

燕山地区长城纪沉积演化及构造背景^①

和政军

(地质矿产部地质研究所 北京)

孟祥化 葛 铭

(中国地质大学 北京)

提 要 燕山长城纪沉积相特征及环境系统反映出坳拉槽盆地的沉积特点。盆内发育着冲积扇、扇三角洲、浊流沉积、碳酸盐滑塌角砾沉积、颗粒流沉积及火山硅质混合沉积等与同沉积构造活动有关的沉积相型。从早期的大陆内部冲积环境到晚期的环边台地—斜坡—碳酸盐深水盆地,环境系统从较封闭状态向半开放方向演化,其演化过程与盆地构造的扩张活动有着密切关系的。

关键词 燕山盆地 长城纪 沉积相和环境

第一作者简介 和政军 38岁 博士 沉积学

长城纪燕山沉积盆地是华北地区中、晚元古代坳拉槽形成早幕的产物。尽管长城纪燕山盆地发育在古克拉通的背景下,但其沉积充填物和古环境系统又不同于典型的克拉通内盆地。盆地充填以复杂多变的沉积相类型和阶段性明显的沉积演化特征,记录了华北区域结晶地壳的初始破裂及裂谷作用兴衰的早期过程,并影响着中、晚元古代整个盆地的环境布局 and 形成发展。

1 沉积相类型

燕山地区长城纪沉积时限为 1800~1400Ma(王鸿桢等,1990),最大沉积厚度约 4700m,自下而上分为 5 个组:常州沟组(Ch)、串岭沟组(CI)团山子组(t)、大红峪组(d)和高于庄组(g)。经较为系统的物质组分和水动力条件分析,燕山地区长城纪沉积可确定出 29 个基本沉积相类型(表 1),其中有 13 个相型为新确定的(表中标 * 者)。除常州沟早—中期的沉积为大陆冲积环境产物外,而后的海相沉积相型主要分布于三个基本盆地单元中:环边台地(ringing platform)、斜坡和局限盆地。限于篇幅,现择 8 个沉积相做扼要地介绍。

1.1 扇三角洲相 由三个基本单元组成:冲积扇、三角洲主体(三角洲前缘和水下扇)及前三角洲沉积,厚 230~360m。扇砾岩厚 7~13m,砾石成分以花岗岩或磁铁矿石岩为主,杂基支撑,具碎屑流沉积特征(图 1-3)。三角洲前缘沉积包括陆上部分和水下部分,前者由砂砾质河道充填、河间砾质砂坝、河滩残留砾石沉积组成。碎屑分选磨圆极差,具巨型和大型槽

^① 本文由地矿部行业基金项目(90029)资助

状或板块交错层理及侵蚀充填构造。水下扇为陆源砂与碳酸盐混合沉积,有河口沙坝、改造砂坝,水下分流河道等,并包括一些浊流及小规模液化流沉积等。前三三角洲沉积由粉砂及泥晶碳酸盐组成,具水平层理。

表 1 燕山长城纪沉积相基本类型

Table 1 General types of facies of Changchengian in Yanshan basin platform

环 境	相	物源类型	分布层位	典型剖面位置	
陆 地	冲积扇相	I	ch ¹	宽城南 宽城南	
	网状河相	I	ch ¹⁻²		
	曲流河相	I	ch ¹⁻²		
	* 湖泊相	I	ch ²		
	* 湖泊三角洲相	I	ch ²		
海—陆	* 扇三角洲	Ⅰ	d	滦县桃园、青龙山	
海	浅 水	陆屑潮坪相	I	ch ³ , d, cl	凌源雷神庙、宽城 迁西新集 青龙县东 蓟县、承德县大东营等 平谷黄松峪 平谷黄松峪
		碳酸盐潮坪相	Ⅳ	d ³ , g ¹	
		碳酸盐潮坪—泻湖相	Ⅳ	t	
		* 碳酸盐风暴沉积相	Ⅳ	t	
		浅水陆屑滩坝相	I	d, ch ³	
		碳酸盐滩坝相	Ⅳ	t, g ¹ , g ⁴	
		隐藻碳酸盐相(潮间)	Ⅳ	d ³ , g ¹ , g ⁴	
		* 细屑—泥晶韵律碳酸盐相	Ⅳ	g	
		* 粗碎屑—碳酸盐相	Ⅱ	d	
		潮下改造沙滩相	I	ch ³ , d	
		隐藻碳酸盐相(潮下)	Ⅳ	g ¹⁻³	
		* 火山硅质—陆砂—碳酸盐混积相	Ⅲ	d ¹⁻²	
		* 水下火山碎屑流相	Ⅲ	d ¹⁻²	
		* 火山碎屑基浪沉积相	Ⅲ	d ¹⁻²	
		条带状泥晶碳酸盐相	Ⅳ	g ²⁻³	
较 深 水	泻湖黑色页岩相	I	cl	建昌八家子 平泉城西 兴隆城东 平泉城西	
	* 陆源浊积相	I	cl, d		
	* 斜坡碳酸盐相	Ⅳ	g ²⁻⁴		
	* 碳酸盐滑塌沉积相	Ⅳ	g ⁴ , g ²		
	* 陆屑—碳酸盐颗粒流相	Ⅰ	g ⁴		
	黑色页岩—泥晶碳酸盐相	Ⅳ	g ²⁻³		
	瘤状泥晶碳酸盐相	Ⅳ	g ²⁻³		
	含砂碳酸盐浊积相	Ⅳ	g ²⁻³		

* 注: I 陆源; Ⅱ 陆屑—碳酸盐混积; Ⅲ 有火山物质混积; Ⅳ 碳酸盐。

1.2 陆源浊积相 沉积厚度>40m。相序中出现最多的为鲍马序列的递变层段(a)小型交错层理段(c)及上部平行纹理段(d)。a段厚10~30cm,粒序变化为细砾质粗砂→中细砂→粉砂或细砂。碎屑中长石占40~50%,火山碎屑及变质岩屑5~15%。发育同生褶曲、包卷层理及砂球等同生变形构造(图1-4)。

1.3 颗粒流沉积相 夹于高于庄组泥晶碳酸盐序列中,两者厚度比1:3—5,沉积厚度>80m。该相主要由块状砂质白云岩段(a,颗粒流块层段)、具交错纹理的含粉砂泥晶白云岩段(b)及泥晶白云岩段(c)组成(图2-1)。a段中颗粒组分占85~75%,其中陆源砂占

颗粒总量的 45~60, 砂屑 25~45%。颗粒组分分布均匀, 无明显的粒度递变或略显正粒序变化。层中还含有 3~18cm 的棱角状, 板条状或卷曲状泥晶白云岩岩块, 呈“悬浮”状零乱分布。层内无层理等流水构造, 底面具较平缓的冲刷面, 顶面平直而与上覆 b 段界线截然。上述特征表明该相的主体部分 a 段沉积物在搬运沉积过程中, 颗粒组分是无序的, 具较典型的颗粒流沉积特点。

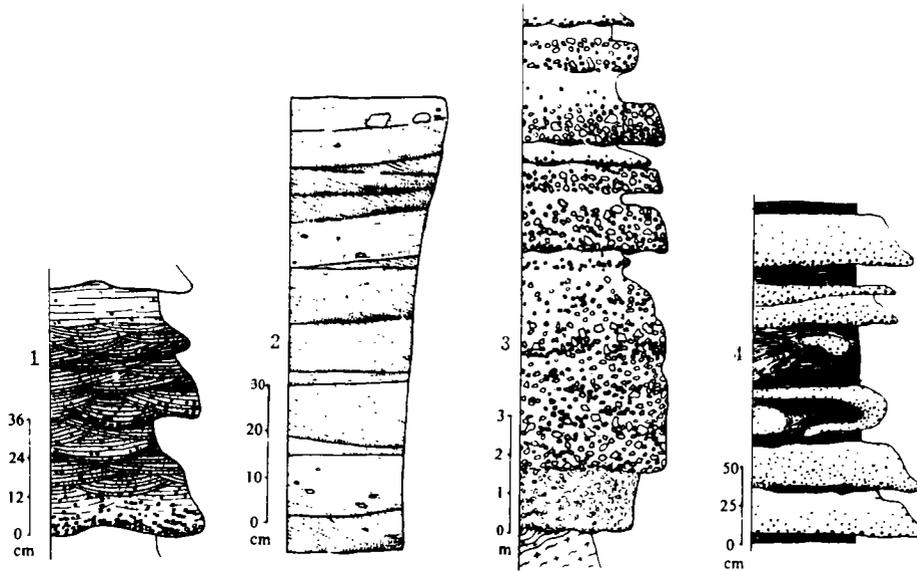


图 1 陆源碎屑沉积相

1. 轴向曲流河 2. 河湖三角洲 3. 扇三角洲下部的扇砾岩 4. 陆屑浊流相

Fig. 1 Debris facies

1. Axial river 2. River-Lake delta 3. Fanglomerate of fan-delta 4. Debris turbidite

1.4 火山硅质—陆砂—碳酸盐混积相 根据从蓟县到承德县南至凌源, 硅质组分减少及相结构的变化, 大体上可分出三种亚类型。在承德县地区, 该相(图 2-2)下部为条带状含硅的陆屑砂—碳酸盐; 中部以内碎屑状的硅质岩为主。硅质内碎屑含量 80~90%, 0.08~0.4mm, 椭圆—圆—长条状, 隐晶或胶状结构, 大部分颗粒表面具 1~2 层暗色薄壳, 明显被成岩期自形白云石交代。上部纯硅质岩中仍为隐状硅质颗粒, 含凝灰质碎屑。据远离火山源硅质减少、硅质组分在相序中的韵律分布, 组分结构、与同期火山岩的共存关系、普遍含凝灰物质等分析, 该相中大量的硅质组分应来自于同期的火山活动, 而沉积条件为浅水。

1.5 细屑—泥晶韵律碳酸盐相 最显著的特征是该相在沉积序列中显示出规则的韵律变化, 每一相律厚 0.6~1.3m, 总沉积厚度 >150m。下部为含砂屑泥晶白云岩段(图 2-3, B), 显正粒序, 底具冲刷面。中部为含粉砂泥晶白云岩、具不连续水平纹理(C)。上部为含粉砂或藻鲕白云岩与泥晶白云岩组成的次级微韵律(D), 发育层系厚仅为 2mm 的单向交错纹理和波长 4~5mm 的波纹构造, 层面具水泡状泄水构造。顶部为白云质页岩(E)。该相 B 段

的形成受阵发性陆源输入的影响,水流条件具低密度流性质;流水构造贫乏和藻鲕的出现,显示出该相体形成于潮下中低能环境。

1.6 斜坡碳酸盐相 基本上由三个相段组成(图 2—4):砾屑泥晶白云岩段(a),砾屑呈似竹叶状或板条状,塑性弯曲者多见,并可见显塑性流动的团状同生变形构造,层底部有时出现冲蚀填充构造,同生角砾化泥晶白云岩段(b)成层性良好,角砾与其间的填充物泥晶组分一致,推测为碳酸盐水下固化后原地碎裂形成的。薄层泥晶白云岩段(c),常发育水平微细纹理及小型滑柔褶曲构造,在 a 段不发育时构成该相的主体。

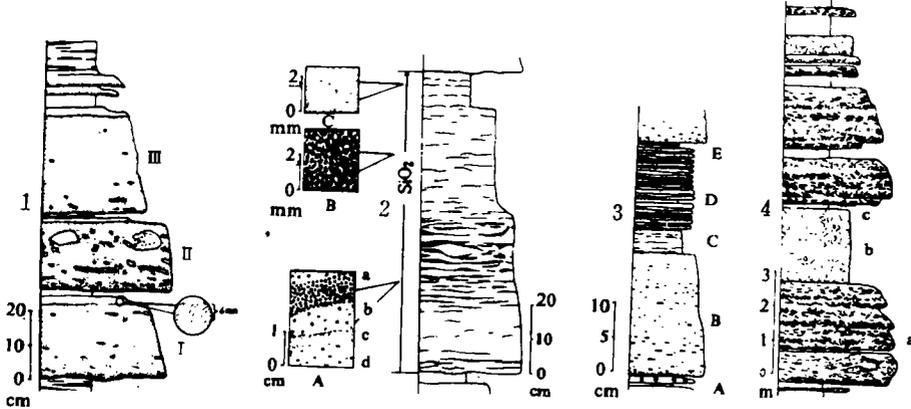


图 2 碳酸盐沉积相

1. 陆屑—碳酸盐颗粒流相 2. 含火山硅质混合沉积相 3. 细屑—碳酸盐相 4. 斜坡砾屑碳酸盐相。

Fig. 2 Carbonate facies

1. debris-carbonate granular flow 2. silica-bearing mixed carbonate
3. fine debris-carbonate 4. slope intraclast carbonate facies

1.7 滑塌角砾碳酸盐相 厚约 50m,由 4 段碳酸盐角砾层组成(图 3),其间为具水平纹理的深灰色泥晶白云岩。自下而上: I 段发育同沉积滑动褶曲构造(b)及拉裂状角砾(c),或旋转滑动构造(d)。II 段为块层状角砾堆积层,角砾大小在 4~25cm 之间,下部有长 2.7m 的大型岩块,并具裂隙充填角砾构造(e)。III 段具三层角砾岩,中上层角砾层呈长透镜状,角砾和泥晶充填物成分相近。角砾无分选性、泥晶支撑,岩层底面呈弧形强裂切割下伏的泥晶白云岩层(f),层内亦发育切蚀构造。IV 段由角砾状滑裂岩组成,角砾或碎裂的岩块多显原地错位而与层面斜交,并有被上覆滑块削切的现象(g)。碳酸盐塌沉积的堆积方式主要有三种,一是属于粘结滑塌, I 段具此成因特点。二是以岩块从陡坎或断崖向下崩落为主,如 II 段和 III 段的下部角砾岩。三为形成于水下的泥石流沉积, III 段中上部显其特征。IV 段角砾岩所反映的坍塌位移不明显,可能代表滑塌作用初期的产物。

1.8 黑色页岩—泥晶碳酸盐相 由暗色泥晶白云质灰岩与黑色页岩或钙质页岩所构成的单调的韵律沉积组成,沉积厚度 350~650m。黑色页岩富含有机碳,平均 1.46%,并有大量的黄铁矿等金属硫化物聚集。泥晶灰岩中发育水平细纹理,整个相序中缺乏流水构造。在

兴隆半壁山,泥晶灰岩中发育清晰的碳酸盐溶解面构造,起伏3~14cm。上述特征显示出,该相形成于浪基面之下的静水缺氧条件,据深水碳酸盐理论模式(OCD-CCD-QCD)分析,其单调的韵律变化,可能与深水环境的碳酸盐不饱和状态的周期性变化有关。同时在沉积期中存在着碳酸盐溶解相,可能反映了碳酸盐补偿深度界面的波动。推测该相的沉积水深应大于150m(Caspers, 1957)或200m(孟祥化等,1982)。

2 沉积环境演化

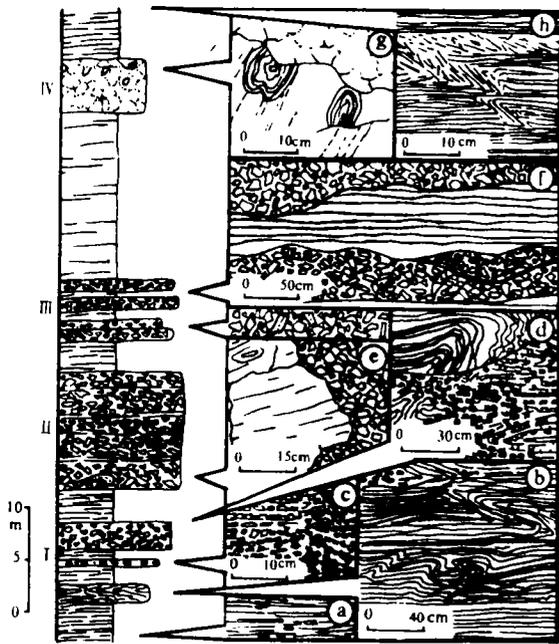


图3 兴隆高于庄组碳酸盐滑塌沉积特征及剖面结构

Fig. 3 Facies sequence of carbonate slump breccia and debris flow

常州沟期 据11组(386个数据)古水流节点指向分析结果,常州沟早中期沿兴隆南—宽城—凌源—线为总体上呈近北东向的线性洼地。其北缘出现陡坡,南侧为缓坡,构成盆轴偏北侧的不对称地貌景观(图4-1)。在盆地低谷内,发育轴向主干河道,形成厚600~800m、宽约10km的砂质曲流河相(图1-1)。宽城等地曾出现相对短暂的轴向湖泊环境,后被小规模的进积型三角洲沉积(图1-2)所淤填。在盆地南缘,发育一系列砾质冲积扇和侧向网状河流砂体。扇体向北西向散开,分布范围较广,古水流资料显示出其流向与轴向河道近于直交。相比之下,盆地北缘陡坡带的扇砾岩厚度大而分布范围较局限,且向南东迅速减薄,砾石扁平面倾向多平行于盆轴方向,反映出轴向河流对砾质沉积的强烈改造作用。常州沟中晚期,海水进

入盆地,总体上为陆源浅水环境。盆地两侧广大周边地区为海水超覆(图4-1),形成较为平坦的席状沙滩和潮坪环境。在青龙县地区同期成为矩形高地,长期露于水面之上。

串岭沟期 盆地周围蚀源区大部分老化夷平,粗陆屑供给贫乏。盆地两侧主要出现分布较广的潮坪环境,以潮间—潮上的泥坪或混合坪为特色。在蓟县—宽城一带形成潮下低能泻湖环境,持续沉积了500~900m厚的黑色泥质沉积物。

团山子期 盆地海水不协调退缩,东南部岸线退移至迁西至青龙一线(图4-2);而在西北部的阳原一带出现小范围的沉积超覆。盆内沉积环境总体上转变为碳酸盐潮坪—泻湖,在边部为较广的泥质—碳酸盐环潮间—潮上坪带;在兴隆的茅山—三道河,主要形成暗色的潮下低能环境。此期石盐假晶普遍发育,在宽城等地见有微层状石膏,反映出具有弱咸化泻湖环境的特点。团山子期盆地沉积还常受风暴作用影响,其沉积产物几乎到处可见,其中尤以宽城—凌源等地的潮下带和潮间带最为发育。

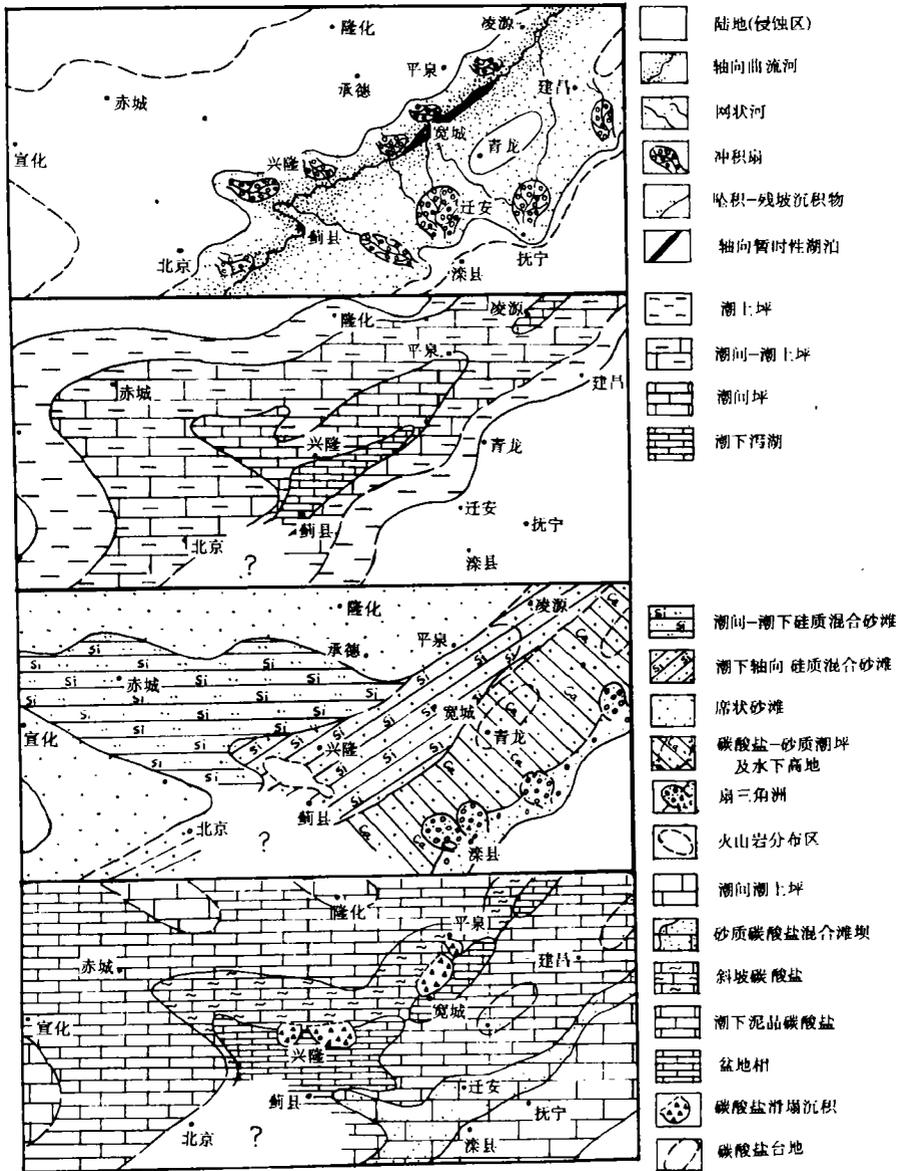


图 4 燕山地区长城纪部分时期古环境及岩相古地理略图。

1. 常州沟早中期(虚线区为中晚期海相沉积分布) 2. 团山子期 3. 大红峪期 4. 高于庄期

Fig. 4 Paleoenvironments and lithofacies of Changchengian in Yanshan basin

大红峪期 海水在盆地南缘逐渐形成沉积超覆,长期露于水面之上的青龙高地渐没于水下。其间影响沉积作用的重要事件是,平谷—蓟县等地的水下火山喷溢作用。受其直接影响,在古火山口周围出现与碳酸盐混合的火山碎屑流和火山碎屑基底涌浪沉积(base surge)。同期火山活动还伴随着大量的 SiO_2 泄出,在盆地中部和西北部形成硅质—陆屑砂—碳酸盐混合沉积(图4—3)。盆地南缘因同沉积断裂活动而形成地形陡坎,沿线发育一系列粗屑扇三角洲沉积,在建昌八家子等地还出现陆屑浊流沉积。

高于庄期 为长城纪最大海侵期(图4—4)。初期基本上继承了大红峪期的浅水环境,发育范围较广的碳酸盐潮坪。早中期受区域性海平面上升的影响,盆地水深增大,在兴隆—宽城水深达到最大,形成局限性的深水碳酸盐盆地相沉积。盆地西北部广大地区为潮下条带状泥晶碳酸盐沉积,与盆地相之间为斜坡泥晶碳酸盐沉积,间或发育斜坡砾屑碳酸盐和陆屑—碳酸颗粒流沉积。盆地南侧以潮间—潮下带为主,发育细屑—泥晶碳酸盐,隐藻碳酸盐等;近盆缘发育小型砾屑碳酸盐滩坝及叠层石碳酸盐等。高于庄晚期盆地水体有相对变浅的趋势,在兴隆—宽城北侧,出现一系列大规模的水下滑塌角砾碳酸盐和碳酸盐重力流沉积。

3 盆地构造活动及其沉积响应

长城纪燕山盆地的同沉积断裂系统主要有两组:呈北东向延伸的盆缘断裂和北西向的传递断裂(Transfer faults)。两组断裂相间交织,在空间上构成网状构造格局(图5)。

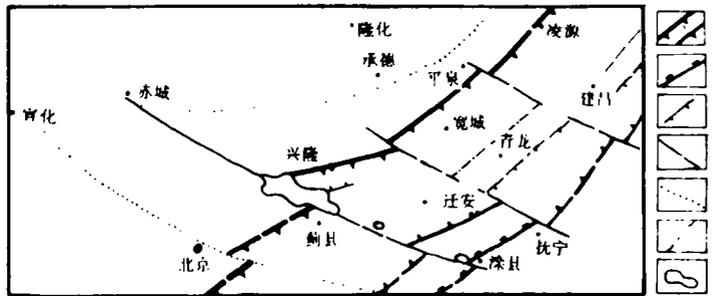


图5 燕山地区长城纪盆地古构造示意图

1. 形成于早长城纪的盆缘断裂; 2. 晚长城纪形成的盆缘断裂; 3. 盆内断裂; 4. 传递断层;
5. 推测断裂; 6. 掀斜断块支点连线; 7. 火山岩区

Fig. 5 Paleogeographies of the Yanshan basin in Changchengian.

盆缘断裂包括北缘的兴隆北—凌源断裂和南缘的滦县(迁安)—建昌南断裂。前者控制了盆地的整体取向,是影响盆地长期扩张的主导断裂,推测为主拆离断裂构造。在该断裂控制下,早长城纪其南北两侧分别堆积了2571m和402m的沉积物,厚度梯度大于94m/km。沿此断裂发育的一系列冲积扇、碳酸盐滑塌角砾岩和颗粒流沉积等,均反映了它的同沉积活动。在兴隆至宽城以南的巨厚轴向带状砂体和黑色页岩,以及黑色页岩—泥晶碳酸盐韵律沉积等相型,表明该断裂的活动还影响着其旁侧的盆地最大沉降轴的形成和发展。盆地南缘断裂的阶段性的活动显著,引发了附近的冲积扇、花岗状粗屑扇三角洲及陆源碎屑浊流沉积等

相带的形成。沿该断裂,陆源碎屑中长石含量普遍高达 32~45%,在滦县地区花岗质砾石的大量出现以及有直径达 3m 的岩块,都显示出该断裂强烈活动期曾存在着断裂陡坎(fault scarp)。在滦县钓鱼台,大红峪组超覆不整合面之下的太古代混合花岗岩中,发育长 70m,宽 3~4m 的大型花岗质砾石充填脉,其复原产状走向为 65°~70°,北西倾。此砾岩脉应为同沉积断裂活动的构造裂隙充填,其产状代表断层面产状。根据南北缘断裂的遥相对应关系分析,南缘断裂应属于盆地的反向调节断裂。

长城纪盆内同沉积传递断裂主要有三条:赤城—滦县、喜峰口—抚宁及翼辽省界断裂,其中赤城—滦县断裂在整个长城纪沉积期最为活跃。在该断裂控制下,密云—平谷地区及其西—北部长期发育环边台地沉积,而以东(兴隆南)则成为长城纪的盆地最大沉陷部位,早长城纪时期断裂东西两侧沉积厚度相差 6~7 倍。由于该断裂活动产生的视水平错动,造成沉积相带在密云—平谷附近发生转折,是影响兴隆南部地区沉积环境长期封闭的最重要因素。赤城—密云一线长期形成北西向的局部沉陷,也于其活动有关。该断裂在大红峪期的强烈活动还控制了沿线火山岩和古火山机构的总体延伸(图 5)。从平谷、蓟县、遵化南至滦县,火山岩最大厚度分布分别为 780、500、16、26m,成明显的北西向线性展布。在长城纪,三条传递断裂活动主要起到调整狭长盆地各段扩张速率的作用。同时,它们的同沉积活动切割了盆地的周缘蚀源区,成为向盆内提供陆源碎屑的重要通道,在海侵期又成为向盆缘扩散的渠道和与相邻海盆沟通的通道。由于传递断裂近于横切盆缘断裂而产生的分隔作用,也造成了盆地内各块段之间沉积充填和环境特征差异。

燕山盆地的横断面沉积充填—构造分析表明,它具有较典型的半地堑式盆地结构。这种不对称结构的形成,主要起因于盆地两则断裂不平衡活动及主断裂上盘构造斜坡的持续掀斜活动。长城纪早期的巨厚而宽阔的带状轴向河流砂体的形成,以及在团山子期沉积分布整体向北西方向退移,均为构造掀斜活动叠加作用的结果。

4 讨论

长城纪燕山盆地形成于大陆克拉通内部的背景下,海相沉积环境基本上具有陆表海性质。如一些时期较广泛发育的碎屑或碳酸盐潮坪、滩坝及风暴沉积等,反映出以潮汐和波浪作用为主的浅水沉积环境特点。但在另一方面,盆地中部又发育了巨厚的黑色页岩—泥晶碳酸盐及瘤状泥晶碳酸盐等盆地相沉积。这种浅水环境与静海深水碳酸盐环境在同期小范围内共存的情况,难以用单一的克拉通陆表海环境模式全部概括。因环境相对闭塞,燕山长城纪沉积期盆内的水动力条件常处于中等至低能条件下。即使在潮汐或波浪作用为主的浅水沉积期,其水体能量亦比一些典型的陆表海环境要低,这也是团山子期的风暴沉积在潮间带环境下能部分地保存下来的原因。

碳酸盐台地建隆不发育,为长城纪燕山盆地沉积一特色。在盆地周围的浅水环境中,碳酸盐滩坝和隐藻碳酸盐构筑体厚度比小,分布局限。其影响因素推测有三个方面的:①碳酸盐沉积中常含有少量的陆源砂或粉砂,表明沉积期常受到来自盆地周边的陆源碎屑物质的干扰。②盆地环境相对闭塞,没有出现长期的高能环境。③在构造背景上,盆地总体上沉降速率大,相对稳定时间短,不利于碳酸盐滩坝或隐藻体的构筑。

沉积盆地本身为一复杂的系统。在控制盆地充填和环境发展的诸因素中,构造活动的影响最为重要,构造运动一方面开辟了沉积物质来源,另一方面又提供了沉积场所。根据沉积充填—构造活动的特点,并考虑大范围和大时间跨度(中、晚元古代)的整体发展背景,长城纪时期燕山沉积盆地的演化可分出三大阶段:陆内裂陷阶段(常州沟期—团山子期),形成狭长的半地堑状盆地,奠定了盆地构造的雏形,沉积环境系统处于较封闭的条件下。过渡阶段(大红峪早中期),为盆地构造调整期,发生不协调的断裂活动与均衡沉降的迭加作用,形成具双模式特征的碱性火山岩组合。挠曲沉陷阶段(大红峪晚期—高于庄期),表现以挠曲下翘的均衡载荷沉积为主,阵发性断裂活动和局部深拗陷为辅,环境系统趋于半开放。长城纪燕山盆地横断面具有较明显的下窄上宽的二元结构特征。沉积充填、环境演变、构造活动及火山岩组合等,均反映出拗拉槽(aulacogen)的基本特点。根据板块构造学说的解释(Hoffman等,1974,1977;Burk,1977,1980),拗拉槽是裂谷作用中断的产物。燕山拗拉槽的早长城纪盆地构造活动和沉积充填,具有裂谷活动的特点,代表了华北古克拉通大陆壳的早期破裂。对于晚期长时间(包括蓟县纪)总体上的宽缓挠曲沉降,笔者认为,从某种意义上讲,其构造活动机制和沉积特点,已不完全属于裂谷作用范畴,而兼具克拉通内盆地的某些性质。燕山拗拉槽的二元盆地结构特征,即为这种构造活动机制转变或裂谷作用兴衰的演化结果。

参 考 文 献

- [1] 何起祥等,1982,论古裂谷沉积作用,长春地质学院院报,第3期。
- [2] 何镜宇、孟祥化,1987,沉积岩和沉积相模式及建造,北京:地质出版社。
- [3] 吴梦源等,1985,试论北京密云平谷地区常州沟组底部砾岩的成因,岩石学研究,5辑,北京:地质出版社。
- [4] 黄学光,1985,燕山中段高于庄组桑树鞍沉积期岩相古地理演化特征,天津地质矿产研究所所刊,13号,北京:地质出版社。
- [5] 钱祥麟等,1985,冀东前寒武纪铁矿地质,石家庄:河北科技出版社。
- [6] 和政军,1993,关于拗拉槽(aulacogen),地质科技情报,第3期。
- [7] Burke,K.,1977,Aulacogen and continental breakup; Ann. Rev. Earth, Plan. Scie., V. 5,371—396.
- [8] Etheridge,M. A., et al.,1988,Application of the detachment model for continental extension to hydrocarbon exploration in extensional basins,The APEA Journal,167—186.
- [9] Hoffman,P., et al.,1977,Geology of the Athapuscow Aulacogen, east arm of Great Slave Lake, district of mackenzie, Geol. Surv. Can., Paper. 77—1A,117—129.
- [10] Leeder,M. R., et al.,1987,Sedimentary models for extensional tilt block—halfgraben basins, in: M. P. Coward and others (Eds.). Continental extensional tectonics, Geological Society of London Special Publication,28, 139—152.
- [11] Massari, F. et al.,1988,Evolution and types of fan—delta systems in some major tectonic settings, in: W. Nemeč and R. J. Steel, (Eds.), Fan Delta: Sedimentology and Tectonic Settings, 103—122.

Environmental Evolutions and Structural Control of
Changchengian of the Mid-Proterozoic
in the Yanshan Basin, North China

He Zhengjun

(Institute of Geology, CAGS, Beijing)

Meng Xianghua Ge Ming

(China University of Geosciences, Beijing)

Abstract

The Yanshan sedimentary basin of Changchengian (1800—1400Ma) of the Mid-Proterozoic is located in North China. Sedimental accumulations of the basin were first one with nature of the covering strata after formation of the crystalline basement of the Archaeozoic—Early Proterozoic. The sedimentary environmental evolutions are described as follows: axial river—fans and braid rivers in alluvial environments, sandy tidal—shallow shoal or bar in marine, mud and carbonate tidal or lagoon in the early Changchengian; and debris—carbonate tidal or shoal with silica from volcanical provenance and fan—delta, carbonate ringing platform—slope—basinal facies in the late Changchengian. This shows evolutions of the environmental system from restricted to opening conditions.

Alluvial fans, fan—delta, debris turbidites, carbonate slump breccia, carbonate gravity flow (including grain—flow), volcanical debris flow and volcanical silica mixed sediments were deposited in the basin. Formation of these facies were controlled by structural action in contemporaneity. Rhythmic shale—micrite carbonates with carbonate dissolution structures and concretion—like carbonates in the late show the characteristics of deep water carbonate. The sedimentary hydrodynamics of the basin was generally in the condition of mid—low energy due to relatively restricted environments.

Framework of the basinal structures consisted of the NE marginal faults and the NW transfer faults. The general longitudinal extend and development of the basin were controlled with the Xinglong—Lingyuan fault in the north margin.

The vertical of the basin shows a asymmetric shape and main subsidence axis inclines to the north. The basin evolved from narrow half graben to broad downwarp. The facies, environments and structures of the basin were characteristic of a fail—rift (aulacogen). It showed the process of crust breakup of North China in the early and downwarp subsidence in the late of Changchengian.