

汽柴油加氢精制装置节能的探讨

唐均思 (中海油惠州石化有限责任公司, 广东 惠州 510086)

摘要: 汽柴油加氢精制装置作为炼油工业的核心部分, 在生产高质量的汽车和工业用燃料方面发挥着关键作用。然而, 与其生产高质量燃料相比, 装置本身的能源消耗一直是一个值得关注的问题。本文对汽柴油加氢精制装置进行了一定论述, 重点探讨了其能源消耗情况, 在此基础上, 提出了换热流程结构的优化、鼓引风机的变频改造、空气预热器的升级改造以及无级变速系统的应用等方面的节能措施与技术改造, 有助于改善汽柴油加氢精制装置的能耗情况, 进而为企业带来良好的经济效益。

关键词: 汽柴油; 加氢精制; 节能; 减排

1 前言

随着全球能源资源的有限性和环境污染问题的不断加剧, 能源消耗和碳排放已经成为全球关注的焦点。在这一背景下, 石化工业作为一个能源密集型领域, 面临着巨大的节能减排压力。柴油加氢精制装置作为炼油工艺的重要环节之一, 其能源消耗对于整个炼油过程的能源效率和环保性具有重要影响。因此, 进行汽柴油加氢精制装置节能探讨具有十分重要的现实意义。

2 汽柴油加氢精制装置概述

2.1 工艺流程和原理

汽柴油加氢精制装置主要通过氢气和催化剂的作用, 将原始的石油馏分中的硫、氮和重质油分精制和裂解, 从而生产出高质量的汽油、柴油产品。其工艺流程包括进料预处理、炉前混氢、混氢原料加热、加氢反应、反应产物分离、产品分馏处理等环节。首先, 原始的石油馏分经过预处理, 去除其中的杂质。然后, 馏分与氢气混合后, 在通过加热炉达到反应温度后, 在高温高压的条件下进入加氢反应器, 在催化剂的存在条件下, 促使了重要的脱金属和精制、裂解反应, 从而降低了产品中的硫和氮含量。其次, 反应产物通过分离单元后进入到分馏系统进一步处理, 得到汽油、柴油产品和其他副产品, 汽柴油加氢整个加工工艺过程, 目的在于确保其产品符合质量标准。

2.2 能源消耗情况

2.2.1 能耗结构分析

首先, 装置的主要能源消耗来自于加氢反应这一过程。在加氢反应器中, 高压氢气通过催化剂与原油中的不饱和烃和硫化物等化合物反应, 释放热量, 完成加氢过程。在加氢反应前, 将只有 40℃ 左右的原料, 通过换热后, 将原料加热到加氢反应要求的温度, 需

要消耗大量热能, 这一步骤的热能消耗占据了能耗结构的重要一部分。因此, 充分利用本装置产品余热能量、有效地控制加氢反应过程中的热量损失, 是提高能效的关键。其次, 电能消耗也是能耗结构中的重要组成部分。在汽柴油加氢精制装置中, 电能主要用于供电驱动泵、空冷设备、压缩机等各种设备的运行。其中, 非变频的泵和空冷机等设备的电能消耗较高, 尤其在负荷较低的情况下, 存在能源浪费的问题。因此, 采用变频控制装置来调整这些设备的运行, 以降低电能消耗, 也是一项有效的节能措施。

2.2.2 国家能耗标准要求

首先, 国家能耗标准要求装置在进行柴油和汽油的加氢精制过程中要达到一定的热效率要求。这意味着在加氢反应中释放的热能应当充分利用, 以最大程度地减少能源的浪费。装置需要通过优化换热流程结构, 充分利用装置本身热源, 以及优化反应条件和催化剂的选择, 以提高热效率, 并确保加氢反应过程能够以较低的能源消耗实现。其次, 国家能耗标准通常对装置的电能消耗有明确规定。这包括各种设备的电能消耗, 如泵、空冷机、压缩机等。标准要求装置采用节能设备和控制系统, 同时鼓励使用变频控制装置来调整设备的运行, 以适应负荷的变化, 降低电能的浪费, 符合国家节能政策的要求。并且提高了装置的能效^[1]。

3 节能措施与技术改造

3.1 换热流程结构的优化

3.1.1 优化换热流程结构, 充分利用本装置产品余热

首先, 通过优化换热流程结构, 充分利用本装置产品余热能量, 降低装置能耗的同时, 也可提高装置弹性操作空间, 提高了装置的能效。汽柴油加氢装置通过优化换热流程结构, 增加产品柴油与原料油换热

器,更加充分的利用汽柴油加氢装置柴油产品的余热能量。汽柴油加氢装置在高压反应换热器热效率下降、反应原料加热炉负荷高,并且产品柴油 120℃的余热未得到充分利用的工况下,通过技改增加产品柴油与原料油换热器,既解决了原料油高压换热器热效率下降的瓶颈、降低了加热炉燃料气消耗量,又合理充分利用本装置柴油产品余热能量,避免能源的浪费,在降低装置能耗的同时,又缓解了加热炉负荷。此次技改表明,节能措施可通过换热流程结构的优化,在充分利用本装置余热能量、降低装置能耗的同时,也可提高装置弹性操作空间,一举两得,节能效果十分明显。

3.1.2 旁路结构的改善

首先,通过改善旁路结构,装置可以更好地控制流体的流向和温度分布。可以更精确地调整不同流体之间的热交换,最大限度地利用热能。其次,通过旁路结构的改善,可以更加灵活地控制流体的流动路径,以满足不同操作条件下的热能需求。最后,改善旁路结构有助于避免热能的路径流失问题。由于不完善的设计或控制,可能会出现一部分流体绕过热交换器,导致热能的浪费。通过优化旁路结构,可以减少或消除这种旁路流失,确保尽可能多的流体参与到有效的热交换中,提高了热效率。

3.1.3 进料温度控制

然后,进料温度控制对于加氢反应过程至关重要。在加氢反应器中,原油和氢气的混合物需要在适宜的温度下进行反应,以确保反应达到最佳效果。如果进料温度过高或过低,可能会导致催化剂活性降低或产物选择性下降,从而影响产品质量和产率。通过精确控制进料温度,装置可以在最佳操作条件下运行,提高反应效率,减少不必要的热能损失。其次,进料温度控制还影响到换热过程的热效率。在热交换器中,热能从高温流体传递到低温流体,实现能量平衡。通过控制进料温度,可以更好地匹配不同流体的温度差,提高热交换效率。这有助于减少热能的浪费,并降低加热或冷却设备的工作负荷,减少电能消耗^[2]。

3.2 鼓引风机的变频改造

3.2.1 不同热负荷的管理

首先,鼓引风机的变频改造针对了鼓引风机在不同操作阶段的热负荷需求。通过变频改造,鼓引风机可以根据实际热负荷需求进行精确调整,实现负荷匹配,降低了电能浪费。其次,更加灵活的进行热负荷

管理,有助于避免火嘴结焦和不完全燃烧的问题。通过鼓引风机变频改造,鼓引风机可以避免这些问题的发生,提高了装置的安全性和稳定性。

3.2.2 燃烧效率提升

通过鼓引风机的变频改造,鼓引风机可以根据实际的负荷需求动态调整风量和燃料供应。在高负荷状态下,提供足够的氧气以支持完全燃烧,而在低负荷状态下,适度减少氧气供应,避免不完全燃烧。这种精确的燃烧控制可以显著提高燃烧效率,减少燃料的消耗,从而降低了能源成本。其次,燃烧效率的提升有助于减少有害排放物的生成。在高效的燃烧过程中,燃烧产物中的有害物质的生成量相对较低,这有助于降低氮氧化物(NO_x)和二氧化硫(SO₂)等有害排放物的排放。这符合环保法规的要求,有助于减少装置对环境的不利影响。最后,提高燃烧效率还可以减少余热损失。在低效燃烧过程中,大量的余热可能被浪费掉。通过实现高效燃烧,装置可以更好地利用余热,将其回收用于加热或其他用途,进一步提高能源利用率^[3]。

3.3 空气预热器的升级改造

3.3.1 加热炉热效率提升

汽柴油加氢装置加热炉原联合空气预热系统设计烟气排烟温度较高,已无法满足当今加热炉效率要求,同时制约着装置加热炉负荷的提高。烟气向直排烟囱漏量大,烟气余热无法有效回收,烟道密封挡板密封性差等现象。针对空气余热系统的这一系列问题,对空气预热器进行升级改造,空气预热器热负荷得到提高,进一步提高了汽柴油加氢装置加热炉热效率。

3.3.2 节能减排效果

通过对空气预热器的升级改造,达到了维持炉膛正常负压的同时,将排烟温度降低至 85℃以下,减少了烟气余热的浪费,同时减少了 NO_x 排放量。空气预热器升级改造,有效降低了空气预热器排烟温度,烟气余热温度得到了有效的回收,又避免了能源的浪费,高效环保,节能减排效果明显。

3.4 无级变速系统的应用

3.4.1 压缩机能效提升

首先,无级变速系统允许压缩机根据实际工况需求调整转速。在装置运行中,压缩机需要适应不同的负荷和压力条件。引入无级变速系统后,压缩机可以根据需要调整转速,以匹配当前的工作条件,从而实现更高效的能源利用。其次,无级变速系统允许压缩

机在较低转速下运行，避免频繁启停，减少了电能的浪费，提高了设备的稳定性。

3.4.2 新氢压缩机的优化

首先，新氢压缩机的优化主要关注氢气的压缩过程。为了降低能耗，提高能效，新氢压缩机采用了现代的设计和技术，以确保在氢气压缩过程中减少能源损失。其次，新氢压缩机的优化，具有了更高的效率和更广的工作范围。这些压缩机的设计允许它们在不同的负荷和压力条件下运行，并在各种工况下保持高效。通过提高压缩机的机械和热效率，新氢压缩机能够在提供所需氢气的同时，降低电能消耗和热能损失。最后，新氢压缩机的控制系统更为智能化。这些系统可以监测和调整压缩机的运行参数，以适应装置的实际工作情况。通过实时的数据分析和反馈控制，新氢压缩机能够更精确地满足氢气的需求，减少不必要的能源浪费，提高装置的稳定性和可靠性^[4]。

3.5 切屑叶轮在装置的实际应用

3.5.1 泵的升级

首先，泵的升级包括了对泵的整体结构和性能的改进。传统的泵可能在工作过程中存在一些效率低下或不稳定的问题，例如噪声大、振动高、泵效低等。通过引入切屑叶轮和相应的改造措施，可以提高泵的流量、扬程和效率，减少能源消耗，并减少噪音和振动，提高了泵的性能和可靠性。其次，泵的升级还包括了流体动力学的优化。切屑叶轮设计考虑了流体动力学的特性，能够更有效地处理液体流动，减少液体的阻力和损失。这有助于降低泵的能源消耗，提高液体的输送效率，减少了液体泄漏和浪费。最后，泵的升级还可以改善泵的耐磨性和耐腐蚀性。

3.5.2 电能消耗控制

首先，电能消耗控制方面的改造包括对泵系统的电动机和控制系统的升级。传统的泵系统可能使用了非变频的电动机，这些电动机通常在启动时产生较大的电流冲击，并在运行过程中以恒定的速度工作，无法根据实际需求进行动态调整。通过将这些电动机替换为具有变频控制的电动机，可以实现更加智能化的电能管理。变频控制系统可以根据需要调整电动机的转速，以适应不同负荷和工况的要求。这种动态调整可以显著降低电能的浪费，提高系统的能效。最后，通过智能监控系统，实时监测泵系统的运行状态和性能参数，可以及时发现异常情况，例如能源浪费或设备故障，并采取相应的措施进行调整和维护。这有助

于进一步提高能效，降低本装置的运营成本。

3.6 高压空冷电机变频组件的引入

3.6.1 温度控制更灵活

首先，高压空冷电机变频组件的引入允许实时控制空冷设备的风量。在汽柴油加氢精制装置中，空冷设备的任务是控制反应产物的温度，确保反应过程在适宜的温度范围内进行。传统的空冷电机系统可能难以灵活地调整风量，因此温度控制可能不够精确。通过引入变频组件，可以根据实际需要调整风机的转速，以实现更精确的温度控制，确保反应过程的稳定性和效率。其次，高压空冷电机变频组件还可以根据环境温度和工况需求进行自动调整。装置运行过程中，环境温度可能会有所变化，而不同的工况也需要不同的温度控制。变频组件允许系统根据实际情况动态调整风机的速度和风量，以适应这些变化，提高了装置的适应性和能效。

3.6.2 节能效果明显

首先，通过高压空冷电机的变频控制，系统可以根据实际需求动态调整风机的转速和风量，以满足装置的温度控制要求。这种智能化的控制方式能够有效降低能源的浪费，最大限度地减少了电能消耗，从而降低了装置的能源成本。其次，高压空冷电机的变频控制还提高了装置的操作灵活性和适应性。装置可以根据不同的工况和生产需求进行温度调整，而无需大幅度改变设备或系统配置。这意味着装置可以更加高效地应对市场变化和产品需求的波动，提高了企业的竞争力。

4 结语

通过对汽柴油加氢精制装置的节能探讨，可以清晰地看到采取合适的节能措施和技术改造可以显著提高装置的能源效率、降低碳排放、提高企业竞争力，并在环保和可持续高质量发展方面发挥积极作用，进而推动整个行业迈向更加环保和高效的未来。

参考文献：

- [1] 王波. 柴油加氢精制装置节能优化分析 [J]. 化学工程与装备, 2020(10):172-173.
- [2] 张鹏. 汽柴油加氢精制装置节能分析与优化探析 [J]. 南方农机, 2019, 50(13):236.
- [3] 云文俊, 陈永宽, 陈少华. 汽柴油加氢精制装置节能分析与优化 [J]. 化工管理, 2018(36):169.
- [4] 刘畅, 白知成. 汽柴油加氢精制装置节能分析与优化 [J]. 化工管理, 2018(24):47.