

# 四川盆地侏罗统大安寨段高分辨率层序地层学

郑荣才

(“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室 成都理工学院沉积地质研究所 成都 610059)

**提 要** 四川盆地侏罗统大安寨段发育有 41~ 47 个短期、5 个中期、2 个长期基准面旋回。短期旋回有非对称和对称型两种旋回样式。由短期旋回叠加而成的中期旋回具有不同的堆积模式,分别代表低水位进积、湖侵加积-退积、湖泛加积、高水位早期加积-弱进积和晚期强烈进积小层序组。由中期旋回叠加组成的两个长期基准面半旋回分别代表大安寨期湖水位的长期上升和下降周期,并构成完整的湖进-湖退沉积旋回。通过各级基准面旋回转换点的等时地层对比建立的大安寨段层序地层格架,显示了储层、生油岩、盖层的分布规律与各级基准面旋回的演化关系,此特征可作为储层预测和评价的重要依据之一。

**关键词** 高分辨率层序地层学 基准面旋回 小层序组 等时对比 地层格架 大安寨段 四川盆地  
第一作者简介 郑荣才 男 47 岁 教授 沉积学和石油地质学

自从 T. A. Cross 提出的高分辨率层序地层学理论<sup>①</sup>问世以来,立即得到学术界的高度重视,实际应用效果明显。近期邓宏文教授已将该理论体系向国内作了较为详细的介绍<sup>[1,2]</sup>,但具体应用的实例报导甚少。本文采用该理论体系的基本原理和方法,结合国内陆相盆地层序地层学研究成果<sup>[3,4]</sup>和四川盆地构造-沉积史的演化特点,研究了川中和川北地区下侏罗统自流井组大安寨段的高分辨率层序地层学特征。结果表明,采用这一理论体系研究陆相盆地,可有效地提高储层预测和油气藏描述的精度,这无疑显示了在中国中东部和西部地区广泛发育的陆相含油气盆地,该理论体系有着广阔的应用前景。

## 1 区域地质背景

作为四川盆地主体的川中和川北地区,因受印支期龙门山构造带构造反转和逆冲推覆影响,有较强烈的挠曲拗陷和沉降作用,具类前陆盆地性质<sup>[5]</sup>。以中三叠统海相地层为基底,印支期构造不整合面上依次堆积了以陆相为主的晚三叠世至早白垩世地层,厚度大于 6 000 m,其间仍发育有多个构造不整合面。侏罗纪四川盆地以湖泊环境为主,尤以早侏罗世大安寨期的湖盆范围最大,覆水最深,属较为少见的大型淡水碳酸盐湖泊。大安寨段在川中和川北地区分布较稳定,厚度为 80~ 120 m,与上覆下伏地层

整合接触,界线处发育有古暴露面或侵蚀冲刷面。垂向上,由介壳灰岩、黑色页岩夹粉-细砂岩,组成完整的湖进-湖退沉积旋回(图 1)。位于旋回下部的大三和大二三亚段,上部的大一二上和大一亚段介壳灰岩为储层主要发育部位,中部的大二和大一二下亚段黑色页岩则为重要烃源岩<sup>[6]</sup>。平面上作为油气储集区的浅湖介壳滩和湖坡相带,呈环状围绕半深湖相的烃源岩区分布(图 2),具等时相变关系,有极好的生、储匹配条件。其中作为最重要储集岩相的介壳滩产出位置、规模和堆积样式,明显受湖水位升降变化和可容纳空间与沉积物补给通量比值(以下简称 A/S 比值)的控制,与不同级次的基准面旋回密切相关。

## 2 基准面旋回的划分

按单一相物理性质的垂向变化、相序与相组合特征及旋回的叠加样式<sup>[2]</sup>,可从大安寨段识别出短期、中期、长期 3 类不同级次的基准面旋回。

### 2.1 短期基准面旋回

在众多的钻井岩芯和测井剖面中,除半深湖相带中的短期旋回难以精细划分,其它相带均可识别出 41~ 47 个代表最小成因地层单元(或小层序)的短期旋回(表 1),旋回间以侵蚀冲刷面、富钙结核的暴露面或相转换面为识别标志。按岩性特征,分为碳

① T. A. Cross, 1994, High-resolution stratigraphic correlation from the perspective of base-level cycles and sediment accommodation, 西北欧层序地层学会议材料

酸盐岩 (A类)和碎屑岩 (B类)两种类型,按结构又可分为非对称型和对称型两类旋回: A<sub>1</sub>类,为碳酸盐非对称旋回,由基准面上升期形成的介壳滩→浅湖相序和基准面下降到地表之下发育的侵蚀冲刷面组成(图 3A D E); A<sub>2</sub>类,为碳酸盐岩对称旋回,形成于短期基准面下降和上升的摆动过程中,有向上变浅复加深的两种沉积相序列,其一为浅湖与介壳滩的交替沉积(图 3B),其二为湖坡和半深湖相带中近或远源钙屑重力流与黑色页岩的交替沉积(图 3B C D),在此两类旋回中都缺乏明显的冲刷界面; B<sub>1</sub>类,为碎屑岩非对称旋回,有基准面上升期形成的浅湖→滨湖或河道→漫滩两类相序和基准面下降到地表之下发育的侵蚀冲刷面或暴露面组成(图 3E F); B<sub>2</sub>类,为碎屑岩对称旋回,如同 A<sub>2</sub>类成因特征,亦发育两种沉积相序列,其一为浅湖与砂质浅

滩的韵律沉积,其二为浅湖→河口坝→河道→漫滩相序组成(图 3E F)。需指出的是,两种不同岩性组合的非对称和对称旋回,都分别代表  $A/S < 1$  和  $A/S \geq 1$  的地层过程响应,即由基准面旋回及其伴随的可容纳空间变化过程,为控制旋回结构与沉积特征,以及进积、加积或退积堆积样式的动力系统<sup>[1]</sup>。

### 2.2 中期基准面旋回

由具备相似岩性和相序特征的短期基准面旋回叠加,共构成 5 个中期旋回(图 1),旋回间以 A/S 比值变化所影响的相转换面为界,并与构造沉降所控制的湖水位升降及可容纳空间位置的迁移相关联,它们分别反映中期基准面缓慢上升、加速上升、高速上升、缓慢下降和加速下降 5 个连续演化阶段,因而可采用包含体系域概念的小层序组<sup>[3]</sup>加以描述。

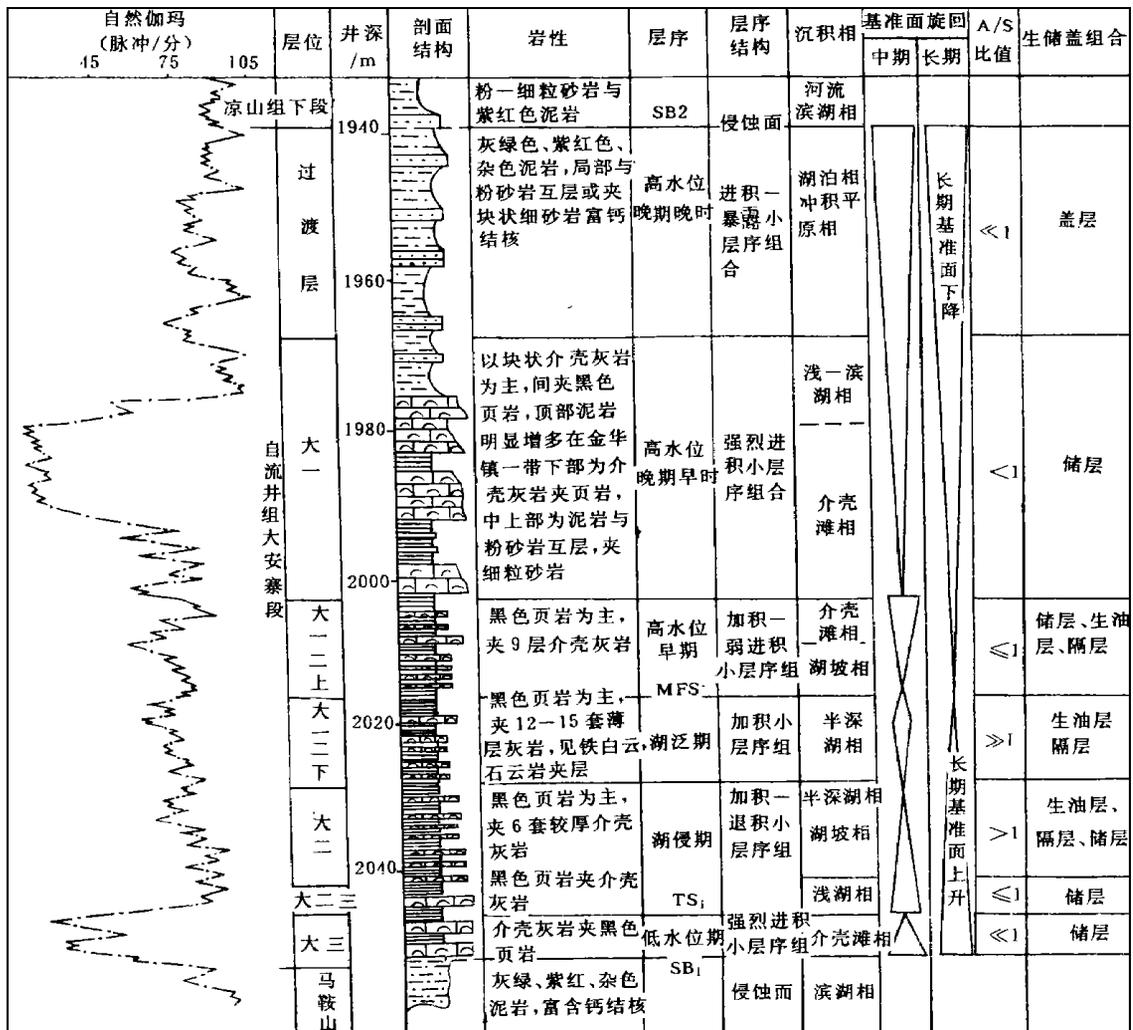


图 1 四川盆地侏罗统大安寨段沉积相和高分辨率层序地层综合柱状图

Fig. 1 Comprehensive column of the sedimentary facies and high-resolution sequence stratigraphy of Da'anzhai Formation, Lower Jurassic in Schuan Basin

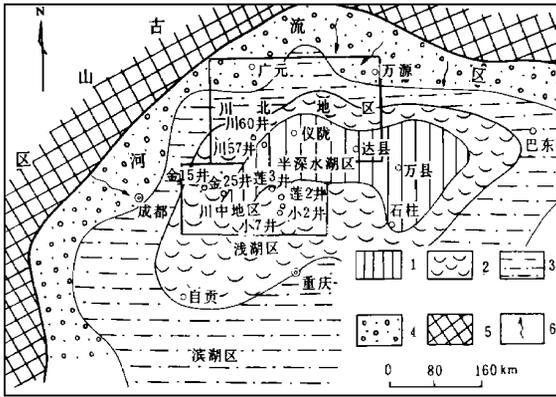


图 2 四川盆地早侏罗世大安寨期岩相古地理略图

- 1. 黑色页岩相区 2. 介壳灰岩相区 3. 泥、粉砂岩相区
- 4. 砂砾岩相区 5. 古陆 6. 地表水流方向

Fig. 2 Sketch palaeogeographic map of the Da'anhai Epoch, Early Jurassic in Sichuan Basin

2.2.1 I 中期基准面旋回 (图 1 和图 3A)

该旋回相当大三亚段的低水位进积小层序组, 由 1-4 个  $A_1$  类短期旋回叠加而成。旋回数自半深湖向浅湖方向增多后至滨浅湖相带复减少 (表 1),

相应的厚度和时间跨度同步递减, 并以最后一个短期旋回的顶面为等时面。显而易见, 该中期旋回底界为向陆上超和向盆地迁移的非等时层序底界面。因有效可容纳空间<sup>①</sup>主要向半深湖方向迁移扩大, 沉积作用始终处于  $A/S < 1$  的过程中, 从而形成中期基准面缓慢上升期的进积堆积样式。

2.2.2 II 中期基准面旋回 (图 1 和图 3B)

该旋回相当大二三亚段至大二亚段的湖进加积—退积小层序组, 由包括  $A_1$  类和  $A_2$  类在内的 10 个短期旋回叠加而成。其中非对称旋回向半深湖方向明显减少, 近陆方向出现碎屑岩旋回, 总的旋回数区域上可进行稳定追踪对比 (表 1)。垂向上该旋回自下而上灰泥岩比值逐渐递减, 显示向上加深和有效可容纳空间向滨浅湖方向迁移的趋势。由于沉积作用发生在  $A/S \leq 1$  和  $A/S > 1$  的突变递增过程中, 突变点出现在相当非对称向对称旋回过渡的相转换面上, 因而以该点为界, 可分别代表中期基准面旋回开始加速上升的加积作用和随后持续加速上升的退积作用, 从而形成连续的加积—退积堆积样式。

2.2.3 III 中期基准面旋回 (图 1 和图 3C)

表 1 四川盆地大安寨段不同沉积相带的短期基准面旋回数 and 剖面结构统计数

Table 1 Statistic table of short-term base-level cycle numbers and section texture in different sedimentary facies of Da'anhai Formation, Lower Jurassic in Sichuan Basin

| 井号      | 金 15 井    | 金 25 井                        | 小 2 井     | 小 7 井                               | 莲 3 井     | 莲 2 井                         | 川 60 井 | 川 57 井                        |
|---------|-----------|-------------------------------|-----------|-------------------------------------|-----------|-------------------------------|--------|-------------------------------|
| 位置      | 川中偏西, 金华镇 |                               | 川中偏南, 小潼场 |                                     | 川中, 莲池    |                               | 川北, 柏垭 | 川北, 洪山场                       |
| 沉积相带    | 滨浅湖—河流    |                               | 滨浅湖—湖坡    |                                     | 浅湖—湖坡—半深湖 |                               | 浅湖—湖坡  | 半深湖                           |
| 短期基准面旋回 | 旋回数       | 剖面结构                          | 旋回数       | 剖面结构                                | 旋回数       | 剖面结构                          | 旋回数    | 剖面结构                          |
| 过渡层     | 4         | $B_1 \times 4$                | 5         | $B_1 \times 5$                      | 4         | $A_2 \times 4$                | 5      | $B_1 \times 4 + B_2$          |
| 大一亚段    | 4         | $B_2 \times 4$                | 4         | $A_1 + B_1 + B_2 \times 2$          | 4         | $A_1 \times 4$                | 4      | $A_1 \times 4$                |
| 大一二上亚段  | 9         | $A_2 \times 6 + A_1 \times 3$ | 9         | $A_2 \times 6 + A_1 \times 2 + B_1$ | 9         | $A_2 \times 4 + A_1 \times 5$ | 9      | $A_2 \times 5 + A_1 \times 4$ |
| 大一二下亚段  | 12        | $A_2 \times 12$               | 12        | $A_2 \times 12$                     | 12        | $A_2 \times 12$               | 12     | $A_2 \times 12$               |
| 大二亚段    | 6         | $A_2 \times 6$                | 6         | $A_2 \times 6$                      | 6         | $A_2 \times 6$                | 6      | $A_2 \times 6$                |
| 大二三亚段   | 4         | $A_1 \times 2 + B_1 \times 2$ | 4         | $A_2 \times 2 + A_1 \times 2$       | 4         | $A_2 \times 3 + B_2$          | 4      | $A_2 \times 4$                |
| 大三亚段    | 2         | $A_1 \times 2$                | 3         | $A_1 \times 3$                      | 3         | $A_1 \times 3$                | 2      | $A_1 \times 2$                |

注: ① 表中代号的含意见正文; ② 剖面结构  $A_1 + B_1$  表示先后叠加关系;  $A_1 \times 4$  表示连续叠加的相同旋回数

① 有效可容纳空间指可容纳空间中能被沉积物充填的那一部分空间

该旋回相当大一二下亚段的湖泛小层序组,由区域分布很稳定的 12 个  $A_2$  类短期旋回叠加而成。因该小层序组主要发育在湖坡进一步加深为半深湖和  $A/S \gg 1$  的背景中,伴随有效可容纳空间向滨浅湖方向的迁移,能进入湖坡和半深湖盆地的沉积物逐渐减少,因而加积旋回具显著的向上变薄趋势,显示基准面高速上升的特点。当基准面达最高点位置时的最大湖泛期,黑色页岩中出现代表欠补偿条件下沉积的薄层泥晶白云岩夹层,构成极好的岩性和高自然伽玛区间的异常低值等区域等时对比标志层。

2.2.4 IV 中期基准面旋回(图 1 和图 3D)

该旋回相当大一二上亚段的高水位早期加积-弱进积小层序组,由包含  $A_2$  类和  $A_1$  类的 9 个短期旋回叠加而成,区域上亦可稳定追踪对比(表 1)。垂向上,该旋回具有半深湖→湖坡→介壳滩的变浅序列,灰泥岩比值和  $A_1$  类旋回数自滨浅湖向湖坡方向递增,显示有效可容纳空间已重新增大并向湖坡

方向迁移。由于沉积作用发生在  $A/S > 1$  向  $A/S \leq 1$  的突变递减过程中,突变点出现在相当对称旋回向非对称旋回过渡的转换面上,因而亦可以该点为界,分别代表中期基准面上升末期和下降早期形成的加积-弱进积堆积样式。

2.2.5 V 中期基准面旋回(图 1 和图 3E、F)

该旋回相当大三亚段至过渡层的强烈进积小层序组,由于该时期受湖水快速下降影响,造成局部冲积体系向湖盆迁移和部分进入湖盆,出现各以河流和湖泊作用为主的两种沉积环境。前者位于毗邻龙门山物源区的湖盆西侧,为滨湖和河流交替沉积相带,中期旋回由 1~2 个  $A_1$  类或  $B_1$  类,2~4 个  $B_2$  类,4~5 个  $B_3$  类短期旋回依次叠加而成(表 1 和图 3F)。后者为滨浅湖相带,位于半深湖盆地南、北两侧,中期旋回由 4~5 个  $A_1$  类,2~7 个  $B_2$  类或  $B_3$  类,局部为  $A_2$  类短期旋回依次叠加而成(表 1 和图 3E)。大一亚段中的 4 个短期旋回区域分布较稳定,具有向湖盆方向明显加厚的特点,并以第四个旋回

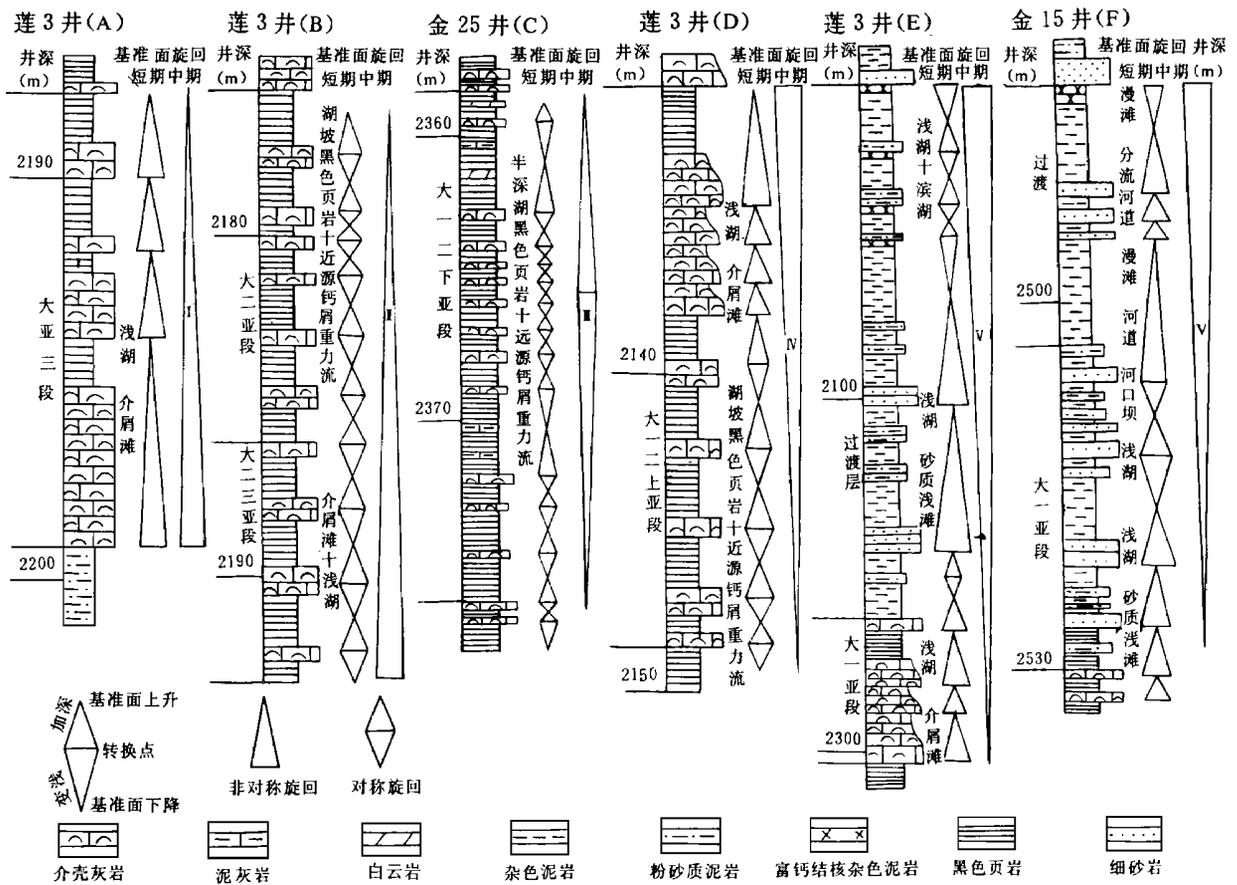


图 3 大安寨段不同沉积相带的短和中期基准面旋回特征

Fig. 3 Characteristics of short and mid-term base-level cycles in different sedimentary zones of Da'anzhai Formation

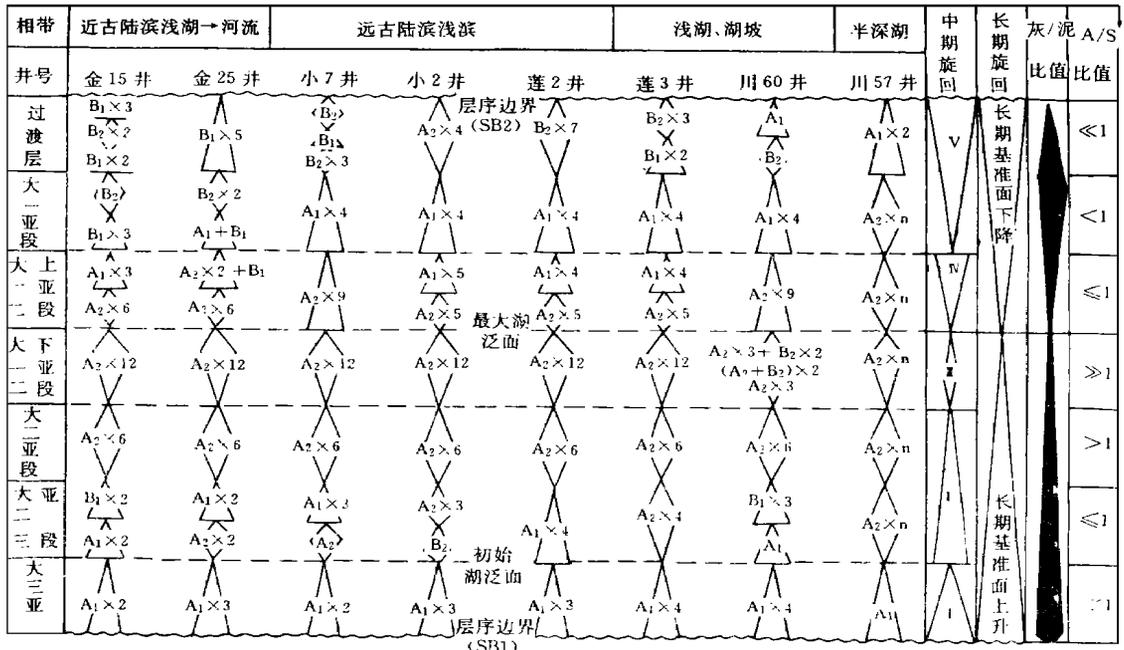


图 4 大安寨段不同沉积相带的多级次基准面旋回等时对比 (部面位置见图 2)

Fig. 4 Isochronostratigraphic correlation of multi-order base-level cycles of Daanzhai Formation in different sedimentary facies zones

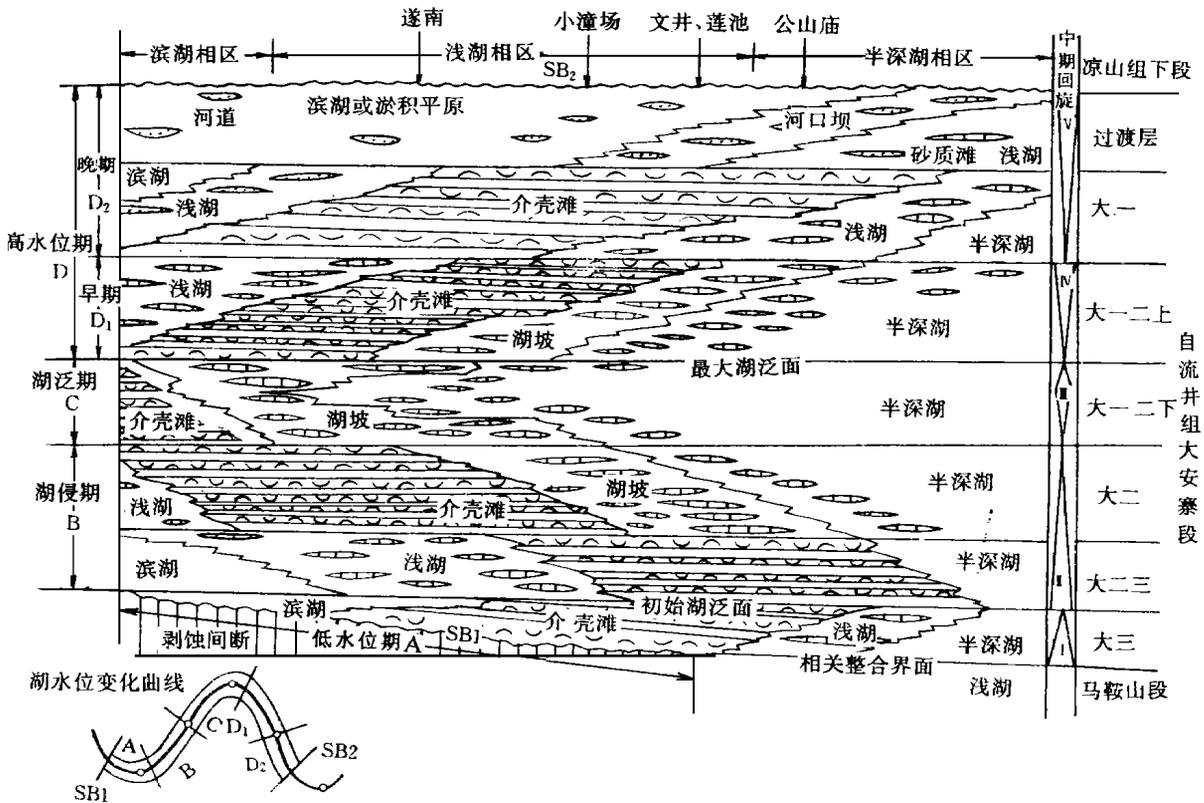


图 5 四川盆地大安寨段高分辨率层序地层格架及沉积模式图示意图

Fig. 5 Sketch map showing the high-resolution sequence stratigraphy of Daanzhai Formation, Lower Jurassic in Sichuan Basin

顶面为等时面。过渡层中的旋回数具有伴随半深湖收缩和湖水退出方向(自西向东)逐渐增多加厚的变化规律。以上特征说明该中期旋回有效可容纳空间向湖盆方向快速迁移和沉积作用发生在  $A/S < 1$  向  $A/S \ll 1$  的迅速递减过程中, 从而形成强烈进积堆积样式。

### 2.3 长期基准面旋回(图 1)

如上所述, 由 I ~ III 中期基准面旋回的叠加构成了由慢到快的长期基准面上升半旋回, 伴随  $A/S < 1$  经  $A/S \approx 1$  至  $A/S \gg 1$  的递增过程, 出现由短期非对称旋回向对称旋回转化, 可容纳空间逐渐增大和有效可容纳空间向滨浅湖方向迁移, 以及旋回厚度渐趋减薄, 灰泥岩比值下降的地层响应过程。当长期基准面上升达最高点位置时的最大湖泛期, 在欠补偿条件下沉积了相当凝缩段的黑色页岩夹薄层泥晶白云岩。由 IV ~ V 中期旋回叠加构成的由慢到快的长期基准面下降半旋回, 则伴随  $A/S > 1$  经  $A/S \approx 1$  至  $A/S \ll 1$  的加速递减过程, 出现短期对称旋回向非对称旋回的转化, 可容纳空间逐渐缩小和有效可容纳空间向湖盆方向迁移, 旋回厚度逐渐增大和灰泥岩比值上升的逆向地层响应过程。当长期基准面下降至持续位于地表之下的最低点位置时, 可容纳空间增量极小或无新增容纳空间, 促使有效可容纳空间迅速向湖盆方向迁移, 同时形成具古暴露侵蚀作用的、自滨浅湖或河流相区向半深湖方向层位渐次升高的基准面下降不整合, 从而构成不完全等时的层序顶界面。显而易见, 上述两个长期基准面半旋回组成了完整的湖进—湖退长期基准面沉积旋回, 为一包含低水位、湖进、湖泛和高水位体系域的“III 级”层序<sup>[7]</sup>。

## 3 基准面旋回的等时对比和地层格架

按 Cross 的意见<sup>①</sup>, 成因层序的对比以基准面旋回的转换点为优选时间地层对比位置。在大安寨段, 长期基准面旋回转换点出现在层序的底、顶界面和相当大一二下亚段顶部的最大湖泛面(图 1)。如进一步考虑短—中期旋回的对称性和相组合类型, 以及加厚或变薄的叠加堆积样式和转换面所记录的时间“痕迹”, 也都具有等时对比性。有意义的是, 不同相区短期旋回的叠加堆积样式或结构虽然不同, 但极大部分层位的个数可在区域上进行稳定追踪对比(表 1), 并在测井资料上(自然伽玛和电阻率)有鲜明的测井响应和良好的识别标志。这些特征无疑

为大安寨段各级次基准面旋回的高精度等时对比提供了可靠依据。图 4 即为依据上述特征进行的大安寨段不同相带的高分辨率层序地层等时对比。图 5 为选用中期基准面旋回为等时地层单元建立的大安寨段高分辨率层序地层格架。

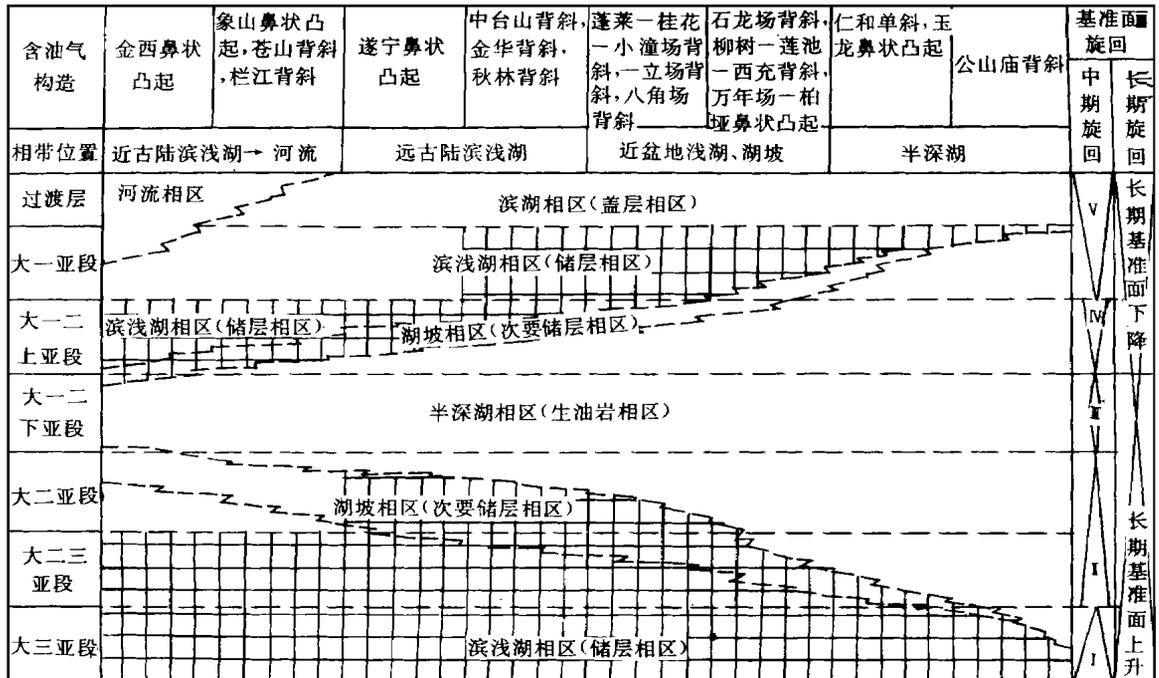
## 4 高分辨层序地层分析在大安寨段油气勘探中的应用

已有的众多勘探资料, 业已证明毗邻半深湖盆地的浅湖介壳滩和部分湖坡相带, 为大安寨段重要油气富集部位。储集岩主要为中—厚层状介壳灰岩, 次为薄—中层状介壳灰岩夹薄层黑色页岩组合, 类型上属于非均质性极强的、以溶蚀孔洞缝为主要储集空间的非常规储层, 沉积相和裂缝为控制储层发育的两个主导因素<sup>[6]</sup>。据穿越近古陆滨浅湖至半深湖相区(自西向东)或跨越远古陆浅湖、湖坡和半深湖相区(自南向北)的众多含油气构造的储层产出层位统计结果(图 6), 储层的产状和物性特征, 明显受各级次基准面旋回控制, 有如下演化特点: ① 发育于中期基准面缓慢上升阶段的大三亚段, 因  $A/S < 1$ , 所增可容纳空间均为有效可容纳空间。由数个短期基准面上升形成的介壳滩—浅湖相序, 在下降期均受到强烈侵蚀冲刷, 相序上部的浅湖泥很难保存, 形成连片介壳滩向盆地方向快速进积的层序。因而储层分布范围最大、层位稳定、物性亦较好; ② 发育于中期基准面开始加速上升阶段的大二三亚段,  $A/S \ll 1$ , 所增可容纳空间为有效可容纳空间, 区域上以发育数个短期基准面上升形成的叠加介壳滩—浅湖相序为主, 但下降期的侵蚀冲刷作用弱, 浅湖泥保存较好, 介壳滩分布不连续形成加积层序。因而储层分布范围明显收缩, 厚度较小, 层位虽较稳定, 但大多为分隔的独立体, 物性中等; ③ 发育于基准面持续加速上升阶段的大二亚段,  $A/S > 1$ , 可容纳空间进一步增大, 但有效可容纳空间进一步缩小并局限在向滨浅湖方向迁移的浅湖至湖坡一侧, 由黑色页岩夹近源钙屑重力流沉积构成退积层序。因而储层的分布范围进一步缩小、厚度薄和隔层多、物性差; ④ 发育于中期基准面高速上升阶段的大一二下亚段,  $A/S \gg 1$ , 可容纳空间达最大值而有效可容纳空间为最小值, 全区沦为半深湖盆地而不利于储集岩相的发

① T. A. Cross, 1994, High-resolution stratigraphic correlation from the perspective of base-level cycles and sediment accommodation, 西北欧层序地层会议材料

育,取而代之的是以沉积油源岩相的黑色页岩为主;  
⑤发育于中期基准面由上升末期转向下降早期的大一上亚段,随  $A/S > 1$  向  $A/S \leq 1$  递减,可容纳空间增量主要于下降期发生递减,而有效可容纳空间在近古滨浅湖至远古陆浅湖一侧发生重新递增,形

成向盆地方向加积一弱进积的数个介壳滩→浅湖叠加层序。因而储层分布虽已向盆地方向扩大,但范围仍然有限,层位较稳定,但厚度薄,大多为分隔的独立体,物性中等,⑥发育于中期基准面快速下降阶段的大一亚段,  $A/S < 1$  向  $A/S \ll 1$  快速递减,可容纳空



注:图中田字格为储层发育层位;折线为相变线

图 6 大安寨段不同沉积相带生、储、盖层发育层位与中—长期基准面旋回关系

Fig. 6 Relationship between the strata developing source rocks, reservoirs and caprocks in the Da'anzhai Formation and the mid-long term base-level cycles in different sedimentary facies zones

间虽达最小值,但均为向盆地方向加速迁移的有效可容纳空间。由数个短期基准面上升形成的介壳滩→浅湖相序,在下降期均受到强烈的侵蚀冲刷,相序上部的浅湖泥通常被侵蚀变薄或缺失,因而亦形成叠加连片介壳滩向半深湖方向强烈进积的层序。储层的分布范围限于未受到河流影响的远古陆滨浅湖至湖坡一侧,具层位稳定,厚度大和物性好的重要特点;⑦至中期基准面下降达最低点位置时发育的过渡层,全区进入暴露范围逐渐向半深湖方向扩大的滨湖和洪泛平原环境,由杂色泥岩构成区域上稳定分布的盖层

如上所述,在大安寨段湖进—湖退沉积演化过程中,已形成良好的生、储、盖组合条件,其中储层的时空展布规律和格局,明显受到各级基准面旋回的演化控制。此特征不仅可直接指导油气藏勘探与开

发,同时也为非钻井区储层预测和评价的重要依据之一。

#### 参 考 文 献

- 1 邓宏文. 美国层序地层研究中的新学派—高分率层序地层学. 石油与天然气地质, 1995, 16(2): 89~97
- 2 邓宏文, 王洪亮, 李熙. 层序地层学基准面的识别、对比技术及应用. 石油与天然气地质, 1996, 17(3): 177~184
- 3 解习农, 李思田. 陆相盆地层序地层研究特点. 地质科技情报, 1993, 12(1): 22~26
- 4 余素玉, 邬金华. 层序地层学方法及其在陆相湖盆研究中的应用. 地质科技情报, 1993, 12(2): 37~42
- 5 陈发景, 赵海玲, 陈昭年等. 中国中、新生代前陆盆地的构造特征和地球动力学. 地球科学, 1996, 21(4): 366~372
- 6 郑荣才, 陈洪德, 刘文均等. 川北大安寨段储层深部热水溶蚀作用. 石油与天然气地质, 17(4): 293~301
- 7 Wilgus C K, Posamentier H, Hastings B S, et al. 层序地层学原理

(海平面变化综合分析), 徐怀大, 魏魁生, 洪卫东等译. 北京: 石油工业出版社, 1993. 1-515

## High-Resolution Sequence Stratigraphy of Da'anzhai Formation, Lower Jurassic in Sichuan Basin

Zheng Rongcai

(Chengdu University of Technology, State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu 610059)

### Abstract

According to the data of rock cores and well logging interpretations, three order base-level cycles were recognized from Da'anzhai Formation, Lower Jurassic in Sichuan Basin, which consist of 41~47 short-term base-level cycles, 5 mid-term base-level cycles and 2 long-term base-level cycles from bottom to top of the formation. The short-term base-level cycles could be divided into two cycle types of non-symmetry and symmetry, of which the former developed fining upward and the latter developed fining upward coarsening. The 5 mid-term base-level cycles were composed of several short-term base-level cycles in different stacking patterns and represented respectively the lowstand progradational sequence set, lake transgressive aggradational-retrogradational sequence set, lake flood aggradational parasequence set, early highstand aggradational to weak progradational sequence set and later highstand strong progradational sequence set. The 2 long-term base-level cycles consisted of 5 mid-term base-level cycles, and demonstrated separately the changes of the lake level rise and fall in long term during the Da'anzhai Epoch, Early Jurassic, and constituted the complete depositional sequence of lacustrine transgressive-regressive cycles. According to the high-resolution isochronostratigraphic correlation of the turnaround points of the multi-order based-level cycles, the Da'anzhai Formation high-resolution sequence stratigraphic framework can be built and it showed the relationship among the evolution of the multi-order base-level cycles and the distribution of the reservoirs, source rocks and caprocks of the formation.

**Key Words** high-resolution sequence stratigraphy base-level cycle parasequence set isochronostratigraphic correlation stratigraphic framework Da'anzhai Formation Sichuan Basin