第45卷 第5期
1999年9月

地 质 论 评
GEOLOGICAL REVIEW

Vol. 45 No. 5
Sept. 1999

http://www.geojournals.cn/georev/ch/index.aspx

塔里木盆地构造—层序分析

王 毅
(石油大学,山东东营,257062)

张一伟 金之钧 陆克政
(石油大学,北京,102200)

内容提要 塔里木盆地自震旦系—第四系可划分为3个巨层序组,6个Ⅰ级层序(巨层序),16个Ⅱ级层序(超层序)和42个Ⅲ级层序(层序)。3个巨层序组反映了区域构造发展的3个大地构造旋回及其相应的区域大地构造事件在其巨层序组演化过程中的影响。其中,Ⅰ级层序属于同一构造运动体制的产物;Ⅱ级层序属于同一构造背景下的同一期盆地演化或属于同一较长周期海平面变化旋回的产物;Ⅲ级层序属同一期盆地中同一构造演化阶段或受短周期的海平面旋回性变化、沉积物供给速率变化控制。层序地层的研究表明,构造作用在大部分层序形成中起着决定性的作用,表现在不但高级别的层序地层单元主要受大区域性构造作用的控制,许多较低级的层序地层单元也受小区域构造作用的控制。全球海平面的变化往往在某些盆地稳定演化时期起着重要的作用。

关键词 塔里木盆地 构造作用 层序 不整合 大地构造旋回 全球海平面

1 区域构造环境

塔里木盆地位于塔里木板块核心稳定区,是介于中国天山、西昆仑山、阿尔金山造山带之间的,由不同时期,在不同构造环境下形成的大型叠加复合盆地[1](图1)。盆地演化是其板块构造演化的组成部分,受塔里木板块南北两侧的多期边缘活动带的影响和控制。盆地的构造与层序演化与不同时期大地构造格局和地球动力学背景相关。

震旦纪以来区域构造的发展经历了震旦纪—中泥盆世、晚泥盆世—三叠纪、侏罗纪—第四纪3个构造旋回。每一构造旋回在其板块运动体制上,早期是以板块的离散运动为主,晚期则以板块的聚敛运动为主。即从盆地形成的地球动力学背景看,塔里木盆地构造演化的每一构造旋回在时间序列上由早期的拉张伸展体制下的盆地形成和晚期的挤压聚敛体制下的盆地形成两个阶段组成,这反映了区域构造发展的旋回性。当然这并不代表盆地形成的简单重复,各盆地演化阶段都有其独特的盆地演化特征,从而形成不同特征的盆地沉积充填(表1)。

2 层序地层格架

2.1 层序地层的划分

2.1.1 不整合面(或层序界面)级次的划分

层序界面的确定关键在于对不同等级不整合面的识别。按照不整合面在地震剖面上所表现出的削截、侵蚀程度、分布范围和侵蚀间断时间的长短,可将不整合面分为3级:

(1)Ⅰ级不整合面 为大区域性地壳运动、构造应力场转换或大的全球性海平面下降造成的大规模的不整合界面,常代表着盆地基底面或盆地反转时的古风化剥蚀面。这种界面常与区域地壳运动事件吻合,是构造阶段划分的标志,或与全球性大规模海平面下降相一致,为区域

本文1999年5月收到,7月改回,郝梓国编辑。

性不整合面。以 I 级不整合面为界的上下两个不同层序沉积充填所反映的盆地类型及沉积格局往往有质的差别。塔里木盆地的沉积充填序列中可以识别出 6 个 I 级不整合面。

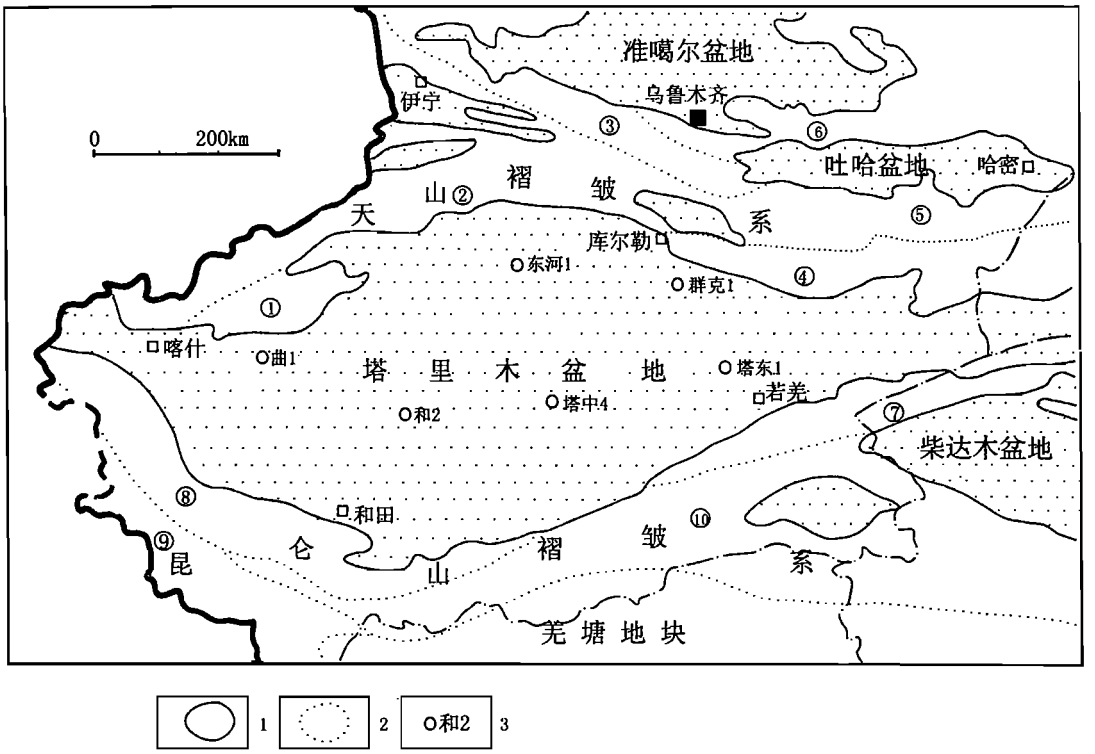


图 1　塔里木盆地大地构造位置图

Fig. 1　A sketch showing location and tectonic setting of Tarim Basin

1—盆地边界;2—构造分区线;3—井位;①—柯坪断隆;②—哈里克套褶皱带;③—伊连哈比尔尕褶皱带;④—库鲁克塔格断隆;⑤—觉罗塔格褶皱带;⑥—博格达褶皱带;⑦—阿尔金断隆;⑧—西昆仑褶皱带;⑨—喀喇昆仑褶皱带;⑩—东昆仑褶皱带

1—Basin boundaris; 2—tectonic elements boundaris; 3—well; ①—Keping faulted-uplift; ②—Haliketao folding belt; ③—Yilianhabiega folding belt; ④—Kuluketage faulted-uplift; ⑤—Jueluotage folding belt; ⑥—Bogeda folding belt; ⑦—Altun faulted-uplift; ⑧—West Kunlun folding belt; ⑨—Kalakunlun folding belt; ⑩—East Kunlun folding belt

(2) Ⅱ级不整合面　由明显的相对海平面下降造成,往往与地区性的构造幕或全球性海平面下降有关。这类不整合在盆地不同部位表现为不同的性质,盆地边缘带为陆上沉积间断,往往表现出明显的侵蚀现象,地震剖面上表现为下削上超的特征,盆地内部可由无沉积作用到连续沉积,地震剖面上表现为上超至平行整一。以 Ⅱ 级不整合面为界的上下两个不同地层层序在地层展布和沉积格局上往往有较大的变化,这种界面往往与地区性地壳运动或与全球性海平面下降相一致,为地区性不整合面,塔里木盆地可识别出 9 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(或湖平面)波动有关,这类不整合在盆地不同部位表现为不同的性质,盆地边缘可出现陆上沉积间断,除出现无沉积作用面外,可出现地表暴露侵蚀现象。地震上见到上超,向盆地内部可由无沉积作用过渡到连续沉积,地震剖面上表现为上超至平行整一。以 Ⅲ 级不整合面为界的上下两个地层层序所反映的沉积充

表 1 塔里木盆地构造演化简表

Table 1 Scale of tectonic evolution in the Tarim Basin

地质年代			年龄[2] (Ma)	构造层	盆地演化进程			岩浆活动	大地构造事件
代	纪(世)	代号			盆地类型	演化阶段	构造旋回		
新生代	第四纪	Q	23.3	VI	再生复合前陆盆地 走滑拉分盆地	复合前陆盆地阶段	侏罗至第四纪构造旋回	早二叠世基性岩墙侵入 Sm-Nd 法年龄 259Ma，257Ma 及基性中酸性火山岩喷发，K-Ar 年龄 241～278Ma 寒武系下部玄武岩，厚 100 m 上震旦统下部玄武岩，厚 200 m，粗面岩-流纹岩，厚 1170 m，下震旦统下部玄武岩、安山岩、流纹岩	印度板块与亚欧板块碰撞和楔入的远程效应，导致陆内造山形成
	晚第三纪	N							
	早第三纪	E	65		内陆坳陷盆地	内陆断坳盆地阶段			拉萨地块与亚欧大陆的缓慢碰撞，塔里木板块造山期后的热沉降、应力松弛和重力均衡调整；科西斯坦地块与拉萨地块的碰撞
中生代	白垩纪	K		V	内陆断坳盆地 内陆坳陷盆地				
	侏罗纪	J	205						
	三叠纪	T		IV	克拉通内坳陷盆地	前陆盆地阶段	晚泥盆世至三叠纪构造旋回		羌塘地块与塔里木板块的碰撞，古天山、古昆仑山的隆起
	晚二叠世	P_2	250		前陆盆地				南天山洋在早二叠世末闭合
晚古生代	早二叠世	P_1	260	III	克拉通内坳陷盆地 弧后裂谷盆地	弧后裂谷盆地阶段			古特提洋向塔里木板块的俯冲形成陆缘岩浆弧，形成弧后裂谷
	石炭纪	C							
	晚泥盆世	D_3							
	早、中泥盆世	D_1 | D_2	375	II	弧后前陆盆地 周缘前陆盆地	弧后前陆盆地阶段	震旦纪至中泥盆世构造旋回		中昆仑岛弧与塔里木板块发生了弧陆碰撞东北缘中天山岛弧向塔里木板块俯冲，南天山洋向伊犁地块俯冲削减
早古生代	志留纪	S	439						
	中-晚奥陶世	O_2 | O_3	455	I	克拉通内坳陷盆地 弧后盆地	克拉通边缘裂陷盆地阶段			中天山岛弧的形成和弧后扩张，南天山洋形成
	早奥陶世	O_1			克拉通边缘坳陷盆地 克拉通内坳陷盆地				北天山、准噶尔洋、西北昆仑洋、阿尔金洋形成
	寒武纪	∈	570						
震旦纪		Z			克拉通内裂谷盆地和克拉通内坳陷盆地				塔里木板块周缘的裂谷活动
前震旦纪		AnZ	800			新疆克拉通形成阶段	前震旦构造旋回		古陆核的增生事件 新疆克拉通形成

填往往是处在同一沉积盆地类型或同一构造背景下沉积的，因此，在地层展布和沉积格局上没有明显变化。塔里木盆地可以识别出大约 27 个这样的不整合面。

应该看到，在两个Ⅲ级不整合之间的地层中还发育大量的次一级的不整合面或沉积间断面，我们可以把它们作为Ⅳ级不整合面，并可以由此划分为大量的沉积层序。这一级不整合面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可进行识别与对比，主要是

由沉积物供应速率(构造幕作用)的变化或小的海(湖)面波动造成的,表现为沉积相带的横向迁移和局部的地层缺失。以这类不整合为界的沉积层序间无论在沉积格局还是在沉积类型上没有明显的变化,只表现出内部多次的水进—水退旋回式的沉积。

2.1.2　层序地层的划分原则

在层序划分中,主要遵循以下几个原则:

(1) I 级层序以 I 级不整合面作为 I 级层序的控制边界。I 级层序尽管其内部存在多个次级不整合面,但它们属于同一构造运动体制,可进行全盆地的区域性对比,在级别上相当于 P. R. Vail 等人的 Megasequence 或 SuperSequonce set(巨层序或巨层序组)。

(2) Ⅱ 级层序以 Ⅱ 级不整合面作为 Ⅱ 级层序的控制边界。Ⅱ 级层序尽管其内部也存在多个次级不整合面或沉积间断面,但它们属于同一构造背景下的同一期盆地演化或属于同一较长周期海平面变化旋回的产物,可在盆地范围内进行长距离的对比。在级别上相当于 P. R. Vail 等人的 Supersequonce 或 Supersequence set(超层序或超层序组)。

(3) Ⅲ 级层序以 Ⅲ 级不整合面作为 Ⅲ 级层序的控制边界。Ⅲ 级层序其内部也可存在局部不整合或沉积间断面,但它们属同一期盆地中同一构造演化阶段或受短周期的海平面旋回性变化、沉积物供给速率变化控制。这些层序多是以顶超面、上超面、冲刷面、沉积相的突变面以及与之对比的界面为边界。其分布可能是区域性的,也可能是局部的,在级别上相当于 P. R. Vail 等人的 Sequence 或 Sequence set(层序或层序组)。

(4) 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(湖)平面升降控制的水进—水退式的旋回式的沉积。这些层序往往具有一定的垂向叠置规律或侧向上有明显组合规律,其分布可能是区域性的,也可能是局部的。其内部还可以划分大量的准层序,它们往往以海泛面为其边界。这类层序在级别上相当于 P. R. Vail 等人的 Sequence 或 Parasequonce(层序或准层序)。

2.1.3　塔里木盆地层序地层系统

根据上述原则,塔里木盆地层序地层可以作 3 级划分,其中。一级层序 6 个,二级层序 16 个,三级层序 42 个(表 2)。

2.2　层序地层特征

(1)巨层序 I (震旦系—奥陶系)　巨层序 I 延续时间约 361 Ma 。地震剖面上由反射波组 Tg8′和 Tg 5 所限制的地震反射层系。由 4 个超层序(超层序 I A 至超层序 I E)组成。其内部发育多套特征突出的由西向东的大型 S 型、S-斜交型和斜交型前积结构。巨层序具有如下特点:① 总体具有东北厚,西南薄的展布特征;② 该巨层序延续时间长、规模大、顶底边界清楚;③ 该巨层序除 IA、ID 超层序发育低水位体系域外,其他均不发育低水位体系域,而主要以海侵和高水位体系域沉积为主要特征;④ 低水位体系域主要分布于满东斜坡下部地区,以重力流碎屑岩为特征。

(2) 巨层序 Ⅱ (志留系—下、中泥盆统)　巨层序 Ⅱ 延续时间约为 62 Ma。地震剖面上由反射波组 Tg5 和 Tg3 所限定的地震反射层系组成。本巨层序可分为 Ⅱ A(志留系)和 Ⅱ B(下、中泥盆统)两个超层序。与下伏巨层序自西而东由台地—斜坡—深水盆地的沉积格局不同,它们以潮坪—泻湖相碎屑岩沉积为主,表现了与下伏巨层序沉积时截然不同的沉积面貌。该巨层序具如下特点:① 该巨层序主要分布于北部坳陷和塘古孜巴斯等地区,总体仍表现出东厚西薄

表 2　塔里木盆地层序地层系统

Table 2　Scale of sequence stratigraphy system in the Tarim Basin

地层系统 界	系	统	年龄(Ma)	全球层序地层系统[1] 巨层序组	巨层序	超层序组	超层序	年龄(Ma)	塔里木盆地层序地层系统 巨层序组	巨层序	超层序	层序	地层接触关系 界面波	构造运动面	构造运动	构造旋回	沉积特征
新生界	第四系	全新统	0.01	NEOPANGEAN	TEJAS (T)	TEJAS B (TB)	TB1-TB3	30	上巨层序组	VI	VIB	VIB1-VIB4	T_2	上超 削截	喜山中期运动	侏罗纪—第四纪构造旋回	几十—几百米砂、砾、粘土、黄土组成一个层序
		更新世	1.64														
	上第三系	上新世	5.2														河流相、间歇湖泊相碎屑岩组成三个层序，厚 200～6000m，库车、塔西南、阿瓦提最厚
		中新世	23.3										T_6	上超 削截	喜山早期运动		
	下第三系	渐新统	35.4			TEJAS A (TA)	TA1-TA4				VIA	VIA1-VIA3					陆相红色碎屑岩组成三个层序，库车中西部、塔西南出现海湾泻湖相沉积，厚 200～1800m
		始新统	56.5														
		古新统	65.0										T_8	上超 削截	燕山末期运动		
中生界	白垩系	上 统	95		ZUNI (Z)	ZUNI C (ZC)	ZC1-ZC4	68		V	VB	VB1-VB3					河流—浅湖相红色砂泥岩构成三个层序，厚 200～2000m，塔西南第三层序为局限台地—浅海沉积，其它地区缺第三层序
		下 统				ZUNI B (ZB)	ZB1-ZB4	107.5					T_{8-2}	上超 削截	燕山中期运动		
	侏罗系	上 统	135			ZUNI A (ZA)	ZA1-ZA4	138			VA	VA1-VA2					湖泊—河流泛滥平原相砂泥岩夹煤层构成两个层序，厚 200～1500m，分布局限
		中 统	152														
		下 统	180					177					T_{8-3}	上超	印支末期运动		
	三叠系	上 统	205		UPPER ABSAROKA (UA)	UAB	UAB1-UAB4	215	中巨层序组	IV	IVC	IVC1		削截		晚泥盆世—三叠纪构造旋回	浅湖—河流相灰色碎屑岩夹煤层组成一个层序，厚 100～500m，分布局限
		中 统	230			UAA	UAA1-UAA4						T_8'	上超	印支晚期运动		
		下 统	240								IVB	IVB1-IVB3					河湖相灰色碎屑岩构成三个层序，厚 200～1200m
			250					252					T_8	上超	海西末期运动		
上古生界	二叠系	上统	260			LAB	LAB1-LAB3	275			IVA	IVA1		削截			陆相褐色砂泥岩组成一个层序，厚 200～1400m
		下统	290			LAA	LAA1-LAA4			III	IIIB	IIIB1-IIIB2	$T_{8}1$	上超	海西晚期运动		海相—陆相碎屑岩，上部发育玄武岩，东部为陆相砂泥岩，西部为海相及海陆过渡相碎屑岩组成两个层序，厚 200～1200m。
	石炭系	上统	325					325					$T_{8}2$	上超 削截	海西中期运动		
		下统	355								IIIA	IIIA1-IIIA5					局限台地—开阔台地相灰岩、砂岩、膏盐岩组成二个层序，厚 200～900m
	泥盆纪	上统	375		KASKSKIA (K)	KB	KB1-KB5	368					$T_8$3	上超	海西早期运动		台地—蒸发台地相灰岩、砂岩、膏泥岩组成两个层序，厚 600～1100m
		中统	390			KA	KA1-KA5		下巨层序组	II	IIB	IIB1		削截		震旦纪—中泥盆世构造旋回	滨浅海灰绿色、灰白色砂泥岩构成一个层序，厚 100～300m
		下统	410					413									滨浅海——陆相红色碎屑岩组成一个层序，厚 300～1300m
	志留系	上统	424		TIPPECANOE (TP)	TPB	TPB1-TPB2				IIA	IIA1-IIA2	$T_8$4	上超	加里东末期运动		
		中统	428														滨浅海相灰绿色砂泥岩组成两个层序，厚 200～2300m
		下统	439			TPA	TPA1-TPA2	438					$T_8$5	上超	加里东晚期运动		
	奥陶系	上统	446							I	ID	ID1-ID3		削截			西部为浅海陆棚相碳酸盐岩和碎屑岩，厚 400～1500m；东部为深海槽盆相砂泥岩韵律性沉积组成 3 个层序，厚 800～5800m
		中统	455					455					T_5'	上超	加里东中期运动		
		下统	510		SAUK (S)	SC	SC1-SC3	510			IC	IC1-IC3		下超			西部为台地相灰岩、白云岩，厚 600～1500m；东部为深海槽盆相笔石页岩、泥岩、粉砂岩组成三个层序，厚 200～600m
	寒武系	上统	517			SB	SB1-SB4				IB	IB1-IB4	$T_8$6		加里东早期运动		西部为台地相碳酸盐岩、碎屑岩，厚 500～1200m，东部为半深海—深海盆地硅质砂泥岩，厚 200～600m 组成四个层序
		中统	536					536									
		下统	570			SA	SA1-SA3	570					$T_8$7	上超	坷坪运动		西部为海湾—广海陆棚砂泥岩，东部为深海相硅质岩、碳酸盐岩组成三个层序，厚 200～600m。
上元古界	震旦系	上统	700								IA2	IA1-IA5	T_8	上超	库鲁克塔格运动		滨浅海相碎屑岩，碳酸盐岩夹火山岩，冰碛岩构成 2 个层序，厚 200～700m
		下统	800					800			IA1		T_8'	上超 削截	塔里木运动		陆源碎屑岩，海相冰碛砾岩组成三个层序，厚 500～800m
前震旦系																	基底变质岩系

的特征,沉积中心主要位于北部坳陷的满加尔和阿瓦提地区,另外塘古孜巴斯凹陷东部沉积也较厚;② 其内部层序发育低水位、海侵和高水位体系域,岩性主要以碎屑岩为主;③ 该巨层序具较强的剥蚀,纵横向分布都较局限。

(3) 巨层序Ⅲ(上泥盆统—下二叠统)　巨层序Ⅲ延续时间约 122 Ma。在地震剖面上由反射波组 Tg3 和 Tg1 所限定的地震反射层系组成,由 2 个超层序(超层序ⅢA 至超层序ⅢB)组成。这些超层序发育由东向西的大型 S 型和 S-斜交型前积结构。总体具有如下主要特征:① 总体分布呈现东薄西厚的楔形,沉积中心迁移至西南地区;② 广大的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;③ 其沉积特征以海陆交互相—陆相碎屑岩为主夹碳酸盐岩,西南地区石炭系—下二叠统碳酸盐岩比较发育;④ 超层序ⅢA 为自西而东的海进层序组合,超层序ⅢB 为由东向西的退积层序组合。

(4) 巨层序Ⅳ(上二叠统—三叠系)　巨层序Ⅳ延续时间为 47 Ma。在地震剖面上由反射波组 Tg1 和 T8-3 所限定的地震反射层系组成,可划分为 3 个超层序(超层序ⅣA、ⅣB 和ⅣC)。该巨层序顶底均为明显侵蚀—上超型不整合面可以进行区域对比。其超层序发育总体具有如下主要特征:① 从超层序ⅣA 起,盆内沉积完全由陆相沉积组成;② 地层分布形态和范围与上下层序明显不同,说明代表特定构造阶段的产物。③ 层序发育特征上表现为超层序ⅣA 和ⅣB 为水进层序组合,超层序ⅣC 为水退层序组合,构成一完整的旋回式沉积序列。

(5) 巨层序Ⅴ(侏罗系—白垩系)　巨层序Ⅴ延续时间为 143 Ma。在地震剖面上包括了 T8-3 和 T8 所限定的地震层系,由两个超层序(ⅤA 和ⅤA)组成,其层序分布与下伏巨层序内部结构有较大差异,表现为其层序分布范围分割性较强,主要分布于塔东库车坳陷和西南坳陷山前地带,其沉积中心多靠近山前地带,层序的分布范围由下向上逐渐增大。总之,该巨层序有如下特点:① 平面分布上存在相互分隔的盆地,自下部层序往上部层序地层分布范围扩大;② 超层序ⅤA 低水位体系域不发育,为一退积层序组;超层序ⅤB 低水位、水进和高水位均发育,早期为一退积层序组合,晚期为水退层序组合,以陆相碎屑岩为主;③ ⅤB3 为一退积层序,主要分布于塔西南地区,为潮坪至泻湖相沉积。

(6) 巨层序Ⅵ(第三系—第四系)　巨层序Ⅵ延续时间为 65 Ma。在地震剖面上包括了 T8 以上所限定的地震层系,是一套以陆相碎屑岩沉积为主的沉积组成,但在下第三系层序中局部有海相沉积夹层。可进一步划分为ⅥA 和ⅥB 两个超层序,这些超层序与下伏巨层序内部结构有明显差别,由分割性盆地充填转化为全盆地统一的盆地充填沉积。发育大型的由山前向盆地内部的前积反射结构,在厚度上亦表现为山前厚,向盆地内部减薄的特征。总之,巨层序Ⅵ代表了现在所看到的统一的塔里木内陆盆地的充填沉积特征。

3　层序地层形成控制因素分析

在层序地层学研究中,人们普遍认为影响和控制层序形成的主要因素是全球海平面变化、构造沉降、沉积物供给和气候条件[4]。其中,构造作用和全球海平面升降变化是控制层序形成的两个最重要的控制因素,但以哪种因素(构造的还是全球海平面)为主导因素方面还存在重大分歧。通过塔里木盆地层序地层的研究表明,构造作用在大部分层序形成中起着决定性的作用,表现在不但高级别的层序地层单元主要受大区域性构造作用的控制,许多较低级的层序地层单元也受小区域构造作用的控制。全球海平面的变化往往在某些盆地稳定演化时期起着重要的作用,因此,塔里木盆地区构造环境直接影响着本地区相对海平面(或沉积基准面)的变

化，并最终控制层序地层格架的特征。

3.1 巨层序组的划分及主控因素

全球层序地层系统将整个显生宇划分为两个巨层序组，第一个巨层序组从前寒武系至下石炭统，第二个巨层序组则从上石炭统至第四系。每一个巨层序组分别由 3 个巨层序组成。其中，第一个巨层序组(protopangean)包括 Sauk、Tippecanoe 和 Kaskaskia 三个巨层序；第二个巨层序组(Neopangean)包括 Absaroka(上、下)Zuvi(上、下)和 Tejas 三个巨层序[5]。它们代表整个显生宙全球海平面变化两个最高一级的周期，每个周期持续的时间为 200～350 Ma，两个最高周期中最大的海泛期分别为早奥陶世和晚白垩世。最大的低位期大约在晚三叠世和前寒武纪晚期。塔里木盆地巨层序组的划分与其全球层序地层系统的划分明显不同，这与其区域构造背景有关，其形成主要是区域构造作用的结果。根据各超层序的组合特征，塔里木盆地自震旦系至第四系可划分为 3 个巨层序组：第一个巨层序组(下巨层序组)从震旦系至中泥盆统；第二个巨层序组(中巨层序组)从上泥盆统至三叠系；第三个巨层序组(上巨层序组)从侏罗系至第四系。每一个巨层序组分别由两个巨层序组成。其中下巨层序组包括Ⅰ、Ⅱ巨层序，中巨层序组包括Ⅲ、Ⅳ巨层序，上巨层序组包括Ⅴ、Ⅵ巨层序。显然，它们并未反映整个显生宙全球海平面变化两个最高一级的周期，而是反映了塔里木盆地区域构造发展的旋回性或周期性，而区域构造发展的旋回性则主要受其塔里木板块南北两侧的多期边缘活动带的影响和控制。塔里木盆地及周边地区自震旦纪以来的区域构造的发展经历了震旦纪—中泥盆世、晚泥盆世—三叠纪和侏罗纪—第四系 3 个构造旋回。每一构造旋回在其板块运动体制上，可归结为以板块离散开始，而以板块聚敛结束，持续的时间为 175～400 Ma。在巨层序组中，震旦系为低水位体系域，代表塔里木板块边缘裂谷盆地发育时期，这一时期盆地的沉积多集中在板块破裂离散的边缘，其沉积层序的发育较为局限，其沉积序列的演化是由板缘向板内扩展。寒武系—下奥陶统为水进体系域，代表塔里木板块边缘岩石圈移离和板块内部稳定发展时期，这一时期盆地的沉积在大陆克拉通内部和边缘均较发育，是克拉通盆地稳定发展时期，因此，其沉积层序的发展往往在一定程度上表现出受全球海平面的控制。中、上奥陶统—中泥盆统为高水位体系域，代表塔里木板块边缘聚敛活动发展时期，这一时期盆地的沉积由过补偿至逐渐缩小，沉积中心也由板块内部向板缘迁移。其沉积层序的发展往往受构造事件作用的控制。

在中巨层序组中，上泥盆统为低水位体系域，代表塔里木板块边缘再伸展裂陷发育时期，这一时期盆地的沉积亦多集中在板块裂陷离散的边缘，其沉积层序的发育较为局限，在盆地内部表现出填平补齐式充填沉积，沉积层序的演化是由板缘逐渐向板内扩展。石炭系为水进体系域，代表塔里木盆地稳定克拉通坳陷式沉积演化时期，这一时期其沉积层序的发育表现出很大程度受全球海平面变化的控制[6]。二叠系—三叠系为高水位体系域，是塔里木板块边缘聚敛、闭合和闭合后板块活动的发育时期，这一时期盆地的沉积由过补偿式的海退沉积逐渐缩小最终演化成陆相盆地沉积。这一时期其沉积层序的发育主要受构造事件作用的控制。

在上巨层序组中，侏罗系为低水位体系域，代表塔里木板块周边造山后的走滑、断陷、调整时期，这一时期盆地的沉积多集中在老的造山带及边缘地区，其沉积层序的发育较为局限，多为沿较老造山带分布分割性断陷盆地沉积；沉积序列演化表现为由周边造山带向塔里木盆地内部地区扩展。白垩系—下第三系为水进体系域，代表塔里木盆地统一的相对稳定的内陆坳陷式沉积的时期，这一时期盆地的沉积表现为广泛的水进式沉积，在一定程度(特别是西部地区)上全球海平面的变化影响着层序的发育和演化特征。上第三系—第四系为“高水位体系域”，代

表陆内俯冲造山强烈活动的时期,这一时期盆地的沉积表现出过补偿巨厚的水退式沉积。其沉积层序的发育受陆内造山作用的控制。

总之,塔里木盆地 3 个巨层序组的演化过程与周边造山带及区域大地构造事件有着内在的联系。3 个巨层序组的划分反映了区域构造发展的 3 个大地构造旋回及其相应的区域大地构造事件在其巨层序组演化过程中的影响。

3.2　巨层序的划分及主控因素

塔里木盆地所划分出的 6 个巨层序的层序界面的形成年代与全球层序地层系统中巨层序界面的形成年代存在较大的差异,说明塔里木盆地的构造发育的旋回性与全球之间的不一致性,这主要是由于受塔里木板块南北两侧的多期边缘活动带的影响和控制下的区域构造发展的阶段性造成的,而不是全球海平面升降变化的巨周期的结果。即构造作用是塔里木盆地巨层序形成的主控因素,划分塔里木盆地巨层序边界都是一级不整合面,它们往往表现为不但不整合分布范围广,而且存在较强烈的剥蚀,只有较为强烈的构造运动才能解释如此范围大,剥蚀量亦大的层序界面的形成。

(1) 第 I 巨层序　塔里木盆地第 I 巨层序是从震旦系底界开始至奥陶系顶面不整合结束,全球层序地层中的 Sark 巨层序则是从寒武系底开始,下奥陶统顶面不整合结束。在时限上存在较大的差异,其中塔里木盆地第 I 巨层序下限在时间上早 200 Ma,这是与塔里木运动使塔里木克拉通统一基底形成后第一次裂谷活动开始事件相关联。其上限在时间上较 Sark 巨层序(下奥陶统顶)顶界晚 37 Ma。其界面的形成与塔里木板块边缘部分地区的拼合聚敛运动引起的盆地地区的大区域隆升作用有关。因此,第 I 巨层序实际包括 Sark 巨层序和 TPA 超层序组,全球层序地层系统中的 Sark 巨层序与 Tippecanoe 巨层序间的界面在塔里木只是作为第 I 巨层序中的一个超层序界面(I C 与 I D 的分界面),在规模和级别上两者存在较大的差异;并且其界面的形成并不是全球海平面的下降引起,而主要是由于塔里木板块边缘部分由被动变为主动边缘引起。因其界面表现形式上并不是以大规模的上升隆起剥蚀(海平面大规模下降引起)为特征,而是表现为局部的隆起剥蚀和上、下层序的沉积物源供应方向和类型上较大的差异为特征。主要反映构造环境的变化。其他 I A 与 I B 界面和 I B 与 I C 界面的形成时间与全球海平面的变化一致,说明在构造稳定发展阶段,全球海平面的变化可以是影响和控制塔里木盆地层序的形成和发展的重要因素。在第 I 巨层序中次级超层序的形成过程中还表现出一个明显的特点,主要由区域构造事件作用控制的层序往往低水位体系域较发育。这主要是由于区域构造事件引起的盆地地区的差异升降引起的,如超层序 I A 与 I D。而在构造相对稳定时期,全球海平面变化影响的层序往往其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沉积为特征,这可能主要是由于在构造稳定发展时期,由于地形的平坦,全球海平面的上升导致本区快速大规模海侵作用有关,如超层序 I B 与 I C。

(2) 第 II 巨层序　第 II 巨层序从志留系底开始至中泥盆统顶部不整合结束,其顶界比全球层序地层图中的 Tippecanoe 巨层序顶界(志留系顶 410 Ma)晚 35 Ma,其形成主要是由于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,所以第 II 巨层序实际包括 TPB 和 KA 超层序组,而 Tippecanoe 巨层序与 Kaskaskia 巨层序间的界面在这里只是作为第 II 巨层序中的一个超层序界面(II A 与 I D 的分界面)出现,在规模上两者存在较大的差异,反映了全球海平面的下降与区域构造作用对层序界面的形成影响比较起来要小得多,这一界面的表现形式主要是以区域性的上升隆起为特征,使大部分地区缺失上志留统

沉积，但两个超层序的沉积格局和沉积类型方面并没有较大的变化，仅代表同一盆地发展演化早晚两期充填的不同阶段而已。这一时期是塔里木盆地构造运动相对较活动的时期，盆地内部隆坳相间的差异升降分异明星，低水位体系域相对较发育，反映构造活动相对较强烈的特征。

(3) 第Ⅲ巨层序　第Ⅲ巨层序从上泥盆统底部至下二叠统顶部不整合面。其顶界比全球层序地层图中 Kaskaskia 顶界晚 63 Ma。该界面的形成主要是受塔里木板块南北缘陆块碰撞造山后引起区域性隆起剥蚀控制。这一巨层序实际包括 KB 和 Absaroka(下)巨层序，而全球层序中发生在巨层序 Kaskaskia 与巨层序 Absaroka 之间的最大的不整合面在塔里木只是ⅢA 超层序组中ⅢA3 与ⅢA4 之间的分界面，因而在其发育规模和层序界面级别上与全球层序系统有很大差别。塔里木盆地地区古生代以来最大的不整合则发生在晚泥盆统早期，相对于巨层 Kaskaskia 内部。这进一步说明了塔里木盆地构造发育与全球之间的不一致性。ⅢA 顶与ⅢB 顶界的形成均主要受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Ⅲ巨层序沉积形成期，其形成经历了由稳定发展到强烈活动的层序形成规律，如在ⅢA 形成发育期，其构造活动性相对稳定，全球海平面的变化在一定程度上影响了其次级层序的形成和发育，也就是全球海平面的升降旋回可造成旋回式的层序的形成和发育。此时的层序发育特征表现为其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发育为特征。而超层序ⅢB 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，形成的层序以大量发育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。

(4) 第Ⅳ巨层序　第Ⅳ巨层序基本由上二叠统—三叠系组成，这一时期塔里木已完全成为内陆盆地的沉积，故其层序界面已完全不受全球海平面的控制，而完全受区域性的构造升降作用的控制。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，其顶界面的形成主要由印支运动在本区引起的大规模的隆升剥蚀变形有关。这一时期的层序发育遵循陆相层序地层的发育规律。

(5) 第Ⅴ巨层序　第Ⅴ巨层序包括侏罗系—白垩系，燕山末期运动引起的区域性隆起、剥蚀是形成巨层序顶界的主要控制因素，它与全球层序图中的超层序组 UAB 和巨层序 Zuni 相对应，塔里木板块南部边缘地块的拼贴碰撞造成塔里木盆地地区的区域性抬升变形是形成巨层序和超层序界面的主因。

(6) 第Ⅵ巨层序　第Ⅵ巨层序包括第三系和第四系，与全球层序图中的 Tejas 巨层序相当，虽然在下第三系超层序的部分地区受到全球海平面的影响，但对层序形成起决定因素的仍是构造作用，特别是ⅥA 超层序顶界面的形成完全是由印度大陆与欧亚大陆的碰撞导致塔里木远程运动效应引起的构造活动带的陆内俯冲造山引起的区域性隆升变形造成的，其内部层序的发育也完全受多期的构造旋回性控制。因此，分清构造活动的期次是划分层序的关键。

3.3 超层序的划分及主控因素

塔里木盆地超层序共划分出 16 个，这些超层序的界面虽然有一些与全球层序系统中对应的超层序组界面在发育年代上相当，但其规模有较大的差别，如ⅠC 顶界面、ⅡA 顶界面、ⅢA3 顶界面、ⅥB 顶界面等，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，也就是说正是由于区域性构造作用的影响削弱了全球海平面升降变化对本区层序形成的控制和影响，使这些本来在全球海平面变化周期中影响较大的海平面下降在本区表现的不那么强烈，形成的层序界面在级别和规模上不与它们在全球系统中的规模和级别上相当，正是

这些差别,反映了塔里木盆地区域构造发育的地区性特征。

在所划分的 16 个超层序中,构造作用对其界面形成的控制也并非完全相同,其中除了与巨层序界面一致的超层序界面外,ⅠA①、ⅠC、ⅡA、ⅥA、ⅤA 和ⅥA 超层序的顶界面基本是区域构造作用造成的,其他超层序顶界面的形成过程中,全球海平面的控制作用可能起了很重要的作用。因此,在一个地区的超层序的形成过程中,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,尤其是在多期构造活动带边缘的塔里木盆地显得更为重要。但是,在构造相对稳定的时期,特别是盆地处在稳定的被动大陆边缘盆地和克拉通盆地演化时期,全球海平面的升降对其层序的影响就在一定程度上显得很重要,例如,塔里木盆地寒武系—下奥陶统的沉积和石炭系沉积层序的形成过程中,海平面的因素起了很大的作用。所以,将层序旋回与全球海平面升降变化联系起来主要适用于被动大陆边缘盆地和克拉通盆地这些构造活动相对稳定的地区。而在构造相对活动的其他盆地中,构造作用将是层序旋回的最重要的控制因素。

参 考 文 献

1　童晓光,梁狄刚. 塔里木盆地油气勘探论文集. 乌鲁木齐:新疆科技卫生出版社,1992. 207～225.

2　王鸿祯,李光岑. 国际地层时代对比表. 北京:地质出版社,1990.

3　Sloss L L. Forty years of sequence stratigraphy. Geological society of America Bulletin, 1988, 10.

4　威尔格斯 C K 等. 层序地层学原理(海平面变化综合分析). 徐怀大等译. 北京:石油工业出版社,1993.

5　Leighton M W,Kolata D R, et al. Interior Cratonic Basins. Mem. Ame. Ass. Pet. Geo., 1991,51.

6　王毅等. 塔里木盆地上泥盆统与石炭系层序地层分析. 沉积学报,1998,16(2):74～81.

Analysis on the Tectonic—Stratigraphic Sequences in the Tarim Basin

Wang Yi

(*University of Petroleum, Dongying, Shandong*, 257062)

Zhang Yiwei, Jin Zhijun and Lu Kezheng

(*Univercity of Petroleom, Beijing*, 102200)

Abstract

The Sinian—Quaternary in the Tarim basin can be divided into 3 megasequence sets which represent the features of three regional tectonic cycles and the effects of the related regional tectonic episode to the evolution of the megasequence sets, 6 Ⅰ order sequences (megasequence) formed under the same tectonic regime, 16 Ⅱ order sequences (supersequence) formed in a cycle of basin evolution under the same tectonic settings or in a relatively cycle of relative sea-level changes and 42 Ⅲ order sequences (sequence) formed in the same tectonic stage during a cycle of basin evolution or in a relatively cycle of relative sea level change. The tectonism controlled the formtion of most of the sequences. The eustasy sometimes played a crucial role in the stable evolution period of some basins.

Key words: Tarim Basin; tectonism; sequence; unconformity; geotectonic cycle; eustasy

作 者 简 介

王毅,男,1961 年生。1982 年毕业于石油大学,1998 年在石油大学获博士学位。现任石油大学资源系普地与构造教研室主任,副教授,主要从事层序地层学、构造地质学与盆地分析等研究。通讯地址:257062,山东东营石油大学资源系;电话:(0546)8392265;E-mail: Wangyi@linux.hdpu.edu.cn。