

混合脱氢装置冰机负荷的影响因素及控制措施

杜翠萍

陕西延长(石油)集团有限责任公司延安石油化工厂 陕西延安 727406

摘要: 延安石油化工厂30万吨/年丙烷/异丁烷混合脱氢装置自2019年11月开工以来,由于原料组分及加工负荷变化、脱乙烷精馏塔与回流罐V-204差压及脱乙烷稳定塔塔顶温度波动等原因造成冰机负荷不稳定,频繁调整操作影响装置安全平稳运行。本文针对冰机负荷波动原因进行分析,并采取相应的控制措施。现冰机负荷相对稳定,确保了混合脱氢装置安全平稳运行。

关键词: 冰机负荷; 脱乙烷精馏塔; 差压; C₂

前言:

30万吨/年丙烷/异丁烷混合脱氢装置采用UOP公司的OLEFLEX工艺。OLEFLEX反应单元设置三台串联操作的移动床反应器。反应原料丙烷、饱和液化气、烷基化碳四及醚后碳四经进料加热炉及中间加热炉加热到合适的反应温度并依次通过三台反应器,在反应器内实现丙烷和异丁烷的混合脱氢,转化成丙烯、富异丁烯和其它副产品。来自冷箱分离单元的液体产品在分离单元通过脱乙烷汽提塔和脱乙烷稳定塔将C₂及轻组分脱除送至燃料气制备系统。然而,在较高的压力下反应产物中的C₂需要极低的温度才能冷凝,使用普通的冷凝器很难达到效果,为了将C₂及轻组分充分冷凝下来防止C₃损失,本装置采取了在脱乙烷稳定塔顶使用冰机制冷的办法,该方法不仅可达到工艺要求同时拥有更好的经济性。

1. 冰机负荷波动大原因分析

1.1 反应产物中C₂及轻组分含量的波动

在正常工况下,冰机入口压力PI23901A/B设定值固定,当冰机入口压力升高,为了维持冰机入口压力的稳定,冰机滑阀开度增大冰机负荷增加。当冰机入口压力降低,冰机滑阀开度减小冰机负荷减小。进入脱乙烷汽提塔物料中的C₂及轻组分总量直接影响冰机入口压力,进而影响冰机负荷^[1]。查阅相关资料^[2]发现影响液相反应产物中C₂及轻组分含量的因素有新鲜进料中的乙烷含量,脱氢反应温度及冷分离单元冷箱温度。

1.1.1 新鲜进料中的乙烷含量

本装置新鲜进料中乙烷的来源主要为饱和液化气。新鲜丙烷、烷基化碳四及醚后碳四中无C₂等轻组分,查阅化验分析数据可见,饱和液化气中乙烷体积含量(0.53~5.89% (v/v))波动较大。并且,根据生产需要饱和液化气加工量调整范围为12~18t/h,二者共同作用结果就是液相反应产物中乙烷含量的波动,进而导致冰机

负荷的波动。

1.1.2 脱氢反应温度的变化

本装置满负荷工况下脱氢反应器设计温度是第一反应器为610℃,第二反应器为625℃,第三反应器为629℃。实际装置加工负荷为60%~90%,控制富异丁烯产品中异丁烯含量为45% (v/v),当加工负荷变化时应适当调整反应温度,反应属于放热反应,反应温度越高反应转化率越高,即实际控制反应温度较设计值偏低。这时因为反应温度的降低减少热裂解及其他副反应的产生,副反应产生的C₂及轻组分含量相对减少,缓解了冰机负荷高的弊端。表1为反应产物组分分析数据。

表1 反应产物组分分析数据

时间	H ₂ % (v/v)	乙烷% (v/v)	乙烯% (v/v)	甲烷% (v/v)	加工 负荷 (%)	反应 温度 (三反)
05-07	49.24	0.36	0.02	0.83	85	620
05-14	46.76	0.37	0.02	0.83	85	620
05-19	47.53	0.38	0.02	0.86	84	620
05-24	47.18	0.48	0.03	0.92	90	625
05-25	49.46	0.69	0.03	1.37	100	628

表1数据可见脱氢反应温度越高,反应产物中的C₂及轻组分含量相对增多,即脱氢反应温度影响反应产物中的C₂及轻组分含量。

1.1.3 冷分离单元冷箱温度

冷箱低压膨胀机出口温度与干气产品中的甲烷含量数据见表2。

表2数据可见冷分离单元冷箱温度降低,干气产品中的甲烷含量降低,即由于冷分离单元温度低将少量的甲烷组分冷凝至液相反应产物中送至分离单元的脱乙烷塔系统,影响脱乙烷塔系统C₂及轻组分含量。冷箱分离单元温度的主要影响因素为冷箱联合进料中异丁烷的含量,异丁烷含量越高,冷分离单元冷箱温度越低。

表2 低压膨胀机出口温度与干气产品中的甲烷含量数据

时间	干气产品甲烷 % (v/v)	加工负荷 (%)	异丁烷 进料量 t/h	低压膨胀机 出口温度 (℃)
05-07	2.0	85	22	-118.7
05-14	1.7	85	22.8	-121.0
05-19	1.4	84	24	-127.2
05-24	1.6	90	23.8	-124.3
05-25	1.2	100	35.6	-131.6

1.2 脱乙烷稳定塔与回流罐V-204压差变化

脱乙烷稳定塔与回流罐V-204压差即为冰机入口与出口的压差。根据实际生产操作经验可知,当压差降低时,冰机负荷下降,压差小于15kPa时,冰机负荷下降趋势明显。当压差增大时,冰机负荷提升,压差大于23kPa时,冰机负荷提升趋势明显。因此,脱乙烷稳定塔与脱乙烷稳定塔回流罐压差的变化同样也影响冰机负荷。

1.3 脱乙烷稳定塔塔顶温度

脱乙烷稳定塔顶温度升高时,塔顶轻组分中C₃含量增加,塔顶气相量增加,冰机负荷增加,冰机冷后温度上涨,排放气体中C₃含量增加,导致丙烯产品的浪费。脱乙烷稳定塔顶温度降低,塔顶轻组分中C₃含量降低,塔顶气相量减少,冰机负荷降低,冰机冷后温度降低,过低的温度可能会导致塔底物料中含C₂进而影响丙烯产品质量。因此,脱乙烷稳定塔塔顶温度对冰机负荷也起着至关重要的作用。

2. 冰机负荷波动大控制措施

2.1 加工负荷及组分稳定

装置加工负荷、异丁烷进料量及饱和液化气中乙烷含量对冰机负荷均有影响,故日常生产中应减少加工负荷的频繁调整,上游烷基化装置异丁烷产量稳定,下游MTBE装置加工负荷稳定,通过以上措施的有效实施稳定冰机负荷。

2.2 脱乙烷汽提塔空冷热旁路调节

当液相反应产物中乙烷/乙烯及轻组分的总量偏低时会导致冰机负荷下降、V-204液位下降以及回流量减小,此时适当开大脱乙烷汽提塔塔顶热旁路调节阀,使入口气相量增加,冰机入口压力PI23901A/B升高,从而冰机负荷相应增加。当液相反应产物中乙烷/乙烯及轻组分的总量增加,冰机负荷提升,V-204液位上涨,回流量增

加,冰机负荷进一步提升,此时适当关小脱乙烷汽提塔塔顶热旁路调节阀,如有必要可以全部关闭,降低入口气相量,使冰机入口压力PI23901A/B降低,从而将冰机负荷降低。因此,可以通过调节脱乙烷汽提塔空冷热旁路的方法控制冰机负荷。

2.3 脱乙烷稳定塔回流罐V-204压力自动控制

为了稳定冰机负荷及脱乙烷塔系统压力,通过一段时间的摸索实践,将V-204顶压力控制阀自控控制回路PID整定完成,实现压力自动控制且效果良好。因此,通过V-204顶压力控制阀自动控制,使脱乙烷稳定塔顶与V-204压差相对稳定,冰机负荷相对稳定。

2.4 控制脱乙烷稳定塔顶温度稳定

脱乙烷稳定塔顶温度控制方法如下:1、脱乙烷汽提塔塔顶冷后温度采用自动控制,当系统乙烷/乙烯等轻组分含量偏低时可适当提高冷后温度设定值,稳定系统压力;2、脱乙烷稳定塔回流罐V-204液位自动控制,维持脱乙烷塔系统热量的平衡,进而稳定脱乙烷稳定塔塔顶温度。

3. 结语

本装置调整冰机负荷的措施如下:1、调整脱乙烷汽提塔空冷热旁路气相量,弥补系统乙烷及轻组分含量波动对冰机负荷的影响;2、采用自控控制脱乙烷稳定塔回流罐压力,稳定脱乙烷稳定塔与脱乙烷稳定塔回流罐压差;3、根据系统乙烷/乙烯等轻组分含量的变化,调整脱乙烷汽提塔空冷冷后温度设定值并自动控制,稳定系统压力;4、脱乙烷稳定塔回流罐V-204液位自动控制,维持脱乙烷塔系统热量的平衡,进而稳定脱乙烷稳定塔塔顶温度。5、减少混合脱氢加工负荷的频繁调整,上游烷基化装置异丁烷产量稳定,下游MTBE装置醚后碳四量稳定。通过以上措施的有效实施本装置实现了冰机负荷的稳定控制,确保了装置的安全平稳运行。

参考文献:

- [1] 韩国良. 机泵状态监测系统在设备维修中的应用[J]. 设备管理与维修, 2020(20): 178-179.
- [2] 杨铁建. 化工机泵设备的维护保养与节能降耗的关系[J]. 中国设备工程, 2020(16): 29-31.
- [3] 杜佳峻. 化工企业机泵预防性维修策略分析[J]. 技术与市场, 2019, 26(11): 204-205.