

文章编号: 1009-3850(2003)03-0073-08

四川广元地区上三叠统小塘子组、须家河组 层序地层研究

邹光富^{1,2}, 夏 彤³, 楼雄英²

(1. 成都理工大学, 四川 成都 610059; 2. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082; 3. 华北石油管理局 地球物理勘探公司, 河北 任丘 062552)

摘要: 根据层序地层理论和研究方法, 对四川北部广元地区上三叠统小塘子组和须家河组沉积地层露头剖面的详细研究, 划分出 2 个二级层序和 6 个三级层序。平均每个三级层序的时限为 2.9 Ma。研究区上三叠统沉积地层从下到上由滨海相、三角洲相、辫状河相、冲积扇相组成, 为印支期扬子地台西缘前陆盆地形成演化及其北西侧龙门山推覆造山作用的沉积响应。根据区域不整合面和其它层序界面特征, 结合沉积盆地充填序列、沉积相和沉积体系域的时空配置, 建立了该区晚三叠世地层格架和 4 个等时界面。

关键词: 层序地层; 上三叠统; 小塘子组; 须家河组; 广元地区; 四川

中图分类号: P539.2

文献标识码: A

四川北部广元地区晚三叠世发育海相、海陆过渡相、陆相沉积地层, 露头良好, 地层之间接触关系清楚, 是进行层序地层研究的有利地区。笔者根据在 1:5 万《广元市幅》区域地质调查和石油地质调查中所取得的地质资料, 按照层序地层理论和研究方法^[1~7], 对该区上三叠统露头剖面进行了详细研究, 并进行了层序划分对比, 初步建立了广元地区上三叠统小塘子组、须家河组的层序地层格架。

1 区域地质背景

研究区位于松潘-甘孜造山带与扬子陆块的结合部位, 从北西到南东包含龙门山中央推覆带、龙门山前陆推覆带和四川盆地 3 个三级构造单元^[8]。该区出露地层有震旦系水晶组至奥陶系陈家坝组浅变质岩地层、志留系—侏罗系莲花口组海相—陆相沉积地层。构造活动比较强烈, 地质发展历史经历了中、新元古代扬子地台基底形成阶段、震旦纪—中三

叠世被动大陆边缘形成演化阶段、晚三叠世盆山转换与前陆盆地形成演化阶段、晚三叠世末—中侏罗世末前陆盆地发展阶段和晚侏罗世—第三纪前陆盆地充填消亡阶段 5 个演化阶段。

研究表明, 龙门山前陆盆地形成于印支运动中晚幕, 其沉积基底是扬子地台西缘中三叠统安尼期及其以下的沉积岩层。因此龙门山前陆盆地是在中三叠世安尼期扬子地台西缘被动大陆边缘的基础上形成的。广元地区晚三叠世主要出露诺利阶小塘子组和诺利阶—瑞替阶须家河组地层, 为海相、海陆过渡相、陆相沉积; 缺失拉丁期—卡尼期地层, 仅在研究区以外绵竹—江油—安县出露有拉丁阶天井山组、卡尼阶—诺利阶马鞍塘组地层, 为海相沉积, 分布局限。

2 岩石地层及其沉积特征

区内主要出露上三叠统小塘子组、须家河

组^[9],为滨海相-三角洲相-陆相含煤碎屑岩沉积。

2.1 小塘子组(T_{3x})

该组下部岩性为深灰色薄层状泥岩夹深灰至黑色碳质泥岩、深灰色薄层状粉砂岩,为滨岸沼泽亚相沉积。底部为灰色透镜状细砾岩,砾石成分主要有深灰色燧石、灰色白云岩、灰岩和石英岩,砾石分选性好,磨圆度中等—好,砾石大小一般为1×1×1cm³,呈孔隙式胶结。砾岩层厚0.2~0.5m,在空间上呈透镜状断续分布,可能为海侵滞留砾岩。泥岩中水平层理发育,并含丰富的植物碎片,发育厘米级水平管遗迹化石,含瓣鳃类 *Myophoriopsis* cf. *lateralis* Krumbeek, *Myophoria subvestita separata* Chen, *Hoernesia filosa* Healey, *Pteria krumbecki* (Reed), *Halobia* aff. *lineata* (Muenster), *Burmesia lirata* Healey, 腕足类 *Lingula* sp. 以及植物 *Clathropteris meniscoides* Brongn(西南地区地层总结, 1978)。

中部为灰白色厚层状石英细砂岩夹少量浅黄色薄层状粉砂质泥岩,细砂岩中发育楔状交错层理和沙纹层理,为河口沙坝微相沉积。

上部为灰色—深灰色薄层状泥岩与黄绿色、灰黄色薄层状泥质粉砂岩呈不等厚互层,夹浅灰色中厚层状、透镜状岩屑石英砂岩、黑色碳质泥岩、泥灰岩和不规则状煤线,砂岩中发育沙纹层理;含瓣鳃类 *Mysidiopoda* (*Laemaris*) sp., *Myophoriopsis* cf. *lateralis* Krumbeek, *M. guizhouensis*, *Lima* cf. *subcumaunica* Krumbeek, *Posidonia guangyuanensis*, *Yunnanophorus garandi* (Mansuy), *Hoernesia* cf. *filosa*, *Halobia* sp. 等;为三角洲平原亚相沉积。

根据上述生物化石,小塘子组属晚三叠世中期(诺利克早期)(西南地区地层总结, 1978)。小塘子组在本区出露厚173.9m,与下伏雷口坡组为平行不整合接触。

2.2 须家河组(T_{3xj})

须家河组在本区出露完整,与下伏小塘子组间为整合接触关系。厚约594.7m。按岩石组合,沉积特征可划分为4段。

1. 须家河组一段(T_{3xj}¹)

该段发育两个三角洲相沉积旋回。第一个沉积旋回位于该段下部。其下部为浅灰色巨厚块状中—细粒岩屑石英砂岩与少量灰色薄层状泥质粉砂岩、

深灰色薄层状泥岩、碳质泥岩组成韵律层。其中泥岩中夹煤线或薄煤层以及少量结核状菱铁矿,碳质泥岩中产有植物化石 *Dictyophyllum* sp., *Tanaipteris* sp., *Neocalamites* sp. 等。砂岩中发育大型板状、楔状、槽状交错层理、平行层理、沙纹层理。砂岩底部具底冲刷,近底部砂岩中常含泥岩角砾。为分流河道微相沉积,厚为113m~448m。中部为灰色中厚层状细粒岩屑石英砂岩与灰黄色中—薄层状粉砂岩夹浅灰色薄层状粉砂质泥岩、碳质泥岩(夹薄煤层或煤线)、浅灰色厚层块状粗—细粒岩屑石英砂岩组成的3个韵律旋回。从下往上,具细→粗的逆粒序性,发育槽状交错层理、楔状交错层理。为河口沙坝微相沉积,厚约52m。上部为深灰色薄层状泥岩、碳质泥岩夹灰色薄层状泥质粉砂岩、不稳定薄煤层和少量菱铁矿透镜体,水平层理发育。为沼泽微相沉积,厚约2.5m。

第二个沉积旋回位于该段上部。其下部为灰色中厚层状中粗粒岩屑石英砂岩与灰色薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩、深灰色薄层状泥岩、碳质泥岩组成的韵律层。砂岩中具大型槽状交错层理、板状交错层理和楔状交错层理。砂岩底部具底冲刷面,在近底冲刷面砂岩中局部见有少量泥砾。为分流河道微相沉积,厚为53.5m。中部为灰色中厚层状中粗—细粒岩屑石英砂岩、粉砂岩,夹少量灰色薄层状泥岩。砂岩从下往上具细→粗的逆粒序性;砂岩中具中—大型槽状交错层理。为河口沙坝微相沉积,厚约27.6m。上部为灰色薄层状泥岩、深灰色薄层状炭质泥岩夹灰色薄层、透镜状泥质粉砂岩、煤线和植物化石碎片。为沼泽微相沉积,厚约3.5m。

2. 须家河组二段(T_{3xj}²)

该段下部由灰色厚层—中厚层状中粗—细粒岩屑石英砂岩夹灰色薄层状泥质粉砂岩组成,发育楔状交错层理,砂岩底部具底冲刷面。为分流河道微相沉积,厚约13.1m。中部由灰黄色薄层状泥岩、深灰色薄层状碳质泥岩夹浅灰色薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩、煤线、菱铁矿结核组成,为沼泽微相沉积,厚约16.2m。含植物化石: *Dictyophyllum nathorsti*, *Thaumatopteris brauniana* 等。之上为浅灰色薄—中厚层状石英细砂岩,砂岩具由细→粗的逆粒序性,厚约2.5m。从下往上具有由粒序层理→平行层理→中小型槽状交错层理、沙纹层理演变的规律,砂岩成分成熟度低,杂基含量多,砂岩底部具底冲刷模。

为河口沙坝微相沉积。

该段上部为深灰—灰黑色薄层状泥岩、碳质泥岩夹灰色、浅黄色薄层状粉砂岩、细砂岩,并夹多层不稳定的可采煤层和少量菱铁矿透镜体,水平层理发育,为沼泽微相沉积。含植物化石:*Todites williamsoni*, *Anomozamites loczy*, *Clathropteris meniscioides*, *Cladophlebis raciborskii*, *Pterophyllum aequale* 等。厚约81m。

3. 须家河组三段(T_3xj^3)

该段下部岩性为浅灰色透镜状粗—中粒岩屑石英砂岩、灰色—黄灰色薄层状泥质粉砂岩、粉砂质泥岩与少量灰色薄层状钙质泥岩、深灰色薄层状碳质泥岩组成韵律旋回,发育槽状交错层理。为分流河道微相沉积,厚约19.5m。在钙质泥岩、碳质泥岩和粉砂岩中含植物 *Todites williamsoni*, *Clathropteris meniscioides*, *Cladophlebis raciborskii*, *Ctenis japonica*, *Anomozamites loczyi*, *Doratophyllum hsuchia-hoense*, *Czekanowskia* sp., *Podozamites lancaolatus* var. *minor*, *Taeniopteris* cf. *virgulata*, *Stenorachis* (*Ixostrobus* ?) cf. *konianus*, *Anthrophyopsis crassinervis*, *Pityophyllum longifolium*, *Pterophyllum pinatitidum*, *P. aequala* 等。中部为黄色—黄褐色厚层—块状中—粗粒岩屑石英砂岩夹少量灰色薄层状泥岩。从下往上,具有由细→粗的逆粒序性,发育槽状、楔状交错层理。为河口沙坝微相沉积,厚约32.9m。上部为灰色透镜状、中厚层状含砾粗砂岩,灰色中厚层状、透镜状砾岩与少量灰色中至薄层状钙质泥岩、碳质泥岩组成韵律层。其中含砾砂岩中发育槽状交错层理、平行层理。为辫状河相沉积,厚约41.1m。

4. 须家河组四段(T_4xj^4)

该段下部为浅灰色厚层—巨厚层块状石灰质砾岩,夹灰色—浅灰色透镜状岩屑石英砂岩、钙质砂岩;中部为浅灰色中层状石灰质砾岩、黄灰色厚层状砂岩、灰绿色—黄色中至薄层状钙质粉砂岩、泥岩;上部为灰黄色薄层状粉砂岩、深灰色薄层状泥岩夹少量灰黄色薄层状细砂岩。发育平行层理、沙纹层理。为典型的冲积扇相沉积,其中的扇根亚相、扇中亚相和扇端亚相清楚明显。该段厚约93.9m。

3 层序地层分析方法运用

3.1 陆相层序地层

1. 陆相层序地层分析的思路

层序地层学在解释海相层序方面取得了很大的成功。但在非海相地层中,由于相变复杂,精确定年和对比困难,尚无统一的层序类型与沉积体系域的划分命名方案和标准。因此,有关陆相地层层序地层学方面的研究尚处于探索阶段。

陆相沉积盆地与海相沉积盆地相比,控制陆相沉积盆地地层格架主导因素是构造运动,它控制着盆地的形成、发展、消亡以及盆地的升降、沉积物充填样式、物源供给、沉积盆地水体深浅及其周期性变化等方面。陆相沉积盆地的沉积具有多物源、物源近、相变快、空间上相分异显的特点;沉积作用具有明显的旋回性、间歇性。沉积地层中沉积间断面、冲刷面、暴露面等比海相地层发育。这些界面通常具有等时或准等时性,它们是划分层序地层的关键界面。这就为把海相层序地层的方法引入陆相沉积地层的层序地层划分中创造了条件。由于陆相盆地具有自身的复杂性和特殊性,因此对陆相盆地进行层序地层学研究不能机械地照搬海相层序地层学的理论。

2. 陆相盆地沉积层序体系域的命名

体系域不是指某一种沉积相或一特定的环境,而是指互相连接的的同时的沉积体系,是沉积层序的基本组成单元,是根据它们在层序内的位置、准层序以及准层序的叠置形式客观而加以的定义。由于湖泊的变化一般不是单方向水的进退,而是整体性地扩展和萎缩,这就造成陆相地层更为多样性、复杂性和自身的特殊性(李思田等, 1995),所以不宜直接套用海相地层中的沉积体系域术语(命名),但可以借鉴海相层序地层学的理论和工作方法。

在陆相层序地导的研究过程中,对于体系域术语的引用上,不同学者存在不同认识。陆相盆地沉积层序地层的研究应采用能反映陆相层序自身特点的体系域术语,根据研究区陆相盆地的实际情况,笔者把陆相盆地作为一个河流—湖泊统一体系来研究,参考前人(李思田等, 1995)建议的陆相层序内部体系域命名方案,将层序内部结构划分为冲积体系域(AST)、湖泊扩展体系域(EST)和湖泊萎缩体系域(RST)三种体系域。实践表明,这种划分方案能比较准确地反映陆相层序地层的内部结构和特征。

3. 层序界面的类型

层序是以不整合或与之可对比的整合面为界

的,相对整一连续的、有成因联系的一套地层(Vail等,1977),所以层序的划分首先要确定层序界面。在陆相地层中,层序的形成与发育主要受控于构造作用。因此,对构造作用形成的各种构造界面识别显得尤为重要。层序界面具有等时或准等时意义。根据地表露头,在本区陆相地层中存在构造不整合面、相变换面二类等时或准等时构造界面。如区内白田坝组与须家河组之间的接触面就属构造不整合面,它是划分盆地Ⅱ级层序的标志面(SB₁)。相变换面(SB₂)的界面之下为进积型准层序组,之上为退积型准层序组,这类界面往往是大的侵蚀面、冲刷不整合面及与之相对应的整合面,它是划分陆相盆地三级层序的标志面(SB₂)。

研究区须家河组河控型三角洲相、辫状河相、冲积扇相地层采用这种划分方法。

3.2 海相层序地层

研究区海相、海陆过渡相地层主要出露于上三叠统小塘子组中,对其层序地层的划分方案,本文采用Vail等(1977)对层序地层的定义及其分析方法。层序界面标志为海平面下降的起点和终点所形成的不整合面或与之相当的整合面。强调层序界面的成因受控于海平面快速下降,构造运动仅是对层序界面的印迹起到一个加强或减弱的效应。层序界面划分为Ⅰ型层序不整合面和Ⅱ型层序不整合面^[2]。

4 层序地层划分

按照上述层序地层理论和研究方法,根据对该区上三叠统小塘子组和须家河组地层的层序界面性质、沉积体系域特点、基本层序和沉积相等方面的综合分析,将上三叠统沉积地层划分为2个二级层序和6个三级层序(图1)。

4.1 二级层序1(SS-1)

第一个二级层序由上三叠统小塘子组和须家河组一段—三段组成,可以划分出5个三级层序。

1. 层序1

该层序对应于小塘子组,为该区盆转山过程中形成的海陆过渡相沉积。层序底界面为中三叠统雷口坡组与小塘子组的分界面,本区缺失上三叠统马鞍塘组。雷口坡组地层遭受风化剥蚀,形成厚10~20cm的古风化残积层,代表印支运动的构造响应。因此该界面应是一个造山升降侵蚀面,属Ⅰ型层序界面(SB₁)。该层序底界面对应于构造层序I₁的底界。在广元北西古家槽南山沟边,该层位的古风化

壳之上沉积厚0.2~0.5m的灰色细砾岩,砾岩成分主要有深灰色燧石、灰色白云岩、脉石英,砾石分选性好,磨圆度中等—好。砾石大小一般为1×1×1cm³,在区域上呈透镜状断续分布,推测可能为海侵滞留砾岩。这套砾岩属于层序1的低水位体系域(LST)。之上为海侵体系域(TST),由近滨环境沉积的深灰色薄层状泥岩夹碳质泥岩、河口沙坝微相沉积的灰白色薄—中厚层状石英细砂岩组成,该砂岩上部夹浅黄色薄层状粉砂质泥岩。高水位体系域(HST)由小塘子组中上部的黄绿色、灰色—深灰色薄层状泥岩、钙质泥岩夹灰色—浅灰色中厚层状石英砂岩、粉砂岩、泥质细砂岩、碳质页岩、粉砂质泥岩组成,为三角洲沼泽微相沉积与分流河道微相沉积(石英砂岩)。该层序海侵体系域(TST)中的泥岩夹碳质泥岩和煤线在小塘村及以西地区厚度较厚,约6m;小塘村以东变薄,在哈家坪一带厚约1.2m。

2. 层序2

该层序对应于须家河组一段下部,层序底界面为Ⅱ型层序界面(SB₂),略具波状起伏现象,近底部砂岩中含灰色泥砾,角砾大小不等,一般为1.5×2×2cm³,为河流底冲刷所致。因此,该层序底界面为冲刷侵蚀界面。下部为冲积体系域(AST),由浅灰色厚层块状岩屑石英粗砂岩与少量灰色薄层状泥质粉砂岩、灰黑色薄层状泥岩、碳质泥岩组成的基本层序构成,其中砂岩与泥岩比为20:1~30:1。发育大型槽状交错层理、板状-楔状交错层理和平行层理,为分流河道微相沉积,构成冲积体系域。中部为灰色中厚层状细粒岩屑石英砂岩与灰黄色中—薄层状粉砂岩夹浅灰色薄层状粉砂质泥岩、碳质泥岩(夹薄煤层或煤线)—浅灰色厚层块状粗—细粒岩屑石英砂岩组成的3个韵律旋回。从下往上具细→粗的逆粒序性,为河口沙坝微相沉积,构成扩展体系域(EST)。上部为深灰色薄层状泥岩、碳质泥岩夹灰色薄层状泥质粉砂岩、不稳定薄煤层和少量菱铁矿透镜体,水平层理发育,为三角洲沼泽微相沉积,构成萎缩体系域(RST)。

3. 层序3

该层序对应于须家河组一段上部,层序底界面为河流底冲刷侵蚀面,属Ⅱ型层序界面(SB₂)。该层序下部是一个由冲积体系域(AST),由浅灰色中厚层状中粗粒—细粒岩屑石英砂岩,浅黄色中—薄层状粉砂岩、粉砂质泥岩、碳质泥岩组成的多个大型韵

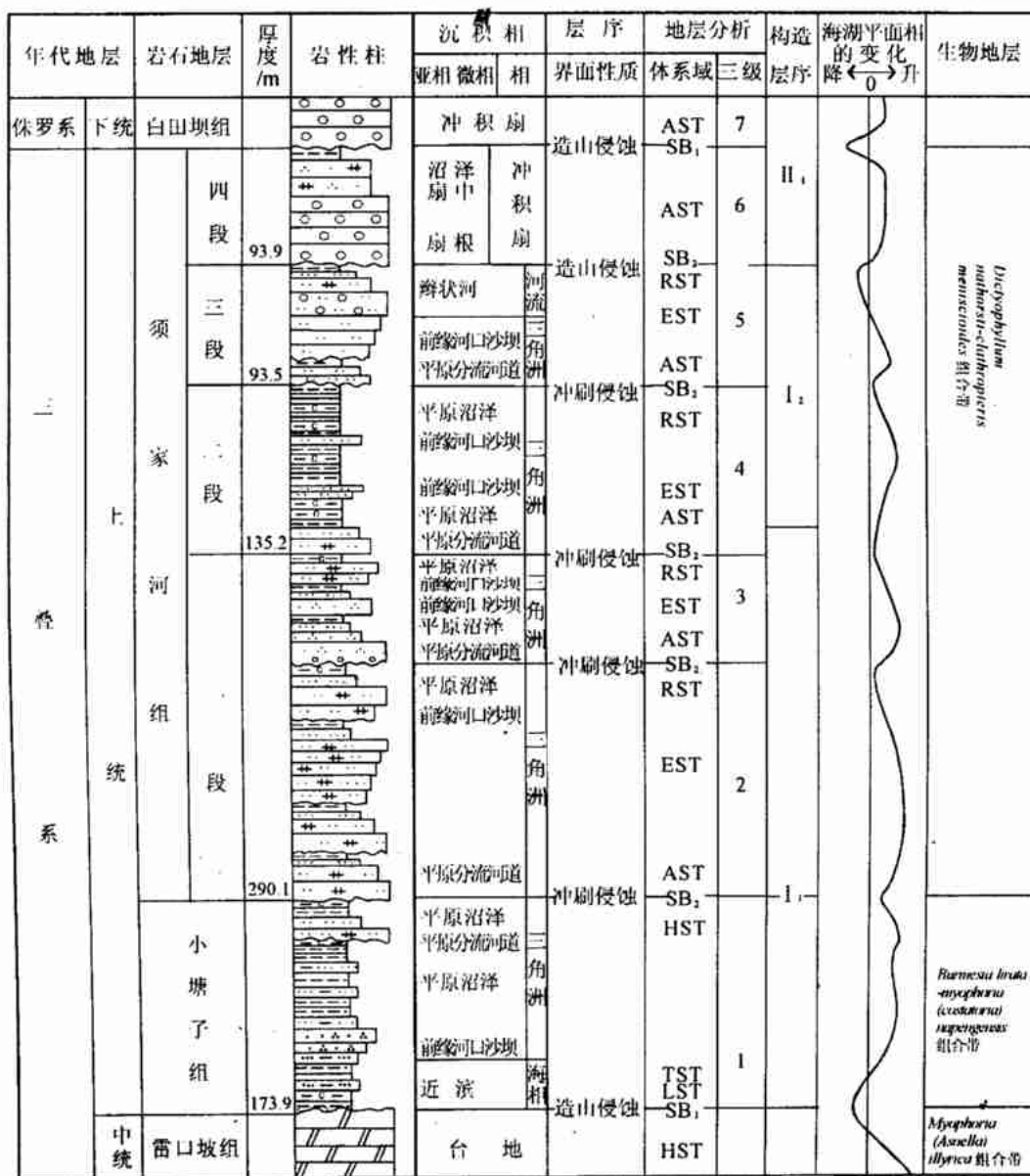


图1 广元晚三叠世层序地层划分

Fig. 1 Sequence stratigraphic division of the Late Triassic strata in the Guangyuan region, Sichuan

律层,或多个基本层序的叠置构成。在一个基本层序中,砂岩与泥岩之比为5:1~2:1。从下往上,砂岩矿物粒度由粗变细,具正粒序性。砂岩中发育大型槽状交错层理、板状交错层理、楔状交错层理、平行层理,每个韵律层砂岩底部都具有底冲刷面,为分流河道微相沉积。扩展体系域(EST)由灰色中厚层状中—细粒岩屑石英砂岩、粉砂岩,夹灰色薄层状泥岩组成。从下往上具有砂岩由细→粗的逆粒序性,砂岩中具中—大型槽状交错层理,为河口沙坝微相沉积。湖盆萎缩体系域(RST)为灰色薄层状泥岩、深灰色薄层状碳质泥岩夹灰色薄层、透镜状泥质粉砂

岩、煤线和植物化石碎片,为沼泽微相沉积。

4. 层序4

该层序对应于须家河组二段。层序底界面为II型层序界面(SB₂),为冲刷侵蚀面。层序下部为冲积体系域(AST),由两部分组成:下为灰色厚层—中厚层状中粗粒—细粒岩屑石英砂岩夹灰色薄层状泥质粉砂岩,发育楔状交错层理,砂岩底部具底冲刷面,为分流河道微相沉积,厚约13.1m;上为灰黄色薄层状泥岩、深灰色薄层状碳质泥岩夹浅灰色薄层状粉砂岩、泥质粉砂岩、煤线、菱铁矿结核,为沼泽微相沉积,厚约16.2m。中部扩展体系域(EST)由浅灰色

薄—中厚层状石英细砂岩组成,该石英细砂岩从下往上岩石单层由薄变厚,粒径由细变粗,呈逆粒序,发育中小型槽状交错层理、楔状交错层理。古流方向为 SSE 方向,说明该区该套岩层之物源为北北西方向的龙门山冲断带。为河口沙坝微相沉积,厚约 2.5m。上部为萎缩体系域(RST),由深灰—灰黑色薄层状泥岩、碳质泥岩夹灰色、浅黄色薄层状粉砂岩、细砂岩组成,并夹多层不稳定的可采煤层和少量菱铁矿透镜体,水平层理发育。为沼泽微相沉积,厚约 82m。

5. 层序 5

该层序对应于须家河组三段,层序底界面为冲刷侵蚀面,属 II 型层序界面(SB₂)。下部冲积体系域(AST)由浅灰色透镜状粗—中粒岩屑石英砂岩、灰色—黄灰色薄层状泥质粉砂岩与少量灰色薄层状钙质泥岩、深灰色薄层状碳质泥岩组成,发育槽状交错层理。为分流河道微相沉积,厚约 19.5m。中部扩展体系域(EST)由黄色—黄褐色厚层—块状中—粗粒岩屑石英砂岩夹少量灰色薄层状泥岩组成。从下往上具细→粗的逆粒序性,发育槽状楔状交错层理。为河口沙坝微相沉积,厚约 31.9m。该域的上部为砾质辫状河相沉积,由灰色厚层状、透镜状砂质砾岩与灰色中厚层状含砾粗砂岩组成基本层序,为辫状河河道—心滩沉积,属冲积体系域(AST)。上部萎缩体系域(RST)由灰色中厚层状、透镜状砾岩、灰色中至薄层状岩屑石英砂岩、粉砂岩与灰色、黄灰色、深灰色薄层状泥岩、碳质泥岩夹煤线组成。其中砾岩为辫状河河道沉积,砂岩、粉砂岩为心滩沉积,泥岩为洪泛沉积。

4.2 二级层序 2(SS-2)

二级层序 2 由须家河组四段地层组成,为层序 6,仅保存冲积体系域(AST)。层序底界为须家河组四段灰色厚层块状石灰质砾岩与三段黄灰色薄层状泥岩之间的界线,接触界面凹凸不平,具明显的底冲刷和深切谷现象。砾岩下蚀深度最深处达 0.5m,为冲刷侵蚀面。在区域上,该界面与地层界面 T_B、地震反射界面 T_S²一致。顶界面为白田坝组与须家河组的界面,对应于构造层序 II₁ 顶界面,为造山升降层序不整合界面。

该层序下部由浅灰色厚层—巨厚层块状石灰质砾岩与浅灰—灰色透镜状、中厚层状岩屑石英砂岩、钙质砂岩组成,其中砾岩为冲积扇扇根亚相沉积,砂

岩为扇中亚相沉积。砾岩和砂岩层厚约 94m。中部为灰黄色薄层—中层状细砂岩、粉砂岩夹泥岩组成。细砂岩和粉砂岩中发育中小型斜层理、沙纹层理,为冲积扇中亚相沉积。上部为深灰色薄层状泥岩、碳质泥岩夹灰色透镜状灰岩、泥灰岩,个别地段夹可采煤层(厚 0.75~1.2m),为沼泽相(扇端亚相)沉积。扩展体系域(EST)和萎缩体系域(RST)缺失。

5 晚三叠世层序地层对比和等时地层格架的建立

通过对区内晚三叠世沉积地层构造层序和沉积层序地层的详细研究,根据区域不整合面和其它层序界面特征,结合沉积盆地充填序列、沉积相和沉积体系域的时空配置,建立了本区晚三叠世层序地层格架(图 2)。

本区上三叠统共划分出 6 个三级层序单元,在

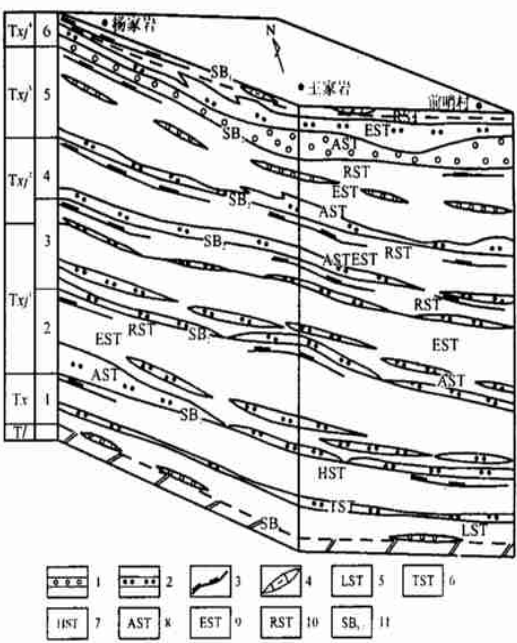


图 2 小塘子组—须家河组层序地层格架

1. 砾岩; 2. 砂岩; 3. 煤; 4. 泥灰岩; 5. 低水位体系域; 6. 海侵; 7. 高水位体系域; 8. 冲积体系域; 9. 扩展体系域; 10. 萎缩体系域; 11. 层序界面类型

Fig. 2 Sequence stratigraphic framework of the Xiaotangzi and Xujiahe Formations

1= conglomerate; 2= sandstone; 3= coal; 4= mark; 5= lowstand systems tract; 6= transgressive systems tract; 7= highstand systems tract; 8= alluvial systems tract; 9= extensional systems tract; 10= regressive systems tract; 11= sequence boundary

区内主要剖面上,这些三级层序单元可以对比。从区域分析可以看出,本区晚三叠世海相、海陆过渡相、陆相沉积地层分布区可以识别出4个等时界面。

第一个等时界面为上三叠统小塘子组与下覆中三叠统雷口坡组之间的分界面。在区域上为平行不整合界面,代表印支运动的构造响应,为扬子地块西缘盆山转换界面。区域上分布稳定,易于追踪。

第二个等时界面为上三叠统须家河组一段与下伏小塘子组之间的分界面。界面之下为小塘子组沼泽微相沉积的灰色—深灰色薄层状泥岩、碳质页岩、粉砂质泥岩夹分流河道微相沉积的石英砂岩。界面之上为须家河组一段下部地层,由分流河道微相沉积的浅灰色巨厚块状岩屑石英中粗砂岩、细粒砂岩与灰色薄层状泥质粉砂岩、灰黑色薄层状泥岩、碳质泥岩组成,为辫状河心滩沉积。该分界面是一个底冲刷侵蚀界面,也是沉积相转换界面,在区域上分布稳定。

第三个等时界面为须家河组四段与三段之间的分界面。接触界面凹凸不平,显示具明显的底冲刷和深切谷现象,砾岩下蚀深度最深处达0.5m。界面之下由深灰色薄层状泥岩、碳质泥岩夹煤线组成,为沼泽相沉积;界面之上由浅灰色厚层—巨厚层块状石灰质砾岩组成,为冲积扇扇根亚相沉积。该界面为造山侵蚀层序不整合界面,在区域上标志明显,易于识别。

第四个等时界面为白田坝组与须家河组之间的分界。在盆地边缘二者呈角度不整合接触关系,界面呈凹凸不平状。从盆地边缘到盆地中部二者间接接触关系由角度不整合接触关系逐渐变为平行不整合接触关系,为印支运动晚幕构造运动引起的龙门山第三次逆冲推覆抬升作用的沉积响应。该界面为造山升降层序不整合界面,在区域上标志明显,易于追踪。

6 结 论

(1) 根据层序界面性质、沉积体系域特点、基本

层序和沉积相等的综合分析,将本区上三叠统划分为6个三级层序,在时间延续上为17Ma,平均每个三级层序的时限为2.9Ma,与王鸿祯等(1996)定义的三级层序的时限2~5Ma相吻合。

(2) 沉积相序上看,本区上三叠统从下到上由滨海相—三角洲相—辫状河相—冲积扇相沉积演变过程,为印支期扬子地台西缘前陆盆地形成演化与其北西侧龙门山推覆造山作用的沉积响应。

(3) 根据区域不整合面和其它层序界面特征,结合沉积盆地充填序列、沉积相和沉积体系域的时空配置,建立的本区晚三叠世层序地层格架和4个等时界面,在区域地层划分对比、区域地质填图、沉积盆地分析和油气地质研究方面具有重要的意义。

本文得到许效松、朱同兴、周铭魁研究员的指导,特致谢意。

参考文献:

- [1] 许效松,刘宝鼐,等.上扬子西缘二叠纪—三叠纪层序地层与盆山转换耦合[M].北京:地质出版社,1997.
- [2] 许效松,牟传龙,等.露头层序与华南泥盆纪古地理[M].成都:成都科技大学出版社,1993.
- [3] 地质矿产部直管局.沉积岩区1:5万区域地质填图方法指南[M].武汉:中国地质大学出版社,1991.
- [4] 吴瑞棠,张守信,等.现代地层学[M].武汉:中国地质大学出版社,1989.
- [5] H.G. 里丁.沉积环境和相[M].北京:科学出版社,1985.
- [6] WEIMER R J. Developments in sequence stratigraphy: foreland and cratonic basins [J]. AAPG Bulletin, 1992, 76(7): 965—982.
- [7] VAIL P R, AUDEMARD F et al., The stratigraphic signatures of tectonics, eustasy and sedimentology— an overview [A]. G Einsele et al. Cycles and Events in Stratigraphy [M]. Berlin: Springer-Verlag, 1991, 617—659.
- [8] 四川省地质矿产局.《四川省区域地质志》[M].北京:地质出版社,1991.
- [9] 四川省地质矿产局.四川省岩石地层[M].武汉:中国地质大学出版社,1997.

Sequence stratigraphy of the Late Triassic strata in the Guangyuan region, Sichuan

ZOU Guang-fu^{1,2}, XIA Tong³, LOU Xiong-ying²
(1. Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China; 2. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China; 3. Geophysical Exploration Corporation, North China Petroleum Administration Bureau, Renqiu 062552, Hebei, China)

Abstract: The exposure sections of the Upper Triassic Xiaotangzi and Xujiache Formations sedimentary strata in the Guangyuan region, Sichuan are examined in detail with the aid of theory and method of sequence stratigraphy. Two second-order and six third-order sequences have been distinguished. Each of the third-order sequences is age-dated with an average time duration of about 2.9 Ma. The sedimentary facies of the Upper Triassic sedimentary strata in the study area consist of littoral facies, delta facies, facies, braided stream facies, alluvial fan facies. The Triassic strata are considered to be the responses to the formation and evolution of the foreland basins on the Indosinian western Yangtze platform and thrusting of the Longmen mountain area. The Late Triassic sequence stratigraphic framework and four isochronous boundaries are constructed on the basis of the unconformity and other sequence boundaries in combination with the spatio-temporal arrangement of the filling sequences, sedimentary facies and sedimentary systems tracts.

Key words: sequence stratigraphy; Upper Triassic; Xiaotangzi Formation; Xujiache Formation; Guangyuan region; Sichuan

·资料简介·

安龙幅(G48C003003)(1:25万)区域地质调查报告

行政区域: 贵州省兴义市、安顺市、长顺县

完成单位: 贵州省地质调查院

内容简介: 在1:5万片区总结成果的基础上, 解决区内不同地质问题。查清了年代地层、岩石地层、生物地层、层序地层之间的关系。掌握了“关岭动物群”的主要化石门类组合特征、产出层位时代、生存环境、垂向及横向分布。测区内碳酸盐岩台地与碎屑岩盆地间总体为相变接触关系。圈出了多个古生代孤立碳酸盐台地具有不同类型的出露。区内大陆性地壳, 浅层地壳结构具有断块及表层褶皱皮构造特征, 隐伏深大断裂对古地理、沉积建造、岩浆活动及构造变形都有明显的控制作用。对构造叠加现象作了重点的描述和研究。为配合西部大开发和经济发展, 结合已有矿产、水文地质、遥感解释、物化探、地震、地质遗迹、旅游及地貌、地质资源及生态环境作了较全面的概述和总结。

(由中国地质调查局西南资料分馆提供)