



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 108793077 B

(45) 授权公告日 2024. 08. 06

(21) 申请号 201811079313.5

(56) 对比文件

(22) 申请日 2018.09.17

CN 208829260 U, 2019.05.07

CN 101301559 A, 2008.11.12

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108793077 A

审查员 杨姗姗

(43) 申请公布日 2018.11.13

(73) 专利权人 陕西东鑫垣化工有限责任公司

地址 719407 陕西省榆林市府谷县沟门镇

(72) 发明人 宋如昌 田玉民 刘向明 赵明星

李亚军 刘振虎 高玉安 杜曼军

张子东 王瑞峰 高宏寅

(74) 专利代理机构 西安毅联专利代理有限公司

61225

专利代理师 陆佳

(51) Int. Cl.

C01B 3/50 (2006.01)

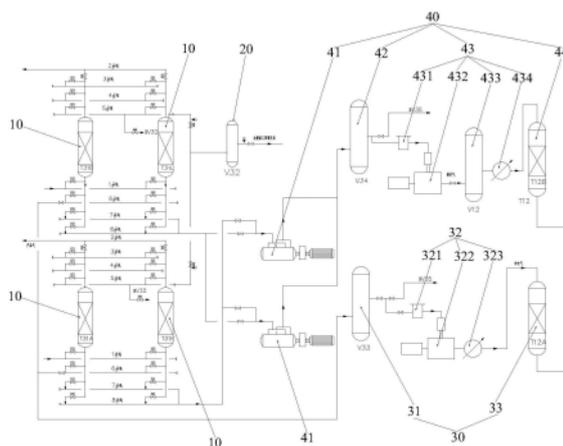
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

变压吸附制氢系统

(57) 摘要

本发明公开了一种变压吸附制氢系统,包括吸附塔、顺放装置、逆放装置和抽真空装置,吸附塔为多台,每个吸附塔具有底部管线和顶部管线,底部管线用于导入原料气,顶部管线用于输出产品气;顺放装置与顶部管线连通,以收集顺放过程中的顺放气;逆放装置与底部管线连通,以将吸附塔吸附的杂质气体解吸形成逆放气;抽真空装置与底部管线连通,以将吸附塔内抽真空。此技术主要通过改变吸附剂再生工艺,采用真空再生法,从而使吸附剂在负压下将吸附的杂质气体完全解吸,提高吸附剂的吸附能力,进而使吸附剂的再生效率和氢气回收率均有效提高。解决了现有技术中的变压吸附制氢系统氢气回收率较低的问题。



1. 一种变压吸附制氢系统,其特征在于,包括:

吸附塔(10),所述吸附塔(10)为多台,每个所述吸附塔(10)具有底部管线和顶部管线,所述底部管线由所述吸附塔(10)的底部与所述吸附塔(10)连通以导入原料气,所述吸附塔(10)用于吸附原料气中的杂质气体以生成产品气,所述顶部管线由所述吸附塔(10)的顶部与所述吸附塔(10)连通以输出产品气;

顺放装置(20),与所述顶部管线连通,以收集顺放过程中的顺放气;

逆放装置(30),与所述底部管线连通,以将所述吸附塔(10)吸附的杂质气体解吸形成逆放气;

抽真空装置(40),与所述底部管线连通,以将所述吸附塔(10)内抽真空;

多个所述吸附塔(10)分为两组;

其中,所述顺放装置(20)与两组所述吸附塔(10)的顶部管线连通,以接收顺放的顺放气;

所述逆放装置(30)包括:第一缓冲罐(31),所述第一缓冲罐(31)的入口端与所述底部管线连通,以接收并缓冲所述逆放气;

所述逆放装置(30)还包括:冷吹气生成设备(32),与所述第一缓冲罐(31)的出口端连通以将所述逆放气转换成冷吹气;

所述逆放装置(30)还包括:第一预处理塔(33),所述第一预处理塔(33)与所述冷吹气生成设备(32)以及冷吹气使用装置均连通,以将所述冷吹气进行预处理并将预处理后的所述冷吹气输送至所述冷吹气使用装置。

2. 根据权利要求1所述的变压吸附制氢系统,其特征在于,所述抽真空装置(40)包括:水环真空泵(41),所述水环真空泵(41)的入口端与所述底部管线连通以对所述吸附塔(10)内抽真空生成真空解吸气。

3. 根据权利要求2所述的变压吸附制氢系统,其特征在于,多个所述吸附塔(10)分为两组;

其中,所述水环真空泵(41)为两个,两个所述水环真空泵(41)与两组所述吸附塔(10)的所述底部管线均连通。

4. 根据权利要求2所述的变压吸附制氢系统,其特征在于,所述抽真空装置(40)还包括:第二缓冲罐(42),所述第二缓冲罐(42)的入口端与所述水环真空泵(41)的出口端连通,以接收并缓冲所述真空解吸气。

5. 根据权利要求4所述的变压吸附制氢系统,其特征在于,所述抽真空装置(40)还包括:热吹气生成设备(43),与所述第二缓冲罐(42)的出口端连通,以将所述真空解吸气转换成热吹气。

6. 根据权利要求5所述的变压吸附制氢系统,其特征在于,所述抽真空装置(40)还包括:第二预处理塔(44),所述第二预处理塔(44)与所述热吹气生成设备(43)连通,以用于所述第二预处理塔(44)的吸附剂再生热吹。

变压吸附制氢系统

技术领域

[0001] 本发明涉及煤化工领域,具体而言,涉及一种变压吸附制氢系统。

背景技术

[0002] 目前,在煤化工领域,荒煤气通过变压吸附除去氢以外的杂质吸附并去除从而获得纯度较高的氢气。

[0003] 然而在实际生产过程中,现有的荒煤气无变换变压吸附制氢采用的预处理工序(TSA)-真空变压吸附工序(VPSA)-变压吸附工序(PSA)工艺流程,此工艺在实际生产中,预处理工序处理能力不足,提纯工段采用冲洗再生流程,实际运行再生效果较差,吸附剂再生不彻底,氢气回收率较低。

发明内容

[0004] 本发明的主要目的在于提供一种荒煤气无变换的工况下,采用变压吸附制氢工艺,以至少解决现有技术中的制氢系统氢气回收率较低、再生效果差的问题。

[0005] 为了实现上述目的,本发明提供了一种变压吸附制氢系统,包括:吸附塔,吸附塔为多台,每个吸附塔具有底部管线和顶部管线,底部管线由吸附塔的底部与吸附塔连通以导入原料气,吸附塔用于吸附原料气中的杂质气体以生成产品气,顶部管线由吸附塔的顶部与吸附塔连通以输出产品气;顺放装置,与顶部管线连通,以收集顺放过程中的顺放气;逆放装置,与底部管线连通,以将吸附塔吸附的杂质气体解吸形成逆放气;抽真空装置,与底部管线连通,以将吸附塔内抽真空。

[0006] 进一步地,多个吸附塔分为两组;其中,顺放装置与两组吸附塔的顶部管线连通,以收集顺放过程中的顺放气。

[0007] 进一步地,逆放装置包括:第一缓冲罐,第一缓冲罐的入口端与底部管线连通,以接收并缓冲逆放气。

[0008] 进一步地,逆放装置还包括:冷吹气生成设备,与第一缓冲罐的出口端连通以将逆放气转换成冷吹气。

[0009] 进一步地,逆放装置还包括:第一预处理塔,第一预处理塔与冷吹气生成设备以及冷吹气使用装置均连通,以将冷吹气送入预处理工序进行吸附剂再生冷吹使用。

[0010] 进一步地,抽真空装置包括:水环真空泵,水环真空泵的入口端与底部管线连通以对吸附塔内抽真空生成真空解吸气。

[0011] 进一步地,多个吸附塔分为两组;其中,水环真空泵为两个,两个水环真空泵与两组吸附塔的底部管线均连通。

[0012] 进一步地,抽真空装置还包括:第二缓冲罐,第二缓冲罐的入口端与水环真空泵的出口端连通,以接收并缓冲真空解吸气。

[0013] 进一步地,抽真空装置还包括:热吹气生成设备,与第二缓冲罐的出口端连通,以将真空解吸气转换成热吹气。

[0014] 进一步地,抽真空装置还包括:第二预处理塔,第二预处理塔与热吹气生成设备连通,以用于所述第二预处理塔吸附剂再生热吹使用。

[0015] 应用本发明技术方案的变压吸附制氢系统,包括吸附塔、顺放装置、逆放装置和抽真空装置,吸附塔为多台,每个吸附塔具有底部管线和顶部管线,底部管线由吸附塔的底部与吸附塔连通以导入原料气,吸附塔用于吸附原料气中的杂质气体以生成产品气,顶部管线由吸附塔的顶部与吸附塔连通以输出产品气;顺放装置与顶部管线连通,以收集顺放过程中的顺放气,用于提浓工序(VPSA)预升压;逆放装置,与底部管线连通,以将吸附塔吸附的杂质气体解吸形成逆放气;抽真空装置,与底部管线连通,以将吸附塔内抽真空。通过采用真空再生流程,从而使吸附剂在负压下将杂质气体完全解吸,提高吸附剂的吸附能力,进而使吸附剂的再生效果和氢气回收率均有效提高。解决了现有技术中的变压吸附制氢系统氢气回收率较低的问题。

附图说明

[0016] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本申请的一部分,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0017] 图1是根据本发明实施例可选的一种变压吸附制氢系统的结构示意图;以及

[0018] 图2是根据本发明实施例可选的一种变压吸附制氢系统工作流程示意图。

[0019] 其中,上述附图包括以下附图标记:

[0020] 10、吸附塔;20、顺放装置;30、逆放装置;31、第一缓冲罐;32、冷吹气生成设备;321、第一过滤器;322、冷吹气鼓风机;323、冷却器;33、第一预处理塔;40、抽真空装置;41、水环真空泵;42、第二缓冲罐;43、热吹气生成设备;431、第二过滤器;432、热吹气鼓风机;433、解吸气缓冲罐;434、加热器;44、第二预处理塔。

具体实施方式

[0021] 为了使本技术领域的人员更好地理解本发明方案,下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分的实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都应当属于本发明保护的范围。

[0022] 根据本发明实施例变压吸附制氢系统,如图1所示,包括吸附塔10、顺放装置20、逆放装置30和抽真空装置40,吸附塔10为多台,每个吸附塔10具有底部管线和顶部管线,底部管线由吸附塔10的底部与吸附塔10连通以导入原料气,吸附塔10用于吸附原料气中的杂质气体以生成产品气,顶部管线由吸附塔10的顶部与吸附塔10连通以输出产品气;顺放装置20与顶部管线连通,以收集顺放过程中的顺放气,用于提浓工序(VPSA)预升压;逆放装置30,与底部管线连通,以将吸附塔10吸附的杂质气体解吸形成逆放气;抽真空装置40与底部管线连通,以将吸附塔内10抽真空。

[0023] 应用本发明技术方案的变压吸附制氢系统,包括吸附塔10、顺放装置20、逆放装置30和抽真空装置40,吸附塔10为多台,每个吸附塔10具有底部管线和顶部管线,底部管线由吸附塔10的底部与吸附塔10连通以导入原料气,吸附塔10用于吸附原料气中的杂质气体以

生成产品气,顶部管线由吸附塔10的顶部与吸附塔10连通以输出产品气;顺放装置20与顶部管线连通,以收集顺放过程中的顺放气,用于提浓工序(VPSA)预升压;逆放装置30与底部管线连通,以将吸附塔10吸附的杂质气体解吸形成逆放气,一部分出制氢系统,一部分用于预处理工序再生冷吹气;抽真空装置40与底部管线连通,以将吸附塔内10抽真空,使得吸附剂再生,真空解吸气一部分出制氢系统,一部分用于预处理工序再生热吹气。从而使吸附塔10内吸附剂在负压下将杂质气体完全解吸,提高吸附剂的吸附能力,进而使吸附剂的再生效果和氢气回收率均有效提高。解决了现有技术中的变压吸附制氢系统氢气回收率较低的问题。

[0024] 具体实施时,吸附塔10为12台,12台吸附塔10同时运行,始终有4台吸附塔10处于吸附状态,吸附过程为3次均压、抽真空的变压吸附。12台吸附塔10分为两组;其中,顺放装置20与两组吸附塔10的顶部管线连通以收集顺放过程中的顺放气,顺放过程中的解吸气为顺放气,氢气含量在70%以上,该解吸气用于提浓工序预升压,可提高氢气的回收率。

[0025] 具体地,底部管线包括1#线,6#线,7#线以及8#线,其中,1#线为进料线,6#线为逆放线,7#线和8#线均为抽真空线;顶部管线包括2#线,3#线,4#线以及5#线,其中,2#线为产品线,3#线为一均和终充线,4#线为二均线,5#线为三均和顺放线。顺放装置20的入口端与两组吸附塔10的4#线连通,顺放装置20的出口端去提浓工段预升压。

[0026] 进一步地,逆放装置30将吸附塔10吸附的杂质气体解吸形成逆放气,一部分出制氢系统,一部分用于预处理工序再生冷吹气,逆放装置30包括第一缓冲罐31、冷吹气生成设备32和第一预处理塔33,第一缓冲罐31的入口端与底部管线的6#线连通,以接收并缓冲逆放气;冷吹气生成设备32与第一缓冲罐31的出口端连通以将逆放气转换成冷吹气;第一预处理塔33与冷吹气生成设备32以及冷吹气使用装置均连通,以将冷吹气进行预处理并将预处理后的冷吹气输送至冷吹气使用装置。其中,冷吹气生成设备32包括第一过滤器321、冷吹气鼓风机322和冷却器323,第一过滤器321的入口端与第一缓冲罐31的出口端连通,以对逆放气进行过滤;冷吹气鼓风机322的入口端与第一过滤器321的出口端连通以对经过过滤后的逆放气进行加压;冷却器323的入口端与冷吹气鼓风机322的出口端连通,以对经过加压后的逆放气进行冷却以形成冷吹气。

[0027] 抽真空装置40包括水环真空泵41、第二缓冲罐42、热吹气生成设备43以及第二预处理塔44,水环真空泵41为两个,两个水环真空泵41的入口端与两组吸附塔10的底部管线的7#线和8#线连通以对吸附塔10内抽真空生成真空解吸气;第二缓冲罐42的入口端与水环真空泵41的出口端连通,以接收并缓冲真空解吸气;热吹气生成设备43与第二缓冲罐42的出口端连通,以将真空解吸气转换成热吹气;第二预处理塔44与热吹气生成设备43以及热吹气使用装置均连通,以将热吹气进行预处理并将预处理后的热吹气输送至热吹气使用装置。

[0028] 具体地,热吹气生成设备43包括第二过滤器431、热吹气鼓风机432、解吸气缓冲罐433以及加热器434。第二过滤器431的入口端与第二缓冲罐42的出口端连通以对真空解吸气进行过滤;热吹气鼓风机432用于对经过过滤后的真空解吸气进行加压;解吸气缓冲罐433用于对加压后的解吸气进行缓冲;加热器434用于对解吸气进行加热以生成热吹气输送至第二预处理塔44。

[0029] 本发明实施例变压吸附制氢系统将提纯工段(PSA)的冲洗再生流程工艺改为真空

再生流程,提高了氢气回收率,改善了吸附剂的再生效果;同时提纯工段增加2台吸附塔10也适当增加了制氢系统氢气产量。

[0030] 如图2所示,本制氢系统采用12-4-3VPSA工艺流程(提纯),即:12个吸附塔10同时运行、始终有4个吸附塔10处于吸附状态、3次均压、抽真空的变压吸附。每个吸附塔10吸附和再生过程由吸附、连续3次均压降压、顺放、逆放、隔离、抽真空、连续3次均压升压和产品气升压等步骤组成。

[0031] 原料气为来自预理工段的荒煤气经提浓工段脱氧处理后的提浓气,压力为0.5MPa(G)、温度40°C左右进入提纯工段的底部管线的1#线分离掉可能夹带的液滴,然后自吸附塔10底进入四个吸附塔T31A~L中正处于吸附工况的吸附塔10(始终有四台),在吸附塔10中吸附剂依次选择吸附下,一次性除去氢以外的几乎所有杂质气体,获得H₂纯度大于99.9%的提纯气送入氢气压缩机,经压缩机加压至1.7-2.1MPa送加氢装置作为原料使用。

[0032] 当吸附塔10内的吸附剂吸附饱和后,通过程控阀门切换至其它吸附塔10,吸附饱和的吸附塔10则转入再生过程。在再生过程中,吸附塔10首先经过连续3次均压降压过程,以及通过顺放装置20进行顺放尽量回收吸附塔10内死空间的氢气,用于提浓工段预升压,从而可保证氢气的充分回收。然后通过逆放装置30进行逆放步骤将吸附的大部分气体杂质解吸,在逆放过程全部结束后,为使吸附剂得到彻底的再生,用通过抽真空装置40逆着吸附方向对吸附塔10内的吸附床层进行抽真空,进一步降低杂质组成的分压,使吸附剂得以彻底再生。逆放气排入第一缓冲罐31中,然后经冷吹气鼓风机322加压后至变温吸附(TSA)预处理工序用作再生时的冷吹气气源;抽真空解吸气排入第二缓冲罐42内,经热吹气鼓风机432加压后送TSA用作再生时的热吹气气源。

[0033] 本申请的制氢系统工艺流程简述如下:

[0034] 1)、变温吸附预处理工序:

[0035] 经螺杆压缩机压缩后的荒煤气(称原料气)以压力~0.65MPa(g)、温度~40°C(经螺杆压缩机冷却器和气液分离器分离水后)进入铵盐洗涤塔,经洗涤后,可除掉90%以上的氨及铵盐。

[0036] 然后送入预处理塔,除去焦油和萘(焦油含量 $\leq 3\text{mg}/\text{Nm}^3$ 、萘含量 $\leq 5\text{mg}/\text{Nm}^3$)等化合物,系统由八台预处理塔组成,其中六台处于吸附状态,而另两台处于再生状态。当预处理塔吸附焦油,萘等化合物接近饱和时即转入再生过程。

[0037] 2)、真空变压吸附氢气提浓及脱氧工序简述:

[0038] 经过预处理后0.62MPa(G)的净化半焦煤气自塔底进入吸附塔中正处于吸附工况的吸附塔,在吸附剂选择吸附的条件下除去氢以外的杂质,获得氢含量大于45%的提浓氢气,经加热后进入脱氧塔脱氧,经冷却降温气液分离后送真空变压吸附提纯工序。

[0039] 3)、真空变压吸附氢气提纯工序简述:

[0040] 0.55MPa(G)的脱氧提浓氢气自塔底进入吸附塔中正处于吸附工况的吸附塔,在吸附剂选择吸附的条件下一次性除去氢以外的杂质,获得氢含量大于99.9%的产品气,送至加氢装置作为原料使用。

[0041] 本工序由原设计的变压吸附冲洗再生工艺变更为变压吸附真空再生工艺,新工序流程为12-4-3V-PSA,其中12塔运行,4个塔吸附,3次均压抽真空变压吸附。其工艺过程循环步骤为①吸附,②一均降,③二均降,④三均降,⑤顺放,⑥逆放,⑦隔离,⑧抽真空,⑨三均

升,⑩二均升,⑪一均升,⑫终升。

[0042] 每个步序顺利进行主要依靠程控阀在程序的控制下快速的切换来实现,每个步序时吸附塔的运用状态如下:

[0043] ①吸附:原料气体由1#线进,产品经2#线出;

[0044] ②一均降:进行一均的两个塔3#阀开,高压塔气体经3#线进入低压塔进行均压;

[0045] ③二均降:进行二均的两个塔4#阀开,高压塔气体经4#线进入低压塔进行均压;

[0046] ④三均降:进行三均的两个塔5#阀开,高压塔气体经5#线进入低压塔进行均压;

[0047] ⑤顺放:塔内气体经5#线进入V32内存储,最终用于提浓预升压,提高氢气回收率;

[0048] ⑥逆放:塔内残存低压气体及解吸出的杂质气体经6#线送至V33,最终经风机加压后去了TSA作再生冷吹气;

[0049] ⑦隔离:PSA程序编制过程中出现的空余步序,所有程控阀处于关闭状态;

[0050] ⑧抽真空:吸附塔内残存低压气体及解吸出的杂质气体通过真空泵抽负压后进入V34,经热吹煤气风机加压后送至TSA作再生热吹气;

[0051] ⑨三均升:同上述④所述;

[0052] ⑩二均升:同上述③所述;

[0053] ⑪一均升:同上述②所述;

[0054] ⑫终升:通过2#线与3#线连通的调节阀开,终升塔的3#阀开,高压产品气经连通调节阀进入3#线进入该吸附塔升至吸附压力,吸附塔完成整个再生过程,为下一次吸附做好准备。

[0055] 吸附塔T31A~L的工艺步序都是完全相同的,只是在各步序的运行时间上依次错开1/12个吸附时间,这样就实现了始终有四塔处于吸附状态,其他八塔分别处于不同的再生状态,保证了原料气的连续分离与提纯。

[0056] 本发明实施例变压吸附制氢系统具有以下有益效果:

[0057] 1) 本实施例的制氢系统氢气回收率大幅提高了15%-20%;目前该制氢每小时多产氢气 4000Nm^3 ,按加氢实际生产每吨油的氢耗 580Nm^3 算,一小时可多产6.9T油,以每吨油2000元的利润算,每小时可多实现利润1.38万元,则全年(每年按8000小时算)可多实现利润11040万元。

[0058] 2) 本实施例的制氢系统的预处理处理能力大幅提升,系统运行稳定,系统压降下降明显;单个吸附塔10过气量下降,吸附时间大幅降低,吸附剂的再生效果良好,吸附剂的使用寿命得到有效延长,整个系统的运行周期变长,实现了系统生产的连续化和长期化,降低了系统的整体运营成本。

[0059] 以上仅是本发明的优选实施方式,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和润饰,这些改进和润饰也应视为本发明的保护范围。

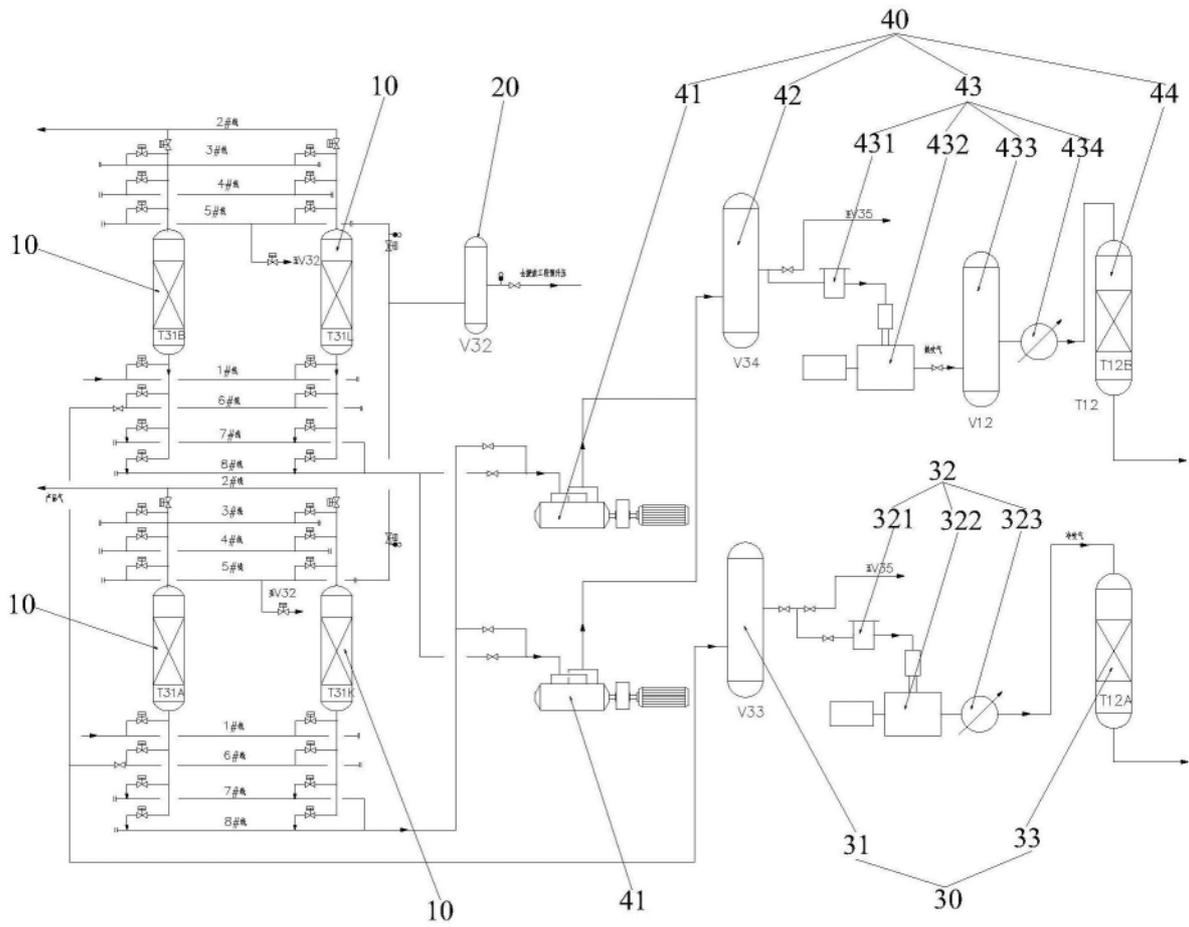


图1

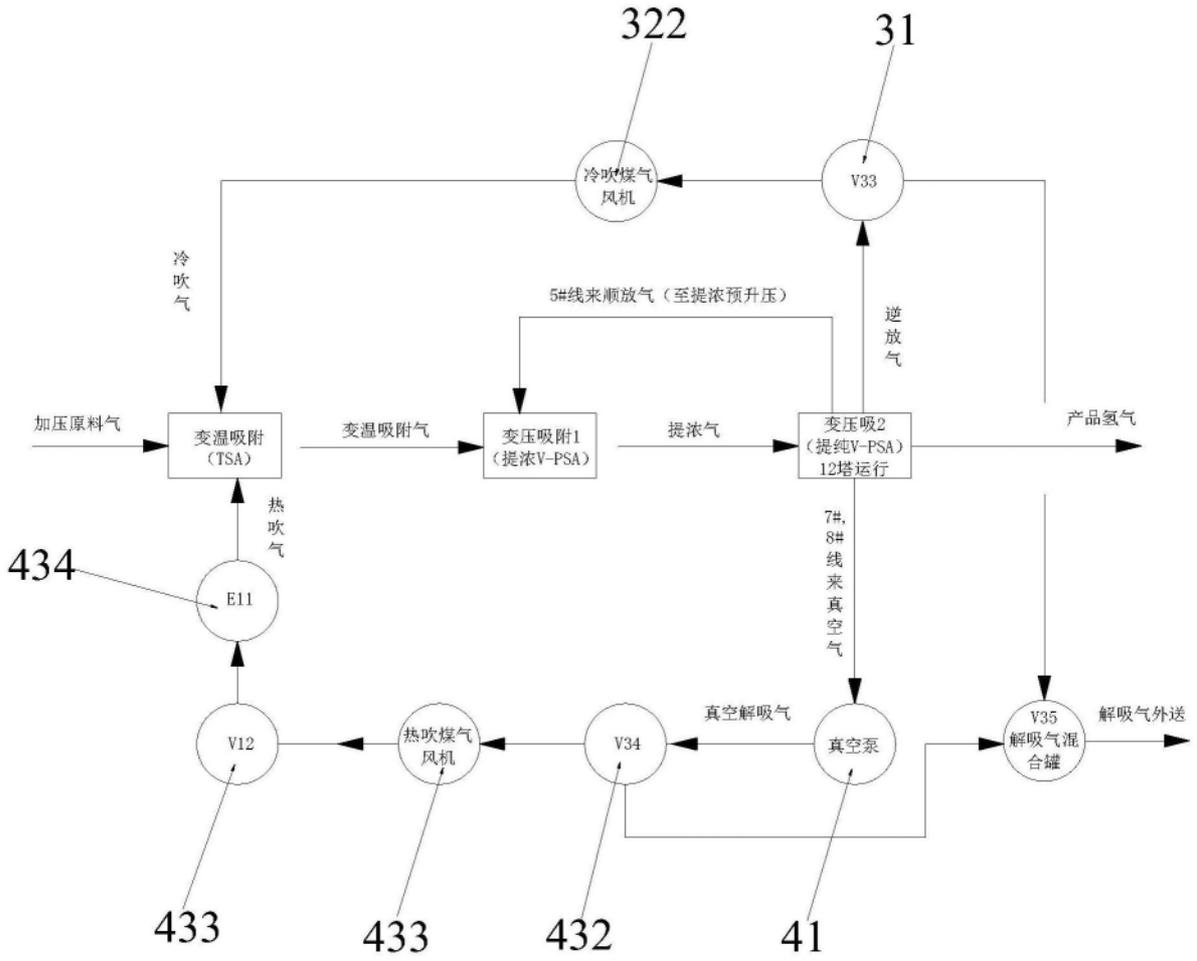


图2