

碳分子筛分离空气制取富氮

上海工业大学 陈志远

在工业生产中,传统的制氮方法是深冷空气分离法。这种方法采用的深冷空分装置复杂,操作麻烦,投资费用大,而且耗用大量的有色金属。

另一种方法是用分子筛变压吸附分离空气制取氮气,这是世界上一种新的制氮技术。它是利用分子筛对气体分子的吸附和解吸的原理,将空气中的氮和氧分离而获得高纯度的氮气。这种方法又可分为两种,一种是沸石(MSZ-5A)分子筛法,另一种是碳(MSC)分子筛法,它们的主要区别在于对氮氧吸附的先后不同。两者比较,碳分子筛变压吸附分离空气制取氮气有如下优点:

1. 能耗小。空气中含氮量约为含氧量的四倍,5A分子筛优先吸附氮,而碳分子筛优先吸附氧,在同样采用真空泵解吸时,碳分子筛制氮装置所需真空泵容量小,电耗低。

2. 工艺流程简单、设备投资少。5A分子筛为亲水性的极性吸附剂,对水和油等极性分子具有较大的亲和力,故需庞大的除油脱水预处理系统。而碳分子筛是一种新型的高效疏水性的非极性吸附剂,对油和水没有特别的亲和力,不需进行严格的预处理,工艺流程可大为简化。

分子筛是具有均匀微孔的一种物质,其孔径与一般分子大小相当。根据其有效孔径,可用来筛分大小不同的流体分子。

碳分子筛制备富氮是一种比空气深冷或瓶装工业氮气更为便宜的氮源,它和瓶装工业氮的技术经济指标比较见表1。

两种氮的经济指标比较 表1

项 目	种 类	瓶装工业氮	MSC制氮装置氮
组	$N_2+Ar(\%)$	99.0	99.5
	$O_2(\%)$	0.5—1	0.5
分	含湿量(露点 $^{\circ}C$)	-23	-35
	电耗(度电/米 ³ 氮)		≤ 1
	成本(元/米 ³ 氮)	0.55	0.115

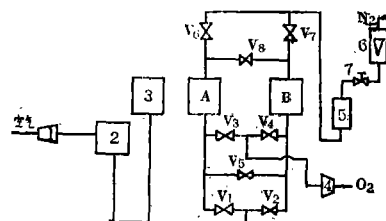
注:瓶装工业氮和工业用电均按上海地区价计算。

七十年代,西德 werkbau 公司采用碳分子筛制成变压吸附法空分制氮装置。尔后,英、美、法、苏和意大利等国家,相继开展了碳分子筛空分制氮的研究,如英国的BOC公司和美国的kemp公司与西德的BF公司签订非卖绝合同,购买该公司的碳分子筛生产成套的制氮装置,产品纯度可达99.5%。

我们科研课题组和浙江瑞安仪表三厂协作,研制成功以空气为原料气,以碳分子筛为吸附剂,运用变压吸附原理制取氮气的制氮装置,已正式通过技术鉴定,目前瑞安仪表三厂正着手准备制造产气量为5—20米³/时氮的碳分子筛制氮装置。

分子筛变压吸附制氮机理,目前还在不断完善。属于非极性吸附剂的碳分子筛对非极性分子氧和氮具有特别的亲和力。但是,由于碳分子筛的孔径非常小,以至于仅有氧分子优先被吸附,而氮分子大部分富集在不吸附气相中并由气相中排出,从而获得高纯度的氮气。变压吸附是利用碳分子筛在加压时对氧的吸附容量增加,减压解吸时对氧的吸附容量减少这一物理特性,形成了加压吸附减压解吸的快速循环过程。

碳分子筛制氮装置工艺流程见附图。采用变压吸附双塔流程,通过程序控制器控制8个电控气动阀门,周期加压吸附产氮气和减压解吸排氧来制取所需各种浓度的氮气。变压吸附操作程序见表2。



1——空气压缩机; 2——空气干燥净化系统; 3、5——贮气罐; 4——真空泵; 6——转子流量计; 7——调节阀; A、B——吸附塔; V_1-V_8 ——电控气动阀

变压吸附操作程序 表2

程序	A塔	B塔	打开阀门	时间(S)
1	加压产气	减压解吸	$V_1 V_6 V_4$	57—58
3	A 均压 → B		$V_5 V_8$	2—3
3	减压解吸	加压产气	$V_2 V_7 V_3$	57—58
4	A ← 均压 B		$V_5 V_8$	2—3

碳分子筛制氮装置的主要特点是: (1) 以空气为原料, 节约能源, 电耗低; (2) 产品氮气压力在3公斤/厘米²以下, 压力不高, 安全可靠; (3) 装置体积小, 可安装为流动式和固定式, 能自动化操作, 使用、维修方便; (4) 产品氮气浓度可在95—99.5%之间调节。

碳分子筛制氮装置对于没有制氧站的中小工厂和有关部门的用氮, 提供了一种节能、经济、安全和方便的新氮源。