

# 柴达木盆地一个可能的 地震平点异常的解释与分析

史晓辉, 何亨华

(中国石油勘探开发研究院西北分院油气地质研究所, 甘肃 兰州 730020)

**摘要:**在对柴达木盆地某研究区二维地震资料进行解释时,发现了一条特强振幅异常。从异常反射特征、构造和成因等方面进行了分析,并初步推测其可能由“地震平点反射异常”引起。同时,还阐述了将该异常解释为“地震平点反射异常”存在的诸多疑点。在对强振幅异常反射特征进行分析时,应用MDI技术,做了二维地震剖面烃类检测,提高了可信度。

**关键词:**地震平点反射异常;烃类检测;强振幅异常;平点

**中图分类号:**TE132.1<sup>+</sup>4

**文献标识码:**A

**文章编号:**1672-1926(2009)04-0586-06

## 1 研究区概况

狮子沟油田位于柴达木盆地西部南区的茫崖坳陷亚区,毗邻阿尔金斜坡,是狮子沟一油砂山背斜构造带上的一个三级构造,为一顶部宽缓的短轴箱状背斜<sup>[1]</sup>,主要为岩性一构造油藏。

狮子沟地面构造形态为一大型弧形背斜,构造南陡北缓,其东西长约24 km,南北宽约7~8 km,构造面积约为164 km<sup>2</sup>,构造由3个高点组成,自西向东依次为狮子沟高点、花土沟高点和游园沟高点,3个高点闭合面积约为33.5 km<sup>2</sup>。构造南陡北缓,南翼地层倾角60°~80°或近于直立,局部发生倒转。北翼地层倾角一般为5°~15°,中间地带地层平缓,只有2°左右。地面出露最老地层为N<sub>2</sub>。

狮子沟地区为山地地形,地面高差为300~550 m,很难进行常规地震勘探,因此1986年在狮子沟及其周缘地区先后开展了1:10万和1:5万的重力详查,1989—1991年在狮子沟作了电磁测深,1998年进行了200 km的重力及CEMP勘探。1998年至今共完成二维地震144 km,但品质较差,测线不成网<sup>[2]</sup>。

1957年开始根据地面、重力资料以及地震资料进行大量钻探,发现了狮子沟油田N<sub>1</sub>油藏、狮子沟油

田E<sub>3</sub>油藏、花土沟油藏和游园沟高点油藏,年产原油为28.3×10<sup>4</sup> t。预测油气资源量为8 900×10<sup>4</sup> t,探明含油面积为11.4 km<sup>2</sup>,探明石油地质储量为4 488×10<sup>4</sup> t,剩余资源量为420×10<sup>4</sup> t。

受勘探条件的限制,10多年来,柴达木盆地狮子沟油气藏的勘探没有取得突破。从盆地构造特征、沉积充填、成藏规律等方面来看,狮子沟构造(图1)存在一些与盆内其他构造不同的特殊性和复杂性<sup>[3]</sup>。在进行狮子沟二维地震资料解释时,发现有几处较显著的平点,和构造反射层呈不整合接触。本文从分析地震反射平点异常入手,结合浅层油气成藏的实际地质条件综合分析,从异常反射特征、构造和成因等方面进行了分析,并初步推测其可能由“地震平点反射异常”引起。

## 2 地震反射平点地震相

所谓地震异常体,是指在一定的地震层序内部<sup>[4]</sup>,具有反射波振幅、反射波频率、反射结构差异及有显著外部形态的地震相。它可能是岩性圈闭或构造—岩性复合圈闭的响应,也可能是油气信息。特别是沉积作用形成的反射异常应引起重视,因为它往往代表着一个好的储集体或沉积相带,只要具备充足的油源条件,就可以聚集油气,形成岩性油气藏,成为有利勘探目标。

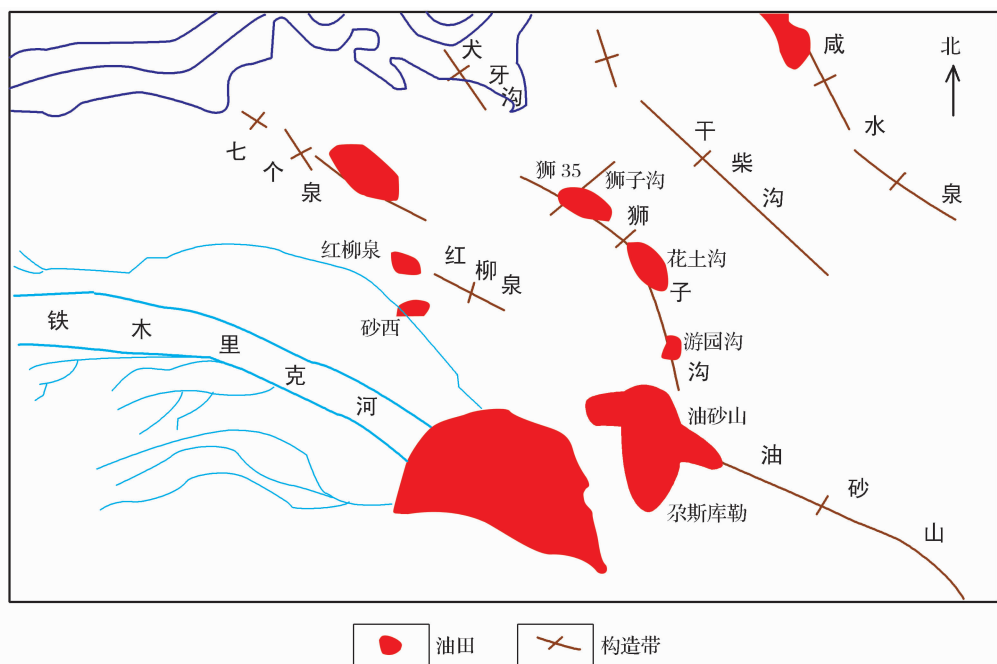


图1 狮子沟构造油气藏分布

柴达木盆地狮子沟研究区地震地质解释,发现一明显的近似水平的、强反射的同相轴——“平点反射”,其可能是气、水、油、水界面产生的“地震平点反射异常”。

## 2.1 地震反射平点位置

地震平点反射异常沿着狮子沟断层派生的狮北断层次级断裂分布,在 06027 测线、06029 测线、06031 测线、06033 测线、06035 测线、06037 测线、061029 测线以及 061033 测线等地震剖面上都有清晰显示,尤其在 06037 测线和 061033 测线地震剖面上最为显著(图 2)。

## 2.2 地震相

在一组大倾角反射的背景上,出现一个水平的反射波,与大倾角反射相干涉,出现同相轴分叉合并现象,反射振幅不稳定,振幅强度属中一弱振幅,连续性中一差,断续出现,地震相外形呈三角形,内部为平行反射结构。

## 2.3 平点反射的平面展布特征

平点反射分布于狮子沟断层次级派生的狮北断层的一侧,沿断层分布,呈条带状,近南北走向,北窄南宽,南端最宽处可达 5 km(图 3),图 2 为平点反射外缘的倾斜反射波  $T_0$  图。

## 2.4 平点的构造背景

从图 2 可以看出,该  $T_0$  图为一个依附于派生的狮北断层的鼻隆,组成一个断鼻圈闭,断鼻长轴方向近 S—N,向 E 倾没,其幅度达 350 ms,面积达 10 km<sup>2</sup>。可

定义该平点反射范围内的断鼻圈闭为平点闭合。

## 2.5 平点反射埋深

平点反射  $T_0$  为 450 ms,相当稳定。在 06037 测线地震剖面上的 880 CDP 处,按平均速度 2 000 m/s 计算,位于基准面下埋深为 450 m 处,由于基准面为 3 500 m,而地面高程为 3 465 m,所以地震平点反射位于地面以下的埋深约为 415 m。随着地形海拔的变化,它的埋深亦变化。

## 2.6 平点圈闭顶部埋深

根据 061033 测线地震剖面,平点边缘反射波与断层交会处的  $T_0$  为 150 ms,按 2 000 m/s 的平均速度计算,平点圈闭的顶部埋深约为 150 m。

# 3 地震平点异常解释

## 3.1 平点反射属水平物性界面反射

(1)平点反射与初至切除无关,查阅多条测线的单炮记录,在单炮记录上,都有平点反射出现。

(2)平点反射在 8 条测线上都有出现,相互垂直的测线都有明显的反射特征,相交剖面可以闭合,出现时间稳定在 450 ms 处,排除侧面反射的可能。

## 3.2 平点反射波的界面是一个液态反射界面

(1)平点反射波的振幅极不稳定,时强时弱,反射时有时无,连续性差,断续出现。从地震剖面上其他反射同相轴的特征分析,在较小的范围内,地层物性不应发生如此大的变化。

(2)根据已有地质资料,研究区没有火成岩侵



入,而平点反射的地震相与火成岩地震相不相似,可以排除火成岩的可能性。

(3)研究区浅部地层为  $N_2^1, N_2^2$ , 他们均为滨—浅湖相的砂泥岩互层。当倾斜地层充注液体后,液

体面是水平面的,沙岩中有液体界面,泥岩不可能充注液体,无液体界面。所以,从平点的反射特征,可解释该平点反射为一个液体面的反射。它既可以是潜水面,也可以是油、气藏底水的反射。

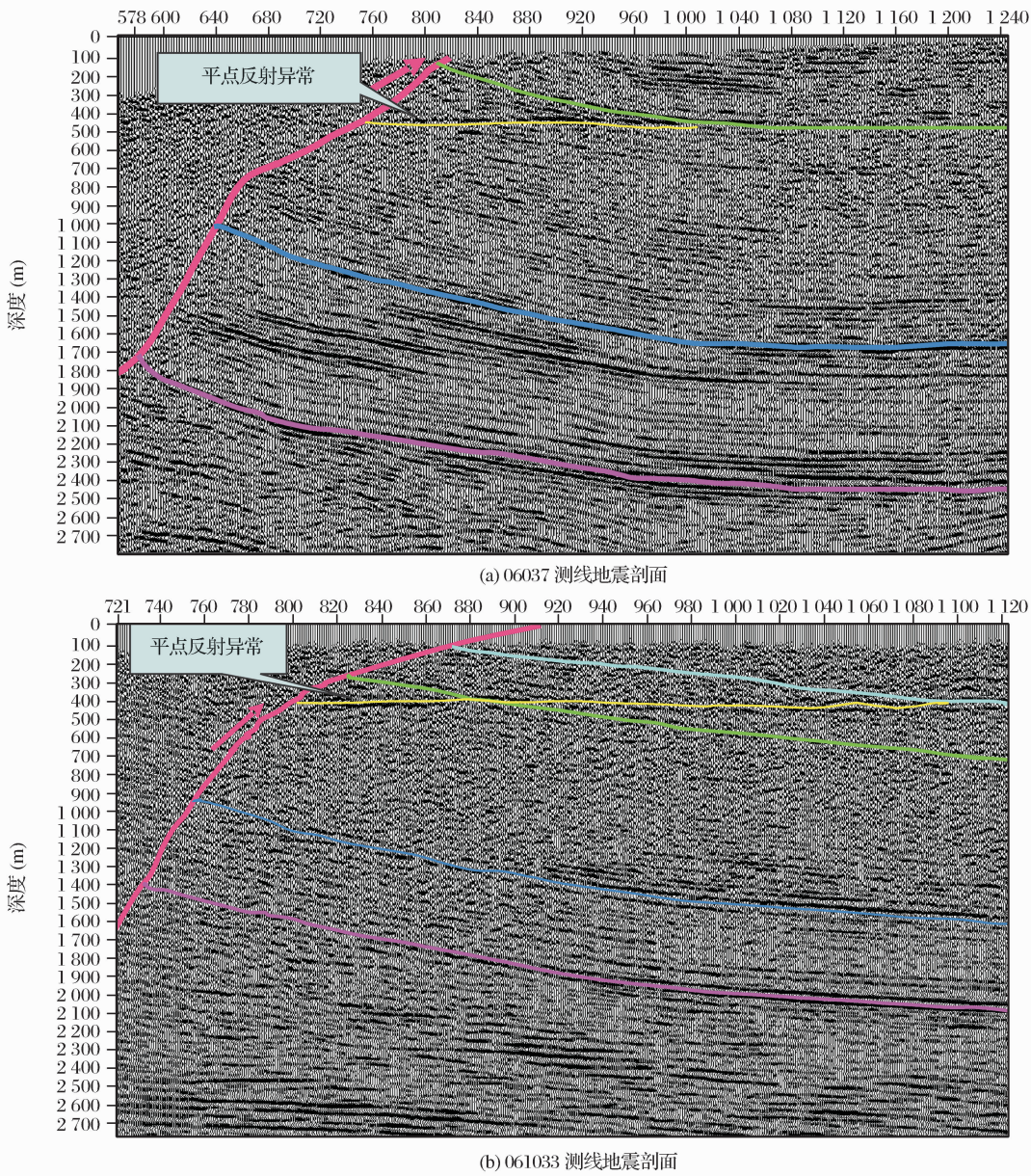


图2 平点反射异常剖面

## 4 平点反射异常是油藏底水反射的可能性

### 4.1 潜水面反射的可能性分析

(1)研究区所在位置,处在英雄岭的南端。英雄岭是一个负向构造,向斜轴近 NW—SE, 东西两翼上翘,当水源不足的情况下,在其两翼,完全可以形成同一个潜水面。但是,实际并非如此,仅在其西南翼有平点反射,而在东北翼却无平点反射,这样给人一个印象,西南翼有潜水面,东北翼无潜水面,这个道理不通。

(2)地表水层的反射,以往在地震剖面有过出现,但是,它需要有一定的地表地质条件,即地势平坦。但是,研究区的地形为山地,地表的趋势面呈坡状。根据以往对地表水顶面的调查,地表水的顶面与地表的趋势面近于平行,即地表呈坡状,地表水顶面也呈坡状。这样,在山地上地震剖面就不可能采集到水平的地表水顶面的反射。

### 4.2 平点是油藏的可能性分析

(1)英雄岭地区的  $N_1$ 、 $E_1^1$  及  $E_2^2$  都为生油层,生油条

件良好。Shi20 井的  $E_2^s$  为一级生油层,有效厚度 605 m,该井在钻入  $E_2^s$  后,分别在井深4 136.62 m、4 184.48 m、4 564.8 m处,发生 3 次井喷,喷出高产工业油流,在第 3 次井喷后,求产结果:日产油为1 036.2 m<sup>3</sup>,日产气为

204 055 m<sup>3</sup>。跃 44 井的  $N_1$  也是本区域主要生油层,生油层厚度为 300 m,表明本区原油丰富。

(2)平点反射处在同沉积垒块上,即狮子沟同沉积断层的上盘,是油气运移指向的有利区块(图 3)。

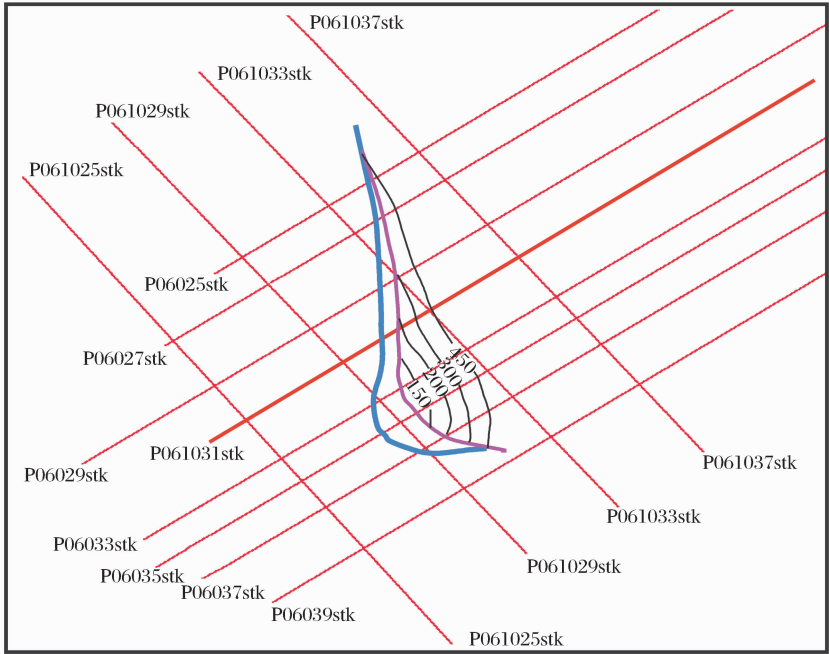


图 3 平点反射异常外缘的倾斜反射波等  $T_0$  特征

(3)狮子沟断层为同沉积逆断层,在其上盘发育了一些同沉积构造,早期形成了一些原生油气藏。晚喜马拉雅运动期逆冲加剧,使原生的油气藏受到破坏,油气沿断层向上运移,在断层上端的有利圈闭形成新的、次生油气藏。

(4)狮子沟断层及其派生的次级断层,断面上缓下陡,这对油气运移及成藏很有利,断面下陡有利于深层的油气向上运移,上段缓有利于浅层形成断层遮挡,造就断鼻、断块圈闭油气藏的形成。

(5)浅层地层储层发育,根据跃 44 井钻井资料统计, $N_1$  储层占地层总厚度的 49.6%; $N_1^2$  储集层占地层总厚度的 48.8%; $N_2$  储层占地层总厚度的

36.2%。浅层储层的物性相对于深层好很多,为浅层油气藏的运储提供了条件。

(6)油砂山地区已经发现了浅层油藏。油砂 2 井钻探的目的就是为了求取浅层油田储量复算及油田开发所需求的参数,完善油砂山油田开发井网。完井后综合解释结果见表 1。

从表 1 看出,油气层的埋深在 300 m 附近,油藏埋深极浅,表明了该区存在浅层油藏的事实。

4.3 油气检测分析后,平点反射异常显示含油气信息<sup>[5]</sup>

061033 测线与 06037 测线地震剖面都显示出品质较好的平点反射,2 剖面相交,组合成“十字”剖

表 1 油砂 2 井电测解释及综合解释成果

序号	电测解释			综合解释		
	井段(m)	厚度(m)	解释结论	井段(m)	厚度(m)	解释成果
1	276.50~278.50	2.00	油层	276.50~278.50	2.00	油层
2	285.00~288.50	3.50	干层	285.00~288.50	3.50	油层
3	294.70~296.00	1.30	油层	294.70~296.00	1.30	油层
4	297.40~300.20	2.80	油层	297.40~300.20	2.80	油层
5	306.80~308.60	1.8	干层	306.80~308.60	1.80	油层
6				311.70~312.50	0.80	可能油层
7				320.75~321.95	1.2	可能油层



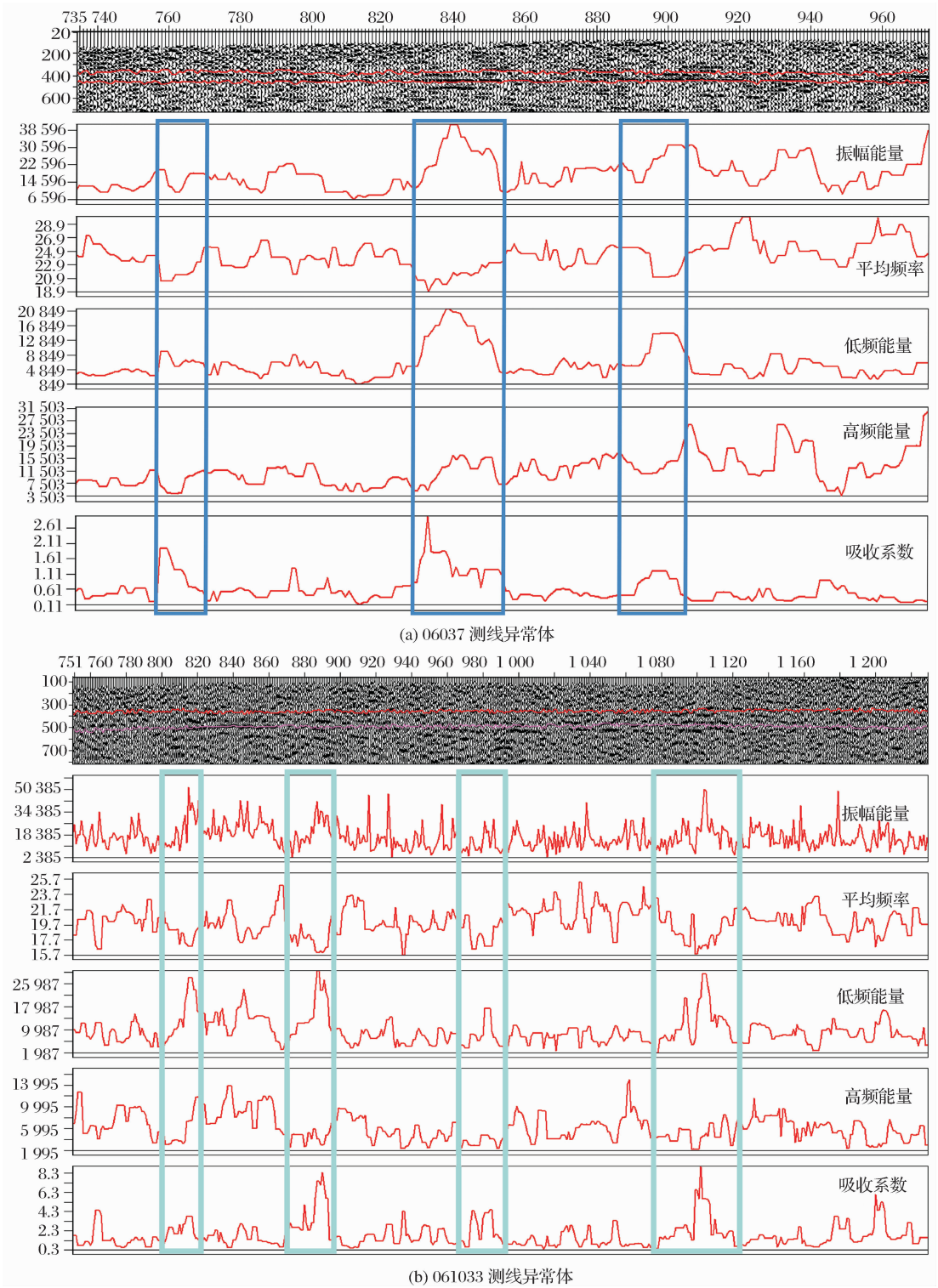


图 4 异常体层位向上 100 ms 油气检测

面。基于上述的特点,选择 2 条剖面作烃类检测<sup>[6]</sup>。

4.3.1 06037 测线地震剖面油气检测

在 06037 测线地震剖面平点反射同相轴向上 100 ms 时窗内,进行油气检测<sup>[7]</sup>,其结果有 3 个异常区,他们分别是 754~770CDP、826~854CDP 和 892~907CDP 区内,异常特征表现为:高吸收系数、

高频能量衰减、低频能量强、平均频率低、反射振幅能量强(图 4a)。

4.3.2 061033 测线地震剖面油气检测

剖面平点反射同相轴上方 100 ms 时窗内进行油气检测<sup>[8]</sup>,其结果有 5 个异常区,他们分别是 788~827CDP、873~898CDP、952~960CDP、1 038~

1 060CDP、1 083~1 105CDP 区内,油气异常特征与 06037 测线地震剖面一致(图 4b)

### 5 结论和建议

柴达木盆地油泉子构造、油砂山构造等油田,油层埋深 250~500 m,说明柴达木盆地存在浅油藏,因此,狮子沟平点异常是浅层油气藏的可能性较大<sup>[9-10]</sup>。地震剖面资料品质好,平点异常可靠,异常圈闭落实。利用 MDI 技术做 2D 剖面油气检测,平点异常有明显的油气特征显示,如果该平点异常确实是“油的底水界面”,狮子沟地区又可以开发出一个新的油气开发潜力地区,且油藏埋深浅,开发成本低。

由于我们掌握的资料有限,加上研究区范围较小,目前对于“平点反射异常”只能是一种初步的推测<sup>[11-12]</sup>,也存在不少疑点,比如:平点反射的外缘反射界面埋深不到 200 m,盖层能把油层封盖住而不散失吗?平点是不是潜水面的信息,论据不足,地震信息存在多解性,仅用地震信息,难于准确确定其物性。

但是,我们也获得了不少有利证据,从地震反射特征上看<sup>[13-14]</sup>,即使该异常不是平点反射,也应当是一明显的岩性异常体。要确定该岩性异常体的确切地质含义,还需做更多的工作,如对地震资料做真振幅处理<sup>[15-16]</sup>,补充重磁电资料,在推断的“平点反射异常”的周边地区进行针对性研究,结合地质、水文、化探、钻井以及其他物探资料的综合解释才有可能确定平点的物性等<sup>[15-19]</sup>。

#### 参考文献:

[1] 陈炼,张敬文,陈鹤,等.柴达木盆地狮子沟油田油气运移地球化学特征[J].石油天然气学报:江汉石油学院学报,2008,30(5):44-47.

[2] 张永梅,靳保珍,谢红梅,等.狮子沟构造成藏期次与模式研究[J].青海石油,2007,25(1):9-13.

[3] 李延钧,江波,张永庶,等.柴西狮子沟构造油气成藏期与成藏模式[J].新疆石油地质,2008,29(2):176-178.

[4] 漆亚玲,汪立群,彭德华,等.柴达木盆地西部第三系天然气成因类型分布预测[J].沉积学报,2006,24(6):910-916.

[5] 杨占龙,郭精义,陈启林,等.地震信息多参数综合分析 with 岩性油气藏勘探——以 JH 盆地 XN 地区为例[J].天然气地球科学,2004,15(6):628-632.

[6] 李在光,杨占龙,李琳,等.胜北地区油气分布规律[J].天然气地球科学,2006,17(1):94-96.

[7] 李在光,杨占龙,刘俊田,等.多属性综合方法预测含油气性及其效果[J].天然气地球科学,2006,17(5):727-730.

[8] 张虎权,于钧民,李在光,等.气藏综合描述技术在吐哈盆地鄯勒地区第三系浅层气藏描述中的应用[J].天然气地球科学,2004,15(1):62-67.

[9] 刘泽荣,信荃麟,王伟峰,等.油藏描述原理与方法技术[M].北京:石油工业出版社,1995:1-45.

[10] 周绪文.反射波地震勘探方法[M].北京:石油工业出版社,1989.

[11] 李洪辉,周东延.塔里木盆地地震反射异常体及其地质属性初探[J].石油勘探与开发,2000,28(2):50-52.

[12] 泰秉让.地层圈闭的地震勘探[M].石油物探译丛,1986,(6)

[13] 朱广生.地震资料储层预测方法[M].北京:石油工业出版社,1995.

[14] 陆基孟.地震勘探原理[M].东营:石油大学出版社,1993.

[15] 牟永光.地震勘探资料数字处理方法[M].北京:石油工业出版社,1981.

[16] 熊艳,包吉山.模糊神经网络预测储层及油气[J].石油地球物理勘探,2000,35(2):222-227.

[17] 吴国忱,印兴耀,杨凤丽.油藏描述中多层次地震预测技术的应用[J].石油大学学报:自然科学版,1999,23(5):20-23.

[18] 华东石油学院岩矿教研室.沉积岩石学[M].北京:石油工业出版社,1982.

[19] 徐怀大.地震地层学解释基础[M].武汉:中国地质大学出版社,1990.

## Interpretation and Analysis of a Potential Flat Spot Anomaly

SHI Xiao-hui, HE Heng-hua

(Research Institute of petroleum Exploration & Development-Northwest, PetroChina, Lanzhou 730020, China)

**Abstract:** In the 2D seismic interpretation of Qaidam basin, an anomaly of strong amplitude has been discovered. This paper analyses it from its reflection, structure and forming reason, and gives a preliminary presumption that it is resulted from “flat spot reflection anomaly”. The paper illustrates many doubtful points when interpreting it as “flat spot reflection anomaly”. The authors applied MDI techniques in the analysis for hydrocarbon detection of 2D seismic data, which enhanced the reliability of the results.

**Key words:** Abnormal horizontal seismic reflection; Hydrocarbon detection; Strong amplitude anomaly; Flat spot.