

文章编号: 1009-6248(2003) 03-0085-07

陕北神木地区早、中侏罗世含煤岩系层序地层特征

王洪亮¹, 雷泓宴², 张清盛³

(1. 西安地质矿产研究所, 陕西 西安 710054; 2. 中国地质大学资源学院, 湖北 武汉 430074;
3. 陕西省区域地质矿产研究院, 陕西 咸阳 712000)

摘要: 以陕北神木地区 1 5 万区域地质调查成果资料为基础, 运用层序地层学的理论和方法, 系统分析与研究了该区中生代含煤岩系的层序地层特征、盆地充填样式, 初步建立了该地区区域岩石地层模型。本文反映了该区层序地层学研究的新进展, 对应用层序地层学理论进行成煤规律分析及成矿预测进行了有益的探索。

关键词: 神木地区; 侏罗纪; 层序地层; 盆地充填; 地层模型

中图分类号: P618.11 **文献标识码:** A

鄂尔多斯盆地是在漫长的地质构造事件中发展演变而形成的内陆拗陷盆地, 它的根基是由华北深变质岩系构成的结晶基底, 在此基础上经历了前寒武纪基底发育阶段及早古生代拗拉槽形成发展和升降运动, 进入中生代在滨太平洋构造域和特提斯构造域的共同影响下形成的大型内陆拗陷盆地。盆地内构造简单, 岩层近水平, 总体为一向西倾伏的单斜地质体。拗陷盆地在陆源供给和补偿充分的情况下, 发育了巨厚的内陆碎屑沉积。盆地四周以呈折线相接的不同时期大断裂为界, 平面上展现 SN 向的矩形轮廓^[1]。盆地边缘地带构造复杂, 内部广大地区侏罗系及其以上地层的构造较为简单。

研究区位于鄂尔多斯盆地的东北端。鄂尔多斯侏罗纪—白垩纪内陆沉积盆地的成盆期为早侏罗世初期^[2, 3], 盆地最大扩张阶段在中侏罗世安定期, 至白垩纪末结束充填。出露的中生代地层主要有: 晚三叠世瓦窑堡组、早侏罗世富县组、中侏罗世延安组、直罗组、安定组及早白垩世洛河组等^①。含煤岩系主要为中侏罗世延安组, 早侏罗世富县组局部

发育工业煤层^[4]。笔者系统分析与研究延安组及富县组的层序地层特征。以陕北神木地区 1 5 万区域地质调查成果资料为基础, 分析与探讨神木地区中生代盆地充填样式, 初步建立该地区区域岩石地层模型。

1 早中侏罗世含煤岩系的岩石地层特征

1.1 富县组

呈狭窄带状出露, 最大厚度 14.16 m。岩性组合为浅灰色厚层—中薄层中细粒石英砂岩、长石石英砂岩, 局部夹砾岩, 与下伏瓦窑堡组为平行不整合或微角度不整合接触。

1.2 延安组

延安组是神府煤田重要的含煤地层, 也是研究区出露最广泛的基岩地层。与下伏富县组为平行不整合接触, 局部发育较明显的侵蚀界面, 店塔火车站附近发育明显的超覆不整合, 与上覆直罗组也多

收稿日期: 2002-12-26; 修回日期: 2003-06-24

基金项目: 中国地质调查局国土资源大调查项目(大柳塔等 4 幅 1 5 万区调联测, 1998~2001)

作者简介: 王洪亮(1968-), 男, 工程师, 长期从事区域地质调查研究工作。

① 王洪亮, 等. 神木县大柳塔等 4 幅 1 5 万区域地质调查报告. 陕西省地调院, 2002.

为平行不整合接触。根据沉积旋回及含煤特征进一步将延安组划分为 5 个岩性段。

第一岩性段: 岩性组合为粉砂岩、钙质细砂岩、灰色厚层中细粒岩屑长石砂岩夹煤层、根土岩, 厚度约 32 m。含 5 号煤组, 顶部为 5~2 煤层(沿用区域地质调查时编号, 下同), 是矿区主采工业煤层之一。

第二岩性段: 以细粒组分为主, 为灰色、深灰色粉砂质泥岩、泥岩、厚层细粒钙质长石砂岩、岩屑长石砂岩夹叠锥灰岩透镜体、煤层。厚度约 60 m, 含 4 号煤组, 顶部产 4~2 煤层。

第三岩性段: 下部为灰色、深灰色泥岩、薄层泥质粉砂岩, 中部为灰白色中细粒厚层含钙质砂岩夹泥岩, 上部以灰绿色薄层状粗粉砂岩为主, 夹泥岩和煤层。厚度 463~60 m, 含 3 号煤组, 顶部产 3~1 煤层。

第四岩性段: 岩性组合为灰绿色厚层中细粒岩屑长石砂岩、粉砂岩、灰色泥岩夹透镜状泥灰岩、煤层, 局部发育蒙脱石粘土岩。厚度 40~50 m, 含 2 号煤组, 上部 2~2 煤层, 最厚可达十余米, 但不稳定, 有分叉现象。

第五岩性段: 岩性组合为灰色、浅灰色厚层中粒长石砂岩、灰色粉砂质泥岩、粉砂岩夹泥岩、煤层。上部普遍发育灰白色高岭石粉砂岩、砂岩。因直罗组的冲刷侵蚀, 该段厚度变化较大, 20~77 m 不等。含 1 号煤组, 1~2 煤层是该区最厚之煤层, 但厚度变化大, 0~14 m, 且有分叉现象。

2 早中侏罗世含煤岩系的主要沉积相及其基本层序特征

早中侏罗世含煤岩系总体可划分出河流相、湖泊相和湖泊-三角洲相 3 大类型。根据沉积组合及沉积构造等特征将 3 大类型可进一步划分出亚相、微相等^①。

富县组主要为湖相沉积, 发育了河口坝、滨湖及浅湖相等亚相, 总体反映了一个向上变细的湖侵(退积)层序(图 1)特征。

延安组主要以三角洲相为主, 自下而上发育了 5 个较为完整的三角洲沉积旋回, 分别由前三三角洲、

三角洲前缘、三角洲平原等三部分组成, 构成较为典型的湖泊三角洲基本层序(图 2), 三角洲聚煤作用是本区最主要的聚煤作用^[1], 在废弃三角洲

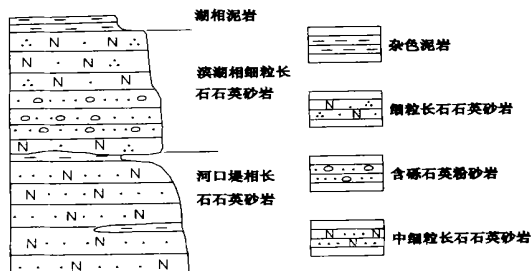


图 1 富县组河口坝、滨湖及浅湖相基本层序

Fig. 1 Basic sedimentary succession of the river-mouth bar, shore and shallow-lake facies of Fuxian Formation

朵叶体或朵叶体群上发育的沼泽及泥炭沼泽形成的煤层厚度大且分布广泛, 特别是在湖泊三角洲朵叶体的前缘部位, 煤层发育最好, 一般形成厚到巨厚煤层; 延安组二、三、四段还发育有湖湾沉积, 表现为加积为主的层序特征(图 3), 湖湾淤浅的聚煤作用是本区的主要聚煤作用之一。

3 神木地区中生代层序地层的划分及其特征

3.1 层序界面的确定

级古构造界面通常是大区域性的不整合面及假整合面, 此种界面是构造旋回的划分标志, 用以划分构造层序^[5], 前人将鄂尔多斯盆地划分为 7 个构造层序^[2]; 构造层序内, 根据次级的不整合面或间断面进一步划分层序; 在层序内部识别和选择区域性事件界面是小层序划分的关键, 区域性水进界面、区域性水退和三角洲废弃事件及随后大面积沼泽化事件(主煤层形成期)界面是较为适用的两种; 体系域单元事实上是沉积体系域发育的一个完整的基本层序单元, 其时限是一个小旋回, 空间上是三维地层体。每个小层序都是有共生关系的、横向上过渡的沉积体序列。

① 王洪亮. 鄂尔多斯盆地神木地区早—中侏罗世含煤岩系层序地层特征及聚煤规律研究. 西安工程学院研究生班毕业论文. 2000.

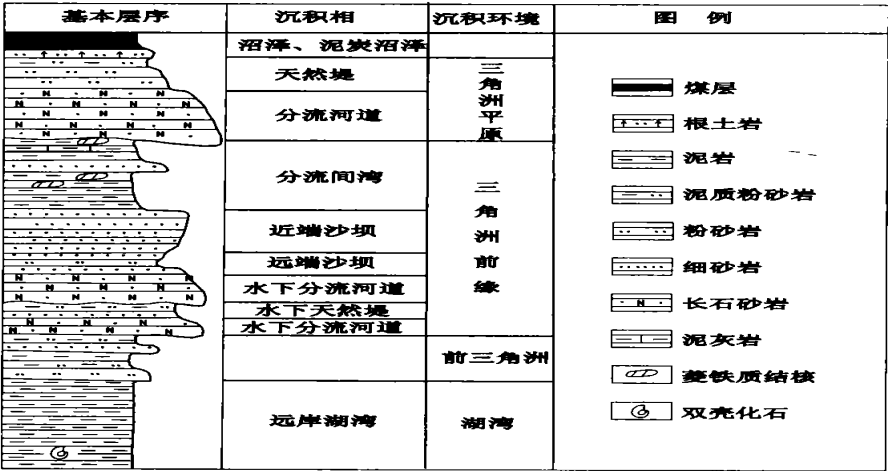


图 2 延安组二段湖湾-湖泊三角洲沉积基本层序

Fig. 2 Basic sedimentary succession of the bay-lacustrine delta facies of the second sector of Yanan Formation

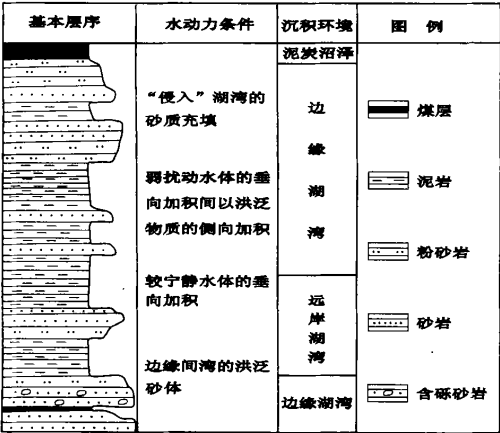


图 3 延安组三段湖湾沉积基本层序

Fig. 3 Basic sedimentary succession of the lacustrine bay of the third sector of Yanan Formation

3.2 层序划分

根据上述层序界面的性质, 可在该调查区划分出 3 个构造层序(即 3 个超层序)、6 个层序(图 4)。超层序与盆地演化阶段相对应, 以盆地不同演化阶段形成的区域性不整合为界面^[6]。层序均可三分为低位体系域(LST)、湖侵体系域(TST)、高位体系

域(HST)。层序的下部(低位体系域)和上部(高位体系域)一般为湖退期的沉积, 以冲积体系为主, 以进积型小层序为特征; 中部(湖侵体系域)一般以湖泊沉积为主, 以退积型、加积型小层序为特征。

层序的三分性反映出湖盆干枯萎缩→湖泛充水→干枯萎缩的水位变化, 自下而上总体构成粗→细→粗的沉积旋回。

根据层序发育情况及区域展布特征初步建立神木地区中生代岩石地层模型(图 5)。

3.3 早、中侏罗世含煤岩系层序地层特征

早、中侏罗世含煤岩系主要发育在层序 3 中, 局部发育在层序 2 中。

3.3.1 层序 2 特征

主要由下侏罗统富县组构成。由于覆盖层影响仅在南部马家概、斗到峁及店塔以东地区出露。

(1) 底界特征: 富县组底界面为印支运动所造成的区域性平行不整合面。受印支运动影响, 晚三叠世末区域性地壳上升, 造成前期顶部长期处于地表暴露剥蚀状态, 使该界面呈凸凹不平状。这种高低不平地形, 严格控制了后期沉积, 局部可见小型砾质冲积扇分布于古洼地内的不整合界面之上, 故该界面为Ⅱ型层序界面。

(2) 层序特征: 该层序主要由滨岸-湖泊沉积体系(CLS)构成, 层序由下部的砾质冲积扇(低位体

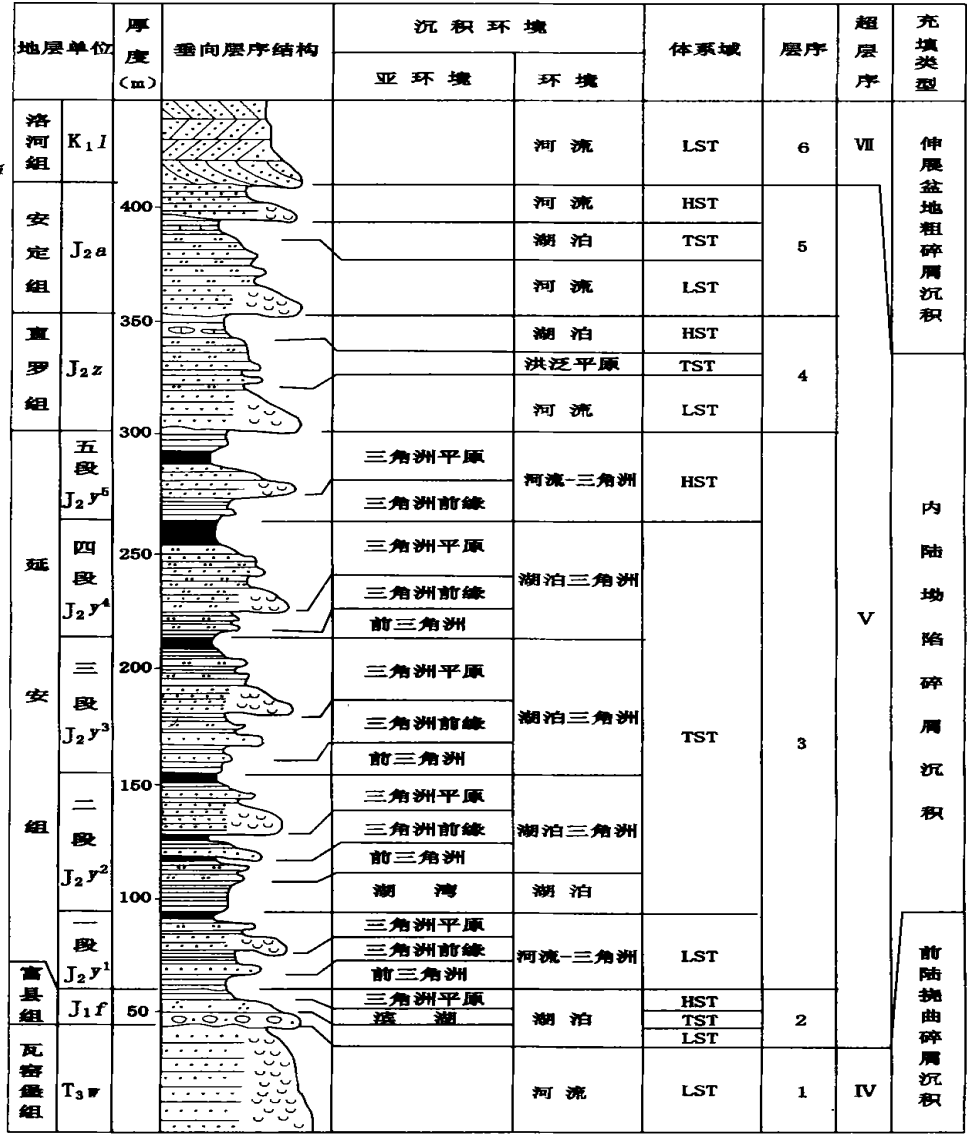


图 4 鄂尔多斯中生代盆地神木地区充填层序

Fig. 4 Sedimentary succession of the Mesozoic basin of Shenmu area in the Ordos basin

系域)、中部的滨湖相(湖侵体系域)和沼泽化平原(高位体系域)组成。除中部的滨湖相石英砂岩较稳定外,其底部和上部的两个体系域仅见于局部地段。①砾质冲积扇-低位体系域(LST):地表露头仅见于店塔东沟,区内大部分地区钻孔未见,只是在254号敖包梁钻孔见有。这些砾质冲积扇一般厚度1

~5 m,范围很小,多呈透镜状产出,底界面清楚,堆积在下伏不整合面洼地或斜坡洼地外,面积不足几平方千米,形态不规则。砾石含量约30%~70%不等,成分以石英砾、硅质砾为主,大小一般为2×3~5×6 cm²,呈卵圆状,磨圆度极好,但分选性差,为杂基支撑,杂乱分布,多具块状层理,为湖

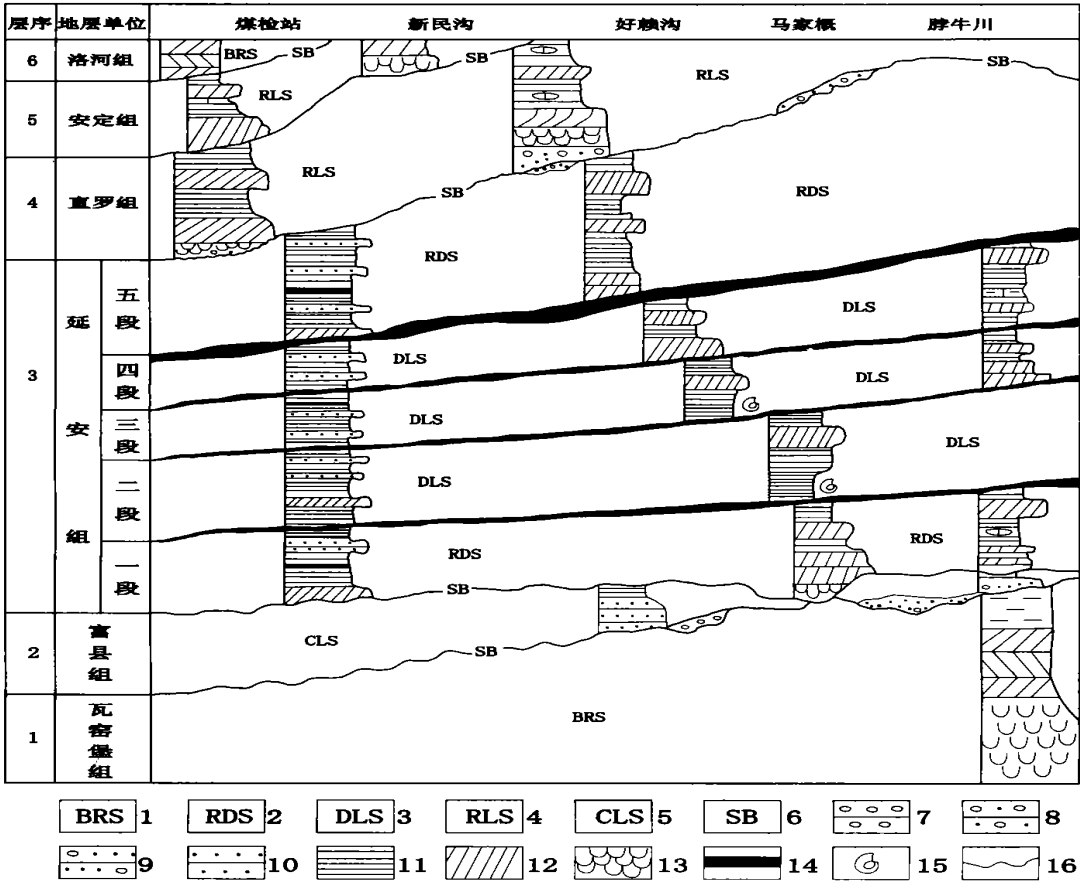


图 5 鄂尔多斯中生代盆地神木地区岩石地层模型

Fig. 5 Rock-stratum model of the Mesozoic basin of Shenmu area in the Ordos basin

1. 辫状河沉积体系; 2. 河流三角洲沉积体系; 3. 三角洲-湖泊沉积体系; 4. 河流-湖泊沉积体系; 5. 滨岩-湖泊沉积体系; 6. 层序界面; 7. 砾岩; 8. 砂砾岩; 9. 含砾砂岩; 10. 砂岩; 11. 泥岩、粉砂质泥岩; 12. 板状交错层理; 13. 槽状交错层理; 14. 煤层; 15. 动物化石; 16. 不整合

侵初期快速沉积产物, 以退积型基本层序为主; ② 滨湖相石英砂岩-湖侵体系域(TST): 由富县组中部石英砂岩组成, 层位稳定, 分布范围广, 露头在考乌素沟的马家概以东, 乌兰木伦河三道峁以南及下石拉沟以南均可见到, 钻孔资料揭示区内均存在着 1~26.07 m 不等厚的石英砂岩沉积。基本层序为退积-加积型或加积型; ③ 沼泽化平原-高位体系域(HST): 富县组中期结束了滨湖相砂岩之后, 进入晚期, 由于湖平面逐渐下降, 湖盆处于收缩阶段, 由早期的正地貌单元向负地貌单元退缩。使未彻底填平的负地貌单元或洼地, 积水时间相对延长或潜水面升高。因此, 在石英砂岩之上形成范围有限的沼泽化平原。这些泥炭沼泽环境随着湖水进一

步退出而不断扩大, 首先形成一些厚度有限的深灰色—黑灰色碳质泥岩(局部形成煤层或煤线)覆盖于滨湖砂岩之上。该阶段由于地壳处于相对稳定期, 持续时间较短, 沉积了厚度不足 1 m 的泥岩。基本层序总体由加积型变为进积型。

3.3.2 层序 3 特征

该层序区内出露较完整, 由中侏罗世延安组构成。从下至上形成河流-三角洲沉积体系, 三角洲-湖泊沉积体系, 河流-三角洲沉积体系, 构成了一个由低位体系域、湖侵体系域和高位体系域组成的完整层序。

(1) 底界特征: 据区内调查和钻孔资料, 结合区域资料认为, 其底界延安组与富县组之间为一超

覆不整合界面。延安组在碾房湾剖面上底部见有明显的侵蚀作用特征(冲刷-充填构造),此处富县组经侵蚀残留无几,局部地段下切到晚三叠世瓦窑堡组。东北部三不拉沟一带 66 号、80 号钻孔资料证明,富县组被完全侵蚀掉,使延安组一段直接与晚三叠世瓦窑堡组接触,造成瓦窑堡组顶部缺失,因此该界面为 型不整合界面。

(2) 层序特征:该层序低位体系域(LST)、湖侵体系域(TST)和高位体系域(HST)分别由下部延安组一段的河流-三角洲沉积体系(RDS)、中部延安组二、三、四段的三角洲-湖泊沉积体系(DLS)、上部的河流-三角洲沉积体系(RDS)组成,为一个较为完整的层序。① 河流-湖泊三角洲沉积体系——低位体系域(LST):该体系域形成于延安组沉积初期地壳缓慢上升转为下沉阶段,由延安组一段构成,并平行不整合(超覆不整合)于层序 2 之上。河流-三角洲沉积体系的形成,仍然受控于层序 2 未完全填平补齐的古地形,在未填平的负地貌单元沉积。在区内南部柠条塔—石拉沟一带为较宽缓平坦低洼负地貌部位,体系域底部形成厚度不等的泥质粉砂岩、粉砂岩的浅湖相沉积;西北部的补连塔及蒙陕交界的活鸡兔沟一带,由于受石圪台古隆起影响,该地区体系底部则为河流作用形成的厚—巨厚层含砾长石砂岩,发育大型板状及楔状斜层理,说明该体系域初期部分地段河流作用仍很活跃,底界面具有明显的岩性突变现象或侵蚀特征,在侵蚀较为严重的地段富县组完全缺失。基本层序以退积型为主;② 三角洲-湖泊沉积体系——湖侵体系域(TST):该体系域由延安组二、三、四段 3 个次级层序单元组成。这 3 个单元均以区域的水进事件开始,并以三角洲体系占优势。该阶段由于受早期河流-三角洲沉积体系对残留负地貌单元(洼地)的进一步填平补齐后,基底地貌已无明显的差异,区内不同部位同一时期的环境特征与沉积作用基本相同,一次广泛水进事件形成了覆盖面积广阔的浅湖,形成了 3 个较完整的次级三角洲—湖泊沉积体系。成因地层单元下部均由湖盆扩张阶段的湖相泥岩组成;中上部均由湖盆收缩阶段进积作用形成的湖泊三角洲组成。这些三角洲层序显示出垂向上变粗的逆粒序特征,顶部均由三角洲平原废弃后的泥炭沼泽相形成稳定煤层结束。基本层序主要为退积型和旋回性加积型;③ 河流-三角洲沉积体系——高位体系域

(HST):该沉积体系由延安组五段一个次级层序单元组成。由于受盆地抬升的影响,后期地层遭受程度不同的剥蚀。该体系基本以三角洲平原组合为主体,三角洲前缘、前三角洲不发育,在测区东北部特拉壕底部发育厚 1.37 m 的三角洲前缘砂质泥岩沉积,西北见有 0.2 ~ 1 m 的三角洲前缘泥岩、砂质泥岩层。三角洲平原组合下部分流河道砂体中发育大型槽状交错层理;上部则以泥岩、薄层粉砂岩为主,夹部分细砂岩组成洪泛平原。据上述资料分析,早期有一次区域性湖面上升过程,但很快就进入湖盆收缩期,随后三角洲大幅度向盆地推进,并形成了较大的三角洲沉积体系。总体该阶段中晚期湖盆处于进积作用为主的淤浅阶段,最终使湖水大范围退出,形成上部体系域。

4 结语

中生代鄂尔多斯盆地神木地区层序的界面多为区域性不整合或与之连续延伸的整合界面。区域性水进界面、三角洲废弃事件及大面积沼泽化事件(主煤层形成期)界面是识别和划分小层序组的关键。

神木地区早、中侏罗世含煤岩系分别构成了两个较为完整的层序(层序 2 和层序 3)。它们的底界均为较特征的 型不整合界面,分别发育了低位体系域、湖侵体系域和高位体系域,但它们又各具特色。延安组构成的层序 3 代表了典型的湖泊三角洲的层序特征。

古气候、古构造和有机质沉积作用强度是控制煤形成的主要因素。本区的聚煤作用主要为三角洲聚煤作用,其次为湖湾淤浅的聚煤作用。

本区的成煤环境为大型浅水湖泊三角洲体系,整个沉积序列由河流-湖泊三角洲-湖泊(主要为浅湖和湖湾)所组成。聚煤作用是在湖泊三角洲废弃和湖湾淤浅并沼泽化的背景下发生的。最好的聚煤部位即富煤带位于废弃三角洲的前缘和近岸湖湾的淤浅部位。煤层向湖或向远岸分岔。

高位体系域和低位体系域的上部多形成厚—巨厚的工业煤层,但横向上不稳定;在湖侵体系域及其次级旋回中形成的煤层则横向上延伸较为稳定。

我国有大量的内陆油气盆地和含煤盆地,进行陆相盆地沉积体系和层序分析,研究陆相盆地充填

过程, 进而查明油气、煤等沉积矿产的成矿规律, 对指导今后找矿工作意义重大而深远。

致谢: 本文撰写过程中, 得到了导师李勇教授以及徐学义研究员的指导与帮助; 在工作过程中, 翟刚毅、张拴厚教授级高级工程师、王忠世高级工程师等专家、领导给予了一贯的指导、关心与支持。在此致以衷心地感谢!

参考文献:

[1] 陕西省煤田地质勘探公司 185 队. 陕北早侏罗世含煤岩系沉积环境[M]. 西安: 陕西科学出版社, 1989.

[2] 李思田, 程守田, 等. 鄂尔多斯盆地东北部地层沉积体系分析[M]. 北京: 地质出版社, 1992.

[3] 李思田. 断陷盆地分析与聚煤规律[M]. 北京: 地质出版社, 1988.

[4] 熊存卫. 榆林、神木、府谷地区侏罗纪动物群, 陕西北部侏罗纪含煤地层及聚煤规律[M]. 西安: 西北大学出版社, 1987.

[5] 纪友亮, 张世奇, 等. 层序地层学原理及层序成因机制模式[M]. 北京: 地质出版社, 1998.

[6] Allen G P, Posamentier H W. Sequence stratigraphy and facies model of an incised valley fill[J]. the Gironde estuary, France. Journal of Sedimentary Petrology. Vol. 63. 1993.

The stratigraphic order characteristics of coal-bearing strata in the Lower and Middle Jurassic in Shenmu area, North Shaanxi

WANG Hong-liang¹, LEI Hong-yan², ZHANG Qing-sheng³

(1. Xi'an Institute of Geology and Mineral Resources, Xi'an 710054, China;

2. Faculty of Earth Resources, China University of Geosciences, Wuhan 430074, China;

3. Shaanxi Regional Institute of Geology and Mineral Resources, Xianyang 712000, China)

Abstract: The Jurassic coalfield of north Shaanxi, is the largest coalfield probed in China at present. Based on the production and data of regional geological survey in Shenmu area of north Shaanxi with 1 50 000, this paper systemically analyzes the stratigraphic order characteristics of coal-bearing strata in Mesozoic, and the sedimentary patterns in the basin, and the rock-stratum model in this area is established at the first step. Meanwhile this paper reflects the newest progress of the sequence stratigraphic study of the area, and deals with the helpful research on applying the sequence stratigraphy theories to the analysis of the process ore-forming and prognostication ore-forming.

Kew words: Shenmu area; Jurassic; sequence stratum; basin fill; stratum model