

牙哈原油综合评价

张远欣¹, 魏爱萍², 姜雅琪³, 夏德强¹, 李旭东²

(1. 兰州石化职业技术学院, 甘肃省兰州市 730060;

2. 中国石油兰州石化公司, 甘肃省兰州市 730060;

3. 广东石油化工学院, 广东省茂名市 525000)

摘要:介绍了对牙哈原油进行的综合评价。结果表明:该原油的特点是密度小(849.9 kg/m^3),轻质油收率高,且质量好,初馏点 $\sim 145^\circ\text{C}$ 馏分是理想的重整原料,初馏点 $\sim 180^\circ\text{C}$ 是较理想的汽油调合组分,也是优良的乙烯裂解原料,初馏点 $\sim 350^\circ\text{C}$ 收率72.17%,加工时应严格控制比例,比例过高,常压塔的汽相负荷大,会影响常减压装置的稳定操作和安全生产。牙哈原油重整原料的收率较高,砷、氯、硫含量低,腐蚀合格。牙哈原油芳烃潜含量较高,重整加工时芳烃收率指数高达73.51%,是较理想的重整原料。牙哈原油喷气燃料组分加工前应针对碱性氮小的情况采取白土精制,保证航空煤油颜色的稳定性。 $240\sim 300^\circ\text{C}$, $300\sim 350^\circ\text{C}$ 两段组分是较理想的柴油馏分,但必须经过加氢或碱洗精制, $240\sim 300^\circ\text{C}$ 是调合低凝柴油的优质组分。其减压蜡油作为润滑油馏分粘度指数大,黏温性能好,酸值小,芳烃含量较低,适合作生产高黏度指数润滑油的基础油,也是较好的催化裂解原料,大于 520°C 的减压渣油收率低,应与其他渣油掺炼,没有单独深加工的必要。

关键词:牙哈原油 原油评价 加工方案

牙哈原油是中国石油兰州石化公司炼油厂加工的主要原油之一,2011年加工量为0.8 Mt,该厂加工的牙哈原油主要是哈得、雅克拉等区域的混合原油,为了掌握牙哈原油的性质,为生产提供基础数据,2011年4月对牙哈原油进行采样,并开展了评价工作。

1 牙哈原油

1.1 一般性质

牙哈原油2011年4月分析数据见表1。根据原油工业分类方法^[1],牙哈原油属于轻质低硫含蜡原油,残炭值小,胶质、沥青质、酸值、硫、氮、重金属含量低,对油品加工很有利。

1.2 收率

牙哈原油实沸点蒸馏数据见表2。牙哈原油初馏点 $\sim 180^\circ\text{C}$ 收率为34.06%,初馏点 $\sim 350^\circ\text{C}$ 收率为72.17%;油质较轻,加工时应严格控制比例,比例过高,常压塔的汽相负荷大,会影响常减压装置的稳定操作和安全生产。

2 牙哈原油重整原料性质分析

将牙哈原油中 145°C 以前的组分作为重整原料,进行性质分析,数据见表3。单体烃组成数据

列于表4。

表1 牙哈原油的性质

Table 1 Properties of Yaha crude

密度(20°C)/($\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}$)	778.2
密度指数	49.24
重金属/($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$)	
Fe/Ni/Cu	3.02/0.11/0.06
Pb/V/Ca	0.10/0.16/1.68
w(灰分),%	0.0134
w(水),%	0.150
凝固点/ $^\circ\text{C}$	10
w(硫),%	0.08
w(氮),%	0.01
酸值/($\text{mgKOH}\cdot\text{g}^{-1}$)	0.121
$\rho(\text{盐})/(\text{mg}\cdot\text{L}^{-1})$	4
w(残炭),%	0.0167
w(沥青质),%	0.09
w(胶质),%	0.1
w(蜡),%	7.15

由表3可以看出,牙哈原油重整原料的收率较高,为30.16%。砷、氯、硫含量低,腐蚀合格。芳烃潜含量为45.87%,烷烃质量分数为50.25%,重整加工时芳烃收率指数高为73.51,是较理想的重整

收稿日期:2012-03-28。

作者简介:张远欣,副教授,双学士,1993年7月毕业于石油大学石油加工专业,从事石油加工教学工作。联系电话:18993189191, E-mail:zyx7941639@126.com。

原料。该馏分在切割过程中无变色现象。

表2 牙哈原油的实沸点蒸馏馏分分布

Table 2 TBP data of Yaha crude

馏分范围/℃	收率(占原油),%	总收率(占原油),%
初馏点~145	25.44	25.44
145~240	19.14	44.58
240~300	14.96	59.54
300~350	12.63	72.17
350~520	22.19	94.36
>520	1.12	95.48
初馏点~180	34.06	/
初馏点~350	72.17	/
初馏点~520	94.36	/

表3 牙哈原油的重整原料性质

Table 3 Reforming feedstock properties of Yaha crude

沸点范围/℃	初馏~145
收率,%	25.44
密度(20℃)/(kg·m ⁻³)	730
铜片腐蚀(50℃,3h)/级	1a
w(砷)/(ng·g ⁻¹)	10.1
w(氯)/(μg·g ⁻¹)	2.7
w(烃),%	
正构烷烃	24.15
异构烷烃	26.10
环烷烃	25.59
芳烃	23.96
馏程/℃	
初馏点/10%	50/68
50%/90%	90/121
终馏点	144
w(硫)/(μg·g ⁻¹)	13.3
w(氯)/(μg·g ⁻¹)	2.7
芳烃收率指数	73.51
w(芳潜),%	45.87

表4 牙哈原油重整原料初馏点~145℃馏分
单体烃类组成

Table 4 Free hydrocarbon composition in IBP~145℃
of Yaha reforming feedstock w, %

碳数	正构烷烃	异构烷烃	环烷烃	芳香烃	合计
C ₄	1.07	0.29	0	0	1.36
C ₅	5.11	4.39	0.31	0	9.81
C ₆	5.91	6.78	6.33	13.88	32.90
C ₇	6.09	6.16	11.97	7.12	31.34
C ₈	4.51	5.68	5.31	2.73	18.23
C ₉	1.34	2.42	1.53	0.23	5.52
C ₁₀	0.12	0.38	0.14	0	0.64
C ₁₁	0	0	0	0	0
C ₁₂	0	0	0	0	0
合计	24.15	26.10	25.59	23.96	99.80

3 直馏汽油馏分性质分析

将牙哈原油中180℃以前的组分作为直馏汽油馏分,进行性质分析,见表5。由表5可以看出,牙哈原油直馏汽油馏分的收率高,为38.99%。酸度较大,为2.042 mgKOH/g,腐蚀合格,辛烷值(RON)为62.4,硫质量分数为13.5 μg/g,烷烃质量分数为52.36%,适合作为车用汽油的调合组分,但要控制比例,也可作为乙烯裂解料^[2],该馏分段无变色现象。

表5 牙哈原油直馏汽油馏分性质

Table 5 Properties of straight-run gasoline of Yaha crude

沸点范围/℃	初馏~180℃
收率,%	34.06
密度(20℃)/(kg·m ⁻³)	737
铜片腐蚀(50℃,3h)/级	1a
馏程/℃	
初馏点/10%	49/74
50%/90%/终馏点	103/152/177
w(烃组成),%	
正构烷烃	26.26
异构烷烃	26.10
环烷烃	24.79
芳香烃	22.61
辛烷值(RON)	62.4
酸度/[mgKOH·(100 mL) ⁻¹]	2.042
w(硫)/(μg·g ⁻¹)	13.5
w(氮)/(μg·g ⁻¹)	0.8

4 喷气燃料馏分性质分析

切割145~240℃的组分作为喷气燃料馏分,性质分析见表6。由表6可以看出,牙哈原油喷气燃料组分收率为19.14%,硫醇硫合格,为0.0002%,指标为小于0.0018%。总酸值为0.155 mgKOH/g,不合格,指标为0.001~0.014 mgKOH/g。硫质量分数为41.3 μg/g;铜片腐蚀为1b,不合格;碱性氮为0.19 μg/g;透光率为96%,指标为≥96%;赛比为+25,指标为≥+25。在该馏分段无变色情况。加工前应针对碱性氮低的情况,采取白土精制^[3],保证航空煤油颜色的稳定性。

5 柴油馏分性质分析

切割240~300℃,300~350℃两段组分作为柴油馏分,性质分析见表7~8。由表7~8可以看出,柴油段的收率分别为14.96%,12.63%。柴油指数高,分别为73.44,79.99,十六烷值指数较高,分别为72.4,76.8,燃烧性能好,闪点高,凝

点低,腐蚀合格,硫、氮含量低,是较理想的柴油馏分,但酸度大,分别为 13.36 mgKOH/(100 mL)和 15.49 mgKOH/(100 mL),硫质量分数分别为 160 和 520 μg/g,必须经过加氢或碱洗精制,240 ~ 300 ℃是调合低凝柴油的优质组分。

表 6 牙哈原油喷气燃料馏分性质
Table 6 Jet fuel properties of Yaha crude

沸点/℃	145 ~ 240
收率, %	19.14
密度(20 ℃)/(kg · m ⁻³)	773.2
铜片腐蚀(100 ℃, 2 h)/级	1b
闪点(闭口)/℃	36
馏程/℃	
初馏点/10%	136/152
50%/90%	176/210
终馏点	229
w(碱性氮)/(μg · g ⁻¹)	0.19
总酸值/(mgKOH · g ⁻¹)	0.155
赛比/号	25
w(硫醇硫), %	0.000 2
运动黏度/(mm ² · s ⁻¹)	
20 ℃	1.344
-20 ℃	2.864
φ(芳烃), %	11.4
冰点/℃	-53
透光率, %	96
w(硫)/(μg · g ⁻¹)	41.3
w(氮)/(μg · g ⁻¹)	1.4

表 7 牙哈原油轻柴油馏分性质
Table 7 Light diesel properties of Yaha crude

沸点范围/℃	240 ~ 300
收率, %	14.96
密度(20 ℃)/(kg · m ⁻³)	812.1
铜片腐蚀(50 ℃, 3 h)/级	1a
闪点(闭口)/℃	102
馏程/℃	
初馏点/10%	233/245
50%/90%	256/275
95%/终馏点	281/289
w(硫)/(μg · g ⁻¹)	160
w(氮)/(μg · g ⁻¹)	2.4
酸度/[mgKOH · (100 mL) ⁻¹]	14.36
苯胺点/℃	78.5
柴油指数	72.4
十六烷值指数	57
比色/号	<0.5
凝点/℃	-14
冷滤点/℃	-13
运动黏度(20 ℃)/(mm ² · s ⁻¹)	3.709

表 8 牙哈原油重柴油馏分性质
Table 8 Heavy diesel properties of Yaha crude

沸点/℃	300 ~ 350
收率, %	12.63
密度(20 ℃)/(kg · m ⁻³)	818.4
铜片腐蚀(50 ℃, 3 h)/级	1a
闪点(闭口)/℃	138
馏程/℃	
初馏点/10%	288/295
50%/90%	307/322
95%/终馏点	327/333
w(硫)/(μg · g ⁻¹)	520
w(氮)/(μg · g ⁻¹)	7
酸度/[mgKOH · (100 mL) ⁻¹]	15.49
苯胺点/℃	87.7
柴油指数	76.8
十六烷值指数	63.91
比色/号	<0.5
凝点/℃	11
冷滤点/℃	10
运动黏度(20 ℃)/(mm ² · s ⁻¹)	3.709

6 润滑油性质分析

将减压馏分切割为 350 ~ 400 ℃, 400 ~ 450 ℃, 450 ~ 520 ℃三个馏分,性质分析见表 9。

表 9 牙哈原油润滑油馏分性质
Table 9 Lube fraction properties of Yaha crude

沸点/℃	350 ~ 400	400 ~ 450	450 ~ 500
收率, %	9.25	6.93	3.31
密度(20 ℃)/(kg · m ⁻³)	827.9	836.0	849.9
凝点/℃	29	40	45
酸值/(mgKOH · g ⁻¹)	0.185	0.189	0.216
折光率(20 ℃)	1.466	1.4717	1.479
w(硫)/(μg · g ⁻¹)	1 000	1 000	1 400
w(氮)/(μg · g ⁻¹)	30.6	66.3	216.9
运动黏度/(mm ² · s ⁻¹)			
40 ℃	8.339	-	-
100 ℃	2.518	3.702	6.415
黏度指数	137	-	-
结构组成, %			
C _P /C _N	74.85/8.76	79.37/3.89	80.88/3.97
C _A /R _T	16.39/0.61	16.74/0.54	15.14/0.67
R _N /R _A	0.16/0.45	0/0.54	0.01/0.66
馏程/℃			
初馏点/2%	293/306	329/348	389/401
10%/30%	323/347	367/390	446/472
50%/70%	361/375	407/426	489/504
90%/97%	398/420	451/475	523/535
平均相对分子质量	226.28	264.3	353.54
相关指数(BMCI)	14.2	12.7	11.85
特性因数 K	12.52	12.7	12.97

由表 9 可以看出,这三个润滑油馏分收率分别为 9.25%, 6.93%, 3.31%。它们的黏度指数

大,黏温性能好,酸值小,RA 分别为 0.45,0.54,0.66,芳烃含量较低,适合作生产高粘度指数润滑油的基础油。

8 催化裂解原料性质分析

把 350 ~ 520 ℃ 馏分按催化裂解原料进行分析,数据列于表 10。该馏分油的收率为 22.19%,分子中烷基侧链上的碳原子百分数 C_p 平均为 77.36%,芳香环碳数 C_N 为 6.39%,重金属含量低,残炭小,是较好的催化裂解原料。

表 10 牙哈原油催化裂解原料性质

Table 10 Catalytic cracking feedstock properties of Yaha crude

沸点/℃	350 ~ 520
收率, %	22.19
密度(20 ℃)/(kg · m ⁻³)	836.7
折光率(20 ℃)	1.471
闪点(开口)/℃	190
w(残炭), %	0.012 2
w(重金属)/(μg · g ⁻¹)	
Fe/Ni/Cu	0.81/0.02/0.02
Pb/V/Ca	0.08/0.01/0.90
平均相对分子质量	253.89
馏程/℃	
初馏点/2%/10%	300/315/338
30%/50%/70%	367/393/423
90%/97%	469/506
特性因数(K)	12.6
相关指数(BMCI)	14.12
结构组成, %	
$C_p/C_N/C_A$	77.36/6.39/16.25
$R_T/R_N/R_A$	0.51/0.01/0.5

9 渣油性质分析

大于 520 ℃ 的减压渣油收率低,为 1.12%,

因收集样品仅有 100 mL,没有进行性质分析。

10 加工方案分析与建议

牙哈原油油质较轻,初馏点 ~ 350 ℃ 收率为 72.17%,加工时应严格控制比例,比例过高,常压塔的汽相负荷大,会影响常减压装置的稳定操作和安全生产。牙哈原油重整原料的收率较高,砷、氯、硫含量低,腐蚀合格。芳烃潜含量较高,重整加工时芳烃收率指数高达 73.51,是较理想的重整原料。牙哈原油直馏汽油馏分的收率高,酸度较大,腐蚀合格,辛烷值较高,硫含量低,烷烃含量高,适合作为车用汽油的调合组分,但要控制比例,也可作为乙烯裂解料。牙哈原油喷气燃料组分加工前应针对碱性氮低的情况采取白土精制,保证航空煤油颜色的稳定性。240 ~ 300 ℃,300 ~ 350 ℃ 两段组分是较理想的柴油馏分,但必须经过加氢或碱洗精制,240 ~ 300 ℃ 是调合低凝柴油的优质组分。减压蜡油作为润滑油馏分,黏度指数大,黏温性能好,酸值小,芳烃含量较低,适合作生产高黏度指数润滑油的基础油。 C_p 高, C_N 低,重金属含量低,残炭小,也是较好的催化裂解原料。大于 520 ℃ 的减压渣油收率低,与其他渣油掺炼,没有单独深加工的必要。

参考文献

- [1] 林世雄. 石油炼制工程[M]. 北京:石油工业出版社,2000.
- [2] Apostolos Georgiou, Ajit V Sapre, Paulsboro N J, et al. Ethylene optimization system reaps operations and maintenance benefits [J]. Oil & Gas, 1998.
- [3] 中国石油化工集团公司人事部. 润滑油白土补充精制装置操作工[M]. 北京:中国石化出版社,2007.

(编辑 苏德中)

Evaluation of Yaha crude oil

Zhang Yuanxin¹, Wei Aiping², Lou Yaqi³, Xia Deqiang¹, Li Xudong²

(1. Lanzhou Petrochemical Vocational Technology College, Lanzhou, Gansu 730060;

2. PetroChina Lanzhou Petrochemical Company, Lanzhou, Gansu 730060;

3. Guangdong University of Petrochemical Technology, Maoming, Guangdong 525000)

Abstract: The evaluation of Yaha crude oil demonstrates that the crude is a high-quality and low-density (849.9 kg/m³) crude with high light oil yield, whose IBP-145 ℃ fraction is desirable feedstock for continuous catalytic reforming (CCR) and whose IBP-180 ℃ fraction is a satisfactory gasoline blending component as

well as excellent ethylene cracker feed. The yield of IBP-350 °C fraction is 76.55%. When the crude oil is being processed, the percentage in the feed should be strictly controlled. The higher percentage will increase the gas phase load of the atmospheric tower and affect the stable safe unit operation. The yield of fraction for CCR feed of Yaha crude is higher and contents of Ar, Cl and S are low. The sulfur corrosion is within specification. In addition, Yaha crude oil contains higher amount of potential aromatics and the aromatic yield in catalytic reforming is as high as 73.51%, which is a satisfactory feedstock for CCR. The jet fuel from Yaha crude shall be treated by white clay to improve the color and stability because of lower alkaline ammonia. The 240-300 °C and 300-350 °C fractions are desirable diesel fractions, and these two fractions need to be hydrotreated or treated by caustic washing. The 240-300 °C fraction is excellent diesel blending component for low freezing point diesel production. The vacuum gas oil, which is high in viscosity index, good in temperature performance, low in acid value and low in aromatics, is a good base oil for production of high viscosity index lube oil and is also a good feedstock for FCCU. The vacuum residue of higher than 520 °C temperature, whose yield is low, can be blended with other residues for processing, and there is no need for separate upgrading.

Key Words: Yaha crude oil, crude oil evaluation, processing scheme

国内外动态

2012 年催化重整与芳烃抽提年会顺利召开

2012 年 6 月 27—30 日,由中国石化石油化工科学研究院主办的 2012 年催化重整与芳烃抽提科技情报站年会在四川省成都市顺利召开。出席会议的有中国石化工程建设公司、中国石化洛阳石油化工工程公司、中国石化石油化工科学研究院、中国石化抚顺石油化工研究院、中国石化华东设计院、惠生工程(中国)有限公司及各石化公司等近 70 个单位、140 多名代表,会议共收到技术论文 74 篇,大会报告了 33 篇。

会议首先由催化重整科技情报站领导致开幕词。然后,大会进行技术报告,石油化工科学研究院作了《催化重整发展趋势与技术进步》、《国内外催化重整的发展现状及趋势》等报告;洛阳石油化工工程公司作了《固相脱氯型国产连续重整技术开发及工业应用》等报告;中国石化工程建设公司作了《催化重整的节能降耗》等报告;华东设计院作了《大型连续重整装置的优化设计》等报告;部分石化公司作了有关装置投产运行、生产标定总结、技术改造及催化剂工业应用方面的报告。

到目前为止,我国催化重整能力达到 53.53 Mt/a,占原油加工能力 540 Mt/a 的比例为 9.9%。我国催化重整装置共有 85 套,其中连续重整装置 48 套,加工能力为 44.76 Mt/a,平均规模为 0.932 Mt/a;半再生重整装置 37 套,加工能力为 8.77 Mt/a,平均规模为 0.237 Mt/a,我国无循环再生重整装置,连续重整加工能力占总催化重整能力 83.6%。

为了进一步促进催化重整技术进步、提升催化重整

技术服务和提高催化重整装置运行水平,会议邀请设计单位、研究单位、催化剂制造单位和炼化企业等有关专家,通过研究、制造、设计、生产多方位的交流互动,共同探讨催化重整技术面临的机遇、挑战及未来发展方向、装置设计和运行经验,一起交流产业发展新情况,展示技术创新新成就,讨论工艺发展新趋势,共商催化重整发展大计。我国打破了长期以来美国和法国对连续重整技术的垄断,成为继美国和法国之后第三个掌握连续重整技术的国家,从而推动我国催化重整技术的快速发展。这个年会代表我国催化重整与芳烃抽提技术的最高水平,目前我国催化重整技术已经达到国际先进水平。

随着我国对环境保护要求的提高,车用汽油质量标准与欧 IV 接轨,北京于 2008 年 3 月 1 日、上海于 2009 年 11 月 1 日、广州于 2010 年 8 月 1 日率先使用国 IV 汽油(等效欧 IV),GWKB1.1—2011 车用汽油有害物质控制标准(第四、五阶段)已经于 2011 年 5 月 1 日实施,90 号无铅汽油将逐步退出我国市场,这将给我国催化重整的发展带来前所未有的机遇。催化重整不仅可以生产芳烃、高辛烷值汽油调合组分,而且副产氢气,为改善柴油的品质创造了有利条件,在当前炼油工业中具有非常重要的作用。据不完全统计,在未来 3 年内我国连续重整将新增产能 10 Mt/a 以上,到 2015 年末催化重整能力将超过 60 Mt/a,预计占原油加工能力的比例将超过 10%。

(路守彦供稿)