

# 两套芳烃装置联合运行的物料平衡方案

唐未庆

(天津石化公司, 天津 200271)

**摘要:**利用 PIMS 生产优化模型研究了 2 套芳烃联合装置之间物料互供优化, 分析了已有生产方案的局限性, 找出了 2 套芳烃装置联合运行的最佳方案。

**关键词:**PIMS 生产优化; 芳烃装置; 对二甲苯; 线性规划

中图分类号: TQ015.1

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2004)S1-0193-03

## Material balance schemes of two sets of joint running units for aromatics

TANG Wei-qing

(Tianjin petrochemical corporation of Sinopec, Tianjin 200271, China)

**Abstract:** Using PIMS production optimization model, the mutual provision of materials between two sets of joint units for aromatics was found optimized, the localization of conventional schemes was analyzed, and the optimal scheme of two sets of joint running units for aromatics was put forward.

**Key words:** PIMS production optimization; units for aromatics; paraxylene; linear programming

石化行业中芳烃联合装置的工艺流程是比较复杂的, 以天津石化公司 2 套芳烃装置采用的 UOP 专利技术为例, 它以直馏石脑油和加氢裂化重石脑油为原料, 生产对二甲苯及石油苯、重芳烃、抽余油等。它包括预分馏、加氢精制、连续重整、重整油分馏、芳烃抽提、苯/甲苯分馏、C<sub>8</sub>~<sub>9</sub> 芳烃分馏、吸附分离、歧化与烷基转移(以下简称歧化)、异构化等 10 余个工艺过程, 化学反应多, 物料循环多, 因此芳烃联合装置优化难度极大。

天津石化公司有大小 2 套芳烃联合装置, 其中小芳烃装置由于其重整单元燃动能耗高等原因, 目前只有小抽提单元在运行(加工乙烯加氢混合苯)。随着该公司大芳烃装置的扩产改造, 2004 年下半年大小 2 套芳烃装置“一头两尾”联合运行即将具备条件。当前国内适合重整的石脑油不仅数量不足, 组成和质量也不稳定, 要做到 2 套芳烃装置联合运行整体效益最佳, 需要提前做认真的研究工作。

笔者利用美国艾斯苯(ASPEN TECH)公司开发的 PIMS(Process Industry Modeling System)模型(测试版)对大小芳烃装置联合优化运行的多种投入产出方案进行了对比计算, 找到了整体效益最佳时 2 套芳烃装置之间的物料平衡方案。

## 1 PIMS 模型基础条件及方案设置

### 1.1 模型基础条件

笔者所使用的 PIMS 模型是在企业标准生产优

化模型的基础上改编成的, 同时假定: ①大芳烃装置改造后各单元的单位燃动能耗与改造前一致; ②乙烯加氢混合苯只在小芳烃装置加工; ③小芳烃联合装置各单元燃动能耗及辅料消耗数据与停产前一致; ④大芳烃装置改造后各单元产能达到扩产改造初步设计指标; ⑤从 2 套芳烃装置可操作性出发, 大小芳烃各单元最大操作负荷按 110% 考虑, 大芳烃重整单元操作负荷下限按 85%、93% 这 2 种工况考虑, 其他单元操作负荷下限按 65% 考虑; ⑥大芳烃投入产出参照北京某设计院的大芳烃改造初步设计方案以及天津石化公司目前实际情况。

### 1.2 大小 2 套芳烃装置负荷

表 1 2 套芳烃装置有关单元设计负荷 万 t/a

	大芳烃装置	小芳烃装置
预分馏负荷	41.4	不开
加氢精制负荷	53.1	不开
铂重整负荷	80.0	不开
抽提负荷	32.8	7.6
二甲苯分离负荷	201.9	56.2
歧化负荷	73.1	13.0
吸附分离负荷	30.4	8.0
异构化负荷	141.5	41.2

除吸附分离单元以年对二甲苯产量作为单元负荷外, 其他单元以年进料量作为单元(下同), 2 套芳

烃装置有关单元的设计负荷见表 1。

### 1.3 互供物料方案设置

如果 1 个物料平衡方案在大芳烃重整单元操作负荷不同时能使 2 套芳烃联合装置后续单元操作负荷都处于正常范围,同时效益最大,这个方案就是较优方案。在大芳烃重整单元负荷一定时,优化的关键是确定 2 套装置之间的互供物料品种和数量。为此,共设置了 7 个大小芳烃装置之间的物料平衡方案,见表 2。

表 2 大小芳烃装置联合运行互供物料方案(物料上限)

	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6	方案 7
加氢混苯加工量/万 t	10.0	0.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
大芳烃供脱戊烷油量/万 t	13.4	13.4	0.0	13.4	13.4	13.4	0.0
大芳烃脱庚烷顶油量/万 t	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	3.0
大芳烃供 C <sub>8</sub> +芳烃量/万 t	0.0	0.0	11.6	11.6	0.0	11.6	11.6
大芳烃供混二甲苯量/万 t	0.0	12.0	12.0	0.0	12.0	12.0	0.0
大芳烃供甲苯量/万 t	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.2	1.2

在这 7 个方案中,方案 1 作为基础方案,效益设定为零,其他方案效益都和方案 1 进行对比,方案 2 参照小芳烃停产前的操作方案,方案 7 参照某设计院大芳烃改造初步设计方案。互供方案关键在于确定物料品种,物料数量上限仅作参考。

## 2 模型计算结果

(1)各单元操作负荷上限按扩产改造初步设计负荷,大芳烃吸附分离单元最大负荷按改造前负荷的 83%(为 2004 年 1 月份水平,日产 630 t 对二甲苯)计算,运行模型得到 6 个计算结果,计算结果见表 3。

表 3 大芳烃吸附分离负荷为改造前的 83% 时计算结果

	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6
加氢混苯加工量/万 t	0.0	2.0	8.9	2.7	6.0	8.7
大芳烃供脱戊烷油量/万 t	11.9	11.1	0.0	10.4	6.3	0.3
大芳烃脱庚烷顶油量/万 t	0	0	0	0	0	0
大芳烃供 C <sub>8</sub> +芳烃量/万 t	0.0	0.0	2.0	0.3	0.0	1.9
大芳烃供混二甲苯量/万 t	3.1	0.0	6.1	0.0	4.3	6.0
大芳烃供 C <sub>7</sub> 芳烃量/万 t	0	0	0	0	0	0
小芳烃返 C <sub>9</sub> 芳烃量/万 t	0	0	0	0	0	0
相对利润/万元	0	-311	3093	-2015	1809	2856

从表 3 中可知,各方案的相对利润排序是方案 3 > 方案 6 > 方案 5 > 方案 1。由于利润最大化是企业生产经营的首要宗旨,因此方案 3 是本条件下的

最佳方案。

(2)大小芳烃 2 套装置各单元(塔)操作负荷上限由 100% 变成 110%,且石脑油资源足够(把外购石脑油数量上限增加 10 万 t),大芳烃吸附分离负荷恢复为原设计 100%(作为物料平衡的极限,日均生产对二甲苯 760 t),此时 2 套芳烃装置互供物料数量如表 4。

表 4 2 套芳烃装置各单元操作上限变为 110% 时的计算结果

	方案 1	方案 2	方案 3	方案 4	方案 5	方案 6
加氢混苯加工量/万 t	0.0	4.9	9.8	6.1	7.4	9.8
大芳烃供脱戊烷油量/万 t	13.6	9.5	0.0	7.9	5.4	0.0
大芳烃抽提料量/万 t	0	0	0	0	0	0
大芳烃供 C <sub>8</sub> +芳烃量/万 t	0.0	0.0	1.5	1.1	0.0	1.5
大芳烃供混二甲苯量/万 t	3.7	0.0	7.1	0.0	5.5	7.1
大芳烃供甲苯量/万 t	0	0	0	0	0	0
小芳烃返甲苯量/万 t	1.4	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0
小芳烃返 C <sub>9</sub> 芳烃量/万 t	0	0	0	0	0	0
相对利润/万元	0	158	3217	-2325	2227	3217

从表 4 可以看到,得到计算结果的 6 个方案中,方案 3 效益仍然最大。

(3)当石脑油资源不足或由于设备原因造成大重整单元负荷低时,会影响 2 套芳烃的整体优化运行方案。考察重整负荷为 85% 和 93% 这 2 种低负荷工况,运行 PIMS 优化模型后发现,当重整负荷为 85% 时,方案 1 也没有得到计算结果,只有方案 3 和方案 6 得到优化运行结果,这 2 个方案中方案 3 效益较大;当重整负荷提高到 93% 时,得到方案 1 至方案 6 共 6 个求证结果。在这 6 个结果中,仍然是方案 3 效益最高。方案 3 和方案 6 在这 2 种工况下的计算结果见表 5。为便于效益比较,把重整负荷为 100% 时方案 1 的结果作为比较基准。

表 5 大重整低负荷运行时物料优化方案

	方案 1	方案 3	方案 6
重整负荷/%	100	85	93
加氢混苯加工量/万 t	0.0	8.9	8.9
大芳烃供脱戊烷油量/万 t	11.9	0.0	0.0
大芳烃抽提料量/万 t	0	0	0
大芳烃供 C <sub>8</sub> +芳烃量/万 t	0.0	2.0	2.0
大芳烃供混二甲苯量/万 t	3.1	6.1	6.1
大芳烃供 C <sub>7</sub> 芳烃量/万 t	0	0	0
小芳烃返 C <sub>9</sub> 芳烃量/万 t	0	0	0
相对利润/万元	0	-9313	-2936

从表5可以看出,当前条件下当重整负荷从100%降到93%时,方案3整体效益减少2936万元;当重整负荷从100%降到85%时,方案3整体效益减少9313万元。

### 3 计算结果分析及结论

2套芳烃装置联合运行以后,石脑油资源满足程度和大重整单元能否高负荷、长周期运行显得非常关键,它直接影响2套芳烃装置后续各单元能否长周期连续运行。2套芳烃装置之间的7种物料互供方案整体效益有明显差异,其中方案3最高。由于效益最大化是企业主要追求目标,方案3作为惟一备选对象,下面重点考察一下其可操作性。对方案3进行分析发现:

(1)其可操作性强。采用方案3时,大芳烃供向小芳烃的2种物料数量相对固定,这样无论大重整单元负荷高低都能供应小芳烃装置足够的混二甲苯和二甲苯塔底料( $C_8$ +芳烃),加上该公司有足够量的乙烯加氢混合苯,使大小芳烃2套装置都能正常运行,相互之间依赖性减小。

(2)2套芳烃装置之间的互供物料少。本方案

大小芳烃2套装置之间的互供物料只有2种,且小芳烃不向大芳烃返供液体物料,这样可以减少物料互供过程中燃动能耗损失和物料损失。

(3)采用方案3有利于2套芳烃装置成本核算。由于小芳烃装置进料中加氢混合苯和混二甲苯两者在大芳烃装置扩产改造前都是外售产品,都有可比市场价格,只有2.0万t左右二甲苯塔底油需要进行定价。因此这种操作方案有利于大、小芳烃独自进行客观的成本核算和效益估算,减少人为定价过程中主观因素的影响。

(4)充分利用了乙烯加氢混合苯这一芳烃资源,减少了石脑油资源不足、重整单元负荷波动等带来的影响。

综上所述,方案3不仅整体效益最大,而且可操作性强,因此是大芳烃装置扩产改造以后2套芳烃装置联合运行的最佳物料平衡方案,即在重整负荷为100%的条件下,小芳烃装置加工8.9万t/a加氢混合苯、大芳烃供向小芳烃2万t/a  $C_8$ +芳烃(二甲苯塔底油)和6.1万t/a混二甲苯,实施本方案将比基准方案增效3093万元,比小芳烃历史运行方案增效3404万元。■

#### 桐乡市金钟机械有限公司

主要产品:DSH型混合机,SCH型混合机,LDH犁刀式混合机,Wz型双轴混合机,YP型搅拌造粒机  
电 话:0573-8811282  
8811316

#### 成都望江干燥器厂

主要产品:各式干燥机、烘箱、热风炉等。  
电 话:028-84536801  
84539310

#### 上海市化工装备研究所

主要产品:XZ系列双锥砂磨机,GSF系列高效湿法分散粉碎机,KFJ系列耐磨衬胶泵, SXJ型水力旋流器,管链式输送机  
电 话:021-63275018  
63278496

#### 南京绿洲机器厂

主要产品:TJDB213VC-90碟式分离机,LWS420X1680卧式离心机  
电 话:025-86714673  
86700476-355  
<http://www.luzhou.com.cn>