

关于石油炼制工业中加氢技术和加氢催化剂的研究

恩和乌力吉

(中国船级社质量认证有限公司, 内蒙古 呼和浩特 010000)

摘要 加氢技术与加氢催化剂是石油炼制的关键技术, 决定了生产石油的类型和质量。随着我国经济的飞速发展, 对石油的需求量也越来越大, 石油不仅应用于工业生产以及交通领域, 还应用于建筑行业、电力行业以及军事等领域, 因此可以说石油是我国的战略型资源。石油一般分为两种类型, 轻质石油和重质石油, 轻质油是由重质油通过加氢技术进行生产, 加氢催化剂还可以提高石油炼制效果。本文将加氢技术和加氢催化剂为中心, 结合我国经济的发展情况以及可持续发展策略, 探讨加氢技术和加氢催化剂的研究现状和未来发展趋势。

关键词 石油炼制工业; 加氢技术; 加氢催化剂

中图分类号: TE62

文献标识码: A

文章编号: 2097-3365(2024)03-0124-03

石油作为我国的战略性资源, 广泛应用于我国的各个领域。在当前倡导环境保护和可持续发展的时代, 对于燃料油的需求有所降低, 但目前节能环保技术的发展, 对轻质原油的需求量逐渐上升。因此, 社会对石油炼制的产品质量有了更高的要求, 原油的深加工受到广泛重视。李农团队于2022年对石油炼制工业中加氢技术和加氢催化剂的发展现状进行分析, 探讨了加氢技术以及加氢催化剂的未来发展趋势, 阐明了石油炼制工艺的发展与社会经济发展之间的密切关系, 加氢技术与加氢催化剂的发展也将受到经济和政策的影响。姜亚军(2023)探讨了加氢催化剂在加氢技术中的作用, 阐明了加氢催化剂的未来发展趋势, 认为未来的加氢催化剂会在保护环境、节能减排的基础上, 提升催化整体效果。在这个时代背景下, 由于加氢技术与加氢催化剂是提升石油产量和质量的关键技术, 属于石油炼制工业的核心技术, 因此对该技术的研究尤为重要, 是促进我国石化产业发展的重点之一。

1 加氢技术和加氢催化剂的概念

1.1 加氢技术

石油的炼制工业主要包含两个步骤: 脱碳、加氢。加氢技术作为石油精炼的环节之一, 具有十分重要的作用。加氢技术, 是为了使石油的不饱和烃通过化学反应, 转化为饱和烃, 从而提高原油质量和稳定性。石油的化学成分中包含碳、氢、磷、硫等原子, 但是每个原子所连接的氢的数量并没有达到饱和, 加氢技术, 即通过人为控制化学反应过程, 将这些原子所连

接的氢原子达到饱和, 从而达到提升原油稳定性、提升燃烧所产生的热量等目的。加氢技术的原理, 是通过调整石油分子中碳原子和氢原子的比例, 从而生产出多种类型的产品。目前我国石油精炼的主要研究方向为提炼高辛烷值汽油和低硫柴油, 从而生产出高质量的燃料。加氢技术能够满足上述两种产品的生产需求, 比如, 在加工汽油的过程中, 通过加氢技术改变石油分子中硫、氮原子以及烯烃、芳烃分子的含量, 从而达到生产高质量汽油的目的^[1]。

1.2 加氢催化剂

加氢催化剂可以根据加氢反应所达到的不同目的分为加氢脱氮(HDN)、加氢脱硫(HDS)、加氢脱金属(HDM)以及加氢脱芳烃(HDA)等催化剂, 各种催化剂的成分构成各不相同, 各成分的催化目的也不同。加氢催化剂由主要催化剂、辅助催化剂以及载体三个部分组成, 主要催化剂是提升加氢反应的反应程度以及引导反应方向的作用, 属于加氢催化剂的主体成分, 需要根据生产目的进行选择; 辅助催化剂可以选择性加入, 若反应比较剧烈, 可以通过加入适当的辅助催化剂, 在保证不影响反应效果的前提下, 稳定反应过程; 载体则指反应所需要装置的种类及其反应面积大小^[2]。

2 加氢技术与加氢催化剂的发展现状

2.1 加氢技术发展现状

近年来, 由于倡导环境保护以及可持续发展, 加氢技术有了很大的进步, 解决了传统炼油技术的大部分问题, 加氢技术的发展主要有以下几个方面:

2.1.1 汽油加氢脱硫技术发展现状

在当今新能源汽车逐渐兴起的时代,人们开始树立起绿色出行的理念,因此汽油的炼制和生产受到了极大的挑战^[3]。为了保证汽油车的低碳环保,石油炼制工厂开始生产低硫型汽油,这种气又在燃烧后会产生比传统汽油更少的硫化物,从而降低对环境的污染。生产低硫型汽油的关键技术就是加氢脱硫技术,该技术能够有效提升汽油分子中的碳氢饱和度,降低汽油中硫原子的含量。汽油加氢脱硫技术的原理,是在催化剂的作用下,在氢气环境下将汽油馏分中的硫转化为硫化氢,再通过汽液分离的方式,将硫化氢去除,进而生产低硫汽油。在生产过程中,脱硫催化剂可以对含硫的汽油进行影响,形成脱硫活性结构,这种结构有助于研发更加高效的催化工艺^[4]。

2.1.2 柴油加氢脱硫技术发展现状

虽然目前的家用汽车已经很少使用柴油,但是一些大型建筑设备、运输车、挖掘机等设备依旧需要柴油来提供动力。由于汽油或柴油在未充分燃烧时产生的碳氢化合物会形成二次有机气溶胶,不仅会对人体造成危害,还会污染空气环境,通过研究发现,柴油产生的二次有机气溶胶甚至高出汽油十几倍,为了降低柴油造成的环境污染,柴油的加氢脱硫技术应运而生。柴油的加氢脱硫技术主要是通过加强脱硫催化剂的催化能力,从而增强反应活性,进而达到脱硫的目的。但是目前的柴油加氢脱硫技术成本过高,再加上日益上升的石油价格,导致脱硫柴油很难得到广泛应用^[5]。但是随着科技的进步,目前最先进的柴油加氢脱硫技术取得了部分突破进展,柴油加氢过程中可以通过建立双功能催化剂的催化体系来引导化学反应的结果,从而将原油中的硫、氮、芳烃化合物等进行去除,从而提升柴油的精炼效果。

2.1.3 渣油加氢裂化处理

渣油的加氢裂化处理能够提升石油的利用率,较少资源的浪费,对控制油价也有一定作用。石油作为不可再生能源之一,为了降低对石油资源的损耗,渣油的裂化处理也受到广泛关注,常压渣油是常压蒸馏塔底部所得的重质油,因此,目前的渣油加氢裂化技术只是在处理一般石油的设备中,利用加氢技术处理,再转到重质原油处理设备中进行加热催化,从而将渣油转变为轻质油。由于渣油的分子比常规原油的更大,且黏性更强,因此,目前的渣油加氢裂化处理技术的发展还受到经济因素、环境因素等限制,在平衡催化效果和去除碳原子等方面还存在一定的问题。但是,通过近几年的研究,研究者们发现通过使用易穿孔催

化剂能够解决部分问题,这种催化剂不仅具有润滑作用,还具有一定的提升残油品质的作用。

2.2 加氢催化剂的发展现状

加氢催化剂在提升加氢技术效果方面起到重要作用,由于社会对环境保护的广泛关注,经过近几年的发展,催化剂中的金属成分在不断增加,加氢催化剂提升催化效果和保证反应的稳定性的水平也都在不断提升。加氢催化剂一般是含有钨、镍、钼等与氧化铝组成的贵金属化合物催化剂。近些年来,为了提升氧化铝的纯度,在催化剂中也会加入氟、磷等辅助催化剂,最常用的加氢催化剂分为三类:

1. DN-3100 催化剂。DN-3100 是由美国标准催化剂公司生产的,是一种采用 CENTINE 技术生产,并利用 actiCAT 技术进行预硫化的以氧化铝为载体的催化剂。经过近几年的发展,还发展出了 Ni-Mo 型的 DN-3110、DN-3120 等催化剂, DN-3100 能够在生产柴油的加氢处理(HDT)时起到较好的脱硫效果,还能够在加氢裂化的预处理中使用,从而提升加氢技术的脱氮和脱芳碳氢的能力。

2. Nebula 催化剂。这种催化剂技术由埃克森美孚和雅保公司联合开发,属于特种加氢处理,这种催化剂一般用于生产超低硫柴油(ULSD)以及石油原料的加氢裂化预处理。特种加氢处理还有一种名为 Celestia 的体相金属催化剂,具有较好的 HDS、HDN 效果以及 HDA 饱和活性,不仅更加环保,而且能够提高生产油的品质。

3. Stars 催化剂技术。以该技术为核心,生产的 KF-848 与 KF-757 催化剂,其特点是能够在催化剂表面形成一层二硫化钼,从而提高反应的活性,有助于降低产品中芳烃的占比以及控制氮原子的含量,尤其是在生产柴油的过程中,在加氢处理时加入这两种催化剂,能够提升产品品质。KF-848 催化剂有助于控制反应的稳定,提升 HDN 的活性,同时,在对柴油的 HDT 过程中,加入 KF-848,有助于提升 HDS、HDN、HDA 效果。

总而言之,加氢催化剂技术通过近几年的发展已经愈发成熟,并且逐渐向环境保护、能源节约的可持续发展道路上靠拢。

3 加氢技术与加氢催化剂的发展趋势

3.1 加氢催化剂的发展趋势

加氢催化剂的生产工艺的完善程度决定了催化剂的实际效果。随着科技的发展,自动化技术开始逐渐应用于我国各个生产及运输领域,在对加氢催化剂进行创新的过程中,重点是对加氢催化剂的生产工艺进

行创新,同时,需要结合实际的石油生产需求,以遵循生产需求为准则,积极引进自动化设备,制定加氢催化剂自动化生产流程,对传统加氢催化剂的生产工艺进行简化,从而达到降低生产成本,提升加氢催化剂质量的目的。在实际生产加氢催化剂的过程中,为了提升炼油厂的经济效益,应先引进先进的重质油处理设备来生产石油产品,确定设备空转时的运行参数,进而制定合适的加氢催化剂生产指标。加氢催化剂的生产与研发,需要研究者们紧密关注社会对石油产品的需求以及原油的价格等实际情况,进而开发出能够满足人们对石油产品需求的加氢催化剂技术。在当今时代,市场对喷漆以及清洁柴油的需求量在不断增加,而高、中油型的供给量高于需求量,存在产能过剩的情况,因此,加氢催化剂的研究重点在逐渐转移,高、中油的加氢催化剂生产需要根据供给侧进行结构性改革。

3.2 加氢裂化催化剂的应用与优化

在如今轻质油的需求量日益提升以及可持续发展的背景下,加氢裂化催化剂的发展受到人们的重视。一方面,加氢裂化催化剂在石油的炼制工艺中具有广泛的作用,不仅能够通过人为控制生产汽油、低凝固点的喷气燃料、柴油或润滑油,并且其催化生产的原料属于常压渣油或减压渣油,对节约能源有一定作用。通过在加氢裂化过程中引入先进的绿色清洁技术,对环境的保护也起到一定的作用。在对加氢裂化催化剂的研究过程中,研究者们将研究的重点放在了微孔分子的研究上,进而提高加氢裂化催化剂的抗高硫性以及抗高氮性,保证其在石油加氢裂化过程中的活性以及控制反应稳定性的水平。除此之外,为了满足社会对柴油馏分油的需求,加氢裂化催化剂也发展出了能够提高柴油馏分油产量的催化剂种类。

3.3 新型加氢催化剂的研发

新型加氢催化剂的研发主要是为了满足人们日益增加的生产生活需要,根据当前的社会经济形势,新型的加氢催化剂研究的主要方向为:在长远的可持续发展的前提下,提升对重质油轻质化的催化效果,并增强控制反应稳定性的能力。新型催化剂主要有三种研究方向:第一,高性能复合催化剂,这种催化剂具有多种作用共同协作的特点,进而较为全面地提高石油产品生产的效率;第二,纳米级催化剂,属于利用纳米技术生产的高性能催化剂,这种催化剂具有减少催化成本的特点,并且能够有效提升催化的活性和选择性;第三,生物基催化剂,这种催化剂是利用生物技术进行生产,属于环保可降解型催化剂,对促进可

持续发展具有重要意义。总而言之,新型催化剂的研发任重而道远,需要研究者根据实际生产需求,研发功能全面、效果显著、成本低廉并且有益于绿色环保的新型加氢催化剂。

3.4 加氢催化剂生产的未来展望

石油炼制工业的加氢技术和加氢催化剂发展的核心突破点在于通过不断完善催化剂配方和工艺,研究出高效的催化裂化技术,并且对HDS进行深入研究,实现超低硫燃料油的生产。为了顺应可继续发展的理念,应积极增强和推广环保型催化剂的制备技术,降低生产催化剂的能耗和污染排放,促进我国能源的可持续发展。在石油的加氢处理方面,首先,工厂可以引入数字化技术,建设数字化工厂,利用物联网、大数据等技术,使得加氢催化剂的生产过程智能化、自动化。其次,可以应用智能化算法,比如构建机器学习、深度学习等数字模型,提升新型催化剂的研究效率。最后,建立监控系统,对加氢催化剂的生产进行实时监控,从而实现对自动化生产过程的全面监控和管理。

4 结语

随着我国对石油资源的不断研究,加氢技术与加氢催化剂已经开始走向成熟,但是由于全球石油资源逐渐紧张以及对环境的破坏日益加重,相关研究人员对加氢技术和加氢催化剂的研究在节约能源以及环境保护等方面已经初具成效,目前的加氢技术以及加氢催化剂已经能够对渣油进行较好的处理,并且石油燃料的含硫量也能够通过催化剂的影响达到高效脱硫的目的。在科技水平日益提高的背景下,希望研究者们能够利用智能系统以及自动化设备,对石油炼制中关于加氢和加氢催化剂的研究更进一步,降低生产石油能耗的同时降低对环境的污染,进而促进我国石油能源领域的发展。

参考文献:

- [1] 姜亚军.石油炼制中的加氢催化剂及其应用[J].化学工程与装备,2023(01):29-31.
- [2] 李农,李国旗,杜忠伟,等.石油炼制工业中加氢技术和加氢催化剂的发展现状[J].石化技术,2022,29(09):235-237.
- [3] 曹亚军.石油炼制中的加氢催化剂及其应用[J].化工管理,2022(08):81-84.
- [4] 曹亚军.石油炼制工业中加氢技术和加氢催化剂的发展现状[J].化工管理,2022(06):74-77.
- [5] 董建东.加氢裂化技术在石油炼制技术教学中的运用[J].广州化工,2021,49(17):162-164.