

# 井下多参数监测模拟装置试验研究

闫 绅

中海油能源发展股份有限公司工程技术分公司 天津 300451

**摘 要:** 井下多参数监测装置主要测量流量、压力、温度、含水率等参数。所设计的试验装置旨在模拟井下油水两相流体动态环境,可进行精准调节两相流中不同的含水率、含油率、温度、压力、流量及密封条件等动态和关键技术参数,并可实现精细数字化可视化模拟呈现,从而对检测装置的精度进行验证和标定,进而实现监测装置各参数的精准监测和数据分析。

**关键词:** 多参数监测装置;油水两相;试验模拟

## Research on simulation test of underground multi-parameter monitoring device

Shen Yan

Cnooc EnerTech-Drilling & Production Co.,Tianjin 300452,China

**Abstract:** The downhole multi-parameter monitoring device mainly measures parameters such as flow rate, pressure, temperature, water cut and so on. This test simulates the dynamic environment of downhole oil-water two-phase fluid, which can accurately adjust dynamic and key technical parameters such as water content, oil content, temperature, pressure, flow rate and sealing conditions in the two-phase flow, it can realize fine digital visualization simulation In this way, the accuracy of the detection device can be verified and calibrated, so as to achieve accurate monitoring and data analysis of various parameters of the monitoring device.

**Keywords:** multi-parameter monitoring device; oil-water two-phase; test simulation

### 引言

石油钻井大多已进入到中高开发阶段,钻井技术的方向发展必然趋向于自动化、智能化。而随之的钻井监测技术也将向高效、全面、深入的方向发展。目前油田大多采用的生产测井仪器和井下压力检测技术,虽有一定的效果,但仍然存在一些问题如监测时间短、检测数据不稳定、不全面等问题[1-3]。

针对油田井下动态监测现存的这些问题,研发出一种井下多参数监测装置,可在正常作业状态下长期实时监测井下生产动态及井下工具的工作状态,实现井下生产全过程的检测目的[4-5]。

本文制定了一套模拟井下油水状态的监测试验系统,在监测装置投入使用前,对其检测效果进行实时验证。以确保该测井装置在油田开发中成功应用,为油田提高产量和长远的开发提供新的技术支撑。

井下多参数监测工具如图 1 所示。

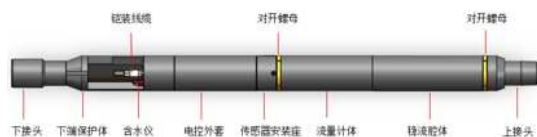


图 1 井下多参数监测工具

该装置包括连接短节、含水仪、铠装线缆,内部装有内外压力传感器、流量计等,下入井中后,感应井下流量、压

### 1.两相流流态特性模拟试验装置及流程图

力、温度等参数,经电缆将检测的电信号传送到地面上的控制采集系统。由该系统进行供电及信号数据的处理、控制。该监测装置主要测量的有流量、压力、温度、含水率等参数[6]。

### 一、油水两相流流态特性模拟试验装置

多相流实验装置是研究油水气多相流问题的重要手段,无论是对理论问题的研究,还是对实际操作数据的验证,都占有着重要的地位,对多相流的检测问题至关重要,多相流检测技术是解决该问题最有效、最直接的方法。目前虽然已经研制出可以在工业现场应用的流量计配套实验测试装置但是还不具备对任意流型、任意相的检测功能。

本文设计出一套监测试验系统,用于模拟井下油水两相流体环境,可以调节两相流中不同的含水率、含油率、温度、压力、流量。该系统主要由油、水供应系统;试验测试装置;电气仪表系统,管路系统;计量系统;数据采集及处理系统构成。其中计量系统包括流量计、压力变送器、温度变送器、含油含水检测仪、电动调节阀、球阀等部件。通过硬、软件调试运行,该监测试验系统能够将现场工况参数转换成电信号,实现对井下多参数监测装置的压力、温度、流量、含水含油率等参数的实时监测,并进行数据采集、显示、处理、存储等功能。将井下多参数监测装置安装在该试验系统内,从而对其进行精度标定。

两相流流态特性模拟试验装置可视化平台如图 2 所示。

## 2. 两相流态特性模拟试验装置的主要功能及特点

### (1) 模拟试验装置整体功能

油水两相流态特性模拟装置用于对井下多参数监测工具的流量、压力、温度、持水率等参数进行标定,测定其密封性能,对工具性能进行评价试验。该试验装置系统由控制电脑与可编程 PLC 控制器上下两级控制系统组成,采用模块化控制,所测得实验数据和图形曲线可自动记录并保存在计算机中,手动控制及计算机控制方式可以任意选择。

本套试验装置,通过计算机软件设定油和水的比例,启动水罐和油罐的供液泵,流量计按比例采集累计供液量,通过变频泵控制精细调整油水比例,油水进入搅拌罐达到最低液位,搅拌电机开始搅拌,液位超过搅拌罐 1/3 启动多级变频泵(主泵),变频电机低速运行 5 分钟(程序设定)系统检测流量压力稳定,主泵开始增压(0-10MPa)通过调节电动调节阀实现流量控制,同时采样阀检测油水比例,动态调整搅拌罐油水比例,油液通过工具后的调节阀实现整个系统被压工作。整个系统可手动/自动运行采集数据实时记录,回放,储存。

### (2) 模拟试验装置主要部件功能

**涡轮流量计:**由涡轮流量传感器与接收电脉冲信号的只能显示仪表组成。用来测量进油、进水及油水混合液管路中液体的瞬时流量和总的积算流量。

**压力变送器:**本试验装置所采用的压力变送器属于油水井监控系统的配套产品,安装于多参数监测装置前、后位置,用于对监测装置的入口及出口油水混合液进行压力检测。具有精度高、稳定性好等特点,与计算机及控制系统联用,可实现测试过程的自动化测量与控制。

**静态混合器:**是一种没有运动部件的高效混合设备,配合混合搅拌液罐使用,可使油水混合液进入多参数监测装置前达到充分均匀的混合效果。

**含油含水测试仪:**是通过电磁波发射器将电能以稳频恒幅的电磁波发射到油水混合液中,再根据混合液吸收电能的差异来检测原油含水率。可实时在线测量,采样频率高,可全量程检测,测量精度高、性能稳定,不受介质密度、粘度、压力等因素的影响。

掌握油中含水量的变化,对油井产量进行准确、及时的计量,对掌握油藏状况,制定生产方案等具有重要的意义。因此油中含水率的计量精度是十分关键的指标。

**控制及采集系统:**主要由控制电脑和 PLC 控制柜及软

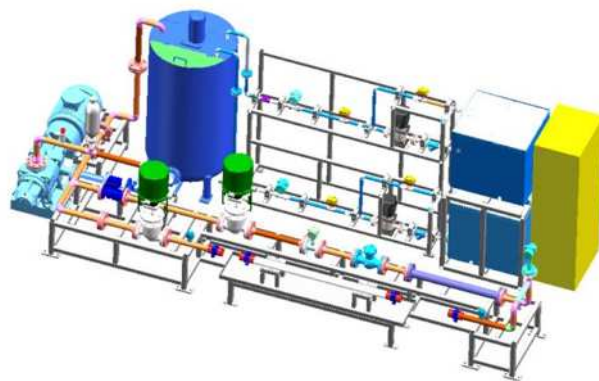


图 2 两相流态特性模拟试验装置

件组成。PLC 控制柜内装自动空气开关、真空接触器、电流、电压互感器构成主回路;由启停按钮、选择开关、PLC 构成控制回路,可实现启、停机组和过载、欠载、短路、单相等保护功能,增加系统的安全可靠性。柜上的电流记录仪、信号灯、电压表构成测量和显示部分,可以直读观察和记录机组运行电流,便于分析运行性能。控制及采集系统可实现整套测试装置的供电、电气保护以及相关参数的测量和显示,如:流量、压力、电压、电流等。

### (3) 模拟试验装置主要特点

- 1) 压力的测量范围: 0-10MPa;
- 2) 混合液流量计的测量范围: 50-800m<sup>3</sup>/d(变频控制);
- 3) 水流量计的测量范围: 24-240m<sup>3</sup>/d(流量可调);
- 4) 油流量计的测量范围: 24-240m<sup>3</sup>/d(流量可调);
- 5) 可以精准测量和调节流程中含水量(相对误差小于 3%)、含油量(相对误差小于 3%)、压力(相对误差小于 1%)、温度等功能(介质温度范围: -20~80℃);
- 6) 油水在进入设备前进行充分混合,可实现闭路循环,闭路精准调节油水混合比,可满足油水混合物的加热和保温需求,可满足对管路进行清洗;
- 7) 数据采集软件:具备实时采集传输、存储流量、压力、温度、含水率数据等功能,形成曲线图;
- 8) 流程每个线路需要对压力、流量、温度、含水率的实时监测和至少两种不同原理的数据采集对比;
- 9) 通过调节流量控制阀和压力控制阀,控制压力和流量的变化监测;
- 10) 与流程相连的实验操作控制台,可控制流程上的仪器仪表以及阀门,同时集成流量、压力、温度等数据监测的显示值、存储;
- 11) 测试平台为一体式集装箱设计模式,便于运输,具有安全防护和防雨功能。

## 二、试验过程及结果

通过上文的两相流流态特性模拟试验装置进行试验,探究管路上各仪表所采集到的数据与井下多参数监测装置所表 1 试验测得数据

采集的数据是否一致。试验结果如表 1 所示。

系统数据						井下多参数监测装置数据					
油水比例	1: 1	2: 3	3: 7	1: 4	1: 9	油水比例	1: 1	2: 3	3: 7	1: 4	1: 9
涡轮流量计 (水)	5.44	6.96	10.71	16.16	18.45	流量	10.9	11.54	15.22	20.17	20.52
涡轮流量计 (油)	5.44	4.64	4.59	4.04	2.05	含水率	50.05	60.07	70.1	80.04	90.12
涡轮流量计 (油水混合液)	10.88	11.6	15.3	20.2	20.5	压力	0.1	0.1	0.1	0.2	0.32
含水率	49.97	60.1	70.08	80.11	90.2	温度	9.8	9.81	10.23	10.38	10.98
压力变送器 1	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04						
压力变送器 2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.32						
温度变送器	9.8	9.8	10.2	10.4	11						

由表 2 可得,管路上各仪表所采集到的数据与井下多参数监测装置所采集的数据一致。证明无论井下工况如何,井下多参数监测装置均能精确地监测和采集数据。

### 结论

(1) 本文设计出一套监测试验系统,用于模拟井下油水两相流体环境,可以调节两相流中不同的含水率、含油率、温度、压力、流量;

(2) 通过试验发现管路上各仪表所采集到的数据与井下多参数监测装置所采集的数据一致;

(3) 该试验验证了两相流流态特性模拟试验装置的正确性。

### 参考文献

[1]杨磊.油水井动态监测资料在油田开发动态分析中的应用[J].中国石油和化工标准与质量,2021,41(20):57-58.

[2]程心平,刘承婷,李江,詹敏,沈琼.高压气举阀测试装置及现场试验[J].石油机械,2019,47(04):98-103.

[3]汪海,鲍志强,耿新中,等.气井气举阀气举排液采气工艺参数设计研究 [J]. 天然气勘探与开发, 2005, 28(2):35-38.

[4]刘新锋,王新根,李三喜,等.海上油气田气举阀优化及试验研究 [J]. 长江大学学报(自科版), 2016, 13(14):63-65.

[5]张伟超,金振东,马强,等.油水井动态监测资料在油田开发动态分析中的应用探究[J].化学工程与装备, 2017(07):81-82.

[6]郑珊珊.油田开发动态分析中油水井动态监测资料的应用[J].中国石油和化工标准与质量, 2017,37(12):122-123.

中图分类号: TE933 文献标志码: A  
文章编号: