

渣油加氢装置改分馏塔为闪蒸塔的可行性分析

1.中化泉州石化有限公司 2.厦门大学化工学院 张 铭^{1,2} 谢六英^{1,2}

[摘要] 渣油加氢装置因运行初期和末期的反应温度不同导致轻油收率不同,该文针对装置运行初期轻油产量较少的问题,用 Aspen plus 进行模拟计算,讨论在低转化率下改变分馏塔的操作,以达到节能降耗、降低柴汽比的目的。

[关键词] 渣油加氢 分馏塔 化学流程模拟

渣油是一种黑色、粘稠、馏分较重的油,其中富含大量的硫、氮、金属等杂质。为了给催化裂化装置提供优质的原料,需要对渣油进行加氢预处理,渣油加氢技术是将重质渣油深度加工的主要工艺技术,能将渣油中的硫、氮、金属等杂质大部分脱除,降低残碳含量,具有改善油品质量、环境友好、低碳、效益显著和实现石油资源的高效利用等优势,已被广泛应用^[1]。以中化泉州石化有限公司的渣油加氢装置为例,装置的原料为常压渣油,经过高压泵升压后与高压氢气混合进入反应器,在高温高压的条件下反应脱除油品中的硫、氮、氧、金属,为催化裂化装置提供优质的原料。由于反应温度较高,部分渣油在反应器中发生热裂化,副产少量轻质馏分油。反应流出物经过分离系统和分馏塔,将石脑油、柴油与常压渣油分离,将常压渣油送至催化裂化装置。

渣油加氢装置最主要的产品是加氢后的常压渣油,其最重要的控制指标就是油中的硫含量,而原料性质的不同以及随着运行催化剂逐渐失活等因素,都会导致产品中的硫含量发生变化。为了保证产品中硫含量合格,采用的最直接手段就是调整反应温度。反应温度的变化又将导致热裂化所生成的馏分油产量发生变化,这就造成分馏系统的设计参数与实际操作过程中发生偏离。为了降低能耗及操作难度,我们可以将分馏塔改为闪蒸塔,并用 Aspen plus 进行模拟,论证其可行性。

1 流程描述

中化泉州石化渣油加氢分馏系统由三大部分组成:硫化氢汽提塔、加热炉和分馏塔。反应系统来的低分油首先进入汽提塔,主要脱除油中溶解的硫化氢。汽提塔底油(温度 310 ,压力为 1.5MPa,流量为 384t/h)经过分馏炉加热后进入分馏塔。

渣油加氢分馏塔流程如图 1 所示,塔顶产品为石脑油,其流量为 2t/h,馏程如表 1 所示;中段抽出产品为柴油,其流量为 22t/h,馏程如表 2 所示;塔底产品为常压渣油,其流

量为 360t/h,馏程如表 3 所示。

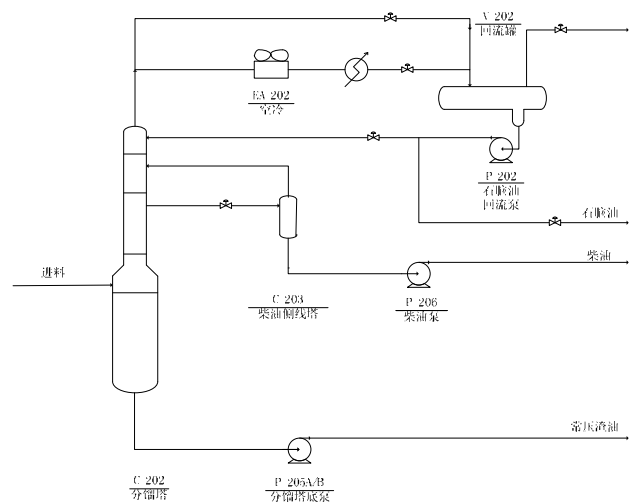


图 1 渣油加氢装置分馏塔流程

表 1 塔顶石脑油分析数据

	初馏点	10%	50%	终馏点
温度/	144.8	180	298.4	353.4

表 2 中段柴油分析数据

	初馏点	10%	50%	终馏点
温度/	167.2	191.8	243	294.4

表 3 塔底常压渣油分析数据

350 馏出量	500 馏出量	538 馏出量	565 馏出量
/wt%	/wt%	/wt%	/wt%
10.9	54.5	65.3	71.7

2 流程模拟及核算

在模拟计算前,首先要确定分馏塔进料的分析数据,但是由于分馏塔入口温度较高且没有取样口,所以缺乏直接的分析数据。而分馏塔出口的三个产品都有分析数据,把三种产品的分析数据进行拟合,可以得到进料的数据。

2.1 进料分析数据拟合

2.1.1 输入油品分析数据

启动 Aspen plus,选择模板 petroleum with metric units,运行类型选择 assay data analysis^[2]。进入 components|specifications|selection 页面,在 component ID 中输入 oil-1、oil-2、oil-3,三种油的的类型(type)选择 assay。然后进入 components|assay/blend|oil-1|basic data|dist curve 页面,蒸馏曲线类型(distillation curve type)选择 ASTM D86,比重为 0.753,然后输入表 1 中的蒸馏数据。同样,进入 components|assay/blend|oil-2|basic data|dist curve 页面,蒸馏曲线类型(distillation curve type)选择 ASTM D86,比重为 0.8467,然后输入表 2 中的蒸馏数据。然后,进入 components|assay/blend|oil-3|basic data|dist curve 页面,蒸馏曲线类型(distillation curve type)选择 true boiling point(weight basis),比重为 0.9245,然后输入表 3 中的蒸馏数据。

2.1.2 混合三股油品

进入 components|assay/blend|object manager 页面,点击 new,出现 create new ID 对话框,输入 ID 为 MIXOIL,select type 选择 blend,点击 OK,进入 components|assay/blend|mixoil|mixture|specifications 页面,定义三股油的质量分率,oil-1 的质量分率为 0.005,oil-2 的质量分率为 0.057,oil-3 的质量分率为 0.938。

2.1.3 生成虚拟组分

进入 components|petro characterization|generation|object manager 页面,点击 new,在 enter new ID 中输入虚拟组分名称 oil。点击 OK,进入 components|petro characterization|generation|oil|specification 页面,规定 MIXOIL 的权重因子为 1。点击 next,出现 required ADA/PCS input complete 对话框,选择默认的 go to next required input complete 对话框。点击 OK,运行模拟。

2.1.4 查看运行结果

进入 components|petro characterization|results,查看混合油模拟结果,见表 4 及表 5。

表 4 分馏塔进料各虚拟组分及比例

内容组成	体积分数/%	质量分数/%	摩尔分数/%
PC46C	0.050	0.038	0.202
PC76C	0.355	0.277	1.256
PC126C	0.474	0.0386	1.324
PC181C	1.158	0.985	2.644
PC227C	2.005	1.762	3.873
PC276C	5.734	5.197	9.359
PC327C	8.118	7.577	11.237
PC376C	10.466	10.031	12.422
PC426C	15.274	15.005	15.684
PC474C	15.880	15.946	14.336
PC524C	12.564	12.891	9.999
PC575C	10.546	11.046	7.458
PC622C	7.397	7.890	4.729
PC674C	4.471	4.860	2.589
PC725C	4.137	4.576	2.197
PC758C	1.372	1.534	0.692

表 5 分馏塔进料馏程(压力:1.01325bar)

馏出百分数/%	实沸点/	ASTM D86/
0	42.019	97.482
5	259.364	222.384
10	301.663	297.360
30	406.368	391.185
50	468.576	444.356
70	540.447	510.978
90	649.812	611.258
95	706.016	655.193
100	766.626	699.128

2.2 闪蒸塔设定与模拟

2.2.1 建立流程

进入 setup|specifications|global 页面,将运行模式(run type)由 assay data analysis 改为 flowsheet,关闭数据浏览窗口,进入 process flowsheet 页面,建立如图 2 所示的流程图,其中闪蒸塔采用模块库里的 separators|flash2|v-drum1 模块,冷却器采用模块库里的 heat exchangers|heater|heater 模块。

2.2.2 选择物性方法

点击 next,进入 properties|specifications|global 页面。在过程类型 process type 中选择 refinery,物性方法 property method 选择 BK10。

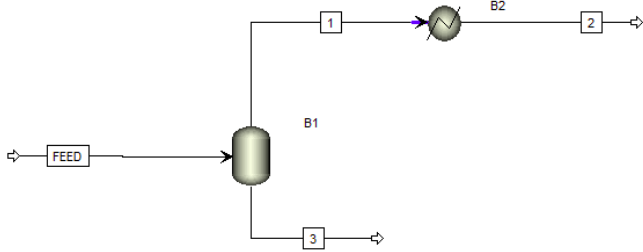


图2 模拟流程

2.2.3 输入进料条件及闪蒸塔、冷凝器操作条件

点击 next，输入进料条件，温度为硫化氢汽提塔出口温度 310，压力为 15bar，流量为 384t/h。

然后输入闪蒸塔的操作参数，压力 1.8bar，热负荷为 0。再输入冷却器操作参数，出口温度为 45，压力降为 0。

2.2.4 运行模拟并查看结果

点击 next，运行模拟，运算结束后，在 results summary|steams|material 中查看物流数据表，如表 6 所示。

表 6 物流数据表

项目内容	编号 1	编号 2	编号 3	FEED
温度，	330.0	45.0	330.0	330.0
压力，bar	1.8	1.8	1.8	15.0
质量流量，kg/h	511.6	511.6	383488.4	384000.0
焓，Gcal/h	-0.1	-0.2	-113.3	-113.4
气相分率	1.000	0.000	0.000	0.000

D86 蒸馏曲线	温度			
0%	71.9	71.9	154.7	151.9
5%	86.5	86.5	249.0	247.4
10%	92.5	92.5	298.0	297.4
30%	158.3	158.3	389.9	389.6
50%	215.7	215.7	444.8	444.6
70%	264.4	264.4	511.9	511.7
90%	331.7	331.7	613.0	612.9
95%	368.5	368.5	652.1	652.1
100%	405.2	405.2	691.3	691.2

从物流数据表可以看出，塔顶的气相量比较少，流量只有 511.6kg/h，馏程大致为石脑油和柴油组分，可以间断地外送至柴油加氢装置或者轻污油系统，现有的冷凝器及回流罐、回流泵完全可以满足操作要求。绝大部分进料集中在塔底。由于闪蒸出的气相量很少，所以气液相的温度都基本没有变化。塔底油流量为 383.2t/h，温度为 330，可以满足与原料油换热的要求，并且现有的分馏塔底泵也可以满足该操作条件。

3 装置改造后的优点

从计算结果可以看到，现有的设备管线完全可以满足改分馏塔为闪蒸塔的操作条件，并且改造后有如下优点：

3.1 节能

改造前，硫化氢汽提塔底油经过加热炉加热至 340°进入分馏塔，每小时消耗瓦斯量约 500Nm³/h，改造后可以停加热炉操作，大大减少了瓦斯的消耗；改造前，中段回流泵及塔顶回流泵需要连续运转，改造后只需塔顶回流泵间歇运转，减少了耗电；改造前，塔底吹入 1MPa 过热蒸汽量为 5.5t/h，改造后可以停用吹汽，减少了蒸汽的消耗。

3.2 降低操作难度

改造前，需要维持分馏塔的温度梯度、分离效果，改造后只需闪蒸操作，操作难度大大降低。

3.3 降低柴汽比

改造前，每小时柴油产量约为 22t，改造以后，大部分柴油进入塔底产品，随常压渣油一同送至催化裂化装置进一步被裂化为汽油，降低柴汽比。

参考文献:

[1] 方向晨. 国内外渣油加氢处理技术发展现状与分析[J]. 化工进展, 2011, 30(1): 95-97.
 [2] 孙兰义. 化学流程模拟实训——Aspen Plus 教程[M]. 北京: 化学工业出版社, 2012.