

志丹油田旦八井区注水开发细分层系调整技术方案

仇复银 席 萌 宜海友

延长油田股份有限公司注水项目区管理指挥部 陕西延安 716000

摘 要: 志丹油田中南部旦八井区产层主要属于岩性圈闭, 具有压力低、渗透率低、产能低、岩性致密、物性差的特点, 平均渗透率在 $0.5 \sim 1.44 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, 平均孔隙度10%, 属于特低(超低)渗透油田, 随着油藏开发的深入, 工区渐次进入精细分层注水开发阶段。针对目前开发中暴露出的以下问题: 分层水驱效果差异大、注采井网不完善、注水压力有增高趋势、精确资料录取有难度等, 为了进一步提高研究区注水开发的效果, 需要解决井区内注水开发层系细分并且有针对性的提出相应调整解决方案, 有力推进油田注水开发工作, 为精细分层注水提供技术支撑。本文以志丹油田注水开发研究工作实际为出发点, 在现场调查的基础上, 结合生产动态数据, 进行注水现状和开发动态分析, 研究注水平面、纵向分布和变化规律, 确定油水运动规律、细分开发层系, 有针对性地提出油藏注水开发调整对策与技术方案。

关键词: 油田; 注水; 开发; 层系; 调整

Technical scheme of subdivision strata adjustment for waterflood development in Danba well area of Zhidan Oilfield

Fuyin Qiu, Meng Xi, Haiyou Yi

Yanchang Oilfield Co., Ltd. water injection project area management headquarters Shaanxi Yan'an 716000

Abstract: The pay formation in the Danba well area in the south-central part of Zhidan oilfield mainly belongs to the lithologic trap, which is characterized by low pressure, low permeability, low productivity, tight lithology, and poor physical properties. The average permeability is $0.5 \sim 1.44 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$, with an average porosity of 10%, belonging to an ultra-low (ultra-low) permeability oilfield. With the deepening of reservoir development, the work area has gradually entered the stage of finely layered water injection development. In view of the following problems exposed in the current development: large difference in layered water drive effect, imperfect injection production well pattern, increasing water injection pressure, difficulty in accurate data acquisition, etc., to further improve the effectiveness of water injection development in the study area, it is necessary to solve the subdivision of water injection development strata in the good area and put forward corresponding adjustment solutions, effectively promote the oilfield water injection development and provide technical support for finely layered water injection. Based on the actual research work of water injection development in Zhidan oilfield, based on field investigation and combined with production performance data, this paper analyzes the current situation of water injection and development performance, studies the water injection level, vertical distribution and change law, determines the oil-water movement law, subdivides the development strata, and puts forward the adjustment countermeasures and technical schemes for reservoir water injection development.

Keywords: oilfield; water flooding; development; Strata; adjustment

通讯作者简介: 仇复银, 男, 汉族, 1988.2, 籍贯: 湖北十堰, 学历: 本科, 职称: 工程师, 毕业院校: 长江大学, 研究方向: 采油工艺、井下作业、油田注水开发, 电子邮箱: 897636261@qq.com。

引言:

志丹油田旦八区从2004年开始陆续有正68-4井组、高3井组以及高1-2井组等进入注水开发阶段,其中部分地下地质条件相对优越的井注水开发效果明显。研究区目前总面积约为57km²,开发井1121口,其中生产井946口、注水井159口,长3油层开采179口、长4+5油层开采462口、长6油层开采526口,其余层位285口,长3、长4+5、长6油藏是研究区的主力油藏,为后续更好论证该工区井网调整及井距排距部署方案提供科学详实的支持依据,前期通过收集工区油水井信息,产液、产油、含水率信息,射孔、压裂信息等资料,运用Geomap、石文等软件,对该区地质构造、油藏剖面等做了大量基础工作^[1]。

1 工区注水开发问题现状

目前工区面临各小层剩余储量、注采对应程度低,产量递减的较快,关、停井数较多,且低效、低产井多等。注水开发方面存在的主要问题:1、注采井网不完善;2、分层水驱效果差异大;3、注水压力有增高趋势^[2];4、精确资料录取有难度。长3层系平均日配注量4.54m³/d,平均日注量4.48m³/d;长4+5层系平均日配注量4.48m³/d,平均日注量4.64m³/d;长6层系平均日配注量5.75m³/d,平均日注量5.79m³/d。

2 注水开发调整具体方案

针对以上生产主要矛盾,结合典型区块地质研究,注水开发评价,油藏工程论证,提出了研究区注水开发调整技术方案。

2.1 油井转注调整

根据原开发方案设计,研究区拟以菱形反九点井网进行注水开发,但截止目前,其中区域东北大部、中西南部在设计井位由油井代替,但使前期开发注水控制程度低,地层压力严重不均衡,为了充分利用现有已完钻井,尽可能完善方案设计井网^[3],并提高水驱油控制及压力均衡补充,建议选择如图1的66口油井转注水井,其中目前已经转注井11口,转注采油井55口,该项调整估计会给井区目前现有井数条件下的产油量损失19.1m³/d。

2.2 完善井网及控制储量新钻井

首先,有部分油井在转注后,局部注水井间距离过大的问题仍然存在,井网控制储量局部不足等井网的不完善现状,推荐井位补钻19口水井和39口油井,保证井区注水能力增大120m³/d以上。

根据各分层含油面积预测结果,19口新钻注水井和39口新钻油井预测钻遇层位。

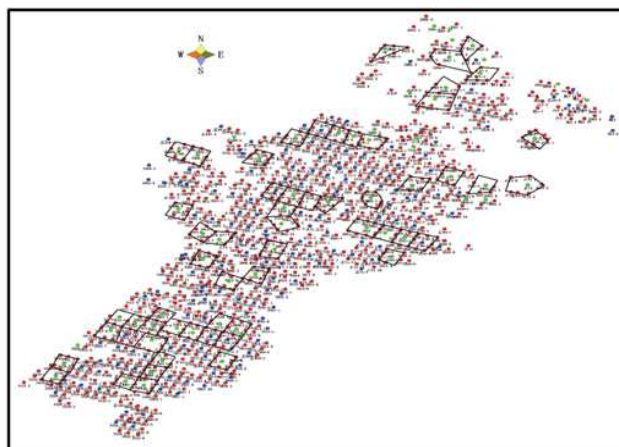


图1 研究区66口油井转注选井位置图
(油井转注的为绿色井位)

其次,19口注水井在补钻后,仍需新钻油井39口以完善反九点注采井网,其中在含油叠合面积的井36口,新建产能36m³/d。

根据各分层含油面积结果,39口新钻油井预测钻遇层位(如表2)。经过上述井网调整后,注采井数比1:3.51,接近完善反九点井网的标准。

表2 39口新部署采油井预测钻遇层位统计

井号	预测钻遇层位	井号	预测钻遇层位
Y1	—	Y21	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ²
Y2	—	Y22	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²
Y3	长6 ¹⁻²	Y23	长4+5 ² /长6 ¹⁻²
Y4	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ¹	Y24	长3 ³ /长6 ¹⁻²
Y5	长4+5 ²	Y25	—
Y6	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹	Y26	长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²
Y7	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹⁻²	Y27	长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²
Y8	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²	Y28	长4+5 ¹⁻² /长6 ²
Y9	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹⁻²	Y29	长4+5 ¹⁻²
Y10	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²	Y30	长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²
Y11	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹⁻²	Y31	长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²
Y12	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹⁻²	Y32	长4+5 ¹⁻² /长6 ¹
Y13	长4+5 ¹⁻²	Y33	长4+5 ¹⁻²
Y14	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹	Y34	长4+5 ¹⁻²
Y15	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹⁻²	Y35	长4+5 ¹⁻²
Y16	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ²	Y36	长4+5 ¹⁻²
Y17	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹⁻²	Y37	长4+5 ¹⁻²
Y18	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²	Y38	长4+5 ¹⁻²
Y19	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ¹	Y39	长3 ³ /长4+5 ¹⁻² /长6 ¹⁻²
Y20	长3 ³ /长4+5 ² /长6 ¹⁻²		

2.3 老井补孔调整

虽然,对研究区通过油井转注、部署新钻油水井等调整措施,确保了平面上注采井网完善,但由于研究区多层合采,分批次钻完井,调整后的油水井在原有射开层位标准上并没有统一,为了确保以长4+5、长6为主,长3为辅的小层注采井网系统逐步完善,需要对现有油水井更进一步做一次系统性的补孔措施筛选。在筛选层位时,对于水井,只要未射开油层厚度大于2m,均建议

射开;对于油井,水淹程度高的区域,暂不补孔,如果未射开油层对应有关水井在同层注水,且累计注水时间超过3年以上时,可以暂不射孔。

根据各小层剩余油分布情况,对剩余油饱和度较高区域进行补孔,经过筛选,建议对422口油井和86口水井进行补孔措施调整^[4]。

长3³层位补孔169口井,其中油井147口,水井22口;长4+5¹层位补孔206口井,其中油井169口,水井37口;长4+5²层位补孔217口,其中油井182口,水井35口;长6¹层位补孔168口井,其中油井128口,水井40口;长6²层位补孔204口井,其中水井159口,水井45口。

2.4 注水强度与合理注采比

通过对井网优化完善,随着注水井数的增加相应地也要降低单井注水强度,由此降低注入水沿单层突进引起暴性水淹的风险。具体做法是将目前平均单井井日注水6.38m³/d降至5m³/d。

另外,由于前期生产不仅注采不均衡,同时注采比太小,以致油藏整体压力下降的同时,无注水井的生产区域地层压力明显太低。但考虑到,油井转注水井都经过一次以上压裂,近井附近裂缝存在,虽然油藏压力有待恢复,但不宜采用高注采比生产方式,建议采用注采平衡,即注采比为1.0的保持压力开采方式(见图3)。

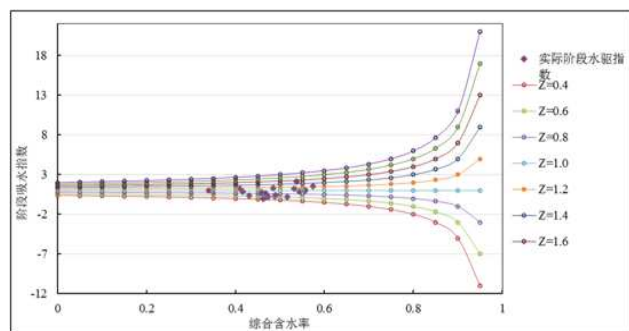


图3 工区采出程度与水驱指数关系图

3 调整后方案开发指标预测

通过生产数据统计,预计在注水情况下,新打井投产第一年单井产能可达到初期产量的60~80%,采用菱形反九点井网进行开发,投产以后按照一定的规律递减,按照注采平衡的原则,设计注水井单井日注水量。基于以上综合调整技术,进行开发效果预测,长3层位转注井30口,新钻水井11口,新钻油井19口,补孔油井147口,补孔水井22口。长4+5¹层位转注井46口,新钻水井10口,新钻油井25口,补孔油井169口,补孔水井37

口。长4+5²层位转注井60口,新钻水井17口,新钻油井34口,补孔油井182口,补孔水井35口。长6¹层位转注井34口,新钻水井15口,新钻油井24口,补孔油井128口,补孔水井40口。长6²层位转注井42口,新钻水井13口,新钻油井22口,补孔油井159口,补孔水井45口。结果表明:研究区10年累产油237.65万吨,采出程度可增加6.45%以上。

根据细分层系调整方案,新钻井55口,单井钻井总投资200万元/口,地面建设等费用30万元/口,吨油操作成本650元/吨,则方案总投资166355万元,累积产油237.65万吨,按照目前原油价格2000元/吨,累积收益475300万元。

4 结论

(1)在工区注水井稀疏区域选择已勾绘的66口油井进行转注水井作业。

(2)在工区勾选的插空区域补钻19口注水井,同时为完善反九点注采井网,新钻油井39口,其中在含油叠合面积的井36口。

(3)对工区内422口油井和86口水井进行补孔措施调整,具体长3层位补孔169口井,其中油井147口,水井22口。长4+5层位补孔423口井,其中油井351口,水井72口。长6层位补孔372口井,其中油井287口,水井85口。

(4)采用注采平衡来有效开发工区,即注采比为1.0的保持压力开采方式。

参考文献:

- [1]田选华,胡昱,李鹏春.致密油藏技术极限井距确定新方法[J].西安石油大学学报(自然科学版).2021(04)
- [2]甘俊奇,王俊文,张原,周杨,曾倩,李锦,王璐.多层低渗透砂岩油藏高含水期菱形反九点井网的调整方法[P].中国专利:CN107218024B,2019-06-11
- [3]陈民锋,杨子由,秦立峰,付世雄,荣金曦.低渗透各向异性油藏菱形井网储量动用评价及设计优化[J].石油与天然气地质.2021(05)
- [4]万文胜,杜军社,秦旭升,等.低渗透注水开发砂岩油藏合理井网井距的确定方法[J].新疆石油天然气,2007,3(1):4.
- [5]路向伟,杜书恒,郑奎,张换果,孙彤,汪贺.致密砂岩油储层裂缝发育特征及其对剩余油挖潜的启示——以鄂尔多斯盆地新安边地区延长组长722段为例[J].北京大学学报(自然科学版).2018(01)