

焦化粗苯加氢精制工艺及催化剂研究进展

王 亮

邢台旭阳煤化工有限公司 河北 邢台 054000

【摘 要】焦化粗苯加氢精制技术是将焦化厂产生的粗苯进行加氢反应，去除其中的杂质和不饱和物质，提高苯产品的质量和纯度。众所周知，焦化厂的粗苯中含有许多有害物质和杂质，如硫、氮化合物等，严重限制了苯的应用领域和市场竞争能力。因此，实施焦化粗苯加氢精制工艺对于焦化厂提高资源利用率、减少环境污染具有重要意义。

【关键词】焦化粗苯加氢精制；催化剂；工艺

随着能源需求的增加和全球经济的发展，石油化工工业的规模和重要性不断提高。其中，焦化粗苯加氢精制作为石化行业中粗苯精制过程的主要手段，具有广泛的应用前景。研究焦化粗苯加氢精制工艺和催化剂，对于提高其反应效率和产物质量，促进石化工业的发展和环保意义具有重要意义。本文综述了焦化粗苯加氢精制工艺及催化剂研究进展。

1 催化剂在焦化粗苯加氢精制过程中的作用机制

1.1. 催化剂加速反应速度

在焦化粗苯加氢精制过程中，加氢反应在没有催化剂作用的情况下，反应速率极低。催化剂的加入可以有效提高反应速度，降低反应温度和压力。另外，催化剂的分散作用可以增加催化剂与反应物的接触面积，进一步加速反应速度。

1.2. 催化剂改善反应产物的选择性和品质

催化剂的种类和性能会影响反应产物的品质和选择性。例如，镍系催化剂可以转化粗苯为苯和轻质环烷烃，而铜系催化剂则能将粗苯转化为重质环烷烃。催化剂对反应产物的品质和选择性还决定于其活性和稳定性。

2 焦化粗苯加氢精制的工艺影响因素

2.1. 催化剂的选择和性能

催化剂的选择对焦化粗苯加氢精制的工艺效果至关重要。不同的催化剂具有不同的加氢活性、选择性和稳定性。例如，镍和铜催化剂可以促使苯环的加氢反应，而钨催化剂则更适合进行饱和反应。因此，在选择催化剂时需要根据具体需求进行合适的选择^[1]。

2.2. 反应温度和压力

反应温度和压力对焦化粗苯加氢精制的反应速率、产物分布和氢气消耗量等方面都有重要影响。通常来说，较高的温度和压力可以促进反应速率，但同时也会增加氢气消耗和产物分解的风险。因此，在确定反应温度和

压力时需要进行适当的平衡。

2.3. 氢气流量和反应物浓度

适当的氢气流量和反应物浓度可以提高焦化粗苯加氢精制的效果。氢气作为还原剂和反应物，在加氢反应中发挥着重要作用。适当增加氢气流量和反应物浓度可以提高反应速率和产物选择性，但过量的氢气和反应物浓度可能增加成本和操作难度。

2.4. 催化剂的中毒和再生

焦化粗苯加氢精制过程中，催化剂容易受到含硫、含氮等物质的中毒影响，导致活性下降甚至失效。定期的催化剂再生对于维持催化剂的活性和稳定性至关重要。

3 焦化粗苯加氢精制的工艺流程

3.1. 原料准备阶段

将焦化厂生产的粗苯经过分离、蒸馏、洗涤等工艺处理，得到纯度较低的粗苯原料。这些原材料要依照工艺要求进行预处理，主要包括脱硫、脱氮、饱和等步骤，以达到适合反应的物质质量。

3.2. 加氢反应阶段

将经过预处理的粗苯原料引入反应釜，加入催化剂进行加氢反应。催化剂的种类多种多样，常用的为铜、钴、镍和铁等金属催化剂。反应操作需要在一定的压力和温度下进行，通常压力在 30-45bar 之间，温度在 180-220° C 之间。反应时间视粗苯的质量和反应条件的不同而不同，一般为 4-8 小时。

3.3. 气液分离阶段

反应完成之后，进入气液分离阶段。反应产物通入分离塔，经过升华、冷凝、液-液分离等阶段分离出苯、环烷烃等液态物质和剩余气体。由于液态物质之间的沸点差异不大，需要通过复杂的精馏工艺进行分离^[2]。

3.4. 产品处理阶段

分离出来的苯和环烷烃经过二次加氢、饱和、脱色等处理,使其纯度和质量得到进一步提高。然后将处理后的产品装载储罐,等待出厂销售或下游加工使用。

4 焦化粗苯加氢精制催化剂改性优化策略

4.1. 载体改性

催化剂的载体改性是焦化粗苯加氢精制过程中催化剂改性的重要一环,通过调控催化剂的载体性质和结构,可以优化催化剂的活性、选择性和稳定性。在载体改性中,涉及的具体内容包括载体材料的选择、载体形貌的调控、表面性质的改变等。首先,对于载体材料的选择,研究人员通常选用具有高比表面积和良好孔结构的材料作为载体,以增加活性组分的分散度和反应物的吸附量。常用的载体材料包括氧化铝、二氧化硅、硅铝酸盐等。此外,也可以掺杂其他元素改性载体材料,如铈、锆、钛等,以增强载体的酸碱特性、稳定性和机械强度。其次,对载体形貌的调控也是一种常用的载体改性策略。通过调整载体的形貌,如纳米颗粒、纤维状、多孔材料等,可以提供更多的活性表面积和更好的质量传递效果,有利于催化剂与反应物的接触和反应效果的提高。例如,采用纳米颗粒状载体可以增加反应表面积,提高活性组分的利用率和反应速率。此外,表面性质的改变也是载体改性的重要一环。通过在载体表面引入活性位点、功能化基团等,可以调节催化剂的酸碱性质、结构活性和物理-化学性能,对反应物质的吸附、解离和催化反应起到重要作用。例如,通过在载体表面引入贵金属纳米颗粒,可以增加催化活性位点的数量,提高反应活性和选择性。

4.2. 活性成分合金化

活性成分合金化的一项重要优势是能够结合各种活性成分的特性,使催化剂具有更好的催化活性和选择性。例如,焦化粗苯加氢精制的常见活性成分包括镍(Ni)和钼(Mo),它们各自具有不同的催化活性和选择性。通过将镍和钼两种活性成分合金化,可以形成Ni-Mo合金催化剂,其催化活性可以由两种活性成分之间的相互作用所增强。比如,Ni-Mo合金催化剂能够提高苯加氢反应的活性,同时也能够增加催化剂的选择性,减少副反应的发生。在活性成分合金化过程中,需要考虑合金

组分的比例、制备方法以及活性成分分散度等因素。比例的选择可以根据理论计算、试验经验和经济性等综合考虑来确定。制备方法则需要选择适合形成合金的方法,如共沉淀、共浸渍、共还原等。此外,合金催化剂的活性成分分散度对其催化性能也有很大影响,因此需要通过优化制备条件、合金前驱体的选择等方法来增强活性成分在载体上的分散度^[3]。

4.3. 复合催化剂

复合催化剂的改性可以从两种或以上的催化剂活性组分入手。常见的复合催化剂包括两种以上的贵金属或配合物、金属氧化物和非金属氧化物、金属氢氧化物、以及金属材料等。复合催化剂的改性优化策略涉及的具体内容包括催化剂的制备方法、催化剂成分比例、催化剂组分间的相互作用等。复合催化剂的制备方法可以分为混合均质法和负载物质法。在混合均质法中,将两种或多种催化剂活性组分按一定比例混合,再将混合物沉淀、干燥、还原,形成复合催化剂的活性组分。在负载物质法中,则是将活性组分载于一种或多种载体上,再进行合成,以增加催化剂活性或稳定性。此外,针对复合催化剂中不同组分之间的相互作用,研究人员可以通过控制比例,调节不同成分之间的相互作用以提高反应效率和选择性。比如,通过调节金属氧化物与非金属氧化物的比例,以调节催化剂的酸碱性质,稳定催化剂活性。

5 结语

随着催化剂技术的不断进步和工艺手段的不断创新,焦化粗苯加氢精制的效率和产物质量得到了显著提高。未来研究需要从催化剂定向设计、复合催化剂、反应过程条件和工艺节能等方面继续深入研究和探索,为实现焦化粗苯加氢精制的高效率、高产量和低排放提供更为有效的技术路线。

【参考文献】

- [1]张志敏.焦化粗苯加氢精制工艺及催化剂分析[J].化学工程与装备,2022,(04):37-38.
- [2]陈佩文.焦化粗苯加氢精制系统技术改造及优化[D].北京化工大学,2016.
- [3]曹德或,张虽栓,张根明.焦化粗苯精制工艺的研究进展[J].应用化工,2010,39(02):276-279.