

空气分离技术和相关密封挑战

原创：Garlock 刘艳 Garlock 领先密封技术

工业气体行业主要靠分离空气制造得到氧气、氮气、氩等气体，大量服务于化工、电子、医药、金属制造等生产科研领域。21 世纪以来，随着煤化工和钢铁行业的迅猛发展，造就了我国工业气体快速增长的黄金时期，大型空分设备和工业气体的制造能力大幅提高，中国制造在工业气体的国际竞争力也适时增加。本文小编就工业气体制造的生产工艺及设备、行业趋势和相关密封挑战做些知识的总结和分享。



1. 生产工艺

当前工业气体一般有三种常用工艺：膜分离技术、变压吸附技术和深度冷冻技术。

1.1 膜分离技术

采用膜分离技术制成的膜分离制氮（氧）机是利用空气中的 O₂ 和 N₂ 通过特制的中空纤维膜时渗透率不同的原理制成。空气中的氧气、水等其它杂质由于渗透速度快被很快作为废气排出，而 N₂ 由于渗透性差，被富集至膜的另一端，作为成品气供用户使用。膜分离制氧机选用的膜正好与膜分离制氮机的膜特性相反，留下的是氧气，氮气、水等其它气体杂质等被作为废气排出。

1.2 变压吸附技术(PSA)

变压吸附技术利用吸附剂对气体的选择性吸附的特性进行工作。通常分变压吸氮设备和变压吸氧设备，变压吸附氮气设备是采用碳分子筛为吸附剂，而变压吸附制氧设备是以沸石分子筛吸附剂为核心，根据吸附剂在较高压力下选择吸附氮气，未被吸附的氧气在吸附塔顶部聚集，作为产品气输出。

1.3 深度冷冻技术

深度冷冻技术是当前使用最为广泛的空气分离技术，利用在相同压力下，氧、氮气体沸点不同的原理而实现气体的分离。

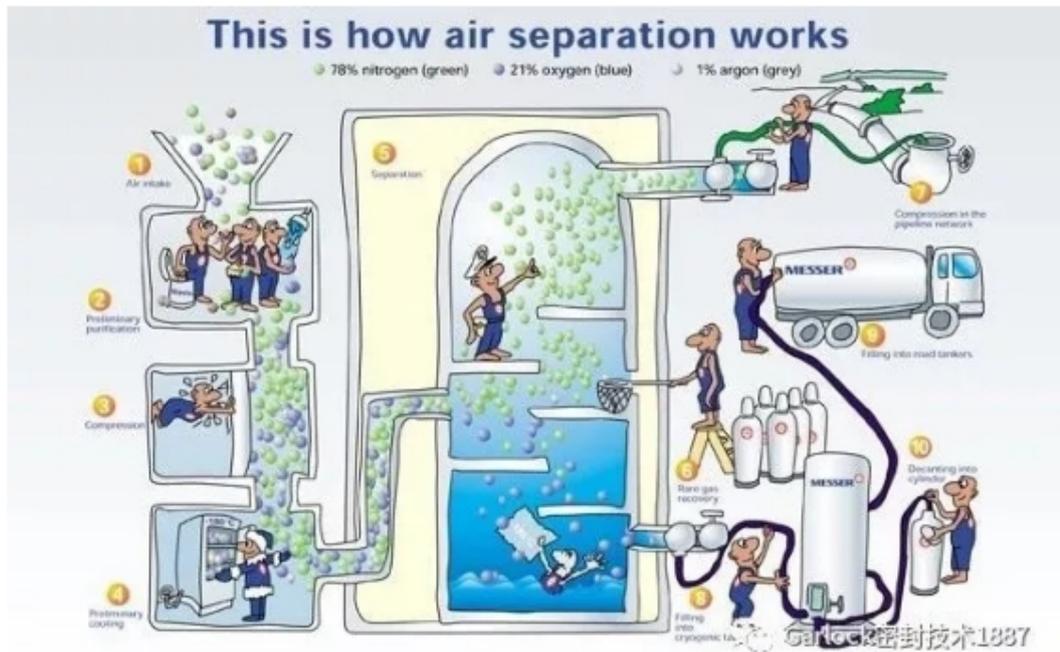


图 1：空气分离的工作原理

目前，世界各国广泛采用深度冷冻的工艺方式生产高纯度的氧气和氮气，深冷技术以生产成本低、产品纯度高（如氧纯度可以达到 99.65% O_2 ）、实现容易等特点而得到迅速推广。其基本工艺流程是：空气从空气吸入塔进入工艺系统，经过过滤和空气压缩机加压后，进入空气预冷塔，用冷却水对空气进行冷却，经冷却后的空气送入纯化系统，空气经过纯化系统吸附净化后，可去除空气中的水分、 CO_2 和碳氢化合物等杂质。经净化的空气在膨胀机中进行膨胀，温度急剧下降。在分馏塔系统中，经前面工段加压、净化、膨胀的空气将实现分离，最终得到氧气和氮气。氩气等稀有气体也是空分装置生产的一种重要产品，很多大型空分装置都设置有氩塔提取氩，一般主要由粗氩塔和精氩塔完成提氩。



3. 行业趋势

目前各行各业对氧、氮、氩等气体的需求急增，出现好多“大”项目如：大钢铁、大

化肥、大石化、大化纤、大乙烯、大芳烃、大炼油、大发电(IGCC)、大电子、大注氮采油、大煤气化、大煤化工等等，它们都需要巨型化的空分设备为之服务。从趋势看煤化工对大型空分设备的需求要超过冶金型空分设备的需求，而医药、电子、半导体等行业苛刻需求对空分设备和工业制气工艺的清洁度提出更高要求。

目前世界上大型气体公司的空分设备其核心部件应该还是在海外生产，高端应用的电子行业也被国外技术所垄断。随着来自市场端对更高的产品纯度、稳定性及设备的可靠性的旺盛需求，气体行业的未来前景仍然很不错。



4.密封挑战和机会

气体行业输出大量液态低温产品如液氧、液氢、液氮等。一般我们把温度低于 -40°C 的状态称之为低温，气体行业中大量存在低温的设备、管道和阀门应用。所有低温介质在升温时要气化，其气化时体积瞬间膨胀数百倍（如液氧的总膨胀比高达 860:1——来自维基百科）；液氢是易燃和易爆物质、其分子小渗透性极强；液氧也是非常强的氧化剂，有机物在液氧中容易剧烈燃烧；气体工业生产及储运过程中存在大量的高低温切换过程——气体行业这些低温运营的特点，给工艺和匹配的设备提出极高的密封紧密性要求。

空分工艺高度关注安全、节能和产品的纯度的特性，给配套的密封行业带来巨大挑战和机会。



一般来说，用于低温、低压（低于 30 公斤，具体可参考 GB50030《氧气站设计规范》）和容易渗透的介质时，有的气体客户偏爱使用石墨类垫片，石墨材质能抵御大多数非氧化化学品，并提供卓越的压缩率和低的蠕变松弛度，但石墨类复合垫片、金属缠绕类垫片由于石墨成份或者组合式结构存在清洗困难的特点，容易给工业气体系统残留可燃固体颗粒或者有机物，会降低气体产品的纯度，也给系统带来易燃易爆的危险。

在严苛的介质低温工况下，我们通常推荐使用致密的改性聚四氟乙烯垫片，切割后的 PTFE 垫片也更容易清洗、不容易污染介质。



图 2: GYLON 聚四氟乙烯垫片广泛地用于液氧场合。

美国卡勒克密封技术公司将无机填充物均匀添加到 PTFE 中，采用辊压工艺得到改性后的 GYLON®垫片，其垫片结构致密、强度均匀且各向同性，在低温状态也能将 PTFE 固有的蠕变松弛和冷流问题最小化。此外，Garlock 苛刻的清洗工艺、特殊包装和免于印刷特殊流程，可以让氧气专用 GYLON 垫片材料避免被二次污染，在低温（液氮、液氧）下也能提供稳定的密封特性。GYLON 垫片也可应用于液化天然气、液化乙烯低温场合。工业气体领域更高压力运行（高于 30 公斤）时，我们推荐整体式的金属整体类垫片，此类垫片耐渗透性强，同时方便清洗，安装时管道系统中不易留清洗死角，但是对法兰的表面适配性要求高，安装时上紧扭矩较高容易导致法兰偏转。



更多密封方案的探讨，请联络 **Garlock** 获取产品资料，密封件使用时请按照 **Garlock** 推荐的安装步骤和装配应力来安装，确保将泄漏控制在预期范围内。

更多信息请关注 Garlock 微信公众号，或者登录官网：网：www.garlock.com.cn。文。
文章属 Garlock 公司版权。