

干气制乙苯关键工艺指标控制难点分析

刘东旭 (黑龙江省大庆炼化公司炼油厂, 黑龙江 大庆 163411)

摘要: 干气制乙苯技术利用催化干气中的稀乙烯与苯进行烃化反应, 来制取乙苯。同时生成多乙苯组分 (多乙苯、少量丙苯和丁苯), 多乙苯组分经过分离后, 返回反应系统, 与苯继续进行反烃化反应转化成乙苯。

关键词: 干气; 乙苯; 重量空速; 乙烯; 苯烯比

本工艺采用第三代干气制乙苯技术, 对生产工艺做了大量修改, 主要包括: 新增原料预处理系统、优化反应换热、优化催化剂装填、新增粗分塔流程、吸收剂一次通过、新增丙苯塔等。

1 原料及产品

该反应的主要原料为催化干气和苯, 装置的主要产品是乙苯, 作为产品装汽车出厂或送至储运作为调组分油; 副产品为丙苯、高沸物和尾气; 其中, 尾气送至 PSA 装置; 丙苯和高沸物作为调组分油。

2 工艺指标

干气制乙苯工艺中技术控制难点分析: 烃化反应的效果好坏是决定该工艺流程的重点环节, 调整好反应系统的关键参数和调节方法, 是该套工艺的产量及质量的决定性因素。

2.1 温度控制

①反应器入口温度由循环苯加热炉出口温度控制, 反应器各段床层出口温度由各段干气进料量控制, 当反应器入口温度高时, 适当降低加热炉出口温度, 当反应器入口温度低时, 适当提高加热炉出口温度, 当反应器各段床层出口温度高时, 减少相应床层入口干气进料量, 当反应器床层出口温度低时, 提高相应床层干气进料量; ②影响烃化反应温度的因素、现象及调节方法。

序号	因素	现象	调节方法
1	循环苯流量	流量计指示变化; 炉出口温度变化; 反应器入口温度变化	稳定循环苯流量
2	干气中烯烃含量或干气进料量	反应器各段床层出口温度变化	调节干气进料量
3	干气进料控制阀失灵	干气进料量与反应器温度不符合	改手动控制, 联系仪表及时处理
4	瓦斯压力波动	炉出口温度波动; 反应器入口温度波动	联系调度进行跨区域查询, 查明原因, 做相应处理
5	系统干气量骤降	干气进料量突然下降; 反应器入口温度突然升高	联系调度, 查明原因, 做相应处理, 若不能维持操作则按停干气处理

2.2 压力控制

烃化反应是气相可逆反应。反应压力由粗分塔顶压力控制阀控制。当反应器入口压力一定, 出口压力升高时, 要适当降低粗分塔压力。当反应器入口压力一定, 出口压力下降时, 要适当提高粗分塔的压力。乙烯转化率随压力的升高而升高。在 0.5-0.7 MPa 之间提高幅度较小, 0.9

MPa 以后几乎没有变化。

2.3 苯烯比

苯烯比是影响乙烯生产乙苯选择性的重要因素, 随着苯烯比加大, 乙烯转化率升高且乙烯乙苯的选择性也增加, 但考虑到能耗和床层温升等综合因素苯烯分子比在 5-7 之间为宜。

2.4 乙烯重量空速

乙烯的转化率和乙烯生成乙苯的选择性随乙烯空速的加大而降低, 从催化剂单程寿命、乙烯转化率等因素考虑, 乙烯的重量空速取 0.5h^{-1} 为宜。

2.5 影响乙烯重量空速的因素及处理方法

①干气进料量的变化; ②干气中乙烯含量的变化。

现象: ①反应器各段床层入出口温度变化; ②反应器各段床层入出口压力。

处理方法: 调节干气进料量。

2.6 反应系统停工时, 时先停止进苯还是先停止进干气

应先停止进干气, 后停止进苯。原因: 苯烃化反应是强放热反应, 反应放出的热需由循环苯带走。如果先停苯会造成催化剂床层飞温, 使催化剂永久性失活, 严重时会造成损坏反应设备。

2.7 尾气中乙烯含量高的原因及处理

含量高的原因: ①反应温度过低, 反应效果不好; ②循环苯量过低或干气量过大; ③反应压力过低; ④催化剂活性降低。

处理方法: ①适当提高苯加热炉出口温度; ②适当提高循环苯量或减少干气投入量, 控制合适苯烯比; ③适当提高下游粗分塔的压力; ④必要时对催化剂再生。

2.8 烃化反应干气进料方式

该工艺烃化反应采用轴向绝热固定床反应器, 设有五段床层, 每个床层下面有支撑架, 上面有分布器, 催化裂化干气分别从每个床层上面的进料分布器进入烃化反应器。由于烃化反应很快, 反应在较短的催化剂活性区发生, 这个活性区可由烃化放热反应引起的绝热温升标明, 随着催化剂的逐步失活, 活性区逐渐下移, 为改善催化剂的活性, 可以通过提高苯入反应器的温度达到此目的。

正常操作时每段床层上面的分布器使床层的横截面形成均匀的物流分布, 每个催化剂床层设有人孔和鞋料口, 便于催化剂的装填。根据催化剂的装填情况和生产实际情况如乙烯含量低时, 可对干气注入量、干气注入位置、干气温度、循环苯入反应器的温度等参数进行灵活调整。

苯从反应器顶部轴向进入, 干气分四路从侧线径向进入, 正常操作时只投用三路, 采用这种方式进料是由于烃化反应是强放热反应, 取走反应热能促进 (下转第 92 页)

可行性和安全可靠，达到了设计预期目标。

根据对该井后续跟踪，同样规格抽油泵，产能得到了大幅度提高，检泵周期显著延长 23.2%，截止目前未收到因出砂导致卡泵停产事故。（见表 1）

表 1 检泵周期对比表

抽油泵规格	平均检泵周期 (d)	开井率 (%)	防砂工艺
Φ38 杆式	326.3	88.9	泵下挂防砂管
Φ38 杆式	392.0	97.5	泵上泵下防沉砂

随着机采井防沉砂工艺在塔中 A 井取得的显著效益后，此工艺开始推广应用，截止到 2020 年 12 月底，累计应用了 2 口井，后期跟踪无论是单井产能的提高还是防砂效果都取得非常显著的提高，促进了机采井采油技术的进步，具有良好的推广应用前景^[2]。

3 结论与建议

①机采井防沉砂工艺管柱在塔中油田的成功应用，验证了该工艺技术的可行性、安全性和可靠性，达到了该技术的设计预想；

②机采井工艺管柱结构简单，便于操作，实用性强，切合机采井的实际需求，具有良好的市场前景；

（上接第 89 页）反应向生成乙苯的正方向进行，干气不仅是反应物料而且也是取热介质，在干气进入催化剂床层前与上一段出来的热物料接触，干气被加热，热物料被冷却，这样，一方面达到热能的有效利用，另一方面保证了下一段反应床层的入口温度的要求，从而保证整个床层内轴向各点温度处于最佳范围，简化了反应器的结构。为了保证催化剂的活性及稳定性，只要烃化反应发生，反应温度控制越低越好。此外，干气分段进料，每一段苯乙烯分子比都大于总分子比，有利于提高乙烯转化率和生成乙苯选择性。

2.9 如何判断催化剂是否失活

①反应床层温升降低或无温升；②反应器压降明显提

（上接第 88 页）现出一定的直线关系，当采用稀释法进行测定时，在该范围内就能获得比较准确的测定数据。

3 工艺冷凝液中氨测定方法的可行性分析

采用浓度为 1.0~0.02mg/L 的氨标准溶液配置系列标准，并加入一定量的纳氏试剂进行显色反应。通过将其置于 721 型分光光度计进行测定，所采用的可见光波长为 420nm，选用尺寸为 2cm 的比色皿进行比色测定。永久色列与对应的氨含量及氨标准含量与消光值之间存在非常明显的线性关系，可以将其用于指导实际的检测工作。同时，根据检测数据可以看出，相较于后者而言，前者所具有线性关系更为显著。因此，采用本文所述方法用于测定工艺冷凝液中的氨含量是可行的，并且还具有测量速度快和精度高的优点，可以在更大的范围内进行推广应用。

4 总结与讨论

①本文中所论述的永久色列法本质上是一种目视比色法，当检测样品的颜色介于两种色列之间时，对于不同的测定人员而言，或多或少都存在一定的视觉差异，这就会引入大约 ±10% 的相对误差，但是这在生产控制能够接受

③后期作业间隔时间较长，悬挂器锚定装置放在胶筒下方，预防环空沉砂砂埋；考虑到后期修井起钻，悬重势必增加，建议卡瓦设计改为单向悬挂，增加悬挂力，降低解封时的上提力；

④防沉砂抽油泵的耐压、耐高温等技术参数满足机采井要求，抽油泵设计有防气锁和防砂伞，很好地解决了采油时憋泵、卡泵的问题；

⑤实现了多级、多规格防沉砂，取得了比较理想的防砂效果，提高了单井产量，极大地延长了检泵周期，取得了良好的经济效益。

参考文献：

- [1] 刘辉等. 缝洞性碳酸盐岩储层酸压效果影响因素研究 [J]. 钻采工艺, 2013, 36(1): 53-55.
- [2] 黄世财等. 丢手悬挂防砂技术的研发和应用 [J]. 钻采工艺, 2016, 39(2): 67-69.

作者简介：

白晓飞（1969-），河南巩义人，1991 年毕业于江汉石油学院，高级工程师，主要从事采油气及井下作业相关研究工作。

高；③尾气中乙烯含量高。

催化剂的再生、反烃化反应、加热炉控制等不再赘述，当然，化学反应在外界环境发生变化时，比如上游干气量的波动，加热炉氧含量波动导致出口温度的变化等都会对该反应器里的烃化反应造成波动，从而造成产量及尾气中乙烯含量超标等，所以，加强理论学习的同时，还要加强现场实际的操作经验，理论联系实际才能创造出最大的工业价值。

参考文献：

- [1] 黄锡仁, 赵家成. 干制气乙苯生产技术的现状及前景 [J]. 合成橡胶工业, 1982(06).

的范围内；②通过数据分析，对永久色列进行蜡封作为可以永久使用的色列，其相对误差不超过 3%；③当冷凝液中的杂质含量较高时，例如，水样具有一定的颜色或者含有沉淀，采用该方法进行测定时，会引入较大的误差，因此，该方法不适用于上述水样检测。

5 结语

总而言之，为了对尿素合成氨装置工艺冷凝液中的氨含量进行有效的控制，这就需要对其进行快速精确地分析。但是当前的测定方法存在操作繁琐、测量速度慢以及检测设备价格昂贵等缺点，本文中论述了一种永久色列法，通过将其用于工艺冷凝液的测定工作中，有助于快速获取准确的氨含量，进而为后续调整措施的有效制定提供科学合理的指导。

参考文献：

- [1] 唐雪. 气氨快速测定法研究 [J]. 化工设计通讯, 2020(01): 17-18.
- [2] 张温清, 司冠儒, 李井雷, 等. 芝麻香型白酒糟醅中氨态氮的测定 [J]. 酿酒科技, 2020(01): 78-80.