

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
C10G 67/04 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610017653.6

[45] 授权公告日 2008 年 2 月 6 日

[11] 授权公告号 CN 100366709C

[22] 申请日 2006.4.17

[21] 申请号 200610017653.6

[73] 专利权人 中国石油化工集团公司

地址 100029 北京市朝阳区惠新东街甲 6 号

共同专利权人 中国石化集团洛阳石油化工工程公司

[72] 发明人 黄新龙 徐 惠 秦如意 霍宏敏
王洪彬 胡艳芳 赵晓青 孟凡东

[56] 参考文献

CN1160441C 2004.8.4

CN1142259C 2004.3.17

EP0462823A1 1991.12.27

审查员 杨 颖

[74] 专利代理机构 郑州中民专利代理有限公司
代理人 郭中民

权利要求书 1 页 说明书 17 页

[54] 发明名称

一种重油加工的组合物工艺

[57] 摘要

本发明公开了一种重油加工的组合物工艺。其工艺步骤是：(1)全部或部分重油单独或与催化裂化澄清油混合后，进入溶剂脱沥青装置，经溶剂脱沥青处理后，得到一种脱沥青油和一种脱油沥青；(2)来自步骤(1)的脱油沥青单独或和另一部分重油混合后进入焦化装置进行焦化处理，得到的焦化重油返回到溶剂脱沥青装置或进入重油加氢处理装置，或者是一部分焦化重油返回到溶剂脱沥青装置，另一部分进入重油加氢处理装置、催化裂化装置或加氢裂化装置；(3)来自步骤(1)的脱沥青油单独或和减压蜡油、常压渣油、减压渣油、催化裂化回炼油以及来自步骤(2)的焦化重油中的一种或一种以上的重质油混合后，进入重油加氢处理装置进行加氢处理，加氢处理后经蒸馏得到石脑油、航空煤油、柴油馏分和加氢重油。使用本发明方法可改

善重油加氢处理装置进料的性质，缓和重油加氢处理装置的操作条件，延长重油加氢处理装置的操作周期，为下游的催化裂化等装置提供优质的原料油。

1. 一种重油加工组合工艺，其特征在于包括下述步骤，

(1) 全部或一部分重油单独或与催化裂化澄清油混合后，进入溶剂脱沥青装置，其中溶剂与溶剂脱沥青装置进料油的重量比为 $1.5 : 1 \sim 10 : 1$ ，操作温度为 $55^{\circ}\text{C} \sim 300^{\circ}\text{C}$ ，操作压力为 $0.104\text{Mpa} \sim 6.0\text{Mpa}$ ，经溶剂脱沥青装置处理后，得到一种脱沥青油和一种脱油沥青；

(2) 来自步骤(1)的脱油沥青单独或和另一部分重油混合后进入焦化装置进行焦化处理，得到焦化汽油、焦化柴油和焦化重油，其中操作条件为：压力 $0.104\text{Mpa} \sim 1.0\text{Mpa}$ ，温度 $450^{\circ}\text{C} \sim 550^{\circ}\text{C}$ ，所得到的焦化重油返回到溶剂脱沥青装置或进入重油加氢处理装置，或者是一部分焦化重油返回到溶剂脱沥青装置，另一部分进入重油加氢处理装置、催化裂化装置或加氢裂化装置；

(3) 重油加氢处理：来自步骤(1)的脱沥青油单独或和减压蜡油、常压渣油、减压渣油、催化裂化回炼油以及来自步骤(2)的焦化重油中的一种或一种以上的重质油混合后，进入重油加氢处理装置，在有氢气存在的情况下进行加氢处理，加氢处理后经蒸馏得到石脑油、航空煤油、柴油馏分和加氢重油，其操作条件为：氢分压 $6.5\text{Mpa} \sim 30\text{Mpa}$ ，操作温度 $340^{\circ}\text{C} \sim 480^{\circ}\text{C}$ ，体积空速 $0.1\text{h}^{-1} \sim 4.0\text{h}^{-1}$ ，氢气与重油加氢处理装置进料油的体积比 $500 \sim 4000$ 。

2. 根据权利要求1所述的工艺，其特征在于：步骤(2)所述的焦化操作条件为：压力 $0.104 \sim 0.25\text{Mpa}$ ，温度 $490 \sim 510^{\circ}\text{C}$ 。

3. 根据权利要求1所述的工艺，其特征在于：步骤(3)所述的加氢处理操作条件为：氢分压 $9.0 \sim 18\text{Mpa}$ ，操作温度 $360 \sim 420^{\circ}\text{C}$ ，体积空速 $0.2 \sim 2.5\text{h}^{-1}$ ，氢油体积比 $800 \sim 2500$ 。

4. 根据权利要求1所述的工艺，其特征在于：步骤(1)所述的重油为馏程大于 350°C 的重油中一种或一种以上的混合油。

一种重油加工的组合作工艺

技术领域

本发明属于石油炼制技术领域，涉及一种用脱炭和加氢工艺有机结合来处理重油的技术。

背景技术

随着全球经济的快速发展，对轻质、清洁燃料油的需求也快速增长，而原油品质随着原油开采量的不断增加而越来越差，主要表现在密度大、粘度高、重金属含量高、硫含量高、氮含量高、胶质和沥青质含量高，这给原油的加工带来了较大困难。

重油加工有两类加工工艺，一类为加氢工艺，主要包括加氢处理、加氢精制等；另一类为脱炭工艺，主要包括溶剂脱沥青、焦化、重油催化裂化等。重油通过这两类工艺技术来提高氢碳比，把重质烃类转化为低沸点的化合物。

目前，重油的加工以脱炭工艺为主，其受重油性质的影响较大，尤其是受到重油中的硫含量、氮含量、重金属含量以及芳烃、胶质和沥青质含量的影响更为明显，主要表现在液体产品的收率低，性质差，需要进一步加工处理。

近年来，随着人们对环保的日益重视，重油加氢工艺受到青睐。加氢工艺可弥补脱炭工艺的不足，重油通过加氢工艺处理后有较高的液体产品收率，且产品的杂质含量低，性质好；但因重油的密度大、粘度高、重金属含量高、胶质和沥青质含量高等，使得加氢装置的操作条件十分苛刻，操作压力高、反应温度高、空速低、开工周期短，操作费用高，且装置的一次性投资也大，从而限制了重油加氢工艺的快速发展。

为了把劣质重油有效转化为清洁的燃料油，石油炼制研究者研究和开发了加氢工艺和脱炭工艺相结合的组合作工艺技术。

CN 1117071A 中描述了一种方法，该方法是将渣油原料先进脱沥青装置，得到脱沥青油和沥青馏分，在氢气的存在下，脱沥青油通过脱金属催化剂床层，得到改质的脱沥青油，改质后的脱沥青油与一种或多种闪蒸馏分油混合，其混合油再进行加氢裂化装置，以生产一种或多种馏分油馏分。为获得较高的轻质油收率，由该方法生产的沥青难以利用；且溶剂脱沥青工艺为物理过程，只能把渣油中的沥青质、胶质、大分子稠环芳烃等高沸点组分分离出来，不能使渣油中含有的这些高沸点组分进行化学转化为低沸点的理想组分。

USP 4235703 中描述了一种方法,该方法提出了以高硫、高金属含量的减压渣油为原料油,经加氢脱硫、加氢脱金属后与其他生产针状焦的常规原料混合,在生产针状焦的操作条件下进行焦化,其中焦化瓦斯油以循环比(占焦化原料) 0.5~1.5 返回焦化装置的加热炉。尽管该方法生产的针状焦 CTE 很低,但其硫含量很高;同时要求所加工的原料为特性因数 ≤ 11.4 的环烷基原油,如沙特阿拉伯重质原油。

对于粘度较高的渣油,直接加氢脱硫、加氢脱金属会影响加氢反应效果,为此专利 EP 0462823 A1 提出了从常压瓦斯油(AGO)、减压瓦斯油(VGO)、催化裂化轻循环油(LCO)或重循环油(HCO)中选择一种作为稀释剂来稀释减压渣油,可有效脱除渣油中的硫和/或金属。该方法使用的稀释剂大都是价值较高的轻质馏分油,有些可以直接作为产品或产品的调和组分,而 VGO 是加氢裂化装置和催化裂化装置的主要原料。

CN 1309164A 中描述了一种方法,该方法是将渣油和焦化瓦斯油、氢气一起混合,在催化剂的存在下进入加氢处理装置进行反应,反应产物进行分离,其中加氢后的渣油单独或与其它生产针状焦的常规原料一起进行焦化反应,分离焦化产物,其中焦化瓦斯油循环至加氢处理。该方法能最大量生产优质针状焦,产品的质量也好,但由于渣油的重金属、胶质和沥青质等杂质含量高,使得催化剂的使用寿命缩短,操作费用高。

CN 1162518C 描述了一种重、渣油加工组合工艺方法,该方法将渣油加氢、催化裂化、焦化等工艺进行了组合,使渣油固定床加氢装置处理原料灵活,还增加了原料油的处理量和/或相应降低了装置操作的苛刻度,同时也提高了催化裂化装置的处理能力和装置的总液体收率,降低了焦炭和裂化气的产率,但渣油含有较高的重金属以及沥青质和胶质等杂质,使得渣油固定床加氢装置的脱金属等催化剂失活较快,装置的开工周期短,操作费用高。

CN 1123625C 描述了一种渣油加工组合工艺方法,该方法将渣油加氢、催化裂化、溶剂脱沥青等工艺进行组合。渣油先在固定床加氢装置上处理,其生成油进行常、减压蒸馏,常压渣油的一部分去减压蒸馏,减压渣油进入溶剂脱沥青装置加工,脱沥青油、减压蜡油和剩余的常压渣油进入催化裂化装置处理。该方法首先处理渣油,存在专利 CN 1162518C 同样的技术问题。

CN 1169920C 中描述了一种方法,该方法是加氢工艺和脱炭工艺进行结合,渣油进料首先进行缓和热裂化,然后再与催化裂化油浆一起进行溶剂脱沥青,脱沥青油在加氢催化剂和氢气存在的条件下进行加氢处理。该方法不仅降低了渣油加氢装置的苛刻度,延长了加氢催化剂的使用寿命,且液体产

品的收率高,质量好,但脱油沥青较难利用。

综上所述,重油直接采用加氢处理工艺,产品质量好,液收高,但操作条件十分苛刻,催化剂的使用寿命较短,影响了装置的长周期运转;脱炭工艺和加氢工艺相结合,虽降低了重油加氢装置操作的苛刻度,但伴随硬沥青难以利用等新问题。

发明内容

本发明的目的就是针对现有技术重油加氢处理装置操作条件苛刻,且伴随硬沥青难以利用等问题,而开发的一种处理重油的脱炭和加氢有机结合的新工艺,使金属含量高、胶质和沥青质含量高、残炭高、以及硫含量和氮含量高的重油通过溶剂脱沥青工艺和焦化工艺联合处理。处理后的脱沥青油和焦化蜡油作为重油加氢处理装置的进料,从而改善重油加氢处理装置进料的性质,缓和重油加氢处理装置的操作条件,延长重油加氢处理装置的操作周期,为下游的催化裂化等装置提供优质的原料油。

该组合工艺包括下述步骤:

(1)全部或部分重油单独或与催化裂化澄清油混合后,进入溶剂脱沥青装置,其中溶剂与溶剂脱沥青装置原料油的重量比为 1.5:1~10:1,操作温度为 55℃~300℃,操作压力为 0.104Mpa~6.0Mpa,经溶剂脱沥青处理后,得到一种脱沥青油和一种脱油沥青;

(2)来自步骤(1)的脱油沥青单独或和另一部分重油混合后进入焦化装置进行焦化处理,得到焦化汽油、焦化柴油和焦化重油,其操作条件为:压力 0.104Mpa~1.0Mpa,优选 0.104Mpa~0.25 Mpa;温度 450℃~550℃,优选 490~510℃;所得到的焦化重油返回到溶剂脱沥青装置或进入重油加氢处理装置,或者是一部分焦化重油返回到溶剂脱沥青装置,另一部分进入重油加氢处理装置、催化裂化装置或加氢裂化装置;

(3)重油加氢处理:来自步骤(1)的脱沥青油单独或和减压蜡油、常压渣油、减压渣油、催化裂化回炼油以及来自步骤(2)的焦化重油中的一种或一种以上的重质油混合后,进入重油加氢处理装置,在有氢气存在的情况下进行加氢处理,加氢处理后经蒸馏得到石脑油、航空煤油、柴油馏分和加氢重油,其操作条件是:氢分压为 6.5Mpa~30Mpa,优选 9.0Mpa~18 Mpa;操作温度为 340℃~480℃,优选 360℃~420℃;体积空速为 0.1h⁻¹~4.0h⁻¹,优选 0.2h⁻¹~2.5h⁻¹;氢气与重油加氢处理装置进料油的体积比为 500~4000,优选 800~2500。

本发明中,步骤(1)所述的重油为馏程大于 350℃的重油中一种或一种

以上的混合油，如原油、常压渣油和减压渣油中一种或一种以上的混合油。

上述的溶剂脱沥青工艺采用本领域普通技术人员熟知的工艺技术。溶剂脱沥青装置所使用的溶剂通常是含有低碳烷烃（如 $C_3 \sim C_6$ ）的物质，如本领域普通技术人员熟知的丙烷、丁烷、戊烷、己烷、庚烷和辛烷等烷烃化合物，或两种及其两种以上的烷烃的混合物，或轻石脑油馏分等，推荐使用的溶剂为丁烷、戊烷、丁烷和戊烷的混合物或轻石脑油馏分。溶剂脱沥青装置中的溶剂可在亚临界或超临界的条件下对装置的进料进行一段或两段溶剂脱沥青处理。溶剂脱沥青装置的萃取塔可为板式塔、转盘塔或填料塔。

本发明步骤（2）所述的焦化工艺是本技术领域技术人员熟知的延迟焦化工艺、流化焦化工艺或灵活焦化工艺。当采用延迟焦化工艺加工时，应根据进料的性质，采用馏分油循环、灵活调节循环油的常规循环以及两者的结合，循环比通常为 $0.05 \sim 1.00$ ，优选 $0.2 \sim 0.6$ 。由焦化工艺得到的焦化富气经吸收后得到的焦化干气可以作为制氢的原料、而得到的 C_3 和 C_4 脱臭后可作为液化气，焦化汽油和焦化柴油去氢分压较低的加氢精制装置处理或其它精制装置处理。由步骤（2）得到的焦化重油分为轻焦化蜡油和重焦化蜡油，重焦化蜡油可单独或和轻焦化蜡油混合后作为步骤（1）溶剂脱沥青装置的部分进料；或轻焦化蜡油单独或和重焦化蜡油混合后作为步骤（3）重油加氢处理装置的掺兑料或作为催化裂化装置的掺兑料；或轻焦化蜡油作为加氢裂化装置的掺兑料。本发明优选重焦化蜡油作为步骤（1）溶剂脱沥青装置进料的掺兑料，轻焦化蜡油去重油加氢处理装置加工或作为催化裂化装置或加氢裂化装置进料的掺兑料。步骤（2）所述的焦化工艺为延迟焦化工艺时，生产的石油焦应根据其性质去作氧化制氢的原料或作为燃料使用，作为燃料时，若石油焦的硫含量较高可作为 CFB 锅炉的进料，以保护环境。

步骤（3）所述的重油加氢处理装置的进料为来自步骤（1）的脱沥青油，或者是和减压蜡油、常压渣油、减压渣油、催化裂化回炼油以及来自步骤（2）的焦化重油中一种或一种以上的重质油的混合油，当常压渣油、减压渣油的杂质含量较高时，为延长重油加氢处理装置的开工周期，步骤（3）的进料中可不掺兑常压渣油或减压渣油。重油加氢处理装置的进料中掺兑催化裂化回炼油能起到稀释作用，可明显降低装置进料的粘度，也可降低装置进料的杂质含量，提高装置的石脑油收率和芳潜，同时可使装置的开工周期明显延长。

步骤（3）所述的重油加氢处理技术（常压渣油加氢技术、减压渣油加氢技术以及减压蜡油加氢技术等）是指本技术领域技术人员熟知的加氢工艺技术，包括重油的固定床加氢处理技术、悬浮床加氢处理技术、沸腾床加氢处

理技术, 以及膨胀床加氢处理技术等。目前, 在工业装置上应用较为成熟的重油加氢处理技术是固定床加氢处理技术。采用该技术时, 至少有一种加氢催化剂是固定床反应器使用的加氢催化剂。该加氢催化剂是指具有重油加氢脱金属、加氢脱残炭、加氢脱硫、加氢脱氮以及加氢裂化等功能的一种催化剂或多种催化剂的组合。催化剂一般以多孔耐高温的无机氧化物为载体, 比如二氧化硅、氧化铝以及硅铝混合物等; 以第 VIB 族和/或第 VIII 族金属的氧化物为活性组分, 比如 W、Mo、Ni 和 Co 的氧化物; 并选择性地加入其它一些辅助元素, 比如 F、B、P 等。这类催化剂有抚顺石油化工研究院研制的 CEN、FZC 系列加氢脱金属催化剂, 以及齐鲁石化公司第一化肥厂生产的 ZTN、ZTS 系列加氢催化剂等。在重油加氢处理的固定床技术应用中, 常以多种催化剂配套使用, 其中加氢催化剂的种类有加氢脱金属催化剂、加氢脱硫催化剂、加氢脱氮催化剂以及加氢裂化催化剂等, 这几种催化剂按顺序混合装填, 使原料油在氢气的作用下依次脱金属、脱硫、脱氮并裂化; 但也有仅使用一种或两种催化剂的重油加氢处理技术, 如只使用加氢脱金属和加氢脱硫催化剂。因此, 应根据原料油的性质和加氢生成油再加工的工艺路线来选择合理的重油加氢处理技术。在本发明所述的工艺条件选择中, 重油加氢处理工艺条件应根据处理原料油的性质、要求的转化率以及对生成油的精制深度要求选择适宜的体积空速和氢分压。本发明步骤(3)中所述的氢油比指的是重油加氢处理装置中氢气与进入该装置的进料油的体积比。

步骤(3)所述的重油加氢处理装置其加氢生成油经蒸馏后得到石脑油、或/和航空煤油、柴油和加氢重油。加氢重油的杂质含量较低, 是后续加工装置如催化裂化装置和加氢裂化装置的优质原料油。

本发明适用于重油的加工处理, 尤其适用于金属含量高、胶质和沥青质含量高、残炭高、硫含量高和氮含量高的重油加工处理。

本发明与现有技术相比, 其优点是:

1) 本发明方法中, 重油通过该组合工艺处理, 可使目前的重、渣油固定床加氢处理装置的进料性质明显改善, 重金属含量降低、胶质和沥青质含量降低、残炭值降低、粘度减小等, 使重、渣油加氢处理装置的操作条件缓和, 催化剂的使用寿命延长一倍以上, 从而使装置的开工周期延长, 操作费用降低; 同时重、渣油加氢处理装置加工的原料更为灵活, 降低了新建重、渣油固定床加氢处理装置的投资规模或提高了原有重、渣油固定床加氢处理装置的处理能力。

2) 本发明中, 当将催化裂化澄清油掺兑到重油中作为溶剂脱沥青装置

的进料时,还可降低溶剂脱沥青装置进料的粘度,改善其性质,提高了脱沥青油的收率;同时催化裂化澄清油富含重质芳烃,该芳烃通过抽提后进入脱油沥青中,提高了脱油沥青的芳烃含量,从而提高了脱油沥青的临界分解温度。

3) 本发明焦化重油(重焦化蜡油单独或和轻焦化蜡油的混合油)作为溶剂脱沥青装置的部分进料时,也可降低溶剂脱沥青装置进料的粘度,改善装置进料的性质;同时焦化重油通过溶剂脱沥青装置处理使其得到了精制,为重油加氢处理装置提供性质较好的掺兑料。

4) 脱油沥青作为延迟焦化装置的进料,避免了硬沥青难以利用的弊端。

5) 当将催化裂化回炼油作为本发明步骤(3)中重油加氢处理装置的掺兑料时,可降低重油加氢处理装置进料油的粘度,改善进料油的性质,延长了重油加氢处理装置的开工周期;同时,催化裂化回炼油富含重质芳烃,在较高反应温度、较高氢分压和催化剂的作用下,部分芳环饱和开环,从而提高了石脑油的收率。

6) 重油采用本发明所述的组合工艺加工,装置的一次性投资明显降低,轻质油的收率高,质量好。

7) 由重油加氢处理装置生产的加氢重油,其杂质含量低,是下游加工装置如催化裂化等装置的优质原料油。

具体实施方式

下面具体实例将对本发明组合工艺的方法予以进一步说明,但并不因此限制本发明的方法。

本发明实施例中所有的 m%均指质量百分含量。

实施例 1

加工沙轻重油。

沙轻减压渣油分成两份,其中占沙轻减压渣油总重量 48 重量%的一份作为溶剂脱沥青装置的进料;占沙轻减压渣油总重量 52 重量%的另一份和溶剂脱沥青装置生产的脱油沥青混合后作为延迟焦化装置的进料;重油加氢处理装置的进料为:减压蜡油、脱沥青油和焦化重油的混合油。溶剂脱沥青试验、延迟焦化试验以及重油加氢处理试验均在中型试验装置上进行。

采用该工艺路线可避免沙轻常渣直接作为重油加氢处理装置的进料,从而降低重油加氢处理装置的操作苛刻度,延长重油加氢处理装置的运行周期,并为下游的加工装置提供优质的原料油。

沙轻常渣经减压蒸馏后得到减压蜡油和减压渣油,沙轻常渣、减压蜡油

以及减压渣油的主要性质见表 1。

表 1 沙轻常压渣油、减压蜡油和减压渣油的主要性质

项目名称	常压渣油	减压蜡油	减压渣油
占常渣的量, m%	100	53.05	46.80
密度 (20℃), kg/m ³	958.1	908.3	1016.5
残炭, m%	9.96	0.23	21.3
硫含量, m%	3.174	2.186	4.251
氮含量, m%	0.2035	0.0795	0.336
金属含量, μg/g			
Ni	17.69	0.58	37.39
V	42.35	0.86	90.57
Fe	6.61	0.49	14.32

溶剂脱沥青试验使用的溶剂以戊烷为主, 混合少部分丁烷, 其比值为 85: 15, 试验的温度为 185℃, 压力为 2.5Mpa, 剂油重量比为 6: 1。脱沥青油的性质见表 2。

表 2 脱沥青油的主要性质

项目名称	脱沥青油
脱沥青油收率, m%	81.20
密度 (20℃), kg/m ³	989.6
残炭, m%	13.60
硫含量, m%	3.815
氮含量, m%	0.235
Ni+V, μg/g	32.78

控制加热炉出口温度为 492℃, 焦炭塔塔顶的压力为 0.21Mpa, 注水量为 2.0m%以及采用馏分油循环和常规循环相结合的循环 (循环比 0.41) 方式对沙轻减压渣油自然掺兑脱油沥青的混合油进行了延迟焦化试验。试验原料的性质及产品分布见表 3。

重油加氢处理试验是在重油固定床加氢中型试验装置上进行的。试验中使用的渣油固定床加氢催化剂为荷兰阿克苏化学品公司生产的加氢脱金属催化剂 (RF-220)、加氢脱硫催化剂 (RF-1000), 在装填上述两种催化剂之前还装填少量的加氢催化剂的保护剂, 该保护剂为中国石化股份有限公司长岭

分公司生产的 RG-1 型加氢保护剂。其中加氢保护剂、加氢脱金属催化剂和加氢脱硫催化剂的装填比例为 8: 44: 48。重油加氢处理装置的进料组成及进料的主要性质见表 4, 重油加氢处理装置的操作条件、产品分布和加氢重油性质见表 5。为了和沙轻常渣直接加氢处理工艺进行对比 (试验装置及催化剂同上), 在表 4 和表 5 中还列出了其重油加氢处理装置的原料性质、操作条件、产品分布和加氢重油的主要性质等。

表 3 延迟焦化装置的进料性质及产品分布

项目名称	延迟焦化装置的混合进料
焦化装置的进料组成, m%	
其中: 减压渣油,	85.47
脱油沥青,	14.53
焦化装置进料性质:	
密度 (20℃), kg/m ³	1035.5
残炭, m%	25.87
硫含量, m%	4.523
氮含量, m%	0.402
金属含量, μg/g	
Ni	54.91
V	134.00
Fe	20.63
产品分布: m%	
气体	9.41
汽油馏分	7.97
柴油馏分	21.95
焦化蜡油	23.31
焦炭	36.87

表 4 重油加氢处理装置的进料组成及主要性质

项目名称	加氢装置的混合进料	沙轻常渣直接进料
重油加氢处理量, 重量份	78	100
其中: 常压渣油, m%	—	100.00
减压蜡油, m%	68.06	—
脱沥青油, m%	23.44	—
焦化蜡油, m%	8.50	—
重油加氢处理装置的进料性质:		
密度 (20℃), kg/m ³	927.9	958.1
残炭, m%	3.38	9.96
硫含量, m%	2.578	3.174
氮含量, m%	0.132	0.2035
金属含量, μg/g		
Ni	2.74	17.69
V	5.96	42.35
Fe	1.45	6.61

从表 1 看出, 沙轻常渣的重金属 Ni+V 含量为 60.04μg/g, 残炭为 9.96m%, 经减压蒸馏后, 减压蜡油的性质明显改善, 金属含量和残炭值很低, 常压渣油中的大部分杂质浓缩到减压渣油中。减压渣油的 Ni+V 含量为 127.96μg/g, 残炭为 21.3m%。

表 5 重油加氢的操作条件、产品分布及加氢重油的主要性质分析

项目名称	加氢装置的混合进料	沙轻常渣直接进料
操作条件:		
反应温度, °C	385	385
氢分压, Mpa	12.0	14.0
体积空速, h ⁻¹	0.386	0.215
化学氢耗, m%	1.19	1.55
产品分布: m%		
石脑油	6.75	1.87
柴油	15.93	9.06
加氢重油	74.52	85.93
加氢重油性质分析:		
密度 (20°C), kg/m ³	902.7	923.4
残炭, m%	1.06	4.89
硫含量, m%	0.213	0.384
氮含量, m%	0.0535	0.0986
金属含量, µg/g		
Ni	1.07	7.1
V	1.34	9.4
Fe	1.05	3.9

减压渣油经溶剂脱沥青后脱沥青油的性质明显改善。从表 2 看出, 当脱沥青油的收率为 81.20m%时, Ni+V 含量为 32.78µg/g, 脱金属率为 74m%左右, 残炭为 13.60m%, 脱残炭率为 36m%左右。

减压渣油掺兑少部分脱油沥青后, 尽管延迟焦化工工艺的产品分布变差, 焦炭和气体的收率增加, 液收相应降低, 见表 3, 但解决了脱油沥青难以出厂的难题。减压渣油和脱油沥青经延迟焦化工工艺加工后, 得到的焦化汽柴油和焦化重油的性质明显改善, 焦化汽柴油加氢精制后是优质的制乙烯原料, 或焦化柴油经加氢精制后是生产柴油的优质调和组分; 焦化蜡油的金属含量和残炭值明显降低, 作为重油加氢处理装置的掺兑料, 会改善重油加氢处理装置的进料性质。高硫焦作为 CFB 锅炉的燃料, 解决了高硫焦出厂难题, 也保护了环境, 同时为工厂提供了部分电力和部分蒸汽。

沙轻常压渣油通过本技术加工后，重油加氢处理装置的进料性质明显改善，见表 4。重油加氢处理装置的进料密度由常压渣油的 958.1kg/m³ 降低到 927.9 kg/m³，残炭由 9.96m%降低到 3.38m%，重金属 Ni+V 的含量由 60.4μg/g 降低到 8.7μg/g，从而使重油加氢处理装置的操作条件明显缓和，氢分压降低 2.0Mpa，空速提高 80v%左右，加氢重油的性质也明显改善，见表 5。

重油加氢处理装置采用本专利技术加工减压蜡油、脱沥青油、焦化重油的混合油或该混合油中掺兑部分常压渣油，加氢处理装置的操作条件缓和，处理能力明显提高，开工周期明显延长。

实施例 2

加工沙轻重油。

常压渣油分成两份，其占常压渣油总重量 92.5 重量%的一份经减压蒸馏后得到减压蜡油和减压渣油，占常压渣油总重量 7.5 重量%的另一份进入重油加氢处理装置。减压蒸馏后得到的减压渣油也分成两份，其中占减压渣油总重量 50.0 重量%的一份掺兑催化裂化油浆和重焦化蜡油作为溶剂脱沥青装置的进料，该进料经混合溶剂脱沥青后得到脱沥青油，脱沥青油的收率为 84.6m%，性质见表 6。占减压渣油总重量 50.0 重量%的另一份进入重油加氢处理装置。溶剂脱沥青过程所使用的溶剂情况与实施例 1 相同。脱油沥青和剩余的减压渣油混合后作为延迟焦化装置的进料，焦化原料性质、产品收率和性质见表 7。重油加氢处理装置的原料油为常压渣油、减压蜡油、脱沥青油、轻焦化蜡油和催化裂化回炼油的混合油，其重量比为 8.43：55.13：26.56：3.48：6.40。该混合油的性质以及重油加氢处理装置的操作条件、产品分布、产品性质见表 8，采用的催化剂和实施例 1 一样，对比实施例同实施例 1。加氢重油作为催化裂化装置的原料。

表 6 脱沥青装置的进料及脱沥青油的性质分析

项目名称	溶剂脱沥青装置的进料	脱沥青油
脱沥青油收率，m%		84.60
密度（20℃），kg/m ³	1011.7	984.6
残炭，m%	18.92	12.60
粘度（100℃），mm ² /s	1156	531.6
硫含量，m%	3.723	2.928
氮含量，m%	0.294	0.205
金属含量，μg/g	110.81	29.53

表7 延迟焦化装置进料性质、操作条件及产品分布

项目名称	混合进料
焦化装置进料性质:	
密度 (20℃), kg/m ³	1036.8
残炭, m%	25.47
硫含量, m%	4.763
氮含量, m%	0.402
Ni+V, µg/g	190.0
操作条件:	
加热炉出口温度, °C	496
焦炭塔塔顶压力, Mpa	0.19
主水量; m%	2.0
循环比; (常规+馏分油)	0.38
产品分布: m%	
气体	9.20
汽油馏分	8.11
柴油馏分	22.01
焦化蜡油	23.62
焦炭	36.57

表8 重油加氢处理装置的进料组成、性质以及操作条件和产品分布

项目名称	混合进料	常压渣油进料
重油加氢处理装置加工量, 重量份	89	100
重油加氢处理装置的进料性质:		
密度 (20℃), kg/m^3	933.6	958.1
残炭, m%	3.93	9.96
粘度 (100℃), mm^2/s	18.57	38.96
硫含量, m%	2.378	3.174
氮含量, m%	0.128	0.2035
沥青质, m%	0.243	2.9
Ni+V, $\mu\text{g/g}$	12.75	60.04
操作条件:		
反应温度, $^{\circ}\text{C}$	380	385
氢分压, Mpa	12.5	14.0
体积空速, h^{-1}	0.382	0.215
化学氢耗, m%	1.21	1.55
产品分布: m%		
石脑油	5.72	1.87
柴油	13.81	9.06
加氢重油	77.78	85.93
加氢重油性质分析:		
密度 (20℃), kg/m^3	908.9	923.4
残炭, m%	2.12	4.89
硫含量, m%	0.273	0.384
氮含量, m%	0.0605	0.0986
族组成, m%		
饱和烃	63.97	57.29
芳烃	31.73	32.85
胶质+沥青质	4.37	9.86
Ni+V, $\mu\text{g/g}$	3.48	16.5

实施例 3

本技术方案加工性质较差的伊朗常渣。其加工技术路线为伊朗常渣直接作为溶剂脱沥青装置的进料；脱油沥青作为延迟焦化装置的进料；脱沥青油和焦化蜡油混合后作为重油加氢处理装置的进料，该混合油替代原伊朗常渣直接进重油加氢处理装置。加氢重油作为催化裂化装置的原料。溶剂脱沥青试验、延迟焦化试验以及重油加氢处理试验都在中型试验装置上进行的。

以伊朗常渣作为溶剂脱沥青试验装置的原料油，使用的溶剂以戊烷为主，混合少部分丁烷，其重量比为 85: 15，试验的温度为 175℃，压力为 3.0Mpa，剂油重量比为 5.5: 1。伊朗常渣和脱沥青油的主要性质见表 9。

表 9 伊朗常渣及溶剂脱沥青油的主要性质分析

项目名称	常压渣油	脱沥青油
脱沥青油收率, m%		70.63
主要性质分析		
密度 (20℃), kg/m ³	974.6	949.8
残炭, m%	10.23	3.78
硫含量, m%	2.935	2.296
氮含量, m%	0.369	0.257
Ni+V, μg/g	208.59	47.99

从表 9 看出，伊朗常渣经溶剂脱沥青后，脱沥青油的性质明显改善，残炭由原料油的 10.23m%降低到 3.78m%，脱残炭率为 63.05m%；重金属 Ni+V 的含量由 208.59μg/g 降低到 47.99μg/g，脱重金属率为 76.99m%。

脱油沥青在加热炉出口温度为 494℃、焦炭塔塔顶的压力为 0.20Mpa、注水量为 2.0m%以及采用馏分油循环和常规循环相结合的循环（循环比 0.40）方式下进行了延迟焦化试验。试验原料的性质及产品分布见表 10。

从表 10 看出，脱油沥青的延迟焦化试验的产品分布差，焦炭和气体的收率较高，而液收相应降低，但这解决了脱油沥青难以出厂的难题。脱油沥青经延迟焦化工艺加工后，得到的焦化汽柴油和焦化重油的性质明显改善，焦化汽柴油加氢精制后是优质的制乙烯原料，或焦化柴油经加氢精制后是生产柴油的优质调和组分；焦化蜡油的金属含量和残炭值明显降低，作为重油加氢处理装置的掺兑料，会改善重油加氢处理装置的进料性质。高硫焦同实施例 1 一样，作为 CFB 锅炉的燃料，解决了高硫焦出厂难题，也保护了环境，同时为工厂提供了部分电力和部分蒸汽。

表 10 脱油沥青的主要性质和延迟焦化试验的产品分布

项目名称	脱油沥青
焦化装置进料性质:	
密度 (20℃), kg/m ³	1046.2
残炭, m%	25.93
硫含量, m%	4.529
氮含量, m%	0.643
Ni+V, µg/g	590
产品分布: m%	
气体	10.23
汽油馏分	7.91
柴油馏分	20.83
焦化蜡油	22.85
焦炭	37.65

重油加氢处理试验同样是在重油固定床加氢中型试验装置上进行的。试验中使用的渣油固定床加氢催化剂仍为荷兰阿克苏化学品公司生产的加氢脱金属催化剂 (RF-220)、加氢脱硫催化剂 (RF-1000), 在装填上述两种催化剂之前还装填少量的加氢催化剂的保护剂, 该保护剂仍为中国石化股份有限公司长岭分公司生产的 RG-1 型加氢保护剂。其中加氢保护剂、加氢脱金属催化剂和加氢脱硫催化剂的装填比例为 8: 44: 48。重油加氢处理装置的进料组成及进料的主要性质见表 11, 重油加氢处理装置的操作条件、产品分布和加氢重油的重油性质见表 12。为便于对伊朗常渣原有加工技术进行对比, 在表 11 和表 12 中还列出了其重油加氢处理装置的原料性质、操作条件、产品分布和加氢重油的主要性质等。

表 11 重油加氢处理装置的进料组成及主要性质分析

项目名称	混合进料	伊朗常渣直接进料
重油加氢处理装置加工量, 重量份	77.24	100
其中: 常压渣油, m%	—	100.00
脱沥青油, m%	91.44	—
焦化蜡油, m%	8.56	—
重油加氢处理装置的进料性质:		
密度 (20℃), kg/m^3	948.3	974.6
残炭, m%	3.49	10.23
粘度 (100℃), mm^2/s	25.13	97.63
硫含量, m%	2.379	2.935
氮含量, m%	0.269	0.369
Ni+V, $\mu\text{g/g}$	44.05	208.6

伊朗常渣通过本专利技术加工后, 重油加氢处理装置的进料由伊朗常渣改为脱沥青油和焦化重油的混合油, 重油加氢处理装置的进料性质得到了明显改善, 见表 11。重油加氢处理装置的进料密度由常压渣油的 974.6kg/m^3 降低到 948.3 kg/m^3 , 残炭由 $10.23\text{m}\%$ 降低到 $3.49\text{m}\%$, 重金属 Ni+V 的含量由 $208.59\mu\text{g/g}$ 降低到 $44.05\mu\text{g/g}$, 从而使重油加氢处理装置的操作条件明显缓和, 空速提高近 1 倍, 加氢重油的性质也明显改善。从表 12 可以看出, 加氢重油的密度、残炭和重金属含量明显降低, 尤其重金属 Ni+V 的含量由伊朗常渣直接加氢重油的 $54.17\mu\text{g/g}$ 降低到 $11.34\mu\text{g/g}$, 基本达到重油催化裂化装置对 Ni+V 含量的要求。

表 12 重油加氢的操作条件、产品分布和加氢重油的主要性质分析

项目名称	混合进料	伊朗常渣直接进料
操作条件:		
反应温度, °C	382	382
氢分压, Mpa	14.0	14.0
体积空速, h ⁻¹	0.351	0.182
化学氢耗, m%	1.27	1.79
产品分布: m%		
石脑油	4.23	1.93
柴油	11.09	8.65
加氢重油	80.94	87.12
加氢重油性质分析:		
密度 (20°C), kg/m ³	913.2	929.4
残炭, m%	1.89	4.89
硫含量, m%	0.218	0.355
氮含量, m%	0.127	0.176
金属含量, µg/g		
Ni	3.35	18.92
V	7.99	35.25
Fe	0.38	1.17