管 1 的内腔构成一次风通道 2 ;一次风管 1 外侧同轴套设有混风套筒 3 ;混风套筒 3 的入口端连通有混风进风管 4 ;混风套筒 3 的出口端设置有混风扩张段 5 ;混风套筒 3 内壁与一次风管 1 外壁共同围成环形混风室 6 ;混风套筒 3 外侧同轴套设有内二次风套筒 7 ;内二次风套筒 7 的入口端连通有内二次风进风管 8 ;内二次风套筒 7 的出口端设有内二次风扩张段 9 ;内二次风套筒 7 内壁与混风套筒 3 外壁共同围成环形内二次风通道 10 ;内二次风套筒 7 外侧同轴套设有外二次风套筒 11 ;外二次风套筒 11 的入口端连通有外二次风进风管 12 ;外二次风套筒 11 的出口端设有外二次风扩张段 13 ;外二次风套筒 11 内壁与内二次风套筒 7 外壁共同围成环形外二次风通道 14 ;一次风管 1 的出口端同轴设置有双曲线式反流线型钝体 15 ;钝体 15 的前端面中央设有与一次风通道 2 连通的中心直流通道 16 ;钝体 15 的前端外侧同轴套设有固定套筒 17 ;固定套筒 17 的前端与一次风管 1 的出口端密封连接 ;固定套筒 17 内壁与钝体 15 的前端外侧表面之间环绕固定有若干个筋板 18 ;混风扩张段 5 内壁与钝体 15 前端外壁之间共同围成混风喷口 19 ;混风扩张段 5 外壁与内二次风扩张段 9 内壁之间共同围成内二次风喷口 20 ;内二次风扩张段 9 外壁与外二次风扩张段 13 内壁之间共同围成外二次风喷

口 21 ;

混风进风管 4 内设有混风流量调节板 22 ;内二次风进风管 8 内设有内二次风流量调节板 23 ;外二次风进风管 12 内设有外二次风流量调节板 24 ;混风室 6 内设置有点火枪 25 ;点火枪 25 的点火嘴位于混风喷口 19 内 ;点火枪 25 的轴线与一次风管 1 的轴线平行 ;内二次风通道 10 内设置有内二次风旋流叶片 26 ;外二次风通道 14 内设置有外二次风旋流叶片 27 ;一次风管 1 的入口端外侧套设有第一法兰 28 ,第一法兰 28 的边缘与混风套筒 3 的入口端端面固定 ;混风套筒 3 的入口端外侧套设有第二法兰 29 ,第二法兰 29 的边缘与内二次风套筒 7 的入口端端面固定 ;

如图 2 所示,在本实施例中,钝体 15 的后端设置有圆形管段 ;圆形管段的外壁上环绕固定有若干个等腰三角形柱状挡流块 30 ;挡流块 30 的后端侧面、圆形管段的后端端面均与混风扩张段 5 的前端端面齐平 ;工作时,在挡流块的后端侧面会形成新的小回流区(如图 5 所示),小回流区环绕中心直流通道间隔分布,可以保证一次回流区具有足够大的体积,并增加了环形煤粉主流股的周界长度,加大了环形煤粉主流股与高温烟气的接触面积,有利于提高火焰的稳定性 ;

具体实施时,混风扩张段 5 的扩张角为  $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$  ;内二次风扩张段 9 的扩张角为  $10^{\circ} \sim 25^{\circ}$  ;外二次风扩张段 13 的扩张角为  $0^{\circ} \sim 15^{\circ}$  ;钝体 15 前端的扩张角为  $60^{\circ} \sim 100^{\circ}$  ;钝体 15 的前端外径为一次风管 1 外径的  $0.15 \sim 0.2$  倍 ;钝体 15 的后端外径为混风套筒 3 内径的  $0.7 \sim 0.95$  倍 ;混风套筒 3 外径与一次风管 1 外径之比为  $1.4 \sim 2.0$  ;中心直流通道 16 的截面积为一次风管 1 内截面积的  $5\% \sim 10\%$  ;内二次风旋流叶片 26 的旋流角度为  $55^{\circ} \sim 65^{\circ}$  ;外二次风旋流叶片 27 的旋流角度为  $0^{\circ} \sim 30^{\circ}$  ;圆形管段的长度为  $30 \sim 50\text{mm}$  ;挡流块 30 的数目为  $4 \sim 8$  个 ;挡流块 30 的顶角为  $50^{\circ} \sim 70^{\circ}$  ;挡流块 30 的长度以与混风扩张段 5 内壁之间的最短距离不少于  $5\text{mm}$  为限 ;挡流块 30 的后端侧面总面积为混风喷口 19 截面积的  $30 \sim 50\%$ 。

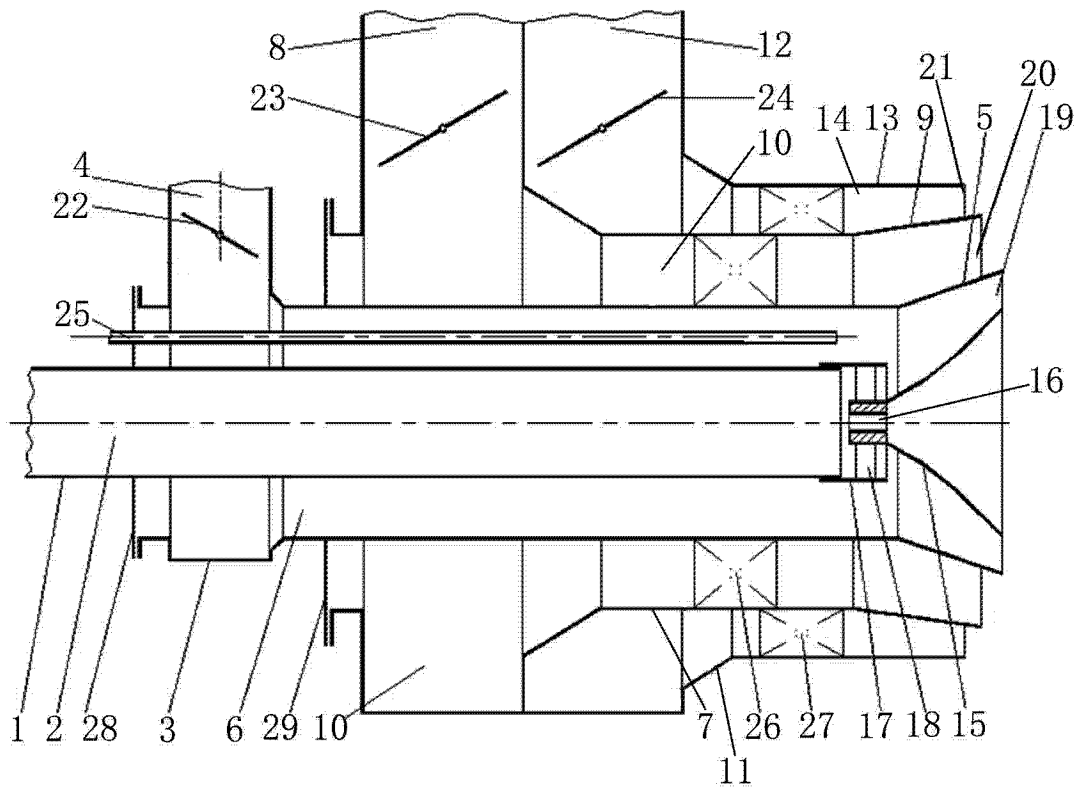


图 1



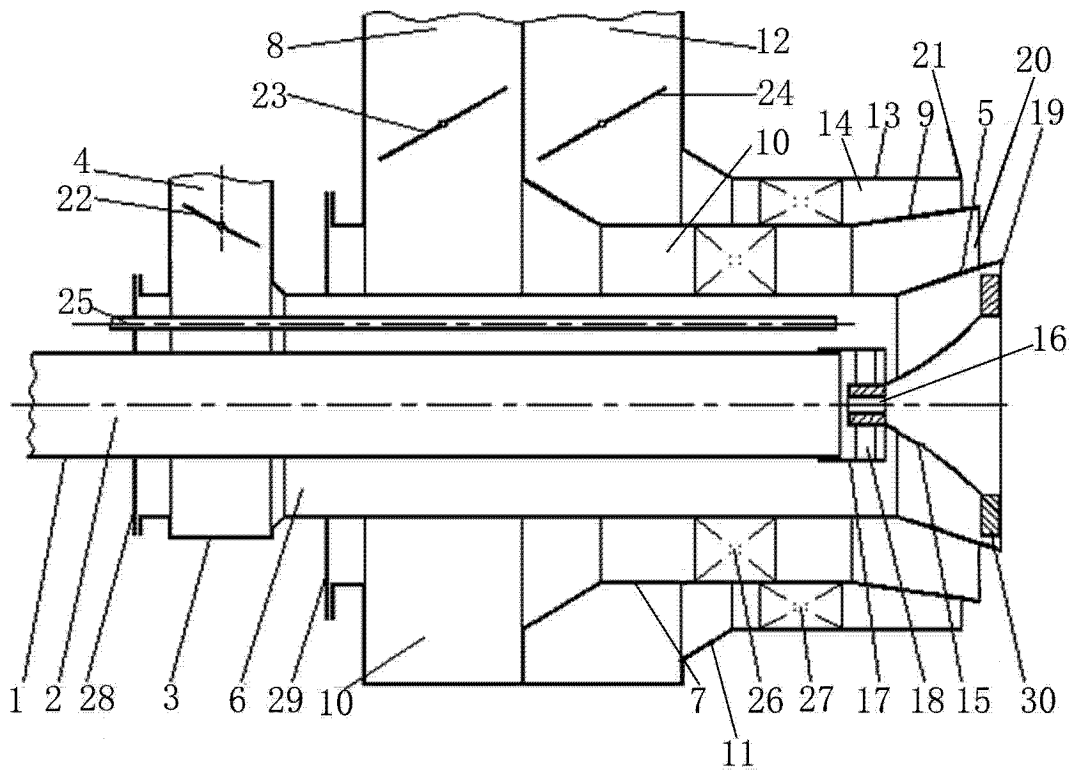


图 2

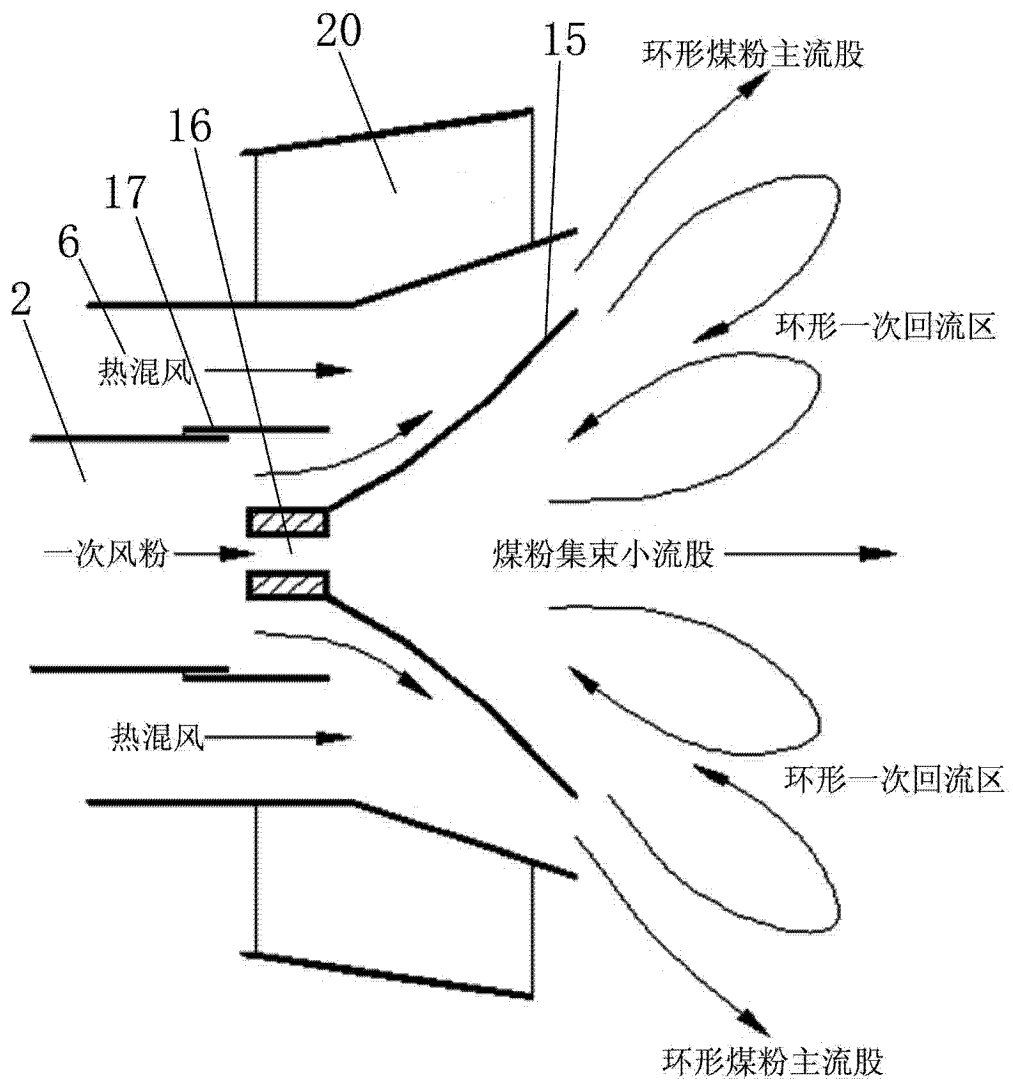


图 3

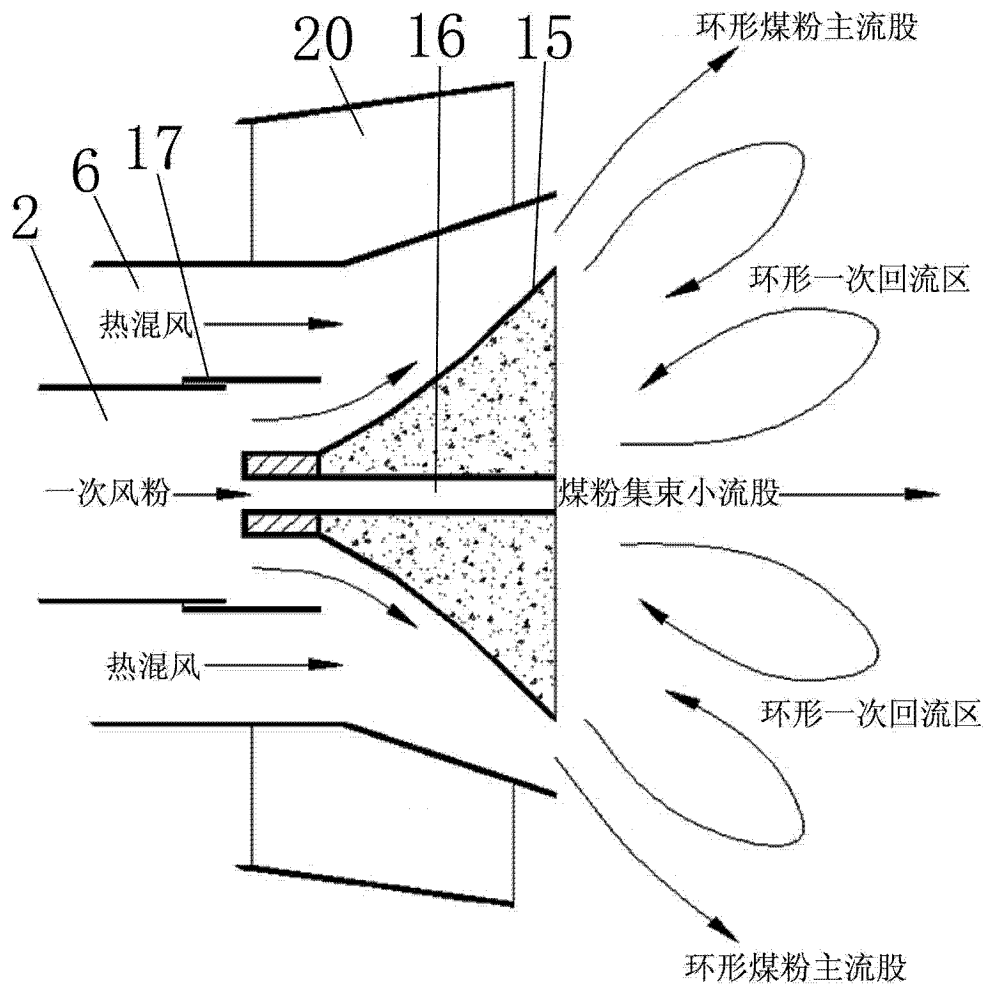


图 4

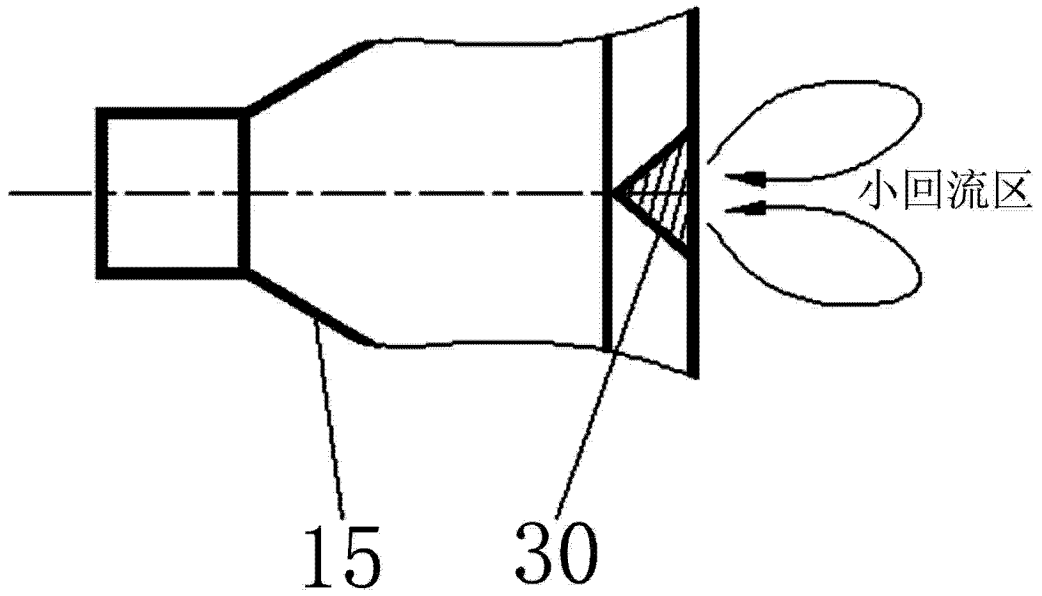


图 5

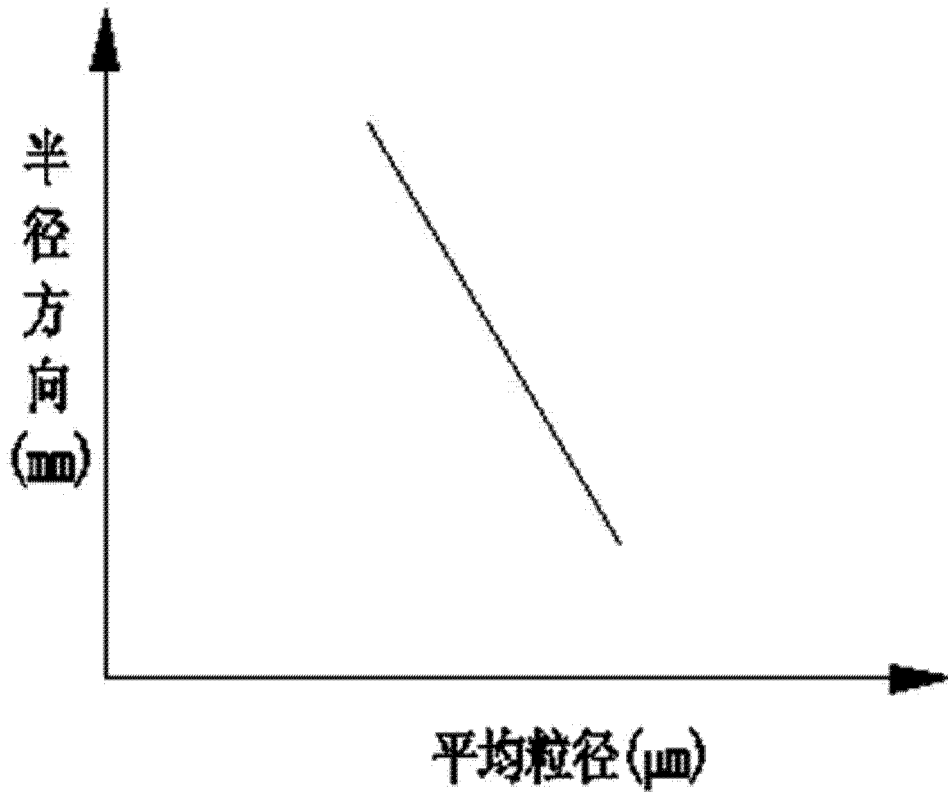


图 6

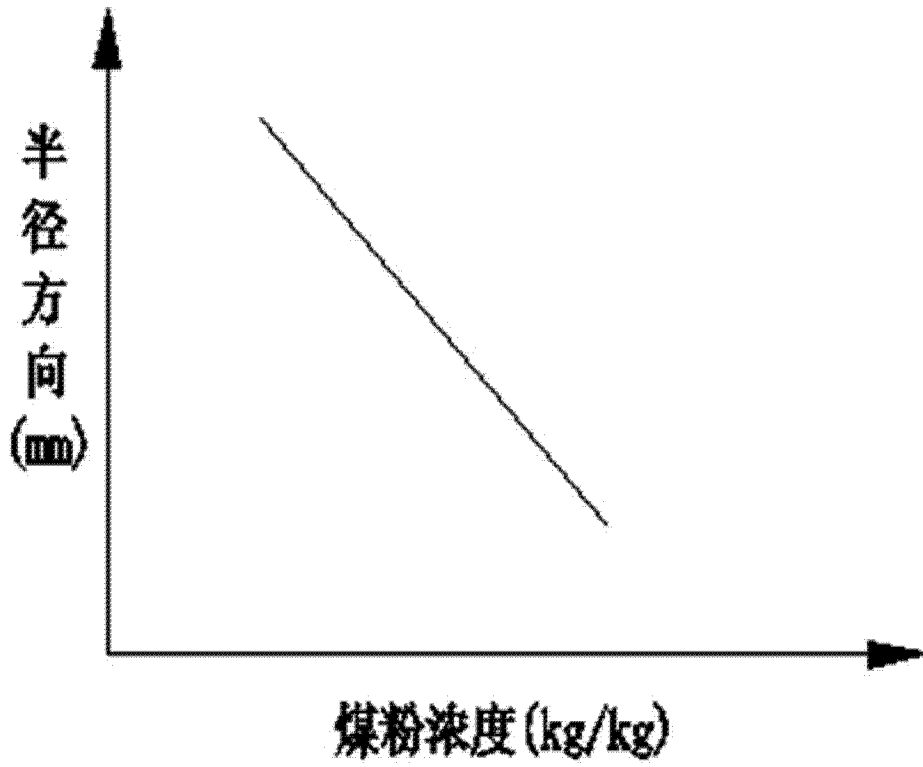


图 7