

老区复杂断块稠油油藏勘探开发一体化实践

陈艳

辽河油田公司曙光采油厂地质研究所

DOI:10.12238/jpm.v3i6.5018

[摘要] 在勘探程度较高的复杂断块老区,通过老井钻、录、测信息和试油、试采资料,综合利用地震解释、地层对比、四性关系研究、储层评价等技术方法,在精细地质体认识、准确评价油藏潜力的基础上,达到发现有利含油圈闭、探明新增地质储量、优化开发井网、实现区块勘探开发一体化的目的。这种勘探开发一体化研究模式对于勘探程度高的老油藏后期增储挖潜具有一定的借鉴意义。

[关键词] 动评价; 勘探开发一体化; “三老”资料; 三维地震; 四性关系

中图分类号: P315.1 **文献标识码:** A

Integrated exploration and development practice of complex fault block heavy oil reservoir in old area

Yan Chen

Geological Research Institute of Shuguang oil production plant of Liaohe Oilfield Company

[Abstract] in the old area of complex fault block with high exploration degree, through the drilling, logging and logging information of old wells, oil testing and production testing data, comprehensive use of seismic interpretation, stratigraphic correlation, four property relationship research, reservoir evaluation and other technical methods, on the basis of fine geological body understanding and accurate evaluation of reservoir potential, the purpose of discovering favorable oil-bearing traps, exploring new geological reserves, optimizing development well pattern and realizing the integration of block exploration and development can be achieved. This integrated research mode of exploration and development has certain reference significance for increasing reserves and tapping potential of old reservoirs with high exploration degree in the later stage.

[Key words] dynamic evaluation; Integration of exploration and development; "Three elders" information; 3D earthquake; Four sexual relations

引言

曙光油田已投入开发四十余年,勘探程度高,资源接替匮乏,储采失衡矛盾日益突出。在没有新发现区块的情况下,在老区中寻找新层,成为新的增储方向。

近年来通过对“三老”资料复查,发现曙光油田杜32断层附近曙1-36-46井区E2S32大凌河油层砂体发育,且老井试采取得较高产能,具有一定的勘探增储潜力。科研人员综合利用老井钻、录、测信息和试油、试采资料,通过三维地震解释、地层对比、四性关系研究、试采评价等多种技术手段发现了曙1-36-46E2S32大凌河油藏。并在精细地质体认识、准确评价油藏潜力的基础上,成功上报新增探明地质储量。在评价井曙1-36-346获得高产工业油流的基础上,进一步优化开发井网、实现了区块的高效开发。

1 勘探开发一体化实践

1.1 发现潜力目标

近年来通过对“三老”资料复查,发现曙光油田杜32断层附近曙1-36-46井区E2S32大凌河油层砂体发育,老井①试采该层位取得一定产能。通过地层对比发现区域过路井大凌河油层测井解释均为油层或低产油层,厚度在5米以上,且具有一定的范围。从而锁定该勘探增储目标区。

1.2 地质体精细刻画

在对区块钻、测井资料重新分析的基础上,依据E2S32大凌河油层隔夹层的发育情况,结合产状特征开展地层划分,将大凌河划分为大I、大II 2个油层组。

运用三维地震精细解释技术,通过地震资料所反映的信息来连续、不间断的追踪地层,从而更好地对地层对比的结果进行验证^[1]。综合利用精细地震解释结合地层对比,对区块构造进行了进一步落实:曙1-36-46大凌河油藏为一四周被断层遮挡、由北西向南东倾斜的单斜构造。内部被断层切割为三个次级断块:①井区、②井区和③井区。

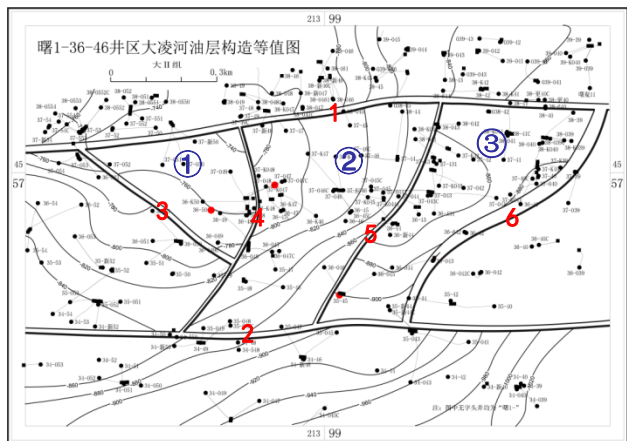


图1 曙1-36-46井区大凌河油层构造等值图

以沉积微相划分为依据,对各小层的储层特征进行综合研究,曙1-36-46井区E2S32大凌河储层为湖底扇中相分支水道微相沉积体系。平面上砂体分布受古地貌和沉积相带控制。E2S32大凌河储层延西—东向展布,沿曙1-36-051井—曙1-36-46井方向砂体发育稳定,向西砂体尖灭。垂向上砂体呈层状分布,大II组砂体比大I组发育。储层岩性以灰褐色块状砂砾岩为主,孔隙结构以原生粒间孔隙为主,胶结类型以孔隙式胶结为主,胶结物主要为泥质。属高孔、高渗储层。^[2]

曙1-36-46井区E2S32大凌河油层大I组为水层,主要发育大II组油层,油藏埋深740~960m,厚度一般在12~20m。平面上区块中部②井区油层厚度较大,向东部逐渐减薄尖灭。

E2S32大凌河油藏分布主要受砂体及构造双重因素控制,①井区为构造和岩性控制的边底水油藏,油水界面-800m;②井区和③井区为纯油藏。

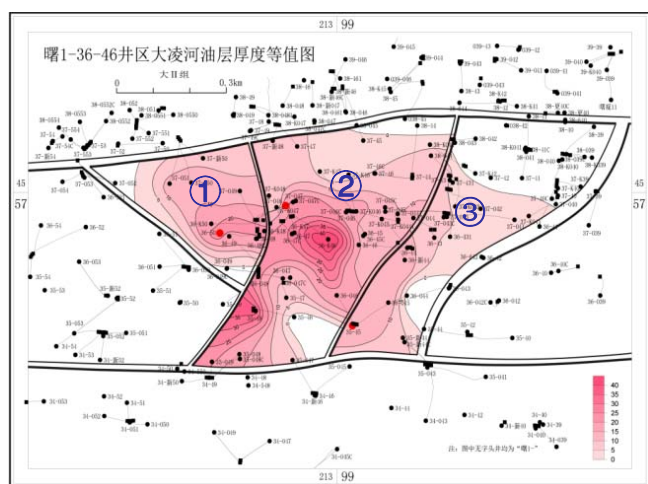


图2 曙1-36-46井区大凌河油层厚度等值图

1.3 四性关系评价

根据试油和生产数据,对区块储层进行重新评价。选取部分大凌河油井经过试油、生产证实具有代表性的测井值,结合邻块柱99大凌河生产情况,制定大凌河油层的电性解释标准。由 R_t 、 ϕ 、 Δt 的取值范围确定油层有效厚度标准,完善了四性关系

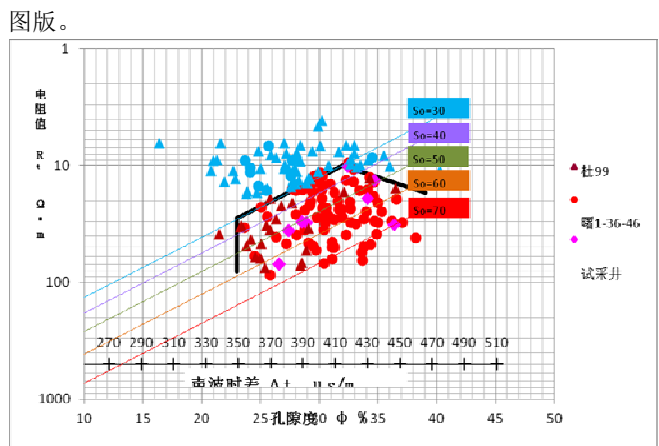


图3 曙1-36-46井区大凌河油层四性关系图版

1.4 试采评价

优选老井进行试采,证明曙1-36-46井区E2S32大凌河油层具备一定产能基础。老井①2006年11月试采大凌河792~798.9m(6.9m/1层),常规试油不出。2006年12月补孔771.9m~785m(13.1m/1层)合采。注汽后初期产能高,2009年12月套坏关井。

在老井①试采大凌河取得一定产能的基础上,利用老井②进一步进行试采。该井2018年7月试采大凌河21.7m/5层,初期日产油稳定在10t左右,阶段累产油在2000t以上。

在此基础上,在②井区继续实施评价井①,落实区块油层发育、油水关系及产能状况。评价井①钻遇大凌河油层39.8m/8层。该井投产大凌河油层27.5m/5层。该井初期产能高,稳产时间长,综合含水低,日产油稳定在10t左右。累计生产400d以上,累产油在7000t以上。

1.5 储量计算

曙1-36-46大凌河油藏平面上分井区,纵向上分1个油组,划分①和②两个计算单元。

考虑油藏类型及水平井开发,含油面积边界有断层、含油内边界、油层尖灭线、计算线4种类型。①井区含油面积为 a_1 ,②井区含油面积为 a_2 。

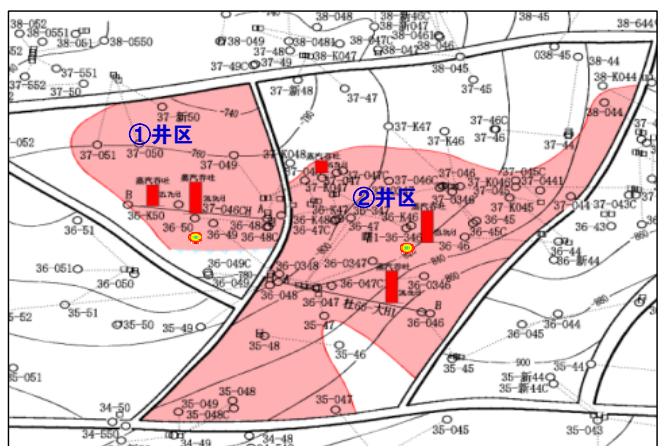


图4 曙1-36-46井区含油面积示意图

计算单元有效厚度采用等值线面积权重取值。①井区平均有效厚度为 h_1 , ②井区平均有效厚度为 h_2 。

有效孔隙度采用曙光油田孔隙度解释方程及辽河油区疏松砂岩孔隙压缩性校正公式得到。①井区孔隙度取值 ϕ_1 , ②井区孔隙度取值 ϕ_2 。

含油饱和度采用阿尔奇公式计算得出。①井区含油饱和度取值 Soi_1 , ②井区含油饱和度取值 Soi_2 。

原油密度采用实际分析值。①井区原油密度取值 ρ_{o1} , ②井区原油密度取值 ρ_{o2} 。

原始原油体积系数采用辽河油区经验公式进行计算。①井区原油体积系数取值 Boi_1 , ②井区原油体积系数取值 Boi_2 。

最后根据容积法计算出曙1-36-46大凌河油藏地质储量。

$$N=100A \times h \times \phi \times (1-S_{wi}) \times \rho_o / B_{oi}^{[3]}$$

式中: N —原油地质储量, 10^4t ;

A —含油面积, km^2 ;

h —油层平均有效厚度, m ;

ϕ —油层平均有效孔隙度, %;

S_{wi} —油层平均原始含水饱和度, %;

ρ_o —平均地面原油密度, t/m^3 ;

B_{oi} —平均原油原始体积系数。

1.6 优化开发井网、井距

采用直-平组合优化开发井网, 在油层总厚度大于15m区域采用100m正方形井网井距部署直井; 单层厚度大于6m、单层连续稳定的区域部署水平井; 单井控制地质储量: 直井 $>4.0 \times 10^4t$, 水平井 $>5.8 \times 10^4t$ 。考虑到曙①井区底水上升, 区域侧钻水平井水平段垂向位置距油层底部8m以上, 以避免底水上窜影响。

1.7 勘探开发一体化实施方案

按照勘探开发一体化实施理念, 整体部署, 分批实施, 曙1-36-46井区E2S32大凌河油层共规划部署控制评价井1口、开发

井12口(直井9口、水平井2口、侧钻水平井1口)。根据不同开发方式油藏条件筛选标准, 从原油性质、地层物性特征、地层压力状况等方面进行综合对比, 曙1-36-46大凌河油藏适合采用直接蒸汽吞吐开发。^[4]

评价井①的成功实施, 对曙1-36-46井区的储层展布、油层发育认识更加清楚, 同时验证了科研人员对曙1-36-46井区大凌河油层开发潜力的预测, 坚定了区块后续开发井的实施信心。为进一步扩大勘探开发一体化成果, 于2020年分批滚动实施9口井: 直井7口、水平井1口、侧钻水平井1口, 均钻遇目的油层。目前区域新井已全部投产, 初期平均单井日产油25t左右, 目前平均单井日产油15t左右, 阶段累产油20000t以上, 油气比0.65~0.75, 均获得工业油流, 为曙光油田提供了新的产能接替。

2 结论

曙1-36-46大凌河油藏勘探开发一体化的成功实践, 为老油田勘探增储、产能接替工作闯出了一条新路。充分利用区域老井资料, 结合三维地震、储层评价等技术, 可以在已开发老油田的新层探索发现一些小而肥的小断块, 这对于实现老油田的储采平衡及可持续发展具有重要意义。

[参考文献]

[1] 张晓惠. 地震技术在油气田开发中的应用[J]. 石化技术, 2017, 24(2): 187.

[2] 叶庆全, 袁敏. 油气田开发常用名词解释[M]. 北京: 石油工业出版社, 2009: 30-31.

[3] 金毓芬, 巢华庆, 赵世远. 采油地质工程[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003: 108-118.

[4] 许国民. 曙光油田稠油开发技术与实践[M]. 沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2010: 24-25.