

一种新的空分法——Moltox 法

【内容摘要】 本文介绍了用压缩空气中的氧与碱性熔盐进行高温可逆反应而提取氧(最高纯度为98%)的一种新的空分法——Moltox 法;该法摒弃了机械能的输入,与低温空分法比较,由于无卡诺损失,故可大幅度降低能耗(节能50%)。图1,表1。

在美国能源部和能量概念公司的联合资助下,一项新的高效率节能空气分离方法——Moltox 法已在最近研究成功。Moltox 法与一般低温精馏的空分法大不相同,它是利用压缩空气中的氧与一种可循环使用的碱性熔盐进行高温可逆反应而提氧,同时可利用污氮的压力和高温膨胀做功回收能量。整个过程唯一必须输入的能量为热能。由于摒弃了机械能的输入,故可排除不必要的卡诺损失。根据美国能源研究与开发局测定,与传统低温法相比,Moltox 法可节省能量50%。

Moltox 法的开发计划为:(1)设计、建立和运行一套6升/分的中试装置;(2)用电子计算机模拟进行工艺流程的最佳化处理;(3)进行工程方面的研究:腐蚀、安全和 NO_x 的生成问题;(4)与低温空分法进行经济对比分析。

中试装置的设计基础是,氧的发生率为0.6标英尺³/分,盐的循环速率为0.6加仑/分。反应容器的材料为经防腐处理的SS304不锈钢。反应用的盐为工业纯的碱金属硝酸盐 $[\text{NaK}(\text{NO}_3)_2]$ 。吸氧容器的操作压力为3.5~7.0公斤/厘米²,温度为665℃;脱氧容器的操作压力为大气压,温度亦为665℃。中试装置获得的氧产品,最高纯度大于98%氧。

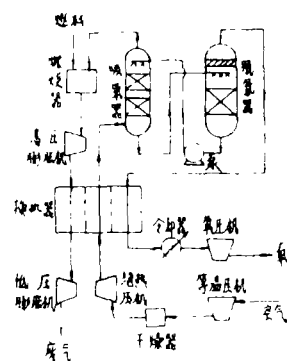
通过电子计算机模拟计算并放大的100吨/日规模的Moltox法空气分离流程如右图所示。将空气等温压缩到4.5公斤/厘米²(表压,下同),干燥后进入绝热压缩机压至7.2公斤/厘米²(表压),此时空气温度为124℃。压缩空气在换热器中与返流氧气和污氮混合气换热,温度升至638℃后,送入吸氧器内与熔盐反应。吸收了氧的熔盐被送入脱氧器脱氧,脱氧器操作压力为0.37公斤/厘米²,温度为650℃。从熔盐中脱出的氧,纯度为98%,经换热器、冷却器后压缩充瓶。另一方面,脱氧后的熔盐用泵压入吸氧器循环使用。从吸氧器出来的,未与熔盐发生反应的氮气(含氧2~7%)被送入燃烧器,此时污氮压力为6.8公斤/厘米²,温度为654℃。污氮中的残余氧在燃烧器中与燃料反应,温度升至910℃左右。污氮和燃烧产生的二氧化碳等气体,经高压膨胀(6.7膨胀至2.0公斤/厘米²)、换热和低压膨胀等过程,回收势能和热能后放空。

Moltox 法和两种低温法生产氧的成本比较如表所示。比较的基础:规模为1000吨氧/日;氧纯度为97+%,压力为0.2公斤/厘米²(表压);每年生产天数为330天;能源价格以1981年为准,以后每年按10%的比率上涨。由下页表可见,Moltox 法的经济效益将随着时间的推移而超过电能制冷的低温法。另一方面,与燃料透平制冷的低温法相比,Moltox 法的氧气生产成本始终要低一些。

目前,试验研究结果已表明,Moltox 空分法除了连续性操作较差外,其他各方面均令人十分满意。

译自 D.C.Erickson, "Interim Final Report, DOE Contract, DE-AC 01-79CS40287" (1981.4)

四川纳溪西南化工研究院 黄建彬 编译



Moltox 法(100吨/日)
空分流程图

表 氧 气 生 产 成 本 比 较

方 法	投 资 (百万美元)	单 位	能 耗 (第一年)		能 耗 (第五年)	操作费用 (7%投资)	投资回收 (20%投资)	合 计	
			电 (3.2美分/度)	燃 料 (3.13美元/ 百万 BTU)				第五年	第一年
Moltox法	30.9	百万美元/年	0.41	1.17	2.545	2.16	6.18	10.885	
		美元/吨氧	1.24	3.55	7.71	6.55	18.74	33.00	30.08
低 温 法 (电能制冷)	21.5	百万美元/年	2.956	—	4.762	1.51	4.30	10.572	
		美元/吨氧	8.96	—	14.43	4.58	13.03	32.04	26.57
低 温 法 (燃料透平制冷)	29.5	百万美元/年	—	2.956	4.762	2.07	5.90	12.732	
		美元/吨氧	—	8.96	14.43	6.27	17.88	38.58	33.11

BTU——英热单位

湖南省首届深冷技术交流会报道

湖南省深冷技术经验交流会,由湖南省制冷学会第一学组组织,于1983年7月6日至7月9日在长沙召开,有32个单位44名代表参加。

会议特邀省制冷学会理事、高级工程师齐贵德同志作了“超导电及其应用”,省制冷学会会员、工程师甘国文同志作了“低温的应用”两个报告。代表们在会上宣读了论文及生产经验总结共19篇。如冶金部长沙矿冶研究院低温车间,介绍了四缸回热式液氮机持久高产、稳产、安全运行的经验,同时对氮液化装置多年安全运行进行了较为全面的总结。株洲化工厂农药车间,介绍了20多年来制氧机无爆炸事故、安全运行的经验。洞庭氮肥厂介绍了小型制氧机34公斤/厘米²外界气源启动与操作的经验。国营韶光电厂三车间,介绍了KFS-120型空分设备空气净化、提高氮气纯度等经验。衡阳冶金机械厂制氧站,介绍了从制氧机中提取液氮和“间断制氧”年节电30万度的经验。湘江氮肥厂介绍了他们低压制氧机试车、启动及有关经验。湖南省畜牧兽医研究所,介绍了液氮机维修操作、液氮容器使用方面的经验。

此外,不少单位对空分设备进行挖潜、革新、改造,取得了较为明显的经济效益。如:益阳橡胶机械厂,将5L-16/50型空压机改为无油润滑,保证了分馏塔的安全运行,并节资4600元/年;资江氮肥厂除将空压机改无油润滑外,还将膨胀机阀套与阀座改为整体结构,氧压机改成填料充气密封;岳阳化工总厂锦纶分厂将KDON-1000/1100型制氧机液氧泵循环改为液氧自循环,使操作简单,运行可靠,并节约费用;岳阳起重电磁铁厂制氧站,对充氧台进行了消音及回收残存氧气的改革;涟源钢铁厂制氧车间从提高平均氮纯度,降低单位电耗,减少氧气放空,加强用电设备管理,推广节电新技术等着手,取得年节电100万度以上的经济效益。

会上,湖南省维尼纶厂和湘潭第二化工厂还分别介绍了制氧站平面设计和机组安装,沸石分子筛的生产和使用的经验与情况。此外,衡阳油泵油嘴厂还提出了“SD-i30型风动制冷机的设计和试制”的报告。该设备制冷量可达5000~10000大卡/时,已成功用于油泵油嘴偶件的冰冷处理。与干冰法相比,每年可节约资金近3万元,汽油1440公斤。

与会代表认为,这是一次检阅与促进全省低温技术力量的大会,也是加强全省低温技术工作者相互联系、团结协作的大会。代表们建议,争取今后每年能举行一次学组年会,进行学术与经验交流。并拟定在一九八四年三月,由长沙矿冶研究院组织一次以回热式液氮机为专题的短期培训班。

(本刊摘编自1983年7月9日通过的“湖南省首届
深冷技术经验交流会”会议纪要)