

苏里格气田 S120 区块山 1 - 盒 8 沉积微相研究

刘海燕¹,王秀平²,马东旭²

(1 大陆动力学国家重点实验室,西北大学地质学系,西安,710069;2 山东科技大学地质科学与工程学院,青岛,266510)

摘要:苏里格气田西区 S120 区块主力含气层段为山 1 - 盒 8 段,为了查明该区砂体展布特征,笔者在资料收集和 30 余口钻井的测井曲线综合解释的基础上,对研究区内的沉积微相进行了详细的研究。研究结果认为:山 1 段发育曲流河沉积相,盒 8 段发育辫状河沉积相,优质储集砂岩主要形成于河道亚相;在山 13 段时期砂体发育较好,储集性能也较好,在山 11、山 12 段时期河漫亚相占优势,砂体发育程度较低。盒 8 段具有显著辫状河沉积剖面结构特征,河道亚相占有明显优势,储集性能远优于山 1 段;从时序上看,从山 1 段到盒 8 段沉积相由曲流河过渡为辫状河,砂体厚度、砂地比随之增高;从平面分部看,区内较厚砂体多以南北走向展布,这与沉积相的分布是比较一致的;砂体厚度、发育规模以及砂体空间展布均受沉积相带的控制。

关键词:鄂尔多斯盆地;苏里格气田西区 S120 区块;山 1 段;盒 8 段;沉积微相

中图分类号:P618.13

文献标识码:A

Sedimentary microfacies research on the Shan1 and He8 in Block 120 of Sulige gas field

LIU Hai - yan¹, WANG Xiu - ping², MA Dong - xu²

(1. State Key Laboratory of Continental Dynamics, Department of Geology, Northwest University, Shanxi Xi'an 710069, China; 2. College of Geological Science and Engineering, Shandong University of Science and Technology, Shandong Qingdao 266510, China)

Abstract: The main gas - bearing reservoir in Block 120 of Sulige gas field is Shan1 and He8. In order to identify the sandbody distribution in this block, we studied the sedimentary microfacies based on sedimentology, paleogeography, and petrography and logging geology. It is suggested that the facies of Shan1 segment belongs to precipitation facies of meandering river, while He8 segment belongs to braided river. The best reservoir sandstone is located in the river channel; In the period of Shan13, the sandstone which is good for gas & oil reservoir is better than Shan11 and Shan12. With obvious structure features of braided deposition profile, He8 developed a lot of channel subfacies and its property for oil&gas reservoir is far better than Shan1; From the timing, Shan1 is meandering river sedimentary while He8 is braided river sedimentary, with the thickness of sandbody and the proportion of sand increasing. From graphic division, thicker sandbody in this zone located from north to south, which is relatively consistent with sedimentary facies distribution. Sand body thickness, development scale and sand body space distribution are subject to the cloth of sedimentary facies control.

Key words: Ordos Basin; Block 120 of Sulige gas field; Shan1; He8; Microfacies

随着苏里格气田天然气勘探范围的扩展,现今勘探范围远大于发现之初,西区 S120 区块作为一个新区,沉积微相的研究和储集砂体的预测尚

处于初步阶段。因此,对主力含气层段进行沉积微相的研究,重塑地质历史时期的沉积环境,成为研究该区油气分布规律的重要方法。

苏里格气田勘探区的沉积微相前人已有很多研究,以盒8段的研究情况为例:魏红红等^[1](1999)和何自新等^[2](2003)认为属于三角洲沉积体系;李文厚^[3](2002)、尹志军等(2006)^[4]确定为辫状河-三角洲沉积体系。在本文中,笔者运用沉积学、岩相古地理及测井地质学等基础地质学科理论,对研究区内主力含气层段山1和盒8沉积微相展布特征进行了详细的研究。本文在搜集钻井岩心、录井资料和测井曲线等资料的基础上,对研究区主力含气层段山1和盒8砂体和沉积微相展布进行了详细的研究。

1 区域地质概况

地质历史时期内,鄂尔多斯盆地受加里东运动影响随华北地台整体抬升,遭受130-150 Ma的风化剥蚀,缺失中奥陶世-下石炭世地层,形成多种侵蚀地貌^[5]。受海西运动影响,晚石炭世本溪期整个华北地台在以拉张为主的构造背景下再度沉降,重新接受沉积,鄂尔多斯盆地继承早古生代的NNE向隆坳格局,形成海相与浅水三角洲共存沉积体系。从早二叠世开始,海水越过中央古隆起,东西两个方向的海水相互贯通,形成统一的陆表海沉积。在海西运动末期,由于南北海槽再次

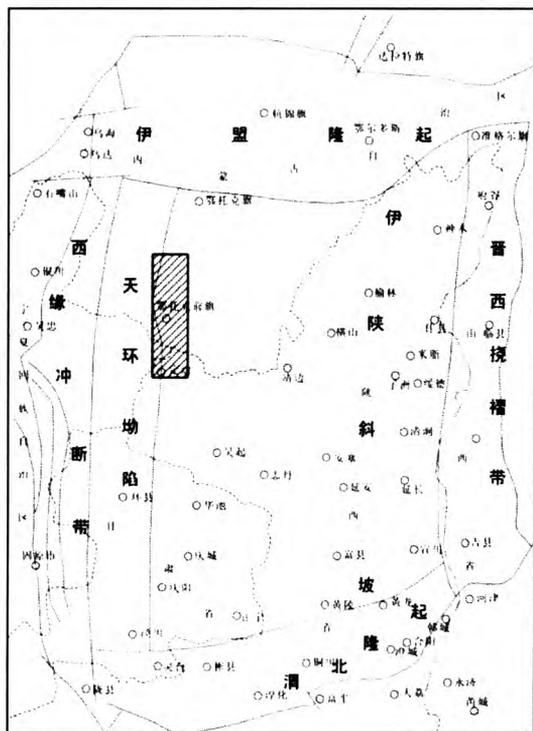


图1 鄂尔多斯盆地构造单元划分及研究区
(据长庆勘探研究院)^[5]

Fig.1 The tectonic division of the Ordos Basin and location of the study area

对接,海水被迫从东西两侧退出,结束海相沉积。从早二叠世山西期开始,研究区进入以河流沉积为主的陆相沉积,而且沉积相带呈南北向分异^[6-9]。

苏里格气田西区 S120 区块位于鄂尔多斯盆地伊陕斜坡西北部(如上图所示),勘探范围西起天环坳陷内蒙古鄂托克前旗、东至召皇庙-查汗特洛亥-S米图-哈不哈乌素一线、北抵内蒙古鄂克后旗的敖包加汗、南达陕西定边县的安边,勘探面积约 $1.3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。该区主要含气目的层为古生界二叠系下石盒子组盒8段和山西组砂岩储层,厚约200 m。

2 苏里格气田 S120 区块沉积微相研究

为了提高储层预测精度,依据地震、测井、岩性标志层等标志,将苏里格气田西区 S120 区块二叠系石盒子组盒8段、山西组山1段地层自上而下划分为盒8上¹、盒8上²、盒8下¹、盒8下²、山1¹、山1²、山1³共7个小层。

通过对钻井岩心、录井资料和测井曲线的详细观测、描述和对比分析,依据岩石组合、沉积结构、剖面结构和演化序列,并结合前人研究成果,我们认为研究区在山1段、盒8上和盒8下段发育冲积平原沉积体系^[10],沉积相类型有曲流河和辫状河,其中曲流河和辫状河都可以分为河道和河漫两种亚相,两种亚相又进一步分别划分为众多微相类型^[11]。

2.1 研究区单井和剖面沉积相分析

由于所有井的取心都很完整,在研究过程中特对研究区的30余口井进行测井曲线分析。在此,特选出1口特征明显的测井图-S176井进行分析。

S176井位于研究区东北部,目的层段砂体较发育。其中,在山1段时期发育曲流河沉积,河漫和河道亚相都比较发育,河漫亚相以决口扇微相最为发育,山13段砂体比较发育。在盒8段,具有较典型的辫状河沉积剖面结构特征^[12],以辫状河道和泛滥平原沉积微相为主,GR曲线呈厚层的齿化的钟形或者箱型。盒8段砂体厚度和砂地比都比较高,具有典型辫状河沉积剖面结构特征,河道亚相远比河漫亚相要发育,辫状河道和心滩都有发育;泛滥平原泥质沉积的厚度比较薄。

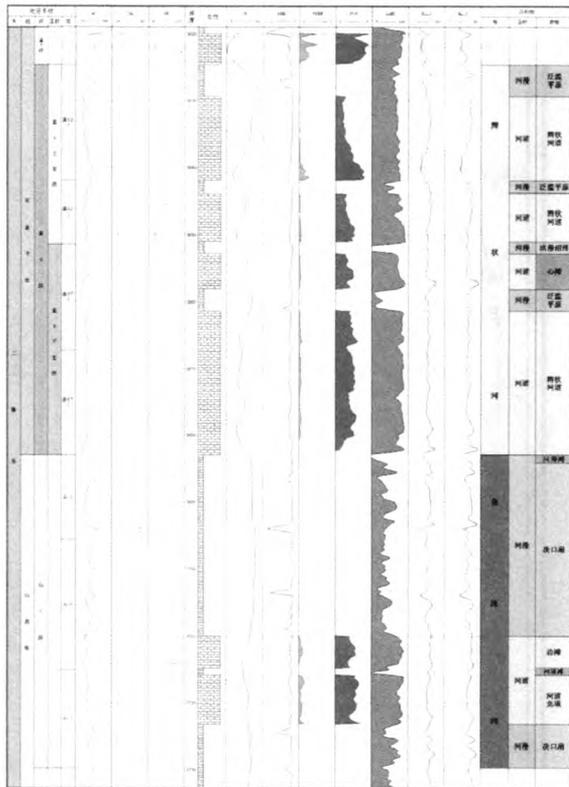


图2 S176井岩性岩相综合解释图

Fig.2 The comprehensive interpretation of lithology and lithofacies map of S176

2.2 连井剖面分析

为了把握区域内的沉积相带展布和砂体分布规律,在测井解释和单井相分析基础上,分东西、南北向编制了沉积微相与砂体对比图 3 张(分别记为剖面 1201、1202、1203),对沉积相横向展布特征做一描述。篇幅所限,下面仅展示一条 N-S 和一条 E-W 向剖面。此剖面位于研究区中部,从 S120-35-77 井到 S178 井,走向大致为北北西-南南东。自北到南依次为: S120-35-77、S42-82、S46-85、S52-82、S178。

纵观以上两条剖面沉积相的特征可以大致得知以下内容:

1) 山 1 段发育曲流河沉积,其中在山 1³ 段砂体厚度比山 1¹、山 1² 段要厚,在南北向和东西向砂体都有一定的连续性。在沉积相方面,整体上来说,在研究区西部发育河漫滩,在东部发育决口扇沉积。

2) 盒 8 段发育辫状河沉积,砂体发育,连续性比较好,具有显著的辫状河沉积剖面的结构特征。沉积微相方面,在河道亚相中,心滩和辫状河道都有发育,河漫亚相中泛滥平原发育程度比河漫湖沼要高一些。

3) 受北高南低的构造古地貌控制,研究区内沉积体系呈南北方向展布。因此,在南-北方向上,砂体分布与物源方向、河道展布方向一致,砂体连通性较好;东-西方向上,砂体分布与物源方向近于垂直,砂体横向上变化较快,连通性较差,砂体多呈上平下凸的透镜状。

S120-35-77#-S42-82#-S46-85#-S52-82#-S178#沉积微相剖面图

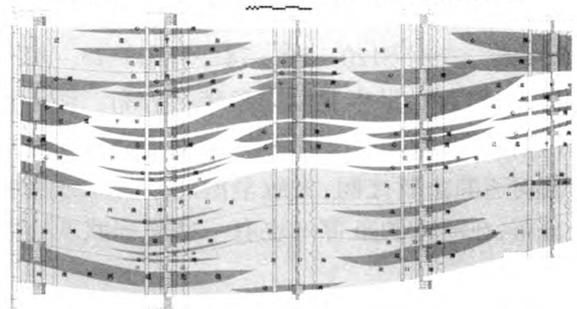


图3 剖面1202沉积微相对比图(平行物源方向)

Fig.3 Microfacies map of section 1202

S120-35-77-S120-35-82-S176沉积微相剖面图

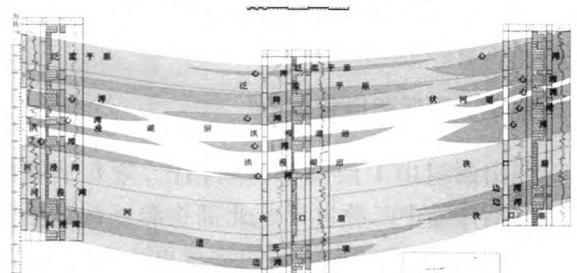


图4 剖面1203沉积微相对比图(垂直物源方向)

Fig.4 Microfacies map of Section 1203

3 研究区沉积相平面展布

沉积相研究的主要任务是重建古地理,恢复古环境,查明各种沉积体系和沉积物的特征^[13],本文按表 1 的划分标准,分别划分了盒 8 下 2 段、盒 8 下 1 段、盒 8 下亚段、盒 8 上 2 段、盒 8 上 1 段及盒 8 上亚段的沉积微相,并在砂地比等厚图上制出沉积微相平面图。

表 1 沉积微相划分标准

Tab. 1 The classification of sedimentary microfacies

沉积体系	沉积相	亚相	微相	分布位置
冲积平原	辫状河	河漫	洪漫沼泽、泛滥平原	研究区盒 8 上和
		河道	辫状河道、心滩	盒 8 下段
	曲流河	河漫	河漫滩、决口扇	研究区山 1 段
		河道	河道充填、边滩	

3.1 山1段沉积微相划分

从图5中可以看出,研究区在二叠系山西组山1段时期发育曲流河沉积,大体分为河漫、河道两个亚相,亚相中又分别可划分出河漫滩、决口扇、河床充填、边滩四个沉积微相。其中曲流河河道(包括河床充填微相和边滩微相)主要分布在S120-21-91—S120-28-89—S120-35-94—S190一线以东,S120-20-84—S120-26-80—S120-30-82—S120-32-81—38-78一线以西,S122—S120-59-97—58-89—S120-67-89—S120-73-94一线以内,S120-62-78—S120-65-79—S120-69-78—S120-75-82—S152一线以西,呈南北方向条带状分布。河漫亚相(包括河漫滩和决口扇微相)主要分布在研究区内的河道的条带之间,大致呈南北条带状或者面状分布,在河道的条带内也有一些呈面状或点状分布。

从研究区山1段的沉积相平面展布特征来看,其物源主要来自研究区的北部和西北部,同时也表明了沉积相对于沉积物特性有着很好的控制作用,可以借助沉积微相的展布特征对研究区山1段的储层有利区块进行预测。

3.2 盒8下段沉积微相划分

与山西组山1段沉积时期相比,盒8下亚段沉积时期伴随中二叠世早起北部物源区构造抬升活动的加剧,河流沉积体系的物源更为充足,这与砂体的发育程度变化是相吻合的。

从图6中可以看出,研究区在二叠系石盒子组盒8下亚段时期整体上发育辫状河沉积,砂体纵向多期叠置,平面上呈连片分布。盒8下亚段大体分为河漫、河道两个亚相,亚相中又分别可划分出洪漫沼泽、泛滥平原、辫状河道、心滩四个沉积微相。由于不同期次辫状河道反复迁移。河漫亚相主要分布在研究区内的河道的条带之间,S38—S120-46-76—鄂托克前旗城市规划区一线以西,S120-63-81—S120-66-86—S120-73-86—S120-69-82区域以内,S120-41-96—S48-13-20—S4-96—S171—41-94区域内,S175—S120-30-82—S120-32-81—35-82—S120-32-86区域内等,大多呈南北向短条带状分布于河道亚相中。其他区域则主要分布的是河道亚相沉积,面积远大于同时期河漫亚相的分布。

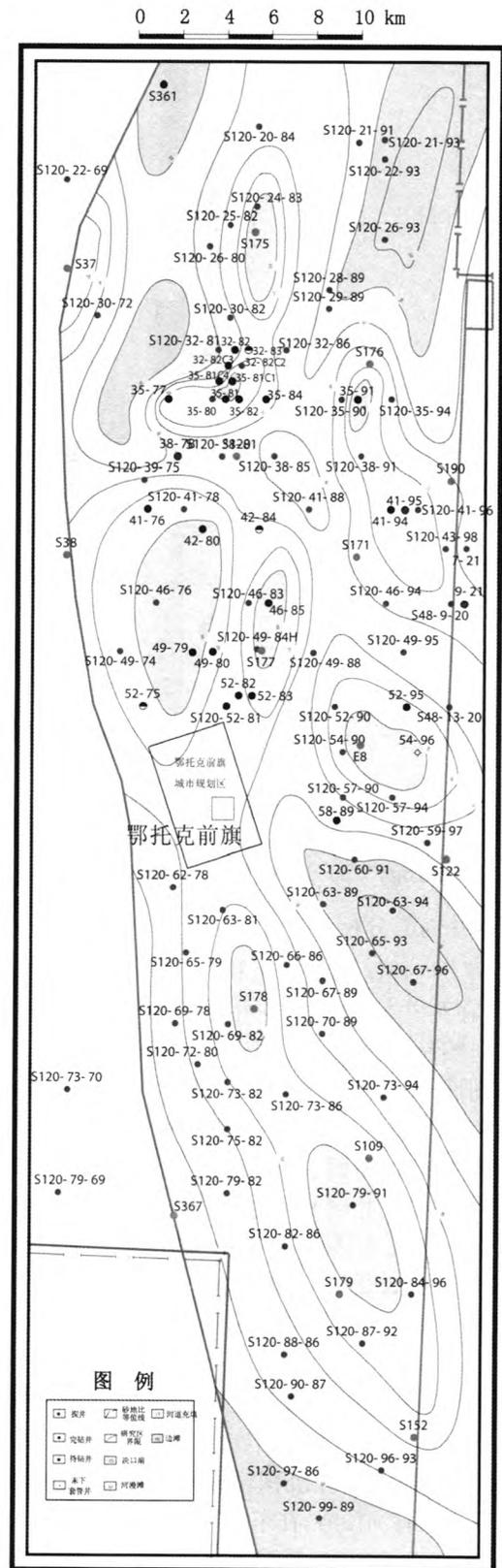


图5 山1段沉积微相分布图
Fig.5 Microfacies map of Shan¹

3.3 盒8上段沉积微相划分

同盒8下段时期一样,研究区在盒8上段时期

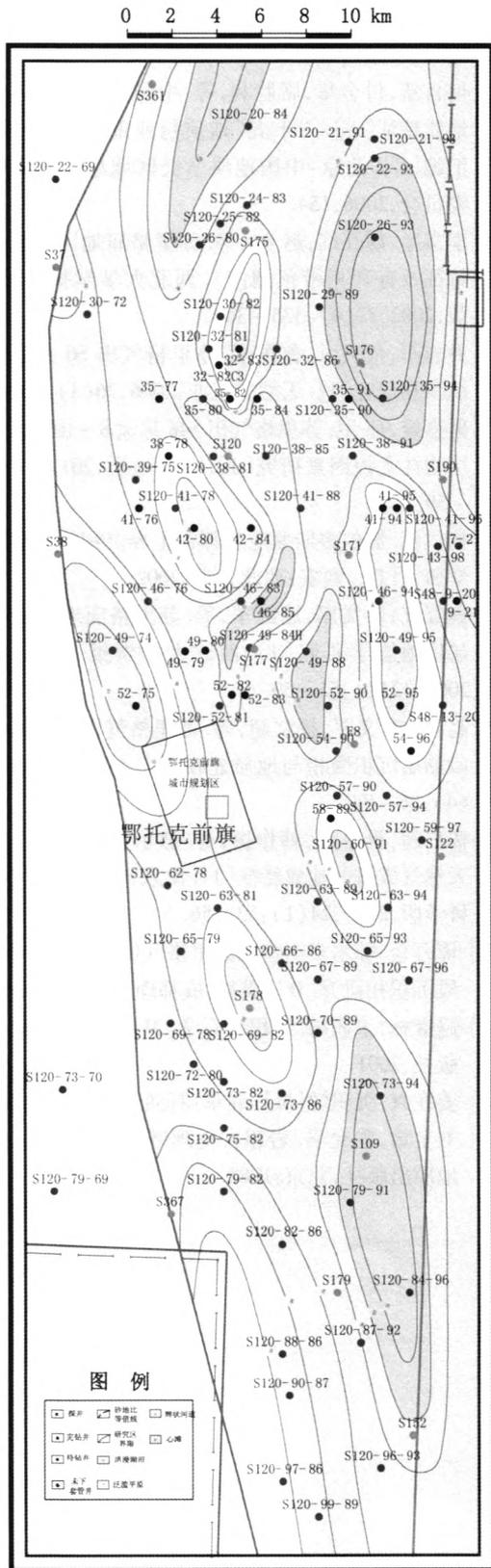


图6 盒₈下段沉积微相分布图

Fig.6 Microfacies map of He8²

发育辫状河沉积。由于盒 8 上亚段沉积时期,盆地北部隆升速度减慢。所以相比与盒 8 下段的沉积微相分布,盒 8 上亚段沉积时期,河漫亚相的分

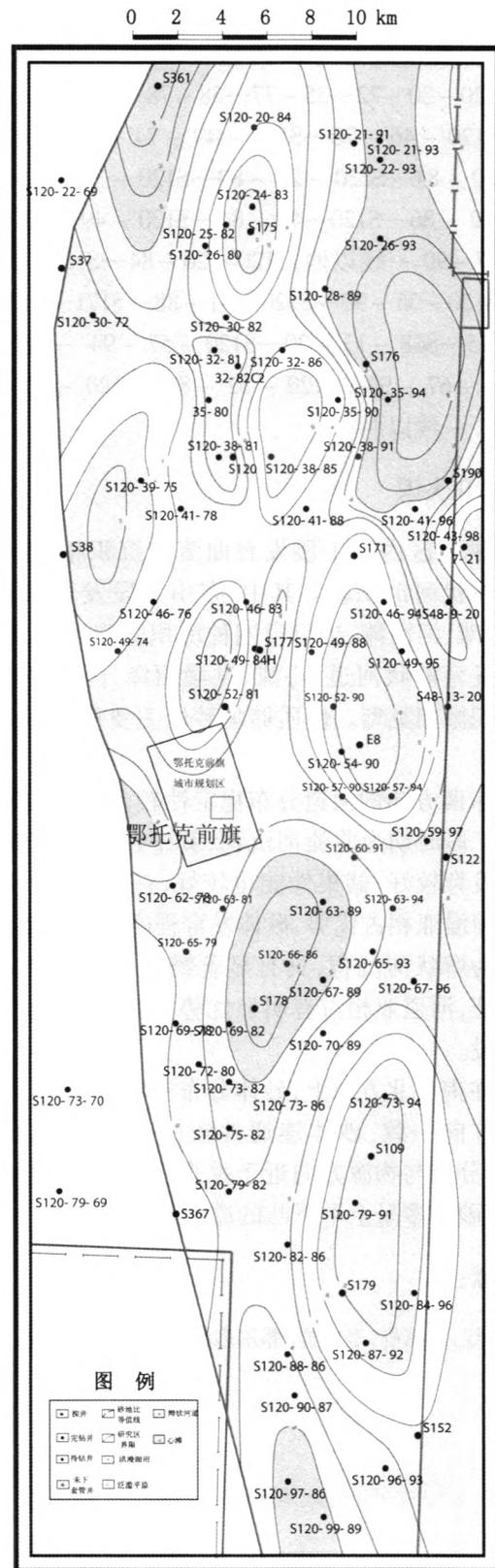


图7 盒₈上段沉积微相分布图

Fig.7 Microfacies map of He8¹

布范围有所扩大。

从图 7 可以看出,盒 8 上亚段沉积时期,河漫亚相(包括洪漫沼泽和泛滥平原微相)主要分布在

研究区内的河道的条带之间,大多在河道的条带内呈面状或点状分布。河道亚相沉积分布于 S37—S120-30-72—35-77—38-78—S120-41-78—S120-46-76—S120-49-74 一线以东, S120-20-84—S120-25-80—S120-30-82—S120-32-86—S120—42-84—S120-49-88—S120-57-90 一线以西, S120-20-84—S120-32-86—S120-35-90—S120-41-88—S171—S120-49-95—S48-13-20—S120-57-94 一线以东, S120-67-96—S120-82-86—S120-82-86—S152 一线以西。

4 结论和认识

1) 研究区内山 1 段发育曲流河沉积相, 盒 8 段发育辫状河沉积相。其中, 在山 1 段发育河道充填、边滩、河漫滩、决口扇四种沉积微相类型, 在盒 8 段发育辫状河道、心滩、洪漫沼泽、泛滥平原四种沉积微相类型。优质储集砂岩主要形成于河道亚相。

2) 东西方向的河道分布稳定性较南北方向较差。山 1 段时期为曲流河沉积, 其中在山 1³ 段时期砂体发育较好, 储集性能也较好, 在山 1¹、山 1² 段时期河漫亚相占优势, 砂体发育程度较低。盒 8 段时期为辫状河沉积, 具有显著辫状河沉积剖面结构特征, 河道亚相占有明显优势, 储集性能远优于山 1 段。

3) 在南-北方向上, 砂体分布与物源方向、河道展布方向一致, 砂体连通性较好; 东-西方向上, 砂体分布与物源方向近于垂直, 砂体横向连通性较差, 砂体多呈上平下凸的透镜状。

参考文献:

[1] 魏红红, 彭惠群, 李静群. 鄂尔多斯盆地中部石炭系 -

二叠系沉积特征与储集条件[J]. 石油与天然气地质, 1998, 19(2): 136-141.

- [2] 何自新, 付金华, 席胜利, 等. 中国苏里格大气田成藏地质特征[A]. “十五”地质行业重大找矿成果资料汇编[C]. 北京: 中国地质学会区域地质和成矿专业委员会, 2006, 154.
- [3] 李文厚, 魏红红, 赵虹, 等. 苏里格庙地区二叠系储层特征及有利相带预测[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2002, 32(4): 335-340.
- [4] 尹志军, 余兴云, 鲁国永. 苏里格气田 S6 井区盒 8 段沉积相研究[J]. 天然气工业, 2006, 26(3): 26-28.
- [5] 据惠蛟, 孙卫. 苏里格气田 S48 区盒 8-山 1 段砂体储层物性主控因素研究[J]. 甘肃地质, 2011, 20(4): 54-59.
- [6] 杨仁超. 鄂尔多斯盆地东部古生界沉积相与层序地层学研究[D]. 西安: 西北大学, 2002.
- [7] 魏红红, 李文厚, 屈红军, 等. 苏里格庙地区上古生界层序地层学研究[J]. 西北大学学报: 自然科学版, 2002, 32(1): 55-59.
- [8] 赵勇, 李义军, 杨仁超, 等. 苏里格气田东区山 1、盒 8 段储层沉积微相与地质建模[J]. 矿物岩石, 2010, 30(4): 86-94.
- [9] 杨仁超, 樊爱萍, 韩作振, 等. 鄂尔多斯盆地上古生界天然气成藏的地质特征[J]. 山东科技大学学报: 自然科学版, 2005, 24(1): 53-56.
- [10] 谭万仓. 鄂尔多斯盆地苏里格气田北部盒 8 段和山 1 段沉积相研究[D]. 成都: 成都理工大学, 2009.
- [11] 赵澄林, 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2001.
- [12] 姜在兴. 沉积学[M]. 北京: 石油工业出版社, 2003.
- [13] 刘宝珺, 曾允孚. 岩相古地理基础和工作方法[M]. 地质出版社, 北京: 1985.

(责任编辑 刘存英)