

# 浅谈空分装置膨胀机切换实践与问题处理

韩玉鑫 句 龙 张晶鑫 白 林 陈登云

中国石油独山子石化分公司公用工程部 新疆克拉玛依 833699

**摘要:**空分装置制氧设备是一种较为常见的气体分离装置,主要是运用填料塔、液体泵内压缩以及前段净化形成的制氧装置。这种装置能够提前对空气进行净化操作,空气增压透平膨胀机能够有效为空分装置提供所需的能量。此外空分装置还要借助相关的系统实现控制,其中包含空气压缩系统的控制。对各种操作的设计尽量采用比较先进的技术,提供设备的先进性和可靠性。

**关键词:**空分装置;膨胀机切换;实践;问题处理;分析

## 1 针对空分装置相关系统的研究分析

(1)空气过滤器系统。提高自洁式空气过滤器本身的自动化水平,要求不仅能够特定的设置下自动反吹,还能结合阻力情况自动调整程序。

(2)空气预冷系统。可以充分发挥高效低阻散堆填料塔来进行空气预冷操作,这样不仅能够有效提升塔内的换热效率,还能进一步降低系统阻力,减少能源消耗。液体分布装置则选择较先进、效率较高的分布器,这样能够有效把空气与水充分混合,还能降低冷却水的使用量,降低能源消耗。

(3)空气纯化系统。空气纯化系统的设计应选择长周期设计模式,也就是说一个吸附器的吸附时间控制在4h左右,这样不仅能够延长系统的使用时间,还能降低系统损失,采用科学的方式确保主塔的工作安全可靠。长周期设计模式能够有效降低再生污氮含量,确保空气冷却工作的顺利落实,推动系统各项工作的长远发展。

(4)空气切换系统。选择冲击性较弱的切换模式完成阀带的切换工作,能够确保阀门的正常开关;充分发挥分程控制的模式能够让空气流动更为稳定;把先进的自动化控制技术运用到切换系统工作中,能够实现系统压力的自动化调节,进一步结合阀位反馈工作需求,能够从根本提升切换系统的安全稳定性;采用较为先进的阀门设备能够更好的提升系统工作效率,此外,蒸汽加热器的使用也能降低能源消耗。

(5)空气控制系统。把先进的集散控制系统运用到空分装置各项工作中,能够有效提升空分装置的运行安全稳定性,还能在装置出现异常情况的时候及时做出反

应,把出现问题的阀门安置到合适的地方,确保设备的安全。

## 2 切换过程风险分析及应对措施

在2台膨胀机组进行切换的过程中,由于增压机来的总气量一定,切换过程会导致高压板式换热器正向流动热气源发生改变,导致板式换热器冷热平衡稳定状态被破坏,出现跑冷现象。所以我们在切换的时候重点关注高压板式换热器的跑冷情况,尽量缩短平衡被破坏的时间。避免出现以下风险:一是正流热气源减少,冷热平衡破坏跑冷损失严重,氧氮产品气体送出温度快速下降,导致氧氮泵泵联锁停车,装置生产中断;二是在切换过程操作过快,在国产膨胀机组退气的时候,导致增压机组憋压发生喘振,切换失败。

根据我们分析的切换风险,应对的总体思路就是控制切换过程气量的变化,稳定高压板式换热器冷热平衡,制定预防措施主要有以下几点:一是提前减少一部分产品气体送出,减少冷量采出,缩短在切换过程中正流气体减少,跑冷现象发生时间;二是在进口膨胀机组启动时,会出现增压机二段流量发生改变,注意运行机组的转速及压力变化,在进口机组提压过程中,国产机组要先降负荷,退回部分工艺气,避免出现压缩机入口气量不足的异常状态发生;三是控制两台机组的回流阀开度,在进口机组启动后,增压端初期排气压力低于国产机组,气体处于一个全回流状态,随着切换的进行,转速的提高,增压端排气压力会逐渐高于国产机组,这时国产机组的气量处于全回流状态,要及时开大国产机组回流阀,这个过程要注意气体温度和气量以及机组振动的变化;四是国产膨胀机组停机前应将负荷降至最低,防止停机时退回的气量造成增压机喘振动作,导致运行进口机组转速升高。

## 3 切换过程

### 3.1 第一次切换

**作者简介:**韩玉鑫,1983年2月,汉族,男,河北省沧州市,新疆独山子石化公司公用工程部,职员,工程师,大学本科学历,石油化工生产工艺,邮箱:755047@qq.com。

(1) 由于国产机组油压是手动通过回流阀调整, 需要现场操作人员到国产膨胀机油压回流阀处, 做调整油压准备, 国产膨胀机在调整负荷的时候, 油压会有波动, 并且带有油压低联锁0.14MPa停机, 需稳定油压在0.25MPa左右。

(2) 按着进口膨胀机组启动操作规程, 现场依次打开进口膨胀机增压端入口阀V01451, 出口阀V01454, 膨胀端入口阀V01461, 出口阀V01463, 做启动前准备, 通知空压机组岗位稳定增压机二段出口压力在2.6MPa以上, 告知在给国产膨胀机降负荷的过程中, 二段出口压力会有大的涨幅。

(3) 通知到调度, 得到允许切换指令后, 开始缓慢降低国产膨胀机负荷, 通过开大回流阀HV01458和关小导叶HC01452, 降低膨胀机转速(以每次阀位2%的速率进行调整), 使运行转速19800rpm缓慢降到10000rpm, 具备启动进口膨胀机条件, 在降的国产机组负荷过程中, 增压机三段出口压力缓慢提高至6.8MPa以上, 维持高压板式换热器冷热平衡, 防止出现跑冷损失。

(4) 进口膨胀机联锁复位后启动, 15秒内通过最低转速5000rpm, 在将转速缓慢提高至13000rpm时, 运行十分钟观察机组运行参数, 准备过临界转速区, 在膨胀空气总量不变的情况下, 继续缓慢降低国产膨胀机的负荷, 在国产膨胀机降到5000rpm后停运国产膨胀机。

(5) 机组二段压力保持2.6MPa以上, 告知机组岗位准备过临界转速区, 开进口膨胀机导叶HC01409, 关回流阀FV01457, 进行快速过临界转速13500~16500rpm, 转速在达到16500rpm时, 由于密封气压差波动到低联锁值50kPa, 导致进口膨胀机联锁跳停。

(6) 两台膨胀机组停车后, 高压氮气外送温度迅速降低, 失去制冷来源, 因冷量不足, 精馏塔氧液位也逐渐降低, 立即通知气化炉减煤浆量退产品负荷进行缓解, 为了防止主冷液位过低触发氧泵联锁, 又迅速启动国产膨胀机组, 维持生产运行。

### 3.2 第二次切换

(1) 为防止再次出现跳停事件, 安排现场工艺操作人员到进口膨胀机组密封气调节手阀处, 准备进行人为跟踪密封气压差。

(2) 按第一次切换操作步骤(1)~(5), 进行第二次切换操作, 重新启动进口膨胀机组进行切换, 在过临界转速区时, 放慢冲转速度(180秒内通过就不会出现联锁跳停), 通过对讲机沟通, 人为稳定密封气压力, 最终进口机组成功度过临界转速区, 进入运行转速阶段。

(3) 通过调整高压板式换热器污氮气和氧氮气取流量, 使高压板式换热器达到冷热平衡, 恢复装置生产运行负荷。

## 4 切换过程分析

### 4.1 跳车原因分析

第一次切换失败后, 对密封气压差低造成的膨胀机跳车进行原因分析, 膨胀机启动后, 密封气系统由外供转为机体自供, 在缓慢增加到临界转速区前时, 密封气压差未发生变化, 随着转速的升高, 密封需求气量增大, 而从增压段出来的密封气经过自力式调节阀进行调节, 密封气量没有及时供应, 怀疑阀门组件出现问题, 联系仪表对阀门进行检查, 发现自力式调节阀内弹簧故障, 失去调节能力, 导致在快速通过临界转速区的时候密封气量不足, 膨胀机联锁跳停。由于此阀门没有备件, 不具备检修条件, 所以未对自力式调节阀进行下线检修, 经过商议决定在第二次切换的时候, 工艺人员到现场进行手动调节, 保证密封气压差稳定, 继而完成切换操作。

### 4.2 切换数据分析

在进口机组启动后, 膨胀空气量瞬间增加了10000Nm<sup>3</sup>/h左右, 国产机组膨胀端入口压力未出现大浮动, 两台机组低负荷同时运行, 没有出现膨胀空气量不足的问题。在低负荷运行的情况下, 膨胀空气管线存在一定的富余量, 因此瞬间增加10000Nm<sup>3</sup>/h膨胀空气, 对膨胀空气压力影响不明显, 进口膨胀机启动后的分流效果也不明显, 判定在增压机二段出口空气总量一定的情况下, 提前降低运行机组负荷至50%以下, 分出一定膨胀气量启动另一台机组, 是满足启动条件的, 在切换过程中, 控制好气量变化, 可以顺利完成膨胀机组的在线切换。

## 5 结语

在空分装置生产运行时, 膨胀机组采用一开一备的状态, 备用的膨胀机应处于密封气、油系统正常投用, 管线设备维持正压状态。当运行膨胀出现故障需要停车检修的时候备机能及时的在线切换; 防止运行膨胀机跳车时, 备机能够正常启动运行, 避免装置停车风险。此次两台膨胀机的切换过程给我们积累了切换操作经验, 收集了切换数据, 为将来可能进行的切换操作建立参考点。从本次切换实践数据来看, 膨胀机的在线切换只要准备充分、组织有序, 可以实现不减氧或少减氧的方式完成切换, 减少经济损失。

### 参考文献:

- [1]李志斌. 40000m<sup>3</sup>/h空分装置膨胀机在线切换操作小结[J]. 中氮肥, 2018(04): 55-58.
- [2]李雪冰. 大庆石化6000空分装置改造项目实施效果研究[D]. 东北石油大学, 2015.
- [3]魏正泽. 基于PKS的空分装置控制系统设计与应用[D]. 西安建筑科技大学, 2014.
- [4]刘震. 大型空分装置先进控制与优化策略研究[D]. 电子科技大学, 2010.