

# 低渗薄层油藏定压边界下产能预测探究

胡蓉

(中石化胜利油田分公司纯梁采油厂纯东采油管理区)

**摘要:** 薄互层油藏是低渗透藏开发的难点。近年来人们对低渗透油藏的认识和研究不断深入。低渗透油藏一般以压裂措施为主进行开发,在依靠天然能量开发情况下,油田年自然递减在8%以上。在补充地层能量开发的情况下,隔层压开前后储层的生产规律,需要进行理论与预测。本文以薄互层油藏为例,进行产能数值分析研究,分析预测隔层压裂前后开发指标情况,为薄互层低渗透油藏有效开发提供理论依据。

**关键词:** 低渗透油藏;薄互层;数值模拟;产能预测

以低渗透薄互层油藏为例,设计了理想的薄互层油藏地质模型,在定压条件下,进行数值模拟计算研究薄互层油藏在压裂前后,不同渗透率储层的开发能力、压力场分布、油水饱和度分布及最终的油气产量和含水率变化等情况,分析薄互层油藏的产能及不同储层之间相互影响关系,明确了低渗透薄互层油藏压裂前后的开发规律。

### 1 薄互层低渗透油藏地质模型的建立

1.1 储层性质。地质模型储层深度2480m,地层压力系数1.2,两个泥岩层将油藏分为三个产层,分为高渗层、中渗层及低渗层三个层,层内在垂向及水平方向上呈现均质,油藏具有29.9MPa定压边界。

1.2 流体性质。流体性质油井在一端以定井底流压8MPa生产,另一端定压注水。

### 2 数学模型建立

2.1 网格划分。网格划分采用13×13×5网格,纵向上五个层,三个产层,两个泥岩层,网格尺度如图所示, dx=25m,油井所在网格 dy=0.914m,用于模拟裂缝,其余 dy=25m,纵向上 dz 分别为每一层的厚度。采用黑油模型。

油藏俯视图: X=325m, Y=310m; dx=25m, dy=25m

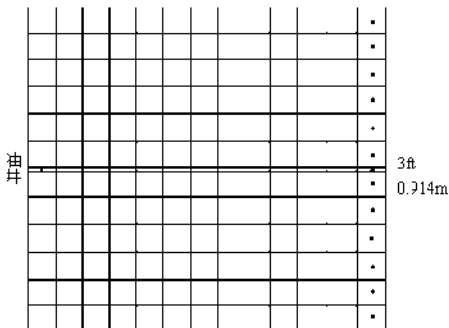


图1 网格划分示意图

2.2 裂缝模拟方法。减小油井所在网格的尺度,增加其渗透率,使其导流能力达到地层真实裂缝的导流能力。裂缝主要考虑在X及Z方向压力,计算过程中,考虑泥岩层未压开和泥岩层被压开两种情况,裂缝内的参数值如表3:

2.3 裂缝模型。泥岩层未压开及泥岩层被压开两种情况的数学模型所示,边界条件考虑定压边界。

### 3 数值模拟结果

#### 3.1 产量分析研究

泥岩层未压裂时,高渗层的日产油量在投产初期和中期最高,低渗层的日产量最小。投产十年后,高渗层的采出程度为23.91%,中渗层为15.85%,低渗层仅为4.43%,高渗层的采出程度是中渗层的1.5倍,是低渗层的5.4倍。在边界定压条件下,开发前期泥岩未压裂时的日产油量高于泥岩压裂后的日产油量,到开发后期二者的日产量基本一致,投产十年后累积产油量增加了1251m<sup>3</sup>。但是投产初期泥岩层压裂后的日产气量高于泥岩层未压裂的情况,在投产中期泥岩层压力后的产气量小于泥岩层未压裂的情况,投产十年后,二者累积产气量比较接近,泥岩层压裂后比压裂前高了28174m<sup>3</sup>。

3.2 压力分析研究。数值模拟结果表明,油藏中泥岩层压裂前后整个储层压力分布趋势基本一致,但前者高渗层的压力略高于后

者高渗层的压力,低渗层中前者压力略低于后者。通过对比层间压力分布曲线可以看出,无论泥岩是否压裂,整个油藏的层间非均质性都很强,高渗层导流能力较好,压力呈现初期下降,而后上升直至稳定的状态,中渗层与之类似,只是要滞后一段时间,而低渗层的压力则一直呈现下降趋势。

3.3 含水分析研究。通过压裂前后两种情况含水对比曲线可以看出,泥岩层压裂后见水时间也稍早一些,含水率高于泥岩层未压裂情形,见水后平均含水率大约高了6.7%。

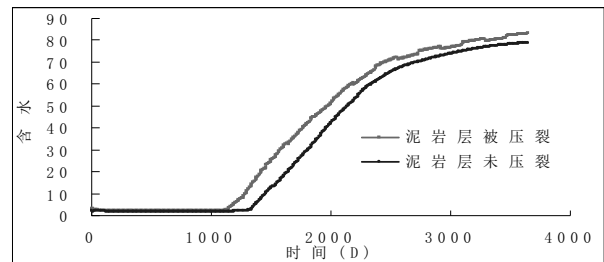


图2 泥岩层压裂前后含水率曲线

#### 3.4 饱和度分析研究

泥岩层未压裂与压裂储层投产十年后,两者的高渗层、中渗层及低渗层的饱和度分布比较接近,可以利用饱和度分布结果及已知的孔隙体积求得地下剩余油量。表1的计算结果表明,泥岩层压裂后高渗层动用能力有所增强,位于中间的中渗层,由于层间干扰动用能力变差,位于最下层的低渗层储层动用能力增加较小。

表1 低渗透薄互层油藏开发十年剩余油分布结果

	高渗层	中渗层	低渗层
原始地质储量/m <sup>3</sup> (地下)	92174.92	61449.95	30724.97
泥岩未压裂剩余油/m <sup>3</sup> (地下)	71127.354	52350.12	29902.13
泥岩被压裂剩余油/m <sup>3</sup> (地下)	70885.31	52392.03	29889.32
两者差值/m <sup>3</sup> (地下)	242.04	-41.49	12.81

### 4 结论

①在以原始地层压力为定边界定压开发情况下,地层能量能够得到及时补充,因此其整体开发效果要好于自然能量开发。油井以定压8MPa生产,原油泡点压力为11.26Mpa,而在裂缝附近,油井附近的储层压力小于泡点压力,原油脱气较大,泥岩层未压裂的累积产油量高于泥岩层压裂1251m<sup>3</sup>,产气量少了28174m<sup>3</sup>。②同样是薄互层油藏无论泥岩压裂与否,三个产层间的纵向非均质性都很明显,高渗层动用程度较好,低渗层动用程度很差。如何有效开发薄互层油藏中的中、低低渗透储层仍然是提高开发效率的关键。③有效驱油体系的注入可以挖潜高渗透油层中的剩余油,分层压裂开采可以有效解决薄互层油藏纵向非均质性严重的问题,这些技术实施难度都非常大,是低渗透薄互层油藏有效开发需要研究解决关键技术。

#### 参考文献:

- [1]韩大匡,陈钦雷,闫存章.油藏数值模拟基础[M].北京:石油工业出版社,2000.6-45.
- [2]张建国,雷光伦,张艳玉.油气层渗流力学[M].北京:石油大学出版社,1999.139-159.
- [3]陈兆芳,张建荣,陈月明,等.油藏数值模拟自动历史拟合方法研究及应用[J].石油勘探与开发,2003,30(4):82-84.