

空分装置工艺流程选择及安全生产管理

姚雅诺 张小双 (青海盐湖元品化工有限责任公司, 青海 格尔木 816099)

摘要: 空分装置是工业生产中常用的装置, 其工艺流程对产品质量和安全都有着巨大的影响。本文就对如何选择工艺流程进行了分析, 研究空分装置不同工艺的特点, 还对如何控制生产安全进行了分析, 帮助企业采用更为科学的方式开展生产工作, 保证生产效率和安全生产。

关键词: 空分装置; 工艺流程选择; 安全生产

空分装置目前在石化工业中得到了广泛应用, 该设备也就是空气分离装置, 能够利用多种工艺流程实现空气中氧气、氮气等气体的分离, 通过将这些气体转化为液体状态, 可以满足石油、生物制药等工作需求。目前空气分离装置已经成为工业生产中的重要设备之一, 选择合适的工艺流程, 对提升空分装置应用效率有重要的作用。

1 空分装置工艺类型分析

1.1 空分装置概述

空气分离装置的主要功能在于给气化锅炉提供高纯度的氧气, 以及给煤气化系统提供保护氮气, 以及提供相应的仪表空气和工厂空气。如果空分装置出现冷量过剩的情况, 也能将空气液化存储在专业的储存罐中, 以保证空气分离装置出现故障时, 也能继续为化工生产提供生产气体。化工厂生产过程中, 原料空气从吸入口吸入, 之后经过自洁式空气过滤器完成灰尘去除, 以及除掉其他的机械杂质。经过过滤之后, 空气会进入到离心式压缩机中, 然后再进入到空气冷却塔中进行冷却。经过冷却后的空气分子会经过分子筛完成对水分的去除, 还能继续去除二氧化碳和其他碳氢化合物。空气经过净化后会分为两路, 一路通过低压板式换热器进入下塔, 另一路会经过增压换热后进入到膨胀机中进行制冷, 依靠膨胀机的低温, 完成液化工作, 在此过程中, 温度最低能达到 -196°C 。进入下塔的液化空气, 会由于不同的压力差进入上塔, 之后可以沸点不同完成蒸馏分离工作。

1.2 变压吸附工艺

变压吸附工艺使用分子筛作为吸附剂完成空气分离工作, 由于分子筛对空气中的氧分子和氮分子吸附力不同, 就能实现空气中不同物质的分离。经过分子筛的分离之后, 在进行分离后的氧分子、氮分子卸压, 经过卸压之后分子筛可以重复使用, 能满足应用要求。实际应用中, 该方法由于可以反复使用分子筛所以成本相对较低, 而且能控制吸附工艺和降低操作难度, 但是该方法最终获得的氧分子和氮分子质量相对较低。实际应用中, 使用这种方法能够进行两种系统的转换, 可以避免由于突发因素导致气体供应出现中断问题, 而通过对附着剂进行调整, 也能得到不同品质、浓度的氧气或者氮气, 所以灵活性相对较高。目前, 使用该方法的氧气浓度一般在 90% 以下, 因此大型化工厂使用较少。

1.3 膜分离工艺

膜分离工艺使用了膜对气体的溶解系数差异, 利用空气不同的渗透系数完成分离, 膜分离工艺中的关键就在于分离膜的质量, 将会直接决定空气分离的总体效果。在空气通过膜时, 会受到分离膜的作用, 不同的气体渗透效果不同, 最终会实现气体的有效分离^[1]。空气原料自身的压力是膜分离工作的动力, 膜两侧的气体将分离, 但是为了保证产率, 实际操作中需要使用多种不同类型的催化剂加快膜分离的速度, 以及使用净化系统保证膜分离质量。使用该工艺能根据气体分离的需求选择不同类型的膜, 所以实际工作中应用十分灵活, 比如利用不同纤维材质的膜, 能获得不同纯度的气体产品。

1.4 低温精馏工艺

低温精馏工艺实在低温深冷工艺基础上进一步完善获得的, 该工艺利用了氮氧分子的物理特性来实现对不同分子的空气分离。由于氧分子和氮分子的沸点不同, 所以可以先将空气液化, 然后进行精馏工作, 达到分离的目的。低温精馏的产品纯度比较高, 但是使用该装置启动时间很长, 工艺流程复杂而且加工装置使用不便, 因此具有较高的初始成本, 阻碍了技术的正常使用。

1.5 摩尔托克斯工艺

摩尔托克斯工艺的关键作用在于去除压缩后气体的水分和二氧化碳, 能够利用吸附塔的附着原理, 可以将被压缩后通过吸附塔后, 会被其中熔融状态的钠、硝酸钾吸附, 之后再通过降压技术就能分离吸附物, 并将氧气释放掉, 然后就可以投放到市场中给制定的消费者使用。虽然该方法效果比较好, 但是使用过程中依然存在产量、效益、环保等问题, 所以大型化工行业中很少会将其应用到气体生产上。

2 空气分离装置的工艺流程选择

2.1 气态产品

生产气态产品选择空气分离装置时, 难度相对较大, 一般会使用非低温精馏工艺或者分子筛或者分离膜, 但是气态产品对产品的纯度要求非常高, 使用分子筛和分离膜虽然能做到循环生产, 在成本节约上并不能满足要求, 所以气态产品中很难获得良好的生产效果^[2]。为了满足纯度的需要, 目前一般使用全低压空分低温双塔精馏工艺, 通过使用该工艺能够将产物的纯度提升到

99.99%，膜分离工艺很难达到要求，具有明显的工艺优势。

2.2 液态产品

生产液态产品时需要高压和低温支持达到液化气体的目的，为了得到高纯度的液态产品，仍然要选择低温精馏工艺，达到原料从气态到液态的转化，满足产品的质量要求。非低温状态下使用分子筛或者分离膜虽然能获得氮氧分子的集合，但是由于大气压力的影响，氧气和氮气都很难转化成液态，而且两种气体的沸点也比较接近，不能做到高精度分离。所以为了获得高质量的液态产品，就要做好压力和温度的综合分析，合理使用低温精馏工艺，满足生产质量要求。

3 空气分离装置工艺流程选择要点

3.1 优先选择低温精馏

目前市场对气体的纯度、质量都有非常高的要求，所以在选择生产工艺时，需要充分考虑目前市场对气体纯度的各方面要求。低温精馏工艺相对完善，相比另外两种工艺在产品纯度上有明显优势，虽然操作难度高，直接投资成本高，生产流程复杂，但是依靠高质量的产品仍然能获得较高的收益^[3]。选择低温精馏工艺时还要保证产品的安全，确保生产的稳定性，防止因为故障影响生产。

3.2 选择合适的热交换方式

目前对大型空分产品的产能也有比较高的要求，需要每小时几万立方米到几百万立方米，我国中西部正快速建设空分产业，但是该地区由于水资源紧张，因此对空分装置都是采用空冷冷却方式^[4]。结合实际情况，一般大型煤化化工厂都有配套的电厂，因此其用电成本比较低；冷却时会采用大型蒸汽透平排气换热的方法，系统内有空冷岛装置，生产工作只在首次运行时成本比较高，后续工作的成本相对较低，仅依靠几个低转速电机就能满足能源消耗的问题。所以可以用电机带动风机运行，使用风冷代替水冷，有效降低水资源的需求，实现对周边资源的综合利用，达到节约成本的目的。

3.3 重视安全性

很多煤化工工程为了满足生产需求，会使用多套空分装置，还会使用并联的方式满足供气需要。如果存在安全问题，导致某台设备出现问题，将会导致整个生产系统停转，导致整个生产线机组都停止运行。目前使用的深冷技术在生产中液体温度比较低，一般都在 -163°C 到 -196°C ，容易出现冻伤危险，因此在选择工艺的同时也要明确操作流程和安全控制要求，加强对生产过程的安全保障，减少因为生产导致的设备损伤和人员安全问题。

4 空分装置工艺安全生产管理

4.1 设备安全生产管理

在生产过程中需要严格控制生产工艺流程，加强对设备的维护工作，例如操作所有的阀门开关都要严格使用检验工具，以及运用专用的铜制扳手，避免因为操作

不规范导致阀门损坏或者造成人员伤亡。对于氧气管道，应该做好检查工作，所以需要定期开展维护和检查，定期进行除锈和刷漆，避免因为腐蚀影响管道的安全使用。检修人员要定期检测管道的壁厚，发现管道壁厚不足必须及时更换；对安全阀等等也要进行定期更换，保证管道能正常工作。在液化装置进入氧气管道之后，应该防止常温氧气进入管道，防止高温导致压力过高，出现压力范围超出管道的承受能力导致安全事故。

4.2 在岗操作人员要求

对于在岗操作人员必须具备足够的专业知识和技能，使其能完全满足工作要求，有效应对生产过程中的各种问题，以及减少失误，降低生产安全风险。所以需要加强对在岗操作人员的培训工作，提升人员的总体技术能力，使其能够满足生产工作的要求。其次，也要充分利用奖罚机制，提升工作人员的责任意识，严厉惩罚不按要求生产的工作人员，减少人员施工过程中的失误，使他们能投入到工作岗位中。为进一步提升人员安全生产意识，在培训过程中也要明确安全隐患的控制重点，保证人员了解如何控制生产，理解不同生产工艺流程的安全控制要求。针对可能出现的安全问题，化工企业应开展定期的安全演练，保证人员能正在出现危险后采取有效的措施，降低现场的人员伤亡，提升人员的应变能力。

4.3 现场施工人员要求

现场施工人员应具备更高的安全防范意识和能力，所以企业应该做好对人员的日常教育和宣传，使现场施工人员能时刻保持警惕，保证安全生产要求能落地执行。同时，也要加强现场施工人员在安全逃生技能上的教育工作，有效控制安全事故的发生概率，通过加强对人员的及时检查和监督工作，排除现场的安全隐患，减少施工中的安全问题。

综上所述，随着工业的发展，目前对空分装置的要求越来越高，必须合理选择生产工艺和生产装置提升空分装置的生产纯度，以及科学安排生产流程降低生产过程的能耗，提升生产效率。同时，也要做好安全管理工作，降低生产过程中的安全风险，通过稳定的生产保证生产工作的总体效率，推动我国工业的稳定发展。

参考文献：

- [1] 张晓凤. 空分装置工艺流程的选择 [J]. 化工设计通讯, 2018,44(11):127+138.
- [2] 刘震. 大型空分装置先进控制与优化策略研究 [D]. 成都: 电子科技大学, 2010.
- [3] 郑修平. 浅析空分装置工艺流程的选择 [J]. 甘肃科技, 2004(11):91-96.
- [4] 魏玉华. 石化企业空分装置安全生产管理探讨 [A]. 中国工业气体工业协会、中国通用机械工业协会气体分离设备分会. 空分设备安全及运行维修技术研讨会论文集 [C]. 中国工业气体工业协会、中国通用机械工业协会气体分离设备分会:2004:6.