



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112142003 B

(45) 授权公告日 2022.05.17

(21) 申请号 201910566438.9

(22) 申请日 2019.06.27

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 112142003 A

(43) 申请公布日 2020.12.29

(73) 专利权人 中石化南京化工研究院有限公司
地址 210048 江苏省南京市六合区葛关路
699号

专利权人 中国石油化工股份有限公司

(72) 发明人 王金利 蔡进 张杰 吴学其
朱艳芳 黄先亮 徐本刚 吴琳

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任
公司 32112

专利代理师 赵青霞

(51) Int.Cl.

C01B 3/16 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 101973523 A, 2011.02.16

CN 102031140 A, 2011.04.27

CN 1429764 A, 2003.07.16

CN 107915205 A, 2018.04.17

CN 108439337 A, 2018.08.24

JP 5634846 B2, 2014.12.03

审查员 孔令国

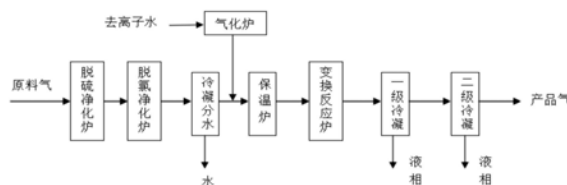
权利要求书1页 说明书7页 附图1页

(54) 发明名称

一种一氧化碳变换工艺

(57) 摘要

本发明属于化工技术领域,具体涉及一种一氧化碳变换工艺。其步骤包括:(1)原料气净化;(2)水汽化;(3)气汽混合;(4)变换反应;(5)气液分离。本发明的一氧化碳变换工艺,采用与变换工艺配套的脱硫脱氯净化工艺,拓宽了原料气的来源范围;等温变换反应炉能快速有效地移走反应的热量,与传统的反应炉相比,对炉中使用的铜基变换催化剂有很好的保护作用,催化剂的使用条件得到拓宽,对入口温度180-280℃,CO体积含量1%-30%的合成气、焦炉气、高炉煤气、自配合成气以及实验室煤气化产品气为原料气的都适用,一氧化碳转化率达到90%以上。



1. 一种一氧化碳变换工艺,其特征在于,包括以下工艺步骤:

(1) 原料气净化:含有一氧化碳的原料气依次经过脱硫、脱氯反应器,再经过水冷系统冷却和气液分离后,得到硫化物浓度小于0.1ppm、氯化物浓度小于0.05ppm的净化后原料气;

所述脱硫反应器内部上下分别装有粗脱硫催化剂A和精脱硫催化剂B,催化剂装量的体积比A:B=1.5-2.0:1;所述脱硫催化剂A为氧化锌和活性炭中的至少一种;所述精脱硫催化剂B为钴钼催化剂和氧化铁中的至少一种;

(2) 水汽化:去离子水泵入汽化器进行汽化,汽化后生成水蒸汽;所述汽化器内部管路呈螺旋形分布,去离子水从汽化器下端进入,上端排出;

(3) 气汽混合:将步骤(1)中的净化后原料气与步骤(2)中的水蒸汽混合;

(4) 变换反应:将步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器,在变换反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有变换催化剂的床层,发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气;

所述变换反应器为等温变换反应器,内装有固定床管式反应炉,反应炉为环状结构,中间有套管,冷空气从套管下端进上端出,将反应生成的热量带走;

所述变换反应器内壁装有环状电加热套;

(5) 气液分离:变换反应后气体从变换反应器下端出口出来,先通过水冷系统冷却后,再依次通过一级气液分离和二级气液分离后,得到产品气。

2. 根据权利要求1所述的一氧化碳变换工艺,其特征在于,步骤(1)中脱硫、脱氯反应器内压力控制为2.5-3.0Mpa、温度控制为200-250℃。

3. 根据权利要求1所述的一氧化碳变换工艺,其特征在于,步骤(2)中去离子水通过水泵加压泵入温度控制为250-300℃的汽化器中。

4. 根据权利要求1所述的一氧化碳变换工艺,其特征在于,步骤(3)中净化后原料气与水蒸汽在温度控制为180-250℃的保温炉中混合。

5. 根据权利要求1所述的一氧化碳变换工艺,其特征在于,步骤(4)中变换反应器内装填自主研发的中温铜基一氧化碳变换催化剂。

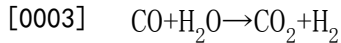
一种一氧化碳变换工艺

技术领域

[0001] 本发明属于化工技术领域,具体涉及一种一氧化碳变换工艺。

背景技术

[0002] 一氧化碳变换反应是指一氧化碳和水蒸气在一定条件下,生成二氧化碳和氢的反应。



[0004] 变换反应是放热反应,低温有利于反应向正向进行,因此温度越低,对反应越有利。变换反应根据温度一般分为低温(通常200-300℃)变换反应和高温(通常300-500℃)变换反应。现在许多生产氢气的工厂一般采用高温变换串联低温变换的工艺,以保证CO更完全的变换。

[0005] 高温变换后出来的气体温度较高(一般400℃以上),不能直接进行低温变换反应,需要串接废热锅炉等移热设备将气体冷却,满足条件后再进行低温变换反应。单纯的高温变换反应出口CO体积含量较高,一般在3-5%,甚至更高,根本不能满足生产需求,需要串接低温变换,最后出口气中CO体积含量可以控制在0.5%以下,甚至更低。

[0006] 现有技术已经提出对高温-低温变换工艺进行改进。

[0007] 中国专利CN104150439B公开了一氧化碳变换工艺。技术方案包括粗煤气经过煤气分离器气液分离后,经过过滤器过滤,与蒸汽混合器中的中压蒸汽混合,混合后进入煤气预热器与出等温反应器的反应气换热升温,升温后的混合气进入等温反应器进行反应,反应后的反应气送入煤气预热器与混合气换热降温后在进入低温绝热反应器进一步反应得到变换气。该发明解决了系统温度控制不稳定、催化剂容易失活的问题,但是工艺复杂,运行成本较高,一氧化碳的转化率不高。

[0008] 中国专利CN1461730A公开了一氧化碳变换工艺及反应器。工艺步骤包括:将原料气引入反应单元的反应器管,反应器管带有位于反应区的变换催化剂的固定床;在可有效地使一氧化碳与水蒸汽反应生成氢气的变换反应条件下原料气与催化剂接触;冷却介质具有沿反应器管的外壳侧流动的降模形式,通过冷却介质进行非直接热交换使反应冷却,并从降模中去除加热的冷却介质,使变换反应生成的氢通过氢选择模到达渗透区;将氢从渗透区抽出并将耗尽一氧化碳的原料气从反应区排出。该发明工艺反应器结构复杂,工艺条件控制困难。

[0009] 对现有高温-低温变换工艺进行改进,最大问题是废热锅炉的维护保养以及存在的不安全性,因此意义不大,选用反应温度较低的等温变换工艺流程是未来的发展方向,这方面的现有技术还处于刚刚起步阶段,工艺流程长,变换反应器结构复杂,成本较高。

[0010] 中国专利CN 103641067A公开了一种一氧化碳等温变换工艺方法,一氧化碳变换炉采用列管式等温变换炉,管程装填铜系催化剂,壳程为加锅炉给水的恒温水浴,在一氧化碳变换炉顶部设蒸汽汽包,与壳程恒温水浴连接。甲烷馏份工艺气从一氧化碳变换炉的管程通过,在催化剂作用下发生一氧化碳变换反应,然后离开一氧化碳变换炉;变换反应热通

过列管管壁传至壳程,加热锅炉给水,并副产低压蒸汽。由于一氧化碳变换炉入口一氧化碳浓度高。该发明解决的是造成催化剂床层温度高导致催化剂活性下降甚至失活的问题。

[0011] 中国专利CN 102971252A公开了一种一氧化碳变换装置及方法以及氢气制造装置。将变换催化剂层至少分割成前后两段,分别在上游侧具备第1催化剂,在下游侧具备第2催化剂,采用以下的第1催化剂和第2催化剂的组合,即第1催化剂具有在供给的反应气体中的一氧化碳浓度及反应温度恒定的情况下该供给的反应气体中的二氧化碳浓度越高则一氧化碳转化率越低的特性,第2催化剂中的相对于供给的反应气体中的二氧化碳浓度的增加而言的一氧化碳转化率的降低程度与第1催化剂中的相对于供给的反应气体中的二氧化碳浓度的增加而言的一氧化碳转化率的降低程度相比变小。由此,能够在不增加变换催化剂的使用量的情况下使一氧化碳变换装置的一氧化碳浓度转化率提高。该发明解决的是现有技术需要使用大量的变换催化剂的问题。

[0012] 目前,尚未有一种适用于多种原料气(如合成气、焦炉气、高炉煤气、自配合成气以及实验室煤气化产品气为原料气)、多种条件的一氧化碳变换反应工艺。

发明内容

[0013] 发明目的:本发明目的在于针对现有技术的不足,提供一种适用多种原料气、多种条件的一氧化碳变换工艺。本发明工艺采用的原料气范围较广,可以为合成气、焦炉气、高炉煤气、自配合成气以及实验室煤气化产品气等;本发明工艺可适用入口温度180-280℃,原料气中CO体积含量1-30%的变换反应。

[0014] 技术方案:本发明的目的通过下述技术方案实现:

[0015] 本发明提供一种一氧化碳变换工艺,包括以下工艺步骤:

[0016] (1) 原料气净化:含有一氧化碳的原料气依次经过脱硫、脱氯反应器,再经过水冷系统冷却和气液分离后,得到硫化物浓度小于0.1ppm、氯化物浓度小于0.05ppm的净化后原料气;

[0017] (2) 水汽化:去离子水泵入汽化器进行汽化,汽化后生成水蒸汽;

[0018] (3) 气汽混合:将步骤(1)中的净化后原料气经过质量流量计准确计量后与步骤(2)中的水蒸汽混合;

[0019] (4) 变换反应:将步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器,在变换反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有变换催化剂的床层,在反应压力2.5-3.0Mpa条件下发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气;

[0020] (5) 气液分离:变换反应后气体从变换反应器下端出口出来,先通过水冷系统冷却后,再依次通过一级气液分离和二级气液分离后,得到产品气。

[0021] 产品气取样分析检测产品其中各组分含量,一氧化碳转化率达到90%以上。

[0022] 优选地,步骤(1)中脱硫、脱氯反应器内压力控制为2.5-3.0Mpa、温度控制为200-250℃。

[0023] 优选地,步骤(1)中脱硫反应器内部上下分别装有粗脱硫催化剂A和精脱硫催化剂B,催化剂装量的体积比A:B=1.5-2.0:1。脱硫催化剂A为氧化锌和活性炭中的至少一种,精脱硫催化剂B为钴钼催化剂和氧化铁中的至少一种。

[0024] 优选地,步骤(2)中去离子水通过水泵加压泵入温度控制为250-300℃的汽化器

中。

[0025] 优选地,步骤(2)中汽化器内部管路呈螺旋形分布。

[0026] 进一步优选地,步骤(2)中去离子水从汽化器下端进入,上端排出。

[0027] 优选地,步骤(3)中净化后原料气与水蒸汽在温度控制为180-250℃的保温炉中混合。

[0028] 优选地,步骤(4)中变换反应器为等温变换反应器,内装有固定床管式反应炉,反应炉为环状结构,中间有套管,冷空气从套管下端进上端出,将反应生成的热量带走。

[0029] 优选地,步骤(4)中变换反应器内壁装有环状电加热套。

[0030] 优选地,步骤(4)中变换反应器内装填自主研发的中温铜基一氧化碳变换催化剂。

[0031] 本发明工艺可适用入口温度180-280℃,原料气中CO体积含量1%-30%的变换反应。

[0032] 本发明工艺可适用于原料气为合成气、焦炉气、高炉煤气、自配合成气以及实验室煤气化产品气。

[0033] 有益效果:

[0034] 本发明的与变换工艺配套的脱硫脱氯净化工艺,拓宽了原料气的来源范围;本发明的等温变换反应炉,反应的热量能有效的快速移走,与传统的反应炉相比,对炉内使用的铜基变换催化剂有很好的保护作用,催化剂的使用条件得到拓宽,对入口温度180-280℃,CO体积含量1%-30%的合成气、焦炉气、高炉煤气、自配合成气以及实验室煤气化产品气为原料气的都适用,一氧化碳转化率达到90%以上。

附图说明

[0035] 图1为本发明的一氧化碳变换工艺流程简图。

具体实施方式

[0036] 下面通过具体实施例和附图对本发明技术方案进行详细说明,但是本发明的保护范围不局限于所述实施例。

[0037] 实施例1:

[0038] 原料气为自配合成气,其中含氢体积分数为64%,一氧化碳体积分数20%,二氧化碳体积分数10%,甲烷体积分数12%。

[0039] 一氧化碳变换工艺流程简图见图1,一氧化碳变换工艺包括以下步骤:

[0040] (1) 原料气净化:原料气依次经过压力控制为3.0Mpa、温度控制为240℃的脱硫、脱氯反应器,粗脱硫催化剂A为氧化锌,精脱硫催化剂B为钴钼催化剂和氧化铁混合物,A:B体积比为1.5:1,再经过水冷系统冷却和气液分离后,得到硫化物浓度0.08ppm、氯化物浓度0.04ppm的净化后原料气;

[0041] (2) 水汽化:去离子水通过水泵加压打入温度控制为250℃的气化器进行汽化,汽化后生成水蒸汽;汽化器内部管路呈螺旋形分布,去离子水从汽化器下端进入,上端排出;

[0042] (3) 气汽混合:步骤(1)中的净化后原料气经过质量流量计准确计量后,以流量801/h与步骤(2)中的水蒸汽在温度控制为220℃的保温炉中混合;

[0043] (4) 变换反应:步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器,在变换

反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有自主研发的中温铜基一氧化碳变换催化剂的床层,在入口温度230℃、反应压力3.0Mpa条件下发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气;变换反应器为等温变换反应器,内装有固定床管式反应炉,反应炉为环状结构,中间有套管,冷空气从套管下端进上端出,将反应生成的热量带走;变换反应器内壁装有环状电加热套;

[0044] (5) 气液分离:反应后气体从变换反应器下端出口出来,先通过水冷系统冷却后,再依次通过一级气液分离和二级气液分离后,得到产品气。

[0045] 产品气取样分析检测产品其中各组分含量,得知该实施例中一氧化碳转化率93.7%。

[0046] 实施例2

[0047] 原料气为焦炉煤气,其中含氢体积分数为60%,一氧化碳体积分数10%,二氧化碳体积分数3%,甲烷体积分数18%,碳氢化合物3%。

[0048] 一氧化碳变换工艺包括以下步骤:

[0049] 1) 原料气净化:原料气依次经过压力控制为2.5Mpa、温度控制为200℃的脱硫、脱氯反应器,粗脱硫催化剂A为氧化锌和活性炭混合物,精脱硫催化剂B为钴钼催化剂,A:B体积比为2.0:1,再经过水冷系统冷却和气液分离到硫化物浓度0.05ppm、氯化物浓度0.01ppm的净化后原料气;

[0050] (2) 水汽化:去离子水通过水泵加压打入温度控制为300℃的气化器进行汽化,汽化后生成水蒸气;气化器内部管路呈螺旋形分布,去离子水从气化器下端进入,上端排出;

[0051] (3) 气汽混合:步骤(1)中的净化后原料气经过质量流量计准确计量后,以流量801/h与步骤(2)中的水蒸气在温度控制为230℃的保温炉中混合;

[0052] (4) 变换反应:步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器,在变换反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有中温铜基一氧化碳变换催化剂的床层,在入口温度260℃、反应压力2.5Mpa条件下发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气;变换反应器为等温变换反应器,内装有固定床管式反应炉,反应炉为环状结构,中间有套管,冷空气从套管下端进上端出,将反应生成的热量带走;变换反应器内壁装有环状电加热套;

[0053] (5) 气液分离:反应后气体从变换反应器下端出口出来,先通过水冷系统冷却后,再依次通过一级气液分离和二级气液分离后,得到产品气。

[0054] 产品气取样分析检测产品其中各组分含量,该实施例中一氧化碳转化率94.2%。

[0055] 实施例3

[0056] 原料气为实验室内蒙褐煤气化产品气,其中含氢体积分数为56%,一氧化碳体积分数15%,二氧化碳体积分数14%,甲烷体积分数5%,碳氢化合物6%。

[0057] 一氧化碳变换工艺包括以下步骤:

[0058] 1) 原料气净化:原料气依次经过压力控制为3.0Mpa、温度控制为240℃的脱硫、脱氯反应器,粗脱硫催化剂A为氧化锌和活性炭混合物,精脱硫催化剂B为钴钼催化剂和氧化铁混合物,A:B体积比为1.8:1,再经过水冷系统冷却和气液分离后,得到硫化物浓度0.02ppm、氯化物浓度0.01ppm的净化后原料气;

[0059] (2) 水汽化:去离子水通过水泵加压打入温度控制为280℃的气化器进行汽化,汽化后生成水蒸气;气化器内部管路呈螺旋形分布,去离子水从气化器下端进入,上端排出;

[0060] (3) 气汽混合:步骤(1)中的净化后原料气经过质量流量计准确计量后,以流量801/h与步骤(2)中的水蒸汽在温度控制为230℃的保温炉中混合;

[0061] (4) 变换反应:步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器,在变换反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有自主研发的中温铜基一氧化碳变换催化剂的床层,在入口温度240℃、反应压力3.0Mpa条件下发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气;变换反应器为等温变换反应器,内装有固定床管式反应炉,反应炉为环状结构,中间有套管,冷空气从套管下端进上端出,将反应生成的热量带走;变换反应器内壁装有环状电加热套;

[0062] (5) 气液分离:反应后气体从变换反应器下端出口出来,先通过水冷系统冷却后,再依次通过一级气液分离和二级气液分离后,得到产品气。

[0063] 产品气取样分析检测产品其中各组分含量,该实施例中一氧化碳转化率93.5%。

[0064] 实施例4

[0065] 原料气为合成气,其中含氢体积分数为64%,一氧化碳体积分数5%,二氧化碳体积分数12%,甲烷体积分数8%,碳氢化合物5%。

[0066] 一氧化碳变换工艺包括以下步骤:

[0067] 1) 原料气净化:合成气依次经过压力控制为2.8Mpa、温度控制为220℃的脱硫、脱氯反应器,粗脱硫催化剂A为活性炭,精脱硫催化剂B为钴钼催化剂和氧化铁混合物,A:B体积比为1.5:1,再经过水冷系统冷却和气液分离后,得到硫化物浓度0.08ppm、氯化物浓度0.03ppm的净化后原料气;

[0068] (2) 水汽化:去离子水通过水泵加压打入温度控制为300℃的气化器进行汽化,汽化后生成水蒸汽;气化器内部管路呈螺旋形分布,去离子水从气化器下端进入,上端排出;

[0069] (3) 气汽混合:步骤(1)中的净化后原料气经过质量流量计准确计量后,以流量801/h与步骤(2)中的水蒸汽在温度控制为230℃的保温炉中混合;

[0070] (4) 变换反应:步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器,在变换反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有自主研发的中温铜基一氧化碳变换催化剂的床层,在入口温度230℃、反应压力3.0Mpa条件下发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气;变换反应器为等温变换反应器,内装有固定床管式反应炉,反应炉为环状结构,中间有套管,冷空气从套管下端进上端出,将反应生成的热量带走;变换反应器内壁装有环状电加热套;

[0071] (5) 气液分离:反应后气体从变换反应器下端出口出来,先通过水冷系统冷却后,再依次通过一级气液分离和二级气液分离后,得到产品气。

[0072] 产品气取样分析检测产品其中各组分含量,该实施例中一氧化碳转化率91.7%。

[0073] 实施例5

[0074] 原料气为实验室新疆准东褐煤气化产品气处理气,其中含氢体积分数为63%,一氧化碳体积分数1%,二氧化碳体积分数15%,甲烷体积分数10%,碳氢化合物6%。

[0075] 一氧化碳变换工艺包括以下步骤:

[0076] 1) 原料气净化:原料气依次经过压力控制为2.5Mpa、温度控制为250℃的脱硫、脱氯反应器,粗脱硫催化剂A为氧化锌,精脱硫催化剂B为钴钼催化剂,A:B体积比为2.0:1,再经过水冷系统冷却和气液分离后,得到硫化物浓度0.01ppm、氯化物浓度0.01ppm的净化后

原料气；

[0077] (2) 水汽化：去离子水通过水泵加压打入温度控制为250℃的气化器进行汽化，汽化后生成水蒸汽；汽化器内部管路呈螺旋形分布，去离子水从汽化器下端进入，上端排出；

[0078] (3) 气汽混合：步骤(1)中的净化后原料气经过质量流量计准确计量后，以流量801/h与步骤(2)中的水蒸汽在温度控制为250℃的保温炉中混合；

[0079] (4) 变换反应：步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器，在变换反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有自主研发的中温铜基一氧化碳变换催化剂的床层，在入口温度280℃、反应压力3.0Mpa条件下发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气；变换反应器为等温变换反应器，内装有固定床管式反应炉，反应炉为环状结构，中间有套管，冷空气从套管下端进上端出，将反应生成的热量带走；变换反应器内壁装有环状电加热套；

[0080] (5) 气液分离：反应后气体从变换反应器下端出口出来，先通过水冷系统冷却后，再依次通过一级气液分离和二级气液分离后，得到产品气。

[0081] 产品气取样分析检测产品其中各组分含量，该实施例中一氧化碳转化率91.9%。

[0082] 实施例6

[0083] 原料气为焦炉煤气，其中含氢体积分数为60%，一氧化碳体积分数10%，二氧化碳体积分数3%，甲烷体积分数18%，碳氢化合物3%。

[0084] 一氧化碳变换工艺包括以下步骤：

[0085] 1) 原料气净化：原料气依次经过压力控制为2.5Mpa、温度控制为200℃的脱硫、脱氯反应器，粗脱硫催化剂A为氧化锌和活性炭混合物，精脱硫催化剂B为氧化铁，A:B体积比为2.0:1，再经过水冷系统冷却和气液分离后，得到硫化物浓度0.05ppm、氯化物浓度0.01ppm的净化后原料气；

[0086] (2) 水汽化：去离子水通过水泵加压打入温度控制为300℃的气化器进行汽化，汽化后生成水蒸汽；汽化器内部管路呈螺旋形分布，去离子水从汽化器下端进入，上端排出；

[0087] (3) 气汽混合：步骤(1)中的净化后原料气经过质量流量计准确计量后，以流量801/h与步骤(2)中的水蒸汽在温度控制为230℃的保温炉中混合；

[0088] (4) 变换反应：步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器，在变换反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有自主研发的中温铜基一氧化碳变换催化剂的床层，在入口温度260℃、反应压力2.5Mpa条件下发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气；变换反应器为等温变换反应器，内装有固定床管式反应炉，反应炉为环状结构，中间有套管，冷空气从套管下端进上端出，将反应生成的热量带走；变换反应器内壁装有环状电加热套；

[0089] (5) 气液分离：反应后气体从变换反应器下端出口出来，先通过水冷系统冷却后，再依次通过一级气液分离和二级气液分离后，得到产品气。

[0090] 产品气取样分析检测产品其中各组分含量，该实施例中一氧化碳转化率93.2%。

[0091] 实施例7

[0092] 原料气为高炉煤气，其中含氢体积分数为5%，一氧化碳体积分数30%，二氧化碳体积分数12%，氮气48%，碳氢化合物0.5%。

[0093] 一氧化碳变换工艺包括以下步骤：

[0094] 1) 原料气净化:原料气依次经过压力控制为2.5Mpa、温度控制为250℃的脱硫、脱氯反应器,粗脱硫催化剂A为氧化锌,精脱硫催化剂B为氧化铁,A:B体积比为2.0:1,,再经过水冷系统冷却和气液分离后,得到硫化物浓度0.05ppm、氯化物浓度0.04ppm的净化后原料气;

[0095] (2) 水汽化:去离子水通过水泵加压打入温度控制为250℃的气化器进行汽化,汽化后生成水蒸气;汽化器内部管路呈螺旋形分布,去离子水从汽化器下端进入,上端排出;

[0096] (3) 气汽混合:步骤(1)中的净化后原料气经过质量流量计准确计量后,以流量801/h与步骤(2)中的水蒸气在温度控制为180℃的保温炉中混合;

[0097] (4) 变换反应:步骤(3)中混合后气体从变换反应器上端进入变换反应器,在变换反应器中原料气与水蒸汽的混合气体通过装有自主研发的中温铜基一氧化碳变换催化剂的床层,在入口温度180℃、反应压力3.0Mpa条件下发生一氧化碳等温变换反应生成二氧化碳和氢气;变换反应器为等温变换反应器,内装有固定床管式反应炉,反应炉为环状结构,中间有套管,冷空气从套管下端进上端出,将反应生成的热量带走;变换反应器内壁装有环状电加热套;

[0098] (5) 气液分离:反应后气体从变换反应器下端出口出来,先通过水冷系统冷却后,再依次通过一级气液分离和二级气液分离后,得到产品气。

[0099] 产品气取样分析检测产品其中各组分含量,该实施例中一氧化碳转化率92.2%。

[0100] 本发明的工艺对入口温度180-280℃,CO体积含量1%-30%的合成气、焦炉气、高炉煤气、自配合成气以及实验室煤气化产品气为原料气的都适用,一氧化碳转化率达到90%以上。

[0101] 如上所述,尽管参照特定的优选实施例已经表示和表述了本发明,但其不得解释为对本发明自身的限制。在不脱离所附权利要求定义的本发明的精神和范围前提下,可对其在形式上和细节上作出各种变化。

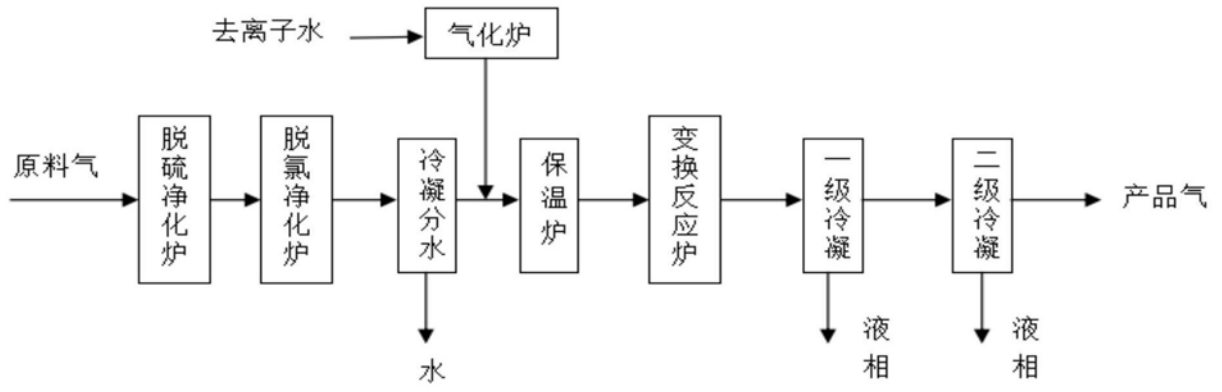


图1