

乙烯装置分离冷区三塔系统的 工况模拟和优化

郭宝林

(燕化公司化工一厂)

1 前言

在我厂 30 万吨/年乙烯装置中,冷区三塔系统(预分馏塔 DA-350、脱甲烷塔 DA-301 和脱乙烷塔 DA-401)是重要的生产部位,用于低温物料的首级分离。其工艺过程涉及换热、制冷、精馏、流体输送等单元操作。为使装置在最优工况下运行,厂技术人员采用计算机进行工况的模拟和离线调优,并选择冷区的三个塔作为调优目标,拟解决的问题是:①校核原设计数据;②校核分析仪表和计量数据;③建立工况模型;④进行离线调优,获得经济效益。

2 流程选择

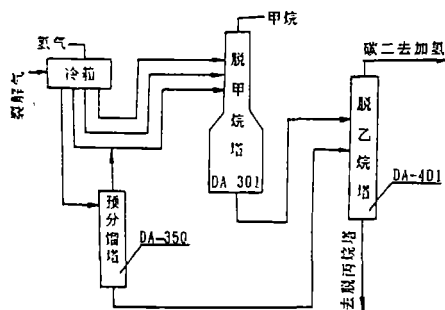


图 三塔流程模拟系统流程图

乙烯装置的冷区系统包括裂解气干燥、

激冷、脱甲烷、脱乙烷、乙炔转化、乙烯精馏、甲烷化等生产操作单元。模拟计算所选择的流程见图。因考虑到系统大、影响参数多和不易整体变更操作参数的因素,故调优工作是分塔独立进行的。

3 调优手段

(1) 校核数据和建模工作。

硬件部分:使用了 4 台 IBM 型计算机。4 台微型机中有 2 台分别装有 8087 和 80287 协处理器。

软件部分:使用“EOST 多功能统计调优软件包”和“MICROCHESS 化工流程模拟系统软件包”。前者用于统计调优,后者用于流程模拟及塔的逐板计算。

(2) 工况调优工作。

分析部分:由车间分析工段承担,以常规分析与特殊情况、特殊取样和加样分析相结合,完成调优的分析监测工作。

工业化试验:根据计算机计算结果,采取多频率、小步长方法,以书面形式,给操作人员下达调优指令。

4 统计计算调优与模拟计算调优

(1) 统计计算调优。

我们输入了乙烯装置压缩、冷区、热区工艺数据分析数据,计 217 天、2087K 个字节,分建 4 个区。使用 dBASE—Ⅲ 数据管理系统贮存,分类,计算和管理。

统计计算调优工作以“EOST 多功能统计调优软件包”为主要手段。

(2) 数据处理工作。

完成了统计模型的数据输入、处理、计算、删节和回归分析,找出了影响目标函数的主要影响因素,基本完成了各塔系统的逐板计算和小系统、大回路的数学模型;通过了大系统的模型初步计算,并用设计数据、实际生产数据进行了工况模拟,得到了比较满意的效果。

第一阶段的工业化试验,我们对冷区的三个塔:脱甲烷塔(DA-301)、预分馏塔(DA-350)、脱乙烷塔(DA-401)进行了工艺参数调整,获得了成果。

5 初步效果

(1) 校验了设计数据,发现了存在问题。

通过调优工作,我们对原设计数据(简称红皮书数据),改造设计数据(简称蓝皮书数据),改造后最终“7+2+1”设计数据(简称白皮书数据)等 3 套美国鲁姆斯公司在不同时期提供的设计数据进行了校验。得到的结论是:红皮书数据完整、准确、拟合效果好;蓝皮书数据对 DA-301 塔的物料平衡有误,主要体现在中压甲烷的数据上;白皮书数据错误较多,DA-301 塔、DA-401 塔和 DA-403 塔有漏项,数据均不能进行物料平衡计算。这一点,我们在装置改造后的考核标定过程中,已与美方进行了交涉,并得到了肯定我们计算

结果的回答。

(2) 模拟生产流程、发现计量仪表有问题。

用设计数据和实际生产数据进行流程模拟,计算机给出的物料平衡与实际生产的最终物料平衡基本一致,但发现有 3 块计量仪表计量有误:① 冷箱第一分离罐液体出料流量指示表(FI-305)出现了较大的正偏差。② DA-350 塔塔釜出料流经 EA-352 换热器的流量计量表(FR-326)出现负偏差。③ DA-350 塔塔釜出料流经 EA-210 换热器的流量指示控制表(FIC-222)出现负偏差。

(3) 建立了生产工况模型。

建模工作分为两个单元,一是对输入电子计算机 DBASE—Ⅲ 数据库四个区的 2087K 个字节的原始记录进行了分类、整理、删增,改编成 FORTRAN 语言的数据库,使用多功能调优软件包“EOST”进行统计回归计算,得到统计模型,并根据相关系数,找出主要影响因素。二是使用化工流程模拟系统“MICROCHESS”模拟换热、闪蒸、精馏等化工单元操作,进行不同数据的热力学计算。先使用原设计数据建模和校对模型,再使用该模型对技术改造数据、工业数据进行核算,并变更部分参数,模拟工况运行,得到初步结果,选择稳定、偏差小的数据用于指导生产和进行工业化试验,获得良好效果。

6 效益计算

本工况的效益调优可分为两类,一是节约能源,二是提高收率。

6.1 降低能耗

(1) DA-301 塔。

其调优工作为:降低回流比和降低灵敏

板温度。

①降低回流比,可节约冷量和减少 GB-601、GB-501 的压缩机功耗,但是塔顶出料中乙烯损失量将增大。因此,经济效益应是两者综合的结果。

节约冷量 根据计算和实际调优结果,DA-301 塔的回流量从 14t/h 减少到 13t/h,节约 1 吨-101.4℃的冷量相当于减少功耗 122.5kW,折合人民币 10.9 元。按全年 8000 小时计算,节约人民币 87200 元。

损失乙烯 根据色谱分析结果统计:当回流量从 14t/h 减少到 13t/h 时,中压甲烷中的乙烯损失量从 780ppm 增加到 1240ppm,以每小时 6000Nm³ 计算,损失乙烯合 3.45 元。按全年 8000 小时计算,相当于损失人民币 27600 元。所以,降低回流量比的经济效益为:

$$87200 - 27600 = 59600 (\text{元/年})$$

②降低灵敏板温度,减少了 GB-501 压缩机功耗,灵敏板温度从-15℃降至-19℃,节约 18℃级丙烯 1050Nm³/h,相当于节约功耗 68.6kW,折合人民币 5.26 元。按全年 8000 小时计算,相当于节约人民币 42080 元。所以,DA-301 塔初步调优的综合效益如下:

$$59600 + 42080 = 101680 (\text{元/年})$$

(2) DA-350 塔。

其调优工作为减少塔釜丙加热量。

塔釜丙烯加热量从 1100Nm³/h 减少到 1050Nm³/h(平均数),节约 18℃级丙烯冷量 3.1kW,折合人民币 0.24 元。按全年 8000 小时计算,相当于节约人民币 1920 元。

(3) DA-401 塔。

其调优工作为增大塔顶回流比。

回流量比增大,减少了塔顶的丙烯损失,但丙烯压缩机 GB-501 的功耗增加,因此,经济效益也应是两者综合的结果。

根据计算和实际调优结果,DA-401 塔的回流量从 28t/h 增加到 30t/h,2 吨-24℃的冷量相当于增加 GB-501 功耗 57kW,折合人民币 4.37 元。按全年 8000 小时计算,相当于增加人民币 34980 元。

6.1 提高收率

回收丙烯 根据色谱分析结果统计:当回流量从 28t/h 增加到 30t/h 时,碳二馏分中的丙烯量从 0.94%降低到 0.78%,以 35.5kNm³/h 计算,可回收丙烯 56.8Nm³/h,折合人民币 3.45 元。按全年 8000 小时计算,相当于回收人民币 892000 元。考虑到丙烯经乙烯精馏塔返回乙烷裂解炉裂解后,可最大回收 60%的乙烯,忽略操作费用,则节约人民币应为 $892000 \times (1 - 0.6) = 356800 (\text{元/年})$ 。

所以,提高回流比的经济效益应为:

$$356800 - 34980 = 321820 (\text{元/年})$$

综合上述计算结果,三塔调优的经济效益为上述三项之合。

$$101680 + 1920 + 321820 = 425400 (\text{元/年})$$

7 结论

(1) 使用计算机进行生产工况调优,提高了工程技术人员的技术素质,加快了计算机的普及和应用。

(2) 数据校核计算表明,乙烯装置的原设计数据比较全面、准确,而外商提供的技术改造数据则有较多的漏项、错项。

(3) 冷区三塔调优后,与过去的操作比较,每年获得节省 40 余万元的经济效益。