

• 挖潜改进 •

10000 m³/h 空分设备分子筛 吸附器挖潜改进

董 志 文

(大庆石油化工总厂水气厂, 黑龙江大庆市卧里屯, 163714)

摘要 介绍了大庆10000m³/h空分设备的分子筛吸附器的改造情况, 以及改造后的运行情况, 阐述了空分设备运行周期的长短与分子筛吸附器的吸附效果间的关系。图1。

主题词: 大型空气分离设备 分子筛 吸附器 运行周期 改造

大庆10000m³/h空分设备的分子筛吸附器, 是由德国林德公司引进的国内首套采用13X分子筛对空气进行净化的吸附设备。此设备系林德的专利产品, 它的作用主要是清除压缩空气中的CO₂、H₂O、C₂H₂等杂质, 保证装置长周期安全运行。

1985年11月装置投产, 经几年来的运行, 已暴露出不少问题和致命弱点, 使装置运行周期一直达不到设计要求, 频繁的开停车影响全厂各主体装置的运行。一号空分现已运行27个周期, 吸附器运行周期最长为167天, 最短为12天, 与国内同类装置的运行周期相比, 还差得很远。

为此, 1992年我们趁装置检修对分子筛吸附器进行了改造, 消除了存在的缺陷, 使装置运行周期达到327天, 确保了乙烯各套装置氧氮气的供应。下面就把本次改造的经验和改造后存在的问题向大家作一介绍。

一、运行周期短的原因

我们统计了装置前20个周期非计划停车加热的次数及其原因, 并对其进行分类, 排列如表。

非计划停车加热次数与原因

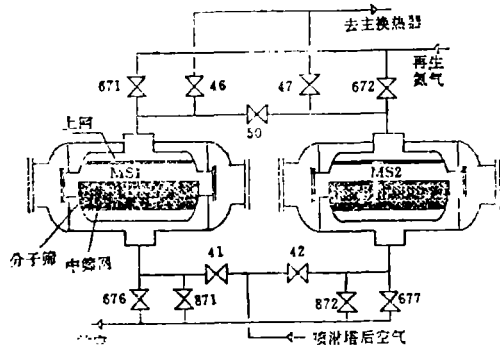
序号	停车加热原因	频数	百分数 (%)	累计百分数 (%)
1	分子筛吸附器吸附效果差	11	55	55
2	循环水加药, 吸附器带水	3	15	70
3	技术素质差, 责任心不强	2	10	80
4	吸附器仪表系统故障	2	10	90
5	冷冻机故障, 空气温度高	1	5	95
6	其 它	1	5	100
累计		20		100

从表中可以明显地看出, 分子筛吸附效果差是造成装置运行周期短的主要因素。因为, 分子筛吸附效果差, 就会造成通过吸附器的被净化压缩空气中H₂O、CO₂的含量超过控制指标, 并随空气一起进入主换热器。由于温度降低, 这些杂质会逐渐冻结在换热器的翅片上, 随着时间的推移, 空气通道变小, 致使主换热器的阻力增大, 换热效率下降, 导致精馏工况破坏, 使装置无法正常运行而被迫停车大加热。所以本装置运行周期的长短, 由分子筛吸附器运行的好坏决定。因此, 对分子筛吸附器进行彻底的改造, 才

是解决本装置长周期运行的根本途径。

二、工艺流程

分子筛吸附器采用卧式、双层结构,共两个,每个吸附器内填充7吨供空分专用的UCC=13X分子筛,其工艺流程(见图)如下。



林德10000 m³/h 空分设备分子筛
吸附净化工艺流程图

由喷淋冷却塔(SC)来的压缩空气(0.65 MPa、8℃),从下部进入其中一个吸附器MS₁,经下折流挡板、下网及中部的钢板网和中筛网产生均匀的气速,通过0.7m分子筛床层,使空气中CO₂、H₂O、C₂H₂等杂质被吸附后,出上筛网和上折流挡板进入冷箱的主换热器。而另一个吸附器MS₂进行再生,再生分四步:泄压、加热、冷吹和均压。泄压就是泄掉再生罐的压力,保证压力较低的再生氮的再生;加热是用干燥氮(230℃、0.01 MPa)对已吸附工作结束分子筛罐进行自上而下的加热解析,使被吸附的CO₂、H₂O、C₂H₂等杂质从分子筛的颗粒中解析出来,并随氮放空;冷吹主要是用氮(12℃),把分子筛由高温降到正常的吸附温度,因为温度低有利于对CO₂、H₂O、C₂H₂等杂质的吸附;均压主要是保证吸附器切换时空气不对分子筛床层产生冲击。分子筛吸附器1.8小时切换一次。

三、吸附器存在的问题

1. 床层短路

(1) 吸附器后的阀门开启速度过快

在装置开车过程中,某些直径较大的阀门开得过快,使通过分子筛吸附器的局部空气气速超过了分子筛颗粒的夹带气速,空气便对分子筛床层产生冲击,造成床层局部凹凸不平,出现短路。凹下部分的床层对空气的吸附净化时间小于设计的吸附时间,CO₂、H₂O等杂质就吸附不彻底,并随空气一起进入主换热器。

(2) 筛网质量差

分子筛吸附器的筛网是由多块铜网(150目)拼接而成,用铝制拉铆钉或U型卡子固定。由于铆钉的背面没有加垫,加之吸附器内的温差比较大,在空气和氮气的冲击下,铆钉很容易脱落,造成上、中筛网产生裂纹。使分子筛落到吸附器的底部或被带到上网,也会造成凹凸不平,和上述结果一样。

同时,落到底部的分子筛积聚在折流板附近,妨碍折流效果,使空气分布不均,造成局部分子筛床层进行过饱和吸附,CO₂、H₂O等杂质也会被带到主换热器,造成换热器堵塞。

(3) 中筛网腐蚀

出喷淋冷却器的压缩空气是饱和空气,水分被吸附器下部分子筛吸附,由于底部分子筛过饱和吸附,使下部的铜筛网长时间的被水浸泡,其结果导致铜网腐蚀,在高速放空氮的冲击下,产生漏洞,使分子筛床层凹凸不平。

2. 局部补网,气速改变

由于分子筛吸附器筛网损坏,严重地影响吸附器吸附效果,因此,必须停车进行处理。补救的方法是在破损的筛网上重新铺上铜网或不锈钢网,再用拉铆钉铆接。这样做产生了两个不利因素:一是加网后,因网的密度大(200目),改变了局部气速,使整个床层的气速不均,影响分子筛的吸附效果。几年来,频繁补网的同时,由于进罐人员多,也造成筛网的破损,结果网是越补越厚,有

的地方达到四五层;二是拉铆钉在铆接时,铆钉的背面无法加垫,因此,新网只能靠铆钉与筛网丝之间的很小的紧力来固定,在温度、压力交替变化及气流冲击下,铆钉很容易脱落,结果网破损是越补越大。

3. 法兰不严, 空气短路

分子筛吸附器为双层结构,在吸附器工作期间,因内罐人孔法兰密封不严,夹层中的湿空气就会漏到内罐床层的上方。因为夹层中的湿空气压力要比内罐上部的空气压力高出 0.08 MPa (床层阻力),从而污染已完全净化的空气,不经吸附就被空气带到主换热器,造成堵塞。

内罐人孔法兰不严的原因,主要是在装分子筛时,难免使分子筛颗粒和粉末进入法兰螺栓孔里,在拧螺栓时,没有用仪表风把螺栓孔吹除干净,法兰无法把严。同时也破坏了螺纹,致使人孔法兰长期漏气。

四、分子筛吸附器改造

1989年我们就提出对分子筛吸附器进行改造,由于每年大修周期短,仅有七天,所以一直没有改造。1992年一号空分辅塔改造,检修期较长,我们在杭州制氧机研究所的指导下,对分子筛吸附器进行了改造,仅用九天完成了整个改造,并进行了床层测速,取得了很好的效果。

1. 更换筛网

进入上筛网上部,将两层细网间固定的 35 只 M12 mm 的螺栓点焊处磨去,拿掉螺栓、螺母,并将下面一层 150 目的破网拉掉。同时将粗丝网在筒体凸出部位剪去至筒壁约 10 mm,将新的 0.4×0.4 mm 整张网放入,然后用不锈钢拉铆钉铆接(铆接前铆钉两边加垫),用新螺栓固定。在筒体的周边及封头处用压条压住,点焊。

中筛网拆除,更换为整张新材料丝网,周边用新制压条和拉铆钉(Φ5×16 mm)铆接紧固。支承环下用新制压板压着丝网点焊。

2. 支承环与筒体间隙调整

由于内筒工作后已成椭圆状(变形程度与温度高低有关),且支承环与内筒的膨胀系数不一样,造成环与内筒间的分子筛变成了粉末,影响了正常吸附。故应在各支承环与内筒体接触处,按照缝隙大小、宽度,用不锈钢网卷成小卷,塞入其间隙,用 Φ1 mm 的钢丝插入,不得有大于 Φ1 mm 的孔。

3. 上缓冲板改进

吸附器原设计意图考虑为上下进出口管道布置均为径向进气,故上下缓冲板设计与配管相吻合,而实际工程配管上部为轴向进气。为保证再生时再生气分配均匀,达到再生完善的目的,改造时将上缓冲板上一块挡板拆除,并将缓冲板修补成左右对称。

4. 床层测速

筛网更换结束后,用粉笔在下网上划出方格,用塑料布封住两端人孔,启动空压机,逐点测量每一方格内的气体流速,并根据气流分布情况对局部气流高的地方,用 40 目不锈钢网调整,直至气流分布达到均匀为止。

这次改造,我们采用整张 0Cr18Ni12-MoTi 不锈钢筛网,代替原来的铜网。这样,一可以减少筛网的拼接,降低筛网破损的可能性;二强度大,适用于温差变化比较大的环境,同时比铜网的抗腐蚀性能好。

五、改造后运行情况

改造后,经过八个多月的运行,主换热器的阻力一直为 0.02 MPa (原来运行三个多月时主换热器的阻力就会达到 0.05 MPa,只好停车加热),没有增加。1993年 4 月份发现吸附器 MS₁ 在加热和反吹时,有分子筛颗粒带出,24 小时的带出量为 1 kg 左右,由此可以判断中筛网产生了漏洞或裂纹。

吸附器 MS₁ 运行到五月份时,在其工作末期时,CO₂ 已经严重超标,达到 25×10⁻⁵ (指标为 ≤1×10⁻⁵)。为了不影生产,我们没有停车,而是在吸附器 MS₂ 运行时拆开吸

附器 MS_1 的人孔,发现分子筛床层东侧的中部,有一个 $1.5 \times 1.2 \times 0.5 \text{ m}^3$ 的坑,重新补充了分子筛并扒平,历时1小时。

1993年大检修期间,我们卸出 $MS_{1/2}$ 的分子筛,进行检查,发现了两个问题:

1. 在吸附器 MS_1 的中筛网东侧的中部有两处裂纹:一处裂纹长为100 mm,另一处为70 mm,这两处裂纹都是在中筛网下面的两块筛板的拼接处产生的。造成这种现象的原因有两个:一是两块筛板变形,与支撑工字钢的接触面接触不良,在吸附器再生时两块筛板产生轻微的振动,使筛网受到垂直方向剪切力的作用,这是造成网裂纹的主要因素,二是再生时温差变化较大,产生的热应

力也很大,这交替变化的应力对裂纹的产生也有很大的影响。

2. 在吸附器 $MS_{1/2}$ 床层的边缘,也有分子筛下凹的现象。这主要是支撑与内筒壁间隙虽已填充好,但这是在冷态下填充,当吸附器达到200℃以上时,就会产生缝隙,填充物就会脱落。改进的办法是在间隙填充结实后,用钢板点焊将丝网卷与支承环焊牢。

总而言之,本次改造是非常成功的,保证了本设备长周期平稳地运行。通过1993年大检修期间,对分子筛吸附器的进一步的完善,这套吸附器保证本设备运行周期在一年以上是完全可能的。

(1993年9月)

杭氧召开1994年度科技工作暨科协工作会议

杭州制氧机集团公司1994年度科技工作暨科协工作会议,1994年3月29日在杭氧会场隆重举行。李大仁总工程师首先作了1994年公司科技工作纲要报告,公司总经理、科协主席俞兴华也在会上作了讲话。会上,有5名同志荣获1993年公司有特殊贡献员工奖,他们是:洪应潮、魏世秋、翟宗仁、何传贤、章威力。并宣布了109项获1993年公司科技成果获奖项目及主要人员。公司科协也作了1994年科协工作计划报告,并宣布了获“讲、比”竞赛活动、学术论文获奖名单,以及先进科协分会、科技工作积极分子名单。

——摘自1994年4月8日《杭氧报》(顾)

杭氧6500 m^3/h (带氩)空分设备在承德钢铁公司投产

由杭州制氧机集团公司设计、制造的KDON-6500/13000-Ⅱ型空分设备,于1994年3月在承德钢铁公司联动试车一次成功,并投入正式生产供往炼钢。

该装置经过一段时间的运转,工况已稳定正常,由杭氧和承钢双方代表商定,于1994年4月4日14时至7日14时对该套设备进行连续72小时的性能考核,其运转数据均达到了设计要求,氧产量为6510 m^3/h (合同值6500),氧气纯度为99.7% O_2 (合

同值99.6),氮气产量为13100 m^3/h (合同值13000),氮气纯度为6.4 ppm O_2 (合同值10),每立方米单位电耗为0.48 $\text{kW} \cdot \text{h}/\text{m}^3 \cdot \text{O}_2$ (合同值0.5 $\pm$ 4%)。

该套设备采用分子筛纯化、增压透平膨胀机流程、计算机主控室监视等技术。整个工程为杭氧总承包,安装调试一体化的交钥匙工程。该套装置也是杭氧集团成立以来的第一套投产设备。杭氧产品及优良的服务同时也得到用户的好评。

(杭州制氧机研究所 屈秀廷)