

提高粗苯回收率增加经济效益

张继刚 (河北峰煤焦化有限公司, 河北 邯郸 056202)

摘要: 随着我国化工产业的不断发展, 粗苯回收受到越来越多的关注, 其作为化工原料的重要组成部分得到十分有效的运用。因此, 化工企业需要认清粗苯回收的意义, 提升粗苯回收工艺, 使其呈高回收率、高质量趋势发展, 为企业创造出更多的经济效益。本文将以粗苯回收为主要研究对象, 通过介绍粗苯回收的工作原理及工艺流程, 分析影响粗苯回收率的影响, 重点研究提升粗苯回收率增加经济效益的措施。

关键词: 粗苯; 回收率; 经济效益; 化工

粗苯作为煤热解生成的煤气中的混合产物, 对于我国日趋紧缺的石油化工资源, 具有重要的利用价值, 其是各种苯类产品的重要原材料, 已成为各化工企业回收的主要对象。国内多采用物理法制备和回收生产粗苯, 但由于工艺的不成熟和操作控制问题, 常会出现粗苯回收率低的情况, 针对回收中存在诸多影响因素, 粗苯回收技术改进迫在眉睫。通过优化粗苯回收, 可相对减少基础原材料的使用, 提升粗苯产出量, 增加企业生产经济效益。

1 粗苯介绍

1.1 粗苯性质

粗苯作为多种有机化合物的混合物, 其不溶于水, 易燃易爆且有毒, 可用于化工橡胶、纤维品的制造, 且可对其实施提纯工艺, 制备出甲苯、二甲苯等化学物质。因此, 在粗苯回收中需要注重操作的安全性, 并充分保证最大的回收效率。粗苯以其自身特性在日常化工应用中具有优良的品质与配适性, 可为企业创造极大的经济效益。

1.2 粗苯价值

粗苯回收的具有极大的价值, 其是众多焦化厂回收的主要目标, 是多种苯类物质的混合物, 随着世界原油价格的上涨, 粗苯回收率的提升可对苯及其衍生物价格有稳定作用。因此, 众多化工企业投入大量的技术与人力, 进行粗苯的回收生产, 将其作为企业的主营业务和经济来源。国内应用最多的回收方法多利用洗油或活性炭进行物理吸收, 或采用高压分离的方式进行提取, 其中洗油吸收法的应用范围要比活性炭吸收法高, 更具推广价值。

1.3 回收工艺

粗苯回收工艺可分解为洗苯和脱苯两大程序。其中洗苯是对苯元素的脱离, 利用煤气在 25℃ 左右环境下进行冷却, 并经过洗苯塔的洗油喷淋操作, 使粗苯

从煤气中脱出, 此过程是富油的形成过程。而脱苯则是富油循环分离的过程, 对富油在脱苯塔中进行加热循环提取, 可形成液汽变化而将粗苯汽提送溢出至冷凝冷却分离器中, 水分分离后可形成成品粗苯。

2 影响粗苯回收率的原因分析

粗苯回收率作为评价洗苯操作的重要指标, 国内焦化厂一般的粗苯回收率在 92%~95% 之间, 为彻底改变粗苯回收率的问题, 现将影响粗苯回收率的原因进行详细分析。

2.1 吸收温度

吸收温度主要指洗苯塔内气液接触面的均温, 与煤气和洗油温度具有直接联系, 亦受大气温度影响。吸收问题可通过吸收系数及吸收对动力的变化, 对粗苯回收率形成影响。例如, 若贫油含苯量一定, 塔后煤气含苯量会随温度的升高而增加, 即温度高造成的苯损失越大, 粗苯回收率相应下降。但吸收温度过低也不利于粗苯回收, 会造成洗油析出结晶, 或导致洗油粘度过大而造成喷洒不均的现象。经过反复试验发现最佳的吸收温度为 25℃, 可存上下 5℃ 的波动范围。此外, 洗油温度还应大于煤气温度, 具体温差为夏季 $\geq 2^\circ\text{C}$ 、冬季 $\geq 4^\circ\text{C}$, 防止煤气中的水分在洗苯过程中被冷凝进入洗油, 造成蒸馏工序的负担。

2.2 洗油吸收能力及循环洗油量

洗油的吸收能力与粗苯回收率有直接联系, 一般情况下洗油分子量越小, 吸收苯的能力越强, 粗苯的回收率则相应越高, 但若分子量过小, 则会影响脱苯效果, 造成苯的大量损失, 让洗油与粗苯难以分离。假设其他条件不变, 相对增加循环洗油量, 此时可一定程度上增强气液吸收推动力, 提升粗苯的回收率。但若一味加大循环洗油量, 则会造成电、蒸汽耗量及冷却水用量的增加, 加大回收成本消耗。因此, 常压情况下的洗油循环量可定位 1.5~1.6L/m³ 煤气。

2.3 吸收表面积

煤气与洗油的接触面积会造成粗苯回收率的变化。其中化工生产中将填料塔的吸收表面积定义为塔内填料表面积，且填料表面积与接触面积成正比增加的关系，增加吸收表面积可一定程度上促进回收过程更完全，进而使粗苯回收率更高。

2.4 贫油含苯量

贫油中含苯量直接决定着塔后煤气中苯族烃的含量。对贫油含苯量对粗苯回收率的影响进行实验，保证其他条件一定，可发现入塔贫油含苯量越高，塔后损失越大，精确进行数值计算可得出，贫油中最大粗苯含量不应超过 0.22%，此时可将塔后损失控制在 2g/m³。一旦出现贫油中含苯量过低的情况，虽可一定程度上减低塔后的损失，但会造成增加脱苯蒸汽消耗过大的问题，增加生产原材料消耗。

2.5 洗油质量

洗油的质量也影响着粗苯的回收，若洗油质量不佳，成分中含有较多的聚合物或高沸点物，则会直接影响其与洗苯塔填料表面的覆盖，从而降低洗苯量。根据某焦化厂车间的循环洗油质量及馏程分析（表 1），一二回循环洗油的流动性明显变差。并取洗油样品静置后化验，可发现洗油上层出现晶体，分析得出其分别为萘、茛、氧茛（表 2），洗油静置 12h 后，已形成 2/3 的沉淀物质，且底部沉积物无明显流动性，若将其应用于粗苯回收中，则会极大程度上影响回收率。

表 1 某焦化车间系统馏程分析

名称	密度	230℃ 前	270℃ 前	300℃ 前	水分	粘度
一回	1.2	0.2	43	85	0.2	1.7
二回	1.1	0.3	45	88	0.1	1.6
三回	1.06	0	47	93	0.2	1.5

表 2 某焦化车间系统组分分析

名称	萘	2-甲	1-甲	联苯	茛	茛	氧茛	萘
一回	0.81	3.33	2.03	6.77	32.33	5.82	16.79	2.06
二回	1.87	15.15	8.43	6.82	26.56	5.44	10.36	1.35
三回	1.77	16.48	9.43	7.85	25.11	3.07	9.46	0.22

2.6 焦煤挥发分

根据国内粗苯回收生产结果分析，180℃前粗苯对干煤的回收率，会随着焦煤挥发度增加而升高，实验中保证其他影响回收率的因素不变，分析 20℃、25℃、30℃条件变化下，焦煤挥发分越大，粗苯回收率越高。

2.7 操作不规范影响

部分焦化厂车间或化工厂粗苯回收率低的原因，主要是受到操作不规范的影响：①由于车间操作人员

的技术水平有限，导致粗苯回收过程中，未能按照相关的规定和要求进行认真操作，最常出现问题的地方为排水、排萘、排渣不及时，导致粗苯回收率受到影响；②还有部分焦化厂为了节能降耗，降低成本，偷工减料，长期在一二回收过程中使用运行超过 2 年的洗油，或利用精制洗油与甲基萘混合配制洗苯溶液，导致洗油质量存有先天缺陷；③错误操作或操作顺序有误，导致洗苯塔内的循环洗油中重组分含量过高，影响洗油效果，对粗苯回收的整体工艺流程具有极大的影响，易产生粗苯产量差、粗苯质量下降的结果，严重影响着企业的生产效益和脱苯系统的稳定运行。

3 提高粗苯回收率的措施

3.1 提高煤气中粗苯含量

为提高粗苯的回收率，要从原材料上入手，提高煤气中的粗苯含量，结合实践研究发现煤气中粗苯含量的主要影响因素有：干馏温度、炉顶空间、停留时间等，若想有效防止粗苯在炉顶空间内被高温分解，则需在原煤尺寸上进行调整限定，保证煤饼在规定尺寸范围内，且为出现掉角或塌煤等情况，此措施可有效保证煤饼的充分燃烧，且在煤气制备过程中要控制炉顶空间的温度，将其内部温度控制在 800℃ 以内，若能长期保持在 770℃ -780℃ 之间，则可最大程度上提升煤气中粗苯的含量。此外，企业要保持稳定的配煤比，就要对原料煤的来源进行严格管控，保证原料的质量。还要对配煤挥发分进行控制，使其保持在 27%-30%，避免配煤挥发分对粗苯的回收率造成影响。

3.2 优化洗油循环量

上文中提到洗油循环量对粗苯的回收率有重要影响，因此，需要对洗苯塔内的洗油喷洒量进行控制，使其根据原料配煤挥发分的占比进行分配，确保洗油循环量与煤气量按照 2.0-2.2m³/km³ 的科学气液比例进行喷洒，同时可同比增加 30% 的循环量，以提升洗苯效果。

3.3 提升循环洗油质量

洗油质量因与粗苯回收率存在着一定的关系，也可通过提升洗油质量对回收率进行调控。其中可根据相似相溶的原理，借助适当降低洗油的相对摩尔质量，提升粗苯回收率，要重点注意洗油的分子量不可过大，避免造成蒸馏过程中粗苯难分离的问题。经过生产实践中对循环洗油质量的分析，循环洗油的质量要具备以下质量特点：① 230℃前无馏出物；② 270℃前可存有 75%（体积）的馏出物；③ 300℃前可存有 88%（体积）的馏出物。若在实际生产中发现循环洗油质量与

标准存在较大偏差,可通过加大再生量的方式,切实保证洗油洗苯的效果。

3.4 控制吸收温度

由于粗苯回收中吸收温度会对回收率造成较大的影响,因此需严格控制吸收温度,使其保持在适宜状态。其中吸收温度过高则会影响煤气中粗苯的含量,直接造成粗苯回收量下降。而吸收温度过低则会导致洗苯塔内的洗油粘度过大,影响洗油循环的流动性,造成洗油输送受阻的情况。最佳的吸收温度建议控制在 25℃-30℃之间,此温度是对煤气粗苯回收的最佳温度值。实际回收生产中,要通过控制洗油温度的方式,避免煤气冷凝液进入洗油,此时的洗油温度应当高于煤气温度,夏季可形成 2℃的温差,冬季可适当调高 3℃。

3.5 优化贫油含苯量

粗苯回收中,贫油中的苯族烃成分主要是二甲苯,二甲苯的蒸汽压仅为同温度下煤气中苯族烃总含量的三分之一或四分之一,因此需控制贫油的含苯量,将其控制在 0.4% 为最佳。

3.6 加强热贫油再生过程

在粗苯回收过程中,贫油再生的作用如下:①可帮助洗油分离出溶解的高分子聚合物,起到降低洗油分子量的作用,确保洗油的洗涤功效;②可一定程度上分离乳浊液;③利用再生器混合萘与贫油中其他高沸点组分,可形成熔点相对较低的相关组分共熔点混合物,可有效降低分离沉淀物的温度,保证粗苯回收的产量效果。

3.7 停用脱苯塔测线切萘

现阶段国内的焦化厂车间或化工厂的脱苯塔多由 30 层处置筛板塔搭建而成,且进行提馏段和精馏段的区分,其是在原粗苯回收 22 层脱苯塔基础上进行的改建,主要改进之处是停用了脱苯塔的测线切萘系统。可将切萘阀门进行封堵,并拆除相关的切萘管线和蒸汽管线、萘扬液槽等。此种改建的作用为:①在保证原 22 层脱苯塔的稳定回收效率的同时,可保证粗苯产品的稳定馏出;②此种改建主要是放弃对馏出的萘的回收,未回收的萘液可随蒸馏回流液一起流入贫油中,并在贫油中形成低分子量环境,便于控制循环洗油的质量,还可起到降低排油渣操作温度的作用;③此种改建可一定程度上保持洗油中甲基萘的含量,借助提升甲基萘的含量而降低洗油的平均分子量,对洗油的粘度调整有一定帮助,有助于增强洗苯的能力。通过停用测线切萘,可实现在不增加额外建设成本的

基础上,提升洗油质量及粗苯回收率,还可有效增强脱苯系统的稳定性。

3.8 粗苯回收设备的更换

国内传统的脱苯工艺中使用的脱苯塔设备,多采用铸铁泡罩塔的形式,虽然能够在生产中脱苯作用,但经过长时间的使用,受到温度、压力或内部介质等因素的影响,会造成脱苯塔的漏点问题。设备磨损严重的位置体现在塔盘和塔身不同程度的腐蚀,或由于波纹板间被杂质堵塞,而出现漏气漏油的现象。设备磨损引发的直接状况是塔压增加,贫油中含苯量增加,进而导致企业粗苯回收情况受阻,且增加了工作人员对设备的检修次数,增加企业的人力成本。基于此,将原有的脱苯塔更换为由 304 钢材质制成的垂直筛板塔,可有效的控制化学介质对塔身设备的腐蚀,还能增大蒸汽与富油间的接触面积,有利于粗苯回收率的提升。

此外,企业还应认识到入管式炉煤气管路的重要性,可对其进行改造,如将其改为洗苯后煤气管道,可增大对煤气中粗苯含量的回收,一定程度上优化回收生产工艺。洗苯塔在生产回收中,内部填料多采用波纹填料方式,此种填料方法易产生堵塞,且在原料运送中阻力较大,易导致洗油分布不均的情况,造成粗苯回收产量低的情况,可对其进行改造,将波纹填料改为花环填料,此种填料过程不易造成洗油分布不均衡的情况,还可避免塔压过高的情况,有利于粗苯回收率的提升,对增加企业经济效益有帮助。

4 结束语

综上所述,随着我国化工产业的发展,对于粗苯资源的开发和利用不断增加,各焦化厂和化工企业可切实寻求提高粗苯回收率的方法,改进现实生产中存在的工艺弊端,借助更换粗苯回收设备,优化粗苯回收工艺,控制洗油质量,严控洗油温度等措施,进一步提升粗苯回收率,借助粗苯回收生产带来的经济效益,带动企业整体运转。

参考文献:

- [1] 罗成.粗苯工艺及控制系统的优化[J].山西化工,2022(2):125-126.
- [2] 姜德惠.焦炉煤气回收粗苯工艺的设计[J].天津化工,2022(2):113-116.
- [3] 易定秀,骆丛兵.焦化粗苯系统的优化改造与实践[J].燃料与化工,2021(4):32-34.
- [4] 罗强,王彬.粗苯回收率波动的原因分析及处理[J].石化技术,2018(10):127.