

文章编号:1004-7824(1999)06-0037-07

准层序、岩性变换带在陆相红盆中的应用 ——以民和盆地 1:5 万红古城、新寺乡幅的白垩纪地层为例

蔡雄飞, 李长安, 顾延生

(中国地质大学, 湖北 武汉 430074)

摘要:陆相红盆与海相盆地在层序地层的基本单元和沉积作用等方面存在巨大差异。层序地层的基本概念、基本理论具体在陆相盆地中的应用,应紧密结合陆相盆地自身的发育特点,创造出真正适合于陆相盆地层序地层学的概念和模式。

陆相地层与海相地层相比规律性不明显,“层板对比”模式不适合陆相盆地地层分布实际。

准层序和岩性变换带的使用,是根据内陆红盆层序地层发育的自身特点,通过民和盆地白垩纪地层工作实践而提出的。它可以揭示陆相红盆层序地层的主控因素,把横向无序变为与成因相关的同期有序地层,使陆相层序、区域地层划分对比的研究不但可能,而且十分有效。

关键词:陆相红盆;准层序组;岩性变换带;民和盆地;下白垩统

中图分类号:P539.2 **文献标识码:**A

陆相层序地层与海相层序地层的不同性,已越来越被大家取得共识^[1-3],但具体在陆相红盆应用中还是大套照搬的多,真正结合具体陆相红盆的实际应用的少。这种套用不但符合陆相红盆充填序列的实际,而且对层序地层学的功能并未发挥。本文就近几年开展的民和盆地早白垩世地层 1:5 万区调实践,阐述陆相红盆地层、层序基本单元自身发育的特点,以便阐明陆相红盆地层序地层不能照搬海相层序的作法,而是有其自身的发育和发展规律;阐述准层序组和岩性变换带结合使用,有助于提高陆相地层划分和对比的精度。

1 陆相层序地层基本单元的自身特点

海相层序地层学研究的核心和重要内容是海平面变化,层序基本单元的划分均是依赖海平面变化。因此构造作用、海平面升降变化在控制海相层序因素中起主导作用,而古气候、沉积物质供给则处于次要地位。陆相红盆的层序地层的主控因素恰恰相反,除构造因素外,古气候、物源区供给则成为主导因素。有什么样的古气候和物源成分就堆积什么样类型的沉积物,因而与海水面相当的湖水进退面并不是主控因素,而是一种表现形式。

两种类型层序地层控制模式的本质差异,来自于不同类型的盆地的沉积作用和方式。陆相红盆的规模一般远较海相盆地小,水体深度也浅得多。在物源供给上,海相盆地从大陆一个方向供给,而陆相红盆则由四周供给,不存在陆源碎屑物质供给不到的地区。因此,陆

相红盆具多物源、多沉积中心、补给快、相带窄、变化大、气候对沉积物供给的影响更具特色等特点。

陆相红盆与盆外因素具有密不可分的耦合关系^[4],其中以构造、源区岩性、气候变化尤为重要。构造因素不但控制陆相红盆的生长和盆地类型的转换,又间接地通过其它因素影响陆相地层的沉积特征。盆地的物质来源、沉积作用方式和水体进退变化都取决于基底构造和气候状况,而气候条件决定风化作用和物质来源的方式。因此陆相红盆的沉积类型及变化特征成为构造和气候作用的良好标志。

陆相红盆的上述特点决定了有什么样的古构造、古地理背景,就会产生什么类型的陆相盆地。从沉积物演化看,中国陆相红盆存在着两种不同类型沉积:一种是盆内经历了一个完整的巨大旋回,纵向上由紫红色粗陆源碎屑-黑/灰色细碎屑-紫红色粗碎屑组成,水体由浅到再到浅,沉积环境由氧化到还原再到氧化的特征;另一种类型是盆内经历了一个不完整的巨旋回,纵向上为紫红色粗碎屑到细碎屑。此外,红盆所处纬度的高低,也引起不同气候、不同植被、不同水系发育。因此,陆相红盆之间差异悬殊,各不相同,各个发展阶段具有不同的地层类型和截然不同的地层结构。

层序地层在红盆中的应用应根据盆地的具体发育特征,分析不同的变量,研究不同的因素和影响程度,而不应该套用。以海相层序常用的基本划分单元(低水位、高水位、海进体系域、凝缩层,简称“三分一层”)为便,凝缩层只能在大型湖盆的深湖区才有可能见到,在绝大多数陆相湖盆环境难以见到。这是因为陆相湖盆几乎没有物源区供给不到的地区,充足的物源和频繁的韵律旋回变化抑止了凝缩层的生长。再如低水位体系域,一般把陆相盆地的砂砾岩都作为其产物,其实不然。实践表明,高水位体系域也可发育,只要具备斜坡、水道等环境都可以造成。这种“三分一层”划分的单元,在陆相层序划分不可能具备,在纵向上无法配套,其在应用中具局限性。

以湖平面升降为主的控制因素,在陆相层序中划分“三分一层”实质上是一个误区。因为引起陆相河、湖水面整体扩展和萎缩的是气候作用。气候作用常造成陆相盆地的相突变频繁。而气候作用最重要的幕式沉积作用形式就是历史长河中经常出现的大小不等的洪水泛滥面。这些大小不等的洪水泛滥面常含突发性事件沉积特点,其事件沉积作用不但影响湖水面变化,而且对沉积物供给影响更明显,造成灾变沉积和非灾变沉积的岩性组合。因此,抓住区域上比较大的洪水泛滥面而划分的准层序和准层序组,比较适合陆相河、湖环境引起水体变化的主导因素,而且这种洪泛面常具突然跳动的界面。陆相层序有几个重要界面:湖水进、退之间的界面和不同旋回的界面等。这些界面野外特征十分醒目,易于识别,便于划分和操作,是划分陆相基本层序单元的基础。

2 陆相地层的发育特点

陆相与海相的沉积作用存在极大的不同性,它的地层并不像海相大陆边缘地层那么有规律分布,它的相序规律仅仅在特定条件下才符合瓦尔特相律。因此,陆相盆地多以事件沉积和不连续沉积为主。

陆相地层的充填作用方式常具进积、退积、侧向和垂向加积4种堆积形态的复杂交织过程,其中侧向加积作用广泛发育。侧向加积作用是陆相盆地最重要,也是最常见的一种堆积方式。这种堆积方式在曲流河、河道和湖泊中甚为发育侧向加积作用形成的地层并不是“千

层饼”的形态,而是在横向上构成不规则、不连续的“夹饼状”地层,它们多呈透镜状或楔状夹在具平展、连续延伸的层状地层体之间。

进积作用和垂向加积作用在陆相湖盆演化中交织出现。当湖盆整体萎缩,出现向湖盆的进积作用,使沉积斜坡可能变陡,使不稳定沉积体通过滑塌、蠕动而顺坡变形,出现重力流和非策略流沉积。非策略流则以垂向加积作用为主。这就形成了在侧向上出现进积作用和垂向加积作用相伴生、彼此不连续的,但具有成因联系的沉积体。单一的垂向加积作用一般在特定环境中才能形成板状的地层体,如太湖。由于缺乏大量地表径流注入,缺乏相应的推动水体流动的自然背景,因此水体相对平静,其沉积物均为悬浮质,沉积作用以垂向加积作用为主,构成近水平的湖底沉积物。

因此,陆相地层在纵向上有序,横向上无序,常具“地方性”色彩。陆相盆地的这种横向地层特点决定海相地层“层板模式”不适合陆相地层划分与对比的需要,并常常引起失误。

3 陆相层序基本单元和岩性变换带在陆相地层中的应用

陆相层序基本单元就是准层序和准层序组。其本身具有事件沉积作用的意义。它是根据陆相河、湖盆区域上最大洪水泛滥面具有相同成因和成生联系的一套岩性组合体。一个准层序代表了一个洪水事件沉积作用从开始—高潮—回落的几个阶段,它是构成准层序组的基本单元。

准层序组是陆相层序的基本单元,是若干成因相似和级别相同的准层序在垂向上不断叠覆的再现。在事件-环境旋回过程中始终处于相同的构造背景和相同的沉积作用,因而岩性变化不大。

准层序(组)的建立,为陆相盆地的区域地层划分和对比提供了基础,结合岩性变换带,使得那些相互隔离的地层在横向上联系起来研究提供了可能。以准层序和准层序组为层序地层划分单元,在陆相盆地分析中既准确又十分方便,不但能够在时间过程中进行有效划分,而且能够在空间上进行有效对比。现以民和盆地 1:5 万红古城、新寺乡幅下白垩统盐锅峡组、红古城组为例进行讨论。

民和盆地红古城、新寺乡幅的下白垩统厚度较大,出露较齐全,剖面比较连续,顶底界线清楚,是建组和研究层序地层比较理想的场所。下白垩统自下而上可建立朱家台组、盐锅峡组、红古城组和花庄组 4 个岩石地层单元。这 4 个岩石地层单元纵向上可建立 8 个准层序组,其中朱家台组分为 2 个准层序组,盐锅峡组 3 个、红古城组 2 个、花庄组 1 个。它们的界面都具等时格架,其中盐锅峡组的 3 个准层序组都是湖水进、退的重要界面,它们均为浪成交错层理和蓝灰色薄层灰岩或泥岩组合。蓝灰色层均位于具流成交错层理的中薄层细砂岩之上(图 1),显然水深已远远超过浪成交错层理形成深度,为还原的较深浅湖相标志,代表区域上最大的洪水泛滥面标志。

红古城组作为盆地萎缩期的产物,在纵向上根据组内两个大的洪泛界面可划分为两个准层序组单元。两个准层序组岩性组合差异较大(图 2)。下准层序组以中薄层状细粉砂岩与粉砂质页泥岩互层,旋回频繁而又清楚。薄层细粉砂岩层面上普遍发育不对称的流水波痕,上部的粉砂质泥岩层面上发育龟裂,这是一个由洪水作用而造成湖水不断进退的沉积序列。具流水波痕的薄层细粉砂岩,其形成方式为洪水作用开始至高峰期的产物,而其上发育龟裂的粉砂质页岩、泥岩是洪水后的产物。该准层序与盐锅峡组顶部灰绿色粉砂质页岩呈

突变接触。上准层序以中厚层细粉砂岩与粉砂质泥岩互层。中厚层细粉砂岩普遍发育波痕和交错层理。自下而上岩性由细砂岩变为粉砂岩、粉砂质泥岩,沉积构造也相应出现舌状波痕、不对称波痕、干涉波痕、潜穴和泥裂等沉积构造组合。该准层序单元显然比其下部的洪泛作用更大,引起湖水上升动荡强烈,而洪水退却比较缓慢,反映了盆地流动介质和物理化学性质发生了重大转换。

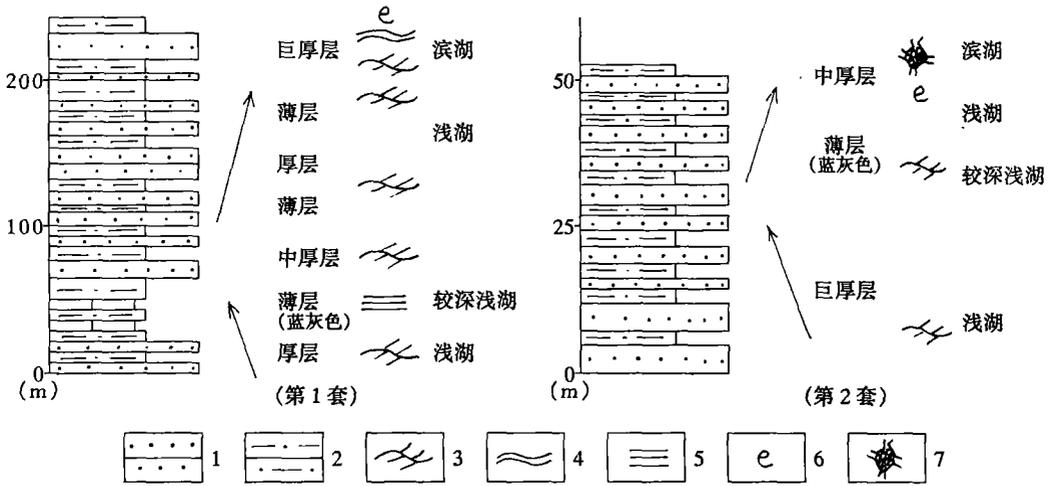


图1 盐锅峡组准层序组序列

1. 细砂岩; 2. 粉砂质泥岩; 3. 浪成交错层理; 4. 波状层理; 5. 水平纹层; 6. 遗迹化石; 7. 泥裂

Fig. 1 The parasequence sets in the Yanguoxia Formation, Gansu

1 = fine-grained sandstone; 2 = silty mudstone; 3 = ripple cross bedding; 4 = wavy bedding;

5 = horizontal lamination; 6 = trace fossil; 7 = mud crack

纵向上的准层序的建立,仅仅完成了时间序列上的层序地层分析。空间的对比也必须在准层序的理论指导下,以洪泛面为界,借助于岩性变换带方法,才能确定岩层在成因上相关的一套岩层。盐锅峡组虽然在区内分布广泛,但南北缘出露不一样。南缘出露完整,北缘仅见中上部地层,这就需要用准层序组结合岩性变换带进行对比和控制。盐锅峡组第二准层序组蓝灰色标志层之下夹有砾质细砂岩,而且有多层厚层细砂岩,根据该准层序组岩性组合特点,在民和盆地的中北部砾质细砂岩变为含砾细砂岩,厚层细砂岩在北部变为中厚层细砂岩。

红硬需组虽然在横向上的准层序组岩性组合变换快,但其基本特征处处可见。从图幅西部到东部距离间隔 10km,该组下准层序组的岩性单位准层序旋回层显著减少,但其具薄层富含水下流动构造的细砂岩、粉砂岩与富含暴露构造的龟裂的粉砂质泥岩组合特征未变。而上准层序组单元不但厚度大为变薄,岩性也急剧变换,从西部的 5~6 套中一厚层细砂岩、粉砂岩,变为东部的仅仅 1 套中一厚层细砂岩、粉砂岩,沉积构造由丰富急剧变为单调,反映了盆地边缘所处位置不同,受水体影响和物源供给也大不相同,但其可追索的准层序界面使之可对比的成因相关的岩性组合特征仍可见。因此,西部和东部红古城组横向岩性变化通常先划分出岩性变换带,在此基础上,进行准层序基本序列、特征的对比如。

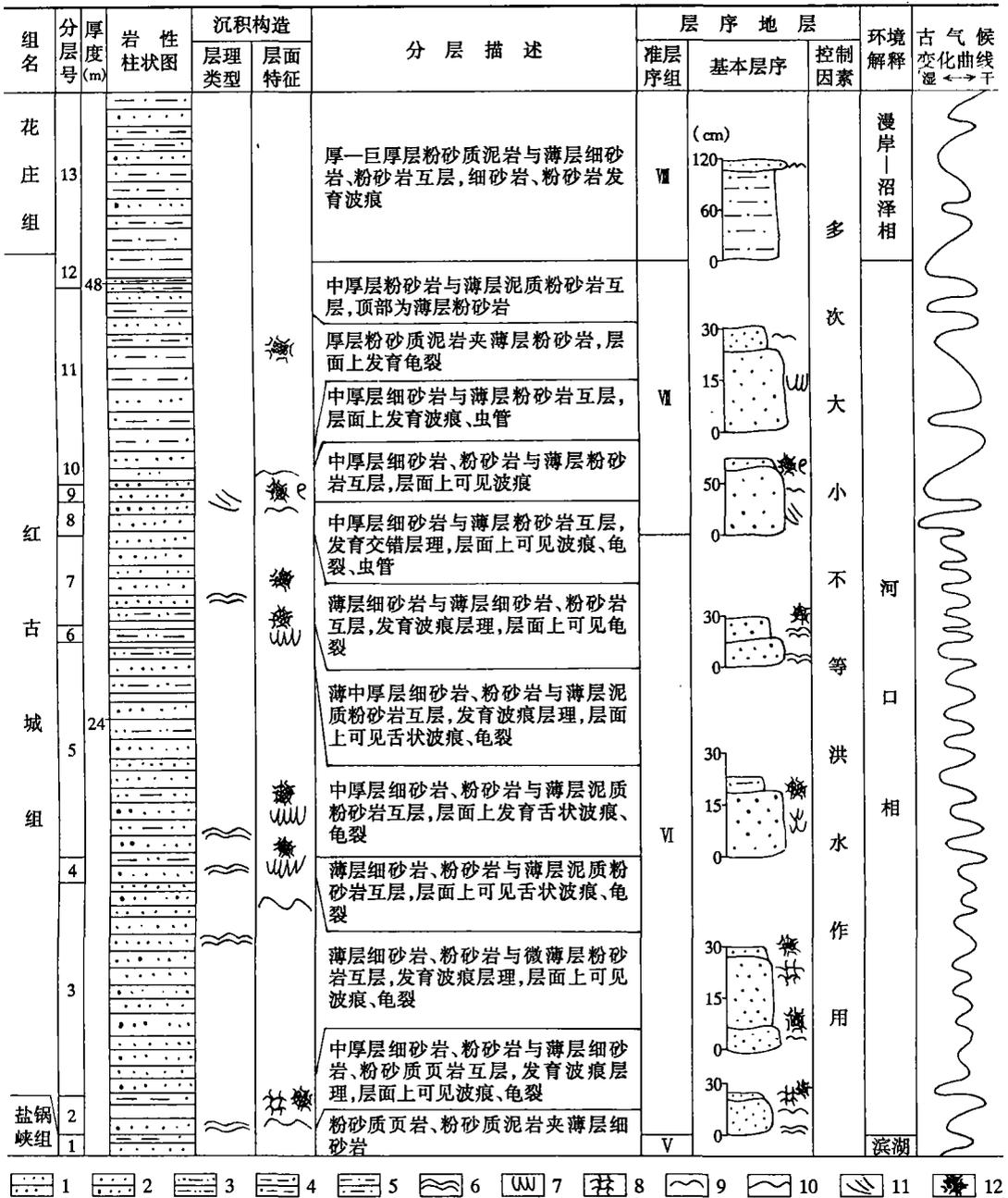


图2 红古城组准层序、准层序组特征

1. 细砂岩; 2. 细砂岩、粉砂岩; 3. 泥质粉砂岩; 4. 粉砂质页岩; 5. 粉砂质泥岩; 6. 波痕层理; 7. 舌状波痕; 8. 干涉波痕; 9. 波痕; 10. 不对称波痕; 11. 交错层理; 12. 龟裂

Fig. 2 The parasequences and parasequence sets in the Honggucheng Formation

- 1 = fine-grained sandstone; 2 = fine-grained sandstone and siltstone; 3 = muddy siltstone; 4 = silty shale; 5 = silty mudstone; 6 = ripple bedding; 7 = lingulate ripple mark; 8 = interference ripple mark; 9 = ripple mark; 10 = asymmetrical mark; 11 = cross bedding; 12 = mud crack

该准层序组的建立和岩性变换带的划分,不仅在横向上可进行对比,而且在盆地远距离的南北两侧仍然可以进行有效对比。该图幅的白垩系受后期构造作用改造强烈,全区地层构造格架由一系列褶皱呈线性展布。盆地南北部从古水流向和陆源碎屑组分来看,是不协调的,呈南陡北缓的古地理特征。这虽然从南部下白垩统朱家台组大量砂砾岩快速堆积可以佐证,但红古城组南北岩性变换也反映了盆地南陡北缓的特征。红古城组两个准层序组在南部尽管岩性组合特征变换甚大,但以洪泛面为界的两个上下准层序特征仍然可见。下准层序组依然发育在盐锅峡组具灰绿色薄层粉砂质页岩的突变面上,下准层序组岩性组合变为微薄层粉砂岩与粉砂质页岩互层,沉积构造不甚发育,北部出现的大量波痕、泥裂始终未出现。该组的上准层序组单元尽管仍可见几大套中厚层细砂岩、粉砂岩,但沉积构造发生了很大变化,北部大量波痕在南部变为以板状交错层理和浪成交错层理为主。同期准层序组南北沉积构造组合内容不同,反映了盆地南北部环境深度不同,北部浅南部深,它们是由于岩相不同而导致的。

由上可见,准层序组结合岩相变换带的应用,可以把横向上具成因地层单元联系的,可对比的,互相隔离的地层有机地联系起来,恢复地层的本身具有的外延内涵的自然属性,提高了陆相地层研究的精度。

准层序和准层序组结合岩性变换带的应用是根据陆相盆地层序地层和充填作用发育特点而产生的。这种准层序和准层序组本身就具事件沉积作用,具高分辨率。因而层序地层在陆相盆地应用,根据各个盆地的具体情况,借鉴海相层序地层学的基本原理,因地制宜,不断探索。

参考文献:

- [1] 李思田等. 鄂尔多斯盆地东北部层序地层学及沉积体系分析[M]. 北京:地质出版社,1992.
- [2] 刘立,王东坡. 陆相地层的层序地层学:层序的特征与模式[J]. 岩相古地理,1996,16(5):47—53.
- [3] 高山林. 陆相层序地层学若干问题的讨论[J]. 西北地质,1997,1:1—6.
- [4] 蔡雄飞. 陆相沉积盆地的构造与沉积演化节律耦合关系[J]. 地学前缘,1997,4(4):298.

Applications of parasequences and lithologic zones to continental red basins: an example from the Cretaceous strata in the Honggucheng and Xinsixiang regions of the Minhe Basin

CAI Xiong-fei, LI Chang-an, GU Yan-sheng
(*China University of Geosciences, Wuhan, 430074, China*)

Abstract: There are gaps in basic units of sequence stratigraphy and sedimentation in both continental red basins and marine basins. The continental strata are always vertically persistent, but inextensive laterally. In this respect, the "strata-plate correlation" model should not be adaptable to continental strata. Caution should be exercised in the application of the fundamental concepts and theories about sequence stratigraphy of marine strata to continental strata. A parasequence is a relatively conformable succession of genetically related beds or bedsets bounded by marine-flooding surfaces and their correlative surfaces. It represents several stages of initiation, culmination and waning of fluvial event deposition, and therefore may act as a basic element of a parasequence set. A parasequence set is a succession of genetically related parasequences which form a distinctive stacking pattern that is bounded, in many cases, by major marine-flooding surface and their correlative surfaces. Its tectonic settings and sedimentation always remain unchanged throughout an event cycle. The study of the Cretaceous strata in the Honggucheng and Xinsixiang regions of the Minhe Basin was conducted with the aid of parasequences, parasequence sets and lithologic zones, which may make it possible to study the horizontally separated strata in the division and correlation of regional strata in continental basins.

Key words: continental red basin; parasequence set; lithologic zone; Minhe Basin; Lower Cretaceous