

文章编号:1001-6112(2012)S1-0030-03

塔河油田底水砂岩油藏 水平井乳化油堵水技术分析

刘培亮, 乔泉熙

(中国石化西北油田分公司 塔河采油一厂, 新疆 轮台 841600)

摘要:底水砂岩油藏是塔河采油一厂主要的油藏类型之一,底水能量巨大,水油体积比最高可达600,该油藏主要采用水平井开发。油藏开发后期,水平井综合含水迅速上升,导致产能急剧下降,油藏采油速度大幅降低。2010-2011年塔河采油一厂采用乳化油堵水技术对水平井高含水问题进行治理,有效降低了油井含水,恢复了部分油井产能。

关键词:水平井;乳化油;堵水;底水油藏;塔河油田

中图分类号:TE358

文献标识码:A

Plugging agent of emulsified oil used in horizontal wells in sandstone reservoirs with bottom water, Tahe Oil Field

Liu Peiliang, Qiao Quanxi

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

Abstract: Tahe No. 1 Oil Production Plant mainly deals with the sandstone reservoirs with bottom water. Water energy is huge while the water and oil volume ratio is up to 600. Horizontal wells are common. During the late stage of exploitation, water content increases rapidly, leading to sharp declines in production rate and speed. From year 2010 to 2011, the plugging technique with emulsified oil was applied to deal with horizontal wells with high water content by Tahe No. 1 Oil Production Plant. Water in wells was successfully plugged and some wells were improved for petroleum production.

Key words: horizontal well; emulsified oil; water plugging; reservoir with bottom water; Tahe Oil Field

1 油藏概况

底水砂岩油藏是塔河采油一厂管理的主要油藏类型之一,包括塔河1区三叠系、9区三叠系等大小18个区块(层系)。油藏的平均孔隙度在20%~22%之间,平均渗透率在 $(700 \sim 900) \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 之间,水油体积比在30~600之间,底水天然能量充足,属于中孔、中—高渗孔隙型块状底水断背斜型砂岩油藏。油藏的原油密度为 0.90 g/cm^3 ,原始气油比为 $125 \text{ m}^3/\text{t}$,地层水矿化度大于 200 g/L ,地层温度高达 $110 \text{ }^\circ\text{C}$ 以上。

塔河采油一厂的底水砂岩油藏以水平井开发为主,初期水平井较好地发挥了产能高的优势,有效提高了采油效率。但随着开发的进行,水平井的含水率上升加剧,高含水低效水平井不断增多,油藏表现出低采出与高含水率的矛盾。截止2011年4月塔河采油一厂主力区块共有水平井154口,占

井数的76%,总日产油1580 t,平均单井日产油10.3 t,其中含水大于80%的有67口,日采油仅298 t,平均单井日产仅为4.4 t。水平井高含水成为制约油藏开发的主要矛盾。

2 水平井产出规律研究

通过对底水油藏水平井开发研究发现,水平井的水淹主要表现为点状水淹为主,大部分水平段仍有剩余潜力;同时8口井10井次的水平井产液剖面^[1]资料显示,水平井的产液段仅占水平段的35%,主要的产液层段与水平井的高渗井段、跟趾端和井眼轨迹低点有关^[2],高渗段与产液层段的对应率达到71%。水平段的高渗段既是主要出液段,又是主要产水段。

3 前期各类堵水工艺的主要问题

面对水平井的高含水问题,前期采用水泥封堵

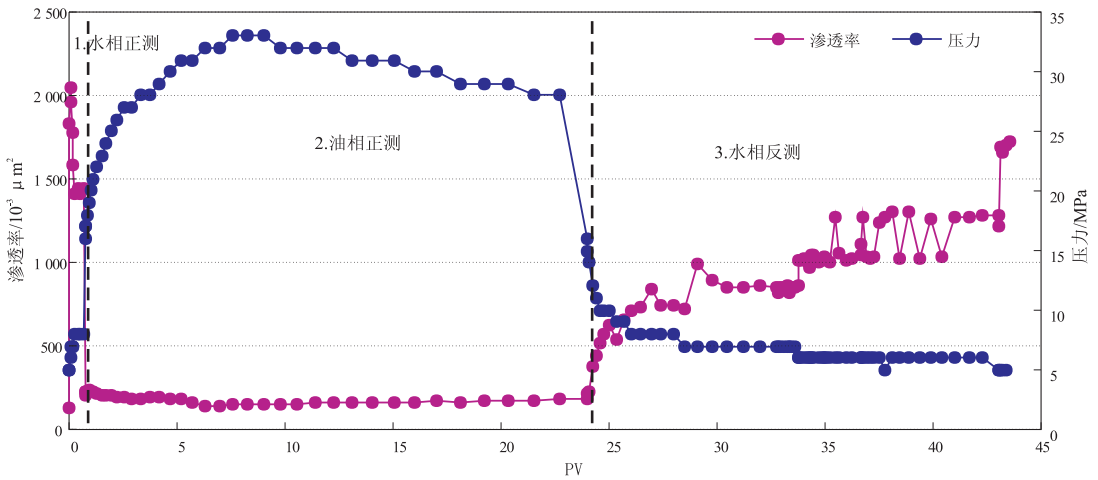


图 1 乳化油堵水室内岩心试验

Fig. 1 Laboratory core experiments of plugging agents of emulsified oil

全井段后选择部分井段射孔的方式,但由于此时井底的水锥已经形成,单纯的井筒堵水再次射孔,底水会沿着压降漏斗的平面方向流动,类似管外窜的方式很快到达新的射孔段,导致堵水效果差。在塔河工区也考虑了选择性堵剂深部堵水技术,塔河油田的高温高盐的客观情况,导致了选择性深部堵水工艺效果较差。

4 乳化油堵水机理

前期实验油井注入中质油进行堵水,起到了降水增油的效果。通过室内岩心试验(图 1)研究表明,乳化油对油井产水具有封堵作用。

分析认为乳化油堵水的机理主要有以下 3 个方面:1)改变相渗:当部分乳化油进入井筒附近地层时,会增加地层的含油饱和度,从而提高油相相渗,降低水相相渗,达到堵水目的;2)乳化增粘封堵机理:利用乳液在中低含水下乳化增粘效果,从而抑制了出水通道的产水^[3];3)贾敏效应:乳状液形成后,作为油水不相混溶的两相,通过孔喉时捕集叠加产生阻力,会增加水产出时的阻力^[4]。

明确了乳化液的堵水机理后,对乳化液的乳化程度及封堵率的影响进行定量试验。实验表明(表 1):随着含水的增加,封堵率会增加,但阻力系数也会急剧上升;当含水超 30% 后,阻力系数会增加到 16.5,现场注入施工难度大。

5 乳化油堵水的矿场试验

综合考虑封堵率和现场施工可操作性,选取 20% 的乳化油为现场矿场试验的主要堵剂类型。2010 年至今先后在塔河一区三叠系油藏、塔河九区

表 1 不同乳化油封堵率试验结果

Table 1 Experimental results of water plugging rates of different emulsified oil

样品名称	初始 $K/10^{-3} \mu\text{m}^2$	堵后 $K/10^{-3} \mu\text{m}^2$	阻力系数	封堵率/%
原油	1 066	890	5.4	16.5
活化油	1 141	831	6.1	27.1
20% 含水空白	1 138	765	7.6	32.7
20% 含水乳液	1 433	760	7.8	46.9
30% 含水乳液	1 520	716	16.5	52.8
40% 含水乳液	1 153	413	26.2	64.1

三叠系油藏等 9 口水平井开展了试验,7 口井见效,见效后平均有效期 108 d,平均单井增油 1 087 t。

典型井实例:TK118H 井是塔河一区的一口开发井,于 2005 年 8 月投产,初期 4 mm 油嘴生产,日产液 50 t,日产油 40 t,含水 20%,生产至 2010 年 6 月含水逐渐上升至 90% 以上。该井于 2010 年 8 月实施了 20% 乳化油堵水作业,施工过程中泵注压力达到 25 MPa,爬坡压力 10 MPa,累计注入堵剂量 145 m³。施工后关井 24 h 开井,开井后见到堵水效果,含水由作业前的 94% 下降到 60%,日油由作业前 3 t 上升至 25 t,取得明显堵水效果(图 2)。

6 结论

1) 水平井高含水是制约底水砂岩油藏开发的主要原因,目前尚没有适应塔河工区高温高盐苛刻因素下的有机堵剂。

2) 乳化油堵水可以有效降低油井含水,大幅提高水平井产能,现场实施效果良好。

3) 水平井乳化油堵水具有现场施工简单,费用低,有效率相对较高,堵水效果显著等特点。

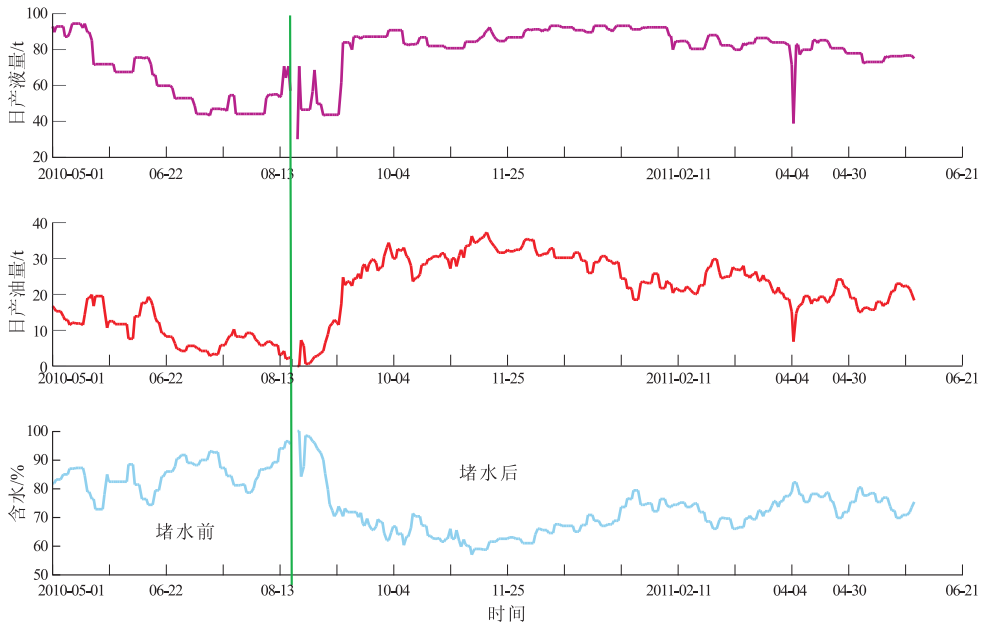


图 2 塔河油田 TK118H 井乳化油堵水前后生产曲线

Fig. 2 Production curves before and after water plugging with emulsified oil in well TK118H, Tahe Oil Field

参考文献:

[1] 张波. 水平井产出剖面测井技术在塔河油田的应用[J]. 地球物理学报, 2010, 7(6): 741-744.

[2] 周生田. 水平井筒压降计算方法[J]. 石油钻采工艺, 1997,

19(2): 53-59.

[3] 李萍, 林文兴, 薛兆杰, 等. SG1-GD 活性稠油调剖剂的现场应用[J]. 钻采工艺, 2002, 25(4): 64-66.

[4] 高玉军. 高选择性乳化稠油堵水技术[J]. 油田化学, 1997, 14(3): 224-229.

(编辑 徐文明)

(上接第 29 页)

[3] 高建虎, 王希文, 雍学善, 等. 叠前地震描述技术在 SLG 地区储层预测中的应用[J]. 地球物理学进展, 2009, 24(6): 2175-2180.

[4] 唐晓花, 成德安, 吕金龙. 叠前同步反演在徐家围子断陷火山岩气藏预测中的应用[J]. 石油物探, 2009, 48(3): 285-289.

[5] 彭真明, 李亚林, 巫盛洪, 等. 碳酸盐岩储层多角度弹性阻抗

流体识别方法[J]. 地球物理学报, 2008, 51(3): 881-885.

[6] 孙耀华. 地震弹性反演技术及其在泌阳凹陷油气勘探中的应用[J]. 石油天然气学报, 2008, 30(4): 92-95.

[7] 肖思和, 李曙光, 许多, 等. 叠前弹性波阻抗反演在储层预测中的应用[J]. 物探化探计算技术, 2010, 32(5): 476-479.

(编辑 叶德燎)