

地震层速度在断层封堵性研究中的应用*

曾 涛, 徐宏节, 余小宇, 周凌方

(中国石化集团新星公司勘探研究院, 湖北荆州 434100)

摘要: 地震层速度与地层孔隙度、剩余孔隙度之间存在一定的函数关系。而剩余孔隙度又反映了地层的压实状态。运用这一关系可通过层速度预测断裂的封闭性。具体步骤为(1)用回归分析确立孔隙度与深度关系曲线;(2)根据剩余孔隙度,在区域上进行压实级别划分并判断断层的封闭性。这一方法在塔里木盆地轮台断裂附近进行了应用,取得了较好效果。

关键词: 剩余孔隙度; 欠压实; 压力系统; 断层开启与封堵

第一作者简介: 曾涛, 男, 32, 工程师, 应用数学

中图分类号: P631.4 文献标识码: A

在勘探活动中, 断层封堵性研究越来越为人们所重视。断层对油气是输导还是封堵受众多因素控制, 软泥岩(页岩)的涂抹作用、断层破碎带岩石的碎裂作用、断裂带的后期胶结成岩作用及断层面上所承受的正压力大小等均是影响断层封堵性的重要因素。通过以上因素的分析研究来确定断层的封堵性是目下一般所采用的方法手段, 如断层剖面、泥岩涂抹能力、涂抹系数、断层泥地比率等一系列方法技术^[1,2]。这些方法的实施都需要具备较高的勘探程度及较多的钻井和岩芯资料, 这对于一个处于勘探初期的地区, 进行这方面研究困难较大, 为此有必要寻找别的出路。

1 基本思路

塔里木盆地中、新生代为前陆盆地发育阶段。白垩纪开始, 塔北隆起已成为北倾的斜坡, 其上快速沉积了巨厚的中、新生代地层, 导致了其下伏地层的普遍欠压实现象, 即异常高压发育, 构成压力封存箱系统。这些压力封存箱往往为一些断层所切割, 如果断层构成封堵, 则压力封存箱系统应保持完好。反之, 断层具输导性, 就会造成不同压力系统的沟通, 导致压力封存箱的完全或部分破坏。因此分析断层周边一定范围的压实特征所反映的压力系统变化特征, 就能推断断层的整体封堵性。

从《盖层封油气性综合定量评价》^[3]一书可知

Φ 与 V 、 $\Delta\Phi$ 与 Φ 之间存在一定的函数关系, 即:

$$\Phi = f_1(V), \Delta\Phi = f_2(\Phi)$$

式中 Φ 为地震层孔隙度; V 为地震层速度; $\Delta\Phi$ 为剩余孔隙度。可得

$$\Delta\Phi = f_2(\Phi) = f_2(f_1(V)) = F(V)$$

剩余孔隙度的定义表明其反映的实际上就是地层的压实状况。因而从地震层速度出发, 最终能获得断层附近的剩余孔隙度剖面, 进一步还能获得其等时切片(即断层附近一定范围内剩余孔隙度等时平面展布图)。据此划分压实级别, 分析其压实特征所反映的压力系统展布规律, 从而判断断层的封堵与开启。

2 应用

轮台断裂在雅克拉地段断裂上盘弧弯内侧的雅克拉构造, 现已形成大型凝析气田。在前述思路原则下, 应用二维地震速度资料对其封堵性进行了详细研究。

2.1 纵向上的整体压实特征

通过回归分析得到了该区域正常压实下的孔隙度与深度关系曲线(图 1), 其回归方程为

$$\Phi = 62.668946e^{-0.000389H}$$

相关系数达 0.847, 说明该区域孔隙度符合正常压实下的指数变化模型。从图 1 可看出 4 000~6 000 m 是一个明显的欠压实带, 即压力封存箱系统是存在的。区域地层压力的宏观分布特征与我们的结论一致, 地层异常压力分布层位也一致。因

* 本文属“九五”国家科技攻关成果(96-111-02-03-01)

收稿日期: 2000-01-25

此研究该区域剩余孔隙度的变化所反映压力系统的变化就能推断断层的开启或封堵性。

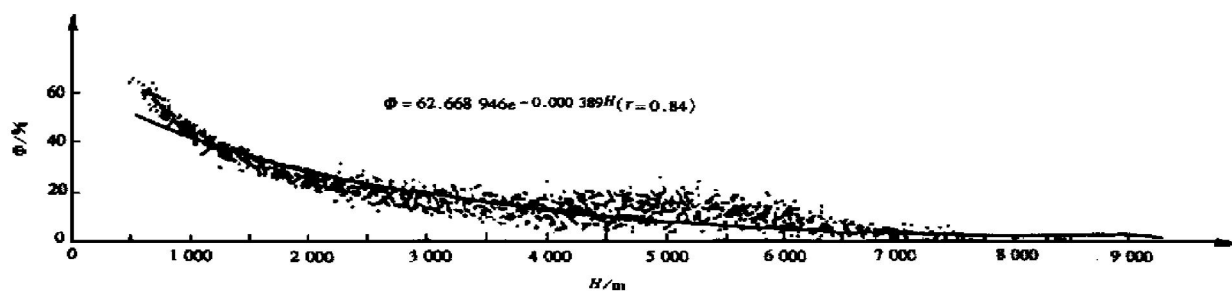


图1 轮台地区孔隙度与深度关系图

Fig. 1 Relationship between porosity and depth of Luntai region

2.2 压实级别划分及断层封堵的判定

通过对剩余孔隙度的统计分析,我们将其分成5个级别(表1)。

表1 剩余孔隙度与压实级别

Table1. Relationship between residual porosity and compaction grade

剩余孔隙度	压实级别
$> 5\%$	超欠压实区
$3\% \sim 5\%$	欠压实区
$3\% \sim 3\%$	正常压实区
$-3\% \sim -5\%$	过压实区
$< -5\%$	超过压实区

用覆盖轮台断裂的地震速度数据分别进行了其剖面及切片的剩余孔隙度预测,据以上标准划分其压实特征(图2)。

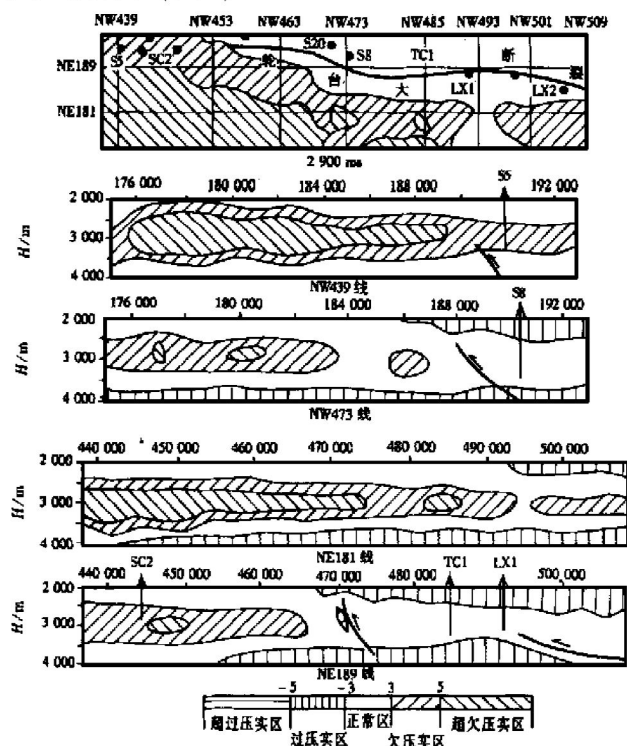


图2 轮台断裂带压实特征图

Fig. 2 Compaction property of Luntai fault belt

NW向剖面基本上都穿过了轮台断裂;NE向有NE189穿过轮台断裂;NE181则没穿过断裂。以上图件基本特点是:(1)断裂附近为正常压实区,纵向上把上下两个正常压实体系连通。在断裂附近,等值线在剖面上基本与倾向平行,平面上基本与断层走向平行。(2)欠压实区基本处于断层下盘,靠近断层迅速转为正常压实区。上盘由于研究区域的限制,范围较小,所选取区域由于次级小断层发育基本表现为正常压实区。(3)NW430剖面上看,断层对欠压实区没有影响,从平面展布上也可看出这一点,这是因为NW430剖面已处在断层的西端点,断距较小,断裂活动性较弱的原故。(4)NE181线处在断层下盘,未与断层相交。其上反应的欠压实区基本完好。以上特点反映轮台断裂总体特征是对下伏油源起沟通作用,断裂带西端开启性明显减弱,直至基本消失而具有对油气的封堵作用。

3 结语

利用地震层速度进行断层封堵性判断,实质是从断层对其周边地层物性的影响着手,分析其所反应的压力系统变化特征,从而把握断层的宏观特性。

应用中应注意的问题:

(1) 正常压实曲线的回归数据必须有代表性,要能反应研究区域的整体特征;

(2) 压实级别的划分应遵循一定的原则,统一标定。

总的来说,采用地震层速度进行断层封堵性研究,具有所需资料少、适应性广的优点。易在勘探程度低的地区进行快速的评价工作。

参考文献

- 1 Allan U S. Model for hydrocarbon migration and entrapment within

- faulted structures[J]. AAPG Bull, 1989, 73: 803~ 811
- 2 Yielding G, Freeman B, Needham D T. Quantitative fault seal prediction [J]. AAPG Bull, 1997, 81: 897~ 917
- 3 庞雄奇, 傅广, 万龙贵, 等. 盖层封油气性综合定量评价[M]. 北京: 地质出版社, 1993. 87~ 89

APPLICATION OF SEISMIC INTERVAL VELOCITY IN STUDY OF FAULT-SEALING

Zeng Tao Xu Hongjie She Xiaoyu Zhou Lingfang
(Research Institute of Exploration, CNSPC, Jingzhou, Hubei)

Abstract: There is a certain functional relation between seismic interval velocity and formation porosity as well as residual porosity. The residual porosity indicates the compaction state of the formations. Hence the sealing capacity of faults can be predicted by seismic interval velocity. The followings are the procedure: (1) to determine relation curves of porosity changing with depth by regressive analysis; (2) to classify the compaction grade according to residual porosity and discriminate fault sealing. This method has been used in Luntai fault in Tarim Basin, and the result is satisfactory.

Key Words: Residual porosity; incompaction; pressure system; fault opening and sealing

AAAPG- 2000 年国际会议讯息

第五届亚非地区石油地球化学国际会议将于 2000 年 11 月 25~ 27 日在印度新德里举行, 如有兴趣参加者请与组委会秘书联系:

Dr. ANIL K. GAR

Convenor, AAAPG- 2000

Oil and Natural Gas Corporation Ltd. (ONGC)

B - 101, Gauri Sadan,

5, Hailey Road,

New Delhi - 110001

INDIA

0091 - 11 - 3355072(Office)

0091 - 11 - 2254879(Residence)

009810088477(Mobile)

0091 - 11 - 3355079(Fax)

oiis@ mantaonline. com(E-mail)

AAAPG 秘书处