



重油加工手册

ZHONGYOU JIAGONG SHOUCE

6.25

安徽科学技术出版社

87
TE626.25
2

重油加工手册

日本通产省天然资源能
源厅重油加工研究所 编
郁祖庚 姚国欣 译

安徽科学技术出版社

B

3390.42

HEAVY OIL PROCESSING HANDBOOK

责任编辑：张晓红

封面设计：赵素萍

重油加工手册

日本通产省天然资源能源厅重油加工研究所 编

郁祖庚 姚国欣 译

*

安徽科学技术出版社出版

(合肥市跃进路1号)

安徽省新华书店发行 安徽新华印刷厂印刷

*

开本：787×1092 1/32 印张：7.25 字数：151,000

1986年8月第1版 1986年8月第1次印刷

印数：00,001—1,000

统一书号：15200·57 定价：1.30元

前 言

当前,尽管重原油的供应增加,然而调整炼油工业结构,适应产品需求变化,仍是炼油工业严重关切的问题。为此,炼油工业通过投资兴建转化装置解决这个问题的努力,比以往任何时候都更加受到重视。

在可能解决问题的方案中,最有效和最关键的是开发某些公司或国家急需的多种新技术,以便把减压渣油、脱沥青工艺得到的沥青以及储量比较丰富的超重原油转化为有用的轻馏分油和中馏分油。

在这种情况下,由于日本通产省天然资源能源厅的支持而及时出版的《重油加工手册》,将能充分满足苦于缺乏这类资料的有关人员的需要。为此,对编辑人员的辛勤劳动表示深切的谢意。

十分高兴的是,预计本书将会对这个特殊课题有兴趣的科技人员和大学生当作参考书来用,也将有助于读者去充分了解重油加工技术。

值本手册出版之际,对如此慷慨地提供各种材料的有关学会和公司表示诚挚的谢意。

日本通产省天然资源能源厅

石油炼制课课长

田中永康

1982年11月

目 录

重油改质生产高价值产品.....	1
热裂化工艺	
减粘	16
尤利卡法渣油热裂化	21
重渣油转化——CHERRY P法.....	25
沥青减压焦化——ACTIV法	30
延迟焦化	34
流化焦化	39
灵活焦化	44
减压渣油流化热裂化——KKI法.....	50
焦炭流化床裂化——KK法.....	54
先进的裂化反应器工艺——ACR法.....	58
渣油催化裂化工艺	
重油裂化——HOC法.....	63
常压渣油转化——RCC法	70
沥青渣油处理——ART法	75
重油处理——HOT法	80
Allosite 催化裂化——ACC法	86
渣油加氢脱硫和加氢脱金属工艺	
渣油加氢脱硫.....	91

减压渣油加氢脱硫——VRDS法	97
加氢脱金属——HDM法	102
渣油加氢裂化工艺	
渣油加氢裂化——氢-油法	106
渣油加氢裂化——LC-精制法	111
黑油转化——RCD UNIBON法	117
沥青渣油裂化——ABC法	122
重原油改质——AURABON法	127
CANMET加氢裂化	133
渣油加氢裂化	139
用细粉催化剂的加氢裂化——HFC法	144
溶剂脱沥青工艺	
渣油超临界抽提——ROSE法	150
溶剂抽提脱金属——DEMEX法	154
预处理用的溶剂脱沥青过程——MDS法	158
渣油气化工艺	
部分氧化——壳牌气化法	163
部分氧化——德士古气化法	168
HYBRID气化	174
各种烃类的转化——THR-R法	178
重渣油气化和联合循环发电	182
其他工艺	
莫比尔馏分油脱蜡——MDDW法	191
迪那裂化	195
沥青渣油燃烧	200
说明	208

附录1	渣油加工研究协会概况	210
附录2	专利所有者或技术开发者一览表	215

重油改质生产高价值产品

在过去的四五年中，石油市场的能源供需结构发生了急剧变化，使炼油厂开发新的重油改质工艺和应用高效重渣油改质工艺，比过去任何时候都更加现实、更加迫切了。特别是第一和第二次石油危机的出现，使耗能国家清楚地认识到，石油资源终将耗竭。

针对上述情况，耗能国家急切地提出了开发和使用代用能源——天然气、煤、油页岩、油砂、核动力和其他可再生能源的技术政策。

天然气、煤及其他代用能源的使用，对耗能大的（如钢铁或水泥生产）行业意义特别重大，同时也大大促进了节能工作。

目前大部分炼油厂原油供应不足，并且还将继续匮乏一段时间。因此，石油产品的需求结构正在迅速变化。现在迫切需要使重油改质，以求经济而有效地生产轻质产品。这就意味着炼油厂将发生技术路线的变革，即由通常以增加原油加工量为目的的“量”的路线，转变为将重油改质为轻馏分油为目的的“质”的路线。

预计现有炼油厂将按下述步骤向重油改质型炼油厂平稳过渡：

(1) 采用缓和裂化工艺，使炼油厂现有设备改造为转化型

设备；

(2)采用渣油直接改质工艺；

(3)采用最大限度生产液体产品的裂化工艺。

重油改质主要有两个目的：一是预处理以脱除渣油中的硫、金属、沥青质以及其他有害杂质，为进一步改质与转化提供新的原料来源；二是将处理后的重油改质并转化为高质量的轻质产品。

通过对未来产品需求趋势的预测，并考虑重油改质工艺的联合，按近期、中期和远期的观点分类如下。

一、近期考虑的工艺联合

从近期看，由于经济萧条，石油产品(主要是重燃料油)的需求量减少，原油加工量下降。目前，全日本重燃料油需求量平均约为37%，按近期预测，这个需求量将降至32~35%。

在目前的情况下，由于投资巨大，炼油厂新建重油转化装置是困难的。但由于装置开工率下降，有效利用现有设备的剩余能力，在近期对重油改质将起重要作用。

实际上，把现有多余的设备加以改造，并更换催化剂，使现有装置改造为转化型装置，采用比较缓和的转化工艺，这样在多数情况下不花钱或少花钱就很容易实现。

1. 常压渣油加氢脱硫装置改造为转化型工艺装置

强调通过限制裂化反应来降低氢耗的现有常压渣油加氢脱硫装置的主要目的就是加氢。由于这个目的，以及近年来重燃料油需求量下降，日本常压渣油加氢脱硫装置的开工率急剧下降。

在常压渣油脱硫过程中实现临氢减粘，近年来在美国得到了密切关注。这种操作正在实现。其目的不仅是脱硫，而且也有一定程度的转化作用，并且正成功地被用作渣油预处理的基础。

因此，在近期可以相信，日本渣油改质最有利的方法是把现有开工率低的常压渣油加氢脱硫装置改造为转化型装置。

现有常压渣油加氢脱硫装置常压渣油的转化率约为 5 ~ 10 % (体)。就是说采用新型高温转化催化剂和(或)采用高温操作方案，有可能把常压渣油的转化率提高到 30 ~ 50 % (开工初期/开工末期)。

而且，值得注意的是要提高重馏分油(进一步催化加工所用原料)的产率。即使在现有的常压渣油加氢脱硫装置上，减压瓦斯油馏分只占脱硫渣油($>343^{\circ}\text{C}$)的 10 % (体)左右，且可以预计，在转化型常压渣油加氢脱硫装置上这个产率要高得多。

(1)与减粘工艺联合：图 1 所示的工艺联合，将常压渣油

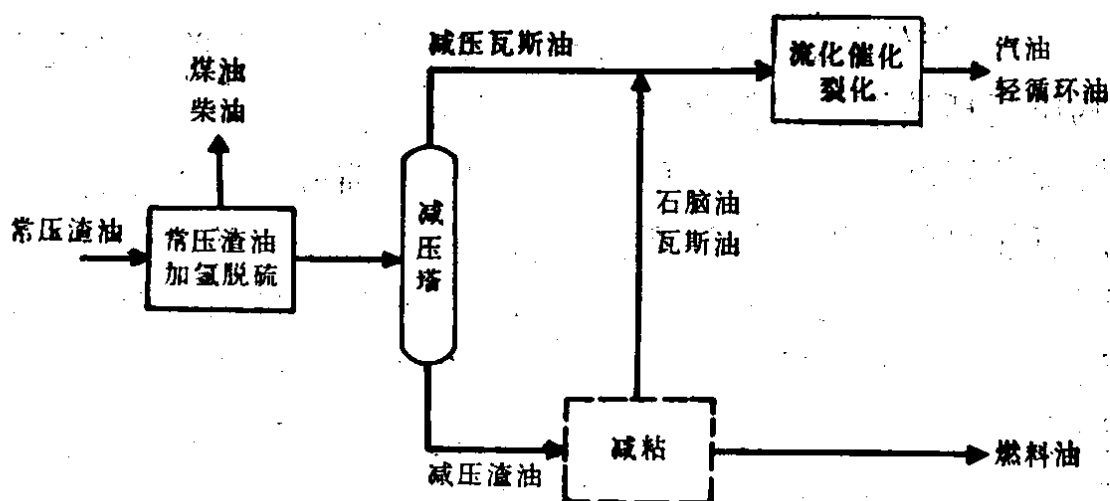


图 1 常压渣油加氢脱硫与减粘联合的流程

加氢脱硫装置改造为转化型装置，以提高中馏分油产率；同时，由于渣油转化率提高，减压瓦斯油产率增加，通过分馏，为流化催化裂化装置提供了可靠的原料来源。

减粘是一种缓和的热裂化工艺，其主要目的是生产最少量具有特定粘度和倾点的重燃料油。由于从减压渣油回收得到最大量的馏分油产品，而使这个目的得到实现。所生产的汽油和轻馏分油一起，送进流化催化裂化装置进行稳定和催化裂化。在欧洲，减粘瓦斯油的处理已经在许多流化催化裂化装置上实现。通过调整主要操作参数(如反应温度、停留时间、催化剂活性等)，流化催化裂化装置可以从汽油型操作改变为中馏分油型操作。

一般说来，减粘装置可以把50%左右的减压渣油转化为馏分油产品，其操作苛刻度甚高。

在考虑未转化渣油的储存安定性时，流化催化裂化装置的循环油最有可能用来进行稀释。只要花少量投资，把现有的原油蒸馏和减压蒸馏装置进行改造，就可以实现减粘操作。

(2)与催化脱蜡工艺联合：图2所示的工艺联合，是把轻减压瓦斯油馏分用催化脱蜡和改造为转化型的常压渣油加氢脱硫装置联合加工，就可以间接增产轻馏分油。本联合工艺的直接目的是选择性地裂化原料中的蜡分子，并把倾点降低到 $-10 \sim -15^{\circ}\text{C}$ ，原料中的非蜡分子在加工过程中实际上并无变化。从重油改质的角度看，其优点是能经济地向轻燃料油中调合中馏分油以降低倾点，同时氢耗低而又可以副产石脑油。虽然重减压瓦斯油脱蜡是可能的，但从产品用途和经济价值来看，加工直馏瓦斯油和轻减压瓦斯油更为有利。由

于催化脱蜡装置的操作条件与直馏瓦斯油脱硫相近，因此，只要稍加改造，现有的瓦斯油脱硫装置就很容易改过来。在这种工艺联合中，尽管流化催化裂化装置的进料是重减压瓦斯油，但不会对汽油和中馏分油的产率分布有任何大的影响。用减粘装置进行减压渣油热裂化是有利的，因为可用热裂化瓦斯油作为催化裂化装置的进料。这种工艺联合的主要特点是：在渣油脱硫后的进一步转化过程中，不消耗氢气就能多产轻质产品。

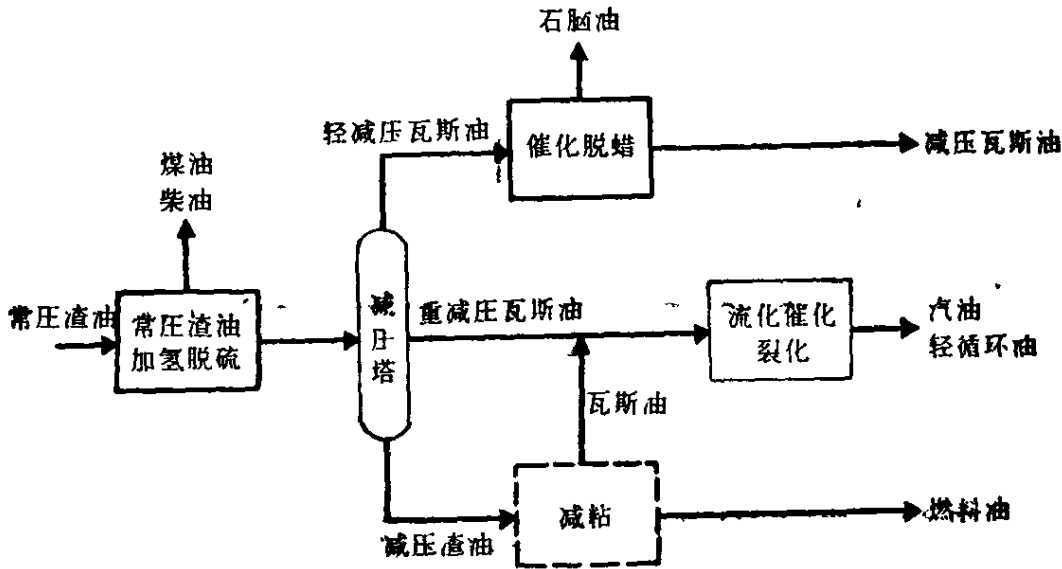


图2 常压渣油加氢脱硫与催化脱蜡联合的流程

2. 适应于间接脱硫型炼油厂的方案

虽然从长远观点出发，对于没有渣油加工装置的间接脱硫型炼油厂，考虑脱硫和转化，采用减压渣油直接改质工艺是绝对必要的。但是从近期观点来看，采用新工艺以提高转化能力，是改造现有设备的有效方法。

主要工艺是采用缓和加氢裂化、催化脱蜡和减粘，其主要目的是增产中馏分油产品。

(1)改造为缓和加氢裂化工艺:图3所示的工艺联合是把现有的减压瓦斯油脱硫装置改造为缓和加氢裂化装置,在轻度加氢裂化的同时进行脱硫。其目的是增加中馏分油的产量。

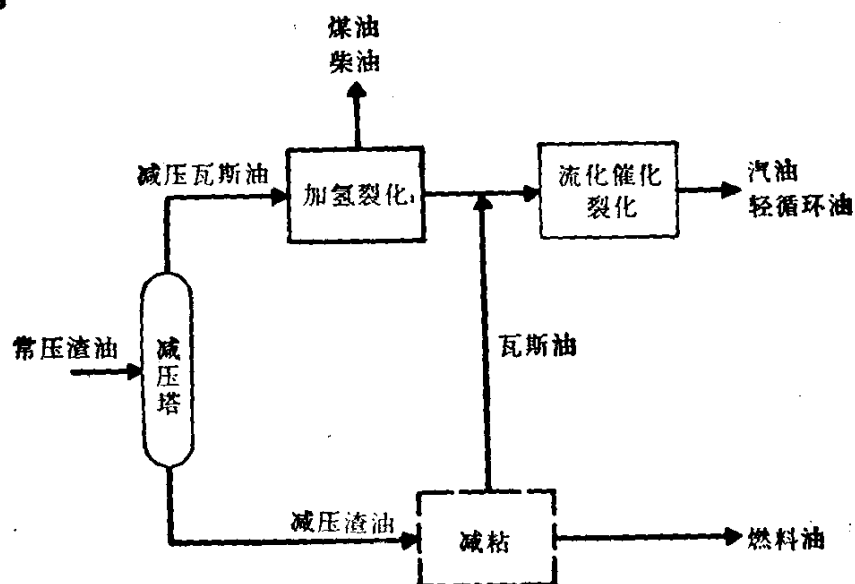


图3 缓和加氢裂化工艺的联合流程

目前,美国在运转的大多数加氢裂化装置的操作压力是 $150\sim 170$ 公斤/厘米²·表,其单程转化率在60%以上。与此有关的是,在把减压瓦斯油加氢脱硫装置改造为转化型装置时,由于操作压力低($60\sim 100$ 公斤/厘米²),转化率也低,因而并没有引起足够的重视。但是,这一工艺的迅速发展将使馏分油产率提高,并使氢耗降至最低;而且,其迅速发展的同时也会带来多种应用,如提供未裂化的脱硫产品和催化裂化装置的原料。在用无定形催化剂时,转化率在30%左右,主产品是瓦斯油,但是它对增产煤油作用不大。需要专门研究的关键问题是转化率、产品质量和氢耗,因为它们彼此相

互影响。

虽然在现有的减压瓦斯油脱硫装置改造之后，由于催化剂用量增加，要降低装置的处理能力，但因近年来炼油厂开工率不高，装置能力过剩，所以不会有什么问题。从短期来看，增产中馏分油(主要是瓦斯油)预计是这类工艺的主要目的。

如果必要，可以用减粘装置处理减压渣油以增产催化裂化装置的进料，并在产品汽油规格允许的范围内把热裂化馏分油送进催化裂化装置。在欧洲，已有许多炼油厂采用这种办法。

本工艺联合的目的是尽可能减少投资、降低氢耗，并得到所希望的转化率。

(2)与催化脱蜡工艺联合：图4所示的工艺联合，是通过最大限度地利用现有设备的剩余能力，来增产轻馏分油。采用催化脱蜡和由现有瓦斯油脱硫改造的减粘以及拔顶/减压

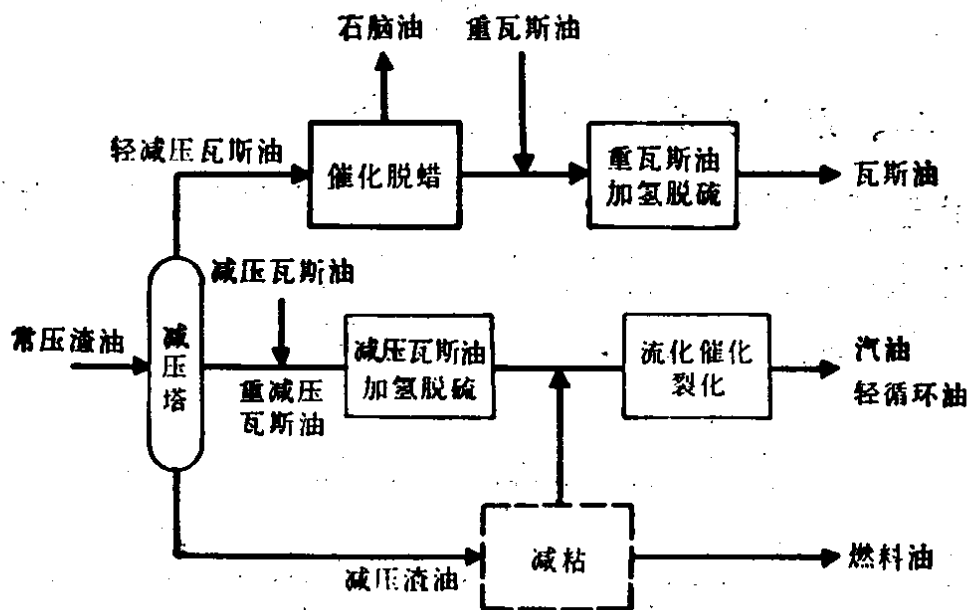


图4 与催化脱蜡工艺联合的流程

蒸馏装置，可以省下调节倾点和粘度用的调合瓦斯油馏分，并增产中馏分油。

在采用轻减压瓦斯油馏分作进料的现有瓦斯油脱硫装置上进行加氢处理，有可能实现脱蜡油的脱硫。在催化脱蜡前后是否脱硫，从总的经济观点来看差别不大。没有催化脱蜡装置的本工艺与一般的脱硫工艺相同。先脱蜡而后加氢脱硫，氢耗将因脱蜡油中的烯烃饱和而上升；但是，因为蜡分子的裂解而导致需加氢处理的进料量减少，可在一定程度上得到补偿。

重减压瓦斯油在现有减压瓦斯油加氢脱硫装置上加氢处理，并作为催化裂化装置的进料。同样，当减压渣油在减粘装置上进行热裂化时，如果需要，可把裂化瓦斯油在现有瓦斯油加氢脱硫装置或现有减压瓦斯油加氢脱硫装置上加氢处理，并作为催化裂化装置的进料。

采用这种工艺联合，预计不需新建装置或现有炼油厂流程不需做大的改变，就可以增产轻质产品。

二、从中期考虑的工艺联合

由于重原油的增加和对轻质产品需求量的增长在中期将继续下去，而且重燃料油需求量的比例将降至30%以下，用改造现有设备来适应这种情况必然会有一定限制，因此必须采用新的渣油改质工艺。在间接脱硫型炼油厂，从确保得到更多的重馏分油和降低产品含硫量的观点来看，这一点可能变得特别重要。

与此同时，为了灵活地适应对轻质产品品种需求的变化，需要在下游采用转化工艺。这种转化工艺就是加氢裂化

和催化裂化的联合。

1. 采用减压渣油加氢处理工艺

这种工艺联合如图 5 所示，其目的是得到预定的轻质产品的转化率，并最大限度地提高所有液体产品（包括重燃料）的产率。

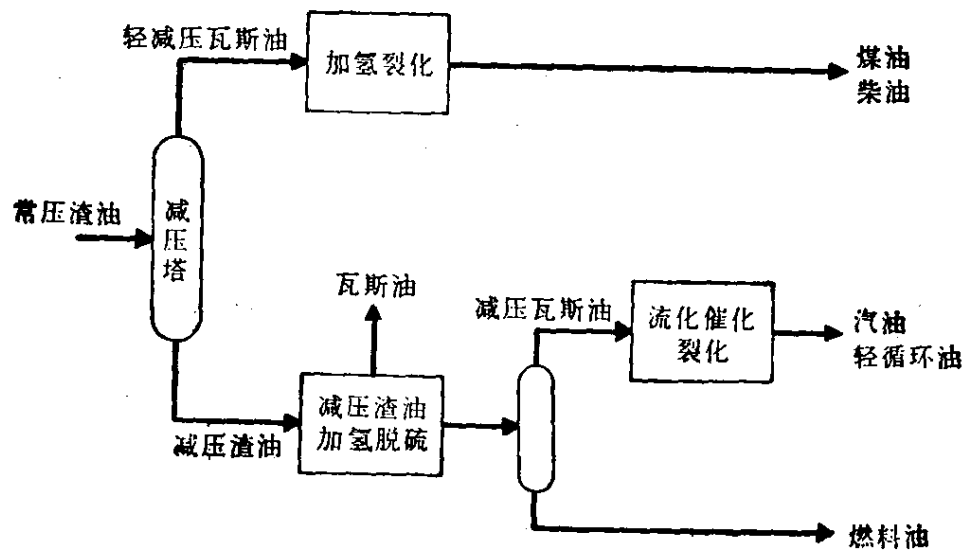


图 5 采用减压渣油加氢处理工艺的联合流程

由于减压渣油加氢脱硫装置是属于缓和转化型的，而且其裂化油品的大部分是减压瓦斯油馏分，所以在减压渣油加氢脱硫装置上可保证催化裂化装置的原料油同时脱硫。由于减压渣油的性质，特别是其重金属含量和沥青质含量将大大影响催化剂性能，所以应当优先考虑加工中等质量的原油（如科威特原油和阿拉伯轻原油）。

虽然对中期情况的预测表明，产品需求将转向轻质油品（主要是汽油和中馏分油），但轻质油品生产的重要问题将是煤油馏分的生产。采用重馏分油加氢裂化以生产煤油馏分时，由于原料油的碳氢比高，需要大量氢气，因此对能量效

率的研究是重要的。

加氢裂化过程的效率最高，因为可以生产大量的煤油馏分。煤油和瓦斯油馏分的生产比例很容易改变，因为操作方案有灵活性。从提高能量效率的观点来看，降低氢耗的关键是选择原料。轻减压瓦斯油是加氢裂化装置的原料，只要可能，应优先选用石蜡基原油。

重减压瓦斯油和减压渣油在减压渣油脱硫装置上加工，经过加氢处理的减压瓦斯油馏分送进催化裂化装置进一步转化。

2. 采用焦化工艺

从经济观点来看，图 6 所示的工艺联合与消耗催化剂的渣油直接加氢处理的工艺相比，好处很多，因为原料中的大量金属和其他有害杂质将集中在能被排出的焦炭中。

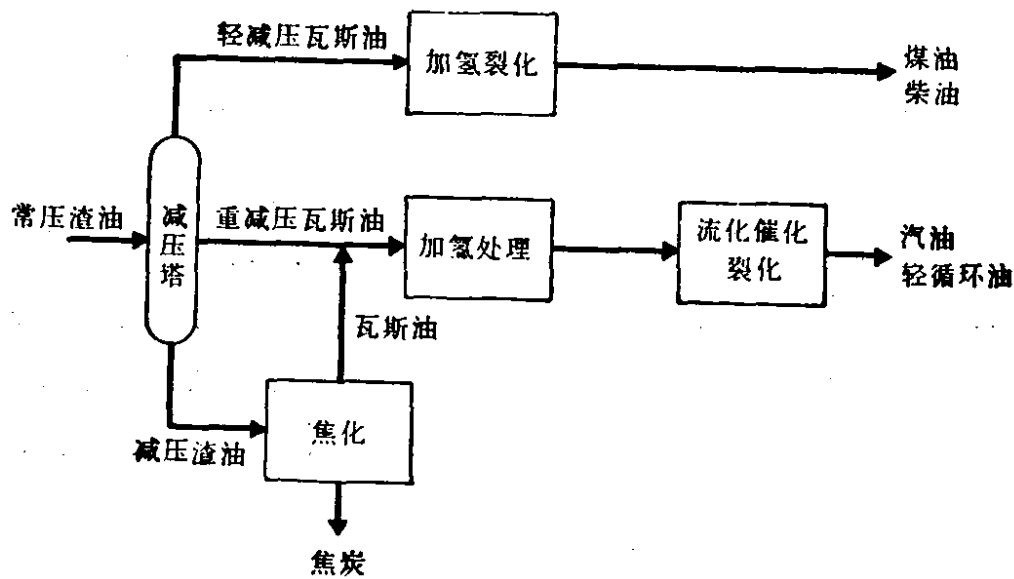


图 6 采用焦化工艺的联合流程

在加工含大量金属和其他有害杂质的重渣油时，焦化工艺特别有效。在美国，这是一种最通用的渣油加工工艺，特