

泌阳凹陷南部陡坡带砂砾岩体预测技术与方法

卜旭强

(中国石化河南油田分公司勘探开发研究院, 河南郑州 450000)

摘要: 在已钻遇的砂砾岩体展布范围的约束下, 通过断层转换带控制砂砾岩体物源供给通道研究、地震相分析确定扇体范围、属性分析预测扇体展布等手段, 对泌阳凹陷南部陡坡带发育的小型砂砾岩体进行了精细刻画。结果表明, 断层转换带的位置控制了砂砾岩体的物源供给通道, 影响了古地貌形态, 从而形成了沟扇对应的沉积格局, 混沌属性较好地刻画砂砾岩体的分布, 且砂砾岩体堆积速度越快, 成层性越差, 则地震相反射越杂乱, 混沌属性值越高。

关键词: 泌阳凹陷; 断层转换带; 砂砾岩体; 混沌属性

中图分类号: TE111.3

文献标识码: A

1 地质概况

泌阳凹陷位于河南省南部的唐河县、泌阳县和桐柏县境内, 是南襄盆地中的一个中、新生代富含油气的次级小型断陷, 面积约 1 000 km²。凹陷被北西向栗园 - 唐河断裂和北东向栗园 - 泌阳断裂所夹持, 形成南深北浅的箕状凹陷。构造单元大体可划分为南部陡坡带、中部深凹带和北部斜坡带。

泌阳凹陷的砂体较为发育, 北部自西向东发育古城、张厂、杨楼、王集和侯庄砂体, 其中侯庄砂体为泌阳凹陷分布面积最为广泛的砂体; 南部发育长桥、桂岸、平氏、杨桥、栗园、梨树凹等砂体, 其中平氏砂体最大。泌阳凹陷 40 多年的勘探开发研究早已证实, 南部陡坡带发育大量的砂砾岩体, 这些砂砾岩体是凹陷重要的油气储集体, 与鼻状构造相互配置能够形成构造 - 岩性油气藏^[1], 是泌阳凹陷含油丰度最高的油藏之一。

2 已钻遇砂砾岩体的特征

在我国东部断陷盆地内, 凹陷边缘斜坡带和陡坡带都可发育由砂砾岩混杂堆积的扇体, 尤其是陡坡带, 各种类型的扇体交织堆积, 往往形成扇群^[2-3]。砂砾岩扇体主要发育于断陷湖盆的初始缓慢沉降末期和加速沉降初期^[4-6], 发育部位以盆地的陡坡带居多。泌阳凹陷南部陡坡带已钻遇的砂砾岩体以混合砾岩为主, 砾石成分杂乱, 分选差, 层理不清, 以块状构造为主, 单层厚度 15 m 以上, 砾岩、泥岩互层;

自然电位和电阻率曲线呈现参差不齐的、幅度不明显或中低幅度的陀形、齿形或桶形。南部陡坡带已钻遇砂砾岩体主要为平氏扇三角洲和杨桥、栗园等砂体。平氏砂体由南西呈“枝状”向北东展布, 而杨桥、栗园砂体呈“舌状”或“裙边状”沿边界断层展布。

3 砂砾岩体预测技术及方法

3.1 断层转换带控制砂砾岩体物源供给通道

转换断层带的存在使不同断层上下盘之间相互错动, 形成了构造低地, 水流易于斜向注入, 同时使构造应力在三维空间上保持平衡。转换带内的地层破碎, 遭受风化剥蚀后, 易形成侵蚀低地, 便于水流的注入。而水流的注入, 一方面不断冲刷原始地层, 形成了古冲沟, 改变了古地貌形态; 另一方面在冲沟前方形成了扇体。即断层转换带的位置控制了物源供给通道, 进一步影响了古地貌形态, 从而形成了“沟 - 扇对应”的沉积格局 (图 1)。

结合泌阳凹陷边界断裂现今的几何形态及前人对边界断裂带断层组合形式的认识, 认为泌阳凹陷南部陡坡带可能存在 5 处断层转换带, 这些转换带都极有可能形成低地, 从而成为物源供给通道, 在其前方易形成砂砾岩扇体 (图 2)^[7]。

收稿日期: 2018 - 02 - 27

作者简介: 卜旭强, 助理研究员, 1987 年生, 2011 年毕业于中国石油大学 (华东) 资源勘查专业, 现从事油气地质勘探研究工作。

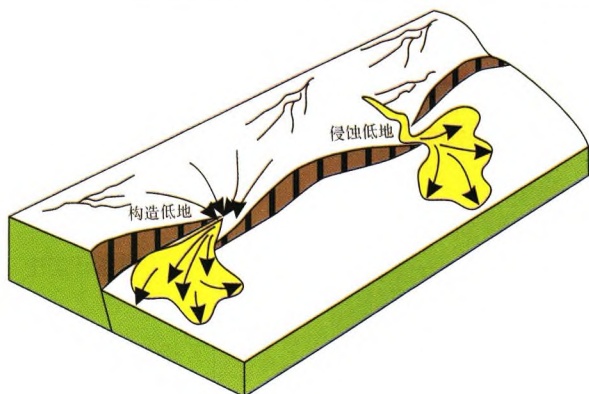


图1 断层转换带及其控制物源供给通道示意

3.2 利用地震相分析扇体范围

砂砾岩扇体具有砂砾岩混杂、泥质含量高、分选性和磨圆度差、成层性差等沉积特点，与湖相沉积具有明显的差别。因此，地震剖面上显示出特殊的反射结构和几何外形，易于识别。据此精细标定了已钻遇的砂砾岩体，并分析其在地震剖面上的响应特征，总结了适用于“砂砾岩扇体-湖相沉积体系”的地震相识别标志：即平行于物源方向上，地震相为楔形体；垂直物源的方向上为透镜状；在内部反射结构上表现为低频-中弱振幅、中等连续等波组反射特征（图3，图4）^[8-10]。

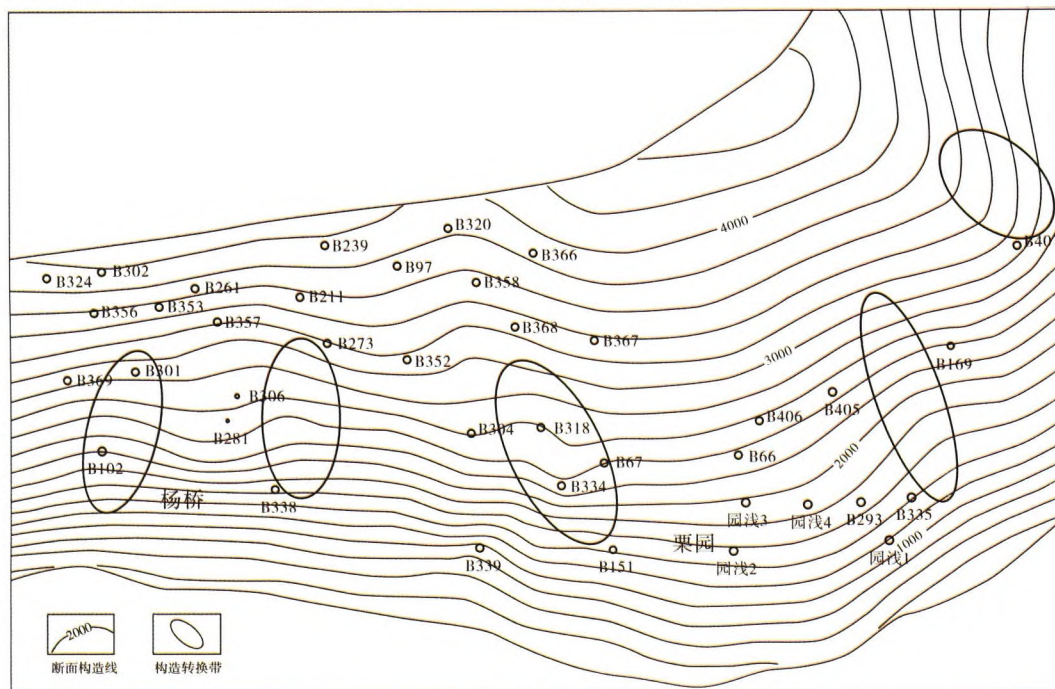


图2 泌阳凹陷南部边界断面构造及断层转换带位置

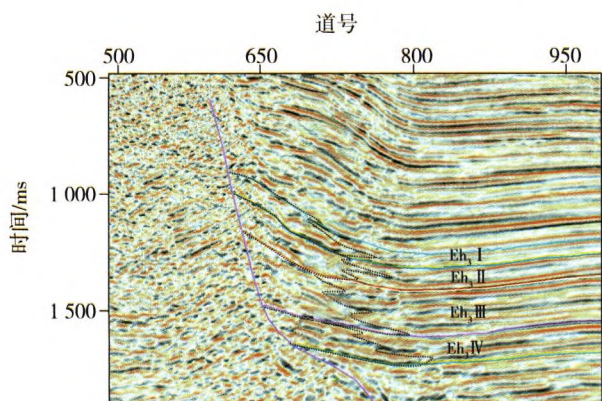


图3 过 B304 井顺物源方向地震时间剖面

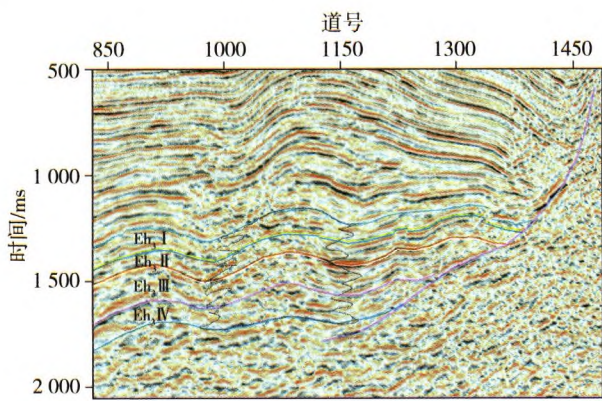


图4 过 L725 垂直物源方向地震时间剖面

3.3 利用属性分析预测扇体展布

地下任何地质体及性质的变化都将使其地震响应信息发生相应的变化，因此利用各种地震属性研究地震波的动力学特征，可以获得地下地质体的类型、岩石物性、储集性能等的变化规律等信息。

地震波形能表征快速沉积的砂砾岩体的整体反射特征，反映地震波形变化等特征的地震属性主要有相干属性、波形相似性属性、混沌属性等，这些属性在不同程度上对扇体杂乱反射的内部特征及扇体边界具有一定的刻画能力。基于梯度构造向量算法

的混沌属性可以用来表征混沌无序的程度，突出杂乱区域。对于刻画反射杂乱，尤其是多物源、多期次叠置的砂砾岩扇体具有较好的效果。砂砾岩体堆积速度越快，成层性越差，则地震相反射越杂乱，混沌属性值越高。Eh₃ III 砂组混沌属性表明，南部陡坡带近岸水下扇砂砾岩体以杨桥、栗园物源为主，砂体

主要发育在 B301、B273、B352 井区；在唐河 - 栗园与栗园 - 泌阳边界断裂交汇处，也可能发育一支物源，其砂体主要发育在 B406—B367—B366 一线及以东地区（图 5）。这与上述断裂转换带控制物源供给通道并形成“沟扇”对应的沉积格局的分析结果具有较好的一致性。

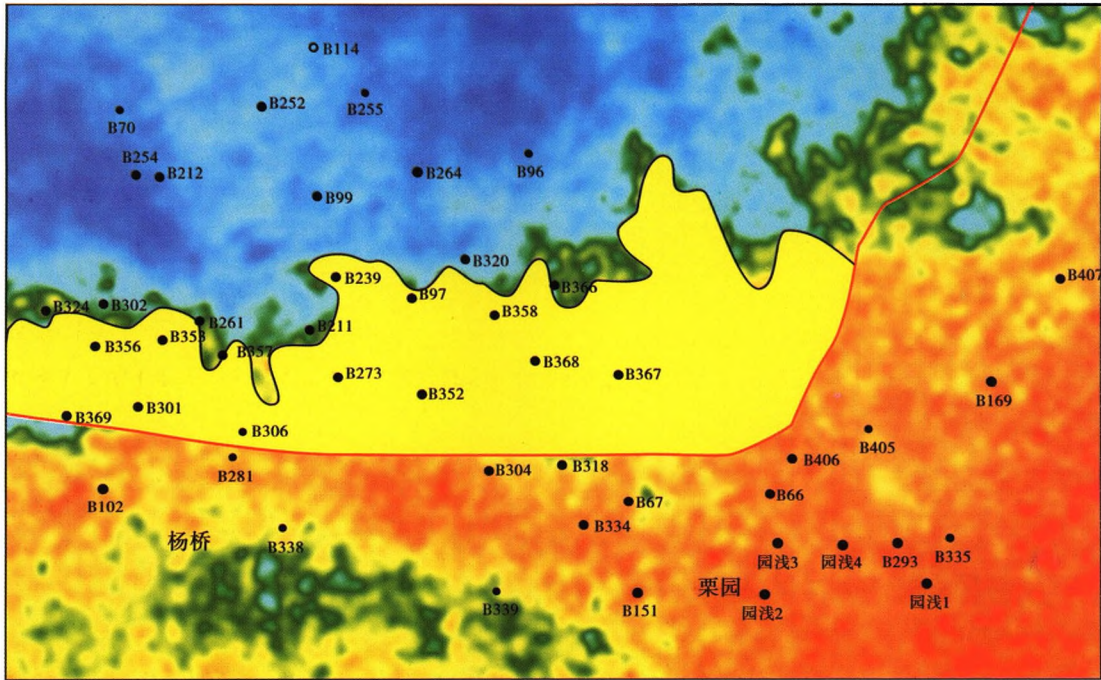


图 5 Eh₃ III 砂组混沌属性

3.4 小型砂砾岩体展布特征及演化规律

在已钻遇砂砾岩体展布范围的约束下，以属性分析预测砂砾岩扇体为主，同时参考断层转换带控制砂砾岩体物源供给通道及地震相分析定扇体，对泌阳凹陷南部陡坡带 Eh₃ IV ~ Eh₃ I 砂组砂砾岩体的展布范围及规模进行了预测、刻画，其演化规律为：砂体可能来自 5 处物源或一个物源产生了多个方向的砂体（图 6a）；深层和浅层砂体发育情况不同：Eh₃ III 砂组各物源小型砂砾岩体汇集，难分彼此（图 6b）；Eh₃ II ~ Eh₃ I 砂组沉积时期，不同的物源形成了不同的砂体或同一物源形成了展布方向不同的砂体，如 B338、B304 井区物源在 Eh₃ II、Eh₃ I 砂组形成了展

布方向为北西及北东的两支砂体（图 6c~d）。

4 结论

断层转换带的位置控制了南部陡坡带砂砾岩体物源供给通道，影响了古地貌特征，形成“沟 - 扇”对应的沉积格局；砂砾岩体地震相在平行物源方向为楔形，垂直物源方向为透镜状，具有低频 - 中弱振幅、中等连续等反射特征；小型砂砾岩体沿边界断层呈“裙带状”展布，深层的同一个砂体有可能由几个物源汇集而成；浅层不同的物源形成了不同的砂体或同一物源形成了展布方向不同的砂体。

