

·区域地质调查·

文章编号: 1671-1947(2001)01-0001-10

辽宁太子河盆地元古宙—古生代层序地层

郭胜哲, 张立东, 张长捷, 鲍庆忠, 彭艳东

(沈阳地质矿产研究所, 辽宁 沈阳 110033)

摘 要: 太子河盆地元古宙—古生界划分为 23 个三级层序, 归并为 3 个二级超层序, 分别命名为偏岭超层序(Qn)、太子河超层序(E-O)和牛心台超层序(C-P)。本文对各层序的特征、界面性质、沉积相和相序等作了较详细的描述; 对石炭—二叠纪陆相地层, 尝试使用不同于海相地层的层序地层学术语; 对太子河盆地的演化阶段及其特征作了划分和总结。这是首次对太子河盆地进行的层序地层学研究。

关键词: 太子河盆地; 元古宙—古生界; 层序地层; 辽宁

文献标识码: A

中图分类号: P534.3; P534.4

太子河盆地位于辽宁省东部, 东西长约 300 km, 南北宽 40~60 km。元古宙—古生代属于陆壳边缘克拉通盆地。1996~1999 年, 我们在本溪市牛心台地区进行 1:5 万区域地质调查填图, 首次对太子河盆地的元古宙—古生界进行了深入、细致的层序地层研究和划分。从露头层序地层研究入手, 在剖面露头上识别与分析 3 种不同级别的界面(层序界面、体系域界面和副层序界面), 同时进行沉积相与相序分析。根据层序界面的性质、内部相序的组成、副层序的叠加形式、相对海平面变化以及沉积相标志等特征, 将测区元古宙—古生界划分为 23 个三级层序, 归并为 3 个二级超层序(见表 1)。

1 青白口纪层序地层

本区晚元古代青白口纪地层划分为 3 个层序, 统一归并为偏岭超层序。与其相对应的岩石地层单位是钓鱼台组、南芬组和桥头组。自下而上陆源物质由多—少—多, 碎屑颗粒由粗—细—粗, 由海侵—海退构成一个较完整的高级别沉积旋回。

1.1 P1 层序

该层序相当于钓鱼台组, 仅由海侵体系域(TST)组成。本区太古宙结晶基底经长期暴露、剥蚀和夷平之后, 从晚元古代开始海侵。钓鱼台组是最早的盖层

沉积物, 当时处于盆地边缘的浅水部位, 沉积环境是三角洲河口沙坝和滨岸沙滩, 以单陆屑陆源物质为特征, 沉积了高成熟度的浅灰—灰色厚层—巨厚层状硅铁质胶结细粒石英砂岩。下部发育斜交层理和鱼骨状交错层理, 中部含海绿石砂粒, 上部见有雹痕, 顶部含砾。地层结构表现为向上层理变薄, 沉积粒度变细, 显示海侵退积型特点。层序内岩石地层单位横向延展较稳定, 厚度变化不大, 沉积速率近似。该层序下伏界面以非整合(SB₁)与晚太古代奚家堡子奥长花岗岩接触。

1.2 P2 层序

对应的岩石地层单位是南芬组。仅发育海侵体系域(TST)和高水位体系域(HST)。由南芬组一段和二段组成海侵体系域, 三段和四段组成高水位体系域。一段主要岩性是灰紫色含粉砂钙质页岩夹蛋青色薄板状泥灰岩。二段是黄绿色页片状含粉砂质页岩, 岩石水平层理发育, 由下向上层理逐渐变薄, 粒度逐渐变细, 总体上水体能量较低, 相对海平面逐渐升高, 反映了海侵退积型地层结构。其中, 二段黄绿色页片状含粉砂质页岩以加积为主, 形成厚度较大, 代表最大海泛期沉积。三段岩性为黄绿色薄层—中厚层状白云质灰岩与灰色条纹灰岩互层, 具有液化泥晶脉、震塌岩、地裂缝等震积岩(seismitite)构造, 上部产叠层石。四段为灰紫色页片状—薄板状含云母泥质粉砂岩, 局部夹铁质胶结中粒石英砂岩; 灰岩中具

收稿日期: 2000-12-26. 邵晓东编辑。

基金项目: 中国地质调查局“牛心台镇等两幅 1:5 万地质图区域地质调查”项目(编号 J4.18)资助。

表1 层序地层划分及其对比

Table 1 The division and characters of sequence stratigraphy

年代地层		岩石地层		层序地层		厚度	界面	地层	沉积标志	海平面变化	HST					
系	统	组	段	层序	层序	(m)	体系域	结构		升←→降	TST					
石炭系	下统	石盒子组		牛心台超层序	N6	>9.11	RST	SB2	进积	(o)Fe ⁺		1				
					N5	131.99	RST	SB2	进积	(o)Al		2				
					N4	320.04	RST	SB2	进积	(o)Fe		3				
					N3	150.99	HST	SB2	进积退积	(o)Fe	mfs	4				
					N2	37.14	RST	SB2	进积退积	(o)Fe	mfs	5				
												EST				
	上统	山西组	太原组		太	N1	44.10	EST	SB2	退积	(o)Fe		6			
						LST	SB1	进积	(o)Fe		7					
	奥陶系	中统	马家沟组	三段	子	T14	106.35	HST	SB2	进积	(o)Fe		8			
						T13	227.12	HST	SB2	进积退积	(o)Ca	mfs	9			
						T12	153.63	HST	SB2	进积	(o)Ca	mfs	10			
						T11	121.56	HST	SB3	进积退积	(o)Ca	mfs	11			
													TST			
						T10	100.02	HST	SB2	进积	(o)Ca	mfs	12			
						下统	亮甲山组	二段	河	T9	54.54	HST	SB3	进积	(o)Ca	mfs
T8										100.35	HST	SB2	进积退积	(o)Ca	mfs	14
T7										51.16	HST	SB2	进积	(o)Ca	mfs	15
上统						冶里组	一段	超	T6	128.31	HST	SB3	进积	(o)Ca	mfs	16
									T5	96.71	HST	SB2	进积退积	(o)	mfs	17
									T4	169.17	HST	SB2	进积退积	#	mfs	18
									T3	171.43	HST	SB2	进积退积	(o)Fe, Ca	mfs	19
																TST
									T2	197.70	HST	SB2	进积	(o)Fe, Ca	mfs	20
	中统	风山阶	炒米店组	层	T1				119.75	HST	SB2	进积退积	(o)	mfs	21	
					TST				SB1	加积	(o)		22			
					TST				SB1	退积	(o)		23			
武统	长山阶	崑山组	序	P3	39.61	TST	SB2	进积	(o)Fe	mfs	24					
				P2	197.02	HST	SB2	进积退积	(o)Fe	mfs	25					
				P1	61.21	TST	SB2	加积退积	(o)Fe	mfs	26					
											TST					
				下统	张夏阶	张夏组	层	T1	119.75	HST	SB2	进积退积	(o)	mfs	27	
								TST	SB1	加积	(o)		28			
								TST	SB1	退积	(o)		29			
				中统	徐庄阶	馒头组	序	P3	39.61	TST	SB2	进积	(o)Fe	mfs	30	
								P2	197.02	HST	SB2	进积退积	(o)Fe	mfs	31	
P1	61.21	TST	SB2					加积退积	(o)Fe	mfs	32					
下统	毛庄阶	石桥段	层	T1	119.75	HST	SB2	进积退积	(o)	mfs	33					
				TST	SB1	加积	(o)		34							
				TST	SB1	退积	(o)		35							
上统	龙王庙阶	大后海段	层	P3	39.61	TST	SB2	进积	(o)Fe	mfs	36					
				P2	197.02	HST	SB2	进积退积	(o)Fe	mfs	37					
				P1	61.21	TST	SB2	加积退积	(o)Fe	mfs	38					
下统	沧浪铺阶	碱厂组	层	T1	119.75	HST	SB2	进积退积	(o)	mfs	39					
				TST	SB1	加积	(o)		40							
				TST	SB1	退积	(o)		41							
青白口系	桥头组	偏岭超层序	层	P3	39.61	TST	SB2	进积	(o)Fe	mfs	42					
				P2	197.02	HST	SB2	进积退积	(o)Fe	mfs	43					
				P1	61.21	TST	SB2	加积退积	(o)Fe	mfs	44					
太古宇	变质表壳岩			T1	119.75	HST	SB2	进积退积	(o)	mfs	45					
				TST	SB1	加积	(o)		46							
				TST	SB1	退积	(o)		47							

1—高水位体系域/海侵体系域 (highstand system tract/ transgressive system tract); 2—低水位体系域/凝缩段 (lowstand system tract/ condensed section); 3—界面类型/最大海泛期 (type of bedding surface/ maximum flood time) 4—海退进积地层结构/海侵退积地层结构 (progradational texture/ regradational texture); 5—深水加积地层结构/煤层 (aggradational texture/ coal seam); 6—铁质风化壳/钙质风化壳 (feruginous/ calcicrete weathering crust); 7—鲕粒铝土岩/海绿石 (oolitic bauxite/ glauconite); 8—帐篷构造/鸟眼构造 (tepee/ birdseye); 9—雹痕/膏盐层 (hail mark/ gypseous horizon); 10—白云岩/白云质灰岩 (dolomite/ dolomitic limestone); 11—藻灰岩/条纹灰岩 (algal limestone/ striped limestone); 12—瘤状灰岩/上超 (tumulous limestone/ overstep); 13—风暴层/震积岩 (storm deposits/ seismite); 14—层序界面/最大海泛面 (sequence boundary/ maximum flood surface); 15—湖沼萎缩体系域/湖沼扩展体系域 (lake retrogressive system tract/ lake expansive system tract)

有水平细纹层构造, 由下向上粒度逐渐变粗, 相对海平面由高变低; 地层结构在海退早期以加积为主, 晚期以进积为主; 沉积环境由潮坪相的潮间带过渡为潮下带, 又回到潮间带; 气候环境由氧化干旱转为温湿, 再回到氧化干旱; 本层序与下伏 P1 层序以假整合 (SB₂) 界面分界。

1.3 P3 层序

对应的岩石地层单位是桥头组, 仅发育海侵体系域。主要岩性是灰白色、灰黄色厚层—巨厚层状硅铁质胶结中—粗粒石英砂岩。本区在南芬组之后, 经过较长时间的沉积间断、风化剥蚀才沉积了桥头组, 因此沉积物以单陆屑陆源物质为特征, 岩石成熟度高, 沉积速率较低。岩石发育水平层理和少量低角度斜交层理, 由下向上粒度逐渐变粗, 地层结构早期表现为海侵退积型, 晚期则以加积为主; 沉积环境为河口三角洲或滨岸沙滩; 该层序与下伏 P2 层序之间以假整合 (SB₂) 界面相接触。

2 寒武纪—奥陶纪层序地层

寒武纪—奥陶纪地层划分为 14 个层序, 统一归并为太子河超层序。这一时期沉积形成碳酸盐岩台地, 海平面升降频繁, 升降幅度不大, 沉积区域主要处于台地斜坡相—台地边缘潮下—潮间带; 多次出现凝缩段沉积, 但厚度不大, 主要由砾屑灰岩和白云质瘤状灰岩组成, 处于台地斜坡相下部或陆棚盆地相环境, 但水体深度有限。太子河盆地和华北台地其他地区一样在早古生代具有陆表海的性质。

2.1 T1 层序

对应的岩石地层单位是寒武系碱厂组。本层序由海侵体系域、凝缩段 (CS) 和高水位体系域组成。海侵体系域相当于下部的灰黑色薄层—中厚层状含沥青白云质灰岩, 黄褐色薄层状含粉砂质灰岩夹泥质粉砂岩。岩石水平层理发育, 向上层理变薄, 沉积粒度逐渐变细, 反映海侵退积型地层结构。沉积环境为浅—中部斜坡相。凝缩段由中部的浅灰色薄层瘤状泥质灰岩和页片状—薄板状条纹泥质灰岩组成。地层结构以加积为特点, 代表深部斜坡相或陆棚盆地相的欠补偿低速沉积区环境。高水位体系域相当于上部的深灰色薄层花纹状含白云质灰岩、含砾鲕状灰岩及黄褐色中厚层状灰质白云岩。岩石发育水平层理, 向上层理逐渐变厚, 沉积粒度变粗, 反映海退进积型地层结构。沉积环境为浅部斜坡相和台地内泻湖相, 顶部白云岩中发育帐篷构造, 代表潮间—潮上带环境。碱厂

组与下伏的青白口系桥头组之间缺失震旦系, 形成巨大的沉积间断, 在桥头组凹凸不平的顶部零星分布灰黄色极薄—薄层状钙质粉砂岩。本层序与下伏 P3 层序之间以假整合 (SB₁) 界面相接触。

2.2 T2 层序

对应的岩石地层单位是寒武系馒头组大后海段和石桥段。由大后海段和石桥段下部组成海侵体系域。主要岩性为砖红色粉砂质页岩夹粉砂质泥岩, 局部夹含砂质灰岩或白云岩透镜体, 上部出现灰色中厚层状粉晶灰岩及钙质泥岩。岩石发育页片状层理, 向上页理发育, 沉积颗粒逐渐变细, 代表海侵退积型地层结构。沉积环境为干旱气候下, 滨岸潮坪相的潮间—潮下带泥沙坪。该层序有一厚度不大的凝缩段, 由石桥段下部纹层状白云质灰岩和薄层瘤状泥质灰岩组成。岩石发育波状及透镜状层理, 产三叶虫化石。地层结构以加积为主, 沉积环境是深部潮下带的欠补偿沉积区。高水位体系域由石桥段中—上部组成。岩性是灰紫色页片状钙质粉砂岩、泥质页岩夹薄层状含砂质白云岩及藻纹层白云质灰岩透镜体, 顶部为薄层状含粉砂质白云岩。岩石发育水平层理, 地层结构由加积转为海退进积型。沉积环境由潮坪相的潮下带—潮间带变为滨岸泻湖相的半封闭环境。本层序与下伏 T1 层序之间地层结构突变, 应为似整合 (SB₂) 界面相接触。

2.3 T3 层序

对应的岩石地层单位是寒武系馒头组当十段。该层序由海侵体系域和高水位体系域组成。海侵体系域由砖红色、紫灰色页片状含粉砂钙质页岩、含云母粉砂质页岩夹中厚层状砾屑灰岩组成, 底部为泥质纹层状灰岩。岩石发育页片状水平层理, 沉积速率较低。地层结构由海侵退积型迅速转为加积型。沉积环境为干旱气候下, 滨岸潮坪相的潮间—潮下带, 局部处于潮间高能带, 沉积砾屑灰岩。高水位体系域由黄绿色极薄—薄层状钙质胶结细粒长石石英砂岩、灰色含海绿石砂屑灰岩、灰绿色页片状含云母页岩、含钙泥质粉砂岩组成。底部薄层状含海绿石砂屑灰岩中海绿石呈棱角状, 属自生海绿石, 相当于最大海泛期沉积。岩石发育水平层理, 局部见有低角度斜交层理, 产三叶虫化石。地层结构反映不够清楚, 但总体上呈海退进积型趋势。气候环境由干旱转向温湿; 沉积环境由潮下带较深部位逐渐上升至滨岸潮坪相的潮下—潮间带。在沉积盆地边缘的偏岭镇附近, 地层厚度较小, 层序界面较少, 寒武系馒头组的三个段仅组成一个完

整的层序。本层序与下伏的 T2 层序之间以假整合 (SB₂) 界面相接触。

2.4 T4 层序

对应的岩石地层单位是寒武系张夏组下部。本区由张夏期开始发育碳酸盐岩台地, 海平面升降幅度变化较小, 凝缩段不发育。本层序仅由海侵体系域和高水位体系域组成。海侵体系域的代表岩性是灰色薄层—中厚层状鲕粒粉晶灰岩。岩石发育水平层理, 由下向上鲕粒逐渐变小, 层理趋于加厚, 沉积速率较高。地层结构由海侵退积型很快转向以加积为主。沉积环境表现为台地边缘相的鲕粒滩高能带。高水位体系域由灰色薄层—中厚层状含生物碎屑灰岩及燧石条带灰岩组成, 顶部出现白云质灰岩夹层。岩石发育水平层理, 沉积速率仍然较大。总体上自下而上层理趋于变厚, 粒度逐渐变粗, 反映海退进积型地层结构特点。沉积环境为台地斜坡相中—上部的潮下带, 水动力能量较高, 形成大量的生物碎屑。高水位体系域底部含生物碎屑灰岩产丰富的三叶虫、单板类等化石, 代表最大海泛期沉积。本层序与下伏的 T3 层序之间以似整合 (SB₂) 界面相接触。

2.5 T5 层序

相应的岩石地层单位是寒武系张夏组上部, 由海侵体系域和高水位体系域组成。海侵体系域由灰色中厚层状鲕粒粉晶灰岩构成。岩石发育水平层理, 沉积速率较高, 向上鲕粒趋于变小变少, 地层结构以加积为主。沉积环境为台地边缘相的鲕粒滩高能带。高水位体系域的岩性主要为灰色薄层—中厚层状含生物碎屑白云质灰岩、砾屑砂屑亮晶灰岩, 顶部出现黄灰色薄层—中厚层状含白云质鲕粒亮晶灰岩。岩石发育水平层理, 具小波纹状层面, 沉积速率仍然较高, 由下向上层理趋于变厚, 碎屑物由生物碎屑—砂屑、砾屑—鲕粒, 显示水体逐渐变浅, 水动力能量逐步加大, 地层结构呈海退进积型。底部含生物碎屑灰岩产大量的三叶虫化石, 代表最大海泛期沉积。沉积环境为台地斜坡相的中—上部—台地边缘相的鲕粒滩高能带, 但是水体与外海连通性较差, 出现白云质沉积。本层序与下伏 T4 层序之间以似整合 (SB₂) 界面相接触。

2.6 T6 层序

对应的岩石地层单位是寒武系崮山组和炒米店组中—下部。崮山组在前店剖面, 因接近沉积盆地中心, 发育凝缩段沉积, 本身构成一个完整的层序。而在四方砬子剖面, 因地处沉积盆地边缘缓坡, 沉积厚度较大, 凝缩段不发育, 由崮山组和炒米店组中—下

部共同组成一个完整的层序。海侵体系域由崮山组和炒米店组下部组成, 主要岩性为灰紫色、黄灰色薄层—中厚层状含生物碎屑、含海绿石砾屑灰岩夹鲕粒灰岩及页片状云母质粉砂岩和粉砂质页岩, 顶部出现页片状泥质页岩夹钙质粉砂岩。砾屑灰岩中砾屑为异地沉积, 表层具氧化圈, 呈叠瓦状排列, 具波痕及冲刷面。岩石发育水平层理, 局部出现波状层理, 自下而上层理逐渐变薄, 沉积粒度逐渐变细, 反映海侵退积型地层结构。沉积环境为台地边缘相的鲕粒滩—台地斜坡相中—上部高能带, 砾屑灰岩中见有风暴层。炒米店组中部的灰色薄层瘤状灰岩、极薄—薄层状泥质条纹灰岩夹薄层状砾屑灰岩构成凝缩段沉积。条纹灰岩以水平细纹层为主, 层面具有小波纹; 瘤状灰岩发育透镜状和波状层理, 层面见有生物扰动产生的虫孔和虫迹; 砾屑灰岩中见有风暴层。地层结构以加积为主。沉积环境为台地斜坡相下部及陆棚盆地相的欠补偿沉积区, 但水体深度不大, 为风暴可及。高水位体系域由灰色巨厚层状泥质花纹灰岩和中厚层状灰岩组成, 顶部出现灰色中厚层状泥质花纹砾屑灰岩。岩石发育水平层理, 局部见有波状层理。自下而上沉积粒度逐渐变粗, 水体变浅, 水动力能量加大, 反映海退进积型地层结构。沉积环境为台地斜坡相中—上部—台地边缘相鲕粒滩高能带。本层序与下伏 T5 层序之间为假整合 (SB₂) 界面接触关系。

2.7 T7 层序

相应的岩石地层单位是寒武系炒米店组上部和寒武—奥陶系冶里组底部。本层序仅由凝缩段和高水位体系域组成。凝缩段相当于炒米店组上部的灰色极薄层状泥质条纹灰岩夹薄层—中厚层状砾屑灰岩和瘤状灰岩。砾屑灰岩含原地沉积的同成分砾屑, 表层不具氧化圈, 具有波痕和冲刷面, 并见有风暴层。岩石发育水平层理及波状层理, 地层结构以加积为主。沉积环境为台地斜坡相深部及陆棚盆地相的欠补偿沉积区。高水位体系域由炒米店组顶部的灰色薄层—中厚层状泥质条纹灰岩和冶里组底部的厚层—巨厚层状含涡卷状叠层石含白云质灰岩组成。岩石以水平层理为主, 自下而上层理明显加厚, 水体逐渐变浅, 呈海退进积型地层结构。沉积环境由台地斜坡相中—下部变为台地边缘潮坪相的潮间带。由于水体与外海连通性较差, 上部沉积含白云质灰岩。本层序直接以凝缩段与下伏 T6 层序相接触, 其界面性质应为似整合 (SB₃)。

2.8 T8 层序

对应的岩石地层单位是寒武—奥陶系冶里组下部, 由海侵体系域、凝缩段和高水位体系域组成。海侵体系域岩性为黄灰色厚层状含生物碎屑砂屑亮晶灰岩, 灰色中厚层状含砂屑灰岩夹砾屑灰岩。岩石发育水平层理及波状层理, 自下而上层理变薄, 沉积粒度变细, 呈海侵退积型地层结构。沉积环境为台地斜坡相浅—中部的高能带。凝缩段为灰色极薄层状泥质条纹灰岩夹中厚层状砾屑灰岩和极薄—薄层状白云质瘤状灰岩。条纹灰岩发育水平细纹层理, 瘤状灰岩发育波状层理和生物扰动构造, 砾屑灰岩具有风暴层。地层结构以加积为主, 沉积速率较低。沉积环境为台地斜坡相下部和陆棚盆地相的欠补偿沉积区, 但水体深度不大, 可以受到风暴的搅动。高水位体系域由灰色薄层—中厚层状泥质条纹含白云质灰岩夹砾屑灰岩及厚层状含叠层石砂屑灰岩组成。岩石发育水平层理, 层面呈小波纹状, 由下向上层理逐渐变厚, 沉积粒度变粗, 水体变浅, 呈海退进积型地层结构。沉积环境为台地斜坡相浅部—台地边缘潮间带半封闭水体。本层序与下伏 T7 层序之间以似整合 (SB₂) 界面相接触。

2.9 T9 层序

对应的岩石地层单位是寒武—奥陶系冶里组中部, 由海侵体系域、凝缩段和高水位体系域组成。海侵体系域岩性为灰色、黄灰色中厚层—厚层花纹状和泥质条带含白云质灰岩, 局部含有燧石条带及结核。岩石发育水平层理, 层面稍呈波状, 有的泥质花纹为生物扰动构造。由下向上层理变薄, 地层结构以加积为主, 稍显海侵退积型。沉积环境为台地斜坡相中、上部潮下带, 水体较为平静。凝缩段厚度仅 3 m 左右, 由灰色极薄—薄层状泥质条纹灰岩构成, 泥质条纹连续性较好, 尚未形成典型的瘤状灰岩。岩石以水平层理为主, 层面波状, 发育虫孔等生物扰动构造。沉积环境相当于台地斜坡相深部。高水位体系域为灰色中厚层状泥质花纹灰岩和含白云质灰岩夹砾屑灰岩。砾屑灰岩含原地同成分砾屑, 花纹多为泥质及砂屑。岩石发育水平层理, 层面不平整。由下向上层理变厚, 沉积粒度变粗, 水动力能量逐渐加大, 地层结构为海退进积型。沉积环境为台地斜坡相中、上部。本层序与下伏 T8 层序之间以似整合 (SB₂) 界面相接触。

2.10 T10 层序

对应的岩石地层单位是寒武—奥陶系冶里组上部和亮甲山组下部。该层序发育不完全, 由凝缩段和高

水位体系域组成。凝缩段厚度不大, 为灰色极薄—薄层状条纹灰岩, 底部有砾屑灰岩小夹层。岩石发育水平细纹层, 地层结构为加积型。沉积环境处于台地斜坡相深部, 水体深度不大。高水位体系域岩性为灰色中厚层—厚层状花纹砂屑灰岩夹砾屑灰岩, 含燧石结核白云质灰岩, 顶部发育黄灰色中厚层状含燧石条带细晶白云岩。岩石发育水平层理, 层面平整, 局部波状, 白云岩中见有小型低角度斜交层理, 砾屑灰岩可见冲刷面。自下而上层理变厚, 燧石条带、结核及砂屑、砾屑逐渐增多, 水体变浅, 地层结构呈明显的海退进积型。沉积环境由台地斜坡相中—上部过渡为潮坪泻湖相的封闭—半封闭水体。本层序以凝缩段与下伏的 T9 层序相接触, 界面性质应为似整合 (SB₃)。

2.11 T11 层序

对应的岩石地层单位是奥陶系亮甲山组中、上部, 由海侵体系域和高水位体系域组成。海侵体系域为灰色薄板状泥晶灰岩, 局部含有半球状、小柱状叠层石。岩石发育水平层理, 层面极为平整。由下而上随着水体逐步加深, 层理变薄, 细纹层增多, 地层结构为海侵退积型。沉积环境为台地斜坡相浅部—中部, 水体平静, 沉积速率较低, 顶部的薄板状细纹层灰岩代表最大海泛期沉积。高水位体系域为灰色薄层—中厚层状含燧石结核花纹灰岩和白云质灰岩。岩石发育水平层理, 层面平整, 顶部有鸟眼构造。自下而上层理加厚, 燧石结核及白云质增多, 呈海退进积型地层结构。沉积环境为台地斜坡相浅部—潮坪相半封闭水体。本层序与下伏的 T10 层序之间以似整合 (SB₂) 界面相接触。

2.12 T12 层序

对应的岩石地层单位是奥陶系马家沟组一段, 由凝缩段和高水位体系域组成。凝缩段厚度不大, 为灰色极薄层—薄层状含砂屑灰岩。岩石单层厚度 0.5 cm 左右, 由大量的毫米级泥质细纹层构成, 层面极为平直。地层结构以加积为主, 沉积环境相当于台地斜坡相深部静水区域, 沉积速率较低。高水位体系域岩性为灰色薄层—中厚层状花纹灰岩、花纹状白云质砂屑灰岩, 顶部出现厚度不大的白云岩。岩石发育水平层理, 层面较平直, 但在泥质花纹发育处层面凹凸不平。由下向上层理逐渐加厚, 水体变浅, 白云质含量增多, 反映海退进积型地层结构。沉积环境为台地斜坡相中、上部—潮坪泻湖相的封闭—半封闭水体。本层序直接以凝缩段与下伏 T11 层序相接触, 其界面性质应为似整合 (SB₃)。

2.13 T13层序

对应的岩石地层单位是奥陶系马家沟组二段, 由海侵体系域和高水位体系域组成。海侵体系域岩性为灰色中厚层—厚层状含燧石结核含砂屑灰岩, 灰色、深灰色薄层—中厚层花纹状砾屑白云质灰岩及含白云质花纹灰岩。岩石发育水平层理, 层面不平整。自下而上层理逐渐变薄, 沉积粒度逐渐变细, 反映海侵退积型地层结构。其顶部出现纹层状灰岩代表最大海泛期沉积。沉积环境由台地斜坡相浅部过渡为中部潮下带的静水区域。高水位体系域主要岩性是灰色、深灰色薄层—中厚层状及厚层状含燧石结核灰岩, 花纹状白云质灰岩, 泥晶灰岩, 顶部出现灰紫色中厚层状粗晶白云岩和砾屑灰岩。岩石发育水平层理, 层面不很平整, 灰紫色粗晶白云岩顶部具有钙质结壳, 代表干旱蒸发气候条件下的暴露标志。由下而上, 沉积层理逐步加厚, 白云质明显增多, 反映海退进积型地层结构。随着海平面不断下降, 沉积环境由台地斜坡相中、上部过渡为萨布哈 (Sabkha) 潮上带, 水动力能量较高。本层序与下伏 T12 层序之间以似整合 (SB₂) 界面相接触。

2.14 T14层序

相应的岩石地层单位是奥陶系马家沟组三段, 由海侵体系域、凝缩段和高水位体系域组成。海侵体系域岩性为灰色、黄灰色厚层—巨厚层状含白云质灰岩, 薄层—中厚层状白云岩及中厚层—巨厚层状泥粉晶灰岩。岩石发育水平层理, 层面较为平整, 单层厚度较大, 沉积速率高。自下而上层理稍显变薄, 白云质含量明显减少, 尤其上部的泥粉晶灰岩岩性纯净, 显示海侵退积型地层结构。沉积环境由台地边缘潮坪泻湖相的封闭—半封闭水体过渡为台地斜坡相中、上部的开阔浅海清水区域。凝缩段仅 2 m 左右, 为灰色中厚层状白云质瘤状灰岩, 岩石发育水平及波状层理, 具有泥质花纹和虫孔等生物扰动构造。高水位体系域岩性为灰色中厚层状白云质砂屑灰岩, 灰黄色薄层—中厚层状含灰质白云岩夹透镜状膏盐层。岩石发育水平层理, 具有白云质细纹层, 石膏为紫红色、黄褐色粗晶状, 呈不规则丘状体, 顶部有溶蚀塌陷角砾岩, 孔洞内充填石膏层, 代表一个巨大的暴露面。由下而上沉积层理变厚, 白云质含量急剧增多, 显示迅速的海退进积型地层结构。沉积环境为台地边缘泻湖相的潮间—潮上带封闭水体, 气候为急剧蒸发的干旱氧化环境。本层序与下伏 T13 层序之间以似整合 (SB₂) 界面相接触。

3 石炭纪—二叠纪层序地层

石炭纪和二叠纪地层分布局限。中奥陶世以后, 华北地台受加里东运动影响, 整体隆起经受长期剥蚀、夷平和准平原化, 造成基底面平缓, 海水进出频繁, 形成海陆交替型沉积和陆地河湖相及沼泽砂、页岩含煤沉积。这一时期本区可辨认出 6 个层序, 归并为牛心台超层序。相应的岩石地层单位是石炭系本溪组、太原组, 石炭—二叠系山西组和二叠系石盒子组。其中, 本溪组以陆相沉积为主; 太原组为海陆交替相沉积, 含有 5 层灰岩; 山西组以陆相含煤地层为特点, 石盒子组主要是陆相砂岩沉积。这套地层总体上构成一个较完整的高级别沉积旋回。

3.1 N1层序

对应的岩石地层单位是石炭系本溪组湖田段及新洞沟段下部, 由低水位体系域 (LST) 和滨海湖沼扩展体系域 (EST) 组成一个不完全的层序。低水位体系域主要为铁铝质泥岩, 由紫红色薄层—中厚层状含角砾铁质鲕粒泥岩, 粉砂质页岩夹铝土矿层和灰绿色鲕粒铝土岩组成。岩石以块状层理及水平层理为主。由于下伏马家沟组顶部凹凸不平, 本层序岩性组合及厚度横向上有所变化。地层结构以进积和加积为特征。沉积环境为滨岸湖沼相的缓慢沉淀和弱搅动水体。当时气温较高, 雨量充沛, 在地表径流作用下, 铝质呈胶体溶液搬运至古陆边缘的低凹处沉积。湖沼扩展体系域不太发育, 岩性为土黄色薄层状中细粒长石石英杂砂岩, 灰紫色极薄—薄层状泥铁质胶结粉砂岩, 顶部为细粒石英砂岩具铁质风化壳。岩石发育水平层理, 层面平整。自下而上层理逐渐变薄, 沉积粒度变细, 反映水侵退积型地层结构。沉积环境为滨岸沼泽—河口三角洲。本层序与下伏 T14 层序之间为一巨大的沉积间断面 (SB₁), 接触关系为假整合, 局部可能为不整合。

3.2 N2层序

相应的岩石地层单位是石炭系本溪组新洞沟段中、上部和太原组下部, 由湖沼扩展体系域 (EST) 和湖沼萎缩体系域 (RST) 组成。湖沼扩展体系域岩性为褐紫色含铁粉砂质泥岩, 灰紫色泥岩和薄层花纹状细粒岩屑石英杂砂岩。岩石发育块状层理和水平层理, 泥岩中褐铁矿呈瘤状。顶部出现海相灰岩透镜体, 反映当时盆地与海水相通, 代表最大扩展期沉积。地层结构为退积—加积, 沉积环境为近岸湖沼和滨岸潮间—潮下带。湖沼萎缩体系域由黄绿色、土黄

色薄层—中厚层状细粒长石石英杂砂岩和灰紫色花纹状泥铁质胶结含云母粉砂岩组成。岩石发育水平层理或层理不清楚,粉砂岩中褐铁矿呈瘤状,砂岩中碎屑颗粒分选及磨圆均不好,属于近源剥蚀、短距离搬运、成熟度较低的复陆屑沉积。自下而上沉积层理逐渐加厚,粒度变粗,代表水退进积型地层结构。沉积环境为滨岸河口三角洲。本层序与下伏N1层序之间以假整合(SB₂)界面相接触。

3.3 N3层序

对应的岩石地层单位是石炭系太原组中、上部和石炭—二叠系山西组底部,由海侵体系域和高水位体系域组成。海侵体系域岩性为灰紫色、黄褐色泥岩夹薄层状泥质粉砂岩,薄层—中厚层状细粒长石石英杂砂岩夹白云质灰岩;顶部灰色中厚层状含生物碎屑灰岩产小单体珊瑚和腕足类化石,表明水体相对较深,代表最大海泛期沉积。底部粉砂岩夹有不纯的铝土矿透镜体,杂砂岩中碎屑颗粒分选及磨圆中等。地层结构以海侵退积型为主,沉积环境为滨岸湖沼相—潮坪相的潮间—潮下带。高水位体系域岩性为灰绿色、黄绿色薄层状泥质粉砂岩、粉砂质泥岩和细粒长石石英杂砂岩夹灰色中厚层状生物碎屑细晶灰岩及灰岩透镜体,局部含燧石结核及条带;顶部出现灰白色薄板状粉砂质铝土页岩夹煤线,发育铁质风化壳。岩石发育水平层理,层面平整,具冲刷面构造。由下向上沉积层理逐步加厚,陆源物质增多,地层结构以海退进积型为特点。灰岩夹层中产大量的群体珊瑚和蠕虫类化石,表明沉积水体不深,沉积环境由滨岸潮坪相的潮间—潮下带过渡为滨岸湖沼相。本层序以假整合(SB₂)界面与下伏N2层序相接触。

3.4 N4层序

对应的岩石地层单位是石炭—二叠系山西组和石盒子组下部,湖沼扩展体系域发育很少,主要由湖沼萎缩体系域构成。岩性主要为灰色、浅灰色薄层—中厚层状泥质粉砂岩、泥铁质胶结中细粒长石石英砂岩、含岩屑长石石英杂砂岩夹灰黑色碳质页岩及可采煤层,产植物化石碎片;顶部为黄绿色薄层—中厚层状含鲕粒铝土岩,具有铁质风化壳。岩石发育水平层理,局部可见低角度斜交层理,广泛发育冲刷面构造;砂岩中碎屑颗粒分选及磨圆较差。地层结构不太明显,总体上为水退进积型。沉积环境为近岸泥炭沼泽相,顶部出现缓慢沉淀的弱搅动水体。本层序以假整合(SB₂)界面与下伏N3层序相接触。

3.5 N5层序

与其对应的岩石地层单位是二叠系石盒子组中、上部,主要由湖沼萎缩体系域构成。岩性为黄褐色、黄绿色、薄层—中厚层状中粒长石石英杂砂岩、含砾中粒石英杂砂岩、中细粒长石石英砂岩夹灰绿色、灰紫色页片状泥质粉砂岩和花纹状粉砂质泥岩,构成3个由细—粗的沉积旋回。顶部灰黄色厚层—巨厚层状含砾粗粒石英砂岩中有一铁质风化壳,代表沉积间断面。岩石发育水平层理,上部见有斜交层理,砂岩碎屑颗粒分选及磨圆中等或较差,岩石成熟度较低。地层结构为水退进积型,沉积环境为湖沼及河口三角洲。本层序以假整合(SB₂)界面与下伏N4层序相接触。

3.6 N6层序

相当于二叠系石盒子组上部,因地层出露不完整,仅保留湖沼萎缩体系域的一小部分。岩性为灰黄色厚层—巨厚层状含砾粗粒石英砂岩,发育水平层理、斜交层理和韵律层,颗粒分选及磨圆中等或较差。沉积环境主要为河口三角洲。本层序以假整合(SB₂)界面与下伏N5层序相接触。

4 小结

测区元古宙—古生代岩石地层格架和年代地层格架如图1、图2所示。晚元古代、寒武纪—奥陶纪、石炭纪—二叠纪各自组成一个超层序,超层序根据盆地内重要的地理名称命名,而层序则采用超层序专名的汉语拼音缩写字母加阿拉伯数字编号。超层序之间以I型界面(SB₁)划分,在牛心台超层序(C—P)底部发育有低水位体系域(LST)沉积。根据沉积相序分析,沉积环境主要是滨岸潮坪、浅海开阔台地、台缘高能带、浅及中深斜坡带。太子河盆地为一狭长形拉张盆地,测区处于陆棚及台地边缘斜坡带,因而凝缩段沉积频繁出现。凝缩段由瘤状灰岩、纹层灰岩及透镜状砾屑灰岩组成,厚度不大。III型层序界面(SB₃)不时出现也反映了本区斜坡带的特征。测区碳酸盐台地主要由较纯质的石灰岩构成,白云岩很少,以无障壁海岸、水质清洁、气候湿润为主要特征。石炭—二叠纪,太子河盆地以陆相沉积为主,夹有海陆交互沉积。我们用不同于海相层序地层的术语来描述陆相层序地层的特征。层序地层单位是一种具有等时意义的沉积岩石组合。它与具有相对统一岩性的岩石地层单位不同。某些层序地层界面可以与现有的岩石地层单位界线吻合,也有一些沉积层序的不整合界面位于岩石地层基本单位(组)的内部。本区组成石

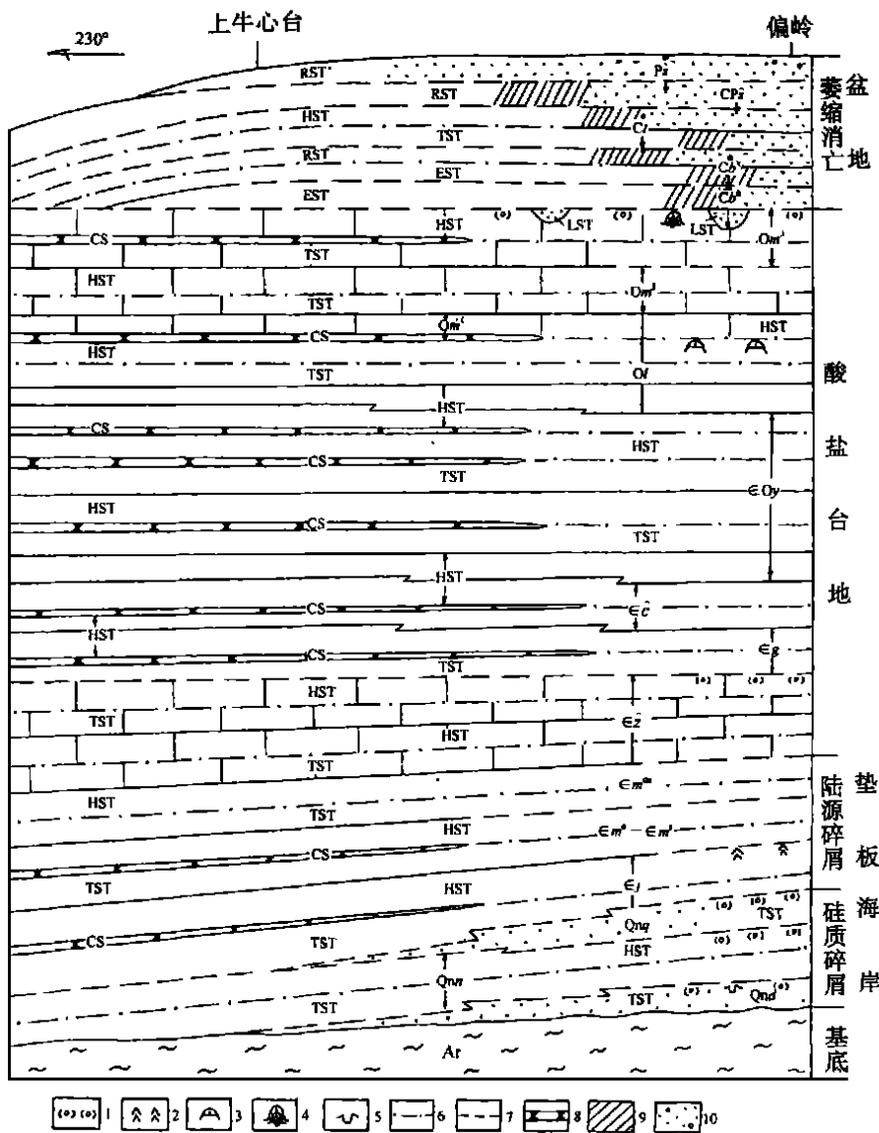


图1 测区元古宙—古生界岩石地层格架

Fig 1 Proterozoic-Paleozoic lithostratigraphic framework of the mapping area

Ar—太古宙变质花岗岩 (Archean metamorphic granite); Qnd—钓鱼台组 (Diaoyutai fm.); Qnn—南芬组 (Nanfen fm.); Qnq—桥头组 (Qiaotou fm.); E-j—碱厂组 (Jianchang fm.); E-m^l—E-m^s—馒头组大后海段—石桥段 (Dahouhai mem.—Shiqiao mem. of Mantou fm.); E-m^{ds}—馒头组当十段 (Dangshi mem. of Mantou fm.); E-z—张夏组 (Zhangxia fm.); E-g—崮山组 (Gushan fm.); E-c—炒米店组 (Chaomidian fm.); O-l—亮甲山组 (Liangjiashan fm.); Om¹—马家沟组一段 (1st mem. of Majiagou fm.); Om²—马家沟组二段 (2nd mem. of Majiagou fm.); Om³—马家沟组三段 (3rd mem. of Majiagou fm.); Cb^h—本溪组湖田段 (Hutian mem. of Benxi fm.); Cb^s—本溪组新洞沟段 (Xindonggou mem. of Benxi fm.); Ct—太原组 (Taiyuan fm.); CPs—山西组 (Shanxi fm.); P_s—石盒子组 (Shihezi fm.); LST—低水位体系域 (lowstand system tract); TST—海侵体系域 (transgressive system tract); CS—凝缩段 (condensed section); HST—高水位体系域 (highstand system tract); EST—湖沼扩展体系域 (lake expansive system tract); RST—湖沼萎缩体系域 (lake retrogressive system tract); 1—古风化壳 (paleocrust of weathering); 2—帐篷构造 (tepee); 3—鸟眼构造 (bird's-eye); 4—膏盐层 (gypseous horizon); 5—雹痕 (hail mark); 6—最大海泛面 (maximum flood surface); 7—沉积间断面 (depositional break); 8—瘤状灰岩 (umulous limestone); 9—河口冲积层 (alluvial layer of river mouth); 10—滨海冲积平原沉积 (coastal alluvial plain deposits)

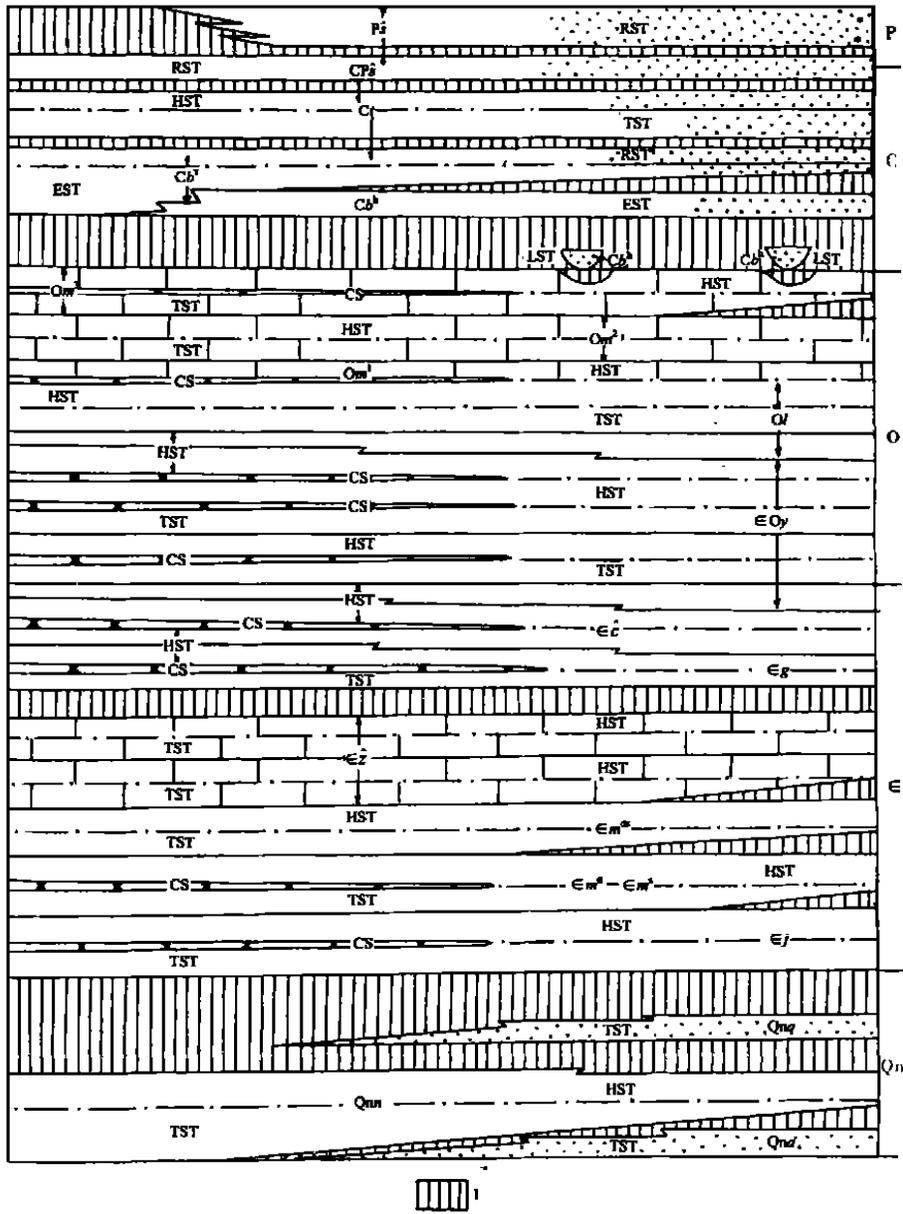


图2 测区元古宇—古生代年代地层格架

Fig. 2 Proterozoic-Paleozoic chronostratigraphic framework of the mapping area

Qn—青白口纪 (Qingbaikou Period, Late Proterozoic); ∈—寒武纪 (Cambrian); O—奥陶纪 (Ordovician); C—石炭纪 (Carboniferous); P—二叠纪 (Permian); 1—沉积间断期 (depositional break); 其余代号见图1 (The other symbols are the same as those in Fig. 1.)

炭系—二叠系的各层序界面就分别出现在本溪组、太原组、山西组和石盒子组内部。

5 盆地演化阶段及特征

5.1 硅质碎屑海岸发育阶段

中朝准地台结晶基底形成之后, 本区自晚元古代开始, 进入了相对稳定的盖层沉积发育阶段。经过长期风化、剥蚀和夷平, 从钓鱼台期开始, 第一次海侵

出现在近东西向狭长的太子河盆地中。当时本区处于盆地边缘的滨海环境, 北部和东部的太古宙古陆提供了丰富的陆源物质, 经过搬运、分选和磨圆, 沉积了一套以石英砂岩为特征的高成熟度单陆屑净砂岩建造。经过短时间的海退, 形成沉积间断。进入南芬期, 本区处于滨岸潮坪环境, 陆源沉积物颗粒逐渐变细, 供应不时减少, 时有内源碳酸盐沉积夹层出现, 组成陆源碳酸盐建造。此后又经海退, 在较长时期沉

积间断之后,沉积了桥头组的单陆屑净砂岩建造.以上沉积建造构成了盆地形成初期的硅质碎屑海岸阶段.

5.2 陆源碎屑垫板发育阶段

桥头期之后,经历了长时间的沉积间断.寒武纪碱厂期本区处于浅、中部斜坡相和滨岸潮坪相的潮间—潮下带环境,短时还处于潮下带较深部位的静水欠补偿区域,沉积了厚度较大的陆源碳酸盐建造.随后被馒头期的陆源碎屑沉积所淹没,构成了碳酸盐台地发育之前的陆源碎屑垫板.

5.3 碳酸盐台地发育阶段

自寒武纪张夏期开始,一直到奥陶纪马家沟期结束为止,本区进入了大规模碳酸盐台地平稳发育阶段.太子河盆地由于缺乏陆源物质输入而转变为清水陆表海环境,开始出现广泛的碳酸盐沉积.主要为异地碳酸盐建造,在顶部马家沟期之末形成厚度不大的石膏白云岩型蒸发岩建造.这一阶段构成了区域古生代盖层沉积的主体.

5.4 盆地萎缩消亡阶段

中奥陶世马家沟期之后,本区整体抬升,海水退

出.经过长期剥蚀、夷平,自晚石炭世开始沉积了本溪期—太原期的海陆交互相铝土铁质建造,山西期的单陆屑含煤建造以及二叠纪石盒子期岩石成熟度较高、沉积速率较低的陆相砂岩建造.这一阶段沉积环境主要是滨岸潮坪及近海平原的湖沼、河流.盆地范围明显缩小,在区域上往往形成一些不连续的小型沉积盆地.由于盆地水体较浅,受地壳升降运动的影响,石炭系和二叠系多次产生沉积间断,出现铁质风化壳.

参考文献:

- [1] 何镜宇,孟祥化.沉积岩和沉积相模式及建造[M].北京:地质出版社,1987.
- [2] 辽宁省地质矿产局.辽宁省区域地质志[M].(地矿部地质专报,区域地质,第14号).北京:地质出版社,1989.
- [3] 魏家庸,卢重明,等.沉积岩区1:5万区域地质填图方法指南[M].中国地质大学出版社,1991.
- [4] 乔秀夫,宋天锐,李海兵,等.辽东半岛南部震旦系—下寒武统成因地层[M].北京:科学出版社,1996.
- [5] 杨欣德,李星云,等.辽宁省岩石地层——全国地层多重划分对比研究(21)[M].中国地质大学出版社,1997.

PROTEROZOIC-PALEOZOIC SEQUENCE STRATIGRAPHY IN THE TAIZI RIVER BASIN OF LIAONING PROVINCE

GUO Sheng-zhe, ZHANG Li-dong, ZHANG Chang-jie, BAO Qing-zhong, PENG Yan-dong
(Shenyang Institute of Geology and Mineral Resources, Shenyang 110033 China)

Abstract: In the Taizi River basin, 23 sequences (orthosequence) are recognized in the strata from Late Proterozoic (Qingbaikou System) to Paleozoic (Cambrian—Permian System), and may be merged into 3 supersequences. They are named as the Pianling supersequence (Qn), the Taizihe supersequence (E-O), and the Niuxintai supersequence (C-P). This paper introduces and describes the general features, sequence boundary surface, sedimentary facies and facies sequence of each sequence and supersequence. Some special terms different from that of the marine sequence stratigraphy are applied to describe the Carboniferous-Permian terrestrial sequences of the region. Finally, the evolution and development of the Taizi River basin are summarized and divided into 4 stages: 1) siliciclastic sea shore stage; 2) terrigenous clastic pedestal stage; 3) carbonate platform stage; and 4) basin shriveling and withering away stage. Actually, this is the first study of sequence stratigraphy in the Taizi River basin up to date.

Key words: Taizi River basin; Proterozoic-Paleozoic; sequence stratigraphy; Liaoning Province

作者简介:郭胜哲(1937—),男,研究员,1963年毕业于北京地质大学地质地理系,从事地层古生物及区域地质研究工作,现任区调项目技术顾问;通讯地址:沈阳市北陵大街25号,邮政编码110033.