

浅析空分装置安全运行措施

朱春还

国能榆林化工有限公司 陕西 榆林 719000

[摘要]随着我国经济建设水平不断提升,煤化工产业作为我国主体能源也进入蓬勃发展阶段。在此契机推动下,各种新型配套设施设备应运而生,并逐渐向规模化趋势发展。空分装置作为煤化工项目实施的重要组成部分,为煤化工各相关装置提供氧或氮,也进入大幅发展和应用阶段。空分装置运行的稳定性直接影响了后续装置的生产,因此对其安全运行技术的要求很高。

[关键词]空分装置; 安全运行; 措施

[DOI] 10.12252/j.issn.2096-6261.2021.08.1453

引言

煤化工企业空分装置在运行中普遍存在危险系数大、耗能高等特点。对此,需要在了解空分装置安全运行影响因素基础上,针对性采取措施进行防范,从而有效提高空分装置安全指数,为煤化工项目实施奠定良好基础。

一、空气分离流程分析

(一) 空气分离简介

空气分离是煤化工项目实施的关键环节,又简称为空分。是指在基于低温冷冻原理,将空气中的氮、氧、氩等稀有气体分离出来。在实际操作中需要先对空气进行压缩,并将空气降低低温,或者利用膨胀方式对空气进行液化处理,并在精馏系统中分离。

(二) 空气分离工艺流程

空分装置的主要作用,是将空气中的氮气、氧气分离出去。在实际操作过程中,常见方法有以下几种,这些方法均具有各自特点和优势。

1. 变压吸附法工艺流程

变压吸附法是充分利用分子筛本身具备的吸附能力,对空气施加一定压力,使空气中的氮、氧分子被吸附在分子筛上,从而达到空气分离效果。另外,分子筛卸压后,可以通过解吸方式进行再生,从而满足循环利用需求。当前,大部分空分装置都在使用变压吸附法过程中,采用双吸附罐进行操作。即通过控制系统对两罐进行控制,使其在交替作用下不断完成吸附、解吸这一过程,从而持续获得空气中的氮、氧分子^[1]。

2. 低温精馏法工艺流程

低温精馏法是基于膨胀压缩降温原理发展而来的,即在低温环境下对空气进行深冷分离,在此过程中,空气被逐渐液化。由于氧分子和氮分子气化温度有所差异,所以能够实现空气快速分离目标。精馏塔在运行过程中能够传递“质”和“热”,在这一作用下液态空气中的氮气和氧气可以有效分离。现如今,该技术被广泛应用到煤化工企业项目生产中,并获得了显著应用效果,空分装置的规模取得大幅发展,国产10万Nm³/h空分装置也得以在实际生产中使用,打破国外空分生产企业的垄断。

3. 薄膜渗透法工艺流程

薄膜渗透法是基于扩散原理发展而来的。简单来说,就是利用有机薄膜的渗透能力,将空气中不同气体进行过滤,

从而实现氮、氧分离目标^[2]。

二、空分装置安全运行要点

(一) 空分装置运行要求

新形势下,我国煤化工企业生产规模逐渐扩大,对氮气、氧气的需求量也随之增加,如何在保证空分装置安全运行的情况下,快速提取氮气、氧气,成为煤化工企业空分装置发展面临的重要问题。在实际生产中,无论煤化工企业采用哪种工艺进行煤炭转化,都需要介入大量氧气。

(二) 空分装置设计要点

为确保空分装置在煤化工项目实施中安全运行,就要明确装置的规模。就要做到以下两点:第一,确定规模和氧气量。煤化工企业在项目生产中,需要将氧气作为气化炉原料参与燃烧进行反应。通常空分装置规格越大,使用的氧气量越多。所以在统计氧气用量及规模时,需要结合煤气化装置和空分装置规模进行准确计算,而后根据实际用量,对空分装置规模进行设计。第二,确定规格。在了解压力等级基础上,根据氮气特性计算实际使用量^[3]。在确定氮气规模过程中,可以结合实际生产中氮气使用量和生产装置进行分析,了解各装置应用氮气的频率和特性,从而得出氮气用量之间的差值,并以此为依据,根据管线传送长度和生产厂区实际面积,准确计算管网损失。

(三) 空分装置和气化炉之间的联系

在设计空分装置过程中,需要确保其与气化炉相互匹配。在煤化工企业生产中,气化炉是氧气的主要用户,所以在空分装置实际应用中,应重点分析其与气化炉参数是否能够有效匹配。为了保证生产项目有序进行,需要在了解运行业绩和空分装置后,将其与气化炉进行有效结合,使二者相互匹配。从配置管道角度进行分析,空分氧气管、氧管道在连接过程中存在密切联系,在实施过程中应考虑系统化问题。

(四) 内外压缩流程安全性对比

内压缩流程是从主冷凝蒸发器中将液氧抽出,而后在低温环境下通过液氧泵加压施加压缩力,将液氧提升至后续所需的压力等级后,送入换热器进行复温,最后输送到氧气管网。外压缩流程是将氧气从精馏塔中抽出,而后利用换热器复热后的气态氧气,进入氧压机加压,满足用户压力需求后输送到氧气管网。由于氧气本身具有助燃性特点,如果施加压力过大,容易引发火灾、爆炸等事故,从而引发安全问

题。在煤化工企业生产中,大型氧压机在运行中需要依赖于大叶轮旋转,从而产生压缩力^[4]。而使用多级液氧泵能够在低速转动下产生压缩力,可以看出,液氧泵压缩安全性较氧压机压缩安全性高。

三、空分装置安全运行措施

只有了解空分装置运行中常见隐患,才能够采取有效措施规避,实现其安全运行目标,结合大量实践来看,常见隐患包括以下几点:第一,生产原料容易引发火灾事故。空分装置在运行过程中离不开增压透平膨胀机的支撑,由于透平油属于丙类火灾危险性可燃液体,具有冷凝点较低、燃烧温度较高的特点,一旦油管发生泄漏现象,则会引发火灾事故;第二,碳氢化合物易爆性。原料空气中含有的碳氢化合物,普遍具有闪点较低特点,容易引发爆炸事故,加上实际生产中液氧中乙炔等溶解度较低,会在空分装置主冷凝蒸发器中聚积,并在某种特定条件下引发爆炸。第三,生成液态臭氧。液态臭氧具有易燃易爆特点,在储存过程中,由于空分塔阀门操作的摩擦,以及气流冲击产生的静电,会对液氧产生一定作用,导致其转变为深蓝色液态臭氧,并加剧危险性。为了切实解决以上安全隐患,需要采取以下措施解决:

(一) 空分装置外部环境安全运行有效措施

空分装置在运行过程中,会直接受到外部环境的影响。具体来说,空气是空分装置中的主要原料,会随着周边环境的变化而变化,容易使空气中的微量气体含量增加或减少。例如:在工业区运行的空分装置,尤其污染较严重的化工企业,会增加空气中污染物含量,这对于空分装置安全运行而言有巨大负面影响。针对这一问题,需要采用以下措施解决:第一,将运行区域的污染源和空分装置的吸气口分离开来^[5];第二,根据地区主导风向设置空分装置吸气口,尽可能设置在上风向位置;第三,合理设置分子筛装填高度,充分发挥其净化空气的作用,适当提升分子筛床层未饱和区域余量,以应对短期内CO₂剧增的不利因素,确保不出现CO₂穿透现象的发生;第四,如果空分装置中的空气酸碱气体较多,可以采用水直接接触空气方式进行换热。当前,空分装置广泛分布到化工厂区附近,为了确保其安全运行,需要在布局过程中重点考虑装置位置,注意地区自然环境和风向。

(二) 空分装置内部配置安全运行有效措施

在空分装置运行中,氧压机和主冷凝蒸发器容易产生安全隐患。具体来说,主冷凝蒸发器长期运行中会聚集大量碳氢化合物,严重甚至会堵塞主冷内翅片。加上氧气本身具备的助燃性特点,一旦遇到明火会导致气体迅速膨胀,使空分装置爆炸并引发安全事故。为了解决以上问题,需要采取以下措施解决:

第一,在空气进入分馏塔前,为了彻底清除有害气体成分,有效降低主冷凝蒸发器爆炸事故的发生,采用分子筛双床净化技术等方式,将空气中的水、二氧化碳等杂质全部吸附到分子筛上。另外,为了保护分子筛,可以将活性氧化铝床层作为吸附器底层,并利用双层装增强分子筛吸附能力和再生能力,同时减少能量损耗。在此基础上,结合空分设备运行需求,将二氧化碳分析仪器设置在分子筛出口位置,结

合分析仪器检测结果来看,如果二氧化碳含量低于1PPm,则代表空气中的杂质能够有效清除,从而确保空分设备安全运行。如果二氧化碳含量高于1PPm,那么应及时查找原因或者对分子筛吸附周期进行合理调整。

第二,利用氮氧压缩技术清除空气中有害杂质,也是煤化工企业生产中较为常见的一种技术。液氧泵与氧压机相比,在压缩方面安全性更高,所以应用范围较大。将液氧泵设置在冷箱中,从而避免了氧压管道在厂房中反复缠绕的麻烦^[6]。另外,上塔主冷周围的液氧会被液氧泵持续抽出,并通过施加压力提供给用户,如此能够避免有害杂质在空气中聚集,避免有害气体达到爆炸极限,从而规避安全隐患。

第三,在主冷凝蒸发器运行过程中,为了保证液氧纯净,并避免产生瘀滞现象,需要在设计过程中尽可能将翅片距离分散开来,同时在制造过程中要保证环境质量良好,避免机械杂质进入通道,阻塞通道或瘀滞,从而埋下安全隐患。

(三) 其他常见隐患及解决措施

空分装置中空气预冷系统、分馏塔冷箱系统、氧气透平压缩机组等压力容器,在压力超过设计值,或压力表失灵情况下,会出现超温、超压等现象,如果事态进一步扩大,也会导致出现爆炸类的安全事故隐患。主要原因在于冷却水供应不足、润滑油量不足、排气管道积攒大量碳氧化物发生自然等。通常情况下,氧气与油脂接触会产生氧化反应,并散发热量,随着压力的增高,反应速度也进一步加快,散发热量达到油脂燃点时,容易引发爆炸事故,对此,需要煤化工企业做好定期检修氧气管网的相关各系统单元,及时检查作业环境含氧量,将其控制在21%(V/V)范围内,以此来减少高温引发的火灾或爆炸事故。

结束语

综上所述,空分装置是煤化工企业生产中的重要设备,主要用于制取氮、氧。由于空气装置在实际运行中存在诸多安全隐患,一旦控制不当容易发生安全事故。所以想要从根源上规避这一问题,就要了解空分装置工艺流程,并从外界运行环境和内部设计控制入手,切实规避安全隐患,使其始终处于稳定运行状态。

参考文献

- [1]张亮,赵振宇.危险气体对煤化工空分装置安全的影响[J].化工管理,2021(04):116-117.
- [2]宛家盛.现代空分装置在煤化工领域的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2020,40(06):145-146.
- [3]侯海波.探讨煤化工空分装置安全运行要点[J].化工管理,2020(26):126-127.
- [4]方紫咪.大型煤化工项目空分装置试车问题汇总及对策[J].大氮肥,2017,40(03):166-169.
- [5]马炯,陈洪中.煤化工项目大型空分装置驱动方式研究[J].化学工程,2017,45(04):59-62+78.
- [6]崔立国.大型煤化工空分装置工艺流程的选择[J].化工管理,2017(10):206-207.