

工艺与设备

利用加氢装置多元化生产高附加值产品

李 平

(扬子石化芳烃厂, 南京 210048)

摘要: 利用加氢裂化设备进行多元化生产, 可以开发生产车用液化气、民用燃料和发泡剂等高附加值产品。介绍了对闲置的加氢裂化装置技术改造后的生产工艺过程。

关键词: 加氢裂化装置; 液化气; 燃料; 发泡剂

中图分类号: TF624.432; TF626

文献标识码: A

Multiple production of products with high added value using hydrocrackers

LI Ping

(Aromatic Hydrocarbon Plant, Yangzi Petrochemical Ltd., Nanjing 210048, China)

Abstract: Products with high added value such as liquefied gas for vehicles, domestic fuels and foaming agents can be produced in multiple production using hydrocrackers. The production process after the technical revamping of hydrocrackers was introduced.

Key words: hydrocracker; liquefied gas; fuel; foaming agent

1989年, 扬子石化公司加氢裂化装置原设计原料油加工能力为 120 万 t/a, 以减压馏分油(VGO)为原料, 产品主要是重石脑油(给催化重整装置作原料)和轻石脑油(作制氢装置原料), 副产品是民用石油液化气。其产品种类单调, 用途狭窄, 大部分产品只能作为装置的中间物料而不能作为最终产品在市场上销售。1993年, 加氢裂化装置进行了大的技术改造, 将两段全循环流程改为两个并行系列一次通过流程, 原料油加工量增加到 200 万 t/a。原设计的 C₃/C₄ 分离装置(DA911)和 C₅/C₆ 分离装置(DA912)基本上处于闲置状态, 造成设备资源的浪费。该厂根据市场的需要, 利用闲置装置灵活多样地生产车用液化气、民用燃料 C₅ 和发泡剂 C₅ 等高附加值的产品, 开发公司新的效益增长点。

1 开发生产戊烷发泡剂

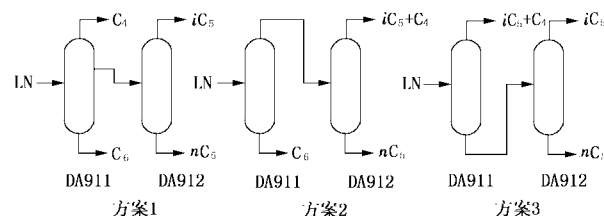
由于作为物理发泡剂的氟利昂对大气层的影响, 其应用已受到限制。而化学发泡剂戊烷以其发泡性能优良、价格便宜, 成为呼声最高的替代发泡剂。市场初步调查表明, 我国年需发泡剂 1.5 万 t,

而目前国内只有少数厂家生产戊烷发泡剂, 市场缺口较大。加氢裂化装置(100[#])所产轻石脑油(LN)富含 C₅, 是生产戊烷发泡剂的优质原料。

表 1 加氢裂化装置所产轻石脑油的组成

项目	iC ₄	nC ₄	iC ₅	nC ₅	iC ₆	nC ₆
质量分数/%	1.70	4.42	41.99	9.91	40.27	1.80

如果利用 DA912 单塔进行操作, 产品 nC₅ 纯度只能达到 15% ~ 17%, 并且含有 10% 的 C₄。为此考虑利用 DA911, 推出以下 3 种方案可供选择:



方案 1 需从 DA911 中部塔壁开孔将物料引出, 由于在压力容器上开孔的审批手续繁琐, 施工消耗时间长, 因此不宜采纳; 方案 2 在 DA912 塔顶有大量 C₄ 组分, 由于 C₄ 与 C₅ 组分不易分离, 使 iC₅ 中 C₄

组分含量高,该方案也不宜采纳;方案3相对比较可行,现场流程改造较少,应予以采纳。改造后的流程为100#的轻石脑油以20 t/h进料量进入DA911塔(原设计进料量为20.55 t/h),在塔顶拔除C₄和部分iC₅,以增加塔底料中的nC₅含量。DA911塔关键组分的分离与原设计有了许多差别,塔的进料位置仍在第19层塔盘,总塔盘数不变,经过优化模拟计算,确定DA911操作塔压为0.4 MPa,回流比为5.0,塔顶液相流量为512.5 kmol/h,在此操作条件下,DA911塔液相组成如表2所示。

表2 DA911塔塔盘液相各组分的质量分数

塔盘	C ₄	iC ₅	nC ₅	C ₆
1	0.17240	0.81006	0.17523E-01	0.00002
2	0.09506	0.88092	0.23980E-01	0.00004
18	0.64504E-02	0.69083	0.12583	0.17689
19	0.21497E-01	0.61067	0.11631	0.25152
29	0.11629E-03	0.62533	0.12201	0.25254
31	0.48914E-04	0.62239	0.12465	0.25291
45	0.18853E-07	0.27774	0.16988	0.55238
46	0.81055E-08	0.18966	0.13826	0.67208

由表2计算结果发现,DA911塔中,随着塔盘的增加,iC₅和nC₅的含量发生了变化,塔底的nC₅含量已提高到13.8%,占总C₅的42%。

装置按上述方案投入运行后,取得了较好的效果。产品质量及指标见表3。

表3 戊烷发泡剂的质量指标和产品质量

项目	质量指标	产品质量
外观	清澈透明,无游离水	清澈透明
密度/kg·m ⁻³	报告	621.0
正戊烷质量分数/%	40±2	38.21
异戊烷质量分数/%	60±2	61.48
C ₄ 及C ₄ 以下组分质量分数/%	≤0.5	0.08
己烷及环戊烷质量分数/%	≤1.0	0.23
芳烃含量(以苯计)/μg·g ⁻¹	≤40	未测
溴指数/mg·(100g) ⁻¹	≤500	90
硫含量/μg·g ⁻¹	≤2	<1

对DA911塔、DA912塔及相关系统改造,仪表换型需投资10万元。目前戊烷发泡剂售价为3200

元/t,加工费用为342元/t,轻石脑油价格为1900元/t,按年产2000t戊烷发泡剂计算,可产生经济效益191.6万元/a。

2 开发生产车用液化气

随着环保要求的日益严格,车用液化气也有着越来越广阔的市场,且车用液化气属环保类产品,可免税,经济效益和社会效益前景良好,因此开发生产车用液化气,对今后开拓和占领市场具有重大的战略意义。

加氢裂化装置副产大量的液化气,作为民用液化石油气,价格低廉,附加值不高。其组成如表4。

表4 加氢裂化装置副产液化石油气的组成

	H ₂ S	H ₂	C ₁	C ₂	C ₃	iC ₄	nC ₄	iC ₅	nC ₅
质量分数/%	1×10 ⁻⁸	0.05	1.20	6.30	21.50	43.00	27.20	0.70	0.10

两种规格的车用液化气车用丙烷和车用丙丁烷混合物如表5。

表5 两种规格车用液化气的组成

	车用丙烷	车用丙丁烷混合物
丙烷质量分数/%	—	≥60
丁烷及以上组分质量分数/%	≤2.5	—
戊烷及以上组分质量分数/%	—	≤2
丙烯质量分数/%	≤5	≤5
铜腐蚀	不大于1级	不大于1级
硫质量分数/10 ⁻⁶	≤123	≤140

比较表4和表5可以看出,加氢裂化装置副产的液化气富含丙烷、丁烷,是生产车用液化气的优质原料。

DA911塔原设计为C₃/C₄分离装置,也是以加氢裂化装置副产的液化气为原料,要求塔顶产品含C₄小于2%。如果生产车用丙烷和丁烷混合物,允许有相当部分C₄存在,相对原设计来说塔顶产品的精度降低,DA911的46层塔盘可以达到产品要求的分离精度,只是塔顶的汽液相负荷较原设计略大。表6为DA911塔顶液相流量与关键组分的分析,经过对DA911塔的模拟计算,可以看出,获得最大塔顶收益且产品符合车用丙丁烷混合物标准,塔顶液相流量为160 kmol/h,在原设计的负荷范围之内。

该厂于2000年1月中旬利用DA911塔试生产

丙丁烷混合物并进行实际验证,其质量如表 7。

表 6 DA911 塔顶液相流量与关键组分分析

塔顶液相流量/ kmol·h ⁻¹	C ₃ 摩尔 分数/%	C ₃ ⁺ 摩尔 分数/%	C ₄ 摩尔 分数/%	C ₅ 摩尔 分数/%
100	58.82	6.06	0.968 × 10 ⁻³	痕量
120	65.89	5.09	0.861 × 10 ⁻³	痕量
140	70.84	4.57	0.086	痕量
150	66.04	4.07	6.94	痕量
155	63.88	3.94	10.03	痕量
160	61.85	3.81	12.93	痕量
165	59.94	3.69	15.65	痕量
170	58.15	3.50	18.21	痕量

表 7 DA911 塔生产的丙丁烷混合物的组成

组成	H ₂ S	H ₂	C ₁	C ₂
质量分数/%	2.6 × 10 ⁻³	1.96 × 10 ⁻²	2.2	19.2

组成	C ₃	C ₃	C ₄	C ₅
质量分数/%	61.9	3.8	12.9	1.56 × 10 ⁻²

在表 7 中,丙丁烷混合物的各项组成指标均达到标准指标,只是铜腐蚀指标为二级或三级,超过车用液化气质量要求的一级。影响铜腐蚀指标的主要原因是来自催化重整的物料中含有大量的氯离子,为此,在民用液化气装置增设分子筛处理罐。脱除硫化氢和氯离子。通过脱除实验结果表明,腐蚀指标完全能达到车用液化气的铜腐蚀标准。

利用 DA911 塔生产车用液化气,对相关仪表设

备的改造已在生产精制戊烷时实施,所以不必再投资。而车用液化气正式投产后,每年可生产车用液化气 1 万 t,目前车用液化气比民用液化气增值 1 000 元/t,车用液化气的加工费用为 250 元/t。因此每年可增效 750 万元。

3 生产民用燃料 C₅

燃料 C₅ 作为一种新型民用燃料以其安全性好、运输储存方便、热值高和价格较低深得用户的青睐,市场前景非常看好。加氢裂化的 100[#] 装置副产轻石脑油所含 C₅ 质量分数高达 70%,是生产燃料 C₅ 的优质原料。

经过对 C₅/C₆ 分离装置 DA912 的模拟计算,DA912 完全能够生产出合格的燃料 C₅ 产品。其质量指标和标准指标见表 8。因此,可根据市场行情需要安排生产。

表 8 燃料 C₅ 的标准指标和加氢裂化装置

生产 C ₅ 质量指标		
	标准指标	产品质量
密度/kg·m ⁻³	报告	623.0
C ₆ 及 C ₆ 以上质量分数/%	≤5	2
总硫含量/μg·g ⁻¹	≤5	<5
水份	无游离水	无游离水

DA912 生产燃料 C₅ 时,每年可生产 1 万 t,其加工费用为 250 元/t,燃料 C₅ 的出厂价为 2 300 元/t,与轻石脑油的差价为 150 元/t,则每年可增加效益 150 万元。⑥

欢迎订阅 2002 年(第 6 卷) 《表面活性剂技术经济》(季刊)

《表面活性剂技术经济》是中国工业表面活性剂网网刊,也是全国工业表面活性剂生产技术协作组会刊,编辑部设在全国工业表面活性剂中心,大连界面化学技术有限公司。《表面活性剂技术经济》主要栏目有:专家论坛、技术市场、国内外信息、科研生产、应用和消费、原料中间体、协作组园地、供求信息等。

《表面活性剂技术经济》可随时订阅,50 元/年,订户可通过邮局汇款至大连市沙区西山街 238 号,邮编:116021,电话/传真:0411-4609219,辛齐收或银行汇款至建行大连分行中山支行,帐户:大连界面化学技术有限公司,帐号:501202210000959。