

# 聚丙烯装置气相反应器顶分离器液排 原因分析及优化操作

蒋定建<sup>1</sup>, 方晓玲<sup>1\*</sup>, 张旭虎<sup>2</sup>, 吴立辉<sup>2</sup>

(1. 克拉玛依职业技术学院, 新疆 独山子 833699;

2. 中国石油独山子石化公司, 新疆 独山子 833699)

**摘要:**针对某聚丙烯装置反应器顶分离器经常需要液排丙烯混合物的问题,通过分析气锁器料封、气锁器加压丙烯阀的开启度、产率比、急冷液泵密封冲洗丙烯以及气锁器程序时间的设定对气相反应器顶分离器液位的影响,对装置生产工艺进行了优化操作,使该装置丙烯单耗和生产成本显著降低,年直接经济效益提高了近 200 万元。

**关键词:**抗冲共聚聚丙烯;生产工艺;操作参数;优化操作

中图分类号:TQ062.1

文献标志码:A

文章编号:0253-4320(2018)12-0200-04

DOI:10.16606/j.cnki.issn.0253-4320.2018.12.046

## Analysis on reason of draining at top separator of gas phase reactor in polypropylene unit and operation optimization

JIANG Ding-jian<sup>1</sup>, FANG Xiao-ling<sup>1\*</sup>, ZHANG Xu-hu<sup>2</sup>, WU Li-hui<sup>2</sup>

(1. Karamay Vocational & Technological College, Dushanzi 833699, China;

2. PetroChina Dushanzi Petrochemical Company, Dushanzi 833699, China)

**Abstract:** To solve the problem that the separator at the top of gas phase reactor in a certain polypropylene unit often needs to drain propylene-containing mixture, the influences of air lock sealing materials, the opening degree of air lock pressuring propylene valve, the yield ratio, the cooling pump flushing propylene in a closed environment and the time setting of airlock process on the liquid level of the separator at the top of gas phase reactor are analyzed, and hence the production process of the unit is optimized, which results in a significant reduction in the unit consumption of propylene and production costs and increases approximately two million RMB in annual profit.

**Key words:** high-impact polypropylene; production process; operation parameters; optimizing operation

某聚丙烯装置采用海蒙特公司 SPHERIPOL 专利技术生产抗冲共聚聚丙烯,即 1 个环管反应器和 2 个气相反应器分 2 步来反应制取<sup>[1-2]</sup>。丙烯均聚在环管反应器中完成,聚合产物随后进入气相反应器(R401)中进行乙烯丙烯共聚反应,为了调节产物的分子质量,在环管反应器中加入氢气进行调节。在气相反应器中,共聚单体在催化剂的作用下扩散进入均聚聚丙烯颗粒中进行共聚反应,实现聚丙烯颗粒均匀附着弹性体组分<sup>[3-4]</sup>。在目前工况下,第二反应器顶分离器(S-2501)经常因为液位的上涨大于反应器实际需要的丙烯量,导致每个班都要液排丙烯混合物,使单耗上升,浪费资源。在此,对影响 S-2501 液排的因素进行分析讨论,通过优化

操作,降低装置单耗,节约成本。

## 1 S-2501 工艺流程介绍

第二反应器顶分离器(S-2501)接收 E2506 冷凝的气液相丙烯混合物和丙烯储罐来的新鲜丙烯。出去的物流通过急冷液泵和循环压缩机到第二反应器参加反应和撤热,一小部分根据需要排 OG 和火炬。同时,S-2501 也是第二反应器急冷液泵(P-2501A/B)的缓冲罐。正常情况下,S-2501 的液位由 LIC-25004(LIC2504)控制,使新鲜丙烯由 LXV-25004(LV-2504)进入此罐,防止分离器过量补加丙烯。S-2501 液位高也使第二反应器循环气压缩机 K-2501A/B 停车,以防止液体夹带损坏压缩机。

收稿日期:2018-05-05;修回日期:2018-10-06

基金项目:新疆维吾尔自治区高校科研计划项目(青年教师科研培育基金)(XJEDU2016S107)

作者简介:蒋定建(1982-),男,硕士,讲师,研究方向为化学工程、炼油污水处理,0992-3874051,jiangdingjian1@163.com;方晓玲(1981-),女,硕士,讲师,研究方向为化工工艺、炼油污水处理,通讯联系人,0992-3874051,xjfangxiaoling@163.com。

来自 LC25004 的低液位报警,通知控制台操作人员,S-2501 存在着临界的低液位,低于此液位急冷

液泵就可能气蚀。图 1、图 2 是分离器 S-2501 和上游单元气锁器 A 的简图和气锁器 A 流程。

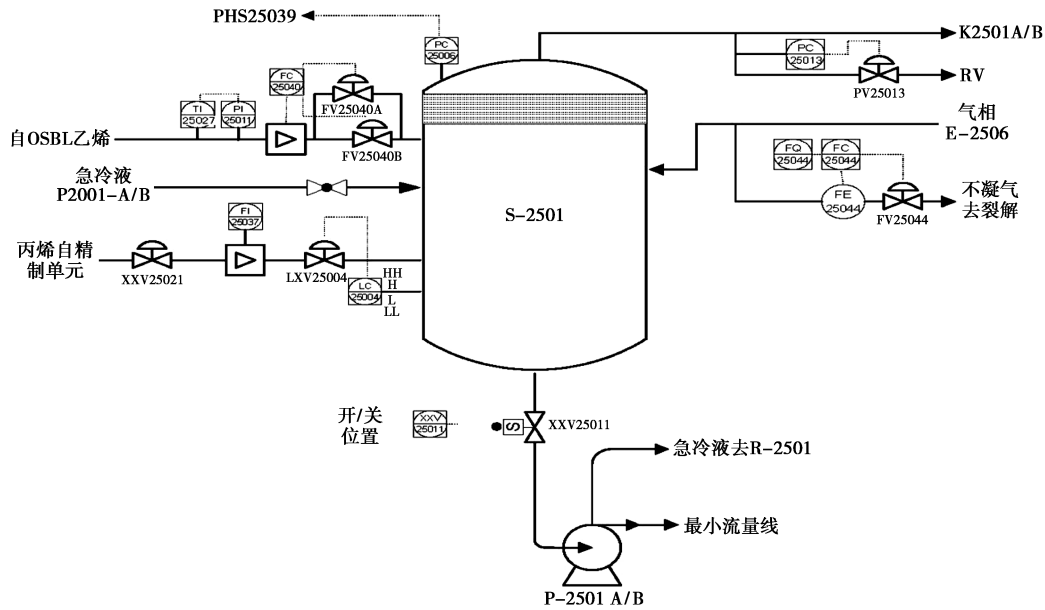


图 1 分离器 S-2501 液位控制简图

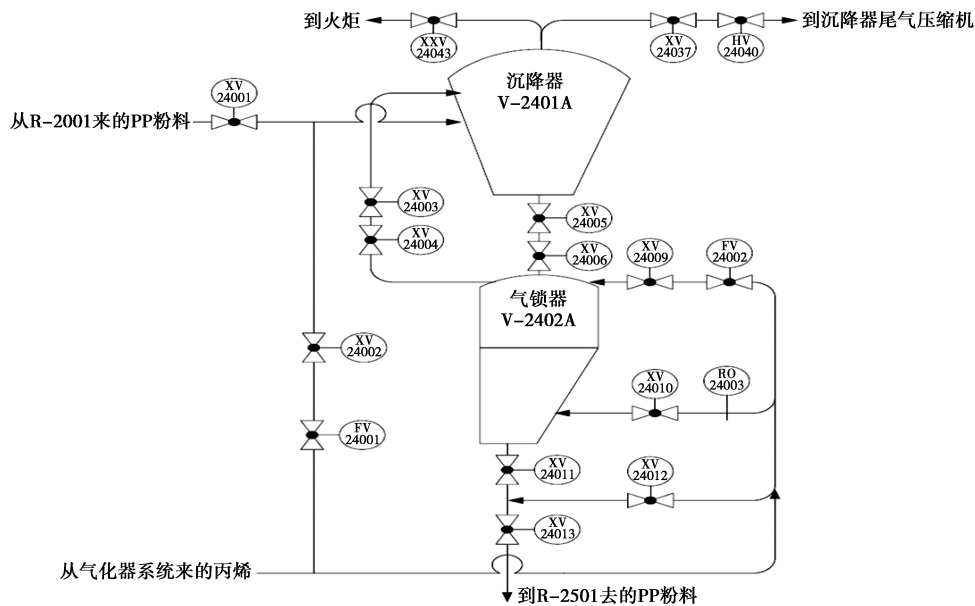


图 2 气锁器 A 流程

## 2 S-2501 液排原因的分析讨论

### 2.1 气锁器料封对液排的影响

气锁器设定最低料位(料封)是为了防止气锁器的过多气相丙烯到第二反应器(R-2501)。目前 PP 装置低料位设定是零,即相当于没有料封。如果第一反应器气体由气锁器出料排到了第二反应器中,当大于第二反应需要的丙烯量,积累下来后造成 S-2501 液位上涨并液排到冷排放罐,浪费原料丙

烯,造成装置单耗上升。OG 排放是第二反应器为了抑制反应速率加入氧氮混合气,惰性气体氮、丙烷等积累后分压上升,影响反应,循环水用量加大,所以在 S-2501 处必须对惰性混合气进行排放回收。

表 1 为装置 5 月 8 日料封不起作用工况下,DCS 采集数据来计算,造成 S-2501 液排对单耗的影响。

相关参数:S-2501 3 000 mm ID×7 300 mm TT; 丙烯 30℃密度 490 kg/m<sup>3</sup>。

表 1 S-2501 液排对单耗的影响

项目	5月8日	S-2501 未液排
S-2501 排掉液位(8 h 计)/%	24.48	—
OG 排放/(kg·h <sup>-1</sup> )	341	341
排掉液位换算后的丙烯量/t	6.168	6.168
当班生产粉料/t	361.5	361.5
当班耗的丙烯/t	372.0	365.83
当班单耗	1.029	1.012

由表 1 可以看出,每个班 S-2501 排冷排放罐烧掉的丙烯大约有 6.168 t,减去这部分浪费的丙烯,装置单耗可以从 1.029 降到 1.012,节约了成本。

## 2.2 气锁器加压丙烯阀 FV24002/6 的开度对液排的影响

气锁器的加压是在程序的第五步进行。程序要求阀 FV24002/24006 输出设定为 50% 并持续 10 s 或者直到进入下一步,在 10 s 后,此阀控制器输出复位至操作员输入值,这个值通常低于 50%。这样剩余的丙烯不会在第七步(气锁器出料)中进入 R-2501,此控制器保持在手动模式。现在 DCS 上 FV24002/24006 由操作员输入的手动开度是 22% 或更大。由于阀 XXV24005/24006 的内漏,据观察,这个输出开度值大于实际需要的开度,造成加压丙烯过多,在没有料封的情况下,剩余丙烯进入到 R-2501 中,S-2501 的新鲜丙烯补给阀 LXV25004 是长期关闭的,这样打破 250 单元的丙烯物料平衡,造成 S-2501 液位上涨,据统计每个班几乎都要液排 S-2501 的多余丙烯和乙烯混合物。FV24002/FV24006 的手动设定开度对 S-2501 液位升高的影响列于表 2 中。

表 2 FV24002/FV24006 的开度对 S-2501 液位的影响

项目	4月14日 13:11	4月10日 23:59	4月9日 5:19	3月10日 4:49	1月23日 22:25
FY20070/(t·h <sup>-1</sup> )	22.6	25.339	26.099	23.53	27.26
FY25052/(t·h <sup>-1</sup> )	5.188	5.914	5.901	5.808	6.216
FV24002/%	20	24	24	23	22.2
FV24006/%	21	23	23	23	21.6
LC25004(8 h 计)/%	14.624	9.60	9.784	11.096	9.32

从表 2 可以看出,在相同的负荷下,如 4 月 9 日和 10 日这 2 天,负荷相差不大,对 FV24002/FV24006 给定的开度相同,S-2501 在相同时间里液

位上涨幅度大致相当。在 1 月 23 日,R-2501 负荷上升不大,内操对 FV24002/FV24006 给定的开度降低了,S-2501 液位上涨降低。可见,在目前工况下,内操对 FV24002/FV24006 给定的开度对 S-2501 的液位有很大影响。

## 2.3 产率比对 S-2501 液位的影响

产率比对 S-2501 液位上升也有很大影响。但产率比控制聚丙烯产品的总乙烯含量,总乙烯含量的多少决定产品的韧性和刚性,含量过高,产品韧性好,刚性不足。在总乙烯可调范围内调节产率比,提高第二反应器的负荷,消耗多余丙烯,减少排放。

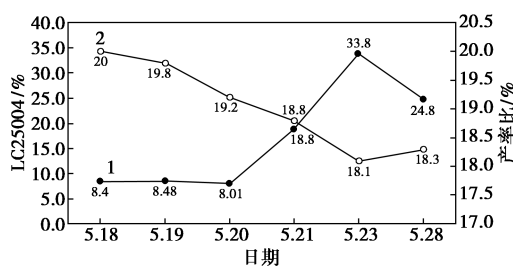
$$\text{总乙烯含量} = \text{橡胶含量(现在的产率比)} \times \text{橡胶中的乙烯含量(RCC}^{\circ})$$

要求降低总乙烯含量,在可调范围内应先调节 RCC<sup>o</sup> 值,降低乙烯的加入量。根据最近 DCS 调整,要求总乙烯质量分数在 9.5%,生产 K9928 牌号,产率比要求 22%,为了降低总乙烯含量,首先调整产率比,将产率比降到了 0.181,第二反应器负荷在 5 t/h 左右波动,反应不佳。表 3 列出了最近一段时间生产牌号 K9928 时,从 DCS 上采集到的数据。

表 3 DCS 数据采集

项目	5月 18日	5月 19日	5月 20日	5月 21日	5月 23日	5月 28日
FY20070/(t·h <sup>-1</sup> )	23.1	23.2	23.285	23.339	23.2	23.1
FY25052/(t·h <sup>-1</sup> )	5.766	5.710	5.274	5.183	4.8-5	5.050
OG 排放/(kg·h <sup>-1</sup> )	161	107	225	224	226	341
产率比/%	20.0	19.8	19.2	18.8	18.1	18.3
单耗	1.007	1.019	1.017	1.021	1.045	1.029
LC25004(8 h 计)/%	8.4	8.48	8.01	18.8	33.80	24.48

图 3 是产率比对 S-2501 液位上涨的影响,图 4 是产率比对单耗的影响。由图 3 和图 4 可看出,产率比和 S-2501 液位的上涨呈正比关系,产率比过低,S-2501 液位上涨较快,单耗也就高。在目前工况下,要适当调整产率比,不要使单耗太高。



1—LC25004;2—产率比

图 3 产率比对 S-2501 液位上涨的影响

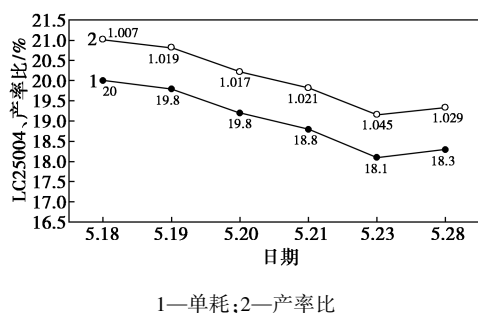


图4 产率比对单耗的影响

## 2.4 P-2501 密封冲洗丙烯对 S-2501 液位的影响

为了保护急冷液泵的密封,可用 S-2501 分离器里丙烯和乙烯混合液体对泵 P-2501 自身循环使用做密封冲洗,但 S-2501 里的丙烯和乙烯混合液体含有聚丙烯细粉,对泵的密封不好。现采用 600 单元来的不含细粉的新鲜丙烯作为密封冲洗,效果明显。但增加了一股大约 525 kg/h 到 S-2501 的丙烯量,导致了 S-2501 液位的上涨。出于保护大型设备,这股增加的丙烯量现在还未找到更好的替代方法。如果气锁器带来丙烯量少,这股急冷液泵冲洗丙烯量完全不能满足二反的负荷要求,所以它不是造成 S-2501 液位上涨的主要原因。

## 2.5 气锁器程序时间设定对 S-2501 液位的影响

在现在的工况下,气锁器的程序时间设定,如出料时间、循环总时间的长短都会影响 S-2501 液位的上涨。如果设定气锁器的最低料封、出料时间和总循环时间的长短对 S-2501 的液位影响不大,气锁器参数不要求频繁改变。在目前工况下,由于气锁器的料封达不到,造成气锁器粉料在给定的 52 s 时间里提前出空后,有一部分时间出的是气相丙烯,对出料时间进行调整,在 DCS 上采集数据,考察气锁器出料时间对 S-2501 液位的影响。改变气锁器出料时间后的 DCS 数据见表 4。

表4 改变气锁器出料时间后 DCS 数据采集

项目	6月1日	6月1日	6月1日	6月3日	6月3日
FY20070/(t·h <sup>-1</sup> )	一反和二反负荷相同,未做改动				
FY25052/(t·h <sup>-1</sup> )					
OG 排放/(kg·h <sup>-1</sup> )	112	112	112	112	112
FV24002/6 开度/%	21.5	21.5	21.5	21.5	21.5
气锁器循环周期/s	260	260	260	260	260
产率比/%	18.3	18.3	18.3	18.3	18.3
出料时间/s	52	51	50	49	48
LC25004(2 h)/%	8.1	7.2	6.6	5.7	4.8

图 5 是气锁器出料时间设定对 S-2501 液位影响,由图 5 看出,S-2501 的液位随着气锁器出料时间的减少,液位上涨幅度减慢。可以看出,气锁器实际上没有料封,第一反应器大量的丙烯气体排到了第二反应器,破坏了第二反应器的丙烯平衡。如果料封起作用的话,2 个反应器的气相平衡应该干扰不大。

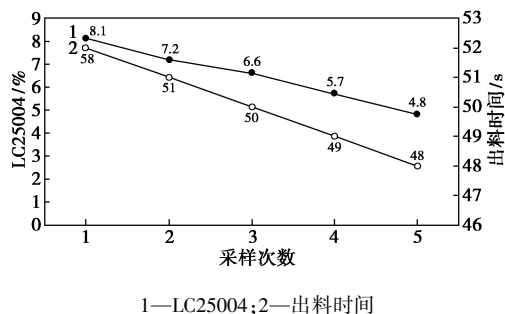


图5 气锁器出料时间设定对 S-2501 液位影响

## 3 结论

通过分析,可以得出如下优化操作。

(1) 气锁器的料封很重要,防止气锁器大量气相丙烯到第二反应器。

(2) 气锁器控制阀 XXV24003/4/5/6 的密封性要高,FV24002/6 加压阀开度就不用太大,防止压力高气相丙烯出料到第二反应器。

(3) 目前工况下,在总乙烯含量可调范围内,产率比尽量不要太低,消耗掉多余的丙烯液体。

(4) P-2501 的新鲜丙烯冲洗对 S-2501 液位上涨影响很大,但现在可调性不大,不是主要原因。

(5) 在目前工况下,气锁器程序时间的设定对 S-2501 液位的上涨有影响。出料时间短,到 250 单元丙烯量少,S-2501 液位上涨慢。

通过以上措施,聚丙烯车间平稳正常运行 150 d,运行周期提高了 10 d,在国内处于领先地位,未生产过渡料,年直接经济效益提高了 198 万元,为企业取得了较好的经济效益。

## 参考文献

- [1] 曹瑾瑾.抗冲共聚聚丙烯结构、性能及加工改性研究[D].兰州:西北师范大学,2012,3-5.
- [2] 蒋定建,方晓玲,吴立辉.聚丙烯分离单元设备堵塞原因分析与操作优化[J].化工生产与技术,2015,(5):52-54.
- [3] 孙晓伟,吉宏,张芳民.影响聚丙烯生产的原因分析及对策[J].当代化工,2010,39(5):500-552.
- [4] 赵唤群,杜建强,蒋洁.高流动抗冲共聚聚丙烯的结构与性能分析[J].现代塑料加工应用,2017,(3),15-18.■