

我国含硫渣油加工方法的探讨

徐富贵¹, 宋昭峥¹, 罗方敏¹, 蒋庆哲¹, 徐春明¹, 柯明¹, 郑成国²

(1. 中国石油大学(北京)重质油国家重点实验室, 北京 102249; 2. 吐哈油田原稳厂, 新疆 鄯善 838202)

摘要:我国进口含硫原油逐年增多, 含硫渣油的合理加工是弥补我国石油资源不足、满足轻油需求增长的重要措施。分析了各种主要渣油的加工工艺特点和适应性。同时, 结合我国目前渣油加工的现状, 建议发展2条含硫渣油加工路线: 渣油加氢处理+重油催化裂化+减压瓦斯油加氢裂化; 延迟焦化+加氢裂化+循环流化床锅炉。这2条工艺路线不仅充分利用了重油催化裂化和延迟焦化在我国渣油加工中的主体地位和优势, 又能合理地利用含硫渣油生产需求量日益增长的运输燃料油、化工原料油。

关键词:含硫渣油; 加工方法; 延迟焦化; 重油催化裂化

中图分类号:TE62

文献标识码:C

文章编号:0253-4320(2006)10-0008-06

Discussion on processing sulfur-containing residue in China

XU Fu-gui¹, SONG Zhao-zheng¹, LUO Fang-min¹, JIANG Qing-zhe¹, XU Chun-ming¹, KE Ming¹, ZHENG Cheng-guo²

(1. State Key Laboratory of Heavy Oil Processing, University of Petroleum, Beijing 102249, China;

2. Refinery, Tuha Oilfield, Shanshan 838202, China)

Abstract: The import of sulfur-containing crude oil from abroad has been increasing year by year, the proper treatment of it is an important measure to satisfy the need of light oil and supplement for China's lacking oil resource. In this paper, characteristics of main residue processing technologies and their applicability to sulfur-containing residual oil are analyzed. Connecting with the residue processing actuality in China, two combined processing technologies are suggested to develop: ①VGO Hydrocracking, Vacuum Residuum Hydrodesulfurization, and Heavy oil FCC; ②Delayed coking, CGO Hydrocracking, and CFB. These two combined processing technologies not only make full use of the main status of heavy oil FCC and the advantages of delayed coking in our country, but also can reasonably utilize sulfur-containing residue to produce light petroleum products that we need most.

Key words: sulfur-containing residue; process; delayed coking; heavy oil FCC

渣油是指原油炼制过程所产生的“桶底油”。这部分油不仅硫、氮杂质含量高, 而且含有大量重金属、焦质及沥青质, 因此是石油中最难加工的部分, 且这部分油通常占到原油的12%~30%。渣油的加工在很大程度上决定了炼厂的产品结构、轻油收率 and 经济效益, 渣油的合理利用是保障石油资源可持续发展的的重要手段, 因此, 渣油加工是炼油工业的重要课题^[1-3]。

渣油加工技术通常有3种, 即脱碳技术、加氢技术和气化技术, 其中脱碳技术包括热加工、溶剂脱沥青和重油催化裂化; 加氢技术则包括渣油加氢处理和渣油加氢裂化; 气化技术是指炼油厂用气化技术处理重质渣油的气化和联合循环过程。每一种技术都不同程度地发展着, 原油质量的逐渐劣化、油品市场需求的变化和油品质量标准的提高以及环保要求

的日趋严格, 是渣油加工工艺技术发展的推动力^[4]。

我国石油资源不足, 进口含硫原油逐年增多, 由于环保要求日益严格, 对产品质量要求越来越高, 各种运输燃料油特别是柴油、化工轻油需求增长很快。合理地利用含硫渣油, 选择合适的含硫渣油的加工路线, 最大量地生产清洁的轻质油品, 是弥补我国石油资源不足, 满足轻油需求增长的重要手段^[5-6]。

1 主要的渣油加工技术

1.1 减黏裂化

减黏裂化技术有以下特点: ①减黏裂化受结焦的约束, 转化率低, 高于520℃渣油的转化率约20%左右; ②轻油收率少(<10%), 石脑油产率为5%~10%; ③焦油收率高, 减黏焦油的黏度相当于进料黏度的8%~20%, 为了使黏度符合工业燃料油规格,

收稿日期: 2006-06-30

作者简介: 徐富贵(1957-), 男, 博士, 教授级高工, 独山子石化公司总经理, 主要研究方向为石油加工; 宋昭峥(1961-), 男, 博士, 副教授, 主要研究方向为油品精制及化工技术经济, 010-89733372, song@cup.edu.cn。

裂化焦油中需要调入一定量的稀释油才能调和成商品燃料油,所以,无法降低燃料油的产量;④产品脱硫率很低,当加工含硫渣油特别是含硫较高的渣油时,由于减黏过程基本不能脱硫,得到的减黏燃料油的含硫量与原料油相差不多,不能得到含硫合格的燃料油。但是通过将裂解过程得到的减压馏分油经过加氢脱硫后可作为催化裂化原料或加氢裂化原料,从这方面考虑,减黏裂化也是加工含硫油的一种手段,但减黏后的重渣油应当有适当的安排^[7]。

国外开发了众多减黏裂化工艺配合催化裂化、加氢裂化等催化加工的组合工艺。组合工艺的发展也使减黏裂化得到了充分的工业应用^[8-9]。在我国,对残炭大于8%、金属质量浓度高于20 μg/mL的劣质渣油直接进行催化裂化有一定的困难,需要进行预处理,为了从劣质渣油中获得高收率低金属含量的脱金属油用作催化裂化原料,石油科学化工研究院开发了渣油缓和热转化-溶剂脱沥青-催化裂化组合工艺。

1.2 延迟焦化

延迟焦化对原料的适应性很强,但残炭值、沥青质含量高的渣油会导致延迟焦化装置焦炭产率增大,而轻质油收率减少,因炉管结焦严重而导致烧焦周期越来越短,设备管道腐蚀问题严重;延迟焦化转化率较高,可以将50%以上的减压渣油转化为轻质油;焦化产品质量较差,特别是含硫原料的焦化产品

均需要二次加工;焦化石脑油经加氢精制后是一种良好的裂解乙烯的原料;焦化蜡油其烃类组成与直馏减压馏分基本接近,只是硫、氮含量高;延迟焦化可以多生产以柴油为主的中间馏分,且其链状烃含量较多,经加氢后是具有较高十六烷值的优质柴油;但延迟焦化加工含硫原油过程所产焦炭的硫质量含量较高,高硫石油焦一般只能用作燃料,故产值较低,不好处理。高硫石油焦的有效处理是含硫渣油是否采用延迟焦化的关键。

延迟焦化加工含硫原油最大的问题是生产中带来大量的高硫焦炭。高硫焦炭的处理与利用是世界广泛关注的问题。石油焦产量最大的美国在利用石油焦方面做了很多研究,含硫石油焦在美国除了作为锅炉燃料外,主要用作生产水泥的燃料。另外还有2种专门的燃烧石油焦的技术,即循环流化床锅炉(CFB)及气化联合装置(IGCC)。据Texaco公司报道^[10],美国EI Dorado炼油厂于1996年用Texaco技术建设了1套处理量80 t/d油焦,发电量为42 MW的小型示范装置。此外,在美国Delaware城,利用城市废渣发电项目建设了1套用油焦气化的IGCC装置,为炼油厂和城市提供动力,取得了良好的经济效益和环保效益。在国外,以纯石油焦为原料,在炼油厂内建设工业化的IGCC系统尚不多。

目前,我国比较成熟的高硫焦处理技术有循环流化床锅炉技术。CFB是近20多年发展起来的用

(上接第7页)

- [17] An W D, *et al.* Current efficiency for soybean oil hydrogenation in a solid polymer electrolyte reactor[J]. *J Am Oil Chem Soc*, 1999, 76: 215 - 220.
- [18] Nozaki T, Fujimoto K. Oxide ion transport for selective oxidative coupling of CH₄ with new membrane reactor[J]. *AIChE J*, 1994, 40: 870 - 875.
- [19] Hamakaw S, *et al.* Role of CeO₂-in Ni-Al₂O₃ catalysts for carbon dioxide reforming of methane[J]. *Catal Lett*, 1998, 52: 191 - 193.
- [20] Hamakawa S, *et al.* Methane conversion into synthesis gas using an electrochemical membrane reactor[J]. *Solid State Ion*, 2000, 136: 761 - 764.
- [21] Piga A. An advanced reactor configuration for the partial oxidation of methane to synthesis gas[J]. *Catal Today*, 2000, 60: 63 - 71.
- [22] Dong H, *et al.* Investigation on POM reaction in a new perovskite membrane reactor[J]. *Catal Today*, 2001, 67: 3 - 13.
- [23] Jin W Q, *et al.* Tubular lanthanum cobaltite perovskite-type membrane reactors for partial oxidation of methane to syngas[J]. *J Member Sci*, 2000, 166: 13 - 22.
- [24] Grace J R. Equilibrium modeling of catalytic steam reforming methane in membrane reactors with oxygen addition[J]. *Catal Today*, 2001, 64: 141 - 149.
- [25] Ishihara Tatsumi, *et al.* CH₄ Decomposition with a Pd-Ag hydrogen-permeating membrane reactor for hydrogen production at decreased temperature[J]. *Ind Engng Chem Res*, 2002, 41: 3365 - 3369.
- [26] Sridhar K R. Oxygen production on Mars using solid oxide electrolysis[J]. *Solid State Ion*, 1997, 93: 321 - 323.
- [27] Song Chunshan. Tri-reforming: a new process for reducing CO₂ emissions[J]. *Chemical Innovation*, 2001, 3(1): 21 - 25.
- [28] Balasubramanian B, *et al.* Hydrogen from methane in a step process[J]. *Chem Eng Sci*, 1999, 54: 3543 - 3552.
- [29] 匡廷云, 马克平, 白克智. 生物质能研发展望[J]. *中国科学基金*, 2005, 6: 326 - 329.
- [30] Riffat S B. A novel heat pipe/ejector cooler[J]. *Appl Thermal Eng*, 1998, 18(3/4): 98 - 101.
- [31] Akbarzadeh A. Formulation and analysis of the heat pipe turbine for production of power from renewable sources[J]. *Appl Thermal Eng*, 2001, 21(5): 1551 - 1563.
- [32] Seiichi Ohyama. Low-temperature methanol synthesis in catalytic systems composed of nickel compounds and alkali alkoxides in liquid phases[J]. *Appl Catal A*, 1999, 180: 217 - 225.
- [33] 邝生鲁, 肖稳发. 甲烷转化为甲醇作运输燃料的系统[J]. *天然气工业*, 2001, 12(1): 86 - 90.
- [34] Marlo Marchionna, *et al.* Synthesizing methanol at low temperature[J]. *Chemtech*, 1997, 4: 27 - 35. ■

于生产蒸汽和电力的技术,这种装置在国外已有数百台。我国自 1990 年后开始使用,但所用燃料的绝大多数是煤。1999 年镇海炼化公司建设了 1 套以石油焦为燃料,生产 220 t/h 蒸汽和发电量为 50 MW 的 2 台 CFB 装置,已运行多年,为我国高硫焦 CFB 锅炉燃料积累了经验。近年来,在我国以含硫石油焦为原料的大型 CFB 炉发展很快,正在考虑建设 620 t/h 规模的 CFB,IGCC 装置技术尚待突破。此外,国外有相当部分高硫石油焦用于水泥工业,我国高硫石油焦用作立窑燃料生产水泥已通过了工业试验^[7,11]。

1.3 溶剂脱沥青

溶剂脱沥青是作为渣油预处理的一种方法,是用物理方法除去渣油中沥青稠环化合物、金属、硫、氮等杂质的工艺过程,目的是制取裂化原料油。溶剂脱沥青所得到的脱沥青油杂质含量低,裂化性能好。脱油沥青可以调制沥青产品、生产燃料油或作为气化原料。因此,溶剂脱沥青在含硫渣油加工中的应用日益受到重视^[12]。

国内外开发了众多以溶剂脱沥青为原料预处理的组合工艺,如:溶剂脱沥青+渣油加氢脱硫工艺、溶剂脱沥青+催化裂化工艺和溶剂脱沥青+加氢裂化工艺。中国石化镇海炼油化工公司为了进一步提高高硫油的综合加工能力,提出了“溶剂脱沥青+脱沥青油(DAO)经蜡油加氢进催化裂化装置+脱油沥青(DOA)进化肥气化炉”组合方案,即以劣质油作为溶剂脱沥青装置原料,脱油沥青作化肥气化炉原料,而脱沥青油则作为蜡油加氢装置原料,精制后进催化装置深加工。该组合工艺在国内尚属同行业首创,国外也少见应用(但与意大利 ISAB 公司脱油沥青气化方案相似),成为拥有自主知识产权的工艺路线。该组合工艺的技术分析表明,返回的催化裂化油浆可作为溶剂脱沥青装置的原料,可以改善 DAO 的质量;催化裂化装置掺炼一定比例的精制蜡油,原料的性质得到了改善,提高了柴油、液化气等的收率,柴油的质量也得到了提高。该方案的实施,降低了化肥生产成本,并且从渣油和油浆中提炼出 30 万 t/a 的催化原料,使应用催化裂化装置后增加汽油 12 万 t/a、丙烯 0.6 万 t/a,经济效益显著^[13-14]。

1.4 重油催化裂化

重油催化裂化是最简化的渣油加工流程,它的应用主要受原料油中杂质含量的限制。渣油中的沥青质是一种高碳氢比的稠环化合物,它在催化裂化过程中,几乎全部转化为焦炭;渣油中的金属会沉积

在催化剂上使催化剂永久失活,造成催化剂大量消耗;对原料硫含量的限制主要有烟气排放 SO_x 的限制和车用汽油硫含量限制的 2 个原因。因此单独采用重油催化裂化加工渣油,适合于加工低硫石蜡基原油的渣油。若加工含硫渣油需要采取与重油催化裂化相配套的组合工艺,对重油催化裂化原料预处理以满足重油催化裂化的进料要求^[15]。

由于含硫渣油其残炭、硫、氮杂质和重金属含量高,若直接作重油催化裂化装置(RFCC)的原料会造成装置结焦严重,产品分布差,汽、柴油质量降低,烟汽排放污染增加。为此,出现了以溶剂脱沥青、减黏裂化、延迟焦化、渣油加氢为重油催化裂化原料预处理的组合工艺,然而对于含硫渣油,脱碳工艺(溶剂脱沥青、减黏裂化、延迟焦化)在降低硫含量方面不如加氢处理效果好。目前渣油加氢与重油催化裂化相配套的组合工艺在国外日益受到重视^[16],美国 ART 公司和 Davison 公司合作开发的新一代 ICR 渣油加氢处理催化剂和 Impact 重油催化裂化催化剂,可使组合工艺生产的汽油的硫质量含量低于 95 $\mu\text{g/g}$,并能改善产品分布,每桶原料油可增加 0.92 美元的经济收益。

1.5 渣油加氢

加氢过程是油料脱硫最有效的手段,是将渣油裂化成轻质产品而又避免生成焦炭的唯一途径。渣油加工的优点十分突出,例如液体产品收率高,质量好,生产灵活性强,废物、废料很少,环保效果好等。炼油厂具备了一定的渣油加氢能力,对加工高硫、高残炭、高金属劣质原油具有更好的灵活性。

目前世界上渣油加氢工艺主要有固定床渣油加氢脱硫,沸腾床、移动床和悬浮床渣油加氢裂化四大类。固定床渣油加氢主要受原料沥青质、金属含量的限制,即使加工渣油的固定床装置采用复杂的过滤系统和在反应器系统中设置保护反应器,固定床反应器技术一般也只适用于加工含金属较低[重金属(Ni+V)质量分数控制在 1×10^{-4} 以下]、轻质原油的重油;即使提高反应温度,催化剂寿命也只有 1 年左右,这是固定床渣油加氢处理的主要缺点。沸腾床加氢裂化技术可以加工金属质量分数 $> 1 \times 10^{-4}$ 的重油,但由于沸腾床渣油加氢在满足劣质渣油转化及产物精制深度的同时,又要控制催化剂失活速率及耗氢量以优化过程经济性,需要维持较高的氢分压,对催化剂也有特殊要求,所以投资较高,在工业上的应用远不如固定床广泛。悬浮床渣油对原料的适应性强,包括从低硫、含硫到高硫的劣质

重、渣油。悬浮床和移动床目前都处于工业试验及开发阶段。

我国主要有3套固定床渣油加氢装置:中国石化齐鲁分公司胜利炼油厂1986年从Chevron公司引进1套0.84 Mt/a的减压渣油加氢(VRDS)装置,1992年5月建成投产。中国石油集团大连西太平洋石油化工有限公司(WEPWC)为适应加工进口原油的需要,从UOP公司引进1套2.0 Mt/a常压渣油加氢脱硫(ARDS)装置,于1999年8月投产。中国石化集团建设了茂名石化公司200万t/a国产渣油加氢处理装置,采用国内开发的全系列国产渣油加氢催化剂和工艺技术,于1999年12月一次开汽成功。目前齐鲁石化公司渣油加氢扩能到140万t/a。这些都表明我国渣油加氢处理技术已走向成熟^[17]。

1.6 渣油整体式气化联合循环

整体式气化联合循环是用炼油残渣(劣质渣油、石油焦或沥青)在气化炉中生产合成气,经过净化后送至燃气轮机发电,再用余热产汽、蒸汽轮机发电的燃气和蒸汽联合循环发电。这种工艺技术效率高、低质炼油产品可充分利用,环保效益好。造气-联合循环过程可同时向炼厂供应电力、工业蒸汽和氢气。还可以联生产石油化工产品的原料气——合成气。IGCC为高硫、重质渣油的加工提供了新的方法,解决了该过程的用氢问题,可不再用轻烃作为制氢的原料,解决了重质渣油的利用问题,且减少了大气污染^[18]。

IGCC技术首先基于气化技术,德士古(Texaco)和壳牌(Shell)公司均开发了专有技术。德士古公司已有31套气化设施用于炼油厂渣油气化,发电量超过6000 MW。2000—2003年,意大利3座炼油厂又投运利用沥青和减黏渣油为进料的IGCC装置,API能源公司气化1470 t/d减黏渣油,发电280 MW; ISAB公司气化3174 t/d脱油沥青,发电512 MW; SARAS公司气化3772 t/d减黏渣油,发电545 MW,并向炼油厂供氢气、蒸汽。2004—2005年,法国、美国 and 西班牙有数套IGCC装置投运,分别处理渣油和石油焦进料^[19]。

一些欧洲国家的电力工业以烧重质燃料油的火力发电为主。燃料油需求用量大,大气污染问题严重。为了解决由于燃料油发电造成的环保问题,意大利等国家正在实施造气-联合发电技术,该技术不仅发电效率高,在环保方面又可以消灭对大气的污染^[20]。

我国渣油加工气化技术成熟,但我国渣油加工

技术要走从深度渣油加工转化为轻质产品的道路。脱油沥青气化技术也成熟,但脱沥青深度不够,脱油沥青收率达50%左右,用作IGCC原料一方面影响原油资源的利用,另一方面沥青数量大,气化设备庞大。国外也很少有采用石油焦为原料的IGCC技术。因此,在我国,从渣油、沥青、石油焦3种油品中,可选择脱油沥青作气化原料建设适当规模的IGCC装置,因此,在我国加工高硫渣油可采用溶剂脱沥青+脱油沥青IGCC和延迟焦化+焦炭IGCC工艺。镇海炼化公司将脱油沥青部分气化生产合成氨和尿素,已有成功的经验,但仅仅是IGCC的一部分,还不属于IGCC系统技术。IGCC处理焦炭的技术还有待突破。

2 加工路线的选择

2.1 加工现状分析

重油催化裂化和延迟焦化是我国渣油加工的主体工艺。2003年,中国石油、中国石化两大集团生产减压渣油(VR)约8100万t(包括常压渣油折合减压渣油的量)^[6],减压渣油处理方式如表1所示。

表1 2003年中石油、中石化两大集团减压渣油处理方式

处理方式	深度加工			未转化		
	直接作为重油催化裂化	延迟焦化	溶剂脱沥青	渣油加氢	炼厂自用	商品油
占减压渣油当量的比例%	34.6	30.0	5.4	5.1	10.0	14.7

2.1.1 重油催化裂化是我国渣油加工能力最大的主体工艺

我国重油催化裂化处理渣油的比例最大,无疑是我国渣油加工的主体工艺。然而随着含硫原油的逐年增多,重油催化裂化面临着原料质量变差、产品质量提高、环境保护日益严峻的挑战。含硫渣油若直接作RFCC的原料,由于其残炭、硫、氮杂质和重金属含量高,会造成装置结焦严重,产品分布变差,汽、柴油质量降低,烟气排放污染增加。因此如何充分面对其挑战,利用其在我国的主体地位是我国选择渣油加工路线的一个方向。

2.1.2 延迟焦化在我国具有其独特的优势

由于延迟焦化装置投资低、能耗少、设备简单,对原料的适应能力强,在我国一直与重油催化裂化共同发展。又由于延迟焦化的焦化石脑油经加氢精制后是一种良好的裂解制乙烯的原料,且延迟焦化可增产优质柴油,提高柴/汽比,在我国乙烯原料供

需不足、柴油需求量大的今天,发展延迟焦化在我国更具有独特的优势。对于加工含硫渣油,最重要的是高硫焦炭的处理,因此如何解决高硫焦炭,如何发挥延迟焦化在我国发展中的独特优势,是选择渣油加工路线的又一方向。

2.2 加工路线选择的探讨

2.2.1 充分利用重油催化裂化在我国渣油加工中的主体地位

加工含硫渣油时,要充分利用重油催化裂化,就要对重油催化进料进行预处理。预处理的方法有多种,可以脱碳(溶剂脱沥青、减黏、焦化等),也可以加氢(渣油加氢处理、渣油加氢裂化)。若通过脱碳工艺的处理,使 S、N 等杂质得以富集在胶质、沥青质、石油焦中,固然净化了催化裂化原料,但组合工艺的实用性仍受产品硫含量要求的限制。

因此发展减压渣油加氢为重油催化裂化原料预处理的组合工艺,不仅能解决高硫、高金属含量的渣油加工问题、生产环境友好产品,而且能为重油催化裂化提供优质的进料。该组合工艺中的加氢深度只要保证生产合格的重油催化裂化进料即可,可降低氢耗、节省投资。

渣油加氢有多种工艺可供选择,在固定床渣油加氢中可选用常压重油加氢脱硫(ARDS)、减压渣油加氢脱硫(VRDS)工艺,沸腾床加氢裂化有 H-Oil 和 LC-Fining 2 种工艺可处理残碳、金属含量高的渣油,并有较高的转化率;由于移动床和悬浮床渣 2 种加氢裂化工艺工业化程度低,本文将不予考虑。

ARDS 和 VRDS 的固定床渣油加氢工艺中,使用 ARDS 不能生产优质的中间馏分油,因为 RFCC 工艺的轻循环油不能作为煤油,用它生产高十六烷值的柴油需进行深度加氢处理,这种加氢处理过程的工艺条件和催化剂与加氢裂化过程相似,在经济上是不合理的。若将减压瓦斯油(VGO)分离出来,单独进行加氢裂化(HDC),可以生产足够的中间馏分油(煤油和柴油),而且加氢裂化尾油是非常好的乙烯裂解原料。在固定床渣油加氢处理和沸腾床渣油加氢裂化中,由于沸腾床装置的未转化渣油因重金属含量高和氢含量低,不适于作催化裂化的原料,只能做焦化或部分氧化造气的原料,因此通常不选用沸腾床渣油加氢裂化与重油催化裂化组合。

由上述分析可知,采用 VGO 加氢裂化 + 减压渣油加氢 + 重油催化裂化这条工艺路线加工含硫渣油,不仅可以充分利用重油催化裂化在我国的主体地位,还能通过加工含硫渣油灵活生产中间馏分油

或化工原料,是符合我国炼油发展的渣油加工路线。

2.2.2 充分发挥延迟焦化在我国的优势

延迟焦化加工含硫渣油,高硫焦炭的合理处理是关键,根据我国高硫焦炭处理的发展来看,发展含硫焦炭 CFB 处理技术具有其发展前景。除此之外,要达到含硫渣油改质且轻质化的目的,含硫的焦化蜡油的处理是决定其后备工艺路线的关键,常采用的技术是焦化蜡油加氢处理 + 催化裂化和焦化蜡油加氢裂化。

20 世纪 70 年代以后,催化裂化作为炼油的核心转化技术,发展极为迅速。全国几乎所有炼油厂都建有催化裂化装置,1999 年末,全国催化裂化装置总加工能力达到 91.175 Mt/a,其中渣油催化裂化能力约为 42 Mt/a,成为我国渣油加工的最主要手段,使全国炼油厂燃料生产结构形成了以催化裂化为核心的主要生产汽油的工艺路线。随着我国国民经济快速发展,促进了交通运输能力的迅速增长,农业机械化程度逐年提高,载运车用发动机不断柴油机化。目前,随着柴油量需求的增大,国家汽柴油市场形成了汽油滞销,柴油进口;汽油卖不上价,柴油价格居高的局面。中国石化、中国石油两大集团公司柴汽比已提高到 1.7:1,并要求今后还要增大,两大公司以后炼油发展原则上不再允许投建催化裂化装置(与渣油加氢联合的重油催化裂化装置除外)^[5,21]。

加氢裂化作为重要的馏分油转化手段,与催化裂化相比可以同时生产汽油和优质的中馏分油、化工原料,且原料来源十分广泛、生产灵活性很强,可以根据市场对各种油品需求状况来改变工艺条件,通过尾油循环、蒸馏切割等操作或更换不同性能的催化剂及组合来优化产品结构,以适应市场要求。加氢裂化可生产异构烃含量高的轻石脑油,作为高辛烷值汽油组分;可生产芳潜含量高的重石脑油,作为催化重整原料,生产高辛烷值组分或混合芳烃(BTX);可最大量生产喷气燃料和柴油等中间馏分油,柴油质量可达到超低硫柴油(ULSD)标准;一次通过操作,可最大量生产尾油,关键指数(BMCI 值)低,可作乙烯优质裂解原料;可以生产符合美国石油协会(API)规定的 II、III 类润滑油基础油。

因此,根据我国目前对化工原料油、柴油的大量需求来看,采用延迟焦化 + 焦化蜡油加氢裂化 + CFB 锅炉这条工艺路线不仅能充分利用延迟焦化在我国的优势加工含硫渣油,解决含硫焦炭的处理问题,还能充分利用加氢裂化生产汽油、中间馏分油、化工原料的灵活性,这是符合我国炼油发展的渣油

加工路线。

3 结论与建议

根据我国渣油加工的现状,重油催化裂化、延迟焦化是我国渣油加工的主体工艺,建议发展渣油加氢脱硫+重油催化裂化+VGO加氢裂化和延迟焦化+加氢裂化+CFB锅炉组合工艺加工含硫渣油,前者不仅能充分利用重油催化裂化在我国的主体地位,还能有效处理含硫渣油,生产清洁的轻质油品;后者不仅能充分利用延迟焦化在我国的优势生产焦化石脑油作为乙烯原料,增产柴油,而且能够处理含硫渣油及产生的含硫焦炭。2条路线还都利用了加氢裂化生产汽油、中间馏分油、化工原料的灵活性,是符合我国炼油发展的渣油加工路线。由此也可以看出,为了利用重油催化裂化和延迟焦化在我国渣油加工中的主体地位,发展渣油加氢和馏分油加氢裂化技术在含硫渣油加工与日增多的形势下势在必行。

由于延迟焦化加工残炭值高的渣油会导致延迟焦化装置焦炭产率增大而轻质油收率减少,因炉管结焦严重而导致烧焦周期越来越短,而渣油加氢处理装置也受原料金属含量、残炭值的限制,因此对于残炭高、黏度大的含硫渣油可以通过减黏裂化处理后考虑采取这2条路线;对于沥青质、金属含量高的环烷基中间基含硫原油的渣油可以通过溶剂脱沥青处理后再考虑采取这2条工艺路线。

参考文献

- [1] 李春年.渣油加工工艺[M].北京:中国石化出版社,2002.
- [2] 李志强.渣油加工仍是21世纪重要的石油炼制技术[J].当代石油石化,2005,13(4):10-15.
- [3] Jiang Rongxing, Sun Lili, Li Zhiqiang. Preliminary discussion on the construction and development of modern refinery in China[J]. China petroleum processing and petrochemical technology, 2004, 4(12): 7-13.
- [4] Dalai A K, Chung K H. Heavy oil upgrading, renewable energy and catalysis symposium, 49th Canadian chemical engineering conference

- [J]. Fuel, 2001(80): 1041-1042.
- [5] 贾兴昌.从国内外炼油产品市场需求发展看炼油厂二次加工的发展方向[J].应用化工,2002,31(1):15-17.
- [6] 侯美生.优化炼油工艺过程 发展中国炼油工业[J].石油学报:石油加工,2005,21(3):7-16.
- [7] 张德义.含硫原油加工技术[M].北京:中国石化出版社,2003.
- [8] Gaeser U. Application of Combi-cracking and donor-solvent hydrovisbreaking for the upgrading of Orinoco heavy crudes[J]. Rev Tec INTEVEP, 1982, 2(2): 101-108.
- [9] Edward H, Gregory T. The Aquaconversion™ process: A new approach to residue processing[C]. 1998 NPRA Annual Meeting, San Francisco, 1998.
- [10] Weissman R C, Brooker D, Garza A, et al. A new role for refineries in meeting America's clean energy challenge[C]. 2001 NPRA Annual Meeting, New Orleans, 2001.
- [11] 瞿国华,黄大智,梁文杰.延迟焦化在我国石油加工中的地位 and 前景[J].石油学报:石油加工,2005,21(3):47-53.
- [12] 龙军,王子军,黄伟祁,等.重溶剂脱沥青在含硫渣油加工中的应用[J].石油炼制与化工,2004,35(3):1-5.
- [13] 史开洪,蒋文钧.溶剂脱沥青蜡油加氢催化裂化组合工艺[J].石化技术与应用,2005,23(6):438-441.
- [14] 钱伯章.含硫原油加工工艺研究[J].石油规划设计,2005,16(3):1-5.
- [15] Chen J W, Lu H W. Prospects of status and role of FCC in refinery: FCC will continue to play a leading role in petroleum refining industry[J]. Acta Petrolei Sinica(Petroleum Processing Section), 2003, 19(1): 1-10.
- [16] Scott purnell. Meeting future clean fuels challenges via state-of-the art RDS/R FCC catalyst design[C]. 2004 NPRA Annual Meeting, San Antonio, Texas, 2004.
- [17] 王雷.渣油加氢工艺的研究与应用[J].当代化工,2005,34(3):157-158.
- [18] Francesco Gullì. Product and process innovation in the energy industry: The development of integrated tar gasification combined cycle plants (IGCC)[J]. Energy policy, 1995, 23(8): 647-658.
- [19] Peckham J. Coke gasification is gathering steam in reaction to high natural gas prices, technical /cost advances[J]. World Refining, 2004, 14(7): 4-12.
- [20] Farina G L. The IGCC European scene[J]. Solid Fuels, 1995(12): 199-205.
- [21] 王飙,徐春明,高金森.我国重油加工方案的分析[J].当代化工,2003,32(2):115-117. ■

阿特拉斯·科普柯在中国:秉承先驱之精神

根据中国国家统计局发布的数据,制造、建筑以及矿产等第二产业正有力推动着中国经济的发展。这帮助了如阿特拉斯·科普柯(Atlas Copco)这样的公司,在中国取得了两位数的增长——在过去3年内,每年平均增长26%,而同期世界平均增长仅为12%。阿特拉斯·科普柯总部位于瑞典,是提供各种行业及生产解决方案的国际性集团公司。

阿特拉斯·科普柯早在上个世纪20年代就进入了中国市场,目前正欢迎其全球管理团队抵达上海,庆祝其公司有

史以来最大规模的全球赞助项目——“哥德堡”号的顺利抵沪。

阿特拉斯科普柯集团的总裁兼 CEO Gunnar Brock 说:“此次对‘哥德堡’号的赞助,彰显了阿特拉斯·科普柯对于中国市场的高度承诺,并诠释了我们对于客户的价值承诺:通过互动与创新,实现卓越生产力。”这艘船与阿特拉斯·科普柯在诸多方面分享着相同的价值观,包括先驱精神、科技创新以及沉着应对全球挑战。(童志勇)