

KDON-6000/5000 型空分设备运行故障分析

赵洪春

(开滦中润煤化工有限公司, 河北省唐山市京唐港开发区 063611)

摘要: 在 KDON-6000/5000 型空分设备试车及运行过程中出现了空冷塔水位过高、板翅式换热器冻堵、汽轮机超速停车和汽轮机凝汽器隔板弯曲变形故障, 分析了故障产生的原因后, 采取措施排除故障, 使空分设备的运行安全性和稳定性得到提高。

关键词: 空分设备; 空冷塔; 板翅式换热器; 汽轮机

中图分类号: TQ116.41 **文献标识码:** B

Analysis of operation trouble of Model KDON-6000/5000 air separation plant

Zhao Hongchun

(Kaidian Zhongrun Coal Chemical Co., Ltd., Jingtonggang Development Zone, Tangshan 063611, Hebei, P. R. China)

Abstract: Here, the troubles occurring during trial run and operation process of Model KDON-6000/5000 air separation plant such as excessively high water in air cooling column, freezing blocking of fin-plate heat exchanger, over-speed shutdowns of turbine and bending deformation of turbine condenser are described, and after analysis of the causes for the trouble the corrective measures are taken to eliminate them, which greatly improves safety and stability of run of the air separation plant.

Keywords: Air separation plants; Air cooling column; Fin-plate heat exchanger; Turbine

开滦中润煤化工有限公司(以下简称:开滦中润)现有2套 KDON-6000/5000 型空分设备,均采用分子筛吸附净化、增压透平膨胀机制冷、规整填料上塔的外压缩流程,主要为甲醇生产脱转化工段提供氧气和全公司的氮气保护及密封。一期装置于2006年10月投入运行,二期装置于2008年5月安装,2008年11月一次试车成功并于2009年2月投入运行。空压机及氧压机均为杭氧配套机组,汽轮机组为青岛捷能汽轮机有限公司生产。下面对二期空分设备试车及运转过程中出现的问题及解决措施做一简要介绍。

1 空冷塔水位过高

空气预冷系统由空冷塔、水冷塔及冷水机组构成,由空压机出来的0.5MPa压缩空气自下而上通过空冷塔,经过洗涤、冷却后透入分子筛吸附器;循环冷却水由空冷塔中段进入,对空气进行初步冷却和洗涤,而经过水冷塔及冷水机组预冷后的冷冻水由空冷塔上部进入,对压缩空气进行进一步冷却、洗涤。水冷塔的冷却来自空分设备的污氮气和富氧纯氮气,冷冻水及冷却水各由2台水泵输送到空冷塔。空冷塔正常水位控制在600mm左右。

1.1 故障现象

空分设备安装完毕进行空冷塔洗涤时,启动

1 台冷却水泵。空冷塔进、回水阀全部打开。当水位上升到 800 mm 时没有正常脱落。立即停运冷却水泵，并关闭冷却水泵出口阀。打开空冷塔排污阀，但水位仍然增长迅速，直至液位计满量程。水倒灌进空压机进口管道。后关闭空冷塔回水阀。打开排污阀，水位才渐渐降低。

1.2 原因分析和处理措施

整套空分设备准备启动时，空冷塔内还没有压缩空气进入，此时塔内压力为大气压力。空冷塔回水压力为 0.25 MPa，而回水管道止回阀失灵。当冷却水泵启动后，空冷塔进、回水管道同时向空冷塔注水，虽已打开空冷塔排污阀，但由于口径太小，排放不及时，因此水位无法控制。当空压机运行正常，向空冷塔内导入压缩空气后，空冷塔内才得以洗涤。

2 板翅式换热器冻堵

2.1 故障现象

2009 年 5 月 30 日，因公司停电造成空分设备停车，5 月 31 日空分设备正常启动，6 月 13 日发现进塔空气量减少，上、下塔阻力下降，主冷液氧液位上升缓慢，空压机出口压力也在降低。原以为是分子筛再生效果不好所致，因此缩短分子筛吸附器的运行时间，提高电加热器出口温度。此后，工况略有好转，但不明显。6 月 16 日，空压机出口压力由原来的 0.5 MPa 降低至 0.42 MPa，造塔气量由 33000 m³/h 下降至 26000 m³/h，上塔阻力计已出现负值，主冷温差由 1℃ 上升到 3℃，尽管膨胀量已加大，但主冷液氧液位仍呈下降趋势，而且返流气体管路壁上已有水珠凝结，跑冷严重。

2.2 故障原因及处理措施

操作人员立即对所有管道、阀门进行检查。经多方查找，发现开车时所用的外来仪表空气阀没有关严，压力为 0.6 MPa 的仪表空气与净化后的压缩空气混合在一起，且那段时间仪表气干燥机出现故障，仪表空气含水量较高，未经过吸附的空气直接进入塔内，而空气中的水和二氧化碳被冻结在板翅式换热器里，致使通量变窄，阻力增加。这就是造成系统异常的直接原因。

因生产任务紧张，空分设备无法停车加温，遂关小液氧回流下塔阀 V11，使主冷液氧侧的液位升高一点，以减小冷凝器的传热面积，从而使下塔压力略有提高；同时启动备用膨胀机以保证主冷液氧

液位。虽然产品氧、氮产量达不到要求，但能够维持生产。直至 6 月 26 日，因为后续工段停车检修，所以空分设备有机会停车进行全面加温。加温后重新启动，工况正常。

3 汽轮机超速停车和凝汽器隔板弯曲变形

3.1 汽轮机超速停车

氧压机的驱动汽轮机额定转速为 6500 r/min，超速保护转速为 7092 r/min，调节保安系统由 Woodward 505 数字式调节器控制，数字式调节器接受转速传感器输入的转速信号、压力传感器输入的压力信号以及过程控制、辅助控制等回路输入的控制信号，经运算后输出标准电流信号给电液转换器 (Voth 阀)，Voth 阀再输出与输入电流信号相对应的 0.15~0.45 MPa 的调节信号油压去液压伺服机构，经液压伺服机构放大，控制油动机活塞移动，通过调节杠杆，改变调节气阀的开度，进而调节汽轮机的转速。

2009 年 3 月 16 日，氧压机的驱动汽轮机转速在蒸汽压力及温度都没有变化的情况下，突然升高到 7100 r/min，汽轮机超速停车。经过仔细检查，发现 Voth 阀输入油压正常，而输出的调节信号油压高达 0.8 MPa，与输入油压相等，于是判断 Voth 阀故障。检查发现由于汽轮机机壳温度过高，控制 Voth 阀输出信号的仪表线路损坏，造成短路，使信号油压过高，油动机活塞迅速下移，调节气阀全部打开，造成汽轮机超速停车。

换上新仪表线后，重新校正 Voth 阀输出信号油压，汽轮机启动后运行正常。

3.2 凝汽器隔板弯曲变形

凝汽式汽轮机的凝汽器分为上、下两层，中间被隔板分开，循环水自下部进入列管后从上部排出，气体在各列管间冷却。正常运转时，凝汽器应保证 0.009 MPa 的真空度。

3.2.1 故障现象

2009 年 2 月 21 日，二期装置正式投运，空分设备运行一个月后，发现空压机的驱动汽轮机排气室温度渐渐升高，真空度下降，转速也在慢慢下降，甚至无法维持生产。提高抽气器压力后略有好转，但是几天后排气室温度又升高，真空度也在下降。由于抽气器压力已超过工艺值，无法再提高，因此只能采取加大循环水量的方法，即将循环水量

由原来的 $800\text{ m}^3/\text{h}$ 提高到 $1500\text{ m}^3/\text{h}$ ，使得排气室温度开始慢慢下降，转速提高。直至4月14日，在没有任何关闭任何阀门的情况下循环水量突然上升至 $1900\text{ m}^3/\text{h}$ ，排气室温度升高，真空度下降，汽轮机转速也下降，空压机出口压力降至 0.42 MPa ，生产无法维持，被迫停车。

3.2.2 故障原因和采取措施

打开汽轮机凝汽器封头，发现中间隔板已弯曲变形，致使上水侧面积增大，回水面积减少，列管中有泥沙及循环水填料等杂质，造成换热面积严重不足。清理换热列管，压平隔板重新焊接，使凝汽器恢复正常。重新启动后汽轮机一切指标均在控制范围内。

凝汽器内换热列管被杂质堵塞是造成工艺参数异常的关键原因。在加大循环水量后，因为列管堵塞，使上水侧压力升高，回水压力下降，隔板两侧压差增大，致使隔板弯曲变形。由于公司用水都由循环水系统统一供给，短时间内无法解决水质问题，经研究决定在循环水入水管道上加一旁路过滤器，定时清理，以免上述现象再次发生。

4 结束语

通过这几起故障处理，意识到在空分设备日常运行中，任何参数微小的变化都有可能存在大的隐患，决不能掉以轻心。因笔者学识有限，不足之处望同行指教。◆