

线性化地震剖面在沉积相研究中的应用

张新荣, 王东坡, 高福红, 徐开志

(吉林大学地球科学学院, 吉林长春 130026)

摘要: 线性化处理就是将黑白同相轴变成线, 正性轴用实线表示, 负性轴用虚线表示。经线性化处理后, 现有的二维或三维地震剖面的地质信息更加突出, 反映的内容更加清晰。以松辽盆地安达断陷营城组为例, 通过对DS1井单井相分析, 沉积微相判别, 建立地震相与沉积相的对应关系。在对地震剖面进行线性化处理后对沉积进行了解释, 认为营城组时期火山活动强烈, 以溢流相为优势相, 并发育有沼泽相、辫状河相和半深湖相等。该沉积相带大致呈环带状展布, 被隆起分为南北两个断陷湖泊, 北部安达小区主要为洪泛平原, 中间为火山岩, 明水斜坡及四周丘陵为物源区; 南部宋站小区呈东西向延伸, 中央隆起区为火山岩, 有二个半深湖沉积中心, 物源为四周隆起地带。

关键词: 线性化; 地震剖面; 安达断陷; 地震相; 沉积相; 应用

第一作者简介: 张新荣, 女, 26岁, 硕士, 沉积学及含油气盆地地球动力学

中图分类号: P588.2

文献标识码: A

1 理论方法

1.1 原理

对黑白同相轴时深地震剖面进行二次处理, 将黑白同相轴变成线, 正性轴用实线表示, 负性轴用虚线表示, 这一过程称为地震剖面的线性化处理^[1]。线性化处理后得到的地震剖面叫做线性化地震剖面。

在地震剖面上作沉积相分析, 将地震相判读转换成沉积相, 正确判读地震相反射同相轴的内部反射结构和外部几何形态是很重要的。内部反射结构指的是地震剖面上层序内部反射波之间的延伸情况和其相互关系, 它们是鉴别沉积环境最重要的地震标志^[2], 根据形态可划分为平行、亚平行、发散型、前积型、叠瓦状、乱岗状、杂乱状以及空白或无反射等7种。外部几何形态是指具有某种反射结构地震相单元在三维空间的分布状况^[3], 可分为席状、席状披盖、楔状、滩状、透镜状、结肠状、丘形和充填形等。研究地震相单元的外部几何形态和空间展布, 可以了解总的沉积环境、沉积物源和地质背景^[2]。

运用常规地震剖面(这里指的是未经线性化处理的常规地震剖面)虽然可以对以上各种反射结构和外部几何形态逐一辨别分析, 但是运用线性化地震剖

面对以上地震相进行地质解释, 则可以把隐藏的一些同相轴特征信息表露出来, 使内部结构和外部形态更加清晰, 比未经线性化处理的剖面有明显的优越性(图1, 2)。

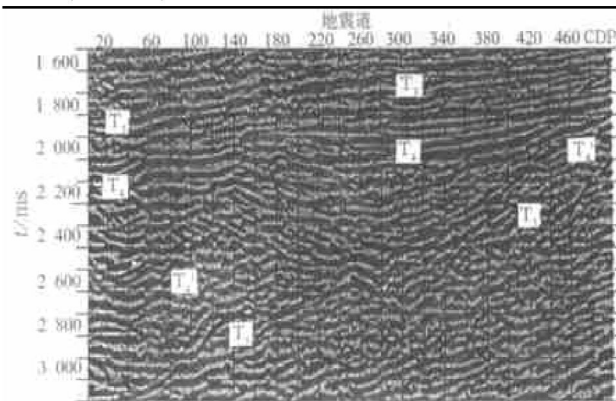


图1 未经线性化处理的地震剖面

Fig. 1 Unlinearized seismic profile

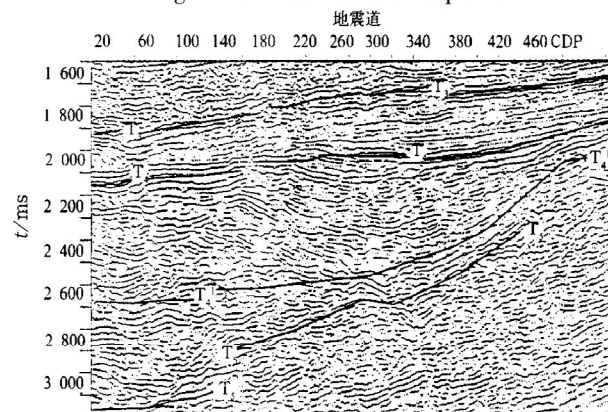


图2 经过线性化处理的地震剖面

Fig. 2 Linearized seismic profile

1.2 方法

(1) 将时深地震剖面的时间、深度数据录入计算机;

(2) 将地震剖面显示在屏幕上,并用蓝色充填正性波区,红色充填负性波区,文中表现为黑白相间(图1);

(3) 利用自下而上的扫描技术,将每个蓝波或红波的顶底点 Y_1 , Y_2 相加求取平均值 Y ,然后在正性波的 Y 点向左右各取3个像素点后,分别记为 X_1 , X_2 ,并连接成水平短线,在负性波 Y 点向上下各取3个像素点后,分别记为 Y_A , Y_B ,并连接成纵向短线。

(4) 将以上数据记入 SURF 接口文件,回放即得线性化地震剖面(图2)。

1.3 步骤

首先,要在分析区域地质背景的基础上,了解某地质时期沉积盆地的沉积环境框架;然后,分析研究区内钻遇的地层、岩性、沉积环境和相,并以此作为地震地质相分析的模型;最后根据“地震相是由沉积环境(如海相或陆相)所形成的地震特征^[2]”这一原理来确定沉积体系和岩相特征,并结合对沉积相露头的观察,总结出合理的地质结论。具体步骤为:

(1) 选择若干过井剖面上的录井或测井资料作单井相分析;

(2) 在区域地质背景研究的基础上,以单井相分析作模型进行沉积微相判别;

(3) 在标定的地震剖面上将地震相判读转化为沉积相;

(4) 根据钻井和地震资料的综合分析,总结研究区的沉积相特征。

2 实例

安达断陷横跨松辽盆地北部中央坳陷区和东北隆起区两个一级构造单元,自西向东依次跨越三肇凹陷、明水阶地、绥棱背斜带、绥化凹陷4个二级构造单元。研究区同沉积断裂发育,主要表现为西断东超和不对称的箕状断陷,明显地控制着区内沉积相分布格局*。

本区营城组沉积时期,断陷盆地处于萎缩阶

段,断陷以填平补齐的含煤沼泽沉积为主。岩性以中酸性火山岩、基性火山岩、凝灰岩、角砾凝灰岩和含煤细碎屑岩为主,夹少量砂砾岩^[4],与下伏沙河子组为角度不整合接触,上覆地层为与其呈不整合接触的登娄库组。

该区目前可供沉积相分析的钻孔资料只有3口井,但地震资料很丰富,因此充分利用地震剖面上的地震反射波组的运动学和动力学特征,结合少量的钻井资料,分析地震相特征,是进行沉积相分析的基础。

2.1 单井相分析

地震相与沉积相之间不存在普遍绝对的对应关系,有时一个地震相单元中可能包括两种或两种以上沉积相,反过来,一个沉积相也可以形成不同的地震反射特征^[3]。因此,地震相分析中应以录井或测井的单井相分析结果作为地震相分析的约束条件。

运用沉积微相研究与制图软件^[5],以区内DS1井为例进行单井资料分析,绘制岩性柱状图(图3),并进行岩性统计(表1)。由图表可知,DS1井3221~3700 m层段为营城组,层段总厚度479 m,以溢流相的玄武岩为主,其次是凝灰岩夹少量正常沉积岩。

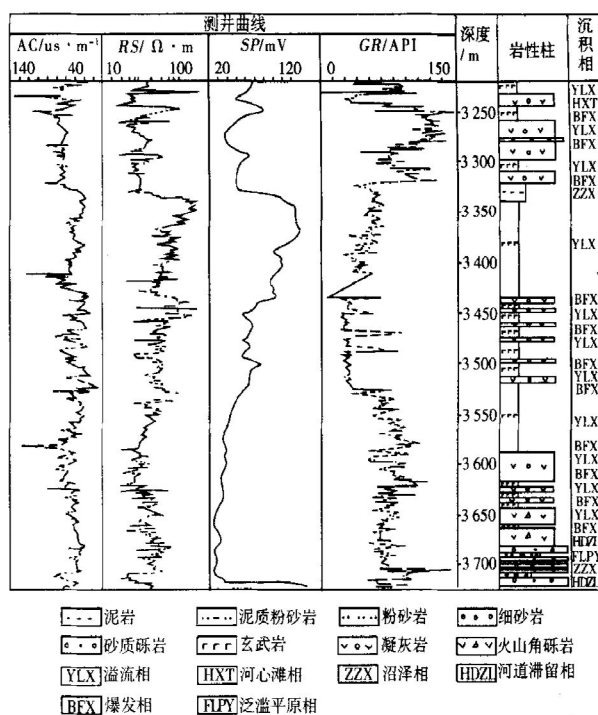


图3 DS1井营城组沉积相综合柱状图

Fig. 3 Synthetic columnar section of sedimentary facies for Yingcheng Formation in Well DS1

* 大庆石油管理局地球物理勘探公司, 松辽盆地北部安达地区深层二维地震老资料重新处理与解释勘探成果报告(科研报告), 1999

2.2 沉积微相判别

运用前述软件建立区内各井的沉积微相库,并绘制综合柱状图,分类统计该层段各沉积相的累加厚度(表 2)。由图 3 及表 2 知,DS1 井营城组是由

河道滞留、河心滩、泛滥平原、沼泽等微相,半深湖亚相以及爆发相和溢流相的火山岩相组成的,其中火山溢流相为总体优势相,辫状河系列和半深湖仅占 11%。

表 1 DS1 井营城组岩性统计表
Table 1 Lithological statistics for Yingcheng Formation in Well DS1

岩类名	厚度/m	频数	频数/总频/%
砂砾岩	19.5	6	9.2
细砂岩	1	1	1.54
粉砂岩	5	3	4.62
泥质粉砂岩	2.5	2	3.08
泥岩	17	2	3.08
凝灰岩	147	24	36.93
火山角砾岩	2	1	1.54
玄武岩	285	26	40

表 2 DS1 井营城组沉积相统计表

Table 2 sedimentary facies statistics for Yingcheng Formation in Well DS1

沉积相	累加厚度/m
河道滞留(HDZL)	19.5
河心滩(HXT)	1.0
泛滥平原(FLPY)	7.5
沼泽相(ZZX)	17.0
半深湖(BSH)	9.0
爆发相(BFX)	149.0
溢流相(YLX)	285.0

2.3 地震相与沉积相的转化

以过 DS1 井的 156 号测线为例对营城组(T₄-T₄¹反射层)进行地震相解释(图 4)。单井相分析指出该井段火山岩占绝对优势,图中用左倾斜线标记的区块是溢流相火山岩,右倾斜线标记的区块是爆发相火山岩。剖面中 160~340 道,标记了 6 个边滩(点砂坝),其同相轴的反射结构特征是,下部是河流作用形成的

槽谷,上部是相对短小的前积结构,这种结构是河流侧向加积作用的结果。这一段应该是曲流河亚相点砂坝微相发育的冲积平原。图中尚有一段下超前积和上超充填反射,从该段点砂坝的时间和空间变化来看,那些上超线段可能是物源供给充足的超补偿沉积时期河流阶地的产物。

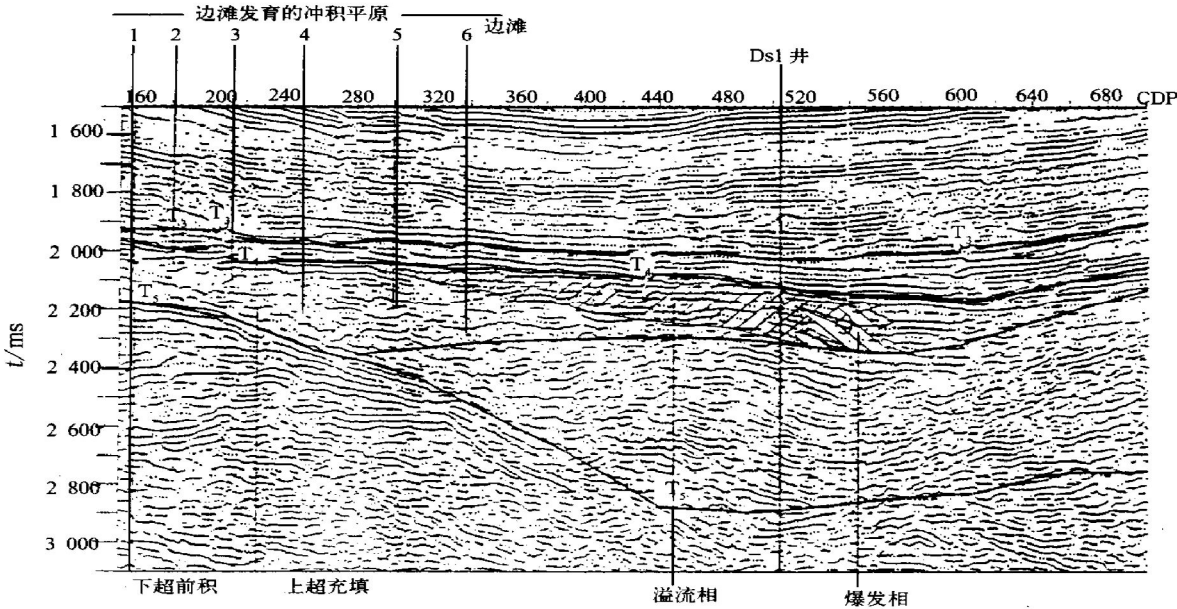


图 4 156 测线营城组地震相解释

Fig. 4 Seismic facies interpretation for line 156 of Yingcheng Formation

对没有过井的地震剖面,我们从区域地质资料出发,考虑各地震相的古地理位置及各地震相的组合关系,以沉积相共生组合和沉积体系理论为指导,恢复盆地内沉积体系类型及展布^[3]。根据区域地质资料可知,营城组是一个火山活动频繁的地质

时期,该反射层以各种火山岩相占优势,以 146a 测线为例(图 5),其反射结构的主要特征是以叠瓦状和杂乱反射结构为主,左右两端为溢流相常具有的平行亚平行结构,其中 430 道所指有流动变形构造,这是溢流火山岩在地形依托下流动时,受前面

半冷却的熔岩堵滞,发生后浪推前浪的作用,出现的推挤变形现象。610道所指为火山口,其特点是结构成丘状,顶部不缝合而开口,口中反射杂乱,

690道所指亦然。从515~900道之间以叠瓦状和结肠状反射结构为特点的结构组合,是以爆发相为主的火山岩体。

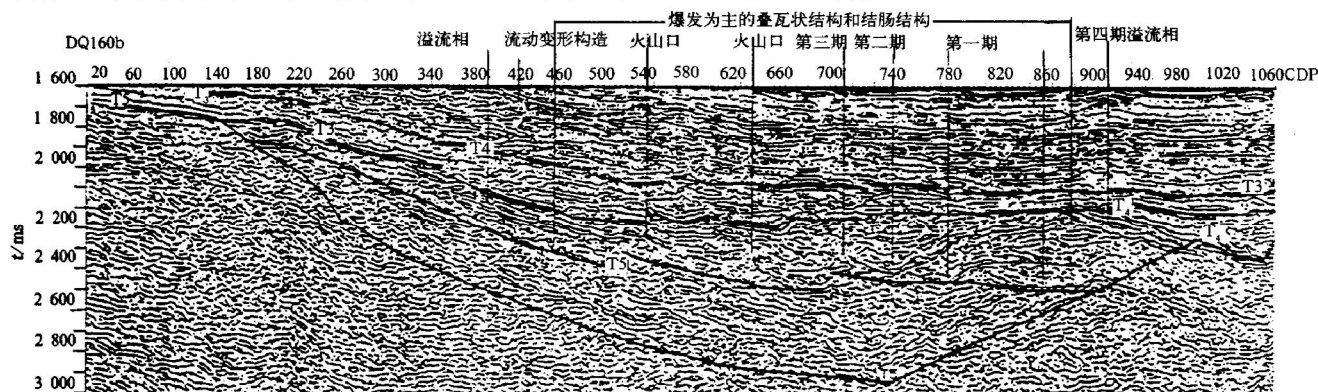


图5 146a测线营城组地震相解释

Fig. 5 Seismic facies interpretation for line 146a of Yingcheng Formation

2.4 沉积相展布特征

按照以上钻井和地震资料分析步骤,对区内可供研究的其他2口井进行单井相分析,并对区内过井和不过井的地震剖面线性化处理后,依次进行解释,最后绘制出本区营城组的沉积相平面分布图(图6)。

湖泊,北部为安达小区,南部为宋站小区。安达小区大面积分布有洪泛平原沉积,中间部位为火山岩,将湖泊分隔为南北两个东西向延伸的小盆。湖盆较浅,有多个浅的沉积中心,北部滨浅湖呈串珠状沿东西向分布,周边为洪泛平原。物源区为北部明水斜坡和四周的丘陵地带。宋站小区总体呈东西向延伸,但湖盆内部结构比安达小区复杂些,湖盆有向西延伸之趋势,滨浅湖中央隆起区为火山岩,位于S3井和S16井一带,将湖泊分隔为南北两个半深湖沉积中心,物源区主要来自四周隆起地带。

总的来讲,将地震剖面“线性化处理”之后再行沉积相解释,并辅以单井相分析,在本研究区得到了比较可靠的地质结论。而且,该方法采用了计算机处理,在实际工作中大大缩短了以往人工判读地震剖面所用的时间,提高了工作效率。

参考文献

- 1 Cooke D A, Schneider WA. Generalized linear inversion of reflection seismic data[J]. Geophysics, 1983, 4(8): 665~ 676
- 2 徐怀大. 地震地层学解释[M]. 北京: 石油工业出版社, 1988
- 3 陆基孟. 地震勘探原理(下册)[M]. 东营: 石油大学出版社, 1993
- 4 迟元林, 王璞君, 单玄龙, 等. 中国陆相含油气盆地深层地层研究——以松辽盆地为例[M]. 长春: 吉林科学技术出版社, 2000
- 5 徐开志, 唐勇, 王海东, 等. 用计算机实现判别沉积相方法[J]. 新疆石油地质, 1999, 20(4): 127~ 129

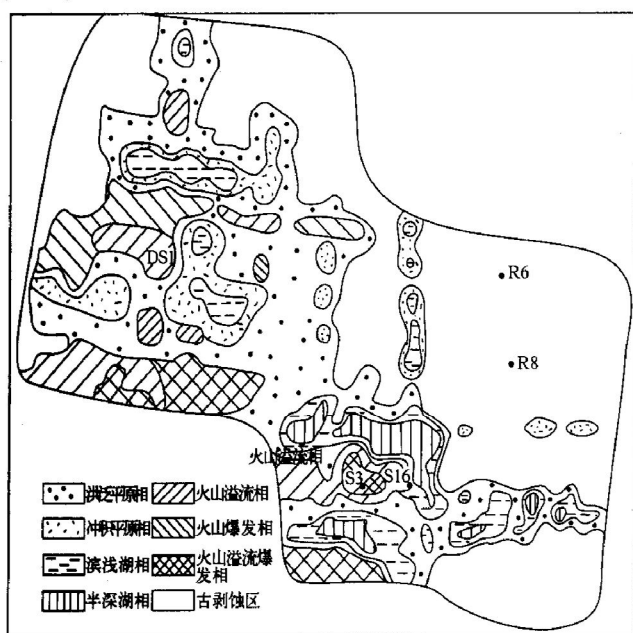


图6 研究区营城组沉积相平面分布图

Fig. 6 Plane diagram showing sedimentary facies distribution of Yingcheng Formation in the studied area.

研究区沉积相带展布受区域大地构造的影响,沉积作用受孤立的断陷盆地控制,相带呈环带状分布。近东西向的隆起将研究区分为南北两个断陷

APPLICATION OF LINEARIZED SEISMIC PROFILE IN SEDIMENTARY FACIES RESEARCH

Zhang Xinrong Wang Dongpo Gao Fuhong Xu Kaizhi

(College of Earth Science, Jilin University, Changchun, Jilin)

Abstract: Linearization processing is somehow to turn black and white isopic axis into a line where the positive axis indicated by a solid line while the negative axis shown by a dotted line. After the linearization processing, geological information in the available two dimensional or three dimensional geological profile will be more highlighted and reflect it more clear for what it is. Take Yingcheng Formation within Anda fault depression in Songliao basin for example, a corresponding relation between seismic phase and sedimentary facies has been established by analyzing single well facies of Dashen No. 1 well and through sedimentary microfacies division. It is believed by interpreting sedimentary facies after the linearization processing for through wells and non- through wells in the region that in the period of Yingchen Formation the volcanic activity was strong and overflow facies was a dominant one developed by swamp facies, braided stream facies and semi- deep lacustrine facies etc. The extension of the sedimentary facies belt is just like a ringlike belt divided into two S- N fault depressed lakes by the uplift, small Anda area in the north is mainly composed of flood plains with volcanic rocks in the middle and Mingshui slope and hills around are believed to be material source areas; Small Songzhan area in the south trend to E- W direction with the volcanic rock uplift at the center, and with two semi- deep lacustrine deposit centers and uplift zones around are material source areas.

Key words: Linearization; seismic profile ; Anda fault depression; seismic phase; sedimentary facies application

(上接第 251 页)

参 考 文 献

- 1 周文. 埕岛潜山带裂缝带分布评价[J]. 复式油气田, 1999, (2): 14-17
- 2 刘家铎. 埕岛潜山带的古岩溶作用[J]. 复式油气田, 1999, (2): 18-22
- 3 陈广军. 试论沾化凹陷长堤古潜山的含油性[J]. 复式油气田, 2000, (4): 6-10

CHARACTERISTICS OF BURIED HILL RESERVOIRS FROM LOWER PALAEZOIC OF JIYANG DEPRESSION

Xu Guoshen Li Guorong Wang Zhixiong

(State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploration, Chengdu University of Science and Engineering)

Abstract: According to the development of fissures and karsts, Jiyang depression can be divided into four types of arched-extension fold, fractured- block fault, weathered- remaining hillock and multi- phases structure composite. Reserving space for the first and second type above mentioned are mainly fissures - dissolution cavities, electric resistances in both flanks of reserving intervals are lower, and time difference of the sound wave often jumps; Space for the third type are karst - remaining hillocks; The fourth type represents features of above multi- compositions. In the lower Palaeozoic in Jiyang depression, reservoirs(bodies) in arched- extension fold type are mainly developed on the weathered crusts of the folded- mountain with evidence of de- zoning vertically of the karst effect. In the case of reservoirs in fractured- block fault type covered by the upper Palaeozoic roof rocks, the karst belts are developed in stratification and progressing in sequence in large area. In the case of those uncovered by the Upper Palaeozoic roof rocks, dissolution cavities, holes and fissures are well developed. Reservoirs in weathered- remaining hillock type are commonly developed on the whole remaining hillock- mountain. Outcrop area in reservoirs in multi- phases structure composite type is a favorable area for the development of reservoir and with the vertical development of the karst belt.

Key words: Buried hill; reservoir; Logging response; distribution law; lower Palaeozoic; Jiyang depression