

膜空分制氮——石油开发新技术

周建柱

川庆钻探工程有限公司长庆井下技术作业公司 陕西 西安 710000

【摘要】本文介绍了三种制氮技术的原理,分析了膜制氮的优势。从技术角度分析,用国内外应用的事实说明,膜制氮技术必将成为石油开发中大力推广的新技术。

【关键词】氮气 膜制氮 原理 应用

1 概述

氮气作为价廉易得的惰性气体,被广泛应用于海洋产业、食品工业、化学工程、冶金与复合材料制备、原材料处理与储藏等方面,在石油化工的各个领域中,如钻井、采油、油田保护、原油运输等过程中也发挥了显著作用,近年来需求量呈明显上升趋势。但是目前该项技术主要掌握在国外,国内仍处于起步阶段。

2 氮气的制取方法

目前常用的氮气制取方法有深冷空分制氮、分子筛空分制氮和膜空分制氮三种。这里主要介绍膜空分制氮。以空气为原料,在一定压力条件下,利用氧和氮等不同性质的气体在膜中具有不同的渗透速率来使氧和氮分离。技术先进,是常温空气分离的最新技术;没有噪音,完全静态运行,满足环保要求;没有运动部件,设备维护保养少;连续运行可靠性高、设备使用寿命长,可达10年以上;增容简单,仅仅需要并联添加膜件即可;和PSA比较,没有大的空气罐和氮气罐,体积小、重量轻,是移动制氮设备的不二选择;氮气露点低,可达 -60°C ;氮气没有任何灰尘、颗粒;开停机方便迅速,操作简单,产气更快(≤ 3 分钟);设备对土建没有任何特殊要求,安装费用低;对环境无特殊要求,可在恶劣工况下运行。

3 膜空分制氮技术

3.1 膜空分制氮设备

膜空分制氮设备可以根据用户的需要设计成固定式和移动式,移动式制氮设备又可分为特车式或撬装式。膜空分制氮设备的主要组成部分为:空气压缩系统、压缩空气处理系统、膜空分制氮系统、氮气增压系统和设备控制系统。

膜空分制氮系统是制氮设备的核心部分,模组是设备的关键部件。按气体分离的机理,膜可以分为多孔型膜和非多孔型膜;按材料性质可以分为有机膜和无机膜,有机膜采用高分子材料制成,亦称高分子;从膜组的结构型式分类,还可以分为中空纤维型和平板型两种。现役新型制氮装备采用的膜组主要是中空纤维型,目前世界上应用最多的Air Product公司生产的麦道膜(Medal)、美国PERMEA(柏美亚)生产的普瑞森膜(Prism)和美国创新(IGS)气体系统集团公司生产的捷能膜

(Generon)都是中空纤维型模组。

在实际分离过程中,膜的选择也是非常复杂的。除了分离效率、生产效率两个基本指标外,其它性能如成膜性、耐久性、稳定性、操作条件下的机械完整性、经济成本等都必须权衡综合考虑。如通过对纤维成型工艺进行改进,制成超细纤维,由于孔直径小,因此具有分离效率高,膜组件体积小,经济性能好等优点。

3.2 膜空分制氮的原理

中空纤维气体分离膜主要基于溶解——扩散原理。当气体通过非孔聚合物时,根据气体在膜中渗透速度的不同达到分离的目的。中空纤维膜分离制氮的膜组,是由一个圆筒状的高分子材料制成的中空纤维膜束,每个膜束像列管式换热器一样含有上百万根中空纤维,以提供最大限度的分离面积,每根纤维直径约几十微米,就像人的头发丝一样细。压缩空气由纤维膜束的一端进入,气体分子在压力作用下与膜表面接触并溶解,在膜的两端产生浓度梯度,使气体分子在膜内沿浓度由高到低向前扩散,到达膜的另外一端被解析出来。膜分离空气机理如图1所示。

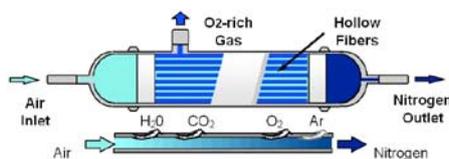


图1 分离空气机理示意

由于各种气体在膜中溶解速率和扩散系数的差异,导致不同气体在膜中的相对渗透速率不同。氧、二氧化碳、水蒸气等渗透速率快,称为“快气”,由高压内侧纤维壁向低压外侧渗出,由膜组件一侧的开口处排出;而渗透速率小的“慢气”——氮气,则被富集在高压内侧,由膜组件的另一端排出,从而实现“氧-氮的分离”,分离出的氮气压力比入口空气压力低 $0.3\text{bar}\sim 1.0\text{bar}$ 。

4 膜空分制氮技术在国内外现状

上世纪90年代后期,膜制氮技术开始在石油领域应用,近几年得到发展,但相对于国外油气领域的氮气应用,我国尚处于初期。随着近几年国内油气客户不断的应用总结与经验的积累,膜空分制氮设备的潜在优势及丰富的开发应用前景,已被国内油气领域业内人士所

认同与关注。特别是现在世界范围内,原油价格高企,油气资源比过去任何时候都重要。作为一种有效的技术,膜空分制氮技术更引起了世界各国的重视。

由于膜制造技术还掌握在外国公司手中,国内的企业多数是依靠国外的产品来进行组装,其自身并未掌握技术的核心。具有我国自主知识产权的膜空分制氮工业的应用还有待时日。

5 我公司膜制氮设备的应用

我公司为了满足现场施工工艺的需要2009年购置了一台NPU1200/95/35型膜制氮设备,该设备为车载集装箱式膜制氮设备,整套设备为辆车装,一车装载空气压缩系统和压缩空气处理系统,另一车装载膜空分制氮系统和氮气增压系统。自2009年5月份投产至2010年11月底,这套设备共完成一井次的举排液作业,总施工时间达1191.15小时,施工效果获得了甲方的好评,也为我公司生产提速,顺利完成年度生产任务提供了有力的支持。

参考文献

- [1] 王德有,等1 氮气隔热助排提高稠油蒸汽吞吐热采效果[J] 1 钻采工艺,2001,24(3):3,25~281
- [2] 陈荣灿,等1 稠油注蒸汽加氮气吞吐试验研究[J] 1 特种油气藏,1999,6(3):59~64,701
- [3] 卢廷辉1 膜制氮气装置在石油开发中的应用[J] 1 石油机械,2000,28(9):37~38
- [4] 刘成,等1 氮气技术在油气生产中的应用[J] 1 断块油气田,2001,8(4):61~641
- [5] 曾贤辉,等1 文188 块氮气驱室内试验研究[J] 1 油气地质与采收率,2001,8(1):59~611

作者简介

周建柱,男,汉族,1975年2月生,1999年毕业于大庆石油学院机械设计与制造专业,本科学历。1999年至今在川庆钻探工程有限公司长庆井下技术作业公司工作,一直从事试油压裂、设备管理、工具加工工作。