

# 混合汽油产品辛烷值损失影响因素分析

安毅帆 杨立强 张 勇 贾红博 (中石油长庆石化分公司, 陕西 咸阳 712000)

**摘 要:** 由于汽油加氢原料多采用催化裂化汽油, 其硫含量较高, 并且我国国 VI 汽油标准规定硫含量不大于 10mg/kg, 所以需选用适当的工艺技术, 使汽油的硫含量减少, 但在脱硫时要减少辛烷值的损失。本文介绍了长庆石化公司 60 万 t/a 汽油加氢装置, 本装置采用中国石油石油化工研究院的催化汽油加氢脱硫专利技术 (DSO 技术), 本文主要研究汽油产品辛烷值损失的影响因素。

**关键词:** 催化裂化汽油; 加氢脱硫; 辛烷值; 影响

## 1 引言

随着世界各国机动车数量的快速增加, 机动车尾气成为造成城市灰霾和光化学烟雾污染的重要原因, 各国制定了日益严格的清洁油品质量标准。本装置原料为催化裂化汽油 (FCC 汽油), 而 FCC 汽油含有较多的烯烃, 脱硫过程中烯烃极易加氢饱和造成汽油辛烷值下降, 因此减少烯烃的饱和是催化裂化汽油选择性加氢脱硫工艺的主要目标, 故本公司采用中国石油石油化工研究院的催化汽油加氢脱硫专利技术 (DSO 技术)。DSO 技术可将 FCC 汽油深度脱硫, 采用“阶梯”脱硫的方式, 以最小的辛烷值损失脱除催化汽油中的硫, 具有原料适应性强、反应条件缓和、脱硫率高、辛烷值损失小等特点。图 1 为本装置汽油加氢工艺简图。

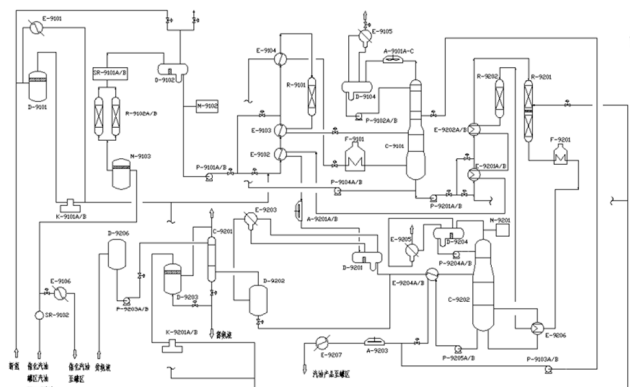


图 1 汽油加氢装置工艺流程简图

## 2 汽油原料及产品指标

装置原料采用本公司生产的 FCC 汽油, 原料中要求硫含量  $\geq 140\text{mg/kg}$ ; 醚化汽油与重汽油混合为最终的汽油产品, 产品中要求硫含量  $\geq 18\text{mg/kg}$ , 辛烷值损失  $\geq 2$ 。

## 3 混合汽油辛烷值损失分析

本装置中, FCC 汽油脱砷后进入分馏塔分为轻、重汽油, 轻汽油送往甲醇厂醚化, 重汽油经加氢脱硫单元等后与醚化汽油混合作为产品。结合本装置工艺特点, 通过对预加氢与加氢脱硫阶段的分析, 研究辛烷值损失原因。

### 3.1 辛烷值损失影响因素分析

#### 3.1.1 反应温度影响

加氢反应为放热反应, 受热力学及动力学影响, 升

高温, 会抑制反应进行, 但会提高反应速度, 反应温度还会影响反应深度, 这会影响产物烯烃含量, 直接影响产品辛烷值损失。在汽油硫含量满足要求的前提下, 加氢脱硫反应温度的选择对降低产品辛烷值损失有重要的影响。本文以加氢脱硫反应温度为研究对象, 选取以往数据对硫含量及辛烷值损失进行作图分析, 如图 2 为辛烷值损失、硫含量随加氢脱硫反应温度变化的趋势。

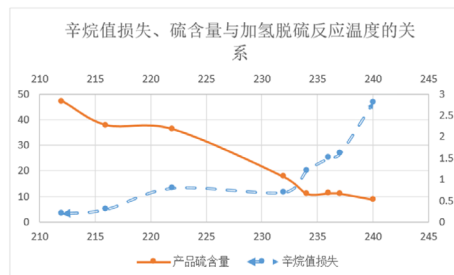


图 2 辛烷值损失、硫含量与加氢脱硫单元反应温度关系

由图 2 可知, 当加氢脱硫反应温度升高, 混合汽油中硫含量下降, 但辛烷值损失增大, 所以选择合适的温度尤为重要, 也可能是催化剂失活使得需要的温度升高, 辛烷值损失增加。从图中可以看出温度为  $234^{\circ}\text{C}$  左右时产品硫含量与辛烷值损失较低。对于预加氢单元, 温度高低会影响催化剂的活性, 从而影响产品辛烷值损失。选取以往各预加氢反应温度下产品的辛烷值损失数值作图 3。从图中可以看出温度为  $115^{\circ}\text{C}$  左右时效果较好。

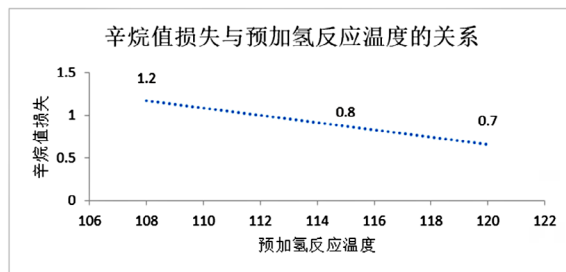


图 3 辛烷值损失与预加氢单元反应温度的关系

#### 3.1.2 氢油比影响

高氢分压在热力学上有利, 促进反应的进行, 而维持较高的氢分压需要通过大量氢气循环来达到, 就要使循环氢压缩机的流量、损耗增大, 使操作费用增大, 因此要选择适宜的氢油比。另外, 循环氢中硫化氢对加氢脱硫反应具有抑制作用, 但会促进烯烃加氢反应, 因此循环氢脱硫单元是不可缺少的部分。

### 3.1.3 空速影响

加氢脱硫反应中,空速降低,油品与催化剂接触时间增加,反应深度加深,但油品辛烷值会降低;空速过高,脱硫效果变差,需要提高温度来弥补。所以空速选取应适当。

### 3.1.4 反应压力影响

在加氢脱硫单元中,虽然当反应压力提高时,可以促进反应的进行,使硫含量降低,但过大会使得裂化反应增多,脱硫选择性变差。所以压力选择需要视实际情况决定。

### 3.1.5 FCC 汽油性质的影响

辛烷值大小为烯烃>异构烃>正构烷烃,因此烯烃越多,产品辛烷值越高,但可能会增加辛烷值损失。FCC 汽油加氢反应烯烃转化为烷烃,使得产品辛烷值降低。FCC 汽油中烯烃含量的高低直接影响汽油产品辛烷值损失。

### 3.1.6 轻汽油切割比的影响

在预加氢单元中,发生双烯烃选择加氢转化为单烯烃、轻质硫化物转化为重质硫化物的反应,大部分硫化物存在于重汽油中,而轻汽油单烯烃含量较高,所以轻汽油的辛烷值较高。本文以轻汽油切割量为研究对象,选取本装置以往数据对轻汽油硫含量及辛烷值损失进行作图分析。如图 4 为轻汽油硫含量、产品辛烷值损失与轻汽油切割量的关系。

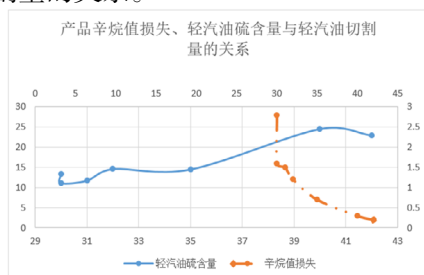


图 4 轻汽油硫含量、辛烷值损失与轻汽油切割量的关系

可以看出,当轻汽油切割量较大,轻汽油硫含量较多,产品辛烷值损失较小。当轻汽油切割比为 40% 左右时,既能保证轻汽油的硫含量满足要求,也能使辛烷值损失较低。

## 3.2 辛烷值损失解决办法分析

### 3.2.1 适当降低加氢脱硫单元反应温度

确保产品硫含量满足要求后,适当降低加氢脱硫反应温度,减少烯烃的饱和,以达到较低的辛烷值损失。根据数据分析可知温度为 234℃ 左右时,可以获得较好的结果。

### 3.2.2 适当提高预加氢单元反应温度

可适当提高预加氢反应温度,提温后二烯烃和轻质硫化物的转化率提高,预加氢催化剂的选择性和活性变好,辛烷值损失降低。分析可知预加氢温度在 115℃ 左右时可获得较好的结果。

### 3.2.3 增加轻汽油切割比例

提高分馏塔塔底温度、冷后温度可使轻汽油切割量

增加、产品辛烷值损失降低,切割量的选择需保证轻汽油硫含量满足要求。分析可知切割量为 40% 时可得到较好的结果。

### 3.2.4 适当增加醚化汽油加入量

可以通过改变加入醚化汽油的量来改变混合汽油产品的辛烷值,醚化汽油量加大,则会适当提高混合汽油产品的辛烷值,从而减少达到减少辛烷值损失的目的。

### 3.2.5 改善原料性质

提高原料烯烃含量,虽可提高原料的辛烷值,但这会使得辛烷值损失略微增加,所以需选择有较高异构烷烃含量、较低烯烃含量的高辛烷值 FCC 汽油,生产中应严格监控原料指标。

### 3.2.6 选活性、选择性较好的催化剂

当催化剂活性、选择性较好时,可避免因低活性、较差选择性造成的温度过高现象,减少因高温造成的辛烷值损失。

### 3.2.7 适当增大空速、反应压力,减小氢油比

增大空速、减小氢油比、增大反应压力都会减少产品的辛烷值损失,但需结合实际操作条件保证产品硫含量满足要求。这些因素相比其他因素不太好调节,一般不作为主要调节手段。

## 4 结论

①生产应选择活性、选择性较好的催化剂;②反应温度对辛烷值损失影响较大,调整预加氢反应温度在 115℃ 左右、加氢脱硫反应温度在 234℃ 左右;③控制 FCC 汽油原料以及醚化汽油的加入。保证 FCC 汽油有较高异构烷烃含量和低烯烃含量;醚化汽油加入量根据情况而定;④控制轻汽油切割比为 40% 左右,可使得轻汽油硫含量满足要求,且辛烷值损失较低;⑤根据实际情况选择空速、氢油比以及反应压力等因素,一般情况该三者的调节不作为主要调节方法。

在实际生产中,各个因素的选择应结合实际情况而定。本装置所采用技术在确保硫含量满足要求时,降低混合汽油辛烷值损失,具有良好的工业应用前景。

## 参考文献:

- [1] 李光辉. 中国市售车用汽柴油中硫和烃类含量现状研究 [D]. 北京: 中国科学院研究生院, 2016.
- [2] 于型伟, 李向进, 黄明富, 等. 催化汽油加氢脱硫工艺技术现状及节能方向研究 [J]. 石油石化节能, 2016 (06): 4-7.
- [3] 闻德忠, 罗重春. 催化裂化汽油全馏分选择性加氢脱硫技术的应用 [J]. 炼油技术与工程, 2007, 37(02): 7-10.
- [4] 张强, 周洪涛, 孙守华, 等. FCC 汽油选择性加氢脱硫单元产品辛烷值的影响因素分析 [J]. 炼油技术与工程, 2014, 44(10): 46-49.
- [5] 赵乐平, 周勇, 段为宇. OCT-M 催化裂化汽油选择性加氢脱硫技术 [J]. 炼油技术与工程, 2004, 34(2): 6-8.
- [6] 袁景利, 刘燕来, 程驰. 循环氢脱  $H_2S$  对催化汽油加氢脱硫效果的影响 [J]. 当代化工, 2011, 40(04): 363-366.