



(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 210134072 U

(45)授权公告日 2020.03.10

(21)申请号 201920906442.0

(ESM)同样的发明创造已同日申请发明专利

(22)申请日 2019.06.14

(73)专利权人 林千果

地址 北京市昌平区高教园北4街5号院5号楼14层1401

(72)发明人 林千果

(74)专利代理机构 北京康信知识产权代理有限公司 11240

代理人 白雪

(51) Int. Cl.

C10K 1/00(2006.01)

C10K 1/32(2006.01)

B01D 53/22(2006.01)

B01D 53/047(2006.01)

B01D 53/00(2006.01)

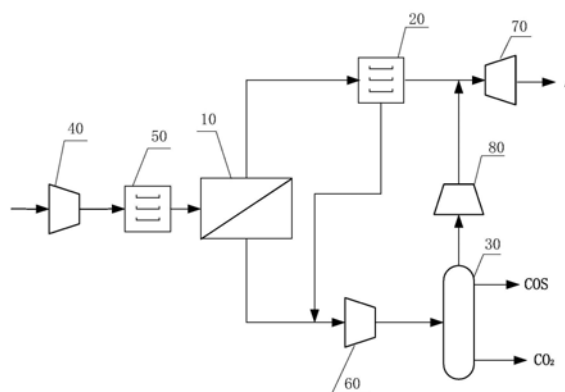
权利要求书1页 说明书6页 附图1页

(54)实用新型名称

高炉煤气的综合处理装置

(57)摘要

本实用新型提供了一种高炉煤气的综合处理装置。该装置包括CO₂膜分离单元、羰基硫变压吸附分离单元以及低温精馏单元，CO₂膜分离单元设置有高炉煤气进口、二氧化碳富集气出口和非渗透气出口；羰基硫变压吸附分离单元设置有非渗透气进口、羰基硫富集气出口以及第一脱除气出口，非渗透气进口与非渗透气出口相连，羰基硫变压吸附分离单元用于对非渗透气中的羰基硫进行变压吸附分离；低温精馏单元设置有二氧化碳富集气进口、二氧化碳产品气出口、羰基硫产品气出口以及第二脱除气出口，二氧化碳富集气进口分别与二氧化碳富集气出口和羰基硫富集气出口相连。本实用新型可以有效脱除煤气中的羰基硫，改善二氧化碳富集程度，并提高高炉煤气的燃烧热值。



CN 210134072 U

1. 一种高炉煤气的综合处理装置,其特征在于,包括:

CO₂膜分离单元(10),设置有高炉煤气进口、二氧化碳富集气出口和非渗透气出口;

羰基硫变压吸附分离单元(20),设置有非渗透气进口、羰基硫富集气出口以及第一脱除气出口,所述非渗透气进口与所述非渗透气出口相连,所述羰基硫变压吸附分离单元(20)用于对所述非渗透气出口排出的非渗透气中的羰基硫进行变压吸附分离;以及

低温精馏单元(30),设置有二氧化碳富集气进口、二氧化碳产品气出口、羰基硫产品气出口以及第二脱除气出口,所述二氧化碳富集气进口分别与所述二氧化碳富集气出口和所述羰基硫富集气出口相连。

2. 根据权利要求1所述的装置,其特征在于,所述装置还包括第一压缩单元(40),所述第一压缩单元(40)设置在所述高炉煤气进口所在的进气管路上,用于对所述高炉煤气进行压缩。

3. 根据权利要求2所述的装置,其特征在于,所述装置还包括气体处理单元(50),所述气体处理单元(50)设置在所述第一压缩单元(40)与所述高炉煤气进口相连的管路上,用于去除压缩后的所述高炉煤气中的固体杂质和液体杂质。

4. 根据权利要求3所述的装置,其特征在于,所述气体处理单元(50)包括依次串联设置的过滤器、冷却机和除雾器。

5. 根据权利要求1至4中任一项所述的装置,其特征在于,所述二氧化碳富集气进口与所述二氧化碳富集气出口通过二氧化碳富集气输送管路相连,所述羰基硫富集气出口与所述二氧化碳富集气输送管路相连。

6. 根据权利要求5所述的装置,其特征在于,所述装置还包括第二压缩单元(60),所述第二压缩单元(60)设置在所述二氧化碳富集气输送管路上,且所述羰基硫富集气出口与所述二氧化碳富集气输送管路的连接处位于所述第二压缩单元(60)的上游。

7. 根据权利要求1至4中任一项所述的装置,其特征在于,所述装置还包括压力能回收单元(70),所述压力能回收单元(70)与所述第一脱除气出口相连。

8. 根据权利要求7所述的装置,其特征在于,所述压力能回收单元(70)与所述第一脱除气出口通过脱除气输送主管相连,所述第二脱除气出口通过脱除气输送支管与所述脱除气输送主管相连。

9. 根据权利要求8所述的装置,其特征在于,所述装置还包括调节单元(80),所述调节单元(80)设置在所述脱除气输送支管上,用于调节所述第二脱除气出口排出的气体的压力,以减小其与所述第一脱除气出口排出气体之间的压力差。

高炉煤气的综合处理装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及烟气处理技术领域,具体而言,涉及一种高炉煤气的综合处理装置。

背景技术

[0002] 高炉煤气作为许多工业生产的副产尾气,排放量巨大,其主要成分为CO、H₂、CO₂和N₂,并含有少量羰基硫(COS)。其中CO₂的浓度较高,影响了高炉煤气的燃烧热值,且不利于降低CO₂排放。基于提高高炉煤气热值以及减少CO₂排放的目的,通常需要对高炉煤气中的CO₂进行分离捕集。同时,由于COS的存在,其能在高炉煤气燃烧时转化成SO₂,使燃烧后的烟气中SO₂排放超过大气污染控制标准。因此,也需要对高炉煤气中的COS进行分离脱除。

[0003] 常用的羰基硫脱除的方法包括水解法、催化氧化法以及吸附法。由于煤气中的COS含量较低,且存在较高浓度的CO₂,这些方法的应用都受到显著的影响。高炉煤气中捕集CO₂的方法目前主要为膜分离法,但是目前的膜分离法的分离效果有限。

[0004] 以上原因导致目前的高炉煤气处理工艺中存在以下缺陷:(1)羰基硫无法有效去除;(2)二氧化碳的富集程度低;(3)鉴于二氧化碳分离和羰基硫的脱除效果不佳,导致高炉煤气的燃烧热值较低,限制了其实际应用。

实用新型内容

[0005] 本实用新型的主要目的在于提供一种高炉煤气的综合处理装置,以解决现有技术中处理高炉煤气时存在的以下问题:(1)羰基硫无法有效去除;(2)二氧化碳的富集程度低;(3)鉴于二氧化碳分离和羰基硫的脱除效果不佳,导致高炉煤气的燃烧热值较低,限制了其实际应用。

[0006] 为了实现上述目的,根据本实用新型的一个方面,提供了一种高炉煤气的综合处理装置,其包括:CO₂膜分离单元,设置有高炉煤气进口、二氧化碳富集气出口和非渗透气出口;羰基硫变压吸附分离单元,设置有非渗透气进口、羰基硫富集气出口以及第一脱除气出口,非渗透气进口与非渗透气出口相连,羰基硫变压吸附分离单元用于对非渗透气出口排出的非渗透气中的羰基硫进行变压吸附分离;以及低温精馏单元,设置有二氧化碳富集气进口、二氧化碳产品气出口、羰基硫产品气出口以及第二脱除气出口,二氧化碳富集气进口分别与二氧化碳富集气出口和羰基硫富集气出口相连。

[0007] 进一步地,装置还包括第一压缩单元,第一压缩单元设置在高炉煤气进口所在的进气管路上,用于对高炉煤气进行压缩。

[0008] 进一步地,装置还包括气体处理单元,气体处理单元设置在第一压缩单元与高炉煤气进口相连的管路上,用于去除压缩后的高炉煤气中的固体杂质和液体杂质。

[0009] 进一步地,气体处理单元包括依次串联设置的过滤器、冷却机和除雾器。

[0010] 进一步地,二氧化碳富集气进口与二氧化碳富集气出口通过二氧化碳富集气输送管路相连,羰基硫富集气出口与二氧化碳富集气输送管路相连。

[0011] 进一步地,装置还包括第二压缩单元,第二压缩单元设置在二氧化碳富集气输送管路上,且羰基硫富集气出口与二氧化碳富集气输送管路的连接处位于第二压缩单元的上游。

[0012] 进一步地,装置还包括压力能回收单元,压力能回收单元与第一脱除气出口相连。

[0013] 进一步地,压力能回收单元与第一脱除气出口通过脱除气输送主管相连,第二脱除气出口通过脱除气输送支管与脱除气输送主管相连。

[0014] 进一步地,装置还包括调节单元,调节单元设置在脱除气输送支管上,用于调节第二脱除气出口排出的气体的压力,以减小其与第一脱除气出口排出气体之间的压力差。

[0015] 本实用新型提供了一种高炉煤气的综合处理装置,其包括CO₂膜分离单元、羰基硫变压吸附分离单元以及低温精馏单元,CO₂膜分离单元设置有高炉煤气进口、二氧化碳富集气出口和非渗透气出口;羰基硫变压吸附分离单元设置有非渗透气进口、羰基硫富集气出口以及第一脱除气出口,非渗透气进口与非渗透气出口相连,羰基硫变压吸附分离单元用于对非渗透气出口排出的非渗透气中的羰基硫进行变压吸附分离;低温精馏单元设置有二氧化碳富集气进口、二氧化碳产品气出口、羰基硫产品气出口以及第二脱除气出口,二氧化碳富集气进口分别与二氧化碳富集气出口和羰基硫富集气出口相连。

[0016] 利用本实用新型提供的装置处理高炉煤气,可以更有效地脱除煤气中的羰基硫,并改善二氧化碳的富集程度,也相应能够明显提高高炉煤气的燃烧热值。

附图说明

[0017] 构成本申请的一部分的说明书附图用来提供对本实用新型的进一步理解,本实用新型的示意性实施例及其说明用于解释本实用新型,并不构成对本实用新型的不当限定。在附图中:

[0018] 图1示出了根据本实用新型一种实施例的高炉煤气的综合处理装置示意图。

[0019] 其中,上述附图包括以下附图标记:

[0020] 10、CO₂膜分离单元;20、羰基硫变压吸附分离单元;30、低温精馏单元;40、第一压缩单元;50、气体处理单元;60、第二压缩单元;70、压力能回收单元;80、调节单元。

具体实施方式

[0021] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本实用新型。

[0022] 以下结合具体实施例对本申请作进一步详细描述,这些实施例不能理解为限制本申请所要求保护的范围。

[0023] 正如背景技术部分所描述的,现有技术中处理高炉煤气时存在的以下问题:(1)羰基硫无法有效去除;(2)二氧化碳的富集程度低;(3)鉴于二氧化碳分离和羰基硫的脱除效果不佳,导致高炉煤气的燃烧热值较低,限制了其实际应用。

[0024] 为了解决上述问题,本实用新型提供了一种高炉煤气的综合处理装置,如图1所示,其包括CO₂膜分离单元10、羰基硫变压吸附分离单元20及低温精馏单元30,CO₂膜分离单元10设置有高炉煤气进口、二氧化碳富集气出口和非渗透气出口;羰基硫变压吸附分离单元20设置有非渗透气进口、羰基硫富集气出口以及第一脱除气出口,非渗透气进口与非渗

透气出口相连,羰基硫变压吸附分离单元20用于对非渗透气出口排出的非渗透气中的羰基硫进行变压吸附分离;低温精馏单元30设置有二氧化碳富集气进口、二氧化碳产品气出口、羰基硫产品气出口以及第二脱除气出口,二氧化碳富集气进口分别与二氧化碳富集气出口和羰基硫富集气出口相连。

[0025] 不同于传统的膜分离法,本实用新型采用了膜分离、变压吸附分离和低温精馏相结合的装置处理高炉煤气。具体地:

[0026] 利用CO₂膜分离单元10可以首先对高炉煤气进行CO₂膜分离处理,因碳捕集需要的烟气量巨大,利用CO₂膜分离单元10有利于减少占地,并简化处理工艺。在CO₂膜分离单元10的处理下,烟气中的大部分CO₂和部分COS、H₂通过分离膜形成二氧化碳富集气从二氧化碳富集气出口排出,CO、N₂、剩余的H₂、少量的CO₂和COS则组成非渗透气排出。

[0027] 利用羰基硫变压吸附分离单元20可以对非渗透气中的羰基硫进行变压吸附分离,从而脱除其中的羰基硫。需要说明的是,由于大部分CO₂经CO₂膜分离单元10处理后已被分离,第一高压非渗透气的CO₂浓度显著降低,这能够有效防止高浓度CO₂对羰基硫变压吸附过程的影响,使羰基硫能够更充分地被脱除。与此同时,由于H₂在羰基硫变压吸附分离单元20中很难被吸附,使得CO₂和H₂能够更充分地分离。此外,非渗透气中较低浓度的CO₂也能够随羰基硫一起被吸附分离。总之,经羰基硫变压吸附分离单元20处理后,非渗透气中的羰基硫和二氧化碳被充分脱除,第一脱除气中含有较高浓度为CO、N₂和H₂,具有较高的燃烧热值。

[0028] 然后,利用低温精馏单元30处理二氧化碳富集气,能够有效分离其中的二氧化碳和羰基硫,形成二氧化碳产品气、羰基硫产品气和第二脱除气。第二脱除气中含有浓度较高的CO、N₂和H₂,也具有较高的燃烧热值,将第二脱除气和第一脱除气一起作为燃烧热值较高的产品气A。

[0029] 以上原因使得本实用新型的装置能够更充分地分离富集高炉煤气中的羰基硫和二氧化碳,相应使H₂、CO这些热值高的气体与N₂富集,形成了燃烧热值较高的产品气A。除了以上有益效果,二氧化碳的脱除也有利于降低碳排放,且由于采用了变压吸附分离和低温精馏,使得高炉煤气中的二氧化碳、羰基硫能够更充分分离,且二氧化碳和氢气也能够充分分离,使得对于CO₂膜分离单元10没有特殊的膜材料限制。同时,非渗透气本身具有较高的压力,羰基硫变压吸附分离过程中可以直接利用这些压力,也在一定程度上减少了能耗。

[0030] 在一种优选的实施方式中,羰基硫变压吸附分离单元20包括羰基硫变压吸附单元和羰基硫解吸单元,羰基硫变压吸附单元用于对羰基硫和二氧化碳进行变压吸附,羰基硫解吸单元用于对吸附后的吸附剂进行解吸。具体的解吸方式可以为抽真空等方式。

[0031] 在一种优选的实施方式中,CO₂膜分离单元10中的膜组件可以选自中空纤维膜、卷式膜或板式膜。具体的膜材料可以采用本领域常用的膜材料。

[0032] 在一种优选的实施方式中,装置还包括第一压缩单元40,第一压缩单元40设置在高炉煤气进口所在的进气管路上,用于对高炉煤气进行压缩。利用第一压缩单元40能够为CO₂膜分离单元10的CO₂渗透进一步提供压力驱动。且需要说明的是,相比于在渗透侧利用抽真空或吹扫减压的方法,本实用新型利用第一压缩单元40能够提供足够的压力差,以驱动足够多的CO₂透过膜,特别是聚合物分离膜,从而进一步提高CO₂的捕集回收率。

[0033] 高炉煤气中除了CO、H₂、CO₂、COS和N₂之外,还携带有一些固体杂质(颗粒物)和液体杂质(水分),为了减少这些固体杂质和液体杂质对CO₂膜分离单元10中聚合物分离膜影响,

在一种优选的实施方式中,上述装置还包括气体处理单元50,气体处理单元50设置在第一压缩单元40与高炉煤气进口相连的管路上,用于去除压缩后的高炉煤气中的固体杂质和液体杂质。分离膜容易受到颗粒物等固体杂质污染、对湿度要求和温度要求较高,利用气体处理单元50可以尽量减少这些影响,从而进一步改善高炉煤气的处理效果。

[0034] 在一种实施方式中,可以利用过滤器去除烟气中的固体杂质和液体杂质。更优选地,气体处理单元50包括依次串联设置的冷却机、除雾器和过滤器。利用冷却机可以将高炉煤气中的液体进一步冷凝出来,然后经除雾器去除其中可冷凝的液沫、雾滴及可能被夹带的固体粒子,最后再利用过滤器可以进一步除去煤气中可能夹带的细微液体等有害杂质。同时,设置冷却机还有利于控制煤气温度,以进一步提高CO₂膜分离单元10的运行稳定性。

[0035] 在一种优选的实施方式中,二氧化碳富集气进口与二氧化碳富集气出口通过二氧化碳富集气输送管路相连,羰基硫富集气出口与二氧化碳富集气输送管路相连。这样,可以将羰基硫变压吸附分离单元20处理得到的羰基硫富集气(含有部分CO₂)与二氧化碳富集气一起进行低温精馏,从而进一步提高气体的分离富集效果。

[0036] 在一种优选的实施方式中,上述装置还包括第二压缩单元60,第二压缩单元60设置在二氧化碳富集气输送管路上,且羰基硫富集气出口与二氧化碳富集气输送管路的连接处位于第二压缩单元60的上游,用于对所述第一二氧化碳富集气出口排出的二氧化碳富集气进行压缩。

[0037] 经羰基硫变压吸附分离处理后,第一脱除气本身具有一定的压力能,为了回收压力能,节约能耗,在一种优选的实施方式中,上述装置还包括压力能回收单元70,压力能回收单元70与第一脱除气出口相连。实际运用中,可以通过钢铁厂已经有的TRT能量回收系统或是基于膨胀做功原理的装置作为上述压力能回收单元70。

[0038] 为了进一步回收第二脱除气出口排出的第二脱除气中的压力能,在一种优选的实施方式中,压力能回收单元70与第一脱除气出口通过脱除气输送主管相连,第二脱除气出口通过脱除气输送支管与脱除气输送主管相连。优选地,上述装置还包括调节单元80,调节单元80设置在脱除气输送支管上,用于调节第二脱除气出口排出的气体的压力,以减小其与第一脱除气出口排出气体之间的压力差。这样有利于将不同压力的气体进行混合。

[0039] 根据本实用新型的另一方面,还提供了一种高炉煤气的综合处理方法,其包括以下步骤:将高炉煤气进行CO₂膜分离处理,得到二氧化碳富集气和非渗透气;对非渗透气进行羰基硫变压吸附分离,得到羰基硫富集气和第一脱除气;对二氧化碳富集气和羰基硫富集气的混合气进行低温精馏,得到二氧化碳产品气、羰基硫产品气和第二脱除气。

[0040] 本实用新型的方法能够更充分地分离富集高炉煤气中的羰基硫和二氧化碳,相应使H₂、CO这些热值高的气体与N₂富集,形成了燃烧热值较高的产品气A。除了以上有益效果,二氧化碳的脱除也有利于降低碳排放,且由于采用了变压吸附分离和低温精馏,使得高炉煤气中的二氧化碳、羰基硫能够更充分分离,且二氧化碳和氢气也能够充分分离,使得对于CO₂膜分离过程没有特殊的膜材料限制。同时,非渗透气本身具有较高的压力,羰基硫变压吸附分离过程中可以直接利用这些压力,也在一定程度上减少了能耗。

[0041] 为了进一步提高羰基硫变压吸附分离的效果,在一种优选的实施方式中,在进行羰基硫变压吸附分离的步骤中,采用的工艺条件如下:处理温度为绝压,处理压力为0.10~1.50MPa(A)(绝压),吸附剂为分子筛、硅胶、活性炭及其改性吸附剂中的一种或多种。优选

地,羰基硫变压吸附分离的步骤包括:利用上述吸附剂在上述工艺条件下对非渗透气进行羰基硫变压吸附,得到羰基硫脱除气和吸附有羰基硫的吸附剂;在抽真空的状态下,解吸上述吸附有羰基硫的吸附剂,得到羰基硫富集气,其中由于低浓度二氧化碳也能够随着羰基硫一起被吸附,羰基硫富集气中含有较高浓度的二氧化碳。

[0042] 为了更充分地分离二氧化碳富集气中的 CO_2 、 COS ,在一种优选的实施方式中,上述低温精馏的步骤中,采用的工艺条件如下:处理温度为 $-70\sim 0^\circ\text{C}$,处理压力为 $1.5\sim 10.0\text{MPa}$ (A)。

[0043] 在一种优选的实施方式中,在进行 CO_2 膜分离处理的步骤之前,方法还包括对高炉煤气进行第一次压缩的步骤;优选地,第一次压缩的步骤中,使气体压力大于 0.10MPa (A)。样可以为 CO_2 膜分离处理的 CO_2 渗透进一步提供压力驱动。更优选地,在进行低温精馏的步骤之前,方法还包括混合气进行第二次压缩的步骤;优选地,第二次压缩的步骤中,使气体压力大于 1.50MPa (A)。

[0044] 在一种优选的实施方式中,第一次压缩的步骤之后,上述方法还包括去除压缩后的高炉煤气中的固体杂质和液体杂质的步骤;优选地,去除压缩后的高炉煤气中的固体杂质和液体杂质的步骤包括:对压缩后的高炉煤气依次进行过滤、冷却及除雾。通过除雾可以将煤气中可冷凝的液沫、雾滴及可能被夹带的固体粒子去除。然后通过过滤处理能够进一步除去煤气中可能夹带的细微液体等有害杂质。总之,利用上述方式能够更为充分地去除煤气中的液体杂质、固体颗粒等杂质,从而进一步提高二氧化碳的捕集效果。同时,通过对煤气进行冷却还能够有效控制烟气温度,以进一步提高聚合物分离膜的运行稳定性。

[0045] 经羰基硫变压吸附分离处理后,第一脱除气本身具有一定的压力能,为了回收压力能,节约能耗,在一种优选的实施方式中,在得到第一脱除气的步骤之后,方法还包括回收第一脱除气的压力能的步骤。实际运用中,可以通过钢铁厂已经有的TRT能量回收系统或是基于膨胀做功原理的装置回收第一脱除气中的压力能。优选地,将第二脱除气与第一脱除气一起进行压力能回收。

[0046] 在一种优选的实施方式中,在将第二脱除气与第一脱除气一起进行压力能回收的步骤之前,方法还包括调节第二脱除气的压力的步骤,优选调节第二脱除气的压力以减少其与第一脱除气之间的压力差,这样有利于气体之间的混合。

[0047] 以下通过实施例进一步说明本实用新型的有益效果:

[0048] 实施例1

[0049] 对某钢铁厂高炉烟气进行测试,衡算本实用新型图1中所示的装置对于高炉煤气中低浓度 CO_2 、 COS 的捕集,以及氢气等其他气体的处理效果。

[0050] 其中,二氧化碳膜分离单元中均采用聚合物分离膜。该聚合物为聚酰亚胺(PI);羰基硫变压吸附分离的步骤中,工艺条件如下:处理温度为 80°C ,吸附压力为 0.50MPa (A),吸附剂为硅胶;低温精馏的工艺条件如下:处理温度为 -20°C ,处理压力为 3.0MPa (A)。

[0051] 物料衡算结果如表1所示:

[0052] 表1

成分 (mol%)	原料气	第一压缩机出口	膜分离器非渗透气出口	膜分离器渗透气出口	变压吸附单元进气口	变压吸附单元非吸附气出口	变压吸附单元非吸附气出口	低温精馏单元液化CO ₂ 出口	低温精馏单元羰基硫出口	低温精馏单元其它气体出口
[0053] CO	21.86	21.86	26.95	7.32	26.95	0.30	29.97	0.30	0	35
CO ₂	25.70	25.70	4.79	67.44	4.79	97.11	1.70	99.5	6.70	0
H ₂	2.96	2.96	4.50	10.08	4.50	0.05	0.05	0	0	15
N ₂	49.24	49.24	68.06	8.07	68.06	0.33	56.01	0.20	0.20	50
COS (mg/Nm ³)	50	50	80	10	80	500	5	10	500	5
压力 (MPa)	0.11	0.80	0.70	0.11	0.70	0.11	0.60	3	3	3
(A)										
[0054] 流量 (Nm ³ /h)	10000	8854	4522	4332	4332	699	3702	102	12	3502

[0055] 由表1可知,当处理的烟道气流量为10000Nm³/h,CO₂含量为25.70%,CO含量21.86%,H₂含量2.96%,COS含量50mg/Nm³时,本实施例中的工艺获得的低温精馏CO₂的流量为102Nm³/h,CO₂含量为99.5%。CO的浓度21.86%提升到变压吸附后的26.95%和低温精馏后的35%,氢气的浓度从2.96%提升到低温精馏后的15%,COS从50mg/Nm³减少到变压吸附后的5mg/nm³和低温精馏后的5mg/Nm³,实现了有效脱除羰基硫同时,捕集CO₂和提升高炉煤气的燃烧热值。

[0056] 以上所述仅为本实用新型的优选实施例而已,并不用于限制本实用新型,对于本领域的技术人员来说,本实用新型可以有各种更改和变化。凡在本实用新型的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本实用新型的保护范围之内。

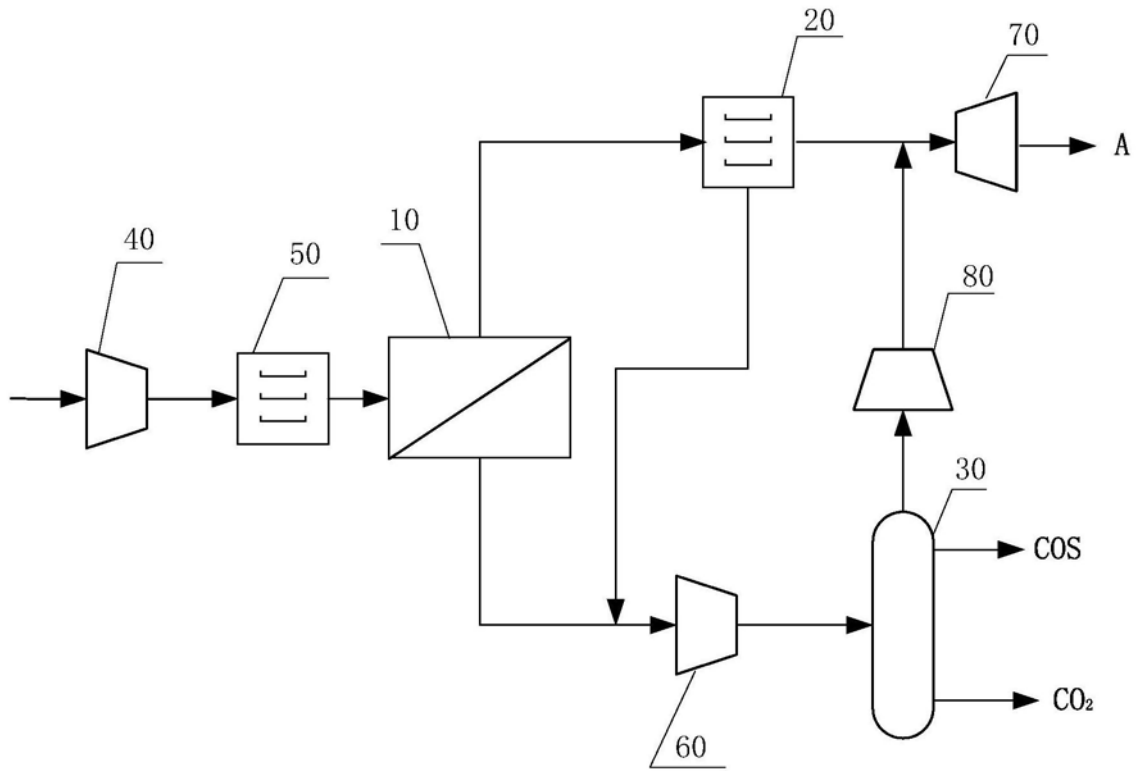


图1