

# 加氢裂化装置产品结构优化

郑港西\*, 方 友, 曾文钦

(中海油惠州石化有限公司, 广东 惠州 516086)

**摘要:**通过加氢裂化装置掺炼、回炼柴油、加氢裂化装置分馏系统优化等多项措施,大幅降低柴汽比,增产重石脑油、航空煤油等高附加值产品,大幅提高经济效益。

**关键词:**加氢;柴油;产品;优化;分馏

中图分类号:TE624

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2019)07-0198-04

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2019.07.042

## Optimization of products portfolio for hydrocracking unit

ZHENG Gang-xi\*, FANG You, ZENG Wen-qin

(CNOOC Huizhou Petrochemical Company Limited, Huizhou 516086, China)

**Abstract:** According to the market situation, refinery has achieved better results through optimizing the product portfolio of the hydrocracking unit and reducing the ratio of diesel to gasoline in the whole plant. The economic benefits of the whole plant are greatly improved by a number of measures, such as adding and refining diesel oil in hydrocracking unit, and optimizing fractionation system of hydrocracking unit, which reduces greatly the ratio of diesel to gasoline, increases the production of high added value products such as rock naphtha and aviation kerosene.

**Key words:** hydrogenation; diesel; product; optimization; fractionation

中海油惠州石化有限公司(简称惠州石化)共有 2 套加氢裂化装置,4.0 Mt/a 蜡油加氢裂化装置、3.6 Mt/a 煤柴油加氢裂化装置,主要以减压蜡油和焦化蜡油、直馏煤柴油为原料生产石脑油、航煤、柴油等产品。由于近年来柴油市场饱和,柴油消费增速明显放缓,经济效益较差<sup>[1-2]</sup>。装置积极优化产品结构,通过各加氢装置掺炼或回炼产品柴油、优化分馏操作等多项措施最大化降低柴汽比,最大量地生产高品质的重石脑油、航空煤油等高附加值产品,以适应市场需求变化、创造更高的经济效益<sup>[3-4]</sup>。

### 1 加氢裂化装置掺炼或回炼产品柴油

利用加氢裂化装置空余负荷加工产品柴油,将产品柴油转化为航煤、重石等高附加值产品,降低柴油收率,优化产品结构,同时拓宽了加氢裂化装置原料油范围,增加加氢裂化装置生产方案的灵活性,充分发挥装置加工能力,提高装置经济效益。由于产品柴油已经过加氢处理,硫、氮含量较低,性质比加氢裂化原料好,因此原料混合后提高了加氢裂化原料的性质,不会影响催化剂的长周期运行。

### 1.1 蜡油加氢裂化装置掺炼精制柴油

蜡油加氢裂化装置通过实施技改增加管线回炼焦化汽柴油加氢的产品柴油,目前蜡油加氢裂化装置掺炼精制产品柴油 20~40 t/h,此部分柴油转化率为 90%~100%,绝大部分转化为重石与航煤,如表 1 所示,装置重石总收率增加约 2.0%,航煤总收率增加约 2.5%。

表 1 蜡油加氢裂化装置掺炼精制柴油前后产品收率对比

产品	掺炼前收率	掺炼后收率	掺炼前后收率变化
干气	0.33	0.33	0.00
低分气	0.62	0.64	0.02
LPG	4.99	4.79	-0.20
轻石脑油	9.03	8.45	-0.58
重石脑油	24.03	26.05	2.02
航煤	29.89	32.37	2.48
柴油	18.37	14.65	-3.72
尾油	12.43	12.40	-0.03
污油及损失	0.31	0.31	0.00
合计	100.00	100.00	0.00

收稿日期:2018-10-15;修回日期:2019-04-05

作者简介:郑港西(1984-),男,工程师,从事加氢裂化工艺管理工作,通讯联系人,zhenggx3@cnooc.com.cn。

如表2所示,按惠州石化各产品及公用工程价格,标定核算蜡油加氢裂化装置每日掺炼480 t (20 t/h)加氢精制柴油可获得9.06万元效益,即每掺炼1 t精制柴油可收益约180元。

**表2 蜡油加氢裂化装置回炼精制柴油经济效益分析表**

投入物料名称	日耗量/t	单价/(元·t <sup>-1</sup> )	成本/元
柴油	480.00	2431.00	1166880.00
氢气	10.00	5710.00	57100.00
燃动消耗			
燃料气	5.07	2994.00	15200.27
电	8448 kWh	0.67元/kWh	5660.16
蒸汽 9.5 MPa	40.75	355.50	14486.62
蒸汽 3.5 MPa	44.25	228.34	10104.04
蒸汽 1.0 MPa	121.78	150.80	18365.17
蒸汽 0.45 MPa	102.87	112.42	11565.20
新鲜水	0	3.25	0
除盐水	-35.63	8.98	-319.91
除氧水	19.09	16.88	322.30
压缩空气	50.38	0.15	7.55
氮气	512.00	0.60	307.20
成本合计			1298985.20
产品	日产量/t	单价/(元·t <sup>-1</sup> )	产品收益/元
干气	4.26	2994.00	12754.44
液化气	24.12	2317.00	55886.04
轻石	29.15	2711.00	79025.65
重石	187.25	2798.00	523925.50
航煤	245.22	2928.00	718004.16
产品收益合计			1389595.75
掺炼后的效益			90610.55

注:掺炼后的效益=产品收益合计-成本合计。

### 1.2 煤柴油加氢裂化装置回炼自身产品柴油

煤柴油加氢装置通过长循环线回炼自身产品柴油,回炼量为10~20 t/h,此部分柴油转化率为65%~70%,重石和航煤收率各增加约2.0%,如表3所示。

如表4所示,按惠州石化各产品及公用工程价格,煤柴油加氢裂化装置每日回炼自身产品柴油423.4 t可获得3.44万元效益,即每回炼1 t自身柴油产品可收益约80元。

**表3 煤柴油加氢裂化装置回炼柴油前后产品收率对比**

产品	回炼柴油前产品收率	回炼柴油后产品收率	回炼前后收率变化/%
干气	1.26	1.25	-0.01
低分气	1.28	1.29	0.01
液化气	3.99	4.01	0.02
轻石	4.33	4.32	-0.01
重石	25.16	27.18	2.02
航煤	13.87	15.86	1.99
柴油	50.04	46.02	-4.02
污油	0	0	0
损失	0.07	0.07	0
合计	100.00	100.00	0

**表4 煤柴油加氢裂化装置回炼产品柴油经济效益分析表**

	日耗量/t	单价/(元·t <sup>-1</sup> )	成本/元
产品柴油	423.40	2431.00	1029285.00
重整氢	8.60	4413.70	37957.80
燃料及动力			
循环水	3921.70	0.30	1176.51
除盐水	19.30	8.98	173.31
除氧水	5.30	16.88	89.46
电	26038 kWh	0.67元/kWh	17445.46
蒸汽 3.5 MPa	17.70	228.34	4041.62
净化风	111.80	0.15	16.77
氮气 0.8 MPa	292.90	0.60	175.74
燃料气	14.10	2994.00	42215.40
成本合计			1132577.50
产品产出	日产量/t	单价/(元·t <sup>-1</sup> )	产品收益/元
干气	4.40	2994.00	13173.60
低分气	4.40	2994.00	13173.60
液化气	25.80	2317.00	59778.60
轻石脑油	18.50	2711.00	50153.50
重石脑油	108.00	2798.00	302184.00
航煤	140.90	2928.00	412555.20
柴油	130.00	2431.00	316030.00
产品收益合计			1167049.00
回炼后的效益			34471.50

注:回炼后的效益=产品收益合计-成本合计。

## 2 分馏系统操作优化调整

利用流程模拟软件建立加氢裂化装置分馏塔流程模型,对分馏系统进行分析与诊断,优化操作条件,提高分馏塔分离精度及调整产品切割点,实现多产石脑油和航煤、少产柴油的目的,提高加氢裂化装

置经济效益。

### 2.1 蜡油加氢裂化装置分馏优化操作

图 1 为蜡油加氢裂化装置分馏塔工艺流程。应用流程模拟软件建立蜡油加氢裂化装置分馏系统全流程模型,对分馏系统展开综合性、系统性分析与诊断,找出可优化的操作条件。

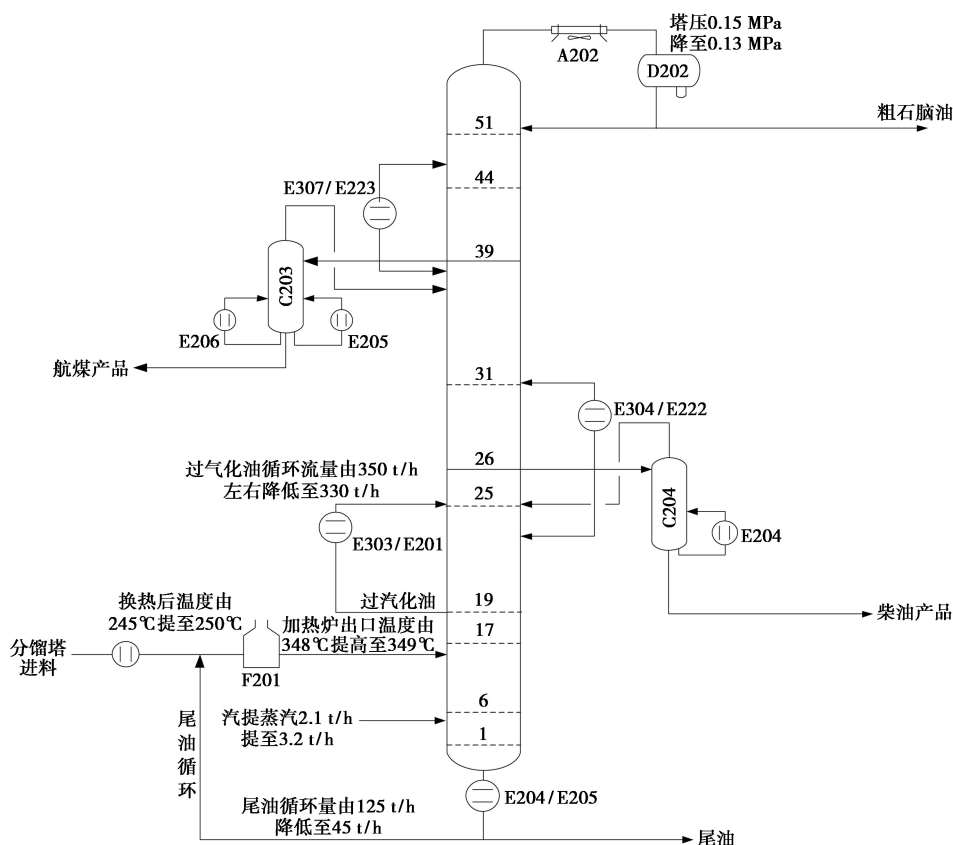


图 1 蜡油加氢裂化装置分馏塔工艺流程

(1)降低主分馏塔塔顶压力可以有效地提高塔板的泛点率和气化率,从而提高塔板的分离效果,有助于轻组分拔出。

(2)设计的尾油循环至分馏炉流量为 125 t/h,经过模拟发现其量偏大,提出将流量降低甚至停掉循环,以提高加热炉出口温度。

(3)提高加热炉出口温度可以提高主分馏塔进料的气化率,增加精馏段的气相,将有效地降低柴油中的重石、航煤组分。

(4)提高主分馏塔的汽提蒸汽用量,可以进一步降低汽提段的油气分压,使更多的轻组分气化。

(5)降低过气化油循环的取热量,减少过气化油对轻组分进入产品侧线的阻挡。

(6)通过对分馏及吸收稳定系统的换热负荷分配进行优化,增加分馏加热炉前换热器的热负荷,以

增加加热炉出口温度或降低炉子燃料气消耗。

找出以上优化条件后,蜡油加氢裂化装置将分馏塔塔压由 0.15 MPa 降至 0.13 MPa,将汽提蒸汽由 2.1 t/h 左右提高至 3.2 t/h,尾油循环量由 125 t/h 降低至 45 t/h,过气化油循环流量由 350 t/h 左右降低至 330 t/h,加热炉出口温度由 348℃ 提高至 349.3℃,通过分馏系统能量的优化调整,进炉物料换热后温度由 245℃ 提高至 250℃,从而提高分馏炉出口温度,解决了主分馏塔组分切割清晰度不足的问题。

如表 5 所示,经过优化调整后,装置重石脑油的收率由 20% 提高至 23%,航煤收率由 25% 提高至 30%,远高于设计收率 25.23%,柴油收率由 28% 降至 20%,远低于设计收率 29.18%。按装置处理量 420 t/h 计算,每天增产重石 302.4 t,增产航煤

504 t,减产柴油 806.4 t,按当时航煤和柴油价格计算,每天可增加效益近 35.3 万元。

表 5 蜡油加氢裂化装置分馏塔优化前后主要产品

产品	收率对比		
	优化前产品收率	优化后产品收率	优化前后收率变化
重石	20.00	23.00	3.00
航煤	25.00	30.00	5.00
柴油	28.00	20.00	-8.00

## 2.2 煤柴油加氢裂化装置分馏优化操作

利用流程模拟软件对分馏系统进行建模,综合分析主分馏塔与石脑油分馏塔之间多产航煤与重石脑油产品初馏点之间的相互限制因素,找出优化条件,如表 6 所示。

表 6 煤柴油加氢裂化装置分馏优化前后比较

项目	优化调整前	优化调整后
石脑油分馏塔压/MPa	0.18	0.13
石脑油分馏塔底温/℃	150	145
中段回流温度/℃	183	187
航煤干点/℃	235	248
航煤抽出量/(t·h <sup>-1</sup> )	130	145

(1)降低石脑油分馏塔塔顶压力可以有效地提高塔板的气化率,提高塔板的分离效果,有助于轻石脑油组分拔出。

(2)降低石脑油分馏塔塔底再沸器负荷,可提高主分馏塔中段回流温度,提高航煤抽出温度。

找出以上优化条件后,煤柴油加氢裂化装置优化石脑油分馏塔塔压,降低塔底再沸器热负荷,提高中段回流温度,在不影响轻石脑油初馏点情况下,提高航煤终馏点,使航煤收率由 30.95% 提高至 34.52%。按装置处理量 420 t/h 计算,每天增产航煤 360 t,按当时航煤和柴油价格计算每天可增加收

益约 17.9 万元。

## 3 结论

在日趋严格的环保要求下,成品油质量升级逐步加快,加氢裂化装置在炼厂中的比重越来越大,如何根据市场需求优化加氢装置的产品结构,成为炼厂的重要研究课题。惠州石化根据市场需求情况,通过加氢裂化装置掺炼或回炼产品柴油、优化分馏操作等多项措施,优化加氢裂化装置产品结构,大幅度降低了全厂柴油收率,将柴油转化为重石、航煤等高附加值产品,降低全厂柴汽比。

(1)蜡油加氢装置掺炼加氢精制产品柴油,将精制柴油转化为高附加值的重石脑油和航煤,使装置重石收率增加 2.0%,航煤收率增加 2.5%。

(2)煤柴油加氢装置回炼自身产品柴油,将产品柴油转化为高附加值的重石脑油和航煤,使装置柴油收率降低 4.0%,重石收率增加 2.0%,航煤收率增加 2.0%。

(3)蜡油加氢装置通过分馏系统操作优化,使装置柴油收率降低 8.0%,重石收率增加 3.0%,航煤收率增加 5.0%。

(4)煤柴油加氢装置通过分馏系统操作优化,提高航煤干点,使装置柴油收率降低 3.6%,航煤收率增加 3.6%。

## 参考文献

- [1] 张罗庚,胡云涛,简建超.加氢装置降低柴汽比的优化措施[J].石油炼制与化工,2017,48(7):60-63.
- [2] 吴子明,彭冲,曹正凯,等.调整炼厂产品结构的加氢技术的开发与应用[J].炼油技术与工程,2017,47(1):10-16.
- [3] 于慧鹏,刘沅林.优化蜡油加氢装置进料组分降低炼厂柴汽比[J].当代化工,2016,45(10):2367-2369.
- [4] 张成,钟湘生.降低柴汽比潜力分析与措施[J].炼油技术与工程,2013,43(6):22-25. ■

《现代化工》欢迎广大作者踊跃投稿,投稿系统:<http://www.xdhg.com.cn>