空分设备启动前分子筛吸附器和空分塔进水的处理

王丽丽，曲永贵，赵国华
（吉林化学工业股份有限公司化肥厂，吉林省吉林市龙潭区合肥路 27 号　132021）

摘要：空分设备启动前的加温阶段，分子筛吸附器和空分塔上、下塔大量进水。分析了事故原因，介绍了浸水后分子筛的脱水和干燥、空分设备加热吹除的处理措施，简述了脱水后分子筛的使用效果以及事故的教训和防范措施。

关键词：大型空分设备；分子筛；空分塔；进水；干燥
中图分类号：TB657.9　　文献标识码：B

Treatment of water-flooding accident in molecular sieve adsorber and air separation column before startup

Wang Li-li, Qu Yong-gui, Zhao Guo-hua
(Fertilizer Factory, Jilin Chemical Industrial Co., Ltd., 27 Hefei Road, Longtan District, Jilin 132021, Jilin, P.R.China)

Abstract: A mass of water entered molecular sieve adsorber, upper column and lower column during the heating period before startup of air separation unit. After cause analysis of the accident, treatment measures of dehydration and desiccation of molecular sieve, as well as heating clearance of air separation unit, have been introduced. The operation situation of molecular sieve after dehydration, lessons and precautions are also presented.

Keywords: Large scale air separation unit; Molecular sieve; Air separation column; Water flooding; Dehydration

1　进水经过

1994 年因其他设备检修需要，化肥厂准备投运 KDON-12000/18000 型空分设备。该设备采用分子筛净化带增压透平膨胀机流程。启动空压机后，实施分子筛活化与装置启动前的加温工作。一班接班以后，对加温情况进行检查，确认可以向上塔导气，以吹除、干燥上塔及氧、氮系统各流路。向上塔导气时增加了排放流路，但没及时关小下塔各排放阀。由于气量增加，空压机排气压力由 517kPa 降至 400kPa 以下。操作人员发现压力下降后，就加大空压机吸入蝶阀的开度，将空压机吸入蝶阀由 33% 开度增加到 40%。之后空压机防喘振阀自动开大，操作人员将吸入蝶阀由 40% 关小至 35%，后又改为 30%，但防喘振阀仍在开大，又将吸入蝶阀关小到 25%。当发现加热电炉断电后，去现场查看，发现入下塔前空气吹除阀 V316 大量喷水，空分设备已进水，于是紧急停车。

进水情况：处于工作状态的吸附器的分子筛和氧化铝全部被水浸泡；另一只加热再生状态的吸附器由于处于均压状态，也大量进水，该吸附器中的分子筛有 1/3 进水，氧化铝全部被水浸泡，蓄热器、电加热炉、增压机空气入口和空分塔下塔、上塔均大量进水。

2　进水原因

2.1　操作不当

造成严重进水的原因之一是操作不当，使系统

收稿日期：2006-01-12

作者简介：王丽丽（1971－　），女，工程师，1994 年毕业于吉林工学院化学工程专业，现为吉林化学工业股份有限公司化肥厂空分车间主工艺师，工艺组组长。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved.　http://www.cnki.net

压力下降过大。

该套空分设备配套的空冷塔为穿流式筛板塔，内设 7 块穿流式塔板。正常工作时，由于压力和气体流量处于稳定状态，各块塔板上有一定的持液量。当塔内气压下降时，上升气体不能使塔板上液位保持在原来的高度，塔板上的水大量流到塔底，空冷塔液位急剧上升。此外，由于塔内气压降低，空冷塔的排水量相应减少，也使空冷塔的水位上升。这两个因素致使空冷塔液位急剧上升并超过液位测量负压管，使得液位测量压差变小，空冷塔液位调节阀接到指令后，即刻关小，水位急剧上升，超过空气进口，从而使空分设备进水。

2.2 报警、联锁装置未发挥作用

事故中操作人员没听到报警铃响声，字牌也未亮。事后验证空冷塔压力过低、液位过高而未报警，是报警器保险丝断开所致。此外，加温过程中，空冷塔气体压力过低、冷却水液位过高使水泵跳车以及吸附器压差过大、停止供水、关空气入塔阀HV101 的联锁未投入正常工作也是原因所在。当空冷塔气体压力下降、液位过高、吸附器压差过大时，冷却、冷冻水泵没联锁跳车，在空冷塔自动排水阀关小后，仍在向空冷塔内供水，造成空分设备严重进水。

2.3 操作人员经验不足

操作人员发现空压机防喘振阀逐渐开大后，没去检查空分设备进气问题，而是错误地关小空压机的进口导叶。防喘振阀自动开大，是后部空分塔进气量下降所致，此时空分塔已进水。

3 处理方法

拆开进水设备最低处法兰，在最低管道下方开口排放，并拆下增压机入口过滤网的手孔排放。

接临时管作为吹除干燥导气管：因两只分子筛吸附器中的分子筛和氧化铝均已被水浸泡，吸附器不能正常工作，因此不能将经过吸附器处理的气体作为吹除、干燥用气。笔者建议在吸附器进、出口空气总管的V1233 和 V1234 阀之间加 1 条 Φ219mm 管道，并安装 1 个 DN200mm 阀门，作为吹除、干燥的临时导气管。

3.1 干燥电加热器

为了确认电加热器是否还能继续使用，排净水后将其上盖打开，用干燥的仪表空气吹除、干燥电炉；然后检测，绝缘还能使用，未形成开路且电炉丝未烧坏，但电炉入口气源管内仍有水。为使水不继续进入电炉内，将电炉入口气源管法兰拆开，排放掉积水。

3.2 吹除电炉、蓄热器、增压机入口管和入塔空气管路

临时管接好后，开 1 台 2800kW 空压机为吹除、干燥提供气源。首先将分子筛纯化系统各阀全部关闭，拆开空气入空分塔处的法兰，打开 HV101 阀；增压机出口处加盲板，防止气体倒流使膨胀机反转；打开电炉气体入口控制阀 TCV1220 和蓄热器排放阀 V1236；关闭再生污氮气入口阀 HV107A、B 和污氮放空阀 PCV1231。然后确认空冷塔压力在 0.4MPa 以上，打开新接的导气阀，开始吹除进塔空气管路和增压机入口管。待上述管路吹完后，稍开空气与再生污氮连通阀 V1208，向电炉入口管导气吹除，同时关闭 HV101 阀，连接好入塔空气管路法兰。待入电炉前管路无水后，稍开 HV101 阀向下塔导气吹除。关闭 TCV1220 阀，连接电炉入口法兰，之后使气体经电炉去蓄热器吹除、干燥。电炉绝缘情况无问题后，将电炉通电用高温气体干燥蓄热器，并蓄热。待蓄热器排气温度达 50℃以上时，结束蓄热器的吹除与干燥。

3.3 浸水后分子筛的脱水与干燥

先将空冷塔的气体压力升至 0.45MPa 以上，冷却、冷冻水泵投入工作，将出塔空气温度降至 15℃以下。

首先进行 2# 吸附器中分子筛的脱水干燥。将 2# 吸附器的污氮气入口阀 V1212、污氮气出口阀 V1214、加热及冷吹气入口阀 V1216 和加热及冷吹气出口阀 V1206 打开，开电炉及蓄热器出口阀 V1217、关蓄热器放空阀 V1236 和冷吹阀 V1218、开蓄热器入口阀 V1219，加大空气与污氮管连通阀 V1208 的开度，气量控制在 6000~ 8000m^3/h。待入吸附器的气体温度低于 130℃时，切除蓄热器，单独用电炉来的气体继续干燥 2# 吸附器中的分子筛。当排气温度达 100℃以上时，结束 2# 吸附器中分子筛的干燥，进行吹除。冷却结束后，用同样方法进行 1# 吸附器中分子筛的脱水干燥。

在干燥吸附器中分子筛的同时，剩余气量经 HV101 阀导入空分塔内吹除下塔、上塔。

待分子筛脱水干燥工作结束后，转入蓄热器蓄热。

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net

3.4 上、下塔的吹除与干燥

上、下塔已大量进水，从主冷排液管可排出水，因此空分塔内的吹除、干燥必须慎重进行。将两只吸附器各阀全部关闭，由新接导气管导入吹除气，经HV101阀送入空分塔内，按正常的加热流路进行吹除、干燥，直至各流路无水。

3.5 扒、筛干燥后的分子筛和补装新分子筛

分子筛被水浸泡后，产生分子筛粉末，为此进行了过筛（氧化铝未动）。筛完后先将经水浸泡过的分子筛补装在上方，装填高度比原筛床高出5cm。

3.6 活化分子筛与装置的加热干燥

因装入的分子筛有2/5是浸过水的，必须进行严格的活化才能使用。活化方法是手动操作切换分子筛纯化系统，使两只吸附器一只处于工作状态、另一只处于活化再生状态，活化气量控制在6000m^3/h，并将已蓄热好的蓄热器投入工作，切换时间不定。当活化排气温度高于150℃时，改为冷却吹除。然后按同样方法进行另一只吸附器分子筛的活化。

待每只吸附器均加热再生两个周期后，切换系统投入自动工作，直到每只吸附器出口空气中的露点小于-70℃时，活化工作结束。

分子筛活化好后，按正常加热方法实施设备及各流路的加热干燥，并检测各排放口的排气露点达到-60℃时，结束加热工作。

4 处理后的使用效果

事故后，没有报废分子筛，而是先脱水干燥后过筛，再经严格活化重新使用。结果其强度与新的无多大差别，使用效果较佳，出分子筛纯化系统后净化空气中的二氧化碳含量一直小于2×10^{-6}，露点一直低于-70℃；分子筛和氧化铝也没发生破碎现象。

经验证明，一旦分子筛吸附器进水后，首要的问题应尽快使之脱水，脱水的气体温度应达到200℃左右，这样可以使水迅速蒸发。缩短浸泡时间，是防止分子筛粉化的首要问题。脱水后应进行严格的活化，进水后不要翻动已进水的分子筛，脱水时气量不能过大，以减少气体的冲刷。经这样处理后的分子筛可以满足使用要求。

5 教训与防范措施

这次严重进水事故，虽然分子筛没有报废，对空分设备的生产无严重影响。但是，由于进行事故处理及加热、干燥设备，浪费了大量的电能及人力，造成了一定的经济损失。如果本次事故在正常生产中发生，后果不堪设想：一是使空分设备运行工况发生波动影响正常的生产，二是将使设备冻结损坏。

为防止类似事故的发生，在生产中必须做到：

(1) 空分设备开车前，必须对各种报警联锁装置进行确认，无任何问题时，方可开车。

(2) 操作中加减量要缓慢进行，防止系统压力波动过大，每一项操作都要进行确认，无问题后，方可实施下步操作。

(3) 设备加热时就应将各联锁投入工作。

(4) 设备启动操作中要增加巡检次数，并做到随时观察各参数变化情况，发现异常及时查明原因并处理。

(5) 加强技术培训，提高操作技能，增强对异常情况的应变能力。☎

※ ※ ※

上海启元获印度3套KDN-1100/50Y型高纯氮设备订单

最近，上海启元空分技术发展有限公司获得了印度Gold Plus Glass Industry Co，Ltd. 460t/d浮法玻璃线项目的3套KDN-1100/50Y高纯氮设备订单。除空压机外，预冷机组、分子筛吸附器、精馏塔、气体轴承透平膨胀机、仪电控系统等均由上海启元设计制造。计划今年10月装船启运。这是上海启元承接中国玻璃线出口巴基斯坦、阿尔及利亚、中国政府援朝项目后的又一订单。

该浮法玻璃线由秦皇岛耀华玻璃机械制造有限公司总包。

上海启元空分技术发展有限公司　沈　镔

© 1994-2012 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. http://www.cnki.net