

Application of Seismic Attribute Analysis Technique in Prediction of Underwater Distributary Channel Sandbody

Yongjiang Liu

Research Institute of Geophysical Exploration, Jiangnan Oilfield Company, SINOPEC, Wuhan Hubei
Email: jueyidao@126.com

Received: Mar. 14th, 2017; accepted: Apr. 6th, 2017; published: Jun. 15th, 2017

Abstract

The sixth member of the Xujiahe Formation (T_3x_6) in Jiannan Area was a continental clastic rock deposit with a delta frontier underwater distributary channel, which had the characteristics of rich sand, the whole gas-bearing and local enrichment, and had favorable conditions for forming a lithologic and subtle trap and the local enrichment of natural gas was controlled by sedimentary facies. Due to the rapid and lateral changes of the sand body in the underwater distributary channel of the area, it was difficult to describe and analyze the distribution rules by using the data of drilling. Therefore, based on the wells in the study, the logging phase was used to identify the sedimentary facies of the single well. The forward modeling was used to clarify the typical seismic response characteristics of river sand bodies, and the seismic attribute analysis was used to predict the sand body development area of the underwater distributary channel. The results show that good effect is obtained in predicting the distribution of sand bodies in the underwater distributary channel of Xujiahe Formation in the Jiannan Area. It has a certain significance for exploration and development.

Keywords

Underwater Distributary Channel, Log Facies, Seismic Response, Seismic Attributes

地震属性分析技术在水下分流河道砂体预测中的应用

刘勇江

中石化江汉油田分公司物探研究院, 湖北 武汉

作者简介: 刘勇江(1983-), 男, 硕士, 工程师, 现主要从事页岩气地球物理应用研究。

Email: jueyidao@126.com

收稿日期: 2017年3月14日; 录用日期: 2017年4月6日; 发布日期: 2017年6月15日

摘要

建南地区三叠系须家河组六段(T_3x_6)为一套三角洲前缘水下分流河道的陆相碎屑岩沉积, 具有全区富砂、整体含气、局部富集的特征, 具备形成岩性隐蔽性圈闭的有利条件, 天然气的局部富集受沉积相带控制。由于该区水下分流河道砂体横向变化快, 仅依靠钻井揭示的信息难以对其分布规律进行精细描述和分析。从井出发, 利用测井相明确单井所处的沉积相带, 利用模型正演明确典型的水下分流河道砂体地震响应特征, 结合地震属性分析对建南地区 T_3x_6 水下分流河道砂体发育区进行预测, 取得了较好效果, 对勘探开发有一定的指导意义。

关键词

水下分流河道, 测井相, 地震响应特征, 地震属性

Copyright © 2017 by author, Yangtze University and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

建南地区位于湖北省利川市和重庆市境内, 构造上属于石柱复向斜的中北部地区, 西起方斗山复背斜, 东至齐岳山复背斜。该区构造幅度低缓, 断裂不发育, 上、下变形层高点位置和形态基本一致, 构造变异程度弱。自 20 世纪 80 年代以来, 先后发现了多套地层具有良好的油气显示。其中, 三叠系须家河组六段(T_3x_6)是该区勘探的主要目的层系之一。 T_3x_6 为一套三角洲前缘水下分流河道的陆相碎屑岩沉积, 砂体的展布受沉积相带的控制, 但由于辫状河三角洲砂体分布广, 水下分流河道横向变化快[1], 利用钻井揭示的信息难以精细描述其展布特征及分布范围。为此, 需要从已钻井出发, 利用测井曲线划分测井相, 在该基础上, 利用模型正演, 明确典型河道砂体的地震响应特征, 结合地震属性分析, 达到精细描述水下分流河道及有利相带展布特征的目的。

2. 水下分流河道砂体的地质和地震反射特征

根据岩性观察和野外露头信息表明, T_3x_6 岩石颜色较浅, 以浅灰色为主; 岩性以灰色、浅灰色、灰

绿色块状细砂岩、中砂岩为主，夹薄层的泥岩或页岩；电性特征为电阻率高值，自然伽马具有“两低夹一高”的显著特点(图 1)。依据野外基干剖面及区内钻井取心资料研究，结合测井相标志对非取心段进行沉积相划分，认为 T_{3X6} 属于辫状河三角洲前缘沉积，研究区内发育水下分流河道、河口坝、支流间湾等沉积微相类型(图 2)。

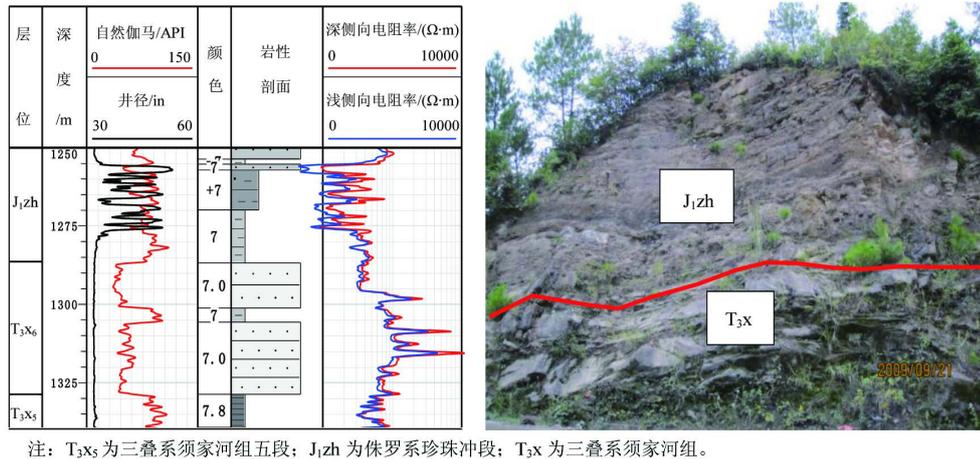


Figure 1. The rock electrical characteristics and outcrop profile of T_{X6} in single well
图 1. 单井 T_{3X6} 岩电特征及野外露头剖面

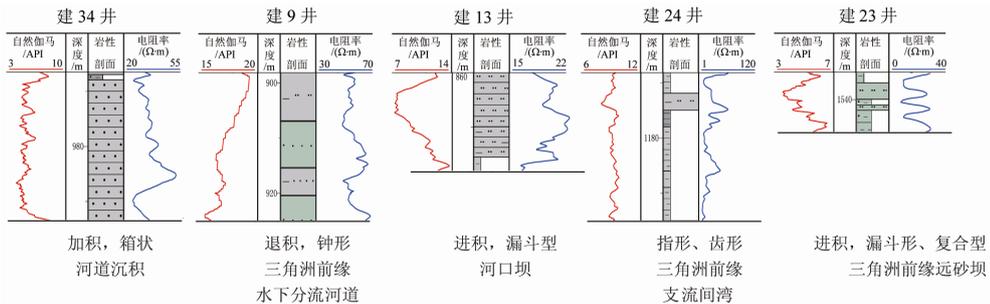


Figure 2. The logging facies mark in Jiannan Area
图 2. 建南地区测井相标志

由于建南地区 T_{3X6} 水下分流河道发育，横向叠置，厚度为 30~50 m，以砂岩为主。利用已钻井标定典型地质体在地震剖面上的位置，结合模型正演(图 3、图 4)，总结其地震响应特征。水下分流河道砂体的地震响应特征主要表现为短轴状、强振幅反射特征；支流间湾的地震响应特征为断续反射、弱振幅反射特征(图 5)。

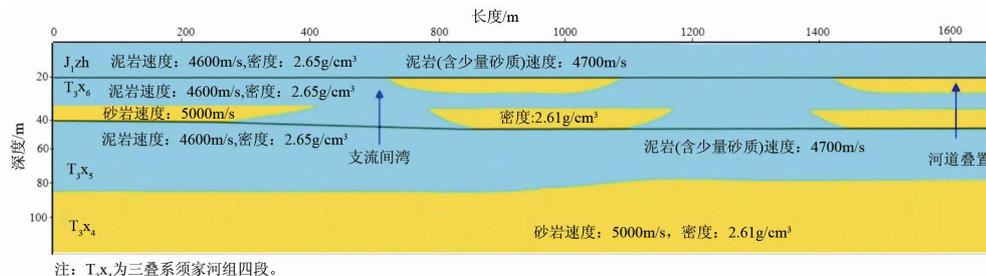


Figure 3. The diagram of geologic model in T_{3X6} Formation
图 3. T_{3X6} 地质模型图

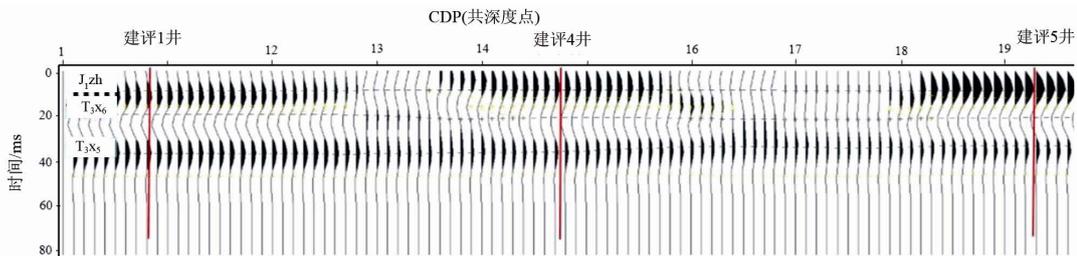


Figure 4. The forward modeling of T_{3x6} Formation

图 4. T_{3x6} 模型正演图

微相	电性特征	地震相		代表井
水下分流河道	砂岩：低自然伽马、高电阻率、低声波时差	连续强反射		建 111 井
	砂岩：中低自然伽马、高电阻率、中低声波时差	眼球状、透镜体		建 15 井、建 35-5 井、 建 24 井
		短轴状、不连续强反射		建评 5 井、建评 4 井 建评 2 井
支流间湾	砂岩：中低自然伽马、高电阻率、中低声波时差 泥岩：高自然伽马、低电阻率、中高声波时差	不连续弱反射		建 26 井、建 41 井

Figure 5. The seismic response characteristics of typical geological bodies

图 5. 典型地质体地震响应特征图

根据建南地区 T_{3x6} 水下分流河道砂体的沉积特征和地震响应特征，经过反复对比分析，优选波形分类和 RGB 混频地震属性，能较好地预测砂体的展布特征及分布范围。

3. 地震属性分析

3.1. RGB 混频体分析

频率表示相位随时间的变化率，与地层结构、反射厚度、层速度变化有关[2]，频率横向变化快，反映岩性变化大，频率稳定，反映地层变化稳定，是低能沉积环境。分频分析是根据地球物理场的等效源理论，以振幅随时间衰减的余弦函数为单元，再解析出余弦函数，集中抽取单频成分或进行频带积分，由此构成单频或者连续频带积分的数据体，突出某一频率或某频段的地震信息，用于解决不同尺度地质体的问题[3]。RGB 混频技术利用地震分频分析结果刻画地质体，是将分频成果中频段互不叠置的低、中、高频段能量属性以 RGB 模式混合起来显示，形成一个具有通频信息的色彩数据体，然后在该数据体上进行储层的刻画与分析[4]。通过从已知钻井的砂岩厚度计算调谐频率发现，T_{3x6} 砂岩的频率主要以中低频 (<35 Hz) 为特征(图 6)。以此为依据，首先对地震数据体进行分频处理，选择中低频率段的数据体进行 RGB 混频，得到研究区 T_{3x6} 水下分流河道混频数据平面图(图 7)，可以较清楚地识别 T_{3x6} 的水下分流河道展布特征。

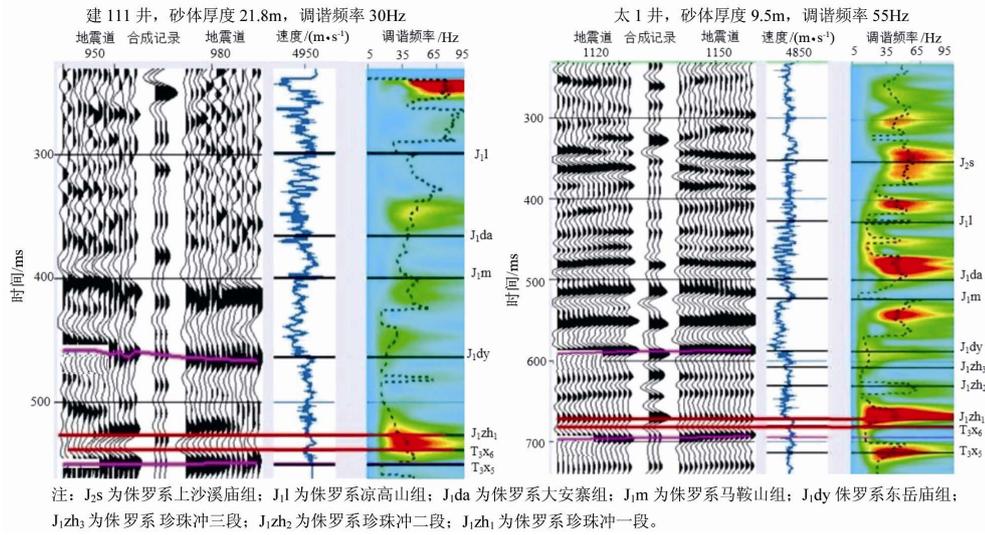


Figure 6. The tuning frequency of Tx₆ Formation in single well

图 6. 单井 T_{3x6} 砂岩调谐频率图

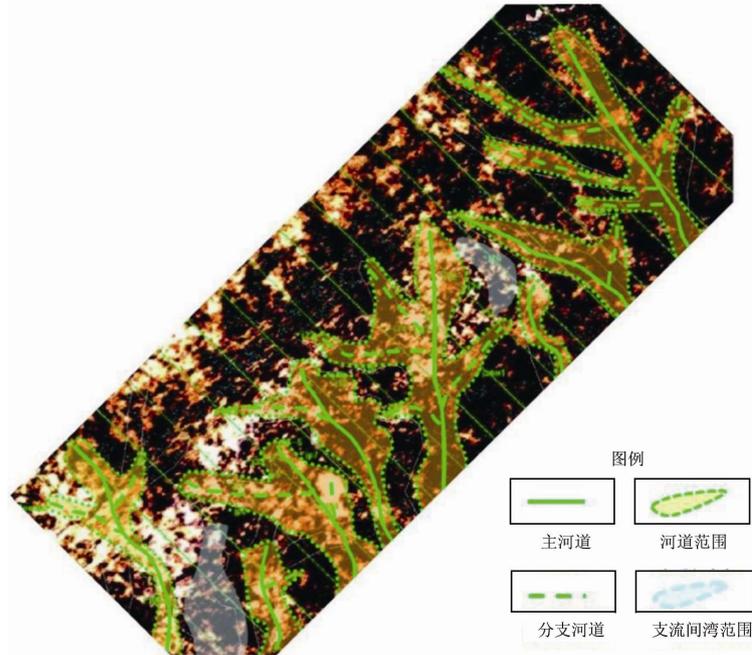


Figure 7. The RGB mixing diagram of T_{3x6} Formation in Jiannan Area

图 7. 建南地区 T_{3x6} RGB 混频图

3.2. 波形分类

依据上述 T_{3x6} 河道砂岩的地震响应特征进行波形分类分析。根据波形特征, 结合上述单井测井相, 可将研究区大致分为 3 类: ① 以建 24 井为代表的强振幅、短轴状、中高频率波形特征(波形颜色 3), 代表水下分流河道砂体地震响应特征; ② 以建 9 井为代表的中强振幅、中低频率波形特征(波形颜色 2), 代表河口坝地震响应特征; ③ 以建 26 井为代表的弱振幅、中高频率、不连续波形特征(波形颜色 1), 代表支流间湾地震响应特征(图 8)。依据上述特征, 可将建南地区 T_{3x6} 的沉积微相图进行精确划分, 达到了有效预测水下分流河道砂体分布范围的目的(图 9)。

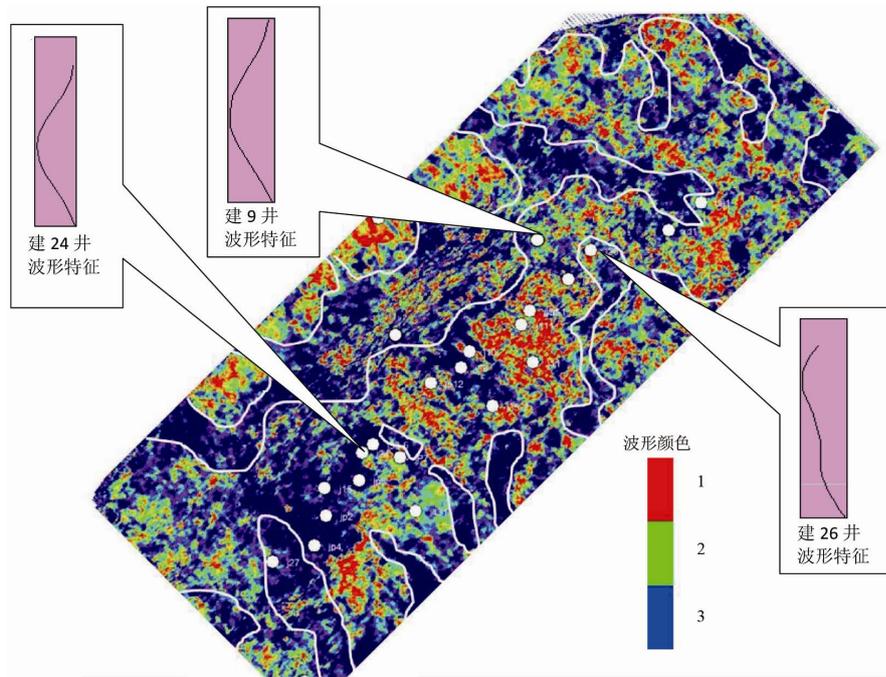


Figure 8. The waveform classification of T_{3x_6} Formation in Jiannan Area
 图 8. 建南地区 T_{3x_6} 波形分类图

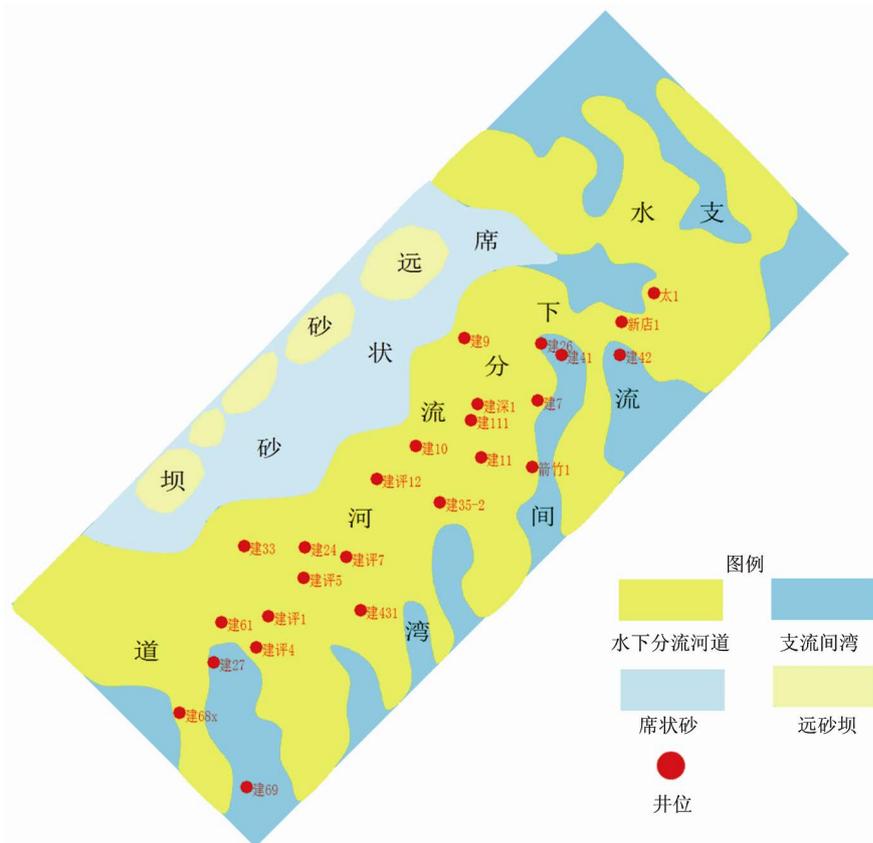


Figure 9. The plane diagram of sedimentary microfacies of T_{3x_6} Formation in Jiannan Area
 图 9. 建南地区 T_{3x_6} 沉积微相平面图

4. 结论

1) 通过岩心分析和野外露头观察, 结合单井测井相分析, 是利用地震属性预测水下分流河道砂体分布范围的基础。

2) 砂体的侧向加积作用形成了短轴、中低频率的地震反射特征, 尤其以小于 30 Hz 的频率分布区与砂体具有较好的对应关系, 利用地震数据的频率信息能刻画出主河道的展布特征。

3) 利用波形分类技术可以克服单一地震属性所带来的多解性, 利用单井测井相标定后, 其分类结果可以用来修正地质沉积微相的成果和认识, 进一步提高水下分流河道砂体分布范围预测的精度。

基金项目

中国石化江汉油田分公司科研项目(JKW4013003)。

参考文献 (References)

- [1] 张水山, 刘勇江, 刘贤红. 建南地区须六段致密砂岩优质储层预测技术[J]. 岩性油气藏, 2015, 27(3): 98-102.
- [2] 马小刚, 王辉明. 相分析技术在岩性油气藏储层预测中的应用[C]//中国石油学会第六届青年学术年会论文集. 北京: 石油工业出版社, 2009.
- [3] 胡光义. 分频储层预测技术辅助海上老油田开发方案调整[C]//中国地球物理学会第 21 届年会. 长春: 吉林大学出版社, 2005.
- [4] 曹鉴华. RGB 混频显示技术及其在河道识别中的应用[J]. 油气藏评价与开发, 2010, 33(5): 355-358.

[编辑] 龚丹

期刊投稿者将享受如下服务:

1. 投稿前咨询服务 (QQ、微信、邮箱皆可)
2. 为您匹配最合适的期刊
3. 24 小时以内解答您的所有疑问
4. 友好的在线投稿界面
5. 专业的同行评审
6. 知网检索
7. 全网络覆盖式推广您的研究

投稿请点击: <http://www.hanspub.org/Submission.aspx>

期刊邮箱: jogt@hanspub.org