

# 稠油火驱动态调控研究与效果分析

魏友谊

中油辽河油田公司

DOI:10.32629/gmsm.v3i3.661

**[摘要]** 杜66块杜家台油层规模实施火驱开发以来,围绕提高火驱开井率、强化不见效井治理、加大注采参数调控力度等三个方面,深入开展注采井网完善、加强火驱动态调控、加强火驱动态监测等工作。经过多年实践摸索,火驱开发取得了较好的阶段效果,总体实现了“三提一降”,有望成为杜66块有效的稳产接替技术,并为同类油藏开发后期转换开发方式提供了宝贵借鉴。

**[关键词]** 动态调控; 井网完善; 平面火线; 纵向剖面; 动态监测

## 1 油藏概况

杜66块杜家台油层整体上表现为北西向东南倾斜的单斜构造,地层倾斜北西缓、南东陡,地层倾角 $7^{\circ} \sim 20^{\circ}$ ,油藏埋深830m~1220m,沉积类型为扇三角洲前缘沉积<sup>[1]</sup>。储层物性较好,孔隙度平均25.5%,渗透率平均 $781 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ ,属高孔、中高渗型。储层砂体分布受沉积相带控制分布变化较大,含油面积8.4km<sup>2</sup>,地质储量 $5318 \times 10^4 \text{t}$ ,油层分布同时受构造和岩性影响,为岩性构造边水油藏。

## 2 存在主要问题

不同储层条件火驱渗流屏障亟需深化研究认识,由于平面火线波及、纵向各层吸气存在差异,油藏纵向上存在动用程度低,平面上存在火线波及不均的问题<sup>[2]</sup>。需要进一步总结影响火驱的变异/突进系数、采出状况等地质及开发因素,分类识别优势通道,建立不同地质体火线波及模式。

平面上先导试验区火线推进距离为5~85m,外扩井组仅为3~40m,存在明显差异;纵向上统计火驱测试吸气剖面60井次,纵向吸气程度为70.4%。层间物性差异导致纵向吸气不均,油层自上到下吸气程度逐渐降低,主力吸气层段为上层系杜I<sub>1</sub>砂岩组,吸气厚度占比91.7%,其次杜I<sub>2</sub>为77.8%,杜I<sub>3</sub>为67.8%,杜II<sub>2</sub>最低,仅为40.0%。

## 3 综合调控对策

高效井组重点开展注汽优化、调剖封窜等措施,扩大高温氧化井组见效程度;提效井组重点开展提气增效、选层单注,提高增压受效井组见效程度;待见效井组注气井复注、压裂工作,增加未见效井组的吞吐引效程度。

### 3.1 完善注采井网,提高开井率

结合储层发育、连通状况,阶段完成注气井复注和更新,开井率由86%增加到89%;结合转驱时间、见效状况、油藏地层压力,阶段完成油井更新、大修、复产等措施,开井率达到78%,不断提高区块整体开井率水平。

### 3.2 开展配套措施,提高井组见效率

针对平面火线波及不均的矛盾,优化注汽井点、注汽参数和注汽层段,阶段开展调剖、吞吐引效等配套措施,平面见效率上升到75%,与同期对比上升2%。针对纵向动用差异大的矛盾,深入开展酸化解堵、选配注、小型压裂等配套措施,纵向动用程度提高至72%,同期对比上升2%。

### 3.3 提高注气强度,改善火驱燃烧状态

目前现场注气强度较低,难以满足高温氧化燃烧的氧气需求,减缓了井组产量上升的势头。处于上产阶段的井组峰值单井日产油为1.8t,处于

稳产阶段的井组峰值单井日产油为2.1t,表现出不同程度的下降。

注气强度提升后,氧气含量能够满足原油燃烧的需求,可明显改善燃烧状态,提升火驱产量<sup>[3]</sup>。通过改善燃烧状态为目标,结合火驱燃烧状况、见效特征,不断提高注气量,日注气量由 $97 \times 10^4 \text{m}^3$ 提高到 $110 \times 10^4 \text{m}^3$ ,同期对比增加 $13 \times 10^4 \text{m}^3$ ,注气强度由 $360 \text{Nm}^3/\text{m}$ 上升到 $415 \text{Nm}^3/\text{m}$ 。

### 3.4 优化吞吐规模,提高井组引效程度

首先针对平面火线波及不均的矛盾,深入优化注汽井点、注汽参数、注汽层段,阶段开展调剖、吞吐引效等配套措施,继续保持注蒸汽规模<sup>[4]</sup>。日注蒸汽量由2687t上升到3580t,累计注汽 $113 \times 10^4 \text{t}$ ,同比增加 $2.7 \times 10^4 \text{t}$ 。通过气窜封堵、控气甚至关井等管理措施,确保井组的排注比在合理的范围之内,现场生产及先导试验的生产效果表明,排注比保持在0.8~1.0之间,单井产量相对较高。

## 4 结论

(1) 稠油火驱增产机理包括高温裂解蒸馏、气体驱动、保压增能、加热降粘等多种作用,杜66火驱以保压增能为主,地层压力上升是实现火驱增产核心<sup>[5]</sup>。

(2) 从火驱区带划分上看,生产井附近为剩余油区,也称为冷油带,地层温度没有明显升高,原油不具有自主流动性。现场实践表明,生产井附近地层温度没有出现明显变化,100m井距的生产井温度普遍仍为 $70^{\circ}\text{C}$ 左右,原油粘度在 $400 \text{mPa}\cdot\text{s}$ 以上,仍需人工补充热能改善流动性,辅助蒸汽吞吐依然是保障稠油火驱生产的必要手段。

(3) 通过多年来不断深化理论研究及室内试验,持续开展配套技术攻关及研发,已初步形成了多向火驱开发关键技术,为确保火驱开发效果及规模实施奠定了基础,为同类油藏实施火驱高效开发提供了宝贵技术经验。

## [参考文献]

- [1] 许国民. 杜66块火驱开发动态调控技术研究[J]. 特种油气藏, 2014, 21(01): 81-83+154-155.
- [2] 杨依峰. 薄互层状油藏动态调控对策研究[J]. 化工管理, 2018, (14): 254.
- [3] 陈德民. 气-汽段塞驱改善油藏开采效果[J]. 特种油气藏, 2003, 10(2): 73.
- [4] 靳军. 杜66块低产低压油井提高吞吐效果对策研究[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2003, (9): 142.
- [5] 袁士宝. 火烧油层点火室内实验分析及现场应用[J]. 油气地质与采收率, 2012, 19(4): 53-55.