

氦氖精制流程中分子筛故障的分析与处理

凌晨 陈恩军 赵刘强

(首钢京唐钢铁联合有限责任公司, 河北唐山, 063200)

摘要: 氦氖精制流程中分子筛系统的工作效率直接决定着产品的合格率。本文针对稀有分子筛出现的一次故障从设备结构、工艺运行等方面, 对故障产生的原因、故障的查找以及今后的控制预防措施等方面全面的进行了分析。最终达到了氦氖精制装置的稳定运行的目的。

关键词: 分子筛, 阀门, 分析, 控制;

1 背景及问题

大气中的氦氖含量是极低的, 氦含量约为 1 ppm, 氖含量约为 0.08 ppm。稀有气体在低温气体分离装置内通过富集、净化步骤进行提取。氦氖的气化压力比氧的气化压力低, 低压塔(T3212)底部的液氧是富含氦氖。

液氧中氦氖的由一级氦氖富集塔(T5111)来初次富集, 出冷凝蒸发器(E3216)的含有氦氖微量的液氧被输入一级氦氖富集塔(T5111)底部, 液氧泵(P3568A/B)输出的液氧作为一级氦氖富集塔的回流液; 蒸发器(E5127)以来自压力塔(T3211)顶部的氮气作为热源, 顶部氧气被再循环进入低压塔。来自一级富集塔(T5111)底部的富集氦氖的液氧贮存于粗氦氖液体产品贮罐 (D5231) 中。

产品贮罐 (D5231) 的粗氦氖液体产品通过粗氦氖液体泵 (P5266A/B) 加压到 54bar 输送到空浴式气化器 (E5216) 气化后送达换热器 (E5316) 进行冷热交换, 然后进入加热器 E5317 进行预加热送入反应炉 F5341 中进行除甲烷工作, 反应分子式: $\text{CH}_4 + 2\text{O}_2 = \text{CO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}$ 。去除甲烷的粗氦氖气体经过水冷却器 (E5319)、汽水分离器 (D5331) 冷却、汽水分离送入分子筛 (A5326A/B) 中吸附反应生成物中残留的水分子和二氧化碳分子, 这样就得到了干燥纯净的粗氦氖原料气体。干燥纯净的粗氦氖原料气体在经过板式换热器

(E5516) 预冷后送入二级富集塔 (T5511) 中进行反复的精馏, 然后得到氮氩液体产品, 再通过换热器 (E5519)、膜压机 (C5561) 完成产品的充装工作得到氮氩产品。

通过以上工艺流程我们可以看到分子筛系统是得到干燥纯净的粗氮氩原料气体最后把关的关键环节, 如果它的工作出现故障就无法得到合格的氮氩气体产品。因此, 只有保证分子筛系统的有效运行并及时发现和处理系统的故障、问题, 才能确保产品的合格率, 实现更好经济效益。氮氩提取工艺流程图见图 1.1

操作人员在记录过程中发现稀有分子筛 A5326 后分析点 AP5304 的 CO₂ 含量异常且波动频繁, 趋势逐渐走高, 最大值超出正常值 5PPm 左右, 已严重影响氮氩产品的合格率。

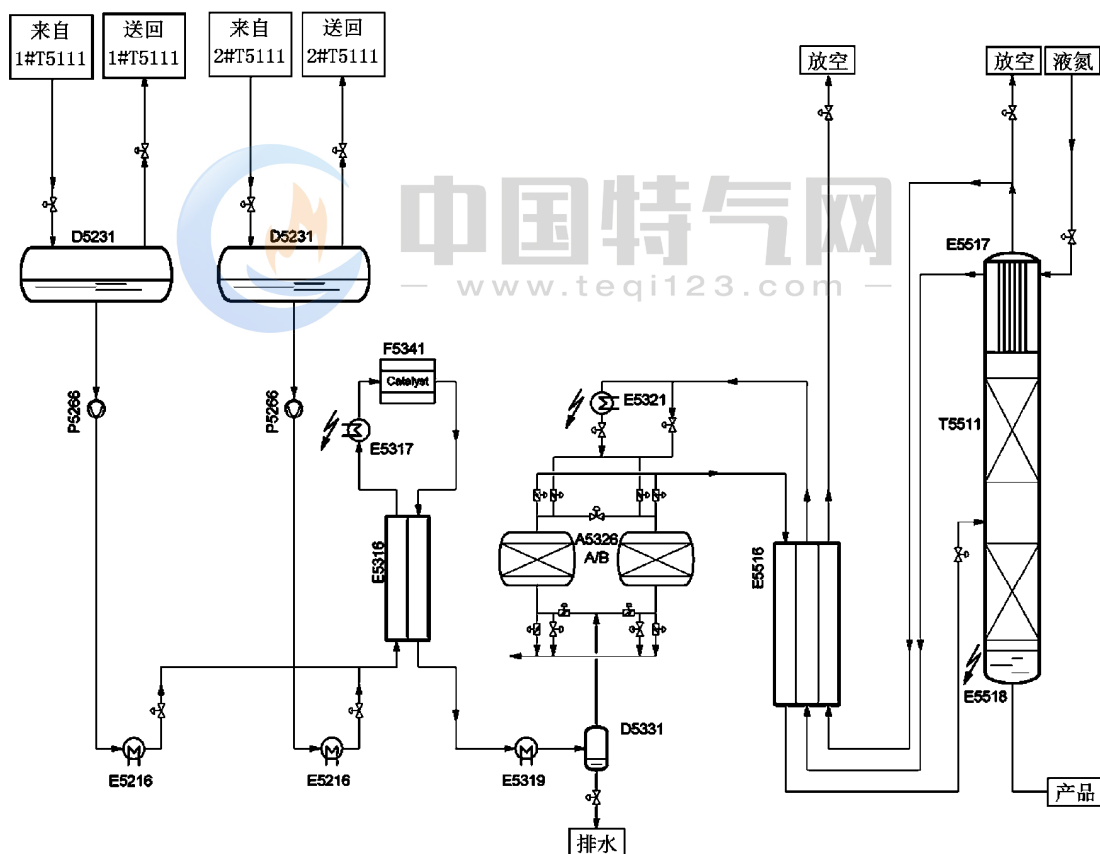


图 1.1 氮氩提取工艺流程图

2 原因分析

2.1 分子筛出口 CO₂ 含量高原因分析

从理论角度分析造成 AP5304 的 CO₂ 含量超标的原因是分子筛失效。而造成分子筛失效的原因有两种：一是清除 CO₂ 的分子筛系统设备包括阀门、控制程序等出现问题；二是通过分子筛气体流量过大，超出分子筛的吸附能力，或者是分子筛的再生系统出现问题。检查分子筛工况：分子筛 A5326B 台已连续工作 15 小时，超出工作时间 9 小时；查分子筛再生系统：再生气源流量 165 NM³/h、再生温度 148℃-155℃之间；查通过分子筛工艺气体流量 155NM³/h,小于设计流量 250 NM³/h。

造成 AP5304 中 CO₂ 超标的直接原因是分子筛 A5326B 连续工作时间超出工作时间 9 小时导致分子筛工作失效，对 CO₂ 吸附作用逐渐下降直到完全失效。查 A5326B 台连续工作时间超出工作时间 9 小时的原因是：A5326A 在泄压步骤中泄压不到位，由此导致分子筛 A5326A 不能步进，无法进入下一工作环节，A5326A 始终处在持续泄压的步骤，而造成 A5326B 连续工作。

进一步分析 A5326A 台泄压不到位的原因有四种种：一是 A5326A 台入口阀门 YS5321 故障关闭不严，二是出口阀 YS5327 故障关闭不严，三是 A5326A/B 台的均压阀 YC5325 故障关闭不严，四是泄压阀 YS5348 堵塞；以上三个阀门其中任何一个阀门关闭不严都会造成工艺运行系统中 8bar 的原料气体泄漏到 A5326A 台内，或是泄压阀 YS5348 堵塞都会造成 A5326A 台处在再生步骤无法达到步进条件，始终处在持续泄压的步骤。

2.2 故障阀门的确认

(1) 均压阀 YS5325 内漏排除：在分子筛 A 台泄压之前把均压阀旁边的手阀 5325 完全关闭，观察泄压效果，如果泄压速度变快，则说明是 YS5325 内漏；如没有改善，则进行下一步测试。

(2) 卸压阀 YS5348 堵塞排除：在分子筛 A 台和分子筛 B 台冷吹末期，分别分析冷吹出口管线里的氧含量，做记录并做对比，如果两者相差不大，则说明泄压不到位有可能是因为

YS5348 堵塞,而不是进出口阀泄漏;如果相差巨大,则继续下一步测试(至少做两次测试比较,需反馈分析数据)以上测试可以在系统正常运行时测试,下面的测试需要系统停车:

(3) YS5321 是否内漏测试:选择分子筛 A 台冷吹时停车,将分子筛 A 和 B 的进出口阀(YS5321\5322\5327\5328)都关闭,保持分子筛之前的系统压力不大幅下降(5274 阀至分子筛之间),将分子筛后至 5315 阀的压力泄至低于分子筛 B 内的压力(通过 5315.2 阀),关闭分子筛 A 台泄压阀,观察分子筛 A 台内压力是否上升,如果上升,则说明 YS5321 阀门有内漏,接着做以下测试

(4) 测试 YS5327 是否内漏:打开分子筛 B 台进口阀,将阀门 5315.2 阀关闭(先确保 5315 压力已经泄压至 0bar),观察 5315 压力是否上升,如果没有上升,则打开分子筛均压阀将分子筛 A 台压力升至 6barg 以上,再观察 5315 压力是否上升,此时如果上升,则说明 YS5327 阀门内漏。

经过测试检查确认,A5326A 台入口阀 YS5321 阀门故障关闭不严造成系统中 8bar 的氟氩原料气体泄漏到 A5326A 台内。YS5321 阀门故障关闭不严是因为磨头磨损造成。

3 故障处理

为处理阀门泄漏,首先进行系统停车,停止向二氟富集塔 T5511 导气,手动快速关闭阀门 YC5315 阀,同时打开阀门 YC5315.2 对分子筛系统进行泄压。对分子筛 A5326A/B 系统进行置换后组织检修工作,立即对 YS5321 阀门进行维修更换。二氟富集塔 T5511 内不合格产品通过回收系统回收进行二次精馏,二氟富集塔 T5511 加热置换。检修完毕后按开车步骤恢复生产,待分析点 AP5304 的 CO₂ 值合格后开始向二氟富集塔 T5511 导气,调节 T5511 的工况恢复至正常。

4 预防措施

要求我们在今后的工作中要善于发现设备的缺陷并及时地改进和解决问题,为了减少故

障特提出以下预防措施：

(1) 操作工对分子筛 A5326 的运行状况按规程要求进行巡检记录，发现泄压不到位要及时更改泄压步进值使其进入下一个步骤，形成分子筛的运行周期循环，然后进行问题的查找、分析和处理。

(2) 对分子筛的入口阀 YS5321/ YS5322 和出口阀 YS5327/ YS5328 进行定期维护测试，使其处于良好的工作状态，从根本上解决设备隐患消除故障。

(3) 发现分析点 AP5304 的 CO₂ 值异常时，立即停止向 T5511 导气，手动快速关闭阀门 YC5315 阀，同时打开阀门 YC5315.2 阀避免污染二氟富集塔 T5511 内的合格产品。调节分子筛 A5326 的运行状况使其处于正常运行周期，当分析点 AP5304 的 CO₂ 值合格后再向 T5511 导气。同时要注意调节 T5511 的工况，防止 T5511 内形成负压和冻塔事故发生。

5 结论



通过对工艺操作人员的培训、预防措施의落实和运行一段时间的观察，分子筛系统未再出现出口 CO₂ 含量高的问题，保证了氮氩产品的合格率。