



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 103216821 B

(45) 授权公告日 2015. 02. 18

(21) 申请号 201310151184. 7

(22) 申请日 2013. 04. 27

(73) 专利权人 东方电气集团东方锅炉股份有限公司

地址 643001 四川省自贡市五星街黄桷坪路 150 号

专利权人 上海交通大学

(72) 发明人 刘泰生 范卫东 陈灿 王勇 谢佳 邓仲勇 张笑慰 李宇

(74) 专利代理机构 泰和泰律师事务所 51219

代理人 王荣 伍姝茜

(51) Int. Cl.

F23C 5/32(2006. 01)

F23C 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 102032555 A, 2011. 04. 27,

CN 102563624 A, 2012. 07. 11,

CN 102692013 A, 2012. 09. 26,

CN 101737771 A, 2010. 06. 16,

CN 202884900 U, 2013. 04. 17,

JP H10274403 A, 1998. 10. 13,

审查员 张旭东

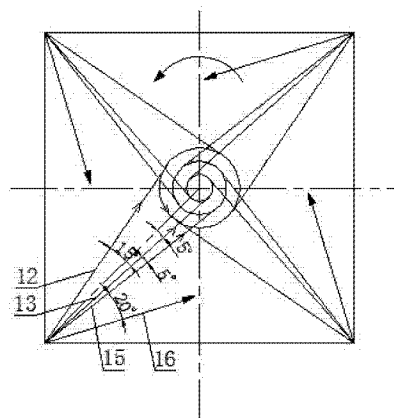
权利要求书2页 说明书7页 附图5页

(54) 发明名称

锅炉一、二次风多级分层燃烧系统及方法

(57) 摘要

本发明公开了一种锅炉一、二次风多级分层燃烧系统及方法,其燃烧系统包括设于炉膛四角的燃烧器和燃尽风装置,每个燃烧器均包括二次风箱、至少一个一次风管和至少一个主二次风喷口,每个燃尽风装置均包括燃尽风箱、至少一个燃尽风喷口,二次风箱和燃尽风箱通过各自的风管与主风道相连,并将一次风管喷口分为浓一次风喷口和淡一次风喷口,将主二次风喷口分为二次直吹风喷口和二次偏向风喷口,将燃尽风喷口分为燃尽直吹风喷口和燃尽偏向风喷口,通过对一、二次风的多级分层,在燃烧时形成风包粉的效果;本发明既能保证NO_x的超低排放,又能提高煤粉燃烧效率,并防止水冷壁的结渣与高温腐蚀,以及减小炉膛出口受热面的热偏差。



1. 一种锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,包括设于炉膛下部四角的燃烧器、设于炉膛上部四角的燃尽风装置,每个燃烧器均包括二次风箱、至少一个一次风管和至少一个主二次风喷口,每个燃尽风装置均包括燃尽风箱、至少一个燃尽风喷口,二次风箱和燃尽风箱通过各自的风管与主风道相连,其特征在于一次风管和主二次风喷口在二次风箱内纵向排列,一次风管内均设有隔板,将一次风管的喷口分为水平排列的浓一次风喷口和淡一次风喷口,相对于炉膛内的主旋气流旋向,淡一次风喷口轴线正向指向炉膛,浓一次风喷口轴线反向指向炉膛;主二次风喷口均设有隔板,将主二次风喷口分为二次直吹风喷口和二次偏向风喷口,二次直吹风喷口轴线和二次偏向风喷口轴线均正向指向炉膛,二轴线与所在角落炉膛对角线的夹角比淡一次风喷口轴线与炉膛对角线的夹角依次增大,二次偏向风喷口轴线更偏向炉墙的水冷壁方向;燃尽风喷口均设有隔板,将燃尽风喷口分为燃尽直吹风喷口和燃尽偏向风喷口,燃尽直吹风喷口轴线反向指向炉膛,燃尽偏向风喷口轴线正向指向炉膛。

2. 如权利要求 1 所述的锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,其特征在于所述每个燃烧器均包括纵向排列的数个一次风管和数个主二次风喷口,两个相邻的一次风管之间均设有一个主二次风喷口,在最下方的一次风管下方的二次风箱内还设有两个主二次风喷口,在最上方的一次风管上方的二次风箱内还设有两个主二次风喷口。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,其特征在于在所有燃尽风喷口下方的燃尽风箱内还设有还原风喷口,在还原风喷口的进风口设有风门,在还原风喷口内设有隔板,将还原风喷口分为还原直吹风喷口和还原偏向风喷口,还原直吹风喷口轴线和还原偏向风喷口轴线均正向指向炉膛,还原偏向风喷口轴线与炉膛对角线的夹角比还原直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角更大。

4. 如权利要求 3 所述的锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,其特征在于所述主二次风喷口、还原风喷口和燃尽风喷口内的隔板均横向设置,形成上、下排列的二次直吹风喷口和二次偏向风喷口、还原直吹风喷口和还原偏向风喷口、燃尽直吹风喷口和燃尽偏向风喷口,每个直吹风喷口和偏向风喷口内还设有数个纵向的导流板。

5. 如权利要求 3 所述的锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,其特征在于所述主二次风喷口、还原风喷口和燃尽风喷口内的隔板均纵向设置,形成水平排列的二次直吹风喷口和二次偏向风喷口、还原直吹风喷口和还原偏向风喷口、燃尽直吹风喷口和燃尽偏向风喷口,每个直吹风喷口和偏向风喷口内还数个横向的导流板。

6. 如权利要求 4 或 5 所述的锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,其特征在于所述淡一次风喷口轴线与所在角落炉膛对角线的夹角为 $2^{\circ} \sim 6^{\circ}$,浓一次风喷口轴线与淡一次风喷口轴线夹角为 $7^{\circ} \sim 22^{\circ}$;二次直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角比淡一次风喷口轴线与炉膛对角线的夹角大 $1^{\circ} \sim 8^{\circ}$,二次偏向风喷口与二次直吹风喷口轴线的夹角为 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$;燃尽直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角为 $2^{\circ} \sim 8^{\circ}$,燃尽偏向风喷口轴线与燃尽直吹风喷口轴线的夹角为 $10^{\circ} \sim 30^{\circ}$;还原直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角为 $3^{\circ} \sim 10^{\circ}$,还原偏向风喷口轴线与还原直吹风喷口轴线夹角为 $15^{\circ} \sim 30^{\circ}$ 。

7. 如权利要求 6 所述的锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,其特征在于在燃尽风箱与主风道相连的风管上设有增压风机。

8. 用于权利要求 1 至 7 任一所述燃烧系统的锅炉一、二次风多级分层燃烧方法,其特

征在于包括以下步骤:1) 在炉膛四角将一次风在主燃区被分成至少一层、每层在水平方向上被分成浓、淡两股煤粉气流,一次风速为 $20 \sim 35\text{m/s}$,相对于炉膛内的主旋气流旋向,淡一次风正向射入炉膛,浓一次风反向射入炉膛;同时在炉膛四角将主二次风在主燃区被分成至少一层、每层被分成直吹风和偏向风,二次风速为 $40 \sim 55\text{m/s}$,二次直吹风和二次偏向风均正向射入炉膛,主二次风占二次风风量质量百分比(以下同)的 $50\% \sim 80\%$,其余二次风风量为燃尽风;二次直吹风的射流轴线切圆大于淡一次风的射流轴线切圆,其风量占当地二次风风量的 $60\% \sim 80\%$;二次偏向风的射流轴线与所在角落对角线的夹角大于二次直吹风的射流轴线与所在角落对角线的夹角,偏向水冷壁方向射出,其风量占当地二次风风量的 $20\% \sim 40\%$;每层一次风均与主二次风层相邻;2) 在主燃区上方、炉膛四角将燃尽风分成直吹风和偏向风两类,风速为 $45 \sim 60\text{m/s}$,燃尽直吹风反向射入炉膛,燃尽偏向风正向射入炉膛。

9. 如权利要求 8 所述的锅炉一、二次风多级分层燃烧方法,其特征在于在主燃区和燃尽风之间的炉膛四角还通入至少一层还原风,还原风速为 $40 \sim 55\text{m/s}$,还原风风量占二次风风量 $5\% \sim 15\%$,将还原区平均氧浓度控制在 2% 以下,每层还原风分为还原直吹风和还原偏向风,它们均正向射入炉膛,还原偏向风的射流轴线与炉膛对角线的夹角比还原直吹风的射流轴线与炉膛对角线的夹角更大;主燃区出口的过量空气系数为 $0.66 \sim 0.96$,燃尽区出口的过量空气系数为 $1.1 \sim 1.2$ 。

10. 如权利要求 8 或 9 所述的锅炉一、二次风多级分层燃烧方法,其特征在于所述燃尽风和还原风经增压后再射入炉膛。

锅炉一、二次风多级分层燃烧系统及方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种锅炉的燃烧系统,特别是对一、二次风进行多级分层的燃烧系统。

背景技术

[0002] 对于燃煤锅炉,将四列燃烧器和四列燃尽风装置按四角切圆方式布置,其燃烧方式是将一次风粉和二次风在炉膛四角与炉膛中心一假想切圆相切的方式喷入炉膛,实现煤粉的切圆燃烧。四角切圆直流燃烧技术形成的四角射流火焰可以相互支持,燃烧产生的烟气在炉内旋转上升,具有火焰行程长、炉内混合好、燃烧经济性好、煤种适应性广等特点,并易于实现空气分级供应、燃料分级燃烧,分级燃烧是通过改变送风方式,控制炉内空气量的分布,使煤粉在着火阶段强化燃烧的同时保证氧不过剩,尽可能降低氮氧化物(NO_x)的生成量,而已生成的 NO_x 又能在主燃区上部的还原区大部分被还原,未燃尽的碳粒在炉膛上部的燃尽区与燃尽风混合并燃烧完全,因此,空气分级的直流燃烧技术对于目前污染物减排,特别是 NO_x 的减排极为重要的应用价值。目前,燃煤电厂的直流燃烧器四角切圆布置方式与空气分级相结合是必须采用的技术路线,以达到有效低代价的减排 NO_x 的目的。

[0003] 但是,四角切圆布置燃烧方式也存在一些问题,其一大特征是在炉内形成一个整体的主旋转气流,它会使一、二次风等射流出现偏斜现象,即从燃烧器射出的气流在某种程度偏离气流的设计方向,也即偏离了喷口的几何轴线,偏离严重时会引起炉内火焰的冲墙贴壁,使水冷壁结渣,并产生还原性气氛,在燃烧高硫煤时还容易发生水冷壁的高温腐蚀等问题,尤其在炉内空气深度分级应用时,主燃烧器区域往往处于较低的欠过量空气系数下,这些问题更易出现;四角切圆燃烧方式固有的炉内气流场形式一般会使炉膛出口的烟气残余旋转动量比较大,造成炉膛出口烟气偏差较大,导致炉膛出口受热面的热偏差较大,增大了减温水的用量;加上近年来我国电厂用煤品质在不断下降,火力发电厂的煤质多变,使得稳燃问题比较突出,同时环保法规的日益严格,对低 NO_x 的排放浓度和总量控制的要求不断提高,现有的燃烧系统难以满足需要。

发明内容

[0004] 本发明的目的是针对现有技术存在的上述不足,提供一种锅炉一、二次风多级分层燃烧系统及方法,它可实现整体空气分级燃烧和多层次空气分级燃烧,既能保证 NO_x 的超低排放,又能提高煤粉燃烧效率,并防止水冷壁的结渣与高温腐蚀,以及减小炉膛出口受热面的热偏差。

[0005] 为达到上述目的,本发明的锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,包括设于炉膛下部四角的燃烧器、设于炉膛上部四角的燃尽风装置,每个燃烧器均包括二次风箱、至少一个一次风管和至少一个主二次风喷口,每个燃尽风装置均包括燃尽风箱、至少一个燃尽风喷口,二次风箱和燃尽风箱通过各自的风管与主风道相连,其特征在于一次风管和主二次风喷口在二次风箱内纵向排列,一次风管内均设有隔板,将一次风管的喷口分为水平排列的浓一次风喷口和淡一次风喷口,相对于炉膛内的主旋气流旋向,淡一次风喷口轴线正向指向炉

膛,浓一次风喷口轴线反向指向炉膛,也即两轴线分别位于所在角落处炉膛对角线的两侧;主二次风喷口均设有隔板,将主二次风喷口分为二次直吹风喷口和二次偏向风喷口,二次直吹风喷口轴线和二次偏向风喷口轴线均正向指向炉膛,二轴线与所在角落炉膛对角线的夹角比淡一次风喷口轴线与炉膛对角线的夹角依次增大,二次偏向风喷口轴线更偏向炉膛的水冷壁方向;燃尽风喷口均设有隔板,将燃尽风喷口分为燃尽直吹风喷口和燃尽偏向风喷口,燃尽直吹风喷口轴线反向指向炉膛,燃尽偏向风喷口轴线正向指向炉膛。

[0006] 本发明适用于上述燃烧系统的燃烧方法为:使用时,将煤粉浓缩器与一次风管相连,在炉膛四角将一次风在主燃区被分成至少一层、每层在水平方向上被分成浓、淡两股煤粉气流,一次风速为 20 ~ 35m/s,相对于炉膛内的主旋气流旋向,淡一次风正向射入炉膛,浓一次风反向射入炉膛;同时在炉膛四角将主二次风在主燃区被分成至少一层、每层被分成直吹风和偏向风,二次风速为 40 ~ 55m/s,二次直吹风和二次偏向风均正向射入炉膛,主二次风占二次风风量质量百分比(以下同)的 50% ~ 80%,其余二次风风量为燃尽风;二次直吹风的射流轴线切圆大于淡一次风的射流轴线切圆,其风量占当地二次风风量的 60% ~ 80%;二次偏向风的射流轴线与所在角落对角线的夹角大于二次直吹风的射流轴线与所在角落对角线的夹角,偏向水冷壁方向射出,其风量占当地二次风风量的 20% ~ 40%;每层一次风均与主二次风层相邻;2) 在主燃区上方、炉膛四角将燃尽风分成直吹风和偏向风两部分,风速为 45 ~ 60m/s,燃尽直吹风反向射入炉膛,燃尽偏向风正向射入炉膛;

[0007] 采用上述燃烧方法,一次风在水平方向上被分级,浓一次风反向射入炉内,其携带的一次风中的大部分煤粉能在初始射流方向上不断减速、停滞、折向过程中接触上游旋转的来流高温烟气,形成极好的点火、稳燃条件,煤粉的初期燃烧得以大大强化,在此期间停留时间也大大延长,利于加速煤粉的燃尽,从而提高主燃烧区生成份额,利于后期对 NO_x 的还原控制。此外,煤粉的初期运动方向和折向过程会使大部分煤粉,尤其是粒径大的煤粉深入炉内中心区域,远离水冷壁面,大部分煤粉不易进入壁面附近;浓一次风的设置也会抵消部分正旋气流动量,减小炉膛出口受热面的热偏差;二次风则在竖直方向上与水平方向上被多级分层:在竖直方向上,二次风以主二次风、燃尽风的形式被送入相应区域,在水平方向上,二次风被再次分级分为两部分,对于主二次风,其二次直吹风正向射入炉膛,其射流轴线切圆略大于淡一次风切圆,导致淡一次风包裹浓一次风、二次直吹风包裹淡一次风,形成风包粉的态势,煤粉更不易进入水冷壁壁附近;同时二次直吹风与淡一次风共同组成炉内正旋空气动力场;二次偏向风偏向水冷壁方向射出,进一步达到分级燃烧、降低燃烧区区域温度峰值的目的,并为水冷壁降温,将水冷壁附近的煤粉吹离,使煤粉尽可能远离水冷壁燃烧,保证水冷壁的氧化性气氛,提高此区域的灰熔点,以防止水冷壁结渣以及高温腐蚀等问题;对于燃尽风同样被分为两部分,燃尽直吹风反向射入炉膛以抵消部分炉内正旋动量,进一步减小炉膛出口受热面的热偏差,燃尽偏向风正向射入炉内并加强燃尽区风粉混合,并起到保护水冷壁的作用;二次风速和燃尽风速大于一次风速,使得炉内流场分布合理、动量比适宜,更易形成风包粉的燃烧态势;

[0008] 作为本发明燃烧系统的进一步改进,上述每个燃烧器均包括纵向排列的数个一次风管和数个主二次风喷口,两个相邻的一次风管之间均设有一个主二次风喷口,在最下方的一次风管下方的二次风箱内还设有两个主二次风喷口,在最上方的一次风管上方的二次风箱内还设有两个主二次风喷口;该燃烧器可以实现一次风和二次风的充分混合,可减少

用风量及排烟；最下方的两个主二次风喷口可托住下落的未燃尽煤粉，使燃烧进行充分；最上方的主二次风喷口可起到底部燃尽风喷口的作用；

[0009] 作为本发明燃烧系统的进一步改进，在所有燃尽风喷口下方的燃尽风箱内还设有还原风喷口，在还原风喷口的进风口设有风门，在还原风喷口内设有隔板，将还原风喷口分为还原直吹风喷口和还原偏向风喷口，还原直吹风喷口轴线和还原偏向风喷口轴线均正向指向炉膛，还原偏向风喷口轴线与炉膛对角线的夹角比还原直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角更大；与此相对应的，燃烧时，在主燃区和燃尽风之间的炉膛四角还通入至少一层还原风，还原风速为 $40 \sim 55\text{m/s}$ ，还原风风量占二次风风量 $5\% \sim 15\%$ ，通过风门控制还原风风量，使得它与烟气混合后将还原区平均氧浓度控制在 2% 以下，每层还原风分为还原直吹风和还原偏向风，它们均正向射入炉膛，还原偏向风的射流轴线与炉膛对角线的夹角比还原直吹风的射流轴线与炉膛对角线的夹角更大；燃烧器对应的主燃区出口的过量空气系数为 $0.66 \sim 0.96$ ，燃尽区出口的过量空气系数为 $1.1 \sim 1.2$ 。

[0010] 相对于现有技术，本发明较低的过量空气系数，使得还原反应在微氧、低氮的条件下进行，这将使得焦炭对 NO_x 的还原反应更加快速的进行，进一步降低 NO_x ；还原偏向风偏向水冷壁方向喷出，既可以为水冷壁降温，又保证水冷壁的氧化性气氛，使焦炭的还原反应在远离水冷壁的区域进行；两股不同方向的还原风形成了大范围的射流影响区，更利于风粉快速充分混合；还原风的风量和配置可视煤的燃烧特性及反应情况优化调节；

[0011] 作为本发明燃烧系统的进一步改进，上述主二次风喷口、还原风喷口和燃尽风喷口内的隔板均可横向设置，形成上、下排列二次直吹风喷口和二次偏向风喷口、还原直吹风喷口和还原偏向风喷口、燃尽直吹风喷口和燃尽偏向风喷口，每个直吹风喷口和偏向风喷口内还设有数个纵向的导流板；数个导流板可减小风压的偏差，提高出风的均匀性；

[0012] 作为本发明燃烧系统的进一步改进，上述主二次风喷口、还原风喷口和燃尽风喷口内的隔板也均可纵向设置，形成水平排列二次直吹风喷口和二次偏向风喷口、还原直吹风喷口和还原偏向风喷口、燃尽直吹风喷口和燃尽偏向风喷口，每个直吹风喷口和偏向风喷口内还数个横向的导流板；可形成更好的风包粉效果；

[0013] 作为本发明燃烧系统的进一步改进，上述淡一次风喷口轴线与所在角落炉膛对角线的夹角为 $2^\circ \sim 6^\circ$ ，浓一次风喷口轴线与淡一次风喷口轴线夹角为 $7^\circ \sim 22^\circ$ ；二次直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角比淡一次风喷口轴线与炉膛对角线的夹角大 $1^\circ \sim 8^\circ$ ，二次偏向风喷口与二次直吹风喷口轴线的夹角为 $15^\circ \sim 30^\circ$ ；燃尽直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角为 $2^\circ \sim 8^\circ$ ，燃尽偏向风喷口轴线与燃尽直吹风喷口轴线的夹角为 $10^\circ \sim 30^\circ$ ；还原直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角为 $3^\circ \sim 10^\circ$ ，还原偏向风喷口轴线与还原直吹风喷口轴线夹角为 $15^\circ \sim 30^\circ$ ；根据煤的燃烧特性及反应情况，上述各喷口的角度可在一定范围内调节；

[0014] 作为本发明的进一步改进，在燃尽风箱与主风道相连的风管上设有增压风机；相对应的，燃烧时，还原直吹风和燃尽直吹风经增压后再射入炉膛；可保证还原直吹风和燃尽直吹风射流有足够的刚性，能够深入炉膛深处与烟气充分的混合；

[0015] 综上所述，本发明可实现整体空气分级燃烧和多层次空气分级燃烧，既能保证 NO_x 的超低排放，又能提高煤粉燃烧效率，并防止水冷壁的结渣与高温腐蚀，以及减小炉膛出口受热面的热偏差。

附图说明

- [0016] 图 1 为本发明燃烧系统实施例一的结构示意图。
- [0017] 图 2 为本发明燃烧系统实施例一之炉膛一角喷口端面示意图。
- [0018] 图 3 为图 2 的 A-A 剖面图。
- [0019] 图 4 为图 2 的 B-B 剖面图。
- [0020] 图 5 为图 2 的 C-C 剖面图。
- [0021] 图 6 为本发明实施例一主燃区水平方向一、二次风的射流示意图。
- [0022] 图 7 为本发明实施例一燃尽区水平方向燃尽风的射流示意图。
- [0023] 图 8 为本发明燃烧系统实施例二的结构示意图。
- [0024] 图 9 为本发明燃烧系统实施例二之炉膛一角喷口端面示意图。
- [0025] 图 10 为图 9 的 E-E 剖面图。
- [0026] 图 11 为图 9 的 F-F 剖面图。
- [0027] 图 12 为本发明实施例二主燃区水平方向一、二次风的射流示意图。
- [0028] 图 13 为本发明实施例二燃尽区水平方向燃尽风的射流示意图。
- [0029] 图 14 为本发明实施例二还原区水平方向的还原风的射流示意图。

具体实施方式

[0030] 下面结合附图对本发明作进一步详细的说明。

[0031] 实施例一

[0032] 如图 1 至图 7 所示,该锅炉一、二次风多级分层燃烧系统,包括分设于炉膛 1 下部四角的四个燃烧器 2、分设于炉膛 1 上部四角的四个燃尽风装置 3,燃烧器 2 和燃尽风装置 3 按四角切圆方式布置,每个燃烧器 2 均包括二次风箱 4、纵向设于二次风箱 4 内的五个一次风管 5 和八个主二次风喷口 6,两个主二次风喷口设于最下方的一次风管的下方,相邻两个一次风管 5 之间均设有一个主二次风喷口 6,两个主二次风喷口 6 位于最上方,最下方两个主二次风喷口 6 可托住下落的未燃尽煤粉,使燃烧进行得充分;一次风管 5 内均设有纵向的隔板 9,将一次风管的喷口分为在水平排列的浓一次风喷口 10 和淡一次风喷口 11,相对于炉膛内的主旋气流旋向,淡一次风喷口轴线 13 正向指向炉膛,它与炉膛对角线夹角为 5° ,浓一次风喷口轴线 12 反向指向炉膛,它与淡一次风喷口轴线 13 夹角为 15° ,也即两轴线 12、13 分别位于所在角落炉膛对角线的两侧;主二次风喷口 6 均设有横向的隔板 14,将主二次风喷口 6 分为上方的二次直吹风喷口 6a 和下方的二次偏向风喷口 6b,每个二次直吹风喷口 6a 和二次偏向风喷口 6b 内还设有数个纵向的导流板 17 或 18,导流板 17 或 18 与各自的喷口轴线同向,二次直吹风喷口轴线 15 和二次偏向风喷口轴线 16 均正向指向炉膛,二次直吹风喷口轴线 16 与炉膛对角线的夹角比淡一次风喷口轴线 13 与炉膛对角线的夹角大 5° ,二次偏向风喷口轴线 16 与炉膛对角线的夹角比二次直吹风喷口轴线 15 与炉膛对角线的夹角大 20° ,二次偏向风喷口轴线 16 更偏向炉膛的水冷壁方向;每个燃尽风装置 3 均包括燃尽风箱 7、两个燃尽风喷口 8,二次风箱 4 和燃尽风箱 7 通过各自的风管与主风道(未示出)相连,在燃尽风箱 7 与主风道相连的风管上设有增压风机(未示出);每个燃尽风喷口均设有横向的隔板 19,将燃尽风喷口 8 分为上方的燃尽直吹风喷口 8a 和下方的燃尽偏向风喷

口 8b, 每个燃尽直吹风喷口 8a 和燃尽偏向风喷口 8b 内还设有数个纵向的导流板 20 或 21, 导流板 20 或 21 与各自的喷口轴线同向, 燃尽直吹风喷口轴线 22 反向指向炉膛, 燃尽偏向风喷口轴线 23 正向指向炉膛, 即两轴线 22、23 位于所在角落炉膛对角线的两侧, 燃尽直吹风喷口轴线 22 与炉膛对角线的夹角 5° , 燃尽偏向风喷口轴线 23 与燃尽直吹风喷口轴线 22 的夹角为 28° ;

[0033] 适用于上述燃烧系统的燃烧方法为: 使用时, 将煤粉浓缩器与五个一次风管 5 相连, 在炉膛四角将一次风在主燃区通过五个一次风管 5 被分成五层、每层在水平方向上被分成浓、淡两股煤粉气流, 相对于炉膛内的主旋气流旋向, 淡一次风以与炉膛对角线呈 5° 的夹角正向射入炉膛, 浓一次风以与淡一次风喷口呈 15° 的夹角反向射入炉膛, 一次风速为 $20 \sim 35\text{m/s}$; 同时在炉膛四角将主二次风在主燃区通过八个主二次风口 6 被分成八层、每层被分成直吹风和偏向风, 主二次风占二次风风量质量百分比(以下同)的 $50\% \sim 80\%$, 二次直吹风和二次偏向风均正向射入炉膛, 二次直吹风的射流方向与炉膛对角线的夹角比淡一次风射流方向与炉膛对角线的夹角大 5° , 二次直吹风的射流轴线切圆大于淡一次风的射流轴线切圆, 二次偏向风的射流方向与炉膛对角线的夹角比二次直吹风射流方向与炉膛对角线的夹角大 20° , 偏向水冷壁方向射出, 通过控制流通截面积, 使得二次直吹风的风量占二次风箱中二次风风量的 $60\% \sim 80\%$, 二次偏向风的风量占二次风箱中二次风风量的 $20\% \sim 40\%$, 二次风速为 $40 \sim 55\text{m/s}$; 一次风在纵向与主二次风间隔设置, 充分混合均匀, 可减少风量及排烟, 降低锅炉的负荷; 2) 在主燃区上方、炉膛四角将燃尽风通过风机增压后、经燃尽风喷口 8 分成燃尽直吹风和燃尽偏向风两部分, 燃尽直吹风以与炉膛对角线呈 5° 的夹角反向射入炉膛, 燃尽偏向风以与燃尽直吹风呈 28° 的夹角正向射入炉膛, 燃尽风量占二次风风量的 $20\% \sim 50\%$, 其风速 $45 \sim 60\text{m/s}$;

[0034] 采用上述燃烧方法, 一次风在水平方向上被分级, 浓一次风反向射入炉内, 其携带的一次风中的大部分煤粉能在初始射流方向上不断减速、停滞、折向过程中接触上游旋转的来流高温烟气, 形成极好的点火、稳燃条件, 煤粉的初期燃烧得以大大强化, 在此期间停留时间也大大延长, 利于加速煤粉的燃尽, 从而提高主燃烧区生成份额, 利于后期对 NO_x 的还原控制。此外, 煤粉的初期运动方向和折向过程会使大部分煤粉, 尤其是粒径大的煤粉深入炉内中心区域, 远离水冷壁面, 大部分煤粉不易进入壁面附近; 浓一次风的设置也会抵消部分正旋气流动量, 减小炉膛出口受热面的热偏差; 二次风则在竖直方向上与水平方向上被多级分层: 在竖直方向上, 二次风以主二次风、燃尽风的形式被送入相应区域, 在水平方向上, 二次风被再次分级分为两部分; 对于主二次风, 其二次直吹风正向射入炉膛, 其射流轴线切圆略大于淡一次风切圆, 形成淡一次风包裹浓一次风、二次直吹风包裹淡一次风的效果, 形成风包粉的态势, 煤粉更不易进入水冷壁壁附近, 使得煤粉集聚在炉膛中央分级燃烧, 初始燃烧时的缺氧状态抑制了 NO_x 的生成; 同时二次直吹风与淡一次风共同组成炉内正旋空气动力场; 二次偏向风偏向水冷壁方向射出, 进一步达到分级燃烧、降低燃烧区区域温度峰值的目的, 并为水冷壁降温, 将水冷壁附近的煤粉吹离, 使煤粉尽可能远离水冷壁燃烧, 保证水冷壁的氧化性气氛, 提高此区域的灰熔点, 以防止水冷壁结渣以及高温腐蚀等问题; 燃尽风经增压后射流穿透力强, 搅拌区域大, 能够深入炉膛深处与烟气充分的混合, 燃尽直吹风反向喷入炉内, 与旋转上升的主气流形成正交气流, 由于它对主气流有一个推向炉膛中心的横向推力, 使相对切圆直径减小, 较小的相对切圆直径会减小炉内主旋气流的

旋转动量,可减轻或消除大容量锅炉炉膛出口的残余旋转动量,进一步减小炉膛出口受热面的热偏差,又使得煤粉后期充分燃烧;燃尽偏向风正向射入炉内并形成大切圆搅拌,加强燃尽区风粉混合,并起到保护水冷壁的作用;二次风速和燃尽风速大于一次风速,使得炉内流场分布合理、动量比适宜,更易形成风包粉的燃烧态势。

[0035] 实施例二

[0036] 如图 8 至图 14 所示,该实施例与实施例一相比,其燃烧系统的差别在于:1)一次风管 5 内的淡一次风喷口轴线 33 与炉膛对角线夹角改为 2° ,浓一次风喷口轴线 32 与淡一次风喷口轴线 33 夹角改为 10° ;主二次风喷口 6 均设有纵向的隔板 24,将主二次风喷口 6 分为水平排列的二次直吹风喷口 6c 和二次偏向风喷口 6d,二次直吹风喷口 6c 和二次偏向风喷口 6d 内均设有数个横向的导流板 26,二次直吹风喷口轴线 35 与炉膛对角线的夹角比淡一次风喷口轴线 33 与炉膛对角线的夹角大 7° ,二次偏向风喷口轴线 36 与炉膛对角线的夹角比二次直吹风喷口轴线 35 与炉膛对角线的夹角大 15° ;2)在每个燃尽风喷口 8 内均设有纵向的隔板 27,形成水平排列的燃尽直吹风喷口 8c 和燃尽偏向风喷口 8d,二喷口内均设有数个横向的导流板 28,燃尽直吹风喷口轴线 37 与炉膛对角线的夹角也改为 3° ,燃尽偏向风喷口轴线 38 与燃尽直吹风喷口轴线 37 夹角也改为 20° ;3)在燃尽风箱 7 内并位于所有燃尽风喷口 8 的下方增设有还原风喷口 29,在还原风喷口 29 的进风口设有风门(未示出),在还原风喷口 29 内设有横向的隔板 30,将还原风喷口 29 分为上方的还原直吹风喷口和下方的还原偏向风喷口,两喷口内均设有数个纵向的导流板,还原直吹风喷口轴线 39 和还原偏向风喷口轴线 40 均正向指向炉膛,还原直吹风喷口轴线 39 与炉膛对角线夹角为 5° ,还原偏向风喷口轴线 40 更偏向炉墙的水冷壁方向,它与还原直吹风喷口轴线 39 的夹角为 25° ;

[0037] 相比于实施例一,用于本实施例的燃烧方法区别在于:通过水平排列的二次直吹风喷口 6c 和二次偏向风喷口 6d、燃尽直吹风喷口 8c 和燃尽偏向风喷口 8d,偏向风可更好的包裹直吹风,形成更佳的风包粉效果,进一步抑制了 NO_x 的生成和防止水冷壁结渣以及高温腐蚀;在主燃区和燃尽风之间的炉膛四角通过还原风喷口 29 通入还原风,还原风速为 $40 \sim 55\text{m/s}$,还原风风量占二次风风量 $5\% \sim 15\%$,此时主二次风占二次风风量 $50\% \sim 80\%$,燃尽风占二次风风量 $15\% \sim 35\%$;通过风门控制还原风风量,使得它与烟气混合后将还原区平均氧浓度控制在 2% 以下,还原风通过还原直吹风喷口和还原偏向风喷口分为还原直吹风和还原偏向风,还原直吹风以与炉膛对角线呈 5° 的夹角正向射入炉膛,还原偏向风以与还原直吹风呈 25° 的夹角正向射入炉膛;四个燃烧器 2 对应的主燃区出口的过量空气系数为 $0.66 \sim 0.96$,燃尽区出口的过量空气系数为 $1.1 \sim 1.2$ 。

[0038] 相对于现有技术,本发明较低的过量空气系数,使得还原反应在微氧、低氮的条件下进行,这将使得焦炭对 NO_x 的还原反应更加快速的进行,进一步降低 NO_x ;还原偏向风偏向水冷壁方向喷出,既可以为水冷壁降温,又保证水冷壁的氧化性气氛,使焦炭的还原反应在远离水冷壁的区域进行;两股不同方向的还原风形成了大范围的射流影响区,更利于风粉快速充分混合;

[0039] 本发明不限于上述实施方式,如一次风口和主二次风口的数量和排列方式也可多种多样;在实施例一中,如根据需要也可将二次直吹风喷口 6a 和二次偏向风喷口 6b、燃尽直吹风喷口 8a 和燃尽偏向风喷口 8b 上、下颠倒设置;各喷口的喷射角度也可取权利要求 6

中所述的两极限位置,淡一次风喷口轴线与炉膛对角线夹角为 2° 或 6° ,浓一次风喷口轴线与淡一次风喷口轴线夹角为 7° 或 22° ,二次直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角比淡一次风喷口轴线与炉膛对角线的夹角大 1° 或 8° ,二次偏向风喷口与二次直吹风喷口轴线夹角为 15° 或 30° ;燃尽直吹风喷口轴线与炉膛对角线夹角为 2° 或 8° ,燃尽偏向风喷口轴线与燃尽直吹风喷口轴线夹角为 10° 或 30° ;还原直吹风喷口轴线与炉膛对角线的夹角为 3° 或 10° ,还原偏向风喷口轴线与还原直吹风喷口轴线夹角为 15° 或 30° ,它们与主二次风、燃尽风和还原风的风量可视煤的燃烧特性及反应情况进行调节;只要采用权利要求1或8所述的技术方案,均落入本发明的保护范围。

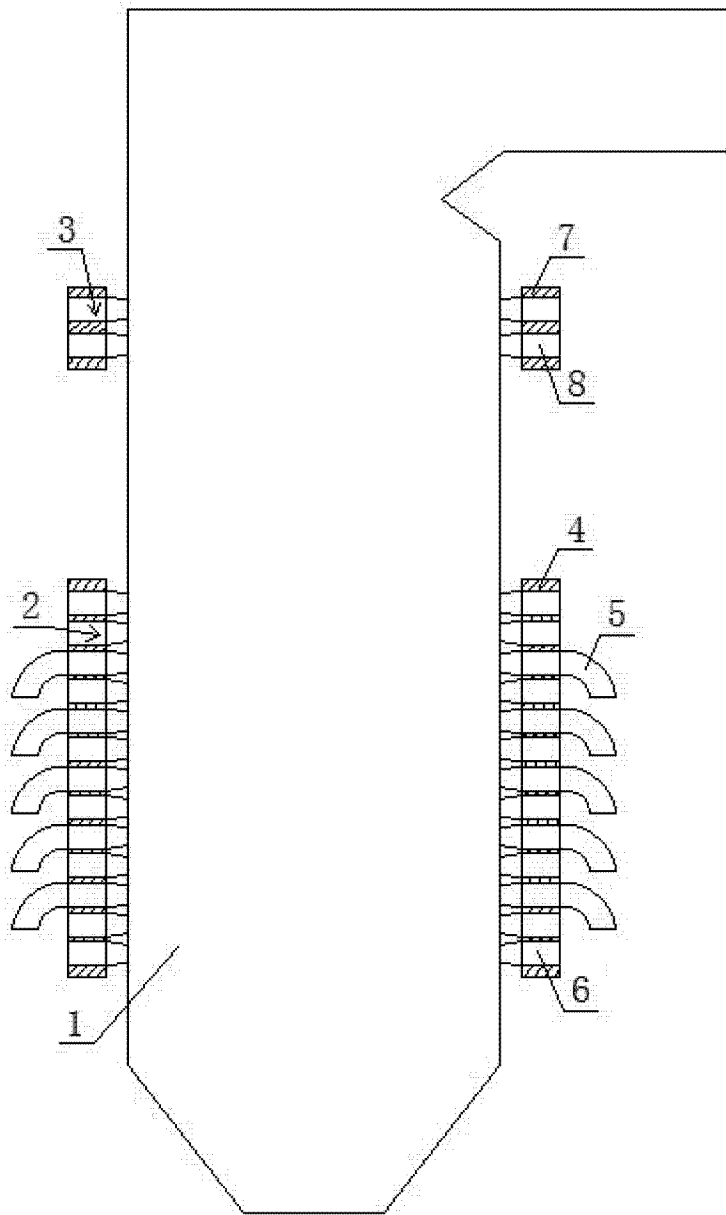


图 1

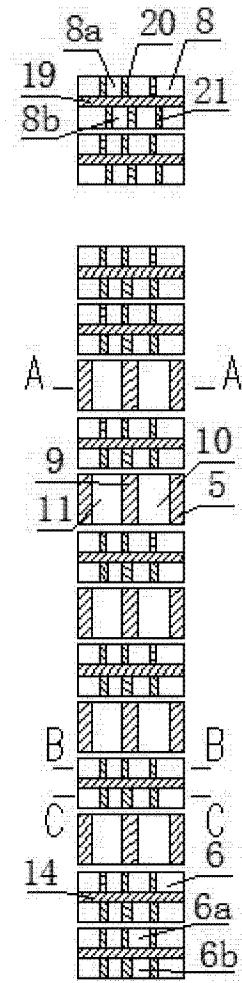


图 2

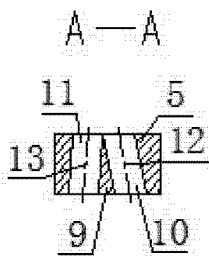


图 3

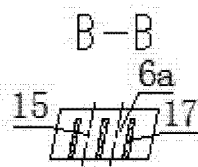


图 4

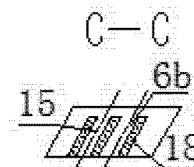


图 5

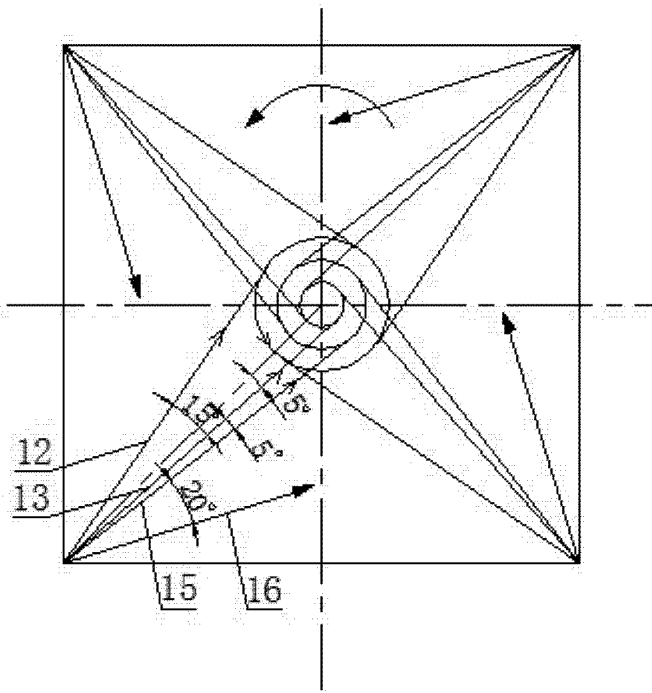


图 6

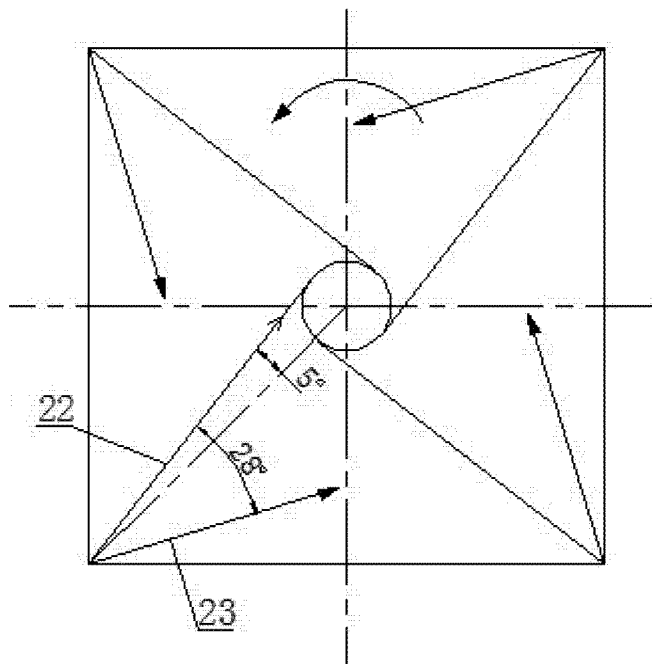


图 7

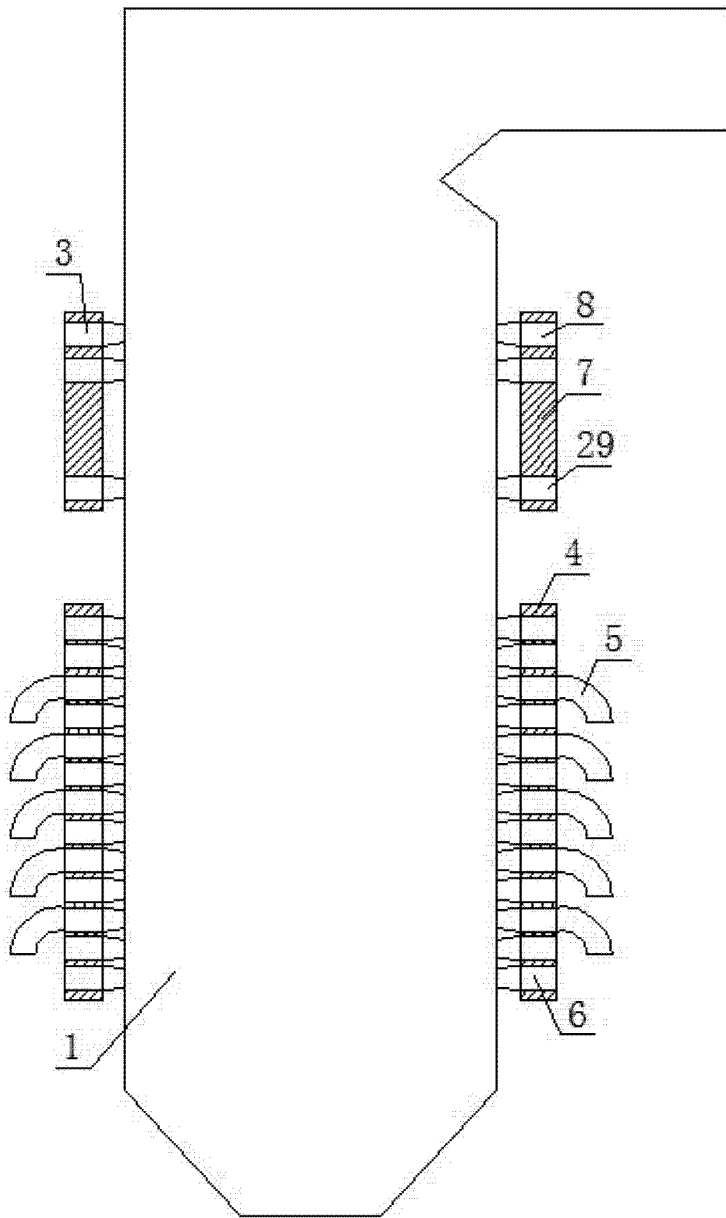


图 8

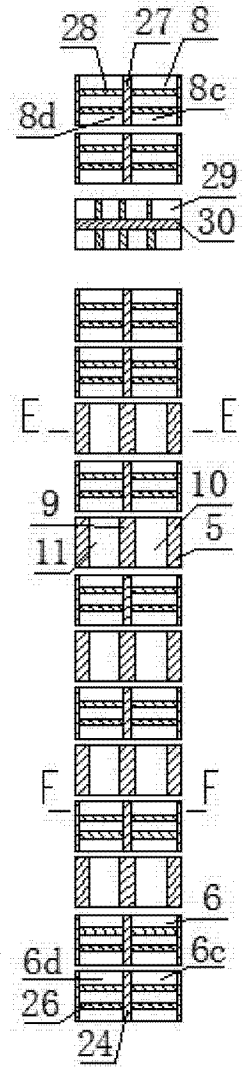


图 9

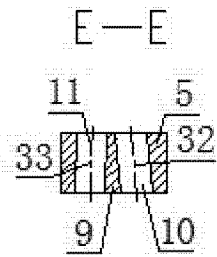


图 10

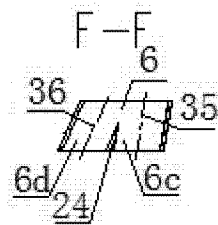


图 11

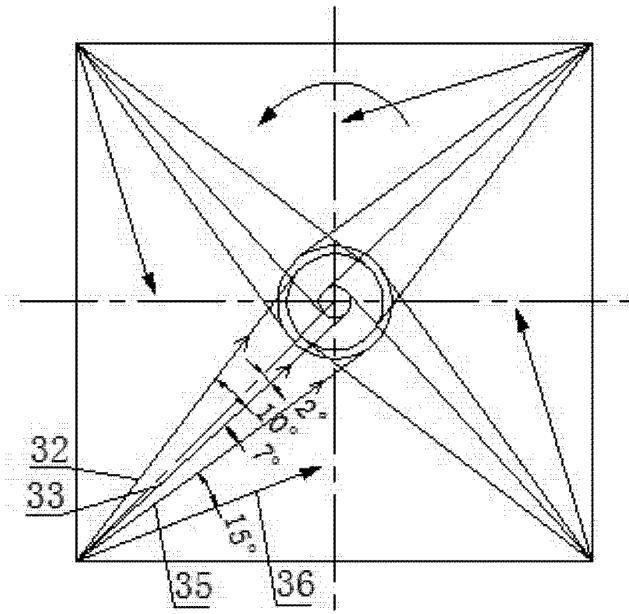


图 12

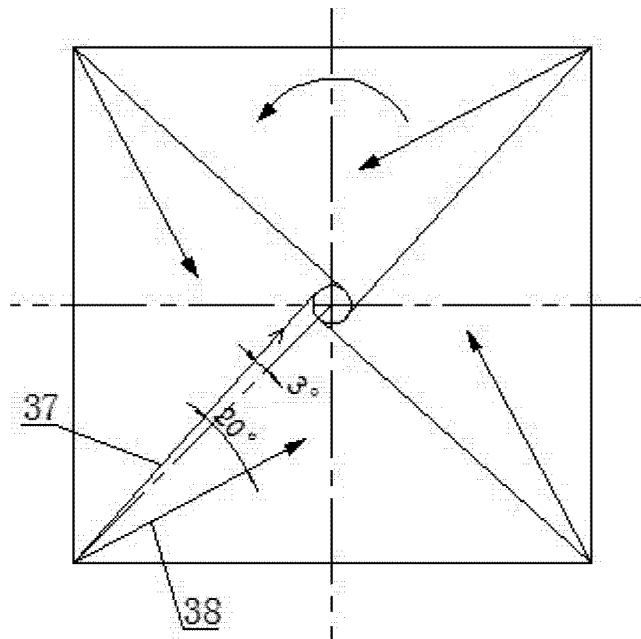


图 13

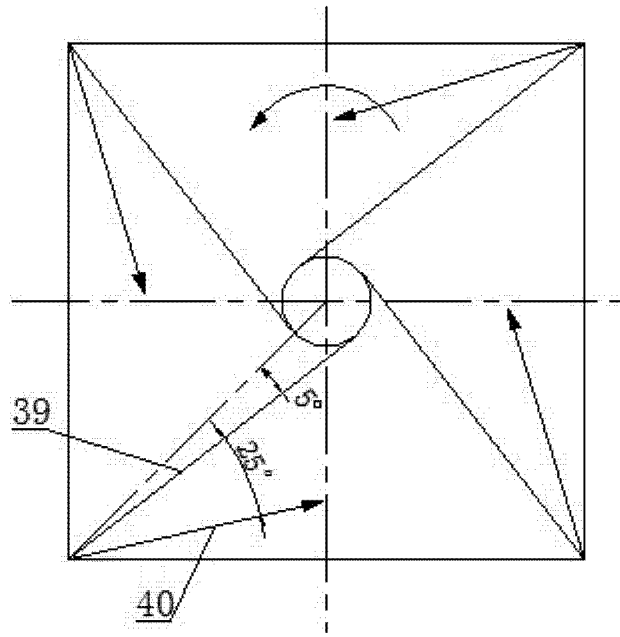


图 14