

工艺与设备

减压蜡油单段一次通过加氢裂化装置分馏系统技术改造

孙波¹ 丁辉² 孙津生² 李鑫钢²

(1. 齐鲁石化公司胜利炼油设计院, 山东 淄博 255434; 2. 天津大学化工学院, 天津 300072)

摘要:减压蜡油单段一次通过加氢裂化装置(SSOT)是齐鲁石化公司胜利炼油厂从美国引进的大型加氢联合装置中的一组操作单元。该装置自开工以来存在航空煤油、柴油馏分切割重叠较大、尾油质量不稳定、分馏塔操作弹性小等问题。采用天津大学开发的一种新型浮阀和梯形浮阀对分馏塔进行了技术改造,收到了很好的效果。

关键词:加氢裂化装置;航空煤油;分馏系统;改造

中图分类号:TQ053.5

文献标识码:A

文章编号:0253-4320(2004)02-0047-03

Revamping of fractionator of single-stage once through hydrocracker

SUN Bo², DING Hui¹, SUN Jin-sheng¹, LI Xin-gang¹

(1. Shengli Design Institute of Qilu Petrochemical Company, Zibo 255434, China;

2. School of Chemical Engineering and Technology, Tianjin University, Tianjin 300072, China)

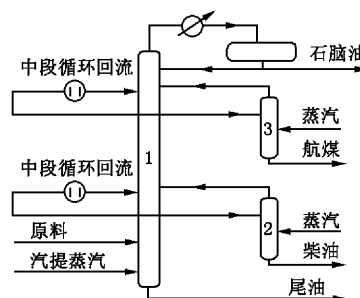
Abstract: Single-stage once through hydrocracker (SSOT) for decompressed waxy oil is a set of operation unit in large-sized hydrogenation combination units which was introduced from America by Shengli Design Institute of Qilu Petrochemical Company. Since its first running, such problems exist in the units as larger superposition on distillate incision of aviation kerosene and diesel oil, unstable quality of tail fraction, smaller flexibility of operation and so on. So the units were revamped by using a new kind of float valve and trapeziform valves developed by Tianjin University, which achieved better economic benefits.

Key words: single-stage once through hydrocracker(SSOT); aviation coal oil; fractionator; improvement

减压蜡油单段一次通过加氢裂化(SSOT)装置是齐鲁石化公司胜利炼油厂引进美国伏龙公司技术建造的大型重油加氢联合装置中的一组操作单元。SSOT装置的主要产品为石脑油、航空煤油(简称航煤)、轻柴油和尾油。上述产品是反应产物通过分馏系统进行常压分馏得到的,其中的尾油供齐鲁石化公司30万t/a乙烯装置作原料。SSOT装置自开工以来,分馏系统操作一直不太理想,主要表现在分馏塔的侧线产品——航空煤油和柴油馏分切割重叠较大,航空煤油收率较低;尾油质量不稳定,控制难度大,产品经常不合格;分馏塔的操作弹性小,操作难度大。这不仅干扰了30万t/a乙烯装置的正常生产,还影响了SSOT装置的达标。为此,该公司决定对SSOT装置分馏系统进行改造,以提高各产品的质量,增加系统操作弹性,确保30万t/a乙烯装置的原料供应和SSOT装置达标。

1 改造前的概况

1.1 工艺流程



1—分馏塔;2—柴油汽提塔;3—航煤汽提塔

图1 SSOT装置分馏系统流程示意图

SSOT装置原料为反应系统的生成油,经加热炉加热后进入分馏塔,塔底吹蒸汽汽提。塔顶气相经冷凝后一部分回流,另一部分作为石脑油产品。分馏塔的37、29层塔板抽出轻、重航煤馏分进入航煤

汽提塔,由航煤汽提塔出航煤产品。分馏塔塔底抽出的尾油作为乙烯装置的裂解原料。此外,分馏塔设有 2 个中段循环回流。SSOT 装置分馏系统主要流程见图 1。

1.2 存在的问题

①航空煤油和柴油馏分切割重叠大,其恩氏蒸馏数据见表 1。

表 1 改造前航煤和柴油馏分恩氏蒸馏馏程

体积分数/%	0.0	5.0	10.0	30.0	50.0	70.0	90.0	95.0	100
航煤温度/℃	142	170	176	191	208	231	264	277	284
柴油温度/℃	167	241	274	314	327	339	354	362	369

由表 1 中数据可以看出:航煤和柴油馏分重叠了近 120℃,分离效果十分不理想,有许多航煤馏分进到了柴油中。

②分馏系统的操作弹性小,生产中反应部分的反应深度稍有变化(分馏塔进料变化),分馏塔的操作就很难控制,往往导致柴油闪点不合格或尾油初馏点不合格,使产品合格率没有保证。

2 原因分析及对策

针对分馏系统存在的问题,笔者采用 Hysim 工艺流程模拟软件对此系统进行了工艺核算,并对分馏塔各塔板进行了水力学核算。

2.1 工艺核算

对分馏塔进行工艺计算得出,柴油汽提塔顶返回分馏塔的气相量很小,只有 38.3 kg/h,即柴油汽提塔汽提效果差,柴油中的轻组分没有返回分馏塔,导致柴油中含有大量的航煤组分。这说明柴油汽提塔底热量不足,导致柴油闪点经常不合格、航煤和柴油馏分重叠较大。

原设计是利用该装置的热源作热载体对柴油汽提塔底进行间接汽提,增大柴油汽提塔底的供热,但这样会破坏装置其他部分的热平衡关系,改动量较大。

现设计是在柴油汽提塔底部增加汽提塔蒸汽,即采用间接汽提和直接汽提相结合的汽提方案。经过对整个分馏系统的工艺计算,得出在柴油汽提塔底吹入 310 kg/h 蒸汽,就能达到很好的效果,柴油中的航煤组分明显减少,航煤和柴油馏分的重叠降低到 40℃左右(恩氏蒸馏数据),可以达到预期的目的。

柴油汽提塔增加汽提蒸汽后,进入分馏塔的热量增大。为了维持塔的热平衡,必须加大分馏塔

取热量。经过核算得知分馏塔的塔顶冷凝器取热能力已无富裕,但可在 2 个中段回流取热。经计算,将 2 个中段回流流量增大到 48 t/h(改造前为 45 t/h),就可以取出因分馏塔底增加汽提蒸汽后所带入的热量,维持全塔的热平衡。

柴油汽提塔增加汽提蒸汽后,又带来了一个新问题:柴油汽提塔的气相负荷大大增加,原塔板已不能满足要求。如果仍采用板式塔,塔径必须增大,整个塔就得更换,投资太高。经计算,将柴油汽提塔原有的 6 层塔板改为 2.5 m 高的 250Y 孔板波纹填料,就可满足柴油汽提塔气相负荷增大的要求。

2.2 塔板水力学核算

分馏塔塔板水力学计算结果见表 2。

表 2 分馏塔塔板水力学计算结果

塔板号	2	7	9	16	28	36	46
开孔率/%	8.7	8.7	11.1	11.1	11.1	11.1	11.1
阀孔动能因数	3.05	4.39	13.87	15.04	11.91	10.99	9.93
降液管停留时间/s	31.4	25.9	29.2	21.9	30.4	19.7	17.3
雾沫夹带量/kg·h ⁻¹	0.008	0.012	0.092	0.104	0.052	0.049	0.043

可以看出,8~16 层塔板阀孔动能因数偏大,并且雾沫夹带量过大,说明这一段塔板开孔率偏小;1~7 层塔板阀孔动能因数偏低,漏液现象严重,说明这一段塔板开孔率偏大,是分馏系统产品质量不稳定、操作弹性小的主要原因。

为减小分馏塔 1~7 层塔板的开孔率,笔者进行了水力学计算。计算表明,如果要使这几层塔板的操作动能因数达到比较合适的数值(10 左右),开孔率必须减小到 5%,塔板开孔率过少将会影响塔板效率。因此本设计采用天津大学开发的一种新型浮阀(TD-I 型矩形重阀)对分馏塔的 1~7 层塔板进行改造,其特点是抗漏液性能好,阀孔动能因数达到 3.5 也不会漏液。

分馏塔的 8~16 层塔板开孔率偏小,需要增大开孔率,通过水力学计算,塔板开孔率需要增大到 13.5% 左右。对于该塔而言,普通的 F1 型浮阀很难达到这么高的开孔率,因此本设计采用天津大学的导向梯形浮阀对分馏塔的 8~16 层塔板进行改造,这种浮阀不但能够增大开孔率,而且有良好的推液作用,能改善液层在塔板上的分布,提高塔板效率。

为了节省投资,塔板的支撑件和降液管都保留,只更换塔板,新型浮阀按照塔板的结构尺寸进行排列分布。改造后,1~7 层塔板共设 TD-I 型矩形重阀 160 个,开孔率 7.3%;8~16 层塔板共设导向梯

形浮阀 228 个,开孔率 15.12%。

3 改造效果及效益评价

(1) 航煤和柴油馏分重叠度明显减少

SSOT 装置开工后,对分馏系统的改造效果进行了考察,收集到的航煤和柴油馏分恩氏蒸馏数据见表 3。

表 3 改造后航煤和柴油馏分恩氏蒸馏馏程

体积分数/%	0.0	5.0	10.0	30.0	50.0	70.0	90.0	95.0	100
航煤温度/℃	150	172	179	188	206	231	263	277	289
柴油温度/℃	247	290	302	314	329	340	357	362	368

对比改造前后的数据可以看出,航煤和柴油的重叠明显减小,只有 42℃,达到了设计要求。

开工半年后,改造的效果依然很明显。表 4 列出了开工半年后航煤和柴油恩氏蒸馏馏程。

表 4 航煤和柴油恩氏蒸馏馏程(开工半年后)

体积分数/%	0.0	5.0	10.0	30.0	50.0	70.0	90.0	95.0	100
航煤温度/℃	144	169	177	188	204	230	259	278	294
柴油温度/℃	249	304	312	321	336	341	355	360	367

(2) 产品的合格率明显提高

根据车间生产台账上统计数据:1996 年 4 ~ 10

月(改造前)柴油闪点不合格 14 次,尾油不合格 21 次;而 1996 年 11 月至今(改造后)柴油闪点不合格 0 次,尾油不合格 2 次。这说明分馏系统改造后操作平稳,产品质量容易控制,操作弹性增大;反应部分转化率提高 15%,生成油性质发生了变化,但分馏系统依然保持平稳操作。

(3) 经济效益好

分馏系统改造方案实施以来,平均每小时增产航煤 180 kg 左右,仅此一项每年可增加经济效益约 30 万元。若将产品(航煤、柴油及尾油)合格率提高(废品减少)考虑进去,则经济效益十分可观。

4 结论

①采用了较先进的技术:分馏塔采用导向浮阀塔板,该技术是天津大学 1994 年的专利技术;柴油汽提塔采用的填料及分布器也是天津大学的专利技术。从实际生产情况来看,新技术应用的效果很好。

②用较少的投资,取得了可观的经济效益。本项目总投资 15 万元,根据以上经济效益分析,项目实施后,不到半年就可收回投资。

③充分利用了原有设备的结构,减少对设备的改动量。对分馏塔和柴油汽提塔的改造都是原有设备壳体不动,改造内构件,分馏塔的塔板支撑件都保留不动。这样不仅减少了投资,而且设备加工制造和现场安装的工作量都很小。■

首届中国石油和化学工业风云人物评选揭晓

历时 1 年、备受行业关注的“首届中国石油和化学工业风云人物”评选结果于 2003 年 12 月 26 日揭晓并于 2004 年 1 月 13 日举行了颁奖大会。

荣获“首届中国石油和化学工业风云人物”称号的有:

双星集团总裁汪海

中油股份辽阳石化分公司总经理沈殿成

上海华谊(集团)公司董事长张培璋

江阴澄星实业集团有限公司董事局主席兼总裁李兴

上海轮胎橡胶(集团)股份有限公司董事长范宪

浙江新和成股份有限公司董事长兼总经理胡柏藩

青岛红星化工集团公司董事长姜志光

山东东岳集团董事长张建宏

潍坊亚星集团有限公司董事长陈华森

中油吉林化建工程股份有限公司董事长杜钟灵

中国-阿拉伯化肥有限公司总经理武四海

川化集团有限责任公司总裁、川化股份有限公司董事长谢木喜

浙江新安化工集团股份有限公司董事长王伟

陕西渭河煤化工集团有限责任公司董事长郭金鹏

陕西天脊煤化工集团董事长李中华

青岛黄海橡胶集团有限责任公司董事长兼总经理高巨谦

南通回力橡胶集团有限公司董事长兼总经理倪雪文

中昊长源防腐有限公司董事长王振州

中国·亿利资源集团董事局主席兼总裁王文彪

杭州湾精细化工园区管委会主任吕军

他们共同的特点是,在市场经济的海洋中,挺立潮头,敢于胜利,以各自的斐然业绩成为各个行业的排头兵,为我国石油和化学工业的发展做出了突出贡献。(胡)