

浅析空气分离方法和工艺流程的选择

赵乾浩

国家能源集团宁夏煤业有限责任公司甲醇分公司, 宁夏 银川 750000

[摘要] 空气分离其实质就是结合空气中存在的所有成分的物理性质的不同, 利用专业的分离方式以及低温分离模式, 将空气中存的氮和氧成分进行彻底的分离, 或者是将氮和氧成分进行提取的一种流程方法。在针对空气分离系统进行设计的时候, 工作人员务必要从多个角度来对空气分离设备的实际工艺技术和流程进行全面的了解, 并且要充分的结合使用者的实际情况和需求, 对工作实际情况进行综合分析研究, 从而为用户设计出最佳的空气分离工艺和流程。在设计的时候, 务必要注意不要一味地追求新的工艺和技术的只用, 而是要对工艺流程的高效性和经济性加以保证。文章介绍了变压吸附分离、膜分离和低温分离三种空气分离技术的原理和流程。并对三种分离技术的工艺流程特点进行了对比分析。

[关键词] 空分; 变压吸附分离; 膜分离; 低温分离; 内压缩; 外压缩

DOI: 10.33142/ec.v3i1.1319

中图分类号: TQ116.1

文献标识码: A

Analysis of Selection of Air Separation Method and Process Flow

ZHAO Qianhao

Methanol Branch, Ningxia Coal Industry Co., Ltd. of China Energy Group, Yinchuan, Ningxia, 750000, China

Abstract: Essence of air separation is to combine different physical properties of all components, use professional separation methods and low-temperature separation mode to completely separate nitrogen and oxygen components in the air, or a process method to extract nitrogen and oxygen components. In design of air separation system, staff must have a comprehensive understanding of actual process technology and process of air separation equipment from multiple perspectives, and fully combine actual situation and requirements of users to conduct comprehensive analysis and research on actual situation of work, so as to design best air separation process and process for users. In the design, we must not pay attention to blindly pursue use of new process and technology, but to ensure efficiency and economy of process. This paper introduces principle and process of PSA separation, membrane separation and low temperature separation and compares and analyzes process characteristics of the three separation technologies.

Keywords: air separation; PSA separation; membrane separation; low temperature separation; internal compression; external compression

1 空分工艺技术和流程介绍

1.1 变压吸附分离技术

1.1.1 变压吸附分离技术原理

变压吸附分离技术其实质就是以压缩空气为基础, 利用专门的物料为吸附试剂, 在保证良好的压力作用下, 借助空气中的氮气以及氧气分子对不同物料的吸附效果的不同, 在既定的时间内进行吸附, 最终达到氮气和氧气彻底分离的目的。而御压之后的分子能够在一定的环境下实现再生, 能够被二次利用^[1]。

1.1.2 变压吸附分离流程

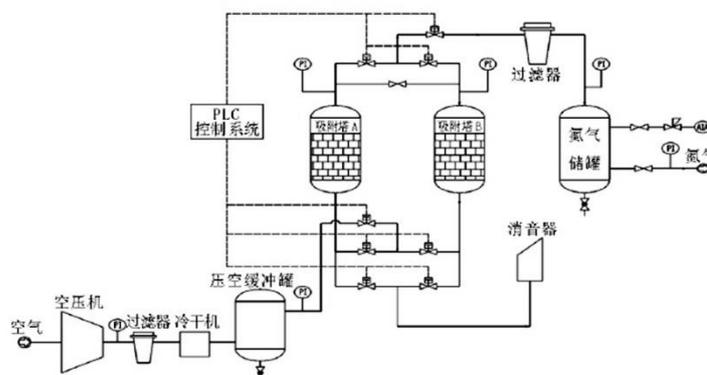


图1 变压吸附空气分离制氮工艺流程图

变压吸附分离工艺流程见图 1。空气通过空压机的压缩之后，会流入到净化系统之中，这一工序的所用就是将空气中的杂质进行清除，最后进入到吸附塔之中。在吸附塔中，会设置各种类型的吸附实际，从而能够完成对氮分子和氧分子的吸附工作，并且可以促使没有被吸附的氮和氧分子富集在吸附塔结构的顶部，最终我们能够获得具有良好初度的产品气体，现如今变压吸附系统中通常都会设置双塔流程，在一个塔内流程进行吸附的时候，另外一个塔内就会进行降压解吸。

1.2 膜分离技术

1.2.1 膜分离技术原理

膜分离技术其实质是对气体的扩散原理加以利用，借助原料气中存在的各种物质对膜材料所造成的不同渗透作用，以膜两边的气体的压力差为实际动力，在渗透的一边得到渗透概率较大的气体富集物料，在没有出现渗透的一边最终能够得到渗透概率较小的气体富集物质，最终实现将各种气体分离的效果。

1.2.2 空气的膜分离流程

空气膜分离工艺流程见图 2。空气在通一系列的的设备处理加工之后，在流入到加热设备之后，通过五十度的高温处理，最后进入到膜分离设备之中。压缩空气在膜的两边存在的压力的影响下，那些渗透性能较高的气体，往往会从高压内侧纤维壁朝着低压层渗透，在膜的渗透侧富集，之后将富氧气进行排空，。而渗透效率较差的气体就会被存留在膜的滞留的一边，被富集进入到专门的存放罐之中，从而实现空气中的氧氮分离的目的^[2]。

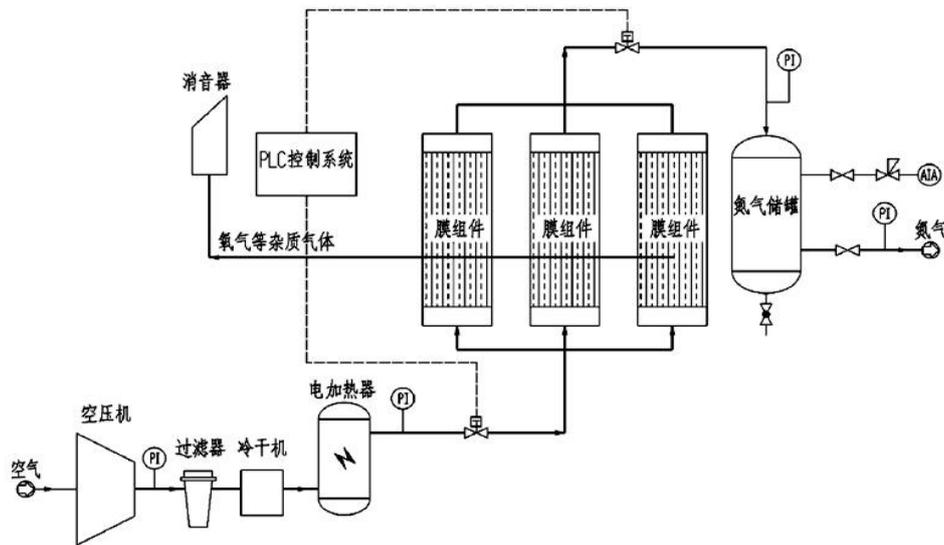


图 2 空气膜分离制氮工艺流程图

1.3 低温空气分离技术

1.3.1 低温空气分离技术原理

低温空气分离技术其实质是以空气为介质，通过一系列的加工处理之后，空气会转变为液体，之后借助液态空气中各个成分的沸点不同的这一特点，利用高精度的馏塔传热传质，将空气中的各类物质进行分离。

1.3.2 低温分离工艺流程

全低压空分工艺结合氧氮产品压缩环节的差异，也可以划分为外压缩流程和内压缩流程^[3]。全低压外压缩流程其作用就是将空气中的氧气和氮气进行分离出来，之后通过外部设置的压缩设备对产品进行适当的压缩处理，最后提供给用户加以使用。全低压压缩流程就是不设置氧压缩机或者是氮压缩机，而是从专门的低温箱体内生产出高压氧气或者是氮气，从而为用户提供需要的气体，这一流程与外压缩流程的本质差别就是高压产品氧气或者是氮气的供给压力是由低温液体在冷箱内通过液体泵不断的施压而形成的。液体氧气或者是液体氮气在主体换热器设备内通过增压装置升压之后，高压空气完成热交换之后会产生气化反应，最终为用户提供需要的气体^[4]。

2 不同空分工艺流程的特点

2.1 变压吸附工艺流程特点

(1) 变压吸附往往会设置双吸附塔的形式，在一个塔中进行吸附处理，另一个塔中会完成解析再生处理。两个塔进行循环交叉工作，能够完成不间断的空气分离工作，整个流程十分的简单，效率较高，并且产品质量较好。

(2) 整体成本花费较少，后期维保花费低，使用时长相对较长。

2.2 膜分离工艺流程特点

(1) 利用不同性质的中空纤维膜，能够获取不一样性质的气体，但是无法同时生产两种不同的气体。

- (2) 膜分离装置能够被运用在大压力系统之中, 压力越大, 产品的数量就会越多, 产品最终的纯度较高。
- (3) 膜分离装置最终能够获得百分之六十左右浓度的富氧空气, 但是无法形成高纯度的氧气。
- (4) 系统运行稳定性较强, 使用时长较长。摸空气分离系统运行安全性较高。

2.3 低温分离工艺流程特点

2.3.1 与非低温分离工艺流程比较

- (1) 生产流程相对较为复杂, 实际操作具有一定的困难。
- (2) 整个工艺涉及到的分支设备较多, 这样就会对实际操作造成严重的困难, 只适合使用在长时间的联系生产之中。
- (3) 机械运转设备数量对, 运行以及后期维保花费成本较大。
- (4) 操作技术稳定性较强, 产品多种多样, 双塔精馏可以持续生产高浓度的氧、氮产品, 氧气以及氮气的浓度可以达到百分之九十九以上, 并且产品的形成产量和稳定性较强。

2.3.2 全低压空气分离外压缩和内压缩工艺流程比较

2.3.2.1 工艺流程的差异

全低压内压缩以及外压缩工艺的差别主要集中在精馏以及换热方面。外压缩工艺其实就是在精馏塔中对空气进行处理, 最终形成需要的低压氧气以及氮气。而内压缩工艺其实是从精馏塔之中的主冷蒸发设备中获得液态的氧气和液态氮气, 之后借助液氧泵或者是液氮泵施加压力, 最终使其能够复热之后形成气化。

2.3.2.2 设备差异

全低压内压缩工艺流程与外压缩工艺相对来说, 增加了一台高压空气压缩设备, 换热系统往往会利用高压板翅式换热器来替代压缩工艺低压板翅式换热设备, 制冷系统内设置的压缩系统往往会选择使用高压膨胀机械。

2.3.2.3 安全性

内压缩其运行原理就是利用内部设置的液氧泵来实现对液态氧气的增压加工的, 其与外压缩工艺存在巨大的区别, 但是稳定性加强。外压缩系统中往往会被安设专业的氧气压缩装置, 氧气在高温的作用下会逐渐的升压, 其与液氧压缩性比较来说, 在安全性方面表现的较为欠缺。内压缩流程, 液态氧气泵在结构底层获取液氧, 能够完成对碳氢化合物的清除, 所以装置的安全性有所保证。

3 空分工艺流程的选择

3.1 全气态产品的工艺选择

3.1.1 氧气产品的工艺选择

如果用户对产品的需求为液态的氧气, 并且浓度不超过包分之九十五的时候, 可以选择使用规格较小的空分系统, 利用变压吸附或者是地位精馏空分系统来进行气体的分离操作, 从而能够为用户提供需要的气体。

3.1.2 氮气产品的工艺选择

如果客户需要的产品是液体氮气, 选择任何一种分离工艺都可以。但是因为所有环节的操作方法是不一样的, 所以导致变压吸附工序与膜分离两个环节产生的气体的质量和浓度是不一样的。现如今, 在科技快速发展的影响下, 利用膜分离技术对氮气进行生产, 产生的氮气质量已经达到了较高的水准。

3.1.3 双高产品的工艺选择

非低温精馏生产流程, 因为受到各种因素的影响, 无法在同一时间段内完成两种产品的生产, 并且不能对生产的气体的质量加以保证。所以, 有客户需要双高产品的时候, 可以利用低温双塔精馏流程。

3.2 液态产品的工艺流程选择

非低温工艺不能生产出液态产品, 所以, 在客户有液态产品需要的时候, 低温分离工艺可以加以利用。

4 结束语

在实际工程运用的时候, 各个不同的行业和项目对于氮气和氧气的需要都是不一样的, 所以要想保证产品能够满足实际客户的需要, 最为重要的是要针对所有不同类型的空气分离工艺的运行原理以及生产技术进行对比分析, 从而在确保满足客户的实际需要的基础上, 最大限度的对生产产品的质量加以保证, 并且还要促使企业能够获得更加丰厚的经济收益。

[参考文献]

- [1]任佳叶. 空分装置工艺流程选择及安全生产管理[J]. 化工管理, 2018(18): 73-74.
- [2]邵岩, 张晨. 天然气压力能利用与空气分离的集成工艺研究[J]. 北京石油化工学院学报, 2018, 26(01): 39-43.
- [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.
- [4]李国涛, 李初福, 张峰, 郜丽娟, 郭治. 空气分离装置氧气及氮气产品的能耗折标系数计算[J]. 化工设计, 2016, 26(05): 9-13.

作者简介: 赵乾浩 (1991-), 男, 西安文理学院, 化学工程与工艺。