

# 永置井下压力温度监测系统在伊朗 Y 油田的应用

张 果 黄建林 侯立中 黄在福 江 朝

(中国石化 国际石油勘探开发有限公司,北京 100083)

**摘 要:**伊朗 Y 油田储层埋藏深、油藏压力和温度高,产出地层流体中的沥青和蜡含量较高。油井在生产过程中,沥青和蜡会因温度、压力沿着井筒的降低而析出,导致生产管柱堵塞。为防止沥青和蜡的析出,保证长时间生产,压力、温度控制就变得尤为重要。为此,Y 油田引进和应用了永置井下压力温度监测系统,对井底压力和温度进行实时监测,为生产管理和产能优化提供了依据。介绍了永置井下压力温度监测系统的组成及功能,分析了 Y 油田应用永置井下压力温度监测系统的必要性、温度压力对沥青和蜡析出的影响,对永置井下压力温度系统在 Y 油田的应用及其所起的作用进行了介绍。

**关键词:**井下; 压力; 温度; 监测; 结蜡; 数据采集; 伊朗 Y 油田  
**中图分类号:**TE937   **文献标识码:**B   **文章编号:**1001-0890(2010)05-0115-04

## Application of Permanent Downhole Monitoring System in Iranian Y Oilfield

Zhang Guo Huang Jianlin Hou Lizhong Huang Zaifu Jiang Zhao

(Sinopec International Petroleum Exploration and Production Corporation ,Beijing ,100083 ,China)

**Abstract:** The formation fluid produced from Iranian Y Oilfield contains high asphalt and high wax content due to deep reservoir depth and high pressure and high temperature. Because of the temperature and pressure drop along the wellbore,the precipitation of asphalt and wax plug the production string. In order to prevent the precipitation of asphalt and wax to ensure long production,pressure and temperature control becomes particularly important. Therefore,the permanent downhole pressure and temperature monitoring system was used for downhole real-time pressure and temperature monitoring for the purpose of production management and providing production optimization. The composition and function of various components of this system was introduced. The necessity of using this system in Iranian Y Oilfield,the impact of temperature and pressure on the asphalt and wax precipitation,the application and the role played by this system were analyzed.

**Key words:** downhole;pressure;temperature;monitoring;wax precipitation;data acquisition;Iranian Y Oilfield

目前已进入开发生产阶段的伊朗 Y 油田经过前期的勘探,发现其油层埋藏深(3 000~4 500 m),地层压力和温度高(在井深 4 500 m 处测试获得最高压力达到 67.7 MPa,温度接近 150 ℃),沥青质和蜡质含量高(沥青质和蜡质含量分别可达 1.40%和 6.84%)。在开发生产过程中常会出现析出蜡质、沥青质堵塞生产管柱的情况,严重影响了该油田的连续稳定生产。由于蜡质、沥青质的析出沉淀与生产过程中的压力和温度变化密切相关,因此获得实时压力温度数据对于有效控制蜡质和沥青质的析出和沉淀非常重要。目前 Y 油田采用实时井下压力温度监测系统,对生产过程中的压力和温度进行永久式的实时监

测,从而有效防止了蜡质、沥青质的析出和沉淀情况的出现,对保证长期稳定生产有着重要的意义。

### 1 永置井下压力温度监测系统

#### 1.1 主要部件及参数

永置井下温度压力监测系统主要由井下传感器

收稿日期:2010-06-04;改回日期:2010-08-16  
作者简介:张果(1980—),男,四川南部人,2003年毕业于成都理工大学资源勘查工程专业,主要从事完井测试技术方面的研究工作。  
联系方式:gzhang@sipc.cn

系统、数据传输系统、数据采集系统三部分组成<sup>[1]</sup>, 其结构如图1所示<sup>[2]</sup>。

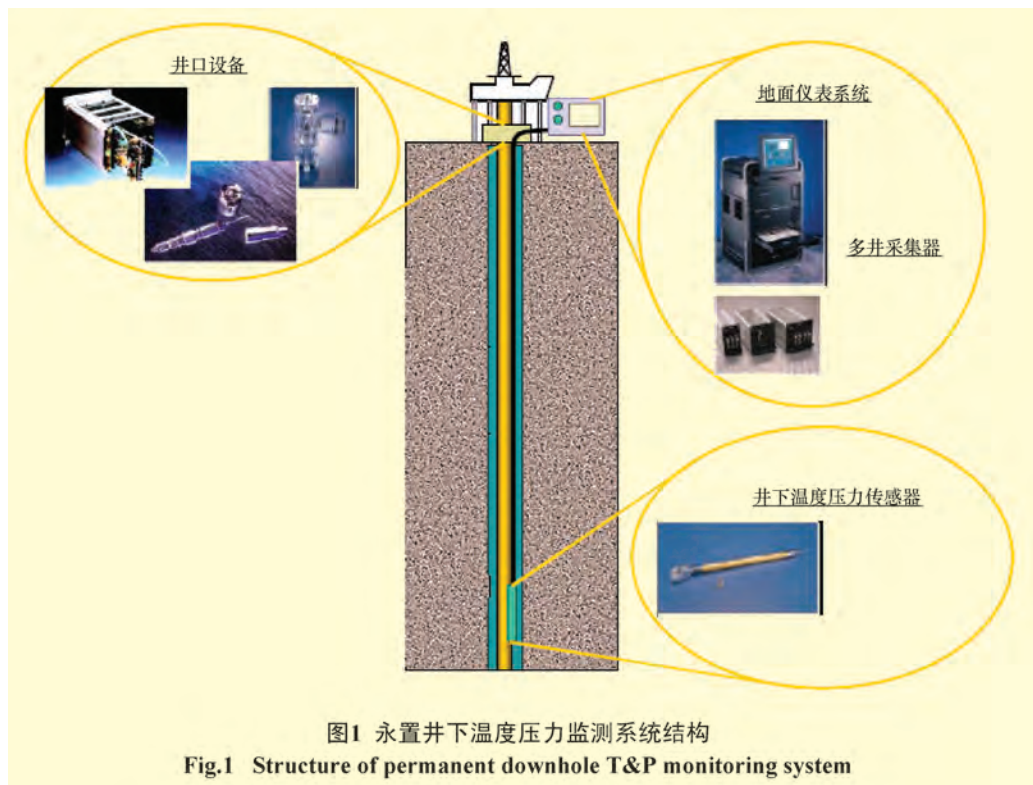


图1 永置井下温度压力监测系统结构

Fig.1 Structure of permanent downhole T&P monitoring system

### 1.1.1 井下传感器系统

井下传感器系统包括传感器测量筒和Y形短节<sup>[3]</sup>。传感器测量筒的质量约4.54 kg,有1个压力传感器和1个温度传感器,工作温度 $-29\sim 150\text{ }^{\circ}\text{C}$ ,材质为Incoloy 925,可在高浓度硫化氢和二氧化碳环境下长期工作,其主要功能是将井底的压力温度数据转化为电信号传输至地面。

Y形短节长约355.6 mm,其质量约13.6 kg,最大外径133.00 mm,内径75.16 mm,抗内压96.34 MPa,抗外挤96.31 MPa,最小抗拉力96.55 MPa,其主要功能是提供测量筒与油管内的测量通道,将传感器和油管连接在一起形成油管内部到传感器之间的压力测量通道,还具有在安装过程中保护传感器壳体不被损坏的功能。

### 1.1.2 数据传输系统

数据传输系统包括井下电缆、光电转换器和光纤。井下传至地面的电信号,通过光电转换器转换为光信号,光信号通过光纤传输至远端控制中心,再通过光电转换器转换为电信号进入计算机数据采集系统<sup>[4]</sup>。

### 1.1.3 数据采集系统

数据采集系统包括地面控制计算机、显示面板

及各种数据输出接口。主要功能包括为井下传感器供电、采集井下传感器信号、处理来自井下传感器的信号并储存或通过数据接口将数据传输至SCADA系统。PROVision数据采集系统的内存为375 kB,外置存储器为40 MB,能在 $-40\sim 65\text{ }^{\circ}\text{C}$ 的温度环境下工作,通讯接口类型为RS-485<sup>[5]</sup>。

监测系统和地面数据采集系统采用EC-MT-INC-25035-1型信号电缆连接。信号电缆缆心为铜制,其直径为1.32 mm,绝缘层壁厚0.63 mm,绝缘层直径为2.59 mm,环空填充材料为树脂,环空填充壁厚0.99 mm,环空填充直径为4.57 mm<sup>[6]</sup>。为确保信号电缆不会受到损坏,用专用绑带捆绑在油管上,通过油管接箍时利用跨接箍电缆保护器对其进行保护。

## 2 必要性分析

沥青质和蜡质不仅可以在地层中析出,也可能在生产管道中沉淀。若沥青质和蜡质在地层中析出,将会直接减小喉道直至堵塞喉道,降低油藏渗透率。若在井筒以及地面管线中沉淀就会减小管道内径甚至堵死管道,影响单井产量甚至整个油田的开发效果。

2.1 Y 油田原油组分分析

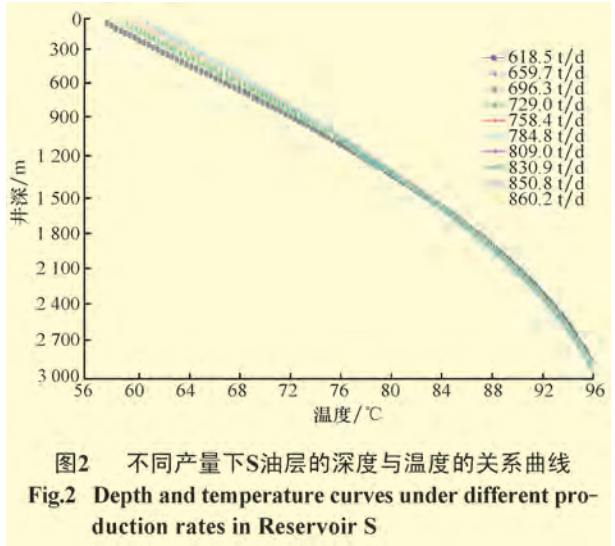
表 1 为 Y 油田 S 层和 F 层两个油藏的原油组

表 1 Y 油田地层流体分析 Table 1 Formation fluid analysis of Y Oilfield									
地层	原油密度/ kg · L <sup>-1</sup>	原油黏度/ MPa · s	泡点/℃	硫化氢含量/ mg · kg <sup>-1</sup>	CO <sub>2</sub> 摩尔 比, %	蜡质 泡点/℃	沥青质 含量, %	蜡质 含量, %	硫含量, %
S 层	0.925 7	154.37	-24	2 985~3 143	3.15	51	1.2	5.40	3.65
下 F 层	0.854 3	10.36	-16	1 100~6 280	3.21	54	1.4	6.48	1.26
上 F 层	0.837 1	8.22	-15	3 500~9 890	3.73	52	0.2	1.26	0.74

2.2 Y 油田井眼温度压力分析

利用固-液相平衡方程及 PIPESIM 数值模拟软件,对油田油井生产过程中沥青质和蜡质沉淀产生的条件进行了模拟分析,求出了主力油层 S 层和 F 层在生产过程中沥青质和蜡质初始沉积的压力和温度,见表 2,预测温度压力与深度的关系曲线,见图 2~5。

表 2 Y 油田主力油层初始沉积压力、温度 Table 2 Initial deposition pressure and temperature		
地层	初始沉积压力/MPa	初始沉积温度/℃
S 层	28.66	79.0
上 F 层	34.88	86.5
下 F 层	35.38	94.0



分分析结果。从表 1 可以看出,Y 油田原油中的沥青质和蜡质的含量都比较高。因此,该油田在开发阶段必须要采取措施预防沥青质和蜡质析出、沉淀。

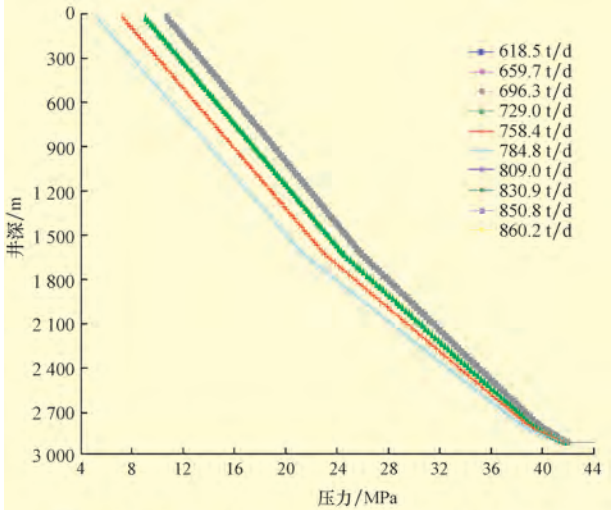


图3 不同产量下S油层的深度与压力的关系曲线  
Fig.3 Depth and pressure curves under different production rates in Reservoir S

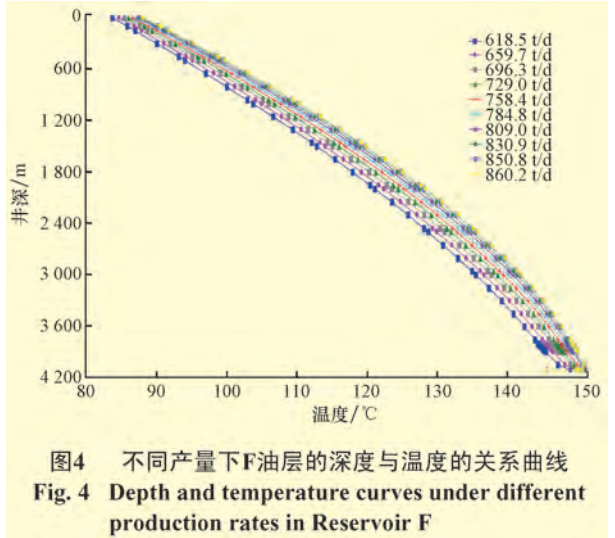


图4 不同产量下F油层的深度与温度的关系曲线  
Fig. 4 Depth and temperature curves under different production rates in Reservoir F

从表 2 和图 2~5 可以看出,在开采 S 层时,井深约 1 200 m 以浅时,井内流体温度低于沥青质和蜡质的初始沉积温度,井深约 2 100 m 以浅时,井下压力低于沥青质和蜡质的初始沉积压力;当开采 F 层时,井深约 600 m 以浅时,井内流体温度低于沥青质和蜡质的初始沉积温度,井深约 4 000 m 以浅

时,井下压力低于沥青和蜡质的初始沉积压力。可见,该油田在将来的规模生产中,出现沥青质和蜡质沉积的概率很大,必须进行生产压力温度实时监测,通过获得的压力温度数据进行分析 and 预测,并据此制订出可行、有效的操作规范和消除方法来预防该



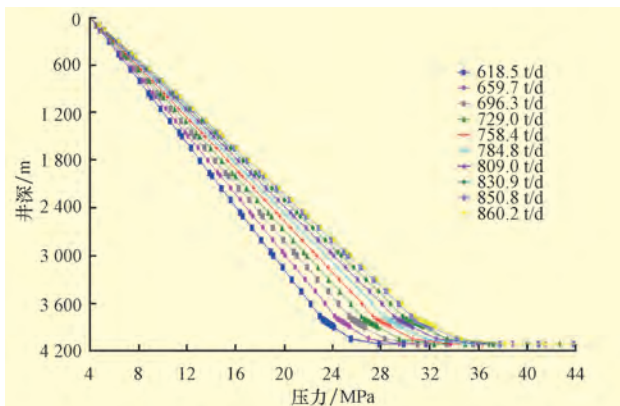


图5 不同产量下F油层的深度与压力的关系曲线  
Fig. 5 Depth and pressure curves under different production rates in Reservoir F

问题发生,从而有力保障生产的正常运行。

### 2.3 应用与分析

永置井下温度压力监测系统可以在高温高压高含硫的环境中长期稳定工作,因此 Y 油田计划在 8 口井应用永置井下温度压力监测系统,其中 4 口开发 S 层,另外 4 口开发 F 层,每口井均可以实现测试求产、试采和生产等全程实时监控。

通过对同一油田、不同油藏的压力温度体系进行动态监测,永置井下压力温度监测系统从完井管柱安装完成即可开始工作,在油井测试期间即可获取井下的压力温度数据,对比井下与地面的压差结合地面产量可以确定合理的工作制度。

在生产过程中,由于监测系统中的传感器通过油管下至井下最接近油藏产层的位置,能够对油藏实施长期实时的压力温度监测,获取最真实的动态数据。这些数据可为及时调整油藏开发方案提供依据。通过分析采集到的井下压力温度数据,可判断出井下是否出现沥青质和蜡质沉积,为生产提供至关重要的动态信息。

## 3 结 论

1)永置井下压力温度监测系统,可长期稳定监

测井下温度压力的变化,并通过软件处理分析得出动态曲线,建立单井及油藏的生命力数据库。

2)通过对两个油藏的实时监测,可以准确掌握单井及油藏的动态变化,同时将监测到的动态数据用于试井分析,为生产管理和各个阶段的决策提供科学依据。

3)利用永置井下压力温度监测系统对油井生产过程进行实时监测,能够提前判断沥青质和蜡质沉积的时间点,以便提前采取措施实现流动保障计划,从而确保生产顺利进行。

4)永置井下温度压力监测系统在 Y 油田的应用,为生产工程师准确诊断生产问题、优化生产技术、及时采取应对措施提高油井的生产周期提供了重要的动态信息,从而保障了油田的开发效果。

### 参 考 文 献

- [1] 刘琼,张文生.井下数据监测系统[J].石油钻探技术,1999,27(2):42-43.  
Liu Qiong,Zhang Wensheng. Down-hole data monitoring system[J]. Petroleum Drilling Techniques,1999,27(2):42-43.
- [2] Athichanagorn S,Horne R N,Kikani J. Processing and interpretation of long-term data acquired from permanent pressure gauges[J]. SPE Reservoir Evaluation & Engineering,2002,5(5):384-391.
- [3] 牛景理,叶庆伟.油田压力动态监测技术综述[J].内蒙古石油化工,2009,35(21):102-104.  
Niu Jingli,Ye Qingwei. Summary of pressure performance surveillance techniques in oil field[J]. Inner Mongolia Petrochemical Industry,2009,35(21):102-104.
- [4] Chorneyko D M. Real-time reservoir surveillance utilizing permanent downhole pressures—an operator's experience [R]. SPE 103213,2006.
- [5] Coludrovich E J,McFadden J D,Palke M R,et al. The boris field well management philosophy—the application of permanent downhole flow meters to pressure transient analysis[R]. SPE 90316,2004.
- [6] Dario Viberti,Francesca Verga,Paolo Delbosco. An improved treatment of long-term pressure data for capturing information[J]. SPE Reservoir Evaluation & Engineering,2007,10(4):359-366.

## “教授专家专栏”征文启事

为推动我国石油工程技术的不断发展,促进国内石油工程界科研人员间的不断交流,本刊自 2001 年第 3 期开始,开辟了“教授专家专栏”栏目。该栏目主要刊登国内外石油工程界知名教授、专家的文稿,以期能对我国石油工程技术的发展起到一定的导向作用。为此,本刊向社会征稿,只要具有一定的理论高度或一定的导向性,石油钻井、完井、钻井液、采油、机械方面的稿件均可。所有稿件一经采用,稿费从优。来稿请注明“教授专家专栏”栏目征文。

《石油钻探技术》编辑部