

# 温差式单井计量装置的应用

王忠民

(中国石油大庆油田公司第九采油厂)

王忠民. 温差式单井计量装置的应用. 油气储运, 2010, 29(10): 764-766.

**摘要:**单井计量是油田开发和生产过程中的重要环节之一,目前大庆油田采用的翻斗量油等计量技术,投资较高。为了解决投资高的问题,同时提高计量的稳定性,研制了温差式单井计量装置。温差式单井计量装置工作原理是:通过测量流体流过计量装置的温升值 $\Delta T$ ,折合计算油井的产液量。装置由加热器、温度传感器和预处理电路等组成,并采用高精度温度变送器实现高精度温度差值 $\Delta T$ 的测量,同时对确定加热功率、优化装置结构、实现数据存取和后期回放等关键技术进行研究。现场应用试验表明:该装置不仅可以提高计量的稳定性和准确性,而且在降低投资的同时实现了在线监测与连续计量,应用前景广阔。

**关键词:**温差式;单井;产液量;计量装置;在线监测;连续计量

## 1 油田计量方式

原油开采过程中单井产量的准确计量,有助于了解油井的生产变化情况,进行生产分析、动态分析以及合理控制和协调生产过程,为及时调整各项开发指标提供可靠依据,在油田开发过程中占有特殊地位。

目前大庆油田常用的计量方式<sup>[1]</sup>主要有4种

(表1)。总体来看,这些计量方式难以实现在线连续计量,且投资相对较高。

为解决单管环状和单管树状集油流程的计量问题,从测试井口电加热器效率得到启发,推导出计量产液量的原理公式,确定了关键参数,明确了测取方法。通过30余次室内实验,对样机进行5次改进,研究出温差式单井在线计量装置,实现了油井在线监测与连续计量。

表1 油田的主要计量方式

计量方式	优缺点	适用的集油流程
计量分离器	操作简单,维修方便,经久耐用,但投资较高	双管掺水
软件量油	包括功图法和液面恢复法,平均单井投入低。适用于低气油比油井的单井计量,但不适用于工况不稳定、间歇出油、气量较大油井的单井计量	环状掺水;电热管树状
翻斗量油	体积小、流程简单、管理方便、计量准确,能够较好地解决泵况不正常等油井计量困难的问题,并实现连续计量。适用于间歇出油井。单井一次性投资较高	环状掺水;电热管树状
高架罐量油	高架罐具有储油功能,由于采用浮球式液位计,能够比较准确地计量油井产液量	单井拉油

## 2 温差式单井计量技术的可行性

### 2.1 工作原理和主要技术指标

温差式单井计量装置的工作原理是:通过测量流体流过计量装置的温升( $T_1 - T_0$ ),折合计算油井产液量(图1)。

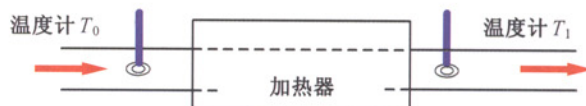


图1 温差式单井计量装置结构示意图

$$Q = \frac{P\eta}{\Delta T C}$$

式中:Q为流体流量,  $m^3/s$ ; P为加热器输入电功

率,  $W$ , 视为定值;  $\eta$  为电能转为流体介质热能的热效率, %, 通过实验测定赋予定值;  $C$  为单位体积流体热容量,  $\text{kJ}/(\text{m}^3 \cdot ^\circ\text{C})$ , 修正后可视为定值。

温差式单井计量装置的主要技术指标: 测量范围为  $0.5 \sim 20 \text{ t/d}$ , 工作压力为  $2.5 \text{ MPa}$ , 环境温度范围为  $-35 \sim 45 ^\circ\text{C}$ , 测量误差  $\pm 5\%$ 。

### 1.2 结构组成

温差式单井计量装置由加热器、温度传感器和预处理电路等组成(图2)。设计中需要把握好以下几个环节: 一是实现温度差值  $\Delta T$  的高精度测量, 采

用高精度温度变送器, 通过对热电偶承压能力、保护管规格、引线长度等进行参数优化, 将测量精度控制在  $0.01 ^\circ\text{C}$ ; 二是加热器加热功率的确定, 在满足流量和温度测量精度的前提下, 降低加热功率, 避免因电阻丝老化和加热器结垢造成热效率改变, 使热效率长时间保持在稳定状态; 三是考虑并控制产出液含水和比热容对计量结果的影响, 实验分析发现, 当含水率变化达  $10\%$  时, 将使计量结果偏差  $8.5\%$ ; 当比热容变化  $83.7 \text{ J}/(\text{kg} \cdot ^\circ\text{C})$  时, 计量结果偏差为  $2.8\%$ 。

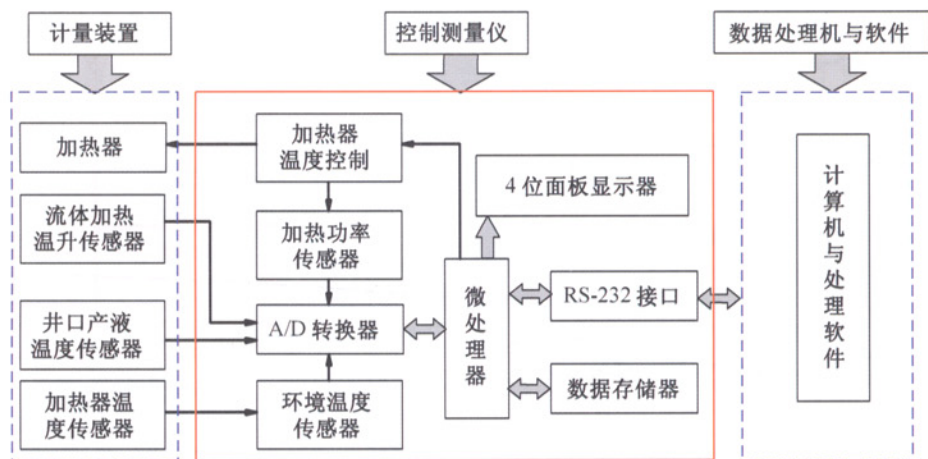


图2 温差式单井计量装置的基本组成

### 1.3 技术特点

温差式单井计量装置外形尺寸为  $456 \text{ mm}$ (长)  $\times 323 \text{ mm}$ (宽)  $\times 750 \text{ mm}$ (高); 无活动部件, 体积小, 便于安装; 系统稳定, 计量数据波动小; 可连续在线监测与连续计量, 自动记录; 日常维护工作量小; 适用于大庆高寒地区低产井的计量。

## 2 温差式单井计量装置的研制

结合温差式单井计量装置的研制进程, 在现场对7台先后研制出的样机进行现场应用试验, 基于

其运行情况和数据分析结果, 对研制样机进行改进。

2008年10月, 选取龙虎泡油田龙5-10井和龙2-07井开展所研制样机的现场应用试验, 进行断续测量, 录取并分析计量数据(图3), 提出试验样机的改进方向。2008年11月12日, 温差式单井计量试验样机测得龙2-07井的产液量为  $6.5 \text{ t/d}$ , 同时翻斗计量装置测得该井的产液量为  $7.34 \text{ t/d}$ , 试验装置的相对误差为  $11.4\%$ ; 2008年11月26日采用计量车量油, 折算龙2-07井产液量  $6.61 \text{ t/d}$ ; 而温差式单井计量试验样机测得的数值为  $6.11 \text{ t/d}$ , 试验装置的相对误差为  $7.5\%$ 。

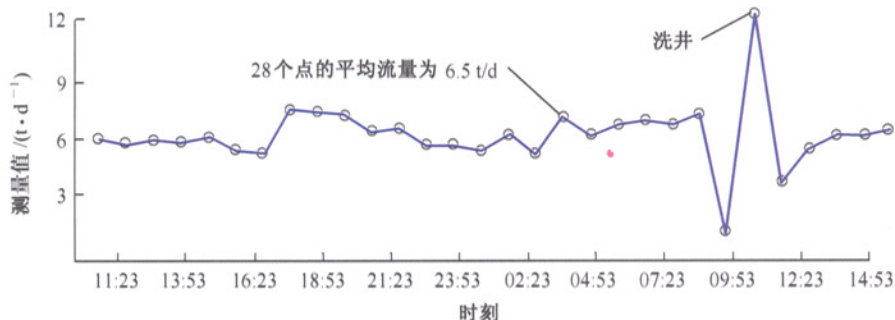


图3 温差式单井计量试验样机对龙2-07井的产液量计量数据曲线

通过对试验样机的现场应用数据进行分析,发现样机测量灵敏度高,能够较快地对油井的生产运行变化做出反映,但大庆冬季的低温环境对计量装置的计量效果有一定影响。为此,在样机内部增设特殊的保温套,对原油的流道结构进行改进,使原油受热更为合理;完善回放软件,以便技术人员操作装置和读取数据;增加滤波功能,减少测量异常点对测量精度的影响。利用改进后的样机在龙14-18井和龙9-12井开展现场应用试验(图4、图5),表现出较为稳定的计量性能,且现场操作简便。

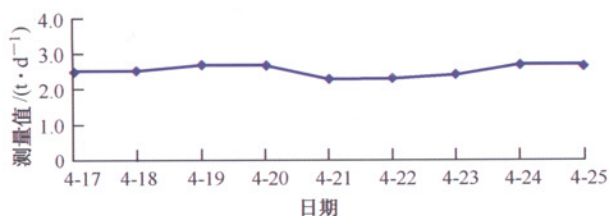


图4 温差式单井计量改进样机对龙14-18井的产液量计量数据曲线

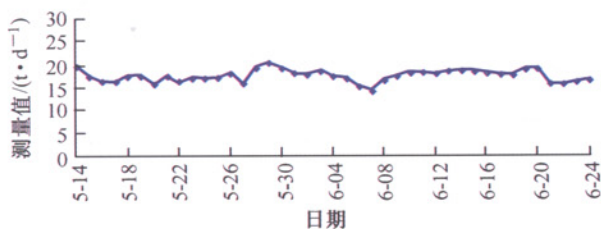


图5 温差式单井计量改进样机对龙9-12井的产液量计量数据曲线

### 3 现场应用

2009年,在产能建设中配套使用24台温差式单井计量装置,负责24个平台84口油井的产液计量工作,单台设备投资仅0.69万元,在确保油田单井计量的同时,节省了地面建设费用。

#### 3.1 “一对多”计量原理

为降低计量投资费用,根据24个平台的油井分布,结合采油工程量油周期不超过5d的实际需求,在设计中采用“一对多”的设计方案,即一个平台安装一台温差式单井计量装置,采用倒流程的方式,使之负责多口油井的计量工作,达到了优化、简化的目的(图6)。

#### 3.2 数据分析

从2009年10月开始,温差式单井计量装置在齐家北油田陆续安装并投入使用。根据古708-56一斜62井计量数据(图7),平均计量值为4.90 t/d,瞬时计量最高值为5.35 t/d,瞬时计量最低值为3.62 t/d;最高计量值、最低计量值与平均值的相对偏差分别为5.1%和-4.7%,能够满足油田单井计量精度控制在±10%以内的要求。

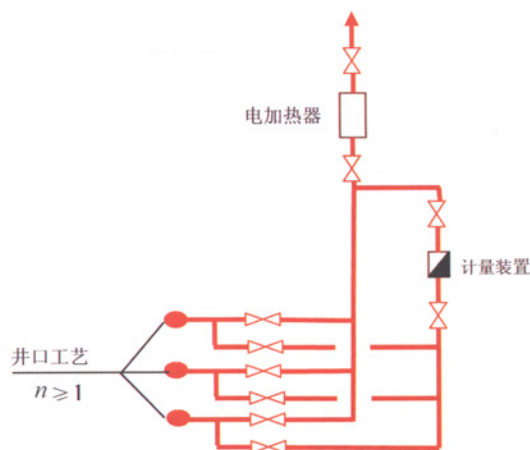


图6 “一对多”计量流程图

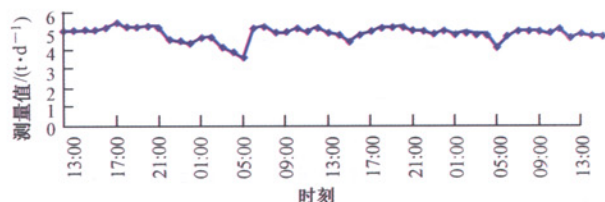


图7 温差式单井计量装置对古708-56一斜62井的产液量计量数据曲线

综上所述,温差式单井计量装置现场计量数据稳定,资料录取简便,投资低,能够满足油田单井计量的需要。同时可根据连续计量曲线的变化趋势,掌握油井生产的动态信息和判断泵况等,从而为制定开发管理方案和技术措施提供依据,具有广阔的推广应用前景。

#### 参考文献:

- [1] 王晓龙. 低产油井计量现状及发展趋势[J]. 江汉石油职工大学学报, 2008(4): 54-56.

(收稿日期:2010-01-29)