

燕山地区长城纪扇三角洲沉积

和政军

张新元

(地科院地质研究所)

(地质出版社)

[内容提要] 在燕山地区东部的滦县等地,太古代至早元古代结晶基底之上发育一套百余米厚的陆源粗碎屑沉积。长期以来,许多研究者将其与蓟县地区长城系近底部的陆相沉积地层对比,认为属于常州沟组。1980年,钱祥麟等经过系统的研究,提出这套地层为晚长城纪大红峪期的超覆沉积。此后,这套粗碎屑沉积的性质及其与盆地整体沉积环境系统的关系,一直未能确定。近年来,笔者为此进行了初步的沉积学研究,结果表明这套粗碎屑沉积与其上的碳酸盐沉积构成了较为典型的 Gilbert 型扇三角洲沉积相。该扇三角洲沉积的确立,为燕山地区中—晚元古代坳拉槽南东缘盆地界线的限定以及早期盆地拉张过程中的沉积充填方式的研究,提供了重要的依据。

关键词 长城纪 扇三角洲 坳拉槽 结晶基底

1 沉积地质背景

华北燕山地区因早元古代—太古代结晶基底受区域性拉张作用影响,在早长城纪常州沟早中期形成狭长的北东向线性谷地,出现轴向河流与侧向冲积扇和网状河流的大陆冲积环境体系。常州沟中晚期海水进入盆地,向两侧形成分布相对较宽的沉积超覆。至串岭沟期发育陆源碎屑潮坪和滩坝,盆地中部则主要由巨厚黑色页岩组成的潟湖环境。到团山子期转为弱蒸发条件下的碳酸盐潮坪潟湖环境。此期伴有海水下协调退缩,盆地南东侧海水退至青龙—迁安以北,前期沉积暴露出水面并遭受剥蚀;盆地西部(如河北阳原一带)和北部,则产生小范围的超覆沉积。晚长城纪大红峪期,盆地海水复又增大,并逐渐向东方向扩展,沉积范围达滦县—抚宁以南(图1)。燕山地区长城纪粗碎屑扇三角洲沉积主要发育于大红峪期,沉积厚度为230—264m,沿该盆地的东南缘成线性分布,其中以滦县地区的青龙山、桃园和钓鱼台等地最为特征。

2 扇三角洲沉积特征

滦县地区大红峪期扇三角洲沉积主要由三个基本单元所组成:冲积扇、三角洲主体(三角洲前缘和下水扇沉积)及前三角洲沉积(图2)。

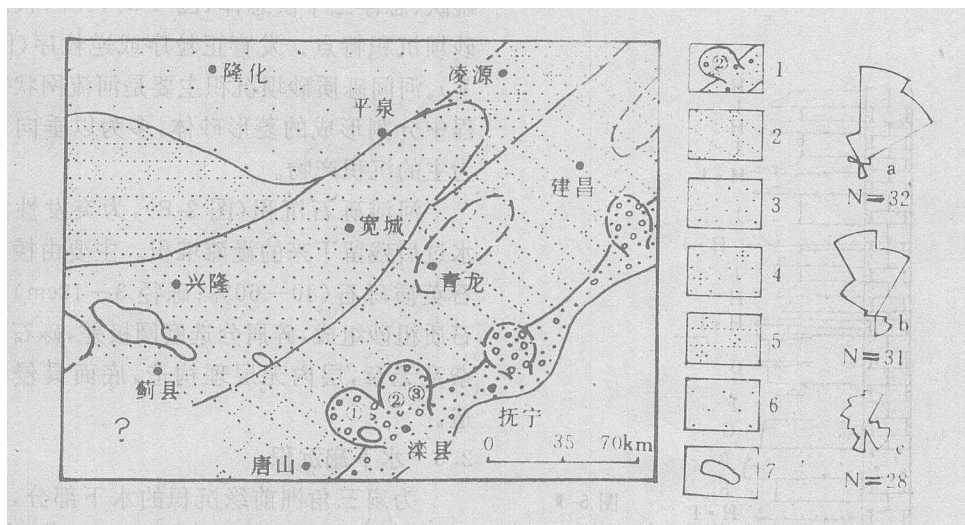


图 1 燕山地区大红峪期岩相古地理图及古流节点(右侧)

1. 扇三角洲(数字为水流节点编号); 2. 碳酸盐-砂质潮坪; 3. 潮下硅质-砂质-碳酸盐混合相; 4. 砂质-碳酸盐相;
5. 潮间含硅质碳酸盐-砂岩相; 6. 席状砂滩; 7. 火山岩分布区

Fig. 1 Sedimentary facies and palaeogeographic map and palaeocurrent nodes (right) in the Yanshan region during the Dahongyuian

- 1=fan delta (The numeral represents the number of the palaeocurrent nodes); 2=carbonate-sandy tidal flat;
3=subtidal mixed siliceous-sandy-carbonate facies; 4=sandy-carbonate facies; 5=intertidal siliceous
carbonate-sandstone facies; 6=sheet sand beach; 7=volcanic rock province

2.1 冲积扇

冲积扇沉积厚 17—29m, 由扇砾岩(图 2-A)、砂砾质主河道充填(图 2-B)和粉砂质洪泛平原沉积(图 2-C)亚相组成。扇砾岩亚相厚 7—13m(图 3-Y), 在桃园, 砾石成分以混合花岗岩为主, 占 52—77%; 在青龙山, 除花岗质砾石外, 磁铁石英岩亦占 30—40%。砾径一般为 2—25cm, 最大 46cm。砾岩粒度分析曲线中只有牵引和跳跃次总体, 两者斜率均低(图 4-A)。砾岩层内部无明显粒序变化, 砾石分布杂乱, 基质支撑, 底部具侵蚀面构造。上述特征反映出扇砾岩堆积时介质粘度高, 载荷能力大, 具有碎屑流的沉积特征。此外, 扇砾岩沉积的底部多发育 1—3m 厚的残坡积物(图 3-I, a)。

2.2 三角洲前缘沉积

包括陆上部分和水下部分, 前者由河道充填(图 2-B), 河间砾质砂坝(图 2-D)、河滩残留砾石沉积(图 2-E)组成。

大型河道充填(图 2-B)主要为砾质粗砂岩或细砾岩, 砾石大小多在 1—5cm 之间, 次棱角状居多; 碎屑中长石可占 30—40%, 成分和结构成熟度均低。层内具大型板状和槽状交错层理、平行层理, 底部为大型侵蚀面或冲蚀坑槽构造(图 3-I)。板状交错层理的前积安定角一般在 25—35°之间。河道充填沉积切入扇三角洲体内, 主要形成于河道底面与扇三角洲表面的交汇点之上, 代表近扇三角洲顶部的沉积, 是洪水向下和侧向扩散的主要通道。

河间砾质砂坝(图 2-D)沉积物中, 砾石含量较河道充填为少, 砾径较小。层中发育由砾石局部集中而呈现的平行层理或块状层理, 及单向大型交错层理。粒度概率曲线出现滚动、

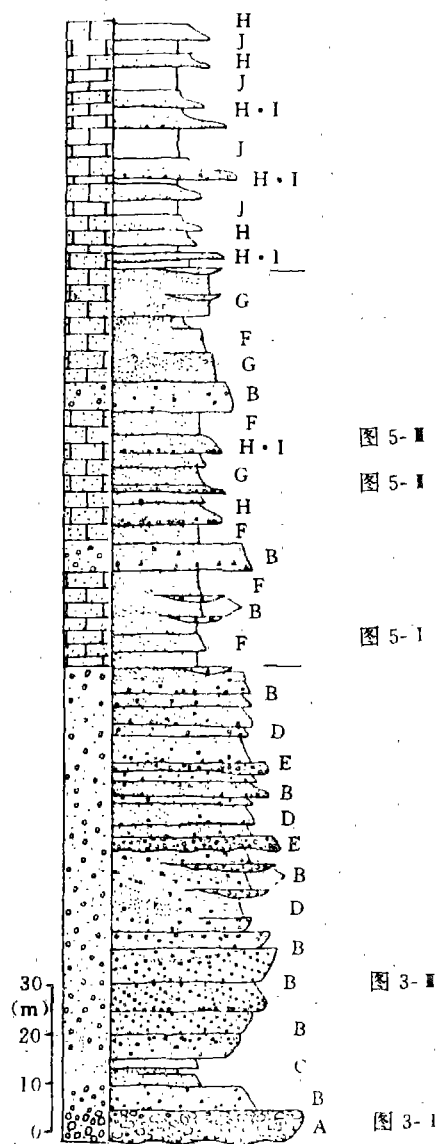


图2 滦县大红峪组扇三角洲相序(A-J 见正文)

Fig. 2 Facies sequence of the fan deltas in the Dahongyu Formation in Luanxian (See the text for A to J)

跳跃、悬浮三个次总体(图 4-B),具网状河流砂坝沉积特点。发育正粒序或逆粒序(图 3-Ⅲ)。河间砾质砂坝沉积主要是河流网状化过程中分割形成的菱形砂体,多为以垂向加积为主的沉积产物。

河滩砾石沉积(图 2-E),为突发性大洪水过后残留下来的漫滩堆积。主要由棱角状石英质砾石(40—60%;砾径 3—10cm)及长石质粗砂组成,碎屑分选磨圆极差,砾石分布杂乱无章,层内无层理构造,底面具侵蚀构造。

2.3 水下扇沉积

为扇三角洲前缘沉积的水下部分,主要为含砾的陆源砂与碳酸盐混合沉积。亚相包括:

河口砂坝(图 2-F),由含砾粗砂和再沉积内碎屑泥晶白云岩混合构成,其中陆屑 40—60%,砾砂屑 20—25%,发育低角度下凹的前积层理和波痕构造。

改造砂坝(图 2-G)或远砂坝,为中细粒石英砂岩和长石砂岩,碳酸盐胶结。小型对称波痕发育,具小型低角度交错层理和水平层理。在剖面上与泥晶碳酸盐成交互关系。其形成与陆源碎屑物质被沿岸流搬运一段距离后受波浪作用改造有关。

水下分流河道(图 2-H),细砾—粗砂和砾屑主要分布在每层的下部,向上别碳酸盐组分增高。发育中小型槽状及板状交错层理(图 5-Ⅰ);层内或层系之间发育再作用面,底部有冲蚀构造。

水下重力流沉积(图 5-Ⅰ)包括两种类型:浊流沉积和液化流沉积。浊流沉积的递变层段由含细砾粗砂→中粗砂→细砂—粉屑白云岩组成(图 5-Ⅰ),底部具明显的冲刷面,上部为平行层理段及低角度单向交错层理

段,反映出水流性质由密度流迅速转变为牵引流的沉积流态特点。其形成应是由河流载荷突发性注入海水中引起的,同时也反映出近岸处存在着陡坡条件。液化流沉积规模不大,仅出现在局部层段(图 5-Ⅲ)。物质组成为陆源砂与碳酸盐混合物,顶面平整而底面具火焰状构造和沟模。层内略显粒级变化,隐现可能为泄水作用造成的似透镜状纹理。

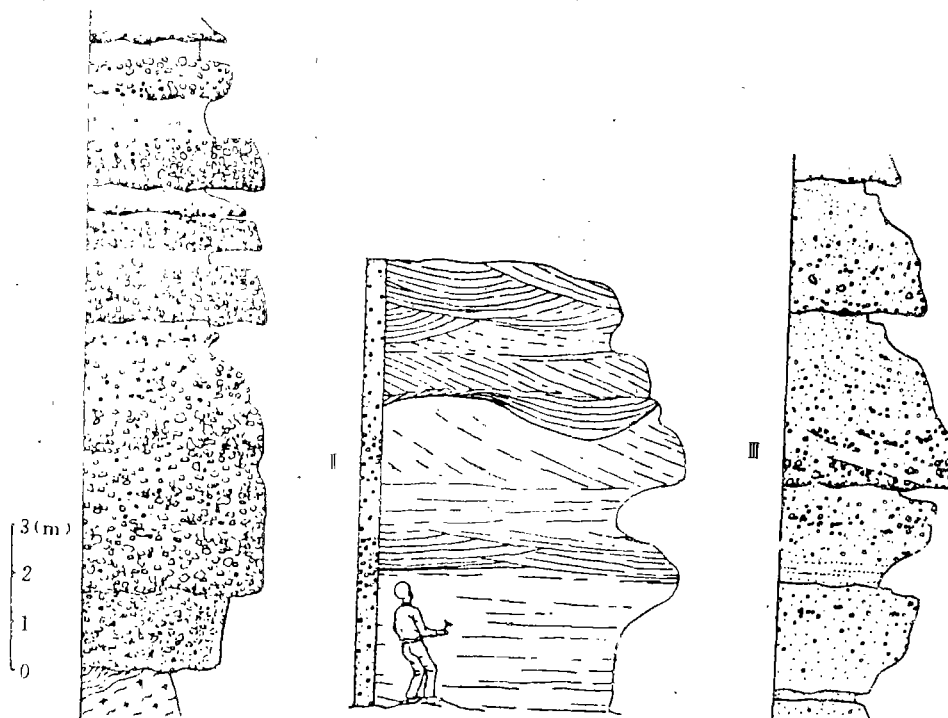


图 3 典型沉积相特征

I. 扇砾岩; II. 大型河道充填(滦县青龙山); III. 河间砾质砂坝

Fig. 3 Characteristics of main sedimentary facies in the Luanxian region

I=fan conglomerate; II=large-scale channel filling in Qinglongshan, Luanxian; III=interchannel sandy bar

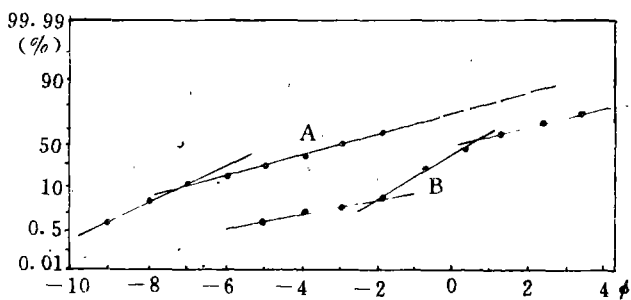


图 4 粒度分析曲线

A. 扇砾岩; B. 河间砾质砂坝

Fig. 4 Probability cumulative curves of fan conglomerates and interchannel sandy bars

A=fan conglomerate; B=interchannel sandy bar

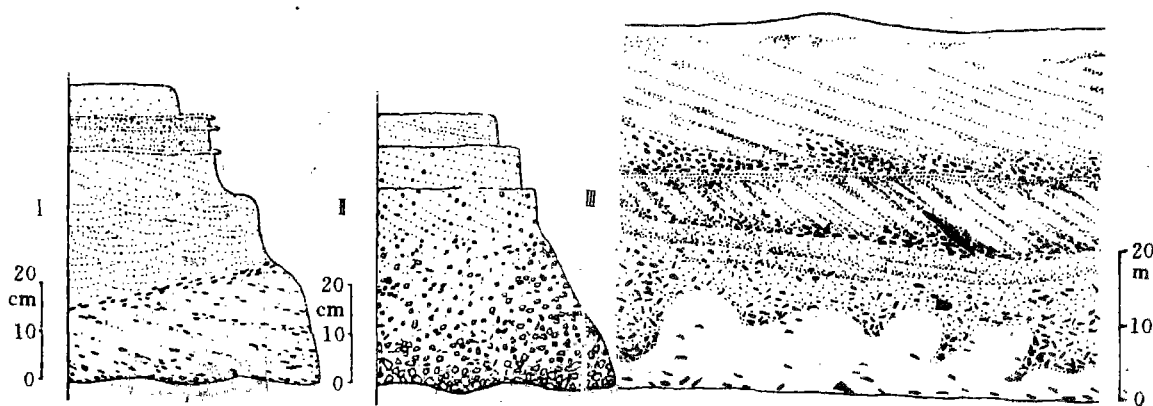


图5 陆屑—碳酸盐水下扇的亚相特征

I. 水下分流河道; II. 水下重力流沉积; III. 液化流沉积(下部)

Fig. 5 Subfacies of the terrigenous clastic-carbonate submarine fans

I = submarine distributary channel; II = submarine gravity-flow deposits; III = fluidized-flow deposits(lower)

此外,前三三角洲沉积主要为细粒石英砂岩、粉砂岩和页岩,呈互层状。发育水平层理及小型对称波痕。

3 同沉积断裂

控制扇三角洲形成和分布的同沉积构造为燕山盆地的南缘断裂,在大红峪期该断裂大致沿滦县北-抚宁北—建昌南延伸(图1)。此断裂的同沉积活动主要表现在以下几个方面:

(1)扇三角洲相的发育及其呈线性展布的基本条件之一,就是沉积条件的突变,它反映了高坡降斜坡背景的存在。在建昌八家子地区,大红峪期沉积了厚度大于40m的碎屑浊流沉积序列,也反映同样的条件。

(2)沿线的陆源沉积物中普遍含有大量的不稳定碎屑组分,长石含量一般为32—45%,最高可达75%。在抚宁麻姑营等地,大红峪组发育有厚度大于80m的同沉积构造角砾岩。此外,花岗质砾石的大量出现,以及在滦县康各庄堆积有直径达3m的岩块等,都显示出在南缘断裂强烈活动期曾存在着断裂陡坎(fault scarp)。

(3)在滦县钓鱼台,大红峪组超覆沉积不整合面之下(视距约8m)的太古代混合花岗岩中,发育一条大型花岗质砾岩充填脉(图6)。脉体宽3—4m,地表出露长度近70m。经地层倾斜校正,复原产状的砾岩脉总体走向为65—70°,北西倾,倾角64—70°。该脉应为同沉积期的断层裂隙充填,其产状反映了断层面的产状。

(4)从邻区资料来看,沿南缘断裂的北东延伸方向,在兴城月亮山和锦西葫芦岛分别发育有370m和130m的巨厚粗砾单成分砾岩,呈宽约2—3km的狭长带状展布。

4 讨论

扇三角洲概念的提出和研究仅20多年的历史,它以独特的相组合为特征及相序变化大而引起广泛的注意。Holmes(1965)在提出这一概念时,将其定义为:扇三角洲是从相邻高地直接进积到稳定水体(湖盆或海盆)中的冲积扇。以后的许多研究者都指出扇三角洲又具有

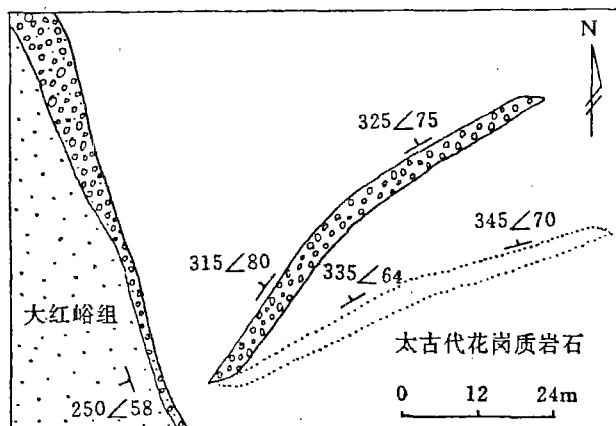


图6 滦县北大型砾岩脉产出状态
(点线表示产状校正后脉的位置)

Fig. 6 The mode of occurrence of the major conglomerate veins in northern Luanxian. The dashed line indicates the calibrated location of the veins

三角洲的基本特征,强调了其形成时沉积条件或环境的突变,并认为这种转变往往受到构造因素的制约。Ethridge 等(1984)对扇三角洲进行了较为系统的分类,分出三种主要类型:陆架型、斜坡型及 Gilbert 型。后来 Massari 等(1988)对这三种类型的扇三角洲作了详细的论述。根据物质组成、沉积相序、沉积构造及同沉积断裂的存在等方面的分析,滦县大红峪组的扇三角洲沉积属于 Gilbert 型。Gilbert 型扇三角洲明显地受盆缘断裂的控制,主要特点包括:①下伏基岩坡度大,常出现由同沉积断裂控制的构造陡坡;②缺乏底积层,特别是在沉积早期;③前积层倾角陡($35^{\circ}-40^{\circ}$),并发育 S 型前积层组;④粗碎屑所占比例大;⑤蚀源区相对持续快速上升,陆上岸线狭窄;⑥多形成于大陆内部的拉张盆地或走滑盆地中。

燕山地区扇三角洲发育于长城纪时期拉张盆地的第二次扩张期。控制扇三角洲发育的滦县-建昌南断裂是在大红峪初期形成的,其同沉积活动具有突发性和剧烈性,对盆地东南侧的蚀源区隆升及陆源的产生和补给有着重要的影响。扇三角洲沉积直接发育在早元古代一太古代混合花岗岩基底上,大量的成分、结构成熟度均低的粗碎屑组分得以保存,表明陆源物质的高速率堆积和盆地一侧的频繁大幅度的沉降。约占剖面厚度三分之一的下部粗碎屑,貌似其下伏的混合花岗岩,与北美得克萨斯州 Panhandle 地区的宾西法尼亚纪扇三角洲的“花岗岩冲积物”极为相似。从组分特征和古水流指向(图 1)来看,碎屑物质直接来源于盆地周边的古隆起基底母岩。

燕山南部地区大红峪期扇三角洲沉积模式见图 7。该地区扇三角洲的沉积相序由陆源粗碎屑转变为碳酸盐,显示出向上变细的退积型序列特点。沉积相的主体具一般的三角洲沉积特征,但在下部与冲积扇和网状河体系密切共生;向上则与海相碳酸盐沉积成指状交互变化。这种相序结构反映了其形成主要受两种水体制作用的影响,代表了两种环境的交接。早期,滦县扇三角洲分布区主要处于陆表的冲积条件下,水流性质以紊流状态下的牵引流为主。南东侧隆起剥蚀区的突发性洪水成为粗碎屑搬运的动力,水流具有能量高、载荷量大、侵蚀力强的特点。中—晚期,海水逐渐向盆缘方向侵入,扇三角洲沉积受陆表注入水流和盆地内水体的双重作用影响。与一般的三角洲不同的是,两种性质水体的密度差占次要地位,而陡坡的影响,则主要控制着扇体较为局限的分布。扇三角洲的陆上与水下部分是以三

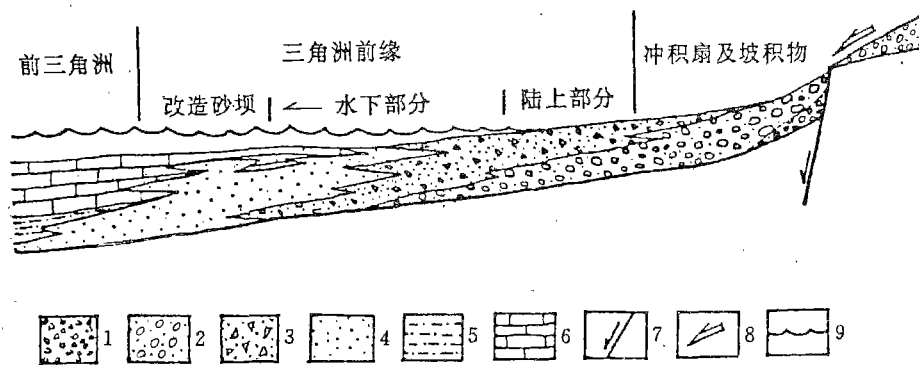


图7 扇三角洲沉积模式图

1. 花岗质残—坡积物; 2. 花岗质砾岩; 3. 花岗质砂砾岩; 4. 长石砂岩;
5. 粉砂岩; 6. 碳酸盐岩; 7. 同沉积正断层; 8. 供屑方向; 9. 海平面

Fig. 7 Sedimentary model for the fan deltas in Luanxian

- 1=granitic eluvium-talus; 2=granitic conglomerate; 3=granitic sandstone and conglomerate; 4=arkose;
5=siltstone; 6=carbonate rock; 7=synsedimentary normal fault; 8=provenance direction; 9=sea level

角洲前积层的后缘为界的。由蚀源区倾泻下来的沉积物在到达坡折处或陡坎顶部时,沿自由面下落,到达碎屑楔体(前积层)的休止角时停下并覆盖了自由面。湍急河流所载碎屑物的不断供给,造成了前积层的推进作用。进入盆地的沉积物受沿岸的波浪和潮汐水流作用影响,向盆内方向搬运,并受到分选和沉积改造作用。如从滦县桃园剖面向北北西至现距约 11km 的龙山剖面,同期沉积已由粒度较为均匀的中细粒砂岩所组成的改造砂坝为主体。在大红峪中晚期,盆地南缘仍具较陡的斜坡并被海水浸漫,阵发性的陆源物质供给与侵蚀下来的碳酸盐碎屑物构成了小型的水下扇体,形成部分具有密度流性质的沉积。

大红峪期扇三角洲形成于燕山地区中—晚元古代坳拉槽沉积盆地的早期拉张作用背景下,是盆缘断裂同沉积活动控制下的产物。扇三角洲中大量的不稳定粗碎屑组分的出现,反映出盆地南东侧山海关古陆作为正向构造单元的长期存在,并且为盆内陆源物质的重要供给区。高载荷陆表冲积水流与盆内海水相互作用,是促成该时期扇三角洲环境形成的基本沉积条件。扇三角洲沉积的存在,为华北地区中—晚元古代坳拉槽盆地构造的活动方式及盆地南界的确定,提供了重要的依据。

参考文献

- 钱祥麟等, 1985, 冀东前寒武纪铁矿构造, 河北科学技术出版社。
吴崇筠, 1986, 对国外浊流沉积和扇三角洲沉积研究的评述, 国外浊积岩和扇三角洲研究, 石油工业出版社。
Colella, A. et al., 1987. Sedimentology of a marine intermontane Pleistocene Gilbert-type fan-delta complex in the Crati basin, Calabria, Southern Italy. *Sedimentology*, Vol. 34, pp. 721—736.
Leeder, M. R. et al., 1987. Sedimentary models for extensional tilt-block/half-graben basins, In Coward, M. P. et al. (Eds), *Continental Extensional Tectonics*. GSSP., No. 28, pp. 139—152.
Massari, F. et al., 1988. Evolution and types of fan-delta systems in some major tectonic settings, In Nemec, W. et al. (Eds), *Fan Deltas. Sedimentology and Tectonic Settings*, pp. 103—122.

CHANGCHENGIAN FAN-DELTAIC DEPOSITS IN THE YANSHAN REGION, NORTH ERN CHINA

He Zhengjun

(Institute of Geology, CAGS, Beijing)

Zhang Xinyuan

(Geological Publishing House, Beijing)

ABSTRACT

A sequence of the coarse-grained terrigenous clastic deposits 100 m and more thick are developed on the Archean to Early Proterozoic crystalline basement in Luanxian in eastern Yanshan region. This sequence has long been examined by the previous workers in comparison with the continental sedimentary strata near the bottom of the Changchengian strata in the Jixian region, and is assigned to the Changzhougou Formation. Qian Xianglin et al. (1980), on the basis of the systematic study, interpreted the sequence as the Dahongyuian (Late Changchengian) onlap deposits. From that time on, the nature of these coarse-grained clastic deposits and their bearings on the whole sedimentary environmental systems in the basin remained uncertain. The results of research obtained by the authors in recent years show that both coarse-grained clastic deposits and overlying carbonate deposits represent the characteristic Gilbert-type fan-deltaic deposits. The recognition of the fan-deltaic deposits provides the important basis for the limitation of the basin boundary on the southeastern margin of Middle and Late Proterozoic aulacogens in the Yanshan region and for the study of depositional-filling patterns during early extension of the basin.

Key words: Changchengian, fan delta, aulacogen, crystalline basement