

Application of Domestic Multiphase Flowmeter in Offshore Oil Field

Wenlin Chen

Hainan Branch of CNOOC (China) Co., Ltd., Haikou, Hainan, 570100, China

Abstract

Multiphase flowmeter has compact structure, simple process, stable performance, no need for human intervention in the measurement process, and high degree of automation. It can realize unattended and continuous measurement at the oil field production site, which has obvious advantages for oil well production measurement. With the maturity of the domestic multiphase flowmeter technology, the key technology has reached or exceeded the international advanced level. This paper introduces the measurement principle of the new domestic multiphase flowmeter and its application in an offshore oil field, and explains its accuracy, the advantages of economy and other aspects have proved the feasibility of localization of multiphase flowmeters from the test data.

Keywords

domestic; multiphase flowmeter; oil well production measurement

国产多相流量计在海上油田的应用

陈文林

中海石油（中国）有限公司海南分公司，中国·海南 海口 570100

摘要

多相流量计结构紧凑、工艺简洁、性能稳定、测量过程中无需人员干预、自动化程度较高，在油田生产现场，可实现无人值守、连续测量，对油井生产测量具有明显的优势。随着中国国产多相流量计技术的日渐成熟，关键技术已经达到或超过国际先进水平。论文介绍了新型国产多相流量计的计量原理及其在某海上油田的应用，阐述了其在精确度、经济性等方面的优势，从测试数据证明了多相流量计国产化的可行性。

关键词

国产；多相流量计；油井生产测量

1 引言

多相流量计的作用是实现油、气、水三相流在不分离状态下各相流量的实时连续测量，在海上平台通常与多路阀配合，实现对单井的在线三相计量。中国南海某油田原安装有一台挪威 ROXAR 多相流量计，多年来由于测量结果偏差较大，对作业公司生产优化以及油藏管理难以提供可靠有效的数据支持。兼之技术服务费用昂贵且缺乏及时保障，造成单井计量的困难和油藏管理的问题，客观上迫切需要根本的解决方案。

2 测量原理

海默多相流量计主要由文丘里流量计、流型调整器、单能伽马传感器、双能伽马传感器以及压力变送器、温度变

送器等辅助仪表和数据采集及处理系统组成。基本原理是通过确定三相流体中每一种组分的瞬时速度和截面占有率，从而确定每一组分的量。

伽马射线通过流过管道的油、水、气混合物时，由混合物中分子的电子和原子引起衰减，介质组分不同衰减也不同，根据这一原理可以制造出非接触的组分相分率测量仪表。将伽马射线源放置在管子的一侧，在管子的另一侧放置一个检测探头，这样探头便可检测到射线的强度（计数）。

当两相介质流过管道时，根据混合物相分率的不同，探头测量的强度（计数）也不同，当两种纯净介质分别经过计数标定后，则可以根据测得的混合物的计数按方程确定相分率。一个单能伽马传感器可以测量两种流体介质混合物的相分率。

如果设置两个不同的伽马射线源，就可以建立两个方程来求得油、气、水混合液中的相分率。由此，海默多相流

【作者简介】陈文林（1983-），男，中国广东阳江人，本科，中级工程师，从事自动化研究。

量计配备了单能伽马传感器来测量气液相分率，配备了双能伽马传感器来测量含水率。

文丘里流量计是一种传统的差压式流量计，近年来被广泛应用于湿气计量和多相流量计量。文丘里流量计适用于含气流体和粘性流体的流量测量，当与之配套的相分率仪表测量出气体相分率后，可以很容易地确定出液体流量^[1]。

对于海默多相流量计测量原理及过程解释如下：

①双能伽马传感器测量液相的体积含水率 WC 。

②单能伽马传感器测量多相流的体积含气率 GVF ，

$$GVF = \frac{Q_g}{Q_g + Q_o + Q_w}$$

③用文丘里流量计测量多相流的总体积流量 Q_t ， $Q_t = Q_g + Q_o + Q_w$ 。

④测量得到 GVF 和 WC 也被用来计算多相流的混合密度，它是文丘里流量计确定体积流量时必须的参数。

⑤气流量 $Q_g = Q_t \times GVF$ ，并且用标准条件下的体积表示。

⑥总流量 $Q_t = Q_i \times (1 - GVF)$ 。

⑦油量 $Q_o = Q_t \times (1 - GVF) \times (1 - WC)$ ；水量 $Q_w = Q_t \times (1 - GVF) \times WC$ 。

⑧在多相流量计的适当位置上安装的温度和压力变送器测量温度和压力。

⑨流量计算机应用 PVT 模型将测得的在工况条件下的油、水和气的流量转换到标准条件下的流量值。计算过程如图 1 所示。

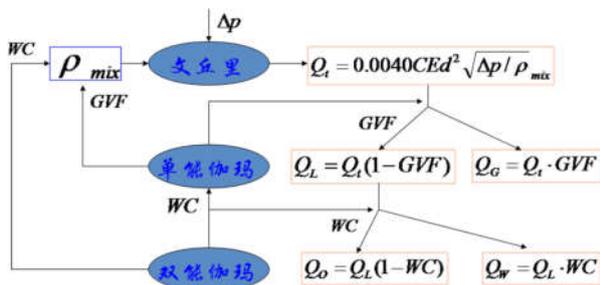


图 1 海默多相流量计测图

3 海默多相流量计在南海某油田的应用

根据南海某油田生产实际情况并考虑长远规划，确定多相流量计的计量范围应在 60~4000m³/d，精度及不确定度要求如表 1 所示。

表 1 多相流量计精度表

GVF	≤60%			60%-90%		
	误差	置信度	重复性误差	误差	置信度	重复性误差
总流量	±5%	90%	±2.5%	±10%	90%	±5%
气流量	±10%	80%	±5%	±10%	80%	±5%
含水率	±2%	90%	±1%	±2%	90%	±1%

由于流量范围较大，需选择双液路多相流量计，当测量大流量的时候选择 4" 管路，测量小流量的并时自动切换为 2" 管路。

若采用主管线（4"）测量时，被测的多相流进入多相流量计后，首先经过入口盲三通，转为垂直向上流动并通过总流量测量段，在此测量段安装有文丘里流量计和单能伽马传感器，完成含气率和总流量的测量；然后流体经过关断阀门并进入下游工艺管线，在此管线上安装有混合器和取样器，从管线侧面，取部分混合均匀的样液进入双能伽马传感器进行含水率测量，其余大量的三相流体从侧面工艺出口排出；最后，流体在多相流量计的出口段汇合，进入下游的工艺管线。

若采用小测量管线测量时，被测的多相流进入多相流量计后，首先通过总流量测量段，电动关断阀门关闭，流体沿工艺管线进入小（2 寸）测量管线，在测量管线安装有文丘里流量计和单能伽马传感器，完成含气率和总流量的测量，取样进入双能伽马传感器测量含水率，最后，流体在多相流量计的出口段汇合，进入下游的工艺管线。

温度变送器安装在两条测量管线的共用工艺管线上，直接测量流体的温度。

主管线上安装有压力变送器，用于测量流体的工作压力。

在设备正常工作时，两条液路上的各测量部件都在运行，都有信号输出，而 DAU 将两条液路上各部件的测量信号全部采集上去，但只有一条液路的信号参与最终的数据处理并提供测量结果。两条测量管线的切换是基于关断阀门的开关位置：当关断阀门打开时，软件系统采用 4" 液路测量部件进行流量及 GVF 的相关测量和运算；而当关断阀门关闭时，软件系统则采用 2" 液路测量部件进行流量及 GVF 的相关测量和运算^[2]。

4 经济性分析

国产海默多相流量计与进口原 ROXAR 品牌多相流量计安装使用及维护费用对比如表 2 所示。

表2 流量计费用对比

	项目费用 (万元)	动复员费(元)	工作服务费 (元)
进口 ROXAR 流量计	135	18200	7600
国产海默流量计	90	5000	1000

由上表可以看出国产多相流量计不仅在项目初始投资上要比进口流量计节约 33% 的费用,在后期维护上也具有明显优势。按每次服务 10 天计算,进口流量计的服务费用为 94200 元,而国产多相流量计服务费仅为 15000 元,大大节省了维护成本。

5 结语

通过这次国产化优化改造,成功解决原进口多相流量

计计量结果偏差较大的问题,为油田生产调整提供了可靠依据,同时在经济性角度也大大节约了维护保养成本,为类似设备的国产化提供了参考依据^[3]。

参考文献

- [1] 任冠龙,张崇,董钊,等.深水气井测试管柱内水合物沉积动态研究[J].特种油气藏,2019(3):12-14.
- [2] 程心平,王良杰,薛德栋.渤海油田分层注水工艺技术现状与发展趋势[J].海洋石油,2015(2):30-34.
- [3] 吉洋,刘敏,王立苹,等.海上油田分层注水反洗井技术研究与应用[J].中国海上油气,2015(2):102-104.

(上接第 20 页)

为便于检查,往往会把换热器的进出口位置的其他构件保留一定的距离,主要是保障在故障维修时能够便于拆卸(大多为 310mm 左右)^[1]。三是和热应力相关。对于冷换设备实施安设时,通常会将其固定点安排在管箱的端部,并且对于连接头端的管嘴与管道所具有的热胀问题均实施全面的考虑。

5 结语

紧随中国的经济快速发展,各种行业也获得了比较多的发展机会和比较大的发展成效,而具有工业血液称号的天然气工业毫无疑问地成为中国的重点发展与培植对象。由于

中国在天然气储备资源方面是具有较大优势的,所以说国家对于天然气工业的发展也给予了大力的支持。

论文结合个人的工作经历将设计过程中的要点进行分析、探讨、总结,在具体的项目设计中还需灵活运用,并实事求是地按照相关的国家规范要求来执行,才能保障管道的安全,从而最终实现装置的正常生产,保障业主的利益最大化。

参考文献

- [1] 王松翰.天然气化工设计手册[M].北京:化学工业出版社,2001.
- [2] 减恒波,穆岩.安全阀结构分析与优化设计[J].阀门,2010(5):7-9.
- [3] 王松汉.天然气化工设计手册[M].4卷.北京:化学工业出版社,2002.