

# 三起粗氩塔氮塞的原因分析与处理

刘智灵, 王建新

(河南省安阳钢铁公司制氧厂, 河南安阳市梅元庄 455004)

**摘要:** 详细介绍了因氮气流量计工作压力下降、指示偏低, 实际氮气流量偏大而引起主塔精馏工况异常, 造成粗氩塔氮塞的故障现象及防范措施。

**关键词:** 空分设备; 氮流量; 主塔; 氮塞; 防范措施

中图分类号: TQ116.43 文献标识码: B

## Cause analysis of three failures pertaining to crude argon columns blocked by nitrogen and solutions

Liu Zhi-ling, Wang Jian-xin

(Oxygen Producing Factory of Anyang Iron and Steel Co., Mei Yuan Zhuang, Anyang City 455004, Henan Province)

**Abstract:** The abnormal conditions of the distillation column occur due to the drop of operating pressure in the nitrogen flowmeter, the low side indication and the high side indication of actual nitrogen flow are described in detail, which result in blockage of crude argon column by nitrogen. Correspondingly precautions are set forth for reference.

**Key words:** Air separation plant; Nitrogen flow capacity; Main column; Blockage by nitrogen; Precaution

### 1 概述

安阳钢铁公司制氧厂现有两套 6000m<sup>3</sup>/h 制氧机和两套 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机, 其低压氧氮管网全部相互并联, 若其中一套制氧机或压缩系统出现故障, 产品可互送压缩。1<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机是由杭州制氧机厂制造的全低压常温分子筛净化、增压式透平膨胀机、加氢除氧制氩流程。于 1996 年 8 月一次性试车投产至今, 无扒塔检修, 设备运行状况良好。其间经过我们深挖潜力, 精化操作, 设备运行的各项指标有了很大的提高。具体参数见表 1。

2002 年 11 月 12 日至 17 日 2<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机空透故障停车抢修期间, 1<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机在 24 小时内出现了三次粗氩塔氮塞故障。

### 2 故障经过

2002 年 11 月 12 日 7 00, 2<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机

表 1 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机设计与运行参数

项 目	设计值	实 际 平均值	最大液 体工况
氧气产量/ (m <sup>3</sup> /h)	14000	15400	14200
氧气纯度/ (%O <sub>2</sub> )	99.6	99.67	99.67
液氧产量 (折合气态) / (m <sup>3</sup> /h)	200	400	900
氮气产量/ (m <sup>3</sup> /h)	14000	15600	15600
氮气纯度/ (×10 <sup>-6</sup> O <sub>2</sub> )	10	10	10
氩气产量/ (m <sup>3</sup> /h)	300	370	370
氩气纯度/ (×10 <sup>-6</sup> )	O <sub>2</sub> 5 ; N <sub>2</sub> 10	O <sub>2</sub> 1 ; N <sub>2</sub> 2	O <sub>2</sub> 1 ; N <sub>2</sub> 2
加工空气量/ (m <sup>3</sup> /h)	73000	78000	80000

空气透平压缩机准备停车抢修, 该车间 16000m<sup>3</sup>/h 氮透和 6000m<sup>3</sup>/h 氮透改由 1<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机和 2<sup>#</sup> 6000m<sup>3</sup>/h 制氧机向其供低压氮气。上午 11 30 因氧气管网压力较低, 为增加氧气产量, 我们将膨胀空气量由 14700m<sup>3</sup>/h 降至 10400m<sup>3</sup>/h, 同时将膨

收稿日期: 2003-01-16

作者简介: 刘智灵 (1964 — ), 男, 1987 年大学毕业, 现任安钢制氧厂四车间主任。

胀空气旁通污氮管道阀门 V5 由两圈关至全关。12 50 氩馏分含氧由 92 % 上升至 92.84 %, 氧产量由 15200m<sup>3</sup>/h 提到 15350m<sup>3</sup>/h。14 50 氩馏分含氧量在无任何下降趋势的情况下突然开始下降, 操作工马上将氧产量从 15350m<sup>3</sup>/h 降至 15000m<sup>3</sup>/h, 10 分钟后氩馏分含氧量仍继续下降, 同时粗氩纯度也由 98.5 % Ar 开始下降, 操作工又将氧产量降至 14000m<sup>3</sup>/h, 15 20 氩馏分含氧量下降至 85 % O<sub>2</sub> 后开始回升, 但粗氩纯度已下降至 82 % Ar, 造成粗氩塔氮塞。1 小时后工况恢复正常, 当时认为是氧气量提得过多引起的氮塞。

18 40 中班人员发现主冷液氧液位从 3020mm 下降至 2900mm, 分析认为冷量不足, 将膨胀空气量由 10400m<sup>3</sup>/h 增至 13100m<sup>3</sup>/h, 19 00 氩馏分再次突然下降, 因白班交班时没交代 V5 阀已全关, 所以中班增加膨胀量后也未开 V5 阀, 更加大了氮塞的可能性。在大幅度降低产品氧的情况下还是造成粗氩塔氮塞。随后将 V5 阀开两圈, 将膨胀量降至 10000m<sup>3</sup>/h, 两小时后工况恢复正常。

13 日夜班, 随着氩馏分的含氧量的逐步上升至 94.7 %, 氧气产量也逐步提至 15700m<sup>3</sup>/h 左右, 氩馏分含氧量也保持在 94.7 % ~ 95 %, 6 20 主冷液氧液位又开始有下降趋势, 由 3020mm 下降至 2900mm, 操作工将膨胀量由 10000m<sup>3</sup>/h 提至 11500m<sup>3</sup>/h, 6 50 氩馏分含氧量在保持上升趋势的情况下再次突然急剧下降, 操作工马上将氧气产量降至 13300m<sup>3</sup>/h, 但还是再次发生氮塞。

当时初步对三次氮塞的分析是: 氧气产量提取过大; 进上塔膨胀空气量过大。所以采用减少氧气产量和增大 V5 阀旁通量的方法使氩馏分含氧量保持在 94.5 % 以上来维持正常生产。11 月 17 日 13 30, 2<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机开车正常后改用自产氮气; 1<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机关闭送氮阀, 由放空阀自调放空, 随后氧产量也逐步提高, 氩馏分含氧量也下降至 92 % 左右, 工况恢复正常。

### 3 故障原因

我们结合报表及工况趋势图进行了认真的比较和分析, 认为这三次氮塞与以往氮塞有所不同, 一是在氩馏分含氧量较高且无任何的下降趋势的情况下发生的。二是每次氮塞均与分子筛吸附器切换无关。结合工况分析原因如下:

(1) 进上塔膨胀空气量过大? 根据资料介绍, 进上塔膨胀空气量一般不大于 15 % 加工空气量时

上塔是能够承受的, 而这次进上塔膨胀空气量为 10400m<sup>3</sup>/h, 只占加工空气量的 13 %, 根据我们以往的操作经验认为, 全关 V5 阀让膨胀空气全部送入上塔不该是造成这三次氮塞的主要原因。

(2) 氧气产量提取过大? 根据以往操作经验, 在同等工况下氧产量增加后氩馏分含氧量一般会缓慢下降, 即便下降至 88 %, 再小幅降低氧产量, 氩馏分含氧量就会回升。而这三次氮塞过程中的提氧幅度较以往并不大, 且发现氩馏分含氧量开始下降后, 氧产量却比以往多, 因氩馏分含氧量下降趋势很快反而没能控制住, 所以这也不该是主要原因。

(3) 我们根据这三次氮塞是在向 2<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机氮压机送低压氮后所发生的, 且停止送氮后又完全恢复正常的特点, 对送氮前后的氮气产量及氮气出装置压力进行了对比: 送氮前氮产量 FIC103 设定值 SV = 15900m<sup>3</sup>/h, 实际 PV 值也一直保持在 15900m<sup>3</sup>/h 左右, 氮气出装置压力 PIC103 也基本保持在 11kPa。送氮后, 氮产量 FIC103 设定值没改变, 还是 15900m<sup>3</sup>/h, 而实际值却为 15600m<sup>3</sup>/h 左右, 氮气出装置压力 PIC103 降为 4kPa。为什么送氮后氮产量减少, 氮气出装置压力不是升高反而降低了呢? 我们通过和仪控技术人员讨论分析后认为, 在向 2<sup>#</sup> 14000m<sup>3</sup>/h 两台氮透供氮期间, 若氮透抽取量过大, 会使氮气低压管网压力降低。虽然氮气流量 FIC103 有系数补偿, 当工作压力降低过多 (当时低压氮气压力 PIC103 只有 4kPa), 已超过其补偿范围, FIC103 就会出现指示偏低, 实际氮气流量已远超过 15600m<sup>3</sup>/h 以上。

氮产量的偏大、出装置压力的降低使上塔顶部压力随之降低, 上塔压差增大, 上升气体流速增快, 塔板持液量相应增大, 氧提取率降低。当氮透自调节时氮气流量出现波动, 或进上塔膨胀空气量波动, 就会使上塔出现轻微的漏液, 使氩馏分含氮量增加, 造成粗氩塔氮塞。而从当时的趋势图上也可看出, 先是副塔阻力由 3.45kPa 逐步上升至 3.8kPa, 上塔阻力由 33kPa 上至 35.4kPa, 主冷液氧液位同时由 3020mm 下降至 2900mm, 副塔和上塔阻力开始下降后, 氩馏分含氧量才急剧下降发生氮塞的。而造成氮气出装置压力降低、流量增大的原因是: 氮透开始抽氮使低压氮气管网压力下降, 氮气流量 FIC103 指示 15600m<sup>3</sup>/h, 偏低于设定值 15900m<sup>3</sup>/h, FIC103 就会使氮气放空阀 V108 自动开大至全开, 来增加氮气放空量, 使 FIC103PV 指示

值达到 SV 设定值。而氮气放空量的增加, 使氮气出装置压力更低, 实际氮气提取量更大, 氮气流量指示值也更低, 这就更加剧了工况的恶化, 造成粗氩塔氮塞。管网氮气流量调节流程简图见图 1。

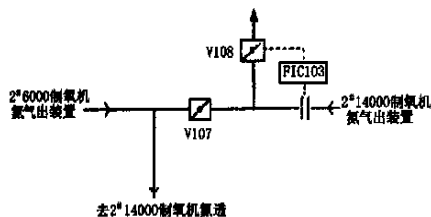


图 1 流量调节流程简图

## 4 防范措施

首先是出现上述情况时尽可能地避免氮透抽取量过大问题。2# 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机两台氮透加起来最大抽取量是 21000m<sup>3</sup>/h, 虽然 1# 14000m<sup>3</sup>/h 和 2# 6000m<sup>3</sup>/h 两套制氧机氮产量加起来从数值可以满足 2# 14000m<sup>3</sup>/h 两台氮透需求, 但因 2# 6000m<sup>3</sup>/h 制氧机氮气出装置压力较低, 设计值是 5kPa, 而

1# 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机氮气出装置压力设计值是 12kPa, 这样就会出现 1# 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机抽氮量增加, 而 2# 6000m<sup>3</sup>/h 制氧机氮气量因低压管网压力高而减少。可选择出装置压力稍高的 1# 6000m<sup>3</sup>/h 制氧机与 1# 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机共同送氮以缓解这种情况的发生。其二是当出现因抽氮压力较低, 氮气流量指示偏小, V108 氮气放空阀全开时, 可手动将 V108 阀关小, 使氮气出装置压力 PIC103 升高后再投自动控制, 并将 FIC103 设定值 SV 相应设低些, 来避免因设定值太高、氮气放空阀开大的恶性循环现象发生。

12 月初 2# 14000m<sup>3</sup>/h 制氧机计划检修, 在向其供氮后, 再次出现氮气出装置压力和流量降低、上塔和副塔阻力升高的现象。我们采用 1# 14000m<sup>3</sup>/h 和 1# 6000m<sup>3</sup>/h 制氧机一起供氮, 手动关闭 V108 阀后, 氮产量马上从 15600m<sup>3</sup>/h 上升到 15900m<sup>3</sup>/h, 氮气出装置压力也由 4kPa 上升到 9kPa, 工况恢复正常。

## 转 让 设 备 信 息

我公司现有两套抵账而来的 KZON-150/600-3 型全套空分设备及一套 KZO-300/600-4 型空分设备闲置待处理, 如有意者, 可来人、来电联系, 并现场看货, 价格面议。具体情况如下:

空分型号	品 名	设备型号	生产厂家	出厂年月	数量 (台)
KZON-150/600-3 A 套	空压机	5L-16/50	沈阳气体压缩机厂	1985-1	1
	配套电机	TK250-14/1180	沈阳电机厂	1984	1
	纯化器	HXK-960/45	杭州制氧机厂	1985-6	1
	膨胀机	PZK-14.3/45-6	杭州制氧机厂	1985-6	1
	分馏塔	FON-150/600-3	杭州制氧机厂	1985-6	1
	电加热炉	JR-12.9	杭州制氧机厂	1985-6	1
	氧压机	Z-1.67/150	杭州制氧机厂	1984-6	2
KZON-150/600-3 B 套	空压机	5L-16/50	沈阳气体压缩机厂	1970-6	1
	纯化器	HXK-960/45	杭州制氧机厂	1979-5	1
	膨胀机	PZK-14.3/45-6	杭州制氧机厂	1979-5	1
	分馏塔	FON-150/600-3	杭州制氧机厂	1979-5	1
	电加热炉	JR-12.9	杭州制氧机厂	1979-5	1
	氧压机	Z-1.67/150	杭州制氧机厂	1979-6	2
KZON-300/600-4	空压机	2D12-34.4/20	邯郸制氧机厂	1993-12	1
	分馏塔	FON-300/1000-4	邯郸制氧机厂	1993	1
	氧压机	3Z3.5-1.67/150	浙江舟山定海气体压缩机厂	1993-12	2

### 湖南省郴州旭辉气体有限公司

联系人: 刘际辉 办公电话: 0735-2321998 手机: 13307350432 \ 13907350432  
 张进生 办公电话: 0735-2183817 手机: 13327354188  
 刘业运 办公电话: 0751-6673748 手机: 13927848350