

文章编号: 1000-0550 (2005) 04-0657-07

乌尔逊凹陷下白垩统高频层序特征及其控制因素分析

张成¹ 李春柏^{2,3} 楚美娟³ 史淑玲³

1(中国地质大学资源学院盆地所 武汉 430074) 2(大庆油田有限责任公司勘探开发研究院 黑龙江大庆 163712)

3(中国地质大学能源学院 北京 100083)

摘要 利用地质、地球物理等资料对乌尔逊凹陷下白垩统高频层序特征及其控制因素进行了分析。高频层序赋存于三级复合层序 CSq7 和 CSq8 内部,沿凹陷走向分布,总体以前积形态下超于复合密集段之上。层序边界属型性质,但不整合规模较小;层序内部包含 3 个体域,准层序组总体呈加积—前积—退积—前积的叠加样式。研究区共识别出 16 个高频层序,平均周期为 0.22~0.28Ma,沉积速率为 0.57~0.76m/kyr。研究表明,低构造沉降速率和温暖潮湿气候条件下的高沉积物供给速率是控制高频层序发育的主要因素,三级基准面旋回高位稳定—缓慢下降阶段是高频层序发育的有利时期,盆缘地貌对高频层序几何学特征也有较大影响。

关键词 高频层序 复合层序 沉积特征 乌尔逊凹陷 下白垩统

第一作者简介 张成 男 1977 年出生 博士研究生 层序地层学与沉积学

中图分类号 P539.2 **文献标识码** A

1 引言

层序地层学理论的巨大贡献在于将海平面(陆相为基准面)升降旋回与地层沉积序列有机地结合起来,从成因角度建立了全新的地层分级、对比原则。根据其经典理论,沉积层序分为 6 个级别,每一级别分别对应不同频率的海平面(陆相为基准面)升降旋回,其中三级层序为基本层序,平均周期约 3Ma^[1]。但此前人们在碳酸盐岩中已经发现了更小尺度的类似基本层序的沉积旋回,认为是 Milankovitch 气候旋回引起的全球海平面高频变化的结果^[2]。随后, Mitchum 和 Van Wagoner 在硅质碎屑岩中也识别出了类似的小尺度沉积旋回,并提出高频层序的概念,特指具备基本层序特征但周期与四级层序相当的层序地层单元^[3]。自此,地质家们以极大的热情投入到高频层序研究中,内容涉及其构成特征、成因机制、研究方法以及油气地质意义等诸多方面^[4~15]。近年来,随着地震数据采集与处理技术的提高,产业部门也十分重视在油气勘探与开发中识别高频层序以便更精确地进行储层预测。地球化学技术的发展也大大有利于提高高频层序界面识别的精度^[16]。本文拟利用地质、地球物理等资料,对乌尔逊凹陷下白垩统高频层序特征进行描述,并由此初步探讨该地区高频

层序的控制因素。

2 地质背景

乌尔逊凹陷位于海拉尔盆地中南部,东邻巴彦山隆起,西接嵯岗隆起,西南、东北分别为贝尔凹陷和新宝力格凹陷,总体呈西断东超的箕状形态(图 1)。海拉尔盆地是中国东北地区古生代基底上发育起来的具有走滑性质的伸展叠置型盆地^[17]。中生代以来,盆地演化总体经历了断、拗两个时期,盆地充填序列主要为下白垩统沉积地层。依据地震、钻井、岩相等资料所反映的地层界面特征,乌尔逊凹陷白垩系沉积可划分为 MSq1 和 MSq2 两个一级层序,分别对应于盆地构造演化的断陷期和拗陷期,在断陷期内结合构造演化阶段可进一步识别出 5 个二级层序,因此一、二级层序均属构造层序。二级层序内部以界面特征识别为基础,结合内部构成分析,并参照年龄资料将下白垩统沉积划分为 11 个三级层序,其中三级复合层序 CSq7、CSq8 是发育高频层序的主要层位(图 1)。

3 高频层序特征

3.1 空间分布与几何形态

乌尔逊凹陷高频层序赋存层位靠上,埋藏较浅,

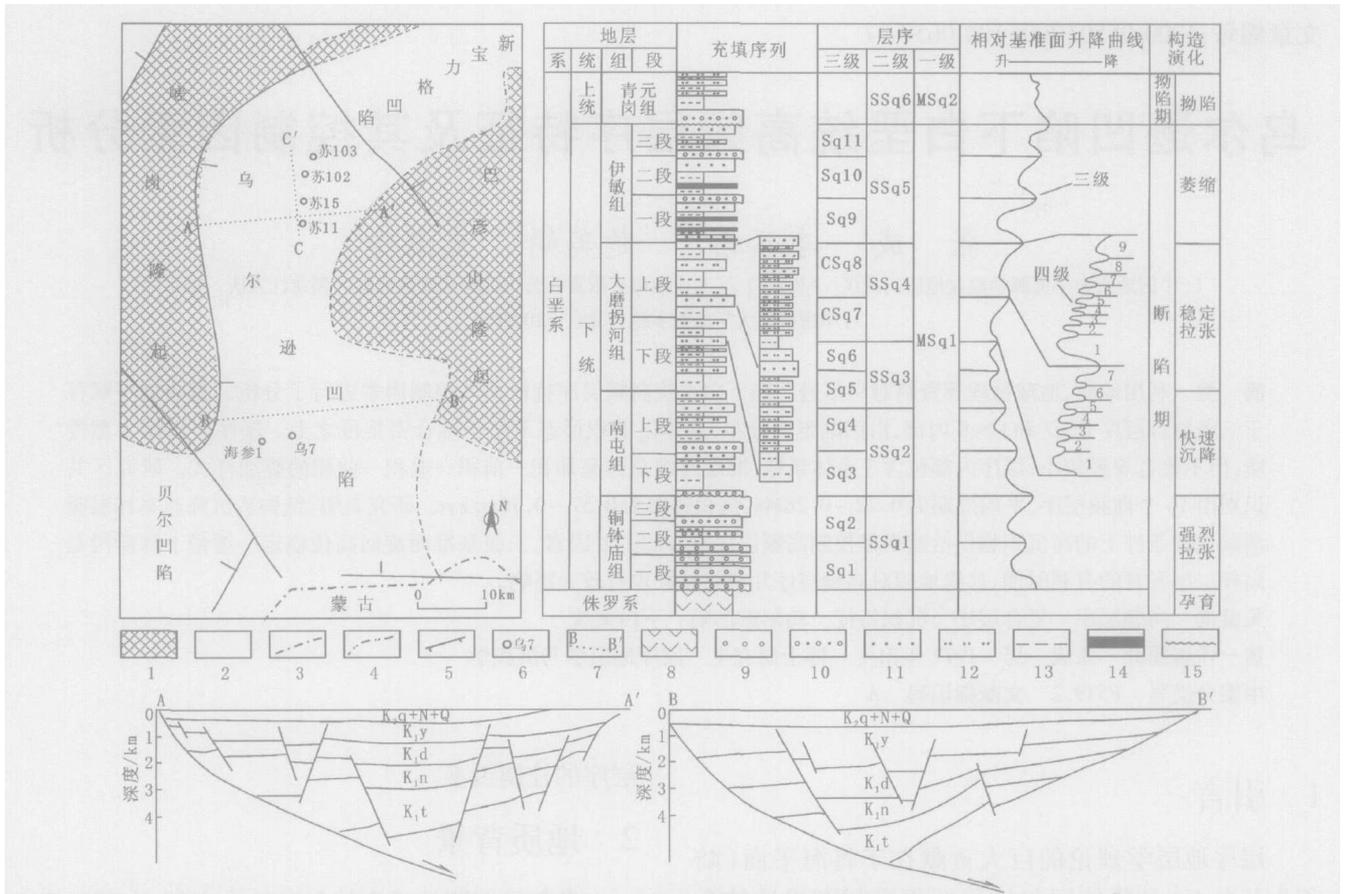


图 1 乌尔逊凹陷构造位置及地层骨架图

Fig 1 Regional tectonic location and stratigraphic framework of the Wuexun Depression

1. 隆起; 2. 凹陷; 3. 国界; 4. 凹陷边界; 5. 断层; 6. 钻井; 7. 剖面位置; 8. 火山岩; 9. 砾岩; 10. 砂砾岩; 11. 砂岩; 12. 粉砂岩; 13. 泥岩; 14. 煤层; 15. 不整合面; K_1t 铜钵庙组; K_1n 南屯组; K_1d 大磨拐河组; K_1y 伊敏组; K_2q 青元岗组; N. 第三系; Q. 第四系

主要发育于大磨拐河组上段三级复合层序 CSq7 和 CSq8 的内部。具体位置上, 凹陷南部 CSq7 的高水位体系域发育高频层序, 凹陷北部 CSq8 的高水位体系域发育高频层序。这些高频层序普遍沿凹陷走向分布, 可能与凹陷长轴物源有关, 并且高频层序复合体总体呈前积叠置样式, 单个高频层序在地震剖面上呈楔形或“S 形几何形态 (图 2), 与挪威中部大陆架三角洲复合体^[5]及北海上新生界高频层序^[6]的地震反

射形态相似。空间分布上, 凹陷北部共识别出 9 个高频层序, 总体由南部低突起向北叠覆; 凹陷南部共识别出 7 个高频层序, 总体由凹陷南部的巴彦塔拉突起向 NE 方向叠覆。地震剖面特征表明, 由南向北高频层序倾斜幅度增大, 遭受剥蚀强烈, 残留部分变小, 而且高频层序复合体整体呈上倾趋势, 由此判断研究区可能还存在一些由于沉积后剥蚀而无法识别的高频层序。

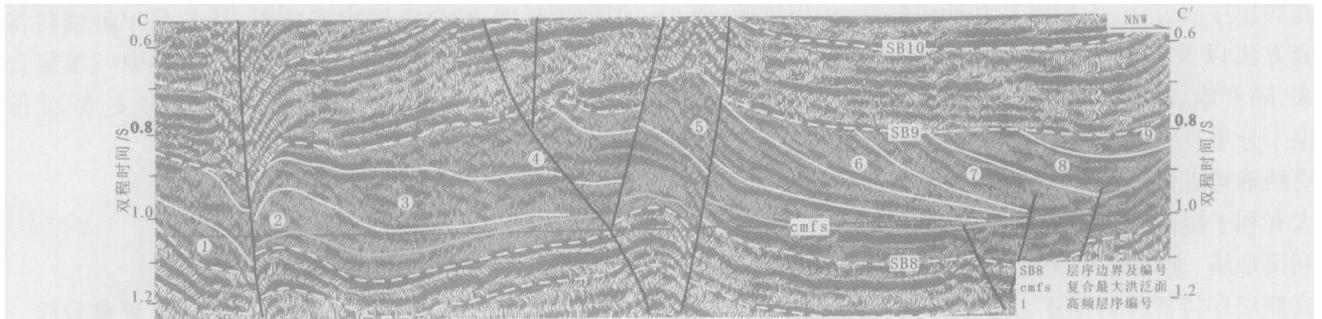


图 2 三级复合层序 CSq8 内高频层序的地震响应特征 (剖面位置见图 1)

Fig 2 Seismic reflections of high-frequency sequences in composite sequence 8

3.2 界面特征

尽管高频层序基准面旋回周期短、频率高^[3],但同样存在由不整合及与之可以对比的整合构成的层序边界,而且绝大多数高频层序的边界属Ⅰ型性质^[5]。当然,由于高频层序规模小、基准面旋回振幅低,所以顶部边界不整合的分布范围较低频层序小得多,而且除与三级复合层序界面重合外,侵蚀程度也比较低。此外,高频层序复合体系前积导致滨岸坡度逐渐变陡,结果由凹陷边缘向凹陷内部,高频层序顶部边界与三级复合层序边界的交角呈逐渐变大趋势。高频层序底部边界下超反射结构明显,但不整合特征显著程度与其距离物源远近有关,除近物源者外

不整合特征不明显。地震剖面上,高频层序前积复合体总体下超于三级复合层序底部边界或最大洪泛面之上(图 2)。从理论上讲,高频层序内部同样包含首次洪泛面和最大洪泛面,然而地震资料分辨率相对较低往往限制了各体系域地震反射差异的表现,因此需要结合钻井、岩相等资料,综合分析,相互校正才能准确标定这些体系域分界面。测井响应上,首次洪泛面位于漏斗形、齿化箱形曲线向钟形曲线转化部位,显示了加积或前积向退积转折的特点;最大洪泛面往往位于钟形曲线或正向偏移低幅变化曲线向漏斗形曲线转折部位,界面附近主要为稳定沉积的暗色泥岩、粉砂质泥岩等细粒沉积(图 3)。

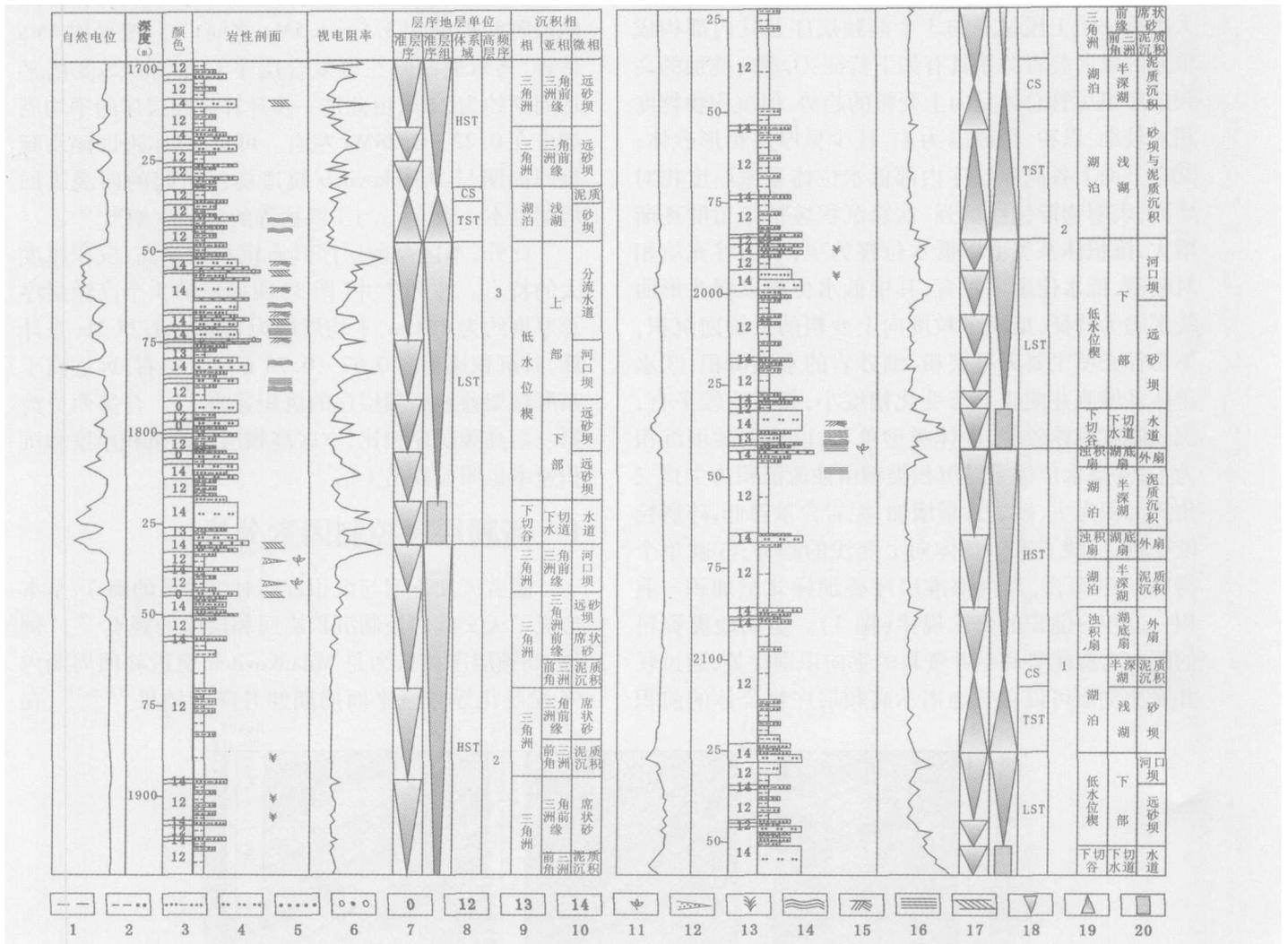


图 3 乌 7 井三级复合层序 CS₇ 内高频层序的构成特征及其叠置关系

Fig 3 Composition and stacking patterns of high - frequency sequences in Composite Sequence 7 of Well W7
 1. 泥岩; 2. 粉砂质泥岩; 3. 泥质粉砂岩; 4. 粉砂岩; 5. 砂岩; 6. 砂砾岩; 7. 灰白色; 8. 黑色; 9. 深灰色; 10. 灰绿色; 11. 植物化石;
 12. 砂质条带; 13. 炭屑; 14. 波状层理; 15. 交错层理; 16. 水平层理; 17. 斜层理; 18. 前积型; 19. 退积型; 20. 加积型;
 HST. 高水位体系域; TST. 水进体系域; LST. 低水位体系域; CS. 密集段; 1 ~ 3. 高频层序编号

3.3 内部构成

作为可识别的最低级别“基本层序”,高频层序具备层序的含义,内部同样包含 3 个体系域,而且体系域也由准层序和准层序组叠置而成^[3,5]。前人研究发现,河流沉积为主地层中的高频层序也显示出相似的内部构成而且体系域分界明显^[7]。毋庸置疑,乌尔逊凹陷下白垩统完整的高频层序内部同样也应发育 3 个体系域。为了能够清楚地阐述这些高频层序特征,本文重点利用钻井和岩相资料来讨论高频层序内部构成单元的垂向叠置关系与侧向展布特征。如上文所述,由于高频层序总体呈前积式叠置,因此钻井仅能揭示钻遇的少数高频层序。例如在乌 7 井大磨拐河组上段钻遇的 3 个高频层序及其内部构成单元的垂向叠置关系具有如下特征:垂向叠加的高频层序组尽管总体呈向上变粗的趋势,但沉积物粒度相对较细,以粉、细砂岩为主,且少见厚层箱形砂体;

自下而上各高频层序内部低水位体系域厚度相对增大,表明物源供给增强、盆缘沉积坡折带角度逐渐增大,沉积体系类型以低水位楔为主,下切谷充填相对较薄,低水位扇不发育,其中低水位楔以漏斗形曲线形态为特征,反映了粒度向上变粗的反旋回沉积,下切谷充填主要为厚层粉、细砂岩的水道沉积;水进体系域测井曲线形态变化幅度小,相对比较平直,沉积厚度总体较薄,砂体类型单一,以浅湖砂坝沉积为主;高水位体系域沉积类型由浊流沉积为主到三角洲沉积为主,砂岩含量增加,泥岩含量降低,碎屑粒度变粗,反映了水体总体向上变浅的趋势;就单个高频层序而言,其内部准层序叠加样式呈加积—前积—退积—前积的变化规律(图 3)。借助地震资料的侧向追踪优势和钻井资料的垂向识别优势,通过联井对比剖面可以有效地揭示高频层序复合体的前积

特征及其内部的构成特征。如图 4 所示,沿 SSE 至 NNW 方向高频层序系列前积特征明显,而且高频层序内部各体系域特征显著。剖面上除高频层序 2 和 3 发育完全外,其它高频层序均在上倾方向遭受不同程度的剥蚀,尤其是高频层序 9 仅残留低水位体系域沉积;下倾方向上,这些高频层序总体下超于三级层序复合密集段之上。测井曲线上,低水位体系域和水进体系域总体呈钟形形态,但前者曲线幅值变化较大,高水位体系域往往表现为漏斗形态,反映了丰富物源供给条件下的前积特征。

3.4 周期与频率

根据海拉尔盆地绝对年龄资料,大磨拐河组上段地层时间跨度在 3.5~4.5Ma 之间^[18]。按平均 4Ma 估算,乌尔逊凹陷三级复合层序 CSq7 和 CSq8 的平均周期约为 2Ma,由此进一步计算高频层序的平均周期应在 0.22~0.28Ma 左右。可见,乌尔逊凹陷高频旋回周期与 Milankovitch 轨道旋回引起的四级旋回周期基本一致^[1,3],与王鸿祯等的亚层序相当^[19]。

此外,本区高频层序具有沉积速率高、沉积厚度大的特点。按乌 7 井(图 3)所揭示的 3 个高频层序总厚度约为 458 m,平均周期为 0.22~0.28 Ma 来计算,其沉积速率在 0.57~0.76 m/kyr 左右,远远高于东海陆架盆地高频层序的沉积速率^[12]。与墨西哥湾第三系高频层序相比,本区高频层序的沉积厚度和沉积速率也明显高出 1 倍^[3]。

4 高频层序控制因素分析

随着天文旋回与沉积旋回对应关系的确立,基本形成了天文旋回控制沉积旋回和层序的观点^[19]。例如,高频层序被认为是 Milankovitch 轨道旋回周期内气候变化导致海平面周期性升降的结果^[3,6,8,12],在

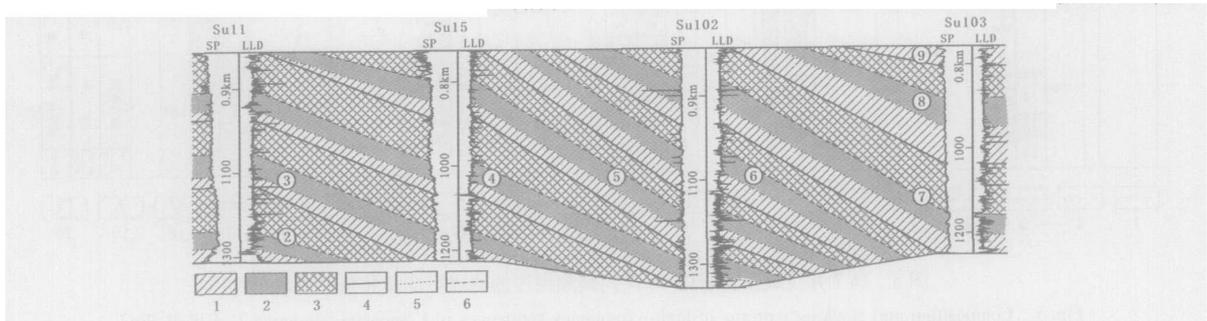


图 4 乌尔逊凹陷北部三级复合层序 CSq8 内高频层序的钻井对比剖面图

Fig 4 Contrast of high-frequency sequences of CSq8 in the northern Wuerxun Depression

1. 低水位体系域; 2. 水进体系域; 3. 高水位体系域; 4. 高频层序边界; 5. 首次洪泛面; 6. 最大洪泛面; ~. 高频层序编号

碳酸盐岩^[2,9,13]、冰碛岩^[15]地层中尤为明显。氧同位素研究也揭示了气候旋回与高频海平面变化之间的关系^[5]。然而,并非所有的三级旋回内都发育高频层序,也不是三级旋回的任何阶段都发育高频层序^[3,5],说明高频层序的发育还受其它因素控制。在构造稳定型盆地,如被动大陆边缘,低构造沉降速率和高沉积物供给可能是高频层序形成的必要条件^[3]。在构造活动型盆地,构造沉降速率的变化也可能导致可容纳空间的高频变化^[5]。在陆相盆地,构造和气候因素对基准面升降的控制也已得到认可。此外,沉积物粒度和水体改造作用对高频层序特征也存在不同程度的影响^[4,6,11]。后期的高构造沉降速率可能也有利于高频层序的保存^[10]。因此,凡能引起可容纳空间和沉积物供给发生变化的因素都会影响高频层序特征。

从构造演化阶段看,研究区高频层序发育于断陷稳定拉张晚期—断陷萎缩早期沉积的大磨拐河组上段。此时凹陷第一幕构造演化趋于结束,基底沉降微弱^[20]。在低构造沉降速率背景下,气候变化控制的低振幅、短周期基准面升降就会导致可容纳空间发生明显的周期性变化从而形成短周期的高频层序。因此,本区高频层序主要以较细粒沉积物为主,少见构造强烈活动形成粗碎屑沉积。相反,高构造沉降速率大大增强了低振幅、短周期基准面下降对可容纳空间变化的影响,却明显削弱了低振幅、短周期基准面上升对可容纳空间变化的影响,只能形成不具备完整基准面旋回特征的准层序。这可能是乌尔逊凹陷构造

沉降活跃阶段不发育高频层序的原因之一。

从高频层序明显的前积反射特征来看(图 5),沉积物供给十分丰富以致于超过了可容纳空间的增加从而引发了正常性水退,显示为基准面的相对下降。相反,较低或中等速率的沉积物供给无法及时响应可容纳空间的高频变化,更无法形成一定规模的暴露甚至不整合,界面附近往往表现为水体的突然加深,尔后开始下一个准层序的充填。然而,沉积物供给并非独立的因素,主要取决于构造运动形成的地形高差和气候条件决定的风化作用^[14]。在低构造沉积速率背景下,气候条件可能是导致研究区高沉积物供给速率的主要原因。晚侏罗世以来,中国东北地区尽管发生了短周期的干湿转变、冷暖交替,但整体仍属于温暖潮湿的亚热带气候,充沛的降雨不仅加速了地表风化作用,同时导致河流发育形成了风化物质迁移的载体,最终导致了河流卸载区内较高的沉积物供给速率。此外,尽管研究区高频层序内碎屑物以细砂、粉砂为主,但物源区并非很远,因为在较短的气候周期内高频层序根本无法反映远源区沉积物供给的变化^[14]。

从高频层序对复合密集段的明显下起来看(图 5),三级基准面旋回快速上升之后的相对稳定和下降阶段是高频层序发育的最佳时期。这是因为虽然陆相盆地小,沉积物多物源,低水位期可能水体很浅甚至干枯,但是温暖潮湿气候条件下充沛的降雨可以在三级基准面旋回的高水位期保持较大的湖水深度或较高的湖平面,这样四级相对基准面旋回周期内丰富的沉积物供给才可能形成大型的前积层。

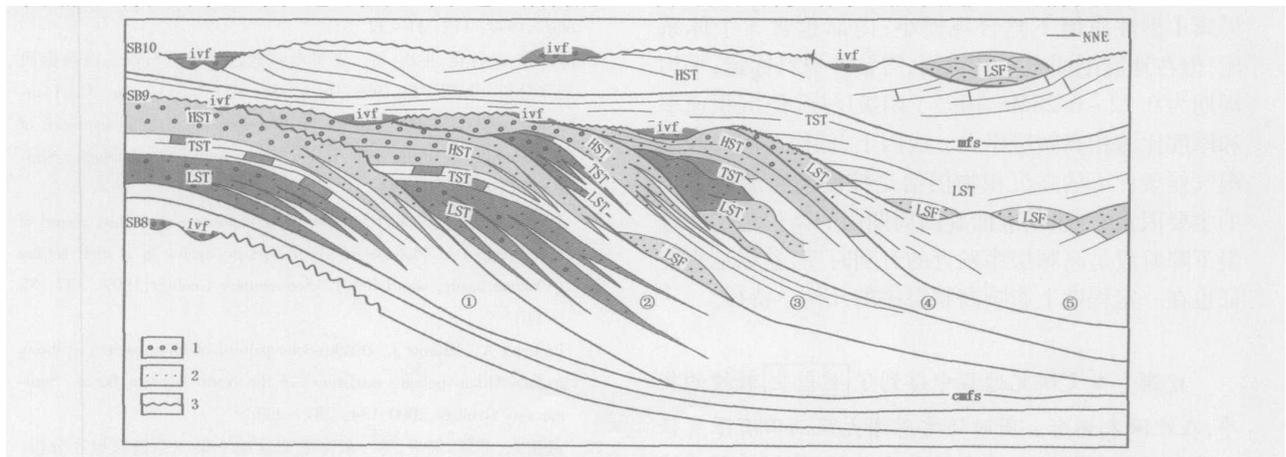


图 5 高频层序复合体沉积模式

Fig 5 Depositional model of high-frequency sequences

1. 砾岩; 2. 砂岩; 3. 不整合面; SB. 层序边界; mfs 最大洪泛面; cmfs 复合最大洪泛面; . 高频层序编号; ivf 下切谷充填; HST. 高水位体系域; TST. 水进体系域; LST. 低水位体系域; LSF. 低水位扇

从高频层序分布及几何学特征看,盆缘地貌特征明显控制沉积物的搬运与沉积状态。当盆缘坡降高于河流平衡剖面坡度时,发生河流下切侵蚀作用;当盆缘坡降与河流平衡剖面坡度相近时,不发生河流的下切侵蚀或沉积作用,即呈过路状态;当盆缘坡降低于河流平衡剖面坡度时则发生河流加积作用。乌尔逊凹陷的下部高频层序与上覆层序交角偏小,对下伏地层的下切与侵蚀不十分明显,而越向上高频层序与上覆层序的交角越大,且对下伏地层的下切与侵蚀现象比较明显,这表明在高频层序发育期,盆缘坡降由比较平缓逐渐变陡,冲积平原与湖盆间的转折度越来越大,沉积物输入量超过新增可容纳空间的程度越来越高,从而控制了高频层序的几何学特征。

综上所述,低构造沉降速率和潮湿气候条件下较高的沉积物供给是控制研究区高频层序发育的主要因素,三级基准面旋回周期内的高位稳定和缓慢下降阶段是高频层序发育的有利时期,盆缘地貌特征也在一定程度上影响高频层序的几何学特征。

5 结论

乌尔逊凹陷下白垩统共发育 16 个高频层序,主要赋存于大磨拐河组上段。其中,三级复合层序 CSq7 内发育 7 个高频层序,主要分布于乌尔逊凹陷南部;三级复合层序 CSq8 内发育 9 个高频层序,主要分布于乌尔逊凹陷北部。这些高频层序沿凹陷走向分布,总体以前积式形态下超于三级复合层序底界或最大洪泛面之上。高频层序具备层序的基本特征:边界属型性质但不整合规模小;内部包含 3 个体系域,但在地震剖面上不易识别,需钻井资料标定;平均周期为 0.22~0.28Ma,相当于四级层序,但沉积速率和厚度比海相高频层序大。成因上,低构造沉降和潮湿气候条件下的高沉积物供给是控制高频层序发育的主要因素,三级基准面旋回周期内的高位稳定和缓慢下降阶段是高频层序发育的有利时期,盆缘地貌特征也在一定程度上影响高频层序的几何学特征。

致谢 本文研究过程中得到了魏魁生教授的指导,在此深表怀念。同时还要感谢大庆油田有限责任公司勘探开发研究院冯志强总地质师、吴河勇副总地质师、田春志高级工程师和张晓东主任等给予的支持与帮助。

参考文献 (References)

- Vail P R, Audemard F, Bowman S A, *et al* The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology - an view. In: Seilacher A and Eisner G, eds Cycles and events in stratigraphy. New York: Springer-Verlag, 1991. 611 ~ 659
- Goldhammer P K, Dunn P A, Haidie L A. Depositional cycles, composite sea level changes, cycle stacking patterns, and the hierarchy of stratigraphic forcing: examples from the Alpine platform carbonates. GSA Bulletin, 1990, 102: 535 ~ 562
- Mitchum R M, Van Wagoner J C. High-frequency sequences and their stacking patterns: sequence stratigraphic evidence of high-frequency eustatic cycles. Sedimentary Geology, 1991, 70: 131 ~ 160.
- Meckel L D, Galloway W E. Formation of high-frequency sequences and their bounding surfaces: case study of the Eocene Yegua Formation, Texas Gulf Coast, USA. Sedimentary Geology, 1996, 102: 155 ~ 186
- Henriksen S, Weimer P. High-frequency depositional sequences and stratal stacking patterns in lower Pliocene coastal deltas, mid-Norwegian continental shelf. AAPG Bulletin, 1996, 80 (12): 1867 ~ 1895
- Sorensen J C, Gregersen U, Breiner M, *et al* High-frequency sequence stratigraphy of Upper Cenozoic deposits in the central and southeast North Sea areas. Marine and Petroleum Geology, 1997, 14 (2): 99 ~ 123
- 陈代钊. 河流沉积占优势地层中高频层序地层——以贵州盘县西部龙潭组为例. 地质科学, 1997, 32 (4): 432 ~ 444 [Chen Daizhao. High-frequency sequence stratigraphy in fluvial-dominated strata: a case from Longtan Formation of upper Permian, Panxian, western Guizhou. Geoscience, 1997, 32 (4): 432 ~ 444]
- Somoza L, Bamolas A, Arasa A, *et al* Architectural stacking patterns of the Ebro delta controlled by Holocene high-frequency eustatic fluctuations, delta-lobe switching and subsidence processes. Sedimentary Geology, 1998, 117: 11 ~ 32
- 陈国俊, 薛莲花, 王琪, 等. 塔里木盆地巴楚地区石炭系高频旋回层序分析. 沉积学报, 1998, 16 (4): 37 ~ 41 [Chen Guojun, Xue Lianhua, Wang Qi, *et al* Analysis on high-frequency cyclic-sequence of Carboniferous in Bachu area, Tarim basin. Acta Sedimentologica Sinica, 1998, 16 (4): 37 ~ 41]
- Massari F, Sgavetti M, Rio D, *et al* Composite sedimentary record of falling stages of Pleistocene glacio-eustatic cycles in a shelf setting (Crotono basin, south Italy). Sedimentary Geology, 1999, 127: 85 ~ 110
- Prokoph A, Thurow J. Diachronous pattern of Milankovitch cyclicity in late Albian pelagic marlstones of the North German Basin. Sedimentary Geology, 2000, 134: 287 ~ 303
- 武法东, 苏新, 周平, 等. 东海陆架盆地地下第三系高频层序分析. 地质论评, 2001, 47 (1): 47 ~ 52 [Wu Fadong, Su Xin, Zhou Ping, *et al* Analysis of paleogene high-frequency sequences in the east China sea shelf basin. Geological Review, 2001, 47 (1): 47 ~ 52]
- Hillgartner H, Strasser A. Quantification of high-frequency sea-level fluctuations in shallow-water carbonates: an example from the Berria-

- sian-Valanginian (French Jura). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 2003, 200: 43 ~ 63
- 14 Castelltort S, Van Den Driessche J. How plausible are high-frequency sediment supply-drive cycles in the stratigraphic record. *Sedimentary Geology*, 2003, 157: 3 ~ 13
- 15 Helle S K. Sequence stratigraphy in a marine moraine at the head of Hardangerfjorden, western Norway: evidence for a high-frequency relative sea-level cycle. *Sedimentary Geology*, 2004, 102: 155 ~ 186
- 16 赵俊青, 纪友亮, 张世奇, 等. 陆相高分辨率层序界面识别的地球化学方法. *沉积学报*, 2004, 22 (1): 79 ~ 86 [Zhao Junqing, Ji Youliang, Zhang Shiqi, *et al*. Geochemical methods of boundary identification in terrigenous high-resolution sequence. *Acta Sedimentologica Sinica*, 2004, 22 (1): 79 ~ 86]
- 17 张晓东, 刘光鼎, 王家林. 海拉尔盆地构造特征及其演化. *石油实验地质*, 1994, 16 (2): 119 ~ 127 [Zhang Xiaodong, Liu Guangding, Wang Jialin. Structural characters of the Hailar basin and its geological evolution. *Experimental Petroleum Geology*, 1994, 16 (2): 119 ~ 127]
- 18 李志安, 丁文龙, 张凤莲. 海拉尔地洼型盆地演化历程及地热特征. *大地构造与成矿学*, 1996, 20 (4): 329 ~ 332 [Li Zhan, Ding Wenlong, Zhang Fenglian. Tectonic evolution and geothermal features in the Hailar Diwa-type basin. *Geotectonica et Metallogenia*, 1996, 20 (4): 329 ~ 332]
- 19 王鸿祯, 史晓颖. 沉积层序及海平面旋回的分类级别—旋回周期的成因讨论. *现代地质*, 1998, 12 (1): 1 ~ 16 [Wang Hongzhen, Shi Xiaoying. Hierarchy of depositional sequences and eustatic cycles: a discussion on the mechanism of sedimentary cycles. *Geoscience—Journal of Graduate School, China University of Geosciences*, 1998, 12 (1): 1 ~ 16]
- 20 于秀英, 杨懋新, 王革, 等. 乌尔逊断陷构造演化与含油气系统. *大庆石油地质与开发*, 2004, 23 (3): 14 ~ 16 [Yu Xiuying, Yang Maoxin, Wang Ge, *et al*. Structure evolution and petroleum system of Wuerxun depression. *Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing*, 2004, 23 (3): 14 ~ 16]

Analysis on Characteristics and Controls of High-Frequency Sequences of Lower Cretaceous Series in Wuerxun Depression

ZHANG Cheng¹ LI Chun-bai^{2,3} CHU Mei-juan³ SHI Shu-ling³

1(China University of Geosciences, Wuhan 430074)

2(Institute of Exploration and Development of Daqing Oilfield Company Ltd. Daqing Heilongjiang 163712)

3(China University of Geosciences, Beijing 100083)

Abstract Based on the geological and geophysical data, this paper analyses characteristics and controls of high-frequency sequences of Lower Cretaceous Series in Wuerxun Depression. High-frequency sequences occur along the strike direction of the depression in third-order composite sequence 7 and 8, and show downlap of reflections onto the composite condensed section. Most of high-frequency sequences belong in type I, but the scopes of unconformities are very limited. There are three system tracts and parasequences stacking patterns from aggradation-progradation-retrogradation-progradation in high-frequency sequences. Sixteen high-frequency sequences are identified in this area. The average period and the sediment velocity of which is about 0.22 ~ 0.28 Ma and 0.57 ~ 0.76 m/kyr, respectively. This study suggests that high-frequency sequences have the greatest chance of forming under the conditions of low tectonic subsidence and high sediment supply during third-order base-level relative stabilizing and descending periods, and that the marginal morphology of basin controls the geometry of high-frequency sequences.

Key words high-frequency sequence, composite sequence, depositional feature, Wuerxun Depression, Lower Cretaceous Series