



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 214664368 U

(45) 授权公告日 2021. 11. 09

(21) 申请号 202120965278.8

(22) 申请日 2021.05.07

(73) 专利权人 哈尔滨瑞尔能源技术有限公司  
地址 150000 黑龙江省哈尔滨市开发区南岗集中区26号楼610室

(72) 发明人 朱丽华 于涛 刘雪松 于瑞凯

(74) 专利代理机构 哈尔滨龙科专利代理有限公司 23206

代理人 高媛

(51) Int. Cl.

F23C 1/12 (2006.01)

F23C 5/08 (2006.01)

F23C 7/02 (2006.01)

F23G 7/06 (2006.01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

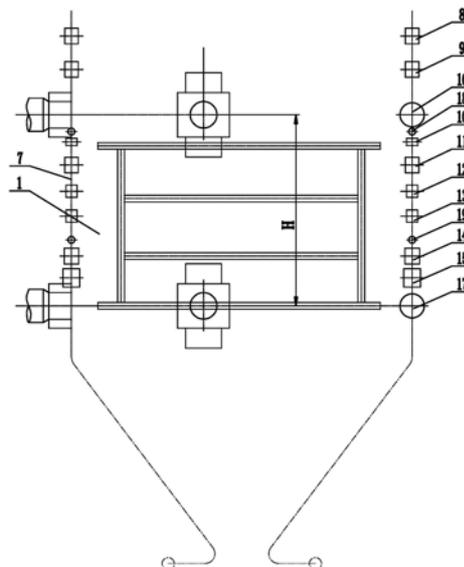
权利要求书1页 说明书4页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构

(57) 摘要

一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,属于煤粉锅炉改造技术领域。尾部竖井烟道内,上下层煤粉燃烧器均设置在炉膛水冷壁四个角部,炉膛水冷壁由上至下依次设有上燃烬风口、下燃烬风口、上二次风口、三次风口、中二次风口、上一次风口、下一次风口及下二次风口;上下层燃气燃烧器均设置在炉膛水冷壁上并与炉膛相通,上层燃气燃烧器布置在上二次风口与下燃烬风口之间,下层燃气燃烧器布置在下二次风口的下方,上层煤粉燃烧器与上层燃气燃烧器位于同一层,下层煤粉燃烧器与下层燃气燃烧器位于同一层。本实用新型主要用于燃烧化工干气、火炬气,为化工厂做节能减排工作,降低成本、降低排放、节约燃料、避免能源浪费。



1. 一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,包括炉膛(1)、尾部竖井烟道(2)、两级省煤器(3)、两级空气预热器(4)、上层煤粉燃烧器(5)和下层煤粉燃烧器(6);所述炉膛(1)的上端烟气出口与尾部竖井烟道(2)的入口连通,所述两级省煤器(3)和两级空气预热器(4)依次交替设置在尾部竖井烟道(2)内,所述上层煤粉燃烧器(5)和下层煤粉燃烧器(6)的数量均为四个,上层煤粉燃烧器(5)和下层煤粉燃烧器(6)均设置在炉膛水冷壁(7)的四个角部,且均与炉膛(1)相通,炉膛水冷壁(7)由上至下依次设有上燃烬风口(8)、下燃烬风口(9)、上二次风口(10)、三次风口(11)、中二次风口(12)、上一次风口(13)、下一次风口(14)及下二次风口(15);其特征在于:所述掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构还包括上层燃气燃烧器(16)和下层燃气燃烧器(17),所述上层燃气燃烧器(16)和下层燃气燃烧器(17)的数量均为四个,所述上层燃气燃烧器(16)和下层燃气燃烧器(17)均设置在炉膛水冷壁(7)上并与炉膛(1)相通,且上层燃气燃烧器(16)布置在上二次风口(10)与下燃烬风口(9)之间,下层燃气燃烧器(17)布置在下二次风口(15)的下方,上层煤粉燃烧器(5)与上层燃气燃烧器(16)位于同一层,下层煤粉燃烧器(6)与下层燃气燃烧器(17)位于同一层。

2. 根据权利要求1所述的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,其特征在于:四个所述上层燃气燃烧器(16)和四个所述下层燃气燃烧器(17)均布置在四个炉膛水冷壁(7)上,且在炉膛(1)中均按四角切圆位置布置,切圆直径均为 $D$ , $D=800\text{mm}$ 。

3. 根据权利要求1所述的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,其特征在于:所述上层燃气燃烧器(16)的中心线至下层燃气燃烧器(17)的中心线之间的垂直距离为 $H$ , $H=4300\text{mm}$ ,每个上层燃气燃烧器(16)的中心线与炉膛(1)的中心线之间的夹角为 $\alpha_1$ ,且 $\alpha_1=19.2^\circ$ ,每个下层燃气燃烧器(17)的中心线与炉膛(1)的中心线之间的夹角为 $\alpha_2$ ,且 $\alpha_2=19.2^\circ$ ;每个上层燃气燃烧器(16)过其中心线的竖直面与其喷嘴口端的相交点距离相近的炉膛水冷壁(7)的内侧壁之间的水平距离为 $L_1$ , $L_1=2900\text{mm}$ ,每个下层燃气燃烧器(17)过其中心线的竖直面与其喷嘴口端的相交点距离相近的炉膛水冷壁(7)的内侧壁之间的水平距离为 $L_2$ , $L_2=2900\text{mm}$ 。

4. 根据权利要求1所述的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,其特征在于:所述锅炉为高压自然循环的 $\pi$ 型布置固态排渣煤粉锅炉,炉膛为正方形。

5. 根据权利要求1所述的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,其特征在于:所述两级省煤器(3)分别是一级省煤器和二级省煤器,所述两级空气预热器(4)分别是一级空气预热器和二级空气预热器,所述尾部竖井烟道(2)内由上至下依次布置一级省煤器、一级空气预热器、二级省煤器及二级空气预热器。

6. 根据权利要求1所述的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,其特征在于:所述炉膛水冷壁(7)上还设有上燃气枪喷口(18)和下燃气枪喷口(19),所述上燃气枪喷口(18)设置在上层燃气燃烧器(16)与上二次风口(10)之间,所述下燃气枪喷口(19)设置在上一次风口(13)和下一次风口(14)之间。

## 一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构

### 技术领域

[0001] 本实用新型属于煤粉锅炉改造技术领域,具体涉及一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构。

### 背景技术

[0002] 我国化工行业发达,化工厂众多,好多化工厂在生产过程中都会产生大量的化工干气、火炬气,这些气体以往都是通过火炬燃烧排放到大气中,污染环境非常严重,加大了环境治理的难度,也造成了能源的浪费。燃煤锅炉由于排放的NO<sub>x</sub>、二氧化硫、粉尘等排放物污染环境非常严重,而且每年消耗的燃煤量很高。若将化工厂产生的大量化工干气或火炬气做为燃料供入燃煤锅炉燃烧既可实现节约燃煤又降低了排放。

[0003] 原有的煤粉锅炉掺烧气体最多掺烧30%的燃气,但没能完全形成煤粉和燃气掺烧稳定运行的模式,不能维持长期投运。

### 实用新型内容

[0004] 本实用新型的目的在于提供一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,以解决原有的煤粉锅炉掺烧气体最多掺烧30%的燃气,没能完全形成煤粉和燃气掺烧稳定运行的模式,不能维持长期投运问题。

[0005] 本实用新型将化工干气或火炬气与煤粉按掺烧比例通过燃气燃烧器送进炉膛中进行燃烧,选取合适的燃气与煤粉掺烧比例,选取合适的燃气燃烧器(为低氮燃气燃烧器),设计合理的结构位置,保证本技术方案实现锅炉的安全、稳定运行,不出现结焦、爆燃、燃烧不完全等质量问题。

[0006] 实现上述目的,本实用新型采取的技术方案是:

[0007] 本实用新型的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,包括炉膛、尾部竖井烟道、两级省煤器、两级空气预热器、上层煤粉燃烧器和下层煤粉燃烧器;所述炉膛的上端烟气出口与尾部竖井烟道的入口连通,所述两级省煤器和两级空气预热器依次交替设置在尾部竖井烟道内,所述上层煤粉燃烧器和下层煤粉燃烧器的数量均为四个,上层煤粉燃烧器和下层煤粉燃烧器均设置在炉膛水冷壁四个角部,且均与炉膛相通,炉膛水冷壁由上至下依次设有上燃烬风口、下燃烬风口、上二次风口、三次风口、中二次风口、上一次风口、下一次风口及下二次风口;所述掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构还包括上层燃气燃烧器和下层燃气燃烧器,所述上层燃气燃烧器和下层燃气燃烧器的数量均为四个,所述上层燃气燃烧器和下层燃气燃烧器均设置在炉膛水冷壁上并与炉膛相通,且上层燃气燃烧器布置在上二次风口与下燃烬风口之间,下层燃气燃烧器布置在下二次风口的下方,上层煤粉燃烧器与上层燃气燃烧器位于同一层,下层煤粉燃烧器与下层燃气燃烧器位于同一层。

[0008] 本实用新型相对于现有技术的有益效果是:

[0009] 1、燃气燃烧器采用多点喷射方式,燃料分散投入炉膛,二次风通过燃气燃烧器风道进入炉膛,并在燃气燃烧器区域形成直流风和旋流风与燃料充分混合。采用浓淡燃烧方

式(浓燃烧区在炉膛下部,淡燃烧区在炉膛上部),使得在浓燃烧区域产生还原气氛,降低NO<sub>x</sub>排放;在淡燃烧区域补充燃烬风则能相对冷却火焰而降低NO<sub>x</sub>排放。特有的分级射流燃烧技术是指每个燃气燃烧器的喷枪设有多只喷嘴,防止燃烧热量过于集中使氮氧化物排放量升高,降低NO<sub>x</sub>排放。

[0010] 2、由于八个燃气燃烧器存在火焰干涉以及温度叠加等问题,也可能助长NO<sub>x</sub>产生。因此在炉膛内将八个燃气燃烧器喷射角度统一设计,每层四个燃气燃烧器在炉膛中按四角切圆位置布置,切圆直径为800mm,避开火焰干涉的情况,从而达到降低NO<sub>x</sub>的效果,炉膛截面尺寸长×宽为7600×7600mm。

[0011] 当大量混烧低热值干气时,由于干气的热值低,在炉膛底部燃烧释热极少,当遇高温煤粉火焰时,大量干气才开始充分燃烧,燃烧放热集中在炉膛的中上部,造成炉尾烟气超温。对锅炉的安全运行造成威胁。针对这种情况,其改进方案是,考虑强化燃气燃烧器在炉膛底部的燃烧,使锅炉高温带下移。措施是使燃气燃烧器位置尽量下移,使燃气燃烧器与煤粉燃烧器相对独立,火焰互不干扰、抢风,形成一个独立的燃烧区,解决了化工厂低热值气体燃烧存在的缺点。

[0012] 3、本实用新型将掺烧的化工干气或火炬气通过燃气燃烧器(为低氮燃料燃烧器)送入炉膛内,并与引入锅炉的二次风混合并燃烧。本实用新型分析了不同热值燃气在锅炉中燃烧的特点,根据燃烧状况的需要将燃料燃烧器布置在合适的位置,使炉膛火焰充满度好,避免与相邻的煤粉燃烧器火焰相互干扰,实现锅炉安全稳定运行,降低NO<sub>x</sub>产生。本实用新型主要用于燃烧化工干气、火炬气,为化工厂做节能减排工作,降低成本、降低排放、节约燃料、避免能源浪费。

[0013] 4、本实用新型的掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,在煤粉锅炉上得到了实际应用,运行稳定。本实用新型的锅炉结构可以使煤粉锅炉掺烧燃气比例达到80%,解决了煤粉锅炉在以往掺烧比例在30%以内的局限,大大提高了煤粉锅炉掺烧燃气量的比例。本实用新型是对传统煤粉锅炉结构进行的改造设计,满足了燃气稳定燃烧的条件,并有实际稳定运行的案例。

## 附图说明

[0014] 图1是本实用新型的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构的侧视图;

[0015] 图2是本实用新型的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构中的上层燃气燃烧器布置的俯视图;

[0016] 图3是本实用新型的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构中的下层燃气燃烧器布置的俯视图;

[0017] 图4本实用新型的一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构的示意图。

[0018] 上述图中涉及的部件名称及标号如下:

[0019] 炉膛1、尾部竖井烟道2、省煤器3、空气预热器4、上层煤粉燃烧器5、下层煤粉燃烧器6、炉膛水冷壁7、上燃烬风口8、下燃烬风口9、上二次风口10、三次风口11、中二次风口12、上一次风口13、下一次风口14、下二次风口15、上层燃气燃烧器16、下层燃气燃烧器17、上燃气枪喷口18、下燃气枪喷口19、锅筒20。

## 具体实施方式

[0020] 具体实施方式一:如图1-图4所示,本实施方式披露了一种掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构,包括炉膛1、尾部竖井烟道2、两级省煤器3、两级空气预热器4、上层煤粉燃烧器5和下层煤粉燃烧器6;所述炉膛1的上端烟气出口与尾部竖井烟道2的入口连通,所述两级省煤器3和两级空气预热器4依次交替设置在尾部竖井烟道2内,所述上层煤粉燃烧器5和下层煤粉燃烧器6的数量均为四个,上层煤粉燃烧器5和下层煤粉燃烧器6均设置在炉膛水冷壁7的四个角部,且均与炉膛1相通,炉膛水冷壁7由上至下依次设有上燃烬风口8、下燃烬风口9、上二次风口10、三次风口11、中二次风口12、上一次风口13、下一次风口14及下二次风口15;所述掺烧化工干气或火炬气的煤粉锅炉结构还包括上层燃气燃烧器16和下层燃气燃烧器17,所述上层燃气燃烧器16和下层燃气燃烧器17的数量均为四个,所述上层燃气燃烧器16和下层燃气燃烧器17均设置在炉膛水冷壁7上并与炉膛1相通,且上层燃气燃烧器16布置在上二次风口10与下燃烬风口9之间,下层燃气燃烧器17布置在下二次风口15的下方,上层煤粉燃烧器5与上层燃气燃烧器16位于同一层,下层煤粉燃烧器6与下层燃气燃烧器17位于同一层。

[0021] 炉膛1的上方设置有锅筒20。

[0022] 具体实施方式二:如图2、图3所示,本实施方式是对具体实施方式一作出的进一步说明,四个所述上层燃气燃烧器16和四个所述下层燃气燃烧器17均布置在四个炉膛水冷壁7上,且在炉膛1中均按四角切圆位置布置,切圆直径均为 $D$ , $D=800\text{mm}$ 。切圆直径设置的目的是,为了保证火焰在炉膛内均匀分布,不会造成高温区偏移导致炉膛水冷壁7局部过烧结焦的情况。

[0023] 具体实施方式三:如图2、图3所示,本实施方式是对具体实施方式一作出的进一步说明,所述上层燃气燃烧器16的中心线至下层燃气燃烧器17的中心线之间的垂直距离为 $H$ , $H=4300\text{mm}$ ,每个上层燃气燃烧器16的中心线(其延长线即为与四角切圆相切的切线)与炉膛1的中心线之间的夹角为 $\alpha_1$ ,且 $\alpha_1=19.2^\circ$ ,每个下层燃气燃烧器17的中心线(其延长线即为与四角切圆相切的切线)与炉膛1的中心线之间的夹角为 $\alpha_2$ ,且 $\alpha_2=19.2^\circ$ ;每个上层燃气燃烧器16过其中心线的竖直面与其喷嘴口端的相交点距离相近的炉膛水冷壁7的内侧壁之间的水平距离为 $L_1$ , $L_1=2900\text{mm}$ ,每个下层燃气燃烧器17过其中心线的竖直面与其喷嘴口端的相交点距离相近的炉膛水冷壁7的内侧壁之间的水平距离为 $L_2$ , $L_2=2900\text{mm}$ 。本实施方式主要是给燃气燃烧器确定具体位置,保证燃气燃烧后火苗按设计方向吹入炉膛1,可以在炉膛1内将烟气按切圆位置运动,使热量在炉膛1中均匀分布,稳定燃烧。

[0024] 具体实施方式四:如图4所示,本实施方式是对具体实施方式一作出的进一步说明,所述两级省煤器3分别是一级省煤器和二级省煤器,所述两级空气预热器4分别是一级空气预热器和二级空气预热器,所述尾部竖井烟道2内由上至下依次布置一级省煤器、一级空气预热器、二级省煤器及二级空气预热器。

[0025] 具体实施方式五:如图1所示,本实施方式是对具体实施方式一作出的进一步说明,所述炉膛水冷壁7上还设有上燃气枪喷口18和下燃气枪喷口19,所述上燃气枪喷口18设置在上层燃气燃烧器16与上二次风口10之间,所述下燃气枪喷口19设置在上一次风口13和下一次风口14之间。本实施方式具有的作用是调节燃料喷入锅炉内燃气量的作用,当燃料投入量不大的时候,燃气枪可以不投入使用。

[0026] 化工厂的大量干气、火炬气体做为燃料供入改造后的煤粉锅炉燃烧,既实现了节约燃煤又降低了排放,是非常好的选择。在这样的条件下我们根据燃料的特性进行了分类,对不同燃气代替燃煤投入锅炉掺烧进行了详细的计算和分析总结,以形成燃气的掺烧改造方案。

[0027] 为了把化工厂的干气或火炬气掺烧到改造后的煤粉锅炉中,实现稳定燃烧,保证锅炉稳定运行,根据不同热值的燃气燃料性质进行了细致的分析,根据燃气组份计算出锅炉的燃料配风量,

$$[0028] \quad Q_{ka} = D_{ne} * 1000 * (i_{nn} - i_{nb}) + D_{np} * 1000 * (i_{k_{nn}} - i_{nb})$$

$$[0029] \quad = 220 * 1000 * (829.8 - 220.7) + 4.4 * 1000 * (318 - 220.7)$$

$$[0030] \quad = 80660712 \text{kcal/h};$$

[0031] 其中: $Q_{ka}$ :锅炉机组总有效热量kcal/h;

[0032]  $D_{ne}$ :过热蒸汽流量220t/h;

[0033]  $i_{nn}$ :过热蒸汽焓829.8kcal/Nm<sup>3</sup>;

[0034]  $i_{nb}$ :锅炉给水焓220.7kcal/Nm<sup>3</sup>;

[0035]  $D_{np}$ :排污水流量4.4t/h;

[0036]  $i_{k_{nn}}$ :排污水焓318kcal/kg

$$[0037] \quad B = Q_{ka} / (Q_{pp} * \eta_{ka} / 100) = 80660712 / (6226 * 95.2 / 100) = 13611 \text{Nm}^3/\text{h};$$

[0038] 其中: $Q_{pp}$ :燃料低位发热量6226kcal/Nm<sup>3</sup>;

[0039]  $\eta_{ka}$ :锅炉机组的效率;95.2%;

$$[0040] \quad B_p = B * (1 - q_4 / 100) = 13611 \text{Nm}^3/\text{h};$$

[0041] 其中: $q_4$ :机械不完全燃烧热损失:0%;

[0042]  $B_p$ :燃料消耗量Nm<sup>3</sup>/h;

$$[0043] \quad V_0 = 0.0476 * (0.5 * \text{H}_2 + 3.5 * \text{C}_2\text{H}_6 + 3 * \text{C}_2\text{H}_4 + 2 * \text{CH}_4 - \text{O}_2)$$

$$[0044] \quad = 0.0476 * (0.5 * 35.4 + 3.5 * 9.8 + 3 * 10.7 + 2 * 26.8 - 3.5)$$

$$[0045] \quad = 6.38 \text{Nm}^3/\text{Nm}^3;$$

[0046] 式中: $V_0$ :理论空气量,Nm<sup>3</sup>/Nm<sup>3</sup>;

[0047]  $\text{H}_2$ :氢气的体积百分比%;

[0048]  $\text{C}_2\text{H}_6$ :乙烷的体积百分比%;

[0049]  $\text{C}_2\text{H}_4$ :乙烯的体积百分比%;

[0050]  $\text{CH}_4$ :甲烷的体积百分比%;

[0051]  $\text{O}_2$ :气体中氧气的百分比%。

$$[0052] \quad V_k = B_p * V_0 * \alpha * (t + 273) / 273 = 13611 * 6.38 * 1.2 * (30 + 273) / 273 = 115657 \text{Nm}^3/\text{h};$$

[0053] 其中:t:冷风供给温度;

[0054]  $\alpha$ :过量空气系数;

[0055]  $V_k$ :每小时空气量;

$$[0056] \quad \text{每个燃气燃烧器的配风量: } 115657 / 8 = 14457 \text{Nm}^3/\text{h};$$

[0057] 准确计算配风量对燃气燃烧器燃烧状况有很大的影响,要均匀合理的配风,根据燃烧情况通过风门调整好风量,燃料和空气充分混合满足燃气在炉膛1内均匀燃烧,炉膛1均匀吸收热量,使燃气在炉内燃烧状况处于最佳状态,实现稳定运行、满足低氮燃烧。

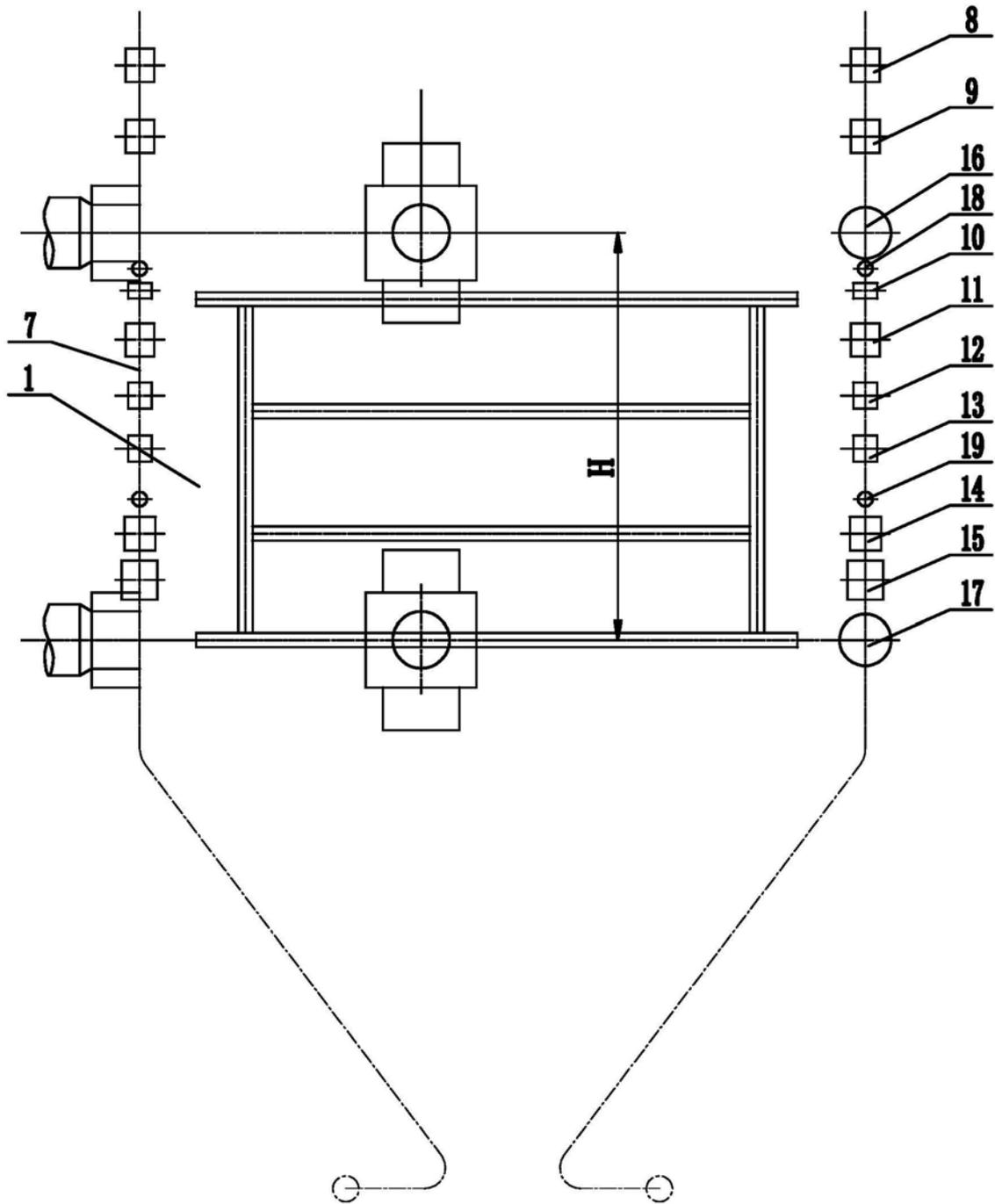


图1

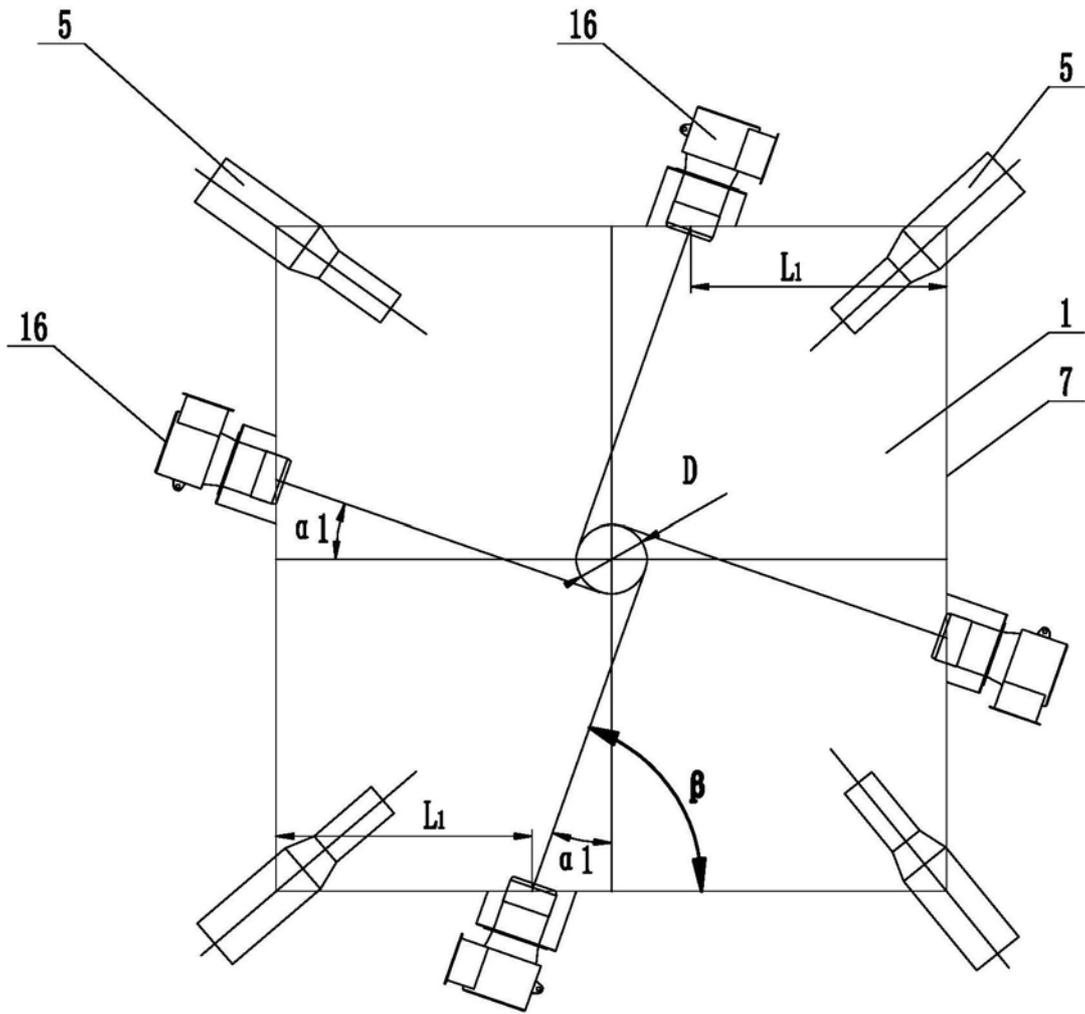


图2

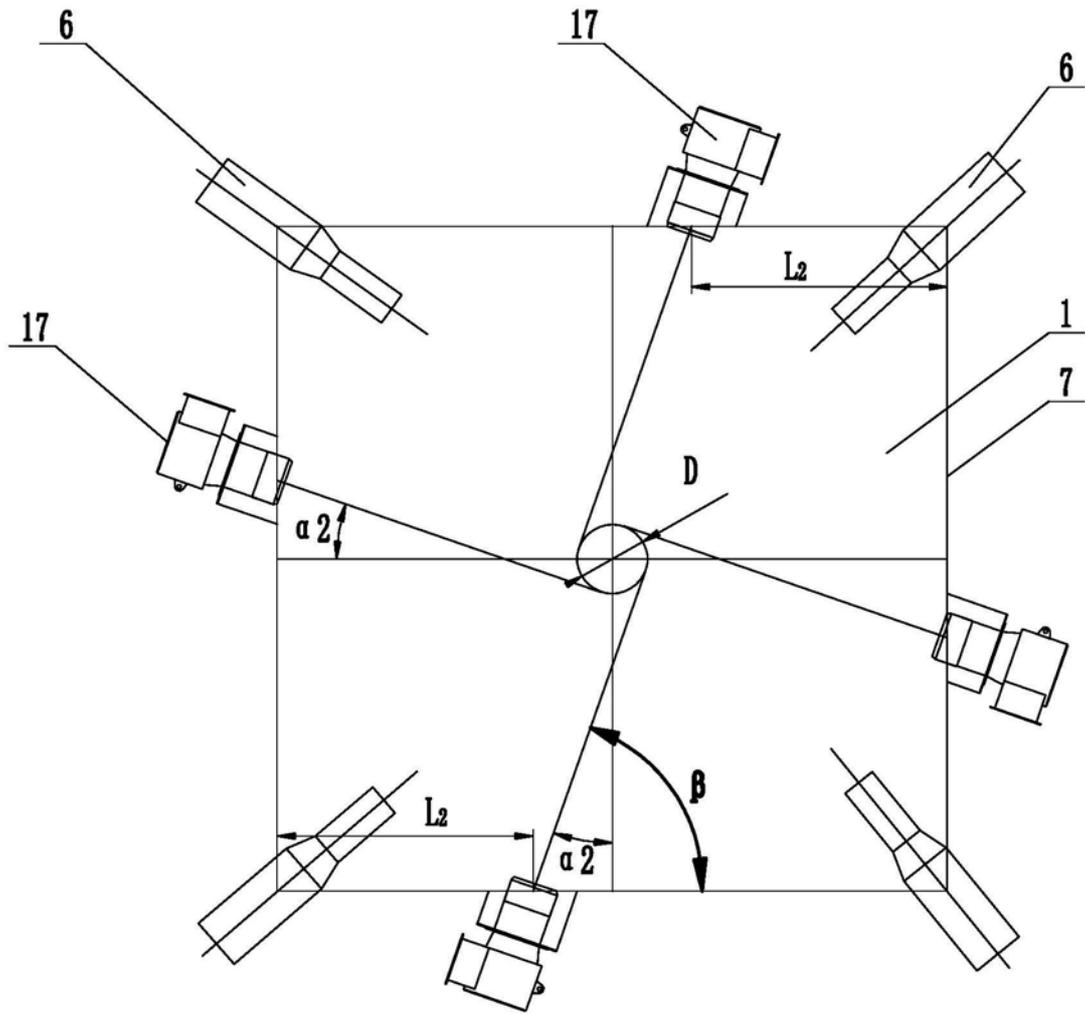


图3

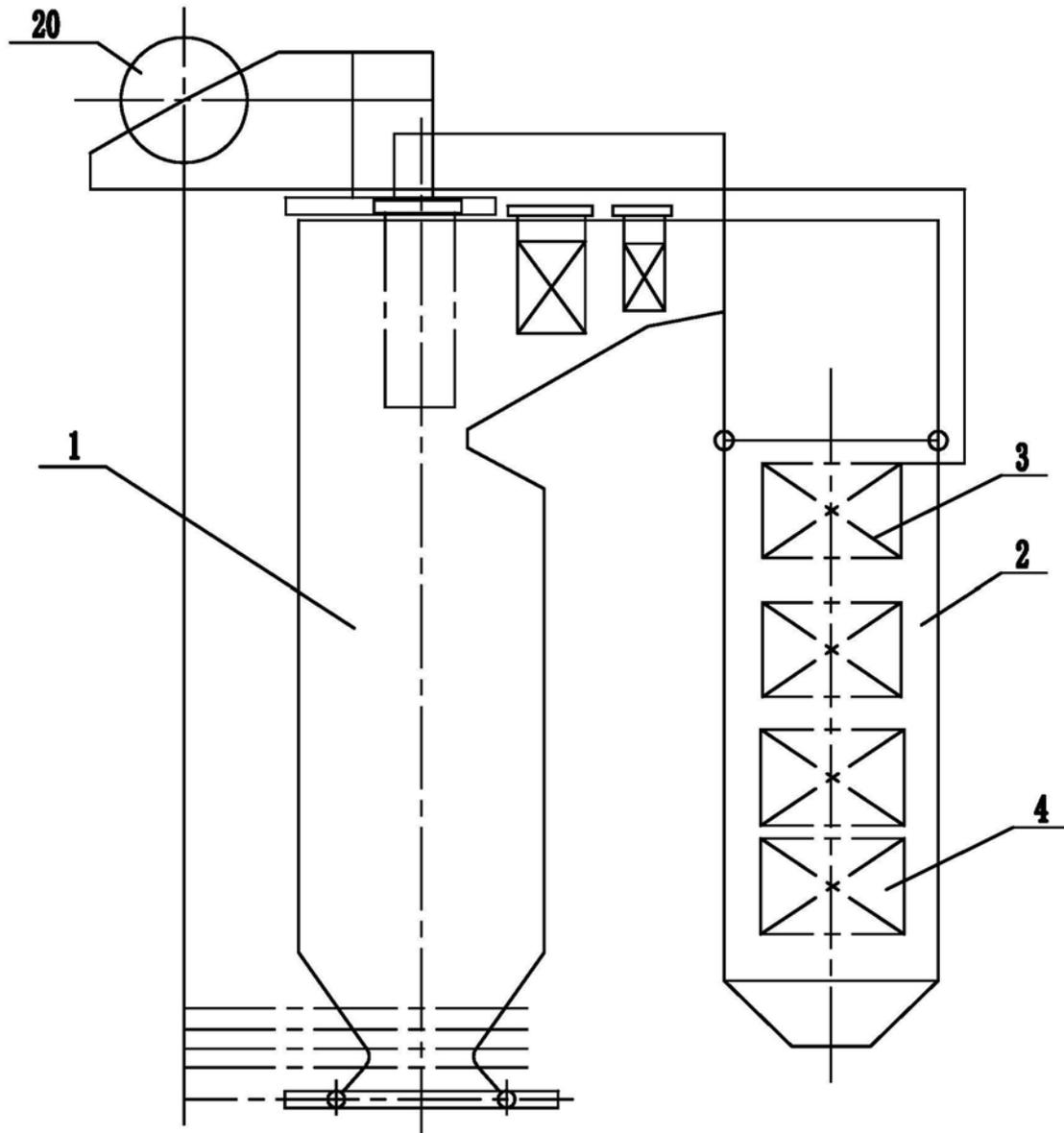


图4