

中凯信息导报

CATHAYCHEM INFORMATION GUIDE

2008-03-01

专题篇—炼厂气及其加工汇编（一）

1、引言

炼厂气又称裂化气。指在石油和石油产品的炼制和加工过程中产生的气体，即原油一次加工和二次加工所产生的气体。炼厂气主要来源于原油蒸馏（常减压蒸馏）、催化重整、催化裂化、加氢裂化、加氢精制、延迟焦化（石油焦化）、热裂化等过程。不同来源的炼厂气其组成各异（参见下表）。炼厂气的产率随原油的加工深度不同而不同，例如深度加工的炼厂气一般为原油加工量的 6%（质量）左右。在美国约有 2% 的乙烯、60% 的丙烯和 90% 的丁烯来自炼厂气。

各种来源的炼厂气的典型组成(质量%)

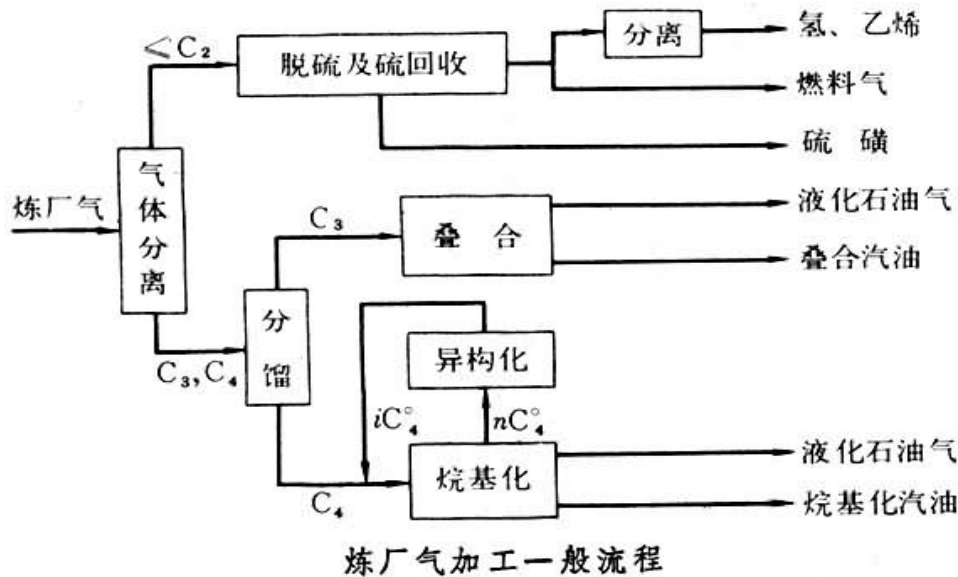
成分	原油蒸馏气	催化重整气	催化裂化气	加氢裂化气	加氢精制气	石油焦化气	热裂化气
氢气	—	15.4	0.1	1.4	3.0	0.6	0.4
甲烷	8.5	9.0	3.2	21.8	24.0	35.6	14.7
乙烷	15.4	20.0	4.1	4.4	70.0	20.7	22.8
乙烯	—	—	2.8	—	—	2.7	4.4
丙烷	30.2	27.7	7.3	15.3	3.0	13.4	20.5
丙烯	—	—	20.2	—	—	5.1	14.8
丁烷	45.9	27.9	22.9	57.1	—	5.6	10.8
丁烯	—	—	30.5	—	—	3.8	4.2
其他	—	—	8.9	—	—	12.5	7.4
合计	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0

2、炼厂气加工

炼厂气加工是石油炼厂的重要任务之一。加工流程的选择取决于炼厂气的产量、组成和产品要求。从上表可以看出，催化重整气体中含有大量氢气，可作为加氢氢源；催化裂化气体中含有大量的 C3 和 C4 烯烃，并有一定量的异丁烷，是烷基化油的主要原料；加氢裂化气

体中异丁烷含量高，是烷基化的原料；延迟焦化（石油焦化）干气中烯烃含量较少，甲烷含量较高，可用作制氢的原料；热裂化气体中含有一定量的 C₃、C₄ 烯烃，可作为叠合原料。

一般炼厂气首先经过气体分离装置，利用吸收和解吸方法，使 C₂ 及以下气体与 C₃ 及以上气体分离，然后分别进行下列加工过程（参见下图）：



2.1 碳二及以下组分的处理

从炼厂气分离出来的 C₂ 及以下气体，要先经乙醇胺脱硫和硫回收，脱硫后的炼厂气可用作制氢和乙烯的原料，或作为燃料气。其处理方法有：

(1) 深冷法：如果炼厂附近有大型乙烯装置，则脱硫后的气体经干燥、压缩后可直接送去深冷分离，以获得聚合级乙烯和纯度大于 95% 的氢气；

(2) 变压吸附法：采用分子筛或活性炭作吸附剂，在温度为 5~40℃ 和压力为 1~4.2MPa 下，进行多床变压吸附法提纯氢气，氢的回收率在 60%~85%，纯度可达 99.999% 以上；

(3) 膜法提氢技术：这是一种成熟的技术，国内外已有许多成功的案例。以加氢裂化干气（含氢 68.02%）、加氢低分气（含氢 74.43%）、PSA 解析气（含氢 80.43%）等为原料，采用膜法提氢技术，可使氢的回收率（一段）达 85%，纯度达 92.75%。又如以中压加氢裂化尾气为原料，采用膜法提氢技术，可使氢的回收率达 86%~96%，纯度可达 93%~95%，处理能力 4800m³/h。膜法可使柴油加氢尾气（含氢 84%，硫化氢 3%，压力 5.9MPa）中的氢气提浓到 92% 左右，回收氢压力达 3.0MPa。上述方法在经济上都是可行和有利的。

2.2 碳三及以上组分的处理

从炼厂气分离出来的 C₃ 和 C₄ 混合组分，经分馏后得到的 C₃ 组分主要用于叠合反应，生产叠合汽油（研究法辛烷值可达 94）。

经分馏后得到的 C4 组分，送去烷基化装置，用硫酸或氢氟酸作催化剂，使异丁烷和丁烯转化成以 C8 异构烷烃为主的烷基化汽油(研究法辛烷值约 94)。

烷基化反应要求异丁烷与烯烃的体积比为 1.15~1.35。通常原料中的异丁烷含量较低不能满足要求，可通过丁烷异构化过程将炼厂气中的正丁烷(nC₄)转化成异丁烷(iC₄)，作为烷基化的补充进料。

上述流程副产的丙烷、丁烷馏分，必要时也可通过脱氢生产相应的烯烃，或通过脱氢芳构化过程制取芳烃。

3、炼厂气加工相关术语

▲ 常压蒸馏和减压蒸馏 crude-oil distillation

常压蒸馏和减压蒸馏习惯上合称常减压蒸馏，基本上属物理过程。原料油在蒸馏塔里按蒸发能力分成沸点范围不同的油品(称为馏分)，这些油品有的经调合、加入添加剂后就可以产品形式出厂，相当大的部分是后续加工装置的原料，因此，常减压蒸馏又被称为原油的一次加工。包括三个工序：原油的脱盐/脱水、常压蒸馏及减压蒸馏。

▲ 原油的脱盐、脱水 crude-oil desalting and dewatering

又称原油预处理。指在原油送往炼油厂前除掉原油中往往含有的盐(主要是氯化物)和水(溶于油或呈乳化状态)的加工过程。原油中含有盐和水，可导致设备腐蚀、设备内壁结垢和影响成品油的组成，需在加工前脱除。常用的脱除方法是加破乳剂和水，使油中的水集聚，并从油中分出，而盐分溶于水中，再加以高压电场配合，使形成的较大水滴顺利除去。

▲ 催化裂化 catalytic cracking

一种在热裂化基础上发展起来的石油二次加工方法。可广泛用于提高原油加工深度，生产优质汽油、柴油。原料主要是原油蒸馏或其他炼油装置的 350~540℃ 馏分的重质油。例如，原油常减压蒸馏的重质馏分油、石油焦化的重质馏分油、脱沥青的减压渣油、加氢处理过的重油或掺混部分常压渣油或减压渣油等重质油。主要反应有分解、异构化、芳构化、氢转移、缩合、焦化等。主要产物有裂化生成气体、汽油馏分、柴油馏分、重质油(可循环作原料)及焦炭。使用微球分子筛催化剂，其中所用分子筛主要是稀土或氢离子交换过的 Y 型或超稳 Y 型分子筛，含量 10%~40%，其余为硅酸铝担体。一般裂化温度 480~530℃、压力 0.2~0.4MPa，气体产率 10%~30%，主要是 C3 和 C4 烯烃和烷烃。汽油产率 30%~60%。辛烷值达 80~92。柴油产率 0~40%。催化裂化操作条件改变或原料波动，可使产品组成发生变化。

▲ 催化重整 catalytic reforming

简称重整。指在加热、加压和催化剂与氢气存在下，使原油蒸馏所得的轻汽油馏分(或

石脑油) 转变成富含芳烃的高辛烷值汽油(重整汽油) 并副产液化石油气和氢气的过程。如果以 80~180℃馏分为原料, 产品为高辛烷值汽油; 如果以 60~165℃馏分为原料油, 产品主要是苯、甲苯、二甲苯等芳烃, 重整过程副产氢气, 可作为炼油厂加氢操作的氢源。重整的工艺流程可分为原料预处理和重整两部分。重整反应的条件是: 反应温度为 490~525℃, 反应压力为 1~2 兆帕。主要反应有环烷烃脱氢、烷烃脱氢环化、异构化、加氢裂化等。与热重整相比, 能更多地提高辛烷值, 但不显著影响其挥发度, 并可用于制得芳烃。其他烃类的催化重整, 主要用于制取芳香烃。所用催化剂主要是铂、铂-铼或铂-锡, 载于 γ -氧化铝上, 用氯化物或氟化物处理。由于催化剂对催化毒物(如 S、N、 H_2O) 敏感, 原料要先经加氢净化。用铂催化剂的叫铂重整, 用铂铼催化剂的叫铂铼重整。催化重整的主要目的是提高汽油辛烷值或生产苯、甲苯和二甲苯等化工原料。所余下的一部分油称作抽余油, 可混入商品汽油, 也可用作裂解原料。

▲ 加氢裂化 **hydrocracking; hydrogen cracking**

指在较高压力(10~20MPa) 和温度(300~460℃) 下, 氢气经催化剂作用使重质油发生加氢、裂化和异构化反应, 转化为轻质油(汽油、煤油、柴油) 或催化裂化、裂解制烯烃原料的工艺流程。按加工原料不同, 分为馏分油加氢裂化和渣油加氢裂化。前者的原料主要有减压蒸馏的重质馏分油、焦化的重质馏分油、脱沥青的减压渣油、催化裂化循环油等, 其目的是生产高质量的轻质油品, 如柴油、航空煤油、汽油等; 后者的原料主要是常减压蒸馏的渣油, 其中富集了大量硫化物、氮化物、胶质、沥青质及含金属的化合物。加氢裂化的特点是在进行裂化反应的同时, 伴随加氢反应。液体产品收率很高, 可达 95%~100%。生产方案灵活, 调节催化剂的双功能比例并使用不同操作条件, 可调节目的产品, 例如可分别以产液化气、产汽油、产喷气燃料、产低凝点柴油、产润滑油为主。加氢裂化的产品质量好, 稳定性高、但设备投资大, 需要氢气来源, 生产费用高, 故其应用不如催化裂化工艺广泛。

▲ 延迟焦化 **delayed coking**

石油裂化的一种连续化方法。即在生产固体石油焦炭的过程中, 通过延长反应时间, 将高沸点的残油转化为轻质油的加工过程。其特点是, 在正压下将焦化馏出油中较重的馏分在装置中加热到 500℃后进行延时循环操作, 以提高轻质油的收率和脱炭效率。