

MTBE 合成及裂解装置控制系统改进

冯书毅

(中国石化北京燕山分公司橡胶二厂 北京 102500)

摘要: 根据生产实际,对装置控制方案进行优化,减少外界蒸汽压力波动对装置的影响,保证共沸蒸馏塔和甲醇回收塔的灵敏板温度稳定,塔顶和塔底产品合格;在线近红外光谱醇烯比分析及闭环控制系统投用后,提高了 MTBE 产量,降低了甲醇、C₄ 和蒸汽单耗。

关键词: 串级调节 MTBE 自动化 改进

中图分类号:TE624.8 文献标识码:B 文章编号:1009-9859(2011)04-0335-04

随着化工工业日趋大型化、连续化和集成化,人们对生产过程的优质、高产、低耗,以及在安全和环保方面提出了更高的要求。而自动控制技术、计算机技术和通讯技术在化工工业中的广泛应用,导致了化工生产过程等方面的变革,促进了过程控制技术向高层次发展。MTBE 合成装置和 MTBE 裂解装置生产设备、工艺复杂,涉及参数上千个,需要控制的回路繁多、控制精度要求高,生产环境恶劣,必须采用自动控制技术。装置要实现安稳长满优生产,很大程度上取决于自动控制

系统性能的优劣。所以充分运用自动控制技术、计算机技术和通讯技术建立一个完善的连续生产过程自动控制系统,是本文介绍的重点。

1 装置自动化控制现状和技术分析

1.1 流程简述

中国石化北京燕山分公司橡胶二厂 MTBE 合成及 MTBE 裂解装置分别于 1996 年和 1999 年建成投产,分别生产高纯度 MTBE 和高纯度异丁烯。其工艺流程如图 1 所示。

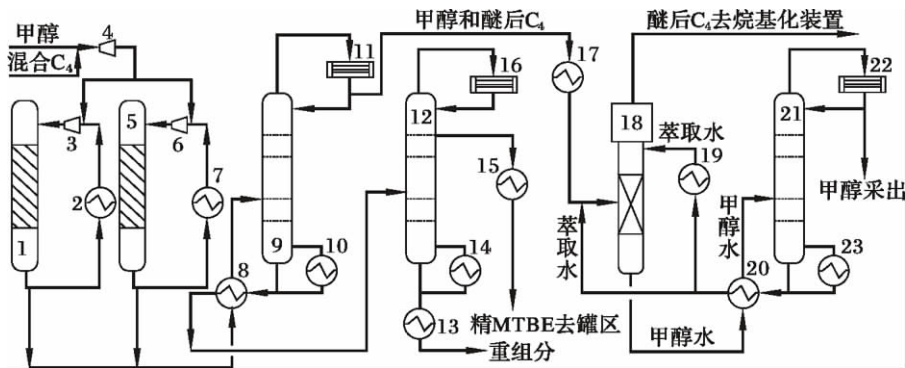


图1 MTBE 合成装置工艺流程示意

1—醚化反应器 A; 2, 7—外循环冷却器; 3, 4, 6—混合器; 5—醚化反应器 B; 7, 8, 10, 13, 14, 15, 17, 19, 20, 23—各塔再沸器及换热器; 9—共沸蒸馏塔; 11, 16, 22—精馏塔冷凝器; 12—MTBE 精制塔; 18—甲醇萃取塔; 21—甲醇回收塔

MTBE 合成装置是以丁二烯抽提的提余液(混合 C₄)或气体分馏装置的 C₄ 馏分和甲醇作为原料。C₄ 中的异丁烯与甲醇反应生成 MTBE。反应后的物料被送往共沸蒸馏塔分离。在共沸蒸馏

收稿日期: 2011-07-19; 修回日期: 2011-11-03。
作者简介: 冯书毅(1976—), 工程师。2000 年毕业于北京化工大学高分子材料专业, 现在中国石化北京燕山分公司橡胶二厂从事生产技术管理工作。电话: 010-69334217; E-mail: fengshuyi@sina.com。

塔底部流出 MTBE 粗产品。粗 MTBE 送入 MTBE 精馏塔分离后得到精 MTBE。醚后 C₄ 从共沸蒸馏塔塔顶排出送往甲醇萃取塔。醚后 C₄ 中的甲醇被水萃取后,甲醇水溶液被送到甲醇回收塔进行甲醇回收,塔底的水循环使用。醚后 C₄ 则从甲醇萃取塔塔顶采出,送往烷基化装置。

MTBE 裂解以精 MTBE 为原料,经高温、催化裂解成异丁烯和甲醇。反应后的物料在第一水洗

塔及甲醇回收塔中脱除大量甲醇,并使甲醇得到回收。剩余物料在异丁烯脱重塔内脱去 MTBE,塔顶采出粗异丁烯经第二水洗塔,再进入异丁烯脱轻塔,塔底得到高纯度异丁烯产品。其工艺流程如图 2 所示。

1.2 参数控制方式存在的问题分析

改造前装置运行主要参数、对应的控制方式及存在的问题见表 1。

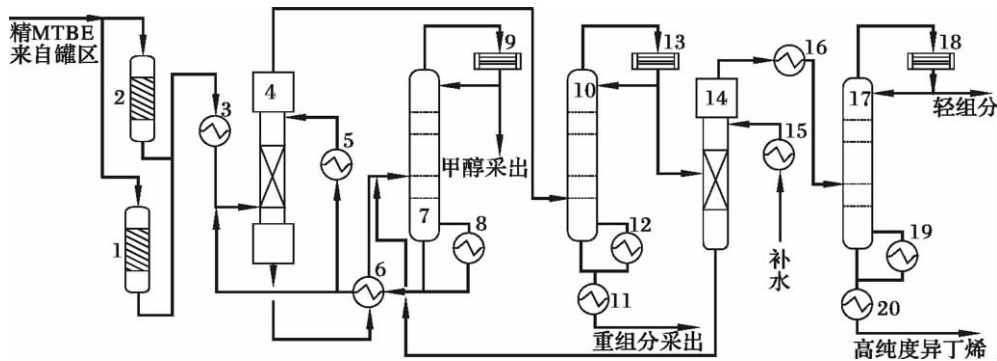


图 2 MTBE 裂解装置工艺流程示意

1 2—MTBE 裂解反应器;3—反后物料冷却器;4—第一甲醇水洗塔;5 6 8 ,11 ,12 ,15 ,16 ,19—各塔再沸器及冷却器;7—甲醇回收塔;8 9—共沸蒸馏塔;10—异丁烯脱重塔;9 ,13 ,18—精馏塔冷凝器;17—异丁烯脱轻塔

表 1 主要参数、控制方式及存在的问题

主要参数	控制方式	存在的问题
进料醇烯比	离线分析,人工调节	由于分析结果滞后和样品的特殊性(甲醇与 C ₄ 沸点差异太大,甲醇又容易吸附),测定误差很大,无法控制醇烯比处于最佳状态
共沸蒸馏塔加热蒸汽量	人工调节塔底蒸汽量,控制塔底温度	蒸汽管网的压力 0.6~1.0 MPa,波动频繁,蒸汽量要不断调节,甲醇回收塔操作不稳定,产品质量无法保证
MTBE 精制塔塔底液位	人工调节侧线采出量,塔底采出量调节塔底液位	人工无法准确及时调节侧线采出量,只能采取塔底采出量来调节液面,损失了大量精 MTBE,降低了精 MTBE 收率
合成装置甲醇回收塔加热蒸汽量	人工调节塔底蒸汽量,控制塔底温度	蒸汽管网的压力波动频繁,蒸汽量要不断调节,甲醇回收塔操作不稳定,产品质量无法保证
裂解装置甲醇回收塔灵敏板温度	此塔原有灵敏板温度与塔底蒸汽流量串级投串级	设计中塔内第 40 层塔板温度与塔底蒸汽串级调节,由于波动大无法投用
异丁烯精制塔顶回流罐液位	塔顶采出控制回流罐液位	异丁烯精制塔加热介质为装置内凝结水,温度和流量波动大,因此回流罐液位波动频繁,利用采塔顶轻组分来调节液位的方式,损失了大量异丁烯,降低了异丁烯收率

2 装置自动化控制方案

根据以上分析,确定采用以下自动化控制方案:①开发投用在线红外醇烯比自动测控系统;②共沸蒸馏塔灵敏板与塔底蒸汽量串级调节;③ MTBE 精制塔塔底液位与塔侧线采出量串级调节;④合成装置甲醇回收塔进料板与塔底蒸汽量串级调节;⑤裂解装置甲醇回收塔第一进料板与

塔底蒸汽量串级调节;⑥异丁烯精制塔塔顶回流罐液位与回流量串级调节。

3 实施过程

3.1 建立近红外醇烯比自动控制系统

为了准确控制装置的醇烯比,与石油化工科学研究院共同开发了近红外光谱在线测量系统及

醇烯比闭环控制系统。2009 年 11 月 2 日 ,在线近红外光谱测定系统成功与装置的 DCS 操作系统联通 ,完成了系统模型的检验和测试 ,在线近红外光谱测定系统开始正式运行。2010 - 09 - 12T 9:00对醇烯比进一步优化后进行了醇烯比闭环控制系统的在线投用 ,由醇烯比自动控制甲醇的进料 ,系统稳定运行至今 ,达到了预期效果。

3.2 建立共沸蒸馏塔灵敏板温度与塔底蒸汽流量的串级调节

对共沸蒸馏塔进行模拟 结果见图 3。

灵敏板位置应设在温度差异较大的塔板物料组分分界板附近。由图 3 可知 ,共沸蒸馏塔灵敏

板应在第 26 块到第 28 块。经在实际生产中试验 确定为第 27 板 ,温度为 90 ℃。具体方案见表 2。

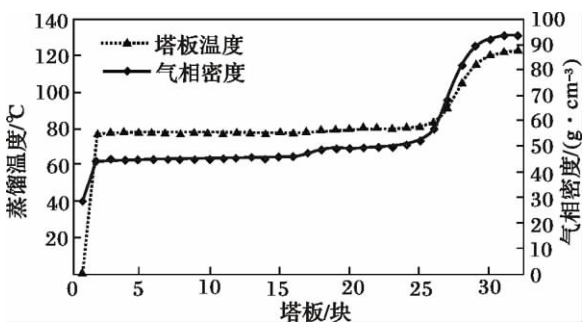


图 3 共沸蒸馏塔模拟结果

表 2 共沸蒸馏塔灵敏板温度控制改进方案

项目	改进前	改进后
共沸蒸馏塔蒸汽流量(FIC105)	蒸汽调节阀投手动 ,控制塔底温度在控制范围内	蒸汽调节阀投自动并与塔板温度 (TIC103) 投串级调节
共沸蒸馏塔第 27 板塔板温度(TI103) 底温度	TI103 为一温度指示仪表	将其改为调节指示表(TIC103)

3.3 改进 MTBE 精制塔侧线

改进 MTBE 精制塔侧线采出方案 ,使塔底液

面与侧线采出量建立了串级调节。具体方案见表 3。

表 3 MTBE 精制塔液位控制改进具体方案

项目	改进前	改进后
MTBE 精制塔塔底液位(LICA115)	投自动 ,控制塔底重组分流量	与侧采精 MTBE 流量串级调节
MTBE 精制塔底温度	变化大 ,不能控制	新增重组分流量自动调节 ,控制底温

3.4 改进裂解装置甲醇回收塔灵敏板温度与塔底蒸汽的串级调节

裂解装置甲醇回收塔模拟结果见图 4。

灵敏板位置应设在温度差异较大的塔板物料组分分界板附近。由图 4 可得出 ,裂解装置甲醇回收塔的灵敏板应在第 5 块到第 7 块。经在实际生产中试验 ,确定为第 7 块板 ,温度 92 ℃。具体实施方案见表 4。

3.5 改进异丁烯精制塔

改进异丁烯精制塔回流工艺控制方案 ,使回流罐液位与回流量建立了串级调节。具体实施方

案见表 5。

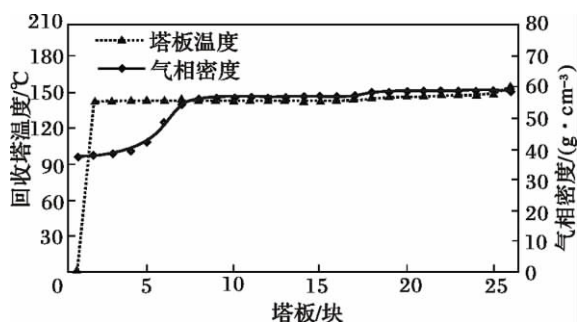


图 4 裂解装置甲醇回收塔模拟结果

表 4 合成装置甲醇回收塔灵敏板温度控制改进方案

项目	改进前	改进后
合成装置甲醇回收塔塔板温度(TIC208)	与塔底蒸汽(FIC207) 串级调节	改为温度指示(TI208)
裂解装置甲醇回收塔第 1 块板温度(TI209)	温度指示	修改为温度调节指示(TIC209) 与塔底蒸汽流量串级调节

表 5 异丁烯精制塔回流罐液位控制改进具体方案

项目	改进前	改进后
异丁烯精制塔回流罐液位(LIC214)	投自动 控制塔顶轻组分采出量	与塔顶回流量(FIC220) 串级调节
异丁烯精制塔塔顶轻组分采出量(FI221)	轻组分流量指示	修改为轻组分流量调节阀(FIC221) , 投自动控制顶温

3.6 建立合成装置甲醇回收塔进料板温度与塔底蒸汽流量的串级调节

对合成装置甲醇回收塔进行模拟 ,结果见图 5。

灵敏板位置应设在温度差异较大的塔板物料组分分界板附近。由图 5 可得出 ,合成装置甲醇回收塔的灵敏板应在第 5 块到第 7 块。经在实际生产中试验 确定为第 7 块板 ,温度 82 ℃。具体实施方案见表 6。

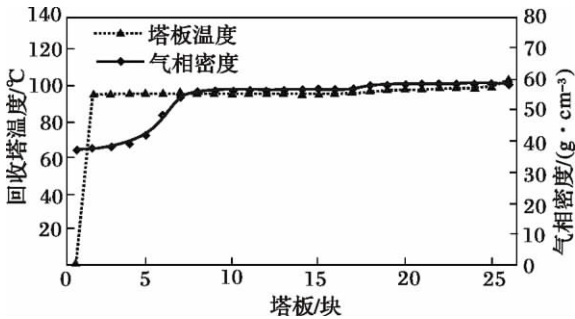


图 5 合成装置甲醇回收塔模拟结果

表 6 合成装置甲醇回收塔灵敏板温度控制改进方案

项目	改进前	改进后
合成装置甲醇回收塔塔底蒸汽流量(FIC114)	投自动 控制塔底温度	与塔板温度(TIC158) 串级调节
合成装置甲醇回收塔第 7 块板温度(TI158)	温度指示	修改为调节指示表(TIC158)

4 实施效果及效益

(1) 投用了共沸蒸馏塔灵敏板温度与塔底蒸汽流量串级调节和合成装置甲醇回收塔灵敏板温度与塔底蒸汽流量串级调节 ,减小了外界蒸汽压力波动对装置的影响 ,共沸蒸馏塔和合成装置甲醇回收塔的灵敏板温度稳定 ,塔顶和塔底产品合格。投用灵敏板与蒸汽流量的串级后 ,共沸蒸馏塔与合成装置甲醇回收塔的温度稳定 ,见图 6。

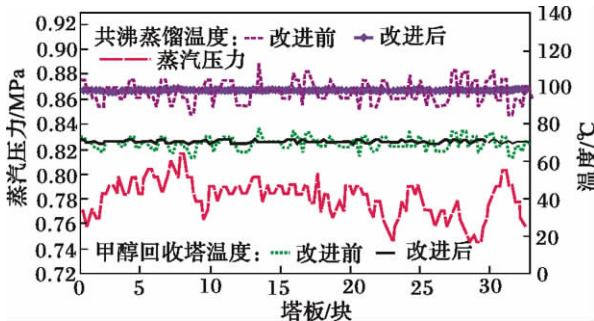


图 6 蒸汽波动与灵敏板温度的对比

由图 6 对比可知 ,蒸汽压力大幅度波动情况下 ,控制方式改进前后 ,共沸蒸馏塔与合成装置甲醇回收塔温度能够保持平稳。

(2) MTBE 精制塔及异丁烯精制塔回流罐液位的控制方式改进后 ,精 MTBE 产品收率和精异

丁烯收率均有大幅度提高 ,改进前后收率对比见表 7。

表 7 改进前后精 MTBE 和精异丁烯收率对比 %

项目	改进前	改进后
精 MTBE 收率	70	90
精异丁烯收率	75	85

(3) 在线近红外光谱醇烯比分析及闭环控制系统投用后 ,提高了 MTBE 及异丁烯产量 ,且降低了甲醇、C₄ 和蒸汽单耗 ,经济效益显著: ①2010 年因该项目实施而多产 MTBE 7 675.34 t ,2011 年 1 月至 10 月多产 MTBE 10 119.78 t。每吨 MTBE 的利润为 1 000 元 ,则年增经济效益为 1 201.9 万元; ②异丁烯年产量增加 4 000 t ,每吨异丁烯利润为 2 000 元 ,则年增经济效益为 800 万元。扣除改造费 20 万元 ,合计年增效 1 981.9 万元。

5 结语

(1) 投用了近红外光谱醇烯比自动控制系统后 ,实现了 MTBE 装置进料的完全自动化控制及装置的安稳运行。

(2) 通过共沸蒸馏塔、合成装置甲醇回收塔及裂解装置甲醇回收塔加热蒸汽量控制方案的优
(下转第 366 页)

APPLICATION EFFECT OF FREQUENCY – CONVERTER IN OLEFIN PLANT

Zhang Bing

(Olefins Plant of Qilu Branch Co. , SINOPEC Zibo Shandong 255411)

Abstract: Frequency – converters were used to adjust the fans' speed of 12 cracking furnaces of the cracking unit in Olefin Plant , which was remarkably energy – saving. This paper analyzed the operation problems of the converters and took corresponding measures to ensure their stable operation , which guaranteed the safe and stable operation of the cracking unit in longer period.

Key words: frequency – converter; energy – saving; harmonic wave; control

(上接第 338 页)

化 , 使在蒸汽压力波动较大的情况下 , 能够保持灵敏板温度稳定 , 降低了装置能耗。

(3) MTBE 精制塔及异丁烯精制塔回流罐液位改进控制方案后 , 使 MTBE 及异丁烯的收率明显提高。

IMPROVEMENT FOR CONTROL SYSTEM OF MTBE SYNTHESIS AND CRACKING UNIT

Feng Shuyi

(The Second Rubber Plant of Yanshan Branch Co. , SINOPEC , Yanshan Beijing 102500)

Abstract: The control scheme of MTBE unit was optimized according to actual production , which reduced the influence of external steam pressure fluctuations on the unit and stabilized the sensitive plate temperatures of the azeotropic distillation column and methanol recovery column. Products from the top and the bottom were qualified. The production of MTBE was increased and the consumptions of methanol , C₄ and steam were reduced after the use of online near – infrared spectroscopy alcohol /olefin ratio analyzer and closed – loop control system.

Key words: cascade regulation; MTBE; automation; improvement

(上接第 361 页)

2000: 339 – 344.

[2] 王汝美 . 实用机械密封技术问答 [M]. 北京: 中国石化出版社 2006: 9 – 101.

REASON ANALYSIS AND SOLUTIONS FOR MECHANICAL SEALING LEAKAGE FOR ALKALI PUMP

Sun Jinhua

(Olefin Plant of Qilu Branch Co. , SINOPEC , Zibo Shandong 255411)

Abstract: The alkali pumps leaked frequently after being put into operation in olefin unit of Qilu. This paper summarized the reasons and solutions for mechanical sealing leakage of alkali pumps by combination of theory and practice in the operation and maintenance , which made the unit run economically.

Key words: alkali pump; leakage; treatment