

文章编号: 1000-0550(2009) 02-0273-07

喀左盆地九佛堂组沉积特征及演化研究^①

魏恒飞 王宇林 王 威 郭 强 刘 锦

(辽宁工程技术大学资源与环境工程学院 辽宁阜新 123000)

摘 要 喀左盆地是辽宁西部晚中生代裂陷盆地, 充填地层为九佛堂组。通过对野外露头的颜色、结构、原生沉积构造等岩性特征及其空间配置和古生物化石组合的研究, 以及室内编图综合分析, 从九佛堂组中识别出辫状河三角洲相、湖泊相、湖泊重力流相和扇三角洲相 4 种沉积相。其中, 湖泊相是九佛堂组的主体, 呈长条形状发育于各个凹陷的中间部位; 辫状河三角洲相主要发育于大城子凹陷和四官营子凹陷的西北侧; 扇三角洲主要发育于四官营子凹陷和梅勒营子凹陷的东南侧; 湖泊重力流相主要发育于喀左盆地的深湖区。受盆地沉降速率与盆地沉积充填速率相对关系的制约, 九佛堂组沉积演化自早到晚表现为: 湖泊扩张退积期、大湖加积期和湖泊萎缩进积期。

关键词 喀左盆地 九佛堂组 沉积相 沉积演化 鲍玛层序

第一作者简介 魏恒飞 男 1983 年出生 硕士 煤油气地质学 E-mail: hengfei_w14@126.com

中图分类号 P512.2 **文献标识码** A

喀左盆地为晚中生代裂陷盆地, 地跨辽宁省西部朝阳、建昌、喀左和凌源四县; 位于东经 $119^{\circ} 10' \sim 120^{\circ} 15'$, 北纬 $40^{\circ} 30' \sim 41^{\circ} 35'$ 。盆地长轴呈 NNE 向展布, 南北长约 120 km, 东西宽约 35 km, 面积约为 $4\ 200\ \text{km}^2$ 。九佛堂组建组剖面^[1]即位于喀左盆地中部, 近些年来, 喀左盆地除在古生物领域不断有所发现^[2]之外, 辽河石油勘探局、辽宁工程技术大学等在该盆地进行了石油、油页岩方面的基础地质工作。本文是在野外实测 106 km 剖面的基础上完成的, 是该地区九佛堂组地质调查及油页岩勘探开发远景研究的部分成果。

1 区域地质背景

1.1 构造特征

喀左盆地在大地构造区划上, 处于华北地块东北部燕山造山带辽西凹陷^[3]。早白垩世初, 在 NW-SE 向伸展构造应力场中, 经初始裂陷, 并形成义县组火山—沉积岩系后, 区内 NNE 向断裂进一步拉张裂陷, 形成喀左盆地。喀左盆地分为 4 个次级构造单元: 即四官营子凹陷、梅勒营子凹陷、大城子凹陷和五虎山凸起(图 1)。各凹陷东南为断裂盆缘, 西北为沉积—侵蚀盆缘。

1.2 地层特征

喀左盆地基底为太古界建平群的中深变质岩系、元古宙和古生代沉积的海相地层和下三叠统红砬组、

下侏罗统兴隆沟组和北票组、中侏罗统蓝旗组、上侏罗统土城子组和下白垩统义县组的陆相地层, 它们主要出露在盆地外围, 是盆地内沉积地层的主要母岩区; 盆地充填地层为九佛堂组^[4], 由于受后期构造运动影响, 现今九佛堂组总体倾向为 SE。九佛堂组主要沉积物为一套湖相碎屑岩, 以粘土岩和粉砂岩为主, 砂岩和砾岩多发育于下部和上部, 厚度一般为 1 105~2 750 m; 富含动植物化石^[2, 5, 6]: 产中国鸟 (*Sinornis*)、翼龙类 (*Sinopterus dongi*)、鱼 (*Lycoptera* sp)、昆虫 (*Ephemeroptera*)、叶肢介 (*Baiedestheria longisina*)、植物 (*Ginkgoites* sp) 等(图 2)。

2 沉积相类型及特征

根据野外实测地质剖面(图 1)获得的资料, 对九佛堂组颜色、结构、原生沉积构造等岩性特征及其空间配置关系和古生物化石等综合分析的基础上, 九佛堂组沉积相类型表现为辫状河三角洲相、湖泊相、湖泊重力流相和扇三角洲相 4 种沉积相(图 2 图 3)。

2.1 辫状河三角洲相

辫状河三角洲相分布于喀左盆地沉积—侵蚀盆缘一侧, 即四官营子凹陷和大城子凹陷的西北侧, 由于受盆地基地地形的控制其沉积粒度和厚度在盆地沉积—侵蚀盆缘一侧的西北部明显大于西南部。辫状河三角洲相可进一步分为辫状河三角洲平原亚相、辫状河三角洲前缘亚相和前辫状河三角洲亚相。其

①王宇林, 等. 中石油辽河石油勘探局“建昌盆地九佛堂组地质调查”项目成果. 2007
收稿日期: 2008-05-17 收修改稿日期: 2008-07-07

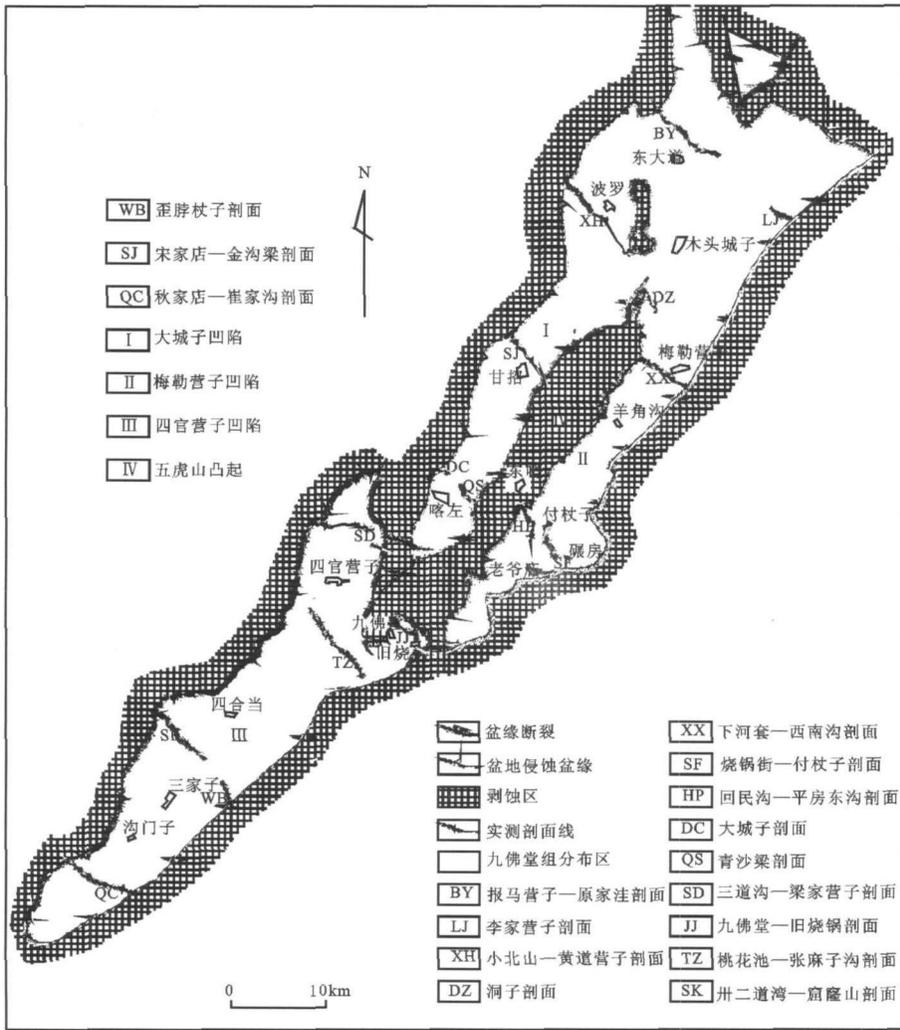


图 1 喀左盆地构造单元划分及实测剖面位置图

Fig 1 Tectonic unit division and measured geological sections of Kazuo Basin

中辫状河三角洲平原亚相是辫状河三角洲相沉积的水上部分,在进积型辫状河三角洲沉积旋回中位于相序的上部,主要分为分流河道沉积和越岸泛滥平原沉积两个微相。分流河道沉积主要表现为浅灰或紫灰色均匀层理中、细砾岩、砂质砾岩、含砾砂岩和各粒级砂岩,其中报马营子—原家洼剖面中部分砂岩为长石砂岩,呈肉红色,在砂岩中发育大型交错层理,并以槽状交错层理居多。分流河道沉积中发育较多的冲刷面,在冲刷面之上常见粉砂质、砂质准同生砾及植干化石。越岸泛滥平原沉积主要表现为灰、青灰色的具均匀层理的粉砂质泥岩,具小型交错层理的泥质粉砂岩夹中细砂岩(越岸决口扇沉积)组成,见植根化石(图版I-①)。辫状河三角洲前缘亚相位于进积型辫状河三角洲沉积相序中部,以沉积河口坝和远沙坝为

主要特征。自下而上,岩性主要为浅灰色具小型交错层理的粉砂岩夹小型交错层理的细砂岩或粉砂质泥岩(辫状河三角洲远沙坝沉积)—具小型交错层理、大型交错层理(以低角度交错层理或楔状交错层理为主)的中细砂岩、中砂岩构成向上变粗的粒序特征(河口坝和下水分流河道沉积)。前辫状河三角洲亚相位于辫状河三角洲沉积相序的底部,以沉积深灰色具水平层理或均匀层理的泥岩、页岩、粉砂质泥岩和泥质粉砂岩为主,有时可见泥灰岩或钙质泥岩。由于辫状河河道宽而浅易发生改道,故易形成辫状河三角洲沉积的多旋回性,此特点在报马营子—原家洼剖面表现最为突出。

2.2 湖泊相

湖泊相是九佛堂组的主体,呈长条形分布于盆地

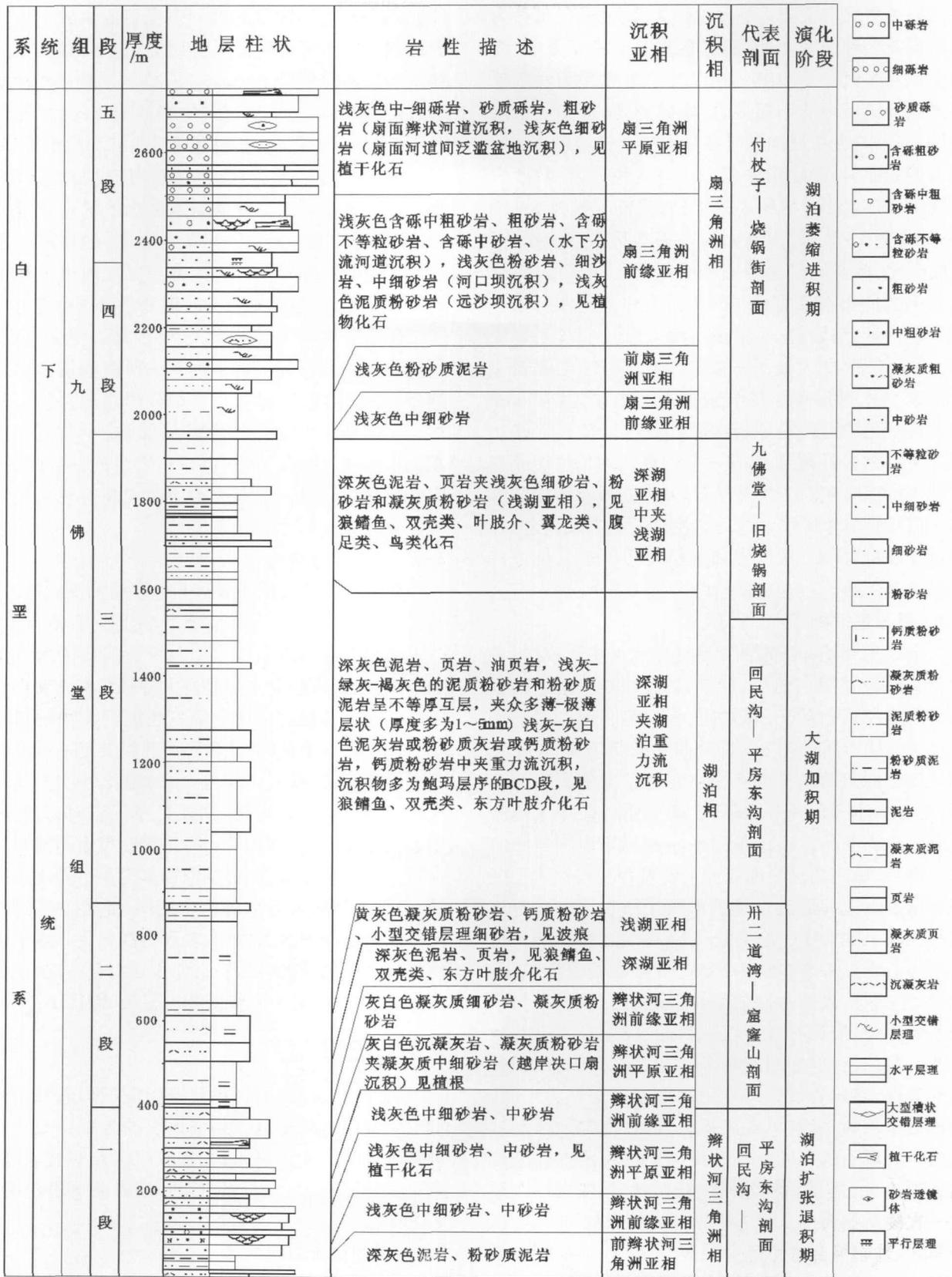


图 2 喀左盆地九佛堂组沉积充填序列图

Fig 2 Sedimentary filling sequence column of the Jiufotang Formation in Kazuo Basin

各凹陷的中央部位或占据盆地的大部分地区,可分为滨浅湖亚相和深湖亚相,两者在垂向上相互叠置,横向上相互过渡。滨浅湖亚相岩性主要表现为浅灰色具大型交错层理的中粗砂岩、中砂岩,具小型交错层理的细砂岩、凝灰质细砂岩和具小型交错层理和均匀层理的粉砂岩、泥质粉砂岩。并且在细砂岩、粉砂岩和泥质粉砂岩中波痕构造较常见,波长一般为 6~10 cm,波高为 1~2 cm,横断面形态基本对称,波峰较窄且略圆化,波谷则呈宽缓圆弧状(图版 I -②)。深湖亚相主要分布在四官营子凹陷的九佛堂—四合当—三家子一带、梅勒营子凹陷的木头城子—付杖子一带和大城子凹陷的大城子—甘招一带。岩性主要表现为浅灰色水平层理粉砂岩或钙质粉砂岩、浅灰—绿灰—褐灰色的泥质粉砂岩和粉砂质泥岩呈不等厚互层并夹富钙岩石薄层、深灰—灰白色具均匀层理或水平层理的沉凝灰岩或凝灰质页岩、凝灰质粉砂岩和深灰—深灰色具水平层理或均匀层理的泥岩或页岩,有时还含油页岩层。在泥岩和沉凝灰岩中常见鱼化石和翼龙类化石。

2.3 扇三角洲相

扇三角洲是冲积扇前积到稳定水体中形成的,多发育于断裂盆缘一侧^[7],喀左盆地中多发育于四官营子凹陷和梅勒营子凹陷的东南裂陷一侧。由于现今地层总体产状倾向 SE,即倾向盆缘断裂,因此在实测地质剖面上的扇三角洲相主要位于九佛堂组的上部,可分为扇三角洲平原亚相、扇三角洲前缘亚相和前扇三角洲亚相。扇三角洲平原亚相是扇三角洲的水上部分,扇三角洲平原亚相主要发育有扇面河道沉积和扇面河道间泛滥盆地沉积两个微相。扇面河道沉积主要表现为中—细砾岩、砂质砾岩、含砾砂岩,砾岩中砾石含量多为 60%~85%,成分以岩屑为主,支撑类型为颗粒支撑和砂质支撑。砾石的颜色取决于砾石的成分,当砾石成分以石灰岩、白云岩为主时呈浅灰—灰白色,以盆地西南部威凤岭地区河道沉积最具代表性;当砾石成分以安山岩等火山熔岩为主时,则砾岩呈灰紫、紫灰色或灰褐色,以西南沟地区最具代表性。砾石的磨圆度与扇面河道沉积距盆缘断裂的远近有关,近端呈棱角—次棱角状,远端则以次圆状—次棱角状为主。砾岩中大部分具有均匀层理,部分砾岩、砂岩组合可见递变层理(图版 I -③),砂岩或含砾砂岩中除均匀层理外,常见大型槽状交错层理。产硅化木化石。扇面河道的另一重要特征是在剖面上多呈“上平下凸”的透镜状沉积单元叠覆(图版 I -

④),每个透镜体内呈粒度向上变细或由数个韵律单元构成。扇面河道间泛滥盆地沉积主要是具小型交错层理的泥质粉砂岩、深灰色具均匀层理的粉砂质泥岩、浅灰色具小型交错层理的细砂岩互层,并见植物化石。扇三角洲前缘亚相是扇三角洲相的水下部分,其主要发育水下分流河道沉积、河口坝和远沙坝沉积。水下分流河道是扇面河道在水下的自然延伸部分,主要由黄灰—褐灰—紫灰色砾岩、砂质砾岩和含砾砂岩组成。砾岩中砾石成分与扇面河道沉积中的砾石特征相似,仅是砾石的粒度变小磨圆稍变好。

砾岩中见均匀层理,砂岩中多具大型交错层理。河口坝沉积在研究区的下河套—西南沟剖面中最为典型,主要由黄灰、绿灰色中细砂岩组成,具中、低角度交错层理及小型交错层理,局部见平行层理。远沙坝沉积主要以绿灰、紫灰色粉砂岩组成,局部见小型交错层理。前扇三角洲亚相主要表现为浅灰色粉砂质泥岩。

2.4 湖泊重力流相

湖泊重力流沉积主要分布在盆地的深湖区,根据其形成机制可以分为阵发型^[8]和洪积型两种类型。阵发型水下重力流靠近东南盆缘裂陷带的扇三角洲的前端,其形成原因主要是特大型洪水事件和周围火山活动诱发的地震造成的扇三角洲沉积物顺斜坡滑塌进入深湖区造成的,此种类型在桃花池—一张麻子沟剖面最为发育,其岩性表现为深湖泥岩中夹具均匀层理的细砾岩和细砂岩层,并具复理石结构,有时出现明显的滑塌构造(图版 I -⑤)。洪积型重力流沉积多靠近盆缘的缓坡带,其形成原因多为季节性洪水造成的,其沉积物多具典型的鲍玛层序,此类型在卅二道湾—窟窿山剖面最为典型,表现为浅灰色具水平层理的粉砂岩或钙质粉砂岩中夹浊积岩组合,各浊流事件多以 BCD 段构成不完整的鲍玛层序(图版 I -⑥)。

3 沉积演化

据野外实测剖面资料获取的沉积构造等相标志和九佛堂组沉积充填序列中地层的叠置样式及沉积物粒度的垂向变化规律,九佛堂组沉积演化表现为:湖泊扩张退积期、大湖加积期和湖泊萎缩进积期(图 2 图 3)。

3.1 湖泊扩张退积期

此阶段为九佛堂组一段沉积期,湖泊面积较小,以滨浅湖沉积为主,在四官营子凹陷的五家子一带发育了深湖区;由于盆地基底沉降的不均匀性,导致致

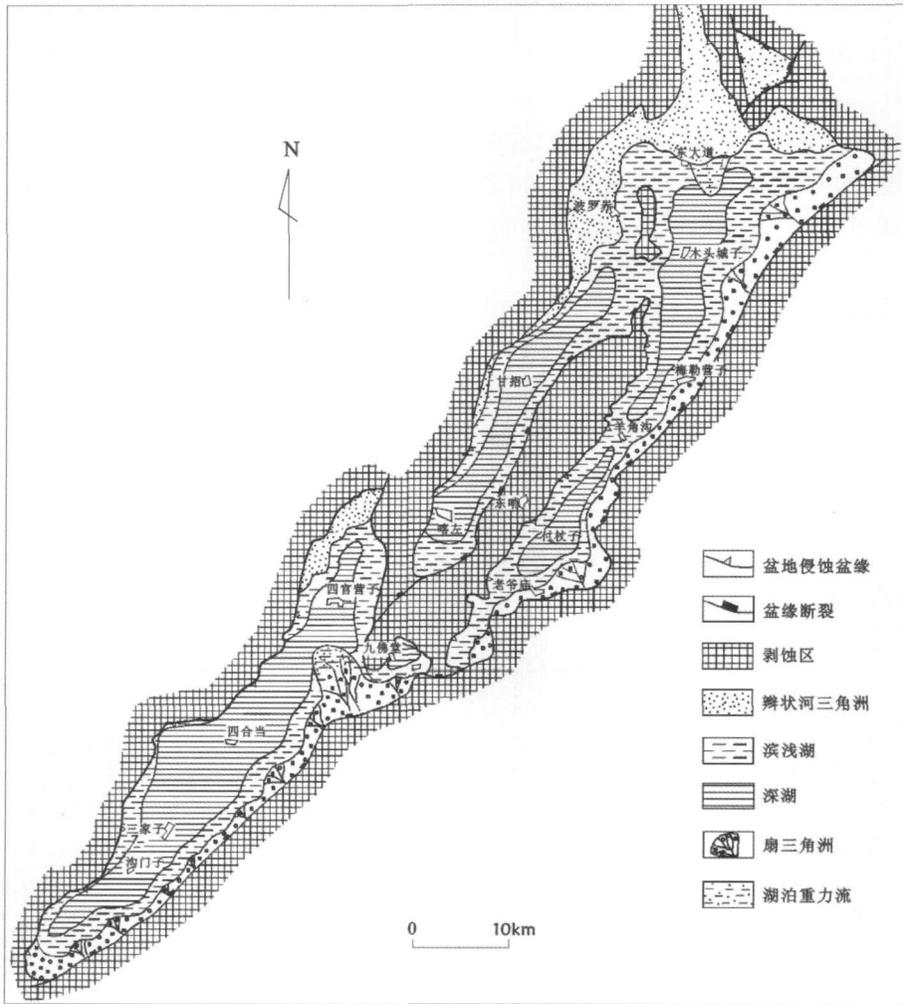


图 3 喀左盆地九佛堂组沉积相平面分布图

Fig. 3 Sedimentary facies distribution ichnography of the Jufutang Formation in Kazuo Basin

状河三角洲相主要发育于大城子凹陷的西北侧的波罗赤和东大道地区, 而四官营子凹陷的西北侧只有部分地区发育。扇三角洲相主要发育于四官营子凹陷和梅勒营子凹陷的东南裂陷带。此时期随着盆地基底的不断沉降, 湖泊面积不断增大, 沉积物表现为退积型垂向叠置样式。

3.2 大湖加积期

此沉积期为九佛堂组二、三段沉积期。由于盆地基底的沉降速率和沉积物的充填速率大致保持平衡, 因此此时期的湖泊面积变化不大, 表现为加积型沉积。盆地内的大部分地区被湖泊所覆盖, 其中在四官营子凹陷的三家子、四合当和九佛堂地区为深湖沉积、大城子凹陷的喀左和甘招地区为深湖区和梅勒营子的老爷庙、付杖子和木头城子地区发育了深湖亚相; 辫状河三角洲相仍然主要发育于大城子凹陷的西

北侧; 四官营子凹陷和梅勒营子凹陷的东南缘以发育退积型扇三角洲相为主。此阶段盆地内沉积了多层沉凝灰岩, 表明此时期周围的火山活动较为强烈, 因而在盆地内的扇三角洲相的前端由于火山诱发的地震而使未固结的沉积物发生滑塌, 形成阵发型湖泊重力流沉积; 来自盆地西北侧的季节性洪水, 亦在前辫状河三角洲及深湖地带形成季节性湖泊重力流沉积。

3.3 湖泊萎缩进积期

此沉积期为九佛堂组四、五段沉积期。由于盆地沉降速率小于盆地沉积速率, 使湖盆水体逐渐减小, 深湖区面积远小于滨浅湖区, 只在九佛堂、喀左一带发育了深湖区, 其他湖区主要表现为滨浅湖或深浅湖交替, 而湖泊两侧的扇三角洲和辫状河三角洲则进一步向湖区推进, 表现为进积型沉积。其中以四官营子凹陷桃花池和梅勒营子凹陷西南沟地区的扇三角洲

规模最大。

4 结论

(1) 根据野外实测地质剖面 and 室内编图综合分析的基础上, 识别出九佛堂组发育有辫状河三角洲相、湖泊相、湖泊重力流相、扇三角洲相 4种沉积相。

(2) 沉积相的空间配置关系表现为辫状河三角洲相主要发育于大城子凹陷和四官营子凹陷的西北侧, 湖泊相呈长条形分布于各凹陷的中间部位, 扇三角洲相主要发育于梅勒营子凹陷和四官营子凹陷的东南侧, 湖泊重力流沉积主要发育于湖泊的深湖区。

(3) 受盆地沉降速率与盆地沉积充填速率相对关系的制约, 九佛堂组沉积演化表现为三个演化阶段: 湖泊扩张退积期、大湖加积期和湖泊萎缩进积期。

参考文献 (References)

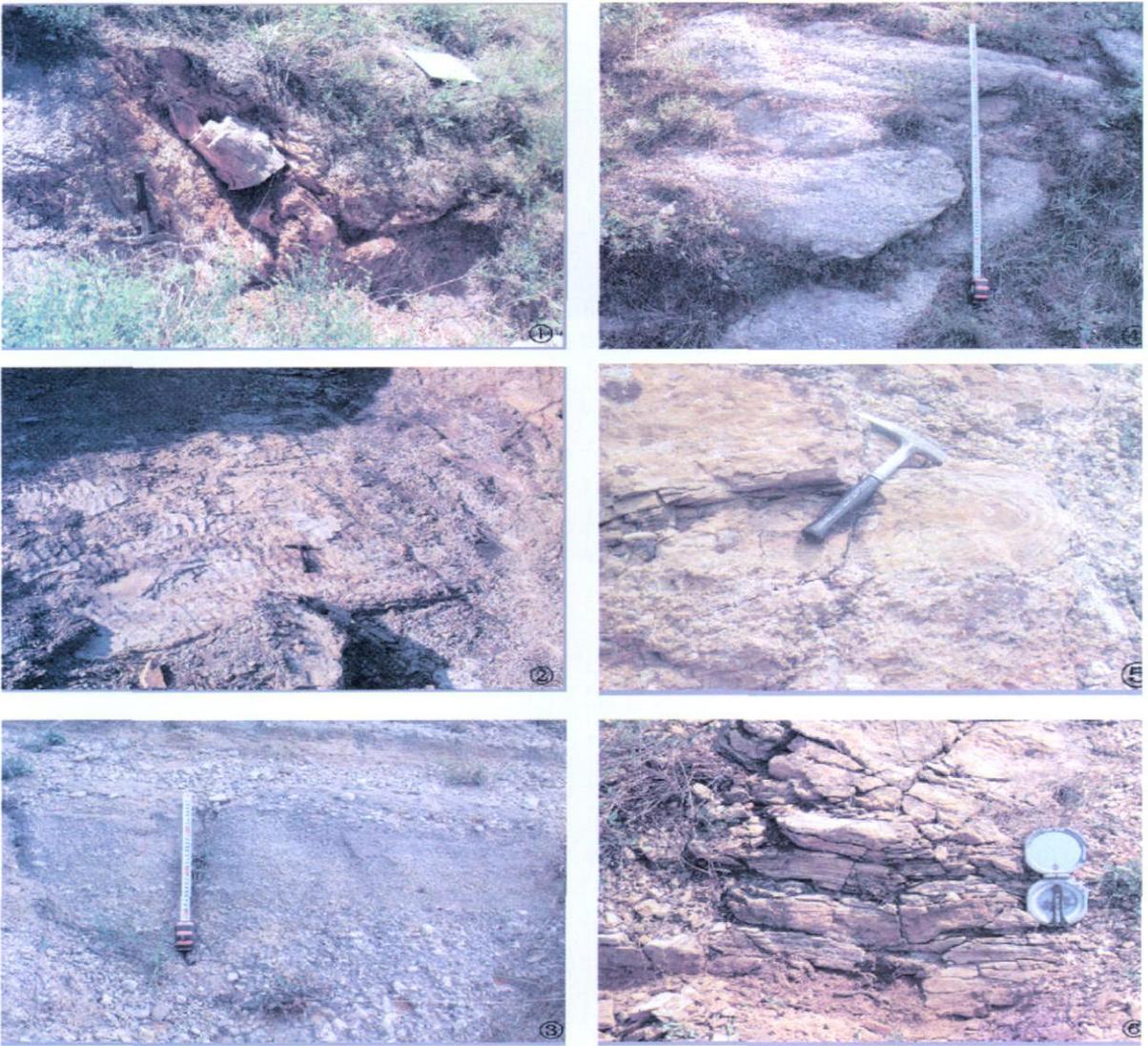
- 1 辽宁省地质矿产局. 辽宁省区域地质志 [M]. 北京: 地质出版社, 1989: 252-262 [Bureau of Geology and Mineral Resources of Liaoning Province. Regional Geology of Liaoning Province [M]. Beijing Geological Publishing House, 1989: 252-262]
- 2 段冶, 张立君, 李莉, 等. 辽宁大平房—梅勒营子盆地九佛堂组珍稀化石层的划分与对比 [J]. 世界地质, 2006, 25(2): 113-119 [Duan Ye, Zhang Lijun, Li Li, et al. Division and correlation of unique fossil-bearing beds of Jiufotang Formation in Dapingfang-Meleiyngzi Basin of western Liaoning [J]. Global Geology, 2006, 25(2): 113-119]
- 3 张亚明, 高玉娟, 何保. 建昌—喀左盆地中生代构造演化 [J]. 辽宁工程技术大学学报, 2005, 24(6): 829-831 [Zhang Yanming, Gao Yujuan, He Bao. Tectonic evolution in Jianchang-Kazuo Basin in Mesozoic era [J]. Journal of Liaoning Technical University, 2005, 24(6): 829-831]
- 4 孙革, 郑少林. 中国东北中生代地层划分对比之新见 [J]. 地层学杂志, 2000, 24(1): 60-64 [Sun Ge, Zheng Shaolin. New proposal on division and correlation of Mesozoic from Northeastern China [J]. Journal of Stratigraphy, 2000, 24(1): 60-64]
- 5 汪筱林, 周忠和. 辽西早白垩世九佛堂组——翼手龙类化石及其地层意义 [J]. 科学通报, 2002, 47(20): 1521-1527 [Wang Xiaolin, Zhou Zhonghe. A new pterosaur (Pterodactylidae) from the Early Cretaceous Jiufotang of western Liaoning and its implications for biostratigraphy [J]. Chinese Science Bulletin, 2002, 47(20): 1521-1527]
- 6 刘本培, 全秋琦. 地史学教程 [M]. 第三版. 北京: 地质出版社, 2001: 15-217 [Liu Benpei, Quan Qiuchi. Historical Geology Course [M]. 3rd. Beijing Geological Publishing House, 2001: 15-217]
- 7 朱筱敏, 信荃麟. 湖泊扇三角洲的重要特性 [J]. 石油大学学报, 1994, 18(3): 6-11 [Zhu Xiaomin, Xin Quanlin. Important features of lacustrine fan [J]. Journal of the University of Petroleum, 1994, 18(3): 6-11]
- 8 刘招君. 湖泊水下扇沉积特征及影响因素——以伊通盆地莫里青断陷双阳组为例 [J]. 沉积学报, 2003, 21(1): 148-154 [Liu Zhaojun. Lacustrine subaqueous fan sedimentary characteristics and influence factors: a case study of Shuangyang Formation in Moliqing Fault subsidence of Yitong Basin [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21(1): 148-154]

Sedimentary Characteristics and Evolution of Jiufotang Formation in Kazuo Basin

WEI Heng-fei WANG Yu-lin WANG Wei GUO Qiang LIU Jin
(Resources and Environment Engineering College, Liaoning Technology University, Fuxin, Liaoning 123000)

Abstract Kazuo basin is Late Mesozoic era rift basin in the west of Liaoning in which Jiufotang Formation is the filling stratum. On the basis of lithologic character analysis, such as the color, structure, primary sedimentary structure of field outcrops, and also analysis of the spatial disposition and paleontology fossil combination, as well as drawing and integrated analysis in the laboratory, four sedimentary facies containing braided river delta facies, lake facies, lake gravity flow facies and fan delta facies are recognized from Jiufotang Formation finally. Among them, lake facies is the main body of Jiufotang Formation, which is in the shape of siver and developing in the middle of each depression; braided river delta facies is formed in the northwest of Siguanyingzi depression and Dachengzi depression; fan delta facies chiefly occurs at southeast of Siguanyingzi depression and Meileyngzi depression; lake gravity flow facies mostly developed in the deep lake area of Kazuo basin. Restricted of the relative relation between sedimentation rate and deposit filling rate, from early to late, the evolution of Jiufotang Formation can be manifested as lake expansion and retrogradation times, large lake aggradation times and lake atrophy and progradation times.

Key words Kazuo Basin, Jiufotang Formation, sedimentary facies, sedimentary evolution, Bouma sequence



图版 I 说明: ①小型交错层理的泥质粉砂岩夹中细砂岩(属越岸决口扇沉积)组成,见植根化石。②浅灰色细砂岩、粉砂岩和泥质粉砂岩中的波痕构造,波长一般为 6~10cm,波高为 1~2cm,横断面形态基本对称,波峰较窄且略圆化,波谷则呈宽缓圆弧状,属滨浅湖亚相。③浅灰色砾岩、砂岩组合中的递变层理。④扇面河道沉积剖面上呈“上平下凸”的透镜状沉积单元叠覆,每个透镜体内呈粒度向上变细或由数个韵律单元构成。⑤浅灰色粉砂岩夹砾岩,粉砂岩中具有揉皱现象。⑥浅灰色具水平层理的粉砂岩或钙质粉砂岩中央浊积岩组合,各浊流事件多以 BCD 段构成不完整的鲍玛层序。