

带有折流板的组合分离器性能试验研究

吉海洋¹, 余波², 邓万权², 宋晓飞¹

(1. 西华大学 能源与环境学院, 四川 成都 610039; 2. 西华流体及动力机械教育部重点实验室, 四川 成都 610039)

摘 要: 在固定喷雾流量, 使用相位多普勒粒子分析仪 (Phase Doppler Particle Analyzer, PDPA) 测量组合分离器进、出口气液混合物的雾化水滴含量, 得到组合分离器分离效率随空气流量变化的关系。通过对比试验, 研究了折流板分离元件对组合分离器分离性能的影响。试验表明: 有折流板分离元件组合分离器的分离效率高于有折流板分离元件组合分离器的分离效率高于无折流板分离元件的分离器。无折流板分离元件的分离器高。

关键词: 组合气液分离器; 折流板分离元件; 相位多普勒粒子分析仪; 试验研究

中图分类号: TE645

文献标志码: A

doi:10.3969/j.issn.1671-6833.2014.02.021

0 引言

天然气具有经济性好、使用方便、用途广泛等优点, 在化工、发电、汽车燃料、工业、城市商业和民用方面越来越受欢迎。天然气从油田开采出时一般需要气液分离, 以满足后续加工、运输和商品天然气对水含量的要求^[1-3]。天然气气液分离主要靠气液分离器, 传统的气液分离器有重力分离器和旋风分离器, 通常其结构尺寸较大, 不能有效地集成整体分离且设备内构件比较单一。为了降低制造成本, 满足高精度、大流量的要求, 张维臣、冯琦等提出了一种新型组合气液分离器^[4]。作者参与了对这种组合分离器分离性能的试验研究, 主要研究折流板分离元件对组合分离器分离性能的影响。

1 试验装置和测量方法

1.1 试验装置

试验系统由压缩空气系统、喷雾系统、调压系统、组合分离器试验体组成。压缩空气系统为试验提供压缩空气替代天然气; 喷雾系统将计量泵传输来的水流雾化成极细的水滴; 调压系统稳定控制计量泵输出流量; 组合分离器试验体由旋风子分离元件和装有折流板分离元件的分离箱体组

成。雾化水滴与空气在气液混合管道中混合成气液混合物, 气液混合物自混合管道向下经过进口测试管道进入组合分离器中, 组合分离器装置如图 1 所示。在分离器中, 通过旋风子分离元件对气液混合物进行初步分离。分离后气液混合物进入包含折流板分离元件的分离箱体, 气液混合物中的雾化水滴由于惯性力和向心力粘附在折流板分离元件的流道上面, 从箱体下方的孔洞流出, 带有少量雾化水滴的气体从上方出口测试段排出。试验箱体前后流道的设计考虑了对气液混合物雾化水滴含量的检测, 组合分离器的进口和出口都装有有机玻璃制成的测试管道, 用于测量管道内部的气液混合物的雾化水滴含量。

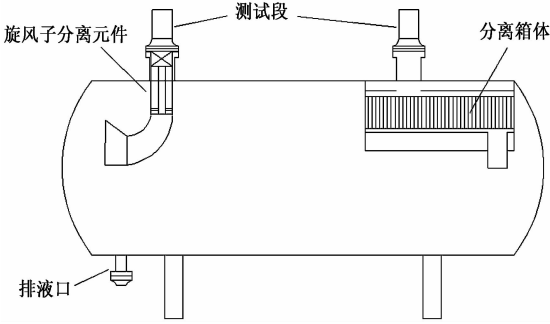


图 1 组合分离器装置图

Fig. 1 Combination separator installation drawing

收稿日期:2013-11-20; 修订日期:2014-01-28

基金项目: 西华大学流体及动力机械省部共建教育部重点实验室资助项目 (SBZDPY-11-6); 西华大学人才基金资助项目 (R0720402)

通讯作者: 余波, 男, 四川西昌人, 西华大学教授, 硕士生导师, 主要从事水利水电工程及自动化、计算机监控和仿真技术等领域的研究。

1.2 测试装置

对组合分离器分离效率的测量通常采用收集和吸附法,但误差都很大^[5],PDPA 技术是现代先进的流场非接触测量技术,采用相位多普勒粒子分析仪测量分离器进、出口气液混合物中的雾化水滴含量,能准确的计算出组合分离器的分离效率.由于对所测流场没有干扰,在研究中得到了越来越广泛的应用.

试验采用 PDPA 测试技术测量分离器进、出口气液混合物中液体的浓度—雾化水滴含量. PDPA 是利用多普勒效应来测量运动粒子的相关特性,其所依据的基本光学原理是 Lorenz-Mie 散射理论.其基本原理如图 2 所示.

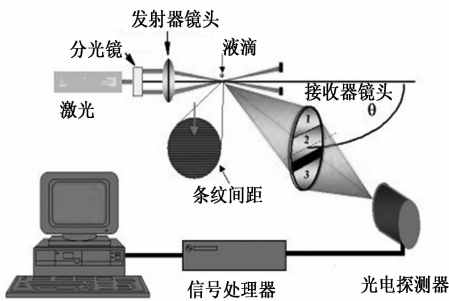


图 2 PDPA 测试原理图

Fig. 2 The principle diagram of the PDPA

在 PDPA 测试系统中,当被测液滴颗粒通过相交的两束相干光时,干涉条纹发生多普勒频移,根据频移与颗粒运动速度成正比的关系得到颗粒速度;此外,通过分析穿越过颗粒的散射光产生的相位差来确定粒径的大小^[6-7];同时还可以用 PDPA 来测量粒子数量.在此基础上 PDPA 即可测得雾化水滴含量 P .

1.3 试验方法

试验通过控制阀将雾化液态水流量固定在 10.44 L/h,而空气流量分别控制在 10,20,33,40,53,64 Nm^3/h .将雾化水滴和空气混合后送入分离器试验段,使用 PDPA 测试分离器进出口气液混合物中的雾化水滴含量.试验段内压力为 0.055 MPa,温度为 20 $^{\circ}\text{C}$.试验前需要先向试验装置中通入气液混合物,并保持一段时间,确保试验段内的压力达到稳定后开始测试.

分离器分离效率 η 定义为进口气液混合物中的雾化水滴含量与出口气液混合物中的雾化水滴含量之差与进口雾化水滴含量的比值,

$$\eta = \frac{P_1 - P_2}{P_1} \times 100\%$$

式中: P_1 为分离器进口雾化水滴含量, g/m^3 ; P_2

为分离器出口雾化水滴含量, g/m^3 .

2 试验结果及分析

2.1 试验结果

带有折流板分离元件的组合分离器进、出口处在不同的空气流量下雾化水滴含量、分离效率如表 1 所示.通过表 1 知,在不同的空气流量下组合分离器的最低分离效率为 87.95% (空气流量为 33 Nm^3/h),最高分离效率为 96.80% (空气流量为 64 Nm^3/h),在空气流量为 10 Nm^3/h 的工况下,测得的组合分离器的分离效率较高,然后随着空气流量的增大而减小,从空气流量为 33 Nm^3/h 开始,组合分离器的分离效率随着空气流量的增加而增大.随着空气流量的增加,组合分离器的分离效率先增大后减小.空气流量小,气液混合物的速度小,则含量较大的雾化水滴在组合分离器中能够充分的接触折流板分离元件,粘附在折流板分立元件流道上.空气流量大,气液混合物速度较大,则由于较大的离心力,雾化水滴被甩附在折流板分离元件流道上面.

表 1 有折流板元件的组合分离器分离效率测试数据

Tab.1 Efficiency test data tables of combined gas-water separator with baffles separating element

空气流量 $Q/(\text{Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	雾化水滴含量 $Q/(\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$		效率 $\eta/\%$
	进口	出口	
10	965.669 8	63.468 25	93.43
20	417.765 6	45.549 28	89.10
33	261.120 6	31.472 775	87.95
40	213.052 0	24.602 83	88.45
53	159.114 2	13.922 1	91.25
64	131.038 98	4.188 05	96.80

2.2 对比试验

为了分析折流板分离元件对组合分离器分离性能的影响,笔者对无折流板分离元件分离器也进行了分离效率测试试验.试验的各个工况与有折流板分离元件的组合分离器的测试工况相同.

表 2 是无折流板分离元件的分离器分离效率测试结果数据,图 3 是有无折流板的组合分离器分离效率对比图.由表 2 知,无折流板分离元件的分离器分离效率最低是 77.03% (空气流量为 20 Nm^3/h),最高是 94.54% (空气流量为 64 Nm^3/h).从图 3 可知,无折流板分离元件的分离器的分离效率曲线走势与有折流板分离元件的组合分离器曲线走势大致相同.在不同空气流量工况下,有折流板分离元件的组合分离器分离性能比无折流板

分离元件的分离器分离效率高. 特别是空气流量为 10 ~ 33 Nm³/h 之间的时候,折流板分离元件对组合分离器的分离性能有很大的提升.

表 2 无折流板元件的组合分离器分离效率测试数据
Tab.2 Efficiency test data tables of combined gas-water separator with baffles separating element

空气流量 $Q/(\text{Nm}^3 \cdot \text{h}^{-1})$	雾化水滴含量 $Q/(\text{g} \cdot \text{m}^{-3})$		效率 $\eta/\%$
	进口	出口	
10	955.747 3	190.618 3	80.06
20	422.255 6	96.986 48	77.03
33	255.006 83	48.716 175	80.90
40	216.238 3	40.0594 5	81.47
53	158.052 4	19.680 43	87.55
64	127.770 6	6.9747 5	94.54

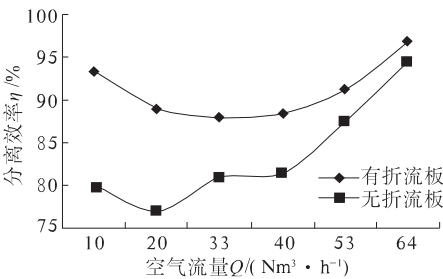


图 3 有无折流板的组合分离器分离效率对比图
Fig.3 The separation efficiency comparison of combined gas-water separator whether with baffles separating element

3 结论

(1)建立了运用相位多普勒粒子分析仪进行

组合分离器分离效率测试研究的平台,结果表明该手段是可行的.

(2)通过对比试验,有折流板分离元件的组合分离器比无折流板分离元件的分离器分离效率高. 这说明折流板分离元件对增加分离器分离效率具有明显的作用,特别是在中小流量区域更明显.

(3)由于试验条件的局限,分离效率与气液混合物的浓度之间的关系有待进一步研究分析.

参考文献:

[1] 徐文渊,蒋长安. 天然气利用手册[M]. 北京:中国石化出版社,2001:1-2.

[2] 王遇冬. 天然气处理原理与工艺[M]. 北京:中国石化出版社,2007:68.

[3] 黄船,胡长翠,潘登,等. 地面测试中天然气水合物影响分析及工艺技术对策[J]. 钻采工艺. 2007,30(1):10-12.

[4] 中国石油集团工程设计有限责任公司组合型天然气气液分离器:中国,201120038024[P],2011-08-10.

[5] 肖立春,李强,丁志江,等. 汽水分离器分离效率的冷态实验研究[J]. 热能与动力工程,2010,25(2):177-179.

[6] 张力虎,关平. PDPA 和激光全息术对喷嘴雾化特性的对比测量[J]. 江汉大学学报. 2009,37(4):26.

[7] 韩婕,汪华林,马吉. 水力旋流器速度场的 PDPA 测试研究. 环境工程学报. 2010,4(5):1101-1106.

Test Research on Efficiency of Combined Gas-water Separator with Baffles Separating Element

JI Hai-yang¹, YU bo², DENG Wan-quan¹, SONG xiao-fei²

(1. School of Energy and Environment, Xihua University, Chengdu 610039, China; 2. Key Laboratory of Fluid and Power Machinery, Xihua University, Chengdu 610039, China)

Abstract: In a fixed spray flow, using Phase Doppler Particle Analyzer (PDPA) to measure combined separator import and export gas-liquid mixture atomized water content, get the relationship that the separation efficiency of the combined separator varied with air flow changes. Then contrast test on the combined gas-water separator was carried out to study the influence of baffle plate separation element on combined separator separation efficiency. The results demonstrated that the separation efficiency of combined separator with baffles separating element is higher than which without baffles separating element.

Key words: combined gas-water separator, baffles separating element, phase doppler particle analyzer (PDPA), test