

Well Type and Well Pattern Identification and Parameters Optimization Research in Complex Fault Block Condensate Oil and Gas Zone A

Yuxian Guo¹, Siyuan Hao², Chuqi Zhou³, Mingze Li⁴

¹Northeast Petroleum University, Daqing Heilongjiang

²The 3rd Drilling Company at Daqing, Daqing Heilongjiang

³China National Offshore Oil Corporation Ltd. Tianjin Branch, Tianjin

⁴Changqing Oil Field Eighth Oil Production Plant Branch, Dingbian Shaanxi

Email: 550112368@qq.com

Received: Apr. 28th, 2017; accepted: May 12th, 2017; published: May 19th, 2017

Abstract

Firstly, we analysis the reservoir characteristics and the geological condition in complex fault block condensate oil and gas zone A. Then we use the Petrel software and Eclipse software to determine the well type and well pattern. Finally we optimize the two parameters of horizontal well's well spacing and horizontal well's horizontal section length. The results show that the condensate gas and oil ring of condensate gas reservoir fits using vertical well in depletion development. The oil reservoir south of the early east-west associated mining fault fits using horizontal well to develop. The shape of well pattern is a parallelogram, and the well spacing is 200 m, and the horizontal section length is 300 m. The conclusion is of great significance to the realization and development of this zone.

Keywords

Fault Block Reservoir, Well Type and Well Pattern, Horizontal Well, Parameter Optimization

复杂断块凝析气-油层A区井型井网确定及参数优化研究

郭雨仙¹, 郝思源², 周楚棋³, 李明泽⁴

¹东北石油大学, 黑龙江 大庆

²大庆钻井三公司, 黑龙江 大庆

³中海油(中国)有限公司天津分公司, 天津

⁴长庆油田第八采油厂, 陕西 定边

Email: 550112368@qq.com

收稿日期: 2017年4月28日; 录用日期: 2017年5月12日; 发布日期: 2017年5月19日

摘要

本文首先对复杂断块油气藏A区储层特性和地质概况进行分析, 然后利用Petrel地质建模软件和Eclipse数值模拟技术软件对油气藏井型井网进行确定, 最后对水平井井距、水平井水平段长度进行了优化。研究表明: 凝析气藏凝析气和油环采用直井进行衰竭式开采, 近东西向伴生断层以南油藏采用水平井进行衰竭式开采; 平行四边形井网, 井距为200 m, 最佳水平段长为300 m。所得结论对该区的认识和开发具有重要的指导意义。

关键词

断块油气藏, 井型井网, 水平井, 参数优化

Copyright © 2017 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

长期以来, 油气田开发中合理井网的研究一直是人们重视的课题。20世纪40年代, Muskat [1]对简单井网的渗流机理进行了深入的研究; 同时, 人们在油层均质和流度比为1的条件下, 提出了见水时刻油层波及系数和注水方式(即井网形式)之间的理论[2]。其后, 在50年代, 人们研究并且搞清了在任意流度比的条件下, 见水后油层波及系数在水驱油过程中的变化。90年代初, 齐与峰[3]提出了井网系统理论。从90年代开始, 郎兆新[4]等人开始研究水平井井网的开采问题。随着实践的不断深入, 人们对井网的认识也在不断深入。因为井网在油气田的生产中占有相当重要的地位, 它的选择、部署和调整在很大程度上决定着油气田的生产规模、开采年限以及油气田企业的经济效益[5] [6] [7] [8] [9], 因此, 本文对复杂断块凝析气-油层A区井型井网的确定及参数优化进行研究。

2. 断块油气藏基本概况

本文研究目标区块为一具有复杂断层的半背斜断块油气藏。工区面积约5.5 km², 东西宽约1858 m, 南北长约2980 m。构造区距离最近港口油库为120海里, 区域水深1350~1525 m, 区域地形示意图见图1。本油田主要钻遇A1、A2、A3段, 主力含油层系为A3段。A油田构造形态为一被断层复杂化、北东走向的半背斜。依据三维地震资料, 在该地区解释了多条断层, 主要活动期在A3与A2段。根据岩心分析资料, A油田孔隙度和渗透率有较好的相关性, 为中孔中渗储层。根据凝析油含量和凝析气藏油环大小分析, 该凝析气藏为一带较大油环凝析气藏。

3. 开发原则

海上油藏的开发首先要以提高原油采收率为目的, 以经济效益为中心, 快速开采, 充分利用天然能量。开发方案制定原则可归结为以下几点:

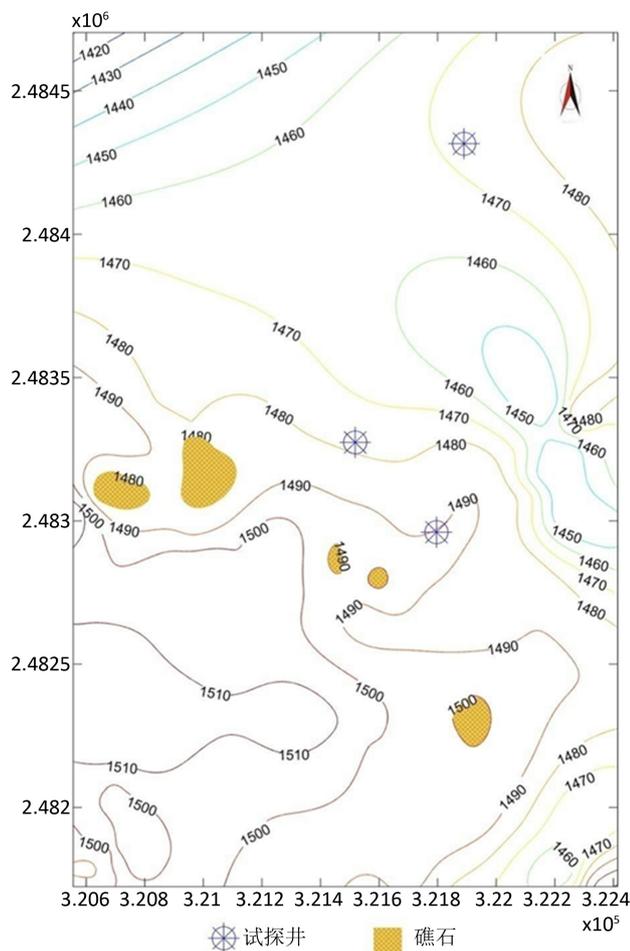


Figure 1. Regional topographic map
图 1. 区域地形图

- 1) 注重经济效益，切实贯彻“少投入，多产出”的方针，确保下游市场对油、气的需求；
- 2) 凝析气-油藏的开发设计必须考虑合理开采原油、凝析油和天然气资源，尽可能提高它们的采收率；
- 3) 合理划分开发层系；
- 4) 井网密度和布井方式要充分考虑底水分布和构造形态变化；
- 5) 开发方式的选择要适应凝析气藏的地质条件和市场条件；
- 6) 制定合理的单井产能和生产压差。

4. 开发层系划分

划分开发层系，即把特征相近的油层合在一起，用一套生产井网单独开采。划分开发层系的原则：

- 1) 一个独立的开发层系应具有一定的储量，以保证油田满足一定的采油速度，具有较长的稳定时间，并达到较好的经济指标；
- 2) 各开发层系间必须具有良好的隔层，以保证开发时，层系间能够严格地分开，确保层系间不发生串通和干扰；
- 3) 同一开发层系内储层的构造形态、油水边界、压力系统和流体物性应比较接近；
- 4) 在开发工艺所能解决的范围内，开发层系不宜划分过细，以减少建设工作量，提高经济效益。

A 油田构造特征为一被断层复杂化、北东走向的半背斜，有一系列近东西向伴生断层。断层将工区分为两个区块，断层以北为北区，断层以南为南区。北区 A2 层油藏根据经济因素及开发实际情况放弃开采。结合储层物性和测井数据分析，南区 A2 层含有凝析气、油环及边水，含凝析气面积较小且集中，处于同一压力系统，下部存在稳定分布的隔层；南区 A3 层含有油与边底水，处于同一压力系统，且位于 A2 层凝析气藏以下，两层之间具有良好隔层，所以凝析气藏与油藏采用一套井网开发。

5. 开发方式确定

一般凝析气藏的开发方式主要分为衰竭式开采方式、注气保持压力开采方式。主要判断条件是凝析油含量和储量，储层的均质性、渗透性和连通性以及有无经济效益等。注气驱和注水驱开发，由于气水物性差异和不互溶性，容易形成水窜并造成井筒积液，影响气井正常生产，特别是对于没有油环或油环比较小且裂缝发育的凝析气藏，负面影响更加突出，所以，一般不采用注水开发方式开发凝析气藏。

衰竭式开发凝析气田很容易满足国民经济对天然气的需求，月基建投资少，能很快地收回成本，因此，分析衰竭式开发凝析气田的采收率问题意义很大，并为提高凝析油采收率和开发方式选择提供依据。衰竭式开采主要是利用油藏的边水、底水，以及油气藏自身、储层岩石和束缚水的弹性能采出原油。衰竭式开采有以下三个优点，① 充分利用天然能量，② 可以节省投资，③ 地层适应性强。由于衰竭式开采是以压力的大幅度下降为代价进行开采的，因此，只要油藏的应力敏感性不是太强，都可以采用衰竭方式开采原油。

A 油田凝析气藏具有油环及边水，边水侵入可使凝析气藏压力下降速度减慢。该凝析气藏为中孔中渗储层，气藏面积小、储量小，凝析油含量低，考虑到经济效益等问题，采用衰竭式开发方式。A 油田 A3 层油藏具有边底水，考虑到充分利用天然能量，且要取得最大经济利润，采用衰竭式开发方式。

6. 井型井网确定

6.1. 井型优选

A 油田凝析气藏凝析气储量较小，考虑经济等因素选取直井对凝析气藏油环和凝析气进行开发；考虑到 A 油田半背斜构造特征，且为中孔中渗储层，所以本次开发方案设计选取水平井对南区油藏进行开发，水平井生产井段长，单井产量高，控制范围大且底水锥进速度慢，优于直井。

6.2. 井网优选

在开发方案设计过程中，布井方式遵循的基本原则是：

- 1) 最大限度地适应油层分布状况，控制住较多的储量；
- 2) 所选择的布井方式具有较高的面积波及系数，实现油田合理的注采平衡；
- 3) 不同地区油砂体及物性不同，对合理布井也有不同要求，应分区、分块确定合理井网密度；
- 4) 考虑到断层、局部构造、油藏构造、气顶分布情况、边水位置等情况时，往往要造成靖王的变形及井位的迁移和变更。

气井布在构造顶部比翼部有利，采取顶密边稀的布井方式效果较好。考虑到本凝析气藏为带油环的边水气藏，所以气井应远离油水界面。该工区油藏储量较大，而凝析气藏储量较小，且油藏与凝析气藏位于同一背斜构造中，所以根据油藏布水平井，利用水平井的直井段对凝析气藏油环和凝析气进行开发。南区油藏为一背斜构造，且储层倾角较大，所以沿构造长轴及短轴方向布置呈平行四边形，水平井井眼方向垂直于最大主应力方向。由基础数据可知，该工区最大主应力方向为北偏东 60° ，因此设计水平井水平段方位角为北偏东 150° 。

6.3. 井距优选

井距的大小决定了生产井压降漏斗形式，直接控制单井及累积产量，所以井距是油气藏开发方案设置的核心。本文应用 Eclipse 数值模拟软件，分别研究了同一区域在 150 m、200 m、250 m 等不同井距下生产的情况，模拟结果见图 2。

根据模拟结果显示，当井距为 200 m 时产量最优。结合模拟结果，考虑整个区域的合理井网密度，选择 200 m 作为开发井距。

6.4. 水平段长度优选

水平井长度不同对底水油藏开发效果影响不同，为了找到能使产能最大化的最佳水平段长度，应用 Eclipse 数值模拟软件，分别研究了同一区域中不同水平井长度 210 m、240 m、270 m、300 m 以相同初始产量生产 15 年的情况，模拟结果见图 3。

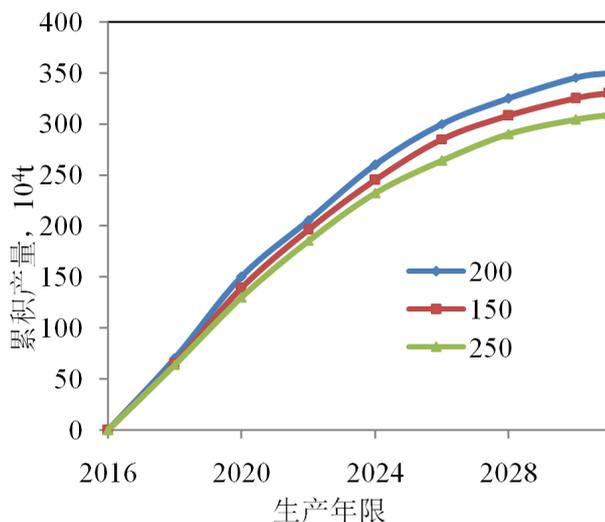


Figure 2. Well spacing optimization map

图 2. 井距优选图

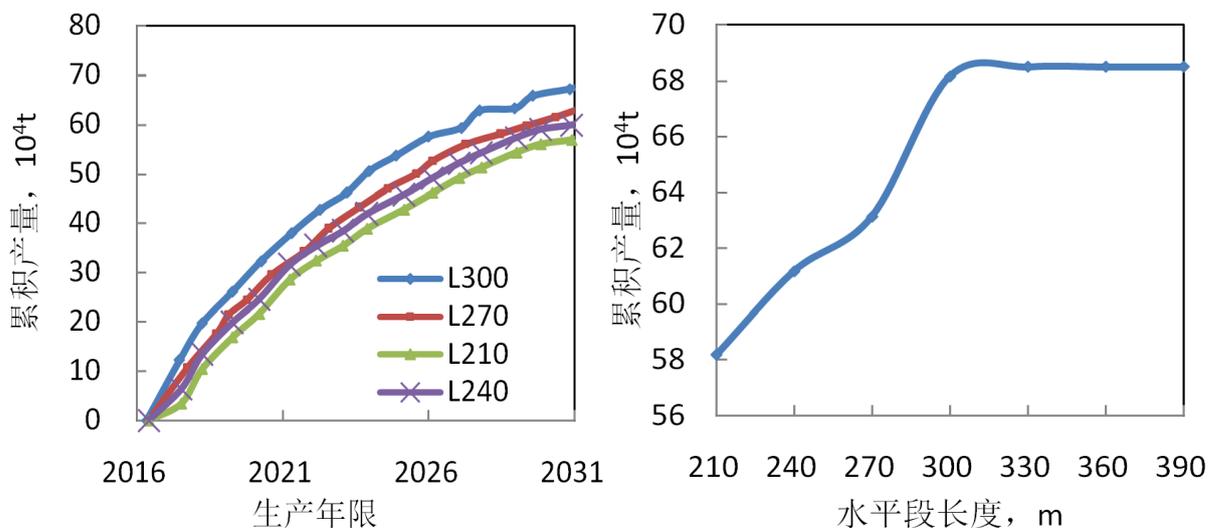


Figure 3. Horizontal section length optimization map

图 3. 水平段长度优选图

根据模拟结果可知,随着水平段长度的增加累计产量增加,当水平段长为 300 m 时,累计产量达到最大值,因为随着水平段长的增加,有效的增大了水平井的泄油面积,但随水平段长度的继续增加,累计产量变化不大。所以,考虑到经济因素和施工难度,最终确定最佳水平井段长为 300 m。

根据目标区块特征分析,井型优选和井距优化,5 井再钻穿 A3 层为水平井,共打 5 口新水平井,6、7、8、9、10 井分别钻穿 A3 层。主力开采油环,先采用 5、9、10 直井段开采油环,然后采用 3、6、7、8 井开采凝析气藏,最后 3、5~10 井开采 A3 层油藏,各井按合理产能配产。

7. 结论

1) 根据 A 区的储层特性和地质 2 特点,确定该区的开发方式为衰竭式开发方式;由于南区 A2 层与 A3 层两层之间具有良好隔层,且分别处于同一压力系统,所以凝析气藏与油藏采用一套井网开发。

2) 综合考虑 A 区的地质条件、开采成本、采气需求等多种因素,确定以 6 口水平井和 1 口直井为井网部署方案,其水平井水平段方位角为北偏东 150°。

3) 对水平井水平段长度,水平井井距进行优化,确定水平段长度为 300 m,井距为 200 m 时开采效果最佳。

参考文献 (References)

- [1] Muskat, M. (1946) *The Flow of Homogeneous Fluids through Porous Media*. I.W. Edwards, Inc., Michigan.
- [2] 齐与峰. 砂岩油田注水开发合理井网研究中的几个理论问题[J]. 石油学报, 1990, 11(4): 51-60.
- [3] 李士伦. 凝析气勘探开发技术论文集[M]. 成都: 四川科技出版社, 1998: 77-79.
- [4] 李士伦. 天然气工程[M]. 北京: 石油工业出版社, 2000: 8.
- [5] 胡永乐, 李保柱, 孙志道. 凝析气藏开采方式的选择[J]. 天然气地球科学, 2003, 14(5): 398-401.
- [6] 周守为. 锦州 20-2 凝析气田的特点及投产管理[J]. 中国海上油气, 1993, 5(6): 58-64.
- [7] 赵鹏飞, 胡晓庆, 武静. 锦州 20-2 凝析气田南高点油环问题浅析[J]. 中国海上油气, 2012, 24(3): 30-35.
- [8] 赵明春. 渤海锦州 20-2 凝析气田开发实践[J]. 油气井测试, 2011, 20(1): 60-64.
- [9] Torster. (2013) Miscible and Immiscible Gas Injection for Enhancing of Condensate Recovery Infractures Gas Condensate Reservoirs. *EAGE Annual Conference & Exhibition incorporating SPE Europec*, London, 10-13 June 2013, 54-69.

期刊投稿者将享受如下服务：

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击：<http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱：ojs@hanspub.org