

# 国内首例变压吸附制氮装置改造成制氧装置

胡 明 辉

(杭州制氧机集团公司设计院变压吸附室, 杭州东新路 90 号, 310004)

1999 年下半年, 我们承接了河北一家化工厂的一个改造项目, 该厂要求把北京某单位制造的  $400\text{m}^3/\text{h}$  变压吸附制氮装置改造成为  $80\text{m}^3/\text{h}$  变压吸附制氧装置。用户这一要求, 国内还属首例。据该厂介绍原来的  $400\text{m}^3/\text{h}$  制氮装置本来就没达到指标, 基本上处于瘫痪状态。在这种情况下, 杭州制氧机集团有限公司设计院为了把国内首例的改造项目做好, 提高杭氧变压吸附技术在市场中的知名度, 不以收取费用多少为前提, 为该化工厂提供了改造方案。

我们第一次提供的改造方案, 由于一方面缺少此类改造的经验, 另一方面用户要求我们尽可能节省开支、尽可能不改变原有的硬件配置, 故采用常压解吸流程。改造完成后经调试, 氧的产量与纯度都与设计指标存在较大差距。

经过分析与计算, 造成第一次试车失败的原因主要有:

(1) 原制氮装置吸附器高径比( $H/D$ ) $>3$ , 过高的床层导致分子筛解吸不彻底, 压力损失过大。

(2) 用户原有配置过小。原空气压缩机额定排气量为  $20\text{m}^3/\text{min}$ 、额定功率为  $120\text{kW}$ , 而实测仅为  $12\sim 13\text{m}^3/\text{min}$ 、功率也只有  $75\sim 80\text{kW}$ 。

(3) 原来的自动切换阀门为管道活塞阀, 存在着明显的泄漏现象, 且动作也不灵敏, 同时阀门口径亦偏小。

(4) 均压及返流清洗效果较差。

为此, 我们对压缩机的供气量、阀门的密封性、管路与阀门的通畅、吸附器的结构设计等提出了第二次全面改造方案, 采用 VPSA 流程, 并重新购置可编程序控制器, 并针对原高径比较常规大得多的问题, 我们把吸附时间作了较大调整, 并对其它各步的时序作适当变动。

第二次改造方案虽与第一次改造方案有很大区别, 但对第一次改造方案中已经更换成上海锦中分子筛有限公司生产的 VP800 型氧筛及三氧化二铝并

未再作更改, 仍采用二塔流程, 只对吸附器底部的气流分布器进行改进。

2000 年 3 月, 该厂全面完成了设备硬件改造, 经我们调试, 在供气量充裕的情况下, 其氧产量约  $80\sim 100\text{m}^3/\text{h}$ , 氧气纯度可稳定在  $90\%\sim 93\%$ , 完全达到了设计指标。其供气量、氧气产量、氧气纯度、供气压力之间关系见表 1。

表 1 变压吸附制氮装置改造成制氧装置调试参数

| 供气量<br>( $\text{m}^3/\text{min}$ ) | 氧气产量<br>( $\text{m}^3/\text{h}$ ) | 氧气纯度<br>(%) | 供氧压力<br>(MPa) |
|------------------------------------|-----------------------------------|-------------|---------------|
| 12~13<br>~16<br>~20                | ~55<br>~80<br>~100                | 90~93       | 0.05          |

随着各项性能指标完全达到设计值, 用户环绕“分子筛”的疑问总算消除了。因第一次吸附器改造中底网未按要求加工, 导致试车过程中漏筛相当严重, 最后只好把所有的分子筛掏出来, 再重新灌回吸附器。分子筛在大气裸露时间较长, 同时在第一次与第二次改造之间间隔的时间也较长, 在吸附器中的分子筛又没有得到很好保护(当时阀门未换, 而阀门又封闭不严)。运行结果表明 VP800 型氧筛的产氧率在  $18\sim 20\text{m}^3/\text{t}\cdot\text{h}$  之间, 而实际上气源更充裕一点, 其产氧量还能提高, 与厂家提供的数据基本上相吻合(见表 2)。

表 2 VP800 型富氧分子筛技术参数

| 富氧分子筛<br>型 号 | 产 氧 率<br>( $\text{m}^3/\text{t}\cdot\text{h}$ ) | 氧气浓度<br>(%) | 产品规格<br>(mm)       | 堆积密度<br>( $\text{t}/\text{m}^3$ ) |
|--------------|-------------------------------------------------|-------------|--------------------|-----------------------------------|
| VP800        | $\geq 20$                                       | $93\pm 3$   | $\phi 1.6\sim 2.5$ | $\geq 0.67$                       |

在试车过程中, 针对用户在实际操作上的不同工况, 我们也作相应的变动, 某些环节上进行了一些调整、改进。由于受到长吸附区的影响, 这套变压吸附制氧装置与常规的相比有自己的特色, 主要有:

(1) 比常规的 VPSA 流程的吸附时间长, 在 90

秒左右时最佳。

(2) 获得较高纯度 ( $\geq 93\%$ ) 氧气时, 氧气产量下降幅度并没有常规设备那样迅速, 最终氧气产量也只下降  $20\% \sim 30\%$ 。

(3) 产品氧压力波动较小, 供气比较稳定。

(4) 真空度要求高, 其操作压比约为 4。为了尽可能地降低能耗, 设备运行之初把真空度控制在  $-35 \sim -40\text{kPa}$ , 产量与纯度超过设计值很多, 3 小时后纯度就直线下降; 随着真空度逐渐加深, 连续运行时间也随之增加, 最终控制在  $-60 \sim -70\text{kPa}$  才稳定。因此用户操作时根据用气量来调节真空度, 也可以在运行过程中调节真空度, 这样相对地降低了能耗, 又不影响生产。

(5) 均压比较困难, 这无疑之中增加耗气量, 增加充压时间; 如果这个环节能很好地解决, 产量还能上一个台阶。

(6) 压力损失较大。

(7) 返流清洗效果没有常规设备那么好。

上述种种现象表明, 主要是原有设备长吸附区所造成的。该设备属于改造项目, 由于受到吸附器等原有设备的制约, 要把其改造成性能很好就有一定困难。再说又受到分子筛性能的限制, 对常规的 VPSA 设备性能大幅度提高是相当困难的, 更不用说高径比较大的设备。如果“氧筛”性能较大幅度提高, 那上述所存在的不理想的环节将迎刃而解, 这也是我们最迫切要解决的任务。

经过前后两次的探索, 我们成功地完成了国内首例变压吸附制氮装置改造成变压吸附制氧装置, 然而受到原设备、用户要求的制约, 这套设备的改造不尽完美。尽管如此, 我们从中也取得了大量数据, 使杭氧的变压吸附制氧技术更加完善, 也积累了一些的经验。

(收稿日期: 2000-04-20)

※

※

※

## 日本开发出加压加氧分解生活垃圾新技术

据《日经产业新闻》报道, 日本新明和公司开发成功一种装置, 可以把生活垃圾分解为水和二氧化碳, 不产生废弃物。

这种装置名叫“生态康拜因系统”。它把生活垃圾中的有机物压缩, 除去金属等无机物, 加水搅拌后, 注入不锈钢管, 加上 100 个大气压, 使之达到  $300^{\circ}\text{C}$ , 再加入氧气。有机物同氧反应后, 就全部分解为水和二氧化碳。反应过程中不会发生恶臭, 反应所得的水通过下水管道流走, 二氧化碳则被排放到大气中。

据报道, 这项新技术适合超市、饮食店及饭店等使用。

(吴 通)

## 我国首次实现原子喷泉 获得迄今国内最低温度

据新华社北京 2000 年 4 月 23 日电: 在北京大学, 我国科学家最近首次利用原子冷却技术实现原子喷泉: 数千万个原子犹如泉水一样瞬间被喷出 1~2 厘米高……这标志着我国已基本掌握研制原子钟的核心技术, 中国人把“时间”掌握在自己手里已为期不远。

原子冷却, 它利用激光等方法使原子温度接近于绝对零度, 即零下  $273.16^{\circ}\text{C}$ 。1994 年, 北大电子学系王义道和杨东海教授牵头的激光冷却与囚禁原子研究实验室开始进行原子冷却方面的研究。1999 年底, 科研人员在改进方法后, 利用六束激光“捕获”了铯原子并使之冷却, 获得了迄今国内的最低温度: 比绝对零度 ( $-273.16^{\circ}\text{C}$ ) 仅高

出百万分之三摄氏度。由于温度极低, 铯原子几乎接近静止状态, 运动速度从常态下的每秒 300 米到 400 米减速到每秒 3 厘米。

上周, 科学家进一步成功实现了原子喷泉, 约 8 千万个铯原子在激光的作用下, 成功地向上喷射 1 到 2 厘米高。此意义极为深远, 因为原子喷泉可做成准确度极高的原子钟, 每 3000 万年时间可望仅误差 1 秒。这种钟是建设我国独立自主的时间频率系统 (目前基本上依赖外国), 使我国自主控制时间和空间基准的重要准备。

科学家们计划进一步降低原子温度, 以人工方式在国内率先生成物质的第 5 种状态: 玻色—爱因斯坦凝聚状态。

——根据 2000 年 4 月 24 日《钱江晚报》摘编 (顾福民)