

# 延迟焦化装置冷焦系统工艺优化和节能措施

毛俊倩

中石化(天津)石油化工有限公司

**摘要:**随着高硫、高残炭以及高酸值原油加工比例的增加,焦化工艺在石油化工企业当中所发挥的作用越来越突出。而延迟焦化装置则是其中重要的加工装置,它的运行状况关系到企业的效益。但是当前延迟焦化装置的能源消耗量比较大,出现了资源浪费、转化率低等问题。因此,需要对操作进行优化、对技术进行改造,降低延迟焦化装置在运行过程当中的能源消耗。

**关键词:**延迟焦化装置;冷焦系统;工艺优化;节能措施

【DOI】10.12252/j.issn.2096-6261.2023.10.112

## 引言

延迟焦化是炼油厂将贫氢重油(如减压渣油、催化油浆等)轻质化的重要手段,是提高轻质油收率和生产石油焦的主要加工工艺。随着加工原油变劣(重)趋势不断增加,延迟焦化技术的优越性日益明显;但渣油加氢工艺的成熟和对于高液体收率的追求,延迟焦化装置的加工负荷受到一定影响。因此,对低负荷运行条件下延迟焦化装置进行用能结构分析并采取具有针对性且有效的降耗措施非常必要。

### 一、延迟焦化装置的能耗现状

延迟焦化装置是石油化工企业重要的原油加工装置,它将减压油渣作为原材料,在500摄氏度的高温环境下进行深度热裂解和缩合,进而生产出汽油、柴油、蜡油以及石油焦等。在这个过程当中需要消耗大量的能量,容易造成资源和能源浪费的问题。本单位所使用的延迟焦化装置主要分为焦化与除焦这两个部分,其中焦化的操作是连续的,而除焦则是在发生在两塔交替之间的间断性操作,整个工艺流程可以实现连续的自动化控制。由于不同装置的动力配置不同,在运行过程当中所产生的能源消耗种类及其比例也并不相同。根据统计,本单位延迟焦化装置在运行过程当中所消耗的能源种类主要包括燃料、蒸汽、水、电这四种。其中燃料的消耗量是最大的,约占总能耗的55%左右;其次为蒸汽,消耗比例约为30%;水电的消耗约占10%;除此之外还有约5%的其他消耗。

### 二、延迟焦化装置的能耗偏高的原因分析

延迟焦化装置是用于将重油催化转化为高辛烷值汽油和轻质石油产品的关键装备之一。在生产过程中,延迟焦化装置的能耗偏高是一个常见的问题。

#### (一) 延迟焦化装置对能源的需求量较大

在延迟焦化装置中,需要使用大量的燃料作为热源提供给反应器和加热炉。由于延迟焦化装置的操作温度较高,需要大量的燃料进行加热,从而导致能耗偏高。

延迟焦化装置在石油转化过程中会产生大量的副产品,如焦炭和废气。这些副产品需要通过抽风设备和废气处理设备进行处理,从而导致额外的能源消耗和能耗偏高。另外,在废气处理的过程中,由于废气中含有多种有毒有害的化学物质,需要采用特殊的处理方法,这也会增加能源消耗。

(二) 延迟焦化装置在操作过程中需要进行周期性的维护和清洗

由于延迟焦化装置在高温条件下进行工作,会导致设备壁面和管道内积聚焦炭等物质,影响工作效率。为了保持设备正常运行,需要定期对设备进行清洗和维护,这会增加能源消耗和能耗偏高。延迟焦化装置的设计和也会影响能耗的高低。延迟焦化装置的设计包括反应器结构、内部分布、加热炉系统等,这些因素都会对能耗产生影响。对于操作方面,设备的运行参数以及操作人员的经验和技术水平也会对能耗产生影响。不合理的设计和都会导致能耗偏高。

(三) 延迟焦化装置庞大的设备体积和复杂的工艺流程

延迟焦化装置通常由多个部件组成,包括反应器、加热炉、分离器、冷凝器等,每个部件都需要能源供应。此外,延迟焦化装置的工艺流程复杂,需要多次加热和冷却操作,也会增加能源消耗和能耗偏高。延迟焦化装置能耗偏高的原因主要包括能源需求量大、副产品处理、维护和清洗、设计和操作、设备体积和工艺流程等方面。针对这些问题,可以通过优化装置设计、改进操作方式、提高设备的能源利用效率等措施来降低能耗和提高装置的能效性能。

### 三、延迟焦化装置的主要工作特点

#### (一) 高温高压反应

延迟焦化装置是在高温高压条件下进行石油裂解反应的装置,其反应温度通常在500-550摄氏度,压力可达到10-15兆帕。这种高温高压的环境有助于石油分子

的裂解和重组，产生丰富的裂解气和液体石油产品。

#### （二）长时间稳定运行

关于延迟焦化装置，其通常需要长时间稳定运行，以确保石油原料的充分反应和高产率的产物生成。在运行过程中，需要严格控制温度、压力和反应物料流量，以维持装置的运行稳定。

#### （三）高热负荷

延迟焦化装置承受着高热负荷的工作环境。在石油裂解反应中，大量的热量会释放出来。为了维持合适的反应温度，装置需要进行高效的冷却和换热，以防止设备过热而导致反应失控。

#### （四）产物多样性

延迟焦化装置的主要目标是生产高附加值的液体石油产品，如汽油、柴油、润滑油等。然而，该装置也会产生大量的裂解气体，如乙烯、丙烯等。因此，可以根据市场需求进行灵活调整。

#### （五）能源综合利用

由于延迟焦化装置产生的高温残炭，可以用于发电或作为其他化工装置的原料，因此具有较高的能源综合利用效率。同时，该装置能够将低质量的石油原料转化为高附加值的产品，具有节能减排的环保效益。

总的来说，有关于延迟焦化装置的主要工作特点包括高温高压反应、长时间稳定运行、高热负荷、产物多样性和能源综合利用等。这些特点决定了延迟焦化装置在石油炼油工艺中的重要地位和作用。

### 四、延迟焦化装置冷焦系统工艺存在的主要问题

延迟焦化装置冷焦系统是保证装置稳定运行和产品质量的重要组成部分。然而，冷焦系统也存在一些主要问题。

#### （一）高能耗高水耗

延迟焦化装置冷焦系统需要大量的冷却介质来保持反应器温度在合适的范围内。传统冷却介质包括凉水、冷凝水等，这些介质的制冷过程需要耗费大量的能量，导致能耗十分高。冷焦系统中的冷却介质在使用过程中会产生大量的热量，需要通过冷却器冷却后才能再次使用。由于冷却介质中含有大量的热能，冷却效果不佳会导致冷却介质温度升高，进而影响反应器的工作效果，因此需要经常更换与排放过热的冷却介质，造成大量的水耗。

#### （二）能源浪费

传统的冷焦系统工艺中，冷却介质在吸收热量时温度升高，通过冷却器降温后再回流至反应器。这样的工艺会造成冷却介质热能的浪费，没有充分地回收和利用。

#### （三）冷却效果不稳定

传统冷焦系统对于反应器的冷却效果并不稳定。由于冷焦系统中可能存在冷却介质的不均匀分布或不良流动等问题，导致冷却效果不稳定，使得反应器无法保持恒定的温度。

#### （四）阻塞和堵塞

由于冷焦系统中的冷却介质通常存在固体颗粒、颗粒物、沉积物等，会随着冷却介质的流动进入管道和设备中，形成阻塞和堵塞，影响设备的正常运行。

#### （五）腐蚀和腐蚀产物

冷焦系统中的冷却介质中常常含有腐蚀性物质，长时间的反应会导致设备的腐蚀和产生腐蚀产物，对设备的寿命和性能造成影响。由于冷焦系统与其他装置系统紧密相连，工艺优化难度较大。对于传统冷焦系统来说，要进行系统的改造和优化，需要涉及整个装置的运行和流程，变动性大，操作复杂，难以实施。延迟焦化装置冷焦系统工艺存在高能耗、高水耗、能源浪费、冷却效果不稳定、阻塞和堵塞、腐蚀和腐蚀产物以及工艺优化难度大等主要问题。为解决这些问题，可以考虑采用新型的冷却介质、改进冷却系统的设计和操作方式，提高能源利用效率，降低水耗，优化冷却效果，减少阻塞和堵塞的发生，采取合适的防腐蚀措施以及进行系统的整体优化等措施。

### 五、延迟焦化装置冷焦系统工艺优化措施

延迟焦化装置是石油炼油工艺中的重要设备，用于将重质石油原料转化为高附加值的液体石油产品，同时还能产生裂解气体和残炭。冷焦系统是延迟焦化装置中的一个关键部分，其功能是通过降低反应温度和减少裂解气体生成来控制 and 限制焦炭的生成。为了提高冷焦系统的效率和性能，需要进行冷焦系统工艺的优化措施。

#### （一）冷焦系统的优化需要从反应温度的控制入手

合理调整反应器的温度控制参数，可以有效降低反应温度，减少焦炭生成。常用的控制参数包括反应器出口温度、炉管壁温度和进料温度等。通过优化这些参数的设定值，可以使反应温度保持在适宜的范围内，从而降低焦炭的生成率。

（二）通过优化反应器催化剂的活性和分布，可以改善冷焦系统的性能

催化剂在延迟焦化装置中扮演着重要的角色，对反应转化率和产品选择性有重要影响。通过选择合适的催化剂载体和活性组分，可以提高催化剂的活性和稳定性，从而改善反应效果和降低焦炭的生成。

（三）对冷焦系统中的换热设备进行优化也是提高冷焦系统性能的关键

换热设备主要用于冷却炉管壁和进料，在延迟焦化装置中发挥着重要的作用。为了提高换热效果，可以优化换热器的结构和设计，增加换热面积，改善流体流动，提高换热效率。

### （四）冷焦系统中的产物分离和回收进行优化

由于延迟焦化装置产生的焦炭和裂解气体中含有有价值的产品成分，如重油和裂解气体，因此对于这些产品的分离和回收是非常重要的。可以采用物理分离和化学分离的方法，如冷凝法、返流分离法、桶炉分离法等，以提高分离效率和产物回收率。

### （五）对冷焦系统进行先进控制技术的应用

先进的控制技术，如模型预测控制、自适应控制和优化控制等，可以更准确地预测和调节冷焦系统的运行参数，实现更好的控制效果和稳定性。通过与先进的控制技术的结合，可以提高冷焦系统的性能和稳定运行。延迟焦化装置冷焦系统的工艺优化措施主要包括合理调整反应温度，优化催化剂活性和分布，优化换热设备，优化产物分离和回收，以及应用先进的控制技术等。这些优化措施可以提高冷焦系统的效率和性能，减少焦炭的生成率，从而提高延迟焦化装置的生产能力和经济效益。

## 六、延迟焦化装置冷焦系统节能措施

延迟焦化装置冷焦系统是石油炼油工艺中的重要组成部分，其主要功能是通过降低反应温度和限制焦炭生成，将重质石油原料转化为高附加值的液体石油产品。在冷焦系统的运行中，能耗是一个重要的考虑因素。为了提高冷焦系统的能源利用效率，实现节能减排，需要采取一系列节能措施。

### （一）优化热回收系统

在延迟焦化过程中产生的高温废热可以通过热交换器回收利用，用于加热冷却介质或预热进料。通过合理设计和选择高效的热交换器，可以最大限度地回收废热，减少冷却介质和进料的能量消耗。

### （二）优化冷焦系统的换热设备

换热设备在冷焦系统中起着关键的作用，主要用于冷却炉管壁和进料。通过优化换热器的结构设计、增加换热面积、改善流体流动，可以提高换热效率，降低能耗。

### （三）精确控制反应温度也是实现节能的重要措施

冷焦系统中的反应温度对焦炭生成有重要影响，过高的反应温度会导致焦炭生成率增加，从而增加能耗。因此，对反应温度进行精确的控制是降低能耗的关键。可以利用先进的温度传感器和控制系统，实时监测反应温度，调节反应器的加热和冷却操作。

（四）采用高效的催化剂和改善催化剂的分布也是实现节能的重要手段

催化剂在冷焦系统中起着重要的作用，它可以提高反应转化率和选择性，从而降低焦炭生成。采用活性好、稳定性好的催化剂，并合理优化催化剂的分布，可以提高催化剂的利用效率，减少能耗。

（五）合理利用能源管理技术和智能控制系统也是实现节能的重要手段

可以采用能源监测和管理系统，对冷焦系统的能源消耗进行监控和分析，及时发现和解决能耗问题。通过采用智能控制系统，实时监测和调节冷焦系统的运行参数，优化能源利用，使系统运行更加高效和节能。

延迟焦化装置冷焦系统的节能措施主要包括优化热回收系统、优化换热设备、精确控制反应温度、采用高效催化剂、改进进料预处理、优化裂解条件、利用能源管理技术和智能控制系统等。通过执行这些节能措施，可以提高冷焦系统的能源利用效率，减少能耗，实现节能减排。同时，还能提高生产效率，降低运营成本，提升经济效益。

## 结束语

综上所述，根据延迟焦化装置在运行过程当中的能耗构成要素和构成原因，需要采取相应的措施减少燃料、蒸汽、水电等资源的使用量。同时，还要运用先进的技术手段，加强技术改造，减少装置的整体能源消耗。这对于石油化工企业来说，不仅可以提高经济效益，同时还可以实现环境保护的目标。

## 参考文献

- [1] 王雪松, 袁志祥, 尹鲁, 等. 延迟焦化工艺的技术进展[J]. 工业催化, 2006, 14(4): 22-25.
- [2] 简建超, 郭守学, 白连峰. 不同循环比对延迟焦化装置运行的影响分析[J]. 炼油与化工, 2010, 21(3): 16-18.
- [3] 瞿滨, 王建文, 张立海. 延迟焦化装置技术问答[M]. 北京: 中国石化出版社, 2007: 15.
- [4] 瞿国华. 延迟焦化工艺与工程[M]. 北京: 中国石化出版社, 2008: 407.
- [5] 郑宗孝, 姜伟. 延迟焦化装置的能耗分析和节能措施[J]. 炼油技术与工程, 2007, 37(7): 42-45.
- [6] 王玉章. 《延迟焦化加热炉辐射进料结焦性能的研究》. 炼油技术与工程, 2004, 34(12): 8-14
- [7] 郑宗孝, 姜伟. 《延迟焦化装置的能耗分析和节能措施》. 炼油技术与工程, 2007, 37(7): 42-46.5.