



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105195008 A

(43) 申请公布日 2015. 12. 30

(21) 申请号 201510690616. 0

(22) 申请日 2015. 10. 23

(71) 申请人 河北金科环保设备有限公司

地址 062150 河北省沧州市泊头市工业区

(72) 发明人 李树元 齐晓辉 黎卫军

(74) 专利代理机构 河南广文律师事务所 41124

代理人 王自刚

(51) Int. Cl.

B01D 53/83(2006. 01)

B01D 53/60(2006. 01)

B01D 53/68(2006. 01)

B01D 50/00(2006. 01)

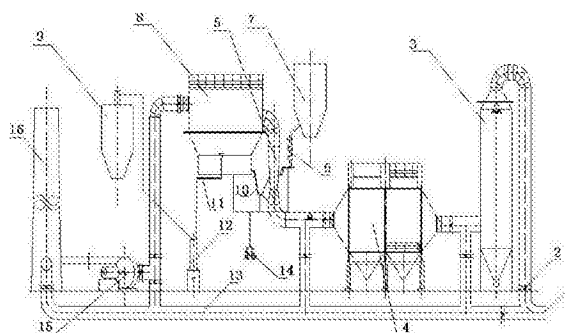
权利要求书2页 说明书9页 附图7页

(54) 发明名称

联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺及设备

(57) 摘要

本发明介绍了联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺及设备,通过使用具有降温功能的喷淋塔,使用电捕焦油器捕集处理烟气中的焦油及粉尘,用氢氧化钙吸附烟气中的氟、 SO_2 、 NO_x 、粉尘及未被电捕捕集的焦油、粉尘等有害物质。本发明工艺流程简单,占地小,投资少,能耗低,一套电捕加干法综合吸附脱硫除尘净化设备,能同时去除烟气中的多种有害物质,对烟气一次净化彻底,有效克服了需要多套净化设备同时使用才能达到去除烟气中多种有害物质的技术难题;去除烟气中有害物层次分明效率高,烟气排放浓度优于国家现排放标准。



1. 联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺,其特征是:包括如下过程:

(一)、焙烧烟气降温工序:

用引风机产生的吸力使焙烧烟气进入喷淋塔,水由水泵驱动,经管道与压缩空气混合,由喷枪喷嘴喷出,由 PLC 控制系统自动控制喷枪水量大小,使焙烧炉高温烟气温度降到设定温度;

(二)、电捕除焦油工序:

降温后的烟气进入电捕焦油器,电捕焦油器顶端安装有高压供电设备,提供高压使电捕焦油器内部产生高压电场,粉尘及焦油在高压电场力的左右下被吸附处理,经电捕焦油器处理后的烟气再经干法净化即吸附反应器;

(三)、吸附除尘工序:

降温后的焙烧烟气进入吸附反应器,氢氧化钙粉料从料仓内排出后经给料装置后,在称重计量装置的计量下,通过给料控制装置调节输送氢氧化钙量大小,再在压缩空气的作用下经过气动溜槽均匀输送到吸附反应器中;

氢氧化钙粉料在吸附反应器中,成为飘浮状,与反向进入的高流速烟气充分混合接触、反应、表面吸附,去除烟气中的有害物焦油、HF、SO₂、NO_x、粉尘;

(四)、布袋除尘工序:

含有害物质烟气在吸附反应器中经过氢氧化钙吸附后,含吸附物的氢氧化钙、烟尘颗粒及烟气进入布袋除尘器进行气固分离过滤,过滤净化后的干净烟气经引风机直接由烟囱排放,布袋除尘器灰斗内过滤出来的固体剩余含吸附有害物的氢氧化钙输送至氢氧化钙物料仓储存。

2. 根据权利要求 1 所述联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺,其特征是:所述的喷淋塔进口设有进口烟气管道,喷淋塔内避做耐酸碱防腐处理,进口烟气管道下段塔体安装一套喷淋装置,对烟气中的有害物质进行冲洗、降温,塔体设有烟气蒸发冷凝段,冷凝段的结构需要保证烟气与水液充分混合、接触、反应,喷淋塔出口烟气中带水率小于 1%,且水以汽态形式存在与烟气中。

3. 根据权利要求 1 所述联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺,其特征是:所述的喷淋塔出口管连接到电捕焦油器进口,电捕焦油器设置有壳体,壳体两端分别设有烟气进风口和出风口,进风口内设置有多层烟气气流均布板,气流均布板上设置有孔洞,经过孔洞使烟气均匀分布通过电场;出风口内设有阻止未被处理的粉尘焦油通过的槽型板;壳体内分为两个以上电场,每个电场都包含一组阳极板和阴极框架,电场下部设有灰斗,灰斗内设有阻气板,外部设有伴热盘管,灰斗底部设有排灰口。

4. 根据权利要求 3 所述联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺,其特征是:所述的电捕焦油器进、出口均设有温度传感器,测定经过烟气温度,进行温度变化监控,用于判断电捕焦油器内部是否有着火现象;如果温度超过设定值,即视为电捕焦油器内部发生着火,传感器自动给出信号启动电捕焦油器内的蒸汽灭火装置及顶部热水灭火装置,由安装在电捕焦油器灰斗的高压蒸汽管喷出高压蒸汽,降低烟气温度,造成缺氧环境进行灭火;启动热水泵由顶部喷淋管道喷出热水对电场火源进行灭火,同时关闭电捕焦油器电场高压电源及进出口阀门,保证设备运行的安全;电捕焦油器下部灰斗设有外部盘管保温,对灰斗内的焦油进行加热保温,以提高其流动性,便于焦油的流出回收。

5. 根据权利要求 1 所述联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺,其特征是:所述的气动溜槽与反应器间设置有控制给料阀,通过控制给料阀控制进入每个反应器内氢氧化钙的均匀性。

6. 根据权利要求 1 所述联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺,其特征是:所述的吸附反应器出口管连接到布袋除尘器进口管道,布袋除尘器上设有污染气体过滤布袋及清灰装置,布袋除尘器出口设有烟气管道,与风机及烟囱相连;布袋收尘器下部设有粉料灰斗,灰斗内沉积的含有害物氢氧化钙粉料一部分由灰斗上安装的给料装置及循环输送溜槽输送至反应器继续反应,一部分由灰斗上安装的给料装置输送至返回输送溜槽输送至气力提升机,由气力提升机将含有害物氢氧化钙粉料输送至返回氢氧化钙物料仓储藏备用。

7. 联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化设备,其特征是:焙烧炉烟气的烟气管道通入喷淋塔,进口烟气管道下段塔体设置有喷淋装置,喷淋装置连接水泵各高压空气管路,塔体设有蒸发冷凝段;

喷淋塔出口管连接到电捕焦油器进口,电捕焦油器设置有壳体,壳体两端分别设有烟气进风口和出风口,进风口内设置有多层烟气气流均布板,气流均布板上设置有孔洞,经过孔洞使烟气尽可能均匀分布通过电场;出风口内设有阻止未被处理的粉尘焦油通过的槽型板;壳体内分为两个以上电场,每个电场都包含一组阳极板和阴极框架,阳极板由管板或管管形式组成,阴极框架由管管对接及阴极丝组成;电场顶部设有供电装置,供电装置与阴极框架相连接,阳极板与大地连接形成供电回路;电场下部设有灰斗,灰斗内设有阻气板,外部设有伴热盘管,灰斗底部设有排灰口,灰斗连接高压蒸汽管,电场下部设有热水泵和顶部喷淋管道;电捕焦油器进、出口均设有温度传感器,测定经过烟气温度的,进行温度变化监控,用于判断电捕焦油器内部是否有着火现象;电捕焦油器下部灰斗设有外部盘管保温,对灰斗内的焦油进行加热保温;

电捕焦油器出口管连接到吸附反应器,吸附反应器上设有氢氧化钙粉料加料装置,吸附反应器出口管连接到布袋除尘器进口管道,布袋除尘器上设有污染气体过滤布袋及清灰装置,布袋除尘器出口设有烟气管道,与风机及烟囱相连;布袋收尘器下部设有粉料灰斗,灰斗上设置给料装置和循环输送溜槽,循环输送溜槽连接吸附反应器;给料装置分别连接吸附反应器和输送溜槽,输送溜槽连接气力提升机,气力提升机将含有害物氢氧化钙粉料输送至返回氢氧化钙物料仓;布袋收尘器的出烟道与风机进口相连接,风机出口与烟囱相连接。

联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺及设备

技术领域

[0001] 本发明涉及一种焙烧烟气净化技术,特别是联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺及设备。

背景技术

[0002] 碳素厂焙烧炉产生的烟气含有大量的硫化物、氟化物、焦油、粉尘、 NO_x 、苯并芘等有害物质,这些物质对动植物、人体都会产生严重的危害,特别是酸性气体 SO_2 、 NO_x 及 HF 具有高度的腐蚀性,其中的多类致癌物苯并芘危害更大。目前对碳素焙烧烟气的处理大多是采用单一的电捕焦油器或电捕焦油器后端加装氧化铝吸附干法净化设备,这种净化设备只能收集焦油、粉尘、FH、以及少部分苯并芘,烟气中含硫物质、二氧化氮、一氧化氮等几乎无法处理如要处理还需加装其他脱硫脱硝净化处理设备,这种焙烧烟气排放后对环境造成了极大危害;随着人们对环境环保意识的加强以及国家对环保问题的重视。碳素厂焙烧炉烟气污染综合治理技术迫切需要提高及新型净化技术有待研发。

[0003] 现有工艺中,常见的工艺是采用氧化铝作为碳素厂焙烧烟气的系附近,而且,根据需要,采用电捕焦油器作为捕集处理烟气中的焦油及粉尘,但是,由于氧化铝本身对于硫化物、氮氧化物的吸附和反应能力很低,电捕焦油器使用高压电场作为捕获焦油的手段,本身就会产生一定的氮氧化物;这样,就会使得氮氧化物和硫化物的污染问题难以得到解决。

发明内容

[0004] 本发明所要解决的技术问题是提供一种联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺及设备,通过使用具有降温功能的喷淋塔,使用电捕焦油器捕集处理烟气中的焦油及粉尘,用氢氧化钙吸附烟气中的氟、 SO_2 、 NO_x 、粉尘及未被电捕捕集的焦油、粉尘等有害物质,使得脱硫除尘设备简单,净化效率高,整个工艺设计合理、工艺流程简单,运行成本低,不造成二次污染,物料可二次利用。

[0005] 为了实现解决上述技术问题的目的,本发明采用了如下技术方案:

本发明的联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺,包括如下过程:

(一)、焙烧烟气降温工序:

用引风机产生的吸力使焙烧烟气进入喷淋塔,水由水泵驱动,经管道与压缩空气混合,由喷枪喷嘴喷出,由 PLC 控制系统自动控制喷枪水量大小,使焙烧炉高温烟气温度降到设定温度。这样,在焙烧烟气降温工序中,由于焙烧烟气本身氧含量很低,压缩空气鼓入的 O_2 可与 NO 反应生成 NO_2 ,产生的 NO_2 可以在随后的吸附除尘工序中,通过氢氧化钙有效地吸收。

[0006] 具体的,经喷淋降温保证烟气温度不超过 100°C ;通过焙烧烟气降温工序,使烟气湿度适当提高以增加灰粉粒径,利于后期净化处理,降温后的焙烧烟气,也有利于烟气中的一氧化氮进一步和氧气反应生成二氧化氮,便于吸收。

[0007] 进一步具体的,在喷淋塔进口设有进口烟气管道,喷淋塔内避做耐酸碱防腐处理,

进口烟气管道下段塔体安装一套喷淋装置,对烟气中的有害物质进行冲洗、降温,塔体设有烟气蒸发冷凝段,冷凝段的结构需要保证烟气与水液充分混合、接触、反应,喷淋塔出口烟气中带水率小于1%,且水以汽态形式存在与烟气中。这样可以,避免后端烟气因水汽含量太大而溶解酸性气体,对后端净化设备造成腐蚀。

[0008] 通过焙烧烟气降温工序,使烟气湿度适当提高以增加灰粉粒径,利于后期净化处理;烟气湿度适当提高也可以增加粉尘及焦油比电阻,利于喷淋塔后端电捕焦油器对粉尘焦油的净化处理;降温后的焙烧烟气,也有利于烟气中的一氧化氮进一步和氧气反应生成二氧化氮,便于吸收。在焙烧烟气降温工序中,由于焙烧烟气本身氧含量很低,压缩空气鼓入的 O_2 可与NO反应生成 NO_2 ,产生的 NO_2 可以在随后的吸附除尘工序中,通过氢氧化钙有效地吸收。

[0009] (二)、电捕除焦油工序;

降温后的烟气进入电捕焦油器,电捕焦油器顶端安装有高压供电设备,提供高压使电捕焦油器内部产生高压电场,粉尘及焦油在高压电场力的作用下被吸附处理,经电捕焦油器处理后的烟气再经干法净化即吸附反应器;

具体的,喷淋塔出口管连接到电捕焦油器进口,电捕焦油器设置有壳体,壳体两端分别设有烟气进风口和出风口,进风口内设置有多层烟气气流均布板,气流均布板上设置有孔洞,经过孔洞使烟气均匀分布通过电场;出风口内设有阻止未被处理的粉尘焦油通过的槽型板;壳体内分为两个以上电场,每个电场都包含一组阳极板和阴极框架,电场下部设有灰斗,灰斗内设有阻气板,外部设有伴热盘管,灰斗底部设有排灰口。

[0010] 更具体的,所述的电捕焦油器进、出口均设有温度传感器,测定经过烟气温度,进行温度变化监控,用于判断电捕焦油器内部是否有着火现象。如果温度超过设定值,即视为电捕焦油器内部发生着火,传感器自动给出信号启动电捕焦油器内的蒸汽灭火装置及顶部热水灭火装置,由安装在电捕焦油器灰斗的高压蒸汽管喷出高压蒸汽,降低烟气温度,造成缺氧环境进行灭火;启动热水泵由顶部喷淋管道喷出热水对电场火源进行灭火,同时关闭电捕焦油器电场高压电源及进出口阀门,保证设备运行的安全。电捕焦油器下部灰斗设有外部盘管保温,对灰斗内的焦油进行加热保温,以提高其流动性,便于焦油的流出回收。

[0011] 电捕焦油器捕集了烟气中的焦油有害物后,可对后端干法净化起到了防止焦油被氢氧化钙表面吸附,提高了氢氧化钙与烟气中其他有害反应充分接触的机会,缩短了反应时间,避免了氢氧化钙的浪费;且电捕焦油器捕集的焦油可回收利用,制作沥青毛毡等。

[0012] (三)、吸附除尘工序;

降温后的焙烧烟气进入吸附反应器,氢氧化钙粉料从料仓内排出后经给料装置后,在称重计量装置的计量下,通过给料控制装置调节输送氢氧化钙量大小,再在压缩空气的作用下经过气动溜槽均匀输送到吸附反应器中;

氢氧化钙粉料在吸附反应器中,成为飘浮状,与反向进入的高流速烟气充分混合接触、反应、表面吸附,去除烟气中的有害物焦油、HF、 SO_2 、 NO_x 、粉尘等。

[0013] 更具体的,在气动溜槽与反应器间设置有控制给料阀,通过控制给料阀控制进入每个反应器内氢氧化钙的均匀性。

[0014] 更具体的,吸附反应器可使用目前市场上常用的VRI反应器、文丘里反应器、环式逆流喷射高效反应器、重力逆流喷射反应器、流化床反应器等。

[0015] (四)、布袋除尘工序：

含有害物质烟气在吸附反应器中经过氢氧化钙吸附后，含吸附物的氢氧化钙、烟尘颗粒及烟气进入布袋除尘器进行气固分离过滤，过滤净化后的干净烟气经引风机直接由烟囱排放，布袋除尘器灰斗内过滤出来的固体剩余含吸附有害物的氢氧化钙输送至氢氧化钙物料仓储存。

[0016] 更具体的，含吸附有害物的氢氧化钙经由气力提升机输送至返回氢氧化钙物料仓储存，作为煅烧脱硫或修路基层物备用。

[0017] 更具体的，吸附反应器出口管连接到布袋除尘器进口管道，布袋除尘器上设有污染气体过滤布袋及清灰装置，布袋除尘器出口设有烟气管道，与风机及烟囱相连；布袋除尘器下部设有粉料灰斗，灰斗内沉积的含有害物氢氧化钙粉料一部分由灰斗上安装的给料装置及循环输送溜槽输送至反应器继续反应，一部分由灰斗上安装的给料装置输送至返回输送溜槽输送至气力提升机，由气力提升机将含有害物氢氧化钙粉料输送至返回氢氧化钙物料仓储藏备用。

[0018] 联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化设备，焙烧炉烟气的烟气管道通入喷淋塔，进口烟气管道下段塔体设置有喷淋装置，喷淋装置连接水泵各高压空气管路，塔体设有蒸发冷凝段；

喷淋塔出口管连接到电捕焦油器进口，电捕焦油器设置有壳体，壳体两端分别设有烟气进风口和出风口，进风口内设置有多层烟气气流均布板，气流均布板上设置有孔洞，经过孔洞使烟气尽可能均匀分布通过电场；出风口内设有阻止未被处理的粉尘焦油通过的槽型板；壳体内分为两个以上电场，每个电场都包含一组阳极板和阴极框架，阳极板由管板或管管形式组成，阴极框架由管管对接及阴极丝组成；电场顶部设有供电装置，供电装置与阴极框架相连接，阳极板与大地连接形成供电回路；电场下部设有灰斗，灰斗内设有阻气板，外部设有伴热盘管，灰斗底部设有排灰口，灰斗连接高压蒸汽管，电场下部设有热水泵和顶部喷淋管道；电捕焦油器进、出口均设有温度传感器，测定经过烟气温度，进行温度变化监控，用于判断电捕焦油器内部是否有着火现象；电捕焦油器下部灰斗设有外部盘管保温，对灰斗内的焦油进行加热保温；

当焙烧炉烟气进入电捕焦油器时，安装与电捕顶部的高压供电装置提供直流高压电源在电捕内部形成高压电场，烟气经过电场时，有害物焦油及粉尘粒子被高压电场击穿，形成带电粒子，在电场力的作用下，带电焦油及粉尘粒子向收尘极运动，并被吸附去除。烟气在进过电捕焦油器出风口安装的槽型板时由于烟气流动阻力增加，烟气流速降低，未被捕集的焦油及粉尘粒子经撞击碰撞槽形板沉降，再次净化被收集。电捕焦油器捕集了烟气中的焦油有害物后，可对后端干法净化起到防止焦油被氢氧化钙表面吸附，使其减少与烟气中其他有害反应的机会，延长有害物去除反应时间的作用。电捕焦油器捕集的焦油可回收利用，制作沥青毛毡等。

[0019] 通过这种设计，如果温度超过设定值，即视为电捕焦油器内部发生着火，传感器自动给出信号启动电捕焦油器内的蒸汽灭火装置及顶部热水灭火装置，由安装在电捕焦油器灰斗的高压蒸汽管喷出高压蒸汽，降低烟气温度，造成缺氧环境进行灭火；启动热水泵由顶部喷淋管道喷出热水对电场火源进行灭火，同时关闭电捕焦油器电场高压电源及进出口阀门，保证设备运行的安全。电捕焦油器下部灰斗设有外部盘管保温，对灰斗内的焦油进行加

热保温,以提高其流动性,便于焦油的流出回收。

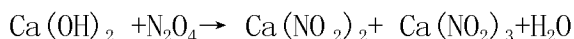
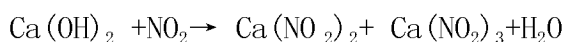
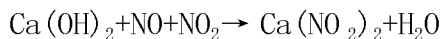
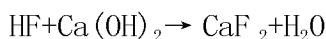
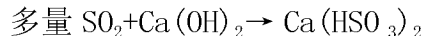
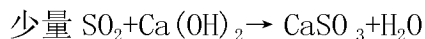
[0020] 电捕焦油器出口管连接到吸附反应器,吸附反应器上设有氢氧化钙粉料加料装置,吸附反应器出口管连接到布袋除尘器进口管道,布袋除尘器上设有污染气体过滤布袋及清灰装置,布袋除尘器出口设有烟气管道,与风机及烟囱相连;布袋收尘器下部设有粉料灰斗,灰斗上设置给料装置和循环输送溜槽,循环输送溜槽连接吸附反应器;给料装置分别连接吸附反应器和输送溜槽,输送溜槽连接气力提升机,气力提升机将含有害物氢氧化钙粉料输送至返回氢氧化钙物料仓;布袋收尘器的出烟道与风机进口相连接,风机出口与烟囱相连接。

[0021] 通过这种设计,灰斗内沉积的含有害物氢氧化钙粉料,一部分由灰斗上安装的给料装置及循环输送溜槽输送至吸附反应器继续反应,一部分由灰斗上安装的给料装置输送至返回输送溜槽,输送至气力提升机,由气力提升机将含有害物氢氧化钙粉料输送至返回氢氧化钙物料仓储藏备用。氢氧化钙粉料在压缩空气的作用下大量加入吸附反应器,与在吸附反应器处反向进入的高流速烟气充分混合接触、反应、吸附,去除烟气中的有害物焦油、HF、SO₂、NO_x、粉尘等有害物质。

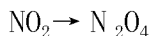
[0022] 本发明的技术方案的原理是:

氢氧化钙粉料在压缩空气的作用下大量加入反应器,与在反应器处反向进入的高流速烟气充分混合接触、反应、表面吸附,可以去除烟气中的有害物焦油、HF、SO₂、NO_x、粉尘等有害物质。

[0023] 具体反应式为:



在焙烧烟气降温工序中,NO也可以进一步反应生成NO₂。低温有利于NO生成NO₂。NO₂也可以进一步转化为N₂O₄。



通过采用上述技术方案,本发明具有以下有益效果:

本发明工艺流程简单,占地小,投资少,能耗低,一套电捕加干法综合吸附脱硫除尘净化设备,能同时去除烟气中的多种有害物质,对烟气一次净化彻底,不产生二次污染,被捕集的焦油可回收二次利用,同时能回收吸附剂氢氧化钙再利用。尤其是本专利技术,在焙烧烟气降温工序,压缩空气鼓入的O₂可与NO反应生成NO₂和N₂O₄,产生的NO₂和N₂O₄可以在随后的吸附除尘工序中,通过氢氧化钙有效地吸收。有效克服了需要多套净化设备同时使用才能达到去除烟气中多种有害物质的技术难题。该焙烧烟气综合吸附脱硫除尘净化方法及装置技术先进,可靠,能有效降低日常生产运行成本,经济合理。去除烟气中有害物层次分明效率高,烟气排放浓度优于国家现排放标准。

附图说明

[0025] 图 1 是本发明的工艺流程示意图。

[0026] 图 1 中 :1- 烟气管道,2- 阀门,3- 喷淋塔,4- 电捕焦油器,5- 吸附反应器, 6- 新鲜氢氧化钙物料输送装置,7- 新鲜氢氧化钙物料仓,8- 布袋除尘器,9- 吸附有害物的氢氧化钙物料仓,10- 循环氢氧化钙输送装置,11- 返回氢氧化钙输送装置,12- 气力提升机,13- 直通管道,14- 高压离心风机,15- 引风机,16- 烟囱。

[0027] 图 2 是喷淋塔示意图。

[0028] 图 2 中 :21- 温度传感器,22- 水泵,23- 压缩空气,24- 水管路,25- 喷枪。

[0029] 图 3 是电捕焦油器示意图。

[0030] 图 3 中 :31- 灰斗,32- 进风口,33- 壳体,34- 进风口气流均布板,35- 高压供电装置,36- 阴极框架,37- 阳极板,38- 出风口,39- 出风口槽形板。

[0031] 图 4 是吸附反应器示意图。

[0032] 图 4 中 :41- 吸附反应器壳体,42- 给料装置,43- 吸附料流态化装置,44- 吸附吸附反应器。

[0033] 图 5 是新鲜氢氧化钙给料输送系统示意图。

[0034] 图 5 中 :51- 给料阀门装置,52- 给料控制装置,53- 称重计量装置,54- 气动溜槽,55- 控制给料阀门

图 6 是循环氢氧化钙输送系统示意图。

[0035] 图 6 中 :61 给料装置,62 气动溜槽,63 控制阀门。

[0036] 图 7 是返回氢氧化钙物料输送系统示意图。

[0037] 图 7 中 :71 给料装置,72 气力提升机,73 手动控制阀,74 罗茨风机。

具体实施方式

[0038] 下面结合附图和实施例对本专利进一步解释说明。但本专利的保护范围不限于具体的实施方式。

[0039] 实施例 1

如附图 1 所示,联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺,其装置主要由喷淋塔 3、电捕焦油器 4、吸附反应器 5、布袋除尘器 8、引风机 15、烟气管道、料仓等组成,焙烧炉烟气的烟气管道通入喷淋塔 3,进口烟气管道下段塔体设置有喷淋装置,喷淋装置连接水泵 22 各高压空气管路,塔体设有蒸发冷凝段。

[0040] 喷淋塔 3 出口管连接到电捕焦油器 4 进口,电捕焦油器 4 设置有壳体,壳体两端分别设有烟气进风口 32 和出风口 38,进风口 32 内设置有多层烟气气流均布板,气流均布板上设置有孔洞,经过孔洞使烟气尽可能均匀分布通过电场;出风口 38 内设有阻止未被处理的粉尘焦油通过的槽型板;壳体内分为两个以上电场,每个电场都包含一组阳极板 37 和阴极框架 36,阳极板 37 由管板或管管形式组成,阴极框架 36 由管管对接及阴极丝组成;电场顶部设有供电装置,供电装置与阴极框架 36 相连接,阳极板 37 与大地连接形成供电回路;电场下部设有灰斗 31,灰斗 31 内设有阻气板,外部设有伴热盘管,灰斗 31 底部设有排灰口,灰斗 31 连接高压蒸汽管,电场下部设有热水泵 22 和顶部喷淋管道;电捕焦油器 4 进、出口均设有温度传感器 21,测定经过烟气温度,进行温度变化监控,用于判断电捕焦油器 4 内部是

否有着火现象；电捕焦油器 4 下部灰斗 31 设有外部盘管保温，对灰斗 31 内的焦油进行加热保温。

[0041] 电捕焦油器 4 出口管连接到吸附反应器 5，吸附反应器 5 上设有氢氧化钙粉料加料装置，吸附反应器 5 出口管连接到布袋除尘器 8 进口管道，布袋除尘器 8 上设有污染气体过滤布袋及清灰装置，布袋除尘器 8 出口设有烟气管道，与风机及烟囱 16 相连；布袋收尘器下部设有粉料灰斗 31，灰斗 31 上设置给料装置 42 和循环输送溜槽，循环输送溜槽连接吸附反应器 5；给料装置 42 分别连接吸附反应器 5 和输送溜槽，输送溜槽连接气力提升机 12，气力提升机 12 将含有害物氢氧化钙粉料输送至返回氢氧化钙物料仓；布袋除尘器 8 的出烟道与风机进口相连接，风机出口与烟囱 16 相连接。

[0042] 参照图 1 所示，通过引风机 15 吸力使焙烧炉烟气进入喷淋塔 3 内降温冷却、调质，调质降温后的烟气进入电捕焦油器 4 对烟气中焦油及粉尘进行捕集，再进入吸附反应器 5 与来自新鲜氢氧化钙物料仓 7，经由新鲜氢氧化钙输送装置 6 输送至吸附反应器 5 的氢氧化钙充分混合，并吸附反应烟气中有害物质，再进入布袋收尘器 8 进行气固混合物分离，排放出干净的气体，将吸附了有害物的氢氧化钙与氢氧化钙分离，氢氧化钙经循环氢氧化钙输送装置 10 循环再次利用，含吸附有害物的氢氧化钙收集后经循环氢氧化钙输送装置 10 输送至气力提升机 12，由其将物料输送至返回氢氧化钙物料仓 9，作为煅烧脱硫剂或修路基层物备用。

[0043] 参看图 2 所示，焙烧炉烟气从烟气管道进入喷淋塔，喷淋塔进出口烟气管道上设有温度传感器 21，喷淋塔上部设有喷枪 25，当温度传感器给出信号，喷淋塔附近的水泵 22 启动，水经管道 24 与压缩空气 23 混合由喷枪喷嘴喷出，由 plc 控制系统自动控制喷枪水量大小，使焙烧炉高温烟气温度降到设定温度 $90 \pm 5^{\circ}\text{C}$ ，并使水与烟气混合经过喷淋塔后形成雾化状态进入喷淋塔后端烟道，避免大量水气进入后端系统，溶解烟气中的酸性气体后形成的酸液对后端净化系统造成腐蚀及干扰。

[0044] 参看图 3 所示，经过喷淋塔调质降温的烟气，通过电捕焦油器进风口 32 进入，通过进风口内安装的有通气孔的气流均布板 34，使烟气均匀的分布与电场各个角落，确保烟气均匀通过电场，提高烟气净化效率。电捕焦油器顶部安装有高压供电装置 35，高压供电装置与阴极框架 36 连接作为放电极，阳极板 37 与大地连接形成回路作为收尘极，利用高压供电装置 35 提供的高压直流电源在其放电极和收尘极之间建立高压电场。当焙烧炉烟气进入电场，烟气中的有害物焦油及粉尘粒子被高压电场击穿，形成带电粒子，在电场力的作用下，带电焦油及粉尘粒子向收尘极运动，并被吸附于收尘极表面，吸附于收尘极表面的焦油粉尘粒子吸附到一定程度形成油滴、粉尘颗粒后沿收尘极流到壳体 33 下部灰斗 31 被集中收集。经过电场力作用达到净化烟气和回收焦油的目的。被净化后的烟气还要通过设置于出风口 39 内的槽型板 38，出风口槽型板一般设置 2 到 3 层，用增加烟气流动阻力，降低烟气流速，同时进一步起到烟气中未被电场捕集的焦油、粉尘粒子，经撞击碰撞槽形板沉降收尘的作用。电捕焦油器捕集了烟气中的焦油有害物后，可对后端干法净化起到防止焦油被氢氧化钙表面吸附，使其减少与烟气中其他有害反应的机会，延长有害物去除反应时间的作用。电捕焦油器进出口、保温箱、灰斗均设有温度传感器，用以检测经过的烟气温度，用于判断电捕焦油器内部是否有超温着火现象。一旦有温度超过限定值，即电捕焦油器进出口、保温箱、灰斗温度大于设定温度值时，PLC 系统则视为电捕焦油器内发生着火，传感器自动给

出信号,净化系统 PLC 控制系统启动电捕焦油器灰斗的蒸汽灭火装置,顶部热水灭火装置,同时关闭电捕进出口阀门,用于降低烟气温度阻断空气进入,达到灭火的目的以保证设备的运行安全。

[0045] 参看图 4 所示,当烟气经过电捕焦油器捕集焦油及粉尘后,进入烟道上的吸附反应器壳体 41,使用氢氧化钙料仓内的氢氧化钙粉料,以及布袋分离出来的循环氢氧化钙粉料为吸附剂由给料装置 42 在流态化装置 43 压缩空气的作用下,快速均匀的进入吸附综合吸附反应器 44 与吸附反应器 44 内的烟气充分混合、吸附反应有害物质。流态化装置可有效提高氢氧化钙加入时的均匀性,确保吸附反应器内烟气与氢氧化钙的全方位接触,吸附反应器可使用目前市场上常用的 VRI 吸附反应器,文丘里吸附反应器,环式逆流喷射高效吸附反应器,重力逆流喷射吸附反应器,流化床吸附反应器等。

参看图 5 所示,氢氧化钙物料从料仓内排除后经给料装置 51,在称重计量装置 53 的计量下,通过给料控制装置 52 由其调节输送氢氧化钙量大小,并均匀的由气动溜槽 54 输送到吸附反应器中,在气动溜槽 54 与吸附反应器间安装由 55 控制给料阀,控制进入每个吸附反应器内氢氧化钙的均匀性。

[0046] 参看图 6 所示,气固混合物固体分离过滤后的含吸附物氢氧化钙经过安装在除尘器灰斗上的给料装置 61,再气动溜槽 62 的作用下,通过控制阀门 63 输送到吸附反应器给料装置中,循环参加吸附及反应。

[0047] 参看图 7 所示,含有害物质烟气经过氢氧化钙吸附后,含吸附物的氢氧化钙、烟气颗粒及烟气进入布袋除尘器进行气固分离过滤,过滤净化后的干净烟气经引风机直接由烟囱排放,布袋除尘器灰斗内过滤出来的固体剩余含要害物的返回氢氧化钙经给料装置 71,输送到气力提升机 72,由罗茨风机 74 在手动阀门 73 的控制下提供物料提升动力,由气力提升机将返回氢氧化钙输送至返回氢氧化钙物料仓储存,作为煅烧脱硫或修路基层物备用。

由上述示意图所示,焙烧烟气电捕加干法综合吸附脱硫除尘净化装置,包括连接焙烧炉的烟气管道 1,阀门 2,喷淋塔 3,电捕焦油器 4,吸附反应器 5,新鲜氢氧化钙物料输送装置 6,新鲜氢氧化钙物料仓 7,布袋除尘器 8,吸附有害物的氢氧化钙物料仓 9,循环氢氧化钙输送装置 10,返回氢氧化钙输送装置 11,气力提升机 12,直通管道 13,高压离心风机 14,引风机 15,烟囱 16 等。焙烧炉烟气的出口通过烟气管道 1 与喷淋塔 3 相连,在引风机 15 抽力的作用下,来自焙烧炉的含尘、含氟、含焦油、含酸性气体烟气进入喷淋塔 3,喷淋塔进口烟气管道上设有温度传感器,喷淋塔上设有喷淋系统,由 PLC 控制喷头随温度自动喷淋,由 PLC 控制喷嘴供水水泵频率,自动调节控制水量大小,喷淋塔出口通过管道电捕焦油器 4 进口相连,当焙烧炉烟气进入电捕焦油器时,安装与电捕顶部的高压供电装置提供直流高压电源在电捕内部形成高压电场,烟气经过电场时,有害物焦油及粉尘粒子被高压电场击穿,形成带电粒子,在电场力的作用下,带电焦油及粉尘粒子向收尘极运动,并被吸附去除。烟气在进过电捕焦油器出风口安装的槽型板时由于烟气流动阻力增加,烟气流速降低,未被捕集的焦油及粉尘粒子经撞击碰撞槽形板沉降,再次净化被收集。电捕焦油器捕集了烟气中的焦油有害物后,可对后端干法净化起到防止焦油被氢氧化钙表面吸附,使其减少与烟气中其他有害反应的机会,延长有害物去除反应时间的作用。电捕焦油器出口管道与综合吸附反应器 5 壳体相连;经过电捕焦油器处理后的烟气进入吸附反应器的壳体内,吸附反应器的外壳体与烟道连接,烟气上升过程中能与加入的氢氧化钙粉末充分混合,吸附氟、焦

油、粉尘、 SO_2 、 NO_x 等有害物质,吸附反应器上设有氢氧化钙加料口和循环氢氧化钙加料口,综合吸附反应器加料口下端设有流态化装置,在压缩空气流态化装置的作用下,使氢氧化钙等均匀快速喷出;布袋除尘器上装有脉冲阀压缩空气反吹系统、自动控制阀、差压清灰系统,随时间的积累,滤袋表面的含有害物质氢氧化钙和烟气粉尘越来越多,增加了设备阻力,产生大的差压,通过压差信号反馈到 PLC,当压差数值大于设定值时,PLC 发出指令,压缩空气反吹脉冲阀对布袋依次进行清灰,在压缩空气的作用下使滤袋瞬间迅速膨胀,以清除滤袋表面上的粉尘,使含有害物的氢氧化钙和烟气粉尘落入灰斗内,净化后的烟气由连接在布袋除尘器后段的引风机经烟囱排放大气。布袋除尘器灰斗连接给料装置及循环氢氧化钙输送系统与综合吸附反应器相连;布袋除尘器灰斗经过给料装置与气动溜槽与气力提升机相连,气力提升机与返回氢氧化钙料仓连通。整个系统为了确保运行安全,在喷淋塔进出口、电捕进口、电捕顶部、电捕灰斗、风机进口管道上均设有温度传感器,如果温度高于设定值时,系统及视为着火,为了保护电捕焦油器及为防止焙烧炉烟气温度过高进入布袋除尘器烧毁布袋,PLC 将自动判断调节喷淋塔水泵喷水量,以降低烟气的温度,并打开电捕蒸汽、热水喷淋系统,关闭系统进口阀门并打开直通管路上的阀门,烟尘进入直通烟道 13 由烟囱 16 排出;本系统采用 PLC 集中自动控制,通过操作室的上位机系统进行全面监控及控制。

[0048] 本工艺流程简单,占地小,投资少,能耗低,一套电捕加干法设备能同时去除烟气中的多种有害物质,避免了多次使用不同设备对烟气进行各污染物去除的投资浪费及场地占用浪费,对烟气一次净化彻底,不产生二次污染,同时能回收吸附剂氢氧化钙再利用。有效避免了多套净化设备同时使用才能达到去除烟气中有害物质的目的。该焙烧电捕加干法烟气综合吸附脱硫除尘净化方法工艺技术先进,可靠。自动化控制程度高,有效降低生产运行成本,经济合理,去除烟气中有害物效率高,烟气排放浓度优于国家排放标准,技术水平已经达到国际先进水平。

[0049] 具体实施效果:

某碳素厂焙烧炉产生的烟气,经检测,含有氮氧化物、硫化物、氟化物等有害物质,其中,氮氧化物含量为 $85\text{mg}/\text{m}^3$,二氧化硫含量为 $236\text{mg}/\text{m}^3$,氟化物为 $35\text{mg}/\text{m}^3$,焦油含量 $35\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0050] 经过采用加入氢氧化钙作为吸附剂的联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺处理,排放气体达到氮氧化物含量为 $55\text{mg}/\text{m}^3$,二氧化硫含量为 $65\text{mg}/\text{m}^3$,氟化物为 $2.2\text{mg}/\text{m}^3$,焦油含量 $8\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0051] 对比例 1

与实施例 1 相同的某碳素厂焙烧炉产生的烟气,经检测,含有氮氧化物、硫化物、氟化物等有害物质,其中,氮氧化物含量为 $178\text{mg}/\text{m}^3$,二氧化硫含量为 $340\text{mg}/\text{m}^3$,氟化物为 $35\text{mg}/\text{m}^3$,焦油含量 $336\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0052] 经过采用加入氧化铝作为吸附剂的联合法焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺处理,排放气体达到氮氧化物含量为 $162\text{mg}/\text{m}^3$,二氧化硫含量为 $312\text{mg}/\text{m}^3$,氟化物为 $3.2\text{mg}/\text{m}^3$,焦油含量 $4\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0053] 对比例 2

如实施例 1 相同的某碳素厂焙烧炉产生的烟气,经检测,含有氮氧化物、硫化物、氟化物等有害物质,其中,氮氧化物含量为 $185\text{mg}/\text{m}^3$,二氧化硫含量为 $338\text{mg}/\text{m}^3$,氟化物为 $33\text{mg}/\text{m}^3$ 。

m^3 , 焦油含量 $316\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0054] 经过采用加入氢氧化钙作为吸附剂的焙烧烟气吸附脱硫除尘净化工艺处理, 但是未使用电捕焦油器, 氢氧化钙使用量和焙烧烟气排放速率相同, 排放气体达到氮氧化物含量为 $58\text{mg}/\text{m}^3$, 二氧化硫含量为 $85\text{mg}/\text{m}^3$, 氟化物为 $2.8\text{mg}/\text{m}^3$, 焦油含量 $12\text{mg}/\text{m}^3$ 。

[0055] 也就是说, 通过电捕焦油器的使用, 提高了氢氧化钙的利用效率, 避免了焦油对氢氧化钙的吸附作用, 增加了氢氧化钙和焙烧烟气的接触面积, 相应提高了吸附效果。

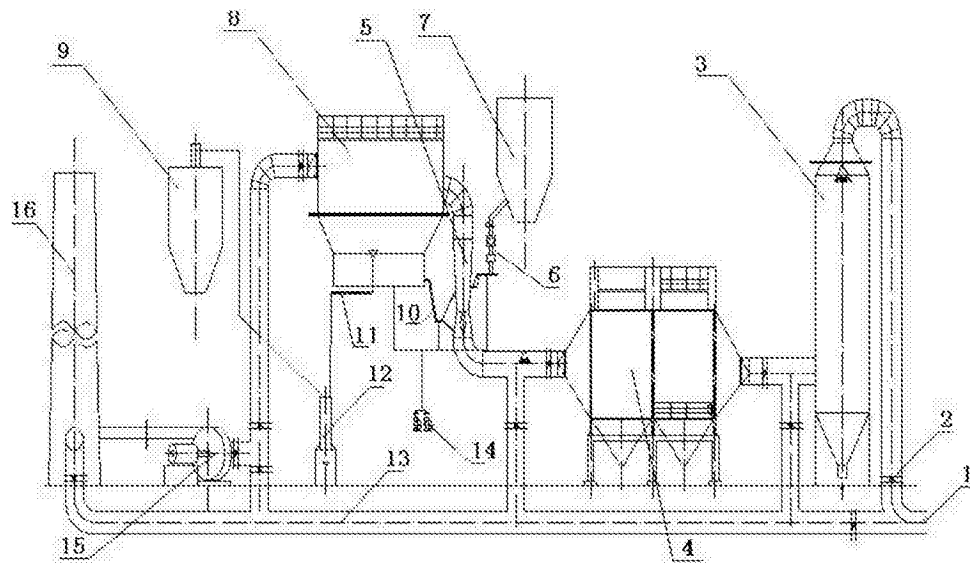


图 1

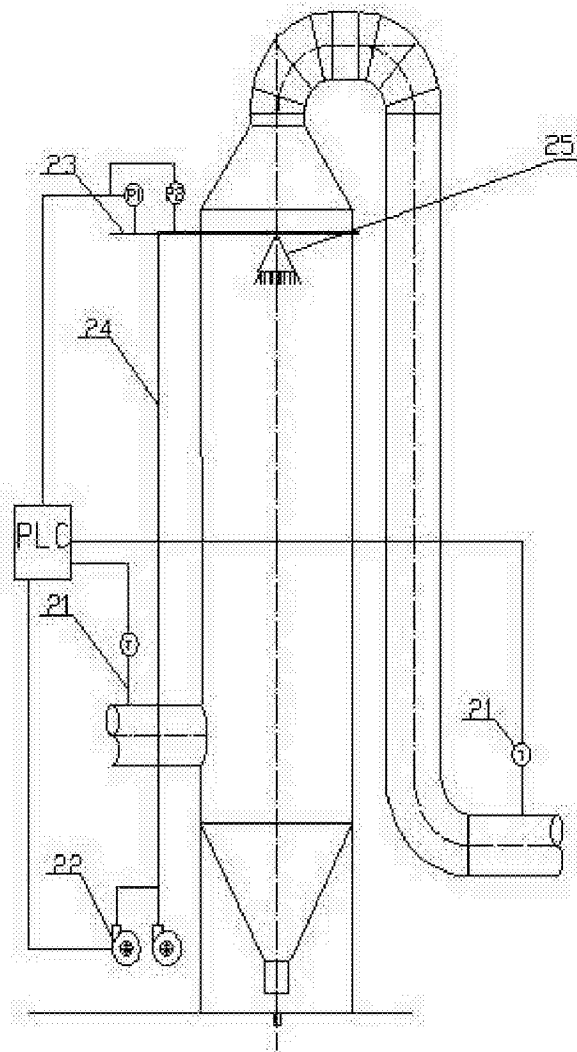


图 2

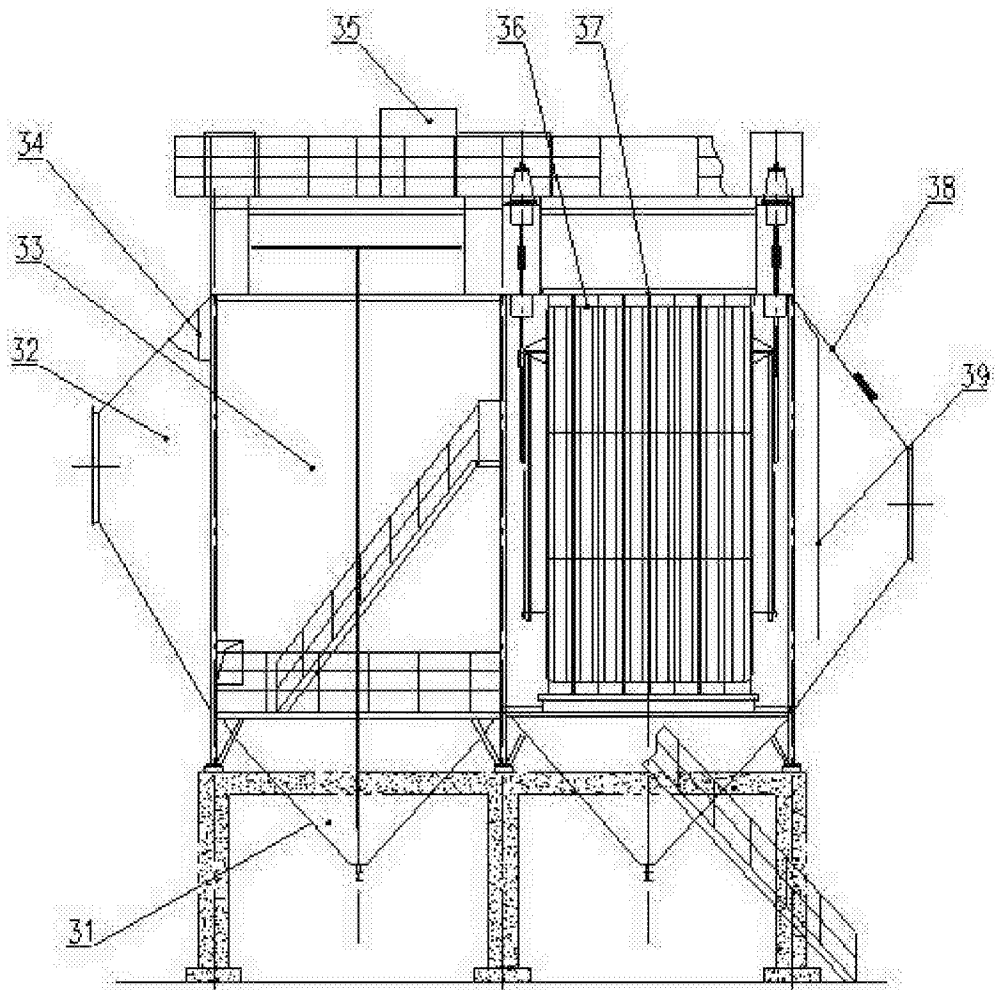


图 3

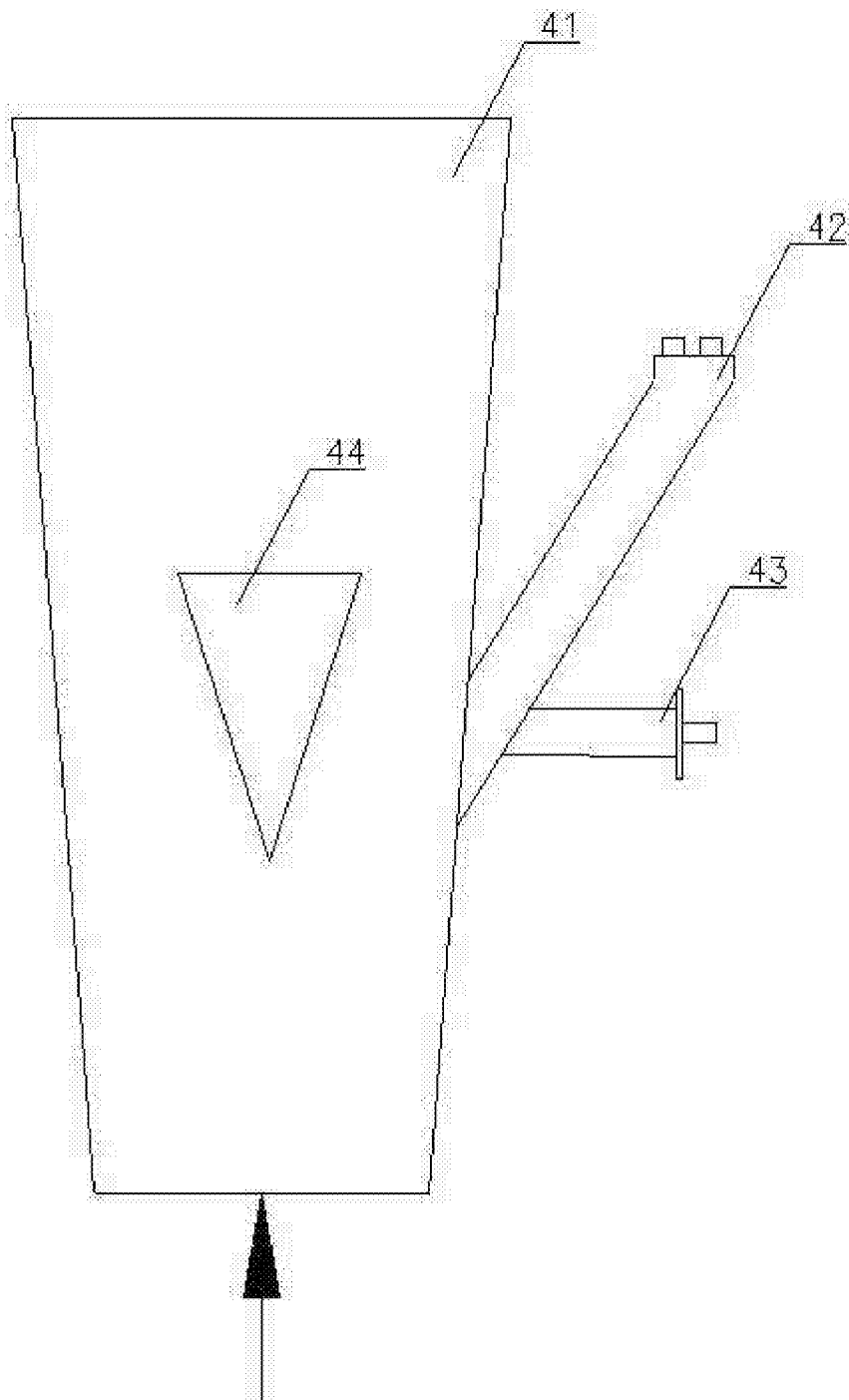


图 4

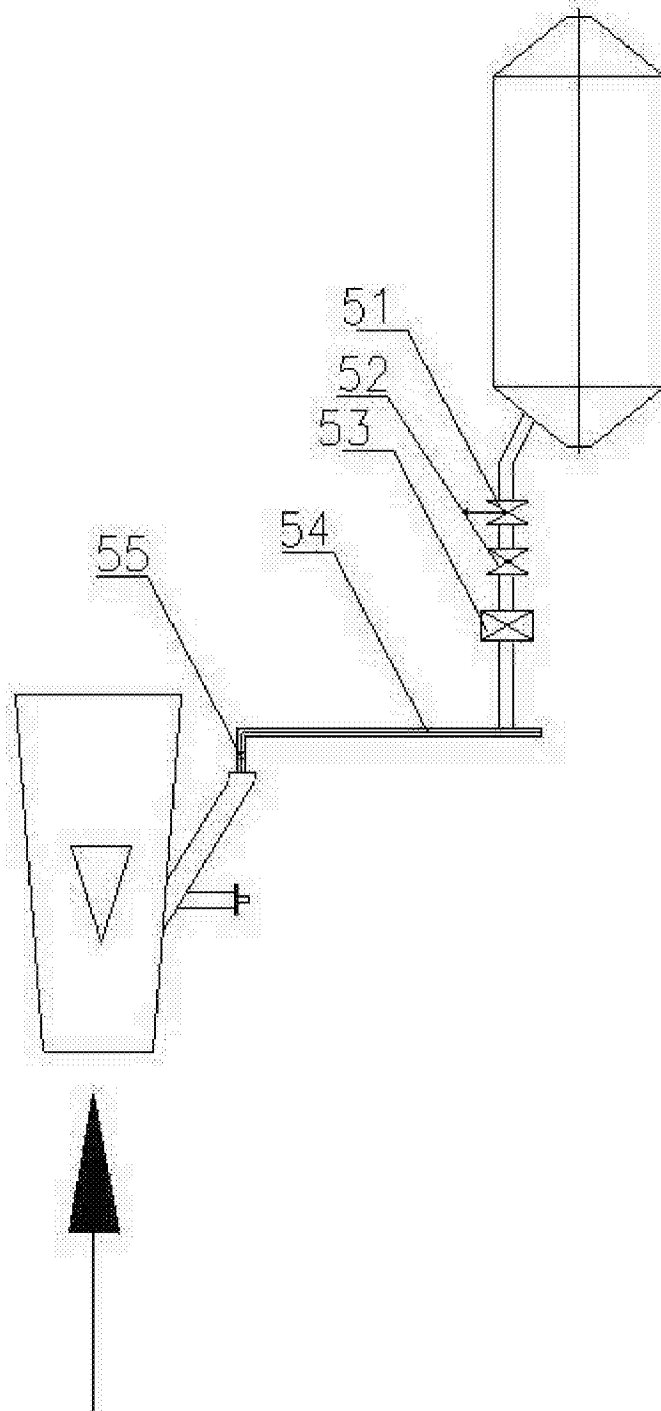


图 5

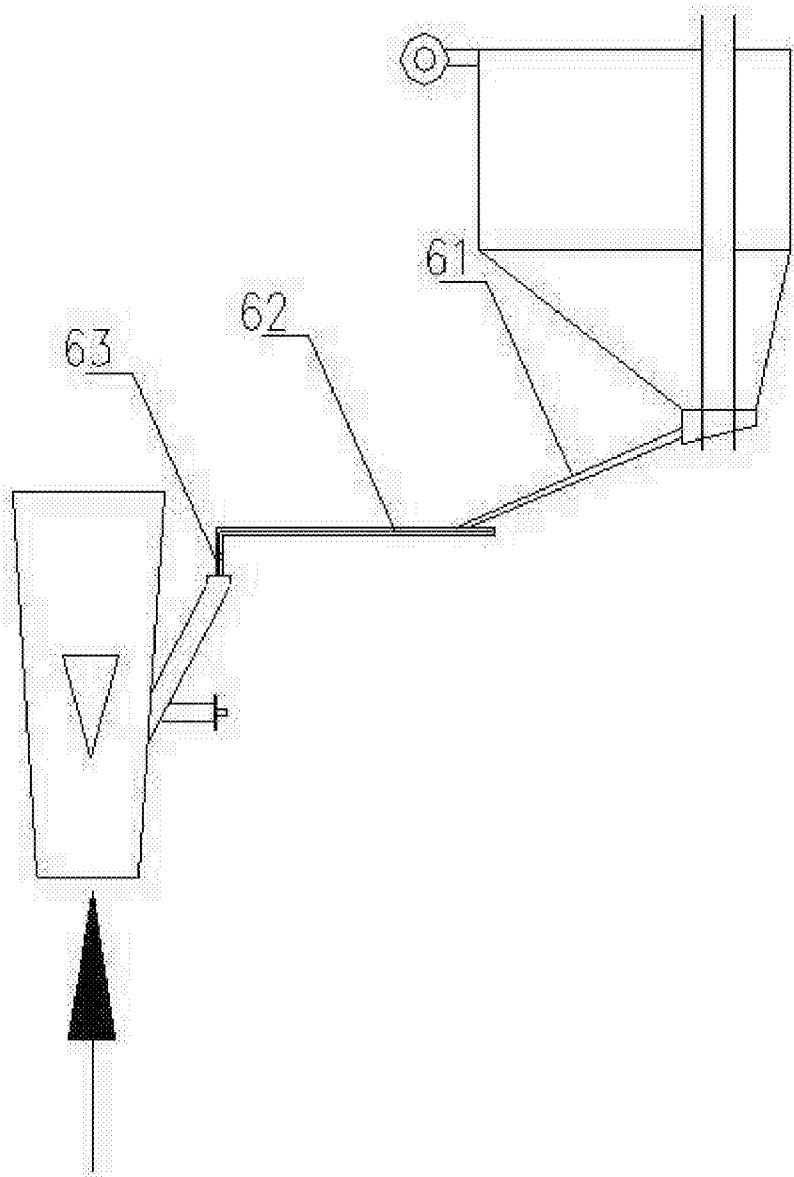


图 6

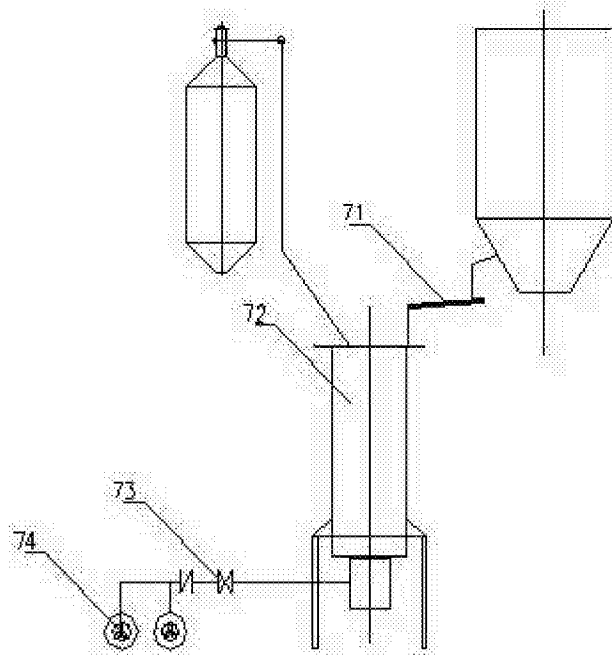


图 7