



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104874253 B

(45)授权公告日 2017. 10. 13

(21)申请号 201510289768.X

B01D 53/00(2006.01)

(22)申请日 2015.05.29

B01D 53/48(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

B01D 53/64(2006.01)

申请公布号 CN 104874253 A

B01D 53/72(2006.01)

B01D 53/62(2006.01)

(43)申请公布日 2015.09.02

C01B 32/942(2017.01)

(73)专利权人 洪阳冶化工程科技有限公司

F27D 17/00(2006.01)

地址 100016 北京市朝阳区将台路5号院15
号楼B、C座

(56)对比文件

(72)发明人 曹松 阙志建 马委元 韦存福
汪俊锋

CN 204768067 U, 2015.11.18,

CN 102258923 A, 2011.11.30,

JP 2006015179 A, 2006.01.19,

(74)专利代理机构 北京凯特来知识产权代理有
限公司 11260

CN 203704687 U, 2014.07.09,

CN 203940751 U, 2014.11.12,

代理人 郑立明 赵镇勇

CN 103471404 A, 2013.12.25,

CN 201173703 Y, 2008.12.31,

(51) Int. Cl.

CN 103204470 A, 2013.07.17,

B01D 50/00(2006.01)

CN 102445085 A, 2012.05.09,

B01D 46/00(2006.01)

CN 103289768 A, 2013.09.11,

B01D 46/24(2006.01)

B01D 45/16(2006.01)

审查员 陈茵

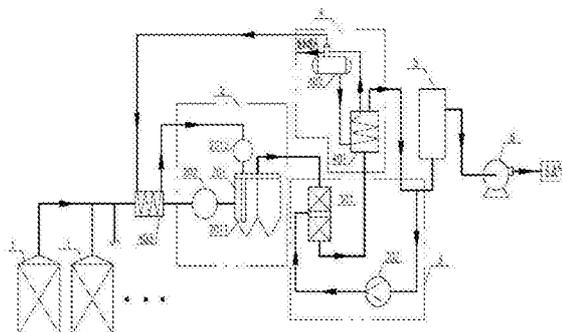
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)发明名称

一种电石炉尾气干法除尘—余热回收—生
产合成气装置

(57)摘要

本发明公开了一种电石炉尾气干法除尘—
余热回收—生产合成气装置,包括依次用管道连
接的电石炉、高温电石尾气除尘系统、电石尾气
成分重整系统、高温电石尾气余热回收系统、低
温电石尾气深度净化系统,所述低温电石尾气深
度净化系统设有煤气风机。能在高温下除去电
石炉尾气中携带的粉尘,再利用电石炉尾气本身
的高温 and 含硫进行耐硫变换将尾气中CO部分变
换调整尾气中碳氢比,然后回收高温尾气的余
热生产蒸汽,同时回收余热生产的蒸汽又作为高
温除尘的反吹气进入系统作为变换蒸汽,最后
净化混合尾气,得到能满足碳—化工生产要求
的纯净合成气。



1. 一种电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置,其特征在于,包括依次用管道连接的电石炉(1)、高温电石尾气除尘系统(2)、电石尾气成分重整系统(3)、高温电石尾气余热回收系统(4)、低温电石尾气深度净化系统(5),所述低温电石尾气深度净化系统(5)设有煤气风机(6);

所述的电石炉(1)为密闭电石炉,有一台或者多台;

所述的高温电石尾气除尘系统(2)包括高温过滤器(201)、旋风分离器(202);

所述的电石尾气成分重整系统(3)包括电石尾气变换反应器(301),所述电石尾气成分重整系统(3)还设有低温煤气循环风机(302);

所述的高温电石尾气余热回收系统(4)包括蒸汽发生器(401)、蒸汽汽包(402)、蒸汽过热器(403);

所述的高温过滤器(201)内设置高温过滤组件(2011),所述高温过滤组件(2011)为多孔陶瓷过滤组件或者烧结多孔金属过滤组件,所述高温过滤器(201)设有反吹清灰装置(2012);

所述的蒸汽过热器(403)设置在所述电石炉(1)和所述高温电石尾气除尘系统(2)之间;

所述的电石炉(1)通过管道将高温电石炉尾气汇集到所述高温电石尾气除尘系统(2);

所述高温过滤组件(2011)的操作温度介于常温—900℃之间;

所述反吹清灰装置(2012)控制使用反吹气体对所述高温过滤组件(2011)进行反吹清灰,所述反吹气体为过热蒸汽、加压的CO气、氮气之中的任一种或多种,所述反吹气体压力介于0.2—0.6MPa;

在所述电石尾气变换反应器(301)中使用耐硫变换催化剂对电石尾气进行部分变换反应调节尾气中一氧化碳与氢气的摩尔比到10~0.5;

低温煤气循环风机(302)用于将经过所述高温电石尾气余热回收系统(4)降温的煤气部分循环到所述电石尾气变换反应器(301)中;

所述蒸汽发生器(401)通过回收所述电石尾气成分重整系统(3)后的尾气显热生产低压饱和蒸汽,蒸汽产量合每吨电石产量对应的尾气回收余热副产0.6MPa饱和蒸汽100—150Kg,混合气体经过所述高温电石尾气余热回收系统(4)余热回收处理后的温度在20~50℃;

所述的蒸汽过热器(403)通过蒸汽吸收尾气热量来控制电石炉尾气进所述高温电石尾气除尘系统(2)的温度在250—450℃;

所述的低温电石尾气深度净化系统(5)脱除混合气体中的含有害气体以及CO₂杂质,深度净化后体系中H₂S<0.03ppm、COS<0.03ppm、CS₂<0.03ppm、PH₃<0.1ppm、AsH₃<0.1ppm、HF<0.1ppm、HCN<0.1ppm、HCl<0.1ppm、羰基金属<0.1ppm、O₂<500ppm,所述有害气体包括硫、磷、砷、氰、氟。

一种电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置

技术领域

[0001] 本发明涉及电石炉尾气能量和资源高效回收利用领域,具体涉及一种电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置。

背景技术

[0002] 电石是基本的有机化工原料,中国是世界上最大的电石生产国,但是同时电石行业是高耗能、高污染的产业,电石炉尾气治理技术多年来都一直是电石行业的难题而很难解决。

[0003] 电石生产每吨电石副产炉气约 400Nm^3 ,炉气成分主要为高温CO,高温炉气本身有大量的余热可利用,同时还可以作为高热值燃料利用或者作为碳—化工的原料利用。

[0004] 电石炉尾气温度高,成分复杂,利用、治理难度比较大。电石尾气出炉的温度正常是 $500\text{—}800\text{℃}$ 左右,尾气含尘 $50\text{—}200\text{g}/\text{Nm}^3$,而且粉尘的性质比较特殊,粉尘颗粒细,比表面积大,比重轻,同时还具有一定的粘性,难以清灰;粉尘中含有较多的焦炭粉尘,粉尘中的比电阻也比较高。

[0005] 目前电石炉尾气净化和利用的工艺主要是余热锅炉+布袋除尘(或电除尘)的工艺、强制冷却+布袋除尘的工艺或者增湿塔+电除尘的工艺。用余热锅炉工艺可产蒸汽和发电,强制冷却加布袋除尘是将烟温降到布袋所能承受的范围再进行净化,增湿塔+电除尘工艺是将粉尘比电阻降到合适的范围再用电除尘净化。

[0006] 余热锅炉+布袋除尘的净化工艺存在的问题是由于电石尾气中高含量的粉尘的影响,造成锅炉受热面积灰恶化传热效果,锅炉效率急剧下降而尾气温度难以冷却到设计温度,后续的布袋除尘器由于不能承受高温造成布袋烧毁,所以这种工艺运行效果不理想,稳定运行的难度很大。

[0007] 强制冷却加布袋除尘是通过冷却水间冷或者直冷(一般是直冷)将高温尾气降温到布袋所能承受的范围,再进布袋除尘器除尘,这种技术一是损失高温尾气余热,二是需要大量的冷却水循环喷洒,耗水耗能大且产生难以处理的污水,经济性和环境友好性均不佳。

[0008] 电除尘技术净化电石炉尾气主要的问题是电石尾气中所含粉尘的性质比较特殊,粉尘中含有较多的焦炭粉尘,粉尘中的比电阻也比较高,即便通过调湿或者其它技术调整粉尘比电阻,也还是除尘效率低且波动大,难以保证系统稳定运行且满足净化要求。

[0009] 综上,现有的电石炉尾气处理技术不能满足电石炉高温尾气净化和能源、资源回收的要求,能源、资源利用效率低。

发明内容

[0010] 本发明的目的是提供一种用于电石炉尾气能量和资源高效回收利用的电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置。

[0011] 本发明的目的是通过以下技术方案实现的:

[0012] 本发明的电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置,包括依次用管道连

接的电石炉、高温电石尾气除尘系统、电石尾气成分重整系统、高温电石尾气余热回收系统、低温电石尾气深度净化系统,所述低温电石尾气深度净化系统设有煤气风机。

[0013] 由上述本发明提供的技术方案可以看出,本发明实施例提供的电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置,由于包括依次用管道连接的电石炉、高温电石尾气除尘系统、电石尾气成分重整系统、高温电石尾气余热回收系统、低温电石尾气深度净化系统,所述低温电石尾气深度净化系统设有煤气风机,可以先通过高温电石尾气除尘系统在高温下除去电石炉尾气中携带的粉尘,再利用电石炉尾气本身的高温 and 含硫通过电石尾气成分重整系统进行耐硫变换将尾气中CO部分变换调整尾气中碳氢比,然后通过高温电石尾气余热回收系统回收高温尾气的余热生产蒸汽,同时回收余热生产的蒸汽又作为高温除尘的反吹气进入系统作为变换蒸汽,最后净化混合尾气,得到能满足碳—化工生产要求的纯净合成气,技术先进,运行稳定,实现了高温电石炉尾气能源和资源回收效益的最大化。

附图说明

[0014] 图1为本发明实施例提供的电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置的结构示意图。

[0015] 图中:

[0016]	1	电石炉	2	高温电石尾气除尘系统
[0017]	3	电石尾气成分重整系统	4	高温电石尾气余热回收系统
[0018]	5	低温电石尾气深度净化系统	6	煤气风机
[0019]	201	高温过滤器	202	旋风分离器
[0020]	301	电石尾气变换反应器	302	低温煤气循环风机
[0021]	401	蒸汽发生器	402	蒸汽汽包
[0022]	403	蒸汽过热器		
[0023]	2011	高温过滤组件	2012	反吹清灰装置

具体实施方式

[0024] 下面将对本发明实施例作进一步地详细描述。

[0025] 本发明的电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置,其较佳的具体实施方式如图1所示:

[0026] 包括依次用管道连接的电石炉1、高温电石尾气除尘系统2、电石尾气成分重整系统3、高温电石尾气余热回收系统4、低温电石尾气深度净化系统5,所述低温电石尾气深度净化系统5设有煤气风机6。

[0027] 所述的电石炉1为密闭电石炉,有一台或者多台。

[0028] 所述的高温电石尾气除尘系统2包括高温过滤器201、旋风分离器202。

[0029] 所述的高温过滤器201内设置高温过滤组件2011,所述高温过滤组件2011为多孔陶瓷过滤组件或者烧结多孔金属过滤组件,所述高温过滤器201设有反吹清灰装置2012。

[0030] 所述的电石尾气成分重整系统3包括电石尾气变换反应器301,所述电石尾气成分重整系统3还设有低温煤气循环风机302。

[0031] 所述的高温电石尾气余热回收系统4包括蒸汽发生器401、蒸汽汽包402、蒸汽过热

器403。

[0032] 所述的蒸汽过热器403设置在所述电石炉1和所述电石炉尾气高温除尘器2之间。

[0033] 所述的电石炉1通过管道将高温电石炉尾气汇集到所述电石炉尾气高温除尘器2；

[0034] 所述高温过滤组件2011的操作温度介于常温——900℃之间；

[0035] 所述反吹清灰装置2012控制使用反吹气体对所述高温过滤组件2011进行反吹清灰,所述反吹气体为过热蒸汽、加压的CO气、氮气之中的任一种或多种,所述反吹气体压力介于0.2——0.6MPa；

[0036] 在所述电石尾气变换反应器301中使用钴钼系耐硫变换催化剂对电石尾气进行部分变换反应调节尾气中一氧化碳与氢气的摩尔比到10~0.5；

[0037] 低温煤气循环风机302用于将经过所述高温电石尾气余热回收系统4降温的煤气部分循环到所述电石尾气变换反应器301中；

[0038] 所述蒸汽发生器401通过回收所述电石尾气成分重整系统3后的尾气显热生产低压饱和蒸汽,蒸汽产量合每吨电石产量对应的尾气回收余热副产0.6MPa饱和蒸汽100——150Kg,混合气体经过所述高温电石尾气余热回收系统4余热回收处理后的温度在20~50℃；

[0039] 所述的蒸汽过热器403通过蒸汽吸收尾气热量来控制电石炉尾气进所述电石炉尾气高温除尘器2的温度在250—450℃。

[0040] 所述的低温电石尾气深度净化系统5脱除混合气体中的含硫、磷、砷、氰、氟等有害气体以及CO₂杂质,深度净化后体系中H₂S<0.03ppm、COS<0.03ppm、CS₂<0.03ppm、PH₃<0.1ppm、AsH₃<0.1ppm、HF<0.1ppm、HCN<0.1ppm、HCl<0.1ppm、羰基金属<0.1ppm、O₂<500ppm。

[0041] 本发明的电石炉尾气干法除尘—余热回收—生产合成气装置,用于电石炉尾气能量和资源高效回收利用,能在高温下除去电石炉尾气中携带的粉尘,再利用电石炉尾气本身的高温 and 含硫进行耐硫变换将尾气中CO部分变换调整尾气中碳氢比,然后回收高温尾气的余热生产蒸汽,同时回收余热生产的蒸汽又作为高温除尘的反吹气进入系统作为变换蒸汽,最后净化混合尾气,得到能满足碳—化工生产要求的纯净合成气,技术先进,运行稳定,实现了高温电石炉尾气能源和资源回收效益的最大化。

[0042] 本发明中,所述高温电石尾气除尘系统是前端由旋风分离器承担初步除尘,后端由高温过滤器承担精除尘的组合系统,所述高温过滤器由高温除尘组件将过滤器空间分隔成含尘空间和洁净空间,所述高温除尘组件可以是多孔陶瓷材料或者烧结多孔金属材料,所述高温除尘组件的过滤精度在0.2微米——5微米,允许运行温度在常温——900℃。

[0043] 优选地,在电石炉尾气进所述高温电石尾气除尘系统之前设置蒸汽过热器,饱和蒸汽来源于后端所述余热回收系统,通过蒸汽吸收尾气热量来控制电石炉尾气进所述高温电石尾气除尘系统的温度在300—450℃,同时提供所述高温电石尾气除尘系统所需要的反吹清灰气,这部分蒸汽的作用同时还在于是后续所述电石尾气成分重整系统的反应蒸汽。

[0044] 所述电石尾气成分重整系统主要是使用电石尾气变换反应器将经过除尘的高温尾气通过部分变换反应调节尾气中一氧化碳与氢气的比例以达到后续生产合成油、甲醇或者乙二醇等化工产品一氧化碳/氢气比例的要求。优选地,经所述电石尾气成分重整系统调整后尾气的一氧化碳/氢气比例(摩尔比)在10~0.5。

[0045] 优选地,电石尾气变换反应器分两段或多段装填钴钼系耐硫变换催化剂,在段间通过低温煤气循环风机补充经过后续所述高温电石尾气余热回收系统冷却的煤气作循环激冷煤气来控制变换反应的温度以及提高CO变换反应的转换率。

[0046] 所述高温电石尾气余热回收系统回收高温电石炉尾气和变换反应的显热,将混合气体降温到常温以利于进一步深度净化合成气。优选地,所述高温电石尾气余热回收系统回收尾气余热生产的蒸汽用于所述电石尾气成分重整系统的一氧化碳变换蒸汽。

[0047] 所述低温电石尾气深度净化系统将前端系统所生产的粗合成气进行深度净化以达到后续生产合成油、甲醇或者乙二醇等化工产品的原料纯度要求,根据需要采用工业脱硫剂、脱磷剂、脱砷剂、脱氟剂、脱HCN催化剂、脱氯剂、脱羰基金属催化剂以及脱氧剂脱除混合气体中的含硫、磷、砷、氰、氟等有害气体以及CO₂等杂质,深度净化后体系中H₂S<0.03ppm、CO_S<0.03ppm、CS₂<0.03ppm、PH₃<0.1ppm、AsH₃<0.1ppm、HF<0.1ppm、HCN<0.1ppm、HCl<0.1ppm、羰基金属<0.1ppm、O₂<500ppm。

[0048] 与现有电石尾气净化和利用技术相比较,采用上述技术方案的本发明具有如下优点:

[0049] 1.在电石炉尾气出电石炉的高温状态下,即将其中的粉尘除净,后续设备处理的电石炉尾气不再含尘,避免了余热锅炉积灰、设备管道磨损、设备管道堵塞等不利情况的发生;

[0050] 2.本技术的除尘是高温干法除尘,除尘后尾气温度不降低,成分不变,为后续高温尾气余热回收、CO气回收提供了必要条件;

[0051] 3.本技术利用电石炉尾气自身余热生产蒸汽,并且副产的蒸汽立即用于尾气成分重整,实现了电石炉尾气能量转化和成分重整的无缝对接,能量利用和物质利用的效率最高,对降低电石生产能耗,提高电石生产的盈利能力意义重大;

[0052] 4.本技术实现了对电石尾气的资源化回收,电石生产的副产CO气可全部回收转化成可用于合成油、甲醇或者乙二醇等化工产品生产的优质合成气,实现了资源效益的最大化。

[0053] 具体实施例1:

[0054] 某工厂一条20万吨/年电石生产线配备2台48000KVA密闭电石炉,电石炉尾气正常流量合计11000Nm³/h,温度正常400~600℃,尾气成分及粉尘特性见表1和表2、表3:

[0055] 表1.电石炉尾气成分组成表

[0056]

名称	CO	H ₂	CO ₂	N ₂	O ₂	其他	粉尘
含量(V%)	70~90	2~6	1~3	2~5	0.2~1	~1	120g/Nm ³

[0057] 表2.电石炉尾气携带粉尘组成

[0058]

粉尘成分	CaO	C	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	其他
百分比(W%)	37.2	34.1	15.8	0.96	7.1	~4.84

[0059] 表3.电石炉尾气携带粉尘粒径分布

[0060]

粒径μm	0~2	2~5	5~10	10~20	20~40	>40

百分比(W%)	37.9	19.2	20.8	17.1	3.9	1.1
---------	------	------	------	------	-----	-----

[0061] 如附图1所示,出电石炉的尾气经过烟道汇集后流量合计11000Nm³/h进入蒸汽过热器403与高温电石尾气余热回收系统4送过来的饱和蒸汽换热,电石炉尾气的温度被降低到300℃,同时产生0.5MPa,250℃的过热蒸汽。

[0062] 从蒸汽过热器403出来的电石尾气先进旋风分离器202初步除尘,在旋风分离器202中大约能除去67%的大粒径粉尘,余下的粉尘粒径集中在0—5μm,进入高温过滤器201精除尘。在高温过滤器201内安装的高温过滤组件2011是镍基合金粉末烧结滤芯,非对称结构,滤芯本身的绝对过滤精度为1μm,实际过滤过程中,由于起过滤拦截作用的主要是滤饼层,所以绝大多数小于1μm的粉尘也能除去,最终出高温过滤器201的尾气含尘<20mg/m³。

[0063] 随着过滤时间的延长,附着在高温过滤组件2011上的粉尘厚度增大,过滤的阻力增加,当高温过滤器201的阻力增加到3KPa时系统自动开启反吹清灰装置2012的反吹功能,引导0.5MPa的过热蒸汽反向吹扫高温过滤组件2011除去上面累积的滤饼层,恢复高温过滤器201的过滤能力。同时,为满足电石尾气成分重整系统3对蒸汽的需要,系统自动控制3600Kg/h的喷吹量向高温过滤组件2011反吹入过热蒸汽,喷吹的效果也能使高温过滤器201在较低的压降水平下运行。

[0064] 经过除尘和混合了蒸汽的尾气温度在280℃左右,汽气比0.51进入尾气成分重整系统3调整尾气成分。尾气先进电石尾气变换反应器301的一段进行一氧化碳变换反应,电石尾气变换反应器301的一段出口掺合从低温煤气循环风机302送过来的低温煤气降温后进电石尾气变换反应器301的二段反应,变换反应催化剂采用钴钼系耐硫变换催化剂,出尾气成分重整系统3的气体成分是CO/H₂=1,其余为CO₂及杂质,温度450℃。

[0065] 从尾气成分重整系统3出来的气体进高温电石尾气余热回收系统4回收尾气余热生产0.5MPa饱和蒸汽5.5t/h,部分蒸汽去蒸汽过热器403作反吹气和变换蒸汽,部分蒸汽外送,同时尾气温度降低到50℃进低温电石尾气深度净化系统5。

[0066] 混合气体经过低温电石尾气深度净化系统5脱除混合气体中的含硫、磷、砷、氰、氟等有害气体以及CO₂等杂质,深度净化后体系中H₂S<0.03ppm、COS<0.03ppm,CS₂<0.03ppm,PH₃<0.1ppm、AsH₃<0.1ppm、HF<0.1ppm、HCN<0.1ppm、HCl<0.1ppm、羰基金属<0.1ppm、O₂<500ppm。

[0067] 最终得到CO/H₂=1:1(mol比)的洁净合成气8800Nm³/h,此合成气作LNG生产原料气年产LNG1.1万吨。

[0068] 具体实施例2:

[0069] 某厂一条20万吨/年电石生产线配备的是蓄热式电石生产的成套设备,此装置在电石炉原料预处理阶段副产H₂≈8700Nm³/h,密闭电石炉的配套则与实施例1的相似,电石尾气的产量及成分性质也与实施例1的相似,此例利用电石炉尾气回收CO气与副产氢气配比进行甲烷化反应生产LNG2.2万吨/年。

[0070] 此例的生产方案与实施例1类似,不同的是此例在高温电石尾气除尘系统后不设电石尾气成分重整系统3,所有有效CO气体均经高温电石尾气余热回收系统4和低温电石尾气深度净化系统5完全回收,此装置回收余热副产0.5MPa饱和蒸汽约3t/h,回收洁净有效CO气≈8800Nm³/h。

[0071] 此装置回收的CO气与在电石炉原料预处理阶段副产的H₂配合生产LNG,年产LNG约

2.2万吨。

[0072] 以上所述,仅为本发明较佳的具体实施方式,但本发明的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明披露的技术范围内,可轻易想到的变化或替换,都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此,本发明的保护范围应该以权利要求书的保护范围为准。

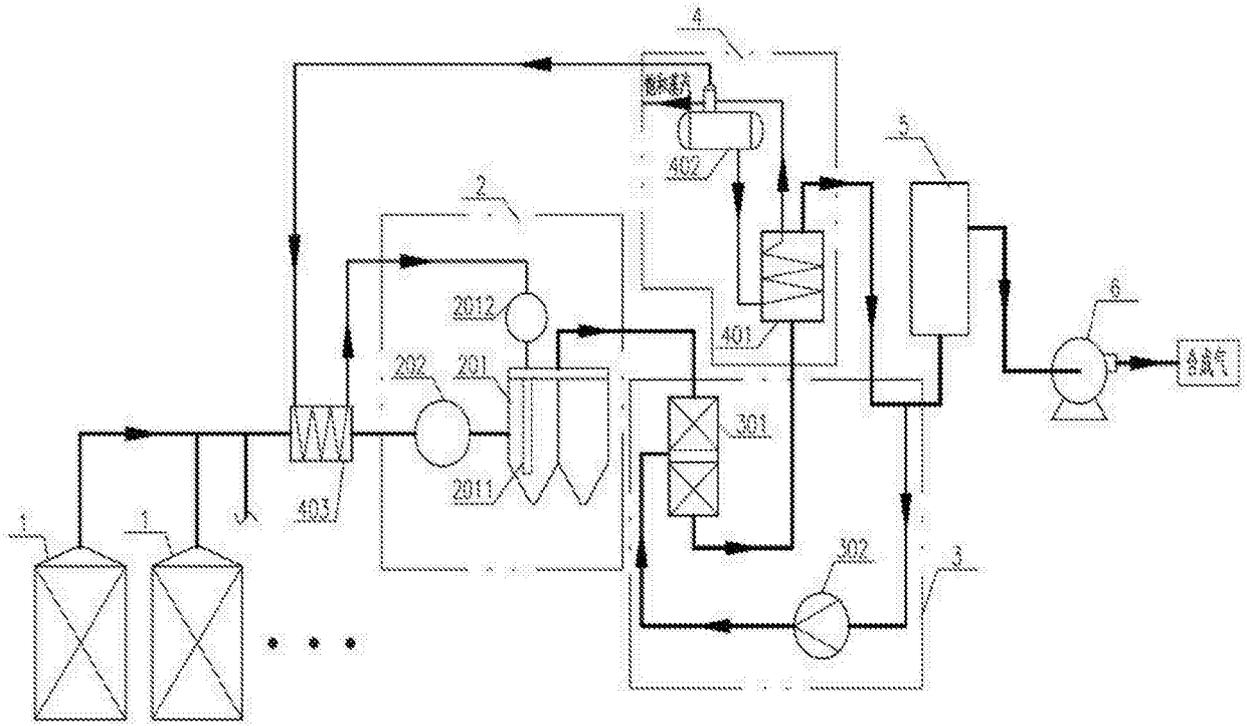


图1