

轻烃回收装置节能优化与创新探讨

宋 磊

中国神华煤制油化工有限公司鄂尔多斯煤制油分公司 内蒙古 鄂尔多斯 017200

摘 要：在我国经济高速发展过程中，石化工业也迎来了发展的高峰期，而轻烃作为石化工业生产中的重要原料，在实际生产过程中需要被大量消耗掉，而在轻烃生产、运输、存储、利用过程中，轻烃材料会出现大量损失，因此如何对轻烃进行有效的节能回收已经成为目前石化企业重点研究问题。基于此，本文首先对轻烃回收装置进行了分析，之后介绍了轻烃回收工艺的基本流程，最后结合传统工艺中存在的问题，提出了有效的轻烃回收装置节能优化创新策略。

关键词：轻烃回收装置；节能优化；设计创新

前言：在石化工厂生产过程中，轻烃回收装置主要是对厂区中的干气和液化气进行全面收集，之后再对上游装置中产生的粗石脑油进行处理，使其能够稳定输送到下游装置，这样不仅能够提升石化工厂的液相收率，还能够为下游装置提供稳定的石脑油，进而提高企业的整体利润和生产质量。但是传统的轻烃回收装置中还存在一些问题，因此需要相关人员对装置的节能方面进行创新优化。

1 轻烃回收装置的基本概述

在石化行业中，轻烃回收装置主要是指将生产过程中的工业废气进行收集，在对其中有害成分进行分离之后，对剩下的一些具有回收价值的轻烃进行再次利用的设备。目前轻烃回收装置可以分为动态式和静态式两种，其中动态式还可以分为压缩式以及制冷式。压缩式主要是将压缩机与油气相结合，产生高压气体，在经过多级压缩模和管道冷却之后，得到纯度较高的轻烃。而制冷式则是在生产过程中利用制冷装置将油气压缩成为高压气体，之后在利用机械水合技术，产生水的工作原理，制冷器在经过冷凝效果之后，获得纯度较高的轻烃。而静态式轻烃回收装置主要是在轻烃沸点较低时进行回收，并利用精准的机械结构和设计，对油气、空气浓度进行调配，使其达到沸点，进而将气态轻烃转变为液态，之后在通过相应的冷凝和过滤程序对轻烃进行有效回收^[1]。

2 轻烃回收工艺的基本流程

在轻烃回收系统中，上游的装置会向系统内部输送混合气体至气压机入口分液罐内，包括常顶气、塔顶气、含硫气、PSA部分的解吸气，这些混合气体经气压机入口分液罐分液后，由气体压缩机升压。气体压缩机的出口气体首先通过压缩富气空冷器进行冷却，在空冷前

还注入一部分除盐水防止铵盐结晶，然后由压缩富气水冷器进行进一步冷却，通过富气/吸收塔顶干气换热器与吸收塔顶干气进行换热。冷却后的气体与解吸塔的顶部解析气进行混合，同时还与吸取塔底的油进行混合，这里还注入一部分除盐水防止铵盐结晶，在生产中与空冷前注水切换操作，然后通过混合油气接触器进行冷却，最后流入气液平衡罐中^[2]。

气体经过上游装置的处理之后，膜分离尾气进入气液平衡罐内部与其混合，来自上游装置的石脑油，进入石脑油进料罐内，由石脑油泵进行升压，经吸收剂接触器冷却后，进入吸收塔上部。

富气从气液平衡罐的顶部流入吸收塔的底部，而吸收剂和补充吸收剂则是从吸收塔的上方注入，与塔内的气体进行逆流接触。为了清除吸收过程中所释放出的热能，吸收塔的中部设计了三个中段回流区域。吸收塔底的饱和吸收油是由吸收塔底泵提取出来的，并在混合油气接触器之前与压缩富气进行混合。吸收塔塔顶的干气是通过富气/吸收塔顶气换热器和压缩富气换热后，通过压控阀将气体进行输送到下游装置处理^[3]。

气液平衡罐内所释放的饱和吸收油，在经过升压泵的升压处理后，部分被输送到解吸塔的顶部当作解吸塔的冷进料，而另一部分则通过补充吸收剂/解吸塔的进料换热器与补充吸收剂进行换热，最终进入解吸塔的中部区域，当作解吸塔的热进料。3.5MPa（表）的蒸汽为塔底重沸器提供了必要的热能。在混合油气接触器前，解吸塔顶的解吸气，气体与压缩富气进行混合。

脱乙烷油从解吸塔底通过泵进行抽取，然后通过稳定塔进料换热器与稳定塔底油进行换热，升高温度后最终到达稳定塔。在稳定塔内，C4和C4以下的馏分是从塔顶分离出来的，然后通过稳定塔顶的水冷器进行冷凝冷

却,最后流入回流罐中。一部分液化气是从稳定的塔顶回流泵中提取出来,作为塔顶的回流,而另一部分液化气则是通过液化气泵的送出装置被送往脱硫装置当作产品。

稳定塔底油首先通过稳定塔进料换热器,和解吸塔底油进行换热,然后通过稳定塔底油空冷器和稳定塔底油水冷却器进行冷却。冷却完成后,稳定塔底油的一部分被直接作为石脑油产品输送到下游装置,而另一部分则通过补充吸收剂泵进行增压。经过补充吸收剂/解吸塔进料换热器和补充吸收剂接触器的冷却处理后,这些油被送入吸收塔的顶部作为补充吸收剂。

混合油气接触器、吸收剂接触器、补充吸收剂接触器和吸收塔中段冷却器的冷却剂是来自上游装置的液氨。液氨经调节阀减压后送入各接触器。接触器内液氨的蒸发压力为0.3MPa(表)。汽化后的气相氨经压控阀返回下游装置。

PSA部分是来自脱硫处理过后净化中压气为原料,进入到气液分离罐内,通过变压吸附程序分离出氢气和解吸气,解吸气直接去到轻烃回收装置与其他装置原料气混合到一起,氢气送到氢气压缩机入口分液罐,再进入到氢气压缩机升压后并到氢气管网。

注水流程:上游装置来的除盐水进入到注水罐内,通过注水泵升压后分成2路,一路至富气空冷器入口处,一路至混合油气接触器入口处。去富气空冷器的一路在空冷前又分成了两路,在富气进空冷的两个分支阀后注入,还有一路从注水泵入口引到补充吸收剂的泵出口,注入到吸收塔内,冲洗吸收塔塔盘,防止铵盐结晶。注水罐压控采用瓦斯气,注水罐泄压至低压瓦斯放空线之间有现场排大气放空阀。注水罐的压力控制0.4MPa,两台注水离心泵平时一开一备,设计注水量为5.2t/h。在生产过程中通过注水防止铵盐结晶造成气压机出口管线至气液平衡罐间压降增大。原料气成分及流量的变化、空冷前注水量和混合油气接触器前注水量的多少,以及温度的变化都可能对注水效果产生影响。此外注水除了用除盐水以外,还可以在上游装置改为其他水进行注水,方便生产需要去更改使用。

3 传统工艺中存在的问题

传统轻烃回收装置中,虽然能够对轻烃进行有效回收,但是其流程相对繁琐,需要经历吸收、解吸、稳定等流程,这就导致轻烃回收的生产成本过高,而且在这个装置进行投资时其成本也较高。此外,在实际回收过程中,由于整体流程较为复杂,所以需要工作人员提前对装置进行调试,对相应的工艺参数进行有效设置,一旦出现设备参数设置不合理的情况,在实际生产过程中

就会降低轻烃回收的整体效率,而且这项工作的技术难度较大,需要工作人员结合实际情况对设备进行调试,这样一来对工作人员的专业要求就比较高。此外,在使用传统工艺进行轻烃回收时,冷风机组以及气体压缩机往往无法达到设计要求,这就会导致在回收利用过程中压力不足,无法对气体进行有效冷却,最后,由于在传统工艺中工作人员没有对回收利用方案进行合理优化,导致目前轻烃回收装置的重点目标是满足石化生产需要,这就会导致生产成本无法控制,相应的节能减排需要也无法满足^[4]。

4 轻烃回收装置节能优化创新策略

4.1 对轻烃回收装置增加再吸收塔的优化

干气不“干”是一般轻烃回收装置的一个普遍存在的问题,干气不“干”不仅降低了装置液化石油气的回收率,而且使下游干气脱硫装置的胺液易发泡,增加胺液耗量,增加了干气脱硫的成本,影响全厂的经济效益;严重时还可能恶化脱硫装置操作,甚至威胁装置长周期运行;为了解决轻烃回收装置中的干气不“干”的问题,在原三塔流程的基础上需增加一个再吸收塔,已构成完整的四塔流程。四塔流程中的再吸收塔一般采用柴油作为再吸收剂,把干气中的石脑油组分吸收下来,然后富吸收液再原路返回,既降低了干气中C3和C4的含量,还提高了油收率,还降低了解吸塔和稳定塔的操作难度,对以后生产装置的长周期运行也做了一定的保障,虽然投资成本是增加了,但要通过长时间分析是合理的。

4.2 对解吸单元中重沸器热源的优化

在目前的轻烃回收装置的工艺流程中,稳定塔的塔底重沸器有2个,一个是上游装置的重馏分油作为热源,给塔底油加热后又返回到上游装置;一个是3.5Mpa蒸汽作为热源,给塔底油加热后成凝结水输送出去;只有当重馏分油不足以提供热量的时候,才会投用3.5Mpa蒸汽,不过大部分运行时间里热源是够用的,并且是有余量的;而解吸塔的重沸器只有一个,是3.5Mpa蒸汽作为热源,随着装置的长周期运行,也是很大的能量消耗。解吸塔塔底温度低于稳定塔底温度,综合考虑解吸塔可以增加重馏分油重沸器,当稳定塔热源有多余热量时,可以给解吸塔使用;如果解吸塔热量够,3.5Mpa蒸汽可以不投有,不够就稍开蒸汽维持塔底温度,虽然整体考虑增加了操作难度,但长远下来,可以大幅减少蒸汽的消耗^[5]。

4.3 对轻烃回收装置操作条件进行优化

产品合格是生产装置的首要条件,并且能做到长周

期稳定操作是我们的目的。轻烃回收装置的产品包括：干气和液化气。首先对于干气来说：调整吸收剂量，摸索最佳气液比，根据气量的变化及时调整吸收剂量，达到吸收最佳效果；优化注水，定期切换注水的注入点，防止铵盐结晶；吸收塔进行工艺指标卡边操作，主要是吸收塔顶温的调整，最大程度地控制C3+含量在指标范围内的前提下尽可能少。对于液化气：调整解吸塔冷进料和热进料的比例，调整到最佳进料比例，控制C2以下组分的解吸范围；优化稳定塔操作，降低底温，降低液化气中C5+含量，在保证C3+C4组分含量大于95%的情况下，更多的C2组分能够进入到液化气中，提高经济效益。总体来说，轻烃回收装置需要总体配合调整，干气和液化气的控制指标也要配合生产，尽可能实现各自合格情况下最优化的生产。

4.4 对稳定塔中实行满液控制法

在稳定塔的回流罐中，采用全液位监控技术比使用半液控制技术效率更高，同时这种技术还具有降低能耗、节约用电的好处。半液控制技术的工作原理是通过分析脱稳定塔内部的压力水平来操纵不凝气调节阀。在压力增加的情况下，不凝气会经由已经开启的不凝气调节阀流入轻烃设备的压缩机进行传输。由于液化气泵在工作过程中会将一部分液化气泵入球罐内部，因此需要对这部分液化气泵的阀门进行相应地调节以保证其正常运行。在正常情况下，液化气泵能够保证液化气从回流罐排出后不会出现溢油现象。当液位上升时，液化气泵的外输调节阀的开启程度也会随之增加，这有助于提高液化气向球罐的传输速率。因此在正常情况下，不凝气阀应该关闭得很紧。而应用满液控制技术，在回收过程中设备不会频繁地打开不凝气调节阀。这样就能在保证液化气不流入球罐中的情况下，降低球罐中液化气的温度和压力，进而使得液化气从球罐流出后更加稳定。通过调节稳定塔的压力，该装置可以调节液化气泵外输控制阀的大小。随着压力的逐渐增大，液化气泵的控制阀开口尺寸也会相应增大，这有助于提升液化气向球罐输送的速率。此外，由于不凝气控制阀没有关闭状态，因此会造成大量不凝气体进入到轻烃装置压缩机内，而这部分不凝气将直接影响整个系统的正常运行。当液位降

低时，回流罐内的不凝气会增多，这可能会导致不凝气控制阀被打开，从而使凝气流入轻烃装置压缩机的输入端。为了避免这样的情况发生，必须使用脱氧塔作为液化气的出口管道。通过实施满液控制技术，我们可以确保在稳定塔的塔压升高时，不会打开不凝气调节阀，而是利用塔的压力来控制液化气的外输量，从而实现减少不凝气浪费和节约电能的目标。

5 装置能耗分析

某工厂采用了上述轻烃回收装置节能方案，在正式使用之后，工作人员对改造后的装置进行了分析，结果表明应用该装置之后，相同规模下轻烃回收装置能的水电等能源消耗有明显降低，其中10kv的用电消耗降低了76%，220v照明用电没有变化，380v的用电消耗降低了15%，而在水源使用方面，应用该方案之后，水资源使用降低了35%。而通过对该装置的进料部分进行对比，在优化之后进料装置的整体能耗降低了5.3%，如果该数据保持稳定的，那么应用这项装置每年可节约647万元左右，证明该装置具有良好的应用效果。

结束语：在石化工业中对轻烃回收装置进行合理化，不仅能够降低气整体能耗，还可以有效节约生产成本。本文通过对传统的轻烃回收装置工作流程进行了分析，并阐述了传统回收工艺的问题，最后提出了有效的优化策略，希望能够推动我国相关行业的健康持续发展。

参考文献

- [1] 欧阳诗昆,王牧,胡璐,等.循环水电脱盐设备在轻烃回收装置的应用[J].化工机械,2023,50(3):422-426.
- [2] 张子波,何骁勇,臧玮.基于BP神经网络的轻烃回收装置生产参数预测方法[J].化工自动化及仪表,2023,50(5):689-694.
- [3] 李治明,莫志喜,侯宝珍,等.轻烃回收装置液化气C5组分超标原因分析[J].广州化工,2023,51(18):103-106.
- [4] 高攀.3.5Mt·a-1两段全循环汽煤柴加氢裂化装置开工及运行优化[J].当代化工,2023,52(5):1137-1141,1169.
- [5] 赵新涛,李晓明,王立松.烷基化装置凝结水管道水击及腐蚀原因分析与对策[J].炼油技术与工程,2023,53(5):42-45.