

文章编号:1005-6157(2009)02-081-6

威东-安岳地区上三叠统须家河组四段 沉积相及岩相古地理特征研究

王文之¹, 田景春^{1,2}, 张翔², 刘娟¹

(1成都理工大学沉积地质研究院, 四川成都 610059; 2“油气藏地质及开发工程”国家重点实验室, 成都理工大学, 四川成都 610059)

摘要:四川盆地须家河组具有巨大的勘探开发潜力,但对研究区沉积相研究成果却相对较少,成为蜀南地区唯一的一块面积大而勘探程度低,烃源和保存条件好、具备多套储产层的勘探潜力区域,本文根据岩石类型、沉积构造、剖面结构特征将研究区须家河组四段划分为三角洲和湖泊2种沉积相类型,三角洲相可进一步划分为三角洲平原和三角洲前缘亚相,而湖泊沉积相在研究区中只发育浅湖亚相,并对各沉相的沉积微相构成特征进行了详细的研究。在上述沉积相研究基础上,以须四段各亚相为编图单元,编制了各亚段的岩相古地理图,并对其时间演化特征进行了详细研究。表明须四段各亚段由南至北均具有三角洲平原—三角洲前缘—浅湖的古地理展布特征。研究成果的取得,为进一步的储层预测提供了基础地质资料。

关键词:须四段;沉积相;岩相古地理;威东—安岳地区
中图分类号: P531;P588.25 **文献标志码:** A

0 引言

四川盆地南部的威东—安岳地区,主体部分位于川中古隆起平缓构造区威远至龙女寺构造群中段,局部构造位于威远背斜东北大型鼻突下斜坡、及威远背斜与磨溪龙女寺背斜之鞍部(图1)^[1-2]。地表出露地层自西向东依次为上沙溪庙组、遂宁组,地腹侏罗纪—二叠纪地层层序正常,保存条件好。

据《油气资源二次评价》,威东地区须家河组现今生烃强度为 $1 \times 10^6 \text{t}/\text{km}^2$,排烃强度为 $0.85 \times 10^6 \text{t}/\text{km}^2$,高于蜀南地区其它探区(生烃强度一般 $1 \sim 0.5 \times 10^6 \text{t}/\text{km}^2$),与川中磨溪、遂南须家河气田及川西南观音场相近。研究区为蜀南地区唯一的一块面积大而勘探程度低,烃源和保存条件好、具备多套储产层的勘探潜力区域。同时,对川南地区须家河组沉积相和岩相古地理演化特征的研究相对较少,且缺乏系统性,因此,本文在前人研究成果的基础上^[3-7],对威东—安岳地区须四段进行了详细的沉积相和岩相古地理研究,为研究区进一步油气勘探提供了坚实的基础资料。

1 区域地层特征及沉积相划分

在对川南威东—安岳地区须家河组地层对比的基础上,沿用蜀南气矿上三叠统须家河组划分方案,确立了研究区上三叠统须家河组地层命名及划分。研究区上三叠统命名为须家河组,至下向上分为6段。其中,须四段与其顶部须五段呈整合接触关系,与其底

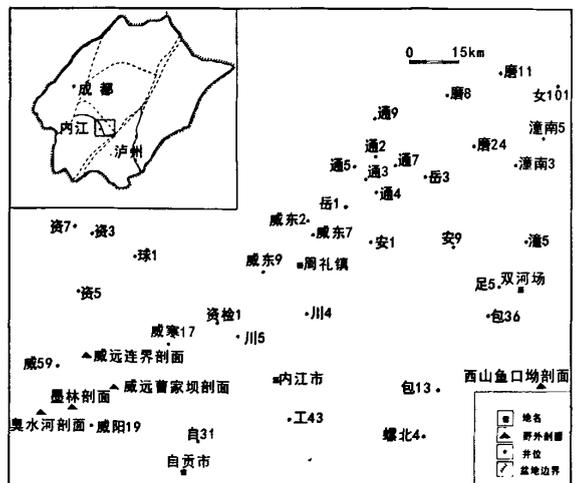


图1 研究区构造地理位置

Fig. 1 Structural geographic location of the area studied

须三段之间呈整合或冲刷接触关系。

收稿日期:2009-2-27

基金项目:四川省重点学科“构造地质学”建设项目(SZD0408)资助。

作者简介:王文之(1984-),男,四川巴中人,硕士,主要从事储层沉积学研究。

研究区内须四段的岩性总体上为中细砂岩夹少量粉砂岩及页岩。东南部沉积较厚且砂质较纯，西北部较薄且泥岩较多，厚度较为稳定，一般厚90~130m。并根据其旋回性进一步划分为两段，分别命名为须四段上亚段和须四段下亚段。

通过对研究区4条野外剖面的详细观测(包括威远曹家坝剖面,荣县墨林场剖面,荣县臭水河剖面及西山鱼口坳剖面(图1)、有关钻井岩芯的精细描述、测井曲线的综合分析,依据岩石组合、沉积组构、剖面

结构及其演化序列等相标志,结合前人研究成果^[6-7],将研究区须四段划分为2个沉积相和众多的亚相、微相类型(表1)。

2 沉积相特征

2.1 三角洲沉积相

三角洲沉积相位于河流入湖盆的河湖交界处和混合处的区域,由河湖两者共同作用形成的锥状沉积相。研究区须家河组四段三角洲相可进一步划分两个

表1 研究区须家河组四段沉积相划分
Table 1 Sedimentary facies division of four members of the Xujiahe Formation in the area studied

| 沉积相及构造 | | | 岩石类型 | 沉积构造 | 结构特征 |
|--------|-------|--------|--------------------|----------------------------|-----------------|
| 相 | 亚相 | 微相 | | | |
| 三角洲 | 三角洲平原 | 分流间洼地 | 泥岩、粉砂质泥岩为主,可见泥质粉砂岩 | 块状层理岩性搅混构造 | 分选中等—好,磨圆次圆 |
| | | 天然堤 | 泥质粉砂岩粉砂质泥岩 | 小型交错层理、波纹层理、水平层理、块状层理、搅混构造 | 分选中等—好,磨圆次圆 |
| | | 分流河道 | 中砂岩、细砂岩、可含有少量泥砾 | 大型斜层理、交错层理、块状层理 | 分选中等—好、磨圆次圆—一次圆 |
| | 三角洲前缘 | 水下分流河道 | 中砂岩、细砂岩可含泥砾 | 大型交错层理块状层理 | 分选中等好,磨圆次圆—次圆 |
| | | 河口坝 | 粉砂岩、泥质粉砂岩为主,细砂岩 | 逆递变层理、波纹交错层理、块状层理、搅混构造 | 分选好,磨圆次圆—一次圆 |
| | | 远砂坝 | 粉砂岩、泥质粉砂岩 | 波纹层理、水平层理、块状层理 | 分选中等,磨圆次圆—一次圆 |
| | | 分流间湾 | 泥岩为主,细、砂粉砂少 | 水平层理、透镜状层理 | |
| 湖泊 | 浅湖 | 浅湖砂坝 | 砂为主、泥少 | 小型交错层理 | 沉积物的成分和结构成熟度较高 |
| | | 浅湖泥 | 泥岩、页岩为主 | 水平层理 | |

亚相,分别为:三角洲平原亚相和三角洲前缘亚相。

2.1.1 三角洲平原亚相

三角洲平原亚相是三角洲沉积的水上部分,位于三角洲沉积层序的最上部。研究区内须四段三角洲平原亚相见于威远曹家坝剖面、荣县墨林场剖面、荣县臭水河剖面和西山鱼口坳剖面及众多钻井须四段中,可识别出分流河道、天然堤、决口扇和泥炭沼泽等微相(图2)。

2.1.1.1 分流河道微相

分流河道沉积是三角洲平原的骨架砂体,砂岩的成分成熟度和结构成熟度都较低,砂岩中发育板状交错层理、槽状交错层理、楔状交错层理、平行层理等(图3)。砂岩底部无一例外的具有明显的底冲刷构造,冲刷面之上广泛见有冲刷泥砾,砂体本身具有明显的正粒序层理,粒度分布概率累积曲线为二段式,总体上以发育跳跃为主,含量5%~80%,斜率高,分选好,次

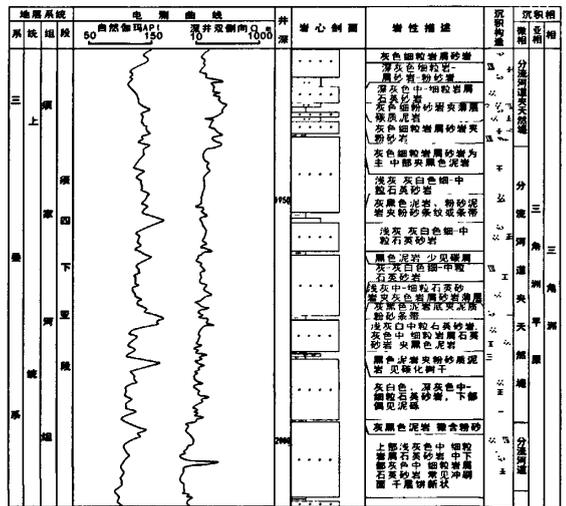
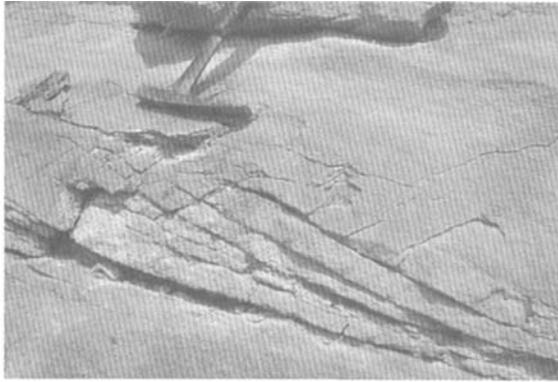


图2 须家河须四段三角洲平原沉积剖面结构(潼2井)
Fig. 2 Sedimentary profile structure of the delta plain of the Xusi member, Xujiahe (Well Tong 2)

为悬浮总体为25%~20%,总体上滚动不发育(图4)。

2.1.1.2 天然堤微相

对于研究区须四段来说,在三角洲平原亚相分流河道微相发育过程中,天然堤沉积也极为发育,常为灰色、灰绿色细砂岩、粉砂岩、泥岩所组成,发育水平

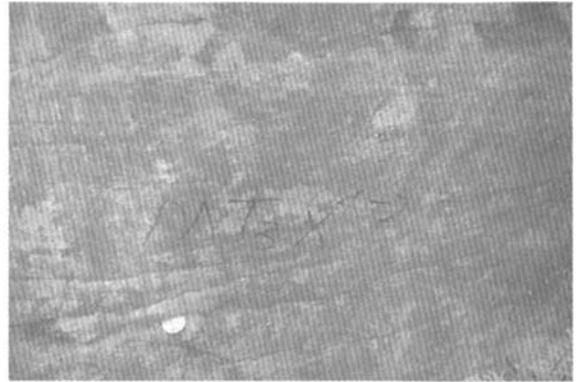


a威远曹家坝剖面须四段中发育的板状斜层理

层理和沙纹层理。

2.1.1.3 泥炭沼泽微相

泥炭沼泽岩性以灰黑色泥岩、碳质泥岩和煤层为主,煤层累积厚度较大。有机质暗色泥岩及煤层的发育决定了该相成为油气生成的有利相带,并且与迁移



b荣县墨林场剖面须四段中发育的平行层理

图3 须家河须四段三角洲平原沉积构造

Fig.3 Sedimentary structure of the delta plain of the Xusi member, Xujiahe

的分流河道之间构成了良好的生储关系^[8]。

2.1.2 三角洲前缘亚相

研究区内须四段中三角洲前缘亚相广泛发育,主要见于威远曹家坝剖面(图5)、荣县墨林场等剖面及须四段的钻井中。常见的沉积构造有:滑移变形构造、变形及包卷层理、球状及枕状构造等发育。该亚相可进一步细分为水下分流河道、水下天然堤、水下决口扇、河口砂坝、远砂坝和分流间湾微相(图6)。

2.1.2.1 水下分流河道微相

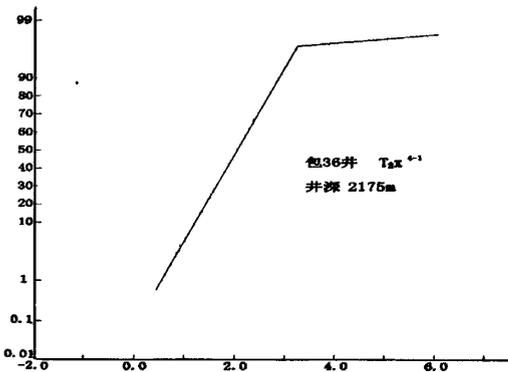


图4 包36井分流河道粒度概率曲线图

Fig.4 Grain size probability curve for the diversion channel of Well Bao 36

水下分流河道是三角洲平原上分流河道入湖后向水下延伸的河道或者是由于河流在入湖河口处新分叉的河道。由于水下分流河道的位置不稳定,分流

| 地层系统 | | | 小层 | 层厚(m) | 累计厚(m) | 岩性柱 | 沉积构造 | 岩性描述 | 沉积相 | | |
|------|---|---|----|-------|--------|-----|------------------------------|--------|-------|-------|---|
| 系 | 统 | 组 | | | | | | | 微相 | 亚相 | 相 |
| 三 | 叠 | 系 | 须 | 四 | 19 | 15 | 中砂岩到粉细砂岩的3个递变层间 | 水下分流河道 | 三角洲前缘 | 三角洲前缘 | |
| | | | | | 18 | 10 | 灰色泥岩下部为粉细砂岩 | 分流间湾 | | | |
| | | | | | 17 | 20 | 浅灰色块状中砂岩向上渐变为细砂岩 | 水下分流河道 | | | |
| | | | | | 16 | 30 | 浅灰色块状中砂岩,见多个冲刷面,冲刷面上为含砾碳质粗砂岩 | 水下分流河道 | | | |
| | | | | | 15 | 10 | 主要为中砂岩 | 河口坝 | | | |
| | | | | | 386 | | | | | | |

图5 须家河须四段三角洲前缘沉积构造(粒序层理,威远曹家坝剖面,须四段)

Fig.5 Sedimentary structure of the delta front of the Xusi member, Xujiahe (grain order bedding, the Weiyuan-Caojiaba profile, the Xusi member)

汇合和侧向迁移频繁,因而同一时期发育的水下分流河道在平面上常呈宽带状或网状分布,具有成层性好和可比性强的特点,形成湖泊三角洲前缘的骨架砂体。砂体主要由分选好、结构成熟度高的含砾砂岩和中粗粒砂岩组成,并且具有向上变细的旋回。砂岩中底冲刷面发育,并发育有正粒序层理、板状层理、平行层理、单向斜层理等沉积构造。该类沉积于研究区威

远曹家坝剖面及盆地内众多钻井剖面中广泛发育。

2.1.2.2 河口坝微相

在河口位置为喇叭口地形,河流入湖后河流不断分叉,促使河流携带的沉积物快速堆积,形成河口坝。河口坝由中细粒砂岩组成。砂岩结构及成分成熟度均高。交错层理发育,下部以小型交错层理为主,向上变

为大型板状和槽状交错层理,发育有滑塌变形构造。

2.1.2.3 远砂坝微相

远砂坝微相是由河流所携带的细粒沉积物在三角洲前缘河口坝与浅湖过渡的地带所形成的坝状沉积体,位于三角洲前缘亚相最前端,所以又称末端砂坝。砂岩分选和磨圆中等至较好,沉积构造十分发育,

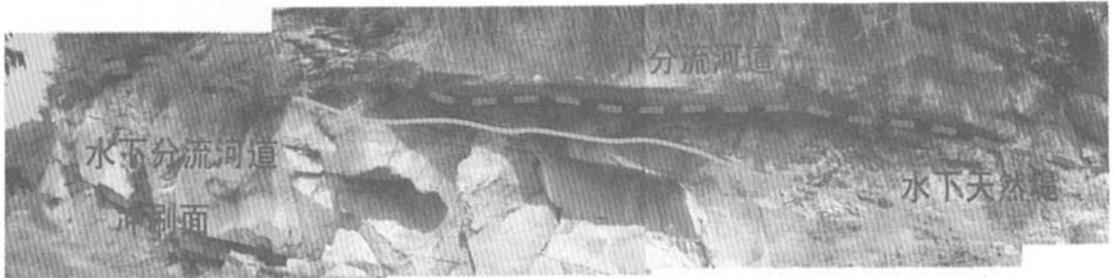


图6 曹家坝剖面须四段三角洲前缘沉积相剖面结构图

Fig. 6 Sedimentary facies profile structure of the delta front of the Xusi member from the Caojiaba profile

有水平层理、缓波状层理和沙纹层理及韵律层理等。

2.1.2.4 分流间湾微相

水下分流河道之间与湖水想通的低洼地区即为分流间湾,岩性主要为一套细粒悬浮的成因的泥岩、粉砂质泥岩所组成,发育水平层理和沙纹层理,可见植物碎片。

2.1.3 前三三角洲亚相

前三三角洲亚相主要出现在每一个三角洲生长小旋回的底部,厚度较薄,由灰黑色和黑色泥岩夹少量粉砂岩薄层组成,富含碳质碎屑。向上粉砂含量增多。厚度通常较小,约1~2m。具生物扰动构造,常含特化的双壳类动物化石并黄铁矿化,常具水平层理和均匀层理。该相带有机质含量丰富,也是生成油气的主要相带。

2.2 湖泊相

在研究区内,湖泊相主要见于威远曹家坝—连界剖面、荣县墨林场剖面、荣县臭水河剖面和西山鱼口坳剖面及众多钻井不同层段中。根据湖泊的水深和沉积物特征,湖泊相于研究区须四段划分为浅湖亚相^[9]。浅湖带发育于滨湖沉积带以下到浪基面以上的地区。水动力条件主要是波浪和湖流的作用,以粉砂岩沉积为主,发育有瓣鳃、腹足和介形虫等生物和生物钻孔。具水平纹理、波状层理及块状层理。

3 岩相古地理特征及展布

以上述沉积相研究成果为基础,结合研究区区域

构造特点,以须四段各亚段为编图单元,系统编制了研究区须四段各亚段砂体等厚图及岩相古地理图,较客观精细地描述了须四段各亚段沉积期的古地理特征展布及时空演化特征^[10](图7a、b、c)。

3.1 须四下亚段沉积期

该期研究区由南至北具有三角洲平原—三角洲前缘—浅湖的古地貌展布特征,并发育5条河道(图7a)。在威阳19井—自31井—工43井—包36井—潼5井一线以南为三角洲平原沉积;在威阳19井—自31井—工43井—包36井—潼5井一线以北和资5井—资检1井—安1井—潼南3井以南为三角洲前缘沉积;资5井—资检1井—安1井—潼南3井以北为浅湖和浅湖砂坝沉积。

该期发育的浅湖砂坝由西至东它们分别位于资7井—资3井—球1井井区(呈东西向的长恒状展布)、威东9井—威东7井—岳1井(呈北东—南西向的长恒状展布)、通9井—通7井—通4井(呈南北向展布)、磨24井井区(呈近东西向展布)

3.2 须四上亚段沉积期

须四上亚段总体上保持了前期的沉积格局,发育三角洲平原、三角洲前缘和浅湖沉积。该期总体发育4条河道(图7b)。在螺北4井—包13井—包36井—足5井以南发育;三角洲前缘发育于螺北4井—包13井—包36井—足5井与威59井—威寒17井—川4井—通3井—潼南5井之间;威59井—威寒17井—川4井—通3井—潼南5井之间以北地区发育浅湖和浅湖砂坝。

该期共发育3个浅湖砂坝,其一位于威东9井—威东7井井区(呈北东—南西向展布)、通5井—通2井井

区(呈近东西向展布)、磨8井—磨11井井区并延伸至研究区外(呈近东西向展布)。

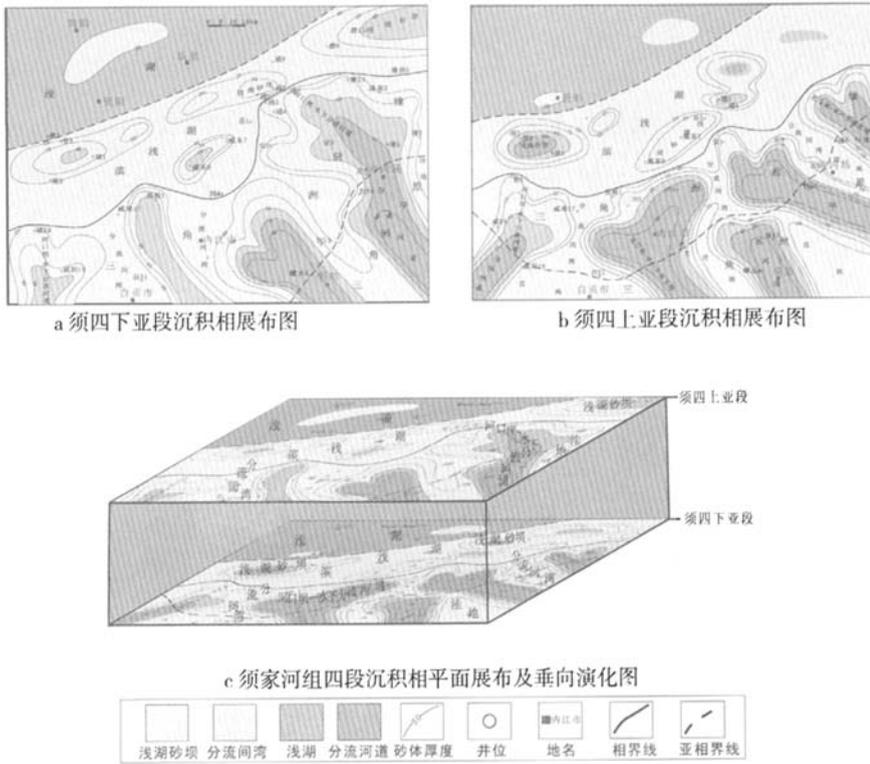


图7 须家河组四段各期沉积相
Fig.7 Sedimentary facies of each stage of the four members of the Xujiahe Formation

3.3 垂向演化特征

根据研究区的野外露头 and 30 余口钻井资料,建立了须四上、下两亚段的垂向序列,研究表明:在整个须四段沉积时期内,研究区主要发育三角洲和湖泊 2 种沉积相。从须四下亚段到须四上亚段沉积格局基本一致(图 7a、b),不同的是须四下亚段发育进积序列,而须四上亚段沉积期发生了广泛的湖侵,导致须四上亚段发育退积序列,其中三角洲平原沉积从威东 19 井—自 31 井—包 36 井—潼 5 井—线退至研究区东南方向荣昌—双河场一线,沉积分布范围明显缩小(图 7c)。

4 结论

(1)通过须家河组的野外剖面 and 钻井岩芯的研究,根据岩性标志,沉积构造标志 and 剖面结构等,确定了研究区须四段沉积相类型。主要将须四段划分为三角洲和湖泊相,并可进一步将三角洲相划分为三角洲平原和三角洲前缘亚相。湖泊相以浅湖亚相发育而滨湖亚相不发育为特征,并着重研究了各类沉积微相发育

特征。

(2)在沉积相研究基础上,系统编制了研究区须四段各亚段岩相古地理图,并对其古地理展布特征进行了详细研究。研究表明:须四段各亚段具有相似的古地理展布特征,由南至北具有三角洲平原—三角洲前缘—浅湖的古地理展布特征。

参考文献:

- [1] 王宓君,包茂,李懋钧,等.中国石油地质志(卷十)四川油气区[M].北京:石油工业出版社,1989
- [2] 童崇光.四川盆地构造演化与油气聚集[M].北京:北京地质出版社,1992
- [3] 施振生,扬威,等.川中-川南地区上三叠统沉积相研究[J].沉积学报,2007,26(2):211-219
- [4] 田景春,陈高武,冀伟坦,等.湖泊三角洲前缘砂体成因组合形式和分布规律[J].成都理工大学学报(自然科学版),2004,3(6):636
- [5] 赵强,赵路子,田景春,等.川中、川南过渡带须家河组储集砂体成因类型及特征研究[J].沉积与特提斯地质,

- 2007,27(2):74~81
- [6] 胡广成, 鲍志东. 四川盆地上三叠统须四段和须五段沉积相[J]. 辽宁工程技术大学学报, 2008, 27(4): 508-511
- [7] 何鲤. 川西坳陷上三叠统地层划分新方案[J]. 天然气工业, 2007, 27(2): 5-11
- [8] 曾允孚. 沉积岩石学[M]. 北京: 地质出版社, 1986
- [9] 李熙喆, 张满郎, 等. 川西南地区上三叠统须家河组沉积相特征[J]. 天然气工业, 2008, 28(2): 54-57
- [10] 刘宝琛, 曾允孚. 岩相古地理基础及工作方法[M]. 北京: 地质出版社, 1985

STUDY OF SEDIMENTARY FACIES ,LITHOFACIES PALAEOGEOGRAPHIC OF FOUR MEMBER OF XUJIAHE FORMATION OF UPPER TRIASSIC IN THE WEIDONG-ANYUE AREA

WANG Wen-zhi, TIAN Jing-chun, ZHANG Xiang, LIU Juan

(1. Sedimentary Geology School of Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China

2. State Key Laboratory of Oil and Gas Reservoir Geology and Exploitation, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China)

Abstract: The Xujiahe Formation of the Sichuan Basin has huge potential for exploration and development, but its sedimentary facies research results are relatively insufficient, so this is the unique broad area in south of Sichuan Province that has been less explored, has good conditions for hydrocarbon source reservation and shows potential for exploration of more than one storage and productive layer. Based on rock types, sedimentary structures and section structure features, this paper divided the Xujiahe Formation into delta and lake facies, and the former is further divided into delta plain and delta front sub-facies, while the latter only shows the development of shallow-lake sub-facies in the area studied, and then made a study in detail of the compositional features of micro facies of each sedimentary facies. On the basis of the above-mentioned study, with each sub-facies of the Xusi member as map formation units, the authors prepared lithofacies palaeogeographic map for each sub-facies and researched into their time framework of evolution. The results indicated that the sub-facies of the Xusi member are expressed from south to north as delta plain, delta front and shallow lake. The results serve as basic geological data for further prognosis of reservoir..

Key words: Xusi member ; sedimentary facies; lithofacies palaeogeographic; Weidong-Anyue area

安徽省地矿局召开找矿成果表彰暨地质工作会议

4月10 -11日,安徽省地质矿产勘查局找矿成果表彰暨地质工作会议在合肥隆重召开。倪发科副省长出席会议并作重要讲话,他充分肯定了安徽省地矿局近来各项工作所取得的成绩,希望地矿系统发挥主力军作用,再接再厉,共同促进全省地质事业加快发展,为“保增长、保民生、保稳定”作出更大贡献。省政府副秘书长余焰炉,中国科学院、中国工程院院士常印佛,省国土资源厅巡视员杨先静、副厅长兼总工程师项怀顺,省财政厅副厅长黄然以及省地矿局局长吴玉龙、副局长袁明、程农、徐小磊、李从文出席会议。吴玉龙局长作主题报告,项怀顺副厅长作讲话,徐小磊副局长作会议总结。会议对2008年全局地质勘查工作进行了总结,对2008年在地质找矿和地质科技进步事业中做出突出贡献的单位给予了表彰和奖励,共表彰2008年度地质科技奖26项,其中地质找矿成果奖一等奖4项、二等奖2项;地质科技进步奖一等奖4项、二等奖16项。共有15个局属单位获奖。会议对2009年工作进行了部署。局属单位负责人、总工程师、地调所长、获奖项目负责人参加了会议。

(省局总工办)