

Evaluation of the Operating Effect of Techtiv-500 High-Selective Composite Proprietary Solvent in the Aromatic Extraction Unit of the Continuous Reforming Plant of Oriental Hualong Group

Yonggang Zhang

Shandong Oriental Hualong Industry and Trade Group Co., Ltd., Dongying, Shandong, 257300, China

Abstract

This paper explores the application effect of Techtiv-500 high-selectivity composite proprietary solvent in the aromatic extraction unit of the continuous reforming unit of Oriental Hualong Group. By comparing aromatic recovery rate, product separation accuracy, and solvent loss, the operational effect of Techtiv-500 high-selectivity composite proprietary solvent in the aromatic extraction unit of the continuous reforming unit is analyzed. The results show that Techtiv-500 high-selectivity composite proprietary solvent significantly improves the product separation accuracy of the unit and the recovery rate of target products, while reducing energy consumption and operating costs. This study provides a theoretical basis and practical guidance for the application of Techtiv-500 high-selectivity composite proprietary solvent in the aromatic extraction unit of continuous reforming units, and has certain reference significance for solvent selection and operation in such units.

Keywords

Techtiv-500 high-selectivity composite proprietary solvent; target product separation accuracy; target product recovery rate; solvent loss

Techtiv-500 高选择性复合专有溶剂在东方华龙集团连续重整装置芳烃抽提单元运行效果评价

张永刚

山东东方华龙工贸集团有限公司, 中国·山东 东营 257300

摘要

本文探讨了Techtiv-500高选择性复合专有溶剂在东方华龙集团连续重整装置芳烃抽提单元运行中的应用效果。通过芳烃回收率、产品分离精度、溶剂损耗的对比,分析Techtiv-500高选择性复合专有溶剂在连续重整装置芳烃抽提单元中的运行效果,结果表明, Techtiv-500高选择性复合专有溶剂显著提高了装置的产品分离精度,以及目标产品的回收率,同时降低了能耗和操作成本。本研究为Techtiv-500高选择性复合专有溶剂在连续重整装置芳烃抽提单元中的应用提供了理论依据和实践指导,对连续重整装置芳烃抽提单元的溶剂选择、溶剂运行提供一定的参考意义。

关键词

Techtiv-500高选择性复合专有溶剂; 目标产品分离精度; 目标产品回收率; 溶剂损耗

1 引言

东方华龙集团连续重整装置芳烃抽提单元采用美国GTC公司的工艺包,使用GTC公司专有Techtiv-500高选择性复合专有溶剂,专门用于BTX抽提蒸馏。GTC公司开发的Techtiv系列溶剂,其主要成分是环丁砜,此外还含有稳定剂、中间体以及水等,通过将各组分进行调节来达到最

优的抽提蒸馏性能^[1]。

装置于2023年8月原始开工,2024年5月经过一次3个月的装置长检修,芳烃抽提单元的溶剂退回湿溶剂罐,单元设备与管线用除盐水进行冲洗回收溶剂,检修完成开工时将这部分含溶剂的除盐水进行回炼;2025年3月装置停工小检修,芳烃抽提单元静止处理(未退料)。

溶剂作为芳烃抽提单元最为重要的一环,运行性能的优劣直接影响到装置的能耗、产品质量、芳烃回收率、装置腐蚀等工况^[2],同时因溶剂价格>20元/kg,降低溶剂损耗也是工作的重点。因此,定期对溶剂进行检测评价是装置平稳运行的关键。

【作者简介】张永刚(1977-),男,中国山东东营人,本科,从事化学化工工程研究。

2 目标产品的分离精度

芳烃抽提单元的作用是将上游来的原料(C6C7组分)分离成非芳烃和芳烃,再将芳烃切割成苯、甲苯,以及二甲苯产品,因非芳烃和芳烃的沸点相近,普通的精馏很难将原料中的芳烃和非芳烃精度分离,因此,常采用抽提精馏的方法来实现。

抽提蒸馏的工作原理是高选择性的溶剂改变了组分的相对挥发度^[3]。芳烃和非芳烃混合物中,在溶剂的作用下,非芳烃组分与芳烃组分的相对挥发度增大,从而使得非芳烃能够从传统的精馏塔塔顶蒸出,芳烃从塔底回收。

装置运行两年,三个产品(苯、甲苯、非芳烃)的质量非常稳定,其中,苯产品的纯度达到99.999%,远超国标545规格要求的99.9%;甲苯产品的纯度99.99%,达到优级纯甲苯99.95%的标准;非芳烃产品的纯度为99.9%,高于产品出厂标准的 $\geq 99\%$ 。说明Tectiv-500溶剂在运行2年的工况下,依然满足产品质量的要求,选择性和溶解性与新鲜溶剂几乎一致。

(表1) 芳烃抽提单元产品质量

样品 组分	抽余油	抽出油	苯	甲苯	拔顶苯
非芳烃 (%)	99.9	0.01	0.0004	0.01	
苯 (%)	0.02	27.68	99.9991	0	99.9787
甲苯 (%)	0.08	72.31	0.0004	99.99	
芳烃 (%)	0.10	99.99	99.9995	99.99	
硫 (mg/kg)	0.03	0.02	0.02	0.04	

备注:2025年7月26日化验数据,装置加工负荷110%

3 芳烃回收率

一种好的溶剂,在合理的操作条件下,可以最大限度的将芳烃和非芳烃进行分离。芳烃抽提单元的目的在于回收芳烃,芳烃主要损失在抽余油中,抽余油中的芳烃含量越低,芳烃的回收率就越高,但芳烃抽提单元优先确保芳烃的纯度,在此基础上再去考虑芳烃回收率,因此,在适当的溶剂比下,既能确保芳烃的纯度,又有一个较高的芳烃回收率,是考量溶剂运行状态的关键指标。

芳烃产品回收率计算方法为 $(1 - FR * XR / (FF * XF)) * 100\%$

FR为抽余油的流量

XR为抽余油中芳烃的浓度

FF为抽提原料流量

XF为抽提原料中芳烃的浓度

2025年7月26日化验分析抽余油中芳烃含量0.1%,抽出油中非芳烃含量0.01%,芳烃的纯度和收率都处于一个理想的水平,根据计算,芳烃回收率是 $(1 - 13500 \text{kg/h} \times 0.1\% \div (30600 \text{kg/h} \times 56.18\%)) = 99.92\%$ 。GTC公司芳烃回收率的设计值是99.6%,同行业普遍的芳烃回收率在99%--99.5%,该芳烃回收率高于设计值和类同装置的回收率。

4 溶剂性能下降的影响

溶剂在运行过程中,受环境污染、老化等因素影响,不可避免的会产生副反应,使得溶剂的性能较新鲜溶剂有所下降。溶剂性能下降后,特别对芳烃的回收影响很大,因此,日常对溶剂的维护也至关重要,通过隔绝空气、避免高温、清洁工艺环境等手段,减缓溶剂性能下降的周期。通过表2可以看出,溶剂经过2年的运行周期,外观和新鲜溶剂基本一致,各项指标也处于较低的范围,说明对溶剂的日常维护比较规范。

5 溶剂损耗

2025年7月26日检测抽余油和抽出油中溶剂含量,分别是0.33ppm和0.16ppm,GTC指标要求抽余油和抽出油中溶剂含量 $< 1 \text{ppm}$;正常运行工况下溶剂随产品携带损失在1~3g/吨进料,根据检测结果得出,抽余油携带(0.33ppm)0.14克/吨进料,抽出油携带(0.16ppm)0.07克/吨进料,共计0.21克/吨进料,远低于行业内的溶剂损失值。操作上,抽提蒸馏塔和溶剂回收塔的回流比控制在靠近设计值上限,最大限度少跑损溶剂。

GTC公司要求溶剂中水含量控制在0.3--1.0%,化验室分析溶剂中水含量在8061.72ug/g(溶剂循环量140t/h),溶剂水含量约在0.8%,符合溶剂中水含量的要求;汽提蒸汽量/贫溶剂量(SS/LS)=0.01--0.025wt/wt,现在是1.02%,控制在指标的下限;贫溶剂中烃含量是0.04%,远低于GTC要求的 $\geq 0.2\%$ 。说明溶剂质量比较好,溶剂中水含量也能符合要求,溶剂回收塔塔底汽提效果良好。

工艺水系统每日损耗除盐水6--7公斤,每周补水一次,工艺水罐D503每次补水(1.4米*1.7米)液位30%(46公斤),说明补水比较小,除盐水的损耗较小。

(表2) 溶剂指标对比

单位 指标	新鲜溶剂	本企业 溶剂	某企业1 溶剂	某企业2 溶剂	某企业3 溶剂	某企业4 溶剂
外观	清澈透明	清澈透明	棕红色有少量沉淀	黑色不透明	黑色有少量沉淀	黑色不透明
PH值	7.6	6.3	6.2	5.58	6.9	6.8
固体悬浮物 (ppm)	15	126	438	381	1169	365.8
氯离子 (mg/l)	2.6	72.1	183.5	1641	129.5	86.8
运行时间 (年)	0	2	2	4	6	2.5

6 溶剂劣化后的危害

6.1 固体颗粒物危害

溶剂受到污染后, 腐蚀产物和氧化降解聚合产物在溶剂中形成一定量的 ($> 1 \mu\text{m}$) 固体颗粒, 并随着污染物以及环丁砜降解产物的积累, 会进一步加剧溶剂的劣化降解, 以致加剧设备的腐蚀, 进而堵塞塔盘、管道, 影响装置的长周期稳定运行。

溶剂再生塔每6个月排污一次, 一次排出废溶剂约200公斤(含水), 溶剂颜色呈深黄色, 未见明显的黑色渣状物质。贫溶剂过滤器正常生产时平均6个月清理一次。

6.2 氯离子的积累和危害

溶剂中含有较多氯离子时, 氯离子对奥氏体不锈钢设备的点腐蚀特别敏感, 点腐蚀在生产中是很危险的, 它在一定区域内迅速发展, 并往深处穿透, 可能会导致个别地方穿孔而渗漏, 威胁着装置的安全生产^[4]。

氯离子来自上游单元, 因此, 重整生成油的脱氯尤为重要, 需引起管理人员的重视, 一是重整生成油的脱氯剂尽量选择和使用脱氯效果好的; 二是一旦重整生成油的氯含量超标, 要及时切换脱氯罐和更换脱氯剂, 确保脱氯罐出口总氯含量 $\geq 0.5\text{ppmwt}$ 。

6.3 酸性物质的积累和危害

溶剂 pH 值偏低的原因是环丁砜本身 β 位袭击释放出 SO_2 , SO_2 又和不饱和醛进行可逆反应, 形成腐蚀性极强的酸, 或是环丁砜在高温及氧存在的工艺条件下被氧化, 开环而形成磺酸等原因所致, 是导致设备腐蚀的主要因素。如不除去这些酸性物质, 溶剂的降解和酸性腐蚀会加剧, 从而造成设备、仪表、管线、阀门腐蚀而泄漏, 导致生产波动, 并会影响正常生产^[4]。

加注单乙醇胺可中和酸性物并维持溶剂的 pH 值在指标范围内, GTC 预计单乙醇胺 (MEA) 的消耗最大为 24000 升/年, 推荐每 20 分钟注入单乙醇胺一次, 每次 1-2 升, 但对于良好的操作条件, 正常操作的注入量可能要低的多。芳烃抽提单元的单乙醇胺在 23 年 11 月注入 18kg, 25 年 7 月注入 36kg, 2 年共计注入 44kg, 溶剂的 PH 值维持在 6.2。

7 操作条件与能耗

从表 3 的数据可知, 操作参数与设计值基本吻合, 抽提蒸馏塔塔底温度控制在设计值的下限, 溶剂回收塔塔底温

度低于设计值, 在该操作条件下, 使用 Techtiv-500 溶剂生产的产品纯度和收率均高于设计值。且 110% 的加工负荷下, 1.6Mpa 蒸汽用量为 12.36t/h, 折合原料单耗为 0.321t/t, 低于设计值 0.36。

(表 3) 芳烃抽提单元操作条件

项目	设计值	实际值
加工量, t/h	35	38.5
抽提蒸馏塔塔顶压力, Kpa	50	50
抽提蒸馏塔塔顶温度, $^{\circ}\text{C}$	87	82
抽提蒸馏塔塔底温度, $^{\circ}\text{C}$	160 ~ 170	162
溶剂进塔温度, $^{\circ}\text{C}$	105	108
原料进塔温度, $^{\circ}\text{C}$	95	98
抽提蒸馏塔溶剂比, wt	3 ~ 4	3.41
抽提蒸馏塔回流比, wt	0.5 ~ 0.6	0.48
溶剂回收塔塔顶压力, Kpa	-50	-50
溶剂回收塔塔顶温度, $^{\circ}\text{C}$	75	75
溶剂回收塔塔底温度, $^{\circ}\text{C}$	175	170
溶剂回收塔回流比, wt	0.3 ~ 0.45	0.44
溶剂再生塔温度, $^{\circ}\text{C}$	175	178

8 结论

通过上述检测数据得出, Techtiv-500 高选择性复合专有溶剂在东方华龙集团连续重整装置芳烃抽提单元的运行良好, 经过两年生产周期的考验后, 性能仍处于一个较高水平。一是说明该溶剂完全满足生产需要, 且产品质量、芳烃回收率、装置能耗均优于设计值; 二是溶剂得益于严格的日常管理和维护。当溶剂被污染后, 任何的手段都不会将溶剂恢复到新鲜状态, 因此, 针对溶剂污染源而采取的防范措施, 针对溶剂损失率而采取的工艺措施也需严格执行。

参考文献

- [1] Techtiv-100溶剂在大连石化芳烃抽提装置的应用; 张守运; 基本有机化学工业; 2010
- [2] 浅谈影响芳烃产品质量相关因素; 张文佳等; 中国石油和化工标准与质量; 2021
- [3] 芳烃抽提工艺技术探讨解析; 郝慧秋; 炼油与化工; 2009
- [4] 芳烃抽提溶剂环丁砜中氯离子的净化研究; 李明玉; 石化技术与应用; 2012