

液化天然气工艺——

脱酸系统再生塔的淹塔现象及处理方法

薛 亮 (宁夏哈纳斯液化天然气有限公司, 宁夏 银川 750021)

摘 要: 在精馏过程中, 液体在某一塔盘中慢慢向上积聚, 直到充满塔的一部分, 堵塞上升的气体, 气液两相传质传热过程无法正常进行, 这个现象就叫淹塔。淹塔现象经常可见, 一旦发生淹塔现象, 所生产的产品必定不合格, 塔的分选效果也会大打折扣, 本文根据实际案例分析了淹塔现象出现的主要原因, 并做出应对措施和预防方法。

关键词: 液化天然气; 脱酸系统; 淹塔现象

含酸性气体的天然气也被称为酸性气体或者含硫气体。酸性气体不仅对人体健康有损害, 还会腐蚀设备管道, 它还具有高沸点并且容易以固体形式沉淀, 因此需要在其冷却过程中将其移除。去除酸性气体的方法一般可分为化学吸收式、物理吸收式、复合吸收式、直接转化式、非再生式以及膜分离法。酸性气体的去除也被叫做脱硫, 天然气的脱硫效果取决于天然气的性质、脱硫方法的选取、设备工艺、投资、运行成本以及对环境的影响等。当前, 一些天然气液化厂常用的去硫方式有醇胺法、高温钾法和磺胺法^[1]。

1 天然气脱酸工艺流程

天然气净化系统主要包含三个过程: 脱氧过程、净化过程、导热油过程 (包括导热油部分、工艺污水处理部分)^[2]。

用活性胺溶液作吸收剂, 通过初级吸收和初级再生过程去除原料气里包含的酸性气体。天然气从 CO₂ 吸收塔底部进入, 由下到上流经吸收塔, 再生后的活性胺溶液从 CO₂ 吸收塔顶部进入, 通过吸收塔。活性胺溶液和天然气在塔下方逆流流动, 与吸收塔完全接触后, 气相 CO₂ 被吸入并进入液相, 没有被吸收的组分从吸收塔顶部取出, 并进入吸收塔顶部的冷却器, 使温度下降到 38℃ 以下, 气体送至脱水塔, 冷凝液送至富氨闪蒸罐。

吸收 CO₂ 的活性胺溶液叫做富液, 和再生塔底部流出的溶液进行热交换后, 温度升高至 90~99℃, 去除再生塔顶部的 CO₂, 对再生塔汽提和再生, 使贫溶液浓度达到标准。离开再生塔的贫液通过贫液换热器和贫液泵进入贫液冷却器, 在那里贫液温度降到 ~50℃, 在吸收塔顶部进入, 再生塔上面的废气通过冷却器进入酸气分离罐, 酸气分离罐内的气体分批排出, 冷凝液返回再生塔, 再沸器的热源被热油提供。

原料气经过滤器进到吸收塔, 和 MDEA 溶液反接触对气体进行脱酸, 其中, MDEA 溶液的比例都是各不相同的, 可以说是直接影响酸性气体吸收效率的一个重要部分。在吸收和再生过程中, MDEA 溶液被消耗 (部分酸性气体被去除, MDEA 变质产生固体杂质), 因此必须过滤。该工艺中最重要的设备是吸收塔、再生塔、贫

富液换热器以及再沸器等。我们通常对吸收塔使用规整填料。在模拟计算时, 输入理论塔板数、柱径和填料高度, 选取能够达到工艺指标的数据集。当吸收塔中的气体达标时, 将此数据集输入相应的计算塔软件中, 检查效率、持液量等指标 (通常由包装制造商计算)。再生塔能够看成吸收塔的逆向运用, 将吸取的酸性气体粗略分解为溶液, 实现再生循环, 和吸收过程不同, 再生阶段属于吸热过程, 其中, 设置在塔低的热沸设备提供热量。再生塔顶部液体进入时的温度在 90~99℃ 这一区间, 这是最适合析出酸性气体的温度。高温度的 MDEA 溶液严重降解, 会加快变质速度, 贫富液换热器的降温以及升温能够加快析出速度。需要注意地时, 再生后必须安装过滤器, 去除固体杂质, 吸收至塔顶部, 完成循环。

2 淹塔现象以及解决办法

在精馏过程中, 液体在某一塔盘中慢慢向上积聚, 直到充满塔的一部分, 堵塞上升的气体, 气液两相传质传热过程无法正常进行, 这个现象就叫淹塔。当发生淹塔时, 塔顶温度降低, 回流罐液位变低, 塔底液位以及压力上升。当淹塔时, 产品质量会下降, 塔的分选效果将大大降低。沉淀管发生堵塞, 回流液不能向下流, 降液管容易因铁屑、焊渣等废物以及在生产时设备腐蚀产物的沉积, 或运行过程中液体及其自身聚合物在溶液中的固体沉积而发生堵塞。

解决方法包含以下几点: 液量过大, 降液管过载, 进料量大; 通过调节以及关闭供应泵来停止供料; 加大进塔蒸汽流量, 同时调节回流流量; 如果塔的最高温度正常, 则调节排放流量; 如果釜温正常, 可通过调节塔釜液位增加塔底排污量。

3 实际案例解析

案例发生背景: 杭州制氧机集团有限公司设计的全套 DON-4500/9000-II 装置利用 DCS 控制, 并在 1994 年 10 月和 12 月成功投产。到目前为止, 运行顺利。由于电路故障、单机故障以及设备电气故障等原因而导致的临时停电现象经常出现。停车后可快速重新启动, 从启动到产气的时间可尽量减短, 对节能降耗有较大的积极作用。由于精馏塔下方淹塔使启动失败, 导致故障较多,

导致开车时长延长。

1998年2月11日,在发生临时停车现象后重新启动时。10时30分到12时40分,精馏塔下塔发生淹塔现象。10点20分开始淹塔,10点50分淹塔现象持续进行,没办法控制,只能撤气至下塔,重新启动没有成功,现场发生的主要情况包括以下几点:

下塔液位:当气体流入下塔时,下塔液位调节阀开始根据工况自动调节,下塔液位迅速上升至预设值600mm,然后才开始继续下一个步骤,下塔回流阀打开,此时下塔液迅速升至设定值,为700mm左右,接下来又在短时间内降至500mm,而且在450~500mm的范围内没有规律的波动。因为塔液位小于设定值600mm,下塔水位自控阀逐渐关闭,即使在全关时,液位也没有太大波动,直到下塔回流阀闭合,才逐渐降低。

下塔阻力:当气体进入下塔时,下塔阻力迅速升至13kPa,下一步是打开下塔的回流阀,下塔的阻力在10min内上升到30kPa,无法准确获得最高电阻值,驱动失败,直到塔回流阀关闭,塔液位控制阀全开,该电阻才逐渐下降。

现象分析:下塔液位,第一步从下塔液位开始,当气体进入塔内时,水位上升到600mm,下塔水位被下塔水位控制阀控制水位,让下塔水位处于正常值,打开下塔回流阀时,下塔水位迅速上升到700mm。然后快速降到约500mm。此时,液位是假液位。换句话说,它不反映实际液位。一般情况下,打开下塔回流阀向F塔输送回流液,让下塔液位升高。下塔水位控制阀缓慢开启,此时液体不上升,而是降到500mm,比600mm低的水位,下塔水位控制阀自动关闭。

假液位形成的原因为气体进入下塔。虽然下塔的水位达到了600mm,然儿这个时候下塔几乎没有回流,下塔的水位控制阀的开的很小,在下塔的回流阀打开之后,较多的液体从下塔的迅速流出。下塔水位迅速上升,在短时间内水位就超过700mm,高于600mm的设定值,然而因为下塔水位自控阀的调节速度偏慢,无法跟上节奏,遇到此种情况时,无法快速开启,导致下塔水位迅速上升,甚至超过下塔水位计的上压管,致使液体被逼入引压管。

下塔阻力:下塔阻力大于测量的最高值30kPa,而电路开路的原因是下塔水位升高较快,大于下取压管。且下塔的取压点在同一高度,即距离下塔底部1m左右,因此,下塔的原始阻力和由于液体高于取压管部分的静压一让下塔的阻力快速增大,甚至大于可测量的最大值。倘若依据30kPa的压力值进行计算,液体会高于取压位2m左右,说明下塔的液位肯定会高于下塔的第一个板子,可以看出,淹塔现象比较棘手。

冷凝蒸发器液位:根据冷凝蒸发器的具体液位值,能够知道液体已经从上塔流到下塔,致使过多的液体进入下塔,出现淹塔现象。在正常工作时,留在塔内

部的液体主要存在主冷凝蒸发器中以及下塔的底部,还有一部分留在塔板中。在情况发生时,主冷却水位约2400mm。停车后,液体都进入主冷凝蒸发器,且水位大于3000mm。因为冷量主要就是由液体的量来决定,因此,倘若没有冷量迅速减少的现象,就可知液体肯定在上下塔之中,很少可能存在于塔板之内,在这种情况下,主冷液位下降到1100mm,可以从此种现象推断出一大部分的液体进入下塔,下塔聚集了太多的液体,液位迅速上升,从而产生淹塔现象。

从上面分析可以看出,导致淹塔现象的最关键原因是下塔液阀打开过快,导致下塔回流液过多。下塔的水位上升得太厉害,无法在第一时间进入上塔。此外,在自动控制的情况下,下塔的水位控制阀没有在第一时间打开把液体送进上塔,导致出现淹塔现象。

产生淹塔现象后的应对方法:当出现淹塔现象时,必须第一时间把气体送至下塔。也就是要把下塔液位控制阀和下塔回流阀关小,操作下塔液位控制阀将其打开一定度,把下塔内的液体都送到上塔,一定要使压力管内无残留液体,液位计数值稳定在合理值。观察塔中的情况,根据情况调节膨胀程度,倘若塔内液体过多,可以适当的把多余的液体排放出来,等到液位降低到合适值,并且在合理范围内波动时,再进行下一步操作,试图重新开车。

预防淹塔的措施:第一步,出现突然停车现象后,再次重新启动时。慢慢地将空气引导到下塔中,当给下塔供气时,必须将下塔液位控制阀全部打开,下塔液位可以先不升至600mm。可以当打开下塔回流阀设定下塔运行条件后,慢速度的关闭下塔液位控制阀,确保下塔液位在正常值时切换走动模式,当打开下塔液位阀时,开阀门的速度应该尽量缓慢,即阀门打开的幅度一次最好不要大于5度。每次打开阀门后,都要稍等几分钟,当情况稳定后,再继续下一步操作,在接下来的操作过程中,也要时刻注意各项参数的波动情况,如果发现有异常情况要第一时间进行应对处理,并及时对下塔水位控制阀做相应的调节,改善滞后现象。

4 结语

如果出现淹塔现象,无法及时做出应对和解决,势必会造成损失,从案例分析可看出,当出现淹塔现象时,只要根据应对措施科学应对,能够取得较为良好的效果,在塔正常运行时,我们也要时刻关注各项参数的波动,理智分析和判断,提高在操作过程中的观察和分析能力,以提高应对思维和能力,保证设备稳定、长久运行。

参考文献:

- [1] 邓志安,周庆哲.液化天然气(LNG)的制备与储存运输[J].山西化工,2021,41(02):90-91+94.
- [2] 彭芳.天然气液化工艺中脱酸性气技术分析[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(19):193-194+197.