

文章编号: 1001-6112(1999)03-0225-07

# 塔里木盆地上泥盆统-三叠系层序地层及控制因素分析

王毅

(石油大学, 山东东营 257062)

**摘要:** 塔里木盆地泥盆统-三叠系层序地层可划分为 2 个巨层序、5 个超层序、12 个层序。晚泥盆世-三叠纪区域大地构造演化经历了“古新疆板块”的局部裂解与再拼贴的过程, 塔里木盆地则经历了晚泥盆世-早二叠世弧后裂谷和晚二叠世-三叠纪前陆盆地两个阶段。巨层序 I 为弧后裂谷演化阶段的产物, 其中超层序 IA 代表克拉通内坳陷盆地的沉积, 超层序 IB 代表弧后克拉通内裂谷盆地充填沉积。巨层序 II 为前陆盆地演化阶段的沉积, 其中超层序 IIA 代表周缘前陆盆地的充填沉积, 超层序 IIB 和超层序 IIC 是内陆坳陷盆地的沉积。研究表明, 构造作用在大部分 III 级层序形成中起着决定性作用, 只是在构造相对稳定的晚泥盆世-石炭纪的被动大陆边缘和克拉通盆地演化时期, 全球海平面的升降变化才对其层序的形成起了较大的作用。

**关键词:** 泥盆统-三叠系; 构造作用; 层序; 板块碰撞; 塔里木盆地

**中图分类号:** TE121.3

**文献标识码:** A

塔里木盆地位于塔里木板块之上, 是介于中国天山、昆仑山造山带之间的, 由不同时期、不同构造环境下形成的大型叠加复合盆地<sup>[1]</sup>。震旦纪以来经历了震旦纪-中泥盆世、晚泥盆世-三叠纪、侏罗纪-第四纪 3 个构造旋回。其中晚泥盆世-三叠纪构造旋回可进一步划分为晚泥盆纪-早二叠世弧后裂谷盆地阶段和晚二叠世-三叠纪前陆盆地阶段。在这种区域构造背景下, 塔里木盆地晚泥盆世-三叠纪各演化阶段都有其对应的沉积层序充填, 形成了不同特征的层序地层。

## 1 上泥盆统-三叠系层序地层特征

### 1.1 不整合面级次的划分

根据构造运动特征及各构造层在地震剖面上的表现, 塔里木上泥盆统-三叠系可以划出 3 级不整合面。

(1) I 级不整合面: 为区域性地壳运动、构造应力场转换造成的大规模不整合界面。上泥盆统-三叠系中共识别出 3 个 I 级不整合面。

(2) II 级不整合面: 与地区性的构造幕或全球性海平面下降有关的不整合界面, 盆地边缘带往往出现明显的侵蚀现象, 地震剖面上具有下削上超的特

征, 盆地内部表现为上超至平行整合。上泥盆统-三叠系中共识别出 3 个 II 级不整合面。

(3) III 级不整合面: 由局部的构造运动或全球性海平面波动有关的不整合界面, 盆地边缘可出现陆上沉积间断, 即地表暴露侵蚀现象; 地震剖面上可见上超现象和地区性不整合。上泥盆统-三叠系沉积充填序列中共识别出 7 个 III 级不整合面。

### 1.2 层序地层的划分原则

本文以 I 级不整合面作为 I 级层序的控制边界; 以 II 级不整合面作为 II 级层序的控制边界; 以 III 级不整合面作为 III 级层序的控制边界。III 级层序内部可进一步划分出更大量的低一级层序, 受地震分辨率限制在地震剖面上无法鉴别, 但通过钻井与露头资料分析可以识别与对比, 这些层序表现出地层内部大量的由相对海平面升降控制的水进—水退式的旋回式的沉积。

### 1.3 上泥盆统-三叠系层序地层系统

根据上述原则, 塔里木盆地上泥盆统-三叠系层序地层可以作 3 级划分。其中, 巨层序 2 个, 超层序 5 个, 标准层序 12 个(表 1)。

巨层序 I 包括上泥盆统、石炭系至下二叠统的两个超层序, 具体特征见图 1 所示。简言之, 它有如下 4 个特点: 总体呈现东薄西厚的楔形, 沉积中心

收稿日期: 1999-07-13

基金项目: “九五”国家重点科技攻关项目一级专题(96-111-01-04)的部分内容。

作者简介: 王毅(1961-), 男(汉族), 山东淄博人, 博士, 主要从事层序地层学、构造地质学与盆地分析等研究。

表 1 塔里木盆地晚泥盆世- 三叠纪层序地层划分及构造演化简表

Table 1 Simplified table showing the division of sequence stratigraphy and the evolution of tectonics in the late Devonian- Triassic of the Tarim Basin

地质年代			年龄 <sup>[2]</sup> Ma	层序地层系统				盆地演化进程			大地构造事件
代	纪(世)	代号		巨层序组	巨层序	超层序	层序	盆地类型	演化阶段	构造旋回	
中生代	侏罗纪- 第四纪	T	205	侏罗系至第四系巨层序组				侏罗纪至第四纪构造旋回			印度板块与亚欧板块碰撞, 陆内造山形成。
				上泥盆统至三叠系巨层序组	II	II C	II C 1	内陆坳陷盆地、前陆盆地	内陆坳陷盆地亚阶段	前陆盆地阶段	
	II B	II B 1 ~ II B 3				周缘前陆盆地	周缘前陆盆地亚阶段				
	II A	II A 1 ~ II A 2			弧后裂谷盆地		弧后裂谷盆地亚阶段				
	I B	I B 1 ~ I B 3				I	克拉通内坳陷盆地和克拉通边缘坳陷盆地	克拉通坳陷盆地亚阶段	克拉通内裂谷盆地阶段	“古新疆板块”的局部再裂解, 古特提斯洋向塔里木板块的俯冲形成陆缘岩浆弧, 形成弧后裂谷; 塔里木盆地早二叠世基性- 中酸性火山岩喷发	
	IA	IA 1 ~ IA 5		震旦纪至中泥盆世构造旋回			“古新疆板块”裂解与拼合				
IA	IA 1 ~ IA 5	震旦纪至中泥盆世构造旋回			“古新疆板块”裂解与拼合						
早二叠世	P <sub>2</sub>	250	上泥盆统至三叠系巨层序组	II		II A	II A 1 ~ II A 2	周缘前陆盆地	周缘前陆盆地亚阶段	前陆盆地阶段	晚泥盆世至三叠纪构造旋回
早二叠世	P <sub>1</sub>	260			I B	I B 1 ~ I B 3	弧后裂谷盆地	弧后裂谷盆地亚阶段	克拉通内裂谷盆地阶段		
石炭纪	C	290		I	IA	IA 1 ~ IA 5	克拉通内坳陷盆地和克拉通边缘坳陷盆地	克拉通坳陷盆地亚阶段	克拉通内裂谷盆地阶段	晚泥盆世至三叠纪构造旋回	“古新疆板块”的局部再裂解, 古特提斯洋向塔里木板块的俯冲形成陆缘岩浆弧, 形成弧后裂谷; 塔里木盆地早二叠世基性- 中酸性火山岩喷发
晚泥盆世	D <sub>3</sub>	355				震旦纪至中泥盆世构造旋回			“古新疆板块”裂解与拼合		
前晚泥盆世		375		震旦纪至中泥盆世构造旋回				震旦纪至中泥盆世构造旋回			“古新疆板块”裂解与拼合

位于盆地西南部; 盆地内部主要发育海进和高水位体系域, 低水位体系域主要发育在西南地区和西北乌什地区; 沉积特征以海陆交互相—陆相碎屑岩为主并夹有碳酸盐岩, 西南地区石炭—下二叠统碳酸盐岩比较发育; 超层序 IA 为自西而东的海进层序组合, 超层序 IB 为由东向西的退积层序组合。

巨层序 II 包括上二叠统一三叠系, 进一步可划分为 3 个超层序(超层序 II A、II B 和 II C, 见图 2)。总体特征为: 从超层序 II A 起, 基本由陆相沉积组成; 地层分布形态和范围与上下层序明显不同, 说明构造环境有很大差异; 超层序 II A 和 II B 为水进层序组合, 超层序 II C 为水退层序组合, 构成一完整的旋回式沉积序列。

## 2 上泥盆统- 三叠系层序地层形成的控制因素

本文研究表明, 上泥盆统- 三叠系绝大部分层序及其界面的形成并非直接受全球海平面变化控制, 而构造作用在大部分层序形成中起了控制作用, 全球海平面的变化只在某些盆地稳定时期才起主要作用。

### 2.1 塔里木盆地上泥盆统- 三叠系层序划分与全球层序地层系统的比较

#### 2.1.1 巨层序 I 与 Kaskaskia 巨层序的比较

第 I 巨层序从上泥盆统底界开始至下二叠统顶部不整合面结束; 全球层序地层中的 Kaskaskia 巨

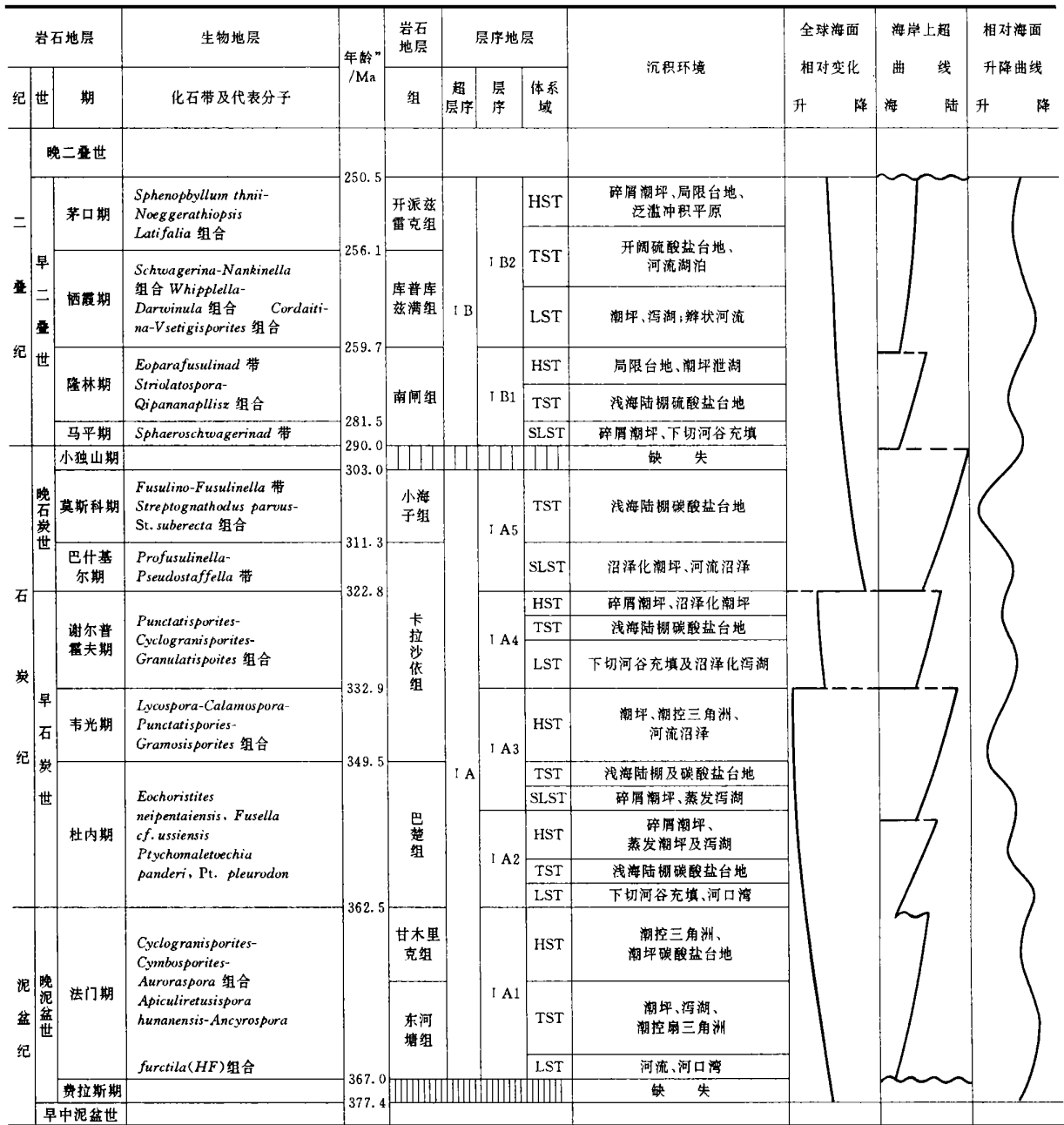


图 1 塔里木盆地晚泥盆世- 早二叠世层序地层划分及海平面变化规律

Fig 1 The division of sequence stratigraphy and the changing rule of sea level during the Late Devonian to the Early Permian in the Tarim Basin

层序是从志留系顶部开始(413Ma),下石炭统顶面不整合结束<sup>[4]</sup>,在时限上它们存在较大差异。其中第 I 巨层序底界在时间上晚 38Ma;其成因主要是与塔里木板块周缘一系列板块或地块碰撞、拼合、挤压挠曲引起的区域性隆升作用有关;顶界在时间上较 Kaskaskia 巨层序顶界晚 63Ma,其原因主要是塔里木板块南北缘陆块碰撞造山后引起区域性隆起剥蚀

所致。这一巨层序实际包括 KB 和 A bsaroka(下)巨层序,而全球层序中发生在巨层序 Kaskaskia 与巨层序 A bsaroka 之间的最大不整合面在塔里木只是 I A 超层序中 I A3 与 I A4 之间的分界面,因而它在发育规模和层序界面级别上与全球层序系统有很大差别。塔里木盆地古生代以来最大的不整合发生在晚泥盆世早期,相对于巨层序 Kaskaskia 内部。这

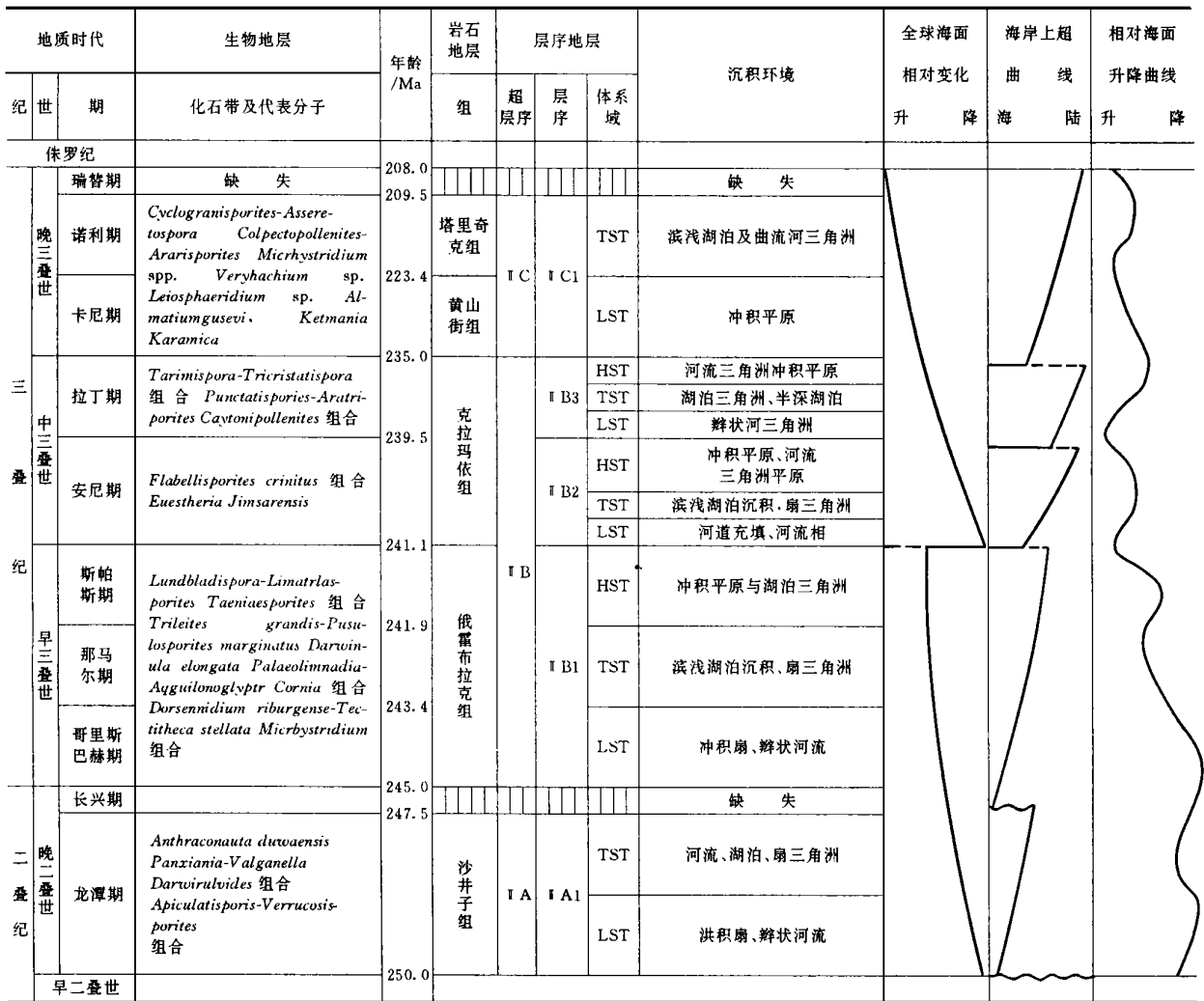


图 2 塔里木盆地晚二叠世-三叠纪层序地层划分及沉积基准面变化规律

Fig. 2 The division of sequence stratigraphy and the changing rule of sedimentary datum level during the Late Permian to the Triassic in the Tarim Basin

说明了塔里木盆地构造发育与全球的不一致性。IA 顶与 IB 顶界的形成均主要与塔里木板块北缘板块碰撞、闭合引起的区域性隆起有关。总的来讲，第 I 巨层序是在构造运动稳定到强烈活动期中形成的。如在 IA 形成期，其构造活动相对稳定，全球海平面的变化在一定程度上影响了次级层序的形成和发育，也就是全球海平面的升降造成了层序旋回的形成。此时层序为低水位体系域不发育，而以大规模的海侵体系域和高水位体系域为特征。而超层序 IB 形成发育期，其构造的活动性相对增强。这时的层序发育基本不受全球海平面的控制，而主要由多期的构造活动控制了次级层序的发育，并以大量低水

位体系域的沉积为特征，代表了盆地内部差异升降运动和构造活动性的增强。

### 2.1.2 巨层序 II 与 A bsaroka 巨层序的比较

巨层序 II 从上二叠统底至三叠系顶部不整合，而全球层序地层中的 A bsaroka 巨层序则是从下石炭统顶面不整合开始，至中侏罗统结束 (177Ma)。因此，该巨层序与全球层序表中的超层序 LAB 上部和超层序 UAA 对应，在时限上存在较大的差异，其顶界比全球层序地层图中的 A bsaroka 巨层序顶界早 28Ma，这主要与印支运动在本区引起的大规模隆升剥蚀变形有关。巨层序 II 沉积时期，塔里木已完全成为内陆盆地，其层序界面的形成已不与全球海

平面有任何联系,完全受构造作用等因素的控制。

## 2.2 塔里木盆地上泥盆统-三叠系各层序界面形成的控制因素

### 2.2.1 晚泥盆世-三叠纪区域大地构造演化特征

晚泥盆世-三叠纪区域构造经历了“古新疆板块”的局部裂解与再拼贴的过程,塔里木盆地则经历了晚泥盆世-早二叠世弧后裂谷盆地和晚二叠世-三叠纪前陆盆地两个演化阶段。晚泥盆世-早二叠世,塔里木大陆岩石圈处于局部拉张变薄阶段,可进一步划分为晚泥盆世-石炭纪克拉通内拗陷亚阶段和早二叠世弧后裂谷盆地亚阶段。

晚泥盆世,在已经形成的“古新疆板块”的基础之上,在南天山南部地区发生裂解,形成了有限洋盆<sup>[5]</sup>。南天山洋在晚泥盆世晚期至早石炭世为收缩残余洋,晚石炭世开始闭合,即晚石炭世至早二叠世南伊犁岛弧和中天山岛弧已与塔里木大陆碰撞在一起,两者的碰撞先从东端开始,呈向西开口的剪刀状逐渐闭合;同时北天山准噶尔洋闭合,使哈萨克斯坦—准噶尔板块碰撞拼贴在一起,古生代末塔里木板块成为亚欧板块南部边缘的一部分。塔里木盆地南缘晚泥盆世-石炭纪为被动大陆边缘,石炭纪晚期-早二叠世,塔里木盆地南缘由被动大陆边缘转为活动大陆边缘,古特提斯洋沿塔什库车干-康西瓦-玛沁一带向其北的塔里木大陆板块俯冲,形成岛弧火山活动。塔里木盆地位于塔里木南缘的弧后位置,早二叠世盆内广泛发育的双模式大陆裂谷火山岩系与古特提斯洋的俯冲和岛弧活动有关,因此,早二叠世塔里木盆地大陆裂谷性质属于一种弧后的克拉通内裂谷盆地性质。晚泥盆世-早二叠世盆地类型可划分为晚泥盆世-石炭纪克拉通内拗陷亚阶段和早二叠世弧后克拉通内裂谷亚阶段两个时期。超层序IA代表克拉通内拗陷盆地沉积的产物,超层序IB代表弧后克拉通内裂谷阶段的盆地充填沉积。

晚二叠世-三叠纪塔里木板块已成为欧亚大陆板块南缘,构造演化逐步受南面特提斯构造带的影响和控制。这一时期塔里木板块南缘为活动大陆边缘,表现为古特提斯洋向北的欧亚板块强烈俯冲,主要发生了两期碰撞拼贴事件:一个是被古特提斯洋驮着的甜水海地体与塔里木板块在二叠纪末-三叠纪初的碰撞拼贴,形成康西瓦-玛沁缝合带,另一个是三叠纪末羌塘地块与欧亚大陆的碰撞拼贴,形成龙木错-玉树缝合带或可可西里缝合带,上述双重

的碰撞产生了强大的挤压应力场,使塔里木盆地南缘大范围隆起剥蚀,缺失三叠系。塔里木盆地北缘在结构上亦发生了很大的变化,天山洋在早二叠世末关闭碰撞后开始隆升;同时受南缘板块活动的影响,其古天山造山带急剧隆升,形成山系和物源区,并向盆地内冲断,强烈的冲断和快速的充填作用,岩石圈发生挠曲变形,形成库车前陆盆地,盆地中部亦在两侧挤压应力场作用下拗陷下沉形成盆地。超层序IIA、IIB和IIC代表前陆盆地的充填沉积。

### 2.2.2 各层序界面形成的控制因素

上泥盆统-三叠系各层序地层界面的形成是相对海(湖)平面下降造成的,由于受塔里木板块南北边缘活动带的影响,区域构造作用是相对海(湖)平面变化的主控因素。特别是晚泥盆世-三叠纪塔里木盆地沉积演化过程中,发生了多期的构造运动或地质事件,它们不但对盆地的演化进程起了不同程度的控制作用,同时还控制了主要层序界面的形成和层序的发育。

超层序IA底界面是早、中泥盆世晚期的海西早期运动的产物,在盆地内部地震剖面上,上泥盆统东河砂岩及石炭系反射波组明显削蚀下伏层序。这是盆地演化过程中重要的构造事件,它主要与南天山洋向其北的中天山地块的俯冲消减活动和塔里木板块南缘强烈的前陆冲断褶皱作用的发生,以及东北缘中天山岛弧向塔里木盆地仰冲有关,并使塔里木盆地又进入了以拉张沉降作用为主的阶段。

超层序IB底界面代表发生于晚石炭世晚期的海西中期运动,这期运动在天山和准噶尔地区广泛存在,并伴有岩浆活动。目前,塔里木盆地钻遇石炭系的井中,普遍缺失晚石炭世晚期(马平期)的地层,且在下伏石炭系顶部发育有角砾状灰岩及溶孔、溶洞等暴露之标志。这次运动可能与早二叠世早期塔里木盆地普遍的大陆裂谷火山岩浆活动有关。

超层序IIA底界面为早二叠世末的海西晚期运动的产物,在盆地北部拗陷的西北部地震剖面上,主要表现出上、下二叠统的不整合一反射。该构造运动可能起因于北缘各地块的完全碰撞拼贴和陆块间的A型俯冲,同时也使塔里木盆地由早二叠世的拉张裂谷演化转变为晚二叠世挤压挠曲体制下的前陆盆地演化阶段,并结束了塔里木盆地古生代海相沉积的历史。

超层序IIB底界面代表发生在二叠纪末的海西末期运动,表现为三叠系与下伏地层广泛的不整合

接触。此构造运动可能与甜水海地体与塔里木大陆的拼贴碰撞有关,并以抬升和强烈剥蚀为特征。

超层序 II C 顶界面反映了三叠纪末的印支运动,表现为一大型侵蚀—上超型不整合面。这是盆地演化过程中一次重要事件,使盆地大部隆起遭受剥蚀,并出现了准平原化的构造面貌。同时结束了造山后调整时期的内陆拗陷演化阶段,转化为塔里木板块南缘各地块或地体的碰撞导致盆地内陆造山带隆起、拱张和走滑等引起的多期断陷盆地类型。这期构造运动主要与三叠纪末期发生的羌塘地块同塔里木板块的碰撞作用有关。

综上所述,塔里木盆地受塔里木板块南北边缘活动带的影响,上泥盆统—三叠系各层序界面与全球层序系统中对应的层序组界面不吻合,这些特点反映出区域性的构造作用对本区层序形成和发展的控制作用。因此,塔里木盆地上泥盆统—三叠系大部分层序的形成过程中,构造作用的控制是第一位的,是起着决定性作用的重要因素。只是在构造相对稳定的晚泥盆世—石炭纪时期,盆地处在稳定的被动大陆边缘和克拉通演化时期,全球海平面的升降变化才对其层序的形成起了较大的作用。

### 3 上泥盆统—三叠系的生、储、盖组合

大油气田形成的关键因素之一是具备有利的生、储、盖组合条件。IA3 层序陆棚边缘体系域和高水位体系域的碎屑潮坪相泥岩(上、下泥岩段)与海侵体系域灰岩(双峰灰岩)是石炭系油气藏主要的

区域性盖层。其中泥岩盖层相当稳定,总厚度可达十至二百多米,在盆地东部许多地区相变为膏盐层。海侵体系域的灰岩盖层分布面积广,是良好的区域盖层。从层序结构分析,IA3 层序之下的 IA1 层序高水位体系域砂岩(东河砂岩)、IA2 层序海侵体域灰岩(生屑灰岩)也是良好的储层。在此储层之下为广泛的区域不整合面及下伏寒武—奥陶及志留系的生油岩,形成一套得天独厚的生储盖组合。除了上述区域性盖层外,超层序 IA 其他层序内部的泥岩在一些地区的形成局部盖层,从而形成多套储盖组合,使超层序 IA 多层系含油。经仔细研究,IA1 层序高水位体系域砂岩(东河砂岩)内部也不是铁板一块,可以进一步划分出 9 个准层序,每个准层序之间被棕色或浅灰色泥岩分隔。这些泥岩可以作为局部盖层或封堵层,形成岩性或地层圈闭。

#### 参考文献:

- [1] 贾承造,等. 塔里木盆地构造演化和主要构造单元地质构造特征[A]. 董晓光,梁狄刚主编. 塔里木盆地油气勘探论文集[C]. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1992: 207~ 225
- [2] 王鸿祯,李光岑编译. 国际地层时代对比表[M]. 北京:地质出版社,1990
- [3] 王毅,等. 塔里木盆地上泥盆统与石炭系层序地层分析[J]. 沉积学报,1998,16(2): 74~ 81.
- [4] Sloss L L. Forty years of sequence stratigraphy[Z]. *Geological society of America Bulletin*, 1988, 10
- [5] 黄汲清,等. 中国及邻区特提斯海的演化[M]. 北京:地质出版社,1987. 66~ 96

## ANALYSIS ON THE UPPER DEVONIAN- TRIASSIC SEQUENCE STRATIGRAPHY IN THE TARM BASIN AND ITS CONTROLLING FACTORS

WANG Yi

*(Department of Petroleum Resource Sciences, University of Petroleum, Dongying, Shandong 257062, China)*

**Abstract:** The Devonian - Triassic stratigraphic sequences in the Tarim Basin can be divided into two megasequences, five supersequences and twelve sequences. The Late Devonian - Triassic regional geotectonic evolution underwent the local splitting and rematching of "the paleo-Xinjiang plate", and the Tarim Basin involved the Late Devonian - Early Permian back-arc rift and the Late Permian - Triassic foreland basin two stages. The megasequence I is the product of the back-arc rift evolutionary stage, in which the

supersequence I<sub>A</sub> represents the deposit of downwarped basins in the craton and the supersequence I<sub>B</sub> represents the basin-filling deposit of rift in the back-arc craton. The megasequence II is the deposit of the foreland basin evolutionary stage, in which the supersequence II<sub>A</sub> represents the filled deposit of peripheral foreland basins and the supersequence II<sub>B</sub> and II<sub>C</sub> are the deposit of inland downwarped basins. Research reveals that tectonic process played a decisive role in the formation of most III-order sequences. Only in the evolutionary period of the Late Devonian- Carboniferous passive continental marginal and craton basins, during which tectonics are relatively stable, did the global eustasy act a greater part in the formation of the sequences.

**Key words:** the Devonian- Triassic; tectonic process; sequences; collision of plates; the Tarim Basin