

空分冷箱密封气含氧量偏高原因分析

方大特钢科技股份有限公司 (江西南昌 330012) 唐 剑 吴振兴

【摘要】针对10 000m³/h制氧机空分冷箱二次出现密封气氧含量偏高的现象,进行了有效的分析,并根据不同情况采取了相应的措施。

【关键词】空分冷箱 密封气 氧含量 原因 措施

一、前言

方大特钢科技股份有限公司10 000m³/h制氧机,采用全低压常温分子筛净化,增压透平膨胀机制冷,规整填料技术、DCS控制及全精馏无氢制氩的外压缩流程,是制氧厂生产的重要核心机组之一,该套机组在运行中曾经分别出现过两次冷箱密封气氧含量偏高的现象,针对这两次冷箱内密封气氧含量偏高的情况,大家进行了认真的分析,并根据不同情况采取了相应的措施。

二、冷箱密封气氧含量偏高的现象及危害

1. 冷箱密封气氧含量第一次偏高的现象

10 000m³/h制氧机空分塔于2004年10月份进行了扒砂检修,于2004年11月10日开机出氧,2004年12月16日,在对10 000m³/h空分冷箱密封氧含量进行分析时,发现冷箱内氧含量纯度较高,冷箱上、中、下密封气氧含量分别为:20%、30%、34%,冷箱基础温度为:过冷器下部基础温度为1.3℃,粗氩Ⅱ塔基础温度为0.8℃,下塔温度为-2.1℃,随着时间的推移,冷箱内氧含量在慢

慢上升,基础温度则缓慢下降,具体数据见表1。

表1 空分冷箱运行的参数比较

参数	采取措施前	采取措施后
基础冷箱过冷器温度/℃	-3.66	-2.86
基础冷箱氩塔温度/℃	-3.05	-1.46
基础冷箱下塔温度/℃	-3.02	1.89
板式冷箱内密封气压力/Pa	133	220
下冷箱内密封气压力/ Pa	50	367
上冷箱内密封气压力/ Pa	4.6	39
板式冷箱内密封气纯度	19%O ₂	0%O ₂
下冷箱内密封气纯度	36% O ₂	8%O ₂
上冷箱内密封气纯度	20%O ₂	3.5%O ₂

2. 冷箱密封气氧含量第二次偏高的现象

2007年11月,根据生产计划要求,对10 000m³/h制氧机进行了加温,重新开机后,在2007年12月发现冷箱密封气氧含量再一次偏高,通过调整冷箱密封气流量,氧含量有所下降,随着时间的推移,主换热器上部冷箱内密封气氧含量不断上升,冷箱的基础温度也缓慢下降,再进一步调整冷箱内密封气的压力,冷箱内密封气氧含量也没有下降,至2008年8月,主换热器上部冷箱内密封气氧含量上升到48%,在不断调整冷箱密封气过程中,发现冷箱密封气氧含量维持一段时间后,继续上升,但冷箱基础温度却在上升,说明冷箱内的下部密封气压力调整得较好,通过每天在塔顶上的巡检,也表明冷箱上部密封气压力也始终维持在一个正压水平,由此说明不存在外界空气进入冷箱内冷凝的现象。初步

判断是冷箱内的管道或容器出现了一定氧含量的介质气体或液体的泄漏。在8月10 000m³/h空分停机加温过程

中，主换热器上部冷箱内密封气氧含量更是高达67%，具体数据见表2。

表2 空分冷箱运行参数

时间	冷箱内密封气氧含量 (%)			冷箱密封气压力/Pa			冷箱内基础温度/℃		
	上部	板式处	下部	上部	中部	下部	过冷器	粗氩Ⅱ塔	下塔
20071207	9	19	1				0.2	1.2	1.6
20080215	3	20	2				-1.3	0.4	0.8
20080301	7.4	30	0	22	117	490	-5.3	-2.0	-0.2
20080418	9.5	33	0	106	344	560	-4.7	2.2	4.4
20080523	5	35	0	115	356	582	-1.7	5.4	8.1
20080627	2.5	35	0	130	352	597	2.0	10	12.3
20080718	4.5	37	0	146	405	595	4.0	12	13.4
20080725	6	40	0	108	395	544	5.8	12.5	14.9
20080802		47		125	363	649	9.2	15.1	16.1
20080804		67							

3. 冷箱内密封气氧含量偏高的危害

据有关资料介绍，单变量求解的方法并根据氧氮二元系统露点数据，发现当空分冷箱内氧含量超过10%时，气体冷凝现象就有可能产生，而随着氧含量的升高到15%时，冷凝就开始产生。而随着冷凝液体的下移，所以在冷箱中下部获得热量后液体蒸发，氧的浓度就会升高并超过空气中的氧含量，冷箱内密封气氧含量偏高会产生以下的危害。

1) 一旦气体在冷箱内冷凝，冷箱内很大一个区域内的珠光砂就可能带有低温液体，这样冷箱内冷区将扩大，相对保护层就会变薄，故跑冷损失就会增大。

2) 如果将来空分设备加温停车后扒珠光砂时，若珠光砂中的低温液体未能全部汽化，这些低温液体在冷箱扒珠光砂时突然汽化，在冷箱内产生较高的压力，从而产生破坏作用。

3) 若是含湿的空气进入空分冷箱内，就会在冷箱顶部冻结，对扒珠光砂带来很大的困难。

4) 由于气体不断冷凝，形成恶性循环，在冷箱内产生富氧环境，这将是一个很大的不安全隐患。

三、冷箱密封气氧含量偏高的原因分析及措施

1. 冷箱密封气氧含量第一次偏高的原因分析

在分析空分冷箱保温层密封气体中氧含量升高原因时，先是怀疑空分冷箱内的富氧管道或设备可能存在泄漏，采取了停止供应冷箱密封气，对冷箱内的气体成

分进行跟踪分析，发现氧含量略有上升，冷箱内的密封气压力也基本维持在一定的数值上，而且冷箱内基础温度并不是很低，说明存在泄漏的可能性较小，但冷箱内气体氧含量为什么会这么高呢？由于当时大家对大型空分冷箱密封气的控制操作尚未有一个明确的统一认识和完善的操作方法，在实际操作中，如果调节控制不当，会在空分冷箱内产生负压，于是对空分冷箱的各层密封气压力和冷箱内基础温度进行检测和观察，又猜测是否外界的空气进入了空分冷箱内，可是即使空气进入了冷箱，冷箱内气体氧含量（30%以上）也不应该超过空气中的氧含量（20.89%），通过对10 000m³/h空分冷箱密封保护气进行跟踪检测及观察，同时收集大量的数据查阅了许多相关资料，得出了一个结论：造成空分冷箱内氧含量过高的原因极有可能是外界空气进入冷箱后，空气中的氧组分在温度较低的污氮、氮气管上产生冷凝，并形成壁流，在进冷箱内密封气量相对较少的情况下，产生冷凝现象而造成冷箱内保温层密封气体氧含量过高，且出现冷箱内越往下，氧含量越高的现象。由此可知，冷箱内密封气氧含量第一次偏高的原因是外界空气进入冷箱，空气中的氧组分冷凝所致。

在分析了原因以后，对冷箱密封气进行了调整，并制定了相应的措施，加强冷箱的监控，冷箱内密封气管线布置如图1所示，具体操作如下。

1) 在保证冷箱安全的前提下，先是调整冷箱内的密封气量，提高上冷箱密封气压力，防止空分冷箱上部产生负压，使空气进入冷箱内。

2) 慢慢增大下冷箱密封气, 利用常温密封气使冷箱内的冷凝液体渐渐汽化并从呼吸孔带出, 降低冷箱内氧的浓度, 同时密切注意冷箱密封气压力, 防止密封气量过大, 造成冷凝液体急剧气化而对冷箱构成危险。

3) 经常检查冷箱内压力和分析冷箱内气体成分。10 000m³/h制氧机空分冷箱密封气经过调整操作后, 密封气氧含量下降到正常值, 冷箱内基础温度也回升, 防止了冷箱内气体的冷凝现象发生, 从而提高了10 000m³/h空分冷箱安全运行的可靠性(实施后的数据见表1)。由于判断较为正确, 因此, 从根本上解决了冷箱保温层密封气氧含量偏高的问题。

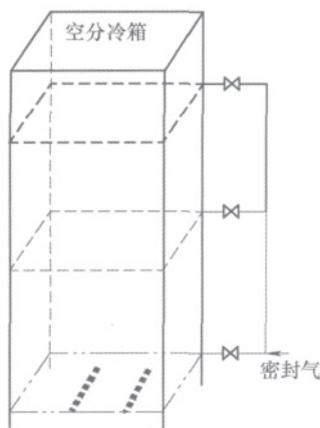


图1 冷箱内密封器管线

2. 冷箱密封气氧含量第二次偏高的原因分析

当空分冷箱密封气氧含量偏高以后, 极为重视, 成立了监控领导小组, 每天对冷箱运行情况进行监控, 通过调整冷箱密封气压力, 根据第一次的经验, 判断为冷箱内密封气氧含量偏高的原因是冷箱内存在富氧介质的泄漏或空气泄漏形成氧组分冷凝。

(1) 原因分析 在对冷箱的监控过程中, 发现主换热器上部冷箱平台区域“冒汗”结霜较多, 主要原因可能是密封气从呼吸筒和防爆板跑冷造成的, 在观察中发现从该平台冷箱横梁的西面到东面, 形成一半包围圈冒汗情况, 根据冷箱内仪表管线的布置, 分析为液氧信号管可能存在漏点, 而运行中的主冷液氧面较稳定, 所以, 重点对备用的液氧信号管进行检测, 发现信号压力波动较大, 因此, 判断为该信号管存在泄漏的可能性较大, 事后对冷箱扒砂查漏时, 也发现此管线有一漏点。10 000m³/h空分冷箱于2008年8月2日停机开始加温, 8月7日加温完毕, 液空出过冷器的温度TI2为-6.8℃, 液

氮出过冷器温度TI3为-3.6℃, 至8月9日这两点温度分别为-112.5℃、-119.2℃, 说明当时在过冷器周围存在大量的冷凝液体, 为了安全起见, 采取了冷箱从上往下的扒砂方法, 但在8月10日, 在打开冷箱底部人孔进行扒砂过程中, 仍然出现少量喷砂, 并伴有液体存在的现象。在查漏过程中, 发现主换热器的增压通道测温点(TI11)根部焊接点存在一定的泄漏(如图2所示), 且这个漏点与过冷器及TI2、TI3温度检测点的距离不足1m, 这部分空气泄漏后, 和进过冷器的返流氮气、污氮进行换热, 空气中的氧组分不断冷凝, 由于冷箱内的珠光砂具有一定的包容性, 因此在过冷器上部周围形成氧浓度较高的液体区域。从停止加温后, TI2、TI3温度检测点温度下降较快的现象也证实这一点, 这也是在加温过程中, 冷凝的液体不断蒸发而使冷箱内氧含量居高不下不下的原因。



图2 增压通道测温点泄漏处

(2) 采取措施 针对以上两点分析, 在扒完砂后, 对冷箱内密封气管线进行改进, 一是将下部密封气管延伸到过冷器处, 二是在冷箱中上部增设了一组冷箱密封气管。改进的目的是为了防止冷箱内氧组分的冷凝。

四、结语

综上所述, 当冷箱内密封气氧含量升高时, 一定要结合现场的实际情况, 认真加以分析, 首先要检查冷箱顶部, 不能有负压; 其次, 通过观察冷箱面板的“冒汗”和结霜部位, 重点关注仪表信号管线引出的信号压力以及各管线的吹除阀等, 确定是否有泄漏点。同时, 在正常运行中, 对冷箱的运行工况如冷箱的密封气压力、冷箱内氧气含量、基础温度等参数要认真加以监控, 对运行工况的参数突变要有高度的重视。GM

(收稿日期: 2011/12/12)