

文章编号:1673-5005(2007)06-0001-05

准噶尔盆地车排子地区下切谷沉积体系 及有利勘探方向

向奎^{1,2,3}

(1. 中国石油大学 资源与信息学院, 北京 102249; 2. 中国石油大学 油气资源与探测国家重点实验室, 北京 102249;
3. 胜利油田分公司 新疆勘探开发中心, 山东 东营 257017)

摘要:下切谷是准噶尔盆地西缘车排子地区的一种重要沉积体系。在分析了地震反射特征、沉积学特征以及电性特征的基础上,对准噶尔盆地西缘车排子地区下切谷沉积体系及有利勘探方向进行了研究。结果表明,该区的下切谷存在垂向加积充填型、侧向加积充填型、杂乱型和复合型等4种充填类型,以及单一型、多分支型、复合分支型3种分布样式,并具有明显的地震反射、沉积及电性特征。在该区横切下切谷断层的下降盘易于形成断层-岩性油气藏,这也是下切谷沉积体系发育的主要油气藏类型,并具有较好的油气显示。准噶尔盆地车排子地区东缘及南缘下切谷沉积体系入湖段低位扇体是该区寻找下切谷体系油气藏的重要方向。

关键词:准噶尔盆地; 车排子地区; 沉积体系; 下切谷; 时空展布; 勘探方向

中图分类号:TE 121.3; TE 132.1

文献标识码:A

Entrenched valley depositional system and advantageous exploration direction of Chepaizi area in Junggar Basin

XIANG Kui^{1,2,3}

(1. School of Resource and Information Technology in China University of Petroleum, Beijing 102249, China;
2. National Laboratory for Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum, Beijing 102249, China;
3. Xinjiang Exploration & Development Center of Shengli Oilfield Branch Company,
Dongying 257017, Shandong Province, China)

Abstract: Entrenched valley is an important depositional system in Chepaizi area in the west of Junggar Basin. Entrenched valley depositional system and advantageous exploration direction in the area were studied by analyzing the seismic reflection, sediment feature and electric feature. The results show that there are four kinds of filling styles including vertical accretion style, lateral accretion style, clutter style and composite style, three kinds of distribution styles including simple style, multi-branched style and compound-branched style, and significant seismic reflection, sediment feature and electric feature in the area. The fault-lithologic reservoir is formed easily in downthrow block of the fault and is the main reservoir type in this area. Entrenched valley system is confirmed to have satisfactory hydrocarbon show. The low stand apron in the entering-lake zone of the entrenched valley system in the east and south of the research area is the important exploitation part in the future.

Key words: Junggar Basin; Chepaizi area; depositional system; entrenched valley; space-time distribution; exploration direction

下切谷是层序地层学中的一个重要术语, van Wagoner 将下切谷定义为由河流体系响应于海平面相对下降而向盆地方向延伸所形成的深切水道^[1]。不同类型(包括流量、沉积负载等)的河流可以形成不同规模的下切谷及不同类型的下切谷充填沉积。下

切谷位于低位体系域的上倾部位,在时间和空间上广泛分布,特别是在挤压型叠合盆地的斜坡地带,下切谷体系更为发育。由于下切谷体系发育多种充填样式,极易形成多种隐蔽圈闭,因此下切谷体系是油气勘探的一个重要领域^[2,3],特别是近年来随着隐蔽油

收稿日期:2007-09-30

作者简介:向奎(1963-),男(汉族),重庆人,高级工程师,博士研究生,主要从事油气地质勘探与开发研究工作。

气藏勘探的逐步深入,下切谷体系的研究越来越引起勘探工作者的重视。准噶尔盆地车排子地区东缘及南缘斜坡带白垩系中发育下切谷体系,笔者对该地区下切谷体系沉积特征及有利勘探方向进行研究。

1 下切谷体系的形成机理及充填样式

1.1 下切谷体系的形成机理

下切谷是发育于层序地层低位域中的一种河流下切作用形成的河流谷地,是层序界面识别的一个重要标志,是盆地可容空间急剧减小后河流平衡剖面下降造成的。由于下切谷是由河流的侵蚀作用形成,一切能影响河流下切作用力的因素都可能影响到下切谷的形成^[4]。

工区内发育的下切谷受基底断裂影响明显,从该区地震剖面上可以清楚地看到,基底断层影响了下切谷的发育和规模。下切谷发育部位下部一般都存在基底断层,而且位于下切谷的前部(图1)。沟谷的发育主要沿着断裂延伸的方向,且下切谷的发育具有继承性特征。构造的沉降作用在导致凹陷区可容空间快速增大的同时,也导致形成了陡坡带,尤其是缓坡带可容空间的快速减小^[5]。当水位开始下降,即沉积基准面下降时,侵蚀作用和沉积作用之间原有的平衡

被打破,河流沿断裂谷地开始下切,下切谷开始形成,此时沟谷起运输通道的作用;当水位位于最低位时,河谷下切达到最大程度,下切谷形成。工区内发育的下切谷与一般的河流以及冲积扇等的水道沉积有明显区别,下切谷是在层序中的低位域中发育的,是可容空间急剧下降,河流平衡剖面也随之下降,河流平衡剖面远远低于河道底部时形成的一种较大型的河流谷地。



图1 车排子地区下切谷发育与基底断层的关系

车排子地区下切谷在相对湖平面开始稳定回升时,边界断层的持续沉降致使陡坡带基底下降,从而导致下切谷中搬运的沉积物除了受到相对湖平面上升产生的回水作用的影响以外,还受到构造沉降的更大影响而产生向盆方向推进,使得下切谷的砂砾岩体最后发生“顺源堆积”,所以可以在剖面上看到前积特征(图2)。

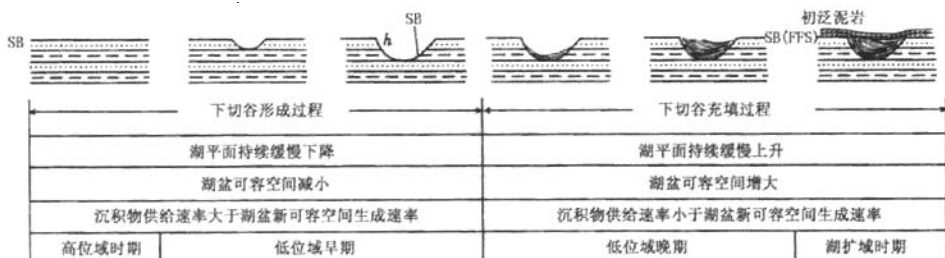


图2 下切谷沉积体系形成与充填过程示意图

车排子地区断裂系统还对下切谷体系的发育样式及规模起着控制作用。平面上,该区下切谷体系均环车排子隆起分布。车排子隆起东翼断裂系统复杂,造成东缘下切谷体系分布面积广、延伸长,形成树枝状下切谷体系;南缘断裂系统相对简单,下切谷体系分布面积小、延伸短、分支少,形成单支状下切谷体系(图3)。

1.2 下切谷体系的充填类型

研究表明,下切谷体系的充填主要有垂向加积型、侧向加积型、丘型、杂乱型、发散型和复合型6

种^[7]。受地质背景及地震资料品质的限制,车排子地区仅可见垂向加积充填型、侧向加积充填型、杂乱型和复合型等4种充填类型(图4)。垂向充填型下切谷一般具上平下凸的透镜状外形,显示不连续的变振幅或弱振幅的反射特征,或者呈弧形下凹,向谷底两侧边缘上超。侧向加积充填型下切谷一般也具有上平下凸的透镜状外形,内部结构为中—弱振幅的斜列式或前积式结构,指示了下切谷充填过程中侧向迁移的特征。复合型为垂向充填和侧向加积型的叠加。

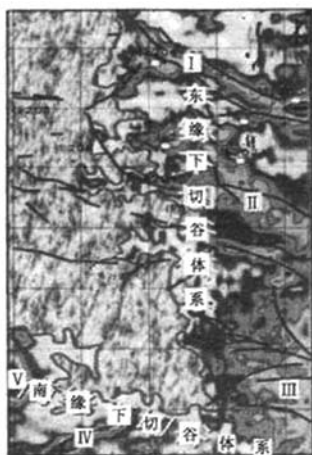


图3 车排子地区断裂系统与下切谷体系的关系

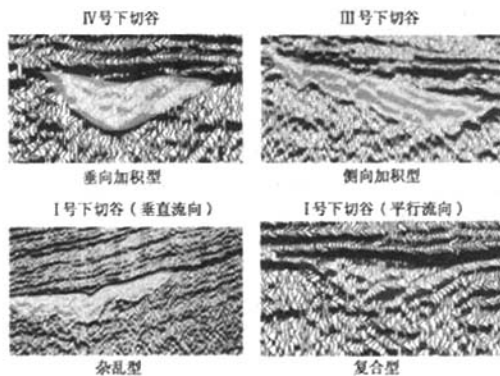


图4 车排子地区下切谷体系充填类型

2 下切谷体系地震反射、沉积及电性特征

2.1 地震反射特征

下切谷的形成是构造运动和湖(或海)平面共同作用的结果,在地震剖面上,其外部形态、内部结构、频率、振幅等都具有明显的特征^[8]。由于河流在发展过程中的多期垂向切割和侧向侵蚀,以及随后的充填堆积和侧向加积作用,导致下切谷在垂直于下切谷流向的地震剖面中表现为上超充填型和发散充填型反射结构特征,其底部多见变振幅、变频率和能量强弱不均的杂乱充填反射结构(图5)。在平行或近于平行下切谷流向的地震剖面上,主要表现为斜交前积反射或前积充填反射特征。

在不同地理位置,下切谷在地震剖面上表现出的几何外形有一定差别,通常呈两翼不对称透镜体型、近于对称倒钟型或对称的“U”字型,与上下相邻的近

于水平的同相轴明显不协调。

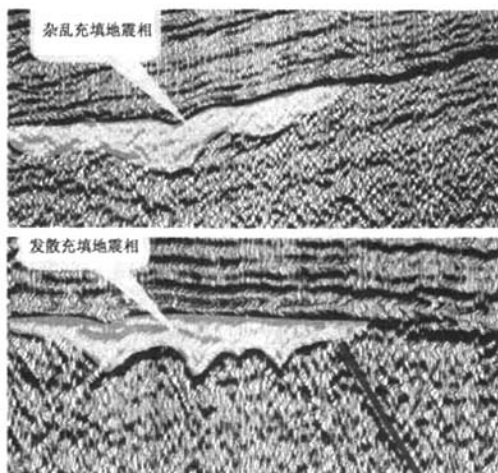


图5 垂直下切谷流向地震剖面内部反射特征

2.2 沉积学特征

下切谷是低水位体系域时期沉积物的主要搬运通道,也是该时期晚期碎屑物质的主要沉积场所。在车排子地区下切谷内沉积的岩石类型普遍较粗,以含砾中粗砂岩为主,其次为中、细砂岩,砂岩含量高达50%~70%,砾岩含量也高达30%~40%。下切谷内外沉积的岩石类型迥异。在下切谷谷间地带,主要为间歇性的红褐色、棕褐色及灰绿色漫溢泥沉积;下切谷内地层主要呈灰色、灰白色中细砂岩或含砾砂岩与灰色泥岩不等厚互层。在上游近物源处为冲洪积物充填沉积,下游近湖泊处为冲洪积和辫状河道交互沉积,进入湖泊处为河口近岸低位水下扇沉积。

排6井位于下切谷上游近物源处,该井575.0~602.8 m深度取心层段岩性主要为灰色角砾岩,砾径最大为70.0 mm,一般为5.0~15.0 mm,砾石呈棱角状—次棱角状,其主要成分为火成岩岩块,同时含少量的泥砾、砂砾,上部杂乱分布,下部略顺层排列,可见一定的叠瓦状排列构造,属下切谷体系上游段水道底冲洪积物充填沉积(图6)。

排1井位于下切谷入湖泊处,其岩心特征与上游段各井岩心特征明显不同。排1井737.16~782.14 m取心层段岩性主要为一套浅灰色或褐灰色中粗砾岩、含砾粗砂岩、粗粒砂岩、中粒砂岩、细砂岩。砾岩中砾石呈次圆状,分选差,杂乱堆积,局部沿层面排列,致密,底部冲刷面发育,属水下泥石流沉积;含砾粗砂岩中砾石顺层排列,具正递变层序,砾石最大为50 mm,一般为5~10 mm,磨圆度较好,底界凹凸不平,底部可见冲刷界面或滞留泥砾层,发育块状层理、

大型交错层理,属水下辫状水道沉积;局部含砾的中粗砂岩具平行层理和粒序递变层理,反映较强的水动力条件;砂岩具块状层理或低角度交错层理,属河口坝沉积。

力条件;砂岩具块状层理或低角度交错层理,属河口坝沉积。

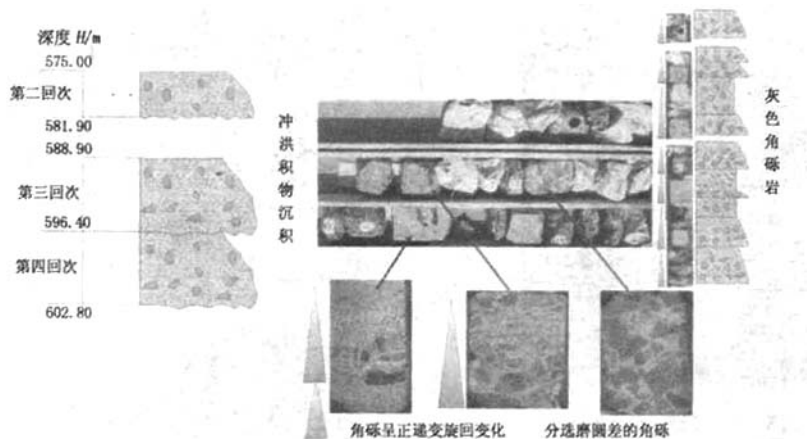


图6 排6井575.0~602.8 m取心层段岩心特征

2.3 电性特征

下切谷不同区段具有不同的电性特征。下切谷上游段冲洪积沉积自然伽马曲线表现为齿状低幅箱形、钟形、平直状、柱形或低幅齿状(图7);下游入湖段水下辫状水道微相的自然伽马曲线表现为高幅箱形,曲线光滑或微齿化,表明形成于堆积速度快、水动力强的沉积条件。近岸河口坝微相电性曲线特征为漏斗状或倒圣诞树形,表明砂体向上变粗的反粒序层序,反映沉积环境能量由弱变强,然后突然变弱;水下泥石流微相电性曲线特征为齿状低幅箱形、钟形等。

对该区古地形地貌和沉积地层有控制作用,而且对本区的断裂和下切谷体系有明显的控制作用。在平面区域上,车排子隆起的东缘、南缘发育白垩纪下切谷体系,而且具有多期次特点。自北向南分为I~V号下切谷体系,其中I、II和III号属东缘下切谷体系,IV、V号属南缘下切谷体系(图3)。

3.1 东缘下切谷体系

东缘下切谷体系表现为多分支特征,地震剖面上呈现为深下切的对称或不对称透镜状,平面上呈树叉状(图3)。

I号下切谷体系位于车排子东北部,河谷走向西北,源头部位有2条短小的分支汇水沟谷,顺古隆起山间峡谷而出,再相汇在一起,在东南部入湖。沟谷的发育呈直线型,沿北西方向展布,整个下切谷延伸长度为5 km,宽度超过0.5 km。下切谷顶部清楚可见上超现象,显示其上是初始湖泛面;下切谷体系内部主要是前积和叠瓦式充填,显示河流具多期次下切充填特征。

II号下切谷体系位于I号下切谷体系南侧,平面上呈树枝状,向西部车排子隆起上分叉、变窄、变浅,直至消失,向东部湖盆内,分支沟谷汇聚成深而大的下切谷,呈北西向延伸,长度与I号下切谷相似。由于沿主河流方向上有多支分支沟谷注入,所以在沿流向的地震剖面上能看到多个相连的下切谷形态。排2井钻穿了II号下切谷,沉积厚度达39.5 m,为近源快速沉积的巨厚砾岩。

III号下切谷体系位于三维区东南角,分布范围大、面积广,分支交错,延伸距离短。平面上呈扇状展

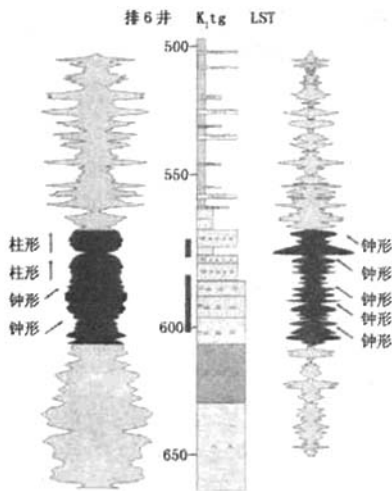


图7 排6井下切谷体系上游段测井曲线特征

3 下切谷体系时空展布

准噶尔盆地西缘车排子隆起的形成与演化不仅

开,因位于平缓地带,剖面上形态宽缓,呈宽深不对称透镜型,分支短而多。

3.2 南缘下切谷体系

南缘下切谷体系范围小,地震剖面上呈深切对称透镜状,平面上呈直线状,属单一型下切谷体系(图3)。

Ⅳ号下切谷体系位于三维区南部,呈直线向南延伸展布,分布面积小,延伸距离短,分支少。

Ⅴ号下切谷体系位于三维区西南角,延伸方向自东向西南,分布面积小,延伸距离短,未见分支。

3.3 下切谷体系的分布样式

车排子地区下切谷体系分布样式总体上可分为3种(图8)。(1)单一型:只发育一个主要的下切水道,无分支汇水沟谷,南缘下切谷体系Ⅳ和Ⅴ号即属于此类(图8(a));(2)多分支型:除了发育主下切水道外,同时具多个分支汇水沟谷水道,并且汇聚到主水道内(图8(b)),Ⅰ、Ⅲ号下切谷体系属于此类;(3)在第二种基础上,又在主水道旁边发育了分支水道,但是没有汇聚到主水道中来,为复合分支型,Ⅱ号下切谷体系属于此类(图8(c))。

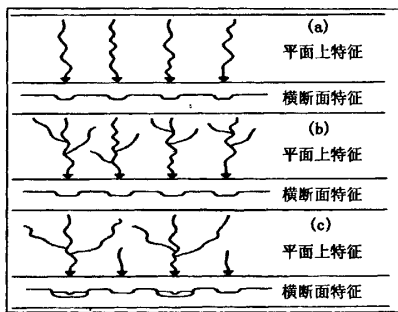


图8 车排子地区下切谷体系分布样式

4 下切谷体系圈闭及勘探方向

下切谷体系形成机理及充填样式决定了该体系易于形成透镜体型岩性圈闭、侧向尖灭型岩性圈闭、地层超覆型岩性圈闭和断层-岩性复合型圈闭4类隐蔽型圈闭。

下切谷以及由其向湖延伸至湖相泥岩中形成的低位扇砂体良好的物性、特殊的几何形态和初次湖泛面的垂向封堵使下切谷体系具有形成隐蔽油气藏的有利条件,特别是在下切谷的上倾方向,在油气运移发生之前发育具有一定规模、横切下切谷的断层,在断层的下降盘易于形成上倾方向断层封堵、侧向岩性尖灭的断层-岩性油气藏。这类油气藏是下切谷体系

发育的主要油气藏类型,也是下切谷体系勘探的主要方向。

车排子地区下切谷体系主要发育在白垩系,岩性为冲积扇—河流相的砂砾岩或角砾岩,目前已有排1、排6等多口井钻遇,且都见到了油气显示,但由于多为稠油,且物性差,试油均未获得工业油流。这一方面证实下切谷体系具有较好的勘探前景,是该区油气勘探重要的接替阵地,另一方面显示,加强该区不同充填样式、不同分布样式的下切谷体系有利储集相带的研究,是该体系油气藏勘探取得突破的关键。

综合分析认为,东缘及南缘下切谷体系入湖段低位扇体储集物性较好,临近油源,油气输导条件有利,如再配以断层切割则更易于形成油气藏。因此,该类下切谷体系入湖段低位扇体是该区今后勘探的重要方向。

5 结论

(1)准噶尔盆地车排子地区白垩系下切谷体系发育,其主要分布在东缘和南缘发育区带,并存在垂向加积充填型、侧向加积充填型、杂乱型和复合型等4种充填类型,以及单一型、多分支型、复合分支型3种分布样式。

(2)下切谷体系具有明显的地震反射、沉积及电性特征,是该区一种重要的沉积体系。

(3)该区已有多口井在下切谷体系中见到较好的油气显示,证实该体系具有较大的勘探潜力以及极好的勘探前景。车排子地区东缘及南缘下切谷体系入湖段低位扇体是该区寻找下切谷体系油藏的重要方向。

参考文献:

- [1] 纪友亮,张世奇.陆相断陷湖盆层序地层学[M].北京:石油工业出版社,1996:12-20.
 - [2] 李思田,潘元林,陆永潮,等.断陷盆地隐蔽油藏预测及勘探的关键技术——高精度地震探测基础上的层序地层学研究[J].地球科学——中国地质大学学报,2002,27(5):592-597.
- LI Si-tian, PAN Yuan-lin, LU Yong-chao, et al. Key technology of prospecting and exploration of subtle traps in lacustrine fault basins: sequence stratigraphic researches on the basis of high resolution seismic survey[J]. Earth Science—Journal of China University of Geosciences, 2002, 27(5):592-597.

(下转第12页)

1 的数据后,再经过内插整理,得到的资源总量分布曲线(图 4(b))形态出现明显的正态化,但小值一侧仍有一段平缓的线段。方法改进后,由于随机抽

样入口点在 $(0, k_i)$ 区间上均匀分布,不再出现多余的概率为 0 和 1 的抽样值,克服了传统抽样法中的不足,得到的资源总量趋于正态分布(图 4(c))。

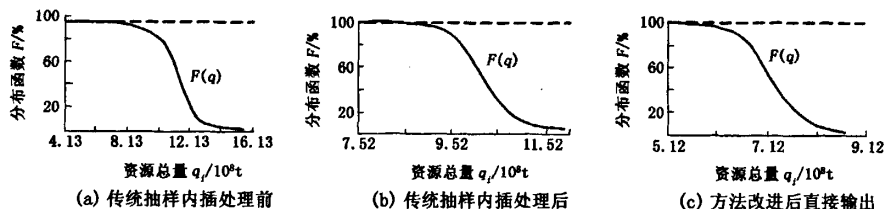


图 4 石油资源总量分布曲线

5 结 论

(1)求风险分析后的多个局部地质单元的资源总量时,利用 $(0, k_i)$ 区间上均匀分布的随机数抽样技术是合理的,它使资源总量趋于正态分布。

(2)当 $k_i = 1$ 时,改进前、后的抽样方法是等价的,因为随机抽样入口点在 $(0, 1)$ 区间上都是均匀分布。

(3)改进后的抽样方法优化了数据处理工作,但仍出现部分概率很小、数值相差甚微的数据,使分布曲线的大值一侧平缓延伸。

参考文献:

- [1] 赵旭东. 石油数学地质概论[M]. 北京:石油工业出版社

社,1992:194-228.

- [2] 李汉林,赵永军. 石油数学地质[M]. 东营:石油大学出版社,1998:261-278.
[3] 《油气资源评价方法研究与应用》编委会. 油气资源评价方法研究与应用[M]. 北京:石油工业出版社,1988:254-265.
[4] 杨通佑,范尚炯. 石油及天然气储量计算方法[M]. 北京:石油工业出版社,1998:218-227.
[5] 武守诚. 石油资源地质评价导论[M]. 北京:石油工业出版社,1994:245-252.

(编辑 刘艳荣)

(上接第 5 页)

- [3] 王素华. 下切谷及其油气勘探意义[J]. 地球学报, 2003, 23(增刊):30-32.
WANG Su-hua. Entrenched valley and its significance of the hydrocarbon exploration activity[J]. Acta Geoscientica Sinica, 2003, 23(sup):30-32.
[4] 林畅松,张燕梅,刘景彦,等. 高精度层序地层学和储层预测[J]. 地学前缘,2000,7(3):111-117.
LIN Chang-song, ZHANG Yan-mei, LIU Jing-yan, et al. High resolution sequence stratigraphy and reservoir prediction[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(3):111-117.
[5] 邓宏文,王红亮,宁宁. 沉积体分配原理——高分辨率层序地层学的理论基础[J]. 地学前缘,2000,7(4):

305-314.

- DENG Hong-wen, WANG Hong-liang, NING Ning. Sediment volume partition principle: theory basis for high-resolution sequence stratigraphy[J]. Earth Science Frontiers, 2000, 7(4):305-314.
[6] CROSS T A,杜宁平. 据高分辨率层序地层学认识地层结构对比概念,体积配分,相分异[J]. 国外油气勘探,1996,18(3):285-294.
[7] 刘招君,董清水,王嗣敏,等. 陆相层序地层学导论与应用[M]. 北京:石油工业出版社,2002:36-41.
[8] SANGREE J B, VAIL P R. 应用层序地层学——地震、钻井和露头资料的层序地层解释[M]. 张宏彦,等译. 北京:石油工业出版社,1991:85-97.

(编辑 刘艳荣)