

准噶尔盆地南缘中段 紫泥泉子组三段物源体系分析

曹全斌 李 昌 孟祥超 沈金龙 陈能贵 徐 洋 厚刚福

(中国石油杭州地质研究院, 浙江 杭州 310023)

摘要:准噶尔盆地南缘中段紫泥泉子组三段(E_{1-2z^3})储集性能好,是本区油气勘探的重要层段。储层的分布与物源有密切的成因联系,物源体系分析是油气勘探的一项重要工作。本文基于研究区内钻井和野外露头剖面的重矿物资料,对重矿物含量变化及平面分布特征进行分析,划分出不同的重矿物分区,同时对工区内钻井的砂砾岩厚度进行统计,并分析其在平面上的展布特征,确定了准噶尔盆地南缘紫泥泉子组三段物源体系,为下一步沉积体系的精细研究和储层预测奠定了基础。

关键词:准噶尔盆地南缘;紫泥泉子组;物源体系;重矿物

中图分类号: P512.2 **文献标志码:** A **文章编号:** 1000-3657(2010)02-0367-07

1 前 言

准噶尔盆地南缘中段位于北天山北侧,属于北天山山前冲断带构造单元。研究区西起乌苏,东至昌吉,北到奎屯—安集海—玛纳斯—呼图壁一带。区内发育有霍尔果斯、玛纳斯、吐谷鲁、呼图壁、安集海等多个背斜圈闭(图 1)。截至目前,在准噶尔盆地南缘中段相继发现了独山子油田(N_{1s} , 1937 年)、呼图壁气田(E_{1-2z} , 1996 年)、吐谷鲁构造油藏(E_{1-2z} , 2000 年)、霍尔果斯油气藏(E_{1-2z} , 2003 年)、安集海油藏(E_{2-3a} , 2004 年)、玛河气田(E_{1-2z} , 2006 年)。前人对准噶尔全盆地古近系以组为单元进行过沉积体系研究(唐勇等^①, 2005 年),研究单元较粗;本次研究将准噶尔盆地南缘古近系紫泥泉子组自下而上分为紫一段、紫二段和紫三段(E_{1-2z^3}),在已发现工业油气的井中(如霍 10、玛纳 001 井等),紫泥泉子组三段(E_{1-2z^3})是主要的储集层之一。基于此,本文重点对紫三段物源体系进行分析研究,并取得了一定的认识,为下一步沉积体系的精细研究和储层预测奠

定了基础。

物源分析的方法随着现代分析手段的提高而日趋增多,并不断的相互补充和完善。目前应用较多的方法有:重矿物法、碎屑岩类分析法、沉积法、裂变痕迹法、地球化学法和同位素法等^[1-6]。本文主要应用重矿物分析方法和沉积分析方法相结合,来确定研究区主要的物源体系。

2 重矿物分析

重矿物是指碎屑岩中密度大于 2.86 g/cm^3 的陆源碎屑矿物。重矿物按其化学性质和其抗风化能力可分为不稳定矿物、较稳定矿物、稳定矿物和最稳定矿物^[7]。稳定重矿物含量和不稳定重矿物含量的比值为稳定系数,稳定系数反映物源搬运距离的远近,随着搬运距离的增加,性质不稳定的重矿物逐渐减少,而稳定重矿物的相对含量逐渐升高,稳定系数变大。碎屑沉积物中重矿物的总体特征取决于母岩的性质、水体的动力条件和重矿物的搬运距离^[8-9]。在物源相同、古水流体系一致的碎屑沉积物中,碎屑重

收稿日期:2009-06-09;改回日期:2009-08-01

作者简介:曹全斌,男,1975 年生,硕士,工程师,主要从事沉积及地球物理勘探方面的研究;E-mail:qbcao@sina.com。

①唐勇,等.准噶尔盆地重点目的层沉积体系分析与有利储集相带预测.新疆油田公司勘探开发研究院、杭州地质研究所,2005.

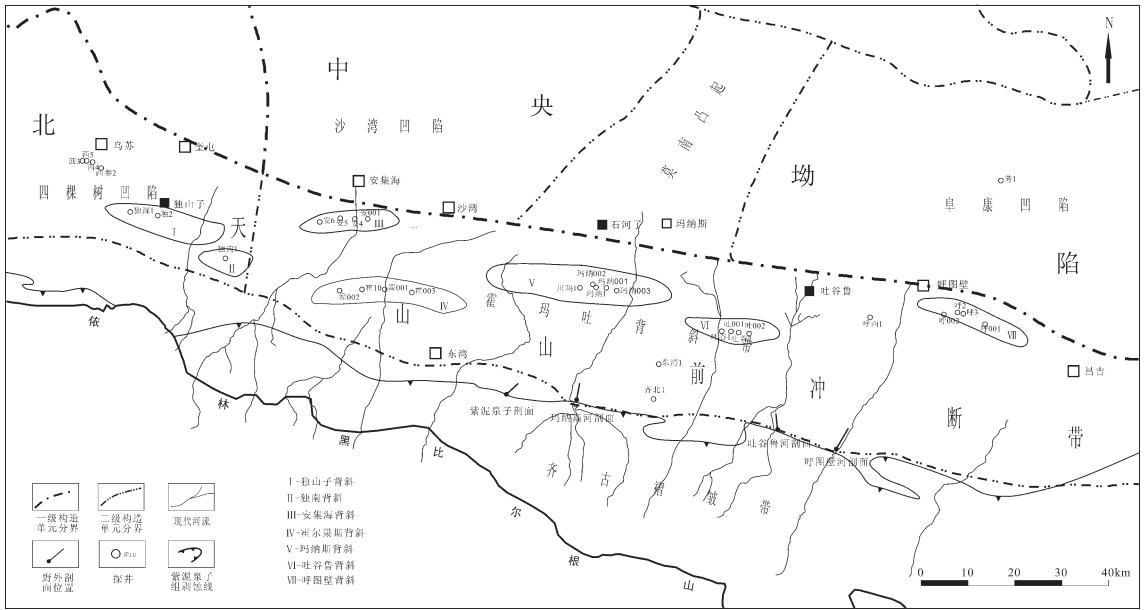


图 1 研究区位置图
Fig.1 Location of the study area

矿物的结合具有相似性；而母岩不同的碎屑沉积物则具有不同的重矿物的组合^[10-11]。重矿物一般耐腐蚀、稳定性强，能较多地保留其母岩的特征^[6,12]，因此利用重矿物资料对研究区进行物源体系分析是较为常见且非常有效的方法之一^{—[8,12,13-15]}。

2.1 重矿物类型及含量分布特征

根据研究区内 28 口钻井 222 个重矿物分析数据和 4 条野外露头剖面的 16 块重矿物样品分析数据的统计结果，紫三段重矿物主要有锆石、电气石、

白钛矿、褐铁矿、尖晶石、石榴石（铁铝榴石）、磁铁矿、榍石、绿帘石、钛铁矿、辉石 12 种类型（表 1）。其中稳定类重矿物以褐铁矿为主，除昌吉地区平均含量低于 10% 以外，其他地区褐铁矿含量 15%~71%，平均含量约为 30%；其他稳定类矿物含量较低，锆石含量 0.8%~9.5%，平均含量为 2.5%；白钛矿含量 0~11.16%，平均含量为 2%；尖晶石含量 0~0.3%，平均含量 0.17%；石榴石 1.25%~13.13%，平均含量 6.4%；磁铁矿 0~7.67%，平均含量 1.6%；榍石 0~0.98%，平

表 1 准噶尔盆地南缘中段紫泥泉子组三段重矿物类型及含量
Table 1 Types and content of heavy minerals in E₁₋₂ within the central part of southern margin of Junggar Basin

地区		昌吉	吐谷鲁	玛纳斯	安集海	奎屯
最稳定重矿物 (%)	锆石	5.9~9.5	1.6~4.54	0.8~4.42	1.84~7.38	1.16~4.7
	电气石	3.8~5.3	2.98~8.09	1.98~4.75	0.25~10.31	3.65~4
	白钛矿	6.2~7.2	0~8.1	0.85~11.16	0~4.03	0
	褐铁矿	2.4~11	19.4~71.4	14.64~20.96	16.68~57.84	20.33~25.12
	尖晶石	0.03~0.14	0~0.04	0.02~0.3	0	0~0.02
稳定重矿物 (%)	石榴石	1.25~5.59	2.38~11.3	6.41~9.65	0.78~13.13	2.8~2.88
	磁铁矿	0~0.25	0~0.5	1.6~7.67	0~1.62	0.61~1.34
	榍石	0.32~0.98	0~0.22	0.06~1.03	0~0.11	0.01~0.45
较稳定重矿物 (%)	绿帘石	32.65~46.66	4.54~15.04	18.15~40.36	2.25~26.2	34.67~37.93
	钛铁矿	17.24~28.82	13.47~56.4	27.05~33.82	33.27~49.69	27.07~33.04
不稳定重矿物 (%)	辉石	0	0	0.05~0.1	0~1.97	0~0.01
	角闪石	0~0.02	0.01~0.03	0	0	0.01~0.1
稳定系数		0.42~0.59	0.77~4.54	0.46~0.98	0.32~1.79	0.46~0.5

均含量 0.26%。较稳定重矿物主要为绿帘石和钛铁矿,其中昌吉、玛纳斯和奎屯地区绿帘石含量相对较高,为 18.15%~46.66%,平均含量 34.2%,而吐谷鲁和安集海地区绿帘石相对含量较低,为 2.25%~26.2%,平均含量 8.2%。钛铁矿整体含量最高,为 13.47%~56.4%,平均含量 34.7%。辉石和角闪石含量很低,为 0~1.97%,平均含量 0.12%。总体来讲,本区紫三段主要稳定重矿物为褐铁矿;主要不稳定重矿物为钛铁矿和绿帘石,其中不稳定重矿物含量相对较高。稳定系数平均低于 1(表 1),特别是稳定性最强的 ZTR(锆石、电气石、金红石)含量很低,判断研究区属于近源沉积。

2.2 重矿物组合分区特征及物源分析

根据重矿物类型含量及其在平面上的展布情况,将本区紫三段重矿物自东向西划分 5 个组合分区:昌吉的绿帘石-钛铁矿组合、吐谷鲁的褐铁矿-钛铁矿组合、玛纳斯的钛铁矿-绿帘石-褐铁矿组合、安集海的钛铁矿-褐铁矿组合和奎屯的绿帘石-钛铁矿-褐铁矿组合(图 2)。

昌吉地区主要重矿物为绿帘石、钛铁矿,平均含量分别为 44.5%和 25.9%;其次为褐铁矿和锆石,平均含量分别为 8.8%和 7.3%,其他类型重矿物平均含量较低,均低于 5%(图 3-a)。和临区对比来看,重矿

物类型及含量有较大差异,因此判断昌吉应是物源区之一。吐谷鲁地区含量最高的是褐铁矿,平均含量 38.3%,其次为钛铁矿,平均含量 36.6%;和临区对比,其显著特征是绿帘石含量较低,平均含量 6.5%,并且褐铁矿的含量明显偏高(图 3-b),因此判断吐谷鲁和昌吉不属于同一物源,是一独立物源区。玛纳斯地区主要重矿物为钛铁矿、绿帘石和褐铁矿,平均含量分别为 31.2%、27.5%和 17.2%;其次为石榴石,平均含量 8%;其他重矿物含量相对较低,均低于 5%(图 3-c)。安集海地区主要重矿物为钛铁矿、褐铁矿和绿帘石,平均含量分别为 40.3%、28.7%和 12.3%;其次为石榴石和电气石,平均含量分别为 7.7%和 5.2%;其他重矿物均低于 5%(图 3-d)。对比玛纳斯地区和安集海地区重矿物类型及含量,二者具有一定的相似性。只是安集海地区稳定重矿物褐铁矿含量相对较高,而不稳定重矿物绿帘石含量相对较低,稳定系数相对较高。推断二者可能属于同一个物源区,玛纳斯距离物源相对较近,不稳定重矿物偏高,而安集海距离物源相对较远,稳定矿物含量稍高,其母岩类型具有继承性。奎屯地区主要重矿物类型为绿帘石、钛铁矿和褐铁矿,平均含量分别为 36.3%、30.1%和 22.7%;其他类型重矿物含量偏低,均低于 5%(图 3-e),和安集海地区重矿物含量分布有明显

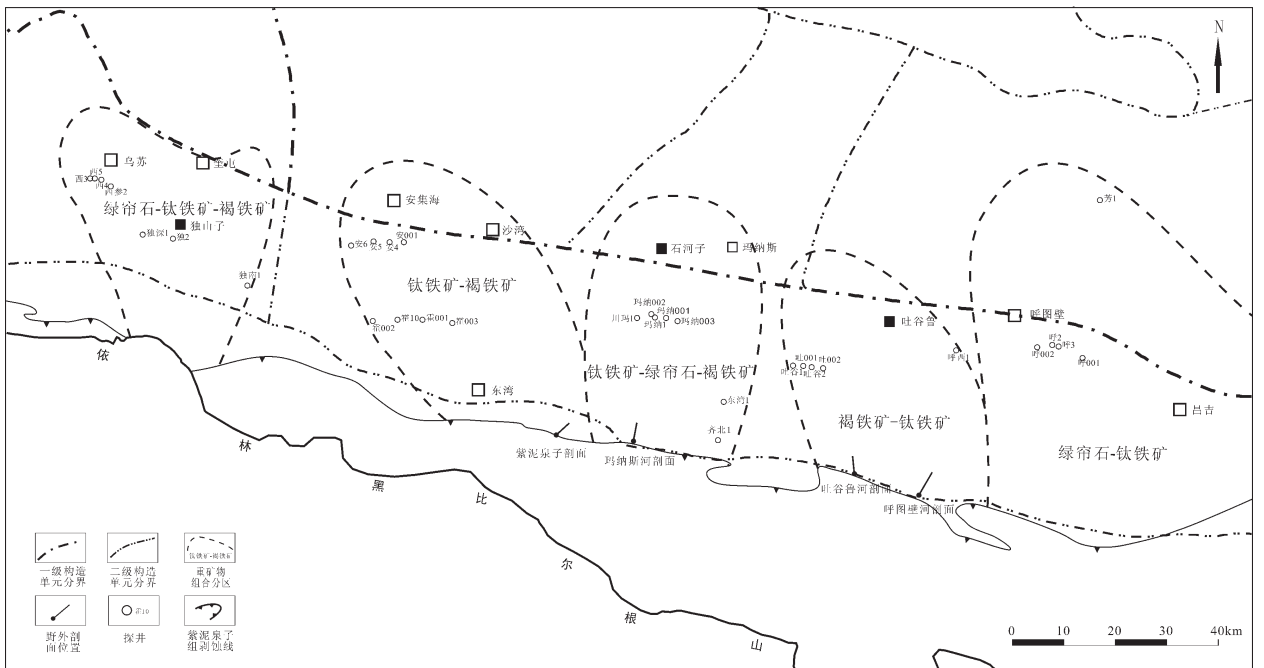


图 2 准噶尔盆地南缘中段紫泥泉子组三段重矿物组合分区
 Fig.2 Division of heavy mineral assemblages in E₁₋₂₋₃ within the central part of southern margin of Junggar basin

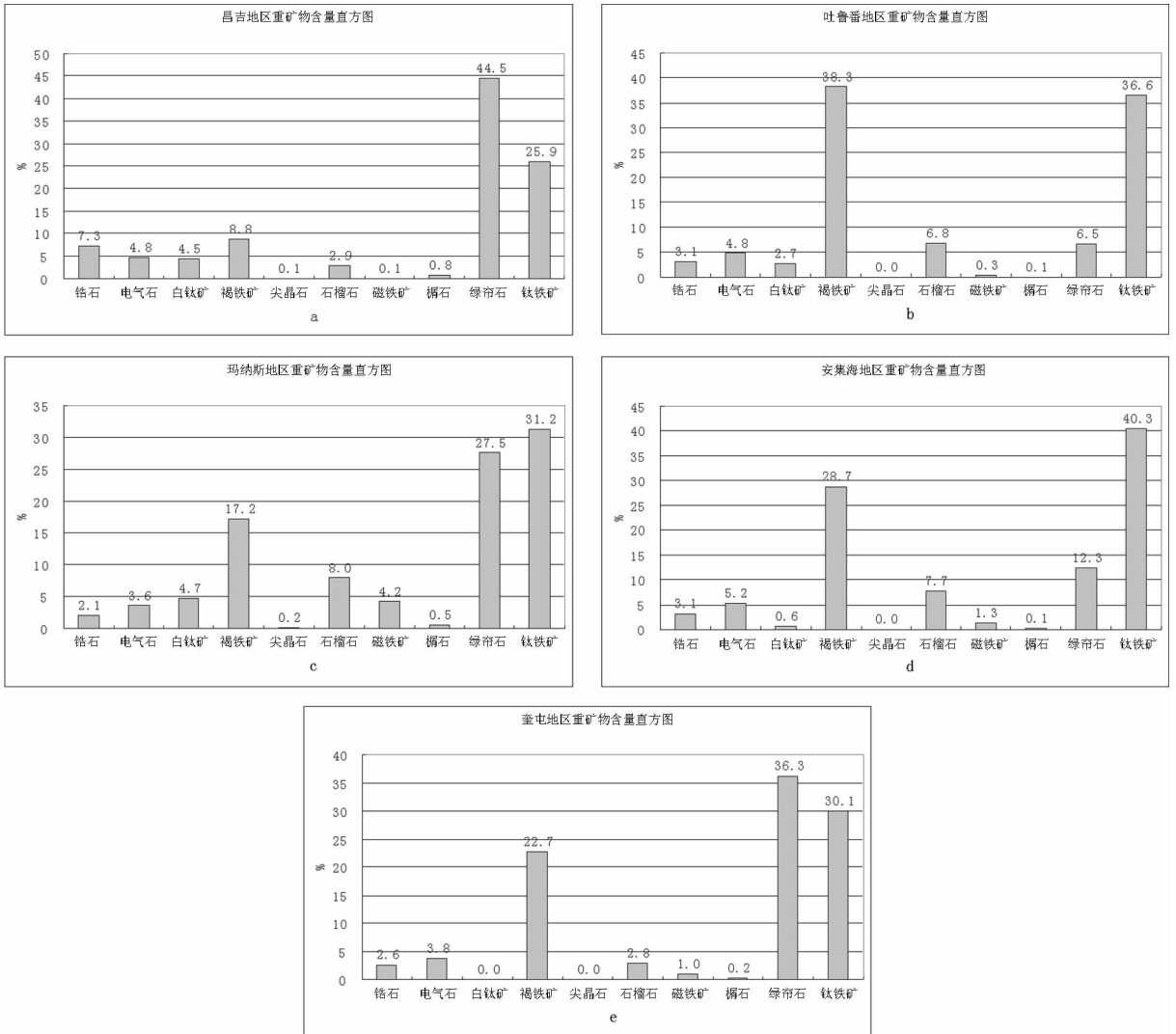


图3 准噶尔盆地南缘中段紫泥泉子组三段各分区重矿物含量
Fig.3 Heavy mineral content of each division in E₁₋₂z³ within the central part of southern margin of Junggar basin

差异,所以奎屯应是物源区之一。

根据上述对重矿物的类型、含量及其分区组合特征的分析,认为准噶尔盆地南缘中段紫泥泉子组三段自东向西存在昌吉、吐谷鲁、玛纳斯、奎屯4个主要物源。其中昌吉、奎屯物源区重矿物以绿帘石和钛铁矿为主,反映以变质岩和中基性岩为主要母岩;而吐谷鲁和玛纳斯物源区重矿物以钛铁矿和褐铁矿为主,反映以中基性岩和酸性岩为主要母岩(表2)。

3 砂砾岩平面展布特征分析

母岩在沉积搬运过程中,都要发生粒度分异作

用。粒度粗的砂砾岩难以搬运,在离物源区较近地方沉积下来;而粒度较细的易于搬运,并且处于搬运状态时难以沉积下来,故搬运距离相对较长,距离物源区较远。因此,通过分析砂砾岩在平面上的展布特征,可以在一定程度上判断物源及其方向。

通过对研究区内所有钻井资料进行整理分析,统计出紫三段砂砾岩厚度,绘制了砂砾岩等值线平面图(图4)。从图上看,砂砾岩在平面上的展布有4个集中分布区,应该代表不同的物源体系;结合野外露头剖面的测量观察情况进行综合判断,在平面上自东向西划分出4个主要物源区(图4),这和重

表 2 准噶尔盆地紫泥泉子组三段母岩类型

Table 2 Parent rock types of E_{1-2z}³ in the central part of southern margin of Junggar basin

母岩类型	重矿物种类	不同母岩类型百分含量/%			
		昌吉物源	吐谷鲁物源	玛纳斯物源	奎屯物源
酸性岩	锆石、榍石、黑色电气石、褐铁矿	21.6	46.3	30.2	29.4
中基性岩	钛铁矿、磁铁矿、普通辉石	26.5	37.7	39.3	31.4
超基性岩	尖晶石	0.1	0.0	0.1	0.0
变质岩	绿帘石、石榴石	47.3	13.3	27.8	39.2
再改造的沉积岩	金红石、白钛矿	4.5	2.7	2.6	0.0

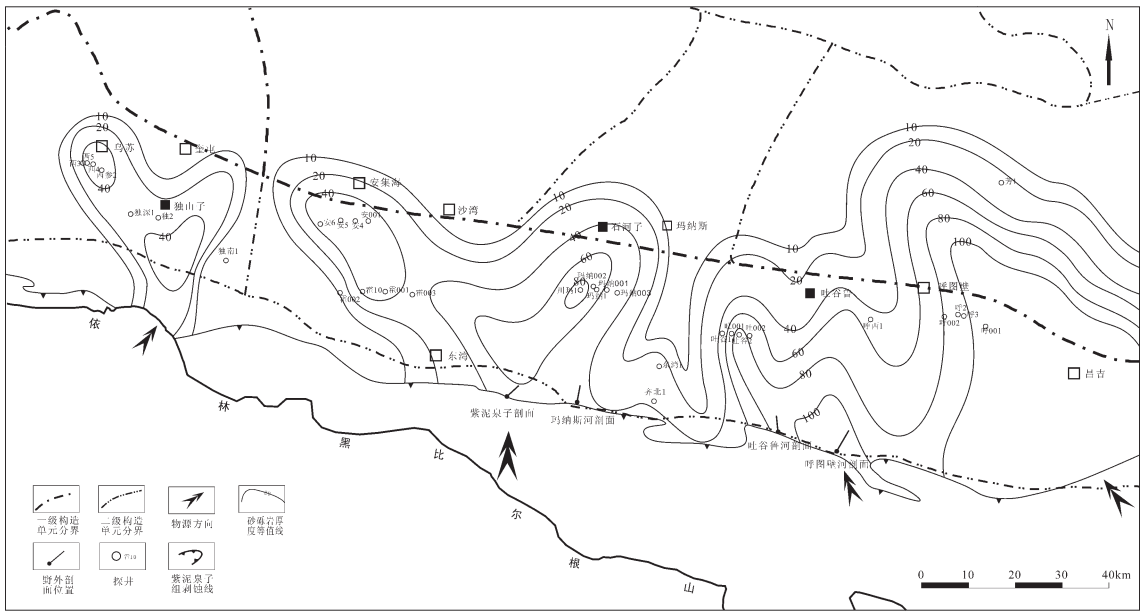


图 4 准噶尔盆地南缘中段紫泥泉子组三段砂砾岩厚度图

Fig.4 Sandstone and conglomerate thickness of E_{1-2z}³ in the central part of southern margin of Junggar basin

矿物分析结果刚好一致。其中昌吉地区砂砾岩厚度很大,累计厚度超过 100 m,并且野外露头剖面观察粒度较粗,单层砂砾岩较厚,向盆地方向砂岩搬运距离较长,延伸较远,认为是一重要的物源供给区。吐谷鲁物源砂砾岩累计厚度最厚也超过 100 m,但野外露头剖面观察砂砾岩粒度较昌吉地区稍细,且单层厚度也相对偏薄。从齐北 1 井、东湾 1 井的钻井资料统计结果看,其砂砾岩累计厚度及单层砂砾岩厚度较薄,岩性相对偏细,因此判断其东西两侧吐谷鲁和玛纳斯分属于不同物源。玛纳斯物源砂砾岩最厚累计达 80 m,根据钻井砂砾岩厚度及其粒度在平面上的变化趋势,结合重矿物分区情况,认为其分为玛纳斯方向和安集海方向二分支物源。奎屯物源区砂砾岩厚度 40 m 左右,钻井资料统计显示其砂砾岩

单层厚度较薄,粒度相对偏细,并且向盆地方向延伸不远,影响范围小。

4 结语

(1)根据重矿物类型、含量及平面上的变化特征,自东向西划分出 5 个重矿物组合分区:昌吉的绿帘石-钛铁矿组合、吐谷鲁的褐铁矿-钛铁组合、玛纳斯的钛铁矿-绿帘石-褐铁矿组合、安集海的钛铁矿-褐铁矿组合和奎屯的绿帘石-钛铁矿-褐铁矿组合。

(2)结合砂砾岩在平面上展布特征的分析,判断准噶尔盆地南缘中段紫泥泉子组三段存在 4 个物源体系:自东向西依次为昌吉物源区、吐谷鲁物源区、玛纳斯物源区和奎屯物源区;其中昌吉、奎屯物源区重矿物以绿帘石和钛铁矿为主,反映以变质岩和中

基性岩为主要母岩；而吐谷鲁和玛纳斯物源区重矿物以钛铁矿和褐铁矿为主，反映以中基性岩和酸性岩为主要母岩。

参考文献 (References):

- [1] 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):409-413.
Zhao Hongge, Liu Ciyang. Approaches and prospects of provenance analysis [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2003, 21 (3):09-413 (in Chinese with English abstract).
- [2] 和钟铨, 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):29-32.
He Zhonghua, Liu Zhaojun, Zhang Feng. Latest progress of heavy mineral research in the basin analysis [J]. Geological Science and Technology Information, 2001, 20 (4):29-32 (in Chinese with English abstract).
- [3] 汪正江, 陈洪德, 张锦泉. 物源分析的研究与展望 [J]. 沉积与特提斯地质, 2000, 20(4):104-110.
Wang Zhengjiang, Chen Hongde, Zhang Jingquan. The research and prospect in provenance analysis [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2000, 20 (4):104-110 (in Chinese with English abstract).
- [4] 邵磊, 庞雄, 陈长民, 等. 南海北部渐新世末沉积环境及物源突变事件 [J]. 中国地质, 2007, 34(6):1022-1031.
Shao Lei, Pang Xiong, Chen Changmin, et al. Terminal Oligocene sedimentary environments and abrupt provenance change event in the northern South China Sea [J]. Geology in China, 2007, 34(6): 1022-1031 (in Chinese with English abstract).
- [5] 闫义, 林舸, 王岳军, 等. 盆地陆源碎屑沉积物对源区构造背景的指示意义 [J]. 地球科学进展, 2002, 17(1):85-90.
Yan Yi, Lin Ge, Wang Yuejun, et al. The indication of continental detrital sediment to tectonic setting [J]. Advance in Earth Sciences, 2002, 17(1):85-90 (in Chinese with English abstract).
- [6] 李学杰, 汪品先, 廖志良, 等. 南海西部表层沉积物碎屑矿物分布特征及其物源 [J]. 中国地质, 2008, 35(1):123-130.
Li Xuejie, Wang Pinxian, Liao Zhiliang, et al. Distribution of clastic minerals of surface sediments in the western China Sea and their provenance [J]. Geology in China, 2008, 35(1):123-130 (in Chinese with English abstract).
- [7] 宋春晖, 孙淑荣. 酒西盆地晚新生代沉积物重矿物分析与高原北部隆升 [J]. 沉积学报, 2002, 20 (4):95-98.
Song Chunhui, Sun Shurong. Analysis of tectonic up lift and heavy minerals of sediments on Jiuxi basin in the northern margin of Tibetan plateau since the late Cenozoic [J]. Acta Sedimentologica Sinica, 2002, 20 (4):95-98 (in Chinese with English abstract).
- [8] 白云凤, 王振升, 韦阿娟, 等. 黄骅坳陷东营组重矿物时空展布特征及物源体系分析 [J]. 大庆石油地质与开发, 2008, 27(2):39-42.
Bai Yunfeng, Wang Zhensheng, Wei Ajuan, et al. Time and space distribution characteristics and material resource system of heavy minerals in Dongying formation of Huanghua depression [J]. Petroleum Geology & Oilfield Development in Daqing, 2008, 27 (2):39-42 (in Chinese with English abstract).
- [9] Morton A C. A new approach to provenance studies——electron microprobe analysis of detrital garnet from Middle Jurassic sandstone of the northern North Sea [J]. Sedimentology, 1985, 32:553-566.
- [10] Dickinson W R, Sucaek C A. Plate tectonics and sandstone composition [J]. AAPG, 1979, 63:2164-2182.
- [11] Dickinson W R. Provenance of North American Phanerozoic sandstone in relation to tectonic setting [J]. Bull. Geol. Am., 1983, 94: 222-235.
- [12] 张新建, 张剑君. 富县探区延长组重矿物组合特征及地质意义 [J]. 新疆石油地质, 2006, 27(1):49-52.
Zhang Xinjian, Zhang Jianjun. Heavy minerals characters and geologic significance of Yanchang formation in Fuxian exploration area, Ordos basin [J]. Xinjiang Petroleum Geology, 2006, 27(1): 49-52 (in Chinese with English abstract).
- [13] 徐田武, 王英民, 曾澧辉, 等. 苏州盆地泰州组一段重矿物组合特征及物源分析 [J]. 石油天然气学报 (江汉石油学院报), 2007, 29(6):43-48.
Xu Tianwu, Wang Yingmin, Zeng Jianhui, et al. Characteristics of heavy mineral source analysis in the 1st member of Taizhou formation in Subei basin [J]. Journal of Oil and Gas Technology, 2007, 29(6):43-48 (in Chinese with English abstract).
- [14] 赵俊英, 罗静兰, 雷晓岚, 等. 鄂尔多斯盆地子长油田杨家园则探区长 6 物源分析 [J]. 中国地质, 2007, 34(3):422-429.
Zhao Junying, Luo Jinglan, Lei Xiaolan, et al. Provenance analysis of the Sixth Member of the Yanchang Formation in the Yangjiayuanze oil prospect area, Zichang oilfield, Ordos basin [J]. Geology in China, 2007, 34(3):422-429 (in Chinese with English abstract).
- [15] 孙小霞, 李勇, 丘东洲, 等. 黄骅坳陷新近系馆陶组重矿物特征及物源区意义 [J]. 沉积与特提斯地质, 2006, 26(3):61-66.
Sun Xiaoxia, Li Yong, Qiu Dongzhou, et al. The heavy minerals and provenances of the Neogene Guantao formation in the Huanghua depression [J]. Sedimentary Geology and Tethyan Geology, 2006, 26(3):61-66 (in Chinese with English abstract).

A material source system analysis of the 3rd Member of Ziniquanzi Formation in the central part of southern margin of Junggar Basin

CAO Quan-bin, LI Chang, MENG Xiang-chao,
SHEN Jin-long, CHEN Neng-gui, XU Yang, HOU Gang-fu

(Hangzhou Research Institute of Petroleum Geology, PetroChina, Hangzhou 310023, Zhejiang, China)

Abstract: In the central part of southern margin of Junggar Basin, the 3rd Member of Ziniquanzi Formation ($E_{1-2}Z^3$) characterized by fine accumulation properties is an important oil and gas exploration horizon. There exists intimate relationship between the reservoir distribution and the material sources, and hence the material source system analysis is a key to hydrocarbon exploration. In this paper, an analysis of heavy minerals and a division of their assemblages were carried out for well data and field sections according to their type, quantity variation and distribution in the study area. In addition, statistics of sand and conglomerate thicknesses as well as their spatial distribution characteristics were studied. It is found that there exist four material source systems in the 3rd Member of Ziniquanzi Formation in the central part of southern margin of Junggar Basin. The authors' study of the depositional systems and reservoir prediction in this area is of great significance for further researches.

Key words: southern margin of Junggar basin; Ziniquanzi Formation; material source system; heavy mineral

About the first author: CAO Quan-bin, male, born in 1975, master, mainly engages in the study of sedimentology and geophysical prospecting; E-mail: qbcao@sina.com.