

LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL,
PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,
UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW。

(84) 指定国(除另有指明, 要求每一种可提供的地区
保护): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ,
NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 欧亚 (AM,
AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 欧洲 (AL, AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT,
RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI,
CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG)。

本国际公布:

一 包括国际检索报告(条约第21条(3))。

(57) 摘要: 本文公布一种油气回收方法, 所述油气回收方法采用包括碳原子数为6~16的支链烷烃、直链烷烃、烯烃、芳烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合物作为吸收剂, 相较于现有的吸收剂而言不仅来源更广, 成本低, 且具有更佳吸收效果, 与冷凝和吸附步骤结合, 能够较好地实现油气回收, 实现资源化利用, 净化后气体达到排放标准, 缓解环境压力。

一种油气回收方法

技术领域

本申请实施例涉及油气处理技术领域，例如一种油气回收方法。

背景技术

油气逸散到大气中，造成油品的蒸发损耗，不仅造成资源浪费，而且还带来安全隐患和环境危害。另外，油气是 VOCs 气体之一，而 VOCs 是产生臭氧的前驱体，因此油气的排放会造成环境严重污染。油气中的不饱和烃、芳香烃更有使人体患上白血病等造血系统破坏的症状。

目前，油气回收技术通常采用的方法有：“吸附+吸收”、“冷凝+吸附”、“冷凝+膜分离”、“吸收+膜分离+吸附”等。

CN107051125A 公开了一种油气回收系统，其包括吸收系统，吸收系统又包括：吸收塔和再生塔、第一管路、第二管路以及第三管路。第一管路连接至吸收塔，第二管路、第三管路均连接于再生塔与吸塔之间。第一管路提供油气并将其输入至吸收塔，再生塔提供吸收剂，吸收剂经过第二管路输入至吸收塔，与油气相互作用完成后经过第三管路回流至再生塔，再生塔将回流的吸收剂分离为再生的吸收剂和回收的油气。吸收系统设置了再生塔，其将回流的完成吸收的吸收剂分离为再生的吸收剂和回收的油气，实现吸收剂的循环利用，使得油气回收系统在缺少吸收剂的情况下仍能连续运行，同时节约工艺成本。

CN108114692A 公开了一种用于油气回收的二氧化硅吸附剂的制备方法，以聚苯乙烯微球作为模板，以正硅酸乙酯作为前驱体，以氢氧化铵作为催化剂制备聚苯乙烯涂覆微球，然后在四甲基氢氧化铵提供的碱性环境的催化作用下，以十六烷基三甲基溴化铵、十二烷基二甲基苄基氯化铵、烷基二甲基氯化铵或烷基三甲基氯化铵中的一种或多种进行疏水改性，最后经煅烧得到二氧化硅空心微球，即用于油气回收的二氧化硅吸附剂，具有不可燃性，避免积热自燃现象发生，且接触角大，疏水性能好，对油气吸附效果好，同时具有较大的比表面积，油气回收效率高。

采用“吸附+吸收”工艺处理时，由于油气的处理量大，所以对于吸附塔易吸附饱和，导致吸附塔的吸附负荷高。后续的吸收处理会导致 C2，C3 的累积，也会带出汽油中的 C2，C3 组分。而采用“吸收+吸附”工艺可以实现资源化利

用，降低吸附塔的负荷，去除率高。

CN111171867A 公开了一种油气回收方法，包括压缩、吸收、冷凝、吸附、解吸五个过程，首先对油气进行压缩处理，处理后的油气经过吸收塔吸收、然后将吸收塔内剩余油气通入冷凝系统进行冷凝和气液分离，并对分离出来的液体进行回收，接着将分离出的油气通过活性炭吸附塔进行吸附处理，并对活性炭吸附塔内被活性炭吸附的油气通过液环真空泵解吸，并将解吸之后的油气回收。

但是相关技术中的这些方法，处理后油气的排放浓度只能够实现 $\leq 25\text{g/m}^3$ 的非甲烷总烃值，随着环保要求日益严格，一些地区和行业已经要求油气回收系统的非甲烷总烃排放值达到 $\leq 120\text{mg/m}^3$ ，甚至更高等级的排放要求。

因此，需要研究开发不同集成的油气回收整套方法。

发明内容

以下是对本文详细描述的主题的概述。本概述并非是为了限制权利要求的保护范围。

鉴于相关技术中存在的问题，本申请提供一种油气回收方法，所述油气回收方法采用碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃、烯烃、芳烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合的物质作为吸收剂，对油气具有较佳的吸收效果；吸收与冷凝、吸附步骤结合，以资源形式回收了油气，实现了资源化利用且净化后气体达到排放标准，解决了现有油气处理后排放不达标的问题。

本申请提供一种油气回收方法，所述油气回收方法包括：利用吸收剂对原料气进行吸收处理；所述吸收剂包括碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃、烯烃、芳烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合；

任选地，所述吸收剂还包括碳原子数为 4 或 5 的支链烷烃、烯烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合。

本申请提供的油气回收方法采用碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃、烯烃、芳烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合物质作为吸收剂，相较于现有的醚类或醇类吸收剂而言，来源更广且能够就近油品作为吸收剂，几乎无运输成本；且其吸收效果比现有的醚类或醇类吸收剂效果更佳，更有利于油气的回收处理，应用前景广阔。

本申请所述吸收剂包括碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃、烯烃、芳

烃或环烷烃，碳原子数例如可以是 6、7、8、9、10、11、12、13、14、15 或 16 等。

本申请所述吸收剂还可包括碳原子数为 4 或 5 的支链烷烃、烯烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合，吸收剂的来源更广阔。

所述吸收剂例如可以包括正己烷、环己烷、正庚烷、2-甲基-丁烷、2,2-二甲基-丁烷、辛烷、2,3-二甲基-辛烷、壬烷、癸烷、十一烷、十二烷、十三烷、十四烷、十五烷或十六烷等中的任意一种或至少两种的组合，其中典型非限制性的组合包括辛烷和正己烷的组合，辛烷和 2,2-二甲基-丁烷的组合，辛烷和癸烷的组合，十四烷和 2,3-二甲基-辛烷的组合，正己烷和癸烷的组合，2,3-二甲基-辛烷和癸烷的组合，癸烷和十四烷的组合，十四烷和十六烷的组合，十六烷和 2,2-二甲基-丁烷的组合，2,2-二甲基-丁烷和 2-甲基-丁烷的组合等。

优选地，所述吸收剂为碳原子数为 6~16 的支链烷烃、烯烃、芳烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合。

本申请优选所述吸收剂中不含有醇类、醚类或酮类等极性物质，当吸收剂仅为支链烷烃、直链烷烃或环烷烃时，具有更佳吸收效果，相较于现有技术中一般采用极性的吸收剂而言，发明人意外发现采用非极性物质作为吸收剂具有更佳吸收效果。

所述吸收剂例如可以是正己烷、环己烷、正庚烷、2-甲基-丁烷、2,2-二甲基-丁烷、辛烷、2,3-二甲基-辛烷、壬烷、癸烷、十一烷、十二烷、十三烷、十四烷、十五烷或十六烷等中的任意一种或至少两种的组合，其中典型非限制性的组合是辛烷和正己烷的组合，辛烷和壬烷的组合，辛烷和癸烷的组合，2,2-二甲基-丁烷和环丁烷的组合，2,2-二甲基-丁烷和癸烷的组合，十三烷和癸烷的组合，癸烷和十四烷的组合，十四烷和十六烷的组合，十六烷和 2,2-二甲基-丁烷的组合，2,2-二甲基-丁烷和 2-甲基-丁烷的组合，十四烷、辛烷、十五烷和十六烷的组合等。

本申请所述吸收剂既可以是烯烃、芳烃、直链烷烃、支链烷烃或环烷烃，也可以是其任意组合。

优选地，所述吸收剂中支链烷烃、烯烃、芳烃、直链烷烃或环烷烃的碳原子数比原料气中有机物的碳原子数大 3~5，例如可以是 3、4 或 5。

发明人意外发现当吸收剂中所采用的有机物的碳原子数比原料气中物质的

碳原子数大 3~5 时，能够起到最佳的吸收效果。

优选地，所述吸收剂包括碳原子数包括 6~10 的支链烷烃、烯烃、芳烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合。

油气的原料气中主要成分为甲烷和乙烷等物质，本申请优选采用碳原子数为 6~10 的支链烷烃、烯烃、芳烃、直链烷烃或环烷烃作为吸收剂，其流动效果佳且与油气更兼具相似相容性，相比碳原子数 ≤ 5 的烷烃而言挥发性更低，更有利于将油气中的组分吸收进入液相中。

优选地，所述吸收剂包括汽油经闪蒸后的液相组分。

本申请所述吸收剂还可以包括汽油闪蒸后的液相组分，通过闪蒸将汽油中的轻组分去除后再作为吸收剂，相比闪蒸前，能够更加高效的吸收油气中的非甲烷组分，吸收效果更佳，该汽油闪蒸后的液相组分可以再与烷烃混合后使用。

优选地，所述吸收剂为汽油经闪蒸后的液相组分。

本申请所述吸收剂可以直接采用汽油闪蒸后的液相组分，这样吸收剂可直接来源于汽油区，无需额外运输吸收剂，且吸收的吸收剂可直接作为汽油回收，无需经过解吸等其他处理，整体工艺经济性大大提升，具有较高的工业应用价值。

优选地，所述闪蒸的压力为 20~90kPa，例如可以是 20 kPa、30 kPa、40 kPa、50 kPa、55 kPa、60 kPa、65 kPa、70 kPa、75 kPa、80 kPa、85 kPa 或 90 kPa 等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用，优选为 50~80kPa。

优选地，所述闪蒸的温度为 60~100℃，例如可以是 60℃、65℃、70℃、75℃、80℃、85℃、90℃、95℃或 100℃等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用。

优选地，所述汽油闪蒸后的气相组分进行气体回收。

优选地，所述汽油闪蒸后的液相组分含有己烷和庚烷。

优选地，所述汽油闪蒸后的液相组分还含有 2,2-二甲基丁烷、2,3-二甲基丁烷、2-甲基戊烷、3-甲基戊烷、2,4-二甲基戊烷、2-甲基己烷、2,3-二甲基戊烷、3-甲基己烷、3-乙基戊烷、2,2,4-三甲基戊烷、2,5-二甲基己烷、2,2,3-三甲基戊烷、2,4-二甲基己烷、2,3,4-三甲基戊烷、2-甲基-3-乙基戊烷、苯、甲苯、环戊烷、甲基环戊烷、顺-1,3-二甲基环戊烷、反-1,3-二甲基环戊烷、顺-1,2-二甲基环戊烷、

反-1,2-二甲基环戊烷、甲基环己烷、乙基环戊烷和环己烯等物质。

优选地，所述吸收的压力为 0.13~0.5MPa，例如可以是 0.13 MPa、0.2MPa、0.21MPa、0.22MPa、0.23MPa、0.25MPa、0.28MPa、0.3MPa、0.32MPa、0.35MPa、0.38MPa、0.4MPa、0.42MPa、0.45MPa、0.48MPa 或 0.5MPa 等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用。

优选地，所述吸收剂与原料气的质量比为 2~15，例如可以是 2、3、4、5、6、7、8、9、10、11、12、13、14 或 15 等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用，优选为 3~6。

优选地，所述吸收剂的温度为-15~30℃，例如可以是-15℃、-10℃、-5℃、0℃、5℃、10℃、15℃、20℃、25℃或 30℃等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用，优选为-5~20℃。

优选地，所述吸收后的吸收剂部分循环至吸收过程中。

本申请所述吸收后的吸收剂可部分循环至吸收过程中，能够减少整体吸收剂的用量以及吸收装置的负荷。

优选地，所述循环的吸收剂占吸收后塔釜采出吸收剂总量的 0.001~99.9wt%，例如可以是 0.001wt%、0.01wt%、0.05wt%、0.08wt%、0.1wt%、0.12wt%、0.5wt%、1wt%、10wt%、20wt%、30wt%、40wt%、50wt%、60wt%、70wt%、80wt%、90wt%、95wt%、99wt%或 99.9wt%等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用，。

本申请中循环的吸收剂可以根据实际工艺情况进行较大范围的调整，当吸收剂用量大时可考虑采用较大的循环量，当吸收剂用量较少时，可不循环或采用极少的循环量。

优选地，所述循环的吸收剂经换热后循环至吸收过程中。

本申请所述循环的吸收剂经换热后再循环至吸收过程中能够更好地调节吸收过程中的温度，起到更好的吸收效果。

优选地，所述方法还包括：将吸收后的吸收剂解吸。

当所述吸收剂采用组合使用的烷烃时，吸收后还优选包括吸收剂解吸的步骤，吸收剂循环使用，成本低。

优选地，所述解吸包括：吸收的吸收剂进行解吸，得到解吸后吸收剂和解吸后油气。

优选地，所述解吸的温度为 50~100℃，例如可以是 50℃、55℃、60℃、65℃、70℃、80℃、90℃或 100℃等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用，优选为 60~80℃。

优选地，所述解吸采用的解吸压力为 0.01~0.2MPa，例如可以是 0.01 MPa、0.1 MPa、0.11 MPa、0.12 MPa、0.13 MPa、0.14 MPa、0.15 MPa、0.18 MPa、0.19 MPa 或 0.2 MPa 等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用，优选为 0.12~0.15MPa。

优选地，所述解吸后吸收剂返回至吸收过程中循环使用。

优选地，所述解吸后吸收剂冷却后返回至吸收过程中循环使用。

优选地，所述解吸后油气经回收，得到第二回收油气。

优选地，所述油气回收方法包括：原料气依次经吸收剂吸收、冷凝和吸附，得到净化后气体。

本申请所述油气回收的方法将吸收、冷凝和吸附组合，并优选采用特定的吸收剂，吸收后的气体经过冷凝回收部分油气后的不凝气进行吸附脱除残余的油气后，可达到排放标准，且所述吸收油气后的吸收剂经解吸可回收油气；冷凝的液相为回收的油气；吸附的吸附剂经脱附后可回收油气，实现了油气的回收利用。

本申请依次采用吸收、冷凝和吸附组合的流程，一方面能够在吸收过程中吸收掉大部分油气组分，大大提高了油气的处理量；另一方面，经过冷凝去除吸收剂和液相组分后的气体中油气组分少，经吸附处理后能够达到排放标准，且对吸附剂的处理量要求大大降低，更具有工业可行性。

优选地，所述冷凝的温度为-20~30℃，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用，优选为-10~8℃。

优选地，所述冷凝中的冷凝液经回收，得到第一回收油气。

优选地，所述吸附的温度为-20~30℃，例如可以是-20℃、-15℃、-10℃、-5℃、0℃、2℃、5℃、5.5℃、6℃、8℃、9℃、10℃、15℃、20℃、25℃或 30℃等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用，优选为-10~20℃。

优选地，所述吸附的压力为 0.12~0.5MPa，例如可以是 0.12 MPa、0.15 MPa、0.18 MPa、0.2 MPa、0.22 MPa、0.25 MPa、0.3 MPa、0.35 MPa、0.4 MPa、0.45 MPa 或 0.5 MPa 等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样

适用。

优选地，所述吸附采用的吸附剂包括硅胶、分子筛、碳纤维或活性炭中的任意一种或至少两种的组合，优选为活性炭。

优选地，所述方法还包括：所述吸附后的吸附剂经脱附处理，得到脱附后油气。

优选地，所述脱附后油气返回至吸收过程中。

优选地，所述脱附后油气经冷却后返回至吸收过程中。

本申请所述脱附后油气经过冷凝后返回至吸收过程中，一般采用两级冷凝后再返回至吸收过程中。

优选地，所述脱附包括真空脱附。

优选地，所述真空脱附的压力为 1~30kPa，例如可以是 1 kPa、5 kPa、10 kPa、15 kPa、18 kPa、20 kPa、22 kPa、25 kPa、28 kPa 或 30 kPa 等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用。

优选地，所述真空脱附可以在不同的温度下进行。

优选地，所述真空脱附温度为 10~60℃，例如可以是 20℃、25℃、30℃、40℃、50℃或 60℃等，但不限于所列举的数值，该范围内其他未列举的数值同样适用。

作为本申请优选的技术方案，所述方法包括如下步骤：

(1) 原料气在 0.13~0.5MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂包括碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃或环烷烃中的一种或至少两种的组合；所述吸收剂与原料气的质量比为 2~15；吸收后的吸收剂部分经换热至 -15~30℃后循环至吸收过程中，部分在 50~100℃下经 0.01~0.2MPa 条件下解吸，解吸后吸收剂返回至吸收过程中循环使用；解吸后油气经回收，得到第二回收油气；

(2) 所述吸收后气体在 -20~10℃ 冷凝，冷凝液回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤 (2) 冷凝产生的不凝气在 -20~30℃、0.12~0.5MPa 条件下吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 10~60℃、1~30kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，将所述脱附后油气返回至步骤 (1) 的吸收过程中进行再处理；

优选地，所述方法包括如下步骤：

(1) 汽油在 60~100℃、20~90kPa 条件下闪蒸，得到闪蒸后的液相组分作为吸收剂；原料气在 0.13~0.5MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂与原料气的质量比为 2~15；吸收后的吸收剂部分经换热至-15~30℃后循环至吸收过程中，另一部分所述吸收后的吸收剂作为汽油回收；

(2) 所述吸收后气体在-20~10℃冷凝，冷凝液回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤(2)冷凝产生的不凝气在-20~30℃、0.12~0.5MPa 条件下吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 10~60℃、1~30kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，将所述脱附后油气返回至步骤(1)的吸收过程中进行再处理。

当本申请中采用汽油闪蒸后的液相组分作为吸收时，可不采用解吸步骤，直接将吸收后的汽油送入汽油储罐中储存，大大降低了运行成本。

优选地，所述方法采用的油气回收的装置包括吸收单元、冷凝单元和吸脱附单元。

优选地，所述吸收单元包括吸收装置。

优选地，所述吸收装置为吸收塔。

优选地，所述吸收装置上部一侧设置有第一吸收剂入口。

优选地，所述吸收装置下部一侧设置有原料气入口。

优选地，所述吸收装置设置有底部吸收剂出口和顶部吸收后气体出口。

优选地，所述吸收装置中部还设置有第二吸收剂入口。

优选地，所述底部吸收剂出口与第二吸收剂入口相连。

优选地，所述底部出口与第二吸收剂入口之间设置有分流器。

优选地，所述分流器与第二吸收剂入口之间设置有第一换热装置。

优选地，所述顶部吸收气体出口与冷凝单元相连。

优选地，所述冷凝单元包括第二换热装置。

优选地，所述第二换热装置设置有冷凝液出口和不凝气出口。

优选地，所述不凝气出口与吸脱附单元相连。

优选地，所述吸脱附单元包括吸附装置，优选包括至少两组并列设置的吸附装置。

本申请优选吸脱附单元包括两个并列设置的吸附装置，能够实现一开一备连续操作，即一组吸附装置吸附饱和需要进行脱附时，至少保证还有一组吸附

装置能够进行吸附操作，实现连续化运行。

优选地，每组吸附装置中包括至少一个吸附塔。

优选地，所述吸附装置包括底部气体入口和顶部气体出口。

优选地，所述底部气体入口与吸收单元相连。

优选地，所述底部气体入口与吸收装置的原料气入口相连。

优选地，所述吸收单元还包括解吸装置。

优选地，所述解吸装置中部设置有第三吸收剂入口。

优选地，所述解吸装置底部设置有解吸后吸收剂出口。

优选地，所述解吸装置一侧设置有第三换热装置。

优选地，所述油气回收的装置在吸收单元之前还包括闪蒸单元。

优选地，所述闪蒸单元包括闪蒸装置。

优选地，所述闪蒸装置底部设置有液相组分出口，顶部设置有气相组分出口。

优选地，所述液相组分出口与吸收单元相连。

优选地，所述液相组分出口与吸收装置的第一吸收剂入口和/或第二吸收剂入口相连，优选与第一吸收剂入口相连。

优选地，所述闪蒸单元还包括与液相组分出口相连的输送装置。

优选地，所述输送装置包括送料泵。

优选地，所述闪蒸单元还包括与输送装置相连的第四换热装置。

作为本申请优选地技术方案，所述方法包括如下步骤：

(1)原料气从原料气入口送入吸收装置中在 0.13~0.5MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂包括碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合；所述吸收剂与原料气的质量比为 2~15；吸收后的吸收剂经分流装置后部分经第一换热装置换热至-15~30℃后循环至吸收装置中部进行循环吸收，部分从第三吸收剂入口进入解吸装置中部在 50~100℃、0.01~0.2MPa 条件下进行解吸，解吸后吸收剂返回至第一吸收剂入口和/或第二吸收剂入口循环使用；解吸后油气经回收，得到第二回收油气；

(2) 所述吸收后气体送入冷凝装置中在-20~10℃冷凝，冷凝液从冷凝液出口回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤(2) 冷凝产生的不凝气经不凝气出口送入吸附装置的底部气体

入口，在-20~30℃、0.12~0.5MPa 条件下吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 10~60℃、1~30kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，所述脱附后油气从底部气体入口送入原料气入口返回至步骤（1）的吸收过程中进行再处理；

优选地，所述方法包括如下步骤：

（1）汽油送入闪蒸装置中经 60~100℃、20~90kPa 闪蒸，得到闪蒸后的液相组分经送料泵泵入第四换热装置换热至-15~30℃作为吸收剂从第一吸收剂入口进入吸收装置；

原料气从原料气入口送入吸收装置中在 0.13~0.5MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂与原料气的质量比为 2~15；吸收后的吸收剂经分流装置后部分经第一换热装置换热至-15~30℃后循环至吸收装置中部进行循环吸收，另一部分所述吸收后的吸收剂作为汽油回收；

（2）所述吸收后气体送入冷凝装置中在-20~10℃冷凝，冷凝液从冷凝液出口回收，得到第一回收油气；

（3）步骤（2）冷凝产生的不凝气经不凝气出口送入吸附装置的底部气体入口，在-20~30℃、0.12~0.5kPa 条件下吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 10~60℃、1~30kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，所述脱附后油气从底部气体入口送入原料气入口返回至步骤（1）的吸收过程中进行再处理。

本申请实施例提供的油气回收方法优选采用上述装置运行，能够更好地实现连续化运行，净化后气体达到排放标准，且能够更好地回收油气资源。

与现有技术相比，本申请至少具有以下有益效果：

（1）本申请实施例提供的油气回收方法采用的吸收剂包括碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃、烯烃、芳烃或环烷烃中的一种或至少两种的组合，提高了对油气的吸收效果，吸收吸附后原始油气气体中的非甲烷总烃值残留量 $\leq 45\text{mg/m}^3$ ；

（2）本申请实施例提供的油气回收方法还可与冷凝、吸附组合，大大提高油气处理量，且净化后气体达到排放标准，缓解了环境难题；

（3）本申请实施例提供的油气回收方法降低了吸收剂的处理量的同时能够更好地实现油气资源的回收利用。

在阅读并理解了附图和详细描述后，可以明白其他方面。

附图说明

附图用来提供对本公开技术方案的进一步理解，并且构成说明书的一部分，与本申请的实施例一起用于解释本公开的技术方案，并不构成对本公开技术方案的限制。

图 1 是本申请实施例 1 提供的油气回收方法所采用的装置示意图。

图 2 是本申请实施例 2 提供的油气回收方法所采用的装置示意图。

图中：101、吸收塔；102、分流器；103、第一换热装置；104、解吸塔；105、第三换热装置；201、第二换热装置；301、吸附塔；401、闪蒸罐；402、送料泵；403、第四换热装置。

具体实施方式

下面结合附图并通过具体实施方式来进一步说明本申请的技术方案。

下面对本申请进一步详细说明。但下述的实例仅仅是本申请的简易例子，并不代表或限制本申请的权利要求保护范围，本申请的保护范围以权利要求书为准。

以下实施例以某一油气为例，进行油气回收，其组成如表 1 所示：

表 1

组分	摩尔分率 (%)
甲烷	0.3
乙烷	0.12
乙烯	0.03
丙烷	1.62
丙烯	0.08
正丁烷	1.8
异丁烷	1.41
正-丁烯	0.19
异-丁烯	0.21
反-丁烯	1.18
顺-丁烯	0.75
1,3-丁二烯	0

正戊烷	1.13
异戊烷	9.3
正-戊稀	2.8
氢气	0.52
一氧化碳	0
二氧化碳	0.07
氧气	16.69
氮气	61.8

一、实施例

实施例 1

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法采用的油气回收的装置如图 1 所示，所述装置包括吸收单元、冷凝单元和吸脱附单元。

所述吸收单元包括吸收塔 101；所述吸收塔 101 上部一侧设置有第一吸收剂入口；所述吸收塔 101 下部一侧设置有原料气入口；所述吸收塔 101 设置有底部吸收剂出口和顶部吸收后气体出口；所述吸收塔 101 中部还设置有第二吸收剂入口；所述底部吸收剂出口与第二吸收剂入口相连；所述底部出口与第二吸收剂入口之间设置有分流器 102；所述分流器 102 与第二吸收剂入口之间设置有第一换热装置 103；所述顶部吸收气体出口与冷凝单元相连。

所述吸收单元还包括解吸塔 104；所述解吸塔 104 中部设置有第三吸收剂入口；所述解吸塔 104 底部设置有解吸后吸收剂出口；所述解吸塔 104 一侧设置有第三换热装置 105。

所述冷凝单元包括第二换热装置 201；所述第二换热装置 201 设置有冷凝液出口和不凝气出口；所述不凝气出口与吸脱附单元相连。

所述吸脱附单元包括两组并列设置的吸附装置；每组吸附装置中包括一个吸附塔 301；所述吸附装置包括底部气体入口和顶部气体出口；所述底部气体入口与吸收塔 101 的原料气入口相连。

具体的，所述方法包括如下步骤：

(1) 原料气从原料气入口送入吸收装置中在 0.2MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂为正己烷(25wt%)、环己烷(25wt%)、正庚烷(25wt%)和正辛烷(25wt%)的组合；所述吸收剂与原料气的质量比为 6；吸收后的吸收

剂经分流装置后部分经第一换热装置 103 换热至 5℃ 后循环至吸收装置中部进行循环吸收，部分从第三吸收剂入口进入解吸装置中部分在 60℃ 下经 0.12MPa 环境解吸，解吸后吸收剂返回至第一吸收剂入口和/或第二吸收剂入口循环使用；解吸后油气经回收，得到第二回收油气；

(2) 所述吸收后气体送入冷凝装置中在 5℃ 冷凝，冷凝液从冷凝液出口回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤 (2) 冷凝产生的不凝气经不凝气出口送入吸附装置的底部气体入口，在 25℃、0.5MPa 条件下进行吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 20℃、12kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，所述脱附后油气从底部气体入口送入原料气入口返回至步骤 (1) 的吸收过程中进行再处理。

实施例 2

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法采用的油气回收的装置如图 2 所示，所述装置包括吸收单元、冷凝单元和吸脱附单元。

所述吸收单元包括吸收塔 101；所述吸收塔 101 上部一侧设置有第一吸收剂入口；所述吸收塔 101 下部一侧设置有原料气入口；所述吸收塔 101 设置有底部吸收剂出口和顶部吸收后气体出口；所述吸收塔 101 中部还设置有第二吸收剂入口；所述底部吸收剂出口与第二吸收剂入口相连；所述底部出口与第二吸收剂入口之间设置有分流器 102；所述分流器 102 与第二吸收剂入口之间设置有第一换热装置 103；所述顶部吸收气体出口与冷凝单元相连。

所述冷凝单元包括第二换热装置 201；所述第二换热装置 201 设置有冷凝液出口和不凝气出口；所述不凝气出口与吸脱附单元相连。

所述吸脱附单元包括两组并列设置的吸附装置；每组吸附装置中包括一个吸附塔 301；所述吸附装置包括底部气体入口和顶部气体出口；所述底部气体入口与吸收塔 101 的原料气入口相连。

所述油气回收的装置在吸收单元之前还包括闪蒸单元；所述闪蒸单元包括闪蒸罐 401；所述闪蒸罐 401 底部设置有液相组分出口，顶部设置有气相组分出口；所述液相组分出口与吸收塔 101 的第一吸收剂入口相连；所述闪蒸单元还包括与液相组分出口相连的输送装置；所述输送装置为送料泵 402；所述闪蒸单元还包括与送料泵 402 相连的第四换热装置 403。

具体的，所述方法包括如下步骤：

(1) 汽油（95 号汽油）送入闪蒸装置中经 60℃、20kPa 闪蒸，得到闪蒸后的液相组分经送料泵 402 泵入第四换热装置 403 换热至 10℃作为吸收剂从第一吸收剂入口进入吸收装置；

原料气从原料气入口送入吸收装置中在 0.13MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂与原料气的质量比为 5；吸收后的吸收剂经分流装置后部分经第一换热装置 103 换热至 5℃后循环至吸收装置中部进行循环吸收，另一部分所述吸收后的吸收剂作为汽油回收；

(2) 所述吸收后气体送入冷凝装置中在 2℃冷凝，冷凝液从冷凝液出口回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤 (2) 冷凝产生的不凝气经不凝气出口送入吸附装置的底部气体入口，在 30℃、0.5MPa 吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 10℃、30kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，所述脱附后油气从底部气体入口送入原料气入口返回至步骤 (1) 的吸收过程中进行再处理。

实施例 3

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法采用的油气回收的装置包括吸收单元、冷凝单元和吸脱附单元。

所述吸收单元包括吸收塔；所述吸收塔上部一侧设置有第一吸收剂入口；所述吸收塔下部一侧设置有原料气入口；所述吸收塔设置有底部吸收剂出口和顶部吸收后气体出口；所述吸收塔中部还设置有第二吸收剂入口；所述底部吸收剂出口与第二吸收剂入口相连；所述底部出口与第二吸收剂入口之间设置有分流器；所述分流器与第二吸收剂入口之间设置有第一换热装置；所述顶部吸收气体出口与冷凝单元相连。

所述吸收单元还包括解吸塔；所述解吸塔中部设置有第三吸收剂入口；所述解吸塔底部设置有解吸后吸收剂出口；所述解吸塔一侧设置有第三换热装置。

所述冷凝单元包括第二换热装置；所述第二换热装置设置有冷凝液出口和不凝气出口；所述不凝气出口与吸脱附单元相连。

所述吸脱附单元包括两组并列设置的吸附装置；每组吸附装置中包括两个串联的吸附塔；所述吸附装置包括底部气体入口和顶部气体出口；所述底部气

体入口与吸收塔的原料气入口相连。

具体的，所述方法包括如下步骤：

(1) 原料气从原料气入口送入吸收装置中在 0.5MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂为正己烷(45wt%)、环己烷(10wt%)、正庚烷(12wt%)和正戊烷(33wt%)的组合；所述吸收剂与原料气的质量比为 2；吸收后的吸收剂经分流装置后部分经第一换热装置换热至 30℃后循环至吸收装置中部进行循环吸收，部分从第三吸收剂入口进入解吸装置中部分在 100℃下经 0.2MPa 环境解吸，解吸后吸收剂返回至第一吸收剂入口和/或第二吸收剂入口循环使用；解吸后油气经回收，得到第二回收油气；

(2) 所述吸收后气体送入冷凝装置中在 10℃冷凝，冷凝液从冷凝液出口回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤(2)冷凝产生的不凝气经不凝气出口送入吸附装置的底部气体入口，在-25℃、0.12MPa 条件下进行吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 50℃、5kPa 脱附处理，得到脱附后油气，所述脱附后油气从底部气体入口送入原料气入口返回至步骤(1)的吸收过程中进行再处理。

实施例 4

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤(1)中所述吸收剂替换为“正壬烷(25wt%)、正癸烷(25wt%)、十一烷(25wt%)和十二烷(25wt%)”外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 5

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤(1)中所述吸收剂替换为“正己烷(10wt%)、环己烷(15wt%)、正庚烷(30wt%)和正辛烷(45wt%)”外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 6

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤(1)中所述吸收剂替换为“十二烷基二乙二醇醚(15wt%)和环己烷(85wt%)的组合”外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 7

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤(1)中所述吸收剂替换

为“正庚烷”外，其余均与实施例 1 相同。

实施例 8

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤（1）中所述吸收剂替换为“95 号汽油”外，其余均与实施例 2 相同。

实施例 9

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤（1）中所述“95 号汽油”替换为“98 号汽油”外，其余均与实施例 2 相同。

二、对比例

对比例 1

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤（1）中所述吸收剂替换为“十二烷基二乙二醇醚”外，其余均与实施例 1 相同。

对比例 2

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤（1）中所述吸收剂替换为“正十八烷烃”外，其余均与实施例 1 相同。

对比例 3

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤（1）中所述吸收剂替换为“丙二醇丁醚”外，其余均与实施例 1 相同。

对比例 4

本实施例提供一种油气回收方法，所述方法除步骤（1）中所述吸收剂替换为“正戊烷”外其余均与实施例 1 相同。

三、测试及结果

采用 ASPEN 对上述实施例和对比例进行模拟，其中吸收后气体组成结果如表 2 所示。

表 2

	非甲烷总烃值 (mg/m ³)
实施例 1	22.346
实施例 2	12.6
实施例 3	44.674
实施例 4	11.876
实施例 5	17.874

实施例 6	28.208
实施例 7	28.874
实施例 8	22.184
实施例 9	20.308
对比例 1	20.918
对比例 2	10.796
对比例 3	22.346
对比例 4	427.878

从表 2 可以看出以下几点:

(1) 综合实施例 1~9 可以看出, 本申请提供的油气回收方法采用特定的吸收剂, 能够在吸收步骤中较好的回收油气组分, 其中吸收后气体中的非甲烷总烃值 $\leq 45\text{mg/m}^3$, 而且这些吸收剂的来源广阔, 成本低廉, 能够直接与工厂中的汽油等工业相连接, 应用前景广阔;

(2) 综合实施例 1 和对比例 1~4 可以看出, 实施例 1 中通过采用正己烷 (25wt%)、环己烷 (25wt%)、正庚烷 (25wt%) 和正辛烷 (25wt%) 组合的吸收剂, 相较于对比例 1 和 3 中采用醚类物质作为吸收剂, 对比例 2 中仅采用正十八烷烃作为吸收剂而言, 在吸收效果类似的情况下, 其成本更低, 无需对物质进行高纯的分离, 来源更广, 具有更佳的工业应用价值; 相较于对比例 4 中采用正戊烷作为吸收剂而言, 吸收效果具有显著提升, 由此表明, 本申请选用碳原子数在特定范围内的有机烃类作为吸收剂, 不仅提高了对油气的吸收效果, 而且成本显著降低, 吸收剂来源显著扩展;

(3) 综合实施例 1 和实施例 6~7 而言, 实施例 1 中仅采用烃类物质的组合, 相较于实施例 6 中加入醚类物质, 实施例 7 中仅采用正庚烷而言, 实施例 1 具有相对较佳的吸收效果, 由此表明, 本申请选用有机烃类物质的组合, 取得了更佳的吸收效果;

(4) 综合实施例 2 和实施例 8~9 而言, 实施例 2 中采用闪蒸后的汽油作为吸收剂, 相较于实施例 8 和实施例 9 中直接采用汽油作吸收剂而言, 实施例 2 中吸收后气体中非甲烷总烃值仅为 12.6 mg/m^3 , 而实施例 8 和实施例 9 中吸收后气体中非甲烷总烃值达 22.184 mg/m^3 和 20.308 mg/m^3 , 由此表明, 本申请通过采

用闪蒸后的汽油作为吸收剂，相较于直接采用汽油而言，具有更佳吸收效果。

综上所述，本申请提供的油气回收方法采用碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃、烯烃、芳烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合物作为吸收剂，能够在吸收步骤中较好的回收油气组分，其中吸收后气体中的非甲烷总烃值 $\leq 45\text{mg/m}^3$ ，而且这些吸收剂的来源广阔，成本低廉，能够直接与工厂中的汽油等工业相连接，应用前景广阔，与冷凝和吸附步骤结合，能够较好地实现油气回收，实现资源化利用，净化后气体达到排放标准，缓解环境压力。

申请人声明，本申请通过上述实施例来说明本申请的详细结构特征，但本申请并不局限于上述详细结构特征，即不意味着本申请必须依赖上述详细结构特征才能实施。所属技术领域的技术人员应该明了，对本申请的任何改进，对本申请所选用部件的等效替换以及辅助部件的增加、具体方式的选择等，均落在本申请的保护范围和公开范围之内。

- 1、一种油气回收方法，其包括：利用吸收剂对原料气进行吸收处理；
所述吸收剂包括碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃、烯烃、芳烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合；
任选地，所述吸收剂还包括碳原子数为 4 或 5 的支链烷烃、烯烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合。
- 2、根据权利要求 1 所述的方法，其中，所述吸收剂包括碳原子数为 6~10 的支链烷烃、烯烃、芳烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合。
- 3、根据权利要求 1 或 2 所述的方法，其中，所述吸收剂包括汽油经闪蒸后的液相组分。
- 4、根据权利要求 1-3 任一项所述的方法，其中，所述吸收剂为汽油经闪蒸后的液相组分；
优选地，所述闪蒸的压力为 20~90kPa，优选为 50~80kPa；
优选地，所述闪蒸的温度为 60~100℃；
优选地，所述汽油闪蒸后的气相组分进行气体回收；
优选地，所述汽油闪蒸后的液相组分含有己烷和庚烷。
- 5、根据权利要求 1-4 任一项所述的方法，其中，所述吸收的压力为 0.13~0.5MPa；
优选地，所述吸收剂与原料气的比例为 2~15，优选为 3~6；
优选地，所述吸收剂的温度为-15~30℃，优选为-5~20℃；
优选地，所述吸收后的吸收剂部分循环至吸收过程中；
优选地，所述循环的吸收剂占吸收后塔釜采出吸收剂总量的 0.001~99.9wt%；
优选地，所述循环的吸收剂经换热后循环至吸收过程中；
优选地，所述方法还包括：将吸收后的吸收剂解吸；
优选地，所述解吸包括：吸收的吸收剂进行解吸，得到解吸后吸收剂和解吸后油气；
优选地，所述解吸的温度为 50~100℃，优选为 60~80℃；
优选地，所述解吸的压力为 0.01~0.2MPa，优选为 0.12~0.15MPa；
优选地，所述解吸后吸收剂返回至吸收过程中循环使用；
优选地，所述解吸后吸收剂冷却后返回至吸收过程中循环使用；

优选地，所述解吸后油气经回收，得到第二回收油气。

6、根据权利要求 1~5 任一项所述的方法，其中，所述油气回收方法包括：原料气依次经吸收剂吸收、冷凝和吸附，得到净化后气体；

优选地，所述冷凝的温度为 $-20\sim 10^{\circ}\text{C}$ ，优选为 $-10\sim 8^{\circ}\text{C}$ ；

优选地，所述冷凝中的冷凝液经回收，得到第一回收油气；

优选地，所述吸附的温度为 $-20\sim 30^{\circ}\text{C}$ ，优选为 $-10\sim 20^{\circ}\text{C}$ ；

优选地，所述吸附的压力为 $0.12\sim 0.5\text{MPa}$ ；

优选地，所述吸附采用的吸附剂包括硅胶、分子筛、碳纤维或活性炭中的任意一种或至少两种的组合，优选为活性炭。

7、根据权利要求 6 所述的方法，还包括：所述吸附后的吸附剂经脱附处理，得到脱附后油气；

优选地，所述脱附后油气返回至吸收过程中；

优选地，所述脱附后油气经冷却后返回至吸收过程中；

优选地，所述脱附包括真空脱附；

优选地，所述真空脱附的压力为 $1\sim 30\text{kPa}$ 。

8、根据权利要求 1~7 任一项所述的方法，其中，所述方法包括如下步骤：

(1) 原料气在 $0.13\sim 0.5\text{MPa}$ 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂包括碳原子数为 $4\sim 16$ 的支链烷烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合；所述吸收剂与原料气的质量比为 $2\sim 15$ ；吸收后的吸收剂部分经换热至 $-15\sim 30^{\circ}\text{C}$ 后循环至吸收过程中，部分在 $50\sim 100^{\circ}\text{C}$ 下经 $0.01\sim 0.2\text{MPa}$ 条件下解吸，解吸后吸收剂返回至吸收过程中循环使用；解吸后油气经回收，得到第二回收油气；

(2) 所述吸收后气体在 $-20\sim 10^{\circ}\text{C}$ 冷凝，冷凝液回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤(2)冷凝产生的不凝气在 $-20\sim 30^{\circ}\text{C}$ 、 $0.12\sim 0.5\text{MPa}$ 条件下吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 $10\sim 60^{\circ}\text{C}$ 、 $1\sim 30\text{kPa}$ 真空脱附处理，得到脱附后油气，将所述脱附后油气返回至步骤(1)的吸收过程中进行再处理；

优选地，所述方法包括如下步骤：

(1) 汽油在 $60\sim 100^{\circ}\text{C}$ 、 $20\sim 90\text{kPa}$ 条件下闪蒸，得到闪蒸后的液相组分作为吸收剂；原料气在 $0.13\sim 0.5\text{MPa}$ 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸

收剂与原料气的质量比为 2~15；吸收后的吸收剂部分经换热至-15~30℃后循环至吸收过程中，另一部分所述吸收后的吸收剂作为汽油回收；

(2) 所述吸收后气体在-20~10℃冷凝，冷凝液回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤(2)冷凝产生的不凝气在-20~30℃、0.12~0.5Pa 条件下吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 10~60℃、1~30kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，将所述脱附后油气返回至步骤(1)的吸收过程中进行再处理。

9、根据权利要求 1~8 任一项所述的方法，其中，所述方法采用的油气回收的装置包括吸收单元、冷凝单元和吸脱附单元。

10、根据权利要求 9 所述的方法，其中，所述吸收单元包括吸收装置；

优选地，所述吸收装置为吸收塔；

优选地，所述吸收装置上部一侧设置有第一吸收剂入口；

优选地，所述吸收装置下部一侧设置有原料气入口；

优选地，所述吸收装置设置有底部吸收剂出口和顶部吸收后气体出口；

优选地，所述吸收装置中部还设置有第二吸收剂入口；

优选地，所述底部吸收剂出口与第二吸收剂入口相连；

优选地，所述底部出口与第二吸收剂入口之间设置有分流器；

优选地，所述分流器与第二吸收剂入口之间设置有第一换热装置；

优选地，所述顶部吸收气体出口与冷凝单元相连；

优选地，所述冷凝单元包括第二换热装置；

优选地，所述第二换热装置设置有冷凝液出口和不凝气出口；

优选地，所述不凝气出口与吸脱附单元相连；

优选地，所述吸脱附单元包括吸附装置，优选包括至少两组并列设置的吸附装置；

优选地，每组吸附装置中包括至少一个吸附塔；

优选地，所述吸附装置包括底部气体入口和顶部气体出口；

优选地，所述底部气体入口与吸收单元相连；

优选地，所述底部气体入口与吸收装置的原料气入口相连。

11、根据权利要求 9 或 10 所述的方法，其中，所述吸收单元还包括解吸装置；

- 优选地，所述解吸装置中部设置有第三吸收剂入口；
- 优选地，所述解吸装置底部设置有解吸后吸收剂出口；
- 优选地，所述解吸装置一侧设置有第三换热装置；
- 优选地，所述油气回收的装置在吸收单元之前还包括闪蒸单元；
- 优选地，所述闪蒸单元包括闪蒸装置；
- 优选地，所述闪蒸装置底部设置有液相组分出口，顶部设置有气相组分出口；
- 优选地，所述液相组分出口与吸收单元相连；
- 优选地，所述液相组分出口与吸收装置的第一吸收剂入口和/或第二吸收剂入口相连，优选与第一吸收剂入口相连；
- 优选地，所述闪蒸单元还包括与液相组分出口相连的输送装置；
- 优选地，所述输送装置包括送料泵；
- 优选地，所述闪蒸单元还包括与输送装置相连的第四换热装置。

12、根据权利要求 1~11 任一项所述的方法，其包括如下步骤：

(1)原料气从原料气入口送入吸收装置中在 0.13~0.5MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂包括碳原子数为 6~16 的支链烷烃、直链烷烃或环烷烃中的任意一种或至少两种的组合；所述吸收剂与原料气的质量比为 2~15；吸收后的吸收剂经分流装置后部分经第一换热装置换热至-15~30℃后循环至吸收装置中部进行循环吸收，部分从第三吸收剂入口进入解吸装置中部在 50~100℃、0.01~0.2MPa 条件下进行解吸，解吸后吸收剂返回至第一吸收剂入口和/或第二吸收剂入口循环使用；解吸后油气经回收，得到第二回收油气；

(2) 所述吸收后气体送入冷凝装置中在-20~10℃冷凝，冷凝液从冷凝液出口回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤(2) 冷凝产生的不凝气经不凝气出口送入吸附装置的底部气体入口，在-20~30℃、0.12~0.5MPa 条件下吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 10~60℃、1~30kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，所述脱附后油气从底部气体入口送入原料气入口返回至步骤(1) 的吸收过程中进行再处理；

优选地，所述方法包括如下步骤：

(1) 汽油送入闪蒸装置中经 60~100℃、20~90kPa 闪蒸，得到闪蒸后的液

相组分经送料泵泵入第四换热装置换热至-15~30℃作为吸收剂从第一吸收剂入口进入吸收装置；

原料气从原料气入口送入吸收装置中在 0.13~0.5MPa 下经吸收剂吸收，得到吸收后气体；所述吸收剂与原料气的质量比为 2~15；吸收后的吸收剂经分流装置后部分经第一换热装置换热至-15~30℃后循环至吸收装置中部进行循环吸收，另一部分所述吸收后的吸收剂作为汽油回收；

(2) 所述吸收后气体送入冷凝装置中在-20~10℃冷凝，冷凝液从冷凝液出口回收，得到第一回收油气；

(3) 步骤(2)冷凝产生的不凝气经不凝气出口送入吸附装置的底部气体入口，在-20~30℃、0.12~0.5kPa 条件下吸附后，得到净化后气体；

所述吸附饱和后的吸附剂经 10~60℃、1~30kPa 真空脱附处理，得到脱附后油气，所述脱附后油气从底部气体入口送入原料气入口返回至步骤(1)的吸收过程中进行再处理。

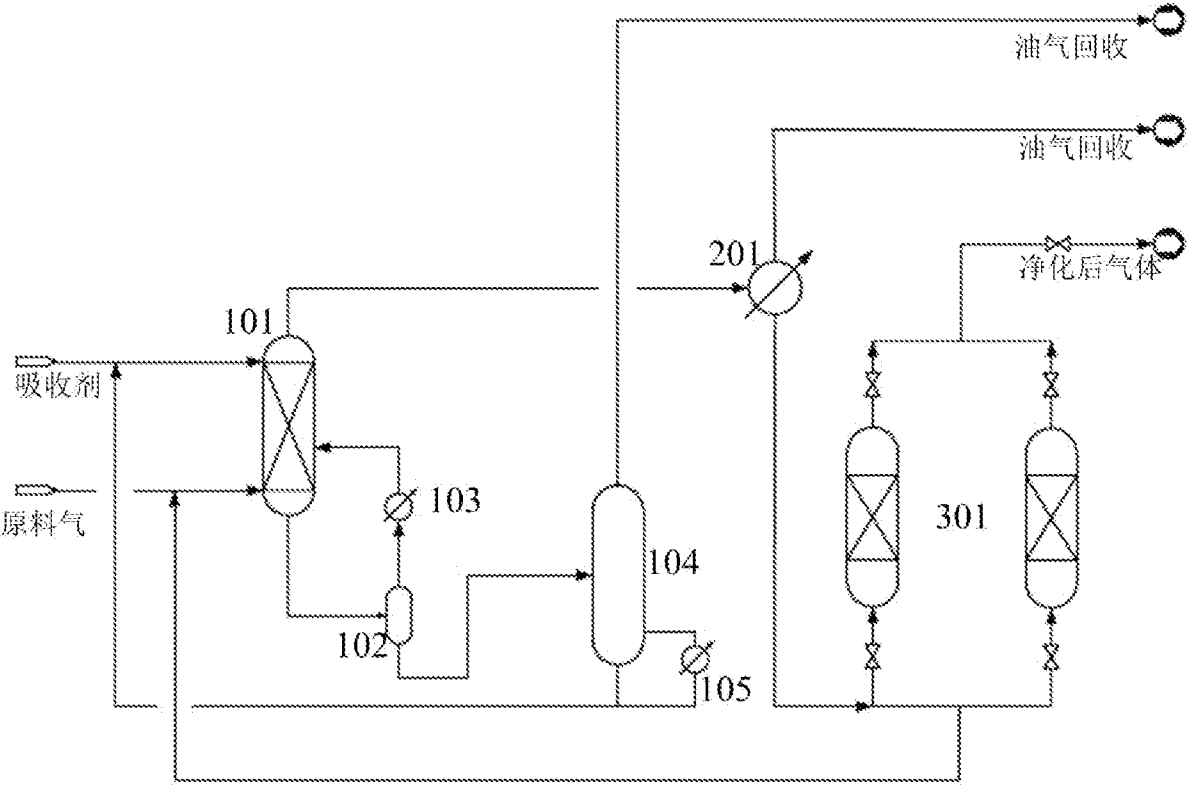


图 1

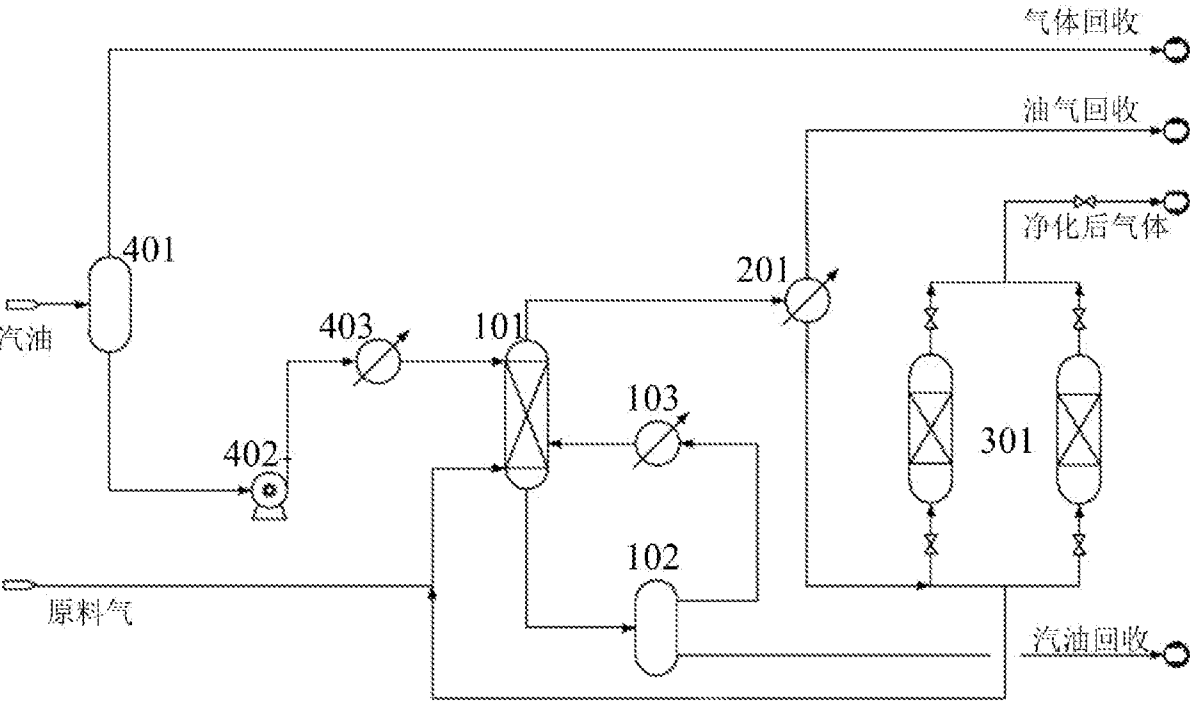


图 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/121252

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B01D 53/14(2006.01)i; B01D 53/04(2006.01)i; B01D 53/00(2006.01)i; C10G 5/04(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

B01D; C10G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, SIPOABS, DWPI, CNKI, 超星读秀: 天津大学, 何林, 李鑫钢, 张美艳, 王海清, 隋红, 从海峰, 廉景燕, 油气, 回收, 吸收, 解吸, 再生, 吸附, 脱附, 冷凝, 冷却, 换热, 热交换, 温度, 压力, 闪蒸, 吸收剂, 汽油, 己烷, 庚烷, 甲基, 丁烷, 辛烷, 壬烷, 癸烷, 十一烷, 十二烷, 十三烷, 十四烷, 十五烷, 十六烷, 碳原子数, 碳个数, C6, C7, C8, C9, C_nH_{2n+2}, 碳六, 碳六, 碳八, 碳八, oil gas, recover+, absorb+, absorp+, absorbent, absorber, cool+, condens +, heat, exchang+, adsorp+, adsorb+, sorption, desorption, desorb+, regenerat+, ???flash+, carbon atom?, carbon six, carbon seven, carbon eight, carbon nine, carbon ten, carbon 6, carbon 7, carbon 8, carbon 16, gasoline, petrol, hexane, heptane, octane, nonane, decane.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 111575043 A (INSTITUTE OF ENGINEERING PROTECTION, ACADEMY OF NATIONAL DEFENSE ENGINEERING, ACADEMY OF MILITARY SCIENCES PLA CHINA) 25 August 2020 (2020-08-25) description, paragraphs 3-22, figure 1	1-12
X	CN 105733647 A (SYNFUELS CHINA CO., LTD.) 06 July 2016 (2016-07-06) description, paragraphs 10-52, figure 1	1-5
X	US 4670028 A (MC GILL INC.) 02 June 1987 (1987-06-02) description, column 3, line 55 to column 8, line 32, and figure 1	1-12
PX	CN 112221304 A (TIANJIN UNIVERSITY) 15 January 2021 (2021-01-15) claims 1-10, description paragraphs 10-199, figures 1-2	1-12
X	CN 105032112 A (CHANGZHOU UNIVERSITY et al.) 11 November 2015 (2015-11-11) description, paragraphs 5-90, figure 1	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
 “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
 “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
 “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
 “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
 “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
 “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
 “&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

07 December 2021

Date of mailing of the international search report

23 December 2021

Name and mailing address of the ISA/CN

China National Intellectual Property Administration (ISA/
CN)
No. 6, Xitucheng Road, Jimenqiao, Haidian District, Beijing
100088, China

Facsimile No. (86-10)62019451

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/CN2021/121252

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	CN 102580463 A (CHINA HUANQIU CONTRACTING AND ENGINEERING CORPORATION) 18 July 2012 (2012-07-18) description, paragraphs 7-37, figure 1	1-12
X	CN 107051125 A (BAY ENVIRONMENTAL TECHNOLOGY (BEIJING) CORP.) 18 August 2017 (2017-08-18) description, paragraphs 4-67, figure 1	1-12
A	何光里 主编. "汽油的性能要求和组成" 汽车运用工程师手册, ISBN 7-114-00940-2, 人民交通出版社, 28 February 1991 (1991-02-28), pp. 864-865	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/CN2021/121252

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)		Publication date (day/month/year)
CN	111575043	A	25 August 2020	None		
CN	105733647	A	06 July 2016	CN	105733647	B 01 May 2018
US	4670028	A	02 June 1987	None		
CN	112221304	A	15 January 2021	None		
CN	105032112	A	11 November 2015	CN	105032112	B 19 October 2018
CN	102580463	A	18 July 2012	None		
CN	107051125	A	18 August 2017	CN	206837798	U 05 January 2018

国际检索报告

国际申请号

PCT/CN2021/121252

A. 主题的分类

B01D 53/14(2006.01)i; B01D 53/04(2006.01)i; B01D 53/00(2006.01)i; C10G 5/04(2006.01)i

按照国际专利分类(IPC)或者同时按照国家分类和IPC两种分类

B. 检索领域

检索的最低限度文献(标明分类系统和分类号)

B01D; C10G

包含在检索领域中的除最低限度文献以外的检索文献

在国际检索时查阅的电子数据库(数据库的名称, 和使用的检索词(如使用))

CNABS, CNTXT, VEN, USTXT, EPTXT, WOTXT, SIPOABS, DWPI, CNKI, 超星读秀: 天津大学, 何林, 李鑫钢, 张美艳, 王海清, 隋红, 从海峰, 廉景燕, 油气, 回收, 吸收, 解吸, 再生, 吸附, 脱附, 冷凝, 冷却, 换热, 热交换, 温度, 压力, 闪蒸, 吸收剂, 汽油, 己烷, 庚烷, 甲基, 丁烷, 辛烷, 壬烷, 癸烷, 十一烷, 十二烷, 十三烷, 十四烷, 十五烷, 十六烷, 碳原子数, 碳个数, C6, C7, C8, C9, C_nH_{2n+2}, 碳六, 碳6, 碳八, 碳8, oil gas, recover+, absorb+, absorp+, absorbent, absorber, cool+, condens+, heat, exchang+, adsrop+, adsorb+, sorption, desorption, desorb+, regenerat+, ??flash+, carbon atom?, carbon six, carbon seven, carbon eight, carbon nine, carbon ten, carbon 6, carbon 7, carbon 8, carbon 16, gasoline, petrol, hexane, heptane, octane, nonane, decane.

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 111575043 A (中国人民解放军军事科学院国防工程研究院工程防护研究所) 2020年8月25日 (2020 - 08 - 25) 说明书第3-22段, 附图1	1-12
X	CN 105733647 A (中科合成油工程股份有限公司) 2016年7月6日 (2016 - 07 - 06) 说明书第10-52段, 附图1	1-5
X	US 4670028 A (MC GILL INC) 1987年6月2日 (1987 - 06 - 02) 说明书第3栏第55行至第8栏第32行, 附图1	1-12
PX	CN 112221304 A (天津大学) 2021年1月15日 (2021 - 01 - 15) 权利要求1-10, 说明书第10-199段, 附图1-2	1-12
X	CN 105032112 A (常州大学 等) 2015年11月11日 (2015 - 11 - 11) 说明书第5-90段, 附图1	1-12

☒ 其余文件在C栏的续页中列出。☒ 见同族专利附件。

* 引用文件的具体类型:

“A” 认为不特别相关的表示了现有技术一般状态的文件

“E” 在国际申请日的当天或之后公布的在先申请或专利

“L” 可能对优先权要求构成怀疑的文件, 或为确定另一篇引用文件的公布日而引用的或者因其他特殊理由而引用的文件(如具体说明的)

“O” 涉及口头公开、使用、展览或其他方式公开的文件

“P” 公布日先于国际申请日但迟于所要求的优先权日的文件

“T” 在申请日或优先权日之后公布, 与申请不相抵触, 但为了理解发明之理论或原理的在后文件

“X” 特别相关的文件, 单独考虑该文件, 认定要求保护的发明不是新颖的或不具有创造性

“Y” 特别相关的文件, 当该文件与另一篇或者多篇该类文件结合并且这种结合对于本领域技术人员为显而易见时, 要求保护的发明不具有创造性

“&” 同族专利的文件

国际检索实际完成的日期

2021年12月7日

国际检索报告邮寄日期

2021年12月23日

ISA/CN的名称和邮寄地址

中国国家知识产权局(ISA/CN)

中国北京市海淀区蓟门桥西土城路6号 100088

传真号 (86-10)62019451

授权官员

张茜

电话号码 86-(20)-28950631

C. 相关文件

类 型*	引用文件, 必要时, 指明相关段落	相关的权利要求
X	CN 102580463 A (中国寰球工程公司) 2012年7月18日 (2012 - 07 - 18) 说明书第7-37段, 附图1	1-12
X	CN 107051125 A (海湾环境科技北京股份有限公司) 2017年8月18日 (2017 - 08 - 18) 说明书第4-67段, 附图1	1-12
A	何光里 主编. “汽油的性能要求和组成” 汽车运用工程师手册, ISBN 7-114-00940-2, 人民交通出版社, 1991年2月28日 (1991 - 02 - 28), 第864-865页	1-12

国际检索报告
关于同族专利的信息

国际申请号

PCT/CN2021/121252

检索报告引用的专利文件			公布日 (年/月/日)	同族专利	公布日 (年/月/日)
CN	111575043	A	2020年8月25日	无	
CN	105733647	A	2016年7月6日	CN 105733647	B 2018年5月1日
US	4670028	A	1987年6月2日	无	
CN	112221304	A	2021年1月15日	无	
CN	105032112	A	2015年11月11日	CN 105032112	B 2018年10月19日
CN	102580463	A	2012年7月18日	无	
CN	107051125	A	2017年8月18日	CN 206837798	U 2018年1月5日