

浅析ST-III+聚丙烯工艺装置的节能措施

周亮

中国石油化工股份有限公司天津分公司

摘要:介绍了国产中石化三代半环管法(ST-III+)聚丙烯工艺装置在工艺、设备、操作方面的一些节能措施,对同类装置具有一定的借鉴意义。

关键词:聚丙烯装置;节能;闭式循环

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6288.2022.08.091

一、前言

中石化ST三代+工艺^[1, 2],工艺主要组成单元依次为:给电子体、助催化剂和固体催化剂的配制和进料、TEAL 冲洗系统和添加剂进料系统、催化剂活化、本体聚合、抗冲共聚物的聚合,聚合物脱气和乙烯汽提、聚合物脱气和汽蒸、聚合物的干燥、丙烯的洗涤和贮存、工艺辅助设施、添加剂进料和挤压造粒、颗粒掺合、贮存、原料精制等。

与传统的ST三代工艺相比,流程上的区别主要是在高压闪蒸罐、气相反应器的调整。高压闪蒸罐增加了直筒段,直筒段上部加入液相丙烯,通过液相丙烯闪蒸带出聚合物中夹带的氢,如果操作中出现液体丙烯闪蒸不充分、粘料的问题,可通过底部吹扫气来缓解,这一设计有利于共聚产品特性黏度的提升。特殊设计的气相反应器有利于发挥国产DQ催化剂颗粒流动性好、不粘壁的优点,具有流化床温度易控制、聚合物混合均匀、流动性好以及窄的分子量分布的特点,能生产乙烯含量更高的釜内合金产品。

本文主要介绍ST三代+工艺在节能方面的一些做法。

二、工艺方面

(1)原有ST三代工艺的高压闪蒸单元流程如下:

丙烯在催化剂、主催化剂的作用下,生成的聚丙烯和丙烯从第二环管反应器中排出,进入高压丙烯闪蒸罐,丙烯单体与聚合物在此分离,经回收后重新参与反应。为确保丙烯完全汽化和过热,浆料首先流经一个用蒸汽加热的套管,该套管位于环管反应器和闪蒸罐之间,其直径逐渐增大,以适应丙烯的膨胀并限制其流速。聚合物及汽化丙烯沿切线方向进入高压丙烯闪蒸罐,聚合物聚集在高压丙烯闪蒸罐底部,在料位控制下排放。闪蒸罐的顶部特殊设计的动力分离器,可以防止气流中大量夹带固体,分离出的气体从高压丙烯闪蒸罐顶部进入丙烯洗涤塔予以回收。直筒段底部的固体在料位控制下排向循环气过滤器。

原有ST三代工艺的气相反应单元流程如下:经过高压闪蒸后不含液态丙烯的、具有反应活性的均聚物靠压差从闪蒸罐进入共聚反应器。在此,带活性的均聚物被

预先设定比例的气体混物流态化。单体间发生反应,把共聚物加到在环管反应内产生的均聚物中。

抗冲共聚物或称多相共聚物是一种均聚物和二元聚合物的均匀混合物。在环管反应内生产的丙烯均聚物,进入气相反应器后,在多孔的球型聚合物颗粒内部,乙烯和丙烯聚合生成无定形的二元聚合物,即乙丙橡胶相,使得最终的聚丙烯产品具有好的抗低温冲击性。

在工艺气相色谱分析仪的控制下,氢气加到乙烯进料中,以调整聚合物的黏度,满足配方的要求。

聚合物从顶部进入流化床反应器,落到流化床床层上,流化气体通过一个特殊设计的格栅分布板进入反应器。由反应器底部出料管线上的控制阀来维持聚合物的料位。聚合物的料位决定着停留时间,因此,也决定了聚合反应的程度。为了防止超活性的鳞片状聚合物集结在反应器器壁上造成“粘壁”,和堵塞出料口或床层聚丙烯粉料必须保持连续流动。

ST三代+工艺在原有工艺的基础上优化了高压闪蒸单元和气相反应单元设计,将原有搅拌床的气相反应器调整为流化床,取消了原有的气相反应器搅拌器,节省了电能消耗、减少了设备的故障点。

在高压闪蒸单元设计上,保留了原有对于单体回收的优势,加上后续的低压闪蒸单元,丙烯回收率可达到99.97%(依据物料平衡表均聚物生产数据)。

(2)ST三代+工艺的精制单元流程如下:来自上游装置的新鲜液态丙烯,在原料丙烯储罐的液位和流量控制下进入丙烯精制单元,以脱除原料丙烯中可能存在的微量对催化剂有严重毒害作用的杂质,如CO、CO₂、H₂O等。丙烯首先进入游离水分离器分离出游离水后,进入CO汽提塔。该塔的目的是从液相丙烯中分离出CO、CO₂及其他少量轻组份,塔顶的汽提尾气送出境回收。丙烯在CO汽提塔釜液位控制下送往C-702A/B、C-703A/B、C-704,最后进入丙烯进料罐原料丙烯储罐。

在冬季,新鲜丙烯进入CO汽提塔之前,应通过蒸汽夹套预热处理,将温度升至40℃以上。

利用原料脱一氧化碳塔底部出料的余热来预热塔的进料(见图1),冷却后的塔底出料在20度左右进入原

足GB18613-2020中的能效1级要求,减少了后期装置运行时的电能消耗。

(2) 装置部分机泵厂家,如远大的往复式压缩机、合肥新沪的屏蔽泵,都需要脱盐水作为冷却介质,为减少对于脱盐水的消耗,要求机泵厂家在满足现场布置的前提下配置了脱盐车站,实现脱盐水的循环利用。

(3) 装置共有86台杠杆浮球疏水阀采用斯派莎克FT44-4.5/ FT44V-4.5型号疏水器,48台热动力疏水阀采用斯派莎克TD42S2型号疏水器。疏水阀^[3]所有内、外部件的加工精度高,使得密封性能更好,更低的泄漏率,更好的确保性能稳定,减少了装置蒸汽消耗。

(4) 换热器方面,为提高换热效率,在满足设计要求前提下减少换热管的腐蚀余量。在水水热交换中,如循环水与夹套水换热器,用板式换热器代替管式换热器,增大换热面积的同时也节省金属耗材,降低冷却水用量。

四、操作方面

(1) 氮气优化,装置中持续的氮气用量大户主要为粉料干燥系统和粉料输送系统,装置运行后,根据干燥系统、粉料系统设置的烃含量检测仪检测数据,优化汽蒸系统操作参数,合理调整氮气补充阀开度,定期检查呼吸阀排气情况。另外,各个氮气服务站要求末端必须配置管帽或快拆堵头。

(2) 合理调整循环水分配,受换热器高程、管径、位置等参数影响,距离供水总管近的换热器循环流量较大,往往将需要冷却的介质降温过多,增加了下游机器的功率。装置运行后,会根据便携式管道超声流量测量仪的实测数据,与设计单位提供的换热器数据表中理论数据进行对比,合理调整各循环水换热器回水阀门开度,优化循环水使用。

(3) 牌号方面,装置技术许可合同中共有转让牌号77个,产品的熔融指数从0.1-100g/10min不等,不同熔融指数对造粒机组的电量影响较大,熔融指数越高造粒机^[4]耗电越少,熔融指数越低造粒机耗电越多。装置运行后,会根据是否含有乙烯、熔融指数范围等条件制定造粒机组的节流阀、齿轮泵入口压力、筒体热油加热、热油冷却等控制参数,节省装置的电能消耗。

(4) 电伴热,装置内的三乙基铝、密封油、给电子体、抗静电剂管路大多数采用电伴热,此外,一些包设备厂家,如PA301、PA601、PA705、PA801,也有大量的管线采用电伴热。装置运行后,根据实际环境温度和位置,合理控制电伴热开启数量,在满足介质流动性、黏度参数的前提下,优化电能的使用。

(5) 管理方面。三剂目前流程如下:桶装的液体助催化剂-1(一种给电子体),泵送至给电子体进料

罐中,为了便于计量,用烃油将其稀释,然后用给电子体计量泵将此给电子体溶液送到催化剂预接触罐中。助催化剂-2为烷基基铝,由计量泵将三乙基铝送至催化剂预接触罐。将烃油和经油脂加热器加热的烃脂加到被加热的油/脂储罐中,用催化剂桶吊车将固体催化剂倒入中,固体催化剂在预定的温度并连续搅拌下分散在油中,然后加入脂,连续搅拌、降温、冷却为稳定的催化剂膏。催化剂膏在低温下保存和输送,经计量后进入催化剂预接触罐与两种助催化剂混合。液体添加剂贮存在液体添加剂贮罐中,其用途是使烷基铝失活并对油进行安全处理。液体添加剂用液体添加剂进料泵送到添加剂贮罐中,然后输送至后面的废油处理罐和低压丙烯洗涤塔中。用添加剂计量泵将液体添加剂计量后送往挤压造粒工段。

从提高岗位人员挖潜增效意识出发,制定班组层面的成本核算实施方案和评比细则,确定以班次为单位,要求每个班组当班期间完成当班三剂等参数统计,结合当班操作内容,比对参数异常情况,若在同一时期、同种工况下,单一指标超出平均值5%以上时,立即着手分析原因,并对相关参数进行适当修正。

五、其他方面

本工艺所有的加热设备、制冷设备和相应的管道均采用保温、保冷措施,减少能耗。采购照明用电设备时均考虑了节能要求。用水方面,工艺生产装置和辅助生产设施尽量少用或不用新鲜水,尽量采用循环水或一水多用,循环冷却水全部采用压力回水,禁止用循环水冲洗地面及直接排放。另外,本装置的所有给水管道在界区进口处均设置阀门和计量仪表,循环给水及回水管道在进出界区处均设置阀门。通过选择安全经济可靠的管材及设备,采取一切措施杜绝水的跑、冒、滴、漏损失,以达到节水目的。

总之,装置在工艺、设备、操作等方面,通过多错并举、多管齐下的方式,从设计、采购、后期装置运行等多方面采取了多种节能措施,以实现能源充分利用和最大限度节约。

参考文献

- [1] 洪定一. 聚丙烯——原理, 工艺与技术[M]. 中国石化出版社, 2011.
- [2] 吴长江. 聚丙烯技术新进展[J]. 石油化工, 2006, 35(3): 289-294.
- [3] 中井多喜雄. 蒸汽疏水阀[M]. 机械工业出版社, 1989.
- [4] 刘福桥, 刘创涛, 陈玉海. 大型聚丙烯挤压造粒机组关键技术的研发[J]. 塑料科技, 2013, 41(5): 90-94.