

# 空分装置工艺流程的应用分析

张双泉 牛租堂

盛虹炼化(连云港)有限公司 江苏 连云港 222065

**摘要:** 随着国家的经济快速的发展,工业化进程也随之而上,空气分离装置是现代化工的重要组成,因此,本文深入探讨了空分装置的主要工艺流程,包括低温精馏、膜分离及变压吸附技术,并分析了汽轮机在空分装置中的应用及其重要性。通过对比不同工艺流程的优缺点,提出了空分装置在实际应用中的关键点,旨在优化空分系统的运行效率与安全性,同时实现节能减排的目标。

**关键词:** 空分装置; 工艺流程; 应用分析

引言: 空分装置作为气体分离与纯化的核心,广泛应用于化工、冶金、医疗等领域,对高纯度气体的生产至关重要。随着工业技术的不断进步,优化空分装置工艺流程,提升系统效率与稳定性成为关键。本文深入分析空分装置的主要工艺流程,并探讨其应用要点,旨在为提升空分系统的整体性能提供理论依据与实践指导,推动相关行业的持续发展。

## 1 空分装置工艺流程分析

### 1.1 低温精馏工艺

低温精馏工艺,是在传统低温的冷空气分离技术的基础上加以创新与开发,并由此产生的一项新型空气分离工艺技术。该工艺在实际应用工程中主要是利用氧分子和氮分子之间的沸点差异,以便于在液化冷凝的情况下,使空气中的物质实现高效的低温蒸馏分离。由于氧分子和氮分子之间在物理性质上存在着一定的差异,氮气可以沸点为77k,而氧的沸点则为90k,所以在分离过程中能够利用二者之间的沸点差异,实现对空气中的氧分子和氮分子高效分离<sup>[1]</sup>。低温精馏工艺在实际应用过程中所得到的产品纯度较高,但是在应用该项工艺技术时,会涉及到空气压缩机、净化装置、热交换系统以及蒸馏系统等各类设备,由此导致该项工艺技术在开展过程中整体的流程较为复杂,所应用到的设备类型较多,整体的产品生产成本较高,操作也不够简便。

### 1.2 膜分离工艺

膜分离工艺主要应用于液体混合物中,借助于膜两侧的电位差,从而使得液体混合物内部的物质得到有效的分离。膜分离技术是在空气分离技术的基础上进行创新和实践的一种新兴分离方式。在实际应用过程中,膜分离技术更加适用于液体混合物之间的分离,对于空气分离的应用效率低下,并且在分离过程中也会因为膜性功能的好坏影响到空气分离的最终效果。但由于膜分离

技术在应用过程中能够通过更换纤维材质膜的形式,使得各类空气的分离都能够有效开展,该项工艺也具有较灵活的灵活性。现阶段膜分离工艺技术在应用过程中,通过设备型号的增加以及工艺技术的创新改进,使得膜分离技术广泛的应用于我国工业行业<sup>[1]</sup>。

### 1.3 变压吸附工艺

副边吸附技术主要运用于空气混合物的分离上,在这个工艺技术实施过程中,其基本原理就是空气通过自己的双分子筛催化剂的吸附功能,由于通过压力的不同,就会导致在空气分子和氮分子之间产生的吸收能力有一些差异,进而使氧气和氮实现了很好的分离。在副边吸附工艺技术实施过程中,所需要到的沸石分子筛是能够反复循环使用的,因而基于这个工艺原理而进行的热供给分离,主要是依靠对于吸附力这一差别来实现的,也因此使得这项技术在实际使用过程中,所获得的产物往往纯度较差。此外,该工艺相对繁琐,在进行阶段就必须针对室内空气进行有效的空气净化处置。去除空气内部的污染物,并把净化后的室内空气输入到缓冲罐内。

## 2 汽轮机在空分装置中的应用分析

### 2.1 汽轮机的作用

汽轮机,作为现代工业动力转换的关键设备之一,扮演着至关重要的角色。它巧妙地将蒸汽的热能转化为旋转的机械能,进而驱动发电机或其他机械设备运转,为电力生产、船舶推进、工业制造等领域提供源源不断的动力支持。在发电厂中,汽轮机是火力发电系统的核心组件。高温高压的蒸汽从锅炉中产生后,进入汽轮机内部,冲击并带动叶片高速旋转,这一过程实现了蒸汽热能向机械能的转换。随后,汽轮机转子通过联轴器与发电机相连,将机械能进一步转换为电能,输送至电网,满足社会生产生活的用电需求。此外,汽轮机还

广泛应用于船舶推进系统，特别是大型远洋轮船和军舰上。其高效、稳定的动力输出特性，确保了船舶在各种工况下都能保持稳定的航速和航行姿态，对于提升船舶的续航能力、安全性和机动性具有重要意义<sup>[2]</sup>。

## 2.2 汽轮机的工作原理

汽轮机的工作原理可以简要概括为热能向机械能的转换过程。具体来说，当高温高压的蒸汽进入汽轮机时，首先通过喷嘴室，这里蒸汽的压力能转化为动能，形成高速气流。这些高速气流随后冲击汽轮机的动叶片，使其受到冲击力并开始旋转。在汽轮机的静叶栅内，流道截面逐渐缩小，使得蒸汽在流动过程中不断加速、膨胀，进一步释放其能量。当蒸汽从静叶栅进入动叶栅时，其动能继续作用于动叶片，推动汽轮机的主轴旋转，从而产生机械功。这一过程在多个级串联的汽轮机中连续进行，蒸汽的热能在各级内不断转化为机械能。此外，根据汽轮机的类型（如冲动式或反动式），蒸汽在其中的作用过程略有不同。但总体上，都是通过蒸汽的流动和膨胀来驱动叶片旋转，进而实现热能到机械能的转换。这种转换过程高效且稳定，为电力生产、工业制造等领域提供了强大的动力支持。

## 2.3 汽轮机的运行稳定性

汽轮机的运行稳定性是确保空分装置乃至整个工业生产流程连续、高效运行的核心要素。它直接关系到汽轮机能否在预定的工况下，以稳定的转速和输出功率持续工作。为了实现这一目标，首先必须确保蒸汽供应的稳定，包括流量、压力和温度等参数的精确控制，以避免因蒸汽波动引起的转速波动。此外，汽轮机的机械结构设计和材料选择也是保障运行稳定性的关键。坚固的转子和叶片设计、精确的轴承安装以及高质量的密封件，都能有效减少振动和泄漏，提升整机的稳定性。同时，先进的控制系统在实时监测和调整汽轮机运行状态方面发挥着重要作用。通过收集并分析各种传感器数据，控制系统能迅速响应并纠正任何偏离预定工况的情况，确保汽轮机在最优状态下运行。最后，定期的维护保养工作也是不可忽视的。通过检查、维修和更换磨损部件，可以及时发现并消除潜在的安全隐患，确保汽轮机的长期稳定运行。

## 2.4 汽轮机的节能降耗

汽轮机的节能降耗是工业领域关注的重点，不仅关乎企业运营成本，也直接影响到环境保护与可持续发展。以某大型化工企业的汽轮机节能改造项目为例，该企业通过引入先进的汽轮机控制系统，实现了显著的节能效果。该系统能够实时监测汽轮机的运行状态，包括

蒸汽流量、压力、温度等关键参数，并基于大数据分析进行智能调节。通过优化蒸汽分配和减少不必要的能量损失，该系统使汽轮机的运行效率提升了约5%。此外，改造后的汽轮机还采用了更高效的叶片设计和密封技术，进一步减少了漏气损失和摩擦损失，使得整体能耗进一步降低。除了技术升级，该企业还注重日常管理和维护。定期对汽轮机进行性能检测和保养，确保设备处于最佳工作状态，避免了因设备老化或故障导致的能耗增加。这一节能降耗的实际案例充分展示了技术创新和科学管理在提升汽轮机能效方面的重要作用<sup>[3]</sup>。

## 2.5 汽轮机选型与配置

汽轮机选型与配置是一个综合性极强的过程，它直接关系到发电厂或工业设施的运行效率、经济性及稳定性。在选型阶段，需首先明确应用场景，如发电厂规模、燃料类型（如煤、天然气或生物质能）以及所需发电量等关键参数。基于这些参数，选择合适的汽轮机类型，如凝汽式、背压式或抽汽式，并确定其额定功率范围。在配置过程中，需确保汽轮机系统能够高效协同工作。这包括设计合理的燃料供应系统，以保证燃料稳定供给；配置高效的冷却系统，有效散去汽轮机运行过程中产生的热量；安装精确的控制系统，实现对汽轮机运行状态的实时监测与智能调控。此外，还需考虑环保要求，配置必要的废气处理设备，减少污染物排放。同时，汽轮机的选型与配置还需兼顾维护便捷性和长期经济效益。选择技术成熟、售后服务完善的制造商产品，可以降低后期维护成本，提高整体运营效率。

## 3 空分装置工艺流程应用要点

### 3.1 原料空气的预处理

在空气分离装置的工艺流程中，原料空气的预处理是保证整个系统效率和产品质量的关键环节。预处理的主要目的是去除空气中的杂质和不纯物，如尘埃、水蒸气和碳氢化合物，这些杂质若不除去可能会损害设备并降低气体产品的纯度。预处理过程通常包括两个基本步骤：过滤和冷却。在过滤阶段，使用高性能的过滤器来去除微粒杂质。这些过滤器可以是机械式或吸附式，不仅移除固态颗粒，还能吸收部分水蒸气和油蒸气。之后，空气进入冷却阶段，其中利用冷却系统如风扇或制冷机对空气进行降温处理。这一步骤不仅减少进入下一阶段处理的热负荷，还有助于进一步去除水蒸气，防止在低温操作中形成冰晶或霜冻。此外，预处理还包括对空气质量的监控，确保进入的空气符合后续处理的标准。通过在线分析仪器如气相色谱仪持续监测空气中的杂质浓度，可以调整预处理操作，确保处理后空气的品

质满足生产需求<sup>[4]</sup>。

### 3.2 保证热交换形式的合理性

以煤化工为例，中国当下对大型空分产气量有着极高需求，甚至超过了每小时几万甚至百万的。当下有关机构对产业布局做出的大范围调控，整个煤化工工业开始朝着中国中西部方向转移。但是，由于这一类地方水资源的不足，所以如果采用空分装置就必须采用空冷方法，以进行空气换热。通常，这一类较大型的煤化过程中都配套有专业的热电站，但生产电力成本整体上很低。如果想要直接进行排气对流换热，则必须采用辅助性的气冷设备，只有首次使用较大策划的白嫩，后期运营开销才会减少，甚至最后有一个较小功率马达的运转耗费电量。在电机和风机的工作时，一般都是采用风冷代替了水冷，这样不但能够实现水资源节约，解决资源短缺问题，还能够最大成本上减少成本投入。

### 3.3 加强安全控制

通常，在生产过程中为了解决用户的生产需要，通常要求采用多套空分设备，或者采用并联方法满足供气要求。现阶段简阳市实验中学装置技术总体处于新旧混合的态势中，各种新型技术的使用有效增加了工艺产量，降低了成本投资，但却不能彻底取代传统技术，所以就必须要逐步增加相应的技术水准。实际工作中，假如某一设备出现问题，则可能会造成整个机组停摆，因此应当对工作安全性给予高度重视。除了装置的安全性，还需要加强人员安全保障。这是由于空分属于深冷，在实际工作过程中产生的液体温度一般都在零下一百六十三摄氏度至零下一百九十三摄氏度之内，会产生引起冻伤危害，因此应当定期进行设备检修，提前预热，并在实际操作过程中严格依照具体规程开展，以减少该设备带来的损害。

### 3.4 优化空分系统运行模式节能性

对于空分系统运行模式的节能性，往往需要以企业整体现状为基础，依照生产实际从系统的某一点着手，比如可以从可行性入手分析，充分考虑将运行模式改变后产生的各种不良因素，以采取相应的解决措施，最终达到节能目标。具体进行节能控制时可以从这两点着手：一是定时排放不凝气体和液氧。在该装置节能运

行过程中，应当对不凝气体实施效率性排放，这样一来可以有效累积相应的液体，提升换热面积，还能在一定程度上改善液体的产出速度。通过排放液氧，碳氢化合物的浓度则可以达到有效控制的目的，由此降低安全隐患，提升设备运行安全性，减少故障，发生率和系统运行维护成本。二是开展定期清洗和化学清洗。空冷装置在运行相应的时间之后，可能会出现堵塞，一旦没有得到及时处理，则可能会给后续的换热效率带来一定影响。因此在应用空分装置时，则应对循环水利用的设备加强清洗，并在允许范围之内适当使用化学清洗法，以保证运行效率。三是在工况稳定的前提下减少进气量。在工况稳定的时候可以适当减少进气量。这是由于空压机在运行当中压力会在空气流量的不断增大之下渐渐降低，一旦这时空气流量增加速度提升，则可能会使空压机达到相应的科学运行状态<sup>[5]</sup>。

### 结束语

综上所述，空分装置工艺流程的优化与应用分析对于提升气体分离与纯化的效率与品质具有深远意义。通过不断探索与实践，我们已逐步掌握了低温精馏、膜分离及变压吸附等多种先进工艺，并成功将其应用于汽轮机驱动系统中，实现了能源的高效转换与利用。未来，随着科技的不断进步与工业需求的持续增长，我们有理由相信，空分装置及其工艺流程将迎来更加广阔的发展前景，为各行各业提供更加优质、高效的气体分离与纯化解决方案。

### 参考文献

- [1]刘晓东.浅析空分装置工艺流程的选择[J].石化技术,2018,24(08):34+56.
- [2]孙政强.空分装置的控制及应用[J].通用机械,2019(05):35-38.
- [3]李世龙.大型煤化工空分装置工艺流程的选择[J].化工生产与技术,2019,20(03):37-38+46+1.
- [4]常大明.大型煤化工空分装置工艺流程的选择[J].中国石油和化工标准与质量,2019,31(11):214-217.
- [5]刘子杰.空分车间安全生产管理的实践与研究[J].通用机械,2018(09):22-24.