

# 炼油技术开发现状及发展趋势

刘立志

浙江石油化工有限公司 浙江 舟山 316000

**摘要:** 炼油技术开发现状呈现多元化、高效化与环保化趋势。当前, 炼油行业正加速推进成品油质量升级, 采用更先进的加工技术和清洁生产工艺。同时, 炼化一体化成为重要发展方向, 通过技术集成、资源共享和产业链延伸, 实现资源高效利用和经济效益最大化。未来, 炼油技术将继续向绿色低碳、智能化方向发展, 推动行业转型升级和可持续发展。

**关键词:** 炼油技术; 开发现状; 发展趋势

引言: 炼油技术作为能源领域的关键一环, 其开发进展与未来趋势不仅直接关联着国家能源战略的安全与稳定, 还深远地影响着全球经济的绿色转型与可持续发展。近年来, 全球能源需求的不断上涨, 加之环保法规的日益严苛, 使得炼油技术的革新与进步变得前所未有的重要。面对这一挑战, 如何在提升炼油效率、保障能源供应的同时, 有效减少环境污染, 促进绿色低碳发展, 已成为当前炼油技术领域亟待攻克的核心难题与迫切任务。

## 1 炼油技术的重要性

炼油技术作为石油工业的核心技术之一, 在现代社会中扮演着至关重要的角色, 石油产品广泛应用于交通运输、化工、航空航天、电力等各个领域, 直接影响着国家的经济发展和人民的生活水平。在炼油技术提高前, 原油的加工主要依赖传统的蒸馏、裂解、重整等工艺。这些工艺虽然能将原油转化为各种石油产品, 但存在效率低下、环境污染严重、产品质量不稳定等副作用。此外, 传统的炼油技术还可能导致能源的大量浪费, 增加了能源生产成本。随着技术的不断进步, 炼油技术也在不断创新和提高。现代炼油技术不仅提高了加工效率, 降低了生产成本, 还在节能环保方面取得了显著成效。例如, 通过优化工艺流程和选用高效催化剂, 现代炼油技术能够显著减少能源消耗和二氧化碳排放。同时, 废水、废气和固体废物的处理技术也得到了改进, 减少了对环境的污染。在副产品方面, 现代炼油技术也实现了多元化和高附加值化<sup>[1]</sup>。除了传统的汽油、柴油等产品外, 现代炼油技术还能生产出氢能、生物燃料等新型能源产品, 满足了市场多样化需求。这些新型能源产品不仅具有更高的环保性能, 还能提高能源利用效率, 增加能源安全。炼油技术的提高不仅降低了生产成本, 提高了产品质量, 还在节能环保和副产品等方面取

得了显著改变。这些改变不仅有助于提升国家在全球石油市场中的竞争力, 还能增强能源安全, 促进经济的可持续发展。

## 2 炼油技术的开发现状

### 2.1 常减压蒸馏技术

常减压蒸馏是利用物质的沸点差异实现分离的方法, 在蒸馏过程中, 通过控制系统压力, 使物质在较低的温度下蒸发、冷凝, 从而达到分离不同组分的目的。这种方法具有操作简单、投资成本低、适应性强等优点, 因此在石油炼化、天然气提纯、酒精提纯等领域得到了广泛应用。随着计算机技术的快速发展, 常减压蒸馏的自动化控制水平得到了大幅提升。自动化控制系统可以准确地监测和调整温度、压力等参数, 确保蒸馏过程的稳定性和高效性, 从而提高了分离效率和产品质量。新型材料和结构的应用, 使得蒸发器的传热效率得到了显著提升。这不仅提高了蒸馏的分离效果, 还延长了设备的使用寿命, 降低了维护成本。常减压蒸馏技术还与其他分离技术相结合, 形成了混合分离技术。这种技术进一步提高了分离效率, 使得炼油过程更加高效、灵活。

### 2.2 催化裂化技术

催化裂化(FCC)是在催化剂作用下, 将重质烃类原料转化为轻质烃类产品的过程。该技术通过精心设计的催化剂体系, 在严格控制的温度与压力条件下, 促使原料发生复杂的化学反应, 从而实现原料分子结构的重组, 生成以汽油、柴油及液化石油气为代表的轻质烃类产品。催化裂化技术能够高效地将重质烃类原料转化为轻质烃类产品, 显著提升了石油资源的利用效率。通过调整操作参数和催化剂配方, 催化裂化技术能够灵活应对不同原料性质与市场需求的变化, 展现出高度的技术灵活性与市场适应性。随着环保法规的日益严格, 催化

裂化技术也在不断优化,以减少污染物排放,实现清洁生产<sup>[2]</sup>。面对日益严格的环保法规和资源约束,催化裂化行业积极响应,加大技术创新力度,推动产业升级。通过优化催化剂配方和反应工艺,提高FCC装置的转化率和选择性,减少副产品的生成,提高产品质量。

### 2.3 浆态床渣油加氢技术简介

#### 2.3.1 Uniflex技术

Uniflex工艺,源自于加拿大矿物与能源技术中心所研发的Canmet加氢裂化工艺,二零零零年由加拿大环球石化集团(UOP)评价的一种重油浆态床加氢裂化工艺,认为该方法是最有效率的方式之一。后来又与英国自然资源部联合进行了技术包,与此同时又和阿尔伯塔燃料研究院在提高催化剂功能、设计和原材料的可靠性上开展了大量的合作开发。在二零零六年,UOP集团成功取得了Canmet技术的世界独家许可证,并以此为平台进一步发展出了Uniflex科技。

Uniflex工艺是将Canmet工艺反应器部分,以及和UOP的Unicracking的Unionfing工艺中的主要部分进行组合而成,经过优化后的Uniflex工艺流程可以如图一所示。由图一中得知,减压渣油、循环原油与催化剂的混合液,及其储氢材料分别在经各种设备的升温后,又流入了浆态床反应器中,而浆态床反应物料又进入了随后的分、再分馏装置,对返回的储氢材料进行再造,经分馏后得到的轻质油品;分馏塔下部物质通过减压塔分解,所得到的部分重质瓦斯油(HVGO)再经循环返回原料体系。

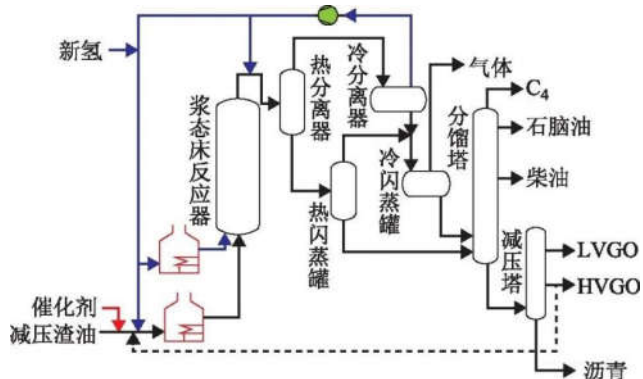


图1 Uniflex工艺流程

Uniflex工艺的核心优势还在于采用上流式反应器,并没有传统反应器的机械结构或液体循环沸腾泵,而是通过反应中的物质分电装置实现流程的优化,从而提高了反应器中的物流回混。Uniflex技术公司目前已发展并形成了二代催化剂,最初期采用的催化剂主要是比较廉价的次烟煤或褐煤负载硫酸铁及其他金属盐类等,现代催化剂则主要采用了相对较容易制备的天然水合物

藏,且相对较容易磨碎,该浆液制备储存过程和泵送中没有污染化合水,也是良好的金属催化剂。在化学反应过程中,在催化中的金属变为了对金属硫化物的催化作用。催化剂的曲面积大、热扩散度高,能控制中间相生焦先子产生的作用,促使沥青物质等大分子转变为小分子,可以降低生焦率。二代催化剂拥有较好的催化活性,其消耗量较一代催化剂可减少约百分之五十。

#### 2.3.2 RMAC技术

中石化石油化工科学技术研究所有限公司(前身为中国石化石油化工科学研究院)自二零零九年启动了浆态床工艺研究,二零一六年进行了中型实验,二零一九年进行二点二零Mt/a的RMAC工艺包研究。RMAC工艺流程,如图二所示。从图二可以看出:减压渣油、循环原油和催化剂的混合物,与储氢材料分别在加热炉中升温后流入浆态床反应器,反应物质则流入后续的电话电脑分离器;冷顶气入处理设备,热底料直萃,产热低量化。物质再通过分馏塔分馏,得到热石脑油、低改质油和重改质油,未转化尾油的部分循环回收原料装置、另一部外甩排出装置。

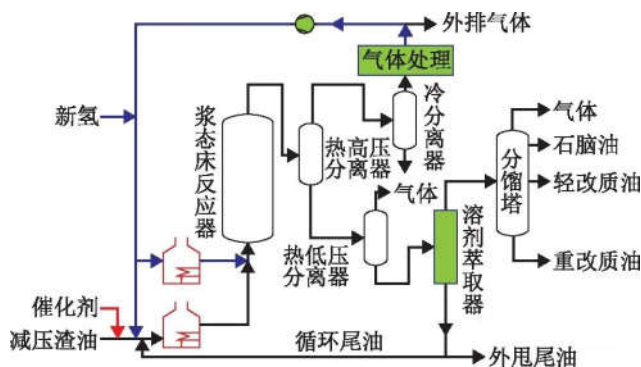


图2 RMAC工艺流程

本方法利用有机元素的添加物为催化剂前驱体,有很好的化学活性,在用劣质的塔河常压渣油作原料的小规模和中型实验中,渣油裂化率均为百分之八十五点二,脱金属率高达百分之九十以上。

### 3 浆态床渣油加氢技术特点对比及技术难点分析

通过数十年的研究,规模较小的浆态床渣油加氢设备的工业应用近年来在不断提高,但百亿吨级以上且具有长时期运转的工业化设备较少,主要面临如下工艺困境:

(1)在浆态床反应中,减压渣油首先经历C—C键热裂解形成烃自由基。催化剂的活性金属促进储氢材料分解,烃自由基通过孔道与硫自由基结合,生成小分子烃<sup>[3]</sup>。若催化剂扩散不均,烃自由基在无催化部位易耦合,形成煤焦油,且反应器高温加剧了这一过程。

(2)在浆态床反应过程中,催化剂有着促使生物大分

子断裂与抑制生焦的双重作用,虽然催化剂也是灰渣和金属沉淀的主要媒介,但由于还需考虑大规模工业化时催化剂的成本,因此催化剂的研制复杂度相对较高。

(3)渣油原料是相对稳定的胶体结构,渣油中的芳烃(特别是胶质)是分解成沥青物质的很好溶剂。常压渣油的加氢反应过程中,尽管沥青物质转化速度比胶质所形成的加氢裂化速度小,但由于胶质成分的比例减少了,从而使胶态之间的相互关系遭到了破坏,从而产生了沥青物质絮凝,并生成沉渣;另外,沥青质的脱烷基使其水溶性也下降,进一步促进沥青质沉淀。这种情况不仅会发生在反应器中,也会发生在装置的后部设备及管道中。

(4)浆态床渣油加氢装置因为带有大量固态粒子的流体,反应温度和反应压力更高,因此对装置设计和控制等技术方面的要求也更高。

(5)在浆态床渣油加氢处理过程中需要排放少量的未转化尾油,在环境保护法规越来越严厉的形势下,性能不好的尾油回收也成为了一项难点。

#### 4 炼油技术的发展趋势

随着全球能源需求的不断增长和环保要求的日益严格,炼油技术正在经历深刻的变革。传统的炼油工艺已经不能满足现代工业对高效、清洁和可持续能源的需求,因此,炼油技术的发展趋势正逐步向多元化、绿色化和智能化方向迈进。(1)在多元化方面,炼油技术正在不断扩展其应用领域。除了传统的燃料油生产外,炼油技术还逐渐涉足化工原料、特殊化学品等高附加值产品的生产。这种多元化的发展趋势有助于提高炼油行业的整体经济效益,并增强其市场竞争力。(2)绿色化是炼油技术发展的另一大趋势。随着全球对环境保护的日益重视,炼油行业正面临着巨大的环保压力。为了降低碳排放和减少环境污染,炼油技术正在不断研发和应用新的清洁生产技术。例如,通过改进催化裂化、加氢裂化等工艺,可以显著降低炼油过程中的能耗和排放。此

外,生物燃料、氢能等可再生能源的利用也成为炼油行业绿色发展的重要方向。(3)智能化是炼油技术发展的又一重要趋势。随着信息技术的不断进步,炼油行业正逐步实现数字化转型。通过应用大数据、人工智能等先进技术,可以实现对炼油过程的精准控制和优化管理。这不仅可以提高炼油效率,还可以降低生产成本,增强企业的市场竞争力<sup>[4]</sup>。未来,炼油技术的发展将更加注重技术创新和可持续发展。一方面,需要不断研发新的炼油工艺和技术,以满足市场对高效、清洁和可持续能源的需求;另一方面,需要加强国际合作与交流,共同推动炼油技术的创新与发展。

#### 结语

炼油技术的开发与应用正处于一个快速发展的阶段,其高效、环保、智能化的特点日益凸显。未来,随着全球能源结构的调整和环保法规的日益严格,炼油技术将继续向绿色低碳、高效智能的方向迈进。同时,炼化一体化的深入推进也将为炼油技术的创新和发展提供新的动力。我们有理由相信,在不久的将来,炼油技术将实现更加环保、高效、可持续的生产方式,为人类的能源安全和环境保护事业做出更大的贡献。

#### 参考文献

- [1]孟昭东,王春黎,田静,等.炼油化工节能技术现状及发展创新研究[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(20):144-146.
- [2]黄格省,李雪静,乔明.炼油化工节能技术发展趋势与现状分析[J].石油石化节能,2019,1(03):115-117.
- [3]李磊,王慧.炼油化工节能技术发展趋势与现状分析[J].石化技术,2019,23(09):287-288.
- [4]许杰,由立栓,宋维虹.关于炼油化工节能技术的现状及发展趋势的分析[J].化工管理,2020(21):111-112.