

煤焦油加氢技术提质增效

何永刚

新疆天雨煤化集团有限公司 新疆 吐鲁番 838100

摘要: 煤焦油加氢技术是实现煤焦油高值化利用的关键途径。该技术通过优化预处理、精准控制加氢反应条件、高效分离产物及整合工艺流程,显著提升煤焦油加氢过程的效率与产品质量。通过引入先进设备、催化剂及智能化管理系统,煤焦油加氢技术不仅提高了资源利用率,还降低了生产成本,增强了产品的市场竞争力,为煤化工行业的可持续发展提供了有力支撑。

关键词: 煤焦油; 加氢技术; 提质增效

引言: 煤焦油作为煤化工的重要副产品,其高值化利用对于提升资源综合效益具有重要意义。煤焦油加氢技术作为实现这一目标的关键手段,通过优化工艺流程、提升反应效率与产品质量,展现出巨大的发展潜力。本文旨在探讨煤焦油加氢技术的提质增效策略,以此为煤化工行业的转型升级和可持续发展提供理论支持与实践指导。

1 煤焦油概述

煤焦油是煤炭在高温干馏过程中提取出的一种重要液体产物,具有复杂的化学组成和广泛的工业应用。它呈现出黑色或黑褐色的粘稠状,比重大于水,具有强烈的刺激性气味和特殊的臭味。煤焦油主要由碳、氢、氧、氮等元素构成,是煤中有机质在高温条件下经过热分解、热缩合反应生成的复杂混合物。煤焦油的组成极为复杂,估计含有上万种有机物质,其中绝大多数为带侧链的多环、稠环化合物和含氧、硫、氮的杂环化合物,同时含有少量的脂肪烃、环烷烃和不饱和烃。这些化合物按化学性质可分为中心性的烃类、酸性的酚类和碱性的吡啶、喹啉类化合物。目前,已鉴定出近500种化合物,其含量共占焦油质量的55%左右。根据炼焦温度的不同,煤焦油可分为低温焦油、中温焦油和高温焦油。低温焦油为褐黑色,密度较小,烷烃、烯烃及芳香烃类含量较高;而高温焦油则色黑,密度较大,主要由芳香烃所组成,是低温焦油在高温下二次分解的产物。煤焦油是焦化工业的重要产品之一,其产量约占装炉煤的3%-4%,在化工原料中占据重要地位^[1]。煤焦油具有广泛的工业应用。它可以通过深加工提取出多种化工原料,如苯、酚、萘、蒽等,这些原料进一步加工可制成塑料、合成纤维、合成橡胶、农药、医药、耐高温材料及国防工业的贵重原料,还可用作工业型煤、型焦和煤质活性炭用的粘结剂的配料组分,以及燃料油、高炉喷吹燃料

和木材防腐油等。然而,煤焦油也具有一定的危险性。其蒸气与空气可形成爆炸性混合物,遇明火、高热极易燃烧爆炸,与氧化剂接触会猛烈反应。同时,煤焦油对环境 and 人体健康也有一定的影响,需在使用过程中加强防护和管理。

2 煤焦油加氢技术原理

2.1 催化加氢反应

煤焦油加氢技术是一种重要的化工过程,旨在通过催化加氢反应提升煤焦油的质量和 application 价值。其核心技术原理在于,在特定的温度、压力和催化剂条件下,煤焦油中的不饱和和烃类化合物与氢气发生反应,从而实现脱硫、脱氮、脱氧以及不饱和烃的饱和化,最终生成石脑油和优质燃料油等高附加值产品。催化加氢反应是煤焦油加氢技术的核心。在这一反应中,催化剂起到了至关重要的作用。催化剂不仅降低了反应的活化能,使反应在较温和的条件下进行,还提高了反应的选择性和转化率。常见的催化剂包括贵金属催化剂(如铂、钯等)和非贵金属催化剂(如镍、钼等),它们各自具有独特的催化性能和适用范围。在催化加氢反应过程中,煤焦油中的硫、氮、氧等杂质元素会与氢气发生反应,生成相应的硫化氢、氨气和水等易于脱除的物质。这些反应不仅降低了煤焦油中的杂质含量,还改善了其安定性和使用性能。除此之外,催化加氢反应还涉及到了加氢裂化等复杂过程。在较高的温度和压力下,煤焦油中的重质馏分会在催化剂的作用下发生裂解反应,生成较轻的烃类化合物。这些轻烃化合物经过进一步的加氢处理,可以转化为石脑油和柴油等燃料油产品。这一过程不仅提高了煤焦油的轻质化率,还实现了资源的最大化利用。

2.2 不饱和烃的加氢饱和

煤焦油中含有大量的不饱和烃,主要包括烯烃和芳烃。这些不饱和烃分子中含有碳碳双键或三键,使得其

化学性质相对活泼,易于发生各种化学反应。然而,在燃料油和化工原料中,不饱和烃的存在往往会导致产品的不稳定性增加,同时还会影响产品的使用性能和安全性。加氢饱和是指在饱和烃分子中加入氢气,使其中的碳碳双键或三键转化为单键的过程。这一反应在催化剂的作用下进行,常见的催化剂包括贵金属催化剂(如铂、钯)和非贵金属催化剂(如镍、钼)。在加氢饱和过程中,氢气分子首先被吸附在催化剂表面,然后与饱和烃分子中的双键或三键发生反应,生成饱和的烃类化合物^[2]。加氢饱和反应需要在一定的温度、压力和催化剂存在下进行。通常,较高的温度和压力有利于反应的进行,但也会增加设备的投资和运行成本。因此,在实际生产中,需要根据煤焦油的组成、产品质量要求和经济效益等因素综合考虑,确定适宜的反应条件。经过加氢饱和处理后,煤焦油中的饱和烃被转化为饱和烃,产品的安定性和使用性能得到显著提升。同时,加氢饱和还可以降低煤焦油中的硫、氮和氧等杂质元素的含量,进一步改善产品的质量。

2.3 加氢裂化

煤焦油加氢技术中的加氢裂化是一个复杂而关键的工艺过程,旨在将煤焦油中的重质馏分通过加氢和裂化反应转化为轻质馏分,如石脑油和柴油等。加氢裂化是在高温、高压和催化剂存在的条件下,煤焦油中的重质馏分与氢气发生反应,通过加氢和裂化作用生成轻质油品的过程。这一过程中,重质馏分中的长链烃类分子在催化剂的作用下发生断裂,形成较短的烃类分子,并通过加氢反应使饱和烃饱和,从而提高产品的安定性和质量。另外,加氢裂化的操作条件对反应效果和产品质量具有重要影响。一般来说,加氢裂化的反应温度较高,通常在340-430℃之间,甚至可达到460-480℃(取决于具体工艺和原料性质)。反应压力也较高,一般在10-20MPa之间,甚至可达到20MPa以上。加氢裂化催化剂是反应过程中的关键因素,通常由金属加氢组分和酸性担体组成。金属加氢组分负责加氢反应,常用的金属有Fe、Co、Ni、Cr、Mo、W等。酸性担体则提供酸性中心,促进裂化反应的发生,常用的担体有硅酸铝、分子筛等。催化剂的性能对加氢裂化的反应效果和产品质量具有重要影响。加氢裂化的产品分布广泛,包括汽油、柴油、航空煤油、低凝柴油、低硫燃料油等多种轻质油品。通过调整反应条件和催化剂性能,可以灵活控制产品分布,满足不同市场需求。

3 煤焦油加氢技术提质增效的关键要素

3.1 催化剂的选择与优化

煤焦油加氢常用的催化剂主要包括贵金属催化剂(如铂、钯)和非贵金属催化剂(如镍、钼、铁等)。不同类型的催化剂具有不同的加氢活性和选择性。例如,贵金属催化剂具有较高的加氢活性和稳定性,但成本较高;而非贵金属催化剂则成本较低,但可能需要在较高的温度和压力下操作。催化剂的活性是指其促进反应进行的能力,而稳定性则是指其在长时间使用过程中保持活性的能力。为了提高煤焦油加氢技术的效率,需要选择具有高活性和稳定性的催化剂。这通常需要对催化剂的组成、结构和制备工艺进行精细调控。煤焦油的组成复杂多变,不同来源和性质的煤焦油对催化剂的适应性也不同。因此,在选择催化剂时,需要考虑煤焦油的具体性质,选择与之相匹配的催化剂,还需要通过优化催化剂的孔结构、比表面积等物理性质,以及调整催化剂的酸碱性等化学性质,以提高其对煤焦油中不同组分的加氢转化能力。催化剂在使用过程中会逐渐失活,导致反应效率下降。通过采用合适的再生方法和回收技术,可以延长催化剂的使用寿命,降低生产成本。在煤焦油加氢过程中,多种催化剂可能同时存在并发挥协同作用。通过优化不同催化剂之间的配比和组合方式,可以进一步提高加氢反应的效率和产品收率。

3.2 反应条件的精准控制

煤焦油加氢技术提质增效的关键要素中,反应条件的精准控制起着至关重要的作用。较高的反应温度可以加快加氢反应速率,提高转化率,但同时也会增加催化剂的结焦速率,缩短催化剂的使用寿命。需要根据具体工艺和原料性质,选择适宜的反应温度。在实际操作中,可以通过调节加热炉的温度或调整循环氢的温度来控制反应温度,确保其在最佳范围内波动。提高反应压力可以增加氢气的溶解度,提高反应氢分压,有利于加氢反应的进行。同时,较高的反应压力还可以减缓催化剂的结焦速率,延长催化剂的使用寿命。但过高的反应压力会增加设备投资和操作成本。因此,需要在保证产品质量的前提下,选择经济合理的反应压力。氢油比是指氢气与原料油的质量比,它反映了加氢反应中氢气的供给量。适当的氢油比可以确保加氢反应充分进行,提高产品的安定性和质量。煤焦油加氢过程中,由于芳烃等饱和烃的含量较高,需要消耗更多的氢气进行加氢饱和反应,煤焦油加氢技术通常要求较高的氢油比。在实际操作中,需要根据原料油的性质和产品质量要求,调整氢油比以达到最佳效果。体积空速是指单位时间内通过催化剂床层的原料油体积与催化剂体积之比。提高体积空速可以增加装置的处理能力,但过高的体积空速

会降低反应深度，影响产品质量，需要根据装置的设计能力和产品质量要求，选择合适的体积空速。除了上述关键条件外，还需要对原料油的预处理、催化剂的装填与再生、反应产物的分离与回收等环节进行精准控制。例如，原料油需要经过脱水、脱杂等预处理步骤以提高其纯度；催化剂需要定期装填和再生以保持其活性；反应产物需要通过精馏等分离技术得到合格的产品等。

3.3 原料预处理与分离

煤焦油加氢技术中，原料预处理与分离作为提质增效的核心环节，其深度处理对于整个工艺过程的优化至关重要。这一过程不仅关乎到加氢反应的效率，还直接影响到催化剂的寿命以及最终产品的品质。在原料预处理阶段，首要任务是彻底去除煤焦油中的水分、盐分、金属杂质及机械杂质。水分是影响加氢反应的关键因素，因为它能稀释反应物，降低反应效率，同时还会加速催化剂的失活，采用高效的脱水工艺，如加热蒸发与静置结合，确保煤焦油中的水分含量降至极低水平，是预处理的首要任务^[1]。除此之外，机械杂质的脱除也是预处理中不可或缺的一环。这些杂质不仅会堵塞催化剂孔道，影响加氢反应的进行，还可能对设备造成磨损，采用超级离心机、气体自动反冲洗过滤器等先进设备，对煤焦油进行精细过滤，确保原料油的纯净度，是提升加氢反应效率和延长催化剂寿命的关键。在原料分离阶段，根据煤焦油中各组分的沸点差异，通过分馏切割技术将其分离成不同品质的馏分。这一过程不仅有助于优化加氢反应条件，提高反应效率，还能根据不同馏分的特性进行有针对性的深加工，从而提升最终产品的附加值。

3.4 工艺流程的优化与整合

在煤焦油加氢技术中，工艺流程的优化与整合是提升整体效率与效益的核心策略，它要求对整个生产流程进行深度剖析与精细调整。具体而言，这一过程涉及对原料处理、加氢反应、产物分离及后续处理等各个环节的统筹规划与协调。（1）原料预处理阶段的优化至关重要。通过引入更高效的脱水、脱盐、脱金属及除杂技术，如超声波辅助处理、高级氧化等，可以显著提升原料的纯净度，为后续加氢反应创造有利条件。同时，优

化预处理流程，减少处理步骤和时间，提高处理效率，也是降低生产成本的重要途径。（2）加氢反应环节的优化是提质增效的关键。这包括精确控制反应温度、压力、氢油比等关键参数，确保反应在最优条件下进行。通过采用先进的在线监测和控制系统，实现反应条件的实时调整和优化，提高加氢反应的选择性和转化率。此外，选用高性能、高稳定性的催化剂，也是提升加氢反应效率的重要手段。（3）在产物分离与后续处理阶段，优化分离工艺，提高分离效率，减少能耗和物耗，是提升产品品质和经济效益的关键。通过引入先进的分离技术和设备，如高效精馏塔、膜分离技术等，可以实现对产物的精确分离和提纯，对分离出的不同馏分进行针对性处理，如加氢精制、改质等，可以进一步提升产品的附加值和市场竞争力。（4）工艺流程的整合与简化是提升整体效率的重要途径。通过模块化设计、流程重构等手段，将各个生产环节紧密衔接起来，形成高效、顺畅的生产流程。同时引入智能化管理系统，对工艺流程进行实时监控和数据分析，及时发现并解决问题，提高生产过程的稳定性和可靠性。

结语

总之，煤焦油加氢技术在提质增效方面展现出了显著优势，通过不断优化工艺流程、提升反应效率与产品质量，实现了资源的高效利用与产品价值的最大化。随着技术的不断进步与创新，煤焦油加氢技术将在煤化工行业中发挥更加重要的作用，推动行业向绿色、低碳、高效方向转型。未来，我们期待更多关于煤焦油加氢技术的深入研究与应用实践，为煤化工行业的可持续发展贡献力量。

参考文献

- [1]尚建选,王立杰,甘建平.陕北低变质煤分质综合利用前景展望[J].煤炭转化,2020,34(1):92-96.
- [2]周军,高明彦,孙建军.高温煤焦油加氢技术与发展[J].山东化工,2019,41(6):38-40.
- [3]赵鹏程,姚婷,杨宏伟,等.煤焦油的加工工艺及研究现状[J].广州化工,2020,41(1):26-29.