

辽河东部凹陷驾掌寺—小龙湾地区 沙三段上亚段沉积古地理及聚煤作用分析

汪浩¹,邵龙义¹,蔡国刚^{1,2},陈振岩²,李晓光²,郭立君¹

(1.中国矿业大学(北京)地球科学与测绘工程学院,北京 100083;2.辽河油田勘探开发研究院,辽宁 盘锦 124010)

摘要:利用钻探、测井及地震资料对辽河盆地东部凹陷驾掌寺—小龙湾地区沙河街组三段上亚段进行了沉积环境和聚煤作用分析,编制了各种单因素图件及古地理图,识别出冲积扇、三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲以及滨浅湖等古地理单元。分析认为,研究区物源来自东侧东部斜坡带和西侧中央凸起,并在区内沉积中心—驾掌寺—小龙湾凹陷处汇集,在适宜的气候、缓和的构造背景、适中的沉降幅度、较少的碎屑输入条件下,有一定水体深度的三角洲平原分流间湾沼泽区是成煤的有利地带,巨厚煤层分布于小龙湾地区的小14井、小5井以及小31井一带。

关键词:聚煤作用;辽河东部凹陷;古近系;沙河街组;三角洲

中图分类号: P531;P618.11

文献标识码: A

Sedimentary Paleogeography and Coal Accumulation in Upper Part of Member III, Shahejie Formation in Jiazhangsi-Xiaolongwan Area, Eastern Liaohe Sag

Wang Hao¹, Shao Longyi¹, Cai Guogang^{1,2}, Chen Zhenyan², Li Xiaoguang² and Guo Lijun¹

(1. School of Geoscience and Surveying Engineering, CUMTB, Beijing 100083;

2. Research Institute of Exploration and Exploitation, Liaohe Oil Company, CNPC, Panjin, Liaoning 124010)

Abstract: Sedimentary paleogeography and coal accumulation were analyzed for the upper part of Member III, Shahejie Formation in the Jiazhangsi area of the eastern Liaohe sag, single-factor plots and paleogeographic map were drawn and paleogeographic units, including alluvial fan, delta plain, delta front, prodelta and shore-shallow lacustrine were recognized. Two provenances deriving from the eastern structural slope to the east and the central uplift to the west provided sediments into the Jiazhangsi-Xiaolongwan depression. The coal accumulation was favored by a suitable (humid and warm) climate, gentle tectonic setting, moderate subsidence and less detritus inputting, and coal is prone to be developed in mires which developed in interdistributary bay of the deltaic plain where provided with condign water deepness. Extremely thick coals were developed in the wells Xiao14, Xiao 5 and Xiao 31 in the Xiaolongwan area.

Keywords: coal accumulation; eastern Liaohe sag; Paleogene System; Shahejie Formation; delta

辽河盆地作为我国东部邻陆断裂系北支的新生代内陆裂谷盆地,吸引了国内外众多学者的兴趣^[1-5]。近年来,辽河油田以及国内外学者在沉积相、层序地层学、盆地构造演化及成藏条件等方面对该地区古近系开展过大量的研究,但研究工作主要集中于西部凹陷、东部凹陷北段等区域^[6-10],而针对东部凹陷中南部,尤其是具有较好油气前景的驾掌寺—小龙湾一带的沉积相研究^[11-13]以及含有煤层的沙三上亚

段的相关研究^[14-16]则相对较少。本文利用钻孔岩心及测井曲线等油田勘探资料,对该区沙河街组三段上亚段的沉积古地理以及成煤环境进行分析,以期对今后的煤炭资源预测及评价提供理论依据。

1 地质背景

辽河盆地位于渤海裂谷系北支,是一个中、新生代叠置的大陆裂谷型沉积盆地。断裂活动将该时期的盆地切割为西部凹陷、东部凹陷、大民屯凹陷、中央凸起、西部斜坡和东部斜坡几大部分。研究区位于辽河东部凹陷中南部,在构造上呈东高西低、北高南低的单斜形态(图1)。

根据前人的研究结果^[17]并结合区内的钻探、测井及地震资料,认为古近系由房身泡组、沙河街组、

基金项目:中石化海相前瞻性研究项目、国家973项目(2006CB202202)及国家自然科学基金项目(40672103)资助。

作者简介:汪浩(1983—),男,安徽人,博士研究生,从事矿产普查与勘探、沉积学和煤田地质学。

收稿日期:2009-12-02

责任编辑:唐锦秀

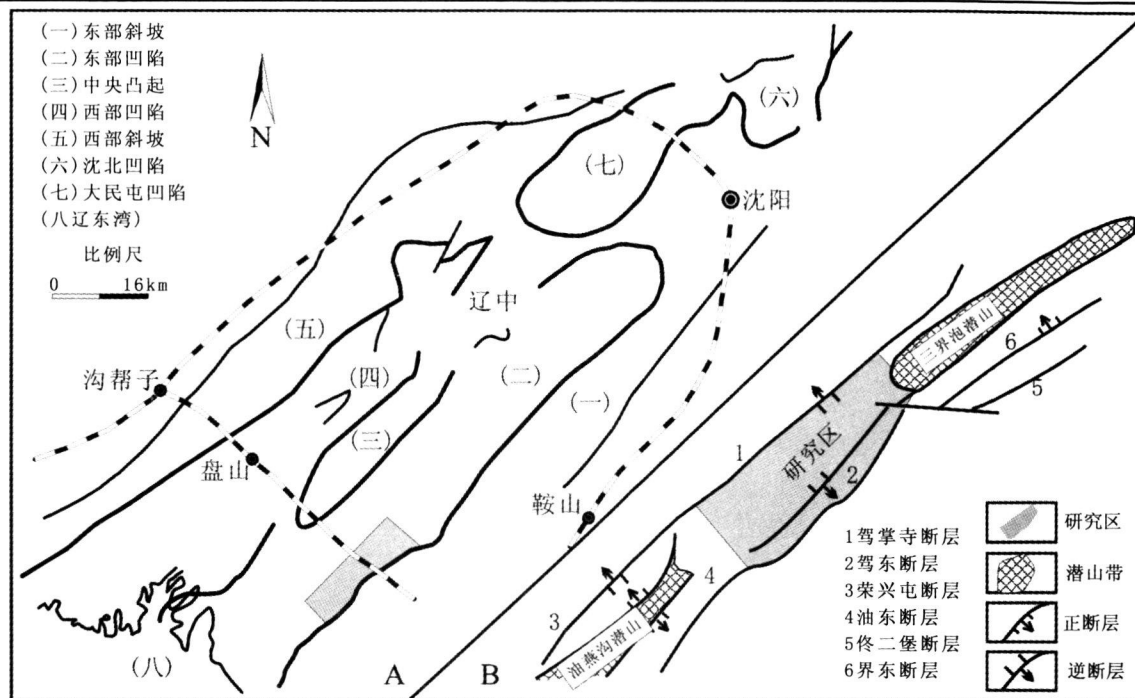


图 1 研究区地理位置(A)以及构造纲要图(B)(构造纲要图据辽河油田)

Figure 1 Location (A) and structural framework (B, adapted from Liaohe oilfield data) maps of target area

东营组构成。房身泡组上部主要为暗紫红色泥岩,下部为玄武岩。沙河街组主要发育沙三段和沙一段,沙二段仅有少量残留,缺失沙四段。沙三段下部发育深灰色厚层泥岩,中部以玄武岩和粗碎屑岩为主,上部炭质泥岩、泥岩与中薄层砂砾岩呈互层状,含煤层;沙三段上部(上亚段)为主要含煤段,以炭质泥岩、泥岩与中薄层砂砾岩呈互层状为特征,局部地区形成薄到巨厚层煤层。沙一段以深灰、灰绿色泥岩与砂砾岩呈互层状为特征,中上部夹有油页岩薄层。东营组以砂岩和砂砾岩为主,夹有泥岩。根据各地层单位顶底火山岩的绝对年龄并结合研究区地震反射终止关系等,将沙河街组以及东营组分别划为一个三级层序,并在每个三级层序中划分了四级层序*,本次研究的沙三段上亚段属于SQ2(图2)。

2 岩石与沉积相类型

根据岩心资料,本次研究在沙河街组三段上亚段共识别出砾岩、砂岩、泥岩、煤层以及火山岩 5 种岩石大类,共计 21 种岩相。其中,砾岩有基质支撑和砾石支撑;砂岩类有含砾砂岩(砾状砂岩)、粗砂岩、中砂岩、细砂岩、粉砂岩、不等粒砂岩、泥质填充砂岩 7 种;泥岩类有含砾泥岩、泥岩、炭质泥岩和粉砂质泥岩 4 种;火山岩主要为溢流相的玄武岩(但本文中未考虑该类岩相对沉积古地理以及聚煤的影响)。

* 邵龙义等,2007,辽河东部凹陷驾掌寺—小龙湾地区沉积储层描述。中国矿业大学(北京)科研报告。

沙河街组三段在研究区内埋藏深,从已有钻井、测井以及地震资料来看,区内沙三段上亚段呈现东北薄西南厚的特点,沉积沉降中心主要位于区内西南端的驾掌寺—小龙湾凹陷一带(图3)。从粗/细碎屑岩岩比(图4)的分布特征来看,高值区主要分布在研究区中北段靠近驾东断裂带以及驾掌寺—小龙湾断层附近,为冲积扇以及三角洲平原分布的区域,其他地区则广泛分布有湖泊(浅湖)、三角洲前缘和前三角洲。

3 沙河街组三段上亚段沉积古地理

在单井、连井沉积相分析的基础上,本文统计出研究区内各种沉积相单元的单因素阈值范围(表1),以此作为分析控制的基本框架,在粗/细碎屑岩

表 1 研究区沉积古地理分析单因素阈值表

Table 1 Single-factor threshold for sedimentary paleogeographic analysis

沉积相			单因素		
相	亚相	微相	粗细 岩比	砾岩百分 含量/%	煤层/m
冲积扇	扇缘	—	>0.5	50>	—
		分流河道	0.5~0.3	50~20	—
		分流间湾	0.3~0.2	20~10	—
三角洲	三角洲平原	分流间泛滥盆地	0.1<	—	—
		泛滥平原沼泽	0.2<	—	>20
		—	—	—	—
	三角洲前缘 和前三角洲	—	0.3~0.1	10~5	—
湖泊	滨浅湖	—	0.1<	—	—

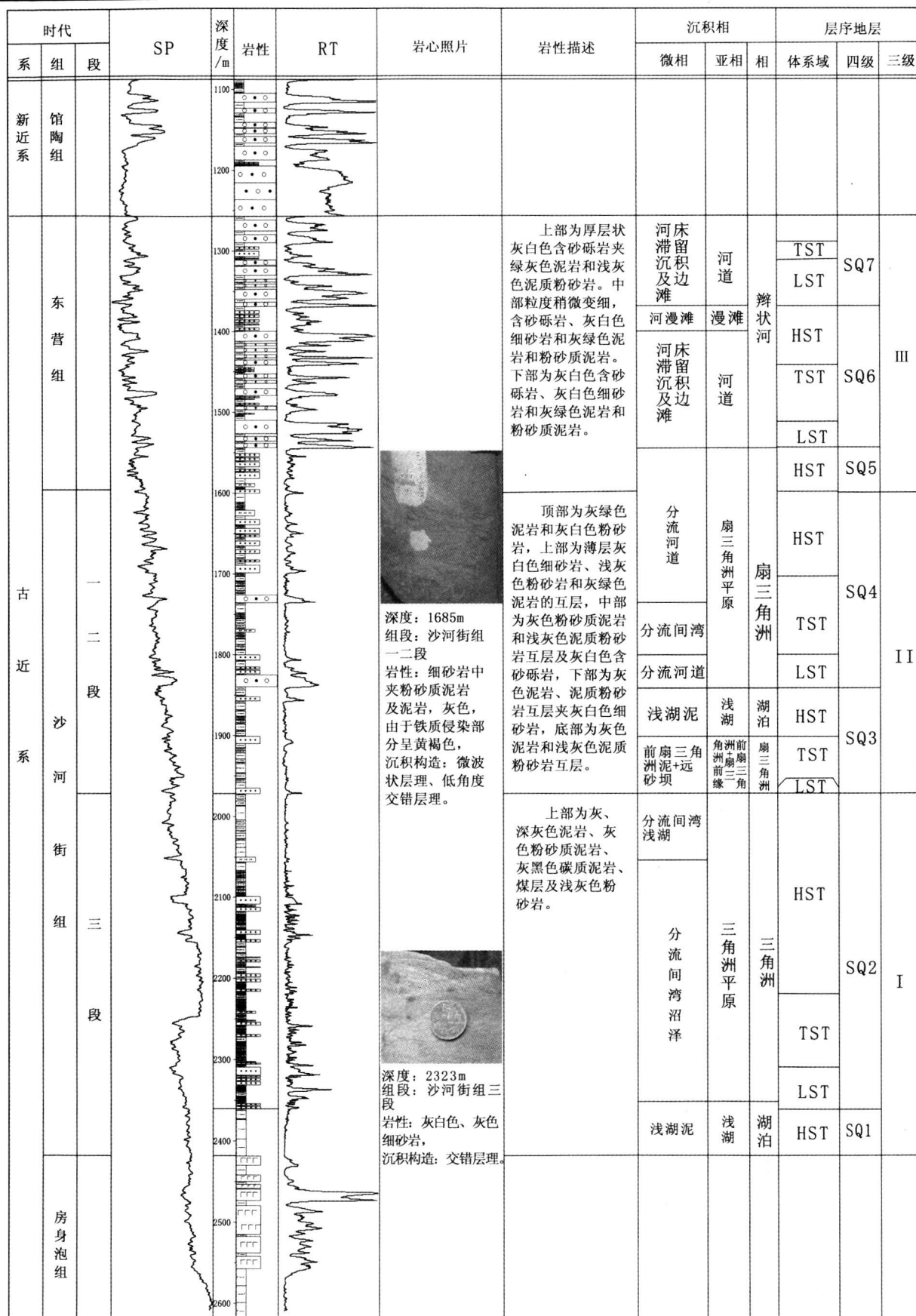


图2 辽河东部坳陷带小8井古近系沉积相柱状图

Figure 2 Columnar section showing Paleogene sedimentary facies in well Xiao 8

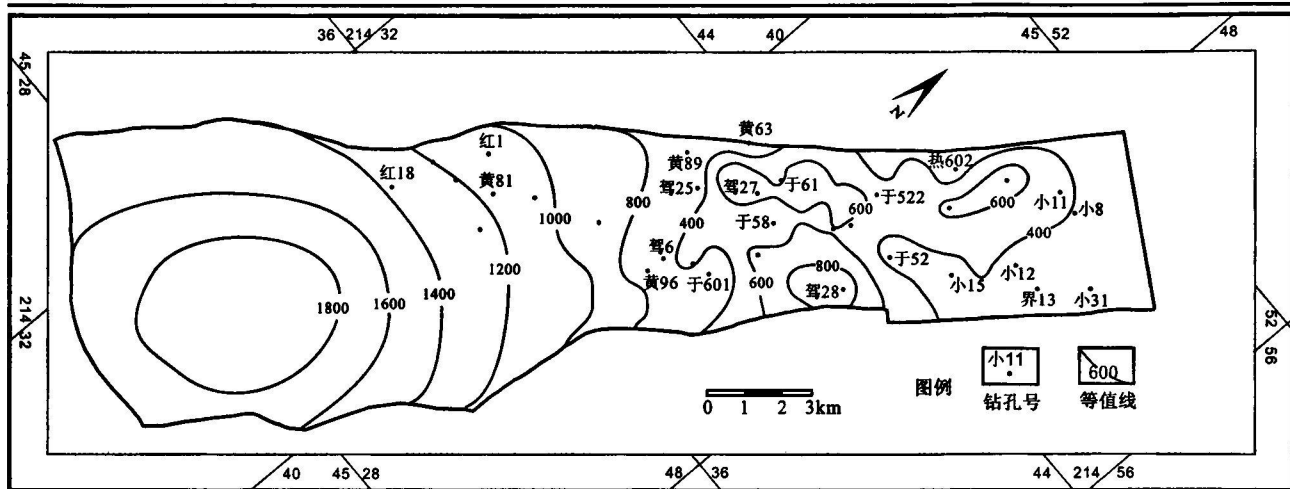


图 3 驾掌寺—小龙湾地区沙河街组三段上亚段地层厚度等值线

Figure 3 Strata thickness isopach of upper part of Member III, Shahejie Formation in Jiazhangsi-Xiaolongwan area

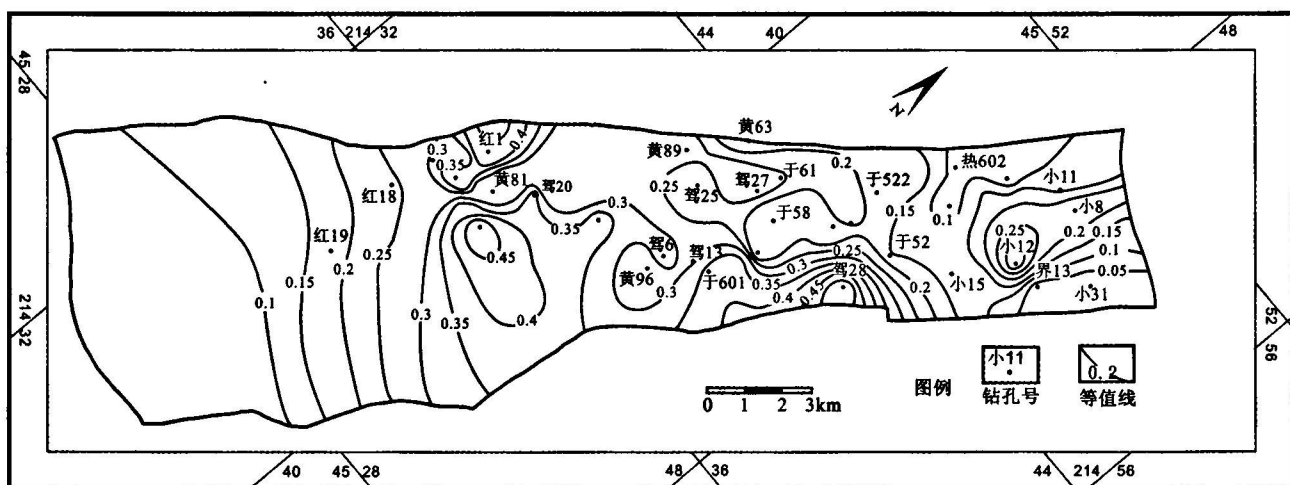


图 4 驾掌寺—小龙湾地区沙河街组三段上亚段粗/细碎屑岩岩比等值线图

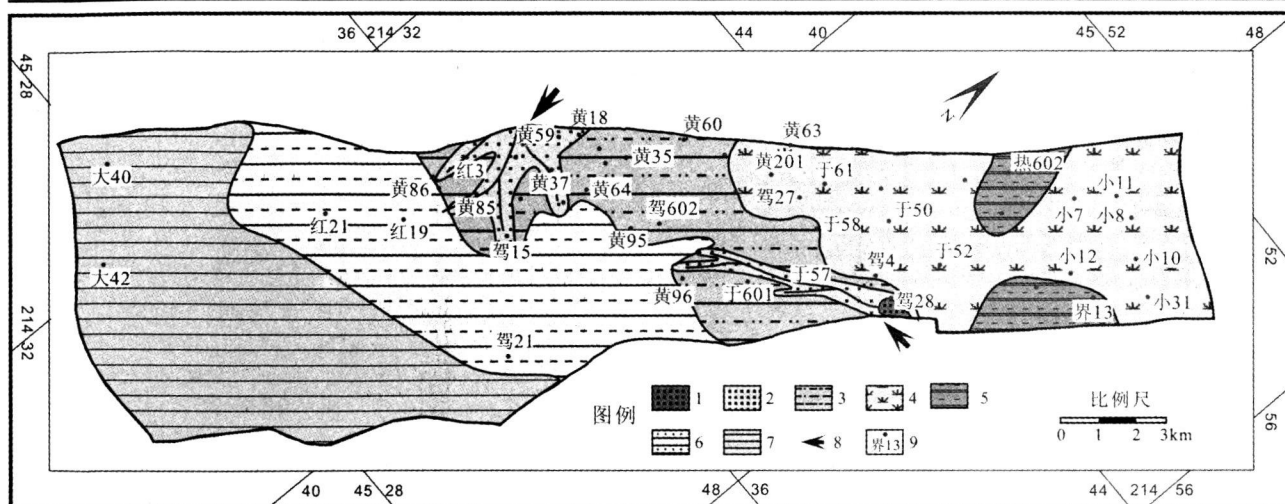
Figure 4 Coarse/fine clastic ratio isopach of upper part of Member III, Shahejie Formation in Jiazhangsi-Xiaolongwan area

岩比分布特征的基础上,结合地层厚度、粗(细)碎屑岩厚度、砾岩百分含量、煤层厚度进行分析绘制。通过上述工作绘出沙河街组三段上亚段的沉积古地理图(图 5)。

研究区在沙河街组三段上亚段沉积时期的古地理单元主要有冲积扇、三角洲平原、三角洲前缘、前三角洲以及滨浅湖,并以三角洲相占绝对主体地位。该亚段粗细岩比整体较低,均值为 0.23,比值最大的为靠近驾东断裂带的驾 28 井,约为 0.8,砾岩百分比大于 50%,岩性主要为杂色泥砾、砂砾岩和粗砂岩,分选性及磨圆度差,具块状层理和大型槽状交错层理,为冲积扇扇缘沉积。其他粗细岩比相对高值区主要分布在红星地区的红 1 井、邻近黄于热的驾 15 井和靠近驾东斜坡带的于 601 井一带,砂泥比为 0.5~0.3,岩性以灰白—灰色中粗砂岩为主,见植物碎屑、植物根以及冲刷面,沉积构造主要为槽状交错层理、板状交错层理以及平行层理,为三角洲平原分流河

道沉积。向北,小龙湾地区整体砂泥比普遍较低,岩性组合以夹有煤层的炭质泥岩和含炭质粉(细)砂岩为主,具有微波状层理和水平层理,为三角洲平原分流间湾沼泽。研究区南部,粗细岩比以及砾岩百分含量逐渐降低,在红 19 井—驾 21 井附近,岩性以灰色—深灰色细碎屑岩为主,夹有中细砂岩条带,沉积构造主要为倒粒序层理、微波状层理等,为三角洲前缘以及前三角洲位置。研究区南端的大 40、大 42 井岩性以泥质、粉砂质泥岩等占主导,具水平层理,为滨浅湖沉积。

从岩矿鉴定的结果来看,研究区西侧沉积物碎屑成分中含有相当多的中酸性喷出岩岩屑、混合花岗岩岩屑及变质岩岩屑,说明其物源主要来自中央凸起的中生代喷出岩及太古界混合花岗岩;东侧沉积物碎屑中则含大量的混合花岗岩岩屑和变质岩岩屑,说明碎屑物主要来自东部斜坡的太古界花岗岩。



1.冲积扇;2.三角洲平原分流河道;3.三角洲平原分流间湾;4.三角洲平原分流间湾沼泽;5.三角洲平原间泛滥盆地;
6.三角洲前缘和前三角洲;7.浅湖;8.物源;9.钻井名

图 5 驾掌寺—小龙湾地区沙河街组三段上亚段沉积古地理图

Figure 5 Sedimentary paleogeographic map of upper part of Member III, Shahejie Formation in Jiashangsi- Xiaolongwan area

从主要砂体的厚度展布特征也可以得到相同结论,还可以推断西侧的物源占主体地位。

总而言之,在沙三晚期(SQ3),即盆地深陷期的晚期,断裂活动减弱,区内发育水退环境下的冲积扇—河流三角洲沉积体系。湖泊为滨浅湖,且萎缩至驾掌寺凹陷一带,研究区东北侧小龙湾地区发育三角洲平原分流间湾沼泽,其中有间歇性小物源(决口扇)进入,驾 28 井地区发育冲积扇。此外,在西侧红星地区也有河流三角洲物源输入,在分流河道之间发育以泥质为主的分流间湾及浅湖湖湾沉积,由于水体深度适中,无大量的碎屑输入,适合沼泽的发育,从而形成巨厚可采煤层。

4 聚煤条件分析

从研究区现有资料来看,纵向上,煤层主要集中在

在 SQ3,横向上,煤层主要分布在东北侧的小龙湾一带,向南侧的驾掌寺凹陷逐渐减薄(图 6)。

一般而言,沼泽发育和煤炭聚集受到多重因素的影响和控制^[18]。从图 7 中可以看出最厚煤层集中分布在沉降幅度为 400~800m、粗砂岩比为 0.1~0.2 的三角洲平原分流间湾沼泽,这些区域沉降程度适中,粗细岩比较小。除构造沉降和古地理环境的控制外,SQ3 沉积时期为辽河盆地断陷阶段深陷末期,构造运动较为缓和,沼泽发育,在后续的 SQ4(沙一段)沉积时期,基底再次迅速沉降^[19],有利于煤层的保存。此外,沙河街组三段沉积时期温暖湿润的气候条件^[6],也是植物茂盛生长、发育泥炭沼泽的必要条件。从图 6 可看出,辽河东部凹陷驾掌寺—小龙湾地区沙三段上亚段聚煤作用最为有利的部位应该位于小龙湾的小 14 井、小 5 井以及小 31 井附近,这些地

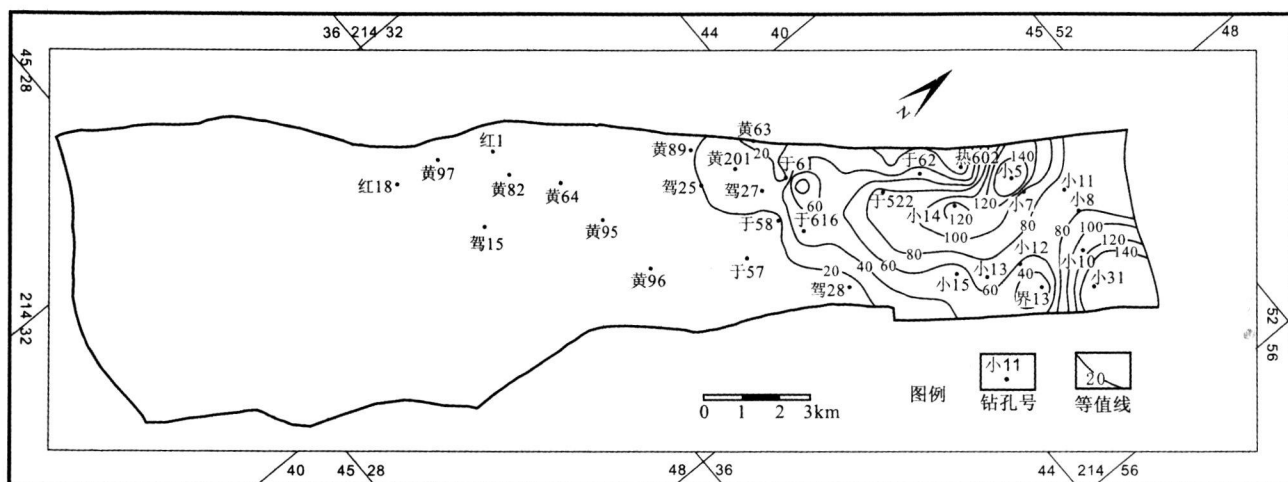


图 6 驾掌寺—小龙湾地区沙河街组三段上亚段煤层厚度等值线图

Figure 6 Thickness isopach map of coal seams in upper part of Member III, Shahejie Formation in Jiashangsi- Xiaolongwan area (unit in m)

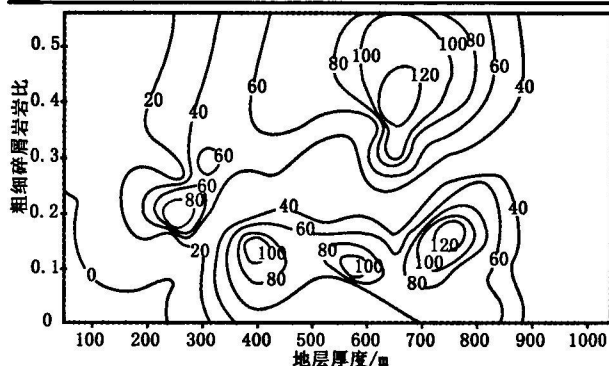


图7 驾掌寺—小龙湾地区沙河街组三段上亚段粗细岩比、地层厚度(m)与煤层厚度(m)三维关系图

Figure 7 3D relationship among coarse/fine clastic ratio, strata thickness (m) and coal seam thickness (m) in upper part of Member III, Shahejie Formation in Jiashangsi-Xiaolongwan area

带为煤田勘查的有利地区。

5 结论

①研究区在沙河街组三段上亚段沉积时期的古地理单元主要有冲积扇、三角洲平原、三角洲前缘和前三角洲以及滨浅湖。物源主要来自研究区东侧的东部斜坡带和西侧的中央凸起,在区内向沉积中心——驾掌寺—小龙湾凹陷汇集。

②聚煤作用受到多重因素的综合控制,包括气候条件、构造背景、沉积幅度以及沉积环境。适宜的气候、缓和的构造背景、及时的掩埋保存、适中的沉降幅度以及较少的碎屑输入条件下,具有一定水体深度的三角洲平原分流间湾沼泽是成煤的有利地带。位于小龙湾的小14井、小5井以及小31井一带为煤层集中分布的有利地带。

参考文献:

- [1] GUAN Ping, WANG Da rui, WU Tie sheng. Generation and quantitative assessment of biogenic gas in the liaohu basin [J]. Chinese Science Bulletin, 1992, 37 (10): 851-855.
- [2] Lambiase J J, Bosworth W. Structural controls on sedimentation in continental rifts[M]// Lambiase J J. Hydrocarbon Habitat In Rift Basins. Geological Society Special Publication, 1995, 80: 117-144.
- [3] Morley C K. Comparison of hydrocarbon prospectivity in rift systems [M]//morley C K. geoscience of rift systems evolution of east Africa. AAPG Studies in Geology, 1999, 44: 230-240.
- [4] YANG Yong tai, XU Tian guang. Hydrocarbon habitat of the offshore Bohai Basin, China[J]. Marine and Petroleum Geology, 2004, 21 (6): 691-708.
- [5] CHEN Dong xia, PANG Xiong qi, JIANG Zhen xue. Hydrocarbon accumulation in lacustrine turbidite in the rift basin, Bohai Bay [J]. Petroleum Science, 2006, 3(1): 12-26.
- [6] 薛叔浩, 罗平, 杨永泰, 等. 辽河坳陷沉积体系与油气分布[J]. 石油勘探与开发, 1997, 24(4): 19-22.
- XUE Shu hao. Depositional systems and oil/gas distribution in the Liaohu Depress [J]. Petroleum Exploration and Exploitation, 1997, 24(4): 19-22.
- [7] 于兴河, 张道建, 等. 辽河油田东、西部凹陷深层沙河街组沉积相模式[J]. 古地理学报, 1999, 1(3): 40-49.
- YU Xing he, ZHANG Dao jian, GAO Jian jun et al. Depositional facies and models of deep burial strata of the shahejie formation in the eastern and western depressions of Liaohu Oilfield [J]. Journal Of Palaeogeography, 1999, 1(3): 40-49.
- [8] 张占文, 陈振岩, 郭克园, 等. 辽河盆地天然气地质[M]. 北京: 地质出版社, 2002: 2-10.
- [9] 李维莲, 孙红军, 唐文连. 辽河盆地东部凹陷北段古近系层序地层特征及油气藏分布[J]. 中国石油大学学报(自然科学版), 2004, 28(5): 1-5.
- LI Wei lian, SUN Hong jun, TANG Wen lian. Sequence stratigraphic characteristics and petroleum distribution in the palaeogene of northern section in the eastern sag of Liaohu Basin [J]. Journal of the University of Petroleum, 2004, 28(5): 1-5.
- [10] 孙洪斌, 张凤莲. 辽河坳陷古近系构造—沉积演化特征[J]. 岩性油气藏, 2008, 20(2): 60-66.
- SUN Hong bin, ZANG Feng lian. Structural-sedimentary evolution characteristics of paleogene in Liaohu Depression [J]. Lithologic Reservoirs, 2008, 20(2): 60-66.
- [11] 曲爱英. 辽河油田东部凹陷红星地区古近纪沉积—构造演化与油气藏分布预测研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2006.
- [12] 常海燕. 辽河盆地桃园—大平房地区东营组沉积储层特征研究[D]. 北京: 中国地质大学(北京), 2006.
- [13] 李明生, 孟召平, 王金花, 等. 辽河盆地黄金带油田沙一段沉积微相及其物性特征[J]. 大庆石油学院学报, 2006, 30(6): 9-12.
- LI Ming sheng, MENG Zhao ping, WANG Jin hua et al. Microfacies and rock property characteristics of Sha 1 Formation in Huangjindai oil field of Liaohu Basin [J]. Journal of Daqing Petroleum Institute, 2006, 30(6): 9-11.
- [14] 彭苏萍, 肖乾华, 李宏伟, 等. 辽河断陷东部凹陷中段沙河街组砂岩储集体预测[J]. 地球学报, 2003, 24(5): 435-438.
- PENG Su ping, XIAO Qian hua, LI Hong wei et al. Sandy Reservoir Prediction of the Shahejie Formation in Central East Depression, Liaohu Basin [J]. ACTA GEOSCIENTIA SINICA, 2003, 24(5): 435-438.
- [15] 张辉, 姜志刚, 赵忠英. 辽河盆地东部凹陷沙三段煤层测井解释[J]. 辽宁工程技术大学学报. 2006, 25(增刊 1): 101-103.
- ZHANG Hui, JIANG Zhi -gang, ZHAO Zhong -ying. Logging interpretation of coalbed of third member of Shahejie formation in eastern depression of Liaohu basin [J]. Journal of Liaoning Technical University 2006, 25(Supplement 1): 101-103.
- [16] 王宇林, 赵忠英, 姜志刚. 辽河盆地东部凹陷沙三段聚煤特征[J]. 煤炭科学技术, 2008, 36(4): 89-93.
- WANG Yu lin, ZHAO Zhong ying, J IANG Zhi gang. Gathered coal features of No.3 coal measure in eastern depressed sand of Liaohu Basin [J]. Coal Science and Technology, 2008, 36(4): 89-93.
- [17] 辽河石油地质志编委会. 中国石油地质志(卷 3)[M]. 北京: 石油工业出版社, 1993: 31-123.
- [18] 邵龙义, 刘天绩, 冉茂云, 等. 吐哈盆地早侏罗世八道湾组古环境与聚煤作用分析[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2006, 25(2): 189-192.
- SHAO Long yi, LIU Tian ji, RAN Mao yun et al. Palaeo environments and coal accumulation of Early Jurassic Badaowan Formation in Turpan-Hami oil basin northwestern China [J]. Journal of Liaoning Technical University, 2006, 25(2): 189-192.
- [19] 袁井菊, 陈明, 何晓松, 等. 辽河东部凹陷古近系层序地层格架及成因分析[J]. 石油地球物理勘探, 2006, 41(3): 350-356.
- YUAN Jing Ju, CHEN Ming, HE Xiao song et al. Analysis of tertiary sequence stratigraphic framework and genesis in east Liaohu Sag [J]. OGP, 2006, 41(3): 350-356.