

沉积盆地物质来源综合研究 ——以南堡老第三纪亚断陷盆地为例

焦养泉 李 珍 周海民

(中国地质大学, 武汉) (冀东石油勘探开发公司, 唐山)

[内容提要]重矿物分析对于判断沉积盆地的物源方向和物源区的母岩性质是有效的,但具有局限性:①对无重矿物或者仅能提供极少量重矿物的母岩判别力较差;②它不能准确判断物源区沉积物的主要运移通道。因此,进行盆地物源分析还需要重视综合研究,即①通过重矿物的矿物学、重矿物组合研究,判断物源区的母岩类型,推测母岩岩性演化;②通过沉积岩矿物成分与结构研究,判别物源区是否存在重矿物无法辨别的母岩类型和沉积物的搬运距离;③通过沉积体系分析,尤其是砂分散体系的编图,能有效地判断物源区的方位和圈定各物源的具体影响范围;④利用古构造图判别物源区的主要沉积物运移通道及其方位;⑤编制沉积盆地-物源区古环境图,以此来弥补重矿物分析物源所带来的缺陷。

关键词 物源分析 沉积盆地-物源区古环境

在含油气盆地分析中,物源研究是一项必不可少的工作。对沉积盆地-物源区系统的正确分析,将有助于对沉积体系的准确恢复,和对远景区油气储层的准确预测。

常规的重矿物分析对于物源研究是非常有效的,它可以判断物源方向和物源区的母岩性质,但具有局限性。例如,利用重矿物类型、组合等信息推测和鉴别物源区为岩浆岩、变质岩及部分沉积岩的母岩类型是最有效的。可是它对灰岩、白云岩及部分碎屑沉积岩物源区的判别能力却较差,这是因为这些母岩无重矿物或者仅能提供极少量的重矿物。但在通常情况下,物源区又恰恰包含灰岩、白云岩或碎屑沉积岩等。另外,重矿物研究亦不能准确判断物源区沉积物主要运移通道。

面对这种事实,作者认为进行盆地物源分析还需要重视综合研究,即利用沉积体系编图、古流分析、岩石矿物成分与结构、古构造高程图等方面的综合研究,来弥补重矿物分析物源所带来的缺陷。这一研究思路通过在南堡老第三纪亚断陷盆地^[1]中的应用证明其具有可操作性。

1 沉积岩重矿物分析

沉积岩中的重矿物分析是进行盆地物源研究最有效的方法之一。通过重矿物的矿物学研究以及统计学分析,可以确定有成因联系的重矿物组合,并借此判断物源区的母岩类型;

① “冀东油田南堡凹陷下第三系层序地层、沉积体系与储层预测”项目资助

② 本文1998年4月12日收稿

借助主要重矿物的相似性与亲疏关系判断属多物源或单物源,确定多物源的主次关系,并评估各物源对盆地影响程度;应用重矿物或重矿物组合的稳定性,推测沉积物的搬运距离(属远程搬运还是近程搬运?);利用主要重矿物、重矿物组合及不同稳定性的重矿物空间分布特征,确定物源方向;还可以应用重矿物及其组合的数量和性质在时间序列上的变化,推测物源区母岩岩性的演化。这一常规分析法的成功应用不乏实例^{①②}。

在南堡老第三纪亚断陷盆地中,应用重矿物进行物源研究的方法与专题成果将有专文论述,本文仅将其主要结论归纳于沉积盆地-物源区古环境图中。

2 沉积岩矿物成份与结构分析

通过对沉积岩矿物成分鉴定,可以判别物源区是否存在重矿物无法辨别的母岩类型。利用砂岩的成分成熟度与结构成熟度判别沉积物的搬运距离。可以根据沉积物粒度的变化趋势推测物源方向等。

在南堡老第三纪亚断陷盆地中,柳赞地区岩石薄片中存在大量偏基性火山岩,岩心中还普遍存在花岗岩、白云岩和变质石英砂岩等砾石,这些直观信息预示着柳赞东部物源区含有这些母岩;高尚堡地区部分钻孔岩心中存在花岗岩岩屑及沉积岩岩屑,并零星出现灰岩岩屑和偏基性火山岩岩屑;北堡地区东营组薄片零星出现白云岩和大量花岗岩岩屑等。这些都揭示了其物源区均存在这些母岩类型。值得强调的一点是,灰岩与白云岩的岩屑化学稳定性较差,其岩屑能在盆地中零星出现,说明物源区具有一定规模的灰岩与白云岩母岩。

在研究区内部,沉积物的矿物成分成熟度、结构成熟度和沉积物粒度等的变化是以各自的沉积体系为系统的,通常从沉积体系的上游向下游方向粒度变细、矿物成分成熟度和结构成熟度提高。通过大量统计和分析而得到的这种信息将有助于判别物源方向。以沉积体系为单位,能代表其整体矿物成分成熟度和结构成熟度的信息,则具有判别沉积物搬运距离的能力。

3 沉积体系分析

通过沉积体系编图,尤其是砂分散体系的编图,可以有效地判断物源区的方位和圈定各物源的具体影响范围。图1是高尚堡-柳赞地区 Es_3^{2+3} 主力油层段的含砂率图,其几何形态展示了该沉积时期在研究区共发育了三个扇三角洲朵体,即柳赞陡坡型扇三角洲、拾场缓坡型扇三角洲和高西南缓坡型扇三角洲^[3]。这种格局预示着该时期研究区主要受三大物源的影响,另外可结合含砂率的变化及朵体展布方向判断物源的具体方位。这样就很容易得到如下结论:①柳赞扇三角洲的物源位于柳赞地区东部;②拾场扇三角洲的物源位于拾场次凹北部;③高西南扇三角洲的物源推测来自唐海—杜林一带。这些结论与重矿物分析得到的结论是一致的。由此而恢复的各时代古环境图都蕴藏了这方面的有用信息。

4 古构造分析

通过古构造图的分析,可以判别物源区具体的沉积物主要运移通道(古山间河)及其方

① 焦养泉、周海民等,《冀东油区南堡凹陷下第三系层序地层、沉积体系分析与储层预测》,项目成果报告,1995。

② 蔡洪正,东海浙东坳陷新生界重矿物组合及其分布特征研究,第三届全国数学地质学术会议论文,1986。

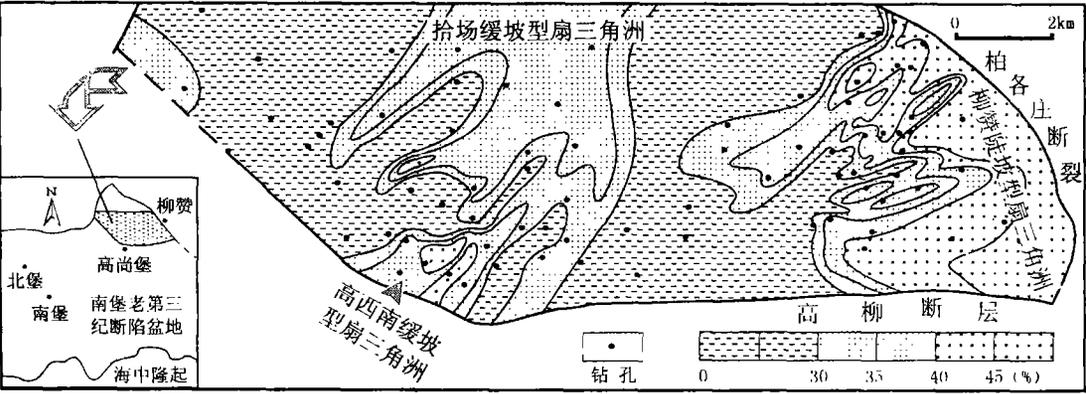


图1 南堡老第三纪亚断陷盆地中高尚堡-柳赞地区 Es_3^{2-3} 段含砂率等值线图

Fig. 1 Isogram of sand contents in the Es_3^{2-3} member of the Eocene Nanpu rift subs basin

位。在南堡老第三纪亚断陷盆地外围物源区，从柳赞→柏各庄→唐海→杜林一带的馆陶组底界(即下第三系顶界面)构造高程图中，明显地展示了由周围高地所限定的两个古山间河，其中之一位于蚕沙口北部，呈NE-SW向展布，作者称之为蚕沙口古山间河；另外一个位于杜林北部，总体呈NW-SE向展布，作者称之为杜林古山间河(图2、3)。

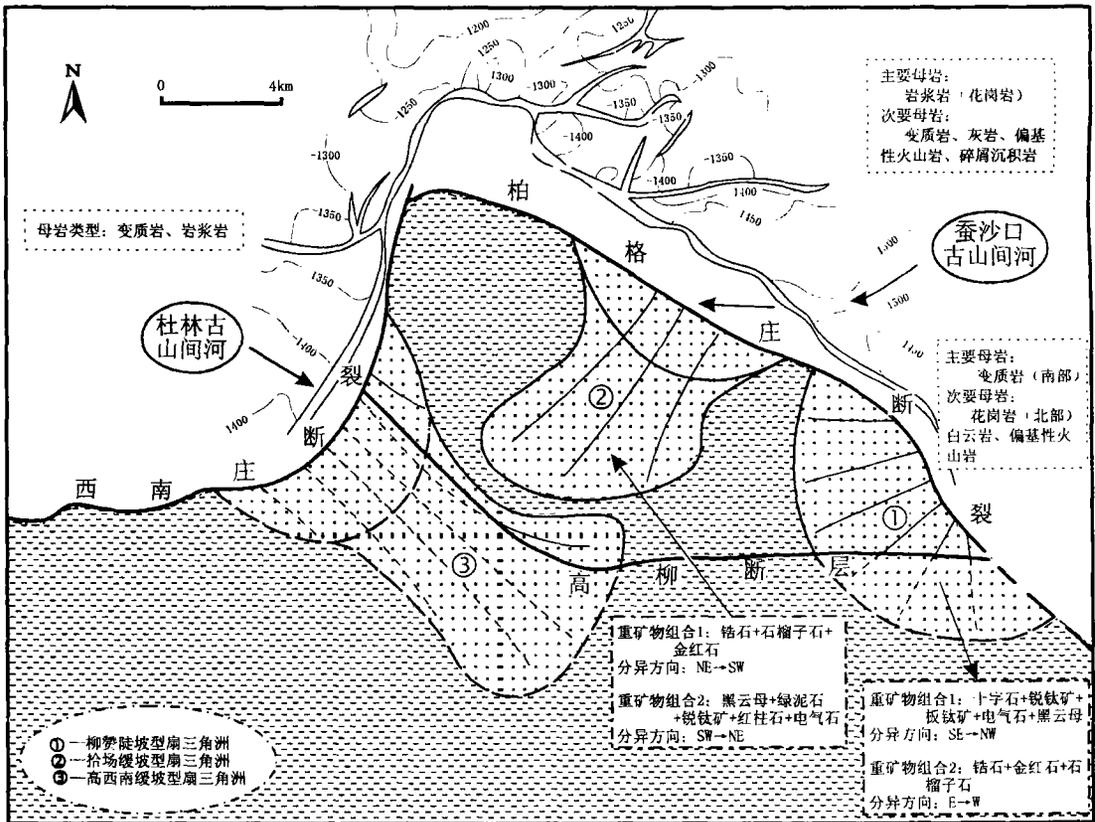


图2 南堡老第三纪亚断陷盆地 Es_3^{2-3} 段的盆地-物源区古环境综合分析图

Fig. 2 Generalized basin-provenance palaeoenvironmental map of the Es_3^{2-3} member in the Eocene Nanpu rift subs basin

准确地讲, 现今构造高程图中显示的两个地下古山间河的发育时间为东营组沉积期, 它们应该与东营组沉积体系关系密切。事实上, 通过与主要重矿物组合及沉积体系分布的空间对比, 发现它们确实具有很好的吻合性(图3)。所以, 作者认为蚕沙口古山间河主要提供了拾场扇三角洲朵体的沉积物, 而杜林古山间河主要提供了高西南扇三角洲朵体的沉积物。

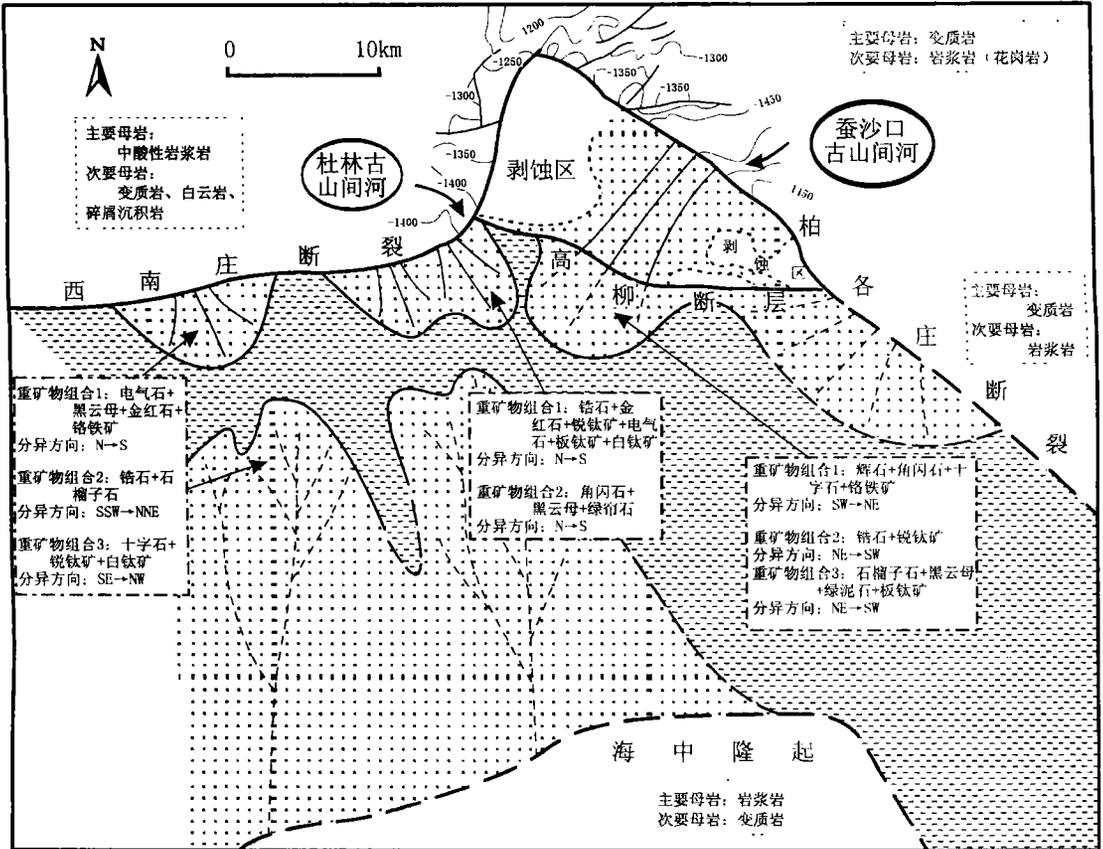


图3 南堡老第三纪亚斯陷盆地东营组的盆地-物源区古环境综合分析图
 Fig. 3 Generalized basin-provenance palaeoenvironmental map of the Dongying Formation in the Eocene Nanpu rift subsbasin

对于东营组沉积之前的沙河街组而言, 两个古山间河是否与其沉积体系具有联系, 答案是肯定的。因为从沙河街组到东营组, 研究区北部的几个扇三角洲发育空间始终具有良好的继承性^[3], 这显示出沉积物源及其方位的持续稳定性。因此, 逆时间序列推断两个古山间河也分别是沙河街组拾场和高西南扇三角洲的主要沉积物供给通道(图2)。

5 盆地物源综合研究表现方法

沉积盆地-物源区古环境图能有效地反映盆地物源综合研究的最终成果。图2和图3分别为通过重矿物分析、沉积岩矿物成分与结构分析、沉积体系分析和古构造分析的综合研究面得到的高尚堡-柳赞地区 E_5^{2+3} 段和全盆地东营组沉积时期的沉积盆地-物源区古环境分析图。图中明确表示了物源区的母岩类型与分布区域、主要的古山间河道及其控制的沉积盆地中沉积体系的几何形态、空间配置与展布特征以及沉积体系内部重矿物共生组合和优势分异方向等信息。这种图件的编制对于进行大尺度的储层预测是非常有用的。

沉积盆地物质来源综合研究在南堡老第三纪亚断陷盆地中应用,尤其是最终成果图的编制对物质来源研究是有效的与可行的,此种方法可以借鉴于其它盆地研究中。

参 考 文 献

- 1 焦养泉等. 断陷盆地多层次幕式裂陷作用与沉积充填响应—以南堡老第三纪亚断陷盆地为例. 地球科学, 1996, 21(6): 633~636
- 2 郭建华等. 塔中地区石炭系碎屑岩岩石学特征与物源分析. 江汉石油学院学报, 1995, 17(3): 1~7
- 3 焦养泉、周海民、庄新国等. 扇三角洲沉积体系及其与油气聚集关系. 沉积学报, 1998, 16(1): 70~75

The integrated study of sediment sources in sedimentary basins: an example from the Eocene Nanpu rift subbasin

Jiao Yangquan Li Zhen

China University of Geosciences, Wuhan

Zhou Haimin

East Hebei Petroleum Exploration and Development Corporation, Tangshan

ABSTRACT

The conventional heavy mineral techniques are effective tools for determining provenance orientations and properties of parent rocks, but there exist limitations because: (1) it is difficult to discriminate the source areas of limestones, dolostones and part of clastic sedimentary rocks without or with minor amount of heavy minerals, and (2) Heavy minerals can't be used to determine accurately the main channels along which the sediments were transported. In this respect, the authors suggested that particular attention should be drawn to: (1) mineralogy and associations of heavy minerals in order to determine the types and lithologic evolution of parent rocks in the source areas; (2) mineral compositions and textures and structures of sedimentary rocks so as to ascertain whether there are unknown parent rock types and transport distance of sediments in the source areas, which can't be recognized by means of heavy mineral analysis; (3) the analysis of depositional systems, particularly the compilation of sandstone distribution maps aiming at effectively delimiting the position and extent of the source areas; (4) the application of palaeostructural maps to the identification of the migration channels and directions of the sediments, and (5) the compilation of palaeoenvironmental maps of sedimentary basins and provenances.

Key words: provenance analysis, palaeoenvironments of sedimentary basins and provenances