

文章编号: 1009-3850(2009)01-0021-06

鄂尔多斯盆地中西部延长组碎屑岩物源分析及储层特征

陈蓉^{1,2}, 王峰¹, 田景春¹

(1. 成都理工大学 沉积地质研究院, 四川 成都 610059; 2. 成都理工大学 博物馆, 四川 成都 610059)

摘要: 综合运用砂岩碎屑组分及岩屑分布特征、砂岩阴极发光特征、重矿物组合特征变化、古水流方向等物源分析, 对鄂尔多斯盆地中西部长 6 油组进行物源分析, 认为变质岩、酸性岩浆岩、浅海相碎屑岩及碳酸盐岩为研究区主要的母岩类型, 东北、西南部是研究区的主要物源方向, 西北、西和南部是为次要的物源方向。物源是影响储层的重要因素, 物源的不同造成研究区砂岩类型、填隙物组成及储层物性特征的差异。

关键词: 鄂尔多斯盆地; 物源分析; 储层特征; 延长组

中图分类号: TE122.2⁺3

文献标识码: A

1 研究区概况

鄂尔多斯盆地是晚三叠世初期华北地台解体后独立发展起来的大型内陆拗陷湖盆(图 1)。上三叠统延长组形成于内陆湖盆发育的鼎盛时期, 经历了一套完整的湖进-湖退过程^[1]。根据沉积旋回、岩性组合特征, 前人将整合覆于纸坊组红层之上、假整合于侏罗系之下的延长组地层划分为五个岩性段($T_3^4-T_3^5$), 10 个油层组(长 1-长 10)。其中, 长 10 至长 7 为湖盆扩张期的产物, 长 6 至长 3 形成于湖盆萎缩期。在沉积了厚层优质的烃源岩(长 7 张家滩页岩)之后, 盆地因河流的充填注入, 于长 6 沉积期在盆地中沉积了一套高建设性的河流-湖泊三角洲沉积体系^[1,2]。随着三角洲不断向湖盆中心推进, 盆地边缘的碎屑物质被携带到沉积区, 形成重要的油气储集层。环湖三角洲有利于油气的捕俘, 但其砂体展布和储层物性受源区母岩的控制和影响^[3]。本文以物源分析为切入点, 在研究母岩性质和物源方向的基础上, 对比了不同物源控制区的储层特征, 指出物源是影响储层的重要因素。

2 物源探讨

2.1 碎屑组分及岩屑分布特征

盆内碎屑物质主要为母岩机械破碎的产物, 因此砂岩的碎屑组分特征与物源区有着密切的关系^[4]。岩屑是母岩风化后直接带入盆内的碎屑物, 稳定的母岩岩屑是判断物源方向、母岩性质最直接的证据。盆地中西部延长组长 6 油组主要为长石岩屑砂岩、长石砂岩、岩屑长石砂岩及少量岩屑砂岩。其组分特征为: 石英含量为 20.6%~58.6%, 长石含量为 24%~66.1%, 岩屑含量为 7%~28.1%。在平面上, 由北向南石英含量呈递增趋势, 长石含量依次减小(图 2)。

在岩屑成分上, 研究区北部岩屑成分以变质岩为主, 火成岩和沉积岩屑较少, 变质岩屑既包括板岩、千枚岩、片岩和变粉砂岩等中低级变质岩屑, 也包括以石英岩、长英岩为主的中高级变质岩屑; 火成岩屑以酸性喷出岩屑为主; 在吴旗、白豹见有白云岩屑, 这一特征明显不同于研究区北部其它地区, 说明该区长 6 油层组沉积时有少量西部或西南方向的物

收稿日期: 2008-03-31; 改回日期: 2008-06-04

作者简介: 陈蓉(1982-), 女, 博士生, 主要从事盆地分析研究。Tel: 028-81357355; E-mail: chenrong07@cdut.cn

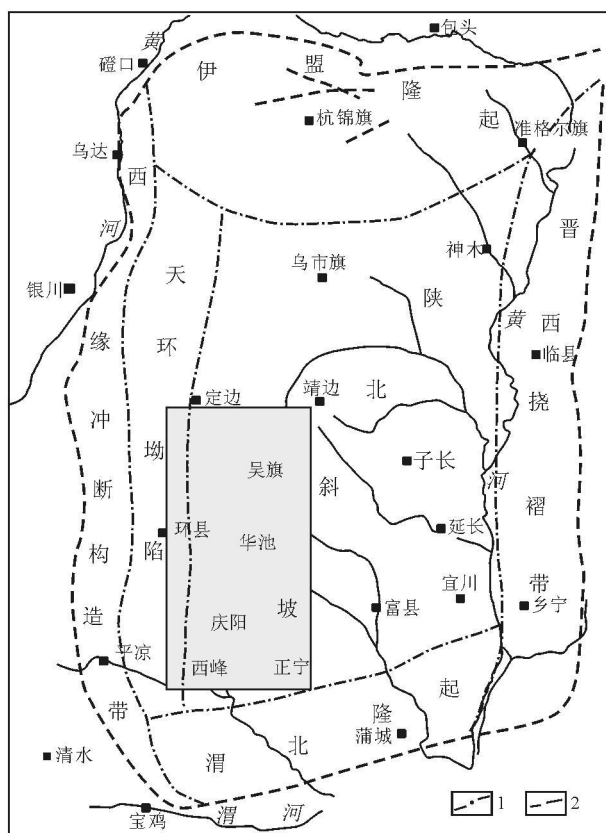


图 1 鄂尔多斯盆地单元划分及研究区位置

1 构造分区线; 2 断层

Fig. 1. Tectonic units and location of the Ordos Basin.

1= tectonic boundary; 2= fault

源介入,而主体物源仍为来自鄂尔多斯盆地北部的阴山古陆老地层区的低、中级变质岩。在研究区南

部, 岩屑成分主要由变质岩屑、火成岩屑和沉积岩屑组成, 其中变质岩屑包括千枚岩、片岩及变石英岩, 火成岩多为酸性喷出岩、隐晶岩和少量花岗岩, 沉积岩屑主要为白云岩和少量粉砂岩。和研究区北部相比, 碳酸盐岩屑普遍增多, 而变质岩屑有所减少, 说明南部物源和北部不同, 结合周缘古陆的认识, 推测研究区南部物源主要来自盆地南部及西南缘古隆起的变质岩系晚古生代碳酸盐岩地层^[5]。

2.2 阴极发光特征

阴极发光是追索陆源碎屑母岩性质的重要方法^[6-7]。研究区北部的石英阴极发光以棕色、褐色居多,含少量蓝色发光石英(图3A),但东北和西北存在差异。东北部安边地区与西北部盐定地区的石英阴极发光特征虽然相似,但长石类型及其含量有不同,安边地区发蓝色光长石(酸性斜长石)含量比盐定地区较高,并有发绿色光的更长石出现。阴极发光特征表明,长6沉积期,研究区北部物源主要为变质岩提供,但不同三角洲体系的变质岩类母岩有所差别,盐定三角洲物源主要来自阿拉扇古陆中低级变质岩与下古生界碳酸盐岩,安边三角洲物源主要来自阴山古陆高级变质岩^[8]。铁边城、白豹地区石英阴极发光特征(图3B)明显不同于其北部的安边、吴旗地区,而与西部环县地区阴极发光特征(图3C)相似,以蓝色或蓝紫色石英发光为主,棕色石英明显减少,推测其应受到西部物源的影响,因而阴极发光颜色出现改变。研究区南部城壕、庆阳及镇原地区石英阴极发光以褐色、棕色为主,含大量蓝

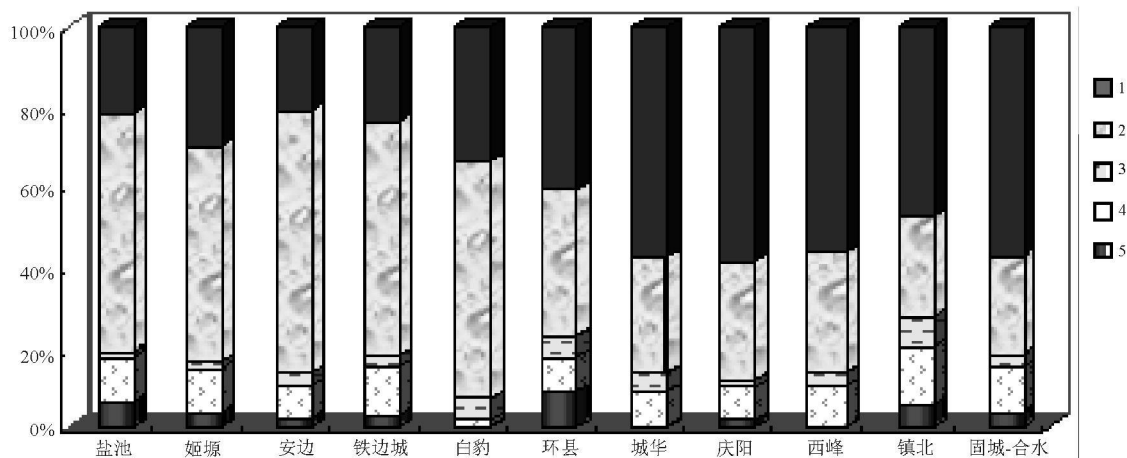


图 2 鄂尔多斯盆地中西部延长组长 6 砂岩组分

1 石英; 2 长石; 3. 沉积岩屑; 4 变质岩屑; 5 火成岩屑

Fig. 2. Bar chart showing sandstone compositions in the Chang-6 oil reservoirs from the west central Ordos Basin.

1= quartz 2= feldspar 3= sedimentary rock 4= metamorphic rock 5= igneous rock

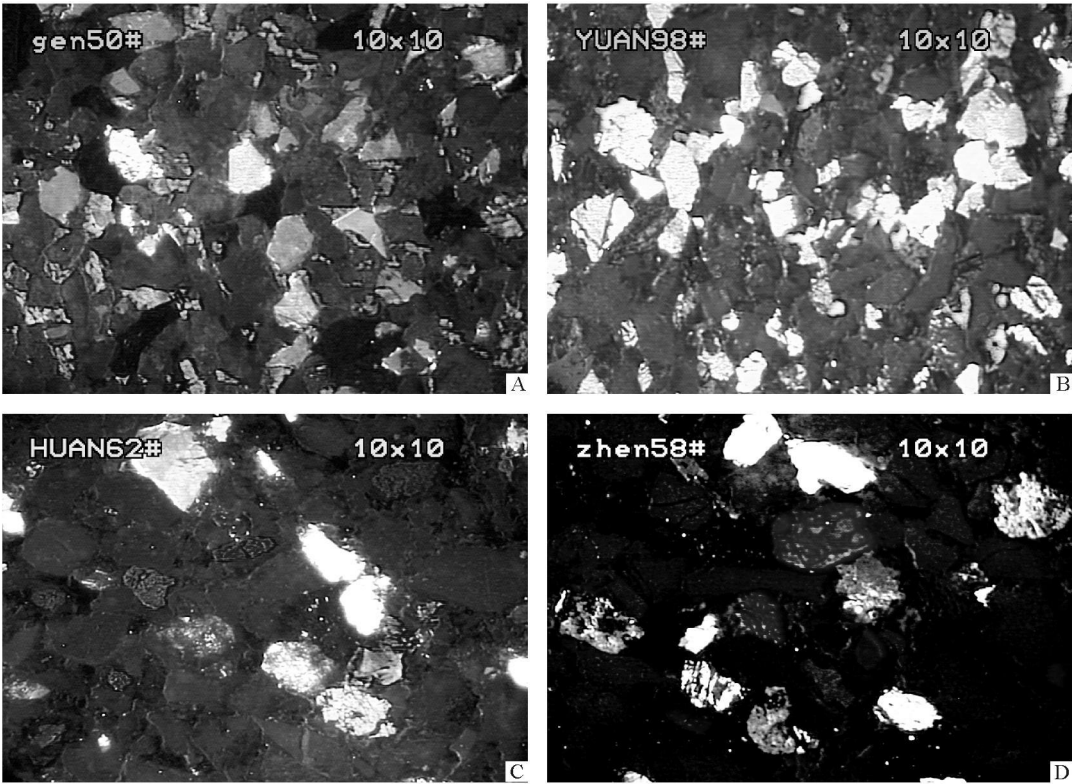


图 3 鄂尔多斯盆地中西部地区长 6 油组石英阴极发光特征

A 耿 50 井, 2297.0m 棕色石英多于蓝色石英; B 元 98 井, 2200.2m 石英发以蓝色发光为主; C 环 62 井, 2455.6m 蓝色石英多于棕色石英; D 镇 58 井, 2275.6m 棕色石英为主, 含大量蓝色长石

Fig 3 Cathodoluminescence features of the Chang6 oil reservoirs in the west central Ordos Basin

A Brown quartz more than blue quartz 2297.0 m in the Geng50 well B Blue quartz 2200.2 m in the Yuan98 well C Blue quartz more than brown quartz 2455.6 m in the Huan62 well D Brown quartz with abundant blue feldspar 2275.6 m in the Zhen58 well

色长石(图 3D),说明物源为同一母岩提供。而华池地区蓝色石英含量明显少于褐色石英,推测该区域应受到东北物源的影响。综上所述,石英阴极发光特征在研究区不同位置表现出的差异,可明显的看出受控物源的不同。

2.3 重矿物组合类型及分布

重矿物是指碎屑岩中密度大于 2.86 g/cm³ 的陆源碎屑矿物,在砂岩中的含量一般小于 1%。重矿物含量、组合特征及其在平面上的展布可以反映母岩类型及物源方向^[9-10]。长 6 沉积期,研究区主要的重矿物有锆石(40.26%)、石榴子石(18.53%)、白钛矿(20.03%)、电气石(6.53%)和金红石(2.18%),以及少量硬绿泥石、绿帘石和榍石等。白钛矿普遍含量较高,这与部分自生白钛铁矿有关,因此,不作为判别依据。在北部安边地区,重矿物以石榴子石组合为主,向西南至新安边、铁边城地区则过渡为高锆石+石榴子石组合,西北部盐定地区以

石榴子石组合为主,姬塬地区重矿物组合则以高石榴子石+锆石组合为主,由北向南稳定重矿物组合增加趋势表明研究区北部存在东北和西北两个物源方向。在研究区西部,通过对宝积山、油井山、炭山、窑山 4 个野外剖面的上三叠统(T₃^y)岩石样品做重矿物分析,发现露头区与盆地内环 26 井、环 4 井的重矿物组合特征相似,均为高石榴子石+锆石组合,向东至环 60、环 62 稳定组分锆石、金红石含量明显增加,次稳定组分石榴子石含量有所降低(图 4),说明长 6 沉积期,盆地西部沿河西走廊有水系介入。研究区南部镇原地区,重矿物为锆石+金红石+电气石组合,从镇原至西峰、庆阳地区,稳定重矿物金红石、电气石含量增加,而石榴子石、榍石、绿帘石等次稳定和不稳定矿物依次减小,由此证明西南物源区的存在(表 1)。

2.4 古流向分析

古水流分析有助于判断物源位置、推测盆地沉

表 1 鄂尔多斯盆地中西部地区长 6 重矿物组合 (%) 分区特征
Table 1 Distribution of the heavy mineral assemblages from the Chang 6 oil reservoirs in the west central Ordos Basin

区块	锆石	金红石	电气石	石榴子石	楣石	绿帘石	硬绿泥石	白钛矿	重矿物组合	母岩类型
盐定	23.49	0	2.88	67.38	0	0	3.47	2.78	高石榴子石 + 锆石	变质岩及 酸性岩浆岩
姬塬	51.25	0.25	0.5	42.25	0	0	0	5.75		
安边	27.95	0	0.73	65	0	0	0	0	高锆石 + 石榴子石	
铁边城	53.33	0.16	2.67	15	0	0	0	24		
白豹	78.28	0.25	2.34	5.85	0	0	0.03	8.75		
环县	22.34	5.78	3.57	18.72	0	0	0.24	36.5	锆石 + 石榴子石 + 金红石	岩浆岩
镇北	36.09	1.62	6.98	2.22	0	0	0.58	32.32	锆石 + 电气 石 + 金红石	变质岩及改 造的沉积岩
镇原	33.27	3.2	9	7.24	0.27	0	4.81	34.95		
庆阳	34.83	4.47	13.62	4.56	0.01	0.04	1.74	38.75		
固城 合水	45.27	2	7.52	7.87	0.02	0.3	1.31	31.43	混源区	

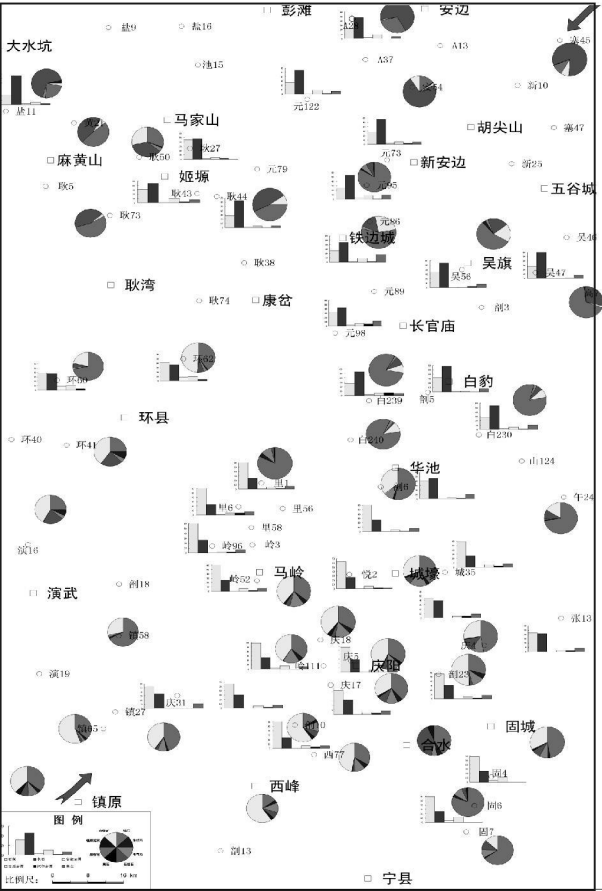


图 4 鄂尔多斯盆地中西部长 6 轻重矿物特征
Fig. 4 Distribution of the light and heavy mineral assemblages from the Chang 6 oil reservoirs in the west central Ordos Basin

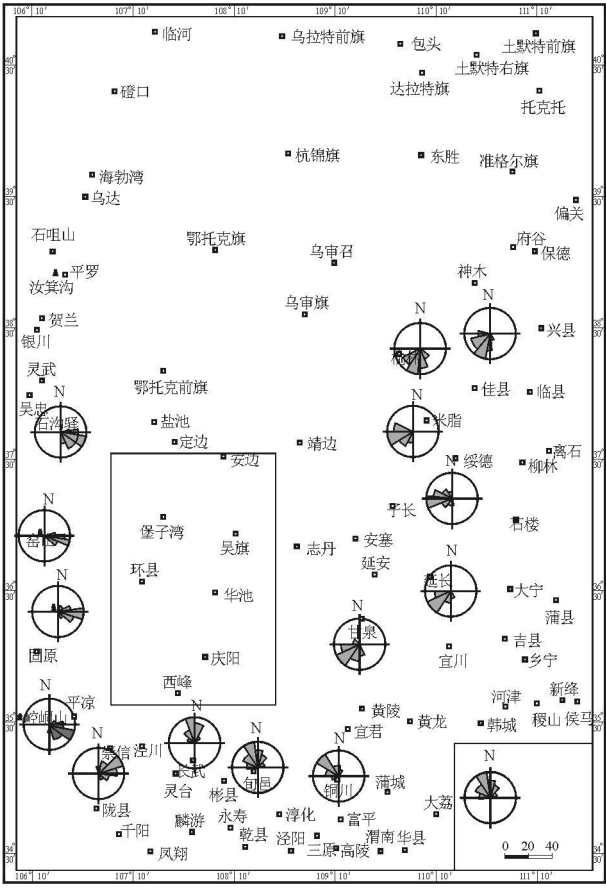


图 5 鄂尔多斯盆地长 6 古水流方向
Fig. 5 Roses showing the paleocurrent directions in the Chang 6 oil reservoirs from the west central Ordos Basin

积物充填布局及砂体延伸方向, 是识别沉积环境和重建古地理的有效手段之一。通过对盆地周缘露头延长组砂岩所测得的有关古水流向的数据 (图 5),

可得出盆地边缘沉积水系古流向有两大主流方向: 即东北方向 (192°~252°) 和西南方向 (52°~64°); 西北缘露头 (汝箕沟剖面、石沟驿剖面) 古流向为 106°~134°; 西缘露头古水流从甘肃景泰流经宝积

山,直到环县,总体流向由东向西^[11],南部旬邑铜川(山水河剖面、金锁关剖面)古流向为323°~352°。这些古流参数表明,晚三叠世鄂尔多斯盆地具有多物源、多水系注入的特征。

3 物源对储层特征的影响

物源是影响储层特征的重要因素^[12]。母岩类型影响着储集砂岩的成分及含量,物源方向控制着储集砂体的展布范围,距离源区的远近影响着砂岩的粒度、磨圆和分选,进而影响到储层的物性特征。储层物性是决定储层储集性能的关键,它既受先天物源的影响,又与成岩作用密切相关^[13]。长6沉积期,在湖盆萎缩的背景下,盆地中西部地区沉积了一系列高建设性的河流-湖泊三角洲沉积体系。研究区北部主要受控于东北物源,其次为西北物源,母岩以结晶片岩和岩浆岩为主,石英含量少,储集砂岩具有“长石东高西低、石英西高东低”的特点,在东北安边、新安边地区,岩石类型主要为长石砂岩,填隙物以高岭石、绿泥石和碳酸盐类为主;在西北靠近盐池、定边地区由于受到西北物源的影响,岩屑含量增加而出现较多的岩屑长石砂岩,填隙物以绿泥石和碳酸盐为主(表2)。在沉积过程中,由于北部三角洲多发育于缓坡带曲流河三角洲背景下,沉积物经过远距离搬运,颗粒分选较好,同时随着搬运距离的增加,易风化的碎屑组分含量逐渐降低,使得后期成岩作用对其改造减弱,储层物性质较好。

表2 鄂尔多斯盆地中西部长6油组填隙物平均含量
Table 2 Average contents of the interstitial materials from the Chang6 oil reservoirs in west central Ordos Basin

地区	填隙物平均含量/%					
	高岭石	绿泥石	碳酸盐	浊沸石	硅质	总量
姬塬	0	4	3.7	0.2	1	8.9
志靖	0	4.8	2.7	1.12	0.47	9.19
安边	1.94	4.5	9.2	0	0.9	13.76
吴旗	0	3.2	1.3	0	1.1	5.6
陇东	0	0	8.77	0	1.67	10.44

研究区南部主要受控于西南物源,母岩以花岗岩、麻岩和变质石英砂岩为主,石英含量高,储集砂岩多为岩屑长石砂岩和长石岩屑砂岩,填隙物主要为高岭石和碳酸盐岩。碎屑物多在深水陡坡环境下沉积,搬运距离近,沉积速度快,颗粒分选差、大小混杂,粒间相互充填,孔隙缺乏,从而导致储层物性较北部差(表3)。

表3 鄂尔多斯盆地中西部长6油组砂岩孔、渗透性统计
Table 3 Statistics of the Porosity and Pemeability of the sandstones from the Chang6 oil reservoirs in west central Ordos Basin

地区	孔隙度/%		渗透率/10 ⁻³ μm ²	
	分布范围	平均值	分布范围	平均值
姬塬	3.87~16.67	11.7	0.02~9.89	1.52
安边-五谷城	3.65~12.97	12.4	0.05~1.51	0.65
吴旗	1.9~16.91	11.37	0.01~14.9	1.1
环县	4.2~19.5	12.55	0.01~7.81	0.566
华池	3.6~16.7	10.33	0.01~3.7	0.3418
西峰	1.7~15.1	7.92	0.008~0.9	0.1717
镇原	3.2~18.0	10.89	0.01~7.6	0.669
正宁-合水	1.0~16.3	9.98	0.002~48.00	0.177

综上所述,正是由于物源和沉积环境的不同,造成了研究区南北部储层岩石学特征及储层物性的差异,母岩成分导致研究区砂岩具有“南高北低”的成分成熟度特征,搬运距离的远近使研究区具有“北高南低”的结构成熟度特点(图2)和北部砂岩储集物性好于南部的分布规律。

4 结 论

(1)综合运用砂岩的碎屑组分及岩屑在平面上的分布特征、石英阴极发光特征、重矿物组合类型与分布及古水流特征,长6沉积期研究区具有东北、西北、西部、西南和南部物源。其中,阴山古陆(阴山古老变质岩系)和秦祁古陆(秦岭造山带北侧古老变质岩系、花岗岩和早古生代碳酸盐岩)为主物源区,由北东和南西两大主流水系向盆地提供碎屑物;阿拉善古陆、景泰和陇西古隆起等作为次要物源区,分别通过北西、西和南部提供碎屑物,这些碎屑物为环湖三角洲的发育提供了物质条件。在湖盆兴盛时期,三角洲体系受不同因素诱导在深水陡坡处(固城川地区)下滑形成大面积复合发育的浊积扇砂体,造成各类沉积体系有规律地分布与组合,奠定了研究区长6沉积期的基本格局。

(2)通过对比研究区南、北部的砂岩类型、填隙物组成及储层物性特征,可以看出沉积物的物源是影响储层特征的重要因素。

参考文献:

[1] 杨华, 冀伟坦, 喻建, 等. 鄂尔多斯盆地低渗透油藏勘探新技术 [J]. 中国石油勘探, 2003, 8(1): 32-33

- [2] 王峰, 王多云, 高明书, 等. 陕甘宁盆地姬塬地区三叠系延长组三角洲前缘的微相组合及特征 [J]. 沉积学报, 2005 23(1): 218—220
- [3] 汪正江, 陈洪德. 鄂尔多斯盆地晚古生代陆源碎屑沉积源区分析 [J]. 成都理工学院学报, 2001 28(1): 7—8
- [4] 赵红格, 刘池洋. 物源分析方法及研究进展 [J]. 沉积学报, 2003 21(3): 409—411
- [5] 简宏斌, 姚泾利. 鄂尔多斯盆地南部延长组沉积特性与物源探讨 [J]. 西安石油学院学报, 2000 15(5): 8—9
- [6] 张本琪, 余宏忠, 姜在兴, 等. 应用阴极发光技术研究母岩性质及成岩环境 [J]. 石油勘探与开发, 2003 30(3): 117—118
- [7] 王英华, 张绍平, 潘荣胜. 阴极发光技术在地质学中的应用 [M]. 北京: 地质出版社, 1990
- [8] 宋凯, 吕剑文, 杜金良, 等. 鄂尔多斯盆地中部上三叠统延长组物源方向分析与三角洲沉积体系 [J]. 古地学报, 2002 4(3): 59—65
- [9] MORTON A C, HALLSWORTH C R. Processes controlling the composition of heavy mineral assemblages in sandstones [J]. Sedimentary Geology 1999 124(1—4): 3—30
- [10] 和钟铎, 刘招君, 张峰. 重矿物在盆地分析中的应用研究进展 [J]. 地质科技情报, 2001 20(4): 29—30
- [11] 刘化清, 廖建波, 房乃珍, 等. 鄂尔多斯盆地环县地区长6沉积体系展布特征 [J]. 沉积学报, 2005 23(4): 584—587
- [12] 王多云, 郑希民, 李凤杰, 等. 低孔渗油气富集区优质储层形成条件及相关问题 [J]. 天然气地球科学 2003 14(2): 87—91
- [13] 李凤杰, 王多云, 徐旭辉. 鄂尔多斯盆地陇东地区三叠系延长组储层特征及影响因素分析 [J]. 石油实验地质 2005 27(4): 365—370

Provenance analysis and reservoirs characteristics of the clastic rocks from the Yangchang Formation in west central Ordos Basin

CHEN Rong^{1,2}, Wang Feng¹, Tian Jingchun¹

(1. Institute of Sedimentary Geology, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China;
2. Museum of Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, Sichuan, China)

Abstract The provenance analysis of the clastic rocks from the Chang6 oil reservoirs in the west central Ordos Basin is based on sandstone composition, cathodoluminescence, heavy mineral assemblages and palaeocurrents. The types of parent rocks include metamorphic rocks, acidic magmatic rocks and carbonate rocks. The sediments are derived primarily from the northeastern and southwestern parts, and secondly from the northwestern, western and southern parts of the basin. These provenances may have exerted an important effect on the types, compositions of interstitial materials and physical properties of sandstone reservoirs.

Key words Ordos Basin; provenance analysis; reservoir; Yangchang Formation