

化工企业空气分离装置工艺流程选择

Process selection of air

separation unit in chemical enterprises

封学学 (宁夏煤业烯烃一分公司, 宁夏 灵武 750411)

Xuexue Feng (CTO I Branch Ningxia Coal Industry Co.Ltd, Ningxia Lingwu 750411)

摘要: 在新时代背景下, 国内的经济快速发展, 涌现出了众多新型工业和新型技术。在这样的时代背景下, 气体工业的规模也逐渐扩大。由于国内的空气分离技术已经取得了很大进步, 不断推出新型的产品和技术理念, 空气分离装置是具有代表性设备。化工企业在生产过程中, 氧气与氮气是非常重要的工艺原料, 因此选择空气分离设备时, 需要保证安全性、经济性和可靠性。鉴于这种情况, 本文针对化工企业空气分离装置工艺流程选择展开分析探讨。

关键词: 化工企业; 空气分离装置; 变压吸附; 膜分离

Abstract: In the new era, with the rapid development of domestic economy, many new industries and new technologies have emerged. In this context, the scale of gas industry is gradually expanding. As the domestic air separation technology has made great progress, and new products and technical concepts are constantly introduced, the air separation device is a representative equipment. In the production process of chemical enterprises, oxygen and nitrogen are very important raw materials. Therefore, when selecting air separation equipment, it is necessary to ensure safety, economy and reliability. In view of this situation, this paper analyzes and discusses the process selection of air separation device in chemical enterprises.

Key words: chemical enterprise; Air separation device; Pressure swing adsorption; Membrane separation

由于国内气体工业的迅猛发展, 化工企业在选择空气分离装置工艺时给予了严格的要求。因为高纯度氧气和氮气是化工企业重要的工艺原料气体, 同时也是动力气和保护气。因此, 空气分离装置的安全可靠将会直接影响到化工企业的生产运转。因此在选择空气分离设备时, 需要将装置的安全问题、经济问题、性能问题以及气体纯度等方面列为考虑因素, 使化工企业的正常运转得到保障。

1 变压吸附分离工艺

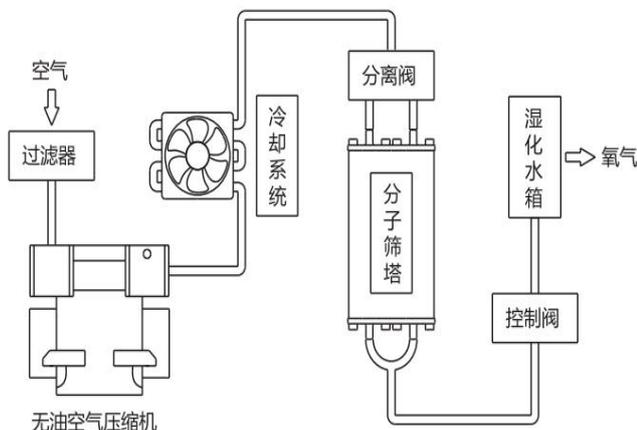


图1 变压吸附制氧工艺流程图

变压吸附分离工艺的关键核心部位是配备了分子筛

的吸附塔。运用原理是依据不同分子会在分子筛微孔的散发和吸附过程中呈现速率差别, 从而实现了将空气中氧气和氮气的分离。如果吸附过程中没有达到平衡状态, 那么氧和氮便会在气相中富集起来, 使得产品气体形成。接下来通过减压达到常压, 吸附剂会脱附自身吸附的无用废气和杂质, 进而完成再生。这个运行设备当中会安置两个吸附塔, 一个吸附塔负责吸附产氧和氮, 另一个吸附塔负责脱附再生, 两者互相搭配进行工作。借助 PLC 程序控制系统参与到气动阀的开启和关闭控制, 令两个吸附塔能够互相交替运行, 完成生产氮气和氧气的连续工作。变压吸附制氧工艺流程如图 1 所示。

与其他工艺相比较, 变压吸附分离工艺有着明显的优点, 那就是运行参数较为稳定, 能耗较低, 维修工作也比较便利。大多数都采用了撬装式组合架构, 不用人为进行操作干预, 可以实现无人操作。但是这种工艺的缺点也不可轻视, 那就是这种工艺生产出的氧气和氮气的纯度往往具有明显的欠缺, 气体压力也比较低。由于产品纯度会影响到设备尺寸和设备能力, 这种情况的产生主要是因为变压吸附分离工艺的规模有限。通常情况下, 变压吸附产品的质量的最小气体压力大约处于 0.4MPa, 最大的气体压力则是在 0.8MPa 左右, 制作出的氮的纯度可以达到 95-99% 之间, 制作出氧的纯度

会在 91-95% 之间。由于我国当前技术水平的限制, 单套产品可以完成的最大变压吸附制氮处理工作可以为 $1000\text{Nm}^3/\text{h}$, 即 1 千标 m^3/h 。最大变压吸附制氧会达到 $500\text{Nm}^3/\text{h}$, 即 500 标 m^3/h 。一旦成熟产品的氮纯度能超过 99% 的时候, 制氮能力往往只会达到 $600\text{Nm}^3/\text{h}$ 。如果氧纯度能够处于 95-99% 之间的时候, 制氧能力便会达到 $6000\text{Nm}^3/\text{h}$ 。

2 膜分离工艺

膜分离工艺虽然发展的时间比较短, 但是已经被广泛的运用到化工企业生产过程当中。膜分离工艺与变压吸附分离工艺存在着明显的区别。变压吸附工艺是根据不同分子在分子筛吸附率的差别进行氮气与氧气的分离, 其工艺的核心内容是吸附塔。而膜分离工艺的工作原理则是依据不同气体在膜中溶解度、渗透率以及扩散参数等处的不同来进行其他的分离工作。在出现混合气体穿透膜的情况下, 借助外部驱动与膜两侧压力差的作用之下, 气体会由于渗透率的不同而在膜的不同位置出现富集。如果某个气体的渗透率比较快, 在膜的渗透一侧富集, 必然会在滞留侧富集, 因此实现了将混合气体分离的目的。

膜分离技术作为一个技术工艺, 优点和缺点会影响到工作过程, 所以在选用使用这项工艺技术的时候, 需要对它的优点和缺点拥有清晰的认知。膜分离技术有三个较为明显的优点, 首先是做成箱式, 撬装式能够让它的结构变得更加紧密, 便于工作中进行安装和操作, 甚至在某种程度上完成无人操作控制。另一个优点则是产生的噪音比较小, 消耗的能力比较低, 所需要的占用空间很比较少, 是比较经济实惠的工艺技术。最后一个优点便是启动过程所需时间比较短, 通常情况会在 10min 左右就能够提供合格的产品气体, 具有出色的工作效率。膜分离技术的缺点主要体现在设备使用寿命不长, 因为使用寿命会受到膜的影响。在出现切膜老化的情况后, 需要进行一定的维修, 这种维修费用非常高。除此之外, 膜分离技术的产气量偏低, 产气的纯度也不够理想。因为气体溶解力和膜气体分离能力的影响, 在生产氮气和氧气的时候, 难以保证足够的纯度。特别是在生产氧气的时候, 气体纯度往往只有 45%。氮气虽然纯度情况比氧气要好一些, 纯度能够达到 95-99% 之间。鉴于这种情况, 膜分离工艺通常会用在富氧燃烧或者污水处理的工序当中。

3 低温精馏工艺

低温精馏工艺的技术原理是通过氧气与氮气沸点的差别来完成空气中氧和氮的分离工作。由于压力和温度都会影响到某项物质的沸点。因此低温精馏工艺需要在高压低温的环境下进行。将空气进行液化处理, 通过精馏塔的传质传热之后, 对氧气与氮气进行有效分离。在这样的工作过程中, 低温精馏工艺具有着产气量大和气体纯度高的优点, 并且在气体压力方面也能符合生产要求, 可以迎合当前化工企业在生产方面的严格要求。一

种工艺拥有优点, 必然也会拥有缺点。低温精馏工艺的缺点主要是因为启动所需要的时间比较长, 并且实际操作也较为复杂, 负荷调节范围有限。这种工艺比较适合运用在大气量和稳定气量的持续供气的情况下。即便是引用了 DCS 控制系统, 但是仍然需要对低温精馏工艺进行优化改进。为了迎合化工企业的生产需求, 低温精馏工艺也展现出不同的工艺流程。

3.1 内外压缩流程

由于当前的技术限制, 基于低温分离技术的气态产品进行加压的形式主要有两个, 外压缩与内压缩。外压缩流程中需要让压缩机加压至一定压力。原因主要根据气体分离装置生产的气态产品的温度需要与环境温度相近, 压力需要高出大气压力。为了优效减低和控制沸点进而采用压缩机进行加压工作。在内压缩流程当中, 往往会将来自精馏塔的产品液体利用液体泵进行压力提升, 然后将其输送至主换热器复热后进入主管线。外压缩与内压缩存在的区别主要前者通过压缩机加压, 而后者则是依靠液泵进行加压。这两种方式进行比较, 内压缩所需要的经济投资比较少, 维修费不高, 并且具有操作方便和安全性高的优点。

3.2 规整填料

随着近几年科学技术的发展, 规整填料已经逐渐进行推广普及。规整填料可以增加氧、氮、氩的有效分离率。通过填料塔的工作, 上塔和氩塔的操作压力会出现明显的降低, 一般会降低 15-20% 左右, 下塔的压力也会因这个原因随着适当的降低。这样的运行过程能够对氧、氮和氩的分离提供有利条件。而且规整填料能够持续进行热质交换, 降低能力的损耗。在通过规整填料塔之后, 回流液能够在填料表层产生液膜, 上塔的阻力降低使得能耗下降。规整填料还可以进行大范围和变动与操作, 这是因为气液的接触属于连续性的, 所以填料塔本身的持液量会相应减少, 能够在一定的负荷范围内进行变动。

4 结束语

随着我国经济与科技的快速发展, 空气分离技术也取得了较大的进步。为了满足化工企业的需求, 应当根据企业的自身需求和情况进行合理选择, 令分离装置工艺流程选择保持科学合理。在保证安全生产的情况下, 提升产量, 降低成本, 进而取得更好的经济效益。

参考文献:

- [1] 宋挺, 廖晋, 何珍珍, 等. 浅议化工企业空气分离装置的工艺流程选择 [J]. 名城绘, 2018(07):194-194.
- [2] 何永, 席俊峰. 化工企业空气分离装置工艺流程选择 [J]. 化工管理, 2016, 40(09):115-115.
- [3] 徐金永. 浅析空气分离装置在化工企业中流程选择 [J]. 化工设计通讯, 2018, 44(02):125-125.

作者简介:

封学学 (1994-) 男, 汉族, 陕西延安人, 本科, 宁夏煤业烯烃一分公司助理工程师。