

# 随钻测压工具在崖城 13-1 气田 A9 井的应用

吴旭东<sup>1</sup>, 方满宗<sup>2</sup>, 邵诗军<sup>2</sup>, 管 申<sup>2</sup>, 牛 雪<sup>2</sup>

(1. 中海石油能源发展股份有限公司监督监理技术公司, 广东湛江 524057; 2. 中海石油(中国)湛江分公司, 广东湛江 524057)

**摘 要:**为获得崖城 13-1 气田目前的地层压力数据, 验证该区块陵水组 3 段储层动用程度, 规避常规电缆测井风险, 该气田 A9 井在完钻后, 使用 StethoScope 675 型随钻测压工具进行了压力测试。根据测试所获得的数据, 可确定地层压力及地层物性参数, 增加对气藏的了解, 对后续的生产作业有指导作用。简要介绍了 StethoScope 675 型随钻测压工具的原理、技术特点、测试流程及 A9 井测试过程。

**关键词:**随钻测井 地层压力 测压工具 崖城 13-1 气田

**中图分类号:**TE271 **文献标识码:**A **文章编号:**1001-0890(2012)02-0124-03

## Application of Formation Pressure Test Tool While Drilling in Well A9 of Yacheng 13-1 Gas Field

Wu Xudong<sup>1</sup>, Fang Manzong<sup>2</sup>, Shao Shijun<sup>2</sup>, Guan Shen<sup>2</sup>, Niu Xue<sup>2</sup>

(1. Supervision & Technology Company, CNOOC Energy Technology & Services Ltd., Zhanjiang Guangdong, 524057, China; 2. Zhanjiang Branch of CNOOC Ltd., Zhanjiang, Guangdong, 524057, China)

**Abstract:** In order to obtain current formation pressure of Yacheng 13-1 Gas Field, verify the producing degree of section 3 in Lingshui Formation, and avoid the risk of conventional wireline logging, StethoScope 675 type tool was used to draw formation fluid for pressure test after Well A9 of the gas field was finished. According to the test data obtained, formation pressure and formation physical parameters were determined, which gave further understanding of the gas reservoir, and guided subsequent production operation. This paper briefly presents the principle, technical features and the testing process of StethoScope 675 type formation pressure test while drilling tool, and Well A9 testing process.

**Key words:** logging while drilling; formation pressure; pressure test tool; Yacheng 13-1 Gas Field

崖城 13-1 气田位于海南省三亚市西南方向约 91 km 的南海北部海域。为更好地认识该区块动用程度及储层物性, 指导后续生产作业, 设计完钻了 A9 井。A9 井是该气田的一口生产井, 其主要目的层段为古近系陵水组 3 段。考虑 A9 井是大斜度定向井且井深 5 532.00 m, 为规避常规电缆测井风险, 决定在该井完钻后使用 StethoScope 675 型随钻测压工具对地层压力进行实时测试。

压力传感器, 可安全有效地随钻采集压力和流体流量信息, 其压力探头位于扶正器叶片的延伸部分, 与压力探头相对的定位活塞可确保探头与地层密封接触。

StethoScope 675 型随钻测压工具质量约为 1 300 kg, 长度约为 9.4 m, 该工具最大测量井径为 266.7 mm, 最高工作温度 150 ℃, 测压时的排量 0~3 028 L/min, 可测量最高压力 173 MPa。StethoScope 675 型随钻测压工具基本结构如图 1 所示。

## 1 StethoScope 675 型随钻测压工具

### 1.1 基本结构及技术参数

StethoScope 675 型随钻测压工具采用探头式

收稿日期: 2011-06-07; 改回日期: 2012-02-23。

作者简介: 吴旭东(1984—), 男, 内蒙古人, 2007 年毕业于中国石油大学石油工程专业, 工程师, 主要从事海洋钻井监督工作。

联系方式: (0759)3900359, wucnooc@sina.com.cn。

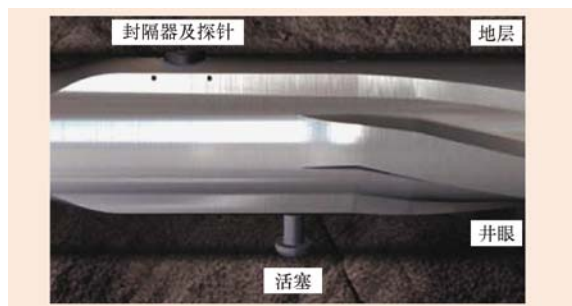


图 1 StethoScope 675 型随钻测压工具基本结构

Fig. 1 Basic structure of StethoScope 675 formation pressure test tool while drilling

## 1.2 技术特点

1) 可获取地层真实的压降特征和压力恢复曲线。根据地层物性不同,测压时间 3~20 min,可获得压力和流体流量估算值,并提供实时数据及内存数据。实时数据通过 MWD 工具实时传输至地面,最快 6 s 传输一个压力数据,可以快速分析测压结果,可提供标准、中等和高级 3 种不同详细程度的解释。同时测试数据储存在储存器中,在工具出井后,在地面下载后,进行进一步分析处理,以得到精确的分析结果。

2) 底座上有 4 片螺旋扶正翼,顶部有 2 片直扶正翼,探针与封隔器都安装在扶正翼上,探针最大可伸出 19 mm,通常只要将探针移动至封隔器表面压在地层上不留空隙即可。这种特殊形状的扶正器可以起到分流作用,降低测压点附近的钻井液流速,减轻循环时钻井液对探针附近泥饼的冲刷破坏。

3) 与探针相反方向的活塞可以给封隔器提供坐封力,尤其是在定向井作业中,可以不用调整工具高边就能坐封。

4) 该工具的动力既可来自电池组,也可以由 MWD 工具提供。正常情况下,工具内部的电池组可以提供 150 h 测压所需的动力;同时工具管理逻辑总能保证有足够的电量,以便在紧急情况下自动收回活塞、封隔器及探针。

5) 工具测压模式分为固定模式与时间优化模式,根据油气藏物性及流体性质可以在地面通过钻井液脉冲发指令来转换测压模式。

6) 可以优化测试设计,工具中的井下控制系统和智能解释系统能够根据地层特征对测试体积和压降速率(单位时间内探针所抽吸液体量)进行优化。测试体积范围为 0~25 cm<sup>3</sup>,压降速率设定范围为 0.1~2.0 mL/s<sup>[1-3]</sup>。

## 2 测试流程

1) 在地面检查 StethoScope 675 型随钻测压工具,并设置初始参数,在水龙带和立管中间安装一个压力传感短节;

2) 组合随钻测压钻具,进行井口测试,测试排量 1 200 L/min;

3) 将 StethoScope 675 型随钻测压工具下入到井中,此时工具处于休眠状态,下钻过程中对深度传感器进行校准,以精确跟踪仪器探点深度;

4) 下钻至测压井深,循环钻井液,进行粘卡试验(开泵,钻具分别静止 5,10,15 min,活动钻具,开顶驱,观察扭矩和悬重变化);

5) 复测校深井段,通过对比电测曲线(自然伽马及电阻率),校正深度,复测校深上提速度 50 m/h,转速 40~80 r/min,排量 1 600~1 800 L/min,同时发送指令,使测压工具变为待命状态;

6) 上提至测压深度以深 10 m 左右,上下活动钻具,释放扭矩,调整工具面;

7) 对仪器 Downlink 发送指令,指令结束时上提钻具至测压深度,静止钻具,坐封封隔器,伸出探针,进行压力测试;

8) 测压结束后,上下活动钻具,移至下一个测点,重复 5)~7),直至所有测点测量完毕;

9) 全部测点测试结束,起出测压钻具组合并卸下 StethoScope 675 型随钻测压工具,下载测试数据。

## 3 现场应用

### 3.1 A9 井概况

崖城 13-1 气田 A9 井的  $\phi 558.8$  mm 井段和  $\phi 444.5$  mm 井段在 2001 年已完成,由于气体配产需要,2010 年又钻完  $\phi 311.1$  mm 井段和  $\phi 215.9$  mm 井段,交井投产。该井采用 4 层套管,其井身结构如图 2 所示。

由于 A9 井完钻井深达到 5 532.00 m,井斜角达到 52.92°, $\phi 215.9$  mm 井段如果采用常规电缆传输测压风险较大,利用钻杆传输测压时效又相对较低,因此该井段采用 StethoScope 675 型随钻测压工具测压,以规避常规电缆测井的风险,提高测压时效。

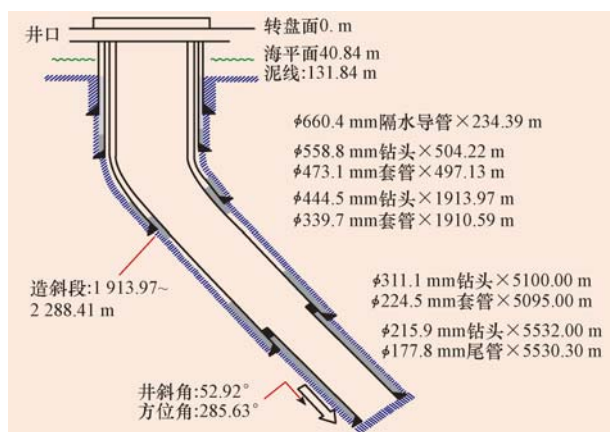


图2 A9井井身结构

Fig. 2 Casing programme of Well A9

### 3.2 测试过程

测压钻具组合:  $\phi 215.9$  mm 牙轮钻头 +  $\phi 171.5$  mm 浮阀接头 +  $\phi 171.5$  mm StethoScope 675 型随钻测压工具 +  $\phi 171.5$  mm Telescope +  $\phi 127.0$  mm 加重钻杆 6 根 +  $\phi 171.5$  mm 液压震击器(挠性接头) +

$\phi 127.0$  mm 加重钻杆。在下钻过程中, StethoScope 675 型随钻测压工具处于休眠状态。

该井自上而下进行测试, 下钻至井深 5 400.00 m 进行复测校深, 该井第一测试点为井深 5 407.00 m, 下钻至井深 5 420.00 m, 边上提钻具边释放钻柱扭矩, 井深接近 5 407.00 m 时, 通过伽马测井曲线校深, 以消除在钻进过程中钻柱的应力状态和提管柱过程中的差别而引起的深度差<sup>[4]</sup>。

校深结束后, 向井下发出指令, MWD 工具接收信号, StethoScope 675 型随钻测压工具由休眠状态转变为待命状态, 同时反馈给地面一个确认信息。在地面发出第二个压力信号后, 测压工具进入打开状态, 开始执行压力测试, 此时工具探针及背部活塞杆伸出, 活塞杆推工具贴近井壁, 封隔器坐封, 探针吸入管刺入地层, 吸取地层流体进行压力测试。对于每一个测试点, 从开始校深到完成测试大约需要 3~20 min。

A9 井共测了 9 个点, 成功 9 个点, 测试成功率 100%, 其中 5 个点为有效点, 能反映地层压力系数, 4 个点为干点。详细测试数据见表 1。

表1 A9井地层压力实测数据

Table 1 Measured formation pressure of Well A9

测点深度	地层压力/MPa	RT 流量/ (mD · mPa <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup> )	RM 流量/ (mD · mPa <sup>-1</sup> · s <sup>-1</sup> )	地层压力系数	压力点类型
5 407.00	39.89	21.94	20.80	1.138	有效点
5 407.50	39.89	24.00	20.10	1.137	有效点
5 411.00	39.91	2.67	2.60	1.137	有效点
5 418.00	40.12	0.10	0.24	1.142	有效点
5 423.00	40.35	0.21	0.55	1.147	有效点
5 432.00	39.83	0.10	0.14	1.131	干点
5 435.60	39.76	0.10	0.12	1.128	干点
5 441.00	36.97	0.10	0.25	1.048	干点
5 479.00	22.69	0.10	0.11	0.639	干点

## 4 结论与认识

1) A9 井应用 Stethoscope 675 型随钻测压工具成功测定了储层压力及其他物性参数, 证实储层未被动用, 气藏压力为原始地层压力。通过测试增加了对气藏的了解, 可针对目前储层压力调整生产压差, 以获得最大产量。

2) StethoScope 675 型测压工具在钻井过程中能实时监测到地层压力和流体数据, 而且数据可信度高, 可提高钻井效率, 并能规避常规电缆作业风险。

### 参考文献

#### References

[1] 刘建立, 陈会年, 高炳堂. 国外随钻地层压力测量系统及其应用

[J]. 石油钻采工艺, 2010, 32(1): 94-98.

Liu Jianli, Chen Huinian, Gao Bingtang. Foreign measurement system for formation pressure while drilling and its application [J]. Oil Drilling & Production Technology, 2010, 32(1): 94-98.

[2] Larsen J K, Maeso C J, Liu F, et al. Raplace wireline formation pressure with formation pressure while drilling in long horizontal wells: International Petroleum Technology Conference, Kuala Lumpur, Malaysia, December 3-5, 2008 [C].

[3] Hammou N, Harris T, Carter J E, et al. Effective reservoir management through integration of formation pressure while drilling, well log and seismic data in the White Rose Field, Off-shore Newfoundland, Canada [J]. SPE 125335, 2009.

[4] 刘鹏飞, 刘良跃, 司念亭, 等. 随钻测压工具 Geo-Tap 在渤中25-1油田 E3S 井的应用 [J]. 石油钻探技术, 2009, 37(3): 42-44.

Liu Pengfei, Liu Liangyao, Si Nianting, et al. Application of Geo-Tap in Well E3S of Bozhong 25-1 Oilfield [J]. Drilling Petroleum Techniques, 2009, 37(3): 42-44.