

丁苯橡胶装置生产线运行优化研究

王舒¹, 谢军², 陈晓博¹, 库盛鑫¹, 刘玉丰¹

(1. 中国石油独山子石化公司乙烯厂, 新疆 独山子 833699; 2. 中国石油独山子石化公司炼油厂, 新疆 独山子 833699)

摘要:介绍中国石油独山子石化公司乙烯厂年生产能力为18万t的丁苯橡胶(SBR)装置生产线的运行优化措施。针对生产中存在的设备故障和设计缺陷问题,通过对聚合釜搅拌机底部轴承、后处理干燥机筒体设计,如材质、压力控制系统和引发剂插底管等进行改造,SBR装置生产线运行优化,有效避免装置非计划停工、循环等异常情况,检修频率降低,实现了装置长周期运行,增产增效。

关键词:丁苯橡胶;生产装置;技术改造;优化措施;运行周期

中图分类号:TQ333.1

文献标志码:B

文章编号:2095-5448(2019)09-0515-04

DOI:10.12137/j.issn.2095-5448.2019.09.0515

在绿色低碳的大趋势下,人们对橡胶产品质量要求越来越高,特别是汽车行业要求轮胎具有良好的抗湿滑性能和低噪声,这就迫使橡胶生产企业对橡胶产品进行全面品质升级。

环保型溶聚丁苯橡胶(SSBR)是生产高性能轮胎的重要原料,具有耐磨、低生热和低滚动阻力等特点,结构可调节性强,可达到绿色轮胎的使用要求^[1-5]。我国橡胶产品在牌号、质量和性能等方面仍与先进国家的产品存在一定差距,周边国家如日本、新加坡、印度、韩国等纷纷新建或扩建丁苯橡胶(SBR),尤其是SSBR生产装置,使得市场竞争更加激烈^[6-9]。因此,针对环保型SSBR生产过程中存在的问题进行研究,优化生产工艺,对提升产品竞争力和提产增效具有重要意义。

1 SBR装置概况

中国石油独山子石化公司(以下简称独山子石化)乙烯厂年生产能力为18万t的SBR装置于2009年建成投产,为独山子石化改扩建项目中乙烯厂11套主要生产装置之一,产品包括SSBR、热塑性苯乙烯-丁二烯嵌段共聚物(SBS)、低顺式聚

丁二烯橡胶(LCBR)和苯乙烯-丁二烯无规嵌段共聚物(SB),共计24个牌号。该装置生产工艺引进意大利欧洲聚合体公司合成橡胶专利技术,由意大利Snamprogetti公司进行工艺包和基础工程设计,中国石化工程建设公司完成详细工程设计。装置设计SSBR年生产能力为10万t,SBS年生产能力为8万t,设计年运行时间为8 000 h,操作弹性为60%~110%。独山子石化基于SBR溶液法聚合工艺自主研发了工艺操作条件,开发出的环保型SSBR产品SOL RC2557S(简称2557S)和SOL RC2564S(简称2564S)被列入中国石油自主创新重要产品名录,产品达到欧盟REACH法规的环保要求。

2 SBR生产工艺流程

独山子石化乙烯厂年生产能力为18万t的SBR装置A线为连续生产线,生产的SSBR牌号为2557S和2564S。SSBR生产采用连续溶液聚合工艺,将丁二烯、苯乙烯、溶剂、引发剂以及无规剂四氢呋喃和防垢剂,一次加入带搅拌器的聚合反应器中进行聚合,依次经过4个聚合釜R-1401A/B/C/D后得到2557S胶液,或经过聚合釜R-1401A/B/C/D后再加入正丁基锂和偶联剂溴辛烷,经过釜R-1401E后得到2564S胶液,加入终止剂脂肪酸后送往掺混单元(见图1)。胶液添加环保型填

作者简介:王舒(1988—),女,湖南岳阳人,中国石油独山子石化公司助理工程师,学士,主要从事丁苯橡胶生产工艺的研究工作。

E-mail:wangs_dbxj@petrochina.com.cn

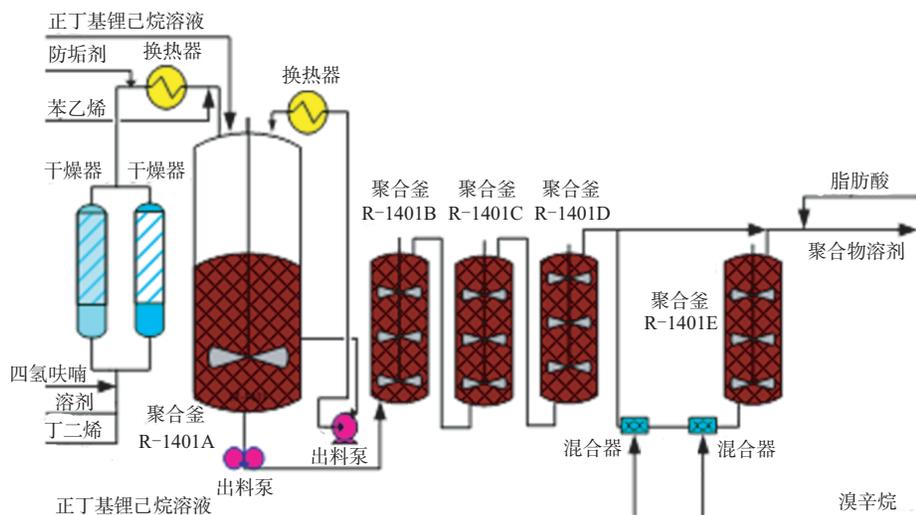


图1 聚合单元工艺流程

充油NAP10后进入气提工序进行溶剂分离,得到2557S/2564S胶粒水。胶粒水进入后处理装置通过挤压、干燥降低产品的含水量,得到SSBR最终产品。产品经过压块、成粒后进行包装、码垛。

3 生产中存在的问题及解决措施

独山子石化作为我国大型SSBR生产企业,可以生产2557TH, 2557S, 2564S, 71612S, 1550S和3840S等牌号环保型高性能绿色轮胎用SSBR。为了应对市场需求,SSBR装置A线需要频繁进行转产操作,但聚合釜搅拌器以及干燥机设备检修频次高,同时因设计缺陷出现仪表故障以及引发剂管线堵塞现象,延长了装置非计划停车循环时间,对装置转产操作和长周期运行产生严重影响。

3.1 设备故障

3.1.1 聚合釜搅拌器

在装置生产过程中,A线聚合釜搅拌器频繁故障主要发生在轴瓦、机封以及桨叶上,仅在2015年搅拌器就检修76次,消耗大量人力物力,严重影响装置开工率。经过对搅拌器结构分析发现,搅拌器轴承配合位置水冷却和冲洗系统设计不良,造成底部轴承和轴套温度升高,导致尼龙的耐磨性变差,轴承磨损速度加快。轴套和轴承配合不良导致轴承径向力不均匀,受持续冲击时易疲劳断裂损坏。

通过在轴承座顶部开孔,使冲洗水对轴承和轴套进行冲洗,降低轴承和轴套温度。对轴承材

料进行改进,采用添加石墨的尼龙材料,以增强轴承的耐磨性能,保护轴承和轴套不被磨损。

3.1.2 后处理干燥机

后处理干燥机由美国French公司制造,加工能力为 $3.5 \text{ t} \cdot \text{h}^{-1}$ 。投用初期运行较平稳,但后期出现连接螺栓断裂、漏水、漏气、高压段漏胶、内外筒体出现裂纹和新剪切板磨损等现象,SSBR装置被迫停工检修,导致橡胶减产。经过分析,干燥机泄漏故障主要是由于工艺物料含有氯离子而具有腐蚀性,且干燥机筒体设计不合理,结构复杂,密封面多达32个,密封不严导致漏水、漏气和漏胶。

通过对同行业干燥机进行研究,将干燥机原设计的开式分体筒体改变为整体圆筒式筒体,材质升级为316L不锈钢,解决了干燥机漏水、漏气和微量漏胶的问题。

3.2 设计缺陷

3.2.1 接胶罐压力调节阀

SBR装置A线掺混接胶阀和倒胶阀操作频率高,频繁开关导致阀体密封失效,少量水或水蒸气进入电磁阀磁体,引起电磁阀故障。接胶罐的压力调节阀电磁阀定位器故障,导致阀门异常关闭,聚合系统压力升高,胶液窜入密封油系统,导致聚合釜泄漏量增大。该问题累计出现3次,说明控制方式不合理。

为了解决仪表故障问题,变更控制方式,增加联锁逻辑控制程序。当接胶罐压力值超过设定值时,执行自动停泵程序,打开接胶阀。

3.2.2 引发剂插底管

SBR装置A线的引发剂为20%正丁基锂己烷溶液(质量分数为0.2)。该引发剂在高温下或长期存放可降解生成质地坚硬的固体杂质氯化锂。掺杂了氯化锂的正丁基锂溶液在经过插底管管口时会被罐口自聚物拦截而累积。聚合釜设计仅有一根插底管,由于在生产2557S时引发剂流量仅为 $4.4 \text{ kg} \cdot \text{h}^{-1}$,插底管处压力偏低,导致插底管内自聚物等无法进入釜内,长期累积后堵塞插底管(见图2),引起装置非计划停车。

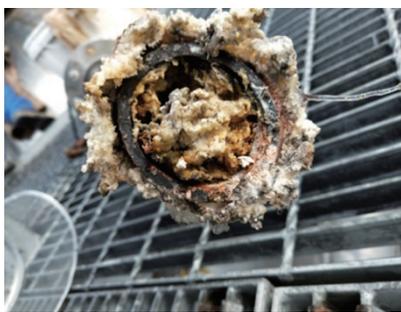
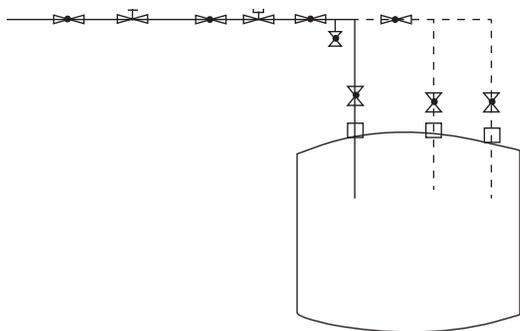


图2 聚合釜引发剂插底管堵塞

从现有引发剂送料线调节阀后引出一根直径为2.54 cm(1英寸)管线,引至聚合釜R-1401A釜顶2个直径为7.62 cm(3英寸)预留口,制作2根引发剂插底管线[一根直径为2.54 cm(1英寸),一根直径为5.08 cm(2英寸)],将管线和插底管连接,各注入点前设置控制手阀(见图3),当一根引发剂注入出现不畅后,及时切换至备用注入点,避免装置非计划停车。



虚线为新增的2根引发剂插底管。

图3 聚合釜R1401A引发剂插底管优化

4 优化后效果

(1) SBR装置A线搅拌器底部轴承改造后,设备运行平稳,检修频率为每3个月1次,停工检修时

间大幅缩短,节约检修和维修费用。

(2) 干燥机改造后,漏水、漏气和微量漏胶问题得到彻底解决,检修频率降至每年1次。

(3) 压力控制系统增加联锁控制程序后,有效杜绝了设备超压工况的出现。

(4) 2017年8月,装置A线插底管出现堵塞,清理完成后实施插底管改造。通过对插底管的改造,有效避免因引发剂堵塞导致非计划停工、循环等异常情况,减少物料排放损失,降低装置单耗和产品成本,延长SBR装置A线生产运行周期。

由改造前SBR装置转产操作数据(见表1)可知,2017年1—8月SBR装置A线转产5次,累计产生过渡料206 t。市场上环保型SSBR价格在11 000元 $\cdot \text{t}^{-1}$ 左右,过渡料价格在5 000元 $\cdot \text{t}^{-1}$ 左右,2017年1—8月过渡料损失约为125万元。

表1 改造前装置A线转产操作数据

日期	转产操作	过渡料产量/t
2017年1月5日	2564S转产2557S	78
2017年2月9日	2557S转产2564S	48
2017年2月15日	2564S转产2557S	29
2017年7月21日	2557S转产2564S	15
2017年8月8日	2564S转产2557S	36

SBR装置A线设备改造后平稳运行。2018年1—7月装置A线转产6次,每次转产过程过渡料平均产量为16 t(见表2),过渡料总产量为97 t,较改造前大幅减少。3台干燥机平稳运行,SSBR年产量可增加3 500 t,经济效益显著。

表2 改造后装置A线转产操作数据

日期	转产操作	过渡料产量/t
2018年1月9日	2564S转产2557S	21
2018年3月23日	2557S转产2564S	15
2018年4月10日	2564S转产2557S	15
2018年5月22日	2557S转产2564S	15
2018年6月6日	2564S转产2557S	16
2018年7月19日	2557S转产2564S	15

5 结语

目前国内橡胶生产装置开工率逐步提高,竞争压力越来越大。

企业自身一方面需要通过管理水平提升以及技术改进实现降本增效,另一方面需要加大新产品开发力度以应对市场需求。

参考文献:

- [1] 李波,燕鹏华,何连成,等. 溶聚丁苯橡胶2557TH和2557S的性能对比[J]. 橡胶科技,2018,16(8):11-16.
- [2] 史工昌,王锋,杨绮波,等. 溶聚丁苯橡胶国内外生产现状及发展建议[J]. 弹性体,2013,23(2):77-83.
- [3] 王丽丽,卢咏来,解希铭. 不同结构溶聚丁苯橡胶的加工性能考察[J]. 橡胶工业,2017,64(9):550-555.
- [4] 孙举涛,姚彬彬,王丽丽,等. 多功能橡胶助剂TPM的制备及其在溶聚丁苯橡胶中的应用[J]. 橡胶工业,2017,64(4):228-231.
- [5] 王检,周仕璋,姜鹏,等. 溶聚丁苯橡胶与不同结构顺丁橡胶并用
- 的SiO₂/SSBR/BR复合材料性能研究[J]. 橡胶工业,2018,65(12):1355-1359.
- [6] 崔小明. 国内外丁苯橡胶供需现状及发展前景分析[J]. 橡胶科技,2019,17(2):65-70.
- [7] 胡育林,梁滔,张华强,等. 溶聚丁苯橡胶改性技术及国内发展趋势[J]. 橡胶工业,2011,58(8):505-511.
- [8] 何海燕. 我国溶聚丁苯橡胶的生产现状及发展建议[J]. 轮胎工业,2016,36(3):131-135.
- [9] 崔小明. 我国丁苯橡胶的供需现状及发展前景分析[J]. 化学工业,2015,33(9):41-44.

收稿日期:2019-05-01

Operation Optimization of Production Line of Styrene-Butadiene Rubber Unit

WANG Shu¹, XIE Jun², CHEN Xiaobo¹, KU Shengxin¹, LIU Yufeng¹

(1. Ethylene Plant, CNPC Dushanzi Petrochemical Company, Dushanzi 833699, China; 2. Refinery Plant, CNPC Dushanzi Petrochemical Company, Dushanzi 833699, China)

Abstract: The operation optimization of the SBR production line with an annual production capacity of 180 000 t in the ethylene plant of CNPC Dushanzi petrochemical company was introduced. Aiming at the problems of equipment failure and design defect in the production process, the design of the bottom bearing of agitator and barrel of post-treatment dryer of the polymerization reactor, including the material selection, pressure control system and initiator insertion tube were reformed. After the optimization, the unplanned shutdown, abnormal cycling and other deviations of the device were effectively avoided, the frequency of maintenance was reduced, the long-term operation of the production unit was achieved, and the yield and efficiency increased.

Key words: SBR; production unit; technical transformation; optimization; cycle of operation

书讯 为回顾中国橡胶工业改革开放走过40周年的成就,纪念中国化工学会橡胶专业委员会成立40周年,在迎来建国70周年华诞之际,中国化工学会橡胶专业委员会携手《橡胶工业》《轮胎工业》《橡胶科技》编辑部,邀请近百位老领导、老专家和一线科技人员,编纂了《改革开放40年中国橡胶工业科技发展报告》(以下简称《报告》),并于2019年4月16日在杭州国际博览中心举办的“中国橡胶工业科技创新发展论坛暨中国化工学会橡胶专业委员会40周年纪念”活动中隆重发布。

《报告》汇集了老领导、老专家和知名学者、企业家代表的题词、寄语,概述了40年来中国橡胶工业科技发展的整体面貌,涵盖轮胎、力车胎、胶管胶带、橡胶制品、胶鞋、乳胶制品、废橡胶利用、

天然橡胶、合成橡胶、炭黑和白炭黑、橡胶助剂、骨架材料、橡胶机械和智能制造、科研院所的技术创新、部分高等院校的教育和科研创新、创新发展方向和战略探讨共16章,并收录纪念橡胶专业委员会成立40周年的两份特别文稿以及展现科技创新平台和成果的3份附录文件。《报告》力求反映改革开放40年来中国橡胶工业科技创新的整体状况和总体趋势,对未来科技创新发展趋势提出了建议和希望,内容充实、图文并茂,具有重大历史和现实意义,颇具收藏价值。

《报告》采用A4尺寸,正文320页,每本定价1 000元(含邮费,可开发票),数量有限,欲购从速。凡需购买的读者请与本刊编辑部联系。