

松辽盆地东南缘六台地区下白垩统营城组二段砾岩沉积特征及成因模型

侯景涛^{1,2}, 程日辉¹, 王璞珺¹, 许中杰¹

1. 吉林大学 地球科学学院, 长春 130061

2. 中国石油长庆油田分公司 第三采油厂, 银川 750006

摘要: 松辽盆地东南缘六台地区营城组二段发育一套冲积扇砾岩层。根据砾岩成因不同分为泥石流砾岩、河道砾岩和漫流砾岩等沉积类型, 其中泥石流砾岩最为发育。通过研究泥石流砾岩的成分、结构成熟度和粒度分布特征, 并运用经验公式最终判断其为再沉积的水上泥石流砾岩。河道砾岩和漫流砾岩沉积类型在本区保存较少, 或许曾经在单个旋回中非常发育, 但是被下个旋回猛烈的泥石流所改造。河道砾岩和漫流砾岩中层理的收敛方向及硅化木走向均表明本区古水流方向为近北西—东南向。根据古水流向等信息判断出本区砾岩的物源来自北西方向的北山, 并在此基础上建立了本区砾岩冲积扇成因模型。

关键词: 松辽盆地; 营城组; 砾岩; 沉积特征; 成因模型

中图分类号: P618.13 **文献标识码:** A **文章编号:** 1671-5888(2007)06-1176-07

Sedimentary Characteristics and Origin Model of Conglomerate of Second Member, Yingcheng Formation in Liutai, Southeast Margin of Songliao Basin

HOU Jing-tao^{1,2}, CHENG Ri-hui¹, WANG Pu-jun¹, XU Zhong-jie¹

1. College of Earth Sciences, Jilin University, Changchun 130061, China

2. Oil Production Plant No. 3, Petro-China Changqing Oilfield Company, Yinchuan 750006, China

Abstract: A set of conglomerates of alluvial fan occurred in the second member of Yingcheng Formation of Liutai, southeast margin of Songliao Basin. According to different origins, it can be divided into three types; debris flow deposits, channel deposits and sheetflood deposits. The debris flow deposits is the best developed. Based on the study of components, textural maturities and grain size distributions, and by using the experiential formula, it has been found that the debris flow deposits in this area were redeposited and occurred above the water. Channel deposits and sheetflood deposits were preserved much less than debris flow deposits. Maybe they had been well developed in single cycle, however, they were eroded by the violent debris flow of the next cycle. The convergence direction of bedding and the strike of petrified wood in the channel deposits and sheetflood deposits show that the paleocurrent flowed from northwest to southeast. The direction of paleocurrent indicates that the provenance of conglomerate is Beishan which locates in the northwest of the study area. Based on the result, the origin model of gravelly alluvial fan has been set up.

收稿日期: 2007-06-20

基金项目: 国家“973”项目(2006CB701403)

作者简介: 侯景涛(1980-), 男, 河南郸城人, 硕士, 主要从事石油地质研究和试井解释工作, E-mail: houjingtao81@163.com

通讯联系人: 程日辉(1963-), 男, 吉林德惠人, 教授, 博士生导师, 主要从事沉积和石油地质研究, Tel: 0431-88502620, E-mail: chengrh@email.jlu.edu.cn.

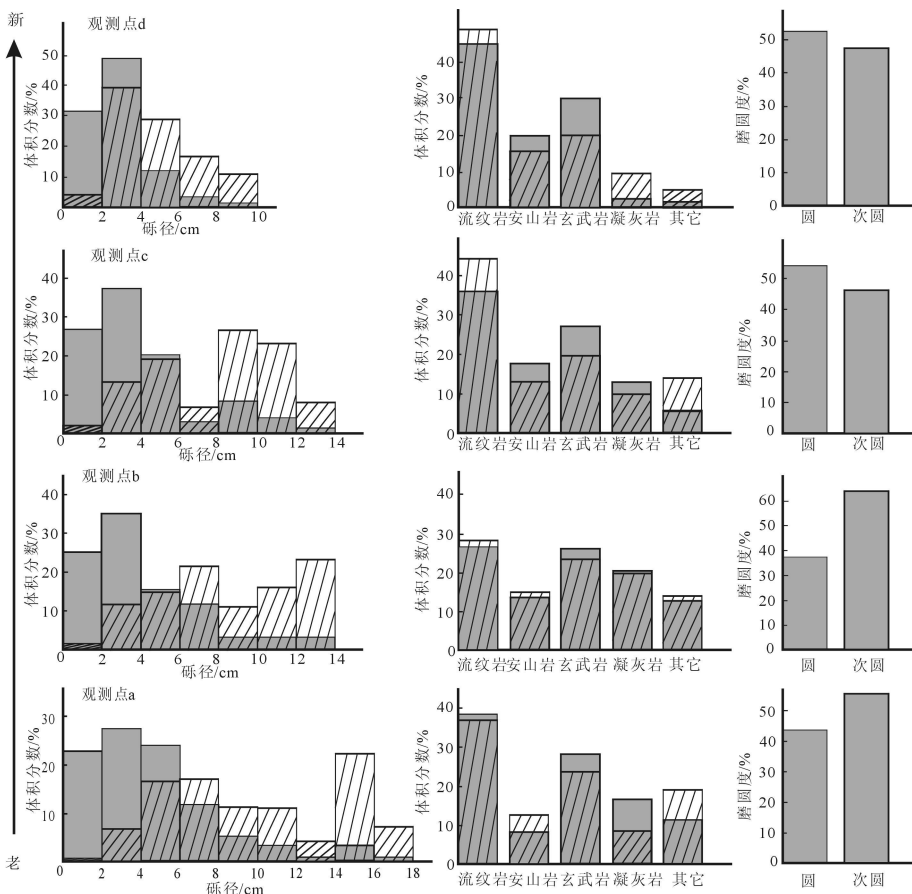


图 3 六台地区营二段砾岩粒度分布、成分、圆度直方图

Fig. 3 Histogram of grain size distribution, composition and roundness of conglomerates in Liutai region

1. 灰色实心直方图表示的是各种砾石个数之间的关系; 条纹直方图表示的是各种砾石所占面积之间的关系; 2. 成分直方图中的“其它”包括花岗岩、泥砾、膨润土砾等, 每种成分含量都很少

较少见, 它反映沉积物堆积速度大于盆地的沉降速度, 冲积扇体不断向盆地方向推进。

本文重点研究的层位是冲沟 A—B 和冲沟 C—D 中由冲积扇所形成的砾岩层。

2 冲积扇砾岩的沉积特征

本区冲积扇可分为扇根、扇中和扇端三部分。根据砾岩成因不同分为泥石流砾岩、河道砾岩和漫流砾岩等沉积类型。

2.1 泥石流砾岩沉积

泥石流沉积是扇根的主要组成部分。由于六台地区在早白垩世断陷活动强烈, 造成地形高差悬殊、泥石流极为发育, 是本区最常见的沉积类型之一。

泥石流沉积为黄灰色、土黄色块状砾岩。成分复杂多样, 主要为流纹岩砾、玄武岩砾、凝灰岩砾、花岗岩砾、膨润土砾、石英岩和泥砾等, 砾径一般为 5~10 cm, 最大可达 25 cm。砾石分选差, 杂乱无序, 很少见定向排列, 基质支撑, 偶见颗粒支撑。砂泥杂基体积分数达 30%~40%, 单层厚度几十厘米至几米不等。

泥石流成因的砾岩属近源快速堆积, 一般情况

下磨圆很差, 结构成熟度很低。但是与此截然相反的是本区砾岩磨圆度和球度均很好, 大多数都为圆状, 个别甚至呈滚圆状, 因此认为其应为再沉积的砾岩。砾石表面光滑, 偶见凹坑, 普遍具有平整错断面, 说明砾石受到走滑断层活动的改造。本区砾岩的另一个重要特点是有大型硅化木直立于岩层中(图版 a), 个别直径可达 1.5 m(图版 b)。值得思考的是硅化木大多集中出现在观察点 d 中, 在观察点 a、b、c 中几乎见不到, 规模和数量也都远远不及观察点 d。

对区内冲沟 A—B 和冲沟 C—D 中 4 个观察点(图版 c、d、e、f)的大约 400 颗泥石流砾岩砾径、成分和圆度进行了统计(统计的颗粒砾径均大于 1 cm), 如图 3 所示。

从砾石砾径分布来看, 随着地层由老到新, 泥石流砾岩的粒度区间逐渐变小, 频率较高的砾径值也逐渐变小, 粒度分选性越来越好, 这些参数均表明泥石流的规模、强度逐渐变小, 也反映盆地从最初的构造运动或火山活动频繁期逐渐变得缓和, 开始由冲积扇相为主的高能沉积环境逐渐向以河流相、湖相为主的低能沉积环境过渡。从成分来看, 4 个观察

点的变化较小,没有哪种成分的体积分数超过50%,表明本区冲积扇砾岩成分复杂,是多物源的。流纹岩和玄武岩所占比例相对较大,安山岩和凝灰岩次之,膨润土砾、泥砾最少,总体上成分成熟度逐渐变高。从圆度来看,本区砾岩磨圆非常好,次棱角和棱角的砾石基本上不见,几乎全为次圆或圆状。

泥石流砾岩的成因有水下和水上两种。由于本区砾岩分选差,并且缺乏层理和定向排列以及变形构造等水下沉积常见的沉积特征,因此当属水上泥石流。关于泥石流砾岩的成因,国内外均有学者将砾岩的 BTh (单层厚度) 和 MPS (最大砾径,一般取10颗最大砾石的平均值) 的关系作为鉴别砾岩成因的重要标志^[3-6]。这是由于 BTh 反映了流体的粘滞性, MPS 反映了流体的载荷能力,因此对于水上泥石流来说,二者不仅存在正相关系数,而且在其回归分析式

$$MPS = a + bBTh$$

中存在一个正值系数 a (a 为粘结强度系数, b 为与厚度有关的其它物理参数)。在两者的投影图上表现为当 $BTh = 0$ 时,回归直线在 MPS 坐标上有一个正截点。

图4是本区泥石流砾岩的 $BTh-MPS$ 关系图。从图中可知,此二者有密切的关系,且存在正系数 a ,进一步表明其应为水上泥石流沉积。

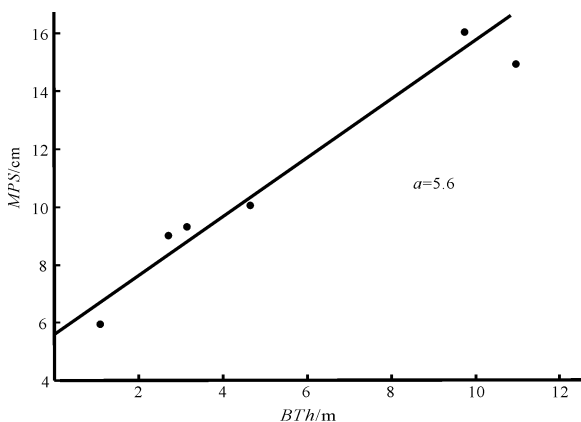


图4 六台地区泥石流砾石 $BTh-MPS$ 投影图

Fig. 4 $BTh-MPS$ map of debris flow conglomerates in Liutai region

2.2 河道砾岩沉积

河道砾岩沉积是扇中的重要组成物。六台地区河道砾岩沉积物为土黄色或黄褐色凝灰质砂砾岩、

凝灰质含砾中粗砂岩夹泥岩薄层,粗粒部分为河道沉积,细粒部分为河道间沉积。成分主要为石英砾和火山岩砾,分选差,磨圆中等,偶尔呈透镜状,单层厚度几十厘米至几米不等。河道砾岩的最大特点是发育层理和冲刷面,这些对古水流方向具有重要的指向意义。

在冲沟 A-B 的末端发育一套典型的河道砾岩沉积,主要粒径为 1~3 mm,局部含有粒径较大的颗粒,为 5~10 mm,顺层排列。砾石成分为石英、流纹岩、凝灰岩和玄武岩。发育多个向上变细的韵律,韵律厚度大小不等,厚的达 90 cm,薄的只有 20 cm。其底部具有冲刷面(图版 g),发育有斜层理,斜层理的纹层收敛方向约为 164° ,表明古水流的流向为北西—东南。

2.3 漫流砾岩沉积

漫流砾岩多与砂岩或砂质泥岩互层,常常出现于冲积扇河道交汇点以下,是扇端的重要组成物,主要为砂、粉砂和砾石质的沉积物,分选中等,磨圆较好。

此种沉积类型在六台地区营二段发育特点是层理发育,砾岩、砂岩和粉砂岩频繁互层,且层中含有植物化石,直径一般为 1~3 cm,规模较泥石流中的硅化木小很多。漫流沉积单层厚度较薄,一般均不超过 30 cm,说明漫流持续时间较短,而且能量消减较快。当能量较高时,主要沉积砾径较大的砾石,为颗粒支撑;随着能量的消减,砂质和较小的砾岩物质逐渐沉积下来,形成基质支撑结构;当漫流能量消减到最弱时,粉砂质物质才沉积下来,披盖于砂岩、砾岩之上。等下次洪水泛滥时,又有砾岩沉积于前一年的粉砂岩之上^[4](图版 h)。

3 成因讨论

根据岩性、成分、粒度、沉积构造(波痕、交错层等)、古流向及植物微体化石等资料,可以判断物源方向^[7,8]。但是需要指出的是上述标志的测量数据往往都具有较大的局部性和不确定性,如果要判定古流向,必须做大量的野外观察和室内资料统计才能获得,否则古流向的确定将不可避免地具有片面性^[9]。由于本区砾石为再沉积搬运,所以砾岩粒度、磨圆不具有指示物源的意义,且砾石排列杂乱,基本上无定向性,所以在野外仅有斜层理的收敛方向,砂岩透镜体和岩层中植物躯干化石的走向可供测量(表1)。

表1 古水流数据

Table 1 Data of paleocurrent

测量内容	透镜体	斜层理收敛方向		硅化木走向
角度/(°)	93°	164°	170°	152°

根据野外测量数据和室内分析校正绘制出本区的古水流玫瑰花图(图5)。由此图可以推测本区在沉积营二段砾质冲积扇时的古流向大致有两个:由北西到东南向和由近西到东向。

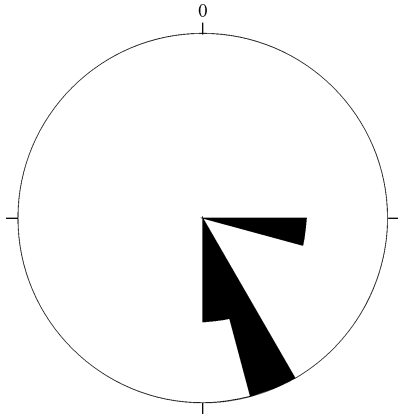


图5 六台地区营二段古水流玫瑰花图

Fig. 5 Rose diagram of paleocurrent in Liutai region

泥石流产生的主要因素有:坡度陡,源区碎屑物质丰富,有断层或火山等活动作为促发机制^[1]。营一段火山岩发育时期,北山是一个火山机构,为营二段本区泥石流事件发生提供了条件,包括坡度、碎屑和促发机制等因素,在营二段时期很可能成为风化剥蚀区,提供物源。从砾石成分的含量来看,流纹岩、玄武岩、安山岩和凝灰岩占优势,说明物源来自营城组一段酸性岩和中基性岩,甚至更老的火石岭组。砾石成分成熟度整体上较为稳定,呈现多物源的特征,再结合本区的古水流方向,可推测北山及其附近的高地为本区营二段冲积扇砾岩的主要物源区之一(图6)。然而本区砾石成分复杂,表明是多物源的而非北山一个物源。砾石成分中有花岗岩存在,说明有来自基底的物源。确定流经北山或邻区的山间河流还需进一步的研究。砾岩中的凝灰质成分含量逐渐减少,表明在营二段已经进入火山活动间歇期,偶尔有间歇爆发,且规模减小,沉积物来源受火山作用的影响也越来越小,而且由于砾石粒度在纵向上呈减小和成熟度增高的趋势,都间接表明盆地从最初的构造或火山运动剧烈期逐渐变得缓

和,开始由冲积扇相为主的高能沉积环境逐渐向以河流相、湖相为主的低能沉积环境过渡。

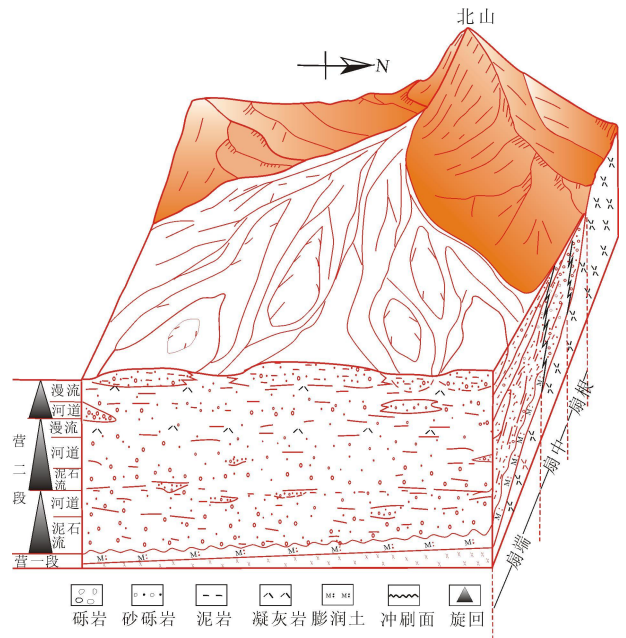


图6 六台地区砾岩冲积扇沉积模型

Fig. 6 Origin model of gravelly alluvial fans in Liutai area

4 结论

(1)六台地区营二段下部冲积扇砾岩沉积类型共有3种:泥石流砾岩沉积、河道砾岩沉积和漫流砾岩沉积,其中泥石流最为发育。

(2)六台地区营二段冲积扇砾岩沉积时古水流方向大致为由北向南,来自研究区北部的北山碎屑成为其主要物源之一。

参考文献(References):

- [1] 杨春志,沈德安.吉林省松辽盆地东缘中生代含煤地层层序划分与对比[J].吉林地质,1986,4(3):50-59.
YANG Chun-zhi; SHEN De-an. Stratigraphical division and correlation of the Mesozoic coal-bearing stratum in the eastern edge of the Songliao Basin in Jilin Province[J]. Jilin Geology, 1986, 4(3): 50-59.
- [2] 张川波,赵东甫,张秀英,等.松辽盆地东缘晚期中生代一个新的含煤层位[J].长春地质学院学报,1991,21(3):241-247.
ZHANG Chuan-bo, ZHAO Dong-fu, ZHANG Xiuying, et al. The coal-bearing horizon of the late Mesozoic in the eastern edge of the Songliao Basin, Jilin Province [J]. Journal of Changchun University of

Earth Sciences 1991, 21(3): 241-247.

- [3] Nemeč W, Steel R J. Alluvial and coastal conglomerates: their significant features and some comments on gravelly mass-flow deposits[C]//Koster E H, Steel R J. Sedimentology of gravels and conglomerates. Canadian Society of Petroleum Geologists, 1984, 10: 1-31.
- [4] 柯保嘉, 陈昌明, 陈志明, 等. 鄂尔多斯盆地西缘砾质冲积扇沉积学特征[J]. 沉积学报, 1991, 9(3): 11-20.
- KE Bao-jia, CHEN Chang-ming, CHEN Zhi-ming, et al. Sedimentology of gravelly alluvial fans on the western margin of late Triassic Ordos Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1991, 9(3): 11-20.
- [5] 赵永胜, 陈布科, 赵锡奎, 等. 云南陇川盆地东南缘新第三系砾岩成因及沉积模型[J]. 成都理工学院学报, 1994, 21(2): 36-41.
- ZHAO Yong-sheng, CHEN Bu-ke, ZHAO Xi-kui, et al. Sedimentary model and origin of conglomerate in the southeastern margin of Neogene Longchuan Basin, west Yunnan[J]. Journal of Chengdu Institute of Technology, 1994, 21(2): 36-41.
- [6] 杨玉卿, 吴瑞棠. 豫西罗圈组杂砾岩沉积特征及成因分析[J]. 河南地质, 1994, 12(2): 119-126.
- YANG Yu-qing, WU Rui-tang. The sedimentary characteristics and genesis analysis for complex conglomerate of Luoquan Formation in Western Henan[J]. Henan Geology, 1994, 12(2): 119-126.
- [7] 汪正江, 张锦泉, 陈洪德. 鄂尔多斯盆地晚古生代陆源碎屑沉积源区分析[J]. 成都理工学院学报, 2001, 28(1): 8-12.
- WANG Zheng-jiang, ZHANG Jin-quan, CHEN Hong-de. Study of the dispositional provenance of the terrigenous detritus in Ordos Basin in late Paleozoic Era[J]. Journal of Chengdu University of Technology, 2001, 28(1): 8-12.
- [8] 邵磊, 李文厚, 袁明生. 吐鲁番-哈密盆地陆源碎屑沉积环境及物源分析[J]. 沉积学报, 1999, 17(3): 435-441.
- SHAO Lei, LI Wen-hou, YUAN Ming-sheng. Sedimentary environments and source rock analysis of the Turpan Basin[J]. Acta Sedimentologica Sinica, 1999, 17(3): 435-441.
- [9] 汪正江, 陈洪德, 张锦泉. 物源分析的研究与展望[J]. 沉积与特提斯地质, 2000, 20(4): 104-110.
- WANG Zheng-jiang, CHEN Hong-de, ZHANG Jin-quan. Research and prospect of analysis on provenance[J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2000, 20(4): 104-110.
- [10] 姜在兴. 沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2005: 271-272.
- JIANG Zai-xing. Sedimentology[M]. Beijing: Petroleum Industry Press, 2005: 271-272.

图版说明

a. 直立于泥石流砾岩中的硅化木; b. 硅化木全貌, 直径约为 1.5 m; c. 泥石流砾岩(观察点 a); d. 泥石流砾岩(观察点 b); e. 泥石流砾岩(观察点 c); f. 泥石流砾岩(观察点 d); g. 河道砾岩; h. 漫流砾岩

图版

