

文章编号: 1001-6112(2011)S1-0165-02

连续油管测压工艺改进及其应用

刘 练, 王 超, 邹 伟, 唐 勇, 孟 莉, 樊凌云, 刘 兵

(中国石化 西北油田分公司 完井测试管理中心, 新疆 轮台 841600)

摘要: BK9 井为塔河油田外围区块的一口开发井, 在连续油管气举诱喷过程中供液不足, 需要下压力计测取液面恢复速度指导后期气举施工。该井远离塔河基地, 安排试井车进行试井作业, 延误时效, 且路途费用高, 同时该区块压力系数高(地层压力系数为 1.97), 施工作业井控风险大。通过技术创新, 形成了连续油管+电子压力计动态测压工艺, 开发了探液面数据校正公式, 推出了塔河油田一种新的动态测压工艺。

关键词: 电子压力计; 液面恢复; 连续油管测压; 塔河油田

中图分类号: TE357.8

文献标识码: A

Improvement and application of pressure measuring technique in coiled tubing

Liu Lian, Wang Chao, Zou Wei, Tang Yong, Meng Li, Fan Lingyun, Liu Bing

(Well Completion Test Management Center, SINOPEC Northwest Company, Luntai, Xinjiang 841600, China)

Abstract: Well BK9 is a development well located in the outer blocks of the Tahe Oil Field. When using gas pumping to drive oil flow in coiled tubing, liquid supply is not enough. Manometer is used to measure liquid surface restoration speed so as to guide latter gas pumping. The well is far away from the oil-field base, so it costs more time and money to arrange well test. Meanwhile, the pressure coefficient of the region is high (1.97 for formation pressure coefficient), resulting in big risks for well controls. Through technique innovation, a dynamic pressure measuring technique combining coiled tubing and electric manometer is proposed. The detected liquid depth correction formula is put forward.

Key words: electric manometer; liquid surface restoration; pressure measuring technique in coiled tubing; Tahe Oil Field

求取液面恢复速度的方法主要是间隔一定时间探取 2 次液面深度, 根据恢复的液面高度和管柱容积求取产出流体的体积^[1]。探液面的方法主要有声纳探液面、浮筒探液面、电子压力计探液面等, 由于前两者误差较大, 所以目前塔河油田探液面主要应用钢丝带电子压力计的方法。创新的连续油管+电子压力计动态测压工艺能够解决特殊井况与条件下的测压难题。

1 工艺介绍

1.1 工艺原理

连续油管测压工艺与常规钢丝带电子压力计测压工艺原理基本相同, 利用连续油管将压力计送入井内, 间隔一定深度测取一个点的稳定压力数据^[2]。然后根据停点深度和所测压力数据计算液面深度、油层压力等。连续油管测压的难点在于压力计与连续油管的连接问题, 为此专门加工了卡瓦

式连接器和压力计托筒。

整个工具串的连接方式为: 将连续油管插入卡瓦式连接器内, 拧紧顶丝实现两者之间的连接, 压力计托筒与卡瓦式连接器之间通过丝扣连接(图 1)。

1.2 数据校正公式

运用连续油管带电子压力计测压工艺与常用的钢丝或电缆带电子压力计测压工艺相比, 需要考虑连续油管对所测压力的影响。我们的做法是对所测取的压力值进行修正, 使修正后的压力值与排除连续油管影响的真实压力一致。具体修正方法如下: $P_t = P_c \gamma$, 式中: P_t 为修正后真实压力; P_c 为



图 1 井下工具连接示意

Fig. 1 Downhole tools connection

收稿日期: 2010-12-20; 修订日期: 2011-02-21。

作者简介: 刘练(1982-), 男, 工程师, 从事完井测试工作。E-mail: liulian987@163.com。

表 1 塔河油田常用修正系数

Table 1 Correction coefficients commonly used in Tahe Oil Field

| 连续油管参数 | 油管参数 | | | |
|----------------|---------|---------|---------|---------|
| | 31/2" | | 27/8" | |
| | 9.53mm | 7.34mm | 6.45mm | 5.51mm |
| 1 1/4"×2.41 mm | 1.1 002 | 1.0 881 | 1.0 839 | 1.1 294 |
| 1 1/2"×3.31 mm | 1.0 977 | 1.0855 | 1.0812 | 1.1274 |

电子压力计实测压力; γ 为修正系数。

塔河油田常用连续油管和油管对应的 γ 值如表 1。

运用修正后的压力值计算液面深度、油层压力等就可以确保得到的结果真实可靠。

1.3 工艺特点

该工艺与常规钢丝或电缆测压工艺相比有它独有的技术优点:1)由于采用连续油管作业的井口装置,具有半封、全封与动密封能力,额定压力达到 70 MPa,故作业时井口井控能力强^[3];2)连续油管抗拉能力强,不易发生井下事故。比如 1-1/2"连续油管的额定拉力为 19.4 t,而 3.2 mm 钢丝的额定拉力为 1.1 t,5.6 mm 单芯电缆的额定拉力也只有 3.0 t;3)该种工艺可以实现井下循环,同时井下可以通过连续油管加压达 2 t,具有处理遇卡等复杂情况的能力;4)连续油管可以下入水平井段,解决水平井测试问题。以往进入水平井段测试只能依靠爬行器,但是爬行器成本高,拖拽力有限,进入水平段深度不够,且易遇阻遇卡。

2 施工应用情况

1)通井:2010 年 3 月 18 日,用连续油管带 $\Phi 53$ mm 通井规通井至 2 210 m,通井过程中无遇阻遇卡显示。

2)第 1 次测试:2010 年 3 月 19 日,连续油管带存储式电子压力计 2 支上提测流压及梯度,井口至 900 m 每 300 m 停点,1 000 m 至 2 200 m 每 100 m 停点,停点时间各为 10 min,井口至 1 400 m 数据如表 2,计算液面深度 734.2 m。

3)第 2 次测试:2010 年 3 月 20 日,连续油管带存储式电子压力计 2 支上提测流压及梯度,井口至 1 100 m 每 100 m 停点,停点时间各 10 min,压力数据如表 3,计算液面深度 573.6 m。

2 次测试间隔 1 451 min,液面由 734.2 m 上升至 573.6 m,折算日产液 0.48 m³。BK9 井油管为密度 1.25 g/cm³ 的油田水,产生的压力梯度应该在 1.22 MPa/hm 左右,实测压力梯度达到 1.37 MPa/hm,修

表 2 第一次测试数据

Table 2 Data of first test

| 井深/ m | 实测压力/ MPa | 压力梯度/ (MPa·hm ⁻¹) | 修正后压力/ MPa | 修正压力梯度/ (MPa·hm ⁻¹) |
|----------|--------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|
| 0 | 0.10 | | 0.09 | |
| 300 | 0.10 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| 600 | 0.10 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| 900 | 2.34 | 0.75 | 2.08 | 0.67 |
| 1 000 | 3.70 | 1.36 | 3.28 | 1.21 |
| 1 100 | 5.06 | 1.36 | 4.49 | 1.21 |
| 1 200 | 6.42 | 1.37 | 5.69 | 1.22 |
| 1 300 | 7.79 | 1.36 | 6.91 | 1.21 |
| 1 400 | 9.15 | 1.37 | 8.12 | 1.22 |

表 3 第二次测试数据

Table 3 Data of second test

| 井深/ m | 实测压力/ MPa | 压力梯度/ (MPa·hm ⁻¹) | 修正后压力/ MPa | 修正压力梯度/ (MPa·hm ⁻¹) |
|----------|--------------|----------------------------------|---------------|------------------------------------|
| 0 | 0.10 | | 0.09 | |
| 100 | 0.10 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| 200 | 0.10 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| 300 | 0.10 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| 400 | 0.10 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| 500 | 0.10 | 0.00 | 0.09 | 0.00 |
| 600 | 0.42 | 0.32 | 0.37 | 0.28 |
| 700 | 1.61 | 1.19 | 1.43 | 1.06 |
| 800 | 2.95 | 1.34 | 2.62 | 1.19 |
| 900 | 4.33 | 1.38 | 3.84 | 1.22 |
| 1 000 | 5.69 | 1.36 | 5.05 | 1.21 |
| 1 100 | 7.05 | 1.36 | 6.25 | 1.21 |

正后压力梯度为 1.21~1.22 MPa/hm,与实际相符,表明修正正确有效。

3 结论

1)连续油管测压工艺井控能力强,对于高压油气井可以降低井控风险。

2)相对传统电缆、钢丝测压,连续油管测压抗拉能力强,具备循环能力,能够处理遇卡等复杂情况。

3)运用修正后的压力值计算的液面深度真实可靠。

4)连续油管测压工艺已基本成熟,可以为今后水平井、斜井测压作业奠定技术基础。

参考文献:

[1] 程东风,吕静,朱邦辉. 应用液面数据提高井底压力折算的精度[J]. 内蒙古石油化工,2010(8):71-72.
 [2] 王海涛,李相方. 连续油管技术在井下作业中的应用现状及思考[J]. 石油钻采工艺,2008,30(6):120-124.
 [3] 张燕娜,石凯. 连续油管的应用与发展[J]. 西部探矿工程,2010(1):93-94,98.