

中空纤维膜分离回收氢气装置的应用

钱时昌 夏建荣

符捍东

(江苏溧阳市化肥厂 213311) (江苏溧阳市经济委员会)

膜分离技术是一门迅速发展的科学, 由于它具有不产生相变化, 装置简单等特点, 迄今已发展成为重要的化工分离单元。

膜分离技术应用于合成氨弛放气提取高浓度氢是近年发展起来的一项氢气回收技术。目前小氮肥厂合成氨弛放气中氢气回收方法有好几种, 如深冷分离法, 分子筛吸附法, 中空纤维膜分离法等。它们各具特点, 见下表。

表

| 名称 | 类别 | 深冷法 | 变压吸附法 | 膜分离法 |
|------------------------------|----|---------|-------|------|
| 合成氨弛放气 Nm ³ /h | | 500~800 | 100 | 1000 |
| H ₂ 提取率 % | | 80 | 60~65 | 85 |
| H ₂ 纯度 % | | 99 | 99 | 98.5 |
| 弛放气处理要求 | | 严格 | 简单 | 简单 |
| 操作维修要求 | | 复杂 | 程序控制 | 自动控制 |
| 操作成本 | | 高 | 中 | 低 |
| 维护费用 | | 较高 | 高 | 低 |
| 设备投资 | | 高 | 高 | 低 |

从上表可以看出: 中空纤维膜分离法具有技术和经济方面的优势。

我厂采用的中空纤维膜分离氢回收装置是由中科院大连物化所新开发、无锡膜分离厂提供的成套设备, 设计处理能力为 500Nm³/h) 为三组二级流程, 于1993年9月一次开车成功。经过半年的运行, 情况良好, 外供98.5%的氢气100Nm³/h, 取得了一定的经济效益。

1 膜分离装置工艺

1.1 膜分离装置工艺流程

合成氨系统25.0~30.0MPa的放空气经减压阀减压到12~12.5MPa进入水洗塔, 用软水洗去NH₃, 再由气水分离器除去夹带的水雾,

然后经套管式换热器加热, 温升15℃左右(不得超过55℃), 进入一级第一只膜分离器M₁₋₁, 分离后氢浓度达87%~90%; 进入二级膜分离器进行分离, 分离后浓度可达98.5%以上。M₁₋₂分离器分离M₁₋₁的未渗透气, 提高氢气的回收率。

无盐软水由高压水泵送入洗气塔除去放空气中的NH₃, 生成浓度为85%的氨水供碳化使用。

1.2 工艺条件

(1) 压力

水洗塔工作压力≤12.5MPa, M₁₋₁、M₁₋₂工作压力≤12.5MPa, M₂工作压力2.0~2.5MPa, M₁₋₂氢气压力1.1~1.25MPa, 分离器充压速度≤0.5MPa/min。

(2) 温度

水洗塔水温: ≤25℃, 入膜气体: 40~45℃。

(3) 流量

入塔软水≤300L/h, 入塔放空气450~500Nm³/h。

(4) 含量

M₁₋₁氢气81%~90%, M₁₋₂氢气75%~80%, M₂氢气≥98.5%, M₁₋₁膜入口气体中NH₃含量<200ppm。

1.3 操作要点

入膜气体温度40~45℃, 不得超55℃; 入膜气中含氨量应<200ppm, 否则会降低使用性能; 防止带水, 雾状水能使分离膜暂时中毒; 膜内外压差不大于10MPa; 严禁气体倒流, 任何情况下纤维管内压力不得大于管外压力; 保证软水质量, 水洗塔丝网填料对软水的硬度和悬浮物要求较高。

1.4 运行情况

我厂膜分离装置采用了两种操作功能, 即

完全人控和全自控。全自控由一台微机实现压力、温度、流量自动联锁、紧急停车,从而保证了正常工作下的自控运行和不正常情况下的自动安全停车。因此,装置自投运后,运行良好,达到了设计要求。如1993年10月的一次分析数据:进膜气体温度45℃,膜内外压差8.9 MPa,一级氢浓度85.3%,二级氢浓度99%,一级氢回收率86%。

2 经济效益(以一级氢回收估算)

2.1 增氨2.5%

膜分离装置建成投产后,可使合成氨增产2.5%~3%。根据我厂的实际情况,按2.5%比例计算,则年增益为 $20000 \times 2.5\% \times 1600 = 80$ 万元。

2.2 电耗降低,增效明显

我厂膜分离装置投运后,合成氨系统压力从32MPa降至29MPa,压缩机电流平均降低30A,吨氨降电耗60kWh、电价以0.2元/kWh计,则年增效益 $60 \times 20000 \times 0.2 = 24$ 万元

以上两项合计,可增效益104万元

3 问题与结论

3.1 膜分离方法提取的氢气浓度不高,最高达99%以上,最低只有98.5%,限制了氢气的某些用途。

3.2 小氮肥厂弛放气气量较小,因此在设计时应考虑各厂实际弛放气量设计,选择合适的弹性范围。偏大,氢浓度达不到要求;偏小,则易出问题。

3.3 结论

(1) 膜分离装置占地面积小、工艺简单,安装上马快,运行可靠。

(2) 能耗低,整套装置运行时,只要一台2.2kw电机,6Nm³/h的仪表风,10kg/h蒸汽(或98℃的热水)和2安培的自控电。

(3) 自动化程度高,操作简单,整套装置采用自动控制。无论是生产过程还是发生突发事件,装置都能很好地工作。

(4) 经济效益明显,年增效益104余万元。值得向小氮肥企业推广。

关于举办小氮肥(含中氮肥)节能技术(设备、产品)交流推广会的通知

本刊编辑部拟于今年10月份前后在广东省举办小氮肥(含中氮肥)节能技术(设备、产品)交流推广会。所推广的技术有的是获奖产品,有的是已获专利或通过技术鉴定,均是本刊确认为是可信赖产品(具体内容请见本刊1994年第7期)。在会议期间所推广的上述技术,各化肥厂采用之后如有不当之处,本刊编辑部将负责和技术转让单位(或设备制造厂家)联系,完全予以解决。

凡欲参加会议的单位,请即向本刊函告报名。至于会议的具体安排,将另行通知。

《小氮肥》编辑部

目 录

| | |
|-----------------------|------|
| 孔板波纹填料在铜洗塔中的应用..... | (1) |
| 吹风气余热回收装置设计综述..... | (3) |
| 铜洗工序醋酸加入方式及部位的改进..... | (8) |
| 浅析尿素二段蒸发加热器的改造..... | (9) |
| 余热回收装置空气配风阀的改造..... | (10) |
| MDEA法碳脱工艺的应用..... | (11) |
| 造气洗气塔的改造..... | (12) |
| 中空纤维膜分离回收氢气装置的应用..... | (15) |

1994年第9期

(总第321期)

小氮肥

(月刊)

限国内发行

(创刊日期1973年7月)

主 编: 肖席珍

国内统一刊号: CN31-1306/TQ

广告经营许可证沪工商广字07002号

编 辑: 《小氮肥》编辑部

出 版: (化工部上海化工研究院)

(上海云岭东路345号 邮编:200082 电话:2413550-481)

国内总发行: 上海市报刊发行处

国内订阅: 全国各地邮局

邮发代号: 4-233

1994年9月15日出版 定价: 1.10元 全年定价: 13.2元