

炼油化工企业催化汽油加氢工艺技术探讨

姜新蕾

中国石油宁夏石化公司 宁夏 银川 750005

摘要: 催化汽油加氢工艺是炼油化工企业的一项重要工艺, 可以通过催化剂的作用, 将汽油中的不饱和烃和杂质物质转化为饱和的、低碳的化合物。该工艺具有较高的反应效率和产物选择性, 生产的加氢汽油质量高、环保性好, 受到了广泛的应用和认可。在炼油化工行业中, 催化汽油加氢工艺得到了越来越广泛的关注和应用, 研究催化汽油加氢工艺的技术原理和工艺优化, 对于进一步提升炼油化工行业技术水平和服务质量, 有着非常重要的意义。因此, 对催化汽油加氢工艺技术的探讨, 对于促进我国石油化工行业的可持续发展, 提高我国在国际上的竞争力具有重要的现实意义和重大的历史意义。

关键词: 炼油化工企业; 催化汽油加氢工艺技术; 探讨

引言

为了实现清洁净化汽油的目标, 很有必要对汽油中烯烃与硫含量进行控制, 降低汽车行驶期间尾气对环境的污染。当前, 我国炼油化工企业非常重视优化催化汽油生产技术, 通过改进该技术提高烯烃含量。因此, 在未来的发展期间很有必要优化炼油化工企业催化汽油加氢工艺技术提升汽油质量, 促进炼油化工企业的良性发展。

1 炼油化工企业催化汽油加氢工艺技术的优势

1.1 优化产品结构

炼油化工企业催化汽油加氢工艺可以将较重的石脑油、柴油等馏分加氢后变成含烷烃较多的轻质汽油, 从而优化产品结构。加氢后的汽油燃烧效率高, 有助于车辆的节能减排, 同时满足不同的汽车燃料要求, 在市场上具有良好的竞争力。

1.2 提高产品质量

炼油化工企业催化汽油加氢工艺可以通过加氢反应使汽油中的杂质去除, 同时使汽油中的芳烃、烯烃等不饱和化合物转化为烷烃, 提高汽油的抗爆性和抗氧化性能。此外, 加氢后的汽油中芳烃和硫、氮等有害成分的含量也大大降低, 提高了产品的环保性能和可持续发展能力。

1.3 减少环境污染

炼油化工企业催化汽油加氢工艺可以有效地减少环境污染^[1]。因为加氢反应使得汽油中的硫、氮等有害成分含量大幅降低, 汽车行驶时的尾气排放中含有的有害氧化物和颗粒物等污染物质也相应减少, 不仅减轻了环境污染的程度, 同样对公众的健康和生活质量有所提升。

1.4 提高炼油厂效益

炼油化工企业催化汽油加氢工艺可以为炼油厂带来巨大的效益。首先, 通过加工重质馏分会提高原油的深

度转化率, 同时产生更高附加值的产品, 从而提高原油的综合经济效益; 其次, 汽油加氢技术可以延长催化剂使用寿命, 减少更换和维护费用, 降低成本开支; 此外还可以提高生产效率, 缩短加氢工艺的操作周期, 节约工时和人力资源的使用, 全面降低生产成本。

2 催化汽油加氢工艺技术的原理

催化汽油加氢是指在高压下, 利用催化剂将含有多种杂质的汽油, 如硫、氮、氧等化合物, 经过高温高压的作用下, 将其中的杂质转化为氢化物, 并加入到汽油分子中, 形成高质量、高辛烷值的清洁汽油。这种技术是将汽油原料通过高温高压反应器, 进入到具有催化作用的反应器中, 经过一定的时间和工艺流程, 最终得到目标产品的一种技术^[2]。催化汽油加氢工艺技术的目的是将汽油中低质量的烃类转化为高质量的烃类, 提高油品质量和利用率。催化汽油加氢技术主要是利用催化剂的性质, 将汽油中的低分子烃类转化为高分子烃类, 最终得到高质量的汽油。针对不同的催化剂种类和存活时间, 催化汽油加氢工艺技术可以分为多种类型, 如固定床催化汽油加氢、移动床催化汽油加氢、流化床催化汽油加氢和膜反应器催化汽油加氢等。

3 催化汽油加氢工艺技术的分类

3.1 固定床催化汽油加氢

固定床催化汽油加氢是一种传统的催化加氢工艺, 它是将催化剂填充在一定的反应器中, 然后将汽油原料从反应器进入到催化剂层中进行反应。固定床催化加氢工艺对反应器的要求比较严格, 因为催化剂的填充方式、催化剂层的良好性能和汽油原料对催化剂的流动性等都会影响催化反应的效果和催化剂的使用寿命。

3.2 移动床催化汽油加氢

移动床催化汽油加氢又称为流动催化汽油加氢，它是固定床催化汽油加氢的改进版。移动床催化汽油加氢采用了移动床反应器，催化剂可以在流动状态下运作。相对于固定床催化汽油加氢，移动床催化汽油加氢具有更高的催化效率、更长的催化剂使用寿命和更小的反应器体积等优点。

3.3 流化床催化汽油加氢

流化床催化汽油加氢可以视为移动床催化汽油加氢的改进版，主要区别是催化剂是以流化床的形式进行运作^[3]。在流化床反应器中，汽油和催化剂都被加热并产生一个气固相的混合物，同时将氢气引入反应器内进行反应。这种催化汽油加氢方式具有较好的传质效率和浸润性能，可以提高催化反应的效率和质量。

3.4 膜反应器催化汽油加氢

膜反应器催化汽油加氢采用了微孔隔膜，装在反应器中，其外层覆盖催化剂。与移动床和流化床不同，膜反应器催化汽油加氢使用的是断续流进流出的方式，可以减少氯化物的损失，提高反应器的效率和稳定性。

4 炼油化工企业催化汽油加氢工艺技术要点

4.1 催化剂的选择和使用

炼油化工企业的催化汽油加氢工艺中，催化剂的选择和使用是非常重要的一项工作。催化剂对反应效果和产物质量有着关键的影响，因此，选择合适的催化剂、使用优质的催化剂、及时更换催化剂，是保障工艺顺利进行和产品质量稳定的关键。

1) 催化剂的选择。炼油化工企业通常选用硫酸铁、氧化钒、钒酸铝等产品作为催化剂，其中钒酸铝催化剂广泛应用于现代炼油化工生产中。在催化剂的选择方面，要注意以下几个方面：第一，活性：催化剂的活性决定反应速度和选择性，因此，催化剂应具有高的活性。

第二，选择性：催化剂的选择性决定产品组成和结构，应选择具有良好选择性的催化剂。

第三，稳定性：催化剂的稳定性直接关系到催化剂寿命和工艺稳定性，因此，应选择具有较高稳定性的催化剂。2) 催化剂的使用。在使用催化剂时，需要注意以下几个方面：第一，催化剂的寿命：催化剂使用寿命是长期使用催化剂的一个重要问题。炼油化工企业需要根据催化剂性质和反应条件，定期检查和维护催化剂，并及时更换催化剂。同时，采用合适的反应条件，对催化剂进行恰当的再生和修复，以保证催化剂的寿命和效率。第二，催化剂的数量和流速：催化剂的数量和流速也是影响反应效果的因素。适当提高催化剂的流速，可以增加催化反应速率和选择性，提高产物收率。第三，

催化剂的均匀性：为了保证反应效果，催化剂需要具有均匀性。在催化剂填充和反应器设计时，要注意催化剂的均匀性，以避免出现反应区域或局部阻塞。

4.2 反应条件的控制

在炼油化工企业的催化汽油加氢工艺中，反应条件的控制是确保生产过程顺利进行的重要因素之一。要保证得到高质量的产物和产率，需要严格控制以下反应条件：1) 反应温度的控制。反应温度是催化汽油加氢的核心参数之一。反应温度过高会导致产物选择性下降，催化剂活性降低以及产物质量下降等不良反应。反应温度过低会导致反应速率变慢，生产效率降低。因此，反应温度的控制非常重要。通常，反应温度应控制在300-420°C之间，具体控制范围要根据不同催化剂和反应物的性质而定。同时，为了控制反应温度，需要对反应器进行保温。2) 反应压力的控制。反应压力是催化汽油加氢中另一个非常重要的反应条件之一，对催化剂选择性和反应速率具有很大的影响^[4]。一般来说，压力越高，催化剂活性越高，反应速率越快，但催化剂选择性会受到影响。反之，压力越低，选择性越好，但反应速率越慢。因此，需根据具体情况对反应压力进行严格地控制。一般来说，反应压力应该控制在1.0-5.0MPa之间。3) 氢油比的控制。氢油比是催化汽油加氢中最重要的参数之一。在加氢反应中，氢油比的增大可以提高反应速率和催化剂的作用，同时也可以提高产物选择性。但是，氢油比过大会增加成本，同时也会对环境造成影响。因此，需要根据具体情况控制氢油比。通常情况下，氢油比应该控制在100-1000。4) 气体流速的控制。气体流速对反应器的稳定性和催化剂选择性有很大的影响。如果气体流速过大，可能会导致反应过程中催化剂去除或堆积，从而影响反应器的稳定性和催化剂选择性。反之，如果气体流速过小，会引发饱和反应，反应速率降低，影响催化剂的作用。因此，需要根据具体情况和工艺要求对气体流速进行合理的控制。

4.3 产物的处理和分离

在炼油化工企业催化汽油加氢工艺中，产物的处理和分离是必不可少的环节。在催化汽油加氢的过程中，会同时生成一些有害物质如硫化氢（ H_2S ）、二氧化碳（ CO_2 ）等。因此，在产物处理及分离中脱硫、脱氮等处理措施是必要和重要的，可以提高产品质量和纯度，同时也符合环保要求。在产物处理中，常用的方法有氨气循环脱硫法、氨法等。其中，氨法是一种常用的脱硫方式。在这种方法中，产生的 H_2S 气体会被氨气吸收，形成硫醇（ $RSNH$ ）或硫酰胺（ $RSSNR_2$ ），然后再用氨、

臭氧或酸将硫化物再生，生成硫元素。脱硫之后，产物中的氮化合物也会被一起去除。因此，氨法是一个经济、实用、可行的脱硫方式。在产物分离中，需要考虑到不同成分之间的相对挥发性、沸点、表面张力等因素，综合运用液-液抽提、蒸馏、萃取和吸附等技术，以达到分离纯化目的。一般情况下，催化汽油加氢产生的产物，要分离出两种主要产品：高辛烷值汽油和Nafta。

1) 蒸馏技术。蒸馏技术是一种常用的汽油分离方法，它基于分馏原理，利用圆盘式蒸馏塔等装置进行汽油的分离纯化。圆盘式蒸馏塔由多层圆盘组成，每层之间设有透气孔，其中压缩机将汽油、蒸汽分别送入圆盘式蒸馏器的顶部，由圆盘逐层冷却，逐渐离析成不同沸点的组分，优势在于可以高效而精确地分离出所需组分，缺点是成本较高，而且需要定期维护和清洗。2) 萃取技术。萃取技术通常用于精细化工中，可以分离出挥发性小的有机酸、中性、碱性、口感、等特定的物质。常用的溶剂包括甲醇、乙醇、环己烷等，通过浸渍、萃取等方式，将目标成分从原料中提取出来，再通过蒸馏等方法，将溶剂从目标成分中分离出来，从而达到分离纯化的目的。萃取技术的优势在于可以分离出挥发性小的有机物或其他特定和同分子量的物质，缺点在于制备萃取剂费用较高^[5]。3) 吸附技术。吸附技术是将有机物或其它物质吸附在吸附剂表面，然后利用吸附剂的选择性与物质的某一组分更强的相互作用来实现成分的精细分离的技术。常用的吸附剂材料有淀粉、硅胶、氧化铝等。吸附技术具有成本相对较低，分离度高等优点，但一般只适用于部分有机物的分离。

4.4 安全生产措施

在炼油化工企业催化汽油加氢工艺中，安全生产是至关重要的。由于催化剂本身具有高度的活性，反应体系比较复杂，加氢反应温度高、压力大，也容易面临闪爆和火灾等安全风险。因此，为了确保生产过程的安全，需要加强催化汽油加氢工艺中的安全控制措施，包括加强管理、防火防爆、装备完善、应急措施等。1) 加强管理。催化汽油加氢工艺中的安全管理具有极其重要的意义，应该制定和执行严格的生产和管理规范，确保各项操作符合工艺流程和管理标准。同时，还需要对相

关的操作工人每年进行安全培训和考核，提高员工安全意识，并落实岗位安全责任制。2) 防火防爆。防火防爆是保证催化汽油加氢工艺生产安全的重要手段。需要采用防火材料和防爆设备，严格禁止吸烟、使用明火、打磨和高温操作等行为，减少火源和爆炸风险。同时，加强清洁和维护，确保设备的完好性和安全性。3) 装备完善。催化汽油加氢工艺中使用的设备和仪器必须符合相关的标准要求，确保设备的正常运行和安全操作。在设计过程中应考虑到催化汽油加氢过程的特殊性，强化设备的安全性和隔离效果。同时还需要对设备进行定期检查和维修，发现问题及时处理和紧急修复。4) 应急措施。发生突发事件时，针对不同类型的应急情况需要采取相应措施。要建立应急预案和紧急处理机制，设立统一指挥部和应急救援队伍，保障现场人员的安全撤离和周围环境的污染控制。同时应配备相应的设备和应急物资，保障应急处置的及时有效性。

结语

炼油化工企业催化汽油加氢工艺技术是一项重要的技术领域，对于实现能源资源的高效利用、改善环境污染问题等方面具有巨大的作用。通过本文的探讨，我们可以发现，针对这一技术领域需要进一步加强对物理化学基础的研究，深入探讨加氢反应机理和催化剂性能等方面的问题，同时需要采取合适的技术手段进行工业应用。我们相信，通过不断地探索和创新，这一技术领域将会迎来更好的发展。

参考文献

- [1] 张建华,张中军.石油加氢处理技术发展态势[J].石油化工应用,2018(12):1-5.
- [2] 邓廉凡,李琳,纪琰.催化汽油加氢技术的研究进展[J].石油化工,2018,47(5):1-6.
- [3] 朱世琴,李志宏,吴泽宇.催化汽油加氢技术发展现状与趋势分析[J].炼油技术与工程,2019,48(3):22-26.
- [4] 陈国强,胡峰,白洁.催化剂对汽油加氢反应的影响研究[J].化工新型材料,2019,47(3):13-16.
- [5] 许帅,段丽媛,朱萍.车用汽油裂化原料的加氢脱芳构[J].炼油与化工,2019(7):44-47.