

乙烯厂高密度聚乙烯装置成本控制分析

李 军 (中石化(天津)石油化工有限公司, 天津 300450)

摘 要: 随着我国经济和社会的快速发展, HDPE 制品也逐渐为人所熟悉。在此基础上, 提出了一种新的工艺路线, 即通过对 HDPE 生产过程中的工艺参数进行优化, 从而实现对原料的充分利用, 从而达到节能降耗的目的。为此, 本论文着重对 HDPE 生产过程中降低成本、提高效率的优化方法进行了探讨, 期望能为同行们提供一些借鉴。

关键词: 高密度聚乙烯装置; 成本控制; 优化措施

0 引言

随着现代企业的迅速发展, HDPE 设备也越来越多。在 HDPE 生产中, 采取了合理的降本增效优化措施, 可以使装置的生产效率得到有效的保障。针对这一现状, 文章着重对 HDPE 生产过程中降低成本、提高效率的优化方法进行了探讨, 以达到持续提升企业经济效益的目的。

1 高密度聚乙烯的相关概念

高密度聚乙烯也就是通常所说的“HDPE”, 是一种高结晶性的热塑性树脂, HDPE 是一种无极性的高分子。HDPE 的外观呈奶白色, 较薄, 呈半透明的状态。HDPE 一般是一种无毒、无味的白色粒子, 熔点较高, 可达 130℃, 相对密度为 0.941-0.960, 耐热性能好, 化学稳定性好, 硬度和韧性都很高, 并且有一定的力学强度。由于 HDPE 具有很高的环境应力, 所以在高温条件下不易产生形变。

HDPE 的透气性和吸水性都很差, 而且在热氧条件下, HDPE 的各项性能都会比 LDPE 低。为确保 HDPE 在实际应用中能更好的发挥作用, 可向 HDPE 中添加适当的催化剂, 使 HDPE 的透湿性能持续改善。此外, HDPE 还具有很高的化学稳定性, 在高温条件下不易变形, 是一种很有前途的产品。

2 高密度聚乙烯装置进行降本增效优化的重要意义

为确保 HDPE 能更好地使用, 合理地降低 HDPE 生产成本显得尤为重要。在 HDPE 生产过程中, 通过降本增效, 可以有效地确保 HDPE 产品的质量, 增加企业的经济效益。但是, 由于 HDPE 设备的成分较为复杂, 因此, 在生产过程中, 必须掌握其内部结构, 才能有效地确保 HDPE 设备的优化。

此外, 通过对 HDPE 装置的降本增效优化, 可以有效地确保 HDPE 的更好使用, 推动企业的进一步发展。在 HDPE 生产过程中, 常要进行聚合。本项目

以乙烯、氢气和共聚合单体为原料, 采用管式反应器进行, 通过向管式反应器中添加适当的催化剂, 实现高密度聚乙烯的高效制备。高密度聚乙烯的工艺流程较为复杂, 因此, 对其进行降低成本和提高效率的优化, 既可以确保企业的经济效益, 又可以确保 HDPE 产品的质量, 满足人民群众的生产需要。因此, 开展 HDPE 生产过程的成本和效率优化研究十分必要。

3 高密度聚乙烯装置降本增效优化措施

3.1 减少原辅料的消耗

乙烯是聚合过程中最重要的原材料, 乙烯单体消耗占到了整个生产过程的 99%, 所以将减少乙烯消耗作为最优的目标。表 1 是某公司该装置的乙烯消费方向分析表, 由表 1 可知, 乙烯损失分为三大类, 其中, 回收单元的乙烯排火炬损失占 58.24%, 乙烯压缩机的泄露损失占 29.32%, 开停机时的乙烯排出损失占 12.01%。

由于该设备在生产过程中受到温度和压力等因素的制约, 生产出的乙烯不能在回收单元内进行回收。在此基础上, 提出了一种利用脱乙烷塔将乙烯组分为两种方向: 一种是由脱乙烷塔向上游的乙烯装置, 另一种是通过膜回收后再直接排入火炬。因此, 本项目拟从源头着手, 在确保催化剂活性的同时, 适度降低乙烯含量, 以减少进入回收装置的乙烯量, 进而降低膜回收火炬的排放量。

该设备所用的乙烯压缩机是一种往复式压缩机, 由于活塞杆的密封材料不够好, 所以在工作过程中, 每天有 4 吨乙烯从填料中泄露到火炬, 因此必须要对其进行定期的更换, 这样才能降低乙烯的泄露。如果只是为了减少乙烯的漏失量而太过频繁地更换填料, 就会使设备的维修费用大大提高。经计算, 在漏失量达到 3 吨/天的时候, 就应该更换新的填料。这个节点是减少维修费用与减少乙烯渗漏的最好的平衡点。

由于牌号转换的需要,设备每个月都要停机 24 小时,不能连续更换牌号,在开机和停机期间,反应釜中的乙烯要通过回收单元排到乙烯厂,而有些则是直接排出火炬,导致乙烯损耗。在此基础上,本项目提出了一种新的工艺路线,即在停车阶段,通过对已烯的注射进行预先终止,从而减少停机后的乙烯损耗,同时在启动之前,将停机时注入的 CO 全部替换掉,使其能够迅速形成反应,提高产量,从而减少开停时的乙烯损失。

表 1 乙烯消耗走向分析表

项目	耗量, 吨	单耗, kg/t PE	比例
装置乙烯界区总投入	25285.440	1004.725	——
装置裂解返回气	138.031	5.485	——
装置乙烯实际投入量	25147.409	999.240	——
反应器乙烯消耗量	24844.174	987.191	——
乙烯压缩机池漏损失量	88.920	3.533	29.32%
回收单元乙烯排火炬损失量	176.596	7.017	58.24%
装置开停车乙烯排放损失量	36.414	1.447	12.01%
溶解在异丁烷中的乙烯	1.305	0.052	0.43%

3.2 异丁烷消耗

异丁烷作为一种聚合反应的溶剂,由反应器中的聚乙烯粉末排放出来,在回收装置中可以将异丁烷的大部分回收利用。表 2 是该公司每月的异丁烷消耗量变化趋势表。由表可知,异丁烷的损失分为三大类,其中排火炬的损失占 46.52%,脱乙烷塔的损失占 30.24%,中间处理的膜排放损失占 23.25%。由于活塞杆的密封材料不能满足使用的需要,所以在回收的过程中,我们发现了一种叫做异丁烷的新方法。该回收装置为四台往复压缩机,由活塞杆密封填料所漏出的材料,经过隔离腔排火炬线排出。通过和压缩机生产厂家沟通,提出了在一段进口处增加漏气的改进方案,但是在投入使用后,压缩机进口过滤器经常被堵塞,经分析认为是由于气体中携带的填料磨蚀物质造成的,因此,改进了泄漏气体的回收流程,将原来的泄露气体回流到压缩机进口过滤器的流量改为回到进口缓冲罐中,从而有效地解决了过滤器易堵塞的问题。改造后,装置的异丁烷消耗从原来的 15kg/t PE 下降到 10kg/t PE,节约了 1/3。另外,通过将薄膜回收排

气系统的压力设置从 1470Kpa 提升到 1500Kpa,减少低压闪蒸箱吹洗氮 10 公斤/小时,可以使膜回收废气的排放得到有效的减少,从而减少了装置中的异丁烷排放。通过减少进料量和增加塔顶冷却器冷却水流速来减少因脱乙烷塔排出而导致的异丁烷损失;通过相应减少一号塔新鲜异丁烷进料量和增加塔顶冷却器的用量等措施来降低中间处理装置的异丁烷排放量。

表 2 异丁烷消耗走向分析表

项目	耗量, 吨	单耗 Kg/t PE	比例
异丁烷总消耗量	289.718	11.512	——
装置异丁烷排火炬量	134.758	5.196	46.52%
脱乙烷塔异丁烷排放量	87.625	3.481	30.24%
中间处理膜异丁烷排放量	67.335	2.676	23.25%

3.3 降低燃动力消耗

3.3.1 电耗

由于挤出制粒机的能耗占整个设备能耗的 1/3,所以减少电耗应该从制粒机的角度入手。挤出制粒机的功率调整空间较大的是混合机,而混合机中树脂的混合状况对其功率消耗有很大的影响。该设备选择 KOBEL 公司生产的挤出制粒机,通过对料筒中的树脂混合量进行调节,如果开孔过小时,混合量过大,会使电耗大大增加。所以,根据不同牌号的熔体指数和密度,控制不同的浇口和进口压力,确保挤出机在最优的单位能量消耗下工作,使挤出机的功耗可达 50kW/t PE。

由于颗粒风送器的风扇也是耗能大户,所以将混合时间从 4 个小时缩短到 1 个小时,同时保证了产品的品质,同时还可以减少设备的耗电量。

3.3.2 循环水

减少循环水的消耗,可采取如下措施:①对每个换热器进行管理,根据不同的负荷和温度情况,及时调整出水流量,将进、出口温差从 4℃ 提高到 6℃;②每台换热器的进水管都采用了隔热材料,使其在冬天不需要开穿管线的情况下,达到了防冻、防凝的目的,可以节约循环水 80t/h;③定期对装置循环水、反应器夹套水板换和造粒颗粒水板换进行清理,以保证其换热效果,减少循环水用量。

3.3.3 氮气

在该设备正常运转过程中,使用的氮主要有铬触媒活化炉、低压闪蒸箱、粉风送系统等。对氮气的利

用进行优化管理,主要有:①将活化炉所用的氮气送到 PSA 纯氮包中,通过延长操作时间,减少吸收箱的开关次数,从而降低精包中氮的排放,同时确保精包中氮的质量符合要求;②不激活铬催化剂时,停止使用氮精炼罐,可以减少 300 公斤/小时的氮排放到大气中;③将低压闪蒸箱净化的氮分成两个部分,上层采用薄膜回收装置回收的氮,当薄膜回收回氮不够时,再用新鲜的氮,下层采用新鲜的氮。于是,将薄膜回收废气排气压力设置升高 20 千帕~30 千帕,从而使回流的低压闪蒸箱的氮气量降低了供氮的量;④尽量减少送风系统中的新鲜氮,同时保证送风系统中的含氮量达到安全要求。

3.3.4 蒸汽

该设备界区供给三种质量的蒸汽,即:高压蒸汽(3.5MPa),中压蒸汽(1.0MPa),低压蒸汽(0.4MPa),而用来挤出制粒机的高压蒸汽(900Kg/h),比设计值要低得多。中压蒸汽被用来作为反应器开车加热器,正常生产时不使用。因此蒸汽优化对象为用量最大的低压蒸汽。

对低压蒸汽进行优化的方法有:①对疏水系统进行管理,并对其运行状态进行定期检查,以防止产生“汽窜”;②增加反应器外固含量,减少浆液加热炉的汽耗量;③定期用高压水清洗浆液加热器内壁,提高传热效率,减少蒸汽消耗;④对 C5001 和 C5002 的精馏塔的运行参数进行了优化,以减少水蒸气的消耗;⑤脱己烷塔在生产己烯含量较低或含铬族产品时,采取分批操作,将己烷塔内的己烷量累积到某一浓度后才投入使用,其余时间则将脱己烷塔关闭,以减少其汽耗。

3.4 减少牌号切换过渡料

在聚合物生产过程中,随着市场需求的变化而改变牌号,是生产效率提高的重要途径。

通常,设备的牌号转换有两种模式,一种是铬系单点开关,另一种是齐格勒双峰开关。在产品牌号转换过程中,由于工艺参数和产品性能指标的不同,会形成大量的过渡金属。该设备一年要进行 30 多次牌号转换,产生大量的过渡物料,约占总产能的 9%,造成了巨大的经济损失,为此,提出了减少牌号转换时过渡物料生成的方法。

减少牌号转换时出现的转换问题,主要有:①适度超调指数,使开关时间缩短 4 小时左右;②提高反应温度及添加己烯,以减少在非连续开关过程中过渡物料的消耗;③为了减小各种催化剂的混合物,减小

了催化剂的混和量,从而减少了在连续转换工艺中的过渡物质。

3.5 提高装置运行可靠性

对大型石油化工企业来说,持续稳定的生产是减少能源消耗和物质消耗的最有效途径。该机组从投入使用以来,出现过多次非正常停机的情况。通过实施操作调整、工艺参数优化、工艺管理制度健全、设备预知性维修等优化管理措施,大大地提升了装置的工作可靠性。与优化之前相比,该工厂的非计划停机数量大大减少,从而降低了由于投产和停机所带来的经济损失。

4 结语

化工企业需要通过技术攻关、挖潜改造和管理优化等手段,提高企业的产品竞争力,从而在目前的竞争中占据一席之地。该设备通过降低原辅料消耗、降低燃烧功耗等优化措施,降低了生产费用,并通过降低过渡料的生成,提高了设备的运行可靠性,从而获得了很大的经济效益。同时,该装置的制造成本和油耗均达到同类产品的先进水平。

参考文献:

- [1] 高玉坤,兰宏,韩景秋. TRICONEX 控制系统在石化聚乙烯厂高密度聚乙烯装置中的应用[J]. 自动化博览,2020,26(7):3.
- [2] 孙可华. 齐鲁石化公司塑料厂改造高密度聚乙烯装置循环气换热器成功[J]. 国内外石油化工快报,2020(5):2.
- [3] 孙可华. 兰州石化公司高密度聚乙烯装置 10 万 t/a 改造开车成功[J]. 国内外石油化工快报,2021,36(2):2.
- [4] 闫志彬. 四川石化高密度聚乙烯项目成本管理研究[D]. 大连:大连理工大学,2021.
- [5] 徐素兰,王涛. 国内高密度聚乙烯生产现状及市场分析[J]. 齐鲁石油化工,2021,41(2):5.
- [6] 谭克,徐志强,谭春海,等. 高密度聚乙烯反应影响因素及控制措施[J]. 当代化工,2020(11):102-104.
- [7] 郭钦生. 高压聚乙烯装置能耗分析及节能降耗措施[C]// 2016 全国聚乙烯生产技术交流会议;中国合成树脂供销协会,2016.
- [8] 石萌. 高压低密度聚乙烯装置节能降耗及优化技术研究[J]. 当代化工研究,2021(06):121-123.

作者简介:

李军(1996-),男,汉族,河北唐山人,硕士研究生,助理工程师,研究方向:高密度聚乙烯。