

应用三维地震属性识别春光油田原始油水界面

王学忠¹, 刘传虎¹, 王建勇²

(1. 中石化胜利油田分公司, 山东 东营 257000; 2. 中国石油化工股份有限公司, 北京 100728)

摘要:准噶尔盆地西缘春光油田排2油藏开发前期,以三维地震资料属性分析为手段,利用油层和水层地震振幅能量差异性识别原始油水界面,与开发井验证结果基本吻合。区域内推广应用可靠性高,储量计算准确,油藏产量稳步上升,采油速度和采收率指标创国内新高。

关键词:原始油水界面;三维地震;地震属性;地震振幅;探明储量;春光油田

中图分类号:TE122.3 **文献标识码:**A

引言

油水边界识别是油藏开发前期一项非常重要工作,有井钻遇油水界面时可以根据井资料直接确定油水边界,试油法和测井解释法也具有较高精度,而地层压力测试等间接方法则存在一定的局限性^[1-4]。准噶尔盆地西缘春光油田排2块油藏埋藏浅,属于非构造高孔、高渗、稀油边水油藏,开发前期以三维地震资料属性分析为手段,利用油层、水层地震振幅能量差异性识别原始油水界面,取得良好效果^[5],并在2008年探明储量申报中得到国家储量委员会的充分肯定。

1 油藏概况

1.1 地质特征

春光油田排2块位于准噶尔盆地西部隆起车排子凸起东部,沙湾组油藏为构造-岩性油藏,油层中深1 010 m,储层有效厚度为3.5 m,地面原油粘度为1.6 mPa·s,储层平均孔隙度为34.8%,平均渗透率为3.566 μm^2 。岩性油砂体为三角洲砂体经湖浪再搬运后沉积形成的滩坝砂体,呈薄层状展布,储层边界主要受岩性控制,油藏内部油水分布受构造控制,边水活跃,油藏油、水分异明显,油水边界整齐。

春光油田排2块沙湾组油藏被高精度三维地

震覆盖,含油砂体厚度一般为3~6 m,上覆大套泥岩,与下伏厚层砂体间也被厚度约10 m的泥岩隔开,加之埋藏较浅,为三维地震资料解释圈闭和描述砂体提供了有利条件。

1.2 勘探开发简况

2005年3月11日,春光油田排2块排2井在新近系沙湾组二段(1 013.40~1 017.30 m)钻遇油层3.9 m/1层,4 mm油嘴放喷,油压2.3 MPa,日产油49.6 t/d。2006年全面投入开发,在沙湾组陆续发现和开发多个大小不等的岩性油藏。由于天然能量充足,储层物性好,原油流动性强,开发过程表现为产能高、压降小、低部位水推迅速、无须注水可保持稳产。排2—排8区块已为高精度三维地震覆盖,先后完钻探井1口,开发井24口,均获得工业油流,取得流体分析样品25个。共有取心井6口,岩心收获率达87.2%,对岩心进行了大量分析化验工作。

2 油水界面识别

春光油田排2块自2006年全面开展产能建设以来,通过不断总结和探索,逐步形成了一套沙湾组薄砂体隐蔽油藏滚动储层预测技术,包括利用层位标定技术标定含油层位,利用能量追踪技术认识油层分布范围,利用属性分析技术辨别油水边界,利用井地反演技术确定油层厚度,利用滚动描述技

收稿日期:2008-11-11;改回日期:2008-12-02

基金项目:中国石化股份公司“储层地震属性优化及属性体综合解释技术研究”(P04033);胜利油田重点科技项目“准噶尔盆地车排子地区排2新区开发关键技术研究”(YKY0612)

作者简介:王学忠(1972-),男,高级工程师,1993年毕业于石油大学(华东)油藏工程专业,现从事油藏工程研究工作。

术对储层进行描述。

2.1 储层地球物理研究

春光油田排2块含油砂体厚度一般约为3 m,油层与下部水层间存在厚度约8 m的良好泥岩隔层,油层上部为厚度约50 m的泥岩盖层,使油层能在三维地震资料上形成较强地震反射,为砂体追踪描述提供了地球物理基础。春光油田排2块现有三维地震资料时间分辨率为8 m,振幅能量分辨率为4 m。分析了春光油田排2块的地层层速度,进行了地质地震层位的标定。通过多井横向合成记录标定,以沙湾组下段储层最为发育,为砂砾岩集中段,地震反射为大套强反射。另外,通过多域复合去噪、子波整形及保幅等叠前成像技术的应用,可以提高滩坝砂体地震分辨率,并可以结合测井约束反演技术、叠前、叠后属性综合分析技术进一步提高对薄储层的识别能力。

2.2 振幅能量描述研究

以层位精细标定为基础,根据沙湾组薄砂体地震反射能量变化,结合反射波形描述薄砂体平面展布。沙湾组上部为红色泥岩集中段,夹有薄层砂岩,地震反射为较弱反射区。地震反射特征研究认为,春光油田排2块沙湾组薄层砂体顶面地震反射表现为中强振幅反射。通过对春光油田排2块地球物理特征分析,发现其“类亮点”特征:具有类似浅层气藏的“双轨”地震反射特征,中—强振幅,中—低频,频率负衰减;具有能够反映油水界面和砂体平面形态的底平上凸的地震属性特征。“类亮点”特征的发现可以使地震资料纵向分辨率由8 m提高到约2 m。

2.3 正演模拟分析

根据春光油田排2块油层及围岩实测数据建立油藏地质模型,应用流体替换法对春光油田储层含油、含水情况进行正演模拟分析^[6]。模拟显示,含油砂岩表现为中强振幅反射,顶部尖灭点反射终止清晰,低部位砂岩含水后反射明显变弱,与实际地震剖面相同。利用三维数据体提取春光油田排2块砂体振幅属性平面图显示,油水分界附近地震振幅属性发生明显变化,含油面积内地震振幅明显高于含水区地震振幅,且分界线基本平行于构造等

深线。该结论与实际钻井情况相吻合,证明砂岩储集层所含流体的不同能够引起地震振幅能量的变化,因此,砂岩储集层含流体变化所引起的振幅能量变化可以为平面油水界面位置确定提供依据。

2.4 砂体厚度确定

研究发现,春光油田排2块沙湾组在1/4波长范围内厚度与地震振幅存在近似线性关系,通过地震反演可以确定砂体厚度,通过地震属性提取可以得到振幅值,拟合振幅与厚度线性关系,可以预测储层厚度。鉴于沙湾组砂岩厚度相近,而含油或含水时振幅差异明显,利用春光油田排2块沙湾组测井反演砂体厚度与属性提取振幅建立的相关规律预测砂体厚度:

$$h_o = 0.1108A - 5.63 \quad (1)$$

$$h_w = 0.0977A - 1.98 \quad (2)$$

式中: h_o 为油层厚度,m; h_w 为水层厚度,m; A 为地震均方根振幅。

式(1)、(2)经油田实钻资料验证,符合率达80%以上,可以用来计算车排子地区含油、含水砂岩厚度。

2.5 现场应用

根据地震属性识别油水界面结果设计春光油田排2块沙湾组开发方案,新井钻遇油层层数符合率为100%,产能达标率达107%。钻井落实砂体原始油水界面与地震属性分析结果基本一致,对排2砂体、排206-X15砂体跟踪研究证实,油水分布变化能够引起地震属性振幅能量变化,平面上由油层过渡为水层,振幅能量减弱。其中,2006年通过薄层砂体储层预测技术攻关,对砂体及含油边界进行了准确预测,建立了振幅与砂体厚度的定量关系,保证了砂体预测的准确性,先后找到多个与排2块油藏性质类似的油藏。2008年,地震属性识别原始油水界面技术得到中国国家储量委员会的认可和充分肯定,利用该技术确定了春光油田排2-30等7个未钻遇油水边界油砂体的原始油水界面,成功申报探明储量。

3 结 论

(1) 春光油田排2区油藏勘探开发实践表明,砂岩储集层所含流体的变化可以 (下转第52页)

侧,因夹层的隔挡作用,易形成剩余油富集区。

(3) 根据侧积夹层和水平夹层形成剩余油分布形式和富集程度,提出对于侧积夹层型剩余油应用水平井、封堵油井点坝体底部,对水平夹层型剩余油同时封堵油水井底部等挖潜措施,从而改善油层动用状况,提高水驱波及系数,提高油田的最终采收率。

参考文献:

- [1] 裘怿楠,陈子琪. 油藏描述[M]. 北京:石油工业出版社,1996:188~189.
- [2] 李琳,任作伟,林承焰,等. 曙二区缓坡浊积岩储层隔夹层研究[J]. 西安石油学院学报,1996,11(3):8~11.
- [3] 高兴军,宋子齐,谭成仟. 真12块垛一段六油组隔夹层划分及描述[J]. 西安石油学院学报,2000,15(5):10~13.
- [4] 李阳. 储层流动单元模式及剩余油分布规律研究[J]. 石油学报,2003,24(3):52~55.

- [5] 李洪玺,刘全稳,温长云,等. 剩余油分布及其挖潜研究综述[J]. 特种油气藏,2006,13(3):8~11.
- [6] 付志国,石成方,赵翰卿,等. 喇萨杏油田河道砂岩厚油层夹层分布特征[J]. 大庆石油地质与开发,2007,26(4):55~58.
- [7] 王国鹏,何光玉. 双河油田厚油层内夹层分布特征[J]. 石油勘探与开发,1995,22(2):55~57.
- [8] 杜庆军,陈月明,侯键,等. 胜坨油田厚油层内夹层分布对剩余油的控制作用[J]. 石油天然气学报,2006,28(4):111~114.
- [9] 王怀彬,胡长俊. 油田实用正交试验设计法[M]. 长春:吉林大学出版社,1991:2~150.
- [10] 方开泰,马长兴. 正交与均匀试验设计[M]. 北京:科学出版社,2001:11~56.
- [11] 庄楚强,吴亚森. 应用数理统计基础[M]. 广州:华南理工大学出版社,2002:383~506.

审稿专家 赵洪岩

编辑 姜岭

(上接第46页)

- [5] 张运东,李宝芳,初志民,等. 吐哈盆地台北凹陷侏罗系沉积体系分析[J]. 中国煤田地质,1996,8(4):4~6.
- [6] 李文厚,柳益群,冯乔,等. 吐哈盆地侏罗系沉积相带与砂体的展布特征[J]. 石油实验地质,1997,18(2):10~14.
- [7] 刘林玉,邸世祥. 吐鲁番坳陷中侏罗统沉积与储层孔

隙发育特征[J]. 石油与天然气地质,1997,18(3):247~250.

- [8] 李文厚,周立发,赵文智,等. 西北地区侏罗系的三角洲沉积[J]. 地质论评,1998,44(1):63~69.
- [9] 罗权生. 吐哈盆地神泉油田三间房组沉积微相特征[J]. 新疆石油地质,2001,22(4):309~312.

编辑 常汉章

(上接第48页)引起地震振幅能量的变化,因此,可以根据振幅能量变化在平面上对油水界面进行分析。

(2) 春光油田通过实践经验总结,形成了地震振幅属性识别油水界面技术,并且得到了地震资料正演模拟分析、钻井、测井及油井生产的证实,为准确计算油藏储量提供了一种新方法。

(3) 总结春光油田地震属性识别油水界面技术,油藏应用地震资料识别原始油水界面取得成功是与该类油藏条件埋藏浅、高孔、高渗、优质稀油、边水驱密不可分。

参考文献:

- [1] 鲁国明,朱家俊. 利用毛细管压力预测油水界面位置的一种回归分析方法[J]. 石油勘探与开发,1995,22

(4):70~73.

- [2] 欧成华,夏宏泉,刘瑞兰. Weh油田T₂k₁组储量分布与挖潜目标选择[J]. 特种油气藏,1995,2(4):26~28.
- [3] 李星军,吴海波. 松辽盆地新站构造-岩性油藏油水界面的确定[J]. 大庆石油地质与开发,1998,17(1):12~13.
- [4] 赵文智,毕海滨. 储量研究中油藏边界的确定方法[J]. 中国海上油气(工程),2005,17(6):379~383.
- [5] 刘传虎. 地震属性与非构造油气藏勘探[J]. 新疆石油地质,2005,26(5):485~488.
- [6] 王军,张金伟,董臣强. 准噶尔盆地排2井区岩性油藏的地震正演模拟[J]. 油气地质与采收率,2008,15(4):43~44.
- [7] 康永尚,沈金松. 现代数学地质[M]. 北京:石油工业出版社,2005:68~75.

编辑 董志刚

Key words: cracked gas; geotemperature; sedimentary facies; reservoir condition; Bonan sag

A new method for Compertz model parameters estimation

LI Xiao - guang, LU Gang, LI Yu - jin, WANG Gang, GAO Xian - feng
(Liaohe Oilfield Company, PetroChina, Panjin, Liaoning 124010, China)

Abstract: Estimation of Compertz model parameters deals with 3D numerical optimization. The conventional algorithm has some difficulties in computation; hence a mathematical method is proposed to resolve 3D optimization into a nonlinear equation with one unknown. This paper also presents a search algorithm of feasible region and a bisection algorithm for this equation. This method can be used to predict original oil in place and oilfield production. Case calculation shows that this algorithm is stable and fast in calculation process and has small calculation error.

Key words: Compertz model; parameter estimation; optimization algorithm; bisection; OOIP

Sedimentary microfacies analysis in progressive exploration in Shengnan 3 and 6 blocks

LIU Ling - li^{1,2}, ZHU Yong - jin^{1,2}, YAN Wei - bing³, WU Feng^{1,2}

- (1. MOE Key Laboratory of Oil and Gas Resource and Exploration Technology, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434023, China;
2. College of Geosciences, Yangtze University, Jingzhou, Hubei 434023, China;
3. Logging Co., Ltd., PetroChina, Dunhuang, Gansu 736202, China)

Abstract: The sedimentary facies of Oil Unit I in Sanjianfang formation of Middle Jurassic in Shengnan 3 and 6 blocks have been analyzed based on isochronous correlation. In shallow braided delta front subfacies, some microfacies have been identified, such as underwater distributary channel, sheet sand (including overbank sedimentation) and shallow lake. Maps of sedimentary microfacies are presented for each layer according to single well facies analysis, logging facies relationship and sand distribution. Principle sands have been delineated and mapped as per medium base level cycle; regions of advantageous reservoirs are determined, favorable drilling locations of A, B, C and D are submitted, and B and C are considered to be least risky in conjunction with hydrocarbon accumulation analysis.

Key words: sedimentary microfacies; superposition of sands; exploration deployment; risk assessment; Shengnan 3 and 6 blocks

Identify original oil - water interface by 3D seismic attributes in Chunguang Oilfield

WANG Xue - zhong¹, LIU Chuan - hu¹, WANG Jian - yong²

- (1. Shengli Oilfield Company, SINOPEC, Dongying, Shandong 257000, China;
2. China Petroleum & Chemical Corporation, Beijing 100728, China)

Abstract: The original oil - water interface is identified according to the difference between the amplitudes of oil and water layers by means of 3D seismic attributes analysis for Pai 2 reservoir in Chunguang Oilfield in Western Junggar Basin in the early life of oilfield development. The result is basically consistent with that of the development wells. Regional application of the method is highly reliable, reserves calculation is accurate, oil production goes up steadily, and oil recovery rate and recovery efficiency have hit a new domestic high.

Key words: original oil - water interface; 3D seismic; seismic attribute; seismic amplitude; proved reserve; Chunguang Oilfield

Study on the influence of intercalation on remaining oil distribution in thick reservoirs

HU Dan - dan¹, TANG Wei¹, CHANG Yu - wen¹, WU Yuan - bing², ZUO Song - lin³

- (1. Research Institute of Petroleum Exploration & Development, PetroChina, Beijing 100083, China;
2. China National Logging Corporation, Beijing 100101, China;
3. Daqing Oilfield Company Ltd., PetroChina, Daqing, Heilongjiang 163721, China)

Abstract: Intercalation in thick reservoirs is one of the major factors controlling remaining oil distribution. This paper analyzes the distribution characteristics of intercalations in thick reservoirs and describes remaining oil distribution controlled by intercalations based on the data of the North 1 Area. A numerical model has been established and orthogonal tests have been conducted to study remaining oil distribution under different shapes of angular and horizontal intercalations. Statistical analysis of the result shows that when water injection is inverse to the direction of angular intercalation, the shorter the horizontal interval is and the smaller the inclination is, the more enriched the remaining oil is; the more the number of horizontal intercalations is, the locations to the other sides of oil/water wells are more likely to remain oil as impeded by intercalations.

Key words: thick reservoir; remaining oil; orthogonal test; numerical simulation; intercalation

Channeling model of non - steady flow from matrix to insular cavity

CHENG Qian, XIONG Wei, GAO Shu - sheng, LIU Hua - xun

(Institute of Porous Flow & Fluid Mechanics, Chinese Academy of Sciences, Langfang, Hebei 065007, China)

Abstract: Cavities constitute the main storage space in Tahe fracture - cavity carbonate reservoir and show highly discrete distribution. Matrix is widely distributed, equivalent continuum medium in reservoir and has low permeability. The channeling from matrix to cavity belongs to non - steady seepage. A model of insular cavity encountered by single well is described with constant pressure at exterior boundary. The cavity is regarded as extended wellbore. The law of non - steady flow between matrix and insular cavity has