

膜法氢气回收系统运行小结

张艳丽 刘兆军

(济南盛源化肥有限责任公司 250101)

摘要 简要介绍膜法氢气回收系统的工艺流程、主要设备、操作要点、运行情况,并进行了效益分析。

关键词 膜法 氢回收 运行 效益

我公司是一家中型氮肥企业,氨醇生产能力 12×10^4 t/a左右。原合成氨生产过程中产生的放空气经等压氨回收塔净氨后供宿舍区居民生活用气,部分送吹风气锅炉燃烧产生蒸汽。2008年10月居民区生活用气改用公用煤气,因此放空气全部用于吹风气锅炉燃烧。由于放空气中含有大量用于合成氨生产的有效气体——氢气,为实现节能降耗,公司决定进行系统改造,回收其中的氢气。经考察,膜分离技术回收氢气工艺合理、方案成熟、投资少、回收期短、经济效益显著。因此于2009年2月,与中国科学院大连化学物理研究所合作,新上一套膜法氢回收装置,回收放空气中的氢气。

1 工艺流程简述

来自合成系统的压力为26MPa的放空气,首先经调节阀减压至8~11MPa左右,然后进入洗氨塔,气体在洗氨塔中与高压水泵打进的软化水在填料层中逆流接触,气相中的氨被水吸收后变成氨水,由塔底排出,送往氨水提浓装置。脱氨后的气体由塔顶排出后进入气液分离器,使水洗过程中夹带的雾沫得到分离。水洗目的主要是净化吹除气,除掉其中的氨,水洗后气体中氨的体

分数 $< 200 \times 10^{-6}$ 。

水洗后的气体在25℃左右,进入套管式换热器与0.6MPa的过热蒸汽进行换热,原料气被加热到35~45℃,此时原料气中的水分远离露点,可防止原料气进入膜分离器后产生水雾,影响分离性能。

经过水洗、加热后的原料气送入膜分离器中进行分离,分离器组由3根 $\phi 100 \times 3\,000$ mm中空纤维膜分离器组成,采用串联形式连接。每根分离器均可用阀门切断或接通,根据不同的处理量调节回收氢气的纯度和回收率。

原料气通过调节阀进入膜分离器后,中空纤维膜对氢气有较高的选择性。靠中空纤维膜内、外两侧压差为推动力,通过渗透、溶解、扩散、解吸等步骤实现分离。使中空纤维膜内侧形成富氢区气流,即渗透气,而外侧形成了惰性气流,即尾气。渗透气从膜分离器底部输出,进入压缩机三段入口,加压后重返合成系统。含有大量甲烷和部分未被回收氢气的尾气经调节阀减压后送往吹风气锅炉燃烧产中压蒸汽。

2 主要设备及规格型号(见表1)

表1 主要设备表

| 设备名称 | 规格、型号 | 主要材质 | 设计参数 | 数量(台) |
|----------|-----------------------------|-------|------------|-------|
| 高压水泵 | 3DP-35-0.61/16 | | 16MPa, 60℃ | 2 |
| 洗氨塔 | $\phi 273 \times 6\,000$ mm | 20G | 16MPa, 60℃ | 1 |
| 气液分离器 | $\phi 245 \times 3\,000$ mm | 20G | 16MPa, 60℃ | 1 |
| 加热器 | 套管式 | | 22MPa | 1 |
| 中空纤维膜分离器 | $\phi 100 \times 3\,000$ mm | 高分子材料 | 16MPa | 3 |
| 水槽 | 0.8m ³ | Q235A | | 1 |

3 自控装置

此套装置配置了安全连锁系统,对原料气超压、原料气与渗透气之间的超压差、洗氨塔氨水

液位的超高与超低限、气液分离器液位超高限、原料气超温等均能进行自动停车控制。停车后分离器可自动进入自我保护状态。

浅谈铜洗工艺运行优化

孙文欢 宁国平 孙志国 张洪亮 朱福田

(济宁市恒立化工有限公司 272167)

摘要 简要分析了合成氨生产铜洗工艺的运行优化与减轻环境污染、降低铜、电、氨、酸和蒸汽消耗以及能量回收的关系。

关键词 铜洗 操作优化 环保 节能降耗

醋酸铜氨液吸收法精制合成氨原料气工艺,因其具有工艺简单、操作方便、技术成熟等特点,仍被我国不少中小型氮肥厂采用。该工艺虽然面临着环保压力,但通过工艺运行优化和回收,环保污染的问题可以避免,并且可以达到节约能源、降低消耗的目的。

1 优化工艺运行,减少环境污染的措施

4 运行情况总结

为能满足合成氨扩大规模后的能力要求,膜分离装置的设计能力为 $1\,500\text{Nm}^3/\text{h}$,配置了三台膜分离器。现有合成氨放空流量在 $720\text{Nm}^3/\text{h}$,因此现开两台膜分离器,串联操作。根据现场分析数据(见表2)来看,目前渗透气流量在 $440\text{Nm}^3/\text{h}$,尾气流量在 $280\text{Nm}^3/\text{h}$ 。渗透气中的氢的体积分数在88%~92%之间,尾气中氢的体积分数在2%~10%,氢回收率在90%以上,基本达到设计指标,装置运行稳定。

表2 现场分析数据表(体积分数,%)

| 气体 | H ₂ | N ₂ | CH ₄ | NH ₃ | Ar |
|-----|----------------|----------------|-----------------|-----------------|----|
| 原料气 | 56 | 20 | 4 | 7 | 13 |
| 渗透气 | 90 | 6 | 1 | 0 | 3 |
| 尾气 | 8 | 53 | 9 | 0 | 30 |

通过近一段时间的观察,自膜分离提氢装置运行后,同等负荷下合成系统压力降低了5MPa左右,这就大大降低了压缩机的电耗,并可延长压缩机易损部件的寿命,减少了维修的费用和停车造成的经济损失。同时系统(CH₄+Ar)的体积分数控制在15%左右,氮的体积分数净值由原来的10%提高到了12%,同等负荷下,氨日产量增加了4%~5%。

5 效益分析

根据实际操作运行数据和分析结果估算,按

醋酸铜氨液吸收法精制合成氨原料气工艺,在生产运行中需要不断的补充氨、醋酸、铜等物质。其中随溶液再生带出的氨、酸,以及现场的跑冒滴漏,是造成环境污染的主要根源。在实际生产过程中,加强工艺运行管理和系统优化,环境污染问题可以避免。

1.1 加强再生气回收

渗透气量 $450\text{Nm}^3/\text{h}$,氢的体积分数为90%计算,设备运转工时按每年7000h计,合成氨产量为 $6\times 10^4\text{t/a}$,每吨氨节约电40度(按0.54元/度),考虑到一些损失,按 $2\,300\text{Nm}^3$ 氢气生产一吨氨,合成氨制造成本按2180元/t计算,全年合成氨增产收入达269万元,节电129.6万元,全年创收益398.6万元。现此套装置投资已全部收回。

6 结束语

通过生产运行总结及汲取其它相关厂家使用经验,为确保膜法氢回收装置安全、稳定、长期运行,实际生产中需注意以下操作要点。

(1) 确保净氨后气体中的氮的体积分数 $\leq 200\times 10^{-6}$,才能进膜分离器。氨浓度超标会对中空纤维膜产生危害,影响膜的使用寿命。

(2) 控制好加热器出口气体的温度,使其温度在35~45℃,以保证气体中的水以气态的形式通过膜分离器,而不是在膜表面冷凝,影响膜的使用性能。

(3) 将原料气与渗透气之间的压力差严格控制在11MPa以下。超压差会造成膜分离器的破坏。

(4) 开停车过程中的升压和降压操作要缓慢,严禁突升突降,气流速度过大会冲坏中空纤维膜。

(收稿日期 2009-09-22)