

工业技术

利用 Aspen Hysys 优化常压塔操作条件 生产高闪点喷气燃料

万子岸¹, 周媛¹, 王亦成², 吴灵燕², 王万真², 侯经纬^{1*}

(1. 中国石油天然气股份有限公司石油化工研究院, 北京 102206;

2. 中国石油玉门油田分公司炼油化工总厂, 甘肃 玉门 735200)

摘要:利用流程模拟软件 Aspen Hysys 对 250 万 t/a 常减压蒸馏装置进行建模, 通过改变常压塔操作条件研究了如何生产高闪点喷气燃料。将建好的常减压模型模拟数据与炼厂数据进行对比, 发现二者偏差在可接受范围内, 验证了常减压模型的可靠性。利用常减压模型考察了常压塔各操作条件对常一线产品闪点的影响, 发现常顶油抽出量和常压塔各循环热分配比例对常一线产品闪点影响最大。通过对操作参数进行优化, 制定了一套用于生产闪点在 60℃ 的高闪点喷气燃料的操作方案。

关键词:流程模拟; Aspen Hysys; 常压塔; 优化; 操作条件; 高闪点; 喷气燃料

中图分类号: TQ021.8

文献标志码: A

文章编号: 0253-4320(2021)05-0203-05

DOI: 10.16606/j.cnki.issn 0253-4320.2021.05.041

Using Aspen Hysys software to optimize operation conditions of atmospheric distillation column for producing high flash point jet fuel

WAN Zi-an¹, ZHOU Yuan¹, WANG Yi-cheng², WU Ling-yan², WANG Wan-zhen², HOU Jing-wei^{1*}

(1. PetroChina Petrochemical Research Institute, Beijing 102206, China;

2. Refining and Chemical Complex, PetroChina Yumen Oilfield Company, Yumen 735200, China)

Abstract: In order to produce jet fuel with high flash point by varying operational conditions of atmospheric distillation column, a 2.5 million t/a atmospheric and vacuum distillation plant is modeled by Aspen Hysys process simulation software. Comparing the simulation data of atmospheric and vacuum distillation model with actual data from refinery, it is found that the deviation between them is within an acceptable range, which verifies the reliability of atmospheric and vacuum distillation model. The influence of the operational conditions of atmospheric distillation column on flash point of kerosene fraction is investigated by using atmospheric and vacuum distillation model. It is found that the mass flow rate of top gasoline and the pump around heat extraction ratio distribution of atmospheric column have the greatest influence on the flash point of kerosene fraction. By optimizing these operating parameters, an operational conditions optimization scheme is developed for production of jet fuel with a flash point at 60℃.

Key words: process simulation; Aspen Hysys; atmospheric distillation column; optimization; operating conditions; high flash point; jet fuel

受当今世界国际局势影响, 国家对于液体燃料的安全问题越来越重视^[1]。尤其是对于战争中所需要的液体燃料, 应具有更高的安全要求和稳定性^[2]。高闪点喷气燃料作为舰载机的液体燃料, 应具有更好的燃烧安全性能, 闪点应不低于 60℃^[3-4]。

本研究通过流程模拟软件 Aspen Hysys 对某炼厂 250 万 t/a 常减压蒸馏装置进行建模, 将模拟数据与炼厂数据进行对比, 确保模型的可靠性^[5-7]。

通过模型考察了常压塔操作条件对常一线产品闪点的影响, 为炼厂生产高闪点喷气燃料提供技术优化方案

1 装置现状和模型建立

1.1 装置现状

某炼厂 250 万 t/a 常减压蒸馏装置采用初馏塔、常压塔和减压塔三级蒸馏方案。如图 1 所示, 原

收稿日期: 2020-12-07; 修回日期: 2021-03-08

基金项目: 中国石油天然气股份有限公司科学研究与技术开发项目(2018E-03)

作者简介: 万子岸(1988-), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为炼油化工过程流程模拟, 010-80165525, wanzian@petrochina.com.cn; 侯经纬(1974-), 男, 博士, 高级工程师, 研究方向为炼油、化工全厂设计, 流程模拟, 先进控制及工艺包开发, 通讯联系人, 010-80165506, houjingwei@petrochina.com.cn。

料油与减顶油混合后经过脱盐脱水进入初馏塔,初馏塔塔顶设置冷凝器,塔顶出初顶瓦斯和初顶汽油,塔底出初底油进入常压炉,经常压炉加热后进入常压塔,常压塔塔顶设置冷凝器,塔顶出常顶瓦斯和常顶汽油,塔中段设 3 个中段循环取热和 3 个侧线产

品抽出,塔底设置汽提蒸汽,塔底出常底油进入减压炉,经减压炉加热后进入减压塔,减压塔塔顶设置冷凝器,塔顶出减顶瓦斯和减顶油,减顶油作为循环油与原料油混合,塔中段设 3 个中段循环取热和 3 个侧线产品抽出,塔底出减压渣油。

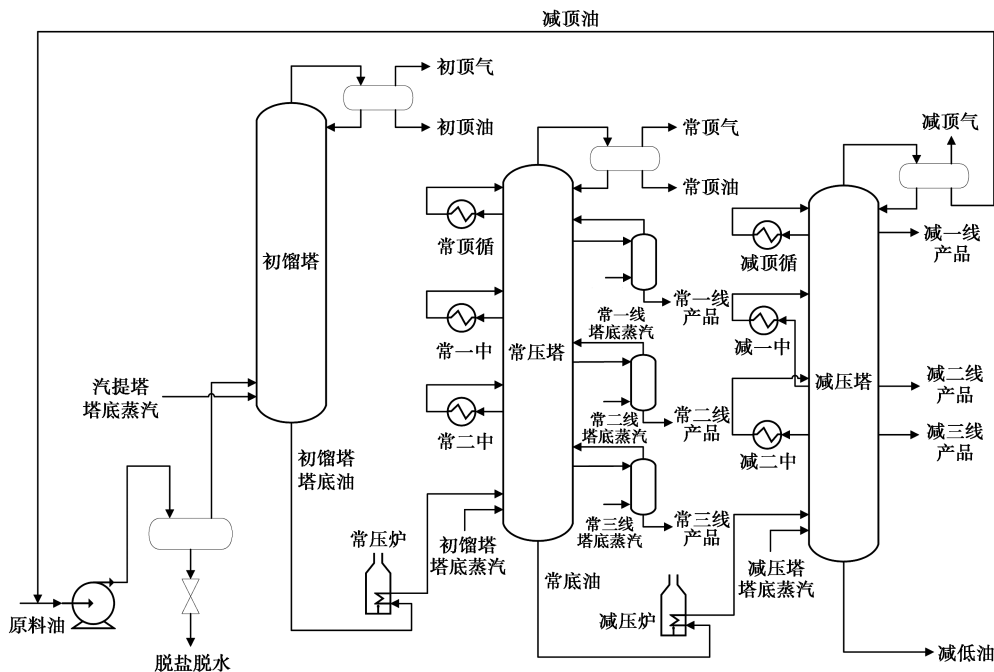


图 1 常减压蒸馏装置流程

1.2 模型建立

使用流程模拟软件 Aspen Hysys 建立常减压全流程模型,如图 2 所示。使用 Refluxed Absorber 模块建立初馏塔、常压塔和减压塔,初馏塔和常压塔采用实际塔板数,塔板效率设置在 0.50~0.75,减

压塔将填料高度换算成理论塔板数后代替^[8]。使用 Heater 模块作为常压炉和减压炉,使用 Pump 模块作为所有的机泵。由于初馏塔、常压塔和减压塔的操作压力均属于低压,所以物性方法选用 BK10^[9]。

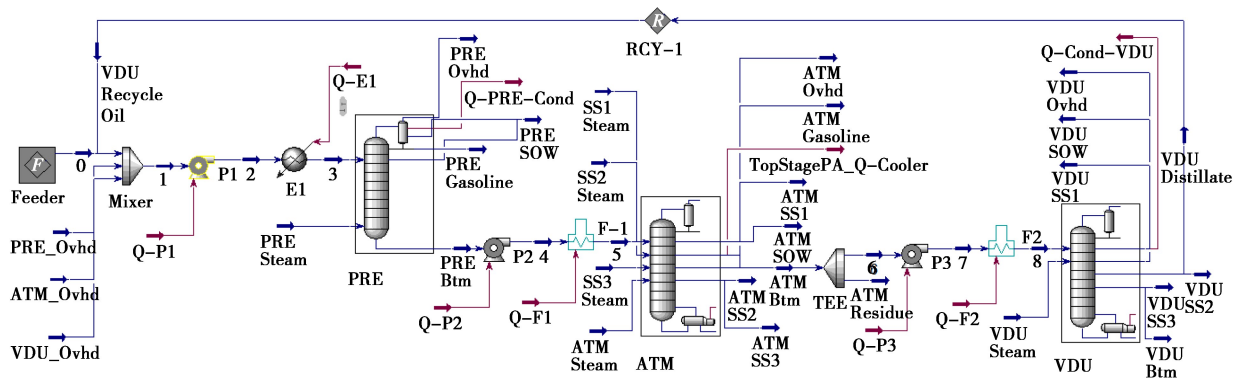


图 2 常减压蒸馏装置全流程模型

2 模拟结果与分析

使用某炼厂 2019 年 12 月的常减压蒸馏装置原

油进料数据和相应操作数据进行建模。从装置操作条件和产品性质 2 个方面将模拟数据与炼厂数据进行对比。

2.1 操作条件

操作条件的模拟数据与炼厂数据的对比见表1,从表中可以看出模拟数据与炼厂数据相差不大,最大偏差仅为7%。说明可以通过建立的模型反映真实的操作情况。

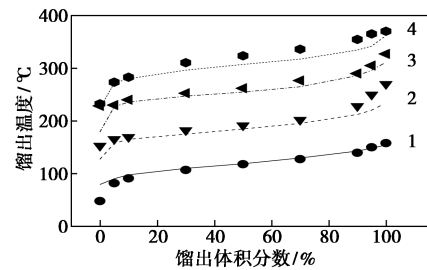
表1 操作条件模拟数据与现场数据对比表

操作条件名称	模拟数据	现场数据	偏差/%
常压塔塔顶温度/℃	120	120	0
常压塔塔顶压力/MPa	0.117	0.117	0
常顶瓦斯量/(t·h ⁻¹)	0.29	0.31	-6
常顶油抽出量/(t·h ⁻¹)	21	22	-5
常一线抽出量/(t·h ⁻¹)	21	21	0
常二线抽出量/(t·h ⁻¹)	25	25	0
常三线抽出量/(t·h ⁻¹)	21	20	5
常底油抽出量/(t·h ⁻¹)	137	132	4
常顶回流循环量/(t·h ⁻¹)	15	15	-1
常顶循环量/(t·h ⁻¹)	100	100	0
常一中循环量/(t·h ⁻¹)	103	103	0
常二中循环量/(t·h ⁻¹)	178	178	0
常顶循环温差/℃	35	33	6
常一中循环温差/℃	50	47	6
常二中循环温差/℃	71	69	3
常顶回流取热比例/%	23	22	5
常顶循环取热比例/%	13	14	-7
常一中取热比例/%	18	19	-5
常二中取热比例/%	45	45	0
常压塔塔底蒸汽量/(t·h ⁻¹)	0.631	0.631	0
常一线塔底蒸汽量/(t·h ⁻¹)	0.1	0.1	0
常二线塔底蒸汽量/(t·h ⁻¹)	0.2	0.2	0
常三线塔底蒸汽量/(t·h ⁻¹)	0.1	0.1	0

注:偏差=(模拟数据-现场数据)/现场数据。

2.2 产品性质对比

对炼厂常压塔各侧线产品进行采样后通过D86蒸馏方法得到蒸馏曲线,与模拟数据的D86蒸馏曲线进行对比,见图3。从图中可以看出,除了常顶油初馏点的模拟数据略高于炼厂数据和常二线初馏点的模拟数据略低于炼厂数据外,其他各侧线产品蒸馏曲线的模拟数据与炼厂数据基本吻合,说明可以通过模型计算得到的产品性质反映炼厂产品的真实性质。



1—常顶油;2—常一线;3—常二线;4—常三线
点为炼厂数据,曲线为模拟数据

图3 常压塔各侧线产品 ASTM D86 蒸馏曲线
模拟数据与炼厂数据对比

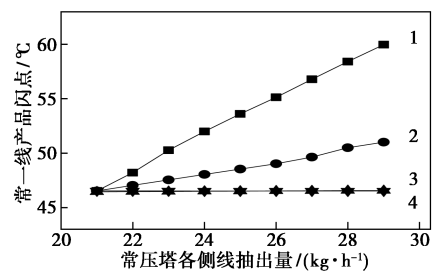
2.3 模拟结果分析

通过对操作条件和产品质量2个方面将模拟数据与炼厂数据进行比较,发现模拟数据与炼厂数据之间误差很小,因此可以认为通过HYSYS建立的流程模拟模型准确性很高,可以在此模型基础上进行分析和优化。

3 常压塔操作条件对常一线产品闪点的影响

3.1 常压塔各侧线抽出量对常一线产品闪点的影响

分别考察了常顶油、常一线、常二线和常三线抽出量对常一线产品闪点的影响,如图4所示。从图中可以看出,增加常顶油抽出量,常一线产品的闪点也随之增加。说明随着常顶油抽出量的增加,常一线油中的轻组分也随之减小,闪点随之升高。增加常一线抽出量,常一线产品的闪点也随之增加。说明随着常一线抽出量的增加,常一线油中的重组分也随之增加,闪点随之升高。增加常二线和常三线抽出量,常一线产品的闪点基本不变,说明常二线和常三线抽出量对常一线产品闪点影响不大。

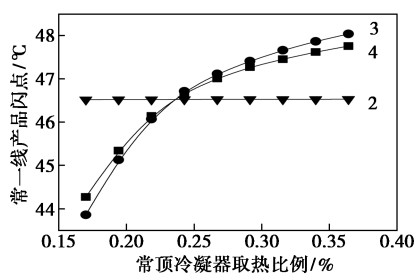


1—常顶油抽出量;2—常一线抽出量;
3—常二线抽出量;4—常三线抽出量

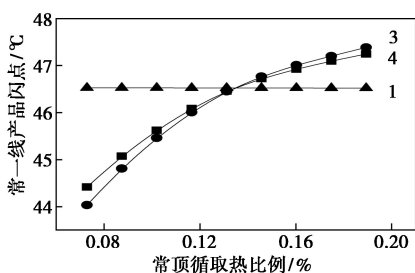
图4 常压塔各侧线产品抽出量对常一线产品
闪点的影响

3.2 常压塔各循环取热比例对常一线产品闪点的影响

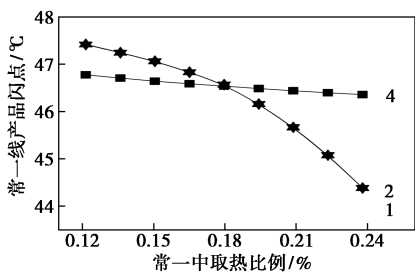
由于需要满足整塔的热量平衡,如果增加某一循环的取热比例,在不改变其他操作条件的前提下,其他循环的取热比例之和会随之减少。因此考察了在整塔的总取热量不变的情况下,某一循环的取热比例变化时,其他 3 个取热比例分别随之变化对常一线产品闪点的影响,如图 5 所示。从图中可以看



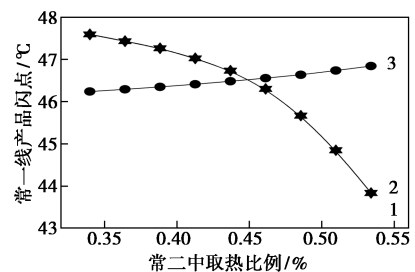
(a)



(b)



(c)



(d)

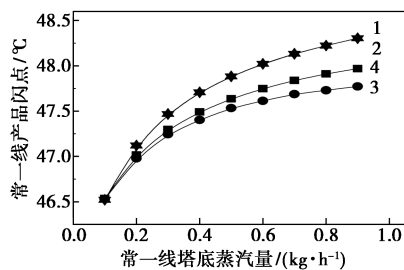
1—相应改变常顶冷凝器取热比例;2—相应改变常顶循取热比例;
3—相应改变常一中取热比例;4—相应改变常二中取热比例

图 5 常压塔各循环取热比例对常一线产品闪点的影响

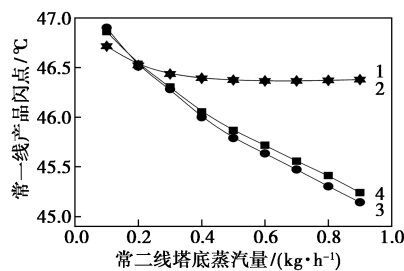
出,增加常顶冷凝器或常顶循的取热比例,相应减少常一中或常二中的取热比例,常一线产品的闪点随之增加。增加常顶冷凝器取热比例,相应减少常顶循取热比例,常一线产品的闪点基本不变。增加常一中取热比例,相应减少常二中取热比例,常一线产品的闪点基本不变。

3.3 常压塔各汽提蒸汽量对常一线产品闪点的影响

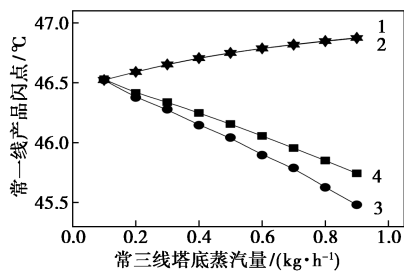
由于需要满足整塔的热量平衡,如果增加某一汽提蒸汽量,在不改变其他操作条件的前提下,总的循环取热量会随之增加。因此考察了在整塔热量平衡的情况下,某一汽提蒸汽量变化时,各循环取热比例分别随之变化对常一线产品闪点的影响,如图 6 所示。从图中可以看出,增加常一线塔底蒸汽量,相应增加各循环取热比例,常一线产品的闪点随之升高。增加常二线塔底蒸汽量,相应增加各循环取热比例,常一线产品的闪点随之降低。增加常三线塔底蒸汽量或常压塔塔底蒸汽量,相应增加常顶冷凝器或常顶循取热比例,常一线产品的闪点随之升高。增加常三线塔底蒸汽量或常压塔塔底蒸汽量,相应



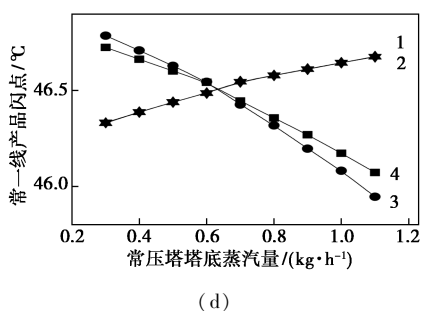
(a)



(b)



(c)



1—相应改变常顶冷凝器取热比例;2—相应改变常顶循环取热比例;
3—相应改变常一中取热比例;4—相应改变常二中取热比例

图6 常压塔各汽提蒸汽量对常一线产品
闪点的影响

增加常一中和常二中取热比例,常一线产品的闪点随之降低。

4 模拟结果分析及生产高闪点喷气燃料优化方案

通过对常压塔各操作条件对常一线产品闪点的影响进行考察,发现使常一线产品闪点升高的方法主要有:①增加常顶油抽出量;②增加常一线产品抽出量;③增加常顶冷凝器或常顶循环取热比例,相应降低常一中或常二中取热比例;④增加常二中取热比例,相应降低常一中取热比例;⑤增加常一线塔底蒸汽量,相应增加常压塔任一循环取热比例;⑥增加常一中塔底蒸汽量,相应增加常顶冷凝器或常顶循环取热比例;⑦增加常二中塔底蒸汽量,相应增加常顶冷凝器或常顶循环取热比例。

其中以①和③对常一线产品闪点影响最大。因此,在保证常压塔其他侧线产品质量达标并尽可能减少能耗的基础上^[10-12],主要通过增加常顶油抽出量和常顶循环取热比例,相应降低常一中取热比例,

将常一线产品的闪点提高至 60℃,并将冰点保持在 -41℃ 以下,具体优化方案见表 2。

表2 优化前后数据对比表

数据名称	优化前	优化后
常顶油抽出量/(t·h ⁻¹)	21	26.5
常顶循环取热比例/%	13	22
常一中取热比例/%	18	12
常顶循环量/(t·h ⁻¹)	100	171
常一中循环量/(t·h ⁻¹)	103	63
常一线产品闪点/°C	46.53	60.05
常一线产品冰点/°C	-51.92	-41.48

参考文献

- [1] 李俊,鲁长波,安高军,等.抑爆高闪点喷气燃料的抑爆特性[J].高压物理学报,2017,31(3):328-334.
- [2] 曲连贺,朱岳麟,熊常健.航空燃料发展综述[J].长沙航空职业技术学院学报,2009,9(2):37-41.
- [3] 毕载俊.我国舰载用飞机燃料的开发[J].石油炼制与化工,1988,(7):35-38.
- [4] 焦燕,冯利利,朱岳麟,等.美国军用喷气燃料发展综述[J].火箭推进,2008,(1):30-35.
- [5] 吴起越.HYSYS V10 在常减压装置上的应用[J].石油石化绿色低碳,2018,3(3):26-31.
- [6] 张梅,马风云,金学坤.常压蒸馏工艺改造与节能优化模拟研究[J].现代化工,2017,37(4):186-189.
- [7] 牛晓敏.HYSYS 在常减压装置中的应用[J].广东化工,2015,42(10):175-176.
- [8] 李勇,蒙颀,王琪.HYSYS 流程模拟技术在常减压装置减压塔的应用[J].化工中间体,2013,10(4):42-46.
- [9] 郑文刚.模拟常减压蒸馏装置物性计算方法和模型结构[J].石油炼制与化工,2018,49(7):100-106.
- [10] 王亦成.增产汽油对策及效果评价[J].当代化工,2017,46(6):1235-1237.
- [11] 王兹尧,王万真,王静.玉门炼化总厂节能潜力及节能途径分析[J].中外能源,2010,15(1):107-111.
- [12] 来进和,王亦成.催化裂化装置掺炼直馏柴油效果分析[J].炼油技术与工程,2017,47(6):27-31.■

巴斯夫进一步提升亚太地区创新能力

近日,巴斯夫正式启动上海创新园三期建设,并成立亚洲开放研究网络(NAO)学术咨询委员会,进一步提升亚太地区创新能力。

此次扩建内容包括新建一幢研发大楼和一幢研发技术大楼,计划于2022年底竣工。届时,巴斯夫在上海创新园的总投资将达到约2.8亿欧元。此次扩建彰显了巴斯夫不断提升其在中国和整个亚太地区创新能力的坚定承诺。巴斯夫将进一步加强在先进材料和系统以及化学工程等领域的研发能力,服务不断增长的行业需求,领域涵盖汽车、建筑、涂料等。

与此同时,巴斯夫将成立亚洲开放研究网络(NAO)学术咨询委员会,该委员会由亚洲顶尖大学的专家学者组成。

他们将为研发项目提供专业咨询,把脉行业发展趋势,深化巴斯夫与各大院校之间的合作,进一步拓展巴斯夫创新渠道,加快创新上市步伐。亚洲开放研究网络(NAO)成立于2014年,是巴斯夫与亚太地区12所著名院校和研究机构共同打造的联合平台。截至目前,巴斯夫及其合作伙伴已完成70余个联合研究项目,涵盖了包括新型单体、聚合物及其应用、表面和界面、涂料、催化、电池材料、化学工程工艺、杀虫剂、数字化及智能生产在内的广泛研发领域。

上海创新园已成为巴斯夫及其合作伙伴的创新枢纽。在过去的5年间,上海创新园共提交了220多项专利申请,在汽车、建筑和消费品行业等领域的研发和创新中,扮演了愈发重要的角色。(马存宇)