

油浆处理装置技改升级项目能源消费及节能评估分析

周海妙（南宁市致协节能技术服务有限公司，广西 南宁 530000）

摘要：文章介绍了油浆处理装置技改升级项目节能评估的背景、用能特点、能源种类以及节能评估的主要内容，主要内容包括工艺方案、设备选型、总平面布置和主要用能设备节能评估。并以某油浆处理装置技改升级项目为案例进行分析，并计算并分析其能源消费量及能效指标。

关键词：油浆处理；节能评估；能源消耗

1 油浆处理装置技改升级项目节能评估的背景

随着催化裂化加工原料重质化，催化油浆产率越来越大，如何解决油浆出路问题尤为重要。目前我国催化裂化加工能力已达 150 万 t 以上，而催化油浆一般占催化裂化加工量的 6%~8%。催化油浆是炼油厂催化裂化装置排出的残渣油，性质不稳定，其中含有 30%~50% 左右的饱和烃，40%~60% 的芳烃和多环芳烃以及 10% 的胶质和沥青质，油浆中含有 1% 的催化剂粉尘。催化油浆不是理想的燃料油，但它 500℃ 前馏分大于 50%，而且芳烃含量高，是生产芳烃系列产品、橡胶软化剂、橡胶填充油、PVC 树脂辅助增塑剂及高温导热油、沥青产品的尚好原料。因此，如何利用好目前市场滞销、价格又便宜的催化油浆，对催化油浆进行深加工，使其发挥出应有的价值。处理催化油浆项目需要开展节能评估工作，对其能源利用状况是否科学合理进行分析评估。

2 油浆处理装置技改升级项目工艺及能源消费种类

处理催化油浆采用成熟、可靠、节能、先进的油浆闪蒸脱水、芳烃分馏、减压切割技术方案；即稀释后的混合油浆，与产品换热到 220℃ 进脱水塔闪蒸脱水，从塔顶脱除油浆中所含水分和少量化工轻油；然后再对脱水油浆加热到 360℃ 左右，进入芳烃塔分出化工轻油、轻质混合芳烃馏分以及重质混合芳烃馏分；芳烃塔底油浆再次加热到 380℃ 进入沥青塔进行减压切割，分出少量的轻质混合芳烃馏分、重质混合芳烃馏分和少量自用燃料油，塔底最终得到沥青产品。消耗的能源为天然气、电力、炼厂干气、蒸汽；耗能工质为新鲜水、循环水等。

3 油浆处理装置技改升级项目节能评估的主要内容

3.1 建设方案节能评估

3.1.1 工艺方案节能评估

项目的工艺流程包括：油浆预处理、油浆闪蒸脱

水、芳烃分馏、减压切割等。对项目工艺方案进行节能评估，首先应明确其工艺流程和技术方案，在满足产业政策、行业规范、并匹配处理规模的基础上，论证其工艺方案是否技术先进、成熟可靠；对项目工艺流程、生产技术路线等方面与同行业国内外先进工艺进行对比，评估项目是否达到国家规定的能耗限值。

3.1.2 设备选型节能评估

项目主要用能设备：加热炉、各类反应塔等。加热炉通过利用烟气余热，减少能源损耗。加热炉热效率为 93%，热效率高。项目选择的塔类规格能够满足项目设置的处理规模，配套的换热器传热系数较高，换热效率 80%，塔类设备主要耗能为蒸汽，塔类设备通过换热设备进行热量交换，合理利用物料间热量转换，节约生产过程能源消耗。

确定项目设备选型方案，在满足产业政策、行业规范、并匹配处理规模的基础上，论证其设备方案是否技术先进、成熟可靠。

3.1.3 总平面布置节能评估

总平面布置通过影响项目的工艺流程、管线设计以及协作配套等内容，进而对项目用能产生影响。对于油浆处理装置技改升级项目，在满足地形、地质、气象和周围环境等方面的基础上，应结合《工业企业总平面设计规范》，尽量因地制宜，节约用地，注意环境保护，注意工厂绿化，总平面布置整体性强，便于生产和管理。经生产工艺利于能源输送、储存、分配和消费，有利于过程节能、方便作业、提高生产效率、减少工序和产品单耗，实现节能降耗。

3.1.4 主要用能设备节能评估

油浆处理装置技改升级项目的主要用能设备包括水泵、变压器、电动机等。在确认为非落后淘汰设备的基础上，要满足相应的能效标准，即《清水离心泵能效限定值及节能评价》（GB19762-2007）、《电力变压器能效限定值及能效等级》（GB20052-2020）、《电

《电机能效限定值及能效等级》(GB 18613-2020)、《高压三相笼型异步电动机能效限定值及能效等级》(GB 30254-2013)、《永磁同步电动机能效限定值及能效等级》(GB 30253-2013)二级能效及以上。

3.2 节能措施评估

为了充分利用能源,降低消耗,项目设计方案中采用多种节能措施,主要有工艺、设备、热力、电气等技术方面的节能措施;以及节能管理和能源计量管理等管理方面的节能措施。节能措施评估需要针对节能方面存在的问题、可继续完善的环节,提出相应的节能措施或建设方案调整意见,并从其节能效果和经济性方面进行评估,选取节能效果好、技术经济可行的节能技术和管理措施。

3.3 项目能源消费及能效水平评估

油浆处理装置技改升级项目的综合能源消费量为输入能源品种折标煤量与输出能源品种折标煤量的差值。根据《综合能耗计算通则》,分别计算采取节能措施后项目的综合能源消费量。

计算公式为:

$$E = \sum_{i=1}^n (E_i \times k_i)$$

式中, E 为综合能耗(单位: tce), n 为消耗的能源种类, E_i 为生产和/或服务活动中实际消耗的第 i 种能源量(含耗能工质消耗的能源量), k_i 为第 i 种能源的折标煤系数。

油浆处理装置技改升级项目能耗指标包括:单位产值综合能耗、吨原油加工综合能耗、炼油能量因素 E_r 、单位能量因素能耗等。

单位产值综合能源消耗:

$$e_g = \frac{E}{G}$$

式中, e_g 为单位产值综合能耗(单位: tce/万元), G 为统计报告期内产出的总产值或增加值(可比价)(单位: 万元)。

吨原油加工综合能耗:

$$e = \frac{E}{G}$$

式中: e 为吨原油加工综合能耗,单位为千克标油每吨(kgoe/t); E 为炼油综合能耗,单位为千克标油(kgoe); G 为原油及外购原料油加工量。单位为吨(t)。

炼油能量因素 E_r :

$$E_r = (\sum C_i K_i + E_C + E_W + E_{SL} + E_{eL} + E_Q + E_C) F_t$$

式中: $\sum C_i K_i$ 为炼油生产装置能量因数,其中, C_i

为 i 装置加工量系数; K_i 为 i 装置能量系数; E_C 为储运系统能量因数; E_W 为污水处理场能量因数; E_{SL} 为热力损失能量因数; E_{eL} 为输变电损失能量因数; E_Q 为其他辅助系统能量因数; F_t 为温度校正因子。

单位能量因素能耗:

$$e_{ef} = e/E_r$$

4 实例分析

广西某油浆处理装置技改升级项目主要以炼化的原料油(催化油浆、稀释剂)为原料生产化工轻油、沥青、燃料油等产品。建设 30 万 t/a 油浆装置及与之配套的储运罐区。油浆装置主要由脱水塔、芳烃塔、沥青塔、汽提塔、芳烃加热炉、沥青加热炉组成。该项目利用物理过程根据精馏传质原理进行分离各产品,不属于《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中的限制类和淘汰类,符合国家、行业和地方产业政策及相关标准、规范。

4.1 工艺流程

4.1.1 油浆预处理

油浆在储罐预加热后与稀释剂按计量进行配比后分两路分别与脱水塔、芳烃塔顶油气、芳烃塔、沥青塔侧线产品、沥青塔底沥青根据产品温位由低到高进行换热,稀释油浆换热到 220℃ 左右后进入脱水塔闪蒸脱水。

4.1.2 油浆闪蒸脱水

脱水塔顶油气与稀释油浆进行换热后进入冷凝冷却器冷却到 40℃ 左右进入脱水塔顶分液罐进行气、水、油分离,从分液罐出来的化工轻油经泵增压,部分作脱水塔顶回流,部分去产品罐储存。脱水塔底脱水油浆与沥青塔底出来的沥青换热后经加热炉加热到 360℃ 左右进入分馏。

4.1.3 芳烃分馏

芳烃塔顶油气与另一路稀释油浆换热,然后进入冷凝冷却器冷却到 40℃ 后进入芳烃塔顶分液罐进行气、水、油分离,从分液罐出来的化工轻油经泵增压,部分作芳烃塔顶回流,部分去产品罐储存。

芳烃塔一线轻质混合芳烃馏分进入汽提塔上段汽提,液体与稀释油浆换热后经水冷却至 40℃ 进入中间罐存储。芳烃塔二线轻质混合芳烃馏分(或作重质混合芳烃馏分)进入汽提塔中段汽提,液体与稀释油浆换热后经水冷却至 40℃ 进入中间罐或产品罐存储。

芳烃塔中段回流油与稀释油浆换热后返回抽出口上方第三层塔盘作循环回流。芳烃塔三线重质混合芳

烃馏分进入汽提塔下段汽提,液体与稀释油浆换热后经水冷却至 50℃进入产品罐储存。芳烃塔底渣油由塔底泵送去加热炉加热至 380℃左右进入沥青塔进行减压切割。

4.1.4 减压切割

沥青塔顶油气进入一级冷凝冷却器冷却,冷却后进行油水分离;从一级冷凝冷却器出来的不凝气送进二级冷凝冷却器冷却;从二级冷凝冷却器出来的不凝气送到水环真空泵水封罐进行气、液分离;水封罐顶出来的不凝气送去沥青塔顶瓦斯罐作加热炉燃料。

沥青塔一线轻质混合芳烃馏分与稀释油浆换热、经水冷却至 40℃后,部分作沥青塔顶回流,剩余部分送到轻质混合芳烃馏分中间罐存储。沥青塔二线调质油馏分馏分与稀释油浆换热、经水冷却至 50℃后去储罐存储。沥青塔中段回流油与稀释油浆换热至 260℃后,返回抽出口上段填料入口作循环回流。沥青塔三线油经泵增压,部分返回集油箱下入口作冲洗油,余下部分去与稀释油浆换热、经水冷却至 70℃进储罐。沥青塔底沥青与脱水塔底脱水油浆换热后再与稀释油浆换热,然后用水冷却到 120℃后进入沥青罐储存。

企业生产工艺通过对利用成品和原料进行热交换,对原料进行加热,加快颗粒沉降速度,去除油浆中的颗粒物,减少催化剂颗粒流入装置,防止冷换设备、加热炉管被堵塞,减少设备能耗。根据产品温位由低到高的顺序依次进行换热,充分回收产品余热,节省能源消耗。

4.2 设备节能分析

项目加热炉为圆筒炉结构,炉管设置吹灰器吹灰;燃烧器选用油气联合燃烧嘴,通过燃烧产生热量直接加热物料;设引烟机、引风机,引烟气与空气换热,加热炉炉管按 316L 材质选用。在炉顶部设置对流式蒸汽管道,利用烟气多余的热量传给饱和蒸汽,使饱和蒸汽温度再提高变为过热蒸汽,用于生产中。通过利用烟气余热,减少能源损耗。加热炉热效率为 93%,热效率高。项目加热炉能效水达到行业内先进水平,符合节能要求。

项目选择的塔类规格能够满足项目设置的处理规模,配套的换热器传热系数较高,换热效率 80%,塔类设备主要耗能为蒸汽,各塔类设备通过换热设备进行热量交换,合理利用物料间热量转换,达到加热物料的目的,节约生产过程能源消耗。项目采用节能型塔内件,选用高效节能型填料,降低塔内操作压降,

降低过汽化油量,优化炉出口温度,降低能源消耗。

4.3 能源消费分析

项目消耗的能源为天然气、电力、炼厂干气、蒸汽;耗能工质为新鲜水、循环水等。项目消耗天然气 45.06 万 m³,折标准煤 5433.29tce;电力 547.17 万 kW·h,折标准煤 672.47tce(当量值)/1723.59tce(等价值);炼厂干气 27.06 万 m³,折标准煤 353.84tce;蒸汽 30320.35t,折标准煤 2913.79tce。项目能年综合能源消费量为 4473.38tce(当量值)/5524.49tce(等价值)。项目单位能量因数能耗为 5.66kgoe/(t·能量因数),对比《炼油单位产品能源消耗限额》(GB30251-2013)标准,达到先进值的要求。单位工业增加值综合能耗为 0.768tce/万元,低于本地区单位工业增加值综合能耗指标(0.98tce/万元)。

5 结论

提出了油浆处理装置技改升级项目节能评估的基本方法,并以某油浆处理装置技改升级项目为案例计算其能源消费总量和能耗指标,分析其能效水平。处理催化油浆是处理炼化厂催化油浆的有效途径,其产品需求量大,对其开展节能评估工作具有重要意义。项目通过其单位工业增加值综合能耗、单位产值综合能耗,对标当地能耗指标,单位能量因数能耗对标《炼油单位产品能源消耗限额》(GB30251-2013)标准。该类项目专业性、技术性较强,对其开展节能评估工作需要熟悉了解工艺流程、行业规范和能效标准,可与《炼油单位产品能源消耗限额》(GB30251-2013)计算其能效指标,并对比国内外同类项目分析其能效水平。

参考文献:

- [1] 张艳梅,赵光辉,卢竟蔓,等.催化裂化油浆高值化利用技术研究现状[J].化工进展,2016,35(3):754-757.
- [2] GB19762-2007.清水离心泵能效限定值及节能评价[S].中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局,中国国家标准化管理委员会,2008.
- [3] GB20052-2020.电力变压器能效限定值及能效等级[S].国家市场监督管理总局,中国国家标准化管理委员会,2021.
- [4] GB 18613-2020.电动机能效限定值及能效等级[S].中华人民共和国国家标准化管理委员会,2021.

作者简介:

周海妙(1986-),女,汉族,广西南宁人,硕士研究生,工程师,研究方向:节能环保。