

文章编号: 1006-6535(2008)04-0049-04

沈625井区古潜山岩性、裂缝及含油性预测

王高飞

(中油辽河油田公司, 辽宁 盘锦 124010)

摘要:综合运用地震、地质、测井、录井等多种资料,利用储层预测、波阻抗反演、裂缝建模处理和解释等技术,以RSI、FRACA为平台,建立了大民屯凹陷沈625井区古潜山岩性及裂缝分布模型,进一步落实了研究区古潜山岩性分布特征及裂缝发育状况。在此基础上采用EAA能量吸收法对古潜山含油性进行了预测,指出沈625断块和沈229断鼻构造区为当前最有利探区,为下步工作指明了方向。

关键词:古潜山;岩性;裂缝;储层预测;波阻抗;裂缝建模;含油性;沈625井区;大民屯凹陷

中图分类号:TE122.2 **文献标识码:**A

前言

沈625井区位于辽河盆地大民屯凹陷前进断裂构造带北段与静安堡构造带的交汇处,北西以断层为界,向北与三台子洼陷相邻,主要目的层为元古界古潜山。井区钻探工作始于1985年,2001~2002年相继完钻沈625井和沈229井,生油岩最大埋深约为6500m,据钻遇古潜山的101口探井分析,当埋深小于5000m时,裂缝储层发育均可能形成含油圈闭。由于大民屯凹陷早期与晚期断裂均发育,断裂系统与构造形态十分复杂,地层结构复杂,加之油层埋藏深度大,古潜山地震资料品质较差,裂缝型储层为目前储层研究的难点,地层和裂缝分布规律认识难度大^[1]。为了进一步落实该区古潜山岩性分布特征、裂缝发育状况及储层含油程度,利用已有的岩心、录井和测井资料,进行单井测井曲线岩性综合解释,对比了各种岩性的电性特征,根据不同岩性的敏感电性参数对古潜山岩性进行了标定和预测。结合断层分析,利用岩心和测井资料对储层裂缝进行了描述,并以此为约束条件,应用裂缝建模软件对研究区裂缝发育区和裂缝发育方向进行了预测,进而预测了有利含油区域,并提出了相应的开发部署建议,为古潜山裂缝性油藏勘探开发提供指导。

1 岩性预测

测井综合解释表明,沈625井区古潜山不同岩

性其密度差异明显,因此,将波阻抗作为第一变量进行精细波阻抗反演。在多种地震属性提取的基础上,建立与已钻井岩性的映射关系,进而完成研究区古潜山内幕岩性预测。

1.1 测井曲线敏感性分析

根据现有资料和各井所钻遇古潜山岩性不同特征,重点对区内的4口探井(沈625、沈223、沈229及沈224井)进行了单井岩性综合解释。研究表明,密度参数^[2]为识别本区古潜山岩性的最敏感参数,其中,石英岩密度一般为2.52~2.62 g/cm³,碳酸盐岩密度^[3]通常大于2.66 g/cm³,花岗岩片麻岩密度一般为2.58~2.67 g/cm³。除密度参数外,声波时差、中子和伽马参数也是较好的识别参数,而电阻率等参数的识别效果则较差。

1.2 敏感参数模拟验证

利用RSI储层预测软件能够对由于岩性、流体变化而产生的电性变化规律进行模拟验证。本次研究选择沈616井3320~3420m为模拟实验井段。模拟过程的第一步为加载和计算原始岩性测井曲线,首先直接将模拟井段声波时差曲线转化为纵波速度曲线,然后加载密度和纵波速度曲线,再利用Petro Solutions软件的横波预测工具计算横波测井曲线,从而得出原始岩性的各条测井曲线;第二步为将原始岩性(灰岩)中的方解石完全替换为

白云石,从而得出白云岩的各种电测曲线;第三步为将替换后的白云石全部替换为石英,从而得出石英岩的各种电测曲线。模拟结果表明,利用密度参数可以很好地区分灰岩、白云岩和石英岩。另外,声波时差、中子和伽马也可以作为较好的地震识别参数。

1.3 波阻抗反演分析

首先进行研究区井震标定,确定古潜山顶面及内幕地层地震响应特征,沙四段至元古界古潜山合成地震记录与井旁地震道对应关系较好,沈625井元古界古潜山高速石英岩与房身泡组底低速泥岩形成1套强振幅、低频、中等连续的反射同相轴。

在建立初始波阻抗模型基础上,采用多井约束稀疏脉冲反演^[4],从地震道中抽取反射系数,与子波褶积生成合成地震记录道,利用合成地震记录与原始地震道的残差修改反射系数,得到新的反射系数序列,再做合成记录,如此迭代,最终得到能够最接近原始地震道的反射序列,然后再求得相对波阻抗。最后与各井绝对波阻抗曲线拟合的阻抗趋势(低频背景)相加,即可得到绝对波阻抗。该反演方法主要是利用各套地层波阻抗差异进行地层对比,并根据储层横向变化引起的波阻抗差来识别波阻抗特征突出的储层^[5]。

沈625、沈229、沈224及沈223井原始测井曲线、低频模型、反演结果对比显示,各井原始测井曲线、低频模型、反演结果吻合均较好,反映波阻抗反演结果可靠性较强。波阻抗反演剖面显示井波阻抗与井旁反演道波阻抗吻合也较好,进一步验证了波阻抗反演结果的可靠性。因此,波阻抗是研究区进行储层岩性识别的较好属性,可根据其对古潜山岩性进行识别和分类。

1.4 岩性标定与古潜山岩性预测

首先从分类属性体中提取各井地震属性道^[6],然后利用合成地震记录时深关系将各井地震属性道进行时深转换,再利用测井分析软件将地震属性道与敏感测井参数(密度、声波时差)进行交汇分析,得出岩性标定方案,最后将标定方案输入分类属性体,即可得到地震属性体的岩性分类结果。图1为研究区古潜山不整合面下30ms岩性预测。由图可以看出,沈625—沈169—沈616古

潜山低断块岩性主要为石英岩和碳酸盐岩;沈229井区以石英岩为主,碳酸盐岩为辅;沈223井区以碳酸盐岩为主,石英岩为辅;沈224井区主要为花岗片麻岩。

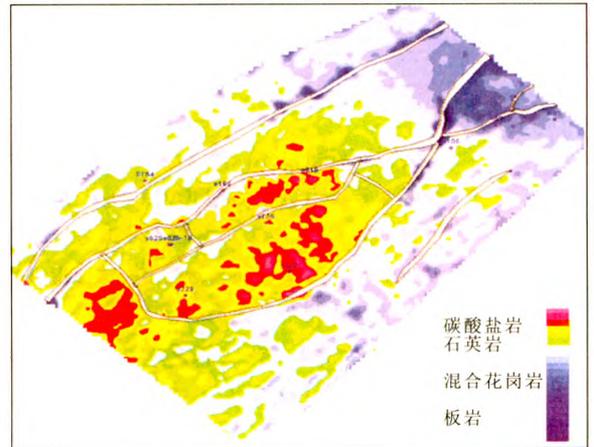


图1 沈625井区古潜山不整合面下30ms岩性预测

2 裂缝预测

由于裂缝形成的复杂性和裂缝分布的多级性,加之现有技术和资料对裂缝识别能力的局限性,使裂缝研究成为石油地质研究的难点之一。相干性三维地震属性分析和最大相似性倾角地震属性分析技术能够较为准确地反映断层和大规模裂缝的空间形态,本次工作即采用以上2种技术,以RSI的Attrib 3D和具有较强的刻画细小断裂和裂缝的空间展布规律能力的Fracca为平台建立研究区裂缝分布模型。

2.1 裂缝基质模型的建立和数据分析

裂缝发育必基于一定的基质地质模型,由于研究区仅有古潜山顶面构造解释成果,因此,通过Fracca软件采用单层基质模型,以古潜山面向下延拓20m对裂缝进行描述。而研究缺乏相应的裂缝单井统计结果和应力场分析结果,因此,只能通过Fracca软件对古潜山顶面进行断层数据分析和构造曲率分析。

断层分析主要是对区内所解释的断层进行方位分组^[7],同时统计其他裂缝建模所需的参数。图2为研究区古潜山顶面断层分布。由图2可以看出,所解释断层可以分为3个方位组,分别为NEE向、NE向和NW向。构造曲率分析是裂缝建

模的一项重要工作,由于研究区裂缝发育与地层褶皱变形程度存在密切关系,采用古潜山顶面构造图作为构造曲率分析基础图件。

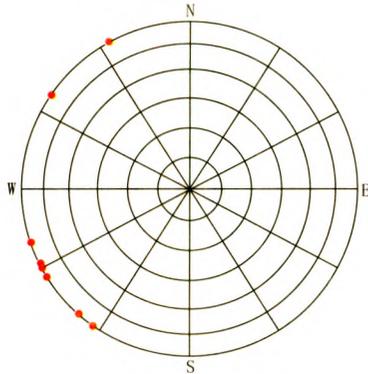


图2 断层方位分析

2.2 裂缝建模结果分析

以古潜山顶面断层分组方位图和古潜山顶面曲率分析图为基础,采用大尺度裂缝(裂缝延伸长度大于100 m)和微裂缝进行裂缝描述^[8],从而完成研究区裂缝建模。图3为各组裂缝与断层叠合关系图。由图3可以看出,研究区内主要发育了NNE、NE和NW 3组大尺度裂缝,其发育部位和方位与区域构造样式存在明显关系,在很大程度上受控于区域应力场的形成和演化。

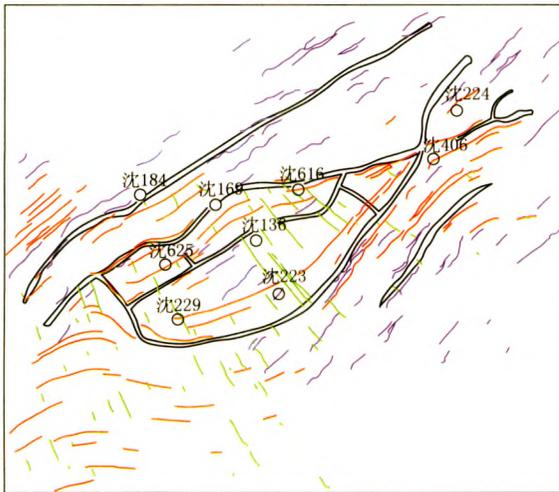


图3 沈625井区大尺度裂缝分布规律及与断层叠合关系

(1) NEE向裂缝。NEE向裂缝是研究区内发育程度最高的一组裂缝,发育密度最大的2个区域均位于研究区外围,分别为沈184井西南侧的高古潜山带和安106井南侧的静安堡古潜山带。区内

以沈625井的北侧和东北侧NEE向裂缝发育程度最高,其次为沈229井东侧鼻状构造区,沈169—沈616井断块区NEE向裂缝发育程度相对较低,沈223、沈136和沈224井基本无NEE向裂缝发育。另外,NEE向裂缝的发育对于沈625块、沈169低古潜山背斜和沈229鼻状构造对油气运移和富集极为有利。

(2) NE向裂缝描述。NE向裂缝主要集中发育于研究区西北侧和东南侧的两大高古潜山带。区内有2个NE向裂缝的相对高密度区,一是研究区北缘的沈225井区附近,另一个是介于沈223和沈625井之间呈NW向展布地区。沈224井区有微弱的裂缝发育,其他井区基本无裂缝发育。

(3) NW向裂缝描述。NW向裂缝在区内分布较稀少且长度较短,其最大裂缝密度发育区位于沈223井区附近,其次为沈136至沈616井区附近,沈229井区有十分微弱的NW裂缝发育,其他井区均无NW向裂缝发育。

3 含油性预测

裂缝性油藏油气预测目前尚缺乏成熟技术,采用EAA能量吸收法对沈625井区古潜山含油气性进行预测。

3.1 属性研究

作为地震响应属性之一,能量吸收影响因素众多^[9],岩石组成、孔隙度、渗透率、裂缝与微裂隙发育程度、岩石所含流体性质等均会对其造成影响。EAA采用了一种降低均匀能量衰减、突出能量异常吸收的算法,以此评价储层含油气性,当地层含油气后塑性性质与围岩存在明显差异,表现为高吸收异常。沈625井—沈169井—沈616井连井线吸收系数处理结果表明,古潜山不整合面下0~60 ms内625井区存在明显的吸收异常,古潜山不整合面下60 ms以下吸收异常零星分布。

3.2 能量吸收与含油性关系

通过对区内沈625、沈229、沈616、沈619、沈223、安106及安89井能量吸收因子与油气关系的统计,发现能量吸收异常和含油气性之间存在较好的对应关系,吸收因子越高,含油气可能性越大。但能量吸收异常与油气富存关系并不严格对

应——能量吸收因子分布范围与油气富存关系存在重叠分布现象。通过分析,基本确定能量吸收因子与储层含油性存在以下定量关系:能量吸收因子大于150,储层具有较高产能;能量吸收因子为75~150,储层产能中等;能量吸收因子为30~75,储层产能较低;能量吸收因子小于30,储层产能较差。

3.3 含油气性平面预测

在上述7口井能量吸收因子与油气富存关系分析的基础上,对全区油气的可能富存进行了横向预测。由于油气主要富存于古潜山不整合面以下0~60 ms以内,所以,对古潜山不整合面以下0~60 ms和60~120 ms分别进行含油气性平面预测^[10]。图4为沈625井区古潜山不整合面下60 ms以内油气指数分布。由图4可以看出,油气集中分布于沈229区块、沈625区块及沈625—沈616低古潜山。沈229块以西虽然也存在能量吸收因子异常区,但综合分析认为可能为油气区,也可能为受资料边界影响,预测结果可靠性较差。

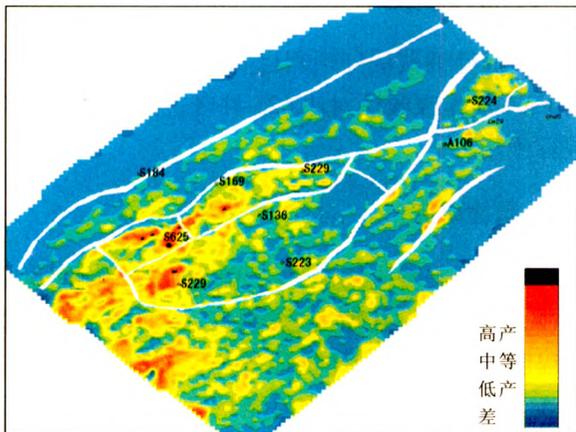


图4 沈625井区潜山不整合面下60 ms 油气指数分布

4 结论

(1) 通过测井曲线敏感性分析和敏感参数模拟验证,确定密度为反映沈625井区古潜山岩性变化的最敏感参数,结合波阻抗反演分析确定了古潜山岩性标定标准,完成了古潜山岩性预测。

(2) 通过建立裂缝基质模型,完成了沈625井区古潜山裂缝模型,将研究区裂缝分为3组,分别为NEE向、NE向和NW向,其中,NEE向裂缝发育程度最高,其最大优势发育部位为沈625井的北部和东部,其次为沈229井东部。

(3) 发现并落实了沈625断块、沈229断鼻、沈224断鼻和沈169断块4个圈闭,圈闭岩性分别以石英岩、碳酸盐岩、花岗岩和碳酸盐岩为主。其中,沈625断块区和沈229断鼻构造区NEE向大尺度裂缝发育密度较高,油气富集,为区内最有利油气预测区;沈169断块NEE向和NW向中等裂缝较发育,油气较为富集,也是较好的目标构造区,并在油田开发调整和部署实践中取得了良好的效果。

参考文献:

- [1] 么景臣,郭彦民,等. 大民屯凹陷中段潜山裂缝预测研究与应用[J]. 特种油气藏,2002,9(2):23~28.
- [2] 黄太明. 牛心坨地区太古界变质岩储层特征研究[J]. 特种油气藏,2003,10(5):22~25.
- [3] 钱峥,黄先雄. 碳酸盐岩成岩作用及储层[M]. 北京:石油工业出版社,2000:66~70.
- [4] 李立诚,等. 地震波阻抗反演在层序研究中的作用[J]. 新疆石油地质,2002,23(3):242~244.
- [5] 赵力明,等. 波阻抗反演方法在预测岩性油藏中的应用[J]. 石油地球物理勘探,1999,34(增刊):39~44.
- [6] 周宗良,肖建玲,张枫. 地震属性的优化处理及储层厚度的定量解释[J]. 新疆地质,2000,20(3):262~266.
- [7] 袁士义,等. 裂缝性油藏开发技术[M]. 北京:石油工业出版社,2004:86~129.
- [8] 王志章,等. 裂缝性油藏描述及预测[M]. 北京:石油工业出版社,1999:54~56.
- [9] 郭彦民. 大民屯凹陷低古潜山综合勘探技术研究[J]. 中国石油勘探,2005,10(4):38~44.
- [10] 孙洪斌,等. 辽河滩海地区地质特征及勘探潜力[J]. 特种油气藏,2002,9(3):1~5.

审稿专家 田世澄

编辑 董志刚