

异构化装置减油增化措施

胡俊利*

(洛阳瑞泽石化工程有限公司, 河南 洛阳 471003)

摘要:通过对异构化装置的工艺流程改造,利用原装置原料轻石脑油、戊烷油、抽余油实现正戊烷、异戊烷、戊烷发泡剂、正己烷、异己烷的工业生产。工业试验结果表明,通过原异构化装置工艺流程改造,在脱异戊烷塔利旧、脱异己烷塔利旧,异构化稳定塔改造至塔径 $\phi 2\ 200\ \text{mm}$,塔盘数增加至 65 块的前提下,所生产的异戊烷产品质量符合 HG/T 5613—2019《工业用异戊烷》。所生产的正戊烷产品质量分数可达 99%,戊烷发泡剂满足 GB/T 22053—2008《戊烷发泡剂》,正己烷满足 GB/T 17602—2018《工业己烷》,异己烷满足 HG/T 5612—2019《工业用异己烷》。此技术可提高产品的附加值,实现资源的合理配置。

关键词:异构化;减油增化;正戊烷;异戊烷;戊烷发泡剂;正己烷;异己烷

中图分类号:TQ032

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2025)05-0248-03

DOI:10.16606/j.cnki.issn0253-4320.2025.05.041

Measures of oil products reduction and chemicals enhancement for isomerization unit

HU Jun-li*

(Luoyang Ruize Petrochemical Engineering Co., Ltd., Luoyang 471003, China)

Abstract:Through renovating the process of the isomerization plant, N-pentane, isopentane, pentane foaming agent, n-hexane and isohexane are produced from light naphtha, pentane oil and extracted oil, which are the feedstocks in the original isomerization plant. The industrial test results show that the quality of isopentane product generated can meet the requirement of HG/T 5613—2019 “Industrial Isopentane” under the process conditions where both the original de-isopentane column and de-isohexane column remain unchanged, the diameter of isomerization stabilizing column is increased to 2 200 mm, and its tray number increases to 65. The mass fraction of n-pentane produced can reach 99%, the quality of pentane foaming agent product can meet the requirement of GB/T 22053—2008 “Pentane Foaming Agent”, the quality of n-hexane product can meet the requirement of GB/T 17602—2018 “Industrial Hexane”, and the quality of isohexane can meet the requirement of HG/T 5612—2019 “Industrial iso-Hexane”. This renovated technology can improve the added value of products and realize the rational allocation of resources.

Key words: isomerization; oil products reduction and chemicals enhancement; n-pentane; isopentane; pentane foaming agent; n-hexane; isohexane

近年来,世界油品供需总体宽松,除石脑油外,全球主要油品均呈过剩局面^[1]。而且随着中国碳达峰、碳中和目标的提出及新能源汽车市场占有率大幅度增加等多重因素的影响,国内成品油市场开始呈现出“汽缓柴降”的格局^[2]。目前部分炼油厂存在装置闲置、开工率不足的问题,如何拓展思路、延伸产业链,减油增、提高装置利用率等,是目前亟需解决的问题。

1 工业装置

山东某炼油厂现有一套 120 万 t/a 连续重整装置,包含预加氢部分、重整部分、再生部分、抽提部分、芳烃精馏部分及异构化部分,主要用于生产异构化油、苯、甲苯、混合二甲苯等产品。但是由于近几年市场变化,项目建设完成后异构化油产品的预期经济效益比项目规划之初明显下降。如果将建好的异构化部分设备闲置,既造成了浪费,又占用了资源。原异构化部分采用 GTC Isomalk-2SM 异构化

技术,提高轻石脑油、戊烷油和抽余油的辛烷值,生产异构化油产品,用于调和汽油或直接作为产品外卖。GTC Isomalk-2SM 异构化技术工艺流程见图 1。

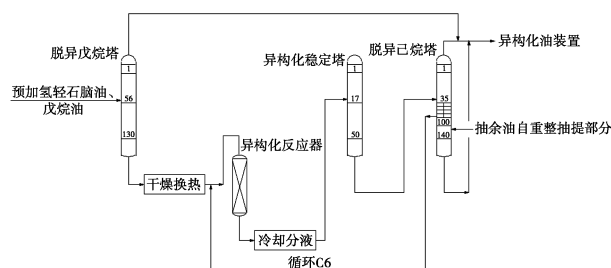


图 1 异构化原装置流程

由图 1 可见,预加氢轻石脑油、戊烷油进装置后先进入脱异戊烷塔,在塔顶分离出异戊烷,塔底分离出正戊烷和其他组分,之后经干燥和换热工序后送入异构化反应器,在异构化反应器中发生异构化反应,反应器流出物经冷却分液后送至异构化稳定塔中脱除 C_4 以下轻组分,塔底得到 C_5 及以上重组分

送至脱异己烷塔内。自重整抽提部分来的 C₆、C₇ 抽余油也同步送至脱异己烷塔中部,脱异己烷塔是个间壁塔,塔顶得到异己烷产物,塔中部抽出循环 C₆ 循环至反应器入口,塔底得到 C₇+重组分,最后将脱异戊烷塔顶产物、异己烷塔顶产物、异己烷塔底产物混合成异构化油一起出装置。

2 工艺调整思路

原异构化部分已有脱异戊烷塔和脱异己烷塔。如果预加氢的轻石脑油、戊烷油不经异构化反应,直接利旧原有塔设备分离出化工产品异戊烷、正戊烷、戊烷发泡剂、异己烷、正己烷,可以在不改变原有装置原料、最大限度利旧原装置设备的前提下,生成化工产品。这样既能利旧原设备,又能增加工业附

加值。

2.1 工艺流程调整

由图 2 可见,改造后,预加氢轻石脑油、戊烷油进装置后先经脱戊烷塔,塔顶得到产品异戊烷,塔底正戊烷和其他组分设跨线直接送至异构化稳定塔,原装置的干燥换热工序-异构化反应工序-冷却分液工序闲置。改造异构化稳定塔,使塔顶得到正戊烷,塔顶设置双回路,正戊烷可以直接作为产品送出装置,也可以送至脱异戊烷顶与异戊烷混合后作为戊烷发泡剂产品送出装置。塔底得到其他环戊烷组分直接作为汽油调和组分送至罐区。自重整抽提部分来的抽余油按原流程送至脱异己烷塔,经精馏分离,塔顶得到异己烷产品,塔中部得到正己烷产品,塔底得到 C₇+重组分送至装置外做汽油调和。

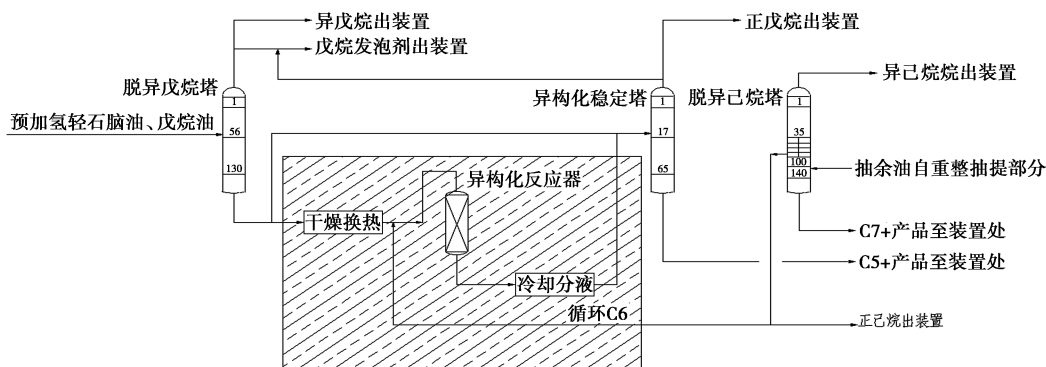


图 2 异构化装置改造流程

2.2 产品质量

按照标准 HG/T 5613—2019《工业用异戊烷》中规定的 I 型异戊烷指标异戊烷质量分数大于 99% 要求,正戊烷产品质量分数可达 99%,所生产的戊烷发泡剂满足 GB/T 22053—2008《戊烷发泡剂》中规定的指标要求^[3]。所生产的正己烷满足 GB/T 17602—2018《工业己烷》中规定的 80 号正己烷质量分数大于 80%,60 号正己烷质量分数大于 60% 指标要求。所生产的异己烷满足 HG/T 5612—2019《工业用异己烷》中规定的指标异戊烷产品总质量分数大于 98% 要求。采用 PRO-II 软件对改造后流程进行模拟计算,模拟结果见表 1、表 2。

表 1 碳五分离原料产品性质

原料	脱异戊烷塔顶产物	异构化稳定塔顶产物	
流量/(kg·h ⁻¹)	20200.00	8403.00	9976.00
质量分数/%			
丁烷	0.31	0.74	0.00
异戊烷	41.29	99.17	0.08

正戊烷	49.39	0.09	99.29
环戊烷	4.32	0.00	0.63
己烷	4.69	0.00	0.00

表 2 碳六分离原料产品性质

	抽余油	脱异己烷塔顶产物	脱异己烷侧线抽出产物
流量/(kg·h ⁻¹)	23000.00	10000.00	5587.00
质量分数/%			
戊烷	0.46	1.07	0.00
异己烷	43.46	98.89	1.92
正己烷	19.45	0.04	80.00
庚烷	36.62	0.00	18.08

2.3 工艺设备核算

采用计算软件对改造后设备进行计算,计算采用的工艺条件见表 3。结果表明,脱异戊烷塔和脱异己烷塔可以利旧。在最大程度利旧原装置设备的情况下,仅通过改造异构化稳定塔,将上段塔径扩改至 2 200 mm,将原来的 50 块塔盘增加至 65 块塔盘,

可达到产品质量要求。

表 3 调整前后主要工艺条件对比

工艺条件	调整前	调整后
脱异戊烷塔		
塔顶回流量/(t·h ⁻¹)	99	120
塔顶压力/(t·h ⁻¹)	0.3	0.3
塔顶压力/MPa	0.37	0.37
塔顶温度/℃	75	73
塔底温度/℃	106	91
异构化稳定塔		
塔顶回流量/(t·h ⁻¹)	6	20
塔顶压力/MPa	1.10	0.2
塔顶压力/MPa	1.16	0.26
塔顶温度/℃	96	71
塔底温度/℃	156	94
脱异己烷塔		
塔顶回流量/(t·h ⁻¹)	50	70
塔顶压力/MPa	0.18	0.18
塔顶压力/MPa	0.25	0.22
塔顶温度/℃	76	82
塔底温度/℃	141	139

3 投资收益率

3.1 工程费用

按照当前的设备、材料价格和估算指标进行估算,本次改造需新增投资 1 869.01 万元(不含增值税)、2 236.01 万元(含增值税),具体估算见表 4。

表 4 改造投资估算 万元

工程或 费用名称	设备 购置费	安装工程费		建筑 工程费	其他	合计
		主要 材料费	安装费			
建设投资 (含增值税)	561.38	657.80	408.74	179.23	428.86	2236.01
固定资产投资	496.80	582.12	374.99	164.43	250.73	1869.07
工程费用	496.80	582.12	374.99	164.43		1618.34
固定资产其他 费用					250.73	250.73

3.2 财务评价

参考“中国石油化工集团公司技术经济研究院《参数与数据》(2024)”中布伦特原油 60 美元/桶价格体系,其中原料中重整预加氢轻石脑油价格按照 3 679 元/t,戊烷油按照 3 679 元/t,抽余油按照 3 764 元/t,氢气按照 10 000 元/t,产品中异戊烷按照 7 200 元/t,正戊烷按照 3 150 元/t,戊烷发泡剂按照 4 280 元/t,异己烷按照 4 700 元/t,正己烷按照

4 348 元/t。按照“增量法”对改造投资和收益进行财务评价,见表 5。

表 5 改造财务评价

项目	数值
基本数据	
总投资/万元	2240
建设投资/万元	2236
不含增值税建设投资/万元	2019
建设期利息/万元	
流动资金/万元	5
经济评价指标	
税前项目投资财务内部收益率/%	448.98
税后项目投资财务内部收益率/%	339.63
税前项目投资回收期/a	1.22
税后项目投资回收期/a	1.29

从表 5 可以看出,税后财务内部收益率为 339.63%,税后投资回收期(含建设期 1 a) 1.29 a。税前财务内部收益率为 448.98%,税前投资回收期(含建设期 1 a) 1.22 a。各项经济指标均好于行业基准值,在经济上是可行的。

4 结论

(1)通过利旧脱异戊烷塔,调整异戊烷塔顶回流量为 120 t/h,塔顶温度 73℃,塔底温度 91℃,可生产满足 HG/T 5613—2019 的工业异戊烷。

(2)通过改造异构化稳定塔,改造上部塔径至 $\phi 200$ mm,增加塔盘数至 65 块,调整异构化稳定塔回流量为 20 t/h,塔顶温度 71℃,塔顶压力 0.2 MPa,塔底压力 0.26 MPa,塔顶温度 71℃,塔底温度 94℃,可生产质量分数大于 99% 的工业正戊烷。异戊烷塔顶设置双回路,一路直接送至产品管线,一路送至异戊烷塔顶与异戊烷混合,可生产满足 GB/T 22053—2008 的戊烷发泡剂。

(3)通过利旧脱异己烷塔,调整异己烷塔顶回流量为 70 t/h,塔顶温度 82℃,塔底温度 139℃,可生产满足 HG/T 5613—2019 的工业异己烷,满足 GB/T 17602—2018 的工业正己烷。

参考文献

- [1] 鲜楠莹,王红秋,周笑洋.中国成品油供需现状及其发展趋势[J].石化技术与应用,2022,40(3):149-152.
- [2] 李洪亮,冯连坤,陈晓华.催化重整联合装置兼有增效措施[J].石化技术与应用,2023,41(4):315-319.
- [3] 刘飞,于宁,田园.催化重整装置轻石脑油生产戊烷发泡剂的工业实践[J].石油炼制与化工,2021,52(5):22-24. ■