

文章编号: 1001-6112(2010)02-0124-06

南华北盆地谭庄凹陷 下白垩统储集体成因类型及特征

陈祥¹, 张琴², 朱筱敏², 王勋杰³, 季汉成², 蒋永福¹

(1. 河南石油勘探局, 河南 南阳 473132; 2. 油气资源与探测国家重点实验室
(中国石油大学), 北京 102249; 3. 长城钻探工程有限公司, 北京 100101)

摘要: 依据岩心及钻测井、分析化验等资料, 对南华北盆地周口坳陷谭庄凹陷下白垩统储集体成因类型及物性特征进行了研究。谭庄凹陷在早白垩世存在南、北两大物源, 南部以发育来自南部物源的扇三角洲为主, 北部以发育来自北部及西北部物源的三角洲为主, 盆地中心主要为湖相和滑塌浊积扇沉积。储集体主要由砂砾岩和砂岩组成, 其中细砂岩发育最多, 其次为砂砾岩及砾岩; 岩石的结构和成分成熟度都较低。本区碎屑岩储集体物性普遍较差, 这与岩石较低的成熟度、较强的压实作用和胶结作用及较弱的溶蚀作用有关。不同成因类型储集体其物性存在一定差别。其中 2 200 m 以上的三角洲平原砂体储集体物性较好, 但随着埋深的增加, 物性迅速降低。在相同的深度, 从扇三角洲前缘、扇三角洲平原、滨浅湖储集体物性依次降低。

关键词: 岩石学特征; 物性特征; 储集体类型; 下白垩统; 谭庄凹陷; 周口坳陷; 南华北盆地

中图分类号: TE122.22

文献标识码: A

SEDIMENTARY TYPES AND CHARACTERISTICS OF LOWER CRETACEOUS RESERVOIR ROCKS IN TANZHUANG SAG, ZHOUKOU DEPRESSION, SOUTHERN NORTH CHINA BASIN

Chen Xiang¹, Zhang Qin², Zhu Xiaomin², Wang Xunjie², Ji Hancheng², Jiang Yongfu¹

(1. Henan Petroleum Exploration Bureau, Nanyang, Henan 473132, China;

2. State Key Laboratory of Petroleum Resource and Prospecting, China University of Petroleum,

Beijing 102249, China; 3. Greatwall Drilling Company, Beijing 100101, China)

Abstract: Sedimentary types and properties of the Lower Cretaceous clastic rock reservoirs in the Tanzhuang Sag, Zhoukou Depression, Southern North China Basin are studied in this paper based on data of core, well logging and thin-section. Two ways of sediment provenance exist in the Tanzhuang Sag during the Early Cretaceous. The south of the basin mainly develop fan delta facies from south. The north of the basin mainly develop delta facies from north and northwest. The center of the basin mainly develop lacustrine and turbidite fan. Reservoir rocks consist of glutenite and sandstone with low componential and textural maturities. Fine sandstone is the dominant rock type. Clastic reservoir properties are very poor due to low rock maturity, strong compaction and cementation as well as weak dissolution. Reservoirs with different generation types have different properties. Delta-plain sandstones buried less than 2 200 m deep have the most effective reservoir properties. As depth increases, the properties fall rapidly. At the same depth, reservoir properties reduce from fan delta front and fan delta plain to shore-shallow lacustrine.

Key words: lithologic characteristics; petrology characteristics; reservoir types; Lower Cretaceous; Tanzhuang Sag; Zhoukou Depression; Southern North China Basin

谭庄凹陷处于河南省东部周口坳陷中部凹陷带的中部, 呈北西西向展布, 南以叶鲁断裂为界, 北以商水断裂与临颖凸起分界, 东为沈丘凹陷和新桥次凹陷, 西与舞阳凹陷、襄城凹陷及平顶山凸起相

连, 面积为 650 km²。谭庄凹陷包含 3 个三级构造单元, 即北部斜坡带、双楼田鼻状构造带、东部断阶带(图 1)^[1-3]。谭庄凹陷现有探井 9 口, 而钻遇下白垩统的井只有 7 口, 钻遇层系比较全, 各种资料

收稿日期: 2009-08-04; 修订日期: 2010-02-22。

作者简介: 陈祥(1962—), 男, 博士, 教授级高级工程师, 主要从事油气地质勘探工作。E-mail: chengxiang123@vip.sina.com。

表 1 南华北盆地周口坳陷谭庄凹陷巴 1 井下白垩统三角洲前缘砂体储集物性特征

Table 1 Reservoir properties of sandstones in delta front of Lower Cretaceous in Well Ba 1, Tanzhuang Sag, Zhoukou Depression, Southern North China Basin

深度/m	层段	孔隙度/%	渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$	碳酸盐含量/%
3 917.71	K ₁ y [±]	3.0	0.08	18.3
3 918.21	K ₁ y [±]	2.8	0.07	22.5
3 919.41	K ₁ y [±]	1.9	0.05	17.4
3 921.81	K ₁ y [±]	2.5	0.05	22.0
4 129.06	K ₁ y [±]	3.2	0.23	14.3
4 129.13	K ₁ y [±]	2.9	0.09	16.2
4 129.28	K ₁ y [±]	3.7	0.10	12.2
4 131.23	K ₁ y [±]	1.1	0.04	27.9
4 135.03	K ₁ y [±]	1.0	0.06	28.3
4 236.50	K ₁ y [±]	5.5	0.10	20.3
4 236.90	K ₁ y [±]	5.5	0.11	12.6
4 406.15	K ₁ y [±]	7.8	0.13	10.0
4 406.40	K ₁ y [±]	9.0	0.13	8.2
4 406.93	K ₁ y [±]	6.0		
4 407.35	K ₁ y [±]	3.5	0.08	18.1

物源、多物源快速堆积的特点。

周参 12 井的扇三角洲平原细砂岩主要为长石质岩屑粉—细砂岩和岩屑粉—细砂岩为主,分选中

等一差,磨圆以次棱一次圆为主;岩屑类型主要为硅质岩岩屑,其次为喷出岩岩屑,少量碳酸盐岩屑。胶结类型主要为方解石和泥质,少量白云石及铁方解石(图版 C,D)。

2.2.2 储层物性特征

扇三角洲平原的砂砾岩体储集物性一般比细砂岩要差,统计南部几口井的砂砾岩和细砂岩的储集物性(表 2),相同深度细砂岩储集物性明显好于砂砾岩,这与岩石的成熟度有关。一般砂砾岩的搬运距离较近,岩石的成熟度较低,分选较差,原始孔隙度较低,对埋藏成岩过程中的溶蚀作用也不利。而细砂岩的搬运距离相对较远,岩石的成熟度较高,分选较好,原始孔隙度发育较好,对埋藏成岩过程中的溶蚀作用也有利,所以储集物性相对较好^[15]。本区周 21 井和周参 12 井商水组三角洲平原分支河道细砂岩储集物性是最好的,孔隙度平均在 12.8%~18.5%。而本区三角洲平原砂砾岩储层物性则较差,平均孔隙度只有 4.8%左右。同为细砂岩,周 15 井的三角洲平原细砂岩物性则较差,平均孔隙度只有 3.4%,这与周 15 井离物源更近,而岩

表 2 南华北盆地周口坳陷谭庄凹陷下白垩统扇三角洲平原砂砾岩—砂岩储集物性
Table 2 Properties of glutenite and sandstone in fan delta plain of Lower Cretaceous in Tanzhuang Sag, Zhoukou Depression, Southern North China Basin

井号	深度/m	层位	岩性	孔隙度/%	渗透率/ $10^{-3}\mu\text{m}^2$	碳酸盐含量/%
周 18 井	1 965.00	K ₁ s	杂色含砾砂岩	8.16		7.57
	2 006.50	K ₁ s	杂色含砾砂岩	12.08		7.69
	2 333.15	K ₁ s	杂色砾岩	6.36	0.005 2	3.15
	2 676.02	K ₁ y [±]	杂色砂砾岩	5.01	0.006 1	3.04
	2 679.02	K ₁ y [±]	杂色砂砾岩	3.64	0.006 3	
	3 578.74	K ₁ y [±]	杂色含砾不等粒砂岩	5.73	0.018 2	1.30
	3 579.39	K ₁ y [±]	杂色砂砾岩	4.44	0.005 1	2.27
	3 581.30	K ₁ y [±]	杂色细砾岩	7.38		
	3 582.39	K ₁ y [±]	杂色细砾岩	4.82	0.046 7	0.65
	3 726.60	K ₁ y [±]	杂色砾状砂岩	3.24	0.026 2	4.32
周参 12 井	3 481.12	K ₁ y [±]	灰色砾状砂岩	0.80		14.65
	3 481.50	K ₁ y [±]	灰色砾状砂岩	1.82		
周 21 井	1 641.00	K ₁ s	灰色细砂岩	22.05	336	
	1 642.00	K ₁ s	灰色细砂岩	17.65	71	
	1 643.00	K ₁ s	灰色细砂岩	22.20	190	
	1 644.00	K ₁ s	灰色细砂岩	13.74	7	
	1 645.00	K ₁ s	灰色细砂岩	15.10	14	
周参 12 井	1 940.97	K ₁ s	灰色细砂岩	18.81	6.4	15.88
	1 942.26	K ₁ s	灰色中砂岩	15.08	6.0	12.94
	1 950.96	K ₁ s	灰色灰质砂岩	12.09	2.217 5	20.13
	2 248.50	K ₁ s	灰色细砂岩	14.66	1.3	17.19
	2 249.26	K ₁ s	灰色细砂岩	9.87	0.191 6	17.60
周 15 井	3 727.03	K ₁ y [±]	灰色细砂岩	2.34	0.046 5	5.46
	3 728.28	K ₁ y [±]	灰色细砂岩	3.02	0.015 6	3.81
	3 729.33	K ₁ y [±]	灰色细砂岩	5.19	0.007 1	2.91
	3 730.23	K ₁ y [±]	灰色细砂岩	4.14	0.018 1	5.54

石成熟度较低有关。

2.3 扇三角洲前缘储集体

本区扇三角洲前缘在南部各井的每个层段都有分布,总体岩性以灰色细砂岩和砂砾岩为主,不同井不同层段差别较大。如周 21 井和周参 12 井都以细砂岩为主要储集体,少量砂砾岩(图版 E),而周 14 井则以灰色及杂色细砾岩为主,周 18 井则以细砾岩和细砂岩为主,周 15 井以杂色砂砾岩为主,周 23 井以灰色细砂岩和杂色含砾砂岩为主。砾岩、砂砾岩及细砂岩的岩石学特征与三角洲平原类似,只是粒度响应在相同的体系中比三角洲平原的变细。

在扇三角洲沉积中,扇三角洲前缘亚相砂体应是良好的储集体,加之与生油的前三角洲沉积紧密相邻,对油气的储集具有优越地位。本区南部各井由于多近物源堆积,水下分流河道和河口坝储集体的粒度响应较粗,分选、磨圆都较差,岩石成熟度较低,使得原生孔隙度较低,对后期的次生孔隙的形成也不利,所以储集物性在本区为中等(表 3)。周参 12 井永丰组上段、下段砂砾岩和砂岩平均为 9.2%,相同深度砂岩比砾岩物性要好^[16]。

2.4 滨浅湖滩坝储集体

本区在盆地边缘及三角洲和扇三角洲前缘及两侧均发育滨浅湖滩坝砂体,巴 1 井商水组、周参 12 井商水组及永丰组下段、周 18 井永丰组下段及巴村组及周 21 井、周 23 井永丰组下段钻遇滨浅湖滩坝砂体。储集岩石以粉砂岩和细砂岩为主,岩石的分选、磨圆都较好,成熟度较高。由于本区滩坝砂体以薄层粉砂岩和细砂岩为主,岩石被湖相泥岩包

围,胶结作用强烈,灰质含量较高,使得岩石致密,所以储集物性较差^[17]。如周 21 井 2 465 m 处滨浅湖滩坝细砂岩孔隙度仅为 6.34%。

2.5 滑塌浊积扇储集体

本区在巴 1 井商水组、周 18 井及周 21 井永丰组下段发育滑塌浊积扇储集体。岩石类型均以含砾砂岩(图版 F,G)及细砂岩为主,前者颗粒分选磨圆差,后者相对较好。周 21 井由于浊积扇发育于浅湖—较深区,靠近湖相泥岩,大都处于第二和第三次生孔隙发育带内,储集物性中等—较差。由于本区滑塌浊积扇储集体物性较少,仅在周 21 井 2 584 m 处孔隙度为 5.33%,所以需进一步落实其储集物性的好坏。

2.6 不同储集体物性对比

根据谭庄凹陷 6 口钻井的样品分析,下白垩统储层孔隙度普遍较低,渗透率则更差,各井中孔隙度平均值最大不超过 8.42%,最大平均渗透率不超过 $1.079 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$,大部分层段渗透率小于 $1 \times 10^{-3} \mu\text{m}^2$ 。

不同成因类型储集体其物性存在一定差别^[18]。不同储集体的孔隙度随深度的分布相差较大(图 2),其中 2 200 m 以上的三角洲平原砂体储集物性较好,但随着埋深的增加,物性迅速降低。

表 3 南华北盆地周口坳陷谭庄凹陷周参 12 井下白垩统扇三角洲前缘储集体物性特征

Table 3 Properties of reservoir rocks in fan delta front of Lower Cretaceous in Well Zhoucan 12, Tanzhuang Sag, Zhoukou Depression, Southern North China Basin

深度/m	层位	岩性	孔隙度/%	渗透率/ $10^{-3} \mu\text{m}^2$	碳酸盐含量/%
2 400.50	K_1y^{\pm}	灰色细砂岩	10.98	0.016 6	2.20
2 401.13	K_1y^{\pm}	灰色细砂岩	12.07	1.7	6.77
2 401.25	K_1y^{\pm}	灰色细砂岩	11.27	0.019	6.03
2 401.80	K_1y^{\pm}	灰色细砂岩	9.68	3.1	4.18
2 506.08	K_1y^{\pm}	灰色中砾岩	7.98	3.2	20.74
2 506.33	K_1y^{\pm}	灰色中砾岩	11.67	2.7	8.44
2 508.15	K_1y^{\pm}	灰色中砾岩	9.37	3.2	11.66
2 509.02	K_1y^{\pm}	褐色含砾砂岩	8.49	0.013 8	3.98
2 509.70	K_1y^{\pm}	褐色含砾砂岩	9.98	1.6	8.64
2 987.54	$K_1y^{\text{下}}$	灰色细砂岩	8.34	0.013 5	4.62
2 989.57	$K_1y^{\text{下}}$	灰色细砂岩	4.63	1.7	26.93
2 989.74	$K_1y^{\text{下}}$	灰色细砂岩	6.96	0.000 5	6.00
3 281.46	$K_1y^{\text{下}}$	灰色砾状砂岩	5.42	0.98	14.01

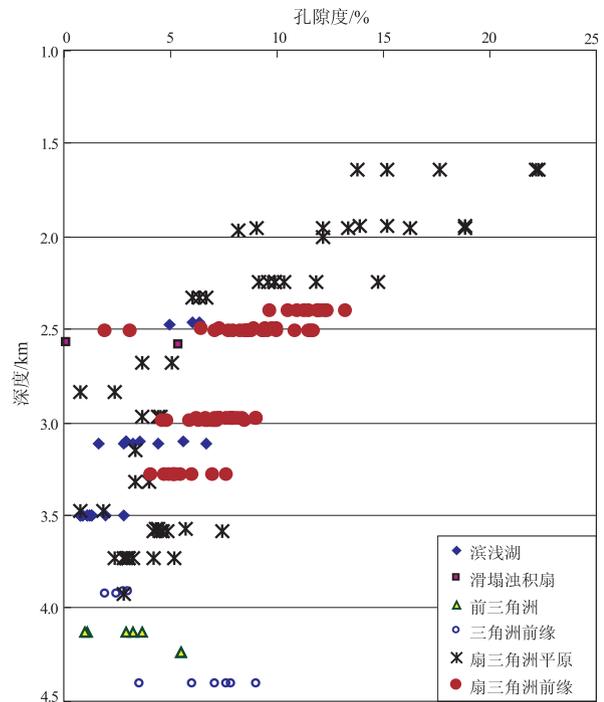


图 2 南华北盆地周口坳陷谭庄凹陷下白垩统不同沉积相孔隙度分布

Fig. 2 Distribution of porosity in different sedimentary facies of Lower Cretaceous in Tanzhuang Sag, Zhoukou Depression, Southern North China Basin

在相同的深度,从扇三角洲前缘、扇三角洲平原、滨浅湖储集物性依次降低。滑塌浊积扇由于数据有限,需做进一步探讨。

3 结论

1)谭庄凹陷下白垩统储集体主要由三角洲、扇三角洲、滨浅湖滩坝和滑塌浊积扇砂砾岩和砂岩组成,其中细砂岩发育最多,其次为砂砾岩及砾岩,岩石的结构和成分成熟度都较低。

2)下白垩统储层物性普遍很差,不同成因类型储集体其物性存在一定差别。2 200 m 以上的三角洲平原砂体储集物性较好,但随着埋深的增加,物性迅速降低。在相同的深度,从扇三角洲前缘、扇三角洲平原、滨浅湖储集物性依次降低。

3)明确了下白垩统储集体成因类型及其岩石学特征和物性特征,将为下一步有利储层的发育和展布规律的研究奠定基础,并为下一步寻找有利砂体及井位部署提供科学依据。

参考文献:

[1] 徐汉林,赵宗举,杨以宁,等. 南华北盆地构造格局及构造样式[J]. 地球学报,2003,24(1):27-33.

[2] 蒋永福,邓世英,黄锦珍,等. 谭庄—沈丘凹陷中下侏罗统油气资源前景分析[J]. 河南石油,2005,19(2):20-25.

[3] 王定一,刘池洋,张国伟,等. 周口坳陷构造特征与油气远景[J]. 石油与天然气地质,1991,12(1):10-21.

[4] 李文厚,陈景维,邵磊. 周口坳陷早白垩世沉积相与沉积格局[J]. 岩相古地理,1996,16(1):44-50.

[5] 孔庆莹,程日辉,胡艳飞. 周口坳陷谭庄—沈丘凹陷早白垩世沉积相类型和层序地层特征[J]. 吉林大学学报(地球科学

版),2006,36(4):557-562.

[6] 吕明久,姚亚明. 周口盆地谭庄—沈丘凹陷下白垩统剥蚀厚度恢复方法研究[J]. 河南石油,1999,13(4):5-7.

[7] 裘亦楠,薛叔浩,应凤祥. 中国陆相油气储集层[M]. 北京:石油工业出版社,1997.

[8] 于兴河. 碎屑岩系油气储层沉积学[M]. 北京:石油工业出版社,2002.

[9] 朱筱敏. 沉积岩石学[M]. 4 版. 北京:石油工业出版社,2008.

[10] 王旭丽,周江羽,马良,等. 伊通盆地盆路河断陷重力流沉积特征及油气勘探意义[J]. 石油实验地质,2008,30(1):26-31.

[11] 王允诚. 油气储层地质学[M]. 北京:石油工业出版社,2008.

[12] 张琴,朱筱敏,钟大康,等. 山东东营凹陷古近系碎屑岩储层特征及控制因素[J]. 古地理学报,2004,6(4):493-502.

[13] BUYUKUTKU A G. Diagenesis of Kuzgun sandstones (Middle—Upper Miocene), Adana Basin, Turkey: Implications for reservoir heterogeneity[J]. Journal of the Geological Society of India,2006,68(4): 615-622.

[14] 季丽丹,顾家裕,赵亮,等. 塔里木盆地乌什凹陷东部下白垩统沉积相及储层特征研究[J]. 石油实验地质,2009,31(5):478-484.

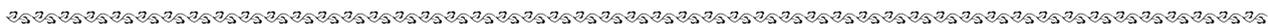
[15] 张琴,朱筱敏,李桂秋. 东营凹陷沙河街组碎屑岩储层非均质性与油气关系[J]. 古地理学报,2007,6(6):661-668.

[16] EHRENBERG S N, NADEAU P H. Sandstone vs. carbonate petroleum reservoirs: A global perspective on porosity—depth and porosity—permeability relationships [J]. AAPG Bulletin,2005,89(4):435-445.

[17] ZHANG S W. The application of an integrated approach in exploration of lacustrine turbidites in Jiyang Sub-basin, Bohai Bay Basin China[J]. Journal of Petroleum Science and Engineering,2004,41(1-3): 67-77.

[18] 朱筱敏,钟大康,张琴,等. 济阳拗陷古近系碎屑岩储层特征和评价[M]. 北京:石油工业出版社,2008.

(编辑 韩 或)



(上接第 123 页)

下降的主要因素,胶结作用对孔隙空间的影响存在两面性,而溶蚀、蚀变作用是优质储层发育的控制因素。

参考文献:

[1] 王文炯. 陕甘宁盆地中部大气田成藏条件分析[J]. 断块油气田,1995,2(1):10-15,28.

[2] 赵林,夏新宇,洪峰. 鄂尔多斯盆地中部气田上古生界气藏成藏机理[J]. 天然气工业,2000,20(2):17-21.

[3] 张晓莉. 鄂尔多斯盆地中部上古生界砂岩气层沉积体系类型及特征[J]. 油气地质与采收率,2005,12(4):43-45.

[4] 刘伟新,王延斌,张文涛,等. 鄂尔多斯大牛地气田上古生界储层成岩作用与产能关系研究[J]. 石油实验地质,2008,30(6):557-563.

[5] 王宝清. 川西—川西北地区上三叠统碎屑储集岩成岩作用[J]. 石油实验地质,2008,30(1):69-74.

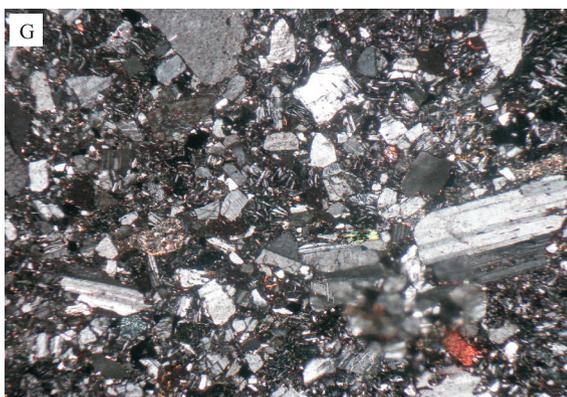
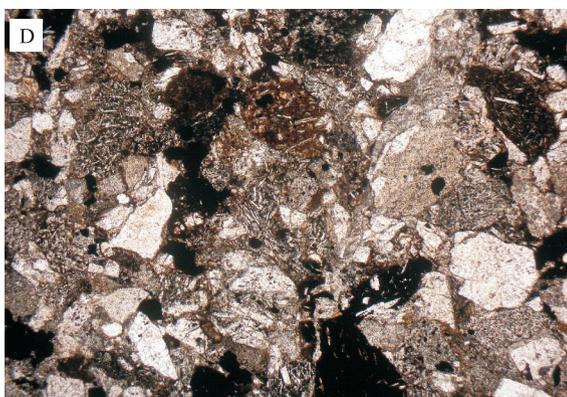
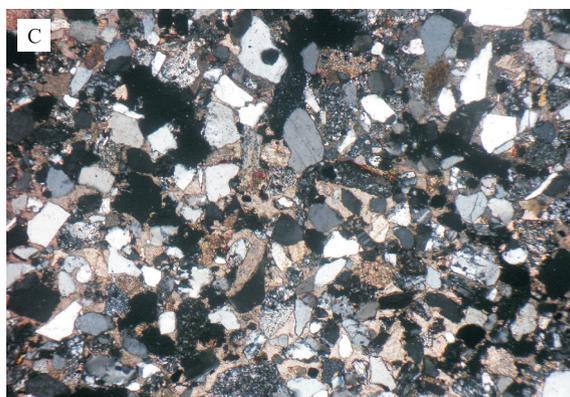
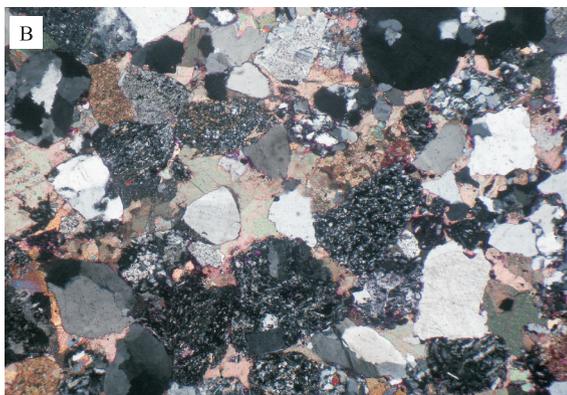
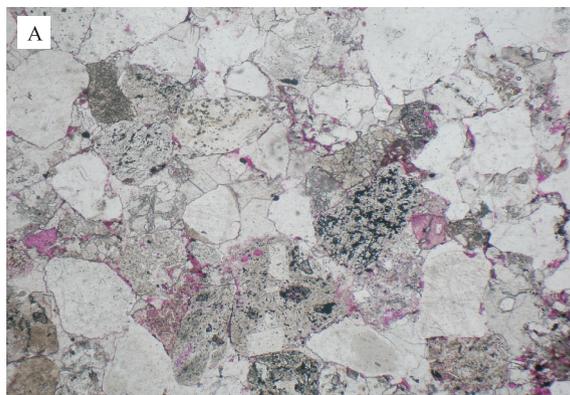
[6] 谢润成,周文,邓礼正,等. 鄂北上古生界砂岩储层发育影响因素分析[J]. 特种油气藏,2009,16(4):41-44.

[7] 徐春华,王亚琳,杨贵丽. 渤海湾盆地济阳拗陷冶里—亮甲山组层状储层成因及其影响因素[J]. 石油实验地质,2009,31(4):362-365.

[8] 张胜斌,王琪,李小燕,等. 川中南河包场须家河组砂岩沉积—成岩作用[J]. 石油学报,2009,30(2):225-231.

(编辑 徐文明)

图 版



- A. 巴1井, K_{y^F} , 4 407.35 m, 单偏光 $\times 40$
- B. 巴1井, K_{y^F} , 4 407.35 m, 正交光 $\times 40$
- C. 周参12井, K_{s} , 2 250.16 m, 岩屑粉—细砂岩, 正交光 $\times 40$
- D. 周参12井, K_{s} , 2 335.44 m, 长石质岩屑—细砂岩, 单偏光 $\times 80$
- E. 周参12井, K_{y^F} , 2 502.8 m
- F. 周21井, K_{y^F} , 2 586.5 m, 单偏光 $\times 40$
- G. 周21井, K_{y^F} , 2 586.5 m, 正交光 $\times 40$