

MCI-临氢降凝组合技术 在延炼柴油加氢装置的应用

白雪莲¹, 刘洪朝¹, 吉李彬²

(1. 延炼实业集团公司工程技术处, 陕西 洛川 727406; 2. 延炼实业集团公司污水车间, 陕西 洛川 727406)

摘 要: 介绍了延炼实业集团公司采用中石化抚顺石化研究院开发的 MCI-临氢降凝组合技术, 以催化裂化柴油为原料, 生产高质量、低凝点的优质柴油的工业应用情况。实际生产过程中, 适当调整操作参数, 可以较大范围改变精制柴油的凝固点, 增加炼厂生产组织的灵活性。

关键词: MCI—临氢降凝; 催化; 柴油; 工业生产; 产品质量

文章编号: 1006-5539(2005)02-0038-03 **文献标识码:** B

0 前言

为适应环保法规对车用柴油质量提出的要求, 延炼实业集团公司(以下简称延炼)40×10⁴t/a 柴油加氢装置于 2003 年 8 月建成并一次试车成功。延炼 40×10⁴t/a 柴油加氢装置, 设计采用灵活的加工方案, 夏季主要以 0[#]和 5[#]催柴为原料, 生产十六烷值大于 40, 硫含量小于 22×10⁻⁶的 0[#]和 5[#]柴油馏分; 冬季以 0[#]、5[#]催化柴油为原料, 生产凝点低于-10℃或-20℃, 硫含量小于 20×10⁻⁶的柴油馏分, 实现产品更新换代。

延炼 40×10⁴t/a 柴油加氢装置采用 MCI-临氢降凝组合技术, 设计中采用加氢精制-MCI 一段一器与降凝反应器串联操作的工艺技术。柴油原料首先进入加氢精制反应器进行脱硫、脱氮、烯烃饱和及部分芳烃饱和等反应, 精制后的产物直接进入降凝反应器, 在降凝催化剂的作用下完成直链烷烃组分的择形裂解反应, 借助馏分中烷烃含量的减少使油品的凝固点降低, 从而得到低硫、低凝、安定性良好的柴油。

在一个月的生产过程中, 柴油加氢装置运行良好, 各项技术指标都达到和超过设计水平。下面把延炼 40×10⁴t/a 柴油加氢装置的设计和生产情况进行简要介绍。

1 延炼 MCI-临氢降凝组合技术的中试情况

为确保 MCI-临氢降凝组合技术的工业应用成功, 结合延炼实际, 进行了相关的工艺条件考察试验, 为装置的设计及生产提供了参考依据。

1.1 试验用原料油

本装置原料油由延炼催化裂化装置和常压装置提供, 主要原料为 0[#]催化柴油, 同时也能加工 5[#]催化柴油。

表 1 原料油主要性质^[1]

原料油	常三线油	0 [#] 催化柴油	5 [#] 催化柴油
密度(20℃)/g·cm ⁻³	0.836 8	0.876 6	0.882 4
馏程/℃			
IBP	213	189	201
10%	307	217	230
50%	334	269	291
90%	361	343	358
95%	372	355	371
FBP	377	360	377
凝点/℃	17	-5	6
运动粘度(20℃)/mm ² ·s ⁻¹		4.357	6.205
硫含量/(%)	0.074 7	0.123 2	0.141 2
氮含量/(μg·g ⁻¹)	451	1 132	1 297
苯胺点/℃	89.8	43.4	50.4
颜色/号	1.5	4.0	4.5
折光(20℃)	1.466 0	1.500 1	1.506 1
十六烷值(实测)	64	31.3	33.1

1.2 MCI-临氢降凝技术中试结果

三种不同原料在冬季和夏季生产不同的目的产

品,其试验的主要工艺条件见表 2^[1],产品分布见表 3^[1],加工处理后柴油馏分性质见表 4^[1]。

表 2 工艺条件

原料油	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴
产品方案	—20 [#] 柴油	—10 [#] 柴油	0 [#] 柴油	—10 [#] 柴油	0 [#] 柴油	5 [#] 柴油
氢分压/MPa	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4	6.4
MCI 段反应温度/℃	350	350	350	350	350	350
降凝段反应温度/℃	350	345		360	355	
MCI 段空速/h ⁻¹	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
降凝段空速/h ⁻¹	2.0	2.0		2.0	2.0	
氢油体积比	700	700	700	700	700	700

表 3 MCI 产品分布/(%)

原料油	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴
H ₂ S+ NH ₃	0.26	0.26	0.26	0.30	0.30	0.30
C ₁	0.27	0.25	0.21	0.20	0.17	0.16
C ₂	0.24	0.20	0.19	0.21	0.17	0.17
C ₃	1.50	1.10	0.92	1.42	1.33	0.76
C ₄	1.88	1.34	1.15	1.50	1.42	0.83
石脑油	4.72	3.77	1.48	6.21	4.02	1.11
柴油	92.60	94.53	97.13	91.59	93.99	98.00
C ₅ ⁺ 液收	97.32	98.30	98.61	97.80	98.01	99.11
化学氢耗	1.47	1.45	1.34	1.43	1.40	1.33

表 4 加工处理后柴油馏分性质

原料油	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴
产品方案	—20 [#] 柴油	—10 [#] 柴油	0 [#] 柴油	—10 [#] 柴油	0 [#] 柴油	5 [#] 柴油
密度(20℃)/g·cm ⁻³	0.852 7	0.851 7	0.846 6	0.871 5	0.869 5	0.862 6
馏程/℃						
IBP	165	162	164	188	167	187
10%	209	212	213	229	221	229
50%	248	253	258	271	268	282
90%	319	324	326	352	348	356
凝点/℃	—22	—14	—7	—16	—7	5
冷滤点/℃	—14	—9	0	—8	0	6
硫含量/(%)	0.001 1	0.001 0	0.001 0	0.002 2	0.002 2	0.002 0
闪点	65	64	66	70	66	71
颜色/号	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5
十六烷值(实测)	36.6	37.4	41.9	34.3	35.3	41.3
氧化安定性/mg·(100 mL) ⁻¹	1.8	1.5	0.8	2.2	1.9	1.2

1.3 试验结果讨论

由以上试验结果可看出,在夏季,采用 MCI 工艺过程,加工 0[#]、5[#]催化柴油为原料,在氢压为 6.4 MPa、氢油体积比为 700∶1,空速为 1.0 h⁻¹,反应温度为 350℃的条件下,获得的柴油收率大于 97.13% (m),C₅⁺ 液体收率 98.61% (m),柴油馏分中的硫含量仅为 10 μg/g,密度由原料的 0.876 6 g/cm³ 降至 0.846 6 g/cm³,十六烷值由原料的 31.3 升至

41.9,提高了 10 个单位。柴油的其余相关质量指标满足我国柴油标准。

在冬季,投用降凝反应器,降凝反应器反应温度为 345℃的条件下,可产生—10[#]的低硫柴油馏分,各项规格指标(十六烷值除外)满足柴油标准。若在其它条件不变,只将降凝段反应温度提高 5℃,升至 350℃时,可生产—20[#]的低凝柴油馏分,各项规格指标(十六烷值除外)也满足柴油标准。

2 MCI-临氢降凝组合工艺技术的应用情况

延炼 40×10^4 t/a 柴油加氢装置第一反应器是加氢改质反应器,第二反应器为临氢降凝反应器。第一反应器上部装填 FH-98 加氢精制催化剂 25.68 t,下部装填 3963 加氢改质催化剂 23.60 t,在 FH-98 加氢精制催化剂顶部装填 HP-2、HP-3 加氢催化剂保护剂 3.045 t;第二反应器主要装填 3881 临氢降凝催化剂 18.4 t,在降凝催化剂底部装填少量后处理 FH-98 催化剂 3.3 t,共装填 FH-98 催化剂总体积 35.195 m^3 ,总重量 29 t,3963 催化剂总体积 31.588 m^3 ,总重量 23.6 t,3881 催化剂总体积 25.06 m^3 ,总重量 18.4 t。原料油性质见表 5,采用的工艺条件见表 6,加工处理后柴油馏分性质见表 7。

表 5 原料油性质

原料油	0 [#] 催化柴油	5 [#] 催化柴油
密度(20℃)/g·cm ⁻³	0.862 3	0.869 0
馏程/℃		
IBP	179	167
10%	210	202
50%	262	267
90%	333	348
95%	346	362
FBP	360	377
凝点/℃	-3	3
运动粘度(20℃)/mm ² ·s ⁻¹	3.0	4.3
硫含量/(%)	0.080 5	0.082 9
氮含量/(μg·g ⁻¹)	494×10^{-6}	790.5×10^{-6}
苯胺点/℃	43.4	50.4
颜色/号	4.0	4.5
折光(20℃)	1.500 1	1.506 1
十六烷值(实测)	32.1(41)	33.5(42.5)

表 6 采用的工艺条件

原料油	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴
产品方案	-20 [#] 柴油	-10 [#] 柴油	0 [#] 柴油	-10 [#] 柴油	0 [#] 柴油	5 [#] 柴油
氢分压/MPa	4.8~5.0	4.8~5.0	4.8~5.0	4.8~5.0	4.8~5.0	4.8~5.0
MCI 段反应温度/℃	279	279	279	279	279	279
降凝段反应温度/℃	334	330		334	330	
MCI 段空速/h ⁻¹	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75
降凝段空速/h ⁻¹	1.5	1.5		1.5	1.5	
氢油体积比	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000	1 000

表 7 加工处理后柴油馏分性质

原料油	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	0 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴	5 [#] 催柴
产品方案	-20 [#] 柴油	-10 [#] 柴油	0 [#] 柴油	-10 [#] 柴油	0 [#] 柴油	5 [#] 柴油
密度(20℃)/g·cm ⁻³	0.852 7	0.856 5	0.846 6	0.853 5	0.851 7	0.862 6
馏程/℃						
IBP	179	177	164	187	176	187
10%	214	204	213	209	207	229
50%	255	242	258	255	251	282
90%	332.5	306	326	338	324	356
凝点/℃	-22	-14	-7	-14	-6	5
冷滤点/℃	-14	-9	0	-8	0	6
运动粘度(20℃)/mm ² ·s ⁻¹	3.764	3.753	3.710	5.383	5.049	5.725
硫含量/(%)	4.2×10^{-6}	1.5×10^{-6}	0.001 0	15.1×10^{-6}	17.8×10^{-6}	0.002 0
闪点	72	59	66	72	71	71
颜色/号	1.5	1.5	1.0	1.5	1.5	1.5
十六烷值(实测)	33.6	38	41.9	35	39.3	42.3
氧化安定性/(mg·(100 mL) ⁻¹)	1.8	1.5	0.8	2.2	1.9	1.2
产品柴油收率/(%)	~96	~98	>98.8	~97	~98.5	>99
C ₅ ⁺ 收率/(%)	6.2	4.2	3.1	4.3	4.0	3.2

FCCU 提升段操作对反应的影响

杨开研, 牛芬萍, 赵永明

(延炼实业集团公司, 陕西 洛川 727406)

摘 要: 介绍延炼实业集团公司 1.0 Mt/a FCCU 提升管设计特点, 利用催化基本理论和流化原理, 分析提升段操作的重要性及其对反应的影响, 提出在实际生产中判断和调整反应操作的重要参数, 即提升管中下部密度。这一参数的稳定性和适中性是获得良好的温度分布和理想的产品分布的前提条件, 因此, 该参数对提高收率和优化反应操作具有一定的指导意义。

关键词: 提升管; 提升段; 密度; 压降; 操作

文章编号: 1006-5539(2005)02-0041-03 **文献标识码:** B

0 前言

影响提升段操作的因素有很多, 由于反应在短短的几秒钟内完成, 所以多数因素比如催化剂活性、反应时间、炭差、滑落系数等滞后于调整, 不能满足实际生产的需要, 只能做“事后”分析。对于一套运行的生产装置来讲, 操作工真正能随时判断并做出调整进而优化反应的判据主要是提升段操作。提升段操作好坏的标志是提升管中下部密度的稳定性和适中性, 最终反应在提升管温度分布上, 也就是说适中的提升管中下部密度是提高收率和改善产品分布的关键。

3 结论

a) 从产品数据看, 加氢精制柴油的各项质量指标均达到国家要求, 产品总收率达 103%, 其中柴油收率达 97% 以上。

b) MCI 段反应温度实际操作比原设计低 71℃, 在氢分压比原设计低 1.4~1.6 MPa 的情况下, 所得产品的含硫、氮量均比设计值小, 十六烷值也有较大幅度提高, 说明由 FH-98、3963 组成的催化剂系统, 具有良好的活性。

c) 降凝段实际操作温度比设计值低 15℃, 且当

1 提升管设计特点

延炼 1.0 Mt/a 两段再生 FCCU 由北京设计院设计。再生斜管与提升管成 30°角, 底部预提升蒸气采用蒸气环, 预提升段尺寸为 $\phi 700$, 考虑到线速和设备磨损问题, 提升管进料段以上扩径为 $\phi 900$ 。设计时还考虑了 MGG 方案, 故进料喷嘴分为上下两层, 上下喷嘴相距 10.8 m, 预提升蒸气环至提升管出口总长为 57.3 m, 如果采用上进料, 提升管有效长度为 37 m, 底部蒸气环中心至进料喷嘴距离, 即催化剂调节区长度为 19.1 m, 其中 $\phi 700$ 段为 7.3 m。由以上结构尺寸可以看出设计上的显著特点:

降凝反应器入口温度升高 5℃时, 柴油产品凝点降低幅度超过 -10℃, 说明 3881 催化剂反应活性及降凝选择性都非常好。

d) 在实际生产中, 操作温度、反应器氢分压和催化剂的装填量等数据均低于设计数据, 在以后生产中, 可以通过增加催化剂装填量, 提高反应操作温度和氢分压, 提高装置处理能力, 延炼 40×10^4 t/a 柴油加氢装置有一定的扩能改造余地。

参考文献:

- [1] 抚顺石油化工研究院. 延炼 0.4 Mt/a 加氢装置中试试验结果(实验数据)[R]. 抚顺: 抚顺石油化工研究院, 2000.

收稿日期: 2004-03-09; 修回日期: 2004-05-10

作者简介: 杨开研(1965-), 男, 陕西横山人, 工程师, 一直从事炼油工艺技术及管理工作。电话: (0911)3811248。

©1994-2015 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

SELECTED ABSTRACTS

NATURAL GAS AND OIL

(QUARTERLY)

Vol. 23 No. 2 Jun. 2005

Restarting Process of Hot Oil Pipeline after Shutdown

Jiang Xinguo(Dalian Vocational Technical College, Dalian, Liaoning, 116035, China)

Liu Aiguo, Ding Qimin(Machinery College, Liaoning University of Petroleum & Chemical Technology, Fushun, Liaoning, 113001, China) **NGO**, 2005, 23(2): 25-27

ABSTRACT: Through summarizing the researches on hot oil pipeline restarting processes after shutdown in recent years, discussed are the water energy and heat energy calculations during shutdown of buried pipelines, restarting pressure calculations during restarting, safe shutdown time calculations and factors necessary to be considered in these calculations. Some opinions are put forward on practical application of restarting processes after shutdown, which are significant to engineering practice.

KEY WORDS: Hot oil pipeline; Shutdown; Restarting pressure

OIL & GAS TREATING AND PROCESSING

Study on Properties of Deep-Drawn Wax Oil and Residue of Typical Crude Oil in Shengli Oil Field

Zhang Xiaojing(Research Institute of Petrochemical Engineering Technology, LPEC, Luoyang, Henan, 471003, China) **NGO**, 2005, 23(2): 28-31

ABSTRACT: In order to provide basis for deep process of heavy oil, the deep-cut distillation test for Shengli crude oil and an investigation on the properties of deep-cut vacuum gas oil and residue have been carried out on laboratory pilot plant. The results show that all deep-cut vacuum gas oil fractions contain higher sulfur content, the fractions cutting point over 570 °C contain higher nickel content, nitrogen content and carbon residue, when using the deep cutting VGO gas as FCCU stock, the better deep cutting temperature shall be lower than 570 °C, meanwhile the deep-cut fractions need desulfuration and the yields of vacuum gas oil can be increased 9.64% than ordinary distillation process when the cut point is raised to 570 °C, the economic benefit of deep distillation is comparatively significant, the depth of distillation is limited by the properties of residue, all deep-cut residues are difficult to process, and all residues, under the temperature over 500 °C, are fit for producing asphalts.

KEY WORDS: Shengli crude oil; Deep-drawn; Wax Oil; Residue; Study

Production of Fine Chemicals by the Technique of C₃/C₄ Olefin Oligopolymerization

Wang Yi(Qingjiang Petrochemical Co., Ltd., Huaian, Jiangsu, 223002, China) **NGO**, 2005, 23(2): 32-34

ABSTRACT: Described are research, development and production of C₃/C₄ olefin oligomerization, domestic production processes are compared with foreign ones and introduced is the application of chemicals made from olefin oligomerization. It is suggested that production of chemicals from olefin oligomerization shall be expanded greatly in China.

KEY WORDS: Propylene; Ethylene; Oligopolymerization; Product

Analysis on Application of Non-hydrogen Technology to Improving Quality of Straight-run Gasoline

Yao Riyuan(Yangzhou Petrochemical Complex, Yangzhou, Jiangsu, 225200, China) **NGO**, 2005, 23(2): 35-37

ABSTRACT: Described is application of straight-run gasoline quality improving technique by non-hydrogen in Yangzhou Petrochemical Complex. The results indicate that the technique has such advantages as high octane number and low olefin content, high liquid yield and low dry gas producing ratio and is a novel method for producing clean gasoline components.

KEY WORDS: Straight-run gasoline; Olefin; Octane number; Environment protection

Application of MCI-hydrodewaxing Compound Technology in the Yanlian Diesel Oil Hydrogenation Unit

Bai Xuelian, Liu Hongchao(Engineering and Technology Office of Petroleum Refining Group of Yan'an, Luochuan, Shaanxi, 727406, China)

Ji Libin(Waste Water Treatment Workshop of Petroleum Refining Group of Yan'an, Luochuan, Shaanxi, 727406, China) **NGO**, 2005, 23(2): 38-40

ABSTRACT: Petroleum Refining Group of Yan'an applies the MCI-hydrodewaxing Compound Technology developed by China Petrochemical Fushun Petrochemical Institute, uses catalytic cracking diesel oil as raw material and produces high quality diesel oil with low freezing point. In practical production, through properly adjusting operation parameters the freezing point of refined diesel oil can be changed in a wide range, which can enhance the flexibility of production organization.

KEY WORDS: MCI-hydrodewaxing; Catalysis; Diesel oil; Industrial production; Product quality

MACHINERY AND EQUIPMENT

Study on Transition of Natural Gas and LPG

Zhao Shuzhen(China Petroleum Engineering Co., Ltd. Southwest Company, Chengdu, Sichuan, 610017, China)

Wang Chiyu(Tarimu Oil Field Co. Planning Department, Kuerle, Xinjiang, 841000, China) **NGO**, 2005, 23(2): 57-58

ABSTRACT: By comparing performance parameters of natural gas and liquefied petroleum gas it is pointed out that necessary rebuilding of gas appliance and pipe transportation and distribution system shall be carried out for the use of natural gas, furthermore, different rebuilding schemes are recommended according to various gas supply ways.

KEY WORDS: Natural gas; Liquefied petroleum gas; Gas appliance; Transportation and distribution system