

大涝坝凝析气藏循环注气注采参数优化研究

张艾, 黄杰, 贺蕾

(中国石化西北油田分公司 雅克拉采气厂, 新疆 库车 842017)

摘要: 大涝坝凝析气藏在衰竭式开发过程中, 受反凝析和水侵的双重影响, 产能快速下降, 为提高采收率, 开展了循环注气开发。注采参数是影响循环注气采收率及经济效益的主要指标。针对大涝坝这类开发中后期进行循环注气的水驱凝析气藏, 该文通过数值模拟方法, 开展注采比、注采方式等注采参数优选, 优化循环注气方案, 保证了循环注气开发的效果。

关键词: 注采参数优化; 循环注气; 凝析气藏; 大涝坝; 塔里木盆地

中图分类号: TE372

文献标识码: A

Optimization of cyclic gas injection parameters in Dalaoba Condensate Gas Reservoir

Zhang Ai, Huang Jie, He Lei

(Yakela Gas Production Plant, SINOPEC Northwest Company, Kuqa, Xinjiang 842017, China)

Abstract: Due to retrograde condensate and water invasion effect in the failure type development of the Dalaoba Condensate Gas Reservoir, there was a rapid decline in gas well productivity. In order to enhance recovery, a cyclic gas injection strategy was adopted. During the cyclic gas injection production period, the injection-production parameters were the key index to influence gas recovery and economic benefits. For the water-drive gas condensate reservoirs which were in the middle and late stages of development in the Dalaoba area, numerical simulation was conducted in this paper to optimize the parameters including injection-production mode, injection-production ratio, etc. The purpose of this research was to improve the effect of cyclic gas injection production by optimizing parameters and scheme.

Key words: optimization of gas injection parameter; cyclic gas injection; condensate gas reservoir; Dalaoba; Tarim Basin

凝析气藏开发最重要的特征是存在反凝析现象, 国内外研究较多的是采用循环注气方法保持地层压力, 防止反凝析对凝析气藏开发的影响^[1]; 而在国内深层高压、富含凝析油的牙哈水驱凝析气藏早期回注干气已取得成功^[2]。对于大涝坝这类高含凝析油的水驱凝析气藏, 注气不仅可以保持地层压力, 蒸发反凝析油, 提高凝析油采收率, 也可以阻挡边水推进。但由于大涝坝气藏属于衰竭式开发中后期开展循环注气, 受反凝析和水侵的双重影响, 储层中油气水三相渗流更加复杂, 要保证注气开发效果, 注采参数的优选、注气方案优化就显得尤为重要。

1 气藏概况

大涝坝凝析气田位于塔里木盆地北部, 属于断背斜构造、层状未饱和和边水凝析气藏, 主力产层为

苏维依组上、下气层。2005 年投入衰竭式开发后, 地层压力快速下降, 由于凝析油含量高、地露压差小、反凝析液饱和度高, 反凝析严重, 大量凝析油滞留地层中, 产能快速下降。同时由于水体能量大于 10 倍体积, 水体活跃, 地层压力下降, 造成边水推进加快, 水侵形势严峻。由于反凝析和水侵影响, 气井产能快速递减, 气藏整体开发效果不理想。

为解决反凝析和水侵的影响, 提高采收率, 2013 年在大涝坝区块开展循环注气开发。循环注气方案设计注采井网: 苏维依上气层两注三采; 下气层一注五采(图 1)。由于大涝坝开发中后期注气的特殊性, 以及气藏储层整体属于中孔、中渗, 非均质性较强, 且大部分注采井距在 1 000 m 以内, 若注采参数不合理容易造成早期气窜, 影响注入气驱替、蒸发凝析油的作用^[3], 从而降低注气开发效果, 因此开展注采参数优化研究。

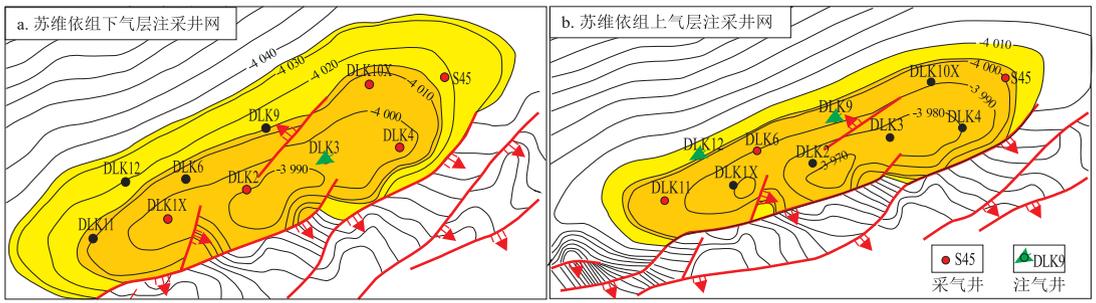


图 1 大涝坝凝析气藏苏维依组气层注采井网

Fig.1 Flooding network of gas horizon of Suweiyi Formation in Dalaoba Condensate Gas Reservoir

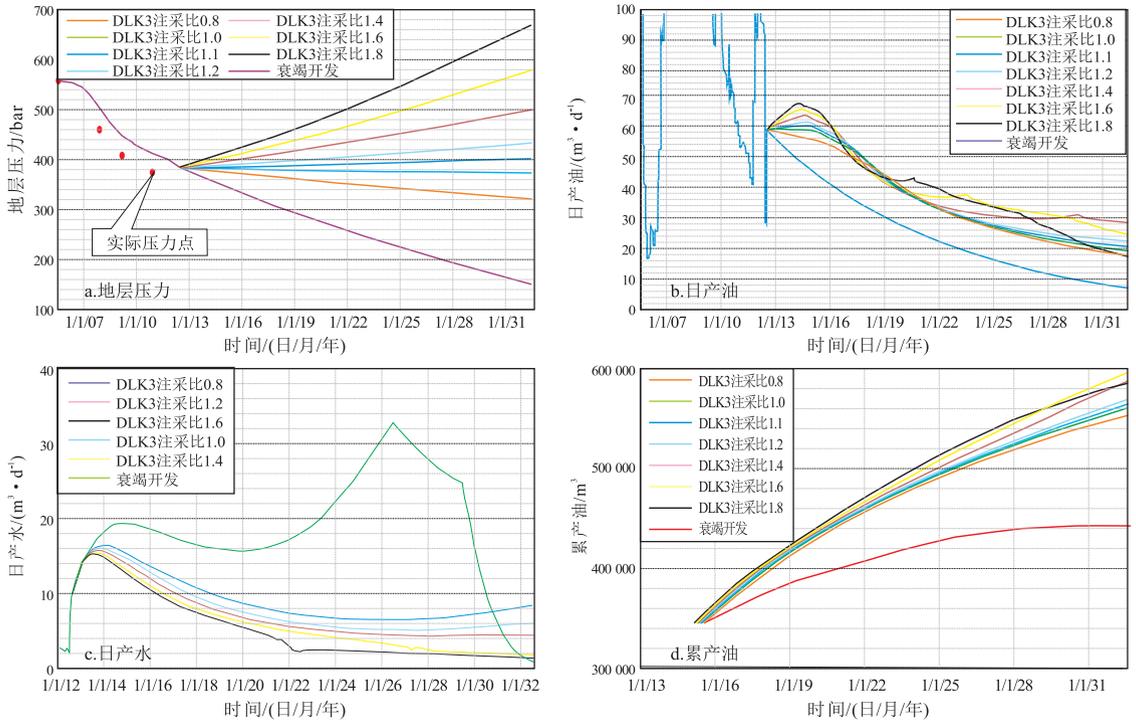


图 2 大涝坝凝析气藏不同注采比模拟对比

Fig.2 Simulation comparison chart of different injection production ratio in Dalaoba Condensate Gas Reservoir

2 注采参数优化

2.1 注采比

注采比是影响注气开发效果的重要参数。大量研究及矿场实践表明^[4],片面追求高注采比是不科学也是不经济的。注采比增加到一定程度以后,凝析油采收率的增加速度将变得非常缓慢,因此需要根据实际情况对注采比进行优化分析。

通过数值模拟表明(图 2):苏维依上、下气层注采比越大,地层保压能力越强,抑水能力越好;从日产油变化可以看出,注采比越大,容易快速发生气窜,造成产能下降;从累产油看,上气层注采比大于 1.4、下气层注采比大于 1.6 后累增油增加效果不明显。综合分析上气层注采比介于 1.2~1.4,下气层注采比介于 1.4~1.6,注气效果好。

2.2 注采方式优选

鉴于大涝坝凝析气藏属于开发中后期注气,反凝析和水侵严重,且根据储层特征,注气易发生早期气窜等情况,为改善注气开发效果,提出连续注入、间歇注入、改变工作制度、脉冲注入 4 种注采方式,并通过数值模拟研究,对 4 种注采方式进行优选。

在注采方式优选之前,对间歇注入、脉冲注入、改变工作制度等 3 种注采方式的间隔周期进行优选。

以间歇注入为例,间隔周期模拟结果(图 3)表明,注气间隔 1,2,3,4 年,地层压力上升幅度、控水效果等相差不大,间隔 4 年累产油较其他方案略高。

3 种注采方式注采周期模拟优选表明,间隔周期对注气效果影响不大。

2.2.1 连续注入与改变工作制度对比

根据连续注入与改变工作制度模拟结果对比

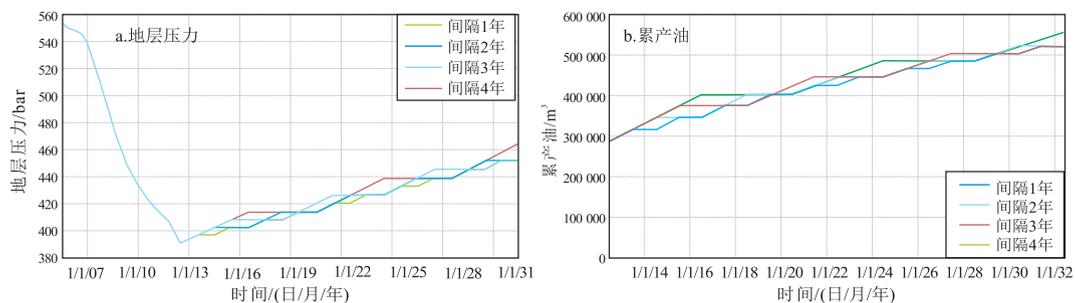


图 3 大涝坝凝析气藏间歇注气不同间隔周期模拟对比

Fig.3 Simulation comparison chart of different interval cycle of gas injection in Dalaoba Condensate Gas Reservoir

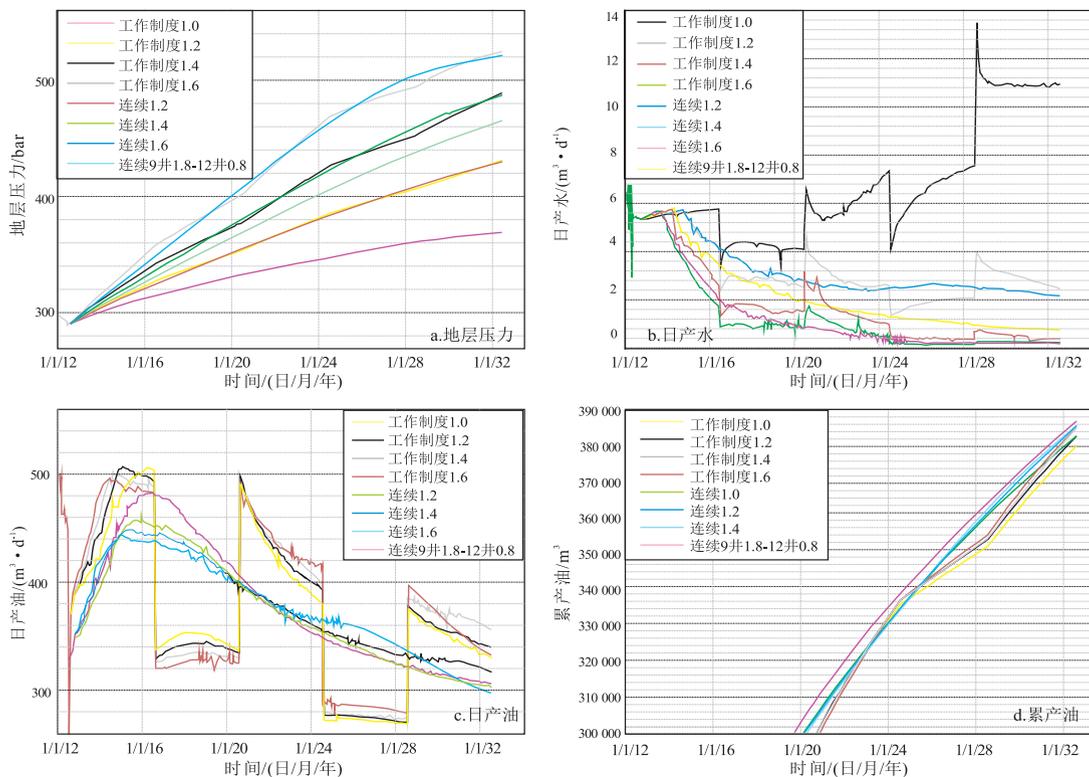


图 4 连续注入与改变工作制度 2 种注采方式模拟对比

Fig.4 Comparison between continuous injection and working system change

表明(图 4): 2 种注采方式均为注采比越大, 地层保压能力越好; 但连续注入下抑水能力稍好, 而改变工作制度造成储层压力波动大, 边水易窜入, 抑制水侵效果较差。同时改变注采工作制度的注采方式下, 阶段出现凝析油产量上升现象, 说明有较明显的混相发生, 但在大工作制度时气窜更快, 且水侵加剧, 累产油量低。综合分析产油与产水, 连续注入方式开发效果好。

2.2.2 间歇注入与脉冲注入对比

根据间歇注入与脉冲注入模拟结果对比表明(图 5): 2 种注采方式均为注采比越大, 地层保压能力越好; 但脉冲注入下抑水效果较好, 间歇注入下不能有效控制边水推进, 生产一段时间后, 随着边水推进到井底附近, 含水大幅上升, 造成产能下

降。间歇注气虽有利于混相, 凝析油初期较高, 但由于水侵和气窜等影响, 产能下降快, 总体累产油低于脉冲注入。综合分析产油与产水, 脉冲注入方式开发效果较好。

2.2.3 连续注入与脉冲注入对比

根据连续注入与脉冲注入模拟结果对比表明(图 6): 2 种注采方式均为注采比越大, 地层保压能力越好, 相同注采比下连续注气和脉冲注气保压效果几乎相当。但连续注入下抑水能力更好, 累增油效果好。综合分析产油与产水, 连续注入方式开发效果更好。

3 结论

(1) 根据大涝坝气田注采参数优化模拟表明,

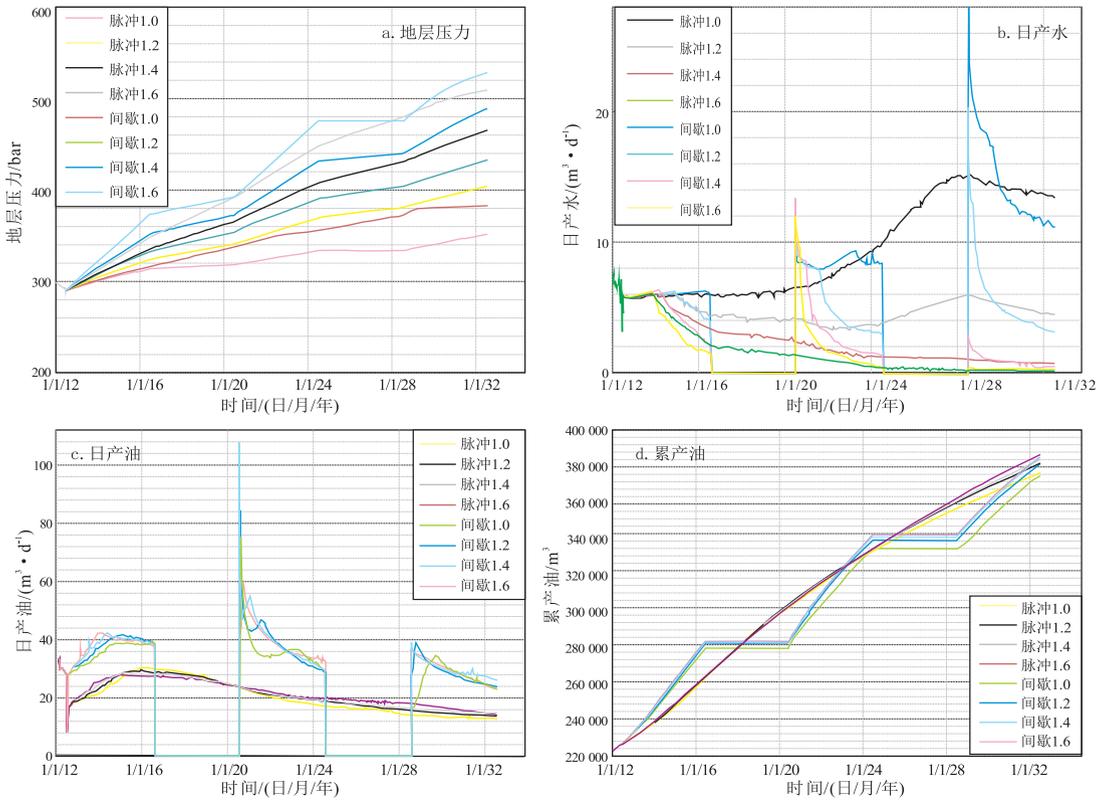


图 5 间歇注入与脉冲注入 2 种注采方式模拟对比

Fig.5 Comparison between intermittent injection and pulse injection

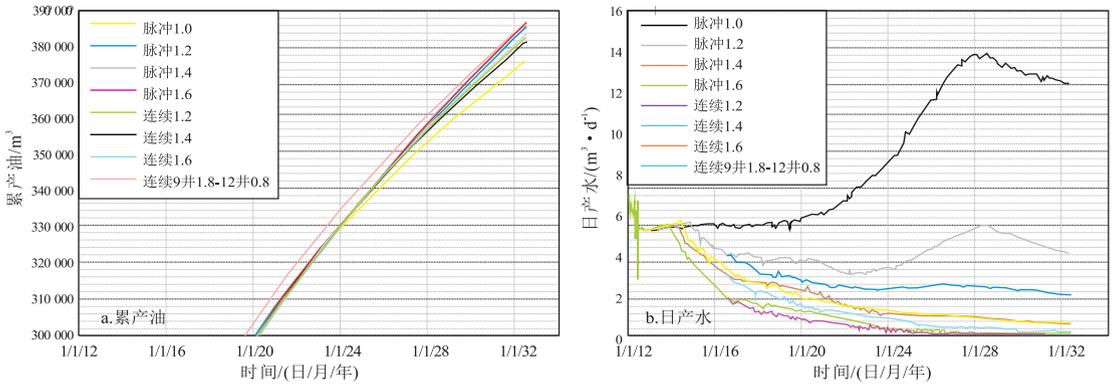


图 6 连续注入与脉冲注入 2 种注采方式模拟对比

Fig.6 Comparison between continuous injection and pulse injection

水驱凝析气藏衰竭式开发中后期开展循环注气,其注气开发机理主要是延缓、抑制水侵和驱替凝析油气的作用,而凝析油反蒸发作用减弱。

(2)数值模拟结果表明,苏维依上气层注采比介于 1.2~1.4,下气层注采比介于 1.4~1.6,注气效果好。

(3)根据连续注入、间歇注入、改变工作制度、脉冲注入 4 种注采方式模拟对比可以看出,间歇注入、改变工作制度的注采方式有利于混相,阶段出现凝析油采出量增加现象。但由于大涝坝凝析气藏注气效果受水侵和气窜影响较大,连续注入抑水能力更好,累增油效果好。

(4)大涝坝气田目前属于开发中后期实施循环注气,需要进一步对注采参数进行跟踪评价。

参考文献:

[1] 蒋海,杨兆中,胡月华,等.凝析气藏循环注气参数优化研究[J].西安石油大学学报:自然科学版,2009,24(2):54-56.

[2] 李士伦,潘毅,孙雷.对提高复杂气田开发效益和水平的思考与建议[J].天然气工业,2011,31(12):76-80.

[3] 李士伦.凝析气藏开发技术论文集[C].成都:四川科学技术出版社,1998:24-37.

[4] 郭平.低渗透油藏注气发展潜力与问题[J].低渗透油藏,2006(12):69-74.

(编辑 徐文明)