



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113697774 B

(45) 授权公告日 2023. 04. 07

(21) 申请号 202111094100.1

(51) Int.Cl.

(22) 申请日 2021.09.17

C01B 17/04 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 唐郡

申请公布号 CN 113697774 A

(43) 申请公布日 2021.11.26

(73) 专利权人 洛阳瑞昌环境工程有限公司

地址 471003 河南省洛阳市自由贸易试验区洛阳片区高新技术产业开发区延光路8号

(72) 发明人 孙东旭 刘颖 蒋松 王丽洁 高建峰

(74) 专利代理机构 北京市中联创和知识产权代理有限公司 11364

专利代理师 姚永锋 李萌

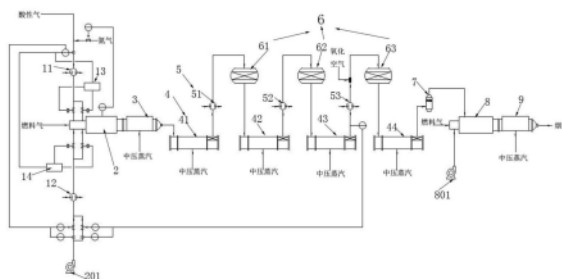
权利要求书3页 说明书17页 附图1页

(54) 发明名称

一种超低负荷硫回收系统及工艺

(57) 摘要

本发明提供一种超低负荷硫回收系统及工艺,超低负荷硫回收系统包括顺序连接的酸性气燃烧单元和尾气处理单元,酸性气燃烧单元包括顺序连接的燃烧炉和燃烧废锅,所述尾气处理单元包括冷凝器组件、再热器组件、反应器组件、捕集器、焚烧炉和焚烧废锅,在燃烧炉上设置第一燃烧器,在第一燃烧器上设置两级酸性气通道和两级助燃空气通道,在两级酸性气通道的出口端设置酸性气喷枪组件。本发明的一种超低负荷硫回收系统,在第一燃烧器上设置两级酸性气通道,便于根据酸性气流量不同选用合适的酸性气通道,以防止第一燃烧器回火,同时可提高第一燃烧器操作调节比,增加使用弹性;在第一燃烧器上设置两级助燃空气通道,保证第一燃烧器燃烧效果。



CN 113697774 B

1. 一种超低负荷硫回收工艺,其特征在于,超低负荷硫回收系统包括顺序连接的酸性气燃烧单元和尾气处理单元,所述酸性气燃烧单元包括顺序连接的燃烧炉(2)和燃烧废锅(3),所述尾气处理单元包括冷凝器组件(4)、再热器组件(5)、反应器组件(6)、捕集器(7)、焚烧炉(8)和焚烧废锅(9),在所述燃烧炉(2)上设置第一燃烧器(1),在所述第一燃烧器(1)上设置两级酸性气通道(110)和两级助燃空气通道(120),在所述两级酸性气通道(110)的出口端设置酸性气喷枪组件,

超低负荷硫回收工艺使用所述的一种超低负荷硫回收系统,所述超低负荷硫回收工艺包括如下步骤:

S100:酸性气、助燃空气依次通过第一燃烧器(1)进入所述燃烧炉(2)中进行燃烧,燃烧产生的高温过程气经燃烧废锅(3)冷凝得到液硫并回收;

S200:燃烧废锅(3)冷凝后的所述过程气进入各级冷凝器、各级再热器和各级反应器,在反应器内进行克劳斯反应并回收液硫,并将产生的过程气经冷凝器冷凝,被深度冷凝的过程气通过捕集器(7)进行硫分离;

S300:经过捕集器(7)后的尾气进入焚烧炉(8)焚烧,焚烧炉(8)焚烧后的烟气经焚烧废锅(9)降温后送至脱硫系统,同时产生中压饱和蒸汽并厂区蒸汽管网,

在步骤S100的燃烧过程中,步骤S100包括如下的步骤:

S101:检测酸性气流量;

S102:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足酸性气流量 $<$ 设计值的30%,若是,则进入S103;若否,则进入S111;

S103:酸性气走酸性气一级通道(111),第一阀门(113)打开,酸性气走第一酸性气喷枪(117);

S104:计算所需空气量;

S105:判断系统所需空气量是否低于微调风的最大流量,若是,则进入S106;若否,则进入S107;

S106:打开微调风回路,进入S114;

S107:同时打开主调风回路和微调风回路;

S108:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足酸性气流量 $<$ 设计值的20%,若是,则进入S109;若否,则进入S110;

S109:助燃空气走助燃空气一级通道(121),第三阀门(123)打开,助燃空气通过第一旋流器(127)进入燃烧室,进入S114;

S110:助燃空气走助燃空气二级通道(122),第四阀门(124)打开,助燃空气通过第二旋流器(128)进入燃烧室,进入S114;

S111:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足当酸性气流量 \geq 设计值的80%时,若是,则进入S112;若否,则进入S113;

S112:酸性气走酸性气一级通道(111)和酸性气二级通道(112),第一阀门(113)和第二阀门(114)均打开,酸性气走第一酸性气喷枪(117)和第二酸性气喷枪(118),空气走所述助燃空气一级通道(121)和助燃空气二级通道(122),第三阀门(123)和第四阀门(124)均打开,助燃空气通过第一旋流器(127)和第二旋流器(128)进入燃烧室,进入S114;

S113:酸性气走所述酸性气二级通道(112),第二阀门(114)打开,酸性气走第二酸性气

喷枪(118),空气走所述助燃空气一级通道(121)和助燃空气二级通道(122),第三阀门(123)和第四阀门(124)均打开,助燃空气通过第一旋流器(127)和第二旋流器(128)进入燃烧室;

S114:酸性气、助燃空气在所述燃烧炉(2)中进行燃烧,燃烧产生的高温过程气经燃烧废锅(3)冷凝得到液硫并回收,

步骤S103包括如下的步骤:

S1031:酸性气走所述酸性气一级通道(111),第一阀门(113)打开,酸性气走第一酸性气喷枪(117);

S1032:实时检测燃烧炉(2)内的温度T;

S1033:判断T是否满足 $T \geq$ 第一预设温度T1,若是,则进入步骤S1034;若否,则进入步骤S1035;

S1034:调整氮气管道上的调节阀,增加氮气流量;

S1035:判断T是否满足 $T \geq$ 第二预设温度T2;若是,则进入步骤S1036;若否,则进入步骤S1037;

S1036:提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出20-50°C和/或维持当前氮气流量;

S1037:判断T是否满足 $T \geq$ 第三预设温度T3,若是,则进入步骤S1038;若否,则进入步骤S1039;

S1038:通过大负荷宽调节比长明灯(130)的长明灯燃料气入口(131)可以向第一燃烧器(1)内补充燃料气和/或维持当前氮气流量;

S1039:提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出20-50°C;通过大负荷宽调节比长明灯(130)的长明灯燃料气入口(131)可以向第一燃烧器(1)内补充燃料气;维持当前氮气流量。

2.根据权利要求1所述的一种超低负荷硫回收工艺,其特征在于,在所述第一燃烧器(1)上设置第一酸性气喷枪(117)和第二酸性气喷枪(118),所述第二酸性气喷枪(118)套设在所述第一酸性气喷枪(117)的外侧,所述第一酸性气喷枪(117)套设在燃料气喷枪(102)的外侧。

3.根据权利要求1所述的一种超低负荷硫回收工艺,其特征在于,所述两级助燃空气通道(120)包括助燃空气一级通道(121)和助燃空气二级通道(122),在所述助燃空气一级通道(121)上设置第三阀门(123),在所述助燃空气二级通道(122)设置第四阀门(124)。

4.根据权利要求3所述的一种超低负荷硫回收工艺,其特征在于,在所述助燃空气一级通道(121)内设置第一旋流器(127),在所述助燃空气二级通道(122)内设置第二旋流器(128)。

5.根据权利要求1所述的一种超低负荷硫回收工艺,其特征在于,在所述第一燃烧器(1)上设置大负荷宽调节比长明灯(130),所述大负荷宽调节比长明灯(130)与所述第一燃烧器(1)的燃烧室连通,在所述大负荷宽调节比长明灯(130)上设置长明灯燃料气入口(131)和长明灯空气入口(132)。

6.根据权利要求1所述的一种超低负荷硫回收工艺,其特征在于,所述两级酸性气通道(110)包括酸性气一级通道(111)和酸性气二级通道(112),所述两级酸性气通道(110)用于

向所述第一燃烧器(1)内部输入酸性气和/或氮气,在所述酸性气一级通道(111)的出口端设置第一酸性气喷枪(117),在所述酸性气二级通道(112)的出口端设置第二酸性气喷枪(118),在所述酸性气一级通道(111)上设置第一阀门(113),在所述酸性气二级通道(112)上设置第二阀门(114)。

7.根据权利要求1所述的一种超低负荷硫回收工艺,其特征在于,在所述第一燃烧器(1)之前设置酸性气管道、氮气管道、空气管道和预热器组件,所述预热器组件用于对进入所述第一燃烧器(1)之前的酸性气和/或氮气和/或空气进行加热升温,所述氮气管道的出口端与所述酸性气管道连通,所述酸性气管道的出口端与第一燃烧器(1)的酸性气入口(115)连接,所述空气管道的出口端与第一燃烧器(1)的助燃空气入口(125)连接。

8.根据权利要求1所述的一种超低负荷硫回收工艺,其特征在于,步骤S103还包括向所述燃烧废锅(3)、一级冷凝器(41)、二级冷凝器(42)和三级冷凝器(43)、四级冷凝器(44)和焚烧废锅(9)内补充中压蒸汽。

一种超低负荷硫回收系统及工艺

技术领域

[0001] 本发明涉及硫磺回收领域,具体而言,涉及一种超低负荷硫回收系统及工艺。

背景技术

[0002] 硫回收装置是处理煤化工、石油化工、精细化工装置产生的含 H_2S 酸性气,副产硫磺的主要装置。酸性气处理量是硫回收装置设计的最主要的技术参数,正常设计情况下要求酸性气的处理量为设计值的30%-120%,而在实际运行过程中,在硫回收装置开车初期,或受上游装置原料中硫含量的影响,一些硫回收装置的操作负荷长期低于30%,基本维持在10%-20%之间,这种现象在煤化工、精细化工等行业尤为突出。

[0003] 硫回收装置长期的低负荷运行对装置的正常运行会产生不利的影 响,如:酸性气负荷过低而引起酸性气燃烧器回火、燃烧器烧坏等问题。最常见的解决办法是通过酸性气燃烧器的燃料气入口补充燃料气来增加酸性气的流量。通过酸性气燃烧器的燃料气入口补充燃料气时,一方面操作难度比较大,另一方面,燃料气入口距离燃烧室较远,也易引起酸性气燃烧器回火、燃烧器烧坏等问题;第三,由于燃烧器内是欠氧燃烧,补充燃料气会燃烧不充分,易积碳而影响硫磺品质。除此之外还存在设备操作温度偏低引起的腐蚀泄露,硫回收率偏低引起的尾气排放超标,系统热平衡未达到而引起的管线堵塞等一系列问题。上述这些问题严重制约了硫回收装置的正常运行,亟需开发一种能满足硫回收装置在超低负荷下稳定运行的工艺技术及方法,满足硫回收装置在10%-30%超低负荷的正常运行的需要。

[0004] 有鉴于此,特提出本发明。

发明内容

[0005] 本发明的目的在于提出一种超低负荷硫回收系统及工艺,以解决现有技术中酸性气负荷过低而引起酸性气燃烧器回火,进而导致燃烧器烧坏的问题。

[0006] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0007] 一种超低负荷硫回收系统,所述超低负荷硫回收系统包括顺序连接的酸性气燃烧单元和尾气处理单元,所述酸性气燃烧单元包括顺序连接的燃烧炉和燃烧废锅,所述尾气处理单元包括冷凝器组件、再热器组件、反应器组件、捕集器、焚烧炉和焚烧废锅,在所述燃烧炉上设置第一燃烧器,在所述第一燃烧器上设置两级酸性气通道和两级助燃空气通道,在所述两级酸性气通道的出口端设置酸性气喷枪组件。

[0008] 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统,在第一燃烧器上设置两级酸性气通道,便于根据酸性气流量不同选用合适的酸性气通道,以防止第一燃烧器回火,同时可提高第一燃烧器操作调节比,增加使用弹性;在第一燃烧器上设置两级助燃空气通道,便于根据负荷情况调整助燃风空气流量,保证第一燃烧器燃烧效果。

[0009] 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺能够满足在酸性气为设计值的10%-30%下的正常运行的需要,降低装置的操作难度,提高硫回收率。

[0010] 进一步的,在所述第一燃烧器上设置第一酸性气喷枪和第二酸性气喷枪,所述第

二酸性气喷枪套设在所述第一酸性气喷枪的外侧,所述第一酸性气喷枪套设在燃料气喷枪的外侧。

[0011] 当设备运行处理酸性气时,便于根据酸性气流量不同选用合适的酸性气喷枪,以防止第一燃烧器回火,同时可提高第一燃烧器操作调节比,增加使用弹性,保证反应温度。

[0012] 进一步的,所述两级助燃空气通道包括助燃空气一级通道和助燃空气二级通道,在所述助燃空气一级通道上设置第三阀门,在所述助燃空气二级通道上设置第四阀门。

[0013] 该设置便于根据负荷情况调整助燃风空气流量,保证燃烧器燃烧效果。

[0014] 进一步的,在所述助燃空气一级通道内设置第一旋流器,在所述助燃空气二级通道内设置第二旋流器。

[0015] 第一旋流器和第二旋流器的设置,使酸性气和空气形成强烈的漩涡混合,混合效果好,燃烧强烈、完全,火焰紊流度大,提高硫回收率。

[0016] 进一步的,在所述第一燃烧器上设置大负荷宽调节比长明灯,所述大负荷宽调节比长明灯与所述第一燃烧器的燃烧室连通,在所述大负荷宽调节比长明灯上设置长明灯燃料气入口和长明灯空气入口。

[0017] 大负荷宽调节比长明灯的设置将长明灯的负荷从30KW提高至150KW以上。当酸性气流量<设计值的30%时,通过大负荷宽调节比长明灯的长明灯燃料气入口可以向第一燃烧器内补充燃料气,提高燃烧炉的炉膛温度。由于长明灯空气入口的设置使得在大负荷宽调节比长明灯内的空气过量,所以通过大负荷宽调节比长明灯第一燃烧器内补充燃料气不会出现积碳的问题。大负荷宽调节比长明灯可作为低温烘炉用,保证低温烘炉温度稳定可控。

[0018] 进一步的,所述两级酸性气通道包括酸性气一级通道和酸性气二级通道,所述酸性气通道用来向所述第一燃烧器内部输入酸性气和/或氮气,在酸性气一级通道的出口端设置所述第一酸性气喷枪,在酸性气二级通道的出口端设置所述第二酸性气喷枪,所述酸性气一级通道、所述酸性气二级通道共用一个酸性气入口和一个酸性气流量计,在所述酸性气一级通道上设置第一阀门,在所述酸性气二级通道上设置第二阀门。

[0019] 该设置便于根据酸性气流量的情况走合适的酸性气通道,以防止燃烧器回火,同时可提高第一燃烧器的操作调节比,增加使用弹性,保证反应温度;且便于根据负荷情况调整氮气的流量,进一步以防止燃烧器回火,保证第一燃烧器的燃烧效果。

[0020] 进一步的,在所述第一燃烧器之前设置酸性气管道、氮气管道、空气管道和预热器组件,所述预热器组件用于对进入所述第一燃烧器之前的酸性气和/或氮气和/或空气进行加热升温,所述氮气管道的出口端与所述酸性气管道连通,所述酸性气管道的出口端与第一燃烧器的酸性气入口连接,所述空气管道的出口端与第一燃烧器的助燃空气入口连接。

[0021] 在第一燃烧器之前设置酸性气管道和氮气管道,所述氮气管道的出口端与所述酸性气管道连通,在氮气管道上设置调节阀,当酸性气流量<设计值的30%时,在保证酸性气燃烧炉炉膛温度 $\geq 950^{\circ}\text{C}$ 的前提下调整氮气管道上的调节阀,增加氮气流量,从而增加酸性气通道内的流速,进而防止第一燃烧器回火而烧坏第一燃烧器。

[0022] 在所述第一燃烧器之前设置预热器组件,所述预热器组件用于对进入所述第一燃烧器之前的酸性气和/或氮气和/或空气进行加热升温。当酸性气流量<设计值的30%时,提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出20-

50℃,以提高低负荷下燃烧炉的炉膛温度,提高硫回收率。

[0023] 一种超低负荷硫回收工艺,所述超低负荷硫回收工艺使用任意一项所述的一种超低负荷硫回收系统,所述超低负荷硫回收工艺包括如下步骤:

[0024] S100:酸性气、助燃空气依次通过第一燃烧器进入所述燃烧炉中进行燃烧,燃烧产生的高温过程气经燃烧废锅冷凝得到液硫并回收;

[0025] S200:燃烧废锅冷凝后的所述过程气进入各级冷凝器、各级再热器和各级反应器,在反应器内进行克劳斯反应并回收液硫,并将产生的过程气经冷凝器冷凝,被深度冷凝的过程气通过捕集器进行硫分离;

[0026] S300:经过捕集器后的尾气进入焚烧炉焚烧,焚烧炉焚烧后的烟气经焚烧废锅降温后送至脱硫系统,同时产生中压饱和蒸汽并厂区蒸汽管网。

[0027] 更进一步的,在步骤S100的燃烧过程中,步骤S100包括如下的步骤:

[0028] S101:检测酸性气流量;

[0029] S102:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足酸性气流量 $<$ 设计值的30%,若是,则进入S103;若否,则进入S111;

[0030] 从而通过设置判断酸性气流量 $<$ 设计值的30%的过程,使得系统能够及时确定的为酸性气选择合适的酸性气通道和酸性气喷枪,避免发生第一燃烧器回火的现象。

[0031] S103:酸性气走所述酸性气一级通道,第一阀门打开,酸性气走第一酸性气喷枪;

[0032] 该设置保证了酸性气的流速,以防止第一燃烧器回火,进而防止第一燃烧器烧坏;

[0033] S104:计算所需空气量;

[0034] S105:判断系统所需空气量是否低于微调风的最大流量,若是,则进入S106;若否,则进入S107;

[0035] 从而通过设置判断系统所需空气量是否低于微调风的最大流量的过程,使得系统能够及时确定的为酸性气选择合适的调风回路,实现系统的精确控制,使燃烧炉内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生。

[0036] S106:打开微调风回路,进入S114;

[0037] S107:同时打开主调风回路和微调风回路;

[0038] 通过主调风回路和微调风回路,实现精确控制,使燃烧炉内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生。

[0039] S108:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足酸性气流量 $<$ 设计值的20%,若是,则进入S109;若否,则进入S110;

[0040] 从而通过设置判断酸性气流量是否满足 $<$ 设计值的20%的过程,使得系统能够及时确定的为酸性气选择合适的助燃空气通道,实现系统的精确控制,使燃烧炉内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生。

[0041] S109:助燃空气走所述助燃空气一级通道,第三阀门打开,助燃空气通过第一旋流器进入燃烧室,进入S114;

[0042] S110:助燃空气走所述助燃空气二级通道,第四阀门打开,助燃空气通过第二旋流器进入燃烧室,进入S114;

[0043] S111:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足当酸性气流量 \geq 设计值的80%时,若是,则进入S112;若否,则进入S113;

[0044] 从而通过设置判断酸性气流量 \geq 设计值的80%的过程,使得系统能够及时确定的为酸性气选择合适的酸性气通道和酸性气喷枪,避免发生第一燃烧器回火的现象。

[0045] S112:酸性气走所述酸性气一级通道和酸性气二级通道,第一阀门和第二阀门均打开,酸性气走第一酸性气喷枪和第二酸性气喷枪,空气走所述助燃空气一级通道和助燃空气二级通道,第三阀门和第四阀门均打开,助燃空气通过第一旋流器和第二旋流器进入燃烧室,进入S114;

[0046] S113:酸性气走所述酸性气二级通道,第二阀门打开,酸性气走第二酸性气喷枪,空气走所述助燃空气一级通道和助燃空气二级通道,第三阀门和第四阀门均打开,助燃空气通过第一旋流器和第二旋流器进入燃烧室;

[0047] S114:酸性气、助燃空气在所述燃烧炉中进行燃烧,燃烧产生的高温过程气经燃烧废锅冷凝得到液硫并回收。

[0048] 更进一步的,步骤S103还包括向所述燃烧废锅、一级冷凝器、二级冷凝器和三级冷凝器、四级冷凝器和焚烧废锅内补充中压蒸汽。

[0049] 该设置保证了系统热平衡稳定,保证燃烧炉废锅出口温度在250℃以上,一级冷凝器、二级冷凝器和三级冷凝器出口温度在150℃以上,四级冷凝器出口温度在130℃以上,防止系统管线堵塞。

[0050] 本发明的提出一种超低负荷硫回收系统及工艺,相对于现有技术而言,本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺具有以下有益效果:

[0051] 1) 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺,在第一燃烧器上设置两级酸性气通道,在酸性气一级通道的出口端设置第一酸性气喷枪,在酸性气二级通道的出口端设置第二酸性气喷枪,当设备运行处理酸性气时,便于根据酸性气流量不同选用合适的酸性气通道和酸性气喷枪,以防止第一燃烧器回火,同时可提高第一燃烧器操作调节比,增加使用弹性,保证反应温度。

[0052] 2) 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺,在第一燃烧器上设置两级助燃空气通道,便于根据酸性气流量情况调整助燃风空气流量,保证第一燃烧器燃烧效果;第一旋流器和第二旋流器的设置,使酸性气和空气形成强烈的漩涡混合,混合效果好,燃烧强烈、完全,火焰紊流度大,提高硫回收率。

[0053] 3) 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺,大负荷宽调节比长明灯的设置将长明灯的负荷从30KW提高至150KW以上,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,通过大负荷宽调节比长明灯的长明灯燃料气入口可以向第一燃烧器内补充燃料气,提高燃烧炉的炉膛温度,由于长明灯空气入口的设置使得在大负荷宽调节比长明灯内的空气过量,所以通过大负荷宽调节比长明灯第一燃烧器内补充燃料气不会出现积碳的问题;同时大负荷宽调节比长明灯可作为低温烘炉用,保证低温烘炉温度稳定可控。

[0054] 4) 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺,在第一燃烧器之前设置酸性气管道和氮气管道,所述氮气管道的出口端与所述酸性气管道连通,在氮气管道上设置调节阀,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,在保证酸性气燃烧炉炉膛温度 $\geq 950^{\circ}\text{C}$ 的前提下调整氮气管道上的调节阀,增加氮气流量,从而增加酸性气通道内的流速,进而防止第一燃烧器回火而烧坏第一燃烧器。

[0055] 5) 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%

时,向所述燃烧废锅、一级冷凝器、二级冷凝器和三级冷凝器、四级冷凝器和焚烧废锅内补充中压蒸汽,保证了系统热平衡稳定,保证燃烧炉废锅出口温度在250℃以上,一级冷凝器、二级冷凝器和三级冷凝器出口温度在150℃以上,四级冷凝器出口温度在130℃以上,防止系统管线堵塞。

[0056] 6) 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺,当酸性气流量<设计值的30%时,提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出20-50℃,以提高低负荷下燃烧炉的炉膛温度,提高硫回收率。

[0057] 7) 本发明所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺,本工艺技术是在对现有装置进行局部改造、不影响安全稳定运行的前提下进行的,可操作性强。

附图说明

[0058] 图1为本发明实施例所述的一种超低负荷硫回收系统的结构示意图;

[0059] 图2为本发明实施例所述的一种超低负荷硫回收系统的第一燃烧器的结构示意图。

[0060] 附图标记说明:

[0061] 1、第一燃烧器;11、第一预热器;12、第二预热器;13、第一调节控制器;14、第二调节控制器;2、燃烧炉;201、燃烧风机;3、燃烧废锅;4、冷凝器组件;41、一级冷凝器;42、二级冷凝器;43、三级冷凝器;44、四级冷凝器;5、再热器组件;51、一级再热器;52、二级再热器;53、三级再热器;6、反应器组件;61、一级反应器;62、二级反应器;63、选择氧化反应器;7、捕集器;8、焚烧炉;801、焚烧风机;9、焚烧废锅;101、燃料气入口;102、燃料气喷枪;110、两级酸性气通道;111、酸性气一级通道;112、酸性气二级通道;113、第一阀门;114、第二阀门;115、酸性气入口;116、酸性气流量计;117、第一酸性气喷枪;118、第二酸性气喷枪;120、两级助燃空气通道;121、助燃空气一级通道;122、助燃空气二级通道;123、第三阀门;124、第四阀门;125、助燃空气入口;126、助燃空气流量计;127、第一旋流器;128、第二旋流器;130、大负荷宽调节比长明灯;131、长明灯燃料气入口;132、长明灯空气入口。

具体实施方式

[0062] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。在本发明的实施例中所提到的“第一”、“第二”等的描述仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示其相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此,限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括至少一个该特征。另外,各个实施例之间的技术方案可以相互结合,但是必须是以本领域普通技术人员能够实现为基础,当技术方案的结合出现相互矛盾或无法实现时应当认为这种技术方案的结合不存在,也不在本发明要求的保护范围之内。

[0063] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0064] 实施例1

[0065] 本实施例提出一种超低负荷硫回收系统,如图1-2所示,所述超低负荷硫回收系统包括顺序连接的酸性气燃烧单元和尾气处理单元,所述酸性气燃烧单元包括顺序连接的燃烧炉2和燃烧废锅3,所述尾气处理单元包括冷凝器组件4、再热器组件5、反应器组件6、捕集

器7、焚烧炉8和焚烧废锅9,在所述燃烧炉2上设置第一燃烧器1,在所述第一燃烧器1上设置两级酸性气通道110和两级助燃空气通道120,在两级酸性气通道110的出口端设置酸性气喷枪组件。

[0066] 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统及工艺能够满足在酸性气为设计值的10%-30%下的正常运行的需要,硫回收率较高。

[0067] 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统,在第一燃烧器1上设置两级酸性气通道110,便于根据酸性气流量不同选用合适的酸性气通道,当酸性气流量<设计值的30%,酸性气走酸性气一级通道111,保证了酸性气的流速,以防止第一燃烧器1回火,进而防止第一燃烧器1烧坏;当酸性气流量 \geq 设计值的80%,酸性气走酸性气一级通道111和酸性气二级通道112,提高了第一燃烧器1操作调节比,增加使用弹性;在第一燃烧器1上设置两级助燃空气通道120,便于根据酸性气流量情况调整助燃风空气流量,保证第一燃烧器1燃烧效果,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率。

[0068] 本发明中,设计值指的是本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统在理论上处在最佳的工作状态下能处理酸性气的最佳流量。在实际的生产过程中,受上游装置的影响,酸性气的流量可以大于设计值,也可以小于设计值。

[0069] 两级助燃空气通道120配合两级酸性气通道110,两者是相互关联的,便于系统根据酸性气流量的情况更加精确的控制燃烧所需空气量,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率;另一方面进一步防止了第一燃烧器1回火;还提高了系统的操作弹性。

[0070] 在两级酸性气通道110的出口端设置酸性气喷枪组件,所述酸性气喷枪组件包括第一酸性气喷枪117和第二酸性气喷枪118。

[0071] 具体的,如图2所示,在所述第一燃烧器1上设置第一酸性气喷枪117和第二酸性气喷枪118,所述第二酸性气喷枪118套设在所述第一酸性气喷枪117的外侧,所述第一酸性气喷枪117套设在燃料气喷枪102的外侧。

[0072] 当设备运行处理酸性气时,便于根据酸性气流量不同选用合适的酸性气喷枪,以防止第一燃烧器1回火,同时可提高第一燃烧器操作调节比,增加使用弹性,保证反应温度。

[0073] 更具体的,当酸性气流量<设计值的30%时,酸性气走第一酸性气喷枪117,保证了酸性气的流速,以防止第一燃烧器1回火,进而防止第一燃烧器1烧坏;当酸性气流量 \geq 设计值的80%时,酸性气走第一酸性气喷枪117和第二酸性气喷枪118,提高了第一燃烧器1操作调节比,增加使用弹性;当 $30\% \leq$ 酸性气流量<80%时,酸性气走第二酸性气喷枪118。

[0074] 在本实施例中,单支酸性气喷枪调节比为4:1,第一酸性气喷枪117和第二酸性气喷枪118组合使用,酸性气调节比最大可达12:1。

[0075] 更具体的,在所述燃烧炉2内设置温度传感器(图中未显示)。

[0076] 当酸性气流量<设计值的30%,温度传感器的设置便于根据燃烧炉2内的温度情况调整向酸性气中补充氮气的流量。增加酸性气流量,进一步防止第一燃烧器1回火而烧坏第一燃烧器1;由于氮气不可燃,增多的话会使燃烧炉2炉膛温度降低,降低燃烧效果。

[0077] 更具体的,如图2所示,在燃料气喷枪102上设置燃料气入口101。

[0078] 具体的,如图2所示,所述两级酸性气通道110包括酸性气一级通道111和酸性气二级通道112,所述两级酸性气通道110用于向所述第一燃烧器1内部输入酸性气和/或氮气。

[0079] 具体的,在酸性气一级通道111的出口端设置第一酸性气喷枪117,在酸性气二级通道112的出口端设置第二酸性气喷枪118,所述酸性气一级通道111、所述酸性气二级通道112共用一个酸性气入口115和一个酸性气流量计116。

[0080] 两级酸性气通道110设置便于根据酸性气流量情况走合适的酸性气通道,以防止第一燃烧器1回火,同时可提高第一燃烧器1的操作调节比,增加使用弹性,保证反应温度;且便于根据酸性气流量情况调整氮气的流量,进一步以防止第一燃烧器1回火,保证第一燃烧器1的燃烧效果。

[0081] 更具体的,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,酸性气走酸性气一级通道111;保证了酸性气的流速,以防止第一燃烧器1回火,进而防止第一燃烧器1烧坏;当酸性气流量 \geq 设计值的80%时,酸性气走酸性气一级通道111和酸性气二级通道112;提高了第一燃烧器1操作调节比,增加使用弹性;当设计值的30% \leq 酸性气流量 $<$ 设计值的80%时,酸性气走酸性气二级通道112。

[0082] 更具体的,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,所述两级酸性气通道110还用于向所述第一燃烧器1内部输入氮气。氮气的输入可以提高酸性气的流速,进一步以防止第一燃烧器1回火,保证第一燃烧器1的燃烧效果。

[0083] 更具体的,如图2所示,在所述两级酸性气通道110上设置酸性气入口115和酸性气流量计116。

[0084] 所述酸性气一级通道111和所述酸性气二级通道112共用一个酸性气入口115和酸性气流量计116。

[0085] 酸性气入口115的设置便于酸性气进入第一燃烧器1内,酸性气流量计116的设置便于统计酸性气的流量。

[0086] 更具体的,如图2所示,在所述酸性气一级通道111上设置第一阀门113,在所述酸性气二级通道112上设置第二阀门114。

[0087] 具体的,如图2所示,所述两级助燃空气通道120用来向所述第一燃烧器1内部输入助燃空气,所述两级助燃空气通道120包括助燃空气一级通道121和助燃空气二级通道122。

[0088] 两级助燃空气通道120的设置便于根据酸性气流量情况调整助燃风空气流量,保证第一燃烧器1燃烧效果,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率。

[0089] 更具体的,当酸性气流量 $<$ 设计值的20%时,使用助燃空气一级通道121;当设计值的20% \leq 酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,使用助燃空气二级通道122;当酸性气流量 \geq 设计值的30%时,使用助燃空气一级通道121和助燃空气二级通道122。

[0090] 更具体的,在所述两级助燃空气通道120上设置助燃空气入口125和助燃空气流量计126。

[0091] 所述助燃空气一级通道121、助燃空气二级通道122共用一个助燃空气入口125和一个助燃空气流量计126。

[0092] 助燃空气入口125的设置便于助燃空气进入第一燃烧器1内,助燃空气流量计126的设置便于统计助燃空气的流量。

[0093] 更具体的,在所述助燃空气一级通道121上设置第三阀门123,在所述助燃空气二级通道122设置第四阀门124。

[0094] 具体的,在所述助燃空气一级通道121内设置第一旋流器127,在所述助燃空气二级通道122内设置第二旋流器128。

[0095] 第一旋流器127和第二旋流器128的设置,使酸性气和空气形成强烈的漩涡混合,混合效果好,燃烧强烈、完全,火焰紊流度大,提高硫回收率。

[0096] 具体的,所述第一旋流器127和所述第二旋流器128的具体结构不做限定。

[0097] 优选的,在本实施例中,所述第一旋流器127设置为旋流叶片,第二旋流器128也设置为旋流叶片。

[0098] 具体的,在所述第一燃烧器1上设置大负荷宽调节比长明灯130,所述大负荷宽调节比长明灯130与所述第一燃烧器1的燃烧室连通,在所述大负荷宽调节比长明灯130上设置长明灯燃料气入口131和长明灯空气入口132。

[0099] 大负荷宽调节比长明灯130的设置将长明灯的负荷从30KW提高至150KW以上。当酸性气流量<设计值的30%时,通过大负荷宽调节比长明灯130的长明灯燃料气入口131可以向第一燃烧器1内补充燃料气,提高燃烧炉2的炉膛温度。由于长明灯空气入口132的设置使得在大负荷宽调节比长明灯130内的空气过量,所以通过大负荷宽调节比长明灯130第一燃烧器1内补充燃料气不会出现积碳的问题。大负荷宽调节比长明灯130同时可作为低温烘炉用,保证低温烘炉温度稳定可控。

[0100] 具体的,在所述第一燃烧器1之前设置酸性气管道、氮气管道、空气管道和预热器组件,所述预热器组件用于对进入所述第一燃烧器1之前的酸性气和/或氮气和/或空气进行加热升温,所述氮气管道的出口端与所述酸性气管道连通,所述酸性气管道的出口端与第一燃烧器1的酸性气入口115连接,所述空气管道的出口端与第一燃烧器1的助燃空气入口125连接。

[0101] 在第一燃烧器1之前设置酸性气管道和氮气管道,所述氮气管道的出口端与所述酸性气管道连通,在氮气管道上设置调节阀,当酸性气流量<设计值的30%时,在保证酸性气燃烧炉2炉膛温度 $\geq 950^{\circ}\text{C}$ 的前提下调整氮气管道上的调节阀,增加氮气流量,从而增加酸性气通道内的流速,进而防止第一燃烧器1回火而烧坏第一燃烧器1。

[0102] 在所述第一燃烧器1之前设置预热器组件,所述预热器组件用于对进入所述第一燃烧器1之前的酸性气和/或氮气和/或空气进行加热升温。当酸性气流量<设计值的30%时,提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出 $20-50^{\circ}\text{C}$,以提高低负荷下燃烧炉2的炉膛温度,提高硫回收率。

[0103] 具体的,第一燃烧器1上的喉口设置为伸缩可调节结构。该设置使酸性气和空气混合效果好,燃烧强烈、完全,火焰紊流度大,提高硫回收率。

[0104] 在酸性气管道上设置第一调节控制器13,在空气管道上设置第二调节控制器14。在氮气管道上设置调节阀(图中未显示)。

[0105] 在所述空气管道的顶端设置燃烧风机201,用于将空气鼓入第一燃烧器1。

[0106] 所述预热器组件包括第一预热器11和第二预热器12,所述第一预热器11用于对进入所述第一燃烧器1之前的酸性气和/或气进行加热升温,所述第二预热器12用于对进入所述第一燃烧器1之前的空气进行加热升温。

[0107] 经所述燃烧炉2反应后的过程气顺次进入各级所述反应器进行克劳斯反应,反应产物经与各级所述反应器适配的冷凝器冷却后,回收液硫产品。

[0108] 更具体的,如图1所示,所述冷凝器组件4包括顺次连接的包括一级冷凝器41、二级冷凝器42和三级冷凝器43和四级冷凝器44。各级冷凝器中冷凝产出硫磺并副产低压蒸汽用于液硫管线的伴热等。

[0109] 二级冷凝器42、三级冷凝器43和四级冷凝器44为组合式结构,共用一个壳程,减少冷侧的控制和调节回路。

[0110] 具体的,如图1所示,所述反应器组件6包括顺次连接的一级反应器61、二级反应器62和选择氧化反应器63。

[0111] 具体的,如图1所示,所述再热器组件5包括顺次连接的一级再热器51、二级再热器52和三级再热器53。再热器组件5,用于控制所述过程气进入反应器的温度。

[0112] 在燃烧废锅3中的副产中压蒸汽用于各级再热器使用。

[0113] 更具体的,如图1所示,在所述燃烧废锅3之后设置所述一级冷凝器41,在所述一级冷凝器41之后设置一级再热器51,在一级再热器51之后设置一级反应器61,在一级反应器61之后设置二级冷凝器42,在所述二级冷凝器42之后设置二级再热器52,在二级再热器52之后设置二级反应器62,在二级反应器62之后设置三级冷凝器43,所述三级冷凝器43之后设置三级再热器53,在三级再热器53之后设置选择氧化反应器63,在选择氧化反应器63之后设置四级冷凝器44,在四级冷凝器44之后设置捕集器7。

[0114] 更具体的,如图1所示,在所述三级冷凝器43和所述三级再热器53之间设置 H_2S/SO_2 比值仪。

[0115] 在三级冷凝器43出口的过程气线上设置 H_2S/SO_2 比值仪,微调风回路根据在线分析仪输出的 H_2S 浓度信号反馈调节进入燃烧炉2的空气/欠氧空气量。通过主调风回路和微调风回路,实现精确控制,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生。

[0116] 更具体的,所述捕集器7、焚烧炉8和焚烧废锅9依次连接。

[0117] 在所述焚烧炉8设置第二燃烧器,在所述第二燃烧器上设置焚烧风机801,用于将空气鼓入第二燃烧器。

[0118] 在所述的一种超低负荷硫回收系统上设置两级调风回路,所述两级调风回路包括主调风回路和微调风回路。

[0119] 具体的,如图1所示,所述主调风回路为燃烧风机201将空气通过所述两级助燃空气通道120鼓入第一燃烧器1。

[0120] 所述微调风回路为燃烧风机201将空气通过管道鼓入选择氧化反应器63内。

[0121] 两级调风回路的设置,便于系统更加精确的控制燃烧所需空气量,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率。

[0122] 两级调风回路配合两级酸性气通道110,两者是相互关联的,便于系统根据酸性气流量的情况选择合适的调风回路,使系统更加精确的控制燃烧所需空气量,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率;同时提高了系统的操作弹性。

[0123] 两级调风回路、两级助燃空气通道120配合两级酸性气通道110,三者是相互关联

的,便于系统根据酸性气流量的情况选择合适的调风回路、助燃空气通道,使系统更加精确的控制燃烧所需空气量,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率;另一方面更进一步防止了第一燃烧器1回火;还提高了系统的操作弹性。

[0124] 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统的工作流程如下:

[0125] 酸性气通过第一预热器11、助燃空气通过第二预热器12预热后进入第一燃烧器1,燃料气直接进入第一燃烧器1,酸性气、助燃空气和燃料气在燃烧炉2内燃烧,燃烧产生的高温过程气经燃烧废锅3冷凝得到液硫并回收燃烧废锅3冷凝后的所述过程气依次进入一级冷凝器41、一级再热器51、一级反应器61、二级冷凝器42、二级再热器52、二级反应器62、三级冷凝器43、三级再热器53、选择氧化反应器63、四级冷凝器44,被深度冷凝的过程气通过捕集器7进行硫分离;经过捕集器7后的尾气进入焚烧炉8焚烧,焚烧炉8焚烧后的烟气经焚烧废锅9降温后送至脱硫系统,同时产生中压饱和蒸汽并入厂区蒸汽管网。

[0126] 在燃烧废锅3中副产中压蒸汽用于各级再热器使用,各级冷凝器中冷凝产出硫磺并副产低压蒸汽用于液硫管线的伴热等。

[0127] 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统具有以下有益效果:

[0128] (1) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统,在第一燃烧器上设置两级酸性气通道,在酸性气一级通道的出口端设置第一酸性气喷枪,在酸性气二级通道的出口端设置第二酸性气喷枪,当设备运行处理酸性气时,便于根据酸性气流量不同选用合适的酸性气通道和酸性气喷枪,以防止第一燃烧器回火,同时可提高第一燃烧器操作调节比,增加使用弹性,保证反应温度。

[0129] (2) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统,两级助燃空气通道的设置便于根据酸性气流量情况调整助燃风空气流量,保证第一燃烧器燃烧效果;第一旋流器和第二旋流器的设置,使酸性气和空气形成强烈的漩涡混合,混合效果好,燃烧强烈、完全,火焰紊流度大,提高硫回收率。

[0130] (3) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统,大负荷宽调节比长明灯的设置将长明灯的负荷从30KW提高至150KW以上,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,通过大负荷宽调节比长明灯的长明灯燃料气入口可以向第一燃烧器内补充燃料气,提高燃烧炉的炉膛温度,由于长明灯空气入口的设置使得在大负荷宽调节比长明灯内的空气过量,所以通过大负荷宽调节比长明灯第一燃烧器内补充燃料气不会出现积碳的问题;同时大负荷宽调节比长明灯可作为低温烘炉用,保证低温烘炉温度稳定可控。

[0131] (4) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统,在第一燃烧器之前设置酸性气管道和氮气管道,所述氮气管道的出口端与所述酸性气管道连通,在氮气管道上设置调节阀,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,在保证酸性气燃烧炉炉膛温度 $\geq 950^{\circ}\text{C}$ 的前提下调整氮气管道上的调节阀,增加氮气流量,从而增加酸性气通道内的流速,进而防止第一燃烧器回火而烧坏第一燃烧器。

[0132] (5) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收系统,在所述第一燃烧器1之前设置预热器组件,所述预热器组件用于对进入所述第一燃烧器1之前的酸性气和/或氮气和/或空气进行加热升温。当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出 $20-50^{\circ}\text{C}$,以提高低负荷下燃烧炉的炉膛温

度,提高硫回收率。

[0133] 实施例2

[0134] 本实施例提出一种超低负荷硫回收工艺,所述超低负荷硫回收工艺使用如实施例1所述的一种超低负荷硫回收系统,所述超低负荷硫回收工艺包括如下步骤:

[0135] S100:酸性气、助燃空气依次通过第一燃烧器1进入所述燃烧炉2中进行燃烧,燃烧产生的高温过程气经燃烧废锅3冷凝得到液硫并回收;

[0136] S200:燃烧废锅3冷凝后的所述过程气进入各级冷凝器、各级再热器和各级反应器,在反应器内适配催化剂的作用下进行克劳斯反应并回收液硫,并将产生的过程气经冷凝器冷凝,被深度冷凝的过程气通过捕集器7进行硫分离;

[0137] S300:经过捕集器7后的尾气进入焚烧炉8焚烧,焚烧炉8焚烧后的烟气经焚烧废锅9降温后送至脱硫系统,同时产生中压饱和蒸汽并厂区蒸汽管网。

[0138] 在步骤S100的燃烧过程中,步骤S100包括如下的步骤:

[0139] S101:检测酸性气流量;

[0140] 其中,酸性气流量可以通过酸性气流量计116来检测获取。

[0141] S102:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足酸性气流量 $<$ 设计值的30%,若是,则进入S103;若否,则进入S111;

[0142] 从而通过设置判断酸性气流量 $<$ 设计值的30%的过程,使得系统能够及时确定的为酸性气选择合适的酸性气通道和酸性气喷枪,避免发生第一燃烧器1回火的现象。

[0143] S103:酸性气走所述酸性气一级通道111,第一阀门113打开,酸性气走第一酸性气喷枪117;

[0144] S104:计算所需空气量;

[0145] 所需空气量是根据酸性气流量确定的,所需空气量=酸性气流量 \times A。其中,A为第一比例系数。A的取值范围为:[2,2.5],A可取[2,2.5]中的任意一个值。优选的,在本实施例中,A的取值为2。在本申请中,A=2为一种参考说明,并不用来限定其具体取值参数。从而通过步骤S104,便于所需空气量和微调风最大流量进行比较。

[0146] S105:判断系统所需空气量是否低于微调风的最大流量,若是,则进入S106;若否,则进入S107;

[0147] 其中,微调风的最大流量为固定值,微调风的最大流量=酸性气流量为设计值为100% \times A \times B。其中,B为第二比例系数。B的取值范围为:[0.2,0.3],B可取[0.2,0.3]中的任意一个值。优选的,在本实施例中,B的取值为0.3。在本申请中,B=0.3为一种参考说明,并不用来限定其具体取值参数。从而通过设置判断系统所需空气量是否低于微调风的最大流量的过程,使得系统能够及时确定的为酸性气选择合适的调风回路,实现系统的精确控制,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生。

[0148] S106:打开微调风回路,进入S114;

[0149] S107:同时打开主调风回路和微调风回路;

[0150] 通过步骤S101-S107把两级调风回路和两级酸性气通道110关联起来,通过步骤S102对酸性气流量进行判定,便于系统根据酸性气流量的情况选择合适的酸性气通道和酸性气喷枪,通过步骤S103,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,酸性气走所述酸性气一级通道111,第一阀门113打开,酸性气走第一酸性气喷枪117,保证了酸性气的流速,以防止第一燃

烧器1回火,进而防止第一燃烧器1烧坏;然后通过步骤S105对所需空气量和微调风最大流量的大小进行判定,便于系统根据酸性气流量的情况选择合适的调风回路;通过步骤S106-S107,在系统在燃烧过程中,系统的调风回路与当下的酸性气流量更为匹配,从而更加精确的控制燃烧所需空气量,一方面有利于使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率;另一方面有利于提高还提高了系统的操作弹性。

[0151] S108:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足酸性气流量 $<$ 设计值的20%,若是,则进入S109;若否,则进入S110;

[0152] 从而通过设置判断酸性气流量是否满足 $<$ 设计值的20%的过程,使得系统能够及时确定的为酸性气选择合适的助燃空气通道,实现系统的精确控制,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生。

[0153] S109:助燃空气走所述助燃空气一级通道121,第三阀门123打开,助燃空气通过第一旋流器127进入燃烧室,进入S114;

[0154] S110:助燃空气走所述助燃空气二级通道122,第四阀门124打开,助燃空气通过第二旋流器128进入燃烧室,进入S114;

[0155] S111:判断酸性气流量与设计值的关系是否满足当酸性气流量 \geq 设计值的80%时,若是,则进入S112;若否,则进入S113;

[0156] 从而通过设置判断酸性气流量 \geq 设计值的80%的过程,使得系统能够及时确定的为酸性气选择合适的酸性气通道、酸性气喷枪和助燃空气通道,避免发生第一燃烧器1回火的现象。

[0157] S112:酸性气走所述酸性气一级通道111和酸性气二级通道112,第一阀门113和第二阀门114均打开,酸性气走第一酸性气喷枪117和第二酸性气喷枪118,空气走所述助燃空气一级通道121和助燃空气二级通道122,第三阀门123和第四阀门124均打开,助燃空气通过第一旋流器127和第二旋流器128进入燃烧室,进入S114;

[0158] S113:酸性气走所述酸性气二级通道112,第二阀门114打开,酸性气走第二酸性气喷枪118,空气走所述助燃空气一级通道121和助燃空气二级通道122,第三阀门123和第四阀门124均打开,助燃空气通过第一旋流器127和第二旋流器128进入燃烧室;

[0159] 通过步骤S101-S113把两级调风回路、两级助燃空气通道120和两级酸性气通道110关联起来,通过步骤S102对酸性气流量进行判定,便于系统根据酸性气流量的情况选择合适的酸性气通道和酸性气喷枪,通过步骤S103,当酸性气流量 $<$ 设计值的30%时,酸性气走所述酸性气一级通道111,第一阀门113打开,酸性气走第一酸性气喷枪117,保证了酸性气的流速,以防止第一燃烧器1回火,进而防止第一燃烧器1烧坏;然后通过步骤S105对所需空气量和微调风最大流量的大小进行判定,便于系统根据酸性气流量的情况选择合适的调风回路;通过步骤S106-S107,在系统在燃烧过程中,系统的调风回路与当下的酸性气流量更为匹配,从而更加精确的控制燃烧所需空气量,一方面有利于使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率;另一方面有利于提高还提高了系统的操作弹性。通过步骤S108对酸性气流量进行判定,便于系统根据不同的酸性气流量选择合适的助燃空气通道,通过步骤S109-S110,系统的助燃空气通道与当下的酸性气流量更为匹配,从而更加精确的控制燃烧所需空气量,一方面有

利于使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率。通过步骤S111对酸性气流量进行判定,便于系统根据酸性气流量的情况选择合适的酸性气通道、酸性气喷枪和助燃空气通道,通过步骤S112-S113,保证了酸性气的流速,以防止第一燃烧器1回火,进而防止第一燃烧器1烧坏;另一方面使得系统更加精确的控制燃烧所需空气量,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率;还提高了系统的操作弹性;

[0160] S114:酸性气、助燃空气在所述燃烧炉2中进行燃烧,燃烧产生的高温过程气经燃烧废锅3冷凝得到液硫并回收。

[0161] 在S114的执行过程中,实时返回步骤S101。

[0162] 从而通过在燃烧的过程中,能够实时根据当前的酸性气流量,来选择合适的酸性气通道、酸性气喷枪、调风回路以及助燃空气通道,一方面可以有效防止第一燃烧器1回火,进而防止第一燃烧器1烧坏;另一方面便于系统根据酸性气流量的情况更加精确的控制燃烧所需空气量,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率;第三,还提高了系统的操作弹性。

[0163] 更具体的,步骤S103包括如下的步骤:

[0164] S1031:酸性气走所述酸性气一级通道111,第一阀门113打开,酸性气走第一酸性气喷枪117;

[0165] S1032:实时检测燃烧炉2内的温度T;

[0166] 其中,燃烧炉2内的温度T通过燃烧炉2内的温度传感器来检测获取。

[0167] S1033:判断T是否满足 $T \geq$ 第一预设温度T1,若是,则进入步骤S1034;若否,则进入步骤S1035;

[0168] 其中,第一预设温度T1为系统预设数据,第一预设温度T1为系统在系统控制装置中预设的数据;在本申请中, $T1 \geq 950^\circ\text{C}$;优选的, $T1 = 950^\circ\text{C}$ 。

[0169] S1034:调整氮气管道上的调节阀,增加氮气流量;

[0170] S1035:判断T是否满足 $T \geq$ 第二预设温度T2;若是,则进入步骤S1036;若否,则进入步骤S1037;

[0171] 其中,第二预设温度T2为系统预设数据,第二预设温度T2为系统在系统控制装置中预设的数据;在本申请中, $800^\circ\text{C} \leq T2 < 950^\circ\text{C}$;优选的, $T2 = 800^\circ\text{C}$ 。

[0172] S1036:提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出20-50 $^\circ\text{C}$ 和/或维持当前氮气流量;

[0173] 通过S1036,提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出20-50 $^\circ\text{C}$,可以提高低负荷下燃烧炉2的炉膛温度,提高硫回收率。系统自产的中压蒸汽压力会降低,可从厂区管线引高于系统自产的中压蒸汽压力或温度的蒸汽,用于系统上的预热器组件、再热器组件5的使用。另一方面,由于氮气不可燃,增多的话会使燃烧炉2炉膛温度降低,维持当前氮气流量,不在增加氮气流量,从而保证燃烧效果。

[0174] S1037:判断T是否满足 $T \geq$ 第三预设温度T3,若是,则进入步骤S1038;若否,则进入步骤S1039;

[0175] 其中,第三预设温度T3为系统预设数据,第三预设温度T3为系统在系统控制装置

中预设的数据;在本申请中, $700^{\circ}\text{C}\leq T_3<800^{\circ}\text{C}$;优选的, $T_3=700^{\circ}\text{C}$ 。

[0176] S1038:通过大负荷宽调节比长明灯130的长明灯燃料气入口131可以向第一燃烧器1内补充燃料气和/或维持当前氮气流量;

[0177] 通过大负荷宽调节比长明灯130的长明灯燃料气入口131可以向第一燃烧器1内补充燃料气,提高燃烧炉2的炉膛温度。由于长明灯空气入口132的设置使得在大负荷宽调节比长明灯130内的空气过量,所以通过大负荷宽调节比长明灯130第一燃烧器1内补充燃料气不会出现积碳的问题。

[0178] S1039:提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出 $20-50^{\circ}\text{C}$;通过大负荷宽调节比长明灯130的长明灯燃料气入口131可以向第一燃烧器1内补充燃料气;维持当前氮气流量。

[0179] 在S1034、S1036、S1038和S1039的执行过程中,实时返回步骤S1032。

[0180] 在步骤S1032-S1034的过程中,系统的酸性气流量在满足酸性气流量 $<$ 设计值的30%的条件后,通过步骤S1033对燃烧炉2内的温度 $T\geq$ 第一预设温度 T_1 进行判定,便于系统对燃烧炉2内燃烧情况进行较为准确地分析,避免第一燃烧器1的回火,还有利于保证燃烧效果。通过S1034,当 $T\geq$ 第一预设温度 T_1 时,调整氮气管道上的调节阀,增加氮气流量,从而增加酸性气流速,进而防止第一燃烧器1回火而烧坏第一燃烧器1。

[0181] 在步骤S1035-S1036的过程中,系统的酸性气流量在满足酸性气流量 $<$ 设计值的30%、以及当 $T<$ 第一预设温度 T_1 的条件后,通过步骤S1035对燃烧炉2内的温度 $T\geq$ 第二预设温度 T_2 进行判定,便于系统对燃烧炉2内燃烧情况进行较为准确地分析,有利于保证燃烧效果;通过S1036,一方面,提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出 $20-50^{\circ}\text{C}$,以提高低负荷下燃烧炉2的炉膛温度,有利于保证燃烧效果;另一方面,由于氮气不可燃,增多的话会使燃烧炉2炉膛温度降低,维持当前氮气流量,不再增加氮气流量,从而保证燃烧效果。

[0182] 在步骤S1037-S1039的过程中,系统的酸性气流量在满足酸性气流量 $<$ 设计值的30%以及 $T<$ 第二预设温度 T_2 的条件后,通过步骤S1037对燃烧炉2内的温度 $T\geq$ 第三预设温度 T_3 进行判定,便于系统对燃烧炉2内燃烧情况进行较为准确地分析,避免燃烧炉2内温度过低,有利于保证燃烧效果;通过S1038,一方面,通过大负荷宽调节比长明灯130的长明灯燃料气入口131可以向第一燃烧器1内补充燃料气,提高燃烧炉2的炉膛温度;另一方面,由于长明灯空气入口132的设置使得在大负荷宽调节比长明灯130内的空气过量,所以通过大负荷宽调节比长明灯130第一燃烧器1内补充燃料气不会出现积碳的问题;第三,由于氮气不可燃,增多的话会使燃烧炉2炉膛温度降低,维持当前氮气流量,不再增加氮气流量,从而保证燃烧效果。通过S1039,尽可能的提高燃烧炉2内的温度,保证燃烧效果。

[0183] 通过步骤103的具体过程,把酸性气流量和燃烧炉2内的温度 T 关联起来,在满足酸性气流量 $<$ 设计值的30%的条件下,当燃烧炉2内的温度处于低温($T<950^{\circ}\text{C}$)时,不能保证燃烧效果,易发生副反应进而降低硫磺品质;步骤103把燃烧炉2内的温度处于低温($T<950^{\circ}\text{C}$)分为不同温度区间,在不同的温度区间执行不同的处理手段,便于系统及时快速的恢复到正常的燃烧温度,使燃烧炉2内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳现象的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率。

[0184] 步骤S103还包括向所述燃烧废锅3、一级冷凝器41、二级冷凝器42和三级冷凝器

43、四级冷凝器44和焚烧废锅9内补充中压蒸汽。

[0185] 具体的,所述的补充中压蒸汽大小具体不做限定,

[0186] 优选的,所述的补充中压蒸汽的压力为2.0-4.0MPaG中的任意一个数。

[0187] 在本实施例中,优选的,所述的补充中压蒸汽的压力为4.0MPaG。

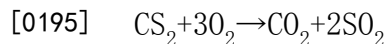
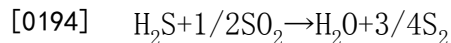
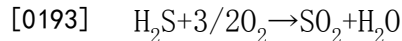
[0188] 更具体的,是指步骤S1031包括如下的步骤:

[0189] S10311:酸性气走所述酸性气一级通道111,第一阀门113打开,酸性气走第一酸性气喷枪117;

[0190] S10312:向所述燃烧废锅3、一级冷凝器41、二级冷凝器42和三级冷凝器43、四级冷凝器44和焚烧废锅9内补充中压蒸汽。

[0191] 当酸性气流量<设计值的30%时,向所述燃烧废锅3、一级冷凝器41、二级冷凝器42和三级冷凝器43、四级冷凝器44和焚烧废锅9内补充中压蒸汽,保证了低负荷下系统的蒸汽平衡,进而维持系统的热平衡,保证燃烧废锅3出口温度在250℃以上,一级冷凝器41、二级冷凝器42和三级冷凝器43出口温度在150℃以上,四级冷凝器44出口温度在130℃以上,防止系统管线堵塞。

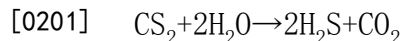
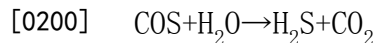
[0192] 更具体的,在燃烧炉2内反应主要如下:



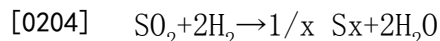
[0196] 燃烧后的过程气经燃烧废锅3降温至320℃进入一级硫冷器降温至160℃,回收的液硫进入硫封罐。

[0197] 燃烧炉2蒸汽发生器副产中压蒸汽部分用于过程气及酸性气、空气的加热,多余的蒸汽减压后厂区蒸汽管网。

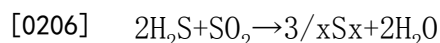
[0198] 出一级冷凝器41的过程气进入一级再热器51用中压蒸汽加热至240℃进入一级反应器61进行克劳斯反应,一级反应器61内分别装填脱氧保护型钛基催化剂和硫回收(水解型)钛基催化剂。在一级反应器61内主要的化学反应是:



[0202] 出一级反应器61的过程气以288℃进入二级冷凝器42降温至160℃回收液硫,回收液硫之后的过程气进入二级再热器52用中压蒸汽加热至200℃左右进入二级反应器62,二级反应器62内分别装填硫回收催化剂和选择加氢催化剂。在二级反应器62中主要的化学反应是:



[0205] 反应后的过程气以210℃进入三级冷凝器43降温至160℃回收液硫。出三级冷凝器43的过程气和燃烧风机201来的定量空气混合后进入三级再热器53用中压蒸汽加热至到205℃后进入选择氧化反应器63,选择氧化反应器63内装填选择性氧化催化剂。在选择氧化反应器63中主要的化学反应是:



[0207] $2\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow 2/x \text{S}_x + 2\text{H}_2\text{O}$

[0208] 从选择氧化反应器63出来的气体通过四级冷凝器44降温至135℃左右,同时产生0.10MPaG的低压饱和蒸汽。被深度冷凝的过程气通过高效捕集器7进行硫分离。所有冷凝分离下来的液体硫磺流入液硫封,再流入液硫池,通过液硫泵增压后送至后续装置使用。

[0209] 经过捕集器7后的尾气进入焚烧炉8焚烧。从焚烧炉8出来的烟气进入焚烧炉8蒸汽发生器降温至260℃后送至脱硫系统,同时产生中压饱和蒸汽并厂区蒸汽管网。在焚烧炉8中发生的主要反应是:

[0210] $\text{H}_2\text{S} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

[0211] $1/x \text{S}_x + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2$

[0212] $\text{COS} + 3/2\text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{CO}_2$

[0213] 一级冷凝器41、二级冷凝器42和三级冷凝器43产的0.4MPaG蒸汽送至0.4MPaG蒸汽蒸汽管网,作为系统液硫管线及其他管线的伴热蒸汽。四级冷凝器44副产的0.1MPaG蒸汽。

[0214] 酸性气与所需量空气和/或欠氧空气混合后进入燃烧炉2进行燃烧,燃烧炉2的温度控制在1100-1350℃,燃烧后产生的过程气进入燃烧废锅3后冷却到260-350℃,过程气从燃烧废锅3出口进入一级冷凝器41冷却到140-170℃,在燃烧炉2中生成的单质硫冷凝后与过程气分离进入液体硫磺槽。

[0215] 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺具有以下有益效果:

[0216] (1) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,当酸性气流量<设计值的30%,酸性气走酸性气一级通道,保证了酸性气的流速,以防止第一燃烧器回火,进而防止第一燃烧器烧坏;当酸性气流量≥设计值的80%,酸性气走酸性气一级通道和酸性气二级通道,提高了第一燃烧器1操作调节比,增加使用弹性;

[0217] (2) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,根据酸性气流量情况调整助燃风空气流量,保证第一燃烧器燃烧效果,使燃烧炉内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生,从而降低积碳的发生,进而提高硫磺品质和硫回收率。

[0218] (3) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,当酸性气流量<设计值的30%时,在保证酸性气燃烧炉炉膛温度≥950℃的前提下调整氮气管道上的调节阀,增加氮气流量,从而增加酸性气流速,进而防止第一燃烧器回火而烧坏第一燃烧器。

[0219] (4) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,当酸性气流量<设计值的30%时,向所述燃烧废锅、一级冷凝器、二级冷凝器和三级冷凝器、四级冷凝器和焚烧废锅内补充中压蒸汽,保证了系统热平衡稳定,保证燃烧炉废锅出口温度在250℃以上,一级冷凝器、二级冷凝器和三级冷凝器出口温度在150℃以上,四级冷凝器出口温度在130℃以上,防止系统管线堵塞。

[0220] (5) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,当酸性气流量<设计值的30%时,提高进入预热器组件的预热蒸汽压力,保证预热后酸性气、空气温度比正常负荷下高出20-50℃,以提高低负荷下燃烧炉的炉膛温度,提高硫回收率。

[0221] (6) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,本工艺技术是在对现有装置进行局部改造、不影响安全稳定运行的前提下进行的,可操作性强。

[0222] (7) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,工艺路线采用“两级克劳斯+选择氧化”的改良型克劳斯硫回收工艺,总硫回收率98.0%以上,在多产硫磺的同时,减少了污

染物SO₂进入脱硫单元的浓度,对长周期运行来说,投资回报率较高,还适用于常规克劳斯硫回收工艺、两级克劳斯+加氢还原+溶剂吸收工艺等一系列硫回收工艺。

[0223] (8) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,选择氧化反应器后设置O₂分析仪,结合反应器床层温度来串级调节鼓入的空气量(设置有空气-过程气混合器),在选择氧化催化剂的作用下,使H₂S基本全部氧化为S,保证了总S回收率在98%以上。

[0224] (9) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,一级反应器催化剂装填采用上/下部,上部采用脱漏氧保护催化剂,将燃烧炉的漏微量氧(游离氧会引起反应器中元素硫氧化乃至燃烧,使催化剂床层温度剧烈上升,残氧的存在会加速催化剂的硫酸盐化,使装置无法正常运转)脱除掉,消除对下级反应器的影响;下部采用水解催化剂,使燃烧炉内副产的COS/CS₂等硫化物完全水解,防止COS/CS₂将穿透后续反应器,导致排放不合格。

[0225] (10) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,二级反应器内催化剂装填也用上/下部,上部采用硫回收催化剂,下部采用选择加氢催化剂,选择加氢催化剂将SO₂选择性加氢为S,控制了二级反应器出口H₂S浓度不超0.8%,从而保证了选择氧化反应器的效能。

[0226] (11) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,选择氧化反应器装填选择氧化催化剂,将H₂S转化为S(基于H₂S入口浓度不超0.8%的前提),保证了硫回收率达到设计值。

[0227] (12) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,硫磺单元进酸性气燃烧炉的酸性气和空气采用比值调节器进行配比调节。在三级冷凝器出口的过程气线设置比值分析仪,根据在线分析仪输出的H₂S浓度信号反馈微调进燃烧炉的空气/富氧空气量;通过粗调和微调,实现精确控制,使燃烧炉内的欠氧燃烧更加充分,减少了副反应的发生。

[0228] (13) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,二级冷凝器、三级冷凝器和四级冷凝器为组合式结构,共用一个壳程,减少冷侧的控制和调节回路,产生0.5MPa(G)蒸汽送至0.5MPa(G)蒸汽管网。

[0229] (14) 本实施例所述的一种超低负荷硫回收工艺,过程气进入选择氧化反应器之前设置旁路,装置开停工或操作不稳定时开启旁路,过程气不再进入选择氧化反应器,直接进入捕集器。该旁路的设置能够对选择氧化反应器的催化剂起到保护作用,防止催化剂的硫酸盐化。

[0230] 虽然本发明披露如上,但本发明并非限于于此。任何本领域技术人员,在不脱离本发明的精神和范围内,均可作各种更动与修改,因此本发明的保护范围应当以权利要求所限定的范围为准。

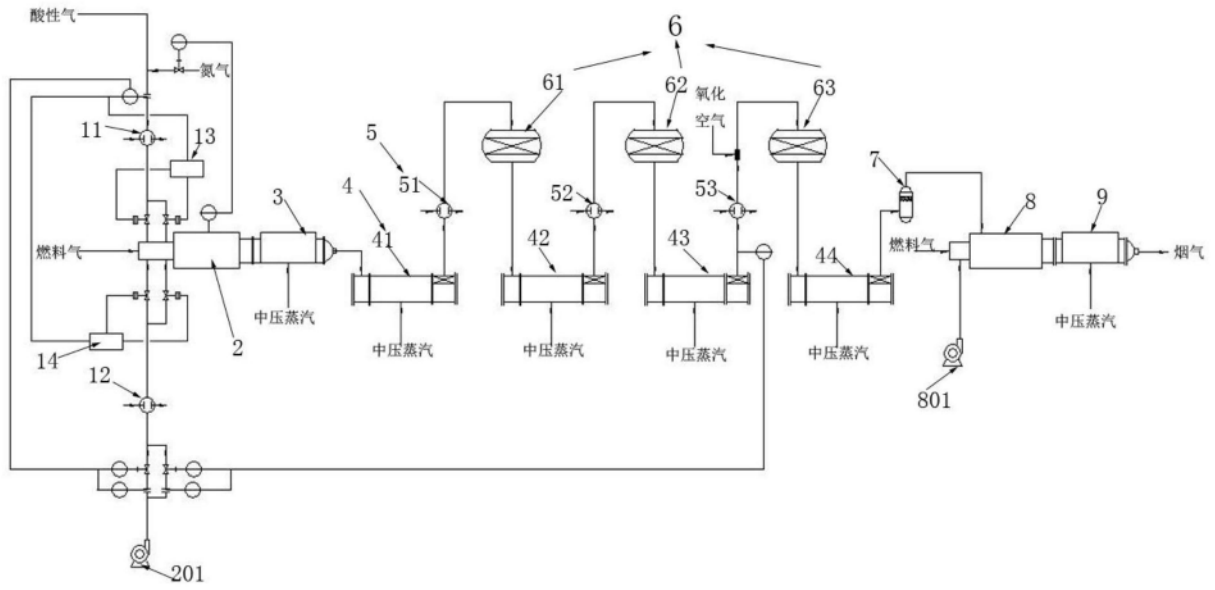


图1

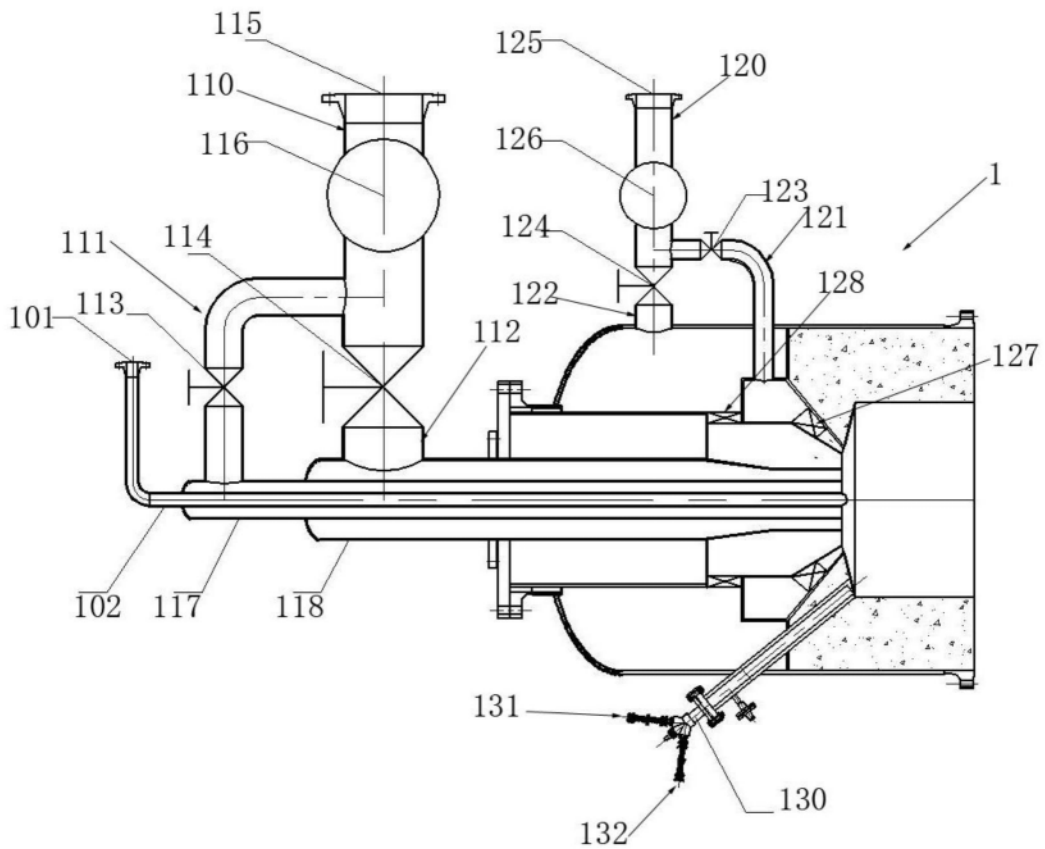


图2