

· 综合研究 ·

# 吐哈盆地葡萄沟地区岩性油气藏勘探技术

林明强<sup>\*①</sup> 赵予凤<sup>②</sup>

(①中国石油吐哈油田分公司勘探事业部,新疆哈密 839009;②中国石油东方地球物理公司井中地震中心,河北涿州 072751)

林明强,赵予凤.吐哈盆地葡萄沟地区岩性油气藏勘探技术.石油地球物理勘探,2008,44(1):58~63

**摘要** 吐哈盆地台北凹陷葡萄沟地区受后期构造活动的改造,形成了岩性油气藏的构造背景和发育条件。葡萄沟地区中侏罗统主要目的层砂、泥岩纵向上呈薄互层分布,横向上急剧相变,而且砂、泥岩波阻抗分异性差,使该区岩性圈闭预测十分困难。本文以层序地层学和沉积微相研究为基础,采用岩性随机模拟、测井曲线重构反演、地震属性分析、多属性综合油气预测、地震子波吸收分析、平点等技术手段,有效地预测了岩性圈闭及油气藏的发育条件,发现了葡萄沟地区构造—岩性油气藏富集带。

**关键词** 断层 岩性油气藏 储层反演 流体检测 台北凹陷

## 1 勘探概况

葡萄沟地区位于吐哈盆地台北凹陷西部火焰山构造带西段,构造走向呈北西—南东向展布。该地区受喜山运动时期北部造山运动的挤压,早期向西逐级抬升的背景被垂向掀斜,呈背冲式不对称背斜构造格局。该区长期处于胜北次凹油气运移的西南方向指向区,油源条件优越;中侏罗统 $J_2s$ 、 $J_2q$ 储盖组合发育,埋藏较浅,储层物性好,成藏条件有利<sup>[1]</sup>。20世纪90年代初,在该地区南部背斜带的构造高点部署了葡1、葡2、葡3等井,因构造高点不准相继落空,勘探陷入低谷。20世纪90年代中期,在其斜坡带部署的以探索斜坡背景上的岩性油气藏为目标的葡砂1井也以失利而告终。2003年,在对葡萄沟砂岩储层展布情况进行精细刻画以后,重新以勘探斜坡带侧向尖灭中侏罗统砂岩为目标部署了葡砂2井,钻探获得了成功,由此揭开了葡萄沟地区构造、构造—岩性油气藏勘探的序幕。在随后的勘探中,相继有多个油藏被发现并投入了开发。截至目前,葡萄沟地区已发现白垩系(K)、 $J_2q$ 、 $J_2s$ 不同含油气层段葡5、葡6、葡9、葡10、葡11、葡18等10个油藏,其中斜坡区及部分背斜带上的油藏为构造、岩性双重因素控制的油藏。葡萄沟地区主要目的层多以大套薄层砂岩与泥岩互层为特点,砂岩单层厚度一般小于10m,这给地震分辨储层带来了较大的困难。

另外葡萄沟地区砂岩波阻抗与泥岩难以区分,利用常规反演手段难以奏效。为此,采取了多种非常规的技术手段,在识别岩性体甚至直接识别油气方面取得了较大的成功,基本查明了葡萄沟地区岩性圈闭及油气藏展布的特征。

## 2 岩性圈闭发育的地质条件

### 2.1 构造发育背景条件

葡萄沟地区是以斜坡为大背景,并以构造鼻隆为主要构造形态,油藏上倾方向的小断层、墙角断层为主控遮挡因素。该区在燕山期以前基本是以胜北凹陷向西边缘逐级抬升的缓坡背景;燕山期后,受喜山运动的影响,该区被动由北向南掀斜,在其逆冲前锋带形成逆牵引背斜。背斜南部发育大型火焰山断层而使推覆作用应力释放,由火焰山断层向北逐级发育次级平行的逆断层,该组断层延伸较远并被数条南北走向的走滑断层所切割,形成复杂的逆断层与走滑断层相交的小型断鼻构造。斜坡区断鼻上倾方向的断层为斜坡区主控断层,该断层控制着油气的聚集,同时也影响着砂体在侧向上的封堵性。由于东西向仰冲作用与南北纵向调节作用互相影响,平移断层往往在与逆冲断层相交处形成最大冲断断距,这种断块易形成有利油气聚集区(图1),在该断层作用下,往往也是断裂—岩性体油气藏最为发育的部位。但是南北向走滑断层切割连续分布的砂岩

\*新疆维吾尔自治区哈密市中国石油吐哈油田分公司勘探事业部,839009  
本文于2008年2月28日收到。

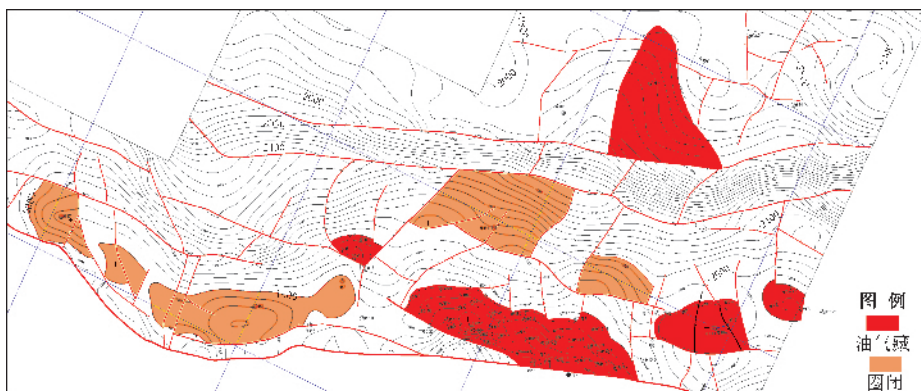


图 1 葡萄沟地区 J<sub>2</sub>q 砂层顶界构造图(单位:m)

体,使砂岩储层在某一侧面与泥岩对接或使砂岩储层滑移到泥岩区,增加了岩性体的侧向封堵性。可见,断裂的组合样式是影响油气运移、聚集、分布与含油气丰度的主要因素<sup>[2]</sup>。

### 2.2 层序地层及储层发育条件

高精度层序地层研究表明,葡萄沟地区三间房组及其以上地层共发育 3 个二级层序、7 个三级层序。沉积演化分析认为,受湖盆范围变化和构造活动的控制作用,该区主要在七克台组下段及三间房组上段(SQ9)、白垩系(SQ12)和第三系鄯善群(SQ13)的基准面上升旋回发育有利的储盖组合。其中白垩系和第三系鄯善群储层以冲积扇砂砾岩为主,储层物性差,为非主要目的层系;七克台组下段及三间房组上段以辫状河三角洲前缘砂体发育为主,其上广泛发育稳定的区域湖泛泥岩盖层,储盖组合关系好,是该区主要目的层系。

葡萄沟斜坡区 J<sub>2</sub>q<sup>1</sup> 砂体分布受控于七泉湖辫状河三角洲水下分流河道的展布, J<sub>2</sub>q<sup>1</sup> 上砂层组河

道改道迁移频繁,砂体发育且横向变化快,水流方向和斜坡倾向斜交,中部斜坡带前缘砂体形成构造—岩性油气藏条件较好(图 2)。斜坡区 J<sub>2</sub>q 储层下砂组为辫状河三角洲平原河道沉积,砂层厚,横向连通性好,油气以形成构造油气藏为主,下砂组厚层砂岩在适当条件下也可形成岩性油气藏; J<sub>2</sub>q 上砂组为辫状河三角洲前缘水下分流河道、河口坝、远砂坝沉积,砂层薄且横向变化大,砂体连通性差,是形成岩性油气藏的主要因素,上砂组在横向上由若干较大分流河道组成,河道间相互连通性也差,也是形成大型岩性油气藏的基础。位于斜坡区的葡砂 1 井经地层倾角测井资料进行古水流方向判断,在该井 J<sub>2</sub>q 主要砂岩段(2499~2529m 井段)的古水流流向显示为南南东向,说明砂岩展布与构造侧翼方向呈斜交关系,有利于形成岩性封堵条件。葡萄沟地区岩性圈闭正是在这种砂岩的侧翼尖灭、孤立砂体、叠置不连通砂体与斜坡背景、断层纵向切割、横向沟通的复杂作用下形成。

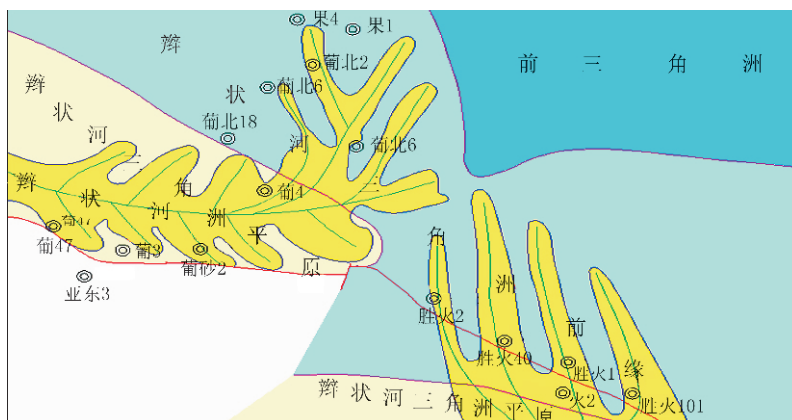


图 2 葡萄沟—胜金口地区 J<sub>2</sub>q<sup>1-1</sup> 沉积微相平面展布

### 3 岩性圈闭识别技术

葡萄沟中部斜坡区储层的发育程度控制了构造—岩性油气藏的分布。为了刻画储层的空间展布,利用地震和测井资料联合解释对储层进行预测。宏观上以四级层序格架的关键层序界面为参考约束面,结合储层沉积微相研究和井间小层对比进行地质建模,开展沉积相、地震相和测井相联合解释;微观上利用井孔地球物理测井资料,结合模型正演技术,分析储层及其所含流体纵横向变化引起的地球物理响应特征(如振幅、波形、阻抗的变化等),建立储层地震响应模型;以地震属性分析(振幅、相干、波形聚类等)和波阻抗反演及测井曲线反演、岩性随机模拟为储层定量预测的主要技术手段<sup>[1]</sup>;另外在地震资料保真度较高的情况下,可利用多属性综合油气预测,以及子波吸收衰减预测油气、识别地震反射结构等方法进行直接地层含流体检测与预测。通过多种方法综合应用,可有效提高对薄互储层及砂、泥岩阻抗界面不明显储层的预测精度。

#### 3.1 全三维可视化地震解释及构造成图技术

葡萄沟地区断裂十分发育,南北方向走滑断层对油气藏的分割起到至关重要的作用。该组断层往往被东西向的断层复杂化,在断层倾向变化区断距也随之减小,利用常规手段难以解决准确识别断层和平面组合的问题。因此采用全三维可视化地震解释,通过层位的自动追踪,层切片、时间切片、多角度立体透视和体元追踪,解决断层空间的组合方式、延伸长度及微小断距的问题;利用沿层间段提取地震数据进行三维可视化透视方法、相干体透视方法建立断层体系;结合地震反演、岩性模拟、地震波形异常区范围和断裂组合的叠合,发现和落实岩性圈闭目标。实践表明,利用综合三维可视化地震解释技术,在葡萄沟地区  $J_2q$ 、K 地层发现了若干辫状河三角洲水下分流河道及河道间湾沉积、河口坝等砂体。由于断层的垂向错动关系,部分河道砂体被切割错断形成侧向封堵,因而也形成了独立的断层—岩性圈闭类型。利用井间标定、油藏压力、温度系统分析等手段,也证实了该类型油藏的存在并确定了分布范围。

葡萄沟三维工区地处火焰山断层上盘,构造类型复杂,速度变化大,为准确落实构造形态,确定岩性圈闭有效面积,采用以模型迭代为基础的射线追

踪变速成图方法进行构造图的编制。在对浅表地层结构充分分析的基础上,确定低、降速带对深层速度变化的影响,再对井筒声速测井资料进行分析,确定从浅到深的速度变化段,合理地划分层速度,并进行地震反射路径模拟和层速度计算。在多次迭代之后,建立了以观测系统、浅表结构、层速度、地震  $T_0$  数据、地层倾角为主要参数的速度场,对目的层进行精确的时、深转换,从而获得准确的精细构造背景图件。

#### 3.2 沿层属性提取与砂层厚度计算

地震属性是地震波动力学表达的直接参数,利用地震属性及属性的计算,可以较详细而直接地获取岩石的厚度、物性、含流体性质及岩相变化规律等多种信息。在严格的相对保持振幅和高分辨率处理的前提下,获得的岩石信息比较准确;而对地震进行谱白化处理及道均衡处理等破坏振幅保真度的处理后,得到的信息真实度往往降低或得到虚假的信息。在对葡萄沟地区高精度三维地震的多属性特征与砂岩厚度、含油气性质等进行交会分析后,认为部分属性与地质条件存在着较好的相关关系,平面上与目标层段的沉积展布吻合,故认为该区地震属性可以用来做砂岩岩性的展布描述及厚度计算。

葡萄沟地区  $J_2q$ 、 $J_2s$  储层以砂、泥岩薄互层为主,常规沿层属性的提取分析很难奏效,因此采用沿层切片,按地震采样间隔上、下滑移寻找储层演化规律的方法,可以从沉积演化上分析储层的发育特征。对于某一小薄层的预测,一般地,当砂岩厚度大于  $1/4$  地震波长时,地震波达到砂岩顶、底时反射产生调谐效应,形成可分的同相轴反射,因而在对目的层进行精确标定的基础上,严格追踪顶、底反射来获取砂岩的分布范围和砂岩的地震时间厚度,从而获得砂岩的真实厚度;当砂岩厚度小于  $1/4$  地震波长而大于  $1/8$  地震波长时,砂岩反射的顶、底反射相互干涉,波形难以分辨,但砂岩在这一区间由于厚度不同,所产生的干涉效果也不同,也就是其动力学特征不尽相同、地震属性不同,往往其表现最明显的是振幅,因此可以利用振幅属性的平面变化预测砂岩的厚度,并可根据振幅变化,结合相干分析、可视化数据清晰地展示砂体的空间分布,识别岩性圈闭<sup>[1]</sup>。葡萄沟地区  $J_2q^{1-1}$  砂体厚度在  $20\sim 30\text{m}$  之间,符合这一条件,因此利用地震的振幅属性结合多个开发井的标定,可有效地圈定砂岩的分布范围及厚度。该地区  $J_2q^{1-2}$  砂体厚度一般小于  $10\text{m}$ ,是形成葡萄沟

地区岩性油气藏的主要目标层位,其砂岩厚度一般小于  $1/8$  地震波长,地震同相轴上看不到任何变化,地震信息主要反映的是泥岩或砂层组的特征。因此可在精确标定砂层组的情况下,采用沿层时间切片从沉积区底部向上密集滑移,进而对砂体的形成、发育、壮大、萎缩、消亡的整个全过程进行地震与地质综合研究判别后,对砂岩发育所对应的某一特定时期进行综合的多属性提取分析,从而获得某一关键砂层的分布情况。首先对砂体发育过程进行合理判别,分析其展布规律,然后利用多井的小层厚度绘出该小层的厚度平面分布图,再与各种不同的属性平面图比较,提取各井点的各属性绝对值,与井点砂岩分布做多维相关分析,优选出相关度好的几种或一种属性,对地震砂层厚度进行回归计算,从而得到利用地震计算的砂层厚度图。由于地震属性与岩性没

有绝对的吻合,因此可利用已知井点的砂层厚度对地震砂层厚度作校正,从而获得较为准确的小层砂岩厚度平面分布图。这种做法对于那些井阻抗难以分辨砂、泥岩,纵向上薄互层分布的目标层效果比较好。在葡萄沟地区,上述有利条件及不利条件均具备,因此首先采用了振幅、相位、频率三种基本属性及其多种计算属性对砂岩的厚度作交会分析,从中优选出对砂岩厚度敏感的属性,其中优选出的瞬时振幅和瞬时频率相关度较好。这样先筛选属性可缩短大量试验和反复提取对比的时间。在对振幅和频率以及其计算的同系属性等 20 多种属性筛选后,获得了 2 种振幅类属性和 1 种频率类属性与砂岩厚度有好的吻合度,因此根据其相关系数,对这三种属性分配权值加权可获得一个更高相关性的综合属性(图 3)。对该属性进行计算后,可得出  $J_2q^{1-2}$  的砂体属

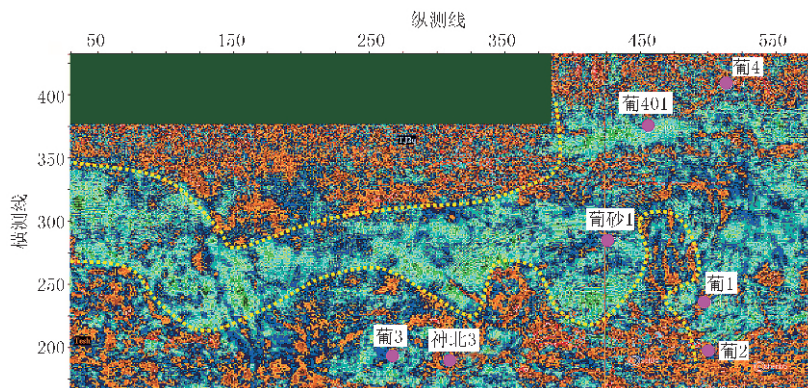


图 3 葡萄沟地区  $J_2q^{1-2}$  砂体属性平面图

性平面图,查清目的层段的砂体展布及厚度分布。

### 3.3 波阻抗反演技术的选择

由多口井的砂、泥岩阻抗交会得知,该区大部分井段的砂、泥岩阻抗分布没有明确界限,甚至会出现泥岩阻抗大于砂岩的现象。针对这种情况,引入自然电位、中子、伽马曲线等对岩性敏感的测井曲线,重构声波及密度曲线,以扩大砂、泥岩波阻抗差异,同时使分辨率有所提高。第一种方法是将样本井(区分度较好的井)目的层段的自然电位或中子测井数据与声波时差、密度测井数据做相关,求取其关系式和相关度,再将其他井相应目的层段的自然电位或中子测井数据代入,重构一条能够反映砂、泥岩性质的声波曲线,从而求取常规意义上的波阻抗。由于局部井区的岩性曲线和声波之间相关关系较差,使用该方法往往得不到区分度较大且不破坏原有时、深关系的声波曲线。第二种方法是将目的层段自然电位或中子、伽马

测井数据分别去除背景值(基值),取其中的砂、泥岩相对分量,放大适当倍数,再与声波测井数据同位叠加,使砂岩阻抗更大,泥岩阻抗更小,从而达到合理预测区分砂、泥岩的目的。第二种方法只适合于薄互层段内的曲线重构,不适合大井段或全井段的曲线重构。通过第二种方法获得的重构声波曲线具有较为明显的砂、泥岩区分性,因此利用该曲线进行合成地震记录的制作,与重构前的合成地震记录相比,合成道与井旁道的相似性有所提高,从而验证了该方法的合理性。由测井曲线交会显示葡萄沟地区砂岩与中子测井数据有良好的相关性,因此选用中子曲线进行重构和反演,反演结果准确展示了  $J_2q^{1-2}$  的砂体展布范围和岩性体的厚度。据此发现了葡 5 号砂体及葡 13 号砂体,在葡 5 号圈闭上钻探的葡砂 2 井证实了该构造—岩性油藏的存在。

葡萄沟地区砂、泥岩阻抗难以区分,主要原因是

压实作用造成砂、泥岩的孔隙度减小不一致,因此在井纵向波阻抗序列中,带有较强的泥岩压实基线趋势。如果对该基值进行低通滤波,则剩余的相对阻抗反映去除压实作用后的砂、泥本身差异为主的阻抗差。如图4所示,图中红色曲线表示绝对波阻抗,即带有泥岩压实基线趋势的原始阻抗;绿色曲线为低频趋势,即泥岩压实产生的基线趋势;蓝色曲线为相对阻抗,即对基值进行低通滤波,剩余的相对高频阻抗。从图4中可以看出,相对阻抗仍保持岩性间阻抗的高低关系,利用相对阻抗可以消除埋深对阻抗造成的影响。因此采用这种不破坏反射系数序列的方法——有色反演技术进行相对阻抗反演,可以获得比较满意的结果。在葡萄沟地区,采用这种方法从另外一个方面也验证了葡5号砂体,而且发现了斜坡区诸多岩性圈闭。

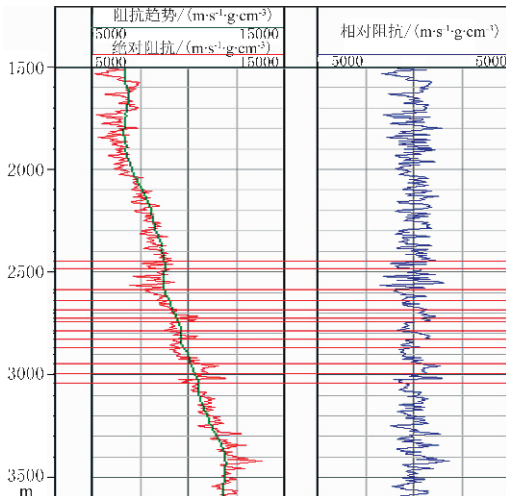


图4 相对阻抗、绝对阻抗和基值关系

### 3.4 岩性随机模拟技术

该方法是利用井筒的自然电位、伽马、中子等对岩性反映敏感的测井曲线做中间桥梁,建立起地震波阻抗与测井曲线、测井曲线与岩性数据、岩性数据与地震波阻抗、已知井点与三维空间的分布等之间的关系,模拟建立几率较大的岩性数据体,作为可信的砂岩分布规律。其做法是:①选择对砂、泥岩敏感的曲线;②进行地震常规反演,获得较好的波阻抗数据体;③做井的砂、泥岩阻抗高斯分布直方图、变差函数分析变异图;④进行测井曲线的直方图、变差函数分析;⑤在区分砂、泥岩的算法下,进行测井曲线与阻抗的变差函数分析;⑥计算多次模拟的测井数据体及岩性体结果;⑦选择适合的阈值,统计砂岩、泥岩出现的概率及砂、泥岩剖面、平面分布;⑧计

算砂岩的平面厚度图。该方法要求研究区井数量多,具有较好的能区分岩性的测井曲线。在葡萄沟地区,井数量可以达到要求,中子测井资料可较好地区分砂、泥岩,进行岩性模拟预测了 $J_2q^{1-1}$ 、 $J_2q^{1-2}$ 、 $J_2s^3$ 的砂体展布,为该区岩性圈闭的发现、落实提供了有力的证据,在斜坡区发现了葡3号、葡11号、葡砂2块、葡15号等构造—岩性油气藏。

## 4 岩性油气藏识别与评价技术

在较大规模的油气田(藏)中,往往具有统一的油气水界面,利用地震反射结构识别,也能够达到发现油气、评价油藏含流体范围的目的。当地震波穿过油、气、水界面时,由于速度发生迅速变化而产生特殊的地震特征和显示异常,在这些过渡区常表现为亮点、平点、极性反转、同相轴下拉、平亮点、暗点等特征,利用这些特征可以从地震剖面上直观地识别油气。在葡萄沟地区,由于地震资料保真度得到了提高, $J_2q^{1-1}$ 油藏一般为底水块状, $J_2q^{1-2}$ 油藏为边水层状,油藏的油水界面基本一致,故能在地震上形成统一的反射异常,该地区满足利用反射异常识别和评价油气的条件。在葡萄沟地区最直观的特点是利用平点反射来识别油气。地震剖面上通常表现为:邻近目的层的下方有一小短轴状的中等反射强度、中连续性的拉平同相轴,向两侧迅速演变为负相位或弱反射,在持续3~5道地震尖灭,合并到上、下两个同相轴中,在平点反射轴之上出现同相轴上拉现象,形成底平上凸的透镜状反射。对葡萄沟地区已知油藏进行模型正演也证明地震剖面上这种平点反射与油水界面存在着直接的联系,通过在同等条件下进行油、水置换,则能得出相反的结论,因此在葡萄沟地区利用平点识别油、气技术是可行且合理的。该区进行初期油气勘探的时候,人们已经看到了该区存在着这样的异常反射,而且通过标定,也证实这种反射与油层位置有关,遗憾的是,此现象当时未引起人们的足够重视。在随后的钻井过程中,油藏的平点反射得到逐一验证,由此又根据反射平点异常识别的油气进行了重新勘探,发现了葡9、葡11、葡15、葡18号油藏,无一失利。

另外,还通过MDI多属性综合油气预测技术和WEA子波吸收分析处理技术对岩性油气藏进行了直接识别,均取得了较好的效果。

MDI是一种综合的信息优化预测评价技术,是一种广义的地震属性技术。该系统的主要研究内容是:地震属性研究、拟井参数反演、地震属性—地质分析、信息分解、多属性优选等。MDI多属性综合预测系统可以对地震、钻井、测井、区域地质等多种资料进行分析、处理和解释,并从中提取有效信息建立多参数分析模型,通过多种定性、定量化的模型,实现对油气储集体特征的推断和预测。由于利用了多信息的优势,对信息的优化组合可以导出更多的有效信息,这在一定程度上降低了预测的多解性。

瞬时子波吸收分析技术(WEA)的依据是:地震波在地下传播过程中,除整体能量衰减外,频率成分也随介质不同衰减程度不同。由于介质的黏滞效应,地震波高频成分将在传播过程中衰减,特别是在疏松介质或孔隙度充满气体的介质中,地震波高频能量将会很快衰减,因此地震波在传播过程中高频能量衰减规律应与介质类型有关。由于油气藏均产于已成岩的储层中(除地表下浅层生物气),介质疏松程度大体相当,故亦可用于介质孔隙度、流体类型分析。

WEA技术可以消除大地滤波对地震波传播的影响,即去除自然吸收背景后的异常,其结果更能反应目标储层的吸收衰减作用,不受地层埋深的限制,而且WEA的实现过程不需要测井资料的约束。

在葡萄沟地区的岩性油气藏勘探中,MDI和WEA技术的综合应用在葡15号、葡18号等岩性油气藏的预测中均获得了良好的效果。葡15井的侧钻获得了商业油流,原先认为葡15号为构造型圈闭,在其高点钻探了葡15井,试油结果为水层,后用WEA技术预测其东侧100m左右处存在明显的油气吸收异常(图5),即存在一个南北方向展布的岩性体,该岩性体在上倾方向与相邻井均不连通,属典型的岩性油气藏。因此在葡15井东侧130m处钻探葡15-x井,试油获得了日产油11.47m<sup>3</sup>,天然气2634m<sup>3</sup>的商业油气流。油藏分析及小层对比揭示,葡15-x井含油、气砂层与葡15井井间存在岩性尖灭,与其东侧的葡6井含油砂层也不连通,并向东有加厚趋势,证明葡萄沟15号油藏为岩性油气藏。2007年初,根据MDI的预测结果钻探的葡18井在J<sub>2</sub>s见到了良好的油气显示,测井解释有油层,其油气检测结果表明,在葡萄沟18号圈闭及其下倾方向存在明显的相关异常,小层对比证明葡18井与相邻的葡15-x井、葡6井在J<sub>2</sub>s之间存在明显的岩性变化带,葡15-x井、葡6井J<sub>2</sub>s没有任

何油气显示,而在葡18井的J<sub>2</sub>s钻探过程中,见到了10.5m/6层荧光—油斑级油气显示,含油气性良好,砂层也明显加厚,说明葡萄沟18号J<sub>2</sub>s油藏仍为岩性油藏。

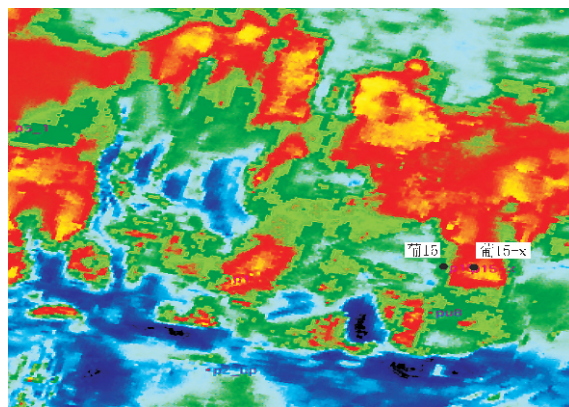


图5 葡萄沟地区J<sub>2</sub>q<sup>1</sup>子波吸收流体检测平面图

## 5 结论

(1)葡萄沟地区南部背斜带及中部斜坡带均存在着受岩性、岩性—构造双重因素控制的油气藏,油藏的规模、展布与断层、砂体的配置关系密切相关。

(2)利用精细的沿层属性提取与砂层厚度统计回归技术、波阻抗反演技术、加入岩性识别分量的测井曲线重构技术、岩性随机模拟等技术,较好地解决了葡萄沟地区储层厚度薄、砂泥互层、砂泥阻抗难以区分的问题。

(3)葡萄沟地区油气藏的分布具备从地震剖面上直接识别的条件,运用地震平点反射结构分析技术、多属性综合油气预测和子波吸收预测技术,成功地识别了多个岩性油气藏的空间展布。

在葡萄沟地区多年的勘探实践中,原西部室、隐蔽油藏室、处理室包括西部滚动室的研究人员为不断地创新岩性油气藏预测技术做出了不懈的努力,在此对他们的贡献表示感谢!

### 参考文献

- [1] 王劲松,李斌,刘护创等.台北凹陷葡萄沟—胜金口地区精细目标研究与勘探实践.石油天然气学报,2005,27(6):843~846
- [2] 何登发.断裂—岩性体油气藏特征.石油学报,2007,28(2):22~28
- [3] 石玉,李宗杰.塔河油田三叠系岩性圈闭识别与评价技术.新疆石油地质,2007,28(3):375~378

(本文编辑:冯小球)