

文章编号:1672-9854(2010)-03-0065-05

裂缝型储层预测技术优选

——以塔北地区奥陶系为例

刘建新, 孙勤华, 王锦喜, 姚清洲

(中国石油勘探开发研究院西北分院)



刘建新

摘要 塔北地区奥陶系碳酸盐岩裂缝型储层的地震反射特征总体表现为弱振幅,常用技术难以预测。通过预测技术优选发现相关分量 P1 属性能够较好地预测这类储层。应用该属性分别对塔北英买 2 井区奥陶系一间房组、轮古 7 井区奥陶系鹰山组以及轮古东地区奥陶系良里塔格组的弱振幅反射的裂缝型储层进行了预测,结果与实钻有较高的吻合率。

关键词 裂缝型储层;地震反射特征;储层预测;预测技术;塔北地区

中图分类号: TE112.23 **文献标识码**: A

刘建新 1968 年生,高级地质师。1991 年毕业于中国地质大学(武汉)石油与天然气地质勘察专业,现在中国石油勘探开发研究院西北分院从事碳酸盐岩油气勘探综合研究工作。通讯地址:730020 甘肃省兰州市城关区燕儿湾路 575 号;电话:(0931)8686227

塔里木盆地塔北地区碳酸盐岩岩溶储层发育,孔洞型和裂缝型储层是主要的储层类型,钻井获得工业油气流的井主要是孔洞型或裂缝-孔洞型储层。近年来,随着勘探开发进程的加快,在裂缝型储层中也发现了高产工业油气流,例如轮古 7 井区和英买 2 井区多口裂缝型储层的钻井不但能够高产,而且还能够稳产。裂缝型储层已经成为碳酸盐岩勘探开发中不可忽视的优质储层之一。但由于这种储层特殊的地震反射特征,它的预测成了一个难点,需要通过持续的试验攻关以寻找有效的预测技术。

本文针对塔里木盆地塔北地区的裂缝型储层,通过地震反射特征分析,进行了储层预测技术方法的优选,从而探索出了裂缝型储层预测的有效技术。笔者在储层预测过程中重点借鉴了徐旺林^[1]、王永刚等^[2]、桂志先等^[3]的思路方法。

1 裂缝型储层的地震反射特征

裂缝型储层主要的储集空间为裂缝和少量沿层分布的溶孔或孔隙薄层,后者由微小喉道连通,渗流通道为裂缝和少量毛细管—超毛细管级喉道^[4]。由于裂缝型储层与孔洞型储层相比,储集空间相对较小,因此,在地震剖面上难以表现出明显的反射特

征,通过对塔北英买 2 井、轮古 7 井以及轮古东等地区裂缝型储层反射特征的分析,发现它们总体表现为弱振幅的反射特征(图 1)。

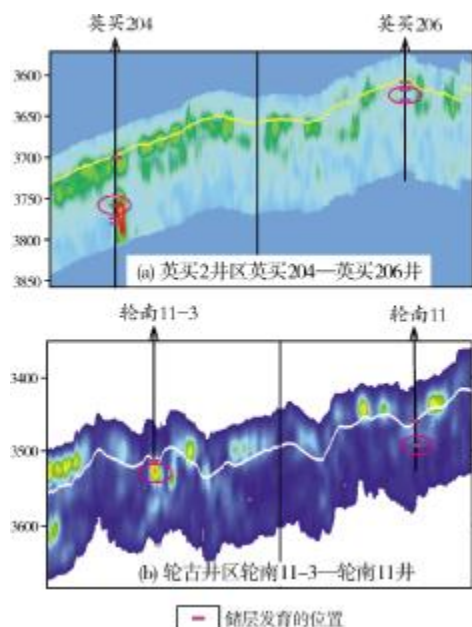


图 1 塔里木盆地塔北地区裂缝型储层均方根振幅剖面图
图中椭圆圈内为储层发育段;英买 204 井为强振幅,英买 206 井为弱振幅;轮南 11-3 井为强振幅,轮南 11 井为弱振幅

收稿日期:2010-01-25

图中英买 204 井和轮南 11-3 井属裂缝-孔洞型储层,在振幅剖面上表现为强振幅的“串珠”状反射特征;而英买 206 井与轮南 11 井属典型的裂缝型储层,在振幅剖面上为弱振幅反射特征。

以英买 204 井和轮南 11-3 井为代表的强振幅反射的储层,应用常用的储层预测方法可以很容易进行预测,例如分频、衰减梯度等属性都可很好地反映该类储层的分布;而对于弱振幅反射特征的英买 206 井和轮南 11 井的裂缝型储层,常用的方法很难进行预测(图 2)。

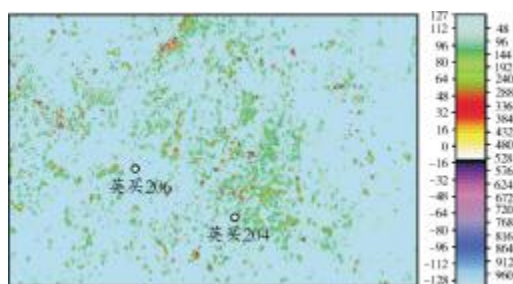


图 2 英买 2 井区一间房组振幅变化率平面图(0~70ms)
红色、黄色为储层

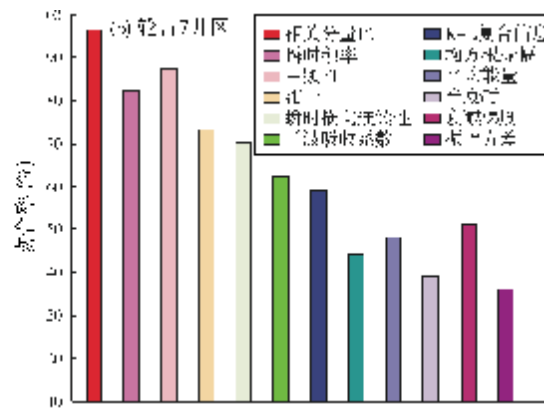
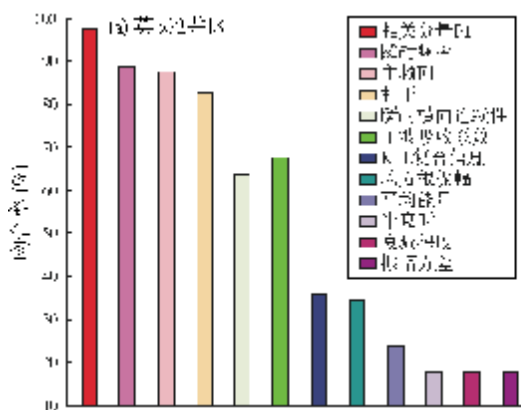


图 3 塔里木盆地裂缝型储层地震属性预测结果与实钻吻合率直方图

从图 3 可以看出相关分量 P1、瞬时频率及主频 F1 这三种属性的吻合率最高。另外,从这三种属性的剖面与平面图(图 4,图 5)中可以看出它们基本可以反映出弱振幅裂缝型储层的分布。英买 206 井的弱振幅裂缝型储层在预测剖面上表现出不连续的条带分布特征,而英买 204 井的强振幅裂缝-孔洞型储层在剖面上没有反映,说明这三种属性能够较好的突出弱振幅反射的储层。

从平面图可以看到英买 2 井区的裂缝型储层主

要从图 2 中可明显地看到,以英买 204 井为代表的裂缝-孔洞型储层的分布特征可以较好地预测出来,而以英买 206 井为代表的裂缝型储层却难以预测。

通过上述分析可知,对于弱振幅反射特征的裂缝型储层,常用的预测技术是无效的,必须进行技术试验,以寻找有效的预测技术。

2 预测技术优选

针对弱振幅反射特征的裂缝型储层分别从地震属性、反演两方面进行技术优选^[5]。

首先,在地震属性方面选择了包括振幅统计类(Amplitude Statistics)、地震复数道统计类(Complex Trace Statistics)、谱统计类(Spectral Statistics)以及相关统计类(Correlation Statistics)等四大类属性开展技术试验。通过筛选从这四类属性中选择了 12 种属性进行了试验分析,试验结果与已钻井吻合率对比表明,地震复数道统计类、谱统计类和相关统计类都有属性对弱振幅反射特征的裂缝型储层有较好的响应(图 3)^[6-7]。

要集中分布在断裂周缘,井区的西部较东部发育,储层主要呈南北向或北西向条带状分布。

从这三种属性的预测效果对比看,相关分量 P1 的效果最佳,在剖面和平面上都能较好地反映弱振幅裂缝型储层的分布。主频 F1 和瞬时频率虽然也能够反映出储层的分布,但在平面上规律性不强,特别是在主断裂的西边呈现出连片分布的特征,这与实际分布规律不符。

此外,针对弱振幅反射特征的裂缝型储层,笔者

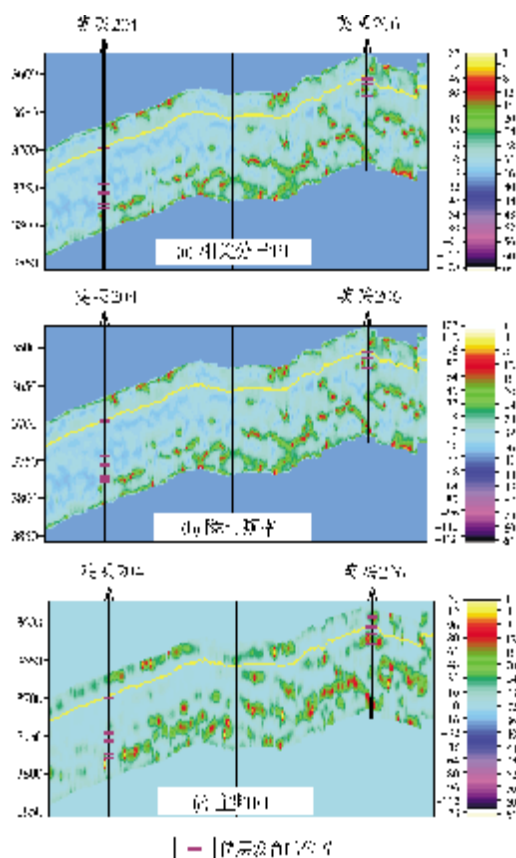


图4 英买2井区三种地震属性预测剖面图
红色、绿色为储层

还进行了波阻抗反演的试验性研究。从反演结果看,波阻抗反演虽然能够反映储层的分布,但预测精度相对较差(图6)。从反演的连井剖面图和平面图可以看到,虽然黄色的低阻抗能够反映出裂缝型储层,但储层的分布呈现出连片特征,不能较好地反映碳酸盐岩储层的非均质性。

上述分析表明,波阻抗反演对弱振幅的裂缝型储层预测精度较差,不能真实地反映裂缝型储层的分布。

通过对多种地震属性、波阻抗反演等方法预测效果的对比分析,笔者最终优选出相关分量P1属性作为预测弱振幅反射特征的裂缝型储层的有效技术。

3 应用效果

应用相关分量P1属性技术,笔者分别对塔北轮古7井区奥陶系鹰山组潜山顶部和轮古东奥陶系良里塔格组内幕的弱振幅裂缝型储层进行了预测。不论是剖面还是平面上,预测结果与已钻井对比都有较高的吻合率,在轮古7井区预测结果与实钻吻合率可达95%以上,在轮古东地区吻合率也在90%以上(图7),表明该项技术具有较好的推广应用价值。

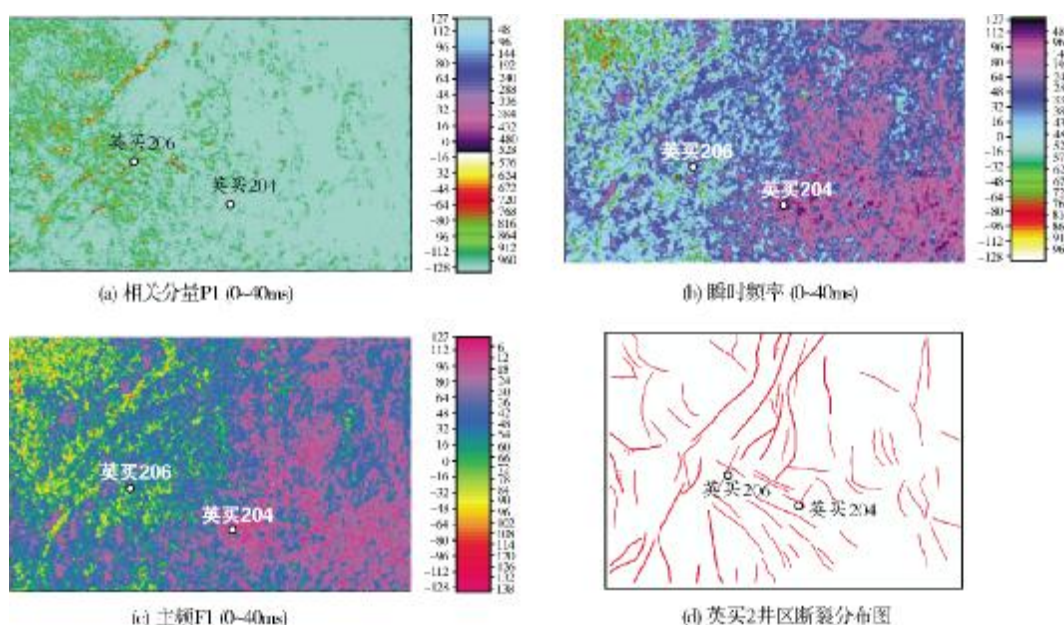


图5 英买2井区三种地震属性平面图及断裂分布图(0-40ms)
红色、黄色、绿色表示储层

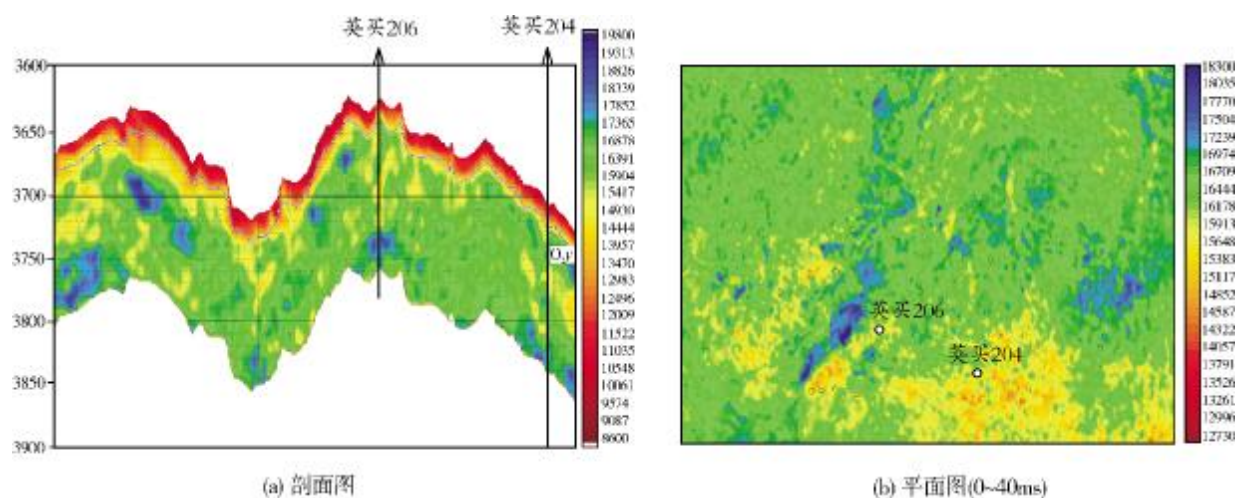


图6 英买2井区连井波阻抗反演
黄色代表储层

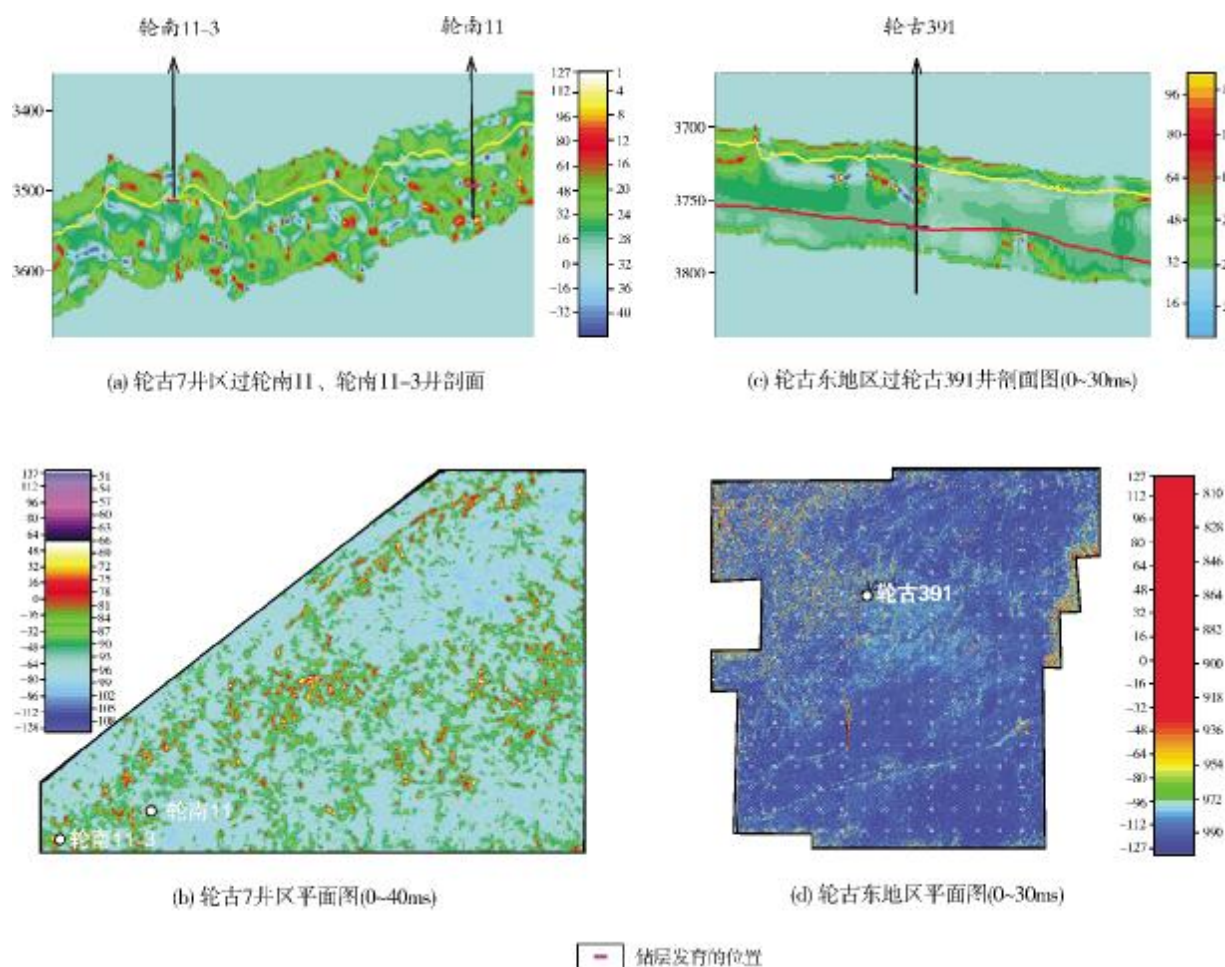


图7 相关分量 P1 属性技术在塔北地区的应用效果
各分图均为相关分量 P1 属性图

4 结 论

运用相关分量 P1 属性能较好地预测弱振幅反射特征的裂缝型储层。相关分量 P1 属性技术具有较好的应用推广价值,在实际生产中具有重要的技术支持意义。

参 考 文 献

- [1] 徐旺林,庞雄奇,王军,等. 油气藏裂缝型储层预测方法[J]. 天然气工业,2006,26(3):32-34.
- [2] 王永刚,李振春,刘礼农,等. 利用地震信息预测储层裂缝发育带[J]. 石油物探,2000,39(4):57-631.
- [3] 桂志先,段天友,易远元,等. 裂缝性储层纵波地震检测方法研究[J]. 石油天然气学报,2007,29(4):75-91.
- [4] 邬光辉,李建平,卢玉红. 塔中 I 号断裂带奥陶系灰岩裂缝特征探讨[J]. 石油学报,1999,20(4):19-23.
- [5] 季玉新. 用地震资料检测裂缝性油气藏的方法[J]. 勘探地球物理进展,2002,25(5):28-35.
- [6] 巫芙蓉,李亚林,王玉雪,等. 储层裂缝发育带的地震综合预测[J]. 天然气工业,2006,26(11):49-51.
- [7] 贺振华,胡光岷,黄德济. 致密储层裂缝发育带的地震识别及相应策略[J]. 石油地球物理勘探,2005,40(2):190-195.

编辑:吴厚松

Technique Optimum of Prediction to Fractured Reservoirs: An Example of Ordovician Fractured Reservoir in Tabei Region, Tarim Basin

Liu Jianxin, Sun Qinhua, Wang Jinxi, Yao Qingzhou

Abstract: Seismic response of Ordovician fractured carbonate reservoir shows generally weak amplitude in Tabei region so that it is difficult to predict precise distributing location of the reservoir by conventional prediction technique. Optimum of prediction techniques has shown that the optimized seismic attribute of P1 correlation component can predict fractured reservoir more accurately. The seismic attribute of P1 is applied to predict the distribution of the fractured reservoirs with weak amplitudes at the Ordovician Yijianfang Formation in Well YM2 filed, the Ordovician Yingshang Formation in Well LG7 filed and the Ordovician Lianglitage Formation in Lungudong field, which shows the predicted results coincident well with the actual drilled ones.

Key words: Fractured reservoir, Characteristics of seismic reflection; Weak amplitude; Reservoir prediction; Optimum of prediction technique; Tabei

Liu Jianxin: male, Senior Geologist. Add: PetroChina Northwest Branch of RIPED, 575 Yanerwan, Lanzhou, Gansu, 730020 China