

文章编号: 1004-8774(2005)03-29-02

# 膜分离技术在油田注汽锅炉给水除氧中的应用

付继彤, 岳峰, 杨卫国, 孙卫朝  
(东营市胜利油田孤岛采油厂, 东营 257231)

## The Application of Membrane Separation Technique in the Deoxygenating of Steam-generate Boiler Supply Water

FU Ji-tong YUE feng YANG Wei-guo SUN Wei-chao

摘要: 简要介绍了膜分离技术发展概况, 重点叙述了膜分离除氧技术的工艺组成、除氧原理、技术特点、应用效果及应用中的主要注意事项。

关键词: 注汽锅炉; 膜分离; 除氧

中图分类号: TK227.8 文献标识码: B

### 1 引言

注汽锅炉是注蒸汽热力开发的关键设备, 注汽锅炉不同于常规锅壳式锅炉, 它是一种高压强制循环直流锅炉, 具有工作压力高(1MPa)、工作温度高(370℃), 运行负荷调节范围大的特点。由于注汽锅炉压力高、温度高, 又没有锅筒, 对给水水质要求高, 尤其是给水溶解氧指标必须小于  $10 \times 10^{-9}$ 。

根据国家有关规定, 蒸发量大于 6t/h 的蒸汽锅炉必须配套除氧装置。胜利油田注汽锅炉配套的物理除氧装置主要有热力除氧器、解析除氧器和真空除氧器等几种。运行实践表明, 这几种除氧装置存在一些缺点, 主要表现在能耗高、除氧指标不稳定、占地面积大等几方面。

锅炉给水含氧指标超高, 容易造成锅炉受热面氧腐蚀, 使锅炉受热面强度降低, 严重时导致发生锅炉爆管事故。我国注汽锅炉发生的多起爆管事故大多是由氧腐蚀引起的。

为了确保注汽锅炉的安全、高效运行, 必须加强注汽锅炉给水水质指标特别是含氧指标的管理, 积极推广应用给水除氧新技术、新工艺。膜分离除氧技术便是近几年开发成功的一种新型除氧技术。

### 2 膜分离除氧技术

#### 2.1 膜分离技术简介

以高分子功能膜为代表的膜分离技术, 经过 40 多年的飞速发展, 取得了可喜的成就, 被成功地应用于石油天然气、化工、轻工、电子、医药、食品等行业的气-气、液-液和固-液分离, 而应用于气-液的分离是近几年随着膜理论和膜技术的进一步发展开始进入工程技术应用的一项新型分离技术。在分离工艺中核心部件是膜组件, 目前国内外膜组件主要有中空纤维式、卷式和平板式等三种类型。目前在气-液分离应用领域大多应用中空纤维式膜组件, 利用膜分离技术对锅炉给水除氧是在膜领域气-液分离技术应用成功范例之一。

#### 2.2 膜分离除氧工艺构成

如图 1 所示, 膜分离锅炉给水除氧系统主要有过滤器、膜组件、真空装置、控制元件和工艺管汇等几部分构成。过滤器的作用主要是过滤除去水中泥沙等悬浮颗粒, 过滤精度一般为  $1 \sim 5 \mu\text{m}$ , 以防止细

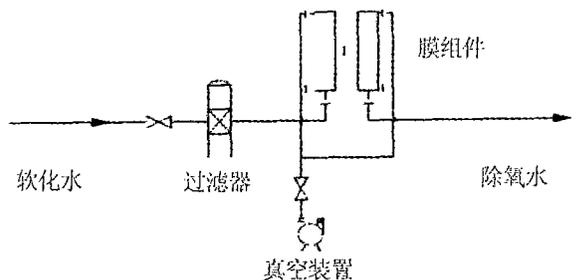


图 1 除氧系统示意图

收稿日期: 2005-01-13

小的悬浮颗粒进入膜组件堵塞中空纤维而影响其流通处理能力。膜组件是该系统的核心部件,根据处理量的不同,可以选用单组或多组,连接方式可以串联、并联或串并联相结合。真空装置是造成分离压差环境的主要动力设备,一般可以采用真空泵或喷射器。

### 2.3 膜分离除氧原理

如图2所示,中空纤维膜组件主要有外壳、分配管、中空纤维、气室、水室等几部分构成,分配管与软化水管相连、气室与真空装置相连。视处理量情况,每个组件内装有数千根中空纤维,通常每根中空纤维的外径约 $40\sim 250\mu\text{m}$ ,外径与内径之比为 $2\sim 4$ ,膜的耐压强度决定于外径与内径之比,而与管壁的绝对厚度无关。

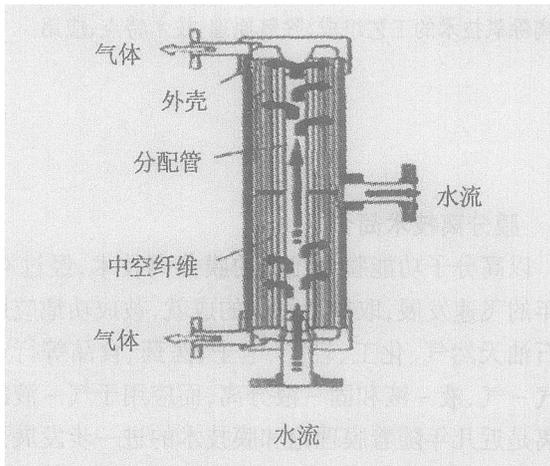


图2 膜组件结构示意图

膜分离过程是使分离介质选择性透过膜,在两侧加以某种推动力,原料侧组分选择性地透过膜,从而达到分离的目的。膜分离技术除氧是一种气-液分离技术,选用气-液分离膜组件,气-液分离膜只允许气体透过,不允许水透过,当水流流入膜组件后经分配管均匀分配流经中空纤维膜组件时,在水流压力和气室真空状态所造成的压力差的驱动下,水中的溶解气体便透过膜进入气室由真空泵抽出;液体水不能透过膜,实现气-液分离,达到除氧脱气的目的。

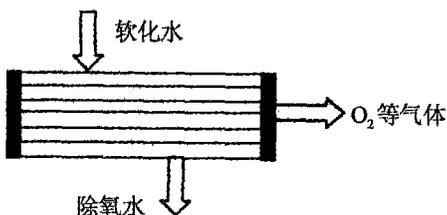


图3 除氧原理示意图

### 2.4 膜分离除氧应用效果

目前我单位应用了SLY-10(四件组)和SLY-

25(八组件)两种型号的膜分离除氧装置,现场应用效果稳定,除氧水含氧一般稳定在 $50\times 10^{-9}\sim 200\times 10^{-9}$ 。如增加膜组件数量,含氧指标还会进一步降低。除氧器出水水质清洁,再经补充化学除残氧可控制到 $10\times 10^{-9}$ 以下,达到注汽锅炉的水质指标。

与其他如热力、真空、解析、常温过滤等除氧方式相比,膜分离除氧技术对锅炉给水进行除氧具有以下几个特点:

(1)除氧效果稳定:采用先进的膜分离技术,以最小的空间获取最佳的效果,除氧水含氧一般稳定在 $50\times 10^{-9}\sim 200\times 10^{-9}$ ,除氧的同时还能除去其他气体成分。

(2)操作简单:该装置可以长时间连续运行,运行时只需启动真空装置即可得到清洁的除氧水。负荷适应性好。

(3)安装方便:该装置体积小,视处理量占地面积一般为 $2\sim 4\text{m}^2$ ,可低位安装,节省基建投资。

(4)节能环保:该装置耗能低,只需少量的电能,视处理量消耗功率一般为 $2\sim 4\text{kW}\cdot\text{h}$ ,由于构成组件全部为绿色材料,绝无环境污染之忧。

### 2.5 应用注意事项

通过现场应用实践,在应用膜分离除氧技术时应该注意以下几个方面:

(1)日常运行中应确保系统流程特别是真空抽气流程的密封,以保证膜组件气室的真空度。

(2)应保证来水的清洁和过滤装置的良好运行,以防止膜组件被悬浮颗粒堵塞而降低流通处理能力。

(3)应加强维护保养,尤其是设备停运期,应放尽膜组件及工艺流程中的存水并用空气吹扫干净,以防止细菌繁殖而堵塞中空纤维。

### 3 结束语

膜分离锅炉给水除氧技术是一新兴技术,随着工艺技术的不断完善进步,作为老式除氧技术的替代技术具有很多优点,在水除氧脱气领域有很好的推广应用前景。

### 参考文献

- [1]刘茉娥,陈欢林.新型膜分离技术基础(第二版)[M].杭州:浙江大学出版社,1999
- [2]许振良.膜法水处理技术[M].北京:化学工业出版社,2001
- [3]叶婴齐.工业水处理技术[M].北京:冶金工业出版社,1995

作者简介:付继彤,高级工程师,长期从事热能工程工作。