

胶莱盆地东北缘中生界粗碎屑岩段的沉积层序及含金性

周江羽 李思田 杨士恭 刘常青

(中国地质大学资源学院 武汉 430074)

提 要 胶莱盆地属于晚中生代断陷盆地,东北缘广泛出露中生界的粗碎屑岩系。在对其进行详细的野外宏观描述、室内微观鉴定及样品含金量测试的基础上,研究了粗碎屑岩段的沉积物组成、沉积类型和微观特征,建立了该岩段在不同地区的垂向沉积层序及典型层序组合类型。不同的水动力条件是造成砾岩层内部结构复杂性变化的主要原因。通过与国内外有关资料的对比分析,指出研究区粗碎屑岩段形成于干旱、近源快速堆积的陆上冲积扇环境,且探讨了其含金性。

关键词 胶莱盆地东北缘 中生界 粗碎屑岩段 古砂金

第一作者简介 周江羽 男 34岁 讲师 沉积学和盆地分析

1 盆地地质概况

胶莱盆地位于山东半岛中部,界于胶北和胶南二个隆起区之间,属晚中生代断陷盆地。它总体呈北东向展布,总面积约2700 km²。晚元古代末期,胶东地区一直处于隆起剥蚀状态,仅在蓬莱地区沉积了一套海相的砂岩、泥岩和灰岩,且已经受区域变质作

用,盆缘隆起区主要为一套太古-元古界的变质岩系。直到中生代晚侏罗世,由于受燕山运动的影响,经历了长期隆起剥蚀的胶东地区产生二隆一坳的构造格局,胶莱盆地形成并开始莱阳组的陆源粗碎屑沉积,此时期的构造-岩浆活动较弱。到晚侏罗世末,胶莱盆地及周围的构造-岩浆活动频繁,早白垩世早期以大量酸性和中酸性岩浆喷发为主,伴有基性岩

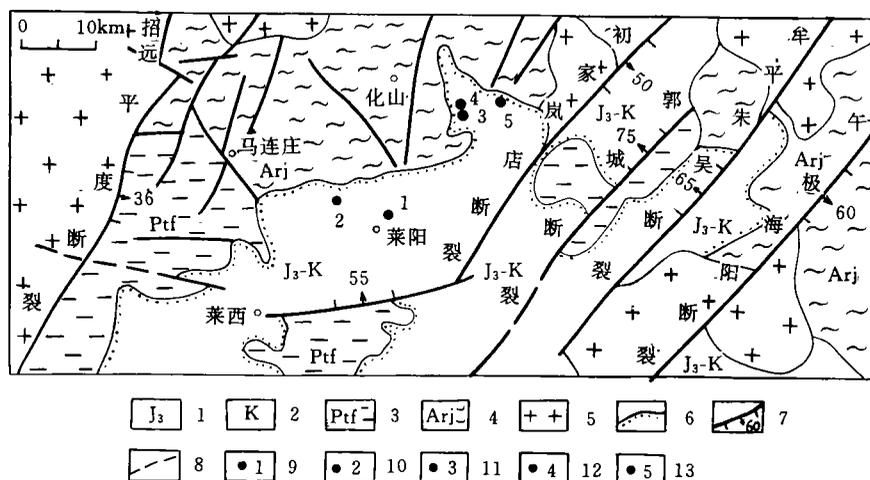


图1 胶莱盆地东北缘地质略图(据杨士望 1986 修编)

- 1. 上侏罗统; 2. 白垩系; 3. 元古界粉子山群; 4. 太古界胶东群; 5. 花岗岩体; 6. 盆地边界; 7. 正断层及产状
- 8. 推测断层; 9. 水沐头实测剖面; 10. 柏林庄实测剖面; 11. 南崮实测剖面; 12. 河西实测剖面; 13. 大咽喉

Fig. 1 Geological sketch map in the northeast area of the Jiaolai basin (Revised after Yang Shiwang, 1986)

浆喷发,到中晚期发生较大规模的岩浆侵入活动,在胶北隆起区形成了我国著名的胶东招远—掖县金矿成矿带,在盆地内部沉积了上千米的青山组火山岩及火山碎屑岩。晚白垩世,构造-岩浆活动较弱,气候温暖干燥,沉积了王氏组厚达数千米的陆源碎屑岩^[1,2]。

研究区位于胶莱盆地东北缘莱阳地区,以盆缘附近广泛出露上侏罗统莱阳组 and 上白垩统王氏组底部粗碎屑岩段为特征。盆地内部主要充填中生代晚侏罗世及白垩纪地层,局部发育新生代地层,盆地边界主要为侵蚀边界(图 1)。

2 盆地充填序列

胶莱盆地在太古界胶东群及元古界粉子山群变质岩系基底之上,充填了一套巨厚的晚中生代陆源碎屑岩系夹火山碎屑岩系^[3]。自下而上可分为三个组(图 2):

上侏罗统莱阳组(J_3l)下部陆源碎屑岩段:为一套灰绿、紫红色的砂岩、砂砾岩、砾岩夹页岩和粉砂岩。自下而上可分为四段:第一段为底部粗碎屑岩段

(J_3l_1),第二段为湖相泥岩、粉砂岩段,产动、植物化石(J_3l_2),第三段为含砾砂岩及砂岩段(J_3l_3),第四段为砂砾岩段(J_3l_4)。总厚度 390~2 700 m。

下白垩统青山组(K_1q)中部火山岩及火山碎屑岩段:为一套中基性、中酸性的火山熔岩、火山碎屑岩夹陆源碎屑岩。总厚度大于 1 500 m。

上白垩统王氏组(K_2w)上部陆源碎屑岩段:为一套紫红、黄绿色的砂岩、砂砾岩夹粉砂岩和泥岩,紫红色粉砂岩、泥岩与砂岩互层。自下而上可分为六段:第一段为底部粗碎屑岩段(K_2w_1),第二段为泥岩、粉砂岩段(K_2w_2),产动、植化石,第三段为砂砾岩段(K_2w_3),第四段为砂岩、泥岩互层段(K_2w_4),泥岩中产动、植物化石,第五段为砂岩段(K_2w_5),第六段为砂砾岩段(K_2w_6)。总厚度 1 000~4 000 m。

本文研究的重点为莱阳组和王氏组底部普遍发育的主要由紫红色、杂色砾岩和砂砾岩组成的粗碎屑岩段,它们广泛出露于胶莱盆地的东北缘,厚度一般为 100~500 m。

3 粗碎屑岩段的沉积学特征及垂向层序

3.1 沉积物组成及沉积类型

研究区莱阳组和王氏组底部粗碎屑岩段的沉积物以紫红色、紫灰色的砾岩、砂砾岩为主,内夹灰白色、灰色、紫红色的砂岩、含砾粉砂岩、泥岩薄层或透镜体。根据沉积物的宏观和微观特征,并与国内外现代和古代环境的类比^[4~6],组成粗碎屑岩段的主要沉积类型有:

3.1.1 泥石流沉积:

主要由砾岩组成,砾径大小一般为 10~50 cm,最大可达 140 cm,砾石含量一般为 60%~80%,主要成分为安山岩、英安岩、流纹岩、片麻岩,石英岩、花岗岩等,表明物源主要来自盆缘胶东群变质岩及燕山期花岗岩体(图版 1,2,3)。砾石以次棱角一次圆状为主,排列杂乱,局部由于砾径及砾石含量的变化显示粒序性,反映了稀性泥石流沉积的特征^[7]。有时可见泥石流具波状起伏的底界和平整的顶界,且对下伏的紫红色含砾粉砂岩或泥岩有削截现象,显示了该泥石流具有一定的粘性流动特征(图 3,图 4)。砾岩呈基质支撑,基质主要由含砾中粗砂岩或砾质砂岩组成,其粒度随砾岩中砾径的增大而增大,基质含量随砾径的增大而减小。单层砾岩厚度变化较大,一般为 3~5 m,最厚可达 10 m 以上。野外实测

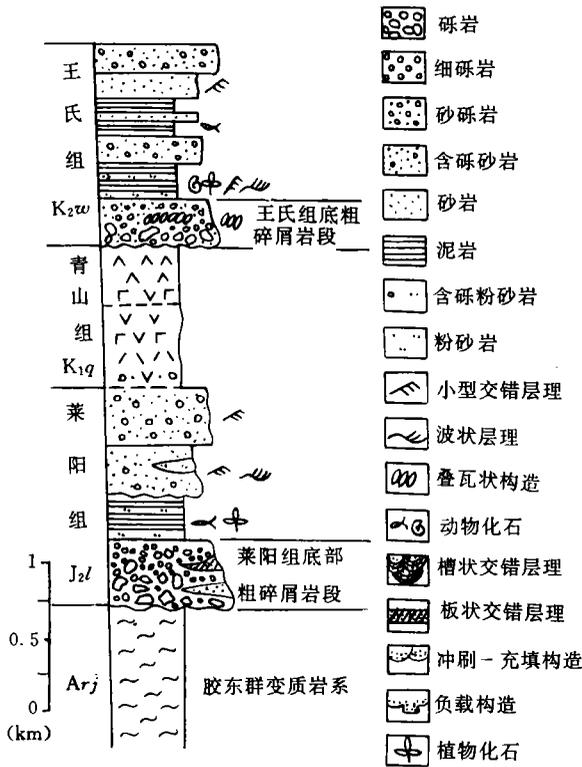


图 2 胶莱盆地充填序列

Fig. 2 Fill sequences in the Jiaolai basin

的5个剖面层序统计结果表明,各地砾岩的宏观沉积特征有一定差异(表1)。

一般厚0.5~1.0 m。有时可见砂体被上覆泥石流削截或被河道冲蚀,造成砂体顶面起伏而底面平整的形态。

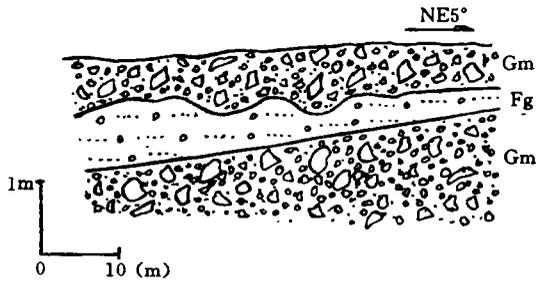


图3 粘性泥石流的顶、底界面形态
(柏林庄剖面,图例同图2)

Fig. 3 Top and bottom surface forms of sticky debris flow

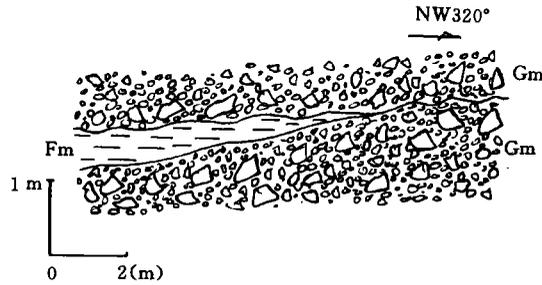


图4 泥石流对下伏泥岩的削截现象
(柏林庄剖面,图例同图2)

Fig. 4 Scraping scour of underlying mudstone by debris flow

表1 各地区砾岩的宏观沉积特征统计结果

Table 1 Statistic result of conglomerate megasedimentologic features in different areas

特征地区项目	莱阳组 J ₃ l			王氏组 K _{w1}	
	南崮	河西	大咽喉	柏林庄	水沐头
单层厚/m	2.08~9.27	1.66~7.26	3.4~11.24	2.29~10.31	1.80~7.05
最小-最大平均	5.45	4.50	5.35	5.75	3.57
砾径/cm	2-1.40	2-30	2-40	2-50	2-40
最小-最大平均	15	8	4	8	7
基质含量/%	10~20	15~30	25~35	20~30	15~20
沉积构造	块状为主,见平行层理	块状为主,见平行、大型槽状、板状交错层理	块状为主,见叠瓦状构造	块状为主,见粒序、平行、交错层理、负载、叠瓦状构造	块状为主,见粒序、平行层理、冲刷-冲填构造
砂砾岩透镜体	少见	常见	常见	少见	多见
紫红色含砾粉砂岩、泥岩夹层	少见	常见	少见	常见	少见

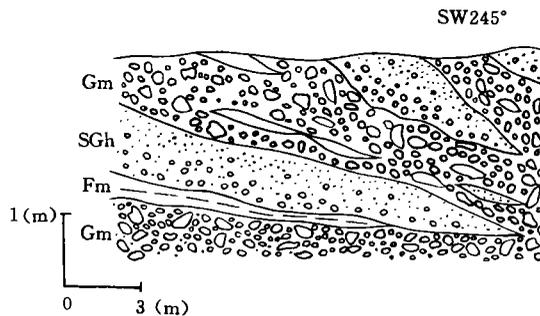


图5 侧向叠置的透镜状扇面河道砂体,内部具向上变细的粒序,并对下伏泥岩薄层有冲刷
(水沐头剖面,图例同图2)

Fig. 5 Lateral superimposed lenticular fan-surface stream-channel sediments with fining-upward sequence and scouring on underlying mudstone

3.1.2 扇面河道沉积

主要由砂砾岩、含砾粗砂岩、砂岩等组成。砾石分选、磨圆较好,砂体底部可见冲刷面、负载构造、冲刷-充填构造和叠瓦状构造,砂体内部具向上变细的粒序,可见槽状交错层理、板状交错层理和平行层理(图版4,5,6)。砂体厚度一般为1~3 m,常呈透镜状向两侧尖灭(图5)。

3.1.3 漫流沉积

主要由具平行层理和粒序层理的含砾砂岩及砂岩组成,剖面中不常见。砂体呈薄层状,厚度稳定,一

3.1.4 扇面河道间湾或泥流沉积

由块状的含砾粉砂岩或泥岩组成,厚度0.1~0.5 m,常作为砾岩体间的夹层出现,受上覆沉积体的改造,造成顶面凸凹不平,底面较平整的形态(图版3,4,5)。

3.2 沉积物的微观特征

对取自不同地区粗碎屑岩段的砂级基质及砂岩透镜体进行了详细的镜下研究,结果表明:砂级基质的成分与砾岩的成分基本一致。主要是石英、长石、中酸性岩类及变质岩。基质含量8%~10%,胶结物含量14%~24%。砂基质粒度一般在0.3~1.0 mm之间,以次棱角-棱角状为主,分选中等-差,常见

含斑性,斑屑大小可达5~8 mm,斑屑成分主要为次圆状的岩屑。砂基质的主要成分是石英、长石及少量的粘土物质。胶结物的主要成分为玉髓及少量的铁质、钙质,有些沿颗粒边缘分布的玉髓胶结物已重结晶成完好的晶体,在石英颗粒多的地方,硅质胶结物明显增多。砾岩砂基质的微相以少泥颗粒支撑(GST)、接触-孔隙式胶结类型为主,砾岩中砂岩薄层或透镜体的微相以杂基支撑、基底式胶结类型为主(图版7,8)。

层理的含砾砂岩或砂岩相(SGh,Sh),块状含砾粉砂岩或泥岩相(Fg,Fm)、块状砂岩相(Sm)(表2)。

表2 各主要岩性相及成因解释
Table 2 Major lithological facies and their origin explanation

代号	岩性相	主要沉积构造	成因解释
Gm,Gms	砾岩、杂基支撑或颗粒支撑	块状或叠瓦状	泥石流(粘性或稀性的)
Gh	细砾岩砂砾岩,磨圆中等	平行层理或块状、叠瓦状	砾质平床(高流态、河道)
SGh	含砾中粗砂岩,分选中一差	平行层理、粒序层理、块状	辫状砂坝(高流态)
Sp	含砾中粗砂岩,分选中一差	大型板状交错层理	砂波(低流态,扇面河道)
St	含砾中粗砂岩,分选中一较差	大型槽状交错层理	砂丘(低流态,扇面河道)
Sh	中粗砂岩,分选中等	平行层理,粒序层理	上部平床(高流态,漫流沉积)
Sm	粗-细砂岩,分选差	块状	快速堆积(洪水卸载)
Fg, Fm	含砾粉砂岩,泥岩	块状	泥流沉积或扇面河间沉积

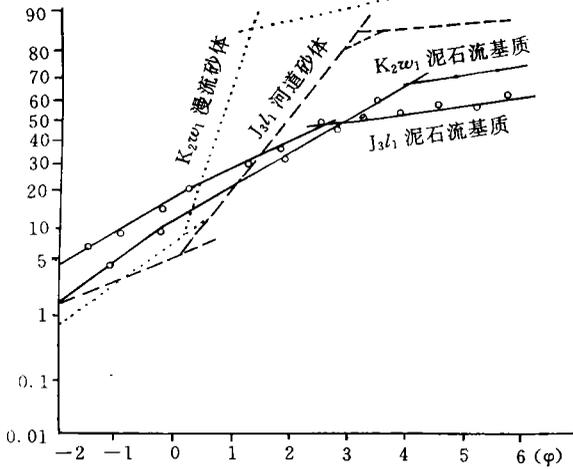


图6 泥石流基质与各种砂体的累积概率曲线图

Fig. 6 Probability curve of debris flow matrix and sandbodies

粒度统计分析结果表明,泥石流沉积物基质的概率累积曲线平缓,无明显截点,分选很差,平均粒径 $\bar{M}=16$ mm;偏度 $Sk=-0.6443$, ϕ 值 $Md=1.4$ mm, ϕ_1 值 $C=1.41$ mm, ϕ_{50} 值 $M=0.32$ mm;扇面河道沉积物三段式明显,分选较好, $\bar{M}=1.32$ mm; $Sk=-0.2070$, $Md=1.30$ mm, $C=0.8790$ mm, $M=0.3470$ mm;漫流沉积物三段式明显,分选好,曲线较陡, $\bar{M}=1.83$ mm; $Sk=-0.7118$, $Md=1.75$ mm, $C=0.89$ mm, $M=0.297$ mm(图6)。

3.3 垂向层序

冲积扇沉积物类型在垂向上的规律交替构成了冲积扇的垂向层序。对研究区5个实测层序的统计结果表明,组成粗碎屑岩段垂向层序的岩性相主要有:块状砾岩相(Gm,Gms),具槽状或板状交错层理的含砾砂岩相(St,Sp),具平行层理、粒序层理、块状层理的细砂岩或砂砾岩相(Gh),具平行层理、粒序

每个层序厚80~150 m,以块状砾岩相占优势,单一砾岩层厚度及砾径的变化在王氏组底部粗碎屑段中表现为向上变小,而在莱阳组层序中表现不明显,这些层序可与 Trollherm 型冲积扇层序比较(图7)。其中常见的岩性相垂向组合类型有:Gm 或 Gms-Gh-SGh-Sh, Gms-Sp 或 St-Sh, Gm-Fm, SGh-Sh-Fg 或 Fm(图8)。单一砾岩层内部结构也有较大变化,表现出明显的粒度不均一性和成层性(图9)。

砾岩层之间常常有一层厚约20~40 cm的紫色含砾粉砂岩或泥岩薄层。有的粉砂岩薄层厚度稳定,可远距离追索,其上覆砾岩层常具反粒序特征,有的粉砂岩薄层厚度不稳定,延伸不远即尖灭,这往往是由于具正粒序的上覆砾岩层的冲刷、削截造成的。反粒序的砾岩层显示了与下伏含砾粉砂岩或泥岩沉积的一种过渡的水动力条件,是一种缓慢的沉积过程,如扇体间或河间漫流沉积,而正粒序的砾岩层显示了一种突变的水动力条件,是一种突发性的沉积过程,如泥石流、河道或突发性漫流沉积。上述

特征表明在总体较强的水动力条件下仍存在间歇性的弱水动力条件,从而导致了单一砾岩层内部砾石含量、砾径、分选、磨圆及砂、泥岩夹层等的复杂的变化的。

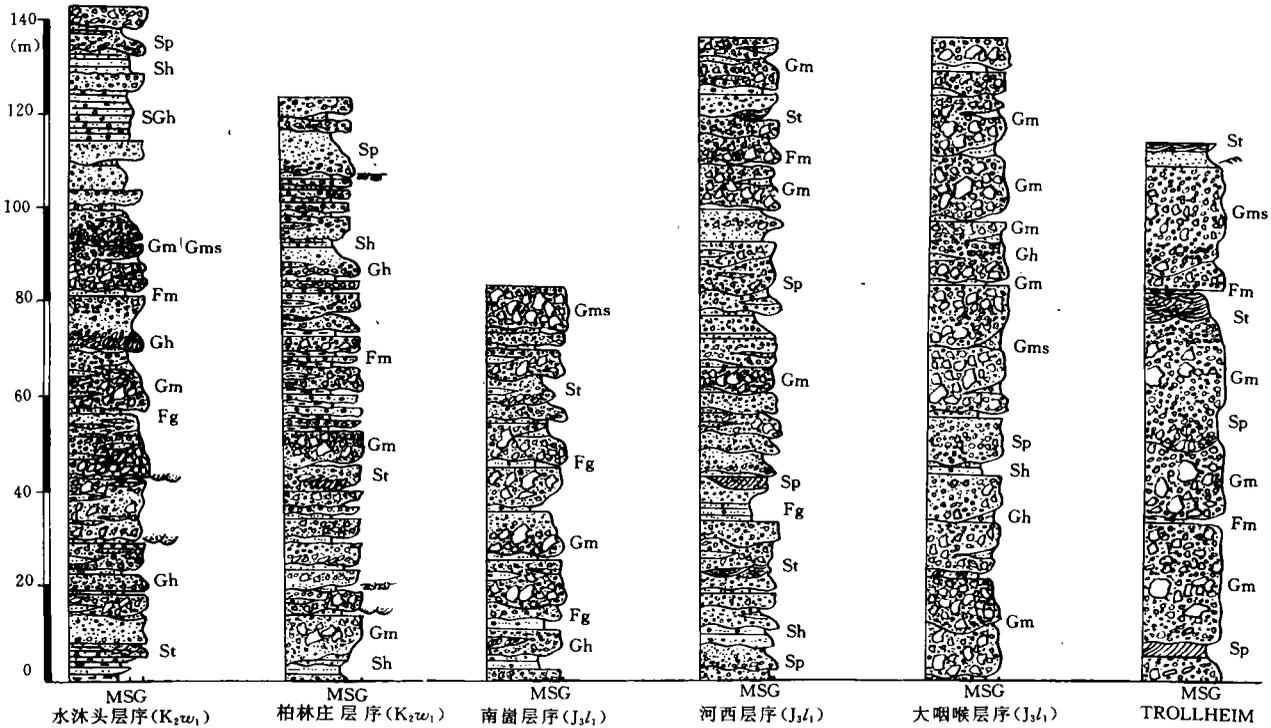


图7 实测层序与 Trollheim 层序的比较(图例同图2)

Fig. 7 Comparison between measured sequences and the Trollheim sequence

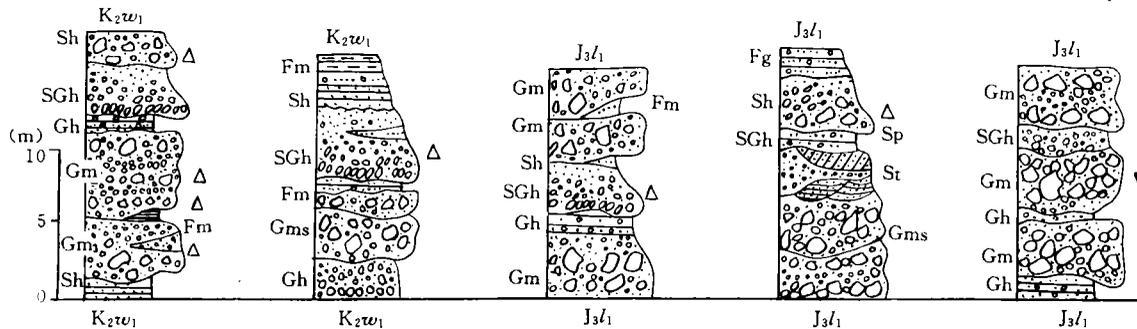


图8 底部粗碎屑岩段的一些典型层序组合类型(图例同图2)

Fig. 8 Types of some typical depositional associations of the bottom coarse clastic member

上述层序特征,与我国阜新盆地海州组及国外一些潮湿型盆缘冲积扇层序有很大区别^(7,8,9)。紫红色及杂色沉积物、无煤系地层及黑色泥页岩,分布于盆地边缘的砾岩层及其复杂多变的宏观和微观沉积特征、典型层序组合规律等,都表明研究区莱阳组和王氏组底部粗碎屑岩段应形成于干旱的、近源快速变化的水动力条件,是典型的干旱型陆上盆缘冲积扇体系的产物。

4 粗碎屑岩段的含金量

国内外许多砾岩型古砂金矿床(点)的发现表明,在沉积盆地中寻找古砂金已成为可能^(10,11)。这些砾岩型古砂金矿所具有的共同特点是:产于太古界与元古界不整合面之上的沉积盆地侵蚀盆缘冲积扇体系的砾岩层或砂砾岩层中(即底部粗碎屑岩段),砂金就聚集在扇中或扇尾部位的砾岩基质及扇面河道沉积物中。金品位变化较大,高品位矿层不一

定分布在砾岩层的底部。由此,作者采用了连续拣块采样法,对研究区粗碎屑岩段的 22 块样品进行了金品位测试。样品大多取自紫红色砾岩层基质、内部砂砾岩、砂岩透镜体底部及含砾粉砂岩薄层。结果表明,只有南崮、河西、大咽喉地区的 4 件样品金品位超过 10×10^{-9} ,其它样品的含金量仅接近或略高于地壳金丰度值($3 \times 10^{-9} \sim 5 \times 10^{-9}$)。造成该结果的主要原因有:

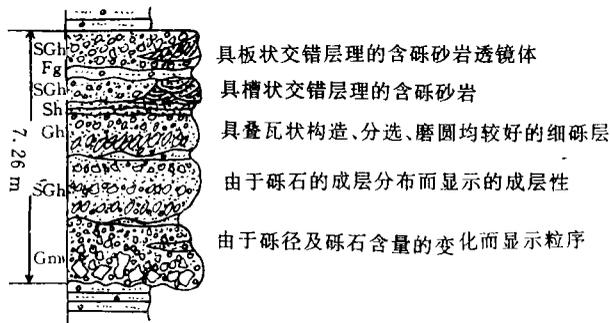


图 9 一个砾岩层内部的结构变化(图例同图 2)

Fig. 9 Changed structure in a conglomerate bed

(1)胶北隆起区岩金矿的主要成矿期在燕山运动晚期,而盆缘附近隆起区至今无发现岩金矿床(点),从而缺乏岩金矿源层中金的补给。

(2)从砾石成分和重矿物组合特征来看,物源来自盆缘附近隆起区的胶东群变质岩系和花岗岩体,但金丰度值偏低,平均分别为 1.85×10^{-9} 和 2.38×10^{-9} ^[2]。大咽喉 RZS-13 号样品金品位达 107×10^{-9} ,可能是由于该点离其北部栖霞地区含金高背景值的矿源层距离较近。

(3)由于砂金聚集的不均一性和采样的不系统性。

(4)本区工作和研究程度较低,作者的研究也是初步的,无法确定扇体形态和扇面河道的平面分布,从而影响含金性评价。尽管如此,从沉积物的沉积特

征、形成环境和成矿地质条件分析,粗碎屑岩段可与国内外一些冲积扇体系砾岩段相对比,在具有较高金丰度值的隆起区盆地边缘附近,仍有可能存在古砂金矿,值得进一步工作。

感谢烟台武警黄金十支队,招远县黄金地质队和胶州区调队的大力协助。

参 考 文 献

- 1 陈光远,邵伟,孙岱生. 胶东金矿成因矿物学与找矿. 重庆:重庆出版社,1989. 51~93
- 2 裴有守等. 山东招远一掖县地区金矿区域成矿条件. 沈阳:辽宁科学技术出版社,1988. 1~30
- 3 山东省地质矿产局. 山东省区域地质志. 北京:地质出版社,1991. 514~523
- 4 李思田主编. 断陷盆地分析与煤聚积规律. 北京:地质出版社,1988. 32~111
- 5 Nemeč W, Steel R J. Alluvial and coastal conglomerates; Their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits. In: Koster E H, Steel R J, eds. Sedimentology of Gravels and Conglomerates. Canadian Society of Petroleum Geologists. Memoir, 1994, 10: 1~13
- 6 Willam B Bull. Recognition of alluvial-fan deposits in the stratigraphic record. In: Nilson H Tor, ed. Modern and Ancient Alluvial Fan Deposits. 1985. 340~359
- 7 Wu Chonglong, Li Sitian, Cheng Shoutian. Humid-type alluvial-fan deposits and associated coal seams in the Lower Cretaceous Haozhou Formation, Fuxin Basin of northeastern China. In: Geological Society of America Special Paper. 1992. 269~285
- 8 Blissenbach Erich. Geology of alluvial fans in semiarid regions. In: Nilson H Tor, ed. Modern and Ancient Alluvial Fan Deposits. 1985. 49~65
- 9 Kochel R Craig. Humid fans of the Appalachian Mountains. In: Rachoeki A H, Church M, eds. Alluvial Fans-A Field Approach. 1990. 109~129
- 10 杨尔煦等. 国外黄金矿床译文集. 北京:冶金工业出版社,1985. 10~48
- 11 G devries Klein 编著. 砂岩沉积模式与能源矿产勘探. 李思田等译. 北京:地质出版社,1989. 5~37

Sedimentary Sequence and Gold-Bearing Behaviour of the Mesozoic Coarse Clastic Member, Northeast Border of Jiaolai Basin

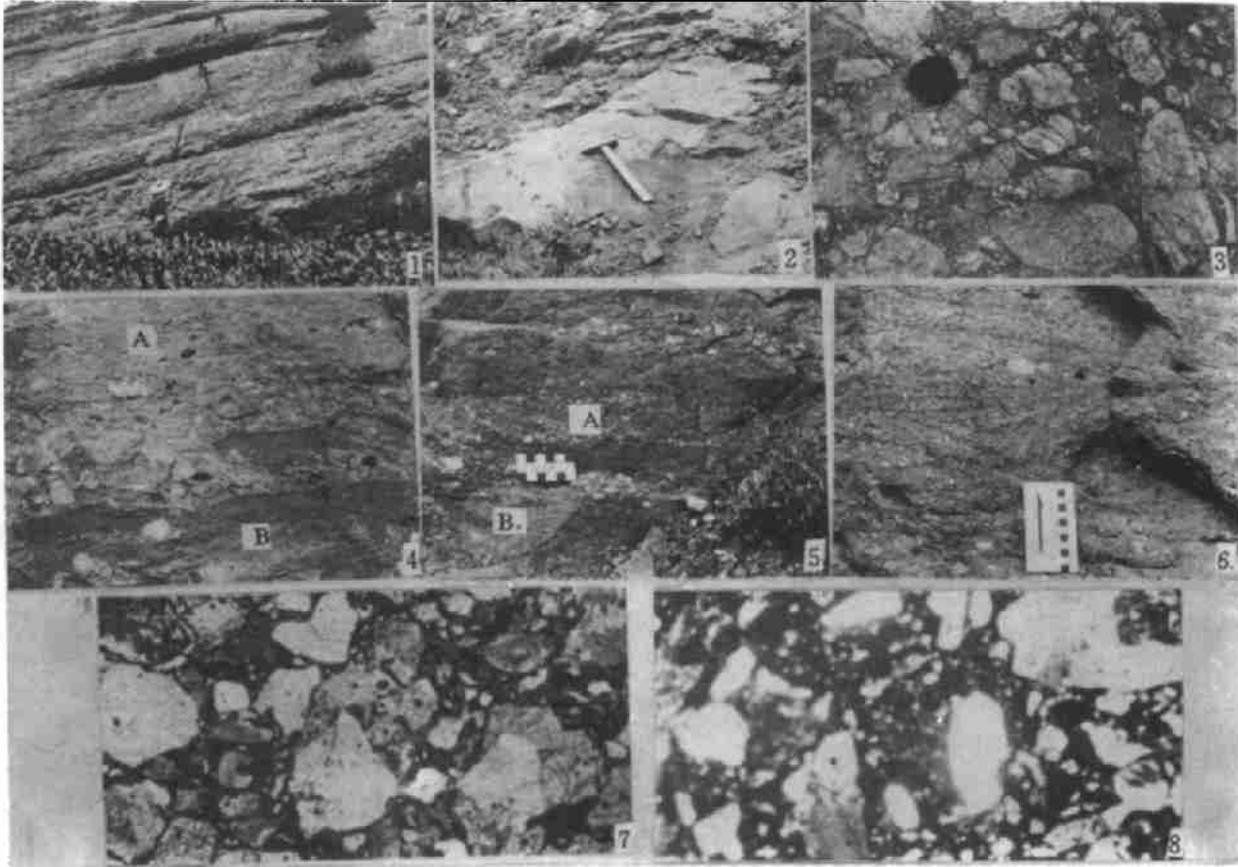
Zhou Jiangyu Li Sitian Yang Shigong Liu Changqing

(China University of Geoscience, Wuhan 430074)

Abstract

The Jiaolai basin is a Late Mesozoic fault basin and has an extensive outcropping coarse clastic system in its northeast border. Based on the minute field macroexamination, indoor microexamination and gold-content test on the coarse clastic member of the study area, the paper discussed the form, type and microfeature of the deposits and established their sedimentary sequences and types of some typical depositional associations in the different areas. It was suggested that different depositional hydrodynamic condition is the main reason causing the complicated change of the inner texture in a conglomerate bed. By comparing domestic and abroad information, this paper pointed out that the coarse clastic member forms in a dry, proximal quickly-accumulated subaerial alluvial fan environment, and it also probed into the gold-bearing behaviour of this member.

Key Words northeast border of the Jiaolai basin Mesozoic coarse clastic member paleo-placer gold.



1. 柏林庄砾岩景观, 砾岩体之间紫红色的含砾粉砂岩或泥岩(箭头所指处); 2. 泥石流中的大砾石(Gm)相, 砾石长1.4 m, 宽0.7 m; 3. 稀性泥石流块状砾岩层(Gm相), 砾石成分复杂, 分选差, 磨圆中等; 4. 具平行层理的砂砾岩(A, Gh相)和块状含砾中粗砂岩(B, SGh相), 为高流态砾质辫状砂坝沉积物; 5. 具板状交错层理的含砾中粗砂岩(A, Sp相)和具充填构造的含砾砂岩透镜体(B), 为低流态扇面河道沉积物; 6. 具槽状交错层理的含砾砂岩(St相), 为低流态扇面河道沉积物; 7. 泥石流含砾砂岩基质, 分选差, 次棱角—棱角状, 少泥质胶结, 接触-孔隙式胶结, 5×10, 单偏光; 8. 泥石流含砾细砂岩, 分选较差, 次棱角状—次圆状, 杂基支撑, 基座式胶结, 具含砾性, 5×10, 单偏光