

中深井小排量螺杆泵举升适应性分析

赵凯兴 胡占宏 薛建军 范振忠^{1*}

(大庆油田有限责任公司第八采油厂,大庆 163514;大庆石油学院石油工程系¹,大庆 163318)

摘要 针对小排量高扬程螺杆泵在大庆油田中深井的试验情况,分析了螺杆泵使用范围,并进行经济效益评价。结果表明,中深井小排量螺杆泵适用于产液量在(1~13) L/d、泵挂深度1 600 m以下的油井举升,合理转速为(60~140) r/min。定向井应用螺杆泵举升,井眼曲率不应大于5°/25 m,并且应缩短洗井周期。螺杆泵与抽油机相比,单井节省投资10万元。

关键词 螺杆泵 举升 定向井 适应性

中图分类号 TE933.3; **文献标志码** A

螺杆泵采油技术具有举升效率高、占地少,安装、管理方便,井况适应性强等一系列优点,近几年来在全国各油田被广泛应用,螺杆泵举升工艺取得了很好的应用效果,解决了很多常规抽油泵无法解决的问题^[1]。大庆油田目前应用螺杆泵5 077口井,深井螺杆泵采油技术在海拉尔油田和榆树林油田应用效果较好。平均下泵深度都超过1 800 m,其中海拉尔选择采油工程研究院的深井螺杆泵采油技术,运行最长时间450 d;榆树林选择法国公司生产的PCM深井螺杆泵采油技术,配套技术选择采油工程研究院的配套设备,运行最长时间达1 185 d。

针对小排量高扬程螺杆泵在大庆油田采油八厂中深井的试验情况,分析螺杆泵在直井与定向井中的使用范围,并进行经济效益评价。

1 螺杆泵举升系统的工作原理及配套工艺

1.1 工作原理

螺杆泵举升系统由电控部分、地面驱动部分、井下螺杆泵及一些配套工具组成^[2]。其工作原理是:转子与定子密切配合,形成一系列的封闭腔和空腔。当转子转动时,封闭腔沿轴向由吸入端向排

出端运移,在排出端消失,同时吸入端形成新的封闭腔,其空腔内所盛满的液体也就随着封闭腔的运移由吸入端推挤到排出端。螺杆泵的工作过程本质也就是密封腔室不断形成、推移、消失的过程。

1.2 螺杆泵配套工艺

螺杆泵举升系统的配套油管选用防蜡油管,油管扶正依靠卡瓦式封隔器和装于定子短节之上的橡胶式油管扶正器。抽油杆选用小接箍高强度锥螺纹抽油杆,扶正器选用连接与抽油杆之间的自润滑自旋转短节螺杆泵专用式抽油杆扶正器和固定于抽油杆之上的自润滑自旋转式螺杆泵限位式抽油杆扶正器。扶正器分布位置及个数根据井眼轨迹和举升工艺要求合理设计。锚定工具选用通过支承座封的卡瓦式封隔器,机械座封解封。地面驱动装置采用QDT-15 kW机械密封式驱动装置,配套15 kW变频控制柜及螺杆泵远程监测及控制系统。

在泵下应用固体防蜡管,同时配套防蜡油管+热洗技术。热洗技术为管式洗井阀工艺+不压油层洗井技术;管式洗井阀与不压油层封隔器配套使用,洗井液通过地面热洗管线从油套环空注入,洗井液的压力将封隔器的单流阀关闭,将管柱上的管式洗井阀打开,直接进入油管,回流到地面。

2 中深井螺杆泵举升现场试验

2.1 永112-100井中深井螺杆泵举升试验

2008年5月大庆油田采油八厂在第一口井永

2010年4月27日收到

第一作者简介:赵凯兴(1981—),男,研究方向:石油工程。

*通信作者简介:范振忠(1971—),男,研究方向:石油工程。

112-100井进行了中深井螺杆泵举升试验。泵型选择KGLB40—50型,单转排量40 mL,级数50级,单级承压0.4 MPa,扬程可达2 000 m。试验前产液6.4 t/d,测定不同转速下的日产液量及泵效。试验后数据见表1。

表1 永112-100井螺杆泵举升试验数据

转速/ $r \cdot \text{min}^{-1}$	日产液/t	泵深/m	沉没度 /m	理论排量 / $(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$	泵效/%
100	3.3	1 454	1 454	5.8	58.6
120	3.4	1 454	1 454	6.9	50.7
140	3.7	1 454	1 454	8.1	46.9
160	3.6	1 454	1 454	9.2	40.2
180	3.6	1 454	1 454	10.4	35.6
200	3.3	1 454	1 454	11.5	29.6

由表1可见,转速逐渐增大,产液量增加幅度很小,动液面未下降,泵效降低,转速到140 r/min时,产液量不再上升,可知合理转速不宜超过140 r/min。

2.2 中深井小排量螺杆泵在直井运行情况

2008年9月—10月在徐27区块投产直井2口,两口直井投产以来一直平稳运行,目前已经连续运行349 d。从生产数据可看出,KGLB40—50型螺杆泵适用于产液量在2 t/d左右、泵深1 600 m的直井举升。具体运行情况见表2。

表2 螺杆泵在徐27区块2口直井运行情况

井号	运转 天数 /d	日产 液 /t	日产 油 /t	含 水 /%	理论 泵深 /m	理论 排量 / $(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$	泵效 /%	转速 / $(r \cdot \text{min}^{-1})$	日耗 电 / $(\text{kW} \cdot \text{h})$
徐34-46	348	1.9	1.7	11.9	1 583	2.9	74.7	50	127.2
徐34-54	349	2.2	1.3	41.6	1 587	2.9	82.8	50	79.3
平均	349	2.1	1.5	26.8	1 585	2.9	79.3	50	103.3

2.3 中深井小排量螺杆泵在定向井运行情况

徐27区块共试验5口定向井,目前平稳运转,平均产液3.5 t/d,最高产液5.2 t/d,平均泵深1 605 m,最大井眼曲率为6.21°/25 m。可见KGLB40—50型螺杆泵适用于产液量低于5 t/d、泵挂深度1 600 m的定向井,具体运行情况见表3。

表3 螺杆泵在徐27区块5口定向井运行情况

井号	徐30- 斜56	徐30- 斜58	徐32- 斜50	徐32- 斜54	徐40- 斜50	平均
运转天数/d	356	356	345	104	343	301
日产液/t	4.6	5.2	2.1	2.3	3.1	3.5
日产油/t	3.5	4.8	1.5	1.5	2.7	2.8
含水/%	23.8	7.4	29.5	33.1	12.0	21.2
泵深/m	1 576	1 616	1 607	1 612	1 616	1 605
理论排量/ $(\text{m}^3 \cdot \text{d}^{-1})$	8.1	6.9	5.8	4.6	5.8	6.2
泵效/%	63.5	85.8	40.2	54.8	61.0	62.9
转速/ $(r \cdot \text{min}^{-1})$	140	120	100	80	100	108
日耗电/ $(\text{kW} \cdot \text{h})$	104.5	130.4	116.0	74.7	108.7	106.9
井眼曲率°/25 m	1.60	3.15	5.45	6.21	3.41	3.96

2.4 中深井小排量螺杆泵现场出现问题及解决方法

由现场试验可知,中深井小排量螺杆泵的杆柱断裂及抽空烧泵为作业的主要原因,其主要原因为:一是螺杆泵应用于供液能力低的油井,沉没度不好控制,易造成螺杆泵抽空;二是井眼曲率相对偏大,配泵间隙过小,造成扭矩过高致使杆柱断裂,结蜡严重的定向井这种情况更为严重;三是目前螺杆泵诊断及监测技术不配套,不能及时发现螺杆泵井出现的问题并做出准确的判断。针对中深井小排量螺杆泵常出现问题,其解决方法为:

(1) 低产液井应用螺杆泵举升,需提高测试频率,及时准确调整参数,远程监控系统配套将是必然趋势^[3];

(2) 应用螺杆泵举升的油井,要定期进行热洗清蜡,热洗周期1~2个月为宜;

(3) 定向井应用螺杆泵举升,井眼曲率不易过大,根据试验情况,不应大于5°/25 m,并且应缩短洗井周期,提高扭矩监测频率,结蜡严重的定向井不宜应用;

(4) 进行无线监控系统技术的研究,主要远程传输扭矩、载荷、转速、功率、电流、电压等参数和启停机状态;开展油井液面远程自动测量技术研究,实现远程液面参数的传输,及时控制沉没度;后台诊断软件接收所有参数后,直接对螺杆泵工况矿进行诊断。根据动液面的变化实现自动启停及参数

调整。可解决由于动液面监测不及时致使抽空烧泵的问题。

3 经济效益评价

螺杆泵与抽油机相比,单井节省投资 10 万元。按 15 年为使用周期折旧,年节省投资 0.67 万元。见表 4。

表 4 螺杆泵与抽油机一次性投资对比表/万元

抽油机	抽油机	油管	抽油杆	泵	作业费	配电系统	井口	基建	井下工具	合计
	16.4	10.9	4.5	0.3	2.6	4.4	0.8	3.4	1.4	44.7
螺杆泵	总成	油管	抽油杆	螺杆泵	作业费	变压器	井口	变频柜	井下工具	合计
	3.5	11.6	6.5	1.7	3.5	1.5	0.9	1.8	3.7	34.7

目前大庆油田采油八厂抽油机井检泵周期为 750 天,抽油机井检泵作业费用是 2.59 万元/口,抽油泵费用为 0.3 万元/口,抽油杆极限使用频次 107 次,按 4 次/分考虑,运行时率 95% 计算,每 5 年需更换 1 次,更换一次需要 4.5 万元;抽油机井年维护费用 0.8 万元/口;年按运行时率 95% 计算,抽油机年耗电费用为 3.35 万元/口,合计一台抽油机年运行及维护费用为 6.46 万元/口。

螺杆泵井 5 年需更换一次抽油杆,更换 1 次 6.5

万元,折算为 1.3 万元/年;螺杆泵井年维护费用 0.3 万元/口;运行时率按 95% 计算,年用电费用 1.9 万元/口,一台螺杆泵井年运行及维护费用为 3.5 万元。螺杆泵井检泵费用 3.5 万元/口。螺杆泵费用为 1.7 万元。通过计算可得螺杆泵井检泵周期 523 天为螺杆泵井的盈亏平衡点。

4 结论

(1) 按平均泵效 60% 计算实际排量,中深井小排量螺杆泵适用于产液量在(1~13) t/d、泵挂深度 1 600 m 以下的油井举升。

(2) 螺杆泵额定转速为(40~200) r/min,根据试验情况,低产量油井转速过低,容易抽空烧泵,过高则降低泵效,因此其合理转速为(60~140) r/min。

(3) 定向井应用螺杆泵举升,井眼曲率不应大于 5°/25 m,并且应缩短洗井周期,提高扭矩监测频率,结蜡严重的定向井不宜应用。

参 考 文 献

- 1 任 龙,王亚华. 螺杆泵采油系统新进展. 国外油田工程,2007;23(1):30—36
- 2 何希杰,劳学苏. 螺杆泵及其应用. 通用机械,2008;(2):26—28
- 3 孙焕志,苏艳清,金奇光. 采油用螺杆泵举升优势分析. 油气田地面工程,2007;26(7):11—13

The Lifting Adaptability Analysis of Small Displacement Screw Pump in Medium-deep Well

ZHAO Kai-xing, HU Zhan-hong, XUE Jian-jun, FAN Zhen-zhong^{1*}

(No. 8 Production Company of Daqing Oilfield Limited Company, Daqing 163514, P. R. China;

Department of Petroleum Engineering, Daqing Petroleum Institute¹, Daqing 163318, P. R. China)

[Abstract] In view of the experiment of small displacement high-lift screw pump in Daqing oilfield medium-deep well, the screw pump's application range was analysed and the benefit evaluation was done. The results show that medium-deep well small displacement screw pump applies to the oil well lifting in which the fluid production is at (1~13) t/d, the depth of plunger under 1 600 m and advisability rotary speed is (60~140) r/min. When the screw pump lifting applied in the direction well, the borehole curvature should be not more than 5°/25 m and the purge period should be shortened. In comparison to the beam pumping unit, the screw pump single well investment cut down 100 000 yuan.

[Key words] screw pump lifting direction well adaptability