

# 关于降低洗涤塔塔盘压差保证系统稳定运行的探讨

武建军

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司煤制油分公司 宁夏 银川 750411

**摘要:** 洗涤塔是一种用于脱除粗合成气中夹带的固体颗粒的工艺装置,通常气化炉产出的粗合成气送至洗涤塔中经洗涤后送至下游的变换装置,而自洗涤塔侧面排出的洗涤水则经激冷水泵加压后送至气化炉的激冷室中作为激冷水,自洗涤塔塔底排出的黑水则送至闪蒸罐中进一步处理回收使用。在洗涤塔的运行过程中,通过不断的补入工艺水来维持洗涤塔液位的稳定。如果出现洗涤塔液位过低的情况,将导致激冷水泵无法运行,进而触发气化炉跳车,影响装置正常生产运行。情况严重时,甚至可能导致合成气窜入闪蒸罐中,造成严重的安全隐患和环境危害。如果出现洗涤塔液位过高的情况,将出现带水影响合成气洗涤效果,影响下游变换装置的平稳运行。因此,洗涤塔的液位控制对煤气化装置的安全、稳定运行至关重要。

**关键词:** 洗涤塔;饱和蒸汽压力;塔盘压差;气化炉

引言:合成气是以一氧化碳和氢气为主要组分,用作化工原料的一种原料气,合成气的原料范围很广,可由煤或焦炭等固体燃料气化产生,也可由天然气和石脑油等轻质烃类制取,还可由重油经部分氧化法生产,由于合成气是由含碳矿物质如煤、石油、天然气以及焦炉煤气、炼厂气、污泥和生物质等转化而得,生成的合成气体中会携带大量的固体粉尘颗粒,需要使用洗涤塔对合成气进行净化处理<sup>[1]</sup>。现有的对合成气进行洗涤的方法通常是使用喷淋或过水的方法,使用水流吸附和处理净化合成气中的固体粉尘颗粒,合成气从气化炉出来经过文丘里洗涤器(通过文丘里效应,用水滴吸附固体粉尘颗粒,粗煤气在通过缩小的过流断面时,流体出现流速增大的现象,其流速与过流断面成反比,而由伯努利定律知流速的增大伴随流体压力的降低,即常见的文丘里现象,通俗地讲,这种效应是指在高速流动的流体附近会产生低压,从而产生吸附作用减小管内直径的方法,使通过的合成气流动速度加快,喷出的水珠吸附合成气携带的固体粉尘颗粒,从而达到分理的目的)。文丘里分离罐,洗涤塔内水浴,洗涤塔塔板,将含有固体粉尘颗粒合成气洗涤沉降下来,洗涤塔是一种气体净化处理设备,广泛应用于工业废气净化、除尘等方面的前处理,净化效果很好,对煤气化工艺来说,煤气洗涤不可避免,无论什么煤气化技术都用到这一单元操作,由于其工作原理类似洗涤过程,故名洗涤塔。某大型煤制油气化装置项目大修后气化炉洗涤塔塔盘压差呈现多台炉子出现塔盘压差上涨,负荷加不满,洗涤塔液位维持不住,向变换带水情况,影响气化炉长周期满负荷运行,后期导致变换系统换热器管线堵塞不畅,催化剂活性降低。

本文针对大部分运行气化炉实际情况简单进行讨论。

## 1 合成气洗涤塔塔盘高的现象

### 1.1 洗涤塔塔盘压差上涨。

1.2 洗涤塔带水严重,一氧化碳变换气水分离罐液位较高,开旁路也不能缓解,高温凝液罐液位高水排不出去。提高高温凝液罐压力,一氧化碳变换气水分离罐排水更困难。

1.3 洗涤塔补水困难,液位维持不住,各路补水加至满量程,使用脱盐水量大。

1.4 气化炉负荷加不满,带水严重洗涤塔液位维持不住,液位过低激冷水泵流量波动,达到洗涤塔液位低联锁,气化炉跳车。

1.5 洗涤塔出口合成气气量波动大,气化炉压力波动,火焰不均匀,热损,气化炉液位,给料罐压差等相关参数均会出现不同情况的波动。

1.6 洗涤塔出口合成气温度降低,一氧化碳变换水煤气废热锅炉压力居高不下,温度低水气比低,需要提高水气比维持变换反应深度,最后只会导致一氧化碳变换水煤气废热锅炉压力居高不下<sup>[2]</sup>。

1.7 系统压差上涨导致气化炉压力高,气化炉出现放空,影响总体负荷。

1.8 洗涤塔洗涤效果变差,大量的灰水进入变换,变换产生的不洁净的高温凝液返回所有气化炉,影响其他气化炉水质,造成洗涤塔塔盘压差上涨。

1.9 为了维持洗涤塔液位稳定,收小开路排放和中闪角阀,外排水减少,循环水罐液位持续下降。

## 2 合成气洗涤塔塔盘压差过高的影响

### 2.1 洗涤塔带水严重,一氧化碳变换气水分离罐液位较

高，高温凝液水排不出去严重时满液位造成水淹变换炉。

2.2 洗涤塔出口合成气气量波动大，气化炉压力波动，火焰不均匀，热损，气化炉液位，给料罐压差等相关参数均会出现不同情况的波动，增加岗位人员监盘压力及风险。

2.3 系统压差上涨导致气化炉压力高，气化炉出现放空，影响总体负荷。

2.4 洗涤塔洗涤效果变差，大量的灰水进入变换，变换产生的不洁净的高温凝液返回所有气化炉，影响其他气化炉水质，造成洗涤塔塔盘压差上涨。

2.5 洗涤塔塔盘渣掉落堵塞黑水管线，激冷水过滤器堵塞跳车。

2.6 洗涤塔出口合成气温度降低，一氧化碳变换水煤气废热锅炉压力居高不下，温度低水气比低，需要提高水气比维持变换反应深度，最后只会导致一氧化碳变换水煤气废热锅炉压力居高不下<sup>[1]</sup>。

2.7 气化炉负荷加不满，需要多开气化炉才能达到系统满负荷，影响系统整体负荷，经济效益不划算。

2.8 外补水量过大，造成吨煤水耗上升。最终带水都需要其他气化炉去均衡，导致整个系统水处理超负荷，难以维系。

### 3 洗涤塔塔盘压差过高的两种情况

#### 3.1 洗涤塔塔盘压差容易波动突涨情况：

洗涤塔塔盘压差波动突然上涨，由于气化炉是动态的参数随时在变化，煤质的变化导致炉温的变化，不及时调整炉温，炉温偏高水气比增大，合成气出口洗涤塔总气量变大洗涤塔塔盘压差突然上涨带水，洗涤塔液位突降，调整不及时有气化炉跳车风险且工况波动大<sup>[4]</sup>。

3.1.1 给料罐压差控制不稳定，煤粉锁斗不下料处理，或者疏松气过量，导致给料罐压差过大煤粉角阀由于之前压差低过量稳定，压差变大后阀门还未收下来，导致短暂的煤粉流量涨，氧量跟着涨，气化炉负荷短暂变大，洗涤塔突然带水。煤粉锁斗与给料罐断开后，由于压差突然降低，煤粉流量突然减少，氧气短暂未下降，导致气化炉短暂过氧，水气比过大，合成气洗涤塔出口气量短暂增大，洗涤塔突然带水严重。

3.1.2 氧气压力突涨，可能由于有其他气化炉跳车情况，或者同时降负荷情况，导致氧气压力突然上涨，气化炉短暂过氧，炉温高，水气比变大，洗涤塔出口总气量增大，洗涤塔塔盘压差突然上涨带水严重。

3.1.3 后系统压力突降，导致气化炉压力也下降，气化炉压力下降后的饱和蒸汽量变大，水气比增加合成气洗涤塔出口气量短暂增大，洗涤塔突然带水严重。

3.1.4 后系统压力缓慢降低，水气比逐渐变大，到达一定的平衡点突然发生洗涤塔塔盘压差上涨大量大水。

#### 3.2 洗涤塔塔盘压差一直高但稳定

带水量可以接受可以稳定运行，但带水量多，外补水量大，上塔盘需要加入脱盐水维持液位，严重时塔釜也需要加入脱盐水才能维持洗涤塔液位。一般这种情况下，综合整个系统，带水量可接受，可以继续稳定运行，但是同区要是多台炉子存在带水的情况，就得具体分析。因为带水量过多循环水罐液位维持不住，且变换凝液过多气水分分离罐在排液阀全开，旁路全开水排不出去，变换炉有进水风险，高温凝液水排不出去也只能被迫停带水量最大的气化炉处理。

### 4 洗涤塔塔盘压差过高几种常见的处理方法

#### 4.1 通过调整合成气及气化炉压力处理

4.1.1 通过查饱和蒸汽温度与绝对压力对应相关数据，洗涤塔压力4.1Mpa时是251℃；洗涤塔压力4.2Mpa时253℃；洗涤塔压力4.3Mpa时是255℃；洗涤塔压力4.4Mpa时是256℃；洗涤塔压力4.5Mpa时是257℃。饱和蒸汽压力与温度的关系说明压力越高，变成饱和蒸汽所需要温度越高，也就是说压力越高气化炉炉温不变（气化炉炉温控制稳定，随煤质变化不断调整，炉温变化不大）的情况下，水气比反而降低。相反，压力越低，气化炉炉温不变情况下，水气比反而增加<sup>[5]</sup>。大修前由于整个系统压力高，气化炉炉温不变，相当于出气化炉水气比降低（水气比低，变换需要提高水气比维持变换反应深度，变换通过提高一氧化碳变换水煤气废热锅炉压力来提高水气比），从而出合成气洗涤塔总气量降低。气化炉出现洗涤塔塔盘压差高带水情况少见，大修后由于整个系统压力低，气化炉出现洗涤塔塔盘压差高带水现象普遍。

4.1.2 单台气化炉可通过关小合成气洗涤塔去一氧化碳变换的阀门来提高气化炉和洗涤塔压力，气化炉温度不变的情况下，相当于降低水气比，同负荷下高压总气量会因水气比降低而降低，有效气占比变大。压力提高后，原本蒸发的水蒸气变为水，洗涤塔、气化炉激冷室液位会突涨，但有效气组分未发生变化，总气量降低，对塔盘影响降低，单位时间通过塔盘的气量降低，带灰量也降低（工艺气气体分子体积分数小带灰少，水蒸气分子虽然通过提高压力满负荷减少2万标方但恰恰因这些蒸汽带灰量较大，且影响较大，总气量变少，影响较大的带灰较大的水蒸气分子减少）同样量的上，中塔盘冲洗水效果更好更充分，冲洗效果更好，大大有利于洗涤塔塔盘冲洗，同时可以防止长期带灰对变换换热器

堵塞变换触媒失活,延长变换催化剂活性和使用周期。

4.1.3 可以通过反复提高降低气化炉和洗涤塔压力查看处理情况,提高气化炉压力和负荷及气化炉炉温不变的情况下,随着水气比的降低,总气量出现降低,洗涤塔塔盘压差肯定会降低,从而带水量减少,减少到一定程度,上塔盘和中塔盘水会从带水严重时的全部带走变成更多的从塔盘流动下来起到冲洗塔盘的效果,维持一段时间再把压力放到正常,塔盘压差较原来的基础有所下降。就这样来回反复操作最终处理正常。也可以缩短时间,频繁提高压力降低压力来回处理。

4.1.4 提压注意事项:给料罐压差下降较快,洗涤塔、气化炉激冷室液位由于系统压力升高水气比突然降低突涨;热损由于压力突涨,水气比降低带走潜热变少,总热量变多且出现前移,会导致热损突涨;塔盘压差由于出洗涤塔总气量降低,塔盘压差出现明显下降;闪蒸压力上涨明显,同样阀位气化炉和洗涤塔压力提高,排水量突然变大;洗涤塔出口总气量减少较明显;在线分析变化不明显;变换第一汽水分离罐排水阀阀位收小,总的来说,压力提高,更多的水蒸气转化为水的形式存在。处理过程一定要保证开路排放要大阀位,防止洗涤塔塔盘积渣下来堵塞黑水管线或者堵塞激冷室管线。造成气化炉被迫停车情况。气化炉整个工况参数变化明显需要及时做出调整。

#### 4.2 通过调整气化炉负荷处理

通过调整气化炉负荷处理,降低气化炉负荷是所有问题解决的最行之有效的方法,但很多时候受生产压力降负荷受多方因素影响。如果公司积极协调其他气化炉负荷加满,出问题的气化炉负荷降到最低上塔盘大水量冲洗一两天还是能解决问题的。或者在系统负荷有余量的时候协调只降出问题的气化炉负荷,其他气化炉负荷不动,也能积极赢得处理时间。

4.3 塔盘压差不是太高的情况下,可以通过增大上塔盘冲洗水量,适当减少中塔盘水量持续大水量冲洗,也会处理正常。

4.4 气化炉运行到后期塔盘压差太高可以选择把中路塔盘冲洗水全部退掉,保证上路塔盘冲洗水量维持运行达到运行天数停炉检修即可。

#### 结束语

当洗涤塔塔盘压差出现上涨的苗头,要积极果断的处置,切不可放任不管导致恶化最终难以处理。先保证大水量冲洗的前提下,再系统总负荷有余量的情况下可以首先协调降负荷冲洗,没有余量持续大水量冲洗,到最后中路冲洗水减到0也是不得已而为之,毕竟中路水全部退掉影响冲洗效果,工艺气长期带灰影响一氧化碳变换的触媒活性。另外中路冲洗水量减到0的洗涤塔最后拆开内部洗涤塔塔盘也很干净,我们需要总结洗涤塔中路冲洗水有没有可能加到上塔盘从上到下均匀的冲洗效果会更好,或者中路冲洗水进塔盘的方向和水量大小及分布图是不是导致合成气洗涤塔塔盘压差频繁上涨的原因,需要我们后期探索并通过改造最终解决洗涤塔塔盘压差上涨的技术瓶颈,从而实现气化炉长周期满负荷运行。

#### 参考文献

- [1]方军,何鹏.洗涤塔塔盘压差波动的原因分析与处理[J].化工管理,2023(27):135-138.
- [2]高猛.船舶脱硫洗涤塔的设计方法研究[J].船舶物资与市场,2024,32(8):53-55.
- [3]杨献杰.甲醇洗涤塔拦液原因分析及改造[J].化肥设计,2024,62(3):54-57.
- [4]张立祥.危废焚烧装置冷却洗涤塔装置改造及应用[J].化工管理,2024(13):132-135.
- [5]申虎军,薛荣.氯气洗涤塔温度过高的原因及控制措施[J].氯碱工业,2024,60(3):18-20.