

# 板式全低压空分装置长周期运转初探

是 炎

(兰化化肥厂)

**摘要** 本文就影响空分装置长周期运转的因素,改进设备缺陷,将可逆式板式换热器的板束,由2.1m增大到3.3m;改造硅胶吸附器和选用KSG—Ⅰ型硅胶;对空分装置原始开车过程逐步调整,从而保证了长周期运转。

**关键词** 空分装置 换热器 板式全低压 空分装置 板式换热器 空气分离 单元操作

## 一、前 言

板式全低压空分装置是一种比较成熟的工艺生产装置。它的运转周期是从整机启动至停机进行系统大加温的平均无故障间隔期,出现故障最多的原因是:自动阀故障;换热置堵塞;主冷凝器泄漏以及化学爆炸。

针对影响空分装置长周期运转的因素,我们从技术改造入手,不断在正常操作中摸索,总结经验,改进技术操作,以解决影响

长周期运转存在的问题,现就兰化化肥厂空分车间 2·6000 空分装置进行讨论。

## 二、空分长周期运转

### 1.可逆式板式换热器

空分车间 2·6000 空分装置是国内早期出产的板式全低压空分装置,机型:KDON—6000/6600 Ⅱ型。主要特征是可逆板式换热器由 2.1m 长的板式单元组成,简称“短板”6000 空分。流程图如图 1 所示。

通过安装调试,石化厂 20·6 kV 配电所选用的两套 ZD—4 型小电流接地信号装置及 FL-2 型零序互感器的各项技术指标均达到设计要求,投入运行后工作正常。

## 三、 结束语

1.中性点不接地电网中发生单相接地故障时,使系统中性点电压升高,其最大值等于相电压(金属性的完全接地时),但并未破坏电网电压的对称性,因而允许电网短时间内继续运行。

2.单相接地时的接地电流很小,为系统

的电容电流,亦称零序电流,其相位超前零序电压,其值决定于与该电网在电气上相连连系的所有线路(电缆线和架空线)的长度。

3.根据单相接地时所产生的零序电流超前零序电压(最大相位差为 $90^\circ$ ),这一方向特性构成的 ZD—4 型小电流接地信号装置灵敏度高,选择性好,能迅速查找出单相接地故障,而不影响其它完好线路的正常供电,运行可靠,操作简单,维护方便,可在中性点不接地系统中推广使用,是提高电网供电可靠性的一种有效措施。

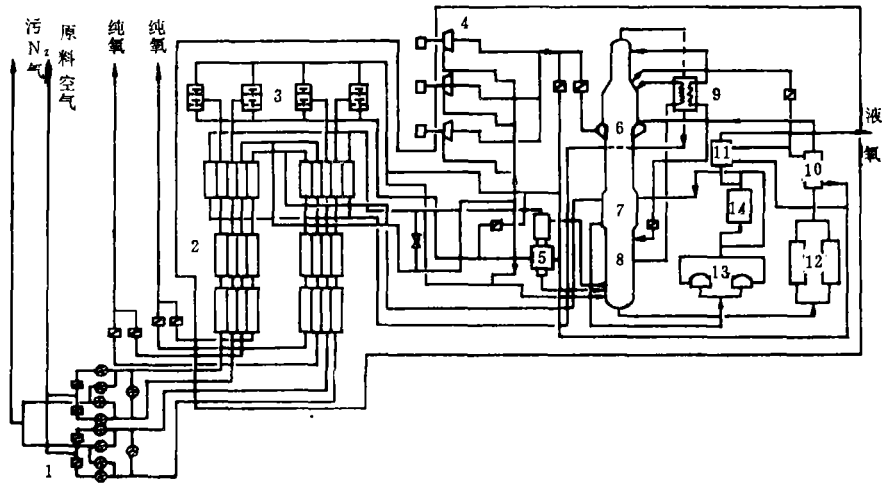


图1 KDON 6000/6600 II型全低压空分流程图

- 1—强制阀系统 2—可逆式换热器 3—自动阀箱 4—膨胀机组 5—液化器  
 6—上塔 7—主冷凝器 8—下塔 9—液氮过冷器 10—液空过冷器 11—液氧过冷器  
 12—C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>吸附器 13—液氧泵 14—液氧吸附器

目前，制造厂家对板式换热器（可逆式）的计算，大都趋向于取大的后备系数，使板束长度由2.1m逐渐增大到3.3m，目的是缩小冷端温差，增强其自清除能力，有效地保证CO<sub>2</sub>在板式冷端的冻结，同时保证返流气体使冻结的CO<sub>2</sub>升华，并将其带出板式换热器。

无论是2.1m还是3.3m的板式换热器，其冷端温差都在自清除要求的范围，而2\*6000空分装置中的精馏塔内仍有CO<sub>2</sub>聚集，并造成板式换热器阻力大，上塔精馏工况差的现象。原因之一是正流气体中析出的CO<sub>2</sub>没有完全冻结在切换通道内的翅片上，被原料低压空气拖带进入下塔内，而其中的一部分又被节流活门打到上塔。致使板式阻力大，上塔精馏工况差。

从原料低压空气出板式换热器冷端的温度分析，空气中的CO<sub>2</sub>分压很低，约0.177 kPa，冻结温度约-135℃，可以认为全部从原料低压空气中析出。但如不能完全冻结在翅片上，使其中析出的CO<sub>2</sub>被原料低压空气拖带入下塔，就不能说实现了自清除，即全析出并不等于自清除。

同时应该注意，出冷端的空气温度将随着后备系数的增加而降低。如果盲目增加板束长度，空气在冷端内就可能出现液化，造成返流污氮在板式换热器内蒸发液化空气，形成板式换热器跑冷。

从以上的讨论，结合国内其它空分装置使用单位的运转周期情况分析，板式6000空分的板式单元长度以3.3m为宜。经改进后的3.3m板式单元组成的可逆式换热器见图2。

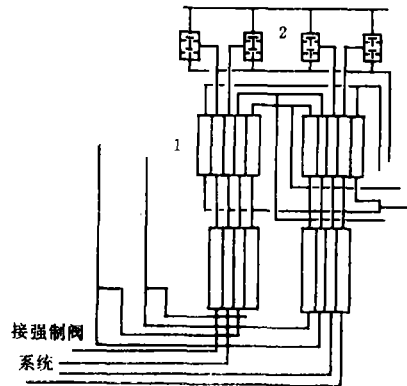


图2 3.3m板式换热器示意图  
 1—可逆式换热器 2—自动阀箱

## 2. 空分装置大加温的气体质量

空分装置在启动前要进行系统的吹扫和大加温。正常操作中 $\text{CO}_2$ 吸附器、 $\text{C}_2\text{H}_2$ 吸附器、 $\text{CO}_2$ 过滤器、液氧吸附器、液氧泵、膨胀机以及板式换热器，上精馏塔等都要定期加热和不定期加热或冷吹。装置运转周期结束后的全系统大加温，需要用水份含量小于 $0.04 \text{ g/m}^3$ 的干燥低压空气进行处理。因此干燥空气的质量直接影响装置的正常运转和原始开车的顺利进行。

长期以来，由于硅胶吸附器结构缺陷，陶瓷过滤器作用受到抑制，硅胶破损量大等原因，致使干燥空气中粉尘大量带入被加温的空分装置，造成液氮液空过冷器管外附着大量硅胶粉末，精馏塔塔板筛堵塞等比较严重的后果，影响空分装置的长周期运转。

为解决干燥空气的质量问题，我们首先着手改造干燥站的设备缺陷，同时解决硅胶的破损问题。

### (1) 设备缺陷的改进

目前使用的吸附器主要结构形式是一个两边带封头的容器。封头与筒体连接的法兰中间夹着伞式花板，花板上固定有不锈钢制过滤网。硅胶填入伞式花板之间，被吸附空气自上而下经过吸附器。由于硅胶填入时，颗粒之间有一定空间，当气流通过时，伞式花板之间的硅胶呈浮动状态。吸附水份后的硅胶易碎，加之气流的冲击以及硅胶之间的摩擦，造成大量的硅胶破损，产生粉尘。

我们改变这种硅胶自然填入的方式，将吸附器上部的伞式花板改为带顶丝的紧固式花板。当填入硅胶后，把紧这个紧固花板，气流通过时就不会造成硅胶呈浮动状态，也就避免了硅胶之间的摩擦，减小了气流对硅胶的冲击，减少了硅胶的破损。

### (2) 选用新型的KSG-Ⅱ型硅胶

KSG硅胶与原粗孔硅胶的一些物化性能的实测对比(见表1)[1]。

从表1可以看出，KSG硅胶遇水不

表1 KSG I 硅胶同粗孔硅胶性能对比

指标名称	实测数据	
	KSG	粗孔球型硅胶
遇水不裂%	100	0
抗压强度kgf/粒	20.3	35
再生不裂%	100	90
耐磨强度%	99.96	99.77
堆比重 g/升	625	745

会发生爆裂现象。再生时也没有发生爆裂现象。

同时还可以看出KSG硅胶抗压强度比粗孔硅胶差。但是按粗孔硅胶质量要求 $\geq 10 \text{ kgf/粒}$  KSG硅胶完全能满足使用要求。

KSG硅胶表现出的优越性，对于我厂空分车间的操作条件，如空气是由水塔来的饱和湿空气，干燥气体使用量大，吸附器每使用8小时进行再生等来讲，选用新型的KSG-Ⅱ型硅胶更适宜。

## 3. 改进原始开车

第一阶段，俗称“渡水分区”使可逆式板式换热器的冷端温度迅速下降至 $-50^\circ\text{C}$ 以下，从而除去空气中的水份。

对于空分车间2\*6000空分装置，在 $\text{O}_2-1-10$ 遥控蝶阀前加装10个手动闸阀，调 $\text{N}_2-1, 2$ 两个遥控蝶阀改为手动闸阀。保证开车过程中，冷端温度能够均匀地下降。

第二阶段：利用可逆式板式换热器出来的不含水份的干燥低温空气，在保证膨胀机出口温度不低于 $-135^\circ\text{C}$ 的条件下，使设备、管道逐渐冷却至尽可能低的程度。为启动第三阶段迅速过 $\text{CO}_2$ 区打下基础。

以往在这一阶段操作中，膨胀机后气体预冷上塔。考虑到此时的膨胀机出口温度，可能会使部分 $\text{CO}_2$ 出现冻结，因此在本阶段操作中，不进行上塔预冷，以防止 $\text{CO}_2$ 在上塔冻结。

(下转第162页)

另一方面再沸器的热量由 D-702 加压甲醇精馏塔顶汽相组分供给，原设计再沸器热负荷为15500MJ/h，调节余地不大，因此建议回流比维持原设计 1.1。

### 2. 方案二

适当提高进料位置

该塔原进料板为第 76 板，根据进料板位置优化结果，将进料板提高到 69 或 64 板，釜液甲醇浓度可降低到 0.1175% 或 0.0514%，当然再沸器和冷凝器的热冷负荷也略有增加，但没有超过原设计的换热量。该方案效果很好，只是要在塔身开孔，而该塔在 66 板与 65 板间有入孔，可在此处增设一个进料口。

### 3. 方案三

维持原塔流程和原设计分离要求及工艺操作条件，另外建一个带侧线采出的常压甲醇回收塔，最好是波纹板填料塔，从 D-703 塔釜残液（含甲醇 4.16%）中回收甲醇，脱除高碳醇<sup>[1]</sup>，以降低甲醇废水中的 COD。

以上计算和分析基于原设计数据，由于缺乏实测数据，所提方案尚需在生产实际中验证。

### 参 考 文 献

[1] 王玉华：《D-708 和 D-304 两塔釜残液 中 甲 醇 的 回 收 方 案 》，兰化研究院内部资料

### （上接第172页）

第三阶段：加速板式温降，迅速渡过 CO<sub>2</sub> 区，但同时也应注意防止温降过快而失去控制，造成板式冷端正返流气之间的温差过大，降低自清除效果，甚至可能使其冷端温度降至 -173℃ 以下出现空气液化。膨胀机后温度低于 -188℃，发生带液现象，警惕出现膨胀机叶轮损坏，止推轴承烧瓦。

实际操作中，这些过程是比较快的，因此要特别注意工艺参数的变化情况。

第四阶段：用已除去 CO<sub>2</sub> 和水份的干净低温空气，对系统所有设备，管道进行深度冷冻使其逐渐接近工作温度，并逐渐积累液体，建立精馏。液体积累至正常工艺条件要求后，开启液 O<sub>2</sub> 泵液 O<sub>2</sub> 循环，送出合格 O<sub>2</sub>、N<sub>2</sub> 气体。

在这一阶段中，当主冷凝器有液体后，应全部排放掉这一部分液体。因为这一部分液体是从上塔顶部逐板冷凝下来的，实际上对逐块塔板进行了洗涤，洗涤后的液体及被

洗涤下来的杂质同时排掉。重新积累的液体比较干净，有利于正常操作。

### 三、结束语

开好板式全低压空分装置，实现在老装置上工艺优化操作，不仅体现安全、稳定、长周期运转，同时也可以节能降耗，对生产具有实际意义。

我厂两台 6000 空分装置担负着向兰化公司 303 厂线性低密度聚乙烯、毫秒炉；304 厂 ABS 塑料、高抗冲聚苯乙烯；有机厂苯胺；动力厂原油等装置的供气任务。因此它关系到整个公司的经济效益，做好长周期运转就显得更为重要。

### 参 考 文 献

[1] 中国制冷学会第二专业委员会：《空分设备用吸附技术讨论会论文集》杭州，1982