

文章编号: 1009-6248(2009)02-0108-07

山东聊城石炭二叠系层序划分及海平面变化响应

贾强^{1,2}, 吕大炜²

(1. 中国石油大学, 山东 东营 257061; 2. 山东科技大学, 山东 青岛 266510)

摘要: 在钻井、测井资料分析的基础上, 利用沉积学、古生物学、地层学等技术手段, 识别出聊城地区的晚古生代沉积 7 种层序界面, 并将其划分出 6 个三级层序。在此基础上, 研究不同级别的海平面变化原因和特点。其中, 三级海平面主要受冰川消融作用影响, 四级海平面变化则是由三级海平面变化起主导作用或地表潜水位降低导致地层基准面下降而产生的; 海平面震荡和沉积物供给变化成为五级海平面变化影响因素。总结层序地层与海平面变化、基准面旋回耦合关系, 发现三者具有一致性, 长期基准面受三级海平面变化的影响, 形成了三级层序, 四级层序并受控于四级海平面的变化, 形成了体系域。五级基准面旋回受控于五级海平面变化, 形成小层序。

关键词: 层序地层; 海平面变化; 基准面旋回

中图分类号: P534.46 **文献标识码:** A

聊城位于山东省的西部, 其沉积地层属华北地层区鲁西地层分区济宁地层小区。地层自下而上发育有: 太古宇泰山群、下古生界寒武系和奥陶系中、下统、上古生界石炭系上统、二叠系及新生界古近系、新近系和第四系。缺失元古宇、志留系、奥陶系下统、泥盆系、石炭系下统和中生界。石炭二叠纪煤系地层以粉砂岩、粉砂质泥岩和中细砂岩为主, 间夹数层煤层和海相灰岩, 为华北型含煤岩系。华北地区晚古生代含煤层序地层划分研究很多(何起祥, 1991; 陈忠惠, 1993; 邵龙义等, 1998; 李增学等, 1998、2003; 李宝芳等, 1999)。但是, 有关聊城地区层序地层研究及海平面变化并不多, 而聊城地区作为山东地区的重要能源生产基地, 具有很大的能源开采潜力。因此, 对该区晚古生代层序研究及其海平面变化对未来开发后备能源以及煤炭资源的接替具有重要意义。

聊城地区晚古生代沉积体系及沉积相具有华北地区总体特征, 即从晚石炭世至二叠世晚期, 沉积相由海相向陆相转换, 沉积环境则由陆表海环境向陆相环境过渡, 总体说来, 研究区主要存在着五大沉积体系: 台地沉积体系、障壁-泻湖沉积体系、潮坪沉积体系、三角洲沉积体系及河流沉积体系, 以及它们之间组合, 相应的沉积体系或沉积相可以划分相应的沉积微相。

1 层序地层界面的识别及划分

1.1 层序界面的识别

聊城矿区晚古生代沉积具有华北晚古生代陆表海盆地特征, 主要表现为: ①由于极缓的古坡度难以形成侵蚀成因的角度不整合; ②其三级层序由二元结构海侵体系域和高水位体系域组成, 缺少低水

收稿日期: 2009-01-05; 修回日期: 2009-04-10

基金项目: 国家 973 课题: 多种能源矿产同益共存富集的判识体系、预测理论和协同勘探模式 (2003CB214608), 山东科技大学春蕾项目 (2008BWZ105) 共同资助成果

作者简介: 贾强 (1959-), 男, 山东莱芜人, 中国石油大学在读博士, 山东科技大学讲师, 主要从事层序地层及沉积学研究。通讯地址: 山东青岛经济技术开发区前湾港路 579 号, 山东科技大学研究生学院。

位体系域; 在山西组以上过渡沉积环境中, 层序发育三分, ③层序界面为Ⅱ型, 缺少陆棚边缘沉积。层序界面主要有7类。

1.1.1 古构造运动面

古构造运动面是陆相盆地充填沉积中最为关键的界面, 它是代表盆地的基底面或湖盆萎缩阶段古风化剥蚀面, 通常代表一定规模的构造运动中所形成的不整合面。这类界面与区域构造事件相吻合, 即区域性不整合面。这类区域性的古构造运动面不仅在同一沉积盆地内具等时性且普遍发育, 而且在相同应力场作用下的同期盆地也普遍发育, 因而具有较好的可比性。华北地区石炭—二叠系与奥陶系寒武系之间的假整合面在全区发育, 并可以在整个华北对比, 是典型的构造形成的层序界面。

1.1.2 古生物间断面

古生物缺失带, 海平面的下降造成地层不整合, 形成层序界面的同时, 因沉积间断造成生物演化的不连续。南华北地区普遍缺失 *Triticites* 带, 那么 *Fusulina-Fusulinella* 带与 *Pseudoschwagerina* 带之间生物带的不连续是由于海退造成的, 可以作为层序界面。如徐家庄灰岩底界可与鲁西南地区十灰对比。这一界面根据Ⅱ类、牙形石与相关的植物化石带确定出来, 这是一个典型的生物间断面。

1.1.3 大面积泥炭化沼泽化界面, 又称“最大海退事件界面”

陆相盆地充填过程中, 由于构造机制改变 (他成因) 或充填沉积本身 (自成因) 引起盆地废弃, 冲积物供应量减少, 且水体深度较浅, 盆地出现沼泽化进而发生地表暴露。如17煤顶界与十一灰岩底界面逐渐的地表暴露面。首先, 该界面是一个沉积体系转换面, 煤层形成与潮坪沼泽相, 而灰岩形成于浅海相 (或台地相), 沉积相发生突变, 违背瓦尔特相律, 属于长期暴露地表的沉积间断面。

1.1.4 陆表海低水位砂体底界

在陆表海盆地内, 由于古地形坡度极缓, 较小幅度的海平面变化便可造成区域范围内的海岸线进退。随着岸线向海迁移, 河流的平衡剖面点也随之向海的方向迁移。但由于坡度小, 河流对下伏地层的切割微弱, 在盆地内不是形成深切谷, 而是形成侧向迁移的河道砂岩, 在侧向上连接成片, 成为席状砂体。从盆地的边部至中心, 这类砂岩的粒度变细, 分选性及磨圆性变好, 成分成熟度和结构成熟

度提高。低水位砂体下往往都对应着一次小规模的海侵, 相当于经历了高水位晚期海退后的低位期海平面的短暂恢复, 可归结为陆表海低水位砂体的特殊性。

1.1.5 盆地转换界面, 又称为“沉积相转换面”

三灰底界属于该类型, 该层灰岩属于浅海相 (或台地相) 沉积, 其下伏地层属于泥坪沉积, 属于沉积相转换界面。

1.1.6 河道冲刷面

河道冲刷面, 代表基准面下降, 河流下切, 属于典型的层序界面。如山西组底部的北岔沟砂岩, 下石盒子组底部的骆驼脖子砂岩, 以及石千峰组底部平顶山砂岩等。这些砂岩底界面常为河道强烈下切作用形成的区域性冲刷面, 其上下沉积环境、古生物组合、陆源碎屑成分及微量元素组成等一般都有明显变化 (竇建伟等, 1997)。

1.1.7 紫红色泥岩

为干燥气候下出露的古土壤层。相当于现代的旱成土或变性土。本区从下石盒子组顶部开始往上, 紫红色泥岩比较发育, 是河道间沉积的层序界面的较好标志。其中, 有些为层序界面, 有些则是小层序界面。

1.2 层序地层划分

根据以上层序划分原则, 将研究区进行了层序地层划分, 可以划分出1个一级层序, 相当于盆地充填层序, 2个二级层序, 相当于构造层序, 6个三级层序。其中, 层序1—层序3为陆表海充填层序, 含海侵体系域和高水位体系域的二元结构, 而层序4—层序6为近海内陆充填层序, 可以划分为低水位体系域、水进体系域和高水位体系域 (图1)。

1.2.1 层序1

底界面为奥陶系顶部风化面, 界面性质属于Ⅱ类。该层序是研究区晚古生代第一期海侵的产物, 其时限相当于晚石炭世巴什基尔期—格舍尔期, 时限为296~320Ma。对应 *Fusulina-Fusulinella* 带和 *Triticites-Montiparus* 组合带, 牙形石 *Idiognathodus delicatus-I. magnificus-Neognathodus bassleri* 组合, 植物组合 *Neuropteris gigantea-Linopteris neuropteroides* 带。巴什基尔—莫斯科期对应 *Profusulinella* 属, 构成海侵体系域, 其顶界面为吴家峪灰岩底界面, 体系域内部泥岩与砂岩互层, 且泥岩厚度逐渐增大, 反映除了水体逐渐变深, 海侵逐渐增

大,海侵体系域表现为退积-加积-退积旋回。该层序主要是由障壁-泻湖、台地-泻湖等与泻湖相关的沉

积体系的组合,反映出华北海初次海侵在全区蔓延开来,形成了大小不一的泻湖。

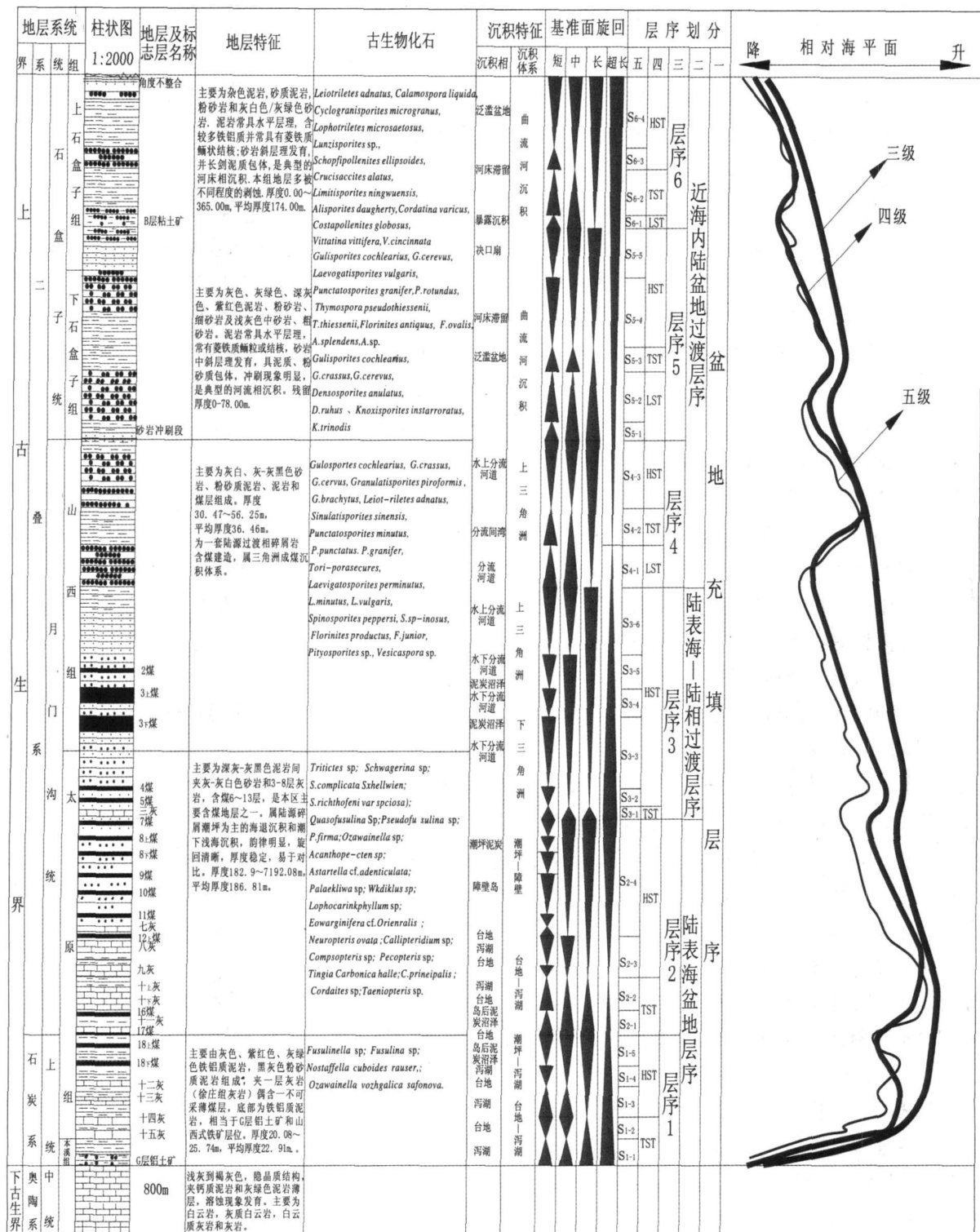


图 1 聊城阿城地区晚古生代层序地层划分及海平面分析

Fig. 1 Stratigraphic division and the analysis of the sea level of Neopaleozoic in Echeng, Liaocheng

1.2.2 层序 2

层序 2 海侵范围向南扩大, 已经达到了最大, 层序时限大约为早二叠世早期沉积(紫松期), 底界面为十一灰灰岩底界, 顶界为三灰的底界。从生物特征来看, 灰岩层中产有丰富的 *Pseudoschwagerina* 带分子, 如 *Schwagerina*, *Rugosofusulina* 等。由于采样条件限制, 研究区内未见带分子 *Pseudoschwagerina* 的出现, 但以上这些主要代表分子的出现与繁盛无疑已准确反映了 *Pseudoschwagerina* 带类动物群的面貌; 从本区太原组建立的牙形刺 *Streptognathodus elongatus*-*S. wabaunensis*-*S. gracilis* 组合, 本区的三灰、七灰和十灰都赋存 *Streptognathodus fuchengensis* 带典型化石。据孢粉分析, 本区太原组在十一灰之上孢粉以组合 *Thymospora pseudothiessenii*-*Laevigatosporites vulgaris* 为主, 十一灰至十下灰岩为该区最主要海侵, 反应出最大海侵事件; 十上灰至三灰顶相当于高水位体系域, 该层序频繁的发生海侵海退, 形成了以潮坪、障壁-泻湖及台地等海相沉积体系。

1.2.3 层序 3

层序 3 时限相当于早二叠世隆林期, 其生物带具明显的分带特征, 相当于 *Gulispurites cochlearius*-*Sinulatisporites shanxiensis* 之下部, 对应沉积古生物带: *Oketaella sinensis*-*Triticites henanensis* 带、牙形石 *Diplognathodus expansus*-*Sweetognathus whitei* 带。底界面为三灰底界, 顶界为山西组中部砂岩底界, 该层序由海侵体系域和高位体系域组成, 属于盆地转换层序, 即陆表海盆地向陆相的盆地转换层序, 主要为浅水三角洲沉积体系。该期海平面下降, 本区海水逐渐退出, 形成了河控型下三角洲平原沉积。因此, 该区沉积相主要包括水下分流河道沉积相、泥炭沼泽相和三角洲前缘相等沉积相。

1.2.4 层序 4

该层序相当于中二叠世早期空谷(罗甸期)期沉积, 时限为 272.5~279.5Ma, 对应岩性地层为山西组上部, 对应生物带为 *N. pequensis*-*N. toriyamai*/*B. dyhrenfurthi*。该层序包括低位体系域、水进体系域和高位体系域, 为一典型的陆相河流三角洲沉积层序, 底界为河道冲刷相, 顶界为山西组顶部泥岩顶界, 主要以上三角洲分流河道相、分流间湾沉积为主, 反映出此时海水对该区影响变小, 海水逐渐退出本区, 本区气候开始转干旱。

1.2.5 层序 5

该层序与层序之间具有一定的继承性, 其古生物带为 *J. nankingensis*/*N. craticulifera*, 对应岩性地层为石盒子组下部, 时限为 260.5~272.5Ma; 主要包括低位体系域、水进体系域和高位体系域, 为曲流河沉积体系, 该层序底界下石盒子组底部砂岩底界, 顶界为 B 层黏土岩底界, 此时该地区植物群已经比较发育, 气候向干旱发展, 不利于聚煤作用的发生。

1.2.6 层序 6

古生物带为 *C. p. postbitter*/*N. simplex*-*C. kwangsiensis*, 对应岩性地层为石盒子组上部地层, 时限为 255~260.5Ma; 底界为 B 层黏土, 顶界为上石盒子组顶部角度不整合面, 也是中生界与古生界的角度不整合面。该层序为二叠系顶部沉积层序, 层序内部岩层呈现红色, 反映出气候炎热干旱, 且在该层序顶部出现了淡水灰岩, 反映出基底的构造活动显著增强。

2 海平面变化原因

基准面变化受海平面变化、沉积供给、构造沉降及气候 4 个方面的影响, 然而, 在研究区晚古生代由于冰川作用的影响, 海平面变化频繁, 而北部阴山—天山地区作为主要的物源区由于与该区距离比较远, 对该区基准面变化影响不大, 因而基准面变化主要是受海平面变化、构造沉降的影响。在研究区晚古生代, 海平面变化可能是由于冰川作用或气候变化造成(李增学等, 1998), 控制了长周期基准面旋回的变化。从层序地层学与基准面旋回角度来分析, 长期基准面旋回对应了三级层序, 而构造运动控制了不同类型的盆地充填沉积变化。因此, 超长期基准面旋回对应了二级层序(构造层序), 而中期基准面旋回则是由于气候以及次一级的海平面变化影响, 形成了低水位体系域、海侵体系域或高水位体系域。中期基准面旋回对应了四级层序, 短期基准面旋回则是由于五级海平面变化及沉积物供给的影响, 对应了小层序。因此, 本文主要是从层序地层学及基准面变化来对海平面变化进行分析。

2.1 三级海平面变化

聊城地区三级海平面变化符合华北地区三级海平面变化, 具有先上升后下降特点(图 1), 具上升

半旋回短, 下降半旋回时间长特点看, 从三级海平面变化特点来, 海侵达到了最大规模在早二叠世初期, 从沉积层位角度来分析, 也就是十一灰沉积期, 该期古生物主要是以海相为主, 全区大部分表现为开阔台地相, 说明此时该区已经处于一个广阔的浅海环境。同时该期沉积在山东的其他地区、河北、山西等华北中部以及偏南的徐州等地都能找出等时对比层位, 反映出在早二叠世初期由于全球气候变暖, 冰川融融导致了全球的海平面大幅度上升的结果。

2.2 四级海平面变化

四级海平面波动导致了小层序组的发育, 从小层序组退积—加积—进积旋回中可以分析出四级海平面的相对变化, 从层序地层学角度来看, 四级海平面变化影响了体系域的划分, 也就是反映出了中期基准面旋回的变化, 使由三级海平面变化或构造、沉积所共同作用产生, 通过研究发现, 研究区共有 10 次四级基准面旋回的变化。其中, 前 6 次是由三级海平面变化其主导因素产生, 也就是说海侵与海退直接影响了盆地的充填而形成的层序只有海侵体系域和高水位体系域层序, 后 4 次基准面旋回则是由于海平面下降后, 由于地表潜水位降低, 导致了

地层基准面下降, 产生了类似于被动大陆边缘盆地的含有低水位体系域的陆相盆地充填层序。

2.3 五级海平面变化

五级海平面变化主要是建立在小层序的研究基础上, 这需要依靠钻井、古生物以及野外露头所反映出沉积序列的演化来识别, 相当于短期基准面旋回, 从基准面旋回来分析海平面变化发现, 研究区存在了三种 3 类型基准面旋回, 即向上变浅非对称型 (图 2, A)、向上变深非对称型 (图 2, B) 和对称型 (图 2, C)。其中, 向上变浅型是由于构造沉降速度大于海平面上升速度或者板块上升造成了海退而使基准面下降, 该类型主要存在于高水位体系域, 并且大都发生于层序 2—层序 6 沉积中, 反应出早二叠世以后水体逐渐下降; 向上变深型主要是由于构造沉降速度小于海平面上升速度导致了研究区基准面上升, 该类型主要发育于早期的高水位体系域或海侵体系域 (图 2, B), 这种类型在晚石炭世晚期比较普遍, 说明该期基准面逐渐上升; 对称型主要发育于高水位体系域或低水位体系域早期, 反应了基准面的震荡变化, 这种类型普遍存在于各时期的地层之中, 表明研究区在晚古生代沉积期的海水频繁的变化。

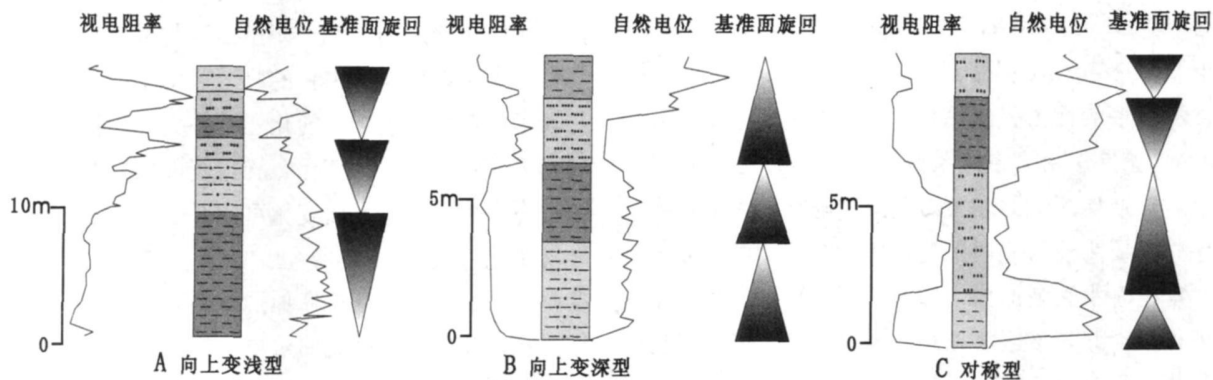


图 2 三种基准面旋回

Fig. 2 Three types of base-level cycles

3 基准面旋回、海平面变化及层序地层耦合关系

P. R. Vail (1977) 通过研究世界六大洲大陆边缘的沉积层序发现他们之间具有极其相似的沉积模式, 由此得出控制大陆内部及其边缘沉积层序的主

要因素是全球海平面变化, 并且认为全球海平面变化具有一致性, 并在钻探资料和地震剖面上总结出沉积层序的样式, 分析出显生宙以来的全球性海平面变化曲线。由其曲线中可以分析发现在晚古生代石炭—二叠纪的一级海平面相对变化曲线总体表现为持续下降的过程, 该期全球水位较低, 而二级曲线表现为局部上升总体下降过程 (图 3)。据研究区

海平面相对变化曲线（三级）可以发现，该区三级海平面变化表现为晚石炭世末海平面达到最高，这在基准面旋回上表现出来，晚石炭世末海平面达到了最大，形成了沉积广泛的十一灰与 17 煤的沉积，为海侵事件成煤（李增学等，2003），其后海平面下降，只是较小规模的发生局部海侵。因此，超长期基准面旋回表现出了短期上升，长期的下降的不对称旋回。

层序地层沉积序列与基准面旋回具有一致性（图 3），超长期基准面受三级海平面变化的影响，其

上升下降过程形成了三级层序，同样，体系域为三级层序的结构，其对应了四级层序并受控于四级海平面的变化，基准面旋回变化形成了小层序组，表现为体系域。五级基准面旋回受控于多个因素。其中，海平面微小的震荡变化是主要原因，所形成的沉积序列为小层序，纵向上表现为进积、加积和退积的交替出现。总的说来，在华北地区，基准面旋回主要受控于海平面的变化，而不同级别的海平面变化导致了基准面的运动，进而形成了不同级别的层序。

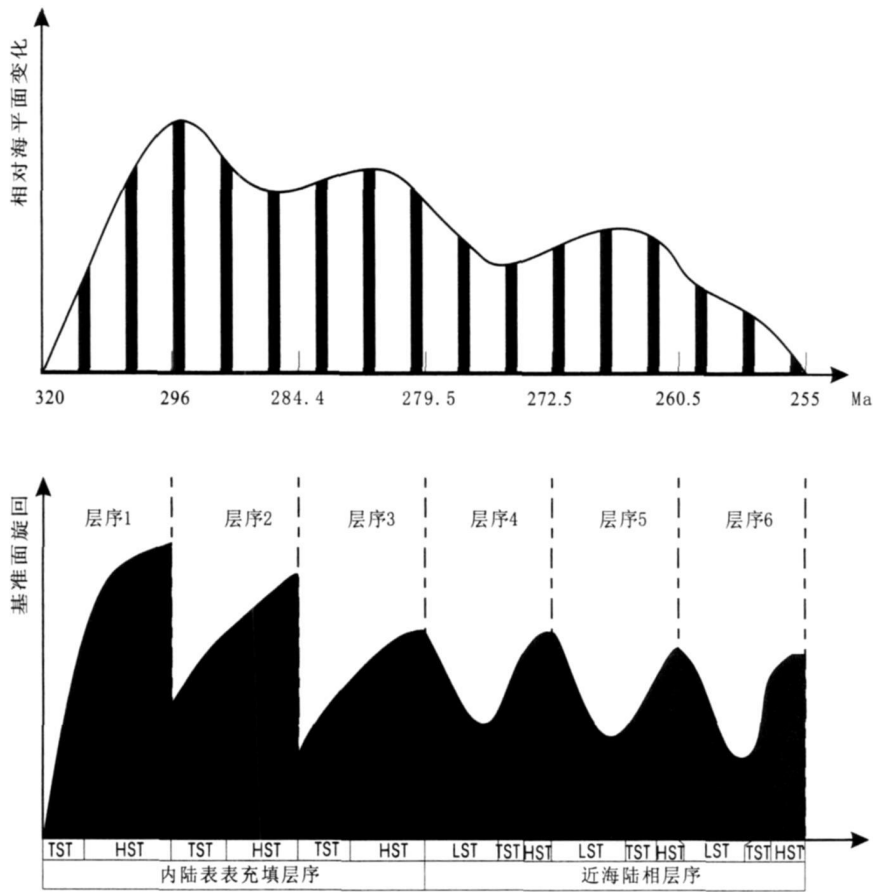


图 3 聊城地区晚古生代三级层序与海平面、基准面旋回对应关系

Fig. 3 The relationship among third order sequences, sea level and the base-level cycles

4 结论

（1）在详细分析华北晚古生代陆表海沉积特征和古生物分布的基础上，识别出聊城地区的晚古生代沉积 7 种层序界面，将其划分为 7 个三级层序，其中，层序 1—层序 3 为二元结构，为海侵体系域和高水位体系域组成，层序 4—层序 5 三分，是有低位体

系域、海侵体系域和高位体系域组成。

（2）分析认为三级海平面具有“先升后降，且上升半旋回短，下降半旋回时间长”的特点；研究区共有 10 次四级基准面旋回的变化。其中，前 6 次是由三级海平面变化其主导因素产生，后 4 次基准面旋回则是由于海平面下降后，由于地表潜水位降低，导致了地层基准面下降，产生了类似于被动大

陆边缘盆地的含有低水位体系域的陆相盆地充填层序。从短期基准面旋回反应的五级海平面变化特征发现研究区存在 3 种类型海平面变化: 向上变浅型是由于构造沉降速度大于海平面上升速度或者板块上升造成了海退而使基准面下降, 大都发生于层序 2—层序 6 沉积中; 向上变深型主要是由于构造沉降速度小于海平面上升速度导致了研究区基准面上升, 这种类型在晚石炭世晚期比较普遍; 对称型反应了基准面的震荡变化, 普遍存在于各时期的地层之中, 表明研究区在晚古生代沉积期的海水频繁的变化。

(3) 层序地层沉积序列与基准面旋回具有一致性, 超长期基准面受三级海平面变化的影响, 其上升下降过程形成了三级层序, 四级层序并受控于四级海平面的变化。五级基准面旋回受控于多个因素。其中, 海平面微小的震荡变化是主要原因, 所形成的沉积序列表现为进积、加积和退积的交替出现。

参考文献 (References):

邵龙义, 冀建伟, 张鹏飞. 含煤岩系沉积学和层序地层学研究现状与展望 [J]. 煤田地质与勘探, 1998, 26 (1): 4-9.

陈钟惠, 武法东, 张守良, 等. 华北晚古生代含煤岩系的沉积环境和聚煤规律 [M]. 武汉: 中国地质大学出版社, 1993.

李宝芳, 温显端, 李贵东. 华北石炭、二叠系高分辨率层序地层分析 [J]. 地学前缘, 1999, 6 (增刊): 81-94.

何起祥, 业治铮, 张明书, 等. 受限陆表海的海侵模式 [J]. 沉积学报, 1991, 9 (1): 1-10.

李思田, 李祯, 林畅松, 等. 含煤盆地层序地层分析的几个基本问题 [J]. 煤田地质与勘探, 21 (4): 1-9.

李增学, 魏久传, 王明镇, 等. 华北陆表海盆地南部层序地层分析 [M]. 北京: 地质出版社, 1998, 207-225.

李增学, 余继峰, 郭建斌, 等. 2003. 陆表海盆地海侵事件成煤作用机制分析 [J]. 沉积学报 21 (2): 288-295.

陈留勤. 从基本层序地层模式论地层穿时的本质——以滇黔桂盆地泥盆纪层序地层格架为例 [J]. 西北地质,

2008, 41 (1): 50-58.

SHAO Longyi, DOU Jianwei, ZHANG Pengfei, The status and prospect of sedimentology and sequence stratigraphic research on the coal-bearing strata [J]. Coal Geology and Exploration, 1998, 26 (1): 4-9.

CHEN Zhonghui, WU Fadong, ZHANG Shouliang, et al. The Depositional Environments and Coal-Accumulation Regularities of Late Paleozoic Coal Bearing measures in North China [M]. Press of China University of Geosciences, Wuhan, 1993.

LI Baofang, WEN Xianduan, LI Guidong. High Resolution Sequence Stratigraphy Analysis on the Permian-Carboniferous in North China [J]. Platform, Earth Science Frontiers, 1999, 6 (Sup.): 81-94.

HE Qixiang, YE Zhizhen, ZHANG Mingshu, et al. Transgression model of restricted epicontinental sea [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1991, 9 (1): 1-10.

LI Sitian, LI Zhen, LIN Changsong, et al. Some Fundamental Problem: About Sequence Stratigraphic Analysis of Coal Basin [J]. Coal Geology and Exploration, 1993, 21 (4): 1-9.

LI Zengxue, WEI Jiuchuan, WANG Mingzhen, et al. Sequence stratigraphical analysis of the South Part of the North China Epicontinental Basin [M]. Geological Publishing House, Beijing, 1998: 207-225.

LI Zengxue, YU Jifeng, GUO Jianbin, et al. Analysis on Coal Formation under Transgression Events and Its Mechanism in Epicontinental Sea Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21 (2): 288-295.

Vail P R, Mitchum R M, Thompson S. Seismic stratigraphy and global changes of sea level, Part 3: Relative changes of sea level from coastal onlap [A]. Payton C E. Seismic stratigraphy-applications to hydrocarbon exploration [C]. American Association of Petroleum Geologists Memoir 1977: 26, 63-97.

CHEN Liuqin. On the Essence of Stratigraphic Diachronism from the Basic Sequence Stratigraphic Model——An example from the Devonian sequence stratigraphic framework of the Dianqiangui basin [J]. Northwestern Geology, 2008, 41 (1): 50-58.

Sequence Division and Eustatic Sea Level Change of
Carberours-Permian Systems
in Liaocheng, Shandong Province

JIA Qiang^{1,2}, LÜ Da-wei¹

(1. China University of Petroleum, Dongying, Shandong 257061, China; 2. Shandong University
Science and Technology, Qingdao Shandong 266510, China)

Abstract: In our study, we analyzed the drilling and well log data, found seven sequence boundaries, and divided six third-order sequences of the Neopaleozoic sedimentation by using the technology of sedimentology, paleontology, and stratigraphy. On the basis of this, we studied the reason and characteristics of change in eustatic sea level, indicating that the third-order sea level is affected mainly by glacier melt while the fourth-order sea level is formed mainly by the change of the third-order sea level or the lowering down of phreatic level. The oscillation of sea level and sediments supply are the main factors affecting the fifth-order sea level. Based on the coupling relation among sequence stratigraphy, the sea level, and the base-level cycles, we find that they are in good consistency. Affected by the change of the third-order sea level, the long term base level formed the third-order sequence. The fourth-order sequence under the control of the fourth-order sea level formed the system tracts. The fifth base-level cycles are controlled by the fifth-order sea level and formed tiny sequences.

Key words: sequence stratigraphic; the change of the sea level; the base-level cycles

中挪专家联合考察西北黄土高原区地质灾害

2009 年 4 月下旬, 挪威岩土工程研究所自然灾害部主任 Anders Solheim 博士等一行 4 人与中国地质调查局西安地质调查中心的专业人员对陕西、甘肃两省的地质灾害进行了为期 2 周的联合考察。

考察了包括陕西华县莲花寺滑坡、宝鸡簸箕山滑坡、延安虎头峁滑坡、甘肃洒勒山滑坡、黑方台滑坡等共 11 处地质灾害点, 参加考察的还有中国地质调查局及甘肃省地质环境监测院的有关人员。联合考察过程中, Anders Solheim 博士等对黄土滑坡的特点表现了极大的兴趣, 并就双方在该地区进行地质灾害风险减缓合作研究进行了具体的沟通和协商, 在此基础上签署了《中挪地质灾害风险减缓合作研究实施计划草案》。

本次联合考察活动是为落实中国地质调查局和挪威岩土工程研究所于去年 8 月签署的《地质灾害减灾合作备忘录》中的有关合作项目, 该项合作将持续三年。

(西安地质调查中心 唐亚明)