

酮苯脱蜡装置节能优化改造

陈加钧 陈 欣 杨晓宇 (中国石油天然气股份有限公司大连石化分公司, 辽宁 大连 116031)

摘 要:近年来, 世界上各大炼油企业产能的不断扩张, 大大加剧了炼油行业的竞争激烈程度, 加上新能源汽车的快速崛起, 在很大程度上冲击了全球市场的燃料需求量。当前汽柴油价格呈逐年下跌的趋势, 对炼油企业的盈利和生存带来了极大的影响。同时, 国际市场对高品质润滑油的需求量不断增多, 然而我国相关生产却存在产量不足、能耗较高、工艺落后等问题。酮苯脱蜡装置作为生产润滑油的基础设备之一, 我国炼油企业必须高度重视酮苯脱蜡装置的节能优化改造, 以此来实现节能降耗, 生产出更高品质的润滑油, 促进企业的增产增效。

关键词: 酮苯脱蜡装置; 节能; 优化; 改造

在润滑油基础油的生产过程中, 需要借助酮苯脱蜡工艺来对原油中的蜡组分进行脱除, 并对基础油的低温流动性加以改善。然而当前很多炼油企业采用的酮苯脱蜡装置普遍存在能耗过大的问题, 这就在很大程度上增加了企业的生产成本。针对这一问题, 我国各大石油炼油企业都积极探究采取何种措施、方法来降低润滑油基础油的生产中的能耗, 尤其是酮苯脱蜡装置的节能降耗^[1]。现阶段关于降低酮苯脱蜡装置能耗的研究比较多, 有的研究者提出: 通过对酮苯脱蜡的技术改造与优化, 运用滤液循环技术, 选用离心泵输送冷蜡等方式, 可实现装置能耗的降低。本文通过查阅大量相关文献资料, 提出酮苯脱蜡装置节能的有效优化改造策略。

1 润滑油基础油生产工艺

自 1931 年起, 人们开始利用溶剂脱蜡工艺来进行润滑油基础油的生产。该工艺的原理为: 通过溶剂稀释的冷冻过滤法, 将重柴油馏分中的石蜡进行脱除, 如: 常三线、减一线油, 进而降低重柴油凝点, 获取制作石蜡的原料, 还能够将重质润滑油中的蜡分进行脱除, 得到生产高熔点石蜡与地蜡。因为重质润滑油的低温度黏度非常大, 且存在地蜡, 无法借助冷榨法或是离心法来完成脱蜡, 不利于石蜡结晶的生成, 还会阻碍油蜡的分离, 所以需要采用溶剂稀释冷冻过滤法, 溶剂可选择丙烷、丙酮、甲苯、丁酮、苯及二氯乙烷等, 其中应用最为广泛的技术是德士古溶剂脱蜡工艺, 该工艺中采用由丁酮与甲苯依据相应比例混合而成溶剂, 然后依次进行一段过滤、二效蒸发、二段过滤、三效蒸发。在 1980 年, 有研究者提出了惰性气汽提, 然而因为安全问题, 该工艺只是在国外少量装置中应用。

脱蜡方式包括物理脱蜡与化学脱蜡, 其中最为典型的物理脱蜡为溶剂脱蜡, 即通过降低原油温度, 析出蜡结晶, 再利用过滤进行分离。化学方式脱蜡涉及到尿素脱蜡、分子筛脱蜡等, 主要是通过氢技术, 把原油中的高凝点组分转变成低凝点组分, 从而实现脱蜡^[2]。临氢技术现已在润滑油生产中得到广泛应用, 如临氢催化脱蜡、加氢异构脱蜡等。在各种脱蜡工艺中, 溶剂脱蜡以

适应性很强、加工费用更低、加工流程简单等优势, 得到更多炼油企业的认可和欢迎。然而该工艺也存在一些不足之处, 如: 需要配备大量的设备, 相关维护工作量很大。现如今, 溶剂脱蜡装置溶剂主要选用的是甲乙酮与甲苯的混合溶剂, 而其中采用的酮苯类溶剂的装置就是酮苯装置。

当前, 科学技术的迅速发展, 异构脱蜡技术、催化脱蜡技术得到进一步发展, 而酮苯脱蜡技术发展较为缓慢, 只是在生产与设计方面的改进与优化, 整体技术无重大创新, 依然以德士古工艺为主, 在全球溶剂脱蜡装置的占比超过 80%, 已历经了 80 多年的发展, 且我国现有开工装置几乎都应用德士古工艺。我国酮苯脱蜡的工艺特点具体包括:

- ①通过溶剂多点来对冷点温度加以稀释和控制^[3];
- ②选用两段过滤与滤液循环的技术;
- ③利用脱蜡脱油结合、滤液三段逆流循环的技术。

目前全球润滑油与石蜡市场瞬息万变, 随之也会影响到石蜡和润滑油的效益, 就现阶段的发展情况来看, 石蜡是市场效益相对较好的石油产品, 而润滑油基础油却没有较好的效益。基于此, 在石油炼油企业生产过程中, 为了获得更多的利润, 利用酮苯脱蜡装置来生产石蜡, 只是将润滑油基础油原料的脱蜡油作为副产品, 甚至在市场不好时, 放弃生产润滑油基础油, 而这也造成了不必要的资源浪费。为改变这一现状, 炼油企业需要结合自身实际和市场需求, 来加大对酮苯脱蜡装置装置的节能优化改造, 从而降低装置的产品成本, 获得更大化的效益。

2 影响酮苯脱蜡装置能耗的因素

2.1 原油性质重质化

与减二线蜡油相比, 减三线蜡油作为一种黏度大且馏分重的重质原理, 在相同条件下, 与溶剂混合后有着更大的黏度, 更高的蜡结晶含油量, 更大套管压力, 且输送难度更大。当溶剂量大时, 将会使冷冻系统、过滤系统及回收系统承受更大的负荷, 降低装置加工量, 引发更大的溶剂损耗与能耗。为此, 石油炼油企业需要以

原油性质重质化为切入点,寻求更加科学合理的工艺措施来确保酮苯脱蜡装置的稳定运行,实现节能降耗^[4]。

2.2 溶剂含水量过高

据相关研究发现:当酮苯脱蜡装置的溶剂含水量超过1.5%,将会影响到生产效果。由于当套管降温以后,溶剂中夹带的水分会凝结成冰粒,然后附着到冷却器表面,从而大大降低传热效果与结晶效果,还会增加蜡膏含油量,提高套管压力,甚至导致套管安全销断裂,不利于套管的稳定运行,最终影响到生产的顺利进行,增加酮苯脱蜡装置的能耗。同时,一旦冰粒进入到过滤机中,必然会引发堵塞或是滤布磨损等问题,从而降低过滤速度,导致过滤失败,需要进行多次温洗。另外,水被带入到回收系统之中,会导致蒸发塔负荷和能耗增大。

2.3 凝结水利用率偏低

在酮苯装置回收系统运行过程中,需要通过蒸汽加热,获得大量高温凝结水,该物质中的乏汽温度超过150℃。现阶段,凝结水中的乏汽利用效率低,被广泛应用到罐区加热之中,然而由于乏汽管线较长,极易造成很大的能量损失。并且凝结水罐罐容较小,难以回收更多的乏汽,这就造成了很大的能耗损失。

2.4 设施设备的陈旧老化

套管结晶器作为酮苯脱蜡装置中核心设备,套管直径大小直接关系到装置运行功率,早期的套管结晶器套管直径很小,在开展酮苯脱蜡时运行速度比较缓慢,且工作效率很低^[5]。随着科学技术的不断发展,经过进一步改造和优化,在很大程度上增加了套管直径,然而并未对其他配套的零件加以相应改进,这就造成套管结晶器在脱蜡时,给设备带来更大的压力,受热面积过小,从而大大降低脱蜡速率,难以实现酮苯脱蜡装置节能。

2.5 溶剂比例不合理

对于酮苯脱蜡装置的运用,主要是通过甲苯易溶解油,但难溶解蜡的特性,从蜡油中对蜡进行脱除,且溶剂中其他成分会在很大程度上影响到脱蜡的温度、溶剂的浓度等,故而要想确保酮苯脱蜡装置的高效率,就必须对溶剂中所有组分比例进行严格控制。同时,要想降低酮苯脱蜡装置的能耗,在极大程度上降低溶剂回收压力,必须注重提升溶剂中滤液的循环量。然而现阶段我国酮苯脱蜡装置的运用中普遍存在滤液循环量不科学的情况,这就影响到酮苯脱蜡装置的节能效果。

3 酮苯脱蜡装置节能优化改造的有效措施

3.1 科学调整操作参数

酮苯脱蜡装置作为石油炼油企业重要的二次加工装置,通过对该装置的原料来源进行拓展,提高其运行的技术经济指标,可在极大程度上提高企业的利润。酮苯装置主要是对蒸馏装置减压侧线产品进行加工,当酮苯装置将各侧线产品生产任务达标后,再进行原料切换,集中生产,尽量减少装置原料的切换次数,对降低装置

能耗有好的促进。在酮苯脱蜡装置运行过程中,相关操作人员必须注重对剂油质量比的科学调整,以此来减少该装置处理异常中的蒸汽吹扫或是温洗次数,确保装置的可靠运行。同时,相关操作人员需要严格按照原料油的性质,对稀释比大小进行多次验证,只有确保溶剂稀释比大小的合理性,才能够实现节能降耗,如果溶剂加入量小,将会导致原料油与溶剂混合后的黏度增大,提高蜡结晶中的含油量,增大套管压力,导致输送难度加大;如果溶剂量大,会使得冷冻、过滤和回收系统的负荷增多,导致装置加工量、溶剂损耗与能耗增加。

3.2 注重设备的更新改造

酮苯脱蜡装置中套管结晶器起着至关重要的作用,具体体现为:对原料油与溶剂的混合物进行冷却,控制相应的降温速率,让原料油和溶剂温度低于0℃,让原料油中的蜡组分可以缓慢地结晶析出,并附着到套管内部。可以说,酮苯脱蜡装置的加工量、蜡品质、工作效率直接受到套管结晶器的影响^[6]。目前,我国石油炼油企业所运用的套管结晶器运行年限比较长,且性能稳定性有所降低,市场出现转轴不动,刮刀无法及时刮离套管内壁上的蜡膏等问题,从而造成套管压力增大,大大增加酮苯脱蜡装置的加工量。面对这一问题,企业需要积极改造和优化套管结晶器,适当增加其套管直径,并及时更新配套的相关零部件,以此来在极大程度上减小溶剂流通中的阻力,尽量延长溶剂在套管中的停留时间,减小冷却速度,进一步提高装置的冷却能力,以此来显著提高酮苯脱蜡装置的工作效率,提高产品的质量,还能够降低装置能耗。

另外,为能够更好地降低装置能耗,提高产品收率和质量,企业需要对结晶系统操作进行不断细化,主要做到以下几点:

①原料油的性质,对结晶稀释温度进行合理调整,即结合原料油的特点及相关分析数据,明确稀释最佳控制温度,防止原料油发生急冷情况,改善结晶状态,实现对蜡含有指标的有效控制;②处理量差异化操作,结合昼夜温差变化状况来对装置的负荷率加以科学调整,明确白班夜的差异化加工量,通过时间上的差异化操作,来促使各路套管温度保持相对稳定,进而提高蜡收率;③在确保蜡含油合格的前提下,尽量增加酮比,由于酮苯脱蜡装置生产中会使用到甲乙酮和甲苯二元混合物,而甲乙酮属于一种极性溶剂,也是蜡的凝结剂,无法溶解蜡,对油的溶解度也很小,甲苯则属于一种非极性溶剂,能够很好地溶解油,也可以对蜡进行一定程度的溶解,故而在整个脱蜡过程中溶剂的组成十分关键,直接关系到蜡收率,相关操作人员必须对甲乙酮和甲苯的含量(酮比)进行合理调整,尤其是增加甲乙酮含量,也就是加大酮比,以此来在极大程度上提高蜡收率,降低回收系统负荷和产品的溶剂含量,最终实现装置节能;

④减小套管出口温度偏差,若酮苯脱蜡装置中套管出口的温度偏差比较大,将会影响蜡结晶、产品收率及蜡含油等,故而在具体生产过程中,必须做好套管热化与安全销更换工作,确保套管刮刀始终保持良好运行,有效提高套管换冷效果,还需科学调节所有套管的进料量,以此来确保套管出口温度偏差控制在合理范围之内,这样才能够保障蜡结晶状态相近且不被破坏。

3.3 降低蒸汽消耗

3.3.1 合理降低新鲜溶剂配比,进一步减少回收蒸汽用量

在酮苯脱蜡装置生产过程中,蒸汽消耗占比装置总消耗的60%左右,故而要想实现装置节能,就必须降低蒸汽使用量,即结合装置生产工艺参数,来合理降低装置新鲜溶剂量和原料油量比值、三段冷洗溶剂量与原料油量比值、二段下蜡口冲洗溶剂量与原料油量比值,以此来减少装置回收系统的加热蒸气用量。

3.3.2 合理降低回收末次塔汽提蒸汽使用量

在酮苯脱蜡装置脱蜡油、脱油蜡、蜡下油溶剂携带量等符合工艺指标要求的状况下,通过逐次减少汽提塔汽提蒸汽用量,这样就能在很大程度上降低水溶剂系统的处理负荷,还能够降低酮回收塔的负荷,从而减少酮回收塔的塔底汽提蒸汽用量。

3.3.3 有效提高乏汽利用效率

酮苯脱蜡装置蒸汽通过加热器后,往往会出现具有很高温度的低压乏汽,其中一部分的乏汽会用来进行二次换热,但很大一部分会成为高温热水白白浪费。基于此,需要对酮苯脱蜡装置进行合理改造优化,对这一部分的高温热水进行有效利用,最好用于对三段下蜡罐到蜡回收的低温蜡进行加热,以此来对这部分热量进行回收,达到节约蒸汽的目的^[7]。

3.3.4 取消防冻凝直排蒸汽

在冬季防冻防凝工作过程中,酮苯脱蜡装置部分防冻凝点蒸汽会直排,以此来实现防冻,然而直排会造成热能的浪费,故而将管线、疏水器与凝结水罐进行相连接,以此来实现对装置排放的蒸汽进行回收,获得节能降耗的效果。

3.4 注重降低溶剂含水率,提高滤液循环量

在酮苯脱蜡装置生产过程中,一旦出现溶剂含水量增加的情况,将会导致装置回收系统管线被腐蚀,还会导致结晶系统的冷冻负荷增大等。为避免这一问题的发生,必须对相关工艺操作进行有效优化,降低溶剂含水率,从而防止水分影响到装置正常运行。具体做到:罐区必须强化原料油罐切水管理。酮苯装置需对水分分离罐的界面进行严格控制,将温度控制在合理范围之内,尽量降低上层溶剂的含水率,有干燥系统的装置还需进一步提高干燥塔进料温度,将塔底温度控制在合理范围之

内,以此来确保水分能够向塔顶富集,最终有效控制溶剂含水量。

针对酮苯脱蜡装置中滤液回收效率过低的问题,主要是由于其中存在大量的溶剂,这就大大降低了脱蜡效率,造成原料油浪费。针对这一问题的解决,需要对滤液加以多次过滤脱蜡,以此来显著提高滤液循环量,还需不断提高对溶剂的利用效率,进而减少装置的能量损耗。

3.5 强化设备的保养与维修

为确保酮苯脱蜡装置始终保持良好的运行状态,必须加强对装置所使用的各种重点设备进行维修和养护,包括:套管结晶器、过滤机、冷冻机、水泵、空冷器等。其中针对空冷器、水泵等设备而言,需要定期进行检查,一旦发现其出现皮带打滑问题时,必须马上处理,并对空冷喷头进行及时清理,确保喷水全覆盖,以此来提高空冷冷却效果与氨系统制冷能力,并降低氨冷凝温度。通常而言,过滤机在使用过程中极易出分配头密封带窜、滤机绕线松、绕线断的情况,这些情况会大大影响到装置的生产,故而必须引起重视,建议定期对设备进行维修,同时提升材质品质。套管结晶器在使用过程中常常会出现短轴磨损问题,这一问题会导致物料跑损或是密封泄漏问题,为此企业可借助先进的技术手段,将短轴更换成陶瓷轴,这样就能够对上述问题进行有效解决,降低装置加工损失率。

4 结语

综上所述,随着科学技术的迅速发展,石油炼油企业需要与时俱进,对各种先进技术、先进工艺等进行充分利用,进一步优化改造酮苯脱蜡装置,结合该装置的具体工艺参数来合理调整相关操作参数,改造升级相关设备等,从而有效提高装置的节能水平和效果,提高产品产量和质量,为企业创造更大化的效率。

参考文献:

- [1] 高健,叶晓明,吴长海.酮苯脱蜡装置的技术改造与优化[J].石油化工应用,2016(8):129-131.
- [2] 杨青松,吕翌,张健国.酮苯脱蜡装置提高全炼蜡收率措施探讨[J].当代化工,2018(12):2679-2682.
- [3] 杨青松,吕翌,田阳.酮苯脱蜡技术工业生产现状及改进措施[J].当代化工,2019(11):2703-2705.
- [4] 吕忠,南远方,王岩,等.酮苯脱油装置能耗分析及节能降耗措施[J].当代化工,2019(4):863-866.
- [5] 邵义智,沈宇松,李少萍.酮苯脱蜡溶剂回收系统节能优化研究[J].石油炼制与化工,2020(6):114-119.
- [6] 刘伟.酮苯脱蜡装置乏气在原油罐区的优化利用[J].现代盐化工,2021,48(02):66-67.
- [7] 徐仁飞,刘云廷,高元鹏.降低酮苯脱蜡装置溶剂排空损失的几项措施[J].润滑油,2013,28(01):47-50.