

文章编号: 1009-3850(2008)04-0057-05

鄂尔多斯盆地陇东地区延长组的物源分析

吴小斌¹, 孙 卫², 王进军¹

(1. 成都地质矿产研究所, 四川 成都 610082 2. 西北大学 地质学系, 陕西 西安 710069)

摘要: 笔者从区域沉积背景入手, 对鄂尔多斯盆地陇东地区长 3 油层组泥岩稀土元素、碳酸盐岩岩屑、轻重矿物、砂岩粒度等进行综合分析研究, 认为研究区内存在混合物源, 物源方向主要有北东向和西南向, 并初步判断, 北东物源的边界大致在南梁—华池地区, 西南物源的边界大约在悦乐地区。

关键词: 延长组; 稀土元素; 碳酸盐岩岩屑; 轻重矿物; 物源分析; ; 鄂尔多斯盆地

中图分类号: TE121.3

文献标识码: A

1 引言

鄂尔多斯盆地是一个稳定沉降、拗陷迁移的多旋回克拉通盆地^[1]。盆地现今构造形态总体为一个东翼宽缓、西翼陡窄的不对称南北向盆地。盆地边缘断裂、褶皱较发育, 而盆地内部构造相对简单, 地层平缓, 一般倾角小于 1°。鄂尔多斯盆地的东北部主要出露基岩为一套太古代和早元古代中基性火山岩为主的变质岩和太古代的二长花岗岩; 在盆地西南部主要由前寒武纪千枚岩、片麻岩及下古生界浅海碎屑碳酸盐岩、碎屑岩及火成岩(图 1)。从晚三叠世开始, 大华北盆地逐渐萎缩, 鄂尔多斯盆地逐步形成, 并发育上三叠统和中下侏罗统, 形成该区重要的一套含油气层系。随着鄂尔多斯盆地周缘抬升, 形成一个面积大、水域广、深度浅、基底平的大型湖泊, 从而沉积了三叠系延长组厚层的碎屑岩岩系。延长组主要为一套灰绿色—灰色中厚层细砂岩、粉砂岩和深灰色—灰黑色泥岩组成的旋回性沉积, 其下部以河流相中粗砂岩沉积为主, 中部为一套湖泊—三角洲—河流相砂泥岩互层, 上部为河流相砂泥岩沉积。依据其岩性和沉积旋回的变换, 划分成从长 1 到长 16 共 16 个油层组。在三叠系延长组沉积时期, 从长

6 到长 16 是湖盆萎缩期, 同时也是三角洲的发育期, 由于沉积作用加强, 湖盆周围发育大规模的三角洲。而研究区正处在湖盆中部, 随着三角洲的不断向湖中心推进, 盆地边缘地区的碎屑物质可能会被携带到陇东地区, 并沉积下来, 形成陇东地区延长组重要的油气储集层。

2 研究思路和方法

由于陇东地区特殊的大地构造位置和沉积环境, 长期以来人们对三叠系延长组的物源见解不一, 从而影响了研究区的小层对比划分及沉积微相研究, 因此, 弄清楚物源的方向及分布范围, 对于该区进一步的开展研究工作, 具有十分重要的意义。

在判断物源方法的选择上要从研究区的具体实际与研究方法本身的优越性和局限性出发, 同时利用多方法、多手段的综合地质研究, 从不同的角度去分析、去验证^[2]。目前物源分析大致从两个方面入手, 一是从沉积物的岩矿组合特征出发, 利用碎屑成分、重矿物平面展布规律, 结合碎屑的粒度分析资料的综合地质方法; 二是采用先进的仪器设备和测试手段, 利用地球化学方法、锆石的裂变径迹法^[3]、单矿物的阴极发光法^[4]等得到各自不同的数据、图

收稿日期: 2007-07-19 改回日期: 2007-12-16

作者简介: 吴小斌(1976—), 主要从事沉积微相与油田开发研究

资助项目: 国家“973”重点科技攻关项目(2003CB214606)资助

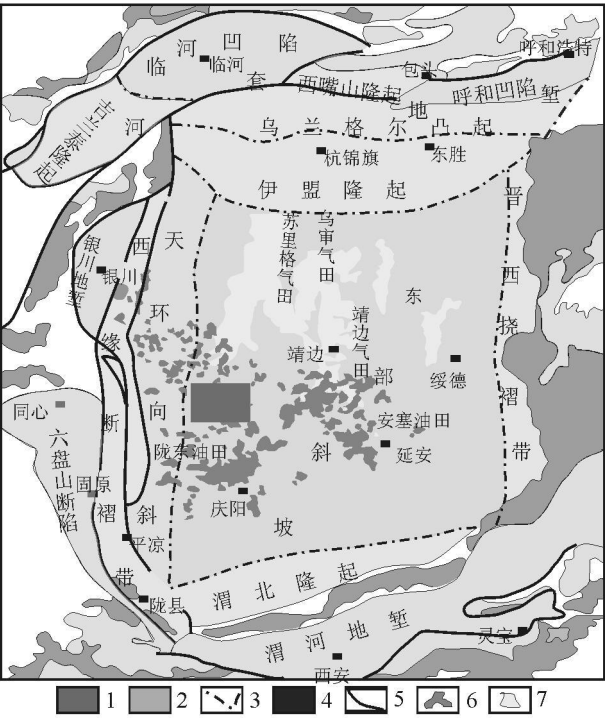


图 1 鄂尔多斯盆地构造单元划分及研究区位置 (据赵文智, 2005)

1 前/新元古界出露区; 2 古生界出露区; 3. 构造分区界线 4. 研究区; 5 断层; 6 油田; 7. 气田

Fig 1 Tectonic division and location of the Ordos Basin (after Zhao Wen-zhi 2005)

1= Pre-/Neo-proterozoic strata; 2= Palaeozoic strata; 3= tectonic boundary; 4= study area; 5= fault; 6= oil field; 7= gas field

像, 并与源岩区的样品对比, 从而区分出不同的物源。

关于本地区的物源方向, 宋凯等 (2002) 认为盆地中部延长组砂岩的微量元素蜘蛛网图与盆地北东缘变质岩的微量元素蜘蛛网图相似, 具有较好的亲缘关系^[3], 物源方向主要是北东方向。魏斌 (2003) 认为陇东地区重矿物组合变化大, 是一个混合带, 受各个方向物源的综合影响^[6]。可见单一的研究方法存在一定的局限性, 其结果也具有一定的片面性。

由于研究区南北源岩区母岩性质不同, 具有不同的地球化学特征, 因此, 采用稀土元素方法可以有效地区分出不同方向的物源。综合地质方法考虑到研究区内不同的岩屑成分特征、轻重矿物特征及粒度成分特征, 彼此间可以相互验证补充, 使得结果更具有可靠性。

3 稀土元素物源分析

3.1 样品选取与测试

在样品选取中, 主要选取各个取心井的泥岩样品, 因为 REE在沉积搬运过程中主要存在碎屑状态和溶解状态, 泥岩中的粘土矿物吸附能力较强, 可以最大程度地保持母岩中 REE的含量。长 3 油层组共有 9 个样品 (其中 SW10R是 SW10重复样), 样品由教育部大陆动力学重点开放实验室采用等离子质谱仪 (ICPMS) 测试样品的稀土元素含量, 测试结果见表 1 所示。测试数据用北美页岩稀土元素数据进行标准化处理, 然后作出稀土元素分配模式图 (图 2)。

3.2 物源讨论

通过研究区与盆地西南部油水河地区、东北部

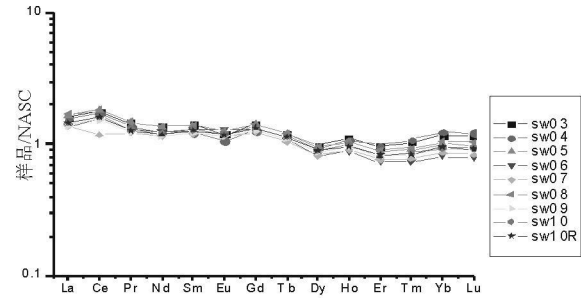


图 2 陇东地区延长组长 3 油层组 REE分配模式图

Fig 2 REE distribution patetms for the mudstones from the Chang3 oil reservoirs in eastern Gansu

表 1 陇东地区延长组长 3 油层组泥岩稀土元素含量 ($w_B/10^{-6}$)

Table 1 REE contents ($w_B/10^{-6}$) in mudstone from the Chang3 oil reservoirs in eastern Gansu

	SW03	SW04	SW05	SW06	SW07	SW08	SW09	SW10	SW10R
La	51.1	50.6	52.7	44.0	44.0	54.3	44.4	46.5	46.2
Ce	129.4	125.9	132.0	114.3	86.1	134.9	112.1	117.7	117.2
Pr	11.5	10.74	11.5	10.22	9.69	11.6	9.82	10.22	10.08
Nd	44.7	40.5	44.7	40.8	37.9	45.0	38.2	39.7	39.3
Sm	7.97	7.00	7.98	7.36	6.89	7.98	6.87	7.35	7.29
Eu	1.47	1.31	1.54	1.61	1.44	1.57	1.43	1.48	1.47
Gd	7.38	6.57	7.46	6.68	6.41	7.38	6.56	6.96	6.91
Tb	1.03	0.94	1.04	0.91	0.90	1.03	0.93	0.98	0.96
Dy	5.71	5.38	5.58	4.78	4.80	5.51	5.04	5.20	5.19
Ho	1.14	1.12	1.08	0.91	0.93	1.09	0.99	1.03	1.00
Er	3.26	3.33	3.00	2.48	2.57	3.06	2.72	2.75	2.78
Tm	0.52	0.54	0.45	0.37	0.39	0.47	0.42	0.43	0.42
Yb	3.62	3.83	3.12	2.50	2.67	3.25	2.85	2.92	2.94

白豹地区(罗静兰等, 2004)三叠系延长组砂泥岩稀土元素(REE)的地球化学指数特征对比分析(表2),发现研究区REE的指数值介于北东部和西南部REE指数值之间,表明在研究区的范围内,长3油层组沉积时期存在混合物源的情况。

表2 陇东地区与盆地西南部、北东部泥岩稀土元素地球化学指标对比表

Table 2 Comparison of REE geochemical signatures of mudstones from eastern Gansu and the southwestern and northeastern parts of the Ordos Basin

地区	层位	IREE/HREE	(La/Yb) _N	δEu	Gd/Yb
盆地北东部地区	延长	8.67	1.33	0.72	1.98
盆地西南部地区	延长	10.95	2.00	0.82	2.54
陇东地区	长3	9.27	1.53	0.93	2.28

4 综合地质方法物源分析

4.1 碳酸盐岩岩屑分析

从区域地质可知,西南物源区下古生界碳酸盐岩是北东母岩区所不具有的特征母岩。因此,统计陇东地区长3油层组碎屑成分中碳酸盐岩岩屑的含量,研究发现其含量的变化有一定的规律性:由西南到北东方向(城89井区到山106井区)碳酸盐岩岩屑依次减少(图3);表明陇东地区肯定有西南方向的物源。

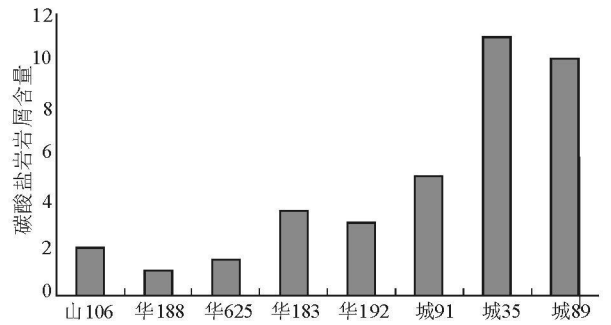


图3 陇东地区长3油层组碳酸盐岩岩屑含量柱状图
Fig.3 Bar charts of carbonate debris contents in the Chang 3 oil reservoirs in eastern Gansu

4.2 轻矿物分析

在延长组长3油层组沉积时期,长石、岩屑及石英含量的变化出现两个分区(图4):以华183井-城91井为界线,分界线以西及西南的地区,碎屑组分表现出明显的石英含量中等(42%~47%),岩屑含量相对较高(27%~35%),长石含量相对较低(20%~27%)的特点,岩石类型为长石质岩屑砂岩

(表3);而分界线以东及以北的地区,碎屑组分表

表3 陇东地区延长组长3油层组轻矿物、重矿物种类及含量表

Table 3 Types and contents of light and heavy minerals from the Chang 3 oil reservoirs in eastern Gansu

	轻矿物分析/%			重矿物分析/%		
	石英类	长石类	岩屑类	锆石+金红石+电气石	石榴子石	其它
剖8	46.78	26.32	26.90	46.5	36.5	17
山106	29.21	56.18	14.61	68.5	4	27.5
城89	41.82	25.45	32.73	44	11	45
城91	46.05	27.63	26.32	37	74	16
城35	44.58	20.48	34.94	82.5	5	12.5
华192	31.28	48.60	20.11	81	3	16
华625	27.62	52.49	19.89	78.5	6	15.5
华188	28.89	51.11	20.00	74	9	17
华183	46.30	27.16	26.54	58.5	18	23.5
白210	—	—	—	65	8	36
白219	—	—	—	56	8	36
华172	—	—	—	72	7	21

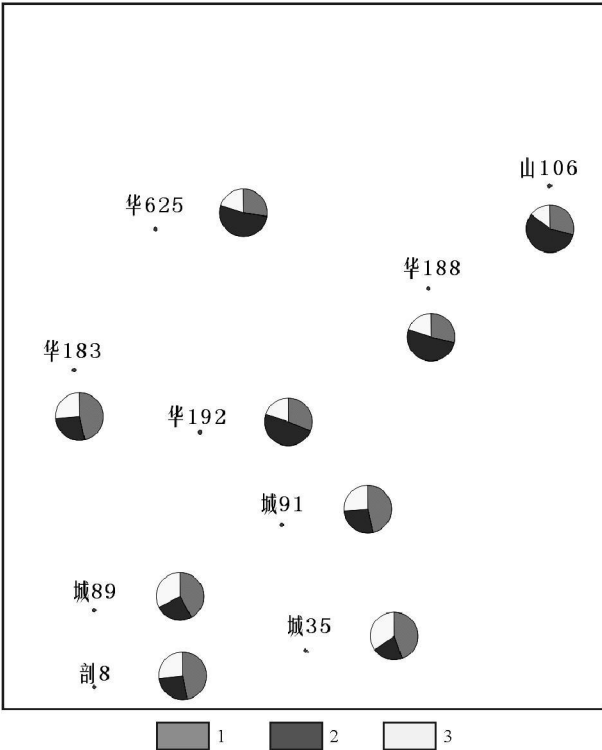


图4 陇东地区长3油层组轻矿物平面分布图
1 石英; 2 长石; 3 岩屑
Fig.4 Planar distribution of light minerals from the Chang 3 oil reservoirs in eastern Gansu
1=Quartz 2=feldspar 3=debris

现出与西南区明显不同的差异特征:首先表现出高长石含量(49%~56%),石英含量偏低(28%~31%),岩屑含量中等(15%~20%),岩石类型为岩屑质长石砂岩。从长3油层组东北区与西南区轻矿物组合特征的差异性,表明这两区应有不同的物源区。在东北区,沿山106井华188井华192的北东东方向,随着搬运距离的增长,石英含量依次升高(29%~31%),长石含量依次降低(56%~49%);沿华625井华192井的北北东方向,也随着搬运距离的增长,同样有长石含量降低,石英含量升高的变化规律。

4.3 重矿物分析

根据长3油层组重矿物平面分布图上(图5),重矿物也有规律的变化:在山106井华188井华192的北东东方向上,稳定矿物锆石、金红石、电气石组合的含量依次从68.5%~74%~81%升高;在沿白210井华172井华192井的北北东方向上,稳定矿物组合的含量依次从65%~72%~81%升高(表3)。综合分析可以推论,长3油层组北东区的

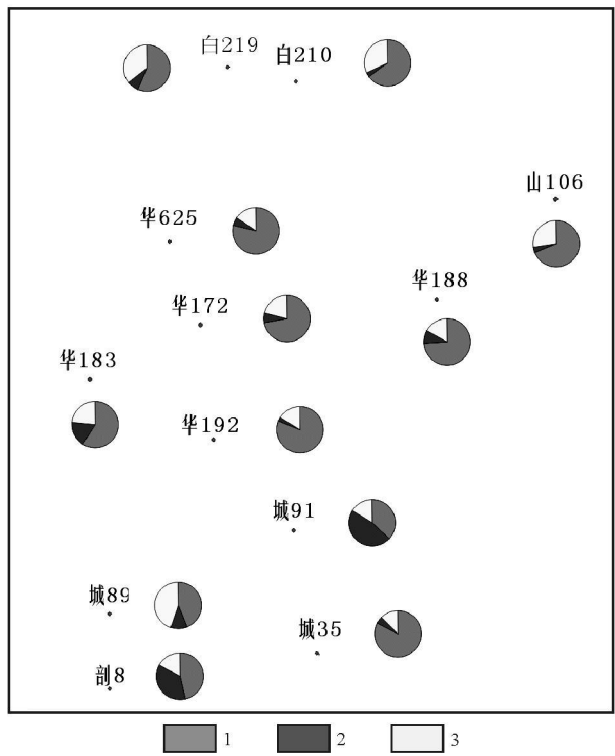


图5 陇东地区长3油层组重矿物平面分布图
1 锆石+金红石+电气石; 2 石榴子石; 3 其它
Fig 5 Planar distribution of heavy minerals from the Chang3 oil reservoirs in eastern Gansu
1= zircon + rutile + tourmaline 2= garnet 3= others

物源来自北东向。在西南区,沿剖8井城89井的西南方向上,在较短的搬运距离中,不稳定矿物石榴石的含量从36%下降到11%,说明有来自西南方向的物源

4.4 砂岩粒度成分分析

经砂岩粒度分析测定,北东部的山106井和华188井,含有80%左右的细砂,20%左右的粉砂成分;中部地区与西南地区具有相似的成分组成特征,含有90%左右的细砂,3%左右的粉砂(表4)。这种砂岩成分的差异也指示着北东物源的边界大约在南梁华池地区。

表4 陇东地区延长组长3油层组砂岩粒度分布表
Table 4 Grain size distribution of the sandstones from the Chang3 oil reservoirs in eastern Gansu

粒级		砾石 %	粗砂 %	中砂 %	细砂 %	粉砂 %	泥 %
φ 值		φ<-1	-1<φ<1	1<φ<2	2<φ<4	4<φ<8	φ<8
北东部	山 106	0.00	0.00	0.00	80.19	18.81	1.00
	华 188	0.00	0.00	0.00	73.07	25.93	1.00
	华 625	0.00	0.00	0.00	95.43	3.57	1.00
中部	华 183	0.00	0.00	0.00	94.42	4.58	1.00
	城 91	0.00	0.00	0.00	95.52	3.48	1.00
	华 192	0.00	0.00	0.69	94.20	3.117	2.00
西南部	剖 8	0.00	0.00	0.76	95.42	2.82	1.00
	城 89	0.00	0.00	0.00	94.22	2.78	3.00
	城 35	0.00	0.00	0.69	95.38	2.62	2.00

5 结论

- (1)研究区 REE的指数值介于北东部和西南部 REE指数值之间,表明在研究区的范围内,长3油层组沉积时期存在混合物源的情况。
- (2)陇东地区长3油层组碎屑成分中碳酸盐岩岩屑的含量由西南到北东方向(城89井区到山106井区)碳酸盐岩岩屑依次减少的规律性变化,表明陇东地区肯定有来自西南方向的物源。
- (3)陇东地区长3油层组在沿山106井华188井华192的北东东方向上,随着搬运距离的增长,长石含量降低,石英含量升高及稳定矿物组合含量升高的变化规律,指示着有北东方向的物源。
- (4)陇东地区北东部地区与中部华池地区、西南地区的砂岩粒度分布的差异性也指示着北东物源的沉积边界大约在南梁华池地区。
- (5)综合碳酸盐岩岩屑、轻矿物、重矿物、粒度、

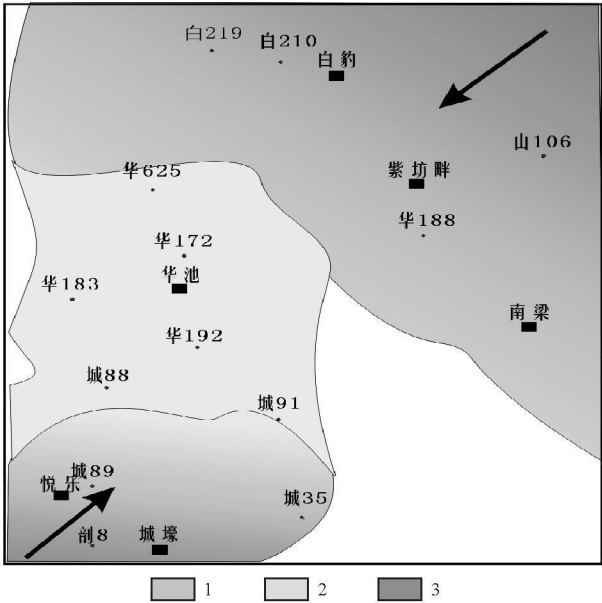


图 6 陇东地区延长组长 3 油层组物源趋势图
1 北东物源区; 2 混合物源区; 3 西南物源区
Fig 7 Provenance trend of the Chang3 oil reservoirs in eastern Gansu
1= northeast; 2= mixed source; 3= southwest

泥岩的稀土元素的资料分析西南物源的边界大约在悦乐地区; 北东物源的边界大约在南梁 华池地区; 在这两边界之间的地区为混源区域 (图 6)。

参考文献:

[1] 赵重远. 华北克拉通沉积盆地形成与演化及其油气赋存[M]. 西安: 西北大学出版社, 1990 87—88.
[2] 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—415
[3] 周祖翼, 廖宗廷, 杨凤丽. 裂变径迹分析及其在沉积盆地研究中的应用[J]. 石油实验地质, 2001, 23(3): 332—337
[4] 杨勇, 陈能松. 电子探针微区紫外阴极荧光分析系统及在沉积碎屑岩分析中的应用[J]. 地球科学, 2003, 28(3): 357—360
[5] 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]. 古地理学报, 2002, 4(3): 59—66
[6] 魏斌, 魏红红, 陈全红, 等. 鄂尔多斯盆地上三叠统延长组物源分析[J]. 西北大学学报 (自然科学版), 2003 33(4): 447—450

Provenance analysis of the Yanchang Formation in eastern Gansu, Ordos Basin

WU Xiao-bi¹, SUN Wei², WANG Jin-jun¹
(1. Chengdu Institute of Geology and Mineral Resources, Chengdu 610082, Sichuan, China; 2. Department of Geology, Northwest University, Xi'an 710069, Shaanxi, China)

Abstract: The synthetic analysis of REEs in mudstone, carbonate debris contents, light and heavy minerals and grain sizes of sandstone in the Chang3 oil reservoirs shows that the sediments dominantly come from the northeast and southwest in eastern Gansu, Ordos Basin. The provenance boundaries are approximately arranged in the NanlangHuachi region in the northeast and in the Yuele region in the southwest.
Key words: Yanchang Formation; REE; carbonate debris; light and heavy mineral; provenance analysis; Ordos Basin