

率高，膨胀量设计较合理，使成套装置热态启动时间大大缩短，从膨胀机启动仅用 26 小时就能使氧气产量、纯度达到设计指标。

2.2 采用双层床、长周期分子筛纯化系统

分子筛吸附采用活性氧化铝加分子筛的双层床结构和 4 小时长周期切换，用电加热器加热再生氮气。由于采用了长周期切换，使分子筛量相应增加，虽一次性投资、费用提高，但是考虑到切换次数减少，相应可延长分子筛的使用寿命，减少空气量的损失，同时减少由于分子筛均压波动对分馏塔的影响等因素还是值得的。运行结果表明，分子筛吸附系统各个周期工作可靠，出分子筛纯化器空气中 CO₂ 含量 $\leq 1 \times 10^{-6}$ ，低于设计值。

2.3 规整填料上塔

分馏塔采用规整填料上塔，填料由天津大学制造。上塔阻力一般在 3.2kPa 左右，上塔底部压力 0.039 ~ 0.041MPa。由于上塔阻力下降和其他的一些措施，使空压机背压一般维持在 0.48 ~ 0.49MPa 即可满足工艺的需要。氧的提取率可达 98 % ~ 99 %。另外，由于填料塔内滞液量少，不仅启动液化积液时间缩短，而且临时停车后主冷内液体中含氧量变化小，这样在冷态下能快速启动。

2.4 实现全精馏制氩工艺

全精馏制氩系统将粗氩塔分成粗氩塔 和粗氩塔 两段，两段之间用离心式低温液体泵连接，粗氩气以气态形式从粗氩冷凝器中抽出，经孔板节流装置计量后进入粗氩液化器内，被液化后流入精氩塔进行进一步的去氮精馏。经过 7 个多月的运行，全精馏制氩系统运行平稳，氩提取率高。特别值得一提的是精氩塔系统在安装时作了一些小改动后，精氩塔压力和阻力也很平稳，为更进一步提高氩气纯度创造了条件。一般粗氩塔 、 段阻力在 3.3kPa 和 9kPa 左右，粗氩气产量可稳定在 195m³/h (标) 左右，含氧量 $\leq 1.5 \times 10^{-6}$ 。

2.5 采用新型狭缝式主冷

新型狭缝式主冷凝蒸发器更进一步降低了下塔

压力。主冷凝蒸发器内采用了新型的板式翅片和双层布置，使主冷温差减小，换热效率提高。

3 成套空分设备主要性能指标

1999 年 5 月 27 日至 5 月 29 日杭钢与杭氧共同对该套空分设备进行了性能考核，各项指标达到或超过了设计值。考核情况见表 2。

表 2 杭钢 6500m³/h 空分设备考核结果

考核项目		合同值	实际值
氧气	产量 (m ³ /h)	6500	> 6500
	纯度 (%O ₂)	≥99.6	99.8
氮气	产量 (m ³ /h)	13000	13000
	纯度 (×10 ⁻⁶ O ₂)	≤10	≤5
液氩	产量 (m ³ /h)	160	> 170
	纯度 (%Ar)	≥99.999	≥99.999
液氧	产量 (m ³ /h)	130	130
	纯度 (%O ₂)	≥99.6	≥99.8
液氮	产量 (m ³ /h)	~ 80	80
	纯度 (×10 ⁻⁶ O ₂)	≤10	≤5
电耗 (kWh/ m ³ O ₂)		0.48	0.46

注： m³/h 指 0 、 101.3kPa 状态，液体产品折合气态计；能耗以空压机轴功率、分子筛电加热器功率、冷冻机、水泵等计，不包括压氧、压氮系统；液体产品以 3 倍的气体量折算。

实际运行表明，该套空分设备有以下特点：

(1) 氧提取率高，氧气纯度好。氧产量一般可达 6800 ~ 7000m³/h，同时可生产 130 ~ 200m³/h 液氧，氧纯度 99.8 %O₂。

(2) 整个系统的操作压力明显降低，从而节省了能耗。一般空压机背压在 0.48 ~ 0.49MPa。

(3) 氩气产量高，纯度好，且工况稳定。纯液氩产量合同值 160m³/h，设计值 170m³/h，实际运行值 190 ~ 195m³/h。

(收稿日期：2000-08-07)

温州瑞气节能型变压吸附制氮机进行鉴定

2000 年 9 月 26 日，温州市科委受浙江省科委委托，在杭州召开了温州瑞气企业空分设备有限公司“节能型变压吸附制氮机鉴定会”。在瑞气公司介绍该机试制工作总结、测试分析报告、用户报告等之后，鉴定委员进行了认真的讨论，最后同意通过省级新产品鉴定。该机采用该公司开发的不等势均压新流程专利技术，显著提高了产氮能力与氮气回收率，降低了制氮的能耗，并可直接制取 99.9995 %高纯氮气。该产品已经浙江省轻工机械产品质量监督检验中心按照 Q/ WKF01 —2000 《节能型碳分子筛制氮机标准》进行测试，所测结果均达到标准要求。产品经用户使用，反映良好。

鉴定委员会认为，该产品的设计、制造是成功的，其技术水平达到了国内领先水平，同意通过省级新产品鉴定，可以投入批量生产。

(顾福民)