

# 加氢裂化轻石脑油调和国V汽油的研究与应用

李 韬\*

(中国石油化工股份有限公司天津分公司,天津 300271)

**摘要:**对加氢裂化轻石脑油的蒸汽压和辛烷值随其馏程变化的规律进行了研究,在此基础上进行了加氢裂化轻石脑油调和国V 95#汽油实验,确定了加氢裂化轻石脑油初馏点(实沸点)的切割范围:初馏点控制在20~30℃,调和汽油的蒸汽压为63~80 kPa,满足国V汽油冬季指标要求;初馏点控制在30~45℃,调和汽油的蒸汽压为46~63 kPa,满足国V汽油夏季指标要求;初馏点达到45℃以上后,调和汽油的蒸汽压将超国V汽油冬季指标下限。

**关键词:**加氢裂化轻石脑油;调和汽油;蒸汽压;辛烷值

中图分类号:TE624

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2015)04-0139-03

## Research and application of blending hydrocracking light naphtha with national - V gasoline

LI Tao\*

(SINOPEC Tianjin Company, Tianjin 300271, China)

**Abstract:** The change rules of Reid vapor pressure and octane number of the hydrocracking light naphtha with its boiling ranges are studied. The experiment of blending hydrocracking light naphtha with national-V 95# gasoline is conducted. The cutting ranges of the initial boiling point (true boiling point) of hydrocracking light naphtha are also determined. When the initial boiling point is 20~30℃ and 30~45℃, the Reid vapor pressure of blending gasoline is 63~80 kPa and 46~63 kPa, which meets the requirement of winter and summer national V standard, respectively. However, when the initial boiling point of blending gasoline is above 45℃, the Reid vapor pressure will become too low to meet the winter national V standard.

**Key words:** hydrocracking light naphtha; blending gasoline; reid vapor pressure; octane number

近年来,随着国内各城市雾霾天气日益严重,加强环境保护的呼声愈发高涨,汽柴油质量升级的步伐亦随之加快。天津地区继2013年9月完成国IV标准汽油升级后,2015年3月汽油质量将全面升级至国V标准,新标准对汽油硫含量、烯烃、芳烃、蒸气压等指标提出了更高的要求。

目前典型的汽油升级方案是对催化汽油进行脱硫,再调和生产满足国V质量标准的汽油,汽油脱硫技术主要是以汽油选择性加氢脱硫和S-zorp两大技术为主,需增上新装置,建设时间较长。加氢裂化轻石脑油具有低芳烃、低烯烃、高蒸气压、辛烷值偏低的特点,如能解决其蒸气压高、易含硫化氢的问题,对于高辛烷值组分富裕的企业,加氢裂化轻石脑油将成为很好的国V汽油调和组分,是实现汽油质量升级和增产高标号汽油的有效途径。

## 1 加氢裂化轻石脑油性质研究

### 1.1 实验方法

#### 1.1.1 原料

加氢裂化轻石脑油,取自中石化股份天津分公

司1#加氢裂化装置。

#### 1.1.2 馏分切割设备

常压条件下,在AZL-V型实沸点蒸馏仪上,对加氢裂化轻石脑油进行实沸点蒸馏,按5℃一个馏分将其切割为不同的馏分段,馏分用冷阱回收。

#### 1.1.3 分析方法

蒸气压分析采用GB 8017—1987《石油产品蒸气压测定法 雷德法》;族组成分析采用SH/T 0714—2002《液体石油产品中的烃类和含氧化合物的测定》(多维气相色谱法);研究法辛烷值分析采用GB 5487—1995(2004)《汽油辛烷值测定法》。

## 1.2 结果与讨论

### 1.2.1 加氢裂化轻石脑油性质及组成分析

加氢裂化轻石脑油主要性质和族组成分析见表1、表2。

由表1可知,加氢裂化轻石脑油大部分指标满足国V汽油质量指标,总硫含量较高,主要为硫化氢,易脱除,脱后有机硫<3 μg/g,也满足国V汽油指标要求,但蒸气压远高于国V汽油质量指标,成为

加氢裂化轻石脑油调和国 V 汽油的瓶颈。

表 1 加氢裂化轻石脑油主要性质分析

项目	加氢裂化轻石脑油	国 V 汽油质量指标
密度/(g·cm <sup>-3</sup> )	0.64	0.72 ~ 0.775
硫/(μg·g <sup>-1</sup> )	3 ~ 150	≤10
RON	80	89/92/95
芳烃体积分数/%	0.15	≤40
烯烃体积分数/%	1.0	≤24
苯体积分数/%	1.1	≤1.0
氧质量分数/%	0	≤2.7
雷德蒸汽压(RVP)/kPa	140	冬季 45 ~ 85, 夏季 40 ~ 65
馏程(恩氏蒸馏)/°C		
初馏点	24	≤70
10%	31.5	
50%	44.7	≤120
90%	68.6	≤190
终馏点	86.4	≤205

注:主要为硫化氢,含量不稳定,脱后有机硫 < 3 μg/g。

表 2 加氢裂化轻石脑油族组成(质量分数) %

分析项目	链烷烃	烯烃	环烷烃	芳烃	总计
碳数	nP	iP	O	N	A
C <sub>2</sub>	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
C <sub>3</sub>	0.09	0.00	0.00	0.00	0.09
C <sub>4</sub>	4.12	2.64	0.00	0.00	6.76
C <sub>5</sub>	14.03	35.58	0.00	1.13	50.74
C <sub>6</sub>	3.11	29.54	0.00	0.19	34.07
C <sub>7</sub>	0.14	5.67	0.00	0.80	7.00
C <sub>8</sub>	0.12	0.53	0.00	0.32	0.97
C <sub>9</sub>	0.00	0.20	0.00	0.00	0.20
总计	21.61	74.16	0.00	2.44	99.83

由表 2 可知,加氢裂化轻石脑油主要由戊烷和己烷组成,同时包括少量丁烷和庚烷,通过查阅、计算单体烃性质(表 3)<sup>[1-2]</sup>可知,正丁烷、异丁烷、新戊烷和异戊烷蒸汽压较高,是造成加氢裂化轻石脑油蒸汽压高的主要原因,但同时其相对于己烷、庚烷

表 3 单体烃性质

名称	沸点/°C	蒸汽压/kPa	研究法辛烷值
正丁烷	-0.5	355	93.8
异丁烷	-11.13	495.6	101
正戊烷	36.1	107.4	61.7
异戊烷/新戊烷	28,9.5	141,252.9	92.3
正己烷	68.9	34.2	24.8
异己烷	60.3,63.3,49.7,58.1	42 ~ 68	73.4 ~ 91.8
正庚烷	98.4	11.2	0
异庚烷	90.0,91.8,93.5,79.2,	13.9 ~ 24.1	42.4 ~ 92.8
	89.8,80.5,86.1,80.9		

等来说,辛烷值也较高,如能将其适量脱除,就能获得蒸汽压满足要求并且辛烷值适中的汽油调和组分。

### 1.2.2 加氢裂化轻石脑油窄馏分段蒸汽压和辛烷值分析

(1)按 5°C 一个馏分进行切割实验

在实验室对加氢裂化轻石脑油进行切割,按 5°C 一个馏分将其切割为不同的馏分段,测定每一个馏分段的辛烷值,见表 4。

表 4 加氢裂化轻石脑油各馏分段辛烷值计算结果

馏分(实沸点)/°C	研究法辛烷值	馏分(实沸点)/°C	研究法辛烷值
20 ~ 25	83.24	45 ~ 50	88.01
25 ~ 30	88.17	50 ~ 55	74.63
30 ~ 35	81.17	55 ~ 60	73.88
35 ~ 40	75.83	60 ~ 65	79.39
40 ~ 45	86.79		

由表 4 可以看出,随着馏分段逐渐变重,辛烷值有高低,辛烷值的变化主要与各馏分段族组成有关。

(2)按 5°C 一个馏分进行脱除实验

对加氢裂化轻石脑油按 5°C 进行馏分的脱除,测定脱除后馏分的蒸汽压和辛烷值,结果见表 5。

表 5 加氢裂化轻石脑油脱后馏分辛烷值及蒸汽压变化

馏分(实沸点)/°C	>20	>25	>30	>35	>40
研究法辛烷值	80.7	80.1	78.9	78.3	77.8
蒸汽压/kPa	110.0	98.4	85.7	78.2	55.5
馏分(实沸点)/°C	>45	>50	>55	>60	>65
研究法辛烷值	77.3	76.0	76.1	75.4	69.0
蒸汽压/kPa	52.0	39.5	41.3	35.7	31.7

由表 5 可以看出,随着馏分逐渐变重,辛烷值和蒸汽压呈现下降趋势。加氢裂化轻石脑油在脱除轻馏分、降低蒸汽压的过程中,辛烷值有损失,因此,在保证轻石脑油蒸汽压满足调合汽油要求的情况下,应尽量减少轻烃的脱除。

### 1.2.3 调和实验

用不同切割点的脱除轻组分的加氢裂化轻石脑油与重整汽油、MTBE 等汽油调合组分进行国 V 95# 汽油调和实验,重整汽油、MTBE 性质见表 6,调和结果见表 7。

表 6 重整汽油和 MTBE 性质

调和组分	研究法辛烷值	蒸汽压/kPa
重整汽油	107	33
MTBE	114	55

注:重整汽油中包括重整戊烷油,戊烷油蒸汽压较高。

表7 国V 95<sup>#</sup>汽油实验室调和结果

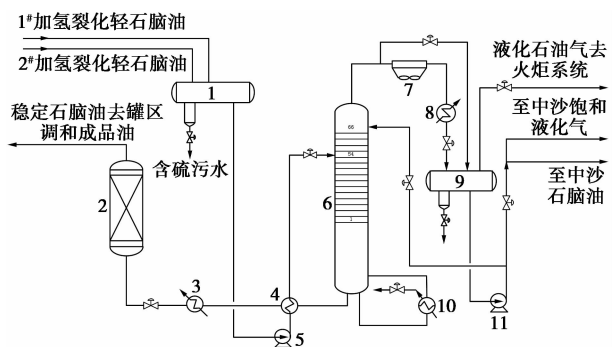
调和用轻石	质量分数/ %	调和汽油 研究法辛烷值	调和汽油 蒸汽压/kPa
>20℃轻石	46.0	95.7	80.0
>25℃轻石	45.0	95.7	71.3
>30℃轻石	43.1	95.7	63.0
>35℃轻石	42.2	95.7	59.2
>40℃轻石	41.5	95.7	48.0
>45℃轻石	40.8	95.7	46.0

由表7可知,切割点在20~30℃时,调和汽油的蒸汽压为63~80 kPa,满足国V汽油冬季指标要求;切割点在30~45℃时,调和汽油的蒸汽压为46~63 kPa,满足国V汽油夏季指标要求,但切割点进一步提高到45℃以上后,调和汽油的蒸汽压会超指标下限。为节约高辛烷值组分并尽可能多地利用轻石资源生产国V汽油,应将加氢裂化轻石脑油的切割点控制在30℃(实沸点)左右。

## 2 实际调和和应用情况

### 2.1 工艺改造情况

在加氢裂化装置增上1套轻石稳定系统,将加氢裂化轻石脑油送入稳定塔脱除轻组分,塔底得到的稳定后轻石脑油经过氧化锌吸附罐脱硫后得到硫质量分数小于 $10^{-5}$ 的国V汽油调和组分。流程图见图1。



1—502-D-211 原料缓冲罐;2—502-D-201A/B 氧化锌脱硫罐;  
3—502-E-227 塔底产品冷却器;4—502-E-226A/B 原料产品换  
热器;5—502-P-219A/B 稳定塔进料泵;6—502-C-208 裂化轻  
石稳定塔;7—502-A-209A/B 塔顶空冷器;8—502-E-228 液  
化石脑油气冷却器;9—502-D-212 稳定塔回流罐;10—502-E-229  
塔底再沸器;11—502-P-220A/B 稳定塔回流泵

图1 加氢裂化轻石脑油稳定系统流程图

### 2.2 投用情况

2014年9月,天津石化加氢裂化轻石脑油稳定系统投用,经过优化调整,将稳定后轻石脑油初馏点

控制在36℃时,蒸气压为84 kPa,辛烷值为78.6,用此轻石脑油和重整汽油、MTBE可以成功调和95<sup>#</sup>国V汽油,结果见表8。

表8 加氢裂化轻石脑油主要性质分析

项目	稳定后加氢裂化轻石脑油	调和后国V汽油
密度/( $\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$ )	0.661	0.754
硫/( $\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$ )	1.0	0.5
RON	78.6	96
芳烃体积分数/%	0.2	36.5
烯烃体积分数/%	1.4	1.1
苯体积分数/%	1.4	0.72
氧质量分数/%	0	1.91
雷德蒸汽压(RVP)/kPa	84	60.7
馏程(恩氏蒸馏)/℃		
初馏点	36	41
10%	42	51
50%	54	82
90%	75	163
终馏点	96	188

## 3 结论

(1)加氢裂化轻石脑油主要由戊烷和己烷组成,同时包括少量丁烷和庚烷,正丁烷、异丁烷、新戊烷和异戊烷蒸气压较高,是造成加氢裂化轻石脑油蒸气压较高的主要原因。

(2)加氢裂化轻石脑油在脱除轻馏分、降低蒸气压的过程中,辛烷值逐渐下降,因此,在保证轻石脑油蒸气压满足调合汽油要求的情况下,应尽量减少轻烃的脱除。

(3)用脱除轻馏分后的加氢裂化轻石脑油和重整汽油、MTBE调和国V 95<sup>#</sup>汽油,将轻石脑油实沸点初馏点控制在20~30℃,调和汽油的蒸汽压为63~80 kPa,满足国V汽油冬季指标要求;初馏点控制在30~45℃,调和汽油的蒸汽压为46~63 kPa,满足国V汽油夏季指标要求;初馏点达到45℃以上后,调和汽油的蒸汽压将超国V汽油冬季指标下限。根据以上研究对加氢裂化装置进行改造,增设轻石脑油稳定系统以后,用稳定后轻石脑油成功调和出95<sup>#</sup>国V汽油产品。

## 参考文献

- [1] 北京石油设计院. 石油化工工艺计算图表[M]. 北京: 烃加工出版社, 1985: 1-2.
- [2] 姚允斌. 物理化学手册[M]. 上海: 上海科学技术出版社, 1985: 614-628. ■