

地面驱动螺杆泵在塔河油田 原油乳化举升中的研究与应用

许月月, 尹盼, 谭辉, 靳石磊

(中国石油化工股份有限公司西北油田分公司塔河采油一厂油研所, 新疆 轮台 841600)

摘要:塔河油田奥陶系油藏机抽井因原油乳化造成光杆滞后、电流高停机频繁洗井,洗井后排队周期长,有效期短,普通有杆泵、离心泵都无法满足原油举升需求。通过对螺杆泵故障分析及文献调研从抽油杆和橡胶方面改进地面驱动螺杆泵,并在TK241CH井投入使用,满足原油乳化举升。

关键词:插接式抽油杆;地面驱动螺杆泵;原油乳化;塔河油田

中图分类号:TE355.5

文献标识码:A

Application of surface drive screw pump for oil emulsion lifting in Tahe Oilfield

Xu Yueyue, Yin Pan, Tan Hui, Jin Shilei

(Oil Research Institute of Tahe No.1 Oil Production Plant, SINOPEC Northwest Oilfield Company, Luntai, Xinjiang 841600, China)

Abstract: The pumping wells in Tahe Ordovician reservoir flush frequently, since oil emulsion causes polish rod lag and high current. Flushing causes long period of discharging flushing liquid and it always operates shortly. General oil-well pump and centrifugal pump cannot fit oil emulsion. This paper analyzes the failure of screw pump and researches other papers. The surface drive screw pump is improved in sucker rod and rubber. It is applied in well TK241CH and fits oil emulsion.

Key words: plug-in type sucker rod; surface drive screw pump; oil emulsion; Tahe Oilfield

1 塔河油田奥陶系油藏开采现状

1.1 奥陶系油藏及流体特征

塔河油田二区、四区奥陶系油藏构造位于塔里木盆地沙雅隆起中段阿克库勒凸起西南部,塔河二区奥陶系油藏原油密度平均为 0.9326 g/cm^3 ,原油运动黏度平均为 $479.7\text{ mm}^2\cdot\text{s}$,总体属于高黏、高硫、高蜡的中质原油。塔河四区奥陶系油藏原油饱和烃含量较低,芳烃、非烃和沥青质含量较高,为胶质—多胶原油。原油物性分析统计结果表明四区原油平均密度为 0.959 g/cm^3 、动力黏度为 $894\text{ mm}^2\cdot\text{s}$ 、凝固点 $3\text{ }^\circ\text{C}$ 、含盐量 7974 mg/L 、含硫量 2.57% 和含蜡量 3.1% 。原油物性具有相对密度高、动力黏度高、凝固点高、含盐量高、含硫量和含蜡量中等的特点。

1.2 原油黏度影响因素及变化特点

通过30口井黏度和温度资料的收集,原油黏

度存在明显的“拐点”特征,温度小于“拐点温度”时,随着温度降低黏度急剧增加;温度大于“拐点温度”时,温度上升黏度下降趋势明显减缓。

对塔河二区、四区奥陶系全部油井的混合样与含水之间的关系研究发现,当含水达到一定范围以后,油水之间就存在不稳定的状态,二区和四区溶液不稳定含水范围分别为 $50\% \sim 70\%$ 、 $50\% \sim 80\%$,可形成油包水溶液,也可形成水包油溶液,而原油中含有天然乳化剂(包括胶质、沥青质、环烷酸等),因此当原油含水后,形成油包水溶液的可能性较大。塔河二区、四区奥陶系的含水分别为 67.0% 、 62.9% ,溶液属不稳定含水范围。

2 地面驱动螺杆泵举升工艺研究

随着我国各大油田开发的不断发展,油田开发的难度不断增加,为了确保稳产、高产,举升设备的重要性就日显突出。地面驱动螺杆泵,与其它举升

方式相比,具有低投资、低能耗、对介质适应性强等优势,该采油技术已基本成熟,成为继游梁式抽油机和电潜泵之后的主力举升方式,在油田成熟期挖潜增效的作用日益凸显。

2.1 地面驱动螺杆泵采油的工作原理

地面驱动螺杆泵由地面驱动装置和井下螺杆泵 2 部分组成,地面驱动装置将井口动力通过抽油杆的旋转运动传递到井下,驱动井下螺杆泵工作^[1]。井下螺杆泵转子和定子(图 1)^[2]组成的封闭腔不断形成、运移、消失,起到了泵送液体的作用。地面驱动螺杆泵容积泵的特征可满足高黏度流体的入泵和举升要求。

2.2 螺杆泵采油的技术特点^[3]

(1) 螺杆泵采油的地面设备简单紧凑、操作安全可靠、管理方便、重量轻占地面积小、一次性投资少;

(2) 螺杆泵是螺旋抽油的容积式泵,排量均匀无脉动,轴向流动流速稳定,因此没有液柱和机械传动的惯性损失,泵内无阀件和复杂的流道,所以水力损失小,故障率低而且泵效高,成为现有机械采油设备中效率较高的机种之一;

(3) 螺杆泵是靠橡胶定子和转子挤压配合,使进入密封腔的流体随转子的转动从吸入端向排出端移动,而且转子和定子之间腔室位置的横截面积和

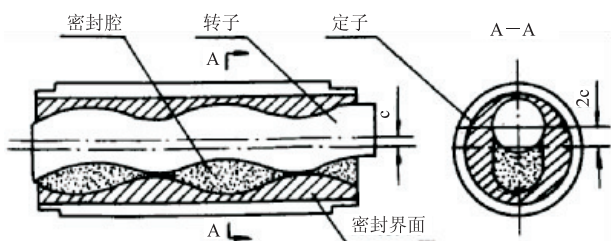


图 1 地面驱动螺杆泵定子—转子工作原理

Fig. 1 Stator-rotor pair of surface drive screw pump

体积都是相同的,腔室移动排油不存在配合间隙和余隙容积问题,不可能发生砂卡、阀失效、气锁等有杆泵常见的故障,所以适合抽汲高黏度和高含砂原油,一般的螺杆泵适合输送黏度为 $8\ 000\ \text{mPa}\cdot\text{s}$ 以下的流体,特殊的螺杆泵能输送黏度更高的流体;

(4) 螺杆泵容易出现定子脱胶的问题,定子脱胶的原因是由于高速旋转摩擦产生大量的热,使被硫化的橡胶在高温下老化而与钢管脱离,这就要求橡胶定子具有良好的耐磨、耐腐蚀和耐热等物理化学性质,同时,还应具有良好的机械性能。

2.3 地面驱动螺杆泵前期使用情况

地面驱动螺杆泵曾在塔河油田四区奥陶系 TK478、TK434 等油井开展应用评价。当时与螺杆泵配套使用的是 $36\ \text{mm}$ 空心抽油杆,以螺纹形式连接。

TK478 井与 2005 年 10 月转螺杆泵生产,配合使用螺纹连接抽油杆,生产至 2006 年 1 井口不出液,检泵发现第 90 根抽油杆脱扣,施工完毕试抽井口不出液,用吊车换驱动头密封圈发现载荷小,判断抽油杆断脱,再次检泵作业,发现第 11 根空心抽油杆公扣损坏,第 12 根空心抽油杆接箍被造成喇叭形状。在 103 d 内因抽油杆脱扣造成检泵作业 2 井次,严重影响油井正常生产。

地面驱动螺杆泵由井内抽油杆将地面动力传递给井下泵体,抽油杆由常规承受拉力转为承受扭矩,依靠螺纹连接的杆柱在扭矩的作用下易发生脱扣等故障,故需对地面驱动螺杆泵系统改进。

2.4 配套抽油杆技术创新

2.4.1 抽油杆革新

常规抽油杆以螺纹接头与接箍相连接,插接式抽油杆(图 2)的两端各有 2 个扇形牙体和叉口,组装抽油杆接头时,2 根抽油杆端部的牙体互相插入

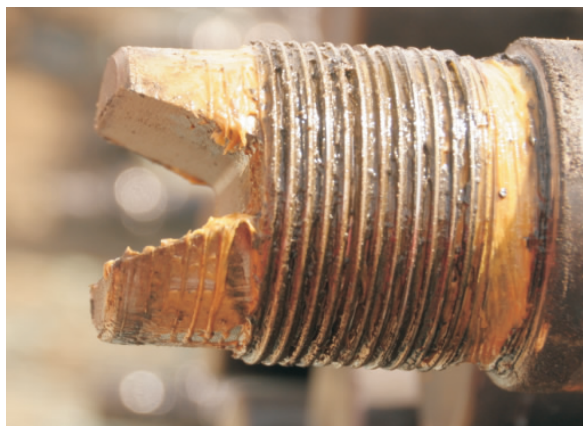


图 2 革新后的插接式抽油杆

Fig. 2 Improved plug-in type sucker rod

对方的叉口中,并用接箍将2根抽油杆的上下接头连接起来。相连接的二根抽油杆之间靠互相插入配合的牙体来传递扭矩。由于牙体始终处于插接状态,并且具有足够的抗剪切强度,正反方向能够承受相同的扭矩载荷,因此达到了防脱扣的目的。

2.4.2 定子橡胶革新

螺杆泵的工作寿命主要取决于定子橡胶材料的性能,其性能受到多种因素的影响,如温度、芳香族化合物、 H_2S 等,引进的螺杆泵对其定子橡胶材料进行了改进,定子橡胶为GY-2橡胶,提高了定子橡胶性能,使橡胶更耐磨、更耐温(耐温 $100\text{ }^\circ\text{C}$,耐极限温度 $120\text{ }^\circ\text{C}$)。

3 TK241CH井螺杆泵应用

3.1 TK241CH井生产情况

TK241CH井位于艾协克2号构造南翼局部高点,完钻层位奥陶系碳酸盐岩油藏。自2012年1月以来,频繁出现电流高停机、光杆滞后等现象,通过洗井、加破乳剂、正注稀油等方式只能使油井短暂恢复生产,排液时间长,有效期短,严重影响油井正常生产。

TK241CH井2012年1~2月期间共洗井8次,正注热油1次,其中有效期最短仅1d。其中,因电流高洗井3次,光杆滞后洗井5次,光杆滞后正注热油1次。黏温曲线显示,TK241CH井 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 时对应的黏度在 $4\ 629\sim 201\ 300\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 之间(表1),黏度绝对值高,破乳剂降黏效果不佳,常规抽稠泵不能实现连续生产。

塔河油田常用举升工艺有管式泵、杆式泵、抽

表1 塔河油田TK241CH井不同温度下的原油黏度

Table 1 Oil viscosity under different temperatures in well TK241CH, Tahe Oilfield

温度/ $^\circ\text{C}$	黏度/($\text{mPa}\cdot\text{s}$)	
	2011-12-19	2012-02-02
30	87 500	547 700
40	55 800	361 600
50	26 600	283 100
60	20 370	201 300
70	13 900	174 100
80	6 704	29 788

稠泵(液压反馈式抽稠泵、悬挂浸入式抽稠泵)、电潜泵和螺杆泵,其中常规泵入泵黏度小于 $500\text{ mPa}\cdot\text{s}$,抽稠泵入泵黏度小于 $4\ 000\text{ mPa}\cdot\text{s}$,电潜泵黏度在 $1\ 000\sim 4\ 000\text{ mPa}\cdot\text{s}$,螺杆泵入泵黏度小于 $8\ 000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 。

TK241CH井正常生产时动液面300m,黏温曲线显示该井黏温拐点温度约 $60\text{ }^\circ\text{C}$,对应的黏度在 $4\ 629\sim 201\ 300\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 之间,井深1600m对应井温为 $60\text{ }^\circ\text{C}$ 左右,据此螺杆泵下深1600m。

3.2 地面驱动螺杆泵应用效果分析

根据螺杆泵容积泵特征,能满足高黏度流体的人泵和举升要求。TK241CH井2012年4转螺杆泵生产,使用GLB460DT33型号螺杆泵,入井抽油杆为插接式抽油杆,理论扬程1500m,排量 $85.8\text{ m}^3/\text{d}$,电机30kW,地面采用变频柜控制,通过调节变频柜频率调节电机转速,通过皮带轮和齿轮箱减速后,为井内转子旋转速度。投产初期以频率23Hz生产,转子转速 $66\text{ r}/\text{min}$,实际理论排量 $44\text{ m}^3/\text{d}$,日产液40t,含水98.4%。

塔河奥陶系油藏部分油井目前仍采用掺稀方式生产,引入螺杆泵后可替代原有的掺稀生产方式,节约成本,管理方便,加快塔河奥陶系油藏的高效开发。

4 结论

1)塔河油田二、四区奥陶系油藏综合含水值以属于溶液不稳定含水范围,受含水影响,原油乳化现象严重;

2)地面驱动螺杆泵井下配套插接式抽油杆,能有效防止因抽油杆故障引起的油井致躺;

3)地面驱动螺杆泵对于塔河油田二、四区奥陶系油藏原油乳化井具有一定适应性,可满足原油乳化举升工艺需求。

参考文献:

- [1] 胡海英,杨翠霞,单连伟.地面驱动螺杆泵在滨南采油厂利津油区的应用探讨[J].科技致富向导,2009(11):120-121.
- [2] 杨樟柏.提高螺杆泵举升性能研究[D].大庆:大庆石油学院,2006:6.
- [3] 王春艳.螺杆泵抽油井工况分析[D].大庆:大庆石油学院,2004:1-2.

(编辑 黄娟)