

气体深冷分离技术分析

Analysis of gas cryogenic separation technology

陈 志 (宁夏煤业烯烃一分公司, 宁夏 灵武 750411)

Chen zhi (CTO I Branch Ningxia Coal Industry Co.Ltd, Ningxia Lingwu 750411)

摘 要: 在气体生产企业提纯气体纯度过程中, 气体深冷分离是最为核心的工艺, 为了满足市场环境对气体纯度的需求, 气体生产企业必须要对气体深冷分离技术进行优化和创新, 以此来获取纯度更高的气体。气体深冷分离技术最常用于氧气和氮气生产分离过程中, 通过气体沸点之间的偏差值进行蒸馏, 让混合气体能够得到彻底分离。对此本文针对气体分离的主要方法进行分析, 并提出气体深冷分离技术的核心工艺与流程。

关键词: 气体深冷分离技术; 精馏塔; 吸附技术; 水蒸气; 低温蒸馏

Abstract: in the process of purifying gas purity in gas production enterprises, gas cryogenic separation is the most core process. In order to meet the demand of gas purity in the market environment, gas production enterprises must optimize and innovate gas cryogenic separation technology, so as to obtain gas with higher purity. Gas cryogenic separation technology is most commonly used in the production and separation of oxygen and nitrogen. The mixed gas can be completely separated by distillation through the deviation between gas boiling points. This paper analyzes the main methods of gas separation, and puts forward the core process and process of gas cryogenic separation technology.

Key words: gas cryogenic separation technology; Distillation column; Adsorption technology; steam; Low temperature distillation

选取科学合理的气体分离装置和分离技术在高纯度氧气和氮气制备过程中起到了十分关键的作用。并且气体深冷分离技术因其自身经济性和易于操作性的优点得到了很多生产企业的关注。现如今, 在气体深冷分离技术领域, 科研人员正在对分离技术不断优化改良, 让氧气和氮气产品的纯度能够接近于百分之百, 和 10ppm 以上, 这样一来不仅满足了市场环境对气态产品的需求, 同时也使气体生产企业获得了更加良好的经济效益和社会效益。

1 气体分离主要技术类型

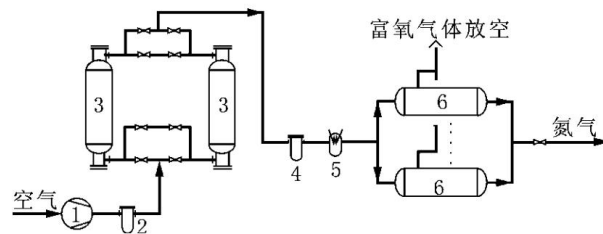
1.1 气体低温深冷分离技术

气体深冷分离技术也称作低温蒸馏法, 此方法属于一种气体液化技术, 通常会利用机械方法将气体进行压缩和冷却, 然后再利用绝热膨胀和节流膨胀两种方法来实现气体分离^[1]。但是在气体制备期间, 此方法会消耗大量的能源, 只有规模较大的制氧和制氮企业才会应用此项技术, 从目前我国气体企业实际情况来看, 有将近 80% 的氧气都是在气体深冷工艺加工下完成的, 伴随着该技术的不断创新和发展, 现如今此项工艺技术的能源消耗程度正呈现出逐年降低的趋势, 拥有了更加广阔的应用前景。此外, 低温深冷分离技术是对空气进行压缩, 随后气体在压缩膨胀之后, 就会转换成液体, 再利用氧气和氮气沸点不同的特点, 通过精蒸馏的蒸馏过程, 分离液氮和液氧。在此期间, 上塔具有分离的作用, 下塔能够将液体具有初步分离的作用。在高压低温环境下,

下塔可以将气体进行液化, 同样利用氧气和氮气不同的沸点, 让氧气和氮气能够从空气分离出来, 此方法是最为常见的一种空气分离技术, 其优势就是所获得的气体产品纯度特别高, 而且还拥有繁多的种类。

1.2 膜分离法

此方法利用有机聚合膜, 气体混合物利用聚合膜良好的渗透性, 制备出所需要的氧气。然而与深冷分离技术相比, 此方法所获得的气体产品纯度较低, 例如氧气产品的纯度大约只有 20%~35% 左右。膜分离技术操作流程如图 1 所示。



膜分离制氮工艺流程

1—空气压缩机; 2—过滤器; 3—干燥机; 4—过滤器; 5—电加热器; 6—膜组件

图 1 膜分离技术工艺流程图

1.3 吸附技术

吸附技术主要是依靠固体吸附剂的吸附功能, 让空气通过填充某种多孔性物质, 也就会分子筛吸附塔, 通

过分子筛对不同分子选择性吸附的特点,在气体的生产和制备期间,首先利用 PU-8 分子筛来吸附气体,随后利用吸附气体中的氮气来制取一定的氧气,这样的气体制备方法不需要消耗过多的能量,投资成本较少而且操作起来十分便捷^[2]。然而,当吸附剂达到饱和状态时通常需要再次利用变压解析再生工艺,才能恢复吸附剂原有的吸附功能,在此过程中能量损耗十分严重,并且制作出的空气产品纯度不高,产量较小。通过对比来看,气体深冷分离技术更加实用,制备出的空气产品纯度更高。气体吸附技术流程如图 2 所示。

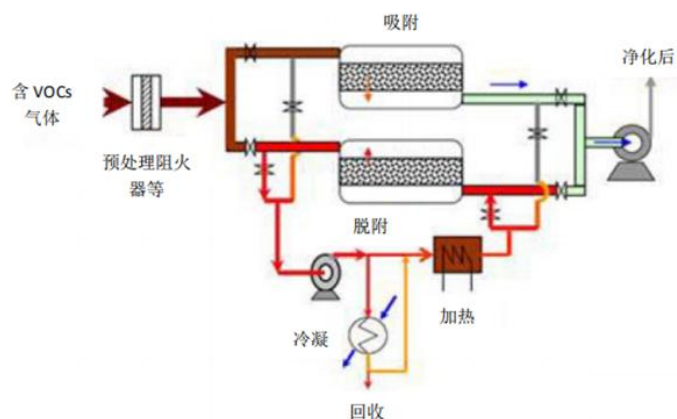


图 2 气体吸附技术流程图

2 气体深冷分离技术的核心工艺与流程

2.1 核心工艺技术

气体深冷分离工艺在气体工业生产应用中应用范围十分广泛,所生产出的空气产品纯度更高。从混合气体角度来看,每种气体的沸点有所差异,结合不同的沸点,精馏塔能够将这些气体进行区分,然而在具体精馏之前,必须要清除气体当中包含的杂质,像一氧化碳和二氧化碳等大分子化合物。如果气体中所包含的杂质超标,那么就会影响分离设备的正常运行。与吸附法和膜分离法相比,深冷分离技术将一直处于低温状态,这对于清除气体杂质而言具有一定的辅助作用,特别是在高压低温的环境下,气体产品纯净度将会变得更高。

2.2 深冷分离工艺操作流程

在气体深冷分离技术应用期间,将会获取更多的冷量,这些冷量具有较高的可回收利用价值,利用换热器加大气体热量值,在分离期间对所分离出的气体进行降温处理,不然就会出现危险的爆炸事故^[3]。利用气体深冷分离技术分离氮气和氧气具体工艺流程如下:首先是杂质去除过程,针对固体颗粒可以利用自洁式空气过滤器以及分子筛进行操作,此方法可以有效清除空气中的粉尘和固体颗粒。经过净化处理之后的气体会重新回到空气压缩机当中,进而实现增压。在增压之后,气体将会被输送至冷却塔当中,气体冷却塔一共有两层,处于下层的冷却机理属于循环水冷却,上层属于冰机水冷却。在气体冷却环节,当气体温度降低之后,气体中含

有少量杂质和水进行接触,杂质将会被水彻底洗涤,进而实现净化除杂的效果。针对冷却塔内部分离出的气体,可以利用分子筛进行过滤和吸附,除去气体当中多余的二氧化碳和过量的水蒸气,利用此方法可以避免后续生产过程中的气体膨胀,规避冻堵情况。在经过分子筛处理之后的气体,含水量较低,从性质来看属于干燥气体的一种。具体可以分为两部分,一部分气体会输入到主换热器当中,另一部分则通过增压机和膨胀机,转换为降温期间主要冷源。此外,进入换热器当中的干燥气体会成为精馏塔下塔中的上升气体,而转换为冷源的气体会进入到精馏塔中段,成为最终的上升气体,在此过程中,上塔气体会逐渐积累冷量,在气体和液体对流反应中,精馏塔上塔顶部会形成一个液态氧圈,下塔气体则利用上塔底部冷凝蒸发器而吸收大量的冷量,最终变成液体,这时候得到的液体为液氮。液氮主要分为两部分,大部分液氮会回流到下塔,最终上塔底部获取到的液态氧纯度更高。

2.3 氧气与氮气的深冷分离工艺流程

气体在经过除杂工序之后,所导出的气体就会进入到精馏塔下塔中进行提前分离,下塔的顶部就会出现纯氧气,在底部出现富氧液空的现象,这些液态氮在主冷机抽出之后会分成三部分,一部分回流到精馏塔下塔的回流液当中,一部分会进入液氮过冷器,经过深入冷却之后,此部分液氮会存储到贮槽当中,这时候下塔中所抽取的液氮就会经过过冷器传送到上塔塔顶,成为上塔的回流液。这些回流液在上塔部分会得到充分精馏,进而得到纯度更高得到液态氧,而下塔就会得到纯度更高的液态氮。

3 结束语

综上所述,伴随着医疗卫生行业和化学化工行业的不断发展,对氧气和氮气的需求量也在与日俱增,像灯泡填充物就是氮气,农业生产期间所使用的肥料包括氮肥。在这样的发展形势下,我国气体深冷分离技术需要不断创新,充分借鉴先进的技术经验,全面提高气体分离效率,获取更高纯度的气体产品。然而需要重点注意的是,在气体深冷分离技术应用期间,也伴随着一定的风险隐患,这就要求实际操作人员和技术人员必须要形成高度安全防范意识,减少安全风险隐患的发生,避免发生安全事故,为社会各个行业领域提供纯度更高、质量更好的气体产品。

参考文献:

- [1] 田镇友. 废气治理中应用膨胀深冷分离技术的分析[J]. 化工管理, 2020(14):100-101.
- [2] 于飞. 膜分离及深冷分离技术在聚丙烯装置的应用[J]. 现代化工, 2020,40(03):217-220.
- [3] 李云成, 张耀鹏. 膨胀深冷分离技术在废气治理中的应用探讨[J]. 信息记录材料, 2019,20(08):228-229.