



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101274752 B

(45) 授权公告日 2010.09.08

(21) 申请号 200810103468.8

(22) 申请日 2008.04.07

(73) 专利权人 北京科技大学

地址 100083 北京市海淀区学院路 30 号

(72) 发明人 刘应书 郑新港 刘文海 侯庆文

张辉 武志文

(51) Int. Cl.

B01D 53/047(2006.01)

B01D 53/34(2006.01)

C01B 17/69(2006.01)

C01B 31/20(2006.01)

审查员 王源

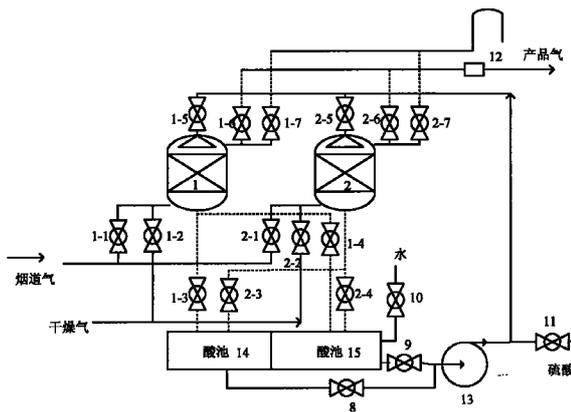
权利要求书 2 页 说明书 4 页 附图 1 页

(54) 发明名称

烟道气中二氧化硫二氧化碳分离利用工艺

(57) 摘要

本发明属于空气分离领域,涉及一种变压吸附装置,适用于烟道气中二氧化硫二氧化碳的分离利用。本工艺主要包括3个部分,脱二氧化硫制硫酸部分、脱碳回收部分、二氧化碳液化部分。本发明能同时捕集二氧化硫、二氧化碳,并将二氧化硫转变为硫酸、二氧化碳变为液态,实现了两种污染物的回收利用。



1. 一种烟道气中二氧化硫二氧化碳分离利用工艺,其特征包括 3 个部分,脱二氧化硫制硫酸部分、脱碳回收部分、二氧化碳液化部分;

其中脱二氧化硫制硫酸部分:由第一控制阀门(1-1)、第二控制阀门(1-2)、第三控制阀门(1-3)、第四控制阀门(1-4)、第五控制阀门(1-5)、第六控制阀门(1-6)、第七控制阀门(1-7)、第八控制阀门(2-1)、第九控制阀门(2-2)、第十控制阀门(2-3)、第十一控制阀门(2-4)、第十二控制阀门(2-5)、第十三控制阀门(2-6)、第十四控制阀门(2-7)、第十五控制阀门(8)、第十六控制阀门(9)、第十七控制阀门(10)、第十八控制阀门(11),二氧化硫分析仪(12),第一吸附塔(1),第二吸附塔(2),酸泵(13),第一酸池(14),第二酸池(15)组成;

脱碳回收部分、二氧化碳液化部分:由进气管路(16),第一鼓风机(17)、第二鼓风机(26),第一电磁阀(18-1)、第二电磁阀(18-2)、第三电磁阀(18-3)、第四电磁阀(19-1)、第五电磁阀(19-2)、第六电磁阀(19-3)、第七电磁阀(20-1)、第八电磁阀(20-2)、第九电磁阀(20-3)、第十电磁阀(21-1)、第十一电磁阀(21-2)、第十二电磁阀(21-3)、第十三电磁阀(22)、第十四电磁阀(23-1)、第十五电磁阀(23-2)、第十六电磁阀(24)、第十七电磁阀(28)、第十八电磁阀(30),吸附塔 A、吸附塔 B、吸附塔 C,真空罐(25),储气罐(27),压力调节阀(29),二氧化碳增压机(31),触点开关(32),储液瓶(33)组成;

整个工艺流程为:

1) 脱二氧化硫制硫酸部分:除尘过滤后的烟道气,经控制阀门进入吸附器;第一控制阀门(1-1)、第六控制阀门(1-6)开,其余控制阀门关闭;此时第一吸附塔(1)处于吸附阶段,在此阶段二氧化硫被活性炭吸附,并在碘化钾作用下催化氧化,变成三氧化硫;产品气中二氧化硫浓度达到设定值时,第一吸附塔(1)停止吸附,第八控制阀门(2-1)、第十三控制阀门(2-6)开,第一控制阀门(1-1)、第六控制阀门(1-6)关闭,第二吸附塔(2)开始吸附;同时第三控制阀门(1-3)、第五控制阀门(1-5)、第十五控制阀门(8)打开,酸泵(13)开始工作,对第一吸附塔(1)喷淋清洗,三氧化硫遇水分,生成硫酸,0.5~2小时后第三控制阀门(1-3)、第十五控制阀门(8)关闭,第四控制阀门(1-4)、第十六控制阀门(9)打开再次对第一吸附塔(1)喷淋清洗,清洗完成后第四控制阀门(1-4)、第五控制阀门(1-5)、第十六控制阀门(9)关闭,酸泵(13)停止工作,第二控制阀门(1-2)、第七控制阀门(1-7)打开,对第一吸附塔(1)干燥,干燥完成后,第二控制阀门(1-2)、第七控制阀门关闭,第一吸附塔(1)内的吸附剂完成再生工作,从而完成一个变压吸附循环周期;两个吸附塔交替完成吸附和解吸过程就能不断提高硫酸的浓度;在酸池内硫酸浓度达到要求时,第十五控制阀门(8)或第十六控制阀门(9)、第十八控制阀门(11)、酸泵打开,酸液就能正常输出;

2) 脱碳回收部分、二氧化碳液化部分:

a. 吸附步骤:吸附塔 A 在吸附压力下吸附,第一电磁阀(18-1)、第十电磁阀(21-1)、第十三电磁阀(22)开启,流出的废气经第十三电磁阀(22)排出;吸附步骤中,二氧化碳被选择性吸附,二氧化碳的吸附前沿移动到塔内一位置而停止;

b. 压力均衡:原料气停止输入,二氧化碳的吸附前沿还在 A 塔内,未穿透床层;第一电磁阀(18-1)、第十电磁阀(21-1)关闭,同时开启第七电磁阀(20-1)、第九电磁阀(20-3),使吸附塔 A 和吸附塔 C 之间进行压力均衡;此时吸附塔 A 内死空间气体从塔出口段进入抽好真空的吸附塔 C,使吸附塔 A 的压力上升到吸附压力的一半左右,此时吸附塔 A 内被吸附的二氧化碳因降压而脱附向塔出口端移动;

c. 顺向减压 :当吸附塔 A 与吸附塔 C 达到均衡后,关第九电磁阀 (20-3),开启第十四电磁阀 (23-1),使吸附塔 A 内死空间内气体进一步朝出口端释放 ;

d. 置换步骤 :在吸附塔 A 顺向减压结束时,关闭第十四电磁阀 (23-1),开启第十七电磁阀 (28)、第四电磁阀 (19-1)、第十五电磁阀 (23-2),产品罐内的气体进入吸附塔 A 将残存的气体置换出来,使二氧化碳气体进一步富集 ;置换量的大小,由第十七电磁阀电磁阀 (28) 控制,置换后的气体由于仍含有二氧化碳气体,所以要返回原料气 ;

e. 抽真空步骤 :置换步骤结束后,关闭第七电磁阀 (20-1)、第十五电磁阀 (23-2) 第十七电磁阀 (28),开启第十六电磁阀 (24),将 A 塔内的气体抽到真空罐 (25) 内,再由压缩机将气体抽走,送入二氧化碳增压机 (31) 加压 ;

f. 一次充压 :在吸附塔 A 完成了吸附、解吸后 ;利用吸附塔 B 的死空间内气体进行充压,关闭第四电磁阀 (19-1)、第十六电磁阀 (24),开启第八电磁阀 (20-2)、第七电磁阀 (20-1) ;

g. 二次充压 :自吸附塔 A 一次充压完成后,利用原料气对吸附塔 A 进行二次充压,将第七电磁阀 (20-1) 关闭,第一电磁阀 (18-1) 打开 ;二氧化碳增压机 (31) 将二氧化碳加压冷却后,二氧化碳液化,在触点开关控制下,液态二氧化碳充入储液瓶 (33)。

烟道气中二氧化硫二氧化碳分离利用工艺

技术领域

[0001] 本发明属于空气分离领域,涉及一种变压吸附装置,适用于烟道气中二氧化硫二氧化碳的分离利用。

背景技术

[0002] 烟道气燃烧产物见表 1。其中的二氧化硫、二氧化碳是严重的空气污染物,现在对烟道气的处理,通常采用吸收法去除尾气中二氧化硫,生成硫酸钙,然后用一乙醇胺吸收法吸收或变压吸附法吸收二氧化碳,或直接排放二氧化碳。

[0003] 表 1 燃烧产物成分

燃烧产物		CO_2	H_2O	N_2	SO_2	O_2	总计
[0004] 完全燃烧	体积	1.6053	1.7147	8.74545	0.00616	0	12.07161 (m^3 / kg)
	%	13.298	14.204	72.446	0.05103	0	100
空气过剩	体积	1.6053	1.7536	10.0569	0.00616	0.34863	13.77059 (m^3 / kg)
	%	11.657	12.743	73.032	0.0447	2.532	100

发明内容

[0005] 本发明目的是为了适应发展的需要,减少污染物排放,节约能源。

[0006] 一种烟道气中二氧化碳、二氧化硫吸附利用的工艺。主要包括 3 个部分,脱二氧化硫制硫酸部分、脱碳回收部分、二氧化碳液化部分。

[0007] 脱二氧化硫制硫酸部分见图 1,由第一控制阀门 1-1、第二控制阀门 1-2、第三控制阀门 1-3、第四控制阀门 1-4、第五控制阀门 1-5、第六控制阀门 1-6、第七控制阀门 1-7、第八控制阀门 2-1、第九控制阀门 2-2、第十控制阀门 2-3、第十一控制阀门 2-4、第十二控制阀门 2-5、第十三控制阀门 2-6、第十四控制阀门 2-7、第十五控制阀门 8、第十六控制阀门 9、第十七控制阀门 10、第十八控制阀门 11、二氧化硫分析仪 12、第一吸附塔 1、第二吸附塔 2、酸泵 13、第一酸池 14、第二酸池 15 组成。

[0008] 脱碳回收部分、二氧化碳液化部分见图 2,由进气管路 16,第一鼓风机 17、第二鼓风机 26,第一电磁阀 18-1、第二电磁阀 18-2、第三电磁阀 18-3、第四电磁阀 19-1、第五电磁阀 19-2、第六电磁阀 19-3、第七电磁阀 20-1、第八电磁阀 20-2、第九电磁阀 20-3、第十电磁阀 21-1、第十一电磁阀 21-2、第十二电磁阀 21-3、第十三电磁阀 22、第十四电磁阀 23-1、第十五电磁阀 23-2、第十六电磁阀 24、第十七电磁阀 28、第十八电磁阀 30, A 吸附塔、B 吸附塔、C 吸附塔,真空罐 25,储气罐 27,压力调节阀 29,二氧化碳增压机 31,触点开关 32,储液

瓶 33 组成。

[0009] 整个工艺流程为：

[0010] 脱二氧化硫制硫酸部分：除尘过滤后的烟道气，经控制阀门进入吸附器。第一控制阀门 1-1、第六控制阀门 1-6 开，其余控制阀门关闭。此时第一吸附塔 1 处于吸附阶段，在此阶段二氧化硫被活性炭吸附，并在碘化钾作用下催化氧化，变成三氧化硫。产品气中二氧化硫浓度达到设定值时，第一吸附塔 1 停止吸附，第八控制阀门 2-1、第十三控制阀门 2-6 开，第一控制阀门 1-1、第六控制阀门关闭，第二吸附塔 2 开始吸附；同时第三控制阀门 1-3、第五控制阀门 1-5、第十五控制阀门 8 打开，酸泵 13 开始工作，对吸附塔 1 喷淋清洗，三氧化硫遇水分，生成硫酸，0.5 ~ 2 小时后第三控制阀门 1-3、第十五控制阀门 8 关闭，第四控制阀门 1-4、第十六控制阀门 9 打开再次对第一吸附塔 1 喷淋清洗，清洗完成后第四控制阀门 1-4、第五控制阀门 1-5、第十六控制阀门 9 关闭，酸泵 13 停止工作，第二控制阀门 1-2、第七控制阀门 1-7 打开，对吸附塔 1 干燥，干燥完成后，第二控制阀门 1-2、第七控制阀门关闭，第一吸附塔 1 内的吸附剂完成再生工作。从而完成一个变压吸附循环周期。两个吸附塔交替完成吸附和解吸过程就可以不断提高硫酸的浓度。在酸池内硫酸浓度达到要求时，第十五控制阀门 8 或第十六控制阀门 9、第十八控制阀门 11、酸泵打开，酸液可以正常输出。

[0011] 脱碳回收部分、二氧化碳液化部分：以吸附塔 A 为例具体说明每个塔在一次循环中所经历的各个步骤，以及参与循环切换的阀门。吸附步骤：吸附塔 A 在吸附压力下吸附。第一电磁阀 18-1、第十电磁阀 21-1、第十三电磁阀 22 开启，流出的废气经第十三电磁阀 22 排出。吸附步骤中，二氧化碳被选择性吸附，二氧化碳的吸附前沿移动到塔内一位置而停止。压力均衡：原料气停止输入，二氧化碳的吸附前沿还在吸附塔 A 内，未穿透床层。第一电磁阀 18-1、第十电磁阀 21-1 关闭，同时开启第七电磁阀 20-1、第九电磁阀 20-3，使吸附塔 A 和吸附塔 C 之间进行压力均衡。此时吸附塔 A 内死空间气体从塔出口段进入抽好真空的吸附塔 C，使吸附塔 A 的压力上升到吸附压力的一半左右，（此时吸附塔 A 内被吸附的二氧化碳因降压而脱附向塔出口端移动）。顺向减压：当吸附塔 A 与吸附塔 C 达到均衡后，关第九电磁阀 20-3，开启第十四电磁阀 23-1，使吸附塔 A 内死空间内气体进一步朝出口端释放。置换步骤：在吸附塔 A 顺向减压结束时，关闭第十四电磁阀 23-1，开启第十七电磁阀 28、第四电磁阀 19-1、第十五电磁阀 23-2 产品罐内的气体进入吸附塔 A 将残存的气体置换出来，使二氧化碳气体进一步富集。置换量的大小，可由第十七电磁阀 28 控制，置换后的气体由于含有一定量的二氧化碳气体，所要返回原料气。抽真空步骤步骤：置换步骤结束后，关闭第七电磁阀 20-1、第十五电磁阀 23-2、第十七电磁阀 28，开启第十六电磁阀 24，将吸附塔 A 内的气体抽到有一定真空度的真空罐 25 内，在由压缩机将气体抽走，送入二氧化碳增压机 31 加压。一次充压：在吸附塔 A 完成了吸附、解吸后。利用吸附塔 B 的死空间内气体进行充压，关闭第四电磁阀 19-1、第十六电磁阀 24，开启第八电磁阀 20-2、第七电磁阀 20-1。二次充压：自吸附塔 A 一次充压完成后，利用原料气对吸附塔 A 进行二次充压，将第九电磁阀电磁阀 20-1 关闭，第一电磁阀 18-1 打开。二氧化碳增压机 31 将二氧化碳加压冷却后，二氧化碳液化，在触点开关控制下，液态二氧化碳充入储液瓶 33。

[0012] 本发明能同时捕集二氧化硫、二氧化碳，并将二氧化硫转变为硫酸、二氧化碳变为液态，实现了两种污染物的回收利用。

附图说明

[0013] 图 1 为烟道气中二氧化硫分离利用工艺的流程示意图

[0014] 图 2 为烟道气中二氧化碳分离利用工艺的流程示意图。

[0015] 其中：吸附塔 1, 吸附塔 2, 第一控制阀门 1-1、第二控制阀门 1-2、第三控制阀门 1-3、第四控制阀门 1-4、第五控制阀门 1-5、第六控制阀门 1-6、第七控制阀门 1-7、第八控制阀门 2-1、第九控制阀门 2-2、第十控制阀门 2-3、第十一控制阀门 2-4、第十二控制阀门 2-5、第十三控制阀门 2-6、第十四控制阀门 2-7、第十五控制阀门 8、第十六控制阀门 9、第十七控制阀门 10、第十八控制阀门 11, 二氧化硫分析仪 12, 酸泵 13, 第一酸池 14、第一酸池 15, 进气管路 16, 第一鼓风机 17、第二鼓风机 26, 第一电磁阀 18-1、第二电磁阀 18-2、第三电磁阀 18-3、第四电磁阀 19-1、第五电磁阀 19-2、第六电磁阀 19-3、第七电磁阀 20-1、第八电磁阀 20-2、第九电磁阀 20-3、第十电磁阀 21-1、第十一电磁阀 21-2、第十二电磁阀 21-3、第十三电磁阀 22、第十四电磁阀 23-1、第十五电磁阀 23-2、第十六电磁阀 24、第十七电磁阀 28、第十八电磁阀 30, 吸附塔 A、吸附塔 B、吸附塔 C, 真空罐 25, 储气罐 27, 压力调节阀 29, 二氧化碳增压机 31, 触点开关 32, 储液瓶 33。

具体实施方式

[0016] 实施例 1, 烟道气经控制阀门进入吸附器。控制阀门 1-1、1-6 开, 其余控制阀门关闭。此时吸附塔 1 处于吸附阶段, 在此阶段二氧化硫被活性炭吸附和催化氧化, 变成三氧化硫。产品气中二氧化硫浓度达到设定值时, 吸附塔 1 停止吸附, 控制阀门 2-1、2-6 开, 控制阀门 1-1、1-6 关闭, 吸附塔 2 开始吸附; 同时控制阀门 1-3、1-5、8 打开, 酸泵 13 开始工作, 对吸附塔 1 清洗, 三氧化硫遇水分, 生成硫酸, 1 小时后控制阀门 1-3、8 关闭, 控制阀门 1-4、9 打开再次对吸附塔 1 清洗, 清洗完成后控制阀门 1-4、1-5、9 关闭、酸泵 13 停止工作, 控制阀门 1-2、1-7 打开, 对吸附塔 1 干燥, 干燥完成后, 控制阀门 1-2、1-7 关闭, 吸附塔 1 内的吸附剂完成再生工作。

[0017] 二氧化碳吸附步骤:A 塔在吸附压力下吸附。阀 18-1、21-1、22 开启, 流出的废气经阀 22 排出。吸附步骤中, 二氧化碳被选择性吸附, 二氧化碳的吸附前沿移动到塔内一位置而停止。压力均衡: 原料气停止输入, 二氧化碳的吸附前沿还在 A 塔内, 未穿透床层。阀 18-1、21-1 关闭, 同时开启阀 20-1、20-3, 使 A 塔和 C 塔之间进行压力均衡。此时 A 塔内死空间气体从塔出口段进入抽好真空的 C 塔, 使 A 塔的压力上升到吸附压力的一半左右, (此时 A 塔内被吸附的二氧化碳因降压而脱附向塔出口端移动)。顺向减压: 当 A 塔与 C 塔达到均衡后, 关 20-3, 开启阀 23-1, 使 A 塔内死空间内气体进一步朝出口端释放。置换步骤: 在 A 塔顺向减压结束时, 关闭阀 23-1, 开启阀 28、19-1、23-2 产品罐内的气体进入 A 塔将残存的气体置换出来, 使二氧化碳气体进一步富集。置换量的大小, 可由阀 28 控制, 置换后的气体由于含有一定量的二氧化碳气体, 所要返回原料气。抽真空步骤: 置换步骤结束后, 关闭阀门 20-1、23-2、28, 开启阀门 24, 将 A 塔内的气体抽到有一定真空度的真空罐 25 内, 在由压缩机将气体抽走, 送入二氧化碳增压机 31 加压。一次充压: 在 A 塔完成了吸附、解吸后。利用 B 塔的死空间内气体进行充压, 关闭阀 19-1、24, 开启阀 20-2、20-1。二次充压: 自 A 塔一次充压完成后, 利用原料气对 A 塔进行二次充压, 将阀 20-1 关闭, 18-1 打开。二氧化碳增压机 31 将二氧化碳加压冷却后, 二氧化碳液化, 在触点开关控制下, 液态二氧化碳充

入储液瓶 33。

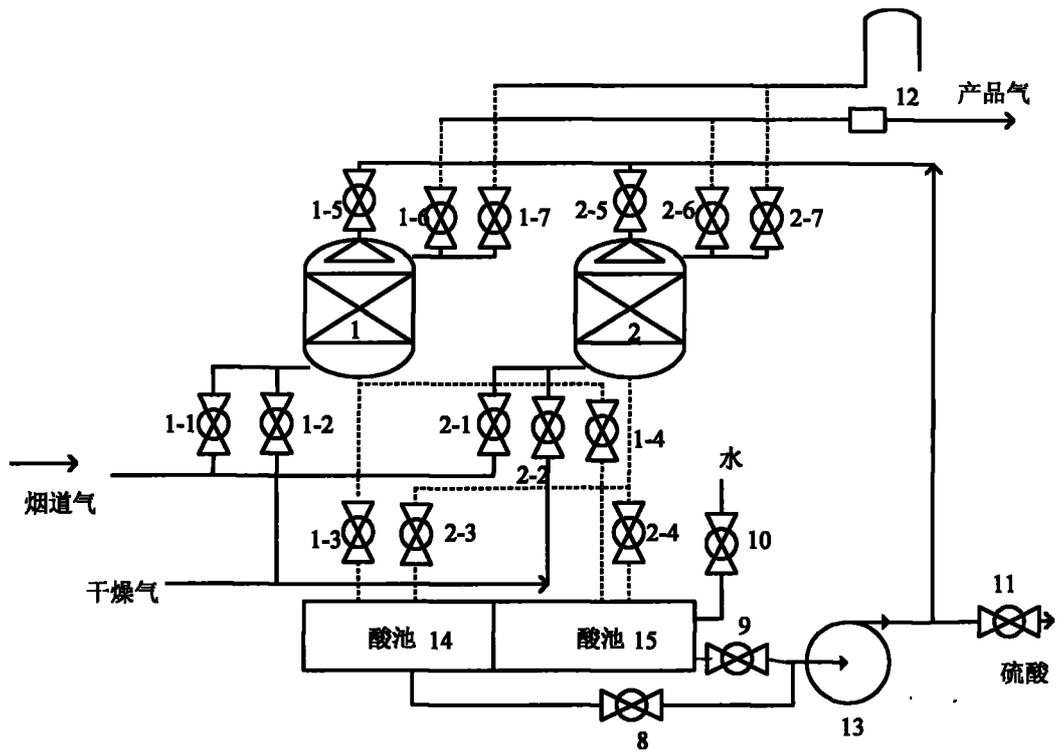


图 1

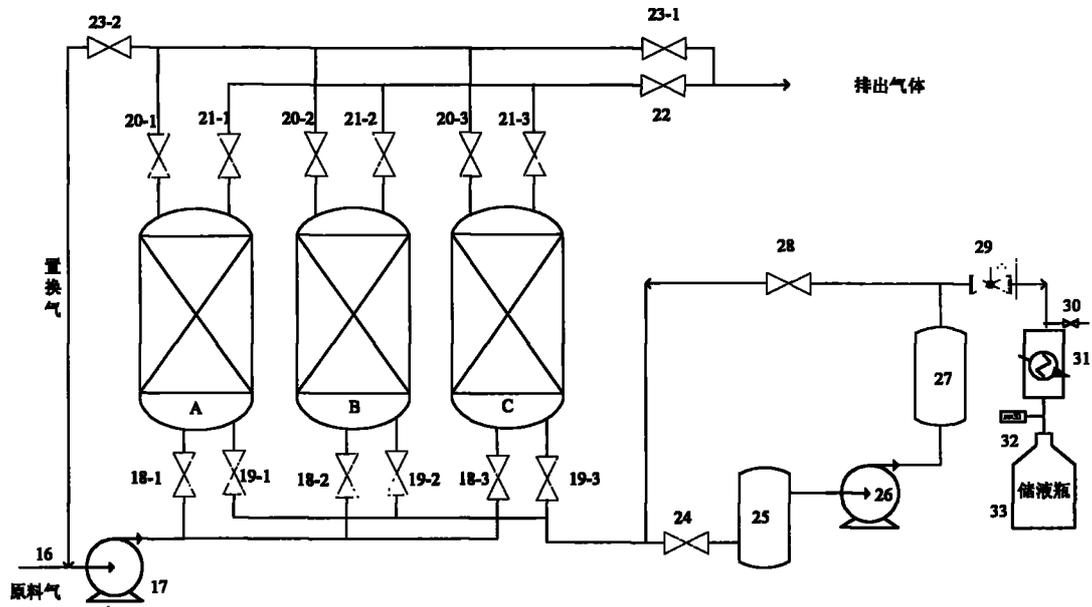


图 2