

变压吸附空气分离制氧 (VPSA-O2) 装置

【适用环境要求】

- 适用行业领域

该装置广泛应用于：钢铁（高炉富氧、电炉炼钢）、有色、化工（含煤化工）、玻璃玻纤、垃圾焚烧、污水处理、造纸、水泥、高原供氧、臭氧氧源等。以及各类需要非高纯氧气的场合。

- 应用环境要求

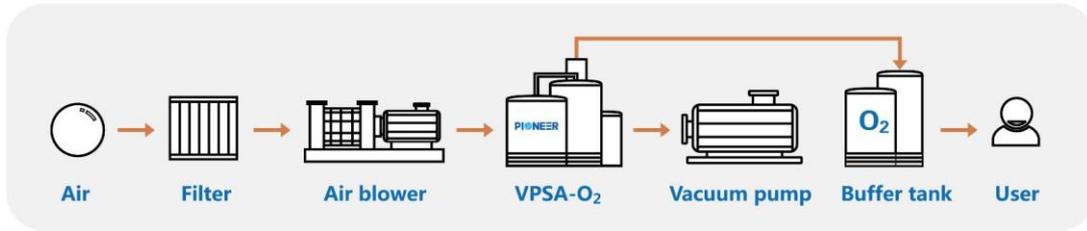
该装置对环境要求不高，已经广泛应用在国内各省市地区，包括高海拔地区，因原材料为空气，只有海拔对产品能耗有一定的影响，用氧量规模为 $100\text{Nm}^3/\text{h}\sim 40000\text{Nm}^3/\text{h}$ 之间。

【技术产品简介】

- 基本运行原理

利用北大先锋自行研发的 PU-8 锂基吸附剂（分子筛），通过该吸附剂对氮气与氧气的不同吸附能力，在一定的压力变化下对氧气进行分离，进而提供最高达 95% 的氧气供用户使用。核心技术主要体现在：吸附剂的吸附能力、吸附剂的寿命、吸附塔设计及气流分布器的设计、动力设备的选择、阀门的选择、工艺设计及控制系统的优化等等。这些因素将直接影响到用户的投资、设备稳定运行能力、设备电耗、设备整体寿命及产品氧的纯度与产量保持等。

- 工艺流程图表



● **核心优势亮点**

北大先锋自行研发的锂基 PU-8 吸附剂，是来自于北京大学化学学院的谢有畅教授及其团队。该吸附剂对氮气的吸附能力远高于常见其他吸附剂，所以在吸附剂填装量则更少，目前已经是第三代产品；另外北大先锋的径向床吸附塔设计也在气流分布、大型化方面具有领先优势，可以使能耗进一步降低，比同类产品节能 15%。北大先锋目前在运行的制氧装置已有多套超过 10 年，产品稳定性及寿命遥遥领先。该技术获 2006 年度国家教育部科学技术进步一等奖。截至 2019 年，北大先锋已累计建设一百八十余套工业制氧装置，制氧规模高达 810000 Nm³/h，规模水平跻身世界前三，大中型 VPSA 制氧装置的数量占到中国所有装置数量的 70%，连续 10 年业绩行业第一。

● **相关参数描述**

- 北大先锋变压吸附空分制氧装置的产氧量规模为 100 Nm³/h ~40000 Nm³/h 之间，
- 1、单位制氧电耗国内最低，低至 0.29~0.33KWh/Nm³ 纯氧，较国内同行低 10~15%；
 - 2、采用自主研发高效锂基制氧吸附剂，一次性装填，10 年无需更换或补充装填；
 - 3、采用先进径向流吸附塔，装置投资省，运行成本低；
 - 4、采用独特的降噪设计，满足装置外噪声小于等于 85 分贝；
 - 5、可实现操作现场无人化，一般 2 人/班，普通员工经简单培训即可操作；
 - 6、控制技术智能先进，可满足单套两塔装置负荷在 50~100%任意调节。

【经济效益分析】

● **投资回收周期（经济性对比）**

北大先锋制氧装置的运行费用只有电费及设备折旧，其他费用仅占极小部分。按 12000 Nm³/h 的制氧装置来看：

12000Nm ³ /h氧气成本对比			
名称	购买液氧	低温精馏	变压吸附
单价	1元/Nm ³	0.5元/Nm ³	0.2元/Nm ³
全年用氧时间	8200小时		
全年成本	9840万元	4920万元	1968万元

如果企业采购液氧，按 700 元/吨来核算，该企业则 1 年左右即可回收成本；跟低温空分对比，则大约需要 2 年回收成本。

另外部分企业氧气是作为生产原料，不存在投资回报，氧气成本降低意味着产品成本大幅降低，可以提升市场竞争力及增加利润。

● 应用效益情况

以上图为例，企业生产如需要连续或间断供氧，在纯度无特殊要求的情况下，北大先锋变压吸附制氧装置有着节能效果明显（比深冷空分低 30%~50% 的能耗，比同类产品低 10%~30%）；单位氧气产品成本大幅降低、产品在线率高、开停车方便（即使间歇性生产，也可以在 15 分钟左右达到设计指标）、维护成本低（阀门密封圈需 1.5-2 年定期更换，其他设备常规设备简单，数量少，常规维护，维护费用低，一般为总投资的 1%~1.5%）、自动化程度高（可做到无人操作，仅需 1-2 人/班，简单培训即可上岗）、设备均为常压安全系数高等等。

【潜力前景分析】

● 市场应用潜力

我国是工业大国，氧气在各工业领域都是常规气体产品或原材料。其中大部分的应用为助燃，也就是参与燃烧用于提升燃烧效率，减低排放，提高产品品质等。目前还有很多行业因为采购液氧价格高、而高纯氧用于富氧应用的资源浪费多（高纯氧稀释后使用）等情况没有找到更加高效、低投资、费用低的变压吸附制氧产品。据我方统计，目前每年的工业变压吸附制氧市场潜力在 10 亿元左右。

● 推广应用现状

变压吸附制氧装置在上世纪末时主要有国外垄断，但制氧能耗高，价格贵，国内接受程度不高，且维修成本高，逐渐被国内大型企业忽视。本世纪初随着国内新型分子筛的研制及技术不断优化，北大先锋引领了变压吸附制氧技术的快速发展，技术逐渐被国内用户认可。目前北大先锋制氧装已经走向国际市场，其技术与价格优势非常明显。

【典型案例介绍】

云南某冶炼厂连续采购北大先锋变压吸附制氧装置：该用户于 2005、2007、2016 年采购北大先锋三套制氧装置用于年产 60 万吨粗铜。规模分别为 7500 Nm³/h（纯度 80%）、7500 Nm³/h（纯度 80%）、12000 Nm³/h（纯度 80%）。配套顶吹艾萨炉，大幅提升粗铜品级。硫（S）捕获率从 79% 上升到 96%，能耗下降 32%，目前设备运行稳定。

【信息提供单位】

● 单位名称

北京北大先锋科技有限公司

● 单位简介

北京北大先锋科技有限公司是国际著名学府北京大学下属的高新技术企业。北大先锋成立于 1999 年 10 月 13 日，目前注册资本 5000 万元，股权结构为：北京北大学园教育投资有限公司出资 2151.66 万元，占比 43.0332%；北大资产管理有限公司出资 1623.155 万元，占比 32.4631%；43 位自然人股东共计出资 1225.185 万元，占比 24.5037%。

北大先锋专业从事变压吸附气体分离技术研发和成套装置设计制造，以及高效吸附剂和催化剂的生产。主要产品有：变压吸附制氧技术及成套设备、变压吸附分离 CO 技术及成套设备、变压吸附制氢技术及成套设备、高效吸附剂、催化剂、工业尾气净化提纯技术及成套设备等。公司拥有完善的质量检验体系和良好的售后服务系统。

北大先锋下设 6 个全资、控股子公司，3 个参股子公司，2 个生产工厂，多个研发中心

及中试基地，产品涉及工业气体、节能环保、国防军工材料等领域。

【信息版权说明】

本绿色低碳技术产品信息由北京北大先锋科技有限公司提供，该单位承诺本信息真实有效，并承担由此信息发布所带来的全部责任。中关村现代能源环境服务产业联盟（EESIA）负责整理发布，未经联盟允许，请勿转载。

如需了解更多绿色低碳技术产品信息，请登陆联盟官方网站或联盟官方公众号查阅，联盟官方网址、公众号信息如下：

网 址：www.eesia.cn

公众号：

