



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104984656 B

(45)授权公告日 2017.05.24

(21)申请号 201510348272.5

B01D 53/60(2006.01)

(22)申请日 2015.06.23

B01D 53/64(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B01D 46/02(2006.01)

申请公布号 CN 104984656 A

审查员 张晗

(43)申请公布日 2015.10.21

(73)专利权人 哈尔滨工业大学

地址 150000 黑龙江省哈尔滨市南岗区西  
大直街92号

(72)发明人 别如山 张芸 宋兴飞 纪晓瑜

陈佩 房点 李鹏坤 顾文波

(74)专利代理机构 哈尔滨龙科专利代理有限公司

司 23206

代理人 高媛

(51)Int.Cl.

B01D 53/80(2006.01)

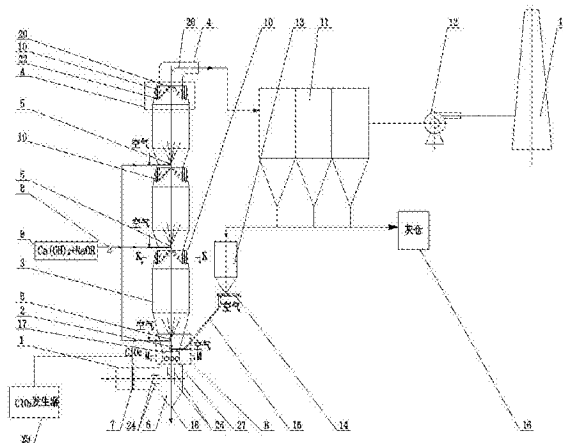
权利要求书2页 说明书6页 附图7页

(54)发明名称

多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置

(57)摘要

多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,属于烟气净化领域。本发明能联合脱除烟气中的硫、硝和汞。第一级内循环反应器下部为大文丘里管,大文丘里管内设有小文丘里管,大文丘里管与灰斗连通,灰斗与烟气进口连通,烟气进口内安装有ClO<sub>2</sub>分配器,每一级内循环反应器内设有双碱液雾化喷嘴,双碱液雾化喷嘴通过浆液泵与盛装双碱液的容器连通,每一级内循环反应器顶部固定有U型槽分离器,第N级内循环反应器与烟气出口连通,烟气出口与布袋除尘器连通,布袋除尘器与引风机连通,布袋除尘器通过排灰管路与储灰罐及灰仓连通,储灰罐的下端口设有螺旋给料机,螺旋给料机的排灰口通过下料管与小文丘里管连通。本发明用于脱除烟气中的硫、硝和汞。



1. 一种多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,包括烟气进口(1)、小文丘里管(2)、多级内循环反应器(3)、烟气出口(4)、多个双碱液雾化喷嘴(5)、灰斗(6)、ClO<sub>2</sub>分配器(7)、浆液泵(8)、盛装双碱液的容器(9)、多个U型槽分离器(10)、布袋除尘器(11)、引风机(12)、储灰罐(13)、螺旋给料机(14)、下料管(15)及灰仓(16);

其特征是:所述多级内循环反应器(3)竖直设置,所述多级内循环反应器(3)由下至上依次为第一级内循环反应器至第N级内循环反应器,N为自然数,且N=3~5;所述第一级内循环反应器的下部为大文丘里管(17),所述大文丘里管(17)由下至上依次由收缩段、喉管和扩散段构成;大文丘里管(17)内位于喉管和扩散段之间竖直设置有小文丘里管(2),所述大文丘里管(17)的下端口与灰斗(6)的上端口相连通,所述灰斗(6)的下端口为排灰口(18),灰斗(6)的侧壁与烟气进口(1)相连通,烟气进口(1)内安装有ClO<sub>2</sub>分配器(7),所述ClO<sub>2</sub>分配器(7)的数个ClO<sub>2</sub>喷嘴喷射方向与烟气流向相同,在ClO<sub>2</sub>分配器(7)之后的大文丘里管(17)入口段布置水平导向板(24),在大文丘里管(17)收缩段下部布置垂直导向板(25);在大文丘里管(17)喉管入口段布置整流格栅(27);多级内循环反应器(3)的每一级内循环反应器内的下部均设置有一个双碱液雾化喷嘴(5),且设置在第一级内循环反应器内的双碱液雾化喷嘴(5)位于大文丘里管(17)的扩散段内,所有的双碱液雾化喷嘴(5)均位于多级内循环反应器(3)的中心线上并朝上设置,所有的双碱液雾化喷嘴(5)的入口均与浆液泵(8)的出口相连通,所述浆液泵(8)的进口与盛装双碱液的容器(9)相连通,每一级内循环反应器内的顶端均固定有U型槽分离器(10),第N级内循环反应器的上端口与烟气出口(4)相连通,所述烟气出口(4)经管路与布袋除尘器(11)的入口相连通,所述布袋除尘器(11)的出口经管路与引风机(12)的入口相连通,布袋除尘器(11)下端的排灰口通过排灰管路分别与储灰罐(13)的上端口以及灰仓(16)相连通,所述储灰罐(13)的下端口处设有螺旋给料机(14),所述螺旋给料机(14)的排灰口通过下料管(15)与小文丘里管(2)的喉管相连通。

2. 根据权利要求1所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,其特征是:所述每个U型槽分离器(10)均包括圆锥形壳体(20)以及多层U型槽,所述圆锥形壳体(20)的侧壁上加工有数个通气孔(21),圆锥形壳体(20)的大直径端设置有一环形外沿(22),圆锥形壳体(20)的外侧由里至外设置有多层U型槽,且里层U型槽的下端与环形外沿(22)上表面固定连接,环形外沿(22)上与里层U型槽相对应位置均加工有开口,所述每一级内循环反应器内的顶端均与多层U型槽的上端固定连接,所述每层U型槽包括多个U型槽体(23),每层U型槽的多个U型槽体(23)位于同一圆周上且均布设置,且每相邻两层U型槽的多个U型槽体(23)均错列设置,且所有U型槽体(23)的槽口均朝向多级内循环反应器(3)的侧壁设置。

3. 根据权利要求1或2所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,其特征是:所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置还包括至少一个水平导向板(24);所述至少一个水平导向板(24)平行于烟气进口(1)中心线设置在烟气进口(1)内部,所有的水平导向板(24)均与烟气进口(1)内侧壁固定连接。

4. 根据权利要求3所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,其特征是:所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置还包括至少一个垂直导向板(25);所述至少一个垂直导向板(25)设置在灰斗(6)内,且所有的垂直导向板(25)均与灰斗(6)的内侧壁固定连接。

5. 根据权利要求1所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,其特征是:所述多

级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置还包括烟气导流板(26);所述烟气出口(4)与多级内循环反应器(3)成 $90^{\circ}$ 角,直角形烟气出口的拐角为圆弧形状,直角形烟气出口内的中心线上设置有烟气导流板(26),所述烟气导流板(26)与直角形烟气出口内侧壁固定连接。

6. 根据权利要求4所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,其特征是:所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置还包括整流格栅(27),所述整流格栅(27)包括多个格栅板(28);所述整流格栅(27)固定设置在大文丘里管(17)的喉管内。

## 多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞装置。本发明属于烟气净化领域。

### 背景技术

[0002] 煤是我国的主要能源,煤燃烧产生的 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 以及Hg等重金属污染物严重污染大气,其中, $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 是形成酸雨、光化学烟雾等污染的主要来源,Hg有剧毒且在生物体内易于沉积且迟滞性强,严重损害人体健康,因此,从源头上控制烟气中 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 和Hg的排放已经迫在眉睫。

[0003] 烟气的治理技术较多,其中比较成熟且具有代表性的脱硫技术有湿法、半干法和干法等,低温脱硝技术有催化还原法和氧化法等,脱汞技术有湿法和干法等。

[0004] 目前国际上研究开发的烟气脱硫脱硝技术可分为两大类:一类是串联的组合分级脱除技术,联合传统的烟气脱硫技术(FGD)、选择性催化还原技术(SCR)以及布袋除尘器装置(脱汞),各自独立分别脱除烟气中的 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 和Hg,但是这种方法设备复杂,占地面积大,工艺操作要求高,净化成本高,且对于Hg的脱除效果则随着燃料煤质和烟气条件的不同,效果差异很大,活性焦用量大,易产生二次污染问题。另一类是应用一种技术在整个系统内同时脱除 $\text{SO}_2$ 、 $\text{NO}_x$ 和Hg,即脱硫脱硝脱汞一体化技术。该方法在一个系统内同时脱硫、脱硝、脱汞,优势明显,系统复杂性降低、具有更好的运行性能、管理方便、占地面积小以及投资少、低成本,因而是未来大气污染治理与可持续发展的重要方向。

[0005] 中国发明专利201320471845.X报道了一种工业锅炉烟气联合脱硫脱硝脱汞装置,是一种利用臭氧( $\text{O}_3$ )和钙基吸收剂作为消耗剂,以循环流化床作为基本系统,对工业锅炉烟气中的二氧化硫( $\text{SO}_2$ )、氮氧化物( $\text{NO}_x$ )和汞(Hg)等多种污染物进行联合脱除的工业锅炉烟气联合脱硫脱硝脱汞装置,其包括臭氧发生装置、循环流化床吸收塔、钙基吸收剂储仓、旋风分离器、布袋除尘器以及烟囱。该装置可以有效脱硫脱硝脱汞,但其缺点是结构复杂,旋风分离器阻力大,臭氧发生装置耗电巨大难以实施(例如,20t/h锅炉产生的烟气量需配功率为110KW的臭氧发生器,电耗巨大,经济性差),占地面积大,建设费用高,操作费用高。

[0006] 因此,为解决上述技术问题,有必要提供一种具有改良结构的烟气联合脱硫脱硝脱汞装置,以克服现有技术中的所述缺陷。

### 发明内容

[0007] 本发明的目的是提供一种能联合脱除烟气中的硫、硝和汞的多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置。

[0008] 本发明的装置利用双碱液( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{NaOH}$ )作为吸收剂,由 $\text{ClO}_2$ 发生器产生的二氧化氯( $\text{ClO}_2$ )作为强氧化剂,以内循环反应器作为基本系统,对烟气中的二氧化硫( $\text{SO}_2$ ),氮氧化物( $\text{NO}_x$ )和汞(Hg)等多种污染物进行联合脱除。装置的底部的一侧设置烟气入口,装置的顶部一侧设置烟气出口,使烟气自下而上的通过多级内循环反应器。

[0009] 实现上述目的,本发明的技术方案是:

[0010] 多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,包括烟气进口、小文丘里管、多级内循环反应器、烟气出口、多个双碱液雾化喷嘴、灰斗、ClO<sub>2</sub>分配器、浆液泵、盛装有双碱液的容器、多个U型槽分离器、布袋除尘器、引风机、储灰罐、螺旋给料机、下料管及灰仓;

[0011] 所述多级内循环反应器竖直设置,所述多级内循环反应器由下至上依次为第一级内循环反应器至第N级内循环反应器,N为自然数,且N=3~5;所述第一级内循环反应器的下部为大文丘里管,所述大文丘里管由下至上依次由收缩段、喉管和扩散段构成。大文丘里管内位于喉管和扩散段之间竖直设置有小文丘里管,所述大文丘里管的下端口与灰斗的上端口相连通,所述灰斗的下端口为排灰口,灰斗的侧壁与烟气进口相连通,烟气进口内安装有ClO<sub>2</sub>分配器,所述ClO<sub>2</sub>分配器的数个ClO<sub>2</sub>喷嘴喷射方向与烟气流向相同,在ClO<sub>2</sub>分配器之后的大文丘里管入口段布置水平导向板,在大文丘里管收缩段下部布置垂直导向板;在大文丘里管喉管入口段布置整流格栅;多级内循环反应器的每一级内循环反应器内的下部均设置有一个双碱液雾化喷嘴,且设置在第一级内循环反应器内的双碱液雾化喷嘴位于大文丘里管的扩散段内,所有的双碱液雾化喷嘴均位于多级内循环装置的中心线上并朝上设置,所有的双碱液雾化喷嘴的入口均与浆液泵的出口相连通,所述浆液泵的进口与盛装有双碱液的容器相连通,每一级内循环反应器内的顶端均固定有U型槽分离器,第N级内循环反应器的上端口与烟气出口相连通,所述烟气出口经管路与布袋除尘器的入口相连通,所述布袋除尘器的出口经管路与引风机的入口相连通,布袋除尘器下端的排灰口通过排灰管路分别与储灰罐的上端口以及灰仓相连通,所述储灰罐的下端口处设有螺旋给料机,所述螺旋给料机的排灰口通过下料管与小文丘里管的喉管相连通。

[0012] 本发明相对于现有技术的有益效果是:

[0013] 1、结构简单、反应效率高,利用多级内循环反应器使得吸收剂与烟气充分反应接触,采用Ca(OH)<sub>2</sub>+NaOH双碱液和强氧化剂ClO<sub>2</sub>,能有效脱硫、脱硝、脱汞,脱硫效率达到90%,脱硝、脱汞效率达到80%以上,脱除效率高,且有效减少占地面积,降低运行费用。

[0014] 2、本发明实现了对烟气中二氧化硫(SO<sub>2</sub>),氮氧化物(NO<sub>x</sub>)和汞(Hg)等多种污染物的联合脱除,利用双碱液与ClO<sub>2</sub>联合作用,实现同时脱硫、脱硝及脱汞,提高了大气污染治理效果,达到了最新环保排放要求。

[0015] 3、采用多级内循环反应器,系统阻力小(阻力小于等于1500Pa),节省电力。

[0016] 4、水平导向板、垂直导向板与整流格栅组合使用,有效解决现有技术一直未解决的偏流问题。

[0017] 5、本发明采用双碱液多级喷射,解决了单级喷射导致烟气过湿问题;使得每一级内循环反应器相对独立,都有新碱液参与脱硫、脱硝,总体脱硫、脱硝效率高;

[0018] 6、从第二级起,每一级内循环反应器底部喉口(即下端口)速度高(10~12m/s)、中部速度为4~5m/s、顶部采用立式U型槽分离器,这种结构设计使得每一级内循环反应器内大量物料强烈内循环,不但提高脱硫、脱硝效率,而且解决每一级内循环反应器内结垢难题。

[0019] 7、布袋除尘器捕集灰再循环结构独特,循环灰从小文丘里管进入多级内循环反应器,回灰均匀分布在多级内循环反应器内,解决现有技术从反应器后壁进入,导致回料沿反应器高度方向上不均匀,影响脱硫效果的问题。

## 附图说明

[0020] 图1是本发明的整体结构主视图；

[0021] 图2是图1中的K-K剖视图；

[0022] 图3是图1中的M-M剖视图；

[0023] 图4是图1的A处局部放大图；

[0024] 图5是图1的B处局部放大图。

[0025] 图6是圆锥形壳体主剖视图；

[0026] 图7是图6的俯视图；

[0027] 图8是图6的C处局部放大图。

[0028] 图中：烟气进口1、小文丘里管2、多级内循环反应器3、烟气出口4、双碱液雾化喷嘴5、灰斗6、ClO<sub>2</sub>分配器7、浆液泵8、盛装有双碱液的容器9、U型槽分离器10、布袋除尘器11、引风机12、储灰罐13、螺旋给料机14、下料管15、灰仓16、大文丘里管17、排灰口18、烟囱19、圆锥形壳体20、通气孔21、环形外沿22、U型槽体23、水平导向板24、垂直导向板25、烟气导流板26、整流格栅27、格栅板28及ClO<sub>2</sub>发生器29。

## 具体实施方式

[0029] 具体实施方式一：如图1~图8所示，多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置，包括烟气进口1、小文丘里管2、多级内循环反应器3、烟气出口4、多个双碱液雾化喷嘴5、灰斗6、ClO<sub>2</sub>分配器7、浆液泵8、盛装有双碱液的容器9、多个U型槽分离器10、布袋除尘器11、引风机12、储灰罐13、螺旋给料机14、下料管15及灰仓16；

[0030] 所述多级内循环反应器3竖直设置，所述多级内循环反应器3由下至上依次为第一级内循环反应器至第N级内循环反应器，N为自然数，且N=3~5；所述第一级内循环反应器的下部为大文丘里管17，所述大文丘里管17由下至上依次由收缩段、喉管和扩散段构成。大文丘里管17内位于喉管和扩散段之间竖直设置有小文丘里管2（所述小文丘里管2结构形状与大文丘里管17相似），所述大文丘里管17的下端口与灰斗6的上端口相连通，所述灰斗6的下端口为排灰口18，灰斗6的侧壁与烟气进口1相连通（烟气进口1与锅炉排烟道相连通），烟气进口1内安装有ClO<sub>2</sub>分配器7，所述ClO<sub>2</sub>分配器7的数个ClO<sub>2</sub>喷嘴喷射方向与烟气流向相同，在ClO<sub>2</sub>分配器7之后的大文丘里管17入口段布置水平导向板24，在大文丘里管17收缩段下部布置垂直导向板25（所述垂直导向板25与水平导向板24相匹配）；在大文丘里管17喉管入口段布置整流格栅27；多级内循环反应器3的每一级内循环反应器内的下部均设置有一个双碱液雾化喷嘴5，且设置在第一级内循环反应器内的双碱液雾化喷嘴5位于大文丘里管17的扩散段内（以加强烟气与雾滴尽快混合），所有的双碱液雾化喷嘴5均位于多级内循环装置3的中心线上并朝上设置，所有的双碱液雾化喷嘴5的入口均与浆液泵8的出口相连通，所述浆液泵8的进口与盛装有双碱液的容器9相连通，每一级内循环反应器内的顶端均固定有U型槽分离器10（立式布置），第N级内循环反应器的上端口与烟气出口4相连通，所述烟气出口4经管路与布袋除尘器11的入口相连通，所述布袋除尘器11的出口经管路与引风机12的入口相连通（所述引风机12的出口通过管路与烟囱19相连通），布袋除尘器11下端的排灰口通过排灰管路分别与储灰罐13的上端口以及灰仓16相连通，所述储灰罐13的下端口处设有

螺旋给料机14,所述螺旋给料机14的排灰口通过下料管15与小文丘里管2的喉管相连通。

[0031] 每级内循环反应器顶部的U型槽分离器分离出的脱硫剂及灰分返回到每个内循环反应器中形成内循环,促进烟气与吸收剂的反应,提高烟气污染物的脱除效率。

[0032] 每一级内循环反应器的横截面均为圆形,且下端口和上端口横截面均小于中间段的横截面。

[0033] 烟气中的NO<sub>x</sub>中的有害物质多以NO的形式存在,被ClO<sub>2</sub>氧化成NO<sub>2</sub>、将Hg氧化成易溶于水的Hg<sup>2+</sup>生成HgCl<sub>2</sub>,并在后续的布袋除尘器11中脱除;利用半干法脱硫技术,将烟气中的SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>与双碱液雾化喷嘴5中的NaOH + Ca(OH)<sub>2</sub>水溶液发生酸碱中和反应脱除SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>,可根据烟气中污染物的浓度来确定喷出溶液碱浓度和碱液量。

[0034] 具体实施方式二:如图1、图2、图4、图6~图8所示,具体实施方式一所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,所述每个U型槽分离器10包括多层U型槽,所述圆锥形壳体20的侧壁上加工有数个通气孔21,圆锥形壳体20的大直径端设置有一环形外沿22,圆锥形壳体20的外侧由里至外设置有多层U型槽,且里层U型槽的下端与环形外沿22上表面固定连接,环形外沿22上与里层U型槽相对应位置均加工有开口,所述每一级内循环反应器内的顶端均与多层U型槽的上端固定连接,所述每层U型槽包括多个U型槽体23,每层U型槽的多个U型槽体23位于同一圆周上且均布设置,且每相邻两层U型槽的多个U型槽体23均错列设置,且所有U型槽体23的槽口均朝向多级内循环反应器3的侧壁设置,每级内循环反应器顶部的出口圆锥形壳体20上的通气孔21,其直径为5~6mm,是防止灰尘堆积而设置的,这样设置可使积灰顺着斜坡回流至脱硫塔内参与脱硫反应。优选采用里外两层U型槽。

[0035] 本实施方式的有益效果是:这种结构设计使得每一级内循环反应器内大量物料强烈内循环,不但提高脱硫、脱硝效率,而且解决每一级内循环反应器内结垢难题。

[0036] 具体实施方式三:如图1所示,具体实施方式一或二所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置还包括至少一个水平导向板24;所述至少一个水平导向板24平行于烟气入口1中心线设置在烟气入口1内部,所有的水平导向板24均与烟气入口1内侧壁固定连接(设置水平导向板24的目的是:用于均分烟气,烟气经过水平导向板24后,均向输送至大文丘里管17内,部分固体颗粒物在重力及离心惯性力的作用下落入灰斗6内,并经灰斗6的排灰口18排出)。

[0037] 具体实施方式四:如图1所示,具体实施方式三所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置还包括至少一个垂直导向板25;所述至少一个垂直导向板25设置在灰斗6内,且所有的垂直导向板25均与灰斗6的内侧壁固定连接。

[0038] 具体实施方式五:如图1所示,具体实施方式一所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置还包括烟气导流板26;所述烟气出口4与多级内循环反应器3成90°角,直角形烟气出口的拐角为圆弧形,直角形烟气出口内的中心线上设置有烟气导流板26,所述烟气导流板26与直角形烟气出口内侧壁固定连接(使得经烟气出口4排出的烟气均向排至布袋除尘器11中)。

[0039] 具体实施方式六:如图1及图3所示,具体实施方式四所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置,所述多级内循环半干法脱硫脱硝脱汞一体化装置还包括整流格栅27,所述整流格栅27包括多个格栅板28;所述整流格栅27固定设置在大文丘里管17的喉管

内。

[0040] 本实施方式的有益效果是：水平导向板、垂直导向板与整流格栅组合使用，有效解决现有技术一直未解决的偏流问题。

[0041] 本发明的工作步骤是：如图1~图8所示；

[0042] 步骤一，锅炉烟气进入烟气入口1内，先与ClO<sub>2</sub>发生器29产生的ClO<sub>2</sub>均匀混合，经水平导向板24和垂直导向板25导向后进入大文丘里管17内，在大文丘里管17内先与ClO<sub>2</sub>喷嘴喷入的ClO<sub>2</sub>混合发生氧化反应，部分SO<sub>2</sub>被氧化为SO<sub>3</sub>，烟气中的NO氧化为NO<sub>2</sub>，Hg氧化成Hg<sup>2+</sup>，并进一步在大文丘里管17的扩散段与双碱液吸收剂发生反应（双碱液由双碱液雾化喷嘴5喷向被加速的烟气流动截面，用于加速吸收剂与烟气中的SO<sub>2</sub>和NO<sub>2</sub>等酸性气体的反应），布袋除尘器11排入储灰罐13的循环灰，通过螺旋给料机14的排灰口经下料管15由小文丘里管2加速喷入多级内循环反应器3内，烟气与吸收剂在多级内循环反应器3内充分反应，烟气中的部分颗粒物在喷雾造粒条件下形成球状物经大文丘里17的喉口落入灰斗6内，经排灰口18排出；

[0043] 步骤二，烟气与吸收剂反应后经烟气出口4内的烟气导流板26排入布袋除尘器11中。

[0044] 本发明的工作过程是：如图1~图8所示，来自锅炉的烟气首先进入本发明的装置的烟气进口1内，由ClO<sub>2</sub>发生器产生的氧化剂ClO<sub>2</sub>气体由ClO<sub>2</sub>分配器7均匀喷入烟气进口1中，将烟气中的部分SO<sub>2</sub>被氧化为SO<sub>3</sub>，NO氧化为NO<sub>2</sub>、Hg氧化为Hg<sup>2+</sup>，烟气通过水平导向板24及垂直导向板25进入大文丘里管17入口内，在大文丘里管17的喉管内设置整流格栅27，使得烟气均匀通过大文丘里管17不产生偏析，双碱液通过所有的双碱液雾化喷嘴5喷入每一级内循环反应器的底部烟气中，所述双碱液是由质量百分比浓度为15%~25%的Ca(OH)<sub>2</sub>和质量百分比浓度为0.1%~0.5%的NaOH组成（目的是加强对SO<sub>2</sub>的脱除，保证90%的脱硫效率），双碱液通过压缩空气雾化。

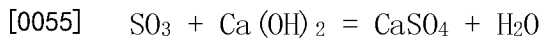
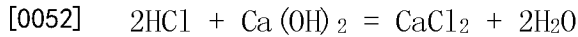
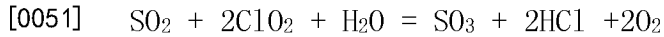
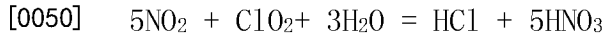
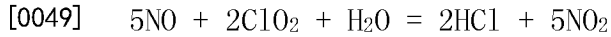
[0045] 以三级内循环反应器为例：设置在大文丘里管17的扩散段内的双碱液雾化喷嘴5喷入量占双碱液总量的50%（即在额定负荷下喷入烟气中的碱液量占总量的50%，下同），设置在第二级内循环反应器内下部的双碱液雾化喷嘴5喷入量占双碱液总量的30%，设置在第三级内循环反应器内下部的双碱液雾化喷嘴5喷入量占双碱液总量的20%，这样设置是保证喷入的浆液在每一级内循环反应器出口全部蒸发，避免单级浆液喷入过多导致浆液不能完全蒸发而沿着反应器内壁流淌，导致壁面严重结垢，影响安全稳定运行。为了保证后续的布袋除尘器11内不结露，控制多级内循环反应器3的烟气出口4处的烟气温度在85~100℃。

[0046] 雾化的石灰浆（Ca(OH)<sub>2</sub>和水）和NaOH溶液在烟气的加热下转化为蒸汽和湿颗粒与烟气均匀混合，发生中和反应，脱除烟气中的SO<sub>2</sub>、NO<sub>2</sub>。烟气携带着脱硫剂（Ca(OH)<sub>2</sub>、NaOH）和烟尘在每一级内循环反应器顶部出口大部分被U型槽分离器10分离下来返回到本级内循环反应器内形成内循环，增加了烟气与脱硫剂的接触时间，加强了烟气与脱硫剂的混合及湍动，提高了每一级内循环反应器内的存料量，加大反应物浓度，提高Ca/S摩尔比，使得反应速度得到大幅提高；从第二级起，每一级内循环反应器的入口端和出口端的烟速均控制在10~12m/s之间，每一级内循环反应器中部的烟速为4~5m/s。第一级内循环反应器的出口端就是第二级内循环反应器的入口端，第二级内循环反应器重复第一级内循环反应器的反应过程，第三级内循环反应器重复第一、第二级内循环反应器的反应过程，之后烟气从多级内

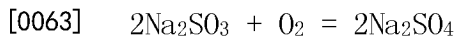
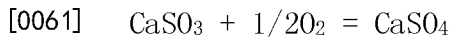
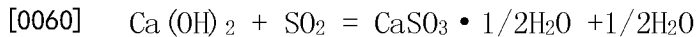
循环反应器3的顶部的烟气出口4进入布袋除尘器11内,经布袋除尘器11分离下的部分灰返回到储灰罐13,通过并螺旋给料机14(为现有技术)及下料管15返回至小文丘里管2内,形成灰循环,提高脱硫效率,以降低石灰浆的使用量,在Ca/S=1.2~1.5;可脱去90%的SO<sub>2</sub>和80%以上的NO及Hg。

[0047] 反应原理:

[0048] 1、ClO<sub>2</sub>气体来至ClO<sub>2</sub>发生器与NO、SO<sub>2</sub>、Hg反应式如下:



[0059] 2、Ca(OH)<sub>2</sub>、NaOH与SO<sub>2</sub>反应式:



[0064] 以上的具体实施方式仅为本发明的一则实施例,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神及原则之内所做的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本创作的保护范围之内。

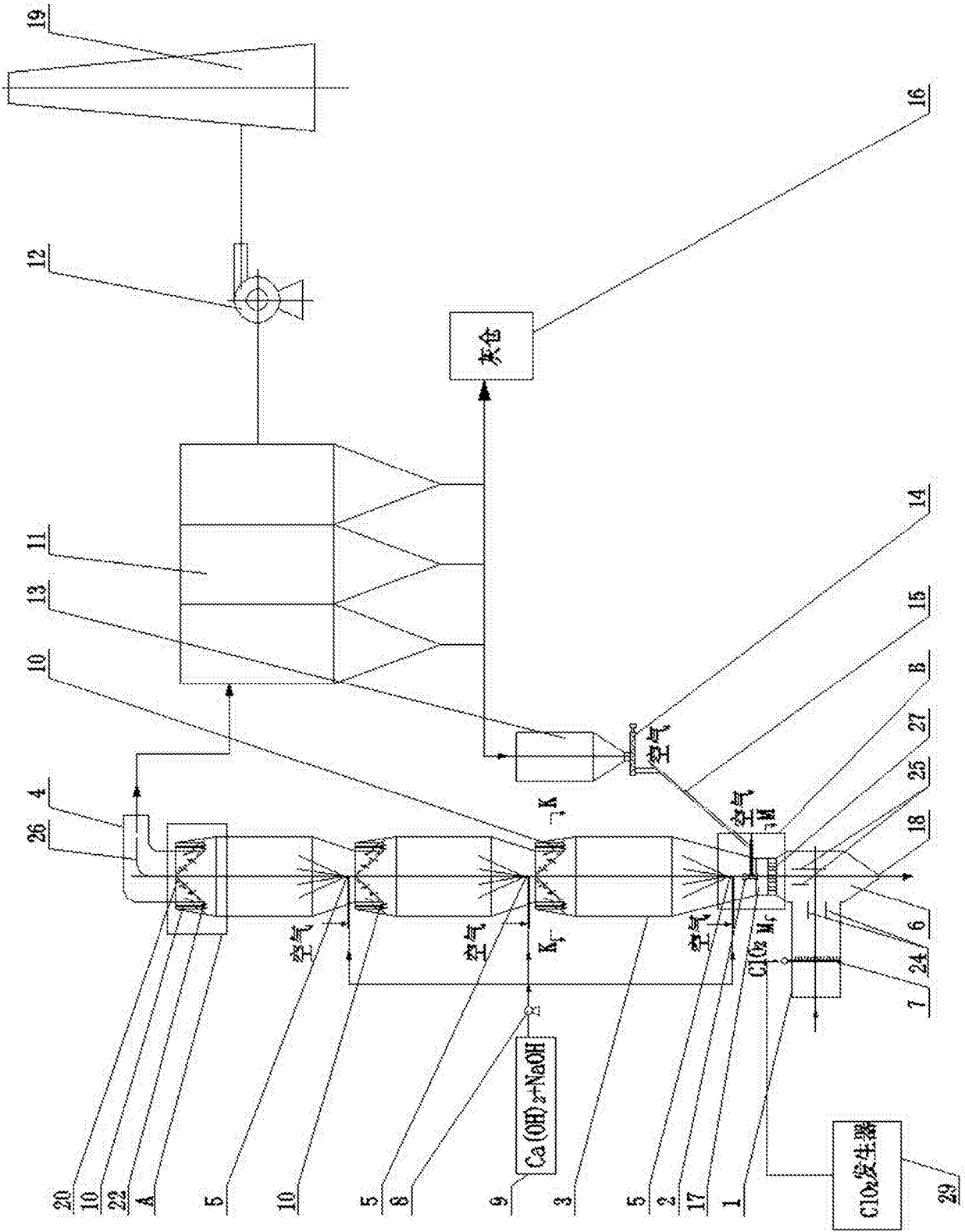


图1

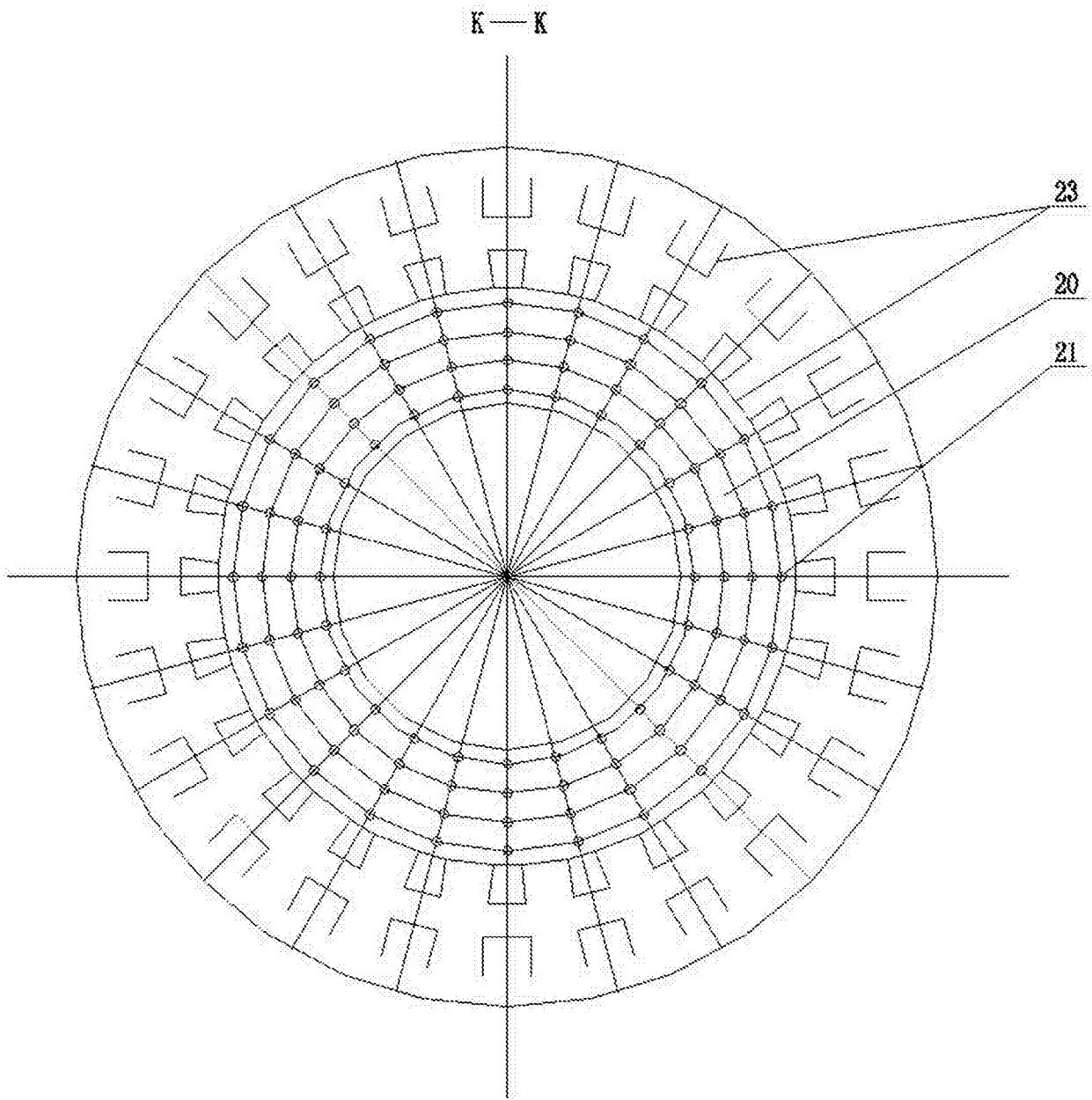


图2

M—M

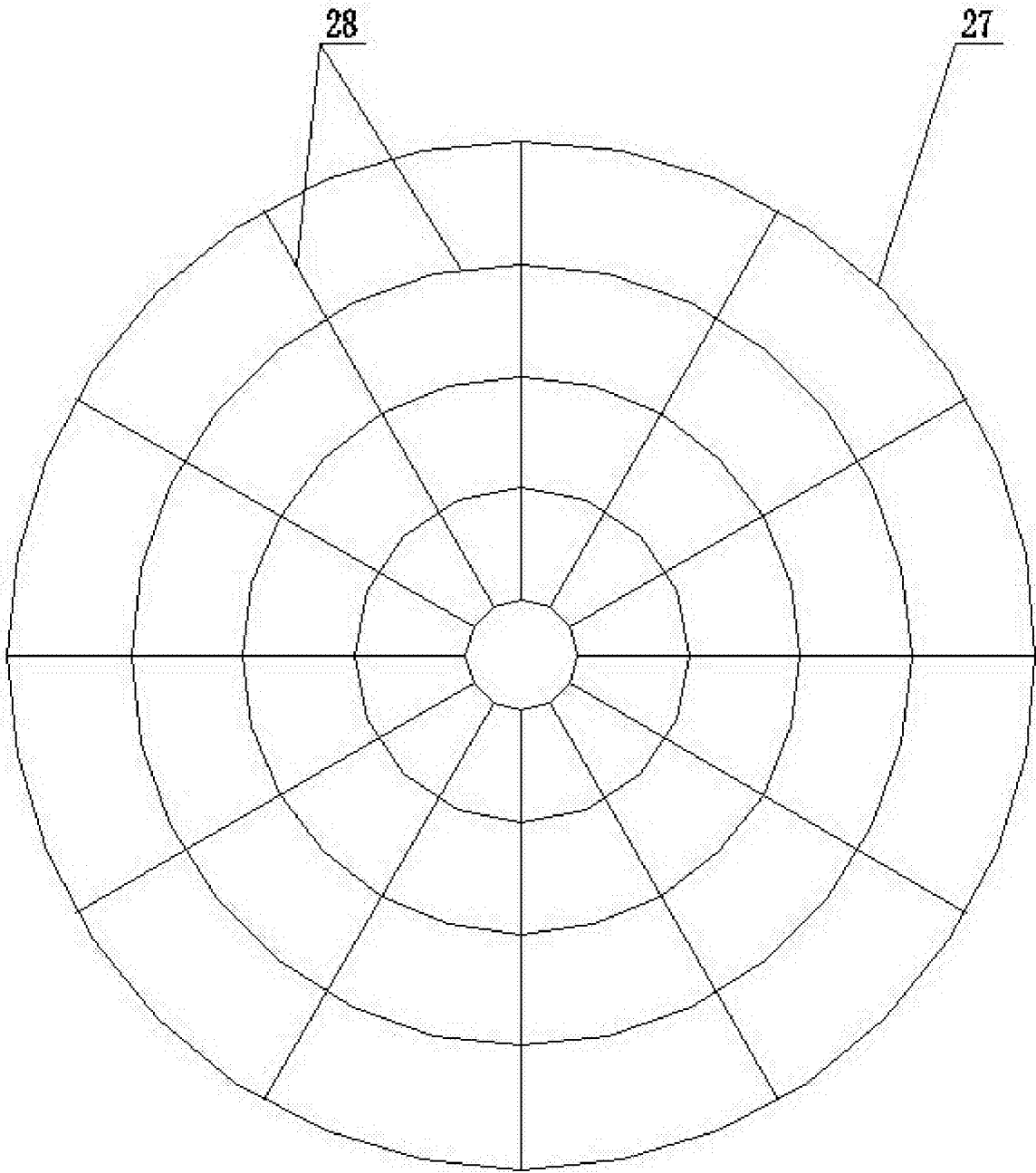


图3

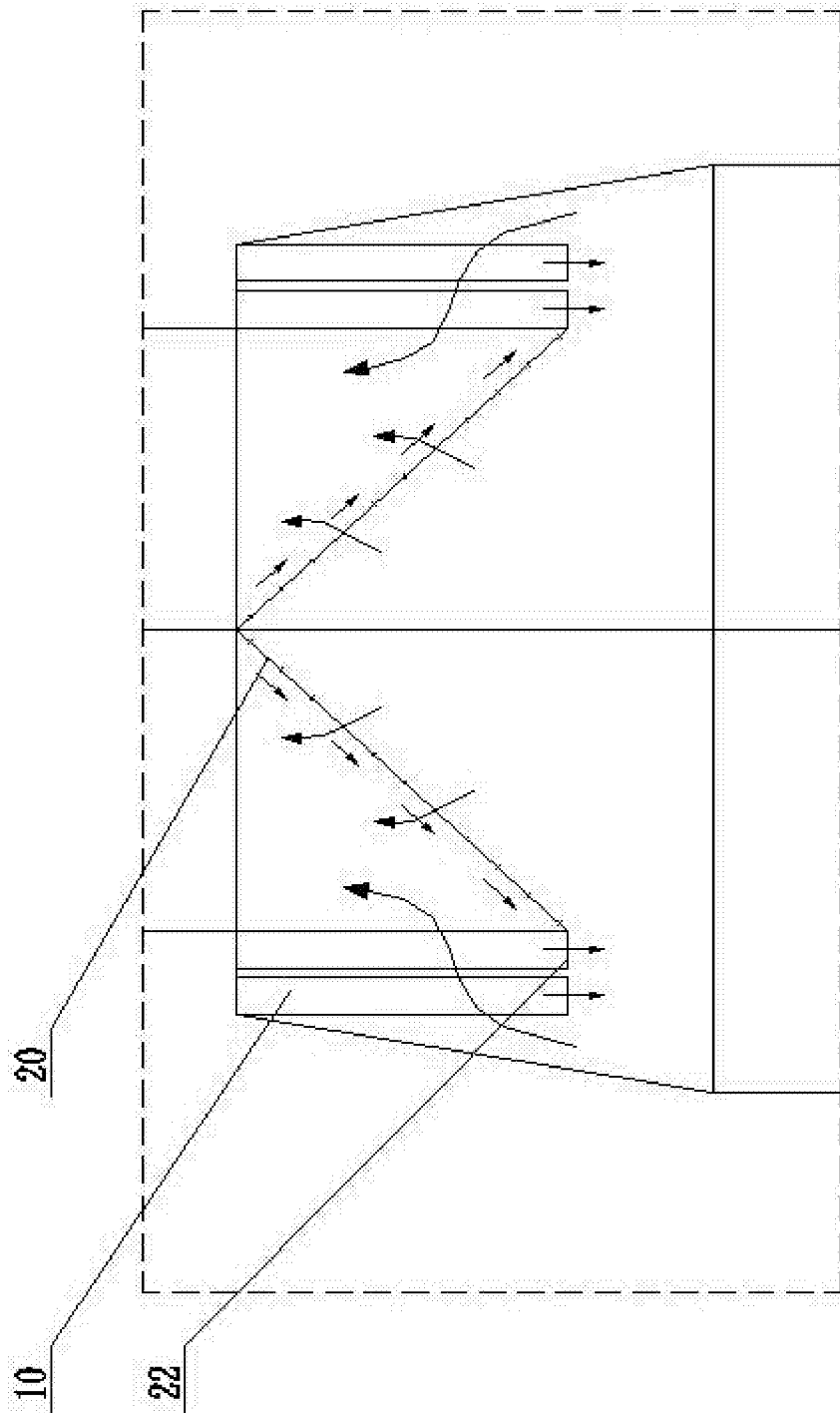


图4

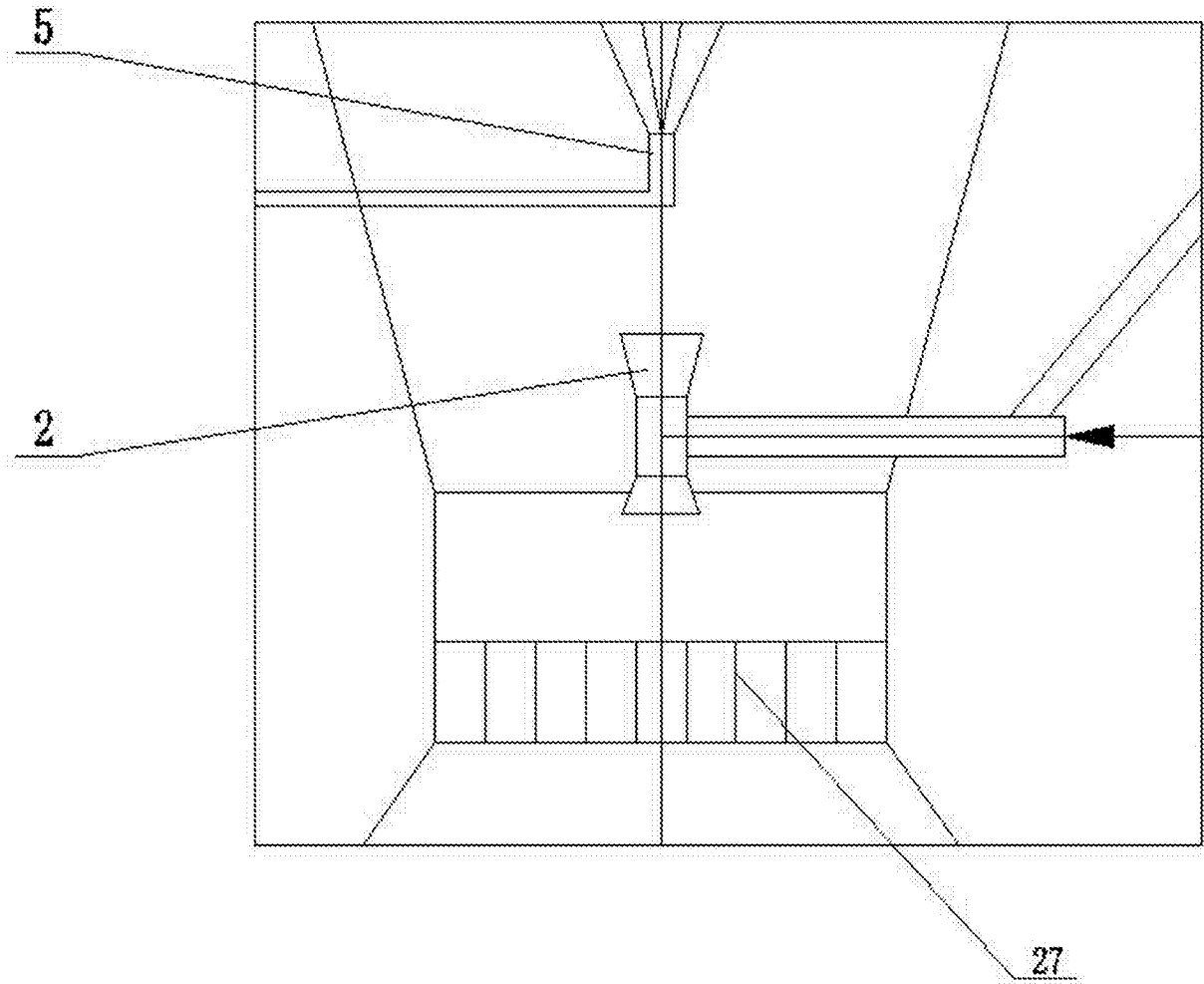


图5

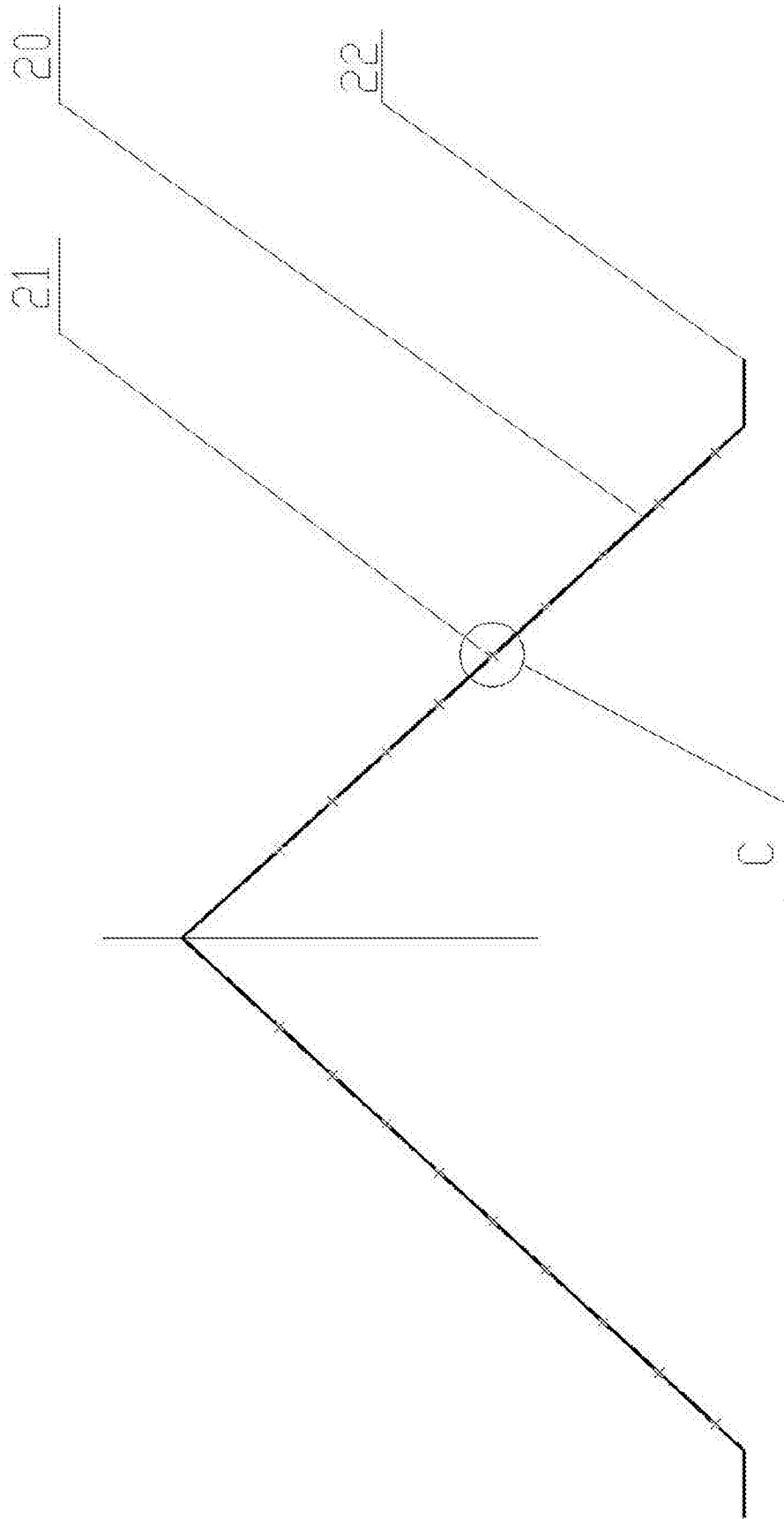


图6

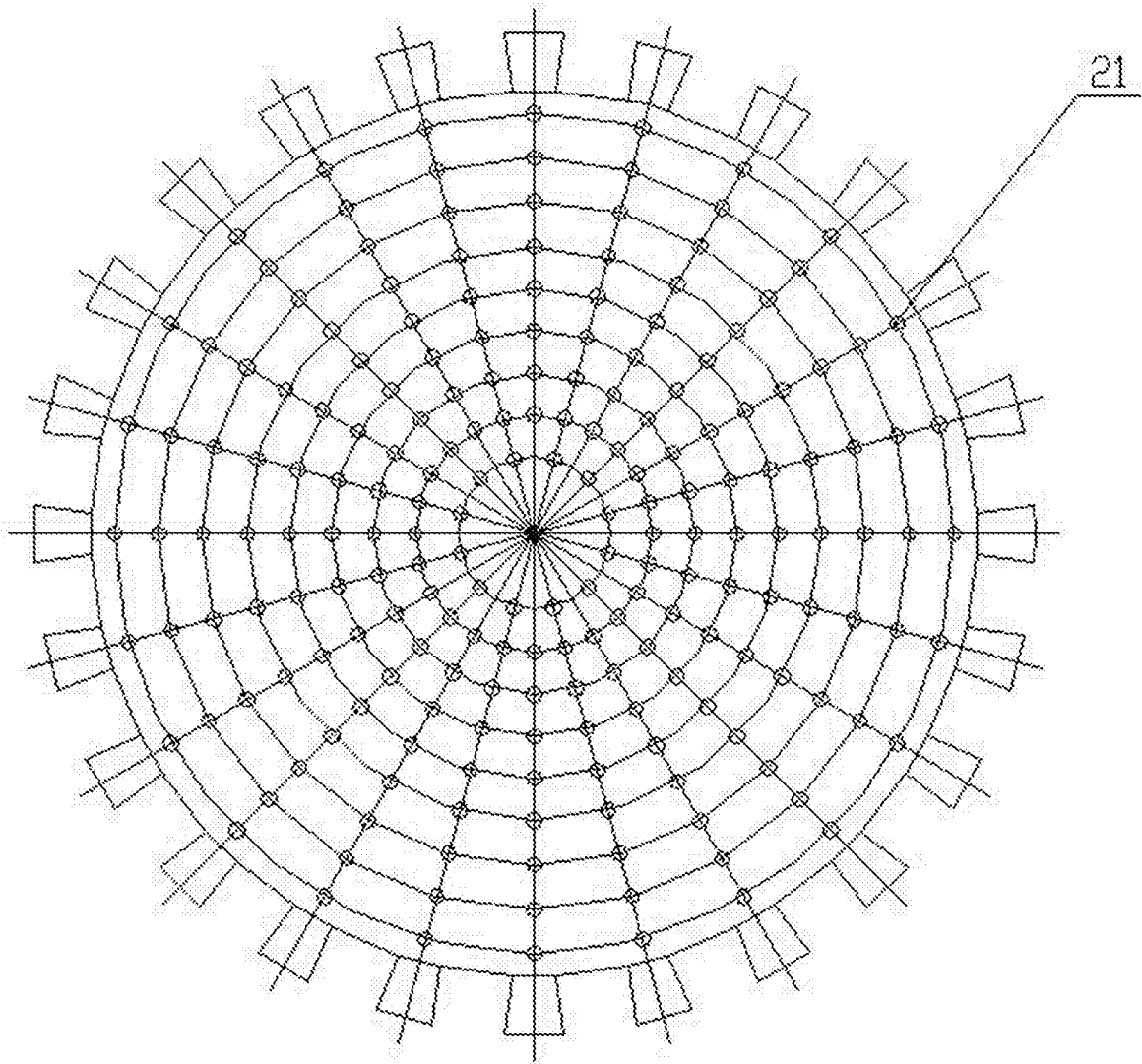


图7

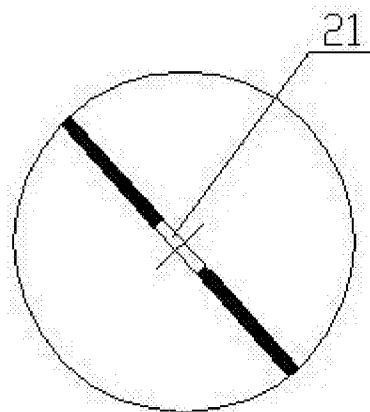


图8